

# AUTOSTRADA VALDASTICO

## A31 NORD

### 1° LOTTO

### Piovene Rocchette - Valle dell'Astico

## PROGETTO DEFINITIVO

CUP G21B1 30006 60005  
WBS B25.A31N.L1  
COMMESSA J16L1

#### COMMITTENTE



S.p.A. AUTOSTRADA BRESCIA VERONA VICENZA PADOVA  
Area Costruzioni Autostradali

CAPO COMMESSA  
PER LA PROGETTAZIONE  
Dott. Ing. Gabriella Costantini

PRESTATORE DI SERVIZI:  
**CONSORZIO RAETIA**



RAPPRESENTANTE: Dott. Ing. Alberto Scotti

RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE  
TRA LE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:  
Technital S.p.A. - Dott. Ing. Andrea Renso



PROGETTAZIONE:

**3TI** 3TI PROGETTI ITALIA  
INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.

Il Responsabile  
Dott. Ing. Stefano Luca Possati



ELABORATO: **OPERE D'ARTE MAGGIORI**  
Opere d'arte: ponti e viadotti  
Viadotto Settecà  
Relazione tecnica e di calcolo fondazioni

Progressivo Rev.  
**07 01 04 002 02**

| Rev. | Data        | Descrizione              | Redazione               | Controllo | Approvazione | SCALA: --  |
|------|-------------|--------------------------|-------------------------|-----------|--------------|--|
| 00   | MARZO 2017  | PRIMA EMISSIONE          | 3TI PROGETTI - DI SANZO | M. SORGE  | S.L.POSSATI  | NOME FILE: J16L1_07_01_04_002_0102_OPD_02.dwg                |
| 01   | GIUGNO 2017 | REVISIONE PER VERIFICA   | 3TI PROGETTI - DI SANZO | M. SORGE  | S.L.POSSATI  | CM.      PROGR.                      FG.      LIV.      REV. |
| 02   | LUGLIO 2017 | RECEPIMENTO OSSERVAZIONI | 3TI PROGETTI - DI SANZO | M. SORGE  | S.L.POSSATI  | J16L1_07_01_04_002_0102_OPD_02                               |

**AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD**  
**1° LOTTO**  
**PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO**

*Committente:*



*Progettazione:*

CONSORZIO RAETIA



**PROGETTO DEFINITIVO**  
**VIADOTTO SETTECA'**

RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE

## INDICE

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| <b>1</b>  | <b>PREMESSA</b>   | <b>4</b>  |
| <b>2</b>  | <b>NORMATIVE</b>  | <b>5</b>  |
| <b>3</b>  | <b>MATERIALI</b>  | <b>5</b>  |
| <b>4</b>  | <b>INQUADRAMENTO GEOTECNICO</b>                         | <b>6</b>  |
| <b>5</b>  | <b>ANALISI DEI CARICHI</b>                              | <b>7</b>  |
| 5.1       | Pesi propri strutturali (G1) e permanenti portati (G2)  | 7         |
| 5.1       | Azioni termiche (E3)                                    | 7         |
| 5.1       | Carichi verticali da traffico (Q1K; Q10)                | 7         |
| 5.1       | Frenatura (Q3)  | 9         |
| 5.1       | Centrifuga (Q4)   | 10        |
| 5.1       | Vento a ponte scarico (Q5) e vento a ponte carico (Q5q) | 10        |
| 5.1       | Resistenze parassite nei vincoli (Q7)                   | 12        |
| 5.1       | Azione sismica (SX, SY, SZ)                             | 12        |
| <b>6</b>  | <b>COMBINAZIONI DI CARICO</b>                           | <b>14</b> |
| <b>7</b>  | <b>SIMBOLOGIA E CONVENZIONI</b>                         | <b>15</b> |
| <b>8</b>  | <b>MODELLO DI CALCOLO</b>                               | <b>16</b> |
| <b>9</b>  | <b>RISULTATI ANALISI MODALE</b>                         | <b>20</b> |
| <b>10</b> | <b>PILE</b>   | <b>21</b> |
| 10.1      | Verifica pulvino  | 25        |
| 10.2      | Verifica micropali                                      | 26        |
| 10.3      | Verifica fusto pila allo spiccato                       | 27        |
| 10.1      | Verifica plinto   | 31        |
| <b>11</b> | <b>SPALLA B - SUD</b>                                   | <b>37</b> |
| 11.1      | Geometria   | 37        |
| 11.1      | Parametri di calcolo                                    | 38        |
| 11.1      | Azioni globali non fattorizzate                         | 41        |
| 11.1      | Azioni su micropali                                     | 46        |
| 11.2      | Verifica micropali                                      | 49        |
| 11.1      | Verifica plinto   | 54        |
| 11.1      | Verifica muro frontale                                  | 64        |

|      |                                 |     |
|------|---------------------------------|-----|
| 11.2 | Verifica paraghiaia             | 71  |
| 12   | SPALLA A – SUD                  | 76  |
| 12.1 | Geometria                       | 76  |
| 12.1 | Parametri di calcolo            | 77  |
| 12.2 | Azioni globali non fattorizzate | 80  |
| 12.1 | Azioni su micropali             | 85  |
| 12.1 | Verifica micropali              | 89  |
| 12.2 | Verifica plinto                 | 90  |
| 12.1 | Verifica muro frontale          | 96  |
| 13   | SPALLA B - NORD                 | 103 |
| 13.1 | Geometria                       | 103 |
| 13.2 | Parametri di calcolo            | 104 |
| 13.3 | Azioni globali non fattorizzate | 105 |
| 13.4 | Azioni su micropali             | 110 |
| 13.5 | Verifica micropali              | 113 |
| 14   | ISOLATORI                       | 114 |

### Indice delle figure

|          |  |    |
|----------|--|----|
| Figura 1 | Vista 3D unifilare.....                    | 16 |
| Figura 2 | Vista 3D estrusa .....                     | 16 |
| Figura 3 | Dettaglio modellazione isolatori.....      | 17 |
| Figura 4 | Rigidità isolatori .....                   | 17 |
| Figura 5 | Forma modale principale trasversale .....  | 20 |
| Figura 6 | Forma modale principale longitudinale..... | 20 |

## **1 PREMESSA**

La presente relazione ha per oggetto le verifiche strutturali e geotecniche del viadotto Settecà.

L’opera in esame è un viadotto a 9 campate  $L_{tot}=413.85m$ , in rettilineo. L’impalcato è in acciaio-clt bi-trave. La larghezza della piattaforma stradale è di 14.35m

L’impalcato è isolato mediante isolatori elastomerici.

Le pile e le spalle sono fondate su micropali  $\Phi 300$ . I micropali delle pile sono verticali, quelli delle spalle sono inclinati solo in direzione longitudinale.

La verifica geotecnica del sistema di fondazione viene condotta con l’approccio 2, quindi A1+M1+R3.

## 2 NORMATIVE

I calcoli sono svolti in ottemperanza alla Normativa vigente:

[N1] **D.M. 14/01/08**: “Nuove norme tecniche per le costruzioni”;

[N2] **Circ. 02/02/09**: “Istruzioni per l’applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni”;

## 3 MATERIALI

- Acciaio impalcato S355
- Soletta impalcato C32/40
- Plinti di fondazione, spalle e muri C25/30
- Elevazione spalle, pile, muri, paraghiaia C32/40
- Baggioli C32/40
- Acciaio da cemento armato B450C
- Acciaio per armatura tubolare micropali S355

Per maggiori dettagli si rimanda alla tavola dei materiali.

Per le verifiche a fessurazione, si adottano i seguenti parametri

| <b>Parte d'opera</b> | <b>Classe di esposizione</b> | <b>Condizioni</b> | <b>Frequente</b> | <b>Quasi permanente</b> |
|----------------------|------------------------------|-------------------|------------------|-------------------------|
| Clevazione           | XC4, XF2                     | Aggressive        | w2=0.300         | w1=0.200                |
| Fondazione           | XC2                          | Ordinarie         | w3=0.400         | w2=0.300                |

#### 4 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Si riporta la caratterizzazione geotecnica utilizzata ai fini del dimensionamento delle opere di fondazione.

| OPERE: Viadotto Settecà – Per opere su Depositi Alluvionali |  |           |   |            |           |            |                              |                |             |                |            |                    |            |              |
|---|--|-----------|---|------------|-----------|------------|------------------------------|----------------|-------------|----------------|------------|--------------------|------------|--------------|
| Strato  | Profondità<br>m dal p.c. di riferimento  |           | DESCRIZIONE STRATIGRAFICA   |            |           |            |                              |                |             |                |            |                    | NOTE       |              |
|   | da   | a         |   |            |           |            |                              |                |             |                |            |                    |            |              |
|   |  |           | Formazione depositi alluvionali attuali e recenti che poggiano sulla Dolomia principale |            |           |            |                              |                |             |                |            |                    |            |              |
|   |  |           |   |            |           |            |                              |                |             |                |            |                    |            |              |
|   |  |           |   |            |           |            |                              |                |             |                |            |                    |            |              |
|   |  |           |   |            |           |            |                              |                |             |                |            |                    |            |              |
| FALDA   | A fondo alveo. Quota rilevata 317,5 m s.l.m. circa; può arrivare fino a 320 – 321 m s.l.m. |           |   |            |           |            |                              |                |             |                |            |                    |            |              |
| CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA                                |  |           |   |            |           |            |                              |                |             |                |            |                    |            |              |
| Prof. da pc –m  | $\gamma$<br>(kN/m <sup>3</sup> )   | IP<br>(-) | $G_s$<br>(-)  | OCR<br>(-) | DR<br>(%) | K<br>(m/s) | $C_v$<br>(m <sup>2</sup> /s) | $C_u$<br>(kPa) | $C'$<br>kPa | $\phi'$<br>(°) | E<br>(MPa) | $G_{max}$<br>(Mpa) | $v$<br>(-) | $k_c$<br>(-) |
| Da pc a -15   | 20   | -         | 2.75  | 2          | 60        | 1E-5       | -                            | -              | 0           | 42             | 60         | 220                | 0.3        | 0.5          |
| Da -15 a – 50   | 20   | -         | 2.75  | 1.5        | 50        | 1E-5       | -                            | -              | 0           | 40             | 50         | 200                | 0.3        | 0.5          |
|   |  |           |   |            |           |            |                              |                |             |                |            |                    |            |              |
|   |  |           |   |            |           |            |                              |                |             |                |            |                    |            |              |

|   |          |
|---|----------|
| Valdastico  |          |
| <b>Viadotto Settecà – Terreni granulari</b>             | Scheda 9 |
| STRATIGRAFIA DI PROGETTO E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA |          |

## 5 ANALISI DEI CARICHI

Si riportano di seguito i carichi utilizzati per il calcolo delle sollecitazioni e le verifiche delle sezioni della struttura in esame.

### 5.1 *Pesi propri strutturali (G1) e permanenti portati (G2)*

I pesi propri strutturali sono stati valutati considerando un peso specifico del cls pari a 25 kN/mc e un peso specifico dell'acciaio pari 78.5 kN/mc.

| <b>Pesi propri</b>                            | Codice         | Ripetizioni | Spessore | Larghezza | Area | Lunghezza | Volume  | p(KN/mc-mq) | Peso (kN/m)  |
|---|----------------|-------------|----------|-----------|------|-----------|---------|-------------|--------------|
| impalcato                                     | G1a            | 1           |          | 14.35     |      |           | 14.3500 | 2.30        | 33.0         |
| soletta corrente                              | G1sc           | 1           | 0.31     | 14.35     |      |           | 4.4485  | 25          | 111.2        |
| Sommano                                       |                |             |          |           |      |           | 18.7985 |             | 144.2        |
|   | <b>G1 ≈</b>    |             |          |           |      |           |         |             | <b>145.0</b> |
| <b>Permanenti portati</b>                     |                | Ripetizioni | Spessore | Larghezza | Area | Lunghezza | Volume  | p(KN/mc-mq) | Peso (kN/m)  |
| cordolo sx                                    |                | 1           | 0.165    | 2.20      |      |           | 0.3630  | 25          | 9.1          |
| cordolo dx                                    |                | 1           | 0.115    | 0.90      |      |           | 0.1035  | 25          | 2.6          |
| pavimentazione                                |                | 1           | 0.10     | 11.25     |      |           | 1.1250  | 20          | 22.5         |
| barriera bordo ponte in sx - metallica        |                | 1           |          |           |      |           | 1.0000  | 1.5         | 1.5          |
| barriera bordo ponte in dx - metallica + rete |                | 1           |          |           |      |           | 1.0000  | 2           | 2.0          |
| rete antiproiezione in sx                     |                | 1           |          |           |      |           | 1.0000  | 1.5         | 1.5          |
| veletta                                       |                | 2           |          |           |      |           | 2.0000  | 1           | 2.0          |
| varie   |                | 1           |          |           |      |           | 1.0000  | 3           | 3.0          |
| Sommano                                       |                |             |          |           |      |           | 7.5915  |             | 44.2         |
|   | <b>G2pp ≈</b>  |             |          |           |      |           |         |             | <b>45.0</b>  |
| Sommano carichi permanenti                    | <b>G1+G2 ≈</b> |             |          |           |      |           |         | <b>G ≈</b>  | <b>190.0</b> |

### 5.1 *Azioni termiche (E3)*

Sull'impalcato è stato considerato un gradiente termico di  $\pm 10^{\circ}\text{C}$  sull'altezza della trave + soletta.

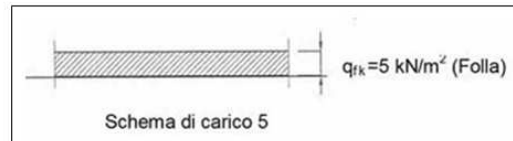
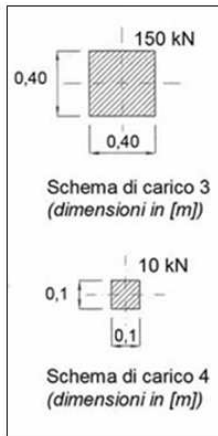
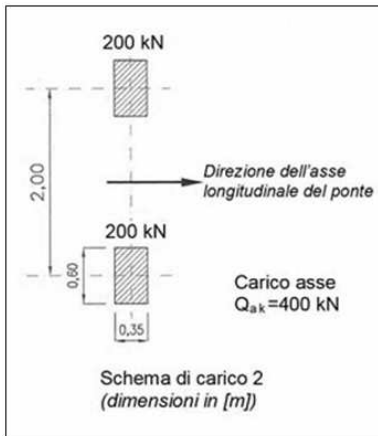
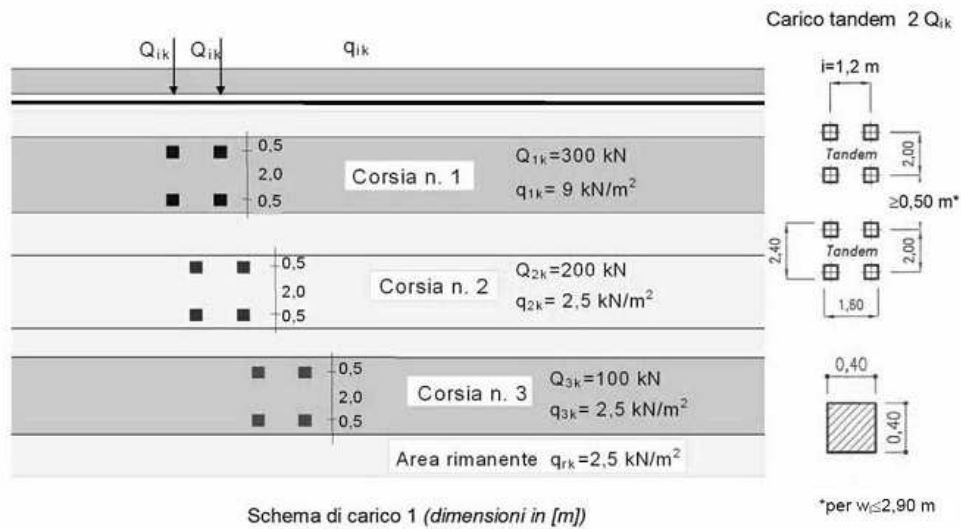
Ai fini della valutazione delle escursioni dei giunti e degli spostamenti degli isolatori, si considera una variazione termica uniforme pari a  $\pm 30^{\circ}\text{C}$ .

### 5.1 *Carichi verticali da traffico (Q1K; Q10)*

Con il simbolo Q1K è stato definito il valore caratteristico del carico verticale da traffico, con Q10 il relativo valore frequente, con i valori degli assi moltiplicati per 0.75 e i valori del carico distribuito moltiplicati per 0.40.

Si applicano i modelli di carico di normativa descritti nella figura seguente.





| Posizione       | Carico asse $Q_{ak}$ [kN] | $q_{rk}$ [kN/m <sup>2</sup> ] |
|-----------------|---------------------------|-------------------------------|
| Corsia Numero 1 | 300                       | 9,00                          |
| Corsia Numero 2 | 200                       | 2,50                          |
| Corsia Numero 3 | 100                       | 2,50                          |
| Altre corsie    | 0,00                      | 2,50                          |

Le azioni da traffico sono state applicate alla struttura utilizzando carichi tipo “Moving Load” imponendo che i modelli di carico possano muoversi lungo il viadotto.

Il modulo di calcolo Bridge utilizzato provvede automaticamente a scegliere lo schema di carico e a posizionare i carichi lungo il viadotto in modo da rendere massima o minima ciascuna delle 6 caratteristiche di sollecitazione (N,TLONG,TTRASV,MLONG,MTRASV,MTORC) e fornendo per ciascun massimo o minimo i valori congruenti delle 5 restanti.

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

Sono stati considerati i modelli di carico di normativa, descritti nelle seguenti figure:

**Corsia N°1 (L1):**

**Corsia N°2 (L2):**

**Corsia N°3 (L3):**

**2.5 kPa, per folla e parte rimanente:**

Nella tabella seguente, si riporta la larghezza delle corsie, della parte rimanente e della folla. L'eccentricità è valutata rispetto all'asse della pila.

|      |                           |          |          |           |          |          |
|------|---------------------------|----------|----------|-----------|----------|----------|
|      | Larghezza piattaforma (m) |          |          |           |          | 14.35    |
|      | Larghezza bitumato (m)    |          |          |           |          | 11.25    |
|      | Corsia 1                  | Corsia 2 | Corsia 3 | Parte rim | Folla sx | Folla dx |
| b(m) | 3                         | 3        | 3        | 2.25      | 1.1      | 0        |
| e(m) | 4.77                      | 1.77     | -1.23    | -3.85     | -6.08    | 0        |

**5.1 Frenatura (Q3)**

La forza di frenatura è stata applicata a livello della pavimentazione come forza uniformemente distribuita. Tale azione è variabile in funzione della lunghezza del viadotto, limitata ad un massimo di 900 kN. Con la lunghezza in oggetto, risulta:

|           |          |            |  |
|-----------|----------|------------|--|
| Lunghezza | 413.85 m |            |  |
| Frenatura | 900 kN = | 2.17 kN/ml |  |

Come da Istruzioni NTC08, al punto C5.1.3.3.7.2, la frenatura sul terrapieno delle spalle è stata considerata solo per la verifica locale della paragliaia.

### 5.1 Centrifuga (Q4)

Non considerata in quanto l’opera è in rettilineo.

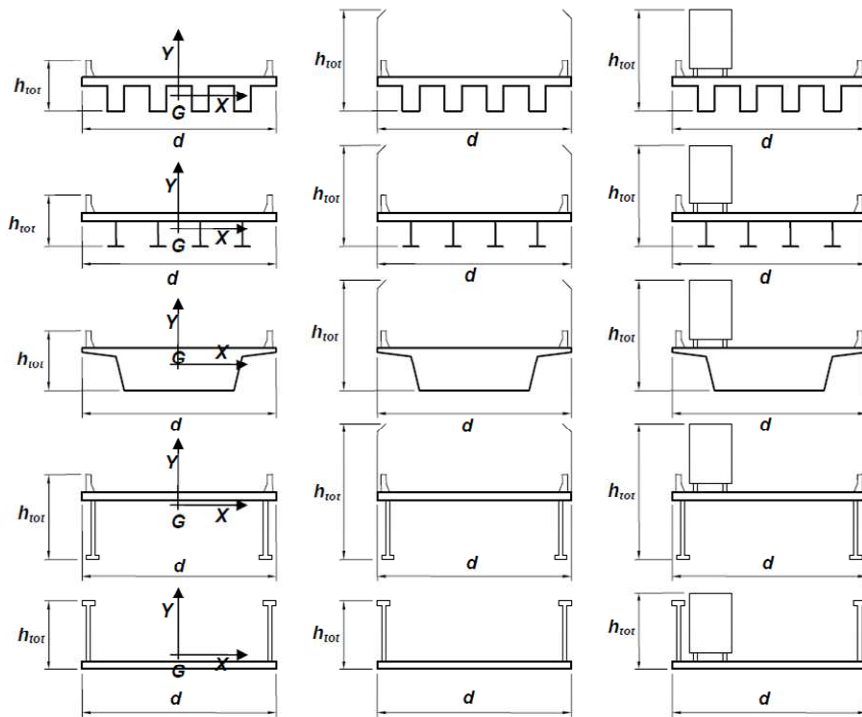
### 5.1 Vento a ponte scarico (Q5) e vento a ponte carico (Q5q)

Per il vento a ponte scarico, si utilizzano i parametri delle NTC08. Per il vento a ponte carico la velocità di riferimento  $v_{b0}$  viene presa pari a 23m/s secondo indicazione dell’EC 1-1-4 (8.3.1)

#### CALCOLO DELLA PRESSIONE DEL VENTO - DM08

| condizione (ponte carico o scarico)         |                                    | scarico (Q5) | carico (Q5q)                  |
|---|------------------------------------|--------------|-------------------------------|
| altitudine sul livello del mare             | as                                 | 300          | 300 m                         |
| zona  |                                    | 1            | 1                             |
| parametri                                   | $v_{b,0}$                          | 25           | 23 m/s                        |
| parametri                                   | $a_0$                              | 1000         | 1000 m                        |
| parametri                                   | $k_a$                              | 0.010        | 0.010 1/s                     |
| <b>velocità di riferimento (Tr=50 anni)</b> | $v_b = v_{b0} + k_a * (a_s - a_0)$ | <b>25</b>    | <b>23</b> m/s                 |
| Periodo di ritorno considerato              | $T_R$                              | 100          | 100 anni                      |
|   | $\alpha_r$                         | 1.04         | 1.04 -                        |
| <b>velocità di riferimento</b>              | $v_b$                              | <b>26.0</b>  | <b>23.9</b> m/s               |
| densità dell'aria                           | $\rho$                             | 1.25         | 1.25 kg/m <sup>3</sup>        |
| <b>pressione cinetica di riferimento</b>    | $q_b = 0.5 * \rho * v_b^2$         | <b>0.42</b>  | <b>0.36</b> kN/m <sup>2</sup> |
| Classe di rugosità del terreno              |                                    | D            | D                             |
| Distanza dalla costa                        |                                    | > 30 km      |                               |
| Altitudine sul livello del mare             |                                    | < 500 m      | < 500 m                       |
| Categoria di esposizione del sito           | Cat                                | 2            | 2                             |
| Altezza della costruzione rispetto al suolo | z                                  | 11.6         | 11.6 m                        |
| parametri                                   | $k_r$                              | 0.19         | 0.19                          |
| parametri                                   | $z_0$                              | 0.05         | 0.05 m                        |
| parametri                                   | $z_{min}$                          | 4            | 4 m                           |
| parametri                                   | $z_{max}$                          | 200          | 200 m                         |
| <b>Coefficiente di topografia</b>           | $c_t$                              | <b>1</b>     | <b>1</b>                      |
| coeff. di esposizione ( $z \leq z_{min}$ )  | $c_e(z_{min})$                     | 1.80         | 1.80 -                        |
| coeff. di esposizione (z)                   | $c_e(z)$                           | 2.45         | 2.45 -                        |
| coeff. di esposizione                       | $c_e(z)$                           | 2.45         | 2.45 -                        |
| <b>coefficiente di esposizione</b>          | $c_e$                              | <b>2.45</b>  | <b>2.45</b> -                 |
| <b>coefficiente di forma sopravvento</b>    | $c_p$                              | <b>1</b>     | 1 -                           |
| <b>coefficiente di forma sottovento</b>     | $c_p$                              | <b>0</b>     | 0 -                           |
| <b>coefficiente dinamico</b>                | $c_d$                              | 1            | 1 -                           |
| <b>pressione del vento sopravvento</b>      | $p = q_b * c_e * c_p * c_d =$      | <b>1.03</b>  | <b>0.87</b> kN/m <sup>2</sup> |

**CALCOLO FORZA EQUIVALENTE SU IMPALCATO DA PONTE - CNR-DT 207/2008**



**igura G.54** – Tipi di impalcato da ponte trattati nel presente paragrafo: gli ultimi due casi si riferiscono sia a travi ad anima piena sia a travi reticolari.

$$c_{fx} = \begin{cases} \frac{1,85}{d/h_{tot}} - 0,10 & 2 \leq d/h_{tot} \leq 5 \\ \frac{1,35}{d/h_{tot}} & d/h_{tot} > 5 \end{cases} \quad (G.24a)$$

*L'altezza di riferimento z è pari al massimo valore della quota del centro dell'impalcato rispetto al punto più basso del suolo sottostante, incrementato di  $htot/2$ .*

| Condizione                        |                  | scarico (Q5) | carico (Q5q)      |
|-----------------------------------|------------------|--------------|-------------------|
| Altezza di riferimento            | z                | 11.60        | 11.60 m           |
| Larghezza totale impalcato        | d                | 14.35        | 14.35 m           |
| Altezza di calcolo dell'impalcato | htot             | 5.80         | 5.80 m            |
| Rapporto geometrico               | d/htot           | 2.47         | 2.47 -            |
| Coefficiente di forza (dir. x)    | cfx              | 0.65         | 0.65 -            |
| Pressione cinetica di riferimento | qb               | 0.42         | 0.36 kN/mq        |
| Coefficiente di esposizione       | ce(z)            | 2.45         | 2.45 -            |
| Dimensione di riferimento         | l=d              | 14.35        | 14.35 m           |
| Forza statica equivalente         | f=qb*ce(z)*l*cfx | <b>9.60</b>  | <b>8.12 kN/ml</b> |
| Pressione statica equivalente     | q=f/htot=        | <b>1.65</b>  | <b>1.40 kN/mq</b> |

Il vento sul pulvino è stato considerato come da tabella successiva. I coefficienti di forma sono stati calcolati come da Eurocodice sul vento (EN 1991-1-4 Part 1-4: General actions Wind actions)

Per il pulvino si ha

|                      | CAT.        | 2            |                                      |      |      |       |        |      |            |             |  |
|----------------------|-------------|--------------|--------------------------------------|------|------|-------|--------|------|------------|-------------|--|
|                      | NORMA       | 2            | NTC                                  |      |      |       |        |      |            |             |  |
| <b>ponte scarico</b> | <b>vb,0</b> | <b>25.98</b> | <b>wind without traffic load(Q5)</b> |      |      |       |        |      |            |             |  |
|                      | Pier part   | b            | d                                    | d/b  | cf,0 | ze    | ce(ze) | qb   | q=ce*cf*qb | q*b         |  |
|                      | -           | m            | m                                    | -    | -    | m     | -      | kPa  | kPa        | kN/ml       |  |
| corrente             | 1           | 2.20         | 10.80                                | 4.91 | 1.02 | 10.00 | 2.35   | 0.42 | 1.01       | <b>2.22</b> |  |
| <b>ponte carico</b>  | <b>vb,0</b> | <b>23.90</b> | <b>wind with traffic load (Q5q)</b>  |      |      |       |        |      |            |             |  |
|                      | Pier part   | b            | d                                    | d/b  | cf,0 | ze    | ce(ze) | qb   | q=ce*cf*qb | q*b         |  |
|                      | -           | m            | m                                    | -    | -    | m     | -      | kPa  | kPa        | kN/ml       |  |
| corrente             | 1           | 2.20         | 10.80                                | 4.91 | 1.02 | 10.00 | 2.35   | 0.36 | 0.85       | <b>1.88</b> |  |

Per il fusto pila si ha

|                      |             |              |                                      |      |      |       |        |      |            |             |  |
|----------------------|-------------|--------------|--------------------------------------|------|------|-------|--------|------|------------|-------------|--|
| <b>ponte scarico</b> | <b>vb,0</b> | <b>25.98</b> | <b>wind without traffic load(Q5)</b> |      |      |       |        |      |            |             |  |
|                      | Pier part   | b            | d                                    | d/b  | cf,0 | ze    | ce(ze) | qb   | q=ce*cf*qb | q*b         |  |
|                      | -           | m            | m                                    | -    | -    | m     | -      | kPa  | kPa        | kN/ml       |  |
| corrente             | 1           | 3.00         |                                      |      | 1.33 | 10.00 | 2.35   | 0.42 | 1.32       | <b>3.96</b> |  |
| <b>ponte carico</b>  | <b>vb,0</b> | <b>23.90</b> | <b>wind with traffic load (Q5q)</b>  |      |      |       |        |      |            |             |  |
|                      | Pier part   | b            | d                                    | d/b  | cf,0 | ze    | ce(ze) | qb   | q=ce*cf*qb | q*b         |  |
|                      | -           | m            | m                                    | -    | -    | m     | -      | kPa  | kPa        | kN/ml       |  |
| corrente             | 1           | 3.00         | 0.00                                 | 0.00 | 1.33 | 10.00 | 2.35   | 0.36 | 1.12       | <b>3.35</b> |  |

### 5.1 Resistenze parassite nei vincoli (Q7)

Non considerata in quanto si utilizzano isolatori elastomerici.

### 5.1 Azione sismica (SX, SY, SZ)

L'azione sismica è valutata con riferimento alle indicazioni riportate nelle NTC 08.

La vita nominale VN dell'opera strutturale è assunta pari a 100 anni, la classe d'uso è la (IV), da cui deriva un coefficiente d'uso CU = 2. L'azione sismica è valutata in relazione ad un periodo di riferimento VR = VN • CU = 200 anni.

Il sottosuolo rientra nella categoria B. Ai fini degli effetti dell'azione sismica locale, la categoria topografica è la T1.

Le masse partecipanti all'azione sismica sono solo i pesi propri e i permanenti portati.

Visto che il viadotto è isolato, il fattore di struttura assunto è 1 per tutti gli elementi.

Tutte le sottostrutture sono state verificate allo Stato limite di salvaguardia della vita (SLV), mentre il sistema di isolamento è stato verificato allo Stato limite di collasso (SLC).

Il sisma sulla pila e sul pulvino è stato considerato facendo inserito le relative masse. Poi è stata effettuata un'analisi dinamica modale la quale considera tutte le masse in gioco.

### Stato limite di salvaguardia della vita (SLV)

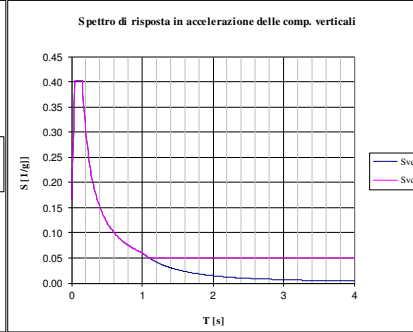
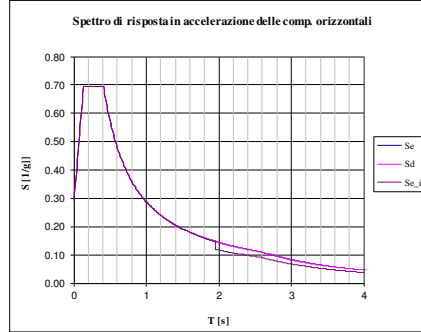
|             |  |
|-------------|--|
| Terr. Tipo  | b                                      |
| Cat. Topog. | 5%                                     |
| $\eta$      | 1                                      |
| $a_{g0}$    | 0.248 g                                |
| $F_0$       | 2.411                                  |
| $T_{c^*}$   | 0.295 s                                |
| $\gamma^*$  | 1                                      |
| $a_g$       | 0.248 g                                |
| $q$         | 1                                      |
| $\beta$     | 0.2                                    |
|             | <b>Ss</b> <b>St</b>                    |
|             | 1.161 1.000                            |
| <b>Ce</b>   | <b>S</b> <b>TB</b> <b>TC</b> <b>TD</b> |
| 1.404       | 1.161 0.138 0.414 2.593                |

|                      |  |                     |
|----------------------|--|---------------------|
| componente verticale |  | <b>Ss</b> <b>St</b> |
| $F_v$                | 1.622                                  | 1.000 1.000         |
|                      | <b>S</b> <b>TB</b> <b>TC</b> <b>TD</b> |                     |
| 1.000                | 0.050 0.150 1.000                      |                     |
| $q$                  | 1                                      |                     |

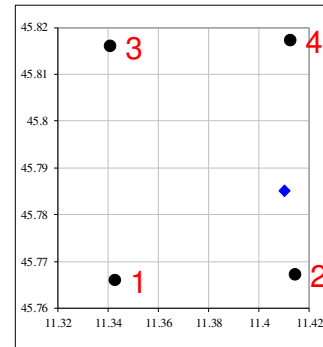
|                             |                          |
|-----------------------------|--------------------------|
| Per avere il valore di S(T) |                          |
| T                           | 0 0                      |
|                             | <b>orizz</b> <b>vert</b> |
| $S_s(T)$                    | 0.288 0.167              |
| $S_a(T)$                    | 0.288 0.167              |

|  |                          |
|--|--------------------------|
| Valore massimo dello spettro (plateau) |                          |
|  | <b>orizz</b> <b>vert</b> |
| $S_s(T)$                               | 0.695 0.402              |
| $S_a(T)$                               | 0.695 0.402              |

|                     |         |
|---------------------|---------|
| Ponti isolati       |         |
| $T_{is}$            | 2.45 s  |
| $0.8^*T_{is}$       | 1.96 s  |
| $\gamma^*$          | 10%     |
| $\eta$              | 0.816 - |
| $S_{c,iso}(T_{is})$ | 0.096 g |



|  |  |
|--|--|
| Dati   |  |
| $V_N$  | 100 anni Vita nominale   |
| CLASSE   | 4 Classe d'uso   |
| $C_U$  | 2 Coefficiente d'uso   |
| $V_R$  | 200 anni Periodo di riferimento  |
| $P_{VR}$   | 10% Prob. di sup. nel periodo di riferimento   |
| $T_R$  | 1898 anni Periodo di ritorno   |
| $f$  | 0.0005 l/anno Frequenza di annuale di superamento  |
| <b>Punto</b>   | <b>ID</b> <b>LONG</b> <b>LAT</b> <b><math>a_g</math></b> <b><math>F_0</math></b> <b><math>T_{c^*}</math></b> |
| 1  | 11181 11.34305 45.76585 0.253 2.410 0.293  |
| 2  | 11182 11.41457 45.7671 0.255 2.405 0.295   |
| 3  | 10959 11.34121 45.81584 0.237 2.423 0.295  |
| 4  | 10960 11.4128 45.81709 0.240 2.416 0.297   |
|  | <b>LONG</b> <b>LAT</b> <b><math>a_g</math></b> <b><math>F_0</math></b> <b><math>T_{c^*}</math></b>           |
| P  | 11.409925 45.785161 0.248 2.411 0.295  |
| convertitore coordinate : gradi sessagesimali ----> gradi sessagesimali (o decimali) |  |
| <b>gradi</b>   | <b>primi</b> <b>secondi</b> <b>gradi decimali</b>  |
| 45   | 47 6.58 lat. 45.785161   |
| 11   | 24 35.73 long. 11.409925   |



### Stato limite di collasso (SLC)

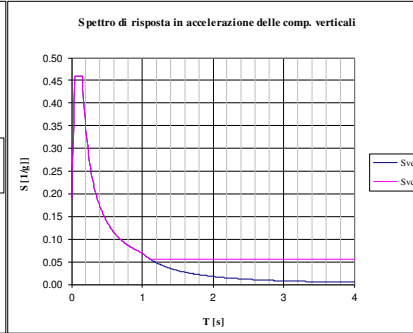
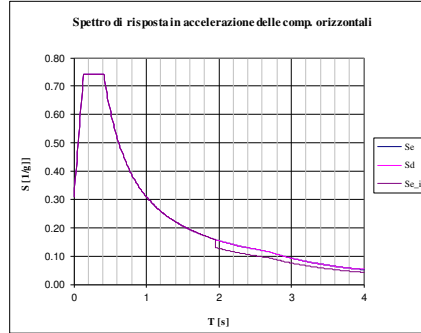
|             |  |
|-------------|--|
| Terr. Tipo  | b                                      |
| Cat. Topog. | 5%                                     |
| $\eta$      | 1                                      |
| $a_{g0}$    | 0.272 g                                |
| $F_0$       | 2.396                                  |
| $T_{c^*}$   | 0.298 s                                |
| $\gamma^*$  | 1                                      |
| $a_g$       | 0.272 g                                |
| $q$         | 1                                      |
| $\beta$     | 0.2                                    |
|             | <b>Ss</b> <b>St</b>                    |
|             | 1.139 1.000                            |
| <b>Ce</b>   | <b>S</b> <b>TB</b> <b>TC</b> <b>TD</b> |
| 1.402       | 1.139 0.139 0.417 2.688                |

|                      |  |                     |
|----------------------|--|---------------------|
| componente verticale |  | <b>Ss</b> <b>St</b> |
| $F_v$                | 1.687                                  | 1.000 1.000         |
|                      | <b>S</b> <b>TB</b> <b>TC</b> <b>TD</b> |                     |
| 1.000                | 0.050 0.150 1.000                      |                     |
| $q$                  | 1                                      |                     |

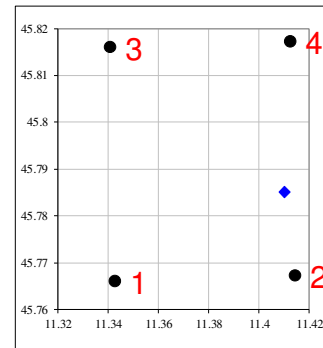
|                             |                          |
|-----------------------------|--------------------------|
| Per avere il valore di S(T) |                          |
| T                           | 0 0                      |
|                             | <b>orizz</b> <b>vert</b> |
| $S_s(T)$                    | 0.310 0.192              |
| $S_a(T)$                    | 0.310 0.192              |

|  |                          |
|--|--------------------------|
| Valore massimo dello spettro (plateau) |                          |
|  | <b>orizz</b> <b>vert</b> |
| $S_s(T)$                               | 0.743 0.459              |
| $S_a(T)$                               | 0.743 0.459              |

|                     |         |
|---------------------|---------|
| Ponti isolati       |         |
| $T_{is}$            | 2.45 s  |
| $0.8^*T_{is}$       | 1.96 s  |
| $\gamma^*$          | 10%     |
| $\eta$              | 0.816 - |
| $S_{c,iso}(T_{is})$ | 0.103 g |



|  |  |
|--|--|
| Dati   |  |
| $V_N$  | 100 anni Vita nominale   |
| CLASSE   | 4 Classe d'uso   |
| $C_U$  | 2 Coefficiente d'uso   |
| $V_R$  | 200 anni Periodo di riferimento  |
| $P_{VR}$   | 5% Prob. di sup. nel periodo di riferimento  |
| $T_R$  | 2475 anni Periodo di ritorno   |
| $f$  | 0.0004 l/anno Frequenza di annuale di superamento  |
| <b>Punto</b>   | <b>ID</b> <b>LONG</b> <b>LAT</b> <b><math>a_g</math></b> <b><math>F_0</math></b> <b><math>T_{c^*}</math></b> |
| 1  | 11181 11.34305 45.76585 0.277 2.389 0.296  |
| 2  | 11182 11.41457 45.7671 0.279 2.389 0.298   |
| 3  | 10959 11.34121 45.81584 0.260 2.408 0.297  |
| 4  | 10960 11.4128 45.81709 0.263 2.406 0.299   |
|  | <b>LONG</b> <b>LAT</b> <b><math>a_g</math></b> <b><math>F_0</math></b> <b><math>T_{c^*}</math></b>           |
| P  | 11.409925 45.785161 0.272 2.396 0.298  |
| convertitore coordinate : gradi sessagesimali ----> gradi sessagesimali (o decimali) |  |
| <b>gradi</b>   | <b>primi</b> <b>secondi</b> <b>gradi decimali</b>  |
| 45   | 47 6.58 lat. 45.785161   |
| 11   | 24 35.73 long. 11.409925   |



## 6 COMBINAZIONI DI CARICO

| SLEp.1 |   |
|--------|---|
| G1impa | 1 |
| G2     | 1 |
| G1sott | 1 |

| SLEqp.1 |     |
|---------|-----|
| G1impa  | 1   |
| G2      | 1   |
| G1sott  | 1   |
| Q7      | 0.5 |
| E3      | 0.5 |

|        | SLEf.1 | SLEf.2 | SLEf.3 | SLEf.4 |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| G1impa | 1      | 1      | 1      | 1      |
| G2     | 1      | 1      | 1      | 1      |
| G1sott | 1      | 1      | 1      | 1      |
| Q10    | 1      |        |        |        |
| Q5     |        | 0.2    |        |        |
| Q5q    |        |        |        |        |
| Q7     | 0.5    | 0.5    | 0.6    | 0.5    |
| E3     | 0.5    | 0.5    | 0.5    | 0.6    |

|        | SLEr.1 | SLEr.2 | SLEr.3 | SLEr.4 | SLEr.5 | SLEr.6 | SLEr.7 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| G1impa | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      |
| G2     | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      |
| G1sott | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      |
| Q1K    | 1      |        |        |        |        |        |        |
| Q10    |        | 1      | 1      |        | 1      | 1      | 1      |
| Q3     |        | 1      |        |        |        |        |        |
| Q4     |        |        | 1      |        |        |        |        |
| Q5     |        |        |        | 1      |        |        |        |
| Q5q    | 0.6    | 0.6    | 0.6    |        | 1      | 0.6    | 0.6    |
| Q7     | 0.6    | 0.6    | 0.6    | 0.6    | 0.6    | 1      | 0.6    |

|        | SLUequ.1 | SLUequ.2 | SLUequ.3 | SLUequ.4 | SLUequ.5 | SLUequ.6 | SLUequ.7 | SLUequ.8 | SLUequ.9 | SLUequ.10 | SLUequ.11 | SLUequ.12 | SLUequ.13 | SLUequ.14 |
|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| G1impa | 1.1      | 1.1      | 1.1      | 1.1      | 1.1      | 1.1      | 1.1      | 0.9      | 0.9      | 0.9       | 0.9       | 0.9       | 0.9       | 0.9       |
| G2     | 1.5      | 1.5      | 1.5      | 1.5      | 1.5      | 1.5      | 1.5      | 0.9      | 0.9      | 0.9       | 0.9       | 0.9       | 0.9       | 0.9       |
| G1sott | 1.1      | 1.1      | 1.1      | 1.1      | 1.1      | 1.1      | 1.1      | 0.9      | 0.9      | 0.9       | 0.9       | 0.9       | 0.9       | 0.9       |
| Q1K    | 1.35     |          |          |          |          |          |          | 1.35     |          |           |           |           |           |           |
| Q10    |          | 1.35     | 1.35     |          | 1.35     | 1.35     | 1.35     |          | 1.35     | 1.35      |           | 1.35      | 1.35      | 1.35      |
| Q3     |          | 1.35     |          |          |          |          |          |          | 1.35     |           |           |           |           |           |
| Q4     |          |          | 1.35     |          |          |          |          |          |          | 1.35      |           |           |           |           |
| Q5     |          |          |          | 1.5      |          |          |          |          |          |           | 1.5       |           |           |           |
| Q5q    | 0.9      | 0.9      | 0.9      |          | 1.5      | 0.9      | 0.9      | 0.9      | 0.9      | 0.9       |           | 1.5       | 0.9       | 0.9       |
| Q7     | 0.9      | 0.9      | 0.9      | 0.9      | 0.9      | 1.5      | 0.9      | 0.9      | 0.9      | 0.9       | 0.9       | 0.9       | 1.5       | 0.9       |
| E3     | 0.72     | 0.72     | 0.72     | 0.72     | 0.72     | 0.72     | 1.2      | 0.72     | 0.72     | 0.72      | 0.72      | 0.72      | 0.72      | 1.2       |

|        | SLUstr.1 | SLUstr.2 | SLUstr.3 | SLUstr.4 | SLUstr.5 | SLUstr.6 | SLUstr.7 | SLUstr.8 | SLUstr.9 | SLUstr.10 | SLUstr.11 | SLUstr.12 | SLUstr.13 | SLUstr.14 |
|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| G1impa | 1.35     | 1.35     | 1.35     | 1.35     | 1.35     | 1.35     | 1.35     | 1        | 1        | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         |
| G2     | 1.5      | 1.5      | 1.5      | 1.5      | 1.5      | 1.5      | 1.5      | 1        | 1        | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         |
| G1sott | 1.35     | 1.35     | 1.35     | 1.35     | 1.35     | 1.35     | 1.35     | 1        | 1        | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         |
| Q1K    | 1.35     |          |          |          |          |          |          | 1.35     |          |           |           |           |           |           |
| Q10    |          | 1.35     | 1.35     |          | 1.35     | 1.35     | 1.35     |          | 1.35     | 1.35      |           | 1.35      | 1.35      | 1.35      |
| Q3     |          | 1.35     |          |          |          |          |          |          | 1.35     |           |           |           |           |           |
| Q4     |          |          | 1.35     |          |          |          |          |          |          | 1.35      |           |           |           |           |
| Q5     |          |          |          | 1.5      |          |          |          |          |          |           | 1.5       |           |           |           |
| Q5q    | 0.9      | 0.9      | 0.9      |          | 1.5      | 0.9      | 0.9      | 0.9      | 0.9      | 0.9       |           | 1.5       | 0.9       | 0.9       |
| Q7     | 0.9      | 0.9      | 0.9      | 0.9      | 0.9      | 1.5      | 0.9      | 0.9      | 0.9      | 0.9       | 0.9       | 0.9       | 1.5       | 0.9       |
| E3     | 0.72     | 0.72     | 0.72     | 0.72     | 0.72     | 0.72     | 1.2      | 0.72     | 0.72     | 0.72      | 0.72      | 0.72      | 0.72      | 1.2       |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

|        | SLUgeo.1 | SLUgeo.2 | SLUgeo.3 | SLUgeo.4 | SLUgeo.5 | SLUgeo.6 | SLUgeo.7 | SLUgeo.8 | SLUgeo.9 | SLUgeo.10 | SLUgeo.11 | SLUgeo.12 | SLUgeo.13 | SLUgeo.14 |
|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| G1impa | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         |
| G2     | 1.3      | 1.3      | 1.3      | 1.3      | 1.3      | 1.3      | 1.3      | 1        | 1        | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         |
| G1sott | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         |
| Q1K    | 1.15     |          |          |          |          |          |          | 1.15     |          |           |           |           |           |           |
| Q10    |          | 1.15     | 1.15     |          | 1.15     | 1.15     | 1.15     |          | 1.15     | 1.15      |           | 1.15      | 1.15      | 1.15      |
| Q3     |          | 1.15     |          |          |          |          |          |          | 1.15     |           |           |           |           |           |
| Q4     |          |          | 1.15     |          |          |          |          |          |          | 1.15      |           |           |           |           |
| Q5     |          |          |          | 1.3      |          |          |          |          |          |           | 1.3       |           |           |           |
| Q5q    | 0.78     | 0.78     | 0.78     |          | 1.3      | 0.78     | 0.78     | 0.78     | 0.78     | 0.78      |           | 1.3       | 0.78      | 0.78      |
| Q7     | 0.78     | 0.78     | 0.78     | 0.78     | 0.78     | 1.3      | 0.78     | 0.78     | 0.78     | 0.78      | 0.78      | 0.78      | 1.3       | 0.78      |
| E3     | 0.6      | 0.6      | 0.6      | 0.6      | 0.6      | 0.6      | 1        | 0.6      | 0.6      | 0.6       | 0.6       | 0.6       | 0.6       | 1         |

|        | SIS.1 | SIS.2 | SIS.3 | SIS.4 | SIS.5 | SIS.6 | SIS.7 | SIS.8 | SIS.9 | SIS.10 | SIS.11 | SIS.12 |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| G1impa | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1      | 1      | 1      |
| G2     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1      | 1      | 1      |
| G1sott | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1      | 1      | 1      |
| Q7     | 0.5   | 0.5   | 0.5   | 0.5   | 0.5   | 0.5   | 0.5   | 0.5   | 0.5   | 0.5    | 0.5    | 0.5    |
| E3     | 0.5   | 0.5   | 0.5   | 0.5   | 0.5   | 0.5   | 0.5   | 0.5   | 0.5   | 0.5    | 0.5    | 0.5    |
| SX     | 1     | 1     | 1     | 1     | -1    | -1    | -1    | -1    | 0.3   | -0.3   | 0.3    | -0.3   |
| SY     | 0.3   | -0.3  | 0.3   | -0.3  | -0.3  | 0.3   | -0.3  | 0.3   | 1     | 1      | 1      | 1      |
| SZ     | 0.3   | 0.3   | -0.3  | -0.3  | -0.3  | -0.3  | 0.3   | 0.3   | 0.3   | 0.3    | -0.3   | -0.3   |

|        | SIS.13 | SIS.14 | SIS.15 | SIS.16 | SIS.17 | SIS.18 | SIS.19 | SIS.20 | SIS.21 | SIS.22 | SIS.23 | SIS.24 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| G1impa | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      |
| G2     | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      |
| G1sott | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      |
| Q7     | 0.5    | 0.5    | 0.5    | 0.5    | 0.5    | 0.5    | 0.5    | 0.5    | 0.5    | 0.5    | 0.5    | 0.5    |
| E3     | 0.5    | 0.5    | 0.5    | 0.5    | 0.5    | 0.5    | 0.5    | 0.5    | 0.5    | 0.5    | 0.5    | 0.5    |
| SX     | -0.3   | 0.3    | -0.3   | 0.3    | 0.3    | -0.3   | 0.3    | -0.3   | -0.3   | 0.3    | -0.3   | 0.3    |
| SY     | -1     | -1     | -1     | -1     | 0.3    | 0.3    | -0.3   | -0.3   | -0.3   | -0.3   | 0.3    | 0.3    |
| SZ     | -0.3   | -0.3   | 0.3    | 0.3    | 1      | 1      | 1      | 1      | -1     | -1     | -1     | -1     |

## 7 SIMBOLOGIA E CONVENZIONI

Se non diversamente specificato, nel seguito le sollecitazioni e le tensioni rispondono ai seguenti simboli e convenzioni:

### Sollecitazioni

- P = sforzo assiale
- V2 = sforzo di taglio longitudinale
- M3 = momento flettente longitudinale
- V3 = sforzo di taglio trasversale
- M2 = momento flettente trasversale
- T = momento torcente

Le sollecitazioni sono espresse in kN,m e le tensioni in MPa.



## 8 MODELLO DI CALCOLO

L’analisi delle sottostrutture è stata effettuata mediante l’utilizzo di un modello di calcolo agli elementi finiti. Il modello, rappresentato in figura seguente, è stato realizzato mediante il programma di calcolo SAP200 NL della CSI:

La carreggiata analizzata è la Sud in quanto presenta l’altezza maggiore della pila (Pila 7)

Il modello è costituito da 9 campate di luce di calcolo variabili. L’impalcato viene modellato con frame unifilare con le seguenti caratteristiche:

| TABLE: Frame Section Properties 01 - General |          |            |    |    |      |           |      |       |      |      |      |      |
|--|----------|------------|----|----|------|-----------|------|-------|------|------|------|------|
| SectionName                                  | Material | Shape      | t3 | t2 | Area | TorsConst | I33  | I22   | AS2  | AS3  | S33  | S22  |
| Text   | Text     | Text       | m  | m  | m2   | m4        | m4   | m4    | m2   | m2   | m3   | m3   |
| 2T   | S355     | SD Section |    |    | 0.94 | 0.01      | 0.97 | 17.24 | 0.11 | 0.51 | 0.49 | 2.40 |

L’interasse delle due travi è di 9.0m

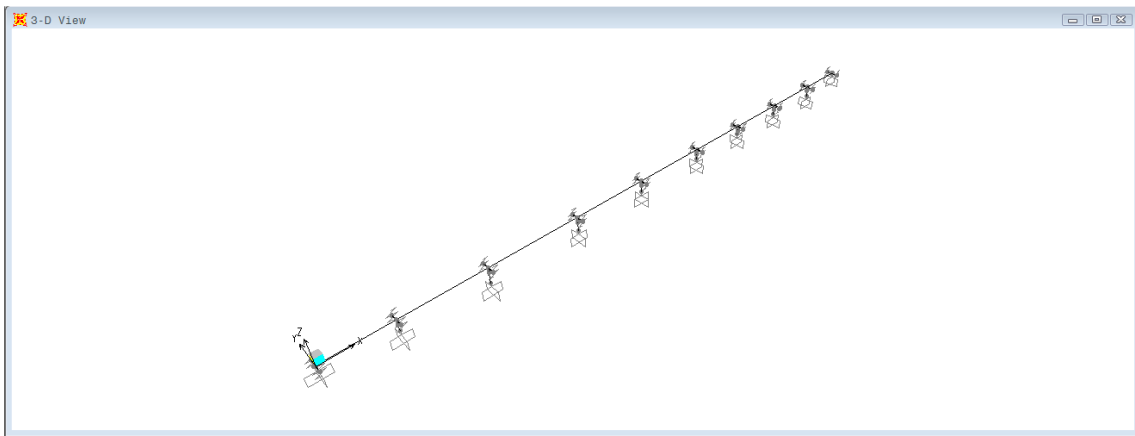


Figura 1 Vista 3D unifilare

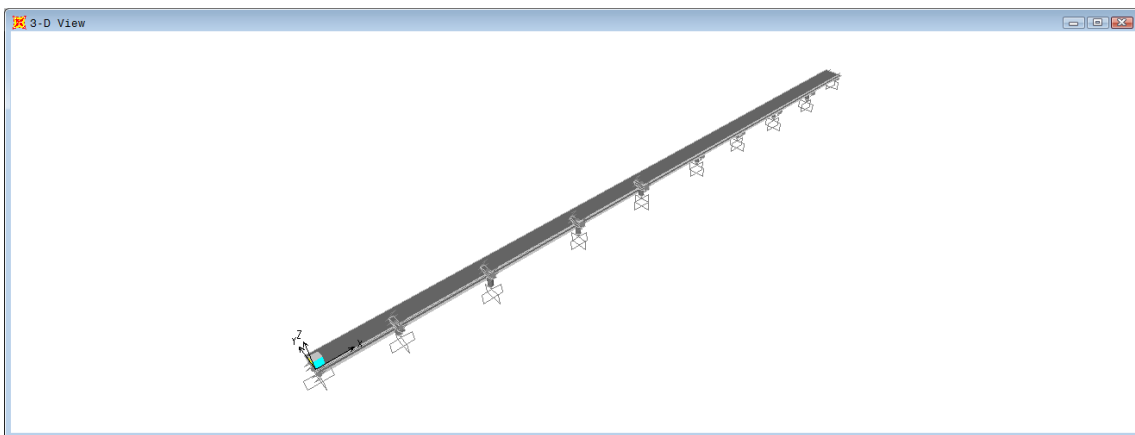


Figura 2 Vista 3D estrusa

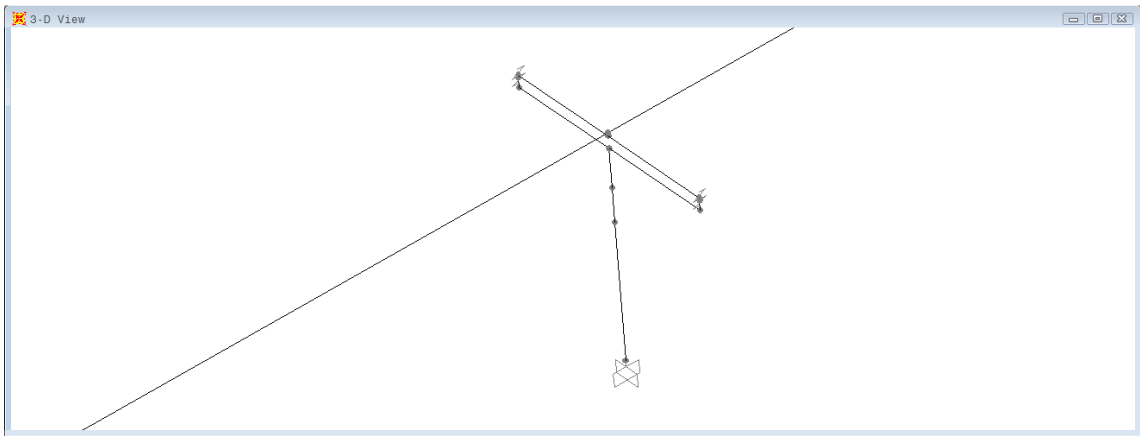


Figura 3 Dettaglio modellazione isolatori

Non si utilizzano vincoli cedevoli, bensì isolatori elastomerici con le seguenti caratteristiche:

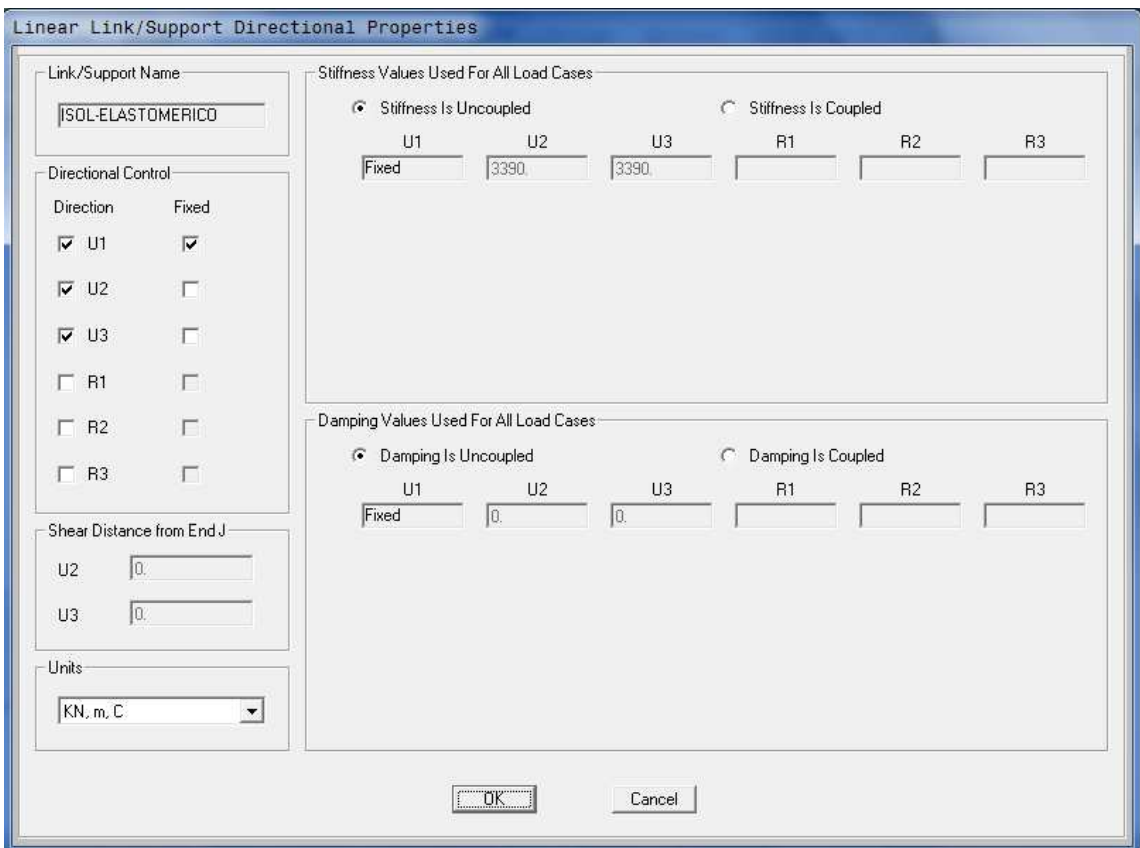
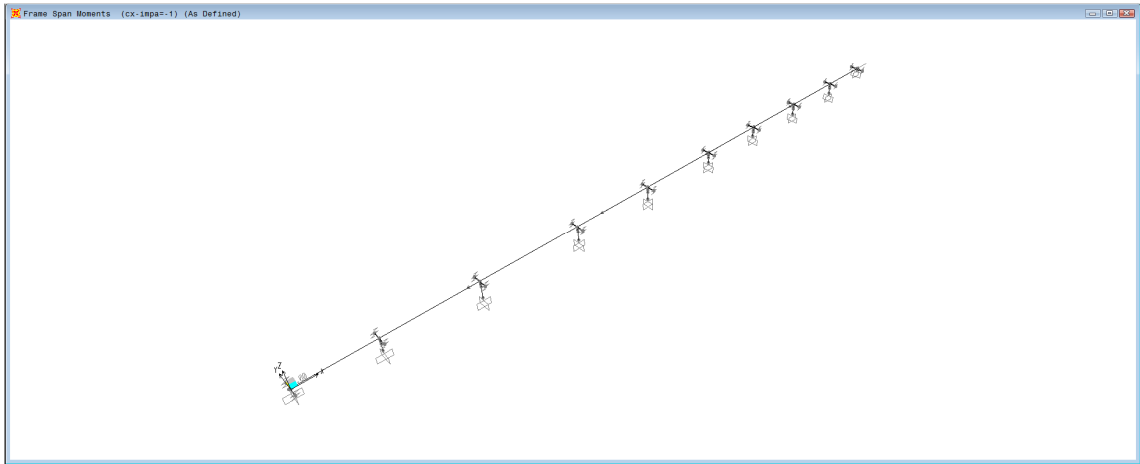
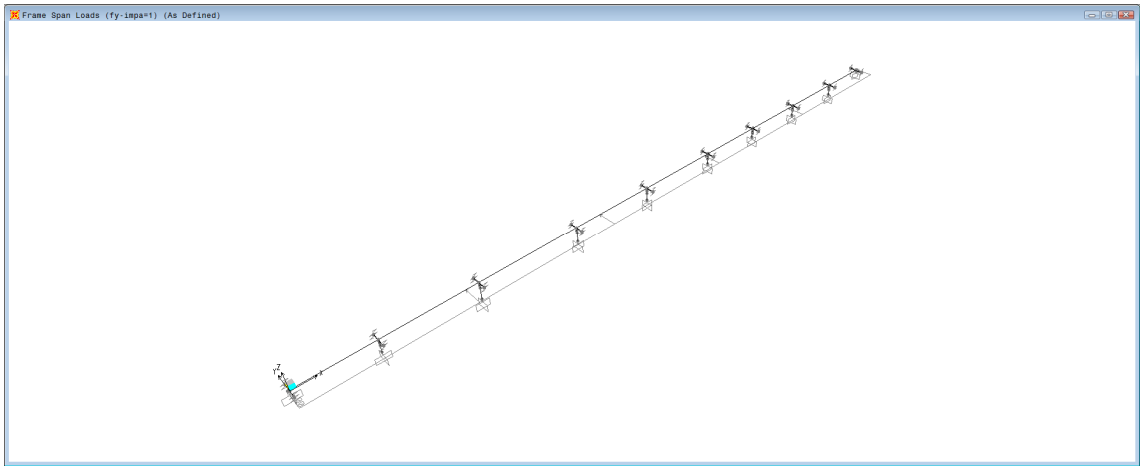
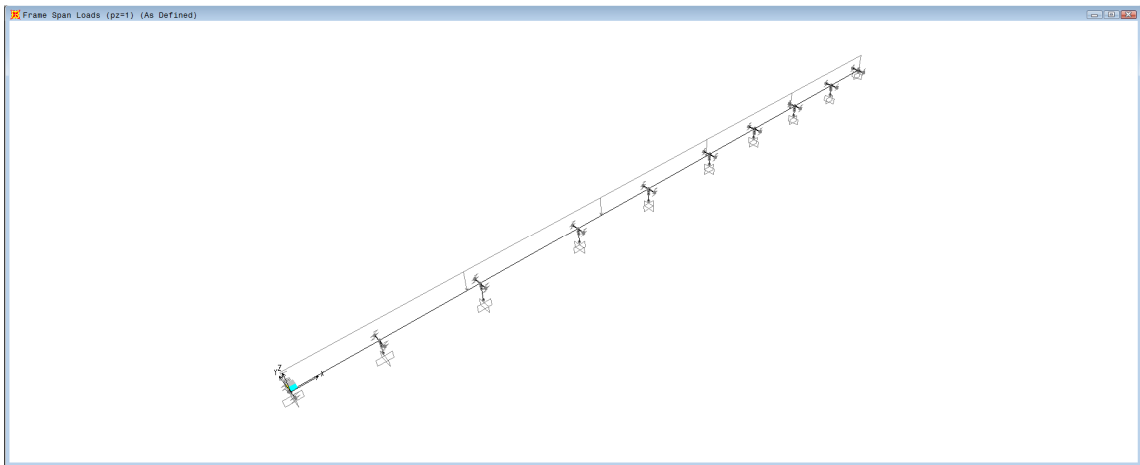


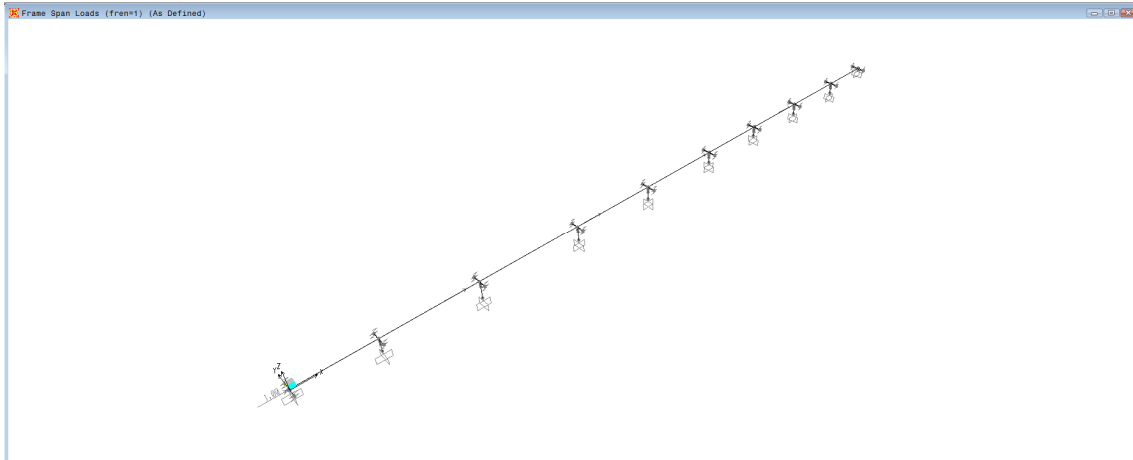
Figura 4 Rigidezza isolatori

Il modello viene caricato con delle azioni unitarie verticali e orizzontali, le quali poi vengono amplificate mediante opportuni coefficienti per ottenere le forze descritte nel capitolo analisi dei carichi. A titolo di esempio si riporta l'applicazione di alcuni carichi.

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO



AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

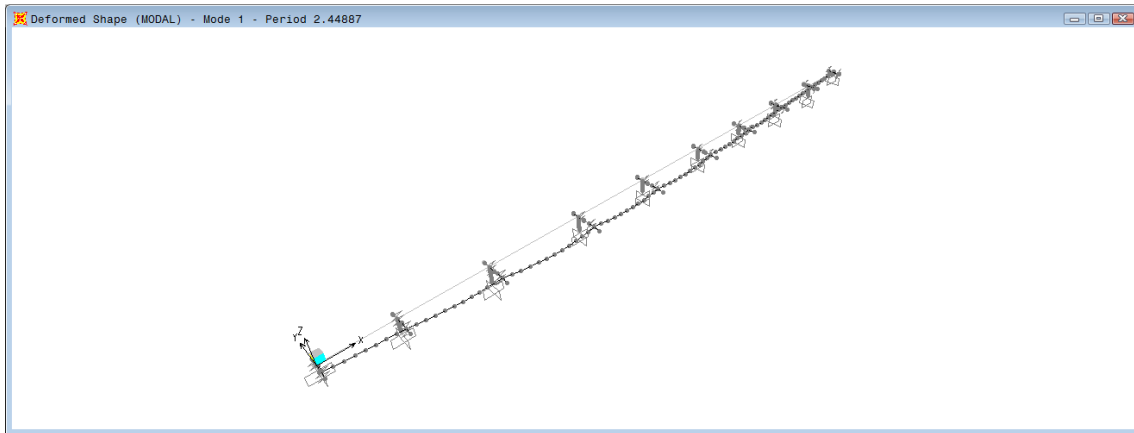


**TABLE: Case - Static 1 - Load Assignments**

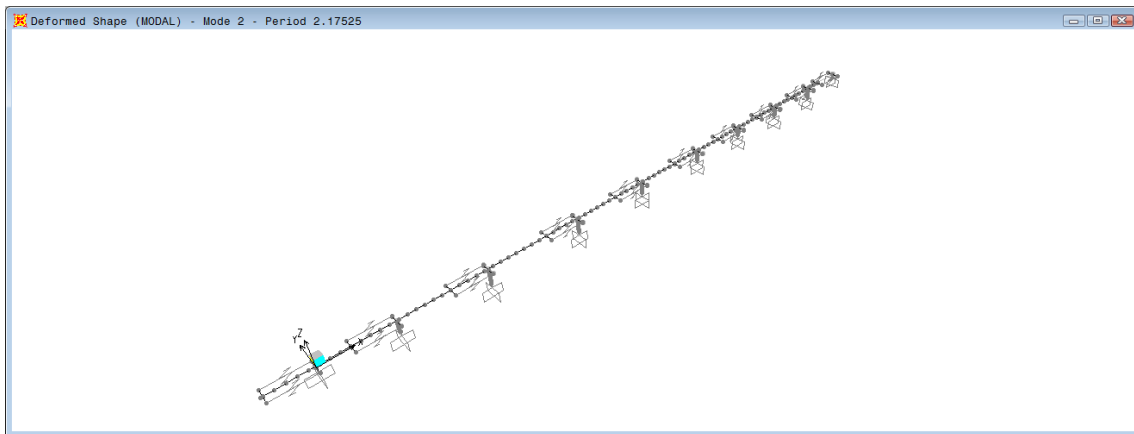
| Case       | LoadType     | LoadName  | LoadSF   |
|------------|--------------|-----------|----------|
| Text       | Text         | Text      | Unitless |
| G1impa     | Load pattern | pz=1      | 145      |
| G1pile     | Load pattern | G1pile=1  | 1        |
| G1pulv     | Load pattern | G1pulv=1  | 1        |
| G2         | Load pattern | pz=1      | 45       |
| attrito    | Load pattern | Fl-attr   | 1        |
| DTD        | Load pattern | DTD+1     | 0.37037  |
| DTU        | Load pattern | DTU+1     | 30       |
| vento+y-pc | Load pattern | fy-imp=1  | 8.12     |
| vento+y-pc | Load pattern | cx-imp=-1 | 23.31    |
| vento+y-pc | Load pattern | fy-pulv=1 | 1.88     |
| vento+y-pc | Load pattern | fy-pile=1 | 3.35     |
| vento+y-ps | Load pattern | fy-imp=1  | 9.6      |
| vento+y-ps | Load pattern | cx-imp=-1 | 27.53    |
| vento+y-ps | Load pattern | fy-pulv=1 | 2.22     |
| vento+y-ps | Load pattern | fy-pile=1 | 3.96     |
| fren       | Load pattern | fren=1    | 2.17     |
| centr      | Load pattern | centr     | 1        |

## 9 RISULTATI ANALISI MODALE

Si riportano le due principali forme modali dell'impalcato.



**Figura 5 Forma modale principale trasversale**



**Figura 6 Forma modale principale longitudinale**

## 10 PILE

Viene verificata la Pila 7 in quanto è la più alta ed inoltre supporta le campate di luce maggiore.

Azioni caratteristiche non combinate per P=Pmin, allo spiccato fusto pila (Pila 7)

| elementary actions | V2   | M3     | V3   | M2     | T   | P      | load type | $\phi / \psi$ |
|--------------------|------|--------|------|--------|-----|--------|-----------|---------------|
| G1impa             | -7   | -74    | 0    | 0      | 0   | -8 342 |           | 1             |
| G2                 | -2   | -23    | 0    | 0      | 0   | -2 571 |           | 1             |
| G1sott             | 0    | 0      | 0    | 0      | 0   | -2 688 |           | 1             |
| Q1K                | -4   | -47    | -16  | 8 300  | 0   | -4 363 | moving    | 1             |
| Q10                | -2   | -23    | -9   | 4 413  | 0   | -2 166 | moving    | 1             |
| Q3                 | -89  | -935   | 0    | 0      | 0   | 0      | env       | 1             |
| Q4                 | 0    | 0      | 0    | 0      | 0   | 0      | env       | 1             |
| Q5                 | 0    | 0      | -489 | -7 422 | -27 | 0      | env       | 1             |
| Q5q                | 0    | 0      | -414 | -6 285 | -22 | 0      | env       | 1             |
| Q7                 | 0    | 0      | 0    | 0      | 0   | 0      | env       | 0             |
| E3                 | -295 | -3 102 | 0    | 0      | 0   | -56    | env       | 1             |
| SX                 | 864  | 9 070  | 0    | 0      | 0   | 5      | max       | 1.00          |
| SY                 | 0    | 0      | 954  | 9 753  | 123 | 0      | max       | 1.00          |
| SZ                 | 3    | 29     | 0    | 0      | 0   | 915    | max       | 1             |

Azioni combinate allo spiccato fusto pila

| Sollecitazioni combinate | V2   | M3     | V3 | M2 | T | P       |        |
|--------------------------|------|--------|----|----|---|---------|--------|
| V2 max                   | 138  | 1 454  | 0  | 0  | 0 | -13 573 | SLEq.1 |
| V2 min                   | -157 | -1 648 | 0  | 0  | 0 | -13 629 | SLEq.1 |
| M3 max                   | 138  | 1 454  | 0  | 0  | 0 | -13 573 | SLEq.1 |
| M3 min                   | -157 | -1 648 | 0  | 0  | 0 | -13 629 | SLEq.1 |
| V3 max                   | 138  | 1 454  | 0  | 0  | 0 | -13 573 | SLEq.1 |
| V3 min                   | -157 | -1 648 | 0  | 0  | 0 | -13 629 | SLEq.1 |
| M2 max                   | 138  | 1 454  | 0  | 0  | 0 | -13 573 | SLEq.1 |
| M2 min                   | -157 | -1 648 | 0  | 0  | 0 | -13 629 | SLEq.1 |
| T max                    | 138  | 1 454  | 0  | 0  | 0 | -13 573 | SLEq.1 |
| T min                    | -157 | -1 648 | 0  | 0  | 0 | -13 629 | SLEq.1 |
| P max                    | 138  | 1 454  | 0  | 0  | 0 | -13 573 | SLEq.1 |
| P min                    | -157 | -1 648 | 0  | 0  | 0 | -13 629 | SLEq.1 |

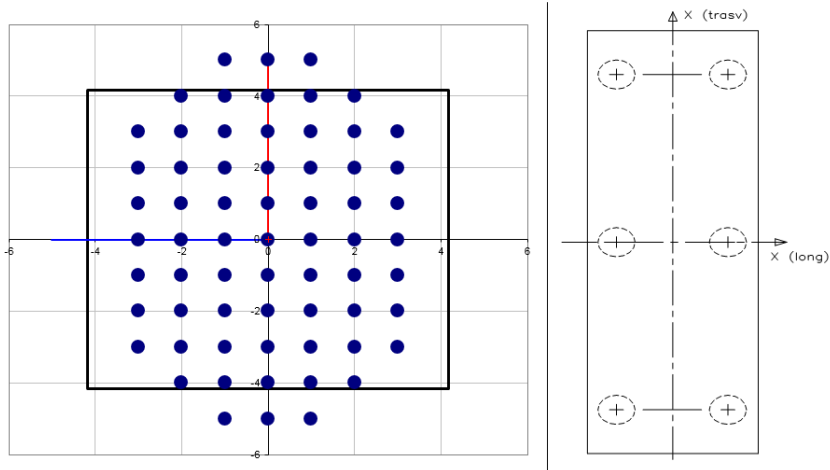
| Sollecitazioni combinate | V2   | M3     | V3  | M2     | T  | P       |        |
|--------------------------|------|--------|-----|--------|----|---------|--------|
| V2 max                   | 168  | 1 764  | 0   | 0      | 0  | -13 567 | SLEf.4 |
| V2 min                   | -186 | -1 958 | 0   | 0      | 0  | -13 635 | SLEf.4 |
| M3 max                   | 168  | 1 764  | 0   | 0      | 0  | -13 567 | SLEf.4 |
| M3 min                   | -186 | -1 958 | 0   | 0      | 0  | -13 635 | SLEf.4 |
| V3 max                   | 138  | 1 454  | 98  | 1 484  | 5  | -13 573 | SLEf.2 |
| V3 min                   | -157 | -1 648 | -98 | -1 484 | -5 | -13 629 | SLEf.2 |
| M2 max                   | 138  | 1 445  | -10 | 5 621  | 0  | -15 111 | SLEf.1 |
| M2 min                   | -157 | -1 648 | -98 | -1 484 | -5 | -13 629 | SLEf.2 |
| T max                    | 138  | 1 454  | 98  | 1 484  | 5  | -13 573 | SLEf.2 |
| T min                    | -157 | -1 648 | -98 | -1 484 | -5 | -13 629 | SLEf.2 |
| P max                    | 140  | 1 471  | 2   | 27     | 0  | -13 355 | SLEf.1 |
| P min                    | -159 | -1 670 | -9  | 4 413  | 0  | -15 795 | SLEf.1 |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

| sollecitazioni allo spiccato pila | V2   | M3     | V3   | M2      | T   | P       |           |
|-----------------------------------|------|--------|------|---------|-----|---------|-----------|
| V2 max                            | 356  | 3 737  | 366  | 8 979   | 20  | -15 044 | SLUstr.14 |
| V2 min                            | -380 | -3 993 | -378 | -2 138  | -20 | -20 635 | SLUstr.7  |
| M3 max                            | 356  | 3 737  | 366  | 8 979   | 20  | -15 044 | SLUstr.14 |
| M3 min                            | -380 | -3 993 | -378 | -2 138  | -20 | -20 635 | SLUstr.7  |
| V3 max                            | 203  | 2 137  | 733  | 11 133  | 40  | -13 561 | SLUstr.11 |
| V3 min                            | -225 | -2 368 | -733 | -11 133 | -40 | -18 787 | SLUstr.4  |
| M2 max                            | 197  | 2 073  | 349  | 20 636  | 22  | -22 717 | SLUstr.1  |
| M2 min                            | -222 | -2 330 | -733 | -11 133 | -40 | -13 641 | SLUstr.11 |
| T max                             | 203  | 2 137  | 733  | 11 133  | 40  | -13 561 | SLUstr.11 |
| T min                             | -225 | -2 368 | -733 | -11 133 | -40 | -18 787 | SLUstr.4  |
| P max                             | 207  | 2 174  | 377  | 5 728   | 21  | -12 981 | SLUstr.8  |
| P min                             | -232 | -2 431 | -394 | 5 549   | -20 | -24 678 | SLUstr.1  |

| sollecitazioni allo spiccato pila | V2     | M3      | V3   | M2     | T    | P       |        |
|-----------------------------------|--------|---------|------|--------|------|---------|--------|
| V2 max                            | 1 004  | 10 533  | 286  | 2 926  | 37   | -13 293 | SIS.1  |
| V2 min                            | -1 022 | -10 726 | -286 | -2 926 | -37  | -13 909 | SIS.5  |
| M3 max                            | 1 004  | 10 533  | 286  | 2 926  | 37   | -13 293 | SIS.1  |
| M3 min                            | -1 022 | -10 726 | -286 | -2 926 | -37  | -13 909 | SIS.5  |
| V3 max                            | 399    | 4 184   | 954  | 9 753  | 123  | -13 297 | SIS.9  |
| V3 min                            | -417   | -4 378  | -954 | -9 753 | -123 | -13 905 | SIS.13 |
| M2 max                            | 399    | 4 184   | 954  | 9 753  | 123  | -13 297 | SIS.9  |
| M2 min                            | -417   | -4 378  | -954 | -9 753 | -123 | -13 905 | SIS.13 |
| T max                             | 399    | 4 184   | 954  | 9 753  | 123  | -13 297 | SIS.9  |
| T min                             | -417   | -4 378  | -954 | -9 753 | -123 | -13 905 | SIS.13 |
| P max                             | 401    | 4 204   | 286  | 2 926  | 37   | -12 656 | SIS.17 |
| P min                             | -419   | -4 398  | -286 | -2 926 | -37  | -14 546 | SIS.21 |

| Dati plinto                        | 1     | 65-fi300 |  | Dati ricoprimento |             |
|------------------------------------|-------|----------|--|-------------------|-------------|
| Dimensione trasversale             | 8.34  | m        |  | h                 | 1.80 m      |
| Dimensione longitudinale           | 8.34  | m        |  | $\gamma$          | 18.00 KN/mc |
| Altezza                            | 2.20  | m        |  | A pila            | 7.07 mq     |
| Angolo tra assi plinto e assi pila | 0     | °        |  | P                 | 2 025 KN    |
| Peso plinto                        | 3 827 | kN       |  |                   |             |
| $\gamma_g$                         | 1.00  |          |  |                   |             |



Caratteristiche inerziali micropali

| Piles data      |       | Piles centre of gravity |        |                  |
|-----------------|-------|-------------------------|--------|------------------|
| Number of piles | 65    | x_trasv                 | x_long | $\theta$ (grads) |
| Wlong, min      | 101.2 | 0.000                   | 0.000  | 90.000           |
| Wtrasv, min     | 73.3  |                         |        |                  |
| $\phi$ [mm]     | 1800  |                         |        |                  |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

N.B: il W longitudinale e trasversale è riferito agli assi principali di inerzia della palificata, che sono ruotati dell'angolo  $\Theta$  (positivo se antiorario) rispetto alla direzione longitudinale (x long in figura).

| Sollecitazioni alla quota intradosso pinto, relative agli assi del pinto |        |      |      |        |         |       |           |
|--|--------|------|------|--------|---------|-------|-----------|
|  | Rv     | HII  | Htt  | MII    | Mtt     | Mtorc | comb      |
| Hl max   | 22 944 | 356  | 366  | 4 520  | 9 785   | 20    | SLUstr.14 |
| Hl min   | 28 536 | -380 | -378 | -4 830 | -2 971  | -20   | SLUstr.7  |
| MI max   | 22 944 | 356  | 366  | 4 520  | 9 785   | 20    | SLUstr.14 |
| MI min   | 28 536 | -380 | -378 | -4 830 | -2 971  | -20   | SLUstr.7  |
| Ht max   | 21 461 | 203  | 733  | 2 584  | 12 745  | 40    | SLUstr.11 |
| Ht min   | 26 688 | -225 | -733 | -2 864 | -12 745 | -40   | SLUstr.4  |
| Mt max   | 30 617 | 197  | 349  | 2 507  | 21 403  | 22    | SLUstr.1  |
| Mt min   | 21 542 | -222 | -733 | -2 819 | -12 745 | -40   | SLUstr.11 |
| Mtorc max  | 21 461 | 203  | 733  | 2 584  | 12 745  | 40    | SLUstr.11 |
| Mtorc min  | 26 688 | -225 | -733 | -2 864 | -12 745 | -40   | SLUstr.4  |
| Rz min   | 20 881 | 207  | 377  | 2 630  | 6 558   | 21    | SLUstr.8  |
| Rz max   | 32 578 | -232 | -394 | -2 940 | 4 681   | -20   | SLUstr.1  |

| Sollecitazioni alla quota intradosso pinto, relative agli assi della palificata |        |      |      |         |        |       |           |
|---|--------|------|------|---------|--------|-------|-----------|
|   | Rv     | HII  | Htt  | MII     | Mtt    | Mtorc | comb      |
| Hl max  | 22 944 | 366  | -356 | 9 785   | -4 520 | 20    | SLUstr.14 |
| Hl min  | 28 536 | -378 | 380  | -2 971  | 4 830  | -20   | SLUstr.7  |
| MI max  | 22 944 | 366  | -356 | 9 785   | -4 520 | 20    | SLUstr.14 |
| MI min  | 28 536 | -378 | 380  | -2 971  | 4 830  | -20   | SLUstr.7  |
| Ht max  | 21 461 | 733  | -203 | 12 745  | -2 584 | 40    | SLUstr.11 |
| Ht min  | 26 688 | -733 | 225  | -12 745 | 2 864  | -40   | SLUstr.4  |
| Mt max  | 30 617 | 349  | -197 | 21 403  | -2 507 | 22    | SLUstr.1  |
| Mt min  | 21 542 | -733 | 222  | -12 745 | 2 819  | -40   | SLUstr.11 |
| Mtorc max   | 21 461 | 733  | -203 | 12 745  | -2 584 | 40    | SLUstr.11 |
| Mtorc min   | 26 688 | -733 | 225  | -12 745 | 2 864  | -40   | SLUstr.4  |
| Rz min  | 20 881 | 377  | -207 | 6 558   | -2 630 | 21    | SLUstr.8  |
| Rz max  | 32 578 | -394 | 232  | 4 681   | 2 940  | -20   | SLUstr.1  |

| Azioni su n° 65 pali d=1800           |            |            |            |            |           |           |           |
|---------------------------------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|
| Azioni massime e minime sui pali (kN) |            |            |            |            |           |           |           |
|                                       | Nmax       | Nmin       | Htrasv-max | Htrasv-min | llong-max | llong-min | H         |
| Hl max                                | 473        | 233        | 6          | 6          | 6         | 5         | 8         |
| Hl min                                | 522        | 356        | -6         | -6         | -6        | -6        | 8         |
| MI max                                | 473        | 233        | 6          | 6          | 6         | 5         | 8         |
| MI min                                | 522        | 356        | -6         | -6         | -6        | -6        | 8         |
| Ht max                                | 468        | 192        | 11         | 11         | 3         | 3         | 12        |
| Ht min                                | 550        | 272        | -11        | -11        | -3        | -4        | 12        |
| Mt max                                | 694        | 248        | 5          | 5          | 3         | 3         | 6         |
| Mt min                                | 470        | 193        | -11        | -11        | -3        | -4        | 12        |
| Mtorc max                             | 468        | 192        | 11         | 11         | 3         | 3         | 12        |
| Mtorc min                             | 550        | 272        | -11        | -11        | -3        | -4        | 12        |
| Rz min                                | 398        | 244        | 6          | 6          | 3         | 3         | 7         |
| Rz max                                | 569        | 433        | -6         | -6         | -3        | -4        | 7         |
| <b>Valori massimi e minimi (kN)</b>   | <b>694</b> | <b>192</b> | <b>11</b>  | <b>-11</b> | <b>6</b>  | <b>-6</b> | <b>12</b> |

|                               | N [KN] | H [KN] | cond.  | comb      | M [KNm] |
|-------------------------------|--------|--------|--------|-----------|---------|
| condizione for Np max         | 694    | 6      | Mt max | SLUstr.1  | 0       |
| condizione for Np min         | 192    | 12     | Ht max | SLUstr.11 | 0       |
| condizione for Hp max, Np max | 550    | 12     | Ht min | SLUstr.4  | 0       |
| condizione for Hp max, Np min | 272    | 12     | Ht min | SLUstr.4  | 0       |



AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

| Sollecitazioni alla quota intradosso plinto, relative agli assi del plinto |        |        |      |         |         |       |        |
|--|--------|--------|------|---------|---------|-------|--------|
|  | Rv     | HII    | Htt  | MII     | Mtt     | Mtorc | comb   |
| Hl max   | 19 145 | 1 004  | 286  | 12 741  | 3 555   | 37    | SIS.1  |
| Hl min   | 19 761 | -1 022 | -286 | -12 975 | -3 555  | -37   | SIS.5  |
| MI max   | 19 145 | 1 004  | 286  | 12 741  | 3 555   | 37    | SIS.1  |
| MI min   | 19 761 | -1 022 | -286 | -12 975 | -3 555  | -37   | SIS.5  |
| Ht max   | 19 149 | 399    | 954  | 5 061   | 11 852  | 123   | SIS.9  |
| Ht min   | 19 758 | -417   | -954 | -5 295  | -11 852 | -123  | SIS.13 |
| Mt max   | 19 149 | 399    | 954  | 5 061   | 11 852  | 123   | SIS.9  |
| Mt min   | 19 758 | -417   | -954 | -5 295  | -11 852 | -123  | SIS.13 |
| Mtorc max  | 19 149 | 399    | 954  | 5 061   | 11 852  | 123   | SIS.9  |
| Mtorc min  | 19 758 | -417   | -954 | -5 295  | -11 852 | -123  | SIS.13 |
| Rz min   | 18 509 | 401    | 286  | 5 086   | 3 555   | 37    | SIS.17 |
| Rz max   | 20 398 | -419   | -286 | -5 320  | -3 555  | -37   | SIS.21 |

| Sollecitazioni alla quota intradosso plinto, relative agli assi della palificata |        |      |        |         |         |       |        |
|--|--------|------|--------|---------|---------|-------|--------|
|  | Rv     | HII  | Htt    | MII     | Mtt     | Mtorc | comb   |
| Hl max   | 19 145 | 286  | -1 004 | 3 555   | -12 741 | 37    | SIS.1  |
| Hl min   | 19 761 | -286 | 1 022  | -3 555  | 12 975  | -37   | SIS.5  |
| MI max   | 19 145 | 286  | -1 004 | 3 555   | -12 741 | 37    | SIS.1  |
| MI min   | 19 761 | -286 | 1 022  | -3 555  | 12 975  | -37   | SIS.5  |
| Ht max   | 19 149 | 954  | -399   | 11 852  | -5 061  | 123   | SIS.9  |
| Ht min   | 19 758 | -954 | 417    | -11 852 | 5 295   | -123  | SIS.13 |
| Mt max   | 19 149 | 954  | -399   | 11 852  | -5 061  | 123   | SIS.9  |
| Mt min   | 19 758 | -954 | 417    | -11 852 | 5 295   | -123  | SIS.13 |
| Mtorc max  | 19 149 | 954  | -399   | 11 852  | -5 061  | 123   | SIS.9  |
| Mtorc min  | 19 758 | -954 | 417    | -11 852 | 5 295   | -123  | SIS.13 |
| Rz min   | 18 509 | 286  | -401   | 3 555   | -5 086  | 37    | SIS.17 |
| Rz max   | 20 398 | -286 | 419    | -3 555  | 5 320   | -37   | SIS.21 |

| Azioni su n° 65 pali d=1800           |      |      |            |            |            |            |    |
|---------------------------------------|------|------|------------|------------|------------|------------|----|
| Azioni massime e minime sui pali (kN) |      |      |            |            |            |            |    |
|                                       | Nmax | Nmin | Htrasv-max | Htrasv-min | ltlong-max | ltlong-min | H  |
| Hl max                                | 489  | 100  | 5          | 4          | 16         | 15         | 16 |
| Hl min                                | 502  | 106  | -4         | -5         | -15        | -16        | 17 |
| MI max                                | 489  | 100  | 5          | 4          | 16         | 15         | 16 |
| MI min                                | 502  | 106  | -4         | -5         | -15        | -16        | 17 |
| Ht max                                | 435  | 154  | 15         | 14         | 7          | 5          | 17 |
| Ht min                                | 446  | 161  | -14        | -15        | -6         | -7         | 17 |
| Mt max                                | 435  | 154  | 15         | 14         | 7          | 5          | 17 |
| Mt min                                | 446  | 161  | -14        | -15        | -6         | -7         | 17 |
| Mtorc max                             | 435  | 154  | 15         | 14         | 7          | 5          | 17 |
| Mtorc min                             | 446  | 161  | -14        | -15        | -6         | -7         | 17 |
| Rz min                                | 375  | 194  | 5          | 4          | 6          | 6          | 8  |
| Rz max                                | 407  | 220  | -4         | -5         | -6         | -7         | 8  |

**Valori massimi e minimi (kN)**      502      100      15      -15      16      -16      17

|                               | N [KN] | H [KN] | cond.  | comb   | M [KNm] |
|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|---------|
| condizione for Np max         | 502    | 17     | Hl min | SIS.5  | 0       |
| condizione for Np min         | 100    | 16     | Hl max | SIS.1  | 0       |
| condizione for Hp max, Np max | 446    | 17     | Ht min | SIS.13 | 0       |
| condizione for Hp max, Np min | 161    | 17     | Ht min | SIS.13 | 0       |

| Palificata | Numero | Pila | SLUstr |      |    | SIS  |      |    | SLUstr |      |    | SIS  |      |    | A1   |      |    |
|------------|--------|------|--------|------|----|------|------|----|--------|------|----|------|------|----|------|------|----|
|            |        |      | Nmax   | Nmin | H  | Nmax | Nmin | H  | Nmax   | Nmin | H  | Nmax | Nmin | H  | Nmax | Nmin | H  |
| 65-f300    | 7      | 7    | 694    | 192  | 12 | 502  | 100  | 17 | 694    | 502  | 17 | 694  | 502  | 17 | 694  | 502  | 17 |

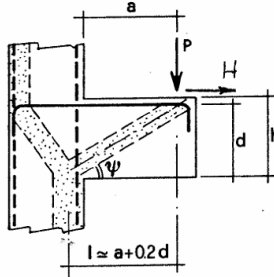
### 10.1 Verifica pulvino

#### Verifica di una mensola tozza - DM 08

Con riferimento alle Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 12 Gennaio 2008" ed alle figure e ai simboli indicati validi per una generica mensola tozza si ha:

**dati di progetto:**

$$\begin{aligned} h &= 3 \text{ m} \\ a &= 3.4 \text{ m} \\ d &= 2.74 \text{ m} \\ b &= 2.2 \text{ m} \\ P &= 12\,000 \text{ KN} \\ H &= 0 \text{ KN} \end{aligned}$$



**caratteristiche calcestruzzo**

$$\begin{aligned} f_{ck} &= 32 \text{ MPa} \\ \alpha &= 0.85 \\ \gamma_c &= 1.5 \\ f_{cd} &= 18.1 \text{ MPa} \end{aligned}$$

**caratteristiche acciaio**

$$\begin{aligned} f_{yk} &= 450 \text{ MPa} \\ \gamma_s &= 1.15 \\ f_{yd} &= 391 \text{ MPa} \end{aligned}$$

**armatura di forza tirante:**

$$\begin{aligned} \phi &= 32 \text{ mm} && \text{diametro armatura} \\ i &= 20 \text{ cm} && \text{passo armatura} \\ n_s &= 6 && \text{numero strati} \\ n &= 66 && \text{numero di barre} \\ c &= 5 \text{ cm} && \text{copriferro netto} \\ \phi' &= 32 \text{ mm} && \text{diametro ripartitori (armatura ortogonale a quella di forza)} \\ d' &= 25.8 \text{ cm} && \\ A_s &= 530.80 \text{ cm}^2 && \text{area del tirante effettiva} \quad 0.80\% A_c \\ A_{s,min} &= 490.66 \text{ cm}^2 && \text{area del tirante minima } (P \cdot \lambda + H_{Ed})/f_{yd} \end{aligned}$$

**Verifica dell'armatura**

$$\begin{aligned} l &= 3.95 \text{ m} && a+0.2 \cdot d \\ \lambda = \cotg \psi &= 1.60 && \approx l/(0.9 \cdot d) \\ \psi &= 32.01^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_r = P_{rs} &= 12\,982 \text{ KN} \\ P_{ed} &= 12\,000 \text{ KN} \end{aligned} \quad P_R = P_{Rs} = \left( A_s f_{yd} - H_{Ed} \right) \frac{1}{\lambda}$$

$$\begin{aligned} P_r &= 12\,982 >= 12\,000 = P_{ed} && \text{verifica soddisfatta} \\ c.s. &= 1.08 > 1; \end{aligned}$$

**Verifica del puntone compresso**

$$c = 1.5 \quad \begin{aligned} &= 1; \text{ per sbalzi di piastre non provisti di staffatura} \\ &= 1.5; \text{ per sbalzi di travi provisti di staffatura} \end{aligned}$$

$$P_{rc} = 18\,437 \text{ KN} \quad P_{Rc} = 0.4 b d f_{cd} \frac{c}{1 + \lambda^2} \geq P_{Rs}$$

$$P_{rc} = 18\,437 >= 12\,982 = P_{rs} \quad \text{verifica soddisfatta}$$

### 10.2 Verifica micropali

Dal momento che i micropali della pila sono nettamente meno sollecitati di quelli delle spalle, si riporta solo il quadro riepilogativo. Per il dettaglio del calcolo, si rimanda ai paragrafi delle spalle, dove rimane valido il calcolo delle resistenze.

#### Dati generali

|  |               |     |       |
|--|---------------|-----|-------|
| Lunghezza                              | L             | m   | 12    |
| Perforazione                           | $\Phi$        | mm  | 300   |
| Diametro tubo armatura                 | $\phi$        | mm  | 193.7 |
| Spessore tubo armatura                 | s             | mm  | 10    |
| Tensione caratteristica di snervamento | $f_{yk}$      | MPa | 355   |
| Coefficiente parziale di sicurezza     | $\gamma_{M0}$ | -   | 1.05  |

#### Stratigrafia

| Strato                        | sp(m) | $\alpha(-)$ | si(MPa) |
|-------------------------------|-------|-------------|---------|
| 3 - Alluvioni attuali recenti | 12.00 | 1.40        | 0.40    |
|                               |       |             |         |
|                               |       |             |         |

#### Dati terreno per verifica alla Broms

|   |           |       |     |
|---|-----------|-------|-----|
| Peso di unità di volume (con falda $\gamma = \gamma'$ ) | $\gamma$  | kN/mc | 10  |
| Angolo di attrito del terreno                           | $\varphi$ | °     | 42  |
| Momento di plasticizzazione della sezione               | $M_y$     | kNm   | 114 |

#### Verifica capacità portante verticale

|                                      |               |     | Ed  | Rd     | c.s. |
|--------------------------------------|---------------|-----|-----|--------|------|
| Sforzo normale massimo nel micropalo | $N_p$         | kN  | 694 | 3 726  | 0.19 |
| Sforzo normale minimo nel micropalo  | $N_p$         | kN  | 100 | -3 240 | 0.03 |
| Tensione ideale nel tubo             | $\sigma_{id}$ | MPa | 120 | 338    | 0.36 |

#### Verifica capacità portante orizzontale

|  |            |    |       |    |      |
|--|------------|----|-------|----|------|
| Forza di taglio totale                 | $H_{tot}$  | kN | 1 105 |    |      |
| Numero file longitudinali              | file long  | -  | 65    |    |      |
| Numero file trasversali                | file trasv | -  | 1     |    |      |
| Numero micropali totale                | $n_p$      | -  | 65    |    |      |
| Sforzo di taglio massimo nel micropalo | $H_p$      | kN | 17    | 63 | 0.27 |

#### Verifica strutturale tubo

|   |           |     |      |  |  |
|---|-----------|-----|------|--|--|
| Sforzo normale massimo nel micropalo    | $N_p$     | kN  | 694  |  |  |
| Sforzo di taglio massimo nel micropalo  | $H_p$     | kN  | 17   |  |  |
| Momento flettente massimo nel micropalo | $M_p$     | kNm | 16   |  |  |
| Costante elastica                       | $M_p/H_p$ | m   | 0.94 |  |  |

#### Calcolo elastico

|                          |               |     |     |     |      |
|--------------------------|---------------|-----|-----|-----|------|
| Tensione ideale nel tubo | $\sigma_{id}$ | MPa | 184 | 338 | 0.54 |
|--------------------------|---------------|-----|-----|-----|------|

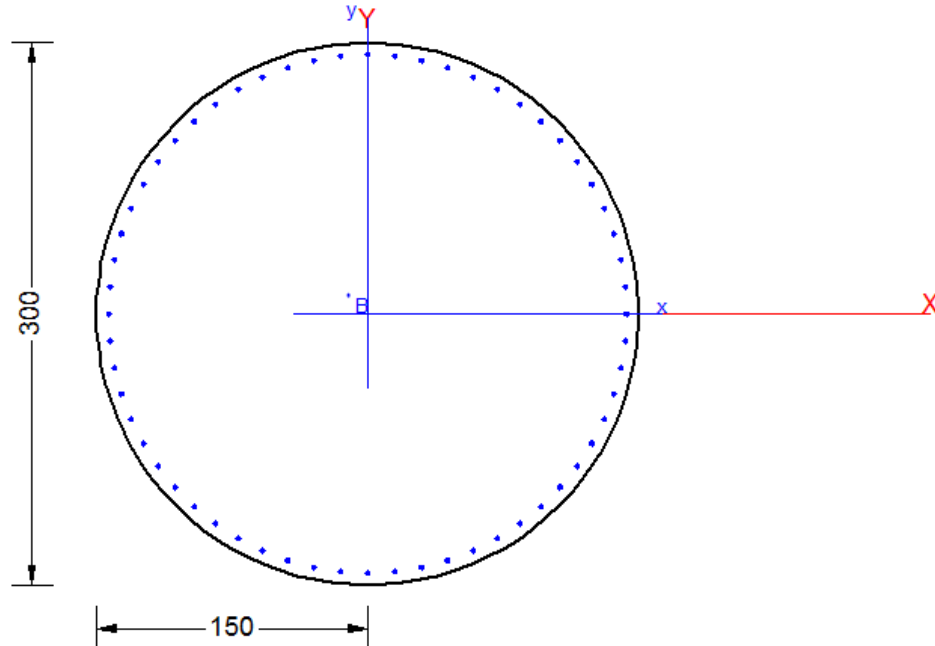
#### Calcolo plastico

|   |       |     |    |     |      |
|---|-------|-----|----|-----|------|
| Classe della sezione                    | cl    | -   | 1  |     |      |
| Momento flettente massimo nel micropalo | $M_p$ | kNm | 16 | 74  | 0.22 |
| Sforzo di taglio massimo nel micropalo  | $H_p$ | kN  | 17 | 717 | 0.02 |

### 10.3 Verifica fusto pila allo spiccato

**Nome sezione: Pila**

Coprif. netto minimo barre long.: 5.4 cm    Coprif. netto staffe: 4.2 cm



**DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.**

**NOME SEZIONE: Pila**

|                               |                               |
|-------------------------------|-------------------------------|
| Descrizione Sezione:          |                               |
| Metodo di calcolo resistenza: | Stati Limite Ultimi           |
| Tipologia sezione:            | Sezione generica              |
| Normativa di riferimento:     | EC2/EC8                       |
| Percorso sollecitazione:      | A Sforzo Norm. costante       |
| Condizioni Ambientali:        | Moderat. aggressive           |
| Riferimento Sforzi assegnati: | Assi x,y principali d'inerzia |
| Riferimento alla sismicità:   | Zona non sismica              |

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

|                |  |                     |                     |
|----------------|--|---------------------|---------------------|
| CALCESTRUZZO - | Classe:                                      | C32/40              |                     |
|                | Resis. compr. di calcolo fcd:                | 18.130              | MPa                 |
|                | Resis. compr. ridotta $v1 \cdot fcd$ :       | 9.065               | MPa cfr.(6.9)EC2    |
|                | Def.unit. max resistenza ec2:                | 0.0020              |                     |
|                | Def.unit. ultima ecu:                        | 0.0035              |                     |
|                | Diagramma tensione-deformaz.:                | Parabola-Rettangolo |                     |
|                | Modulo Elastico Normale Ec:                  | 33346.0             | MPa                 |
|                | Resis. media a trazione fctm:                | 3.020               | MPa                 |
|                | Coeff. Omogen. S.L.E.:                       | 15.00               |                     |
|                | Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:            | 192.00              | daN/cm <sup>2</sup> |
|                | Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:    | 0.300               | mm                  |
|                | Coeff. K3 Ap.fess. :                         | 1.7500              | § 7.3.4(3) EC2      |
|                | Coeff. K4 Ap.fess. :                         | 0.4250              | § 7.3.4(3) EC2      |
|                | Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:         | 0.00                | Mpa                 |
|                | Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: | 0.200               | mm                  |
| ACCIAIO -      | Tipo:  | B450C               |                     |
|                | Resist. caratt. snervam. fyk:                | 450.00              | MPa                 |
|                | Resist. caratt. rottura ftk:                 | 450.00              | MPa                 |
|                | Resist. snerv. di calcolo fyd:               | 391.30              | MPa                 |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

|  |                  |                     |
|--|------------------|---------------------|
| Resist. ultima di calcolo ftd:                       | 391.30           | MPa                 |
| Deform. ultima di calcolo Epu:                       | 0.068            |                     |
| Modulo Elastico Ef                                   | 2000000          | daN/cm <sup>2</sup> |
| Diagramma tensione-deformaz.:                        | Bilineare finito |                     |
| Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$ : | 1.00             |                     |
| Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :  | 0.50             |                     |

**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

Forma del Dominio: Circolare  
Classe Conglomerato: C32/40

Raggio circ.: 150.0 cm  
X centro circ.: 0.0 cm  
Y centro circ.: 0.0 cm

**DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE**

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

| N°Gen. | Xcentro | Ycentro | Raggio | N°Barre | $\emptyset$ |
|--------|---------|---------|--------|---------|-------------|
| 1      | 0.0     | 0.0     | 143.3  | 60      | 26          |

**ARMATURE A TAGLIO**

Diametro staffe: 12 mm  
Passo staffe: 20.0 cm  
Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  
Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

| N°Comb. | N        | Mx       | My       | Vy     | Vx      |
|---------|----------|----------|----------|--------|---------|
| 1       | 22800.00 | 21000.00 | 2100.00  | 350.00 | 200.00  |
| 2       | 13300.00 | 3000.00  | 10800.00 | 300.00 | 1050.00 |

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

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

| N°Comb. | N        | Mx             | My             |
|---------|----------|----------------|----------------|
| 1       | 15000.00 | 5600.00 (0.00) | 1500.00 (0.00) |

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

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

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|---|----|----|
|---------|---|----|----|

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

1                      13500.00                      0.00 (0.00)                      1700.00 (0.00)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali:      5.4    cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali:      12.4    cm  
Copriferro netto minimo staffe:                      4.2    cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver                      S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sn                    Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
Mx Sn                  Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Sn                  Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N Ult                   Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
Mx Ult                  Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Ult                  Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
Mis.Sic.                Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
As Tesa                Area armature [cm<sup>2</sup>] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

| N°Comb | Ver | N Sn     | Mx Sn    | My Sn    | N Ult    | Mx Ult   | My Ult   | Mis.Sic. | As Tesa |
|--------|-----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|
| 1      | S   | 22800.00 | 30797.74 | 3079.77  | 22799.98 | 36814.03 | 3683.13  | 1.753    | -----   |
| 2      | S   | 13300.00 | 6311.44  | 22721.17 | 13299.89 | 7952.08  | 28619.06 | 2.650    | -----   |

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max                Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
ec 3/7                Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
Xc max                Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Yc max                Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es min                Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
Xs min                Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys min                Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es max                Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
Xs max                Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys max                Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

| N°Comb | ec max  | ec 3/7   | Xc max | Yc max | es min  | Xs min | Ys min | es max   | Xs max | Ys max |
|--------|---------|----------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1      | 0.00350 | -0.00125 | 14.9   | 0.0    | 0.00325 | 15.0   | 142.5  | -0.00733 | -15.0  | -142.5 |
| 2      | 0.00350 | -0.00268 | 144.5  | 40.1   | 0.00317 | 136.3  | 44.3   | -0.01059 | -136.3 | -44.3  |

**POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA**

a, b, c                Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen.  
x/d                    Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)  
C.Rid.                Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

| N°Comb | a           | b           | c            | x/d | C.Rid. |
|--------|-------------|-------------|--------------|-----|--------|
| 1      | 0.000003675 | 0.000036750 | -0.002040016 | --- | ---    |
| 2      | 0.000046316 | 0.000012865 | -0.003710378 | --- | ---    |

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO**

Passo staffe:                      20.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver                      S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata  
Vsdu                    Taglio di progetto [kN] = proiezi. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro  
Vcd                    Taglio resistente ultimo [kN] lato conglomerato compresso [(6.9) EC2]  
Vwd                    Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(6.8) EC2]  
Dmed                    Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.  
Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.  
I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.  
bw                      Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro  
E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.  
Teta                    Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione  
 Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm<sup>2</sup>/m]  
 A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm<sup>2</sup>/m]  
 Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.  
 L'area della legatura è ridotta col fattore L/d\_max con L=lungh.legat.proietta-  
 ta sulla direz. del taglio e d\_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

| N°Comb | Ver | Vsdu    | Vcd      | Vwd     | Dmed  | bw    | Teta   | Acw   | Ast | A.Eff     |
|--------|-----|---------|----------|---------|-------|-------|--------|-------|-----|-----------|
| 1      | S   | 368.16  | 19109.50 | 2552.42 | 254.6 | 266.7 | 21.80° | 1.000 | 1.6 | 11.4(0.0) |
| 2      | S   | 1091.99 | 18371.98 | 2604.93 | 259.6 | 251.5 | 21.80° | 1.000 | 4.8 | 11.4(0.0) |

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]  
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
 Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]  
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
 Ac eff. Area di calcestruzzo [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerata aderente alle barre  
 As eff. Area barre [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1      | S   | 3.93   | 38.8   | 0.0    | 2.0    | -29.8  | -140.2 | ----    | ----    |

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

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm

Ver. Esito della verifica  
 e1 Massima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata)  
 e2 Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff  
 k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]  
 kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]  
 k2 = (e1 + e2)/(2\*e1) [eq.(7.13)EC2]  
 k3 = 1.750 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali  
 k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali  
 Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]  
 Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa  
 e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [eq.(7.8)EC2]  
 Tra parentesi: valore minimo dell'eq.(7.9) = 0.6 Smax / Es  
 sr max Massima distanza tra le fessure [mm]  
 wk Valore calcolato [mm] dell'apertura fessure = sr max\*(e sm - e cm) [eq.(7.8)]. Valore limite tra parentesi  
 MX fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]  
 MY fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

| Comb. | Ver | e1      | e2      | k2   | Ø    | Cf   | e sm - e cm | sr max | wk    | Mx fess | My fess |
|-------|-----|---------|---------|------|------|------|-------------|--------|-------|---------|---------|
| 1     | S   | 0.00000 | 0.00000 | ---- | ---- | ---- | ----        | ----   | 0.000 | 0.00    | 0.00    |

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1      | S   | 2.36   | 150.0  | 0.0    | 18.7   | -143.3 | 0.0    | ----    | ----    |

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

| Comb. | Ver | e1      | e2      | k2   | Ø    | Cf   | e sm - e cm | sr max | wk    | Mx fess | My fess |
|-------|-----|---------|---------|------|------|------|-------------|--------|-------|---------|---------|
| 1     | S   | 0.00000 | 0.00000 | ---- | ---- | ---- | ----        | ----   | 0.000 | 0.00    | 0.00    |

### 10.1 Verifica plinto

Si realizza un modello agli EF caricando il fusto con le sollecitazioni massime. Il plinto è appoggiato sui micropali. Risultano i seguenti diagrammi dei momenti.

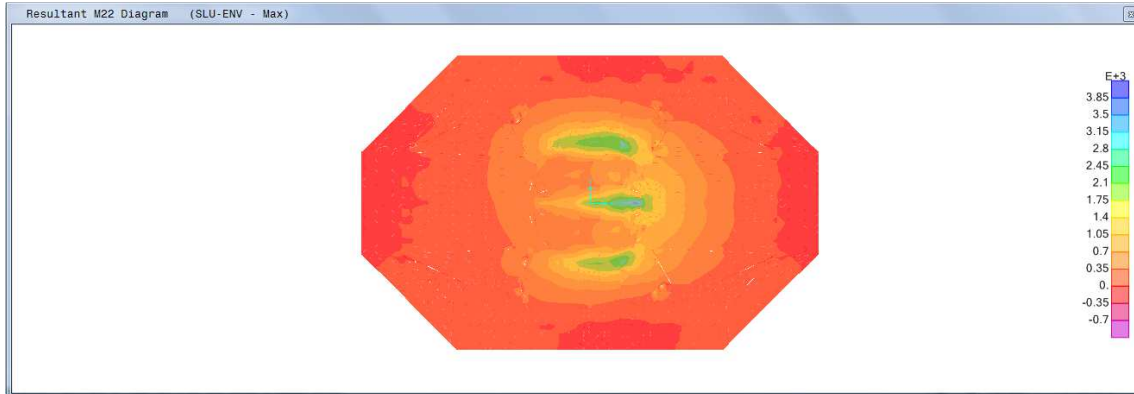


Figura 7 SLU – Involuppo momenti longitudinali

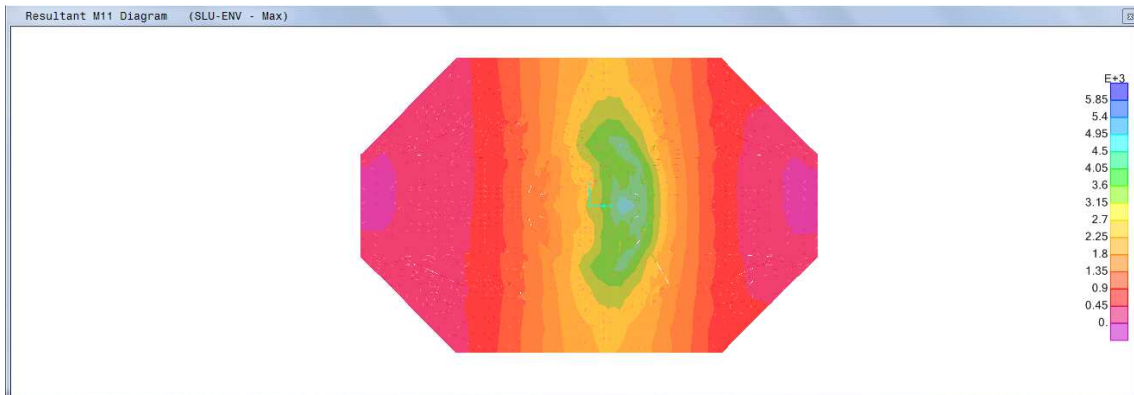
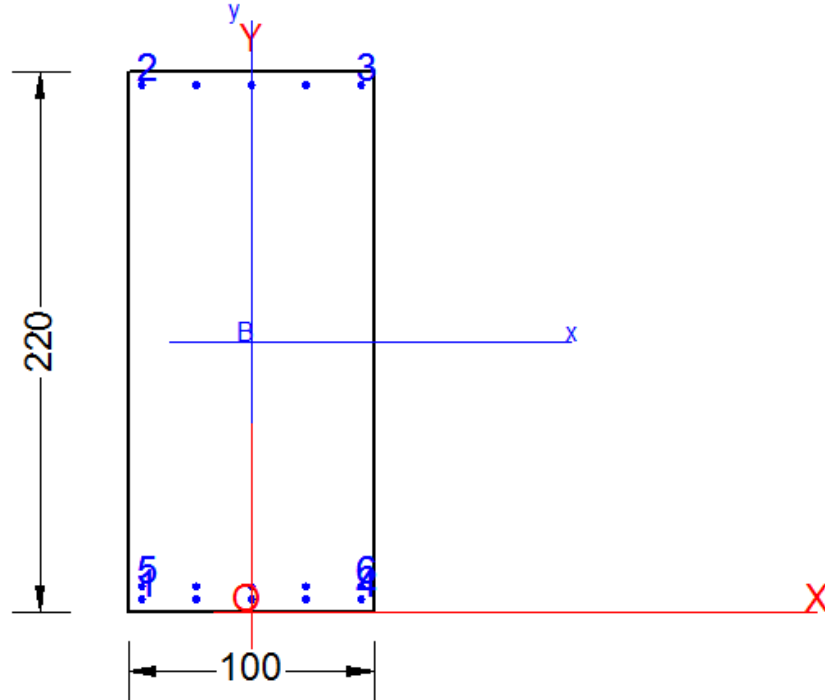


Figura 8 SLU – Involuppo momenti trasversali



**Nome sezione: Plinto**

Coprif. netto minimo barre long.: 4.0 cm    Coprif. netto staffe: 3.2 cm



**DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.  
NOME SEZIONE: Plinto**

|                               |                               |
|-------------------------------|-------------------------------|
| Descrizione Sezione:          |                               |
| Metodo di calcolo resistenza: | Stati Limite Ultimi           |
| Tipologia sezione:            | Sezione generica              |
| Normativa di riferimento:     | EC2/EC8                       |
| Percorso sollecitazione:      | A Sforzo Norm. costante       |
| Condizioni Ambientali:        | Poco aggressive               |
| Riferimento Sforzi assegnati: | Assi x,y principali d'inerzia |
| Riferimento alla sismicità:   | Zona non sismica              |

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

|  |   |                            |
|--|---|----------------------------|
| CALCESTRUZZO -                               | Classe:                                   | C25/30                     |
|  | Resis. compr. di calcolo fcd:             | 14.160 MPa                 |
|  | Resis. compr. ridotta $v1*fcd$ :          | 7.080 MPa cfr.(6.9)EC2     |
|  | Def.unit. max resistenza ec2:             | 0.0020                     |
|  | Def.unit. ultima ecu:                     | 0.0035                     |
|  | Diagramma tensione-deformaz.:             | Parabola-Rettangolo        |
|  | Modulo Elastico Normale Ec:               | 31475.0 MPa                |
|  | Resis. media a trazione fctm:             | 2.560 MPa                  |
|  | Coeff. Omogen. S.L.E.:                    | 15.00                      |
|  | Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:         | 150.00 daN/cm <sup>2</sup> |
|  | Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti: | 0.400 mm                   |
|  | Coeff. K3 Ap.fess. :                      | 3.4000 § 7.3.4(3) EC2      |
|  | Coeff. K4 Ap.fess. :                      | 0.4250 § 7.3.4(3) EC2      |
|  | Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:      | 0.00 Mpa                   |
| Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: | 0.300 mm                                  |                            |
| ACCIAIO -                                    | Tipo:                                     | B450C                      |
|  | Resist. caratt. snervam. fyk:             | 450.00 MPa                 |
|  | Resist. caratt. rottura ftk:              | 450.00 MPa                 |
|  | Resist. snerv. di calcolo fyd:            | 391.30 MPa                 |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

|  |                  |                     |
|--|------------------|---------------------|
| Resist. ultima di calcolo ftd:                       | 391.30           | MPa                 |
| Deform. ultima di calcolo Epu:                       | 0.068            |                     |
| Modulo Elastico Ef                                   | 2000000          | daN/cm <sup>2</sup> |
| Diagramma tensione-deformaz.:                        | Bilineare finito |                     |
| Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$ : | 1.00             |                     |
| Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :  | 0.50             |                     |

**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

|                      |            |        |
|----------------------|------------|--------|
| Forma del Dominio:   | Poligonale |        |
| Classe Conglomerato: | C25/30     |        |
| N°vertice:           | X [cm]     | Y [cm] |
| 1                    | -50.0      | 0.0    |
| 2                    | -50.0      | 220.0  |
| 3                    | 50.0       | 220.0  |
| 4                    | 50.0       | 0.0    |

**DATI BARRE ISOLATE**

| N°Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ[mm] |
|---------|--------|--------|-----------|
| 1       | -44.7  | 5.3    | 26        |
| 2       | -44.7  | 214.7  | 26        |
| 3       | 44.7   | 214.7  | 26        |
| 4       | 44.7   | 5.3    | 26        |
| 5       | -44.7  | 10.5   | 26        |
| 6       | 44.7   | 10.5   | 26        |

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

| N°Gen.       | Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre            |              |         |    |
|--------------|---|--------------|---------|----|
| N°Barra Ini. | Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione           |              |         |    |
| N°Barra Fin. | Numero della barra finale cui si riferisce la generazione             |              |         |    |
| N°Barre      | Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione |              |         |    |
| Ø            | Diametro in mm delle barre della generazione                          |              |         |    |
| N°Gen.       | N°Barra Ini.  | N°Barra Fin. | N°Barre | Ø  |
| 1            | 2   | 3            | 3       | 26 |
| 2            | 1   | 4            | 3       | 26 |
| 3            | 5   | 6            | 3       | 26 |

**ARMATURE A TAGLIO**

|                  |                                    |    |
|------------------|------------------------------------|----|
| Diametro staffe: | 8                                  | mm |
| Passo staffe:    | 11.2                               | cm |
| Staffe:          | Una sola staffa chiusa perimetrale |    |

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

| N       | Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)  |         |      |         |      |
|---------|--|---------|------|---------|------|
| Mx      | Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.   |         |      |         |      |
| My      | Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez. |         |      |         |      |
| Vy      | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  |         |      |         |      |
| Vx      | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x  |         |      |         |      |
| N°Comb. | N  | Mx      | My   | Vy      | Vx   |
| 1       | 0.00   | 3000.00 | 0.00 | 1500.00 | 0.00 |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

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

|          |  |                   |             |
|----------|--|-------------------|-------------|
| N        | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  |                   |             |
| Mx       | Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione |                   |             |
| My       | Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione    |                   |             |
| N° Comb. | N  | Mx                | My          |
| 1        | 0.00   | 1800.00 (2395.61) | 0.00 (0.00) |

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

|          |  |                   |             |
|----------|--|-------------------|-------------|
| N        | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  |                   |             |
| Mx       | Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione |                   |             |
| My       | Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione    |                   |             |
| N° Comb. | N  | Mx                | My          |
| 1        | 0.00   | 1500.00 (2395.61) | 0.00 (0.00) |

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

|  |        |
|--|--------|
| Copriferro netto minimo barre longitudinali: | 4.0 cm |
| Interferro netto minimo barre longitudinali: | 2.6 cm |
| Copriferro netto minimo staffe:              | 3.2 cm |

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

|          |  |      |         |       |       |         |        |          |            |
|----------|--|------|---------|-------|-------|---------|--------|----------|------------|
| Ver      | S = combinazione verificata / N = combin. non verificata   |      |         |       |       |         |        |          |            |
| N Sn     | Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)                                    |      |         |       |       |         |        |          |            |
| Mx Sn    | Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  |      |         |       |       |         |        |          |            |
| My Sn    | Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  |      |         |       |       |         |        |          |            |
| N Ult    | Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)   |      |         |       |       |         |        |          |            |
| Mx Ult   | Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  |      |         |       |       |         |        |          |            |
| My Ult   | Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  |      |         |       |       |         |        |          |            |
| Mis.Sic. | Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)<br>Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000 |      |         |       |       |         |        |          |            |
| As Tesa  | Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa  |      |         |       |       |         |        |          |            |
| N° Comb  | Ver  | N Sn | Mx Sn   | My Sn | N Ult | Mx Ult  | My Ult | Mis.Sic. | As Tesa    |
| 1        | S  | 0.00 | 4029.56 | 0.00  | 0.00  | 4308.23 | 0.00   | 1.436    | 53.1(31.8) |

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

|         |  |          |        |        |         |        |        |          |        |        |
|---------|--|----------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| ec max  | Deform. unit. massima del conglomerato a compressione                  |          |        |        |         |        |        |          |        |        |
| ec 3/7  | Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace |          |        |        |         |        |        |          |        |        |
| Xc max  | Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  |          |        |        |         |        |        |          |        |        |
| Yc max  | Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.) |          |        |        |         |        |        |          |        |        |
| es min  | Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)            |          |        |        |         |        |        |          |        |        |
| Xs min  | Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  |          |        |        |         |        |        |          |        |        |
| Ys min  | Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.) |          |        |        |         |        |        |          |        |        |
| es max  | Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)          |          |        |        |         |        |        |          |        |        |
| Xs max  | Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  |          |        |        |         |        |        |          |        |        |
| Ys max  | Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.) |          |        |        |         |        |        |          |        |        |
| N° Comb | ec max   | ec 3/7   | Xc max | Yc max | es min  | Xs min | Ys min | es max   | Xs max | Ys max |
| 1       | 0.00343  | -0.02772 | -50.0  | 220.0  | 0.00168 | -44.7  | 214.7  | -0.06750 | -44.7  | 5.3    |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

**POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA**

|         | a  | b           | c            | x/d   | C.Rid. |
|---------|--|-------------|--------------|-------|--------|
| a, b, c | Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen. |             |              |       |        |
| x/d     | Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)           |             |              |       |        |
| C.Rid.  | Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue            |             |              |       |        |
| N°Comb  | a  | b           | c            | x/d   | C.Rid. |
| 1       | 0.000000000  | 0.000330376 | -0.069250993 | 0.048 | 0.700  |

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO**

| Passo staffe: | 11.2 cm [Passo massimo di normativa = 100.0 cm]   |         |         |         |       |       |        |       |     |          |
|---------------|---|---------|---------|---------|-------|-------|--------|-------|-----|----------|
| Ver           | S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata  |         |         |         |       |       |        |       |     |          |
| Vsdu          | Taglio di progetto [kN] = proiez. di $V_x$ e $V_y$ sulla normale all'asse neutro  |         |         |         |       |       |        |       |     |          |
| Vcd           | Taglio resistente ultimo [kN] lato conglomerato compresso [(6.9) EC2]   |         |         |         |       |       |        |       |     |          |
| Vwd           | Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(6.8) EC2]   |         |         |         |       |       |        |       |     |          |
| Dmed          | Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.<br>Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.<br>I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.   |         |         |         |       |       |        |       |     |          |
| bw            | Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro<br>E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.  |         |         |         |       |       |        |       |     |          |
| Teta          | Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato  |         |         |         |       |       |        |       |     |          |
| Acw           | Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione  |         |         |         |       |       |        |       |     |          |
| Ast           | Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm <sup>2</sup> /m]  |         |         |         |       |       |        |       |     |          |
| A.Eff         | Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm <sup>2</sup> /m]<br>Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.<br>L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta-<br>ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio. |         |         |         |       |       |        |       |     |          |
| N°Comb        | Ver   | Vsdu    | Vcd     | Vwd     | Dmed  | bw    | Teta   | Acw   | Ast | A.Eff    |
| 1             | S   | 1500.00 | 4717.48 | 1696.70 | 214.7 | 100.0 | 21.80° | 1.000 | 7.9 | 9.0(0.0) |

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

| Ver            | S = comb. verificata/ N = comb. non verificata   |        |        |        |        |        |        |         |         |  |
|----------------|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|--|
| Sc max         | Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]                        |        |        |        |        |        |        |         |         |  |
| Xc max, Yc max | Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)                      |        |        |        |        |        |        |         |         |  |
| Sf min         | Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]                                 |        |        |        |        |        |        |         |         |  |
| Xs min, Ys min | Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)                    |        |        |        |        |        |        |         |         |  |
| Ac eff.        | Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre         |        |        |        |        |        |        |         |         |  |
| As eff.        | Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure |        |        |        |        |        |        |         |         |  |
| N°Comb         | Ver  | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |  |
| 1              | S  | 3.32   | 50.0   | 220.0  | -174.3 | -22.4  | 5.3    | 1980    | 53.1    |  |

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

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

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

| Comb. | Ver | e1       | e2 | k2    | Ø    | Cf | e sm - e cm       | sr max | wk           | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|----|-------|------|----|-------------------|--------|--------------|---------|---------|
| 1     | S   | -0.00090 | 0  | 0.943 | 26.0 | 40 | 0.00052 (0.00052) | 447    | 0.234 (0.40) | 2395.61 | 0.00    |

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1      | S   | 2.77   | 50.0   | 220.0  | -145.2 | 0.0    | 5.3    | 1950    | 53.1    |

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

| Comb. | Ver | e1       | e2 | k2    | Ø    | Cf | e sm - e cm       | sr max | wk           | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|----|-------|------|----|-------------------|--------|--------------|---------|---------|
| 1     | S   | -0.00075 | 0  | 0.944 | 26.0 | 40 | 0.00046 (0.00044) | 443    | 0.204 (0.30) | 2395.61 | 0.00    |

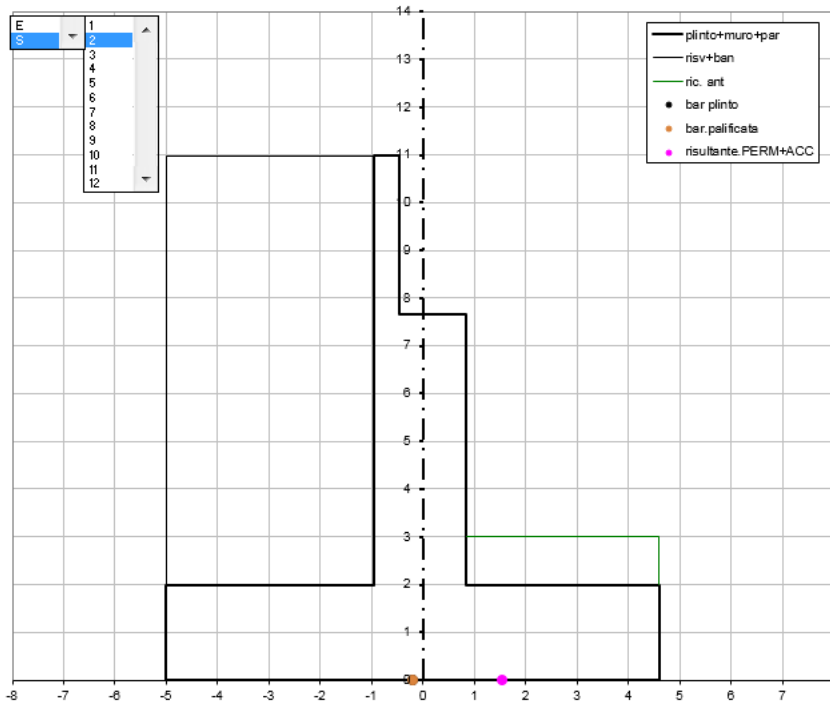
**VERIFICA ARMATURE MINIME SLE PER CONTROLLO FESSURAZIONE (§ 7.3.2 EC2)**

|            |   |
|------------|---|
| N°Comb.    | Numero della combinazione SLE   |
| Tipo Comb. | Frequente o Quasi Permanente  |
| Dom.       | Numero e tipologia dominio di calcestruzzo assegnato (parte di sezione considerata)                                       |
| k          | Coeff. che tiene conto delle autotensioni [(7.1) EC2]   |
| kc         | Coeff. associato alla distribuzione degli sforzi [(7.1) EC2]  |
| Act        | Area di cls. teso (prima della fessurazione) relativo al dominio corrente [(7.1) EC2]                                     |
| Ned        | Sforzo normale (+ se di compressione) agente nel cls. del dominio prima della fessuraz.[kN]                               |
| Sc         | =Ned/Ac sforzo normale medio nel dominio di area Ac per sezioni rett. o nervature [(7.1) EC2]                             |
| k1         | Coeff. associato all'effetto dello sforzo normale sulla distribuzione degli sforzi (sez. rett. o nervature)               |
| Frc        | Sforzo di trazione (valore assoluto) agente nelle eventuali solette prima della fessuraz.[kN]                             |
| As dom     | Area [cm <sup>2</sup> ] delle barre long. in zona tesa effettivamente presenti nel dominio considerato.                   |
| As,min     | Area [cm <sup>2</sup> ] minima delle barre long. da disporre in zona tesa nel dominio considerato in base alla (7.1) EC2. |

| N°Comb | Tipo Comb.  | Dom.          | k    | kc   | Act   | Ned   | Sc   | k1   | Frc | As dom | As,min |
|--------|-------------|---------------|------|------|-------|-------|------|------|-----|--------|--------|
| 1      | Frequente   | 1 (Nervatura) | 0.65 | 0.40 | 10850 | 66.75 | 0.30 | 1.50 | --- | 53.1   | 20.0   |
| N°Comb | Tipo Comb.  | Dom.          | k    | kc   | Act   | Ned   | Sc   | k1   | Frc | As dom | As,min |
| 1      | Quasi perm. | 1 (Nervatura) | 0.65 | 0.40 | 10850 | 55.63 | 0.25 | 1.50 | --- | 53.1   | 20.0   |

## 11 SPALLA B - SUD

### 11.1 Geometria



| <b>Plinto</b>                           |        |       |       |           |                     |        |         |        |        |  |
|---|--------|-------|-------|-----------|---------------------|--------|---------|--------|--------|--|
| l [m]                                   | h [m]  | t [m] | p [m] | f [m]     | V [m <sup>3</sup> ] | P [KN] | m [t]   | bl [m] | bh [m] |  |
| 9.60                                    | 2.00   | 15.00 | 4.05  | 3.75      | 288.00              | 7 200  | 734     | 4.80   | 1.00   |  |
| <b>Muro frontale</b>                    |        |       |       |           |                     |        |         |        |        |  |
| li [m]                                  | h [m]  | t [m] | e [m] | ls [m]    | V [m <sup>3</sup> ] | P [KN] | m [t]   | bl [m] | bh [m] |  |
| 1.80                                    | 5.65   | 14.35 | 0.85  | 1.80      | 145.94              | 3 648  | 372     | 4.65   | 4.83   |  |
| <b>Paraghiaia</b>                       |        |       |       |           |                     |        |         |        |        |  |
| l [m]                                   | h [m]  | t [m] |       | corr (bl) | V [m <sup>3</sup> ] | P [KN] | m [t]   | bl [m] | bh [m] |  |
| 0.50                                    | 3.33   | 14.35 |       | 0.00      | 23.89               | 597    | 61      | 5.30   | 9.32   |  |
| <b>oggetto i-esimo</b>                  |        |       |       |           |                     |        |         |        |        |  |
| l [m]                                   | h [m]  | t [m] |       |           | V [m <sup>3</sup> ] | P [KN] | M [KNm] | bl [m] | bh [m] |  |
| 0.00                                    | 0.00   | 0.00  |       |           | 0.00                | 0      | 0       | 0.00   | 0.00   |  |
| <b>Terreno di riempimento</b>           |        |       |       |           |                     |        |         |        |        |  |
| l [m]                                   | h [m]  | t [m] |       |           | V [m <sup>3</sup> ] | P [KN] | m [t]   | bl [m] | bh [m] |  |
| 4.05                                    | 8.98   | 12.60 |       |           | 458.25              | 9 165  | 934     | 7.58   | 6.49   |  |
| <b>Muri Laterali</b>                    |        |       |       |           |                     |        |         |        |        |  |
| l [m]                                   | h [m]  | t [m] | n°    |           | V [m <sup>3</sup> ] | P [KN] | M [KNm] | bl [m] | bh [m] |  |
| 4.05                                    | 8.98   | 0.90  | 2.00  |           | 65.46               | 1 637  | 167     | 7.58   | 6.49   |  |
| <b>Bandiera</b>                         |        |       |       |           |                     |        |         |        |        |  |
| l [m]                                   | ht [m] | t [m] | n°    | hi [m]    | V [m <sup>3</sup> ] | P [KN] | M [KNm] | bl [m] | bh [m] |  |
| 3.00                                    | 1.00   | 0.70  | 0.00  | 3.00      | 0.00                | 0      | 0       | 10.85  | 9.98   |  |
| <b>Terreno di ricoprimento frontale</b> |        |       |       |           |                     |        |         |        |        |  |
| l [m]                                   | h [m]  | t [m] |       |           | V [m <sup>3</sup> ] | P [KN] | m [t]   | bl [m] | bh [m] |  |
| 3.75                                    | 1.00   | 15.00 |       |           | 56.25               | 1 125  | 115     | 1.88   | 2.50   |  |

### 11.1 Parametri di calcolo

|   |                              | TERRENO (con $\gamma_M$ (M1)) |                |                                   |                                   |                               |                              | TERRENO (con $\gamma_M$ (M2))                  |             |                 |                 |                    |                 | (M2)/(M1)       |                 |  |  |
|---|------------------------------|-------------------------------|----------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|------------------------------|--|-------------|-----------------|-----------------|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|--|--|
| $\gamma$ [KN/m <sup>3</sup> ]   | $\eta$ [KNm/m <sup>3</sup> ] | $\phi$ (M1) [°]               | $\lambda_0$    | $\lambda_a$                       | $\lambda_{e^+}$                   | $\lambda_{e^-}$               | $\phi$ (M2) [°]              | $\lambda_0$                                    | $\lambda_a$ | $\lambda_{e^+}$ | $\lambda_{e^-}$ | $\lambda_0$        | $\lambda_a$     | $\lambda_{e^+}$ | $\lambda_{e^-}$ |  |  |
| 20.00   | 2.04                         | 35.00                         | 0.426          | 0.271                             | 0.499                             | 0.439                         | 29.26                        | 0.511  | 0.343       | 0.611           | 0.537           | 1.199              | 1.267           | 1.224           | 1.224           |  |  |
| SISMA   |                              |                               |                |                                   |                                   | CLS                           |                              | ALTEZZE  |             | PARAMETRI       |                 | PARAMETRI          |                 |                 |                 |  |  |
| $g$ [m/sec <sup>2</sup> ]   | $a_{g0}$ [g]                 | $\alpha_H$ [g]                | $\alpha_V$ [g] | $\lambda_H$ [m/sec <sup>2</sup> ] | $\lambda_V$ [m/sec <sup>2</sup> ] | $\gamma$ [KN/m <sup>3</sup> ] | $\eta$ [KNm/m <sup>3</sup> ] | H [m]  | H1          | f (M1)          | $\delta$ [°]    | f (M2)             | $\delta$ [°]    |                 |                 |  |  |
| 9.81  | 0.248                        | 0.288                         | 0.248          | 2.83                              | 0.73                              | 25.00                         | 2.55                         | 10.98  | 8.98        | 0.50            | 23.3            | 0.40               | 23.3            |                 |                 |  |  |
| SOVRACCARICO ACCIDENTALE  |                              |                               |                |                                   |                                   |                               |                              |  |             |                 |                 |                    |                 |                 |                 |  |  |
| B(q) [m]  | L(fr) [m]                    | q [KN/m <sup>2</sup> ]        |                |                                   |                                   |                               |                              |  |             |                 |                 |                    |                 |                 |                 |  |  |
| 14.35   | 19.02                        | 20.00                         |                |                                   |                                   |                               |                              |  |             |                 |                 |                    |                 |                 |                 |  |  |
| ENTITA' DELLE SPINTE (con $\gamma_M$ (M1)) - per $\gamma_M$ (M2) si adottano opportuni coefficienti correttivi nelle combinazioni |                              |                               |                |                                   |                                   |                               |                              |  |             |                 |                 |                    |                 |                 |                 |  |  |
| DIREZIONE LONGITUDINALE   |                              |                               |                |                                   |                                   |                               |                              |  |             |                 |                 |                    |                 |                 |                 |  |  |
| SPINTA RIPOSO (M1)  |                              |                               |                | SPINTA ATTIVA (M1)                |                                   |                               |                              | SOVRASPINTA SISMICA GLOBALE (MONONOBE - OKABE) |             |                 |                 |                    |                 |                 |                 |  |  |
| $\lambda_0$   | $F_{oh}$ [kN]                | $F_{ov}$ [kN]                 | $F_0$ [kN]     | $\lambda_a$                       | $F_{ah}$ [kN]                     | $F_{av}$ [kN]                 | $F_a$ [kN]                   | verso il basso SV(+)                           |             |                 |                 | verso l'alto SV(-) |                 |                 |                 |  |  |
| terreno   | 0.426                        | 6 774                         | 2 922          | 7 377                             | 0.271                             | 4 688                         | 0                            | 4 688  | terreno M1  | 0.499           | 8 632           | 3 944              | 0.439           | 7 594           | 2 906           |  |  |
| vr. acciden   | 0.426                        | 1 234                         | 532            | 1 344                             | 0.271                             | 854                           | 0                            | 854  | terreno M2  | 0.611           | 10 564          | 4 622              | 0.537           | 9 295           | 3 353           |  |  |
| SPINTA LONGI WOOD   |                              |                               |                |                                   |                                   |                               |                              |  |             |                 |                 |                    |                 |                 |                 |  |  |
| $a_{max}$ $\Delta F$ [kN]   |                              |                               |                |                                   |                                   |                               |                              |  |             |                 |                 |                    |                 |                 |                 |  |  |
| terreno   |                              |                               |                |                                   |                                   |                               |                              |  |             | 0.288           | 9 966           |                    |                 |                 |                 |  |  |
| DIREZIONE TRASVERSALE   |                              |                               |                |                                   |                                   |                               |                              |  |             |                 |                 |                    |                 |                 |                 |  |  |
| SPINTA RIPOSO (M1)  |                              |                               |                | SPINTA ATTIVA (M1)                |                                   |                               |                              | SOVRASPINTA SISMICA GLOBALE (MONONOBE - OKABE) |             |                 |                 |                    |                 |                 |                 |  |  |
| $\lambda_0$   | $F_{oh}$ [kN]                | $F_{ov}$ [kN]                 | $F_0$ [kN]     | $\lambda_a$                       | $F_{ah}$ [kN]                     | $F_{av}$ [kN]                 | $F_a$ [kN]                   | verso il basso SV(+)                           |             |                 |                 | verso l'alto SV(-) |                 |                 |                 |  |  |
| risvolti  | 0.426                        | 0                             | 0              | 0                                 | 0.271                             | 0                             | 0                            | 0  | terreno M1  | 0.499           | 0               | 0                  | 0.439           | 0               | 0               |  |  |
| bandiere  | 0.426                        | 0                             | 0              | 0                                 | 0.271                             | 0                             | 0                            | 0  | terreno M1  | 0.499           | 0               | 0                  | 0.439           | 0               | 0               |  |  |
| TOTALE  | 0                            |                               |                | 0                                 |                                   |                               | 0                            |  |             | terreno M1      | 0               |                    | 0               |                 | 0               |  |  |
|   |                              |                               |                |                                   |                                   |                               |                              |  |             | $\lambda_{e^+}$ | F [kN]          | $\Delta F$ [kN]    | $\lambda_{e^-}$ | F [kN]          | $\Delta F$ [kN] |  |  |
|   |                              |                               |                |                                   |                                   |                               |                              |  |             | 0.611           | 0               | 0                  | 0.537           | 0               | 0               |  |  |
|   |                              |                               |                |                                   |                                   |                               |                              |  |             | 0.611           | 0               | 0                  | 0.537           | 0               | 0               |  |  |
|   |                              |                               |                |                                   |                                   |                               |                              |  |             | 0               | 0               | 0                  | 0               | 0               | 0               |  |  |
| SPINTA TRASV WOOD   |                              |                               |                |                                   |                                   |                               |                              |  |             |                 |                 |                    |                 |                 |                 |  |  |
| $a_{max}$ $\Delta F$ [kN]   |                              |                               |                |                                   |                                   |                               |                              |  |             |                 |                 |                    |                 |                 |                 |  |  |
| terreno su risvolti   |                              |                               |                |                                   |                                   |                               |                              |  |             | 0.288           | 0               |                    |                 |                 |                 |  |  |
| terreno su bandiere   |                              |                               |                |                                   |                                   |                               |                              |  |             | 0.288           | 0               |                    |                 |                 |                 |  |  |
| Totale su terreno   |                              |                               |                |                                   |                                   |                               |                              |  |             | 0.288           | 0               |                    |                 |                 |                 |  |  |

Per le verifiche strutturali e per quelle geotecniche, i parametri relativi al terreno sono stati calcolati secondo il seguente approccio:

Approccio 1 - Comb. 3 - Azioni con A1 e Terreno con M1

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (M)      M1

Tangente dell'angolo di resistenza al taglio  $\tan \phi'k$       1.00

Le spinte del terreno in condizioni statiche sono state calcolate con il coefficiente di spinta a riposo e angolo di attrito terra – muro. In condizioni sismiche, le spinte sono state calcolate secondo la formula di Mononobe-Okabe secondo l'Appendice E dell'Eurocodice 8 parte 5.

#### E.4

Il coefficiente di spinta del terreno può essere calcolato mediante la formula di Mononobe e Okabe.

Per stati attivi:

$$\text{se: } \beta \leq \phi'_d - \theta$$

$$K = \frac{\sin^2(\psi + \phi'_d - \theta)}{\cos\theta \sin^2\psi \sin(\psi - \theta - \delta_d) \left[ 1 + \frac{\sin(\phi'_d + \delta_d) \sin(\phi'_d - \beta - \theta)}{\sin(\psi - \theta - \delta_d) \sin(\psi + \beta)} \right]^2} \quad (E.2)$$

$$\text{se: } \beta > \phi'_d - \theta$$

$$K = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos\theta \sin^2\psi \sin(\psi - \theta - \delta_d)} \quad (E.3)$$

Nelle precedenti equazioni vengono usate le seguenti notazioni:

$\phi'_d$  è il valore di progetto dell'angolo di resistenza a taglio del terreno, cioè:  $\phi'_d = \tan^{-1}\left(\frac{\tan\phi'}{\gamma_{\phi'}}\right)$ ;

$\psi$  e  $\beta$  sono gli angoli di inclinazione rispetto all'orizzontale, rispettivamente della parete del muro rivolta a monte e della superficie del terrapieno, come mostrato in figura E.1;

$\delta_d$  è il valore di progetto dell'angolo di attrito tra terreno e muro, cioè:  $\delta_d = \tan^{-1}\left(\frac{\tan\delta}{\gamma_{\phi'}}\right)$ ;

$\theta$  è l'angolo definito sotto nei punti da **E.5** a **E.7**.

#### **E.5**

*Livello di falda al di sotto del muro di contenimento - Coefficiente di spinta del terreno.*

Si applicano i seguenti parametri:

$\gamma^*$  è il peso specifico  $\gamma$  del terreno (E.5)

$$\tan \theta = \frac{k_h}{1 \mp k_v} \quad (E.6)$$

$$E_{wd} = 0 \quad (E.7)$$

dove:

$k_h$  è il coefficiente sismico orizzontale [vedere l'espressione (7.1)].

Nella tabella precedente e in quella successiva, si ha il seguente significato dei simboli

$\phi$  = angolo di attrito del terrapieno

$\lambda_0$  = coefficiente di spinta a riposo

$\lambda_a$  = coefficiente di spinta attiva

$f$  = angolo di attrito tra cls e terreno (solo per verifica a scorrimento nelle fondazioni dirette)

$\delta$  = angolo di attrito paramento muro - terrapieno

$H$  = altezza totale spalla (plinto + muro frontale + paraghiaia)

$H_1$  = altezza (muro frontale + paraghiaia)

$ag_0$  = accelerazione di picco al suolo (SLV)

$\sigma_H$  = accelerazione orizzontale massima =  $\beta_m \cdot a_{max} = \beta_m \cdot S \cdot ag_0$

$\sigma_V$  = accelerazione verticale massima

$a_H$  = accelerazione orizzontale =  $\sigma_H \cdot g$

$a_V$  = accelerazione verticale (combinata con sisma longt/trasv) =  $\sigma_V \cdot g \cdot 0.3$

$q$  = sovraccarico accidentale

$\beta_m$  = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito = 1, per muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno, come nella spalla da ponte oggetto della presente.



**Spinta sismica del terreno - NTC 2008**

|  |                                  |              |                             |
|--|----------------------------------|--------------|-----------------------------|
| Terreno tipo   |                                  | b            |                             |
| Categoria topografica  |                                  | i            |                             |
| $F_0$  | $F_0$                            | 2.405        |                             |
| accelerazione orizzontale massima al suolo attesa su sito di riferimento | $a_g$                            | 0.248 g      |                             |
| coefficiente di amplificazione stratigrafica                             | $S_S$                            | 1.161        |                             |
| coefficiente di amplificazione topografica                               | $S_T$                            | 1            |                             |
| coefficiente di amplificazione del sottosuolo                            | $S$                              | 1.161        |                             |
| accelerazione orizzontale massima attesa                                 | $a_{max}=S*a_g$                  | 0.288        |                             |
| spostamenti del muro ammessi   |                                  | no           |                             |
| coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito      | $\beta_m$                        | 1.00         |                             |
|  |                                  |              | verso basso    verso l'alto |
| Verso dell'azione sismica  | $(-1/+1)$                        | 1.0          | -1.0                        |
|  | $kh/(1 \pm kv)$                  | 0.34         | 0.25                        |
| coefficiente sismico orizzontale   | $kh=\beta_m*a_{max}$             | 0.288        |                             |
| coefficiente sismico verticale   | $kv=0.5*kh$                      | 0.144        |                             |
| Angolo di attrito del terreno  | $\phi$                           | 35.0 °       |                             |
| Coefficiente parziale per l'angolo di attrito                            | $\gamma_{\phi'}$                 | 1.00         |                             |
| Angolo di attrito di progetto del terreno                                | $\phi'_d$                        | 35.0 °       |                             |
| inclinazione della parete del muro rivolta a monte                       | $\Psi$                           | 90.0 °       |                             |
| inclinazione della superficie del terrapieno                             | $\beta$                          | 0.0 °        |                             |
| Angolo di attrito tra muro e terreno                                     | $\delta$                         | 0.0 °        |                             |
| Angolo di attrito di progetto tra muro e terreno                         | $\delta_d$                       | 0.0 °        |                             |
|  | $\theta$ (°)                     | 18.6         | 14.1                        |
| Coefficiente di spinta attiva  | $K_a$                            | 0.271        |                             |
| Coefficiente di spinta passiva   | $K_p$                            | 3.690        |                             |
| Coefficiente di spinta (statico + dinamico), per stati attivi            | $K$                              | 0.436        | 0.513                       |
| <b>Coefficiente di spinta in condizioni sismiche, per stati attivi</b>   | <b><math>(1 \pm kv)*K</math></b> | <b>0.499</b> | <b>0.439</b>                |

### 11.1 Azioni globali non fattorizzate

Le azioni trasmesse dall’impalcato sono:

- G1: carico relativo al solo peso proprio non fattorizzato
- G2: carico relativo al solo peso permanente portato non fattorizzato
- SLUSTR.ACC(i): quota parte di tutte le azioni variabili combinate allo SLU STR
- SLUGEO.ACC(i): quota parte di tutte le azioni variabili combinate allo SLU GEO
- SLER.ACC(i): quota parte di tutte le azioni variabili combinate allo SLERera
- SIS(i) etc: azione globale combinata in condizioni sismiche

| V2     | M3   | V3   | M2     | T    | P      |             |
|--------|------|------|--------|------|--------|-------------|
| -13    | -8   | 0    | 0      | 0    | -2 210 | G1          |
| -4     | -2   | 0    | 0      | 0    | -681   | G2          |
| ass    | ass  | ass  | ass    | ass  | 0      |             |
| 632    | 379  | 234  | 1 107  | 36   | 623    | SLUSTRacc.7 |
| -638   | -383 | -229 | 1 989  | -35  | -1 538 | SLUSTRacc.7 |
| 632    | 379  | 234  | 1 107  | 36   | 622    | SLUSTRacc.7 |
| -638   | -383 | -229 | 1 989  | -35  | -1 538 | SLUSTRacc.7 |
| 377    | 226  | 454  | 2 066  | 70   | 237    | SLUSTRacc.4 |
| -377   | -226 | -454 | -2 066 | -70  | -237   | SLUSTRacc.4 |
| 373    | 224  | 241  | 9 670  | 37   | -1 836 | SLUSTRacc.1 |
| -379   | -227 | -235 | -2 631 | -35  | -833   | SLUSTRacc.1 |
| 377    | 226  | 454  | 2 066  | 70   | 237    | SLUSTRacc.4 |
| -377   | -226 | -454 | -2 066 | -70  | -237   | SLUSTRacc.4 |
| 384    | 230  | 236  | 1 071  | 36   | 706    | SLUSTRacc.1 |
| -386   | -232 | -227 | 5 978  | -34  | -3 167 | SLUSTRacc.1 |
| ass    | ass  | ass  | ass    | ass  | 0      |             |
| 526    | 316  | 156  | 742    | 24   | 498    | SLERacc.7   |
| -531   | -319 | -152 | 1 551  | -23  | -1 176 | SLERacc.7   |
| 526    | 316  | 156  | 742    | 24   | 497    | SLERacc.7   |
| -531   | -319 | -152 | 1 551  | -23  | -1 176 | SLERacc.7   |
| 314    | 188  | 302  | 1 377  | 46   | 197    | SLERacc.4   |
| -314   | -188 | -302 | -1 377 | -46  | -197   | SLERacc.4   |
| 311    | 187  | 162  | 7 085  | 25   | -1 338 | SLERacc.1   |
| -315   | -189 | -157 | -1 871 | -23  | -639   | SLERacc.1   |
| 314    | 188  | 302  | 1 377  | 46   | 197    | SLERacc.4   |
| -314   | -188 | -302 | -1 377 | -46  | -197   | SLERacc.4   |
| 319    | 192  | 158  | 716    | 24   | 545    | SLERacc.1   |
| -321   | -193 | -151 | 4 506  | -23  | -2 368 | SLERacc.1   |
| ass    | ass  | ass  | ass    | ass  | 0      |             |
| 1 123  | 674  | 198  | 304    | 46   | -2 470 | SIS.1       |
| -1 157 | -694 | -198 | -304   | -46  | -3 312 | SIS.5       |
| 1 123  | 674  | 198  | 304    | 46   | -2 470 | SIS.1       |
| -1 157 | -694 | -198 | -304   | -46  | -3 312 | SIS.5       |
| 510    | 306  | 661  | 1 012  | 154  | -2 495 | SIS.9       |
| -543   | -326 | -661 | -1 012 | -154 | -3 287 | SIS.13      |
| 510    | 306  | 661  | 1 012  | 154  | -2 495 | SIS.9       |
| -543   | -326 | -661 | -1 012 | -154 | -3 287 | SIS.13      |
| 510    | 306  | 661  | 1 012  | 154  | -2 495 | SIS.9       |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

|      |      |      |        |      |        |               |
|------|------|------|--------|------|--------|---------------|
| -543 | -326 | -661 | -1 012 | -154 | -3 287 | <b>SIS.13</b> |
| 515  | 309  | 198  | 304    | 46   | -1 981 | <b>SIS.17</b> |
| -548 | -329 | -198 | -304   | -46  | -3 802 | <b>SIS.21</b> |

Nella seguente tabella vengono riportate le azioni provenienti dall'impalcato per le combinazioni di carico precedentemente descritte:

Le azioni caratteristiche vengono di seguito tabellate con il seguente significato:

- Fv = forza verticale
- Fl = forza longitudinale
- Ft = forza trasversale
- Msl = momento stabilizzante rispetto al piede anteriore del plinto
- Mrl = momento ribaltante rispetto al piede anteriore del plinto
- Mt = momento trasversale
- bl = braccio longitudinale, rispetto al piede anteriore del plinto
- bh = braccio verticale, rispetto all'intradosso del plinto
- et = eccentricità trasversale, rispetto all'asse baricentrico della zattera di fondazione.

Nel seguito, vengono riportate le azioni caratteristiche non fattorizzate. Le azioni provenienti dall'impalcato, precedentemente riportate, vengono fatte ruotare a seconda delle combinazioni usate. A titolo di esempio si riportano quelle relative allo SLU STR.

**AZIONI NON FATTORIZZATE**

**PESO PROPRIO SPALLA**

| elemento               | FV [kN] | Fl [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | et [m] | Mt [kNm] |
|------------------------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|--------|----------|
| <b>PLINTO</b>          | 7 200   |         |         | 4.80   | 1.00   | 34 560    |           |        | 0        |
| <b>MURO FRONTALE</b>   | 3 648   |         |         | 4.65   | 4.83   | 16 965    |           | 0.00   | 0        |
| <b>PARAGHIAIA</b>      | 597     |         |         | 5.30   | 9.32   | 3 166     |           | 0.00   | 0        |
| <b>OGGETTO I-ESIMO</b> | 0       |         |         | 0.00   | 0.00   | 0         |           | 0.00   | 0        |
| <b>MURI LATERALI</b>   | 1 637   |         |         | 7.58   | 6.49   | 12 397    |           | 0.00   | 0        |
| <b>BANDIERA</b>        | 0       |         |         | 10.85  | 9.98   | 0         |           | 0.00   | 0        |
| <b>TOTALE</b>          | 13 082  |         |         |        |        | 67 089    |           |        | 0        |

**PESO TERRENO**

| elemento            | FV [kN] | Fl [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] |  | Mt [kNm] |
|---------------------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|--|----------|
| <b>RIEMPIMENTO</b>  | 9 165   |         |         | 7.58   | 6.49   | 69 425    |           |  |          |
| <b>RICOPRIMENTO</b> | 1 125   |         |         | 1.88   | 2.50   | 2 109     |           |  |          |

**AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO**

| condizione         | FV [kN] | Fl [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | et [m] | Mt [kNm] |
|--------------------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|--------|----------|
| <b>G1</b>          | 2 210   | 13      | 0       | 4.60   | 7.65   | 10 166    | 105       | 0.00   | 0        |
| <b>G2</b>          | 681     | 4       | 0       | 4.60   | 7.65   | 3 133     | 33        | 0.00   | 0        |
| <b>SLUSTRacc.7</b> | -623    | 632     | 234     | 4.60   | 7.65   | -2 864    | 5 215     | 0.00   | 2 894    |
| <b>SLUSTRacc.7</b> | 1 538   | 638     | 229     | 4.60   | 7.65   | 7 074     | 5 267     | 0.00   | 3 737    |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

|                     |       |       |     |      |      |        |       |      |        |
|---------------------|-------|-------|-----|------|------|--------|-------|------|--------|
| SLUSTRacc.7         | -622  | 632   | 234 | 4.60 | 7.65 | -2 862 | 5 215 | 0.00 | 2 894  |
| SLUSTRacc.7         | 1 538 | 638   | 229 | 4.60 | 7.65 | 7 076  | 5 267 | 0.00 | 3 737  |
| SLUSTRacc.4         | -237  | 377   | 454 | 4.60 | 7.65 | -1 088 | 3 109 | 0.00 | 5 537  |
| SLUSTRacc.4         | 237   | 377   | 454 | 4.60 | 7.65 | 1 088  | 3 109 | 0.00 | 5 537  |
| SLUSTRacc.1         | 1 836 | 373   | 241 | 4.60 | 7.65 | 8 444  | 3 078 | 0.00 | 11 515 |
| SLUSTRacc.1         | 833   | 379   | 235 | 4.60 | 7.65 | 3 833  | 3 123 | 0.00 | 4 428  |
| SLUSTRacc.4         | -237  | 377   | 454 | 4.60 | 7.65 | -1 088 | 3 109 | 0.00 | 5 537  |
| SLUSTRacc.4         | 237   | 377   | 454 | 4.60 | 7.65 | 1 088  | 3 109 | 0.00 | 5 537  |
| SLUSTRacc.1         | -706  | 384   | 236 | 4.60 | 7.65 | -3 249 | 3 166 | 0.00 | 2 878  |
| SLUSTRacc.1         | 3 167 | 386   | 227 | 4.60 | 7.65 | 14 570 | 3 186 | 0.00 | 7 717  |
| SISMA LONG - VERT   | 2 470 | 1 123 |     | 4.60 | 7.65 | 11 364 | 9 267 | 0.00 | 0      |
| SISMA LONG + VERT   | 3 312 | 1 157 |     | 4.60 | 7.65 | 15 234 | 9 544 | 0.00 | 0      |
| SISMA +TRASV - VERT | 2 495 |       | 661 | 4.60 | 7.65 | 11 479 | 0     | 0.00 | 6 072  |
| SISMA +TRASV + VERT | 3 287 |       | 661 | 4.60 | 7.65 | 15 119 | 0     | 0.00 | 6 072  |
| SISMA -TRASV - VERT | 2 495 |       | 661 | 4.60 | 7.65 | 11 479 | 0     | 0.00 | 6 072  |
| SISMA -TRASV + VERT | 3 287 |       | 661 | 4.60 | 7.65 | 15 119 | 0     | 0.00 | 6 072  |

**SPINTA LONGITUDINALE TERRENO - attiva**

| condizione         | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | Mt [kNm] |
|--------------------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|----------|
| SPINTA ATTIVA (M1) |         | 4 688   |         |        | 3.66   |           | 17 159    |          |
| SOVRACCARICO (M1)  |         | 854     |         |        | 5.49   |           | 4 688     |          |
| FRENATURA          |         | 0       |         |        | 5.49   |           | 0         |          |

**SPINTA LONGITUDINALE TERRENO quiete + delta**

| condizione         | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | Mt [kNm] |
|--------------------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|----------|
| SPINTA RIPOSO (M1) | 2 922   | 6 774   |         | 9.60   | 3.66   | 28051     | 24 793    |          |
| SOVRACCARICO (M1)  | 532     | 1 234   |         | 9.60   | 5.49   | 5110      | 6 774     |          |
| FRENATURA          |         | 0       |         |        | 5.49   |           | 0         |          |

**SPINTA TRASVERSALE TERRENO - attiva**

| condizione    | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | Mt [kNm] |
|---------------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|----------|
| RISVOLTI (M1) |         |         | 0       |        | 4.99   |           |           | 0        |
| BANDIERE (M1) |         |         | 0       |        | 9.65   |           |           | 0        |
| TOTALE (M1)   |         |         | 0       |        |        |           |           | 0        |

**SPINTA TRASVERSALE TERRENO - quiete + delta**

| condizione    | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | Mt [kNm] |
|---------------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|----------|
| RISVOLTI (M1) | 0       |         | 0       | 3.60   | 4.99   |           |           | 0        |
| BANDIERE (M1) | 0       |         | 0       | 3.80   | 9.65   |           |           | 0        |
| TOTALE (M1)   |         |         | 0       |        |        |           |           | 0        |

**SPINTA TRASVERSALE SOVRACCARICO - attiva**

| condizione    | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | Mt [kNm] |
|---------------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|----------|
| RISVOLTI (M1) |         |         | 0       |        | 6.49   |           |           | 0        |
| BANDIERE (M1) |         |         | 0       |        | 9.98   |           |           | 0        |
| TOTALE (M1)   |         |         | 0       |        |        |           |           | 0        |

**SPINTA TRASVERSALE SOVRACCARICO - quiete + delta**

| condizione    | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | Mt [kNm] |
|---------------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|----------|
| RISVOLTI (M1) | 0       |         | 0       | 3.60   | 6.49   |           |           | 0        |
| BANDIERE (M1) | 0       |         | 0       | 3.80   | 9.98   |           |           | 0        |
| TOTALE (M1)   |         |         | 0       |        |        |           |           | 0        |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

**SISMA LONGITUDINALE SPALLA**

| elemento               | FV [kN] | Fl [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | Mt [kNm] |
|------------------------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|----------|
| <b>PLINTO</b>          |         | 2 074   |         |        | 1.00   |           | 2 074     |          |
| <b>M FRONTALE</b>      |         | 1 051   |         |        | 4.83   |           | 5 071     |          |
| <b>PARAGHIAIA</b>      |         | 172     |         |        | 9.32   |           | 1 603     |          |
| <b>OGGETTO I-ESIMO</b> |         | 0       |         |        | 0.00   |           | 0         |          |
| <b>RISVOLTI</b>        |         | 471     |         |        | 6.49   |           | 3 059     |          |
| <b>BANDIERE</b>        |         | 0       |         |        | 9.98   |           | 0         |          |
| <b>TOTALE</b>          |         | 3 768   |         |        |        |           | 11 806    |          |

**SISMA TRASVERSALE SPALLA**

| elemento               | FV [kN] | Fl [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | Mt [kNm] |
|------------------------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|----------|
| <b>PLINTO</b>          |         |         | 2 074   |        | 1.00   |           |           | 2 074    |
| <b>M FRONTALE</b>      |         |         | 1 051   |        | 4.83   |           |           | 5 071    |
| <b>PARAGHIAIA</b>      |         |         | 172     |        | 9.32   |           |           | 1 603    |
| <b>OGGETTO I-ESIMO</b> |         |         | 0       |        | 0.00   |           |           | 0        |
| <b>RISVOLTI</b>        |         |         | 471     |        | 6.49   |           |           | 3 059    |
| <b>BANDIERE</b>        |         |         | 0       |        | 9.98   |           |           | 0        |
| <b>TOTALE</b>          |         |         | 3 768   |        |        |           |           | 11 806   |

**SISMA VERTICALE SPALLA**

| elemento               | FV [kN] | Fl [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | Mt [kNm] |
|------------------------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|----------|
| <b>PLINTO</b>          | 536     |         |         | 4.80   |        | 2 571     |           |          |
| <b>M FRONTALE</b>      | 271     |         |         | 4.65   |        | 1 262     |           |          |
| <b>PARAGHIAIA</b>      | 44      |         |         | 5.30   |        | 236       |           |          |
| <b>OGGETTO I-ESIMO</b> | 0       |         |         | 0.00   |        | 0         |           |          |
| <b>RISVOLTI</b>        | 122     |         |         | 7.58   |        | 922       |           |          |
| <b>BANDIERE</b>        | 0       |         |         | 10.85  |        | 0         |           |          |
| <b>TOTALE</b>          | 973     |         |         |        |        | 4 991     |           |          |

**SOVRASPINTA SISMICA TERRENO longitudinale SV(+)**

| elemento            | FV [kN] | Fl [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | Mt [kNm] |
|---------------------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|----------|
| <b>TERRENO (M1)</b> |         | 3 944   |         |        | 5.49   |           | 21 653    |          |
| <b>TERRENO (M2)</b> |         | 4 622   |         |        | 5.49   |           | 25 375    |          |

**SOVRASPINTA SISMICA TERRENO longitudinale SV(-)**

| elemento            | FV [kN] | Fl [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | Mt [kNm] |
|---------------------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|----------|
| <b>TERRENO (M1)</b> |         | 2 906   |         |        | 5.49   |           | 15 955    |          |
| <b>TERRENO (M2)</b> |         | 3 353   |         |        | 5.49   |           | 18 408    |          |

**SOVRASPINTA SISMICA TERRENO trasversale SV(+)**

| elemento           | FV [kN] | Fl [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | Mt [kNm] |
|--------------------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|----------|
| <b>RISVOLTI</b>    |         |         | 0       |        | 6.49   |           |           | 0        |
| <b>BANDIERE</b>    |         |         | 0       |        | 9.98   |           |           | 0        |
| <b>TOTALE (M1)</b> |         |         | 0       |        |        |           |           | 0        |
| <b>RISVOLTI</b>    |         |         | 0       |        | 6.49   |           |           | 0        |
| <b>BANDIERE</b>    |         |         | 0       |        | 9.98   |           |           | 0        |
| <b>TOTALE (M2)</b> |         |         | 0       |        |        |           |           | 0        |

**SOVRASPINTA SISMICA TERRENO trasversale SV(-)**

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

| elemento        | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | Mt [kNm] |
|-----------------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|----------|
| <b>RISVOLTI</b> |         |         | 0       |        | 6.49   |           |           | 0        |
| <b>BANDIERE</b> |         |         | 0       |        | 9.98   |           |           | 0        |
| TOTALE (M1)     |         |         | 0       |        |        |           |           | 0        |
| <b>RISVOLTI</b> |         |         | 0       |        | 6.49   |           |           | 0        |
| <b>BANDIERE</b> |         |         | 0       |        | 9.98   |           |           | 0        |
| TOTALE (M2)     |         |         | 0       |        |        |           |           | 0        |

**SISMA LONGITUDINALE RINTERRO**

| elemento       | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | Mt [kNm] |
|----------------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|----------|
| <b>TERRENO</b> |         | 2 640   |         |        | 6.49   |           | 17 132    |          |

**SISMA TRASVERSALE RINTERRO**

| elemento       | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | Mt [kNm] |
|----------------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|----------|
| <b>TERRENO</b> |         |         | 2 640   |        | 6.49   |           |           | 17132    |

**SISMA VERTICALE RINTERRO**

| elemento       | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | Mt [kNm] |
|----------------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|----------|
| <b>TERRENO</b> | 682     |         |         | 7.58   |        | 5 165     |           |          |

**SPINTA LONGT IN CONDIZIONI SISMICHE (WOOD)**

| elemento       | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | Mt [kNm] |
|----------------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|----------|
| <b>TERRENO</b> |         | 9 966   |         |        | 5.49   |           | 54 714    |          |

**SPINTA TRASV IN CONDIZIONI SISMICHE (WOOD)**

| elemento        | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | Mt [kNm] |
|-----------------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|----------|
| <b>RISVOLTI</b> |         |         | 0       |        | 6.49   |           |           | 0        |
| <b>BANDIERE</b> |         |         | 0       |        | 9.98   |           |           | 0        |
| TOTALE          |         |         | 0       |        |        |           |           | 0        |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

### 11.1 Azioni su micropali

Si calcolano le azioni sui micropali per le condizioni più significative.

Dati geometrici palificata (2 inclinato longitudinale; 1 verticale)

|        | 7.000 | 6.000 | 5.000 | 4.000 | 3.000 | 2.000 | 1.000 | 0.000 | -1.000 | -2.000 | -3.000 | -4.000 | -5.000 | -6.000 | -7.000 |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 4.200  | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      |
| 3.000  | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      |
| 1.800  | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      |
| 0.600  | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      |
| -0.600 | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      |
| -1.800 | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      |
| -3.000 | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      |
| -4.200 | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      |

|                                  |            |
|----------------------------------|------------|
| Numero di micropali pali totale  | <b>120</b> |
| Modulo longitudinale minimo palo | 216.0 m    |
| Modulo trasversale minimo palo   | 320.0 m    |

#### SLE RARA.2

| CODICE CARICO        | DESCRIZIONE                                 | FATTOR.            | FV [kN] | FI [kN]           | Ft [kN]          | Mt [kNm]       | Msl [kNm]         | Mrl [kNm]            | MI [kNm]            |                    |
|----------------------|---|--------------------|---------|-------------------|------------------|----------------|-------------------|----------------------|---------------------|--------------------|
| 1                    | PESO PROPRIO SPALLA                         | -                  | 1.000   | 13 082            | 0                | 0              | 0                 | 67 089               | 0                   | -4 293             |
| 2                    | PESO TERRENO                                | RIEMPIMENTO        | 1.000   | 9 165             | 0                | 0              | 0                 | 69 425               | 0                   | -25 433            |
| 2.1                  | PESO TERRENO                                | RICOPRIMENTO       | 1.000   | 1 125             | 0                | 0              | 0                 | 2 109                | 0                   | 3 291              |
| 3                    | AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO             | G1                 | 1.000   | 2 210             | 13               | 0              | 0                 | 10 166               | 105                 | 547                |
| 3.1                  | AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO             | G2                 | 1.000   | 681               | 4                | 0              | 0                 | 3 133                | 33                  | 169                |
| 4.2                  | AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO             | SLE Racc.7         | 1.000   | 1 176             | 531              | 152            | 2 715             | 5 408                | 4 381               | 4 616              |
| 9r                   | SPINTA LONGITUDINALE TERRENO quiete + delta | SPINTA RIPOSO (M1) | 1.000   | 2 922             | 6 774            | 0              | 0                 | 28 051               | 24 793              | 10 767             |
| 19r                  | SPINTA TRASVERSALE TERRENO - quiete + delta | SPINTA RIPOSO (M1) | 1.000   | 0                 | 0                | 0              | 0                 | 0                    | 0                   | 0                  |
| 10r                  | SPINTA LONGITUDINALE TERRENO quiete + delta | SOVRACCARICO (M1)  | 1.000   | 532               | 1 234            | 0              | 0                 | 5 110                | 6 774               | 4 219              |
| 20r                  | SPINTA TRASVERSALE SOVRACCARICO - quiete    | SOVRACCARICO (M1)  | 1.000   | 0                 | 0                | 0              | 0                 | 0                    | 0                   | 0                  |
| TOTALE AZIONI AGENTI |   |                    |         | FV [kN]<br>30 893 | FI [kN]<br>8 556 | Ft [kN]<br>152 | Mt [kNm]<br>2 715 | Msl [kNm]<br>190 491 | Mrl [kNm]<br>36 086 | MI [kNm]<br>-6 116 |

| Condizione                                | N [kN]        | HI [kN] | MI [kNm] | Ht [kN] | Mt [kNm] |
|---|---------------|---------|----------|---------|----------|
| <b>SLE RARA.2</b>                         | 30 893        | 8 556   | -6 116   | 152     | 2 715    |
| Trasporto al baricentro palificata        | 30 893        | 8 556   | -6 116   | 152     | 2 715    |
| Trasporto assi principali palificata      | 30 893        | 8 556   | -6 116   | 152     | 2 715    |
| <b>Sforzo massimo per cond SLE RARA.2</b> | <b>487 kN</b> |         |          |         |          |
| <b>Sforzo minimo per cond SLE RARA.2</b>  | <b>61 kN</b>  |         |          |         |          |

#### SLU STR.2

| CODICE CARICO        | DESCRIZIONE                                 | FATTOR.            | FV [kN] | FI [kN]           | Ft [kN]           | Mt [kNm]       | Msl [kNm]         | Mrl [kNm]            | MI [kNm]            |                    |
|----------------------|---|--------------------|---------|-------------------|-------------------|----------------|-------------------|----------------------|---------------------|--------------------|
| 1                    | PESO PROPRIO SPALLA                         | -                  | 1.350   | 17 661            | 0                 | 0              | 0                 | 90 570               | 0                   | -5 796             |
| 2                    | PESO TERRENO                                | RIEMPIMENTO        | 1.350   | 12 373            | 0                 | 0              | 0                 | 93 723               | 0                   | -34 334            |
| 2.1                  | PESO TERRENO                                | RICOPRIMENTO       | 1.350   | 1 519             | 0                 | 0              | 0                 | 2 848                | 0                   | 4 442              |
| 3                    | AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO             | G1                 | 1.350   | 2 983             | 17                | 0              | 0                 | 13 724               | 142                 | 739                |
| 3.1                  | AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO             | G2                 | 1.500   | 1 022             | 6                 | 0              | 0                 | 4 700                | 49                  | 253                |
| 4.2                  | AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO             | SLU STRacc.7       | 1.000   | 1 538             | 638               | 229            | 3 737             | 7 074                | 5 267               | 5 575              |
| 9r                   | SPINTA LONGITUDINALE TERRENO quiete + delta | SPINTA RIPOSO (M1) | 1.350   | 3 945             | 9 145             | 0              | 0                 | 37 869               | 33 470              | 14 536             |
| 19r                  | SPINTA TRASVERSALE TERRENO - quiete + delta | SPINTA RIPOSO (M1) | 1.350   | 0                 | 0                 | 0              | 0                 | 0                    | 0                   | 0                  |
| 10r                  | SPINTA LONGITUDINALE TERRENO quiete + delta | SOVRACCARICO (M1)  | 1.350   | 719               | 1 666             | 0              | 0                 | 6 898                | 9 145               | 5 696              |
| 20r                  | SPINTA TRASVERSALE SOVRACCARICO - quiete    | SOVRACCARICO (M1)  | 1.350   | 0                 | 0                 | 0              | 0                 | 0                    | 0                   | 0                  |
| TOTALE AZIONI AGENTI |   |                    |         | FV [kN]<br>41 759 | FI [kN]<br>11 472 | Ft [kN]<br>229 | Mt [kNm]<br>3 737 | Msl [kNm]<br>257 406 | Mrl [kNm]<br>48 073 | MI [kNm]<br>-8 889 |

| Condizione                               | N [kN]        | HI [kN] | MI [kNm] | Ht [kN] | Mt [kNm] |
|--|---------------|---------|----------|---------|----------|
| <b>SLU STR.2</b>                         | 41 759        | 11 472  | -8 889   | 229     | 3 737    |
| Trasporto al baricentro palificata       | 41 759        | 11 472  | -8 889   | 229     | 3 737    |
| Trasporto assi principali palificata     | 41 759        | 11 472  | -8 889   | 229     | 3 737    |
| <b>Sforzo massimo per cond SLU STR.2</b> | <b>656 kN</b> |         |          |         |          |
| <b>Sforzo minimo per cond SLU STR.2</b>  | <b>85 kN</b>  |         |          |         |          |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

**SISM.STR2 - VERIFICA SISMICA CON SISMA VERTICALE DIRETTO VERSO IL BASSO(SV+) + SISMA LONG**

| CODICE CARICO | DESCRIZIONE                                     | FATTOR.            | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | Mt [kNm] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | MI [kNm] |         |
|---------------|---|--------------------|---------|---------|---------|----------|-----------|-----------|----------|---------|
| 1             | PESO PROPRIO SPALLA                             | -                  | 1.000   | 13 082  | 0       | 0        | 0         | 67 089    | 0        | -4 293  |
| 2             | PESO TERRENO                                    | RIEMPIMENTO        | 1.000   | 9 165   | 0       | 0        | 0         | 69 425    | 0        | -25 433 |
| 2_1           | PESO TERRENO                                    | RICOPRIMENTO       | 1.000   | 1 125   | 0       | 0        | 0         | 2 109     | 0        | 3 291   |
| 7             | AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO                 | SISMA LONG + VERT  | 1.000   | 3 312   | 1 157   | 0        | 0         | 15 234    | 9 544    | 10 206  |
| 9a            | SPINTA LONGITUDINALE TERRENO - attiva           | SPINTA ATTIVA (M1) | 1.000   | 0       | 4 688   | 0        | 0         | 0         | 17 159   | 17 159  |
| 19a           | SPINTA TRASVERSALE TERRENO - attiva             | SPINTA ATTIVA (M1) | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0       |
| 15            | SOVRASPINTA SISMICA TERRENO longitudinale SV(+) | TERRENO (M1)       | 1.000   | 0       | 3 944   | 0        | 0         | 0         | 21 653   | 21 653  |
| 12_1          | SISMA LONGITUDINALE SPALLA                      | PLINTO             | 1.000   | 0       | 2 074   | 0        | 0         | 0         | 2 074    | 2 074   |
| 12_2          | SISMA LONGITUDINALE SPALLA                      | M FRONTALE         | 1.000   | 0       | 1 051   | 0        | 0         | 0         | 5 071    | 5 071   |
| 12_3          | SISMA LONGITUDINALE SPALLA                      | PARAGHIAIA         | 1.000   | 0       | 172     | 0        | 0         | 0         | 1 603    | 1 603   |
| 12_3_1        | SISMA LONGITUDINALE SPALLA                      | OGGETTO I-ESIMO    | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0       |
| 12_4          | SISMA LONGITUDINALE SPALLA                      | RISVOLTI           | 1.000   | 0       | 471     | 0        | 0         | 0         | 3 059    | 3 059   |
| 12_5          | SISMA LONGITUDINALE SPALLA                      | BANDIERE           | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0       |
| 16            | SISMA LONGITUDINALE RINTERRO                    | -                  | 1.000   | 0       | 2 640   | 0        | 0         | 0         | 17 132   | 17 132  |
| 14_1          | SISMA VERTICALE SPALLA                          | PLINTO             | 1.000   | 536     | 0       | 0        | 0         | 2 571     | 0        | 0       |
| 14_2          | SISMA VERTICALE SPALLA                          | M FRONTALE         | 1.000   | 271     | 0       | 0        | 0         | 1 262     | 0        | 41      |
| 14_3          | SISMA VERTICALE SPALLA                          | PARAGHIAIA         | 1.000   | 44      | 0       | 0        | 0         | 236       | 0        | -22     |
| 14_3_1        | SISMA VERTICALE SPALLA                          | OGGETTO I-ESIMO    | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0       |
| 14_4          | SISMA VERTICALE SPALLA                          | RISVOLTI           | 1.000   | 122     | 0       | 0        | 0         | 922       | 0        | -338    |
| 14_5          | SISMA VERTICALE SPALLA                          | BANDIERE           | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0       |
| 18            | SISMA VERTICALE RINTERRO                        | -                  | 1.000   | 682     | 0       | 0        | 0         | 5 165     | 0        | -1 892  |

|                        |         |         |         |          |           |           |          |
|------------------------|---------|---------|---------|----------|-----------|-----------|----------|
| TOTALE AZIONI AGENTI   | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | Mt [kNm] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | MI [kNm] |
|                        | 28 339  | 16 197  | 0       | 0        | 164 014   | 77 295    | 49 310   |
| QUOTA PARTE PERMANENTI | 26 684  | 9 789   | 0       | 0        | 153 857   | 48 356    | 22 583   |

| Condizione                               | N [kN]         | HI [kN] | MI [kN m] | Ht [kN] | Mt [kN m] |
|--|----------------|---------|-----------|---------|-----------|
| <b>SISM.STR2</b>                         | 28 339         | 16 197  | 49 310    | 0       | 0         |
| Trasporto al baricentro palificata       | 28 339         | 16 197  | 49 310    | 0       | 0         |
| Trasporto assi principali palificata     | 28 339         | 16 197  | 49 310    | 0       | 0         |
| <b>Sforzo massimo per cond SISM.STR2</b> | <b>889 kN</b>  |         |           |         |           |
| <b>Sforzo minimo per cond SISM.STR2</b>  | <b>-386 kN</b> |         |           |         |           |

**SISM.STR1 - VERIFICA SISMICA CON SISMA VERTICALE DIRETTO VERSO L'ALTO(SV-) + SISMA LONG**

| CODICE CARICO | DESCRIZIONE                                     | FATTOR.            | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | Mt [kNm] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | MI [kNm] |         |
|---------------|---|--------------------|---------|---------|---------|----------|-----------|-----------|----------|---------|
| 1             | PESO PROPRIO SPALLA                             | -                  | 1.000   | 13 082  | 0       | 0        | 0         | 67 089    | 0        | -4 293  |
| 2             | PESO TERRENO                                    | RIEMPIMENTO        | 1.000   | 9 165   | 0       | 0        | 0         | 69 425    | 0        | -25 433 |
| 2_1           | PESO TERRENO                                    | RICOPRIMENTO       | 1.000   | 1 125   | 0       | 0        | 0         | 2 109     | 0        | 3 291   |
| 6             | AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO                 | SISMA LONG - VERT  | 1.000   | 2 470   | 1 123   | 0        | 0         | 11 364    | 9 267    | 9 761   |
| 9a            | SPINTA LONGITUDINALE TERRENO - attiva           | SPINTA ATTIVA (M1) | 1.000   | 0       | 4 688   | 0        | 0         | 0         | 17 159   | 17 159  |
| 19a           | SPINTA TRASVERSALE TERRENO - attiva             | SPINTA ATTIVA (M1) | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0       |
| 15_1          | SOVRASPINTA SISMICA TERRENO longitudinale SV(-) | TERRENO (M1)       | 1.000   | 0       | 2 906   | 0        | 0         | 0         | 15 955   | 15 955  |
| 12_1          | SISMA LONGITUDINALE SPALLA                      | PLINTO             | 1.000   | 0       | 2 074   | 0        | 0         | 0         | 2 074    | 2 074   |
| 12_2          | SISMA LONGITUDINALE SPALLA                      | M FRONTALE         | 1.000   | 0       | 1 051   | 0        | 0         | 0         | 5 071    | 5 071   |
| 12_3          | SISMA LONGITUDINALE SPALLA                      | PARAGHIAIA         | 1.000   | 0       | 172     | 0        | 0         | 0         | 1 603    | 1 603   |
| 12_3_1        | SISMA LONGITUDINALE SPALLA                      | OGGETTO I-ESIMO    | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0       |
| 12_4          | SISMA LONGITUDINALE SPALLA                      | RISVOLTI           | 1.000   | 0       | 471     | 0        | 0         | 0         | 3 059    | 3 059   |
| 12_5          | SISMA LONGITUDINALE SPALLA                      | BANDIERE           | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0       |
| 16            | SISMA LONGITUDINALE RINTERRO                    | -                  | 1.000   | 0       | 2 640   | 0        | 0         | 0         | 17 132   | 17 132  |
| 14_1          | SISMA VERTICALE SPALLA                          | PLINTO             | -1.000  | -536    | 0       | 0        | 0         | -2 571    | 0        | 0       |
| 14_2          | SISMA VERTICALE SPALLA                          | M FRONTALE         | -1.000  | -271    | 0       | 0        | 0         | -1 262    | 0        | -41     |
| 14_3          | SISMA VERTICALE SPALLA                          | PARAGHIAIA         | -1.000  | -44     | 0       | 0        | 0         | -236      | 0        | 22      |
| 14_3_1        | SISMA VERTICALE SPALLA                          | OGGETTO I-ESIMO    | -1.000  | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0       |
| 14_4          | SISMA VERTICALE SPALLA                          | RISVOLTI           | -1.000  | -122    | 0       | 0        | 0         | -922      | 0        | 338     |
| 14_5          | SISMA VERTICALE SPALLA                          | BANDIERE           | -1.000  | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0       |
| 18            | SISMA VERTICALE RINTERRO                        | -                  | -1.000  | -682    | 0       | 0        | 0         | -5 165    | 0        | 1 892   |

|                        |         |         |         |          |           |           |          |
|------------------------|---------|---------|---------|----------|-----------|-----------|----------|
| TOTALE AZIONI AGENTI   | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | Mt [kNm] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | MI [kNm] |
|                        | 24 188  | 15 126  | 0       | 0        | 139 830   | 71 320    | 47 591   |
| QUOTA PARTE PERMANENTI | 25 843  | 8 718   | 0       | 0        | 149 986   | 42 381    | 16 440   |

| Condizione                               | N [kN]         | HI [kN] | MI [kN m] | Ht [kN] | Mt [kN m] |
|--|----------------|---------|-----------|---------|-----------|
| <b>SISM.STR1</b>                         | 24 188         | 15 126  | 47 591    | 0       | 0         |
| Trasporto al baricentro palificata       | 24 188         | 15 126  | 47 591    | 0       | 0         |
| Trasporto assi principali palificata     | 24 188         | 15 126  | 47 591    | 0       | 0         |
| <b>Sforzo massimo per cond SISM.STR1</b> | <b>818 kN</b>  |         |           |         |           |
| <b>Sforzo minimo per cond SISM.STR1</b>  | <b>-389 kN</b> |         |           |         |           |



AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

**SISM.STR5 - VERIFICA SISMICA CON SISMA VERTICALE DIRETTO VERSO IL BASSO(SV+) + SISMA TRASV(+Y)**

| CODICE CARICO          | DESCRIZIONE                                   | FATTOR.             | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | Mt [kNm] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | MI [kNm] |         |
|------------------------|---|---------------------|---------|---------|---------|----------|-----------|-----------|----------|---------|
| 1                      | PESO PROPRIO SPALLA                           | -                   | 1.000   | 13 082  | 0       | 0        | 0         | 67 089    | 0        | -4 293  |
| 2                      | PESO TERRENO                                  | RIEMPIMENTO         | 1.000   | 9 165   | 0       | 0        | 0         | 69 425    | 0        | -25 433 |
| 2_1                    | PESO TERRENO                                  | RICOPRIMENTO        | 1.000   | 1 125   | 0       | 0        | 0         | 2 109     | 0        | 3 291   |
| 8_1                    | AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO               | SISMA +TRASV + VERT | 1.000   | 3 287   | 0       | 661      | 6 072     | 15 119    | 0        | 657     |
| 9a                     | SPINTA LONGITUDINALE TERRENO - attiva         | SPINTA ATTIVA (M1)  | 1.000   | 0       | 4 688   | 0        | 0         | 0         | 17 159   | 17 159  |
| 19a                    | SPINTA TRASVERSALE TERRENO - attiva           | SPINTA ATTIVA (M1)  | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0       |
| 21                     | SOVRASPINTA SISMICA TERRENO trasversale SV(+) | TOTALE (M1)         | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0       |
| 13_1                   | SISMA TRASVERSALE SPALLA                      | PLINTO              | 1.000   | 0       | 0       | 2 074    | 2 074     | 0         | 0        | 0       |
| 13_2                   | SISMA TRASVERSALE SPALLA                      | M FRONTALE          | 1.000   | 0       | 0       | 1 051    | 5 071     | 0         | 0        | 0       |
| 13_3                   | SISMA TRASVERSALE SPALLA                      | PARAGHIAIA          | 1.000   | 0       | 0       | 172      | 1 603     | 0         | 0        | 0       |
| 13_3_1                 | SISMA TRASVERSALE SPALLA                      | OGGETTO I-ESIMO     | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0       |
| 13_4                   | SISMA TRASVERSALE SPALLA                      | RISVOLTI            | 1.000   | 0       | 0       | 471      | 3 059     | 0         | 0        | 0       |
| 13_5                   | SISMA TRASVERSALE SPALLA                      | BANDIERE            | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0       |
| 17                     | SISMA TRASVERSALE RINTERRO                    | -                   | 1.000   | 0       | 0       | 2 640    | 17 132    | 0         | 0        | 0       |
| 14_1                   | SISMA VERTICALE SPALLA                        | PLINTO              | 1.000   | 536     | 0       | 0        | 0         | 2 571     | 0        | 0       |
| 14_2                   | SISMA VERTICALE SPALLA                        | M FRONTALE          | 1.000   | 271     | 0       | 0        | 0         | 1 262     | 0        | 41      |
| 14_3                   | SISMA VERTICALE SPALLA                        | PARAGHIAIA          | 1.000   | 44      | 0       | 0        | 0         | 236       | 0        | -22     |
| 14_3_1                 | SISMA VERTICALE SPALLA                        | OGGETTO I-ESIMO     | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0       |
| 14_4                   | SISMA VERTICALE SPALLA                        | RISVOLTI            | 1.000   | 122     | 0       | 0        | 0         | 922       | 0        | -338    |
| 14_5                   | SISMA VERTICALE SPALLA                        | BANDIERE            | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0       |
| 18                     | SISMA VERTICALE RINTERRO                      | -                   | 1.000   | 682     | 0       | 0        | 0         | 5 165     | 0        | -1 892  |
| TOTALE AZIONI AGENTI   |   |                     | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | Mt [kNm] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | MI [kNm] |         |
|                        |   |                     | 28 314  | 4 688   | 7 069   | 35 010   | 163 899   | 17 159    | -10 830  |         |
| QUOTA PARTE PERMANENTI |   |                     | 26 659  | 4 688   | 661     | 6 072    | 153 742   | 17 159    | -8 619   |         |

| Condizione                               | N [kN]        | HI [kN] | MI [kNm] | Ht [kN] | Mt [kNm] |
|--|---------------|---------|----------|---------|----------|
| <b>SISM.STR5</b>                         | 28 314        | 4 688   | -10 830  | 7 069   | 35 010   |
| Trasporto al baricentro palificata       | 28 314        | 4 688   | -10 830  | 7 069   | 35 010   |
| Trasporto assi principali palificata     | 28 314        | 4 688   | -10 830  | 7 069   | 35 010   |
| <b>Sforzo massimo per cond SISM.STR5</b> | <b>474 kN</b> |         |          |         |          |
| <b>Sforzo minimo per cond SISM.STR5</b>  | <b>28 kN</b>  |         |          |         |          |

**SISM.STR3 - VERIFICA SISMICA CON SISMA VERTICALE DIRETTO VERSO L'ALTO(SV-) + SISMA TRASV(+Y)**

| CODICE CARICO          | DESCRIZIONE                                   | FATTOR.             | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | Mt [kNm] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | MI [kNm] |         |
|------------------------|---|---------------------|---------|---------|---------|----------|-----------|-----------|----------|---------|
| 1                      | PESO PROPRIO SPALLA                           | -                   | 1.000   | 13 082  | 0       | 0        | 0         | 67 089    | 0        | -4 293  |
| 2                      | PESO TERRENO                                  | RIEMPIMENTO         | 1.000   | 9 165   | 0       | 0        | 0         | 69 425    | 0        | -25 433 |
| 2_1                    | PESO TERRENO                                  | RICOPRIMENTO        | 1.000   | 1 125   | 0       | 0        | 0         | 2 109     | 0        | 3 291   |
| 8                      | AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO               | SISMA +TRASV - VERT | 1.000   | 2 495   | 0       | 661      | 6 072     | 11 479    | 0        | 499     |
| 9a                     | SPINTA LONGITUDINALE TERRENO - attiva         | SPINTA ATTIVA (M1)  | 1.000   | 0       | 4 688   | 0        | 0         | 0         | 17 159   | 17 159  |
| 19a                    | SPINTA TRASVERSALE TERRENO - attiva           | SPINTA ATTIVA (M1)  | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0       |
| 22                     | SOVRASPINTA SISMICA TERRENO trasversale SV(-) | TOTALE (M1)         | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0       |
| 13_1                   | SISMA TRASVERSALE SPALLA                      | PLINTO              | 1.000   | 0       | 0       | 2 074    | 2 074     | 0         | 0        | 0       |
| 13_2                   | SISMA TRASVERSALE SPALLA                      | M FRONTALE          | 1.000   | 0       | 0       | 1 051    | 5 071     | 0         | 0        | 0       |
| 13_3                   | SISMA TRASVERSALE SPALLA                      | PARAGHIAIA          | 1.000   | 0       | 0       | 172      | 1 603     | 0         | 0        | 0       |
| 13_3_1                 | SISMA TRASVERSALE SPALLA                      | OGGETTO I-ESIMO     | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0       |
| 13_4                   | SISMA TRASVERSALE SPALLA                      | RISVOLTI            | 1.000   | 0       | 0       | 471      | 3 059     | 0         | 0        | 0       |
| 13_5                   | SISMA TRASVERSALE SPALLA                      | BANDIERE            | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0       |
| 17                     | SISMA TRASVERSALE RINTERRO                    | -                   | 1.000   | 0       | 0       | 2 640    | 17 132    | 0         | 0        | 0       |
| 14_1                   | SISMA VERTICALE SPALLA                        | PLINTO              | -1.000  | -536    | 0       | 0        | 0         | -2 571    | 0        | 0       |
| 14_2                   | SISMA VERTICALE SPALLA                        | M FRONTALE          | -1.000  | -271    | 0       | 0        | 0         | -1 262    | 0        | -41     |
| 14_3                   | SISMA VERTICALE SPALLA                        | PARAGHIAIA          | -1.000  | -44     | 0       | 0        | 0         | -236      | 0        | 22      |
| 14_3_1                 | SISMA VERTICALE SPALLA                        | OGGETTO I-ESIMO     | -1.000  | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0       |
| 14_4                   | SISMA VERTICALE SPALLA                        | RISVOLTI            | -1.000  | -122    | 0       | 0        | 0         | -922      | 0        | 338     |
| 14_5                   | SISMA VERTICALE SPALLA                        | BANDIERE            | -1.000  | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0       |
| 18                     | SISMA VERTICALE RINTERRO                      | -                   | -1.000  | -682    | 0       | 0        | 0         | -5 165    | 0        | 1 892   |
| TOTALE AZIONI AGENTI   |   |                     | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | Mt [kNm] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | MI [kNm] |         |
|                        |   |                     | 24 213  | 4 688   | 7 069   | 35 010   | 139 945   | 17 159    | -6 566   |         |
| QUOTA PARTE PERMANENTI |   |                     | 23 668  | 4 688   | 661     | 6 072    | 130 102   | 17 159    | -8 777   |         |

| Condizione                               | N [kN]        | HI [kN] | MI [kNm] | Ht [kN] | Mt [kNm] |
|--|---------------|---------|----------|---------|----------|
| <b>SISM.STR3</b>                         | 24 213        | 4 688   | -6 566   | 7 069   | 35 010   |
| Trasporto al baricentro palificata       | 24 213        | 4 688   | -6 566   | 7 069   | 35 010   |
| Trasporto assi principali palificata     | 24 213        | 4 688   | -6 566   | 7 069   | 35 010   |
| <b>Sforzo massimo per cond SISM.STR3</b> | <b>441 kN</b> |         |          |         |          |
| <b>Sforzo minimo per cond SISM.STR3</b>  | <b>-11 kN</b> |         |          |         |          |

### 11.2 Verifica micropali

#### Dati generali

|  |               |     |       |
|--|---------------|-----|-------|
| Lunghezza                              | L             | m   | 12    |
| Perforazione                           | $\Phi$        | mm  | 300   |
| Diametro tubo armatura                 | $\phi$        | mm  | 193.7 |
| Spessore tubo armatura                 | s             | mm  | 10    |
| Tensione caratteristica di snervamento | $f_{yk}$      | MPa | 355   |
| Coefficiente parziale di sicurezza     | $\gamma_{M0}$ | -   | 1.05  |

#### Stratigrafia

| Strato                        | sp(m) | $\alpha(-)$ | si(MPa) |
|-------------------------------|-------|-------------|---------|
| 3 - Alluvioni attuali recenti | 12.00 | 1.40        | 0.40    |
|                               |       |             |         |
|                               |       |             |         |

#### Dati terreno per verifica alla Broms

|   |           |       |     |
|---|-----------|-------|-----|
| Peso di unità di volume (con falda $\gamma = \gamma'$ ) | $\gamma$  | kN/mc | 10  |
| Angolo di attrito del terreno                           | $\varphi$ | °     | 42  |
| Momento di plasticizzazione della sezione               | $M_y$     | kNm   | 114 |

#### Verifica capacità portante verticale

|                                      |               |     | Ed   | Rd     | c.s. |
|--------------------------------------|---------------|-----|------|--------|------|
| Sforzo normale massimo nel micropalo | $N_p$         | kN  | 889  | 3 726  | 0.24 |
| Sforzo normale minimo nel micropalo  | $N_p$         | kN  | -386 | -2 980 | 0.13 |
| Tensione ideale nel tubo             | $\sigma_{id}$ | MPa | 154  | 338    | 0.46 |

#### Verifica capacità portante orizzontale

|  |            |    |       |    |      |
|--|------------|----|-------|----|------|
| Forza di taglio totale                 | $H_{tot}$  | kN | 7 069 |    |      |
| Numero file longitudinali              | file long  | -  | 8     |    |      |
| Numero file trasversali                | file trasv | -  | 15    |    |      |
| Numero micropali totale                | $n_p$      | -  | 120   |    |      |
| Sforzo di taglio massimo nel micropalo | $H_p$      | kN | 59    | 63 | 0.94 |

#### Verifica strutturale tubo

|   |               |     |      |     |      |
|---|---------------|-----|------|-----|------|
| Sforzo normale massimo nel micropalo    | $N_p$         | kN  | 474  |     |      |
| Sforzo di taglio massimo nel micropalo  | $H_p$         | kN  | 59   |     |      |
| Momento flettente massimo nel micropalo | $M_p$         | kNm | 55   |     |      |
| Costante elastica                       | $M_p/H_p$     | m   | 0.94 |     |      |
| <b>Calcolo elastico</b>                 |               |     |      |     |      |
| Tensione ideale nel tubo                | $\sigma_{id}$ | MPa | 303  | 338 | 0.90 |
| <b>Calcolo plastico</b>                 |               |     |      |     |      |
| Classe della sezione                    | cl            | -   | 1    |     |      |
| Momento flettente massimo nel micropalo | $M_p$         | kNm | 55   | 86  | 0.64 |
| Sforzo di taglio massimo nel micropalo  | $H_p$         | kN  | 59   | 717 | 0.08 |

Il valore della rigidezza orizzontale  $n_h$  utilizzato per il calcolo della costante elastica è stata ricavato da parametri di letteratura (libro "Fondazioni" di Carlo Viggiani) in base allo stato di addensamento del terreno e alla presenza o meno della falda.

Si fa notare che la verifica strutturale del tubo, dove entra la costante elastica, fornisce coefficienti di sicurezza confrontabili con quelli ottenuti dalla verifica della capacità portante

del terreno (Broms) dove la resistenza è funzione dell'angolo di attrito, parametro questo fornito dalla caratterizzazione geotecnica.

**Calcolo della deformata e delle sollecitazioni agenti in un palo soggetto a forza orizzontale**

**Metodo di Matlock & Reese**

**Caso di terreno con modulo variabile con la profondità**

**Caratteristiche palo**

|                                     |       |                   |
|-------------------------------------|-------|-------------------|
| tipologia (p=palo; m=micropalo)     |       | <b>p</b>          |
| diametro (m)                        |       | <b>0.30</b>       |
| lunghezza (m)                       | L     | <b>12.0</b>       |
| modulo elastico cls (kPa)           | $E_c$ | 31 220 186        |
| modulo elastico acciaio (kPa)       |       | <b>21 000 000</b> |
| modulo elastico di calcolo (kPa)    | E     | 31 220 186        |
| momento d'inerzia (m <sup>4</sup> ) | I     | 0.000             |
| resist. caratt. Cls (MPa)           | Rck   | <b>30</b>         |
| tratto scalzato (m)                 | /     | <b>0</b>          |

**Caratteristiche terreno**

|  |           |               |
|--|-----------|---------------|
| coeff. modulo orizzontale (kN/m <sup>3</sup> ) | $n_h$     | <b>12 000</b> |
| fattore di rigidezza (m)                       | T         | 1.01          |
| L/T  | $\lambda$ | 11.92         |
| coeff. di profondità max                       | $Z_{max}$ | 11.9          |

**Carichi agenti**

|                           |       |              |
|---------------------------|-------|--------------|
| carico orizzontale (kN)   | $V_t$ | <b>1 000</b> |
| momento di incastro (kNm) | $M_t$ | -936         |

**Sollecitazioni**

|                            |     |        |
|----------------------------|-----|--------|
| Sforzo normale di progetto | Nsd | 474 kN |
| Momento di progetto        | Msd | 55 kNm |
| Taglio di progetto         | Tsd | 59 kN  |

**Caratteristiche geometriche**

|  |                                 |          |
|--|---------------------------------|----------|
| Diametro esterno                       | De                              | 193.7 mm |
| Spessore                               | s                               | 10 mm    |
| Tensione caratteristica di snervamento | fyk                             | 355 MPa  |
| Coefficiente parziale di sicurezza     | $\gamma_{M0}$                   | 1.05 -   |
| Resistenza di progetto                 | $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{m0}$ | 338 MPa  |

**Verifica allo stato limite elastico con la tensione ideale**

|                                    |  |                |
|------------------------------------|--|----------------|
| Tensione normale da sforzo normale | $\sigma = N/A$                                     | 82 MPa         |
| Tensione normale da momento        | $\sigma = M/W$                                     | 220 MPa        |
| Tensione normale                   | $\sigma = \sigma_1 + \sigma_2$                     | 302 MPa        |
| Tensione tangenziale               | $\tau = T/Av$                                      | 16 MPa         |
| Tensione ideale                    | $\sigma_{id} = \sqrt{(\sigma^2 + 3 \cdot \tau^2)}$ | <b>303 MPa</b> |
| Resistenza di progetto             | fyd  | 338 MPa        |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

|  |                      |       |                      |                      |          |
|--|----------------------|-------|----------------------|----------------------|----------|
| Lunghezza del palo   | L =                  | 12.00 | (m)                  |                      |          |
| Diametro del palo  | d =                  | 0.30  | (m)                  |                      |          |
| Momento di plasticizzazione della sezione                            | My =                 | 114   | (kN m)               |                      |          |
| Angolo di attrito del terreno  | $\varphi'_{med} =$   | 42    | (°)                  | $\varphi'_{min} =$   | 42 (°)   |
| Angolo di attrito di calcolo del terreno                             | $\varphi'_{med,d} =$ | 42    | (°)                  | $\varphi'_{min,d} =$ | 42 (°)   |
| Coeff. di spinta passiva ( $k_p = (1+\sin\varphi)/(1-\sin\varphi)$ ) | $k_{p_{med}} =$      | 5.04  | (-)                  | $k_{p_{min}} =$      | 5.04 (-) |
| Peso di unità di volume (con falda $\gamma = \gamma'$ )              | $\gamma =$           | 10    | (kN/m <sup>3</sup> ) |                      |          |
| Carico Orizzontale di progetto                                       | G =                  | 59    | (kN)                 |                      |          |

Palo corto:

$$H1_{med} = 3\,269 \quad (\text{kN}) \qquad H1_{min} = 3\,269 \quad (\text{kN})$$

Palo intermedio:

$$H2_{med} = 1\,099 \quad (\text{kN}) \qquad H2_{min} = 1\,099 \quad (\text{kN})$$

Palo lungo:

$$H3_{med} = 139 \quad (\text{kN}) \qquad H3_{min} = 139 \quad (\text{kN})$$

$$H_{med} = 139 \quad (\text{kN}) \quad \text{palo lungo} \qquad H_{min} = 139 \quad (\text{kN}) \quad \text{palo lungo}$$

$$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4) = 82 \quad (\text{kN})$$

$$H_d = H_k/\gamma_T = 63 \quad (\text{kN})$$

$$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q = 59 \quad (\text{kN})$$

$$FS = H_d / F_d = 1.07$$

Il fattore di correlazione  $\xi$  assunto è pari al minimo, ossia 1.70, mentre il coefficiente parziale sulla resistenza laterale è pari a 1.15 per micropalo in compressione e 1.25 per quello in trazione.

La tecnologia esecutiva del micropalo è la IRS (iniezione ripetuta e selettiva). I parametri  $\alpha$  e  $s$  sono stati scelti sempre da parametri di letteratura in virtù del tipo di terreno e dello stato di addensamento.

**CAPACITA' PORTANTE ESTERNA (COMPRESSIONE)**

**Capacità portante di fusto**

$$Ql = \sum_i \pi * Ds_i * s_i * l s_i$$

| Tipo di Terreno             | Spessore $l s_i$<br>(m) | $\alpha$<br>(-) | $Ds_i = \alpha * D$<br>(m) | $s_i$<br>media<br>(MPa) | $s_i$<br>minima<br>(MPa) | $s_i$<br>calcolo<br>(MPa) | $Qs_i$<br>(kN) |
|-----------------------------|-------------------------|-----------------|----------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------|
| - Alluvioni attuali recenti | 12.00                   | 1.40            | 0.42                       | 0.400                   | 0.400                    | 0.205                     | 3 240          |

$$Ls = 12.00 \text{ (m)} \quad Ql = 3 240 \text{ (kN)}$$

**Capacità portante di punta**

$$Qp = \%Punta * Ql \quad (\text{consigliato } 10\text{-}15\%)$$

$$\% Punta = 15\% \quad Qp = 486 \text{ (kN)}$$

**CARICO LIMITE DEL MICROPALO**

**COEFFICIENTE DI SICUREZZA**

$$Qlim = Qb + Ql$$

$$N = 889 \text{ (kN)}$$

$$Qlim = 3 726 \text{ (kN)}$$

$$c.s = N / Qlim = 0.24$$

**CAPACITA' PORTANTE ESTERNA (TRAZIONE)**

**Capacità portante di fusto**

$$Ql = \sum_i \pi * Ds_i * s_i * l s_i$$

| Tipo di Terreno             | Spessore $l s_i$<br>(m) | $\alpha$<br>(-) | $Ds_i = \alpha * D$<br>(m) | $s_i$<br>media<br>(MPa) | $s_i$<br>minima<br>(MPa) | $s_i$<br>calcolo<br>(MPa) | $Qs_i$<br>(kN) |
|-----------------------------|-------------------------|-----------------|----------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------|
| - Alluvioni attuali recenti | 12.00                   | 1.40            | 0.42                       | 0.400                   | 0.400                    | 0.188                     | 2 980          |

$$Ls = 12.00 \text{ (m)} \quad Ql = 2 980 \text{ (kN)}$$

**Capacità portante di punta**

$$Qp = \%Punta * Ql \quad (\text{consigliato } 10\text{-}15\%)$$

$$\% Punta = 0\% \quad Qp = 0 \text{ (kN)}$$

**CARICO LIMITE DEL MICROPALO**

**COEFFICIENTE DI SICUREZZA**

$$Qlim = Qb + Ql$$

$$N = -386 \text{ (kN)}$$

$$Qlim = 2 980 \text{ (kN)}$$

$$c.s = N / Qlim = 0.13$$

**CALCOLO DEL CEDIMENTO**

**OPERA:** 0

**DATI DI IMPUT:**

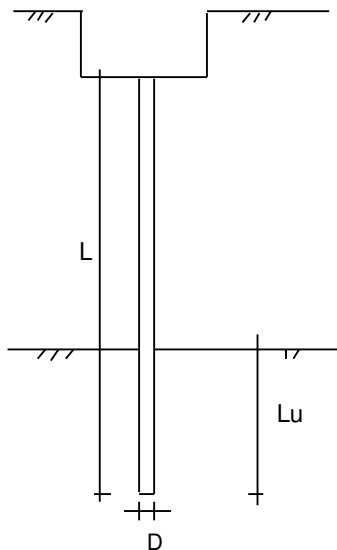
Diametro del Palo (D): 0.30 (m)

Carico massimo sul palo (Pmax): 889.00 (kN)

Lunghezza del Palo (L): 12.00 (m)

Lunghezza Utile del Palo (Lu): 12.00 (m)

Modulo di Deformazione (E): 60 000 (kN/m<sup>2</sup>)



**CEDIMENTO DEL MICROPALO SINGOLO:**

$$\delta = \beta * P_{max} / E * L_u$$

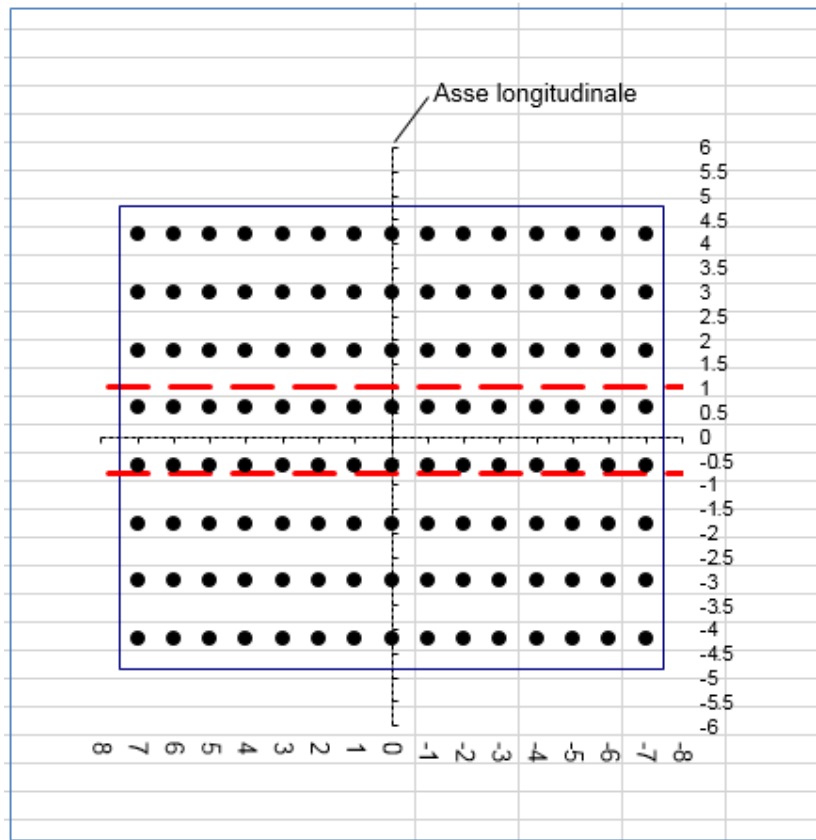
Coefficiente di forma

$$\beta = 0,5 + \text{Log}(L_{utile} / D): 2.10 \quad (-)$$

Cedimento del palo

$$\delta = \beta * P_{max} / E * L_u \quad 2.60 \quad (\text{mm})$$

### 11.1 Verifica plinto



#### Momenti di progetto

|                   | Sbalzo anteriore                                   | Sbalzo posteriore                                  |
|-------------------|--|--|
|                   | M>0; armatura inferiore<br>M<0; armatura superiore | M>0; armatura superiore<br>M<0; armatura inferiore |
| <b>SLE RARA.2</b> | 2064   | 1 647 <span style="color: red;">▼</span>           |
| <b>SLU STR.2</b>  | 2764   | 2 224 <span style="color: red;">▼</span>           |
| <b>SISM.STR2</b>  | 4077   | 4 427 <span style="color: red;">▼</span>           |

#### Taglio di progetto

|                  | Tsd [kN /m]  | Tsd [kN /m]  |
|------------------|--|--|
|                  | + diretto verso l'alto<br>- diretto verso il basso | + diretto verso l'alto<br>- diretto verso il basso |
| <b>SISM.STR2</b> | 1 995  | -2 007   |

Il momento nella sezione di incastro viene calcolato con lo sforzo verticale di ciascun micropalo moltiplicato per il relativo braccio, considerando poi anche il contributo del peso proprio del plinto e del ricoprimento frontale.

A titolo di esempio di riporta il calcolo del momento anteriore per la comb. SISM STR2

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

Nella tabella seguente sono riportati tutti i dati dei micropali.

| palo | x    | y     | Tipo | Wlong | Wtravsv      | N/A | ML/WI | Mt/Wt | Sforzo | DNL | DNT     | Sforzo totale | Np*cos(a) | ML(1-1) | ML(2-2) | TL(1-1) | TL(2-2) |
|------|------|-------|------|-------|--------------|-----|-------|-------|--------|-----|---------|---------------|-----------|---------|---------|---------|---------|
| 1    | 4.20 | 7.00  | 2    | 216   | 320          | 236 | 228   | 0     | 494    | 135 | #DIV/0! | 889           | 835       | 2631    | 0       | 835     | 0       |
| 2    | 4.20 | 6.00  | 2    | 216   | 373.3333333  | 236 | 228   | 0     | 494    | 135 | #DIV/0! | 889           | 835       | 2631    | 0       | 835     | 0       |
| 3    | 4.20 | 5.00  | 2    | 216   | 448          | 236 | 228   | 0     | 494    | 135 | #DIV/0! | 889           | 835       | 2631    | 0       | 835     | 0       |
| 4    | 4.20 | 4.00  | 2    | 216   | 560          | 236 | 228   | 0     | 494    | 135 | #DIV/0! | 889           | 835       | 2631    | 0       | 835     | 0       |
| 5    | 4.20 | 3.00  | 2    | 216   | 746.6666667  | 236 | 228   | 0     | 494    | 135 | #DIV/0! | 889           | 835       | 2631    | 0       | 835     | 0       |
| 6    | 4.20 | 2.00  | 2    | 216   | 1120         | 236 | 228   | 0     | 494    | 135 | #DIV/0! | 889           | 835       | 2631    | 0       | 835     | 0       |
| 7    | 4.20 | 1.00  | 2    | 216   | 2240         | 236 | 228   | 0     | 494    | 135 | #DIV/0! | 889           | 835       | 2631    | 0       | 835     | 0       |
| 8    | 4.20 | 0.00  | 2    | 216   | 1E+99        | 236 | 228   | 0     | 494    | 135 | #DIV/0! | 889           | 835       | 2631    | 0       | 835     | 0       |
| 9    | 4.20 | -1.00 | 2    | 216   | -2240        | 236 | 228   | 0     | 494    | 135 | #DIV/0! | 889           | 835       | 2631    | 0       | 835     | 0       |
| 10   | 4.20 | -2.00 | 2    | 216   | -1120        | 236 | 228   | 0     | 494    | 135 | #DIV/0! | 889           | 835       | 2631    | 0       | 835     | 0       |
| 11   | 4.20 | -3.00 | 2    | 216   | -746.6666667 | 236 | 228   | 0     | 494    | 135 | #DIV/0! | 889           | 835       | 2631    | 0       | 835     | 0       |
| 12   | 4.20 | -4.00 | 2    | 216   | -560         | 236 | 228   | 0     | 494    | 135 | #DIV/0! | 889           | 889       | 2800    | 0       | 889     | 0       |
| 13   | 4.20 | -5.00 | 2    | 216   | -448         | 236 | 228   | 0     | 494    | 135 | #DIV/0! | 889           | 889       | 2800    | 0       | 889     | 0       |
| 14   | 4.20 | -6.00 | 2    | 216   | -373.3333333 | 236 | 228   | 0     | 494    | 135 | #DIV/0! | 889           | 889       | 2800    | 0       | 889     | 0       |
| 15   | 4.20 | -7.00 | 2    | 216   | -320         | 236 | 228   | 0     | 494    | 135 | #DIV/0! | 889           | 889       | 2800    | 0       | 889     | 0       |
| 16   | 3.00 | 7.00  | 2    | 302.4 | 320          | 236 | 163   | 0     | 425    | 135 | #DIV/0! | 819           | 770       | 1502    | 0       | 770     | 0       |
| 17   | 3.00 | 6.00  | 2    | 302.4 | 373.3333333  | 236 | 163   | 0     | 425    | 135 | #DIV/0! | 819           | 770       | 1502    | 0       | 770     | 0       |
| 18   | 3.00 | 5.00  | 2    | 302.4 | 448          | 236 | 163   | 0     | 425    | 135 | #DIV/0! | 819           | 770       | 1502    | 0       | 770     | 0       |
| 19   | 3.00 | 4.00  | 2    | 302.4 | 560          | 236 | 163   | 0     | 425    | 135 | #DIV/0! | 819           | 770       | 1502    | 0       | 770     | 0       |
| 20   | 3.00 | 3.00  | 2    | 302.4 | 746.6666667  | 236 | 163   | 0     | 425    | 135 | #DIV/0! | 819           | 770       | 1502    | 0       | 770     | 0       |
| 21   | 3.00 | 2.00  | 2    | 302.4 | 1120         | 236 | 163   | 0     | 425    | 135 | #DIV/0! | 819           | 770       | 1502    | 0       | 770     | 0       |
| 22   | 3.00 | 1.00  | 2    | 302.4 | 2240         | 236 | 163   | 0     | 425    | 135 | #DIV/0! | 819           | 770       | 1502    | 0       | 770     | 0       |
| 23   | 3.00 | 0.00  | 2    | 302.4 | 1E+99        | 236 | 163   | 0     | 425    | 135 | #DIV/0! | 819           | 770       | 1502    | 0       | 770     | 0       |
| 24   | 3.00 | -1.00 | 2    | 302.4 | -2240        | 236 | 163   | 0     | 425    | 135 | #DIV/0! | 819           | 770       | 1502    | 0       | 770     | 0       |
| 25   | 3.00 | -2.00 | 2    | 302.4 | -1120        | 236 | 163   | 0     | 425    | 135 | #DIV/0! | 819           | 770       | 1502    | 0       | 770     | 0       |
| 26   | 3.00 | -3.00 | 2    | 302.4 | -746.6666667 | 236 | 163   | 0     | 425    | 135 | #DIV/0! | 819           | 770       | 1502    | 0       | 770     | 0       |
| 27   | 3.00 | -4.00 | 2    | 302.4 | -560         | 236 | 163   | 0     | 425    | 135 | #DIV/0! | 819           | 819       | 1598    | 0       | 819     | 0       |
| 28   | 3.00 | -5.00 | 2    | 302.4 | -448         | 236 | 163   | 0     | 425    | 135 | #DIV/0! | 819           | 819       | 1598    | 0       | 819     | 0       |
| 29   | 3.00 | -6.00 | 2    | 302.4 | -373.3333333 | 236 | 163   | 0     | 425    | 135 | #DIV/0! | 819           | 819       | 1598    | 0       | 819     | 0       |
| 30   | 3.00 | -7.00 | 2    | 302.4 | -320         | 236 | 163   | 0     | 425    | 135 | #DIV/0! | 819           | 819       | 1598    | 0       | 819     | 0       |
| 31   | 1.80 | 7.00  | 2    | 504   | 320          | 236 | 98    | 0     | 355    | 135 | #DIV/0! | 750           | 705       | 529     | 0       | 705     | 0       |
| 32   | 1.80 | 6.00  | 2    | 504   | 373.3333333  | 236 | 98    | 0     | 355    | 135 | #DIV/0! | 750           | 705       | 529     | 0       | 705     | 0       |
| 33   | 1.80 | 5.00  | 2    | 504   | 448          | 236 | 98    | 0     | 355    | 135 | #DIV/0! | 750           | 705       | 529     | 0       | 705     | 0       |
| 34   | 1.80 | 4.00  | 2    | 504   | 560          | 236 | 98    | 0     | 355    | 135 | #DIV/0! | 750           | 705       | 529     | 0       | 705     | 0       |
| 35   | 1.80 | 3.00  | 2    | 504   | 746.6666667  | 236 | 98    | 0     | 355    | 135 | #DIV/0! | 750           | 705       | 529     | 0       | 705     | 0       |
| 36   | 1.80 | 2.00  | 2    | 504   | 1120         | 236 | 98    | 0     | 355    | 135 | #DIV/0! | 750           | 705       | 529     | 0       | 705     | 0       |
| 37   | 1.80 | 1.00  | 2    | 504   | 2240         | 236 | 98    | 0     | 355    | 135 | #DIV/0! | 750           | 705       | 529     | 0       | 705     | 0       |



AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

|    |       |       |   |       |              |     |     |   |     |      |         |      |      |     |     |     |      |
|----|-------|-------|---|-------|--------------|-----|-----|---|-----|------|---------|------|------|-----|-----|-----|------|
| 38 | 1.80  | 0.00  | 2 | 504   | 1E+99        | 236 | 98  | 0 | 355 | 135  | #DIV/0! | 750  | 705  | 529 | 0   | 705 | 0    |
| 39 | 1.80  | -1.00 | 2 | 504   | -2240        | 236 | 98  | 0 | 355 | 135  | #DIV/0! | 750  | 705  | 529 | 0   | 705 | 0    |
| 40 | 1.80  | -2.00 | 2 | 504   | -1120        | 236 | 98  | 0 | 355 | 135  | #DIV/0! | 750  | 705  | 529 | 0   | 705 | 0    |
| 41 | 1.80  | -3.00 | 2 | 504   | -746.6666667 | 236 | 98  | 0 | 355 | 135  | #DIV/0! | 750  | 705  | 529 | 0   | 705 | 0    |
| 42 | 1.80  | -4.00 | 2 | 504   | -560         | 236 | 98  | 0 | 355 | 135  | #DIV/0! | 750  | 750  | 563 | 0   | 750 | 0    |
| 43 | 1.80  | -5.00 | 2 | 504   | -448         | 236 | 98  | 0 | 355 | 135  | #DIV/0! | 750  | 750  | 563 | 0   | 750 | 0    |
| 44 | 1.80  | -6.00 | 2 | 504   | -373.3333333 | 236 | 98  | 0 | 355 | 135  | #DIV/0! | 750  | 750  | 563 | 0   | 750 | 0    |
| 45 | 1.80  | -7.00 | 2 | 504   | -320         | 236 | 98  | 0 | 355 | 135  | #DIV/0! | 750  | 750  | 563 | 0   | 750 | 0    |
| 46 | 0.60  | 7.00  | 2 | 1512  | 320          | 236 | 33  | 0 | 286 | 135  | #DIV/0! | 681  | 640  | 0   | 0   | 0   | 0    |
| 47 | 0.60  | 6.00  | 2 | 1512  | 373.3333333  | 236 | 33  | 0 | 286 | 135  | #DIV/0! | 681  | 640  | 0   | 0   | 0   | 0    |
| 48 | 0.60  | 5.00  | 2 | 1512  | 448          | 236 | 33  | 0 | 286 | 135  | #DIV/0! | 681  | 640  | 0   | 0   | 0   | 0    |
| 49 | 0.60  | 4.00  | 2 | 1512  | 560          | 236 | 33  | 0 | 286 | 135  | #DIV/0! | 681  | 640  | 0   | 0   | 0   | 0    |
| 50 | 0.60  | 3.00  | 2 | 1512  | 746.6666667  | 236 | 33  | 0 | 286 | 135  | #DIV/0! | 681  | 640  | 0   | 0   | 0   | 0    |
| 51 | 0.60  | 2.00  | 2 | 1512  | 1120         | 236 | 33  | 0 | 286 | 135  | #DIV/0! | 681  | 640  | 0   | 0   | 0   | 0    |
| 52 | 0.60  | 1.00  | 2 | 1512  | 2240         | 236 | 33  | 0 | 286 | 135  | #DIV/0! | 681  | 640  | 0   | 0   | 0   | 0    |
| 53 | 0.60  | 0.00  | 2 | 1512  | 1E+99        | 236 | 33  | 0 | 286 | 135  | #DIV/0! | 681  | 640  | 0   | 0   | 0   | 0    |
| 54 | 0.60  | -1.00 | 2 | 1512  | -2240        | 236 | 33  | 0 | 286 | 135  | #DIV/0! | 681  | 640  | 0   | 0   | 0   | 0    |
| 55 | 0.60  | -2.00 | 2 | 1512  | -1120        | 236 | 33  | 0 | 286 | 135  | #DIV/0! | 681  | 640  | 0   | 0   | 0   | 0    |
| 56 | 0.60  | -3.00 | 2 | 1512  | -746.6666667 | 236 | 33  | 0 | 286 | 135  | #DIV/0! | 681  | 640  | 0   | 0   | 0   | 0    |
| 57 | 0.60  | -4.00 | 2 | 1512  | -560         | 236 | 33  | 0 | 286 | 135  | #DIV/0! | 681  | 681  | 0   | 0   | 0   | 0    |
| 58 | 0.60  | -5.00 | 2 | 1512  | -448         | 236 | 33  | 0 | 286 | 135  | #DIV/0! | 681  | 681  | 0   | 0   | 0   | 0    |
| 59 | 0.60  | -6.00 | 2 | 1512  | -373.3333333 | 236 | 33  | 0 | 286 | 135  | #DIV/0! | 681  | 681  | 0   | 0   | 0   | 0    |
| 60 | 0.60  | -7.00 | 2 | 1512  | -320         | 236 | 33  | 0 | 286 | 135  | #DIV/0! | 681  | 681  | 0   | 0   | 0   | 0    |
| 61 | -0.60 | 7.00  | 2 | -1512 | 320          | 236 | -33 | 0 | 217 | -135 | #DIV/0! | -178 | -167 | 0   | 0   | 0   | 0    |
| 62 | -0.60 | 6.00  | 2 | -1512 | 373.3333333  | 236 | -33 | 0 | 217 | -135 | #DIV/0! | -178 | -167 | 0   | 0   | 0   | 0    |
| 63 | -0.60 | 5.00  | 2 | -1512 | 448          | 236 | -33 | 0 | 217 | -135 | #DIV/0! | -178 | -167 | 0   | 0   | 0   | 0    |
| 64 | -0.60 | 4.00  | 2 | -1512 | 560          | 236 | -33 | 0 | 217 | -135 | #DIV/0! | -178 | -167 | 0   | 0   | 0   | 0    |
| 65 | -0.60 | 3.00  | 2 | -1512 | 746.6666667  | 236 | -33 | 0 | 217 | -135 | #DIV/0! | -178 | -167 | 0   | 0   | 0   | 0    |
| 66 | -0.60 | 2.00  | 2 | -1512 | 1120         | 236 | -33 | 0 | 217 | -135 | #DIV/0! | -178 | -167 | 0   | 0   | 0   | 0    |
| 67 | -0.60 | 1.00  | 2 | -1512 | 2240         | 236 | -33 | 0 | 217 | -135 | #DIV/0! | -178 | -167 | 0   | 0   | 0   | 0    |
| 68 | -0.60 | 0.00  | 2 | -1512 | 1E+99        | 236 | -33 | 0 | 217 | -135 | #DIV/0! | -178 | -167 | 0   | 0   | 0   | 0    |
| 69 | -0.60 | -1.00 | 2 | -1512 | -2240        | 236 | -33 | 0 | 217 | -135 | #DIV/0! | -178 | -167 | 0   | 0   | 0   | 0    |
| 70 | -0.60 | -2.00 | 2 | -1512 | -1120        | 236 | -33 | 0 | 217 | -135 | #DIV/0! | -178 | -167 | 0   | 0   | 0   | 0    |
| 71 | -0.60 | -3.00 | 2 | -1512 | -746.6666667 | 236 | -33 | 0 | 217 | -135 | #DIV/0! | -178 | -167 | 0   | 0   | 0   | 0    |
| 72 | -0.60 | -4.00 | 2 | -1512 | -560         | 236 | -33 | 0 | 217 | -135 | #DIV/0! | -178 | -178 | 0   | 0   | 0   | 0    |
| 73 | -0.60 | -5.00 | 2 | -1512 | -448         | 236 | -33 | 0 | 217 | -135 | #DIV/0! | -178 | -178 | 0   | 0   | 0   | 0    |
| 74 | -0.60 | -6.00 | 2 | -1512 | -373.3333333 | 236 | -33 | 0 | 217 | -135 | #DIV/0! | -178 | -178 | 0   | 0   | 0   | 0    |
| 75 | -0.60 | -7.00 | 2 | -1512 | -320         | 236 | -33 | 0 | 217 | -135 | #DIV/0! | -178 | -178 | 0   | 0   | 0   | 0    |
| 76 | -1.80 | 7.00  | 2 | -504  | 320          | 236 | -98 | 0 | 147 | -135 | #DIV/0! | -247 | -233 | 0   | 244 | 0   | -233 |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

|     |       |       |   |        |              |     |      |   |     |      |         |      |      |   |      |   |      |
|-----|-------|-------|---|--------|--------------|-----|------|---|-----|------|---------|------|------|---|------|---|------|
| 77  | -1.80 | 6.00  | 2 | -504   | 373.3333333  | 236 | -98  | 0 | 147 | -135 | #DIV/0! | -247 | -233 | 0 | 244  | 0 | -233 |
| 78  | -1.80 | 5.00  | 2 | -504   | 448          | 236 | -98  | 0 | 147 | -135 | #DIV/0! | -247 | -233 | 0 | 244  | 0 | -233 |
| 79  | -1.80 | 4.00  | 2 | -504   | 560          | 236 | -98  | 0 | 147 | -135 | #DIV/0! | -247 | -233 | 0 | 244  | 0 | -233 |
| 80  | -1.80 | 3.00  | 2 | -504   | 746.6666667  | 236 | -98  | 0 | 147 | -135 | #DIV/0! | -247 | -233 | 0 | 244  | 0 | -233 |
| 81  | -1.80 | 2.00  | 2 | -504   | 1120         | 236 | -98  | 0 | 147 | -135 | #DIV/0! | -247 | -233 | 0 | 244  | 0 | -233 |
| 82  | -1.80 | 1.00  | 2 | -504   | 2240         | 236 | -98  | 0 | 147 | -135 | #DIV/0! | -247 | -233 | 0 | 244  | 0 | -233 |
| 83  | -1.80 | 0.00  | 2 | -504   | 1E+99        | 236 | -98  | 0 | 147 | -135 | #DIV/0! | -247 | -233 | 0 | 244  | 0 | -233 |
| 84  | -1.80 | -1.00 | 2 | -504   | -2240        | 236 | -98  | 0 | 147 | -135 | #DIV/0! | -247 | -233 | 0 | 244  | 0 | -233 |
| 85  | -1.80 | -2.00 | 2 | -504   | -1120        | 236 | -98  | 0 | 147 | -135 | #DIV/0! | -247 | -233 | 0 | 244  | 0 | -233 |
| 86  | -1.80 | -3.00 | 2 | -504   | -746.6666667 | 236 | -98  | 0 | 147 | -135 | #DIV/0! | -247 | -233 | 0 | 244  | 0 | -233 |
| 87  | -1.80 | -4.00 | 2 | -504   | -560         | 236 | -98  | 0 | 147 | -135 | #DIV/0! | -247 | -247 | 0 | 260  | 0 | -247 |
| 88  | -1.80 | -5.00 | 2 | -504   | -448         | 236 | -98  | 0 | 147 | -135 | #DIV/0! | -247 | -247 | 0 | 260  | 0 | -247 |
| 89  | -1.80 | -6.00 | 2 | -504   | -373.3333333 | 236 | -98  | 0 | 147 | -135 | #DIV/0! | -247 | -247 | 0 | 260  | 0 | -247 |
| 90  | -1.80 | -7.00 | 2 | -504   | -320         | 236 | -98  | 0 | 147 | -135 | #DIV/0! | -247 | -247 | 0 | 260  | 0 | -247 |
| 91  | -3.00 | 7.00  | 2 | -302.4 | 320          | 236 | -163 | 0 | 78  | -135 | #DIV/0! | -317 | -298 | 0 | 670  | 0 | -298 |
| 92  | -3.00 | 6.00  | 2 | -302.4 | 373.3333333  | 236 | -163 | 0 | 78  | -135 | #DIV/0! | -317 | -298 | 0 | 670  | 0 | -298 |
| 93  | -3.00 | 5.00  | 2 | -302.4 | 448          | 236 | -163 | 0 | 78  | -135 | #DIV/0! | -317 | -298 | 0 | 670  | 0 | -298 |
| 94  | -3.00 | 4.00  | 2 | -302.4 | 560          | 236 | -163 | 0 | 78  | -135 | #DIV/0! | -317 | -298 | 0 | 670  | 0 | -298 |
| 95  | -3.00 | 3.00  | 2 | -302.4 | 746.6666667  | 236 | -163 | 0 | 78  | -135 | #DIV/0! | -317 | -298 | 0 | 670  | 0 | -298 |
| 96  | -3.00 | 2.00  | 2 | -302.4 | 1120         | 236 | -163 | 0 | 78  | -135 | #DIV/0! | -317 | -298 | 0 | 670  | 0 | -298 |
| 97  | -3.00 | 1.00  | 2 | -302.4 | 2240         | 236 | -163 | 0 | 78  | -135 | #DIV/0! | -317 | -298 | 0 | 670  | 0 | -298 |
| 98  | -3.00 | 0.00  | 2 | -302.4 | 1E+99        | 236 | -163 | 0 | 78  | -135 | #DIV/0! | -317 | -298 | 0 | 670  | 0 | -298 |
| 99  | -3.00 | -1.00 | 2 | -302.4 | -2240        | 236 | -163 | 0 | 78  | -135 | #DIV/0! | -317 | -298 | 0 | 670  | 0 | -298 |
| 100 | -3.00 | -2.00 | 2 | -302.4 | -1120        | 236 | -163 | 0 | 78  | -135 | #DIV/0! | -317 | -298 | 0 | 670  | 0 | -298 |
| 101 | -3.00 | -3.00 | 2 | -302.4 | -746.6666667 | 236 | -163 | 0 | 78  | -135 | #DIV/0! | -317 | -298 | 0 | 670  | 0 | -298 |
| 102 | -3.00 | -4.00 | 2 | -302.4 | -560         | 236 | -163 | 0 | 78  | -135 | #DIV/0! | -317 | -317 | 0 | 713  | 0 | -317 |
| 103 | -3.00 | -5.00 | 2 | -302.4 | -448         | 236 | -163 | 0 | 78  | -135 | #DIV/0! | -317 | -317 | 0 | 713  | 0 | -317 |
| 104 | -3.00 | -6.00 | 2 | -302.4 | -373.3333333 | 236 | -163 | 0 | 78  | -135 | #DIV/0! | -317 | -317 | 0 | 713  | 0 | -317 |
| 105 | -3.00 | -7.00 | 2 | -302.4 | -320         | 236 | -163 | 0 | 78  | -135 | #DIV/0! | -317 | -317 | 0 | 713  | 0 | -317 |
| 106 | -4.20 | 7.00  | 2 | -216   | 320          | 236 | -228 | 0 | 8   | -135 | #DIV/0! | -386 | -363 | 0 | 1252 | 0 | -363 |
| 107 | -4.20 | 6.00  | 2 | -216   | 373.3333333  | 236 | -228 | 0 | 8   | -135 | #DIV/0! | -386 | -363 | 0 | 1252 | 0 | -363 |
| 108 | -4.20 | 5.00  | 2 | -216   | 448          | 236 | -228 | 0 | 8   | -135 | #DIV/0! | -386 | -363 | 0 | 1252 | 0 | -363 |
| 109 | -4.20 | 4.00  | 2 | -216   | 560          | 236 | -228 | 0 | 8   | -135 | #DIV/0! | -386 | -363 | 0 | 1252 | 0 | -363 |
| 110 | -4.20 | 3.00  | 2 | -216   | 746.6666667  | 236 | -228 | 0 | 8   | -135 | #DIV/0! | -386 | -363 | 0 | 1252 | 0 | -363 |
| 111 | -4.20 | 2.00  | 2 | -216   | 1120         | 236 | -228 | 0 | 8   | -135 | #DIV/0! | -386 | -363 | 0 | 1252 | 0 | -363 |
| 112 | -4.20 | 1.00  | 2 | -216   | 2240         | 236 | -228 | 0 | 8   | -135 | #DIV/0! | -386 | -363 | 0 | 1252 | 0 | -363 |
| 113 | -4.20 | 0.00  | 2 | -216   | 1E+99        | 236 | -228 | 0 | 8   | -135 | #DIV/0! | -386 | -363 | 0 | 1252 | 0 | -363 |
| 114 | -4.20 | -1.00 | 2 | -216   | -2240        | 236 | -228 | 0 | 8   | -135 | #DIV/0! | -386 | -363 | 0 | 1252 | 0 | -363 |
| 115 | -4.20 | -2.00 | 2 | -216   | -1120        | 236 | -228 | 0 | 8   | -135 | #DIV/0! | -386 | -363 | 0 | 1252 | 0 | -363 |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

|     |       |       |   |      |              |     |      |   |   |      |         |      |      |   |      |   |      |
|-----|-------|-------|---|------|--------------|-----|------|---|---|------|---------|------|------|---|------|---|------|
| 116 | -4.20 | -3.00 | 2 | -216 | -746.6666667 | 236 | -228 | 0 | 8 | -135 | #DIV/0! | -386 | -363 | 0 | 1252 | 0 | -363 |
| 117 | -4.20 | -4.00 | 2 | -216 | -560         | 236 | -228 | 0 | 8 | -135 | #DIV/0! | -386 | -386 | 0 | 1333 | 0 | -386 |
| 118 | -4.20 | -5.00 | 2 | -216 | -448         | 236 | -228 | 0 | 8 | -135 | #DIV/0! | -386 | -386 | 0 | 1333 | 0 | -386 |
| 119 | -4.20 | -6.00 | 2 | -216 | -373.3333333 | 236 | -228 | 0 | 8 | -135 | #DIV/0! | -386 | -386 | 0 | 1333 | 0 | -386 |
| 120 | -4.20 | -7.00 | 2 | -216 | -320         | 236 | -228 | 0 | 8 | -135 | #DIV/0! | -386 | -386 | 0 | 1333 | 0 | -386 |

Il momento anteriore è quindi

Somma micropali  $M=71118$  kNm

Peso proprio plinto  $M=25*15*2.0*3.75^2/2*1.35 = 7119$  kNm (a sottrarre)

Peso proprio ricoprimento  $M=20*15*1.0*3.75^2/2*1.35 = 2847$  kNm (a sottrarre)

Sommano  $M=61152$  kNm

Sommano a m/l  $M=M/15=4077$  kNm/m

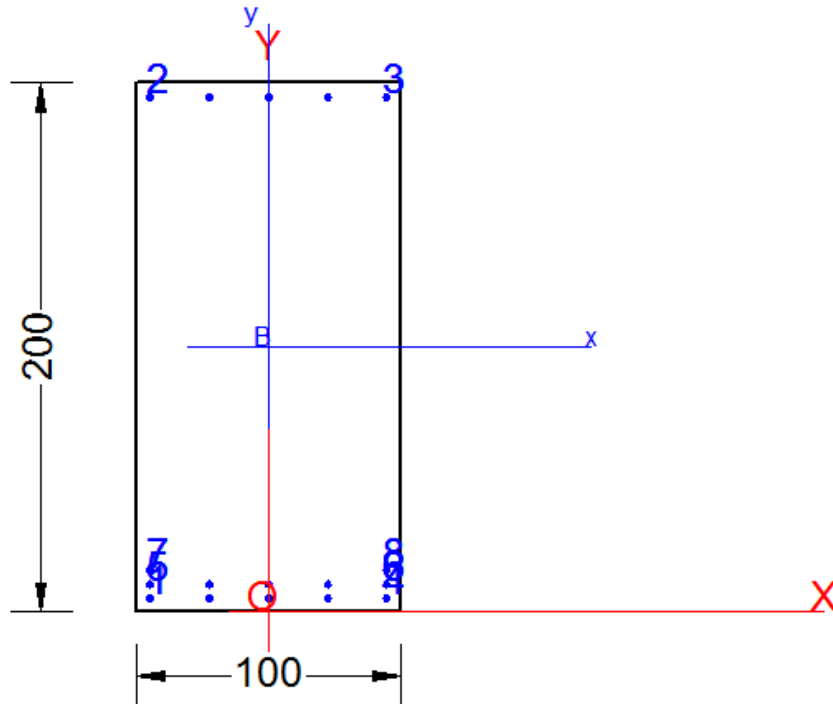
Analoghe considerazioni valgono per il taglio e per lo sbalzo posteriore.

Note:

- In favore di sicurezza, e senza aggravio di armatura, la verifica a fessurazione viene condotta con la combinazione rara al posto della frequente. Tale verifica è ininfluente ai fini del quantitativo strettamente necessario, il quale è dimensionato dalla resistenza in condizioni sismiche
- la verifica a taglio indica il quantitativo di area a taglio strettamente necessario. Tale armatura sarà affidata ai cavallotti o alle spille.
- La verifica si riferisce allo sbalzo con le sollecitazioni maggiori

Nome sezione: Plinto SB-sud

Coprif. netto minimo barre long.: 4.0 cm Coprif. netto staffe: 3.2 cm



DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.  
NOME SEZIONE: Plinto SB-sud

|                               |                               |
|-------------------------------|-------------------------------|
| Descrizione Sezione:          | Stati Limite Ultimi           |
| Metodo di calcolo resistenza: | Sezione generica              |
| Tipologia sezione:            | EC2/EC8                       |
| Normativa di riferimento:     | A Sforzo Norm. costante       |
| Percorso sollecitazione:      | Poco aggressive               |
| Condizioni Ambientali:        | Assi x,y principali d'inerzia |
| Riferimento Sforzi assegnati: | Zona non sismica              |
| Riferimento alla sismicità:   |                               |

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

|                |  |                     |                     |
|----------------|--|---------------------|---------------------|
| CALCESTRUZZO - | Classe:                                      | C25/30              |                     |
|                | Resis. compr. di calcolo fcd:                | 14.160              | MPa                 |
|                | Resis. compr. ridotta $v1*fcd$ :             | 7.080               | MPa cfr.(6.9)EC2    |
|                | Def.unit. max resistenza ec2:                | 0.0020              |                     |
|                | Def.unit. ultima ecu:                        | 0.0035              |                     |
|                | Diagramma tensione-deformaz.:                | Parabola-Rettangolo |                     |
|                | Modulo Elastico Normale Ec:                  | 31475.0             | MPa                 |
|                | Resis. media a trazione fctm:                | 2.560               | MPa                 |
|                | Coeff. Omogen. S.L.E.:                       | 15.00               |                     |
|                | Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:            | 150.00              | daN/cm <sup>2</sup> |
|                | Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:    | 0.400               | mm                  |
|                | Coeff. K3 Ap.fess. :                         | 3.4000              | § 7.3.4(3) EC2      |
|                | Coeff. K4 Ap.fess. :                         | 0.4250              | § 7.3.4(3) EC2      |
|                |  |                     |                     |
| ACCIAIO -      | Tipo:  | B450C               |                     |
|                | Resist. caratt. snervam. fyk:                | 450.00              | MPa                 |
|                | Resist. caratt. rottura ftk:                 | 450.00              | MPa                 |
|                | Resist. snerv. di calcolo fyd:               | 391.30              | MPa                 |
|                | Resist. ultima di calcolo ftd:               | 391.30              | MPa                 |
|                | Deform. ultima di calcolo Epu:               | 0.068               |                     |
|                | Modulo Elastico Ef                           | 2000000             | daN/cm <sup>2</sup> |
|                | Diagramma tensione-deformaz.:                | Bilineare finito    |                     |
|                | Coeff. Aderenza istantaneo $\beta1*\beta2$ : | 1.00                |                     |
|                | Coeff. Aderenza differito $\beta1*\beta2$ :  | 0.50                |                     |

**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

|                      |            |        |
|----------------------|------------|--------|
| Forma del Dominio:   | Poligonale |        |
| Classe Conglomerato: | C25/30     |        |
| N°vertice:           | X [cm]     | Y [cm] |
| 1                    | -50.0      | 0.0    |
| 2                    | -50.0      | 200.0  |
| 3                    | 50.0       | 200.0  |
| 4                    | 50.0       | 0.0    |

**DATI BARRE ISOLATE**

| N°Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ[mm] |
|---------|--------|--------|-----------|
| 1       | -44.7  | 5.3    | 26        |
| 2       | -44.7  | 194.7  | 26        |
| 3       | 44.7   | 194.7  | 26        |
| 4       | 44.7   | 5.3    | 26        |
| 5       | -44.7  | 10.5   | 26        |
| 6       | 44.7   | 10.5   | 26        |
| 7       | -44.7  | 15.7   | 26        |
| 8       | 44.7   | 15.7   | 26        |

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

|              |   |              |         |    |
|--------------|---|--------------|---------|----|
| N°Gen.       | Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre            |              |         |    |
| N°Barra Ini. | Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione           |              |         |    |
| N°Barra Fin. | Numero della barra finale cui si riferisce la generazione             |              |         |    |
| N°Barre      | Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione |              |         |    |
| Ø            | Diametro in mm delle barre della generazione                          |              |         |    |
| N°Gen.       | N°Barra Ini.  | N°Barra Fin. | N°Barre | Ø  |
| 1            | 2   | 3            | 3       | 26 |
| 2            | 1   | 4            | 3       | 26 |
| 3            | 5   | 6            | 3       | 26 |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

**ARMATURE A TAGLIO**

Diametro staffe: 8 mm  
 Passo staffe: 8.1 cm  
 Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

|    |  |  |  |  |  |
|----|--|--|--|--|--|
| N  | Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)  |  |  |  |  |
| Mx | Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.   |  |  |  |  |
| My | Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez. |  |  |  |  |
| Vy | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  |  |  |  |  |
| Vx | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x  |  |  |  |  |

| N°Comb. | N    | Mx      | My   | Vy      | Vx   |
|---------|------|---------|------|---------|------|
| 1       | 0.00 | 4450.00 | 0.00 | 2100.00 | 0.00 |
| 2       | 0.00 | 2800.00 | 0.00 | 0.00    | 0.00 |

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

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

| N°Comb. | N    | Mx                | My          |
|---------|------|-------------------|-------------|
| 1       | 0.00 | 2100.00 (2044.22) | 0.00 (0.00) |

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.0 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 2.6 cm  
 Copriferro netto minimo staffe: 3.2 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sn Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
 Mx Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 N Ult Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
 Mx Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
 As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

| N°Comb | Ver | N Sn | Mx Sn   | My Sn | N Ult | Mx Ult  | My Ult | Mis.Sic. | As Tesa    |
|--------|-----|------|---------|-------|-------|---------|--------|----------|------------|
| 1      | S   | 0.00 | 4253.16 | 0.00  | 0.00  | 4624.81 | 0.00   | 1.039    | 63.7(28.8) |
| 2      | S   | 0.00 | 4253.16 | 0.00  | 0.00  | 4624.81 | 0.00   | 1.652    | 63.7(28.8) |

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

| N°Comb | ec max  | ec 3/7   | Xc max | Yc max | es min  | Xs min | Ys min | es max   | Xs max | Ys max |
|--------|---------|----------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1      | 0.00350 | -0.02014 | -50.0  | 200.0  | 0.00204 | -44.7  | 194.7  | -0.05021 | -44.7  | 5.3    |
| 2      | 0.00350 | -0.02014 | -50.0  | 200.0  | 0.00204 | -44.7  | 194.7  | -0.05021 | -44.7  | 5.3    |

**POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA**

| N°Comb | a           | b           | c            | x/d   | C.Rid. |
|--------|-------------|-------------|--------------|-------|--------|
| 1      | 0.000000000 | 0.000275839 | -0.051667705 | 0.065 | 0.700  |
| 2      | 0.000000000 | 0.000275839 | -0.051667705 | 0.065 | 0.700  |

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO**

Passo staffe: 8.1 cm [Passo massimo di normativa = 100.0 cm]

| N°Comb | Ver | Vsdu    | Vcd     | Vwd     | Dmed  | bw    | Teta   | Acw   | Ast  | A.Eff     |
|--------|-----|---------|---------|---------|-------|-------|--------|-------|------|-----------|
| 1      | S   | 2100.00 | 4278.03 | 2127.52 | 194.7 | 100.0 | 21.80° | 1.000 | 12.3 | 12.4(0.0) |
| 2      | S   | 0.00    | 6203.14 | 851.01  | 194.7 | 100.0 | 45.00° | 1.000 | 0.0  | 12.4(0.0) |

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1      | S   | 4.28   | 50.0   | 200.0  | -192.4 | 0.0    | 5.3    | 2300    | 63.7    |

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

| Ver. | e1   |
|------|--|
|      | Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

|             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| e2          | Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff                                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| k1          | = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| kt          | = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| k2          | = $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [eq.(7.13)EC2]  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| k3          | = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| k4          | = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Ø           | Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Cf          | Coprifero [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| e sm - e cm | Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [eq.(7.8)EC2]<br>Tra parentesi: valore minimo dell'eq.(7.9) = $0.6 \cdot S_{max} / E_s$ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| sr max      | Massima distanza tra le fessure [mm]   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| wk          | Valore calcolato [mm] dell'apertura fessure = $sr \cdot max \cdot (e \cdot sm - e \cdot cm)$ [eq.(7.8)]. Valore limite tra parentesi                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| MX fess.    | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| MY fess.    | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

| Comb. | Ver | e1       | e2 | k2    | Ø    | Cf | e sm - e cm       | sr max | wk           | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|----|-------|------|----|-------------------|--------|--------------|---------|---------|
| 1     | S   | -0.00100 | 0  | 0.925 | 26.0 | 40 | 0.00058 (0.00058) | 431    | 0.249 (0.40) | 2044.22 | 0.00    |

**VERIFICA ARMATURE MINIME SLE PER CONTROLLO FESSURAZIONE (§ 7.3.2 EC2)**

|            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| N°Comb.    | Numero della combinazione SLE  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Tipo Comb. | Frequente o Quasi Permanente   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Dom.       | Numero e tipologia dominio di calcestruzzo assegnato (parte di sezione considerata)                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| k          | Coeff. che tiene conto delle autotensioni [(7.1) EC2]  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| kc         | Coeff. associato alla distribuzione degli sforzi [(7.1) EC2]   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Act        | Area di cls. teso (prima della fessurazione) relativo al dominio corrente [(7.1) EC2]                        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Ned        | Sforzo normale (+ se di compressione) agente nel cls. del dominio prima della fessuraz.[kN]                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Sc         | = $Ned / A_c$ sforzo normale medio nel dominio di area Ac per sezioni rett. o nervature [(7.1) EC2]          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| k1         | Coeff. associato all'effetto dello sforzo normale sulla distribuzione degli sforzi (sez. rett. o nervature)  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Frc        | Sforzo di trazione (valore assoluto) agente nelle eventuali solette prima della fessuraz.[kN]                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| As dom     | Area [cm²] delle barre long. in zona tesa effettivamente presenti nel dominio considerato.                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| As,min     | Area [cm²] minima delle barre long. da disporre in zona tesa nel dominio considerato in base alla (7.1) EC2. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

| N°Comb | Tipo Comb. | Dom.          | k    | kc   | Act  | Ned    | Sc   | k1   | Frc | As dom | As,min |
|--------|------------|---------------|------|------|------|--------|------|------|-----|--------|--------|
| 1      | Frequente  | 1 (Nervatura) | 0.65 | 0.40 | 9750 | 123.70 | 0.62 | 1.50 | --- | 63.7   | 17.9   |



### 11.1 Verifica muro frontale

| <b>VALORI CARATTERISTICI - MURO FRONTALE</b> |        |            |            |           |
|--|--------|------------|------------|-----------|
| AZIONI                                       | FATTOR | m [KNm/ml] | t [KNm/ml] | n [KN/ml] |
| SPINTA A RIPOSO                              | 1      | 945        | 316        | 0         |
| SPINTA SOVRACCARICO A RIPOSO                 | 1      | 316        | 70         | 0         |
| SOVRASPINTA SISMICA                          | 1      | 2 086      | 465        | 0         |
| MASSA PARAGHIAIA                             | 1      | 88         | 12         | 0         |
| MASSA MURO FRONTALE                          | 1      | 207        | 73         | 0         |
| G1   | 1      | 13         | 1          | 154       |
| G2   | 1      | 4          | 0          | 47        |
| SLUSTRacc.7                                  | 1      | 283        | 44         | 107       |
| SISMA LONG + VERT                            | 1      | 515        | 81         | 231       |
| PESO PROPRIO PARAGHIAIA                      | 1      | 0          | 0          | 42        |
| PESO PROPRIO MURO                            | 1      | 0          | 0          | 254       |

| <b>VERIFICA IN FASE SISMICA MURO FRONTALE</b> |        |              |            |            |
|---|--------|--------------|------------|------------|
| AZIONI  | FATTOR | m [KNm/ml]   | t [KNm/ml] | n [KN/ml]  |
| SPINTA A RIPOSO                               | 1.00   | 945          | 316        | 0          |
| SOVRASPINTA SISMICA                           | 1.00   | 2 086        | 465        | 0          |
| MASSA PARAGHIAIA                              | 1.00   | 88           | 12         | 0          |
| MASSA MURO FRONTALE                           | 1.00   | 207          | 73         | 0          |
| SISMA LONG + VERT                             | 1.00   | 515          | 81         | 231        |
| PESO PROPRIO PARAGHIAIA                       | 1.00   | 0            | 0          | 42         |
| PESO PROPRIO MURO                             | 1.00   | 0            | 0          | 254        |
| <b>TOTALE</b>                                 |        | <b>3 841</b> | <b>946</b> | <b>527</b> |

| <b>VERIFICA IN FASE ESERCIZIO SLU STR MURO FRONTALE</b> |        |              |            |            |
|---|--------|--------------|------------|------------|
| AZIONI  | FATTOR | m [KNm/ml]   | t [KNm/ml] | n [KN/ml]  |
| SPINTA A RIPOSO   | 1.35   | 1 276        | 426        | 0          |
| SPINTA SOVRACCARICO A RIPOSO                            | 1.35   | 426          | 95         | 0          |
| G1  | 1.35   | 18           | 1          | 208        |
| G2  | 1.50   | 6            | 0          | 71         |
| SLUSTRacc.7   | 1.00   | 283          | 44         | 107        |
| PESO PROPRIO PARAGHIAIA                                 | 1.00   | 0            | 0          | 42         |
| PESO PROPRIO MURO                                       | 1.00   | 0            | 0          | 254        |
| <b>TOTALE</b>   |        | <b>2 010</b> | <b>567</b> | <b>682</b> |

| <b>VERIFICA IN FASE DI ESERCIZIO (SLE rara) MURO FRONTALE</b> |        |              |            |            |
|---|--------|--------------|------------|------------|
| AZIONI  | FATTOR | m [KNm/ml]   | t [KNm/ml] | n [KN/ml]  |
| SPINTA A RIPOSO   | 1.00   | 945          | 316        | 0          |
| SPINTA SOVRACCARICO A RIPOSO                                  | 1.00   | 316          | 70         | 0          |
| G1  | 1.00   | 13           | 1          | 154        |
| G2  | 1.00   | 4            | 0          | 47         |
| SLUSTRacc.7   | 0.74   | 210          | 33         | 79         |
| PESO PROPRIO PARAGHIAIA                                       | 1.00   | 0            | 0          | 42         |
| PESO PROPRIO MURO   | 1.00   | 0            | 0          | 254        |
| <b>TOTALE</b>   |        | <b>1 488</b> | <b>420</b> | <b>577</b> |

| <b>VERIFICA IN FASE DI ESERCIZIO (SLE frequente) MURO FRONTALE</b> |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
|--|--|--|--|--|

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

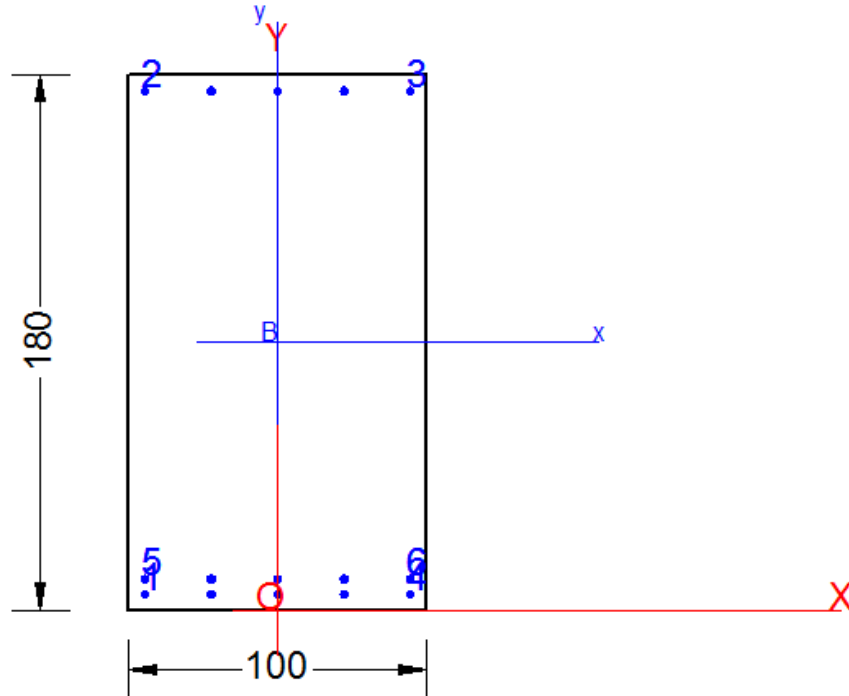
| AZIONI                       | FATTOR | m [KNm/ml] | t [KNm/ml] | n [KN/ml] |
|------------------------------|--------|------------|------------|-----------|
| SPINTA A RIPOSO              | 1.00   | 945        | 316        | 0         |
| SPINTA SOVRACCARICO A RIPOSO | 0.75   | 237        | 53         | 0         |
| G1                           | 1.00   | 13         | 1          | 154       |
| G2                           | 1.00   | 4          | 0          | 47        |
| SLUSTRacc.7                  | 0.74   | 210        | 33         | 79        |
| PESO PROPRIO PARAGHIAIA      | 1.00   | 0          | 0          | 42        |
| PESO PROPRIO MURO            | 1.00   | 0          | 0          | 254       |
| TOTALE                       |        | 1 409      | 403        | 577       |

| VERIFICA IN FASE DI ESERCIZIO (SLE q.p.) MURO FRONTALE |        |            |            |           |
|--|--------|------------|------------|-----------|
| AZIONI   | FATTOR | m [KNm/ml] | t [KNm/ml] | n [KN/ml] |
| SPINTA A RIPOSO  | 1.00   | 945        | 316        | 0         |
| G1   | 1.00   | 13         | 1          | 154       |
| G2   | 1.00   | 4          | 0          | 47        |
| PESO PROPRIO PARAGHIAIA                                | 1.00   | 0          | 0          | 42        |
| PESO PROPRIO MURO                                      | 1.00   | 0          | 0          | 254       |
| TOTALE   |        | 962        | 317        | 497       |

| RIEPILOGO SOLLECITAZIONI |            |            |           |
|--------------------------|------------|------------|-----------|
|                          | m [KNm/ml] | t [KNm/ml] | n [KN/ml] |
| SLE q.p.                 | 962        | 317        | 497       |
| SLE fr                   | 1 409      | 403        | 577       |
| SLE rara                 | 1 488      | 420        | 577       |
| SLU STR                  | 2 010      | 567        | 682       |
| SISMICA                  | 3 841      | 946        | 527       |

### Nome sezione: Muro frontale SB-sud

Coprif. netto minime barre long.: 4.0 cm    Coprif. netto staffe: 3.2 cm



#### DATI GENERALI SEZIONE IN C.A. NOME SEZIONE: Muro frontale SB-sud

|                               |                               |
|-------------------------------|-------------------------------|
| Descrizione Sezione:          |                               |
| Metodo di calcolo resistenza: | Stati Limite Ultimi           |
| Tipologia sezione:            | Sezione generica              |
| Normativa di riferimento:     | EC2/EC8                       |
| Percorso sollecitazione:      | A Sforzo Norm. costante       |
| Condizioni Ambientali:        | Moderat. aggressive           |
| Riferimento Sforzi assegnati: | Assi x,y principali d'inerzia |
| Riferimento alla sismicità:   | Zona non sismica              |

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

|                |  |                            |
|----------------|--|----------------------------|
| CALCESTRUZZO - | Classe:                                      | C32/40                     |
|                | Resis. compr. di calcolo fcd:                | 18.130 MPa                 |
|                | Resis. compr. ridotta $v1 \cdot fcd$ :       | 9.065 MPa cfr.(6.9)EC2     |
|                | Def.unit. max resistenza ec2:                | 0.0020                     |
|                | Def.unit. ultima ecu:                        | 0.0035                     |
|                | Diagramma tensione-deformaz.:                | Parabola-Rettangolo        |
|                | Modulo Elastico Normale Ec:                  | 33346.0 MPa                |
|                | Resis. media a trazione fctm:                | 3.020 MPa                  |
|                | Coeff. Omogen. S.L.E.:                       | 15.00                      |
|                | Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:            | 192.00 daN/cm <sup>2</sup> |
|                | Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:    | 0.300 mm                   |
|                | Coeff. K3 Ap.fess. :                         | 3.4000 § 7.3.4(3) EC2      |
|                | Coeff. K4 Ap.fess. :                         | 0.4250 § 7.3.4(3) EC2      |
|                | Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:         | 0.00 Mpa                   |
|                | Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: | 0.200 mm                   |
| ACCIAIO -      | Tipo:  | B450C                      |
|                | Resist. caratt. snervam. fyk:                | 450.00 MPa                 |
|                | Resist. caratt. rottura ftk:                 | 450.00 MPa                 |
|                | Resist. snerv. di calcolo fyd:               | 391.30 MPa                 |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

|  |                  |                     |
|--|------------------|---------------------|
| Resist. ultima di calcolo ftd:                       | 391.30           | MPa                 |
| Deform. ultima di calcolo Epu:                       | 0.068            |                     |
| Modulo Elastico Ef                                   | 2000000          | daN/cm <sup>2</sup> |
| Diagramma tensione-deformaz.:                        | Bilineare finito |                     |
| Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$ : | 1.00             |                     |
| Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :  | 0.50             |                     |

**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

|                      |            |        |
|----------------------|------------|--------|
| Forma del Dominio:   | Poligonale |        |
| Classe Conglomerato: | C32/40     |        |
| N°vertice:           | X [cm]     | Y [cm] |
| 1                    | -50.0      | 0.0    |
| 2                    | -50.0      | 180.0  |
| 3                    | 50.0       | 180.0  |
| 4                    | 50.0       | 0.0    |

**DATI BARRE ISOLATE**

| N°Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ[mm] |
|---------|--------|--------|-----------|
| 1       | -44.7  | 5.3    | 26        |
| 2       | -44.7  | 174.7  | 26        |
| 3       | 44.7   | 174.7  | 26        |
| 4       | 44.7   | 5.3    | 26        |
| 5       | -44.7  | 10.5   | 26        |
| 6       | 44.7   | 10.5   | 26        |

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

| N°Gen.       | Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre            |              |         |    |
|--------------|---|--------------|---------|----|
| N°Barra Ini. | Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione           |              |         |    |
| N°Barra Fin. | Numero della barra finale cui si riferisce la generazione             |              |         |    |
| N°Barre      | Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione |              |         |    |
| Ø            | Diametro in mm delle barre della generazione                          |              |         |    |
| N°Gen.       | N°Barra Ini.  | N°Barra Fin. | N°Barre | Ø  |
| 1            | 2   | 3            | 3       | 26 |
| 2            | 1   | 4            | 3       | 26 |
| 3            | 5   | 6            | 3       | 26 |

**ARMATURE A TAGLIO**

|                  |                                    |    |
|------------------|------------------------------------|----|
| Diametro staffe: | 8                                  | mm |
| Passo staffe:    | 16.2                               | cm |
| Staffe:          | Una sola staffa chiusa perimetrale |    |

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

| N       | Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)  |         |      |        |      |
|---------|--|---------|------|--------|------|
| Mx      | Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.   |         |      |        |      |
| My      | Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez. |         |      |        |      |
| Vy      | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  |         |      |        |      |
| Vx      | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x  |         |      |        |      |
| N°Comb. | N  | Mx      | My   | Vy     | Vx   |
| 1       | 530.00   | 3850.00 | 0.00 | 950.00 | 0.00 |
| 2       | 680.00   | 2020.00 | 0.00 | 470.00 | 0.00 |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

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

|         |  |                   |             |
|---------|--|-------------------|-------------|
| N       | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  |                   |             |
| Mx      | Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione |                   |             |
| My      | Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione    |                   |             |
| N°Comb. | N  | Mx                | My          |
| 1       | 580.00   | 1410.00 (2233.18) | 0.00 (0.00) |

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

|         |  |                   |             |
|---------|--|-------------------|-------------|
| N       | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  |                   |             |
| Mx      | Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione |                   |             |
| My      | Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione    |                   |             |
| N°Comb. | N  | Mx                | My          |
| 1       | 500.00   | 1000.00 (2308.13) | 0.00 (0.00) |

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

|  |        |
|--|--------|
| Copriferro netto minimo barre longitudinali: | 4.0 cm |
| Interferro netto minimo barre longitudinali: | 2.6 cm |
| Copriferro netto minimo staffe:              | 3.2 cm |

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

|          |  |
|----------|--|
| Ver      | S = combinazione verificata / N = combin. non verificata   |
| N Sn     | Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)                                    |
| Mx Sn    | Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  |
| My Sn    | Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  |
| N Ult    | Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)   |
| Mx Ult   | Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  |
| My Ult   | Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  |
| Mis.Sic. | Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)<br>Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000 |
| As Tesa  | Area armature [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa                               |

| N°Comb | Ver | N Sn   | Mx Sn   | My Sn  | N Ult  | Mx Ult  | My Ult | Mis.Sic. | As Tesa |
|--------|-----|--------|---------|--------|--------|---------|--------|----------|---------|
| 1      | S   | 530.00 | 3641.71 | -12.24 | 530.02 | 3925.15 | 0.00   | 1.019    | -----   |
| 2      | S   | 680.00 | 3748.02 | -15.71 | 679.81 | 4047.83 | 0.00   | 1.996    | -----   |

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

|        |  |
|--------|--|
| ec max | Deform. unit. massima del conglomerato a compressione                  |
| ec 3/7 | Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace |
| Xc max | Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  |
| Yc max | Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| es min | Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)            |
| Xs min | Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  |
| Ys min | Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| es max | Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)          |
| Xs max | Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  |
| Ys max | Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.) |

| N°Comb | ec max | ec 3/7 | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

|   |         |          |       |       |         |       |       |          |       |     |
|---|---------|----------|-------|-------|---------|-------|-------|----------|-------|-----|
| 1 | 0.00350 | -0.02075 | -50.0 | 180.0 | 0.00183 | -44.7 | 174.7 | -0.05142 | -44.7 | 5.3 |
| 2 | 0.00350 | -0.01936 | -50.0 | 180.0 | 0.00193 | -44.7 | 174.7 | -0.04827 | -44.7 | 5.3 |

**POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA**

| N°Comb | a           | b           | c            | x/d  | C.Rid. |
|--------|-------------|-------------|--------------|------|--------|
| 1      | 0.000000000 | 0.000314393 | -0.053090752 | ---- | ----   |
| 2      | 0.000000000 | 0.000296348 | -0.049842727 | ---- | ----   |

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO**

Passo staffe: 16.2 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

|       |   |
|-------|---|
| Ver   | S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata  |
| Vsdu  | Taglio di progetto [kN] = proiez. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro  |
| Vcd   | Taglio resistente ultimo [kN] lato conglomerato compresso [(6.9) EC2]   |
| Vwd   | Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(6.8) EC2]   |
| Dmed  | Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.<br>Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.<br>I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.   |
| bw    | Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro<br>E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.  |
| Teta  | Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato  |
| Acw   | Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione  |
| Ast   | Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm <sup>2</sup> /m]  |
| A.Eff | Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm <sup>2</sup> /m]<br>Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.<br>L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta-<br>ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio. |

| N°Comb | Ver | Vsdu   | Vcd     | Vwd    | Dmed  | bw    | Teta   | Acw   | Ast | A.Eff    |
|--------|-----|--------|---------|--------|-------|-------|--------|-------|-----|----------|
| 1      | S   | 950.00 | 4914.79 | 954.49 | 174.7 | 100.0 | 21.80° | 1.000 | 6.2 | 6.2(0.0) |
| 2      | S   | 470.00 | 4914.79 | 954.49 | 174.7 | 100.0 | 21.80° | 1.000 | 3.1 | 6.2(0.0) |

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

|                |  |
|----------------|--|
| Ver            | S = comb. verificata/ N = comb. non verificata   |
| Sc max         | Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]                        |
| Xc max, Yc max | Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)                      |
| Sf min         | Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]                                 |
| Xs min, Ys min | Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)                    |
| Ac eff.        | Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre         |
| As eff.        | Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure |

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1      | S   | 3.85   | -50.0  | 180.0  | -122.6 | -44.7  | 5.3    | 1950    | 53.1    |

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

|      |  |
|------|--|
| Ver. | La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm<br>Esito della verifica |
| e1   | Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata   |
| e2   | Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff                               |
| k1   | = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]  |
| kt   | = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]   |
| k2   | =(e1 + e2)/(2*e1) [eq.(7.13)EC2]   |
| k3   | = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali  |
| k4   | = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali  |
| Ø    | Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]   |
| Cf   | Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa  |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

|       |     | Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [eq.(7.8)EC2]<br>Tra parentesi: valore minimo dell'eq.(7.9) = 0.6 Smax / Es |    |       |      |    |                   |        |              |         |         |
|-------|-----|--|----|-------|------|----|-------------------|--------|--------------|---------|---------|
|       |     | Massima distanza tra le fessure [mm]   |    |       |      |    |                   |        |              |         |         |
|       |     | Valore calcolato [mm] dell'apertura fessure = sr max*(e sm - e cm) [eq.(7.8)]. Valore limite tra parentesi                                 |    |       |      |    |                   |        |              |         |         |
|       |     | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]  |    |       |      |    |                   |        |              |         |         |
|       |     | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]  |    |       |      |    |                   |        |              |         |         |
| Comb. | Ver | e1   | e2 | k2    | Ø    | Cf | e sm - e cm       | sr max | wk           | Mx fess | My fess |
| 1     | S   | -0.00064   | 0  | 0.922 | 26.0 | 40 | 0.00037 (0.00037) | 435    | 0.160 (0.30) | 2233.18 | 0.00    |

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1      | S   | 2.75   | 50.0   | 180.0  | -80.2  | -22.4  | 5.3    | 1955    | 53.1    |

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

| Comb. | Ver | e1       | e2 | k2    | Ø    | Cf | e sm - e cm       | sr max | wk           | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|----|-------|------|----|-------------------|--------|--------------|---------|---------|
| 1     | S   | -0.00042 | 0  | 0.918 | 26.0 | 40 | 0.00024 (0.00024) | 435    | 0.105 (0.20) | 2308.13 | 0.00    |

**VERIFICA ARMATURE MINIME SLE PER CONTROLLO FESSURAZIONE (§ 7.3.2 EC2)**

| N°Comb.    | Numero della combinazione SLE  |               |      |      |      |        |      |      |     |        |        |
|------------|--|---------------|------|------|------|--------|------|------|-----|--------|--------|
| Tipo Comb. | Frequente o Quasi Permanente   |               |      |      |      |        |      |      |     |        |        |
| Dom.       | Numero e tipologia dominio di calcestruzzo assegnato (parte di sezione considerata)                          |               |      |      |      |        |      |      |     |        |        |
| k          | Coeff. che tiene conto delle autotensioni [(7.1) EC2]  |               |      |      |      |        |      |      |     |        |        |
| kc         | Coeff. associato alla distribuzione degli sforzi [(7.1) EC2]   |               |      |      |      |        |      |      |     |        |        |
| Act        | Area di cls. teso (prima della fessurazione) relativo al dominio corrente [(7.1) EC2]                        |               |      |      |      |        |      |      |     |        |        |
| Ned        | Sforzo normale (+ se di compressione) agente nel cls. del dominio prima della fessuraz.[kN]                  |               |      |      |      |        |      |      |     |        |        |
| Sc         | =Ned/Ac sforzo normale medio nel dominio di area Ac per sezioni rett. o nervature [(7.1) EC2]                |               |      |      |      |        |      |      |     |        |        |
| k1         | Coeff. associato all'effetto dello sforzo normale sulla distribuzione degli sforzi (sez. rett. o nervature)  |               |      |      |      |        |      |      |     |        |        |
| Frc        | Sforzo di trazione (valore assoluto) agente nelle eventuali solette prima della fessuraz.[kN]                |               |      |      |      |        |      |      |     |        |        |
| As dom     | Area [cm²] delle barre long. in zona tesa effettivamente presenti nel dominio considerato.                   |               |      |      |      |        |      |      |     |        |        |
| As,min     | Area [cm²] minima delle barre long. da disporre in zona tesa nel dominio considerato in base alla (7.1) EC2. |               |      |      |      |        |      |      |     |        |        |
| N°Comb     | Tipo Comb.   | Dom.          | k    | kc   | Act  | Ned    | Sc   | k1   | Frc | As dom | As,min |
| 1          | Frequente  | 1 (Nervatura) | 0.65 | 0.38 | 7650 | 618.13 | 3.43 | 1.50 | --- | 53.1   | 16.0   |
| N°Comb     | Tipo Comb.   | Dom.          | k    | kc   | Act  | Ned    | Sc   | k1   | Frc | As dom | As,min |
| 1          | Quasi perm.  | 1 (Nervatura) | 0.65 | 0.39 | 7350 | 521.60 | 2.90 | 1.50 | --- | 53.1   | 15.5   |

## 11.2 Verifica paraghiaia

La verifica vale per tutti i paraghiaia.

### Verifica della parete paraghiaia

Calcolo a mensola di una striscia unitaria

|   |             |       |                   |
|---|-------------|-------|-------------------|
| peso di volume terreno di riempimento                       | $\gamma$    | 20    | kN/m <sup>3</sup> |
| angolo di attrito rilevato                                  | $\phi$      | 35    | °                 |
| coefficiente di spinta attiva                               | $\lambda_a$ | 0.271 | -                 |
| terreno tipo  | CAT. TERR.  | b     | -                 |
| categoria topografica                                       | CAT. TOP.   | 1     | -                 |
| valore max del fattore di ampl. dello spettro in acc. oriz. | F0          | 2.411 | -                 |
| acc. orizz. max al suolo attesa su sito di rif. rigido      | ag          | 0.248 | g                 |
| coefficiente di spinta (in condizioni sismiche)             | $\lambda_s$ | 0.586 | -                 |
| ordinata dello spettro orizzontale                          | ag*S        | 0.288 | g                 |
| altezza paraghiaia  | H           | 3.35  | m                 |
| spessore paraghiaia - quota testa spalla                    | s1          | 0.50  | m                 |
| spessore paraghiaia - quota testa pavimentazione            | s2          | 0.50  | m                 |

#### LATO TERRA

#### LATO IMPALCATO

| VERIFICA IN FASE ESERCIZIO (SLU.1-gr2a) PARAGHIAIA |        |            |            |        |            |            |
|--|--------|------------|------------|--------|------------|------------|
| AZIONI   | FATTOR | t [kNm/ml] | m [kNm/ml] | FATTOR | t [kNm/ml] | m [kNm/ml] |
| SPINTA ATTIVA                                      | 1.35   | 41         | 46         | -      | -          | -          |
| SOVRACCARICO SU RILEVATO                           | 1.01   | 31         | 61         | -      | -          | -          |
| FRENATURA IN TESTA AL MURO                         | 1.35   | 34         | 118        | 1.35   | 34         | 118        |
| <b>TOTALE</b>                                      |        | <b>106</b> | <b>224</b> |        | <b>34</b>  | <b>118</b> |

| VERIFICA IN FASE ESERCIZIO (SLU.1-gr.1) PARAGHIAIA |        |            |            |        |            |            |
|--|--------|------------|------------|--------|------------|------------|
| AZIONI   | FATTOR | t [kNm/ml] | m [kNm/ml] | FATTOR | t [kNm/ml] | m [kNm/ml] |
| SPINTA ATTIVA                                      | 1.35   | 41         | 46         | -      | -          | -          |
| SOVRACCARICO SU RILEVATO                           | 1.35   | 41         | 82         | -      | -          | -          |
| FRENATURA IN TESTA AL MURO                         | 0.00   | 0          | 0          | 0.00   | 0          | 0          |
| <b>TOTALE</b>                                      |        | <b>82</b>  | <b>127</b> |        | <b>0</b>   | <b>0</b>   |

| VERIFICA IN FASE SISMICA (SIS) PARAGHIAIA |        |            |            |        |            |            |
|---|--------|------------|------------|--------|------------|------------|
| AZIONI                                    | FATTOR | t [kNm/ml] | m [kNm/ml] | FATTOR | t [kNm/ml] | m [kNm/ml] |
| SPINTA ATTIVA                             | 1.00   | 30         | 34         | -      | -          | -          |
| SOVRASPINTA SISMICA                       | 1.00   | 35         | 59         | -      | -          | -          |
| MASSA PARAGHIAIA                          | 1.00   | 12         | 20         | 1.00   | 12         | 20         |
| <b>TOTALE</b>                             |        | <b>78</b>  | <b>113</b> |        | <b>12</b>  | <b>20</b>  |

| VERIFICA IN FASE ESERCIZIO (SLE RARA.1-gr2a) PARAGHIAIA |        |            |            |        |            |            |
|---|--------|------------|------------|--------|------------|------------|
| AZIONI  | FATTOR | t [kNm/ml] | m [kNm/ml] | FATTOR | t [kNm/ml] | m [kNm/ml] |
| SPINTA ATTIVA   | 1.00   | 30         | 34         | -      | -          | -          |
| SOVRACCARICO SU RILEVATO                                | 0.75   | 23         | 45         | -      | -          | -          |
| FRENATURA IN TESTA AL MURO                              | 1.00   | 25         | 87         | 1.00   | 25         | 87         |
| <b>TOTALE</b>   |        | <b>79</b>  | <b>166</b> |        | <b>25</b>  | <b>87</b>  |

| VERIFICA IN FASE ESERCIZIO (SLE RARA.1-gr.1) PARAGHIAIA |        |            |            |        |            |            |
|---|--------|------------|------------|--------|------------|------------|
| AZIONI  | FATTOR | t [kNm/ml] | m [kNm/ml] | FATTOR | t [kNm/ml] | m [kNm/ml] |
| SPINTA ATTIVA   | 1.00   | 30         | 34         | -      | -          | -          |
| SOVRACCARICO SU RILEVATO                                | 1.00   | 31         | 60         | -      | -          | -          |
| FRENATURA IN TESTA AL MURO                              | 0.00   | 0          | 0          | 0.00   | 0          | 0          |
| <b>TOTALE</b>   |        | <b>61</b>  | <b>94</b>  |        | <b>0</b>   | <b>0</b>   |

| VERIFICA IN FASE ESERCIZIO (SLE FREQUENTE.1-gr2a) PARAGHIAIA |        |            |            |        |            |            |
|--|--------|------------|------------|--------|------------|------------|
| AZIONI   | FATTOR | t [kNm/ml] | m [kNm/ml] | FATTOR | t [kNm/ml] | m [kNm/ml] |
| SPINTA ATTIVA  | 1.00   | 30         | 34         | -      | -          | -          |
| SOVRACCARICO SU RILEVATO                                     | 0.56   | 17         | 34         | -      | -          | -          |
| FRENATURA IN TESTA AL MURO                                   | 0.75   | 19         | 65         | 0.75   | 19         | 65         |
| <b>TOTALE</b>  |        | <b>67</b>  | <b>133</b> |        | <b>19</b>  | <b>65</b>  |

| VERIFICA IN FASE ESERCIZIO (SLE FREQUENTE.1-gr1) PARAGHIAIA |        |            |            |        |            |            |
|---|--------|------------|------------|--------|------------|------------|
| AZIONI  | FATTOR | t [kNm/ml] | m [kNm/ml] | FATTOR | t [kNm/ml] | m [kNm/ml] |
| SPINTA ATTIVA   | 1.00   | 30         | 34         | -      | -          | -          |
| SOVRACCARICO SU RILEVATO                                    | 0.75   | 23         | 45         | -      | -          | -          |
| FRENATURA IN TESTA AL MURO                                  | 0.00   | 0          | 0          | 0.00   | 0          | 0          |
| <b>TOTALE</b>   |        | <b>53</b>  | <b>79</b>  |        | <b>0</b>   | <b>0</b>   |

| VERIFICA IN FASE ESERCIZIO (SLE QUASIPERMANENTE) PARAGHIAIA |        |            |            |        |            |            |
|---|--------|------------|------------|--------|------------|------------|
| AZIONI  | FATTOR | t [kNm/ml] | m [kNm/ml] | FATTOR | t [kNm/ml] | m [kNm/ml] |
| SPINTA ATTIVA   | 1.00   | 30         | 34         | -      | -          | -          |
| SOVRACCARICO SU RILEVATO                                    | 0.00   | 0          | 0          | -      | -          | -          |
| FRENATURA IN TESTA AL MURO                                  | 0.00   | 0          | 0          | 0.00   | 0          | 0          |
| <b>TOTALE</b>   |        | <b>30</b>  | <b>34</b>  |        | <b>0</b>   | <b>0</b>   |

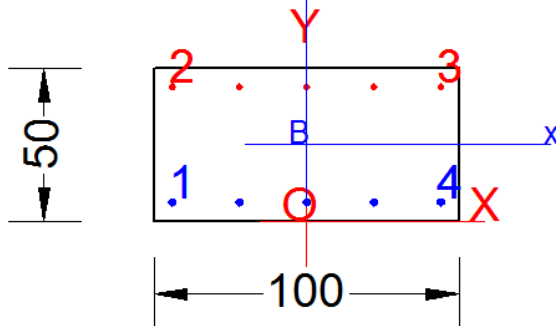
| LATO TERRA |            |            |
|------------|------------|------------|
|            | t [kNm/ml] | m [kNm/ml] |
| SLU1       | 106        | 224        |
| SLU2       | 82         | 127        |
| SISMICA    | 78         | 113        |
| SLE RARA.1 | 79         | 166        |
| SLE RARA.2 | 61         | 94         |
| SLE FREQ.1 | 67         | 133        |
| SLE FREQ.2 | 53         | 79         |
| SLEQP.1    | 30         | 34         |

| LATO IMPALCATO |            |            |
|----------------|------------|------------|
|                | t [kNm/ml] | m [kNm/ml] |
|                | 34         | 118        |
|                | 0          | 0          |
|                | 12         | 20         |
|                | 25         | 87         |
|                | 0          | 0          |
|                | 19         | 65         |
|                | 0          | 0          |
|                | 0          | 0          |



## Nome sezione: Paraghiaia-Setteca

Coprif. netto minimo barre long.: 4.8 cm    Coprif. netto staffe: 0.0 cm



### DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

**NOME SEZIONE:** Paraghiaia-Setteca

|                               |                               |
|-------------------------------|-------------------------------|
| Descrizione Sezione:          |                               |
| Metodo di calcolo resistenza: | Stati Limite Ultimi           |
| Tipologia sezione:            | Sezione generica              |
| Normativa di riferimento:     | EC2/EC8                       |
| Percorso sollecitazione:      | A Sforzo Norm. costante       |
| Condizioni Ambientali:        | Moderat. aggressive           |
| Riferimento Sforzi assegnati: | Assi x,y principali d'inerzia |
| Riferimento alla sismicità:   | Zona non sismica              |

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

|                                    |  |                             |
|------------------------------------|--|-----------------------------|
| CALCESTRUZZO -                     | Classe:                                      | C32/40                      |
|                                    | Resis. compr. di calcolo fcd:                | 18.130 MPa                  |
|                                    | Def.unit. max resistenza ec2:                | 0.0020                      |
|                                    | Def.unit. ultima ecu:                        | 0.0035                      |
|                                    | Diagramma tensione-deformaz.:                | Parabola-Rettangolo         |
|                                    | Modulo Elastico Normale Ec:                  | 33346.0 MPa                 |
|                                    | Resis. media a trazione fctm:                | 3.020 MPa                   |
|                                    | Coeff. Omogen. S.L.E.:                       | 15.00                       |
|                                    | Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:            | 192.00 daN/cm <sup>2</sup>  |
|                                    | Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:    | 0.300 mm                    |
|                                    | Coeff. K3 Ap.fess. :                         | 3.4000 § 7.3.4(3) EC2       |
|                                    | Coeff. K4 Ap.fess. :                         | 0.4250 § 7.3.4(3) EC2       |
|                                    | Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:         | 0.00 Mpa                    |
|                                    | Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: | 0.200 mm                    |
|                                    | ACCIAIO -                                    | Tipo:                       |
| Resist. caratt. snervam. fyk:      |  | 450.00 MPa                  |
| Resist. caratt. rottura ftk:       |  | 450.00 MPa                  |
| Resist. snerv. di calcolo fyd:     |  | 391.30 MPa                  |
| Resist. ultima di calcolo ftd:     |  | 391.30 MPa                  |
| Deform. ultima di calcolo Epu:     |  | 0.068                       |
| Modulo Elastico Ef                 |  | 2000000 daN/cm <sup>2</sup> |
| Diagramma tensione-deformaz.:      |  | Bilineare finito            |
| Coeff. Aderenza istantaneo β1*β2 : |  | 1.00                        |
| Coeff. Aderenza differito β1*β2 :  | 0.50   |                             |

### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

|                      |                    |
|----------------------|--------------------|
| Forma del Dominio:   | Poligonale         |
| Classe Conglomerato: | C32/40             |
| N°vertice:           | X [cm]      Y [cm] |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

|   |       |      |
|---|-------|------|
| 1 | -50.0 | 0.0  |
| 2 | -50.0 | 50.0 |
| 3 | 50.0  | 50.0 |
| 4 | 50.0  | 0.0  |

**DATI BARRE ISOLATE**

| N°Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ[mm] |
|---------|--------|--------|-----------|
| 1       | -44.0  | 6.8    | 24        |
| 2       | -44.0  | 43.2   | 20        |
| 3       | 44.0   | 43.2   | 20        |
| 4       | 44.0   | 6.8    | 24        |

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

|              |   |  |  |  |
|--------------|---|--|--|--|
| N°Gen.       | Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre            |  |  |  |
| N°Barra Ini. | Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione           |  |  |  |
| N°Barra Fin. | Numero della barra finale cui si riferisce la generazione             |  |  |  |
| N°Barre      | Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione |  |  |  |
| Ø            | Diametro in mm delle barre della generazione                          |  |  |  |

| N°Gen. | N°Barra Ini. | N°Barra Fin. | N°Barre | Ø  |
|--------|--------------|--------------|---------|----|
| 1      | 1            | 4            | 3       | 24 |
| 2      | 2            | 3            | 3       | 20 |

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

| N       | Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)  |        |      |      |      |
|---------|--|--------|------|------|------|
| Mx      | Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.   |        |      |      |      |
| My      | Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez. |        |      |      |      |
| Vy      | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  |        |      |      |      |
| Vx      | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x  |        |      |      |      |
| N°Comb. | N  | Mx     | My   | Vy   | Vx   |
| 1       | 0.00   | 230.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

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

| N       | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  |                 |             |
|---------|--|-----------------|-------------|
| Mx      | Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione |                 |             |
| My      | Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione    |                 |             |
| N°Comb. | N  | Mx              | My          |
| 1       | 0.00   | 135.00 (150.80) | 0.00 (0.00) |

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

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
| N  | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  |  |  |
| Mx | Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione |  |  |
| My | Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione    |  |  |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

| N°Comb. | N    | Mx             | My          |
|---------|------|----------------|-------------|
| 1       | 0.00 | 35.00 (150.80) | 0.00 (0.00) |

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.8 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 19.6 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sn Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
Mx Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N Ult Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
Mx Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

| N°Comb | Ver | N Sn | Mx Sn  | My Sn | N Ult | Mx Ult | My Ult | Mis.Sic. | As Tesa   |
|--------|-----|------|--------|-------|-------|--------|--------|----------|-----------|
| 1      | S   | 0.00 | 341.46 | 0.00  | 0.00  | 361.16 | 0.00   | 1.570    | 22.6(7.7) |

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

| N°Comb | ec max  | ec 3/7   | Xc max | Yc max | es min   | Xs min | Ys min | es max   | Xs max | Ys max |
|--------|---------|----------|--------|--------|----------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1      | 0.00350 | -0.00814 | -50.0  | 50.0   | -0.00019 | -44.0  | 43.2   | -0.01997 | -44.0  | 6.8    |

**POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA**

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)  
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

| N°Comb | a           | b           | c            | x/d   | C.Rid. |
|--------|-------------|-------------|--------------|-------|--------|
| 1      | 0.000000000 | 0.000543285 | -0.023664243 | 0.149 | 0.700  |

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

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

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

1 S 4.54 50.0 50.0 -155.2 -44.0 6.8 1250 22.6

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

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a  $f_{ctm}$   
Esito della verifica  
e1 Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata  
e2 Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area  $A_c$  eff  
k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]  
kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]  
k2 =  $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$  [eq.(7.13)EC2]  
k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali  
k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali  
Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace  $A_c$  eff [eq.(7.11)EC2]  
Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa  
e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [eq.(7.8)EC2]  
Tra parentesi: valore minimo dell'eq.(7.9) =  $0.6 \cdot S_{max} / E_s$   
sr max Massima distanza tra le fessure [mm]  
wk Valore calcolato [mm] dell'apertura fessure =  $sr \cdot max \cdot (e \cdot sm - e \cdot cm)$  [eq.(7.8)]. Valore limite tra parentesi  
MX fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]  
MY fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

| Comb. | Ver | e1       | e2 | k2    | Ø    | Cf | e sm - e cm       | sr max | wk           | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|----|-------|------|----|-------------------|--------|--------------|---------|---------|
| 1     | S   | -0.00095 | 0  | 0.834 | 24.0 | 48 | 0.00047 (0.00047) | 539    | 0.251 (0.30) | 150.80  | 0.00    |

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1      | S   | 1.18   | 50.0   | 50.0   | -40.2  | -22.0  | 6.8    | 1250    | 22.6    |

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

| Comb. | Ver | e1       | e2 | k2    | Ø    | Cf | e sm - e cm       | sr max | wk           | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|----|-------|------|----|-------------------|--------|--------------|---------|---------|
| 1     | S   | -0.00025 | 0  | 0.834 | 24.0 | 56 | 0.00012 (0.00012) | 566    | 0.068 (0.20) | 150.80  | 0.00    |

**VERIFICA ARMATURE MINIME SLE PER CONTROLLO FESSURAZIONE (§ 7.3.2 EC2)**

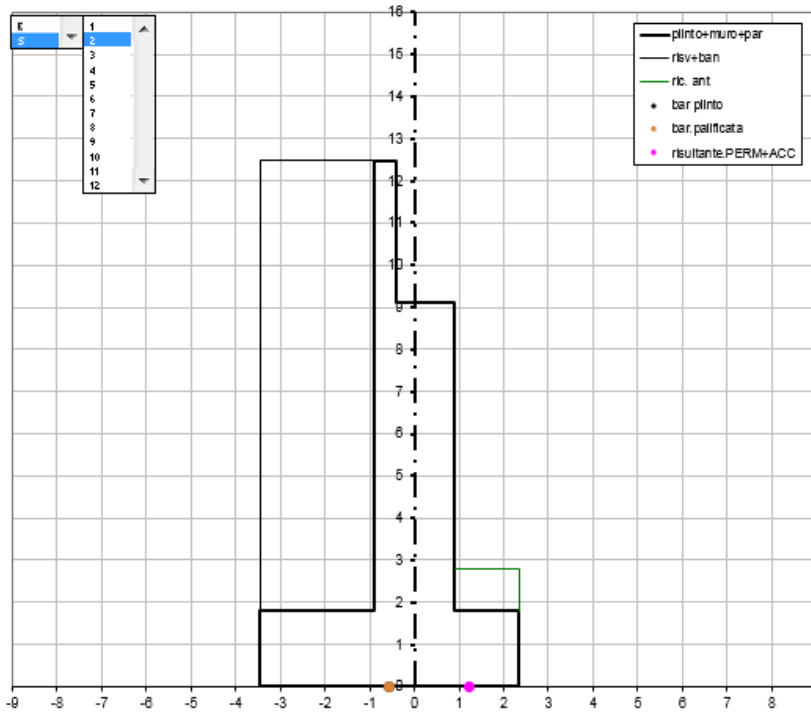
N°Comb. Numero della combinazione SLE  
Tipo Comb. Frequente o Quasi Permanente  
Dom. Numero e tipologia dominio di calcestruzzo assegnato (parte di sezione considerata)  
k Coeff. che tiene conto delle autotensioni [(7.1) EC2]  
kc Coeff. associato alla distribuzione degli sforzi [(7.1) EC2]  
Act Area di cls. teso (prima della fessurazione) relativo al dominio corrente [(7.1) EC2]  
Ned Sforzo normale (+ se di compressione) agente nel cls. del dominio prima della fessuraz.[kN]  
Sc =  $N_{ed}/A_c$  sforzo normale medio nel dominio di area  $A_c$  per sezioni rett. o nervature [(7.1) EC2]  
k1 Coeff. associato all'effetto dello sforzo normale sulla distribuzione degli sforzi (sez. rett. o nervature)  
Frc Sforzo di trazione (valore assoluto) agente nelle eventuali solette prima della fessuraz.[kN]  
As dom Area [cm<sup>2</sup>] delle barre long. in zona tesa effettivamente presenti nel dominio considerato.  
As,min Area [cm<sup>2</sup>] minima delle barre long. da disporre in zona tesa nel dominio considerato in base alla (7.1) EC2.

| N°Comb | Tipo Comb.  | Dom.          | k    | kc   | Act  | Ned | Sc  | k1  | Frc     | As dom | As,min |
|--------|-------------|---------------|------|------|------|-----|-----|-----|---------|--------|--------|
| 1      | Frequente   | 1 (Nervatura) | 0.79 | 0.40 | 2450 | --- | --- | --- | -333.35 | 22.6   | 6.4    |
| N°Comb | Tipo Comb.  | Dom.          | k    | kc   | Act  | Ned | Sc  | k1  | Frc     | As dom | As,min |
| 1      | Quasi perm. | 1 (Nervatura) | 0.79 | 0.40 | 2450 | --- | --- | --- | -86.42  | 22.6   | 6.5    |

## 12 SPALLA A – SUD

Calcolo valido anche per la spalla A Nord

### 12.1 Geometria



| Plinto                           |        |       |       |           |                     |        |         |        |        |  |
|----------------------------------|--------|-------|-------|-----------|---------------------|--------|---------|--------|--------|--|
| l [m]                            | h [m]  | t [m] | p [m] | f [m]     | V [m <sup>3</sup> ] | P [KN] | m [t]   | bl [m] | bh [m] |  |
| 5.80                             | 1.80   | 16.20 | 2.55  | 1.45      | 169.13              | 4 228  | 431     | 2.90   | 0.90   |  |
| Muro frontale                    |        |       |       |           |                     |        |         |        |        |  |
| li [m]                           | h [m]  | t [m] | e [m] | ls [m]    | V [m <sup>3</sup> ] | P [KN] | m [t]   | bl [m] | bh [m] |  |
| 1.80                             | 7.32   | 14.35 | 0.90  | 1.80      | 189.08              | 4 727  | 482     | 2.35   | 5.46   |  |
| Paraghiaia                       |        |       |       |           |                     |        |         |        |        |  |
| l [m]                            | h [m]  | t [m] |       | corr (bl) | V [m <sup>3</sup> ] | P [KN] | m [t]   | bl [m] | bh [m] |  |
| 0.50                             | 3.35   | 14.35 |       | 0.00      | 24.04               | 601    | 61      | 3.00   | 10.80  |  |
| Soletta superiore                |        |       |       |           |                     |        |         |        |        |  |
| l [m]                            | h [m]  | t [m] |       |           | V [m <sup>3</sup> ] | P [KN] | M [KNm] | bl [m] | bh [m] |  |
| 2.55                             | 1.00   | 12.55 |       |           | 32.00               | 800    | 82      | 4.53   | 11.97  |  |
| Terreno di riempimento           |        |       |       |           |                     |        |         |        |        |  |
| l [m]                            | h [m]  | t [m] |       |           | V [m <sup>3</sup> ] | P [KN] | m [t]   | bl [m] | bh [m] |  |
| 2.55                             | 10.67  | 14.20 |       |           | 386.36              | 0      | 0       | 4.53   | 7.14   |  |
| Muri Laterali                    |        |       |       |           |                     |        |         |        |        |  |
| l [m]                            | h [m]  | t [m] | n°    |           | V [m <sup>3</sup> ] | P [KN] | M [KNm] | bl [m] | bh [m] |  |
| 2.55                             | 10.67  | 0.90  | 2.00  |           | 48.98               | 1 224  | 125     | 4.53   | 7.14   |  |
| Bandiera                         |        |       |       |           |                     |        |         |        |        |  |
| l [m]                            | ht [m] | t [m] | n°    | hi [m]    | V [m <sup>3</sup> ] | P [KN] | M [KNm] | bl [m] | bh [m] |  |
| 3.00                             | 1.00   | 0.90  | 0.00  | 3.00      | 0.00                | 0      | 0       | 7.05   | 11.47  |  |
| Terreno di ricoprimento frontale |        |       |       |           |                     |        |         |        |        |  |
| l [m]                            | h [m]  | t [m] |       |           | V [m <sup>3</sup> ] | P [KN] | m [t]   | bl [m] | bh [m] |  |
| 1.45                             | 1.00   | 16.20 |       |           | 23.49               | 0      | 0       | 0.73   | 2.30   |  |

Lo spazio tra il paramento spalla e vano tecnico a tergo spalla viene lasciato vuoto.

### 12.1 Parametri di calcolo

La seguente tabella riporta tutti i parametri di calcolo necessari per il calcolo delle spinte. Vengono qui riportate i valori delle spinte sia con M1 che con M2, e sia con Mononobe-Okabe che con Wood.

Come espressamente indicato successivamente, le spinte in condizioni sismiche considerate sono quelle alla Mononobe-Okabe, e le spinte considerate sono calcolate con i parametri caratteristici (M1). Nelle tabelle riportate al paragrafo “Azioni sui micropali”, per le spinte è indicato chiaramente tra parentesi M1, e la spinta in condizione sismica riporta il valore indicato in questa tabella.

|   |                              | TERRENO (con $\gamma_M$ (M1)) |                |                                   |                                   |                               | TERRENO (con $\gamma_M$ (M2)) |  |             |                 |                 | (M2)/(M1)                                      |                 |                 |             |                 |  |  |
|---|------------------------------|-------------------------------|----------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--|-------------|-----------------|-----------------|--|-----------------|-----------------|-------------|-----------------|--|--|
| $\gamma$ [KN/m <sup>3</sup> ]   | $\eta$ [KNm/m <sup>3</sup> ] | $\varphi$ (M1) [°]            | $\lambda_0$    | $\lambda_a$                       | $\lambda_{a^*}$                   | $\lambda_a$                   | $\varphi$ (M2) [°]            | $\lambda_0$                                    | $\lambda_a$ | $\lambda_{a^*}$ | $\lambda_a$     | $\lambda_0$                                    | $\lambda_a$     | $\lambda_{a^*}$ | $\lambda_a$ |                 |  |  |
| 0.00  | 0.00                         | 35.00                         | 0.426          | 0.271                             | 0.499                             | 0.439                         | 29.26                         | 0.511  | 0.343       | 0.611           | 0.537           | 1.199  | 1.267           | 1.224           | 1.224       |                 |  |  |
| SISMA   |                              |                               |                |                                   |                                   | CLS                           |                               | ALTEZZE  |             | PARAMETRI       |                 | PARAMETRI                                      |                 |                 |             |                 |  |  |
| $g$ [m/sec <sup>2</sup> ]   | $a_{p0}$ [g]                 | $\alpha_H$ [g]                | $\alpha_V$ [g] | $\lambda_H$ [m/sec <sup>2</sup> ] | $\lambda_V$ [m/sec <sup>2</sup> ] | $\gamma$ [KN/m <sup>3</sup> ] | $\eta$ [KNm/m <sup>3</sup> ]  | H [m]  | H1          | f (M1)          | $\delta$ [°]    | f (M2)   | $\delta$ [°]    |                 |             |                 |  |  |
| 9.81  | 0.248                        | 0.288                         | 0.248          | 2.83                              | 0.73                              | 25.00                         | 2.55                          | 12.47  | 10.67       | 0.50            | 23.3            | 0.40   | 23.3            |                 |             |                 |  |  |
| SOVRACCARICO ACCIDENTALE  |                              |                               |                |                                   |                                   |                               |                               |  |             |                 |                 |  |                 |                 |             |                 |  |  |
| B(q) [m]  | L(fr) [m]                    | q [KN/m <sup>2</sup> ]        |                |                                   |                                   |                               |                               |  |             |                 |                 |  |                 |                 |             |                 |  |  |
| 14.35   | 21.60                        | 20.00                         |                |                                   |                                   |                               |                               |  |             |                 |                 |  |                 |                 |             |                 |  |  |
| ENTITA' DELLE SPINTE (con $\gamma_M$ (M1)) - per $\gamma_M$ (M2) si adottano opportuni coefficienti correttivi nelle combinazioni |                              |                               |                |                                   |                                   |                               |                               |  |             |                 |                 |  |                 |                 |             |                 |  |  |
| DIREZIONE LONGITUDINALE   |                              |                               |                |                                   |                                   |                               |                               |  |             |                 |                 |  |                 |                 |             |                 |  |  |
| SPINTA RIPOSO (M1)  |                              |                               |                | SPINTA ATTIVA (M1)                |                                   |                               |                               | SOVRASPINTA SISMICA GLOBALE (MONONOBE - OKABE) |             |                 |                 | SOVRASPINTA SISMICA GLOBALE (MONONOBE - OKABE) |                 |                 |             |                 |  |  |
| $\lambda_0$   | $F_{oh}$ [kN]                | $F_{ov}$ [kN]                 | $F_o$ [kN]     | $\lambda_a$                       | $F_{ah}$ [kN]                     | $F_{av}$ [kN]                 | $F_a$ [kN]                    | $\lambda_{a^*}$                                | F [kN]      | $\Delta F$ [kN] | $\lambda_a$     | F [kN]   | $\Delta F$ [kN] | $\lambda_{a^*}$ | F [kN]      | $\Delta F$ [kN] |  |  |
| terreno   | 0.426                        | 0                             | 0              | 0                                 | 0.271                             | 0                             | 0                             | 0  | 0.499       | 0               | 0               | 0.439  | 0               | 0               | 0.439       | 0               |  |  |
| vr. accident  | 0.426                        | 0                             | 0              | 0                                 | 0.271                             | 0                             | 0                             | 0  | 0.611       | 0               | 0               | 0.537  | 0               | 0               | 0.537       | 0               |  |  |
| DIREZIONE TRASVERSALE   |                              |                               |                |                                   |                                   |                               |                               |  |             |                 |                 |  |                 |                 |             |                 |  |  |
| SPINTA RIPOSO (M1)  |                              |                               |                | SPINTA ATTIVA (M1)                |                                   |                               |                               | SOVRASPINTA SISMICA GLOBALE (MONONOBE - OKABE) |             |                 |                 | SOVRASPINTA SISMICA GLOBALE (MONONOBE - OKABE) |                 |                 |             |                 |  |  |
| $\lambda_0$   | $F_{oh}$ [kN]                | $F_{ov}$ [kN]                 | $F_o$ [kN]     | $\lambda_a$                       | $F_{ah}$ [kN]                     | $F_{av}$ [kN]                 | $F_a$ [kN]                    | $\lambda_{a^*}$                                | F [kN]      | $\Delta F$ [kN] | $\lambda_a$     | F [kN]   | $\Delta F$ [kN] | $\lambda_{a^*}$ | F [kN]      | $\Delta F$ [kN] |  |  |
| rsvolti   | 0.426                        | 0                             | 0              | 0                                 | 0.271                             | 0                             | 0                             | 0  | 0.499       | 0               | 0               | 0.439  | 0               | 0               | 0.439       | 0               |  |  |
| bandiere  | 0.426                        | 0                             | 0              | 0                                 | 0.271                             | 0                             | 0                             | 0  | 0.499       | 0               | 0               | 0.439  | 0               | 0               | 0.439       | 0               |  |  |
| TOTALE  | 0                            |                               |                | 0                                 |                                   |                               | 0                             |  |             | 0               |                 |  | 0               |                 |             | 0               |  |  |
| SPINTA LONGI WOOD   |                              |                               |                |                                   |                                   |                               |                               |  |             |                 |                 |  |                 |                 |             |                 |  |  |
| $a_{max}$   |                              |                               |                |                                   |                                   |                               |                               |  |             |                 |                 |  |                 |                 |             |                 |  |  |
| terreno   |                              |                               |                |                                   |                                   |                               |                               |  |             | 0.288           | $\Delta F$ [kN] |  | 0               |                 |             |                 |  |  |
| SPINTA TRASY WOOD   |                              |                               |                |                                   |                                   |                               |                               |  |             |                 |                 |  |                 |                 |             |                 |  |  |
| $a_{max}$   |                              |                               |                |                                   |                                   |                               |                               |  |             |                 |                 |  |                 |                 |             |                 |  |  |
| terreno su risvolti   |                              |                               |                |                                   |                                   |                               |                               |  |             | 0.288           | $\Delta F$ [kN] |  | 0               |                 |             |                 |  |  |
| terreno su bandiere   |                              |                               |                |                                   |                                   |                               |                               |  |             | 0.288           | $\Delta F$ [kN] |  | 0               |                 |             |                 |  |  |
| Totale su terreno   |                              |                               |                |                                   |                                   |                               |                               |  |             | 0.288           | $\Delta F$ [kN] |  | 0               |                 |             |                 |  |  |

Per le verifiche strutturali e per quelle geotecniche, i parametri relativi al terreno sono stati calcolati secondo il seguente approccio:

Approccio 1 - Comb. 3 - Azioni con A1 e Terreno con M1

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (M)      M1

Tangente dell'angolo di resistenza al taglio  $\tan \varphi^k$       1.00

Le spinte del terreno in condizioni statiche sono state calcolate con il coefficiente di spinta a riposo e angolo di attrito terra – muro. In condizioni sismiche, le spinte sono state calcolate secondo la formula di Mononobe-Okabe secondo l'Appendice E dell'Eurocodice 8 parte 5.

**E.4** Il coefficiente di spinta del terreno può essere calcolato mediante la formula di Mononobe e Okabe.

Per stati attivi:

se:  $\beta \leq \phi'_d - \theta$

$$K = \frac{\sin^2(\psi + \phi'_d - \theta)}{\cos\theta \sin^2\psi \sin(\psi - \theta - \delta_d) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi'_d + \delta_d) \sin(\phi'_d - \beta - \theta)}{\sin(\psi - \theta - \delta_d) \sin(\psi + \beta)}} \right]^2} \quad (E.2)$$

se:  $\beta > \phi'_d - \theta$

$$K = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos\theta \sin^2\psi \sin(\psi - \theta - \delta_d)} \quad (E.3)$$

Nelle precedenti equazioni vengono usate le seguenti notazioni:

$\phi'_d$  è il valore di progetto dell'angolo di resistenza a taglio del terreno, cioè:  $\phi'_d = \tan^{-1}\left(\frac{\tan\phi'}{\gamma_{\phi'}}\right)$ ;

$\psi$  e  $\beta$  sono gli angoli di inclinazione rispetto all'orizzontale, rispettivamente della parete del muro rivolta a monte e della superficie del terrapieno, come mostrato in figura E.1;

$\delta_d$  è il valore di progetto dell'angolo di attrito tra terreno e muro, cioè:  $\delta_d = \tan^{-1}\left(\frac{\tan\delta}{\gamma_{\phi'}}\right)$ ;

$\theta$  è l'angolo definito sotto nei punti da **E.5** a **E.7**.

**E.5** *Livello di falda al di sotto del muro di contenimento - Coefficiente di spinta del terreno.*

Si applicano i seguenti parametri:

$\gamma^*$  è il peso specifico  $\gamma$  del terreno (E.5)

$$\tan \theta = \frac{k_h}{1 \mp k_v} \quad (E.6)$$

$E_{wd} = 0$  (E.7)

dove:

$k_h$  è il coefficiente sismico orizzontale [vedere l'espressione (7.1)].

Nella tabella precedente e in quella successiva, si ha il seguente significato dei simboli

$\phi$  = angolo di attrito del terrapieno

$\lambda_0$  = coefficiente di spinta a riposo

$\lambda_a$  = coefficiente di spinta attiva

$f$  = angolo di attrito tra cls e terreno (solo per verifica a scorrimento nelle fondazioni dirette)

$\delta$  = angolo di attrito paramento muro - terrapieno

$H$  = altezza totale spalla (plinto + muro frontale + paraghiaia)

$H_1$  = altezza (muro frontale + paraghiaia)

$ag_0$  = accelerazione di picco al suolo (SLV)

$\sigma_H$  = accelerazione orizzontale massima =  $\beta_m \cdot a_{max} = \beta_m \cdot S \cdot ag_0$

$\sigma_V$  = accelerazione verticale massima

$a_H$  = accelerazione orizzontale =  $\sigma_H * g$

$a_V$  = accelerazione verticale (combinata con sisma longt/trasv) =  $\sigma_V * g * 0.3$

$q$  = sovraccarico accidentale

$\beta_m$  = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito = 1, per muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno, come nella spalla da ponte oggetto della presente.

**Spinta sismica del terreno - NTC 2008**

|  |                                    |              |              |
|--|------------------------------------|--------------|--------------|
| Terreno tipo   |                                    | <b>b</b>     |              |
| Categoria topografica  |                                    | <b>1</b>     |              |
| $F_0$  | $F_0$                              | 2.405        |              |
| accelerazione orizzontale massima al suolo attesa su sito di riferimento | $a_g$                              | 0.248 g      |              |
| coefficiente di amplificazione stratigrafica                             | $S_S$                              | 1.161        |              |
| coefficiente di amplificazione topografica                               | $S_T$                              | 1            |              |
| coefficiente di amplificazione del sottosuolo                            | $S$                                | 1.161        |              |
| accelerazione orizzontale massima attesa                                 | $a_{max} = S * a_g$                | 0.288        |              |
| spostamenti del muro ammessi   |                                    | no           |              |
| coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito      | $\beta_m$                          | 1.00         |              |
|  |                                    | verso basso  | verso l'alto |
| Verso dell'azione sismica  | (-1/+1)                            | 1.0          | -1.0         |
|  | $kh / (1 \pm kv)$                  | 0.34         | 0.25         |
| coefficiente sismico orizzontale   | $kh = \beta_m * a_{max}$           | 0.288        |              |
| coefficiente sismico verticale   | $kv = 0.5 * kh$                    | 0.144        |              |
| Angolo di attrito del terreno  | $\phi$                             | 35.0 °       |              |
| Coefficiente parziale per l'angolo di attrito                            | $\gamma_\phi$                      | 1.00         |              |
| Angolo di attrito di progetto del terreno                                | $\phi_d$                           | 35.0 °       |              |
| inclinazione della parete del muro rivolta a monte                       | $\Psi$                             | 90.0 °       |              |
| inclinazione della superficie del terrapieno                             | $\beta$                            | 0.0 °        |              |
| Angolo di attrito tra muro e terreno                                     | $\delta$                           | 0.0 °        |              |
| Angolo di attrito di progetto tra muro e terreno                         | $\delta_d$                         | 0.0 °        |              |
|  | $\theta$ (°)                       | 18.6         | 14.1         |
| Coefficiente di spinta attiva  | $K_a$                              | 0.271        |              |
| Coefficiente di spinta passiva   | $K_p$                              | 3.690        |              |
| Coefficiente di spinta (statico + dinamico), per stati attivi            | $K$                                | 0.436        | 0.513        |
| <b>Coefficiente di spinta in condizioni sismiche, per stati attivi</b>   | <b><math>(1 \pm kv) * K</math></b> | <b>0.499</b> | <b>0.439</b> |

Nota: Il sisma sulla massa della spalla e sul rinterro è stato calcolato con l'accelerazione massima al suolo ( $a_{g0}$ ), moltiplicata per  $S=1$  (per sisma verticale) e per 0.3 in quanto il sisma verticale viene considerato al 30% in concomitanza con il sisma longitudinale o trasversale



### 12.2 Azioni globali non fattorizzate

Le azioni trasmesse dall’impalcato sono:

- G1: carico relativo al solo peso proprio non fattorizzato
- G2: carico relativo al solo peso permanente portato non fattorizzato
- SLUSTR.ACC(i): quota parte di tutte le azioni variabili combinate allo SLU STR
- SLUGEO.ACC(i): quota parte di tutte le azioni variabili combinate allo SLU GEO
- SLER.ACC(i): quota parte di tutte le azioni variabili combinate allo SLERa
- SIS(i) etc: azione globale combinata in condizioni sismiche

|            |            |            |            |            |          |                    |
|------------|------------|------------|------------|------------|----------|--------------------|
| 10         | 6          | 0          | 0          | 0          | -1 987   | <b>G1</b>          |
| 3          | 2          | 0          | 0          | 0          | -612     | <b>G2</b>          |
| <b>ass</b> | <b>ass</b> | <b>ass</b> | <b>ass</b> | <b>ass</b> | <b>0</b> |                    |
| 585        | 351        | 189        | 3 768      | 30         | -614     | <b>SLUSTRacc.7</b> |
| -580       | -348       | -186       | -833       | -31        | -255     | <b>SLUSTRacc.7</b> |
| 585        | 351        | 189        | 3 768      | 30         | -614     | <b>SLUSTRacc.7</b> |
| -580       | -348       | -186       | -833       | -30        | -256     | <b>SLUSTRacc.7</b> |
| 346        | 208        | 370        | 1 750      | 60         | 263      | <b>SLUSTRacc.4</b> |
| -346       | -208       | -370       | -1 750     | -60        | -263     | <b>SLUSTRacc.4</b> |
| 349        | 209        | 195        | 9 088      | 31         | -1 735   | <b>SLUSTRacc.1</b> |
| -345       | -207       | -193       | -2 341     | -32        | -825     | <b>SLUSTRacc.1</b> |
| 346        | 208        | 370        | 1 750      | 60         | 263      | <b>SLUSTRacc.4</b> |
| -346       | -208       | -370       | -1 750     | -60        | -263     | <b>SLUSTRacc.4</b> |
| 575        | 345        | 190        | 899        | 30         | 650      | <b>SLUSTRacc.7</b> |
| -340       | -204       | -187       | 5 851      | -31        | -3 020   | <b>SLUSTRacc.1</b> |
| <b>ass</b> | <b>ass</b> | <b>ass</b> | <b>ass</b> | <b>ass</b> | <b>0</b> |                    |
| 487        | 292        | 126        | 2 726      | 20         | -415     | <b>SLERacc.7</b>   |
| -483       | -290       | -124       | -551       | -20        | -230     | <b>SLERacc.7</b>   |
| 487        | 292        | 126        | 2 726      | 20         | -414     | <b>SLERacc.7</b>   |
| -483       | -290       | -124       | -551       | -20        | -230     | <b>SLERacc.7</b>   |
| 289        | 173        | 247        | 1 167      | 40         | 219      | <b>SLERacc.4</b>   |
| -289       | -173       | -247       | -1 167     | -40        | -219     | <b>SLERacc.4</b>   |
| 291        | 174        | 131        | 6 666      | 20         | -1 261   | <b>SLERacc.1</b>   |
| -288       | -173       | -129       | -1 668     | -21        | -636     | <b>SLERacc.1</b>   |
| 289        | 173        | 247        | 1 167      | 40         | 219      | <b>SLERacc.4</b>   |
| -289       | -173       | -247       | -1 167     | -40        | -219     | <b>SLERacc.4</b>   |
| 479        | 288        | 127        | 600        | 20         | 522      | <b>SLERacc.7</b>   |
| -284       | -170       | -124       | 4 400      | -21        | -2 262   | <b>SLERacc.1</b>   |
| <b>ass</b> | <b>ass</b> | <b>ass</b> | <b>ass</b> | <b>ass</b> | <b>0</b> |                    |
| 1 127      | 676        | 183        | 261        | 41         | -2 319   | <b>SIS.1</b>       |
| -1 102     | -661       | -183       | -261       | -41        | -2 879   | <b>SIS.5</b>       |
| 1 127      | 676        | 183        | 261        | 41         | -2 319   | <b>SIS.1</b>       |
| -1 102     | -661       | -183       | -261       | -41        | -2 879   | <b>SIS.5</b>       |
| 516        | 309        | 612        | 871        | 135        | -2 350   | <b>SIS.9</b>       |
| -491       | -294       | -612       | -871       | -135       | -2 848   | <b>SIS.13</b>      |
| 516        | 309        | 612        | 871        | 135        | -2 350   | <b>SIS.9</b>       |
| -491       | -294       | -612       | -871       | -135       | -2 848   | <b>SIS.13</b>      |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

|      |      |      |      |      |        |               |
|------|------|------|------|------|--------|---------------|
| 516  | 309  | 612  | 871  | 135  | -2 350 | <b>SIS.9</b>  |
| -491 | -294 | -612 | -871 | -135 | -2 848 | <b>SIS.13</b> |
| 517  | 310  | 183  | 261  | 41   | -2 228 | <b>SIS.17</b> |
| -492 | -295 | -183 | -261 | -41  | -2 970 | <b>SIS.21</b> |

Nella seguente tabella vengono riportate le azioni provenienti dall'impalcato per le combinazioni di carico precedentemente descritte:

Le azioni caratteristiche vengono di seguito tabellate con il seguente significato:

- Fv = forza verticale
- Fl = forza longitudinale
- Ft = forza trasversale
- Msl = momento stabilizzante rispetto al piede anteriore del plinto
- Mrl = momento ribaltante rispetto al piede anteriore del plinto
- Mt = momento trasversale
- bl = braccio longitudinale, rispetto al piede anteriore del plinto
- bh = braccio verticale, rispetto all'intradosso del plinto
- et = eccentricità trasversale, rispetto all'asse baricentrico della zattera di fondazione.

Nel seguito, vengono riportate le azioni caratteristiche non fattorizzate. Le azioni provenienti dall'impalcato, precedentemente riportate, vengono fatte ruotare a seconda delle combinazioni usate. A titolo di esempio si riportano quelle relative allo SLU STR.

**AZIONI NON FATTORIZZATE**

**PESO PROPRIO SPALLA**

| elemento                 | FV [kN] | Fl [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | et [m] | Mt [kNm] |
|--------------------------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|--------|----------|
| <b>PLINTO</b>            | 4 228   |         |         | 2.90   | 0.90   | 12 262    |           |        | 0        |
| <b>MURO FRONTALE</b>     | 4 727   |         |         | 2.35   | 5.46   | 11 108    |           | 0.00   | 0        |
| <b>PARAGHIAIA</b>        | 601     |         |         | 3.00   | 10.80  | 1 803     |           | 0.00   | 0        |
| <b>SOLETTA SUPERIORE</b> | 800     |         |         | 4.53   | 11.97  | 3 620     |           | 0.00   | 0        |
| <b>MURI LATERALI</b>     | 1 224   |         |         | 4.53   | 7.14   | 5 540     |           | 0.00   | 0        |
| <b>BANDIERA</b>          | 0       |         |         | 7.05   | 11.47  | 0         |           | 0.00   | 0        |
| <b>TOTALE</b>            | 11 580  |         |         |        |        | 34 333    |           |        | 0        |

**PESO TERRENO**

| elemento            | FV [kN] | Fl [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | et [m] | Mt [kNm] |
|---------------------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|--------|----------|
| <b>RIEMPIMENTO</b>  | 0       |         |         | 4.53   | 7.14   | 0         |           |        |          |
| <b>RICOPRIMENTO</b> | 0       |         |         | 0.73   | 2.30   | 0         |           |        |          |

**AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO**

| condizione         | FV [kN] | Fl [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | et [m] | Mt [kNm] |
|--------------------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|--------|----------|
| <b>G1</b>          | 1 987   | 10      | 0       | 2.35   | 9.12   | 4 668     | 94        | 0.00   | 0        |
| <b>G2</b>          | 612     | 3       | 0       | 2.35   | 9.12   | 1 439     | 29        | 0.00   | 0        |
| <b>SLUSTRacc.7</b> | 614     | 585     | 189     | 2.35   | 9.12   | 1 444     | 5 687     | 0.00   | 5 495    |
| <b>SLUSTRacc.7</b> | 255     | 580     | 186     | 2.35   | 9.12   | 600       | 5 637     | 0.00   | 2 532    |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

|                     |       |       |     |      |      |        |        |      |        |
|---------------------|-------|-------|-----|------|------|--------|--------|------|--------|
| SLUSTRacc.7         | 614   | 585   | 189 | 2.35 | 9.12 | 1 443  | 5 687  | 0.00 | 5 496  |
| SLUSTRacc.7         | 256   | 580   | 186 | 2.35 | 9.12 | 602    | 5 637  | 0.00 | 2 531  |
| SLUSTRacc.4         | -263  | 346   | 370 | 2.35 | 9.12 | -618   | 3 366  | 0.00 | 5 129  |
| SLUSTRacc.4         | 263   | 346   | 370 | 2.35 | 9.12 | 618    | 3 366  | 0.00 | 5 129  |
| SLUSTRacc.1         | 1 735 | 349   | 195 | 2.35 | 9.12 | 4 078  | 3 391  | 0.00 | 10 868 |
| SLUSTRacc.1         | 825   | 345   | 193 | 2.35 | 9.12 | 1 939  | 3 355  | 0.00 | 4 103  |
| SLUSTRacc.4         | -263  | 346   | 370 | 2.35 | 9.12 | -618   | 3 366  | 0.00 | 5 129  |
| SLUSTRacc.4         | 263   | 346   | 370 | 2.35 | 9.12 | 618    | 3 366  | 0.00 | 5 129  |
| SLUSTRacc.7         | -650  | 575   | 190 | 2.35 | 9.12 | -1 527 | 5 587  | 0.00 | 2 635  |
| SLUSTRacc.1         | 3 020 | 340   | 187 | 2.35 | 9.12 | 7 098  | 3 306  | 0.00 | 7 555  |
| SISMA LONG - VERT   | 2 319 | 1 127 |     | 2.35 | 9.12 | 5 449  | 10 959 | 0.00 | 0      |
| SISMA LONG + VERT   | 2 879 | 1 102 |     | 2.35 | 9.12 | 6 767  | 10 714 | 0.00 | 0      |
| SISMA +TRASV - VERT | 2 350 |       | 612 | 2.35 | 9.12 | 5 524  | 0      | 0.00 | 6 448  |
| SISMA +TRASV + VERT | 2 848 |       | 612 | 2.35 | 9.12 | 6 692  | 0      | 0.00 | 6 448  |
| SISMA -TRASV - VERT | 2 350 |       | 612 | 2.35 | 9.12 | 5 524  | 0      | 0.00 | 6 448  |
| SISMA -TRASV + VERT | 2 848 |       | 612 | 2.35 | 9.12 | 6 692  | 0      | 0.00 | 6 448  |

**SPINTA LONGITUDINALE TERRENO - attiva**

| condizione         | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | Mt [kNm] |
|--------------------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|----------|
| SPINTA ATTIVA (M1) |         | 0       |         |        | 4.16   |           | 0         |          |
| SOVRACCARICO (M1)  |         | 0       |         |        | 6.24   |           | 0         |          |
| FRENATURA          |         | 0       |         |        | 6.24   |           | 0         |          |

**SPINTA LONGITUDINALE TERRENO quiete + delta**

| condizione         | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | Mt [kNm] |
|--------------------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|----------|
| SPINTA RIPOSO (M1) | 0       | 0       |         | 5.80   | 4.16   | 0         | 0         |          |
| SOVRACCARICO (M1)  | 0       | 0       |         | 5.80   | 6.24   | 0         | 0         |          |
| FRENATURA          |         | 0       |         |        | 6.24   |           | 0         |          |

**SPINTA TRASVERSALE TERRENO - attiva**

| condizione    | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | Mt [kNm] |
|---------------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|----------|
| RISVOLTI (M1) |         |         | 0       |        | 5.36   |           |           | 0        |
| BANDIERE (M1) |         |         | 0       |        | 11.14  |           |           | 0        |
| TOTALE (M1)   |         |         | 0       |        |        |           |           | 0        |

**SPINTA TRASVERSALE TERRENO - quiete + delta**

| condizione    | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | Mt [kNm] |
|---------------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|----------|
| RISVOLTI (M1) | 0       |         | 0       | 1.90   | 5.36   |           |           | 0        |
| BANDIERE (M1) | 0       |         | 0       | 1.90   | 11.14  |           |           | 0        |
| TOTALE (M1)   |         |         | 0       |        |        |           |           | 0        |

**SPINTA TRASVERSALE SOVRACCARICO - attiva**

| condizione    | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | Mt [kNm] |
|---------------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|----------|
| RISVOLTI (M1) |         |         | 0       |        | 7.14   |           |           | 0        |
| BANDIERE (M1) |         |         | 0       |        | 11.47  |           |           | 0        |
| TOTALE (M1)   |         |         | 0       |        |        |           |           | 0        |

**SPINTA TRASVERSALE SOVRACCARICO - quiete + delta**

| condizione    | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | Mt [kNm] |
|---------------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|----------|
| RISVOLTI (M1) | 0       |         | 0       | 1.90   | 7.14   |           |           | 0        |
| BANDIERE (M1) | 0       |         | 0       | 1.90   | 11.47  |           |           | 0        |
| TOTALE (M1)   |         |         | 0       |        |        |           |           | 0        |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

**SISMA LONGITUDINALE SPALLA**

| elemento                 | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | Mt [kNm] |
|--------------------------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|----------|
| <b>PLINTO</b>            |         | 1 218   |         |        | 0.90   |           | 1 096     |          |
| <b>M FRONTALE</b>        |         | 1 362   |         |        | 5.46   |           | 7 434     |          |
| <b>PARAGHIAIA</b>        |         | 173     |         |        | 10.80  |           | 1 868     |          |
| <b>SOLETTA SUPERIORE</b> |         | 230     |         |        | 11.97  |           | 2 758     |          |
| <b>RISVOLTI</b>          |         | 353     |         |        | 7.14   |           | 2 516     |          |
| <b>BANDIERE</b>          |         | 0       |         |        | 11.47  |           | 0         |          |
| <b>TOTALE</b>            |         | 3 336   |         |        |        |           | 15 673    |          |

**SISMA TRASVERSALE SPALLA**

| elemento                 | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | Mt [kNm] |
|--------------------------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|----------|
| <b>PLINTO</b>            |         |         | 1 218   |        | 0.90   |           |           | 1 096    |
| <b>M FRONTALE</b>        |         |         | 1 362   |        | 5.46   |           |           | 7 434    |
| <b>PARAGHIAIA</b>        |         |         | 173     |        | 10.80  |           |           | 1 868    |
| <b>SOLETTA SUPERIORE</b> |         |         | 230     |        | 11.97  |           |           | 2 758    |
| <b>RISVOLTI</b>          |         |         | 353     |        | 7.14   |           |           | 2 516    |
| <b>BANDIERE</b>          |         |         | 0       |        | 11.47  |           |           | 0        |
| <b>TOTALE</b>            |         |         | 3 336   |        |        |           |           | 15 673   |

**SISMA VERTICALE SPALLA**

| elemento                 | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | Mt [kNm] |
|--------------------------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|----------|
| <b>PLINTO</b>            | 315     |         |         | 2.90   |        | 912       |           |          |
| <b>M FRONTALE</b>        | 352     |         |         | 2.35   |        | 826       |           |          |
| <b>PARAGHIAIA</b>        | 45      |         |         | 3.00   |        | 134       |           |          |
| <b>SOLETTA SUPERIORE</b> | 60      |         |         | 4.53   |        | 269       |           |          |
| <b>RISVOLTI</b>          | 91      |         |         | 4.53   |        | 412       |           |          |
| <b>BANDIERE</b>          | 0       |         |         | 7.05   |        | 0         |           |          |
| <b>TOTALE</b>            | 862     |         |         |        |        | 2 554     |           |          |

**SOVRASPINTA SISMICA TERRENO longitudinale SV(+)**

| elemento            | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | Mt [kNm] |
|---------------------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|----------|
| <b>TERRENO (M1)</b> |         | 0       |         |        | 6.24   |           | 0         |          |
| <b>TERRENO (M2)</b> |         | 0       |         |        | 6.24   |           | 0         |          |

**SOVRASPINTA SISMICA TERRENO longitudinale SV(-)**

| elemento            | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | Mt [kNm] |
|---------------------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|----------|
| <b>TERRENO (M1)</b> |         | 0       |         |        | 6.24   |           | 0         |          |
| <b>TERRENO (M2)</b> |         | 0       |         |        | 6.24   |           | 0         |          |

**SOVRASPINTA SISMICA TERRENO trasversale SV(+)**

| elemento           | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | Mt [kNm] |
|--------------------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|----------|
| <b>RISVOLTI</b>    |         |         | 0       |        | 7.14   |           |           | 0        |
| <b>BANDIERE</b>    |         |         | 0       |        | 11.47  |           |           | 0        |
| <b>TOTALE (M1)</b> |         |         | 0       |        |        |           |           | 0        |
| <b>RISVOLTI</b>    |         |         | 0       |        | 7.14   |           |           | 0        |
| <b>BANDIERE</b>    |         |         | 0       |        | 11.47  |           |           | 0        |
| <b>TOTALE (M2)</b> |         |         | 0       |        |        |           |           | 0        |

**SOVRASPINTA SISMICA TERRENO trasversale SV(-)**

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

| elemento        | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | Mt [kNm] |
|-----------------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|----------|
| <b>RISVOLTI</b> |         |         | 0       |        | 7.14   |           |           | 0        |
| <b>BANDIERE</b> |         |         | 0       |        | 11.47  |           |           | 0        |
| TOTALE (M1)     |         |         | 0       |        |        |           |           | 0        |
| <b>RISVOLTI</b> |         |         | 0       |        | 7.14   |           |           | 0        |
| <b>BANDIERE</b> |         |         | 0       |        | 11.47  |           |           | 0        |
| TOTALE (M2)     |         |         | 0       |        |        |           |           | 0        |

**SISMA LONGITUDINALE RINTERRO**

| elemento       | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | Mt [kNm] |
|----------------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|----------|
| <b>TERRENO</b> |         | 0       |         |        | 7.14   |           | 0         |          |

**SISMA TRASVERSALE RINTERRO**

| elemento       | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | Mt [kNm] |
|----------------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|----------|
| <b>TERRENO</b> |         |         | 0       |        | 7.14   |           |           | 0        |

**SISMA VERTICALE RINTERRO**

| elemento       | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | Mt [kNm] |
|----------------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|----------|
| <b>TERRENO</b> | 0       |         |         | 4.53   |        | 0         |           |          |

**SPINTA LONGT IN CONDIZIONI SISMICHE (WOOD)**

| elemento       | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | Mt [kNm] |
|----------------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|----------|
| <b>TERRENO</b> |         | 0       |         |        | 6.24   |           | 0         |          |

**SPINTA TRASV IN CONDIZIONI SISMICHE (WOOD)**

| elemento        | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | Mt [kNm] |
|-----------------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|----------|
| <b>RISVOLTI</b> |         |         | 0       |        | 7.14   |           |           | 0        |
| <b>BANDIERE</b> |         |         | 0       |        | 11.47  |           |           | 0        |
| TOTALE          |         |         | 0       |        |        |           |           | 0        |

### 12.1 Azioni su micropali

Si calcolano le azioni sui micropali per le condizioni più significative.

Dati geometrici palificata (2 inclinato longitudinale; 1 verticale)

|        |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|        | 7.500 | 6.500 | 5.500 | 4.500 | 3.500 | 2.500 | 1.500 | 0.500 | -0.500 | -1.500 | -2.500 | -3.500 | -4.500 | -5.500 | -6.500 | -7.500 |
| 2.250  | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      |
| 0.750  | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      |
| -0.750 | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      |
| -2.250 | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      |

|                                  |           |
|----------------------------------|-----------|
| Numero di micropali pali totale  | <b>64</b> |
| Modulo longitudinale minimo palo | 80.0 m    |
| Modulo trasversale minimo palo   | 181.3 m   |

Il carico massimo e minimo sul micropalo viene calcolato con l'ipotesi di fondazione rigida, ovvero con la formula classica  $N/np + Ml/W_{long} + Mt/W_{trav}$  (con i  $W_{long}$  e  $W_{trav}$  propri di ogni micropalo). Tale carico verticale viene poi proiettato lungo l'asse del micropalo dividendolo per il coseno dell'angolo del micropalo.

La forza totale longitudinale viene divisa per il numero totale dei micropali, e divisa poi per il seno dell'angolo proiettandolo lungo l'asse del micropalo. Per i micropali inclinati verso valle, si ottiene quindi una compressione sul micropalo, per quelli inclinati verso il terrapieno si ottiene una trazione sul micropalo.

La somma di questi due contributi fornisce il carico lungo l'asse del micropalo.

La forza totale trasversale viene divisa per il numero totale dei micropali e portata a taglio e flessione dal micropalo stesso.

| SLE RARA.2           |   |                    |         |         |         |          |           |           |           |          |
|----------------------|---|--------------------|---------|---------|---------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| CODICE CARICO        | DESCRIZIONE                                 | FATTOR.            | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | Mt [kNm] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | MI [kNm]  |          |
| 1                    | PESO PROPRIO SPALLA                         | -                  | 1.000   | 11 580  | 0       | 0        | 0         | 34 333    | 0         | -750     |
| 2                    | PESO TERRENO                                | RIEMPIMENTO        | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0         | 0        |
| 2_1                  | PESO TERRENO                                | RICOPRIMENTO       | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0         | 0        |
| 3                    | AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO             | G1                 | 1.000   | 1 987   | 10      | 0        | 0         | 4 668     | 94        | 1 186    |
| 3_1                  | AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO             | G2                 | 1.000   | 612     | 3       | 0        | 0         | 1 439     | 29        | 366      |
| 4_2                  | AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO             | SLE Racc.7         | 1.000   | 230     | 483     | 124      | 1 682     | 540       | 4 695     | 4 822    |
| 9r                   | SPINTA LONGITUDINALE TERRENO quiete + delta | SPINTA RIPOSO (M1) | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0         | 0        |
| 19r                  | SPINTA TRASVERSALE TERRENO - quiete + delta | SPINTA RIPOSO (M1) | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0         | 0        |
| 10r                  | SPINTA LONGITUDINALE TERRENO quiete + delta | SOVRACCARICO (M1)  | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0         | 0        |
| 20r                  | SPINTA TRASVERSALE SOVRACCARICO - quiete    | SOVRACCARICO (M1)  | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0         | 0        |
| TOTALE AZIONI AGENTI |   |                    |         | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN]  | Mt [kNm]  | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | MI [kNm] |
|                      |   |                    |         | 14 409  | 496     | 124      | 1 682     | 40 981    | 4 818     | 5 624    |

| Condizione                                | N [kN]        | HI [kN] | MI [kNm] | Ht [kN] | Mt [kNm] |
|---|---------------|---------|----------|---------|----------|
| <b>SLE RARA.2</b>                         | 14 409        | 496     | 5 624    | 124     | 1 682    |
| Trasporto al baricentro palificata        | 14 409        | 496     | 5 624    | 124     | 1 682    |
| Trasporto assi principali palificata      | 14 409        | 496     | 5 624    | 124     | 1 682    |
| <b>Sforzo massimo per cond SLE RARA.2</b> | <b>347 kN</b> |         |          |         |          |
| <b>Sforzo minimo per cond SLE RARA.2</b>  | <b>132 kN</b> |         |          |         |          |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

**SLU STR.2**

| CODICE CARICO        | DESCRIZIONE                                 | FATTOR.            | FV [kN] | FI [kN]           | Ft [kN]        | Mt [kNm]       | Msl [kNm]         | Mrl [kNm]           | MI [kNm]           |                   |
|----------------------|---|--------------------|---------|-------------------|----------------|----------------|-------------------|---------------------|--------------------|-------------------|
| 1                    | PESO PROPRIO SPALLA                         | -                  | 1.350   | 15 634            | 0              | 0              | 0                 | 46 350              | 0                  | -1 013            |
| 2                    | PESO TERRENO                                | RIEMPIMENTO        | 1.350   | 0                 | 0              | 0              | 0                 | 0                   | 0                  | 0                 |
| 2.1                  | PESO TERRENO                                | RICOPRIMENTO       | 1.350   | 0                 | 0              | 0              | 0                 | 0                   | 0                  | 0                 |
| 3                    | AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO             | G1                 | 1.350   | 2 682             | 13             | 0              | 0                 | 6 302               | 126                | 1 601             |
| 3.1                  | AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO             | G2                 | 1.500   | 918               | 4              | 0              | 0                 | 2 158               | 43                 | 548               |
| 4.2                  | AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO             | SLUSTRacc.7        | 1.000   | 255               | 580            | 186            | 2 532             | 600                 | 5 637              | 5 778             |
| 9r                   | SPINTA LONGITUDINALE TERRENO quiete + delta | SPINTA RIPOSO (M1) | 1.350   | 0                 | 0              | 0              | 0                 | 0                   | 0                  | 0                 |
| 19r                  | SPINTA TRASVERSALE TERRENO - quiete + delta | SPINTA RIPOSO (M1) | 1.350   | 0                 | 0              | 0              | 0                 | 0                   | 0                  | 0                 |
| 10r                  | SPINTA LONGITUDINALE TERRENO quiete + delta | SOVRACCARICO (M1)  | 1.350   | 0                 | 0              | 0              | 0                 | 0                   | 0                  | 0                 |
| 20r                  | SPINTA TRASVERSALE SOVRACCARICO - quiete    | SOVRACCARICO (M1)  | 1.350   | 0                 | 0              | 0              | 0                 | 0                   | 0                  | 0                 |
| TOTALE AZIONI AGENTI |   |                    |         | FV [kN]<br>19 489 | FI [kN]<br>597 | Ft [kN]<br>186 | Mt [kNm]<br>2 532 | Msl [kNm]<br>55 411 | Mrl [kNm]<br>5 807 | MI [kNm]<br>6 915 |

| Condizione                               | N [kN]        | HI [kN] | MI [kN m] | Ht [kN] | Mt [kN m] |
|--|---------------|---------|-----------|---------|-----------|
| <b>SLU STR.2</b>                         | 19 489        | 597     | 6 915     | 186     | 2 532     |
| Trasporto al baricentro palificata       | 19 489        | 597     | 6 915     | 186     | 2 532     |
| Trasporto assi principali palificata     | 19 489        | 597     | 6 915     | 186     | 2 532     |
| <b>Sforzo massimo per cond SLU STR.2</b> | <b>458 kN</b> |         |           |         |           |
| <b>Sforzo minimo per cond SLU STR.2</b>  | <b>190 kN</b> |         |           |         |           |

**SISM.STR2 - VERIFICA SISMICA CON SISMA VERTICALE DIRETTO VERSO IL BASSO(SV+) + SISMA LONG**

| CODICE CARICO          | DESCRIZIONE                                     | FATTOR.            | FV [kN] | FI [kN]           | Ft [kN]          | Mt [kNm]     | Msl [kNm]     | Mrl [kNm]           | MI [kNm]            |                    |
|------------------------|---|--------------------|---------|-------------------|------------------|--------------|---------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| 1                      | PESO PROPRIO SPALLA                             | -                  | 1.000   | 11 580            | 0                | 0            | 0             | 34 333              | 0                   | -750               |
| 2                      | PESO TERRENO                                    | RIEMPIMENTO        | 1.000   | 0                 | 0                | 0            | 0             | 0                   | 0                   | 0                  |
| 2.1                    | PESO TERRENO                                    | RICOPRIMENTO       | 1.000   | 0                 | 0                | 0            | 0             | 0                   | 0                   | 0                  |
| 7                      | AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO                 | SISMA LONG + VERT  | 1.000   | 2 879             | 1 102            | 0            | 0             | 6 767               | 10 714              | 12 297             |
| 9a                     | SPINTA LONGITUDINALE TERRENO - attiva           | SPINTA ATTIVA (M1) | 1.000   | 0                 | 0                | 0            | 0             | 0                   | 0                   | 0                  |
| 19a                    | SPINTA TRASVERSALE TERRENO - attiva             | SPINTA ATTIVA (M1) | 1.000   | 0                 | 0                | 0            | 0             | 0                   | 0                   | 0                  |
| 15                     | SOVRASPINTA SISMICA TERRENO longitudinale SV(+) | TERRENO (M1)       | 1.000   | 0                 | 0                | 0            | 0             | 0                   | 0                   | 0                  |
| 12.1                   | SISMA LONGITUDINALE SPALLA                      | PLINTO             | 1.000   | 0                 | 1 218            | 0            | 0             | 0                   | 1 096               | 1 096              |
| 12.2                   | SISMA LONGITUDINALE SPALLA                      | M FRONTALE         | 1.000   | 0                 | 1 362            | 0            | 0             | 0                   | 7 434               | 7 434              |
| 12.3                   | SISMA LONGITUDINALE SPALLA                      | PARAGHIAIA         | 1.000   | 0                 | 173              | 0            | 0             | 0                   | 1 868               | 1 868              |
| 12.3.1                 | SISMA LONGITUDINALE SPALLA                      | SOLETTA SUPERIORE  | 1.000   | 0                 | 230              | 0            | 0             | 0                   | 2 758               | 2 758              |
| 12.4                   | SISMA LONGITUDINALE SPALLA                      | RISVOLTI           | 1.000   | 0                 | 353              | 0            | 0             | 0                   | 2 516               | 2 516              |
| 12.5                   | SISMA LONGITUDINALE SPALLA                      | BANDIERE           | 1.000   | 0                 | 0                | 0            | 0             | 0                   | 0                   | 0                  |
| 16                     | SISMA LONGITUDINALE RINTERRO                    | -                  | 1.000   | 0                 | 0                | 0            | 0             | 0                   | 0                   | 0                  |
| 14.1                   | SISMA VERTICALE SPALLA                          | PLINTO             | 1.000   | 315               | 0                | 0            | 0             | 912                 | 0                   | 0                  |
| 14.2                   | SISMA VERTICALE SPALLA                          | M FRONTALE         | 1.000   | 352               | 0                | 0            | 0             | 826                 | 0                   | 193                |
| 14.3                   | SISMA VERTICALE SPALLA                          | PARAGHIAIA         | 1.000   | 45                | 0                | 0            | 0             | 134                 | 0                   | -4                 |
| 14.3.1                 | SISMA VERTICALE SPALLA                          | SOLETTA SUPERIORE  | 1.000   | 60                | 0                | 0            | 0             | 269                 | 0                   | -97                |
| 14.4                   | SISMA VERTICALE SPALLA                          | RISVOLTI           | 1.000   | 91                | 0                | 0            | 0             | 412                 | 0                   | -148               |
| 14.5                   | SISMA VERTICALE SPALLA                          | BANDIERE           | 1.000   | 0                 | 0                | 0            | 0             | 0                   | 0                   | 0                  |
| 18                     | SISMA VERTICALE RINTERRO                        | -                  | 1.000   | 0                 | 0                | 0            | 0             | 0                   | 0                   | 0                  |
| TOTALE AZIONI AGENTI   |   |                    |         | FV [kN]<br>15 321 | FI [kN]<br>4 438 | Ft [kN]<br>0 | Mt [kNm]<br>0 | Msl [kNm]<br>43 654 | Mrl [kNm]<br>26 387 | MI [kNm]<br>27 164 |
| QUOTA PARTE PERMANENTI |   |                    |         | 14 460            | 1 102            | 0            | 0             | 41 100              | 10 714              | 11 547             |

| Condizione                               | N [kN]         | HI [kN] | MI [kN m] | Ht [kN] | Mt [kN m] |
|--|----------------|---------|-----------|---------|-----------|
| <b>SISM.STR2</b>                         | 15 321         | 4 438   | 27 164    | 0       | 0         |
| Trasporto al baricentro palificata       | 15 321         | 4 438   | 27 164    | 0       | 0         |
| Trasporto assi principali palificata     | 15 321         | 4 438   | 27 164    | 0       | 0         |
| <b>Sforzo massimo per cond SISM.STR2</b> | <b>819 kN</b>  |         |           |         |           |
| <b>Sforzo minimo per cond SISM.STR2</b>  | <b>-309 kN</b> |         |           |         |           |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

**SISM.STR1 - VERIFICA SISMICA CON SISMA VERTICALE DIRETTO VERSO L'ALTO(SV-) + SISMA LONG**

| CODICE CARICO          | DESCRIZIONE                                     | FATTOR.            | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | Mt [kNm] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | MI [kNm] |        |
|------------------------|---|--------------------|---------|---------|---------|----------|-----------|-----------|----------|--------|
| 1                      | PESO PROPRIO SPALLA                             | -                  | 1.000   | 11 580  | 0       | 0        | 0         | 34 333    | 0        | -750   |
| 2                      | PESO TERRENO                                    | RIEMPIMENTO        | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0      |
| 2_1                    | PESO TERRENO                                    | RICOPRIMENTO       | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0      |
| 6                      | AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO                 | SISMA LONG - VERT  | 1.000   | 2 319   | 1 127   | 0        | 0         | 5 449     | 10 959   | 12 234 |
| 9a                     | SPINTA LONGITUDINALE TERRENO - attiva           | SPINTA ATTIVA (M1) | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0      |
| 19a                    | SPINTA TRASVERSALE TERRENO - attiva             | SPINTA ATTIVA (M1) | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0      |
| 15_1                   | SOVRASPINTA SISMICA TERRENO longitudinale SV(-) | TERRENO (M1)       | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0      |
| 12_1                   | SISMA LONGITUDINALE SPALLA                      | PLINTO             | 1.000   | 0       | 1 218   | 0        | 0         | 0         | 1 096    | 1 096  |
| 12_2                   | SISMA LONGITUDINALE SPALLA                      | M FRONTALE         | 1.000   | 0       | 1 362   | 0        | 0         | 0         | 7 434    | 7 434  |
| 12_3                   | SISMA LONGITUDINALE SPALLA                      | PARAGHIAIA         | 1.000   | 0       | 173     | 0        | 0         | 0         | 1 868    | 1 868  |
| 12_3_1                 | SISMA LONGITUDINALE SPALLA                      | SOLETTA SUPERIORE  | 1.000   | 0       | 230     | 0        | 0         | 0         | 2 758    | 2 758  |
| 12_4                   | SISMA LONGITUDINALE SPALLA                      | RISVOLTI           | 1.000   | 0       | 353     | 0        | 0         | 0         | 2 516    | 2 516  |
| 12_5                   | SISMA LONGITUDINALE SPALLA                      | BANDIERE           | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0      |
| 16                     | SISMA LONGITUDINALE RINTERRO                    | -                  | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0      |
| 14_1                   | SISMA VERTICALE SPALLA                          | PLINTO             | -1.000  | -315    | 0       | 0        | 0         | -912      | 0        | 0      |
| 14_2                   | SISMA VERTICALE SPALLA                          | M FRONTALE         | -1.000  | -352    | 0       | 0        | 0         | -826      | 0        | -193   |
| 14_3                   | SISMA VERTICALE SPALLA                          | PARAGHIAIA         | -1.000  | -45     | 0       | 0        | 0         | -134      | 0        | 4      |
| 14_3_1                 | SISMA VERTICALE SPALLA                          | SOLETTA SUPERIORE  | -1.000  | -60     | 0       | 0        | 0         | -269      | 0        | 97     |
| 14_4                   | SISMA VERTICALE SPALLA                          | RISVOLTI           | -1.000  | -91     | 0       | 0        | 0         | -412      | 0        | 148    |
| 14_5                   | SISMA VERTICALE SPALLA                          | BANDIERE           | -1.000  | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0      |
| 18                     | SISMA VERTICALE RINTERRO                        | -                  | -1.000  | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0      |
| TOTALE AZIONI AGENTI   |   |                    | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | Mt [kNm] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | MI [kNm] |        |
|                        |   |                    | 13 038  | 4 463   | 0       | 0        | 37 228    | 26 632    | 27 213   |        |
| QUOTA PARTE PERMANENTI |   |                    | 13 899  | 1 127   | 0       | 0        | 39 782    | 10 959    | 11 484   |        |

| Condizione                               | N [kN]         | HI [kN] | M [kN m] | Ht [kN] | Mt [kN m] |
|--|----------------|---------|----------|---------|-----------|
| <b>SISM.STR1</b>                         | 13 038         | 4 463   | 27 213   | 0       | 0         |
| Trasporto al baricentro palificata       | 13 038         | 4 463   | 27 213   | 0       | 0         |
| Trasporto assi principali palificata     | 13 038         | 4 463   | 27 213   | 0       | 0         |
| <b>Sforzo massimo per cond SISM.STR1</b> | <b>783 kN</b>  |         |          |         |           |
| <b>Sforzo minimo per cond SISM.STR1</b>  | <b>-349 kN</b> |         |          |         |           |

**SISM.STR5 - VERIFICA SISMICA CON SISMA VERTICALE DIRETTO VERSO IL BASSO(SV+) + SISMA TRASV(+Y)**

| CODICE CARICO          | DESCRIZIONE                                   | FATTOR.             | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | Mt [kNm] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | MI [kNm] |       |
|------------------------|---|---------------------|---------|---------|---------|----------|-----------|-----------|----------|-------|
| 1                      | PESO PROPRIO SPALLA                           | -                   | 1.000   | 11 580  | 0       | 0        | 0         | 34 333    | 0        | -750  |
| 2                      | PESO TERRENO                                  | RIEMPIMENTO         | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0     |
| 2_1                    | PESO TERRENO                                  | RICOPRIMENTO        | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0     |
| 8_1                    | AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO               | SISMA +TRASV + VERT | 1.000   | 2 848   | 0       | 612      | 6 448     | 6 692     | 0        | 1 566 |
| 9a                     | SPINTA LONGITUDINALE TERRENO - attiva         | SPINTA ATTIVA (M1)  | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0     |
| 19a                    | SPINTA TRASVERSALE TERRENO - attiva           | SPINTA ATTIVA (M1)  | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0     |
| 21                     | SOVRASPINTA SISMICA TERRENO trasversale SV(+) | TOTALE (M1)         | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0     |
| 13_1                   | SISMA TRASVERSALE SPALLA                      | PLINTO              | 1.000   | 0       | 0       | 1 218    | 1 096     | 0         | 0        | 0     |
| 13_2                   | SISMA TRASVERSALE SPALLA                      | M FRONTALE          | 1.000   | 0       | 0       | 1 362    | 7 434     | 0         | 0        | 0     |
| 13_3                   | SISMA TRASVERSALE SPALLA                      | PARAGHIAIA          | 1.000   | 0       | 0       | 173      | 1 868     | 0         | 0        | 0     |
| 13_3_1                 | SISMA TRASVERSALE SPALLA                      | SOLETTA SUPERIORE   | 1.000   | 0       | 0       | 230      | 2 758     | 0         | 0        | 0     |
| 13_4                   | SISMA TRASVERSALE SPALLA                      | RISVOLTI            | 1.000   | 0       | 0       | 353      | 2 516     | 0         | 0        | 0     |
| 13_5                   | SISMA TRASVERSALE SPALLA                      | BANDIERE            | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0     |
| 17                     | SISMA TRASVERSALE RINTERRO                    | -                   | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0     |
| 14_1                   | SISMA VERTICALE SPALLA                        | PLINTO              | 1.000   | 315     | 0       | 0        | 0         | 912       | 0        | 0     |
| 14_2                   | SISMA VERTICALE SPALLA                        | M FRONTALE          | 1.000   | 352     | 0       | 0        | 0         | 826       | 0        | 193   |
| 14_3                   | SISMA VERTICALE SPALLA                        | PARAGHIAIA          | 1.000   | 45      | 0       | 0        | 0         | 134       | 0        | -4    |
| 14_3_1                 | SISMA VERTICALE SPALLA                        | SOLETTA SUPERIORE   | 1.000   | 60      | 0       | 0        | 0         | 269       | 0        | -97   |
| 14_4                   | SISMA VERTICALE SPALLA                        | RISVOLTI            | 1.000   | 91      | 0       | 0        | 0         | 412       | 0        | -148  |
| 14_5                   | SISMA VERTICALE SPALLA                        | BANDIERE            | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0     |
| 18                     | SISMA VERTICALE RINTERRO                      | -                   | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0     |
| TOTALE AZIONI AGENTI   |   |                     | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | Mt [kNm] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | MI [kNm] |       |
|                        |   |                     | 15 290  | 0       | 3 947   | 22 121   | 43 580    | 0         | 760      |       |
| QUOTA PARTE PERMANENTI |   |                     | 14 428  | 0       | 612     | 6 448    | 41 025    | 0         | 816      |       |

| Condizione                               | N [kN]        | HI [kN] | M [kN m] | Ht [kN] | Mt [kN m] |
|--|---------------|---------|----------|---------|-----------|
| <b>SISM.STR5</b>                         | 15 290        | 0       | 760      | 3 947   | 22 121    |
| Trasporto al baricentro palificata       | 15 290        | 0       | 760      | 3 947   | 22 121    |
| Trasporto assi principali palificata     | 15 290        | 0       | 760      | 3 947   | 22 121    |
| <b>Sforzo massimo per cond SISM.STR5</b> | <b>394 kN</b> |         |          |         |           |
| <b>Sforzo minimo per cond SISM.STR5</b>  | <b>114 kN</b> |         |          |         |           |



AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

| SISM.STR3 - VERIFICA SISMICA CON SISMA VERTICALE DIRETTO VERSO L'ALTO(SV-) + SISMA TRASV(+Y) |  |                     |         |         |         |          |           |           |          |       |
|--|--|---------------------|---------|---------|---------|----------|-----------|-----------|----------|-------|
| CODICE CARICO  | DESCRIZIONE                                    | FATTOR.             | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | Mt [kNm] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | MI [kNm] |       |
| 1  | PESO PROPRIO SPALLA                            | -                   | 1.000   | 11 580  | 0       | 0        | 0         | 34 333    | 0        | -750  |
| 2  | PESO TERRENO                                   | RIEMPIMENTO         | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0     |
| 2_1  | PESO TERRENO                                   | RICOPRIMENTO        | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0     |
| 8  | AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO                | SISMA +TRASV - VERT | 1.000   | 2 350   | 0       | 612      | 6 448     | 5 524     | 0        | 1 293 |
| 9a   | SPINTA LONGITUDINALE TERRENO - attiva          | SPINTA ATTIVA (M1)  | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0     |
| 19a  | SPINTA TRASVERSALE TERRENO - attiva            | SPINTA ATTIVA (M1)  | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0     |
| 22   | SOVRASPIANTA SISMICA TERRENO trasversale SV(-) | TOTALE (M1)         | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0     |
| 13_1   | SISMA TRASVERSALE SPALLA                       | PLINTO              | 1.000   | 0       | 0       | 1 218    | 1 096     | 0         | 0        | 0     |
| 13_2   | SISMA TRASVERSALE SPALLA                       | M FRONTALE          | 1.000   | 0       | 0       | 1 362    | 7 434     | 0         | 0        | 0     |
| 13_3   | SISMA TRASVERSALE SPALLA                       | PARAGHIAIA          | 1.000   | 0       | 0       | 173      | 1 868     | 0         | 0        | 0     |
| 13_3_1   | SISMA TRASVERSALE SPALLA                       | SOLETTA SUPERIORE   | 1.000   | 0       | 0       | 230      | 2 758     | 0         | 0        | 0     |
| 13_4   | SISMA TRASVERSALE SPALLA                       | RISVOLTI            | 1.000   | 0       | 0       | 353      | 2 516     | 0         | 0        | 0     |
| 13_5   | SISMA TRASVERSALE SPALLA                       | BANDIERE            | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0     |
| 17   | SISMA TRASVERSALE RINTERRO                     | -                   | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0     |
| 14_1   | SISMA VERTICALE SPALLA                         | PLINTO              | -1.000  | -315    | 0       | 0        | 0         | -912      | 0        | 0     |
| 14_2   | SISMA VERTICALE SPALLA                         | M FRONTALE          | -1.000  | -352    | 0       | 0        | 0         | -826      | 0        | -193  |
| 14_3   | SISMA VERTICALE SPALLA                         | PARAGHIAIA          | -1.000  | -45     | 0       | 0        | 0         | -134      | 0        | 4     |
| 14_3_1   | SISMA VERTICALE SPALLA                         | SOLETTA SUPERIORE   | -1.000  | -60     | 0       | 0        | 0         | -269      | 0        | 97    |
| 14_4   | SISMA VERTICALE SPALLA                         | RISVOLTI            | -1.000  | -91     | 0       | 0        | 0         | -412      | 0        | 148   |
| 14_5   | SISMA VERTICALE SPALLA                         | BANDIERE            | -1.000  | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0     |
| 18   | SISMA VERTICALE RINTERRO                       | -                   | -1.000  | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0     |
| TOTALE AZIONI AGENTI   |  |                     | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | Mt [kNm] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | MI [kNm] |       |
| QUOTA PARTE PERMANENTI   |  |                     | 13 069  | 0       | 3 947   | 22 121   | 37 303    | 0         | 599      |       |
| QUOTA PARTE PERMANENTI   |  |                     | 13 931  | 0       | 612     | 6 448    | 39 857    | 0         | 543      |       |

| Condizione                               | N [kN]        | HI [kN] | M [kN m] | Ht [kN] | Mt [kN m] |
|--|---------------|---------|----------|---------|-----------|
| <b>SISM.STR3</b>                         | 13 069        | 0       | 599      | 3 947   | 22 121    |
| Trasporto al baricentro palificata       | 13 069        | 0       | 599      | 3 947   | 22 121    |
| Trasporto assi principali palificata     | 13 069        | 0       | 599      | 3 947   | 22 121    |
| <b>Sforzo massimo per cond SISM.STR3</b> | <b>355 kN</b> |         |          |         |           |
| <b>Sforzo minimo per cond SISM.STR3</b>  | <b>80 kN</b>  |         |          |         |           |

Nella condizione di sisma trasversale, dal momento che la palificata è abbastanza centrata rispetto al muro frontale, rispetto al baricentro della palificata nasce un momento torcente per effetto del solo sisma sul rinterro e sui risvolti. Tale momento, visto che i micropali in direzione longitudinale sono inclinati e quindi più rigidi, viene portato come incremento di tira e spingi. Tale incremento, visto anche il numero elevato di micropali, è senz'altro trascurabile rispetto al carico di seguito calcolato

### 12.1 Verifica micropali

Per il calcolo delle resistenze, si rimanda alle verifiche della spalla precedente.

#### Dati generali

|  |               |     |       |
|--|---------------|-----|-------|
| Lunghezza                              | L             | m   | 12    |
| Perforazione                           | $\Phi$        | mm  | 300   |
| Diametro tubo armatura                 | $\phi$        | mm  | 193.7 |
| Spessore tubo armatura                 | s             | mm  | 10    |
| Tensione caratteristica di snervamento | fyk           | MPa | 355   |
| Coefficiente parziale di sicurezza     | $\gamma_{M0}$ | -   | 1.05  |

#### Stratigrafia

| Strato                        | sp(m) | $\alpha(-)$ | si(MPa) |
|-------------------------------|-------|-------------|---------|
| 3 - Alluvioni attuali recenti | 12.00 | 1.40        | 0.40    |
|                               |       |             |         |
|                               |       |             |         |

#### Dati terreno per verifica alla Broms

|   |           |       |     |
|---|-----------|-------|-----|
| Peso di unità di volume (con falda $\gamma = \gamma'$ ) | $\gamma$  | kN/mc | 10  |
| Angolo di attrito del terreno                           | $\varphi$ | °     | 42  |
| Momento di plasticizzazione della sezione               | My        | kNm   | 114 |

#### Verifica capacità portante verticale

|                                      |               |     | Ed   | Rd     | c.s. |
|--------------------------------------|---------------|-----|------|--------|------|
| Sforzo normale massimo nel micropalo | Np            | kN  | 819  | 3 726  | 0.22 |
| Sforzo normale minimo nel micropalo  | Np            | kN  | -309 | -2 980 | 0.10 |
| Tensione ideale nel tubo             | $\sigma_{id}$ | MPa | 142  | 338    | 0.42 |

#### Verifica capacità portante orizzontale

|  |            |    |       |    |      |
|--|------------|----|-------|----|------|
| Forza di taglio totale                 | Htot       | kN | 3 947 |    |      |
| Numero file longitudinali              | file long  | -  | 4     |    |      |
| Numero file trasversali                | file trasv | -  | 16    |    |      |
| Numero micropali totale                | np         | -  | 64    |    |      |
| Sforzo di taglio massimo nel micropalo | Hp         | kN | 62    | 63 | 0.98 |

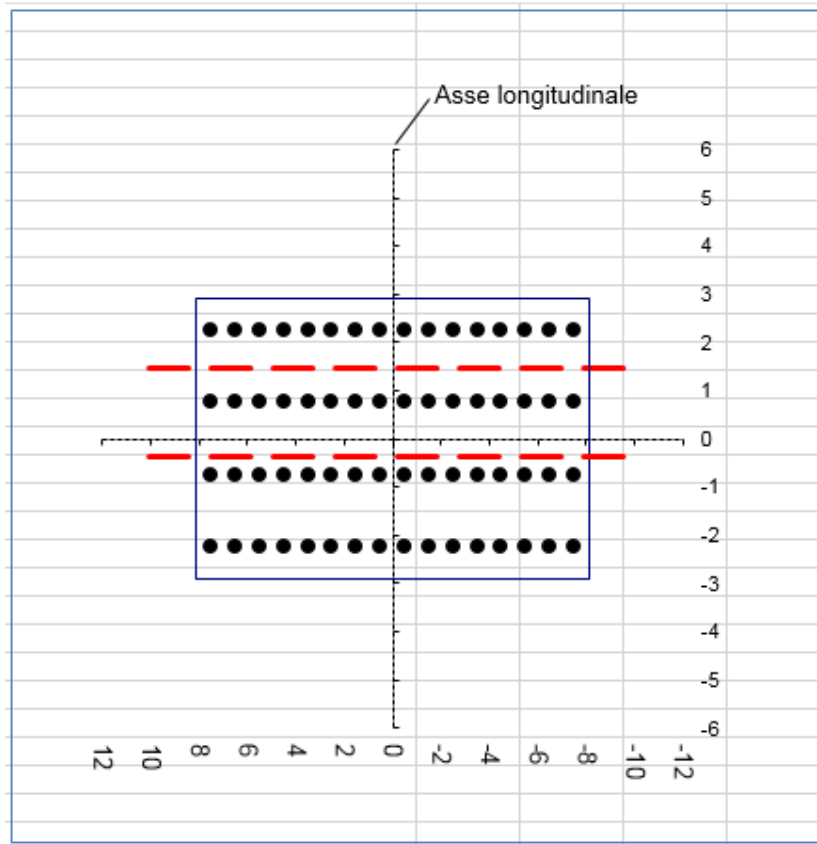
#### Verifica strutturale tubo

|   |               |     |      |     |      |
|---|---------------|-----|------|-----|------|
| Sforzo normale massimo nel micropalo    | Np            | kN  | 394  |     |      |
| Sforzo di taglio massimo nel micropalo  | Hp            | kN  | 62   |     |      |
| Momento flettente massimo nel micropalo | Mp            | kNm | 58   |     |      |
| Costante elastica                       | Mp/Hp         | m   | 0.94 |     |      |
| Tensione ideale nel tubo                | $\sigma_{id}$ | MPa | 300  | 338 | 0.89 |

#### Calcolo elastico

|   |    |     |    |     |      |
|---|----|-----|----|-----|------|
| Classe della sezione                    | cl | -   | 1  |     |      |
| Momento flettente massimo nel micropalo | Mp | kNm | 58 | 91  | 0.64 |
| Sforzo di taglio massimo nel micropalo  | Hp | kN  | 62 | 717 | 0.09 |

### 12.2 Verifica plinto



#### Momenti di progetto

|                   | <b>Sbalzo anteriore</b> | <b>Sbalzo posteriore</b>               |
|-------------------|-------------------------|--|
|                   | M>0; armatura inferiore | M>0; armatura superiore                |
|                   | M<0; armatura superiore | M<0; armatura inferiore                |
| <b>SLE RARA.2</b> | 203                     | 146 <span style="color: red;">▼</span> |
| <b>SLU STR.2</b>  | 265                     | 198 <span style="color: red;">▼</span> |
| <b>SISM.STR2</b>  | 544                     | 768 <span style="color: red;">▼</span> |

#### Taglio di progetto

|                  | <b>Tsd [kN /m]</b>       | <b>Tsd [kN /m]</b>       |
|------------------|--------------------------|--------------------------|
|                  | + diretto verso l'alto   | + diretto verso l'alto   |
|                  | - diretto verso il basso | - diretto verso il basso |
| <b>SISM.STR2</b> | 672                      | -505                     |

#### Note:

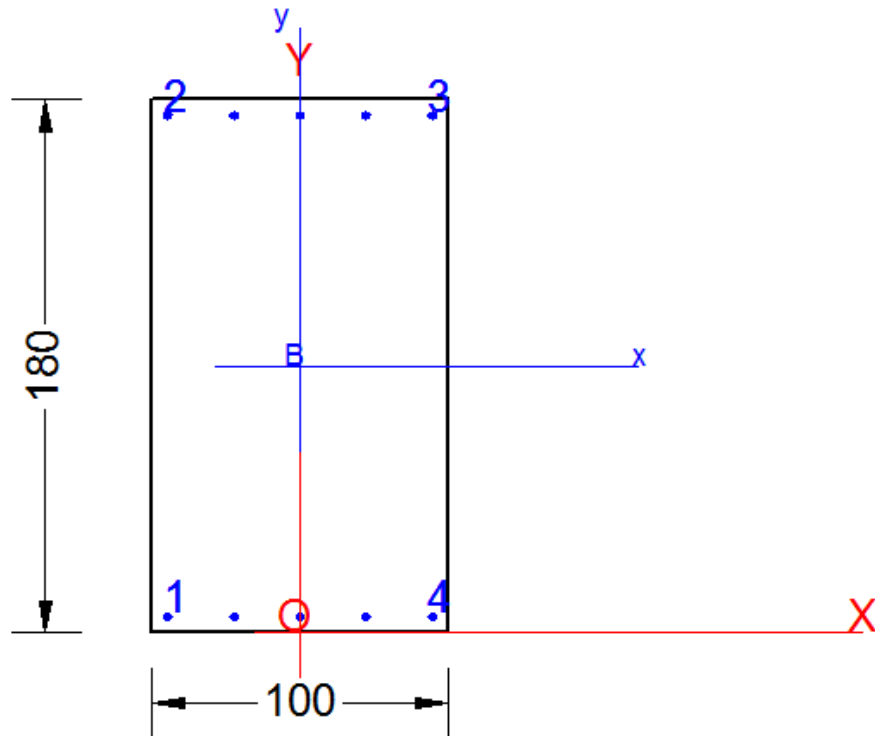
- In favore di sicurezza, e senza aggravio di armatura, la verifica a fessurazione viene condotta con la combinazione rara al posto della frequente. Tale verifica è ininfluente

ai fini del quantitativo strettamente necessario, il quale è dimensionato dalla resistenza in condizioni sismiche

- la verifica a taglio indica il quantitativo di area a taglio strettamente necessario. Tale armatura sarà affidata ai cavallotti o alle spille.
- La verifica si riferisce allo sbalzo con le sollecitazioni maggiori

## Nome sezione: Plinto SA-sud

Coprif. netto minimo barre long.: 4.0 cm Coprif. netto staffe: 3.2 cm



### DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: Plinto SA-sud

|                               |                               |
|-------------------------------|-------------------------------|
| Descrizione Sezione:          |                               |
| Metodo di calcolo resistenza: | Stati Limite Ultimi           |
| Tipologia sezione:            | Sezione generica              |
| Normativa di riferimento:     | EC2/EC8                       |
| Percorso sollecitazione:      | A Sforzo Norm. costante       |
| Condizioni Ambientali:        | Poco aggressive               |
| Riferimento Sforzi assegnati: | Assi x,y principali d'inerzia |
| Riferimento alla sismicità:   | Zona non sismica              |

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

|                |  |                        |
|----------------|--|------------------------|
| CALCESTRUZZO - | Classe:                                | C25/30                 |
|                | Resis. compr. di calcolo fcd:          | 14.160 MPa             |
|                | Resis. compr. ridotta $v1 \cdot fcd$ : | 7.080 MPa cfr.(6.9)EC2 |
|                | Def.unit. max resistenza ec2:          | 0.0020                 |
|                | Def.unit. ultima ecu:                  | 0.0035                 |
|                | Diagramma tensione-deformaz.:          | Parabola-Rettangolo    |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

|           |  |                  |                     |
|-----------|--|------------------|---------------------|
|           | Modulo Elastico Normale Ec:                    | 31475.0          | MPa                 |
|           | Resis. media a trazione fctm:                  | 2.560            | MPa                 |
|           | Coeff. Omogen. S.L.E.:                         | 15.00            |                     |
|           | Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:              | 150.00           | daN/cm <sup>2</sup> |
|           | Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:      | 0.400            | mm                  |
|           | Coeff. K3 Ap.fess. :                           | 3.4000           | § 7.3.4(3) EC2      |
|           | Coeff. K4 Ap.fess. :                           | 0.4250           | § 7.3.4(3) EC2      |
| ACCIAIO - | Tipo:  | B450C            |                     |
|           | Resist. caratt. snervam. fyk:                  | 450.00           | MPa                 |
|           | Resist. caratt. rottura ftk:                   | 450.00           | MPa                 |
|           | Resist. snerv. di calcolo fyd:                 | 391.30           | MPa                 |
|           | Resist. ultima di calcolo ftd:                 | 391.30           | MPa                 |
|           | Deform. ultima di calcolo Epu:                 | 0.068            |                     |
|           | Modulo Elastico Ef                             | 2000000          | daN/cm <sup>2</sup> |
|           | Diagramma tensione-deformaz.:                  | Bilineare finito |                     |
|           | Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1*\beta_2$ : | 1.00             |                     |
|           | Coeff. Aderenza differito $\beta_1*\beta_2$ :  | 0.50             |                     |

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C25/30

| N°vertice: | X [cm] | Y [cm] |
|------------|--------|--------|
| 1          | -50.0  | 0.0    |
| 2          | -50.0  | 180.0  |
| 3          | 50.0   | 180.0  |
| 4          | 50.0   | 0.0    |

#### DATI BARRE ISOLATE

| N°Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ[mm] |
|---------|--------|--------|-----------|
| 1       | -44.7  | 5.3    | 26        |
| 2       | -44.7  | 174.7  | 26        |
| 3       | 44.7   | 174.7  | 26        |
| 4       | 44.7   | 5.3    | 26        |

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione  
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione  
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione  
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

| N°Gen. | N°Barra Ini. | N°Barra Fin. | N°Barre | Ø  |
|--------|--------------|--------------|---------|----|
| 1      | 2            | 3            | 3       | 26 |
| 2      | 1            | 4            | 3       | 26 |

#### ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 8 mm  
Passo staffe: 11.2 cm  
Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

| My      | Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez. |        |      |        |      |
|---------|--|--------|------|--------|------|
| Vy      | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  |        |      |        |      |
| Vx      | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x  |        |      |        |      |
| N°Comb. | N  | Mx     | My   | Vy     | Vx   |
| 1       | 0.00   | 770.00 | 0.00 | 700.00 | 0.00 |
| 2       | 0.00   | 270.00 | 0.00 | 0.00   | 0.00 |

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

| N       | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  |                  |             |
|---------|--|------------------|-------------|
| Mx      | Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione |                  |             |
| My      | Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione    |                  |             |
| N°Comb. | N  | Mx               | My          |
| 1       | 0.00   | 210.00 (1544.91) | 0.00 (0.00) |

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

|  |      |    |
|--|------|----|
| Copriferro netto minimo barre longitudinali: | 4.0  | cm |
| Interferro netto minimo barre longitudinali: | 19.8 | cm |
| Copriferro netto minimo staffe:              | 3.2  | cm |

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

| Ver      | S = combinazione verificata / N = combin. non verificata   |      |         |       |       |         |        |          |            |
|----------|--|------|---------|-------|-------|---------|--------|----------|------------|
| N Sn     | Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)                                    |      |         |       |       |         |        |          |            |
| Mx Sn    | Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  |      |         |       |       |         |        |          |            |
| My Sn    | Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  |      |         |       |       |         |        |          |            |
| N Ult    | Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)   |      |         |       |       |         |        |          |            |
| Mx Ult   | Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  |      |         |       |       |         |        |          |            |
| My Ult   | Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  |      |         |       |       |         |        |          |            |
| Mis.Sic. | Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)<br>Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000 |      |         |       |       |         |        |          |            |
| As Tesa  | Area armature [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa                               |      |         |       |       |         |        |          |            |
| N°Comb   | Ver  | N Sn | Mx Sn   | My Sn | N Ult | Mx Ult  | My Ult | Mis.Sic. | As Tesa    |
| 1        | S  | 0.00 | 1715.24 | 0.00  | 0.00  | 1778.61 | 0.00   | 2.310    | 26.5(25.8) |
| 2        | S  | 0.00 | 1715.24 | 0.00  | 0.00  | 1778.61 | 0.00   | 6.587    | 26.5(25.8) |

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

| ec max | Deform. unit. massima del conglomerato a compressione                  |          |        |        |         |        |        |          |        |        |
|--------|--|----------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| ec 3/7 | Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace |          |        |        |         |        |        |          |        |        |
| Xc max | Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  |          |        |        |         |        |        |          |        |        |
| Yc max | Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.) |          |        |        |         |        |        |          |        |        |
| es min | Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)            |          |        |        |         |        |        |          |        |        |
| Xs min | Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  |          |        |        |         |        |        |          |        |        |
| Ys min | Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.) |          |        |        |         |        |        |          |        |        |
| es max | Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)          |          |        |        |         |        |        |          |        |        |
| Xs max | Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  |          |        |        |         |        |        |          |        |        |
| Ys max | Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.) |          |        |        |         |        |        |          |        |        |
| N°Comb | ec max   | ec 3/7   | Xc max | Yc max | es min  | Xs min | Ys min | es max   | Xs max | Ys max |
| 1      | 0.00272  | -0.02829 | -50.0  | 180.0  | 0.00059 | -44.7  | 174.7  | -0.06750 | -44.7  | 5.3    |
| 2      | 0.00272  | -0.02829 | -50.0  | 180.0  | 0.00059 | -44.7  | 174.7  | -0.06750 | -44.7  | 5.3    |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

**POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA**

|        | a, b, c | Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen. |             |              |       |        |
|--------|---------|--|-------------|--------------|-------|--------|
|        | x/d     | Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)           |             |              |       |        |
|        | C.Rid.  | Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue            |             |              |       |        |
| N°Comb |         | a  | b           | c            | x/d   | C.Rid. |
| 1      |         | 0.000000000  | 0.000401968 | -0.069630429 | 0.039 | 0.700  |
| 2      |         | 0.000000000  | 0.000401968 | -0.069630429 | 0.039 | 0.700  |

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO**

Passo staffe: 11.2 cm [Passo massimo di normativa = 100.0 cm]

|       |  |
|-------|--|
| Ver   | S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata   |
| Vsdu  | Taglio di progetto [kN] = proiez. di $V_x$ e $V_y$ sulla normale all'asse neutro   |
| Vcd   | Taglio resistente ultimo [kN] lato conglomerato compresso [(6.9) EC2]  |
| Vwd   | Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(6.8) EC2]  |
| Dmed  | Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.<br>Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.<br>I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.  |
| bw    | Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro<br>E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.   |
| Teta  | Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato   |
| Acw   | Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione   |
| Ast   | Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm <sup>2</sup> /m]   |
| A.Eff | Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm <sup>2</sup> /m]<br>Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.<br>L'area della legatura è ridotta col fattore $L/d_{max}$ con $L$ =lungh.legat.proiettata sulla direz. del taglio e $d_{max}$ = massima altezza utile nella direz.del taglio. |

| N°Comb | Ver | Vsdu   | Vcd     | Vwd     | Dmed  | bw    | Teta   | Acw   | Ast | A.Eff    |
|--------|-----|--------|---------|---------|-------|-------|--------|-------|-----|----------|
| 1      | S   | 700.00 | 3838.58 | 1380.60 | 174.7 | 100.0 | 21.80° | 1.000 | 4.6 | 9.0(0.0) |
| 2      | S   | 0.00   | 5565.94 | 552.24  | 174.7 | 100.0 | 45.00° | 1.000 | 0.0 | 9.0(0.0) |

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

|                |  |
|----------------|--|
| Ver            | S = comb. verificata/ N = comb. non verificata   |
| Sc max         | Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]                        |
| Xc max, Yc max | Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)                      |
| Sf min         | Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]                                 |
| Xs min, Ys min | Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)                    |
| Ac eff.        | Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre         |
| As eff.        | Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure |

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1      | S   | 0.68   | 50.0   | 180.0  | -47.8  | -22.4  | 5.3    | 1300    | 26.5    |

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

|             |   |
|-------------|---|
| Ver.        | La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$<br>Esito della verifica |
| e1          | Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata  |
| e2          | Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff                                    |
| k1          | = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]   |
| kt          | = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]  |
| k2          | = $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [eq.(7.13)EC2]   |
| k3          | = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali   |
| k4          | = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali   |
| Ø           | Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]  |
| Cf          | Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa   |
| e sm - e cm | Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [eq.(7.8)EC2]<br>Tra parentesi: valore minimo dell'eq.(7.9) = $0.6 S_{max} / E_s$      |
| sr max      | Massima distanza tra le fessure [mm]  |
| wk          | Valore calcolato [mm] dell'apertura fessure = $sr \cdot \max(e \cdot sm - e \cdot cm)$ [eq.(7.8)]. Valore limite tra parentesi                        |
| MX fess.    | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]   |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

| MY fess. |     | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm] |    |       |      |    |                   |        |              |         |         |
|----------|-----|---|----|-------|------|----|-------------------|--------|--------------|---------|---------|
| Comb.    | Ver | e1  | e2 | k2    | Ø    | Cf | e sm - e cm       | sr max | wk           | Mx fess | My fess |
| 1        | S   | -0.00025  | 0  | 0.957 | 26.0 | 40 | 0.00014 (0.00014) | 550    | 0.079 (0.40) | 1544.91 | 0.00    |

**VERIFICA ARMATURE MINIME SLE PER CONTROLLO FESSURAZIONE (§ 7.3.2 EC2)**

|            |  |               |      |      |      |      |      |      |     |        |        |
|------------|--|---------------|------|------|------|------|------|------|-----|--------|--------|
| N°Comb.    | Numero della combinazione SLE  |               |      |      |      |      |      |      |     |        |        |
| Tipo Comb. | Frequente o Quasi Permanente   |               |      |      |      |      |      |      |     |        |        |
| Dom.       | Numero e tipologia dominio di calcestruzzo assegnato (parte di sezione considerata)                          |               |      |      |      |      |      |      |     |        |        |
| k          | Coeff. che tiene conto delle autotensioni [(7.1) EC2]  |               |      |      |      |      |      |      |     |        |        |
| kc         | Coeff. associato alla distribuzione degli sforzi [(7.1) EC2]   |               |      |      |      |      |      |      |     |        |        |
| Act        | Area di cls. teso (prima della fessurazione) relativo al dominio corrente [(7.1) EC2]                        |               |      |      |      |      |      |      |     |        |        |
| Ned        | Sforzo normale (+ se di compressione) agente nel cls. del dominio prima della fessuraz.[kN]                  |               |      |      |      |      |      |      |     |        |        |
| Sc         | =Ned/Ac sforzo normale medio nel dominio di area Ac per sezioni rett. o nervature [(7.1) EC2]                |               |      |      |      |      |      |      |     |        |        |
| k1         | Coeff. associato all'effetto dello sforzo normale sulla distribuzione degli sforzi (sez. rett. o nervature)  |               |      |      |      |      |      |      |     |        |        |
| Frc        | Sforzo di trazione (valore assoluto) agente nelle eventuali solette prima della fessuraz.[kN]                |               |      |      |      |      |      |      |     |        |        |
| As dom     | Area [cm²] delle barre long. in zona tesa effettivamente presenti nel dominio considerato.                   |               |      |      |      |      |      |      |     |        |        |
| As,min     | Area [cm²] minima delle barre long. da disporre in zona tesa nel dominio considerato in base alla (7.1) EC2. |               |      |      |      |      |      |      |     |        |        |
| N°Comb     | Tipo Comb.   | Dom.          | k    | kc   | Act  | Ned  | Sc   | k1   | Frc | As dom | As,min |
| 1          | Frequente  | 1 (Nervatura) | 0.65 | 0.40 | 9000 | 0.00 | 0.00 | 0.37 | --- | 26.5   | 16.6   |



12.1 Verifica muro frontale

| <b>VALORI CARATTERISTICI - MURO FRONTALE</b> |        |            |            |           |
|--|--------|------------|------------|-----------|
| AZIONI                                       | FATTOR | m [KNm/ml] | t [KNm/ml] | n [KN/ml] |
| SPINTA A RIPOSO                              | 1      | 0          | 0          | 0         |
| SPINTA SOVRACCARICO A RIPOSO                 | 1      | 0          | 0          | 0         |
| SOVRASPINTA SISMICA                          | 1      | 0          | 0          | 0         |
| MASSA PARAGHIAIA                             | 1      | 108        | 12         | 0         |
| MASSA MURO FRONTALE                          | 1      | 347        | 95         | 0         |
| G1   | 1      | 5          | 1          | 138       |
| G2   | 1      | 2          | 0          | 43        |
| SLERacc.7                                    | 1      | 267        | 34         | 16        |
| SISMA LONG + VERT                            | 1      | 608        | 77         | 201       |
| PESO PROPRIO PARAGHIAIA                      | 1      | 0          | 0          | 42        |
| PESO PROPRIO MURO                            | 1      | 0          | 0          | 329       |

| <b>VERIFICA IN FASE SISMICA MURO FRONTALE</b> |        |              |            |            |
|---|--------|--------------|------------|------------|
| AZIONI  | FATTOR | m [KNm/ml]   | t [KNm/ml] | n [KN/ml]  |
| SPINTA A RIPOSO                               | 1.00   | 0            | 0          | 0          |
| SOVRASPINTA SISMICA                           | 1.00   | 0            | 0          | 0          |
| MASSA PARAGHIAIA                              | 1.00   | 108          | 12         | 0          |
| MASSA MURO FRONTALE                           | 1.00   | 347          | 95         | 0          |
| SISMA LONG + VERT                             | 1.00   | 608          | 77         | 201        |
| PESO PROPRIO PARAGHIAIA                       | 1.00   | 0            | 0          | 42         |
| PESO PROPRIO MURO                             | 1.00   | 0            | 0          | 329        |
| <b>TOTALE</b>                                 |        | <b>1 064</b> | <b>184</b> | <b>572</b> |

| <b>VERIFICA IN FASE ESERCIZIO SLU STR MURO FRONTALE</b> |        |            |            |            |
|---|--------|------------|------------|------------|
| AZIONI  | FATTOR | m [KNm/ml] | t [KNm/ml] | n [KN/ml]  |
| SPINTA A RIPOSO   | 1.35   | 0          | 0          | 0          |
| SPINTA SOVRACCARICO A RIPOSO                            | 1.35   | 0          | 0          | 0          |
| G1  | 1.35   | 7          | 1          | 187        |
| G2  | 1.50   | 2          | 0          | 64         |
| SLERacc.7   | 1.00   | 267        | 34         | 16         |
| PESO PROPRIO PARAGHIAIA                                 | 1.00   | 0          | 0          | 42         |
| PESO PROPRIO MURO                                       | 1.00   | 0          | 0          | 329        |
| <b>TOTALE</b>   |        | <b>276</b> | <b>35</b>  | <b>638</b> |

| <b>VERIFICA IN FASE DI ESERCIZIO (SLE rara) MURO FRONTALE</b> |        |            |            |            |
|---|--------|------------|------------|------------|
| AZIONI  | FATTOR | m [KNm/ml] | t [KNm/ml] | n [KN/ml]  |
| SPINTA A RIPOSO   | 1.00   | 0          | 0          | 0          |
| SPINTA SOVRACCARICO A RIPOSO                                  | 1.00   | 0          | 0          | 0          |
| G1  | 1.00   | 5          | 1          | 138        |
| G2  | 1.00   | 2          | 0          | 43         |
| SLERacc.7   | 1.00   | 267        | 34         | 16         |
| PESO PROPRIO PARAGHIAIA                                       | 1.00   | 0          | 0          | 42         |
| PESO PROPRIO MURO   | 1.00   | 0          | 0          | 329        |
| <b>TOTALE</b>   |        | <b>274</b> | <b>35</b>  | <b>568</b> |

| <b>VERIFICA IN FASE DI ESERCIZIO (SLE frequente) MURO FRONTALE</b> |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
|--|--|--|--|--|

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

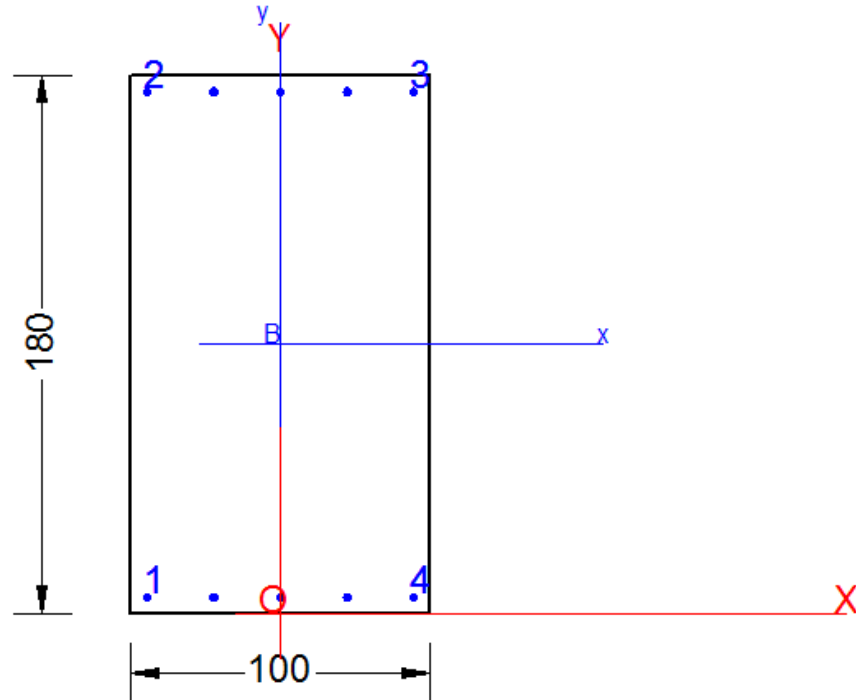
| AZIONI                       | FATTOR | m [KNm/ml] | t [KNm/ml] | n [KN/ml]  |
|------------------------------|--------|------------|------------|------------|
| SPINTA A RIPOSO              | 1.00   | 0          | 0          | 0          |
| SPINTA SOVRACCARICO A RIPOSO | 0.75   | 0          | 0          | 0          |
| G1                           | 1.00   | 5          | 1          | 138        |
| G2                           | 1.00   | 2          | 0          | 43         |
| SLERacc.7                    | 1.00   | 267        | 34         | 16         |
| PESO PROPRIO PARAGHIAIA      | 1.00   | 0          | 0          | 42         |
| PESO PROPRIO MURO            | 1.00   | 0          | 0          | 329        |
| <b>TOTALE</b>                |        | <b>274</b> | <b>35</b>  | <b>568</b> |

| <b>VERIFICA IN FASE DI ESERCIZIO (SLE q.p.) MURO FRONTALE</b> |        |            |            |            |
|---|--------|------------|------------|------------|
| AZIONI  | FATTOR | m [KNm/ml] | t [KNm/ml] | n [KN/ml]  |
| SPINTA A RIPOSO   | 1.00   | 0          | 0          | 0          |
| G1  | 1.00   | 5          | 1          | 138        |
| G2  | 1.00   | 2          | 0          | 43         |
| PESO PROPRIO PARAGHIAIA                                       | 1.00   | 0          | 0          | 42         |
| PESO PROPRIO MURO   | 1.00   | 0          | 0          | 329        |
| <b>TOTALE</b>   |        | <b>7</b>   | <b>1</b>   | <b>552</b> |

| <b>RIEPILOGO SOLLECITAZIONI</b> |            |            |           |
|---------------------------------|------------|------------|-----------|
|                                 | m [KNm/ml] | t [KNm/ml] | n [KN/ml] |
| SLE q.p.                        | 7          | 1          | 552       |
| SLE fr                          | 274        | 35         | 568       |
| SLE rara                        | 274        | 35         | 568       |
| SLU STR                         | 276        | 35         | 638       |
| SISMICA                         | 1 064      | 184        | 572       |

## Nome sezione: Muro frontale SA-sud

Coprif. netto minimo barre long.: 4.0 cm    Coprif. netto staffe: 3.2 cm



### DATI GENERALI SEZIONE IN C.A. NOME SEZIONE: Muro frontale SA-sud

|                               |                               |
|-------------------------------|-------------------------------|
| Descrizione Sezione:          |                               |
| Metodo di calcolo resistenza: | Stati Limite Ultimi           |
| Tipologia sezione:            | Sezione generica              |
| Normativa di riferimento:     | EC2/EC8                       |
| Percorso sollecitazione:      | A Sforzo Norm. costante       |
| Condizioni Ambientali:        | Moderat. aggressive           |
| Riferimento Sforzi assegnati: | Assi x,y principali d'inerzia |
| Riferimento alla sismicità:   | Zona non sismica              |

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

|                                |  |                               |            |
|--------------------------------|--|-------------------------------|------------|
| CALCESTRUZZO -                 | Classe:                                      | C32/40                        |            |
|                                | Resis. compr. di calcolo fcd:                | 18.130 MPa                    |            |
|                                | Resis. compr. ridotta $v1*fcd$ :             | 9.065 MPa cfr.(6.9)EC2        |            |
|                                | Def.unit. max resistenza ec2:                | 0.0020                        |            |
|                                | Def.unit. ultima ecu:                        | 0.0035                        |            |
|                                | Diagramma tensione-deformaz.:                | Parabola-Rettangolo           |            |
|                                | Modulo Elastico Normale Ec:                  | 33346.0 MPa                   |            |
|                                | Resis. media a trazione fctm:                | 3.020 MPa                     |            |
|                                | Coeff. Omogen. S.L.E.:                       | 15.00                         |            |
|                                | Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:            | 192.00 daN/cm <sup>2</sup>    |            |
|                                | Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:    | 0.300 mm                      |            |
|                                | Coeff. K3 Ap.fess. :                         | 3.4000 § 7.3.4(3) EC2         |            |
|                                | Coeff. K4 Ap.fess. :                         | 0.4250 § 7.3.4(3) EC2         |            |
|                                | Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:         | 0.00 Mpa                      |            |
|                                | Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: | 0.200 mm                      |            |
|                                | ACCIAIO -                                    | Tipo:                         | B450C      |
|                                |  | Resist. caratt. snervam. fyk: | 450.00 MPa |
| Resist. caratt. rottura ftk:   |  | 450.00 MPa                    |            |
| Resist. snerv. di calcolo fyd: |  | 391.30 MPa                    |            |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

|  |                  |                     |
|--|------------------|---------------------|
| Resist. ultima di calcolo ftd:                       | 391.30           | MPa                 |
| Deform. ultima di calcolo Epu:                       | 0.068            |                     |
| Modulo Elastico Ef                                   | 2000000          | daN/cm <sup>2</sup> |
| Diagramma tensione-deformaz.:                        | Bilineare finito |                     |
| Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$ : | 1.00             |                     |
| Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :  | 0.50             |                     |

**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

|                      |            |        |
|----------------------|------------|--------|
| Forma del Dominio:   | Poligonale |        |
| Classe Conglomerato: | C32/40     |        |
| N°vertice:           | X [cm]     | Y [cm] |
| 1                    | -50.0      | 0.0    |
| 2                    | -50.0      | 180.0  |
| 3                    | 50.0       | 180.0  |
| 4                    | 50.0       | 0.0    |

**DATI BARRE ISOLATE**

| N°Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ[mm] |
|---------|--------|--------|-----------|
| 1       | -44.7  | 5.3    | 26        |
| 2       | -44.7  | 174.7  | 26        |
| 3       | 44.7   | 174.7  | 26        |
| 4       | 44.7   | 5.3    | 26        |

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

| N°Gen.       | Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre            |              |         |    |
|--------------|---|--------------|---------|----|
| N°Barra Ini. | Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione           |              |         |    |
| N°Barra Fin. | Numero della barra finale cui si riferisce la generazione             |              |         |    |
| N°Barre      | Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione |              |         |    |
| Ø            | Diametro in mm delle barre della generazione                          |              |         |    |
| N°Gen.       | N°Barra Ini.  | N°Barra Fin. | N°Barre | Ø  |
| 1            | 2   | 3            | 3       | 26 |
| 2            | 1   | 4            | 3       | 26 |

**ARMATURE A TAGLIO**

|                  |                                    |    |
|------------------|------------------------------------|----|
| Diametro staffe: | 8                                  | mm |
| Passo staffe:    | 29.9                               | cm |
| Staffe:          | Una sola staffa chiusa perimetrale |    |

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

| N       | Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)  |         |      |        |      |
|---------|--|---------|------|--------|------|
| Mx      | Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.   |         |      |        |      |
| My      | Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez. |         |      |        |      |
| Vy      | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  |         |      |        |      |
| Vx      | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x  |         |      |        |      |
| N°Comb. | N  | Mx      | My   | Vy     | Vx   |
| 1       | 580.00   | 1100.00 | 0.00 | 190.00 | 0.00 |
| 2       | 640.00   | 280.00  | 0.00 | 35.00  | 0.00 |

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

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

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

| N°Comb. | N      | Mx               | My          |
|---------|--------|------------------|-------------|
| 1       | 570.00 | 280.00 (5261.19) | 0.00 (0.00) |

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

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

| N°Comb. | N      | Mx              | My          |
|---------|--------|-----------------|-------------|
| 1       | 550.00 | 10.00 (2308.13) | 0.00 (0.00) |

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.0 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 19.8 cm  
Copriferro netto minimo staffe: 3.2 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sn Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
Mx Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N Ult Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
Mx Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

| N°Comb | Ver | N Sn   | Mx Sn   | My Sn | N Ult  | Mx Ult  | My Ult | Mis.Sic. | As Tesa |
|--------|-----|--------|---------|-------|--------|---------|--------|----------|---------|
| 1      | S   | 580.00 | 2159.46 | 0.00  | 579.82 | 2274.48 | 0.00   | 2.068    | --      |
| 2      | S   | 640.00 | 2203.57 | 0.00  | 639.96 | 2325.15 | 0.00   | 8.304    | --      |

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

| N°Comb | ec max  | ec 3/7   | Xc max | Yc max | es min  | Xs min | Ys min | es max   | Xs max | Ys max |
|--------|---------|----------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1      | 0.00312 | -0.02806 | -50.0  | 180.0  | 0.00098 | -44.7  | 174.7  | -0.06750 | -44.7  | 5.3    |
| 2      | 0.00318 | -0.02803 | -50.0  | 180.0  | 0.00104 | -44.7  | 174.7  | -0.06750 | -44.7  | 5.3    |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

**POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA**

|         | a  | b           | c            | x/d  | C.Rid. |
|---------|--|-------------|--------------|------|--------|
| a, b, c | Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen. |             |              |      |        |
| x/d     | Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)           |             |              |      |        |
| C.Rid.  | Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue            |             |              |      |        |
| N°Comb  | a  | b           | c            | x/d  | C.Rid. |
| 1       | 0.000000000  | 0.000404237 | -0.069642458 | ---- | ----   |
| 2       | 0.000000000  | 0.000404594 | -0.069644348 | ---- | ----   |

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO**

| N°Comb        | Ver   | Vsdu    | Vcd     | Vwd    | Dmed  | bw    | Teta   | Acw   | Ast | A.Eff    |
|---------------|---|---------|---------|--------|-------|-------|--------|-------|-----|----------|
| Passo staffe: |   | 29.9 cm |         |        |       |       |        |       |     |          |
| Ver           | S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata  |         |         |        |       |       |        |       |     |          |
| Vsdu          | Taglio di progetto [kN] = proiezz. di $V_x$ e $V_y$ sulla normale all'asse neutro   |         |         |        |       |       |        |       |     |          |
| Vcd           | Taglio resistente ultimo [kN] lato conglomerato compresso [(6.9) EC2]   |         |         |        |       |       |        |       |     |          |
| Vwd           | Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(6.8) EC2]   |         |         |        |       |       |        |       |     |          |
| Dmed          | Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.<br>Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.<br>I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.   |         |         |        |       |       |        |       |     |          |
| bw            | Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro<br>E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.  |         |         |        |       |       |        |       |     |          |
| Teta          | Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato  |         |         |        |       |       |        |       |     |          |
| Acw           | Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione  |         |         |        |       |       |        |       |     |          |
| Ast           | Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm <sup>2</sup> /m]  |         |         |        |       |       |        |       |     |          |
| A.Eff         | Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm <sup>2</sup> /m]<br>Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.<br>L'area della legatura è ridotta col fattore $L/d_{max}$ con $L=lungh.legat.proietta$ sulla direz. del taglio e $d_{max}$ = massima altezza utile nella direz.del taglio. |         |         |        |       |       |        |       |     |          |
| 1             | S   | 190.00  | 4914.79 | 517.15 | 174.7 | 100.0 | 21.80° | 1.000 | 1.2 | 3.4(0.0) |
| 2             | S   | 35.00   | 4914.79 | 517.15 | 174.7 | 100.0 | 21.80° | 1.000 | 0.2 | 3.4(0.0) |

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

| N°Comb         | Ver | Sc max   | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |  |
|----------------|-----|--|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|--|
| Ver            |     | S = comb. verificata/ N = comb. non verificata   |        |        |        |        |        |         |         |  |
| Sc max         |     | Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]                        |        |        |        |        |        |         |         |  |
| Xc max, Yc max |     | Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)                      |        |        |        |        |        |         |         |  |
| Sf min         |     | Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]                                 |        |        |        |        |        |         |         |  |
| Xs min, Ys min |     | Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)                    |        |        |        |        |        |         |         |  |
| Ac eff.        |     | Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre         |        |        |        |        |        |         |         |  |
| As eff.        |     | Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure |        |        |        |        |        |         |         |  |
| 1              | S   | 0.81   | -50.0  | 180.0  | -3.5   | -44.7  | 5.3    | 1300    | 26.5    |  |

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

| Ver.        | Esito della verifica   |
|-------------|--|
| e1          | Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata                                   |
| e2          | Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff |
| k1          | = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]  |
| kt          | = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]                                     |
| k2          | = $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [eq.(7.13)EC2]  |
| k3          | = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali  |
| k4          | = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali  |
| Ø           | Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]                       |
| Cf          | Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa  |
| e sm - e cm | Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [eq.(7.8)EC2]                                       |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

| sr max   | Tra parentesi: valore minimo dell'eq.(7.9) = 0.6 Smax / Es   |          |    |       |      |    |                   |        |              |         |   |
|----------|--|----------|----|-------|------|----|-------------------|--------|--------------|---------|---|
| wk       | Massima distanza tra le fessure [mm]   |          |    |       |      |    |                   |        |              |         |   |
| MX fess. | Valore calcolato [mm] dell'apertura fessure = sr max*(e sm - e cm) [eq.(7.8)]. Valore limite tra parentesi |          |    |       |      |    |                   |        |              |         |   |
| MY fess. | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]  |          |    |       |      |    |                   |        |              |         |   |
|          |  |          |    |       |      |    |                   |        |              |         | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm] |
| Comb.    | Ver  | e1       | e2 | k2    | Ø    | Cf | e sm - e cm       | sr max | wk           | Mx fess | My fess   |
| 1        | S  | -0.00002 | 0  | 0.857 | 26.0 | 40 | 0.00001 (0.00001) | 507    | 0.005 (0.30) | 5261.19 | 0.00  |

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1      | S   | 0.31   | -50.0  | 180.0  | 4.2    | 22.4   | 5.3    | ----    | ----    |

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

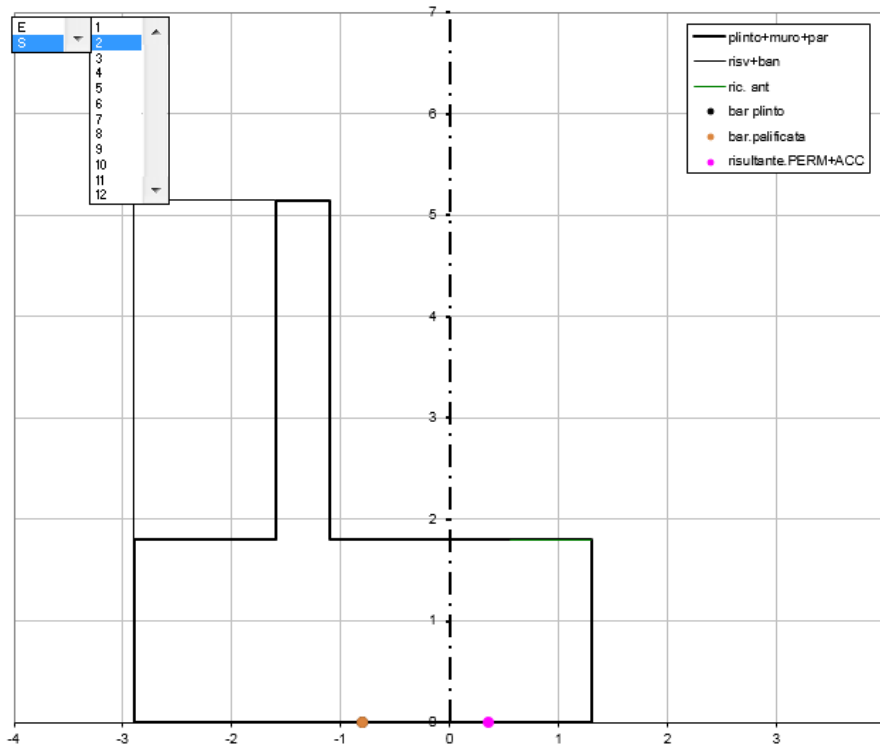
| Comb. | Ver | e1       | e2 | k2   | Ø    | Cf   | e sm - e cm | sr max | wk    | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|----|------|------|------|-------------|--------|-------|---------|---------|
| 1     | S   | -0.00042 | 0  | ---- | ---- | ---- | ----        | ----   | 0.000 | 2308.13 | 0.00    |

**VERIFICA ARMATURE MINIME SLE PER CONTROLLO FESSURAZIONE [§ 7.3.2 EC2]**

| N°Comb.    | Numero della combinazione SLE  |       |      |      |      |        |      |      |     |        |        |
|------------|--|-------|------|------|------|--------|------|------|-----|--------|--------|
| Tipo Comb. | Frequente o Quasi Permanente   |       |      |      |      |        |      |      |     |        |        |
| Dom.       | Numero e tipologia dominio di calcestruzzo assegnato (parte di sezione considerata)                          |       |      |      |      |        |      |      |     |        |        |
| k          | Coeff. che tiene conto delle autotensioni [(7.1) EC2]  |       |      |      |      |        |      |      |     |        |        |
| kc         | Coeff. associato alla distribuzione degli sforzi [(7.1) EC2]   |       |      |      |      |        |      |      |     |        |        |
| Act        | Area di cls. teso (prima della fessurazione) relativo al dominio corrente [(7.1) EC2]                        |       |      |      |      |        |      |      |     |        |        |
| Ned        | Sforzo normale (+ se di compressione) agente nel cls. del dominio prima della fessuraz.[kN]                  |       |      |      |      |        |      |      |     |        |        |
| Sc         | =Ned/Ac sforzo normale medio nel dominio di area Ac per sezioni rett. o nervature [(7.1) EC2]                |       |      |      |      |        |      |      |     |        |        |
| k1         | Coeff. associato all'effetto dello sforzo normale sulla distribuzione degli sforzi (sez. rett. o nervature)  |       |      |      |      |        |      |      |     |        |        |
| Frc        | Sforzo di trazione (valore assoluto) agente nelle eventuali solette prima della fessuraz.[kN]                |       |      |      |      |        |      |      |     |        |        |
| As dom     | Area [cm²] delle barre long. in zona tesa effettivamente presenti nel dominio considerato.                   |       |      |      |      |        |      |      |     |        |        |
| As,min     | Area [cm²] minima delle barre long. da disporre in zona tesa nel dominio considerato in base alla (7.1) EC2. |       |      |      |      |        |      |      |     |        |        |
| N°Comb     | Tipo Comb.   | Dom.  | k    | kc   | Act  | Ned    | Sc   | k1   | Frc | As dom | As,min |
| 1          | Frequente  | 1 ( ) | 0.65 | 0.39 | 3100 | 545.85 | 3.03 | 1.50 | --- | 26.5   | 6.5    |
| N°Comb     | Tipo Comb.   | Dom.  | k    | kc   | Act  | Ned    | Sc   | k1   | Frc | As dom | As,min |
| 1          | Quasi perm.  | 1 ( ) |      |      | 0    | 526.70 | 0.00 | 1.50 | --- | 0.0    | 0.0    |

### 13 SPALLA B - NORD

#### 13.1 Geometria



**Plinto**

| l [m] | h [m] | t [m] | p [m] | f [m] | V [m <sup>3</sup> ] | P [KN] | m [t] | bl [m] | bh [m] |
|-------|-------|-------|-------|-------|---------------------|--------|-------|--------|--------|
| 4.20  | 1.80  | 15.00 | 1.30  | 0.75  | 113.40              | 2 835  | 289   | 2.10   | 0.90   |

**Muro frontale**

| li [m] | h [m] | t [m] | e [m] | ls [m] | V [m <sup>3</sup> ] | P [KN] | m [t] | bl [m] | bh [m] |
|--------|-------|-------|-------|--------|---------------------|--------|-------|--------|--------|
| 2.15   | 0.00  | 14.35 | 0.55  | 2.15   | 0.00                | 0      | 0     | 1.83   | 1.80   |

**Paraghiaia**

| l [m] | h [m] | t [m] | corr (bl) | V [m <sup>3</sup> ] | P [KN] | m [t] | bl [m] | bh [m] |
|-------|-------|-------|-----------|---------------------|--------|-------|--------|--------|
| 0.50  | 3.35  | 14.35 | 0.00      | 24.04               | 601    | 61    | 2.65   | 3.48   |

**oggetto i-esimo**

| l [m] | h [m] | t [m] | V [m <sup>3</sup> ] | P [KN] | M [KNm] | bl [m] | bh [m] |
|-------|-------|-------|---------------------|--------|---------|--------|--------|
| 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00                | 0      | 0       | 0.00   | 0.00   |

**Terreno di riempimento**

| l [m] | h [m] | t [m] | V [m <sup>3</sup> ] | P [KN] | m [t] | bl [m] | bh [m] |
|-------|-------|-------|---------------------|--------|-------|--------|--------|
| 1.30  | 3.35  | 12.60 | 54.87               | 1 097  | 112   | 3.55   | 3.48   |

**Muri Laterali**

| l [m] | h [m] | t [m] | n°   | V [m <sup>3</sup> ] | P [KN] | M [KNm] | bl [m] | bh [m] |
|-------|-------|-------|------|---------------------|--------|---------|--------|--------|
| 1.30  | 3.35  | 0.90  | 2.00 | 7.84                | 196    | 20      | 3.55   | 3.48   |

**Bandiera**

| l [m] | ht [m] | t [m] | n°   | hi [m] | V [m <sup>3</sup> ] | P [KN] | M [KNm] | bl [m] | bh [m] |
|-------|--------|-------|------|--------|---------------------|--------|---------|--------|--------|
| 3.00  | 1.00   | 0.70  | 0.00 | 3.00   | 0.00                | 0      | 0       | 5.45   | 4.15   |

**Terreno di ricoprimento frontale**

| l [m] | h [m] | t [m] | V [m <sup>3</sup> ] | P [KN] | m [t] | bl [m] | bh [m] |
|-------|-------|-------|---------------------|--------|-------|--------|--------|
| 0.75  | 0.00  | 15.00 | 0.00                | 0      | 0     | 0.38   | 1.80   |



AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

13.2 Parametri di calcolo

|   |                              | TERRENO (con $\gamma_M$ (M1)) |                |                                  |                                  |                               | TERRENO (con $\gamma_M$ (M2)) |  |             |                     |                 | (M2)/(M1)                                      |                 |                 |                 |   |
|---|------------------------------|-------------------------------|----------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--|-------------|---------------------|-----------------|--|-----------------|-----------------|-----------------|---|
| $\gamma$ [KN/m <sup>3</sup> ]   | $\eta$ [KNm/m <sup>3</sup> ] | $\phi$ (M1) [°]               | $\lambda_0$    | $\lambda_a$                      | $\lambda_{e^+}$                  | $\lambda_{e^-}$               | $\phi$ (M2) [°]               | $\lambda_0$                                    | $\lambda_a$ | $\lambda_{e^+}$     | $\lambda_{e^-}$ | $\lambda_0$                                    | $\lambda_a$     | $\lambda_{e^+}$ | $\lambda_{e^-}$ |   |
| 20.00   | 2.04                         | 35.00                         | 0.426          | 0.271                            | 0.499                            | 0.439                         | 29.26                         | 0.511  | 0.343       | 0.611               | 0.537           | 1.199  | 1.267           | 1.224           | 1.224           |   |
| SISMA   |                              |                               |                |                                  | CLS                              |                               |                               |  | ALTEZZE     |                     | PARAMETRI       |  | PARAMETRI       |                 |                 |   |
| $g$ [m/sec <sup>2</sup> ]   | $a_{g0}$ [g]                 | $\sigma_H$ [g]                | $\sigma_V$ [g] | $\sigma_H$ [m/sec <sup>2</sup> ] | $\sigma_V$ [m/sec <sup>2</sup> ] | $\gamma$ [KN/m <sup>3</sup> ] | $\eta$ [KNm/m <sup>3</sup> ]  | H [m]  | H1          | f (M1)              | $\delta$ [°]    | f (M2)   | $\delta$ [°]    |                 |                 |   |
| 9.81  | 0.248                        | 0.288                         | 0.248          | 2.83                             | 0.73                             | 25.00                         | 2.55                          | 5.15   | 3.35        | 0.50                | 23.3            | 0.40   | 23.3            |                 |                 |   |
| SOVRACCARICO ACCIDENTALE  |                              |                               |                |                                  |                                  |                               |                               |  |             |                     |                 |  |                 |                 |                 |   |
| B(q) [m]  | L(fr) [m]                    | q [KN/m <sup>2</sup> ]        |                |                                  |                                  |                               |                               |  |             |                     |                 |  |                 |                 |                 |   |
| 14.35   | 8.92                         | 20.00                         |                |                                  |                                  |                               |                               |  |             |                     |                 |  |                 |                 |                 |   |
| ENTITA' DELLE SPINTE (con $\gamma_M$ (M1)) - per $\gamma_M$ (M2) si adottano opportuni coefficienti correttivi nelle combinazioni |                              |                               |                |                                  |                                  |                               |                               |  |             |                     |                 |  |                 |                 |                 |   |
| DIREZIONE LONGITUDINALE   |                              |                               |                |                                  |                                  |                               |                               |  |             |                     |                 |  |                 |                 |                 |   |
| SPINTA RIPOSO (M1)  |                              |                               |                |                                  |                                  |                               |                               | SPINTA ATTIVA (M1)                             |             |                     |                 | SOVRASPINTA SISMICA GLOBALE (MONONOBE - OKABE) |                 |                 |                 |   |
| $\lambda_0$   | $F_{oh}$ [kN]                | $F_{ov}$ [kN]                 | $F_0$ [kN]     | $\lambda_a$                      | $F_{ah}$ [kN]                    | $F_{av}$ [kN]                 | $F_a$ [kN]                    | verso il basso SV(+)                           |             | verso l'alto SV(-)  |                 |  |                 |                 |                 |   |
| terreno   | 0.426                        | 1 490                         | 643            | 1 623                            | 0.271                            | 1 031                         | 0                             | 1 031  | terreno M1  | 0.499               | 1 899           | 868  | 0.439           | 1 671           | 639             |   |
| vr. acciden   | 0.426                        | 579                           | 250            | 630                              | 0.271                            | 401                           | 0                             | 401  | terreno M2  | 0.611               | 2 324           | 1 017  | 0.537           | 2 045           | 738             |   |
| SPINTA LONGI WOOD   |                              |                               |                |                                  |                                  |                               |                               |  |             |                     |                 |  |                 |                 |                 |   |
|   |                              |                               |                |                                  |                                  |                               |                               |  |             | $a_{max}$           | $\Delta F$ [kN] |  |                 |                 |                 |   |
|   |                              |                               |                |                                  |                                  |                               |                               |  |             | terreno             | 0.288           | 2 193  |                 |                 |                 |   |
| DIREZIONE TRASVERSALE   |                              |                               |                |                                  |                                  |                               |                               |  |             |                     |                 |  |                 |                 |                 |   |
| SPINTA RIPOSO (M1)  |                              |                               |                | SPINTA ATTIVA (M1)               |                                  |                               |                               | SOVRASPINTA SISMICA GLOBALE (MONONOBE - OKABE) |             |                     |                 |  |                 |                 |                 |   |
| $\lambda_0$   | $F_{oh}$ [kN]                | $F_{ov}$ [kN]                 | $F_0$ [kN]     | $\lambda_a$                      | $F_{ah}$ [kN]                    | $F_{av}$ [kN]                 | $F_a$ [kN]                    | verso il basso SV(+)                           |             | verso l'alto SV(-)  |                 |  |                 |                 |                 |   |
| risvolti  | 0.426                        | 0                             | 0              | 0                                | 0.271                            | 0                             | 0                             | 0  | terreno M1  | 0.499               | 0               | 0  | 0.439           | 0               | 0               |   |
| bandiere  | 0.426                        | 0                             | 0              | 0                                | 0.271                            | 0                             | 0                             | 0  | terreno M1  | 0.499               | 0               | 0  | 0.439           | 0               | 0               |   |
| TOTALE  | 0                            |                               |                | 0                                |                                  |                               |                               | 0  |             | 0                   |                 | 0  |                 | 0               |                 |   |
|   |                              |                               |                |                                  |                                  |                               |                               |  |             | $\lambda_{e^+}$     | F [kN]          | $\Delta F$ [kN]                                | $\lambda_{e^-}$ | F [kN]          | $\Delta F$ [kN] |   |
|   |                              |                               |                |                                  |                                  |                               |                               |  |             | terreno M2          | 0.611           | 0  | 0               | 0.537           | 0               | 0 |
|   |                              |                               |                |                                  |                                  |                               |                               |  |             | terreno M2          | 0.611           | 0  | 0               | 0.537           | 0               | 0 |
|   |                              |                               |                |                                  |                                  |                               |                               |  |             | terreno M2          | 0.611           | 0  | 0               | 0.537           | 0               | 0 |
| SPINTA TRASV WOOD   |                              |                               |                |                                  |                                  |                               |                               |  |             |                     |                 |  |                 |                 |                 |   |
|   |                              |                               |                |                                  |                                  |                               |                               |  |             | $a_{max}$           | $\Delta F$ [kN] |  |                 |                 |                 |   |
|   |                              |                               |                |                                  |                                  |                               |                               |  |             | terreno su risvolti | 0.288           | 0  |                 |                 |                 |   |
|   |                              |                               |                |                                  |                                  |                               |                               |  |             | terreno su bandiere | 0.288           | 0  |                 |                 |                 |   |
|   |                              |                               |                |                                  |                                  |                               |                               |  |             | Totale su terreno   | 0.288           | 0  |                 |                 |                 |   |

### 13.3 Azioni globali non fattorizzate

Le azioni trasmesse dall’impalcato sono:

- G1: carico relativo al solo peso proprio non fattorizzato
- G2: carico relativo al solo peso permanente portato non fattorizzato
- SLUSTR.ACC(i): quota parte di tutte le azioni variabili combinate allo SLU STR
- SLUGEO.ACC(i): quota parte di tutte le azioni variabili combinate allo SLU GEO
- SLER.ACC(i): quota parte di tutte le azioni variabili combinate allo SLERa
- SIS(i) etc: azione globale combinata in condizioni sismiche

| V2     | M3   | V3   | M2     | T    | P      |             |
|--------|------|------|--------|------|--------|-------------|
| -13    | -8   | 0    | 0      | 0    | -2 210 | G1          |
| -4     | -2   | 0    | 0      | 0    | -681   | G2          |
| ass    | ass  | ass  | ass    | ass  | 0      |             |
| 632    | 379  | 234  | 1 107  | 36   | 623    | SLUSTRacc.7 |
| -638   | -383 | -229 | 1 989  | -35  | -1 538 | SLUSTRacc.7 |
| 632    | 379  | 234  | 1 107  | 36   | 622    | SLUSTRacc.7 |
| -638   | -383 | -229 | 1 989  | -35  | -1 538 | SLUSTRacc.7 |
| 377    | 226  | 454  | 2 066  | 70   | 237    | SLUSTRacc.4 |
| -377   | -226 | -454 | -2 066 | -70  | -237   | SLUSTRacc.4 |
| 373    | 224  | 241  | 9 670  | 37   | -1 836 | SLUSTRacc.1 |
| -379   | -227 | -235 | -2 631 | -35  | -833   | SLUSTRacc.1 |
| 377    | 226  | 454  | 2 066  | 70   | 237    | SLUSTRacc.4 |
| -377   | -226 | -454 | -2 066 | -70  | -237   | SLUSTRacc.4 |
| 384    | 230  | 236  | 1 071  | 36   | 706    | SLUSTRacc.1 |
| -386   | -232 | -227 | 5 978  | -34  | -3 167 | SLUSTRacc.1 |
| ass    | ass  | ass  | ass    | ass  | 0      |             |
| 526    | 316  | 156  | 742    | 24   | 498    | SLERacc.7   |
| -531   | -319 | -152 | 1 551  | -23  | -1 176 | SLERacc.7   |
| 526    | 316  | 156  | 742    | 24   | 497    | SLERacc.7   |
| -531   | -319 | -152 | 1 551  | -23  | -1 176 | SLERacc.7   |
| 314    | 188  | 302  | 1 377  | 46   | 197    | SLERacc.4   |
| -314   | -188 | -302 | -1 377 | -46  | -197   | SLERacc.4   |
| 311    | 187  | 162  | 7 085  | 25   | -1 338 | SLERacc.1   |
| -315   | -189 | -157 | -1 871 | -23  | -639   | SLERacc.1   |
| 314    | 188  | 302  | 1 377  | 46   | 197    | SLERacc.4   |
| -314   | -188 | -302 | -1 377 | -46  | -197   | SLERacc.4   |
| 319    | 192  | 158  | 716    | 24   | 545    | SLERacc.1   |
| -321   | -193 | -151 | 4 506  | -23  | -2 368 | SLERacc.1   |
| ass    | ass  | ass  | ass    | ass  | 0      |             |
| 1 123  | 674  | 198  | 304    | 46   | -2 470 | SIS.1       |
| -1 157 | -694 | -198 | -304   | -46  | -3 312 | SIS.5       |
| 1 123  | 674  | 198  | 304    | 46   | -2 470 | SIS.1       |
| -1 157 | -694 | -198 | -304   | -46  | -3 312 | SIS.5       |
| 510    | 306  | 661  | 1 012  | 154  | -2 495 | SIS.9       |
| -543   | -326 | -661 | -1 012 | -154 | -3 287 | SIS.13      |
| 510    | 306  | 661  | 1 012  | 154  | -2 495 | SIS.9       |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

|      |      |      |        |      |        |               |
|------|------|------|--------|------|--------|---------------|
| -543 | -326 | -661 | -1 012 | -154 | -3 287 | <b>SIS.13</b> |
| 510  | 306  | 661  | 1 012  | 154  | -2 495 | <b>SIS.9</b>  |
| -543 | -326 | -661 | -1 012 | -154 | -3 287 | <b>SIS.13</b> |
| 515  | 309  | 198  | 304    | 46   | -1 981 | <b>SIS.17</b> |
| -548 | -329 | -198 | -304   | -46  | -3 802 | <b>SIS.21</b> |

Nella seguente tabella vengono riportate le azioni provenienti dall'impalcato per le combinazioni di carico precedentemente descritte:

Le azioni caratteristiche vengono di seguito tabellate con il seguente significato:

- Fv = forza verticale
- Fl = forza longitudinale
- Ft = forza trasversale
- Msl = momento stabilizzante rispetto al piede anteriore del plinto
- Mrl = momento ribaltante rispetto al piede anteriore del plinto
- Mt = momento trasversale
- bl = braccio longitudinale, rispetto al piede anteriore del plinto
- bh = braccio verticale, rispetto all'intradosso del plinto
- et = eccentricità trasversale, rispetto all'asse baricentrico della zattera di fondazione.

Nel seguito, vengono riportate le azioni caratteristiche non fattorizzate. Le azioni provenienti dall'impalcato, precedentemente riportate, vengono fatte ruotare a seconda delle combinazioni usate. A titolo di esempio si riportano quelle relative allo SLU STR.

**AZIONI NON FATTORIZZATE**

**PESO PROPRIO SPALLA**

| elemento               | FV [kN] | Fl [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | et [m] | Mt [kNm] |
|------------------------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|--------|----------|
| <b>PLINTO</b>          | 2 835   |         |         | 2.10   | 0.90   | 5 954     |           |        | 0        |
| <b>MURO FRONTALE</b>   | 0       |         |         | 1.83   | 1.80   | 0         |           | 0.00   | 0        |
| <b>PARAGHIAIA</b>      | 601     |         |         | 2.65   | 3.48   | 1 592     |           | 0.00   | 0        |
| <b>OGGETTO I-ESIMO</b> | 0       |         |         | 0.00   | 0.00   | 0         |           | 0.00   | 0        |
| <b>MURI LATERALI</b>   | 196     |         |         | 3.55   | 3.48   | 696       |           | 0.00   | 0        |
| <b>BANDIERA</b>        | 0       |         |         | 5.45   | 4.15   | 0         |           | 0.00   | 0        |
| <b>TOTALE</b>          | 3 632   |         |         |        |        | 8 242     |           |        | 0        |

**PESO TERRENO**

| elemento            | FV [kN] | Fl [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | et [m] | Mt [kNm] |
|---------------------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|--------|----------|
| <b>RIEMPIMENTO</b>  | 1 097   |         |         | 3.55   | 3.48   | 3 896     |           |        |          |
| <b>RICOPRIMENTO</b> | 0       |         |         | 0.38   | 1.80   | 0         |           |        |          |

**AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO**

| condizione         | FV [kN] | Fl [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | et [m] | Mt [kNm] |
|--------------------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|--------|----------|
| <b>G1</b>          | 2 210   | 13      | 0       | 1.30   | 1.80   | 2 873     | 31        | 0.00   | 0        |
| <b>G2</b>          | 681     | 4       | 0       | 1.30   | 1.80   | 885       | 9         | 0.00   | 0        |
| <b>SLUSTRacc.7</b> | -623    | 632     | 234     | 1.30   | 1.80   | -809      | 1 517     | 0.00   | 1 528    |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

|                     |       |       |     |      |      |       |       |      |        |
|---------------------|-------|-------|-----|------|------|-------|-------|------|--------|
| SLUSTRacc.7         | 1 538 | 638   | 229 | 1.30 | 1.80 | 1 999 | 1 532 | 0.00 | 2 400  |
| SLUSTRacc.7         | -622  | 632   | 234 | 1.30 | 1.80 | -809  | 1 517 | 0.00 | 1 528  |
| SLUSTRacc.7         | 1 538 | 638   | 229 | 1.30 | 1.80 | 2 000 | 1 532 | 0.00 | 2 400  |
| SLUSTRacc.4         | -237  | 377   | 454 | 1.30 | 1.80 | -308  | 904   | 0.00 | 2 882  |
| SLUSTRacc.4         | 237   | 377   | 454 | 1.30 | 1.80 | 308   | 904   | 0.00 | 2 882  |
| SLUSTRacc.1         | 1 836 | 373   | 241 | 1.30 | 1.80 | 2 386 | 895   | 0.00 | 10 104 |
| SLUSTRacc.1         | 833   | 379   | 235 | 1.30 | 1.80 | 1 083 | 908   | 0.00 | 3 054  |
| SLUSTRacc.4         | -237  | 377   | 454 | 1.30 | 1.80 | -308  | 904   | 0.00 | 2 882  |
| SLUSTRacc.4         | 237   | 377   | 454 | 1.30 | 1.80 | 308   | 904   | 0.00 | 2 882  |
| SLUSTRacc.1         | -706  | 384   | 236 | 1.30 | 1.80 | -918  | 921   | 0.00 | 1 496  |
| SLUSTRacc.1         | 3 167 | 386   | 227 | 1.30 | 1.80 | 4 118 | 927   | 0.00 | 6 387  |
| SISMA LONG - VERT   | 2 470 | 1 123 |     | 1.30 | 1.80 | 3 211 | 2 696 | 0.00 | 0      |
| SISMA LONG + VERT   | 3 312 | 1 157 |     | 1.30 | 1.80 | 4 305 | 2 776 | 0.00 | 0      |
| SISMA +TRASV - VERT | 2 495 |       | 661 | 1.30 | 1.80 | 3 244 | 0     | 0.00 | 2 202  |
| SISMA +TRASV + VERT | 3 287 |       | 661 | 1.30 | 1.80 | 4 273 | 0     | 0.00 | 2 202  |
| SISMA -TRASV - VERT | 2 495 |       | 661 | 1.30 | 1.80 | 3 244 | 0     | 0.00 | 2 202  |
| SISMA -TRASV + VERT | 3 287 |       | 661 | 1.30 | 1.80 | 4 273 | 0     | 0.00 | 2 202  |

**SPINTA LONGITUDINALE TERRENO - attiva**

| condizione         | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | Mt [kNm] |
|--------------------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|----------|
| SPINTA ATTIVA (M1) |         | 1 031   |         |        | 1.72   |           | 1 771     |          |
| SOVRACCARICO (M1)  |         | 401     |         |        | 2.58   |           | 1 031     |          |
| FRENATURA          |         | 0       |         |        | 2.58   |           | 0         |          |

**SPINTA LONGITUDINALE TERRENO quiete + delta**

| condizione         | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | Mt [kNm] |
|--------------------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|----------|
| SPINTA RIPOSO (M1) | 643     | 1 490   |         | 4.20   | 1.72   | 2700      | 2 558     |          |
| SOVRACCARICO (M1)  | 250     | 579     |         | 4.20   | 2.58   | 1048      | 1 490     |          |
| FRENATURA          |         | 0       |         |        | 2.58   |           | 0         |          |

**SPINTA TRASVERSALE TERRENO - attiva**

| condizione    | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | Mt [kNm] |
|---------------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|----------|
| RISVOLTI (M1) |         |         | 0       |        | 2.92   |           |           | 0        |
| BANDIERE (M1) |         |         | 0       |        | 3.82   |           |           | 0        |
| TOTALE (M1)   |         |         | 0       |        |        |           |           | 0        |

**SPINTA TRASVERSALE TERRENO - quiete + delta**

| condizione    | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | Mt [kNm] |
|---------------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|----------|
| RISVOLTI (M1) | 0       |         | 0       | 0.90   | 2.92   |           |           | 0        |
| BANDIERE (M1) | 0       |         | 0       | 1.10   | 3.82   |           |           | 0        |
| TOTALE (M1)   |         |         | 0       |        |        |           |           | 0        |

**SPINTA TRASVERSALE SOVRACCARICO - attiva**

| condizione    | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | Mt [kNm] |
|---------------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|----------|
| RISVOLTI (M1) |         |         | 0       |        | 3.48   |           |           | 0        |
| BANDIERE (M1) |         |         | 0       |        | 4.15   |           |           | 0        |
| TOTALE (M1)   |         |         | 0       |        |        |           |           | 0        |

**SPINTA TRASVERSALE SOVRACCARICO - quiete + delta**

| condizione    | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | Mt [kNm] |
|---------------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|----------|
| RISVOLTI (M1) | 0       |         | 0       | 0.90   | 3.48   |           |           | 0        |
| BANDIERE (M1) | 0       |         | 0       | 1.10   | 4.15   |           |           | 0        |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

---

|             |   |   |
|-------------|---|---|
| TOTALE (M1) | 0 | 0 |
|-------------|---|---|

**SISMA LONGITUDINALE SPALLA**

| elemento               | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | Mt [kNm] |
|------------------------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|----------|
| <b>PLINTO</b>          |         | 817     |         |        | 0.90   |           | 735       |          |
| <b>M FRONTALE</b>      |         | 0       |         |        | 1.80   |           | 0         |          |
| <b>PARAGHIAIA</b>      |         | 173     |         |        | 3.48   |           | 601       |          |
| <b>OGGETTO I-ESIMO</b> |         | 0       |         |        | 0.00   |           | 0         |          |
| <b>RISVOLTI</b>        |         | 56      |         |        | 3.48   |           | 196       |          |
| <b>BANDIERE</b>        |         | 0       |         |        | 4.15   |           | 0         |          |
| <b>TOTALE</b>          |         | 1 046   |         |        |        |           | 1 533     |          |

**SISMA TRASVERSALE SPALLA**

| elemento               | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | Mt [kNm] |
|------------------------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|----------|
| <b>PLINTO</b>          |         |         | 817     |        | 0.90   |           |           | 735      |
| <b>M FRONTALE</b>      |         |         | 0       |        | 1.80   |           |           | 0        |
| <b>PARAGHIAIA</b>      |         |         | 173     |        | 3.48   |           |           | 601      |
| <b>OGGETTO I-ESIMO</b> |         |         | 0       |        | 0.00   |           |           | 0        |
| <b>RISVOLTI</b>        |         |         | 56      |        | 3.48   |           |           | 196      |
| <b>BANDIERE</b>        |         |         | 0       |        | 4.15   |           |           | 0        |
| <b>TOTALE</b>          |         |         | 1 046   |        |        |           |           | 1 533    |

**SISMA VERTICALE SPALLA**

| elemento               | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | Mt [kNm] |
|------------------------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|----------|
| <b>PLINTO</b>          | 211     |         |         | 2.10   |        | 443       |           |          |
| <b>M FRONTALE</b>      | 0       |         |         | 1.83   |        | 0         |           |          |
| <b>PARAGHIAIA</b>      | 45      |         |         | 2.65   |        | 118       |           |          |
| <b>OGGETTO I-ESIMO</b> | 0       |         |         | 0.00   |        | 0         |           |          |
| <b>RISVOLTI</b>        | 15      |         |         | 3.55   |        | 52        |           |          |
| <b>BANDIERE</b>        | 0       |         |         | 5.45   |        | 0         |           |          |
| <b>TOTALE</b>          | 270     |         |         |        |        | 613       |           |          |

**SOVRASPINTA SISMICA TERRENO longitudinale SV(+)**

| elemento            | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | Mt [kNm] |
|---------------------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|----------|
| <b>TERRENO (M1)</b> |         | 868     |         |        | 2.58   |           | 2 234     |          |
| <b>TERRENO (M2)</b> |         | 1 017   |         |        | 2.58   |           | 2 618     |          |

**SOVRASPINTA SISMICA TERRENO longitudinale SV(-)**

| elemento            | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | Mt [kNm] |
|---------------------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|----------|
| <b>TERRENO (M1)</b> |         | 639     |         |        | 2.58   |           | 1 646     |          |
| <b>TERRENO (M2)</b> |         | 738     |         |        | 2.58   |           | 1 899     |          |

**SOVRASPINTA SISMICA TERRENO trasversale SV(+)**

| elemento           | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | Mt [kNm] |
|--------------------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|----------|
| <b>RISVOLTI</b>    |         |         | 0       |        | 3.48   |           |           | 0        |
| <b>BANDIERE</b>    |         |         | 0       |        | 4.15   |           |           | 0        |
| <b>TOTALE (M1)</b> |         |         | 0       |        |        |           |           | 0        |
| <b>RISVOLTI</b>    |         |         | 0       |        | 3.48   |           |           | 0        |
| <b>BANDIERE</b>    |         |         | 0       |        | 4.15   |           |           | 0        |
| <b>TOTALE (M2)</b> |         |         | 0       |        |        |           |           | 0        |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

| <b>SOVRASPINTA SISMICA TERRENO trasversale SV(-)</b> |         |         |         |        |        |           |           |          |
|--|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|----------|
| elemento   | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | Mt [kNm] |
| <b>RISVOLTI</b>                                      |         |         | 0       |        | 3.48   |           |           | 0        |
| <b>BANDIERE</b>                                      |         |         | 0       |        | 4.15   |           |           | 0        |
| TOTALE (M1)  |         |         | 0       |        |        |           |           | 0        |
| <b>RISVOLTI</b>                                      |         |         | 0       |        | 3.48   |           |           | 0        |
| <b>BANDIERE</b>                                      |         |         | 0       |        | 4.15   |           |           | 0        |
| TOTALE (M2)  |         |         | 0       |        |        |           |           | 0        |
| <b>SISMA LONGITUDINALE RINTERRO</b>                  |         |         |         |        |        |           |           |          |
| elemento   | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | Mt [kNm] |
| <b>TERRENO</b>                                       |         | 316     |         |        | 3.48   |           | 1 098     |          |
| <b>SISMA TRASVERSALE RINTERRO</b>                    |         |         |         |        |        |           |           |          |
| elemento   | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | Mt [kNm] |
| <b>TERRENO</b>                                       |         |         | 316     |        | 3.48   |           |           | 1098     |
| <b>SISMA VERTICALE RINTERRO</b>                      |         |         |         |        |        |           |           |          |
| elemento   | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | Mt [kNm] |
| <b>TERRENO</b>                                       | 82      |         |         | 3.55   |        | 290       |           |          |
| <b>SPINTA LONGT IN CONDIZIONI SISMICHE (WOOD)</b>    |         |         |         |        |        |           |           |          |
| elemento   | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | Mt [kNm] |
| <b>TERRENO</b>                                       |         | 2 193   |         |        | 2.58   |           | 5 646     |          |
| <b>SPINTA TRASV IN CONDIZIONI SISMICHE (WOOD)</b>    |         |         |         |        |        |           |           |          |
| elemento   | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | bl [m] | bh [m] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | Mt [kNm] |
| <b>RISVOLTI</b>                                      |         |         | 0       |        | 3.48   |           |           | 0        |
| <b>BANDIERE</b>                                      |         |         | 0       |        | 4.15   |           |           | 0        |
| TOTALE   |         |         | 0       |        |        |           |           | 0        |

### 13.4 Azioni su micropali

Si calcolano le azioni sui micropali per le condizioni più significative.

Dati geometrici palificata (2 inclinato longitudinale; 1 verticale)

|        |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|        | 7.000 | 6.000 | 5.000 | 4.000 | 3.000 | 2.000 | 1.000 | 0.000 | -1.000 | -2.000 | -3.000 | -4.000 | -5.000 | -6.000 | -7.000 |
| 1.500  | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      |
| 0.000  | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      |
| -1.500 | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      |

|                                  |         |
|----------------------------------|---------|
| Numero di micropali pali totale  | 45      |
| Modulo longitudinale minimo palo | 45.0 m  |
| Modulo trasversale minimo palo   | 120.0 m |

#### SLE RARA.2

| CODICE CARICO | DESCRIZIONE                                 | FATTOR.            | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | Mt [kNm] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | MI [kNm] |        |
|---------------|---|--------------------|---------|---------|---------|----------|-----------|-----------|----------|--------|
| 1             | PESO PROPRIO SPALLA                         | -                  | 1.000   | 3 632   | 0       | 0        | 0         | 8 242     | 0        | -615   |
| 2             | PESO TERRENO                                | RIEMPIMENTO        | 1.000   | 1 097   | 0       | 0        | 0         | 3 896     | 0        | -1 591 |
| 2_1           | PESO TERRENO                                | RICOPRIMENTO       | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0      |
| 3             | AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO             | G1                 | 1.000   | 2 210   | 13      | 0        | 0         | 2 873     | 31       | 1 799  |
| 3_1           | AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO             | G2                 | 1.000   | 681     | 4       | 0        | 0         | 885       | 9        | 554    |
| 4_2           | AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO             | SLE Racc.7         | 1.000   | 1 176   | 531     | 152      | 1 825     | 1 528     | 1 275    | 2 215  |
| 9r            | SPINTA LONGITUDINALE TERRENO quiete + delta | SPINTA RIPOSO (M1) | 1.000   | 643     | 1 490   | 0        | 0         | 2 700     | 2 558    | 1 208  |
| 19r           | SPINTA TRASVERSALE TERRENO - quiete + delta | SPINTA RIPOSO (M1) | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0      |
| 10r           | SPINTA LONGITUDINALE TERRENO quiete + delta | SOVRACCARICO (M1)  | 1.000   | 250     | 579     | 0        | 0         | 1 048     | 1 490    | 966    |
| 20r           | SPINTA TRASVERSALE SOVRACCARICO - quiete    | SOVRACCARICO (M1)  | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0      |

TOTALE AZIONI AGENTI

|         |         |         |          |           |           |          |
|---------|---------|---------|----------|-----------|-----------|----------|
| FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | Mt [kNm] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | MI [kNm] |
| 9 689   | 2 617   | 152     | 1 825    | 21 173    | 5 363     | 4 536    |

| Condizione                                | N [kN]         | HI [kN] | M [kN m] | Ht [kN] | Mt [kN m] |
|---|----------------|---------|----------|---------|-----------|
| <b>SLE RARA.2</b>                         | 9 689          | 2 617   | 4 536    | 152     | 1 825     |
| Trasporto al baricentro palificata        | 9 689          | 2 617   | 4 536    | 152     | 1 825     |
| Trasporto assi principali palificata      | 9 689          | 2 617   | 4 536    | 152     | 1 825     |
| <b>Sforzo massimo per cond SLE RARA.2</b> | <b>608 kN</b>  |         |          |         |           |
| <b>Sforzo minimo per cond SLE RARA.2</b>  | <b>-149 kN</b> |         |          |         |           |

#### SLU STR.2

| CODICE CARICO | DESCRIZIONE                                 | FATTOR.            | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | Mt [kNm] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | MI [kNm] |        |
|---------------|---|--------------------|---------|---------|---------|----------|-----------|-----------|----------|--------|
| 1             | PESO PROPRIO SPALLA                         | -                  | 1.350   | 4 903   | 0       | 0        | 0         | 11 126    | 0        | -830   |
| 2             | PESO TERRENO                                | RIEMPIMENTO        | 1.350   | 1 482   | 0       | 0        | 0         | 5 260     | 0        | -2 148 |
| 2_1           | PESO TERRENO                                | RICOPRIMENTO       | 1.350   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0      |
| 3             | AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO             | G1                 | 1.350   | 2 983   | 17      | 0        | 0         | 3 878     | 41       | 2 428  |
| 3_1           | AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO             | G2                 | 1.500   | 1 022   | 6       | 0        | 0         | 1 328     | 14       | 832    |
| 4_2           | AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO             | SLU STRacc.7       | 1.000   | 1 538   | 638     | 229      | 2 400     | 1 999     | 1 532    | 2 763  |
| 9r            | SPINTA LONGITUDINALE TERRENO quiete + delta | SPINTA RIPOSO (M1) | 1.350   | 868     | 2 012   | 0        | 0         | 3 645     | 3 454    | 1 631  |
| 19r           | SPINTA TRASVERSALE TERRENO - quiete + delta | SPINTA RIPOSO (M1) | 1.350   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0      |
| 10r           | SPINTA LONGITUDINALE TERRENO quiete + delta | SOVRACCARICO (M1)  | 1.350   | 337     | 781     | 0        | 0         | 1 415     | 2 012    | 1 304  |
| 20r           | SPINTA TRASVERSALE SOVRACCARICO - quiete    | SOVRACCARICO (M1)  | 1.350   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0      |

TOTALE AZIONI AGENTI

|         |         |         |          |           |           |          |
|---------|---------|---------|----------|-----------|-----------|----------|
| FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | Mt [kNm] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | MI [kNm] |
| 13 133  | 3 455   | 229     | 2 400    | 28 652    | 7 053     | 5 980    |

| Condizione                               | N [kN]         | HI [kN] | M [kN m] | Ht [kN] | Mt [kN m] |
|--|----------------|---------|----------|---------|-----------|
| <b>SLU STR.2</b>                         | 13 133         | 3 455   | 5 980    | 229     | 2 400     |
| Trasporto al baricentro palificata       | 13 133         | 3 455   | 5 980    | 229     | 2 400     |
| Trasporto assi principali palificata     | 13 133         | 3 455   | 5 980    | 229     | 2 400     |
| <b>Sforzo massimo per cond SLU STR.2</b> | <b>810 kN</b>  |         |          |         |           |
| <b>Sforzo minimo per cond SLU STR.2</b>  | <b>-189 kN</b> |         |          |         |           |

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

**SISM.STR2 - VERIFICA SISMICA CON SISMA VERTICALE DIRETTO VERSO IL BASSO(SV+) + SISMA LONG**

| CODICE CARICO          | DESCRIZIONE                                     | FATTOR.            | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | Mt [kNm] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | MI [kNm] |        |
|------------------------|---|--------------------|---------|---------|---------|----------|-----------|-----------|----------|--------|
| 1                      | PESO PROPRIO SPALLA                             | -                  | 1.000   | 3 632   | 0       | 0        | 0         | 8 242     | 0        | -615   |
| 2                      | PESO TERRENO                                    | RIEMPIMENTO        | 1.000   | 1 097   | 0       | 0        | 0         | 3 896     | 0        | -1 591 |
| 2_1                    | PESO TERRENO                                    | RICOPRIMENTO       | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0      |
| 7                      | AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO                 | SISMA LONG + VERT  | 1.000   | 3 312   | 1 157   | 0        | 0         | 4 305     | 2 776    | 5 426  |
| 9a                     | SPINTA LONGITUDINALE TERRENO - attiva           | SPINTA ATTIVA (M1) | 1.000   | 0       | 1 031   | 0        | 0         | 0         | 1 771    | 1 771  |
| 19a                    | SPINTA TRASVERSALE TERRENO - attiva             | SPINTA ATTIVA (M1) | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0      |
| 15                     | SOVRASPINTA SISMICA TERRENO longitudinale SV(+) | TERRENO (M1)       | 1.000   | 0       | 968     | 0        | 0         | 0         | 2 234    | 2 234  |
| 12_1                   | SISMA LONGITUDINALE SPALLA                      | PLINTO             | 1.000   | 0       | 817     | 0        | 0         | 0         | 735      | 735    |
| 12_2                   | SISMA LONGITUDINALE SPALLA                      | M FRONTALE         | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0      |
| 12_3                   | SISMA LONGITUDINALE SPALLA                      | PARAGHIAIA         | 1.000   | 0       | 173     | 0        | 0         | 0         | 601      | 601    |
| 12_3_1                 | SISMA LONGITUDINALE SPALLA                      | OGGETTO I-ESIMO    | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0      |
| 12_4                   | SISMA LONGITUDINALE SPALLA                      | RISVOLTI           | 1.000   | 0       | 56      | 0        | 0         | 0         | 196      | 196    |
| 12_5                   | SISMA LONGITUDINALE SPALLA                      | BANDIERE           | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0      |
| 16                     | SISMA LONGITUDINALE RINTERRO                    | -                  | 1.000   | 0       | 316     | 0        | 0         | 0         | 1 098    | 1 098  |
| 14_1                   | SISMA VERTICALE SPALLA                          | PLINTO             | 1.000   | 211     | 0       | 0        | 0         | 443       | 0        | 0      |
| 14_2                   | SISMA VERTICALE SPALLA                          | M FRONTALE         | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0      |
| 14_3                   | SISMA VERTICALE SPALLA                          | PARAGHIAIA         | 1.000   | 45      | 0       | 0        | 0         | 118       | 0        | -25    |
| 14_3_1                 | SISMA VERTICALE SPALLA                          | OGGETTO I-ESIMO    | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0      |
| 14_4                   | SISMA VERTICALE SPALLA                          | RISVOLTI           | 1.000   | 15      | 0       | 0        | 0         | 52        | 0        | -21    |
| 14_5                   | SISMA VERTICALE SPALLA                          | BANDIERE           | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0      |
| 18                     | SISMA VERTICALE RINTERRO                        | -                  | 1.000   | 82      | 0       | 0        | 0         | 290       | 0        | -118   |
| TOTALE AZIONI AGENTI   |   |                    |         | 8 393   | 4 418   | 0        | 0         | 17 346    | 9 412    | 9 692  |
| QUOTA PARTE PERMANENTI |   |                    |         | 8 041   | 3 056   | 0        | 0         | 16 443    | 6 781    | 7 225  |

| Condizione                               | N [kN]         | HI [kN] | MI [kNm] | Ht [kN] | Mt [kNm] |
|--|----------------|---------|----------|---------|----------|
| <b>SISM.STR2</b>                         | 8 393          | 4 418   | 9 692    | 0       | 0        |
| Trasporto al baricentro palificata       | 8 393          | 4 418   | 9 692    | 0       | 0        |
| Trasporto assi principali palificata     | 8 393          | 4 418   | 9 692    | 0       | 0        |
| <b>Sforzo massimo per cond SISM.STR2</b> | <b>858 kN</b>  |         |          |         |          |
| <b>Sforzo minimo per cond SISM.STR2</b>  | <b>-461 kN</b> |         |          |         |          |

**SISM.STR1 - VERIFICA SISMICA CON SISMA VERTICALE DIRETTO VERSO L'ALTO(SV-) + SISMA LONG**

| CODICE CARICO          | DESCRIZIONE                                     | FATTOR.            | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | Mt [kNm] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | MI [kNm] |        |
|------------------------|---|--------------------|---------|---------|---------|----------|-----------|-----------|----------|--------|
| 1                      | PESO PROPRIO SPALLA                             | -                  | 1.000   | 3 632   | 0       | 0        | 0         | 8 242     | 0        | -615   |
| 2                      | PESO TERRENO                                    | RIEMPIMENTO        | 1.000   | 1 097   | 0       | 0        | 0         | 3 896     | 0        | -1 591 |
| 2_1                    | PESO TERRENO                                    | RICOPRIMENTO       | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0      |
| 6                      | AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO                 | SISMA LONG - VERT  | 1.000   | 2 470   | 1 123   | 0        | 0         | 3 211     | 2 696    | 4 672  |
| 9a                     | SPINTA LONGITUDINALE TERRENO - attiva           | SPINTA ATTIVA (M1) | 1.000   | 0       | 1 031   | 0        | 0         | 0         | 1 771    | 1 771  |
| 19a                    | SPINTA TRASVERSALE TERRENO - attiva             | SPINTA ATTIVA (M1) | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0      |
| 15_1                   | SOVRASPINTA SISMICA TERRENO longitudinale SV(-) | TERRENO (M1)       | 1.000   | 0       | 639     | 0        | 0         | 0         | 1 646    | 1 646  |
| 12_1                   | SISMA LONGITUDINALE SPALLA                      | PLINTO             | 1.000   | 0       | 817     | 0        | 0         | 0         | 735      | 735    |
| 12_2                   | SISMA LONGITUDINALE SPALLA                      | M FRONTALE         | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0      |
| 12_3                   | SISMA LONGITUDINALE SPALLA                      | PARAGHIAIA         | 1.000   | 0       | 173     | 0        | 0         | 0         | 601      | 601    |
| 12_3_1                 | SISMA LONGITUDINALE SPALLA                      | OGGETTO I-ESIMO    | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0      |
| 12_4                   | SISMA LONGITUDINALE SPALLA                      | RISVOLTI           | 1.000   | 0       | 56      | 0        | 0         | 0         | 196      | 196    |
| 12_5                   | SISMA LONGITUDINALE SPALLA                      | BANDIERE           | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0      |
| 16                     | SISMA LONGITUDINALE RINTERRO                    | -                  | 1.000   | 0       | 316     | 0        | 0         | 0         | 1 098    | 1 098  |
| 14_1                   | SISMA VERTICALE SPALLA                          | PLINTO             | -1.000  | -211    | 0       | 0        | 0         | -443      | 0        | 0      |
| 14_2                   | SISMA VERTICALE SPALLA                          | M FRONTALE         | -1.000  | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0      |
| 14_3                   | SISMA VERTICALE SPALLA                          | PARAGHIAIA         | -1.000  | -45     | 0       | 0        | 0         | -118      | 0        | 25     |
| 14_3_1                 | SISMA VERTICALE SPALLA                          | OGGETTO I-ESIMO    | -1.000  | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0      |
| 14_4                   | SISMA VERTICALE SPALLA                          | RISVOLTI           | -1.000  | -15     | 0       | 0        | 0         | -52       | 0        | 21     |
| 14_5                   | SISMA VERTICALE SPALLA                          | BANDIERE           | -1.000  | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0      |
| 18                     | SISMA VERTICALE RINTERRO                        | -                  | -1.000  | -82     | 0       | 0        | 0         | -290      | 0        | 118    |
| TOTALE AZIONI AGENTI   |   |                    |         | 6 848   | 4 156   | 0        | 0         | 14 446    | 8 744    | 8 678  |
| QUOTA PARTE PERMANENTI |   |                    |         | 7 200   | 2 794   | 0        | 0         | 15 349    | 6 113    | 5 863  |

| Condizione                               | N [kN]         | HI [kN] | MI [kNm] | Ht [kN] | Mt [kNm] |
|--|----------------|---------|----------|---------|----------|
| <b>SISM.STR1</b>                         | 6 848          | 4 156   | 8 678    | 0       | 0        |
| Trasporto al baricentro palificata       | 6 848          | 4 156   | 8 678    | 0       | 0        |
| Trasporto assi principali palificata     | 6 848          | 4 156   | 8 678    | 0       | 0        |
| <b>Sforzo massimo per cond SISM.STR1</b> | <b>772 kN</b>  |         |          |         |          |
| <b>Sforzo minimo per cond SISM.STR1</b>  | <b>-448 kN</b> |         |          |         |          |



AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

| SISM.STR5 - VERIFICA SISMICA CON SISMA VERTICALE DIRETTO VERSO IL BASSO(SV+) + SISMA TRASV(+Y) |   |                     |         |         |         |          |           |           |          |        |
|--|---|---------------------|---------|---------|---------|----------|-----------|-----------|----------|--------|
| CODICE CARICO  | DESCRIZIONE                                   | FATTOR.             | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | Mt [kNm] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | MI [kNm] |        |
| 1  | PESO PROPRIO SPALLA                           | -                   | 1.000   | 3 632   | 0       | 0        | 0         | 8 242     | 0        | -615   |
| 2  | PESO TERRENO                                  | RIEMPIMENTO         | 1.000   | 1 097   | 0       | 0        | 0         | 3 896     | 0        | -1 591 |
| 2_1  | PESO TERRENO                                  | RICOPRIMENTO        | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0      |
| 8_1  | AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO               | SISMA +TRASV + VERT | 1.000   | 3 287   | 0       | 661      | 2 202     | 4 273     | 0        | 2 629  |
| 9a   | SPINTA LONGITUDINALE TERRENO - attiva         | SPINTA ATTIVA (M1)  | 1.000   | 0       | 1 031   | 0        | 0         | 0         | 1 771    | 1 771  |
| 19a  | SPINTA TRASVERSALE TERRENO - attiva           | SPINTA ATTIVA (M1)  | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0      |
| 21   | SOVRASPINTA SISMICA TERRENO trasversale SV(+) | TOTALE (M1)         | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0      |
| 13_1   | SISMA TRASVERSALE SPALLA                      | PLINTO              | 1.000   | 0       | 0       | 817      | 735       | 0         | 0        | 0      |
| 13_2   | SISMA TRASVERSALE SPALLA                      | M FRONTALE          | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0      |
| 13_3   | SISMA TRASVERSALE SPALLA                      | PARAGHIAIA          | 1.000   | 0       | 0       | 173      | 601       | 0         | 0        | 0      |
| 13_3_1   | SISMA TRASVERSALE SPALLA                      | OGGETTO I-ESIMO     | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0      |
| 13_4   | SISMA TRASVERSALE SPALLA                      | RISVOLTI            | 1.000   | 0       | 0       | 56       | 196       | 0         | 0        | 0      |
| 13_5   | SISMA TRASVERSALE SPALLA                      | BANDIERE            | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0      |
| 17   | SISMA TRASVERSALE RINTERRO                    | -                   | 1.000   | 0       | 0       | 316      | 1 098     | 0         | 0        | 0      |
| 14_1   | SISMA VERTICALE SPALLA                        | PLINTO              | 1.000   | 211     | 0       | 0        | 0         | 443       | 0        | 0      |
| 14_2   | SISMA VERTICALE SPALLA                        | M FRONTALE          | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0      |
| 14_3   | SISMA VERTICALE SPALLA                        | PARAGHIAIA          | 1.000   | 45      | 0       | 0        | 0         | 118       | 0        | -25    |
| 14_3_1   | SISMA VERTICALE SPALLA                        | OGGETTO I-ESIMO     | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0      |
| 14_4   | SISMA VERTICALE SPALLA                        | RISVOLTI            | 1.000   | 15      | 0       | 0        | 0         | 52        | 0        | -21    |
| 14_5   | SISMA VERTICALE SPALLA                        | BANDIERE            | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0      |
| 18   | SISMA VERTICALE RINTERRO                      | -                   | 1.000   | 82      | 0       | 0        | 0         | 290       | 0        | -118   |

|                        |         |         |         |          |           |           |          |
|------------------------|---------|---------|---------|----------|-----------|-----------|----------|
| TOTALE AZIONI AGENTI   | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | Mt [kNm] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | MI [kNm] |
|                        | 8 368   | 1 031   | 2 024   | 4 833    | 17 313    | 1 771     | 2 030    |
| QUOTA PARTE PERMANENTI | 8 016   | 1 031   | 661     | 2 202    | 16 410    | 1 771     | 2 194    |

| Condizione                               | N [kN]        | HI [kN] | M [kNm] | Ht [kN] | Mt [kNm] |
|--|---------------|---------|---------|---------|----------|
| <b>SISM.STR5</b>                         | 8 368         | 1 031   | 2 030   | 2 024   | 4 833    |
| Trasporto al baricentro palificata       | 8 368         | 1 031   | 2 030   | 2 024   | 4 833    |
| Trasporto assi principali palificata     | 8 368         | 1 031   | 2 030   | 2 024   | 4 833    |
| <b>Sforzo massimo per cond SISM.STR5</b> | <b>389 kN</b> |         |         |         |          |
| <b>Sforzo minimo per cond SISM.STR5</b>  | <b>7 kN</b>   |         |         |         |          |

| SISM.STR3 - VERIFICA SISMICA CON SISMA VERTICALE DIRETTO VERSO L'ALTO(SV-) + SISMA TRASV(+Y) |   |                     |         |         |         |          |           |           |          |        |
|--|---|---------------------|---------|---------|---------|----------|-----------|-----------|----------|--------|
| CODICE CARICO  | DESCRIZIONE                                   | FATTOR.             | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | Mt [kNm] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | MI [kNm] |        |
| 1  | PESO PROPRIO SPALLA                           | -                   | 1.000   | 3 632   | 0       | 0        | 0         | 8 242     | 0        | -615   |
| 2  | PESO TERRENO                                  | RIEMPIMENTO         | 1.000   | 1 097   | 0       | 0        | 0         | 3 896     | 0        | -1 591 |
| 2_1  | PESO TERRENO                                  | RICOPRIMENTO        | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0      |
| 8  | AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO               | SISMA +TRASV - VERT | 1.000   | 2 495   | 0       | 661      | 2 202     | 3 244     | 0        | 1 996  |
| 9a   | SPINTA LONGITUDINALE TERRENO - attiva         | SPINTA ATTIVA (M1)  | 1.000   | 0       | 1 031   | 0        | 0         | 0         | 1 771    | 1 771  |
| 19a  | SPINTA TRASVERSALE TERRENO - attiva           | SPINTA ATTIVA (M1)  | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0      |
| 22   | SOVRASPINTA SISMICA TERRENO trasversale SV(-) | TOTALE (M1)         | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0      |
| 13_1   | SISMA TRASVERSALE SPALLA                      | PLINTO              | 1.000   | 0       | 0       | 817      | 735       | 0         | 0        | 0      |
| 13_2   | SISMA TRASVERSALE SPALLA                      | M FRONTALE          | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0      |
| 13_3   | SISMA TRASVERSALE SPALLA                      | PARAGHIAIA          | 1.000   | 0       | 0       | 173      | 601       | 0         | 0        | 0      |
| 13_3_1   | SISMA TRASVERSALE SPALLA                      | OGGETTO I-ESIMO     | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0      |
| 13_4   | SISMA TRASVERSALE SPALLA                      | RISVOLTI            | 1.000   | 0       | 0       | 56       | 196       | 0         | 0        | 0      |
| 13_5   | SISMA TRASVERSALE SPALLA                      | BANDIERE            | 1.000   | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0      |
| 17   | SISMA TRASVERSALE RINTERRO                    | -                   | 1.000   | 0       | 0       | 316      | 1 098     | 0         | 0        | 0      |
| 14_1   | SISMA VERTICALE SPALLA                        | PLINTO              | -1.000  | -211    | 0       | 0        | 0         | -443      | 0        | 0      |
| 14_2   | SISMA VERTICALE SPALLA                        | M FRONTALE          | -1.000  | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0      |
| 14_3   | SISMA VERTICALE SPALLA                        | PARAGHIAIA          | -1.000  | -45     | 0       | 0        | 0         | -118      | 0        | 25     |
| 14_3_1   | SISMA VERTICALE SPALLA                        | OGGETTO I-ESIMO     | -1.000  | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0      |
| 14_4   | SISMA VERTICALE SPALLA                        | RISVOLTI            | -1.000  | -15     | 0       | 0        | 0         | -52       | 0        | 21     |
| 14_5   | SISMA VERTICALE SPALLA                        | BANDIERE            | -1.000  | 0       | 0       | 0        | 0         | 0         | 0        | 0      |
| 18   | SISMA VERTICALE RINTERRO                      | -                   | -1.000  | -82     | 0       | 0        | 0         | -290      | 0        | 118    |

|                        |         |         |         |          |           |           |          |
|------------------------|---------|---------|---------|----------|-----------|-----------|----------|
| TOTALE AZIONI AGENTI   | FV [kN] | FI [kN] | Ft [kN] | Mt [kNm] | Msl [kNm] | Mrl [kNm] | MI [kNm] |
|                        | 6 873   | 1 031   | 2 024   | 4 833    | 14 479    | 1 771     | 1 725    |
| QUOTA PARTE PERMANENTI | 7 225   | 1 031   | 661     | 2 202    | 15 382    | 1 771     | 1 561    |

| Condizione                               | N [kN]        | HI [kN] | M [kNm] | Ht [kN] | Mt [kNm] |
|--|---------------|---------|---------|---------|----------|
| <b>SISM.STR3</b>                         | 6 873         | 1 031   | 1 725   | 2 024   | 4 833    |
| Trasporto al baricentro palificata       | 6 873         | 1 031   | 1 725   | 2 024   | 4 833    |
| Trasporto assi principali palificata     | 6 873         | 1 031   | 1 725   | 2 024   | 4 833    |
| <b>Sforzo massimo per cond SISM.STR3</b> | <b>347 kN</b> |         |         |         |          |
| <b>Sforzo minimo per cond SISM.STR3</b>  | <b>-22 kN</b> |         |         |         |          |

### 13.5 Verifica micropali

Per il calcolo delle resistenze, si rimanda alle verifiche della spalla precedente.

#### Dati generali

|  |               |     |       |
|--|---------------|-----|-------|
| Lunghezza                              | L             | m   | 12    |
| Perforazione                           | $\Phi$        | mm  | 300   |
| Diametro tubo armatura                 | $\phi$        | mm  | 193.7 |
| Spessore tubo armatura                 | s             | mm  | 10    |
| Tensione caratteristica di snervamento | fyk           | MPa | 355   |
| Coefficiente parziale di sicurezza     | $\gamma_{M0}$ | -   | 1.05  |

#### Stratigrafia

| Strato                        | sp(m) | $\alpha(-)$ | si(MPa) |
|-------------------------------|-------|-------------|---------|
| 3 - Alluvioni attuali recenti | 12.00 | 1.40        | 0.40    |
|                               |       |             |         |
|                               |       |             |         |

#### Dati terreno per verifica alla Broms

|   |           |       |     |
|---|-----------|-------|-----|
| Peso di unità di volume (con falda $\gamma = \gamma'$ ) | $\gamma$  | kN/mc | 10  |
| Angolo di attrito del terreno                           | $\varphi$ | °     | 42  |
| Momento di plasticizzazione della sezione               | My        | kNm   | 114 |

#### Verifica capacità portante verticale

|                                      |               |     | Ed   | Rd     | c.s. |
|--------------------------------------|---------------|-----|------|--------|------|
| Sforzo normale massimo nel micropalo | Np            | kN  | 858  | 3 726  | 0.23 |
| Sforzo normale minimo nel micropalo  | Np            | kN  | -461 | -2 980 | 0.15 |
| Tensione ideale nel tubo             | $\sigma_{id}$ | MPa | 149  | 338    | 0.44 |

#### Verifica capacità portante orizzontale

|  |            |    |       |    |      |
|--|------------|----|-------|----|------|
| Forza di taglio totale                 | Htot       | kN | 2 024 |    |      |
| Numero file longitudinali              | file long  | -  | 3     |    |      |
| Numero file trasversali                | file trasv | -  | 15    |    |      |
| Numero micropali totale                | np         | -  | 45    |    |      |
| Sforzo di taglio massimo nel micropalo | Hp         | kN | 45    | 63 | 0.72 |

#### Verifica strutturale tubo

|   |       |     |      |
|---|-------|-----|------|
| Sforzo normale massimo nel micropalo    | Np    | kN  | 389  |
| Sforzo di taglio massimo nel micropalo  | Hp    | kN  | 45   |
| Momento flettente massimo nel micropalo | Mp    | kNm | 42   |
| Costante elastica                       | Mp/Hp | m   | 0.94 |

#### Calcolo elastico

|                          |               |     |     |     |      |
|--------------------------|---------------|-----|-----|-----|------|
| Tensione ideale nel tubo | $\sigma_{id}$ | MPa | 236 | 338 | 0.70 |
|--------------------------|---------------|-----|-----|-----|------|

#### Calcolo plastico

|   |    |     |    |     |      |
|---|----|-----|----|-----|------|
| Classe della sezione                    | cl | -   | 1  |     |      |
| Momento flettente massimo nel micropalo | Mp | kNm | 42 | 91  | 0.46 |
| Sforzo di taglio massimo nel micropalo  | Hp | kN  | 45 | 717 | 0.06 |

## 14 ISOLATORI

Si riportano le caratteristiche principali degli isolatori elastomerici.

Il valore massimo in condizioni sismiche è calcolato facendo la sommatoria vettoriale

|             |         |        |            |              |             |             |  |
|-------------|---------|--------|------------|--------------|-------------|-------------|--|
| Rigidezza   | 3 390   | kN/m   |            |              |             |             |  |
| Smorzamento | 10      | %      |            |              |             |             |  |
| SISMICA     |         |        |            |              |             |             |  |
|             | Nmax    | Ux,max | Ux,max     | Uy,max       | Ux,prev,max | Uy,prev,max |  |
|             | SLC     | SLC    | DTU        | SLC          | SLC+0.5DT   | SLC+0.5DT   |  |
|             | kN      | mm     | mm         | mm           | mm          | mm          |  |
| Spalle      | 2 000   | 141    | 76         | 166          | 186         | 184         |  |
| Pile        | 6 000   | 141    | 76         | 166          | 186         | 184         |  |
| ESERCIZIO   |         |        |            |              |             |             |  |
|             | Nmax    |        | Ux,max     | Uy,max       |             |             |  |
|             | SLU STR |        | DTU caratt | vento caratt |             |             |  |
|             | kN      |        | mm         | mm           |             |             |  |
| Spalle      | 4 500   |        | 76         | 76           |             |             |  |
| Pile        | 12 000  |        | 76         | 76           |             |             |  |

Le azioni caratteristiche relative alle singole condizioni di carico sono le seguenti:

### Pila

| elementary actions | V2   | M3  | V3   | M2   | T | P      | load type | $\phi / \psi$ |
|--------------------|------|-----|------|------|---|--------|-----------|---------------|
| G1impa             | -4   | -2  | 0    | 0    | 0 | -4 171 |           | 1             |
| G2                 | -1   | -1  | 0    | 0    | 0 | -1 286 |           | 1             |
| G1sott             | 0    | 0   | 0    | 0    | 0 | 0      |           | 1             |
| Q1K                | -2   | -1  | -9   | -4   | 0 | -3 141 | moving    | 1             |
| Q10                | -1   | 0   | -5   | -2   | 0 | -1 592 | moving    | 1             |
| Q3                 | -45  | -22 | 0    | 0    | 0 | 0      | env       | 1             |
| Q4                 | 0    | 0   | 0    | 0    | 0 | 0      | env       | 1             |
| Q5                 | -3   | -1  | -228 | -114 | 0 | -276   | env       | 1             |
| Q5q                | -2   | -1  | -193 | -97  | 0 | -234   | env       | 1             |
| Q7                 | 0    | 0   | 0    | 0    | 0 | 0      | env       | 0             |
| E3                 | -148 | -74 | 0    | 0    | 0 | -28    | env       | 1             |
| SX                 | 431  | 215 | 0    | 0    | 0 | 3      | max       | 1.00          |
| SY                 | 14   | 7   | 476  | 238  | 0 | 46     | max       | 1.00          |
| SZ                 | 1    | 1   | 0    | 0    | 0 | 456    | max       | 1             |

### Spalle

| elementary actions | V2   | M3   | V3   | M2  | T | P      | load type | $\phi / \psi$ |
|--------------------|------|------|------|-----|---|--------|-----------|---------------|
| G1impa             | -6   | -3   | 0    | 0   | 0 | -1 105 |           | 1             |
| G2                 | -2   | -1   | 0    | 0   | 0 | -341   |           | 1             |
| G1sott             | 0    | 0    | 0    | 0   | 0 | 0      |           | 1             |
| Q1K                | -3   | -2   | 1    | 1   | 0 | -1 677 | moving    | 1             |
| Q10                | -1   | -1   | 1    | 0   | 0 | -1 010 | moving    | 1             |
| Q3                 | -45  | -23  | 0    | 0   | 0 | -4     | env       | 1             |
| Q4                 | 0    | 0    | 0    | 0   | 0 | 0      | env       | 1             |
| Q5                 | -5   | -3   | -151 | -76 | 0 | -133   | env       | 1             |
| Q5q                | -4   | -2   | -128 | -64 | 0 | -112   | env       | 1             |
| Q7                 | 0    | 0    | 0    | 0   | 0 | 0      | env       | 0             |
| E3                 | -262 | -131 | 0    | 0   | 0 | -164   | env       | 1             |
| SX                 | 438  | 219  | 0    | 0   | 0 | 18     | max       | 1.00          |
| SY                 | 17   | 9    | 331  | 165 | 0 | 71     | max       | 1.00          |
| SZ                 | 3    | 2    | 0    | 0   | 0 | 368    | max       | 1             |