

**ITINERARIO RAGUSA-CATANIA**

Collegamento viario compreso tra lo Svincolo della S.S. 514 "di Chiaramonte" con la S.S. 115 e lo Svincolo della S.S. 194 "Ragusana"

LOTTO 3 - Dallo svincolo n. 5 "Grammichele" (compreso) allo svincolo n. 8 "Francofonte" (escluso)

**PROGETTO ESECUTIVO**

COD. **PA897**

**PROGETTAZIONE: ATI SINTAGMA - GP INGEGNERIA - COOPROGETTI -GDG - ICARIA - OMNISERVICE**

PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Nando Granieri

Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A351



IL GEOLOGO:

Dott. Geol. Giorgio Cerquiglini

Ordine dei Geologi della Regione Umbria n° 108

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Filippo Pambianco

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Perugia n° A1373

VISTO IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Luigi Mupo

IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



Dott. Ing. N. Granieri  
Dott. Ing. F. Durastanti  
Dott. Ing. V. Truffini  
Dott. Arch. A. Bracchini  
Dott. Ing. L. Nani

Dott. Ing. M. Abram  
Dott. Ing. F. Pambianco  
Dott. Ing. M. Briganti Botta  
Dott. Ing. L. Gagliardini  
Dott. Geol. G. Cerquiglini

MANDANTI:



Dott. Ing. G. Guiducci  
Dott. Ing. A. Signorelli  
Dott. Ing. E. Moscatelli  
Dott. Ing. A. Bela

Dott. Ing. G. Lucibello  
Dott. Arch. G. Guastella  
Dott. Geol. M. Leonardi  
Dott. Ing. G. Parente



Dott. Arch. E. A. E. Crimi  
Dott. Ing. M. Panfilì  
Dott. Arch. P. Ghirelli  
Dott. Ing. D. Pelle

Dott. Ing. L. Ragnacci  
Dott. Arch. A. Strati  
Archeol. M. G. Liseno



Dott. Ing. D. Carlacchini  
Dott. Ing. S. Sacconi  
Dott. Ing. C. Consorti

Dott. Ing. F. Aloe  
Dott. Ing. A. Salvemini



Dott. Ing. V. Rotisciani  
Dott. Ing. G. Pulli  
Dott. Ing. F. Macchioni

Dott. Ing. G. Verini Supplizi  
Dott. Ing. V. Piunno  
Geom. C. Sugaroni



Dott. Ing. P. Agnello



IL RESPONSABILE DI PROGETTO:

**INGEGNERE  
Vladimiro  
ROTISCIANI**

**OPERE D'ARTE MINORI  
TOMBINO SCATOLARE 2X2 AL KM 12+556  
Relazione di calcolo**

| CODICE PROGETTO |             |             | NOME FILE                   |               |             | REVISIONE | SCALA: |
|-----------------|-------------|-------------|-----------------------------|---------------|-------------|-----------|--------|
| PROGETTO        | LIV. PROG.  | N. PROG.    | T04TM15STRRE01A             |               |             |           |        |
| L O 4 0 8 Z     | E           | 2 1 0 1     | T 0 4 T M 1 5 S T R R E 0 1 |               |             | A         | Varie  |
| REV.            | DESCRIZIONE | DATA        | REDATTO                     | VERIFICATO    | APPROVATO   |           |        |
|                 | Emissione   | Giugno 2021 | F. Macchioni                | V. Rotisciani | N. Granieri |           |        |

**INDICE**

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>PREMESSA</b> .....  | <b>4</b>  |
| <b>2</b> | <b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b> .....                          | <b>5</b>  |
| <b>3</b> | <b>INQUADRAMENTO STRATIGRAFICO E GEOTECNICO DEL SITO</b> ..... | <b>6</b>  |
| 3.1      | STRATIGRAFIE DI CALCOLO.....                                   | 6         |
| <b>4</b> | <b>MATERIALI</b> .....   | <b>7</b>  |
| 4.1      | CALCESTRUZZO .....   | 7         |
| 4.1.1    | Scelta della classe di esposizione.....                        | 8         |
| 4.1.2    | Copriferri.....  | 8         |
| 4.2      | ACCIAIO PER CALCESTRUZZO ARMATO .....                          | 9         |
| <b>5</b> | <b>CRITERI DI CALCOLO DELLE AZIONI SISMICHE</b> .....          | <b>10</b> |
| 5.1      | SPETTRI DI RISPOSTA .....                                      | 11        |
| <b>6</b> | <b>GEOMETRIA DELL'OPERA</b> .....                              | <b>13</b> |
| <b>7</b> | <b>ANALISI DEI CARICHI</b> .....                               | <b>14</b> |
| 7.1      | COPERTURA TOMBINO.....   | 14        |
| 7.1.1    | Carichi permanenti strutturali .....                           | 14        |
| 7.1.2    | Carichi permanenti non strutturali .....                       | 14        |
| 7.1.3    | Carichi variabili traffico .....                               | 14        |
| 7.1.4    | Frenatura .....  | 16        |
| 7.2      | PLATEA TOMBINO.....  | 16        |
| 7.2.1    | Carichi permanenti strutturali .....                           | 16        |
| 7.3      | AZIONE DELLA TEMPERATURA .....                                 | 16        |
| 7.4      | SPINTA DEL TERRENO SULLE PARETI .....                          | 17        |
| 7.4.1    | Pareti tombino .....   | 18        |
| <b>8</b> | <b>CONDIZIONI E COMBINAZIONI DI CARICO</b> .....               | <b>20</b> |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 8.1    | CONDIZIONI DI CARICO .....   | 20 |
| 8.2    | COMBINAZIONI DI CARICO .....   | 20 |
| 9      | ANALISI SVOLTE CON CODICI DI CALCOLO .....                             | 29 |
| 9.1    | ORIGINE E CARATTERISTICHE DEL CODICE DI CALCOLO.....                   | 29 |
| 9.2    | AFFIDABILITÀ DEI CODICI UTILIZZATI .....                               | 29 |
| 9.3    | GIUDIZIO MOTIVATO SULL'ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI DEI CALCOLI .....   | 29 |
| 9.4    | MODALITÀ DI PRESENTAZIONE DEI RISULTATI .....                          | 30 |
| 9.4.1  | Convenzioni relative alle caratteristiche di sollecitazione.....       | 30 |
| 10     | RISULTATI DELL'ANALISI.....  | 34 |
| 10.1   | DATI INPUT MODELLAZIONE .....  | 34 |
| 10.2   | RAPPRESENTAZIONE GRAFICA MODELLO.....                                  | 41 |
| 10.2.1 | Applicazione carichi .....   | 41 |
| 10.2.2 | Risultati Sollecitazioni .....   | 45 |
| 10.3   | VERIFICHE STRUTTURALI .....  | 50 |
| 10.3.1 | Verifiche copertura .....  | 50 |
| 10.3.2 | Verifiche pareti .....   | 51 |
| 10.3.3 | Verifiche platea di fondazione.....                                    | 56 |
| 11     | VERIFICHE GEOTECNICHE .....  | 58 |
| 11.1   | VALUTAZIONE DELLA COSTANTE DI SOTTOFONDO.....                          | 58 |
| 11.2   | VERIFICA DELLA CAPACITÀ PORTANTE DEL COMPLESSO TERRENO-FONDAZIONE..... | 58 |
| 12     | SINTESI DEI RISULTATI DELLE VERIFICHE .....                            | 61 |
| 12.1   | PLATEA DI FONDAZIONE .....   | 61 |
| 12.1.1 | Tombino e imbocco .....  | 61 |
| 12.1.2 | Sbocco.....  | 61 |
| 12.2   | PARETI.....  | 61 |

|                                       |           |
|---------------------------------------|-----------|
| 12.2.1 Tombino .....                  | 61        |
| 12.2.2 Sbocco e imbocco .....         | 61        |
| <b>12.3 SOLAIO DI COPERTURA .....</b> | <b>61</b> |

## 1 PREMESSA

Nella presente relazione vengono presentati i calcoli di verifica delle opere strutturali del tombino scatolare di sezione 2.00x2.00 m denominato TM15, ubicato alla progressiva km 12+556.41, da realizzarsi nell'ambito della progettazione esecutiva relativa al LOTTO 4 del "Collegamento viario compreso tra lo Svincolo della S.S. 514 di "Chiaromonte" con la S.S. 115 e lo Svincolo della "Ragusana"".

## 2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Le normative rilevanti per la redazione del progetto sono le normative elencate nel seguito:

- D.M del 14.01.2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni".
- Circ. 02/02/2009 n. 617 C.S.LL.PP. Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti "Istruzioni per l'applicazione delle « Norme Tecniche per le Costruzioni» di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

### 3 INQUADRAMENTO STRATIGRAFICO E GEOTECNICO DEL SITO

La campagna di indagini effettuata ha permesso il riconoscimento dei litotipi, la successione stratigrafica e la caratterizzazione meccanica dei terreni lungo tutto lo sviluppo del tracciato di progetto. I risultati di dette indagini sono descritti nella relazione geotecnica alla quale si rimanda per ulteriori approfondimenti.

#### 3.1 STRATIGRAFIE DI CALCOLO

Facendo riferimento a quanto riportato nella relazione geotecnica, nella tabella che segue sono riportati i valori dei parametri meccanici degli strati interessati dal calcolo delle strutture in esame:

| Litotipo                 | Unità geotecnica | $\gamma'$            | $c'$  | $\phi'$ | $c_u$ | $E'$  |
|--------------------------|------------------|----------------------|-------|---------|-------|-------|
|                          |                  | [kN/m <sup>3</sup> ] | [kPa] | [°]     | [kPa] | [MPa] |
| Alluvioni (grana fine)   | a_fine           | 17-19                | 5-15  | 23-28   | 100   | 20    |
| Alluvioni (grana grossa) | a_gross          | 19-21                | 0     | 38-42   | -     | 40    |
| Argille siltoso marnose  | Qa               | 17-19                | 10-20 | 20-25   | 150   | 10-20 |

La stratigrafia assunta nei calcoli è specificata di seguito, assumendo come quota 0.00 la quota del piano campagna attuale, tenendo conto che il tracciato stradale è tutto realizzato in rilevato:

|                   |         |                          |
|-------------------|---------|--------------------------|
| Da 0.00 a -6.80   | a_fine  | Alluvioni (grana fine)   |
| Da -6.80 a -11.60 | a_gross | Alluvioni (grana grossa) |
| Da -11.60 a -     | Qa      | Argille siltoso marnose  |

Dal punto di vista sismico il sottosuolo è individuato nella **categoria "C"**, come riportato nella Relazione geologica allegata al progetto esecutivo.

Per quanto riguarda la **falda** idrica, il livello piezometrico è stato intercettato nella zona in oggetto a quote comprese tra **5.64** e **6.02 m** dal piano campagna. Per l'andamento lungo il tracciato si faccia riferimento al "Profilo geotecnico".

Per quanto riguarda il materiale con cui si effettua il riempimento a tergo delle opere, si assumono le seguenti caratteristiche:

| Cod. | Descrizione | $\gamma$ (KN/m <sup>3</sup> ) | $c'$ (kPa) | $\phi'$ (deg) |
|------|-------------|-------------------------------|------------|---------------|
| R    | Riempimento | 18                            | 0          | 35            |

Per maggiori dettagli sulle caratteristiche dei terreni si faccia riferimento agli elaborati di carattere geotecnico (relazione geotecnica, profili geotecnici).

## 4 MATERIALI

### 4.1 CALCESTRUZZO

Il calcestruzzo può essere preconfezionato in centrale di betonaggio o impastato in cantiere con inerti di caratteristiche meccaniche appropriate, granulometria e rapporto acqua-cemento controllati.

Gli impasti devono essere preparati e trasportati in modo da escludere pericoli di segregazione dei componenti e di prematuro inizio della presa al momento del getto.

I componenti dovranno soddisfare i seguenti requisiti normativi:

|                  |   |                                |
|------------------|---|--------------------------------|
| Leganti          | - | L. 26/05/1965 n. 595           |
|                  | - | Norme serie EN 197 armonizzata |
| Aggregati        | - | UNI EN 12620 armonizzata       |
|                  | - | UNI EN 13055-1 armonizzata     |
|                  | - | UNI 8520-1 : 2005              |
|                  | - | UNI 8520-2: 2005               |
| Aggiunte         | - | EN 450-1                       |
|                  | - | UNI EN 206-1 :2006             |
|                  | - | UNI 11104:2004                 |
| Additivi         | - | EN 934-2 armonizzata           |
| Acqua di impasto | - | UNI EN 1008: 2003              |

Le miscele di calcestruzzo da utilizzare nel confezionamento degli elementi saranno progettate in funzione della resistenza caratteristica richiesta, della carpenteria, delle armature e del tipo di getto.

#### CALCESTRUZZO TIPO 1 (Platea e pareti tombino)

|   |   |
|---|---|
| Classe di resistenza                                | C32/40 ( $R_{ck} = 40 \text{ N/mm}^2$ )                                     |
| Classe di esposizione (UNI EN 206-1)                | XC4+XA2   |
| Classe di consistenza                               | S4  |
| Rapporto acqua – cemento (a/c)                      | 0.50  |
| Contenuto minimo di cemento                         | 340 kg/m <sup>3</sup>   |
| Resistenza cilindrica caratteristica a compressione | $f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} = 33.2 \text{ N/mm}^2$                          |
| Resistenza media a compressione                     | $f_{cm} = f_{ck} + 8 = 41.2 \text{ N/mm}^2$                                 |
| Resistenza media a trazione semplice                | $f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{cm}^{2/3} = 3.1 \text{ N/mm}^2$                    |
| Resistenza caratteristica a trazione semplice       | $f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} = 2.17 \text{ N/mm}^2$                         |
| Fattore parz. di sicurezza resistenza               | $\gamma_c = 1.5$  |
| Coeff. Riduttivo per resistenze di lunga durata     | $\alpha_{cc} = 0.85$  |
| Resistenza di calcolo a compressione                | $f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = 18.81 \text{ N/mm}^2$ |
| Resistenza di calcolo a trazione                    | $f_{ctd} = \frac{f_{ctk}}{\gamma_c} = 1.44 \text{ N/mm}^2$                  |



Modulo di elasticità

$$E_{cm} = 22000 \cdot \left[ \frac{f_{cm}}{10} \right]^{0.3} = 33642.8 \text{ N/mm}^2$$

Copriferro di calcolo

5 cm

#### Calcestruzzo magro per fondazione:

Si prevede un calcestruzzo di classe C 12/15.

#### 4.1.1 Scelta della classe di esposizione

Per quanto riguarda la classe di esposizione, si precisa che le strutture di fondazione ed in elevazione risultano interrate ed esposte ad attacco chimico derivante dal terreno o delle acque di invaso, trattandosi di opere che entrano in contatto con acque provenienti dalla piattaforma stradale, caratterizzate da agenti chimici scarsamente o moderatamente aggressivi.

Pertanto si impiega sia per le strutture di fondazione che in elevazione **la Classe di Esposizione XA2** - Calcestruzzo esposto a terreno naturale ed acqua del terreno con caratteristiche chimiche moderatamente aggressive.

#### 4.1.2 Copriferri

Con riferimento al §4.1.6.1.3 delle NTC, al fine della protezione delle armature dalla corrosione il valore minimo dello strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve rispettare quanto indicato in Tabella C4.1.IV, nella quale sono distinte le tre condizioni ambientali di Tabella 4.1.IV delle NTC. I valori sono espressi in mm e sono distinti in funzione dell'armatura, barre da c.a. o cavi aderenti da c.a.p. (fili, trecce e trefoli), e del tipo di elemento, a piastra (solette, pareti) o monodimensionale (travi, pilastri).

A tali valori di tabella vanno aggiunte le tolleranze di posa, pari a 10 mm o minore, secondo indicazioni di norme di comprovata validità.

**Tabella C4.1.IV Copriferri minimi in mm**

| C <sub>min</sub> | C <sub>o</sub> | ambiente   | barre da c.a.<br>elementi a piastra |                                       | barre da c.a.<br>altri elementi |                                       | cavi da c.a.p.<br>elementi a piastra |                                       | cavi da c.a.p.<br>altri elementi |                                       |
|------------------|----------------|------------|-------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|
|                  |                |            | C <sub>o</sub> ≤ C                  | C <sub>min</sub> < C < C <sub>o</sub> | C <sub>o</sub> ≤ C              | C <sub>min</sub> < C < C <sub>o</sub> | C <sub>o</sub> ≤ C                   | C <sub>min</sub> < C < C <sub>o</sub> | C <sub>o</sub> ≤ C               | C <sub>min</sub> < C < C <sub>o</sub> |
| C25/30           | C35/45         | ordinario  | 15                                  | 20                                    | 20                              | 25                                    | 25                                   | 30                                    | 30                               | 35                                    |
| C28/35           | C40/50         | aggressivo | 25                                  | 30                                    | 30                              | 35                                    | 35                                   | 40                                    | 40                               | 45                                    |
| C35/45           | C45/55         | molto ag.  | 35                                  | 40                                    | 40                              | 45                                    | 45                                   | 50                                    | 50                               | 50                                    |

Per le strutture in esame sono previsti i seguenti valori di copriferro per ciascuna tipologia di calcestruzzo impiegato:

PLATEA DI FONDAZIONE

Ambiente aggressivo - elementi a piastra - C<sub>min</sub> < C < C<sub>o</sub>

copriferro minimo: 30+10 mm = **40 mm**

PARETI

Ambiente aggressivo - altri elementi (pareti) -  $C_{min} < C < C_0$ :

copriferro minimo: 35+10 mm = **45 mm**

Si impiega pertanto un **copriferro netto per le strutture di fondazione ed in elevazione e per le prolunghe dei passi d'uomo** a contatto con acque moderatamente aggressive pari a **50 mm**.

#### 4.2 ACCIAIO PER CALCESTRUZZO ARMATO

Si prevede l'impiego di acciaio del tipo B450C saldabile controllato in stabilimento.

L'accertamento delle proprietà meccaniche dovrà essere conforme alle seguenti normative sull'acciaio:  
EN 10002/1° (marzo 1990)-UNI 564 (febbraio 1960)-UNI 6407 (marzo 1969).

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| Acciaio                               | B450C   |
| Tensione di rottura nominale          | $f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$                           |
| Tensione di snervamento nominale      | $f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$                           |
| Allungamento a rottura caratteristico | $(A_{gt})_k \geq 7.5 \%$                                |
| Coefficiente parziale di sicurezza:   | $\phi_s = 1.15$   |
| Tensione di snervamento di calcolo:   | $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 391 \text{ N/mm}^2$ |

Le caratteristiche degli acciai impiegati saranno comprovate mediante prove su campioni da prelevare in cantiere in fase di esecuzione dell'opera con le modalità prescritte nel D.M. 14.01.08.

## 5 CRITERI DI CALCOLO DELLE AZIONI SISMICHE

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare i diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione.

Tutti i parametri che definiscono tale caratterizzazione dipendono dalla probabilità di superamento PVR dell'evento sismico nel periodo di riferimento VR.

I parametri sismici per gli interventi in esame fanno riferimento alle coordinate geografiche dell'area:

latitudine: 37.282896 [°]

longitudine: 14.974794 [°]

Gli stati limite rispetto ai quali effettuare le verifiche sono:

STATI LIMITE DI ESERCIZIO (SLE)

SLO – Stato limite di operatività

SLD – Stato limite di danno

STATI LIMITE ULTIMI (SLU)

SLV – Stato limite di salvaguardia della vita

SLC – Stato limite di collasso

Si assume:

- classe d'uso: IV
- vita nominale: 50 anni
- categoria sottosuolo: C
- categoria topografica: T1
- periodo di riferimento: 100 anni
- coefficiente d'uso  $C_U$ : 2

Per costruzioni di classe d'uso IV le verifiche si riferiscono agli SLD, SLV ed SLO.

Per gli scopi progettuali l'azione sismica viene definita mediante forme spettrali dipendenti da tre parametri a loro volta funzione della localizzazione geografica del sito e del periodo di ritorno considerato:

$a_g$  – Accelerazione massima orizzontale al sito

$F_0$  – 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

Nel caso in esame risulta:

|     | $P_{vr}$ [%] | $T_R$ [anni] | $a_g$ [g] | $F_0$ [-] | $T^*_c$ [-] |
|-----|--------------|--------------|-----------|-----------|-------------|
| SLO | 81           | 60           | 0.076     | 2.504     | 0.273       |
| SLD | 63           | 101          | 0.1064    | 2.362     | 0.310       |
| SLV | 10           | 949          | 0.3749    | 2.343     | 0.468       |
| SLC | 5            | 1950         | 0.5311    | 2.341     | 0.528       |

Dal punto di vista sismico il suolo di fondazione è classificabile come di **categoria "C"**.

L'amplificazione stratigrafica è descritta mediante i coefficienti  $S_S$  e  $S_T$  che assumono i seguenti valori per ciascuno stato limite considerato:

$$S_S \text{ orizzontale SLO} = 1.5$$

$$S_S \text{ orizzontale SLD} = 1.5$$

$$S_S \text{ orizzontale SLV} = 1.17$$

$$S_T = 1.0 \text{ (categoria T1 - superfici pianeggianti, pendii e rilievi isolati con pendenza < 15\%)}$$

Le strutture vengono calcolate come non dissipative impiegando pertanto come spettro di risposta quello elastico definito dai parametri precedentemente riportati.

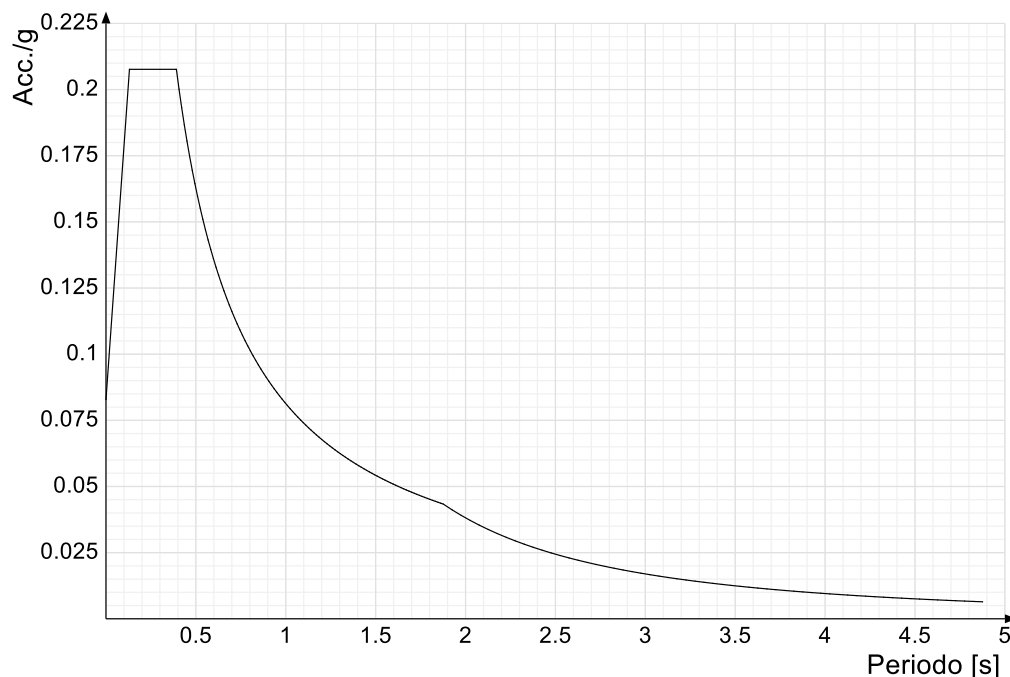
Il fattore di struttura risulta unitario e pertanto gli spettri di risposta di progetto coincidono con quelli elastici:

$$q_{ND} = 1.00$$

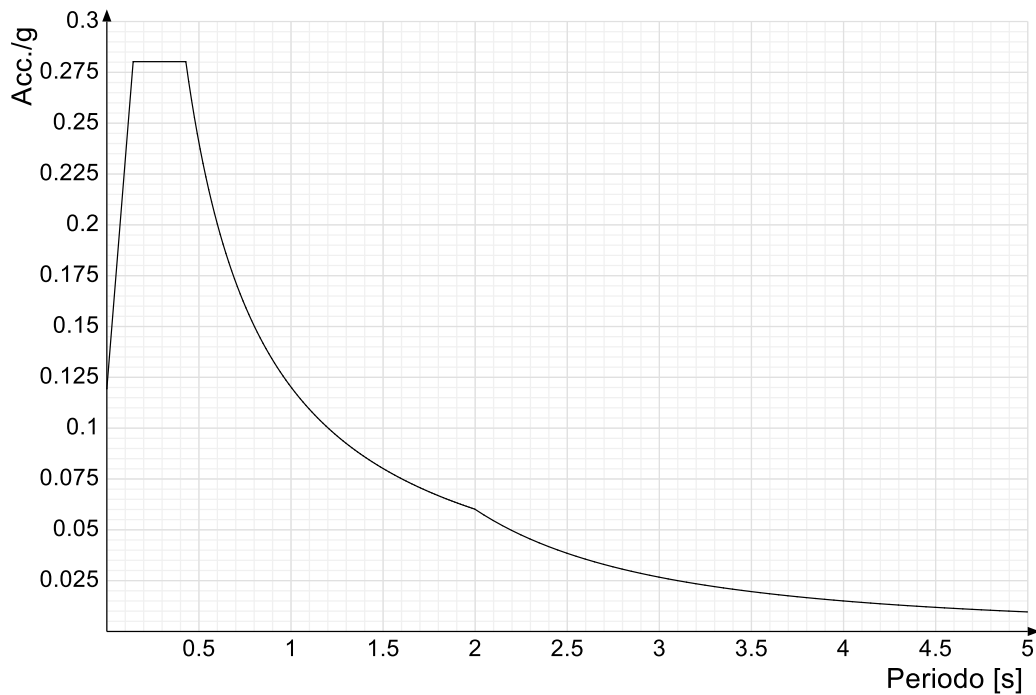
## 5.1 SPETTRI DI RISPOSTA

Si riportano di seguito gli spettri di risposta elastici e di progetto della componente orizzontale per ciascuno stato limite considerato.

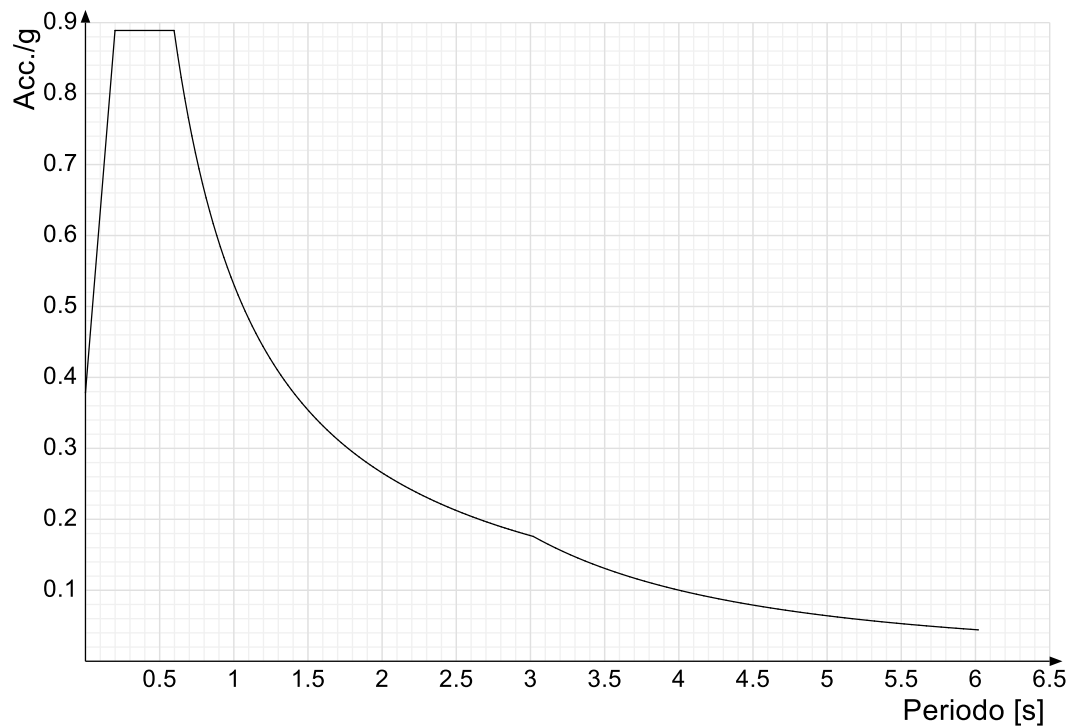
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLO § 3.2.3.2.1 (3.2.4)



Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLD § 3.2.3.2.1 (3.2.4)



Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLV § 3.2.3.2.1 (3.2.4)



## 6 GEOMETRIA DELL'OPERA

Il tombino in oggetto è costituito da una struttura scatolare in c.a. gettato in opera, di dimensioni interne pari a 2.00 x 2.00 m, con pareti e platea di spessore pari a 40 cm e copertura di spessore pari a 40 cm. Lo sviluppo dell'opera è di circa 59.70 m e costituisce l'attraversamento delle due carreggiate stradali principali.

L'imbocco del tombino, di lunghezza pari a 6.00 m, è costituito da muri perimetrali di altezza variabile, di spessore pari a 40 cm.

All'uscita del tombino è presente uno sbocco di lunghezza pari a 6.30 m ed altezza delle pareti variabile, di spessore pari a 40 cm.

Per ulteriori dettagli si vedano gli elaborati grafici di progetto.

## 7 ANALISI DEI CARICHI

I valori dei carichi sono riepilogati di seguito.

I **pesi propri** degli elementi strutturali sono calcolati automaticamente dal software di calcolo associando materiale e sezione alle varie strutture.

Si considerano i seguenti pesi specifici:

- calcestruzzo 25 kN/m<sup>3</sup>

### 7.1 COPERTURA TOMBINO

#### 7.1.1 Carichi permanenti strutturali

|   |                                |
|---|--------------------------------|
| Rilevato stradale ( $h_{media}=3.50m$ , $p.p = 18 \text{ kN/m}^3$ ) ..... | <u>63.00</u> kN/m <sup>2</sup> |
| <b>Carico permanente strutturale totale <math>G_{1k}</math></b>           | <b>63.00 kN/m<sup>2</sup></b>  |

#### 7.1.2 Carichi permanenti non strutturali

|   |                               |
|---|-------------------------------|
| Pacchetto stradale ( $h=0.38$ , $p.p = 24 \text{ kN/m}^3$ ) .....   | <u>9.12</u> kN/m <sup>2</sup> |
| <b>Carico permanente non strutturale totale <math>G_{2k}</math></b> | <b>9.12 kN/m<sup>2</sup></b>  |

#### 7.1.3 Carichi variabili traffico

Il tombino è ubicato al di sotto della sede stradale, costituita da due carreggiate di larghezza pari a 9.75 m ciascuna.

In conformità a quanto previsto dal Cap.5 delle NTC 2008 (Ponti), vengono calcolati i sovraccarichi dovuti al traffico agenti sull'impalcato, per ciascuna carreggiata:

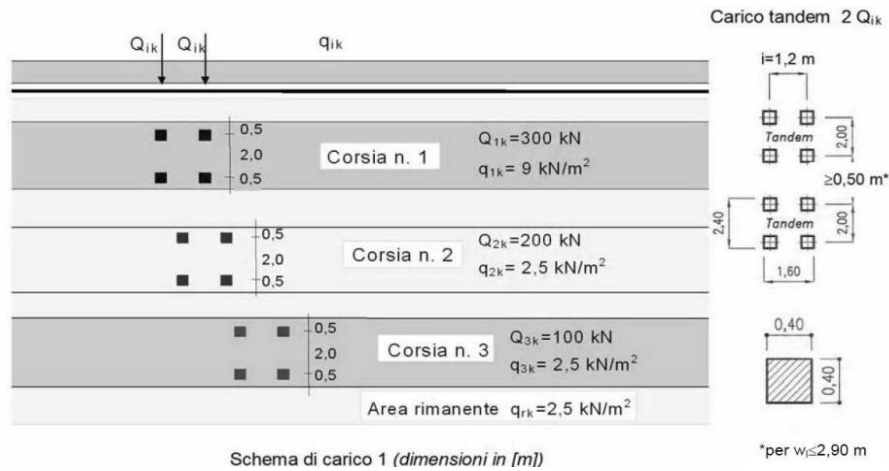
|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| LARGHEZZA CARREGGIATA:          | $w > 6,00m = 9.75 \text{ m}$             |
| CORSIE CONVENZIONALI:           | $n = 3$                                  |
| LARGHEZZA CORSIE:               | 3,00m                                    |
| LARGHEZZA DELLA ZONA RIMANENTE: | 0.75m (equamente suddivisa sui due lati) |

I carichi mobili da traffico, comprensivi degli effetti dinamici, sono definiti da vari schemi di carico.

Ai fini del calcolo della copertura del tombino in progetto sono applicabili gli Schemi di carico 1 e 2 con una disposizione longitudinale sulle corsie convenzionali tale da ottenere l'effetto più sfavorevole.

I carichi mobili secondo lo **Schema di carico n.1** (comprensivo degli effetti dinamici) risultano:

**TOMBINO SCATOLARE TM15**  
**RELAZIONE DI CALCOLO**



Lo schema è costituito da carichi concentrati su due assi in tandem  $Q_{ik}$  e da un carico uniformemente distribuito  $q_{ik}$ .

Le zone rimanenti, esterne alle corsie convenzionali, sono soggette ad un carico uniformemente distribuito  $q_{rk}$  pari a  $2.50 \text{ kN/m}^2$ .

Le colonne di carico considerate sono pertanto le seguenti:

Corsia n. 1:

carico distribuito:  $q_1 = 9,00 \text{ kN/m}^2 \text{ kN/m}^2$   
carichi concentrati:  $2 \times Q_1 = 2 \times 300 \text{ kN}$

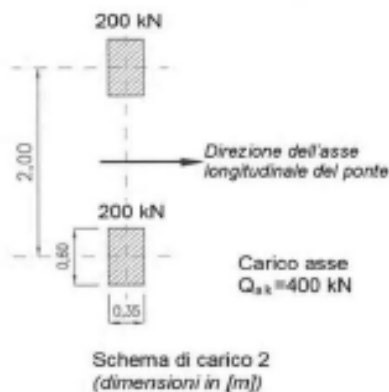
Corsia n. 2:

carico distribuito:  $q_1 = 2.50 \text{ kN/m}^2 \text{ kN/m}^2$   
carichi concentrati:  $2 \times Q_1 = 2 \times 200 \text{ kN}$

Corsia n. 2:

carico distribuito:  $q_1 = 2.50 \text{ kN/m}^2 \text{ kN/m}^2$   
carichi concentrati:  $2 \times Q_1 = 2 \times 100 \text{ kN}$

I carichi mobili secondo lo **Schema di carico n.2** (comprensivo degli effetti dinamici) risultano:





Lo schema costituito da un singolo asse applicato su specifiche impronte di pneumatico di forma rettangolare, di larghezza 0,60 m ed altezza 0,35 m, come mostrato in figura. Questo schema va considerato autonomamente con asse longitudinale nella posizione più gravosa ed è da assumere a riferimento solo per verifiche locali. Qualora sia più gravoso si considererà il peso di una singola ruota di 200 kN.

***Dall'applicazione dei due schemi di carico separatamente sulle varie corsie convenzionali ed in varie posizioni lungo l'asse longitudinale delle stesse, come prescritto dalla normativa, ai fini della verifica della suola di copertura, lo Schema di Carico 1 è risultato più gravoso dello Schema di Carico 2. Pertanto si riportano i risultati della modellazione in cui è stato impiegato lo Schema di Carico 1.***

#### 7.1.4 Frenatura

L'azione dovuta alla frenatura è calcolata secondo la relazione contenuta nelle NTC2008 al par. 5.1.3.5 ed applicata sulla porzione di scatolare di larghezza pari ad 1.00 m:

$$q_3 = 0.6 (2Q_{1k}) + 0.10 q_{1k} w_1 L = 367.56 \text{ kN}$$

dove:

$Q_{1k} = 300 \text{ kN}$ , carico asse corsia;

$q_{1k} = 9.00 \text{ kN/m}^2$ , carico uniformemente distribuito fuori corsia;

$w_1 = 3.00 \text{ m}$ , larghezza della corsia convenzionale;

$L = 2.80 \text{ m}$ , lunghezza della zona caricata.

Nel caso in esame l'azione di frenamento o accelerazione risulta pari a:

$0.6 \times (2 \times 300) + 0.10 \times 9.0 \times 3.00 \times 2.80 = 367.56 \text{ kN}$  agente lungo la corsia di marcia e uniformemente distribuita sulla lunghezza caricata. Pertanto si ha:

$$Q_3 = 367.56 / (2.80) = 131.27 \text{ kN/m}$$

## 7.2 PLATEA TOMBINO

### 7.2.1 Carichi permanenti strutturali

A vantaggio di sicurezza si considera un riempimento del tombino pari al massimo grado di riempimento, che corrisponde al 70% dell'altezza interna del tombino ( $H=2.00 \times 0.70= 1.40 \text{ m}$ ).

|   |                                |
|---|--------------------------------|
| Peso dell'acqua ( $H_{\max} = 1.40 \text{ m}$ ) .....           | <u>14.00</u> kN/m <sup>2</sup> |
| <b>Carico permanente strutturale totale <math>G_{1k}</math></b> | <b>14.00 kN/m<sup>2</sup></b>  |

## 7.3 AZIONE DELLA TEMPERATURA

Dal momento che le opere in progetto sono completamente interrato e all'interno è presente acqua si ipotizza un gradiente termico tra la faccia esterna e la faccia interna, con una distribuzione a farfalla di valore pari a +/- 15°.

#### 7.4 SPINTA DEL TERRENO SULLE PARETI

Si riportano di seguito i grafici delle spinte del terreno sulle pareti del manufatto tenendo conto della presenza di materiale di riporto a tergo, per il quale si considerano le seguenti caratteristiche geomeccaniche:

$\gamma_k = 19,0$        $\text{kN/m}^3$       peso di volume caratteristico;  
 $\varphi'_k = 35$       °      angolo di operativo attrito caratteristico.

Considerando che le strutture in esame non sono in grado di subire spostamenti sufficienti alla mobilitazione della spinta attiva le azioni agenti sulle stesse verranno calcolate per mezzo del coefficiente di spinta in quiete. Nel calcolo delle spinte si è tenuto conto di un sovraccarico accidentale sul terreno di  $20 \text{ kN/m}^2$ .

I risultati e gli andamenti delle pressioni di progetto (comprehensive dei fattori parziali di sicurezza), sono riportati nelle tabelle seguenti.

**7.4.1 Pareti tombino**

Tutti i valori sono riferiti a una striscia di larghezza unitaria.

**GEOMETRIA MURO E RINTERRO**

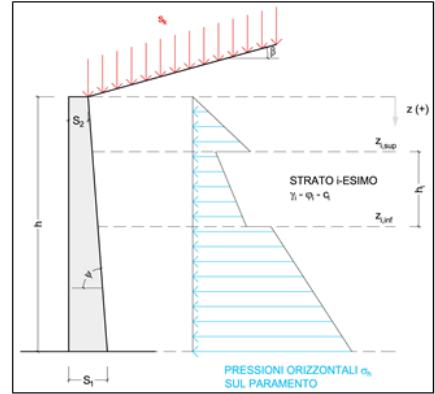
|               |     |                   |  |
|---------------|-----|-------------------|--|
| $\gamma_{sk}$ | 25  | kN/m <sup>3</sup> | Peso per unità di volume                         |
| $s_{1f}$      | 0,4 | m                 | Spessore alla base                               |
| $s_{2f}$      | 0,4 | m                 | Spessore in testa                                |
| $h_f$         | 0,4 | m                 | Altezza suola fondazione                         |
| $h$           | 2,4 | m                 | Altezza paramento                                |
| $\beta$       | 0   | °                 | Ang. terrapieno sull'orizzontale (>0 antiorario) |
| $\psi$        | 90  | °                 | Ang. par. interna sull'orizzontale (>0 orario)   |
| $H$           | 2,8 | m                 | Altezza totale muro                              |

**MODALITA' DI SPINTA**

Spinta in quiete

**PARAMETRI SISMICI**

|   |                        |  |
|---|------------------------|--|
| C   | Categoria suolo        |  |
| T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ | Caratteristiche pendio |  |
| Muro non in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno                            | Caratteristiche pendio |  |
| $a_g$   | 0,375 g                | Accelerazione orizzontale massima su sito di riferimento rigido orizzontale (riferita all'accel. di gravità g) |
| $F_{0,1}$   | 2,343                  | Fattore di amplificazione spettrale massima su sito di riferimento rigido orizzontale                          |
| $T_g$   | 0,468 s                | Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale                    |
| $C_w$   | 1,349                  | Coefficiente che modifica il valore del periodo $T_C$  |
| $S_w$   | 1,173                  | Coefficiente di amplificazione stratigrafica   |
| $S_T$   | 1,000                  | Coefficiente di amplificazione topografica   |
| $S$   | 1,173                  | Coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo   |
| $a_{max}$   | 0,440 g                | Accelerazione massima attesa al sito (riferita all'accelerazione di gravità g)                                 |
| $\beta_{red}$   | 1,00                   | Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito  |
| $k_{h,0}$   | 0,440                  | Coefficiente sismico orizzontale   |
| $k_{v,0}$   | 0,220                  | Coefficiente sismico verticale con accelerazione diretta verso l'alto  |
| $k_{v,-}$   | -0,220                 | Coefficiente sismico verticale con accelerazione diretta verso il basso  |
| $\theta_{h,0}$  | 19,82 °                | Rotazione addizionale terreno-muro per accelerazione sismica verticale verso l'alto                            |
| $\theta_{v,-}$  | 29,41 °                | Rotazione addizionale terreno-muro per accelerazione sismica verticale verso il basso                          |



**SOVRACCARICHI SUL RINTERRO**

|           |           |           |                   |
|-----------|-----------|-----------|-------------------|
| $g_{1k}$  | $g_{2k}$  | $q_{1k}$  |                   |
| 0         | 0         | 20        | kN/m <sup>2</sup> |
| $s_{g1k}$ | $s_{g2k}$ | $s_{q1k}$ |                   |
| 1         | 1         | 0,3       |                   |

Carico uniformemente distribuito a tergo del paramento

Coefficiente di riduzione della massa del sovraccarico

**Coefficiente parziali di sicurezza dei carichi**

|               |               |            |            |   |
|---------------|---------------|------------|------------|---|
| $\gamma_{G1}$ | $\gamma_{G2}$ | $\gamma_Q$ | $\gamma_E$ |   |
| 1             | 1,3           | 1,5        | 1,5        | - |
| 1             | 1,3           | 1,3        | -          | - |
| 1             | 1             | 1          | 1          | 1 |

Coefficiente parziali di sicurezza dei carichi SLE

Coefficiente parziali di sicurezza dei carichi SLU - APPROCCIO 1 - COMB 1 (A1) E APPROCCIO 2

Coefficiente parziali di sicurezza dei carichi SLU - APPROCCIO 1 - COMB 2 (A2)

Coefficiente parziali di sicurezza dei carichi in combinazione sismica SLV

**Coefficiente parziali di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno**

|            |               |             |  |
|------------|---------------|-------------|--|
| $\gamma_c$ | $\gamma_\phi$ | $\gamma_c'$ |  |
| 1          | 1             | 1           |  |
| 1          | 1,25          | 1,25        |  |

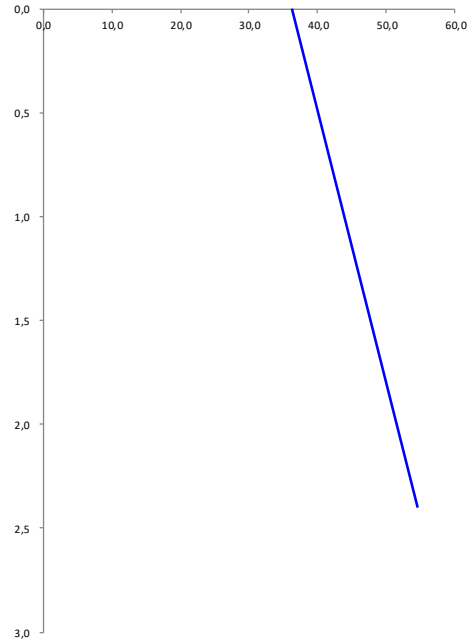
Coefficiente parziali di sicurezza dei parametri geotecnici SLE / SLU - APPROCCIO 1 - COMB 1 (M1), APPROCCIO 2 / SLV

Coefficiente parziali di sicurezza dei parametri geotecnici - SLU - APPROCCIO 1 - COMB 2 (M2)

**CARATTERISTICHE STRATI TERRENO**

| Strato | $z_{sup}$ [m] | $z_{inf}$ [m] | $h$ [m] | PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI |              |                |                             | PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO SLE / SLU - APPROCCIO 1 - COMB 1 (M1), APPROCCIO 2 / SLV |              |                |                             | COEFF. DI SPINTA DI PROGETTO SLE / SLU - APPROCCIO 1 - COMB 1 (M1), APPROCCIO 2 / SLV |               |                  |                    | PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO SLU - APPROCCIO 1 - COMB 2 (M2) |              |                |                             | COEFF. DI SPINTA DI PROGETTO SLU - APPROCCIO 1 - COMB 2 (M2) |               |                  |                    |
|--------|---------------|---------------|---------|-------------------------------------|--------------|----------------|-----------------------------|---|--------------|----------------|-----------------------------|---|---------------|------------------|--------------------|--|--------------|----------------|-----------------------------|--|---------------|------------------|--------------------|
|        |               |               |         | $\gamma_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]     | $\phi_s$ [°] | $\delta_s$ [°] | $c_s'$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $\gamma_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]   | $\phi_s$ [°] | $\delta_s$ [°] | $c_s'$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $k_{0,s}$ [-]   | $k_{s,s}$ [-] | $k_{\phi,s}$ [-] | $k_{\delta,s}$ [-] | $\gamma_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]                                  | $\phi_s$ [°] | $\delta_s$ [°] | $c_s'$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $k_{0,s}$ [-]  | $k_{s,s}$ [-] | $k_{\phi,s}$ [-] | $k_{\delta,s}$ [-] |
| 1      | 0,00          | 2,40          | 2,40    | 18,00                               | 35,00        | 0,00           | 0,00                        | 18,00   | 35,00        | 0,00           | 0,00                        | 0,426   | 0,271         | 0,537            | 0,831              | 18,00  | 29,26        | 0,00           | 0,00                        | 0,511  | 0,343         | 0,659            | 1,318              |
| 2      | 2,40          | 2,40          | 0,00    | 18,00                               | 35,00        | 0,00           | 0,00                        | 18,00   | 35,00        | 0,00           | 0,00                        | 0,426   | 0,271         | 0,537            | 0,831              | 18,00  | 29,26        | 0,00           | 0,00                        | 0,511  | 0,343         | 0,659            | 1,318              |
| 3      | 2,40          | 2,40          | 0,00    | 18,00                               | 35,00        | 0,00           | 0,00                        | 18,00   | 35,00        | 0,00           | 0,00                        | 0,426   | 0,271         | 0,537            | 0,831              | 18,00  | 29,26        | 0,00           | 0,00                        | 0,511  | 0,343         | 0,659            | 1,318              |
| 4      | 2,40          | 2,40          | 0,00    | 18,00                               | 35,00        | 0,00           | 0,00                        | 18,00   | 35,00        | 0,00           | 0,00                        | 0,426   | 0,271         | 0,537            | 0,831              | 18,00  | 29,26        | 0,00           | 0,00                        | 0,511  | 0,343         | 0,659            | 1,318              |
| 5      | 2,40          | 2,40          | 0,00    | 18,00                               | 35,00        | 0,00           | 0,00                        | 18,00   | 35,00        | 0,00           | 0,00                        | 0,426   | 0,271         | 0,537            | 0,831              | 18,00  | 29,26        | 0,00           | 0,00                        | 0,511  | 0,343         | 0,659            | 1,318              |
| 6      | 2,40          | 2,40          | 0,00    | 18,00                               | 35,00        | 0,00           | 0,00                        | 18,00   | 35,00        | 0,00           | 0,00                        | 0,426   | 0,271         | 0,537            | 0,831              | 18,00  | 29,26        | 0,00           | 0,00                        | 0,511  | 0,343         | 0,659            | 1,318              |
| 7      | 2,40          | 2,40          | 0,00    | 18,00                               | 35,00        | 0,00           | 0,00                        | 18,00   | 35,00        | 0,00           | 0,00                        | 0,426   | 0,271         | 0,537            | 0,831              | 18,00  | 29,26        | 0,00           | 0,00                        | 0,511  | 0,343         | 0,659            | 1,318              |
| 8      | 2,40          | 2,40          | 0,00    | 18,00                               | 35,00        | 0,00           | 0,00                        | 18,00   | 35,00        | 0,00           | 0,00                        | 0,426   | 0,271         | 0,537            | 0,831              | 18,00  | 29,26        | 0,00           | 0,00                        | 0,511  | 0,343         | 0,659            | 1,318              |
| 9      | 2,40          | 2,40          | 0,00    | 18,00                               | 35,00        | 0,00           | 0,00                        | 18,00   | 35,00        | 0,00           | 0,00                        | 0,426   | 0,271         | 0,537            | 0,831              | 18,00  | 29,26        | 0,00           | 0,00                        | 0,511  | 0,343         | 0,659            | 1,318              |
| 10     | 2,40          | 2,40          | 0,00    | 18,00                               | 35,00        | 0,00           | 0,00                        | 18,00   | 35,00        | 0,00           | 0,00                        | 0,426   | 0,271         | 0,537            | 0,831              | 18,00  | 29,26        | 0,00           | 0,00                        | 0,511  | 0,343         | 0,659            | 1,318              |

| STRATO | $z_{sup} / z_{inf}$ [m] | $k_{scd}$ [-] | Tensione verticale litostatica $\sigma_{vd}$ [kN/m <sup>2</sup> ] |                                    | $\sigma_{hd}$ Sovraccarichi permanenti strutturali [kN/m <sup>2</sup> ] | $\sigma_{hd}$ Sovraccarichi permanenti non strutturali [kN/m <sup>2</sup> ] | $\sigma_{vd}$ Sovraccarichi variabili [kN/m <sup>2</sup> ] | Pressione della forza d'inerzia agente sul paramento [kN/m <sup>2</sup> ] | Pressione dell'incremento sismico di spinta [kN/m <sup>2</sup> ] | Pressione incremento sismico spinta sovraccarichi permanenti strutturali [kN/m <sup>2</sup> ] | Pressione incremento sismico spinta sovraccarichi permanenti non strutturali [kN/m <sup>2</sup> ] | Pressione incremento sismico spinta sovraccarichi variabili [kN/m <sup>2</sup> ] | Pressione orizzontale totale di progetto $\sigma_{tot,scd}$ [kN/m <sup>2</sup> ] |
|--------|-------------------------|---------------|---|------------------------------------|---|---|--|---|--|---|---|--|--|
|        |                         |               | $\sigma_{vd}$ Terreno [kN/m <sup>2</sup> ]                        | $\sigma_{vd}$ [kN/m <sup>2</sup> ] |   |   |  |   |  |   |   |  |  |
| 1      | 0,00                    | 0,43          | 0,0   | 0,00                               | 0,00  | 0,00  | 8,53   | 4,40  | 22,16  | 0,00  | 0,00  | 1,13   | 36,21  |
|        | 2,40                    |               | 43,2  | 18,42                              | 0,00  | 0,00  | 8,53   | 4,40  | 22,16  | 0,00  | 0,00  | 1,13   | 54,64  |
| 2      | 2,40                    | 0,43          | 43,2  | 18,42                              | 0,00  | 0,00  | 8,53   | 4,40  | 22,16  | 0,00  | 0,00  | 1,13   | 54,64  |
|        | 2,40                    |               | 43,2  | 18,42                              | 0,00  | 0,00  | 8,53   | 4,40  | 22,16  | 0,00  | 0,00  | 1,13   | 54,64  |
| 3      | 2,40                    | 0,43          | 43,2  | 18,42                              | 0,00  | 0,00  | 8,53   | 4,40  | 22,16  | 0,00  | 0,00  | 1,13   | 54,64  |
|        | 2,40                    |               | 43,2  | 18,42                              | 0,00  | 0,00  | 8,53   | 4,40  | 22,16  | 0,00  | 0,00  | 1,13   | 54,64  |
| 4      | 2,40                    | 0,43          | 43,2  | 18,42                              | 0,00  | 0,00  | 8,53   | 4,40  | 22,16  | 0,00  | 0,00  | 1,13   | 54,64  |
|        | 2,40                    |               | 43,2  | 18,42                              | 0,00  | 0,00  | 8,53   | 4,40  | 22,16  | 0,00  | 0,00  | 1,13   | 54,64  |
| 5      | 2,40                    | 0,43          | 43,2  | 18,42                              | 0,00  | 0,00  | 8,53   | 4,40  | 22,16  | 0,00  | 0,00  | 1,13   | 54,64  |
|        | 2,40                    |               | 43,2  | 18,42                              | 0,00  | 0,00  | 8,53   | 4,40  | 22,16  | 0,00  | 0,00  | 1,13   | 54,64  |
| 6      | 2,40                    | 0,43          | 43,2  | 18,42                              | 0,00  | 0,00  | 8,53   | 4,40  | 22,16  | 0,00  | 0,00  | 1,13   | 54,64  |
|        | 2,40                    |               | 43,2  | 18,42                              | 0,00  | 0,00  | 8,53   | 4,40  | 22,16  | 0,00  | 0,00  | 1,13   | 54,64  |
| 7      | 2,40                    | 0,43          | 43,2  | 18,42                              | 0,00  | 0,00  | 8,53   | 4,40  | 22,16  | 0,00  | 0,00  | 1,13   | 54,64  |
|        | 2,40                    |               | 43,2  | 18,42                              | 0,00  | 0,00  | 8,53   | 4,40  | 22,16  | 0,00  | 0,00  | 1,13   | 54,64  |
| 8      | 2,40                    | 0,43          | 43,2  | 18,42                              | 0,00  | 0,00  | 8,53   | 4,40  | 22,16  | 0,00  | 0,00  | 1,13   | 54,64  |
|        | 2,40                    |               | 43,2  | 18,42                              | 0,00  | 0,00  | 8,53   | 4,40  | 22,16  | 0,00  | 0,00  | 1,13   | 54,64  |
| 9      | 2,40                    | 0,43          | 43,2  | 18,42                              | 0,00  | 0,00  | 8,53   | 4,40  | 22,16  | 0,00  | 0,00  | 1,13   | 54,64  |
|        | 2,40                    |               | 43,2  | 18,42                              | 0,00  | 0,00  | 8,53   | 4,40  | 22,16  | 0,00  | 0,00  | 1,13   | 54,64  |
| 10     | 2,40                    | 0,43          | 43,2  | 18,42                              | 0,00  | 0,00  | 8,53   | 4,40  | 22,16  | 0,00  | 0,00  | 1,13   | 54,64  |
|        | 2,40                    |               | 43,2  | 18,42                              | 0,00  | 0,00  | 8,53   | 4,40  | 22,16  | 0,00  | 0,00  | 1,13   | 54,64  |



## 8 CONDIZIONI E COMBINAZIONI DI CARICO

### 8.1 CONDIZIONI DI CARICO

Con riferimento al D.M. 14 gennaio 2008 le condizioni di carico prese in considerazione saranno le seguenti:

| Descrizione                    | Durata     | $\psi_0$ | $\psi_1$ | $\psi_2$ |
|--------------------------------|------------|----------|----------|----------|
| Pesi strutturali               | Permanente |          |          |          |
| Permanenti portati             | Permanente |          |          |          |
| Variabile traffico_TANDEM      | Media      | 0.75     | 0.75     | 0        |
| Variabile traffico_distribuito | Media      | 0.4      | 0.4      | 0        |
| Spinta sismica terreno         | Istantaneo | 0        | 0        | 0        |
| Frenatura                      | Media      | 0        | 1        | 0        |
| $\Delta T$                     | Media      | 0.6      | 0.6      | 0.5      |
| Sisma X SLV                    |            |          |          |          |
| Sisma Y SLV                    |            |          |          |          |
| Sisma Z SLV                    |            |          |          |          |
| Eccentricità Y per sisma X SLV |            |          |          |          |
| Eccentricità X per sisma Y SLV |            |          |          |          |
| Sisma X SLO                    |            |          |          |          |
| Sisma Y SLO                    |            |          |          |          |
| Sisma Z SLO                    |            |          |          |          |
| Eccentricità Y per sisma X SLO |            |          |          |          |
| Eccentricità X per sisma Y SLO |            |          |          |          |
| Terreno sisma X SLV            |            |          |          |          |
| Terreno sisma Y SLV            |            |          |          |          |
| Terreno sisma Z SLV            |            |          |          |          |
| Terreno sisma X SLO            |            |          |          |          |
| Terreno sisma Y SLO            |            |          |          |          |
| Terreno sisma Z SLO            |            |          |          |          |

Una rappresentazione grafica dei carichi agenti per ciascuna delle singole condizioni è fornita ai paragrafi successivi.

### 8.2 COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni di carico da considerare ai fini delle verifiche sono state elaborate tenendo conto di quanto riportato nel D.M.14 gennaio 2008.

- 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:

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

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

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

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

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

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

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

$\gamma_{G1}$  coefficiente parziale del peso proprio della struttura, del terreno e dell'acqua, quando pertinente;

$\gamma_{G2}$  coefficiente parziale dei pesi propri degli elementi non strutturali;

$\gamma_Q$  coefficiente parziale delle azioni variabili da traffico;

$\gamma_{Qi}$  coefficiente parziale delle azioni variabili.

Il coefficiente parziale della precompressione si assume pari a  $\gamma_P=1$

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza sono riportati nelle tabelle seguenti.

Famiglia SLU

| Nome | Nome breve | Pesi | Port. | Variabile<br>traffico_TANDEM | Variabile<br>traffico_distribuito | Spinta sismica<br>terreno | Frenatura | $\Delta T$ |
|------|------------|------|-------|------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|-----------|------------|
| 1    | SLU 1      | 1    | 0     | 0                            | 0                                 | 0                         | 0         | -1.5       |
| 2    | SLU 2      | 1    | 0     | 0                            | 0                                 | 0                         | 0         | 0          |
| 3    | SLU 3      | 1    | 0     | 0                            | 0                                 | 0                         | 0         | 1.5        |
| 4    | SLU 4      | 1    | 0     | 0                            | 0                                 | 0                         | 1.5       | -0.9       |
| 5    | SLU 5      | 1    | 0     | 0                            | 0                                 | 0                         | 1.5       | 0          |
| 6    | SLU 6      | 1    | 0     | 0                            | 0                                 | 0                         | 1.5       | 0.9        |
| 7    | SLU 7      | 1    | 0     | 0                            | 0.6                               | 0                         | 0         | -1.5       |
| 8    | SLU 8      | 1    | 0     | 0                            | 0.6                               | 0                         | 0         | 1.5        |
| 9    | SLU 9      | 1    | 0     | 0                            | 0.6                               | 0                         | 1.5       | -0.9       |
| 10   | SLU 10     | 1    | 0     | 0                            | 0.6                               | 0                         | 1.5       | 0          |
| 11   | SLU 11     | 1    | 0     | 0                            | 0.6                               | 0                         | 1.5       | 0.9        |
| 12   | SLU 12     | 1    | 0     | 0                            | 1.5                               | 0                         | 0         | -0.9       |
| 13   | SLU 13     | 1    | 0     | 0                            | 1.5                               | 0                         | 0         | 0          |
| 14   | SLU 14     | 1    | 0     | 0                            | 1.5                               | 0                         | 0         | 0.9        |
| 15   | SLU 15     | 1    | 0     | 1.125                        | 0                                 | 0                         | 0         | -1.5       |
| 16   | SLU 16     | 1    | 0     | 1.125                        | 0                                 | 0                         | 0         | 1.5        |
| 17   | SLU 17     | 1    | 0     | 1.125                        | 0                                 | 0                         | 1.5       | -0.9       |
| 18   | SLU 18     | 1    | 0     | 1.125                        | 0                                 | 0                         | 1.5       | 0          |
| 19   | SLU 19     | 1    | 0     | 1.125                        | 0                                 | 0                         | 1.5       | 0.9        |
| 20   | SLU 20     | 1    | 0     | 1.125                        | 0.6                               | 0                         | 0         | -1.5       |
| 21   | SLU 21     | 1    | 0     | 1.125                        | 0.6                               | 0                         | 0         | 1.5        |
| 22   | SLU 22     | 1    | 0     | 1.125                        | 0.6                               | 0                         | 1.5       | -0.9       |
| 23   | SLU 23     | 1    | 0     | 1.125                        | 0.6                               | 0                         | 1.5       | 0          |
| 24   | SLU 24     | 1    | 0     | 1.125                        | 0.6                               | 0                         | 1.5       | 0.9        |
| 25   | SLU 25     | 1    | 0     | 1.125                        | 1.5                               | 0                         | 0         | -0.9       |
| 26   | SLU 26     | 1    | 0     | 1.125                        | 1.5                               | 0                         | 0         | 0          |
| 27   | SLU 27     | 1    | 0     | 1.125                        | 1.5                               | 0                         | 0         | 0.9        |
| 28   | SLU 28     | 1    | 0     | 1.5                          | 0                                 | 0                         | 0         | -0.9       |
| 29   | SLU 29     | 1    | 0     | 1.5                          | 0                                 | 0                         | 0         | 0          |
| 30   | SLU 30     | 1    | 0     | 1.5                          | 0                                 | 0                         | 0         | 0.9        |
| 31   | SLU 31     | 1    | 0     | 1.5                          | 0.6                               | 0                         | 0         | -0.9       |
| 32   | SLU 32     | 1    | 0     | 1.5                          | 0.6                               | 0                         | 0         | 0          |
| 33   | SLU 33     | 1    | 0     | 1.5                          | 0.6                               | 0                         | 0         | 0.9        |
| 34   | SLU 34     | 1    | 1.5   | 0                            | 0                                 | 0                         | 0         | -1.5       |
| 35   | SLU 35     | 1    | 1.5   | 0                            | 0                                 | 0                         | 0         | 0          |
| 36   | SLU 36     | 1    | 1.5   | 0                            | 0                                 | 0                         | 0         | 1.5        |
| 37   | SLU 37     | 1    | 1.5   | 0                            | 0                                 | 0                         | 1.5       | -0.9       |
| 38   | SLU 38     | 1    | 1.5   | 0                            | 0                                 | 0                         | 1.5       | 0          |

**TOMBINO SCATOLARE TM15**  
**RELAZIONE DI CALCOLO**

| Nome | Nome breve | Pesi | Port. | Variabile<br>traffico_TANDEM | Variabile<br>traffico_distribuito | Spinta sismica<br>terreno | Frenatura | ΔT   |
|------|------------|------|-------|------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|-----------|------|
| 39   | SLU 39     | 1    | 1.5   | 0                            | 0                                 | 0                         | 1.5       | 0.9  |
| 40   | SLU 40     | 1    | 1.5   | 0                            | 0.6                               | 0                         | 0         | -1.5 |
| 41   | SLU 41     | 1    | 1.5   | 0                            | 0.6                               | 0                         | 0         | 1.5  |
| 42   | SLU 42     | 1    | 1.5   | 0                            | 0.6                               | 0                         | 1.5       | -0.9 |
| 43   | SLU 43     | 1    | 1.5   | 0                            | 0.6                               | 0                         | 1.5       | 0    |
| 44   | SLU 44     | 1    | 1.5   | 0                            | 0.6                               | 0                         | 1.5       | 0.9  |
| 45   | SLU 45     | 1    | 1.5   | 0                            | 1.5                               | 0                         | 0         | -0.9 |
| 46   | SLU 46     | 1    | 1.5   | 0                            | 1.5                               | 0                         | 0         | 0    |
| 47   | SLU 47     | 1    | 1.5   | 0                            | 1.5                               | 0                         | 0         | 0.9  |
| 48   | SLU 48     | 1    | 1.5   | 1.125                        | 0                                 | 0                         | 0         | -1.5 |
| 49   | SLU 49     | 1    | 1.5   | 1.125                        | 0                                 | 0                         | 0         | 1.5  |
| 50   | SLU 50     | 1    | 1.5   | 1.125                        | 0                                 | 0                         | 1.5       | -0.9 |
| 51   | SLU 51     | 1    | 1.5   | 1.125                        | 0                                 | 0                         | 1.5       | 0    |
| 52   | SLU 52     | 1    | 1.5   | 1.125                        | 0                                 | 0                         | 1.5       | 0.9  |
| 53   | SLU 53     | 1    | 1.5   | 1.125                        | 0.6                               | 0                         | 0         | -1.5 |
| 54   | SLU 54     | 1    | 1.5   | 1.125                        | 0.6                               | 0                         | 0         | 1.5  |
| 55   | SLU 55     | 1    | 1.5   | 1.125                        | 0.6                               | 0                         | 1.5       | -0.9 |
| 56   | SLU 56     | 1    | 1.5   | 1.125                        | 0.6                               | 0                         | 1.5       | 0    |
| 57   | SLU 57     | 1    | 1.5   | 1.125                        | 0.6                               | 0                         | 1.5       | 0.9  |
| 58   | SLU 58     | 1    | 1.5   | 1.125                        | 1.5                               | 0                         | 0         | -0.9 |
| 59   | SLU 59     | 1    | 1.5   | 1.125                        | 1.5                               | 0                         | 0         | 0    |
| 60   | SLU 60     | 1    | 1.5   | 1.125                        | 1.5                               | 0                         | 0         | 0.9  |
| 61   | SLU 61     | 1    | 1.5   | 1.5                          | 0                                 | 0                         | 0         | -0.9 |
| 62   | SLU 62     | 1    | 1.5   | 1.5                          | 0                                 | 0                         | 0         | 0    |
| 63   | SLU 63     | 1    | 1.5   | 1.5                          | 0                                 | 0                         | 0         | 0.9  |
| 64   | SLU 64     | 1    | 1.5   | 1.5                          | 0.6                               | 0                         | 0         | -0.9 |
| 65   | SLU 65     | 1    | 1.5   | 1.5                          | 0.6                               | 0                         | 0         | 0    |
| 66   | SLU 66     | 1    | 1.5   | 1.5                          | 0.6                               | 0                         | 0         | 0.9  |
| 67   | SLU 67     | 1.3  | 0     | 0                            | 0                                 | 0                         | 0         | -1.5 |
| 68   | SLU 68     | 1.3  | 0     | 0                            | 0                                 | 0                         | 0         | 0    |
| 69   | SLU 69     | 1.3  | 0     | 0                            | 0                                 | 0                         | 0         | 1.5  |
| 70   | SLU 70     | 1.3  | 0     | 0                            | 0                                 | 0                         | 1.5       | -0.9 |
| 71   | SLU 71     | 1.3  | 0     | 0                            | 0                                 | 0                         | 1.5       | 0    |
| 72   | SLU 72     | 1.3  | 0     | 0                            | 0                                 | 0                         | 1.5       | 0.9  |
| 73   | SLU 73     | 1.3  | 0     | 0                            | 0.6                               | 0                         | 0         | -1.5 |
| 74   | SLU 74     | 1.3  | 0     | 0                            | 0.6                               | 0                         | 0         | 1.5  |
| 75   | SLU 75     | 1.3  | 0     | 0                            | 0.6                               | 0                         | 1.5       | -0.9 |
| 76   | SLU 76     | 1.3  | 0     | 0                            | 0.6                               | 0                         | 1.5       | 0    |
| 77   | SLU 77     | 1.3  | 0     | 0                            | 0.6                               | 0                         | 1.5       | 0.9  |
| 78   | SLU 78     | 1.3  | 0     | 0                            | 1.5                               | 0                         | 0         | -0.9 |
| 79   | SLU 79     | 1.3  | 0     | 0                            | 1.5                               | 0                         | 0         | 0    |
| 80   | SLU 80     | 1.3  | 0     | 0                            | 1.5                               | 0                         | 0         | 0.9  |
| 81   | SLU 81     | 1.3  | 0     | 1.125                        | 0                                 | 0                         | 0         | -1.5 |
| 82   | SLU 82     | 1.3  | 0     | 1.125                        | 0                                 | 0                         | 0         | 1.5  |
| 83   | SLU 83     | 1.3  | 0     | 1.125                        | 0                                 | 0                         | 1.5       | -0.9 |
| 84   | SLU 84     | 1.3  | 0     | 1.125                        | 0                                 | 0                         | 1.5       | 0    |
| 85   | SLU 85     | 1.3  | 0     | 1.125                        | 0                                 | 0                         | 1.5       | 0.9  |
| 86   | SLU 86     | 1.3  | 0     | 1.125                        | 0.6                               | 0                         | 0         | -1.5 |
| 87   | SLU 87     | 1.3  | 0     | 1.125                        | 0.6                               | 0                         | 0         | 1.5  |
| 88   | SLU 88     | 1.3  | 0     | 1.125                        | 0.6                               | 0                         | 1.5       | -0.9 |
| 89   | SLU 89     | 1.3  | 0     | 1.125                        | 0.6                               | 0                         | 1.5       | 0    |
| 90   | SLU 90     | 1.3  | 0     | 1.125                        | 0.6                               | 0                         | 1.5       | 0.9  |
| 91   | SLU 91     | 1.3  | 0     | 1.125                        | 1.5                               | 0                         | 0         | -0.9 |
| 92   | SLU 92     | 1.3  | 0     | 1.125                        | 1.5                               | 0                         | 0         | 0    |
| 93   | SLU 93     | 1.3  | 0     | 1.125                        | 1.5                               | 0                         | 0         | 0.9  |
| 94   | SLU 94     | 1.3  | 0     | 1.5                          | 0                                 | 0                         | 0         | -0.9 |
| 95   | SLU 95     | 1.3  | 0     | 1.5                          | 0                                 | 0                         | 0         | 0    |
| 96   | SLU 96     | 1.3  | 0     | 1.5                          | 0                                 | 0                         | 0         | 0.9  |
| 97   | SLU 97     | 1.3  | 0     | 1.5                          | 0.6                               | 0                         | 0         | -0.9 |
| 98   | SLU 98     | 1.3  | 0     | 1.5                          | 0.6                               | 0                         | 0         | 0    |
| 99   | SLU 99     | 1.3  | 0     | 1.5                          | 0.6                               | 0                         | 0         | 0.9  |
| 100  | SLU 100    | 1.3  | 1.5   | 0                            | 0                                 | 0                         | 0         | -1.5 |
| 101  | SLU 101    | 1.3  | 1.5   | 0                            | 0                                 | 0                         | 0         | 0    |
| 102  | SLU 102    | 1.3  | 1.5   | 0                            | 0                                 | 0                         | 0         | 1.5  |
| 103  | SLU 103    | 1.3  | 1.5   | 0                            | 0                                 | 0                         | 1.5       | -0.9 |
| 104  | SLU 104    | 1.3  | 1.5   | 0                            | 0                                 | 0                         | 1.5       | 0    |
| 105  | SLU 105    | 1.3  | 1.5   | 0                            | 0                                 | 0                         | 1.5       | 0.9  |
| 106  | SLU 106    | 1.3  | 1.5   | 0                            | 0.6                               | 0                         | 0         | -1.5 |
| 107  | SLU 107    | 1.3  | 1.5   | 0                            | 0.6                               | 0                         | 0         | 1.5  |
| 108  | SLU 108    | 1.3  | 1.5   | 0                            | 0.6                               | 0                         | 1.5       | -0.9 |
| 109  | SLU 109    | 1.3  | 1.5   | 0                            | 0.6                               | 0                         | 1.5       | 0    |

| Nome | Nome breve | Pesi | Port. | Variabile traffico_TANDEM | Variabile traffico_distribuito | Spinta sismica terreno | Frenatura | ΔT   |
|------|------------|------|-------|---------------------------|--------------------------------|------------------------|-----------|------|
| 110  | SLU 110    | 1.3  | 1.5   | 0                         | 0.6                            | 0                      | 1.5       | 0.9  |
| 111  | SLU 111    | 1.3  | 1.5   | 0                         | 1.5                            | 0                      | 0         | -0.9 |
| 112  | SLU 112    | 1.3  | 1.5   | 0                         | 1.5                            | 0                      | 0         | 0    |
| 113  | SLU 113    | 1.3  | 1.5   | 0                         | 1.5                            | 0                      | 0         | 0.9  |
| 114  | SLU 114    | 1.3  | 1.5   | 1.125                     | 0                              | 0                      | 0         | -1.5 |
| 115  | SLU 115    | 1.3  | 1.5   | 1.125                     | 0                              | 0                      | 0         | 1.5  |
| 116  | SLU 116    | 1.3  | 1.5   | 1.125                     | 0                              | 0                      | 1         | -0.9 |
| 117  | SLU 117    | 1.3  | 1.5   | 1.125                     | 0                              | 0                      | 1         | 0    |
| 118  | SLU 118    | 1.3  | 1.5   | 1.125                     | 0                              | 0                      | 1         | 0.9  |
| 119  | SLU 119    | 1.3  | 1.5   | 1.125                     | 0.6                            | 0                      | 0         | -1.5 |
| 120  | SLU 120    | 1.3  | 1.5   | 1.125                     | 0.6                            | 0                      | 0         | 1.5  |
| 121  | SLU 121    | 1.3  | 1.5   | 1.125                     | 0.6                            | 0                      | 1         | -0.9 |
| 122  | SLU 122    | 1.3  | 1.5   | 1.125                     | 0.6                            | 0                      | 1         | 0    |
| 123  | SLU 123    | 1.3  | 1.5   | 1.125                     | 0.6                            | 0                      | 1         | 0.9  |
| 124  | SLU 124    | 1.3  | 1.5   | 1.125                     | 1.5                            | 0                      | 0         | -0.9 |
| 125  | SLU 125    | 1.3  | 1.5   | 1.125                     | 1.5                            | 0                      | 0         | 0    |
| 126  | SLU 126    | 1.3  | 1.5   | 1.125                     | 1.5                            | 0                      | 0         | 0.9  |
| 127  | SLU 127    | 1.3  | 1.5   | 1.5                       | 0                              | 0                      | 0         | -0.9 |
| 128  | SLU 128    | 1.3  | 1.5   | 1.5                       | 0                              | 0                      | 0         | 0    |
| 129  | SLU 129    | 1.3  | 1.5   | 1.5                       | 0                              | 0                      | 0         | 0.9  |
| 130  | SLU 130    | 1.3  | 1.5   | 1.5                       | 0.6                            | 0                      | 0         | -0.9 |
| 131  | SLU 131    | 1.3  | 1.5   | 1.5                       | 0.6                            | 0                      | 0         | 0    |
| 132  | SLU 132    | 1.3  | 1.5   | 1.5                       | 0.6                            | 0                      | 0         | 0.9  |

Famiglia SLE rara

| Nome | Nome breve | Pesi | Port. | Variabile traffico_TANDEM | Variabile traffico_distribuito | Spinta sismica terreno | Frenatura | ΔT   |
|------|------------|------|-------|---------------------------|--------------------------------|------------------------|-----------|------|
| 1    | SLE RA 1   | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 0                      | 0         | -1   |
| 2    | SLE RA 2   | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 0                      | 0         | 0    |
| 3    | SLE RA 3   | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 0                      | 0         | 1    |
| 4    | SLE RA 4   | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 0                      | 1         | -0.6 |
| 5    | SLE RA 5   | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 0                      | 1         | 0    |
| 6    | SLE RA 6   | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 0                      | 1         | 0.6  |
| 7    | SLE RA 7   | 1    | 1     | 0                         | 0.4                            | 0                      | 0         | -1   |
| 8    | SLE RA 8   | 1    | 1     | 0                         | 0.4                            | 0                      | 0         | 1    |
| 9    | SLE RA 9   | 1    | 1     | 0                         | 0.4                            | 0                      | 1         | -0.6 |
| 10   | SLE RA 10  | 1    | 1     | 0                         | 0.4                            | 0                      | 1         | 0    |
| 11   | SLE RA 11  | 1    | 1     | 0                         | 0.4                            | 0                      | 1         | 0.6  |
| 12   | SLE RA 12  | 1    | 1     | 0                         | 1                              | 0                      | 0         | -0.6 |
| 13   | SLE RA 13  | 1    | 1     | 0                         | 1                              | 0                      | 0         | 0    |
| 14   | SLE RA 14  | 1    | 1     | 0                         | 1                              | 0                      | 0         | 0.6  |
| 15   | SLE RA 15  | 1    | 1     | 0.75                      | 0                              | 0                      | 0         | -1   |
| 16   | SLE RA 16  | 1    | 1     | 0.75                      | 0                              | 0                      | 0         | 1    |
| 17   | SLE RA 17  | 1    | 1     | 0.75                      | 0                              | 0                      | 1         | -0.6 |
| 18   | SLE RA 18  | 1    | 1     | 0.75                      | 0                              | 0                      | 1         | 0    |
| 19   | SLE RA 19  | 1    | 1     | 0.75                      | 0                              | 0                      | 1         | 0.6  |
| 20   | SLE RA 20  | 1    | 1     | 0.75                      | 0.4                            | 0                      | 0         | -1   |
| 21   | SLE RA 21  | 1    | 1     | 0.75                      | 0.4                            | 0                      | 0         | 1    |
| 22   | SLE RA 22  | 1    | 1     | 0.75                      | 0.4                            | 0                      | 1         | -0.6 |
| 23   | SLE RA 23  | 1    | 1     | 0.75                      | 0.4                            | 0                      | 1         | 0    |
| 24   | SLE RA 24  | 1    | 1     | 0.75                      | 0.4                            | 0                      | 1         | 0.6  |
| 25   | SLE RA 25  | 1    | 1     | 0.75                      | 1                              | 0                      | 0         | -0.6 |
| 26   | SLE RA 26  | 1    | 1     | 0.75                      | 1                              | 0                      | 0         | 0    |
| 27   | SLE RA 27  | 1    | 1     | 0.75                      | 1                              | 0                      | 0         | 0.6  |
| 28   | SLE RA 28  | 1    | 1     | 1                         | 0                              | 0                      | 0         | -0.6 |
| 29   | SLE RA 29  | 1    | 1     | 1                         | 0                              | 0                      | 0         | 0    |
| 30   | SLE RA 30  | 1    | 1     | 1                         | 0                              | 0                      | 0         | 0.6  |
| 31   | SLE RA 31  | 1    | 1     | 1                         | 0.4                            | 0                      | 0         | -0.6 |
| 32   | SLE RA 32  | 1    | 1     | 1                         | 0.4                            | 0                      | 0         | 0    |
| 33   | SLE RA 33  | 1    | 1     | 1                         | 0.4                            | 0                      | 0         | 0.6  |

Famiglia SLE frequente

| Nome | Nome breve | Pesi | Port. | Variabile traffico_TANDEM | Variabile traffico_distribuito | Spinta sismica terreno | Frenatura | ΔT  |
|------|------------|------|-------|---------------------------|--------------------------------|------------------------|-----------|-----|
| 1    | SLE FR 1   | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 0                      | 0         | 0   |
| 2    | SLE FR 2   | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 0                      | 0         | 0.6 |
| 3    | SLE FR 3   | 1    | 1     | 0                         | 0.4                            | 0                      | 1         | 0   |
| 4    | SLE FR 4   | 1    | 1     | 0                         | 0.4                            | 0                      | 1         | 0.5 |
| 5    | SLE FR 5   | 1    | 1     | 0.75                      | 0                              | 0                      | 1         | 0   |



**TOMBINO SCATOLARE TM15**  
**RELAZIONE DI CALCOLO**

| Nome | Nome breve | Pesi | Port. | Variabile traffico_TANDEM | Variabile traffico_distribuito | Spinta sismica terreno | Frenatura | ΔT  |
|------|------------|------|-------|---------------------------|--------------------------------|------------------------|-----------|-----|
| 6    | SLE FR 6   | 1    | 1     | 0.75                      | 0                              | 0                      | 1         | 0.5 |

Famiglia SLE quasi permanente

| Nome | Nome breve | Pesi | Port. | Variabile traffico_TANDEM | Variabile traffico_distribuito | Spinta sismica terreno | Frenatura | ΔT   |
|------|------------|------|-------|---------------------------|--------------------------------|------------------------|-----------|------|
| 1    | SLE QP 1   | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 0                      | 0         | -0.5 |
| 2    | SLE QP 2   | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 0                      | 0         | 0    |
| 3    | SLE QP 3   | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 0                      | 0         | 0.5  |

Famiglia SLO

| Nome | Nome breve | Pesi | Port. | Variabile traffico_TANDEM | Variabile traffico_distribuito | Spinta sismica terreno | Frenatura | ΔT   | X SLO |
|------|------------|------|-------|---------------------------|--------------------------------|------------------------|-----------|------|-------|
| 1    | SLO 1      | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 0                      | 0         | -0.5 | -1    |
| 2    | SLO 2      | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 0                      | 0         | -0.5 | -1    |
| 3    | SLO 3      | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 0                      | 0         | -0.5 | -1    |
| 4    | SLO 4      | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 0                      | 0         | -0.5 | -1    |
| 5    | SLO 5      | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 0                      | 0         | -0.5 | -0.3  |
| 6    | SLO 6      | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 0                      | 0         | -0.5 | -0.3  |
| 7    | SLO 7      | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 0                      | 0         | -0.5 | -0.3  |
| 8    | SLO 8      | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 0                      | 0         | -0.5 | -0.3  |
| 9    | SLO 9      | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 0                      | 0         | -0.5 | 0.3   |
| 10   | SLO 10     | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 0                      | 0         | -0.5 | 0.3   |
| 11   | SLO 11     | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 1                      | 0         | -0.5 | 0.3   |
| 12   | SLO 12     | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 1                      | 0         | -0.5 | 0.3   |
| 13   | SLO 13     | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 1                      | 0         | -0.5 | 1     |
| 14   | SLO 14     | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 1                      | 0         | -0.5 | 1     |
| 15   | SLO 15     | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 1                      | 0         | -0.5 | 1     |
| 16   | SLO 16     | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 1                      | 0         | -0.5 | 1     |
| 17   | SLO 17     | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 1                      | 0         | 0.5  | -1    |
| 18   | SLO 18     | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 1                      | 0         | 0.5  | -1    |
| 19   | SLO 19     | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 1                      | 0         | 0.5  | -1    |
| 20   | SLO 20     | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 1                      | 0         | 0.5  | -1    |
| 21   | SLO 21     | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 1                      | 0         | 0.5  | -0.3  |
| 22   | SLO 22     | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 1                      | 0         | 0.5  | -0.3  |
| 23   | SLO 23     | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 1                      | 0         | 0.5  | -0.3  |
| 24   | SLO 24     | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 1                      | 0         | 0.5  | -0.3  |
| 25   | SLO 25     | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 1                      | 0         | 0.5  | 0.3   |
| 26   | SLO 26     | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 1                      | 0         | 0.5  | 0.3   |
| 27   | SLO 27     | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 1                      | 0         | 0.5  | 0.3   |
| 28   | SLO 28     | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 1                      | 0         | 0.5  | 0.3   |
| 29   | SLO 29     | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 1                      | 0         | 0.5  | 1     |
| 30   | SLO 30     | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 1                      | 0         | 0.5  | 1     |
| 31   | SLO 31     | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 1                      | 0         | 0.5  | 1     |
| 32   | SLO 32     | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 1                      | 0         | 0.5  | 1     |

| Nome | Nome breve | Y SLO | Z SLO | EY SLO | EX SLO | Tr x SLO | Tr y SLO | Tr z SLO |
|------|------------|-------|-------|--------|--------|----------|----------|----------|
| 1    | SLO 1      | -0.3  | 0     | -1     | 0.3    | -1       | -0.3     | 0        |
| 2    | SLO 2      | -0.3  | 0     | 1      | -0.3   | -1       | -0.3     | 0        |
| 3    | SLO 3      | 0.3   | 0     | -1     | 0.3    | -1       | 0.3      | 0        |
| 4    | SLO 4      | 0.3   | 0     | 1      | -0.3   | -1       | 0.3      | 0        |
| 5    | SLO 5      | -1    | 0     | -0.3   | 1      | -0.3     | -1       | 0        |
| 6    | SLO 6      | -1    | 0     | 0.3    | -1     | -0.3     | -1       | 0        |
| 7    | SLO 7      | 1     | 0     | -0.3   | 1      | -0.3     | 1        | 0        |
| 8    | SLO 8      | 1     | 0     | 0.3    | -1     | -0.3     | 1        | 0        |
| 9    | SLO 9      | -1    | 0     | -0.3   | 1      | 0.3      | -1       | 0        |
| 10   | SLO 10     | -1    | 0     | 0.3    | -1     | 0.3      | -1       | 0        |
| 11   | SLO 11     | 1     | 0     | -0.3   | 1      | 0.3      | 1        | 0        |
| 12   | SLO 12     | 1     | 0     | 0.3    | -1     | 0.3      | 1        | 0        |
| 13   | SLO 13     | -0.3  | 0     | -1     | 0.3    | 1        | -0.3     | 0        |
| 14   | SLO 14     | -0.3  | 0     | 1      | -0.3   | 1        | -0.3     | 0        |
| 15   | SLO 15     | 0.3   | 0     | -1     | 0.3    | 1        | 0.3      | 0        |
| 16   | SLO 16     | 0.3   | 0     | 1      | -0.3   | 1        | 0.3      | 0        |
| 17   | SLO 17     | -0.3  | 0     | -1     | 0.3    | -1       | -0.3     | 0        |
| 18   | SLO 18     | -0.3  | 0     | 1      | -0.3   | -1       | -0.3     | 0        |
| 19   | SLO 19     | 0.3   | 0     | -1     | 0.3    | -1       | 0.3      | 0        |
| 20   | SLO 20     | 0.3   | 0     | 1      | -0.3   | -1       | 0.3      | 0        |
| 21   | SLO 21     | -1    | 0     | -0.3   | 1      | -0.3     | -1       | 0        |

**TOMBINO SCATOLARE TM15**  
**RELAZIONE DI CALCOLO**

| Nome | Nome breve | Y SLO | Z SLO | EY SLO | EX SLO | Tr x SLO | Tr y SLO | Tr z SLO |
|------|------------|-------|-------|--------|--------|----------|----------|----------|
| 22   | SLO 22     | -1    | 0     | 0.3    | -1     | -0.3     | -1       | 0        |
| 23   | SLO 23     | 1     | 0     | -0.3   | 1      | -0.3     | 1        | 0        |
| 24   | SLO 24     | 1     | 0     | 0.3    | -1     | -0.3     | 1        | 0        |
| 25   | SLO 25     | -1    | 0     | -0.3   | 1      | 0.3      | -1       | 0        |
| 26   | SLO 26     | -1    | 0     | 0.3    | -1     | 0.3      | -1       | 0        |
| 27   | SLO 27     | 1     | 0     | -0.3   | 1      | 0.3      | 1        | 0        |
| 28   | SLO 28     | 1     | 0     | 0.3    | -1     | 0.3      | 1        | 0        |
| 29   | SLO 29     | -0.3  | 0     | -1     | 0.3    | 1        | -0.3     | 0        |
| 30   | SLO 30     | -0.3  | 0     | 1      | -0.3   | 1        | -0.3     | 0        |
| 31   | SLO 31     | 0.3   | 0     | -1     | 0.3    | 1        | 0.3      | 0        |
| 32   | SLO 32     | 0.3   | 0     | 1      | -0.3   | 1        | 0.3      | 0        |

Famiglia SLD

| Nome | Nome breve | Pesi | Port. | Variabile<br>traffico_TANDEM | Variabile<br>traffico_distribuito | Spinta<br>sismica<br>terreno | Frenatura | ΔT | X SLD |
|------|------------|------|-------|------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|-----------|----|-------|
| 1    | SLD 1      | 1    | 1     | 0                            | 0                                 | 0                            | 0         | 0  | -1    |
| 2    | SLD 2      | 1    | 1     | 0                            | 0                                 | 0                            | 0         | 0  | -1    |
| 3    | SLD 3      | 1    | 1     | 0                            | 0                                 | 0                            | 0         | 0  | -1    |
| 4    | SLD 4      | 1    | 1     | 0                            | 0                                 | 0                            | 0         | 0  | -1    |
| 5    | SLD 5      | 1    | 1     | 0                            | 0                                 | 0                            | 0         | 0  | -0.3  |
| 6    | SLD 6      | 1    | 1     | 0                            | 0                                 | 0                            | 0         | 0  | -0.3  |
| 7    | SLD 7      | 1    | 1     | 0                            | 0                                 | 0                            | 0         | 0  | -0.3  |
| 8    | SLD 8      | 1    | 1     | 0                            | 0                                 | 0                            | 0         | 0  | -0.3  |
| 9    | SLD 9      | 1    | 1     | 0                            | 0                                 | 0                            | 0         | 0  | 0.3   |
| 10   | SLD 10     | 1    | 1     | 0                            | 0                                 | 0                            | 0         | 0  | 0.3   |
| 11   | SLD 11     | 1    | 1     | 0                            | 0                                 | 0                            | 0         | 0  | 0.3   |
| 12   | SLD 12     | 1    | 1     | 0                            | 0                                 | 0                            | 0         | 0  | 0.3   |
| 13   | SLD 13     | 1    | 1     | 0                            | 0                                 | 0                            | 0         | 0  | 1     |
| 14   | SLD 14     | 1    | 1     | 0                            | 0                                 | 0                            | 0         | 0  | 1     |
| 15   | SLD 15     | 1    | 1     | 0                            | 0                                 | 0                            | 0         | 0  | 1     |
| 16   | SLD 16     | 1    | 1     | 0                            | 0                                 | 0                            | 0         | 0  | 1     |
| 17   | SLD 17     | 1    | 1     | 0                            | 0.3                               | 0                            | 0         | 0  | -1    |
| 18   | SLD 18     | 1    | 1     | 0                            | 0.3                               | 0                            | 0         | 0  | -1    |
| 19   | SLD 19     | 1    | 1     | 0                            | 0.3                               | 0                            | 0         | 0  | -1    |
| 20   | SLD 20     | 1    | 1     | 0                            | 0.3                               | 0                            | 0         | 0  | -1    |
| 21   | SLD 21     | 1    | 1     | 0                            | 0.3                               | 0                            | 0         | 0  | -0.3  |
| 22   | SLD 22     | 1    | 1     | 0                            | 0.3                               | 0                            | 0         | 0  | -0.3  |
| 23   | SLD 23     | 1    | 1     | 0                            | 0.3                               | 0                            | 0         | 0  | -0.3  |
| 24   | SLD 24     | 1    | 1     | 0                            | 0.3                               | 0                            | 0         | 0  | -0.3  |
| 25   | SLD 25     | 1    | 1     | 0                            | 0.3                               | 0                            | 0         | 0  | 0.3   |
| 26   | SLD 26     | 1    | 1     | 0                            | 0.3                               | 0                            | 0         | 0  | 0.3   |
| 27   | SLD 27     | 1    | 1     | 0                            | 0.3                               | 0                            | 0         | 0  | 0.3   |
| 28   | SLD 28     | 1    | 1     | 0                            | 0.3                               | 0                            | 0         | 0  | 0.3   |
| 29   | SLD 29     | 1    | 1     | 0                            | 0.3                               | 0                            | 0         | 0  | 1     |
| 30   | SLD 30     | 1    | 1     | 0                            | 0.3                               | 0                            | 0         | 0  | 1     |
| 31   | SLD 31     | 1    | 1     | 0                            | 0.3                               | 0                            | 0         | 0  | 1     |
| 32   | SLD 32     | 1    | 1     | 0                            | 0.3                               | 0                            | 0         | 0  | 1     |
| 33   | SLD 33     | 1    | 1     | 0                            | 0.3                               | 0                            | 0         | 0  | -1    |
| 34   | SLD 34     | 1    | 1     | 0                            | 0.3                               | 0                            | 0         | 0  | -1    |
| 35   | SLD 35     | 1    | 1     | 0                            | 0.3                               | 0                            | 0         | 0  | -1    |
| 36   | SLD 36     | 1    | 1     | 0                            | 0.3                               | 0                            | 0         | 0  | -1    |
| 37   | SLD 37     | 1    | 1     | 0                            | 0.3                               | 0                            | 0         | 0  | -0.3  |
| 38   | SLD 38     | 1    | 1     | 0                            | 0.3                               | 0                            | 0         | 0  | -0.3  |
| 39   | SLD 39     | 1    | 1     | 0                            | 0.3                               | 0                            | 0         | 0  | -0.3  |
| 40   | SLD 40     | 1    | 1     | 0                            | 0.3                               | 0                            | 0         | 0  | -0.3  |
| 41   | SLD 41     | 1    | 1     | 0                            | 0.3                               | 0                            | 0         | 0  | 0.3   |
| 42   | SLD 42     | 1    | 1     | 0                            | 0.3                               | 0                            | 0         | 0  | 0.3   |
| 43   | SLD 43     | 1    | 1     | 0                            | 0.3                               | 0                            | 0         | 0  | 0.3   |
| 44   | SLD 44     | 1    | 1     | 0                            | 0.3                               | 0                            | 0         | 0  | 0.3   |
| 45   | SLD 45     | 1    | 1     | 0                            | 0.3                               | 0                            | 0         | 0  | 1     |
| 46   | SLD 46     | 1    | 1     | 0                            | 0.3                               | 0                            | 0         | 0  | 1     |
| 47   | SLD 47     | 1    | 1     | 0                            | 0.3                               | 0                            | 0         | 0  | 1     |
| 48   | SLD 48     | 1    | 1     | 0                            | 0.3                               | 0                            | 0         | 0  | 1     |

**TOMBINO SCATOLARE TM15**  
**RELAZIONE DI CALCOLO**

| Nome | Nome breve | Y SLD | Z SLD | EY SLD | EX SLD | Tr x SLD | Tr y SLD | Tr z SLD |
|------|------------|-------|-------|--------|--------|----------|----------|----------|
| 1    | SLD 1      | -0.3  | 0     | -1     | 0.3    | -1       | -0.3     | 0        |
| 2    | SLD 2      | -0.3  | 0     | 1      | -0.3   | -1       | -0.3     | 0        |
| 3    | SLD 3      | 0.3   | 0     | -1     | 0.3    | -1       | 0.3      | 0        |
| 4    | SLD 4      | 0.3   | 0     | 1      | -0.3   | -1       | 0.3      | 0        |
| 5    | SLD 5      | -1    | 0     | -0.3   | 1      | -0.3     | -1       | 0        |
| 6    | SLD 6      | -1    | 0     | 0.3    | -1     | -0.3     | -1       | 0        |
| 7    | SLD 7      | 1     | 0     | -0.3   | 1      | -0.3     | 1        | 0        |
| 8    | SLD 8      | 1     | 0     | 0.3    | -1     | -0.3     | 1        | 0        |
| 9    | SLD 9      | -1    | 0     | -0.3   | 1      | 0.3      | -1       | 0        |
| 10   | SLD 10     | -1    | 0     | 0.3    | -1     | 0.3      | -1       | 0        |
| 11   | SLD 11     | 1     | 0     | -0.3   | 1      | 0.3      | 1        | 0        |
| 12   | SLD 12     | 1     | 0     | 0.3    | -1     | 0.3      | 1        | 0        |
| 13   | SLD 13     | -0.3  | 0     | -1     | 0.3    | 1        | -0.3     | 0        |
| 14   | SLD 14     | -0.3  | 0     | 1      | -0.3   | 1        | -0.3     | 0        |
| 15   | SLD 15     | 0.3   | 0     | -1     | 0.3    | 1        | 0.3      | 0        |
| 16   | SLD 16     | 0.3   | 0     | 1      | -0.3   | 1        | 0.3      | 0        |
| 17   | SLD 17     | -0.3  | 0     | -1     | 0.3    | -1       | -0.3     | 0        |
| 18   | SLD 18     | -0.3  | 0     | 1      | -0.3   | -1       | -0.3     | 0        |
| 19   | SLD 19     | 0.3   | 0     | -1     | 0.3    | -1       | 0.3      | 0        |
| 20   | SLD 20     | 0.3   | 0     | 1      | -0.3   | -1       | 0.3      | 0        |
| 21   | SLD 21     | -1    | 0     | -0.3   | 1      | -0.3     | -1       | 0        |
| 22   | SLD 22     | -1    | 0     | 0.3    | -1     | -0.3     | -1       | 0        |
| 23   | SLD 23     | 1     | 0     | -0.3   | 1      | -0.3     | 1        | 0        |
| 24   | SLD 24     | 1     | 0     | 0.3    | -1     | -0.3     | 1        | 0        |
| 25   | SLD 25     | -1    | 0     | -0.3   | 1      | 0.3      | -1       | 0        |
| 26   | SLD 26     | -1    | 0     | 0.3    | -1     | 0.3      | -1       | 0        |
| 27   | SLD 27     | 1     | 0     | -0.3   | 1      | 0.3      | 1        | 0        |
| 28   | SLD 28     | 1     | 0     | 0.3    | -1     | 0.3      | 1        | 0        |
| 29   | SLD 29     | -0.3  | 0     | -1     | 0.3    | 1        | -0.3     | 0        |
| 30   | SLD 30     | -0.3  | 0     | 1      | -0.3   | 1        | -0.3     | 0        |
| 31   | SLD 31     | 0.3   | 0     | -1     | 0.3    | 1        | 0.3      | 0        |
| 32   | SLD 32     | 0.3   | 0     | 1      | -0.3   | 1        | 0.3      | 0        |
| 33   | SLD 33     | -0.3  | 0     | -1     | 0.3    | -1       | -0.3     | 0        |
| 34   | SLD 34     | -0.3  | 0     | 1      | -0.3   | -1       | -0.3     | 0        |
| 35   | SLD 35     | 0.3   | 0     | -1     | 0.3    | -1       | 0.3      | 0        |
| 36   | SLD 36     | 0.3   | 0     | 1      | -0.3   | -1       | 0.3      | 0        |
| 37   | SLD 37     | -1    | 0     | -0.3   | 1      | -0.3     | -1       | 0        |
| 38   | SLD 38     | -1    | 0     | 0.3    | -1     | -0.3     | -1       | 0        |
| 39   | SLD 39     | 1     | 0     | -0.3   | 1      | -0.3     | 1        | 0        |
| 40   | SLD 40     | 1     | 0     | 0.3    | -1     | -0.3     | 1        | 0        |
| 41   | SLD 41     | -1    | 0     | -0.3   | 1      | 0.3      | -1       | 0        |
| 42   | SLD 42     | -1    | 0     | 0.3    | -1     | 0.3      | -1       | 0        |
| 43   | SLD 43     | 1     | 0     | -0.3   | 1      | 0.3      | 1        | 0        |
| 44   | SLD 44     | 1     | 0     | 0.3    | -1     | 0.3      | 1        | 0        |
| 45   | SLD 45     | -0.3  | 0     | -1     | 0.3    | 1        | -0.3     | 0        |
| 46   | SLD 46     | -0.3  | 0     | 1      | -0.3   | 1        | -0.3     | 0        |
| 47   | SLD 47     | 0.3   | 0     | -1     | 0.3    | 1        | 0.3      | 0        |
| 48   | SLD 48     | 0.3   | 0     | 1      | -0.3   | 1        | 0.3      | 0        |

Famiglia SLV

| Nome | Nome breve | Pesi | Port. | Variabile<br>traffico_TANDEM | Variabile<br>traffico_distribuito | Spinta<br>sismica<br>terreno | Frenatura | ΔT   | X SLV |
|------|------------|------|-------|------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|-----------|------|-------|
| 1    | SLV 1      | 1    | 1     | 0                            | 0                                 | 0                            | 0         | -0.5 | -1    |
| 2    | SLV 2      | 1    | 1     | 0                            | 0                                 | 0                            | 0         | -0.5 | -1    |
| 3    | SLV 3      | 1    | 1     | 0                            | 0                                 | 0                            | 0         | -0.5 | -1    |
| 4    | SLV 4      | 1    | 1     | 0                            | 0                                 | 0                            | 0         | -0.5 | -1    |
| 5    | SLV 5      | 1    | 1     | 0                            | 0                                 | 0                            | 0         | -0.5 | -0.3  |
| 6    | SLV 6      | 1    | 1     | 0                            | 0                                 | 0                            | 0         | -0.5 | -0.3  |
| 7    | SLV 7      | 1    | 1     | 0                            | 0                                 | 0                            | 0         | -0.5 | -0.3  |
| 8    | SLV 8      | 1    | 1     | 0                            | 0                                 | 0                            | 0         | -0.5 | -0.3  |
| 9    | SLV 9      | 1    | 1     | 0                            | 0                                 | 0                            | 0         | -0.5 | 0.3   |
| 10   | SLV 10     | 1    | 1     | 0                            | 0                                 | 0                            | 0         | -0.5 | 0.3   |
| 11   | SLV 11     | 1    | 1     | 0                            | 0                                 | 1                            | 0         | -0.5 | 0.3   |
| 12   | SLV 12     | 1    | 1     | 0                            | 0                                 | 1                            | 0         | -0.5 | 0.3   |
| 13   | SLV 13     | 1    | 1     | 0                            | 0                                 | 1                            | 0         | -0.5 | 1     |
| 14   | SLV 14     | 1    | 1     | 0                            | 0                                 | 1                            | 0         | -0.5 | 1     |
| 15   | SLV 15     | 1    | 1     | 0                            | 0                                 | 1                            | 0         | -0.5 | 1     |
| 16   | SLV 16     | 1    | 1     | 0                            | 0                                 | 1                            | 0         | -0.5 | 1     |
| 17   | SLV 17     | 1    | 1     | 0                            | 0                                 | 1                            | 0         | 0.5  | -1    |
| 18   | SLV 18     | 1    | 1     | 0                            | 0                                 | 1                            | 0         | 0.5  | -1    |

**TOMBINO SCATOLARE TM15**  
**RELAZIONE DI CALCOLO**

| Nome | Nome breve | Pesi | Port. | Variabile traffico_TANDEM | Variabile traffico_distribuito | Spinta sismica terreno | Frenatura | ΔT  | X SLV |
|------|------------|------|-------|---------------------------|--------------------------------|------------------------|-----------|-----|-------|
| 19   | SLV 19     | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 1                      | 0         | 0.5 | -1    |
| 20   | SLV 20     | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 1                      | 0         | 0.5 | -1    |
| 21   | SLV 21     | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 1                      | 0         | 0.5 | -0.3  |
| 22   | SLV 22     | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 1                      | 0         | 0.5 | -0.3  |
| 23   | SLV 23     | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 1                      | 0         | 0.5 | -0.3  |
| 24   | SLV 24     | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 1                      | 0         | 0.5 | -0.3  |
| 25   | SLV 25     | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 1                      | 0         | 0.5 | 0.3   |
| 26   | SLV 26     | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 1                      | 0         | 0.5 | 0.3   |
| 27   | SLV 27     | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 1                      | 0         | 0.5 | 0.3   |
| 28   | SLV 28     | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 1                      | 0         | 0.5 | 0.3   |
| 29   | SLV 29     | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 1                      | 0         | 0.5 | 1     |
| 30   | SLV 30     | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 1                      | 0         | 0.5 | 1     |
| 31   | SLV 31     | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 1                      | 0         | 0.5 | 1     |
| 32   | SLV 32     | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 1                      | 0         | 0.5 | 1     |

| Nome | Nome breve | Y SLV | Z SLV | EY SLV | EX SLV | Tr x SLV | Tr y SLV | Tr z SLV |
|------|------------|-------|-------|--------|--------|----------|----------|----------|
| 1    | SLV 1      | -0.3  | 0     | -1     | 0.3    | -1       | -0.3     | 0        |
| 2    | SLV 2      | -0.3  | 0     | 1      | -0.3   | -1       | -0.3     | 0        |
| 3    | SLV 3      | 0.3   | 0     | -1     | 0.3    | -1       | 0.3      | 0        |
| 4    | SLV 4      | 0.3   | 0     | 1      | -0.3   | -1       | 0.3      | 0        |
| 5    | SLV 5      | -1    | 0     | -0.3   | 1      | -0.3     | -1       | 0        |
| 6    | SLV 6      | -1    | 0     | 0.3    | -1     | -0.3     | -1       | 0        |
| 7    | SLV 7      | 1     | 0     | -0.3   | 1      | -0.3     | 1        | 0        |
| 8    | SLV 8      | 1     | 0     | 0.3    | -1     | -0.3     | 1        | 0        |
| 9    | SLV 9      | -1    | 0     | -0.3   | 1      | 0.3      | -1       | 0        |
| 10   | SLV 10     | -1    | 0     | 0.3    | -1     | 0.3      | -1       | 0        |
| 11   | SLV 11     | 1     | 0     | -0.3   | 1      | 0.3      | 1        | 0        |
| 12   | SLV 12     | 1     | 0     | 0.3    | -1     | 0.3      | 1        | 0        |
| 13   | SLV 13     | -0.3  | 0     | -1     | 0.3    | 1        | -0.3     | 0        |
| 14   | SLV 14     | -0.3  | 0     | 1      | -0.3   | 1        | -0.3     | 0        |
| 15   | SLV 15     | 0.3   | 0     | -1     | 0.3    | 1        | 0.3      | 0        |
| 16   | SLV 16     | 0.3   | 0     | 1      | -0.3   | 1        | 0.3      | 0        |
| 17   | SLV 17     | -0.3  | 0     | -1     | 0.3    | -1       | -0.3     | 0        |
| 18   | SLV 18     | -0.3  | 0     | 1      | -0.3   | -1       | -0.3     | 0        |
| 19   | SLV 19     | 0.3   | 0     | -1     | 0.3    | -1       | 0.3      | 0        |
| 20   | SLV 20     | 0.3   | 0     | 1      | -0.3   | -1       | 0.3      | 0        |
| 21   | SLV 21     | -1    | 0     | -0.3   | 1      | -0.3     | -1       | 0        |
| 22   | SLV 22     | -1    | 0     | 0.3    | -1     | -0.3     | -1       | 0        |
| 23   | SLV 23     | 1     | 0     | -0.3   | 1      | -0.3     | 1        | 0        |
| 24   | SLV 24     | 1     | 0     | 0.3    | -1     | -0.3     | 1        | 0        |
| 25   | SLV 25     | -1    | 0     | -0.3   | 1      | 0.3      | -1       | 0        |
| 26   | SLV 26     | -1    | 0     | 0.3    | -1     | 0.3      | -1       | 0        |
| 27   | SLV 27     | 1     | 0     | -0.3   | 1      | 0.3      | 1        | 0        |
| 28   | SLV 28     | 1     | 0     | 0.3    | -1     | 0.3      | 1        | 0        |
| 29   | SLV 29     | -0.3  | 0     | -1     | 0.3    | 1        | -0.3     | 0        |
| 30   | SLV 30     | -0.3  | 0     | 1      | -0.3   | 1        | -0.3     | 0        |
| 31   | SLV 31     | 0.3   | 0     | -1     | 0.3    | 1        | 0.3      | 0        |
| 32   | SLV 32     | 0.3   | 0     | 1      | -0.3   | 1        | 0.3      | 0        |

Famiglia SLV fondazioni

| Nome | Nome breve | Pesi | Port. | Variabile traffico_TANDEM | Variabile traffico_distribuito | Spinta sismica terreno | Frenatura | ΔT   | X SLV |
|------|------------|------|-------|---------------------------|--------------------------------|------------------------|-----------|------|-------|
| 1    | SLV FO 1   | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 0                      | 0         | -0.5 | -1    |
| 2    | SLV FO 2   | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 0                      | 0         | -0.5 | -1    |
| 3    | SLV FO 3   | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 0                      | 0         | -0.5 | -1    |
| 4    | SLV FO 4   | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 0                      | 0         | -0.5 | -1    |
| 5    | SLV FO 5   | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 0                      | 0         | -0.5 | -0.3  |
| 6    | SLV FO 6   | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 0                      | 0         | -0.5 | -0.3  |
| 7    | SLV FO 7   | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 0                      | 0         | -0.5 | -0.3  |
| 8    | SLV FO 8   | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 0                      | 0         | -0.5 | -0.3  |
| 9    | SLV FO 9   | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 0                      | 0         | -0.5 | 0.3   |
| 10   | SLV FO 10  | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 0                      | 0         | -0.5 | 0.3   |
| 11   | SLV FO 11  | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 1                      | 0         | -0.5 | 0.3   |
| 12   | SLV FO 12  | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 1                      | 0         | -0.5 | 0.3   |
| 13   | SLV FO 13  | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 1                      | 0         | -0.5 | 1     |
| 14   | SLV FO 14  | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 1                      | 0         | -0.5 | 1     |

**TOMBINO SCATOLARE TM15**  
**RELAZIONE DI CALCOLO**

| Nome | Nome breve | Pesi | Port. | Variabile traffico_TANDEM | Variabile traffico_distribuito | Spinta sismica terreno | Frenatura | ΔT   | X SLV |
|------|------------|------|-------|---------------------------|--------------------------------|------------------------|-----------|------|-------|
| 15   | SLV FO 15  | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 1                      | 0         | -0.5 | 1     |
| 16   | SLV FO 16  | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 1                      | 0         | -0.5 | 1     |
| 17   | SLV FO 17  | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 1                      | 0         | 0.5  | -1    |
| 18   | SLV FO 18  | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 1                      | 0         | 0.5  | -1    |
| 19   | SLV FO 19  | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 1                      | 0         | 0.5  | -1    |
| 20   | SLV FO 20  | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 1                      | 0         | 0.5  | -1    |
| 21   | SLV FO 21  | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 1                      | 0         | 0.5  | -0.3  |
| 22   | SLV FO 22  | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 1                      | 0         | 0.5  | -0.3  |
| 23   | SLV FO 23  | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 1                      | 0         | 0.5  | -0.3  |
| 24   | SLV FO 24  | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 1                      | 0         | 0.5  | -0.3  |
| 25   | SLV FO 25  | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 1                      | 0         | 0.5  | 0.3   |
| 26   | SLV FO 26  | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 1                      | 0         | 0.5  | 0.3   |
| 27   | SLV FO 27  | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 1                      | 0         | 0.5  | 0.3   |
| 28   | SLV FO 28  | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 1                      | 0         | 0.5  | 0.3   |
| 29   | SLV FO 29  | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 1                      | 0         | 0.5  | 1     |
| 30   | SLV FO 30  | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 1                      | 0         | 0.5  | 1     |
| 31   | SLV FO 31  | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 1                      | 0         | 0.5  | 1     |
| 32   | SLV FO 32  | 1    | 1     | 0                         | 0                              | 1                      | 0         | 0.5  | 1     |

| Nome | Nome breve | Y SLV | Z SLV | EY SLV | EX SLV | Tr x SLV | Tr y SLV | Tr z SLV |
|------|------------|-------|-------|--------|--------|----------|----------|----------|
| 1    | SLV FO 1   | -0.3  | 0     | -1     | 0.3    | -1       | -0.3     | 0        |
| 2    | SLV FO 2   | -0.3  | 0     | 1      | -0.3   | -1       | -0.3     | 0        |
| 3    | SLV FO 3   | 0.3   | 0     | -1     | 0.3    | -1       | 0.3      | 0        |
| 4    | SLV FO 4   | 0.3   | 0     | 1      | -0.3   | -1       | 0.3      | 0        |
| 5    | SLV FO 5   | -1    | 0     | -0.3   | 1      | -0.3     | -1       | 0        |
| 6    | SLV FO 6   | -1    | 0     | 0.3    | -1     | -0.3     | -1       | 0        |
| 7    | SLV FO 7   | 1     | 0     | -0.3   | 1      | -0.3     | 1        | 0        |
| 8    | SLV FO 8   | 1     | 0     | 0.3    | -1     | -0.3     | 1        | 0        |
| 9    | SLV FO 9   | -1    | 0     | -0.3   | 1      | 0.3      | -1       | 0        |
| 10   | SLV FO 10  | -1    | 0     | 0.3    | -1     | 0.3      | -1       | 0        |
| 11   | SLV FO 11  | 1     | 0     | -0.3   | 1      | 0.3      | 1        | 0        |
| 12   | SLV FO 12  | 1     | 0     | 0.3    | -1     | 0.3      | 1        | 0        |
| 13   | SLV FO 13  | -0.3  | 0     | -1     | 0.3    | 1        | -0.3     | 0        |
| 14   | SLV FO 14  | -0.3  | 0     | 1      | -0.3   | 1        | -0.3     | 0        |
| 15   | SLV FO 15  | 0.3   | 0     | -1     | 0.3    | 1        | 0.3      | 0        |
| 16   | SLV FO 16  | 0.3   | 0     | 1      | -0.3   | 1        | 0.3      | 0        |
| 17   | SLV FO 17  | -0.3  | 0     | -1     | 0.3    | -1       | -0.3     | 0        |
| 18   | SLV FO 18  | -0.3  | 0     | 1      | -0.3   | -1       | -0.3     | 0        |
| 19   | SLV FO 19  | 0.3   | 0     | -1     | 0.3    | -1       | 0.3      | 0        |
| 20   | SLV FO 20  | 0.3   | 0     | 1      | -0.3   | -1       | 0.3      | 0        |
| 21   | SLV FO 21  | -1    | 0     | -0.3   | 1      | -0.3     | -1       | 0        |
| 22   | SLV FO 22  | -1    | 0     | 0.3    | -1     | -0.3     | -1       | 0        |
| 23   | SLV FO 23  | 1     | 0     | -0.3   | 1      | -0.3     | 1        | 0        |
| 24   | SLV FO 24  | 1     | 0     | 0.3    | -1     | -0.3     | 1        | 0        |
| 25   | SLV FO 25  | -1    | 0     | -0.3   | 1      | 0.3      | -1       | 0        |
| 26   | SLV FO 26  | -1    | 0     | 0.3    | -1     | 0.3      | -1       | 0        |
| 27   | SLV FO 27  | 1     | 0     | -0.3   | 1      | 0.3      | 1        | 0        |
| 28   | SLV FO 28  | 1     | 0     | 0.3    | -1     | 0.3      | 1        | 0        |
| 29   | SLV FO 29  | -0.3  | 0     | -1     | 0.3    | 1        | -0.3     | 0        |
| 30   | SLV FO 30  | -0.3  | 0     | 1      | -0.3   | 1        | -0.3     | 0        |
| 31   | SLV FO 31  | 0.3   | 0     | -1     | 0.3    | 1        | 0.3      | 0        |
| 32   | SLV FO 32  | 0.3   | 0     | 1      | -0.3   | 1        | 0.3      | 0        |

## 9 ANALISI SVOLTE CON CODICI DI CALCOLO

### 9.1 ORIGINE E CARATTERISTICHE DEL CODICE DI CALCOLO

Le analisi e le verifiche delle strutture analizzate sono state eseguite mediante l'ausilio di codici di calcolo di comprovata validità. Si riportano di seguito le informazioni relative al codice impiegato e gli estremi della licenza d'uso.

|                    |                         |
|--------------------|-------------------------|
| Nominativo         | SismiCAD 12.17          |
| Produttore         | Concrete s.r.l , Padova |
| Nome utente finale | ICARIA s.r.l            |
| Numero licenza     | 9692559                 |

### 9.2 AFFIDABILITÀ DEI CODICI UTILIZZATI

L'analisi preliminare della documentazione a corredo del software impiegato ha consentito di accertarne l'affidabilità e l'idoneità al caso in oggetto.

Il produttore del software fornisce, infatti, un'esauriente documentazione, atta a testimoniare la validità, all'interno della quale sono descritte le basi teoriche e gli algoritmi impiegati, campi di impiego ed esempi risolti.

### 9.3 GIUDIZIO MOTIVATO SULL'ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI DEI CALCOLI

Per verificare la bontà delle elaborazioni eseguite, sono stati effettuati controlli manuali su schemi di calcolo semplificati degli elementi strutturali principali delle opere in progetto.

In particolare sono state valutate le sollecitazioni sulla copertura, considerando uno schema statico a piastra omogenea e isotropa, vincolata alle estremità su tre lati.

I calcoli hanno condotto a risultati confrontabili con quanto ottenuto dalla modellazione numerica e pertanto si ritiene che i risultati della stessa siano significativi e rappresentativi dell'effettivo comportamento della struttura.

Si riporta, pertanto, di seguito il calcolo delle sollecitazioni sulla porzione di sbocco della copertura del tombino scatolare, schematizzandola come piastra omogenea e isotropa vincolata alle estremità su tre lati, sulla quale agisce il carico distribuito dovuto all'azione accidentale del terreno a tergo della piastra stessa.

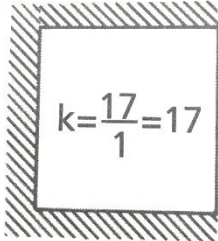
Per il calcolo delle sollecitazioni si impiega il metodo semplificato di Grashov per la soluzione del problema della piastra rettangolare comunque vincolata.

Le sollecitazioni flettenti e taglianti per piastre omogenee e isotrope si calcolano nei due sensi  $l_x$  e  $l_y$  secondo lo schema statico dipendente dai vincoli di estremità, con il carico di competenza:

$$p_x = p_{tot} \cdot \frac{l_y^4}{Kl_x^4 + l_y^4}$$

$$p_y = p_{tot} - p_x$$

Lo schema adottato è quello di piastra con vincolo di incastro su tre lati, come riportato nell'immagine di seguito:



Le caratteristiche della piastra sono (si considera nella direzione parallela all'asse del tombino, corrispondente all'asse x, una porzione di larghezza unitaria):

$$l_x = 1.00 \text{ m}$$
$$l_y = 2.80 \text{ m}$$
$$p_{\text{tot}} = 9.12 \text{ kN/m}^2$$

Le azioni risultano pertanto come segue:

$$p_x = 7.14 \text{ kN/m}$$
$$p_y = 1.98 \text{ kN/m}$$

In direzione x, considerando una striscia di 1 m e uno schema a doppio semincastro si ha:

$$M_x = p_x l_x^2 / 2 = 3.57 \text{ kNm}$$
$$M_y = p_y l_y^2 / 12 = 1.29 \text{ kNm}$$

Le sollecitazioni ottenute dall'analisi agli elementi finiti per la combinazione considerata risultano:

$$M_{xx} = 3.25 \text{ kN m}$$
$$M_{yy} = 1.00 \text{ kN m}$$

Il confronto tra quanto ottenuto dalla modellazione numerica ed i calcoli semplificati evidenzia valori delle sollecitazioni confrontabili e pertanto si ritiene che il modello di calcolo sia significativo e rappresentativo dell'effettivo comportamento della struttura.

## 9.4 MODALITÀ DI PRESENTAZIONE DEI RISULTATI

I risultati dell'elaborazione sono presentati in modo tale da costituire una sintesi completa ed efficace del comportamento della struttura, sia mediante l'ausilio di schemi grafici riportanti le parti più sollecitate della struttura, le configurazioni deformate e l'entità delle azioni, sia esplicitando i tabulati numerici con l'esito delle principali verifiche, i dati di input, le combinazioni di carico.

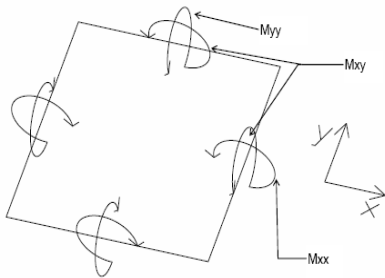
### 9.4.1 Convenzioni relative alle caratteristiche di sollecitazione

La convenzione sui segni per i parametri di sollecitazione delle aste è la seguente:

- sforzo normale F1 (N): viene rappresentato nel piano individuato dagli assi 1 e 2. Nel caso di sforzo normale positivo (di trazione) viene disegnato lungo l'asta dalla parte del semiasse 2 positivo;

- F2: viene rappresentato nel piano individuato dagli assi 1 e 2. Nel caso di F2 positivo viene disegnato lungo l'asta dalla parte del semiasse 2 positivo;
- F3: viene rappresentato nel piano individuato dagli assi 1 e 3. Nel caso di F3 positivo viene disegnato lungo l'asta dalla parte del semiasse 3 positivo;
- momento torcente M1 (Mt): viene rappresentato nel piano individuato dagli assi 1 e 2. Nel caso di momento torcente positivo viene disegnato lungo l'asta dalla parte del semiasse 2 positivo;
- momento M2: viene rappresentato nel piano individuato dagli assi 1 e 3. Nel caso di M2 positivo viene disegnato dalla parte del semiasse 3 negativo;
- momento M3: viene rappresentato nel piano individuato dagli assi 1 e 2. Nel caso di M3 positivo viene disegnato dalla parte del semiasse 2 negativo.

In figura è mostrato un elemento infinitesimo di shell orizzontale con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazione  $M_{xx}$ ,  $M_{yy}$ ,  $M_{xy}$ .



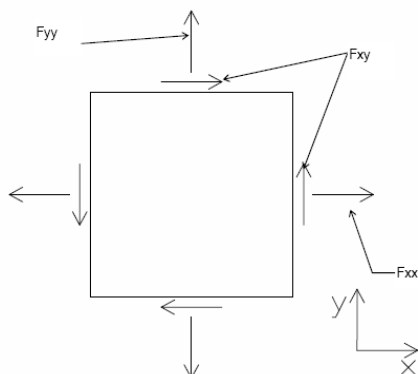
si definiscono:

$M_{xx}$ : momento flettente [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] agente sul bordo di normale x (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);

$M_{yy}$ : momento flettente [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] agente sul bordo di normale y (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);

$M_{xy}$ : momento torcente [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] agente sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura).

Per quanto riguarda le sollecitazioni estensionali si faccia riferimento alla figura seguente dove per lo stesso elemento infinitesimo di shell orizzontale con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazione  $F_{xx}$ ,  $F_{yy}$ ,  $F_{xy}$ .



Si definiscono:

$F_{xx}$ : sforzo estensionale [Forza/Lunghezza] agente sul bordo di normale x (verso positivo indicato dalla freccia in figura che mette in trazione l'elemento);



Fyy: sforzo estensionale [Forza/Lunghezza] agente sul bordo di normale all'asse y (verso positivo indicato dalla freccia in figura che mette in trazione l'elemento);

Fxy: sforzo di taglio [Forza/Lunghezza] agente sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura).

Vengono riportati inoltre i tagli fuori dal piano dell'elemento shell:

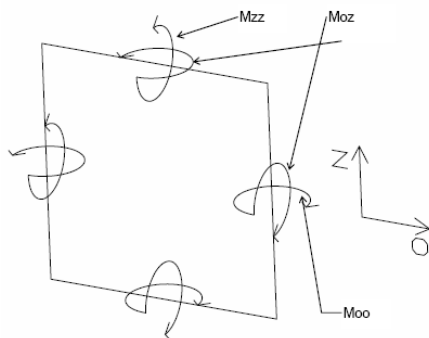
Vx: taglio fuori piano [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse x (per il segno si veda l'immagine relativa ai tagli fuori piano nel sistema locale 1, 2, 3 riportata più avanti);

Vy: taglio fuori piano [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse y (per il segno si veda l'immagine relativa ai tagli fuori piano nel sistema locale 1, 2, 3 riportata più avanti).

Gusci verticali: pareti e muri

Il sistema di riferimento nel quale sono espressi i parametri di sollecitazione è così definito: "origine appartenente al piano dell'elemento, asse O (ascisse) e z (ordinate) contenuti nel piano dell'elemento e terzo asse ortogonale al piano dell'elemento a formare una terna destrorsa". In particolare l'asse O è orizzontale e l'asse z parallelo ed equiverso con l'asse Z globale. Si sottolinea che non ha alcun interesse collocare esattamente nel piano dell'elemento la posizione dell'origine in quanto i parametri di sollecitazione sono invarianti rispetto a tale posizione.

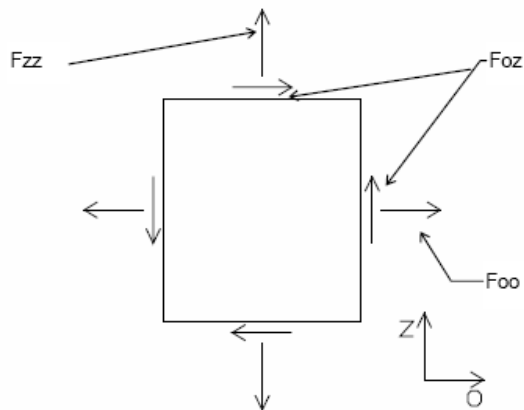
In figura è mostrato un elemento infinitesimo di shell orizzontale con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazione Moo, Mzz, Moz.



Moo: momento flettente distribuito [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse O (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);

Mzz: momento flettente distribuito [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse z (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);

Moz: momento "torcente" distribuito [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] applicato sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura). Per quanto riguarda le sollecitazioni estensionali si faccia riferimento alla figura seguente dove per lo stesso elemento infinitesimo di shell con indicato il sistema di riferimento i parametri di sollecitazione Foo, Fzz, Foz sono rispettivamente:



Fzz: sforzo tensionale distribuito [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse z (verso positivo indicato dalla freccia in figura che mette in trazione l'elemento);

Foo: sforzo tensionale distribuito [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse O (verso positivo indicato dalla freccia in figura che mette in trazione l'elemento);

Foz: sforzo tagliante distribuito [Forza/Lunghezza] applicato sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura).

## 10 RISULTATI DELL'ANALISI

La struttura è stata modellata con analisi agli elementi finiti (FEM), mediante il software Sismicad 12.17 della Concrete.

Si riportano di seguito i risultati della modellazione ed i dati di input utilizzati.

### 10.1 DATI INPUT MODELLAZIONE

Si riportano di seguito i dati di input del modello di calcolo.

#### 1 Dati generali

##### 1.1 Materiali

##### 1.1.1 Materiali c.a.

*Descrizione:* descrizione o nome assegnato all'elemento.

*Rck:* resistenza caratteristica cubica; valore medio nel caso di edificio esistente. [kN/m<sup>2</sup>]

*E:* modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [kN/m<sup>2</sup>]

*G:* modulo di elasticità tangenziale del materiale, viene impiegato nella modellazione di aste e di elementi guscio a comportamento ortotropo. [kN/m<sup>2</sup>]

*Poisson:* coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

*γ:* peso specifico del materiale. [kN/m<sup>3</sup>]

*α:* coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C-1]

| Descrizione | Rck   | E        | G                  | Poisson | γ  | α       |
|-------------|-------|----------|--------------------|---------|----|---------|
| C32/40      | 40000 | 33642778 | Default (15292172) | 0.1     | 25 | 0.00001 |

##### 1.1.2 Curve di materiali c.a.

*Descrizione:* descrizione o nome assegnato all'elemento.

*Curva:* curva caratteristica.

*Reaz.traz.:* reagisce a trazione.

*Comp.frag.:* ha comportamento fragile.

*E.compr.:* modulo di elasticità a compressione. [kN/m<sup>2</sup>]

*Incr.compr.:* incrudimento di compressione. Il valore è adimensionale.

*EpsEc:* ε elastico a compressione. Il valore è adimensionale.

*EpsUc:* ε ultimo a compressione. Il valore è adimensionale.

*E.traz.:* modulo di elasticità a trazione. [kN/m<sup>2</sup>]

*Incr.traz.:* incrudimento di trazione. Il valore è adimensionale.

*EpsEt:* ε elastico a trazione. Il valore è adimensionale.

*EpsUt:* ε ultimo a trazione. Il valore è adimensionale.

| Descrizione | Curva      |            |          |             |        |         |          |            |           |           |
|-------------|------------|------------|----------|-------------|--------|---------|----------|------------|-----------|-----------|
|             | Reaz.traz. | Comp.frag. | E.compr. | Incr.compr. | EpsEc  | EpsUc   | E.traz.  | Incr.traz. | EpsEt     | EpsUt     |
| C32/40      | No         | Si         | 33642778 | 0.001       | -0.002 | -0.0035 | 33642778 | 0.001      | 0.0000645 | 0.0000709 |

##### 1.1.3 Armature

*Descrizione:* descrizione o nome assegnato all'elemento.

*fyk:* resistenza caratteristica. [kN/m<sup>2</sup>]

*σamm.:* tensione ammissibile. [kN/m<sup>2</sup>]

*Tipo:* tipo di barra.

*E:* modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [kN/m<sup>2</sup>]

*γ:* peso specifico del materiale. [kN/m<sup>3</sup>]

*Poisson:* coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

*α:* coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C-1]

*Livello di conoscenza:* indica se il materiale è nuovo o esistente, e in tal caso il livello di conoscenza secondo Circ. 02/02/09 n. 617 §C8A. Informazione impiegata solo in analisi D.M. 14-01-08 (N.T.C.).

| Descrizione | fyk    | σamm.  | Tipo                | E         | γ    | Poisson | α        | Livello di conoscenza |
|-------------|--------|--------|---------------------|-----------|------|---------|----------|-----------------------|
| B450C_1     | 450000 | 255000 | Aderenza migliorata | 206000000 | 78.5 | 0.3     | 0.000012 | Nuovo                 |

**TOMBINO SCATOLARE TM15**  
**RELAZIONE DI CALCOLO**

2 Preferenze commessa  
2.1 Preferenze di analisi

|                          |                              |       |
|--------------------------|------------------------------|-------|
| Metodo di analisi        | D.M. 14-01-08 (N.T.C.)       |       |
| Tipo di costruzione      | 2                            |       |
| Vn                       | 50                           |       |
| Classe d'uso             | IV                           |       |
| Vr                       | 100                          |       |
| Tipo di analisi          | Lineare dinamica             |       |
| Località                 | Siracusa, Lentini;           |       |
| Latitudine               | ED50 37,2835° (37° 17' 0");  |       |
| Longitudine              | ED50 14,9748° (14° 58' 29"); |       |
| Altitudine               | s.l.m. 24,37 m.              |       |
| Zona sismica             | Zona 2                       |       |
| Categoria del suolo      | C - sabbie ed argille medie  |       |
| Categoria topografica    | T1                           |       |
| Ss orizzontale SLO       | 1.5                          |       |
| Tb orizzontale SLO       | 0.147                        | [s]   |
| Tc orizzontale SLO       | 0.44                         | [s]   |
| Td orizzontale SLO       | 1.904                        | [s]   |
| Ss orizzontale SLD       | 1.5                          |       |
| Tb orizzontale SLD       | 0.16                         | [s]   |
| Tc orizzontale SLD       | 0.479                        | [s]   |
| Td orizzontale SLD       | 2.026                        | [s]   |
| Ss orizzontale SLV       | 1.17                         |       |
| Tb orizzontale SLV       | 0.21                         | [s]   |
| Tc orizzontale SLV       | 0.631                        | [s]   |
| Td orizzontale SLV       | 3.099                        | [s]   |
| Ss verticale             | 1                            |       |
| Tb verticale             | 0.05                         | [s]   |
| Tc verticale             | 0.15                         | [s]   |
| Td verticale             | 1                            | [s]   |
| St                       | 1                            |       |
| PVr SLO (%)              | 81                           |       |
| Tr SLO                   | 60.21                        |       |
| Ag/g SLO                 | 0.076                        |       |
| Fo SLO                   | 2.504                        |       |
| Tc* SLO                  | 0.273                        |       |
| PVr SLD (%)              | 63                           |       |
| Tr SLD                   | 101                          |       |
| Ag/g SLD                 | 0.1064                       |       |
| Fo SLD                   | 2.363                        |       |
| Tc* SLD                  | 0.31                         |       |
| PVr SLV (%)              | 10                           |       |
| Tr SLV                   | 949.12                       |       |
| Ag/g SLV                 | 0.3749                       |       |
| Fo SLV                   | 2.343                        |       |
| Tc* SLV                  | 0.468                        |       |
| Smorzamento viscoso (%)  | 5                            |       |
| Classe di duttilità      | Non dissipativa              |       |
| Rotazione del sisma      | 0                            | [deg] |
| Quota dello '0' sismico  | 0                            | [m]   |
| Regolarità in pianta     | No                           |       |
| Regolarità in elevazione | No                           |       |
| Edificio C.A.            | Si                           |       |
| Edificio esistente       | No                           |       |
| Altezza costruzione      | 3                            | [m]   |
| C1                       | 0.05                         |       |
| T1                       | 0.114                        | [s]   |
| Lambda SLO               | 0.85                         |       |
| Lambda SLD               | 0.85                         |       |
| Lambda SLV               | 0.85                         |       |
| Lambda verticale         | 0.85                         |       |
| Numero modi              | 15                           |       |

|   |  |     |
|---|--|-----|
| Metodo di Ritz  | non applicato  |     |
| Torsione accidentale semplificata   | No   |     |
| Torsione accidentale per piani (livelli e falde) flessibili   | No   |     |
| Eccentricità X (per sisma Y) livello "Piano-1"  | 0  | [m] |
| Eccentricità Y (per sisma X) livello "Piano-1"  | 0  | [m] |
| Eccentricità X (per sisma Y) livello "Fondazione"   | 0  | [m] |
| Eccentricità Y (per sisma X) livello "Fondazione"   | 0  | [m] |
| Eccentricità X (per sisma Y) livello "Piano 4"  | 0  | [m] |
| Eccentricità Y (per sisma X) livello "Piano 4"  | 0  | [m] |
| Eccentricità X (per sisma Y) livello "Piano 2"  | 0  | [m] |
| Eccentricità Y (per sisma X) livello "Piano 2"  | 0  | [m] |
| Eccentricità X (per sisma Y) livello "Piano 1"  | 0  | [m] |
| Eccentricità Y (per sisma X) livello "Piano 1"  | 0  | [m] |
| Eccentricità X (per sisma Y) livello "Piano 3"  | 0  | [m] |
| Eccentricità Y (per sisma X) livello "Piano 3"  | 0  | [m] |
| Limite spostamenti interpiano   | 0.005  |     |
| Moltiplicatore sisma X per combinazioni di default  | 1  |     |
| Moltiplicatore sisma Y per combinazioni di default  | 1  |     |
| Fattore di struttura per sisma X  | 1  |     |
| Fattore di struttura per sisma Y  | 1  |     |
| Fattore di struttura per sisma Z  | 1  |     |
| Applica 1% (§ 3.1.1)  | No   |     |
| Coefficiente di sicurezza portanza fondazioni superficiali  | 2.3  |     |
| Coefficiente di sicurezza scorrimento fondazioni superficiali                                       | 1.1  |     |
| Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, punta                                    | 1.15   |     |
| Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, laterale compressione                    | 1.15   |     |
| Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, laterale trazione                        | 1.25   |     |
| Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, punta                                 | 1.35   |     |
| Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, laterale compressione                 | 1.15   |     |
| Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, laterale trazione                     | 1.25   |     |
| Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, punta                                       | 1.35   |     |
| Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, laterale compressione                       | 1.15   |     |
| Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, laterale trazione                           | 1.25   |     |
| Coefficiente di sicurezza portanza trasversale pali   | 1.3  |     |
| Fattore di correlazione resistenza caratteristica dei pali in base alle verticali indagate          | 1.7  |     |
| <b>2.1.3.1 Normativa di verifica in uso</b>   |  |     |
| Norma di verifica   | D.M. 14-01-08 (N.T.C.)                                   |     |
| Cemento armato  | Preferenze analisi di verifica in stato limite           |     |
| Legno   | Preferenze di verifica legno D.M. 14-01-08 (N.T.C.)      |     |
| Acciaio   | Preferenze di verifica acciaio D.M. 14-01-08 (N.T.C.)    |     |
| Alluminio   | Preferenze di verifica alluminio EC9                     |     |
| Pannelli in gessofibra (N.T.C.)   | Preferenze di verifica pannelli gessofibra D.M. 14-01-08 |     |
| <b>2.1.3.2 Normativa di verifica C.A.</b>   |  |     |
| $\gamma_s$ (fattore di sicurezza parziale per l'acciaio)  | 1.15   |     |
| $\gamma_c$ (fattore di sicurezza parziale per il calcestruzzo)                                      | 1.5  |     |
| Limite $\sigma_c/f_{ck}$ in combinazione rara   | 0.6  |     |
| Limite $\sigma_c/f_{ck}$ in combinazione quasi permanente   | 0.45   |     |
| Limite $\sigma_f/f_{yk}$ in combinazione rara   | 0.8  |     |
| Coefficiente di riduzione della $\tau$ per cattiva aderenza   | 0.7  |     |
| Dimensione limite fessure w1 §4.1.2.2.4.1   | 0.0002[m]  |     |
| Dimensione limite fessure w2 §4.1.2.2.4.1   | 0.0003[m]  |     |
| Dimensione limite fessure w3 §4.1.2.2.4.1   | 0.0004[m]  |     |
| Fattori parziali di sicurezza unitari per meccanismi duttili di strutture esistenti con fattore $q$ | No   |     |
| Copriferro secondo EC2  | No   |     |
| <b>2.1.3.4 Normativa di verifica acciaio</b>  |  |     |
| $\gamma_{m0}$   | 1.05   |     |
| $\gamma_{m1}$   | 1.05   |     |
| $\gamma_{m2}$   | 1.25   |     |

|   |                          |
|---|--------------------------|
| Coefficiente riduttivo per effetto vettoriale   | 0.7                      |
| Calcolo coefficienti C1, C2, C3 per Mcr   | automatico               |
| Coefficienti $\alpha$ , $\beta$ per flessione deviata   | unitari                  |
| Verifica semplificata conservativa  | no                       |
| L/e0 iniziale per profili accoppiati compressi  | 500                      |
| Metodo semplificato formula (4.2.76)  | si                       |
| Escludi 6.2.6.7 e 6.2.6.8 in 7.5.4.4 e 7.5.4.6  | si                       |
| Applica Nota 1 del prospetto 6.2  | si                       |
| Riduzione fy per tubi tondi di classe 4   | no                       |
| Effettua la verifica secondo 6.2.8 con irrigidimenti superiori (piastra di base)                  | si                       |
| Limite spostamento relativo interpiano e monopiano colonne  | 0.00333                  |
| Limite spostamento relativo complessivo multipiano colonne  | 0.002                    |
| Considera taglio resistente estremità sagomati  | no                       |
| Fattori parziali di sicurezza unitari per meccanismi duttili di strutture esistenti con fattore q | no                       |
| <b>2.1.4 Preferenze FEM</b>   |                          |
| Dimensione massima ottimale mesh pareti (default)   | 0.5[m]                   |
| Dimensione massima ottimale mesh piastre (default)  | 0.5[m]                   |
| Dimensione massima ottimale suddivisioni archi finestre/porte (default)                           | 0.5[m]                   |
| Tipo di mesh dei gusci (default)  | Quadrilateri o triangoli |
| Tipo di mesh imposta ai gusci   | Specifico dell'elemento  |
| Metodo P-Delta  | non utilizzato           |
| Analisi buckling  | non utilizzata           |
| Rapporto spessore flessionale/membranale gusci muratura verticali                                 | 0.2                      |
| Spessori membranale e flessionale pareti XLAM da sole tavole verticali                            | No                       |
| Moltiplicatore rigidezza connettori pannelli pareti legno a diaframma                             | 1                        |
| Tolleranza di parallelismo  | 4.99[deg]                |
| Tolleranza di unicità punti   | 0.1[m]                   |
| Tolleranza generazione nodi di aste   | 0.01[m]                  |
| Tolleranza di parallelismo in suddivisione aste   | 4.99[deg]                |
| Tolleranza generazione nodi di gusci  | 0.04[m]                  |
| Tolleranza eccentricità carichi concentrati   | 1[m]                     |
| Considera deformabilità a taglio negli elementi guscio  | No                       |
| Modello elastico pareti in muratura   | Gusci                    |
| Concentra masse pareti nei vertici  | No                       |
| Segno risultati analisi spettrale   | Analisi statica          |
| Memoria utilizzabile dal solutore   | 8000000                  |
| Metodo di risoluzione della matrice   | AspenTech MA57           |
| Scrivi commenti nel file di input   | No                       |
| Scrivi file di output in formato testo  | No                       |
| Solidi colle e corpi ruvidi (default)   | Solidi reali             |
| Moltiplicatore rigidezza molla torsionale applicata ad aste di fondazione                         | 1                        |
| Modello trave su suolo alla Winkler nel caso di modellazione lineare                              | Equilibrio elastico      |
| <b>2.5 Preferenze di analisi non lineare FEM</b>  |                          |
| Metodo iterativo  | Secante                  |
| Tolleranza iterazione   | 0.00001                  |
| Numero massimo iterazioni   | 50                       |
| <b>2.6 Preferenze di analisi carichi superficiali</b>   |                          |
| Detrazione peso proprio solai nelle zone di sovrapposizione                                       | non applicata            |
| Metodo di ripartizione  | a zone d'influenza       |
| Percentuale carico calcolato a trave continua   | 0                        |
| Esegui smoothing diagrammi di carico  | applicata                |
| Tolleranza smoothing altezza trapezi  | 0.001[kN/m]              |
| Tolleranza smoothing altezza media trapezi  | 0.001[kN/m]              |

## 2 Quote

### 2.3.1 Livelli

*Descrizione breve: nome sintetico assegnato al livello.*

*Descrizione: nome assegnato al livello.*

*Quota: quota superiore espressa nel sistema di riferimento assoluto. [m]*

*Spessore: spessore del livello. [m]*

**TOMBINO SCATOLARE TM15**  
**RELAZIONE DI CALCOLO**

| Descrizione breve | Descrizione | Quota | Spessore |
|-------------------|-------------|-------|----------|
| L1                | Piano-1     | -0.5  | 0.4      |
| L2                | Fondazione  | 0     | 0.4      |
| L3                | Piano 4     | 1     | 0        |
| L4                | Piano 2     | 1.2   | 0        |
| L5                | Piano 1     | 2.4   | 0.4      |
| L6                | Piano 3     | 3     | 0        |

2.3.3 Tronchi

Descrizione breve: nome sintetico assegnato al tronco.

Descrizione: nome assegnato al tronco.

Quota 1: riferimento della prima quota di definizione del tronco. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

Quota 2: riferimento della seconda quota di definizione del tronco. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

| Descrizione breve | Descrizione          | Quota 1    | Quota 2    |
|-------------------|----------------------|------------|------------|
| T1                | Fondazione - Piano 1 | Fondazione | Piano 1    |
| T2                | Piano 3 - Piano 1    | Piano 3    | Piano 1    |
| T3                | Piano-1 - Fondazione | Piano-1    | Fondazione |
| T4                | Fondazione - Piano 4 | Fondazione | Piano 4    |
| T5                | Piano-1 - Piano 2    | Piano-1    | Piano 2    |
| T6                | Piano-1 - Piano 1    | Piano-1    | Piano 1    |

2.2 Azioni e carichi

1.5 Definizioni di carichi concentrati

Nome: nome identificativo della definizione di carico.

Valori: valori associati alle condizioni di carico.

Condizione: condizione di carico a cui sono associati i valori.

Descrizione: nome assegnato alla condizione elementare.

Fx: componente X del carico concentrato. [kN]

Fy: componente Y del carico concentrato. [kN]

Fz: componente Z del carico concentrato. [kN]

Mx: componente di momento della coppia concentrata attorno all'asse X. [kN\*m]

My: componente di momento della coppia concentrata attorno all'asse Y. [kN\*m]

Mz: componente di momento della coppia concentrata attorno all'asse Z. [kN\*m]

| Nome                   | Valori                         |    |    |      |    |    |    |
|------------------------|--------------------------------|----|----|------|----|----|----|
|                        | Condizione                     | Fx | Fy | Fz   | Mx | My | Mz |
| CARICO TANDEM_CORSIA_1 | Descrizione                    |    |    |      |    |    |    |
|                        | Pesi strutturali               | 0  | 0  | 0    | 0  | 0  | 0  |
|                        | Permanenti portati             | 0  | 0  | 0    | 0  | 0  | 0  |
|                        | Variabile traffico_TANDEM      | 0  | 0  | -150 | 0  | 0  | 0  |
|                        | Variabile traffico_distribuito | 0  | 0  | 0    | 0  | 0  | 0  |
|                        | Spinta sismica terreno         | 0  | 0  | 0    | 0  | 0  | 0  |
| CARICO TANDEM_CORSIA_2 | Frenatura                      | 0  | 0  | 0    | 0  | 0  | 0  |
|                        | Pesi strutturali               | 0  | 0  | 0    | 0  | 0  | 0  |
|                        | Permanenti portati             | 0  | 0  | 0    | 0  | 0  | 0  |
|                        | Variabile traffico_TANDEM      | 0  | 0  | -100 | 0  | 0  | 0  |
|                        | Variabile traffico_distribuito | 0  | 0  | 0    | 0  | 0  | 0  |
|                        | Spinta sismica terreno         | 0  | 0  | 0    | 0  | 0  | 0  |
| CARICO TANDEM_CORSIA_3 | Frenatura                      | 0  | 0  | 0    | 0  | 0  | 0  |
|                        | Pesi strutturali               | 0  | 0  | 0    | 0  | 0  | 0  |
|                        | Permanenti portati             | 0  | 0  | 0    | 0  | 0  | 0  |
|                        | Variabile traffico_TANDEM      | 0  | 0  | -50  | 0  | 0  | 0  |
|                        | Variabile traffico_distribuito | 0  | 0  | 0    | 0  | 0  | 0  |
|                        | Spinta sismica terreno         | 0  | 0  | 0    | 0  | 0  | 0  |
|                        | Frenatura                      | 0  | 0  | 0    | 0  | 0  | 0  |

1.5 Definizioni di carichi lineari

Nome: nome identificativo della definizione di carico.

Valori: valori associati alle condizioni di carico.

Condizione: condizione di carico a cui sono associati i valori.

Descrizione: nome assegnato alla condizione elementare.

Fx i.: valore iniziale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione X. [kN/m]

Fx f.: valore finale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione X. [kN/m]

Fy i.: valore iniziale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione Y. [kN/m]

Fy f.: valore finale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione Y. [kN/m]

Fz i.: valore iniziale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione Z. [kN/m]

Fz f.: valore finale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione Z. [kN/m]

Mx i.: valore iniziale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse X. [kN]

Mx f.: valore finale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse X. [kN]

My i.: valore iniziale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse Y. [kN]

My f.: valore finale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse Y. [kN]

Mz i.: valore iniziale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse Z. [kN]

Mz f.: valore finale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse Z. [kN]

| Nome        | Condizione                     | Valori |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------------|--------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|             |                                | Fx i.  | Fx f. | Fy i. | Fy f. | Fz i. | Fz f. | Mx i. | Mx f. | My i. | My f. | Mz i. | Mz f. |
| Descrizione |                                |        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| FRENAMENTO  | Pesi strutturali               | 0      | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
|             | Permanenti portati             | 0      | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
|             | Variabile traffico_TANDEM      | 0      | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
|             | Variabile traffico_distribuito | 0      | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
|             | Spinta sismica terreno         | 0      | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
|             | Frenatura                      | 0      | 0     | 131.3 | 131.3 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |

#### 2.2.7 Definizioni di carichi superficiali

Nome: nome identificativo della definizione di carico.

Valori: valori associati alle condizioni di carico.

Condizione: condizione di carico a cui sono associati i valori.

Descrizione: nome assegnato alla condizione elementare.

Valore: modulo del carico superficiale applicato alla superficie. [kN/m<sup>2</sup>]

Applicazione: modalità con cui il carico è applicato alla superficie.

| Nome                                      | Condizione                     | Valori |              |
|---|--------------------------------|--------|--------------|
|   |                                | Valore | Applicazione |
| Descrizione                               |                                |        |              |
| COPERTURA                                 | Pesi strutturali               | 63     | Verticale    |
|   | Permanenti portati             | 9.12   | Verticale    |
|   | Variabile traffico_TANDEM      | 0      | Verticale    |
|   | Variabile traffico_distribuito | 0      | Verticale    |
|   | Spinta sismica terreno         | 0      | Verticale    |
|   | Frenatura                      | 0      | Verticale    |
| VARIABILE_TRAFFICO_DISTRIBUITO_CORSIA_1   | Pesi strutturali               | 63     | Verticale    |
|   | Permanenti portati             | 9.12   | Verticale    |
|   | Variabile traffico_TANDEM      | 0      | Verticale    |
|   | Variabile traffico_distribuito | 9      | Verticale    |
|   | Spinta sismica terreno         | 0      | Verticale    |
|   | Frenatura                      | 0      | Verticale    |
| VARIABILE_TRAFFICO_DISTRIBUITO_CORSIA_2_3 | Pesi strutturali               | 63     | Verticale    |
|   | Permanenti portati             | 9.12   | Verticale    |
|   | Variabile traffico_TANDEM      | 0      | Verticale    |
|   | Variabile traffico_distribuito | 2.5    | Verticale    |
|   | Spinta sismica terreno         | 0      | Verticale    |
|   | Frenatura                      | 0      | Verticale    |
| PLATEA                                    | Pesi strutturali               | 14     | Verticale    |
|   | Permanenti portati             | 0      | Verticale    |
|   | Variabile traffico_TANDEM      | 0      | Verticale    |
|   | Variabile traffico_distribuito | 0      | Verticale    |
|   | Spinta sismica terreno         | 0      | Verticale    |



**TOMBINO SCATOLARE TM15**  
**RELAZIONE DI CALCOLO**

| Nome | Valori      |        |              |
|------|-------------|--------|--------------|
|      | Condizione  | Valore | Applicazione |
|      | Descrizione |        |              |
|      | Frenatura   | 0      | Verticale    |

2.2.9 Definizioni di carichi potenziali

Nome: nome identificativo della definizione di carico.

Valori: valori associati alle condizioni di carico.

Condizione: condizione di carico a cui sono associati i valori.

Descrizione: nome assegnato alla condizione elementare.

Valore i.: valore del carico pressorio alla quota iniziale. [kN/m<sup>2</sup>]

Quota i.: quota assoluta in cui il carico pressorio assume il valore iniziale. [m]

Valore f.: valore del carico pressorio alla quota finale. [kN/m<sup>2</sup>]

Quota f.: quota assoluta in cui il carico pressorio assume il valore finale. [m]

| Nome                  | Condizione                     | Valori    |          |           |          |
|-----------------------|--------------------------------|-----------|----------|-----------|----------|
|                       |                                | Valore i. | Quota i. | Valore f. | Quota f. |
|                       | Descrizione                    |           |          |           |          |
| Spinta_parete_tombino | Pesi strutturali               | 0         | 2.4      | 18.42     | 0        |
|                       | Permanenti portati             | 0         | 2.4      | 0         | 0        |
|                       | Variabile traffico_TANDEM      | 0         | 2.4      | 0         | 0        |
|                       | Variabile traffico_distribuito | 8.53      | 2.4      | 8.53      | 0        |
|                       | Spinta sismica terreno         | 22.16     | 2.4      | 22.16     | 0        |
|                       | Frenatura                      | 0         | 2.4      | 0         | 0        |

1.6 Definizioni di carichi termici

Nome: nome identificativo della definizione di carico.

| Nome              |
|-------------------|
| gradiente_15°     |
| gradiente_15° (-) |

## 10.2 RAPPRESENTAZIONE GRAFICA MODELLO

### 10.2.1 Applicazione carichi

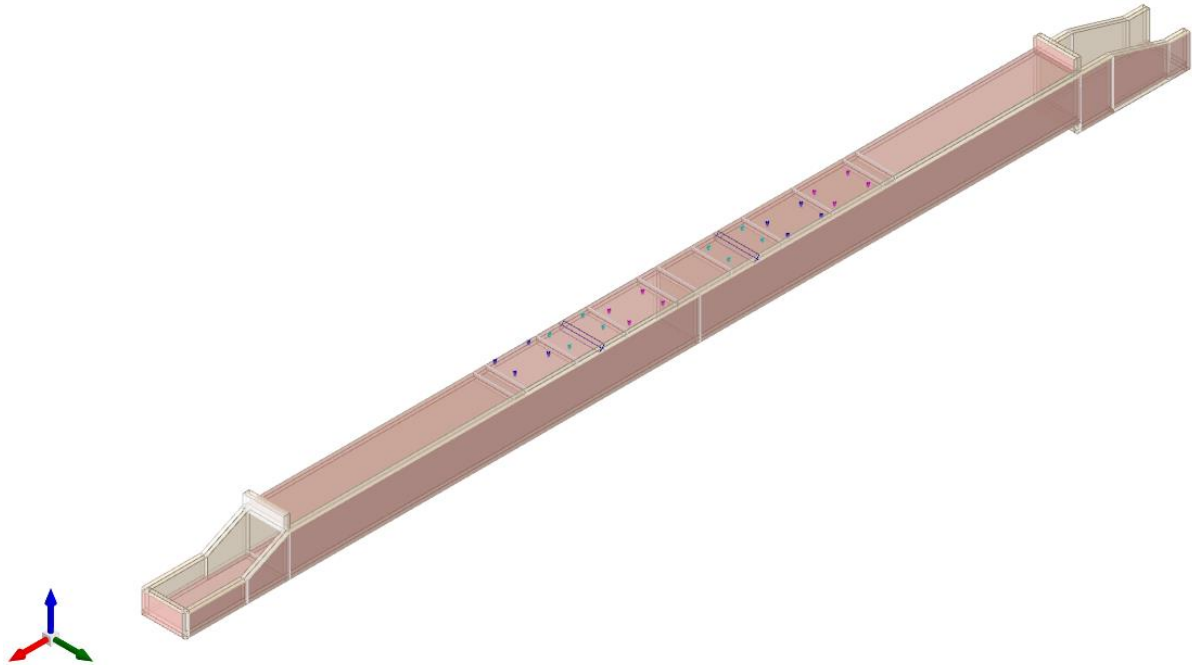


Figura 1 - Rappresentazione Grafica del Modello di Calcolo

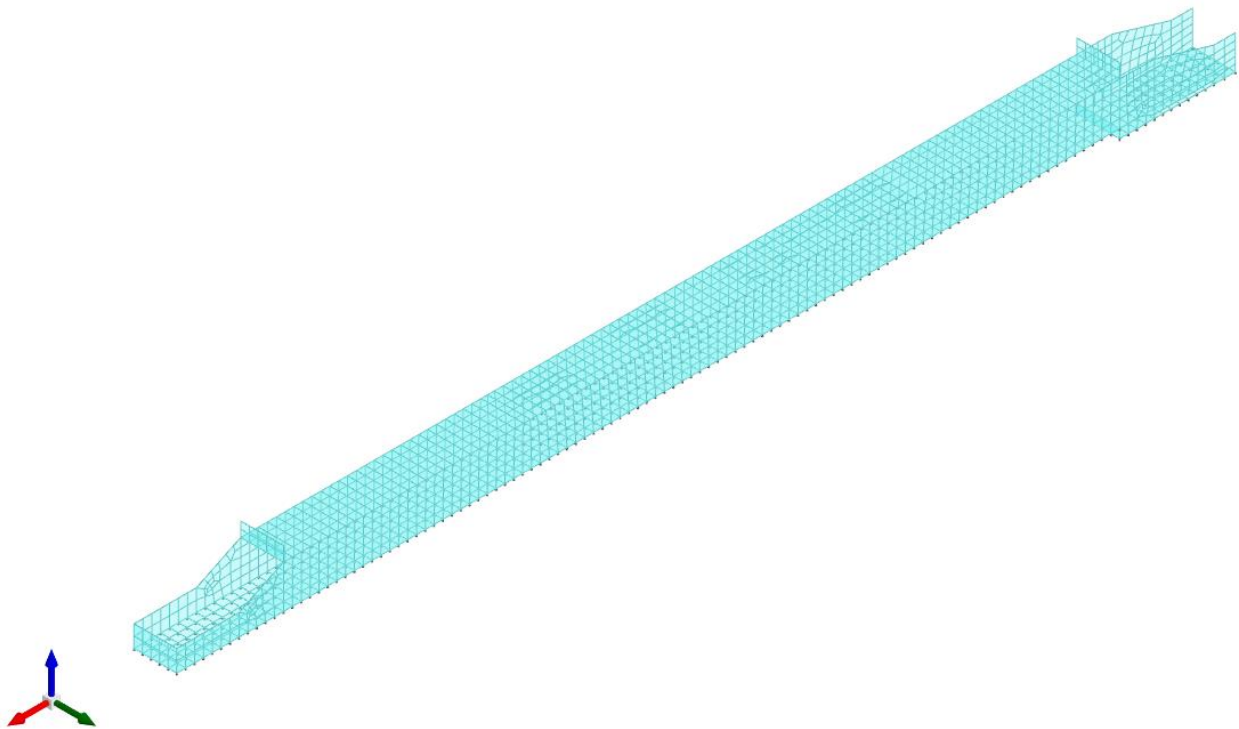


Figura 2 - Rappresentazione Grafica del Modello di Calcolo

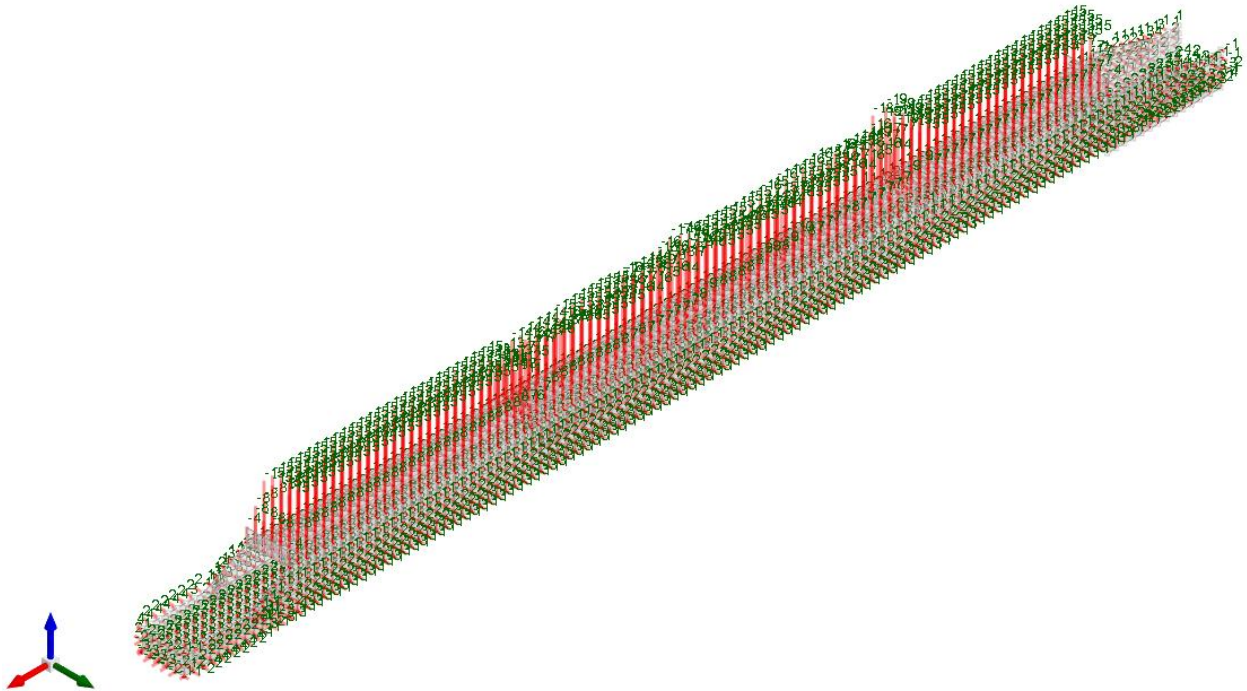


Figura 3 - Condizione permanenti strutturali

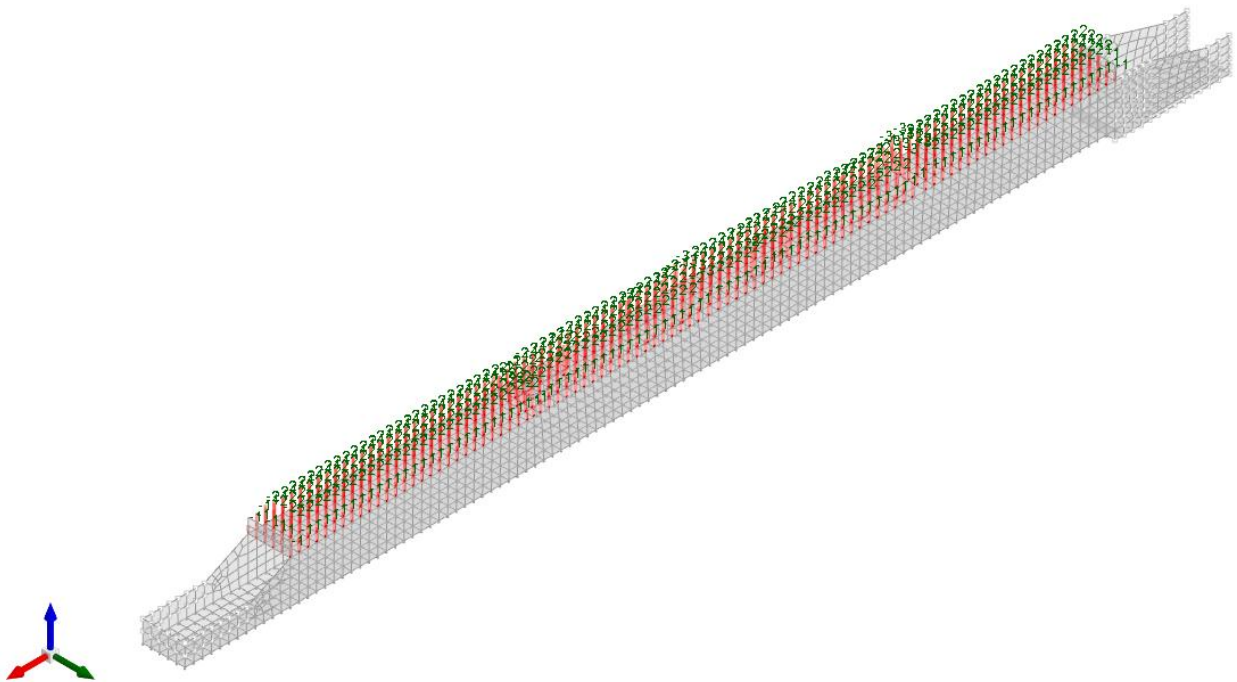


Figura 4 - Condizione permanenti non strutturali

**TOMBINO SCATOLARE TM15**  
**RELAZIONE DI CALCOLO**

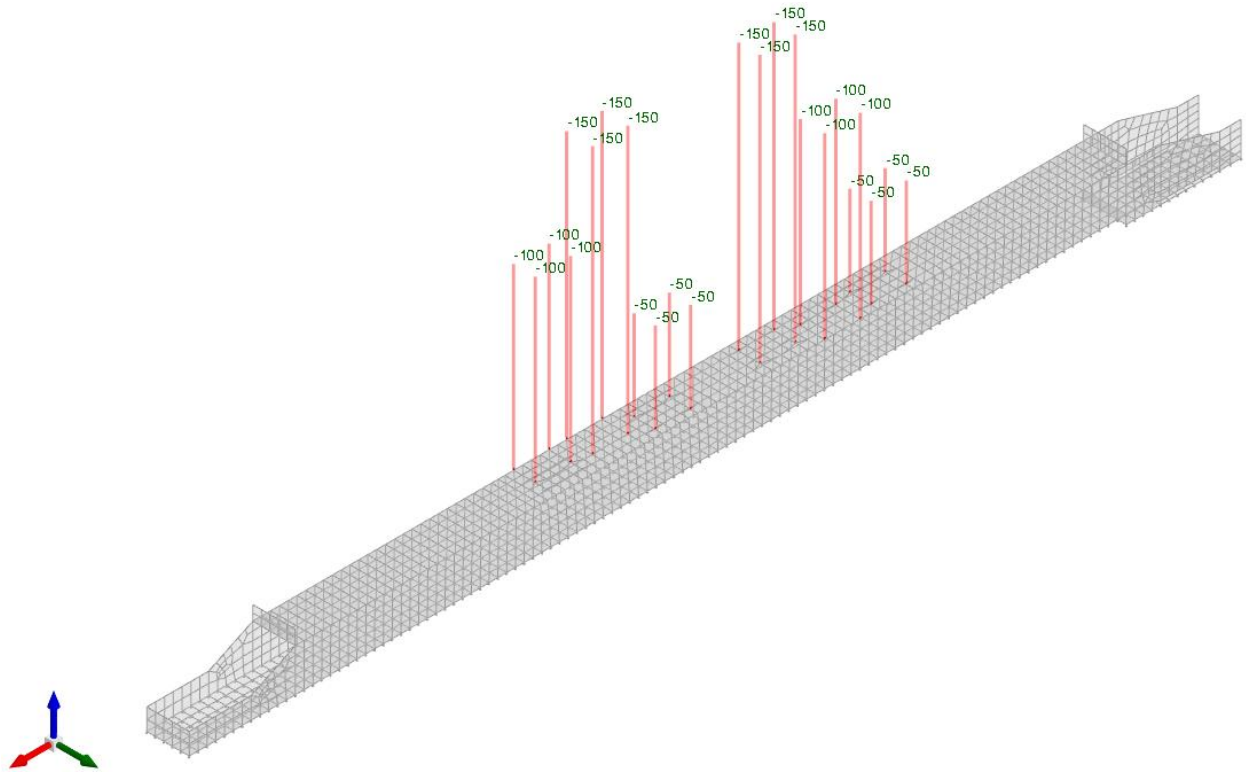


Figura 5 - Condizione sovraccarico variabile traffico (carichi concentrati)

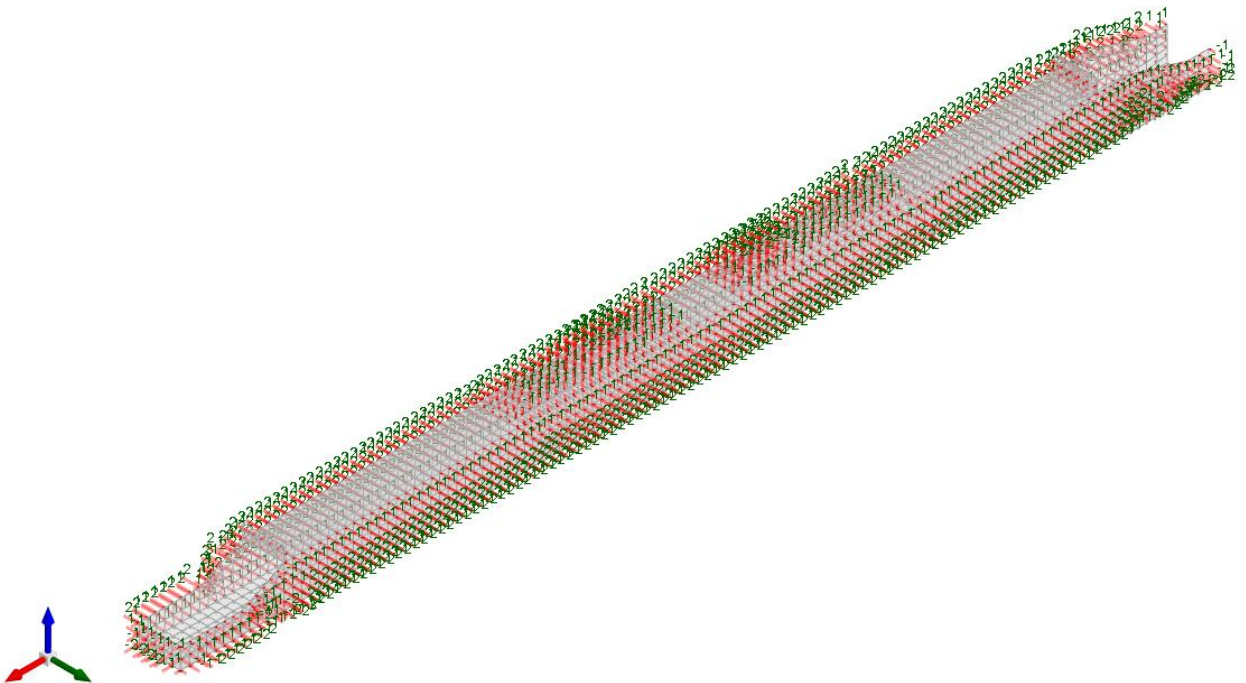


Figura 6 - Condizione sovraccarico variabile traffico (carichi distribuiti)

**TOMBINO SCATOLARE TM15**  
**RELAZIONE DI CALCOLO**

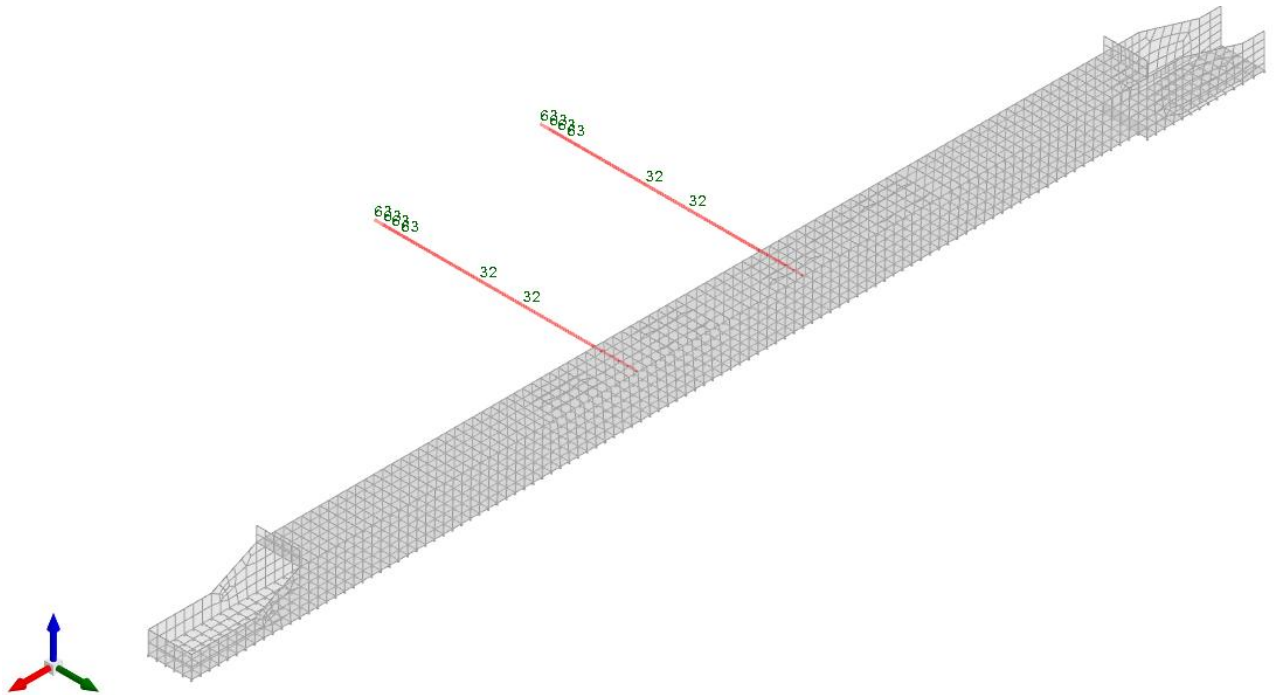


Figura 7 - Condizione frenatura

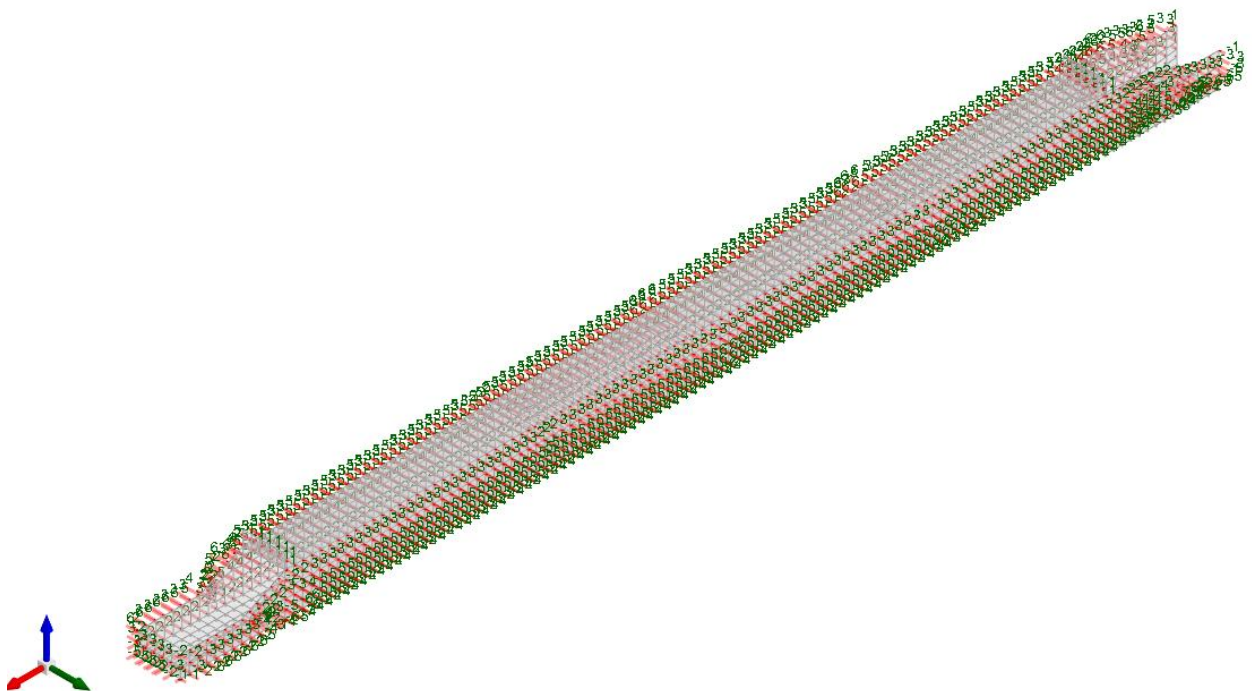


Figura 8 - Condizione spinta sismica terreno



### 10.2.2 Risultati Sollecitazioni

Si riportano i risultati grafici dell'analisi agli elementi finiti. I valori massimi delle caratteristiche di sollecitazione saranno utilizzati per le successive verifiche.

I valori delle sollecitazioni sono espressi in kN, m.

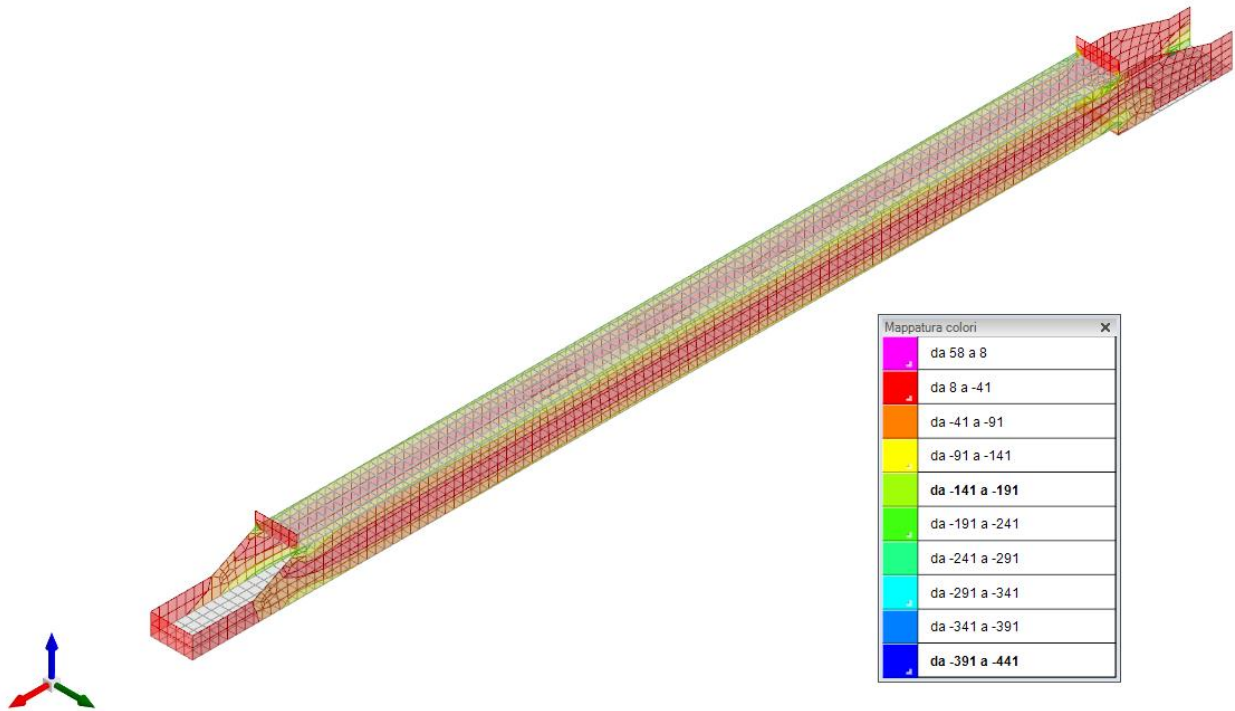


Figura 9 - Inviluppo momento flettente Mzz (Inviluppi SLU-SLV)

**TOMBINO SCATOLARE TM15**  
**RELAZIONE DI CALCOLO**

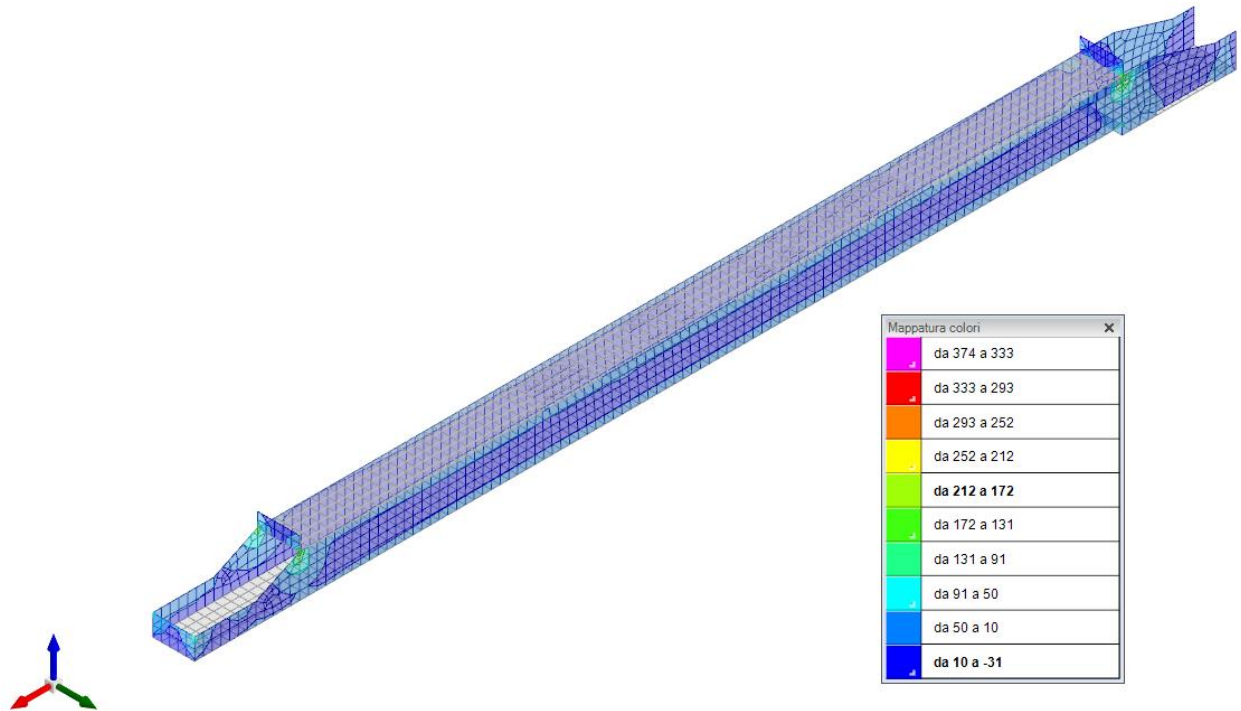


Figura 10 - Inviluppo momento flettente Moo (Inviluppi SLU-SLV)

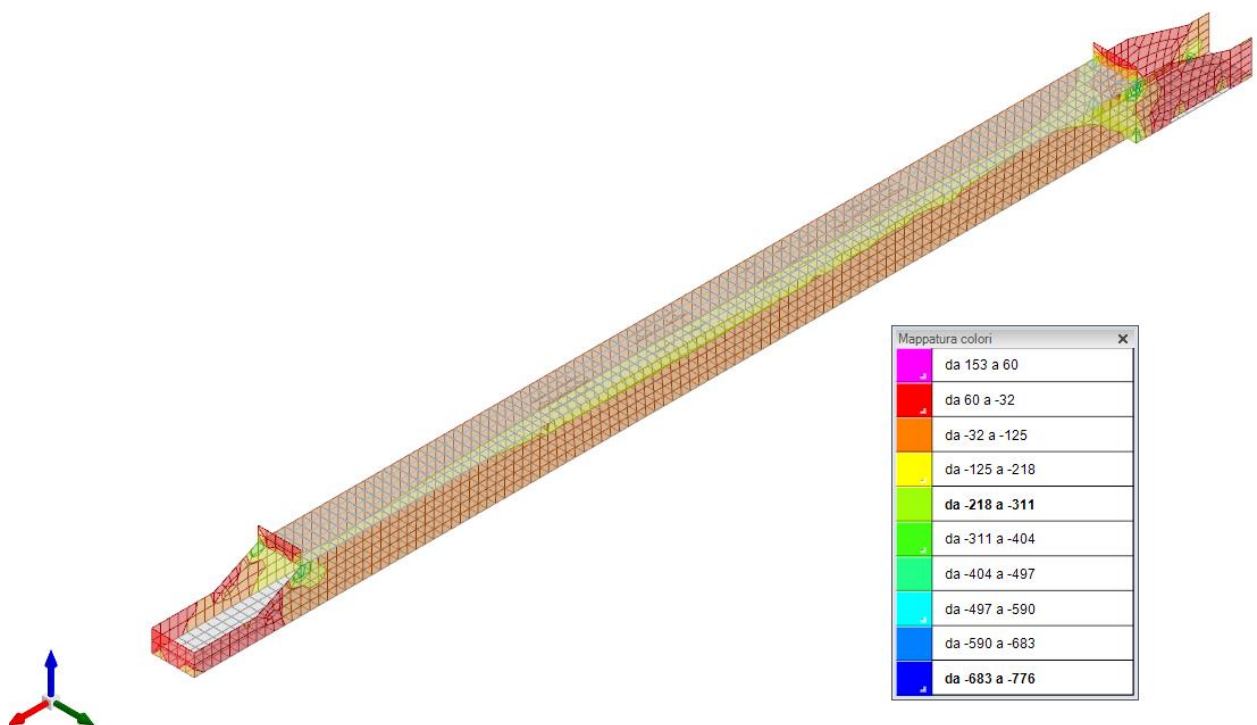


Figura 11 - Inviluppo sforzo di taglio Vz (Inviluppi SLU-SLV)

**TOMBINO SCATOLARE TM15**  
**RELAZIONE DI CALCOLO**

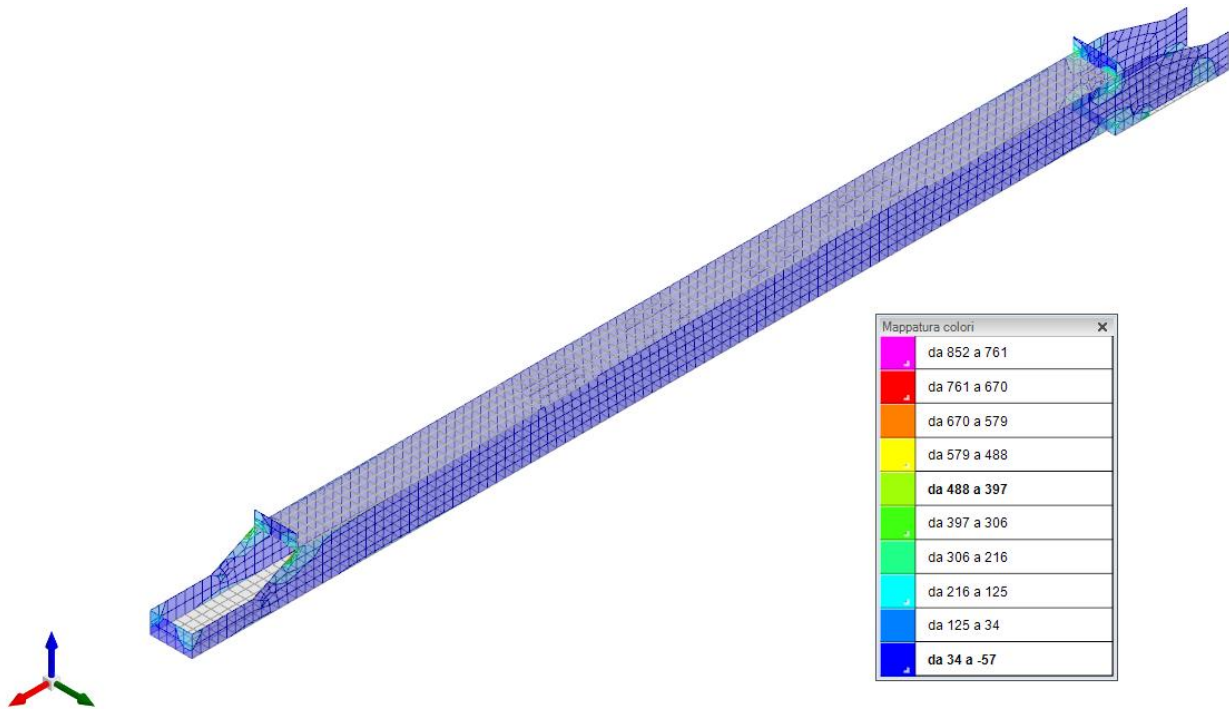


Figura 12 - Inviluppo sforzo di taglio  $V_0$  (Inviluppi SLU/SLV)

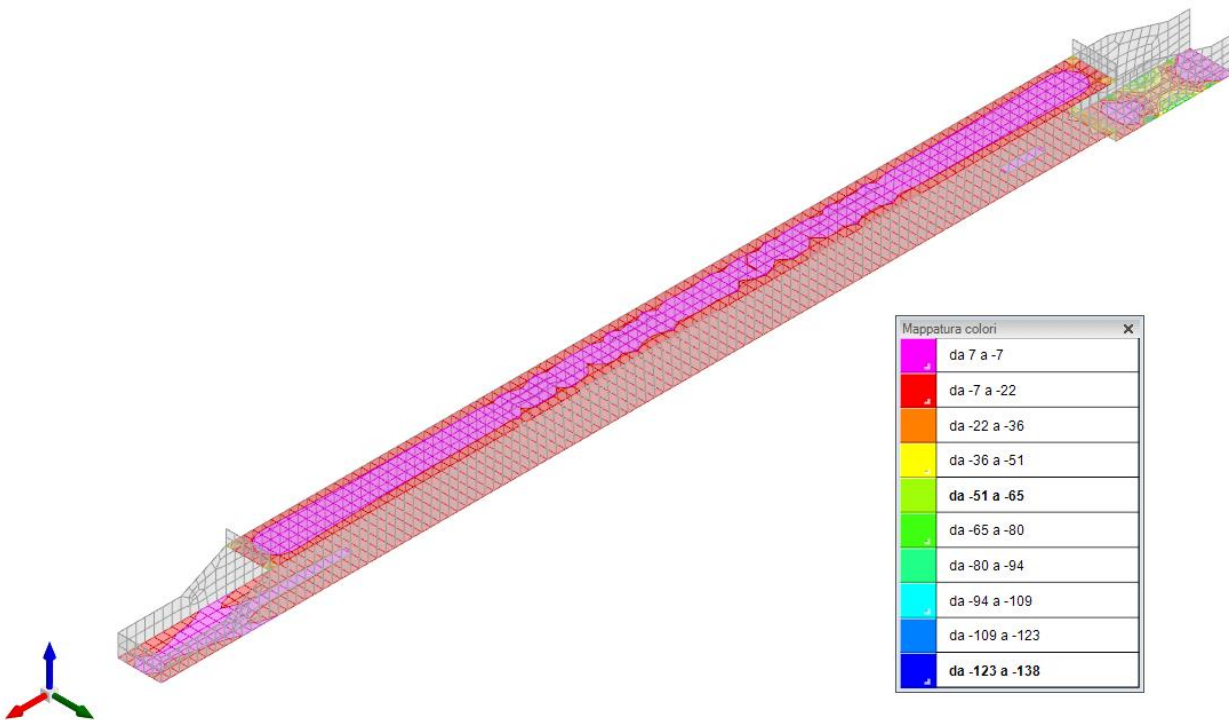


Figura 13 - Inviluppo momento flettente  $M_{xx}$  (Inviluppi SLU/SLV)



**TOMBINO SCATOLARE TM15**  
**RELAZIONE DI CALCOLO**

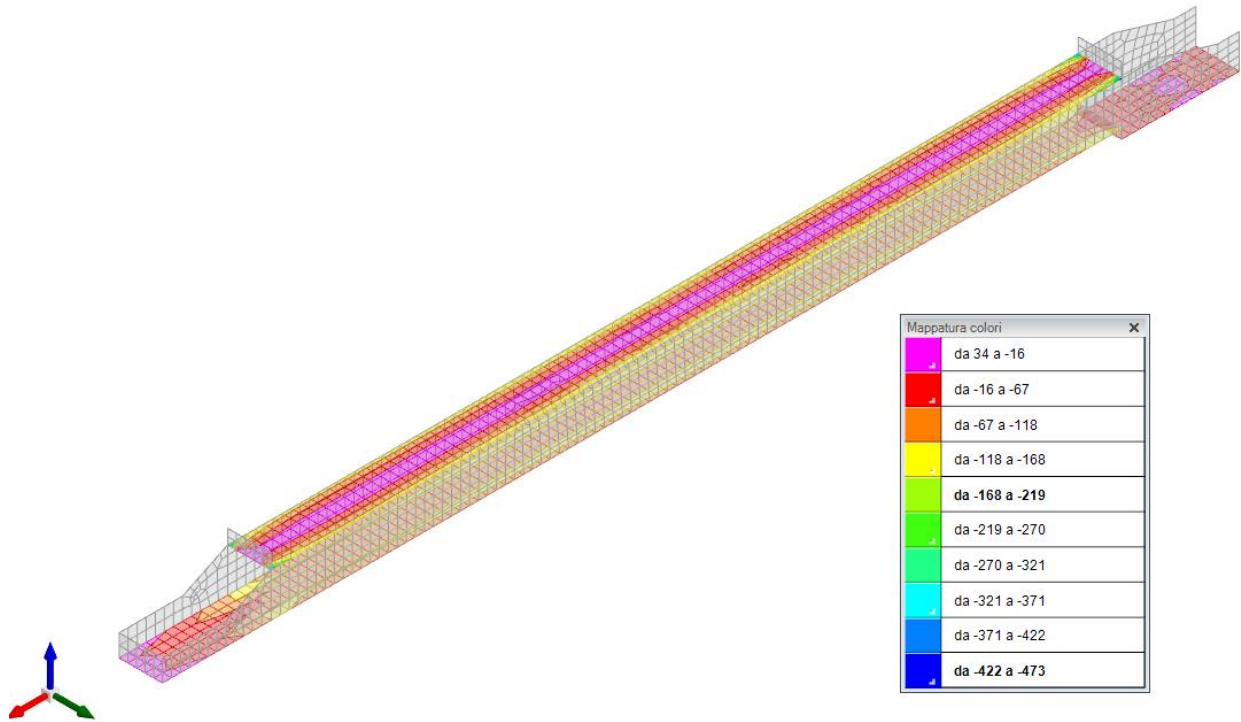


Figura 14 - Involuppo momento flettente Myy (Involuppi SLU-SLV)

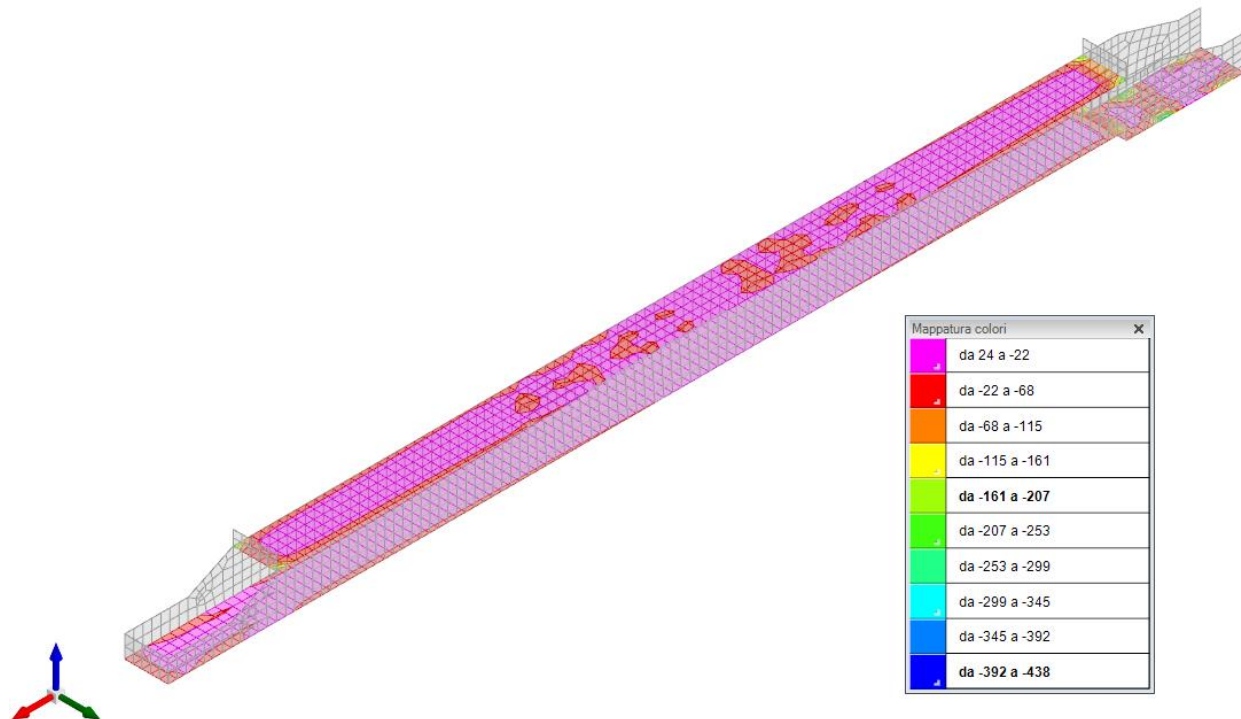


Figura 15 - Involuppo sforzo di taglio Vx (Involuppi SLU/SLV)

**TOMBINO SCATOLARE TM15**  
**RELAZIONE DI CALCOLO**

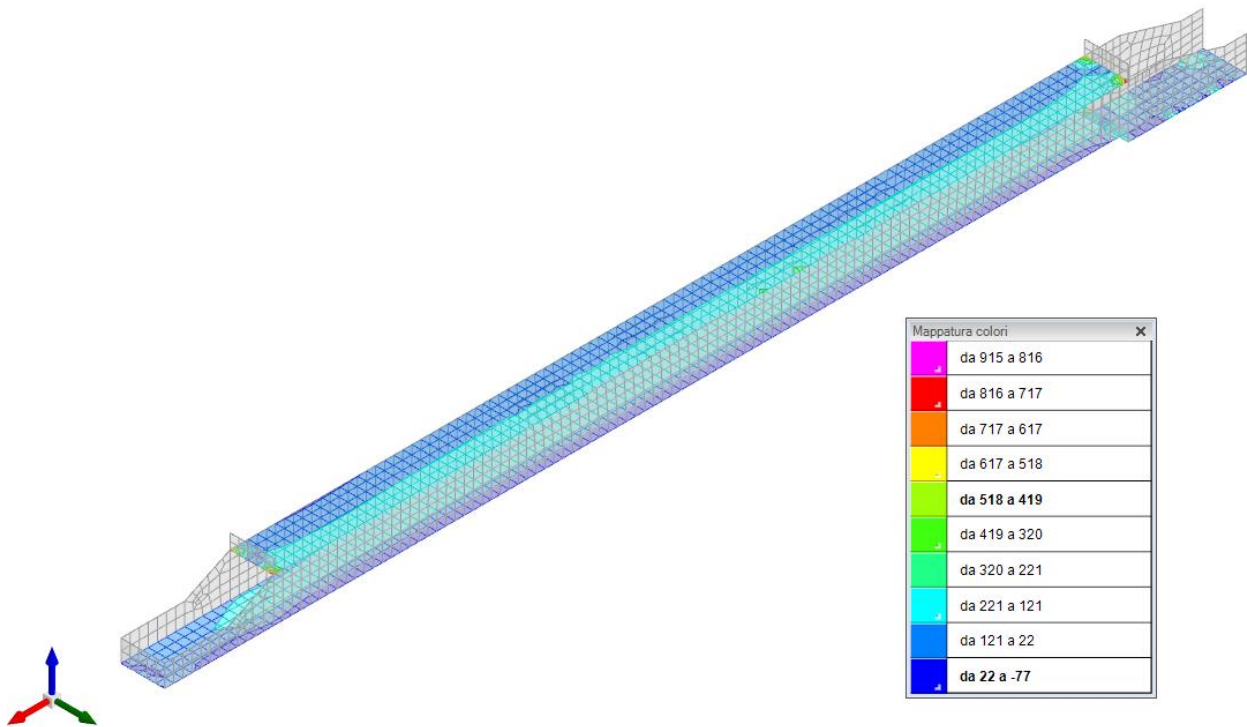


Figura 16 - Involuppo sforzo di taglio Vy (Involuppi SLU/SLV)

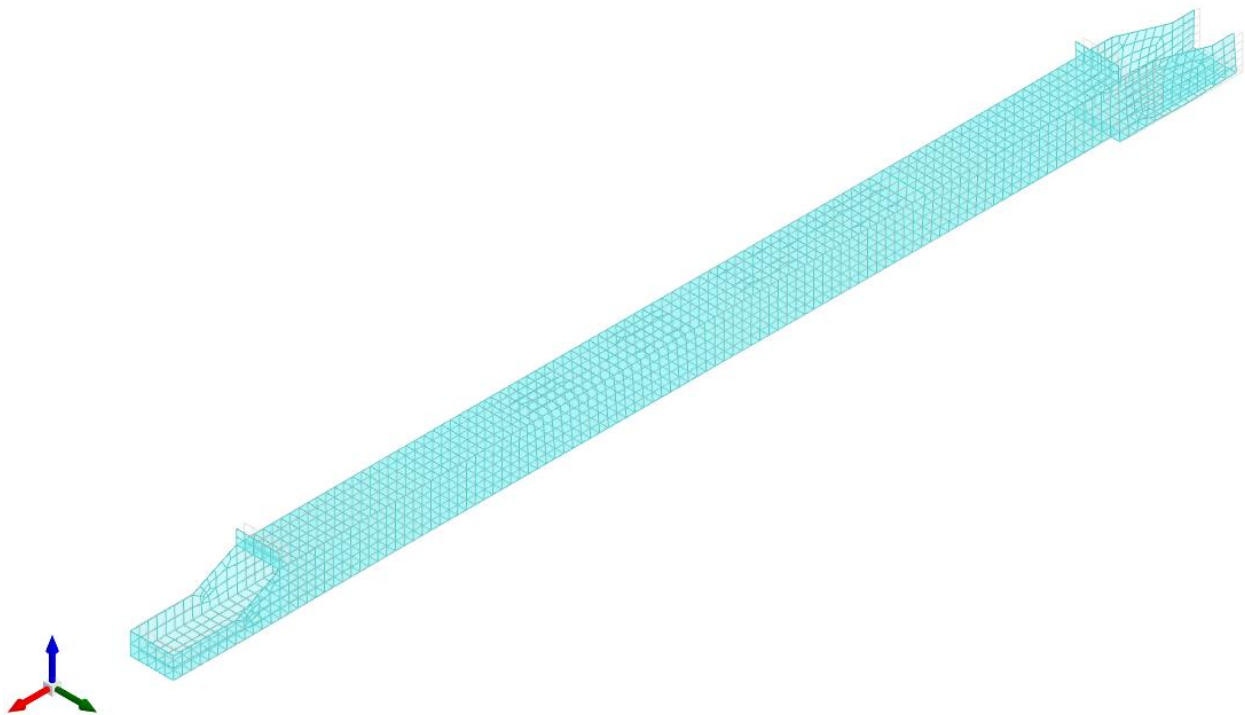


Figura 17 – Spostamenti condizione sisma X SLV

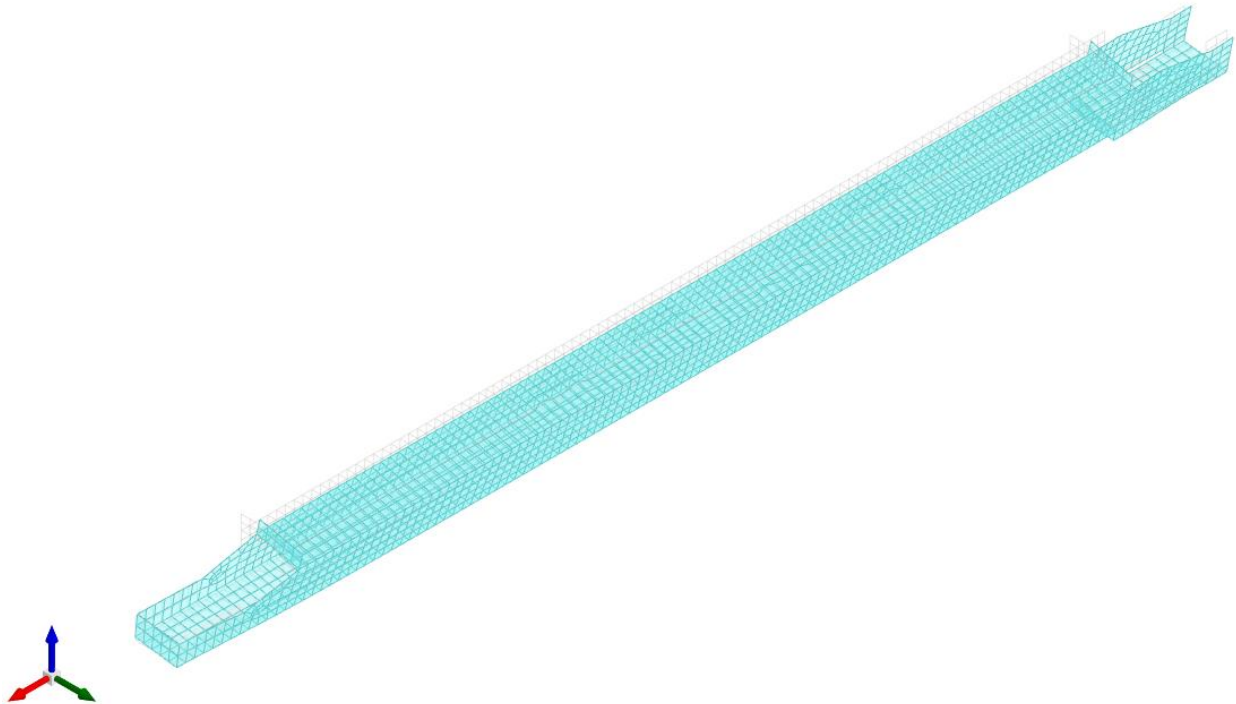


Figura 18 – Spostamenti condizione sisma Y SLV

## 10.3 VERIFICHE STRUTTURALI

Si riportano di seguito i tabulati di calcolo delle verifiche dei vari elementi strutturali.

### 10.3.1 Verifiche copertura

Le unità di misura elencate nel capitolo sono in [m, kN] ove non espressamente specificato.

*Nodo:* indice del nodo di verifica.

*Dir.:* direzione della sezione di verifica.

*B:* base della sezione rettangolare di verifica. [m]

*H:* altezza della sezione rettangolare di verifica. [m]

*A. sup.:* area barre armatura superiori. [m<sup>2</sup>]

*C. sup.:* distanza media delle barre superiori dal bordo superiore della sezione. [m]

*A. inf.:* area barre armatura inferiori. [m<sup>2</sup>]

*C. inf.:* distanza media delle barre inferiori dal bordo inferiore della sezione. [m]

*Comb.:* combinazione di verifica.

*M:* momento flettente. [kN\*m]

*N:* sforzo normale. [kN]

*Mu:* momento flettente ultimo. [kN\*m]

*Nu:* sforzo normale ultimo. [kN]

*c.s.:* coefficiente di sicurezza.

*Verifica:* stato di verifica.

*$\sigma_c$ :* tensione nel calcestruzzo. [kN/m<sup>2</sup>]

*$\sigma_{lim}$ :* tensione limite. [kN/m<sup>2</sup>]

*Es/Ec:* coefficiente di omogenizzazione.

*$\sigma_f$ :* tensione nell'acciaio d'armatura. [kN/m<sup>2</sup>]

Verifiche condotte secondo D.M. 14-01-08 (N.T.C.)

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40 Rck 40000

### Tombino

Verifiche nei nodi

Verifiche SLU flessione nei nodi

| Nodo | Dir. | B   | H   | A. sup.  | C. sup. | A. inf.  | C. inf. | Comb.  | M         | N | Mu        | Nu | c.s.   | Verifica |
|------|------|-----|-----|----------|---------|----------|---------|--------|-----------|---|-----------|----|--------|----------|
| 1825 | X    | 1   | 0.4 | 0.001571 | 0.07    | 0.001571 | 0.07    | SLV 21 | -175.4121 | 0 | -198.2627 | 0  | 1.1303 | Si       |
| 2306 | X    | 1   | 0.4 | 0.001571 | 0.07    | 0.001571 | 0.07    | SLV 23 | -175.3848 | 0 | -198.2627 | 0  | 1.1304 | Si       |
| 2259 | X    | 0.5 | 0.4 | 0.000785 | 0.07    | 0.000785 | 0.07    | SLV 23 | -79.6982  | 0 | -98.1329  | 0  | 1.2313 | Si       |
| 1778 | X    | 0.5 | 0.4 | 0.000785 | 0.07    | 0.000785 | 0.07    | SLV 21 | -79.6257  | 0 | -98.1329  | 0  | 1.2324 | Si       |
| 2305 | X    | 1   | 0.4 | 0.001571 | 0.07    | 0.001571 | 0.07    | SLV 23 | -160.4107 | 0 | -198.2627 | 0  | 1.236  | Si       |

Verifiche SLU taglio nei nodi

| Nodo | Dir. | B   | H   | A. sup.  | C. sup. | A. inf.  | C. inf. | A. st. | A. sag. | Comb.  | Ved     | N | Vrd     | Vrdc   | Vrzd    | Vrzd    | cotgθ | Asl       | c.s.   | Verifica |
|------|------|-----|-----|----------|---------|----------|---------|--------|---------|--------|---------|---|---------|--------|---------|---------|-------|-----------|--------|----------|
| 2189 | X    | 0.5 | 0.4 | 0.000785 | 0.07    | 0.000785 | 0.07    | 0.0025 | 0       | SLV 27 | -277.19 | 0 | 554.96  | 88.37  | 554.96  | 575.72  | 1.9   | 0.0007854 | 2.0021 | Si       |
| 1909 | X    | 0.5 | 0.4 | 0.000785 | 0.07    | 0.000785 | 0.07    | 0.0025 | 0       | SLV 25 | 277.07  | 0 | 554.96  | 88.37  | 554.96  | 575.72  | 1.9   | 0.0007854 | 2.003  | Si       |
| 2189 | X    | 0.5 | 0.4 | 0.000785 | 0.07    | 0.000785 | 0.07    | 0.0025 | 0       | SLV 5  | 210.03  | 0 | 554.96  | 88.37  | 554.96  | 575.72  | 1.9   | 0.0007854 | 2.6423 | Si       |
| 1909 | X    | 0.5 | 0.4 | 0.000785 | 0.07    | 0.000785 | 0.07    | 0.0025 | 0       | SLV 7  | -209.94 | 0 | 554.96  | 88.37  | 554.96  | 575.72  | 1.9   | 0.0007854 | 2.6434 | Si       |
| 2188 | X    | 1   | 0.4 | 0.001571 | 0.07    | 0.001571 | 0.07    | 0.005  | 0       | SLV 27 | -378.68 | 0 | 1109.93 | 176.74 | 1109.93 | 1151.45 | 1.9   | 0.0015708 | 2.931  | Si       |

Verifiche SLE tensione calcestruzzo nei nodi

| Nodo | Dir. | B | H   | A. sup.  | C. sup. | A. inf.  | C. inf. | Comb.     | M       | N | σc    | σlim  | Es/Ec | Verifica |
|------|------|---|-----|----------|---------|----------|---------|-----------|---------|---|-------|-------|-------|----------|
| 2113 | X    | 1 | 0.4 | 0.001571 | 0.07    | 0.001571 | 0.07    | SLE RA 31 | 76.8211 | 0 | -2507 | 19920 | 15    | Si       |
| 2112 | X    | 1 | 0.4 | 0.001571 | 0.07    | 0.001571 | 0.07    | SLE RA 31 | 74.8284 | 0 | -2441 | 19920 | 15    | Si       |
| 2019 | X    | 1 | 0.4 | 0.001571 | 0.07    | 0.001571 | 0.07    | SLE RA 31 | 73.4345 | 0 | -2396 | 19920 | 15    | Si       |
| 2074 | X    | 1 | 0.4 | 0.001571 | 0.07    | 0.001571 | 0.07    | SLE RA 31 | 71.3747 | 0 | -2329 | 19920 | 15    | Si       |
| 2106 | X    | 1 | 0.4 | 0.001571 | 0.07    | 0.001571 | 0.07    | SLE RA 31 | 69.1705 | 0 | -2257 | 19920 | 15    | Si       |

Verifiche SLE tensione acciaio nei nodi

| Nodo | Dir. | B | H   | A. sup.  | C. sup. | A. inf.  | C. inf. | Comb.     | M       | N | σf    | σlim   | Es/Ec | Verifica |
|------|------|---|-----|----------|---------|----------|---------|-----------|---------|---|-------|--------|-------|----------|
| 2113 | X    | 1 | 0.4 | 0.001571 | 0.07    | 0.001571 | 0.07    | SLE RA 31 | 76.8211 | 0 | 24438 | 360000 | 15    | Si       |
| 2112 | X    | 1 | 0.4 | 0.001571 | 0.07    | 0.001571 | 0.07    | SLE RA 31 | 74.8284 | 0 | 23805 | 360000 | 15    | Si       |
| 2019 | X    | 1 | 0.4 | 0.001571 | 0.07    | 0.001571 | 0.07    | SLE RA 31 | 73.4345 | 0 | 23361 | 360000 | 15    | Si       |
| 2074 | X    | 1 | 0.4 | 0.001571 | 0.07    | 0.001571 | 0.07    | SLE RA 31 | 71.3747 | 0 | 22706 | 360000 | 15    | Si       |
| 2106 | X    | 1 | 0.4 | 0.001571 | 0.07    | 0.001571 | 0.07    | SLE RA 31 | 69.1705 | 0 | 22005 | 360000 | 15    | Si       |

Verifiche SLE fessurazione nei nodi

La piastra non presenta nodi con apertura delle fessure.

### 10.3.2 Verifiche pareti

Le unità di misura elencate nel capitolo sono in [m, kN] ove non espressamente specificato.

*Q.inf.:* quota inferiore [m]

*Q.sup.:* quota superiore [m]

*Sezione:* sezione impiegata

*Esistente:* campata esistente

*Secondaria:* campata secondaria

*Dissipativa:* campata dissipativa

*Sovreresistenza:* aliquota di sovreresistenza da assicurare in verifica

*Materiale CLS:* materiale calcestruzzo impiegato

*Materiale Acciaio:* materiale/i acciaio impiegato/i

*FC:* fattore di confidenza riferito al materiale CLS

*Posizione:* posizione della barra

*X:* ascissa relativa della barra rispetto al baricentro della sezione [m]

*Y:* ordinata relativa della barra rispetto al baricentro della sezione [m]

*Diametro:* diametro nominale della barra [m]

*Area:* area nominale della barra [m<sup>2</sup>]

*Q.inf.:* quota inferiore della barra [m]

*Q.sup.:* quota superiore della barra [m]

*Materiale:* materiale della barra

*Quota:* quota della sezione [m]

*As:* area complessiva delle armature verticali [m<sup>2</sup>]

*%:* percentuale di acciaio

*At:* area delle armature verticali destinata alla verifica di torsione [m<sup>2</sup>]

*Pos.:* posizioni barre longitudinali presenti nella sezione

*Mx:* momento Mx [kN\*m]

*My:* momento My [kN\*m]

*N:* sforzo normale [kN]

*MRdx:* momento resistente in direzione X [kN\*m]

*MRdy:* momento resistente in direzione Y [kN\*m]

*Comb.:* combinazione peggiore

*Coeff.s.:* coefficiente di sicurezza minimo  
*Verifica:* stato di verifica  
*ε, cu:* deformazione ultima utilizzata per il calcestruzzo [%]  
*ε, fk:* deformazione ultima utilizzata per l'acciaio [%]  
*C.S.:* coefficiente di sicurezza minimo  
*Nmin:* compressione massima [kN]  
*Nlim:* compressione limite [kN]  
*Comb.Nmin:* combinazione in cui si ottiene la compressione massima  
*Ver.:* stato di verifica  
*Staffe:* staffatura presente nella sezione  
*Direzione X:* dati della verifica a taglio in direzione X  
*V:* taglio di verifica per la direzione considerata [kN]  
*N:* sforzo normale per la verifica nella direzione considerata [kN]  
*Comb.:* combinazione per la verifica nella direzione considerata  
*VRd:* resistenza a taglio del calcestruzzo non staffato per la verifica nella direzione considerata [kN]  
*VRsd:* resistenza a taglio delle staffe per la verifica nella direzione considerata [kN]  
*VRcd:* resistenza a taglio delle bielle compresse per la verifica nella direzione considerata [kN]  
*Cot:* cotagente delle bielle compresse per la verifica nella direzione considerata  
*c.s.:* coefficiente di sicurezza per la verifica nella direzione considerata  
*Direzione Y:* dati della verifica a taglio in direzione Y  
*σ, max:* tensione massima sul calcestruzzo [kN/m<sup>2</sup>]  
*σ, max:* tensione massima sull'acciaio [kN/m<sup>2</sup>]

Verifiche condotte secondo D.M. 14-01-08 (N.T.C.)

Caratteristiche dei materiali  
 Acciaio: B450C Fyk 450000  
 Calcestruzzo: C32/40 Rck 40000

### Parete 1 tombino

Verifiche nei nodi

Sezioni rettangolari

| Descrizione  | Dir.        | Base | Altezza | As,sup | As,inf | c,sup | c,inf |
|--------------|-------------|------|---------|--------|--------|-------|-------|
| 842 Prosp.A  | Verticale   | 0.78 | 0.4     | 0.0452 | 0.0452 | 0.056 | 0.056 |
| 841 Prosp.A  | Verticale   | 0.78 | 0.4     | 0.0452 | 0.0452 | 0.056 | 0.056 |
| 848 Prosp.A  | Verticale   | 0.78 | 0.4     | 0.0452 | 0.0452 | 0.056 | 0.056 |
| 1391 Prosp.A | Verticale   | 1    | 0.4     | 0.0565 | 0.0565 | 0.056 | 0.056 |
| 1098 Prosp.A | Verticale   | 1    | 0.4     | 0.0565 | 0.0565 | 0.056 | 0.056 |
| 842 Prosp.A  | Orizzontale | 1    | 0.4     | 0.1571 | 0.1571 | 0.072 | 0.072 |
| 841 Prosp.A  | Orizzontale | 1    | 0.4     | 0.1571 | 0.1571 | 0.072 | 0.072 |
| 840 Prosp.A  | Orizzontale | 1    | 0.4     | 0.1571 | 0.1571 | 0.072 | 0.072 |
| 839 Prosp.A  | Orizzontale | 1    | 0.4     | 0.1571 | 0.1571 | 0.072 | 0.072 |
| 848 Prosp.A  | Orizzontale | 1    | 0.4     | 0.1571 | 0.1571 | 0.072 | 0.072 |
| 840 Prosp.A  | Verticale   | 0.78 | 0.4     | 0.0452 | 0.0452 | 0.056 | 0.056 |
| 849 Prosp.A  | Verticale   | 0.78 | 0.4     | 0.0452 | 0.0452 | 0.056 | 0.056 |

#### Verifiche a flessione SLU NTC08 §4.1.2.1.2

| Descrizione  | Dir.      | Comb.  | MEd     | NEd    | MRd     | NRd    | c.s.   | Verifica |
|--------------|-----------|--------|---------|--------|---------|--------|--------|----------|
| 842 Prosp.A  | Verticale | SLU 20 | -2.8319 | 339.35 | -2.8359 | 339.83 | 1.0014 | Si       |
| 841 Prosp.A  | Verticale | SLU 20 | -2.7961 | 335.39 | -2.8313 | 339.61 | 1.0126 | Si       |
| 848 Prosp.A  | Verticale | SLU 20 | -2.7041 | 335.14 | -2.7451 | 340.22 | 1.0152 | Si       |
| 1391 Prosp.A | Verticale | SLV 7  | 37.4294 | 242.16 | 38.0924 | 246.45 | 1.0177 | Si       |
| 1098 Prosp.A | Verticale | SLU 15 | -2.757  | 418.03 | -2.8248 | 428.31 | 1.0246 | Si       |

#### Verifiche a taglio SLU NTC08 §4.1.2.1.3

| Descrizione  | Dir.        | d     | bw    | Armatura a taglio | Asw/s | Comb.  | VEd     | NEd     | MEd      | Vrd,c  | Vrcd   | Vrsd | VRd    | cotg(θ) | Asl       | c.s.   | Verifica |
|--------------|-------------|-------|-------|-------------------|-------|--------|---------|---------|----------|--------|--------|------|--------|---------|-----------|--------|----------|
| 879 Prosp.A  | Orizzontale | 0.328 | 1     | Non necessaria    | 0     | SLV 27 | 153.79  | -20.28  | -92.3593 | 178.75 | 960.11 | 0    | 178.75 | 2.5     | 0.0015708 | 1.1623 | Si       |
| 878 Prosp.A  | Orizzontale | 0.328 | 1     | Non necessaria    | 0     | SLV 27 | 150.01  | -18.72  | -88.3055 | 175.45 | 959.92 | 0    | 175.45 | 2.5     | 0.0014892 | 1.1696 | Si       |
| 880 Prosp.A  | Orizzontale | 0.327 | 0.998 | Non necessaria    | 0     | SLV 27 | 151.61  | -14.78  | -95.372  | 177.68 | 955.45 | 0    | 177.68 | 2.5     | 0.0015708 | 1.172  | Si       |
| 1391 Prosp.A | Orizzontale | 0.327 | 0.999 | Non necessaria    | 0     | SLV 5  | -173.86 | -180.05 | -7.9989  | 204.15 | 977.45 | 0    | 204.15 | 2.5     | 0.0017391 | 1.1743 | Si       |
| 849 Prosp.A  | Orizzontale | 0.328 | 1     | Non necessaria    | 0     | SLV 7  | 148.21  | -25.99  | -90.8066 | 174.29 | 960.84 | 0    | 174.29 | 2.5     | 0.0014367 | 1.176  | Si       |

#### Verifiche SLE tensione calcestruzzo NTC08 §4.1.2.2.5.1

| Descrizione | Dir.        | Comb.     | MEd      | NEd     | Sezione fessurata | σc    | σc limite | Es/Ec | c.s.    | Verifica |
|-------------|-------------|-----------|----------|---------|-------------------|-------|-----------|-------|---------|----------|
| 842 Prosp.A | Orizzontale | SLE RA 17 | -38.307  | -175.3  | No                | -1647 | 19920     | 15    | 12.0953 | Si       |
| 841 Prosp.A | Orizzontale | SLE RA 17 | -37.7736 | -172.54 | No                | -1623 | 19920     | 15    | 12.2716 | Si       |
| 840 Prosp.A | Orizzontale | SLE RA 17 | -37.1079 | -168.37 | No                | -1592 | 19920     | 15    | 12.5114 | Si       |



| Descrizione | Dir.        | Comb.     | MEd      | NEd     | Sezione fessurata | oc    | oc limite | Es/Ec | c.s.    | Verifica |
|-------------|-------------|-----------|----------|---------|-------------------|-------|-----------|-------|---------|----------|
| 839 Prosp.A | Orizzontale | SLE RA 17 | -36.4186 | -163.54 | No                | -1559 | 19920     | 15    | 12.7795 | Si       |
| 848 Prosp.A | Orizzontale | SLE RA 17 | -35.9599 | -168.23 | No                | -1554 | 19920     | 15    | 12.8167 | Si       |

**Verifiche SLE tensione acciaio NTC08 §4.1.2.2.5.2**

| Descrizione | Dir.      | Comb.     | MEd     | NEd    | Sezione fessurata | of    | of limite | Es/Ec | c.s.    | Verifica |
|-------------|-----------|-----------|---------|--------|-------------------|-------|-----------|-------|---------|----------|
| 842 Prosp.A | Verticale | SLE RA 20 | -2.4982 | 220    | No                | 11351 | 360000    | 15    | 31.7148 | Si       |
| 848 Prosp.A | Verticale | SLE RA 15 | -2.4672 | 217.59 | No                | 11225 | 360000    | 15    | 32.071  | Si       |
| 841 Prosp.A | Verticale | SLE RA 20 | -2.4735 | 217.31 | No                | 11215 | 360000    | 15    | 32.1002 | Si       |
| 840 Prosp.A | Verticale | SLE RA 20 | -2.4469 | 212.27 | No                | 10970 | 360000    | 15    | 32.8165 | Si       |
| 849 Prosp.A | Verticale | SLE RA 15 | -2.3843 | 212.06 | No                | 10930 | 360000    | 15    | 32.9372 | Si       |

**Parete 2 tombino**

Verifiche nei nodi

Sezioni rettangolari

| Descrizione  | Dir.        | Base | Altezza | As,sup | As,inf | c,sup | c,inf |
|--------------|-------------|------|---------|--------|--------|-------|-------|
| 823 Prosp.A  | Verticale   | 0.78 | 0.4     | 0.0452 | 0.0452 | 0.056 | 0.056 |
| 824 Prosp.A  | Verticale   | 0.78 | 0.4     | 0.0452 | 0.0452 | 0.056 | 0.056 |
| 825 Prosp.A  | Verticale   | 0.78 | 0.4     | 0.0452 | 0.0452 | 0.056 | 0.056 |
| 822 Prosp.A  | Verticale   | 0.78 | 0.4     | 0.0452 | 0.0452 | 0.056 | 0.056 |
| 826 Prosp.A  | Verticale   | 0.78 | 0.4     | 0.0452 | 0.0452 | 0.056 | 0.056 |
| 1769 Prosp.A | Orizzontale | 1    | 0.4     | 0.1571 | 0.1571 | 0.072 | 0.072 |
| 1768 Prosp.A | Orizzontale | 1    | 0.4     | 0.1571 | 0.1571 | 0.072 | 0.072 |
| 1773 Prosp.A | Orizzontale | 1    | 0.4     | 0.1571 | 0.1571 | 0.072 | 0.072 |
| 1770 Prosp.A | Orizzontale | 1    | 0.4     | 0.1571 | 0.1571 | 0.072 | 0.072 |
| 1772 Prosp.A | Orizzontale | 1    | 0.4     | 0.1571 | 0.1571 | 0.072 | 0.072 |

**Verifiche a flessione SLU NTC08 §4.1.2.1.2**

| Descrizione | Dir.      | Comb.  | MEd     | NEd    | MRd     | NRd    | c.s.   | Verifica |
|-------------|-----------|--------|---------|--------|---------|--------|--------|----------|
| 823 Prosp.A | Verticale | SLU 20 | -2.7059 | 335.3  | -2.7454 | 340.2  | 1.0146 | Si       |
| 824 Prosp.A | Verticale | SLU 20 | -2.6819 | 335.22 | -2.7226 | 340.32 | 1.0152 | Si       |
| 825 Prosp.A | Verticale | SLU 20 | -2.6476 | 333.87 | -2.6997 | 340.45 | 1.0197 | Si       |
| 822 Prosp.A | Verticale | SLU 20 | -2.5677 | 332.99 | -2.627  | 340.67 | 1.0231 | Si       |
| 826 Prosp.A | Verticale | SLU 20 | -2.6757 | 331.56 | -2.7454 | 340.2  | 1.0261 | Si       |

**Verifiche a taglio SLU NTC08 §4.1.2.1.3**

| Descrizione | Dir.        | d     | bw | Armatura a taglio | Asw/s | Comb.  | VEd    | NEd    | MEd      | Vrd,c  | Vrcd   | Vrsd | VRd    | cotg(θ) | Asl       | c.s.   | Verifica |
|-------------|-------------|-------|----|-------------------|-------|--------|--------|--------|----------|--------|--------|------|--------|---------|-----------|--------|----------|
| 830 Prosp.A | Orizzontale | 0.328 | 1  | Non necessaria    | 0     | SLV 11 | 148.33 | -23.45 | -91.3054 | 179.14 | 960.52 | 0    | 179.14 | 2.5     | 0.0015708 | 1.2078 | Si       |
| 829 Prosp.A | Orizzontale | 0.328 | 1  | Non necessaria    | 0     | SLV 11 | 148.23 | -23.48 | -91.2855 | 179.14 | 960.52 | 0    | 179.14 | 2.5     | 0.0015708 | 1.2086 | Si       |
| 828 Prosp.A | Orizzontale | 0.328 | 1  | Non necessaria    | 0     | SLV 11 | 148.14 | -23.55 | -91.2586 | 179.15 | 960.53 | 0    | 179.15 | 2.5     | 0.0015708 | 1.2094 | Si       |
| 827 Prosp.A | Orizzontale | 0.328 | 1  | Non necessaria    | 0     | SLV 11 | 148.04 | -23.66 | -91.2277 | 179.17 | 960.54 | 0    | 179.17 | 2.5     | 0.0015708 | 1.2103 | Si       |
| 826 Prosp.A | Orizzontale | 0.328 | 1  | Non necessaria    | 0     | SLV 11 | 147.94 | -23.79 | -91.1932 | 179.18 | 960.56 | 0    | 179.18 | 2.5     | 0.0015708 | 1.2112 | Si       |

**Verifiche SLE tensione calcestruzzo NTC08 §4.1.2.2.5.1**

| Descrizione  | Dir.        | Comb.     | MEd      | NEd     | Sezione fessurata | oc    | oc limite | Es/Ec | c.s.    | Verifica |
|--------------|-------------|-----------|----------|---------|-------------------|-------|-----------|-------|---------|----------|
| 1769 Prosp.A | Orizzontale | SLE RA 33 | -49.828  | -220.2  | No                | -2125 | 19920     | 15    | 9.3753  | Si       |
| 1768 Prosp.A | Orizzontale | SLE RA 33 | -47.463  | -205.01 | No                | -2013 | 19920     | 15    | 9.8942  | Si       |
| 1773 Prosp.A | Orizzontale | SLE RA 33 | -43.7737 | -205.88 | No                | -1894 | 19920     | 15    | 10.5153 | Si       |
| 1770 Prosp.A | Orizzontale | SLE RA 33 | -44.3733 | -189.77 | No                | -1878 | 19920     | 15    | 10.607  | Si       |
| 1772 Prosp.A | Orizzontale | SLE RA 33 | -41.8715 | -185.61 | No                | -1787 | 19920     | 15    | 11.1488 | Si       |

**Verifiche SLE tensione acciaio NTC08 §4.1.2.2.5.2**

| Descrizione | Dir.      | Comb.     | MEd     | NEd    | Sezione fessurata | of    | of limite | Es/Ec | c.s.    | Verifica |
|-------------|-----------|-----------|---------|--------|-------------------|-------|-----------|-------|---------|----------|
| 823 Prosp.A | Verticale | SLE RA 20 | -2.4162 | 217.59 | No                | 11200 | 360000    | 15    | 32.1433 | Si       |
| 824 Prosp.A | Verticale | SLE RA 20 | -2.3996 | 217.45 | No                | 11185 | 360000    | 15    | 32.1851 | Si       |
| 825 Prosp.A | Verticale | SLE RA 20 | -2.3757 | 216.47 | No                | 11129 | 360000    | 15    | 32.3489 | Si       |
| 822 Prosp.A | Verticale | SLE RA 20 | -2.3244 | 216.15 | No                | 11089 | 360000    | 15    | 32.4638 | Si       |
| 826 Prosp.A | Verticale | SLE RA 20 | -2.3929 | 214.85 | No                | 11062 | 360000    | 15    | 32.5424 | Si       |

**Parete 1 imbocco**

Verifiche nei nodi

Sezioni rettangolari

| Descrizione  | Dir.        | Base   | Altezza | As,sup | As,inf | c,sup  | c,inf  |
|--------------|-------------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|
| 1039 Prosp.A | Verticale   | 1      | 0.4     | 0.0393 | 0.0393 | 0.055  | 0.055  |
| 204 Prosp.A  | Orizzontale | 1.0002 | 0.4     | 0.1206 | 0.1005 | 0.0906 | 0.0687 |
| 205 Prosp.A  | Verticale   | 0.5    | 0.4     | 0.0196 | 0.0196 | 0.055  | 0.055  |
| 1043 Prosp.A | Verticale   | 1      | 0.4     | 0.0393 | 0.0393 | 0.055  | 0.055  |
| 205 Prosp.A  | Orizzontale | 1      | 0.4     | 0.1005 | 0.1005 | 0.068  | 0.068  |
| 203 Prosp.A  | Orizzontale | 0.5    | 0.4     | 0.0804 | 0.0603 | 0.1019 | 0.0692 |
| 1263 Prosp.A | Verticale   | 0.5    | 0.4     | 0.0397 | 0.0397 | 0.0565 | 0.0565 |
| 204 Prosp.A  | Verticale   | 0.5    | 0.4     | 0.0196 | 0.0196 | 0.055  | 0.055  |

| Descrizione  | Dir.      | Base   | Altezza | As,sup | As,inf | c,sup  | c,inf  |
|--------------|-----------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|
| 1038 Prosp.A | Verticale | 0.9845 | 0.4     | 0.0529 | 0.0529 | 0.0637 | 0.0637 |
| 1264 Prosp.A | Verticale | 0.5    | 0.4     | 0.0397 | 0.0397 | 0.0565 | 0.0565 |

Verifiche a flessione SLU NTC08 §4.1.2.1.2

| Descrizione  | Dir.        | Comb.  | MEd       | NEd    | MRd       | NRd    | c.s.   | Verifica |
|--------------|-------------|--------|-----------|--------|-----------|--------|--------|----------|
| 1039 Prosp.A | Verticale   | SLV 7  | 4.569     | 283.32 | 4.5853    | 284.33 | 1.0036 | Si       |
| 204 Prosp.A  | Orizzontale | SLV 27 | -147.9391 | -2.25  | -150.2564 | -2.28  | 1.0157 | Si       |
| 205 Prosp.A  | Verticale   | SLV 5  | 0.7896    | 144.71 | 0.816     | 149.55 | 1.0334 | Si       |
| 1043 Prosp.A | Verticale   | SLV 7  | 21.9994   | 184.72 | 22.7619   | 191.12 | 1.0347 | Si       |
| 205 Prosp.A  | Orizzontale | SLV 27 | -131.7076 | 12.87  | -136.6273 | 13.35  | 1.0374 | Si       |

Verifiche a taglio SLU NTC08 §4.1.2.1.3

| Descrizione  | Dir.        | d     | bw  | Armatura a taglio | Asw/s | Comb.  | VEd    | NEd    | MEd       | Vrd,c  | Vrcd   | Vrsd | VRd    | cotg(θ) | Asl       | c.s.   | Verifica |
|--------------|-------------|-------|-----|-------------------|-------|--------|--------|--------|-----------|--------|--------|------|--------|---------|-----------|--------|----------|
| 203 Prosp.A  | Orizzontale | 0.331 | 0.5 | Non necessaria    | 0     | SLV 27 | 66.17  | -3.94  | -77.5655  | 81.51  | 483.4  | 0    | 81.51  | 2.5     | 0.0006032 | 1.2318 | Si       |
| 204 Prosp.A  | Orizzontale | 0.331 | 1   | Non necessaria    | 0     | SLV 27 | 120.77 | -2.25  | -147.9391 | 158.57 | 967.63 | 0    | 158.57 | 2.5     | 0.0010053 | 1.313  | Si       |
| 1392 Prosp.A | Orizzontale | 0.331 | 0.5 | Non necessaria    | 0     | SLV 27 | 52.41  | 28.84  | -4.1467   | 81.02  | 482.9  | 0    | 81.02  | 2.5     | 0.0006032 | 1.5459 | Si       |
| 205 Prosp.A  | Orizzontale | 0.332 | 1   | Non necessaria    | 0     | SLV 27 | 98.07  | 12.87  | -131.7076 | 158.49 | 969.21 | 0    | 158.49 | 2.5     | 0.0010053 | 1.6161 | Si       |
| 1268 Prosp.A | Verticale   | 0.344 | 0.5 | Non necessaria    | 0     | SLV 7  | -54.48 | -97.68 | -11.5382  | 93.67  | 514.48 | 0    | 93.67  | 2.5     | 0.0003811 | 1.7196 | Si       |

Verifiche SLE tensione calcestruzzo NTC08 §4.1.2.2.5.1

| Descrizione | Dir.        | Comb.     | MEd      | NEd    | Sezione fessurata | σc   | σc limite | Es/Ec | c.s.    | Verifica |
|-------------|-------------|-----------|----------|--------|-------------------|------|-----------|-------|---------|----------|
| 203 Prosp.A | Orizzontale | SLE QP 3  | -8.462   | -36.13 | No                | -732 | 14940     | 15    | 20.41   | Si       |
| 204 Prosp.A | Orizzontale | SLE QP 3  | -16.5261 | -68.2  | No                | -722 | 14940     | 15    | 20.6928 | Si       |
| 205 Prosp.A | Orizzontale | SLE QP 3  | -15.6804 | -62.31 | No                | -680 | 14940     | 15    | 21.9662 | Si       |
| 203 Prosp.A | Orizzontale | SLE RA 11 | -10.9338 | -33.67 | No                | -887 | 19920     | 15    | 22.4588 | Si       |
| 204 Prosp.A | Orizzontale | SLE RA 11 | -21.3697 | -63.4  | No                | -876 | 19920     | 15    | 22.7297 | Si       |

Verifiche SLE tensione acciaio NTC08 §4.1.2.2.5.2

| Descrizione  | Dir.      | Comb.     | MEd     | NEd    | Sezione fessurata | σf   | σf limite | Es/Ec | c.s.    | Verifica |
|--------------|-----------|-----------|---------|--------|-------------------|------|-----------|-------|---------|----------|
| 1263 Prosp.A | Verticale | SLE RA 20 | 0.6083  | 101.32 | No                | 7626 | 360000    | 15    | 47.2072 | Si       |
| 204 Prosp.A  | Verticale | SLE RA 1  | -0.4374 | 87.59  | No                | 6722 | 360000    | 15    | 53.5531 | Si       |
| 1038 Prosp.A | Verticale | SLE RA 20 | 1.119   | 166.09 | No                | 6520 | 360000    | 15    | 55.2162 | Si       |
| 205 Prosp.A  | Verticale | SLE RA 7  | -0.5694 | 76.89  | No                | 6046 | 360000    | 15    | 59.5461 | Si       |
| 1264 Prosp.A | Verticale | SLE RA 20 | 0.7918  | 75.91  | No                | 5965 | 360000    | 15    | 60.3562 | Si       |

**Parete 2 imbocco**

Verifiche nei nodi

Sezioni rettangolari

| Descrizione  | Dir.        | Base   | Altezza | As,sup | As,inf | c,sup  | c,inf  |
|--------------|-------------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|
| 1235 Prosp.A | Verticale   | 1      | 0.4     | 0.0393 | 0.0393 | 0.055  | 0.055  |
| 740 Prosp.A  | Orizzontale | 1.0002 | 0.4     | 0.1206 | 0.1005 | 0.0906 | 0.0687 |
| 741 Prosp.A  | Verticale   | 0.5    | 0.4     | 0.0196 | 0.0196 | 0.055  | 0.055  |
| 741 Prosp.A  | Orizzontale | 1      | 0.4     | 0.1005 | 0.1005 | 0.068  | 0.068  |
| 1261 Prosp.A | Verticale   | 0.8596 | 0.4     | 0.045  | 0.045  | 0.0651 | 0.0651 |
| 739 Prosp.A  | Orizzontale | 0.5    | 0.4     | 0.0603 | 0.0804 | 0.0692 | 0.1019 |
| 742 Prosp.A  | Orizzontale | 1      | 0.4     | 0.1005 | 0.1005 | 0.068  | 0.068  |
| 1275 Prosp.A | Verticale   | 0.5    | 0.4     | 0.0397 | 0.0397 | 0.0565 | 0.0565 |
| 1040 Prosp.A | Verticale   | 0.9715 | 0.4     | 0.0529 | 0.0529 | 0.0637 | 0.0637 |
| 740 Prosp.A  | Verticale   | 0.5    | 0.4     | 0.0196 | 0.0196 | 0.055  | 0.055  |
| 1276 Prosp.A | Verticale   | 0.5    | 0.4     | 0.0397 | 0.0397 | 0.0565 | 0.0565 |

Verifiche a flessione SLU NTC08 §4.1.2.1.2

| Descrizione  | Dir.        | Comb.  | MEd      | NEd    | MRd      | NRd    | c.s.   | Verifica |
|--------------|-------------|--------|----------|--------|----------|--------|--------|----------|
| 1235 Prosp.A | Verticale   | SLV 5  | -22.8364 | 190.64 | -22.841  | 190.68 | 1.0002 | Si       |
| 740 Prosp.A  | Orizzontale | SLV 25 | 147.9391 | -2.07  | 150.233  | -2.11  | 1.0155 | Si       |
| 741 Prosp.A  | Verticale   | SLV 7  | -0.7298  | 145.11 | -0.754   | 149.93 | 1.0332 | Si       |
| 741 Prosp.A  | Orizzontale | SLV 25 | 131.6516 | 12.81  | 136.6273 | 13.29  | 1.0378 | Si       |
| 1261 Prosp.A | Verticale   | SLV 5  | -4.2688  | 309.82 | -4.5356  | 329.18 | 1.0625 | Si       |

Verifiche a taglio SLU NTC08 §4.1.2.1.3

| Descrizione  | Dir.        | d     | bw  | Armatura a taglio | Asw/s | Comb.  | VEd     | NEd    | MEd      | Vrd,c  | Vrcd   | Vrsd | VRd    | cotg(θ) | Asl       | c.s.   | Verifica |
|--------------|-------------|-------|-----|-------------------|-------|--------|---------|--------|----------|--------|--------|------|--------|---------|-----------|--------|----------|
| 1705 Prosp.A | Orizzontale | 0.33  | 0.5 | Non necessaria    | 0     | SLV 7  | 87.7    | -81.69 | 9.101    | 89.06  | 492.34 | 0    | 89.06  | 2.5     | 0.0003052 | 1.0154 | Si       |
| 976 Prosp.A  | Orizzontale | 0.331 | 0.5 | Non necessaria    | 0     | SLV 25 | -67.93  | -0.23  | 47.7024  | 79.08  | 482.92 | 0    | 79.08  | 2.5     | 0.0005537 | 1.1642 | Si       |
| 739 Prosp.A  | Orizzontale | 0.331 | 0.5 | Non necessaria    | 0     | SLV 25 | -66.22  | -3.78  | 77.5813  | 81.48  | 483.38 | 0    | 81.48  | 2.5     | 0.0006032 | 1.2306 | Si       |
| 740 Prosp.A  | Orizzontale | 0.331 | 1   | Non necessaria    | 0     | SLV 25 | -120.73 | -2.07  | 147.9391 | 158.55 | 967.6  | 0    | 158.55 | 2.5     | 0.0010053 | 1.3133 | Si       |
| 786 Prosp.A  | Orizzontale | 0.331 | 1   | Non necessaria    | 0     | SLV 25 | -113.46 | 13.19  | 93.3121  | 158.26 | 967.16 | 0    | 158.26 | 2.5     | 0.0009318 | 1.3949 | Si       |

Verifiche SLE tensione calcestruzzo NTC08 §4.1.2.2.5.1

| Descrizione | Dir.        | Comb.     | MEd     | NEd    | Sezione fessurata | oc   | oc limite | Es/Ec | c.s.    | Verifica |
|-------------|-------------|-----------|---------|--------|-------------------|------|-----------|-------|---------|----------|
| 739 Prosp.A | Orizzontale | SLE QP 3  | 8.4612  | -36.2  | No                | -732 | 14940     | 15    | 20.4024 | Si       |
| 740 Prosp.A | Orizzontale | SLE QP 3  | 16.5189 | -68.29 | No                | -722 | 14940     | 15    | 20.6934 | Si       |
| 741 Prosp.A | Orizzontale | SLE QP 3  | 15.6625 | -62.4  | No                | -680 | 14940     | 15    | 21.9796 | Si       |
| 742 Prosp.A | Orizzontale | SLE QP 3  | 14.6649 | -58.62 | No                | -637 | 14940     | 15    | 23.4582 | Si       |
| 740 Prosp.A | Orizzontale | SLE RA 27 | 19.8816 | -66.33 | No                | -832 | 19920     | 15    | 23.933  | Si       |

**Verifiche SLE tensione acciaio NTC08 §4.1.2.2.5.2**

| Descrizione  | Dir.      | Comb.     | MEd     | NEd    | Sezione fessurata | of   | of limite | Es/Ec | c.s.    | Verifica |
|--------------|-----------|-----------|---------|--------|-------------------|------|-----------|-------|---------|----------|
| 1275 Prosp.A | Verticale | SLE RA 20 | -0.5037 | 103    | No                | 7667 | 360000    | 15    | 46.9559 | Si       |
| 1040 Prosp.A | Verticale | SLE RA 20 | -1.101  | 171.44 | No                | 6795 | 360000    | 15    | 52.9796 | Si       |
| 740 Prosp.A  | Verticale | SLE RA 1  | 0.4283  | 87.63  | No                | 6718 | 360000    | 15    | 53.5845 | Si       |
| 741 Prosp.A  | Verticale | SLE RA 7  | 0.5597  | 77     | No                | 6046 | 360000    | 15    | 59.5437 | Si       |
| 1276 Prosp.A | Verticale | SLE RA 20 | -0.6887 | 75.78  | No                | 5878 | 360000    | 15    | 61.2456 | Si       |

**Parete 1 sbocco**

Verifiche nei nodi

Sezioni rettangolari

| Descrizione  | Dir.        | Base   | Altezza | As,sup | As,inf | c,sup  | c,inf  |
|--------------|-------------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|
| 97 Prosp.A   | Verticale   | 0.5    | 0.4     | 0.0157 | 0.0157 | 0.055  | 0.055  |
| 1506 Prosp.A | Verticale   | 1      | 0.4     | 0.0393 | 0.0393 | 0.055  | 0.055  |
| 758 Prosp.A  | Verticale   | 0.9016 | 0.4     | 0.0314 | 0.0314 | 0.055  | 0.055  |
| 759 Prosp.A  | Verticale   | 0.9043 | 0.4     | 0.0314 | 0.0314 | 0.055  | 0.055  |
| 983 Prosp.A  | Verticale   | 1      | 0.4     | 0.0314 | 0.0314 | 0.055  | 0.055  |
| 108 Prosp.A  | Orizzontale | 0.5    | 0.4     | 0.0603 | 0.0804 | 0.0692 | 0.1019 |
| 106 Prosp.A  | Orizzontale | 1      | 0.4     | 0.1005 | 0.1005 | 0.068  | 0.068  |
| 1287 Prosp.A | Verticale   | 0.9928 | 0.4     | 0.0548 | 0.0548 | 0.0641 | 0.0641 |
| 777 Prosp.A  | Orizzontale | 0.5    | 0.4     | 0.0603 | 0.0804 | 0.0692 | 0.1019 |
| 762 Prosp.A  | Verticale   | 0.9158 | 0.4     | 0.0314 | 0.0314 | 0.055  | 0.055  |

**Verifiche a flessione SLU NTC08 §4.1.2.1.2**

| Descrizione  | Dir.      | Comb.  | MEd      | NEd    | MRd      | NRd    | c.s.   | Verifica |
|--------------|-----------|--------|----------|--------|----------|--------|--------|----------|
| 97 Prosp.A   | Verticale | SLV 13 | -10.8791 | 66.67  | -10.9483 | 67.1   | 1.0064 | Si       |
| 1506 Prosp.A | Verticale | SLV 9  | -24.2819 | 178.66 | -24.6554 | 181.41 | 1.0154 | Si       |
| 758 Prosp.A  | Verticale | SLV 13 | -19.9511 | 137.99 | -20.452  | 141.46 | 1.0251 | Si       |
| 759 Prosp.A  | Verticale | SLV 13 | -26.98   | 95.27  | -28.4005 | 100.28 | 1.0526 | Si       |
| 983 Prosp.A  | Verticale | SLV 9  | -35.5567 | 50.43  | -37.4484 | 53.12  | 1.0532 | Si       |

**Verifiche a taglio SLU NTC08 §4.1.2.1.3**

| Descrizione | Dir.        | d     | bw    | Armatura a taglio | Asw/s | Comb.  | VEd     | NEd    | MEd     | Vrd,c  | Vrzd   | Vrzd   | VRd    | cotg(θ) | Asl       | c.s.   | Verifica |
|-------------|-------------|-------|-------|-------------------|-------|--------|---------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|---------|-----------|--------|----------|
| 763 Prosp.A | Verticale   | 0.345 | 0.918 | Non necessaria    | 0     | SLV 21 | -113.15 | -10.55 | -2.3774 | 150.71 | 926.24 | 0      | 150.71 | 2.5     | 0.0003142 | 1.332  | Si       |
| 773 Prosp.A | Orizzontale | 0.332 | 1     | Non necessaria    | 0     | SLV 21 | -121.18 | -29.85 | 88.1397 | 162.2  | 973.06 | 0      | 162.2  | 2.5     | 0.0010053 | 1.3385 | Si       |
| 777 Prosp.A | Orizzontale | 0.331 | 0.5   | Non necessaria    | 0     | SLV 21 | -56.27  | -22.92 | 46.2062 | 83.86  | 485.84 | 0      | 83.86  | 2.5     | 0.0006032 | 1.4904 | Si       |
| 108 Prosp.A | Orizzontale | 0.331 | 0.5   | Non necessaria    | 0     | SLV 21 | -52.84  | -43.12 | 69.4809 | 86.37  | 488.43 | 0      | 86.37  | 2.5     | 0.0006032 | 1.6344 | Si       |
| 882 Prosp.A | Orizzontale | 0.331 | 0.5   | Necessaria        | 0.1   | SLV 9  | -99.61  | 40.51  | 48.1208 | 79.06  | 482.9  | 167.64 | 167.64 | 2.5     | 0.0005537 | 1.683  | Si       |

**Verifiche SLE tensione calcestruzzo NTC08 §4.1.2.2.5.1**

| Descrizione  | Dir.        | Comb.     | MEd      | NEd    | Sezione fessurata | oc    | oc limite | Es/Ec | c.s.    | Verifica |
|--------------|-------------|-----------|----------|--------|-------------------|-------|-----------|-------|---------|----------|
| 108 Prosp.A  | Orizzontale | SLE RA 14 | 18.4487  | 25.6   | No                | -1124 | 19920     | 15    | 17.7244 | Si       |
| 106 Prosp.A  | Orizzontale | SLE QP 3  | 18.6404  | -85.12 | No                | -834  | 14940     | 15    | 17.9093 | Si       |
| 106 Prosp.A  | Orizzontale | SLE RA 14 | 26.1028  | -88.18 | No                | -1096 | 19920     | 15    | 18.1744 | Si       |
| 108 Prosp.A  | Orizzontale | SLE QP 3  | 10.9039  | 22.91  | No                | -629  | 14940     | 15    | 23.7502 | Si       |
| 1287 Prosp.A | Verticale   | SLE RA 14 | -17.5985 | -55.46 | No                | -762  | 19920     | 15    | 26.1279 | Si       |

**Verifiche SLE tensione acciaio NTC08 §4.1.2.2.5.2**

| Descrizione | Dir.        | Comb.     | MEd      | NEd   | Sezione fessurata | of    | of limite | Es/Ec | c.s.    | Verifica |
|-------------|-------------|-----------|----------|-------|-------------------|-------|-----------|-------|---------|----------|
| 108 Prosp.A | Orizzontale | SLE RA 14 | 18.4487  | 25.6  | No                | 14009 | 360000    | 15    | 25.6974 | Si       |
| 759 Prosp.A | Verticale   | SLE RA 12 | -15.1143 | 53.53 | No                | 8710  | 360000    | 15    | 41.3314 | Si       |
| 777 Prosp.A | Orizzontale | SLE RA 14 | 10.9336  | 18.3  | No                | 8514  | 360000    | 15    | 42.2811 | Si       |
| 762 Prosp.A | Verticale   | SLE RA 12 | -15.1599 | 43.64 | No                | 8230  | 360000    | 15    | 43.743  | Si       |
| 97 Prosp.A  | Verticale   | SLE RA 7  | -4.9153  | 58.99 | No                | 8188  | 360000    | 15    | 43.969  | Si       |

**Parete 2 sbocco**

Verifiche nei nodi

Sezioni rettangolari

| Descrizione | Dir.        | Base   | Altezza | As,sup | As,inf | c,sup | c,inf |
|-------------|-------------|--------|---------|--------|--------|-------|-------|
| 89 Prosp.A  | Verticale   | 0.5    | 0.4     | 0.0157 | 0.0157 | 0.055 | 0.055 |
| 756 Prosp.A | Verticale   | 0.8782 | 0.4     | 0.0314 | 0.0314 | 0.055 | 0.055 |
| 105 Prosp.A | Orizzontale | 1      | 0.4     | 0.1005 | 0.1005 | 0.068 | 0.068 |
| 988 Prosp.A | Verticale   | 1      | 0.4     | 0.0314 | 0.0314 | 0.055 | 0.055 |



| Descrizione  | Dir.        | Base   | Altezza | As.sup | As.inf | c.sup  | c.inf  |
|--------------|-------------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|
| 757 Prosp.A  | Verticale   | 0.8938 | 0.4     | 0.0314 | 0.0314 | 0.055  | 0.055  |
| 107 Prosp.A  | Orizzontale | 0.5    | 0.4     | 0.0804 | 0.0603 | 0.1019 | 0.0692 |
| 1289 Prosp.A | Verticale   | 0.9843 | 0.4     | 0.0548 | 0.0548 | 0.0641 | 0.0641 |
| 776 Prosp.A  | Orizzontale | 0.5    | 0.4     | 0.0804 | 0.0603 | 0.1019 | 0.0692 |
| 761 Prosp.A  | Verticale   | 0.9154 | 0.4     | 0.0314 | 0.0314 | 0.055  | 0.055  |

**Verifiche a flessione SLU NTC08 §4.1.2.1.2**

| Descrizione | Dir.        | Comb.  | MEd       | NEd    | MRd       | NRd   | c.s.   | Verifica |
|-------------|-------------|--------|-----------|--------|-----------|-------|--------|----------|
| 89 Prosp.A  | Verticale   | SLU 73 | 6.7385    | 88.04  | 6.7793    | 88.57 | 1.0061 | Si       |
| 756 Prosp.A | Verticale   | SLV 15 | 19.5849   | 133.98 | 20.5808   | 140.8 | 1.0508 | Si       |
| 105 Prosp.A | Orizzontale | SLV 27 | -122.3771 | 61.54  | -129.2062 | 64.97 | 1.0558 | Si       |
| 988 Prosp.A | Verticale   | SLV 11 | 35.1842   | 50.6   | 37.3327   | 53.69 | 1.0611 | Si       |
| 757 Prosp.A | Verticale   | SLV 15 | 26.8175   | 93.45  | 28.5337   | 99.43 | 1.064  | Si       |

**Verifiche a taglio SLU NTC08 §4.1.2.1.3**

| Descrizione | Dir.        | d     | bw    | Armatura a taglio | Asw/s | Comb.  | VEd    | NEd    | MEd      | Vrd,c  | Vrcd   | Vrsd   | VRd    | cotg(θ) | Asl       | c.s.   | Verifica |
|-------------|-------------|-------|-------|-------------------|-------|--------|--------|--------|----------|--------|--------|--------|--------|---------|-----------|--------|----------|
| 760 Prosp.A | Verticale   | 0.345 | 0.909 | Non necessaria    | 0     | SLV 23 | 113.21 | -10.34 | 2.6574   | 149.14 | 916.64 | 0      | 149.14 | 2.5     | 0.0003142 | 1.3174 | Si       |
| 772 Prosp.A | Orizzontale | 0.332 | 1     | Non necessaria    | 0     | SLV 23 | 121.15 | -29.85 | -88.1557 | 162.2  | 973.06 | 0      | 162.2  | 2.5     | 0.0010053 | 1.3389 | Si       |
| 776 Prosp.A | Orizzontale | 0.331 | 0.5   | Non necessaria    | 0     | SLV 23 | 56.19  | -23    | -46.1784 | 83.87  | 485.85 | 0      | 83.87  | 2.5     | 0.0006032 | 1.4927 | Si       |
| 107 Prosp.A | Orizzontale | 0.331 | 0.5   | Non necessaria    | 0     | SLV 23 | 52.79  | -43.27 | -69.4463 | 86.38  | 488.45 | 0      | 86.38  | 2.5     | 0.0006032 | 1.6363 | Si       |
| 787 Prosp.A | Orizzontale | 0.331 | 0.5   | Necessaria        | 0.1   | SLV 11 | 98.4   | 41.64  | -48.557  | 79.06  | 482.9  | 180.06 | 180.06 | 2.5     | 0.0005537 | 1.8298 | Si       |

**Verifiche SLE tensione calcestruzzo NTC08 §4.1.2.2.5.1**

| Descrizione  | Dir.        | Comb.     | MEd      | NEd    | Sezione fessurata | σc    | σc limite | Es/Ec | c.s.    | Verifica |
|--------------|-------------|-----------|----------|--------|-------------------|-------|-----------|-------|---------|----------|
| 107 Prosp.A  | Orizzontale | SLE RA 14 | -18.4346 | 25.63  | No                | -1123 | 19920     | 15    | 17.7418 | Si       |
| 105 Prosp.A  | Orizzontale | SLE QP 3  | -18.8103 | -84.59 | No                | -839  | 14940     | 15    | 17.812  | Si       |
| 105 Prosp.A  | Orizzontale | SLE RA 14 | -26.3617 | -87.72 | No                | -1104 | 19920     | 15    | 18.0465 | Si       |
| 107 Prosp.A  | Orizzontale | SLE QP 3  | -10.8952 | 22.95  | No                | -628  | 14940     | 15    | 23.7776 | Si       |
| 1289 Prosp.A | Verticale   | SLE RA 14 | 17.4518  | -54.75 | No                | -762  | 19920     | 15    | 26.1542 | Si       |

**Verifiche SLE tensione acciaio NTC08 §4.1.2.2.5.2**

| Descrizione | Dir.        | Comb.     | MEd      | NEd   | Sezione fessurata | σf    | σf limite | Es/Ec | c.s.    | Verifica |
|-------------|-------------|-----------|----------|-------|-------------------|-------|-----------|-------|---------|----------|
| 107 Prosp.A | Orizzontale | SLE RA 14 | -18.4346 | 25.63 | No                | 14002 | 360000    | 15    | 25.7104 | Si       |
| 757 Prosp.A | Verticale   | SLE RA 12 | 14.978   | 52.97 | No                | 8727  | 360000    | 15    | 41.2523 | Si       |
| 776 Prosp.A | Orizzontale | SLE RA 14 | -10.9241 | 18.34 | No                | 8511  | 360000    | 15    | 42.2978 | Si       |
| 89 Prosp.A  | Verticale   | SLE RA 7  | 4.9516   | 59.05 | No                | 8221  | 360000    | 15    | 43.793  | Si       |
| 761 Prosp.A | Verticale   | SLE RA 12 | 15.1262  | 43.43 | No                | 8210  | 360000    | 15    | 43.8472 | Si       |

**10.3.3 Verifiche platea di fondazione**

Le unità di misura elencate nel capitolo sono in [m, kN] ove non espressamente specificato.

*Nodo: indice del nodo di verifica.*

*Dir.: direzione della sezione di verifica.*

*B: base della sezione rettangolare di verifica. [m]*

*H: altezza della sezione rettangolare di verifica. [m]*

*A. sup.: area barre armatura superiori. [m²]*

*C. sup.: distanza media delle barre superiori dal bordo superiore della sezione. [m]*

*A. inf.: area barre armatura inferiori. [m²]*

*C. inf.: distanza media delle barre inferiori dal bordo inferiore della sezione. [m]*

*Comb.: combinazione di verifica.*

*M: momento flettente. [kN\*m]*

*N: sforzo normale. [kN]*

*Mu: momento flettente ultimo. [kN\*m]*

*Nu: sforzo normale ultimo. [kN]*

*c.s.: coefficiente di sicurezza.*

*Verifica: stato di verifica.*

*σc: tensione nel calcestruzzo. [kN/m²]*

*σlim: tensione limite. [kN/m²]*

*Es/Ec: coefficiente di omogenizzazione.*

*σf: tensione nell'acciaio d'armatura. [kN/m²]*

Verifiche condotte secondo D.M. 14-01-08 (N.T.C.)

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40 Rck 40000

### Fondazione tombino

Verifiche nei nodi

Verifiche SLU flessione nei nodi

| Nodo | Dir. | B     | H   | A. sup.  | C. sup. | A. inf.  | C. inf. | Comb.     | M        | N | Mu       | Nu | c.s.   | Verifica |
|------|------|-------|-----|----------|---------|----------|---------|-----------|----------|---|----------|----|--------|----------|
| 739  | X    | 0.5   | 0.4 | 0.000785 | 0.07    | 0.000785 | 0.07    | SLV FO 25 | 81.8537  | 0 | 98.1329  | 0  | 1.1989 | Si       |
| 203  | X    | 0.5   | 0.4 | 0.000785 | 0.07    | 0.000785 | 0.07    | SLV FO 27 | 81.8474  | 0 | 98.1329  | 0  | 1.199  | Si       |
| 738  | X    | 0.998 | 0.4 | 0.001568 | 0.07    | 0.001568 | 0.07    | SLV FO 25 | 164.0861 | 0 | 197.8225 | 0  | 1.2056 | Si       |
| 202  | X    | 0.998 | 0.4 | 0.001568 | 0.07    | 0.001568 | 0.07    | SLV FO 27 | 164.0764 | 0 | 197.8225 | 0  | 1.2057 | Si       |
| 154  | X    | 0.5   | 0.4 | 0.000785 | 0.07    | 0.000785 | 0.07    | SLV FO 11 | 81.3028  | 0 | 98.1329  | 0  | 1.207  | Si       |

Verifiche SLU taglio nei nodi

| Nodo | Dir. | B | H   | A. sup.  | C. sup. | A. inf.  | C. inf. | A. st. | A. sag. | Comb.   | Ved     | N | Vrd     | Vrdc   | Vrds    | Vrzd    | cotgθ | Asl       | c.s.   | Verifica |
|------|------|---|-----|----------|---------|----------|---------|--------|---------|---------|---------|---|---------|--------|---------|---------|-------|-----------|--------|----------|
| 166  | X    | 1 | 0.4 | 0.001571 | 0.07    | 0.001571 | 0.07    | 0.005  | 0       | SLU 130 | -202.64 | 0 | 1109.93 | 176.74 | 1109.93 | 1151.45 | 1.9   | 0.0015708 | 5.4774 | Si       |
| 273  | X    | 1 | 0.4 | 0.001571 | 0.07    | 0.001571 | 0.07    | 0.005  | 0       | SLU 130 | -202.64 | 0 | 1109.93 | 176.74 | 1109.93 | 1151.45 | 1.9   | 0.0015708 | 5.4774 | Si       |
| 165  | X    | 1 | 0.4 | 0.001571 | 0.07    | 0.001571 | 0.07    | 0.005  | 0       | SLU 130 | -202.52 | 0 | 1109.93 | 176.74 | 1109.93 | 1151.45 | 1.9   | 0.0015708 | 5.4806 | Si       |
| 272  | X    | 1 | 0.4 | 0.001571 | 0.07    | 0.001571 | 0.07    | 0.005  | 0       | SLU 130 | -202.52 | 0 | 1109.93 | 176.74 | 1109.93 | 1151.45 | 1.9   | 0.0015708 | 5.4806 | Si       |
| 274  | X    | 1 | 0.4 | 0.001571 | 0.07    | 0.001571 | 0.07    | 0.005  | 0       | SLU 130 | -202.23 | 0 | 1109.93 | 176.74 | 1109.93 | 1151.45 | 1.9   | 0.0015708 | 5.4884 | Si       |

Verifiche SLE tensione calcestruzzo nei nodi

| Nodo | Dir. | B | H   | A. sup.  | C. sup. | A. inf.  | C. inf. | Comb.     | M        | N | σc    | σlim  | Es/Ec | Verifica |
|------|------|---|-----|----------|---------|----------|---------|-----------|----------|---|-------|-------|-------|----------|
| 487  | X    | 1 | 0.4 | 0.001571 | 0.07    | 0.001571 | 0.07    | SLE RA 31 | -62.4656 | 0 | -2038 | 19920 | 15    | Si       |
| 486  | X    | 1 | 0.4 | 0.001571 | 0.07    | 0.001571 | 0.07    | SLE RA 31 | -62.4048 | 0 | -2036 | 19920 | 15    | Si       |
| 488  | X    | 1 | 0.4 | 0.001571 | 0.07    | 0.001571 | 0.07    | SLE RA 31 | -62.3708 | 0 | -2035 | 19920 | 15    | Si       |
| 485  | X    | 1 | 0.4 | 0.001571 | 0.07    | 0.001571 | 0.07    | SLE RA 31 | -62.2056 | 0 | -2030 | 19920 | 15    | Si       |
| 489  | X    | 1 | 0.4 | 0.001571 | 0.07    | 0.001571 | 0.07    | SLE RA 31 | -62.1064 | 0 | -2026 | 19920 | 15    | Si       |

Verifiche SLE tensione acciai nei nodi

| Nodo | Dir. | B | H   | A. sup.  | C. sup. | A. inf.  | C. inf. | Comb.     | M        | N | σf    | σlim   | Es/Ec | Verifica |
|------|------|---|-----|----------|---------|----------|---------|-----------|----------|---|-------|--------|-------|----------|
| 487  | X    | 1 | 0.4 | 0.001571 | 0.07    | 0.001571 | 0.07    | SLE RA 31 | -62.4656 | 0 | 19872 | 360000 | 15    | Si       |
| 486  | X    | 1 | 0.4 | 0.001571 | 0.07    | 0.001571 | 0.07    | SLE RA 31 | -62.4048 | 0 | 19852 | 360000 | 15    | Si       |
| 488  | X    | 1 | 0.4 | 0.001571 | 0.07    | 0.001571 | 0.07    | SLE RA 31 | -62.3708 | 0 | 19841 | 360000 | 15    | Si       |
| 485  | X    | 1 | 0.4 | 0.001571 | 0.07    | 0.001571 | 0.07    | SLE RA 31 | -62.2056 | 0 | 19789 | 360000 | 15    | Si       |
| 489  | X    | 1 | 0.4 | 0.001571 | 0.07    | 0.001571 | 0.07    | SLE RA 31 | -62.1064 | 0 | 19757 | 360000 | 15    | Si       |

Verifiche SLE fessurazione nei nodi

La piastra non presenta nodi con apertura delle fessure.

### Fondazione sbocco

Verifiche nei nodi

Verifiche SLU flessione nei nodi

| Nodo | Dir. | B    | H   | A. sup.  | C. sup. | A. inf.  | C. inf. | Comb.     | M        | N | Mu       | Nu | c.s.   | Verifica |
|------|------|------|-----|----------|---------|----------|---------|-----------|----------|---|----------|----|--------|----------|
| 60   | X    | 1    | 0.4 | 0.001005 | 0.068   | 0.001005 | 0.068   | SLV FO 9  | 133.0592 | 0 | 133.8285 | 0  | 1.0058 | Si       |
| 17   | X    | 1    | 0.4 | 0.001005 | 0.068   | 0.001005 | 0.068   | SLV FO 11 | 132.9825 | 0 | 133.8285 | 0  | 1.0064 | Si       |
| 9    | Y    | 0.5  | 0.4 | 0.000196 | 0.055   | 0.000275 | 0.055   | SLV FO 21 | -27.9204 | 0 | -28.4368 | 0  | 1.0185 | Si       |
| 22   | Y    | 0.98 | 0.4 | 0.000385 | 0.055   | 0.000463 | 0.055   | SLV FO 21 | -56.1452 | 0 | -57.7003 | 0  | 1.0277 | Si       |
| 65   | Y    | 0.98 | 0.4 | 0.000385 | 0.055   | 0.000463 | 0.055   | SLV FO 23 | -56.0763 | 0 | -57.9895 | 0  | 1.0341 | Si       |

Verifiche SLU taglio nei nodi

| Nodo | Dir. | B   | H   | A. sup.  | C. sup. | A. inf.  | C. inf. | A. st. | A. sag. | Comb.     | Ved     | N | Vrd     | Vrdc   | Vrds    | Vrzd    | cotgθ | Asl       | c.s.   | Verifica |
|------|------|-----|-----|----------|---------|----------|---------|--------|---------|-----------|---------|---|---------|--------|---------|---------|-------|-----------|--------|----------|
| 10   | Y    | 0.5 | 0.4 | 0.000196 | 0.055   | 0.000275 | 0.055   | 0.0025 | 0       | SLV FO 21 | 116.14  | 0 | 580.19  | 81.32  | 580.19  | 601.89  | 1.9   | 0.0001963 | 4.9957 | Si       |
| 81   | Y    | 0.5 | 0.4 | 0.000196 | 0.055   | 0.000275 | 0.055   | 0.0025 | 0       | SLV FO 23 | 116.13  | 0 | 580.19  | 81.32  | 580.19  | 601.89  | 1.9   | 0.0001963 | 4.9962 | Si       |
| 26   | X    | 1   | 0.4 | 0.001005 | 0.068   | 0.001005 | 0.068   | 0.005  | 0       | SLV FO 23 | -159.05 | 0 | 1116.65 | 158.49 | 1116.65 | 1158.43 | 1.9   | 0.0010053 | 7.0209 | Si       |
| 69   | X    | 1   | 0.4 | 0.001005 | 0.068   | 0.001005 | 0.068   | 0.005  | 0       | SLV FO 21 | 158.96  | 0 | 1116.65 | 158.49 | 1116.65 | 1158.43 | 1.9   | 0.0010053 | 7.025  | Si       |
| 60   | X    | 1   | 0.4 | 0.001005 | 0.068   | 0.001005 | 0.068   | 0.005  | 0       | SLV FO 21 | 157.12  | 0 | 1116.65 | 158.49 | 1116.65 | 1158.43 | 1.9   | 0.0010053 | 7.1069 | Si       |

Verifiche SLE tensione calcestruzzo nei nodi

| Nodo | Dir. | B   | H   | A. sup.  | C. sup. | A. inf.  | C. inf. | Comb.     | M       | N | σc    | σlim  | Es/Ec | Verifica |
|------|------|-----|-----|----------|---------|----------|---------|-----------|---------|---|-------|-------|-------|----------|
| 60   | X    | 1   | 0.4 | 0.001005 | 0.068   | 0.001005 | 0.068   | SLE RA 25 | 33.8554 | 0 | -1156 | 19920 | 15    | Si       |
| 17   | X    | 1   | 0.4 | 0.001005 | 0.068   | 0.001005 | 0.068   | SLE RA 25 | 33.7509 | 0 | -1152 | 19920 | 15    | Si       |
| 45   | X    | 0.5 | 0.4 | 0.000503 | 0.068   | 0.000503 | 0.068   | SLE RA 25 | 15.1228 | 0 | -1032 | 19920 | 15    | Si       |
| 30   | X    | 0.5 | 0.4 | 0.000503 | 0.068   | 0.000503 | 0.068   | SLE RA 25 | 15.1018 | 0 | -1031 | 19920 | 15    | Si       |
| 43   | Y    | 1   | 0.4 | 0.000393 | 0.055   | 0.000393 | 0.055   | SLE RA 16 | 27.9844 | 0 | -1003 | 19920 | 15    | Si       |

Verifiche SLE tensione acciai nei nodi

| Nodo | Dir. | B | H   | A. sup.  | C. sup. | A. inf.  | C. inf. | Comb.     | M        | N | σf    | σlim   | Es/Ec | Verifica |
|------|------|---|-----|----------|---------|----------|---------|-----------|----------|---|-------|--------|-------|----------|
| 60   | X    | 1 | 0.4 | 0.001005 | 0.068   | 0.001005 | 0.068   | SLE RA 25 | 33.8554  | 0 | 11441 | 360000 | 15    | Si       |
| 17   | X    | 1 | 0.4 | 0.001005 | 0.068   | 0.001005 | 0.068   | SLE RA 25 | 33.7509  | 0 | 11406 | 360000 | 15    | Si       |
| 43   | Y    | 1 | 0.4 | 0.000393 | 0.055   | 0.000393 | 0.055   | SLE RA 16 | 27.9844  | 0 | 10906 | 360000 | 15    | Si       |
| 58   | Y    | 1 | 0.4 | 0.000393 | 0.055   | 0.000393 | 0.055   | SLE RA 16 | 27.965   | 0 | 10898 | 360000 | 15    | Si       |
| 58   | Y    | 1 | 0.4 | 0.000393 | 0.055   | 0.000393 | 0.055   | SLE RA 7  | -27.5319 | 0 | 10730 | 360000 | 15    | Si       |

Verifiche SLE fessurazione nei nodi

La piastra non presenta nodi con apertura delle fessure.

## 11 VERIFICHE GEOTECNICHE

Le strutture di fondazione del tombino scatolare sono costituite da una platea in c.a. di spessore pari a 0.40 m, con larghezza pari a 2.80 m e sviluppo di 59.70 m (lunghezza del tombino), il cui piano di posa è disposto ad una profondità di 2.80 m circa.

### 11.1 VALUTAZIONE DELLA COSTANTE DI SOTTOFONDO

La rigidità delle molle, attraverso la quale viene schematizzata l'interazione terreno-struttura, viene calcolata utilizzando un coefficiente di sottofondo pari a 60800 kN/m<sup>3</sup>.

Tale valore è stato valutato mediante la metodologia di Joseph E. Bowles, che permette di stimare la costante di Winkler verticale per fondazioni superficiali rettangolari sulla base della capacità portante (carico ultimo) della fondazione, calcolata tramite la formula di Hansen, con la seguente formula:

$$k = 40 \times q_{lim}$$

dove la resistenza ultima del terreno corrisponde ad un cedimento  $w = 2.5$  cm, limite per le condizioni di esercizio di una struttura.

In relazione al valore di capacità portante calcolato nei paragrafi successivi si ottiene:  $k = 60676$  kN/m<sup>3</sup>. Pertanto in sede di modellazione è stato assunto un valore della costante di sottofondo pari a 60800 kN/m<sup>3</sup>.

### 11.2 VERIFICA DELLA CAPACITÀ PORTANTE DEL COMPLESSO TERRENO-FONDAZIONE

Per il calcolo del carico limite della fondazione del tombino si utilizza la formula di Brinch-Hansen. La verifica viene condotta allo stato limite ultimo secondo l'Approccio di progetto 2:

- Combo 1 : A1 + M1 + R3

In accordo con le sezioni di progetto e con i profili geotecnici, la platea di fondazione del tombino scatolare risulta interessare il litotipo "a\_fine". Pertanto ai fini della verifica della capacità portante si impiegano le caratteristiche di questo litotipo, assumendo, a vantaggio di sicurezza, i valori riportati di seguito:

| Litotipo               | Unità<br>geotecnica | $\gamma'$            | $c'$  | $\phi'$ | $c_u$ | $E'$  |
|------------------------|---------------------|----------------------|-------|---------|-------|-------|
|                        |                     | [kN/m <sup>3</sup> ] | [kPa] | [°]     | [kPa] | [MPa] |
| Alluvioni (grana fine) | a_fine              | 17-19                | 5-15  | 23-28   | 100   | 20    |

I calcoli per la valutazione della pressione limite di progetto sono riepilogati nelle tabelle di seguito:

**TOMBINO SCATOLARE TM15**  
**RELAZIONE DI CALCOLO**

AZIONI IN TESTA ALLA FONDAZIONE

|         |                                   |     |   |
|---------|-----------------------------------|-----|---|
| $F_x =$ | <input type="text" value="0,00"/> | kN  | Forza di taglio in direzione X (Direzione parallela alla base)      |
| $F_y =$ | <input type="text" value="0,00"/> | kN  | Forza di taglio in direzione Y (Direzione parallela alla lunghezza) |
| $F_z =$ | <input type="text" value="0,00"/> | kN  | Forza in direzione verticale (>0 se di compressione)                |
| $M_x =$ | <input type="text" value="0,00"/> | kNm | Momento in direzione X  |
| $M_y =$ | <input type="text" value="0,00"/> | kNm | Momento in direzione Y  |

CARATTERISTICHE FONDAZIONE

|            |                                    |   |                                |
|------------|------------------------------------|---|--------------------------------|
| $B =$      | <input type="text" value="2,80"/>  | m | Base                           |
| $L =$      | <input type="text" value="59,70"/> | m | Lunghezza                      |
| $H =$      | <input type="text" value="0,40"/>  | m | Altezza                        |
| $D =$      | <input type="text" value="2,80"/>  | m | Profondità piano di posa       |
| $\alpha =$ | <input type="text" value="0"/>     | ° | Inclinazione del piano di posa |

Considera peso proprio fondazione

|              |                                    |                   |                                     |
|--------------|------------------------------------|-------------------|-------------------------------------|
| $\gamma_p =$ | <input type="text" value="25,00"/> | kN/m <sup>3</sup> | Peso per unità di volume fondazione |
| $P_p =$      | <input type="text" value="0,00"/>  | kN                | Peso proprio plinto                 |

AZIONI DALLA BASE DELLA FONDAZIONE

Considera momenti di trasporto

|              |                                    |     |   |
|--------------|------------------------------------|-----|---|
| $F_{xd} =$   | <input type="text" value="0,00"/>  | kN  | Forza di taglio in direzione X  |
| $F_{yd} =$   | <input type="text" value="0,00"/>  | kN  | Forza di taglio in direzione Y  |
| $F_{zd} =$   | <input type="text" value="0,00"/>  | kN  | Forza in direzione verticale (>0 se di compressione)                        |
| $M_{xd} =$   | <input type="text" value="0,00"/>  | kNm | Momento in direzione X  |
| $M_{yd} =$   | <input type="text" value="0,00"/>  | kNm | Momento in direzione Y  |
| $V =$        | <input type="text" value="0,00"/>  | kN  | Componente verticale del carico   |
| $H =$        | <input type="text" value="0,00"/>  | kN  | Componente orizzontale del carico   |
| $\theta_V =$ | <input type="text" value="0,00"/>  | °   | Inclinazione del carico rispetto alla verticale                             |
| $\theta_H =$ | <input type="text" value="90,00"/> | °   | Inclinazione del carico orizzontale rispetto alla direzione della lunghezza |
| $e_x =$      | <input type="text" value="0,00"/>  | m   | Eccentricità in direzione X   |
| $e_y =$      | <input type="text" value="0,00"/>  | m   | Eccentricità in direzione Y   |

CARATTERISTICHE FONDAZIONE RIDOTTA

|        |                                     |   |                   |
|--------|-------------------------------------|---|-------------------|
| $B' =$ | <input type="text" value="2,80"/>   | m | Base ridotta      |
| $L' =$ | <input type="text" value="59,70"/>  | m | Lunghezza ridotta |
| $A' =$ | <input type="text" value="167,16"/> |   | Area ridotta      |

PARAMETRI DEL TERRENO

|              |                                    |                   |  |
|--------------|------------------------------------|-------------------|--|
| $\gamma =$   | <input type="text" value="18"/>    | kN/m <sup>3</sup> | Peso per unità di volume del terreno di fondazione           |
| $\varphi =$  | <input type="text" value="28"/>    | °                 | Angolo di attrito  |
| $c' =$       | <input type="text" value="15"/>    | kN/m <sup>2</sup> | Coesione efficace  |
| $c_u =$      | <input type="text" value="100"/>   | kN/m <sup>2</sup> | Coesione non drenata   |
| $\gamma_r =$ | <input type="text" value="18"/>    | kN/m <sup>3</sup> | Peso per unità di volume del terreno di riempimento laterale |
| $K_p =$      | <input type="text" value="2,770"/> |                   | Coefficiente di spinta passiva                               |
| $q =$        | <input type="text" value="50,40"/> | kN/m <sup>2</sup> | Pressione litostatica alla profondità del piano di posa      |

PARAMETRI DI PORTANZA DELLA FONDAZIONE (BRINCH-HANSEN)

|              |       |   |
|--------------|-------|---|
| $k =$        | 1,00  | Fattore di profondità   |
| $m_b =$      | 1,96  | Parametro di forma per carico agente in direzione della base      |
| $m_l =$      | 1,04  | Parametro di forma per carico agente in direzione della lunghezza |
| $m =$        | 1,96  | Parametro di forma complessivo                                    |
| $N_c =$      | 25,80 | Fattori di capacità portante                                      |
| $N_q =$      | 14,72 |   |
| $N_\gamma =$ | 14,59 |   |
| $s_c =$      | 1,02  | Fattori di forma  |
| $s_q =$      | 1,02  |   |
| $s_\gamma =$ | 0,99  |   |
| $b_c =$      | 1,00  | Fattori di inclinazione del piano di posa                         |
| $b_q =$      | 1,00  |   |
| $b_\gamma =$ | 1,00  |   |
| $i_c =$      | 1,00  | Fattori di inclinazione del carico                                |
| $i_q =$      | 1,00  |   |
| $i_\gamma =$ | 1,00  |   |

PRESSIONI LIMITE ED AMMISSIBILI

|                    |   |
|--------------------|---|
| Condizioni drenate |   |
| F.S. =             | 2,3 Fattore di sicurezza                                  |
| $q_{LIM} =$        | 1516,905 kN/m <sup>2</sup> Pressione limite               |
| $q_{R,D} =$        | 659,52 kN/m <sup>2</sup> Pressione resistente di progetto |

La verifica della capacità portante del complesso terreno fondazione viene effettuata confrontando le pressioni esercitate dalla struttura sul terreno, ottenute dall'analisi ad elementi finiti, con la pressione resistente limite precedentemente determinata. I valori massimi delle pressioni sul terreno sono riportati graficamente nello schema seguente:



Essendo la pressione sul terreno inferiore a quella limite di progetto la verifica risulta soddisfatta.

## 12 SINTESI DEI RISULTATI DELLE VERIFICHE

Per maggiore chiarezza nella lettura dei tabulati di calcolo e verifica e nell'interpretazione dei risultati delle verifiche si esplicitano i seguenti aspetti riguardanti le armature degli elementi strutturali.

### 12.1 PLATEA DI FONDAZIONE

#### 12.1.1 Tombino e imbocco

Platea di fondazione in c.a. (sp = 40 cm): armata con  $\Phi 20/20$  superiormente ed inferiormente in direzione ortogonale all'asse del tombino e con  $\Phi 10/20$  superiormente ed inferiormente in direzione parallela all'asse del tombino, con copriferro di calcolo pari a 5 cm.

#### 12.1.2 Sbocco

Platea di fondazione in c.a. (sp = 40 cm): armata con  $\Phi 16/20$  superiormente ed inferiormente in direzione ortogonale all'asse del tombino e con  $\Phi 10/20$  superiormente ed inferiormente in direzione parallela all'asse del tombino, con copriferro di calcolo pari a 5 cm.

### 12.2 PARETI

#### 12.2.1 Tombino

Pareti in c.a. (sp = 40 cm): armate con  $\Phi 20/20$  verticali all'intradosso e all'estradosso e con  $\Phi 12/20$  orizzontali all'intradosso e all'estradosso, con copriferro di calcolo pari a 5 cm.

#### 12.2.2 Sbocco e imbocco

Pareti in c.a. (sp = 40 cm): armate con  $\Phi 16/20$  verticali all'intradosso e all'estradosso e con  $\Phi 10/20$  orizzontali all'intradosso e all'estradosso, con copriferro di calcolo pari a 5 cm.

### 12.3 SOLAIO DI COPERTURA

Platea di fondazione in c.a. (sp = 40 cm): armata con  $\Phi 20/20$  superiormente ed inferiormente in direzione ortogonale all'asse del tombino e con  $\Phi 10/20$  superiormente ed inferiormente in direzione parallela all'asse del tombino, con copriferro di calcolo pari a 5 cm.

Per ulteriori dettagli si faccia riferimento agli elaborati grafici di progetto.