

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



MANDATARIA

MANDANTI

PROGETTAZIONE:



MANDATARIA

MANDANTI

## PROGETTO ESECUTIVO

### LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA LOTTO 2 e 3: RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA

SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km 20+113,64 (progr.ferr.)  
Relazione di calcolo scatolare

|  |   |        |
|--|---|--------|
| APPALTATORE  | PROGETTAZIONE                                     | SCALA: |
| DIRETTORE TECNICO<br>Ing. G. Babini<br>A.A.D'AGOSTINO COSTRUZIONI GENERALI S.r.l.<br>Il Direttore Tecnico<br>(Ing. Giampaolo Babini) | DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE<br>Ing. M. Facchini | ---    |

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

LI0B 02 E ZZ CL SL0700 001 B

| Revis. | Descrizione                  | Redatto           | Data          | Verificato        | Data          | Approvato | Data          | Autorizzato Data |
|--------|------------------------------|-------------------|---------------|-------------------|---------------|-----------|---------------|------------------|
| A      | Prima Emissione              | Ing. M. Calderoni | Dicembre 2022 | Ing. V. Calzona   | Dicembre 2022 | S. Canale | Dicembre 2022 |                  |
| B      | Aggiornamento per Rdv n.0302 | Ing. A. Zaza      | Luglio 2023   | Ing. M. Calderoni | Luglio 2023   | S. Canale | Luglio 2023   |                  |
|        |                              |                   |               |                   |               |           |               |                  |
|        |                              |                   |               |                   |               |           |               |                  |
|        |                              |                   |               |                   |               |           |               |                  |
|        |                              |                   |               |                   |               |           |               |                  |

File: LI0B02EZZCLSL0700001B

n. Elab.:

|   |   |                                |                           |                         |                          |                              |  |  |  |                            |                        |
|---|---|--------------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------------|--|--|--|----------------------------|------------------------|
|   | <b>LINEA PESCARA – BARI</b><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b><br><b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b> |                                |                           |                         |                          |                              |  |  |  |                            |                        |
|   | <b>SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km</b><br><b>20+113,64 (progr.ferr.)</b><br><b>Relazione di calcolo scatolare</b>                      | <b>COMMESSA</b><br><b>LI0B</b> | <b>LOTTO</b><br><b>02</b> | <b>FASE</b><br><b>E</b> | <b>ENTE</b><br><b>ZZ</b> | <b>TIPO DOC</b><br><b>CL</b> | <b>OPERA 7 DISCIPLINA</b><br><b>SL 07 00</b> |  |  | <b>PROGR</b><br><b>001</b> | <b>REV</b><br><b>B</b> |

## INDICE

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1.. PREMESSA .....</b>                          | <b>3</b>  |
| <b>1.. NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>          | <b>5</b>  |
| <b>2.. MATERIALI.....</b>                          | <b>6</b>  |
| 2.1 Calcestruzzo Magrone .....                     | 6         |
| 2.1 Soletta superiore .....                        | 6         |
| 2.1 Piedritti .....                                | 6         |
| 2.1 Soletta inferiore .....                        | 6         |
| 2.2 Acciaio B450C.....                             | 6         |
| <b>3.. INQUADRAMENTO GEOTECNICO .....</b>          | <b>7</b>  |
| 3.1 Terreno di ricoprimento/rinterro.....          | 7         |
| 3.2 Terreno di fondazione .....                    | 7         |
| 3.3 Falda .....                                    | 7         |
| 3.4 Interazione terreno-struttura.....             | 7         |
| <b>4.. CARATTERIZZAZIONE SISMICA.....</b>          | <b>9</b>  |
| 4.1 Vita nominale e classe d'uso.....              | 9         |
| 4.2 Parametri di pericolosità sismica.....         | 9         |
| <b>5.. VERIFICHE STRUTTURALI .....</b>             | <b>14</b> |
| 5.1 Verifica allo stato limite ultimo.....         | 14        |
| 5.2 Verifica S.L.E. ....                           | 15        |
| <b>6.. SOFTWARE DI CALCOLO .....</b>               | <b>17</b> |
| <b>7.. SOTTOPASSO SCATOLARE 9.70 X 8.50 M.....</b> | <b>18</b> |
| 7.1 Modello di calcolo.....                        | 19        |
| 7.2 Analisi dei carichi .....                      | 20        |
| 7.3 Azione sismica .....                           | 35        |
| <b>8.. COMBINAZIONI DI CARICO.....</b>             | <b>39</b> |
| <b>9.. DIAGRAMMI DELLE SOLLECITAZIONI .....</b>    | <b>43</b> |
| <b>10 VERIFICA DELLE SEZIONI IN C.A.....</b>       | <b>47</b> |
| 10.1 Sezione 1 - soletta superiore appoggio.....   | 49        |
| 10.2 Sezione 2 - soletta superiore mezzeria.....   | 50        |
| 10.3 Sezione 3 - piedritto testa .....             | 52        |
| 10.4 Sezione 4 - piedritto mezzeria.....           | 53        |
| 10.5 Sezione 5 - piedritto piede .....             | 54        |
| 10.6 Sezione 6 - soletta inferiore appoggio.....   | 56        |
| 10.7 Sezione 7- soletta inferiore mezzeria.....    | 57        |

|  |  |   |           |   |           |           |                    |           |           |            |          |          |
|--|--|---|-----------|---|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|----------|
| MANDATARIA<br>                        |  | MANDANTI<br> |           | <b>LINEA PESCARA – BARI</b><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b><br><b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b> |           |           |                    |           |           |            |          |          |
| <b>SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km</b><br><b>20+113,64 (progr.ferr.)</b><br><b>Relazione di calcolo scatolare</b> |  | COMMESSA  | LOTTO     | FASE  | ENTE      | TIPO DOC  | OPERA 7 DISCIPLINA |           |           | PROGR      | REV      | FOGLIO   |
|  |  | <b>LI0B</b>   | <b>02</b> | <b>E</b>  | <b>ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL</b>          | <b>07</b> | <b>00</b> | <b>001</b> | <b>B</b> | <b>2</b> |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>11 VERIFICA DI DEFORMABILITA'</b> .....     | <b>59</b> |
| <b>12 RIEPILOGO ARMATURE – SCATOLARE</b> ..... | <b>61</b> |
| <b>13 CALCOLO INCIDENZE ARMATURE</b> .....     | <b>61</b> |
| <b>14 VERIFICHE GEOTECNICHE</b> .....          | <b>62</b> |
| 14.1 Verifica della capacita portante .....    | 62        |
| 14.1 Verifica al galleggiamento .....          | 72        |
| <b>15 TABULATO</b> .....                       | <b>73</b> |

|  |                          |   |                         |                    |                  |                   |                       |                                       |  |  |                     |
|--|--------------------------|---|-------------------------|--------------------|------------------|-------------------|-----------------------|---------------------------------------|--|--|---------------------|
| MANDATARIA<br><b>HUB</b> ENGINEERING<br><small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small> | MANDANTI<br><b>HYpro</b> | <b>LINEA PESCARA – BARI</b><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b><br><b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b> |                         |                    |                  |                   |                       |                                       |  |  |                     |
|  |                          | <b>SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km</b><br><b>20+113,64 (progr.ferr.)</b><br><b>Relazione di calcolo scatolare</b>                      | COMMESSA<br><b>LI0B</b> | LOTTO<br><b>02</b> | FASE<br><b>E</b> | ENTE<br><b>ZZ</b> | TIPO DOC<br><b>CL</b> | OPERA 7 DISCIPLINA<br><b>SL 07 00</b> |  |  | PROGR<br><b>001</b> |

## 1. PREMESSA

Il presente documento si inserisce nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici di progetto esecutivo del del corpo stradale ferroviario, delle opere d'arte e delle opere interferite relative al Raddoppio Termoli - Lesina, Lotto 02: Termoli - Campomarino.

Il sottovia, di nuova realizzazione, si rende necessario per garantire la continuità poderale nell'ambito della viabilità fra le aree a nord e a sud del nuovo tracciato ferroviario.

L'opera consiste in uno scatolare in c.a. gettato in opera.

La sezione trasversale retta ha una larghezza interna di  $L_{int} = 7.70$  m ed un'altezza netta di  $H_{int} = 6.40$  m; lo spessore della platea di fondazione è di  $S_f = 1.10$  m, lo spessore dei piedritti è di  $S_p = 1.00$  m e lo spessore della soletta di copertura è di  $S_s = 1.00$  m. La lunghezza del sottopasso è di 13.60 m al netto dei muri di imbocco.

Agli imbocchi sono previsti dei muri di contenimento a fondazione diretta di altezza variabile con spessore paramento in testa pari a  $B = 40$  cm variabile con l'altezza in funzione di una pendenza 1/10 e spessore fondazione  $s = 110$  e  $70$  cm

Nell'immagine seguente si riportano una sezione trasversale ed una longitudinale dell'opera.

Quanto riportato di seguito consentirà di verificare che il dimensionamento della struttura è stato effettuato nel rispetto dei requisiti di resistenza richiesti all'opera.

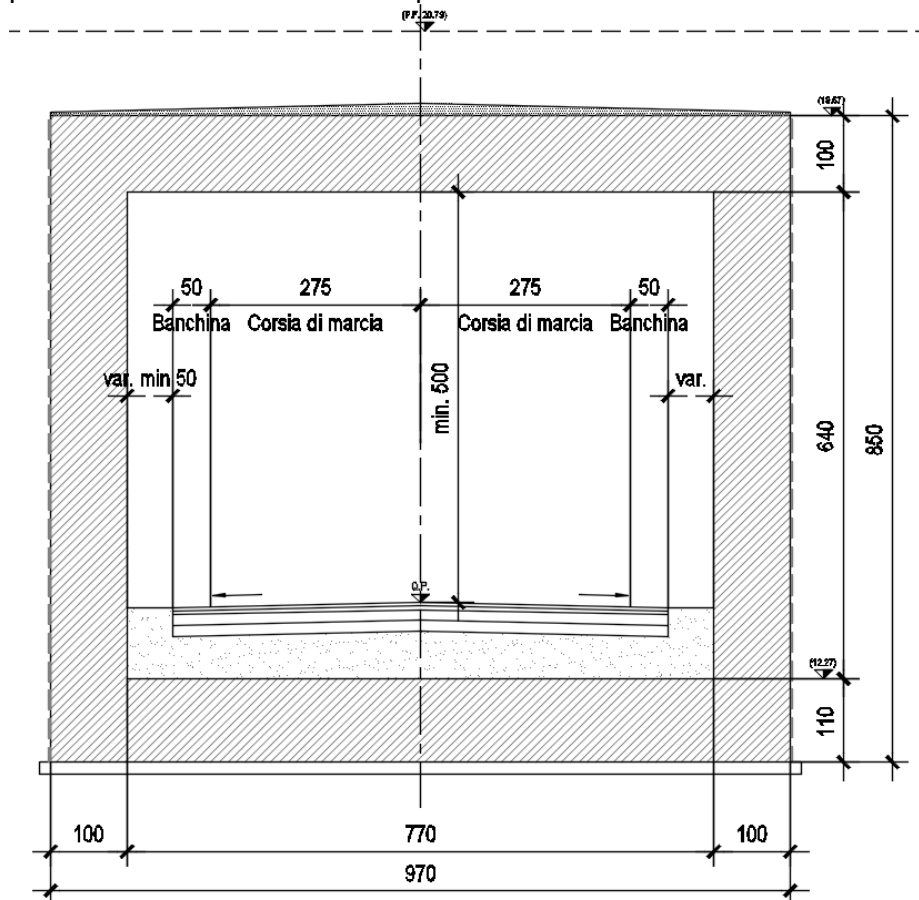


Fig. 1 – Sezione trasversale dell'opera



|   |  |   |           |          |           |           |                    |           |           |            |          |          |
|---|--|---|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|----------|
|   |  | <b>LINEA PESCARA – BARI</b><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b><br><b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b> |           |          |           |           |                    |           |           |            |          |          |
| <b>SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km</b><br><b>20+113,64 (progr.ferr.)</b><br><b>Relazione di calcolo scatolare</b>  |  | COMMESSA  | LOTTO     | FASE     | ENTE      | TIPO DOC  | OPERA 7 DISCIPLINA |           |           | PROGR      | REV      | FOGLIO   |
|   |  | <b>LI0B</b>   | <b>02</b> | <b>E</b> | <b>ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL</b>          | <b>07</b> | <b>00</b> | <b>001</b> | <b>B</b> | <b>5</b> |

## 1 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Di seguito si riporta l'elenco generale delle Normative Nazionali ed internazionali vigenti alla data di redazione del presente documento, quale riferimento per la redazione degli elaborati tecnici e/o di calcolo dell'intero progetto nell'ambito della quale si inserisce l'opera oggetto della presente relazione:

- [N.1]. L. n. 64 del 2/2/1974 "Provvedimento per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
- [N.2]. L. n. 1086 del 5/11/1971 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica".
- [N.3]. Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 14-01-08 (NTC-2008);
- [N.4]. Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 - Istruzioni per l'Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008;
- [N.5]. Regolamento (UE) N.1299/2014 del 18 novembre 2014 della Commissione Europea. Relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema "infrastruttura" del sistema ferroviario dell'Unione Europea.
- [N.6]. Eurocodici EN 1991-2: 2003/AC:2010.
- [N.7]. RFI DTC SI MA IFS 001 B del 22-12-17 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili.
- [N.8]. RFI DTC SI SP IFS 001 B del 22-12-17 – Capitolato generale tecnico di Appalto delle opere civili.
- [N.9]. CNR-DT207/2008 Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni.
- [N.10]. UNI 11104: Calcestruzzo: Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1

|  |  |   |           |   |           |           |                    |           |           |            |          |          |
|--|--|---|-----------|---|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|----------|
| MANDATARIA<br>                        |  | MANDANTI<br> |           | <b>LINEA PESCARA – BARI</b><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b><br><b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b> |           |           |                    |           |           |            |          |          |
| <b>SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km</b><br><b>20+113,64 (progr.ferr.)</b><br><b>Relazione di calcolo scatolare</b> |  | COMMESSA  | LOTTO     | FASE  | ENTE      | TIPO DOC  | OPERA 7 DISCIPLINA |           |           | PROGR      | REV      | FOGLIO   |
|  |  | <b>LI0B</b>   | <b>02</b> | <b>E</b>  | <b>ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL</b>          | <b>07</b> | <b>00</b> | <b>001</b> | <b>B</b> | <b>6</b> |

## 2 MATERIALI

### 2.1 CALCESTRUZZO MAGRONE

#### **Conglomerato classe di resistenza C12/15 – Rck 15MPa**

|                                       |                            |
|---------------------------------------|----------------------------|
| Resistenza caratteristica cubica:     | Rck = 15 N/mm <sup>2</sup> |
| Resistenza caratteristica cilindrica: | fck = 12 N/mm <sup>2</sup> |
| Classe di esposizione:                | X0                         |
| Classe di consistenza slump:          | S3                         |

#### **2.1 SOLETTA SUPERIORE**

#### **Conglomerato classe di resistenza C32/40 – Rck 40MPa**

|  |           |
|--|-----------|
| Conforme alla UNI EN 206-1             |           |
| Classe di esposizione                  | XC2       |
| Rck (UNI EN 206-2016)                  | >= 40 MPa |
| Classe di resistenza (UNI EN 206-2016) | C32/40    |
| Tipo cemento                           | CEM III-V |
| Dimensione max aggregati               | 25 mm     |
| Classe di consistenza                  | S3-S4     |
| Copriferro minimo                      | 50 mm     |

#### **2.1 PIEDRITTI**

#### **Conglomerato classe di resistenza C32/40 – Rck 40MPa**

|  |           |
|--|-----------|
| Conforme alla UNI EN 206-1             |           |
| Classe di esposizione                  | XC2       |
| Rck (UNI EN 206-2016)                  | >= 40 MPa |
| Classe di resistenza (UNI EN 206-2016) | C32/40    |
| Tipo cemento                           | CEM III-V |
| Dimensione max aggregati               | 25 mm     |
| Classe di consistenza                  | S3-S4     |
| Copriferro minimo                      | 50 mm     |

#### **2.1 SOLETTA INFERIORE**

#### **Conglomerato classe di resistenza C32/40 – Rck 40MPa**

|  |           |
|--|-----------|
| Conforme alla UNI EN 206-1             |           |
| Classe di esposizione                  | XC2 / XF4 |
| Rck (UNI EN 206-2016)                  | >= 40 MPa |
| Classe di resistenza (UNI EN 206-2016) | C32/40    |
| Tipo cemento                           | CEM III-V |
| Dimensione max aggregati               | 25 mm     |
| Classe di consistenza                  | S3-S4     |
| Copriferro minimo                      | 50 mm     |

### 2.2 ACCIAIO B450C

|   |  |
|---|--|
| Tensione caratteristica di snervamento: | $f_{yk} = 450 \text{ MPa};$                |
| Tensione di progetto:                   | $f_{yk} = 450 \text{ MPa};$                |
| Tensione di progetto:                   | $f_{yk} = f_{yd} / \gamma_m$               |
| in cui $\gamma_m = 1.15$                | $f_{yd} = 450 / 1.15 = 391.3 \text{ MPa};$ |
| Modulo Elastico                         | $E_s = 210'000 \text{ MPa}.$               |

|  |  |   |  |   |           |          |           |           |                    |           |           |            |          |          |
|--|--|---|--|---|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|----------|
| MANDATARIA<br>                        |  | MANDANTI<br> |  | <b>LINEA PESCARA – BARI</b><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b><br><b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b> |           |          |           |           |                    |           |           |            |          |          |
| <b>SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km</b><br><b>20+113,64 (progr.ferr.)</b><br><b>Relazione di calcolo scatolare</b> |  |   |  | COMMESSA  | LOTTO     | FASE     | ENTE      | TIPO DOC  | OPERA 7 DISCIPLINA |           |           | PROGR      | REV      | FOGLIO   |
|  |  |   |  | <b>LI0B</b>   | <b>02</b> | <b>E</b> | <b>ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL</b>          | <b>07</b> | <b>00</b> | <b>001</b> | <b>B</b> | <b>7</b> |

### 3 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

#### 3.1 TERRENO DI RICOPRIMENTO/RINTERRO

Per il terreno di ricoprimento dell'opera sono state assunte le seguenti caratteristiche geotecniche :

|                              |                                |
|------------------------------|--------------------------------|
| $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$ | peso di volume naturale        |
| $\varphi' = 35^\circ$        | angolo di resistenza al taglio |
| $c' = 0 \text{ kPa}$         | coesione drenata               |

#### 3.2 TERRENO DI FONDAZIONE

Le caratteristiche geotecniche del volume di terreno che interagisce con l'opera sono state desunte dalla relazione geotecnica e sono riportate sinteticamente di seguito (dedotte dalla linea alla progr. 20+125.00 circa):

##### Unità ba3 – Argille limose (Alluvioni attuali e recenti)

|                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| $\gamma = 19\div 20 \text{ kN/m}^3$ | peso di volume naturale                  |
| $c' = 0 \text{ kPa}$                | coesione drenata                         |
| $\varphi' = 29\div 35^\circ$        | angolo di resistenza al taglio           |
| $N_{spt} = 2\div 40$                | numero di colpi da prova SPT             |
| $V_s = 100\div 250 \text{ m/s}$     | velocità delle onde di taglio            |
| $G_o = 20\div 120 \text{ MPa}$      | modulo di deformazione a taglio iniziale |
| $E_o = 50\div 320 \text{ MPa}$      | modulo di deformazione elastico iniziale |
| $k = 10^{-5} \text{ m/s}$           | permeabilità                             |

#### 3.3 FALDA

Dal profilo geotecnico il piano di fondazione dell'opera non risulta essere interferente con la quota di falda posto a circa 2.00m dal p.c..

#### 3.4 INTERAZIONE TERRENO-STRUTTURA

Il suolo viene modellato facendo ricorso all'usuale artificio delle molle elastiche alla Winkler.

La soletta inferiore viene divisa in 10 elementi per poter schematizzare, tramite le molle applicate, l'interazione terreno-struttura. Considerando un numero fisso e pari ad 11 di molle elastiche, la caratteristica elastica della generica molla viene calcolata attraverso la formulazione di Vogt:

- $K_s$  = costante di sottofondo  $[F/L^3]$
- $b_t$  = dimensione trasversale dell'opera
- $b_l$  = dimensione longitudinale dell'opera
- $E$  = modulo di Young del terreno

$$k_s = \frac{1.33 \cdot E}{\sqrt[3]{b_t^2 \cdot b_l}}$$

(il modello del calcolo è effettuato al metro)

|  |       |
|--|-------|
| Numero di molle per unità di lunghezza     | 11    |
| $b_t$ (m)                                  | 9.70  |
| $b_l$ (m)                                  | 1.00  |
| $K_{\text{verticale}}$ ( $\text{kN/m}^3$ ) | 14620 |

Nella presente relazione si adotta un modulo di reazione verticale  $K_s = 14620 \text{ kN/m}^3$

Con questo valore si ricavano i valori delle singole molle, ottenendo per le 5 molle centrali un valore di:

$$K_{\text{centrale}} = K_s \cdot L_{\text{int}} / 10 = 11258 \text{ kN/m}^2$$



|  |  |                          |           |   |           |           |                    |           |           |            |          |          |
|--|--|--------------------------|-----------|---|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|----------|
| MANDATARIA<br><b>HUB</b> ENGINEERING<br><small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small>                 |  | MANDANTI<br><b>HYpro</b> |           | <b>LINEA PESCARA – BARI</b><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b><br><b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b> |           |           |                    |           |           |            |          |          |
| <b>SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km</b><br><b>20+113,64 (progr.ferr.)</b><br><b>Relazione di calcolo scatolare</b> |  | COMMESSA                 | LOTTO     | FASE  | ENTE      | TIPO DOC  | OPERA 7 DISCIPLINA |           |           | PROGR      | REV      | FOGLIO   |
|  |  | <b>LI0B</b>              | <b>02</b> | <b>E</b>  | <b>ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL</b>          | <b>07</b> | <b>00</b> | <b>001</b> | <b>B</b> | <b>8</b> |

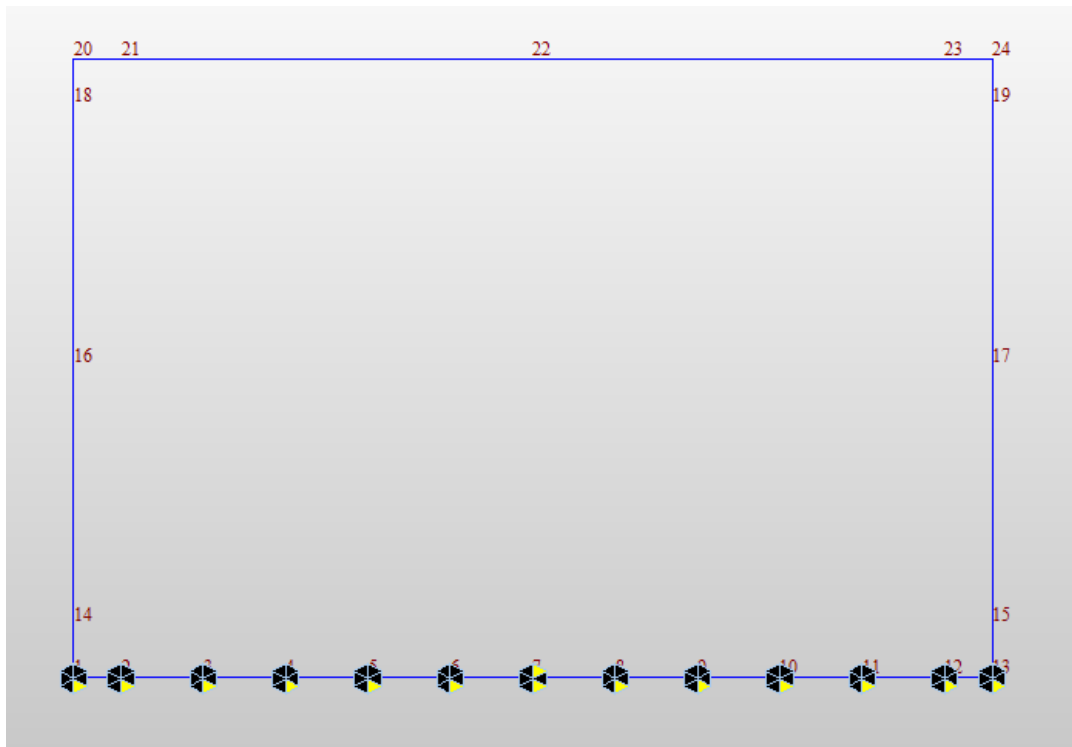
I valori delle molle di spigolo si ottengono con la seguente formulazione:

$$K_{\text{bordo}} = K_s * 3L_p / 4 = 9284 \text{ kN/m}^2$$

ed infine in valori delle molle nei nodi laterali:

$$K_{\text{laterali}} = K_s (L_{\text{int}} / 10/2 + L_p / 4) = 10970 \text{ kN/m}^2$$

$$K_{\text{orizzontali}} = 10 * K_{\text{centrale}} = 146200 \text{ kN/m}^2$$



*Fig. 3 – Modellazione molle elastiche in MIDAS*

|   |  |   |           |          |           |           |                    |           |           |            |          |          |
|---|--|---|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|----------|
| MANDATARIA<br> MANDANTI<br> |  | <b>LINEA PESCARA – BARI</b><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b><br><b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b> |           |          |           |           |                    |           |           |            |          |          |
| <b>SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km</b><br><b>20+113,64 (progr.ferr.)</b><br><b>Relazione di calcolo scatolare</b>  |  | COMMESSA  | LOTTO     | FASE     | ENTE      | TIPO DOC  | OPERA 7 DISCIPLINA |           |           | PROGR      | REV      | FOGLIO   |
|   |  | <b>LI0B</b>   | <b>02</b> | <b>E</b> | <b>ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL</b>          | <b>07</b> | <b>00</b> | <b>001</b> | <b>B</b> | <b>9</b> |

## 4 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Nel seguente paragrafo è riportata la valutazione dei parametri di pericolosità sismica utili alla determinazione delle azioni sismiche di progetto dell'opera cui si riferisce il presente documento, in accordo a quanto specificato a riguardo dal D.M. 14 gennaio 2008 e relativa circolare applicativa.

### 4.1 VITA NOMINALE E CLASSE D'USO

Per la valutazione dei parametri di pericolosità sismica è necessario definire, oltre alla localizzazione geografica del sito, la Vita nominale dell'opera strutturale (VN), intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata, e la Classe d'Uso a cui è associato un coefficiente d'uso (CU)

Per l'opera in oggetto si considera una vita nominale:  $VN = 75$  anni (categoria 2: "Altre opere nuove a velocità  $V < 250$  Km/h"). Riguardo invece la Classe d'Uso, all'opera in oggetto corrisponde una Classe III a cui è associato un coefficiente d'uso pari a (NTC – Tabella 2.4.II):  $C_u = 1.5$ .

I parametri di pericolosità sismica vengono quindi valutate in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando la vita nominale  $V_n$  per il coefficiente d'uso  $C_u$ , ovvero:

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

Pertanto, per l'opera in oggetto, il periodo di riferimento è pari a  $V_R = 75 \times 1.5 = 112.5$  anni

### 4.2 PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA

La valutazione dei parametri di pericolosità sismica, che ai sensi del D.M. 14-01-2008, costituiscono il dato base per la determinazione delle azioni sismiche di progetto su una costruzione (forme spettrali e/o forze inerziali) dipendono, come già in parte anticipato in precedenza, dalla localizzazione geografica del sito, dalle caratteristiche della costruzione (Periodo di riferimento per valutazione azione sismica /  $V_R$ ) oltre che dallo Stato Limite di riferimento/Periodo di ritorno dell'azione sismica.

- Categoria sottosuolo **B**

In accordo a quanto riportato in Allegato A delle Norme Tecniche per le costruzioni DM 14.01.08, si ottiene per il sito in esame:

**SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km  
20+113,64 (progr.ferr.)  
Relazione di calcolo scatolare**

| COMMESSA    | LOTTO     | FASE     | ENTE      | TIPO DOC  | OPERA 7 DISCIPLINA |           |           | PROGR      | REV      | FOGLIO    |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|
| <b>LI0B</b> | <b>02</b> | <b>E</b> | <b>ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL</b>          | <b>07</b> | <b>00</b> | <b>001</b> | <b>B</b> | <b>10</b> |

**FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO**

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE:  LATITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE:  PROVINCIA:  COMUNE:

Elaborazioni grafiche  
 Grafici spettri di risposta  
 Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche  
 Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo  
 Sito esterno al reticolo  
 Interpolazione su 3 nodi  
 Interpolazione corretta

Interpolazione

..a "Ricerca per comune" utilizza le ... coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, a "Ricerca per coordinate".

Vita nominale della costruzione (in anni) -  $V_N$   info

Coefficiente d'uso della costruzione -  $c_U$   info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) -  $V_R$   info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) -  $T_R$  info

Stati limite di esercizio - SLE

|                       |                                  |
|-----------------------|----------------------------------|
| SLO - $P_{VR} = 81\%$ | <input type="text" value="68"/>  |
| SLD - $P_{VR} = 63\%$ | <input type="text" value="113"/> |

Stati limite ultimi - SLU

|                       |                                   |
|-----------------------|-----------------------------------|
| SLV - $P_{VR} = 10\%$ | <input type="text" value="1068"/> |
| SLC - $P_{VR} = 5\%$  | <input type="text" value="2193"/> |

Elaborazioni  
 Grafici parametri azione  
 Grafici spettri di risposta  
 Tabella parametri azione

Strategia di progettazione

LEGENDA GRAFICO  
 - - - - - Strategia per costruzioni ordinarie  
 . . . . . Strategia scelta

|  |  |                          |  |   |           |          |           |           |                    |           |           |            |          |           |
|--|--|--------------------------|--|---|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|
| MANDATARIA<br><b>HUB</b> ENGINEERING<br><small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small>                 |  | MANDANTI<br><b>HYpro</b> |  | <b>LINEA PESCARA – BARI</b><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b><br><b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b> |           |          |           |           |                    |           |           |            |          |           |
| <b>SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km</b><br><b>20+113,64 (progr.ferr.)</b><br><b>Relazione di calcolo scatolare</b> |  |                          |  | COMMESSA  | LOTTO     | FASE     | ENTE      | TIPO DOC  | OPERA 7 DISCIPLINA |           |           | PROGR      | REV      | FOGLIO    |
|  |  |                          |  | <b>LI0B</b>   | <b>02</b> | <b>E</b> | <b>ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL</b>          | <b>07</b> | <b>00</b> | <b>001</b> | <b>B</b> | <b>11</b> |

I valori delle caratteristiche sismiche ( $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c^*$ ) per gli stati limite di normativa sono dunque:

| SLATO LIMITE | $T_R$<br>[anni] | $a_g$<br>[g] | $F_0$<br>[-] | $T_c^*$<br>[s] |
|--------------|-----------------|--------------|--------------|----------------|
| SLO          | 68              | 0.074        | 2.499        | 0.307          |
| SLD          | 113             | 0.094        | 2.523        | 0.319          |
| SLV          | 1068            | 0.242        | 2.452        | 0.346          |
| SLC          | 2193            | 0.315        | 2.440        | 0.354          |

- $a_g$  → accelerazione orizzontale massima del terreno, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità;
- $F_0$  → valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T_c^*$  → periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $S$  → coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica ( $S_S$ ) e dell'amplificazione topografica ( $S_T$ ).

Le accelerazioni massime per i vari stati limite di normativa nelle condizioni di sito reali sono:

**SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km  
20+113,64 (progr.ferr.)  
Relazione di calcolo scatolare**

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA |    |    | PROGR | REV | FOGLIO |
|----------|-------|------|------|----------|--------------------|----|----|-------|-----|--------|
| LI0B     | 02    | E    | ZZ   | CL       | SL                 | 07 | 00 | 001   | B   | 12     |

**Parametri indipendenti**

| STATO LIMITE | SLV     |
|--------------|---------|
| $a_g$        | 0.242 g |
| $F_0$        | 2.452   |
| $T_C^*$      | 0.346 s |
| $S_S$        | 1.163   |
| $C_C$        | 1.360   |
| $S_T$        | 1.000   |
| $q$          | 1.000   |

**Parametri dipendenti**

|        |         |
|--------|---------|
| $S$    | 1.163   |
| $\eta$ | 1.000   |
| $T_B$  | 0.157 s |
| $T_C$  | 0.470 s |
| $T_D$  | 2.567 s |

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(S + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

**Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)**

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

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

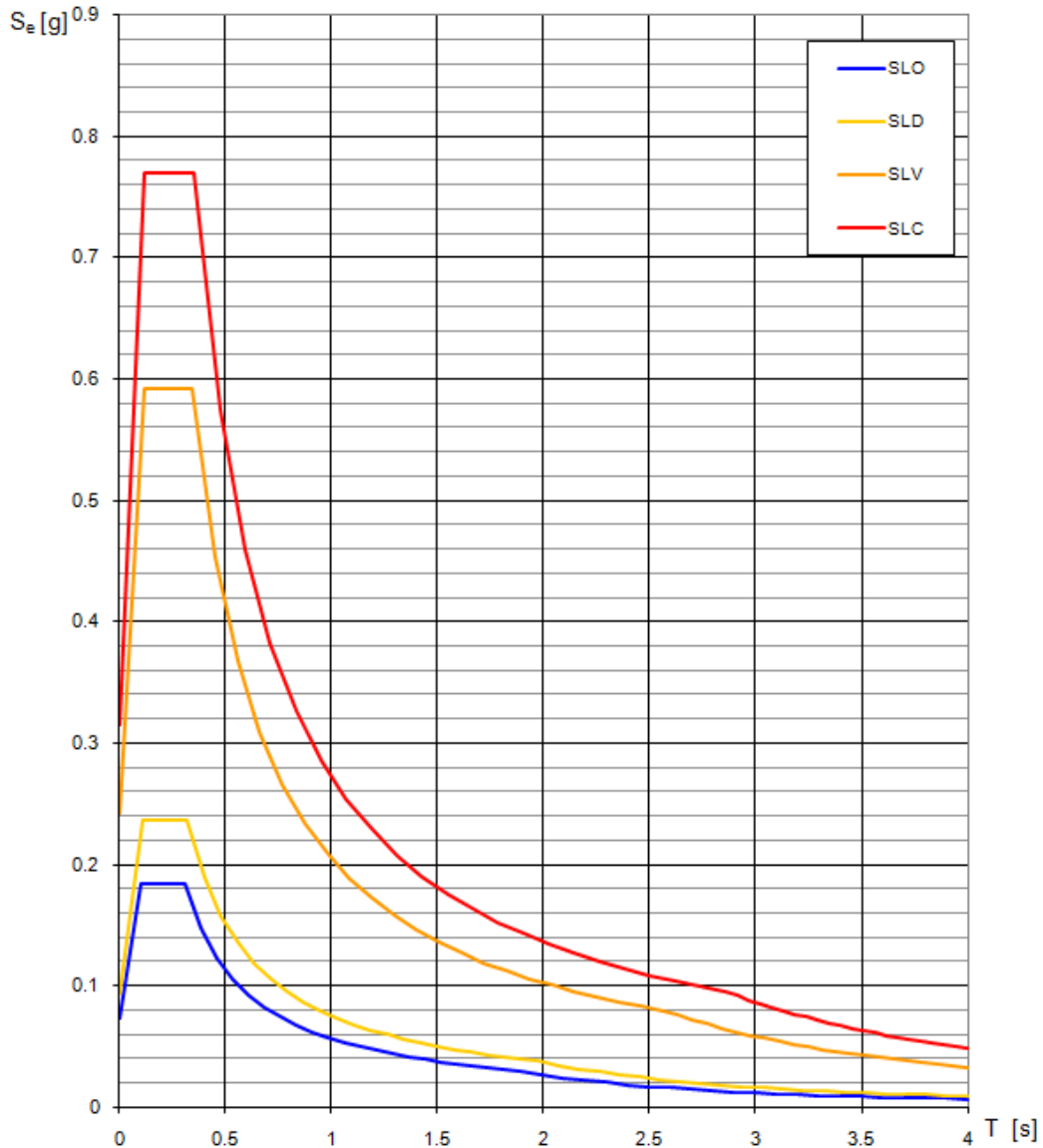
Lo spettro di progetto  $S_0(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

**Punti dello spettro di risposta**

|                  | T [s] | Se [g] |
|------------------|-------|--------|
|                  | 0.000 | 0.281  |
| $T_B \leftarrow$ | 0.157 | 0.689  |
| $T_C \leftarrow$ | 0.470 | 0.689  |
|                  | 0.570 | 0.568  |
|                  | 0.670 | 0.484  |
|                  | 0.770 | 0.421  |
|                  | 0.869 | 0.373  |
|                  | 0.969 | 0.334  |
|                  | 1.069 | 0.303  |
|                  | 1.169 | 0.277  |
|                  | 1.269 | 0.255  |
|                  | 1.369 | 0.237  |
|                  | 1.468 | 0.221  |
|                  | 1.568 | 0.207  |
|                  | 1.668 | 0.194  |
|                  | 1.768 | 0.183  |
|                  | 1.868 | 0.173  |
|                  | 1.968 | 0.165  |
|                  | 2.067 | 0.157  |
|                  | 2.167 | 0.149  |
|                  | 2.267 | 0.143  |
|                  | 2.367 | 0.137  |
|                  | 2.467 | 0.131  |
| $T_D \leftarrow$ | 2.567 | 0.126  |
|                  | 2.635 | 0.120  |
|                  | 2.703 | 0.114  |
|                  | 2.771 | 0.108  |
|                  | 2.840 | 0.103  |
|                  | 2.908 | 0.098  |
|                  | 2.976 | 0.094  |
|                  | 3.044 | 0.090  |
|                  | 3.113 | 0.086  |
|                  | 3.181 | 0.082  |
|                  | 3.249 | 0.079  |
|                  | 3.317 | 0.076  |
|                  | 3.386 | 0.073  |
|                  | 3.454 | 0.070  |
|                  | 3.522 | 0.067  |
|                  | 3.590 | 0.064  |
|                  | 3.659 | 0.062  |
|                  | 3.727 | 0.060  |
|                  | 3.795 | 0.058  |
|                  | 3.863 | 0.056  |
|                  | 3.932 | 0.054  |
|                  | 4.000 | 0.052  |

**SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km  
20+113,64 (progr.ferr.)  
Relazione di calcolo scatolare**

| COMMESSA    | LOTTO     | FASE     | ENTE      | TIPO DOC  | OPERA 7 DISCIPLINA |           |           | PROGR      | REV      | FOGLIO    |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|
| <b>LI0B</b> | <b>02</b> | <b>E</b> | <b>ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL</b>          | <b>07</b> | <b>00</b> | <b>001</b> | <b>B</b> | <b>13</b> |



Il calcolo viene eseguito con il metodo pseudostatico. In queste condizioni l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico.

|  |  |                          |  |   |           |          |           |           |                    |           |           |            |          |    |
|--|--|--------------------------|--|---|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|----|
| MANDATARIA<br><b>HUB</b> ENGINEERING<br><small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small>       |  | MANDANTI<br><b>HYpro</b> |  | <b>LINEA PESCARA – BARI</b><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b><br><b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b> |           |          |           |           |                    |           |           |            |          |    |
| <b>SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km 20+113,64 (progr.ferr.)</b><br><b>Relazione di calcolo scatolare</b> |  |                          |  | COMMESSA  | LOTTO     | FASE     | ENTE      | TIPO DOC  | OPERA 7 DISCIPLINA |           | PROGR     | REV        | FOGLIO   |    |
|  |  |                          |  | <b>LI0B</b>   | <b>02</b> | <b>E</b> | <b>ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL</b>          | <b>07</b> | <b>00</b> | <b>001</b> | <b>B</b> | 14 |

## 5 VERIFICHE STRUTTURALI

### 5.1 VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO

#### 5.1.1 Verifiche a Pressoflessione

Con riferimento alla sezione pressoinflessa assieme ai diagrammi di deformazione e di sforzo riportati nelle figure seguenti, la verifica di resistenza (SLU) si esegue controllando che:

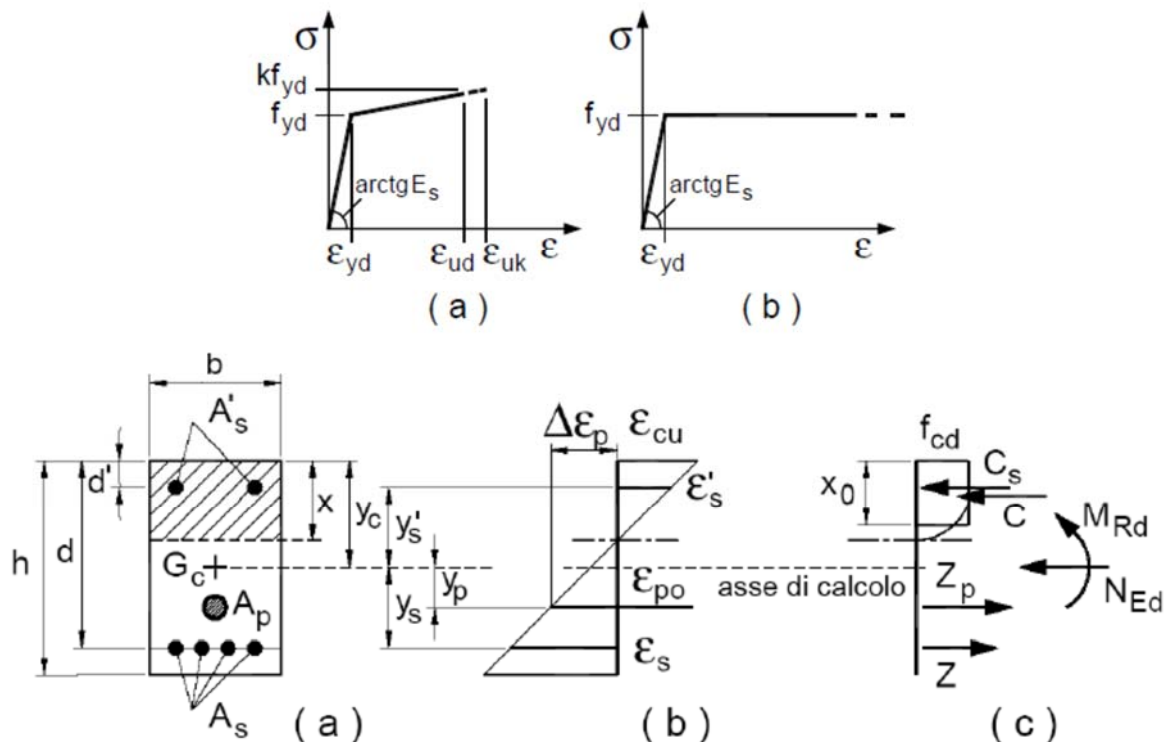
$$M_{Rd} = M_{Rd}(N_{Ed}) \geq M_{Ed}$$

dove

$M_{Rd}$  è il valore di calcolo del momento resistente corrispondente a  $N_{Ed}$ ;

$N_{Ed}$  è il valore di calcolo della componente assiale (sforzo normale) dell'azione;

$M_{Ed}$  è il valore di calcolo della componente flettente dell'azione.



#### 5.1.2 Verifiche a Taglio

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

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

Per la verifica di resistenza (SLU) si dovrà avere che:

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

dove  $V_{Ed}$  è il valore di calcolo dello sforzo di taglio agente.

Con riferimento all'armatura trasversale, la resistenza di calcolo a "taglio trazione" è data da:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta) \cdot \sin \alpha$$

Circa il calcestruzzo d'anima, la resistenza di calcolo a "taglio compressione" si calcola invece con la:

|  |  |   |  |   |           |          |           |           |                    |           |           |            |          |           |
|--|--|---|--|---|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|
| MANDATARIA<br>                        |  | MANDANTI<br> |  | <b>LINEA PESCARA – BARI</b><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b><br><b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b> |           |          |           |           |                    |           |           |            |          |           |
| <b>SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km</b><br><b>20+113,64 (progr.ferr.)</b><br><b>Relazione di calcolo scatolare</b> |  |   |  | COMMESSA  | LOTTO     | FASE     | ENTE      | TIPO DOC  | OPERA 7 DISCIPLINA |           |           | PROGR      | REV      | FOGLIO    |
|  |  |   |  | <b>LI0B</b>   | <b>02</b> | <b>E</b> | <b>ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL</b>          | <b>07</b> | <b>00</b> | <b>001</b> | <b>B</b> | <b>15</b> |

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} (ctg\alpha + ctg\Theta) / (1 + ctg^2\Theta)$$

La resistenza al taglio della trave è la minore delle due sopra definite:

$$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$$

dove

- $d$  altezza utile della sezione (in mm);  
 $b_w$  larghezza minima della sezione (in mm).  
 $A_{sw}$  area dell'armatura trasversale;  
 $s$  interasse tra due armature trasversali consecutive;  
 $\alpha$  angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave;  
 $f'_{cd}$  resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima ( $f'_{cd} = 0,5 \cdot f_{cd}$ );  
 $\alpha_c$  coefficiente maggiorativo pari a

$$\begin{aligned} & 1 && \text{per membrature non compresse} \\ & 1 + \sigma_{cp} / f_{cd} && \text{per } 0 \leq \sigma_{cp} < 0,25 \cdot f_{cd} \\ & 1,25 && \text{per } 0,25 \leq \sigma_{cp} < 0,5 \cdot f_{cd} \\ & 2,5 \cdot (1 - \sigma_{cp} / f_{cd}) && \text{per } 0,5 \leq \sigma_{cp} < f_{cd} \end{aligned}$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c \text{ tensione media di compressione nella sezione } (\leq 0,2 f_{cd});$$

## 5.2 VERIFICA S.L.E.

La verifica nei confronti degli Stati limite di esercizio, consiste nel controllare, con riferimento alle sollecitazioni di calcolo corrispondenti alle Combinazioni di Esercizio il tasso di Lavoro nei Materiali e l'ampiezza delle fessure attesa, secondo quanto di seguito specificato

### 5.2.1 Verifiche alle tensioni

La verifica delle tensioni in esercizio consiste nel controllare il rispetto dei limiti tensionali previsti per il calcestruzzo e per l'acciaio per ciascuna delle combinazioni di carico caratteristiche "Rara" e "Quasi Permanente"; i valori tensionali nei materiali sono valutati secondo le note teorie di analisi delle sezioni in c.a. in campo elastico e con calcestruzzo "non reagente" adottando come limiti di riferimento, trattandosi nel caso in specie di opere Ferroviarie, quelli indicati nel documento "RFI DTC SI MA IFS 001 B del 22-12-17", ovvero:

#### Strutture in c.a.

##### Tensioni di compressione del calcestruzzo

Devono essere rispettati i seguenti limiti per le tensioni di compressione nel calcestruzzo:

- per combinazione di carico caratteristica (rara):  $0,55 f_{ck}$ ;
- per combinazioni di carico quasi permanente:  $0,40 f_{ck}$ ;
- per spessori minori di 5 cm, le tensioni normali limite di esercizio sono ridotte del 30%.

##### Tensioni di trazione nell'acciaio

Per le armature ordinarie, la massima tensione di trazione sotto la combinazione di carico caratteristica (rara) non deve superare  $0,75 f_{yk}$ .

### 5.2.2 Verifiche a fessurazione

La verifica di fessurazione consiste nel controllare l'ampiezza dell'apertura delle fessure sotto combinazione di carico frequente e combinazione quasi permanente. Essendo la struttura a contatto col terreno si



|  |  |   |  |   |           |          |           |           |                    |           |           |            |          |        |
|--|--|---|--|---|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| MANDATARIA<br>                        |  | MANDANTI<br> |  | <b>LINEA PESCARA – BARI</b><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b><br><b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b> |           |          |           |           |                    |           |           |            |          |        |
| <b>SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km</b><br><b>20+113,64 (progr.ferr.)</b><br><b>Relazione di calcolo scatolare</b> |  |   |  | COMMESSA  | LOTTO     | FASE     | ENTE      | TIPO DOC  | OPERA 7 DISCIPLINA |           |           | PROGR      | REV      | FOGLIO |
|  |  |   |  | <b>LI0B</b>   | <b>02</b> | <b>E</b> | <b>ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL</b>          | <b>07</b> | <b>00</b> | <b>001</b> | <b>B</b> | 16     |

considerano condizioni ambientali aggressive; le armature di acciaio ordinario sono ritenute poco sensibili [NTC – Tabella 4.1.IV]

In relazione all'aggressività ambientale e alla sensibilità dell'acciaio, l'apertura limite delle fessure è riportato nel prospetto seguente:

*Tabella 1 – Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione e Condizioni Ambientali*

| Gruppi di esigenza | Condizioni ambientali | Combinazione di azione | Armatura           |            |                |            |
|--------------------|-----------------------|------------------------|--------------------|------------|----------------|------------|
|                    |                       |                        | Sensibile          |            | Poco sensibile |            |
|                    |                       |                        | Stato limite       | wd         | Stato limite   | wd         |
| a                  | Ordinarie             | frequente              | ap. fessure        | $\leq w_2$ | ap. fessure    | $\leq w_3$ |
|                    |                       | quasi permanente       | ap. fessure        | $\leq w_1$ | ap. fessure    | $\leq w_2$ |
| b                  | Aggressive            | frequente              | ap. fessure        | $\leq w_1$ | ap. fessure    | $\leq w_2$ |
|                    |                       | quasi permanente       | decompressione     | -          | ap. fessure    | $\leq w_1$ |
| c                  | Molto Aggressive      | frequente              | formazione fessure | -          | ap. fessure    | $\leq w_1$ |
|                    |                       | quasi permanente       | decompressione     | -          | ap. fessure    | $\leq w_1$ |

**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      |

Risultando:

$$w_1 = 0.2 \text{ mm}$$

$$w_2 = 0.3 \text{ mm}$$

$$w_3 = 0.4 \text{ mm}$$

Alle prescrizioni normative presenti in NTC si sostituiscono in tal caso quelle fornite dal "Manuale di Progettazione delle Opere Civili" secondo cui la verifica nei confronti dello stato limite di apertura delle fessure va effettuata utilizzando le sollecitazioni derivanti dalla combinazione caratteristica (rara).

Per strutture in condizioni ambientali aggressive o molto aggressive, qual è il caso delle strutture in esame (XC4) così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.3 del DM 14.1.2008, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture, l'apertura convenzionale delle fessure dovrà risultare:

$$\text{Combinazione Caratteristica (Rara)} \quad \delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$$

Riguardo infine il valore di calcolo delle fessure da confrontare con i valori limite fissati dalla norma, si è utilizzata la procedura del D.M. 9 gennaio 1996, in accordo a quanto previsto al punto "C4.1.2.2.4.6 Verifica allo stato limite di fessurazione" della Circolare n.617/09.

|   |  |   |           |          |           |           |                    |           |           |            |          |        |
|---|--|---|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| MANDATARIA<br> MANDANTI<br> |  | <b>LINEA PESCARA – BARI</b><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b><br><b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b> |           |          |           |           |                    |           |           |            |          |        |
| <b>SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km</b><br><b>20+113,64 (progr.ferr.)</b><br><b>Relazione di calcolo scatolare</b>  |  | COMMESSA  | LOTTO     | FASE     | ENTE      | TIPO DOC  | OPERA 7 DISCIPLINA |           |           | PROGR      | REV      | FOGLIO |
|   |  | <b>LI0B</b>   | <b>02</b> | <b>E</b> | <b>ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL</b>          | <b>07</b> | <b>00</b> | <b>001</b> | <b>B</b> | 17     |

## 6 SOFTWARE DI CALCOLO

Il codice di calcolo utilizzato per l'analisi del Sottovia è il software agli elementi finiti Midas Civil 2021 versione 21.1 prodotto dalla «MIDAS Information Technology Co., Ltd.». Il pacchetto software comprende pre – post processore grafico interattivo destinato all'input della geometria di base ed alla manipolazione dei risultati di output ed un risolutore ad elementi finiti in campo lineare e non lineare; il medesimo solutore è impiegato per le analisi effettuate nello studio della fase sismica e per le verifiche di resistenza dei elementi strutturali.

Per le verifiche delle sezioni in c.a., si impiega sempre il software di calcolo Midas Civil.

Il programma consente la verifica di sezioni in cemento armato, soggette a presso-flessione o tenso-flessione retta o deviata, sia allo Stato Limite Ultimo che allo Stato Limite di Esercizio .

Le unità di misura adottate sono le seguenti:

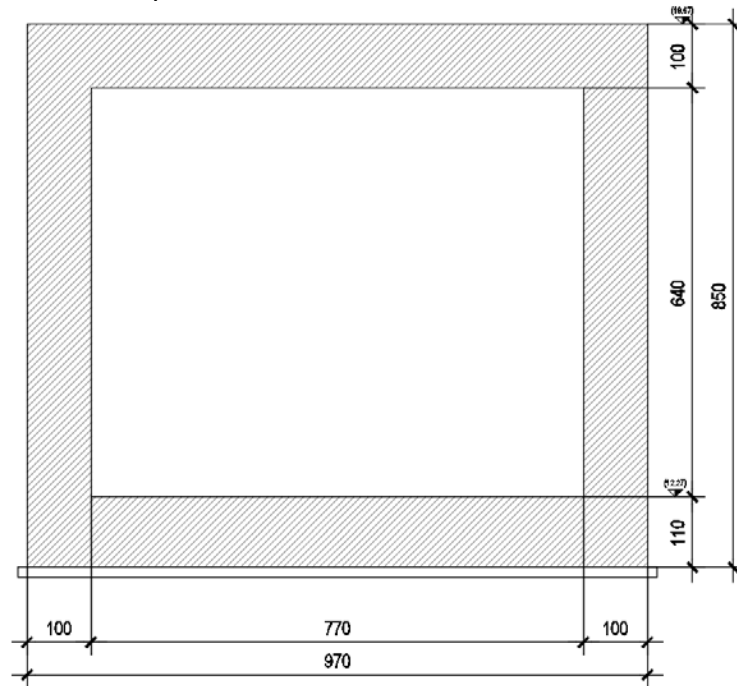
- lunghezze: m
- forze: kN
- masse: kN massa
- temperature: gradi centigradi
- angoli: gradi sessadecimali o radianti
- si assume l'uguaglianza 1 kN = 100 kg

|  |  |                          |           |   |           |           |                    |           |           |            |          |        |
|--|--|--------------------------|-----------|---|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| MANDATARIA<br><b>HUB</b> ENGINEERING<br><small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>               |  | MANDANTI<br><b>HYpro</b> |           | <b>LINEA PESCARA – BARI</b><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b><br><b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b> |           |           |                    |           |           |            |          |        |
| <b>SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km</b><br><b>20+113,64 (progr.ferr.)</b><br><b>Relazione di calcolo scatolare</b> |  | COMMESSA                 | LOTTO     | FASE  | ENTE      | TIPO DOC  | OPERA 7 DISCIPLINA |           |           | PROGR      | REV      | FOGLIO |
|  |  | <b>LI0B</b>              | <b>02</b> | <b>E</b>  | <b>ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL</b>          | <b>07</b> | <b>00</b> | <b>001</b> | <b>B</b> | 18     |

## 7 SOTTOPASSO SCATOLARE 9.70 X 8.50 M

La dimensione interna è di 7.70m e l'altezza interna pari a 6.40m, con soletta superiore di spessore 1.00m, piedritti di spessore 1.00m e soletta inferiore di spessore 1.10m.

Nel seguito verrà esaminata una striscia di scatolare avente lunghezza di 1.00 m. In figura si riporta schematicamente la geometria dell'opera.



*Fig. 4 – Geometria dell'opera*

| DATI GEOMETRICI                                     |                  |        |      |
|---|------------------|--------|------|
| Grandezza   | Simbolo          | Valore | U.M. |
| Larghezza totale                                    | L <sub>tot</sub> | 9.70   | m    |
| Larghezza utile                                     | L <sub>int</sub> | 7.70   | m    |
| Larghezza interasse                                 | L <sub>a</sub>   | 8.70   | m    |
| Spessore soletta superiore                          | S <sub>s</sub>   | 1.00   | m    |
| Spessore piedritti                                  | S <sub>p</sub>   | 1.00   | m    |
| Spessore fondazione                                 | S <sub>f</sub>   | 1.10   | m    |
| Altezza totale                                      | H <sub>tot</sub> | 8.50   | m    |
| Altezza libera                                      | H <sub>int</sub> | 6.40   | m    |
| Altezza interasse                                   | H <sub>a</sub>   | 7.45   | m    |
| Spessore medio del ballast ( armamento ferroviario) | H <sub>b</sub>   | 1.12   | m    |
| Spessore pavimentazione stradale interna            |                  | 0.93   | m    |

|  |  |                          |           |   |           |           |                    |           |           |            |          |        |
|--|--|--------------------------|-----------|---|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| MANDATARIA<br><b>HUB</b> ENGINEERING<br><small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small>                 |  | MANDANTI<br><b>HYpro</b> |           | <b>LINEA PESCARA – BARI</b><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b><br><b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b> |           |           |                    |           |           |            |          |        |
| <b>SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km</b><br><b>20+113,64 (progr.ferr.)</b><br><b>Relazione di calcolo scatolare</b> |  | COMMESSA                 | LOTTO     | FASE  | ENTE      | TIPO DOC  | OPERA 7 DISCIPLINA |           |           | PROGR      | REV      | FOGLIO |
|  |  | <b>LI0B</b>              | <b>02</b> | <b>E</b>  | <b>ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL</b>          | <b>07</b> | <b>00</b> | <b>001</b> | <b>B</b> | 19     |

## 7.1 MODELLO DI CALCOLO

Il modello di calcolo attraverso il quale è schematizzata la struttura è quello del telaio chiuso su letto di molle alla Winkler.

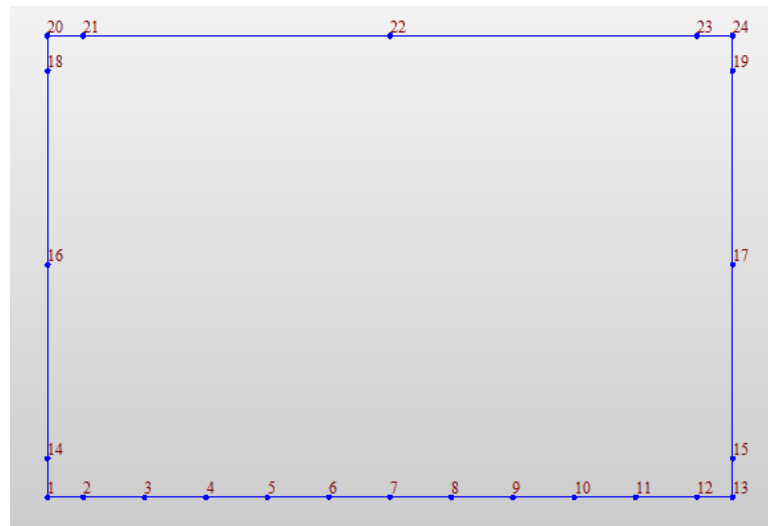
Il modello considerato per l'analisi è quello di uno scatolare di profondità unitaria (1.00m) soggetto alle azioni da traffico di norma e quelle permanenti. In corrispondenza dei vertici dello scatolare sono state inserite delle zone rigide pari a metà spessore degli elementi.

Nella modellazione vengono impiegati elementi finiti di tipo trave a 6 GL, che ovviamente nell'analisi 2D condotta (telaio piano) si riducono a 3. Ai suddetti elementi sono assegnate le caratteristiche inerziali della struttura reale derivanti dalle proprietà dei materiali e dalla geometria della sezione.

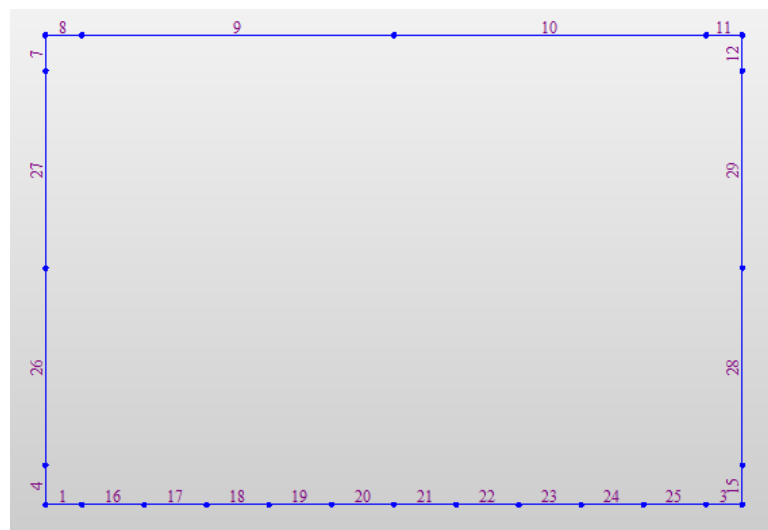
La geometria del modello ricalca la linea baricentrica degli elementi costituenti l'opera (modello in asse), pertanto alle intersezioni delle aste viene applicato un offset rigido che tiene conto delle dimensioni effettive delle sezioni degli elementi, in modo da tener conto delle effettive luci della struttura.

Il terreno di fondazione è stato modellato utilizzando la schematizzazione alla Winkler con un opportuno coefficiente di sottofondo.

Di seguito si riporta lo schema di calcolo.



*Fig. 5 – Numerazione dei nodi nel modello strutturale*



*Fig. 6 – Numerazione dei frame nel modello strutturale*

|  |  |                          |           |   |           |           |                    |           |           |            |          |           |
|--|--|--------------------------|-----------|---|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|
| MANDATARIA<br><b>HUB</b> ENGINEERING<br><small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small>                 |  | MANDANTI<br><b>HYpro</b> |           | <b>LINEA PESCARA – BARI</b><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b><br><b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b> |           |           |                    |           |           |            |          |           |
| <b>SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km</b><br><b>20+113,64 (progr.ferr.)</b><br><b>Relazione di calcolo scatolare</b> |  | COMMESSA                 | LOTTO     | FASE  | ENTE      | TIPO DOC  | OPERA 7 DISCIPLINA |           |           | PROGR      | REV      | FOGLIO    |
|  |  | <b>LI0B</b>              | <b>02</b> | <b>E</b>  | <b>ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL</b>          | <b>07</b> | <b>00</b> | <b>001</b> | <b>B</b> | <b>20</b> |

## 7.2 ANALISI DEI CARICHI

### 7.2.1 Peso proprio della struttura (DEAD)

Il peso proprio delle solette e dei piedritti viene calcolato automaticamente dal programma di calcolo utilizzato considerando per il c.a.  $\gamma_c = 25 \text{ kN/m}^3$ . Il peso proprio viene automaticamente calcolato dal programma in base alle dimensioni delle sezioni degli elementi.

### 7.2.2 Carichi permanenti portati (PERM)

Sul solettone superiore si considera uno spessore di ballast compresa la traversina pari a  $s_{ball} = 1.12 \text{ m}$  con peso di unità di volume  $\gamma_{ball} = 22.00 \text{ kN/m}^3$  (PERM).

$$q = s_{ball} \times \gamma_{ball} = 1.12 \times 22.00 = 20.46 \text{ kN/m}$$

Oltre viene aggiunta, come carico concentrato nei nodi 20 e 24, la parte di spinta del ballast esercitata su 1/2 spessore della piedritti.

$$Q = q \times S_p / 2 = 20.46 \times 1.00 / 2 = 12.17 \text{ kN}$$

Inoltre, sul solettone inferiore si considera uno spessore pavimentazione a  $s_{pav} = 0.93 \text{ m}$  con peso di unità di volume  $\gamma_{ball} = 22.00 \text{ kN/m}^3$  (PERM).

$$q = s_{pav} \times \gamma_{ball} = 0.93 \times 22 = 20.46 \text{ kN/m}$$

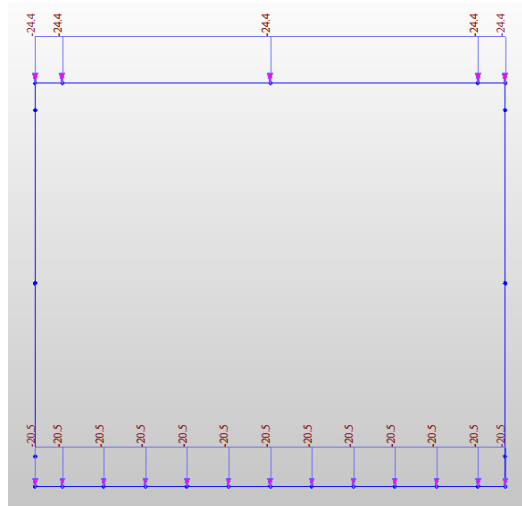


Fig. 7 – Carichi distribuiti verticali permanenti (PERM)

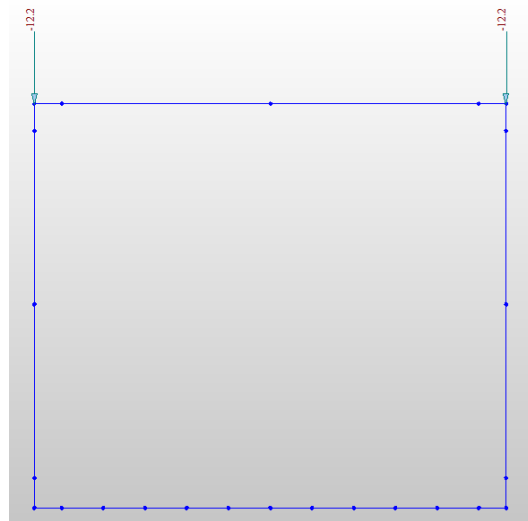


Fig. 8 – Carichi puntuali verticali permanenti (PERM)

|  |  |                          |  |   |           |          |           |           |                    |           |           |            |          |        |
|--|--|--------------------------|--|---|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| MANDATARIA<br><b>HUB</b> ENGINEERING<br><small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small>                 |  | MANDANTI<br><b>HYpro</b> |  | <b>LINEA PESCARA – BARI</b><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b><br><b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b> |           |          |           |           |                    |           |           |            |          |        |
| <b>SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km</b><br><b>20+113,64 (progr.ferr.)</b><br><b>Relazione di calcolo scatolare</b> |  |                          |  | COMMESSA  | LOTTO     | FASE     | ENTE      | TIPO DOC  | OPERA 7 DISCIPLINA |           |           | PROGR      | REV      | FOGLIO |
|  |  |                          |  | <b>LI0B</b>   | <b>02</b> | <b>E</b> | <b>ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL</b>          | <b>07</b> | <b>00</b> | <b>001</b> | <b>B</b> | 21     |

### 7.2.3 Spinta sui piedritti dovuta al terreno (STD, STS)

Per il rinterro si prevede un terreno avente angolo di attrito  $\varphi = 35^\circ$  ed un peso di volume  $\gamma = 20.00 \text{ kN/m}^3$ , il coefficiente di spinta viene calcolato, considerando l'elevata rigidezza dello scatolare, utilizzando la formula

$$K_o = 1 - \sin\varphi' = 0.426$$

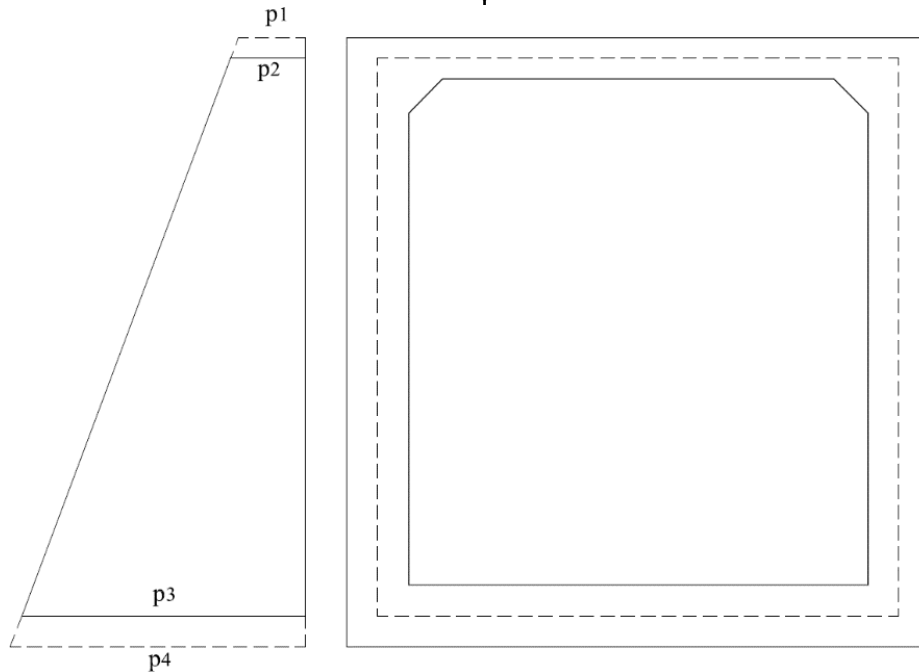


Fig. 9 – Spinta del terreno

| Cond. STR |       |      |  |
|-----------|-------|------|--|
| $p_1 =$   | 8.60  | kN/m | Pressione estradosso soletta superiore |
| $p_2 =$   | 13.80 | kN/m | Pressione in asse soletta superiore    |
| $p_3 =$   | 77.40 | kN/m | Pressione in asse soletta inferiore    |
| $p_4 =$   | 82.00 | kN/m | Pressione intradosso soletta inferiore |

In più, viene aggiunto, come carico concentrato nei nodi di estremità del piedritto la parte di spinta del terreno esercitata su metà spessore della soletta superiore e quello agente su metà spessore della soletta inferiore.

| Carico concentrato sui nodi 1,13,20 e 24 |                             |       |  |
|--|-----------------------------|-------|--|
| Nodi sup.                                | $1/2 * (p_1 + p_2) * S_s/2$ | 5.60  | kN Spinta semispessore soletta superiore |
| Nodi inf.                                | $1/2 * (p_3 + p_4) * S_f/2$ | 43.80 | kN Spinta semispessore soletta inferiore |

SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km  
20+113,64 (progr.ferr.)  
Relazione di calcolo scatolare

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA |    |    | PROGR | REV | FOGLIO |
|----------|-------|------|------|----------|--------------------|----|----|-------|-----|--------|
| LI0B     | 02    | E    | ZZ   | CL       | SL                 | 07 | 00 | 001   | B   | 22     |

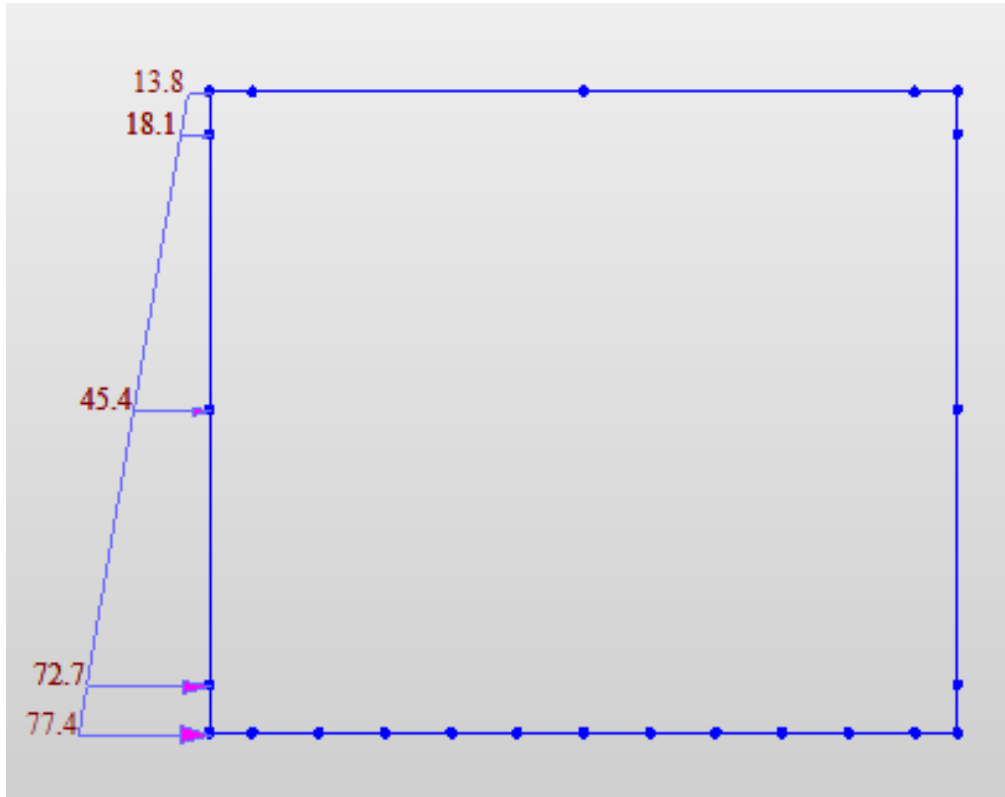


Fig. 10 – Applicazione Spinta terreno (simile per piedritto destro) (STS, STD)

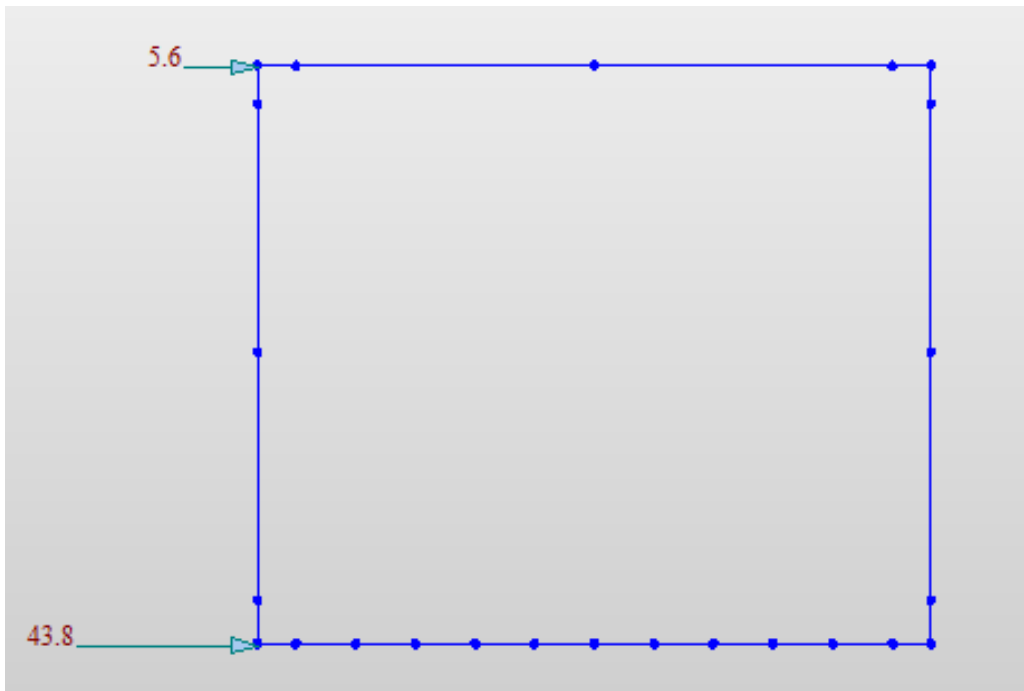


Fig. 11 – Applicazione carico concentrato sul piedritto sinistro (simile per piedritto destro) (STS, STD)

|  |                          |   |                         |                    |                  |                   |                       |                                       |  |  |                     |
|--|--------------------------|---|-------------------------|--------------------|------------------|-------------------|-----------------------|---------------------------------------|--|--|---------------------|
| MANDATARIA<br><b>HUB</b> ENGINEERING<br><small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small> | MANDANTI<br><b>HYpro</b> | <b>LINEA PESCARA – BARI</b><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b><br><b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b> |                         |                    |                  |                   |                       |                                       |  |  |                     |
|  |                          | <b>SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km</b><br><b>20+113,64 (progr.ferr.)</b><br><b>Relazione di calcolo scatolare</b>                      | COMMESSA<br><b>LI0B</b> | LOTTO<br><b>02</b> | FASE<br><b>E</b> | ENTE<br><b>ZZ</b> | TIPO DOC<br><b>CL</b> | OPERA 7 DISCIPLINA<br><b>SL 07 00</b> |  |  | PROGR<br><b>001</b> |

### 7.2.4 Spinta in presenza di falda (FALDA)

Nel caso in cui a monte della parete sia presente la falda il diagramma delle pressioni sulla parete risulta modificato a causa della sottospinta che l'acqua esercita sul terreno. Il peso di volume del terreno al di sopra della linea di falda non subisce variazioni. Viceversa al di sotto del livello di falda va considerato il peso di volume di galleggiamento

$$\gamma_a = \gamma_{sat} - \gamma_w$$

dove  $\gamma_{sat}$  è il peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori) e  $\gamma_w$  è il peso di volume dell'acqua. Quindi il diagramma delle pressioni al di sotto della linea di falda ha una pendenza minore. Al diagramma così ottenuto va sommato il diagramma triangolare legato alla pressione idrostatica esercitata dall'acqua.

$$u = \gamma_w \cdot z$$

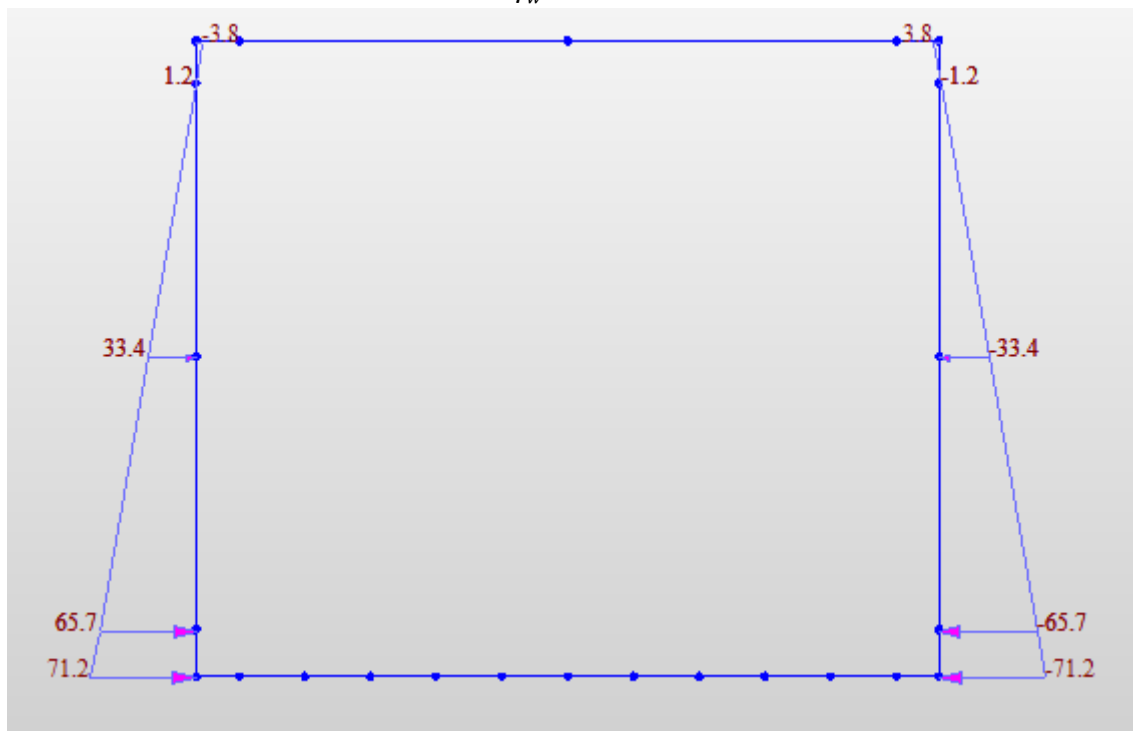


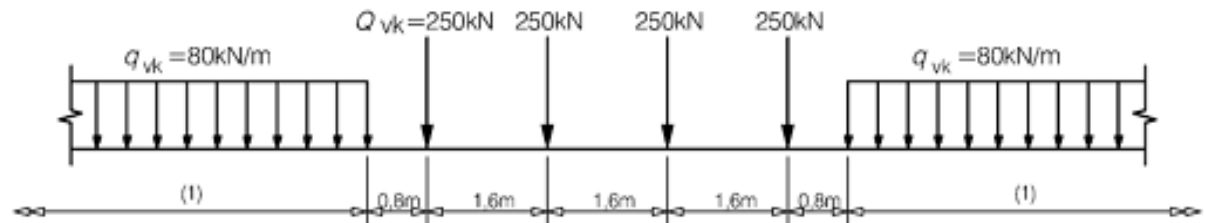
Fig. 12 –Diagramma delle pressioni di falda.



|   |   |                         |                    |                  |                   |                       |                                       |  |  |                     |                 |
|---|---|-------------------------|--------------------|------------------|-------------------|-----------------------|---------------------------------------|--|--|---------------------|-----------------|
| MANDATARIA<br><b>HUB</b> ENGINEERING<br>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.<br>MANDANTI<br><b>HYpro</b> | <b>LINEA PESCARA – BARI</b><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b><br><b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b> |                         |                    |                  |                   |                       |                                       |  |  |                     |                 |
|   | <b>SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km</b><br><b>20+113,64 (progr.ferr.)</b><br><b>Relazione di calcolo scatolare</b>                      | COMMESSA<br><b>LI0B</b> | LOTTO<br><b>02</b> | FASE<br><b>E</b> | ENTE<br><b>ZZ</b> | TIPO DOC<br><b>CL</b> | OPERA 7 DISCIPLINA<br><b>SL 07 00</b> |  |  | PROGR<br><b>001</b> | REV<br><b>B</b> |

## 7.2.5 Treni di carico

### Treno di carico LM71



Key  
(l) No limitation

Fig. 13 – Modello di carico LM71 (al punto 6.3.2. della norma EN 1991-2:2003)

$\alpha$  = coefficiente di adattamento = 1.10

Per il calcolo del coefficiente dinamico  $\Phi$  si fa riferimento al "Manuale di Progettazione delle Opere Civili"  
Considerando un ridotto standard manutentivo si ha:

$$L_{\Phi} = 1.3 * \left[ \frac{2 * H_{tot} + L_{tot}}{3} \right]$$

$$1.00 \leq \Phi_3 = 0.9 * \left[ \frac{2.16}{\sqrt{L_{\Phi} - 0.20}} + 0.73 \right] \leq 2.00$$

|            |       |   |
|------------|-------|---|
| $\Phi_3 =$ | 1.405 |   |
| $L_{\Phi}$ | 11.57 | m |

Il sovraccarico ferroviario si distribuisce attraverso il ricoprimento con la pendenza di 1/4 e con la pendenza a 45° all'interno del cls per cui la lunghezza di diffusione del carico in senso trasversale all'asse binario risulta pari a:

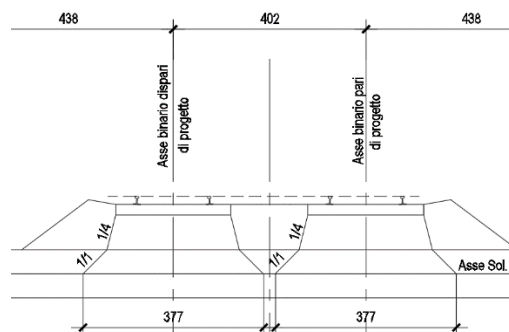


Fig. 14 – Diffusione del carico in senso trasversale

Nel caso in esame la diffusione trasversale del carico ferroviario interessa una larghezza pari a:

| Diffusione del carico in senso trasversale   |        |
|--|--------|
| $L_d = L_t + \left( \left[ \frac{(H_b - H_{tb})}{4} + H_r * \frac{2}{3} + S_s/2 \right] * 2 \right)$ | 3.77 m |

dove  $L_t$  indica la lunghezza della traversa pari a 2,40 m.

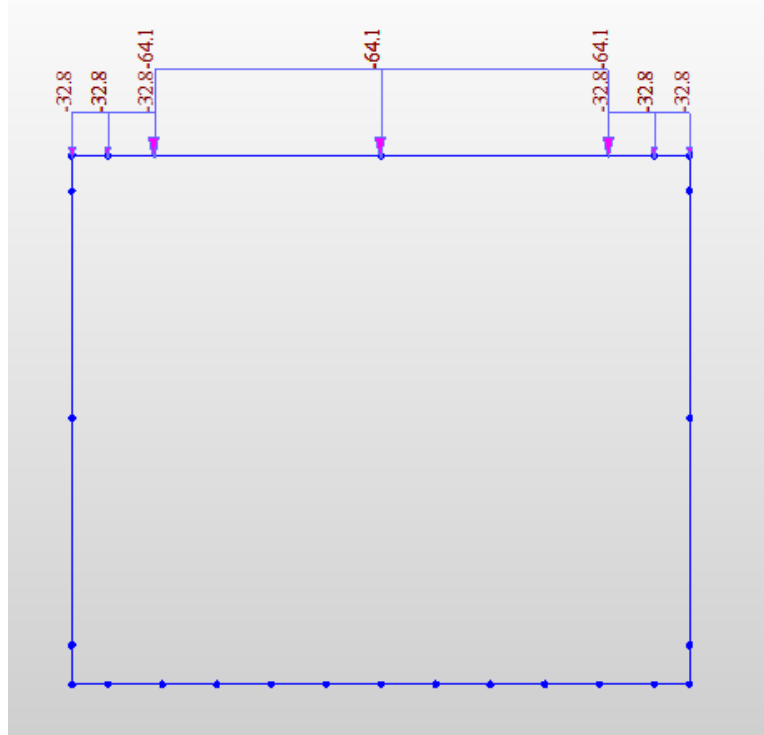
In senso longitudinale si è assunto che il carico si distribuisce sull'intero ingombro dei suoi assi, pari a  $L_{long} = 6,40$  m.

Pertanto il carico ripartito dovuto al singolo treno LM 71 risulta:

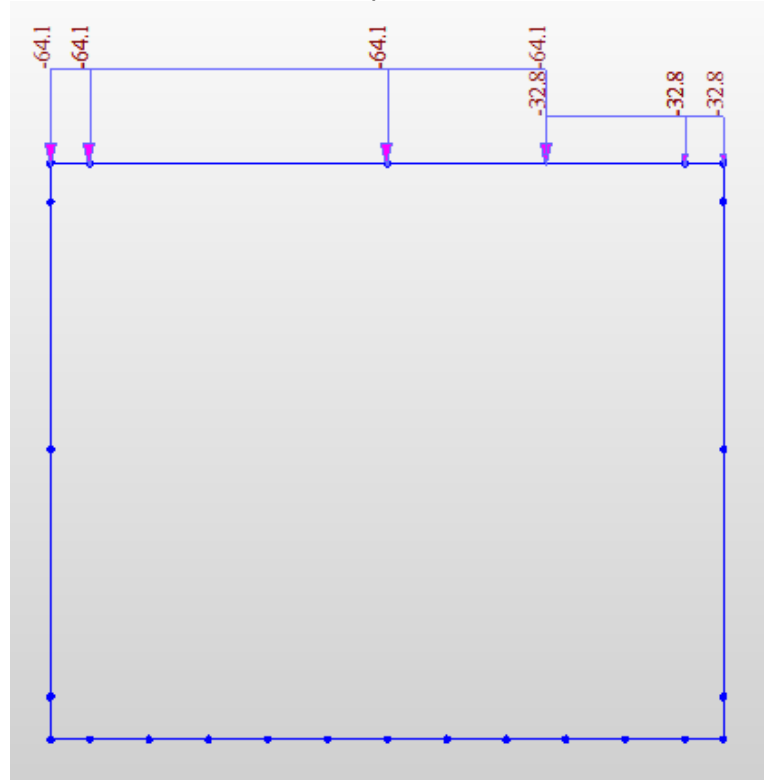
| Carico ripartito prodotto dalle forze concentrate   |                         |
|---|-------------------------|
| $Q_{vk} = (4 * 250 / 6.40) * \alpha * \Phi_3 / L_d$ | 64.13 kN/m <sup>2</sup> |
| Carico ripartito prodotto dal carico distribuito    |                         |
| $q_{vk} = (80 * \alpha * \Phi_3) / L_d$             | 32.83 kN/m <sup>2</sup> |

|  |                          |   |                         |                    |                  |                   |                       |                                       |  |                     |
|--|--------------------------|---|-------------------------|--------------------|------------------|-------------------|-----------------------|---------------------------------------|--|---------------------|
| MANDATARIA<br><b>HUB</b> ENGINEERING<br><small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small> | MANDANTI<br><b>HYpro</b> | <b>LINEA PESCARA – BARI</b><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b><br><b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b> |                         |                    |                  |                   |                       |                                       |  |                     |
|  |                          | <b>SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km</b><br><b>20+113,64 (progr.ferr.)</b><br><b>Relazione di calcolo scatolare</b>                      | COMMESSA<br><b>LI0B</b> | LOTTO<br><b>02</b> | FASE<br><b>E</b> | ENTE<br><b>ZZ</b> | TIPO DOC<br><b>CL</b> | OPERA 7 DISCIPLINA<br><b>SL 07 00</b> |  | PROGR<br><b>001</b> |

Le distribuzioni del sovraccarico ferroviario considerate al di sopra della copertura, sono quelle in grado di massimizzare le sollecitazioni flettenti e taglianti.



*Fig. 15 – Carico LM71; condizione per massimizzare il momento flettente*



*Fig. 16 – Carico LM71; condizione per massimizzare il taglio*

|  |                          |   |                         |                    |                  |                   |                       |                                       |  |  |                     |
|--|--------------------------|---|-------------------------|--------------------|------------------|-------------------|-----------------------|---------------------------------------|--|--|---------------------|
| MANDATARIA<br><b>HUB</b> ENGINEERING<br><small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small> | MANDANTI<br><b>HYpro</b> | <b>LINEA PESCARA – BARI</b><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b><br><b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b> |                         |                    |                  |                   |                       |                                       |  |  |                     |
|  |                          | <b>SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km</b><br><b>20+113,64 (progr.ferr.)</b><br><b>Relazione di calcolo scatolare</b>                      | COMMESSA<br><b>LI0B</b> | LOTTO<br><b>02</b> | FASE<br><b>E</b> | ENTE<br><b>ZZ</b> | TIPO DOC<br><b>CL</b> | OPERA 7 DISCIPLINA<br><b>SL 07 00</b> |  |  | PROGR<br><b>001</b> |

### 7.2.6 Spinta del terreno indotta dai treni di carico (SAS, SAD)

Per il rinterro si prevede un terreno avente angolo di attrito  $\varphi = 35^\circ$  ed un peso di volume  $\gamma = 20.00 \text{ kN/m}^3$ , il coefficiente di spinta viene calcolato, considerando l'elevata rigidità dello scatolare, utilizzando la formula  $K_0 = 1 - \sin\varphi'$ , per cui si ottiene un valore di  $K_0 = 0.426$ . La pressione del terreno sui piedritti ed indotta dai treni di carico viaggianti su due linee adiacenti verrà calcolata secondo la formula  $P = q * K_0$

| Carico distribuito (80 kN/m)-SAS , SAD |            |
|--|------------|
| $q_h = (80 * \alpha / L_d) * K_0$      | 10.00 kN/m |

Inoltre, vengono aggiunte, come carichi concentrati nei nodi 1,13,20 e 24 le seguenti forze, derivante dalla parte di spinta agente su metà spessore della soletta:

| Nodi sup.&inf (SASX , SADX) sui nodi 1,13, 20 e 24 |         |
|--|---------|
| $Q_h * S_s / 2$                                    | 5.00 kN |
| $Q_h * S_s / 2$                                    | 5.50 kN |

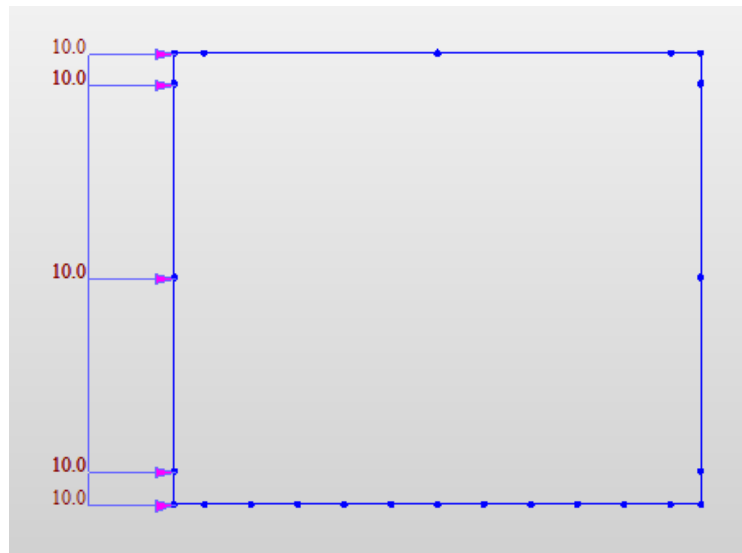


Fig. 17 – Spinta carico accidentale distribuito nel piedritto sinistro (simile per il piedritto destro) (SAS, SAD)

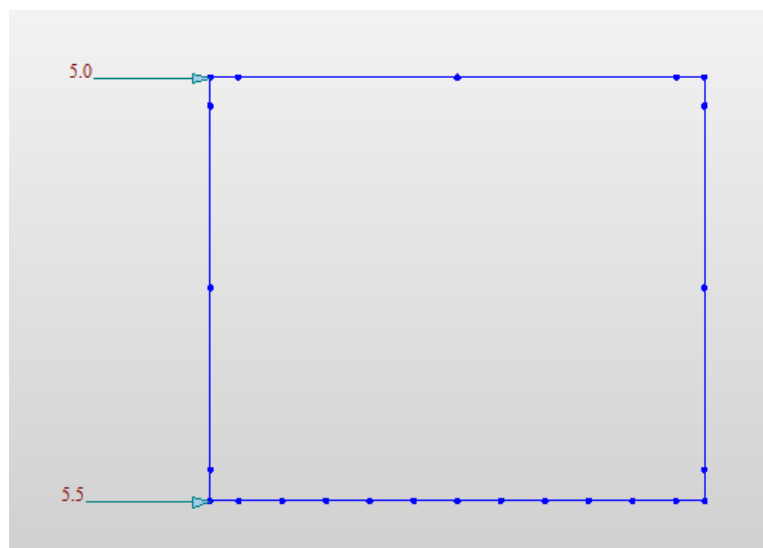


Fig. 18 – Spinta carico accidentale puntuale nel piedritto sinistro (simile per piedritto destro) (SAS, SAD)

|   |                          |   |                         |                    |                  |                   |                       |                                       |  |  |                     |
|---|--------------------------|---|-------------------------|--------------------|------------------|-------------------|-----------------------|---------------------------------------|--|--|---------------------|
| MANDATARIA<br><b>HUB</b> ENGINEERING<br>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L. | MANDANTI<br><b>HYpro</b> | <b>LINEA PESCARA – BARI</b><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b><br><b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b> |                         |                    |                  |                   |                       |                                       |  |  |                     |
|   |                          | <b>SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km</b><br><b>20+113,64 (progr.ferr.)</b><br><b>Relazione di calcolo scatolare</b>                      | COMMESSA<br><b>LI0B</b> | LOTTO<br><b>02</b> | FASE<br><b>E</b> | ENTE<br><b>ZZ</b> | TIPO DOC<br><b>CL</b> | OPERA 7 DISCIPLINA<br><b>SL 07 00</b> |  |  | PROGR<br><b>001</b> |

### 7.2.7 Spinta del terreno indotta dai treni di carica she massimizzano le spinte (SASXLM71)

| Carico distribuito (4*250/6.40 kN/m)-SASXLM71   |            |
|---|------------|
| $Q_h = [4 * 250 * \alpha / (L_d * 6.40)] * K_0$ | 19.50 kN/m |

Inoltre, vengono aggiunte, come carichi concentrati nei nodi 1 e 20 le seguenti forze, derivate dalla parte di spinta agente su metà spessore della soletta:

| Nodi sup.&inf (SASXLM71) sui nodi 1e 20 |          |
|---|----------|
| $Q_h * S_i / 2$                         | 9.70 kN  |
| $Q_h * S_i / 2$                         | 10.70 kN |

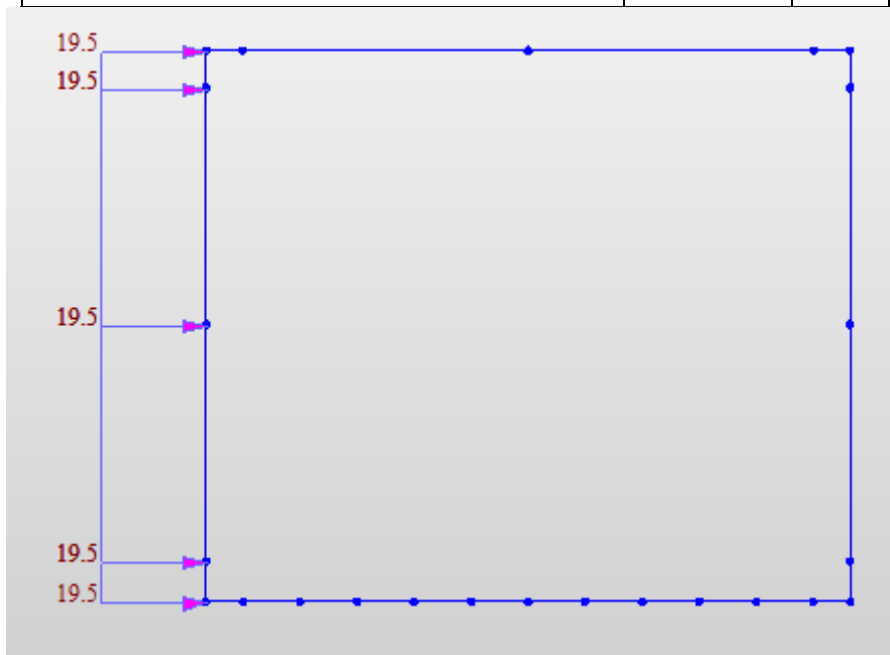


Fig. 19 – Spinta carico accidentale distribuito nel piedritto sinistro (SASXLM71)

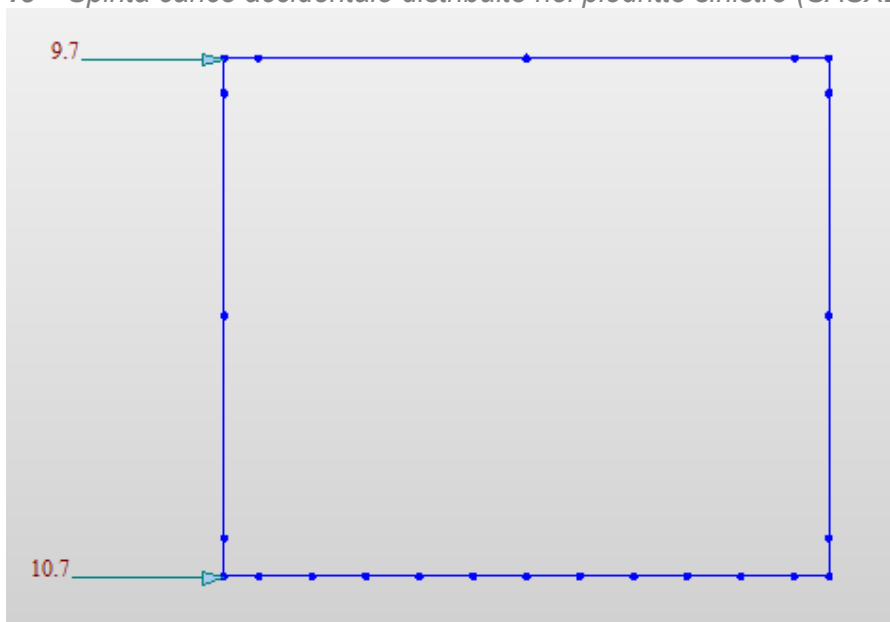


Fig. 20 – Spinta carico accidentale puntuale nel piedritto sinistro (SASXLM71)

|  |  |                          |           |   |           |           |                    |           |           |            |          |        |
|--|--|--------------------------|-----------|---|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| MANDATARIA<br><b>HUB</b> ENGINEERING<br><small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small>                 |  | MANDANTI<br><b>HYpro</b> |           | <b>LINEA PESCARA – BARI</b><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b><br><b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b> |           |           |                    |           |           |            |          |        |
| <b>SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km</b><br><b>20+113,64 (progr.ferr.)</b><br><b>Relazione di calcolo scatolare</b> |  | COMMESSA                 | LOTTO     | FASE  | ENTE      | TIPO DOC  | OPERA 7 DISCIPLINA |           |           | PROGR      | REV      | FOGLIO |
|  |  | <b>LI0B</b>              | <b>02</b> | <b>E</b>  | <b>ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL</b>          | <b>07</b> | <b>00</b> | <b>001</b> | <b>B</b> | 28     |

### 7.2.8 Avviamento e frenatura (AVV)

avviamento:  $Q_{lak} = 33 \text{ [kN/m]} * L[m] < 1000 \text{ kN}$  per modelli di carico LM 71 e SW/0 e SW/2  
 frenatura:  $Q_{lbk} = 20 \text{ [kN/m]} * L[m] < 6000 \text{ kN}$  per modelli di carico LM 71 e SW/0  
 $Q_{lbk} = 35 \text{ [kN/m]} * L[m]$  per modelli di carico SW/2

La forza di frenatura, per metro lineare, applicata alla soletta di copertura si ritiene uniformemente agente sulla larghezza ottenuta per diffusione dei carichi verticali con inclinazione 1/4 nello spessore del ballast e 45° nello spessore della soletta e vale:

|                      |      |      |
|----------------------|------|------|
| $A_w$                | 33   | kN/m |
| $Q_{Av} = A_w / L_d$ | 9.64 | kN/m |

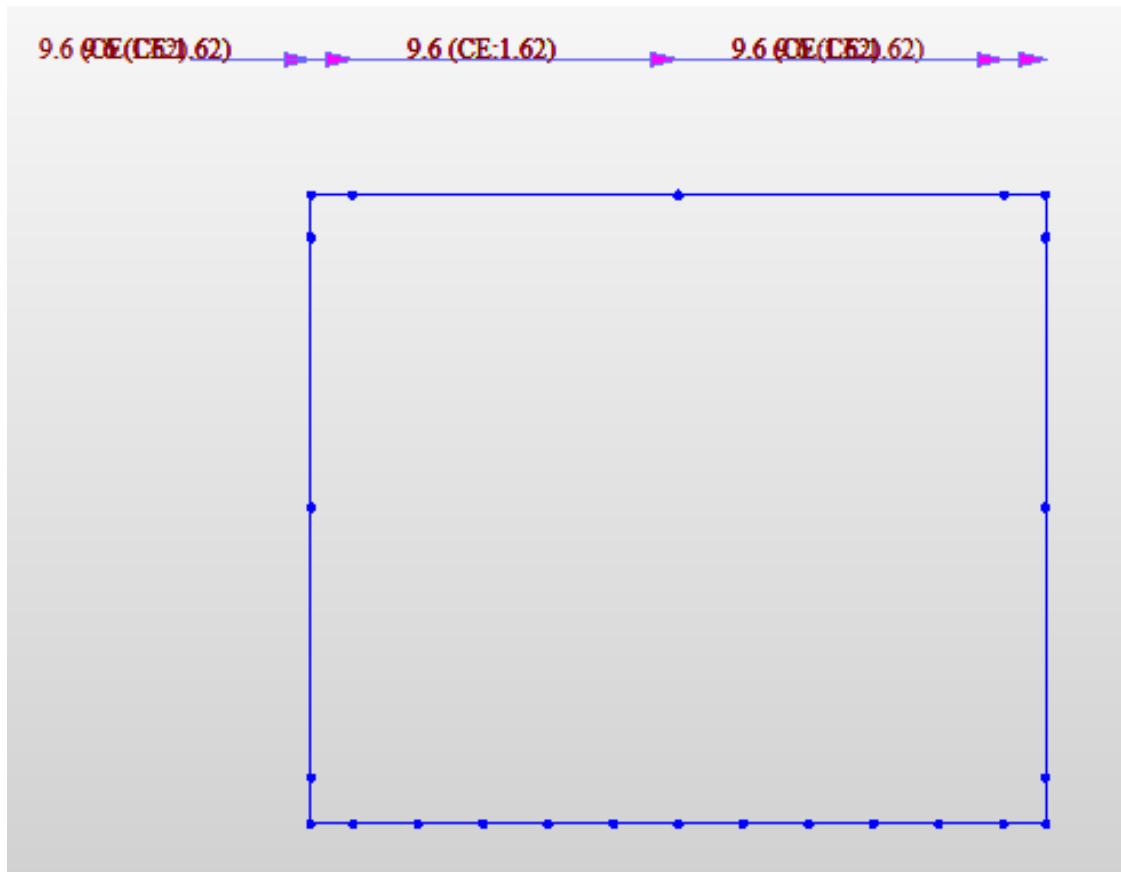


Fig. 21 – Applicazione dell'avviamento/frenatura

|  |                          |   |                         |                    |                  |                   |                       |                                       |                     |                 |                     |
|--|--------------------------|---|-------------------------|--------------------|------------------|-------------------|-----------------------|---------------------------------------|---------------------|-----------------|---------------------|
| MANDATARIA<br><b>HUB</b> ENGINEERING<br><small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small> | MANDANTI<br><b>HYpro</b> | <b>LINEA PESCARA – BARI</b><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b><br><b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b> |                         |                    |                  |                   |                       |                                       |                     |                 |                     |
|  |                          | <b>SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km 20+113,64 (progr.ferr.)</b><br><b>Relazione di calcolo scatolare</b>                                | COMMESSA<br><b>LI0B</b> | LOTTO<br><b>02</b> | FASE<br><b>E</b> | ENTE<br><b>ZZ</b> | TIPO DOC<br><b>CL</b> | OPERA 7 DISCIPLINA<br><b>SL 07 00</b> | PROGR<br><b>001</b> | REV<br><b>B</b> | FOGLIO<br><b>29</b> |

### 7.2.9 Carichi variabili sulla platea di fondazione (TRAF)

In conformità alla normativa di riferimento (N.T.C.2008 §5.1.3.3), si prendono in considerazione i carichi mobili per ponti di 1° categoria come nella figura seguente:

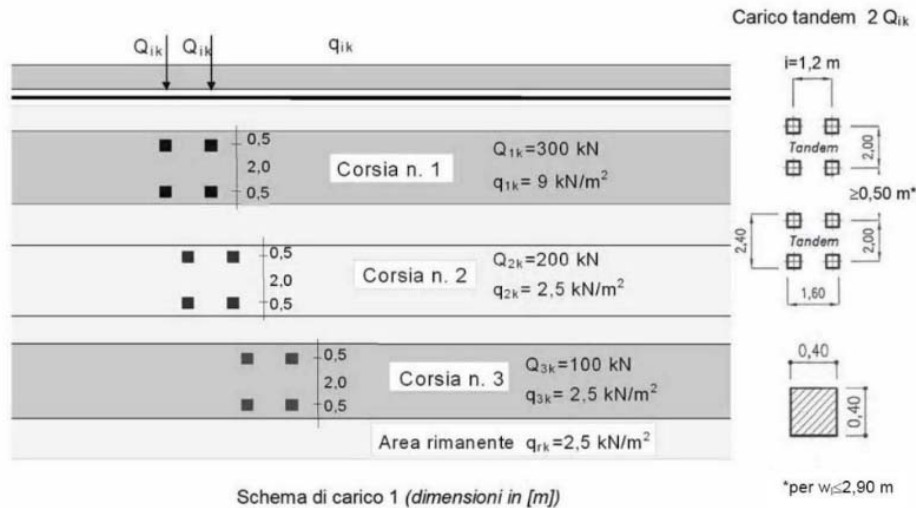


Fig. 22 – NTC08-schema di carico 1

Sulla fondazione della struttura si applica un carico uniformemente distribuito dovuto al traffico stradale. Il valore del carico viene definito dopo la distribuzione dei carichi tandem sul rilevato stradale presente tra i muri laterali, al quale si aggiunge anche la parte del carico distribuito di 9 kN/m<sup>2</sup>.

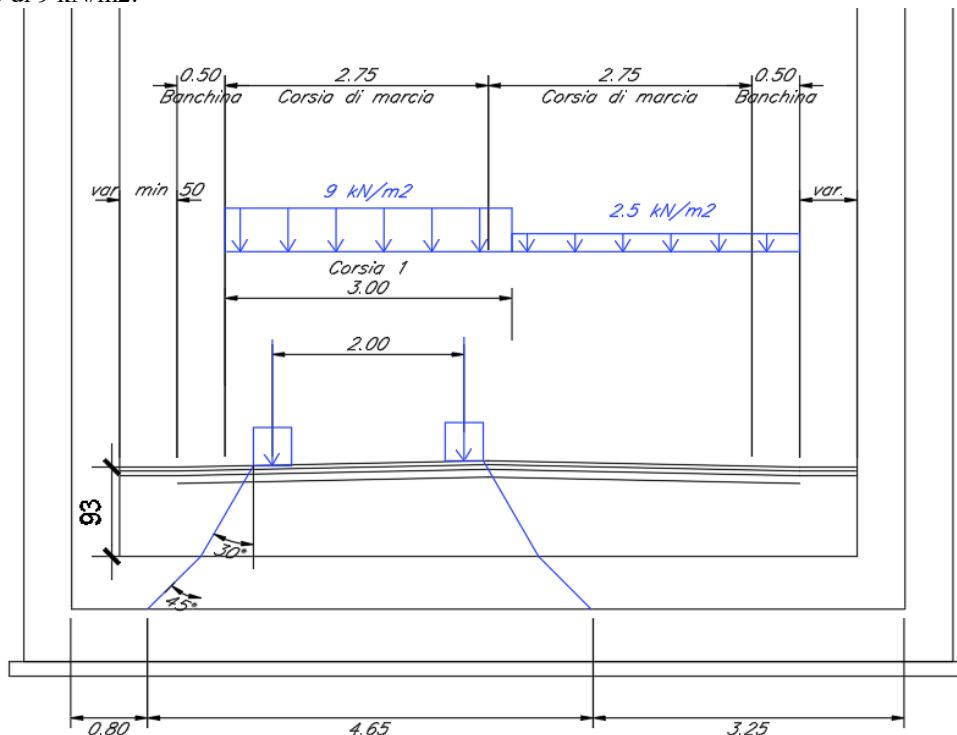
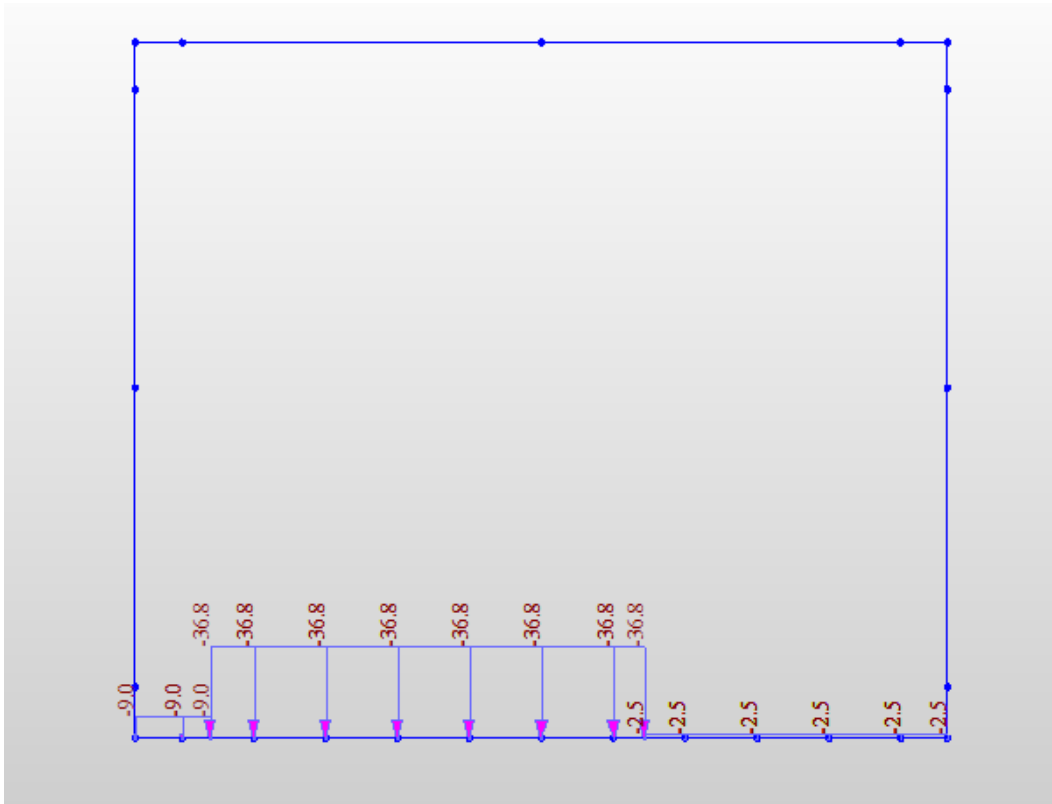


Fig. 23 – Schema di distribuzione del carico mobile considerate

**SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km  
20+113,64 (progr.ferr.)  
Relazione di calcolo scatolare**

| COMMESSA    | LOTTO     | FASE     | ENTE      | TIPO DOC  | OPERA 7 DISCIPLINA |           |           | PROGR      | REV      | FOGLIO    |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|
| <b>LI0B</b> | <b>02</b> | <b>E</b> | <b>ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL</b>          | <b>07</b> | <b>00</b> | <b>001</b> | <b>B</b> | <b>30</b> |



*Fig. 24 – Carichi variabili sulla soletta di fondazione in MIDAS (TRAF)*

|  |  |   |  |   |           |          |           |           |                    |           |           |            |          |           |
|--|--|---|--|---|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|
| MANDATARIA<br>                        |  | MANDANTI<br> |  | <b>LINEA PESCARA – BARI</b><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b><br><b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b> |           |          |           |           |                    |           |           |            |          |           |
| <b>SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km</b><br><b>20+113,64 (progr.ferr.)</b><br><b>Relazione di calcolo scatolare</b> |  |   |  | COMMESSA  | LOTTO     | FASE     | ENTE      | TIPO DOC  | OPERA 7 DISCIPLINA |           |           | PROGR      | REV      | FOGLIO    |
|  |  |   |  | <b>LI0B</b>   | <b>02</b> | <b>E</b> | <b>ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL</b>          | <b>07</b> | <b>00</b> | <b>001</b> | <b>B</b> | <b>31</b> |

### 7.2.10 Ritiro differenziale della soletta di copertura

Si considera una variazione termica uniforme equivalente sulla soletta superiore come da calcolo seguente. Il calcolo viene condotto secondo le indicazioni dell'EUROCODICE 2-UNI EN1992-1-1 Novembre 2005 e DM 14-01-2008

I fenomeni di ritiro vengono considerati agenti solo sulla soletta di copertura ed applicati nel modello come una variazione termica uniforme equivalente agli effetti del ritiro:

#### Clas a t=0

|            |                              |
|------------|------------------------------|
| $f_{ck} =$ | 32 Mpa                       |
| $f_{cm} =$ | 40 MPa                       |
| $\alpha =$ | 0.00001                      |
| $E_{cm} =$ | 33345764 kN/m <sup>2</sup>   |
| cls tipo = | R                            |
| k =        | 1 coef. di correzione di Ecm |

$$E_{cm} = 33345764 \text{ kN/m}^2$$

#### Tempo e ambiente

|                  |             |  |
|------------------|-------------|--|
| $t_s =$          | 2 gg        | età del calcestruzzo in giorni, all'inizio del ritiro per essiccamento |
| $t_o =$          | 2 gg        | età del calcestruzzo in giorni al momento del carico                   |
| $t =$            | 25550 gg    | età del calcestruzzo in giorni   |
| $h_o = 2A_c/u =$ | 2000 mm     | dimensione fittizia dell'elemento di cls                               |
| $A_c =$          | 1000000 mmq | sezione dell'elemento  |
| $u =$            | 1000 mm     | perimetro a contatto con l'atmosfera                                   |
| $RH =$           | 80 %        | umidità relativa percentuale   |

Coefficiente di viscosità  $\phi(t, t_0)$  e modulo elastico  $E_{ct}$  a tempo "t"

$$\phi(t, t_0) = \phi_0 \beta_c(t, t_0) = 1.937$$

$$\phi_0 = \phi RH \beta_{\chi}(f_{cm}) \beta_{\chi}(t_0) = 1.968 \text{ coefficiente nominale di viscosità}$$

$$\phi_{RH} = 1 + \left[ \frac{1 - RH/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{h_0}} \alpha_1 \right] \alpha_2 = 1.141 \text{ coefficiente che tiene conto dell'umidità}$$

$$\alpha_1 = \begin{cases} (35/f_{cm})^{0.7} & \text{per } f_{cm} > 35 \text{ MPa} \\ 1 & \text{per } f_{cm} \leq 35 \text{ MPa} \end{cases} = 0.911 \text{ coeff. per la resistenza del cls}$$

$$\alpha_2 = \begin{cases} (35/f_{cm})^{0.2} & \text{per } f_{cm} > 35 \text{ MPa} \\ 1 & \text{per } f_{cm} \leq 35 \text{ MPa} \end{cases} = 0.974 \text{ coeff. per la resistenza del cls}$$

$$\beta_c(f_{cm}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}} = 2.656313 \text{ coefficiente che tiene conto della resistenza del cls}$$

$$\beta_c(t_0) = \frac{1}{(0.1 + t_0^{0.20})} = 0.649 \text{ coefficiente per l'evoluzione della viscosità nel tempo}$$



**SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km  
20+113,64 (progr.ferr.)  
Relazione di calcolo scatolare**

| COMMESSA    | LOTTO     | FASE     | ENTE      | TIPO DOC  | OPERA 7 DISCIPLINA |           |           | PROGR      | REV      | FOGLIO |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| <b>LI0B</b> | <b>02</b> | <b>E</b> | <b>ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL</b>          | <b>07</b> | <b>00</b> | <b>001</b> | <b>B</b> | 32     |

$$t_0 = t_0 \left( \frac{9}{2 + t_0^{1.2}} + 1 \right)^\alpha \geq 0.5 =$$

6.19 tempo  $t_0$  corretto in funzione della tipologia di cemento

$$\alpha = 1$$

coefficiente per il tipo di cemento (-1 per Classe S, 0 per Classe N, 1 per Classe R)

|   |    |
|---|----|
| S | -1 |
| N | 0  |
| R | 1  |

$$\beta_c(t, t_0) = \left[ \frac{(t - t_0)}{(\beta_H + t - t_0)} \right]^{0.3} =$$

0.984

coeff. per la variabilità della viscosità nel tempo

$$\beta_H = 1.5 \left[ 1 + (0.012 \cdot RH)^{18} \right] h_0 + 250 \cdot \alpha_3 \leq 1500 \cdot \alpha_3 =$$

1403.1

coefficiente che tiene conto dell'umidità relativa

$$\alpha_3 = \begin{cases} (35 / f_{cm})^{0.5} & \text{per } f_{cm} > 35 \text{MPa} \\ 1 & \text{per } f_{cm} \leq 35 \text{MPa} \end{cases} =$$

0.935

coeff. per la resistenza del calcestruzzo

Il modulo elastico al tempo "t" è pari a:

$$E_{cm}(t, t_0) = \frac{E_{cm}}{1 + \varphi(t, t_0)} = 11355399 \text{ kN/m}^2$$

Deformazione di Ritiro

$$\varepsilon_r(t, t_0) = \varepsilon_{rd}(t) + \varepsilon_{ca}(t) =$$

0.000279 deformazione di ritiro  $\varepsilon(t, t_0)$

$$\varepsilon_{rd}(t) = \beta_{dr}(t, t_2) K_b \varepsilon_{rd,0} =$$

0.000224 deformazione dovuta al ritiro per essiccamento

$$\beta_{dr}(t, t_2) = \left[ \frac{(t - t_2)}{(t - t_2) + 0.04 \sqrt{h_0^3}} \right] =$$

0.877163

$$K_b = 0.7$$

parametro che dipende da  $h_0$  secondo il prospetto seguente

Valori di  $K_b$

| $h_0$ | $K_b$ |
|-------|-------|
| 100   | 1,0   |
| 200   | 0,85  |
| 300   | 0,75  |
| ≥500  | 0,70  |

Valori di  $K_b$  intermedi a quelli del prospetto vengono calcolati tramite interpolazione lineare.

**SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km  
20+113,64 (progr.ferr.)  
Relazione di calcolo scatolare**

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA |    |    | PROGR | REV | FOGLIO |
|----------|-------|------|------|----------|--------------------|----|----|-------|-----|--------|
| LI0B     | 02    | E    | ZZ   | CL       | SL                 | 07 | 00 | 001   | B   | 33     |

$$\varepsilon_{cd,0} = 0.85 \left[ (220 + 110\alpha_{ds1}) \cdot \exp(-\alpha_{ds2} \frac{f_{cm}}{f_{cm0}}) \right] 10^{-6} \beta_{RH} = \quad 0.000364 \text{ deformazione di base}$$

$$\beta_{RH} = 1.55 \left[ 1 - \left( \frac{RH}{RH0} \right)^3 \right] = \quad 0.7564$$

$$f_{cm0} = \quad 10 \text{ MPa}$$

$$RH0 = \quad 100 \%$$

$$\alpha_{ds1} = \quad 6 \quad \text{coefficiente per il tipo di cemento (3 per Classe S, 4 per Classe N, 6 per Classe R)}$$

$$\alpha_{ds2} = \quad 0.11 \quad \text{coefficiente per il tipo di cemento (0.13 per Classe S, 0.12 per Classe N, 0.11 per Classe R)}$$

$$\varepsilon_{ca}(t) = \beta_{as}(t) \varepsilon_{cao} = \quad 0.000055 \text{ deformazione dovuta al ritiro autogeno}$$

$$\beta_{as}(t) = 1 - \exp(-0.2t^{0.5}) = \quad 1$$

$$\varepsilon_{cao} = 2.5 (f_{ck} - 10) 10^{-6} = \quad 0.000055$$

Variazione termica uniforme equivalente agli effetti del ritiro:

$$\Delta T_{ritiro} = - \frac{\varepsilon_s(t, t_0) \cdot E_{cm}}{(1 + \varphi(t, t_0)) \cdot E_{cm} \cdot \alpha} = \quad -9.49 \text{ } ^\circ\text{C}$$

I fenomeni di ritiro vengono considerati agenti solo sulla soletta di copertura.

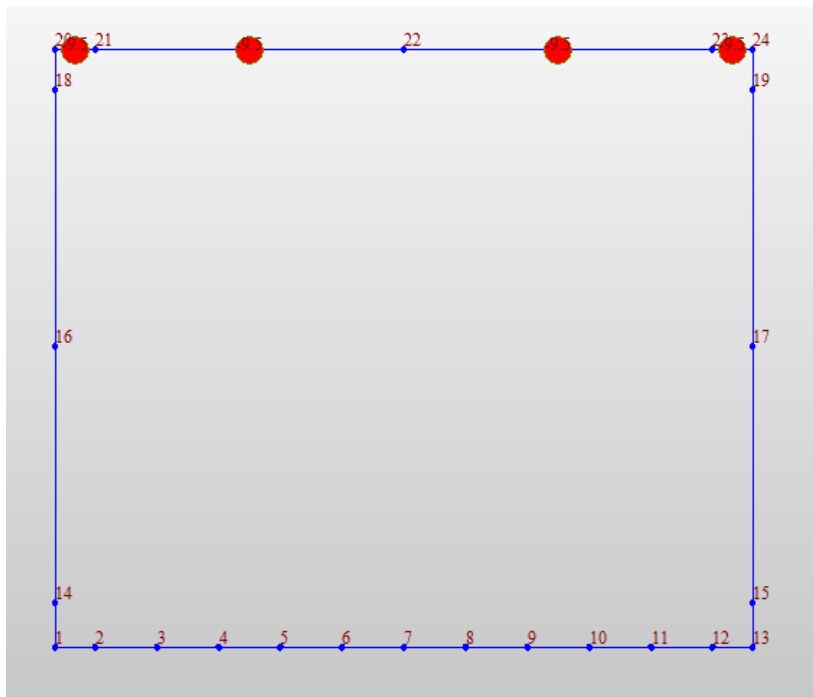


Fig. 25 – Ritiro

|  |  |                          |  |   |           |          |           |           |                    |           |           |            |          |           |
|--|--|--------------------------|--|---|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|
| MANDATARIA<br><b>HUB</b> ENGINEERING<br><small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small>                 |  | MANDANTI<br><b>HYpro</b> |  | <b>LINEA PESCARA – BARI</b><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b><br><b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b> |           |          |           |           |                    |           |           |            |          |           |
| <b>SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km</b><br><b>20+113,64 (progr.ferr.)</b><br><b>Relazione di calcolo scatolare</b> |  |                          |  | COMMESSA  | LOTTO     | FASE     | ENTE      | TIPO DOC  | OPERA 7 DISCIPLINA |           |           | PROGR      | REV      | FOGLIO    |
|  |  |                          |  | <b>LI0B</b>   | <b>02</b> | <b>E</b> | <b>ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL</b>          | <b>07</b> | <b>00</b> | <b>001</b> | <b>B</b> | <b>34</b> |

### 7.2.11 Azioni indotte dalle variazioni termiche ( $\Delta T$ )

La variazione termica uniforme applicata alla soletta di copertura è pari a  $\Delta T = \pm 15^\circ\text{C}$ .

La variazione termica a farfalla applicata alla soletta di copertura è pari a  $\Delta T = \pm 5^\circ\text{C}$ .

L'azione è applicata alla soletta superiore dello scatolare.

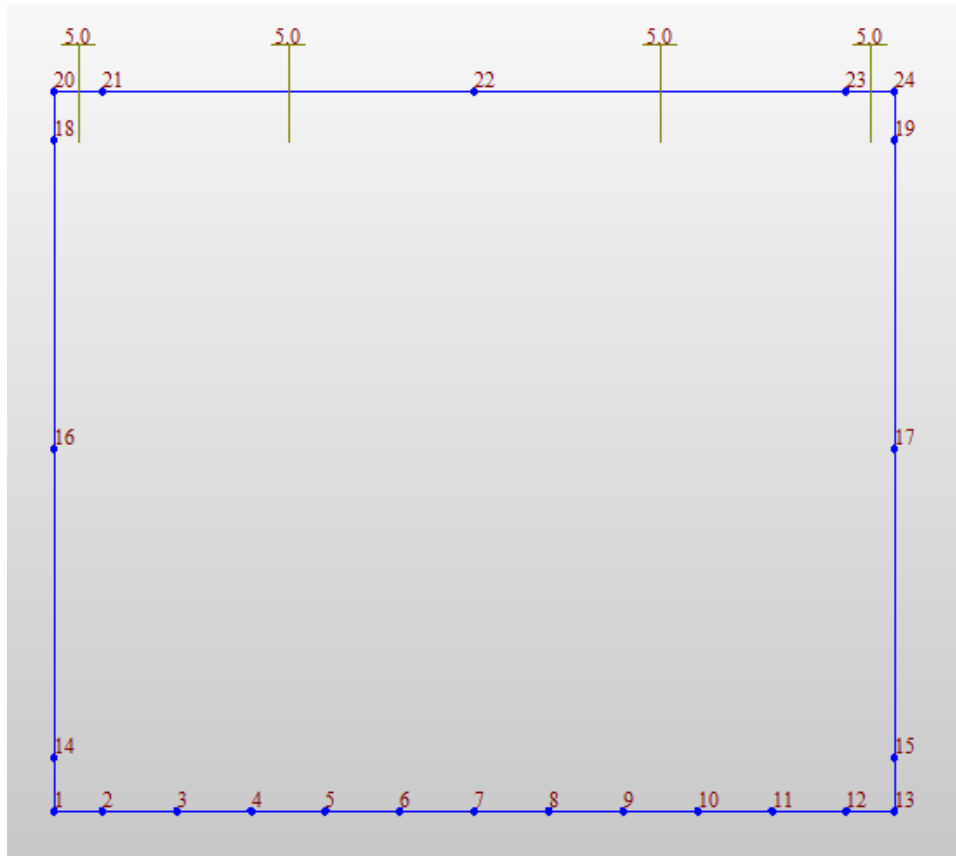


Fig. 26 –  $\Delta T$

|  |  |                          |           |   |           |           |                    |           |           |            |          |           |
|--|--|--------------------------|-----------|---|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|
| MANDATARIA<br><b>HUB</b> ENGINEERING<br><small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small>                 |  | MANDANTI<br><b>HYpro</b> |           | <b>LINEA PESCARA – BARI</b><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b><br><b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b> |           |           |                    |           |           |            |          |           |
| <b>SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km</b><br><b>20+113,64 (progr.ferr.)</b><br><b>Relazione di calcolo scatolare</b> |  | COMMESSA                 | LOTTO     | FASE  | ENTE      | TIPO DOC  | OPERA 7 DISCIPLINA |           |           | PROGR      | REV      | FOGLIO    |
|  |  | <b>LI0B</b>              | <b>02</b> | <b>E</b>  | <b>ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL</b>          | <b>07</b> | <b>00</b> | <b>001</b> | <b>B</b> | <b>35</b> |

### 7.3 AZIONE SISMICA

Per il calcolo dell'azione sismica si utilizza il metodo dell' analisi pseudostatica in cui l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico  $k$ . Le forze sismiche sono pertanto le seguenti:

Forza sismica orizzontale  $F_h = k_h * W$

Forza sismica verticale  $F_v = k_v * W$

I valori dei coefficienti sismici orizzontale  $k_h$  e verticale  $k_v$  possono essere valutati mediante le espressioni:  $k_h = a_{max}/g$

$k_v = \pm 0.5 * k_h$

Con riferimento alla nuova classificazione sismica del territorio nazionale ai fini del calcolo dell'azione sismica secondo il DM 14/01/2008 viene assegnata all'opera una vita nominale  $V_N \geq 75$  anni ed una III classe d'uso  $C_u = 1.5$ ; segue un periodo di riferimento  $V_R = V_N * C_u = 113$  anni

A seguito di tale assunzione si ottiene allo stato limite ultimo SLV in funzione della Latitudine e Longitudine del sito in esame un valore dell'accelerazione pari a  $a_g = 0.224 g$ .

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale l'accelerazione massima può essere valutata con la relazione:

$a_{max} = S * a = S_s * S_t * a_g$

dove assumendo un terreno di tipo C ed in base al fattore di amplificazione del sito  $F_o$  si ottiene:

$S_s = 1.16$  Coefficiente di amplificazione stratigrafica

$S_T = 1$  Coefficiente di amplificazione topografica

ne deriva che:

$a_{max} = 1.16 * 1 * 0.242 g = 0.281 g$

$k_h = a_{max}/g = 0.281$

$k_v = \pm 0.5 * k_h = 0.141$

#### 7.3.1 Sovrappinta sismica del terreno(SISSX)

Le spinte delle terre potranno essere determinate secondo la teoria di Wood. secondo la quale la risultante dell'incremento di spinta per effetto del sisma su una parete di altezza H viene determinato con la seguente espressione:

$\Delta S_E = (a_{max}/g) * \gamma * H_{tot}^2 = 41.87 kN/m$

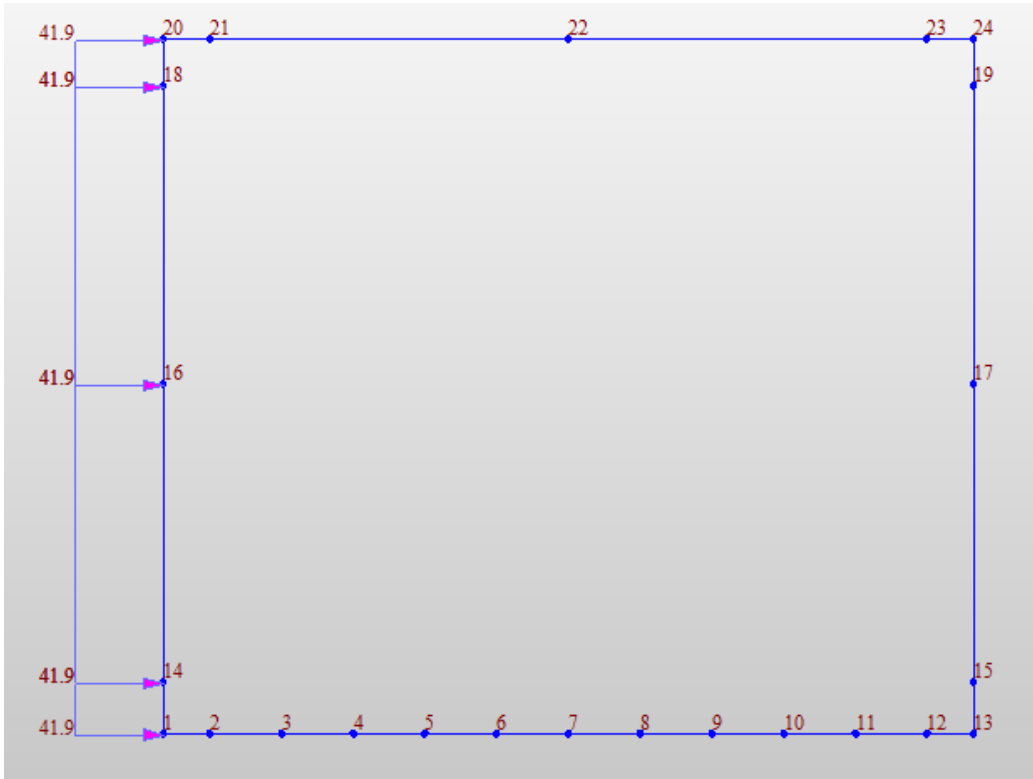
Tale risultante applicata ad un'altezza pari ad  $H_{tot}/2$ .sarà considerata agente su uno solo dei piedritti dell'opera.

Inoltre, vengono aggiunte, come carichi concentrati nei nodi 1 e 20 le seguenti forze, derivante dalla parte di spinta agente su metà spessore della soletta:

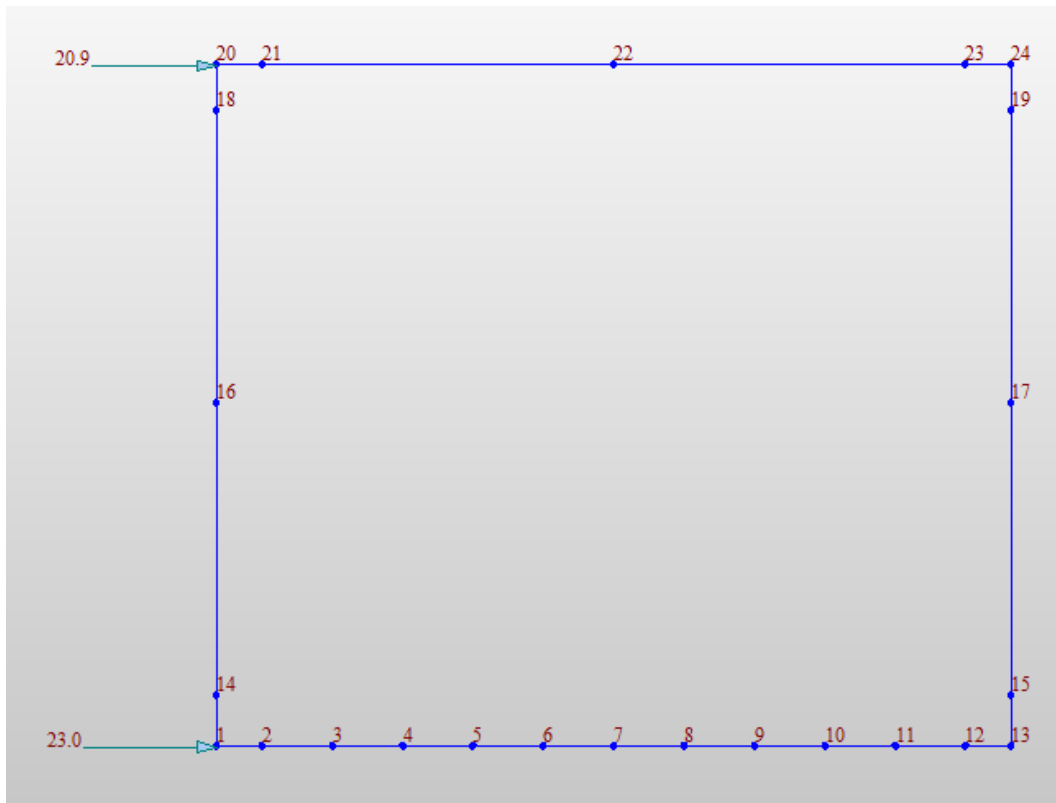
| Nodi sup.&inf (SISX) sui nodi 1 e 20 |       |    |
|--------------------------------------|-------|----|
| $Q_h * S_s / 2$                      | 20.90 | kN |
| $Q_h * S_s / 2$                      | 23.00 | kN |

**SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km  
20+113,64 (progr.ferr.)  
Relazione di calcolo scatolare**

| COMMESSA    | LOTTO     | FASE     | ENTE      | TIPO DOC  | OPERA 7 DISCIPLINA |           |           | PROGR      | REV      | FOGLIO |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| <b>L10B</b> | <b>02</b> | <b>E</b> | <b>ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL</b>          | <b>07</b> | <b>00</b> | <b>001</b> | <b>B</b> | 36     |



*Fig. 27 – Sovraspinta sismica distribuite*



*Fig. 28 – Sovraspinta sismica concentrati nei node*

|  |  |                          |  |   |           |          |           |           |                    |           |           |            |          |           |
|--|--|--------------------------|--|---|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|
| MANDATARIA<br><b>HUB</b> ENGINEERING<br><small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small>                 |  | MANDANTI<br><b>HYpro</b> |  | <b>LINEA PESCARA – BARI</b><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b><br><b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b> |           |          |           |           |                    |           |           |            |          |           |
| <b>SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km</b><br><b>20+113,64 (progr.ferr.)</b><br><b>Relazione di calcolo scatolare</b> |  |                          |  | COMMESSA  | LOTTO     | FASE     | ENTE      | TIPO DOC  | OPERA 7 DISCIPLINA |           |           | PROGR      | REV      | FOGLIO    |
|  |  |                          |  | <b>LI0B</b>   | <b>02</b> | <b>E</b> | <b>ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL</b>          | <b>07</b> | <b>00</b> | <b>001</b> | <b>B</b> | <b>37</b> |

### 7.3.2 Forze inerziali (INERZIEH e SISVER)

L'azione sismica è rappresentata da un insieme di forze statiche verticali, date dal prodotto delle forze di gravità per i coefficienti sismici in precedenza definiti, di cui la componente verticale è considerata agente verso l'alto o verso il basso, in modo da produrre gli effetti più sfavorevoli. Le masse sismiche sono valutate considerando le azioni dovute al carico ferroviario con coefficiente pari a 0.20

Forze d'inerzia orizzontali sullo scatolare e sul terreno di ricoprimento della soletta SLV

|                              |       |       |                   |
|------------------------------|-------|-------|-------------------|
| $F_{o,ballast+ricop+mass} =$ | $\pm$ | 6.84  | kN/m <sup>2</sup> |
| $F_{o,soletta} =$            | $\pm$ | 7.03  | kN/m <sup>2</sup> |
| $F_{o,montante} =$           | $\pm$ | 7.03  | kN/m <sup>2</sup> |
| $F_{o,treno} =$              | $\pm$ | 15.03 | kN/m <sup>2</sup> |
| $F_{o,solettasup,tot} =$     | $\pm$ | 16.88 | kN/m <sup>2</sup> |

Dove :  $F_{o,solettasup,tot} = F_{o,ballast+ricop+mass} + F_{o,soletta} + 0.2 * F_{o,treno}$

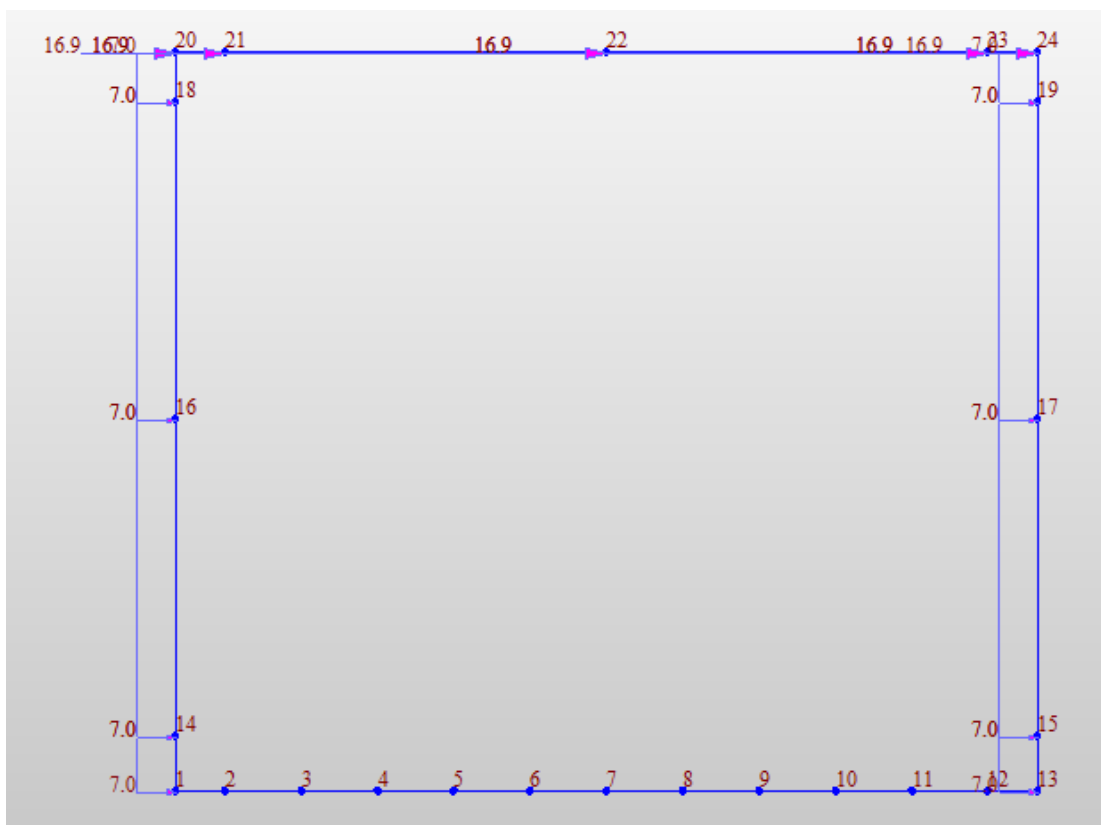


Fig. 29 – INERZIEH

**SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km  
20+113,64 (progr.ferr.)  
Relazione di calcolo scatolare**

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA |    |    | PROGR | REV | FOGLIO |
|----------|-------|------|------|----------|--------------------|----|----|-------|-----|--------|
| LI0B     | 02    | E    | ZZ   | CL       | SL                 | 07 | 00 | 001   | B   | 38     |

Forze d'inerzia verticali sullo scatolare e sul terreno di ricoprimento della soletta SLV

|                                    |       |      |                   |
|------------------------------------|-------|------|-------------------|
| $F_{v,treno} =$                    | $\pm$ | 7.51 | kN/m <sup>2</sup> |
| $F_{v,ballast+ricop+mass} =$       | $\pm$ | 3.42 | kN/m <sup>2</sup> |
| $F_{v,solettasup} =$               | $\pm$ | 3.51 | kN/m <sup>2</sup> |
| $F_{v,pav+ricop\ di\ sol.\ inf} =$ | $\pm$ | 2.88 | kN/m <sup>2</sup> |
| $F_{v,solettainf} =$               | $\pm$ | 3.86 | kN/m <sup>2</sup> |
| $F_{v,solettasup,tot} =$           | $\pm$ | 8.44 | kN/m <sup>2</sup> |
| $F_{v,montante} =$                 | $\pm$ | 3.51 | kN/m <sup>2</sup> |
| $F_{v,solettainf,tot} =$           | $\pm$ | 6.74 | kN/m <sup>2</sup> |

Dove :  $F_{v,solettasup,tot} = F_{v,ballast+ricop+mass} + F_{v,soletta} + 0.2 * F_{v,treno}$  ;

$F_{v,solettainf,tot} = F_{v,pav+ricop\ di\ sol.\ inf} + F_{v,soletta\ inf}$

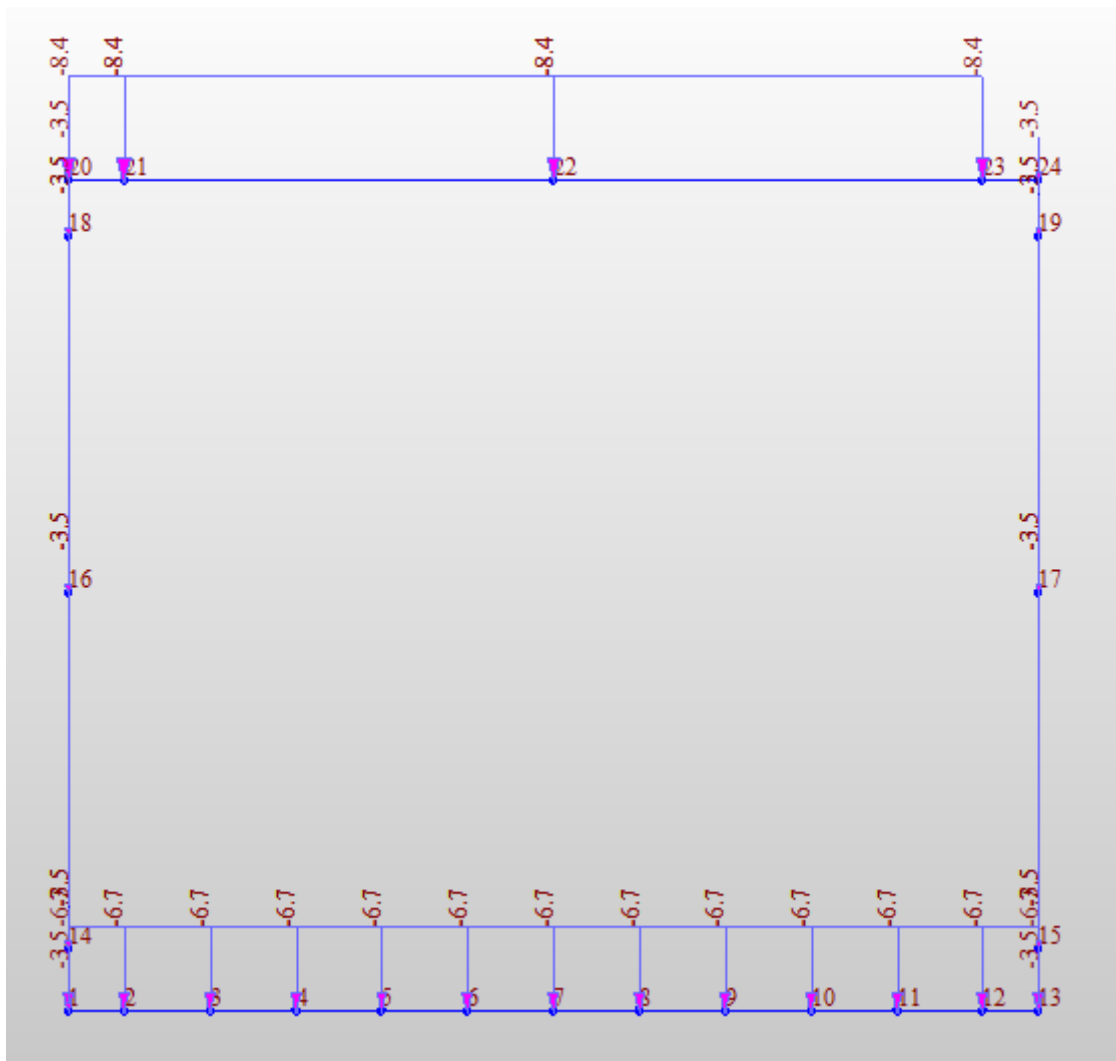


Fig. 30 – SISVER

|  |  |   |           |   |           |           |                    |           |           |            |          |           |
|--|--|---|-----------|---|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|
| MANDATARIA<br>                        |  | MANDANTI<br> |           | <b>LINEA PESCARA – BARI</b><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b><br><b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b> |           |           |                    |           |           |            |          |           |
| <b>SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km</b><br><b>20+113,64 (progr.ferr.)</b><br><b>Relazione di calcolo scatolare</b> |  | COMMESSA  | LOTTO     | FASE  | ENTE      | TIPO DOC  | OPERA 7 DISCIPLINA |           |           | PROGR      | REV      | FOGLIO    |
|  |  | <b>LI0B</b>   | <b>02</b> | <b>E</b>  | <b>ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL</b>          | <b>07</b> | <b>00</b> | <b>001</b> | <b>B</b> | <b>39</b> |

## 8 COMBINAZIONI DI CARICO

Ai fini delle verifiche degli stati limite si è fatto riferimento alle seguenti combinazioni delle azioni.

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

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

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

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili, utilizzata nella verifica a Fessurazione:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione quasi permanente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) a lungo termine;

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

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

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

dove:

$$E = \pm 1.00 \times E_Y \pm 0.3 \times E_Z$$

avendo indicato con  $E_Y$  e  $E_Z$  rispettivamente le componenti orizzontale e verticale dell'azione sismica.

I coefficienti di amplificazione dei carichi  $\gamma$  e i coefficienti di combinazione  $\psi$  sono riportati nelle tabelle seguenti.

In particolare nel calcolo della struttura scatolare si è fatto riferimento alla combinazione A1 STR (Approccio 1 – Combinazione 1) per le verifiche strutturali ed A1 GEO (Approccio 1 – Combinazione 2) per le verifiche geotecniche.



|  |  |                          |  |   |           |          |           |           |                    |           |           |            |          |           |
|--|--|--------------------------|--|---|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|
| MANDATARIA<br><b>HUB</b> ENGINEERING<br><small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>               |  | MANDANTI<br><b>HYpro</b> |  | <b>LINEA PESCARA – BARI</b><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b><br><b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b> |           |          |           |           |                    |           |           |            |          |           |
| <b>SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km</b><br><b>20+113,64 (progr.ferr.)</b><br><b>Relazione di calcolo scatolare</b> |  |                          |  | COMMESSA  | LOTTO     | FASE     | ENTE      | TIPO DOC  | OPERA 7 DISCIPLINA |           |           | PROGR      | REV      | FOGLIO    |
|  |  |                          |  | <b>LI0B</b>   | <b>02</b> | <b>E</b> | <b>ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL</b>          | <b>07</b> | <b>00</b> | <b>001</b> | <b>B</b> | <b>40</b> |

**Tabella 5.2.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU, eccezionali e sismica (da DM 14/01/2008)**

|   |             | Coefficiente  | EQU <sup>(1)</sup>  | A1 STR              | A2 GEO | Combinazione eccezionale | Combinazione Sismica |
|---|-------------|---------------|---------------------|---------------------|--------|--------------------------|----------------------|
| Carichi permanenti                                | favorevoli  | $\gamma_{G1}$ | 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 <sup>(2)</sup> | favorevoli  | $\gamma_{G2}$ | 0,00                | 0,00                | 0,00   | 1,00                     | 1,00                 |
|   | sfavorevoli |               | 1,50                | 1,50                | 1,30   | 1,00                     | 1,00                 |
| Ballast <sup>(3)</sup>                            | favorevoli  | $\gamma_B$    | 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 <sup>(4)</sup>      | favorevoli  | $\gamma_Q$    | 0,00                | 0,00                | 0,00   | 0,00                     | 0,00                 |
|   | sfavorevoli |               | 1,45                | 1,45                | 1,25   | 0,20 <sup>(5)</sup>      | 0,20 <sup>(5)</sup>  |
| Carichi variabili                                 | favorevoli  | $\gamma_{Qi}$ | 0,00                | 0,00                | 0,00   | 0,00                     | 0,00                 |
|   | sfavorevoli |               | 1,50                | 1,50                | 1,30   | 1,00                     | 0,00                 |
| Precompressione                                   | favorevole  | $\gamma_P$    | 0,90                | 1,00                | 1,00   | 1,00                     | 1,00                 |
|   | sfavorevole |               | 1,00 <sup>(6)</sup> | 1,00 <sup>(7)</sup> | 1,00   | 1,00                     | 1,00                 |

(1) Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.

(2) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

(3) Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.

(4) Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.

(5) Aliquota di carico da traffico da considerare.

(6) 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

(7) 1,20 per effetti locali

**Tabella 5.2.VI - Coefficienti di combinazione  $\psi$  delle azioni (da DM 14/01/2008)**

| Azioni                     |   | $\psi_0$            | $\psi_1$            | $\psi_2$ |
|----------------------------|---|---------------------|---------------------|----------|
| 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 <sub>1</sub>   | 0,80 <sup>(2)</sup> | 0,80 <sup>(1)</sup> | 0,0      |
|                            | gr <sub>2</sub>   | 0,80 <sup>(2)</sup> | 0,80 <sup>(1)</sup> | -        |
|                            | gr <sub>3</sub>   | 0,80 <sup>(2)</sup> | 0,80 <sup>(1)</sup> | 0,0      |
|                            | gr <sub>4</sub>   | 1,00                | 1,00 <sup>(1)</sup> | 0,0      |
| Azioni del vento           | F <sub>Wk</sub>   | 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 <sub>k</sub>  | 0,60                | 0,60                | 0,50     |

|  |  |                          |  |   |           |          |           |           |                    |           |           |            |          |           |
|--|--|--------------------------|--|---|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|
| MANDATARIA<br><b>HUB</b> ENGINEERING<br><small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small>                 |  | MANDANTI<br><b>HYpro</b> |  | <b>LINEA PESCARA – BARI</b><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b><br><b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b> |           |          |           |           |                    |           |           |            |          |           |
| <b>SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km</b><br><b>20+113,64 (progr.ferr.)</b><br><b>Relazione di calcolo scatolare</b> |  |                          |  | COMMESSA  | LOTTO     | FASE     | ENTE      | TIPO DOC  | OPERA 7 DISCIPLINA |           |           | PROGR      | REV      | FOGLIO    |
|  |  |                          |  | <b>LI0B</b>   | <b>02</b> | <b>E</b> | <b>ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL</b>          | <b>07</b> | <b>00</b> | <b>001</b> | <b>B</b> | <b>41</b> |

Nella combinazione sismica le azioni indotte dal traffico ferroviario sono combinate con un coefficiente  $\psi_2 = 0.2$  (punto 3.2.4 del DM 14/01/2008) coerentemente con l'aliquota di massa afferente ai carichi da traffico.

Le azioni descritte nel paragrafo precedente ed utilizzate nelle combinazioni di carico vengono di seguito riassunte:

| Tipo Carico                           | Abbreviazione |
|---------------------------------------|---------------|
| Peso proprio                          | DEAD          |
| Carichi permanenti                    | PERM          |
| Spinta terreno sinistra               | STS           |
| Spinta terreno destra                 | STD           |
| Carico Ferroviario Centrato           | TRM           |
| Carico Ferroviario Laterale           | TRV           |
| Sovraccarico accidentale sinistra     | SAS           |
| Sovraccarico accidentale destra       | SAD           |
| Sovraccarico accidentale mass. spinte | SASXLM71      |
| Traffico Stradale                     | TRAF          |
| Ritiro                                | RIT           |
| Variazione termica                    | $\Delta T$    |
| Avviamento e frenatura                | AVV           |
| Falda                                 | FALDA         |
| Sovraspinta sismica orizzontale       | SISSX         |
| Inerzia orizzontale                   | INERZIAH      |
| Inerzia verticale                     | SISVER        |

**Tabella 2 – Riepilogo condizioni di carico**

Si riportano di seguito le combinazioni di carico ritenute più significative con i coefficienti di combinazione  $\gamma \cdot \psi$ . Essendo la struttura simmetrica, si adottano tipologie di combinazione asimmetriche in modo da massimizzare le sollecitazioni. Il dimensionamento delle armature e le verifiche strutturali verranno poi eseguite tenendo conto della simmetria e verificando le condizioni peggiori per ogni lato della struttura.

Si considerano, attraverso le combinazioni con carichi favorevoli/sfavorevoli, le spinte sbilanciate sui piedritti.

|        | DEAD | PERM | STS | STD | TRM  | TRV  | SAS  | SAD  | SASXLM1 | TRAF | RIT  | DT    | AVV  | FALDA |
|--------|------|------|-----|-----|------|------|------|------|---------|------|------|-------|------|-------|
| SLU-1  | 1.35 | 1.5  | 1.5 | 1.5 | 1.45 |      | 1.45 | 1.45 |         | 1.16 | 0.72 | 0.72  | 1.45 | 1.2   |
| SLU-2  | 1.35 | 1.5  | 1.5 | 1.5 | 1.45 |      | 1.45 | 1.45 |         | 1.16 |      | -0.72 | 1.45 | 1.2   |
| SLU-3  | 1.35 | 1.5  | 1.5 | 1   | 1.45 |      | 1.45 |      |         | 1.16 | 0.72 | 0.72  | 1.45 | 1.2   |
| SLU-4  | 1.35 | 1.5  | 1.5 | 1   | 1.45 |      | 1.45 |      |         | 1.16 |      | -0.72 | 1.45 | 1.2   |
| SLU-5  | 1.35 | 1.5  | 1.5 | 1   |      | 1.45 | 1.45 |      |         | 1.16 | 0.72 | 0.72  | 1.45 | 1.2   |
| SLU-6  | 1.35 | 1.5  | 1.5 | 1   |      | 1.45 | 1.45 |      |         | 1.16 |      | -0.72 | 1.45 | 1.2   |
| SLU-7  | 1.35 | 1.5  | 1.5 | 1   |      |      |      |      | 1.45    | 1.16 | 0.72 | 0.72  | 1.16 | 1.2   |
| SLU-8  | 1.35 | 1.5  | 1.5 | 1   |      |      |      |      | 1.45    | 1.16 |      | -0.72 | 1.16 | 1.2   |
| SLU-9  | 1.35 | 1.5  | 1   | 1.5 | 1.45 |      |      | 1.45 |         | 1.16 | 0.72 | 0.72  | 1.45 | 1.2   |
| SLU-10 | 1.35 | 1.5  | 1   | 1.5 | 1.45 |      |      | 1.45 |         | 1.16 |      | -0.72 | 1.45 | 1.2   |
| SLU-11 | 1.35 | 1.5  | 1   | 1.5 |      | 1.45 |      | 1.45 |         | 1.16 | 0.72 | 0.72  | 1.45 | 1.2   |
| SLU-12 | 1.35 | 1.5  | 1   | 1.5 |      | 1.45 |      | 1.45 |         | 1.16 |      | -0.72 | 1.45 | 1.2   |
| SLU-13 | 1.35 | 1.5  | 1.5 | 1.5 |      | 1.45 | 1.45 | 1.45 |         | 1.16 | 0.72 | 0.72  | 1.45 | 1.2   |
| SLU-14 | 1.35 | 1.5  | 1.5 | 1.5 |      | 1.45 | 1.45 | 1.45 |         | 1.16 |      | -0.72 | 1.45 | 1.2   |
| SLU-15 | 1.35 | 1.5  | 1.5 | 1.5 | 1.16 |      | 1.16 | 1.16 |         | 1.45 | 0.72 | 0.72  | 1.16 | 1.2   |
| SLU-16 | 1.35 | 1.5  | 1.5 | 1.5 | 1.16 |      | 1.16 | 1.16 |         | 1.45 |      | -0.72 | 1.16 | 1.2   |
| SLU-17 | 1.35 | 1.5  | 1.5 | 1.5 | 1.16 |      | 1.16 | 1.16 |         | 1.16 | 1.2  | 0.72  | 1.16 | 1.2   |
| SLU-18 | 1.35 | 1.5  | 1.5 | 1.5 | 1.16 |      | 1.16 | 1.16 |         | 1.16 | 1.2  | -0.72 | 1.16 | 1.2   |
| SLU-19 | 1.35 | 1.5  | 1.5 | 1.5 | 1.16 |      | 1.16 | 1.16 |         | 1.16 | 0.72 | 1.2   | 1.16 | 1.2   |
| SLU-20 | 1.35 | 1.5  | 1.5 | 1.5 | 1.16 |      | 1.16 | 1.16 |         | 1.16 |      | -1.2  | 1.16 | 1.2   |

**Tabella 3 - Combinazioni di carico – SLU**

**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km  
20+113,64 (progr.ferr.)  
Relazione di calcolo scatolare**

| COMMESSA    | LOTTO     | FASE     | ENTE      | TIPO DOC  | OPERA 7 DISCIPLINA |           |           | PROGR      | REV      | FOGLIO    |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|
| <b>LI0B</b> | <b>02</b> | <b>E</b> | <b>ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL</b>          | <b>07</b> | <b>00</b> | <b>001</b> | <b>B</b> | <b>42</b> |

|         | DEAD | PERM | STS | STD | TRM | TRV | SAS | SAD | SASXLM1 | TRAF | RIT | DT   | AVV | FALDA |
|---------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------|------|-----|------|-----|-------|
| RARA-1  | 1    | 1    | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1       | 0.8  | 0.6 | 0.6  | 1   | 1     |
| RARA-2  | 1    | 1    | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1       | 0.8  |     | -0.6 | 1   | 1     |
| RARA-3  | 1    | 1    | 1   | 1   | 0.8 |     | 0.8 | 0.8 |         | 1    | 0.6 | 0.6  | 0.8 | 1     |
| RARA-4  | 1    | 1    | 1   | 1   | 0.8 |     | 0.8 | 0.8 |         | 1    |     | -0.6 | 0.8 | 1     |
| RARA-5  | 1    | 1    | 1   | 1   | 0.8 |     | 0.8 | 0.8 |         | 0.8  | 1   | 0.6  | 0.8 | 1     |
| RARA-6  | 1    | 1    | 1   | 1   | 0.8 |     | 0.8 | 0.8 |         | 0.8  | 1   | -0.6 | 0.8 | 1     |
| RARA-7  | 1    | 1    | 1   | 1   | 0.8 |     | 0.8 | 0.8 |         | 0.8  | 0.6 | 1    | 0.8 | 1     |
| RARA-8  | 1    | 1    | 1   | 1   | 0.8 |     | 0.8 | 0.8 |         | 0.8  |     | -1   | 0.8 | 1     |
| RARA-9  | 1    | 1    | 1   | 1   | 1   |     |     |     | 1       | 0.8  | 0.6 | 0.6  |     | 1     |
| RARA-10 | 1    | 1    | 1   | 1   | 1   |     |     |     | 1       | 0.8  |     | -0.6 |     | 1     |

**Tabella 4 - Combinazioni di carico – RARA**

|       | DEAD | PERM | STS | STD | TRM | TRV | SAS | SAD | SASXLM1 | TRAF | RIT | DT   | AVV | FALDA | SISSX | INERZIAH | SISVER |
|-------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------|------|-----|------|-----|-------|-------|----------|--------|
| SLV-1 | 1    | 1    | 1   | 1   |     |     |     |     |         |      | 0.5 | 0.5  |     | 1     | 1     | 1        | 0.3    |
| SLV-2 | 1    | 1    | 1   | 1   |     |     |     |     |         |      |     | -0.5 |     | 1     | 1     | 1        | 0.3    |
| SLV-3 | 1    | 1    | 1   | 1   |     |     |     |     |         |      | 0.5 | 0.5  |     | 1     | 0.3   | 0.3      | 1      |
| SLV-4 | 1    | 1    | 1   | 1   |     |     |     |     |         |      |     | -0.5 |     | 1     | 0.3   | 0.3      | 1      |

**Tabella 5 - Combinazioni di carico – SLV**

|       |   |   |   |   |     |  |     |     |     |     |     |     |      |      |     |   |
|-------|---|---|---|---|-----|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|---|
| FREQ1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0.8 |  | 0.8 | 0.8 |     |     |     | 0.5 | 0.5  | 0.8  | 1   |   |
| FREQ2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0.8 |  | 0.8 | 0.8 |     |     |     |     | -0.5 | 0.8  | 1   |   |
| FREQ3 | 1 | 1 | 1 | 1 |     |  | 0.8 | 0.8 | 0.8 |     |     |     | 0.5  | 0.5  | 0.8 | 1 |
| FREQ4 | 1 | 1 | 1 | 1 |     |  | 0.8 | 0.8 | 0.8 |     |     |     |      | -0.5 | 0.8 | 1 |
| FREQ5 | 1 | 1 | 1 | 1 |     |  |     |     |     | 0.8 |     |     | 0.5  | 0.5  |     | 1 |
| FREQ6 | 1 | 1 | 1 | 1 |     |  |     |     |     | 0.8 |     |     |      | -0.5 |     | 1 |
| FREQ7 | 1 | 1 | 1 | 1 |     |  |     |     |     |     | 0.8 |     | 0.5  | 0.5  |     | 1 |
| FREQ8 | 1 | 1 | 1 | 1 |     |  |     |     |     |     | 0.8 |     |      | -0.5 |     | 1 |

**Tabella 6 - Combinazioni di carico – Frequente**

|     | DEAD | PERM | STS | STD | TRM | TRV | SAS | SAD | SASXLM1 | TRAF | RIT | DT  | AVV  | FALDA |
|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------|------|-----|-----|------|-------|
| QP1 | 1    | 1    | 1   | 1   | 1   |     |     |     |         |      |     | 0.5 | 0.5  | 1     |
| QP2 | 1    | 1    | 1   | 1   | 1   |     |     |     |         |      |     |     | -0.5 | 1     |

**Tabella 7 - Combinazioni di carico – Quasi Permanente**

|  |                          |   |                         |                    |                  |                   |                       |                                       |  |                     |
|--|--------------------------|---|-------------------------|--------------------|------------------|-------------------|-----------------------|---------------------------------------|--|---------------------|
| MANDATARIA<br><b>HUB</b> ENGINEERING<br><small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small> | MANDANTI<br><b>HYpro</b> | <b>LINEA PESCARA – BARI</b><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b><br><b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b> |                         |                    |                  |                   |                       |                                       |  |                     |
|  |                          | <b>SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km 20+113,64 (progr.ferr.)</b><br>Relazione di calcolo scatolare                                       | COMMESSA<br><b>LI0B</b> | LOTTO<br><b>02</b> | FASE<br><b>E</b> | ENTE<br><b>ZZ</b> | TIPO DOC<br><b>CL</b> | OPERA 7 DISCIPLINA<br><b>SL 07 00</b> |  | PROGR<br><b>001</b> |

## 9 DIAGRAMMI DELLE SOLLECITAZIONI

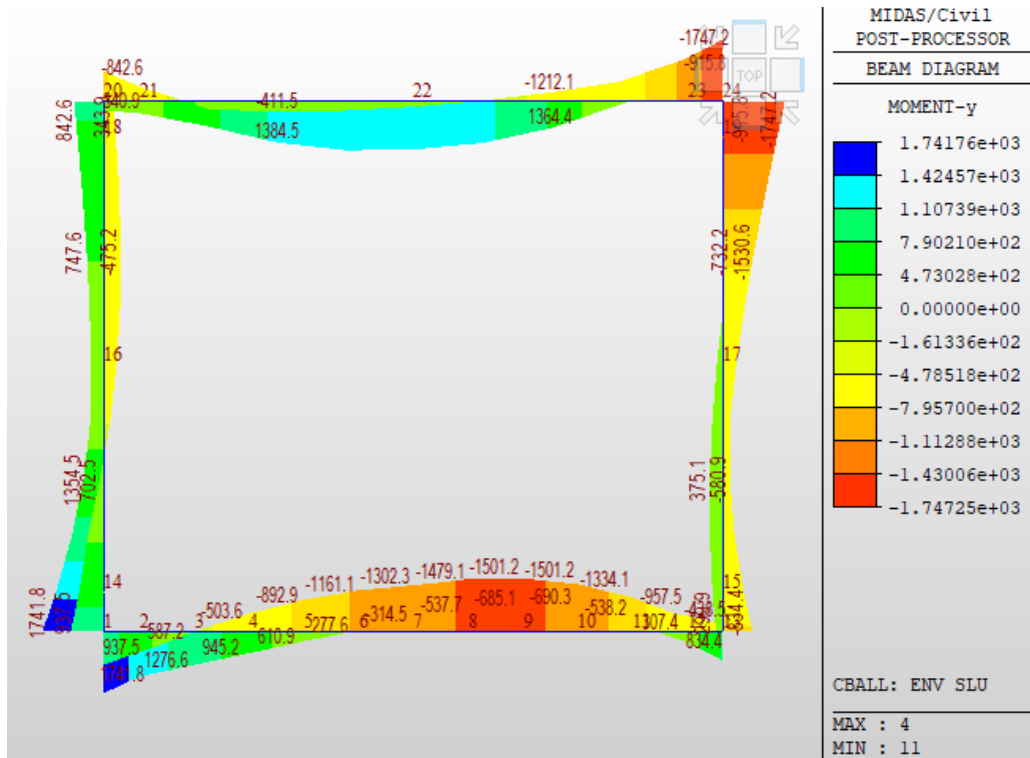


Fig. 31 – Involuppo momenti flettenti SLU

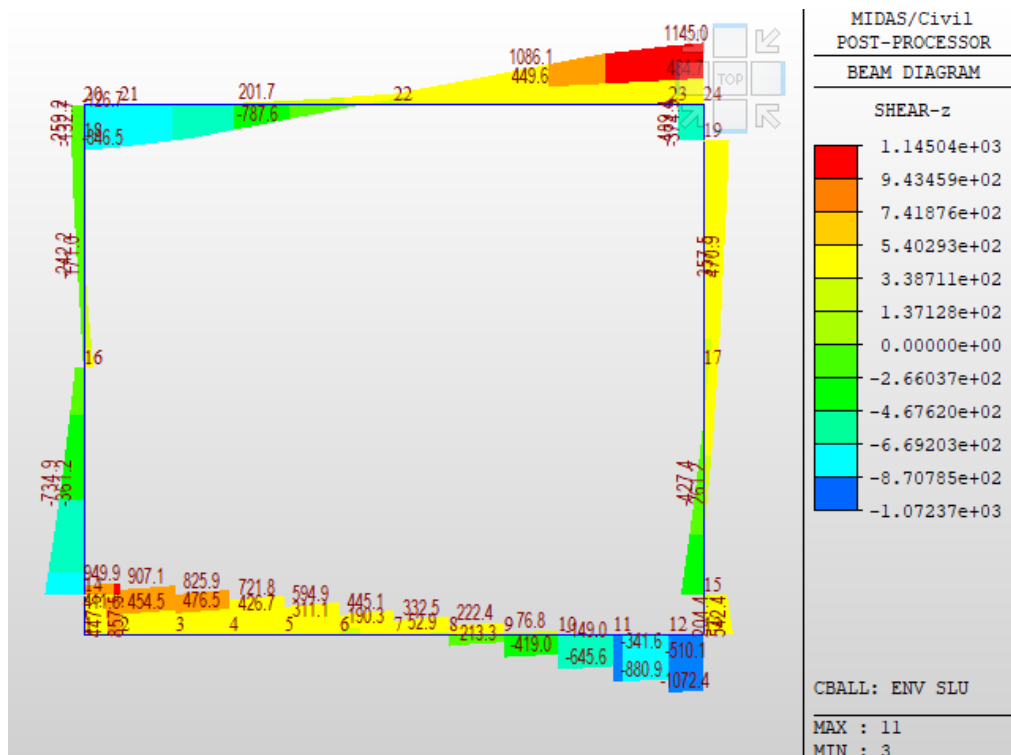
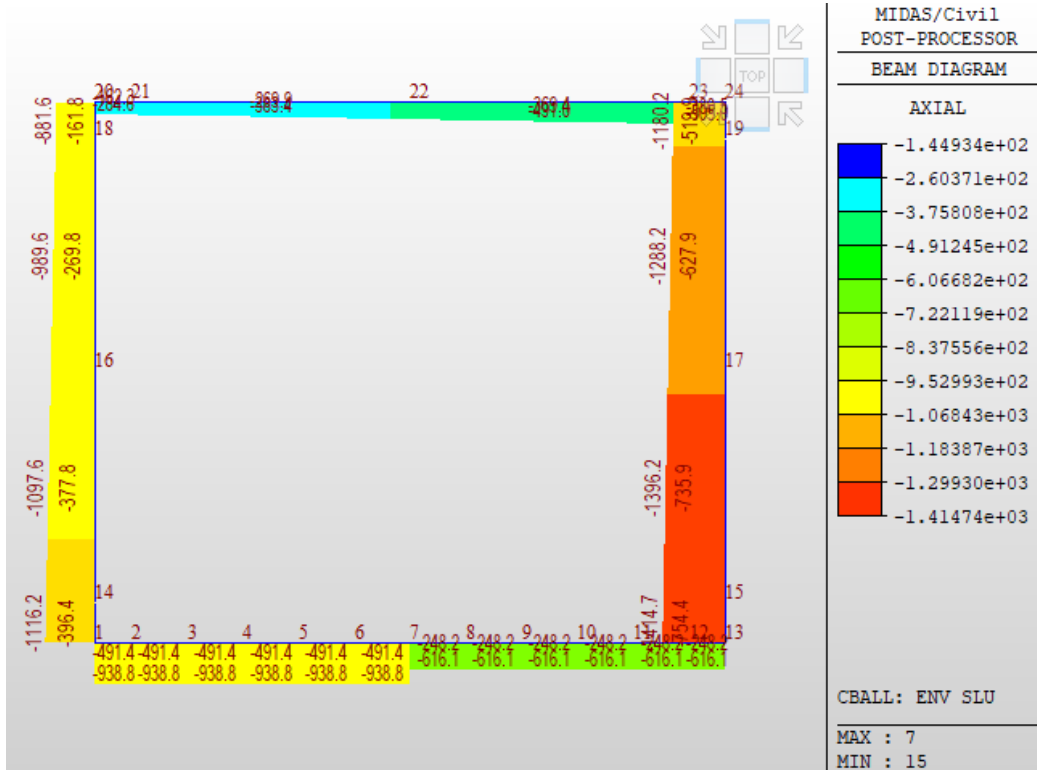


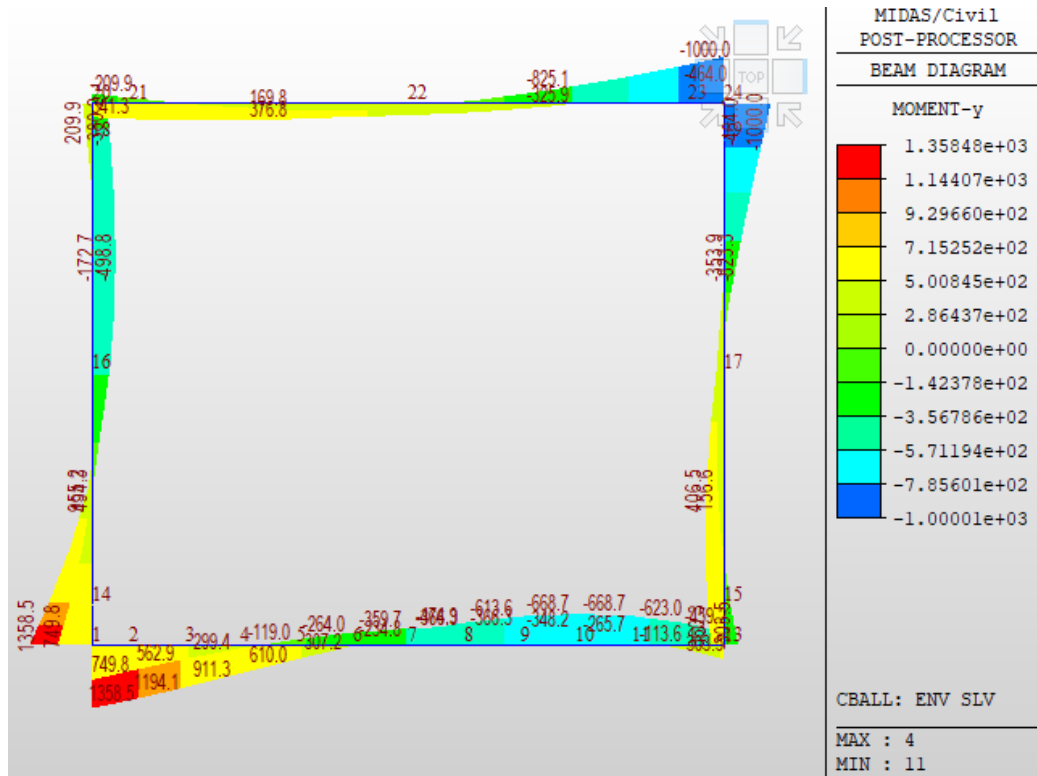
Fig. 32 – Involuppo sforzi taglienti SLU

**SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km  
20+113,64 (progr.ferr.)  
Relazione di calcolo scatolare**

| COMMESSA    | LOTTO     | FASE     | ENTE      | TIPO DOC  | OPERA 7 DISCIPLINA |           |           | PROGR      | REV      | FOGLIO    |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|
| <b>LI0B</b> | <b>02</b> | <b>E</b> | <b>ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL</b>          | <b>07</b> | <b>00</b> | <b>001</b> | <b>B</b> | <b>44</b> |



*Fig. 33 – Involuppo azioni assiali SLU*



*Fig. 34 – Involuppo momenti flettenti SLV*

SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km  
20+113,64 (progr.ferr.)  
Relazione di calcolo scatolare

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA |    | PROGR | REV | FOGLIO |    |
|----------|-------|------|------|----------|--------------------|----|-------|-----|--------|----|
| LI0B     | 02    | E    | ZZ   | CL       | SL                 | 07 | 00    | 001 | B      | 45 |

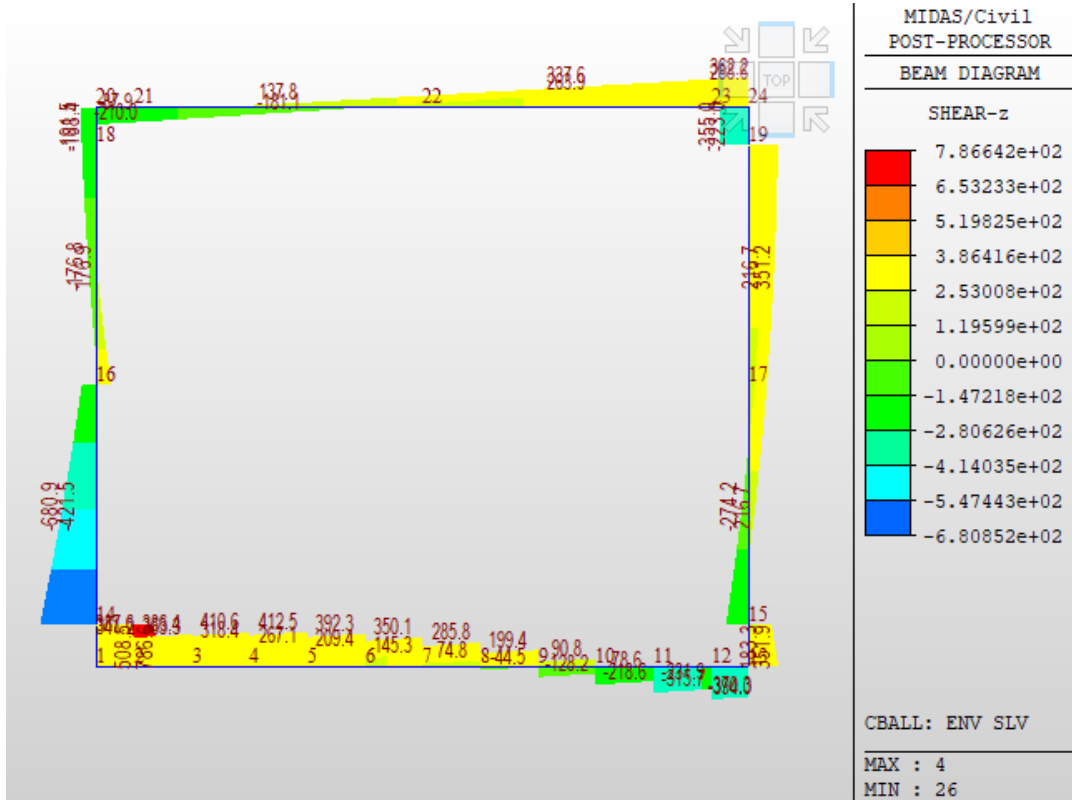


Fig. 35 – Involuppo sforzi taglianti SLV

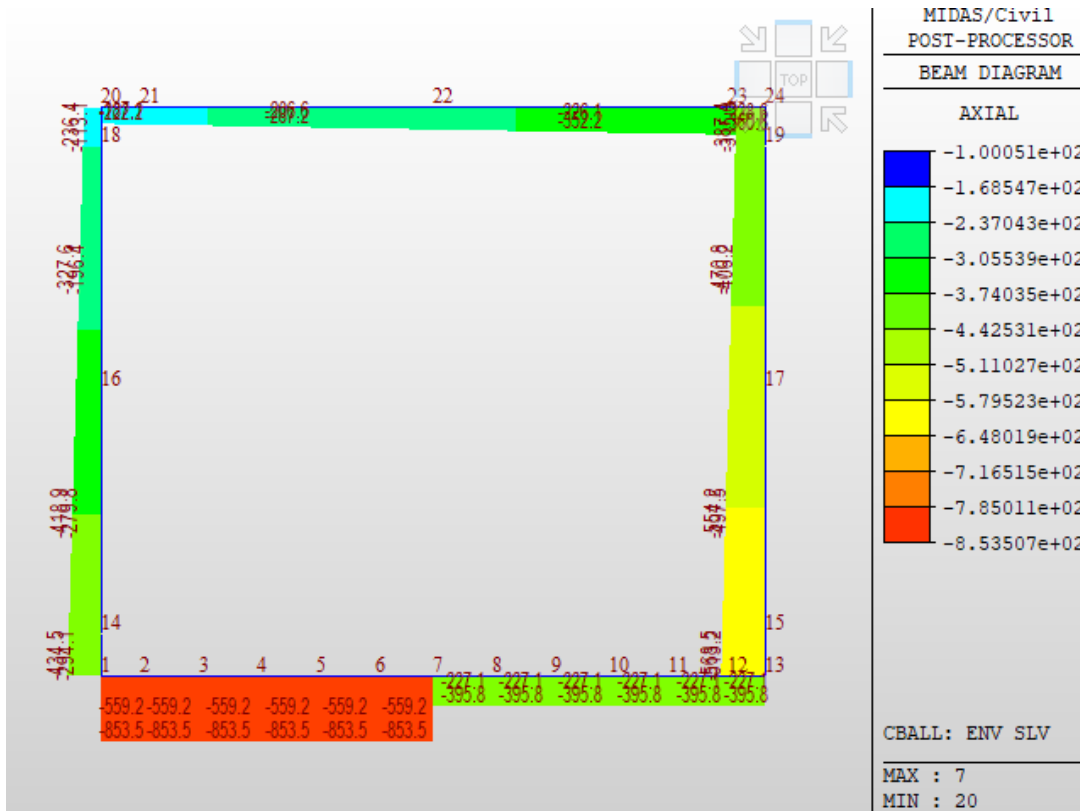
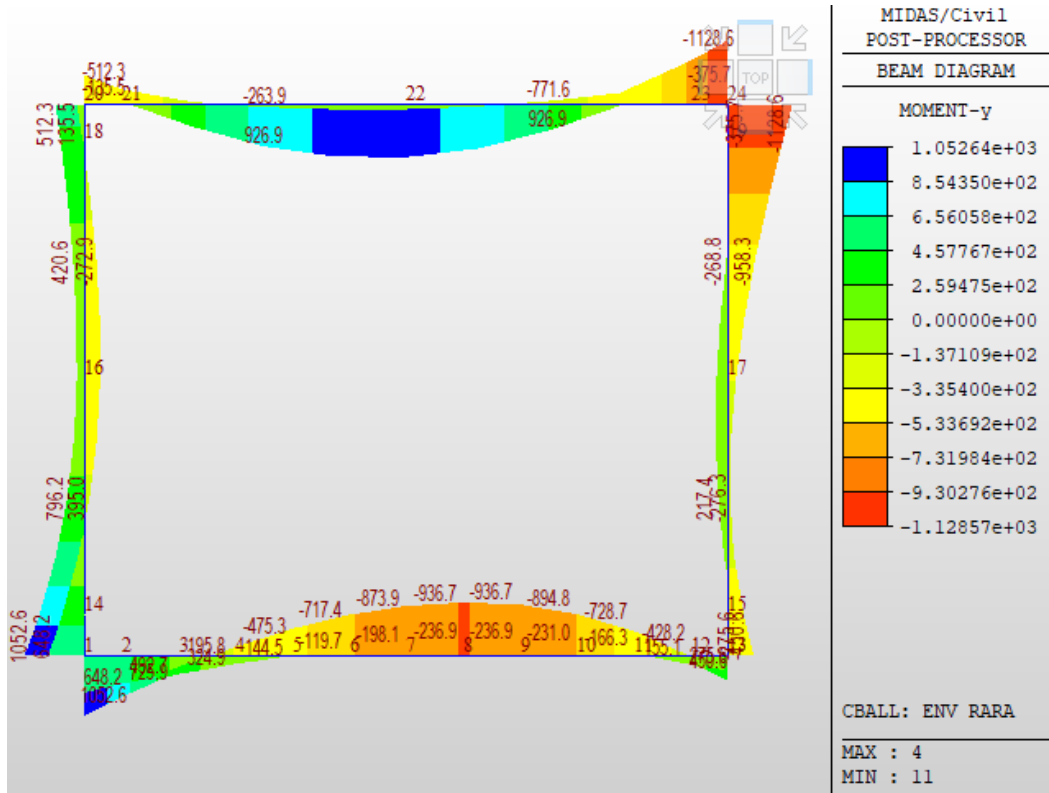


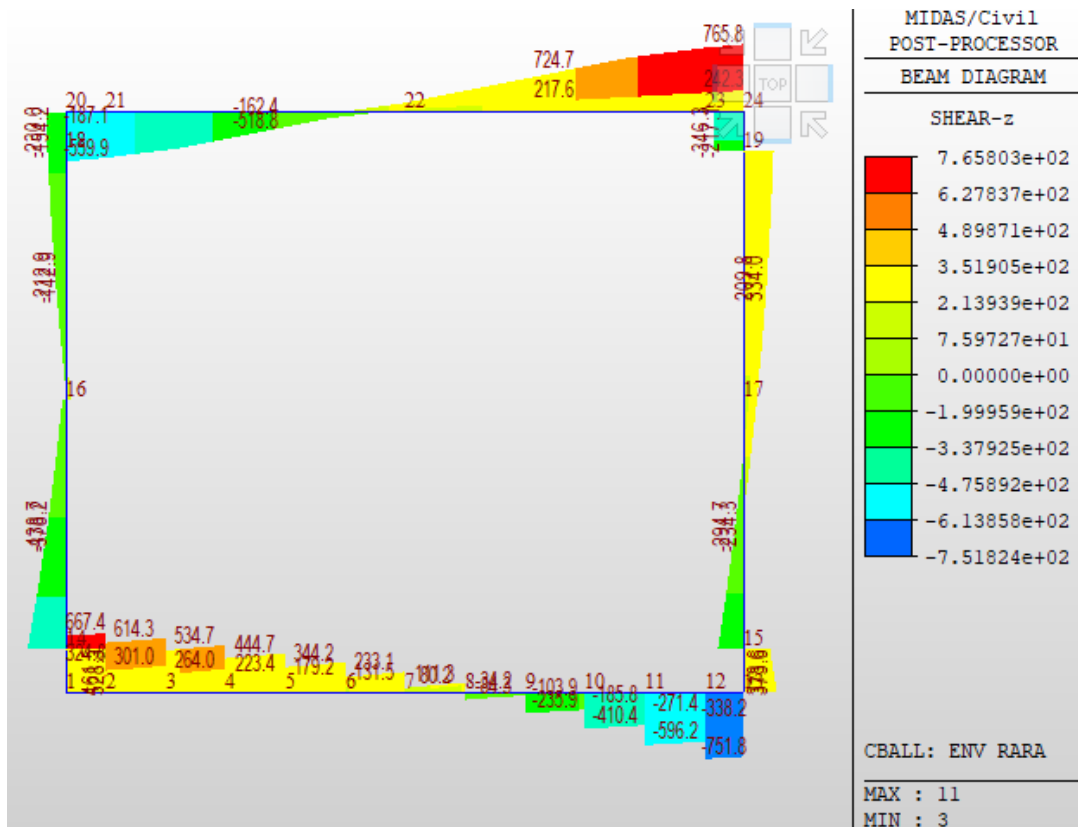
Fig. 36 – Involuppo azioni assiali SLV

**SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km  
20+113,64 (progr.ferr.)  
Relazione di calcolo scatolare**

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA |    |    | PROGR | REV | FOGLIO |
|----------|-------|------|------|----------|--------------------|----|----|-------|-----|--------|
| LI0B     | 02    | E    | ZZ   | CL       | SL                 | 07 | 00 | 001   | B   | 46     |



*Fig. 37 – Involuppo momenti flettenti RARA*



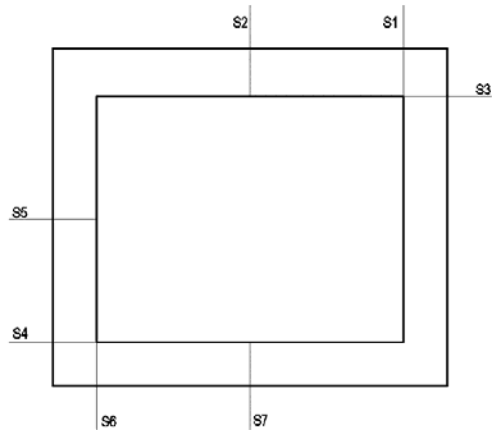
*Fig. 38 – Involuppo sforzi taglienti RARA*

**SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km  
20+113,64 (progr.ferr.)  
Relazione di calcolo scatolare**

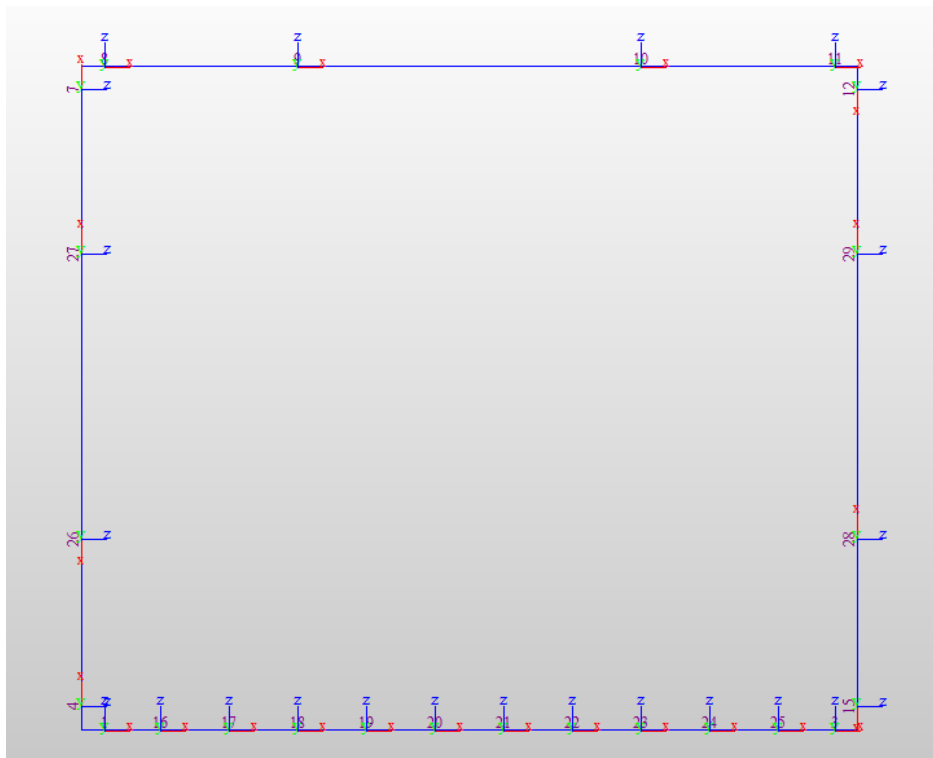
| COMMESSA    | LOTTO     | FASE     | ENTE      | TIPO DOC  | OPERA 7 DISCIPLINA |           |           | PROGR      | REV      | FOGLIO    |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|
| <b>LI0B</b> | <b>02</b> | <b>E</b> | <b>ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL</b>          | <b>07</b> | <b>00</b> | <b>001</b> | <b>B</b> | <b>47</b> |

## 10 VERIFICA DELLE SEZIONI IN C.A.

Le sezioni verificate sono le seguenti:



*Fig. 39 – Sezioni di verifica*





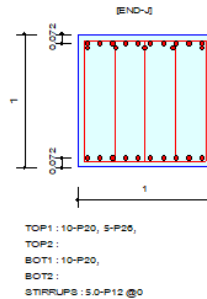
|  |  |                          |  |   |           |          |           |           |                    |           |           |            |          |           |
|--|--|--------------------------|--|---|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|
| MANDATARIA<br><b>HUB</b> ENGINEERING<br><small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small>                 |  | MANDANTI<br><b>HYpro</b> |  | <b>LINEA PESCARA – BARI</b><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b><br><b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b> |           |          |           |           |                    |           |           |            |          |           |
| <b>SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km</b><br><b>20+113,64 (progr.ferr.)</b><br><b>Relazione di calcolo scatolare</b> |  |                          |  | COMMESSA  | LOTTO     | FASE     | ENTE      | TIPO DOC  | OPERA 7 DISCIPLINA |           |           | PROGR      | REV      | FOGLIO    |
|  |  |                          |  | <b>LI0B</b>   | <b>02</b> | <b>E</b> | <b>ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL</b>          | <b>07</b> | <b>00</b> | <b>001</b> | <b>B</b> | <b>48</b> |

| Correlazione tra Sezioni di verifica e Numerazione Frame |                   |                 |
|--|-------------------|-----------------|
| Sezione di verifica                                      | Descrizione       | Frame ID - nodo |
| S1   | Soletta superiore | 10 - End "j"    |
| S2   | Soletta superiore | 10 - End "i"    |
| S3   | Piedritto         | 29 - End "j"    |
| S4   | Piedritto         | 26 - End "j"    |
| S5   | Piedritto         | 26 - End "i"    |
| S6   | Fondazione        | 16 - End "i"    |
| S7   | Fondazione        | 20 - End "j"    |

La verifica è effettuata tenendo conto delle sollecitazioni corrispondenti alle sezioni di verifica indicate in fig. 39.

|  |                          |   |                         |                    |                  |                   |                       |                                       |  |  |                     |
|--|--------------------------|---|-------------------------|--------------------|------------------|-------------------|-----------------------|---------------------------------------|--|--|---------------------|
| MANDATARIA<br><b>HUB</b> ENGINEERING<br><small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small> | MANDANTI<br><b>HYpro</b> | <b>LINEA PESCARA – BARI</b><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b><br><b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b> |                         |                    |                  |                   |                       |                                       |  |  |                     |
|  |                          | <b>SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km 20+113,64 (progr.ferr.)</b><br><b>Relazione di calcolo scatolare</b>                                | COMMESSA<br><b>LI0B</b> | LOTTO<br><b>02</b> | FASE<br><b>E</b> | ENTE<br><b>ZZ</b> | TIPO DOC<br><b>CL</b> | OPERA 7 DISCIPLINA<br><b>SL 07 00</b> |  |  | PROGR<br><b>001</b> |

## 10.1 SEZIONE 1 - SOLETTA SUPERIORE APPOGGIO



### 10.1.1 Verifica di resistenza a pressoflessione (SLU e SLV)

#### Bending Moment Capacity

|   | END-J   |
|---|---------|
| Negative Moment (M <sub>Ed</sub> )              | 1215.96 |
| (-) Load Combination No.                        | 4       |
| Factored Strength (M <sub>Rd</sub> )            | 1921.69 |
| Check Ratio (M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> ) | 0.6328  |
| Positive Moment (M <sub>Ed</sub> )              | 107.96  |
| (+) Load Combination No.                        | 9       |
| Factored Strength (M <sub>Rd</sub> )            | 1098.21 |
| Check Ratio (M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> ) | 0.0983  |
| Using Rebar Top (A <sub>s_top</sub> )           | 0.0058  |
| Using Rebar Bot (A <sub>s_bot</sub> )           | 0.0031  |

### 10.1.2 Verifica di resistenza a taglio

#### Shear Capacity

|   | END-J      |
|---|------------|
| Load Combination No.                        | 3          |
| Factored Shear Force (V <sub>Ed</sub> )     | 1085.98    |
| Shear Strength by Conc.(V <sub>Rdc</sub> )  | 438.13     |
| Shear Strength by Rebar.(V <sub>Rds</sub> ) | 2241.15    |
| Using Shear Reinf. (A <sub>sw</sub> )       | 0.0000     |
| Using Stirrups Spacing                      | 5.0-P12 @0 |
| Check Ratio                                 | 0.4846     |

### 10.1.3 Aperture fessure per combinazione RARA (W1<0.2)

#### Crack Control

|  | END-J  |
|--|--------|
| (-) Load Combination No.               | 22     |
| Crack Width(w)                         | 0.161  |
| Allowable Crack Width(w <sub>a</sub> ) | 0.200  |
| Check Ratio(w/w <sub>a</sub> )         | 0.8037 |
| (+) Load Combination No.               | 27     |
| Crack Width(w)                         | 0.001  |
| Allowable Crack Width(w <sub>a</sub> ) | 0.200  |
| Check Ratio(w/w <sub>a</sub> )         | 0.0073 |

|   |                           |   |                         |                    |                  |                   |                       |                                       |  |  |                     |
|---|---------------------------|---|-------------------------|--------------------|------------------|-------------------|-----------------------|---------------------------------------|--|--|---------------------|
| MANDATARIA<br><b>HUB</b> ENGINEERING<br>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L. | MANDANTI<br><b>HY</b> pro | <b>LINEA PESCARA – BARI</b><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b><br><b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b> |                         |                    |                  |                   |                       |                                       |  |  |                     |
|   |                           | <b>SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km 20+113,64 (progr.ferr.)</b><br><b>Relazione di calcolo scatolare</b>                                | COMMESSA<br><b>LI0B</b> | LOTTO<br><b>02</b> | FASE<br><b>E</b> | ENTE<br><b>ZZ</b> | TIPO DOC<br><b>CL</b> | OPERA 7 DISCIPLINA<br><b>SL 07 00</b> |  |  | PROGR<br><b>001</b> |

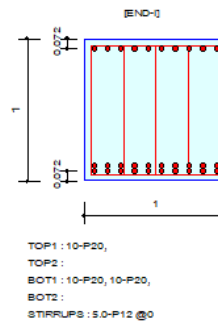
### 10.1.4 Verifica tensionale SLE

#### Stress Check

|                          | END-J    |            |
|--------------------------|----------|------------|
|                          | Concrete | Rebar      |
| (-) Load Combination No. | 22       | 22         |
| Stress                   | 7822.08  | -159079.43 |
| Allowable Stress         | 19200.00 | 360000.00  |
| Stress Ratio             | 0.4074   | 0.4419     |
| (+) Load Combination No. | 35       | 35         |
| Stress                   | 695.04   | -7697.72   |
| Allowable Stress         | 19200.00 | 360000.00  |
| Stress Ratio             | 0.0362   | 0.0214     |

Condizione soddisfatta

## 10.2 SEZIONE 2 - SOLETTA SUPERIORE MEZZERIA



### 10.2.1 Verifica di resistenza a pressoflessione (SLU e SLV)

#### Bending Moment Capacity

|   | END-I   |
|---|---------|
| Negative Moment (M <sub>Ed</sub> )              | 67.22   |
| (-) Load Combination No.                        | 32      |
| Factored Strength (M <sub>Rd</sub> )            | 1098.21 |
| Check Ratio (M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> ) | 0.0612  |
| Positive Moment (M <sub>Ed</sub> )              | 1360.28 |
| (+) Load Combination No.                        | 9       |
| Factored Strength (M <sub>Rd</sub> )            | 2069.05 |
| Check Ratio (M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> ) | 0.6574  |

|  |  |                          |  |   |           |          |           |           |                    |           |           |            |          |           |
|--|--|--------------------------|--|---|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|
| MANDATARIA<br><b>HUB</b> ENGINEERING<br><small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small>                 |  | MANDANTI<br><b>HYpro</b> |  | <b>LINEA PESCARA – BARI</b><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b><br><b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b> |           |          |           |           |                    |           |           |            |          |           |
| <b>SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km</b><br><b>20+113,64 (progr.ferr.)</b><br><b>Relazione di calcolo scatolare</b> |  |                          |  | COMMESSA  | LOTTO     | FASE     | ENTE      | TIPO DOC  | OPERA 7 DISCIPLINA |           |           | PROGR      | REV      | FOGLIO    |
|  |  |                          |  | <b>LI0B</b>   | <b>02</b> | <b>E</b> | <b>ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL</b>          | <b>07</b> | <b>00</b> | <b>001</b> | <b>B</b> | <b>51</b> |

### 10.2.2 Verifica di resistenza a taglio

#### Shear Capacity

|                                 | END-I      |
|---------------------------------|------------|
| Load Combination No.            | 3          |
| Factored Shear Force (V_Ed)     | 436.00     |
| Shear Strength by Conc.(V_Rdc)  | 450.00     |
| Shear Strength by Rebar.(V_Rds) | 1120.41    |
| Using Shear Reinf. (Asw)        | 0.0000     |
| Using Stirrups Spacing          | 5.0-P12 @0 |
| Check Ratio                     | 0.9689     |

### 10.2.3 Aperture fessure per combinazione RARA (W1<0.2)

#### Crack Control

|                           | END-I  |
|---------------------------|--------|
| (-) Load Combination No.  | 37     |
| Crack Width(w)            | 0.000  |
| Allowable Crack Width(wa) | 0.000  |
| Check Ratio(w/wa)         | *****  |
| (+) Load Combination No.  | 21     |
| Crack Width(w)            | 0.193  |
| Allowable Crack Width(wa) | 0.200  |
| Check Ratio(w/wa)         | 0.9657 |

### 10.2.4 Verifica tensionale SLE

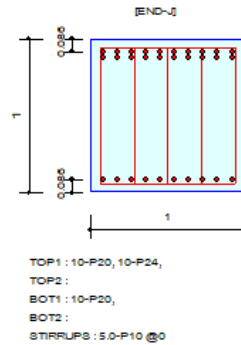
#### Stress Check

|                          | END-I    |            |
|--------------------------|----------|------------|
|                          | Concrete | Rebar      |
| (-) Load Combination No. | 42       | 42         |
| Stress                   | 0.00     | 0.00       |
| Allowable Stress         | 19200.00 | 360000.00  |
| Stress Ratio             | 0.0000   | 0.0000     |
| (+) Load Combination No. | 22       | 22         |
| Stress                   | 9135.29  | -184836.97 |
| Allowable Stress         | 19200.00 | 360000.00  |
| Stress Ratio             | 0.4758   | 0.5134     |

Condizione soddisfatta

|  |                          |   |                         |                    |                  |                   |                       |                                       |  |  |                     |
|--|--------------------------|---|-------------------------|--------------------|------------------|-------------------|-----------------------|---------------------------------------|--|--|---------------------|
| MANDATARIA<br><b>HUB</b> ENGINEERING<br><small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small> | MANDANTI<br><b>HYpro</b> | <b>LINEA PESCARA – BARI</b><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b><br><b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b> |                         |                    |                  |                   |                       |                                       |  |  |                     |
|  |                          | <b>SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km</b><br><b>20+113,64 (progr.ferr.)</b><br><b>Relazione di calcolo scatolare</b>                      | COMMESSA<br><b>LI0B</b> | LOTTO<br><b>02</b> | FASE<br><b>E</b> | ENTE<br><b>ZZ</b> | TIPO DOC<br><b>CL</b> | OPERA 7 DISCIPLINA<br><b>SL 07 00</b> |  |  | PROGR<br><b>001</b> |

### 10.3 SEZIONE 3 - PIEDRITTO TESTA



#### 10.3.1 Verifica di resistenza a pressoflessione (SLU e SLV)

##### Bending Moment Capacity

|   | END-I   | END-J   |
|---|---------|---------|
| Negative Moment (M <sub>Ed</sub> )              | 596.50  | 1532.41 |
| (-) Load Combination No.                        | 4       | 4       |
| Factored Strength (M <sub>Rd</sub> )            | 2420.34 | 2420.34 |
| Check Ratio (M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> ) | 0.2465  | 0.6331  |
| Positive Moment (M <sub>Ed</sub> )              | 178.22  | 0.00    |
| (+) Load Combination No.                        | 7       | 3       |
| Factored Strength (M <sub>Rd</sub> )            | 1081.00 | 1081.00 |
| Check Ratio (M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> ) | 0.1649  | 0.0000  |

#### 10.3.2 Verifica di resistenza a taglio

##### Shear Capacity

|   | END-J      |
|---|------------|
| Load Combination No.                        | 2          |
| Factored Shear Force (V <sub>Ed</sub> )     | 474.65     |
| Shear Strength by Conc.(V <sub>Rdc</sub> )  | 475.85     |
| Shear Strength by Rebar.(V <sub>Rds</sub> ) | 767.44     |
| Using Shear Reinf. (Asw)                    | 0.0000     |
| Using Stirrups Spacing                      | 5.0-P10 @0 |
| Check Ratio                                 | 0.9975     |

#### 10.3.3 Aperture fessure per combinazione RARA (W1<0.2)

##### Crack Control

|  | END-I  | END-J  |
|--|--------|--------|
| (-) Load Combination No.               | 22     | 22     |
| Crack Width(w)                         | 0.013  | 0.165  |
| Allowable Crack Width(w <sub>a</sub> ) | 0.200  | 0.200  |
| Check Ratio(w/w <sub>a</sub> )         | 0.0662 | 0.8259 |
| (+) Load Combination No.               | 29     | 37     |
| Crack Width(w)                         | 0.015  | 0.000  |
| Allowable Crack Width(w <sub>a</sub> ) | 0.200  | 0.000  |
| Check Ratio(w/w <sub>a</sub> )         | 0.0756 | *****  |

|   |   |                         |                    |                  |                   |                       |                                       |  |  |                     |                 |
|---|---|-------------------------|--------------------|------------------|-------------------|-----------------------|---------------------------------------|--|--|---------------------|-----------------|
| MANDATARIA<br><b>HUB</b> ENGINEERING<br>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.<br>MANDANTI<br><b>HYpro</b> | <b>LINEA PESCARA – BARI</b><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b><br><b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b> |                         |                    |                  |                   |                       |                                       |  |  |                     |                 |
|   | <b>SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km</b><br><b>20+113,64 (progr.ferr.)</b><br><b>Relazione di calcolo scatolare</b>                      | COMMESSA<br><b>LI0B</b> | LOTTO<br><b>02</b> | FASE<br><b>E</b> | ENTE<br><b>ZZ</b> | TIPO DOC<br><b>CL</b> | OPERA 7 DISCIPLINA<br><b>SL 07 00</b> |  |  | PROGR<br><b>001</b> | REV<br><b>B</b> |

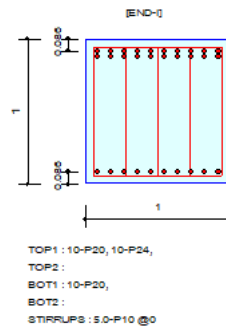
### 10.3.4 Verifica tensionale SLE

#### Stress Check

|                          | END-J    |            |
|--------------------------|----------|------------|
|                          | Concrete | Rebar      |
| (-) Load Combination No. | 22       | 22         |
| Stress                   | 8931.44  | -154483.07 |
| Allowable Stress         | 19200.00 | 360000.00  |
| Stress Ratio             | 0.4652   | 0.4291     |
| (+) Load Combination No. | 42       | 42         |
| Stress                   | 0.00     | -0.00      |
| Allowable Stress         | 19200.00 | 360000.00  |
| Stress Ratio             | 0.0000   | 0.0000     |

Condizione soddisfatta

### 10.4 SEZIONE 4 - PIEDRITTO MEZZERIA



#### 10.4.1 Verifica di resistenza a pressoflessione (SLU e SLV)

##### Bending Moment Capacity

|   | END-I   |
|---|---------|
| Negative Moment (M <sub>Ed</sub> )              | 596.50  |
| (-) Load Combination No.                        | 4       |
| Factored Strength (M <sub>Rd</sub> )            | 2420.34 |
| Check Ratio (M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> ) | 0.2465  |
| Positive Moment (M <sub>Ed</sub> )              | 178.22  |
| (+) Load Combination No.                        | 7       |
| Factored Strength (M <sub>Rd</sub> )            | 1081.00 |
| Check Ratio (M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> ) | 0.1649  |

#### 10.4.2 Verifica di resistenza a taglio

##### Shear Capacity

|   | END-I      |
|---|------------|
| Load Combination No.                        | 4          |
| Factored Shear Force (V <sub>Ed</sub> )     | 326.92     |
| Shear Strength by Conc.(V <sub>Rdc</sub> )  | 475.85     |
| Shear Strength by Rebar.(V <sub>Rds</sub> ) | 767.44     |
| Using Shear Reinf. (A <sub>sw</sub> )       | 0.0000     |
| Using Stirrups Spacing                      | 5.0-P10 @0 |
| Check Ratio                                 | 0.6870     |

|  |  |                          |  |   |           |          |           |           |                    |           |           |            |          |           |
|--|--|--------------------------|--|---|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|
| MANDATARIA<br><b>HUB</b> ENGINEERING<br><small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small>                 |  | MANDANTI<br><b>HYpro</b> |  | <b>LINEA PESCARA – BARI</b><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b><br><b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b> |           |          |           |           |                    |           |           |            |          |           |
| <b>SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km</b><br><b>20+113,64 (progr.ferr.)</b><br><b>Relazione di calcolo scatolare</b> |  |                          |  | COMMESSA  | LOTTO     | FASE     | ENTE      | TIPO DOC  | OPERA 7 DISCIPLINA |           |           | PROGR      | REV      | FOGLIO    |
|  |  |                          |  | <b>LI0B</b>   | <b>02</b> | <b>E</b> | <b>ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL</b>          | <b>07</b> | <b>00</b> | <b>001</b> | <b>B</b> | <b>54</b> |

### 10.4.3 Aperture fessure per combinazione RARA ( $W1 < 0.2$ )

#### Crack Control

| END-I                     |        |
|---------------------------|--------|
| (-) Load Combination No.  | 22     |
| Crack Width(w)            | 0.013  |
| Allowable Crack Width(wa) | 0.200  |
| Check Ratio(w/wa)         | 0.0662 |
| (+) Load Combination No.  | 29     |
| Crack Width(w)            | 0.015  |
| Allowable Crack Width(wa) | 0.200  |
| Check Ratio(w/wa)         | 0.0756 |

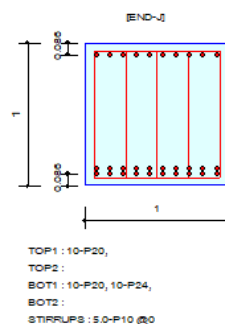
### 10.4.4 Verifica tensionale SLE

#### Stress Check

| END-I                    |          |           |
|--------------------------|----------|-----------|
|                          | Concrete | Rebar     |
| (-) Load Combination No. | 35       | 35        |
| Stress                   | 2416.00  | -21608.40 |
| Allowable Stress         | 19200.00 | 360000.00 |
| Stress Ratio             | 0.1258   | 0.0600    |
| (+) Load Combination No. | 30       | 30        |
| Stress                   | 345.79   | -3815.59  |
| Allowable Stress         | 19200.00 | 360000.00 |
| Stress Ratio             | 0.0180   | 0.0106    |

Condizione soddisfatta

### 10.5 SEZIONE 5 - PIEDRITTO PIEDE



|  |  |                          |           |   |           |           |                    |           |           |            |          |           |
|--|--|--------------------------|-----------|---|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|
| MANDATARIA<br><b>HUB</b> ENGINEERING<br><small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>               |  | MANDANTI<br><b>HYpro</b> |           | <b>LINEA PESCARA – BARI</b><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b><br><b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b> |           |           |                    |           |           |            |          |           |
| <b>SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km</b><br><b>20+113,64 (progr.ferr.)</b><br><b>Relazione di calcolo scatolare</b> |  | COMMESSA                 | LOTTO     | FASE  | ENTE      | TIPO DOC  | OPERA 7 DISCIPLINA |           |           | PROGR      | REV      | FOGLIO    |
|  |  | <b>LI0B</b>              | <b>02</b> | <b>E</b>  | <b>ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL</b>          | <b>07</b> | <b>00</b> | <b>001</b> | <b>B</b> | <b>55</b> |

### 10.5.1 Verifica di resistenza a pressoflessione (SLU e SLV)

#### Bending Moment Capacity

|   | END-J   |
|---|---------|
| Negative Moment (M <sub>Ed</sub> )              | 0.00    |
| (-) Load Combination No.                        | 3       |
| Factored Strength (M <sub>Rd</sub> )            | 1081.00 |
| Check Ratio (M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> ) | 0.0000  |
| Positive Moment (M <sub>Ed</sub> )              | 1333.55 |
| (+) Load Combination No.                        | 3       |
| Factored Strength (M <sub>Rd</sub> )            | 2420.34 |
| Check Ratio (M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> ) | 0.5510  |

### 10.5.2 Verifica di resistenza a taglio

#### Shear Capacity

|   | END-J      |
|---|------------|
| Load Combination No.                        | 7          |
| Factored Shear Force (V <sub>Ed</sub> )     | 734.24     |
| Shear Strength by Conc.(V <sub>Rdc</sub> )  | 475.85     |
| Shear Strength by Rebar.(V <sub>Rds</sub> ) | 767.44     |
| Using Shear Reinf. (Asw)                    | 0.0000     |
| Using Stirrups Spacing                      | 5.0-P10 @0 |
| Check Ratio                                 | 0.9567     |

### 10.5.3 Aperture fessure per combinazione RARA (W1<0.2)

#### Crack Control

|  | END-J  |
|--|--------|
| (-) Load Combination No.               | 37     |
| Crack Width(w)                         | 0.000  |
| Allowable Crack Width(w <sub>a</sub> ) | 0.000  |
| Check Ratio(w/w <sub>a</sub> )         | *****  |
| (+) Load Combination No.               | 21     |
| Crack Width(w)                         | 0.134  |
| Allowable Crack Width(w <sub>a</sub> ) | 0.200  |
| Check Ratio(w/w <sub>a</sub> )         | 0.6724 |

### 10.5.4 Verifica tensionale SLE

#### Stress Check

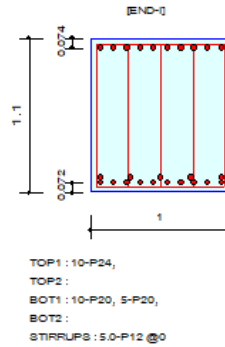
|                          | END-J    |           |
|--------------------------|----------|-----------|
|                          | Concrete | Rebar     |
| (-) Load Combination No. | 22       | 22        |
| Stress                   | 677.12   | -6056.10  |
| Allowable Stress         | 19200.00 | 360000.00 |
| Stress Ratio             | 0.0353   | 0.0168    |
| (+) Load Combination No. | 29       | 29        |
| Stress                   | 1031.74  | -11384.63 |
| Allowable Stress         | 19200.00 | 360000.00 |
| Stress Ratio             | 0.0537   | 0.0316    |

Condizione soddisfatta



|  |  |                          |  |   |           |          |           |           |                    |           |           |            |          |           |
|--|--|--------------------------|--|---|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|
| MANDATARIA<br><b>HUB</b> ENGINEERING<br><small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>               |  | MANDANTI<br><b>HYpro</b> |  | <b>LINEA PESCARA – BARI</b><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b><br><b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b> |           |          |           |           |                    |           |           |            |          |           |
| <b>SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km</b><br><b>20+113,64 (progr.ferr.)</b><br><b>Relazione di calcolo scatolare</b> |  |                          |  | COMMESSA  | LOTTO     | FASE     | ENTE      | TIPO DOC  | OPERA 7 DISCIPLINA |           |           | PROGR      | REV      | FOGLIO    |
|  |  |                          |  | <b>LI0B</b>   | <b>02</b> | <b>E</b> | <b>ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL</b>          | <b>07</b> | <b>00</b> | <b>001</b> | <b>B</b> | <b>56</b> |

## 10.6 SEZIONE 6 - SOLETTA INFERIORE APPOGGIO



### 10.6.1 Verifica di resistenza a pressoflessione (SLU e SLV)

#### Bending Moment Capacity

|   | END-I   |
|---|---------|
| Negative Moment (M <sub>Ed</sub> )              | 0.00    |
| (-) Load Combination No.                        | 3       |
| Factored Strength (M <sub>Rd</sub> )            | 1727.25 |
| Check Ratio (M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> ) | 0.0000  |
| Positive Moment (M <sub>Ed</sub> )              | 1259.53 |
| (+) Load Combination No.                        | 7       |
| Factored Strength (M <sub>Rd</sub> )            | 1776.98 |
| Check Ratio (M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> ) | 0.7088  |

### 10.6.2 Verifica di resistenza a taglio

#### Shear Capacity

|   | END-I      |
|---|------------|
| Load Combination No.                        | 3          |
| Factored Shear Force (V <sub>Ed</sub> )     | 830.13     |
| Shear Strength by Conc.(V <sub>Rdc</sub> )  | 432.49     |
| Shear Strength by Rebar.(V <sub>Rds</sub> ) | 1250.92    |
| Using Shear Reinf. (Asw)                    | 0.0000     |
| Using Stirrups Spacing                      | 5.0-P12 @0 |
| Check Ratio                                 | 0.6636     |

### 10.6.3 Aperture fessure per combinazione RARA (W1<0.2)

#### Crack Control

|  | END-I  |
|--|--------|
| (-) Load Combination No.               | 37     |
| Crack Width(w)                         | 0.000  |
| Allowable Crack Width(w <sub>a</sub> ) | 0.000  |
| Check Ratio(w/w <sub>a</sub> )         | *****  |
| (+) Load Combination No.               | 21     |
| Crack Width(w)                         | 0.032  |
| Allowable Crack Width(w <sub>a</sub> ) | 0.200  |
| Check Ratio(w/w <sub>a</sub> )         | 0.1616 |

|  |                          |   |                         |                    |                  |                   |                       |                                       |  |  |                     |
|--|--------------------------|---|-------------------------|--------------------|------------------|-------------------|-----------------------|---------------------------------------|--|--|---------------------|
| MANDATARIA<br><b>HUB</b> ENGINEERING<br><small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small> | MANDANTI<br><b>HYpro</b> | <b>LINEA PESCARA – BARI</b><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b><br><b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b> |                         |                    |                  |                   |                       |                                       |  |  |                     |
|  |                          | <b>SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km 20+113,64 (progr.ferr.)</b><br><b>Relazione di calcolo scatolare</b>                                | COMMESSA<br><b>LI0B</b> | LOTTO<br><b>02</b> | FASE<br><b>E</b> | ENTE<br><b>ZZ</b> | TIPO DOC<br><b>CL</b> | OPERA 7 DISCIPLINA<br><b>SL 07 00</b> |  |  | PROGR<br><b>001</b> |

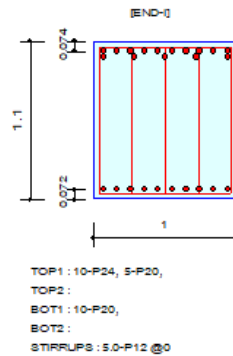
### 10.6.4 Verifica tensionale SLE

#### Stress Check

|                          | END-I    |           |
|--------------------------|----------|-----------|
|                          | Concrete | Rebar     |
| (-) Load Combination No. | 22       | 22        |
| Stress                   | 2928.83  | -31368.26 |
| Allowable Stress         | 19200.00 | 360000.00 |
| Stress Ratio             | 0.1525   | 0.0871    |
| (+) Load Combination No. | 21       | 21        |
| Stress                   | 2929.87  | -30621.42 |
| Allowable Stress         | 19200.00 | 360000.00 |
| Stress Ratio             | 0.1526   | 0.0851    |

Condizione soddisfatta

### 10.7 SEZIONE 7- SOLETTA INFERIORE MEZZERIA



#### 10.7.1 Verifica di resistenza a pressoflessione (SLU e SLV)

##### Bending Moment Capacity

|   | END-I   |
|---|---------|
| Negative Moment (M <sub>Ed</sub> )              | 1289.74 |
| (-) Load Combination No.                        | 4       |
| Factored Strength (M <sub>Rd</sub> )            | 2260.28 |
| Check Ratio (M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> ) | 0.5706  |
| Positive Moment (M <sub>Ed</sub> )              | 0.00    |
| (+) Load Combination No.                        | 3       |
| Factored Strength (M <sub>Rd</sub> )            | 1220.12 |
| Check Ratio (M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> ) | 0.0000  |

|  |  |                          |  |   |           |          |           |           |                    |           |           |            |          |           |
|--|--|--------------------------|--|---|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|
| MANDATARIA<br><b>HUB</b> ENGINEERING<br><small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small>                 |  | MANDANTI<br><b>HYpro</b> |  | <b>LINEA PESCARA – BARI</b><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b><br><b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b> |           |          |           |           |                    |           |           |            |          |           |
| <b>SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km</b><br><b>20+113,64 (progr.ferr.)</b><br><b>Relazione di calcolo scatolare</b> |  |                          |  | COMMESSA  | LOTTO     | FASE     | ENTE      | TIPO DOC  | OPERA 7 DISCIPLINA |           |           | PROGR      | REV      | FOGLIO    |
|  |  |                          |  | <b>LI0B</b>   | <b>02</b> | <b>E</b> | <b>ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL</b>          | <b>07</b> | <b>00</b> | <b>001</b> | <b>B</b> | <b>58</b> |

### 10.7.2 Verifica di resistenza a taglio

#### Shear Capacity

|                                 | END-I      |
|---------------------------------|------------|
| Load Combination No.            | 8          |
| Factored Shear Force (V_Ed)     | 266.08     |
| Shear Strength by Conc.(V_Rdc)  | 471.33     |
| Shear Strength by Rebar.(V_Rds) | 1251.81    |
| Using Shear Reinf. (Asw)        | 0.0000     |
| Using Stirrups Spacing          | 5.0-P12 @0 |
| Check Ratio                     | 0.5645     |

### 10.7.3 Aperture fessure per combinazione RARA (W1<0.2)

#### Crack Control

|                           | END-I  |
|---------------------------|--------|
| (-) Load Combination No.  | 22     |
| Crack Width(w)            | 0.171  |
| Allowable Crack Width(wa) | 0.200  |
| Check Ratio(w/wa)         | 0.8549 |
| (+) Load Combination No.  | 37     |
| Crack Width(w)            | 0.000  |
| Allowable Crack Width(wa) | 0.000  |
| Check Ratio(w/wa)         | *****  |

### 10.7.4 Verifica tensionale SLE

#### Stress Check

|                          | END-I    |            |
|--------------------------|----------|------------|
|                          | Concrete | Rebar      |
| (-) Load Combination No. | 21       | 21         |
| Stress                   | 7826.65  | -180678.38 |
| Allowable Stress         | 19200.00 | 360000.00  |
| Stress Ratio             | 0.4076   | 0.5019     |
| (+) Load Combination No. | 29       | 29         |
| Stress                   | 581.24   | -6557.16   |
| Allowable Stress         | 19200.00 | 360000.00  |
| Stress Ratio             | 0.0303   | 0.0182     |

Condizione soddisfatta

|  |                          |   |                         |                    |                  |                   |                       |                                       |  |  |                     |
|--|--------------------------|---|-------------------------|--------------------|------------------|-------------------|-----------------------|---------------------------------------|--|--|---------------------|
| MANDATARIA<br><b>HUB</b> ENGINEERING<br><small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small> | MANDANTI<br><b>HYpro</b> | <b>LINEA PESCARA – BARI</b><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b><br><b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b> |                         |                    |                  |                   |                       |                                       |  |  |                     |
|  |                          | <b>SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km</b><br><b>20+113,64 (progr.ferr.)</b><br><b>Relazione di calcolo scatolare</b>                      | COMMESSA<br><b>LI0B</b> | LOTTO<br><b>02</b> | FASE<br><b>E</b> | ENTE<br><b>ZZ</b> | TIPO DOC<br><b>CL</b> | OPERA 7 DISCIPLINA<br><b>SL 07 00</b> |  |  | PROGR<br><b>001</b> |

## 11 VERIFICA DI DEFORMABILITA'

Il confort dei passeggeri è controllato limitando i valori della freccia massima verticale, in funzione della luce e del numero di campate consecutive.

Nel seguito l'inflessione si calcolerà in asse binario, considerando il treno di carico LM 71 con il relativo incremento dinamico.

In base a quanto indicato in tabella 1.8.3.2.2-2 i valori limite del rapporto luce/freccia ( $L/\delta$ ) nel nostro caso è 1000, ulteriormente moltiplicato per un coefficiente 0,7 in quanto trattasi di impalcato a singola campata.

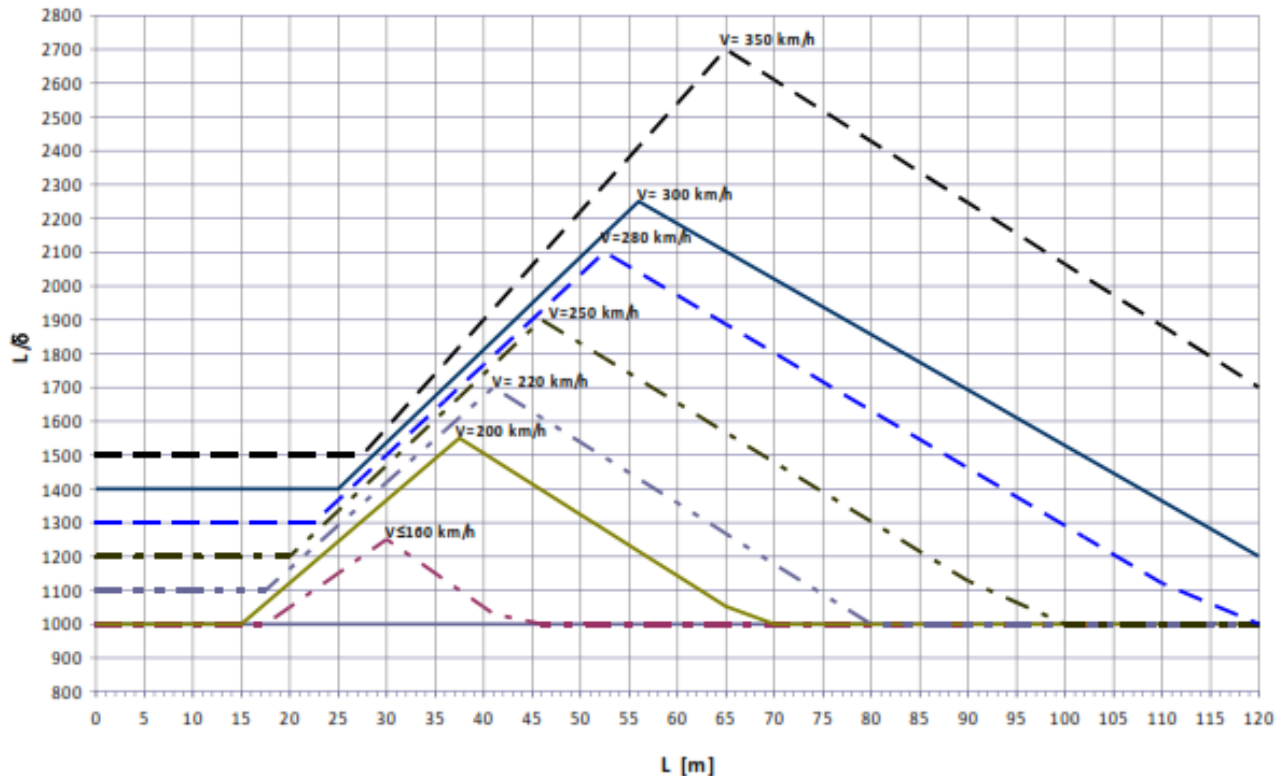


Fig. 5.2.1.8.3.2.2-2 Valori del limite di deformabilità  $L/\delta$  per il confort dei passeggeri.

Nella seguente immagine si riporta la deformazione della soletta superiore dovuto al singolo carico del treno LM71

|  |  |                          |  |   |           |          |           |           |                    |           |           |            |          |           |
|--|--|--------------------------|--|---|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|
| MANDATARIA<br><b>HUB</b> ENGINEERING<br><small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small>                 |  | MANDANTI<br><b>HYpro</b> |  | <b>LINEA PESCARA – BARI</b><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b><br><b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b> |           |          |           |           |                    |           |           |            |          |           |
| <b>SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km</b><br><b>20+113,64 (progr.ferr.)</b><br><b>Relazione di calcolo scatolare</b> |  |                          |  | COMMESSA  | LOTTO     | FASE     | ENTE      | TIPO DOC  | OPERA 7 DISCIPLINA |           | PROGR     | REV        | FOGLIO   |           |
|  |  |                          |  | <b>LI0B</b>   | <b>02</b> | <b>E</b> | <b>ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL</b>          | <b>07</b> | <b>00</b> | <b>001</b> | <b>B</b> | <b>60</b> |

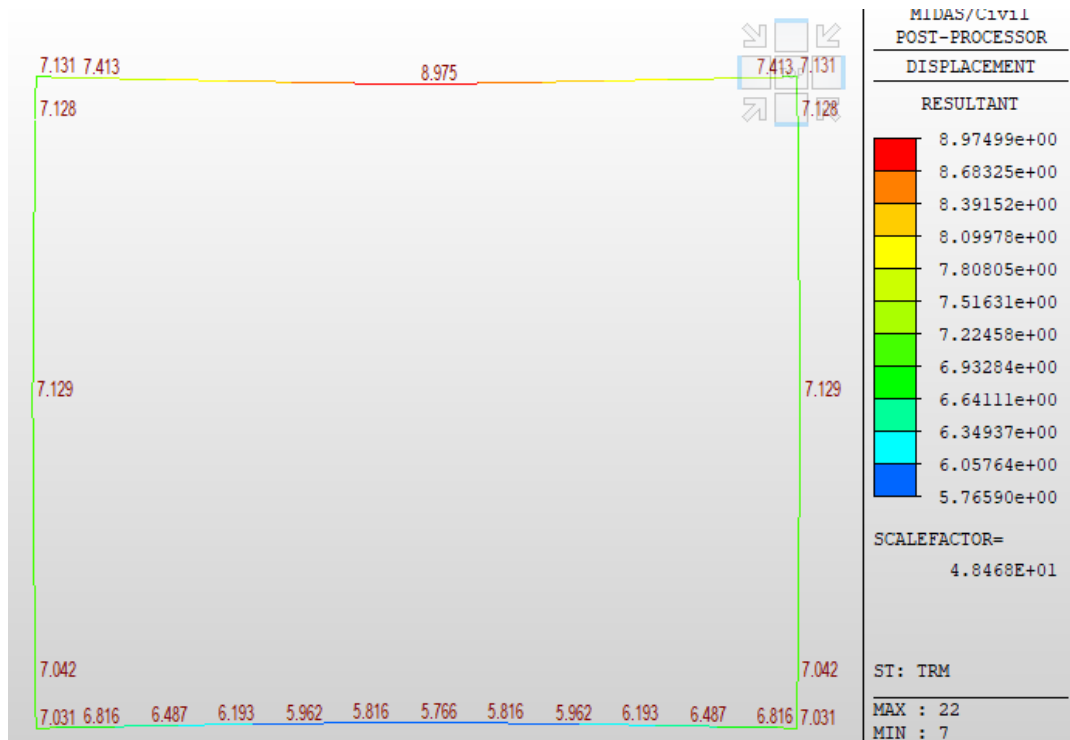


Fig. 40 – Deformazione

Condizione da soddisfare:  $\delta/L < 1/1000$

Per il scatolare il valori per le frecce sono come segue:

- Freccia – mezzeria della soleta – 0.008975 m
- Freccia – appoggi della soleta – 0.007131 m

$\delta = 0.008975 - 0.007131 = 0.001844\text{m}$  ;

Per  $L=9.70\text{m}$   $\Rightarrow \delta/L < 1/1000$  ;

$0.001844/9.70 = 0.00019 < 0.001$  - **Verificata**

|  |  |                          |  |   |           |          |           |           |                    |           |           |            |          |        |
|--|--|--------------------------|--|---|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| MANDATARIA<br><b>HUB</b> ENGINEERING<br><small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small>                 |  | MANDANTI<br><b>HYpro</b> |  | <b>LINEA PESCARA – BARI</b><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b><br><b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b> |           |          |           |           |                    |           |           |            |          |        |
| <b>SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km</b><br><b>20+113,64 (progr.ferr.)</b><br><b>Relazione di calcolo scatolare</b> |  |                          |  | COMMESSA  | LOTTO     | FASE     | ENTE      | TIPO DOC  | OPERA 7 DISCIPLINA |           |           | PROGR      | REV      | FOGLIO |
|  |  |                          |  | <b>LI0B</b>   | <b>02</b> | <b>E</b> | <b>ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL</b>          | <b>07</b> | <b>00</b> | <b>001</b> | <b>B</b> | 61     |

## 12 RIEPILOGO ARMATURE – SCATOLARE

| Elemento strutturale | Sezione   | Armatura Principale              | Armatura Taglio |
|----------------------|-----------|----------------------------------|-----------------|
| Soletta Superiore    | nodo      | $\Phi$ 20/10+ $\Phi$ 26/20 sup.  | $\phi$ 12/20x20 |
|                      |           | $\Phi$ 20/10 inf.                |                 |
|                      | campata   | $\Phi$ 20/10 sup.                | $\phi$ 12/20x40 |
|                      |           | $\Phi$ 20/10 + $\Phi$ 20/10 inf. |                 |
| Piedritti            | nodo sup. | $\phi$ 20/10+ $\phi$ 24/10 est.  | $\phi$ 10/20x40 |
|                      |           | $\phi$ 20/10 int.                |                 |
|                      | nodo inf  | $\phi$ 20/10+ $\phi$ 24/10 est.  | $\phi$ 10/20x40 |
|                      |           | $\phi$ 20/10 int.                |                 |
| Soletta Inferiore    | mezzeria  | $\Phi$ 24/10+ $\Phi$ 20/20sup.   | $\phi$ 12/20x40 |
|                      |           | $\Phi$ 20/10 inf.                |                 |
|                      | nodo      | $\Phi$ 24/10 sup.                | $\phi$ 12/20x40 |
|                      |           | $\Phi$ 20/10+ $\Phi$ 20/20 inf.  |                 |

## 13 CALCOLO INCIDENZE ARMATURE

Si riporta di seguito una tabella riassuntiva con il calcolo dell'incidenza delle armature:

| SL07      | Scatolare                         |                                   |                                |
|-----------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
|           | Soletta Sup.<br>kg/m <sup>3</sup> | Soletta Inf.<br>kg/m <sup>3</sup> | Piedritti<br>kg/m <sup>3</sup> |
| Scatolare | 130                               | 120                               | 140                            |

|  |  |                          |           |   |           |           |                    |           |           |            |          |        |
|--|--|--------------------------|-----------|---|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| MANDATARIA<br><b>HUB</b> ENGINEERING<br><small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small>                 |  | MANDANTI<br><b>HYpro</b> |           | <b>LINEA PESCARA – BARI</b><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b><br><b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b> |           |           |                    |           |           |            |          |        |
| <b>SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km</b><br><b>20+113,64 (progr.ferr.)</b><br><b>Relazione di calcolo scatolare</b> |  | COMMESSA                 | LOTTO     | FASE  | ENTE      | TIPO DOC  | OPERA 7 DISCIPLINA |           |           | PROGR      | REV      | FOGLIO |
|  |  | <b>LI0B</b>              | <b>02</b> | <b>E</b>  | <b>ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL</b>          | <b>07</b> | <b>00</b> | <b>001</b> | <b>B</b> | 62     |

## 14 VERIFICHE GEOTECNICHE

### 14.1 VERIFICA DELLA CAPACITA PORTANTE

Per le verifiche geotecniche rimodelliamo la struttura senza vincoli cedevoli in funzione delle caratteristiche elastiche del terreno considerare solo una connessione incastro a metà della fondazione (Figura seguente) e dalla combinazione SLU (approccio 2: A1+M1+R3) e SLV (sisma) abbiamo i dati:

| NODE | COMB  | T(kN) | N(kN) | M(kN*m) |
|------|-------|-------|-------|---------|
| 7    | SLU-4 | -561  | 3266  | -2943   |
|      | SLV-1 | -608  | 1297  | -2797   |

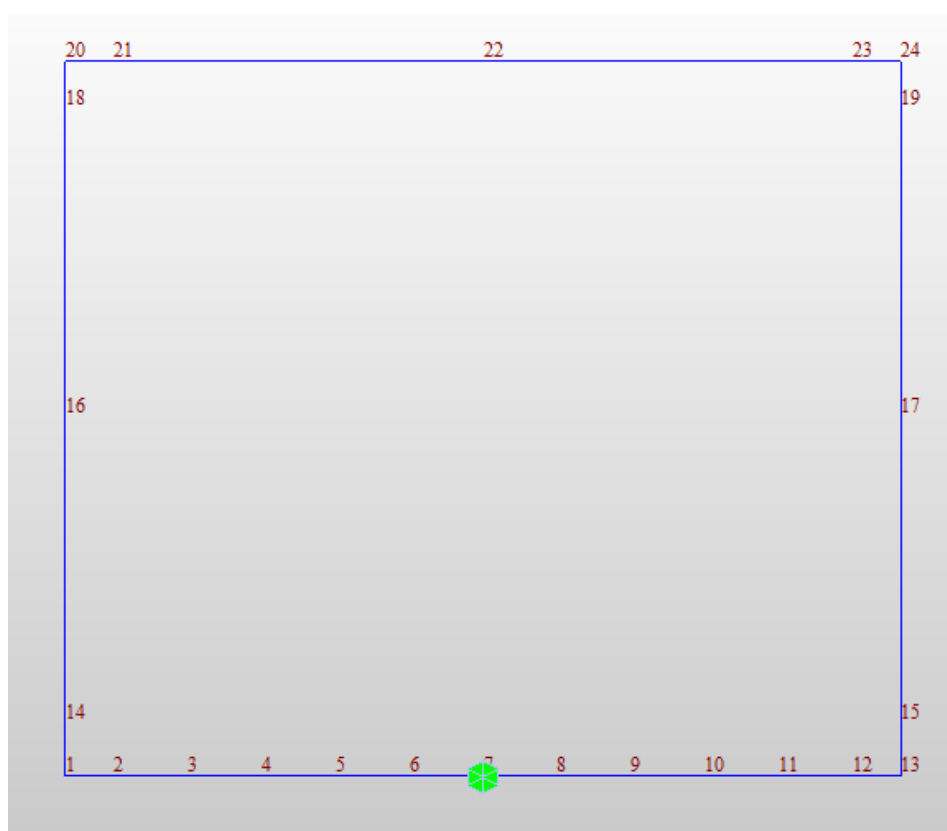


Fig. 41 – Modello di calcolo

|  |             |           |          |           |           |                    |           |           |            |          |           |
|--|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|
| <b>SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km 20+113,64 (progr.ferr.)</b><br><b>Relazione di calcolo scatolare</b> | COMMESSA    | LOTTO     | FASE     | ENTE      | TIPO DOC  | OPERA 7 DISCIPLINA |           |           | PROGR      | REV      | FOGLIO    |
|  | <b>LI0B</b> | <b>02</b> | <b>E</b> | <b>ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL</b>          | <b>07</b> | <b>00</b> | <b>001</b> | <b>B</b> | <b>63</b> |

**Fondazioni Dirette**  
**Verifica in tensioni efficaci**

$$q_{lim} = c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot d_{\gamma} \cdot i_{\gamma} \cdot b_{\gamma} \cdot g_{\gamma}$$

D = Profondità del piano di appoggio

$e_B$  = Eccentricità in direzione B ( $e_B = M_b/N$ )

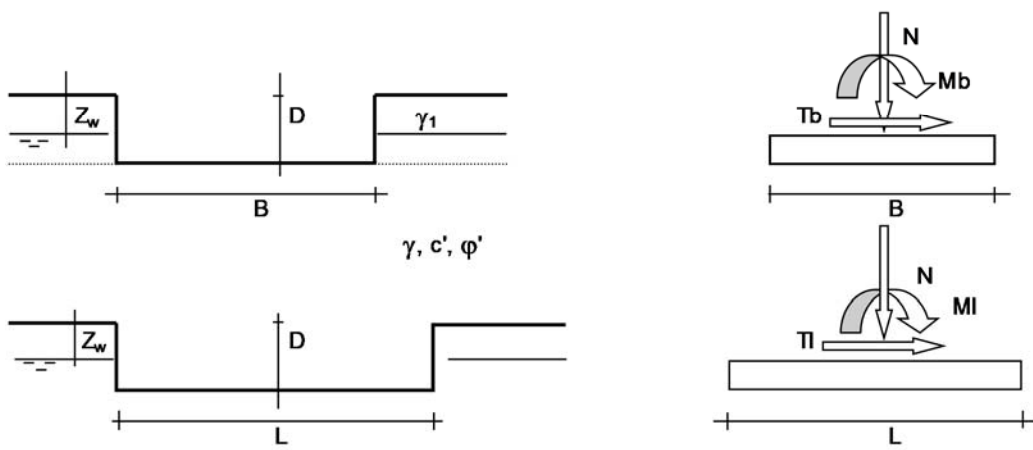
$e_L$  = Eccentricità in direzione L ( $e_L = M_l/N$ ) (per fondazione nastriforme  $e_L = 0$ ;  $L^* = L$ )

$B^*$  = Larghezza fittizia della fondazione ( $B^* = B - 2 \cdot e_B$ )

$L^*$  = Lunghezza fittizia della fondazione ( $L^* = L - 2 \cdot e_L$ )

(per fondazione nastriforme le sollecitazioni agenti sono riferite all'unità di lunghezza)

| Metodo di calcolo        |          |   | coefficienti parziali |                      |                       |      |            |       |      |
|--------------------------|----------|---|-----------------------|----------------------|-----------------------|------|------------|-------|------|
|                          |          |   | azioni                |                      | proprietà del terreno |      | resistenze |       |      |
|                          |          |   | permanenti            | temporanee variabili | $\tan \phi'$          | $c'$ | $q_{lim}$  | scorr |      |
| Stato Limite Ultimo      | A1+M1+R1 | ○ | 1.30                  | 1.50                 | 1.00                  | 1.00 | 1.00       | 1.00  |      |
|                          | A2+M2+R2 | ○ | 1.00                  | 1.30                 | 1.25                  | 1.25 | 1.80       | 1.00  |      |
|                          | SISMA    | ○ | 1.00                  | 1.00                 | 1.25                  | 1.25 | 1.80       | 1.00  |      |
|                          | A1+M1+R3 | ○ | 1.30                  | 1.50                 | 1.00                  | 1.00 | 2.30       | 1.10  |      |
|                          | SISMA    | ○ | 1.00                  | 1.00                 | 1.00                  | 1.00 | 2.30       | 1.10  |      |
| Tensioni Ammissibili     |          |   | ○                     | 1.00                 | 1.00                  | 1.00 | 1.00       | 3.00  | 3.00 |
| Definiti dal Progettista |          |   | ●                     | 1.00                 | 1.00                  | 1.00 | 1.00       | 2.30  | 1.10 |



(Per fondazione nastriforme  $L = 100$  m)

- B = 9.70 (m)
- L = 1.00 (m)
- D = 9.62 (m)





**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km  
20+113,64 (progr.ferr.)  
Relazione di calcolo scatolare**

| COMMESSA    | LOTTO     | FASE     | ENTE      | TIPO DOC  | OPERA 7 DISCIPLINA |           |           | PROGR      | REV      | FOGLIO    |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|
| <b>LI0B</b> | <b>02</b> | <b>E</b> | <b>ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL</b>          | <b>07</b> | <b>00</b> | <b>001</b> | <b>B</b> | <b>64</b> |

|  |  |                          |  |   |           |          |           |           |                    |           |           |            |          |           |
|--|--|--------------------------|--|---|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|
| MANDATARIA<br><b>HUB</b> ENGINEERING<br><small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small>                 |  | MANDANTI<br><b>HYpro</b> |  | <b>LINEA PESCARA – BARI</b><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b><br><b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b> |           |          |           |           |                    |           |           |            |          |           |
| <b>SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km</b><br><b>20+113,64 (progr.ferr.)</b><br><b>Relazione di calcolo scatolare</b> |  |                          |  | COMMESSA  | LOTTO     | FASE     | ENTE      | TIPO DOC  | OPERA 7 DISCIPLINA |           |           | PROGR      | REV      | FOGLIO    |
|  |  |                          |  | <b>LI0B</b>   | <b>02</b> | <b>E</b> | <b>ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL</b>          | <b>07</b> | <b>00</b> | <b>001</b> | <b>B</b> | <b>65</b> |

**AZIONI**

|          | valori di input |            | Valori di calcolo |
|----------|-----------------|------------|-------------------|
|          | permanenti      | temporanee |                   |
| N [kN]   | 3266.00         |            | 3266.00           |
| Mb [kNm] | -2943.00        |            | -2943.00          |
| MI [kNm] | 0.00            |            | 0.00              |
| Tb [kN]  | -561.00         |            | -561.00           |
| TI [kN]  | 0.00            |            | 0.00              |
| H [kN]   | 561.00          | 0.00       | 561.00            |

*Peso unità di volume del terreno*

$$\gamma_1 = 19.50 \quad (\text{kN/mc})$$

$$\gamma = 19.50 \quad (\text{kN/mc})$$

*Valori caratteristici di resistenza del terreno*

$$c' = 0.00 \quad (\text{kN/mq})$$

$$\phi' = 32.00 \quad (^\circ)$$

*Valori di progetto*

$$c' = 0.00 \quad (\text{kN/mq})$$

$$\phi' = 32.00 \quad (^\circ)$$

*Profondità della falda*

$$Z_w = 2.00 \quad (\text{m})$$

$$e_B = -0.90 \quad (\text{m})$$

$$e_L = 0.00 \quad (\text{m})$$

$$B^* = 11.50 \quad (\text{m})$$

$$L^* = 1.00 \quad (\text{m})$$

**q : sovraccarico alla profondità D**

$$q = 111.39 \quad (\text{kN/mq})$$

**$\gamma$  : peso di volume del terreno di fondazione**

$$\gamma = 9.50 \quad (\text{kN/mc})$$

**$N_c, N_q, N_\gamma$  : coefficienti di capacità portante**

$$N_q = \tan^2(45 + \phi'/2) \cdot e^{(\pi \cdot \tan \phi')}$$

$$N_q = 23.18$$

$$N_c = (N_q - 1) / \tan \phi'$$

$$N_c = 35.49$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \phi'$$

$$N_\gamma = 30.21$$

**$s_c, s_q, s_\gamma$  : fattori di forma**

$$s_c = 1 + B \cdot N_q / (L^* \cdot N_c)$$

$$s_c = 1.06$$

$$s_q = 1 + B \cdot \tan \phi' / L^*$$

$$s_q = 1.05$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot B^* / L^*$$

$$s_\gamma = 0.97$$

**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
 LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

|  |             |           |          |           |           |                    |           |           |            |          |        |
|--|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| <b>SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km<br/>                 20+113,64 (progr.ferr.)<br/>                 Relazione di calcolo scatolare</b> | COMMESSA    | LOTTO     | FASE     | ENTE      | TIPO DOC  | OPERA 7 DISCIPLINA |           |           | PROGR      | REV      | FOGLIO |
|  | <b>LI0B</b> | <b>02</b> | <b>E</b> | <b>ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL</b>          | <b>07</b> | <b>00</b> | <b>001</b> | <b>B</b> | 66     |

**SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km  
20+113,64 (progr.ferr.)  
Relazione di calcolo scatolare**

| COMMESSA    | LOTTO     | FASE     | ENTE      | TIPO DOC  | OPERA 7 DISCIPLINA |           |           | PROGR      | REV      | FOGLIO |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| <b>LI0B</b> | <b>02</b> | <b>E</b> | <b>ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL</b>          | <b>07</b> | <b>00</b> | <b>001</b> | <b>B</b> | 67     |

**$i_c, i_q, i_\gamma$  : fattori di inclinazione del carico**

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 1.92 \quad \theta = \arctg(Tb/Tl) = 90.00 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 1.08 \quad m = 1.92 \quad (-)$$

( $m=2$  nel caso di fondazione nastriforme e  
 $m=(m_b \sin^2 \theta + m_l \cos^2 \theta)$  in tutti gli altri casi)

$$i_q = (1 - H / (N + B^* L^* c' \cotg \varphi'))^m$$

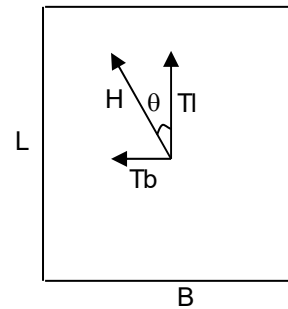
$$i_q = 0.70$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q) / (Nq - 1)$$

$$i_c = 0.68$$

$$i_\gamma = (1 - H / (N + B^* L^* c' \cotg \varphi'))^{(m+1)}$$

$$i_\gamma = 0.58$$



**$d_c, d_q, d_\gamma$  : fattori di profondità del piano di appoggio**

$$\text{per } D/B^* \leq 1; d_q = 1 + 2 D \tan \varphi' (1 - \text{sen} \varphi')^2 / B^*$$

$$\text{per } D/B^* > 1; d_q = 1 + (2 \tan \varphi' (1 - \text{sen} \varphi')^2) * \arctan (D / B^*)$$

$$d_q = 1.41$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$d_c = 1.42$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1.00$$

**$b_c, b_q, b_\gamma$  : fattori di inclinazione base della fondazione**

$$b_q = (1 - \beta_f \tan \varphi')^2 \quad \beta_f + \beta_p = 0.00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_q = 1.00$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$b_c = 1.00$$

$$b_\gamma = b_q$$

$$b_\gamma = 1.00$$

**SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km  
20+113,64 (progr.ferr.)  
Relazione di calcolo scatolare**

| COMMESSA    | LOTTO     | FASE     | ENTE      | TIPO DOC  | OPERA 7 DISCIPLINA |           |           | PROGR      | REV      | FOGLIO |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| <b>LI0B</b> | <b>02</b> | <b>E</b> | <b>ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL</b>          | <b>07</b> | <b>00</b> | <b>001</b> | <b>B</b> | 68     |

$g_c, g_q, g_\gamma$  : fattori di inclinazione piano di campagna

$$g_q = (1 - \tan\beta_p)^2 \qquad \beta_f + \beta_p = 0.00 \qquad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_q = 1.00$$

$$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan\varphi')$$

$$g_c = 1.00$$

$$g_\gamma = g_q$$

$$g_\gamma = 1.00$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 2743.43 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

$$q = N / B^* L^*$$

$$q = 283.95 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Verifica di sicurezza capacità portante

$$q_{lim} / \gamma_R = 1192.8 \geq q = 283.95 \quad (\text{kN/m}^2)$$

VERIFICA A SCORRIMENTO

Carico agente

$$H_d = 561.00 \quad (\text{kN})$$

Azione Resistente

$$S_d = N \tan(\varphi') + c' B^* L^*$$

$$S_d = 2040.82 \quad (\text{kN})$$

Verifica di sicurezza allo scorrimento

$$S_d / \gamma_R = 1855.29 \geq H_d = 561.00 \quad (\text{kN})$$

SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km  
20+113,64 (progr.ferr.)  
Relazione di calcolo scatolare

|          |       |      |      |          |                    |    |    |       |     |        |
|----------|-------|------|------|----------|--------------------|----|----|-------|-----|--------|
| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA |    |    | PROGR | REV | FOGLIO |
| LI0B     | 02    | E    | ZZ   | CL       | SL                 | 07 | 00 | 001   | B   | 69     |

**Fondazioni Dirette**  
**Verifica in tensioni totali**

$$q_{lim} = c_u \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q$$

D = Profondità del piano di appoggio

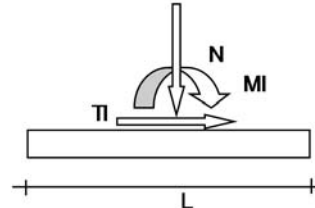
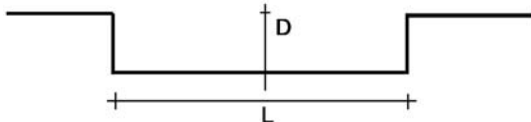
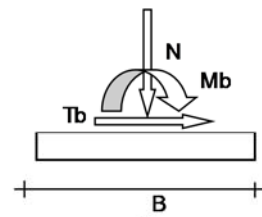
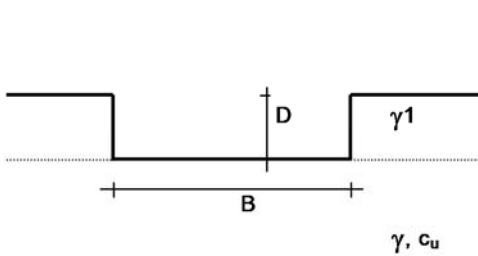
$e_B$  = Eccentricità in direzione B ( $e_B = Mb/N$ )

$e_L$  = Eccentricità in direzione L ( $e_L = MI/N$ ) (per fondazione nastriforme  $e_L = 0$ ;  $L^* = L$ )

$B^*$  = Larghezza fittizia della fondazione ( $B^* = B - 2 \cdot e_B$ )

$L^*$  = Lunghezza fittizia della fondazione ( $L^* = L - 2 \cdot e_L$ )

| Metodo di calcolo        |          | azioni     |                      | proprietà del terreno |      | resistenze |       |      |
|--------------------------|----------|------------|----------------------|-----------------------|------|------------|-------|------|
|                          |          | permanenti | temporanee variabili | $c_u$                 |      | $q_{lim}$  | scorr |      |
| Stato Limite Ultimo      | A1+M1+R1 | ○          | 1.30                 | 1.50                  | 1.00 |            | 1.00  | 1.00 |
|                          | A2+M2+R2 | ○          | 1.00                 | 1.30                  | 1.40 |            | 1.80  | 1.00 |
|                          | SISMA    | ○          | 1.00                 | 1.00                  | 1.40 |            | 1.80  | 1.00 |
|                          | A1+M1+R3 | ○          | 1.30                 | 1.50                  | 1.00 |            | 2.30  | 1.10 |
|                          | SISMA    | ○          | 1.00                 | 1.00                  | 1.00 |            | 2.30  | 1.10 |
| Tensioni Ammissibili     |          | ○          | 1.00                 | 1.00                  | 1.00 |            | 3.00  | 3.00 |
| Definiti dal Progettista |          | ⊙          | 1.00                 | 1.00                  | 1.00 | 1.00       | 2.30  | 1.10 |



(Per fondazioni nastriformi  $L=100$  m)

B = 9.70 (m)  
L = 1.00 (m)  
D = 9.62 (m)



$\beta_f = 0.00$  (°)



$\beta_p = 0.00$  (°)

|  |  |                          |  |   |           |          |           |           |                    |           |           |            |          |           |
|--|--|--------------------------|--|---|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|
| MANDATARIA<br><b>HUB</b> ENGINEERING<br><small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small>                 |  | MANDANTI<br><b>HYpro</b> |  | <b>LINEA PESCARA – BARI</b><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b><br><b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b> |           |          |           |           |                    |           |           |            |          |           |
| <b>SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km</b><br><b>20+113,64 (progr.ferr.)</b><br><b>Relazione di calcolo scatolare</b> |  |                          |  | COMMESSA  | LOTTO     | FASE     | ENTE      | TIPO DOC  | OPERA 7 DISCIPLINA |           |           | PROGR      | REV      | FOGLIO    |
|  |  |                          |  | <b>LI0B</b>   | <b>02</b> | <b>E</b> | <b>ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL</b>          | <b>07</b> | <b>00</b> | <b>001</b> | <b>B</b> | <b>70</b> |

**AZIONI**

|          | valori di input |            | Valori di calcolo |
|----------|-----------------|------------|-------------------|
|          | permanenti      | temporanee |                   |
| N [kN]   | 1297.00         |            | 1297.00           |
| Mb [kNm] | -2797.00        |            | -2797.00          |
| MI [kNm] | 0.00            |            | 0.00              |
| Tb [kN]  | -608.00         |            | -608.00           |
| TI [kN]  | 0.00            |            | 0.00              |
| H [kN]   | 608.00          | 0.00       | 608.00            |

*Peso unità di volume del terreno*

$\gamma_1 = 19.50$  (kN/mc)  
 $\gamma = 19.50$  (kN/mc)

*Valore caratteristico di resistenza del terreno*

$c_u = 145.00$  (kN/mq)  
 $e_B = -2.16$  (m)  
 $e_L = 0.00$  (m)

*Valore di progetto*

$c_u = 145.00$  (kN/mq)  
 $B^* = 14.01$  (m)  
 $L^* = 1.00$  (m)

**q : sovraccarico alla profondità D**

$q = 187.59$  (kN/mq)

**$\gamma$  : peso di volume del terreno di fondazione**

$\gamma = 19.50$  (kN/mc)

**$N_c$  : coefficiente di capacità portante**

$N_c = 2 + \pi$

$N_c = 5.14$

**$s_c$  : fattori di forma**

$s_c = 1 + 0,2 B^* / L^*$

$s_c = 1.01$

**$i_c$  : fattore di inclinazione del carico**

$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 1.93$

$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 1.07$

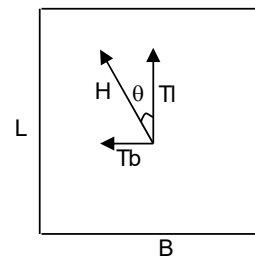
$\theta = \arctg(Tb/TI) = 90.00$  (°)

$m = 1.93$

( $m=2$  nel caso di fondazione nastriforme e  $m=(m_b \sin^2 \theta + m_l \cos^2 \theta)$  in tutti gli altri casi)

$i_c = (1 - m H / (B^* L^* c_u N_c))$

$i_c = 0.89$



|   |   |                         |                    |                  |                   |                       |                                       |  |  |                     |                 |
|---|---|-------------------------|--------------------|------------------|-------------------|-----------------------|---------------------------------------|--|--|---------------------|-----------------|
| MANDATARIA<br><b>HUB</b> ENGINEERING<br>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.<br>MANDANTI<br><b>HYpro</b> | <b>LINEA PESCARA – BARI</b><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b><br><b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b> |                         |                    |                  |                   |                       |                                       |  |  |                     |                 |
|   | <b>SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km</b><br><b>20+113,64 (progr.ferr.)</b><br><b>Relazione di calcolo scatolare</b>                      | COMMESSA<br><b>LI0B</b> | LOTTO<br><b>02</b> | FASE<br><b>E</b> | ENTE<br><b>ZZ</b> | TIPO DOC<br><b>CL</b> | OPERA 7 DISCIPLINA<br><b>SL 07 00</b> |  |  | PROGR<br><b>001</b> | REV<br><b>B</b> |

$d_c$  : fattore di profondità del piano di appoggio

per  $D/B^* \leq 1$ ;  $d_c = 1 + 0,4 D / B^*$

per  $D/B^* > 1$ ;  $d_c = 1 + 0,4 \arctan (D / B^*)$

$$d_c = 1.59$$

$b_c$  : fattore di inclinazione base della fondazione

$$b_c = (1 - 2 \beta_f / (\pi + 2)) \quad \beta_f + \beta_p = 0.00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_c = 1.00$$

$g_c$  : fattore di inclinazione piano di campagna

$$g_c = (1 - 2 \beta_f / (\pi + 2)) \quad \beta_f + \beta_p = 0.00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_c = 1.00$$

**Carico limite unitario**

$$q_{lim} = 1252.16 \quad (\text{kN/m}^2)$$

**Pressione massima agente**

$$q = N / B^* L^*$$

$$q = 92.56 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Verifica di sicurezza capacità portante

$$q_{lim} / \gamma_R = 544.42 \geq q = 92.56 \quad (\text{kN/m}^2)$$

VERIFICA A SCORRIMENTO

Carico agente

$$H_d = 608.00 \quad (\text{kN})$$

Azione Resistente

$$S_d = c_u B^* L^*$$

$$S_d = 2031.89 \quad (\text{kN})$$

Verifica di sicurezza allo scorrimento

$$S_d / \gamma_R = 1847.17 \geq H_d = 608.00 \quad (\text{kN})$$



|  |  |                          |           |   |           |           |                    |           |           |            |          |        |
|--|--|--------------------------|-----------|---|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| MANDATARIA<br><b>HUB</b> ENGINEERING<br><small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small>                 |  | MANDANTI<br><b>HYpro</b> |           | <b>LINEA PESCARA – BARI</b><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b><br><b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b> |           |           |                    |           |           |            |          |        |
| <b>SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km</b><br><b>20+113,64 (progr.ferr.)</b><br><b>Relazione di calcolo scatolare</b> |  | COMMESSA                 | LOTTO     | FASE  | ENTE      | TIPO DOC  | OPERA 7 DISCIPLINA |           |           | PROGR      | REV      | FOGLIO |
|  |  | <b>LI0B</b>              | <b>02</b> | <b>E</b>  | <b>ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL</b>          | <b>07</b> | <b>00</b> | <b>001</b> | <b>B</b> | 72     |

#### 14.1 VERIFICA AL GALLEGGIAMENTO

### VERIFICA AL GALLEGGIAMENTO

#### *Geometria scatolare*

|                                     |    |      |   |                        |
|-------------------------------------|----|------|---|------------------------|
| Altezza                             | h  | 6.40 | m | (misura netta interna) |
| Larghezza                           | l  | 7.70 | m | (misura netta interna) |
| Lunghezza concio                    | L  | 1.00 | m |                        |
| Profondità della striscia di telaio | b  | 1.00 | m |                        |
| Spessore soletta inferiore si=      | Si | 1.10 | m |                        |
| Spessore dei ritzi sp=              | Sp | 1.00 | m |                        |
| Spessore soletta superiore ss=      | Ss | 1.00 | m |                        |

|                              |             |                 |           |                             |
|------------------------------|-------------|-----------------|-----------|-----------------------------|
| Peso Scatolare               | Pscat.      | 829.25          | kN        |                             |
| Peso del Ballast             | Pballast    | 195.55          | kN        |                             |
| Peso pavimentazione interno  | Pperm       | 515.59          | kN        |                             |
| <b>Peso totale</b>           | <b>Ptot</b> | <b>1540.394</b> | <b>kN</b> | <b>x 0,9 = 1386.3546 kN</b> |
| <b>Sottospinta idraulica</b> | <b>Fw</b>   | <b>824.50</b>   | <b>kN</b> | <b>x 1,1 = 906.95 kN</b>    |

**Ptot > Fw verifica soddisfatta**

|  |  |   |  |   |           |          |           |           |                    |           |           |            |          |           |
|--|--|---|--|---|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|
| MANDATARIA<br>                        |  | MANDANTI<br> |  | <b>LINEA PESCARA – BARI</b><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b><br><b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b> |           |          |           |           |                    |           |           |            |          |           |
| <b>SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km</b><br><b>20+113,64 (progr.ferr.)</b><br><b>Relazione di calcolo scatolare</b> |  |   |  | COMMESSA  | LOTTO     | FASE     | ENTE      | TIPO DOC  | OPERA 7 DISCIPLINA |           |           | PROGR      | REV      | FOGLIO    |
|  |  |   |  | <b>LI0B</b>   | <b>02</b> | <b>E</b> | <b>ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL</b>          | <b>07</b> | <b>00</b> | <b>001</b> | <b>B</b> | <b>73</b> |

## 15 TABULATO

Tabella 8 Nodi

| Node | X(m)     | Y(m)     | Z(m)     |
|------|----------|----------|----------|
| 1    | 0.000000 | 0.000000 | 0.000000 |
| 2    | 0.500000 | 0.000000 | 0.000000 |
| 3    | 1.270000 | 0.000000 | 0.000000 |
| 4    | 2.040000 | 0.000000 | 0.000000 |
| 5    | 2.810000 | 0.000000 | 0.000000 |
| 6    | 3.580000 | 0.000000 | 0.000000 |
| 7    | 4.350000 | 0.000000 | 0.000000 |
| 8    | 5.120000 | 0.000000 | 0.000000 |
| 9    | 5.890000 | 0.000000 | 0.000000 |
| 10   | 6.660000 | 0.000000 | 0.000000 |
| 11   | 7.430000 | 0.000000 | 0.000000 |
| 12   | 8.200000 | 0.000000 | 0.000000 |
| 13   | 8.700000 | 0.000000 | 0.000000 |
| 14   | 0.000000 | 0.000000 | 0.550000 |
| 15   | 8.700000 | 0.000000 | 0.550000 |
| 16   | 0.000000 | 0.000000 | 3.750000 |
| 17   | 8.700000 | 0.000000 | 3.750000 |
| 18   | 0.000000 | 0.000000 | 6.950000 |
| 19   | 8.700000 | 0.000000 | 6.950000 |
| 20   | 0.000000 | 0.000000 | 7.450000 |
| 21   | 0.500000 | 0.000000 | 7.450000 |
| 22   | 4.350000 | 0.000000 | 7.450000 |
| 23   | 8.200000 | 0.000000 | 7.450000 |
| 24   | 8.700000 | 0.000000 | 7.450000 |

Tabella 2 Elementi

| Element | Type | Sub Type | Material | Property | B-Angle ([deg]) | Node1 | Node2 | Node3 | Node4 |
|---------|------|----------|----------|----------|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| 1       | BEAM |          | 1        | 10       | 0.00            | 1     | 2     | 0     | 0     |
| 3       | BEAM |          | 1        | 10       | 0.00            | 12    | 13    | 0     | 0     |
| 4       | BEAM |          | 1        | 9        | 0.00            | 1     | 14    | 0     | 0     |
| 7       | BEAM |          | 1        | 9        | 0.00            | 18    | 20    | 0     | 0     |
| 8       | BEAM |          | 1        | 9        | 0.00            | 20    | 21    | 0     | 0     |
| 9       | BEAM |          | 1        | 1        | 0.00            | 21    | 22    | 0     | 0     |
| 10      | BEAM |          | 1        | 2        | 0.00            | 22    | 23    | 0     | 0     |
| 11      | BEAM |          | 1        | 9        | 0.00            | 23    | 24    | 0     | 0     |
| 12      | BEAM |          | 1        | 9        | 0.00            | 24    | 19    | 0     | 0     |
| 15      | BEAM |          | 1        | 9        | 0.00            | 15    | 13    | 0     | 0     |
| 16      | BEAM |          | 1        | 8        | 0.00            | 2     | 3     | 0     | 0     |
| 17      | BEAM |          | 1        | 8        | 0.00            | 3     | 4     | 0     | 0     |
| 18      | BEAM |          | 1        | 3        | 0.00            | 4     | 5     | 0     | 0     |
| 19      | BEAM |          | 1        | 3        | 0.00            | 5     | 6     | 0     | 0     |
| 20      | BEAM |          | 1        | 3        | 0.00            | 6     | 7     | 0     | 0     |
| 21      | BEAM |          | 1        | 3        | 0.00            | 7     | 8     | 0     | 0     |
| 22      | BEAM |          | 1        | 3        | 0.00            | 8     | 9     | 0     | 0     |
| 23      | BEAM |          | 1        | 3        | 0.00            | 9     | 10    | 0     | 0     |
| 24      | BEAM |          | 1        | 8        | 0.00            | 10    | 11    | 0     | 0     |
| 25      | BEAM |          | 1        | 8        | 0.00            | 11    | 12    | 0     | 0     |
| 26      | BEAM |          | 1        | 7        | 0.00            | 16    | 14    | 0     | 0     |

|  |  |                          |  |   |           |          |           |           |                    |           |           |            |          |           |
|--|--|--------------------------|--|---|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|
| MANDATARIA<br><b>HUB</b> ENGINEERING<br><small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small>                 |  | MANDANTI<br><b>HYpro</b> |  | <b>LINEA PESCARA – BARI</b><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b><br><b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b> |           |          |           |           |                    |           |           |            |          |           |
| <b>SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km</b><br><b>20+113,64 (progr.ferr.)</b><br><b>Relazione di calcolo scatolare</b> |  |                          |  | COMMESSA  | LOTTO     | FASE     | ENTE      | TIPO DOC  | OPERA 7 DISCIPLINA |           |           | PROGR      | REV      | FOGLIO    |
|  |  |                          |  | <b>LI0B</b>   | <b>02</b> | <b>E</b> | <b>ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL</b>          | <b>07</b> | <b>00</b> | <b>001</b> | <b>B</b> | <b>74</b> |

|    |      |  |   |   |      |  |    |    |   |   |
|----|------|--|---|---|------|--|----|----|---|---|
| 27 | BEAM |  | 1 | 6 | 0.00 |  | 16 | 18 | 0 | 0 |
| 28 | BEAM |  | 1 | 5 | 0.00 |  | 15 | 17 | 0 | 0 |
| 29 | BEAM |  | 1 | 4 | 0.00 |  | 17 | 19 | 0 | 0 |

Tabella 3 Materiali

| ID | Name   | Type     | Standard   | Density (kN/m³) |
|----|--------|----------|------------|-----------------|
| 1  | C32/40 | Concrete | NTC08 (RC) | 2.5000e+01      |

Tabella 4 Carichi

| Node | Load Case | FX (kN) | FY (kN) | FZ (kN) | MX (kN·m) | MY (kN·m) | MZ (kN·m) |
|------|-----------|---------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|
| 1    | STS       | 43.83   | 0.00    | 0.00    | 0.00      | 0.00      | 0.00      |
| 1    | SAS       | 5.48    | 0.00    | 0.00    | 0.00      | 0.00      | 0.00      |
| 1    | SASXLM71  | 10.71   | 0.00    | 0.00    | 0.00      | 0.00      | 0.00      |
| 1    | SISSX     | 23.03   | 0.00    | 0.00    | 0.00      | 0.00      | 0.00      |
| 13   | STD       | -43.83  | 0.00    | 0.00    | 0.00      | 0.00      | 0.00      |
| 13   | SAD       | -5.48   | 0.00    | 0.00    | 0.00      | 0.00      | 0.00      |
| 20   | SAS       | 4.98    | 0.00    | 0.00    | 0.00      | 0.00      | 0.00      |
| 20   | PERM      | 0.00    | 0.00    | -12.18  | 0.00      | 0.00      | 0.00      |
| 20   | SISSX     | 20.94   | 0.00    | 0.00    | 0.00      | 0.00      | 0.00      |
| 20   | STS       | 5.60    | 0.00    | 0.00    | 0.00      | 0.00      | 0.00      |
| 20   | SASXLM71  | 9.73    | 0.00    | 0.00    | 0.00      | 0.00      | 0.00      |
| 24   | STD       | -5.60   | 0.00    | 0.00    | 0.00      | 0.00      | 0.00      |
| 24   | PERM      | 0.00    | 0.00    | -12.18  | 0.00      | 0.00      | 0.00      |
| 24   | SAD       | -4.98   | 0.00    | 0.00    | 0.00      | 0.00      | 0.00      |

| Element | BM LD Type | Load Case | Load Type          | Direction | D1   | D2   | D3   | D4   | P1     | P2     | P3   | P4   |
|---------|------------|-----------|--------------------|-----------|------|------|------|------|--------|--------|------|------|
| 1       | Beam Load  | SISVER    | Distributed Forces | Global Z  | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -6.74  | -6.74  | 0.00 | 0.00 |
| 1       | Line Load  | TRAF      | Distributed Forces | Global Z  | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -9.00  | -9.00  | 0.00 | 0.00 |
| 1       | Line Load  | PERM      | Distributed Forces | Global Z  | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -20.46 | -20.46 | 0.00 | 0.00 |
| 3       | Beam Load  | SISVER    | Distributed Forces | Global Z  | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -6.74  | -6.74  | 0.00 | 0.00 |
| 3       | Line Load  | TRAF      | Distributed Forces | Global Z  | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -2.50  | -2.50  | 0.00 | 0.00 |
| 3       | Line Load  | TRAF      | Distributed Forces | Global Z  | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -2.50  | -2.50  | 0.00 | 0.00 |
| 3       | Line Load  | PERM      | Distributed Forces | Global Z  | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -20.46 | -20.46 | 0.00 | 0.00 |
| 4       | Line Load  | STS       | Distributed Forces | Global X  | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 77.35  | 72.66  | 0.00 | 0.00 |
| 4       | Line Load  | SAS       | Distributed Forces | Global X  | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 9.97   | 9.97   | 0.00 | 0.00 |
| 4       | Line Load  | SASXLM71  | Distributed Forces | Global X  | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 19.47  | 19.47  | 0.00 | 0.00 |
| 4       | Line Load  | FALDA     | Distributed Forces | Global X  | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 71.20  | 65.66  | 0.00 | 0.00 |
| 4       | Line Load  | SISSX     | Distributed Forces | Global X  | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 41.88  | 41.88  | 0.00 | 0.00 |
| 4       | Beam Load  | INERZIEH  | Distributed Forces | Global X  | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 7.03   | 7.03   | 0.00 | 0.00 |
| 4       | Beam Load  | SISVER    | Distributed Forces | Global Z  | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -3.51  | -3.51  | 0.00 | 0.00 |
| 7       | Line Load  | STS       | Distributed Forces | Global X  | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 18.08  | 13.82  | 0.00 | 0.00 |
| 7       | Line Load  | SAS       | Distributed Forces | Global X  | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 9.97   | 9.97   | 0.00 | 0.00 |
| 7       | Line Load  | SASXLM71  | Distributed Forces | Global X  | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 19.47  | 19.47  | 0.00 | 0.00 |
| 7       | Line Load  | FALDA     | Distributed Forces | Global X  | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 1.23   | -3.80  | 0.00 | 0.00 |
| 7       | Line Load  | SISSX     | Distributed Forces | Global X  | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 41.88  | 41.88  | 0.00 | 0.00 |
| 7       | Beam Load  | INERZIEH  | Distributed Forces | Global X  | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 7.03   | 7.03   | 0.00 | 0.00 |
| 7       | Beam Load  | SISVER    | Distributed Forces | Global Z  | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -3.51  | -3.51  | 0.00 | 0.00 |
| 8       | Line Load  | PERM      | Distributed Forces | Global Z  | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -24.35 | -24.35 | 0.00 | 0.00 |
| 8       | Line Load  | AVV       | Distributed Forces | Global X  | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 9.64   | 9.64   | 0.00 | 0.00 |

**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km  
20+113,64 (progr.ferr.)  
Relazione di calcolo scatolare**

| COMMESSA    | LOTTO     | FASE     | ENTE      | TIPO DOC  | OPERA 7 DISCIPLINA |           |           | PROGR      | REV      | FOGLIO    |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|
| <b>LI0B</b> | <b>02</b> | <b>E</b> | <b>ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL</b>          | <b>07</b> | <b>00</b> | <b>001</b> | <b>B</b> | <b>75</b> |

|    |           |          |                    |          |      |      |      |      |        |        |      |      |
|----|-----------|----------|--------------------|----------|------|------|------|------|--------|--------|------|------|
| 8  | Line Load | AVV      | Distributed Forces | Global X | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 9.64   | 9.64   | 0.00 | 0.00 |
| 8  | Beam Load | INERZIEH | Distributed Forces | Global X | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 16.88  | 16.88  | 0.00 | 0.00 |
| 8  | Line Load | TRM      | Distributed Forces | Global Z | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -32.83 | -32.83 | 0.00 | 0.00 |
| 8  | Line Load | TRV      | Distributed Forces | Global Z | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -64.13 | -64.13 | 0.00 | 0.00 |
| 8  | Beam Load | SISVER   | Distributed Forces | Global Z | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -8.44  | -8.44  | 0.00 | 0.00 |
| 9  | Line Load | PERM     | Distributed Forces | Global Z | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -24.35 | -24.35 | 0.00 | 0.00 |
| 9  | Line Load | AVV      | Distributed Forces | Global X | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 9.64   | 9.64   | 0.00 | 0.00 |
| 9  | Line Load | AVV      | Distributed Forces | Global X | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 9.64   | 9.64   | 0.00 | 0.00 |
| 9  | Beam Load | INERZIEH | Distributed Forces | Global X | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 16.88  | 16.88  | 0.00 | 0.00 |
| 9  | Line Load | TRM      | Distributed Forces | Global Z | 0.00 | 0.17 | 0.00 | 0.00 | -32.83 | -32.83 | 0.00 | 0.00 |
| 9  | Line Load | TRM      | Distributed Forces | Global Z | 0.17 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -64.13 | -64.13 | 0.00 | 0.00 |
| 9  | Beam Load | SISVER   | Distributed Forces | Global Z | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -8.44  | -8.44  | 0.00 | 0.00 |
| 9  | Line Load | TRM      | Distributed Forces | Global Z | 0.17 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -64.13 | -64.13 | 0.00 | 0.00 |
| 9  | Line Load | TRV      | Distributed Forces | Global Z | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -64.13 | -64.13 | 0.00 | 0.00 |
| 10 | Line Load | PERM     | Distributed Forces | Global Z | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -24.35 | -24.35 | 0.00 | 0.00 |
| 10 | Line Load | AVV      | Distributed Forces | Global X | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 9.64   | 9.64   | 0.00 | 0.00 |
| 10 | Line Load | AVV      | Distributed Forces | Global X | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 9.64   | 9.64   | 0.00 | 0.00 |
| 10 | Beam Load | INERZIEH | Distributed Forces | Global X | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 16.88  | 16.88  | 0.00 | 0.00 |
| 10 | Line Load | TRM      | Distributed Forces | Global Z | 0.83 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -32.83 | -32.83 | 0.00 | 0.00 |
| 10 | Line Load | TRM      | Distributed Forces | Global Z | 0.00 | 0.83 | 0.00 | 0.00 | -64.13 | -64.13 | 0.00 | 0.00 |
| 10 | Line Load | TRM      | Distributed Forces | Global Z | 0.00 | 0.83 | 0.00 | 0.00 | -64.13 | -64.13 | 0.00 | 0.00 |
| 10 | Beam Load | SISVER   | Distributed Forces | Global Z | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -8.44  | -8.44  | 0.00 | 0.00 |
| 10 | Line Load | TRV      | Distributed Forces | Global Z | 0.00 | 0.53 | 0.00 | 0.00 | -64.13 | -64.13 | 0.00 | 0.00 |
| 10 | Line Load | TRV      | Distributed Forces | Global Z | 0.53 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -32.83 | -32.83 | 0.00 | 0.00 |
| 11 | Line Load | PERM     | Distributed Forces | Global Z | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -24.35 | -24.35 | 0.00 | 0.00 |
| 11 | Line Load | AVV      | Distributed Forces | Global X | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 9.64   | 9.64   | 0.00 | 0.00 |
| 11 | Line Load | AVV      | Distributed Forces | Global X | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 9.64   | 9.64   | 0.00 | 0.00 |
| 11 | Beam Load | INERZIEH | Distributed Forces | Global X | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 16.88  | 16.88  | 0.00 | 0.00 |
| 11 | Line Load | TRM      | Distributed Forces | Global Z | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -32.83 | -32.83 | 0.00 | 0.00 |
| 11 | Line Load | TRV      | Distributed Forces | Global Z | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -32.83 | -32.83 | 0.00 | 0.00 |
| 12 | Line Load | STD      | Distributed Forces | Global X | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -13.82 | -18.08 | 0.00 | 0.00 |
| 12 | Line Load | SAD      | Distributed Forces | Global X | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -9.97  | -9.97  | 0.00 | 0.00 |
| 12 | Line Load | FALDA    | Distributed Forces | Global X | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 3.80   | -1.23  | 0.00 | 0.00 |
| 12 | Beam Load | INERZIEH | Distributed Forces | Global X | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 7.03   | 7.03   | 0.00 | 0.00 |
| 12 | Beam Load | SISVER   | Distributed Forces | Global Z | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -3.51  | -3.51  | 0.00 | 0.00 |
| 15 | Line Load | STD      | Distributed Forces | Global X | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -72.66 | -77.35 | 0.00 | 0.00 |
| 15 | Line Load | SAD      | Distributed Forces | Global X | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -9.97  | -9.97  | 0.00 | 0.00 |
| 15 | Line Load | FALDA    | Distributed Forces | Global X | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -65.66 | -71.20 | 0.00 | 0.00 |
| 15 | Beam Load | INERZIEH | Distributed Forces | Global X | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 7.03   | 7.03   | 0.00 | 0.00 |
| 15 | Beam Load | SISVER   | Distributed Forces | Global Z | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -3.51  | -3.51  | 0.00 | 0.00 |
| 16 | Beam Load | SISVER   | Distributed Forces | Global Z | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -6.74  | -6.74  | 0.00 | 0.00 |
| 16 | Line Load | TRAF     | Distributed Forces | Global Z | 0.00 | 0.39 | 0.00 | 0.00 | -9.00  | -9.00  | 0.00 | 0.00 |
| 16 | Line Load | TRAF     | Distributed Forces | Global Z | 0.39 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -36.75 | -36.75 | 0.00 | 0.00 |
| 16 | Line Load | PERM     | Distributed Forces | Global Z | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -20.46 | -20.46 | 0.00 | 0.00 |
| 17 | Beam Load | SISVER   | Distributed Forces | Global Z | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -6.74  | -6.74  | 0.00 | 0.00 |
| 17 | Line Load | TRAF     | Distributed Forces | Global Z | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -36.75 | -36.75 | 0.00 | 0.00 |
| 17 | Line Load | PERM     | Distributed Forces | Global Z | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -20.46 | -20.46 | 0.00 | 0.00 |
| 18 | Beam Load | SISVER   | Distributed Forces | Global Z | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -6.74  | -6.74  | 0.00 | 0.00 |
| 18 | Line Load | TRAF     | Distributed Forces | Global Z | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -36.75 | -36.75 | 0.00 | 0.00 |
| 18 | Line Load | PERM     | Distributed Forces | Global Z | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -20.46 | -20.46 | 0.00 | 0.00 |
| 19 | Beam Load | SISVER   | Distributed Forces | Global Z | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -6.74  | -6.74  | 0.00 | 0.00 |
| 19 | Line Load | TRAF     | Distributed Forces | Global Z | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -36.75 | -36.75 | 0.00 | 0.00 |
| 19 | Line Load | PERM     | Distributed Forces | Global Z | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -20.46 | -20.46 | 0.00 | 0.00 |
| 20 | Beam Load | SISVER   | Distributed Forces | Global Z | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -6.74  | -6.74  | 0.00 | 0.00 |
| 20 | Line Load | TRAF     | Distributed Forces | Global Z | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -36.75 | -36.75 | 0.00 | 0.00 |
| 20 | Line Load | PERM     | Distributed Forces | Global Z | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -20.46 | -20.46 | 0.00 | 0.00 |
| 21 | Beam Load | SISVER   | Distributed Forces | Global Z | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -6.74  | -6.74  | 0.00 | 0.00 |

**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km  
20+113,64 (progr.ferr.)  
Relazione di calcolo scatolare**

| COMMESSA    | LOTTO     | FASE     | ENTE      | TIPO DOC  | OPERA 7 DISCIPLINA |           |           | PROGR      | REV      | FOGLIO    |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|
| <b>LI0B</b> | <b>02</b> | <b>E</b> | <b>ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL</b>          | <b>07</b> | <b>00</b> | <b>001</b> | <b>B</b> | <b>76</b> |

|    |           |          |                    |          |      |      |      |      |        |        |      |      |
|----|-----------|----------|--------------------|----------|------|------|------|------|--------|--------|------|------|
| 21 | Line Load | TRAF     | Distributed Forces | Global Z | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -36.75 | -36.75 | 0.00 | 0.00 |
| 21 | Line Load | PERM     | Distributed Forces | Global Z | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -20.46 | -20.46 | 0.00 | 0.00 |
| 22 | Beam Load | SISVER   | Distributed Forces | Global Z | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -6.74  | -6.74  | 0.00 | 0.00 |
| 22 | Line Load | TRAF     | Distributed Forces | Global Z | 0.00 | 0.43 | 0.00 | 0.00 | -36.75 | -36.75 | 0.00 | 0.00 |
| 22 | Line Load | TRAF     | Distributed Forces | Global Z | 0.43 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -2.50  | -2.50  | 0.00 | 0.00 |
| 22 | Line Load | TRAF     | Distributed Forces | Global Z | 0.43 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -2.50  | -2.50  | 0.00 | 0.00 |
| 22 | Line Load | PERM     | Distributed Forces | Global Z | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -20.46 | -20.46 | 0.00 | 0.00 |
| 23 | Beam Load | SISVER   | Distributed Forces | Global Z | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -6.74  | -6.74  | 0.00 | 0.00 |
| 23 | Line Load | TRAF     | Distributed Forces | Global Z | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -2.50  | -2.50  | 0.00 | 0.00 |
| 23 | Line Load | TRAF     | Distributed Forces | Global Z | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -2.50  | -2.50  | 0.00 | 0.00 |
| 23 | Line Load | PERM     | Distributed Forces | Global Z | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -20.46 | -20.46 | 0.00 | 0.00 |
| 24 | Beam Load | SISVER   | Distributed Forces | Global Z | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -6.74  | -6.74  | 0.00 | 0.00 |
| 24 | Line Load | TRAF     | Distributed Forces | Global Z | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -2.50  | -2.50  | 0.00 | 0.00 |
| 24 | Line Load | TRAF     | Distributed Forces | Global Z | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -2.50  | -2.50  | 0.00 | 0.00 |
| 24 | Line Load | PERM     | Distributed Forces | Global Z | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -20.46 | -20.46 | 0.00 | 0.00 |
| 25 | Beam Load | SISVER   | Distributed Forces | Global Z | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -6.74  | -6.74  | 0.00 | 0.00 |
| 25 | Line Load | TRAF     | Distributed Forces | Global Z | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -2.50  | -2.50  | 0.00 | 0.00 |
| 25 | Line Load | TRAF     | Distributed Forces | Global Z | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -2.50  | -2.50  | 0.00 | 0.00 |
| 25 | Line Load | PERM     | Distributed Forces | Global Z | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -20.46 | -20.46 | 0.00 | 0.00 |
| 26 | Line Load | STS      | Distributed Forces | Global X | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 45.37  | 72.66  | 0.00 | 0.00 |
| 26 | Line Load | SAS      | Distributed Forces | Global X | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 9.97   | 9.97   | 0.00 | 0.00 |
| 26 | Line Load | SISSX    | Distributed Forces | Global X | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 41.88  | 41.88  | 0.00 | 0.00 |
| 26 | Line Load | SASXLM71 | Distributed Forces | Global X | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 19.47  | 19.47  | 0.00 | 0.00 |
| 26 | Line Load | FALDA    | Distributed Forces | Global X | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 33.45  | 65.66  | 0.00 | 0.00 |
| 26 | Beam Load | INERZIEH | Distributed Forces | Global X | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 7.03   | 7.03   | 0.00 | 0.00 |
| 26 | Beam Load | SISVER   | Distributed Forces | Global Z | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -3.51  | -3.51  | 0.00 | 0.00 |
| 27 | Line Load | STS      | Distributed Forces | Global X | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 45.37  | 18.08  | 0.00 | 0.00 |
| 27 | Line Load | SAS      | Distributed Forces | Global X | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 9.97   | 9.97   | 0.00 | 0.00 |
| 27 | Line Load | SISSX    | Distributed Forces | Global X | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 41.88  | 41.88  | 0.00 | 0.00 |
| 27 | Line Load | SASXLM71 | Distributed Forces | Global X | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 19.47  | 19.47  | 0.00 | 0.00 |
| 27 | Line Load | FALDA    | Distributed Forces | Global X | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 33.45  | 1.23   | 0.00 | 0.00 |
| 27 | Beam Load | INERZIEH | Distributed Forces | Global X | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 7.03   | 7.03   | 0.00 | 0.00 |
| 27 | Beam Load | SISVER   | Distributed Forces | Global Z | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -3.51  | -3.51  | 0.00 | 0.00 |
| 28 | Line Load | STD      | Distributed Forces | Global X | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -72.66 | -45.37 | 0.00 | 0.00 |
| 28 | Line Load | SAD      | Distributed Forces | Global X | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -9.97  | -9.97  | 0.00 | 0.00 |
| 28 | Beam Load | INERZIEH | Distributed Forces | Global X | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 7.03   | 7.03   | 0.00 | 0.00 |
| 28 | Line Load | FALDA    | Distributed Forces | Global X | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -65.66 | -33.45 | 0.00 | 0.00 |
| 28 | Beam Load | SISVER   | Distributed Forces | Global Z | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -3.51  | -3.51  | 0.00 | 0.00 |
| 29 | Line Load | STD      | Distributed Forces | Global X | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -45.37 | -18.08 | 0.00 | 0.00 |
| 29 | Line Load | SAD      | Distributed Forces | Global X | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -9.97  | -9.97  | 0.00 | 0.00 |
| 29 | Beam Load | INERZIEH | Distributed Forces | Global X | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 7.03   | 7.03   | 0.00 | 0.00 |
| 29 | Line Load | FALDA    | Distributed Forces | Global X | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -33.45 | -1.23  | 0.00 | 0.00 |
| 29 | Beam Load | SISVER   | Distributed Forces | Global Z | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | -3.51  | -3.51  | 0.00 | 0.00 |

Tabella 5 Sollecitazioni

| Elem | Load         | Part  | Axial (kN) | Shear-y (kN) | Shear-z (kN) | Torsion (kN·m) | Moment-y (kN·m) | Moment-z (kN·m) |
|------|--------------|-------|------------|--------------|--------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1    | ENV SLU(max) | I[1]  | -487.51    | 0.00         | 901.21       | 0.00           | 1718.75         | 0.00            |
| 1    | ENV SLU(max) | J[2]  | -487.51    | 0.00         | 940.34       | 0.00           | 1259.53         | 0.00            |
| 3    | ENV SLU(max) | I[12] | -244.29    | 0.00         | -504.27      | 0.00           | 290.40          | 0.00            |
| 3    | ENV SLU(max) | J[13] | -244.29    | 0.00         | -467.46      | 0.00           | 810.74          | 0.00            |
| 4    | ENV SLU(max) | I[1]  | -396.49    | 0.00         | 856.81       | 0.00           | 1718.75         | 0.00            |
| 4    | ENV SLU(max) | J[14] | -377.93    | 0.00         | 734.24       | 0.00           | 1333.55         | 0.00            |
| 7    | ENV SLU(max) | I[18] | -161.93    | 0.00         | -116.63      | 0.00           | 750.06          | 0.00            |
| 7    | ENV SLU(max) | J[20] | -145.06    | 0.00         | -135.05      | 0.00           | 847.08          | 0.00            |

**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km  
20+113,64 (progr.ferr.)  
Relazione di calcolo scatolare**

| COMMESSA    | LOTTO     | FASE     | ENTE      | TIPO DOC  | OPERA 7 DISCIPLINA |           |           | PROGR      | REV      | FOGLIO    |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|
| <b>LI0B</b> | <b>02</b> | <b>E</b> | <b>ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL</b>          | <b>07</b> | <b>00</b> | <b>001</b> | <b>B</b> | <b>77</b> |

|    |              |       |         |      |         |      |         |      |
|----|--------------|-------|---------|------|---------|------|---------|------|
| 8  | ENV SLU(max) | I[20] | -150.68 | 0.00 | -126.79 | 0.00 | 266.87  | 0.00 |
| 8  | ENV SLU(max) | J[21] | -164.65 | 0.00 | -91.66  | 0.00 | 339.60  | 0.00 |
| 9  | ENV SLU(max) | I[21] | -164.65 | 0.00 | -91.66  | 0.00 | 339.60  | 0.00 |
| 9  | ENV SLU(max) | J[22] | -272.28 | 0.00 | 201.62  | 0.00 | 1360.28 | 0.00 |
| 10 | ENV SLU(max) | I[22] | -272.28 | 0.00 | 201.62  | 0.00 | 1360.28 | 0.00 |
| 10 | ENV SLU(max) | J[23] | -370.08 | 0.00 | 1085.98 | 0.00 | -592.05 | 0.00 |
| 11 | ENV SLU(max) | I[23] | -370.08 | 0.00 | 1085.98 | 0.00 | -592.05 | 0.00 |
| 11 | ENV SLU(max) | J[24] | -381.26 | 0.00 | 1144.92 | 0.00 | -918.23 | 0.00 |
| 12 | ENV SLU(max) | I[24] | -502.86 | 0.00 | -375.66 | 0.00 | -918.23 | 0.00 |
| 12 | ENV SLU(max) | J[19] | -519.74 | 0.00 | -359.85 | 0.00 | -733.44 | 0.00 |
| 15 | ENV SLU(max) | I[15] | -735.74 | 0.00 | 425.10  | 0.00 | 305.72  | 0.00 |
| 15 | ENV SLU(max) | J[13] | -754.30 | 0.00 | 540.09  | 0.00 | 198.92  | 0.00 |
| 16 | ENV SLU(max) | I[2]  | -487.51 | 0.00 | 815.06  | 0.00 | 1259.53 | 0.00 |
| 16 | ENV SLU(max) | J[3]  | -487.51 | 0.00 | 890.45  | 0.00 | 940.80  | 0.00 |
| 17 | ENV SLU(max) | I[3]  | -487.51 | 0.00 | 719.29  | 0.00 | 940.80  | 0.00 |
| 17 | ENV SLU(max) | J[4]  | -487.51 | 0.00 | 804.34  | 0.00 | 608.50  | 0.00 |
| 18 | ENV SLU(max) | I[4]  | -487.51 | 0.00 | 614.99  | 0.00 | 608.50  | 0.00 |
| 18 | ENV SLU(max) | J[5]  | -487.51 | 0.00 | 700.03  | 0.00 | 278.92  | 0.00 |
| 19 | ENV SLU(max) | I[5]  | -487.51 | 0.00 | 492.49  | 0.00 | 278.92  | 0.00 |
| 19 | ENV SLU(max) | J[6]  | -487.51 | 0.00 | 577.54  | 0.00 | -31.02  | 0.00 |
| 20 | ENV SLU(max) | I[6]  | -487.51 | 0.00 | 350.87  | 0.00 | -31.02  | 0.00 |
| 20 | ENV SLU(max) | J[7]  | -487.51 | 0.00 | 435.92  | 0.00 | -304.79 | 0.00 |
| 21 | ENV SLU(max) | I[7]  | -244.29 | 0.00 | 244.82  | 0.00 | -304.79 | 0.00 |
| 21 | ENV SLU(max) | J[8]  | -244.29 | 0.00 | 329.86  | 0.00 | -525.83 | 0.00 |
| 22 | ENV SLU(max) | I[8]  | -244.29 | 0.00 | 154.75  | 0.00 | -525.83 | 0.00 |
| 22 | ENV SLU(max) | J[9]  | -244.29 | 0.00 | 223.58  | 0.00 | -673.54 | 0.00 |
| 23 | ENV SLU(max) | I[9]  | -244.29 | 0.00 | 25.26   | 0.00 | -673.54 | 0.00 |
| 23 | ENV SLU(max) | J[10] | -244.29 | 0.00 | 81.95   | 0.00 | -526.56 | 0.00 |
| 24 | ENV SLU(max) | I[10] | -244.29 | 0.00 | -140.94 | 0.00 | -526.56 | 0.00 |
| 24 | ENV SLU(max) | J[11] | -244.29 | 0.00 | -84.26  | 0.00 | -192.64 | 0.00 |
| 25 | ENV SLU(max) | I[11] | -244.29 | 0.00 | -333.16 | 0.00 | -192.64 | 0.00 |
| 25 | ENV SLU(max) | J[12] | -244.29 | 0.00 | -276.48 | 0.00 | 290.40  | 0.00 |
| 26 | ENV SLU(max) | I[16] | -269.93 | 0.00 | 21.89   | 0.00 | 354.75  | 0.00 |
| 26 | ENV SLU(max) | J[14] | -377.93 | 0.00 | -357.26 | 0.00 | 1333.55 | 0.00 |
| 27 | ENV SLU(max) | I[16] | -269.93 | 0.00 | 170.34  | 0.00 | 354.75  | 0.00 |
| 27 | ENV SLU(max) | J[18] | -161.93 | 0.00 | -116.63 | 0.00 | 750.06  | 0.00 |
| 28 | ENV SLU(max) | I[15] | -735.74 | 0.00 | -114.04 | 0.00 | 305.72  | 0.00 |
| 28 | ENV SLU(max) | J[17] | -627.74 | 0.00 | 265.11  | 0.00 | 178.22  | 0.00 |
| 29 | ENV SLU(max) | I[17] | -627.74 | 0.00 | 265.11  | 0.00 | 178.22  | 0.00 |
| 29 | ENV SLU(max) | J[19] | -519.74 | 0.00 | 474.65  | 0.00 | -733.44 | 0.00 |
| 1  | ENV SLV(max) | I[1]  | -558.29 | 0.00 | 358.67  | 0.00 | 1355.95 | 0.00 |
| 1  | ENV SLV(max) | J[2]  | -558.29 | 0.00 | 386.02  | 0.00 | 1190.82 | 0.00 |
| 3  | ENV SLV(max) | I[12] | -226.52 | 0.00 | -365.62 | 0.00 | 109.83  | 0.00 |
| 3  | ENV SLV(max) | J[13] | -226.52 | 0.00 | -340.63 | 0.00 | 298.36  | 0.00 |
| 4  | ENV SLV(max) | I[1]  | -294.26 | 0.00 | 786.17  | 0.00 | 1355.95 | 0.00 |
| 4  | ENV SLV(max) | J[14] | -279.93 | 0.00 | 680.38  | 0.00 | 952.91  | 0.00 |
| 7  | ENV SLV(max) | I[18] | -113.19 | 0.00 | -137.07 | 0.00 | 118.31  | 0.00 |
| 7  | ENV SLV(max) | J[20] | -100.17 | 0.00 | -168.85 | 0.00 | 211.05  | 0.00 |
| 8  | ENV SLV(max) | I[20] | -185.35 | 0.00 | -87.99  | 0.00 | 302.77  | 0.00 |
| 8  | ENV SLV(max) | J[21] | -187.88 | 0.00 | -62.05  | 0.00 | 340.28  | 0.00 |
| 9  | ENV SLV(max) | I[21] | -187.88 | 0.00 | -62.05  | 0.00 | 340.28  | 0.00 |
| 9  | ENV SLV(max) | J[22] | -207.37 | 0.00 | 137.70  | 0.00 | 261.03  | 0.00 |
| 10 | ENV SLV(max) | I[22] | -207.37 | 0.00 | 137.70  | 0.00 | 261.03  | 0.00 |
| 10 | ENV SLV(max) | J[23] | -226.87 | 0.00 | 337.44  | 0.00 | -326.60 | 0.00 |
| 11 | ENV SLV(max) | I[23] | -226.87 | 0.00 | 337.44  | 0.00 | -326.60 | 0.00 |
| 11 | ENV SLV(max) | J[24] | -229.40 | 0.00 | 362.12  | 0.00 | -464.70 | 0.00 |
| 12 | ENV SLV(max) | I[24] | -300.72 | 0.00 | -223.80 | 0.00 | -464.70 | 0.00 |

**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km  
20+113,64 (progr.ferr.)  
Relazione di calcolo scatolare**

| COMMESSA    | LOTTO     | FASE     | ENTE      | TIPO DOC  | OPERA 7 DISCIPLINA |           |           | PROGR      | REV      | FOGLIO    |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|
| <b>LI0B</b> | <b>02</b> | <b>E</b> | <b>ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL</b>          | <b>07</b> | <b>00</b> | <b>001</b> | <b>B</b> | <b>78</b> |

|    |               |       |         |      |         |      |         |      |
|----|---------------|-------|---------|------|---------|------|---------|------|
| 12 | ENV SLV(max)  | J[19] | -314.98 | 0.00 | -217.52 | 0.00 | -354.18 | 0.00 |
| 15 | ENV SLV(max)  | I[15] | -497.44 | 0.00 | 273.43  | 0.00 | 364.32  | 0.00 |
| 15 | ENV SLV(max)  | J[13] | -513.12 | 0.00 | 351.16  | 0.00 | 284.73  | 0.00 |
| 16 | ENV SLV(max)  | I[2]  | -558.29 | 0.00 | 348.91  | 0.00 | 1190.82 | 0.00 |
| 16 | ENV SLV(max)  | J[3]  | -558.29 | 0.00 | 387.40  | 0.00 | 907.34  | 0.00 |
| 17 | ENV SLV(max)  | I[3]  | -558.29 | 0.00 | 370.92  | 0.00 | 907.34  | 0.00 |
| 17 | ENV SLV(max)  | J[4]  | -558.29 | 0.00 | 409.40  | 0.00 | 606.92  | 0.00 |
| 18 | ENV SLV(max)  | I[4]  | -558.29 | 0.00 | 370.64  | 0.00 | 606.92  | 0.00 |
| 18 | ENV SLV(max)  | J[5]  | -558.29 | 0.00 | 409.12  | 0.00 | 306.71  | 0.00 |
| 19 | ENV SLV(max)  | I[5]  | -558.29 | 0.00 | 349.17  | 0.00 | 306.71  | 0.00 |
| 19 | ENV SLV(max)  | J[6]  | -558.29 | 0.00 | 387.66  | 0.00 | 23.04   | 0.00 |
| 20 | ENV SLV(max)  | I[6]  | -558.29 | 0.00 | 307.07  | 0.00 | 23.04   | 0.00 |
| 20 | ENV SLV(max)  | J[7]  | -558.29 | 0.00 | 345.55  | 0.00 | -228.22 | 0.00 |
| 21 | ENV SLV(max)  | I[7]  | -226.52 | 0.00 | 244.55  | 0.00 | -228.22 | 0.00 |
| 21 | ENV SLV(max)  | J[8]  | -226.52 | 0.00 | 283.03  | 0.00 | -355.74 | 0.00 |
| 22 | ENV SLV(max)  | I[8]  | -226.52 | 0.00 | 161.15  | 0.00 | -355.74 | 0.00 |
| 22 | ENV SLV(max)  | J[9]  | -226.52 | 0.00 | 199.64  | 0.00 | -339.74 | 0.00 |
| 23 | ENV SLV(max)  | I[9]  | -226.52 | 0.00 | 55.81   | 0.00 | -339.74 | 0.00 |
| 23 | ENV SLV(max)  | J[10] | -226.52 | 0.00 | 94.29   | 0.00 | -260.85 | 0.00 |
| 24 | ENV SLV(max)  | I[10] | -226.52 | 0.00 | -72.62  | 0.00 | -260.85 | 0.00 |
| 24 | ENV SLV(max)  | J[11] | -226.52 | 0.00 | -34.13  | 0.00 | -113.11 | 0.00 |
| 25 | ENV SLV(max)  | I[11] | -226.52 | 0.00 | -225.36 | 0.00 | -113.11 | 0.00 |
| 25 | ENV SLV(max)  | J[12] | -226.52 | 0.00 | -186.88 | 0.00 | 109.83  | 0.00 |
| 26 | ENV SLV(max)  | I[16] | -196.56 | 0.00 | -26.21  | 0.00 | -174.96 | 0.00 |
| 26 | ENV SLV(max)  | J[14] | -279.93 | 0.00 | -420.59 | 0.00 | 952.91  | 0.00 |
| 27 | ENV SLV(max)  | I[16] | -196.56 | 0.00 | 176.44  | 0.00 | -174.96 | 0.00 |
| 27 | ENV SLV(max)  | J[18] | -113.19 | 0.00 | -137.07 | 0.00 | 118.31  | 0.00 |
| 28 | ENV SLV(max)  | I[15] | -497.44 | 0.00 | -107.66 | 0.00 | 364.32  | 0.00 |
| 28 | ENV SLV(max)  | J[17] | -406.21 | 0.00 | 217.28  | 0.00 | 173.30  | 0.00 |
| 29 | ENV SLV(max)  | I[17] | -406.21 | 0.00 | 217.28  | 0.00 | 173.30  | 0.00 |
| 29 | ENV SLV(max)  | J[19] | -314.98 | 0.00 | 351.79  | 0.00 | -354.18 | 0.00 |
| 1  | ENV RARA(max) | I[1]  | -507.47 | 0.00 | 633.01  | 0.00 | 1037.54 | 0.00 |
| 1  | ENV RARA(max) | J[2]  | -507.47 | 0.00 | 660.59  | 0.00 | 714.15  | 0.00 |
| 3  | ENV RARA(max) | I[12] | -365.37 | 0.00 | -335.77 | 0.00 | 153.38  | 0.00 |
| 3  | ENV RARA(max) | J[13] | -365.37 | 0.00 | -309.79 | 0.00 | 437.83  | 0.00 |
| 4  | ENV RARA(max) | I[1]  | -385.53 | 0.00 | 527.93  | 0.00 | 1037.54 | 0.00 |
| 4  | ENV RARA(max) | J[14] | -371.78 | 0.00 | 438.33  | 0.00 | 782.40  | 0.00 |
| 7  | ENV RARA(max) | I[18] | -211.78 | 0.00 | -144.87 | 0.00 | 422.17  | 0.00 |
| 7  | ENV RARA(max) | J[20] | -199.28 | 0.00 | -156.19 | 0.00 | 514.95  | 0.00 |
| 8  | ENV RARA(max) | I[20] | -165.78 | 0.00 | -187.10 | 0.00 | -136.10 | 0.00 |
| 8  | ENV RARA(max) | J[21] | -173.49 | 0.00 | -162.43 | 0.00 | -48.71  | 0.00 |
| 9  | ENV RARA(max) | I[21] | -173.49 | 0.00 | -162.43 | 0.00 | -48.71  | 0.00 |
| 9  | ENV RARA(max) | J[22] | -223.10 | 0.00 | 102.89  | 0.00 | 924.22  | 0.00 |
| 10 | ENV RARA(max) | I[22] | -223.10 | 0.00 | 102.89  | 0.00 | 924.22  | 0.00 |
| 10 | ENV RARA(max) | J[23] | -223.10 | 0.00 | 724.66  | 0.00 | -261.02 | 0.00 |
| 11 | ENV RARA(max) | I[23] | -223.10 | 0.00 | 724.66  | 0.00 | -261.02 | 0.00 |
| 11 | ENV RARA(max) | J[24] | -223.10 | 0.00 | 765.75  | 0.00 | -375.98 | 0.00 |
| 12 | ENV RARA(max) | I[24] | -254.42 | 0.00 | -217.50 | 0.00 | -375.98 | 0.00 |
| 12 | ENV RARA(max) | J[19] | -266.92 | 0.00 | -210.17 | 0.00 | -268.87 | 0.00 |
| 15 | ENV RARA(max) | I[15] | -426.92 | 0.00 | 294.28  | 0.00 | -101.17 | 0.00 |
| 15 | ENV RARA(max) | J[13] | -440.67 | 0.00 | 373.17  | 0.00 | -271.94 | 0.00 |
| 16 | ENV RARA(max) | I[2]  | -507.47 | 0.00 | 549.80  | 0.00 | 714.15  | 0.00 |
| 16 | ENV RARA(max) | J[3]  | -507.47 | 0.00 | 602.71  | 0.00 | 323.62  | 0.00 |
| 17 | ENV RARA(max) | I[3]  | -507.47 | 0.00 | 460.66  | 0.00 | 323.62  | 0.00 |
| 17 | ENV RARA(max) | J[4]  | -507.47 | 0.00 | 520.23  | 0.00 | 144.87  | 0.00 |
| 18 | ENV RARA(max) | I[4]  | -507.47 | 0.00 | 370.95  | 0.00 | 144.87  | 0.00 |
| 18 | ENV RARA(max) | J[5]  | -507.47 | 0.00 | 430.52  | 0.00 | -2.21   | 0.00 |



**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km  
20+113,64 (progr.ferr.)  
Relazione di calcolo scatolare**

| COMMESSA    | LOTTO     | FASE     | ENTE      | TIPO DOC  | OPERA 7 DISCIPLINA |           |           | PROGR      | REV      | FOGLIO    |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|
| <b>LI0B</b> | <b>02</b> | <b>E</b> | <b>ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL</b>          | <b>07</b> | <b>00</b> | <b>001</b> | <b>B</b> | <b>79</b> |

|    |                |       |         |      |         |      |         |      |
|----|----------------|-------|---------|------|---------|------|---------|------|
| 19 | ENV RARA (max) | I[5]  | -507.47 | 0.00 | 273.77  | 0.00 | -2.21   | 0.00 |
| 19 | ENV RARA (max) | J[6]  | -507.47 | 0.00 | 333.33  | 0.00 | -115.42 | 0.00 |
| 20 | ENV RARA (max) | I[6]  | -507.47 | 0.00 | 168.34  | 0.00 | -115.42 | 0.00 |
| 20 | ENV RARA (max) | J[7]  | -507.47 | 0.00 | 227.90  | 0.00 | -192.54 | 0.00 |
| 21 | ENV RARA (max) | I[7]  | -365.37 | 0.00 | 53.68   | 0.00 | -192.54 | 0.00 |
| 21 | ENV RARA (max) | J[8]  | -365.37 | 0.00 | 113.25  | 0.00 | -231.19 | 0.00 |
| 22 | ENV RARA (max) | I[8]  | -365.37 | 0.00 | -32.36  | 0.00 | -231.19 | 0.00 |
| 22 | ENV RARA (max) | J[9]  | -365.37 | 0.00 | 16.03   | 0.00 | -226.23 | 0.00 |
| 23 | ENV RARA (max) | I[9]  | -365.37 | 0.00 | -100.55 | 0.00 | -226.23 | 0.00 |
| 23 | ENV RARA (max) | J[10] | -365.37 | 0.00 | -60.54  | 0.00 | -163.44 | 0.00 |
| 24 | ENV RARA (max) | I[10] | -365.37 | 0.00 | -181.64 | 0.00 | -163.44 | 0.00 |
| 24 | ENV RARA (max) | J[11] | -365.37 | 0.00 | -141.63 | 0.00 | -38.10  | 0.00 |
| 25 | ENV RARA (max) | I[11] | -365.37 | 0.00 | -267.65 | 0.00 | -38.10  | 0.00 |
| 25 | ENV RARA (max) | J[12] | -365.37 | 0.00 | -227.64 | 0.00 | 153.38  | 0.00 |
| 26 | ENV RARA (max) | I[16] | -291.78 | 0.00 | -3.03   | 0.00 | 131.33  | 0.00 |
| 26 | ENV RARA (max) | J[14] | -371.78 | 0.00 | -375.97 | 0.00 | 782.40  | 0.00 |
| 27 | ENV RARA (max) | I[16] | -291.78 | 0.00 | 42.85   | 0.00 | 131.33  | 0.00 |
| 27 | ENV RARA (max) | J[18] | -211.78 | 0.00 | -144.87 | 0.00 | 422.17  | 0.00 |
| 28 | ENV RARA (max) | I[15] | -426.92 | 0.00 | -231.68 | 0.00 | -101.17 | 0.00 |
| 28 | ENV RARA (max) | J[17] | -346.92 | 0.00 | 147.65  | 0.00 | 203.22  | 0.00 |
| 29 | ENV RARA (max) | I[17] | -346.92 | 0.00 | 147.65  | 0.00 | 203.22  | 0.00 |
| 29 | ENV RARA (max) | J[19] | -266.92 | 0.00 | 336.56  | 0.00 | -268.87 | 0.00 |
| 1  | ENV FREQ (max) | I[1]  | -436.11 | 0.00 | 612.04  | 0.00 | 687.15  | 0.00 |
| 1  | ENV FREQ (max) | J[2]  | -436.11 | 0.00 | 636.02  | 0.00 | 495.35  | 0.00 |
| 3  | ENV FREQ (max) | I[12] | -406.59 | 0.00 | -335.62 | 0.00 | 375.14  | 0.00 |
| 3  | ENV FREQ (max) | J[13] | -406.59 | 0.00 | -309.64 | 0.00 | 687.15  | 0.00 |
| 4  | ENV FREQ (max) | I[1]  | -391.28 | 0.00 | 505.53  | 0.00 | 687.15  | 0.00 |
| 4  | ENV FREQ (max) | J[14] | -377.53 | 0.00 | 418.07  | 0.00 | 478.58  | 0.00 |
| 7  | ENV FREQ (max) | I[18] | -217.53 | 0.00 | -172.10 | 0.00 | 594.66  | 0.00 |
| 7  | ENV FREQ (max) | J[20] | -205.03 | 0.00 | -179.43 | 0.00 | 715.89  | 0.00 |
| 8  | ENV FREQ (max) | I[20] | -185.04 | 0.00 | -192.86 | 0.00 | -166.02 | 0.00 |
| 8  | ENV FREQ (max) | J[21] | -185.04 | 0.00 | -168.18 | 0.00 | -75.76  | 0.00 |
| 9  | ENV FREQ (max) | I[21] | -185.04 | 0.00 | -168.18 | 0.00 | -75.76  | 0.00 |
| 9  | ENV FREQ (max) | J[22] | -185.04 | 0.00 | 21.82   | 0.00 | 776.67  | 0.00 |
| 10 | ENV FREQ (max) | I[22] | -185.04 | 0.00 | 21.82   | 0.00 | 776.67  | 0.00 |
| 10 | ENV FREQ (max) | J[23] | -185.04 | 0.00 | 535.41  | 0.00 | -148.05 | 0.00 |
| 11 | ENV FREQ (max) | I[23] | -185.04 | 0.00 | 535.41  | 0.00 | -148.05 | 0.00 |
| 11 | ENV FREQ (max) | J[24] | -185.04 | 0.00 | 573.22  | 0.00 | -249.37 | 0.00 |
| 12 | ENV FREQ (max) | I[24] | -227.15 | 0.00 | -179.43 | 0.00 | -249.37 | 0.00 |
| 12 | ENV FREQ (max) | J[19] | -239.65 | 0.00 | -172.10 | 0.00 | -161.30 | 0.00 |
| 15 | ENV FREQ (max) | I[15] | -399.65 | 0.00 | 351.75  | 0.00 | -145.10 | 0.00 |
| 15 | ENV FREQ (max) | J[13] | -413.40 | 0.00 | 435.02  | 0.00 | -322.67 | 0.00 |
| 16 | ENV FREQ (max) | I[2]  | -436.11 | 0.00 | 502.66  | 0.00 | 495.35  | 0.00 |
| 16 | ENV FREQ (max) | J[3]  | -436.11 | 0.00 | 539.59  | 0.00 | 271.11  | 0.00 |
| 17 | ENV FREQ (max) | I[3]  | -436.11 | 0.00 | 381.63  | 0.00 | 271.11  | 0.00 |
| 17 | ENV FREQ (max) | J[4]  | -436.11 | 0.00 | 418.56  | 0.00 | 83.30   | 0.00 |
| 18 | ENV FREQ (max) | I[4]  | -436.11 | 0.00 | 264.24  | 0.00 | 83.30   | 0.00 |
| 18 | ENV FREQ (max) | J[5]  | -436.11 | 0.00 | 301.17  | 0.00 | -65.71  | 0.00 |
| 19 | ENV FREQ (max) | I[5]  | -436.11 | 0.00 | 149.85  | 0.00 | -65.71  | 0.00 |
| 19 | ENV FREQ (max) | J[6]  | -436.11 | 0.00 | 186.78  | 0.00 | -173.65 | 0.00 |
| 20 | ENV FREQ (max) | I[6]  | -436.11 | 0.00 | 65.31   | 0.00 | -173.65 | 0.00 |
| 20 | ENV FREQ (max) | J[7]  | -436.11 | 0.00 | 102.23  | 0.00 | -220.83 | 0.00 |
| 21 | ENV FREQ (max) | I[7]  | -406.59 | 0.00 | 5.68    | 0.00 | -220.83 | 0.00 |
| 21 | ENV FREQ (max) | J[8]  | -406.59 | 0.00 | 42.61   | 0.00 | -207.76 | 0.00 |
| 22 | ENV FREQ (max) | I[8]  | -406.59 | 0.00 | -57.65  | 0.00 | -207.76 | 0.00 |
| 22 | ENV FREQ (max) | J[9]  | -406.59 | 0.00 | -20.72  | 0.00 | -154.84 | 0.00 |
| 23 | ENV FREQ (max) | I[9]  | -406.59 | 0.00 | -125.42 | 0.00 | -154.84 | 0.00 |



**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km  
20+113,64 (progr.ferr.)  
Relazione di calcolo scatolare**

| COMMESSA    | LOTTO     | FASE     | ENTE      | TIPO DOC  | OPERA 7 DISCIPLINA |           |           | PROGR      | REV      | FOGLIO    |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|
| <b>LI0B</b> | <b>02</b> | <b>E</b> | <b>ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL</b>          | <b>07</b> | <b>00</b> | <b>001</b> | <b>B</b> | <b>80</b> |

|    |               |       |         |      |         |      |         |      |
|----|---------------|-------|---------|------|---------|------|---------|------|
| 23 | ENV_FREQ(max) | J[10] | -406.59 | 0.00 | -88.49  | 0.00 | -51.34  | 0.00 |
| 24 | ENV_FREQ(max) | I[10] | -406.59 | 0.00 | -198.13 | 0.00 | -51.34  | 0.00 |
| 24 | ENV_FREQ(max) | J[11] | -406.59 | 0.00 | -161.20 | 0.00 | 103.83  | 0.00 |
| 25 | ENV_FREQ(max) | I[11] | -406.59 | 0.00 | -276.12 | 0.00 | 103.83  | 0.00 |
| 25 | ENV_FREQ(max) | J[12] | -406.59 | 0.00 | -239.19 | 0.00 | 375.14  | 0.00 |
| 26 | ENV_FREQ(max) | I[16] | -297.53 | 0.00 | 53.86   | 0.00 | 79.47   | 0.00 |
| 26 | ENV_FREQ(max) | J[14] | -377.53 | 0.00 | -313.38 | 0.00 | 478.58  | 0.00 |
| 27 | ENV_FREQ(max) | I[16] | -297.53 | 0.00 | 20.80   | 0.00 | 79.47   | 0.00 |
| 27 | ENV_FREQ(max) | J[18] | -217.53 | 0.00 | -172.10 | 0.00 | 594.66  | 0.00 |
| 28 | ENV_FREQ(max) | I[15] | -399.65 | 0.00 | -283.86 | 0.00 | -145.10 | 0.00 |
| 28 | ENV_FREQ(max) | J[17] | -319.65 | 0.00 | 63.57   | 0.00 | 191.74  | 0.00 |
| 29 | ENV_FREQ(max) | I[17] | -319.65 | 0.00 | 63.57   | 0.00 | 191.74  | 0.00 |
| 29 | ENV_FREQ(max) | J[19] | -239.65 | 0.00 | 236.39  | 0.00 | -161.30 | 0.00 |
| 1  | ENV_QP(max)   | I[1]  | -438.89 | 0.00 | 314.85  | 0.00 | 488.42  | 0.00 |
| 1  | ENV_QP(max)   | J[2]  | -438.89 | 0.00 | 338.83  | 0.00 | 325.00  | 0.00 |
| 3  | ENV_QP(max)   | I[12] | -438.89 | 0.00 | -338.26 | 0.00 | 325.00  | 0.00 |
| 3  | ENV_QP(max)   | J[13] | -438.89 | 0.00 | -314.28 | 0.00 | 488.42  | 0.00 |
| 4  | ENV_QP(max)   | I[1]  | -413.10 | 0.00 | 414.02  | 0.00 | 488.42  | 0.00 |
| 4  | ENV_QP(max)   | J[14] | -399.35 | 0.00 | 335.13  | 0.00 | 282.66  | 0.00 |
| 7  | ENV_QP(max)   | I[18] | -239.35 | 0.00 | -169.32 | 0.00 | 254.14  | 0.00 |
| 7  | ENV_QP(max)   | J[20] | -226.85 | 0.00 | -176.65 | 0.00 | 350.31  | 0.00 |
| 8  | ENV_QP(max)   | I[20] | -182.25 | 0.00 | -214.67 | 0.00 | -244.99 | 0.00 |
| 8  | ENV_QP(max)   | J[21] | -182.25 | 0.00 | -190.00 | 0.00 | -143.82 | 0.00 |
| 9  | ENV_QP(max)   | I[21] | -182.25 | 0.00 | -190.00 | 0.00 | -143.82 | 0.00 |
| 9  | ENV_QP(max)   | J[22] | -182.25 | 0.00 | 0.00    | 0.00 | 221.93  | 0.00 |
| 10 | ENV_QP(max)   | I[22] | -182.25 | 0.00 | 0.00    | 0.00 | 221.93  | 0.00 |
| 10 | ENV_QP(max)   | J[23] | -182.25 | 0.00 | 190.00  | 0.00 | -143.82 | 0.00 |
| 11 | ENV_QP(max)   | I[23] | -182.25 | 0.00 | 190.00  | 0.00 | -143.82 | 0.00 |
| 11 | ENV_QP(max)   | J[24] | -182.25 | 0.00 | 214.67  | 0.00 | -244.99 | 0.00 |
| 12 | ENV_QP(max)   | I[24] | -226.85 | 0.00 | -176.65 | 0.00 | -244.99 | 0.00 |
| 12 | ENV_QP(max)   | J[19] | -239.35 | 0.00 | -169.32 | 0.00 | -158.30 | 0.00 |
| 15 | ENV_QP(max)   | I[15] | -399.35 | 0.00 | 335.13  | 0.00 | -257.12 | 0.00 |
| 15 | ENV_QP(max)   | J[13] | -413.10 | 0.00 | 414.02  | 0.00 | -452.45 | 0.00 |
| 16 | ENV_QP(max)   | I[2]  | -438.89 | 0.00 | 255.92  | 0.00 | 325.00  | 0.00 |
| 16 | ENV_QP(max)   | J[3]  | -438.89 | 0.00 | 292.85  | 0.00 | 113.73  | 0.00 |
| 17 | ENV_QP(max)   | I[3]  | -438.89 | 0.00 | 193.26  | 0.00 | 113.73  | 0.00 |
| 17 | ENV_QP(max)   | J[4]  | -438.89 | 0.00 | 230.19  | 0.00 | -49.30  | 0.00 |
| 18 | ENV_QP(max)   | I[4]  | -438.89 | 0.00 | 131.72  | 0.00 | -49.30  | 0.00 |
| 18 | ENV_QP(max)   | J[5]  | -438.89 | 0.00 | 168.64  | 0.00 | -164.94 | 0.00 |
| 19 | ENV_QP(max)   | I[5]  | -438.89 | 0.00 | 71.18   | 0.00 | -164.94 | 0.00 |
| 19 | ENV_QP(max)   | J[6]  | -438.89 | 0.00 | 108.11  | 0.00 | -233.97 | 0.00 |
| 20 | ENV_QP(max)   | I[6]  | -438.89 | 0.00 | 11.34   | 0.00 | -233.97 | 0.00 |
| 20 | ENV_QP(max)   | J[7]  | -438.89 | 0.00 | 48.27   | 0.00 | -256.91 | 0.00 |
| 21 | ENV_QP(max)   | I[7]  | -438.89 | 0.00 | -48.07  | 0.00 | -256.91 | 0.00 |
| 21 | ENV_QP(max)   | J[8]  | -438.89 | 0.00 | -11.14  | 0.00 | -233.97 | 0.00 |
| 22 | ENV_QP(max)   | I[8]  | -438.89 | 0.00 | -107.55 | 0.00 | -233.97 | 0.00 |
| 22 | ENV_QP(max)   | J[9]  | -438.89 | 0.00 | -70.62  | 0.00 | -164.94 | 0.00 |
| 23 | ENV_QP(max)   | I[9]  | -438.89 | 0.00 | -167.81 | 0.00 | -164.94 | 0.00 |
| 23 | ENV_QP(max)   | J[10] | -438.89 | 0.00 | -130.88 | 0.00 | -49.30  | 0.00 |
| 24 | ENV_QP(max)   | I[10] | -438.89 | 0.00 | -229.23 | 0.00 | -49.30  | 0.00 |
| 24 | ENV_QP(max)   | J[11] | -438.89 | 0.00 | -192.30 | 0.00 | 113.73  | 0.00 |
| 25 | ENV_QP(max)   | I[11] | -438.89 | 0.00 | -291.99 | 0.00 | 113.73  | 0.00 |
| 25 | ENV_QP(max)   | J[12] | -438.89 | 0.00 | -255.06 | 0.00 | 325.00  | 0.00 |
| 26 | ENV_QP(max)   | I[16] | -319.35 | 0.00 | 31.27   | 0.00 | -147.92 | 0.00 |
| 26 | ENV_QP(max)   | J[14] | -399.35 | 0.00 | -316.16 | 0.00 | 282.66  | 0.00 |
| 27 | ENV_QP(max)   | I[16] | -319.35 | 0.00 | -12.30  | 0.00 | -147.92 | 0.00 |
| 27 | ENV_QP(max)   | J[18] | -239.35 | 0.00 | -169.32 | 0.00 | 254.14  | 0.00 |

**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**SL07 - Sottovia viabilità NV15 al km  
20+113,64 (progr.ferr.)  
Relazione di calcolo scatolare**

| COMMESSA    | LOTTO     | FASE     | ENTE      | TIPO DOC  | OPERA 7 DISCIPLINA |           |           | PROGR      | REV      | FOGLIO    |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|
| <b>LI0B</b> | <b>02</b> | <b>E</b> | <b>ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL</b>          | <b>07</b> | <b>00</b> | <b>001</b> | <b>B</b> | <b>81</b> |

|    |             |       |         |      |         |      |         |      |
|----|-------------|-------|---------|------|---------|------|---------|------|
| 28 | ENV QP(max) | I[15] | -399.35 | 0.00 | -316.16 | 0.00 | -257.12 | 0.00 |
| 28 | ENV QP(max) | J[17] | -319.35 | 0.00 | 31.27   | 0.00 | 183.08  | 0.00 |
| 29 | ENV QP(max) | I[17] | -319.35 | 0.00 | 31.27   | 0.00 | 183.08  | 0.00 |
| 29 | ENV QP(max) | J[19] | -239.35 | 0.00 | 188.28  | 0.00 | -158.30 | 0.00 |