

# COMUNE DI MONTEROTONDO



PROVINCIA DI ROMA

CONCESSIONE DEL SERVIZIO DI GESTIONE DELLE AREE DI SOSTA A PAGAMENTO E REALIZZAZIONE DI VERDE ATTREZZATO, PIAZZA PUBBLICA E AUTORIMESSA IN PIAZZA DELLA LIBERTÀ MEDIANTE FINANZA DI PROGETTO, AI SENSI DELL'ART. 183 COMMA 15 DEL D.LGS 50/2016 E S.M.I.

CUP: I91B21001210005 - CIG: 927527463D

## PROGETTO DEFINITIVO

(VARIANTE OTT. 2025)

Il Responsabile del Servizio

Arch. Andrea Cucchiaroni

ST.020

## RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE STR.1 PARATIA

| rev. | data    | descrizione     | verif. | approv. | scala   |
|------|---------|-----------------|--------|---------|---------|
| 0    | 10.2025 | prima emissione | v      | v       | -       |
|      |         |                 |        |         | formato |
|      |         |                 |        |         | A4      |

RTI  
mandataria



A.J. Mobilità s.r.l.

S.S. Flaminia km 131,15  
06049 Spoleto (PG)

mandante



Via Provinciale delle Breccie, 40  
80147 Napoli (NA)

RTP

mandataria

**C.S.I. srl**

Via Vincenzo Lamberti, 29  
81100 Caserta (CE)

mandanti

**Silvestrini Ingegneria srl**

Via Guglielmo Oberdan, 71  
00015 Monterotondo (RM)

Arch. Carmine Tirone

Ing. Vincenzo Caterino

Dott. Geol. Giuseppe Falzarano



IL SOGGETTO PROPONENTE

PROGETTAZIONE

Verifica di una paratia

Dati inseriti: (Fase di costruzione 1)

Materiali e standard

|                                                                    |                      |
|--------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Cemento armato :                                                   | EN 1992-1-1 (EC2)    |
| Coefficienti EN 1992-1-1 :                                         | standard             |
| Palo tubolare :                                                    | metodo semplificato  |
| Strutture in acciaio :                                             | EN 1993-1-1 (EC3)    |
| Coeff. parziale della capacità portante della sezione in acciaio : | $\gamma_{M0} = 1,00$ |
| Strutture in legno :                                               | EN 1995-1-1 (EC5)    |
| Coefficiente parziale per le proprietà del legno :                 | $\gamma_M = 1,30$    |
| Coeff. di correzione per durata del carico e umidità :             | $k_{mod} = 0,50$     |
| Coeff. cracking factor (influenza delle fessurazioni) :            | $k_{Cr} = 0,67$      |

Analisi della pressione

|                                  |                                                                   |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Metodologia di verifica :        | secondo la normativa EN 1997                                      |
| Calcolo spinta attiva terreno :  | Coulomb                                                           |
| Calcolo spinta passiva terreno : | Caquot-Kerisel                                                    |
| Metodo di analisi :              | pressioni dipendenti                                              |
| Analisi sismica :                | Mononobe-Okabe                                                    |
| Modulo di reazione del terreno : | inserimento                                                       |
| Approccio progettuale :          | 3 - riduzione delle azioni (GEO, STR) e dei parametri del terreno |

| Coefficienti parziali per le azioni (A) |              |                |            |                |            |  |
|-----------------------------------------|--------------|----------------|------------|----------------|------------|--|
| Situazione di progetto permanente       |              |                |            |                |            |  |
|                                         |              | Condizioni STR |            | Condizioni GEO |            |  |
|                                         |              | Sfavorevole    | Favorevole | Sfavorevole    | Favorevole |  |
| Coeff. parziale azioni permanenti :     | $\gamma_G =$ | 1,35 [-]       | 1,00 [-]   | 1,00 [-]       | 1,00 [-]   |  |
| Coeff. parziale azioni variabili :      | $\gamma_Q =$ | 1,50 [-]       | 0,00 [-]   | 1,30 [-]       | 0,00 [-]   |  |
| Carico idrico :                         | $\gamma_w =$ |                |            | 1,00 [-]       |            |  |

| Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (M) |                 |          |  |
|------------------------------------------------------------------|-----------------|----------|--|
| Situazione di progetto permanente                                |                 |          |  |
| Coeff. parziale angolo di resistenza al taglio :                 | $\gamma_\phi =$ | 1,25 [-] |  |
| Coeff. parziale della coesione efficace :                        | $\gamma_c =$    | 1,25 [-] |  |
| Coeff. parziale della resistenza non drenata :                   | $\gamma_{cu} =$ | 1,40 [-] |  |
| Coeff. parziale su coefficiente di Poisson :                     | $\gamma_v =$    | 1,00 [-] |  |

| Fattori parziali per azioni variabili   |            |          |  |
|-----------------------------------------|------------|----------|--|
| Situazione di progetto permanente       |            |          |  |
| Fattore per il valore di combinazione : | $\psi_0 =$ | 0,70 [-] |  |
| Fattore per il valore frequente :       | $\psi_1 =$ | 0,50 [-] |  |
| Fattore per il valore semi permanente : | $\psi_2 =$ | 0,30 [-] |  |

| Coefficienti parziali per le azioni (A) |              |                |            |                |            |  |
|-----------------------------------------|--------------|----------------|------------|----------------|------------|--|
| Situazione di progetto transitorio      |              |                |            |                |            |  |
|                                         |              | Condizioni STR |            | Condizioni GEO |            |  |
|                                         |              | Sfavorevole    | Favorevole | Sfavorevole    | Favorevole |  |
| Coeff. parziale azioni permanenti :     | $\gamma_G =$ | 1,35 [-]       | 1,00 [-]   | 1,00 [-]       | 1,00 [-]   |  |
| Coeff. parziale azioni variabili :      | $\gamma_Q =$ | 1,50 [-]       | 0,00 [-]   | 1,30 [-]       | 0,00 [-]   |  |
| Carico idrico :                         | $\gamma_w =$ |                |            | 1,00 [-]       |            |  |

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (M)****Situazione di progetto transitorio**

|                                                  |                 |      |     |
|--------------------------------------------------|-----------------|------|-----|
| Coeff. parziale angolo di resistenza al taglio : | $\gamma_\phi =$ | 1,25 | [-] |
| Coeff. parziale della coesione efficace :        | $\gamma_c =$    | 1,25 | [-] |
| Coeff. parziale della resistenza non drenata :   | $\gamma_{cu} =$ | 1,40 | [-] |
| Coeff. parziale su coefficiente di Poisson :     | $\gamma_v =$    | 1,00 | [-] |

**Ancoraggi**

Metodologia di verifica : Stati Limite (LSD)

**Coefficienti di riduzione**

|                                                                |              |      |     |
|----------------------------------------------------------------|--------------|------|-----|
| Coefficiente di riduzione della forza dell'acciaio :           | $\gamma_s =$ | 1,35 | [-] |
| Riduzione coefficiente di resistenza pull-out (terreno) :      | $\gamma_e =$ | 1,35 | [-] |
| Coefficiente di riduzione per resistenza pull-out (grouting) : | $\gamma_c =$ | 1,35 | [-] |

**Geometria della struttura**

Lunghezza complessiva della struttura = 13,00 m

**Diaframma d = 0,60 m, a = 1,20 m**

Nome della sezione trasversale : Diaframma d = 0,60 m, a = 1,20 m

Materiale del palo : cemento

Calcolata coefficiente di riduzione della pressione sotto il fondo scavo = 1,00

Area della sezione  $A = 2,36E-01 \text{ m}^2/\text{m}$

Momento d'Inerzia  $I = 5,30E-03 \text{ m}^4/\text{m}$

Peso unitario  $\gamma = 25,00 \text{ kN/m}^3$

**Setto in CA h = 0,50 m**

Nome della sezione trasversale : Setto in CA h = 0,50 m

Area della sezione  $A = 5,00E-01 \text{ m}^2/\text{m}$

Momento d'Inerzia  $I = 1,04E-02 \text{ m}^4/\text{m}$

Peso unitario  $\gamma = 25,00 \text{ kN/m}^3$

**Diaframma d = 0,60 m, a = 1,10 m**

Nome della sezione trasversale : Diaframma d = 0,60 m, a = 1,10 m

Materiale del palo : cemento

Calcolata coefficiente di riduzione della pressione sotto il fondo scavo = 1,00

Area della sezione  $A = 2,57E-01 \text{ m}^2/\text{m}$

Momento d'Inerzia  $I = 5,78E-03 \text{ m}^4/\text{m}$

Peso unitario  $\gamma = 25,00 \text{ kN/m}^3$

**Materiale della struttura**

Analisi delle strutture in cls effettuata secondo la normativa EN 1992-1-1 (EC2).

**Cemento : C 25/30**

Resistenza cilindrica a compressione  $f_{ck} = 25,00 \text{ MPa}$

Resistenza a trazione  $f_{ctm} = 2,60 \text{ MPa}$

Modulo di elasticità  $E_{cm} = 31000,00 \text{ MPa}$

Modulo di taglio  $G = 12917,00 \text{ MPa}$

Peso specifico  $\gamma = 25,00 \text{ kN/m}^3$

**Armatura longitudinale: B450C**

Tensione caratteristica di snervamento  $f_{yk} = 450,00 \text{ MPa}$

Peso specifico  $\gamma = 78,50 \text{ kN/m}^3$

**Armatura trasversale: B450C**

Tensione caratteristica di snervamento  $f_{yk} = 450,00 \text{ MPa}$

Peso specifico  $\gamma = 78,50 \text{ kN/m}^3$

Distribuzione del modulo di reazione del terreno (davanti e dietro la parete)

| Profondità<br>[m] | kh,p<br>[MN/m <sup>3</sup> ] | kh,z<br>[MN/m <sup>3</sup> ] |
|-------------------|------------------------------|------------------------------|
| 0.00              | 0.00                         | 0.00                         |
| 4.00              | 4.84                         | 4.84                         |
| 8.00              | 4.84                         | 4.84                         |
| 12.00             | 4.84                         | 4.84                         |
| 13.00             | 4.84                         | 4.84                         |

Parametri del terreno di base - (condizioni di tensione efficace)

| N. | Nome     | Retino                                                                            | $\varphi_{ef}$<br>[°] | $c_{ef}$<br>[kPa] | $\gamma$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | $\gamma_{su}$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | $\delta$<br>[°] |
|----|----------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------|----------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| 1  | STRATO 1 |  | 27,00                 | 23,00             | 19,00                            | 9,00                                  | 15,00           |

Parametri del terreno di base - (condizioni compressive di tensione)

| N. | Nome     | Retino                                                                              | $c_u$<br>[kPa] | $a$<br>[kPa] | $\gamma$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] |
|----|----------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------|----------------------------------|
| 2  | STRATO 2 |    | 252,00         | 0,77         | 18,00                            |
| 3  | STRATO 3 |  | 252,00         | 0,77         | 14,00                            |
| 4  | STRATO 4 |  | 252,00         | 0,77         | 20,00                            |
| 5  | STRATO 5 |  | 252,00         | 0,77         | 18,00                            |
| 6  | STRATO 6 |  | 252,00         | 0,77         | 20,00                            |

Parametri del terreno per calcolare la spinta a riposo

| N. | Nome     | Retino                                                                              | Tipo calcolo | $\varphi_{ef}$<br>[°] | $\nu$<br>[-] | OCR<br>[-] | $K_r$<br>[-] |
|----|----------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------------|--------------|------------|--------------|
| 1  | STRATO 1 |  | non coesivo  | 27,00                 | -            | -          | -            |
| 2  | STRATO 2 |  | coesivo      | -                     | 0,40         | -          | -            |
| 3  | STRATO 3 |  | coesivo      | -                     | 0,36         | -          | -            |
| 4  | STRATO 4 |  | coesivo      | -                     | 0,36         | -          | -            |
| 5  | STRATO 5 |  | coesivo      | -                     | 0,36         | -          | -            |
| 6  | STRATO 6 |  | coesivo      | -                     | 0,36         | -          | -            |

Parametri terreno

### STRATO 1

Peso unitario :  $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$   
Tensione : efficace  
Angolo di attrito interno :  $\phi_{ef} = 27,00^\circ$   
Coesione del terreno :  $c_{ef} = 23,00 \text{ kPa}$   
Angolo di attrito strutt.-terreno :  $\delta = 15,00^\circ$   
Terreno : non coesivo  
Modulo edometrico :  $E_{oed} = 10,00 \text{ MPa}$   
Peso unitario saturo :  $\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$   
Forza di adesione :  $g_s = 36,68 \text{ kPa}$

### STRATO 2

Peso unitario :  $\gamma = 18,00 \text{ kN/m}^3$   
Tensione : totale  
Coesione del terreno :  $c_u = 252,00 \text{ kPa}$   
Adesione strutt.- terreno :  $a = 0,77 \text{ kPa}$   
Terreno : coesivo  
Coefficiente di Poisson :  $\nu = 0,40$   
Modulo edometrico :  $E_{oed} = 9,70 \text{ MPa}$   
Forza di adesione :  $g_s = 57,00 \text{ kPa}$

### STRATO 3

Peso unitario :  $\gamma = 14,00 \text{ kN/m}^3$   
Tensione : totale  
Coesione del terreno :  $c_u = 252,00 \text{ kPa}$   
Adesione strutt.- terreno :  $a = 0,77 \text{ kPa}$   
Terreno : coesivo  
Coefficiente di Poisson :  $\nu = 0,36$   
Modulo edometrico :  $E_{oed} = 9,60 \text{ MPa}$   
Forza di adesione :  $g_s = 71,25 \text{ kPa}$

### STRATO 4

Peso unitario :  $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$   
Tensione : totale  
Coesione del terreno :  $c_u = 252,00 \text{ kPa}$   
Adesione strutt.- terreno :  $a = 0,77 \text{ kPa}$   
Terreno : coesivo  
Coefficiente di Poisson :  $\nu = 0,36$   
Modulo edometrico :  $E_{oed} = 9,60 \text{ MPa}$   
Forza di adesione :  $g_s = 114,00 \text{ kPa}$

### STRATO 5

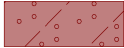
Peso unitario :  $\gamma = 18,00 \text{ kN/m}^3$   
Tensione : totale  
Coesione del terreno :  $c_u = 252,00 \text{ kPa}$   
Adesione strutt.- terreno :  $a = 0,77 \text{ kPa}$   
Terreno : coesivo  
Coefficiente di Poisson :  $\nu = 0,36$   
Modulo edometrico :  $E_{oed} = 9,60 \text{ MPa}$   
Forza di adesione :  $g_s = 126,00 \text{ kPa}$

### STRATO 6

Peso unitario :  $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$   
Tensione : totale  
Coesione del terreno :  $c_u = 252,00 \text{ kPa}$

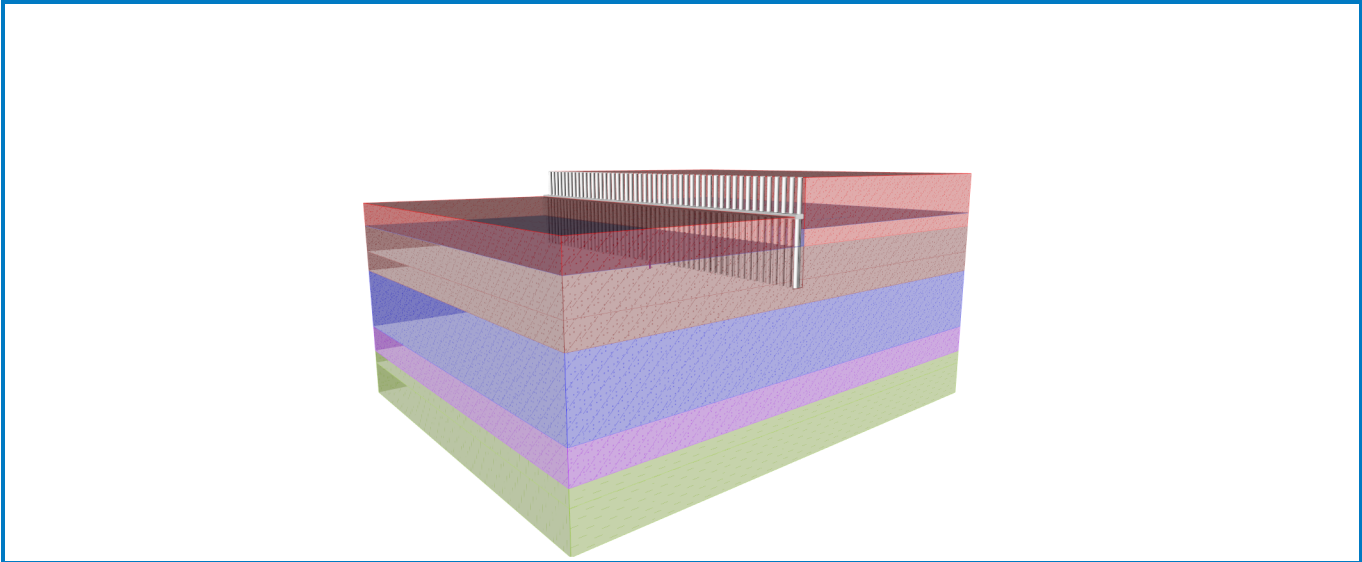
Adesione strutt.- terreno : a = 0,77 kPa  
Terreno : coesivo  
Coefficiente di Poisson : v = 0,36  
Modulo edometrico : E<sub>oed</sub> = 9,60 MPa  
Forza di adesione : g<sub>s</sub> = 330,00 kPa

Profilo geologico e terreni assegnati

| N. | Spessore dello strato<br>t [m] | Profondità<br>z [m] | Terreno assegnato | Retino                                                                                |
|----|--------------------------------|---------------------|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 8,00                           | 0,00 .. 8,00        | STRATO 1          |    |
| 2  | 4,00                           | 8,00 .. 12,00       | STRATO 2          |    |
| 3  | 3,00                           | 12,00 .. 15,00      | STRATO 2          |    |
| 4  | 9,00                           | 15,00 .. 24,00      | STRATO 3          |    |
| 5  | 4,00                           | 24,00 .. 28,00      | STRATO 4          |    |
| 6  | 2,00                           | 28,00 .. 30,00      | STRATO 5          |  |
| 7  | -                              | 30,00 .. ∞          | STRATO 6          |  |

Nome : SCAVO FASE 1

Fase - analisi : 1 - 0



Scavo

Il terreno antistante la parete è ad una profondità di 4,50 m.

Profilo del terreno

Il terreno a monte è pianeggiante.

Influenza dell'acqua

L.F. a monte collocata ad una profondità di 6,00 m

L.F. a valle collocata alla profondità di 8,00 m

Struttura permeabile alla base.

Gradiente idraulico = 0,17

Sovraccarichi di superficie

| N. | Sovraccarico |          | Azione     | Grand.1<br>[kN/m²] | Grand.2<br>[kN/m²] | Ord.x<br>x [m] | Lunghezza<br>l [m] | Profondità<br>z [m] |
|----|--------------|----------|------------|--------------------|--------------------|----------------|--------------------|---------------------|
|    | nuovo        | modifica |            |                    |                    |                |                    |                     |
| 1  | Sì           |          | permanente | 110,00             |                    | 2,25           | 6,00               | 6,00                |

Sisma

Coefficiente sismico orizzontale  $K_h = 0,0200$   
Coefficiente sismico verticale  $K_v = 0,0100$   
Coeff. per calcolare il punto di applicazione  $k.H = 0,66$   
Profondità massima dell'azione sismica  $h_{max} = 8,00 \text{ m}$

L'acqua sotto il L.F. è limitata.

Impostazioni generali

Numero di Elem. Finiti per discretizzare la struttura = 30  
Analisi delle pressioni dipendenti : non ridurre  
La pressione minima è considerata come  $\sigma_{a,min} = 0,20\sigma_z$   
La forza di adesione di ancoraggio è inserito come parametro del suolo

Impostazioni della fase di progetto

Situazione del progetto : transitorio

Analisi risultati (Fase di costruzione 1)

Distribuzione delle pressioni agenti sulla struttura (davanti e dietro il muro)

| Profondità<br>[m] | Ta,p<br>[kPa] | Tk,p<br>[kPa] | Tp,p<br>[kPa] | Tc<br>[kPa] | Ta,z<br>[kPa] | Tk,z<br>[kPa] | Tp,z<br>[kPa] |
|-------------------|---------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|---------------|
| 0.00              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 0.28        | 1.60          | 1.60          | 81.86         |
| 0.00              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 0.28        | 1.60          | 1.60          | 81.87         |
| 0.54              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 0.60        | 3.43          | 5.62          | 124.17        |
| 1.08              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 0.92        | 5.26          | 11.24         | 166.48        |
| 1.63              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 1.23        | 7.10          | 16.86         | 208.78        |
| 2.17              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 1.55        | 8.93          | 22.48         | 251.09        |
| 2.71              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 1.87        | 10.76         | 28.10         | 293.40        |
| 3.25              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 2.19        | 12.59         | 33.72         | 335.71        |
| 3.79              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 2.51        | 14.42         | 39.34         | 378.02        |
| 3.83              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 2.53        | 14.56         | 39.74         | 381.06        |
| 4.33              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 2.87        | 16.47         | 44.95         | 420.33        |
| 4.50              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 2.98        | 17.10         | 46.68         | 433.35        |
| 4.50              | -0.00         | -0.00         | -90.09        | 2.98        | 17.10         | 46.68         | 433.35        |
| 4.88              | -0.02         | -3.89         | -119.04       | 3.22        | 18.52         | 50.57         | 462.64        |
| 5.42              | -0.06         | -9.51         | -160.88       | 3.58        | 20.58         | 56.19         | 504.95        |
| 5.96              | -0.09         | -15.13        | -202.72       | 3.94        | 22.64         | 61.81         | 547.25        |
| 6.00              | -0.10         | -15.56        | -205.94       | 3.97        | 22.80         | 62.25         | 550.51        |
| 6.50              | -0.07         | -20.75        | -244.56       | 4.44        | 25.54         | 91.83         | 577.68        |

|  |
|--|
|  |
|--|

| Profondità<br>[m] | Ta,p<br>[kPa] | Tk,p<br>[kPa] | Tp,p<br>[kPa] | T <sub>c</sub><br>[kPa] | Ta,z<br>[kPa] | Tk,z<br>[kPa] | Tp,z<br>[kPa] |
|-------------------|---------------|---------------|---------------|-------------------------|---------------|---------------|---------------|
| 7.04              | -0.05         | -26.37        | -286.40       | 4.96                    | 28.51         | 118.29        | 607.11        |
| 7.15              | -0.05         | -27.45        | -294.49       | 5.06                    | 29.08         | 121.90        | 612.81        |
| 7.15              | -0.05         | -27.45        | -294.49       | 11.39                   | 65.43         | 121.90        | 612.81        |
| 7.58              | -0.03         | -31.99        | -328.24       | 12.29                   | 70.64         | 136.96        | 636.55        |
| 8.00              | -0.01         | -36.31        | -360.42       | 13.16                   | 75.61         | 146.86        | 659.19        |
| 8.00              | -0.01         | -44.33        | -571.23       | 4.71                    | 27.07         | 156.52        | 659.92        |
| 8.13              | -0.01         | -45.83        | -573.48       | 4.79                    | 27.52         | 158.44        | 662.17        |
| 8.67              | -0.01         | -52.33        | -583.23       | 5.13                    | 29.47         | 164.60        | 671.94        |
| 9.21              | -0.01         | -58.83        | -592.99       | 5.47                    | 31.42         | 168.52        | 681.71        |
| 9.75              | -0.00         | -65.33        | -602.74       | 5.81                    | 33.37         | 171.35        | 691.48        |
| 10.29             | -0.00         | -71.83        | -612.50       | 6.15                    | 35.32         | 173.78        | 701.25        |
| 10.83             | -0.00         | -78.33        | -622.25       | 6.49                    | 37.27         | 176.18        | 711.02        |
| 11.38             | -0.00         | -84.83        | -632.01       | 6.83                    | 39.22         | 178.77        | 720.79        |
| 11.92             | -0.00         | -91.33        | -641.76       | 7.16                    | 41.17         | 181.64        | 730.56        |
| 12.00             | -0.00         | -92.33        | -643.26       | 7.22                    | 41.47         | 182.11        | 732.07        |
| 12.46             | -0.00         | -97.83        | -651.51       | 7.50                    | 43.12         | 184.83        | 740.33        |
| 13.00             | 0.00          | -104.33       | -661.27       | 7.84                    | 45.07         | 188.36        | 750.10        |

Distribuzioni del modulo della reazione del terreno e forze interne sulla struttura - fila a valle

| Profondità<br>[m] | kh,p<br>[MN/m³] | k <sub>c</sub><br>[MN/m³] | Spostamento<br>[mm] | Pressione<br>[kPa] | Forza di taglio<br>[kN/m] | Momento<br>[kNm/m] |
|-------------------|-----------------|---------------------------|---------------------|--------------------|---------------------------|--------------------|
| 0.00              | 0.00            | 16.67                     | 0.00                | 0.00               | 0.00                      | 0.00               |
| 1.30              | 0.00            | 16.67                     | 0.00                | 0.00               | 0.00                      | 0.00               |
| 2.60              | 0.00            | 16.67                     | 0.00                | 0.00               | 0.00                      | 0.00               |
| 3.90              | 0.00            | 16.67                     | 0.00                | 0.00               | 0.00                      | 0.00               |
| 4.54              | 4.84            | 16.67                     | -9.65               | -44.06             | -89.27                    | -91.45             |
| 5.20              | 4.84            | 16.67                     | -9.39               | -48.06             | -62.26                    | -41.63             |
| 5.22              | 4.84            | 16.67                     | -9.38               | -48.15             | -61.36                    | -40.26             |
| 6.50              | 4.84            | 16.67                     | -8.66               | -52.53             | -15.72                    | 6.53               |
| 7.18              | 4.84            | 16.67                     | -8.27               | -50.69             | -3.76                     | 12.52              |
| 7.77              | 4.84            | 16.67                     | -7.96               | -49.18             | -0.87                     | 13.28              |
| 7.80              | 4.84            | 16.67                     | -7.95               | -49.23             | -0.87                     | 13.35              |
| 8.03              | 4.84            | 16.40                     | -7.84               | -59.00             | -0.26                     | 13.46              |
| 8.45              | 4.84            | 16.17                     | -7.64               | -69.16             | 2.68                      | 13.04              |
| 9.10              | 4.84            | 16.17                     | -7.36               | -73.29             | 5.47                      | 10.28              |
| 9.73              | 4.84            | 16.17                     | -7.11               | -77.73             | 5.74                      | 6.55               |
| 10.40             | 4.84            | 16.17                     | -6.87               | -82.81             | 4.22                      | 3.06               |
| 10.41             | 4.84            | 16.17                     | -6.86               | -82.86             | 4.19                      | 3.06               |

|  |
|--|
|  |
|--|

| Profondità<br>[m] | kh,p<br>[MN/m <sup>3</sup> ] | k <sub>c</sub><br>[MN/m <sup>3</sup> ] | Spostamento<br>[mm] | Pressione<br>[kPa] | Forza di taglio<br>[kN/m] | Momento<br>[kNm/m] |
|-------------------|------------------------------|----------------------------------------|---------------------|--------------------|---------------------------|--------------------|
| 11.68             | 4.84                         | 16.17                                  | -6.41               | -93.08             | 0.49                      | -0.41              |
| 11.70             | 4.84                         | 16.17                                  | -6.40               | -93.22             | 0.47                      | -0.36              |
| 12.02             | 4.84                         | 16.17                                  | -6.29               | -95.85             | -0.09                     | -0.57              |
| 12.36             | 4.84                         | 16.17                                  | -6.17               | -98.63             | -0.79                     | -0.47              |
| 13.00             | 4.84                         | 16.17                                  | -5.94               | -103.85            | 0.00                      | -0.00              |

**Distribuzioni del modulo della reazione del terreno e forze interne sulla struttura - fila a monte**

| Profondità<br>[m] | k <sub>c</sub><br>[MN/m <sup>3</sup> ] | kh,z<br>[MN/m <sup>3</sup> ] | Spostamento<br>[mm] | Pressione<br>[kPa] | Forza di taglio<br>[kN/m] | Momento<br>[kNm/m] |
|-------------------|----------------------------------------|------------------------------|---------------------|--------------------|---------------------------|--------------------|
| 0.00              | 16.67                                  | 0.00                         | -11.36              | 1.60               | -0.00                     | 0.00               |
| 1.30              | 16.67                                  | 0.00                         | -10.73              | 6.00               | -4.94                     | 2.59               |
| 2.60              | 16.67                                  | 0.00                         | -10.14              | 10.39              | -15.59                    | 15.31              |
| 3.90              | 16.67                                  | 0.00                         | -9.72               | 14.82              | -31.96                    | 45.60              |
| 4.54              | 16.67                                  | 0.00                         | -9.67               | 14.19              | 48.46                     | 102.14             |
| 5.20              | 16.67                                  | 0.00                         | -9.82               | 15.09              | 41.35                     | 72.73              |
| 5.22              | 16.67                                  | 0.00                         | -9.83               | 15.10              | 41.15                     | 71.82              |
| 6.50              | 16.67                                  | 4.84                         | -10.61              | 30.35              | 38.04                     | 22.46              |
| 7.18              | 16.67                                  | 4.84                         | -11.15              | 51.18              | 32.06                     | -1.64              |
| 7.77              | 16.67                                  | 4.84                         | -11.62              | 61.74              | 25.35                     | -18.62             |
| 7.80              | 16.67                                  | 4.84                         | -11.65              | 62.28              | 24.86                     | -19.36             |
| 8.03              | 16.40                                  | 4.84                         | -11.82              | 74.21              | 20.88                     | -24.63             |
| 8.45              | 16.17                                  | 4.84                         | -12.11              | 85.98              | 11.45                     | -31.65             |
| 9.10              | 16.17                                  | 4.84                         | -12.50              | 87.37              | -1.67                     | -34.52             |
| 9.73              | 16.17                                  | 4.84                         | -12.79              | 87.51              | -9.67                     | -30.66             |
| 10.40             | 16.17                                  | 4.84                         | -13.03              | 87.67              | -11.75                    | -22.81             |
| 10.41             | 16.17                                  | 4.84                         | -13.03              | 87.68              | -11.73                    | -22.75             |
| 11.68             | 16.17                                  | 4.84                         | -13.32              | 89.51              | -9.96                     | -6.67              |
| 11.70             | 16.17                                  | 4.84                         | -13.32              | 89.54              | -9.82                     | -6.56              |
| 12.02             | 16.17                                  | 4.84                         | -13.38              | 90.39              | -7.39                     | -3.59              |
| 12.36             | 16.17                                  | 4.84                         | -13.44              | 91.40              | -4.74                     | -1.42              |
| 13.00             | 16.17                                  | 4.84                         | -13.54              | 93.62              | 0.00                      | -0.00              |

**Valori massimi delle forze interne agenti sulla struttura**

Massima forza di taglio = 91,10 kN/m  
 Momento massimo = 104,43 kNm/m  
 Massimo spostamento = 13,5 mm

**Trave di collegamento**

Forza normale N = 91,27 kN/m  
 Forza di taglio Q = 48,88 kN/m  
 Momento flettente M = 95,31 kNm/m

**Reazioni**

Reazione palo a valle R<sub>f</sub> = 48,88 kN/m  
 Reazione palo a monte R<sub>b</sub> = -48,88 kN/m

**Cedimento del terreno a monte**

Cedimenti del terreno δ<sub>max</sub> = 14,5 mm

|    | Coordinate<br>x [m] | Cedimenti<br>z [mm] |
|----|---------------------|---------------------|
| 1  | 0,00                | 12,5                |
| 2  | 1,30                | 16,4                |
| 3  | 2,60                | 19,2                |
| 4  | 3,90                | 20,9                |
| 5  | 5,20                | 21,4                |
| 6  | 6,50                | 20,7                |
| 7  | 7,80                | 18,9                |
| 8  | 9,10                | 15,9                |
| 9  | 10,40               | 11,8                |
| 10 | 11,70               | 6,5                 |
| 11 | 13,00               | 0,0                 |
| 12 | 13,00               | 0,0                 |

Utilizzo della spinta passiva

Spinta passiva massima  $R_{max} = 3869,61 \text{ kN/m}$

Spinta passiva mobilitata  $R_{mob} = 749,77 \text{ kN/m}$

Fattore di sicurezza richiesto  $SF_p = 2,00 < 5,16$

Verifica generale dell'utilizzo della spinta passiva SODDISFATTA

Dimensionamento N. 1 (Fase di costruzione 1)

Stabilità al sollevamento

Peso favorevole del suolo  $\sigma_{stb} = 140,85 \text{ kPa}$

Spinta dell'acqua sfavorevole  $u_{dst} = 27,00 \text{ kPa}$

Verifica stabilità al sollevamento SODDISFATTA

Verifica stabilità al sifonamento (piping)

Gradiente idraulico critico  $i_c = 0,53$

Gradiente idraulico  $i = 0,17$

Verifica stabilità al sifonamento (piping) SODDISFATTA

Analisi di stabilità di versanti e pendii

Inserisci dati (Fase di costruzione 1)

Progetto

Impostazioni

(inserimento per l'incarico corrente)

Analisi stabilità

Metodologia di verifica : secondo la normativa EN 1997

Analisi sismica : Standard

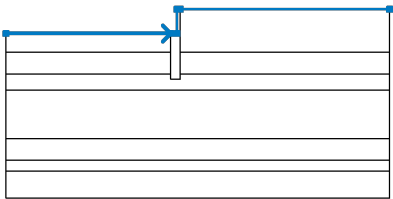
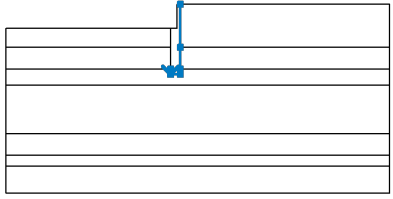
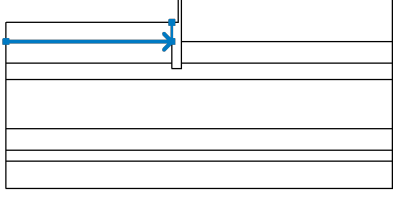
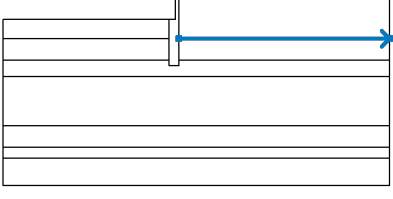
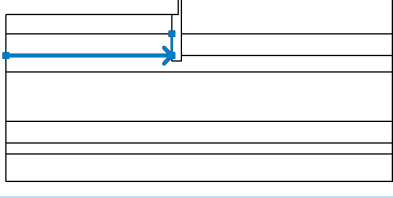
Approccio progettuale : 3 - riduzione delle azioni (GEO, STR) e dei parametri del terreno

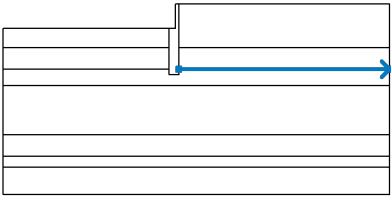
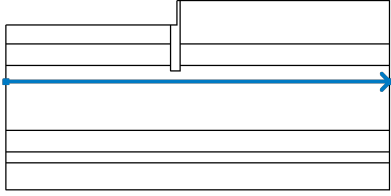
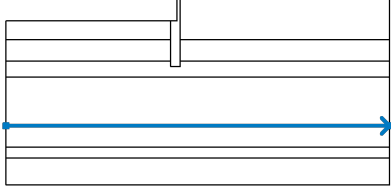
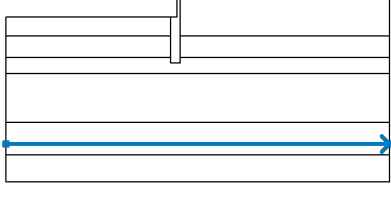
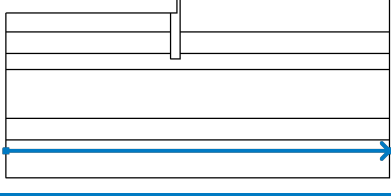
| Coefficienti parziali per le azioni (A) |              |                |            |  |                |            |
|-----------------------------------------|--------------|----------------|------------|--|----------------|------------|
| Situazione di progetto transitorio      |              |                |            |  |                |            |
|                                         |              | Condizioni STR |            |  | Condizioni GEO |            |
|                                         |              | Sfavorevole    | Favorevole |  | Sfavorevole    | Favorevole |
| Coeff. parziale azioni permanenti :     | $\gamma_G =$ | 1,35 [-]       | 1,00 [-]   |  | 1,00 [-]       | 1,00 [-]   |
| Coeff. parziale azioni variabili :      | $\gamma_Q =$ | 1,50 [-]       | 0,00 [-]   |  | 1,30 [-]       | 0,00 [-]   |

| Coefficienti parziali per le azioni (A) |              |  |  |  |  |          |  |
|-----------------------------------------|--------------|--|--|--|--|----------|--|
| Situazione di progetto transitorio      |              |  |  |  |  |          |  |
| Carico idrico :                         | $\gamma_w =$ |  |  |  |  | 1,00 [-] |  |

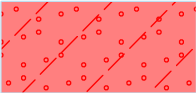
| Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (M) |  |  |  |  |                 |          |  |
|------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|-----------------|----------|--|
| Situazione di progetto transitorio                               |  |  |  |  |                 |          |  |
| Coeff. parziale angolo di resistenza al taglio :                 |  |  |  |  | $\gamma_\phi =$ | 1,25 [-] |  |
| Coeff. parziale della coesione efficace :                        |  |  |  |  | $\gamma_c =$    | 1,25 [-] |  |
| Coeff. parziale della resistenza non drenata :                   |  |  |  |  | $\gamma_{cu} =$ | 1,40 [-] |  |

Interfaccia

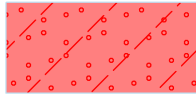
| N. | Collocazione dell'interfaccia                                                       | Coordinate dei punti dell'interfaccia [m] |        |       |        |       |        |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------|-------|--------|-------|--------|
|    |                                                                                     | x                                         | z      | x     | z      | x     | z      |
| 1  |    | -32,50                                    | -4,50  | -1,80 | -4,50  | -0,60 | -4,50  |
|    |                                                                                     | -0,60                                     | 0,00   | 0,00  | 0,00   | 39,00 | 0,00   |
| 2  |   | -1,80                                     | -12,00 | -1,80 | -13,00 | 0,00  | -13,00 |
|    |                                                                                     | 0,00                                      | -12,00 | 0,00  | -8,00  | 0,00  | 0,00   |
| 3  |  | -32,50                                    | -8,00  | -1,80 | -8,00  | -1,80 | -4,50  |
|    |                                                                                     |                                           |        |       |        |       |        |
| 4  |  | 0,00                                      | -8,00  | 39,00 | -8,00  |       |        |
|    |                                                                                     |                                           |        |       |        |       |        |
| 5  |  | -32,50                                    | -12,00 | -1,80 | -12,00 | -1,80 | -8,00  |
|    |                                                                                     |                                           |        |       |        |       |        |

| N. | Collocazione dell'interfaccia                                                       | Coordinate dei punti dell'interfaccia [m] |        |       |        |   |   |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------|-------|--------|---|---|
|    |                                                                                     | x                                         | z      | x     | z      | x | z |
| 6  |    | 0,00                                      | -12,00 | 39,00 | -12,00 |   |   |
| 7  |    | -32,50                                    | -15,00 | 39,00 | -15,00 |   |   |
| 8  |    | -32,50                                    | -24,00 | 39,00 | -24,00 |   |   |
| 9  |   | -32,50                                    | -28,00 | 39,00 | -28,00 |   |   |
| 10 |  | -32,50                                    | -30,00 | 39,00 | -30,00 |   |   |

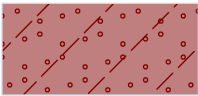
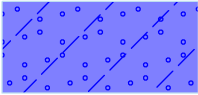
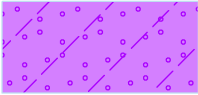
Parametri del terreno - condizione di tensioni efficaci

| N. | Nome     | Retino                                                                              | $\Phi_{ef}$<br>[°] | $C_{ef}$<br>[kPa] | $\gamma$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] |
|----|----------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------|----------------------------------|
| 1  | STRATO 1 |  | 27,00              | 23,00             | 19,00                            |

Parametri del terreno - sollevamento (uplift)

| N. | Nome     | Retino                                                                              | $\gamma_{sat}$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | $\gamma_s$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | $n$<br>[-] |
|----|----------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------|------------|
| 1  | STRATO 1 |  | 19,00                                  |                                    |            |

Parametri del terreno - condizioni compressive di tensione

| N. | Nome     | Retino                                                                            | $c_u$<br>[kPa] | $\gamma$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] |
|----|----------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------------------------|
| 1  | STRATO 2 |  | 252,00         | 18,00                            |
| 2  | STRATO 3 |  | 252,00         | 14,00                            |
| 3  | STRATO 4 |  | 252,00         | 20,00                            |
| 4  | STRATO 5 |  | 252,00         | 18,00                            |
| 5  | STRATO 6 |  | 252,00         | 20,00                            |

Parametri terreno

STRATO 1

Peso unitario :  $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$   
Tensione : efficace  
Resistenza a taglio : Mohr-Coulomb  
Angolo di attrito interno :  $\phi_{ef} = 27,00^\circ$   
Coesione del terreno :  $c_{ef} = 23,00 \text{ kPa}$   
Peso unitario saturo :  $\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$

STRATO 2

Peso unitario :  $\gamma = 18,00 \text{ kN/m}^3$   
Tensione : totale  
Resistenza a taglio : Mohr-Coulomb  
Coesione del terreno :  $c_u = 252,00 \text{ kPa}$

STRATO 3

Peso unitario :  $\gamma = 14,00 \text{ kN/m}^3$   
Tensione : totale  
Resistenza a taglio : Mohr-Coulomb  
Coesione del terreno :  $c_u = 252,00 \text{ kPa}$

STRATO 4

Peso unitario :  $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$   
Tensione : totale  
Resistenza a taglio : Mohr-Coulomb  
Coesione del terreno :  $c_u = 252,00 \text{ kPa}$

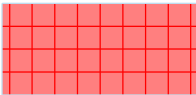
STRATO 5

Peso unitario :  $\gamma = 18,00 \text{ kN/m}^3$   
Tensione : totale  
Resistenza a taglio : Mohr-Coulomb  
Coesione del terreno :  $c_u = 252,00 \text{ kPa}$

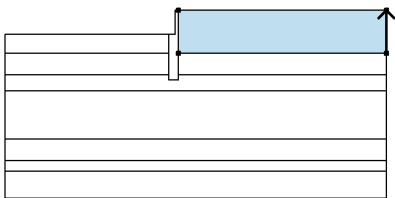
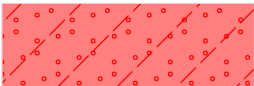
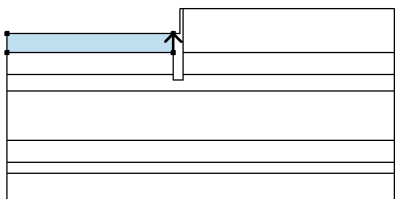
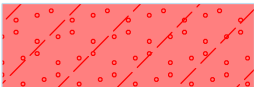
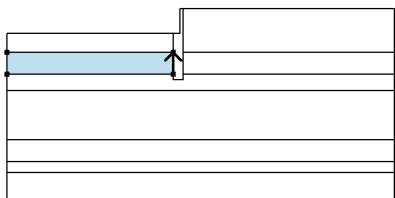
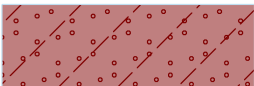
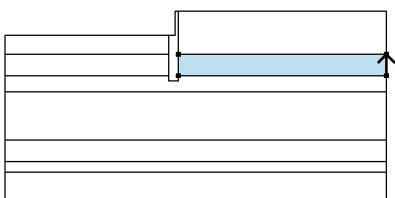
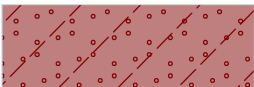
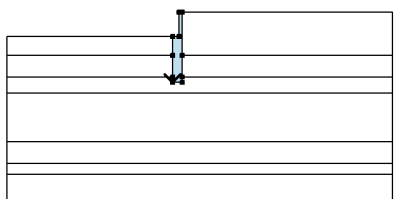
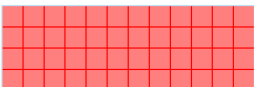
**STRATO 6**

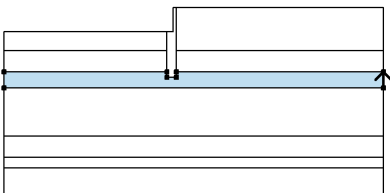
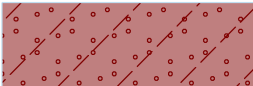
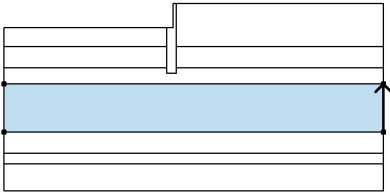
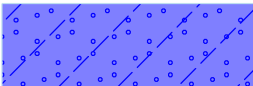
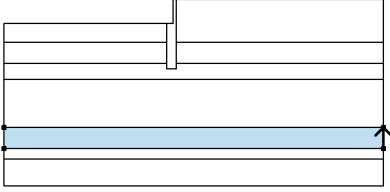
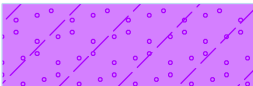
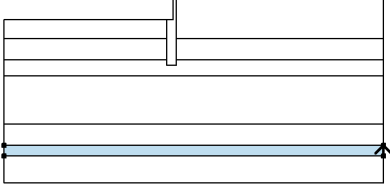
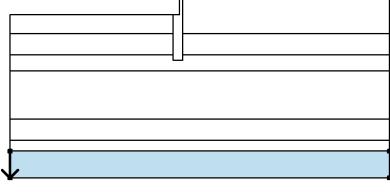
Peso unitario :  $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$   
Tensione : totale  
Resistenza a taglio : Mohr-Coulomb  
Coesione del terreno :  $c_u = 252,00 \text{ kPa}$

**Corpi rigidi**

| N. | Nome                      | Campione                                                                           | $\gamma$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] |
|----|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| 1  | Materiale della struttura |  | 23,00                            |

**Assegnazione e superfici**

| N. | Posizione della superficie                                                          | Coordinate dei punti della superficie [m] |        |        |        | Assegnato terreno                                                                                                  |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------|--------|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                     | x                                         | z      | x      | z      |                                                                                                                    |
| 1  |   | 39,00                                     | -8,00  | 39,00  | 0,00   | STRATO 1<br>                   |
|    |                                                                                     | 0,00                                      | 0,00   | 0,00   | -8,00  |                                                                                                                    |
|    |                                                                                     |                                           |        |        |        |                                                                                                                    |
| 2  |  | -1,80                                     | -8,00  | -1,80  | -4,50  | STRATO 1<br>                  |
|    |                                                                                     | -32,50                                    | -4,50  | -32,50 | -8,00  |                                                                                                                    |
|    |                                                                                     |                                           |        |        |        |                                                                                                                    |
| 3  |  | -1,80                                     | -12,00 | -1,80  | -8,00  | STRATO 2<br>                  |
|    |                                                                                     | -32,50                                    | -8,00  | -32,50 | -12,00 |                                                                                                                    |
|    |                                                                                     |                                           |        |        |        |                                                                                                                    |
| 4  |  | 39,00                                     | -12,00 | 39,00  | -8,00  | STRATO 2<br>                  |
|    |                                                                                     | 0,00                                      | -8,00  | 0,00   | -12,00 |                                                                                                                    |
|    |                                                                                     |                                           |        |        |        |                                                                                                                    |
| 5  |  | -1,80                                     | -12,00 | -1,80  | -13,00 | Materiale della struttura<br> |
|    |                                                                                     | 0,00                                      | -13,00 | 0,00   | -12,00 |                                                                                                                    |
|    |                                                                                     | 0,00                                      | -8,00  | 0,00   | 0,00   |                                                                                                                    |
|    |                                                                                     | -0,60                                     | 0,00   | -0,60  | -4,50  |                                                                                                                    |
|    |                                                                                     | -1,80                                     | -4,50  | -1,80  | -8,00  |                                                                                                                    |
|    |                                                                                     |                                           |        |        |        |                                                                                                                    |

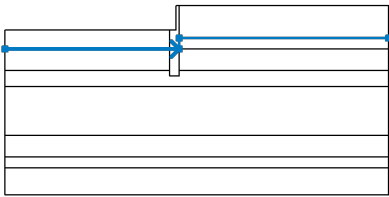
| N. | Posizione della superficie                                                          | Coordinate dei punti della superficie [m] |        |        |        | Assegnato terreno                                                                                 |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------|--------|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                     | x                                         | z      | x      | z      |                                                                                                   |
| 6  |    | 39,00                                     | -15,00 | 39,00  | -12,00 | STRATO 2<br>   |
|    |                                                                                     | 0,00                                      | -12,00 | 0,00   | -13,00 |                                                                                                   |
|    |                                                                                     | -1,80                                     | -13,00 | -1,80  | -12,00 |                                                                                                   |
|    |                                                                                     | -32,50                                    | -12,00 | -32,50 | -15,00 |                                                                                                   |
| 7  |    | 39,00                                     | -24,00 | 39,00  | -15,00 | STRATO 3<br>   |
|    |                                                                                     | -32,50                                    | -15,00 | -32,50 | -24,00 |                                                                                                   |
| 8  |    | 39,00                                     | -28,00 | 39,00  | -24,00 | STRATO 4<br>   |
|    |                                                                                     | -32,50                                    | -24,00 | -32,50 | -28,00 |                                                                                                   |
| 9  |   | 39,00                                     | -30,00 | 39,00  | -28,00 | STRATO 5<br> |
|    |                                                                                     | -32,50                                    | -28,00 | -32,50 | -30,00 |                                                                                                   |
| 10 |  | -32,50                                    | -30,00 | -32,50 | -35,00 | STRATO 6<br> |
|    |                                                                                     | 39,00                                     | -35,00 | 39,00  | -30,00 |                                                                                                   |

Sovraccarico

| N. | Tipo        | Tipo di azione | Collocazione<br>z [m] | Origine<br>x [m] | Lunghezza<br>l [m] | Larghezza<br>b [m] | Pendenza<br>α [°] | Ordine di grandezza         |                    |                   |
|----|-------------|----------------|-----------------------|------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-----------------------------|--------------------|-------------------|
|    |             |                |                       |                  |                    |                    |                   | q, q <sub>1</sub> , f, F, x | q <sub>2</sub> , z | unità             |
| 1  | distribuito | permanente     | z = -6,00             | x = 2,25         | l = 6,00           |                    | 0,00              | 110,00                      |                    | kN/m <sup>2</sup> |

Acqua

Tipo di acqua : L.F.

| N. | Collocazione L.F.                                                                 | Coordinate dei punti della L.F. [m] |       |      |       |      |       |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------|------|-------|------|-------|
|    |                                                                                   | x                                   | z     | x    | z     | x    | z     |
| 1  |  | -32,50                              | -8,00 | 0,00 | -8,00 | 0,00 | -6,00 |
|    |                                                                                   | 39,00                               | -6,00 |      |       |      |       |
|    |                                                                                   |                                     |       |      |       |      |       |

Frattura di trazione (Tensile crack)

Frattura di trazione non inserita.

Sisma

Coefficiente sismico orizzontale :  $K_h = 0,0200$

Coefficiente sismico verticale :  $K_v = 0,0100$

Impostazioni della fase di progetto

Situazione del progetto : transitorio

Risultati (Fase di costruzione 1)

Analisi 1

Superficie di scivolamento circolare

| Parametri della superficie di scivolamento      |     |           |          |              |            |
|-------------------------------------------------|-----|-----------|----------|--------------|------------|
| Centro :                                        | x = | -3,93 [m] | Angoli : | $\alpha_1 =$ | -70,68 [°] |
|                                                 | z = | 0,00 [m]  |          | $\alpha_2 =$ | 90,00 [°]  |
| Raggio :                                        | R = | 13,60 [m] |          |              |            |
| Superficie di scivolamento dopo ottimizzazione. |     |           |          |              |            |

Peso totale del terreno sopra la superficie di scorrimento: 4053,65 kN/m

Verifica stabilità del pendio (Bishop)

Somma delle forze attive :  $F_a = 1166,09$  kN/m

Somma delle forze passive :  $F_p = 5197,37$  kN/m

Momento di scorrimento :  $M_a = 15858,76$  kNm/m

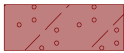
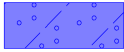
Momento resistente :  $M_p = 70684,29$  kNm/m

Uso : 22,4 %

Stabilità di pendio ACCETTABILE

Dati inseriti: (Fase di costruzione 2)

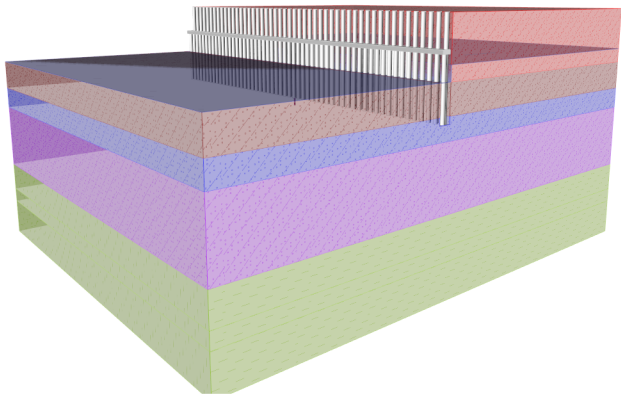
Profilo geologico e terreni assegnati

| N. | Spessore dello strato<br>t [m] | Profondità<br>z [m] | Terreno assegnato | Retino                                                                                |
|----|--------------------------------|---------------------|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 8,00                           | 0,00 .. 8,00        | STRATO 1          |  |
| 2  | 4,00                           | 8,00 .. 12,00       | STRATO 2          |  |
| 3  | 3,00                           | 12,00 .. 15,00      | STRATO 3          |  |

| N. | Spessore dello strato<br>t [m] | Profondità<br>z [m] | Terreno assegnato | Retino                                                                              |
|----|--------------------------------|---------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | 9,00                           | 15,00 .. 24,00      | STRATO 4          |  |
| 5  | 4,00                           | 24,00 .. 28,00      | STRATO 5          |  |
| 6  | 2,00                           | 28,00 .. 30,00      | STRATO 6          |  |
| 7  | -                              | 30,00 .. ∞          | STRATO 6          |  |

Nome : SCAVO FASE 2

Fase - analisi : 2 - 0



**Scavo**

Il terreno antistante la parete è ad una profondità di 8,00 m.

**Profilo del terreno**

Il terreno a monte è pianeggiante.

**Influenza dell'acqua**

L.F. a monte collocata ad una profondità di 6,00 m

L.F. a valle collocata alla profondità di 8,00 m

Struttura permeabile alla base.

Gradiente idraulico = 0,17

**Sovraccarichi di superficie**

| N. | Sovraccarico |          | Azione     | Grand.1<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Grand.2<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Ord.x<br>x [m] | Lunghezza<br>l [m] | Profondità<br>z [m] |
|----|--------------|----------|------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------|--------------------|---------------------|
|    | nuovo        | modifica |            |                                 |                                 |                |                    |                     |
| 1  | No           | No       | permanente | 110,00                          |                                 | 2,25           | 6,00               | 6,00                |

**Sisma**

Coefficiente sismico orizzontale  $K_h = 0,0200$

Coefficiente sismico verticale  $K_v = 0,0100$

Coeff. per calcolare il punto di applicazione  $k.H = 0,66$

Profondità massima dell'azione sismica  $h_{max} = 8,00 \text{ m}$

L'acqua sotto il L.F. è limitata.

**Impostazioni della fase di progetto**

Situazione del progetto : permanente

Analisi risultati (Fase di costruzione 2)

Distribuzione delle pressioni agenti sulla struttura (davanti e dietro il muro)

| Profondità<br>[m] | Ta,p<br>[kPa] | Tk,p<br>[kPa] | Tp,p<br>[kPa] | Tc<br>[kPa] | Ta,z<br>[kPa] | Tk,z<br>[kPa] | Tp,z<br>[kPa] |
|-------------------|---------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|---------------|
| 0.00              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 0.28        | 1.60          | 1.60          | 81.86         |
| 0.00              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 0.28        | 1.60          | 1.60          | 81.87         |
| 0.52              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 0.58        | 3.36          | 5.39          | 122.47        |
| 1.04              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 0.89        | 5.12          | 10.79         | 163.09        |
| 1.56              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 1.20        | 6.88          | 16.18         | 203.71        |
| 2.08              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 1.50        | 8.63          | 21.58         | 244.32        |
| 2.60              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 1.81        | 10.39         | 26.97         | 284.94        |
| 3.12              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 2.11        | 12.15         | 32.37         | 325.56        |
| 3.64              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 2.42        | 13.91         | 37.76         | 366.17        |
| 3.83              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 2.53        | 14.56         | 39.74         | 381.06        |
| 4.16              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 2.75        | 15.81         | 43.16         | 406.79        |
| 4.68              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 3.10        | 17.78         | 48.55         | 447.41        |
| 5.20              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 3.44        | 19.76         | 53.95         | 488.02        |
| 5.72              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 3.78        | 21.74         | 59.34         | 528.64        |
| 6.00              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 3.97        | 22.80         | 62.25         | 550.51        |
| 6.24              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 4.20        | 24.12         | 76.80         | 563.55        |
| 6.76              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 4.69        | 26.96         | 105.48        | 591.81        |
| 7.15              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 5.06        | 29.08         | 121.79        | 612.81        |
| 7.15              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 11.39       | 65.43         | 121.79        | 612.81        |
| 7.28              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 11.66       | 67.02         | 127.43        | 620.07        |
| 7.80              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 12.74       | 73.23         | 142.51        | 648.32        |
| 8.00              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 13.16       | 75.61         | 146.86        | 659.19        |
| 8.00              | 0.00          | -0.00         | -504.77       | 4.71        | 27.07         | 156.53        | 659.92        |
| 8.32              | 0.00          | -3.84         | -510.53       | 4.91        | 28.22         | 161.02        | 665.69        |
| 8.84              | 0.00          | -10.08        | -519.89       | 5.24        | 30.09         | 166.03        | 675.07        |
| 9.36              | 0.00          | -16.32        | -529.25       | 5.56        | 31.96         | 169.38        | 684.45        |
| 9.88              | 0.00          | -22.56        | -538.61       | 5.89        | 33.83         | 171.95        | 693.83        |
| 10.40             | 0.00          | -28.80        | -547.97       | 6.21        | 35.71         | 174.25        | 703.21        |
| 10.92             | 0.00          | -35.04        | -557.33       | 6.54        | 37.58         | 176.58        | 712.59        |
| 11.44             | 0.00          | -41.28        | -566.69       | 6.87        | 39.45         | 179.10        | 721.96        |
| 11.96             | 0.00          | -47.52        | -576.05       | 7.19        | 41.32         | 181.88        | 731.34        |
| 12.00             | 0.00          | -48.00        | -576.77       | 7.22        | 41.47         | 182.11        | 732.07        |
| 12.00             | 0.00          | -40.50        | -576.77       | 7.22        | 41.47         | 158.43        | 732.07        |
| 12.48             | 0.00          | -44.28        | -583.49       | 7.45        | 42.81         | 159.31        | 738.80        |
| 13.00             | 0.00          | -48.38        | -590.77       | 7.70        | 44.27         | 160.55        | 746.10        |

Distribuzioni del modulo della reazione del terreno e forze interne sulla struttura - fila a valle

| Profondità<br>[m] | kh,p<br>[MN/m³] | k <sub>c</sub><br>[MN/m³] | Spostamento<br>[mm] | Pressione<br>[kPa] | Forza di taglio<br>[kN/m] | Momento<br>[kNm/m] |
|-------------------|-----------------|---------------------------|---------------------|--------------------|---------------------------|--------------------|
| 0.00              | 0.00            | 16.67                     | 0.00                | 0.00               | 0.00                      | 0.00               |
| 1.30              | 0.00            | 16.67                     | 0.00                | 0.00               | 0.00                      | 0.00               |
| 2.60              | 0.00            | 16.67                     | 0.00                | 0.00               | 0.00                      | 0.00               |
| 3.90              | 0.00            | 16.67                     | 0.00                | 0.00               | 0.00                      | 0.00               |

|  |
|--|
|  |
|--|

| Profondità<br>[m] | kh,p<br>[MN/m³] | k <sub>c</sub><br>[MN/m³] | Spostamento<br>[mm] | Pressione<br>[kPa] | Forza di taglio<br>[kN/m] | Momento<br>[kNm/m] |
|-------------------|-----------------|---------------------------|---------------------|--------------------|---------------------------|--------------------|
| 4.54              | 0.00            | 16.67                     | -36.85              | 1.58               | -34.85                    | -256.00            |
| 5.20              | 0.00            | 16.67                     | -35.90              | 3.93               | -37.22                    | -232.44            |
| 5.22              | 0.00            | 16.67                     | -35.86              | 3.98               | -37.43                    | -231.60            |
| 6.50              | 0.00            | 16.67                     | -32.45              | 7.37               | -53.66                    | -175.04            |
| 7.18              | 0.00            | 16.67                     | -29.96              | 13.61              | -73.55                    | -132.60            |
| 7.77              | 0.00            | 16.67                     | -27.49              | 19.33              | -100.16                   | -81.84             |
| 7.80              | 0.00            | 16.67                     | -27.37              | 19.48              | -101.46                   | -79.06             |
| 8.00              | 0.00            | 16.67                     | -26.52              | 20.51              | -109.42                   | -58.32             |
| 8.00              | 4.84            | 16.17                     | -26.48              | -116.34            | -109.74                   | -57.43             |
| 8.03              | 4.84            | 16.17                     | -26.38              | -116.03            | -108.02                   | -54.88             |
| 8.45              | 4.84            | 16.17                     | -24.48              | -110.39            | -75.96                    | -15.41             |
| 9.10              | 4.84            | 16.17                     | -21.57              | -101.86            | -40.53                    | 21.72              |
| 9.73              | 4.84            | 16.17                     | -18.80              | -94.09             | -11.37                    | 37.09              |
| 10.40             | 4.84            | 16.17                     | -15.91              | -86.41             | 5.25                      | 38.08              |
| 10.41             | 4.84            | 16.17                     | -15.88              | -86.33             | 5.50                      | 38.05              |
| 11.68             | 4.84            | 16.17                     | -10.65              | -73.74             | 20.32                     | 17.15              |
| 11.70             | 4.84            | 16.17                     | -10.58              | -73.58             | 20.33                     | 16.84              |
| 12.02             | 4.84            | 16.04                     | -9.29               | -64.81             | 19.13                     | 10.29              |
| 12.36             | 4.84            | 16.00                     | -7.93               | -58.86             | 13.77                     | 4.62               |
| 13.00             | 4.84            | 16.00                     | -5.40               | -50.69             | 0.00                      | -0.00              |

Distribuzioni del modulo della reazione del terreno e forze interne sulla struttura - fila a monte

| Profondità<br>[m] | k <sub>c</sub><br>[MN/m³] | kh,z<br>[MN/m³] | Spostamento<br>[mm] | Pressione<br>[kPa] | Forza di taglio<br>[kN/m] | Momento<br>[kNm/m] |
|-------------------|---------------------------|-----------------|---------------------|--------------------|---------------------------|--------------------|
| 0.00              | 16.67                     | 0.00            | -42.48              | 1.60               | 0.00                      | 0.00               |
| 1.30              | 16.67                     | 0.00            | -40.73              | 6.00               | -4.94                     | 2.59               |
| 2.60              | 16.67                     | 0.00            | -39.01              | 10.39              | -15.59                    | 15.31              |
| 3.90              | 16.67                     | 0.00            | -37.47              | 14.82              | -31.97                    | 45.60              |
| 4.54              | 16.67                     | 0.00            | -36.85              | 15.68              | -7.41                     | -151.38            |
| 5.20              | 16.67                     | 0.00            | -36.07              | 15.83              | -16.33                    | -143.40            |
| 5.22              | 16.67                     | 0.00            | -36.04              | 15.87              | -16.71                    | -143.01            |
| 6.50              | 16.67                     | 0.00            | -33.46              | 18.17              | -29.00                    | -112.23            |
| 7.18              | 16.67                     | 0.00            | -31.61              | 36.93              | -32.31                    | -91.87             |
| 7.77              | 16.67                     | 0.00            | -29.78              | 53.56              | -45.02                    | -69.17             |
| 7.80              | 16.67                     | 0.00            | -29.69              | 53.75              | -45.60                    | -67.95             |
| 8.00              | 16.67                     | 0.00            | -29.05              | 55.06              | -49.74                    | -58.60             |
| 8.00              | 16.17                     | 0.00            | -29.03              | 15.21              | -49.60                    | -58.20             |
| 8.03              | 16.17                     | 0.00            | -28.95              | 15.20              | -49.18                    | -57.00             |
| 8.45              | 16.17                     | 2.45            | -27.51              | 17.89              | -39.87                    | -38.15             |
| 9.10              | 16.17                     | 4.84            | -25.25              | 29.80              | -23.55                    | -17.98             |
| 9.73              | 16.17                     | 4.84            | -23.00              | 42.25              | -12.67                    | -6.77              |
| 10.40             | 16.17                     | 4.84            | -20.58              | 55.29              | -3.13                     | -1.76              |
| 10.41             | 16.17                     | 4.84            | -20.56              | 55.44              | -3.00                     | -1.76              |
| 11.68             | 16.17                     | 4.84            | -15.95              | 81.27              | -1.25                     | -0.74              |
| 11.70             | 16.17                     | 4.84            | -15.89              | 81.64              | -1.34                     | -0.76              |
| 12.02             | 16.04                     | 4.84            | -14.72              | 70.63              | -2.05                     | 0.11               |

| Profondità<br>[m] | $k_c$<br>[MN/m <sup>3</sup> ] | $k_{h,z}$<br>[MN/m <sup>3</sup> ] | Spostamento<br>[mm] | Pressione<br>[kPa] | Forza di taglio<br>[kN/m] | Momento<br>[kNm/m] |
|-------------------|-------------------------------|-----------------------------------|---------------------|--------------------|---------------------------|--------------------|
| 12.36             | 16.00                         | 4.84                              | -13.50              | 70.95              | 0.13                      | 0.51               |
| 13.00             | 16.00                         | 4.84                              | -11.19              | 82.58              | -0.00                     | -0.00              |

Valori massimi delle forze interne agenti sulla struttura

Massima forza di taglio = 109,74 kN/m  
Momento massimo = 257,47 kNm/m  
Massimo spostamento = 42,5 mm

Trave di collegamento

Forza normale N = 34,78 kN/m  
Forza di taglio Q = 397,27 kN/m  
Momento flettente M = 257,47 kNm/m

Reazioni

Reazione palo a valle  $R_f$  = 397,27 kN/m  
Reazione palo a monte  $R_b$  = -397,27 kN/m

Cedimento del terreno a monte

Cedimenti del terreno  $\delta_{max}$  = 40,8 mm

|    | Coordinate<br>x [m] | Cedimenti<br>z [mm] |
|----|---------------------|---------------------|
| 1  | 0,00                | 26,8                |
| 2  | 1,30                | 38,8                |
| 3  | 2,60                | 47,6                |
| 4  | 3,90                | 53,0                |
| 5  | 5,20                | 55,3                |
| 6  | 6,50                | 54,2                |
| 7  | 7,80                | 49,9                |
| 8  | 9,10                | 42,3                |
| 9  | 10,40               | 31,5                |
| 10 | 11,70               | 17,4                |
| 11 | 13,00               | 0,0                 |

Utilizzo della spinta passiva

Spinta passiva massima  $R_{max}$  = 2746,82 kN/m  
Spinta passiva mobilitata  $R_{mob}$  = 518,69 kN/m

Fattore di sicurezza richiesto  $SF_p$  = 1,50 < 5,30

Verifica generale dell'utilizzo della spinta passiva SODDISFATTA

Dimensionamento N. 1 (Fase di costruzione 2)

Stabilità al sollevamento

Peso favorevole del suolo  $\sigma_{stb}$  = 77,40 kPa  
Spinta dell'acqua sfavorevole  $u_{dst}$  = 27,00 kPa

Verifica stabilità al sollevamento SODDISFATTA

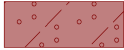
Verifica stabilità al sifonamento (piping)

Gradiente idraulico critico  $i_c$  = 0,27  
Gradiente idraulico  $i$  = 0,17

Verifica stabilità al sifonamento (piping) SODDISFATTA

Dati inseriti: (Fase di costruzione 3)

Profilo geologico e terreni assegnati

| N. | Spessore dello strato<br>t [m] | Profondità<br>z [m] | Terreno assegnato | Retino                                                                              |
|----|--------------------------------|---------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 8,00                           | 0,00 .. 8,00        | STRATO 1          |  |
| 2  | 4,00                           | 8,00 .. 12,00       | STRATO 2          |  |
| 3  | 3,00                           | 12,00 .. 15,00      | STRATO 3          |  |
| 4  | 9,00                           | 15,00 .. 24,00      | STRATO 4          |  |
| 5  | 4,00                           | 24,00 .. 28,00      | STRATO 5          |  |
| 6  | 2,00                           | 28,00 .. 30,00      | STRATO 6          |  |
| 7  | -                              | 30,00 .. ∞          | STRATO 6          |  |

Scavo

Il terreno antistante la parete è ad una profondità di 8,00 m.

Profilo del terreno

Il terreno a monte è pianeggiante.

Influenza dell'acqua

L.F. a monte collocata ad una profondità di 6,00 m

L.F. a valle collocata alla profondità di 8,00 m

Struttura permeabile alla base.

Gradiente idraulico = 0,17

Sovraccarichi di superficie

| N. | Sovraccarico |          | Azione     | Grand.1<br>[kN/m²] | Grand.2<br>[kN/m²] | Ord.x<br>x [m] | Lunghezza<br>l [m] | Profondità<br>z [m] |
|----|--------------|----------|------------|--------------------|--------------------|----------------|--------------------|---------------------|
|    | nuovo        | modifica |            |                    |                    |                |                    |                     |
| 1  | No           | No       | permanente | 110,00             |                    | 2,25           | 6,00               | 6,00                |

Sisma

Coefficiente sismico orizzontale  $K_h = 0,0200$

Coefficiente sismico verticale  $K_v = 0,0100$

Coeff. per calcolare il punto di applicazione  $k.H = 0,66$

Profondità massima dell'azione sismica  $h_{max} = 8,00 \text{ m}$

L'acqua sotto il L.F. è limitata.

Impostazioni della fase di progetto

Situazione del progetto : permanente

Analisi risultati (Fase di costruzione 3)

Distribuzione delle pressioni agenti sulla struttura (davanti e dietro il muro)

| Profondità<br>[m] | Ta,p<br>[kPa] | Tk,p<br>[kPa] | Tp,p<br>[kPa] | Tc<br>[kPa] | Ta,z<br>[kPa] | Tk,z<br>[kPa] | Tp,z<br>[kPa] |
|-------------------|---------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|---------------|
| 0.00              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 0.28        | 1.60          | 1.60          | 81.86         |
| 0.00              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 0.28        | 1.60          | 1.60          | 81.87         |
| 0.52              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 0.58        | 3.36          | 5.39          | 122.47        |
| 1.04              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 0.89        | 5.12          | 10.79         | 163.09        |

|  |
|--|
|  |
|--|

| Profondità<br>[m] | Ta,p<br>[kPa] | Tk,p<br>[kPa] | Tp,p<br>[kPa] | T <sub>c</sub><br>[kPa] | Ta,z<br>[kPa] | Tk,z<br>[kPa] | Tp,z<br>[kPa] |
|-------------------|---------------|---------------|---------------|-------------------------|---------------|---------------|---------------|
| 1.56              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 1.20                    | 6.88          | 16.18         | 203.71        |
| 2.08              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 1.50                    | 8.63          | 21.58         | 244.32        |
| 2.60              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 1.81                    | 10.39         | 26.97         | 284.94        |
| 3.12              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 2.11                    | 12.15         | 32.37         | 325.56        |
| 3.64              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 2.42                    | 13.91         | 37.76         | 366.17        |
| 3.83              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 2.53                    | 14.56         | 39.74         | 381.06        |
| 4.16              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 2.75                    | 15.81         | 43.16         | 406.79        |
| 4.68              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 3.10                    | 17.78         | 48.55         | 447.41        |
| 5.20              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 3.44                    | 19.76         | 53.95         | 488.02        |
| 5.72              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 3.78                    | 21.74         | 59.34         | 528.64        |
| 6.00              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 3.97                    | 22.80         | 62.25         | 550.51        |
| 6.24              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 4.20                    | 24.12         | 76.80         | 563.55        |
| 6.76              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 4.69                    | 26.96         | 105.48        | 591.81        |
| 7.15              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 5.06                    | 29.08         | 121.79        | 612.81        |
| 7.15              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 11.39                   | 65.43         | 121.79        | 612.81        |
| 7.28              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 11.66                   | 67.02         | 127.43        | 620.07        |
| 7.80              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 12.74                   | 73.23         | 142.51        | 648.32        |
| 8.00              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 13.16                   | 75.61         | 146.86        | 659.19        |
| 8.00              | 0.00          | -0.00         | -504.77       | 4.71                    | 27.07         | 156.53        | 659.92        |
| 8.32              | 0.00          | -3.84         | -510.53       | 4.91                    | 28.22         | 161.02        | 665.69        |
| 8.84              | 0.00          | -10.08        | -519.89       | 5.24                    | 30.09         | 166.03        | 675.07        |
| 9.36              | 0.00          | -16.32        | -529.25       | 5.56                    | 31.96         | 169.38        | 684.45        |
| 9.88              | 0.00          | -22.56        | -538.61       | 5.89                    | 33.83         | 171.95        | 693.83        |
| 10.40             | 0.00          | -28.80        | -547.97       | 6.21                    | 35.71         | 174.25        | 703.21        |
| 10.92             | 0.00          | -35.04        | -557.33       | 6.54                    | 37.58         | 176.58        | 712.59        |
| 11.44             | 0.00          | -41.28        | -566.69       | 6.87                    | 39.45         | 179.10        | 721.96        |
| 11.96             | 0.00          | -47.52        | -576.05       | 7.19                    | 41.32         | 181.88        | 731.34        |
| 12.00             | 0.00          | -48.00        | -576.77       | 7.22                    | 41.47         | 182.11        | 732.07        |
| 12.00             | 0.00          | -40.50        | -576.77       | 7.22                    | 41.47         | 158.43        | 732.07        |
| 12.48             | 0.00          | -44.28        | -583.49       | 7.45                    | 42.81         | 159.31        | 738.80        |
| 13.00             | 0.00          | -48.38        | -590.77       | 7.70                    | 44.27         | 160.55        | 746.10        |

Distribuzioni del modulo della reazione del terreno e forze interne sulla struttura - fila a valle

| Profondità<br>[m] | kh,p<br>[MN/m³] | k <sub>c</sub><br>[MN/m³] | Spostamento<br>[mm] | Pressione<br>[kPa] | Forza di taglio<br>[kN/m] | Momento<br>[kNm/m] |
|-------------------|-----------------|---------------------------|---------------------|--------------------|---------------------------|--------------------|
| 0.00              | 0.00            | 16.67                     | 0.00                | 0.00               | 0.00                      | 0.00               |
| 1.30              | 0.00            | 16.67                     | 0.00                | 0.00               | 0.00                      | 0.00               |
| 2.60              | 0.00            | 16.67                     | 0.00                | 0.00               | 0.00                      | 0.00               |
| 3.90              | 0.00            | 16.67                     | 0.00                | 0.00               | 0.00                      | 0.00               |
| 4.54              | 0.00            | 16.67                     | -36.85              | 1.58               | -34.85                    | -256.04            |
| 5.20              | 0.00            | 16.67                     | -35.91              | 3.93               | -37.33                    | -232.48            |
| 5.22              | 0.00            | 16.67                     | -35.86              | 3.98               | -37.49                    | -231.64            |
| 6.50              | 0.00            | 16.67                     | -32.45              | 7.37               | -53.67                    | -175.07            |
| 7.18              | 0.00            | 16.67                     | -29.96              | 13.61              | -73.56                    | -132.63            |
| 7.77              | 0.00            | 16.67                     | -27.49              | 19.34              | -100.18                   | -81.86             |
| 7.80              | 0.00            | 16.67                     | -27.37              | 19.48              | -101.48                   | -79.08             |

|  |
|--|
|  |
|--|

| Profondità<br>[m] | kh,p<br>[MN/m³] | k <sub>c</sub><br>[MN/m³] | Spostamento<br>[mm] | Pressione<br>[kPa] | Forza di taglio<br>[kN/m] | Momento<br>[kNm/m] |
|-------------------|-----------------|---------------------------|---------------------|--------------------|---------------------------|--------------------|
| 8.00              | 0.00            | 16.67                     | -26.52              | 20.51              | -109.43                   | -58.33             |
| 8.00              | 4.84            | 16.17                     | -26.48              | -116.35            | -109.76                   | -57.45             |
| 8.03              | 4.84            | 16.17                     | -26.38              | -116.04            | -108.04                   | -54.89             |
| 8.45              | 4.84            | 16.17                     | -24.48              | -110.40            | -75.97                    | -15.42             |
| 9.10              | 4.84            | 16.17                     | -21.57              | -101.86            | -40.54                    | 21.72              |
| 9.73              | 4.84            | 16.17                     | -18.80              | -94.09             | -12.49                    | 37.09              |
| 10.40             | 4.84            | 16.17                     | -15.91              | -86.41             | 6.56                      | 38.08              |
| 10.41             | 4.84            | 16.17                     | -15.88              | -86.33             | 6.74                      | 38.05              |
| 11.68             | 4.84            | 16.17                     | -10.65              | -73.74             | 20.35                     | 17.15              |
| 11.70             | 4.84            | 16.17                     | -10.58              | -73.58             | 20.32                     | 16.84              |
| 12.02             | 4.84            | 16.04                     | -9.29               | -64.81             | 18.77                     | 10.29              |
| 12.36             | 4.84            | 16.00                     | -7.93               | -58.85             | 13.42                     | 4.62               |
| 13.00             | 4.84            | 16.00                     | -5.40               | -50.69             | -0.00                     | 0.00               |

**Distribuzioni del modulo della reazione del terreno e forze interne sulla struttura - fila a monte**

| Profondità<br>[m] | k <sub>c</sub><br>[MN/m³] | kh,z<br>[MN/m³] | Spostamento<br>[mm] | Pressione<br>[kPa] | Forza di taglio<br>[kN/m] | Momento<br>[kNm/m] |
|-------------------|---------------------------|-----------------|---------------------|--------------------|---------------------------|--------------------|
| 0.00              | 16.67                     | 0.00            | -42.45              | 1.60               | 0.00                      | -0.00              |
| 1.30              | 16.67                     | 1.57            | -40.72              | 6.02               | -4.86                     | 0.98               |
| 2.60              | 16.67                     | 3.15            | -39.01              | 10.40              | -15.44                    | 12.07              |
| 3.90              | 16.67                     | 0.00            | -37.47              | 14.82              | -32.00                    | 45.22              |
| 4.54              | 16.67                     | 0.00            | -36.86              | 15.68              | -7.44                     | -151.49            |
| 5.20              | 16.67                     | 0.00            | -36.08              | 15.83              | -16.56                    | -143.49            |
| 5.22              | 16.67                     | 0.00            | -36.04              | 15.87              | -16.84                    | -143.10            |
| 6.50              | 16.67                     | 0.00            | -33.46              | 18.17              | -29.03                    | -112.28            |
| 7.18              | 16.67                     | 0.00            | -31.62              | 36.92              | -32.33                    | -91.90             |
| 7.77              | 16.67                     | 0.00            | -29.78              | 53.56              | -45.24                    | -69.19             |
| 7.80              | 16.67                     | 0.00            | -29.70              | 53.75              | -45.83                    | -67.98             |
| 8.00              | 16.67                     | 0.00            | -29.05              | 55.06              | -49.69                    | -58.62             |
| 8.00              | 16.17                     | 0.00            | -29.03              | 15.21              | -49.84                    | -58.22             |
| 8.03              | 16.17                     | 0.00            | -28.95              | 15.20              | -49.31                    | -57.02             |
| 8.45              | 16.17                     | 2.45            | -27.51              | 17.88              | -38.64                    | -38.16             |
| 9.10              | 16.17                     | 4.84            | -25.25              | 29.79              | -24.63                    | -17.98             |
| 9.73              | 16.17                     | 4.84            | -23.01              | 42.24              | -12.31                    | -6.77              |
| 10.40             | 16.17                     | 4.84            | -20.58              | 55.29              | -3.01                     | -1.76              |
| 10.41             | 16.17                     | 4.84            | -20.56              | 55.44              | -2.96                     | -1.76              |
| 11.68             | 16.17                     | 4.84            | -15.95              | 81.27              | -1.24                     | -0.74              |
| 11.70             | 16.17                     | 4.84            | -15.89              | 81.64              | -1.33                     | -0.76              |
| 12.02             | 16.04                     | 4.84            | -14.72              | 70.63              | -2.05                     | 0.11               |
| 12.36             | 16.00                     | 4.84            | -13.50              | 70.95              | 0.13                      | 0.51               |
| 13.00             | 16.00                     | 4.84            | -11.19              | 82.59              | -0.00                     | 0.00               |

**Valori massimi delle forze interne agenti sulla struttura**

Massima forza di taglio = 109,76 kN/m  
 Momento massimo = 257,52 kNm/m  
 Massimo spostamento = 42,5 mm

**Trave di collegamento**

Forza normale  $N = 34,78 \text{ kN/m}$   
Forza di taglio  $Q = 397,11 \text{ kN/m}$   
Momento flettente  $M = 257,52 \text{ kNm/m}$

#### Reazioni

Reazione palo a valle  $R_f = 397,11 \text{ kN/m}$   
Reazione palo a monte  $R_b = -397,11 \text{ kN/m}$

#### Cedimento del terreno a monte

Cedimenti del terreno  $\delta_{\max} = 40,8 \text{ mm}$

|    | Coordinate<br>x [m] | Cedimenti<br>z [mm] |
|----|---------------------|---------------------|
| 1  | 0,00                | 26,8                |
| 2  | 1,30                | 38,8                |
| 3  | 2,60                | 47,6                |
| 4  | 3,90                | 53,0                |
| 5  | 5,20                | 55,3                |
| 6  | 6,50                | 54,2                |
| 7  | 7,80                | 49,9                |
| 8  | 9,10                | 42,3                |
| 9  | 10,40               | 31,5                |
| 10 | 11,70               | 17,4                |
| 11 | 13,00               | 0,0                 |
| 12 | 13,00               | 0,0                 |

#### Utilizzo della spinta passiva

Spinta passiva massima  $R_{\max} = 2746,82 \text{ kN/m}$   
Spinta passiva mobilitata  $R_{\text{mob}} = 518,71 \text{ kN/m}$

Fattore di sicurezza richiesto  $SF_p = 1,50 < 5,30$

**Verifica generale dell'utilizzo della spinta passiva SODDISFATTA**

#### Dimensionamento N. 1 (Fase di costruzione 3)

##### Stabilità al sollevamento

Peso favorevole del suolo  $\sigma_{\text{stb}} = 77,40 \text{ kPa}$   
Spinta dell'acqua sfavorevole  $u_{\text{dst}} = 27,00 \text{ kPa}$

**Verifica stabilità al sollevamento SODDISFATTA**

##### Verifica stabilità al sifonamento (piping)

Gradiente idraulico critico  $i_c = 0,27$   
Gradiente idraulico  $i = 0,17$

**Verifica stabilità al sifonamento (piping) SODDISFATTA**

#### Dimensionamento N. 1

Massimo sforzo di taglio a 1m della struttura  $Q_{\max} = 595,91 \text{ kN/m}$   
Momento massimo a 1m della struttura  $M_{\max} = 386,27 \text{ kNm/m}$   
Max. forza normale a 1m della parete  $N_{\max} = 136,90 \text{ kN/m}$

#### Verifica della sezione in CA (Setto in CA $h = 0,50 \text{ m}$ )

Tutte le fasi di costruzione sono considerate nell'analisi.

Fattore parziale sul carico = 1,50

Armatura - 18 pz barre 20,0 mm; copriferro 50,0 mm

Armatura di taglio - 5 profili 10,0 mm; distanza 200,0 mm

Rapporto di armatura  $\rho = 1,13 \% > 0,15 \% = \rho_{\min}$

Posizione dell'asse neutro  $x = 0,19 \text{ m}$   
Forza resistente di taglio  $V_{Rd} = 760,64 \text{ kN/m} > 595,91 \text{ kN/m} = V_{Ed}$   
Forza resistente di compressione  $N_{Rd} = 308,26 \text{ kN/m} > 136,90 \text{ kN/m} = N_{Ed}$   
Momento resistente della sezione  $M_{Rd} = 869,77 \text{ kNm/m} > 386,27 \text{ kNm/m} = M_{Ed}$

**La verifica è SODDISFATTA.**

#### **Larghezza della crepa**

Fattore parziale sul carico = 1,00;  $N = 91,27 \text{ kN/m}$ ;  $M = 257,52 \text{ kNm/m}$

Larghezza della crepa =  $0,115 \text{ mm} < \text{Larghezza della crepa consentita} = 0,300 \text{ mm}$

**Larghezza della crepa SODDISFATTA**