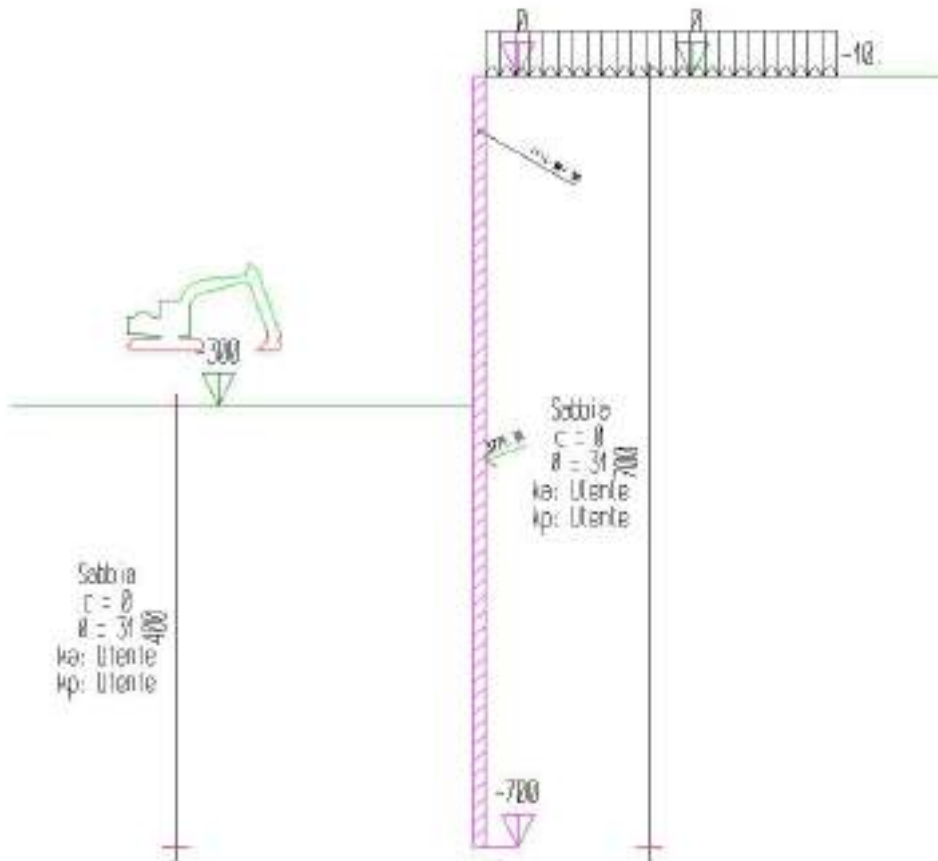


# Allegato 2 – Verifiche paratia e tiranti – Tratto B

## Relazione di Calcolo

Descrizione: Paratia flessibile



|   |    |
|---|----|
| Modello Strutturale .....                         | 3  |
| Metodo di calcolo .....                           | 3  |
| Materiali da costruzione impiegati .....          | 4  |
| Elementi strutturali .....                        | 4  |
| Strati .....                                      | 4  |
| Spinta a riposo .....                             | 4  |
| Pressione limite attiva e passiva .....           | 5  |
| Deformabilità .....                               | 6  |
| Paratia .....                                     | 6  |
| Sezioni .....                                     | 7  |
| Tiranti .....                                     | 7  |
| Carichi nastriformi distribuiti sul terreno ..... | 8  |
| Peso proprio .....                                | 8  |
| Sisma .....                                       | 8  |
| Step di progetto .....                            | 9  |
| Tabella riassuntiva .....                         | 11 |
| Modello FEM .....                                 | 11 |
| Nodi .....  | 11 |
| Aste .....  | 14 |
| Risultati .....                                   | 16 |
| Singoli Step .....                                | 16 |
| Step 1 .....                                      | 16 |
| Step 2 .....                                      | 23 |
| Inviluppo delle sollecitazioni .....              | 30 |
| Verifiche .....                                   | 33 |
| Verifiche tensionali .....                        | 33 |
| Step 1 .....                                      | 33 |
| Step 2 .....                                      | 38 |
| Storia di carico dei tiranti .....                | 42 |
| Verifica dell'ancoraggio dei tiranti .....        | 43 |
| Verifica delle travi di collegamento .....        | 45 |
| Calcolo dei cedimenti a monte della paratia ..... | 46 |

## Modello Strutturale

Segue la descrizione dei materiali da costruzione impiegati nella definizione del modello di calcolo. Oltre a questi vengono elencati gli elementi strutturali elementari che formano il modello.

### Metodo di calcolo

Il programma "IS Paratie 11" utilizza il metodo di calcolo degli elementi finiti con cui schematizza sia la paratia che il terreno. La paratia è schematizzata con elementi trave a sei gradi di libertà (due traslazioni ed una rotazione per nodo) mentre il terreno è schematizzato con una serie di molle distribuite lungo l'altezza della paratia. Il procedimento iterativo di risoluzione del modello considera il comportamento non lineare del terreno (non linearità meccanica), mentre agli altri elementi assegna un comportamento elastico lineare. I valori numerici utilizzati per il calcolo sono introdotti esplicitamente dall'utente attraverso l'interfaccia grafica del programma, e vengono utilizzati direttamente: in particolare **il programma non adotta alcun coefficiente di sicurezza implicito.**

Il programma "IS Paratie 11" verifica i seguenti meccanismi di stato limite ultimo: stabilità dell'opera (rototraslazione), resistenza degli elementi strutturali che compongono la paratia, resistenza strutturale degli eventuali ancoraggi (tiranti), verifica a sfilamento degli eventuali ancoraggi, verifica della resistenza strutturale delle eventuali travi di collegamento degli ancoraggi, verifica della resistenza strutturale di eventuali puntoni. Tutte le verifiche vengono condotte con riferimento alle combinazioni di carico indicate dall'utente, sia statiche che sismiche.

Le deformazioni e le sollecitazioni cui è soggetta l'opera vengono stabilite utilizzando il metodo FEM con un procedimento iterativo che permette di considerare il comportamento non lineare del terreno. Tutti gli elementi strutturali (paratia, eventuali tiranti, eventuali puntoni) ed il terreno stesso sono schematizzati con elementi finiti e partecipano al calcolo con le proprie caratteristiche di rigidità e resistenza. Qualora il procedimento iterativo di soluzione del sistema di equazioni non lineari non trovi l'equilibrio dell'opera o superi lo spostamento massimo (valore parametrizzato e modificabile dall'utente), il calcolo si interrompe, e viene riportato un messaggio esplicito a video e nell'output di stampa. L'esistenza dei risultati è di per se garanzia che il programma è stato in grado di calcolare una configurazione equilibrata e congruente, cioè una situazione di equilibrio tra le azioni applicate all'opera e la resistenza da questa esplicitata, stanti le caratteristiche meccaniche e geometriche della paratia e del terreno ed i coefficienti di sicurezza applicati. Alla situazione di equilibrio determinata, corrispondono spostamenti e sollecitazioni lungo la paratia e gli altri elementi strutturali, che vengono verificati in successione. Tutte queste ulteriori verifiche sono riportate a schermo e nell'output di stampa e devono essere superate per garantire la sicurezza dell'opera.

La sicurezza dell'opera è valutata in relazione al seguente approccio: **NTC 2018.**

### Metodo di verifica degli elementi strutturali.

Le verifiche tensionali degli elementi strutturali vengono eseguite col metodo degli stati limite.

### Coefficienti sulle azioni.

L'intensità delle azioni, o dell'effetto delle azioni, è modificata applicando i seguenti coefficienti di sicurezza parziali ai carichi:  $\gamma_{G1} = 1.3$ ,  $\gamma_{G2} = 1.5$ ,  $\gamma_{Qi} = 1.5$ .

### Coefficienti per il calcolo delle spinte del terreno.

Si applicano coefficienti di sicurezza parziali alle caratteristiche meccaniche del terreno:  $\gamma_\phi = 1$ ,  $\gamma_c = 1$ ,  $\gamma_{su} = 1$ ,  $\gamma_\gamma = 1$ .

### Coefficienti per la resistenza a sfilamento dei tiranti.

Alla resistenza a sfilamento dei tiranti, ottenuta con un metodo analitico, si applicano i coefficienti di sicurezza di seguito elencati. Tirante attivo, permanente:  $\gamma_R = 2.16$ . Tirante attivo, temporaneo:  $\gamma_R = 1.98$ . Tirante passivo, permanente:  $\gamma_R = 2.16$ . Tirante passivo, temporaneo:  $\gamma_R = 1.98$ .

### Unità di misura e convenzioni.

Ove non altrimenti specificato si utilizzano le seguenti unità di misura: daN; cm; cm<sup>2</sup>; daN/cm; daN cm; daN/cm<sup>2</sup>.

Per quanto riguarda lo Step di inserimento di un elemento, si intende che quest'ultimo è presente nel modello dall'inizio dello Step. La stessa regola vale per lo Step di rimozione, cioè si intende che un elemento viene rimosso all'inizio dello Step specificato. Il sistema di riferimento utilizzato vede l'asse delle z verticale, orientato verso l'alto, l'asse delle x parallelo al piano di lavoro ed orientato verso destra, e l'asse delle y parallelo allo sviluppo longitudinale della paratia. In quest'ultima direzione viene convenzionalmente considerata una sezione di paratia larga 100 cm.

### Materiali da costruzione impiegati

**Cemento Armato:** Conglomerato Cementizio Rck 300, Barre d'armatura B450C (cls:  $f_{cd} = 141.1$ ; barre:  $f_{yd} = 3813.04$ ).

Profilati in acciaio: Acciaio Fe510 ( $f_d = 3550$ ).

### Elementi strutturali

La struttura analizzata è formata dai seguenti elementi.

#### Strati

Segue la descrizione della stratigrafia del terreno utilizzata nel modello.

|   | STR_1   | STR_2   |
|---|---------|---------|
| Descrizione   | Sabbia  | Sabbia  |
| Quota iniziale [cm]   | 0       | -300    |
| Grado di preconsolidazione (OCR)  | 1       | 1       |
| Angolo d'attrito ( $\phi'$ ) [°]  | 31      | 31      |
| Coesione efficace ( $c'$ ) [daN/cm <sup>2</sup> ]                         | 0       | 0       |
| Resistenza non drenata ( $s_u$ ) [daN/cm <sup>2</sup> ]                   | 0.8     | 0.8     |
| Permeabilità (m) [cm/s]   | 0.001   | 0.001   |
| Peso di unità di volume fuori falda ( $\gamma_d$ ) [daN/cm <sup>3</sup> ] | 0.00186 | 0.00186 |
| Peso di unità di volume sotto falda ( $\gamma_t$ ) [daN/cm <sup>3</sup> ] | 0.00215 | 0.00215 |

### Spinta a riposo

#### STR\_1

La spinta a riposo viene valutata in termini di tensioni efficaci, con l'espressione seguente:

$$\sigma'_{h0} = k_{0,oc} \sigma'_{v0}, \text{ dove } k_{0,oc} = k_{0,nc} \text{OCR}^\alpha.$$

Metodo *Utente* per il calcolo del coefficiente di spinta normalconsolidato. Il valore di  $k_{0,nc}$  è indicato direttamente dall'utente:  $k_{0,nc} = 0.44$ .

Metodo *Alpan* per il calcolo del coefficiente di spinta sovraconsolidato. Il valore di  $\alpha$  è assunto pari a 0.5.

I valori dei coefficienti di spinta a riposo utilizzati nel calcolo sono i seguenti:

$$k_{0,nc} = 0.44$$

$$k_{0,oc} = 0.44$$

## **STR\_2**

La spinta a riposo viene valutata in termini di tensioni efficaci, con l'espressione seguente:

$$\sigma'_{h0} = k_{0,oc} \sigma'_{v0}, \text{ dove } k_{0,oc} = k_{0,nc} \text{OCR}^\alpha.$$

Metodo *Utente* per il calcolo del coefficiente di spinta normalconsolidato. Il valore di  $k_{0,nc}$  è indicato direttamente dall'utente:  $k_{0,nc} = 0.44$ .

Metodo *Alpan* per il calcolo del coefficiente di spinta sovraconsolidato. Il valore di  $\alpha$  è assunto pari a 0.5.

I valori dei coefficienti di spinta a riposo utilizzati nel calcolo sono i seguenti:

$$k_{0,nc} = 0.44$$

$$k_{0,oc} = 0.44$$

*Pressione limite attiva e passiva*

## **STR\_1**

Metodo *Utente* per il calcolo del limite di spinta attiva.

Il limite di spinta attiva viene valutato in termini di tensioni efficaci, con l'espressione seguente:

$$\sigma'_{ha} = k_{a,h} \sigma'_v - c_a$$

Il valori di  $k_{a,h}$  e  $c_a$  sono indicati direttamente dall'utente e vengono considerati valori di calcolo (non si applicano coefficienti di sicurezza):

$$k_{a,h} = 0.26$$

$$c_a = 0$$

Metodo *Utente* per il calcolo del limite di spinta passiva.

Il limite di spinta passiva viene valutato in termini di tensioni efficaci, con l'espressione seguente:

$$\sigma'_{hp} = k_{p,h} \sigma'_v + c_p$$

Il valori di  $k_{p,h}$  e  $c_p$  sono indicati direttamente dall'utente e vengono considerati valori di calcolo (non si applicano coefficienti di sicurezza):

$$k_{p,h} = 5.2$$

$$c_p = 0$$

## STR\_2

Metodo *Utente* per il calcolo del limite di spinta attiva.

Il limite di spinta attiva viene valutato in termini di tensioni efficaci, con l'espressione seguente:

$$\sigma'_{ha} = k_{a,h} \sigma'_v - c_a$$

Il valori di  $k_{a,h}$  e  $c_a$  sono indicati direttamente dall'utente e vengono considerati valori di calcolo (non si applicano coefficienti di sicurezza):

$$k_{a,h} = 0.26$$

$$c_a = 0$$

Metodo *Utente* per il calcolo del limite di spinta passiva.

Il limite di spinta passiva viene valutato in termini di tensioni efficaci, con l'espressione seguente:

$$\sigma'_{hp} = k_{p,h} \sigma'_v + c_p$$

Il valori di  $k_{p,h}$  e  $c_p$  sono indicati direttamente dall'utente e vengono considerati valori di calcolo (non si applicano coefficienti di sicurezza):

$$k_{p,h} = 5.2$$

$$c_p = 0$$

## Deformabilità

### STR\_1

Metodo *Utente* per il calcolo del modulo di reazione del terreno.

Il modulo di reazione viene valutato secondo l'espressione seguente:

$$k_s = A_s + B_s z$$

I valori di  $A_s$  e di  $B_s$  sono definiti direttamente dall'utente.

$$A_s = 5, B_s = 0$$

Il rapporto fra il modulo in ricarico/scarico rispetto a quello in compressione vergine è altresì definito dall'utente e vale 1.

### STR\_2

Metodo *Utente* per il calcolo del modulo di reazione del terreno.

Il modulo di reazione viene valutato secondo l'espressione seguente:

$$k_s = A_s + B_s z$$

I valori di  $A_s$  e di  $B_s$  sono definiti direttamente dall'utente.

$$A_s = 5, B_s = 0$$

Il rapporto fra il modulo in ricarico/scarico rispetto a quello in compressione vergine è altresì definito dall'utente e vale 1.

## Paratia

Il modello comprende una sola paratia (PAR\_1), alta 700 cm.

La paratia PAR\_1 utilizza la sezione trasversale SEZ\_2. Per la verifica delle tensioni si utilizza la sezione 1.

### Sezioni

Segue la descrizione delle sezioni trasversali utilizzate dagli elementi del modello.

|  | SEZ_1           | SEZ_2              |
|--|-----------------|--------------------|
| Tipo                                   | TUBO CIRCOLARE  | RETTANGOLARE       |
| Descrizione                            | Micropalo 114.3 | Omogeneizzata c.a. |
| Materiale                              | Acciaio         | C.A.               |
| Modulo di Young [daN/cm <sup>2</sup> ] | 2060000.        | 312202.            |
| Numero di sezioni per metro            | 2.22            | 2.22               |
| Area [cm <sup>2</sup> ]                | 32.69           | 962.               |
| Momento d'inerzia Z [cm <sup>4</sup> ] | 446.            | 7419.              |
| Momento d'inerzia Y [cm <sup>4</sup> ] | 446.            | 801667.            |
| Ferri superiori                        | -               | nessun ferro       |
| Ferri inferiori                        | -               | nessun ferro       |

### Tiranti

Segue la descrizione dei tiranti impiegati nel modello.

|   | TIR_1_1 |
|---|---------|
| Quota di applicazione [cm]                  | -50     |
| Angolo di inclinazione [°]                  | 30      |
| Lunghezza libera [cm]                       | 300     |
| Lunghezza sigillatura [cm]                  | 700     |
| Diametro nominale dei trefoli [cm]          | 1.33    |
| Numero di trefoli                           | 2       |
| Area resistente [cm <sup>2</sup> ]          | 2.78    |
| Modulo elastico [daN/cm <sup>2</sup> ]      | 1950000 |
| Tensione massima [daN/cm <sup>2</sup> ]     | 16700   |
| Tensione ammissibile [daN/cm <sup>2</sup> ] | 16700   |
| Tensione iniziale [daN/cm <sup>2</sup> ]    | 1500    |
| Numero al metro                             | 0.317   |
| Step di attivazione                         | 2       |

|                   |   |
|-------------------|---|
| Step di rimozione | - |
|-------------------|---|

Segue la tabella di tesatura dei tiranti impiegati nel modello.

|                            | TIR_1_1  |
|----------------------------|----------|
| Step di inserimento        | 2        |
| Tiro iniziale [daN]        | 4167.87  |
| Tiro massimo ammesso [daN] | 46402.31 |

#### Carichi nastriformi distribuiti sul terreno

Segue la descrizione dei carichi nastriformi distribuiti sul terreno nella zona a monte. I carichi sono dati in daN/cm, per ogni metro di estensione longitudinale della paratia. Il valore dichiarato rappresenta quindi il carico distribuito su una striscia di 1x100 cm.

|   | CUD_1_1   |
|---|-----------|
| Quota di applicazione [cm]                | 0         |
| Distanza dalla paratia [cm]               | 0         |
| Larghezza [cm]                            | 320       |
| Carico distribuito [daN/cm]               | -10       |
| Carico distribuito [daN/cm <sup>2</sup> ] | -0.1      |
| Tipologia                                 | variabile |
| Step di attivazione                       | 1         |
| Step di rimozione                         | -         |

#### Peso proprio

Alla paratia PAR\_1, viene automaticamente applicato il peso proprio come carico distribuito in direzione verticale, con intensita' definita dalla propria sezione trasversale.

#### Sisma

Metodo *NTC 18* per il calcolo della forza sismica.

L'azione dovuta al sisma ed applicata alle paratie e' calcola secondo quanto stabilito dal D.M. 17/01/2018.

L'azione del sisma è introdotta come carico distribuito. Il sisma è considerato agente sull'intera altezza della paratia. Segue un elenco dei parametri significativi adottati.

| Parametro             | Valore |
|-----------------------|--------|
| Categoria topografica | T2     |
| Categoria suolo       | E      |



|   |        |
|---|--------|
| fattore di amp. max. $F_0$                    | 2.6    |
| accel. al sito $a_g$ [m/s <sup>2</sup> ]      | 0.83   |
| spostamento tollerabile $u_s$ [cm]            | 1      |
| coeff. $\alpha$                               | 1      |
| coeff. $\beta$                                | 0.7    |
| accel. di picco $a_{max}$ [m/s <sup>2</sup> ] | 1.5936 |

Segue il valore della forza per ciascuno step di applicazione.

|        |                    |
|--------|--------------------|
| Step   | Paratia PAR_1      |
| STEP_2 | h: -3528; v: -1332 |

#### Step di progetto

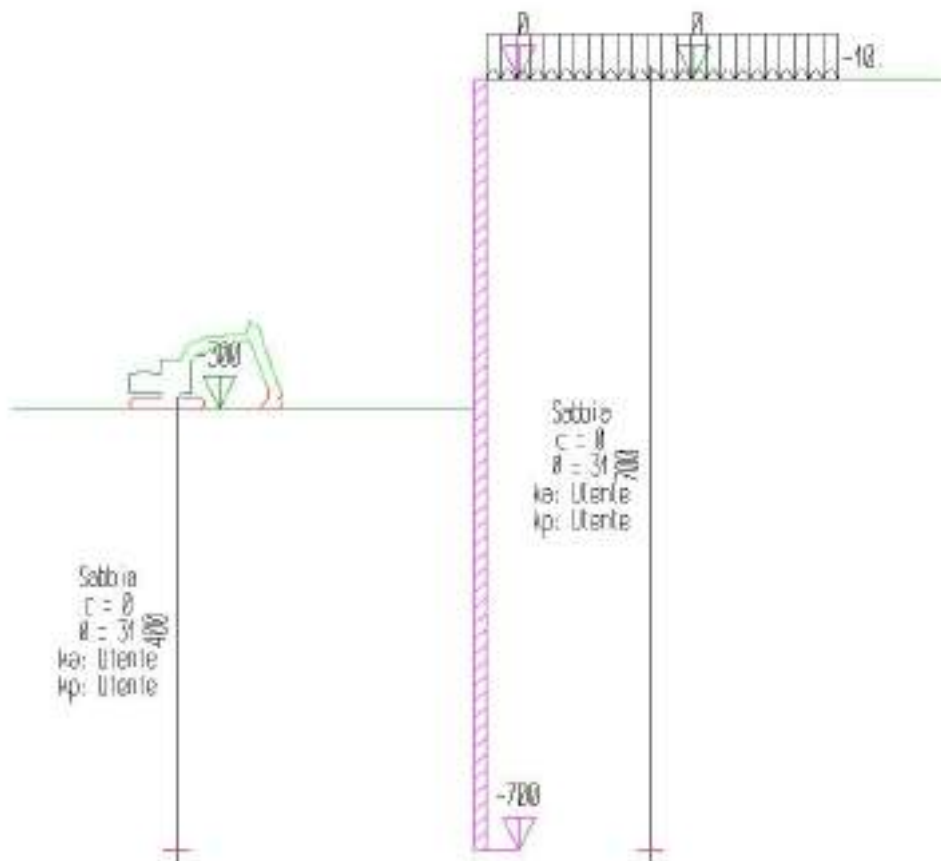
Segue la descrizione dei passi considerati nella definizione del modello per simulare le fasi realizzative dell'opera.

#### **Step 1**

In questo step vengono effettuate le seguenti modifiche al modello:

Inserimento carico nastriforme su terreno: CUD\_1\_1

Scavo portato a quota: -300



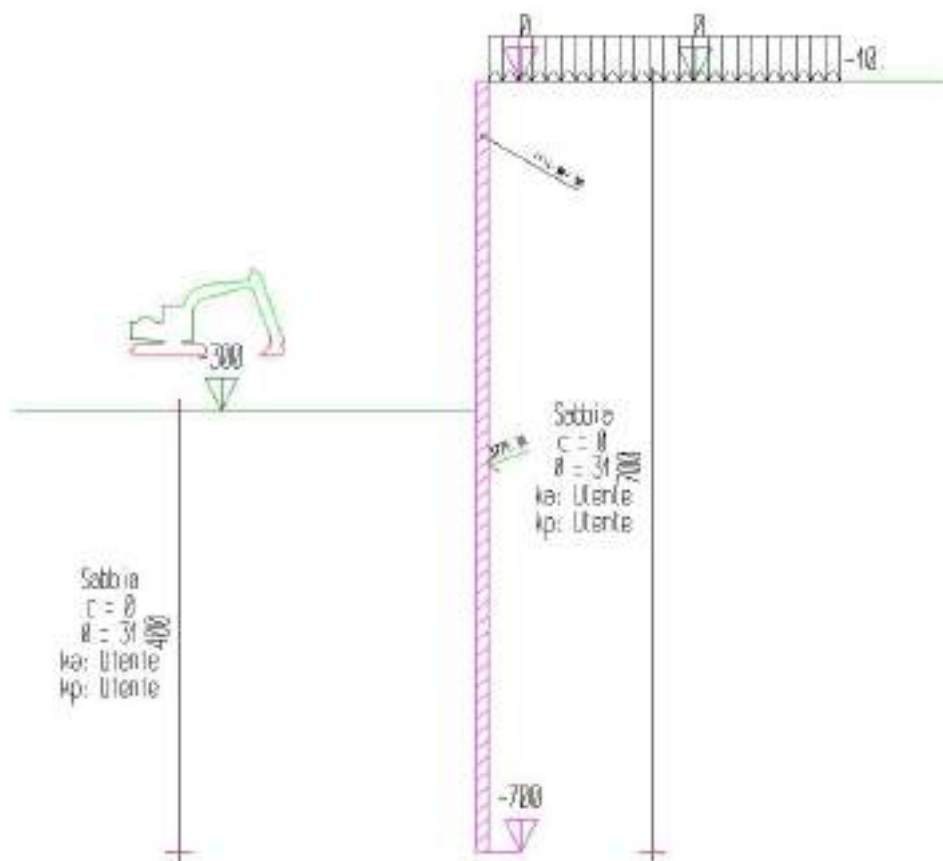
## Step 2

In questo step vengono effettuate le seguenti modifiche al modello:

Inserimento tirante: TIR\_1\_1

Attivazione sollecitazione sismica.

Scavo portato a quota: -250



### Tabella riassuntiva

La seguente tabella riassume le caratteristiche del modello strutturale nell'insieme degli step considerati.

| Step | Quota scavo | Strati |       | Tiranti | Carichi terreno |
|------|-------------|--------|-------|---------|-----------------|
| 1    | -300        | STR_2  | STR_1 |         | CUD_1_1         |
| 2    | -250        | STR_2  | STR_1 | TIR_1_1 | CUD_1_1         |

### Modello FEM

Segue la descrizione dello schema ad elementi finiti utilizzato per la risoluzione del modello strutturale e la valutazione di spostamenti e sollecitazioni, aggiornato all'ultimo step di calcolo effettuato.

#### Nodi

Indice    Coord. X    Coord. Z

- 1.    0.    0.
- 2.    0.    -8.33
- 3.    0.    -16.67
- 4.    0.    -25.
- 5.    0.    -33.33

|     |    |         |
|-----|----|---------|
| 6.  | 0. | -41.67  |
| 7.  | 0. | -50.    |
| 8.  | 0. | -59.52  |
| 9.  | 0. | -69.05  |
| 10. | 0. | -78.57  |
| 11. | 0. | -88.1   |
| 12. | 0. | -97.62  |
| 13. | 0. | -107.14 |
| 14. | 0. | -116.67 |
| 15. | 0. | -126.19 |
| 16. | 0. | -135.71 |
| 17. | 0. | -145.24 |
| 18. | 0. | -154.76 |
| 19. | 0. | -164.29 |
| 20. | 0. | -173.81 |
| 21. | 0. | -183.33 |
| 22. | 0. | -192.86 |
| 23. | 0. | -202.38 |
| 24. | 0. | -211.9  |
| 25. | 0. | -221.43 |
| 26. | 0. | -230.95 |
| 27. | 0. | -240.48 |
| 28. | 0. | -250.   |
| 29. | 0. | -258.33 |
| 30. | 0. | -266.67 |
| 31. | 0. | -275.   |
| 32. | 0. | -283.33 |
| 33. | 0. | -291.67 |
| 34. | 0. | -300.   |
| 35. | 0. | -309.52 |
| 36. | 0. | -319.05 |
| 37. | 0. | -328.57 |

|     |    |         |
|-----|----|---------|
| 38. | 0. | -338.1  |
| 39. | 0. | -347.62 |
| 40. | 0. | -357.14 |
| 41. | 0. | -366.67 |
| 42. | 0. | -376.19 |
| 43. | 0. | -385.71 |
| 44. | 0. | -395.24 |
| 45. | 0. | -404.76 |
| 46. | 0. | -414.29 |
| 47. | 0. | -423.81 |
| 48. | 0. | -433.33 |
| 49. | 0. | -442.86 |
| 50. | 0. | -452.38 |
| 51. | 0. | -461.9  |
| 52. | 0. | -471.43 |
| 53. | 0. | -480.95 |
| 54. | 0. | -490.48 |
| 55. | 0. | -500.   |
| 56. | 0. | -509.52 |
| 57. | 0. | -519.05 |
| 58. | 0. | -528.57 |
| 59. | 0. | -538.1  |
| 60. | 0. | -547.62 |
| 61. | 0. | -557.14 |
| 62. | 0. | -566.67 |
| 63. | 0. | -576.19 |
| 64. | 0. | -585.71 |
| 65. | 0. | -595.24 |
| 66. | 0. | -604.76 |
| 67. | 0. | -614.29 |
| 68. | 0. | -623.81 |
| 69. | 0. | -633.33 |

|     |        |         |
|-----|--------|---------|
| 70. | 0.     | -642.86 |
| 71. | 0.     | -652.38 |
| 72. | 0.     | -661.9  |
| 73. | 0.     | -671.43 |
| 74. | 0.     | -680.95 |
| 75. | 0.     | -690.48 |
| 76. | 0.     | -700.   |
| 77. | 441.67 | -305.   |

### Aste

| Indice | Nodo iniz. | Nodo fin. | Lunghezza | Incognite         |
|--------|------------|-----------|-----------|-------------------|
| 1.     | 2.         | 1.        | 8.33      | 4 5 6 1 2 3       |
| 2.     | 3.         | 2.        | 8.33      | 7 8 9 4 5 6       |
| 3.     | 4.         | 3.        | 8.33      | 10 11 12 7 8 9    |
| 4.     | 5.         | 4.        | 8.33      | 13 14 15 10 11 12 |
| 5.     | 6.         | 5.        | 8.33      | 16 17 18 13 14 15 |
| 6.     | 7.         | 6.        | 8.33      | 19 20 21 16 17 18 |
| 7.     | 8.         | 7.        | 9.52      | 22 23 24 19 20 21 |
| 8.     | 9.         | 8.        | 9.52      | 25 26 27 22 23 24 |
| 9.     | 10.        | 9.        | 9.52      | 28 29 30 25 26 27 |
| 10.    | 11.        | 10.       | 9.52      | 31 32 33 28 29 30 |
| 11.    | 12.        | 11.       | 9.52      | 34 35 36 31 32 33 |
| 12.    | 13.        | 12.       | 9.52      | 37 38 39 34 35 36 |
| 13.    | 14.        | 13.       | 9.52      | 40 41 42 37 38 39 |
| 14.    | 15.        | 14.       | 9.52      | 43 44 45 40 41 42 |
| 15.    | 16.        | 15.       | 9.52      | 46 47 48 43 44 45 |
| 16.    | 17.        | 16.       | 9.52      | 49 50 51 46 47 48 |
| 17.    | 18.        | 17.       | 9.52      | 52 53 54 49 50 51 |
| 18.    | 19.        | 18.       | 9.52      | 55 56 57 52 53 54 |
| 19.    | 20.        | 19.       | 9.52      | 58 59 60 55 56 57 |
| 20.    | 21.        | 20.       | 9.52      | 61 62 63 58 59 60 |
| 21.    | 22.        | 21.       | 9.52      | 64 65 66 61 62 63 |
| 22.    | 23.        | 22.       | 9.52      | 67 68 69 64 65 66 |

|     |     |     |      |                         |
|-----|-----|-----|------|-------------------------|
| 23. | 24. | 23. | 9.52 | 70 71 72 67 68 69       |
| 24. | 25. | 24. | 9.52 | 73 74 75 70 71 72       |
| 25. | 26. | 25. | 9.52 | 76 77 78 73 74 75       |
| 26. | 27. | 26. | 9.52 | 79 80 81 76 77 78       |
| 27. | 28. | 27. | 9.52 | 82 83 84 79 80 81       |
| 28. | 29. | 28. | 8.33 | 85 86 87 82 83 84       |
| 29. | 30. | 29. | 8.33 | 88 89 90 85 86 87       |
| 30. | 31. | 30. | 8.33 | 91 92 93 88 89 90       |
| 31. | 32. | 31. | 8.33 | 94 95 96 91 92 93       |
| 32. | 33. | 32. | 8.33 | 97 98 99 94 95 96       |
| 33. | 34. | 33. | 8.33 | 100 101 102 97 98 99    |
| 34. | 35. | 34. | 9.52 | 103 104 105 100 101 102 |
| 35. | 36. | 35. | 9.52 | 106 107 108 103 104 105 |
| 36. | 37. | 36. | 9.52 | 109 110 111 106 107 108 |
| 37. | 38. | 37. | 9.52 | 112 113 114 109 110 111 |
| 38. | 39. | 38. | 9.52 | 115 116 117 112 113 114 |
| 39. | 40. | 39. | 9.52 | 118 119 120 115 116 117 |
| 40. | 41. | 40. | 9.52 | 121 122 123 118 119 120 |
| 41. | 42. | 41. | 9.52 | 124 125 126 121 122 123 |
| 42. | 43. | 42. | 9.52 | 127 128 129 124 125 126 |
| 43. | 44. | 43. | 9.52 | 130 131 132 127 128 129 |
| 44. | 45. | 44. | 9.52 | 133 134 135 130 131 132 |
| 45. | 46. | 45. | 9.52 | 136 137 138 133 134 135 |
| 46. | 47. | 46. | 9.52 | 139 140 141 136 137 138 |
| 47. | 48. | 47. | 9.52 | 142 143 144 139 140 141 |
| 48. | 49. | 48. | 9.52 | 145 146 147 142 143 144 |
| 49. | 50. | 49. | 9.52 | 148 149 150 145 146 147 |
| 50. | 51. | 50. | 9.52 | 151 152 153 148 149 150 |
| 51. | 52. | 51. | 9.52 | 154 155 156 151 152 153 |
| 52. | 53. | 52. | 9.52 | 157 158 159 154 155 156 |
| 53. | 54. | 53. | 9.52 | 160 161 162 157 158 159 |
| 54. | 55. | 54. | 9.52 | 163 164 165 160 161 162 |

|     |     |     |      |                         |
|-----|-----|-----|------|-------------------------|
| 55. | 56. | 55. | 9.52 | 166 167 168 163 164 165 |
| 56. | 57. | 56. | 9.52 | 169 170 171 166 167 168 |
| 57. | 58. | 57. | 9.52 | 172 173 174 169 170 171 |
| 58. | 59. | 58. | 9.52 | 175 176 177 172 173 174 |
| 59. | 60. | 59. | 9.52 | 178 179 180 175 176 177 |
| 60. | 61. | 60. | 9.52 | 181 182 183 178 179 180 |
| 61. | 62. | 61. | 9.52 | 184 185 186 181 182 183 |
| 62. | 63. | 62. | 9.52 | 187 188 189 184 185 186 |
| 63. | 64. | 63. | 9.52 | 190 191 192 187 188 189 |
| 64. | 65. | 64. | 9.52 | 193 194 195 190 191 192 |
| 65. | 66. | 65. | 9.52 | 196 197 198 193 194 195 |
| 66. | 67. | 66. | 9.52 | 199 200 201 196 197 198 |
| 67. | 68. | 67. | 9.52 | 202 203 204 199 200 201 |
| 68. | 69. | 68. | 9.52 | 205 206 207 202 203 204 |
| 69. | 70. | 69. | 9.52 | 208 209 210 205 206 207 |
| 70. | 71. | 70. | 9.52 | 211 212 213 208 209 210 |
| 71. | 72. | 71. | 9.52 | 214 215 216 211 212 213 |
| 72. | 73. | 72. | 9.52 | 217 218 219 214 215 216 |
| 73. | 74. | 73. | 9.52 | 220 221 222 217 218 219 |
| 74. | 75. | 74. | 9.52 | 223 224 225 220 221 222 |
| 75. | 76. | 75. | 9.52 | 226 0 227 223 224 225   |
| 76. | 7.  | 77. | 510. | 229 20 21 228 0 0       |

## Risultati

Il calcolo è stato eseguito correttamente per 2 Step.

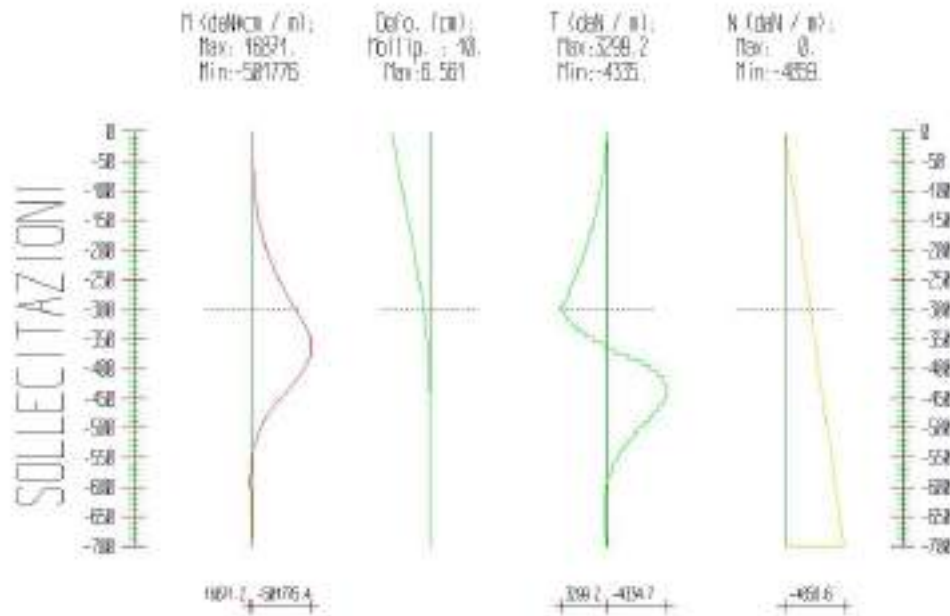
### Singoli Step

Segue la descrizione dei risultati ottenuti nei diversi Step considerati.

#### Step 1

In questo Step si hanno le seguenti sollecitazioni, deformazioni, reazioni vincolari, pressioni nel terreno e risultanti delle spinte.





| Sollecitazioni - Paratia PAR_1 |               |               |            |         |         |
|--------------------------------|---------------|---------------|------------|---------|---------|
| Progressiva                    | Spost. x [cm] | Spost. z [cm] | M [daN cm] | T [daN] | N [daN] |
| -8.3                           | -6.3988       | -0.003        | -72.256    | 8.7     | -57.8   |
| -16.7                          | -6.2364       | -0.003        | -316.31    | 29.3    | -115.7  |
| -25                            | -6.0739       | -0.003        | -768.537   | 54.3    | -173.5  |
| -33.3                          | -5.9115       | -0.003        | -1465.3    | 83.6    | -231.4  |
| -41.7                          | -5.7491       | -0.003        | -2442.944  | 117.3   | -289.2  |
| -50                            | -5.5867       | -0.003        | -3737.79   | 155.4   | -347    |
| -59.5                          | -5.4012       | -0.003        | -5651.983  | 201     | -413.1  |
| -69                            | -5.2158       | -0.003        | -8082.008  | 255.2   | -479.3  |
| -78.6                          | -5.0305       | -0.003        | -11081.921 | 315     | -545.4  |
| -88.1                          | -4.8454       | -0.003        | -14705.709 | 380.5   | -611.5  |
| -97.6                          | -4.6606       | -0.003        | -19007.071 | 451.6   | -677.6  |
| -107.1                         | -4.4761       | -0.002        | -24040.043 | 528.5   | -743.7  |
| -116.7                         | -4.2921       | -0.002        | -29858.371 | 610.9   | -809.8  |
| -126.2                         | -4.1086       | -0.002        | -36515.709 | 699     | -875.9  |
| -135.7                         | -3.9257       | -0.002        | -44065.628 | 792.7   | -942    |
| -145.2                         | -3.7436       | -0.002        | -52561.613 | 892.1   | -1008.1 |
| -154.8                         | -3.5625       | -0.002        | -62057.063 | 997     | -1074.2 |

|        |         |        |             |         |         |
|--------|---------|--------|-------------|---------|---------|
| -164.3 | -3.3824 | -0.002 | -72605.295  | 1107.6  | -1140.3 |
| -173.8 | -3.2036 | -0.002 | -84259.55   | 1223.7  | -1206.4 |
| -183.3 | -3.0263 | -0.002 | -97072.991  | 1345.4  | -1272.5 |
| -192.9 | -2.8508 | -0.002 | -111098.712 | 1472.7  | -1338.6 |
| -202.4 | -2.6771 | -0.002 | -126389.741 | 1605.6  | -1404.7 |
| -211.9 | -2.5058 | -0.002 | -142999.047 | 1744    | -1470.8 |
| -221.4 | -2.3369 | -0.002 | -160979.541 | 1888    | -1536.9 |
| -231   | -2.1709 | -0.002 | -180384.086 | 2037.5  | -1603   |
| -240.5 | -2.0081 | -0.002 | -201265.501 | 2192.5  | -1669.1 |
| -250   | -1.8488 | -0.002 | -223676.564 | 2353.2  | -1735.2 |
| -258.3 | -1.7127 | -0.002 | -244582.949 | 2508.8  | -1793.1 |
| -266.7 | -1.5799 | -0.002 | -266736.17  | 2658.4  | -1850.9 |
| -275   | -1.4507 | -0.002 | -290171.528 | 2812.2  | -1908.7 |
| -283.3 | -1.3254 | -0.002 | -314924.313 | 2970.3  | -1966.6 |
| -291.7 | -1.2043 | -0.002 | -341029.805 | 3132.7  | -2024.4 |
| -300   | -1.0879 | -0.002 | -368523.274 | 3299.2  | -2082.3 |
| -309.5 | -0.9609 | -0.002 | -398878.147 | 3187.3  | -2148.4 |
| -319   | -0.841  | -0.002 | -427126.865 | 2966.1  | -2214.5 |
| -328.6 | -0.7286 | -0.002 | -452269.405 | 2640    | -2280.6 |
| -338.1 | -0.6242 | -0.002 | -473305.747 | 2208.8  | -2346.7 |
| -347.6 | -0.5281 | -0.002 | -489235.825 | 1672.7  | -2412.8 |
| -357.1 | -0.4406 | -0.002 | -499059.475 | 1031.5  | -2478.9 |
| -366.7 | -0.3619 | -0.002 | -501776.391 | 285.3   | -2545   |
| -376.2 | -0.292  | -0.002 | -496386.086 | -566    | -2611.1 |
| -385.7 | -0.2309 | -0.002 | -481887.852 | -1522.3 | -2677.2 |
| -395.2 | -0.1782 | -0.002 | -458199.377 | -2487.3 | -2743.3 |
| -404.8 | -0.1336 | -0.002 | -427673.017 | -3205.3 | -2809.4 |
| -414.3 | -0.0965 | -0.002 | -392295.475 | -3714.6 | -2875.5 |
| -423.8 | -0.0663 | -0.002 | -353712.018 | -4051.3 | -2941.6 |
| -433.3 | -0.0424 | -0.002 | -313254.381 | -4248.1 | -3007.7 |

|        |         |        |             |         |         |
|--------|---------|--------|-------------|---------|---------|
| -442.9 | -0.024  | -0.002 | -271971.631 | -4334.7 | -3073.8 |
| -452.4 | -0.0104 | -0.001 | -231408.923 | -4259.1 | -3139.9 |
| -461.9 | -0.0008 | -0.001 | -192801.136 | -4053.8 | -3206   |
| -471.4 | 0.0053  | -0.001 | -157012.386 | -3757.8 | -3272.1 |
| -481   | 0.0086  | -0.001 | -124597.559 | -3403.6 | -3338.2 |
| -490.5 | 0.0097  | -0.001 | -95859.428  | -3017.5 | -3404.3 |
| -500   | 0.0092  | -0.001 | -70900.433  | -2620.7 | -3470.4 |
| -509.5 | 0.0073  | -0.001 | -49668.637  | -2229.3 | -3536.5 |
| -519   | 0.0046  | -0.001 | -31997.668  | -1855.5 | -3602.6 |
| -528.6 | 0.0013  | -0.001 | -17640.738  | -1507.5 | -3668.7 |
| -538.1 | -0.0023 | -0.001 | -6298.981   | -1190.9 | -3734.8 |
| -547.6 | -0.006  | -0.001 | 2355.5      | -908.7  | -3800.9 |
| -557.1 | -0.0097 | -0.001 | 8661.395    | -662.1  | -3867   |
| -566.7 | -0.0133 | -0.001 | 12954.252   | -450.7  | -3933.1 |
| -576.2 | -0.0166 | -0.001 | 15556.297   | -273.2  | -3999.2 |
| -585.7 | -0.0197 | -0.001 | 16769.483   | -127.4  | -4065.3 |
| -595.2 | -0.0224 | -0.001 | 16871.241   | -10.7   | -4131.5 |
| -604.8 | -0.0249 | -0.001 | 16112.469   | 79.7    | -4197.6 |
| -614.3 | -0.0271 | -0.001 | 14717.303   | 146.5   | -4263.7 |
| -623.8 | -0.029  | -0.001 | 12884.265   | 192.5   | -4329.8 |
| -633.3 | -0.0307 | 0      | 10788.45    | 220.1   | -4395.9 |
| -642.9 | -0.0322 | 0      | 8584.407    | 231.4   | -4462   |
| -652.4 | -0.0336 | 0      | 6409.455    | 228.4   | -4528.1 |
| -661.9 | -0.0348 | 0      | 4387.168    | 212.3   | -4594.2 |
| -671.4 | -0.036  | 0      | 2630.825    | 184.4   | -4660.3 |
| -681   | -0.0371 | 0      | 1246.616    | 145.3   | -4726.4 |
| -690.5 | -0.0382 | 0      | 336.421     | 95.6    | -4792.5 |
| -700   | -0.0393 | 0      | 0           | 35.3    | -4858.6 |

Reazioni vincolari

| Descrizione  | Nome  | Orizzontale [daN] | Verticale [daN] | Momento [daN cm] |
|--------------|-------|-------------------|-----------------|------------------|
| Base Paratia | PAR_1 | -                 | 4858.6          | -                |

| Pressioni nel terreno, Paratia PAR_1 |                                    |            |   |             |             |        |                                    |            |   |             |             |        |
|--------------------------------------|------------------------------------|------------|---|-------------|-------------|--------|------------------------------------|------------|---|-------------|-------------|--------|
| Quota [cm]                           | Pres. Monte [daN/cm <sup>2</sup> ] |            |   |             |             |        | Pres. Valle [daN/cm <sup>2</sup> ] |            |   |             |             |        |
| z                                    | $\sigma_v$                         | $\sigma_h$ | u | $\sigma'_v$ | $\sigma'_h$ | $\tau$ | $\sigma_v$                         | $\sigma_h$ | u | $\sigma'_v$ | $\sigma'_h$ | $\tau$ |
| 0                                    | 0.08                               | 0.021      | 0 | 0.08        | 0.021       | 0      | 0                                  | 0          | 0 | 0           | 0           | 0      |
| -8.33                                | 0.095                              | 0.025      | 0 | 0.095       | 0.025       | 0      | 0                                  | 0          | 0 | 0           | 0           | 0      |
| -16.67                               | 0.115                              | 0.03       | 0 | 0.115       | 0.03        | 0      | 0                                  | 0          | 0 | 0           | 0           | 0      |
| -25                                  | 0.135                              | 0.035      | 0 | 0.135       | 0.035       | 0      | 0                                  | 0          | 0 | 0           | 0           | 0      |
| -33.33                               | 0.156                              | 0.04       | 0 | 0.156       | 0.04        | 0      | 0                                  | 0          | 0 | 0           | 0           | 0      |
| -41.67                               | 0.176                              | 0.046      | 0 | 0.176       | 0.046       | 0      | 0                                  | 0          | 0 | 0           | 0           | 0      |
| -50                                  | 0.196                              | 0.051      | 0 | 0.196       | 0.051       | 0      | 0                                  | 0          | 0 | 0           | 0           | 0      |
| -59.52                               | 0.219                              | 0.057      | 0 | 0.219       | 0.057       | 0      | 0                                  | 0          | 0 | 0           | 0           | 0      |
| -69.05                               | 0.242                              | 0.063      | 0 | 0.242       | 0.063       | 0      | 0                                  | 0          | 0 | 0           | 0           | 0      |
| -78.57                               | 0.265                              | 0.069      | 0 | 0.265       | 0.069       | 0      | 0                                  | 0          | 0 | 0           | 0           | 0      |
| -88.1                                | 0.287                              | 0.075      | 0 | 0.287       | 0.075       | 0      | 0                                  | 0          | 0 | 0           | 0           | 0      |
| -97.62                               | 0.31                               | 0.081      | 0 | 0.31        | 0.081       | 0      | 0                                  | 0          | 0 | 0           | 0           | 0      |
| -107.14                              | 0.333                              | 0.087      | 0 | 0.333       | 0.087       | 0      | 0                                  | 0          | 0 | 0           | 0           | 0      |
| -116.67                              | 0.356                              | 0.093      | 0 | 0.356       | 0.093       | 0      | 0                                  | 0          | 0 | 0           | 0           | 0      |
| -126.19                              | 0.378                              | 0.098      | 0 | 0.378       | 0.098       | 0      | 0                                  | 0          | 0 | 0           | 0           | 0      |
| -135.71                              | 0.401                              | 0.104      | 0 | 0.401       | 0.104       | 0      | 0                                  | 0          | 0 | 0           | 0           | 0      |
| -145.24                              | 0.424                              | 0.11       | 0 | 0.424       | 0.11        | 0      | 0                                  | 0          | 0 | 0           | 0           | 0      |
| -154.76                              | 0.446                              | 0.116      | 0 | 0.446       | 0.116       | 0      | 0                                  | 0          | 0 | 0           | 0           | 0      |
| -164.29                              | 0.469                              | 0.122      | 0 | 0.469       | 0.122       | 0      | 0                                  | 0          | 0 | 0           | 0           | 0      |
| -173.81                              | 0.492                              | 0.128      | 0 | 0.492       | 0.128       | 0      | 0                                  | 0          | 0 | 0           | 0           | 0      |
| -183.33                              | 0.514                              | 0.134      | 0 | 0.514       | 0.134       | 0      | 0                                  | 0          | 0 | 0           | 0           | 0      |
| -192.86                              | 0.537                              | 0.14       | 0 | 0.537       | 0.14        | 0      | 0                                  | 0          | 0 | 0           | 0           | 0      |
| -202.38                              | 0.559                              | 0.145      | 0 | 0.559       | 0.145       | 0      | 0                                  | 0          | 0 | 0           | 0           | 0      |
| -211.9                               | 0.581                              | 0.151      | 0 | 0.581       | 0.151       | 0      | 0                                  | 0          | 0 | 0           | 0           | 0      |

|         |       |       |   |       |       |   |       |       |   |       |       |   |
|---------|-------|-------|---|-------|-------|---|-------|-------|---|-------|-------|---|
| -221.43 | 0.604 | 0.157 | 0 | 0.604 | 0.157 | 0 | 0     | 0     | 0 | 0     | 0     | 0 |
| -230.95 | 0.626 | 0.163 | 0 | 0.626 | 0.163 | 0 | 0     | 0     | 0 | 0     | 0     | 0 |
| -240.48 | 0.649 | 0.169 | 0 | 0.649 | 0.169 | 0 | 0     | 0     | 0 | 0     | 0     | 0 |
| -250    | 0.67  | 0.174 | 0 | 0.67  | 0.174 | 0 | 0     | 0     | 0 | 0     | 0     | 0 |
| -258.33 | 0.691 | 0.18  | 0 | 0.691 | 0.18  | 0 | 0     | 0     | 0 | 0     | 0     | 0 |
| -266.67 | 0.71  | 0.185 | 0 | 0.71  | 0.185 | 0 | 0     | 0     | 0 | 0     | 0     | 0 |
| -275    | 0.73  | 0.19  | 0 | 0.73  | 0.19  | 0 | 0     | 0     | 0 | 0     | 0     | 0 |
| -283.33 | 0.749 | 0.195 | 0 | 0.749 | 0.195 | 0 | 0     | 0     | 0 | 0     | 0     | 0 |
| -291.67 | 0.769 | 0.2   | 0 | 0.769 | 0.2   | 0 | 0     | 0     | 0 | 0     | 0     | 0 |
| -300    | 0.789 | 0.205 | 0 | 0.789 | 0.205 | 0 | 0.064 | 0.331 | 0 | 0.064 | 0.331 | 0 |
| -309.52 | 0.811 | 0.211 | 0 | 0.811 | 0.211 | 0 | 0.085 | 0.443 | 0 | 0.085 | 0.443 | 0 |
| -319.05 | 0.833 | 0.217 | 0 | 0.833 | 0.217 | 0 | 0.108 | 0.559 | 0 | 0.108 | 0.559 | 0 |
| -328.57 | 0.855 | 0.222 | 0 | 0.855 | 0.222 | 0 | 0.13  | 0.675 | 0 | 0.13  | 0.675 | 0 |
| -338.1  | 0.878 | 0.228 | 0 | 0.878 | 0.228 | 0 | 0.152 | 0.791 | 0 | 0.152 | 0.791 | 0 |
| -347.62 | 0.9   | 0.234 | 0 | 0.9   | 0.234 | 0 | 0.174 | 0.907 | 0 | 0.174 | 0.907 | 0 |
| -357.14 | 0.922 | 0.24  | 0 | 0.922 | 0.24  | 0 | 0.197 | 1.023 | 0 | 0.197 | 1.023 | 0 |
| -366.67 | 0.945 | 0.246 | 0 | 0.945 | 0.246 | 0 | 0.219 | 1.139 | 0 | 0.219 | 1.139 | 0 |
| -376.19 | 0.967 | 0.251 | 0 | 0.967 | 0.251 | 0 | 0.241 | 1.256 | 0 | 0.241 | 1.256 | 0 |
| -385.71 | 0.989 | 0.257 | 0 | 0.989 | 0.257 | 0 | 0.264 | 1.27  | 0 | 0.264 | 1.27  | 0 |
| -395.24 | 1.012 | 0.263 | 0 | 1.012 | 0.263 | 0 | 0.286 | 1.017 | 0 | 0.286 | 1.017 | 0 |
| -404.76 | 1.034 | 0.269 | 0 | 1.034 | 0.269 | 0 | 0.308 | 0.804 | 0 | 0.308 | 0.804 | 0 |
| -414.29 | 1.056 | 0.275 | 0 | 1.056 | 0.275 | 0 | 0.331 | 0.628 | 0 | 0.331 | 0.628 | 0 |
| -423.81 | 1.079 | 0.28  | 0 | 1.079 | 0.28  | 0 | 0.353 | 0.487 | 0 | 0.353 | 0.487 | 0 |
| -433.33 | 1.101 | 0.286 | 0 | 1.101 | 0.286 | 0 | 0.376 | 0.377 | 0 | 0.376 | 0.377 | 0 |
| -442.86 | 1.123 | 0.374 | 0 | 1.123 | 0.374 | 0 | 0.398 | 0.295 | 0 | 0.398 | 0.295 | 0 |
| -452.38 | 1.146 | 0.452 | 0 | 1.146 | 0.452 | 0 | 0.42  | 0.237 | 0 | 0.42  | 0.237 | 0 |
| -461.9  | 1.168 | 0.51  | 0 | 1.168 | 0.51  | 0 | 0.443 | 0.199 | 0 | 0.443 | 0.199 | 0 |
| -471.43 | 1.191 | 0.55  | 0 | 1.191 | 0.55  | 0 | 0.465 | 0.178 | 0 | 0.465 | 0.178 | 0 |
| -480.95 | 1.213 | 0.577 | 0 | 1.213 | 0.577 | 0 | 0.488 | 0.171 | 0 | 0.488 | 0.171 | 0 |
| -490.48 | 1.235 | 0.592 | 0 | 1.235 | 0.592 | 0 | 0.51  | 0.176 | 0 | 0.51  | 0.176 | 0 |

|         |       |       |   |       |       |   |       |       |   |       |       |   |
|---------|-------|-------|---|-------|-------|---|-------|-------|---|-------|-------|---|
| -500    | 1.258 | 0.599 | 0 | 1.258 | 0.599 | 0 | 0.532 | 0.188 | 0 | 0.532 | 0.188 | 0 |
| -509.52 | 1.28  | 0.6   | 0 | 1.28  | 0.6   | 0 | 0.555 | 0.207 | 0 | 0.555 | 0.207 | 0 |
| -519.05 | 1.303 | 0.596 | 0 | 1.303 | 0.596 | 0 | 0.577 | 0.231 | 0 | 0.577 | 0.231 | 0 |
| -528.57 | 1.325 | 0.59  | 0 | 1.325 | 0.59  | 0 | 0.6   | 0.257 | 0 | 0.6   | 0.257 | 0 |
| -538.1  | 1.348 | 0.582 | 0 | 1.348 | 0.582 | 0 | 0.622 | 0.285 | 0 | 0.622 | 0.285 | 0 |
| -547.62 | 1.37  | 0.573 | 0 | 1.37  | 0.573 | 0 | 0.645 | 0.314 | 0 | 0.645 | 0.314 | 0 |
| -557.14 | 1.393 | 0.564 | 0 | 1.393 | 0.564 | 0 | 0.667 | 0.342 | 0 | 0.667 | 0.342 | 0 |
| -566.67 | 1.415 | 0.556 | 0 | 1.415 | 0.556 | 0 | 0.69  | 0.37  | 0 | 0.69  | 0.37  | 0 |
| -576.19 | 1.438 | 0.55  | 0 | 1.438 | 0.55  | 0 | 0.712 | 0.396 | 0 | 0.712 | 0.396 | 0 |
| -585.71 | 1.46  | 0.544 | 0 | 1.46  | 0.544 | 0 | 0.735 | 0.422 | 0 | 0.735 | 0.422 | 0 |
| -595.24 | 1.483 | 0.54  | 0 | 1.483 | 0.54  | 0 | 0.757 | 0.445 | 0 | 0.757 | 0.445 | 0 |
| -604.76 | 1.505 | 0.538 | 0 | 1.505 | 0.538 | 0 | 0.78  | 0.468 | 0 | 0.78  | 0.468 | 0 |
| -614.29 | 1.528 | 0.537 | 0 | 1.528 | 0.537 | 0 | 0.802 | 0.489 | 0 | 0.802 | 0.489 | 0 |
| -623.81 | 1.55  | 0.537 | 0 | 1.55  | 0.537 | 0 | 0.825 | 0.508 | 0 | 0.825 | 0.508 | 0 |
| -633.33 | 1.573 | 0.538 | 0 | 1.573 | 0.538 | 0 | 0.848 | 0.527 | 0 | 0.848 | 0.527 | 0 |
| -642.86 | 1.596 | 0.541 | 0 | 1.596 | 0.541 | 0 | 0.87  | 0.544 | 0 | 0.87  | 0.544 | 0 |
| -652.38 | 1.618 | 0.544 | 0 | 1.618 | 0.544 | 0 | 0.893 | 0.561 | 0 | 0.893 | 0.561 | 0 |
| -661.9  | 1.641 | 0.548 | 0 | 1.641 | 0.548 | 0 | 0.915 | 0.577 | 0 | 0.915 | 0.577 | 0 |
| -671.43 | 1.663 | 0.552 | 0 | 1.663 | 0.552 | 0 | 0.938 | 0.593 | 0 | 0.938 | 0.593 | 0 |
| -680.95 | 1.686 | 0.556 | 0 | 1.686 | 0.556 | 0 | 0.96  | 0.608 | 0 | 0.96  | 0.608 | 0 |
| -690.48 | 1.709 | 0.561 | 0 | 1.709 | 0.561 | 0 | 0.983 | 0.624 | 0 | 0.983 | 0.624 | 0 |
| -700    | 1.725 | 0.563 | 0 | 1.725 | 0.563 | 0 | 1     | 0.637 | 0 | 1     | 0.637 | 0 |

$\sigma_v$  = tensione verticale totale

$\sigma_h$  = tensione orizzontale totale

u = pressione neutra

$\sigma'_v$  = tensione verticale efficace

$\sigma'_h$  = tensione orizzontale efficace

|   |       |
|---|-------|
| Risultanti delle pressioni [daN] e bracci [cm], Paratia PAR_1 |       |
| Monte   | Valle |

|        |          |        |       |        |         |        |       |
|--------|----------|--------|-------|--------|---------|--------|-------|
| $R_h$  | -21159.6 | $b_h$  | 477.9 | $R_h$  | 21159.6 | $b_h$  | 477.9 |
| $R'_h$ | -21159.6 | $b'_h$ | 477.9 | $R'_h$ | 21159.6 | $b'_h$ | 477.9 |
| $R_u$  | 0        | $b_u$  | 0     | $R_u$  | 0       | $b_u$  | 0     |

R = risultanti delle spinte, b = bracci rispetto alla testa della paratia.

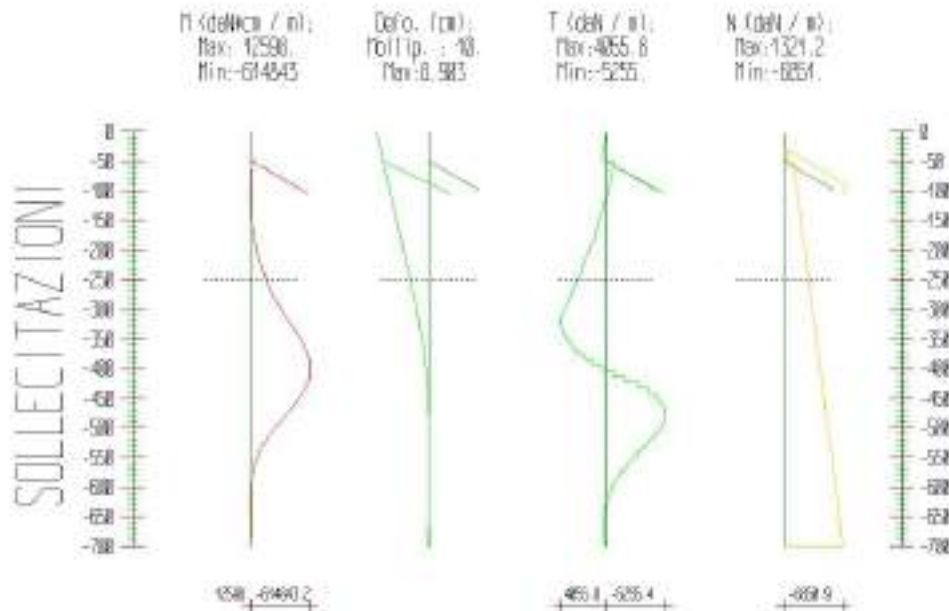
pedice h = risultante delle pressioni totali sulla paratia.

pedice 'h = risultante delle pressioni efficaci sulla paratia.

pedice u = risultante delle pressioni neutre sulla paratia.

## Step 2

In questo Step si hanno le seguenti sollecitazioni, deformazioni, reazioni vincolari, pressioni nel terreno e risultanti delle spinte.



| Sollecitazioni - Paratia PAR_1 |               |               |            |         |         |
|--------------------------------|---------------|---------------|------------|---------|---------|
| Progressiva                    | Spost. x [cm] | Spost. z [cm] | M [daN cm] | T [daN] | N [daN] |
| -8.3                           | -8.7099       | -0.004        | -247.277   | 50.7    | -73.7   |
| -16.7                          | -8.5169       | -0.004        | -1016.392  | 113.3   | -147.4  |
| -25                            | -8.3238       | -0.004        | -2343.721  | 180.3   | -221.1  |
| -33.3                          | -8.1308       | -0.004        | -4265.626  | 251.6   | -294.8  |
| -41.7                          | -7.9379       | -0.004        | -6818.453  | 327.3   | -368.5  |
| -50                            | -7.745        | -0.004        | -10038.524 | 407.4   | -442.2  |
| -59.5                          | -7.5247       | -0.004        | -3684.367  | -643.2  | -1187   |

|        |         |        |             |        |         |
|--------|---------|--------|-------------|--------|---------|
| -69    | -7.3045 | -0.004 | 1696.763    | -541   | -1271.2 |
| -78.6  | -7.0843 | -0.004 | 6050.808    | -433.2 | -1355.4 |
| -88.1  | -6.8639 | -0.004 | 9323.781    | -319.7 | -1439.7 |
| -97.6  | -6.6434 | -0.004 | 11461.984   | -200.5 | -1523.9 |
| -107.1 | -6.4227 | -0.004 | 12411.38    | -75.7  | -1608.1 |
| -116.7 | -6.2018 | -0.004 | 12118.224   | 54.8   | -1692.3 |
| -126.2 | -5.9807 | -0.004 | 10528.861   | 190.9  | -1776.5 |
| -135.7 | -5.7594 | -0.004 | 7589.719    | 332.6  | -1860.8 |
| -145.2 | -5.5379 | -0.004 | 3247.315    | 480    | -1945   |
| -154.8 | -5.3164 | -0.004 | -2551.751   | 632.9  | -2029.2 |
| -164.3 | -5.095  | -0.004 | -9860.797   | 791.5  | -2113.4 |
| -173.8 | -4.8737 | -0.004 | -18733.063  | 955.6  | -2197.6 |
| -183.3 | -4.6528 | -0.004 | -29221.712  | 1125.3 | -2281.9 |
| -192.9 | -4.4323 | -0.004 | -41379.84   | 1300.6 | -2366.1 |
| -202.4 | -4.2127 | -0.003 | -55260.473  | 1481.5 | -2450.3 |
| -211.9 | -3.994  | -0.003 | -70916.581  | 1667.9 | -2534.5 |
| -221.4 | -3.7765 | -0.003 | -88401.076  | 1859.9 | -2618.8 |
| -231   | -3.5606 | -0.003 | -107766.82  | 2057.4 | -2703   |
| -240.5 | -3.3467 | -0.003 | -129066.633 | 2260.5 | -2787.2 |
| -250   | -3.135  | -0.003 | -152353.292 | 2469.1 | -2871.4 |
| -258.3 | -2.9519 | -0.003 | -174400.87  | 2666.7 | -2945.1 |
| -266.7 | -2.7712 | -0.003 | -198045.325 | 2858.3 | -3018.8 |
| -275   | -2.5932 | -0.003 | -223321.961 | 3054.2 | -3092.5 |
| -283.3 | -2.4183 | -0.003 | -250266.067 | 3254.3 | -3166.2 |
| -291.7 | -2.2467 | -0.003 | -278912.92  | 3458.6 | -3239.9 |
| -300   | -2.0788 | -0.003 | -309297.794 | 3667.2 | -3313.6 |
| -309.5 | -1.8922 | -0.003 | -346164.445 | 3895   | -3397.8 |
| -319   | -1.7116 | -0.003 | -384313.69  | 4029.7 | -3482   |
| -328.6 | -1.5378 | -0.003 | -422712.004 | 4055.8 | -3566.2 |
| -338.1 | -1.3715 | -0.003 | -460325.863 | 3973.5 | -3650.5 |



|        |         |        |             |         |         |
|--------|---------|--------|-------------|---------|---------|
| -347.6 | -1.2133 | -0.003 | -496121.743 | 3782.6  | -3734.7 |
| -357.1 | -1.0639 | -0.003 | -529066.128 | 3483.2  | -3818.9 |
| -366.7 | -0.9237 | -0.003 | -558125.51  | 3075.2  | -3903.1 |
| -376.2 | -0.7934 | -0.003 | -582266.391 | 2558.8  | -3987.3 |
| -385.7 | -0.6733 | -0.003 | -600455.284 | 1933.8  | -4071.6 |
| -395.2 | -0.5639 | -0.003 | -611658.719 | 1200.4  | -4155.8 |
| -404.8 | -0.4651 | -0.002 | -614843.239 | 358.4   | -4240   |
| -414.3 | -0.3772 | -0.002 | -608975.404 | -592.1  | -4324.2 |
| -423.8 | -0.3    | -0.002 | -593021.708 | -1651.1 | -4408.4 |
| -433.3 | -0.2333 | -0.002 | -565948.832 | -2818.6 | -4492.7 |
| -442.9 | -0.1765 | -0.002 | -530063.638 | -3743.9 | -4576.9 |
| -452.4 | -0.129  | -0.002 | -487903.392 | -4402.8 | -4661.1 |
| -461.9 | -0.0901 | -0.002 | -441582.129 | -4839.7 | -4745.3 |
| -471.4 | -0.059  | -0.002 | -392824.327 | -5095.6 | -4829.6 |
| -481   | -0.0348 | -0.002 | -343001.506 | -5207.4 | -4913.8 |
| -490.5 | -0.0167 | -0.002 | -293572.414 | -5166.1 | -4998   |
| -500   | -0.0037 | -0.002 | -246178.813 | -4952.3 | -5082.2 |
| -509.5 | 0.0048  | -0.002 | -201992.315 | -4615.6 | -5166.4 |
| -519   | 0.0099  | -0.002 | -161789.9   | -4197.3 | -5250.7 |
| -528.6 | 0.012   | -0.002 | -126024.4   | -3731.4 | -5334.9 |
| -538.1 | 0.0119  | -0.001 | -94888.707  | -3245.2 | -5419.1 |
| -547.6 | 0.0102  | -0.001 | -68372.94   | -2760.2 | -5503.3 |
| -557.1 | 0.0072  | -0.001 | -46314.266  | -2292.2 | -5587.5 |
| -566.7 | 0.0033  | -0.001 | -28439.368  | -1852.9 | -5671.8 |
| -576.2 | -0.001  | -0.001 | -14399.808  | -1450.2 | -5756   |
| -585.7 | -0.0056 | -0.001 | -3800.721   | -1088.9 | -5840.2 |
| -595.2 | -0.0102 | -0.001 | 3776.619    | -771.6  | -5924.4 |
| -604.8 | -0.0149 | -0.001 | 8757.726    | -499    | -6008.6 |
| -614.3 | -0.0193 | -0.001 | 11562.671   | -270.5  | -6092.9 |
| -623.8 | -0.0236 | -0.001 | 12597.996   | -84.7   | -6177.1 |

|        |         |        |           |       |         |
|--------|---------|--------|-----------|-------|---------|
| -633.3 | -0.0276 | -0.001 | 12252.121 | 60.3  | -6261.3 |
| -642.9 | -0.0315 | -0.001 | 10893.584 | 166.6 | -6345.5 |
| -652.4 | -0.0351 | 0      | 8871.495  | 236.3 | -6429.7 |
| -661.9 | -0.0386 | 0      | 6517.694  | 271.2 | -6514   |
| -671.4 | -0.0419 | 0      | 4149.674  | 272.6 | -6598.2 |
| -681   | -0.0452 | 0      | 2074.485  | 241.9 | -6682.4 |
| -690.5 | -0.0485 | 0      | 592.369   | 179.6 | -6766.6 |
| -700   | -0.0517 | 0      | 0         | 86.2  | -6850.9 |

| Sollecitazioni - Tirante TIR_1_1 |               |               |            |         |         |
|----------------------------------|---------------|---------------|------------|---------|---------|
| Progressiva                      | Spost. x [cm] | Spost. z [cm] | M [daN cm] | T [daN] | N [daN] |
| 56.7                             | -6.884        | -0.003        | 0          | 0       | 1321.2  |
| 113.3                            | -6.024        | -0.003        | 0          | 0       | 1321.2  |
| 170                              | -5.163        | -0.003        | 0          | 0       | 1321.2  |
| 226.7                            | -4.303        | -0.002        | 0          | 0       | 1321.2  |
| 283.3                            | -3.442        | -0.002        | 0          | 0       | 1321.2  |
| 340                              | -2.582        | -0.001        | 0          | 0       | 1321.2  |
| 396.7                            | -1.721        | -0.001        | 0          | 0       | 1321.2  |
| 453.3                            | -0.861        | 0             | 0          | 0       | 1321.2  |
| 510                              | 0             | 0             | 0          | 0       | 1321.2  |

| Reazioni vincolari |       |                   |                 |                  |
|--------------------|-------|-------------------|-----------------|------------------|
| Descrizione        | Nome  | Orizzontale [daN] | Verticale [daN] | Momento [daN cm] |
| Base Paratia       | PAR_1 | -                 | 6850.9          | -                |

| Pressioni nel terreno, Paratia PAR_1 |                                    |            |   |             |             |        |                                    |            |   |             |             |        |
|--------------------------------------|------------------------------------|------------|---|-------------|-------------|--------|------------------------------------|------------|---|-------------|-------------|--------|
| Quota [cm]                           | Pres. Monte [daN/cm <sup>2</sup> ] |            |   |             |             |        | Pres. Valle [daN/cm <sup>2</sup> ] |            |   |             |             |        |
|                                      | $\sigma_v$                         | $\sigma_h$ | u | $\sigma'_v$ | $\sigma'_h$ | $\tau$ | $\sigma_v$                         | $\sigma_h$ | u | $\sigma'_v$ | $\sigma'_h$ | $\tau$ |
| 0                                    | 0.08                               | 0.021      | 0 | 0.08        | 0.021       | 0      | 0                                  | 0          | 0 | 0           | 0           | 0      |
| -8.33                                | 0.095                              | 0.025      | 0 | 0.095       | 0.025       | 0      | 0                                  | 0          | 0 | 0           | 0           | 0      |

|         |       |       |   |       |       |   |   |   |   |   |   |   |
|---------|-------|-------|---|-------|-------|---|---|---|---|---|---|---|
| -16.67  | 0.115 | 0.03  | 0 | 0.115 | 0.03  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -25     | 0.135 | 0.035 | 0 | 0.135 | 0.035 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -33.33  | 0.156 | 0.04  | 0 | 0.156 | 0.04  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -41.67  | 0.176 | 0.046 | 0 | 0.176 | 0.046 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -50     | 0.196 | 0.051 | 0 | 0.196 | 0.051 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -59.52  | 0.219 | 0.057 | 0 | 0.219 | 0.057 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -69.05  | 0.242 | 0.063 | 0 | 0.242 | 0.063 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -78.57  | 0.265 | 0.069 | 0 | 0.265 | 0.069 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -88.1   | 0.287 | 0.075 | 0 | 0.287 | 0.075 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -97.62  | 0.31  | 0.081 | 0 | 0.31  | 0.081 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -107.14 | 0.333 | 0.087 | 0 | 0.333 | 0.087 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -116.67 | 0.356 | 0.093 | 0 | 0.356 | 0.093 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -126.19 | 0.378 | 0.098 | 0 | 0.378 | 0.098 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -135.71 | 0.401 | 0.104 | 0 | 0.401 | 0.104 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -145.24 | 0.424 | 0.11  | 0 | 0.424 | 0.11  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -154.76 | 0.446 | 0.116 | 0 | 0.446 | 0.116 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -164.29 | 0.469 | 0.122 | 0 | 0.469 | 0.122 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -173.81 | 0.492 | 0.128 | 0 | 0.492 | 0.128 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -183.33 | 0.514 | 0.134 | 0 | 0.514 | 0.134 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -192.86 | 0.537 | 0.14  | 0 | 0.537 | 0.14  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -202.38 | 0.559 | 0.145 | 0 | 0.559 | 0.145 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -211.9  | 0.581 | 0.151 | 0 | 0.581 | 0.151 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -221.43 | 0.604 | 0.157 | 0 | 0.604 | 0.157 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -230.95 | 0.626 | 0.163 | 0 | 0.626 | 0.163 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -240.48 | 0.649 | 0.169 | 0 | 0.649 | 0.169 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -250    | 0.67  | 0.174 | 0 | 0.67  | 0.174 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -258.33 | 0.691 | 0.18  | 0 | 0.691 | 0.18  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -266.67 | 0.71  | 0.185 | 0 | 0.71  | 0.185 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -275    | 0.73  | 0.19  | 0 | 0.73  | 0.19  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -283.33 | 0.749 | 0.195 | 0 | 0.749 | 0.195 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

|         |       |       |   |       |       |   |       |       |   |       |       |   |
|---------|-------|-------|---|-------|-------|---|-------|-------|---|-------|-------|---|
| -291.67 | 0.769 | 0.2   | 0 | 0.769 | 0.2   | 0 | 0     | 0     | 0 | 0     | 0     | 0 |
| -300    | 0.789 | 0.205 | 0 | 0.789 | 0.205 | 0 | 0.001 | 0.004 | 0 | 0.001 | 0.004 | 0 |
| -309.52 | 0.811 | 0.211 | 0 | 0.811 | 0.211 | 0 | 0.023 | 0.12  | 0 | 0.023 | 0.12  | 0 |
| -319.05 | 0.833 | 0.217 | 0 | 0.833 | 0.217 | 0 | 0.046 | 0.239 | 0 | 0.046 | 0.239 | 0 |
| -328.57 | 0.855 | 0.222 | 0 | 0.855 | 0.222 | 0 | 0.069 | 0.359 | 0 | 0.069 | 0.359 | 0 |
| -338.1  | 0.878 | 0.228 | 0 | 0.878 | 0.228 | 0 | 0.092 | 0.479 | 0 | 0.092 | 0.479 | 0 |
| -347.62 | 0.9   | 0.234 | 0 | 0.9   | 0.234 | 0 | 0.115 | 0.599 | 0 | 0.115 | 0.599 | 0 |
| -357.14 | 0.922 | 0.24  | 0 | 0.922 | 0.24  | 0 | 0.138 | 0.718 | 0 | 0.138 | 0.718 | 0 |
| -366.67 | 0.945 | 0.246 | 0 | 0.945 | 0.246 | 0 | 0.161 | 0.838 | 0 | 0.161 | 0.838 | 0 |
| -376.19 | 0.967 | 0.251 | 0 | 0.967 | 0.251 | 0 | 0.184 | 0.958 | 0 | 0.184 | 0.958 | 0 |
| -385.71 | 0.989 | 0.257 | 0 | 0.989 | 0.257 | 0 | 0.207 | 1.078 | 0 | 0.207 | 1.078 | 0 |
| -395.24 | 1.012 | 0.263 | 0 | 1.012 | 0.263 | 0 | 0.23  | 1.197 | 0 | 0.23  | 1.197 | 0 |
| -404.76 | 1.034 | 0.269 | 0 | 1.034 | 0.269 | 0 | 0.253 | 1.317 | 0 | 0.253 | 1.317 | 0 |
| -414.29 | 1.056 | 0.275 | 0 | 1.056 | 0.275 | 0 | 0.276 | 1.437 | 0 | 0.276 | 1.437 | 0 |
| -423.81 | 1.079 | 0.28  | 0 | 1.079 | 0.28  | 0 | 0.299 | 1.557 | 0 | 0.299 | 1.557 | 0 |
| -433.33 | 1.101 | 0.286 | 0 | 1.101 | 0.286 | 0 | 0.322 | 1.308 | 0 | 0.322 | 1.308 | 0 |
| -442.86 | 1.123 | 0.292 | 0 | 1.123 | 0.292 | 0 | 0.345 | 1.034 | 0 | 0.345 | 1.034 | 0 |
| -452.38 | 1.146 | 0.298 | 0 | 1.146 | 0.298 | 0 | 0.368 | 0.807 | 0 | 0.368 | 0.807 | 0 |
| -461.9  | 1.168 | 0.304 | 0 | 1.168 | 0.304 | 0 | 0.391 | 0.623 | 0 | 0.391 | 0.623 | 0 |
| -471.43 | 1.191 | 0.31  | 0 | 1.191 | 0.31  | 0 | 0.415 | 0.477 | 0 | 0.415 | 0.477 | 0 |
| -480.95 | 1.213 | 0.36  | 0 | 1.213 | 0.36  | 0 | 0.438 | 0.367 | 0 | 0.438 | 0.367 | 0 |
| -490.48 | 1.235 | 0.46  | 0 | 1.235 | 0.46  | 0 | 0.461 | 0.286 | 0 | 0.461 | 0.286 | 0 |
| -500    | 1.258 | 0.535 | 0 | 1.258 | 0.535 | 0 | 0.484 | 0.232 | 0 | 0.484 | 0.232 | 0 |
| -509.52 | 1.28  | 0.588 | 0 | 1.28  | 0.588 | 0 | 0.507 | 0.199 | 0 | 0.507 | 0.199 | 0 |
| -519.05 | 1.303 | 0.623 | 0 | 1.303 | 0.623 | 0 | 0.53  | 0.184 | 0 | 0.53  | 0.184 | 0 |
| -528.57 | 1.325 | 0.643 | 0 | 1.325 | 0.643 | 0 | 0.553 | 0.183 | 0 | 0.553 | 0.183 | 0 |
| -538.1  | 1.348 | 0.653 | 0 | 1.348 | 0.653 | 0 | 0.576 | 0.194 | 0 | 0.576 | 0.194 | 0 |
| -547.62 | 1.37  | 0.654 | 0 | 1.37  | 0.654 | 0 | 0.599 | 0.213 | 0 | 0.599 | 0.213 | 0 |
| -557.14 | 1.393 | 0.649 | 0 | 1.393 | 0.649 | 0 | 0.622 | 0.238 | 0 | 0.622 | 0.238 | 0 |
| -566.67 | 1.415 | 0.639 | 0 | 1.415 | 0.639 | 0 | 0.645 | 0.267 | 0 | 0.645 | 0.267 | 0 |

|         |       |       |   |       |       |   |       |       |   |       |       |   |
|---------|-------|-------|---|-------|-------|---|-------|-------|---|-------|-------|---|
| -576.19 | 1.438 | 0.628 | 0 | 1.438 | 0.628 | 0 | 0.668 | 0.299 | 0 | 0.668 | 0.299 | 0 |
| -585.71 | 1.46  | 0.615 | 0 | 1.46  | 0.615 | 0 | 0.691 | 0.332 | 0 | 0.691 | 0.332 | 0 |
| -595.24 | 1.483 | 0.601 | 0 | 1.483 | 0.601 | 0 | 0.714 | 0.365 | 0 | 0.714 | 0.365 | 0 |
| -604.76 | 1.505 | 0.588 | 0 | 1.505 | 0.588 | 0 | 0.737 | 0.399 | 0 | 0.737 | 0.399 | 0 |
| -614.29 | 1.528 | 0.576 | 0 | 1.528 | 0.576 | 0 | 0.76  | 0.431 | 0 | 0.76  | 0.431 | 0 |
| -623.81 | 1.55  | 0.564 | 0 | 1.55  | 0.564 | 0 | 0.783 | 0.462 | 0 | 0.783 | 0.462 | 0 |
| -633.33 | 1.573 | 0.554 | 0 | 1.573 | 0.554 | 0 | 0.806 | 0.493 | 0 | 0.806 | 0.493 | 0 |
| -642.86 | 1.596 | 0.545 | 0 | 1.596 | 0.545 | 0 | 0.829 | 0.522 | 0 | 0.829 | 0.522 | 0 |
| -652.38 | 1.618 | 0.537 | 0 | 1.618 | 0.537 | 0 | 0.852 | 0.55  | 0 | 0.852 | 0.55  | 0 |
| -661.9  | 1.641 | 0.529 | 0 | 1.641 | 0.529 | 0 | 0.875 | 0.578 | 0 | 0.875 | 0.578 | 0 |
| -671.43 | 1.663 | 0.522 | 0 | 1.663 | 0.522 | 0 | 0.898 | 0.605 | 0 | 0.898 | 0.605 | 0 |
| -680.95 | 1.686 | 0.516 | 0 | 1.686 | 0.516 | 0 | 0.921 | 0.631 | 0 | 0.921 | 0.631 | 0 |
| -690.48 | 1.709 | 0.509 | 0 | 1.709 | 0.509 | 0 | 0.944 | 0.658 | 0 | 0.944 | 0.658 | 0 |
| -700    | 1.725 | 0.501 | 0 | 1.725 | 0.501 | 0 | 0.961 | 0.682 | 0 | 0.961 | 0.682 | 0 |

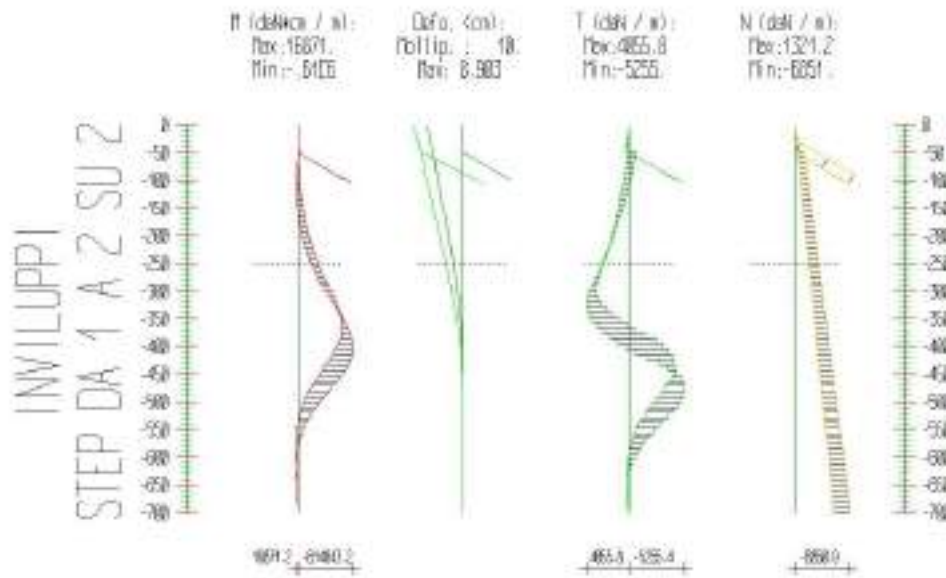
$\sigma_v$  = tensione verticale totale  
 $\sigma_h$  = tensione orizzontale totale  
 $u$  = pressione neutra  
 $\sigma'_v$  = tensione verticale efficace  
 $\sigma'_h$  = tensione orizzontale efficace

| Risultanti delle pressioni [daN] e bracci [cm], Paratia PAR_1 |          |        |       |        |         |        |       |
|---|----------|--------|-------|--------|---------|--------|-------|
| Monte   |          |        |       | Valle  |         |        |       |
| $R_h$   | -20641.7 | $b_h$  | 479.7 | $R_h$  | 23025.8 | $b_h$  | 481.2 |
| $R'_h$  | -20641.7 | $b'_h$ | 479.7 | $R'_h$ | 23025.8 | $b'_h$ | 481.2 |
| $R_u$   | 0        | $b_u$  | 0     | $R_u$  | 0       | $b_u$  | 0     |

$R$  = risultanti delle spinte,  $b$  = bracci rispetto alla testa della paratia.  
pedice  $h$  = risultante delle pressioni totali sulla paratia.  
pedice ' $h$ ' = risultante delle pressioni efficaci sulla paratia.  
pedice  $u$  = risultante delle pressioni neutre sulla paratia.

## Inviluppo delle sollecitazioni

Segue l'inviluppo dei risultati ottenuti negli Step considerati.



| Inviluppo - Paratia PAR_1 |            |        |         |       |         |        |
|---------------------------|------------|--------|---------|-------|---------|--------|
| Progressiva               | M [daN cm] |        | T [daN] |       | N [daN] |        |
|                           | Min.       | Max    | Min.    | Max   | Min.    | Max    |
| -8.3                      | -247.3     | -72.3  | 8.7     | 50.7  | -73.7   | -57.8  |
| -16.7                     | -1016.     | -316.3 | 29.3    | 113.3 | -147.4  | -115.7 |
| -25.                      | -2344.     | -768.5 | 54.3    | 180.3 | -221.1  | -173.5 |
| -33.3                     | -4266.     | -1465. | 83.6    | 251.6 | -294.8  | -231.4 |
| -41.7                     | -6819.     | -2443. | 117.3   | 327.3 | -368.5  | -289.2 |
| -50.                      | -10039     | -3738. | 155.4   | 407.4 | -442.2  | -347.  |
| -59.5                     | -5652.     | -3684. | -643.2  | 201.  | -1187.  | -413.1 |
| -69.                      | -8082.     | 1696.8 | -541.   | 255.2 | -1271.  | -479.3 |
| -78.6                     | -11082     | 6050.8 | -433.2  | 315.  | -1355.  | -545.4 |
| -88.1                     | -14706     | 9323.8 | -319.7  | 380.5 | -1440.  | -611.5 |
| -97.6                     | -19007     | 11462. | -200.5  | 451.6 | -1524.  | -677.6 |
| -107.1                    | -24040     | 12411. | -75.7   | 528.5 | -1608.  | -743.7 |
| -116.7                    | -29858     | 12118. | 54.8    | 610.9 | -1692.  | -809.8 |
| -126.2                    | -36516     | 10529. | 190.9   | 699.  | -1777.  | -875.9 |
| -135.7                    | -44066     | 7589.7 | 332.6   | 792.7 | -1861.  | -942.  |

|        |        |        |        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| -145.2 | -52562 | 3247.3 | 480.   | 892.1  | -1945. | -1008. |
| -154.8 | -62057 | -2552. | 632.9  | 997.   | -2029. | -1074. |
| -164.3 | -72605 | -9861. | 791.5  | 1107.6 | -2113. | -1140. |
| -173.8 | -84260 | -18733 | 955.6  | 1223.7 | -2198. | -1206. |
| -183.3 | -97073 | -29222 | 1125.3 | 1345.4 | -2282. | -1273. |
| -192.9 | -.11E6 | -41380 | 1300.6 | 1472.7 | -2366. | -1339. |
| -202.4 | -.13E6 | -55261 | 1481.5 | 1605.6 | -2450. | -1405. |
| -211.9 | -.14E6 | -70917 | 1667.9 | 1744.  | -2535. | -1471. |
| -221.4 | -.16E6 | -88401 | 1859.9 | 1888.  | -2619. | -1537. |
| -231.  | -.18E6 | -.11E6 | 2037.5 | 2057.4 | -2703. | -1603. |
| -240.5 | -.2E6  | -.13E6 | 2192.5 | 2260.5 | -2787. | -1669. |
| -250.  | -.22E6 | -.15E6 | 2353.2 | 2469.1 | -2871. | -1735. |
| -258.3 | -.24E6 | -.17E6 | 2508.8 | 2666.7 | -2945. | -1793. |
| -266.7 | -.27E6 | -.2E6  | 2658.4 | 2858.3 | -3019. | -1851. |
| -275.  | -.29E6 | -.22E6 | 2812.2 | 3054.2 | -3093. | -1909. |
| -283.3 | -.31E6 | -.25E6 | 2970.3 | 3254.3 | -3166. | -1967. |
| -291.7 | -.34E6 | -.28E6 | 3132.7 | 3458.6 | -3240. | -2024. |
| -300.  | -.37E6 | -.31E6 | 3299.2 | 3667.2 | -3314. | -2082. |
| -309.5 | -.4E6  | -.35E6 | 3187.3 | 3895.  | -3398. | -2148. |
| -319.  | -.43E6 | -.38E6 | 2966.1 | 4029.7 | -3482. | -2215. |
| -328.6 | -.45E6 | -.42E6 | 2640.  | 4055.8 | -3566. | -2281. |
| -338.1 | -.47E6 | -.46E6 | 2208.8 | 3973.5 | -3651. | -2347. |
| -347.6 | -.5E6  | -.49E6 | 1672.7 | 3782.6 | -3735. | -2413. |
| -357.1 | -.53E6 | -.5E6  | 1031.5 | 3483.2 | -3819. | -2479. |
| -366.7 | -.56E6 | -.5E6  | 285.3  | 3075.2 | -3903. | -2545. |
| -376.2 | -.58E6 | -.5E6  | -566.  | 2558.8 | -3987. | -2611. |
| -385.7 | -.6E6  | -.48E6 | -1522. | 1933.8 | -4072. | -2677. |
| -395.2 | -.61E6 | -.46E6 | -2487. | 1200.4 | -4156. | -2743. |
| -404.8 | -.61E6 | -.43E6 | -3205. | 358.4  | -4240. | -2809. |
| -414.3 | -.61E6 | -.39E6 | -3715. | -592.1 | -4324. | -2876. |

|        |        |        |        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| -423.8 | -.59E6 | -.35E6 | -4051. | -1651. | -4408. | -2942. |
| -433.3 | -.57E6 | -.31E6 | -4248. | -2819. | -4493. | -3008. |
| -442.9 | -.53E6 | -.27E6 | -4335. | -3744. | -4577. | -3074. |
| -452.4 | -.49E6 | -.23E6 | -4403. | -4259. | -4661. | -3140. |
| -461.9 | -.44E6 | -.19E6 | -4840. | -4054. | -4745. | -3206. |
| -471.4 | -.39E6 | -.16E6 | -5096. | -3758. | -4830. | -3272. |
| -481.  | -.34E6 | -.12E6 | -5207. | -3404. | -4914. | -3338. |
| -490.5 | -.29E6 | -95859 | -5166. | -3018. | -4998. | -3404. |
| -500.  | -.25E6 | -70900 | -4952. | -2621. | -5082. | -3470. |
| -509.5 | -.2E6  | -49669 | -4616. | -2229. | -5166. | -3537. |
| -519.  | -.16E6 | -31998 | -4197. | -1856. | -5251. | -3603. |
| -528.6 | -.13E6 | -17641 | -3731. | -1508. | -5335. | -3669. |
| -538.1 | -94889 | -6299. | -3245. | -1191. | -5419. | -3735. |
| -547.6 | -68373 | 2355.5 | -2760. | -908.7 | -5503. | -3801. |
| -557.1 | -46314 | 8661.4 | -2292. | -662.1 | -5588. | -3867. |
| -566.7 | -28439 | 12954. | -1853. | -450.7 | -5672. | -3933. |
| -576.2 | -14400 | 15556. | -1450. | -273.2 | -5756. | -3999. |
| -585.7 | -3801. | 16770. | -1089. | -127.4 | -5840. | -4065. |
| -595.2 | 3776.6 | 16871. | -771.6 | -10.7  | -5924. | -4132. |
| -604.8 | 8757.7 | 16113. | -499.  | 79.7   | -6009. | -4198. |
| -614.3 | 11563. | 14717. | -270.5 | 146.5  | -6093. | -4264. |
| -623.8 | 12598. | 12884. | -84.7  | 192.5  | -6177. | -4330. |
| -633.3 | 10788. | 12252. | 60.3   | 220.1  | -6261. | -4396. |
| -642.9 | 8584.4 | 10894. | 166.6  | 231.4  | -6346. | -4462. |
| -652.4 | 6409.5 | 8871.5 | 228.4  | 236.3  | -6430. | -4528. |
| -661.9 | 4387.2 | 6517.7 | 212.3  | 271.2  | -6514. | -4594. |
| -671.4 | 2630.8 | 4149.7 | 184.4  | 272.6  | -6598. | -4660. |
| -681.  | 1246.6 | 2074.5 | 145.3  | 241.9  | -6682. | -4726. |
| -690.5 | 336.4  | 592.4  | 95.6   | 179.6  | -6767. | -4793. |
| -700.  | 0.     | 0.     | 35.3   | 86.2   | -6851. | -4859. |



| Inviluppo - Tirante TIR_1_1 |            |     |         |     |         |        |
|-----------------------------|------------|-----|---------|-----|---------|--------|
| Progressiva                 | M [daN cm] |     | T [daN] |     | N [daN] |        |
|                             | Min.       | Max | Min.    | Max | Min.    | Max    |
| 56.7                        | 0.         | 0.  | 0.      | 0.  | 1321.2  | 1321.2 |
| 113.3                       | 0.         | 0.  | 0.      | 0.  | 1321.2  | 1321.2 |
| 170.                        | 0.         | 0.  | 0.      | 0.  | 1321.2  | 1321.2 |
| 226.7                       | 0.         | 0.  | 0.      | 0.  | 1321.2  | 1321.2 |
| 283.3                       | 0.         | 0.  | 0.      | 0.  | 1321.2  | 1321.2 |
| 340.                        | 0.         | 0.  | 0.      | 0.  | 1321.2  | 1321.2 |
| 396.7                       | 0.         | 0.  | 0.      | 0.  | 1321.2  | 1321.2 |
| 453.3                       | 0.         | 0.  | 0.      | 0.  | 1321.2  | 1321.2 |
| 510.                        | 0.         | 0.  | 0.      | 0.  | 1321.2  | 1321.2 |

## Verifiche

Il calcolo è stato eseguito correttamente per 2 Step.

### Verifiche tensionali

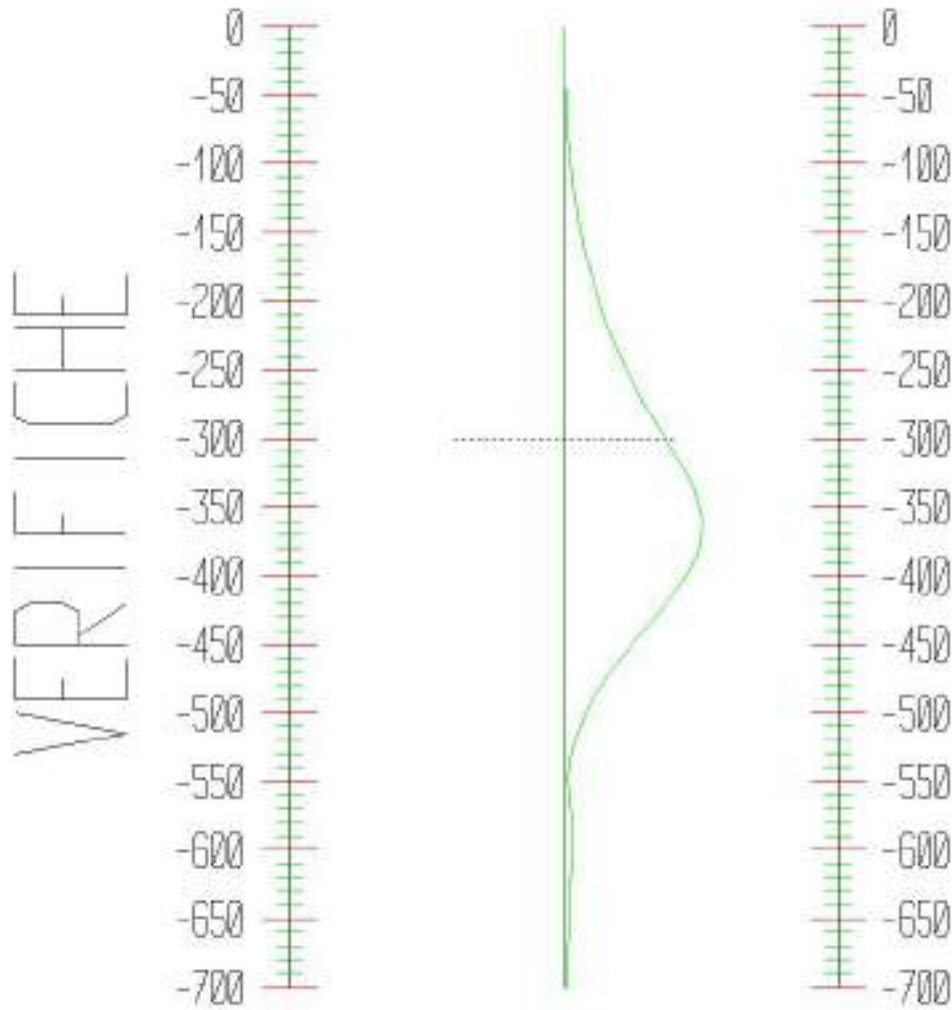
Le verifiche tensionali vengono eseguite col metodo degli stati limite. Le sezioni degli elementi strutturali sono verificate a pressoflessione retta, sollecitate dai valori di momento flettente e sforzo normale derivanti dal calcolo.

Segue la descrizione dei risultati ottenuti nei diversi Step considerati.

#### Step 1

In questo Step si hanno i seguenti valori di tensione:

Acciaio (daN/cm<sup>2</sup>):  
Max: -2930.



| Tensioni - Paratia PAR_1 - Porzione 1 (acciaio:3550) |            |         |                                     |                                      |                    |                     |             |
|--|------------|---------|-------------------------------------|--------------------------------------|--------------------|---------------------|-------------|
| Progressiva  | M [daN cm] | N [daN] | $\sigma$ max [daN/cm <sup>2</sup> ] | $\sigma$ max2 [daN/cm <sup>2</sup> ] | $\epsilon$ max [‰] | $\epsilon$ max2 [‰] | Verifica    |
| -8.3   | -32.5      | -26.1   | -1.2                                | -0.4                                 | 0                  | 0                   | Soddisfatta |
| -16.7  | -142.5     | -52.1   | -3.4                                | 0.2                                  | 0                  | 0                   | Soddisfatta |
| -25  | -346.2     | -78.2   | -6.8                                | 2                                    | 0                  | 0                   | Soddisfatta |
| -33.3  | -660       | -104.2  | -11.6                               | 5.3                                  | -0.01              | 0                   | Soddisfatta |
| -41.7  | -1100.4    | -130.3  | -18.1                               | 10.1                                 | -0.01              | 0                   | Soddisfatta |

|        |           |        |         |        |       |      |             |
|--------|-----------|--------|---------|--------|-------|------|-------------|
| -50    | -1683.7   | -156.3 | -26.3   | 16.8   | -0.01 | 0.01 | Soddisfatta |
| -59.5  | -2545.9   | -186.1 | -38.3   | 26.9   | -0.02 | 0.01 | Soddisfatta |
| -69    | -3640.5   | -215.9 | -53.2   | 40     | -0.03 | 0.02 | Soddisfatta |
| -78.6  | -4991.9   | -245.7 | -71.5   | 56.4   | -0.03 | 0.03 | Soddisfatta |
| -88.1  | -6624.2   | -275.4 | -93.3   | 76.4   | -0.05 | 0.04 | Soddisfatta |
| -97.6  | -8561.7   | -305.2 | -119    | 100.3  | -0.06 | 0.05 | Soddisfatta |
| -107.1 | -10828.8  | -335   | -149    | 128.5  | -0.07 | 0.06 | Soddisfatta |
| -116.7 | -13449.7  | -364.8 | -183.4  | 161.1  | -0.09 | 0.08 | Soddisfatta |
| -126.2 | -16448.5  | -394.5 | -222.8  | 198.6  | -0.11 | 0.1  | Soddisfatta |
| -135.7 | -19849.4  | -424.3 | -267.2  | 241.3  | -0.13 | 0.12 | Soddisfatta |
| -145.2 | -23676.4  | -454.1 | -317.2  | 289.4  | -0.15 | 0.14 | Soddisfatta |
| -154.8 | -27953.6  | -483.9 | -372.9  | 343.3  | -0.18 | 0.17 | Soddisfatta |
| -164.3 | -32705.1  | -513.6 | -434.6  | 403.2  | -0.21 | 0.2  | Soddisfatta |
| -173.8 | -37954.8  | -543.4 | -502.8  | 469.6  | -0.24 | 0.23 | Soddisfatta |
| -183.3 | -43726.6  | -573.2 | -577.6  | 542.6  | -0.28 | 0.26 | Soddisfatta |
| -192.9 | -50044.5  | -603   | -659.5  | 622.6  | -0.32 | 0.3  | Soddisfatta |
| -202.4 | -56932.3  | -632.7 | -748.6  | 709.9  | -0.36 | 0.34 | Soddisfatta |
| -211.9 | -64414    | -662.5 | -845.4  | 804.8  | -0.41 | 0.39 | Soddisfatta |
| -221.4 | -72513.3  | -692.3 | -950    | 907.7  | -0.46 | 0.44 | Soddisfatta |
| -231   | -81254.1  | -722.1 | -1062.9 | 1018.7 | -0.52 | 0.49 | Soddisfatta |
| -240.5 | -90660.1  | -751.9 | -1184.3 | 1138.3 | -0.57 | 0.55 | Soddisfatta |
| -250   | -100755.2 | -781.6 | -1314.5 | 1266.7 | -0.64 | 0.61 | Soddisfatta |
| -258.3 | -110172.5 | -807.7 | -1436   | 1386.5 | -0.7  | 0.67 | Soddisfatta |
| -266.7 | -120151.4 | -833.7 | -1564.6 | 1513.6 | -0.76 | 0.73 | Soddisfatta |
| -275   | -130707.9 | -859.8 | -1700.6 | 1648   | -0.83 | 0.8  | Soddisfatta |
| -283.3 | -141857.8 | -885.8 | -1844.2 | 1790   | -0.9  | 0.87 | Soddisfatta |
| -291.7 | -153617   | -911.9 | -1995.6 | 1939.9 | -0.97 | 0.94 | Soddisfatta |
| -300   | -166001.5 | -938   | -2155.1 | 2097.7 | -1.05 | 1.02 | Soddisfatta |
| -309.5 | -179674.8 | -967.7 | -2331.1 | 2271.9 | -1.13 | 1.1  | Soddisfatta |
| -319   | -192399.5 | -997.5 | -2495   | 2434   | -1.21 | 1.18 | Soddisfatta |

|        |           |             |         |        |       |      |             |
|--------|-----------|-------------|---------|--------|-------|------|-------------|
| -328.6 | -203725   | -<br>1027.3 | -2641   | 2578.2 | -1.28 | 1.25 | Soddisfatta |
| -338.1 | -213200.8 | -<br>1057.1 | -2763.3 | 2698.7 | -1.34 | 1.31 | Soddisfatta |
| -347.6 | -220376.5 | -<br>1086.8 | -2856.2 | 2789.7 | -1.39 | 1.35 | Soddisfatta |
| -357.1 | -224801.6 | -<br>1116.6 | -2913.7 | 2845.4 | -1.41 | 1.38 | Soddisfatta |
| -366.7 | -226025.4 | -<br>1146.4 | -2930.3 | 2860.2 | -1.42 | 1.39 | Soddisfatta |
| -376.2 | -223597.3 | -<br>1176.2 | -2900.1 | 2828.2 | -1.41 | 1.37 | Soddisfatta |
| -385.7 | -217066.6 | -<br>1205.9 | -2817.4 | 2743.6 | -1.37 | 1.33 | Soddisfatta |
| -395.2 | -206396.1 | -<br>1235.7 | -2681.6 | 2606   | -1.3  | 1.27 | Soddisfatta |
| -404.8 | -192645.5 | -<br>1265.5 | -2506.4 | 2429   | -1.22 | 1.18 | Soddisfatta |
| -414.3 | -176709.7 | -<br>1295.3 | -2303.2 | 2223.9 | -1.12 | 1.08 | Soddisfatta |
| -423.8 | -159329.7 | -1325       | -2081.5 | 2000.4 | -1.01 | 0.97 | Soddisfatta |
| -433.3 | -141105.6 | -<br>1354.8 | -1848.9 | 1766.1 | -0.9  | 0.86 | Soddisfatta |
| -442.9 | -122509.7 | -<br>1384.6 | -1611.6 | 1526.9 | -0.78 | 0.74 | Soddisfatta |
| -452.4 | -104238.3 | -<br>1414.4 | -1378.5 | 1292   | -0.67 | 0.63 | Soddisfatta |
| -461.9 | -86847.4  | -<br>1444.1 | -1156.6 | 1068.3 | -0.56 | 0.52 | Soddisfatta |
| -471.4 | -70726.3  | -<br>1473.9 | -951    | 860.9  | -0.46 | 0.42 | Soddisfatta |
| -481   | -56125    | -<br>1503.7 | -764.9  | 672.9  | -0.37 | 0.33 | Soddisfatta |
| -490.5 | -43179.9  | -<br>1533.5 | -600    | 506.2  | -0.29 | 0.25 | Soddisfatta |
| -500   | -31937.1  | -<br>1563.3 | -456.9  | 361.3  | -0.22 | 0.18 | Soddisfatta |

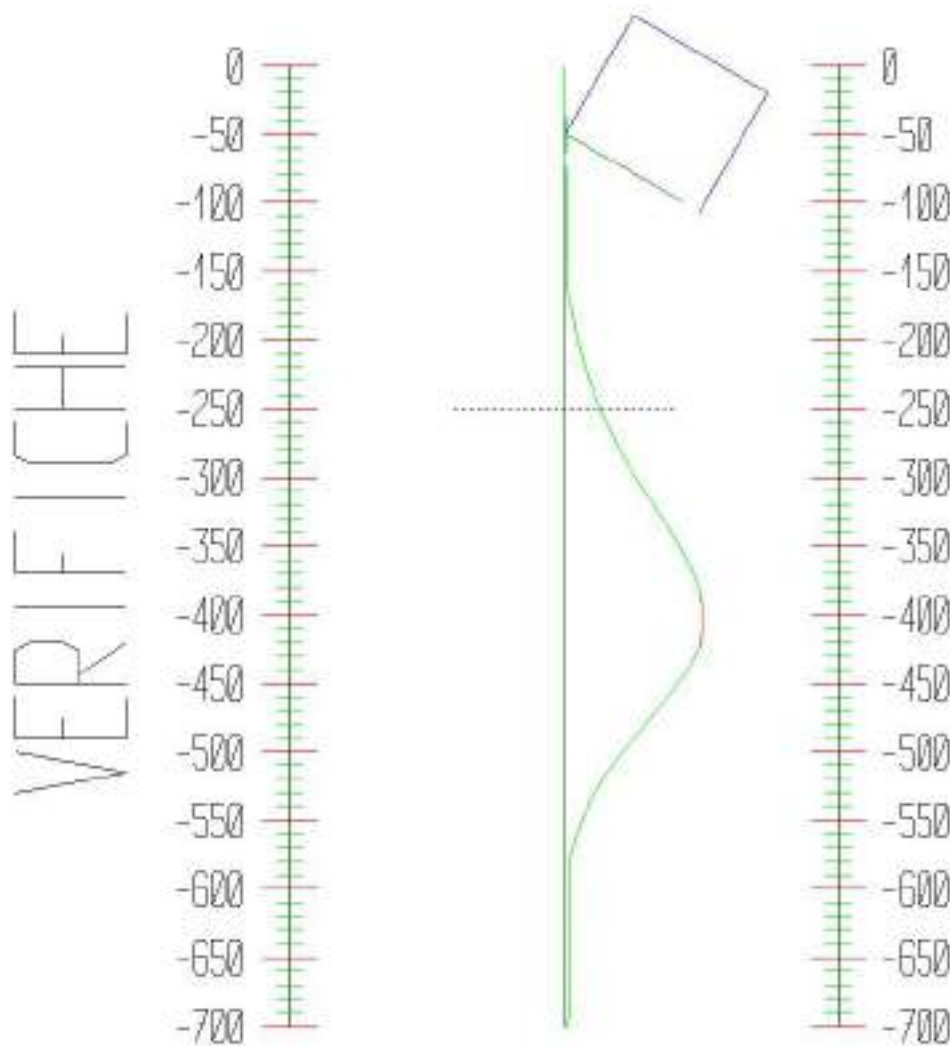
|        |          |             |        |       |       |       |             |
|--------|----------|-------------|--------|-------|-------|-------|-------------|
| -509.5 | -22373.3 | -1593       | -335.3 | 237.9 | -0.16 | 0.12  | Soddisfatta |
| -519   | -14413.4 | -<br>1622.8 | -234.3 | 135   | -0.11 | 0.07  | Soddisfatta |
| -528.6 | -7946.3  | -<br>1652.6 | -152.3 | 51.2  | -0.07 | 0.02  | Soddisfatta |
| -538.1 | -2837.4  | -<br>1682.4 | -87.8  | -15.1 | -0.04 | -0.01 | Soddisfatta |
| -547.6 | 1061     | -<br>1712.1 | -66    | -38.8 | -0.03 | -0.02 | Soddisfatta |
| -557.1 | 3901.5   | -<br>1741.9 | -103.3 | -3.3  | -0.05 | 0     | Soddisfatta |
| -566.7 | 5835.2   | -<br>1771.7 | -128.9 | 20.6  | -0.06 | 0.01  | Soddisfatta |
| -576.2 | 7007.3   | -<br>1801.5 | -144.9 | 34.7  | -0.07 | 0.02  | Soddisfatta |
| -585.7 | 7553.8   | -<br>1831.2 | -152.8 | 40.8  | -0.07 | 0.02  | Soddisfatta |
| -595.2 | 7599.7   | -1861       | -154.3 | 40.4  | -0.07 | 0.02  | Soddisfatta |
| -604.8 | 7257.9   | -<br>1890.8 | -150.8 | 35.1  | -0.07 | 0.02  | Soddisfatta |
| -614.3 | 6629.4   | -<br>1920.6 | -143.7 | 26.2  | -0.07 | 0.01  | Soddisfatta |
| -623.8 | 5803.7   | -<br>1950.3 | -134   | 14.7  | -0.07 | 0.01  | Soddisfatta |
| -633.3 | 4859.7   | -<br>1980.1 | -122.8 | 1.7   | -0.06 | 0     | Soddisfatta |
| -642.9 | 3866.9   | -<br>2009.9 | -111   | -11.9 | -0.05 | -0.01 | Soddisfatta |
| -652.4 | 2887.1   | -<br>2039.7 | -99.4  | -25.4 | -0.05 | -0.01 | Soddisfatta |
| -661.9 | 1976.2   | -<br>2069.4 | -88.6  | -38   | -0.04 | -0.02 | Soddisfatta |
| -671.4 | 1185.1   | -<br>2099.2 | -79.4  | -49   | -0.04 | -0.02 | Soddisfatta |
| -681   | 561.5    | -2129       | -72.3  | -57.9 | -0.04 | -0.03 | Soddisfatta |
| -690.5 | 151.5    | -<br>2158.8 | -68    | -64.1 | -0.03 | -0.03 | Soddisfatta |

|      |   |         |       |       |       |       |             |
|------|---|---------|-------|-------|-------|-------|-------------|
| -700 | 0 | -2188.6 | -66.9 | -66.9 | -0.03 | -0.03 | Soddisfatta |
|------|---|---------|-------|-------|-------|-------|-------------|

Step 2

In questo Step si hanno i seguenti valori di tensione:

Acciaio (daN/cm<sup>2</sup>):  
Max: -3550.



| Tensioni - Paratia PAR_1 - Porzione 1 (acciaio:3550) |            |         |                                     |                                      |                    |                     |             |
|--|------------|---------|-------------------------------------|--------------------------------------|--------------------|---------------------|-------------|
| Progressiva  | M [daN cm] | N [daN] | $\sigma$ max [daN/cm <sup>2</sup> ] | $\sigma$ max2 [daN/cm <sup>2</sup> ] | $\epsilon$ max [%] | $\epsilon$ max2 [%] | Verifica    |
| -8.3   | -111.4     | -33.2   | -2.4                                | 0.4                                  | 0                  | 0                   | Soddisfatta |

|        |          |         |        |       |       |       |             |
|--------|----------|---------|--------|-------|-------|-------|-------------|
| -16.7  | -457.8   | -66.4   | -7.9   | 3.8   | 0     | 0     | Soddisfatta |
| -25    | -1055.7  | -99.6   | -16.6  | 10.5  | -0.01 | 0.01  | Soddisfatta |
| -33.3  | -1921.5  | -132.8  | -28.7  | 20.6  | -0.01 | 0.01  | Soddisfatta |
| -41.7  | -3071.4  | -166    | -44.4  | 34.3  | -0.02 | 0.02  | Soddisfatta |
| -50    | -4521.9  | -199.2  | -64    | 51.8  | -0.03 | 0.03  | Soddisfatta |
| -59.5  | -1659.6  | -534.7  | -37.6  | 4.9   | -0.02 | 0     | Soddisfatta |
| -69    | 764.3    | -572.6  | -27.3  | -7.7  | -0.01 | 0     | Soddisfatta |
| -78.6  | 2725.6   | -610.6  | -53.6  | 16.2  | -0.03 | 0.01  | Soddisfatta |
| -88.1  | 4199.9   | -648.5  | -73.6  | 34    | -0.04 | 0.02  | Soddisfatta |
| -97.6  | 5163.1   | -686.4  | -87.1  | 45.1  | -0.04 | 0.02  | Soddisfatta |
| -107.1 | 5590.7   | -724.4  | -93.8  | 49.5  | -0.05 | 0.02  | Soddisfatta |
| -116.7 | 5458.7   | -762.3  | -93.2  | 46.6  | -0.05 | 0.02  | Soddisfatta |
| -126.2 | 4742.7   | -800.2  | -85.2  | 36.3  | -0.04 | 0.02  | Soddisfatta |
| -135.7 | 3418.8   | -838.2  | -69.4  | 18.2  | -0.03 | 0.01  | Soddisfatta |
| -145.2 | 1462.8   | -876.1  | -45.5  | -8.1  | -0.02 | 0     | Soddisfatta |
| -154.8 | -1149.4  | -914.1  | -42.7  | -13.2 | -0.02 | -0.01 | Soddisfatta |
| -164.3 | -4441.8  | -952    | -86    | 27.8  | -0.04 | 0.01  | Soddisfatta |
| -173.8 | -8438.3  | -989.9  | -138.4 | 77.8  | -0.07 | 0.04  | Soddisfatta |
| -183.3 | -13162.9 | -1027.9 | -200   | 137.2 | -0.1  | 0.07  | Soddisfatta |
| -192.9 | -18639.6 | -1065.8 | -271.4 | 206.2 | -0.13 | 0.1   | Soddisfatta |
| -202.4 | -24892.1 | -1103.7 | -352.6 | 285.1 | -0.17 | 0.14  | Soddisfatta |
| -211.9 | -31944.4 | -1141.7 | -444.1 | 374.3 | -0.22 | 0.18  | Soddisfatta |
| -221.4 | -39820.3 | -1179.6 | -546.2 | 474   | -0.27 | 0.23  | Soddisfatta |
| -231   | -48543.6 | -1217.6 | -659.1 | 584.6 | -0.32 | 0.28  | Soddisfatta |
| -240.5 | -58138.1 | -1255.5 | -783.1 | 706.3 | -0.38 | 0.34  | Soddisfatta |
| -250   | -68627.6 | -       | -918.6 | 839.5 | -0.45 | 0.41  | Soddisfatta |

|        |           |             |         |        |       |      |                    |
|--------|-----------|-------------|---------|--------|-------|------|--------------------|
|        |           | 1293.4      |         |        |       |      |                    |
| -258.3 | -78559    | -<br>1326.6 | -1046.9 | 965.7  | -0.51 | 0.47 | Soddisfatta        |
| -266.7 | -89209.6  | -<br>1359.8 | -1184.3 | 1101.1 | -0.57 | 0.53 | Soddisfatta        |
| -275   | -100595.5 | -1393       | -1331.2 | 1246   | -0.65 | 0.6  | Soddisfatta        |
| -283.3 | -112732.5 | -<br>1426.2 | -1487.7 | 1400.4 | -0.72 | 0.68 | Soddisfatta        |
| -291.7 | -125636.5 | -<br>1459.4 | -1654   | 1564.7 | -0.8  | 0.76 | Soddisfatta        |
| -300   | -139323.3 | -<br>1492.6 | -1830.3 | 1739   | -0.89 | 0.84 | Soddisfatta        |
| -309.5 | -155929.9 | -<br>1530.5 | -2044.2 | 1950.6 | -0.99 | 0.95 | Soddisfatta        |
| -319   | -173114.3 | -<br>1568.5 | -2265.5 | 2169.5 | -1.1  | 1.05 | Soddisfatta        |
| -328.6 | -190410.8 | -<br>1606.4 | -2488.2 | 2389.9 | -1.21 | 1.16 | Soddisfatta        |
| -338.1 | -207354   | -<br>1644.3 | -2706.4 | 2605.8 | -1.31 | 1.26 | Soddisfatta        |
| -347.6 | -223478.3 | -<br>1682.3 | -2914.1 | 2811.2 | -1.41 | 1.36 | Soddisfatta        |
| -357.1 | -238318.1 | -<br>1720.2 | -3105.3 | 3000.1 | -1.51 | 1.46 | Soddisfatta        |
| -366.7 | -251407.9 | -<br>1758.2 | -3274.2 | 3166.6 | -1.59 | 1.54 | Soddisfatta        |
| -376.2 | -262282.2 | -<br>1796.1 | -3414.6 | 3304.8 | -1.66 | 1.6  | Soddisfatta        |
| -385.7 | -270475.4 | -1834       | -3520.7 | 3408.6 | -1.71 | 1.65 | Soddisfatta        |
| -395.2 | -275521.9 | -1872       | -3550   | 3472.1 | -1.74 | 1.69 | NON<br>Soddisfatta |
| -404.8 | -276956.4 | -<br>1909.9 | -3550   | 3489.3 | -1.75 | 1.69 | NON<br>Soddisfatta |
| -414.3 | -274313.2 | -<br>1947.8 | -3550   | 3454.2 | -1.73 | 1.68 | NON<br>Soddisfatta |
| -423.8 | -267126.9 | -<br>1985.8 | -3482.5 | 3361   | -1.69 | 1.63 | Soddisfatta        |



|        |           |             |         |        |       |       |             |
|--------|-----------|-------------|---------|--------|-------|-------|-------------|
| -433.3 | -254931.9 | -<br>2023.7 | -3327.4 | 3203.6 | -1.62 | 1.56  | Soddisfatta |
| -442.9 | -238767.4 | -<br>2061.7 | -3121.5 | 2995.4 | -1.52 | 1.45  | Soddisfatta |
| -452.4 | -219776.3 | -<br>2099.6 | -2879.4 | 2751   | -1.4  | 1.34  | Soddisfatta |
| -461.9 | -198910.9 | -<br>2137.5 | -2613.3 | 2482.6 | -1.27 | 1.21  | Soddisfatta |
| -471.4 | -176947.9 | -<br>2175.5 | -2333.2 | 2200.1 | -1.13 | 1.07  | Soddisfatta |
| -481   | -154505.2 | -<br>2213.4 | -2046.8 | 1911.4 | -0.99 | 0.93  | Soddisfatta |
| -490.5 | -132239.8 | -<br>2251.3 | -1762.8 | 1625.1 | -0.86 | 0.79  | Soddisfatta |
| -500   | -110891.4 | -<br>2289.3 | -1490.5 | 1350.4 | -0.72 | 0.66  | Soddisfatta |
| -509.5 | -90987.5  | -<br>2327.2 | -1236.7 | 1094.3 | -0.6  | 0.53  | Soddisfatta |
| -519   | -72878.3  | -<br>2365.2 | -1005.9 | 861.2  | -0.49 | 0.42  | Soddisfatta |
| -528.6 | -56767.7  | -<br>2403.1 | -800.7  | 653.7  | -0.39 | 0.32  | Soddisfatta |
| -538.1 | -42742.7  | -2441       | -622.2  | 472.8  | -0.3  | 0.23  | Soddisfatta |
| -547.6 | -30798.6  | -2479       | -470.3  | 318.7  | -0.23 | 0.15  | Soddisfatta |
| -557.1 | -20862.3  | -<br>2516.9 | -344.2  | 190.3  | -0.17 | 0.09  | Soddisfatta |
| -566.7 | -12810.5  | -<br>2554.8 | -242.2  | 86     | -0.12 | 0.04  | Soddisfatta |
| -576.2 | -6486.4   | -<br>2592.8 | -162.4  | 3.8    | -0.08 | 0     | Soddisfatta |
| -585.7 | -1712     | -<br>2630.7 | -102.4  | -58.5  | -0.05 | -0.03 | Soddisfatta |
| -595.2 | 1701.2    | -<br>2668.7 | -103.4  | -59.8  | -0.05 | -0.03 | Soddisfatta |
| -604.8 | 3944.9    | -<br>2706.6 | -133.3  | -32.3  | -0.06 | -0.02 | Soddisfatta |
| -614.3 | 5208.4    | -           | -150.7  | -17.2  | -0.07 | -0.01 | Soddisfatta |

|        |        |             |        |       |       |       |             |
|--------|--------|-------------|--------|-------|-------|-------|-------------|
|        |        | 2744.5      |        |       |       |       |             |
| -623.8 | 5674.8 | -<br>2782.5 | -157.8 | -12.4 | -0.08 | -0.01 | Soddisfatta |
| -633.3 | 5519   | -<br>2820.4 | -157   | -15.6 | -0.08 | -0.01 | Soddisfatta |
| -642.9 | 4907   | -<br>2858.3 | -150.3 | -24.6 | -0.07 | -0.01 | Soddisfatta |
| -652.4 | 3996.2 | -<br>2896.3 | -139.8 | -37.4 | -0.07 | -0.02 | Soddisfatta |
| -661.9 | 2935.9 | -<br>2934.2 | -127.4 | -52.1 | -0.06 | -0.03 | Soddisfatta |
| -671.4 | 1869.2 | -<br>2972.2 | -114.9 | -67   | -0.06 | -0.03 | Soddisfatta |
| -681   | 934.5  | -<br>3010.1 | -104   | -80.1 | -0.05 | -0.04 | Soddisfatta |
| -690.5 | 266.8  | -3048       | -96.6  | -89.8 | -0.05 | -0.04 | Soddisfatta |
| -700   | 0      | -3086       | -94.4  | -94.4 | -0.05 | -0.05 | Soddisfatta |

| Tensioni - TIR_1_1 (tirante:16700) |          |             |
|------------------------------------|----------|-------------|
| Progressiva                        | Tensioni | Verifica    |
| 56.7                               | 475.5    | Soddisfatta |
| 113.3                              | 475.5    | Soddisfatta |
| 170                                | 475.5    | Soddisfatta |
| 226.7                              | 475.5    | Soddisfatta |
| 283.3                              | 475.5    | Soddisfatta |
| 340                                | 475.5    | Soddisfatta |
| 396.7                              | 475.5    | Soddisfatta |
| 453.3                              | 475.5    | Soddisfatta |
| 510                                | 475.5    | Soddisfatta |

### Storia di carico dei tiranti

Segue la tabella del tiro massimo in ogni step per i tiranti definiti.

|                      |
|----------------------|
| TIR_1_1 (46402[daN]) |
|----------------------|

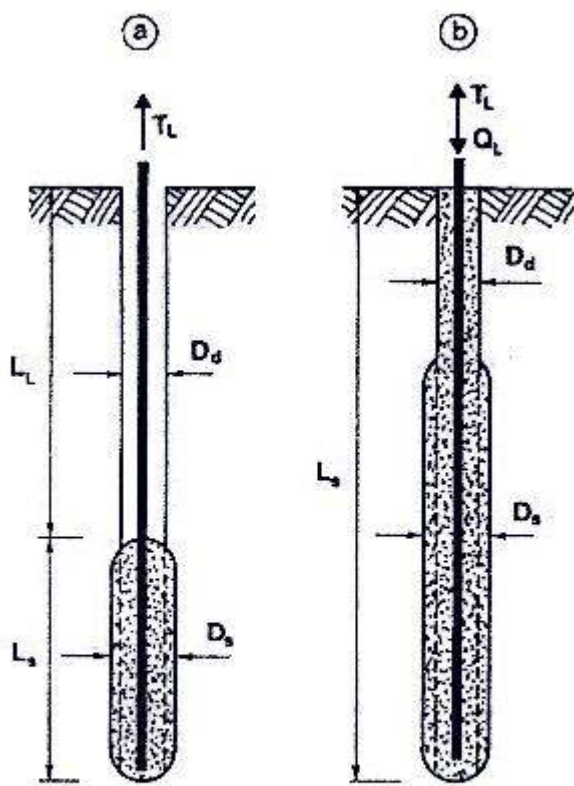
|        |      |
|--------|------|
| Step 1 | -    |
| Step 2 | 4168 |

### Verifica dell'ancoraggio dei tiranti

La verifica della lunghezza del bulbo di ancoraggio viene eseguita secondo il metodo proposto e discusso da Bustamante e Doix (1985), per il quale si adotta l'espressione:

$$T_L = \pi D_s L_s q_s$$

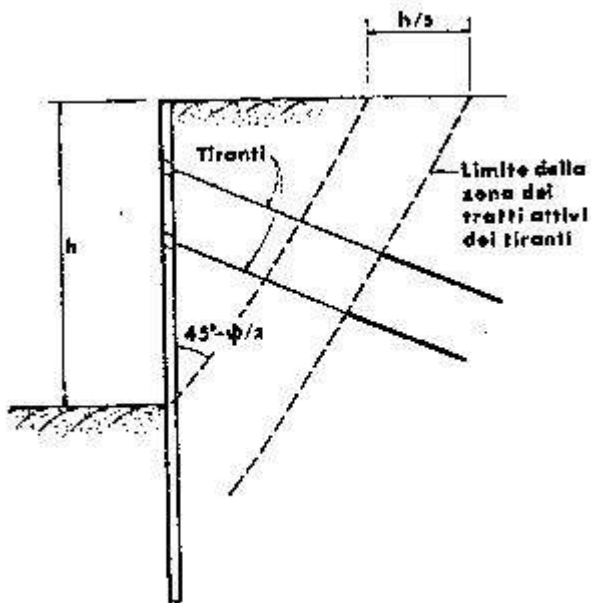
dove  $T_L$  è la trazione limite del tirante o del micropalo isolato,  $D_s$  è il diametro medio del bulbo della sigillatura,  $L_s$  è la lunghezza del tratto sigillato, e  $q_s$  è l'attrito laterale unitario limite lungo la superficie laterale del bulbo.



**Fig.35 Rappresentazione schematica di un tirante(a) e di un micropalo (b)**

Il valore del diametro del bulbo di ancoraggio  $D_s$  viene valutato in funzione del diametro di perforazione  $D_d$  e della natura del terreno, con la relazione  $D_s = \alpha D_d$ , in cui il coefficiente di maggiorazione dipende dal metodo di iniezione (IRS o IGU) oltre che dalla natura del terreno, e viene quantificato per mezzo di apposite tabelle. Le stesse forniscono anche il quantitativo minimo di malta  $V_i$  che è consigliato immettere nel tratto  $L_s$ . Il valore di  $q_s$  dipende dal metodo di iniezione (IRS o IGU) e dalla natura del terreno, e viene quantificato con appositi abaci. La verifica viene effettuata considerando un fattore di sicurezza  $\eta$  che dipende dalla tipologia strutturale (tirante o micropalo) e dalla durata di utilizzo (provvisorio o permanente).

La lunghezza libera di un tirante deve essere sufficiente per garantire che il volume di suolo raccolto nell'intorno dell'elemento e ad esso strettamente associato nel tratto della sigillatura non corra alcun rischio di rottura d'insieme.



In quest'ottica si valuterà che tale lunghezza sia sufficiente a portare le fondazioni oltre il cono di spinta, con un ulteriore franco di sicurezza pari ad un terzo dell'altezza di scavo.

Segue la descrizione dei dati relativi all'ancoraggio.

|                  | SVA_1        |
|------------------|--------------|
| Suolo            | Sabbia media |
| Iniezione        | IGU          |
| Tipologia        | Tirante      |
| Durata           | Permanente   |
| $\eta$           | 2            |
| $D_d$ [cm]       | 14           |
| $\alpha$         | 1.2          |
| $N_{SPT}$        | 18           |
| usa $l_{eff}$    | no           |
| $\phi$ $l_{lib}$ | 33           |
| sisma $l_{lib}$  | no           |

Segue la verifica della lunghezza sigillata e della lunghezza libera per i tiranti definiti.

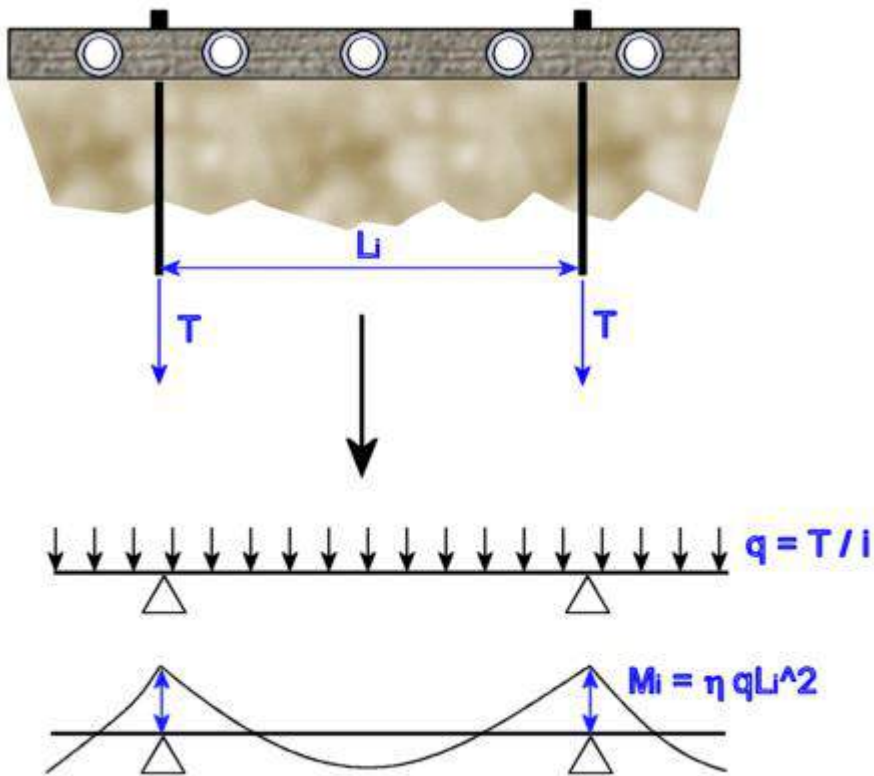
TIR\_1\_1

|                                |        |
|--------------------------------|--------|
| Tiro max. [daN]                | 4167.9 |
| Step                           | STEP_2 |
| Dati                           | SVA_1  |
| $D_s$                          | 16.8   |
| $q_s$ [daN/cm <sup>2</sup> ]   | 0.715  |
| $V_{i,min}$ [cm <sup>3</sup> ] | 36739  |
| $L_{sig}$ [cm]                 | 700    |
| $L_{sig,min}$ [cm]             | 238.7  |
| $\eta_{eff}$                   | 6.3    |
| $L_{sig} > L_{sig,min}$ ?      | Si     |

|                                    |         |
|------------------------------------|---------|
|                                    | TIR_1_1 |
| Dati                               | SVA_1   |
| $L_{lib}$ [cm]                     | 300     |
| $L_{lib,min}$ [cm] (STEP_2)        | -62.4   |
| $L_{lib} > L_{lib,min}$ ? (STEP_2) | Si      |

### Verifica delle travi di collegamento

La verifica delle travi di collegamento fra i tiranti viene eseguita con il modello di trave continua sollecitata da un carico uniformemente distribuito. Gli appoggi intermedi sono posti ad una distanza pari all'interasse fra i tiranti, e l'entità del carico distribuito viene valutata come rapporto fra il tiro massimo e tale distanza. Si utilizza per la verifica la sola componente orizzontale del tiro, mentre quella verticale si assume sia sopportata dalla paratia.



Il valore del momento di verifica viene valutato con la formula  $M_i = \eta q L_i^2$ , in cui  $\eta$  assume il valore di  $1/12$ .

Segue la verifica per i tiranti definiti.

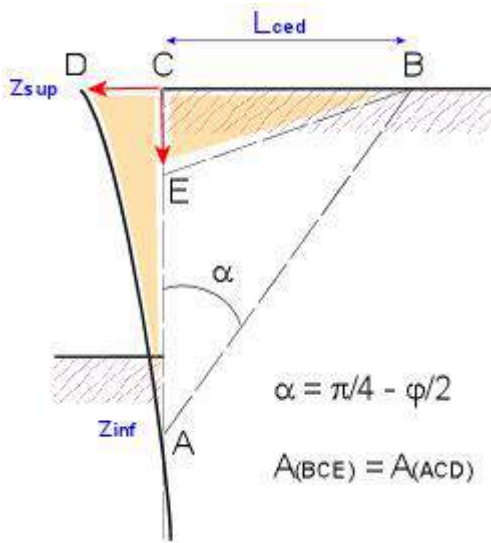
|                                   |          |
|-----------------------------------|----------|
|                                   | TIR_1_1  |
| Sezione                           | SEZ_1    |
| N° sez. accoppiate                | 2.22     |
| Tiro max. [daN]                   | 3609.5   |
| Step                              | STEP_2   |
| Interasse $L_i$ [cm]              | 315.5    |
| Carico distribuito $q$ [daN/cm]   | 11.4     |
| Momento $M_i$ [daN cm]            | 94886.52 |
| Tens. max. [daN/cm <sup>2</sup> ] | -547.5   |
| Defo. max. [%]                    | -0.27    |
| Verifica                          | Si       |

### Calcolo dei cedimenti a monte della paratia

Metodo *Volume* per il calcolo dei cedimenti a monte della paratia.

Si ipotizza che la variazione di volume complessiva del terreno coinvolto nel processo deformativo sia nulla (deformandosi, i terreni tendono a dilatare). In questo caso, definito il cuneo di spinta, si ha uguaglianza tra

il volume che il terreno occupa in seguito allo spostamento della paratia e quello che il terreno libera per i cedimenti verticali a monte dell'opera.



Segue il calcolo per tutti gli Step (Da Step 1 a Step 2).

| Paratia PAR_1 Step 1  |               |                |
|---|---------------|----------------|
| $z_{sup} = 0[\text{cm}]$ $z_{inf} = -471.4[\text{cm}]$ $L_{ced} = 272.2[\text{cm}]$ |               |                |
| Distanza [cm]   | Coord. x [cm] | Cedim. dz [cm] |
| 0   | 0             | 2.15           |
| 50  | 50            | 1.75           |
| 100   | 100           | 1.36           |
| 150   | 150           | 0.96           |
| 200   | 200           | 0.57           |
| 250   | 250           | 0.18           |
| 272.2   | 272.2         | 0              |

| Paratia PAR_1 Step 2  |               |                |
|---|---------------|----------------|
| $z_{sup} = 0[\text{cm}]$ $z_{inf} = -509.5[\text{cm}]$ $L_{ced} = 294.2[\text{cm}]$ |               |                |
| Distanza [cm]   | Coord. x [cm] | Cedim. dz [cm] |
| 0   | 0             | 3.01           |
| 50  | 50            | 2.5            |
| 100   | 100           | 1.99           |
| 150   | 150           | 1.48           |
| 200   | 200           | 0.96           |

|       |       |      |
|-------|-------|------|
| 250   | 250   | 0.45 |
| 294.2 | 294.2 | 0    |