

## ASSE VIARIO MARCHE – UMBRIA E QUADRILATERO DI PENETRAZIONE INTERNA MAXI LOTTO 2

LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLA DIRETTRICE PERUGIA ANCONA:  
SS. 318 DI “VALFABBRICA”. TRATTO PIANELLO – VALFABBRICA  
SS. 76 “VAL D’ESINO”. TRATTI FOSSATO VICO – CANCELLI E ALBACINA – SERRA SAN QUIRICO  
“PEDEMONTANA DELLE MARCHE”, TRATTO FABRIANO – MUCCIA – SFERZIA

### PERIZIA DI VARIANTE

|   |  |   |
|---|--|---|
| <p>CONTRAENTE<br/><b>DIRPA 2</b><br/>s.c.a.r.l.</p>    | <p>GENERALE</p>  | <p>IL RESPONSABILE DEL CONTRAENTE GENERALE</p>                |
| <p>PROGETTAZIONE<br/><br/>Partecipazioni Italia S.p.A.<br/><br/>IL PROGETTISTA<br/>Dott. Ing. Salvatore Lieto<br/>Ordine degli Ingegneri Prov. di Mantova<br/>n.1147<br/><br/>IL GEOLOGO<br/>Geol. Amedeo Babbini<br/>Ordine dei Geologi Regione Toscana n.1032</p> | <p>ASSISTENZA ALLA PROGETTAZIONE</p>  <p>IL PROGETTISTA<br/>Ing. Valter Capata</p> |   |
| <p>VISTO<br/>IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO<br/><br/>Ing. Iginio Farotti</p>  | <p>IL COORDINATORE DELLA<br/>SICUREZZA IN FASE DI<br/>ESECUZIONE<br/><br/>Ing. Vincenzo Pardo</p>  | <p>IL DIRETTORE DEI LAVORI<br/><br/>Ing. Peppino Marascio</p> |

#### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

**3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud**  
**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia**

#### OPERE D'ARTE MINORI: GENERALE

Paratia di controripa in DX dal km 1+235 al km 1+300  
Relazione tecnica e di calcolo

SCALA:

DATA:

Gennaio 2022

Codice Unico di Progetto (CUP) F12C03000050021 (Assegnato CIPE 23-12-2015)

|                   | Opera     | Tratto | Settore | CEE | WBS         | Id. doc. | N. prog. | Rev. |
|-------------------|-----------|--------|---------|-----|-------------|----------|----------|------|
| Codice Elaborato: | L 0 7 0 3 | 2 1 3  | E       | 1 6 | O S 0 0 0 2 | R E L    | 0 1      | B    |

| REV. | DATA         | DESCRIZIONE   | Redatto |            | Controllato | Approvato |
|------|--------------|---|---------|------------|-------------|-----------|
| A    | Luglio 2021  | Emissione PED                                       | SGS     | C.Agostini | V.Capata    | S.Lieto   |
| B    | Gennaio 2022 | Emissione a seguito istruttoria ANAS del 22.12.2021 | SGS     | C.Agostini | V.Capata    | S.Lieto   |
|      |              |   |         |            |             |           |

## INDICE

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. GENERALITÀ</b>   | <b>4</b>  |
| <b>2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO</b>                             | <b>5</b>  |
| 2.1 DOCUMENTI DI PROGETTO                                      | 5         |
| 2.2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO                                   | 5         |
| 2.3 SOFTWARE   | 5         |
| <b>3. DESCRIZIONE DELL' OPERA</b>                              | <b>6</b>  |
| <b>4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI</b>                        | <b>9</b>  |
| 4.1 CALCESTRUZZO PER PALI E CORDOLO                            | 9         |
| 4.2 ACCIAIO PER BARRE DI ARMATURA                              | 9         |
| <b>5. MODELLO GEOTECNICO DI RIFERIMENTO</b>                    | <b>11</b> |
| 5.1 LIVELLO DELLA FALDA  | 11        |
| 5.2 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA                               | 11        |
| <b>6. CARATTERIZZAZIONE SISMICA</b>                            | <b>13</b> |
| <b>7. VERIFICHE GEOTECNICHE E STRUTTURALI</b>                  | <b>14</b> |
| 7.1 VERIFICHE GEOTECNICHE                                      | 14        |
| 7.1.1 STABILITA' GLOBALE                                       | 14        |
| 7.1.2 STABILITA' PARATIA                                       | 14        |
| 7.2 VERIFICHE STRUTTURALI DELLE SEZIONI IN C.A.                | 14        |
| 7.2.1 STATO LIMITE ULTIMO                                      | 14        |
| 7.2.2 STATO LIMITE ESERCIZIO                                   | 14        |
| <b>8. STATI LIMITE E COMBINAZIONI DI CALCOLO</b>               | <b>16</b> |
| 8.1 STATO LIMITE ULTIMO  | 16        |
| 8.2 STATO LIMITE ESERCIZIO                                     | 17        |
| <b>9. ANALISI DEI CARICHI</b>                                  | <b>18</b> |
| 9.1 CARICHI PERMANENTI   | 18        |
| 9.2 AZIONE SISMICA   | 18        |
| <b>10. ANALISI E VERIFICHE</b>                                 | <b>20</b> |
| 10.1 SEZIONI DI CALCOLO  | 20        |
| 10.2 RISULTATI DELLE ANALISI: SEZIONE PARATIA                  | 20        |
| 10.2.1 Sollecitazioni nella paratia                            | 22        |
| 10.2.2 Verifica sulla spinta mobilitata al piede della paratia | 24        |
| 10.2.3 Stima degli spostamenti della paratia                   | 25        |
| 10.2.4 Stabilità globale                                       | 26        |
| 10.2.5 Verifiche strutturali                                   | 28        |
| 10.1 VERIFICHE STRUTTURALI DELLA TRAVE DI CORONAMENTO          | 35        |
| <b>11. CONCLUSIONI</b>   | <b>38</b> |
| <b>ALLEGATO A</b>  | <b>39</b> |



### **2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

**3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud**

**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia**

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Paratia di controripa in DX dal km 1+235 al km 1+300 - Relazione tecnica e di calcolo

|                |               |              |           |               |                |                |           |                         |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|----------------|----------------|-----------|-------------------------|
| Opera<br>LO703 | Tratto<br>213 | Settore<br>E | CEE<br>16 | WBS<br>OS0002 | Id.doc.<br>REL | N. prog.<br>01 | Rev.<br>B | Pag. di Pag.<br>3 di 40 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|----------------|----------------|-----------|-------------------------|

**ALLEGATO B..... 40**



### **2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

**3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud**

**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia**

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Paratia di controripa in DX dal km 1+235 al km 1+300 - Relazione tecnica e di calcolo

|                |               |              |           |               |                |               |           |                        |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|----------------|---------------|-----------|------------------------|
| Opera<br>LO703 | Tratto<br>213 | Settore<br>E | CEE<br>16 | WBS<br>OS0002 | Id.doc.<br>REL | N.prog.<br>01 | Rev.<br>B | Pag.di Pag.<br>4 di 40 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|----------------|---------------|-----------|------------------------|

## **1. GENERALITÀ**

Il presente documento costituisce la relazione di calcolo del Progetto Esecutivo di Dettaglio (PED) delle opere geotecniche di contenimento previste nell'ambito dei lavori di completamento degli stralci funzionali 3 e 4 del tratto della Pedemontana delle Marche.

La redazione del Progetto Esecutivo di Dettaglio ha lo scopo di ottimizzare, laddove possibile, le opere geotecniche oggetto del Progetto Esecutivo. A tal fine, sono state prese come riferimento per la ottimizzazione le valutazioni e caratterizzazioni idrogeologiche, geotecniche e sismiche dei siti in esame presenti nel Progetto Esecutivo. I calcoli e le verifiche di sicurezza in conformità alle norme NTC 2008.

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Paratia di controripa in DX dal km 1+235 al km 1+300 - Relazione tecnica e di calcolo

|                |               |              |           |               |                |               |           |                        |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|----------------|---------------|-----------|------------------------|
| Opera<br>LO703 | Tratto<br>213 | Settore<br>E | CEE<br>16 | WBS<br>OS0002 | Id.doc.<br>REL | N.prog.<br>01 | Rev.<br>B | Pag.di Pag.<br>5 di 40 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|----------------|---------------|-----------|------------------------|

## 2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Nella redazione del progetto esecutivo di dettaglio si è fatto riferimento ai seguenti documenti.

### 2.1 DOCUMENTI DI PROGETTO

- L0703213E01000000REL01D - Relazione tecnica generale
- L0703213E02GE0000REL01C - Relazione geologica, geomorfologica e geoidrologica generale
- L03213E02GE0001REL01D - Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali
- L0703213E04000000REL01D - Relazione sismica
- L0703213E02GE0000PRF01C – Profilo geologico
- L0703213E02GE0001PRF01D – Profilo geotecnico

### 2.2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Nella redazione del progetto esecutivo si è fatto riferimento ai seguenti documenti normativi.

- D.M. 14/01/2008 "Norme tecniche per le costruzioni" (NTC08).
- Circolare del 02/02/2009. Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. del 14/01/2008.
- UNI EN1990 EUROCODICE 0 – Criteri generali di progettazione strutturale.
- UNI EN1991 EUROCODICE 1 – Azioni sulle strutture
- UNI EN1992-1-1 EUROCODICE 2, parte 1-1 Progettazione delle strutture in calcestruzzo. Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI EN 1997-1. EUROCODICE 7, parte 1. Progettazione geotecnica. Parte 1: Regole generali
- UNI EN 1998-5. EUROCODICE 8, parte 5. Progettazione delle strutture per la resistenza sismica. Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

### 2.3 SOFTWARE

RC-Sec (GeoStru – 2021) - [www.geostru.eu](http://www.geostru.eu)

PARATIE PLUS – versione 2021 – Harpaceas – [www.harpaceas.it](http://www.harpaceas.it)

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Paratia di controripa in DX dal km 1+235 al km 1+300 - Relazione tecnica e di calcolo

| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS    | Id.doc | N. prog. | Rev. | Pag. di Pag. |
|-------|--------|---------|-----|--------|--------|----------|------|--------------|
| LO703 | 213    | E       | 16  | OS0002 | REL    | 01       | B    | 6 di 40      |

## 3. DESCRIZIONE DELL' OPERA

Le analisi e verifiche nel seguito esposte fanno in particolare riferimento all'opera di sostegno OS02 situata in DX dell'asse stradale, dal km 1+235 al km 1+300, per uno sviluppo totale di circa 65 m.

Nell'ambito del Progetto Esecutivo di Dettaglio (PED), l'ottimizzazione dell'opera in oggetto prevede la realizzazione di paratie di pali  $\phi 1500/1.7\text{m}$  aventi lunghezza di 13m.

In Figura 1, Figura 2 e Figura 3 sono rappresentati pianta, profilo e sezioni tipo dell'opera. Per i dettagli si rimanda agli elaborati grafici di riferimento.

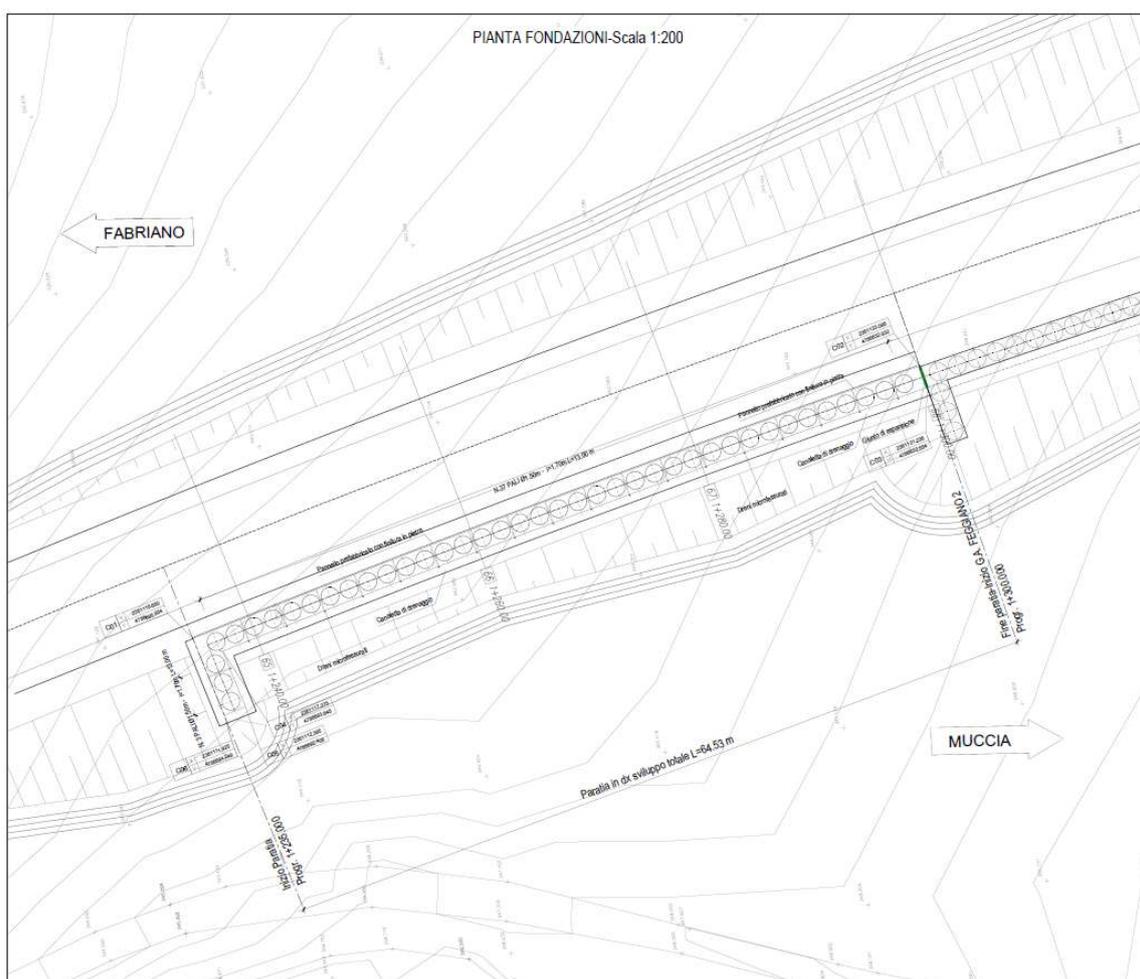


Figura 1 – Pianta dell'intervento

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Paratia di contropripa in DX dal km 1+235 al km 1+300 - Relazione tecnica e di calcolo

|       |        |         |     |        |         |         |      |             |
|-------|--------|---------|-----|--------|---------|---------|------|-------------|
| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS    | Id.doc. | N.prog. | Rev. | Pag.di Pag. |
| LO703 | 213    | E       | 16  | OS0002 | REL     | 01      | B    | 7 di 40     |

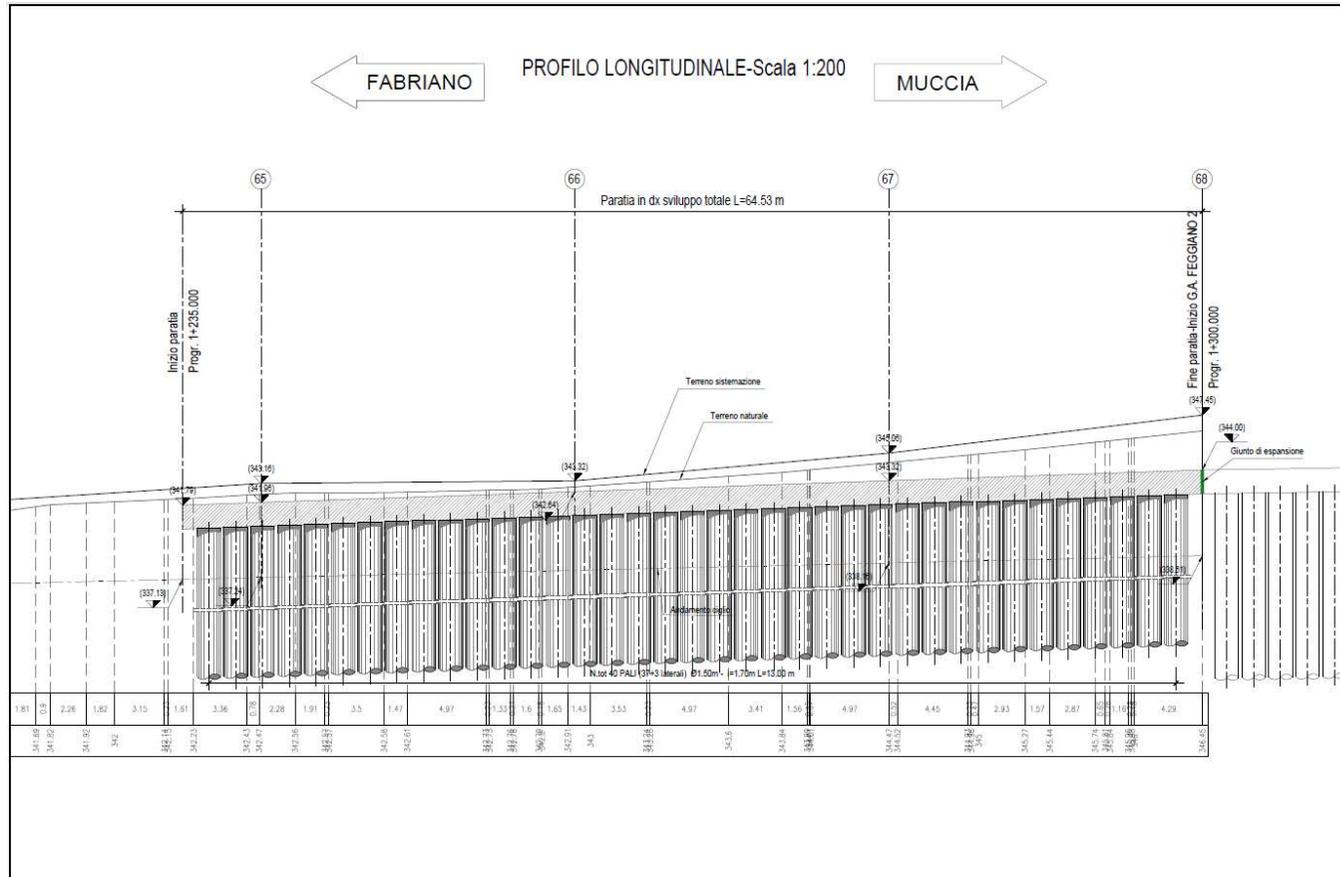


Figura 2 – Profilo longitudinale della paratia

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Paratia di controripa in DX dal km 1+235 al km 1+300 - Relazione tecnica e di calcolo

|       |        |         |     |        |         |         |      |             |
|-------|--------|---------|-----|--------|---------|---------|------|-------------|
| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS    | Id.doc. | N.prog. | Rev. | Pag.di Pag. |
| LO703 | 213    | E       | 16  | OS0002 | REL     | 01      | B    | 8 di 40     |

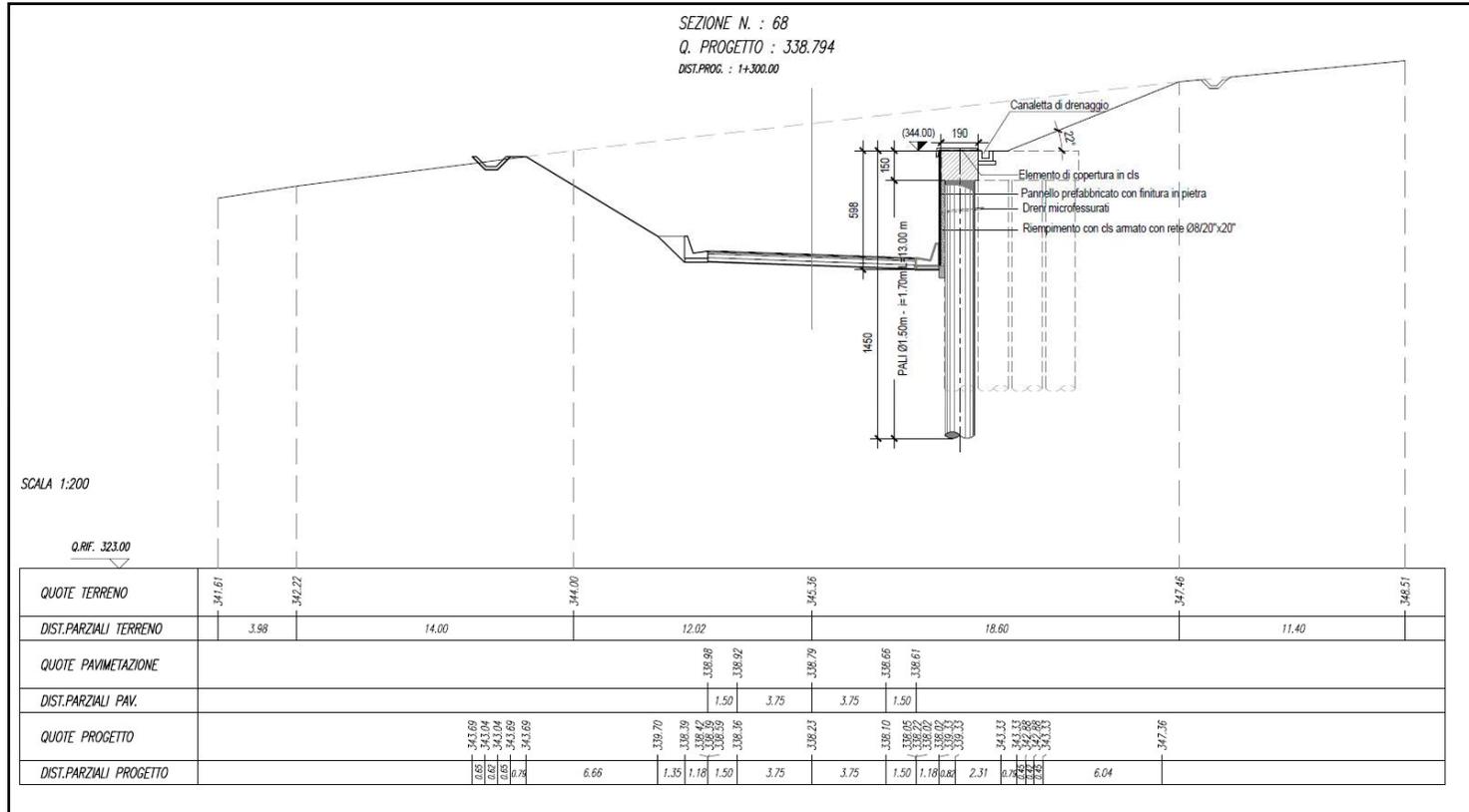


Figura 3 – Sezione tipo paratia

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Paratia di controripa in DX dal km 1+235 al km 1+300 - Relazione tecnica e di calcolo

|                |               |              |           |               |                |                |           |                         |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|----------------|----------------|-----------|-------------------------|
| Opera<br>LO703 | Tratto<br>213 | Settore<br>E | CEE<br>16 | WBS<br>OS0002 | Id.doc.<br>REL | N. prog.<br>01 | Rev.<br>B | Pag. di Pag.<br>9 di 40 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|----------------|----------------|-----------|-------------------------|

## 4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

### 4.1 CALCESTRUZZO PER PALI E CORDOLO

Per i getti in opera è stato considerato un calcestruzzo di classe C32/40 ( $R_{ck}=30\text{MPa}$  a 28 gg), le cui proprietà meccaniche sono:

- Resistenza caratteristica cubica a compressione 28 gg:  $R_{ck} = 40 \text{ MPa}$
- Resistenza caratteristica cilindrica a compressione 28 gg  $f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} = 32 \text{ MPa}$
- Resistenza media cilindrica a compressione:  $f_{cm} = f_{ck} + 8 = 40 \text{ MPa}$
- Resistenza media a trazione semplice (assiale):  $f_{ctm} = 0.3 \cdot f_{ck}^{2/3} = 3.02 \text{ MPa}$
- Resistenza caratteristica corrispondente al frattile 5%:  $f_{ctk,0.05} = 0.7 \cdot f_{ctm} = 2.12 \text{ MPa}$
- Modulo elastico  $E_{cm} = 22 \cdot (f_{cm}/10)^{0.3} = 33 \text{ GPa}$
- Rapporto massimo acqua/cemento:  $A/C \leq 0.50$
- Classe di esposizione ambientale:  $XA2$

I valori delle resistenze di progetto sono ottenuti applicando i seguenti fattori di sicurezza:

- Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo:  $\gamma_c = 1.5$
- Coefficiente riduttivo per la resistenza di lunga durata:  $\alpha_{cc} = 0.85$

#### Resistenza di progetto allo SLU

- Resistenza di calcolo a compressione:  $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 18.1 \text{ MPa}$
- Resistenza di calcolo a trazione:  $f_{ctd} = f_{ctk,0.05} / \gamma_c = 1.41 \text{ MPa}$

#### Resistenza di progetto allo SLE

- Tensione limite in comb. caratteristica (rara)  $\sigma_{c,r} = 0.6 \cdot f_{ck} = 19.2 \text{ MPa}$
- Tensione limite in comb. quasi permanente  $\sigma_{c,qp} = 0.45 \cdot f_{ck} = 14.4 \text{ MPa}$
- Tensione limite fessurazione (trazione)  $\sigma_t = f_{ctm} / 1.2 = 2.52 \text{ MPa}$

### 4.2 ACCIAIO PER BARRE DI ARMATURA

Per le barre di armatura è stato considerato un acciaio del tipo B450C, le cui caratteristiche di resistenza sono:

- Tensione caratteristica di snervamento:  $f_{yk} \geq 450 \text{ MPa}$
- Tensione caratteristica di rottura:  $f_{tk} \geq 540 \text{ MPa}$
- Rapporto  $(f_t/f_y)_k$ :  $1.15 \leq (f_t/f_y)_k < 1.35$
- Limite sup. resistenza caratteristica di snervamento:  $f_{yk}/(450\text{MPa}) \leq 1.25$
- Allungamento:  $(A_{gt})_k \geq 7.5\%$

Il valore della resistenza di progetto è ottenuto applicando un fattore di sicurezza pari a:

- Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio:  $\gamma_s = 1.15$



### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Paratia di controripa in DX dal km 1+235 al km 1+300 - Relazione tecnica e di calcolo

|                |               |              |           |               |                |               |           |                         |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|----------------|---------------|-----------|-------------------------|
| Opera<br>LO703 | Tratto<br>213 | Settore<br>E | CEE<br>16 | WBS<br>OS0002 | Id.doc.<br>REL | N.prog.<br>01 | Rev.<br>B | Pag.di Pag.<br>10 di 40 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|----------------|---------------|-----------|-------------------------|

#### Resistenza di progetto allo SLU

- Resistenza di calcolo dell'acciaio:  $f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s = 450/1.15 = 391 \text{ MPa}$

#### Resistenza di progetto allo SLE

- Tensione massima acciaio  $\sigma_s = 0.8 f_{yk} = 360 \text{ MPa}$

## 5. MODELLO GEOTECNICO DI RIFERIMENTO

Nel presente paragrafo si riporta la caratterizzazione geotecnica specifica per l'opera in esame. Per dettagli si rimanda alla Relazione Geotecnica Generale. Si sottolinea, comunque, che mediamente il profilo stratigrafico presenta un primo strato di depositi alluvionali a componente limoso argillosa sabbiosa che si estendono sino ad una profondità media di circa 11 m. Al di sotto di tale strato è presente una fascia di spessore variabile costituita da argilla limosa, marnosa, consistente che sovrasta il substrato a carattere da semilitoide a litoide, e rappresenta la parte superiore alterata del substrato. Quest'ultimo è costituito dalla Formazione di Camerino.

Nell'area adiacente all'opera in oggetto si ha il seguente sondaggio di riferimento: X3.5.

Analizzando il profilo geologico geotecnico, e considerando i tratti di ubicazione dell'opera di sostegno oggetto di dimensionamento, è possibile dunque assumere cautelativamente, la seguente configurazione stratigrafica:

**Tabella 1 - Stratigrafia di riferimento OS04**

| Unità geotecnica | Profondità dal piano campagna [m da p.c.] | Descrizione   |
|------------------|---|---|
| Aate             | 0 ÷ 11.0                                  | Depositi alluvionali terrazzati limoso sabbiosi argillosi |
| Salt             | 11.0 ÷ 14.0                               | Substrato alterato argilloso limoso                       |
| Ap               | >14.0                                     | Substrato arenaceo pelitico                               |

### 5.1 LIVELLO DELLA FALDA

La falda è riscontrata a profondità variabili. Sulla base del livello massimo di falda rilevato nella strumentazione installata in prossimità dell'area in esame e dell'andamento riportato nel profilo geotecnico, nelle analisi si assume un livello di **falda prossima ad una profondità di circa 3 metri dal piano campagna.**

### 5.2 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

I parametri geotecnici considerati per l'opera in esame sono riportati nella seguente tabella e fanno riferimento alla caratterizzazione presentata nella relazione L03213E02GE0001REL01D. In termini operativi sono stati adottati i valori caratteristici medi espressi all'interno dei range di progetto.

**Tabella 2 - Parametri geotecnici terreno in sito**

| Unità | $\gamma$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | $\phi'$<br>[°] | $c'$<br>[kPa] | E<br>[MPa] | $\nu$<br>[-] |
|-------|----------------------------------|----------------|---------------|------------|--------------|
| Aate  | 19                               | 31             | 10            | 40         | 0.2          |
| Salt  | 20                               | 26             | 10            | 200        | 0.2          |



### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Paratia di controripa in DX dal km 1+235 al km 1+300 - Relazione tecnica e di calcolo

|                |               |              |           |               |                |                |           |                          |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|----------------|----------------|-----------|--------------------------|
| Opera<br>LO703 | Tratto<br>213 | Settore<br>E | CEE<br>16 | WBS<br>OS0002 | Id.doc.<br>REL | N. prog.<br>01 | Rev.<br>B | Pag. di Pag.<br>12 di 40 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|----------------|----------------|-----------|--------------------------|

|    |    |    |    |     |     |
|----|----|----|----|-----|-----|
| Ap | 23 | 36 | 70 | 106 | 0.2 |
|----|----|----|----|-----|-----|

$\gamma$  = peso dell'unità di volume

$\varphi'$  = angolo di resistenza al taglio

$c'$  = coesione drenata

E = modulo elastico

$\nu$  = Modulo poisson

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Paratia di controripa in DX dal km 1+235 al km 1+300 - Relazione tecnica e di calcolo

|                |               |              |           |               |                |               |           |                         |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|----------------|---------------|-----------|-------------------------|
| Opera<br>LO703 | Tratto<br>213 | Settore<br>E | CEE<br>16 | WBS<br>OS0002 | Id.doc.<br>REL | N.prog.<br>01 | Rev.<br>B | Pag.di Pag.<br>13 di 40 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|----------------|---------------|-----------|-------------------------|

## 6. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Per la caratterizzazione sismica del sito si rimanda alle considerazioni presenti nella relazione sismica (L0703213E04000000REL01D).

Di seguito si riportano i parametri di progetto adottati per le verifiche della stabilità dell'opera in caso di azione sismica.

**Tabella 3 – Periodo di riferimento azione sismica**

| Vita nominale<br>$V_N$ | Classe d'uso | Coefficiente<br>d'uso | Periodo di<br>riferimento $V_R$ |
|------------------------|--------------|-----------------------|---------------------------------|
| 50                     | III          | 1.5                   | 75                              |

**Tabella 4 - Accelerazione (ag), fattore (F0) e periodo (T\*c)**

| $V_R$<br>[anni] | Stato Limite | $PV_R$<br>- | $T_R$<br>[anni] | $a_g$<br>[g] | $F_0$<br>[-] | $T_c$<br>[s] |
|-----------------|--------------|-------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|
| 75              | SLO          | 81%         | 45              | 0.078        | 2.440        | 0.285        |
|                 | SLD          | 63%         | 75              | 0.097        | 2.433        | 0.295        |
|                 | SLV          | 10%         | 712             | 0.220        | 2.544        | 0.333        |
|                 | SLC          | 5%          | 1462            | 0.277        | 2.584        | 0.343        |

Lo spettro di risposta elastico per la descrizione della componente orizzontale del moto sismico è infine costruito a partire dai parametri seguenti.

**Tabella 5 – Caratterizzazione sito**

| Categoria di<br>sottosuolo | Categoria<br>topografica | $S_s$ , fattore<br>stratigrafico | $S_t$ , fattore<br>topografico |
|----------------------------|--------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| C                          | T1                       | 1.36                             | 1.0                            |

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Paratia di controripa in DX dal km 1+235 al km 1+300 - Relazione tecnica e di calcolo

|                |               |              |           |               |                |               |           |                         |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|----------------|---------------|-----------|-------------------------|
| Opera<br>LO703 | Tratto<br>213 | Settore<br>E | CEE<br>16 | WBS<br>OS0002 | Id.doc.<br>REL | N.prog.<br>01 | Rev.<br>B | Pag.di Pag.<br>14 di 40 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|----------------|---------------|-----------|-------------------------|

## 7. VERIFICHE GEOTECNICHE E STRUTTURALI

Di seguito si riassumono le verifiche condotte per la stabilità globale dell'opera in esame e le verifiche strutturali della paratia.

### 7.1 VERIFICHE GEOTECNICHE

#### 7.1.1 STABILITA' GLOBALE

La verifica di stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno è condotta mediante l'ausilio del modulo di stabilità dei pendii (VSP) del software di calcolo Paratie Plus.

Per la verifica si fa riferimento al metodo dell'equilibrio limite di Bishop.

#### 7.1.2 STABILITA' PARATIA

La verifica di stabilità dell'opera di sostegno è condotta mediante l'ausilio del programma Paratie Plus.

Per ulteriori dettagli si rimanda all'Appendice A.

### 7.2 VERIFICHE STRUTTURALI DELLE SEZIONI IN C.A.

Le verifiche delle sezioni in c.a. dei pali della paratia sono state condotte per mezzo del codice RC-Sec (GeoStru – 2021). Le sollecitazioni sulla paratia sono ricavate, in condizioni SLE, SLU ed SLV, dal calcolo svolto con il codice Paratie Plus.

#### 7.2.1 STATO LIMITE ULTIMO

La determinazione della capacità resistente della sezione del palo viene effettuata con i criteri di cui al punto 4.1.2.3 delle NTC08 per le seguenti sollecitazioni:

- Pressoflessione (rif. formule al punto 4.1.2.1.2.4 delle NTC 2008);
- Taglio per elementi con armature trasversali (rif. formule al punto 4.1.2.1.3 delle NTC 2008).

#### 7.2.2 STATO LIMITE ESERCIZIO

La verifica nei confronti degli Stati limite di esercizio, consiste nel controllare, con riferimento alle Combinazioni di Calcolo allo SLE, il tasso di Lavoro nei materiali e l'ampiezza delle fessure nel calcestruzzo attesa, secondo quanto di seguito specificato:

- Verifica delle tensioni nel calcestruzzo e acciaio sotto combinazione di carico quasi permanente e rara (ref. punto 4.1.2.2.4.1 delle NTC 2008)

$$\sigma_{c,r} = 0.6 \cdot f_{ck} = 19.2 \text{ MPa} \quad \text{tensione limite calcestruzzo in comb. rara}$$

$$\sigma_{c,qp} = 0.45 \cdot f_{ck} = 14.4 \text{ MPa} \quad \text{tensione limite calcestruzzo in comb. qp}$$

$$\sigma_s = 0.8 f_{yk} = 360 \text{ MPa} \quad \text{tensione limite acciaio}$$

- Verifica a fessurazione calcestruzzo sotto combinazione di carico frequente e combinazione quasi permanente (ref. punto 4.1.2.2.4.2 e Tab. 4.1.IV delle NTC 2008)

Condizioni Ambientali: Ordinarie

Armature: Poco Sensibili



### **2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

**3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud**

**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia**

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Paratia di controripa in DX dal km 1+235 al km 1+300 - Relazione tecnica e di calcolo

|                |               |              |           |               |                |                |           |                          |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|----------------|----------------|-----------|--------------------------|
| Opera<br>LO703 | Tratto<br>213 | Settore<br>E | CEE<br>16 | WBS<br>OS0002 | Id.doc.<br>REL | N. prog.<br>01 | Rev.<br>B | Pag. di Pag.<br>15 di 40 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|----------------|----------------|-----------|--------------------------|

w < 0.2 mm combinazione Quasi permanente

w < 0.3 mm combinazione frequente.

## 8. STATI LIMITE E COMBINAZIONI DI CALCOLO

### 8.1 STATO LIMITE ULTIMO

Per quanto riguarda le opere di stabilizzazione, costituite da paratia di pali, si effettuano le verifiche con riferimento ai seguenti stati limite:

- SLU di tipo geotecnico (GEO);
- SLU di tipo strutturale (STR) per il raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

Secondo quanto riportato in normativa DM 14-01-2008, la verifica di stabilità globale dell'insieme terreno-opera deve essere effettuata secondo l'Approccio 1:

- Combinazione 2:  $(A2+M2+R2)$

Le rimanenti verifiche devono essere effettuate secondo almeno uno dei seguenti approcci:

Approccio 1:

- Combinazione 1:  $(A1+M1+R1)$
- Combinazione 2:  $(A2+M2+R1)$

I coefficienti per le azioni A, per i parametri geotecnici M e per le resistenze R sono riassunti nelle seguenti tabelle.

**Tabella 6 – Coefficienti parziali per le azioni SLU**

| Carichi tipo                  | Effetto     | Coefficiente parziale | A1  | A2  |
|-------------------------------|-------------|-----------------------|-----|-----|
| Permanenti G1                 | Favorevole  | $\gamma_{G1}$         | 1.0 | 1.0 |
|                               | Sfavorevole |                       | 1.3 | 1.0 |
| Permanenti non strutturali G2 | Favorevole  | $\gamma_{G2}$         | 0.8 | 0.8 |
|                               | Sfavorevole |                       | 1.5 | 1.3 |
| Variabili Q                   | Favorevole  | $\gamma_Q$            | 0   | 0   |
|                               | Sfavorevole |                       | 1.5 | 1.3 |

**Tabella 7 – Coefficienti parziali per i parametri del terreno SLU**

| Carichi tipo                         | Coefficiente parziale | M1  | M2   |
|--------------------------------------|-----------------------|-----|------|
| Tangente angolo resistenza al taglio | $\tan \varphi'_k$     | 1.0 | 1.25 |
| Coesione efficace                    | $c'_k$                | 1.0 | 1.25 |

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Paratia di controripa in DX dal km 1+235 al km 1+300 - Relazione tecnica e di calcolo

|                |               |              |           |               |                |               |           |                         |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|----------------|---------------|-----------|-------------------------|
| Opera<br>LO703 | Tratto<br>213 | Settore<br>E | CEE<br>16 | WBS<br>OS0002 | Id.doc.<br>REL | N.prog.<br>01 | Rev.<br>B | Pag.di Pag.<br>17 di 40 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|----------------|---------------|-----------|-------------------------|

|                        |          |     |     |
|------------------------|----------|-----|-----|
| Resistenza non drenata | $c_{uk}$ | 1.0 | 1.4 |
| Peso unità di volume   | $\gamma$ | 1.0 | 1.0 |

**Tabella 8 – Coefficienti parziali resistenza R2 verifiche di opere in materiali sciolti e fronti di scavo**

| Verifica          | R2               |
|-------------------|------------------|
| Stabilità globale | $\gamma_R = 1.1$ |

In presenza di azioni sismiche, lo stato limite ultimo considerato comprende lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV).

I coefficienti parziali sulle azioni e parametri geotecnici sono posti pari all'unità mentre i coefficienti parziali relativi alle resistenze risultano invariati rispetto a quelli considerati per le verifiche in condizioni statiche.

## 8.2 STATO LIMITE ESERCIZIO

Per le verifiche strutturali allo stato limite di esercizio seguenti coefficienti parziali per le azioni sono stati considerati:

**Tabella 9 – Coefficienti parziali per le azioni SLS Freq. e QP**

| Carichi tipo  | Effetto     | $\gamma$ | $\psi$ |
|---------------|-------------|----------|--------|
| Permanenti G1 | Sfavorevole | 1.0      | -      |
| Permanenti G2 | Sfavorevole | 1.0      | -      |
| Variabili Q   | Sfavorevole | 1.0      | -      |

**Tabella 10 – Coefficienti parziali per le azioni SLS Rara**

| Carichi tipo  | Effetto     | $\gamma$ | $\psi$ |
|---------------|-------------|----------|--------|
| Permanenti G1 | Sfavorevole | 1.0      | -      |
| Permanenti G2 | Sfavorevole | 1.0      | -      |
| Traffico Q    | Sfavorevole | 1.0      | 0.75   |

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Paratia di controripa in DX dal km 1+235 al km 1+300 - Relazione tecnica e di calcolo

|                |               |              |           |               |                |                |           |                          |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|----------------|----------------|-----------|--------------------------|
| Opera<br>LO703 | Tratto<br>213 | Settore<br>E | CEE<br>16 | WBS<br>OS0002 | Id.doc.<br>REL | N. prog.<br>01 | Rev.<br>B | Pag. di Pag.<br>18 di 40 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|----------------|----------------|-----------|--------------------------|

## 9. ANALISI DEI CARICHI

### 9.1 CARICHI PERMANENTI

Per carichi permanenti si intendono le azioni associate ai pesi propri del palo, del terrapieno spingente e dell'acqua di falda, valutati in automatico dal Software di calcolo utilizzato.

### 9.2 AZIONE SISMICA

Per la valutazione degli effetti dell'azione sismica sulle masse e sui coefficienti di spinta del terreno, si è fatto riferimento al metodo pseudo-statico previsto al punto 7.11.3.5.2 - "Metodi di Analisi" - delle NTC2008 secondo il quale, nelle verifiche allo stato limite ultimo, i valori dei coefficienti sismici orizzontale  $k_h$  e verticale  $k_v$  possono essere valutati mediante le seguenti espressioni:

$$k_h = \beta_s \cdot \frac{a_{max}}{g}$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

dove

$a_{max}$  = accelerazione orizzontale massima attesa al sito

$g$  = accelerazione di gravità.

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

$$a_{max} = S \cdot a_g = S_s \cdot S_t \cdot a_g$$

dove

$S$  = coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica ( $S_s$ ) e dell'amplificazione topografica ( $S_t$ ).

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Di seguito sono riportati i valori di  $\beta_s$  considerati per i fronti di scavo (utilizzati nelle analisi globali), e per le paratie, in accordo a quanto indicato nella NTC2008.

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Paratia di controripa in DX dal km 1+235 al km 1+300 - Relazione tecnica e di calcolo

|                |               |              |           |               |                |                |           |                          |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|----------------|----------------|-----------|--------------------------|
| Opera<br>LO703 | Tratto<br>213 | Settore<br>E | CEE<br>16 | WBS<br>OS0002 | Id.doc.<br>REL | N. prog.<br>01 | Rev.<br>B | Pag. di Pag.<br>19 di 40 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|----------------|----------------|-----------|--------------------------|

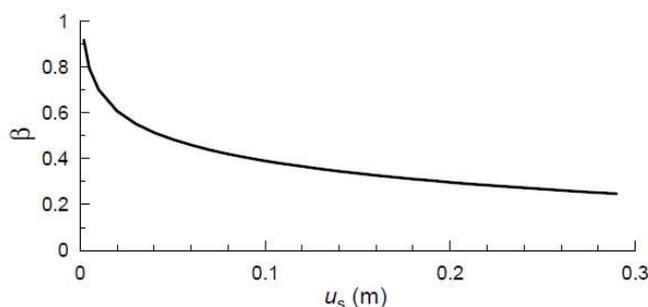
**Tabella 11 – Coefficienti dell'accelerazione massima attesa al sito – Fronti di scavo e rilevati**

|                         | Categoria di sottosuolo |            |
|-------------------------|-------------------------|------------|
|                         | A                       | B, C, D, E |
|                         | $\beta_s$               | $\beta_s$  |
| $0.2 < a_g(g) \leq 0.4$ | 0.3                     | 0.28       |
| $0.1 < a_g(g) \leq 0.2$ | 0.27                    | 0.24       |
| $a_g(g) \leq 0.1$       | 0.2                     | 0.2        |

Nel caso delle paratie, il coefficiente  $\beta$  può essere ricavato, con riferimento al seguente diagramma, in funzione del massimo spostamento  $u_s$  che l'opera può subire, che deve risultare:

$$u_s \leq 0.005 H$$

dove H indica la lunghezza complessiva della paratia.



**Figura 4 – Diagramma per la valutazione del coefficiente di spostamento  $\beta$**

I parametri di progetto dell'azione sismica considerati nell'analisi dell'opera oggetto della presente relazione sono riassunti nelle tabelle seguenti.

**Tabella 12 – Parametri progetto azione sismica equivalente – Fronti di scavo e rilevati**

| Cat. | Ss   | S <sub>T</sub> | a <sub>g</sub> | a <sub>max</sub> | k <sub>h</sub> | k <sub>v</sub> |
|------|------|----------------|----------------|------------------|----------------|----------------|
| C    | 1.36 | 1.0            | 0.22g          | 0.30g            | 0.084          | ±0.042         |

**Tabella 13 – Parametri progetto azione sismica equivalente – Paratie**

| Ss   | S <sub>T</sub> | a <sub>g</sub> | a <sub>max</sub> | $\alpha$ | $\beta$ | K <sub>h</sub> |
|------|----------------|----------------|------------------|----------|---------|----------------|
| 1.36 | 1.0            | 0.22g          | 0.30g            | 0.86     | 0.42    | 0.11           |

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Paratia di controripa in DX dal km 1+235 al km 1+300 - Relazione tecnica e di calcolo

|       |        |         |     |        |         |         |      |             |
|-------|--------|---------|-----|--------|---------|---------|------|-------------|
| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS    | Id.doc. | N.prog. | Rev. | Pag.di Pag. |
| LO703 | 213    | E       | 16  | OS0002 | REL     | 01      | B    | 20 di 40    |

## 10. ANALISI E VERIFICHE

Si riportano di seguito risultati delle analisi e verifiche per la sezione di calcolo considerata.

### 10.1 SEZIONI DI CALCOLO

È stata analizzata una sezione di calcolo, riferita a paratie di pali aventi lunghezza di 13m.

Nel modello realizzato per eseguire le analisi con il codice di calcolo Paratie Plus è stata considerata un'altezza di scavo pari a 6.5 m, mentre il terreno presente a monte della paratia è stato simulato mediante un sovraccarico di 30kPa.

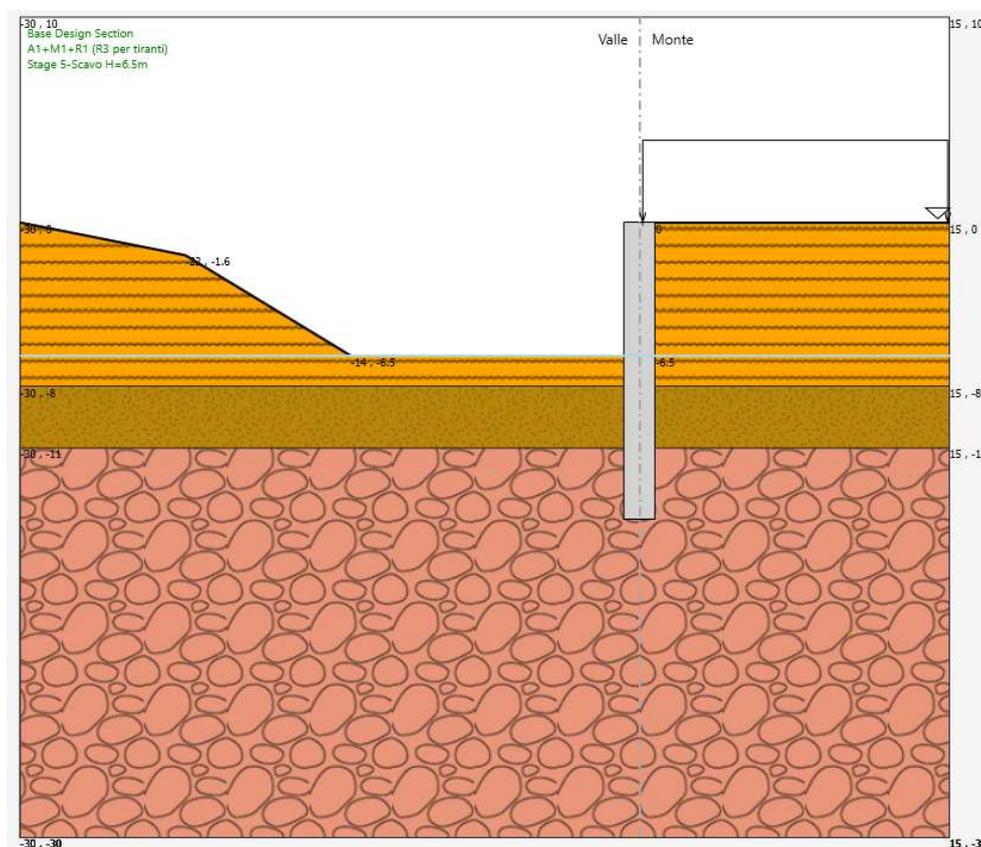
**Tabella 14 - Sezione di calcolo**

| ID muro | Sezione di calcolo | L pali [m] | Lato stradale | pk    |
|---------|--------------------|------------|---------------|-------|
| OS02    | Paratia            | 13.0       | DX            | 1+300 |

Di seguito sono sintetizzati i risultati delle analisi eseguite per la sezione di calcolo analizzata.

Per il dettaglio delle analisi geotecniche e strutturali, fare riferimento agli ALLEGATI A e B.

### 10.2 RISULTATI DELLE ANALISI: SEZIONE PARATIA



**Figura 5 Modello di calcolo Paratie Plus**

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Paratia di controripa in DX dal km 1+235 al km 1+300 - Relazione tecnica e di calcolo

| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS    | Id.doc. | N.prog. | Rev. | Pag.di Pag. |
|-------|--------|---------|-----|--------|---------|---------|------|-------------|
| LO703 | 213    | E       | 16  | OS0002 | REL     | 01      | B    | 21 di 40    |

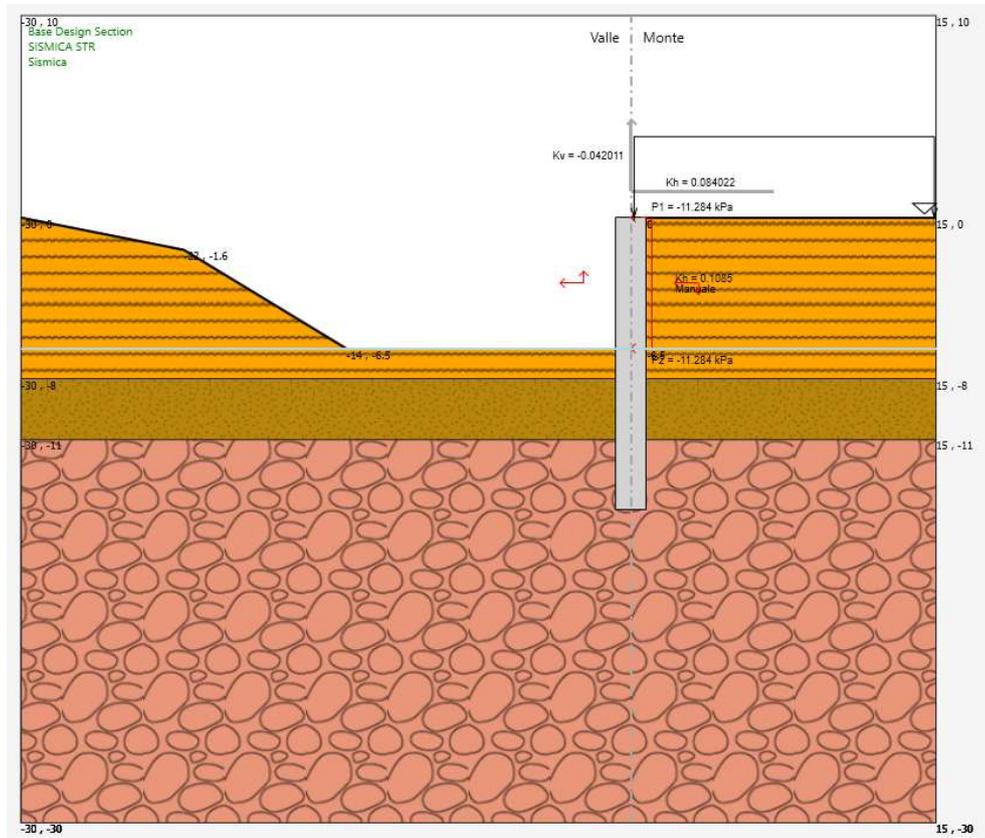


Figura 6 Modello di calcolo Paratie Plus - condizioni sismiche

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Paratia di controripa in DX dal km 1+235 al km 1+300 - Relazione tecnica e di calcolo

| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS    | Id.doc. | N.prog. | Rev. | Pag.diPag. |
|-------|--------|---------|-----|--------|---------|---------|------|------------|
| LO703 | 213    | E       | 16  | OS0002 | REL     | 01      | B    | 22 di 40   |

### 10.2.1 Sollecitazioni nella paratia

Si presentano di seguito i risultati delle analisi per quanto riguarda le sollecitazioni nella paratia. Le figure seguenti riportano una rappresentazione della sezione analizzata e le sollecitazioni nella paratia in SLU e SLV.

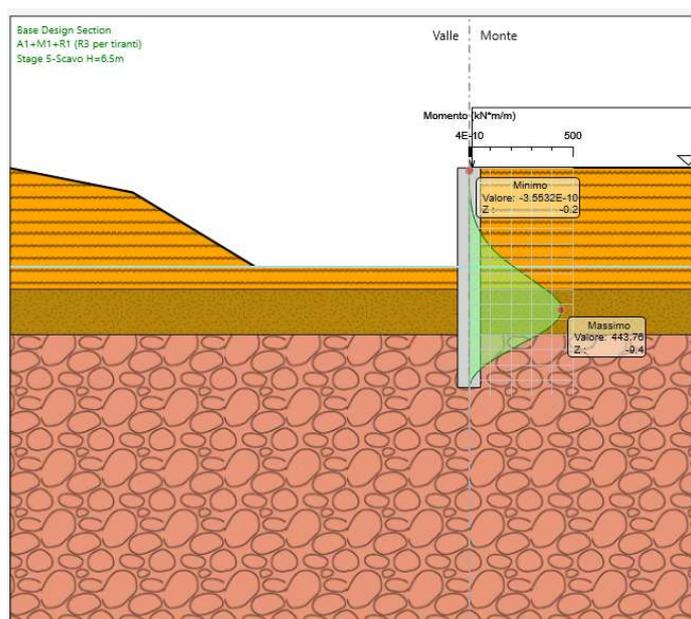


Figura 7 – Momento flettente nella paratia - configurazione finale (SLU)

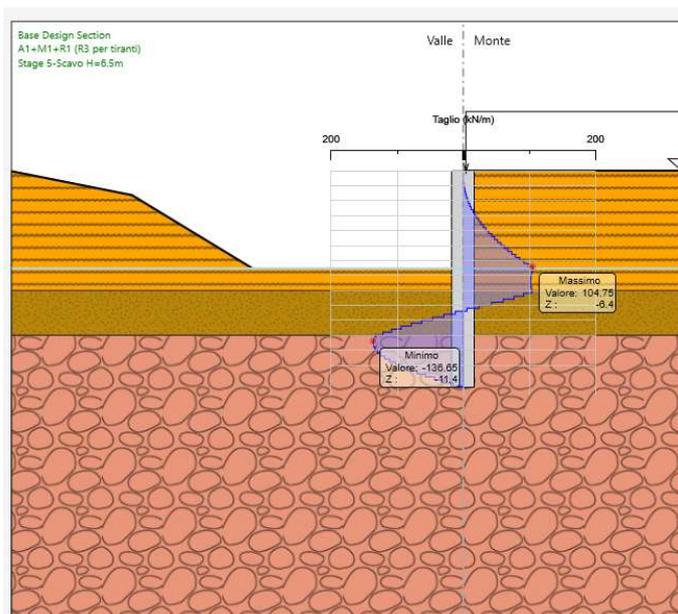


Figura 8 – Taglio nella paratia - configurazione finale (SLU)

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Paratia di controripa in DX dal km 1+235 al km 1+300 - Relazione tecnica e di calcolo

| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS    | Id.doc. | N.prog. | Rev. | Pag.diPag. |
|-------|--------|---------|-----|--------|---------|---------|------|------------|
| LO703 | 213    | E       | 16  | OS0002 | REL     | 01      | B    | 23 di 40   |

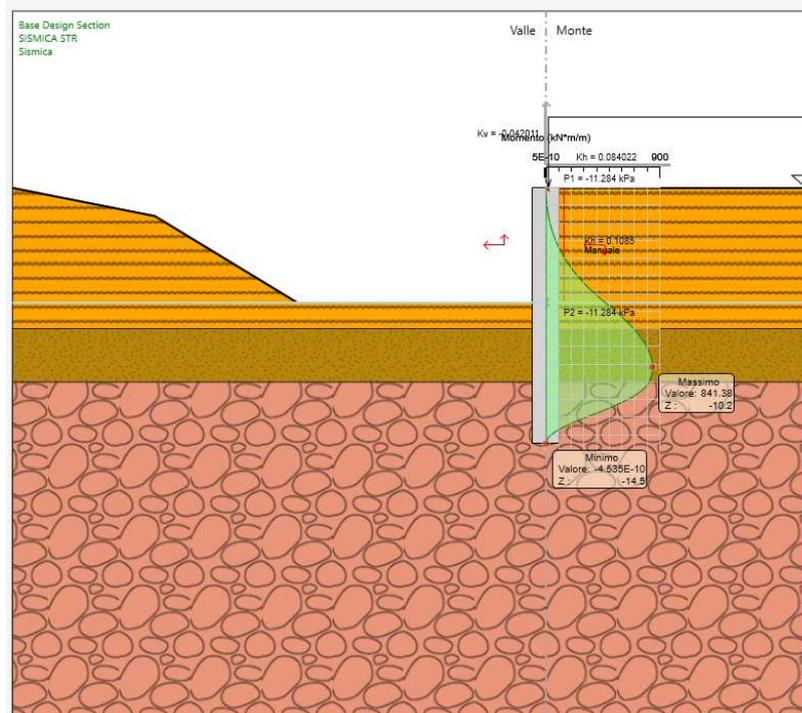


Figura 9 – Momento flettente nella paratia - configurazione finale (SLV)

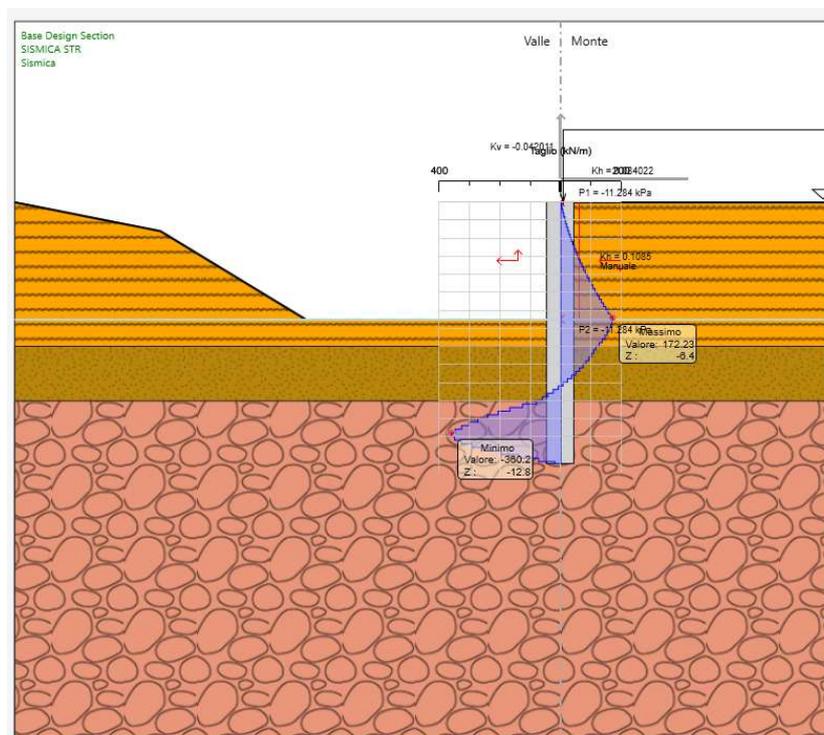


Figura 10– Taglio nella paratia - configurazione finale (SLV)

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Paratia di controripa in DX dal km 1+235 al km 1+300 - Relazione tecnica e di calcolo

| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS    | Id.doc. | N.prog. | Rev. | Pag.diPag. |
|-------|--------|---------|-----|--------|---------|---------|------|------------|
| LO703 | 213    | E       | 16  | OS0002 | REL     | 01      | B    | 24 di 40   |

### 10.2.2 Verifica sulla spinta mobilitata al piede della paratia

La verifica sulla quota parte di spinta passiva mobilitata al piede della paratia è stata effettuata tramite il codice di calcolo Paratie Plus.

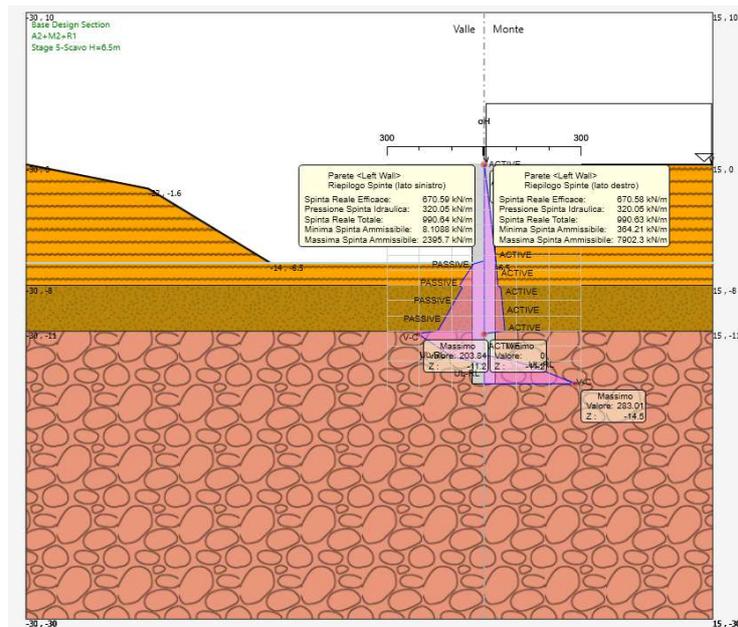


Figura 11 – Verifica sulla spinta mobilitata al piede delle paratia - configurazione finale (SLU)

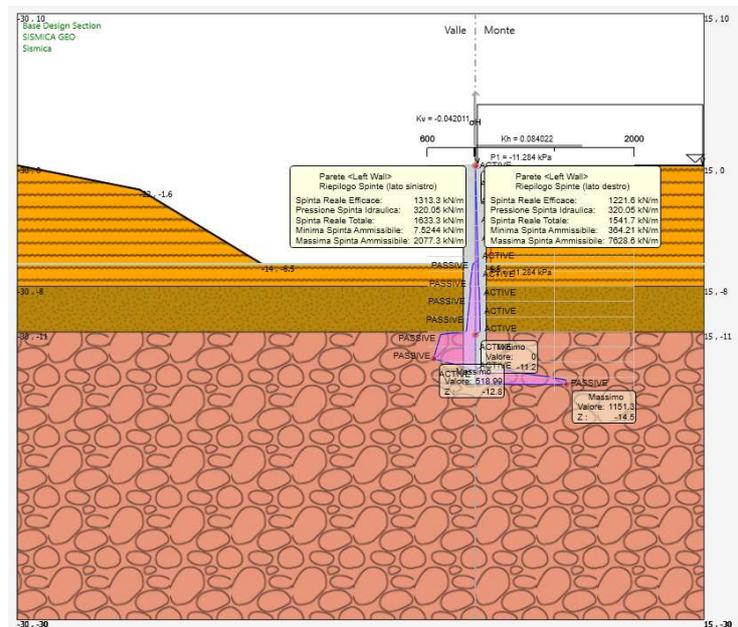


Figura 12 – Verifica sulla spinta mobilitata al piede delle paratia - configurazione finale (SLV)

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Paratia di controripa in DX dal km 1+235 al km 1+300 - Relazione tecnica e di calcolo

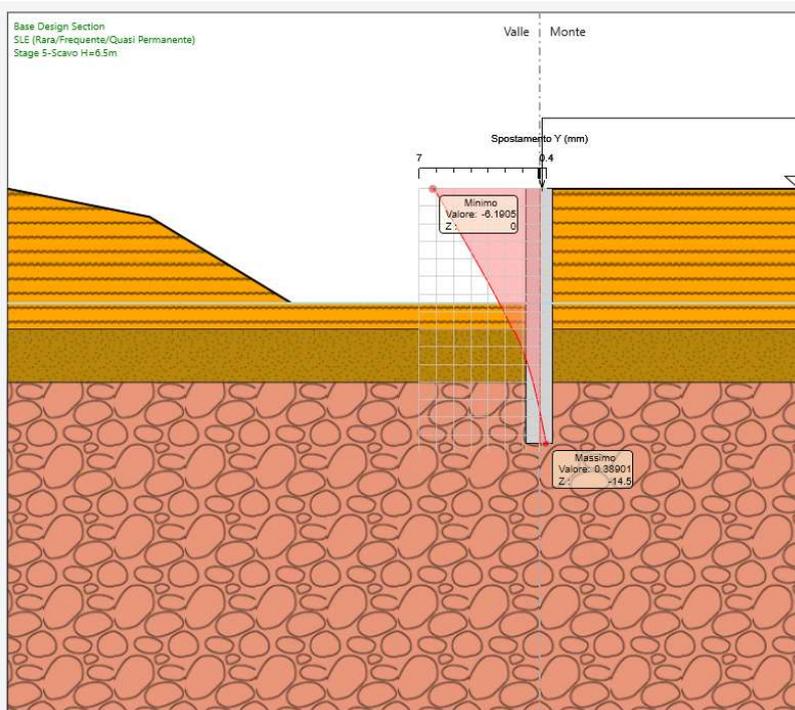
|       |        |         |     |        |         |         |      |             |
|-------|--------|---------|-----|--------|---------|---------|------|-------------|
| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS    | Id.doc. | N.prog. | Rev. | Pag.di Pag. |
| LO703 | 213    | E       | 16  | OS0002 | REL     | 01      | B    | 25 di 40    |

**Tabella 15 Mobilitazione della spinta passiva al piede della paratia**

|        | SLU (A2+M2+R1) | SLV (SISMICA GEO) |
|--------|----------------|-------------------|
| Rp (%) | 28             | 63                |

#### 10.2.3 Stima degli spostamenti della paratia

Nella seguente figura si riporta il grafico relativo agli spostamenti SLE nella configurazione finale in condizioni statiche.



**Figura 13 – Spostamenti della paratia – configurazione finale (SLE)**

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Paratia di controripa in DX dal km 1+235 al km 1+300 - Relazione tecnica e di calcolo

| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS    | Id.doc. | N.prog. | Rev. | Pag.di Pag. |
|-------|--------|---------|-----|--------|---------|---------|------|-------------|
| LO703 | 213    | E       | 16  | OS0002 | REL     | 01      | B    | 26 di 40    |

#### 10.2.4 Stabilità globale

Nelle seguenti figure si riportano i risultati delle verifiche di stabilità globale per le condizioni statiche e sismiche.

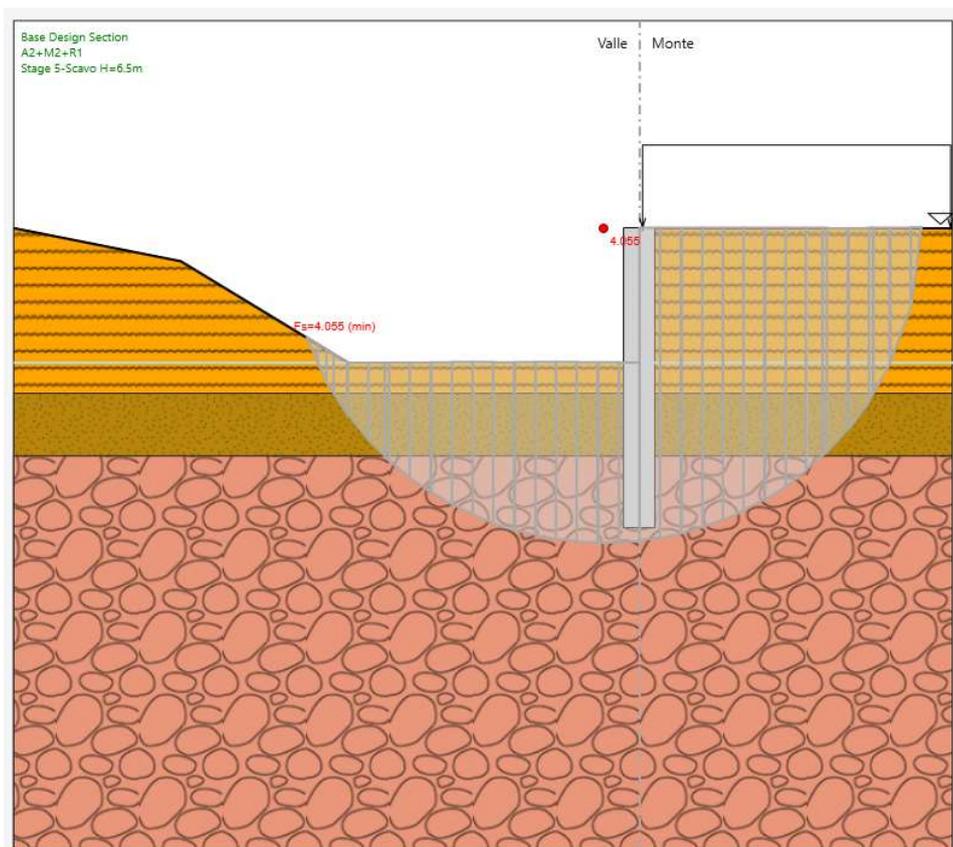


Figura 14 – Verifica di stabilità globale – configurazione finale (SLU)

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Paratia di controripa in DX dal km 1+235 al km 1+300 - Relazione tecnica e di calcolo

| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS    | Id.doc. | N.prog. | Rev. | Pag.di Pag. |
|-------|--------|---------|-----|--------|---------|---------|------|-------------|
| LO703 | 213    | E       | 16  | OS0002 | REL     | 01      | B    | 27 di 40    |

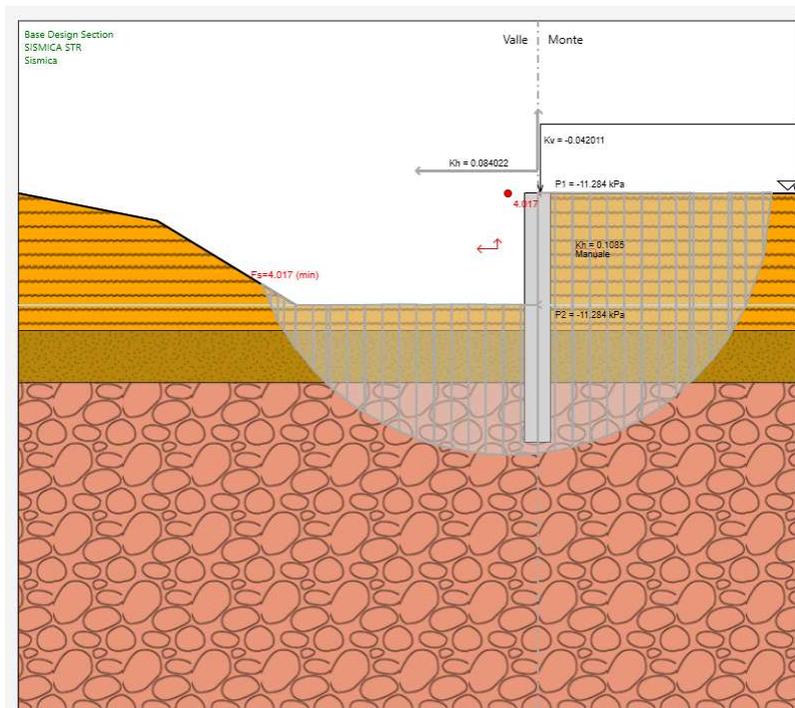


Figura 15 – Verifica di stabilità globale – configurazione finale (SLV kv-)

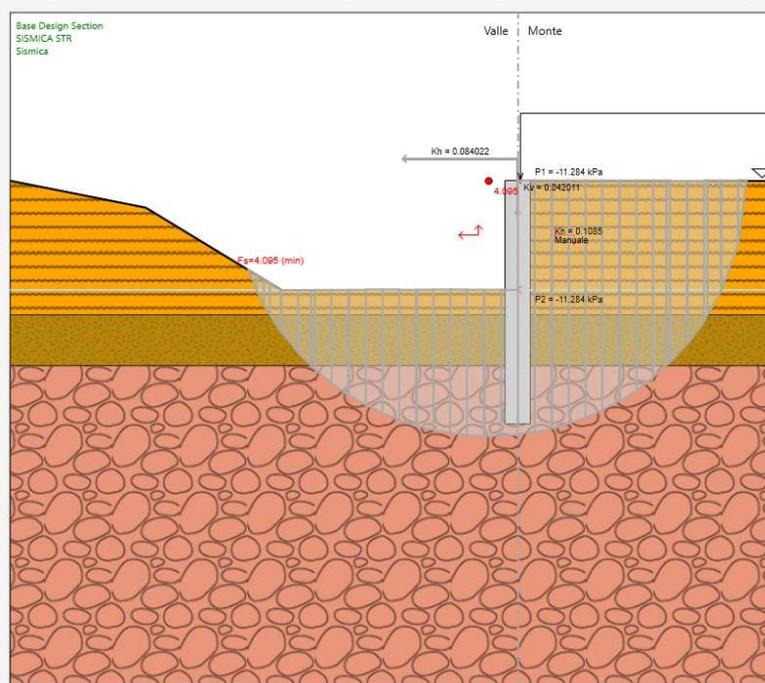


Figura 16– Verifica di stabilità globale – configurazione finale (SLV kv+)

Nei casi analizzati è stato ottenuto un coefficiente di sicurezza FS, relativo alla superficie di scorrimento considerata, superiore al valore del coefficiente parziale di resistenza che riduce la resistenza

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Paratia di controripa in DX dal km 1+235 al km 1+300 - Relazione tecnica e di calcolo

|                |               |              |           |               |               |               |           |                         |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|---------------|---------------|-----------|-------------------------|
| Opera<br>LO703 | Tratto<br>213 | Settore<br>E | CEE<br>16 | WBS<br>OS0002 | Id.doc<br>REL | N.prog.<br>01 | Rev.<br>B | Pag.di Pag.<br>28 di 40 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|---------------|---------------|-----------|-------------------------|

disponibile del terreno  $\gamma_R$  pari a 1.1, pertanto secondo quanto prescritto dalla normativa considerata, le verifiche di sicurezza risultano essere soddisfatte.

#### 10.2.5 Verifiche strutturali

Per l'opera di sostegno, costituita da pali di diametro 1500mm ad interasse 1.7m, si prevede la seguente armatura di calcolo:

- Armatura longitudinale: Gabbia superiore:  $24\Phi 26$ mm, L=3.8 m;  
Gabbia inferiore:  $24\Phi 30$ mm, L=12 m;
- Armatura a taglio: Spirali sup.  $\Phi 16/20$ cm;
- Copriferro netto: 9cm.

Il quantitativo di armatura longitudinale è stato verificato nei rispetti dei requisiti minimi e massimi da normativa UNI EN 1536:2003 e NTC08.

In particolare:

$$A_{s_{gabbia,sup}} = 24\Phi 26 = 0.013 \text{ m}^2$$

$$A_{s_{tesa,sup}} = 17\Phi 26 = 0.009 \text{ m}^2 \text{ (ferri area tesa considerando asse neutro}=34.2 \text{ cm)}$$

$$A_{s,min} = 0.26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d = 0.0026 \text{ m}^2 \text{ [4.1.6.1.1 NTC2008]}$$

$$A_{s,min} = 0.0013 \cdot b_t \cdot d = 0.002 \text{ m}^2 \text{ [4.1.6.1.1 NTC2008]}$$

$$A_{s,min} = 0.25\% \cdot A_c = 0.004 \text{ m}^2 \text{ [7.6 UNI EN 1536]}$$

$$A_{s,max} = 0.04 \cdot A_c = 0.07 \text{ m}^2 \text{ [4.1.6.1.1 NTC2008]}$$

Con

$$b_w = 1.266 \text{ m}$$

$$d = 1.193 \text{ m}$$

Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati di carpenterie ed armature LO703213E16OS0002CPR01A e LO703213E16OS0002ARM01A.

La paratia è stata verificata per le seguenti combinazioni di carico:

**Tabella 16 – Sollecitazioni verificate (gabbia sup.)**

| STATO LIMITE | N [kN] | M [kNm] | T [kN] |
|--------------|--------|---------|--------|
| SLU          | -      | 275     | 178    |
| SLV          | -      | 646     | 293    |
| SLE          | -      | 211     | -      |

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

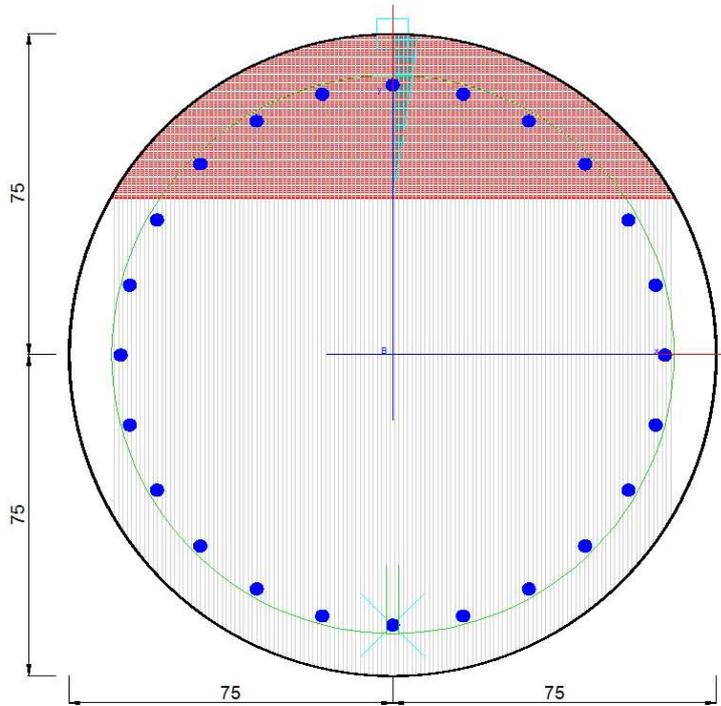
4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Paratia di controripa in DX dal km 1+235 al km 1+300 - Relazione tecnica e di calcolo

|       |        |         |     |        |         |         |      |            |
|-------|--------|---------|-----|--------|---------|---------|------|------------|
| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS    | Id.doc. | N.prog. | Rev. | Pag.diPag. |
| LO703 | 213    | E       | 16  | OS0002 | REL     | 01      | B    | 29 di 40   |

### PRESSOFLESSIONE STATO LIMITE ULTIMO



| sezione verificata                        |         |             |
|---|---------|-------------|
| Tipo Combinazione                         | N.Comb. | C. Non Ver. |
| S.L.U. Comb. Ultima (Calcolo Resistenza)  | 2       |             |
| S.L.E. Comb. Rare (Esercizio)             | 1       |             |
| S.L.E. Comb. Frequenti (Esercizio)        | 1       |             |
| S.L.E. Comb. Quasi Permanenti (Esercizio) | 1       |             |

Combinazione N° **1** Combinazione verificata

**Resistenza Fless.Composta: Misura sic.=7.52 [OK se > 1.0]**

| Sforzi assegnati | Sforzi resistenti          | Deform. un |
|------------------|----------------------------|------------|
| N = 0.00 kN      | N Res = 0.00 kN            | Def.max Cl |
| Mx = 275.00 kNm  | Mx Res = 2066.88 kNm       | Def.min Cl |
|                  |                            | Def.max Fe |
|                  |                            | Def.min Fe |
|                  | Curv. Max=0.000019599 1/cm | Asse neutr |
|                  | As tes=69.0 cm²            | Asse neutr |
|                  | As compr.=37.2 cm²         | x/d = 0.0  |

**Taglio (S.L.U.): Misura sicurezza = 0.040 [OK se <= 1.0]**

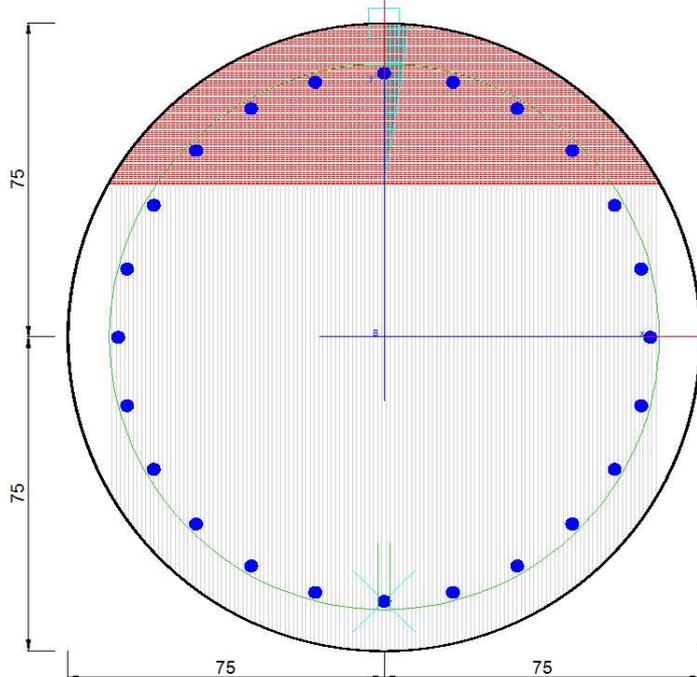
| Sforzi Dati/Ultimi | Staffe di Comb.   | Staffe Inviluppo        |
|--------------------|-------------------|-------------------------|
| TAGLIO:            | As St = 1.7cm²/m  | Staffe: As St = 20.1 cm |
| Vy = 178.00 kN     | Diam.Staffe:Ø16   | Diam.Staffe:Ø16 mm      |
| VSdu = 178.00 kN   | Passo Staffe = 2C | Passo Staffe = 20.0 cm  |
| VRcd = 4420.66 kN  |                   |                         |
| VRwd = 2119.22 kN  |                   |                         |
| bw = 126.6 cm      |                   |                         |
| d = 119.7 cm       |                   |                         |

**Calcola e visualizza**

Sezione con tensioni e deformazioni

Dominio N-Mx Resistenza sostanz. Elastica

Figura 17 – Combinazione 1 (Mmax) – Gabbia sup. 24Φ26



| sezione verificata                        |         |             |
|---|---------|-------------|
| Tipo Combinazione                         | N.Comb. | C. Non Ver. |
| S.L.U. Comb. Ultima (Calcolo Resistenza)  | 2       |             |
| S.L.E. Comb. Rare (Esercizio)             | 1       |             |
| S.L.E. Comb. Frequenti (Esercizio)        | 1       |             |
| S.L.E. Comb. Quasi Permanenti (Esercizio) | 1       |             |

Combinazione N° **2** Combinazione verificata

**Resistenza Fless.Composta: Misura sic.=3.20 [OK se > 1.0]**

| Sforzi assegnati | Sforzi resistenti          | Deform. un |
|------------------|----------------------------|------------|
| N = 0.00 kN      | N Res = 0.00 kN            | Def.max Cl |
| Mx = 646.00 kNm  | Mx Res = 2066.88 kNm       | Def.min Cl |
|                  |                            | Def.max Fe |
|                  |                            | Def.min Fe |
|                  | Curv. Max=0.000019599 1/cm | Asse neutr |
|                  | As tes=69.0 cm²            | Asse neutr |
|                  | As compr.=37.2 cm²         | x/d = 0.0  |

**Taglio (S.L.U.): Misura sicurezza = 0.066 [OK se <= 1.0]**

| Sforzi Dati/Ultimi | Staffe di Comb.   | Staffe Inviluppo        |
|--------------------|-------------------|-------------------------|
| TAGLIO:            | As St = 2.8cm²/m  | Staffe: As St = 20.1 cm |
| Vy = 293.00 kN     | Diam.Staffe:Ø16   | Diam.Staffe:Ø16 mm      |
| VSdu = 293.00 kN   | Passo Staffe = 2C | Passo Staffe = 20.0 cm  |
| VRcd = 4420.66 kN  |                   |                         |
| VRwd = 2119.22 kN  |                   |                         |
| bw = 126.6 cm      |                   |                         |
| d = 119.7 cm       |                   |                         |

**Calcola e visualizza**

Sezione con tensioni e deformazioni

Dominio N-Mx Resistenza sostanz. Elastica

Figura 18 – Combinazione 2 (Mmax) – Gabbia sup. 24Φ26 - SLV

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Paratia di controripa in DX dal km 1+235 al km 1+300 - Relazione tecnica e di calcolo

|                |               |              |           |               |                |               |           |                         |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|----------------|---------------|-----------|-------------------------|
| Opera<br>LO703 | Tratto<br>213 | Settore<br>E | CEE<br>16 | WBS<br>OS0002 | Id.doc.<br>REL | N.prog.<br>01 | Rev.<br>B | Pag.di Pag.<br>30 di 40 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|----------------|---------------|-----------|-------------------------|

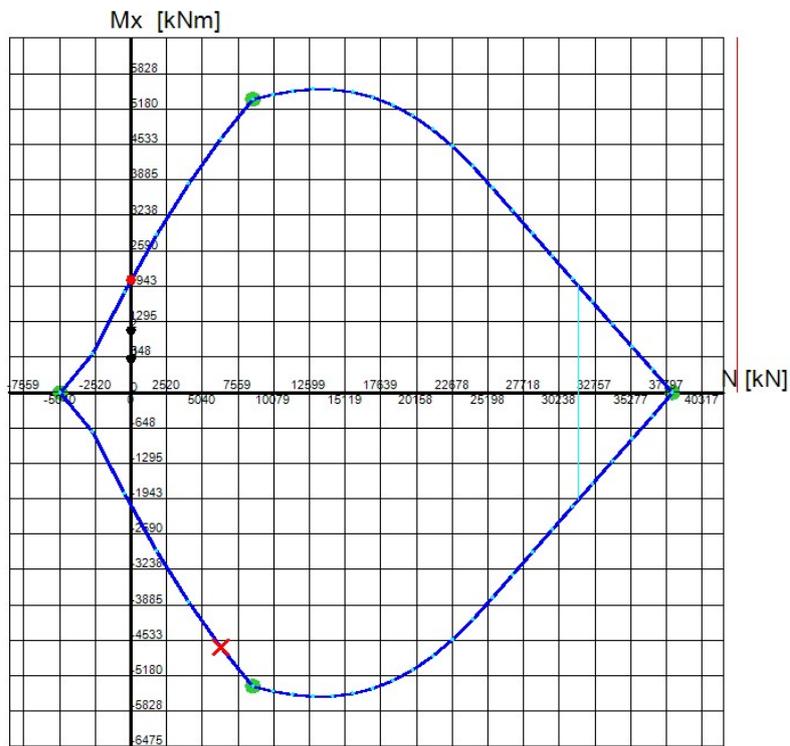


Figura 19 – Dominio M-N - Gabbia sup. 24Φ26 - SLU e SLV

Tabella 17 – Sollecitazioni verificate (gabbia inf.)

| STATO LIMITE | N [kN] | M [kNm] | T [kN] |
|--------------|--------|---------|--------|
| SLU          | -      | 754     | 232    |
| SLV          | -      | 1430    | 612    |
| SLE          | -      | 580     | -      |

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Paratia di controripa in DX dal km 1+235 al km 1+300 - Relazione tecnica e di calcolo

|       |        |         |     |        |         |         |      |            |
|-------|--------|---------|-----|--------|---------|---------|------|------------|
| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS    | Id.doc. | N.prog. | Rev. | Pag.diPag. |
| LO703 | 213    | E       | 16  | OS0002 | REL     | 01      | B    | 31 di 40   |

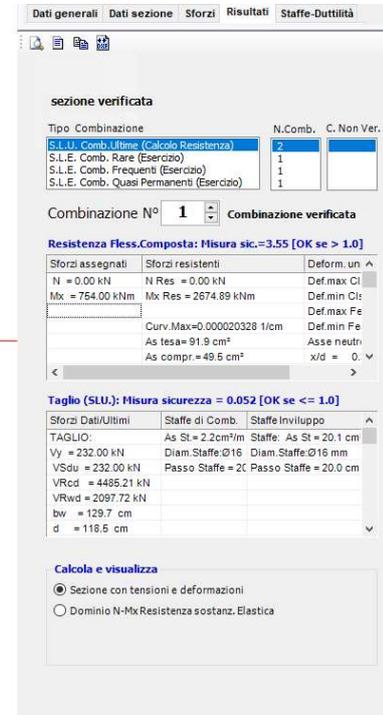
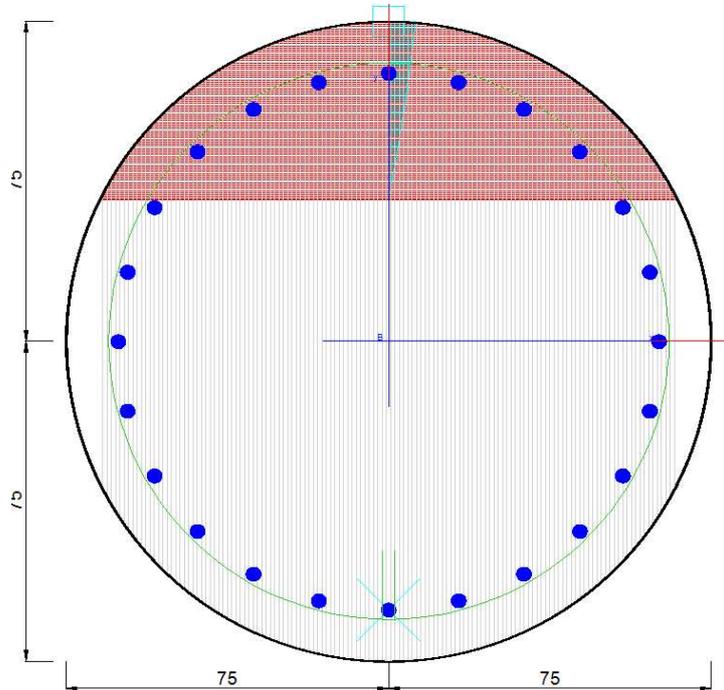


Figura 20 – Combinazione 1 (Mmax) – Gabbia inf. 24Φ30– SLU

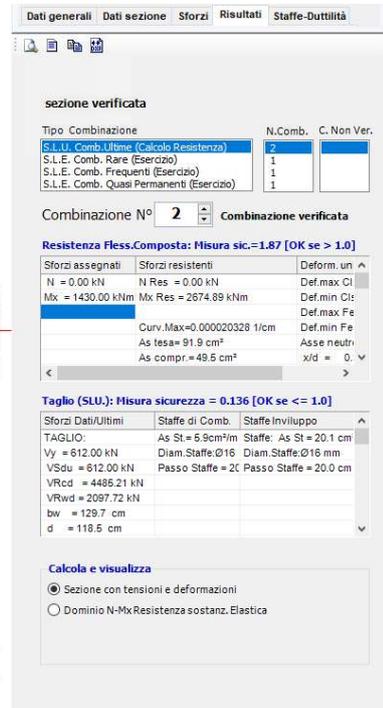
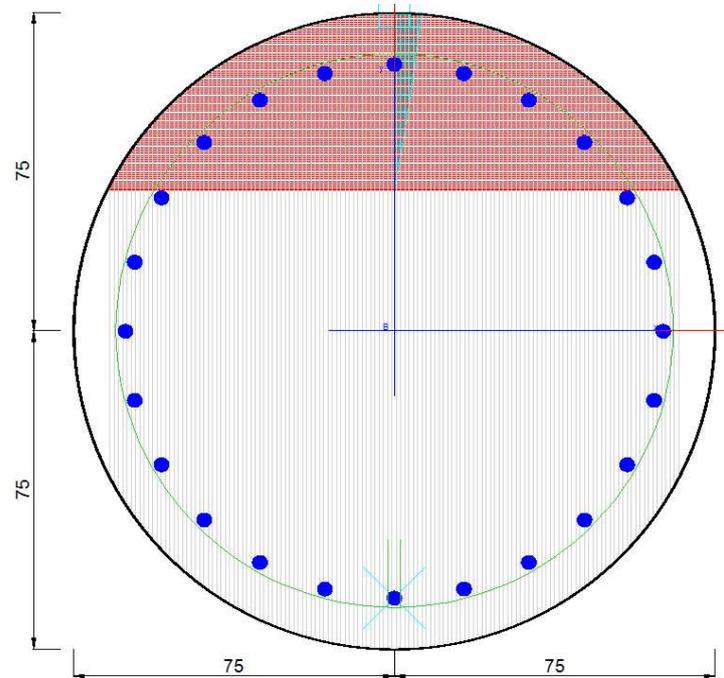


Figura 21 – Combinazione 2 (Mmax) – Gabbia inf. 24Φ30 - SLV

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Paratia di controripa in DX dal km 1+235 al km 1+300 - Relazione tecnica e di calcolo

| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS    | Id.doc. | N.prog. | Rev. | Pag.di Pag. |
|-------|--------|---------|-----|--------|---------|---------|------|-------------|
| LO703 | 213    | E       | 16  | OS0002 | REL     | 01      | B    | 32 di 40    |

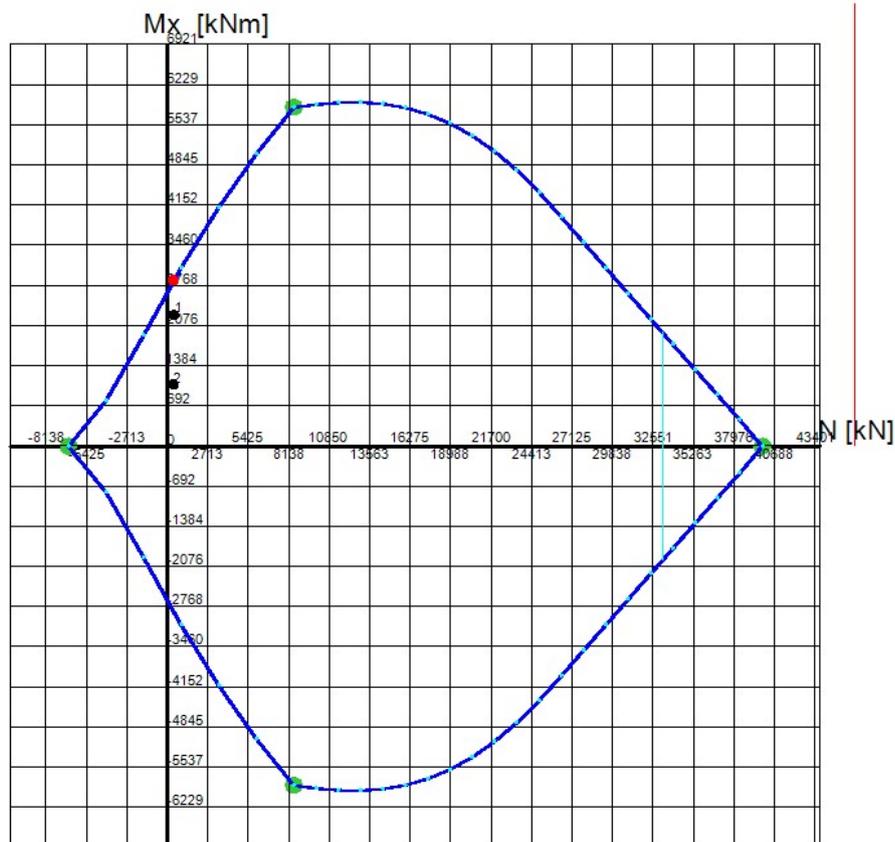


Figura 22 – Dominio M-N - Gabbia 24φ30 – SLU e SLV

#### STATO LIMITE ESERCIZIO

Di seguito sono riportate le massime sollecitazioni nelle barre e nel calcestruzzo durante le fasi di esercizio e l'apertura massima delle fessure nella sezione maggiormente sollecitata del palo.

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Paratia di controripa in DX dal km 1+235 al km 1+300 - Relazione tecnica e di calcolo

|       |        |         |     |        |         |          |      |              |
|-------|--------|---------|-----|--------|---------|----------|------|--------------|
| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS    | Id.doc. | N. prog. | Rev. | Pag. di Pag. |
| LO703 | 213    | E       | 16  | OS0002 | REL     | 01       | B    | 33 di 40     |

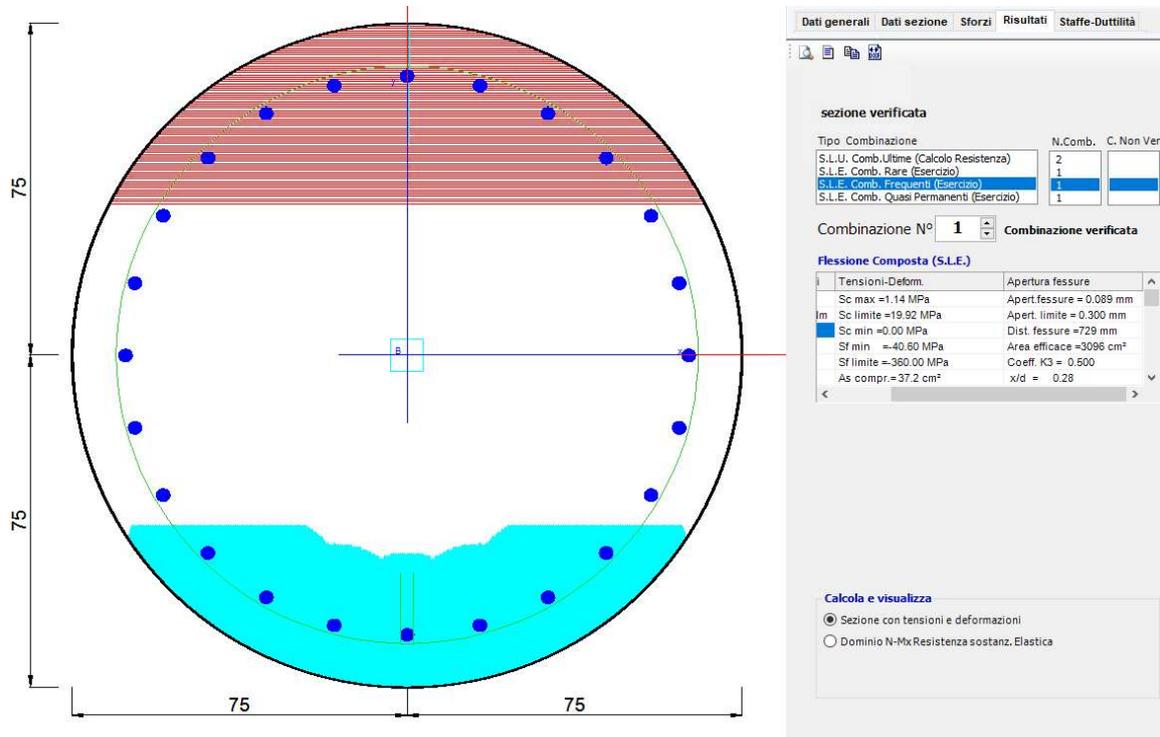


Figura 23 – Gabbii sup. 24  $\Phi$ 26 - SLE – Verifiche di fessurazione e di tensione sulle barre

Tabella 18 – Verifica tensioni (gabbia sup.)

| COMBINAZIONE            | TENSIONI ESERCIZIO     | TENSIONI AMMISSIBILI |
|-------------------------|------------------------|----------------------|
| S.L.E. RARA             | $\sigma_s = 40.60$ MPa | 360 MPa              |
|                         | $\sigma_c = 1.14$ MPa  | 19.18 MPa            |
| S.L.E. QUASI PERMANENTE | $\sigma_s = 40.60$ MPa | 360 MPa              |
|                         | $\sigma_c = 1.14$ MPa  | 14.38 MPa            |

Tabella 19 – Verifica apertura fessure (gabbia sup.)

| COMBINAZIONE            | MAX. APERTURA | FESSURA LIMITE |
|-------------------------|---------------|----------------|
| S.L.E. FREQUENTE        | 0.089 mm      | 0.3 mm         |
| S.L.E. QUASI PERMANENTE | 0.089 mm      | 0.2 mm         |

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Paratia di controripa in DX dal km 1+235 al km 1+300 - Relazione tecnica e di calcolo

|       |        |         |     |        |         |          |      |              |
|-------|--------|---------|-----|--------|---------|----------|------|--------------|
| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS    | Id.doc. | N. prog. | Rev. | Pag. di Pag. |
| LO703 | 213    | E       | 16  | OS0002 | REL     | 01       | B    | 34 di 40     |

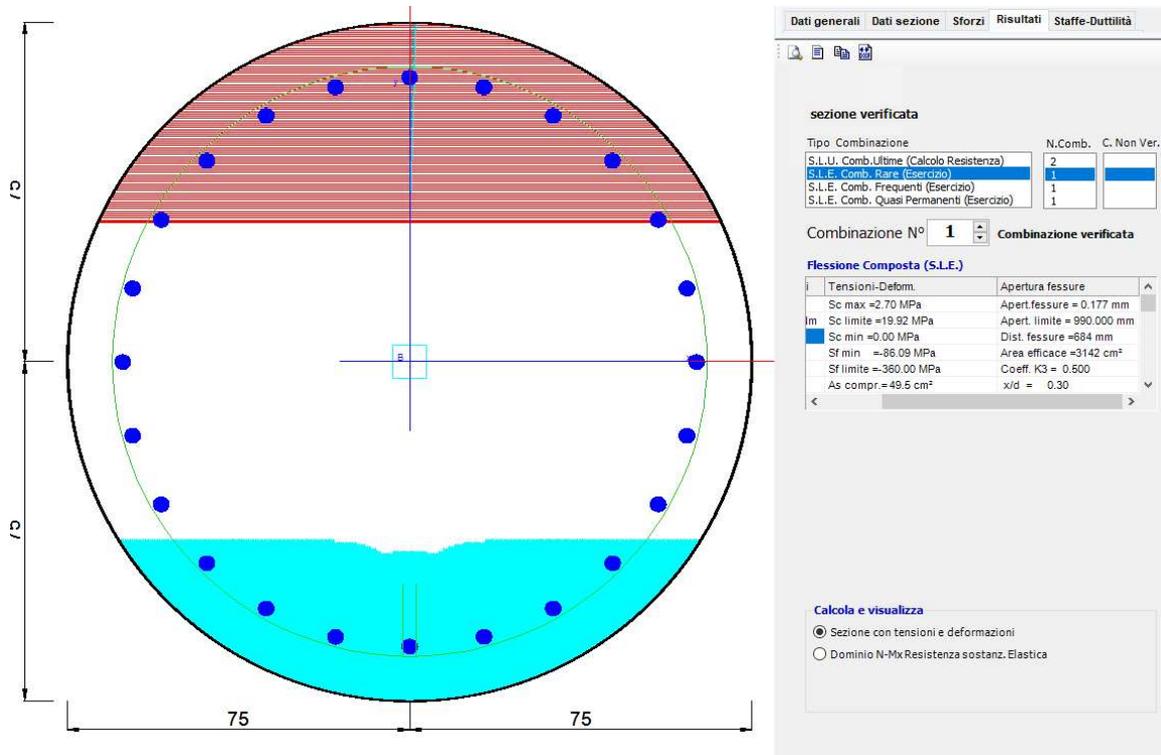


Figura 24 –Gabbia inf. 24Φ30 - SLE – Verifiche di fessurazione e di tensione sulle barre

Tabella 20 – Verifica tensioni (gabbia inf.)

| COMBINAZIONE            | TENSIONI ESERCIZIO             | TENSIONI AMMISSIBILI |
|-------------------------|--------------------------------|----------------------|
| S.L.E. RARA             | $\sigma_s = 86.09 \text{ MPa}$ | 360 MPa              |
|                         | $\sigma_c = 2.70 \text{ MPa}$  | 19.18 MPa            |
| S.L.E. QUASI PERMANENTE | $\sigma_s = 86.09 \text{ MPa}$ | 360 MPa              |
|                         | $\sigma_c = 2.70 \text{ MPa}$  | 14.38 MPa            |

Tabella 21 – Verifica apertura fessure (gabbia inf.)

| COMBINAZIONE            | MAX. APERTURA | FESSURA LIMITE |
|-------------------------|---------------|----------------|
| S.L.E. FREQUENTE        | 0.177 mm      | 0.3 mm         |
| S.L.E. QUASI PERMANENTE | 0.177 mm      | 0.2 mm         |

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Paratia di controripa in DX dal km 1+235 al km 1+300 - Relazione tecnica e di calcolo

|                |               |              |           |               |                |               |           |                         |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|----------------|---------------|-----------|-------------------------|
| Opera<br>LO703 | Tratto<br>213 | Settore<br>E | CEE<br>16 | WBS<br>OS0002 | Id.doc.<br>REL | N.prog.<br>01 | Rev.<br>B | Pag.di Pag.<br>35 di 40 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|----------------|---------------|-----------|-------------------------|

## 10.1 VERIFICHE STRUTTURALI DELLA TRAVE DI CORONAMENTO

Per la verifica strutturale della trave di coronamento si considera, cautelativamente, che 1 palo non contribuisca al contenimento delle spinte. Ipotizzando uno schema di trave incastrata alle estremità, di luce pari a 3.4m, si ricavano le sollecitazioni con cui effettuare le verifiche (in condizioni SLU).

Risulta:

$$q = V_{max} = 360 \frac{kN}{m}$$

$$M = \frac{q \cdot i^2}{12} = 347 \text{ kNm}$$

$$V = 0.5 \cdot q \cdot i = 612 \text{ kN}$$

Per la trave di coronamento, di altezza pari a 150 cm e larghezza pari a 190 cm, si prevede la seguente armatura di calcolo:

- Armatura longitudinale: 9+9Φ26mm;
- Staffe: Φ14/15cm + 2 spille Φ14/45cm;
- Copriferro netto: 5cm.

Il copriferro netto è stato calcolato considerando i limiti per le travi su terreno preparato secondo quanto riportato in normativa quantitativi di armatura soddisfano i requisiti da normativa UNI EN 1536:2003 e ENV 1992-1-1.

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta_c = 40mm + 10mm = 50 \text{ mm}$$

Il quantitativo di armatura longitudinale è stato verificato nei rispetti dei requisiti minimi e massimi da normativa UNI EN 1536:2003 e NTC08.

In particolare:

$$A_{s,tesa} = 9\phi 26 = 0.0048 \text{ m}^2$$

$$A_{s,min} = 0.26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d = 0.0048 \text{ m}^2 \text{ [4.1.6.1.1 NTC2008]}$$

$$A_{s,min} = 0.0013 \cdot b_t \cdot d = 0.0036 \text{ m}^2 \text{ [4.1.6.1.1 NTC2008]}$$

$$A_{s,max} = 0.04 \cdot A_c = 0.114 \text{ m}^2 \text{ [4.1.6.1.1 NTC2008]}$$

Con

$$b = 1.5 \text{ m}$$

$$d = 1.82 \text{ m}$$

Il quantitativo di armatura trasversale è stato verificato nei rispetti dei requisiti minimi da normativa NTC08.

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Paratia di controripa in DX dal km 1+235 al km 1+300 - Relazione tecnica e di calcolo

|       |        |         |     |        |         |          |      |              |
|-------|--------|---------|-----|--------|---------|----------|------|--------------|
| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS    | Id.doc. | N. prog. | Rev. | Pag. di Pag. |
| LO703 | 213    | E       | 16  | OS0002 | REL     | 01       | B    | 36 di 40     |

$$A_{sw} = 2 \text{ bracci} \frac{\phi 14}{15} + 2 \text{ spille} \frac{\phi 14}{45} = (2053 + 684) = 2737 \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$$

$$A_{sw, \min} = 1.5 b = 2250 \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$$

Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati di armatura del cordolo LO703213E16OS0002ARM02A.

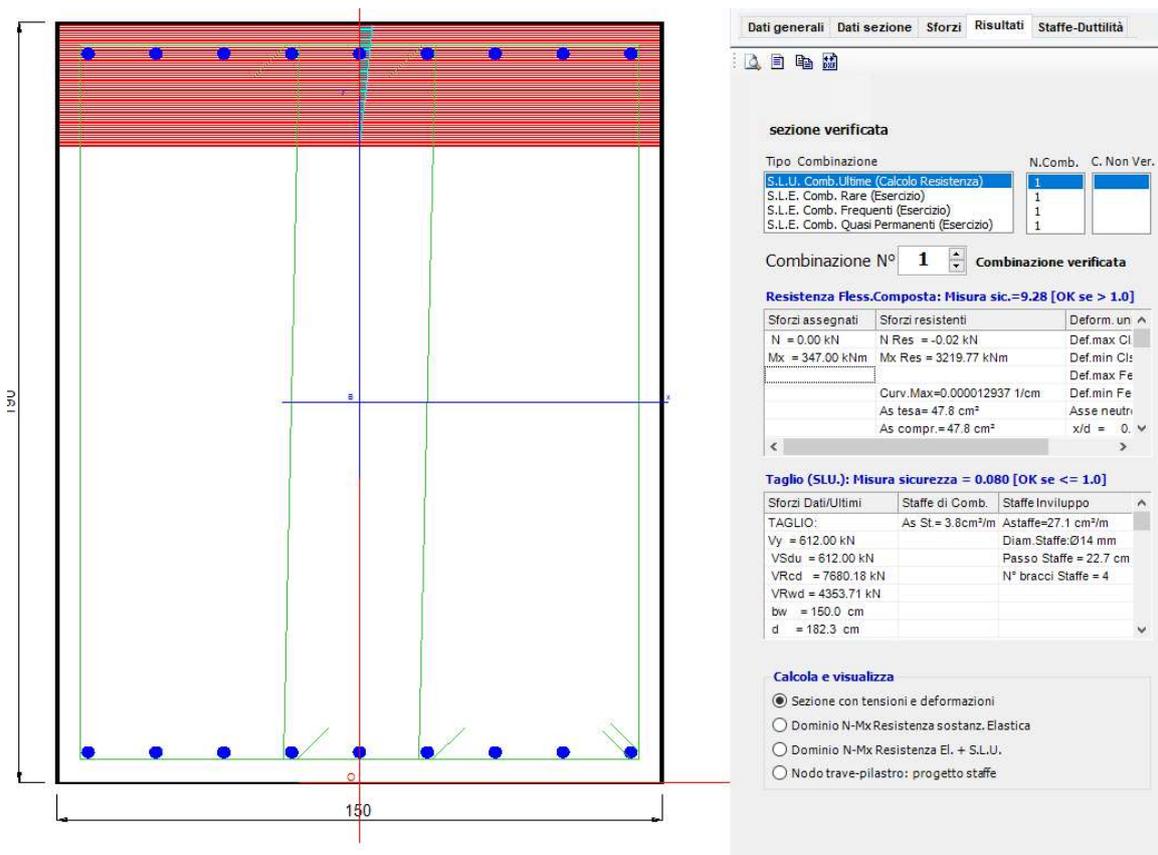


Figura 25 – Verifiche armatura cordolo – SLU

Per le verifiche a taglio nel codice utilizzato RC – SEC è stato considerato un passo equivalente di 22.7 cm per le armature trasversali (staffa + 2 legature), per tenere conto della differente spaziatura tra staffe (ogni 15 cm) e spille (ogni 45 cm).

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Paratia di controripa in DX dal km 1+235 al km 1+300 - Relazione tecnica e di calcolo

|                |               |              |           |               |                |               |           |                         |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|----------------|---------------|-----------|-------------------------|
| Opera<br>LO703 | Tratto<br>213 | Settore<br>E | CEE<br>16 | WBS<br>OS0002 | Id.doc.<br>REL | N.prog.<br>01 | Rev.<br>B | Pag.di Pag.<br>37 di 40 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|----------------|---------------|-----------|-------------------------|

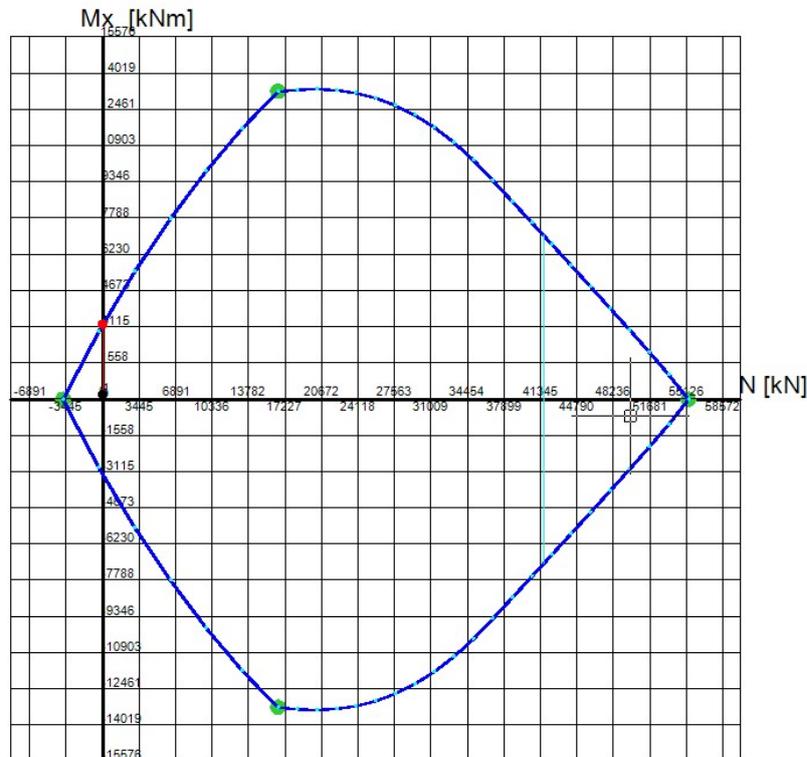


Figura 26 – Dominio N-M cordolo

Tabella 22 – Verifica tensioni

| COMBINAZIONE            | TENSIONI ESERCIZIO     | TENSIONI AMMISSIBILI |
|-------------------------|------------------------|----------------------|
| S.L.E. RARA             | $\sigma_s = 12.32$ MPa | 360 MPa              |
|                         | $\sigma_c = 0.19$ MPa  | 19.18 MPa            |
| S.L.E. QUASI PERMANENTE | $\sigma_s = 12.32$ MPa | 360 MPa              |
|                         | $\sigma_c = 0.19$ MPa  | 14.38 MPa            |

Tabella 23 – Verifica apertura fessure

| COMBINAZIONE            | MAX. APERTURA | FESSURA LIMITE |
|-------------------------|---------------|----------------|
| S.L.E. FREQUENTE        | 0.027 mm      | 0.3 mm         |
| S.L.E. QUASI PERMANENTE | 0.027 mm      | 0.2 mm         |

Le verifiche risultano soddisfatte.



### **2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

**3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud**

**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia**

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Paratia di controripa in DX dal km 1+235 al km 1+300 - Relazione tecnica e di calcolo

|                |               |              |           |               |                |                |           |                          |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|----------------|----------------|-----------|--------------------------|
| Opera<br>LO703 | Tratto<br>213 | Settore<br>E | CEE<br>16 | WBS<br>OS0002 | Id.doc.<br>REL | N. prog.<br>01 | Rev.<br>B | Pag. di Pag.<br>38 di 40 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|----------------|----------------|-----------|--------------------------|

## **11. CONCLUSIONI**

La presente relazione tecnica e di calcolo riassume i criteri di dimensionamento, le analisi e le verifiche condotte sulle opere di stabilità profonda dei terreni di fondazione del rilevato da progressiva 1+235 a progressiva 1+300 dei Lotti 3 e 4 dell'opera Pedemontana delle Marche.

Le verifiche geotecniche e strutturali risultano soddisfatte per gli stati limite considerati secondo le normative di riferimento.



### **2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

**3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud**

**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia**

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Paratia di controripa in DX dal km 1+235 al km 1+300 - Relazione tecnica e di calcolo

|                |               |              |           |               |                |               |           |                         |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|----------------|---------------|-----------|-------------------------|
| Opera<br>LO703 | Tratto<br>213 | Settore<br>E | CEE<br>16 | WBS<br>OS0002 | Id.doc.<br>REL | N.prog.<br>01 | Rev.<br>B | Pag.di Pag.<br>39 di 40 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|----------------|---------------|-----------|-------------------------|

## **ALLEGATO A**

### **REPORT DI CALCOLO VERIFICHE GEOTECNICHE**



## ***Report di Calcolo***

# Sommario

## Contenuto Sommario

## ***1. Descrizione del Software***

ParatiePlus è un codice agli elementi finiti che simula il problema di uno scavo sostenuto da diaframmi flessibili e permette di valutare il comportamento della parete di sostegno durante tutte le fasi intermedie e nella configurazione finale.

## 2. Descrizione della Stratigrafia e degli Strati di Terreno

Tipo : HORIZONTAL

Quota : 3 m

OCR : 1

Tipo : HORIZONTAL

Quota : -8 m

OCR : 1

Tipo : HORIZONTAL

Quota : -11 m

OCR : 1

| Strato di Terreno | Terreno | $\gamma$ dry      | $\gamma$ sat      | $\phi'$ | $\phi$ | $c_v$ | $\phi$ | $c'$ | Su  | Modulo Elastico | Eu | Evc    | Eur    | Ah | Av | exp | Pa  | Rur/Rvc | Rvc | Ku                | Kvc               | Kur               |  |
|-------------------|---------|-------------------|-------------------|---------|--------|-------|--------|------|-----|-----------------|----|--------|--------|----|----|-----|-----|---------|-----|-------------------|-------------------|-------------------|--|
|                   |         | kN/m <sup>3</sup> | kN/m <sup>3</sup> | °       | °      | °     | °      | kPa  | kPa |                 |    | kPa    | kPa    |    |    |     | kPa |         | kPa | kN/m <sup>3</sup> | kN/m <sup>3</sup> | kN/m <sup>3</sup> |  |
| 1                 | Aate    | 16                | 19                | 31      |        |       |        | 10   |     | Constant        |    | 40000  | 64000  |    |    |     |     |         |     |                   |                   |                   |  |
| 2                 | Salt    | 20                | 20                | 26      |        |       |        | 10   |     | Constant        |    | 200000 | 600000 |    |    |     |     |         |     |                   |                   |                   |  |
| 3                 | Ap      | 20                | 23                | 36      |        |       |        | 70   |     | Constant        |    | 106000 | 318000 |    |    |     |     |         |     |                   |                   |                   |  |

### 3. Descrizione Pareti

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -14.5 m

Muro di sinistra

Sezione : Pali 1500/1.7

Area equivalente : 1.03949756920251 m

Inerzia equivalente : 0.1462 m<sup>4</sup>/m

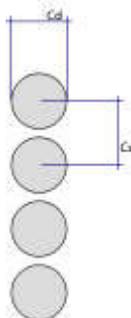
Materiale calcestruzzo : C32/40

Tipo sezione : Tangent

Spaziatura : 1.7 m

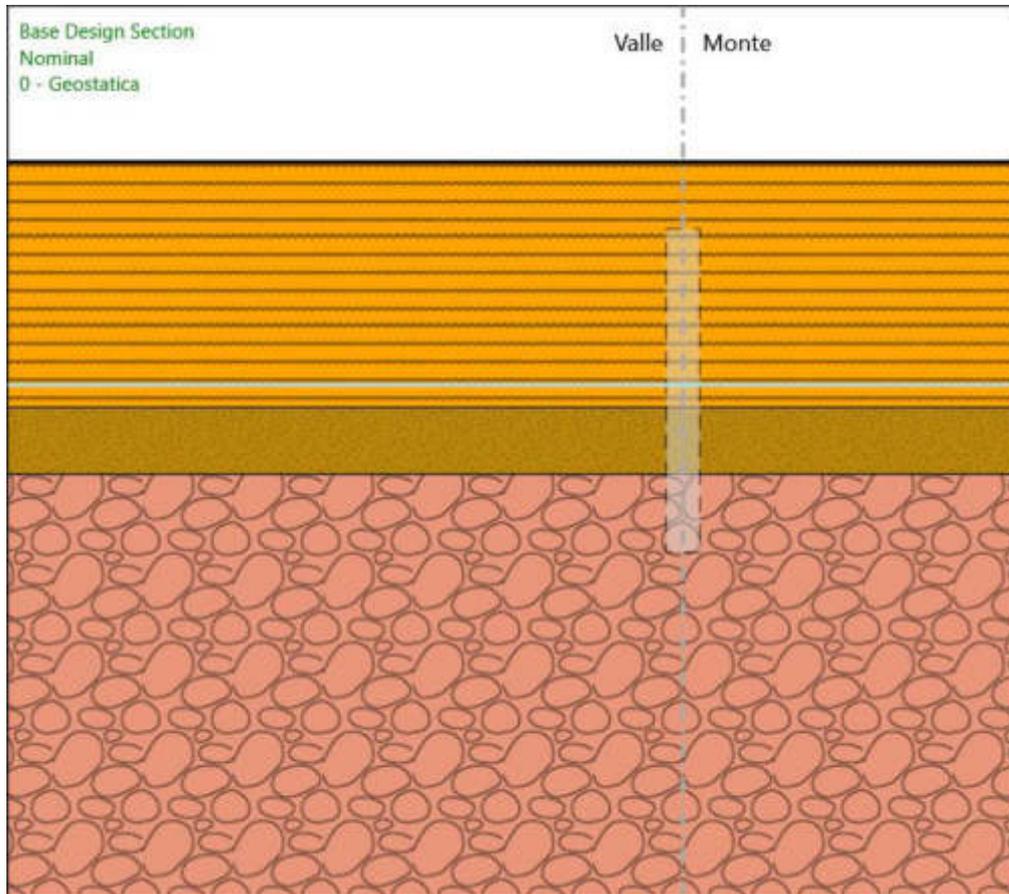
Diametro : 1.5 m

Efficacia : 1

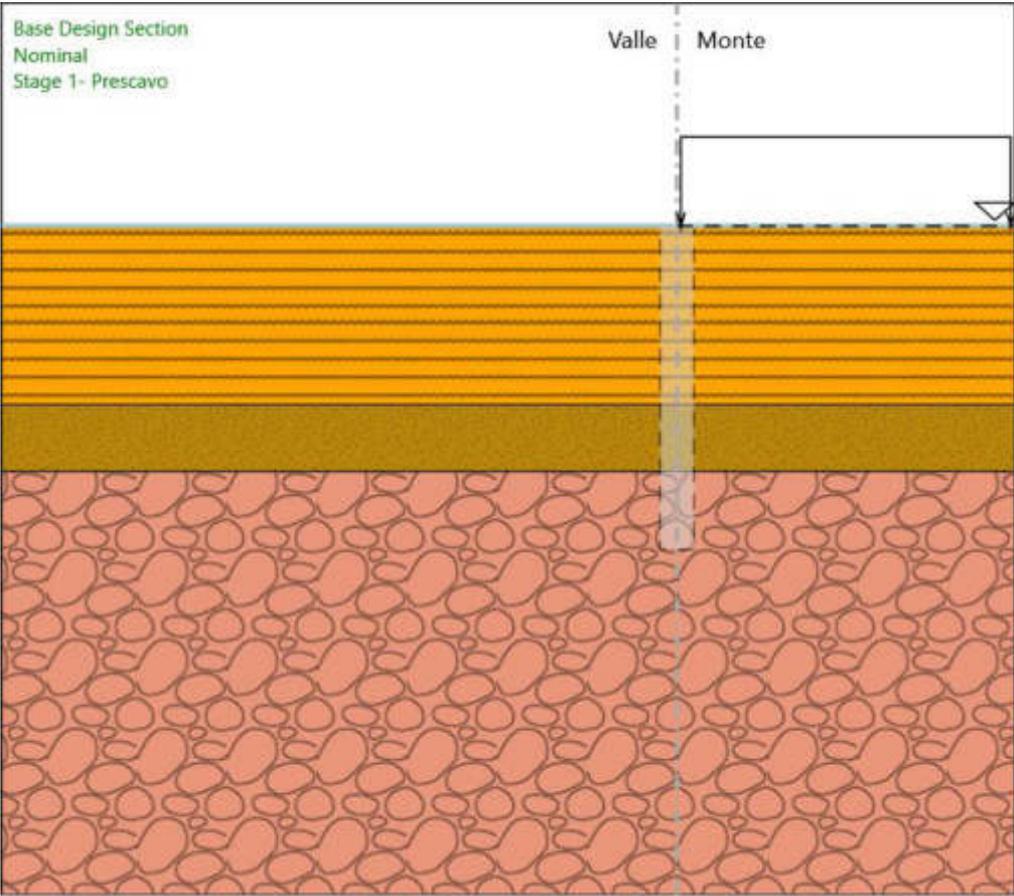


## 4. Fasi di Calcolo

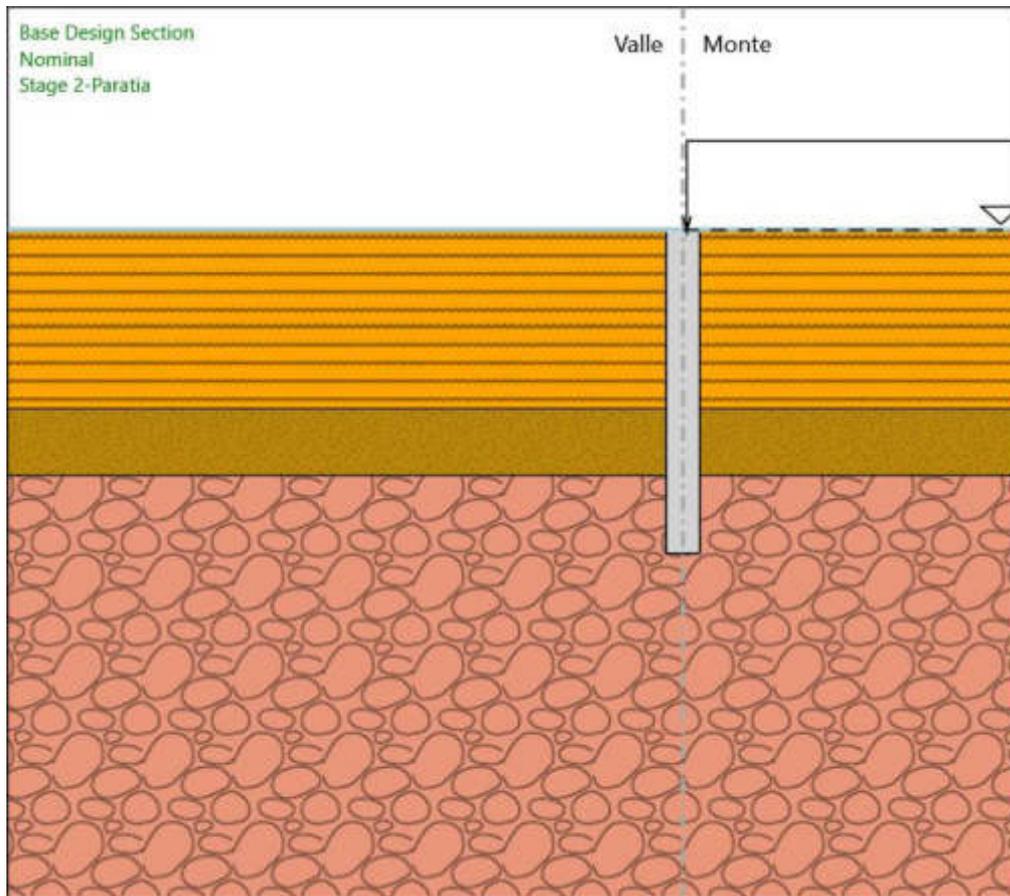
### 4.1. 0 - Geostatica



4.2. Stage 1- Prescavo



### 4.3. Stage 2-Paratia



#### Stage 2-Paratia

Elementi strutturali

Paratia : Pali 1500/1.7

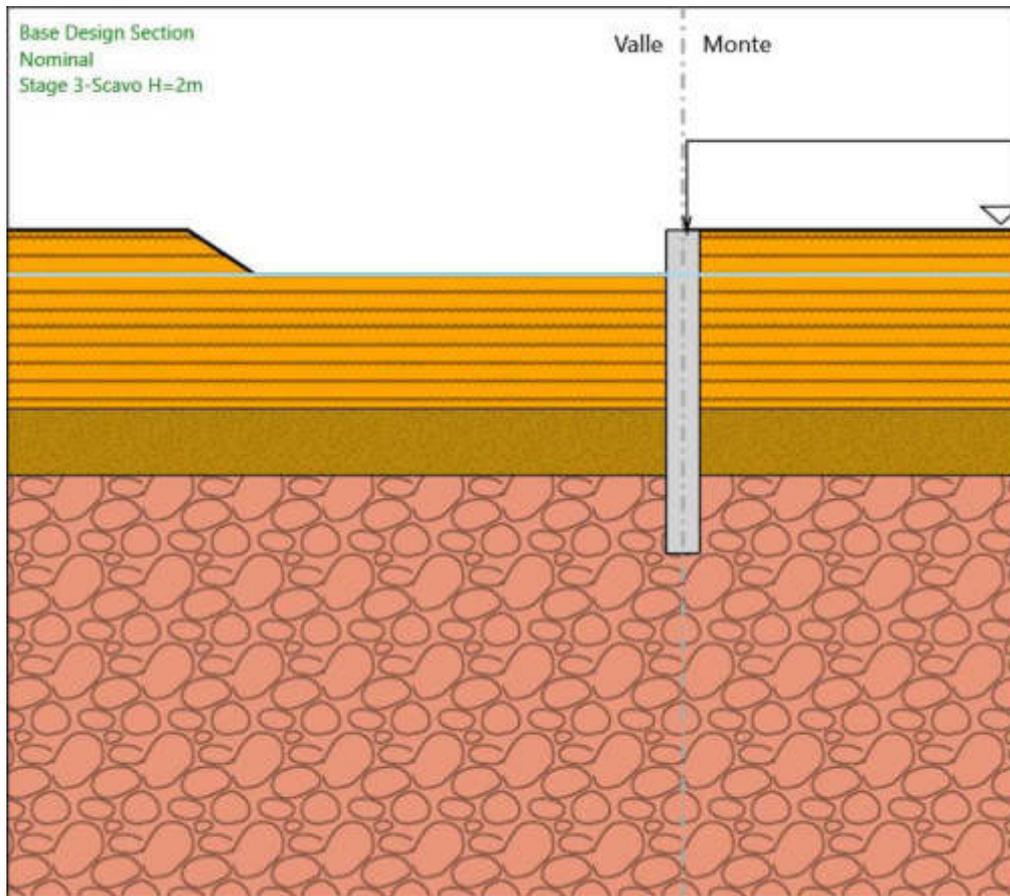
X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -14.5 m

Sezione : Pali 1500/1.7

#### 4.4. Stage 3-Scavo H=2m



#### Stage 3-Scavo H=2m

Elementi strutturali

Paratia : Pali 1500/1.7

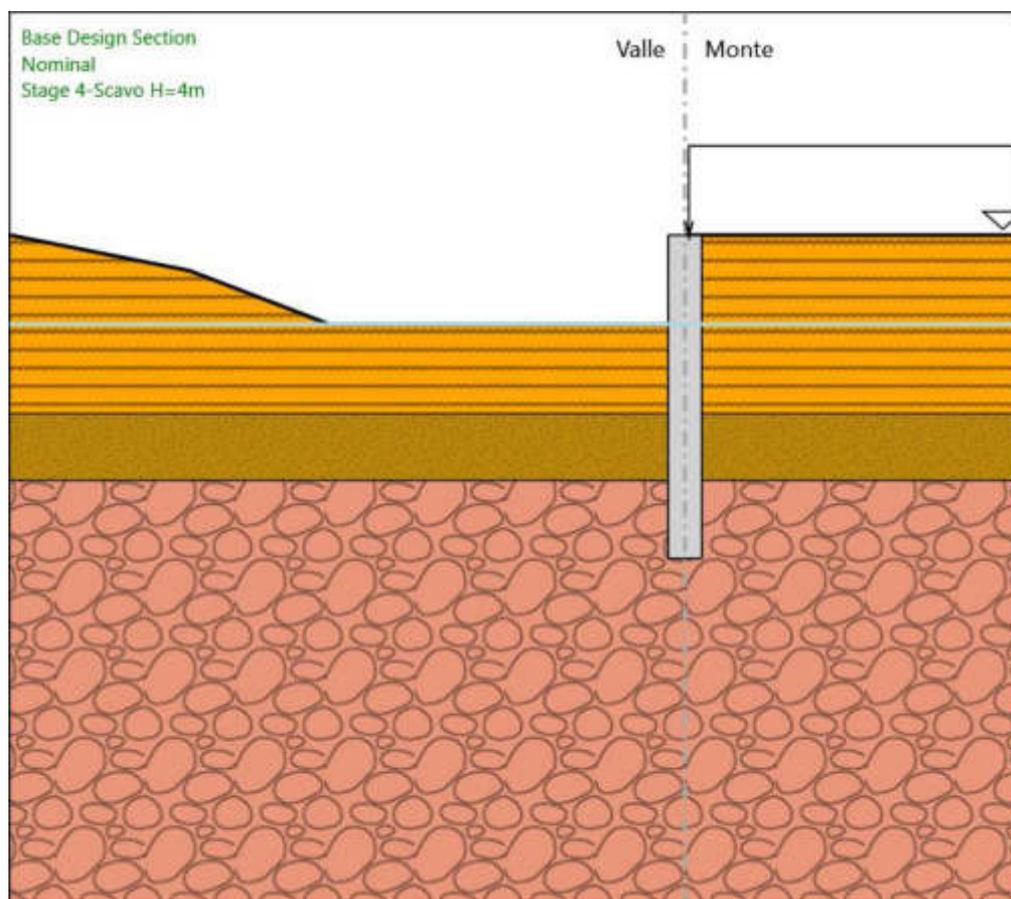
X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -14.5 m

Sezione : Pali 1500/1.7

## 4.5. Stage 4-Scavo H=4m



### Stage 4-Scavo H=4m

Elementi strutturali

Paratia : Pali 1500/1.7

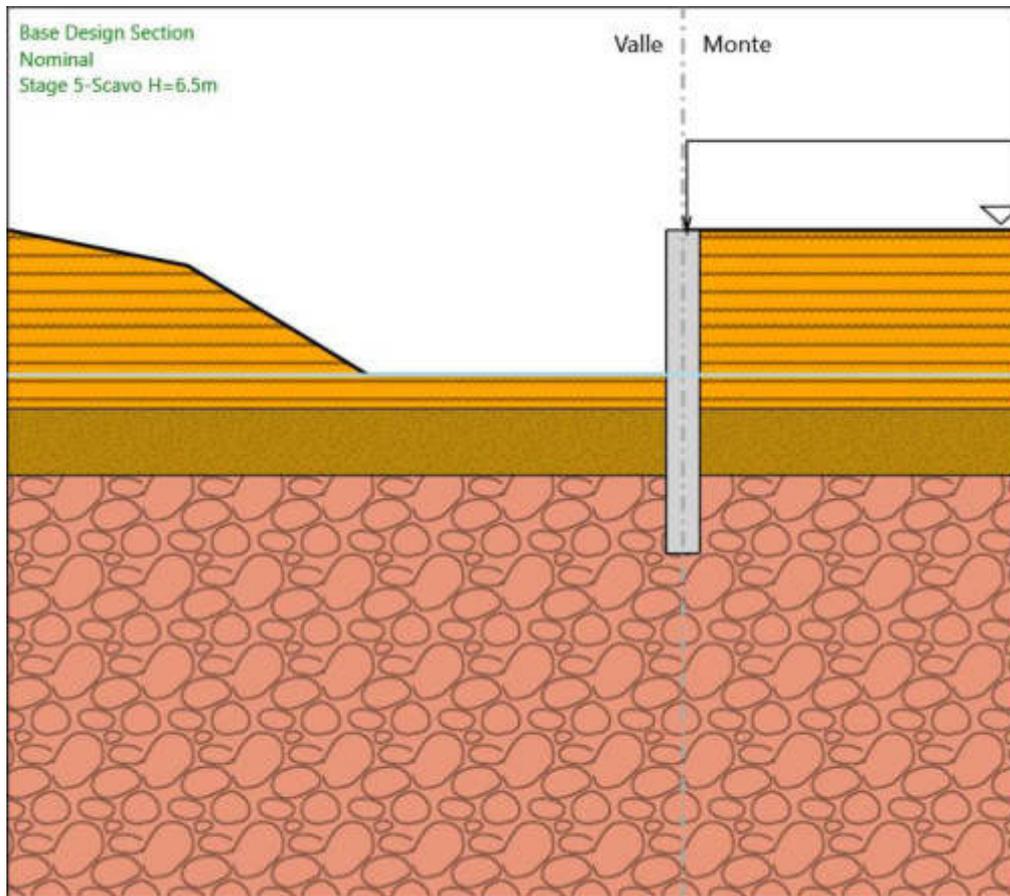
X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -14.5 m

Sezione : Pali 1500/1.7

## 4.6. Stage 5-Scavo H=6.5m



### Stage 5-Scavo H=6.5m

Elementi strutturali

Paratia : Pali 1500/1.7

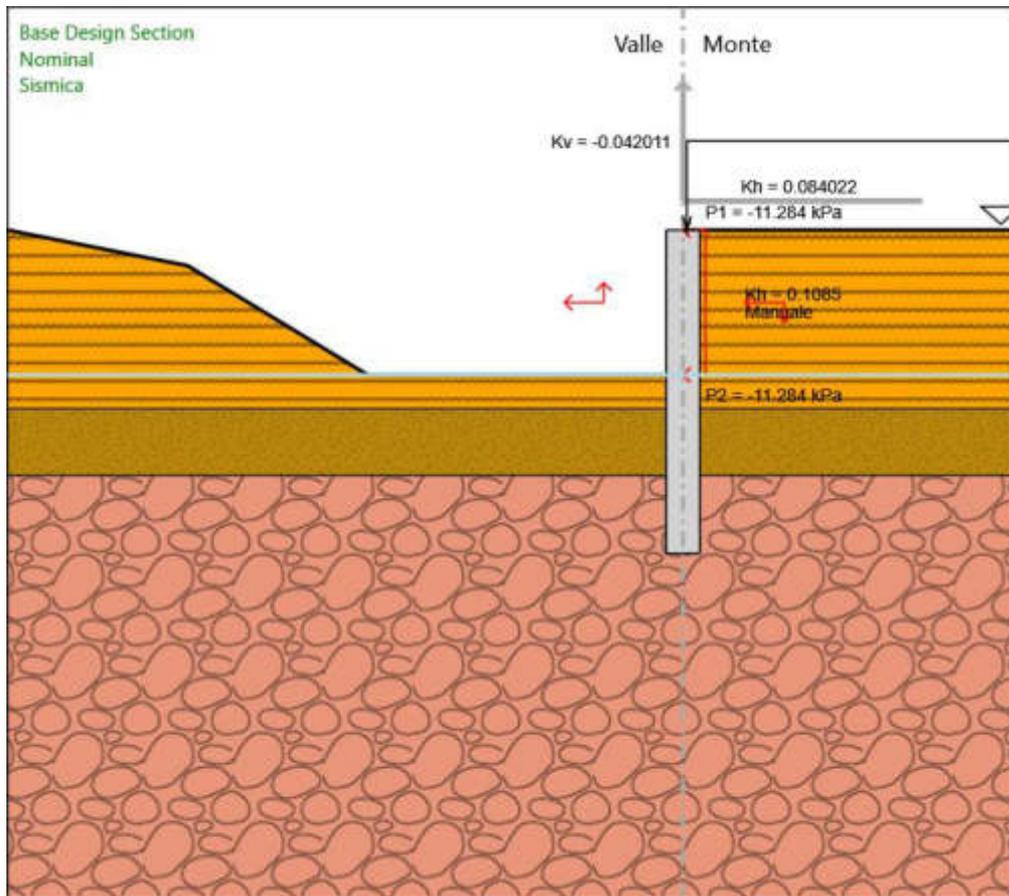
X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -14.5 m

Sezione : Pali 1500/1.7

## 4.7. Sismica



### Sismica

Elementi strutturali

Paratia : Pali 1500/1.7

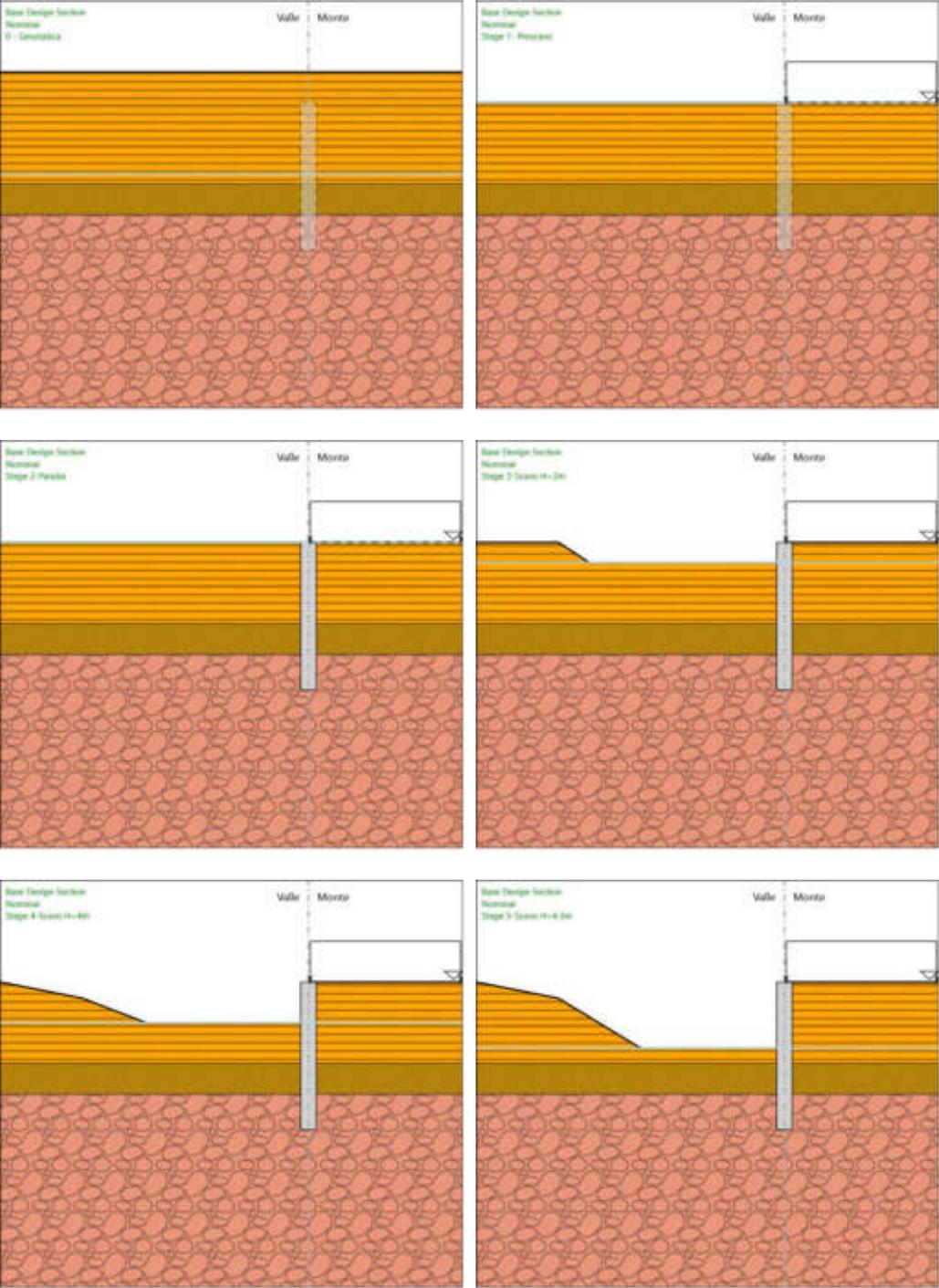
X : 0 m

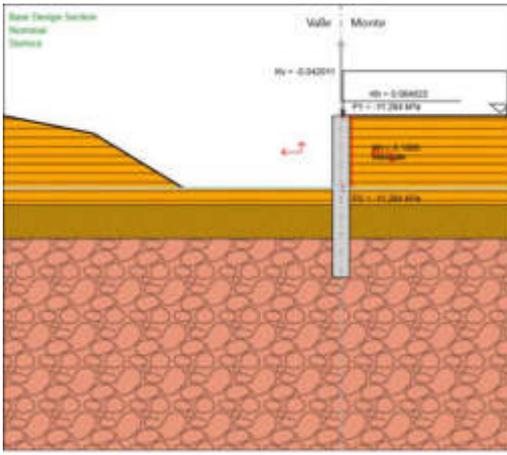
Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -14.5 m

Sezione : Pali 1500/1.7

### 4.8. Tabella Configurazione Stage (Nominal)





## 5. Grafici dei Risultati

### 5.1. Design Assumption : Nominal

#### 5.1.1. Tabella Spostamento Nominal - LEFT Stage: 0 - Geostatica

| Design Assumption: Nominal | Tipo Risultato: Spostamento | Muro: LEFT                   |
|----------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Stage                      | Z (m)                       | Spostamento orizzontale (mm) |
| 0 - Geostatica             | 0                           | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -0.2                        | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -0.4                        | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -0.6                        | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -0.8                        | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -1                          | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -1.2                        | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -1.4                        | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -1.6                        | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -1.8                        | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -2                          | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -2.2                        | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -2.4                        | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -2.6                        | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -2.8                        | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -3                          | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -3.2                        | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -3.4                        | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -3.6                        | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -3.8                        | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -4                          | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -4.2                        | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -4.4                        | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -4.6                        | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -4.8                        | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -5                          | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -5.2                        | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -5.4                        | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -5.6                        | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -5.8                        | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -6                          | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -6.2                        | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -6.4                        | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -6.6                        | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -6.8                        | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -7                          | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -7.2                        | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -7.4                        | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -7.6                        | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -7.8                        | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -8                          | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -8.2                        | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -8.4                        | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -8.6                        | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -8.8                        | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -9                          | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -9.2                        | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -9.4                        | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -9.6                        | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -9.8                        | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -10                         | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -10.2                       | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -10.4                       | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -10.6                       | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -10.8                       | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -11                         | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -11.2                       | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -11.4                       | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -11.6                       | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -11.8                       | 0                            |
| 0 - Geostatica             | -12                         | 0                            |

| Design Assumption: Nominal Tipo Risultato: Spostamento |       |                              | Muro: LEFT |
|--|-------|------------------------------|------------|
| Stage  | Z (m) | Spostamento orizzontale (mm) |            |
| 0 - Geostatica   | -12.2 | 0                            |            |
| 0 - Geostatica   | -12.4 | 0                            |            |
| 0 - Geostatica   | -12.6 | 0                            |            |
| 0 - Geostatica   | -12.8 | 0                            |            |
| 0 - Geostatica   | -13   | 0                            |            |
| 0 - Geostatica   | -13.2 | 0                            |            |
| 0 - Geostatica   | -13.4 | 0                            |            |
| 0 - Geostatica   | -13.6 | 0                            |            |
| 0 - Geostatica   | -13.8 | 0                            |            |
| 0 - Geostatica   | -14   | 0                            |            |
| 0 - Geostatica   | -14.2 | 0                            |            |
| 0 - Geostatica   | -14.4 | 0                            |            |
| 0 - Geostatica   | -14.5 | 0                            |            |

### 5.1.2. Tabella Spostamento Nominal - LEFT Stage: Stage 1- Prescavo

| Design Assumption: Nominal Tipo Risultato: Spostamento |       | Muro: LEFT                   |
|--|-------|------------------------------|
| Stage  | Z (m) | Spostamento orizzontale (mm) |
| Stage 1- Prescavo                                      | 0     | -0.19                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -0.2  | -0.15                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -0.4  | -0.14                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -0.6  | -0.14                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -0.8  | -0.13                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -1    | -0.13                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -1.2  | -0.13                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -1.4  | -0.12                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -1.6  | -0.12                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -1.8  | -0.12                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -2    | -0.12                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -2.2  | -0.12                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -2.4  | -0.12                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -2.6  | -0.12                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -2.8  | -0.12                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -3    | -0.11                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -3.2  | -0.11                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -3.4  | -0.11                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -3.6  | -0.11                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -3.8  | -0.11                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -4    | -0.11                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -4.2  | -0.11                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -4.4  | -0.11                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -4.6  | -0.11                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -4.8  | -0.11                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -5    | -0.11                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -5.2  | -0.11                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -5.4  | -0.11                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -5.6  | -0.11                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -5.8  | -0.11                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -6    | -0.11                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -6.2  | -0.11                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -6.4  | -0.11                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -6.6  | -0.11                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -6.8  | -0.11                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -7    | -0.11                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -7.2  | -0.11                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -7.4  | -0.11                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -7.6  | -0.11                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -7.8  | -0.11                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -8    | -0.1                         |
| Stage 1- Prescavo                                      | -8.2  | -0.01                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -8.4  | -0.01                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -8.6  | -0.01                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -8.8  | -0.01                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -9    | -0.01                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -9.2  | -0.01                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -9.4  | -0.01                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -9.6  | -0.01                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -9.8  | -0.01                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -10   | -0.01                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -10.2 | -0.01                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -10.4 | -0.01                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -10.6 | -0.01                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -10.8 | -0.01                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -11   | -0.01                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -11.2 | -0.02                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -11.4 | -0.02                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -11.6 | -0.02                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -11.8 | -0.02                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -12   | -0.02                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -12.2 | -0.02                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -12.4 | -0.02                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -12.6 | -0.02                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -12.8 | -0.02                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -13   | -0.02                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -13.2 | -0.02                        |

| Design Assumption: Nominal Tipo Risultato: Spostamento |       | Muro: LEFT                   |
|--|-------|------------------------------|
| Stage  | Z (m) | Spostamento orizzontale (mm) |
| Stage 1- Prescavo                                      | -13.4 | -0.02                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -13.6 | -0.02                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -13.8 | -0.02                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -14   | -0.02                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -14.2 | -0.02                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -14.4 | -0.02                        |
| Stage 1- Prescavo                                      | -14.5 | -0.02                        |

### 5.1.3. Tabella Spostamento Nominal - LEFT Stage: Stage 2-Paratia

| Design Assumption: Nominal | Tipo Risultato: Spostamento | Muro: LEFT                   |
|----------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Stage                      | Z (m)                       | Spostamento orizzontale (mm) |
| Stage 2-Paratia            | 0                           | -0.19                        |
| Stage 2-Paratia            | -0.2                        | -0.15                        |
| Stage 2-Paratia            | -0.4                        | -0.14                        |
| Stage 2-Paratia            | -0.6                        | -0.14                        |
| Stage 2-Paratia            | -0.8                        | -0.13                        |
| Stage 2-Paratia            | -1                          | -0.13                        |
| Stage 2-Paratia            | -1.2                        | -0.13                        |
| Stage 2-Paratia            | -1.4                        | -0.12                        |
| Stage 2-Paratia            | -1.6                        | -0.12                        |
| Stage 2-Paratia            | -1.8                        | -0.12                        |
| Stage 2-Paratia            | -2                          | -0.12                        |
| Stage 2-Paratia            | -2.2                        | -0.12                        |
| Stage 2-Paratia            | -2.4                        | -0.12                        |
| Stage 2-Paratia            | -2.6                        | -0.12                        |
| Stage 2-Paratia            | -2.8                        | -0.12                        |
| Stage 2-Paratia            | -3                          | -0.11                        |
| Stage 2-Paratia            | -3.2                        | -0.11                        |
| Stage 2-Paratia            | -3.4                        | -0.11                        |
| Stage 2-Paratia            | -3.6                        | -0.11                        |
| Stage 2-Paratia            | -3.8                        | -0.11                        |
| Stage 2-Paratia            | -4                          | -0.11                        |
| Stage 2-Paratia            | -4.2                        | -0.11                        |
| Stage 2-Paratia            | -4.4                        | -0.11                        |
| Stage 2-Paratia            | -4.6                        | -0.11                        |
| Stage 2-Paratia            | -4.8                        | -0.11                        |
| Stage 2-Paratia            | -5                          | -0.11                        |
| Stage 2-Paratia            | -5.2                        | -0.11                        |
| Stage 2-Paratia            | -5.4                        | -0.11                        |
| Stage 2-Paratia            | -5.6                        | -0.11                        |
| Stage 2-Paratia            | -5.8                        | -0.11                        |
| Stage 2-Paratia            | -6                          | -0.11                        |
| Stage 2-Paratia            | -6.2                        | -0.11                        |
| Stage 2-Paratia            | -6.4                        | -0.11                        |
| Stage 2-Paratia            | -6.6                        | -0.11                        |
| Stage 2-Paratia            | -6.8                        | -0.11                        |
| Stage 2-Paratia            | -7                          | -0.11                        |
| Stage 2-Paratia            | -7.2                        | -0.11                        |
| Stage 2-Paratia            | -7.4                        | -0.11                        |
| Stage 2-Paratia            | -7.6                        | -0.11                        |
| Stage 2-Paratia            | -7.8                        | -0.11                        |
| Stage 2-Paratia            | -8                          | -0.1                         |
| Stage 2-Paratia            | -8.2                        | -0.01                        |
| Stage 2-Paratia            | -8.4                        | -0.01                        |
| Stage 2-Paratia            | -8.6                        | -0.01                        |
| Stage 2-Paratia            | -8.8                        | -0.01                        |
| Stage 2-Paratia            | -9                          | -0.01                        |
| Stage 2-Paratia            | -9.2                        | -0.01                        |
| Stage 2-Paratia            | -9.4                        | -0.01                        |
| Stage 2-Paratia            | -9.6                        | -0.01                        |
| Stage 2-Paratia            | -9.8                        | -0.01                        |
| Stage 2-Paratia            | -10                         | -0.01                        |
| Stage 2-Paratia            | -10.2                       | -0.01                        |
| Stage 2-Paratia            | -10.4                       | -0.01                        |
| Stage 2-Paratia            | -10.6                       | -0.01                        |
| Stage 2-Paratia            | -10.8                       | -0.01                        |
| Stage 2-Paratia            | -11                         | -0.01                        |
| Stage 2-Paratia            | -11.2                       | -0.02                        |
| Stage 2-Paratia            | -11.4                       | -0.02                        |
| Stage 2-Paratia            | -11.6                       | -0.02                        |
| Stage 2-Paratia            | -11.8                       | -0.02                        |
| Stage 2-Paratia            | -12                         | -0.02                        |
| Stage 2-Paratia            | -12.2                       | -0.02                        |
| Stage 2-Paratia            | -12.4                       | -0.02                        |
| Stage 2-Paratia            | -12.6                       | -0.02                        |
| Stage 2-Paratia            | -12.8                       | -0.02                        |
| Stage 2-Paratia            | -13                         | -0.02                        |
| Stage 2-Paratia            | -13.2                       | -0.02                        |

| Design Assumption: Nominal Tipo Risultato: Spostamento |       | Muro: LEFT                   |
|--|-------|------------------------------|
| Stage  | Z (m) | Spostamento orizzontale (mm) |
| Stage 2-Paratia  | -13.4 | -0.02                        |
| Stage 2-Paratia  | -13.6 | -0.02                        |
| Stage 2-Paratia  | -13.8 | -0.02                        |
| Stage 2-Paratia  | -14   | -0.02                        |
| Stage 2-Paratia  | -14.2 | -0.02                        |
| Stage 2-Paratia  | -14.4 | -0.02                        |
| Stage 2-Paratia  | -14.5 | -0.02                        |

### 5.1.4. Tabella Spostamento Nominal - LEFT Stage: Stage 3-Scavo H=2m

| Design Assumption: Nominal |       | Tipo Risultato: Spostamento  | Muro: LEFT |
|----------------------------|-------|------------------------------|------------|
| Stage                      | Z (m) | Spostamento orizzontale (mm) |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | 0     | -0.59                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -0.2  | -0.55                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -0.4  | -0.53                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -0.6  | -0.51                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -0.8  | -0.5                         |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -1    | -0.48                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -1.2  | -0.47                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -1.4  | -0.46                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -1.6  | -0.45                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -1.8  | -0.43                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -2    | -0.42                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -2.2  | -0.41                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -2.4  | -0.4                         |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -2.6  | -0.39                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -2.8  | -0.38                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -3    | -0.37                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -3.2  | -0.36                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -3.4  | -0.35                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -3.6  | -0.34                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -3.8  | -0.33                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -4    | -0.32                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -4.2  | -0.31                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -4.4  | -0.3                         |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -4.6  | -0.3                         |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -4.8  | -0.29                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -5    | -0.28                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -5.2  | -0.27                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -5.4  | -0.26                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -5.6  | -0.25                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -5.8  | -0.24                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -6    | -0.24                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -6.2  | -0.23                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -6.4  | -0.22                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -6.6  | -0.21                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -6.8  | -0.21                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -7    | -0.2                         |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -7.2  | -0.19                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -7.4  | -0.19                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -7.6  | -0.18                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -7.8  | -0.17                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -8    | -0.17                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -8.2  | -0.07                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -8.4  | -0.07                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -8.6  | -0.06                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -8.8  | -0.06                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -9    | -0.05                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -9.2  | -0.05                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -9.4  | -0.05                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -9.6  | -0.04                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -9.8  | -0.04                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -10   | -0.04                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -10.2 | -0.04                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -10.4 | -0.03                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -10.6 | -0.03                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -10.8 | -0.03                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -11   | -0.03                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -11.2 | -0.03                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -11.4 | -0.03                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -11.6 | -0.03                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -11.8 | -0.03                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -12   | -0.03                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -12.2 | -0.03                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -12.4 | -0.03                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -12.6 | -0.03                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -12.8 | -0.03                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -13   | -0.03                        |            |
| Stage 3-Scavo H=2m         | -13.2 | -0.03                        |            |

| Design Assumption: Nominal Tipo Risultato: Spostamento |       | Muro: LEFT                   |
|--|-------|------------------------------|
| Stage  | Z (m) | Spostamento orizzontale (mm) |
| Stage 3-Scavo H=2m                                     | -13.4 | -0.03                        |
| Stage 3-Scavo H=2m                                     | -13.6 | -0.03                        |
| Stage 3-Scavo H=2m                                     | -13.8 | -0.03                        |
| Stage 3-Scavo H=2m                                     | -14   | -0.03                        |
| Stage 3-Scavo H=2m                                     | -14.2 | -0.03                        |
| Stage 3-Scavo H=2m                                     | -14.4 | -0.03                        |
| Stage 3-Scavo H=2m                                     | -14.5 | -0.03                        |

### 5.1.5. Tabella Spostamento Nominal - LEFT Stage: Stage 4-Scavo H=4m

| Design Assumption: Nominal |       | Tipo Risultato: Spostamento  |  |
|----------------------------|-------|------------------------------|--|
| Stage                      | Z (m) | Muro: LEFT                   |  |
|                            |       | Spostamento orizzontale (mm) |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | 0     | -1.83                        |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -0.2  | -1.75                        |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -0.4  | -1.71                        |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -0.6  | -1.66                        |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -0.8  | -1.62                        |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -1    | -1.58                        |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -1.2  | -1.54                        |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -1.4  | -1.5                         |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -1.6  | -1.46                        |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -1.8  | -1.42                        |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -2    | -1.38                        |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -2.2  | -1.35                        |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -2.4  | -1.31                        |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -2.6  | -1.27                        |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -2.8  | -1.23                        |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -3    | -1.19                        |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -3.2  | -1.15                        |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -3.4  | -1.12                        |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -3.6  | -1.08                        |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -3.8  | -1.04                        |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -4    | -1                           |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -4.2  | -0.97                        |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -4.4  | -0.93                        |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -4.6  | -0.9                         |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -4.8  | -0.86                        |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -5    | -0.83                        |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -5.2  | -0.79                        |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -5.4  | -0.76                        |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -5.6  | -0.72                        |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -5.8  | -0.69                        |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -6    | -0.66                        |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -6.2  | -0.63                        |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -6.4  | -0.6                         |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -6.6  | -0.57                        |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -6.8  | -0.54                        |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -7    | -0.51                        |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -7.2  | -0.48                        |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -7.4  | -0.45                        |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -7.6  | -0.43                        |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -7.8  | -0.4                         |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -8    | -0.38                        |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -8.2  | -0.26                        |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -8.4  | -0.24                        |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -8.6  | -0.22                        |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -8.8  | -0.2                         |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -9    | -0.18                        |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -9.2  | -0.17                        |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -9.4  | -0.15                        |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -9.6  | -0.14                        |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -9.8  | -0.12                        |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -10   | -0.11                        |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -10.2 | -0.1                         |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -10.4 | -0.09                        |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -10.6 | -0.08                        |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -10.8 | -0.08                        |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -11   | -0.07                        |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -11.2 | -0.07                        |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -11.4 | -0.06                        |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -11.6 | -0.06                        |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -11.8 | -0.05                        |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -12   | -0.05                        |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -12.2 | -0.04                        |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -12.4 | -0.04                        |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -12.6 | -0.04                        |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -12.8 | -0.03                        |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -13   | -0.03                        |  |
| Stage 4-Scavo H=4m         | -13.2 | -0.03                        |  |

| Design Assumption: Nominal Tipo Risultato: Spostamento |       | Muro: LEFT                   |
|--|-------|------------------------------|
| Stage  | Z (m) | Spostamento orizzontale (mm) |
| Stage 4-Scavo H=4m                                     | -13.4 | -0.02                        |
| Stage 4-Scavo H=4m                                     | -13.6 | -0.02                        |
| Stage 4-Scavo H=4m                                     | -13.8 | -0.02                        |
| Stage 4-Scavo H=4m                                     | -14   | -0.02                        |
| Stage 4-Scavo H=4m                                     | -14.2 | -0.01                        |
| Stage 4-Scavo H=4m                                     | -14.4 | -0.01                        |
| Stage 4-Scavo H=4m                                     | -14.5 | -0.01                        |

### 5.1.6. Tabella Spostamento Nominal - LEFT Stage: Stage 5-Scavo H=6.5m

| Design Assumption: Nominal | Tipo Risultato: Spostamento | Muro: LEFT                   |
|----------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Stage                      | Z (m)                       | Spostamento orizzontale (mm) |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | 0                           | -6.19                        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -0.2                        | -6.04                        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -0.4                        | -5.91                        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -0.6                        | -5.79                        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -0.8                        | -5.66                        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -1                          | -5.54                        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -1.2                        | -5.42                        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -1.4                        | -5.3                         |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -1.6                        | -5.19                        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -1.8                        | -5.07                        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -2                          | -4.95                        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -2.2                        | -4.83                        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -2.4                        | -4.71                        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -2.6                        | -4.59                        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -2.8                        | -4.47                        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -3                          | -4.36                        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -3.2                        | -4.24                        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -3.4                        | -4.12                        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -3.6                        | -4                           |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -3.8                        | -3.89                        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -4                          | -3.77                        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -4.2                        | -3.65                        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -4.4                        | -3.54                        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -4.6                        | -3.42                        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -4.8                        | -3.31                        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -5                          | -3.19                        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -5.2                        | -3.08                        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -5.4                        | -2.96                        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -5.6                        | -2.85                        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -5.8                        | -2.74                        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -6                          | -2.63                        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -6.2                        | -2.52                        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -6.4                        | -2.41                        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -6.6                        | -2.3                         |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -6.8                        | -2.2                         |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -7                          | -2.09                        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -7.2                        | -1.99                        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -7.4                        | -1.89                        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -7.6                        | -1.79                        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -7.8                        | -1.69                        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -8                          | -1.59                        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -8.2                        | -1.41                        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -8.4                        | -1.32                        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -8.6                        | -1.23                        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -8.8                        | -1.15                        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -9                          | -1.06                        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -9.2                        | -0.98                        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -9.4                        | -0.91                        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -9.6                        | -0.83                        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -9.8                        | -0.76                        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -10                         | -0.69                        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -10.2                       | -0.63                        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -10.4                       | -0.56                        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -10.6                       | -0.5                         |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -10.8                       | -0.45                        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -11                         | -0.39                        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -11.2                       | -0.34                        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -11.4                       | -0.29                        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -11.6                       | -0.24                        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -11.8                       | -0.19                        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -12                         | -0.14                        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -12.2                       | -0.1                         |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -12.4                       | -0.05                        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -12.6                       | -0.01                        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -12.8                       | 0.04                         |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -13                         | 0.08                         |
| Stage 5-Scavo H=6.5m       | -13.2                       | 0.12                         |

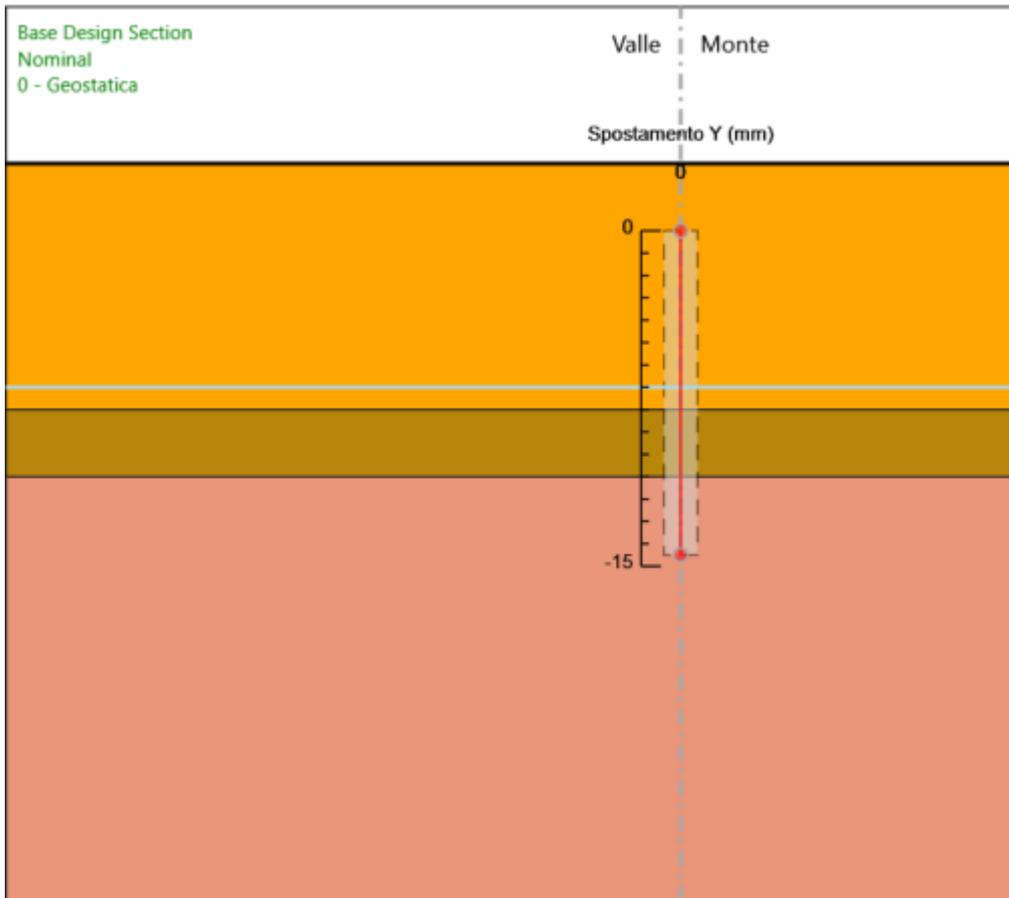
| Design Assumption: Nominal Tipo Risultato: Spostamento |       | Muro: LEFT                   |
|--|-------|------------------------------|
| Stage  | Z (m) | Spostamento orizzontale (mm) |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                                   | -13.4 | 0.16                         |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                                   | -13.6 | 0.2                          |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                                   | -13.8 | 0.25                         |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                                   | -14   | 0.29                         |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                                   | -14.2 | 0.33                         |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                                   | -14.4 | 0.37                         |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                                   | -14.5 | 0.39                         |

### 5.1.7. Tabella Spostamento Nominal - LEFT Stage: Sismica

| Design Assumption: Nominal | Tipo Risultato: Spostamento | Muro: LEFT                   |
|----------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Stage                      | Z (m)                       | Spostamento orizzontale (mm) |
| Sismica                    | 0                           | -102.22                      |
| Sismica                    | -0.2                        | -100.54                      |
| Sismica                    | -0.4                        | -98.88                       |
| Sismica                    | -0.6                        | -97.22                       |
| Sismica                    | -0.8                        | -95.56                       |
| Sismica                    | -1                          | -93.91                       |
| Sismica                    | -1.2                        | -92.25                       |
| Sismica                    | -1.4                        | -90.6                        |
| Sismica                    | -1.6                        | -88.95                       |
| Sismica                    | -1.8                        | -87.29                       |
| Sismica                    | -2                          | -85.64                       |
| Sismica                    | -2.2                        | -83.99                       |
| Sismica                    | -2.4                        | -82.34                       |
| Sismica                    | -2.6                        | -80.69                       |
| Sismica                    | -2.8                        | -79.04                       |
| Sismica                    | -3                          | -77.39                       |
| Sismica                    | -3.2                        | -75.74                       |
| Sismica                    | -3.4                        | -74.09                       |
| Sismica                    | -3.6                        | -72.44                       |
| Sismica                    | -3.8                        | -70.8                        |
| Sismica                    | -4                          | -69.15                       |
| Sismica                    | -4.2                        | -67.51                       |
| Sismica                    | -4.4                        | -65.87                       |
| Sismica                    | -4.6                        | -64.23                       |
| Sismica                    | -4.8                        | -62.59                       |
| Sismica                    | -5                          | -60.95                       |
| Sismica                    | -5.2                        | -59.31                       |
| Sismica                    | -5.4                        | -57.68                       |
| Sismica                    | -5.6                        | -56.05                       |
| Sismica                    | -5.8                        | -54.42                       |
| Sismica                    | -6                          | -52.8                        |
| Sismica                    | -6.2                        | -51.17                       |
| Sismica                    | -6.4                        | -49.56                       |
| Sismica                    | -6.6                        | -47.94                       |
| Sismica                    | -6.8                        | -46.33                       |
| Sismica                    | -7                          | -44.72                       |
| Sismica                    | -7.2                        | -43.12                       |
| Sismica                    | -7.4                        | -41.52                       |
| Sismica                    | -7.6                        | -39.93                       |
| Sismica                    | -7.8                        | -38.34                       |
| Sismica                    | -8                          | -36.76                       |
| Sismica                    | -8.2                        | -35.09                       |
| Sismica                    | -8.4                        | -33.52                       |
| Sismica                    | -8.6                        | -31.96                       |
| Sismica                    | -8.8                        | -30.4                        |
| Sismica                    | -9                          | -28.85                       |
| Sismica                    | -9.2                        | -27.3                        |
| Sismica                    | -9.4                        | -25.76                       |
| Sismica                    | -9.6                        | -24.23                       |
| Sismica                    | -9.8                        | -22.71                       |
| Sismica                    | -10                         | -21.19                       |
| Sismica                    | -10.2                       | -19.68                       |
| Sismica                    | -10.4                       | -18.17                       |
| Sismica                    | -10.6                       | -16.67                       |
| Sismica                    | -10.8                       | -15.18                       |
| Sismica                    | -11                         | -13.7                        |
| Sismica                    | -11.2                       | -12.23                       |
| Sismica                    | -11.4                       | -10.76                       |
| Sismica                    | -11.6                       | -9.29                        |
| Sismica                    | -11.8                       | -7.83                        |
| Sismica                    | -12                         | -6.38                        |
| Sismica                    | -12.2                       | -4.93                        |
| Sismica                    | -12.4                       | -3.49                        |
| Sismica                    | -12.6                       | -2.05                        |
| Sismica                    | -12.8                       | -0.62                        |
| Sismica                    | -13                         | 0.81                         |
| Sismica                    | -13.2                       | 2.24                         |

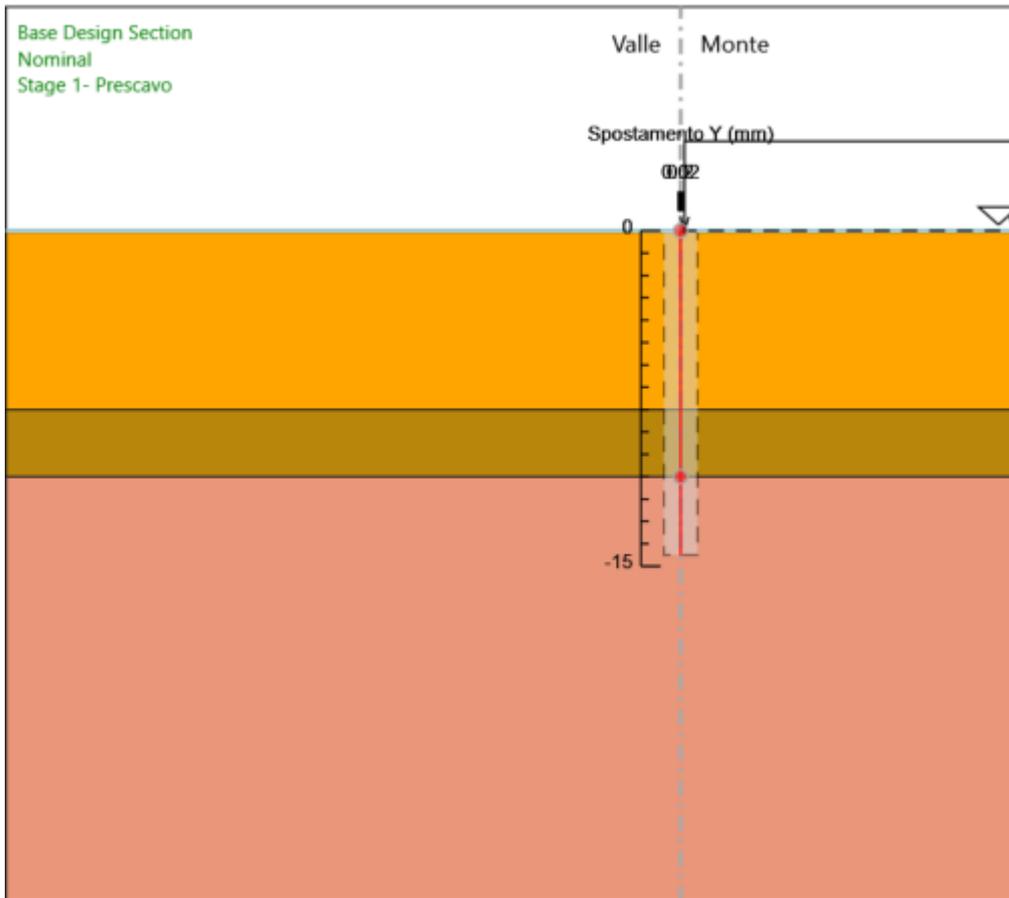
| Design Assumption: Nominal Tipo Risultato: Spostamento |       |                              | Muro: LEFT |
|--|-------|------------------------------|------------|
| Stage  | Z (m) | Spostamento orizzontale (mm) |            |
| Sismica  | -13.4 | 3.67                         |            |
| Sismica  | -13.6 | 5.09                         |            |
| Sismica  | -13.8 | 6.51                         |            |
| Sismica  | -14   | 7.94                         |            |
| Sismica  | -14.2 | 9.36                         |            |
| Sismica  | -14.4 | 10.78                        |            |
| Sismica  | -14.5 | 11.49                        |            |

### 5.1.8. Grafico Spostamento orizzontale Nominal - Stage: 0 - Geostatica



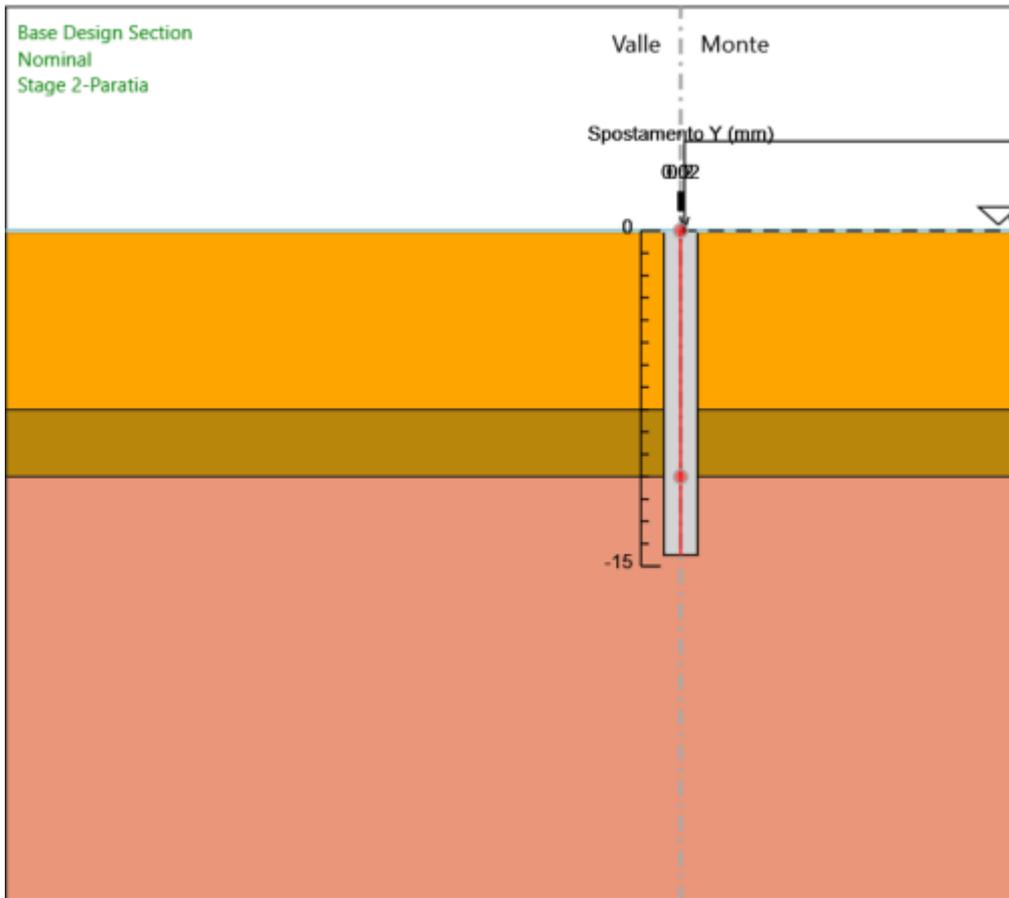
Design Assumption: Nominal  
Stage: 0 - Geostatica  
Spostamento orizzontale

### 5.1.9. Grafico Spostamento orizzontale Nominal - Stage: Stage 1- Prescavo



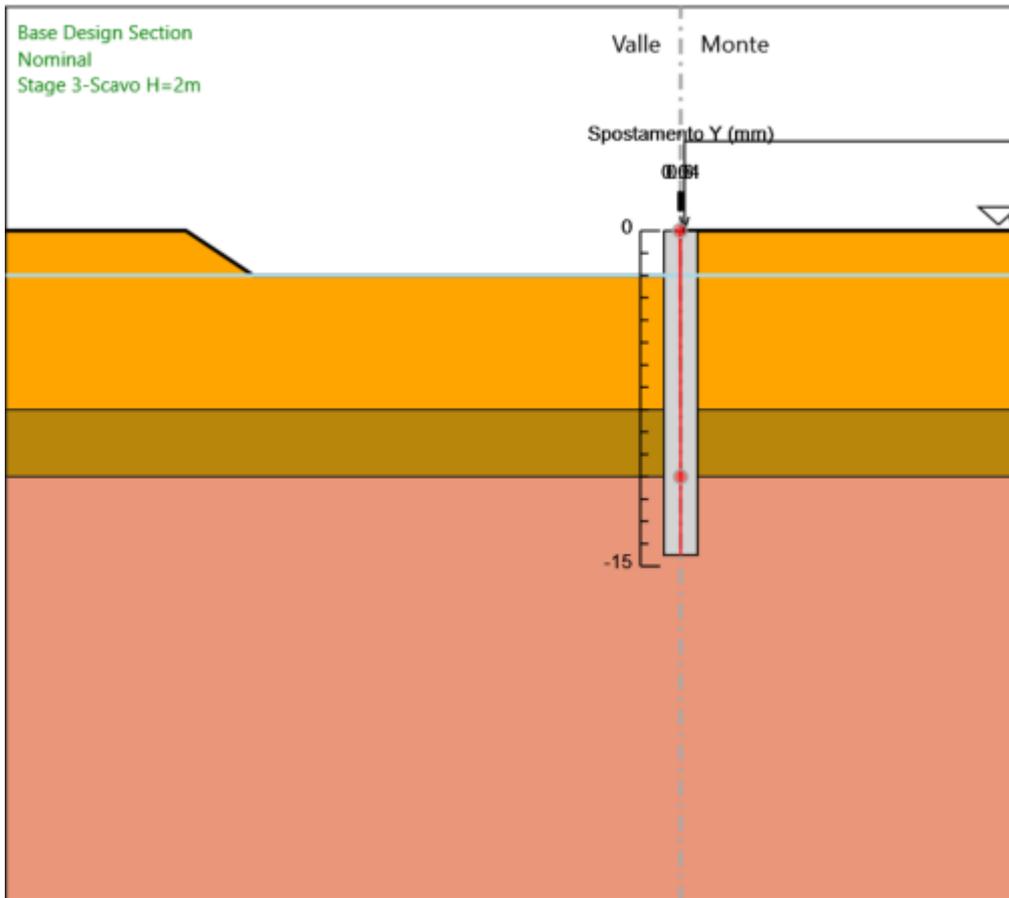
Design Assumption: Nominal  
Stage: Stage 1- Prescavo  
Spostamento orizzontale

### 5.1.10. Grafico Spostamento orizzontale Nominal - Stage: Stage 2-Paratia



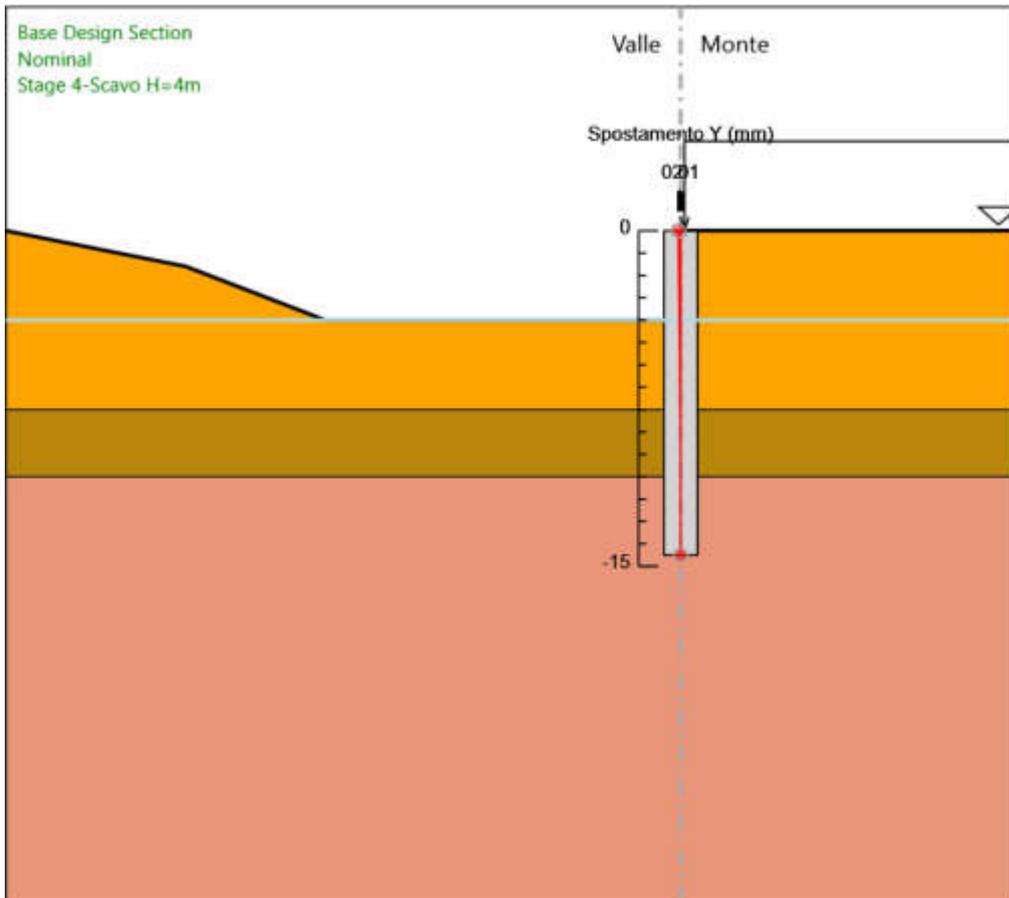
Design Assumption: Nominal  
Stage: Stage 2-Paratia  
Spostamento orizzontale

### 5.1.11. Grafico Spostamento orizzontale Nominal - Stage: Stage 3-Scavo H=2m



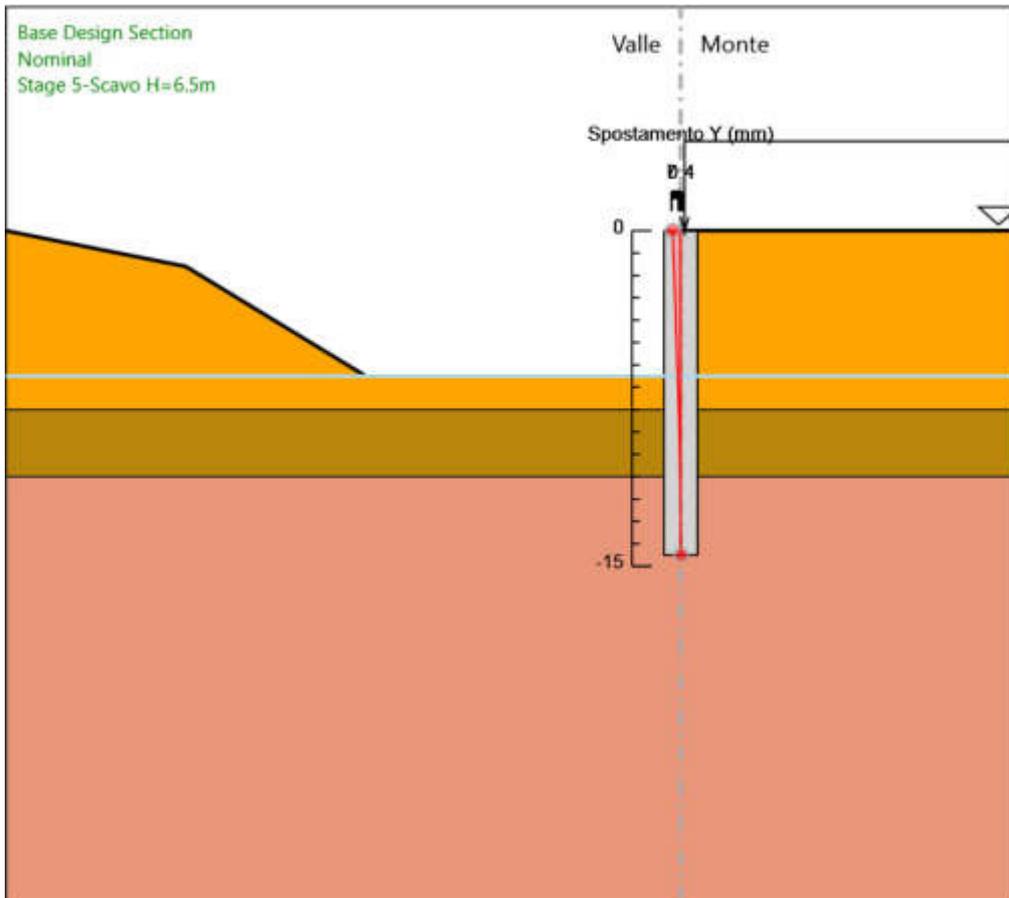
Design Assumption: Nominal  
Stage: Stage 3-Scavo H=2m  
Spostamento orizzontale

### 5.1.12. Grafico Spostamento orizzontale Nominal - Stage: Stage 4-Scavo H=4m



Design Assumption: Nominal  
Stage: Stage 4-Scavo H=4m  
Spostamento orizzontale

### 5.1.13. Grafico Spostamento orizzontale Nominal - Stage: Stage 5-Scavo H=6.5m



Design Assumption: Nominal  
Stage: Stage 5-Scavo H=6.5m  
Spostamento orizzontale



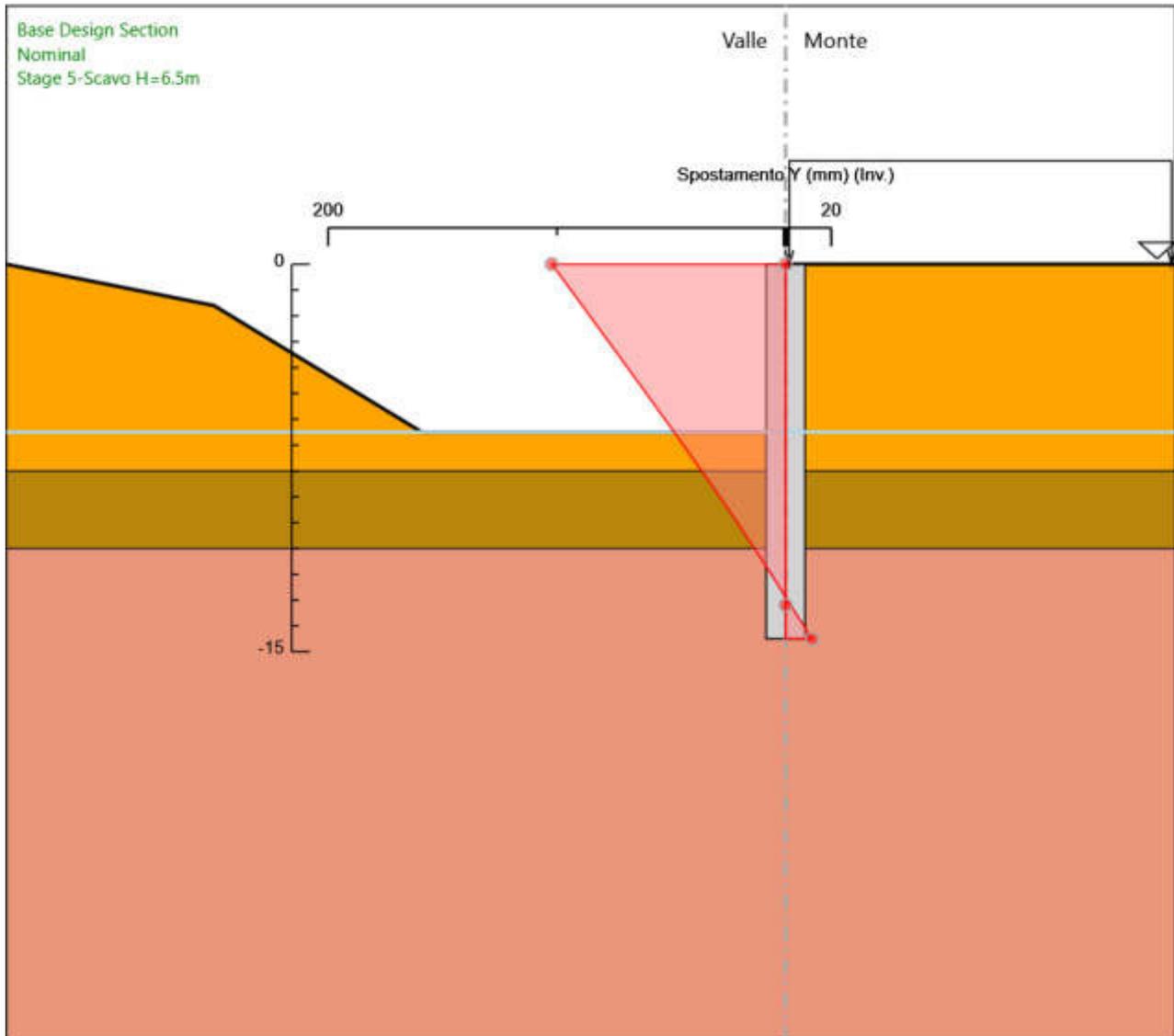
## 5.2. Involuppi Spostamento Nominal

### 5.2.1. Tabella Involuppi Spostamento orizzontale Nominal Left Wall

| Selected Design Assumptions Involuppi: Spostamento orizzontale Muro: LEFT |                    |                  |
|---|--------------------|------------------|
| Z (m)   | Lato sinistro (mm) | Lato destro (mm) |
| 0   | -102.22            | 0                |
| -0.2  | -100.54            | 0                |
| -0.4  | -98.88             | 0                |
| -0.6  | -97.22             | 0                |
| -0.8  | -95.56             | 0                |
| -1  | -93.91             | 0                |
| -1.2  | -92.25             | 0                |
| -1.4  | -90.6              | 0                |
| -1.6  | -88.95             | 0                |
| -1.8  | -87.29             | 0                |
| -2  | -85.64             | 0                |
| -2.2  | -83.99             | 0                |
| -2.4  | -82.34             | 0                |
| -2.6  | -80.69             | 0                |
| -2.8  | -79.04             | 0                |
| -3  | -77.39             | 0                |
| -3.2  | -75.74             | 0                |
| -3.4  | -74.09             | 0                |
| -3.6  | -72.44             | 0                |
| -3.8  | -70.8              | 0                |
| -4  | -69.15             | 0                |
| -4.2  | -67.51             | 0                |
| -4.4  | -65.87             | 0                |
| -4.6  | -64.23             | 0                |
| -4.8  | -62.59             | 0                |
| -5  | -60.95             | 0                |
| -5.2  | -59.31             | 0                |
| -5.4  | -57.68             | 0                |
| -5.6  | -56.05             | 0                |
| -5.8  | -54.42             | 0                |
| -6  | -52.8              | 0                |
| -6.2  | -51.17             | 0                |
| -6.4  | -49.56             | 0                |
| -6.6  | -47.94             | 0                |
| -6.8  | -46.33             | 0                |
| -7  | -44.72             | 0                |
| -7.2  | -43.12             | 0                |
| -7.4  | -41.52             | 0                |
| -7.6  | -39.93             | 0                |
| -7.8  | -38.34             | 0                |
| -8  | -36.76             | 0                |
| -8.2  | -35.09             | 0                |
| -8.4  | -33.52             | 0                |
| -8.6  | -31.96             | 0                |
| -8.8  | -30.4              | 0                |
| -9  | -28.85             | 0                |
| -9.2  | -27.3              | 0                |
| -9.4  | -25.76             | 0                |
| -9.6  | -24.23             | 0                |
| -9.8  | -22.71             | 0                |
| -10   | -21.19             | 0                |
| -10.2   | -19.68             | 0                |
| -10.4   | -18.17             | 0                |
| -10.6   | -16.67             | 0                |
| -10.8   | -15.18             | 0                |
| -11   | -13.7              | 0                |
| -11.2   | -12.23             | 0                |
| -11.4   | -10.76             | 0                |
| -11.6   | -9.29              | 0                |
| -11.8   | -7.83              | 0                |
| -12   | -6.38              | 0                |
| -12.2   | -4.93              | 0                |
| -12.4   | -3.49              | 0                |
| -12.6   | -2.05              | 0                |

| Selected Design Assumptions Involupi: Spostamento orizzontale Muro: LEFT |                    |                  |
|--|--------------------|------------------|
| Z (m)  | Lato sinistro (mm) | Lato destro (mm) |
| -12.634  | 0                  | 0                |
| -12.8  | -0.62              | 0.04             |
| -13  | -0.03              | 0.81             |
| -13.2  | -0.03              | 2.24             |
| -13.4  | -0.03              | 3.67             |
| -13.6  | -0.03              | 5.09             |
| -13.8  | -0.03              | 6.51             |
| -14  | -0.03              | 7.94             |
| -14.2  | -0.03              | 9.36             |
| -14.4  | -0.03              | 10.78            |
| -14.5  | -0.03              | 11.49            |

## 5.2.2. Grafico Involuppi Spostamento



Spostamento

## 5.3. Risultati Paratia

### 5.3.1. Tabella Risultati Paratia Nominal - Stage: 0 - Geostatica

| Design Assumption: Nominal Risultati Paratia |       | Muro: LEFT       |               |
|--|-------|------------------|---------------|
| Stage  | Z (m) | Momento (kN*m/m) | Taglio (kN/m) |
| 0 - Geostatica                               | 0     | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -0.2  | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -0.4  | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -0.6  | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -0.8  | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -1    | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -1.2  | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -1.4  | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -1.6  | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -1.8  | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -2    | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -2.2  | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -2.4  | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -2.6  | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -2.8  | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -3    | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -3.2  | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -3.4  | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -3.6  | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -3.8  | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -4    | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -4.2  | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -4.4  | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -4.6  | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -4.8  | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -5    | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -5.2  | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -5.4  | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -5.6  | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -5.8  | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -6    | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -6.2  | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -6.4  | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -6.6  | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -6.8  | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -7    | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -7.2  | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -7.4  | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -7.6  | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -7.8  | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -8    | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -8.2  | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -8.4  | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -8.6  | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -8.8  | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -9    | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -9.2  | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -9.4  | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -9.6  | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -9.8  | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -10   | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -10.2 | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -10.4 | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -10.6 | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -10.8 | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -11   | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -11.2 | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -11.4 | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -11.6 | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -11.8 | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -12   | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -12.2 | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -12.4 | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -12.6 | 0                | 0             |

| Design Assumption: Nominal Risultati Paratia |       | Muro: LEFT       |               |
|--|-------|------------------|---------------|
| Stage  | Z (m) | Momento (kN*m/m) | Taglio (kN/m) |
| 0 - Geostatica                               | -12.8 | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -13   | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -13.2 | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -13.4 | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -13.6 | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -13.8 | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -14   | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -14.2 | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -14.4 | 0                | 0             |
| 0 - Geostatica                               | -14.5 | 0                | 0             |

### 5.3.2. Tabella Risultati Paratia Nominal - Stage: Stage 1- Prescavo

| Design Assumption: Nominal Risultati Paratia |       | Muro: LEFT       |               |
|--|-------|------------------|---------------|
| Stage  | Z (m) | Momento (kN*m/m) | Taglio (kN/m) |
| Stage 1- Prescavo                            | 0     | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -0.2  | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -0.4  | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -0.6  | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -0.8  | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -1    | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -1.2  | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -1.4  | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -1.6  | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -1.8  | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -2    | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -2.2  | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -2.4  | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -2.6  | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -2.8  | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -3    | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -3.2  | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -3.4  | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -3.6  | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -3.8  | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -4    | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -4.2  | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -4.4  | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -4.6  | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -4.8  | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -5    | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -5.2  | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -5.4  | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -5.6  | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -5.8  | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -6    | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -6.2  | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -6.4  | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -6.6  | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -6.8  | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -7    | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -7.2  | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -7.4  | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -7.6  | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -7.8  | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -8    | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -8.2  | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -8.4  | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -8.6  | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -8.8  | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -9    | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -9.2  | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -9.4  | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -9.6  | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -9.8  | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -10   | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -10.2 | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -10.4 | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -10.6 | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -10.8 | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -11   | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -11.2 | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -11.4 | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -11.6 | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -11.8 | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -12   | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -12.2 | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -12.4 | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -12.6 | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -12.8 | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -13   | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -13.2 | 0                | 0             |

| Design Assumption: Nominal Risultati Paratia |       | Muro: LEFT       |               |
|--|-------|------------------|---------------|
| Stage  | Z (m) | Momento (kN*m/m) | Taglio (kN/m) |
| Stage 1- Prescavo                            | -13.4 | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -13.6 | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -13.8 | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -14   | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -14.2 | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -14.4 | 0                | 0             |
| Stage 1- Prescavo                            | -14.5 | 0                | 0             |

### 5.3.3. Tabella Risultati Paratia Nominal - Stage: Stage 2-Paratia

| Design Assumption: Nominal Risultati Paratia |       | Muro: LEFT       |               |
|--|-------|------------------|---------------|
| Stage  | Z (m) | Momento (kN*m/m) | Taglio (kN/m) |
| Stage 2-Paratia                              | 0     | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -0.2  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -0.2  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -0.4  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -0.4  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -0.6  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -0.6  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -0.8  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -0.8  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -1    | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -1    | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -1.2  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -1.2  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -1.4  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -1.4  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -1.6  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -1.6  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -1.8  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -1.8  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -2    | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -2    | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -2.2  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -2.2  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -2.4  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -2.4  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -2.6  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -2.6  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -2.8  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -2.8  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -3    | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -3    | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -3.2  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -3.2  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -3.4  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -3.4  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -3.6  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -3.6  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -3.8  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -3.8  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -4    | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -4    | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -4.2  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -4.2  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -4.4  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -4.4  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -4.6  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -4.6  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -4.8  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -4.8  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -5    | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -5    | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -5.2  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -5.2  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -5.4  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -5.4  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -5.6  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -5.6  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -5.8  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -5.8  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -6    | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -6    | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -6.2  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -6.2  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -6.4  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -6.4  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -6.6  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -6.6  | 0                | 0             |

| Design Assumption: Nominal Risultati Paratia |       | Muro: LEFT       |               |
|--|-------|------------------|---------------|
| Stage  | Z (m) | Momento (kN*m/m) | Taglio (kN/m) |
| Stage 2-Paratia                              | -6.8  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -6.8  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -7    | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -7    | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -7.2  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -7.2  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -7.4  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -7.4  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -7.6  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -7.6  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -7.8  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -7.8  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -8    | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -8    | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -8.2  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -8.2  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -8.4  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -8.4  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -8.6  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -8.6  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -8.8  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -8.8  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -9    | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -9    | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -9.2  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -9.2  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -9.4  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -9.4  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -9.6  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -9.6  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -9.8  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -9.8  | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -10   | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -10   | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -10.2 | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -10.2 | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -10.4 | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -10.4 | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -10.6 | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -10.6 | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -10.8 | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -10.8 | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -11   | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -11   | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -11.2 | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -11.2 | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -11.4 | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -11.4 | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -11.6 | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -11.6 | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -11.8 | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -11.8 | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -12   | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -12   | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -12.2 | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -12.2 | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -12.4 | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -12.4 | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -12.6 | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -12.6 | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -12.8 | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -12.8 | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -13   | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -13   | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -13.2 | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -13.2 | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -13.4 | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -13.4 | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -13.6 | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -13.6 | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -13.8 | 0                | 0             |

| Design Assumption: Nominal Risultati Paratia |       | Muro: LEFT       |               |
|--|-------|------------------|---------------|
| Stage  | Z (m) | Momento (kN*m/m) | Taglio (kN/m) |
| Stage 2-Paratia                              | -13.8 | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -14   | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -14   | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -14.2 | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -14.2 | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -14.4 | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -14.4 | 0                | 0             |
| Stage 2-Paratia                              | -14.5 | 0                | 0             |

### 5.3.4. Tabella Risultati Paratia Nominal - Stage: Stage 3-Scavo H=2m

| Design Assumption: Nominal Risultati Paratia |       | Muro: LEFT       |               |
|--|-------|------------------|---------------|
| Stage  | Z (m) | Momento (kN*m/m) | Taglio (kN/m) |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | 0     | 0                | 0             |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -0.2  | 0                | 0             |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -0.2  | 0                | 0             |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -0.4  | 0                | 0             |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -0.4  | 0                | 0             |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -0.6  | 0                | 0             |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -0.6  | 0                | 0             |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -0.8  | 0.02             | 0.1           |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -0.8  | 0.02             | 0.1           |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -1    | 0.09             | 0.34          |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -1.2  | 0.29             | 1.02          |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -1.4  | 0.72             | 2.13          |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -1.6  | 1.45             | 3.65          |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -1.8  | 2.57             | 5.59          |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -2    | 4.15             | 7.93          |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -2.2  | 5.78             | 8.14          |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -2.4  | 7.29             | 7.56          |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -2.6  | 8.66             | 6.85          |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -2.8  | 9.89             | 6.12          |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -3    | 10.96            | 5.39          |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -3.2  | 11.9             | 4.7           |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -3.4  | 12.72            | 4.07          |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -3.6  | 13.42            | 3.5           |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -3.8  | 14.02            | 3.01          |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -4    | 14.54            | 2.61          |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -4.2  | 15               | 2.28          |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -4.4  | 15.41            | 2.05          |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -4.6  | 15.79            | 1.91          |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -4.8  | 16.16            | 1.86          |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -5    | 16.54            | 1.9           |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -5.2  | 16.95            | 2.04          |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -5.4  | 17.4             | 2.27          |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -5.6  | 17.92            | 2.59          |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -5.8  | 18.52            | 3.01          |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -6    | 19.23            | 3.52          |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -6.2  | 20.05            | 4.12          |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -6.4  | 21.01            | 4.81          |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -6.6  | 22.13            | 5.59          |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -6.8  | 23.43            | 6.46          |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -7    | 24.91            | 7.41          |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -7.2  | 26.6             | 8.45          |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -7.4  | 28.51            | 9.56          |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -7.6  | 30.66            | 10.73         |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -7.8  | 33.05            | 11.98         |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -8    | 35.71            | 13.29         |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -8.2  | 38.64            | 14.66         |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -8.4  | 40.61            | 9.82          |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -8.6  | 41.73            | 5.61          |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -8.8  | 42.12            | 1.96          |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -9    | 41.88            | -1.17         |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -9.2  | 41.12            | -3.81         |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -9.4  | 39.92            | -6.01         |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -9.6  | 38.36            | -7.81         |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -9.8  | 36.51            | -9.25         |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -10   | 34.43            | -10.38        |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -10.2 | 32.18            | -11.23        |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -10.4 | 29.82            | -11.84        |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -10.6 | 27.37            | -12.24        |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -10.8 | 24.88            | -12.46        |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -11   | 22.37            | -12.53        |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -11.2 | 19.87            | -12.48        |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -11.4 | 17.51            | -11.82        |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -11.6 | 15.29            | -11.12        |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -11.8 | 13.21            | -10.39        |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -12   | 11.28            | -9.64         |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -12.2 | 9.51             | -8.87         |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -12.4 | 7.89             | -8.1          |

| Design Assumption: Nominal Risultati Paratia |       | Muro: LEFT       |               |
|--|-------|------------------|---------------|
| Stage  | Z (m) | Momento (kN*m/m) | Taglio (kN/m) |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -12.6 | 6.42             | -7.32         |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -12.8 | 5.11             | -6.55         |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -13   | 3.96             | -5.78         |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -13.2 | 2.95             | -5.02         |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -13.4 | 2.1              | -4.26         |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -13.6 | 1.4              | -3.52         |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -13.8 | 0.84             | -2.79         |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -14   | 0.43             | -2.07         |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -14.2 | 0.15             | -1.37         |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -14.4 | 0.02             | -0.68         |
| Stage 3-Scavo H=2m                           | -14.5 | 0                | -0.17         |

### 5.3.5. Tabella Risultati Paratia Nominal - Stage: Stage 4-Scavo H=4m

| Design Assumption: Nominal Risultati Paratia |       | Muro: LEFT       |               |
|--|-------|------------------|---------------|
| Stage  | Z (m) | Momento (kN*m/m) | Taglio (kN/m) |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | 0     | 0                | 0             |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -0.2  | 0                | 0             |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -0.2  | 0                | 0             |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -0.4  | 0                | 0             |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -0.4  | 0                | 0             |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -0.6  | 0                | 0             |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -0.6  | 0                | 0             |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -0.8  | 0.02             | 0.1           |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -1    | 0.09             | 0.37          |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -1.2  | 0.26             | 0.83          |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -1.4  | 0.55             | 1.46          |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -1.6  | 1                | 2.27          |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -1.8  | 1.66             | 3.26          |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -2    | 2.54             | 4.43          |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -2.2  | 3.7              | 5.77          |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -2.4  | 5.16             | 7.3           |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -2.6  | 6.96             | 9             |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -2.8  | 9.14             | 10.89         |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -3    | 11.72            | 12.95         |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -3.2  | 14.76            | 15.19         |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -3.4  | 18.28            | 17.61         |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -3.6  | 22.32            | 20.2          |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -3.8  | 26.92            | 23.01         |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -4    | 32.19            | 26.32         |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -4.2  | 37.45            | 26.3          |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -4.4  | 42.54            | 25.46         |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -4.6  | 47.46            | 24.58         |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -4.8  | 52.21            | 23.77         |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -5    | 56.83            | 23.08         |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -5.2  | 61.34            | 22.56         |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -5.4  | 65.78            | 22.22         |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -5.6  | 70.2             | 22.07         |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -5.8  | 74.62            | 22.12         |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -6    | 79.1             | 22.38         |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -6.2  | 83.67            | 22.85         |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -6.4  | 88.38            | 23.54         |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -6.6  | 93.26            | 24.44         |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -6.8  | 98.37            | 25.55         |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -7    | 103.75           | 26.87         |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -7.2  | 109.43           | 28.4          |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -7.4  | 115.45           | 30.1          |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -7.6  | 121.85           | 31.99         |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -7.8  | 128.65           | 34.04         |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -8    | 135.91           | 36.26         |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -8.2  | 143.63           | 38.64         |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -8.4  | 149              | 26.81         |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -8.6  | 152.11           | 15.57         |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -8.8  | 153.09           | 4.89          |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -9    | 152.14           | -4.76         |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -9.2  | 149.52           | -13.07        |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -9.4  | 145.49           | -20.14        |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -9.6  | 140.28           | -26.07        |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -9.8  | 134.09           | -30.95        |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -10   | 127.12           | -34.88        |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -10.2 | 119.53           | -37.94        |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -10.4 | 111.48           | -40.22        |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -10.6 | 103.12           | -41.8         |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -10.8 | 94.57            | -42.75        |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -11   | 85.95            | -43.13        |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -11.2 | 77.34            | -43.01        |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -11.4 | 69.04            | -41.53        |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -11.6 | 61.07            | -39.84        |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -11.8 | 53.48            | -37.96        |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -12   | 46.3             | -35.92        |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -12.2 | 39.55            | -33.74        |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -12.4 | 33.26            | -31.42        |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -12.6 | 27.46            | -29           |

| Design Assumption: Nominal Risultati Paratia |       | Muro: LEFT       |               |
|--|-------|------------------|---------------|
| Stage  | Z (m) | Momento (kN*m/m) | Taglio (kN/m) |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -12.8 | 22.17            | -26.47        |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -13   | 17.4             | -23.84        |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -13.2 | 13.18            | -21.13        |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -13.4 | 9.51             | -18.34        |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -13.6 | 6.42             | -15.46        |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -13.8 | 3.91             | -12.52        |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -14   | 2.01             | -9.5          |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -14.2 | 0.73             | -6.41         |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -14.4 | 0.08             | -3.24         |
| Stage 4-Scavo H=4m                           | -14.5 | 0                | -0.82         |

### 5.3.6. Tabella Risultati Paratia Nominal - Stage: Stage 5-Scavo H=6.5m

| Design Assumption: Nominal Risultati Paratia |       | Muro: LEFT       |               |
|--|-------|------------------|---------------|
| Stage  | Z (m) | Momento (kN*m/m) | Taglio (kN/m) |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | 0     | 0                | 0             |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -0.2  | 0                | 0             |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -0.2  | 0                | 0             |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -0.4  | 0                | 0             |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -0.4  | 0                | 0             |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -0.6  | 0                | 0             |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -0.6  | 0                | 0             |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -0.8  | 0.02             | 0.1           |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -1    | 0.09             | 0.37          |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -1.2  | 0.26             | 0.83          |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -1.4  | 0.55             | 1.46          |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -1.6  | 1                | 2.27          |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -1.8  | 1.66             | 3.26          |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -2    | 2.54             | 4.43          |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -2.2  | 3.7              | 5.77          |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -2.4  | 5.16             | 7.3           |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -2.6  | 6.96             | 9             |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -2.8  | 9.14             | 10.89         |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -3    | 11.72            | 12.95         |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -3.2  | 14.76            | 15.19         |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -3.4  | 18.28            | 17.61         |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -3.6  | 22.32            | 20.2          |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -3.8  | 26.92            | 22.98         |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -4    | 32.1             | 25.93         |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -4.2  | 37.92            | 29.06         |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -4.4  | 44.39            | 32.37         |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -4.6  | 51.57            | 35.86         |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -4.8  | 59.47            | 39.53         |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -5    | 68.15            | 43.38         |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -5.2  | 77.63            | 47.4          |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -5.4  | 87.95            | 51.61         |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -5.6  | 99.15            | 55.99         |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -5.8  | 111.26           | 60.55         |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -6    | 124.32           | 65.29         |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -6.2  | 138.36           | 70.21         |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -6.4  | 153.42           | 75.3          |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -6.6  | 169.53           | 80.58         |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -6.8  | 185.49           | 79.78         |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -7    | 201.28           | 78.96         |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -7.2  | 216.95           | 78.35         |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -7.4  | 232.55           | 78            |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -7.6  | 248.14           | 77.95         |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -7.8  | 263.79           | 78.23         |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -8    | 279.56           | 78.86         |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -8.2  | 295.53           | 79.84         |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -8.4  | 309.5            | 69.85         |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -8.6  | 321.22           | 58.63         |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -8.8  | 330.46           | 46.19         |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -9    | 336.97           | 32.52         |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -9.2  | 340.57           | 18.01         |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -9.4  | 341.35           | 3.92          |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -9.6  | 339.4            | -9.75         |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -9.8  | 334.79           | -23.04        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -10   | 327.6            | -35.97        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -10.2 | 317.89           | -48.55        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -10.4 | 305.73           | -60.8         |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -10.6 | 291.18           | -72.75        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -10.8 | 274.44           | -83.7         |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -11   | 255.71           | -93.67        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -11.2 | 235.17           | -102.72       |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -11.4 | 214.26           | -104.51       |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -11.6 | 193.24           | -105.12       |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -11.8 | 172.32           | -104.58       |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -12   | 151.73           | -102.95       |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -12.2 | 131.68           | -100.26       |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -12.4 | 112.37           | -96.55        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -12.6 | 94               | -91.84        |

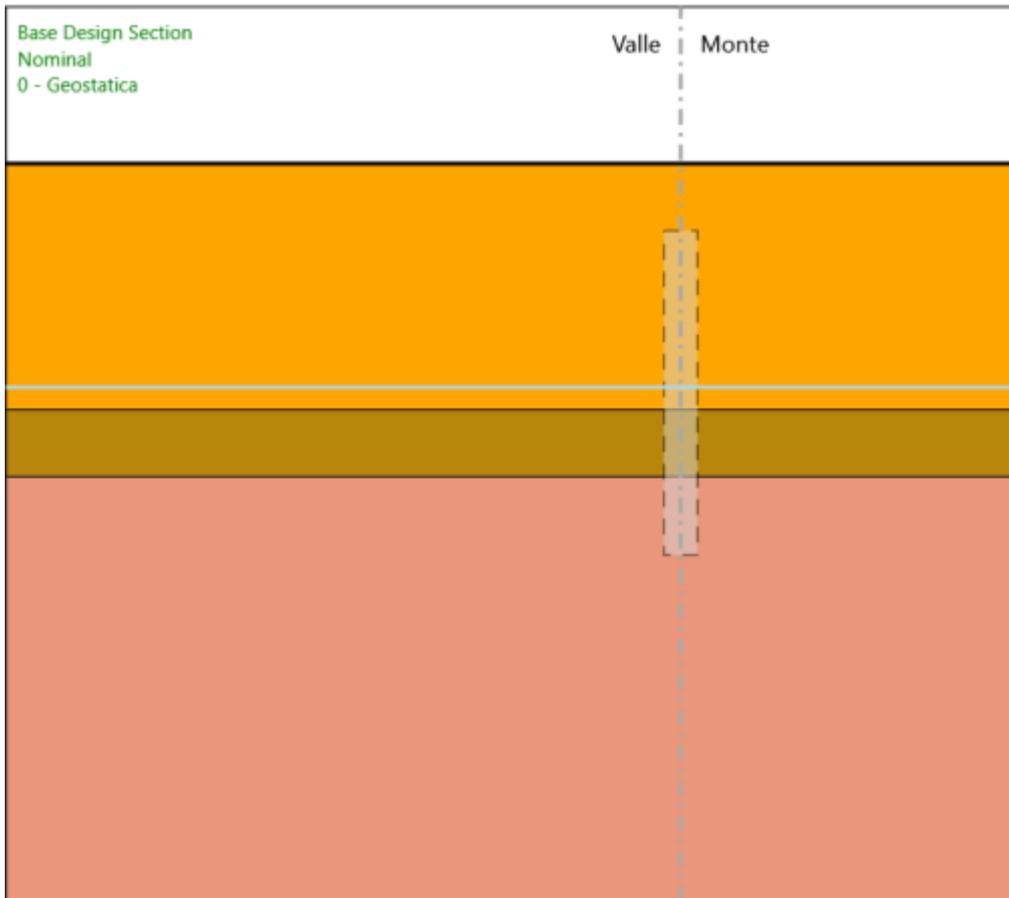
| Design Assumption: Nominal Risultati Paratia |       | Muro: LEFT       |               |
|--|-------|------------------|---------------|
| Stage  | Z (m) | Momento (kN*m/m) | Taglio (kN/m) |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -12.8 | 76.77            | -86.16        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -13   | 60.87            | -79.52        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -13.2 | 46.48            | -71.95        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -13.4 | 33.78            | -63.46        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -13.6 | 22.96            | -54.12        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -13.8 | 14.1             | -44.3         |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -14   | 7.31             | -33.97        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -14.2 | 2.67             | -23.16        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -14.4 | 0.3              | -11.86        |
| Stage 5-Scavo H=6.5m                         | -14.5 | 0                | -3.01         |

### 5.3.7. Tabella Risultati Paratia Nominal - Stage: Sismica

| Design Assumption: Nominal Risultati Paratia |       | Muro: LEFT       |               |
|--|-------|------------------|---------------|
| Stage  | Z (m) | Momento (kN*m/m) | Taglio (kN/m) |
| Sismica                                      | 0     | 0                | 1.42          |
| Sismica                                      | -0.2  | 0.28             | 1.42          |
| Sismica                                      | -0.4  | 1.14             | 4.26          |
| Sismica                                      | -0.6  | 2.56             | 7.11          |
| Sismica                                      | -0.8  | 4.57             | 10.04         |
| Sismica                                      | -1    | 7.2              | 13.16         |
| Sismica                                      | -1.2  | 10.49            | 16.46         |
| Sismica                                      | -1.4  | 14.48            | 19.93         |
| Sismica                                      | -1.6  | 19.19            | 23.59         |
| Sismica                                      | -1.8  | 24.68            | 27.42         |
| Sismica                                      | -2    | 30.96            | 31.43         |
| Sismica                                      | -2.2  | 38.09            | 35.62         |
| Sismica                                      | -2.4  | 46.08            | 39.98         |
| Sismica                                      | -2.6  | 54.99            | 44.53         |
| Sismica                                      | -2.8  | 64.84            | 49.25         |
| Sismica                                      | -3    | 75.67            | 54.16         |
| Sismica                                      | -3.2  | 87.52            | 59.24         |
| Sismica                                      | -3.4  | 100.42           | 64.5          |
| Sismica                                      | -3.6  | 114.41           | 69.94         |
| Sismica                                      | -3.8  | 129.52           | 75.55         |
| Sismica                                      | -4    | 145.79           | 81.35         |
| Sismica                                      | -4.2  | 163.25           | 87.32         |
| Sismica                                      | -4.4  | 181.95           | 93.48         |
| Sismica                                      | -4.6  | 201.91           | 99.81         |
| Sismica                                      | -4.8  | 223.17           | 106.32        |
| Sismica                                      | -5    | 245.77           | 113.01        |
| Sismica                                      | -5.2  | 269.75           | 119.88        |
| Sismica                                      | -5.4  | 295.13           | 126.92        |
| Sismica                                      | -5.6  | 321.96           | 134.15        |
| Sismica                                      | -5.8  | 350.27           | 141.55        |
| Sismica                                      | -6    | 380.1            | 149.13        |
| Sismica                                      | -6.2  | 411.48           | 156.89        |
| Sismica                                      | -6.4  | 444.44           | 164.83        |
| Sismica                                      | -6.6  | 478.89           | 172.23        |
| Sismica                                      | -6.8  | 512.74           | 169.28        |
| Sismica                                      | -7    | 545.78           | 165.17        |
| Sismica                                      | -7.2  | 577.76           | 159.89        |
| Sismica                                      | -7.4  | 608.44           | 153.44        |
| Sismica                                      | -7.6  | 637.61           | 145.82        |
| Sismica                                      | -7.8  | 665.01           | 137.03        |
| Sismica                                      | -8    | 690.42           | 127.07        |
| Sismica                                      | -8.2  | 713.61           | 115.94        |
| Sismica                                      | -8.4  | 735.45           | 109.18        |
| Sismica                                      | -8.6  | 755.75           | 101.52        |
| Sismica                                      | -8.8  | 774.34           | 92.96         |
| Sismica                                      | -9    | 791.04           | 83.5          |
| Sismica                                      | -9.2  | 805.67           | 73.13         |
| Sismica                                      | -9.4  | 818.04           | 61.86         |
| Sismica                                      | -9.6  | 827.98           | 49.69         |
| Sismica                                      | -9.8  | 835.3            | 36.61         |
| Sismica                                      | -10   | 839.83           | 22.63         |
| Sismica                                      | -10.2 | 841.38           | 7.75          |
| Sismica                                      | -10.4 | 839.77           | -8.03         |
| Sismica                                      | -10.6 | 834.83           | -24.72        |
| Sismica                                      | -10.8 | 826.37           | -42.3         |
| Sismica                                      | -11   | 814.21           | -60.8         |
| Sismica                                      | -11.2 | 798.17           | -80.19        |
| Sismica                                      | -11.4 | 773.04           | -125.66       |
| Sismica                                      | -11.6 | 739.5            | -167.7        |
| Sismica                                      | -11.8 | 698.23           | -206.33       |
| Sismica                                      | -12   | 649.92           | -241.56       |
| Sismica                                      | -12.2 | 595.24           | -273.4        |
| Sismica                                      | -12.4 | 534.87           | -301.88       |
| Sismica                                      | -12.6 | 469.47           | -327          |
| Sismica                                      | -12.8 | 399.71           | -348.78       |
| Sismica                                      | -13   | 327.67           | -360.2        |
| Sismica                                      | -13.2 | 257.61           | -350.3        |

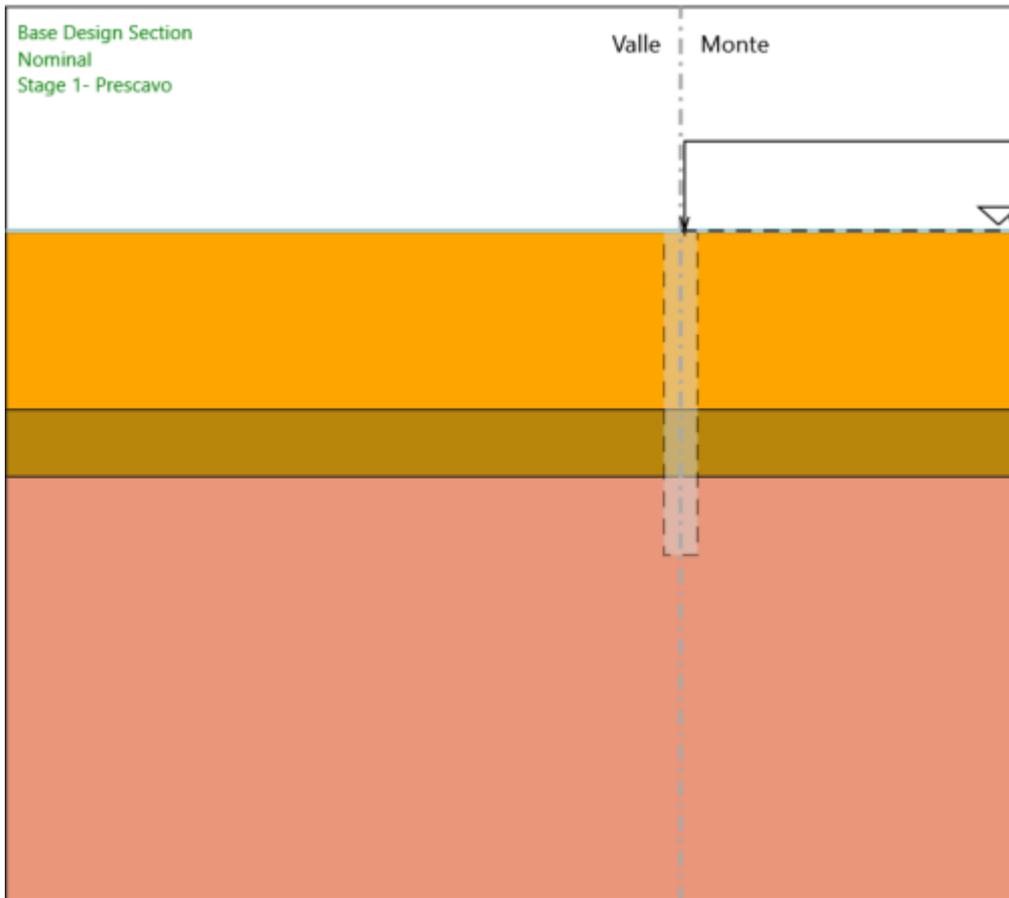
| Design Assumption: Nominal Risultati Paratia |       | Muro: LEFT       |               |
|--|-------|------------------|---------------|
| Stage  | Z (m) | Momento (kN*m/m) | Taglio (kN/m) |
| Sismica                                      | -13.4 | 192.05           | -327.82       |
| Sismica                                      | -13.6 | 133.49           | -292.77       |
| Sismica                                      | -13.8 | 83.79            | -248.53       |
| Sismica                                      | -14   | 44.35            | -197.21       |
| Sismica                                      | -14.2 | 16.58            | -138.84       |
| Sismica                                      | -14.4 | 1.9              | -73.39        |
| Sismica                                      | -14.5 | 0                | -19.01        |

### 5.3.8. Grafico Momento Nominal - Stage: 0 - Geostatica



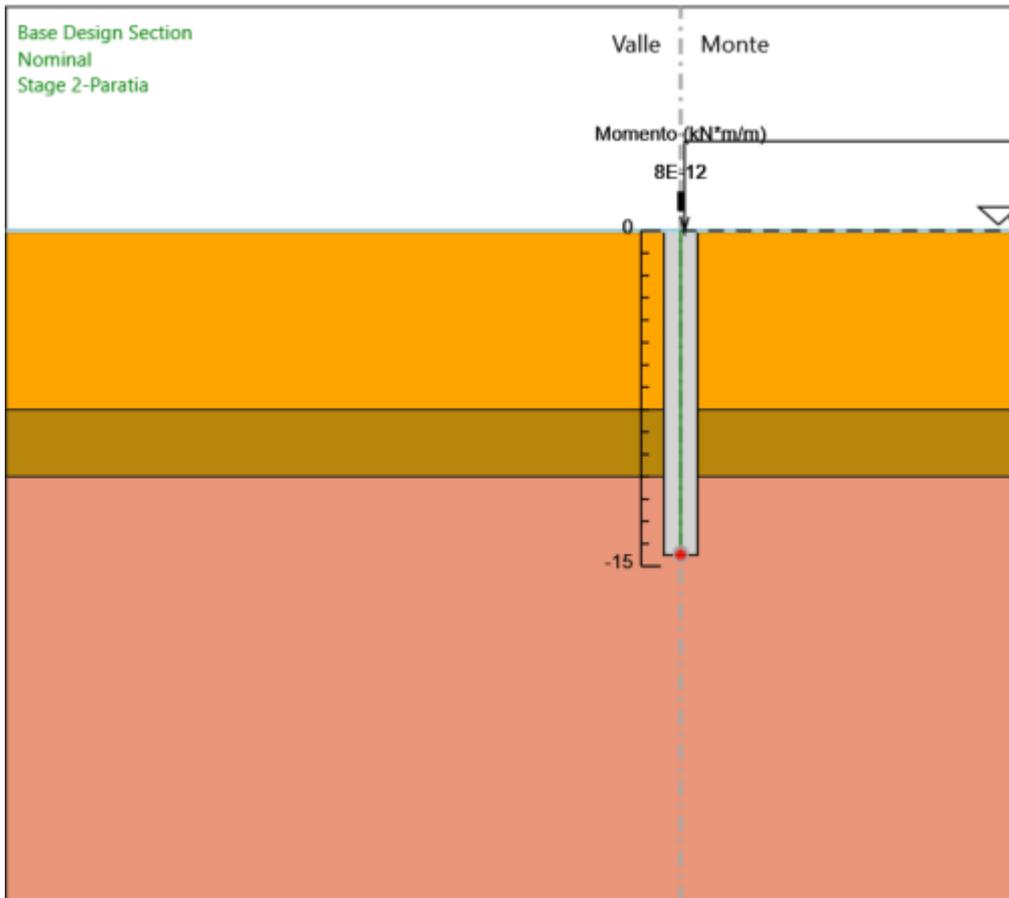
Design Assumption: Nominal  
Stage: 0 - Geostatica  
Momento

### 5.3.9. Grafico Momento Nominal - Stage: Stage 1- Prescavo



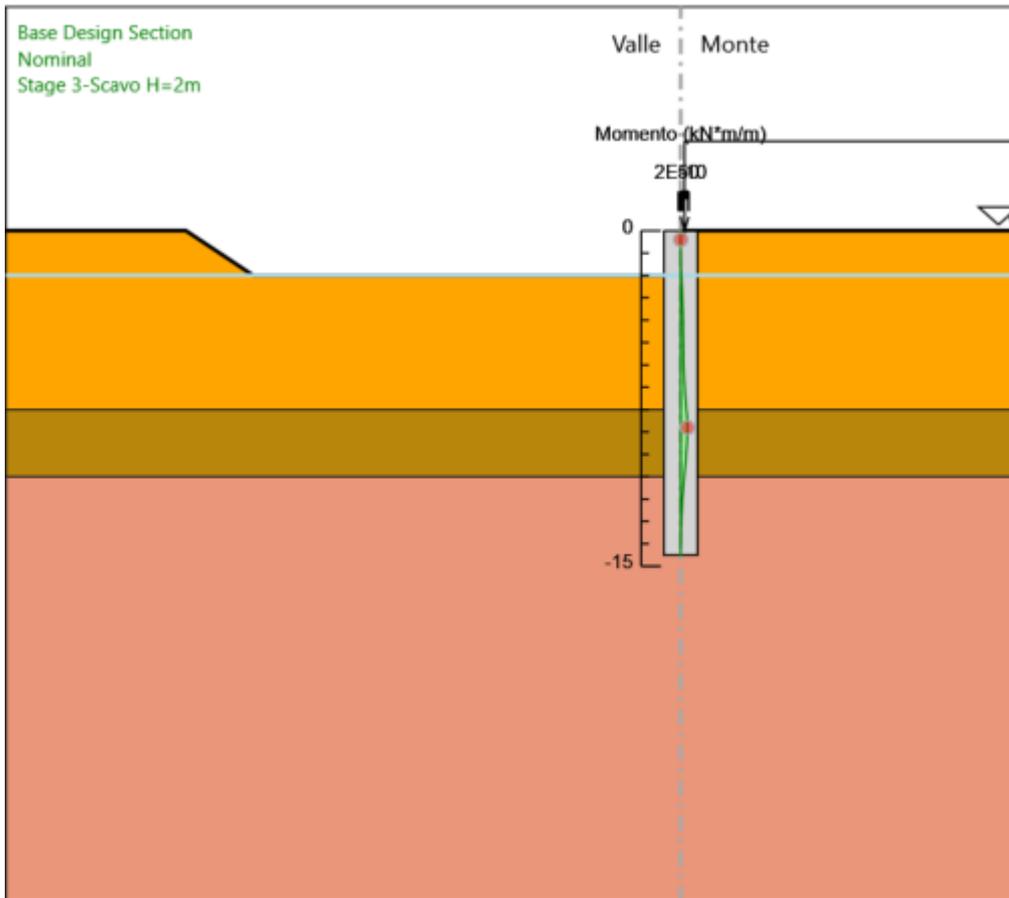
Design Assumption: Nominal  
Stage: Stage 1- Prescavo  
Momento

### 5.3.10. Grafico Momento Nominal - Stage: Stage 2-Paratia



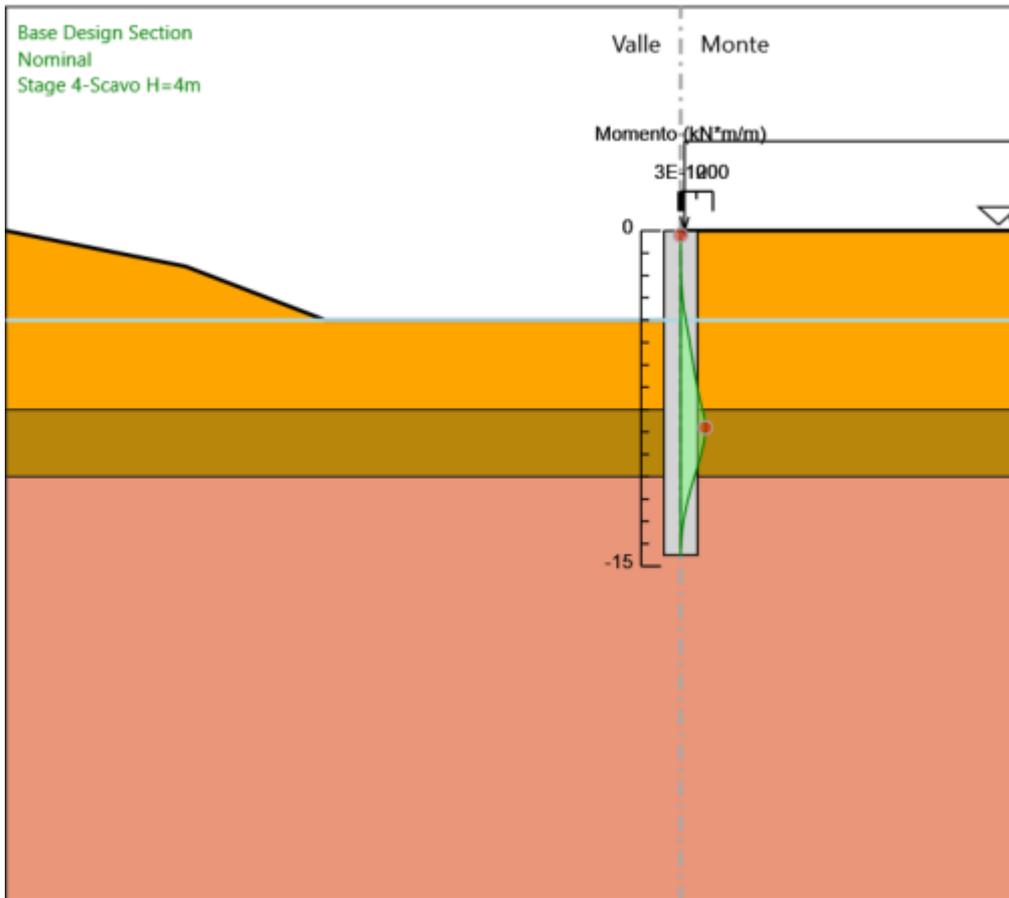
Design Assumption: Nominal  
Stage: Stage 2-Paratia  
Momento

### 5.3.11. Grafico Momento Nominal - Stage: Stage 3-Scavo H=2m



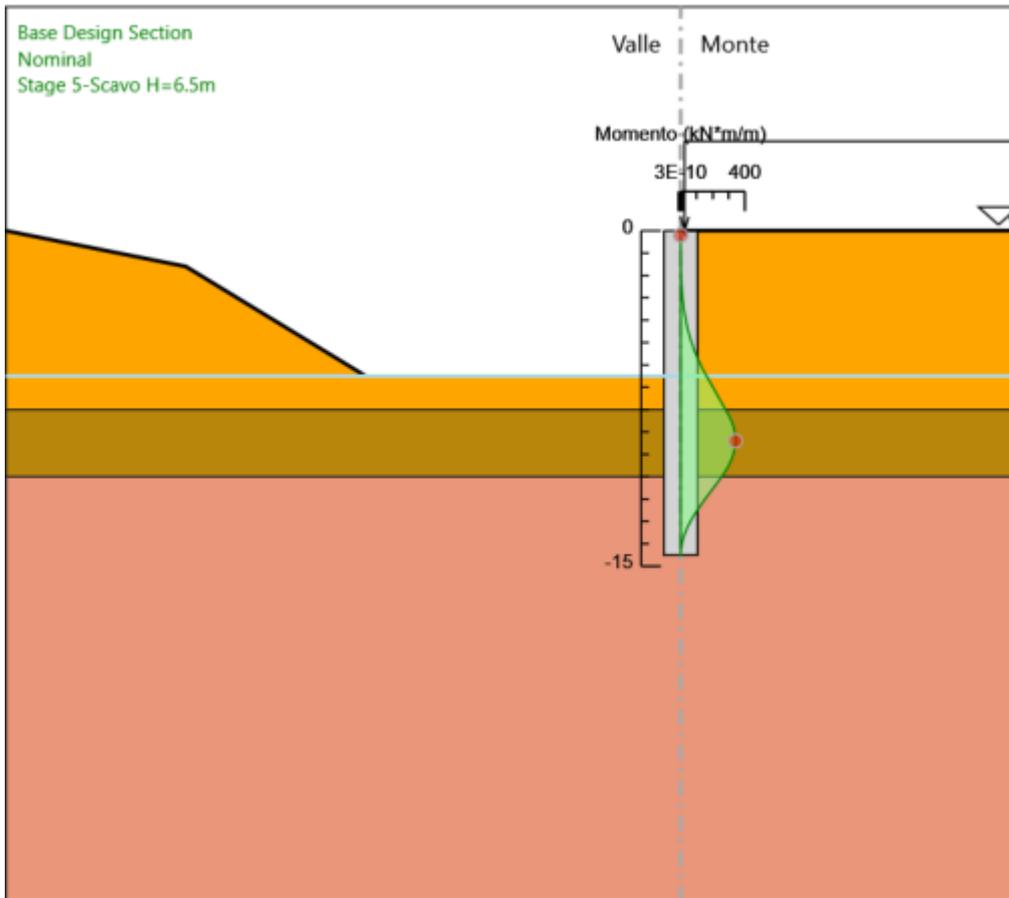
Design Assumption: Nominal  
Stage: Stage 3-Scavo H=2m  
Momento

### 5.3.12. Grafico Momento Nominal - Stage: Stage 4-Scavo H=4m



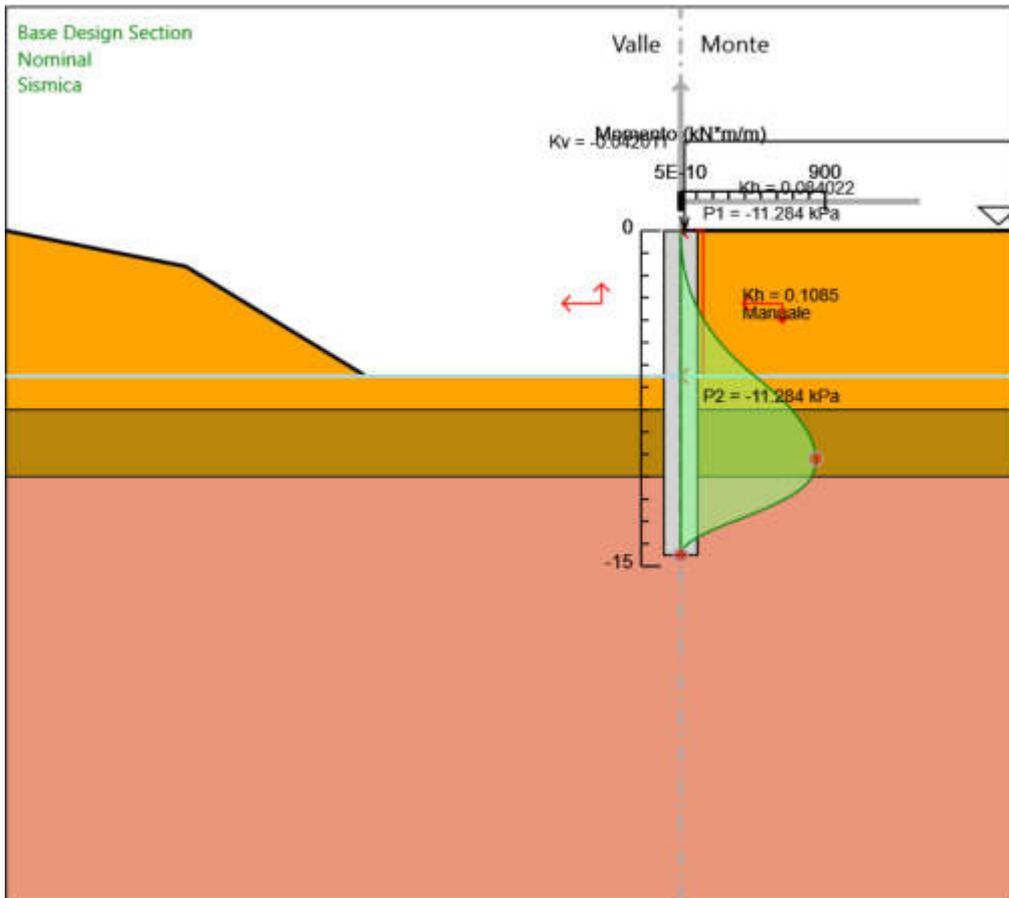
Design Assumption: Nominal  
Stage: Stage 4-Scavo H=4m  
Momento

### 5.3.13. Grafico Momento Nominal - Stage: Stage 5-Scavo H=6.5m



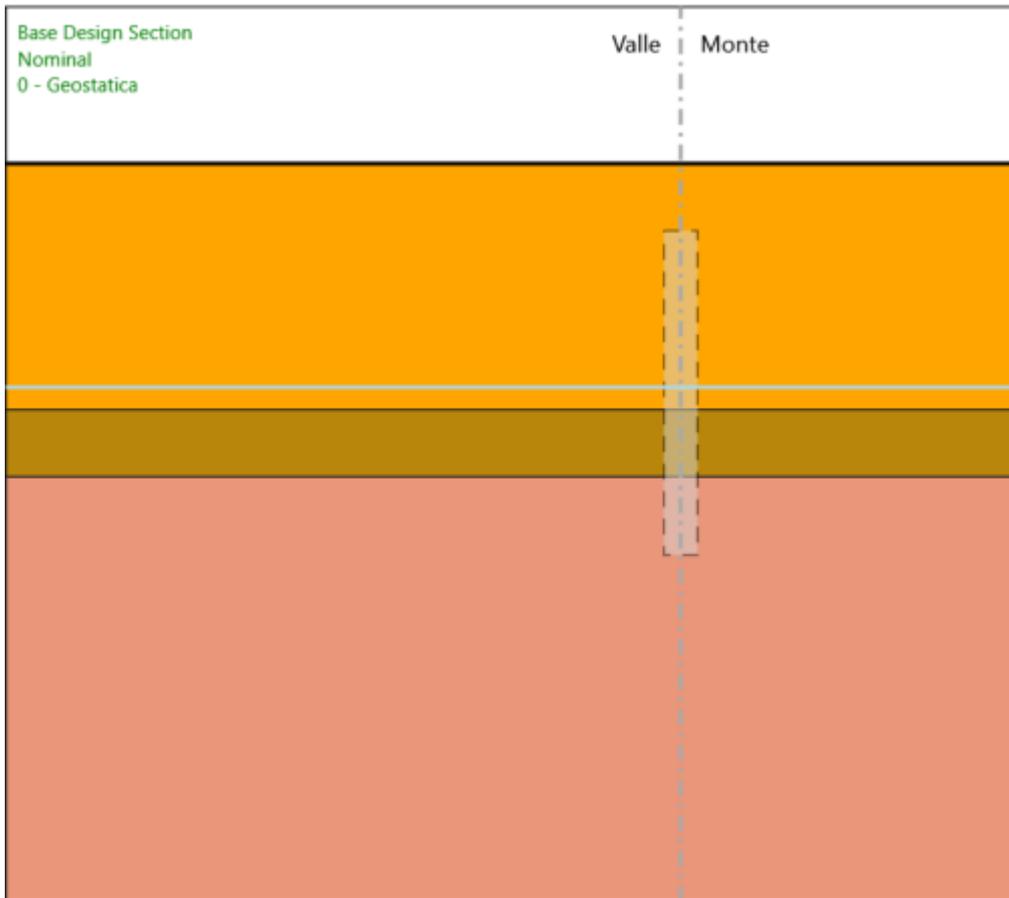
Design Assumption: Nominal  
Stage: Stage 5-Scavo H=6.5m  
Momento

### 5.3.14. Grafico Momento Nominal - Stage: Sismica



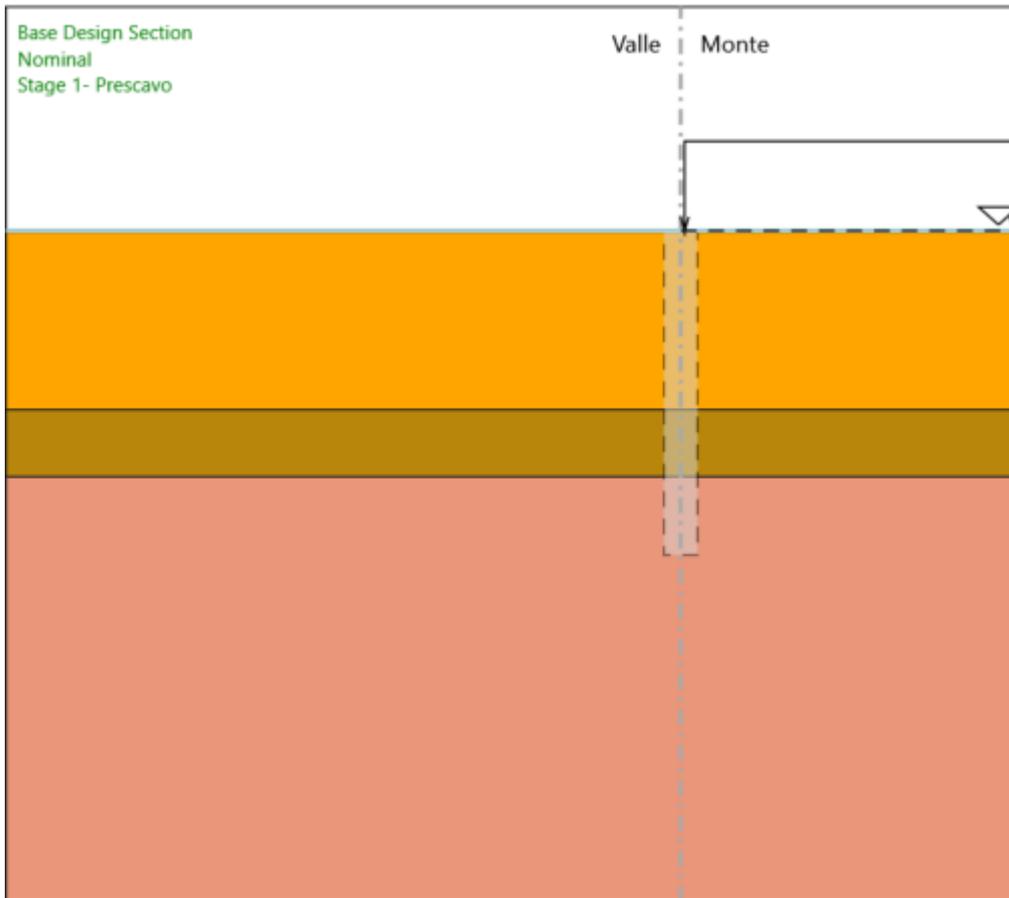
Design Assumption: Nominal  
Stage: Sismica  
Momento

### 5.3.15. Grafico Taglio Nominal - Stage: 0 - Geostatica



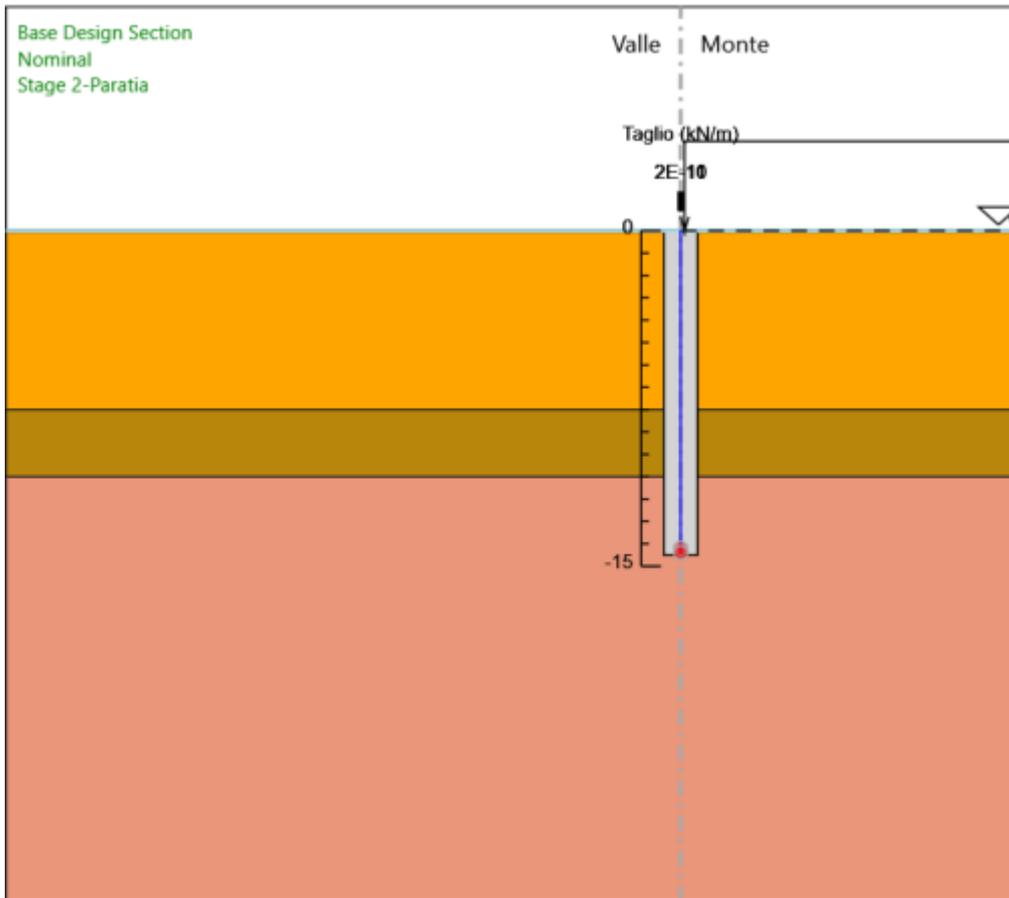
Design Assumption: Nominal  
Stage: 0 - Geostatica  
Taglio

### 5.3.16. Grafico Taglio Nominal - Stage: Stage 1- Prescavo



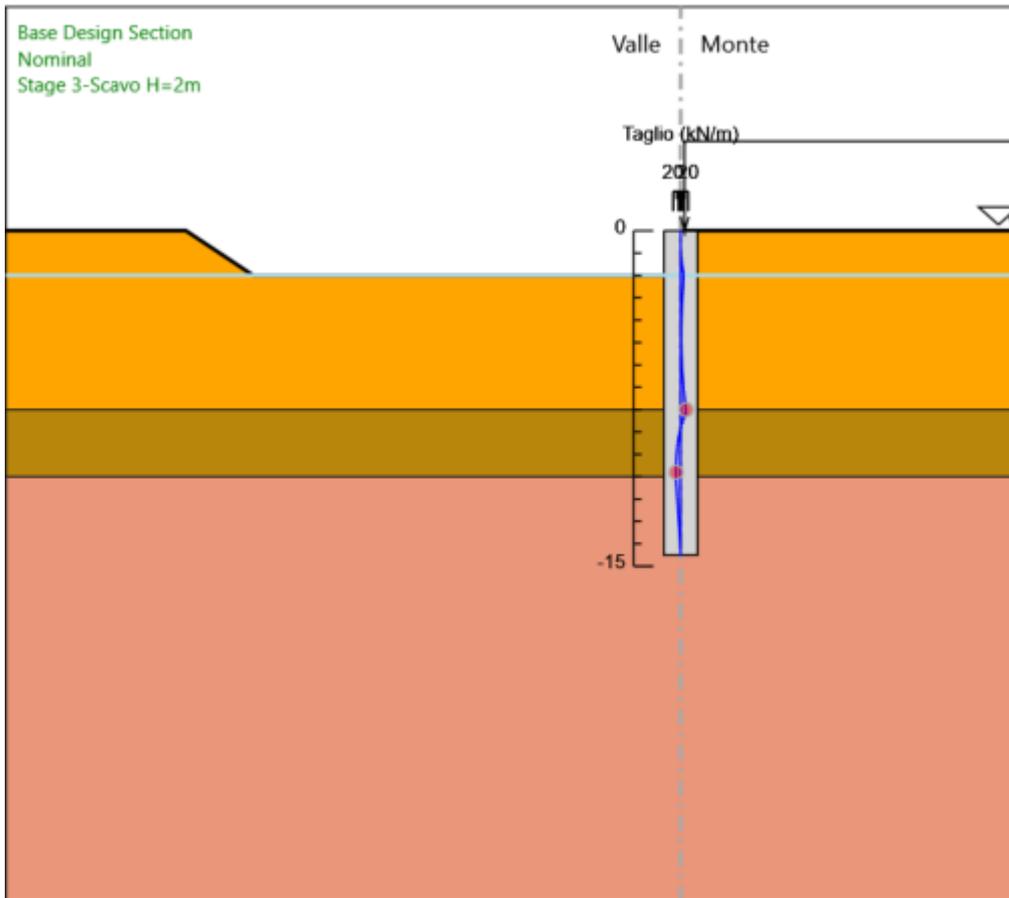
Design Assumption: Nominal  
Stage: Stage 1- Prescavo  
Taglio

### 5.3.17. Grafico Taglio Nominal - Stage: Stage 2-Paratia



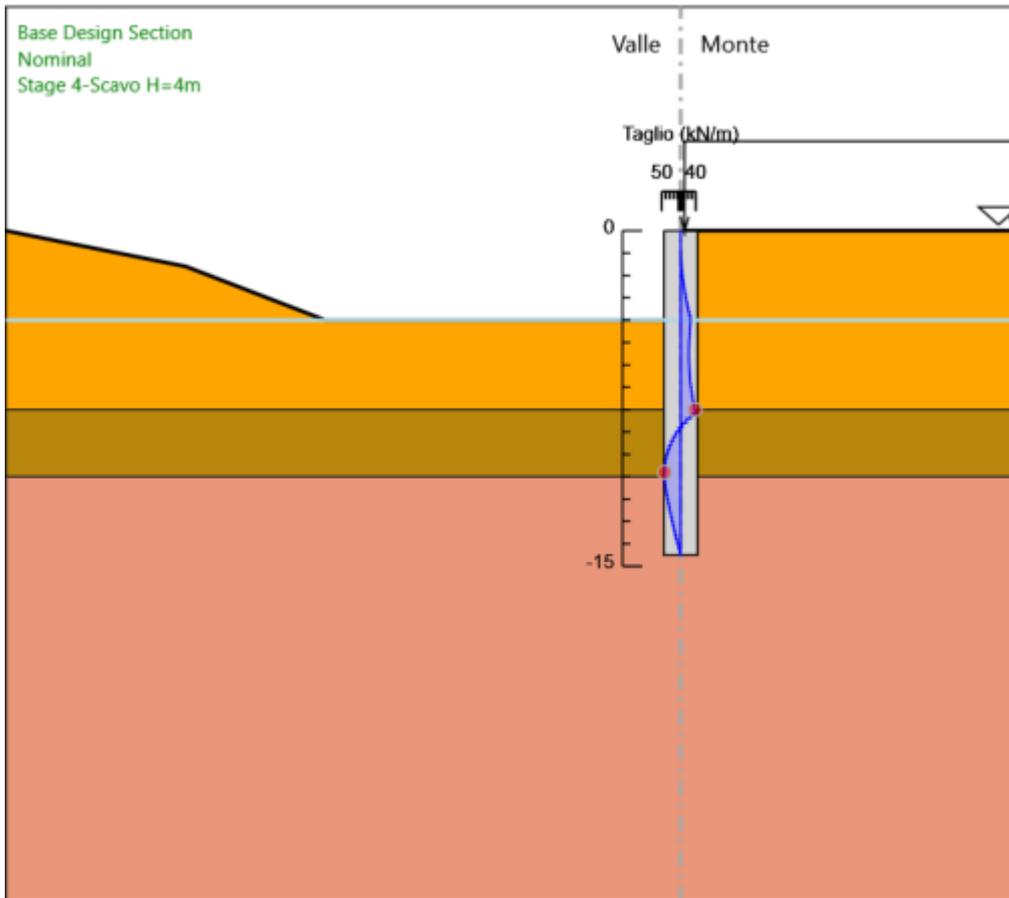
Design Assumption: Nominal  
Stage: Stage 2-Paratia  
Taglio

### 5.3.18. Grafico Taglio Nominal - Stage: Stage 3-Scavo H=2m



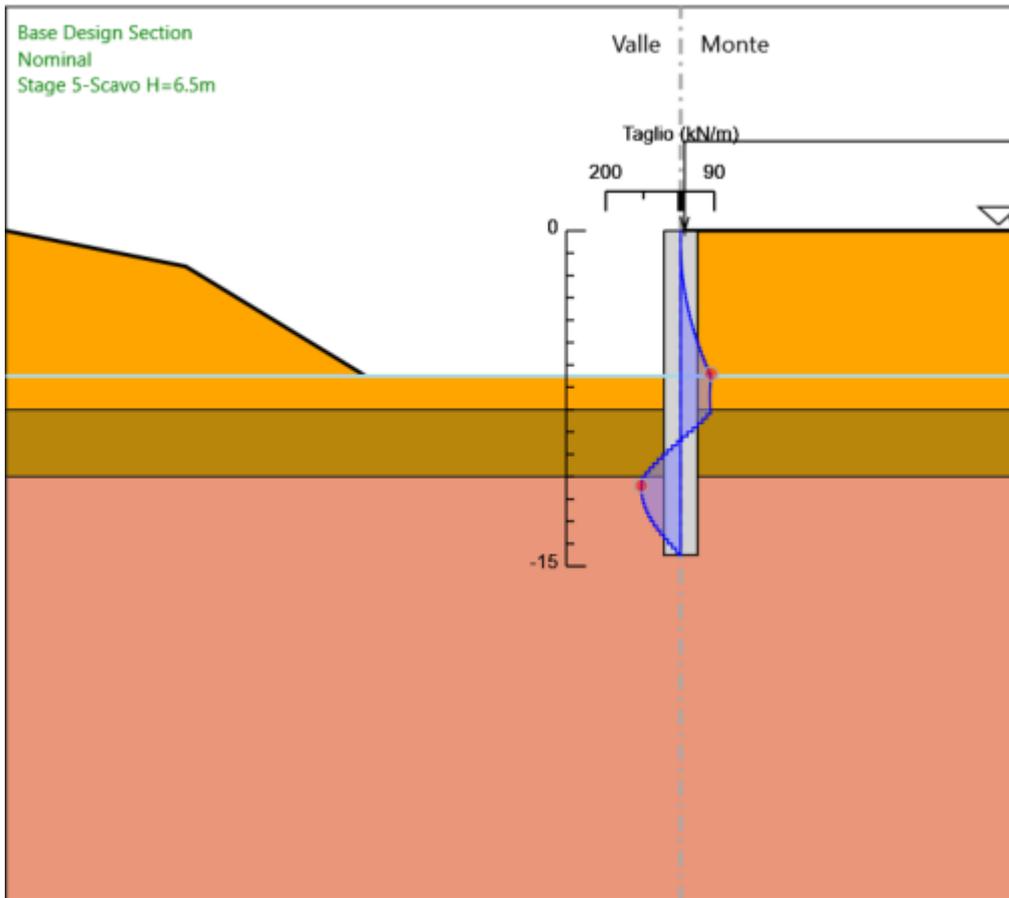
Design Assumption: Nominal  
Stage: Stage 3-Scavo H=2m  
Taglio

### 5.3.19. Grafico Taglio Nominal - Stage: Stage 4-Scavo H=4m



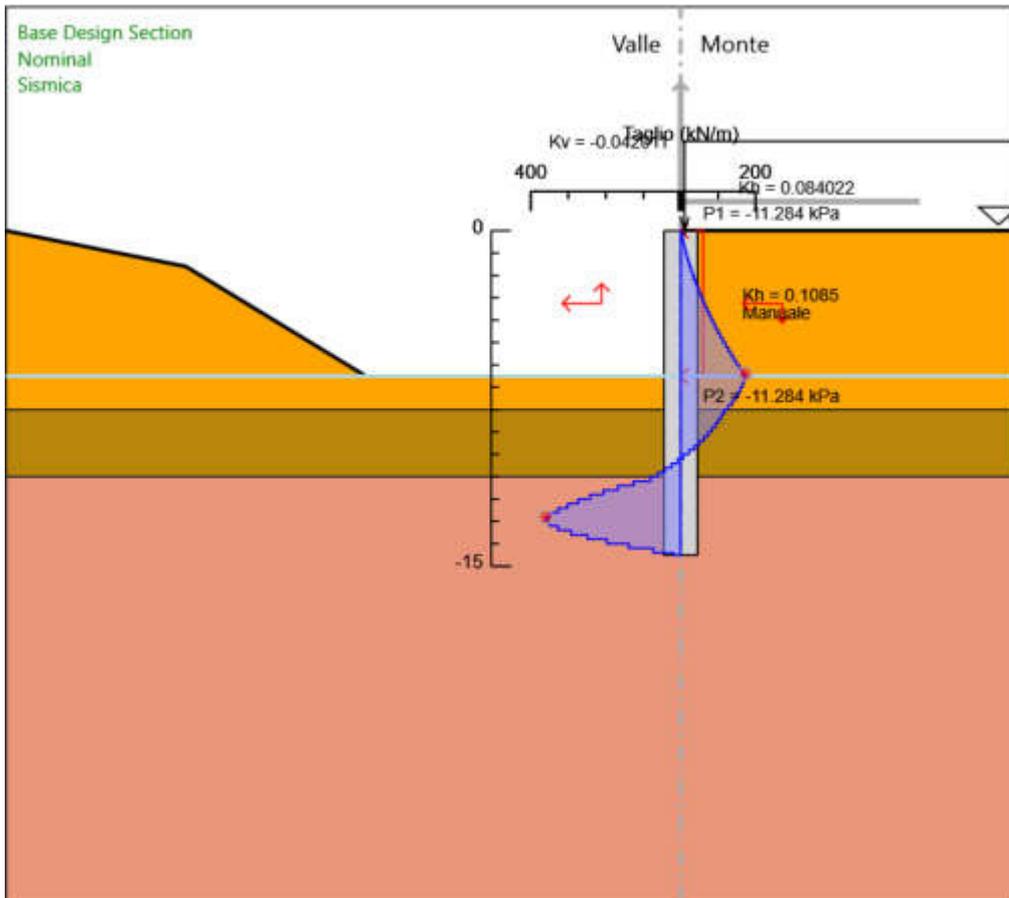
Design Assumption: Nominal  
Stage: Stage 4-Scavo H=4m  
Taglio

### 5.3.20. Grafico Taglio Nominal - Stage: Stage 5-Scavo H=6.5m



Design Assumption: Nominal  
Stage: Stage 5-Scavo H=6.5m  
Taglio

### 5.3.21. Grafico Taglio Nominal - Stage: Sismica



Design Assumption: Nominal  
Stage: Sismica  
Taglio

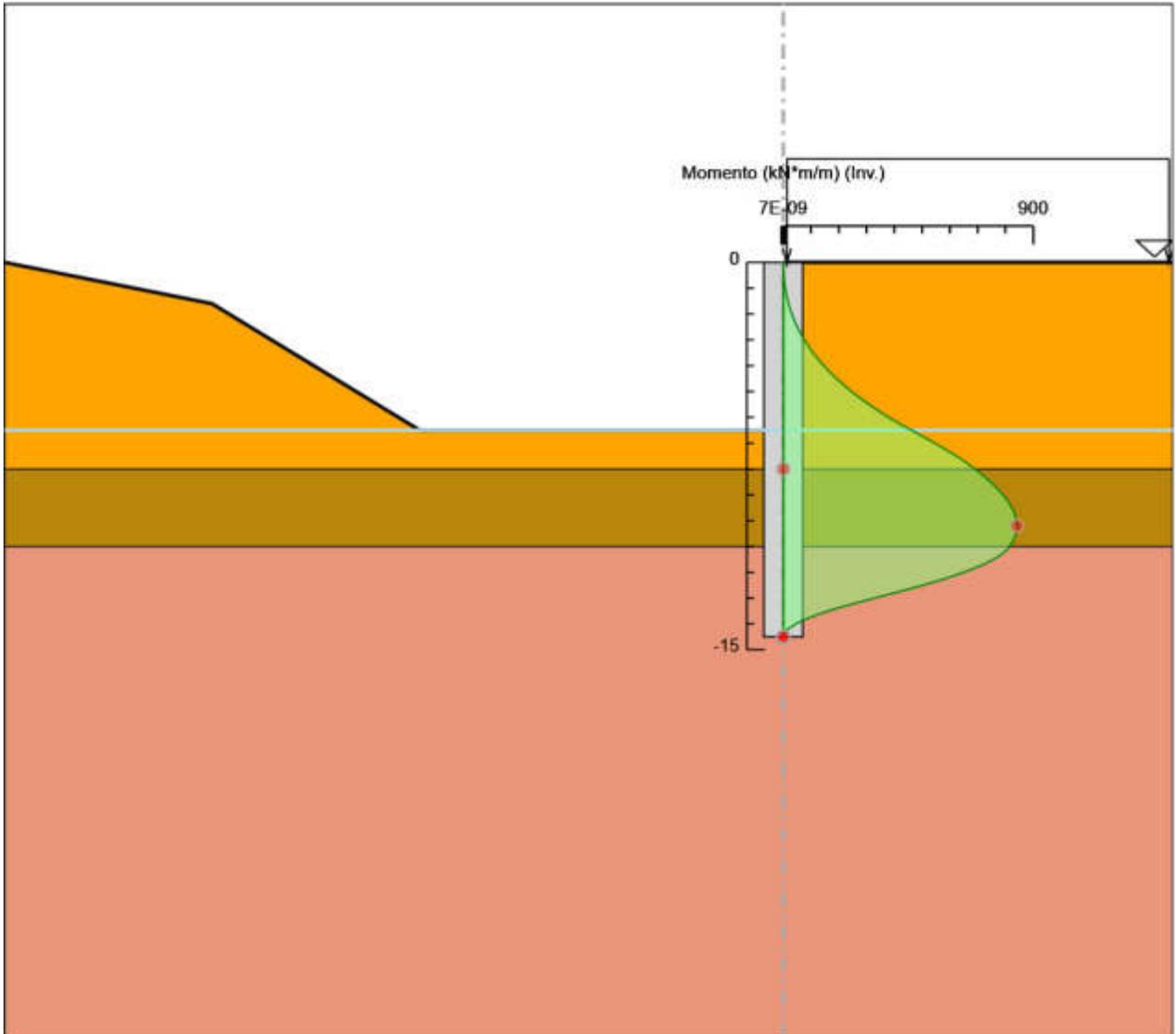
## 5.4. Inviluppi Risultati Paratia Nominal

### 5.4.1. Tabella Inviluppi Momento Nominal Pali 1500/1.7

| Selected Design Assumptions |  | Inviluppi: Momento     | Muro: Pali 1500/1.7  |
|-----------------------------|--|------------------------|----------------------|
| Z (m)                       |  | Lato sinistro (kN*m/m) | Lato destro (kN*m/m) |
| 0                           |  | 0                      | 0                    |
| -0.2                        |  | 0                      | 0.284                |
| -0.4                        |  | 0                      | 1.137                |
| -0.6                        |  | 0                      | 2.558                |
| -0.8                        |  | 0                      | 4.567                |
| -1                          |  | 0                      | 7.199                |
| -1.2                        |  | 0                      | 10.49                |
| -1.4                        |  | 0                      | 14.477               |
| -1.6                        |  | 0                      | 19.194               |
| -1.8                        |  | 0                      | 24.677               |
| -2                          |  | 0                      | 30.963               |
| -2.2                        |  | 0                      | 38.086               |
| -2.4                        |  | 0                      | 46.082               |
| -2.6                        |  | 0                      | 54.988               |
| -2.8                        |  | 0                      | 64.839               |
| -3                          |  | 0                      | 75.67                |
| -3.2                        |  | 0                      | 87.518               |
| -3.4                        |  | 0                      | 100.418              |
| -3.6                        |  | 0                      | 114.405              |
| -3.8                        |  | 0                      | 129.516              |
| -4                          |  | 0                      | 145.786              |
| -4.2                        |  | 0                      | 163.251              |
| -4.4                        |  | 0                      | 181.947              |
| -4.6                        |  | 0                      | 201.909              |
| -4.8                        |  | 0                      | 223.172              |
| -5                          |  | 0                      | 245.774              |
| -5.2                        |  | 0                      | 269.749              |
| -5.4                        |  | 0                      | 295.133              |
| -5.6                        |  | 0                      | 321.962              |
| -5.8                        |  | 0                      | 350.272              |
| -6                          |  | 0                      | 380.098              |
| -6.2                        |  | 0                      | 411.476              |
| -6.4                        |  | 0                      | 444.442              |
| -6.6                        |  | 0                      | 478.887              |
| -6.8                        |  | 0                      | 512.744              |
| -7                          |  | 0                      | 545.779              |
| -7.2                        |  | 0                      | 577.756              |
| -7.4                        |  | 0                      | 608.444              |
| -7.6                        |  | 0                      | 637.607              |
| -7.8                        |  | 0                      | 665.012              |
| -8                          |  | 0                      | 690.425              |
| -8.2                        |  | 0                      | 713.612              |
| -8.4                        |  | 0                      | 735.448              |
| -8.6                        |  | 0                      | 755.753              |
| -8.8                        |  | 0                      | 774.345              |
| -9                          |  | 0                      | 791.044              |
| -9.2                        |  | 0                      | 805.67               |
| -9.4                        |  | 0                      | 818.042              |
| -9.6                        |  | 0                      | 827.979              |
| -9.8                        |  | 0                      | 835.302              |
| -10                         |  | 0                      | 839.828              |
| -10.2                       |  | 0                      | 841.379              |
| -10.4                       |  | 0                      | 839.773              |
| -10.6                       |  | 0                      | 834.83               |
| -10.8                       |  | 0                      | 826.369              |
| -11                         |  | 0                      | 814.21               |
| -11.2                       |  | 0                      | 798.171              |
| -11.4                       |  | 0                      | 773.04               |
| -11.6                       |  | 0                      | 739.5                |
| -11.8                       |  | 0                      | 698.235              |
| -12                         |  | 0                      | 649.924              |
| -12.2                       |  | 0                      | 595.243              |
| -12.4                       |  | 0                      | 534.867              |
| -12.6                       |  | 0                      | 469.467              |

| Selected Design Assumptions |  |   |
|-----------------------------|--|---|
| Z (m)                       | Involuppi: Momento<br>Lato sinistro (kN*m/m) | Muro: Pali 1500/1.7<br>Lato destro (kN*m/m) |
| -12.8                       | 0  | 399.712                                     |
| -13                         | 0  | 327.672                                     |
| -13.2                       | 0  | 257.612                                     |
| -13.4                       | 0  | 192.048                                     |
| -13.6                       | 0  | 133.495                                     |
| -13.8                       | 0  | 83.79                                       |
| -14                         | 0  | 44.347                                      |
| -14.2                       | 0  | 16.58                                       |
| -14.4                       | 0  | 1.901                                       |
| -14.5                       | 0  | 0   |

### 5.4.2. Grafico Involuppi Momento Nominal



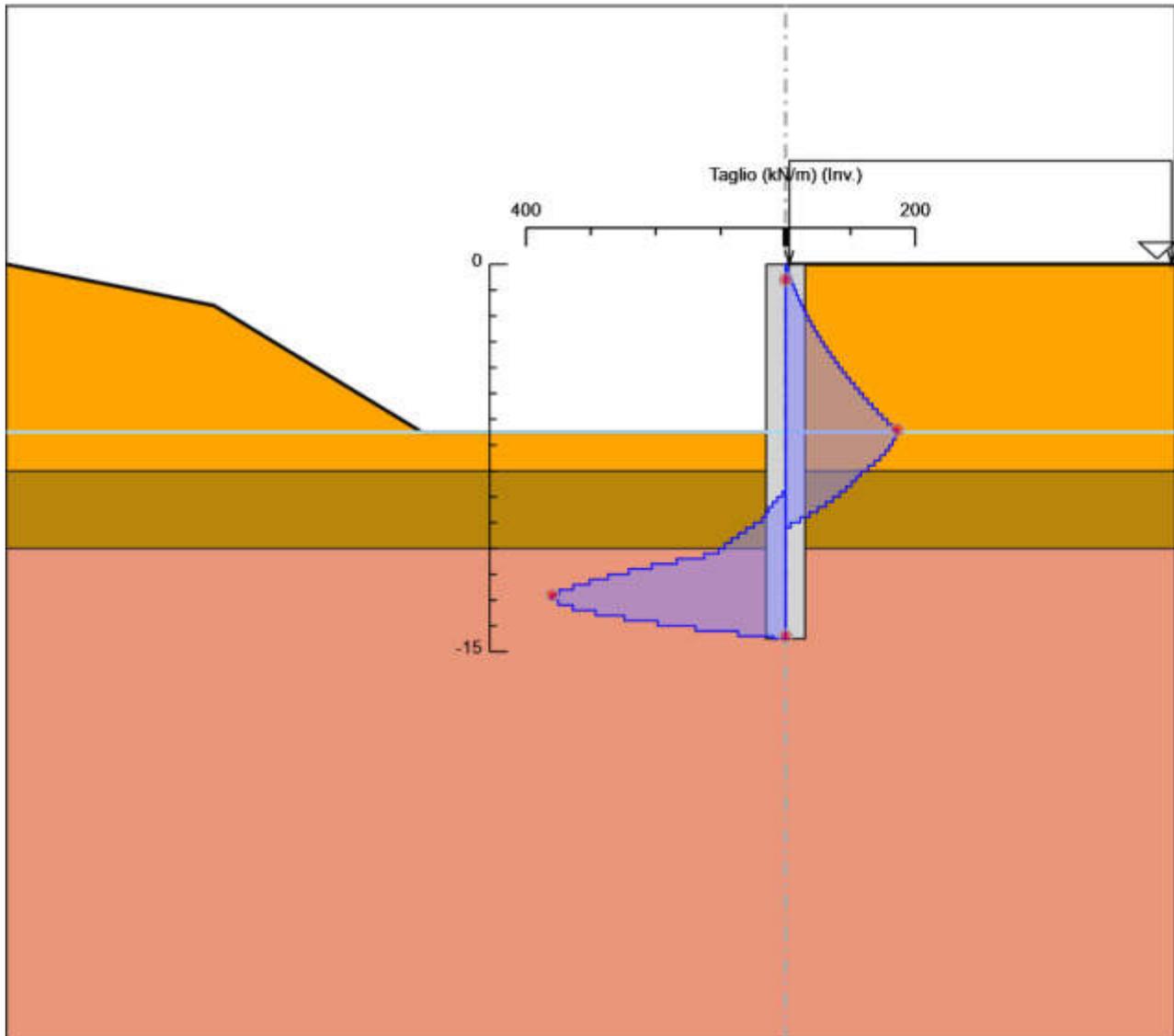
Momento

### 5.4.3. Tabella Involuppi Taglio Nominal Pali 1500/1.7

| Selected Design Assumptions | Inviluppi: Taglio    | Muro: Pali 1500/1.7 |
|-----------------------------|----------------------|---------------------|
| Z (m)                       | Lato sinistro (kN/m) | Lato destro (kN/m)  |
| 0                           | 0                    | 1.421               |
| -0.2                        | 0                    | 4.263               |
| -0.4                        | 0                    | 7.105               |
| -0.6                        | 0                    | 10.044              |
| -0.8                        | 0                    | 13.161              |
| -1                          | 0                    | 16.457              |
| -1.2                        | 0                    | 19.932              |
| -1.4                        | 0                    | 23.585              |
| -1.6                        | 0                    | 27.417              |
| -1.8                        | 0                    | 31.427              |
| -2                          | 0                    | 35.616              |
| -2.2                        | 0                    | 39.983              |
| -2.4                        | 0                    | 44.529              |
| -2.6                        | 0                    | 49.254              |
| -2.8                        | 0                    | 54.157              |
| -3                          | 0                    | 59.238              |
| -3.2                        | 0                    | 64.499              |
| -3.4                        | 0                    | 69.937              |
| -3.6                        | 0                    | 75.555              |
| -3.8                        | 0                    | 81.35               |
| -4                          | 0                    | 87.325              |
| -4.2                        | 0                    | 93.478              |
| -4.4                        | 0                    | 99.809              |
| -4.6                        | 0                    | 106.32              |
| -4.8                        | 0                    | 113.008             |
| -5                          | 0                    | 119.875             |
| -5.2                        | 0                    | 126.921             |
| -5.4                        | 0                    | 134.145             |
| -5.6                        | 0                    | 141.548             |
| -5.8                        | 0                    | 149.13              |
| -6                          | 0                    | 156.89              |
| -6.2                        | 0                    | 164.828             |
| -6.4                        | 0                    | 172.23              |
| -6.6                        | 0                    | 172.23              |
| -6.8                        | 0                    | 169.285             |
| -7                          | 0                    | 165.171             |
| -7.2                        | 0                    | 159.889             |
| -7.4                        | 0                    | 153.437             |
| -7.6                        | 0                    | 145.816             |
| -7.8                        | 0                    | 137.025             |
| -8                          | 0                    | 127.066             |
| -8.2                        | 0                    | 115.937             |
| -8.4                        | 0                    | 109.181             |
| -8.6                        | 0                    | 101.522             |
| -8.8                        | 4.759                | 92.961              |
| -9                          | 13.069               | 83.496              |
| -9.2                        | 20.139               | 73.129              |
| -9.4                        | 26.067               | 61.859              |
| -9.6                        | 30.95                | 49.687              |
| -9.8                        | 35.968               | 36.612              |
| -10                         | 48.546               | 22.634              |
| -10.2                       | 60.799               | 7.753               |
| -10.4                       | 72.747               | 0                   |
| -10.6                       | 83.697               | 0                   |
| -10.8                       | 93.671               | 0                   |
| -11                         | 102.717              | 0                   |
| -11.2                       | 125.659              | 0                   |
| -11.4                       | 167.698              | 0                   |
| -11.6                       | 206.326              | 0                   |
| -11.8                       | 241.556              | 0                   |
| -12                         | 273.403              | 0                   |
| -12.2                       | 301.881              | 0                   |
| -12.4                       | 327.001              | 0                   |
| -12.6                       | 348.776              | 0                   |
| -12.8                       | 360.196              | 0                   |
| -13                         | 360.196              | 0                   |
| -13.2                       | 350.302              | 0                   |

| Selected Design Assumptions | Inviluppi: Taglio    | Muro: Pali 1500/1.7 |
|-----------------------------|----------------------|---------------------|
| Z (m)                       | Lato sinistro (kN/m) | Lato destro (kN/m)  |
| -13.4                       | 327.82               | 0                   |
| -13.6                       | 292.766              | 0                   |
| -13.8                       | 248.526              | 0                   |
| -14                         | 197.215              | 0                   |
| -14.2                       | 138.836              | 0                   |
| -14.4                       | 73.392               | 0                   |
| -14.5                       | 19.01                | 0                   |

#### 5.4.4. Grafico Involuppi Taglio Nominal



Taglio

## 5.4. Riepilogo spinte

| Design Assumption: Tipo Risultato: Riepi- |                | Muro:            | LEFT        | Lato            | LEFT            |                      |            |
|---|----------------|------------------|-------------|-----------------|-----------------|----------------------|------------|
| Nominal                                   | logo spinte    |                  |             |                 |                 |                      |            |
| Stage                                     | Vera effettiva | Pressione neutra | Vera Totale | Min ammissibile | Max ammissibile | Percentuale di resi- | Vera / At- |
|   | (kN/m)         | (kN/m)           | (kN/m)      | (kN/m)          | (kN/m)          | stenza massima       | tiva       |
| 0 - Geostatica                            | 1075.7         | 281.2            | 1356.9      | 323.9           | 12437.6         | 8.65%                | 3.32       |
| Stage 1- Prescavo                         | 765.9          | 1051.2           | 1817.2      | 74.6            | 6575.2          | 11.65%               | 10.27      |
| Stage 2-Paratia                           | 765.9          | 1051.2           | 1817.2      | 74.6            | 6575.2          | 11.65%               | 10.27      |
| Stage 3-Scavo H=2m                        | 702.5          | 781.2            | 1483.7      | 41.5            | 5554.2          | 12.65%               | 16.93      |
| Stage 4-Scavo H=4m                        | 630            | 551.2            | 1181.2      | 18.5            | 4514.7          | 13.95%               | 34.05      |
| Stage 5-Scavo<br>H=6.5m                   | 567.8          | 320              | 887.8       | 1.9             | 3531.7          | 16.08%               | 298.84     |
| Sismica                                   | 726.7          | 320              | 1046.8      | 1.5             | 3111.7          | 23.35%               | 484.47     |

| Design Assumption: Tipo Risultato: Riepi- |                       | Muro:            | LEFT        | Lato            | RIGHT           |                      |        |
|---|-----------------------|------------------|-------------|-----------------|-----------------|----------------------|--------|
| Nominal                                   | logo spinte           |                  |             |                 |                 |                      |        |
| Stage                                     | Vera effettiva (kN/m) | Pressione neutra | Vera Totale | Min ammissibile | Max ammissibile | Percentuale di resi- | Vera / |
|   |                       | (kN/m)           | (kN/m)      | (kN/m)          | (kN/m)          | stenza massima       | Attiva |
| 0 - Geostatica                            | 1075.7                | 281.2            | 1356.9      | 323.9           | 12437.6         | 8.65%                | 3.32   |
| Stage 1- Prescavo                         | 765.9                 | 1051.2           | 1817.2      | 152.1           | 8629.9          | 8.87%                | 5.04   |
| Stage 2-Paratia                           | 765.9                 | 1051.2           | 1817.2      | 152.1           | 8629.9          | 8.87%                | 5.04   |
| Stage 3-Scavo H=2m                        | 702.5                 | 781.2            | 1483.8      | 193.9           | 9525            | 7.38%                | 3.62   |
| Stage 4-Scavo H=4m                        | 630                   | 551.2            | 1181.2      | 228.3           | 10292.6         | 6.12%                | 2.76   |
| Stage 5-Scavo<br>H=6.5m                   | 567.8                 | 320              | 887.8       | 260.2           | 11072.5         | 5.13%                | 2.18   |
| Sismica                                   | 635.1                 | 320              | 955.1       | 260.2           | 10799.7         | 5.88%                | 2.44   |

## 6. Descrizione Coefficienti Design Assumption

| Nome   | Carichi Per-<br>manenti<br>Sfavorevoli<br>(F_dead_lo<br>ad_unfa-<br>vour) | Carichi Per-<br>manenti<br>Favorevoli<br>(F_dead_lo<br>ad_favour) | Carichi Va-<br>riabili Sfa-<br>vorevoli<br>(F_live_loa<br>d_unfa-<br>vour) | Carichi Va-<br>riabili Fa-<br>vorevoli<br>(F_live_loa<br>d_favour) | Carico Si-<br>smico<br>(F_seism_<br>load) | Pres<br>sioni<br>Lato<br>Mon<br>te<br>(F_<br>Wa-<br>terD<br>R) | Pres<br>sioni<br>Lato<br>Vall<br>e<br>(F_<br>Wa-<br>ter<br>Res) | Carichi<br>Perma-<br>nenti De-<br>stabiliz-<br>zanti<br>(F_UPL_G<br>DStab) | Carichi<br>Perma-<br>nenti Sta-<br>bilizzanti<br>(F_UPL_G<br>Stab) | Carichi Va-<br>riabili De-<br>stabiliz-<br>zanti<br>(F_UPL_Q<br>DStab) | Carichi<br>Perma-<br>nenti De-<br>stabiliz-<br>zanti<br>(F_HYD_G<br>DStab) | Carichi<br>Perma-<br>nenti Sta-<br>bilizzanti<br>(F_HYD_G<br>Stab) | Carichi Va-<br>riabili De-<br>stabiliz-<br>zanti<br>(F_HYD_Q<br>DStab) |
|--|---|---|--|--|---|--|---|--|--|--|--|--|--|
| Simbolo  | $\gamma_G$  | $\gamma_G$  | $\gamma_Q$   | $\gamma_Q$   | $\gamma_{QE}$                             | $\gamma_G$   | $\gamma_G$  | $\gamma_{Gdst}$  | $\gamma_{Gstb}$  | $\gamma_{Qdst}$  | $\gamma_{Gdst}$  | $\gamma_{Gstb}$  | $\gamma_{Qdst}$  |
| Nominal  | 1   | 1   | 1  | 1  | 1   | 1  | 1   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| SLE<br>(Rara/Fre-<br>quente/<br>Quasi Perma-<br>nente) | 1   | 1   | 1  | 1  | 0   | 1  | 1   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| A1+M1+<br>R1 (R3<br>per tiranti)                       | 1.3   | 1   | 1.5  | 1  | 0   | 1.3  | 1   | 1  | 1  | 1  | 1.3  | 0.9  | 1  |
| A2+M2+<br>R1   | 1   | 1   | 1.3  | 1  | 0   | 1  | 1   | 1  | 1  | 1  | 1.3  | 0.9  | 1  |
| SISMICA<br>STR   | 1   | 1   | 1  | 1  | 1   | 1  | 1   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |

| Nome  | Parziale su $\tan(\phi)$<br>(F_Fr) | Parziale su c'<br>(F_eff_cohe) | Parziale su Su<br>(F_Su) | Parziale su qu<br>(F_qu) | Parziale su peso specifico<br>(F_gamma) |
|---|------------------------------------|--------------------------------|--------------------------|--------------------------|---|
| Simbolo   | $\gamma_\phi$                      | $\gamma_c$                     | $\gamma_{cu}$            | $\gamma_{qu}$            | $\gamma_\gamma$                         |
| Nominal   | 1                                  | 1                              | 1                        | 1                        | 1                                       |
| SLE (Rara/Fre-<br>quente/Quasi Per-<br>manente) | 1                                  | 1                              | 1                        | 1                        | 1                                       |
| A1+M1+R1 (R3 per tiranti)                       | 1                                  | 1                              | 1                        | 1                        | 1                                       |
| A2+M2+R1  | 1.25                               | 1.25                           | 1.4                      | 1                        | 1                                       |
| SISMICA STR                                     | 1                                  | 1                              | 1                        | 1                        | 1                                       |

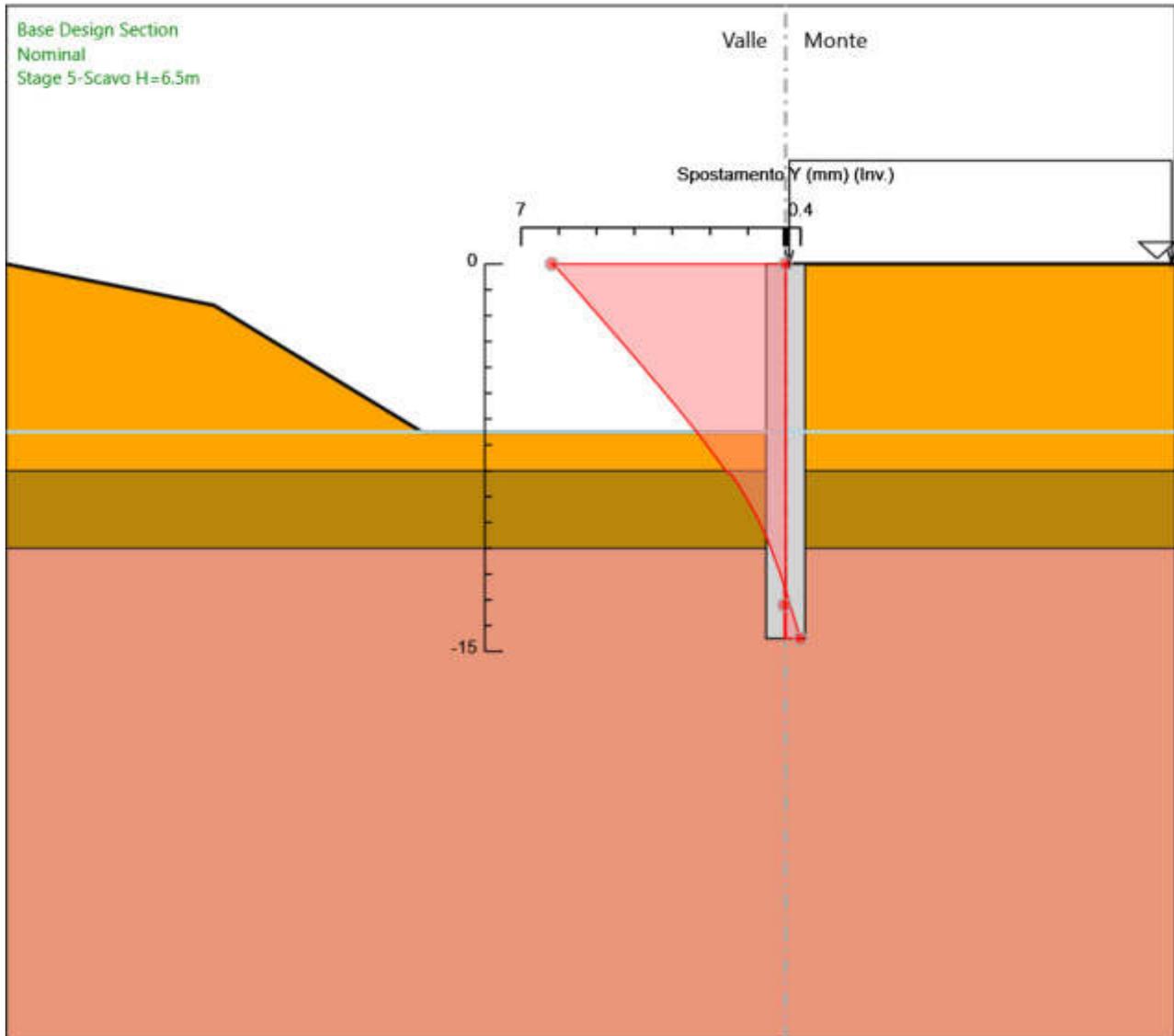
| Nome  | Parziale resistenza terreno (es. Kp)<br>(F_Soil_Res_walls) | Parziale resistenza Tiranti<br>permanenti (F_Anch_P) | Parziale resistenza Tiranti<br>temporanei (F_Anch_T) | Parziale elementi<br>strutturali (F_wall) |
|---|--|--|--|---|
| Simbolo   | $\gamma_{Re}$  | $\gamma_{ap}$  | $\gamma_{at}$  |   |
| Nominal   | 1  | 1  | 1  | 1   |
| SLE (Rara/Fre-<br>quente/Quasi Perma-<br>nente) | 1  | 1  | 1  | 1   |
| A1+M1+R1 (R3 per tiranti)                       | 1  | 1.2  | 1.1  | 1   |
| A2+M2+R1  | 1  | 1.2  | 1.1  | 1   |
| SISMICA STR                                     | 1  | 1.2  | 1.1  | 1   |

## 6. Riepilogo Stage / Design Assumption per Inviluppo

| Design Assumption                     | 0 - Geostatica | Stage 1- Pre-scavo | Stage 2-Paratia | Stage 3-Scavo H=2m | Stage 4-Scavo H=4m | Stage 5-Scavo H=6.5m | Sismica |
|---------------------------------------|----------------|--------------------|-----------------|--------------------|--------------------|----------------------|---------|
| SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) | V              | V                  | V               | V                  | V                  | V                    | V       |
| A1+M1+R1 (R3 per tiranti)             | V              | V                  | V               | V                  | V                  | V                    | V       |
| A2+M2+R1                              | V              | V                  | V               | V                  | V                  | V                    | V       |
| SISMICA STR                           | V              | V                  | V               | V                  | V                  | V                    | V       |

## 6. Descrizione sintetica dei risultati delle Design Assumption (Inviluppi)

### 6.1. Grafico Inviluppi Spostamento



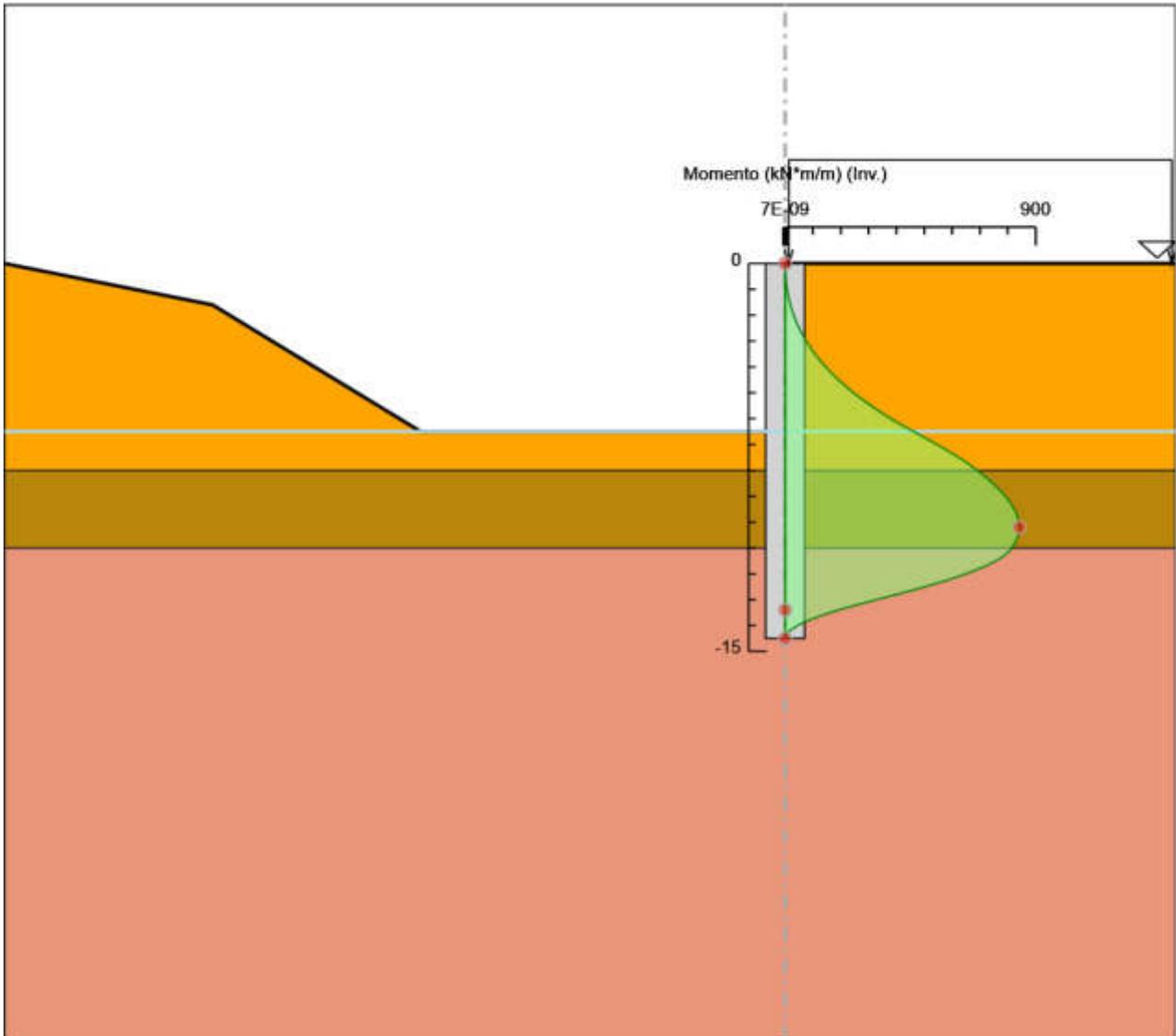
Spostamento

## 6.2. Tabella Involuppi Momento Pali 1500/1.7

| Selected Design Assumptions |  | Involuppi: Momento     |                      | Muro: Pali 1500/1.7 |
|-----------------------------|--|------------------------|----------------------|---------------------|
| Z (m)                       |  | Lato sinistro (kN*m/m) | Lato destro (kN*m/m) |                     |
| 0                           |  | 0                      |                      | 0                   |
| -0.2                        |  | 0                      |                      | 0.284               |
| -0.4                        |  | 0                      |                      | 1.137               |
| -0.6                        |  | 0                      |                      | 2.558               |
| -0.8                        |  | 0                      |                      | 4.567               |
| -1                          |  | 0                      |                      | 7.199               |
| -1.2                        |  | 0                      |                      | 10.49               |
| -1.4                        |  | 0                      |                      | 14.477              |
| -1.6                        |  | 0                      |                      | 19.194              |
| -1.8                        |  | 0                      |                      | 24.677              |
| -2                          |  | 0                      |                      | 30.963              |
| -2.2                        |  | 0                      |                      | 38.086              |
| -2.4                        |  | 0                      |                      | 46.082              |
| -2.6                        |  | 0                      |                      | 54.988              |
| -2.8                        |  | 0                      |                      | 64.839              |
| -3                          |  | 0                      |                      | 75.67               |
| -3.2                        |  | 0                      |                      | 87.518              |
| -3.4                        |  | 0                      |                      | 100.418             |
| -3.6                        |  | 0                      |                      | 114.405             |
| -3.8                        |  | 0                      |                      | 129.516             |
| -4                          |  | 0                      |                      | 145.786             |
| -4.2                        |  | 0                      |                      | 163.251             |
| -4.4                        |  | 0                      |                      | 181.947             |
| -4.6                        |  | 0                      |                      | 201.909             |
| -4.8                        |  | 0                      |                      | 223.172             |
| -5                          |  | 0                      |                      | 245.774             |
| -5.2                        |  | 0                      |                      | 269.749             |
| -5.4                        |  | 0                      |                      | 295.133             |
| -5.6                        |  | 0                      |                      | 321.962             |
| -5.8                        |  | 0                      |                      | 350.272             |
| -6                          |  | 0                      |                      | 380.098             |
| -6.2                        |  | 0                      |                      | 411.476             |
| -6.4                        |  | 0                      |                      | 444.442             |
| -6.6                        |  | 0                      |                      | 478.887             |
| -6.8                        |  | 0                      |                      | 512.744             |
| -7                          |  | 0                      |                      | 545.779             |
| -7.2                        |  | 0                      |                      | 577.756             |
| -7.4                        |  | 0                      |                      | 608.444             |
| -7.6                        |  | 0                      |                      | 637.607             |
| -7.8                        |  | 0                      |                      | 665.012             |
| -8                          |  | 0                      |                      | 690.425             |
| -8.2                        |  | 0                      |                      | 713.612             |
| -8.4                        |  | 0                      |                      | 735.448             |
| -8.6                        |  | 0                      |                      | 755.753             |
| -8.8                        |  | 0                      |                      | 774.345             |
| -9                          |  | 0                      |                      | 791.044             |
| -9.2                        |  | 0                      |                      | 805.67              |
| -9.4                        |  | 0                      |                      | 818.042             |
| -9.6                        |  | 0                      |                      | 827.979             |
| -9.8                        |  | 0                      |                      | 835.302             |
| -10                         |  | 0                      |                      | 839.828             |
| -10.2                       |  | 0                      |                      | 841.379             |
| -10.4                       |  | 0                      |                      | 839.773             |
| -10.6                       |  | 0                      |                      | 834.83              |
| -10.8                       |  | 0                      |                      | 826.369             |
| -11                         |  | 0                      |                      | 814.21              |
| -11.2                       |  | 0                      |                      | 798.171             |
| -11.4                       |  | 0                      |                      | 773.04              |
| -11.6                       |  | 0                      |                      | 739.5               |
| -11.8                       |  | 0                      |                      | 698.235             |
| -12                         |  | 0                      |                      | 649.924             |
| -12.2                       |  | 0                      |                      | 595.243             |
| -12.4                       |  | 0                      |                      | 534.867             |
| -12.6                       |  | 0                      |                      | 469.467             |
| -12.8                       |  | 0                      |                      | 399.712             |
| -13                         |  | 0                      |                      | 327.672             |
| -13.2                       |  | 0                      |                      | 257.612             |

| Selected Design Assumptions | Inviluppi: Momento     | Muro: Pali 1500/1.7  |
|-----------------------------|------------------------|----------------------|
| Z (m)                       | Lato sinistro (kN*m/m) | Lato destro (kN*m/m) |
| -13.4                       | 0                      | 192.048              |
| -13.6                       | 0                      | 133.495              |
| -13.8                       | 0                      | 83.79                |
| -14                         | 0                      | 44.347               |
| -14.2                       | 0                      | 16.58                |
| -14.4                       | 0                      | 1.901                |
| -14.5                       | 0                      | 0                    |

### 6.3. Grafico Involuppi Momento



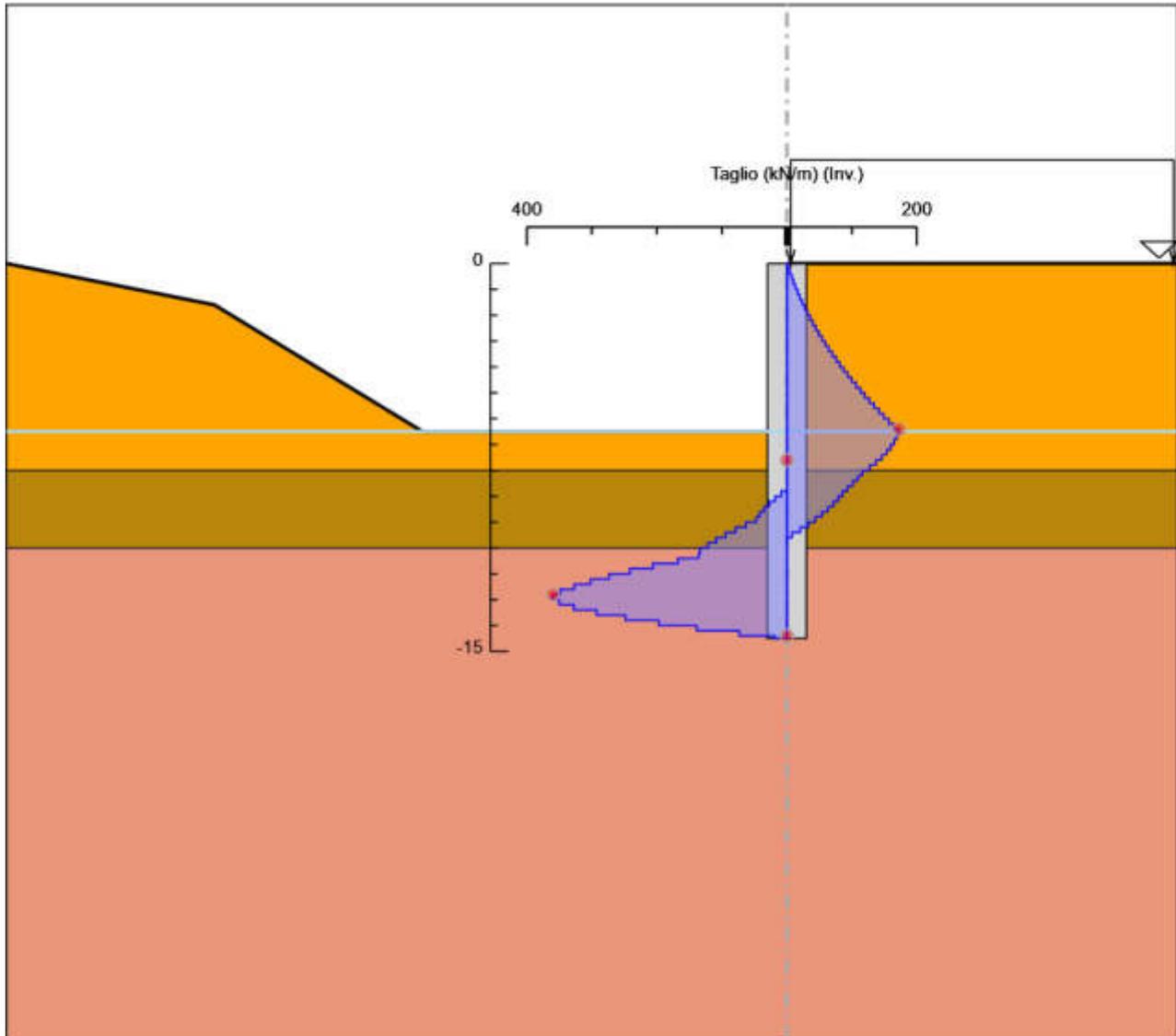
Momento

## 6.4. Tabella Involuppi Taglio Pali 1500/1.7

| Selected Design Assumptions<br>Z (m) | Involuppi: Taglio Muro: Pali 1500/1.7 |                    |
|--------------------------------------|---------------------------------------|--------------------|
|                                      | Lato sinistro (kN/m)                  | Lato destro (kN/m) |
| 0                                    | 0                                     | 1.421              |
| -0.2                                 | 0                                     | 4.263              |
| -0.4                                 | 0                                     | 7.105              |
| -0.6                                 | 0                                     | 10.044             |
| -0.8                                 | 0                                     | 13.161             |
| -1                                   | 0                                     | 16.457             |
| -1.2                                 | 0                                     | 19.932             |
| -1.4                                 | 0                                     | 23.585             |
| -1.6                                 | 0                                     | 27.417             |
| -1.8                                 | 0                                     | 31.427             |
| -2                                   | 0                                     | 35.616             |
| -2.2                                 | 0                                     | 39.983             |
| -2.4                                 | 0                                     | 44.529             |
| -2.6                                 | 0                                     | 49.254             |
| -2.8                                 | 0                                     | 54.157             |
| -3                                   | 0                                     | 59.238             |
| -3.2                                 | 0                                     | 64.499             |
| -3.4                                 | 0                                     | 69.937             |
| -3.6                                 | 0                                     | 75.555             |
| -3.8                                 | 0                                     | 81.35              |
| -4                                   | 0                                     | 87.325             |
| -4.2                                 | 0                                     | 93.478             |
| -4.4                                 | 0                                     | 99.809             |
| -4.6                                 | 0                                     | 106.32             |
| -4.8                                 | 0                                     | 113.008            |
| -5                                   | 0                                     | 119.875            |
| -5.2                                 | 0                                     | 126.921            |
| -5.4                                 | 0                                     | 134.145            |
| -5.6                                 | 0                                     | 141.548            |
| -5.8                                 | 0                                     | 149.13             |
| -6                                   | 0                                     | 156.89             |
| -6.2                                 | 0                                     | 164.828            |
| -6.4                                 | 0                                     | 172.23             |
| -6.6                                 | 0                                     | 172.23             |
| -6.8                                 | 0                                     | 169.285            |
| -7                                   | 0                                     | 165.171            |
| -7.2                                 | 0                                     | 159.889            |
| -7.4                                 | 0                                     | 153.437            |
| -7.6                                 | 0                                     | 145.816            |
| -7.8                                 | 0                                     | 137.025            |
| -8                                   | 0                                     | 127.066            |
| -8.2                                 | 0                                     | 115.937            |
| -8.4                                 | 0                                     | 109.181            |
| -8.6                                 | 0                                     | 101.522            |
| -8.8                                 | 8.918                                 | 92.961             |
| -9                                   | 18.418                                | 85.525             |
| -9.2                                 | 27.191                                | 78.935             |
| -9.4                                 | 35.237                                | 71.453             |
| -9.6                                 | 41.859                                | 63.078             |
| -9.8                                 | 47.177                                | 53.81              |
| -10                                  | 63.111                                | 43.649             |
| -10.2                                | 79.04                                 | 32.596             |
| -10.4                                | 94.572                                | 20.65              |
| -10.6                                | 108.807                               | 7.811              |
| -10.8                                | 121.772                               | 0                  |
| -11                                  | 133.532                               | 0                  |
| -11.2                                | 135.863                               | 0                  |
| -11.4                                | 167.698                               | 0                  |
| -11.6                                | 206.326                               | 0                  |
| -11.8                                | 241.556                               | 0                  |
| -12                                  | 273.403                               | 0                  |
| -12.2                                | 301.881                               | 0                  |
| -12.4                                | 327.001                               | 0                  |
| -12.6                                | 348.776                               | 0                  |
| -12.8                                | 360.196                               | 0                  |
| -13                                  | 360.196                               | 0                  |
| -13.2                                | 350.302                               | 0                  |

| <b>Selected Design Assumptions</b> | <b>Inviluppi: Taglio</b>    | <b>Muro: Pali 1500/1.7</b> |
|------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| <b>Z (m)</b>                       | <b>Lato sinistro (kN/m)</b> | <b>Lato destro (kN/m)</b>  |
| -13.4                              | 327.82                      | 0                          |
| -13.6                              | 292.766                     | 0                          |
| -13.8                              | 248.526                     | 0                          |
| -14                                | 197.215                     | 0                          |
| -14.2                              | 138.836                     | 0                          |
| -14.4                              | 73.392                      | 0                          |
| -14.5                              | 19.01                       | 0                          |

## 6.5. Grafico Involuppi Taglio



Taglio

## 6.6. Involuppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva

| Design Assumption | Stage                | Muro      | Lato  | Involuppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva % |
|-------------------|----------------------|-----------|-------|--|
| A2+M2+R1          | Stage 5-Scavo H=6.5m | Left Wall | LEFT  | 27.99  |
| A2+M2+R1          | Stage 1- Prescavo    | Left Wall | RIGHT | 12.61  |

## 6.7. Involuppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva

| Design Assumption | Stage                | Muro      | Lato  | Involuppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva % |
|-------------------|----------------------|-----------|-------|---|
| A2+M2+R1          | 0 - Geostatica       | Left Wall | LEFT  | 235.99  |
| A2+M2+R1          | Stage 5-Scavo H=6.5m | Left Wall | RIGHT | 184.12  |



### **2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

**3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud**

**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia**

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Paratia di controripa in DX dal km 1+235 al km 1+300 - Relazione tecnica e di calcolo

|                |               |              |           |               |                |                |           |                          |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|----------------|----------------|-----------|--------------------------|
| Opera<br>LO703 | Tratto<br>213 | Settore<br>E | CEE<br>16 | WBS<br>OS0002 | Id.doc.<br>REL | N. prog.<br>01 | Rev.<br>B | Pag. di Pag.<br>40 di 40 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|----------------|----------------|-----------|--------------------------|

## **ALLEGATO B**

### **REPORT DI CALCOLO VERIFICHE STRUTTURALI**

## DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.

NOME SEZIONE: OS2-Palo 1500-Gabbia\_superiore

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| Descrizione Sezione:          |   |
| Metodo di calcolo resistenza: | Resistenze in campo sostanzialmente elastico                    |
| Tipologia sezione:            | Sezione generica di Trave di fondazione in combinazione sismica |
| Normativa di riferimento:     | N.T.C.  |
| Percorso sollecitazione:      | A Sforzo Norm. costante   |
| Condizioni Ambientali:        | Moderat. aggressive   |
| Tipo di sollecitazione:       | Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)                 |
| Riferimento Sforzi assegnati: | Assi x,y principali d'inerzia                                   |
| Riferimento alla sismicit :   | Comb. non sismiche  |

## CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

|                |  |                             |
|----------------|--|-----------------------------|
| CALCESTRUZZO - | Classe:  | C32/40                      |
|                | Resis. compr. di progetto fcd:                       | 18.8 MPa                    |
|                | Resis. compr. ridotta fcd':                          | 9.4 MPa                     |
|                | Def.unit. max resistenza ec2:                        | 0.0020                      |
|                | Def.unit. ultima ecu:                                | 0.0035                      |
|                | Diagramma tensione-deformaz.:                        | Parabola-Rettangolo         |
|                | Modulo Elastico Normale Ec:                          | 33642.8 MPa                 |
|                | Resis. media a trazione fctm:                        | 3.10 MPa                    |
|                | Coeff. Omogen. S.L.E.:                               | 15.00                       |
|                | Sc limite S.L.E. comb. Rare:                         | 19.9 MPa                    |
|                | Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:                    | 19.9 MPa                    |
|                | Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:            | 0.300 mm                    |
|                | Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:                 | 14.9 MPa                    |
|                | Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:                 | 0.200 mm                    |
| ACCIAIO -      | Tipo:  | B450C                       |
|                | Resist. caratt. snervam. fyk:                        | 450.0 MPa                   |
|                | Resist. caratt. rottura ftk:                         | 450.0 MPa                   |
|                | Resist. snerv. di progetto fyd:                      | 391.3 MPa                   |
|                | Resist. ultima di progetto ftd:                      | 391.3 MPa                   |
|                | Deform. ultima di progetto 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                        |
|                | Sf limite S.L.E. Comb. Rare:                         | 360.00 MPa                  |

## CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

|                      |           |
|----------------------|-----------|
| Forma del Dominio:   | Circolare |
| Classe Calcestruzzo: | C32/40    |

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

## DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

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

|        |         |         |        |         |   |
|--------|---------|---------|--------|---------|---|
| N°Gen. | Xcentro | Ycentro | Raggio | N°Barre | Ø |
|--------|---------|---------|--------|---------|---|

1            0.0            0.0            63.1            24            26

### ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe:            16 mm  
 Passo staffe:            20.0 cm  
 Staffe:            Una sola staffa chiusa perimetrale

### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

| N°Comb. | N    | Mx     | Vy     |
|---------|------|--------|--------|
| 1       | 0.00 | 275.00 | 178.00 |
| 2       | 0.00 | 646.00 | 293.00 |

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

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

| N°Comb. | N    | Mx     | My   |
|---------|------|--------|------|
| 1       | 0.00 | 211.00 | 0.00 |

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

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

| N°Comb. | N    | Mx               | My          |
|---------|------|------------------|-------------|
| 1       | 0.00 | 211.00 (1184.43) | 0.00 (0.00) |

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

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

| N°Comb. | N    | Mx               | My          |
|---------|------|------------------|-------------|
| 1       | 0.00 | 211.00 (1184.43) | 0.00 (0.00) |

### RISULTATI DEL CALCOLO

#### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:            10.6 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali:            13.9 cm  
 Copriferro netto minimo staffe:            9.0 cm

### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver            S = combinazione verificata / N = combin. non verificata

N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex § 7.2.6 NTC

| N°Comb | Ver | N    | Mx     | N Res | Mx Res  | Mis.Sic. | As Tesa    |
|--------|-----|------|--------|-------|---------|----------|------------|
| 1      | S   | 0.00 | 275.00 | 0.00  | 2066.88 | 7.52     | 69.0(35.3) |
| 2      | S   | 0.00 | 646.00 | 0.00  | 2066.88 | 3.20     | 69.0(35.3) |

### METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione  
x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45  
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

| N°Comb | ec max  | x/d   | Xc max | Yc max | es min  | Xs min | Ys min | es max   | Xs max | Ys max |
|--------|---------|-------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1      | 0.00075 | 0.277 | 0.0    | 75.0   | 0.00052 | 0.0    | 63.1   | -0.00196 | 0.0    | -63.1  |
| 2      | 0.00075 | 0.277 | 0.0    | 75.0   | 0.00052 | 0.0    | 63.1   | -0.00196 | 0.0    | -63.1  |

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

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

| N°Comb | a           | b           | c            | x/d   | C.Rid. |
|--------|-------------|-------------|--------------|-------|--------|
| 1      | 0.000000000 | 0.000019599 | -0.000719799 | 0.277 | 0.786  |
| 2      | 0.000000000 | 0.000019599 | -0.000719799 | 0.277 | 0.786  |

### VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 16 mm  
Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata  
Ved Taglio di progetto [kN] =  $V_y$  ortogonale all'asse neutro  
Vcd Taglio compressione resistente [kN] lato calcestruzzo [formula (4.1.28)NTC]  
Vvd Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]  
Dmed Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.  
La resistenza delle travi è calcolata assumendo il valore di 0.9 Dmed come coppia interna.  
I pesi della media sono le lunghezze delle strisce.(Sono escluse le strisce totalmente non compresse).  
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.  
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo  
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione  
Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]  
A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/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  $L=lunghezza\ legatura\ proiezione$  sulla direz. del taglio e  $d_{max}$ = massima altezza utile nella direz.del taglio.

| N°Comb | Ver | Ved    | Vcd     | Vvd     | Dmed  | bw    | Ctg   | Acw   | Ast | A.Eff     |
|--------|-----|--------|---------|---------|-------|-------|-------|-------|-----|-----------|
| 1      | S   | 178.00 | 4420.66 | 2119.22 | 119.7 | 126.6 | 2.500 | 1.000 | 1.7 | 20.1(0.0) |

2 S 293.00 4420.66 2119.22 119.7 126.6 2.500 1.000 2.8 20.1(0.0)

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

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

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1      | S   | 1.14   | 0.0    | 0.0    | -40.6  | 0.0    | -63.1  | 3096    | 37.2    |

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

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

| Comb. | Ver | e1       | e2      | k2    | Ø    | Cf  | e sm - e cm       | sr max | wk             | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|-----|-------------------|--------|----------------|---------|---------|
| 1     | S   | -0.00023 | 0.00000 | 0.500 | 26.0 | 106 | 0.00012 (0.00012) | 729    | 0.089 (990.00) | 1184.43 | 0.00    |

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

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1      | S   | 1.14   | 0.0    | 0.0    | -40.6  | 0.0    | -63.1  | 3096    | 37.2    |

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

| Comb. | Ver | e1       | e2      | k2    | Ø    | Cf  | e sm - e cm       | sr max | wk           | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|-----|-------------------|--------|--------------|---------|---------|
| 1     | S   | -0.00023 | 0.00000 | 0.500 | 26.0 | 106 | 0.00012 (0.00012) | 729    | 0.089 (0.30) | 1184.43 | 0.00    |

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

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1      | S   | 1.14   | 0.0    | 0.0    | -40.6  | 0.0    | -63.1  | 3096    | 37.2    |

**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   | -0.00023 | 0.00000 | 0.500 | 26.0 | 106 | 0.00012 (0.00012) | 729    | 0.089 (0.20) | 1184.43 | 0.00    |

## DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.

NOME SEZIONE: OS2-Palo 1500-Gabbia\_inferiore

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| Descrizione Sezione:          |   |
| Metodo di calcolo resistenza: | Resistenze in campo sostanzialmente elastico                    |
| Tipologia sezione:            | Sezione generica di Trave di fondazione in combinazione sismica |
| Normativa di riferimento:     | N.T.C.  |
| Percorso sollecitazione:      | A Sforzo Norm. costante   |
| Condizioni Ambientali:        | Moderat. aggressive   |
| Tipo di sollecitazione:       | Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)                 |
| Riferimento Sforzi assegnati: | Assi x,y principali d'inerzia                                   |
| Riferimento alla sismicit :   | Comb. non sismiche  |

## CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

|                |  |                             |
|----------------|--|-----------------------------|
| CALCESTRUZZO - | Classe:  | C32/40                      |
|                | Resis. compr. di progetto fcd:                       | 18.8 MPa                    |
|                | Resis. compr. ridotta fcd':                          | 9.4 MPa                     |
|                | Def.unit. max resistenza ec2:                        | 0.0020                      |
|                | Def.unit. ultima ecu:                                | 0.0035                      |
|                | Diagramma tensione-deformaz.:                        | Parabola-Rettangolo         |
|                | Modulo Elastico Normale Ec:                          | 33642.8 MPa                 |
|                | Resis. media a trazione fctm:                        | 3.10 MPa                    |
|                | Coeff. Omogen. S.L.E.:                               | 15.00                       |
|                | Sc limite S.L.E. comb. Rare:                         | 19.9 MPa                    |
|                | Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:                    | 19.9 MPa                    |
|                | Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:            | 0.300 mm                    |
|                | Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:                 | 14.9 MPa                    |
|                | Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:                 | 0.200 mm                    |
| ACCIAIO -      | Tipo:  | B450C                       |
|                | Resist. caratt. snervam. fyk:                        | 450.0 MPa                   |
|                | Resist. caratt. rottura ftk:                         | 450.0 MPa                   |
|                | Resist. snerv. di progetto fyd:                      | 391.3 MPa                   |
|                | Resist. ultima di progetto ftd:                      | 391.3 MPa                   |
|                | Deform. ultima di progetto 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                        |
|                | Sf limite S.L.E. Comb. Rare:                         | 360.00 MPa                  |

## CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

|                      |           |
|----------------------|-----------|
| Forma del Dominio:   | Circolare |
| Classe Calcestruzzo: | C32/40    |

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

## DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

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

|        |         |         |        |         |   |
|--------|---------|---------|--------|---------|---|
| N°Gen. | Xcentro | Ycentro | Raggio | N°Barre | Ø |
|--------|---------|---------|--------|---------|---|

1            0.0            0.0            62.9            24            30

### ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe:            16 mm  
 Passo staffe:                20.0 cm  
 Staffe:                        Una sola staffa chiusa perimetrale

### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

| N°Comb. | N    | Mx      | Vy     |
|---------|------|---------|--------|
| 1       | 0.00 | 754.00  | 232.00 |
| 2       | 0.00 | 1430.00 | 612.00 |

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

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

| N°Comb. | N    | Mx     | My   |
|---------|------|--------|------|
| 1       | 0.00 | 580.00 | 0.00 |

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

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

| N°Comb. | N    | Mx               | My          |
|---------|------|------------------|-------------|
| 1       | 0.00 | 580.00 (1235.22) | 0.00 (0.00) |

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

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

| N°Comb. | N    | Mx               | My          |
|---------|------|------------------|-------------|
| 1       | 0.00 | 580.00 (1235.22) | 0.00 (0.00) |

### RISULTATI DEL CALCOLO

#### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:            10.6 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali:            13.4 cm  
 Copriferro netto minimo staffe:                                9.0 cm

### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver                                S = combinazione verificata / N = combin. non verificata

N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex § 7.2.6 NTC

| N°Comb | Ver | N    | Mx      | N Res | Mx Res  | Mis.Sic. | As Tesa    |
|--------|-----|------|---------|-------|---------|----------|------------|
| 1      | S   | 0.00 | 754.00  | 0.00  | 2674.89 | 3.55     | 91.9(35.3) |
| 2      | S   | 0.00 | 1430.00 | 0.00  | 2674.89 | 1.87     | 91.9(35.3) |

#### METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione  
x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45  
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

| N°Comb | ec max  | x/d   | Xc max | Yc max | es min  | Xs min | Ys min | es max   | Xs max | Ys max |
|--------|---------|-------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1      | 0.00085 | 0.302 | 0.0    | 75.0   | 0.00060 | 0.0    | 62.9   | -0.00196 | 0.0    | -62.9  |
| 2      | 0.00085 | 0.302 | 0.0    | 75.0   | 0.00060 | 0.0    | 62.9   | -0.00196 | 0.0    | -62.9  |

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

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

| N°Comb | a           | b           | c            | x/d   | C.Rid. |
|--------|-------------|-------------|--------------|-------|--------|
| 1      | 0.000000000 | 0.000020328 | -0.000677899 | 0.302 | 0.818  |
| 2      | 0.000000000 | 0.000020328 | -0.000677899 | 0.302 | 0.818  |

#### VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 16 mm  
Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata  
Ved Taglio di progetto [kN] =  $V_y$  ortogonale all'asse neutro  
Vcd Taglio compressione resistente [kN] lato calcestruzzo [formula (4.1.28)NTC]  
Vvd Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]  
Dmed Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.  
La resistenza delle travi è calcolata assumendo il valore di 0.9 Dmed come coppia interna.  
I pesi della media sono le lunghezze delle strisce.(Sono escluse le strisce totalmente non compresse).  
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.  
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo  
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione  
Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]  
A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/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  $L=lunghezza\ legatura\ proiezione$  sulla direz. del taglio e  $d_{max}$ = massima altezza utile nella direz.del taglio.

| N°Comb | Ver | Ved    | Vcd     | Vvd     | Dmed  | bw    | Ctg   | Acw   | Ast | A.Eff     |
|--------|-----|--------|---------|---------|-------|-------|-------|-------|-----|-----------|
| 1      | S   | 232.00 | 4485.21 | 2097.72 | 118.5 | 129.7 | 2.500 | 1.000 | 2.2 | 20.1(0.0) |

2 S 612.00 4485.21 2097.72 118.5 129.7 2.500 1.000 5.9 20.1(0.0)

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

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

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1      | S   | 2.70   | 0.0    | 0.0    | -86.1  | 0.0    | -62.9  | 3142    | 49.5    |

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

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

| Comb. | Ver | e1       | e2      | k2    | Ø    | Cf  | e sm - e cm       | sr max | wk             | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|-----|-------------------|--------|----------------|---------|---------|
| 1     | S   | -0.00049 | 0.00000 | 0.500 | 30.0 | 106 | 0.00026 (0.00026) | 684    | 0.177 (990.00) | 1235.22 | 0.00    |

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

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1      | S   | 2.70   | 0.0    | 0.0    | -86.1  | 0.0    | -62.9  | 3142    | 49.5    |

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

| Comb. | Ver | e1       | e2      | k2    | Ø    | Cf  | e sm - e cm       | sr max | wk           | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|-----|-------------------|--------|--------------|---------|---------|
| 1     | S   | -0.00049 | 0.00000 | 0.500 | 30.0 | 106 | 0.00026 (0.00026) | 684    | 0.177 (0.30) | 1235.22 | 0.00    |

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

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1      | S   | 2.70   | 0.0    | 0.0    | -86.1  | 0.0    | -62.9  | 3142    | 49.5    |

**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   | -0.00049 | 0.00000 | 0.500 | 30.0 | 106 | 0.00026 (0.00026) | 684    | 0.177 (0.20) | 1235.22 | 0.00    |

## DATI GENERALI SEZIONE DI TRAVE IN C.A.

NOME SEZIONE: OS2-Cordolo190X150

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| Descrizione Sezione:          |  |
| Metodo di calcolo resistenza: | Resistenze in campo sostanzialmente elastico |
| Normativa di riferimento:     | N.T.C.                                       |
| Tipologia sezione:            | Sezione predefinita di Trave                 |
| Forma della sezione:          | Rettangolare                                 |
| Percorso sollecitazione:      | A rapporto M/N costante                      |
| Condizioni Ambientali:        | Moderat. aggressive                          |
| Riferimento Sforzi assegnati: | Assi x,y principali d'inerzia                |
| Riferimento alla sismicit :   | Comb. non sismiche                           |

## CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

|                |   |                     |
|----------------|---|---------------------|
| CALCESTRUZZO - | Classe:                                       | C32/40              |
|                | Resistenza compress. di progetto fcd:         | 18.10 MPa           |
|                | Resistenza compress. ridotta fcd':            | 9.05 MPa            |
|                | Deform. unitaria max resistenza ec2:          | 0.0020              |
|                | Deformazione unitaria ultima ecu:             | 0.0035              |
|                | Diagramma tensioni-deformaz.:                 | Parabola-Rettangolo |
|                | Modulo Elastico Normale Ec:                   | 33334.5 MPa         |
|                | Resis. media a trazione fctm:                 | 3.00 MPa            |
|                | Coeff.Omogen. S.L.E.:                         | 15.00               |
|                | Sc limite S.L.E. comb. Rare:                  | 19.2 MPa            |
|                | Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:             | 19.2 MPa            |
|                | Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:     | 0.300 mm            |
|                | Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:          | 14.4 MPa            |
|                | Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:          | 0.200 mm            |
| ACCIAIO -      | Tipo:   | B450C               |
|                | Resist. caratt. a snervamento fyk:            | 450.0 MPa           |
|                | Resist. caratt. a rottura ftk:                | 450.0 MPa           |
|                | Resist. a snerv. di progetto fyd:             | 391.3 MPa           |
|                | Resist. ultima di progetto fd:                | 391.3 MPa           |
|                | Deform. ultima di progetto Epu:               | 0.068               |
|                | Modulo Elastico Ef:                           | 200000.0 MPa        |
|                | Diagramma tensioni-deformaz.:                 | Bilineare finito    |
|                | Coeff. Aderenza istant. $\beta_1*\beta_2$ :   | 1.00                |
|                | Coeff. Aderenza differito $\beta_1*\beta_2$ : | 0.50                |
|                | Comb.Rare - Sf Limite:                        | 360.0 MPa           |

## CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

|                                |       |                         |
|--------------------------------|-------|-------------------------|
| Base:                          | 150.0 | cm                      |
| Altezza:                       | 190.0 | cm                      |
| Barre inferiori:               | 9Ø26  | (47.8 cm <sup>2</sup> ) |
| Barre superiori:               | 9Ø26  | (47.8 cm <sup>2</sup> ) |
| Coprif.Inf.(dal baric. barre): | 7.7   | cm                      |
| Coprif.Sup.(dal baric. barre): | 7.7   | cm                      |
| Coprif.Lat. (dal baric.barre): | 7.7   | cm                      |

## CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

|    |   |  |  |  |
|----|---|--|--|--|
| N  | Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)   |  |  |  |
| Mx | Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione<br>con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione |  |  |  |
| VY | Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale   |  |  |  |
| MT | Momento torcente [kN m]   |  |  |  |

| N°Comb. | N    | Mx     | Vy     | MT   |
|---------|------|--------|--------|------|
| 1       | 0.00 | 347.00 | 612.00 | 0.00 |

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N    | Mx     |
|---------|------|--------|
| 1       | 0.00 | 101.00 |

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N    | Mx               |
|---------|------|------------------|
| 1       | 0.00 | 101.00 (3052.51) |

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N    | Mx               |
|---------|------|------------------|
| 1       | 0.00 | 101.00 (3052.51) |

### RISULTATI DEL CALCOLO

#### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.4 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 14.2 cm  
Copriferro netto minimo staffe: 5.0 cm

### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)  
Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
Mx re Momento resistente sostanzialmente elastico [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re, Mx re) e (N, Mx)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X, Y, O sez.  
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere  $< 0.45$   
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]  
As Tesa Area armature long. trave [cm<sup>2</sup>] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

| N°Comb | Ver | N    | Mx     | N re | Mx re | Mis.Sic. | Yn    | x/d  | C.Rid. | As Tesa     |
|--------|-----|------|--------|------|-------|----------|-------|------|--------|-------------|
| 1      | S   | 0.00 | 347.00 |      |       | 9.279    | 158.9 | 0.17 | 0.70   | 47.8 (47.4) |

### DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

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

|        |  |        |         |        |          |        |
|--------|--|--------|---------|--------|----------|--------|
| Ys max | Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.) |        |         |        |          |        |
| N°Comb | ec max   | Yc max | es min  | Ys min | es max   | Ys max |
| 1      | 0.00040  | 190.0  | 0.00030 | 182.3  | -0.00196 | 7.7    |

### ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

|                           |      |                    |  |
|---------------------------|------|--------------------|--|
| Diametro staffe/legature: | 14   | mm                 |  |
| Passo staffe:             | 22.7 | cm                 | [Passo massimo di normativa = 27.4 cm]             |
| N.Bracci staffe:          | 4    |                    |  |
| Area staffe/m :           | 27.1 | cm <sup>2</sup> /m | [Area Staffe Minima NTC = 22.5 cm <sup>2</sup> /m] |

### VERIFICHE A TAGLIO

|      |  |
|------|--|
| Ver  | S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata                               |
| Ved  | Taglio agente [kN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)                          |
| Vrd  | Taglio resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]                          |
| Vcd  | Taglio compressione resistente [kN] lato calcestruzzo [formula (4.1.28)NTC]                |
| Vwd  | Taglio trazione resistente [kN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]               |
| bw d | Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro   Altezza utile sezione |
| Ctg  | Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo                         |
| Acw  | Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione                       |
| Ast  | Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm <sup>2</sup> /m]       |

| N°Comb | Ver | Ved    | Vrd    | Vcd     | Vwd     | bw d        | Ctg   | Acw   | Ast |
|--------|-----|--------|--------|---------|---------|-------------|-------|-------|-----|
| 1      | S   | 612.00 | 831.57 | 7680.18 | 4353.71 | 150.0 182.3 | 2.500 | 1.000 | 3.8 |

### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

|         |  |
|---------|--|
| Ver     | S = combinazione verificata / N = combin. non verificata   |
| Sc max  | Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([MPa])  |
| Yc max  | Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  |
| Sc min  | Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([MPa])   |
| Yc min  | Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)  |
| Ss min  | Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [MPa]   |
| Ys min  | Ordinata in cm della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)  |
| Dw Eff. | Spessore di calcestruzzo [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre   |
| Ac eff. | Area di congl. [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)  |
| As eff. | Area Barre tese di acciaio [cm <sup>2</sup> ] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)   |
| D barre | Distanza in cm tra le barre tese efficaci.<br>(D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2) |

| N°Comb | Ver | Sc max | Yc max | Sc min | Yc min | Ss min | Ys min | Dw Eff. | Ac Eff. | As Eff. | D barre |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 1      | S   | 0.19   | 190.0  | 0.00   | 155.8  | -12.3  | 182.3  | 19.3    | 2888    | 47.8    | 16.8    |

### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

|         |   |
|---------|---|
| Ver     | Esito verifica  |
| e1      | Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata                                 |
| e2      | Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata                               |
| e3      | Deformazione unitaria al limite dell'area tesa efficace di calcestruzzo   |
| K2      | = (e1 + e3)/(2*e3) secondo la (7.13) dell'EC2 e la (C4.1.19)NTC   |
| Kt      | fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2   |
| e sm    | Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es    |
| srm     | Distanza massima in mm tra le fessure   |
| wk      | Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite. |
| M fess. | Momento di prima fessurazione [kNm]   |

| N°Comb | Ver | e1       | e2      | e3       | K2   | Kt   | e sm                | srm | wk             | M Fess. |
|--------|-----|----------|---------|----------|------|------|---------------------|-----|----------------|---------|
| 1      | S   | -0.00006 | 0.00001 | -0.00006 | 0.94 | 0.60 | 0.000037 (0.000037) | 719 | 0.027 (990.00) | 3052.51 |

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

| N°Comb | Ver | Sc max | Yc max | Sc min | Yc min | Ss min | Ys min | Dw Eff. | Ac Eff. | As Eff. | D barre |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 1      | S   | 0.19   | 190.0  | 0.00   | 155.8  | -12.3  | 182.3  | 19.3    | 2888    | 47.8    | 16.8    |

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

| N°Comb | Ver | e1       | e2      | e3       | K2   | Kt   | e sm                | srm | wk           | M Fess. |
|--------|-----|----------|---------|----------|------|------|---------------------|-----|--------------|---------|
| 1      | S   | -0.00006 | 0.00001 | -0.00006 | 0.94 | 0.60 | 0.000037 (0.000037) | 719 | 0.027 (0.30) | 3052.51 |

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

| N°Comb | Ver | Sc max | Yc max | Sc min | Yc min | Ss min | Ys min | Dw Eff. | Ac Eff. | As Eff. | D barre |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 1      | S   | 0.19   | 190.0  | 0.00   | 155.8  | -12.3  | 182.3  | 19.3    | 2888    | 47.8    | 16.8    |

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

| N°Comb | Ver | e1       | e2      | e3       | K2   | Kt   | e sm                | srm | wk           | M Fess. |
|--------|-----|----------|---------|----------|------|------|---------------------|-----|--------------|---------|
| 1      | S   | -0.00006 | 0.00001 | -0.00006 | 0.94 | 0.40 | 0.000037 (0.000037) | 719 | 0.027 (0.20) | 3052.51 |