

A90 Svincolo Tiburtina:  
Intervento di potenziamento dallo svincolo  
"Centrale del Latte" allo svincolo A24  
2<sup>a</sup> fase funzionale

**PROGETTO DEFINITIVO**

**COD. RM105**

PROGETTAZIONE: R.T.I.: PROGIN S.p.A. (capogruppo mandataria)  
CREW Cremonesi Workshop S.r.l - TECNOSISTEM S.p.A  
ART Risorse Ambiente Territorio S.r.l - ECOPLAME S.r.l.

RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Antonio GRIMALDI (Progin S.p.A.)

CAPOGRUPPO MANDATARIA:



Direttore Tecnico:

Dott. Ing. Lorenzo INFANTE

IL GEOLOGO:

Dott. Geol. Giovanni CARRA (ART Ambiente Risorse e Territorio S.r.l.)

MANDANTI:



Direttore Tecnico:  
Dott. Arch. Claudio TURRINI



Direttore Tecnico:  
Dott. Ing. Andrea AVETA

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Michele CURIALE (Progin S.p.A.)

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Dott. Ing. Achille DEVITOFRANCESCHI



Direttore Tecnico:  
Dott. Ing. Ivo FRESIA



Direttore Tecnico:  
Dott. Arch. Pasquale PISANO

PROTOCOLLO

DATA

\_\_\_\_\_ 201\_

**PROGETTO OPERE D'ARTE MINORI – SOTTOVIA E OPERE DI PROTEZIONE INTERFERENZE**

Relazione tecnica e di calcolo Opera di protezione fascio tubiero carr. int. pk 29+960

CODICE PROGETTO

D P R M 1 0 5 D 2 0

NOME FILE

T00 ST01 STR RE01 A

REVISIONE

SCALA:

CODICE

T 0 0 S T 0 1 S T R R E 0 1

A

FIAR

A

Prima emissione

06/2021

M. Piccolo

P. Valente

L. Infante

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

## Sommario

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>1</b>
1.1	Descrizione dell’opera .....	1
<b>2</b>	<b>NORMATIVE DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI</b> .....	<b>5</b>
3.1	Resistenze di progetto .....	5
3.1.1	Calcestruzzo pali C25/30 .....	5
3.1.2	Calcestruzzo cordoli e fodere C32/40 .....	5
3.1.3	Calcestruzzo Travi Prefabbricate C35/45.....	6
3.1.4	Acciaio di armatura B450C .....	6
3.1.5	Acciaio da carpenteria.....	6
<b>4</b>	<b>CONDIZIONI GEOTECNICHE</b> .....	<b>7</b>
4.1	Definizione delle unità geotecniche intercettate.....	7
4.2	Parametri geotecnici di progetto .....	7
<b>5</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE SISMICA</b> .....	<b>8</b>
5.1	Vita nominale e classe d’uso .....	8
5.2	Parametri di pericolosità sismica.....	8
<b>6</b>	<b>METODOLOGIA DI CALCOLO DELL’OPERA DI SOSTEGNO</b> .....	<b>10</b>
6.1	<b>Analisi dei carichi</b> .....	10
6.1.1	Spinta delle terre.....	10
6.1.2	Azioni variabili da traffico stradale .....	11
6.1.3	Spinta attiva in presenza di coesione .....	13
6.1.4	Metodo di valutazione della spinta sismica.....	13
6.2	<b>Metodologia di calcolo</b> .....	16
6.3	<b>Criteri di verifica delle opere</b> .....	17
6.3.1	Combinazioni di carico.....	17
6.4	<b>Modello geometrico di riferimento (NTC 2018)</b> .....	19

6.5	<b>Verifiche geotecniche.....</b>	<b>19</b>
6.6	<b>Criteri di verifica strutturale sezioni in cemento armato .....</b>	<b>20</b>
6.6.1	Verifiche agli stati limite ultimi per pressoflessione e taglio.....	20
6.6.2	Verifica allo stato limite di fessurazione.....	23
6.6.3	Verifica alle tensioni di esercizio .....	23
6.6.4	Verifiche strutturali allo SLU per la paratia .....	23
6.6.5	Verifiche strutturali allo SLE per la paratia .....	23
<b>7</b>	<b><i>RISULTATI E VERIFICHE PARATIE.....</i></b>	<b>24</b>
7.1	Fasistica di modellazione .....	24
7.1.1	Risultati.....	25
<b>8</b>	<b><i>APPENDICE A: ANALISI PARATIE. TABULATI DI CALCOLO PARATIE.....</i></b>	<b>32</b>
8.1	Descrizione del Software .....	34
8.2	Descrizione della Stratigrafia e degli Strati di Terreno .....	35
8.3	Descrizione Pareti .....	36
8.4	Fasi di Calcolo .....	44
8.4.1	Stage 0.....	44
8.4.2	Stage 1 .....	46
8.4.3	Stage 2.....	48
8.4.4	Stage 3.....	50
8.4.5	Stage 4.....	52
8.5	Descrizione Coefficienti Design Assumption .....	54
8.6	Riepilogo Stage / Design Assumption per Inviluppo .....	54
8.7	Descrizione sintetica dei risultati delle Design Assumption (Inviluppi) .....	56
8.7.1	Grafico Inviluppi Spostamento.....	56
8.7.2	Tabella Inviluppi Momento WallElement .....	57
8.7.3	Tabella Inviluppi Momento WallElement_New.....	60
8.7.4	Tabella Inviluppi Momento WallElement_New_New .....	63
8.7.5	Tabella Inviluppi Momento WallElement_New_New_New .....	64
8.7.6	Grafico Inviluppi Momento .....	65

8.7.7	Tabella Involuppi Taglio WallElement.....	66
8.7.8	Tabella Involuppi Taglio WallElement_New.....	69
8.7.9	Tabella Involuppi Taglio WallElement_New_New.....	72
8.7.10	Tabella Involuppi Taglio WallElement_New_New_New.....	73
8.7.11	Grafico Involuppi Taglio.....	74
8.7.12	Involuppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva.....	75
8.7.13	Involuppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva.....	76
8.7.14	Involuppo Risultati Elementi Strutturali.....	77
8.8	Normative adottate per le verifiche degli Elementi Strutturali.....	78
8.8.1	Riepilogo Stage / Design Assumption per Involuppo.....	79
8.8.2	Risultati Caver.....	80

## 1 PREMESSA

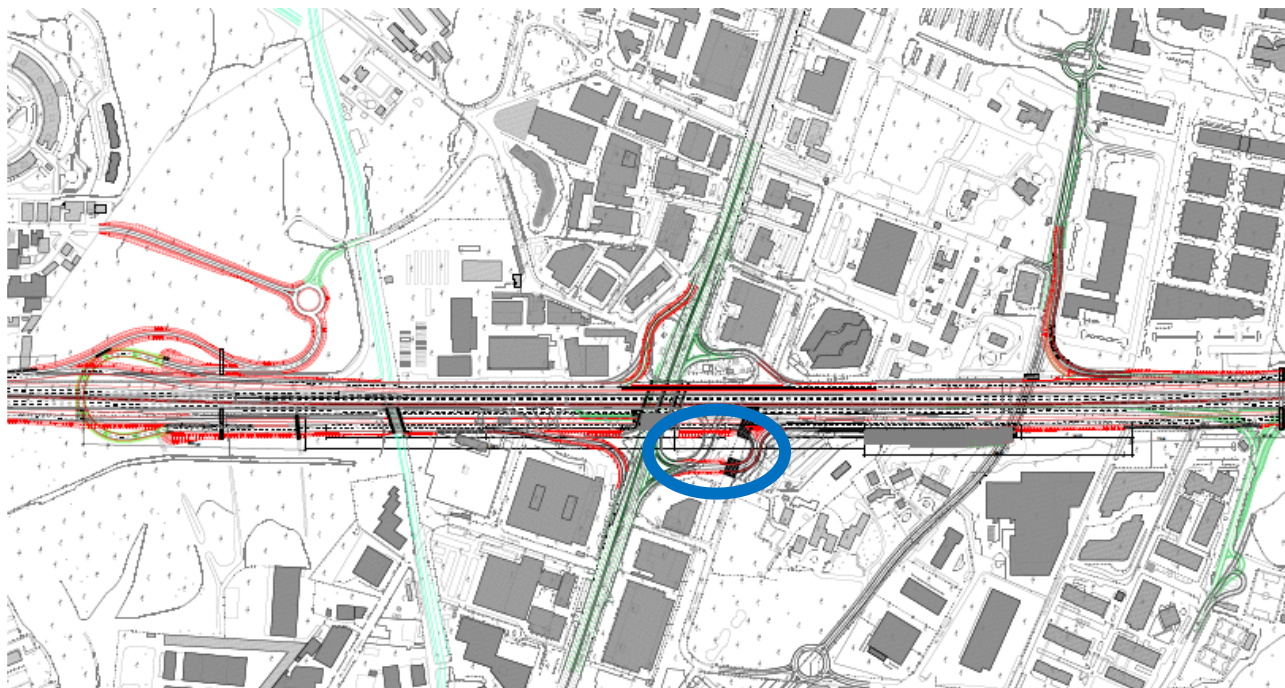
Il presente documento viene emesso nell’ambito della redazione degli elaborati tecnici del “**Progetto definitivo 2° stralcio funzionale A90 – SVINCOLO TIBURTINA - Intervento di potenziamento dallo svincolo CENTRALE DEL LATTE allo svincolo A24**”. L’opera oggetto delle analisi riportate nei paragrafi seguenti rientra nel progetto delle “**Opere d’arte minori**”. In particolare, nel presente documento è affrontato il dimensionamento della “**Opera di protezione fascio tubiero carr. int. pk 29+9606 (ST01)**”.

Quanto riportato di seguito consentirà di verificare che il dimensionamento delle strutture è stato effettuato nel rispetto dei requisiti di resistenza e deformabilità richiesti all’opera.

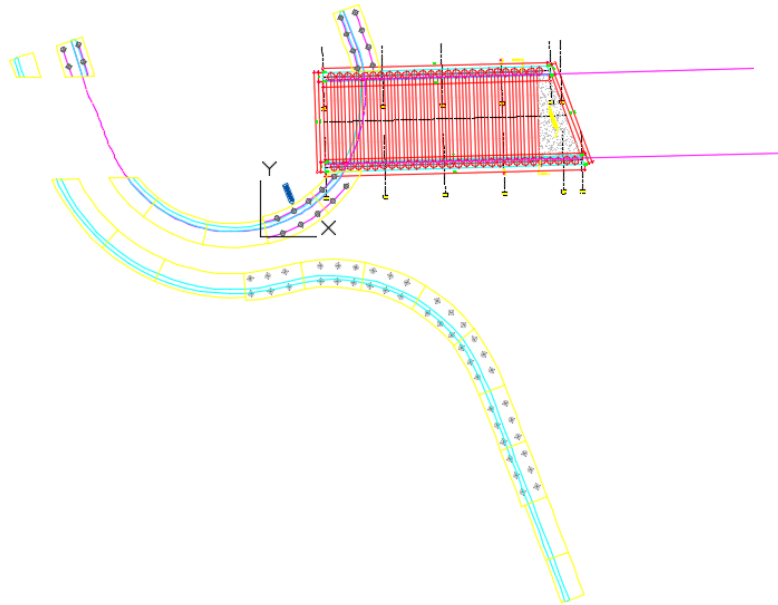
### 1.1 Descrizione dell’opera

L’intervento in progetto consiste nella realizzazione dell’opera di protezione del fascio tubiero in corrispondenza della carreggiata interna al pk 29+9606, a tal fine è prevista l’esecuzione di n.2 paratie di pali  $\Phi 1200$  con interasse 1.4m e lunghezza di 15m, sormontati da un cordolo/parete di spessore 1,50m e altezza 3.00m, collegate tra loro da un solettone di copertura avente spessore di 75 cm che verrà realizzato con travi prefabbricate a T rovescie all’intradosso e successivamente sarà eseguito il getto di completamento.

Si riportano nelle seguenti figure l’inquadramento planimetrico, la planimetria e il profilo longitudinale della Paratia in esame.

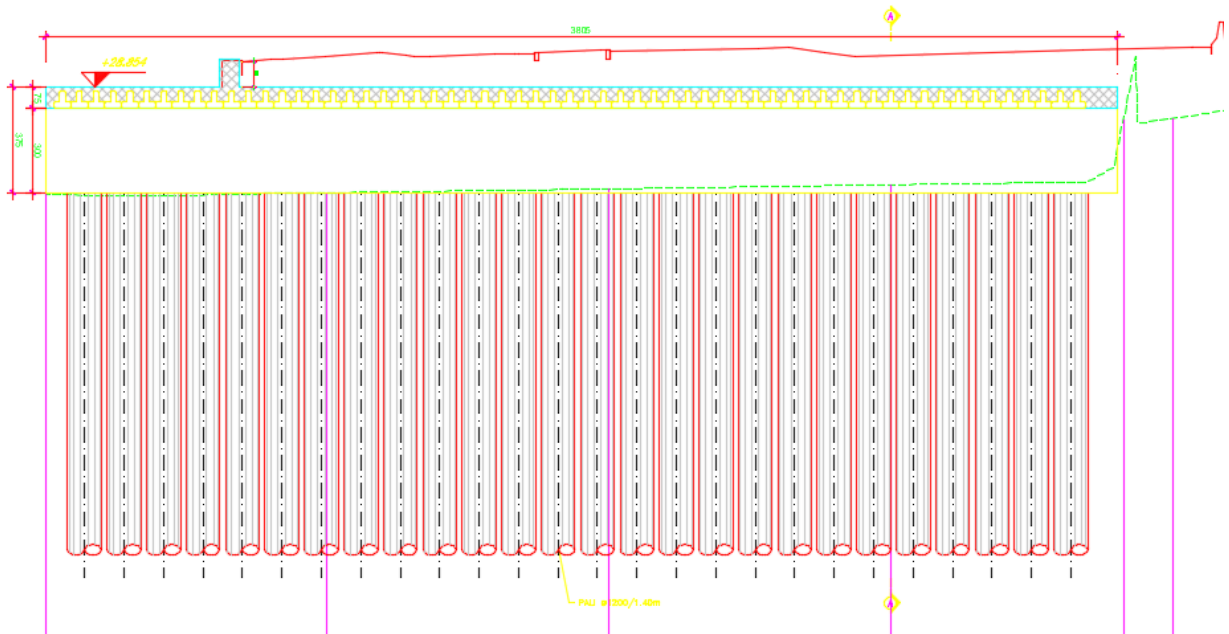


*Figura 1: inquadramento planimetrico “ST01”*



**Figura 2: planimetria "ST01"**

**PROFILO PARATIA 1**  
SCALA 1:100



**Figura 3: profilo longitudinale "ST01"**

Nel seguito si riportano le principali caratteristiche geometriche dell'opera in esame:

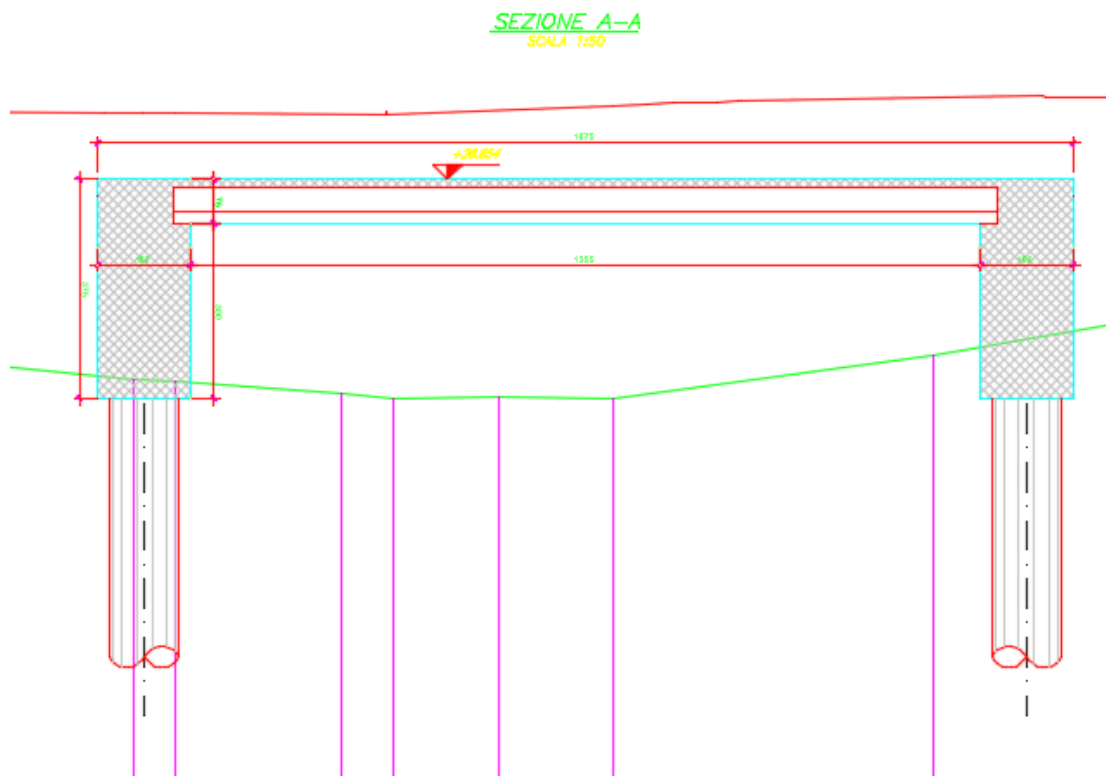
		PALI - C25/30					CORDOLO - C32/40			
Stratigrafia (Sondaggio)	H. Scavo (m)	Lunghezza (m)	Diametro (m)	Interasse (m)	Armatura longitudinale	Armatura trasversale	Altezza (m)	Larghezza (m)	Armatura longitudinale	Armatura trasversale
13V	4,2	15	1,2	1,4	20 $\phi$ 26 + 20 $\phi$ 26	$\phi$ 14/150 - 2 Bracci	3	1,6	20 $\phi$ 26	$\phi$ 14/150 - 2 Bracci

SOLETTA - C35/45			
Altezza (m)	Lunghezza (m)	Armatura longitudinale	Armatura trasversale
0,75	14	20 $\phi$ 26	$\phi$ 10/200 - 2 Bracci

**Tabella 1: catteristiche "ST01"**

Si riportano di seguito le Sezioni di progetto relative l'opera in esame:



**Figura 4: Sezione di progetto**

## **2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO**

I calcoli sono svolti in conformità alle normative vigenti con particolare riferimento a:

- D.M. 17/01/2018 (NTC18): “Norme tecniche per le costruzioni”;
- Circolare 21/01/2019, n.7 CSLLP
- Norma Europea UNI ENV 1990: “Eurocodice 0 – Basi di calcolo”;
- Norma Europea UNI ENV 1991: “Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture”;
- Norma Europea UNI ENV 1992: “Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture in calcestruzzo”;
- Norma Europea UNI ENV 1997: “Eurocodice 7 – Progettazione Geotecnica”;
- Norma Europea UNI EN 1198: “Eurocodice 8 – Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture”.



### 3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI

Le verifiche nel seguito esposte tengono conto dei seguenti materiali per la realizzazione delle sottostrutture.

#### 3.1 Resistenze di progetto

##### 3.1.1 Calcestruzzo pali C25/30

$R_{ck} = 30 \text{ MPa}$	resistenza caratteristica cubica a 28 giorni
$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$	resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni
$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 33 \text{ MPa}$	resistenza cilindrica valore medio
$f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 2.56 \text{ MPa}$	resistenza media a trazione semplice (assiale)
$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} = 1.80 \text{ MPa}$	resistenza caratteristica a trazione
$E_{cm} = 22000 [f_{cm}/10]^{0.3} = 31476 \text{ MPa}$	modulo elastico
$\gamma = 25.0 \text{ kN/m}^3$	peso per unità di volume

##### Resistenze di progetto allo SLU

$f_{cd} = 0.85 \cdot f_{ck} / \gamma_c = 14.17 \text{ MPa}; \gamma_c = 1.50$	resistenza di progetto a compressione
$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.20 \text{ MPa}$	resistenza di progetto a trazione

##### Resistenze di progetto allo SLE

$\sigma_{c,r} = 0.60 \cdot f_{ck} = 15 \text{ MPa}$	tensione limite in comb. caratteristica (rara)
$\sigma_{c,f} = 0.45 \cdot f_{ck} = 11.25 \text{ MPa}$	tensione limite in comb. quasi permanente
$\sigma_t = f_{ctm} / 1.2 = 2.13 \text{ MPa}$	tensione limite di fessurazione (trazione)
XC2	classe di esposizione

##### 3.1.2 Calcestruzzo cordoli e fodere C32/40

$R_{ck} = 40 \text{ MPa}$	resistenza caratteristica cubica a 28 giorni
$f_{ck} = 32 \text{ MPa}$	resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni
$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 40 \text{ MPa}$	resistenza cilindrica valore medio
$f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 3.02 \text{ MPa}$	resistenza media a trazione semplice (assiale)
$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} = 2.12 \text{ MPa}$	resistenza caratteristica a trazione
$E_{cm} = 22000 [f_{cm}/10]^{0.3} = 33346 \text{ MPa}$	modulo elastico
$\gamma = 25.0 \text{ kN/m}^3$	peso per unità di volume

##### Resistenze di progetto allo SLU

$f_{cd} = 0.85 \cdot f_{ck} / \gamma_c = 18.1 \text{ MPa}; \gamma_c = 1.50$	resistenza di progetto a compressione
$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.41 \text{ MPa}$	resistenza di progetto a trazione

##### Resistenze di progetto allo SLE

$\sigma_{c,r} = 0.60 \cdot f_{ck} = 19.2 \text{ MPa}$	tensione limite in comb. caratteristica (rara)
$\sigma_{c,f} = 0.45 \cdot f_{ck} = 14.4 \text{ MPa}$	tensione limite in comb. quasi permanente
$\sigma_t = f_{ctm} / 1.2 = 2.52 \text{ MPa}$	tensione limite di fessurazione (trazione)
XC4-XF1	classe di esposizione

### 3.1.3 Calcestruzzo Travi Prefabbricate C35/45

$R_{ck} = 45\text{MPa}$	resistenza caratteristica cubica a 28 giorni
$f_{ck} = 35\text{MPa}$	resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni
$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 43\text{MPa}$	resistenza cilindrica valore medio
$f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 3.21\text{MPa}$	resistenza media a trazione semplice (assiale)
$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} = 2.25\text{MPa}$	resistenza caratteristica a trazione
$E_{cm} = 22000 [f_{cm}/10]^{0.3} = 34077\text{MPa}$	modulo elastico
$\gamma = 25.0 \text{ kN/m}^3$	peso per unità di volume
<b><u>Resistenze di progetto allo SLU</u></b>	
$f_{cd} = 0.85 \cdot f_{ck} / \gamma_c = 19.8\text{MPa}; \gamma_c = 1.50$	resistenza di progetto a compressione
$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.5\text{MPa}$	resistenza di progetto a trazione
<b><u>Resistenze di progetto allo SLE</u></b>	
$\sigma_{c,r} = 0.60 \cdot f_{ck} = 21 \text{ MPa}$	tensione limite in comb. caratteristica (rara)
$\sigma_{c,f} = 0.45 \cdot f_{ck} = 15.75 \text{ MPa}$	tensione limite in comb. quasi permanente
$\sigma_t = f_{ctm} / 1.2 = 2.68\text{MPa}$	tensione limite di fessurazione (trazione)
XC4-XF1	classe di esposizione

### 3.1.4 Acciaio di armatura B450C

$f_{yk} = 450\text{MPa}$	resistenza caratteristica di snervamento
$f_{tk} = 540 \text{ MPa}$	resistenza caratteristica a rottura
$E_s = 210000 \text{ MPa}$	modulo elastico
<b><u>Resistenza di progetto allo SLU</u></b>	
$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391 \text{ MPa}; \gamma_s = 1.15$	resistenza di progetto a compressione
<b><u>Resistenza di progetto allo SLE</u></b>	
$\sigma_{s,r} = 0.80 \cdot f_{yk} = 360\text{MPa}$	tensione limite in comb. rara

### 3.1.5 Acciaio da carpenteria

S 275	classe
$f_{yk} = 275 \text{ N/mm}^2$	resistenza caratteristica di snervamento
$f_{tk} = 430 \text{ N/mm}^2$	resistenza caratteristica a rottura

## 4 CONDIZIONI GEOTECNICHE

Nel presente capitolo si riporta una breve sintesi delle condizioni geotecniche delle opere in esame. Per maggiori dettagli si rimanda alla Relazione geotecnica generale.

### 4.1 Definizione delle unità geotecniche intercettate

Lungo il tracciato dalle indagini eseguite sono state intercettate le seguenti unità geotecniche:

- **Unità RS – Rilevato Stradale;**
- **Unità R – Terreno di riporto;**
- **Unità AL – Argilla limosa alluvionale.**

### 4.2 Parametri geotecnici di progetto

Per le unità interferenti con le opere si assumono i seguenti valori dei parametri caratteristici.

#### Unità RS – Rilevato Stradale

$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\varphi' = 35^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$E_0 = 250 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale.
$E'_{op1} = 50 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico operativo

#### Unità R – Terreno di riporto

$\gamma = 17\div 19 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\varphi' = 28\div 33^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$V_s = 180\div 200 \text{ m/s}$	velocità delle onde di taglio
$G_0 = 65\div 80 \text{ MPa}$	modulo di deformazione a taglio iniziale
$E_0 = 170\div 200 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale.

#### Unità AL – Argilla limosa alluvionale

$\gamma = 18.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 7 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\varphi' = 26^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c_u = 50\div 120 \text{ kPa}$	resistenza al taglio in condizioni non drenate
$E_0 = 100 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale (a piccole deformazioni)
$E'_{op1} = 20 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico operativo

#### Livello falda

La falda si trova ad una profondità di 6m dal piano campagna.

## 5 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Nel seguente paragrafo è riportata la valutazione dei parametri di pericolosità sismica utili alla determinazione delle azioni sismiche di progetto dell'opera cui si riferisce il presente documento, in accordo a quanto specificato a riguardo dalle NTC 2018 e relativa circolare applicativa.

### 5.1 Vita nominale e classe d'uso

Per la valutazione dei parametri di pericolosità sismica è necessario definire, oltre alla localizzazione geografica del sito, la Vita nominale dell'opera strutturale ( $V_N$ ), intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata, e la Classe d'Uso a cui è associato un coefficiente d'uso ( $C_U$ ).

Per l'opera in oggetto si considera una vita nominale:  $V_N = 50$  anni. Riguardo invece la Classe d'Uso, all'opera in oggetto corrisponde una Classe IV a cui è associato un coefficiente d'uso pari a (NTC – Tabella 2.4.II):  $C_U = 2.0$ .

I parametri di pericolosità sismica vengono quindi valutati in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando la vita nominale  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $C_U$ . Pertanto, per l'opera in oggetto, il periodo di riferimento è pari a  $V_R = 50 \times 2.0 = 100$  anni.

Il calcolo viene eseguito con il metodo pseudostatico. In queste condizioni l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico.

### 5.2 Parametri di pericolosità sismica

La valutazione dei parametri di pericolosità sismica, che ai sensi delle NTC 2018, costituiscono il dato base per la determinazione delle azioni sismiche di progetto su una costruzione (forme spettrali e/o forze inerziali) dipendono, come già in parte anticipato in precedenza, dalla localizzazione geografica del sito, dalle caratteristiche della costruzione (Periodo di riferimento per valutazione azione sismica /  $V_R$ ) oltre che dallo Stato Limite di riferimento/Periodo di ritorno dell'azione sismica.

La categoria di sottosuolo riportata nella relazione geotecnica è la **categoria di sottosuolo C**.

Per l'individuazione dei parametri di pericolosità sismica, del caso in esame, è stato consultato il sito <https://www.acca.it/edilus-ms/>. Si riportano di seguito le immagini relative alla definizione dello spettro di risposta elastico.

Latitudine (WGS84) <input type="text" value="41.92957293"/>	Longitudine (WGS84) <input type="text" value="12.60454902"/>			
Latitudine (ED50) <input type="text" value="41.931299"/>	Longitudine (ED50) <input type="text" value="12.605337"/>			
Altitudine (mt) ..... <input type="text" value="33"/>				
Classe dell'edificio <input type="text" value="IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche i"/>				
Vita Nominale Struttura ..... <input type="text" value="50"/>				
Periodo di Riferimento per l'azione sismica ..... <input type="text" value="100"/>				
Parametri di pericolosità Sismica				
Stato Limite	T <sub>r</sub> [anni]	a <sub>g</sub> /g [-]	F <sub>o</sub> [-]	T* <sub>c</sub> [s]
Operatività	60	0.067	2.490	0.274
Danno	101	0.083	2.489	0.279
Salvaguardia Vita	949	0.182	2.572	0.290
Prevenzione Collasso	1950	0.225	2.533	0.303

*Figura 6: individuazione della pericolosità sismica del sito*

<b>ag [g]</b>	0.182	<b>S [-]</b>	1.418
<b>Fo [-]</b>	2.572	<b>η [-]</b>	1.000
<b>T*C [s]</b>	0.29	<b>TB [s]</b>	0.153
<b>SS [-]</b>	1.418	<b>TC [s]</b>	0.458
<b>CC [-]</b>	1.58	<b>TD [s]</b>	2.328
<b>ST [-]</b>	1.000		

*Tabella 2: parametri sismici allo SLV*

## 6 METODOLOGIA DI CALCOLO DELL'OPERA DI SOSTEGNO

Nel presente capitolo sono descritte l'analisi dei carichi, la metodologia di calcolo ed i criteri di verifica delle opere.

### 6.1 Analisi dei carichi

#### 6.1.1 Spinta delle terre

La spinta sulla parete si determina come risultante delle pressioni orizzontali calcolate come:

$$\sigma_h = \sigma_v \cdot K \cdot \cos \delta$$

dove:

$\sigma_h$  = pressione orizzontale;

$\sigma_v$  = pressione verticale;

K = coefficiente di spinta dello strato di calcolo;

$\delta$  = coeff. di attrito terreno-parete;

La pressione verticale è data dal peso del terreno sovrastante:

- in termini di tensioni totali:

$$\sigma_v = \gamma z$$

$\gamma$  = peso dell'unità di volume del terreno

$z$  = generica quota di calcolo della pressione a partire dal piano campagna

- in termini di tensioni efficaci in assenza di filtrazione:

$$\sigma_v = \gamma' z$$

$\gamma'$  = peso dell'unità di volume efficace del terreno

- in termini di tensioni efficaci in presenza di filtrazione:

$$\sigma_v = [\gamma - \gamma_w \cdot (1 + I_w)] z$$

$I_w$  = gradiente idraulico.

#### Coefficiente di spinta a riposo

Il coefficiente di spinta a riposo normal – consolidato può essere valutato come:

$$K_0^{NC} = 1 - \text{sen}(\phi'_{peak}) \quad \text{nelle sabbie}$$

Il coefficiente di spinta a riposo, nel caso di deposito sovraconsolidato, viene stimato dalla relazione seguente:

$$K_0 = K_0^{NC} \cdot OCR^n$$

con  $n = 0.5$  come valore tipico valido sia per argille che per sabbie.

I coefficienti di spinta attiva  $K_a$  e passiva  $K_p$ , corrispondenti alle condizioni di equilibrio limite attivo e passivo; essi possono essere calcolati automaticamente dal programma o definiti dall'utente in funzione delle esigenze.

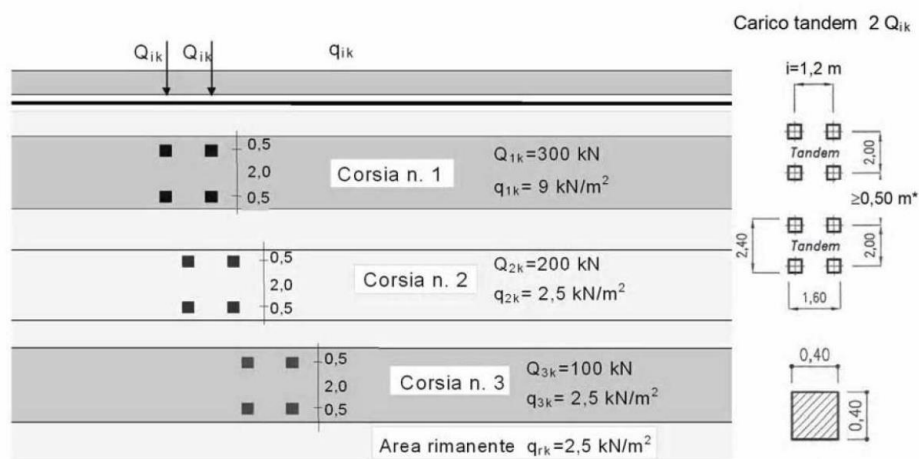
Tali coefficienti sono funzione dei seguenti parametri:

- angolo di resistenza a taglio del terreno;
- angolo di attrito muro – terreno;
- angolo di inclinazione del piano campagna rispetto all'orizzontale.

Nel caso in oggetto i coefficienti di spinta attiva sono stati calcolati automaticamente dal programma di calcolo Paratie Plus, considerando  $\delta' = 0.5 \cdot \phi'$ .

### 6.1.2 Azioni variabili da traffico stradale

Per la determinazione dei carichi accidentali da traffico da considerare sul piano della pavimentazione, si è fatto riferimento agli schemi di carico stabiliti al punto 5.1.3.3.5 delle NTC2018 di cui nel seguito:



**Figura 7: Schema di carico 1**

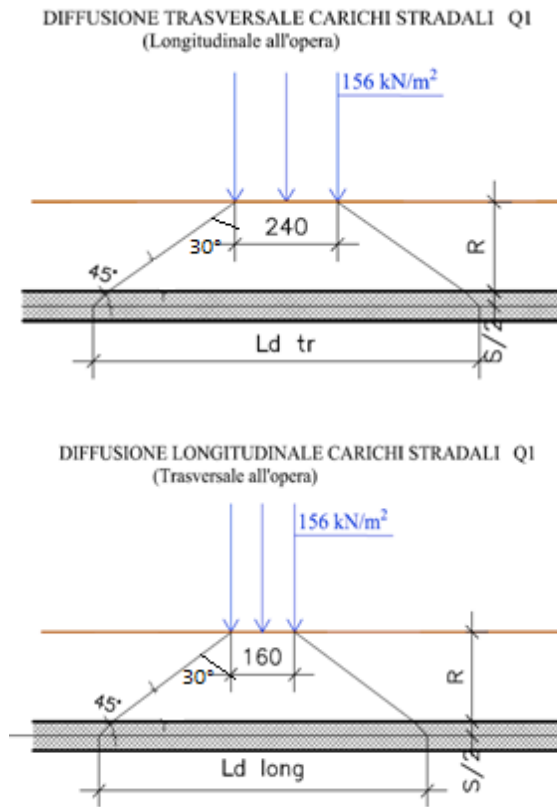
Lo schema di carico di Normativa, è in particolare costituito dalle seguenti colonne di carico:

- una colonna di carichi (ingombro = 3 m) costituita da un automezzo convenzionale  $Q_{1k}$  di 600 kN dotato di 2 assi di 2 ruote ciascuno, distanti 1.20 m in senso longitudinale e con interasse ruote in senso trasversale di 2.00 m; un carico ripartito  $q_{1k}$  di 9 kN/m<sup>2</sup> uniformemente distribuito;
- una seconda colonna di carichi (ingombro = 3 m), analoga alla precedente, ma con carichi pari rispettivamente a 400 kN di  $Q_{1k}$  e 2.5 kN/m<sup>2</sup> di  $q_{1k}$  e posta ad interasse di 3.00 m. da essa;
- una terza colonna di carichi (ingombro = 3 m), analoga alla precedente, ma con carichi pari rispettivamente a 200 kN di  $Q_{1k}$  e 2.5 kN/m<sup>2</sup> di  $q_{1k}$  e posta ad interasse di 3.00 m. da essa;
- un carico uniforme  $q_{rk} = 2.5$  kN/m<sup>2</sup> nella zona di carreggiata non impegnata dai carichi precedenti.

Ai fini delle analisi, si è assunto di trasformare i carichi concentrati  $Q_{1k}$ , in un carico distribuito equivalente, che, con riferimento alla colonna di carico 1, risulta il seguente:

$$Q_{1k} d = 600 / 2.40 \times 1.60 = 156 \text{ KN/m}^2$$

Si è assunto inoltre di diffondere il carico valutato in precedenza fino al piano medio della soletta, in direzione trasversale e longitudinale, secondo quanto riportato negli schemi grafici di figura seguente. In particolare si considera un angolo di diffusione dei carichi nel ballast stradale pari a 30° mentre nella soletta pari a 45°.



**Figura 8: schemi di diffusione carichi stradali**

In definitiva, sul piano medio della soletta, agirà un carico uniforme distribuito pari a:

$$Q1k d = 600 / (Ld tr \times Ld long)$$

Come posizione del carico si sono assunte due configurazioni differenti:

1. Carico laterale;
2. Carico centrato.

q1k	Q1k	n assi	interasse	base	distribuito equivalente	altezza rilevato	spessore trasverso	lunghezza di diffusione trasv.	lunghezza di diffusione long.	QvK	
[kN/m]	[kN]	[-]	[m]	[m]	[kN/m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[kN/m]	
9	300	2	1,6	2,4	156,25	1,3	0	3,90	3,10	49,6	schema 1
9	300	2	1,6	2,4	156,25	1,3	0,75	4,65	3,85	33,5	schema 2

Delle due consizioni di carico sopra, la più gravosa è risultata essere la seconda, quella a carichi centrati.

In aggiunta, si è considerato agente sul piano stradale in maniera indefinita l'ulteriore carico uniforme ripartito di 9 kN/m<sup>2</sup>, trascurando cautelativamente gli effetti di diffusione.



### 6.1.3 Spinta attiva in presenza di coesione

Nel caso di regime di spinta attiva, la presenza della coesione comporta una controspinta sulla parete, che vale:

$$\sigma_h = -2 \cdot c \cdot \sqrt{K_a}$$

essendo  $c$  la coesione dello strato.

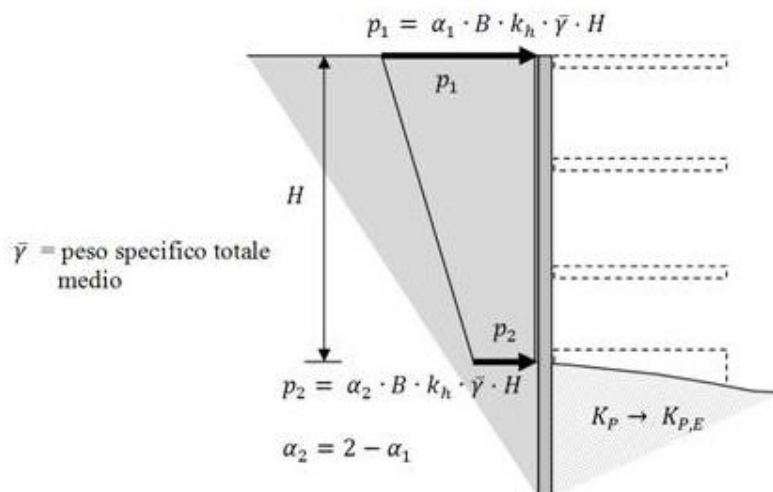
### 6.1.4 Metodo di valutazione della spinta sismica

In condizioni sismiche l'entità e la distribuzione delle spinte del terreno sulla parete dipendono dall'intensità del sisma, dalla risposta locale del terreno di fondazione, dalla deformabilità dell'opera.

Il D.M. 17/01/2018 (NTC18) “Nuove norme tecniche per le costruzioni”, consente l'utilizzo di metodi pseudostatici in cui l'azione sismica è definita mediante una accelerazione equivalente costante nello spazio e nel tempo. In sede di progettazione viene utilizzato il metodo pseudostatico di Mononobe-Okabe, specializzato con le ipotesi di [Seed & Whitman \(1970\)](#) circa la determinazione del coefficiente  $B$ , potendo far riferimento all'ipotesi di opera flessibile in relazione alle condizioni di vincolo presenti. Questo metodo consente la determinazione di un incremento di spinta sismica da applicare all'opera.

Esso è basato sull'equilibrio limite globale di un cuneo di terreno soggetto alle forze indotte dal sisma, ipotizzando che l'opera possa subire movimenti tali da produrre nel terreno retrostante un regime di spinta attiva e che il terreno interno al cuneo di spinta si comporta come un corpo rigido, per cui le componenti verticali ed orizzontali dell'azione sismica sono considerate costanti in tutti i punti della massa.

Il modello citato prevede la valutazione delle sovraspinte sismiche sull'opera come funzione dell'accelerazione ridotta  $k_h$  (coefficiente sismico orizzontale), come di seguito descritto:



Nel caso specifico si è assunto in particolare

- $\alpha_1 = \alpha_2 = 1$  (distribuzione di pressioni uniforme lungo la paratia)
- $H =$  intera altezza della paratia (tratto interrato + tratto fuori terra)
- $B = 0.375$  (Seed & Whitman)

In particolare la spinta sismica SE (statica + dinamica) vale:

$$S_E = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot (1 \pm k_v) \cdot K'_a$$

dove se  $\eta \leq \varphi - \theta$ :

$$K'_a = \frac{\sin^2(\eta + \varphi - \theta)}{\cos\theta \cdot \sin^2\eta \cdot \sin(\eta - \delta - \theta) \cdot \left[ 1 + \left( \frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi - \varepsilon - \theta)}{\sin(\varphi - \delta - \theta) \cdot \sin(\eta + \varepsilon)} \right)^{0.5} \right]^2}$$

altrimenti se  $\eta > \varphi - \theta$ :

$$K'_a = \frac{\sin^2(\eta + \varphi - \theta)}{\cos\theta \cdot \sin^2\eta \cdot \sin(\eta - \theta - \delta)}$$

essendo:

$\eta$  = angolo tra intradosso parete e la verticale;

$\theta$  = angolo tra il Piano Campagna a monte dell'Opera e l'orizzontale;

$$K_h = \alpha \cdot \beta \cdot \frac{a_{\max}}{g}$$

$g$  = coefficiente di intensità sismica orizzontale;

$$K_v = 0.5 \cdot K_h$$

= coefficiente di intensità sismica verticale;

$g$  = accelerazione di gravità;

$a_{\max} = S_S S_T a_{\max}$  = accelerazione di picco massima;

$S_S$  = coefficiente di amplificazione stratigrafica;

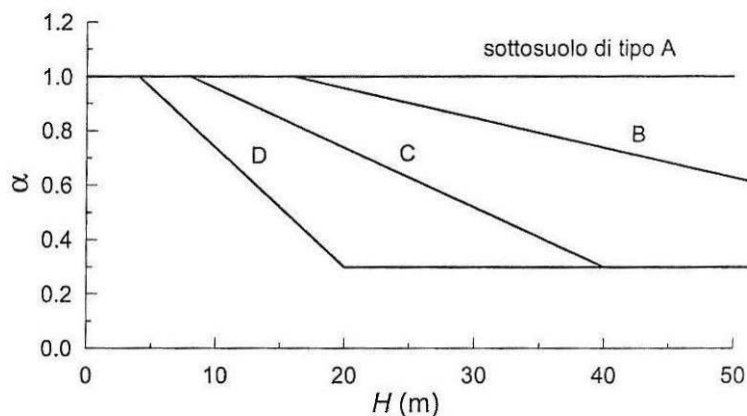
$S_T$  = coefficiente di amplificazione topografica;

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

$\alpha$  = coefficiente che tiene conto della deformabilità dei terreni interagenti con l'opera;

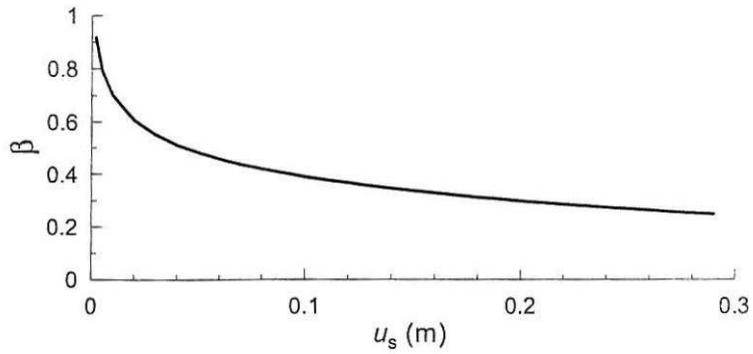
$\beta$  = coefficiente che tiene conto della capacità dell'opera di subire spostamenti senza significative cadute di resistenza.

Il coefficiente  $\alpha$  può essere ricavato a partire dall'altezza complessiva  $H$  della paratia e dalla categoria di sottosuolo mediante il diagramma seguente.



**Figura 7 - Diagramma per la valutazione del coefficiente di deformabilità  $\alpha$**

Il coefficiente  $\beta$  può essere ricavato attraverso il diagramma seguente, in funzione del massimo spostamento  $U_s$  che l'opera può tollerare senza riduzioni di resistenza.



**Figura 8 - Diagramma per la valutazione del coefficiente di spostamento  $\beta$**

Deve risultare comunque che:

$$u_s \leq 0.005 \cdot H$$

$$\alpha \cdot \beta \geq 0.2$$

## 6.2 Metodologia di calcolo

Le analisi di stabilità locale delle opere di sostegno e quelle per la valutazione delle sollecitazioni negli elementi resistenti, sono state condotte mediante l'ausilio del codice di calcolo PARATIE PLUS 20.

In tale codice la schematizzazione dell'interazione tra paratia e terreno avviene considerando:

- la paratia come una serie di elementi il cui comportamento è caratterizzato dalla rigidezza flessionale EJ;
- il terreno come una serie di molle di tipo elasto-plastico connesse ai nodi della paratia.

Questo modello numerico consente una simulazione del comportamento del terreno adeguata agli scopi progettuali. In particolare vengono superate le limitazioni dei più tradizionali metodi dell'equilibrio limite, non idonei a seguire il comportamento della struttura al variare delle configurazioni di carico, delle fasi esecutive e di esercizio.

Nel caso in esame, in una generica fase di calcolo dell'analisi di interazione tra paratia e terreno, la soluzione dipende dal percorso tenso-deformativo seguito dagli elementi schematizzanti il terreno nelle fasi precedenti; dalle variazioni di spinta o reazione del terreno indotte dalla progressione degli scavi, dall'inserimento di tiranti, dalle variazioni delle condizioni idrostatiche e di sovraccarico, etc.

La realizzazione dello scavo sostenuto da una paratia viene seguita in tutte le varie fasi attraverso un'analisi statica incrementale: ogni passo di carico coincide con una ben precisa configurazione caratterizzata da una certa quota di scavo, da un certo insieme di tiranti applicati, da una ben precisa disposizione di carichi applicati.

Poiché il comportamento degli elementi finiti è di tipo elasto-plastico, ogni configurazione dipende in generale dalle configurazioni precedenti e lo sviluppo di deformazioni plastiche ad un certo passo condiziona la risposta della struttura nei passi successivi. La soluzione ad ogni nuova configurazione (step) viene raggiunta attraverso un calcolo iterativo alla Newton-Raphson (Bathe, 1996).

La legge costitutiva, rappresentativa del comportamento elasto-plastico del terreno, è identificata dai parametri di spinta e di deformabilità del terreno.

I parametri di spinta del terreno sono:

- il coefficiente di spinta a riposo  $K_0$ , corrispondente alla condizione iniziale indeformata, calcolato mediante l'espressione  $K_0 = 1 - \sin \phi'$ ;
- i coefficienti di spinta attiva  $K_a$  e passiva  $K_p$ , corrispondenti alle condizioni di equilibrio limite attivo e passivo, calcolati rispettivamente mediante le espressioni di Coulomb, Caquot e Kerisel, tenendo conto di un angolo di attrito tra terreno e paratia pari a  $2/3$  dell'angolo di attrito del terreno stesso.
- i parametri di deformabilità del terreno, che compaiono nella definizione della rigidezza delle molle, sono assegnati sulla base dei valori di modulo di Young (E) dei vari strati, tenendo conto della diversa rigidezza in fase di carico vergine oppure di scarico e ricarico. In particolare, il modulo di ricarico è assunto pari al doppio del modulo vergine.

Le componenti di sforzo verticale ed orizzontale vengono intese come sforzi principali. Viene introdotta una funzione di plasticità dipendente da esse, che definisce i confini di una regione entro la quale è determinato lo stato tensionale. A seconda dello stato in cui l'elemento si trova, questo reagisce con differenti caratteristiche di rigidezza. Sono possibili tre situazioni:

- Fase elastica: l'elemento si comporta elasticamente; questa fase corrisponde ad una porzione di terreno in fase di scarico-ricarico, sollecitato a livelli di sforzo al di sotto dei massimi livelli precedentemente sperimentati e viene identificata con la sigla UL-RL (Unloading-Reloading).

- Fase incrudente: l'elemento viene sollecitato a livelli di tensione mai prima sperimentati; la fase incrudente è identificata dalla sigla V - C (Virgin Compression).
- Collasso: il terreno è sottoposto ad uno stato di sollecitazione coincidente con i limiti minimo o massimo dettati dalla resistenza del materiale; questa fase corrisponde a quelle che solitamente vengono chiamate condizioni di spinta attiva o passiva; il collasso viene identificato attraverso la parola Active o Passive.

Nel caso di applicazione di un tirante, lo step di installazione dello stesso viene preceduto da una fase nella quale lo scavo è approfondito appena al di sotto della quota di inserimento dell'ancoraggio. In questo modo il vero processo realizzativo è simulato in modo abbastanza fedele.

### 6.3 Criteri di verifica delle opere

Il progetto e la verifica della paratia richiede la verifica dei seguenti stati limite:

SLU di tipo geotecnico (GEO) e di tipo idraulico (UPL e HYD):

- collasso per rotazione intorno ad un punto dell'opera (moto rigido) (GEO);
- collasso per carico limite verticale (GEO);
- sfilamento di uno o più ancoraggi (GEO);
- instabilità di fondo scavo in terreni a grana fine in condizioni non drenate (UPL);
- instabilità del fondo scavo per sollevamento (UPL);
- sifonamento del fondo scavo (HYD);
- instabilità globale dell'insieme terreno-opera (GEO);

SLU di tipo strutturale (STR):

- raggiungimento della resistenza di uno o più ancoraggi;
- raggiungimento della resistenza di uno o più puntoni o del sistema di contrasto;
- raggiungimento della resistenza strutturale della paratia.

Per ognuno degli stati limite sopra definiti si adotteranno le combinazioni di carico definite nei paragrafi di seguito.

#### 6.3.1 Combinazioni di carico

Combinazioni di carico allo Stato limite ultimo – SLU

Per ogni stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove  $E_d$  è il valore di progetto dell'effetto delle azioni:

$$E_d = \gamma_E \cdot E \left[ F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right]$$

e dove  $R_d$  è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico:

$$R_d = \frac{1}{\gamma_R} \cdot R \left[ \gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right]$$

Effetto delle azioni e della resistenza sono espresse in funzione delle azioni di progetto  $E_d = F_k \cdot \gamma_E$ , dei parametri di progetto  $X_k / \gamma_M$  e della geometria di progetto ad. Nella formulazione della resistenza appare esplicitamente il coefficiente  $\gamma_R$  che opera direttamente sulla resistenza.

La verifica della suddetta condizione deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 ed R3).

Nella seguente tabella si riportano i coefficienti parziali indicati dalla normativa (moltiplicativi per le azioni e riduttivi per i parametri di resistenza del terreno).

I coefficienti parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche relativamente ad ogni singolo SLU precedentemente analizzato sono di seguito indicati:

Combinazioni per analisi statiche SLU							
	Azioni ( $\gamma_F$ )				Proprietà del terreno ( $\gamma_M$ )		
	Permanenti		Variabili				
	Sfavorevoli	Favorevoli	Sfavorevoli	Favorevoli	$\tan \varphi'$	$c'$	$c_u$
STR (A1+M1)	1.3	1.0	1.5	0.0	1.00	1.00	1.00
GEO (A2+M2)	1.0	1.0	1.3	0.0	1.25	1.25	1.40

**Tabella 4- Coefficienti parziali delle azioni e dei terreni**

I coefficienti parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche relativamente ad ogni singolo SLU precedentemente analizzato sono di seguito indicati:

Verifica	Coefficiente	
Raggiungimento della resistenza in uno o più ancoraggi	$\gamma_R = 1.0$	
Raggiungimento della resistenza strutturale della paratia	$\gamma_R = 1.0$	
Collasso per rotazione intorno ad un punto dell'opera	$\gamma_R = 1.0$	
Instabilità del fondo scavo per sollevamento	$\gamma_R = 1.0$	
Sfilamento di uno o più ancoraggi	Temporanei	$\gamma_R = 1.1$
	Permanenti	$\gamma_R = 1.2$

**Tabella 5- Coefficienti parziali per le verifiche agli SLU**

### Combinazioni di carico agli Stati limite di esercizio - SLE

Le opere ed i sistemi geotecnici devono essere verificati nei confronti degli stati limite di esercizio. Per ciascuno stato limite di esercizio deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq C_d$$

dove  $E_d$  è il valore di progetto dell'effetto delle azioni e  $C_d$  è il prescritto valore limite dell'effetto delle azioni.

Nello specifico le analisi S.L.E. consentono di valutare gli spostamenti dell'opera per verificarne la compatibilità con la funzionalità attesa per l'opera stessa.

Secondo quanto prescritto dalle N.T.C., l'analisi allo Stato Limite di Esercizio viene condotta mantenendo pari all'unità i vari coefficienti parziali definiti per le verifiche a S.L.E., sia per quanto concerne le azioni che per i parametri di resistenza secondo le seguenti combinazioni di carico:

Combinazione caratteristica rara  $G_1 + G_2 + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$

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

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

I coefficienti di combinazione  $\psi_i$  assumono i seguenti valori:

$$\psi_0 = \psi_1 = 0.75;$$

$$\psi_2 = 0$$

## 6.4 Modello geometrico di riferimento (NTC 2018)

Secondo quanto prescritto da normativa vigente al paragrafo 6.5.2.2 (modello geometrico di riferimento), il calcolo dell'opera di sostegno deve essere eseguito incrementando l'altezza di scavo di una quantità pari al minore dei seguenti valori:

- 10% dell'altezza di terreno da sostenere nel caso di opere a sbalzo;
- 10% della differenza di quota tra il livello inferiore di vincolo e il fondo scavo nel caso di opere vincolate;
- 0.50 m.

## 6.5 Verifiche geotecniche

Nelle verifiche agli stati limite ultimi per il dimensionamento geotecnico (GEO) si considera lo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno e, specificatamente, dal raggiungimento delle condizioni di equilibrio limite nel terreno interagente con la paratia. L'analisi sarà condotta con riferimento alla Combinazione 2 (A2+M2+R1), nella quale i parametri di resistenza del terreno sono ridotti tramite i coefficienti parziali del gruppo M2, i coefficienti  $\gamma_R$  sulla resistenza globale (R1) sono unitari e le sole azioni variabili sono amplificate con i coefficienti del gruppo A2. I parametri di resistenza di progetto sono perciò inferiori a quelli caratteristici e di conseguenza il valore di progetto delle spinte attiva e passiva risultano rispettivamente maggiore e minore, se riferiti a quelli calcolati con i parametri caratteristici.

### Collasso per rotazione intorno ad un punto dell’opera

La verifica all’equilibrio globale alla rotazione viene implicitamente soddisfatta mediante l’analisi di interazione terreno struttura, condotta mediante il programma di calcolo PARATIE Plus 20.0, che nell’analizzare il sistema di sollecitazioni e deformazioni verifica tutte le condizioni di equilibrio del sistema.

## 6.6 Criteri di verifica strutturale sezioni in cemento armato

Le verifiche di resistenza delle sezioni sono eseguite secondo il metodo semiprobabilistico agli stati limite. I coefficienti di sicurezza adottati sono:

- coefficiente parziale di sicurezza per il calcestruzzo: 1,50;
- coefficiente parziale di sicurezza per l’acciaio in barre: 1,15.

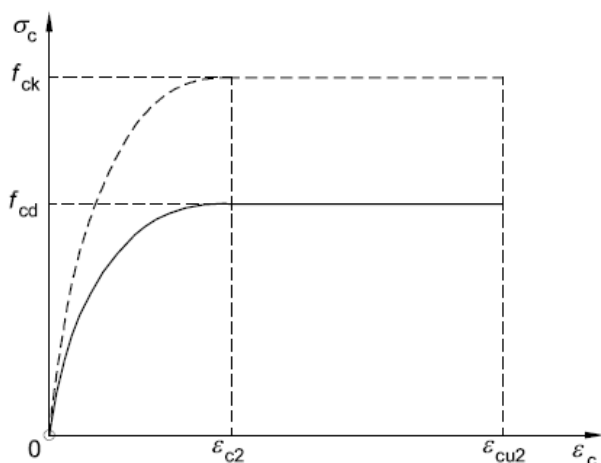
### 6.6.1 Verifiche agli stati limite ultimi per pressoflessione e taglio

Per il calcolo della resistenza delle sezioni si assumono le seguenti ipotesi:

conservazione delle sezioni piane con assenza di scorrimento relativo tra acciaio e calcestruzzo;

- deformazione limite nel calcestruzzo pari al 3,5‰;
- deformazione limite nell’acciaio ordinario pari al 10‰.

Per quanto attiene la legge  $\sigma$ - $\epsilon$  del calcestruzzo si utilizza una curva parabola-rettangolo, considerando solo la porzione compressa. Il vertice della parabola corrisponde ad una deformazione di -2‰, mentre l’estremità del tratto orizzontale ha ascissa pari al -3,5‰.



**Figura 9- Legame costitutivo di progetto del calcestruzzo**

L’ordinata massima del diagramma è pari alla resistenza a compressione di progetto:

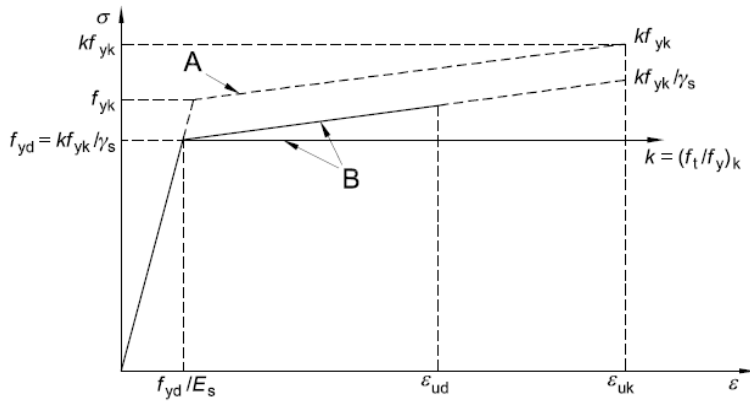
$$f_{cd} = 0,85 \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$$

Per l’acciaio dell’armatura ordinaria si impiega una bilatera simmetrica rispetto all’origine, con ordinata massima e

minima pari a  $f_{yd}$  e modulo elastico di 200000 MPa:



$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{450}{1,15}$$



**Figura 10 - Legame costitutivo di progetto per l'acciaio**

in cui  $k = (f_t/f_y)_k$ , A = caratteristico e B = calcolo

Allo stato limite ultimo, la verifica a pressoflessione è condotta confrontando il momento flettente  $M_{Ed}$  (derivante dall'analisi) ed il momento resistente  $M_{Rd}$  della sezione.

Per ogni sezione si verifica che il punto identificativo dello stato di sollecitazione per ciascuna combinazione risulti interno al dominio di rottura e dunque che la verifica porti ad esito positivo. A partire da questo punto, si ipotizza che la rottura possa avvenire mantenendo costante sia lo sforzo normale sia il rapporto dei momenti nelle due direzioni.

La verifica allo stato limite ultimo per azioni di taglio è condotta secondo quanto prescritto dalla norma UNI EN 1992-1-1:2005, per elementi con armatura a taglio verticali.

Si fa, pertanto, riferimento ai seguenti valori della resistenza di calcolo:

$V_{Rd,c} = \max \left\{ \left[ C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp} \right] b_w d; (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d \right\}$ , resistenza di calcolo dell'elemento privo di armatura a taglio;

$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \cot \vartheta$ , valore di progetto dello sforzo di taglio che può essere sopportato dall'armatura a taglio alla tensione di snervamento;

$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd}}{\cot \vartheta + \tan \vartheta}$ , valore di progetto del massimo sforzo di taglio che può essere sopportato dall'elemento, limitato dalla rottura delle bielle compresse.

Nelle espressioni precedenti, i simboli hanno i seguenti significati:

- $k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2,0$  con d in mm;
- $\rho_1 = \frac{A_{sl}}{b_w d} \leq 0,02$  ;
- $A_{sl}$  è l'area dell'armatura tesa;
- $b_w$  è la larghezza minima della sezione in zona tesa;
- $\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} < 0,2 \cdot f_{cd}$  ;
- $N_{Ed}$  è la forza assiale nella sezione dovuta ai carichi;
- $A_c$  è l'area della sezione di calcestruzzo;
- $C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c}$  ;
- $k_1 = 0,15$ ;
- $v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$  ;
- $v = 0,5$  per calcestruzzi fino a C70/85;
- $1 \leq \cot\theta \leq 2,5$  ;
- $A_{sw}$  è l'area della sezione trasversale dell'armatura a taglio;
- s è il passo delle staffe;
- $f_{ywd}$  è la tensione di snervamento di progetto dell'armatura a taglio;
- $\nu_1 = \nu$  è il coefficiente di riduzione della resistenza del calcestruzzo fessurato per taglio;
- $\alpha_{cw} = 1$  è un coefficiente che tiene conto dell'interazione tra la tensione nel corrente compresso e qualsiasi tensione di compressione assiale.

### 6.6.2 Verifica allo stato limite di fessurazione

In funzione delle condizioni del sito in cui sorge l'opera si verifica che il valore limite di apertura della fessura, calcolato per armature poco sensibili, sia maggiore delle dimensioni delle fessure calcolate nel progetto.

Il valore di calcolo di apertura delle fessure  $w_d$  non deve superare i valori nominali  $w_1$ ,  $w_2$ ,  $w_3$  secondo quanto riportato nella Tab 4.1.IV del DM2018. Il valore di calcolo è dato da:

$$w_d = 1.7 w_m$$

dove  $w_m$  rappresenta l'ampiezza media delle fessure.

L'ampiezza media delle fessure  $w_m$  è calcolata come prodotto della deformazione media delle barre d'armature  $\epsilon_{sm}$  per la distanza media delle fessure  $\Delta_{sm}$ :

$$w_m = \epsilon_{sm} \times \Delta_{sm}$$

Per il calcolo di  $\epsilon_{sm}$  e  $\Delta_{sm}$  si fa riferimento ai criteri consolidati nella letteratura tecnica.

### 6.6.3 Verifica alle tensioni di esercizio

In funzione delle condizioni del sito in cui sorge l'opera si verifica che il valore limite di tensione agente sul calcestruzzo e sull'acciaio, al variare delle combinazioni agli stati limite di esercizio, risulti inferiore al limite fissato dalla normativa.

### 6.6.4 Verifiche strutturali allo SLU per la paratia

Nelle verifiche agli stati limite ultimi per il dimensionamento strutturale l'analisi sarà condotta con riferimento all'Approccio 1 (A1+M1+R1 e A2+M2+R1).

#### *Raggiungimento della resistenza strutturale della paratia*

La verifica strutturale dei pali in c.a. sarà soddisfatta se il valore del momento resistente ultimo del palo  $M_{ru}$  e del taglio resistente ultimo  $V_{Rcd}$  risultano maggiori del momento di calcolo agente  $M_d$  e del taglio di calcolo agente  $V_d$ .

### 6.6.5 Verifiche strutturali allo SLE per la paratia

In corrispondenza delle medesime sezioni sono state effettuate le verifiche sulla massima ampiezza delle fessure secondo le combinazioni di carico definite dalla normativa NTC § 2.5.8 (verifica allo stato limite di fessurazione) e sulle massime tensioni nel calcestruzzo e nelle armature (verifica delle tensioni in esercizio).

In conseguenza alle condizioni ambientali già definite, occorre verificare che l'ampiezza delle fessure  $w_k$  sia al di sotto del valore limite fissato pari a 0.2 mm per la combinazione di carico quasi permanente e 0.3 mm per la combinazione di carico frequente.

## 7 RISULTATI E VERIFICHE PARATIE

Di seguito si riportano le verifiche strutturali e geotecniche condotte per tutti l’opera in esame.

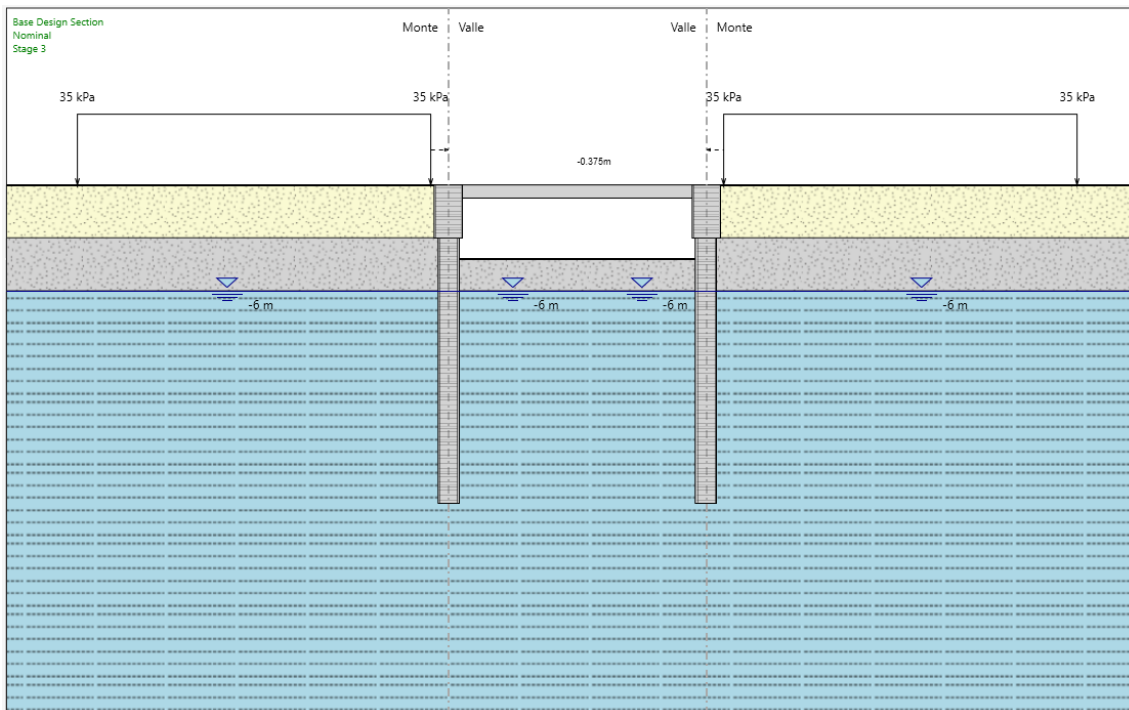
### 7.1 Fasistica di modellazione

Il software Paratie Plus prevede la possibilità di modellare la paratia secondo la tecnica stage by stage; questo consente di riprodurre fedelmente il processo costruttivo dell’opera.

Per il tipologico in oggetto è stata adottata la seguente fasistica:

Fase n.	Lavorazioni previste
Fase 0	Inizializzazione delle condizioni litostratigrafiche
Fase 1	Realizzazione delle paratie di pali, cordoli, solettone di copertura e applicazione del Carico da Traffico
Fase 2	Scavo fino a quota 3.0 m da p.c.
Fase 3	Scavo massimo fino a 4.2 m da p.c.
Fase 4	Applicazione dell’azione sismica

Nella seguente immagine si riporta la fase di calcolo corrispondente allo scavo massimo.



**Figura 11 – Fase 3**

### 7.1.1 Risultati

Nelle seguenti immagini si riportano i principali risultati dell’analisi in termini di:

- Spostamenti orizzontali della paratia allo SLE;
- Diagrammi di involucro dei momenti flettenti e tagli allo SLU/SLV.

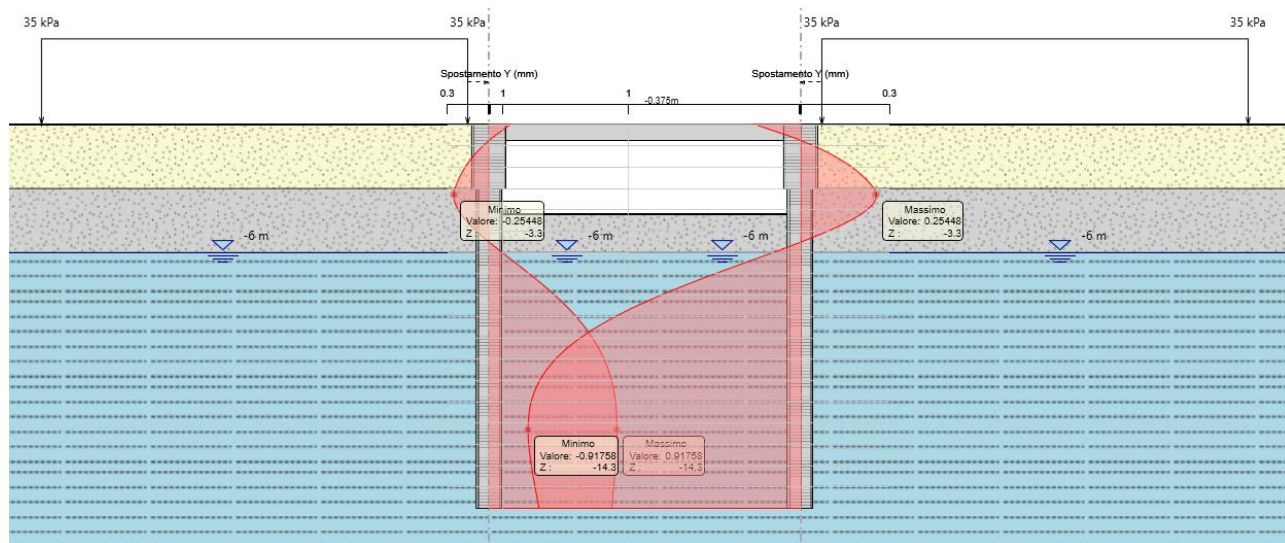
Per i pali della paratia in oggetto si dispongono le seguenti armature:

- Armatura longitudinale: 20Ø26 + 20Ø26mm
- Armatura a taglio: Spirale a 2 bracci Ø14mm a passo 15cm.

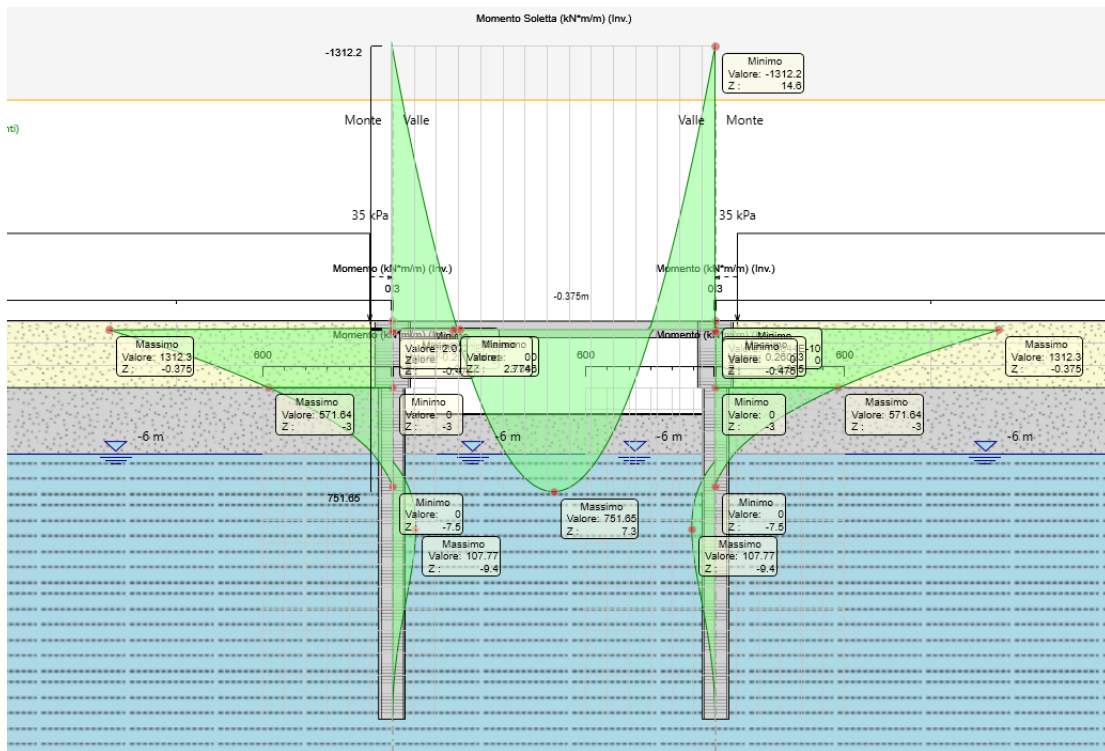
Lo spostamento massimo a 14.3 m da p.c. allo SLE è di 0.92mm.

Dalle seguenti figure si osserva che i valori di taglio e momento resistente (corrispondenti alle armature indicate per la sezione di progetto) sono maggiori delle massime sollecitazioni di taglio e momento allo SLU, quindi le verifiche strutturali sono soddisfatte (vedi Tassi di Sfruttamento).

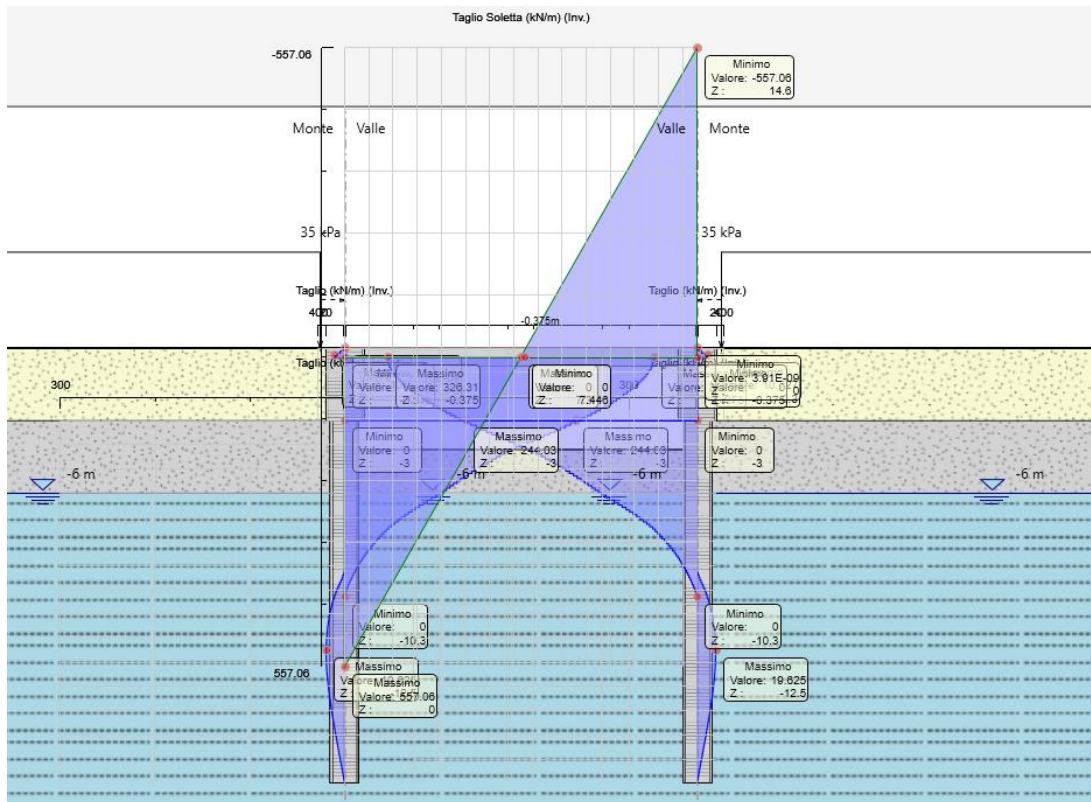
In allegato sono riprotati i tabulati di calcolo completi.



**Figura 12 - Involucro spostamenti allo SLE.  $|u_{max}|=0.92$  mm**



**Figura 13 - Involuppo momento flettente**



**Figura 14 - Involuppo taglio**



### 7.1.1.1 Verifiche a Flessione e Taglio Solettone di Copertura

Il Solettone di copertura come anticipato nei paragrafi precedenti si compone di una parte prefabbricata costituita dalle travi a T rovescie ed una parte di completamento gettato in opera. A tal fine sono state eseguite le verifiche considerando nella prima fase soltanto la trave a T rovescia appoggiata-appoggiata soggetta al carico distribuito derivante dal peso proprio e del calcestruzzo gettato in opera, ed una successiva verifica considerando la trave a sezione rettangolare sollecitata dal momento massimo e dal taglio massimo derivanti dalla modellazione in Paratie Plus.

#### FASE N.1

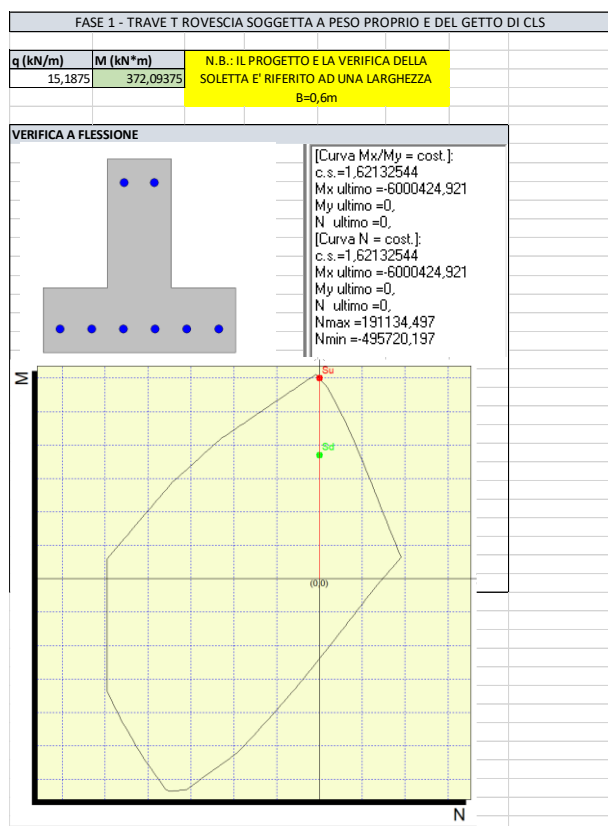
- Armatura longitudinale: 10Ø26 (inf.); 2Ø26 (sup.);
- Armatura a taglio: Spirale a 2 bracci Ø10mm a passo 20cm.

#### FASE N.2

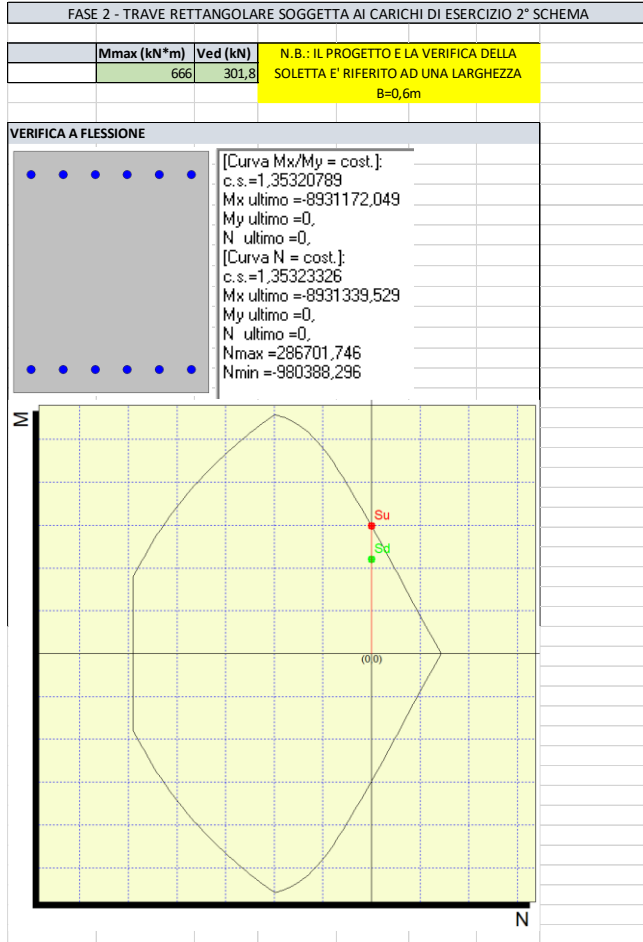
- Armatura longitudinale aggiuntiva: 10Ø26 (sup.);
- Armatura a taglio: Spirale a 2 bracci Ø10mm a passo 20cm.

SOLETTA - C35/45				
Altezza (m)	Lunghezza (m)	Armatura inf. longitudinale	Armatura sup. longitudinale	Armatura trasversale
0,75	14	10φ26	10φ26	φ10/200 - 2 Bracci

### Verifica a Flessione – FASE N.1



### Verifica a Flessione e Taglio – FASE N.2



Elemento	Geometrie				Armatura long. tesa			Solicitazioni di Calcolo		TAGLIO RESISTENTE ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO							
	b <sub>w</sub> (mm)	H (mm)	c (mm)	d (mm)	n	Ø	mm <sup>2</sup>	N <sub>ed</sub> (KN)	V <sub>ed</sub> (KN)	σ <sub>ed</sub> (Mpa)	ρ <sub>t</sub>	k	f <sub>ck</sub> (Mpa)	v <sub>min</sub>	V <sub>rdmax</sub> (KN)	V <sub>rd</sub> (KN)	F.S.
SOLETTA	600	750	40	710	6	26	3184	0	301,8	0	0,007	1,53	35	0,39	167,06	232,29	0,77

Elemento	Armature trasversali				Inclinazione Bielle Compresse				Taglio Compressione		Taglio Trazione		risultati				
	n <sub>s</sub>	Ø	p (mm)	A <sub>sw</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>s</sub>	Ø	p (mm)	A <sub>sw</sub> (mm <sup>2</sup> )	α°	ctg θ	σ <sub>cp</sub> (Mpa)	α <sub>c</sub>		f <sub>ctd</sub> (Mpa)	V <sub>rd</sub> (KN)	V <sub>rd</sub> (KN)	F.S.
SOLETTA	2	10	200	157	2	10	200	157	90	2,5	0	1	19,83	1311,05	490,70	490,70	1,63

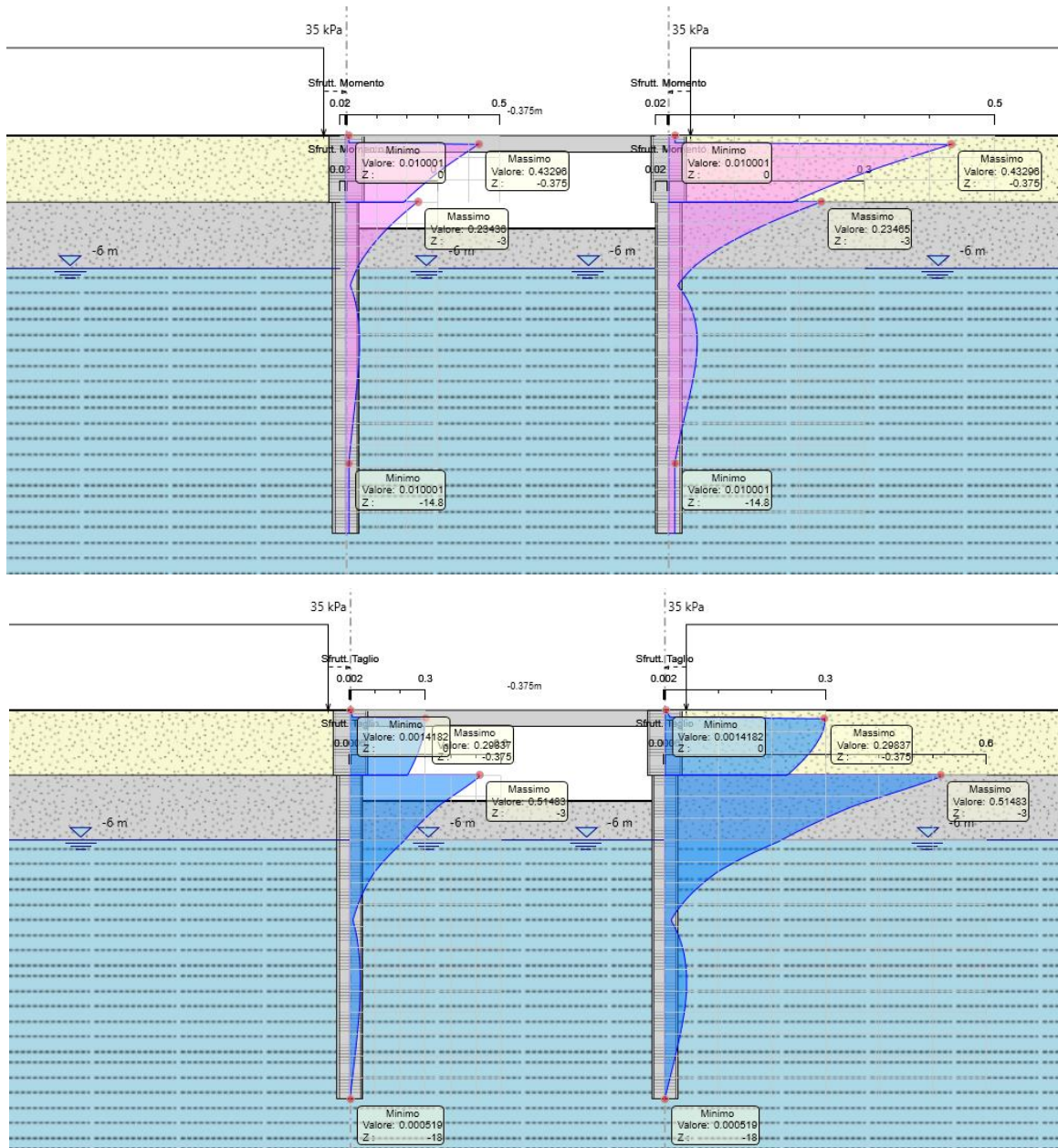


### 7.1.1.2 Verifiche strutturali pali della paratia

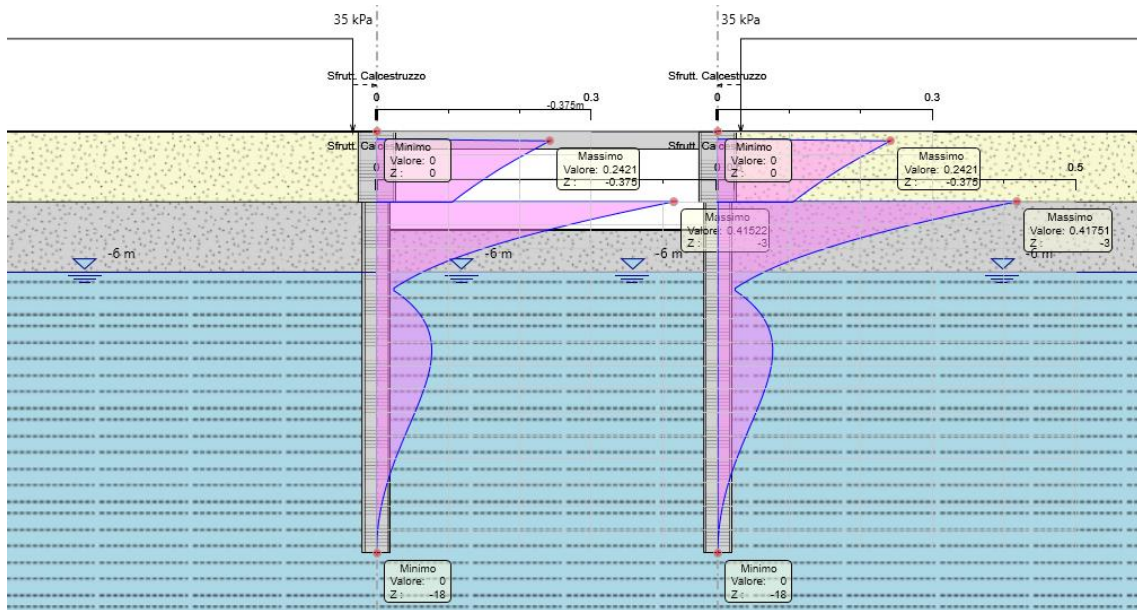
La verifica strutturale del palo è stata eseguita direttamente dal programma PARATIE PLUS 20 con le armature precedentemente indicate (armatura longitudinale: 20Ø26 + 20Ø26mm, armatura a taglio: Spirale 2 bracci Ø14mm a passo 15cm) e le massime sollecitazioni derivanti dal calcolo. Di seguito, sono riportate le verifiche allo SLV: la verifica è soddisfatta in quanto i tassi di sfruttamento sono inferiori ad 1.

Si riportano, inoltre, le verifiche delle tensioni di esercizio sul calcestruzzo e sull'acciaio agli SLE, che risultano soddisfatte, essendo anche in questo caso il tasso di sfruttamento in termini tensionali minore di 1.

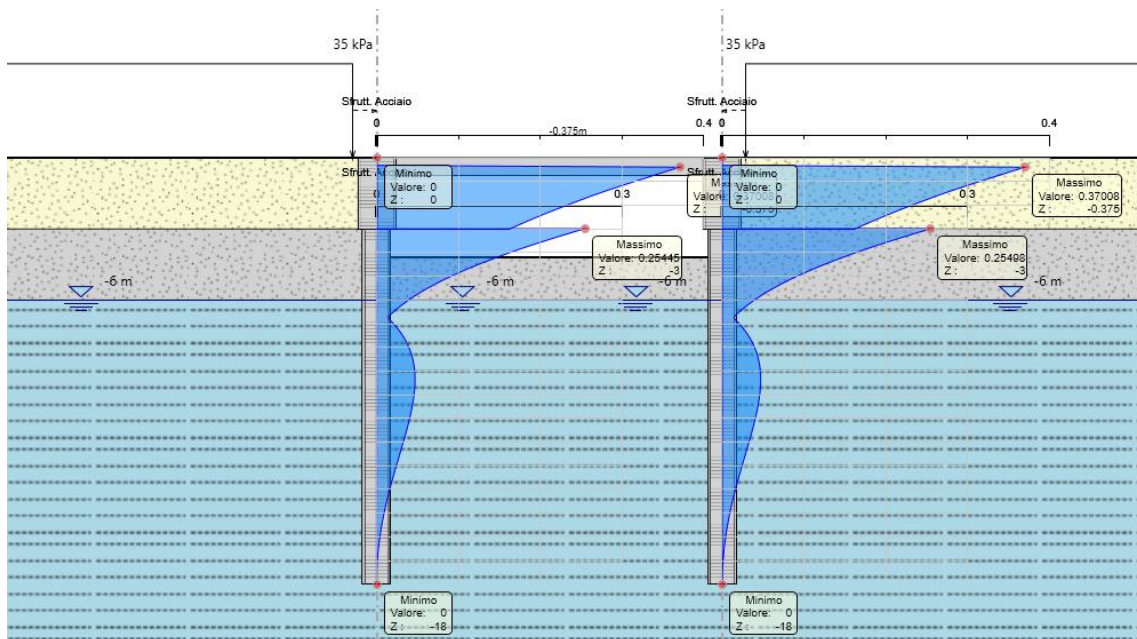
Infine si riporta la verifica a fessurazione agli SLE, la quale è soddisfatta in quanto l'ampiezza delle fessure è inferiore a 0.2 mm.



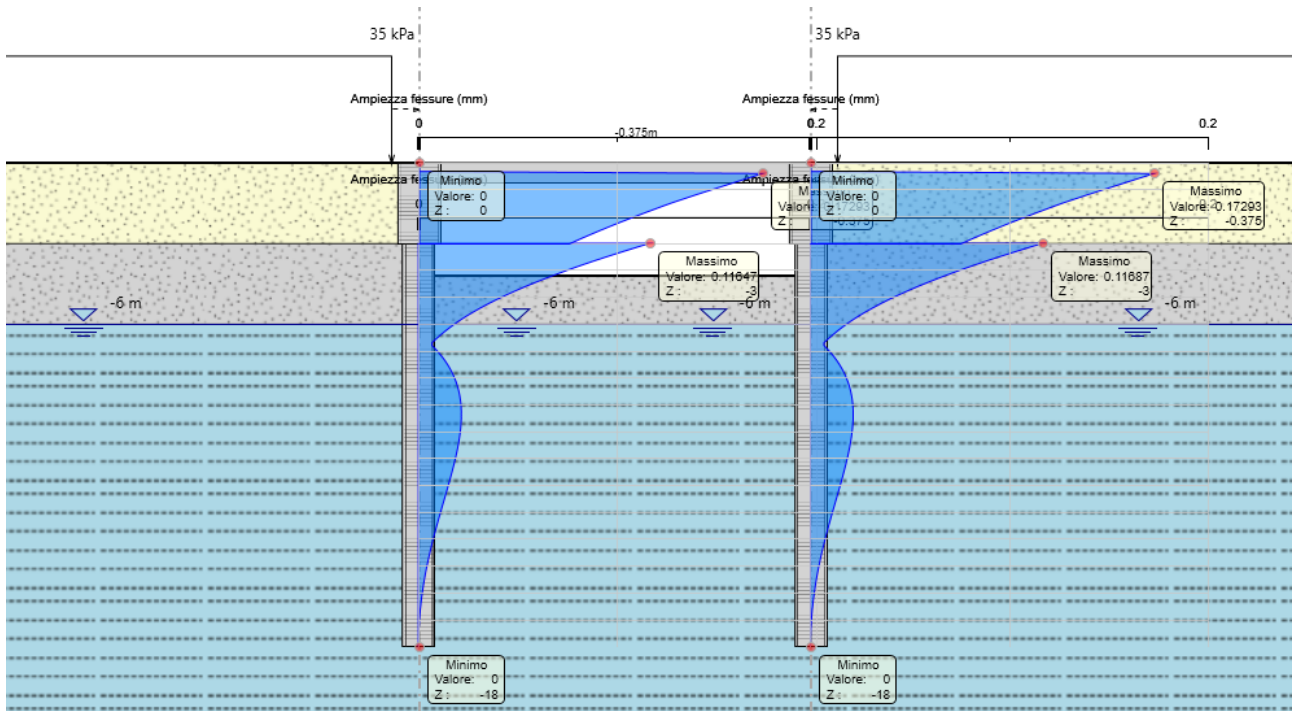
**Figura 15 - Verifica strutturale palo SLU**



**Figura 16 - Verifica tensioni di esercizio nel calcestruzzo**



**Figura 17 - Verifica tensioni di esercizio nell'acciaio**



**Figura 18 - Verifica a fessurazione SLE**



## 8 APPENDICE A: ANALISI PARATIE. TABULATI DI CALCOLO PARATIE

The logo for PARATIE plus, with 'PARATIE' in blue uppercase letters and 'plus' in red lowercase letters with a trademark symbol.

### ***Report di Calcolo***

Nome Progetto: New Project

Autore: Ingegnere

Jobname: C:\Users\m.piccolo\Desktop\2400- AQ DG26-17 A90 SVINC TIBURTINA A24 (COMM 1504)\MARCO\MODELLI MARCO PARATIE\COMPLETI\FASCIA TUBIERA ST01\FASCIA TUBIERA ST01 - 2o SCHEMA DI CARICO.pplus

Data: 25/06/2021 17:42:11

Design Section: Base Design Section

**Sommario**  
**Contenuto Sommario**

## 8.1 Descrizione del Software

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



### 8.3 Descrizione Pareti

X : 0 m

Quota in alto : -3 m

Quota di fondo : -18 m

Muro di sinistra

Armatura Lunghezza segmenti : 1 m

Rinforzo longitudinale 1

Lunghezza : 15 m

Materiale : B450C

Quota iniziale : -3 m

Barre 1

Numero di barre : 20

Diametro : 0.026 m

Distanza dal bordo : 0.087 m

Barre 2

Numero di barre : 20

Diametro : 0.026 m

Distanza dal bordo : 0.115 m

Staffe 1

Numero di staffe : 2

Copertura : 0.06 m

Diametro : 0.014 m

Lunghezza : 15 m

Quota iniziale : -3 m

Passo : 0.15 m

Sezione : Pali D1200

Area equivalente : 0.80783811092309 m

Inerzia equivalente : 0.0727 m<sup>4</sup>/m

Materiale calcestruzzo : C25/30

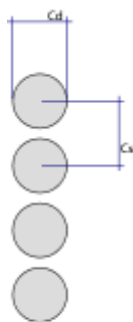
Tipo sezione : Tangent

Spaziatura : 1.4 m

Diametro : 1.2 m

Efficacia : 1





X : 14.6 m

Quota in alto : -3 m

Quota di fondo : -18 m

Muro di destra

Armatura Lunghezza segmenti : 1 m

Rinforzo longitudinale 1

Lunghezza : 15 m

Materiale : B450C

Quota iniziale : -3 m

Barre 1

Numero di barre : 20

Diametro : 0.026 m

Distanza dal bordo : 0.087 m

Barre 2

Numero di barre : 20

Diametro : 0.026 m

Distanza dal bordo : 0.115 m

Staffe 1

Numero di staffe : 2

Copertura : 0.06 m

Diametro : 0.014 m

Lunghezza : 15 m

Quota iniziale : -3 m

Passo : 0.15 m

Sezione : Pali D1200

Area equivalente : 0.80783811092309 m

Inerzia equivalente : 0.0727 m<sup>4</sup>/m

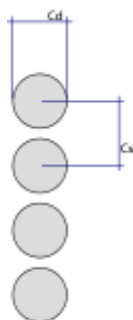
Materiale calcestruzzo : C25/30

Tipo sezione : Tangent

Spaziatura : 1.4 m

Diametro : 1.2 m

Efficacia : 1



X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -3 m

Muro di sinistra

Armatura Lunghezza segmenti : 1 m

Rinforzo longitudinale 1

Lunghezza : 3 m

Materiale : B450C

Quota iniziale : 0 m

Barre di sinistra 1

Numero di barre : 10

Diametro : 0.026 m

Distanza dal bordo : 0.087 m

Barre di destra 1

Numero di barre : 10

Diametro : 0.026 m

Distanza dal bordo : 0.087 m

Staffe 1

Numero di staffe : 2

Copertura : 0.06 m

Diametro : 0.014 m

Lunghezza : 3 m

Quota iniziale : 0 m

Passo : 0.15 m

Sezione : Cordolo

Area equivalente : 1.6 m

Inerzia equivalente : 0.3413 m<sup>4</sup>/m

Materiale calcestruzzo : C32/40

Tipo sezione : Solid

Spessore : 1.6 m

Efficacia : 1



X : 14.6 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -3 m

Muro di destra

Armatura Lunghezza segmenti : 1 m

Rinforzo longitudinale 1

Lunghezza : 3 m

Materiale : B450C

Quota iniziale : 0 m

Barre di sinistra 1

Numero di barre : 10

Diametro : 0.026 m

Distanza dal bordo : 0.087 m

Barre di destra 1

Numero di barre : 10

Diametro : 0.026 m

Distanza dal bordo : 0.087 m

Staffe 1

Numero di staffe : 2

Copertura : 0.06 m

Diametro : 0.014 m

Lunghezza : 3 m

Quota iniziale : 0 m

Passo : 0.15 m

Sezione : Cordolo

Area equivalente : 1.6 m

Inerzia equivalente : 0.3413 m<sup>4</sup>/m

Materiale calcestruzzo : C32/40

Tipo sezione : Solid

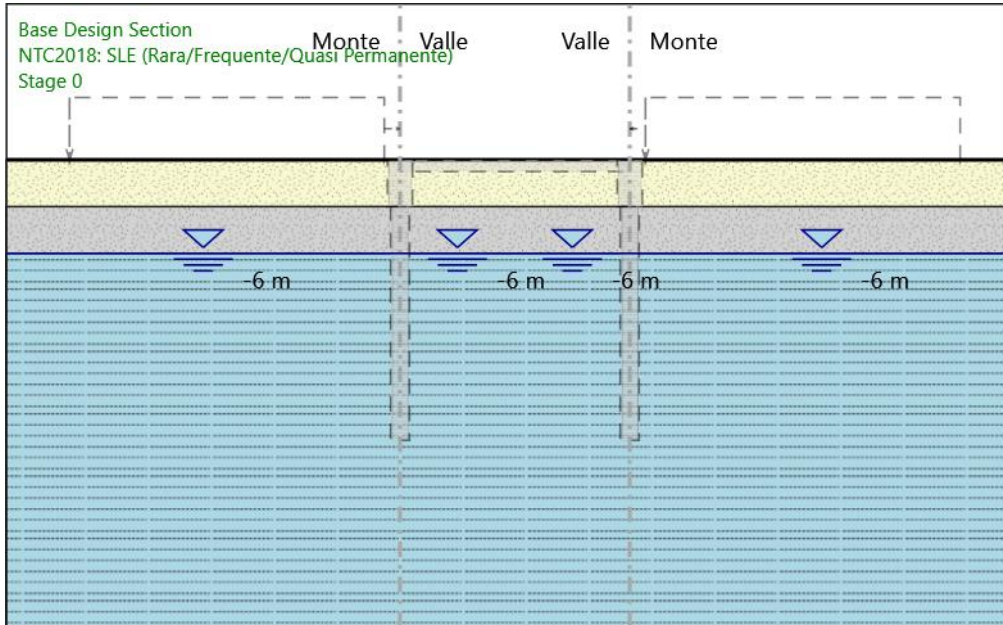
Spessore : 1.6 m

Efficacia : 1



## 8.4 Fasi di Calcolo

### 8.4.1 Stage 0



Stage 0

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : 0 m

Muro di destra

Lato monte : 0 m

Lato valle : 0 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo centrale (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -6 m

Falda di destra : -6 m

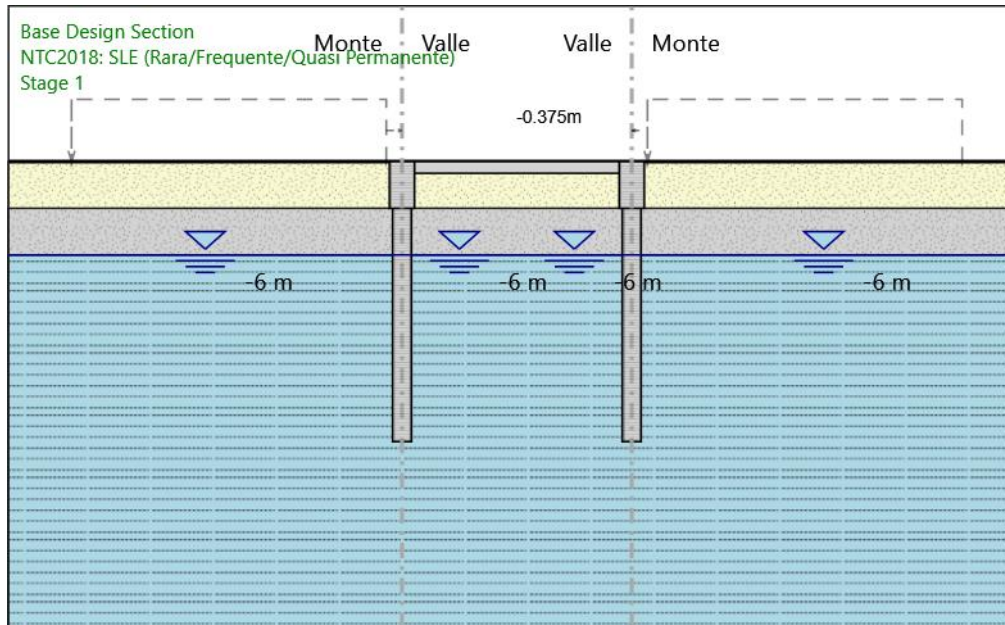
Falda centrale-sinistra : -6 m

Falda centrale-destra : -6 m





### 8.4.2 Stage 1



#### Stage 1

#### Scavo

##### Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : 0 m

##### Muro di destra

Lato monte : 0 m

Lato valle : 0 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo centrale (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

#### Falda acquifera

Falda di sinistra : -6 m

Falda di destra : -6 m

Falda centrale-sinistra : -6 m

Falda centrale-destra : -6 m

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : -3 m

Quota di fondo : -18 m

Sezione : Pali D1200

Paratia : WallElement\_New

X : 14.6 m

Quota in alto : -3 m

Quota di fondo : -18 m

Sezione : Pali D1200

Soletta : Slab

X del primo muro : 0 m

X del secondo muro : 14.6 m

Z : -0.375 m

Lunghezza : 14.6 m

Angolo : 0 °

Sezione : Soletta

Paratia : WallElement\_New\_New

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -3 m

Sezione : Cordolo

Paratia : WallElement\_New\_New\_New

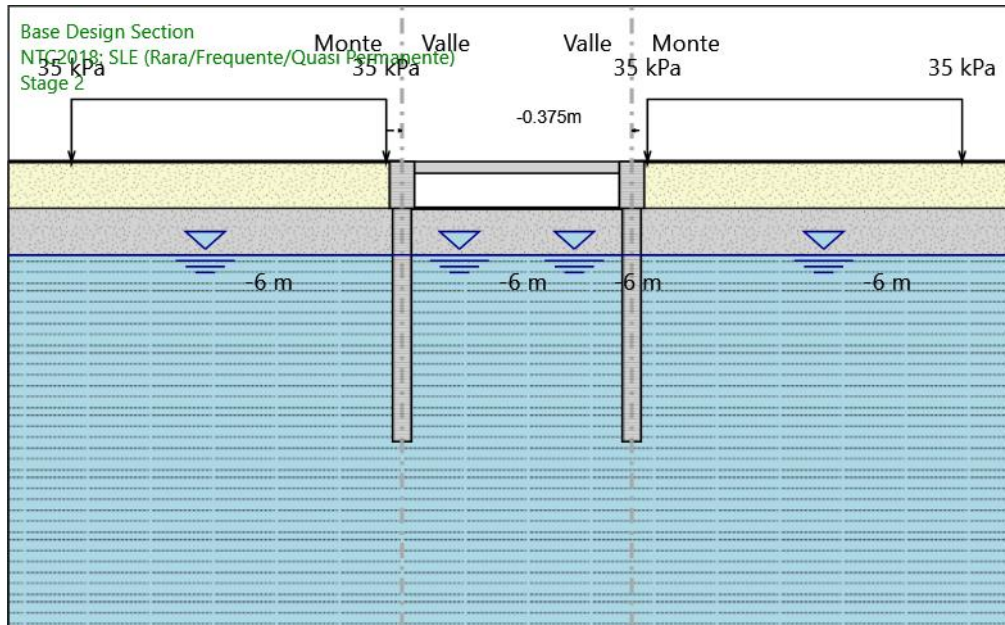
X : 14.6 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -3 m

Sezione : Cordolo

### 8.4.3 Stage 2



#### Stage 2

##### Scavo

###### Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -3 m

###### Muro di destra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -3 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo centrale (Orizzontale)

-3 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

##### Falda acquifera

Falda di sinistra : -6 m

Falda di destra : -6 m

Falda centrale-sinistra : -6 m

Falda centrale-destra : -6 m

#### Carichi

Carico lineare in superficie : carico Stradale distribuito lato sx

X iniziale : -21 m

X finale : -1 m

Pressione iniziale : 35 kPa

Pressione finale : 35 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : 15.6 m

X finale : 35.6 m

Pressione iniziale : 35 kPa

Pressione finale : 35 kPa

#### Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : -3 m

Quota di fondo : -18 m

Sezione : Pali D1200

Paratia : WallElement\_New

X : 14.6 m

Quota in alto : -3 m

Quota di fondo : -18 m

Sezione : Pali D1200

Soletta : Slab

X del primo muro : 0 m

X del secondo muro : 14.6 m

Z : -0.375 m

Lunghezza : 14.6 m

Angolo : 0 °

Sezione : Soletta

Paratia : WallElement\_New\_New

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -3 m

Sezione : Cordolo

Paratia : WallElement\_New\_New\_New

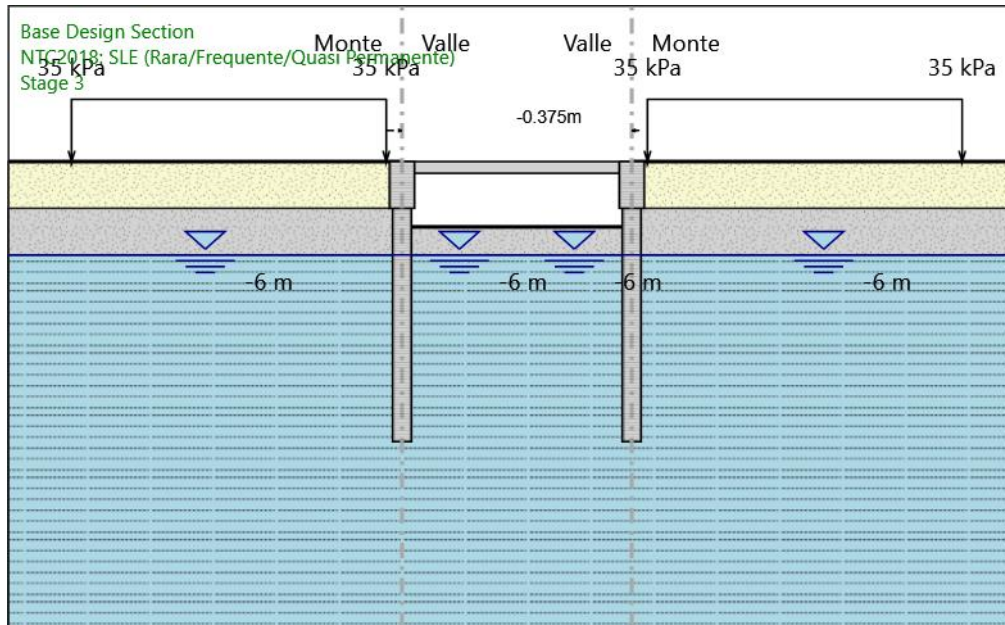
X : 14.6 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -3 m

Sezione : Cordolo

#### 8.4.4 Stage 3



#### Stage 3

##### Scavo

##### Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -4.2 m

##### Muro di destra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -4.2 m

##### Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

##### Linea di scavo centrale (Orizzontale)

-4.2 m

##### Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

##### Falda acquifera

Falda di sinistra : -6 m

Falda di destra : -6 m

Falda centrale-sinistra : -6 m

Falda centrale-destra : -6 m

#### Carichi

Carico lineare in superficie : carico Stradale distribuito lato sx

X iniziale : -21 m

X finale : -1 m

Pressione iniziale : 35 kPa

Pressione finale : 35 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : 15.6 m

X finale : 35.6 m

Pressione iniziale : 35 kPa

Pressione finale : 35 kPa

#### Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : -3 m

Quota di fondo : -18 m

Sezione : Pali D1200

Paratia : WallElement\_New

X : 14.6 m

Quota in alto : -3 m

Quota di fondo : -18 m

Sezione : Pali D1200

Soletta : Slab

X del primo muro : 0 m

X del secondo muro : 14.6 m

Z : -0.375 m

Lunghezza : 14.6 m

Angolo : 0 °

Sezione : Soletta

Paratia : WallElement\_New\_New

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -3 m

Sezione : Cordolo

Paratia : WallElement\_New\_New\_New

X : 14.6 m

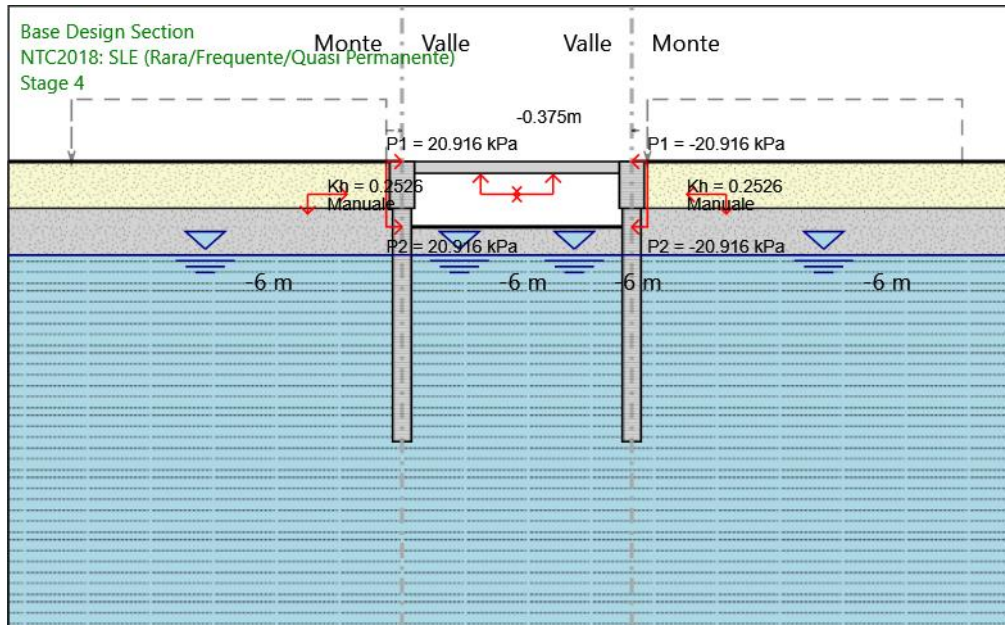
Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -3 m

Sezione : Cordolo



#### 8.4.5 Stage 4



#### Stage 4

##### Scavo

##### Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -4.2 m

##### Muro di destra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -4.2 m

##### Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

##### Linea di scavo centrale (Orizzontale)

-4.2 m

##### Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

##### Falda acquifera

Falda di sinistra : -6 m

Falda di destra : -6 m

Falda centrale-sinistra : -6 m

Falda centrale-destra : -6 m



Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : -3 m

Quota di fondo : -18 m

Sezione : Pali D1200

Paratia : WallElement\_New

X : 14.6 m

Quota in alto : -3 m

Quota di fondo : -18 m

Sezione : Pali D1200

Soletta : Slab

X del primo muro : 0 m

X del secondo muro : 14.6 m

Z : -0.375 m

Lunghezza : 14.6 m

Angolo : 0 °

Sezione : Soletta

Paratia : WallElement\_New\_New

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -3 m

Sezione : Cordolo

Paratia : WallElement\_New\_New\_New

X : 14.6 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -3 m

Sezione : Cordolo

## 8.5 Descrizione Coefficienti Design Assumption

Nome	Carichi Permanenti Sfavorevoli (F_dead_load_unfavour)	Carichi Permanenti Favorevoli (F_dead_load_d_favour)	Carichi Variabili Sfavorevoli (F_live_load_unfavour)	Carichi Variabili Favorevoli (F_live_load_d_favour)	Carico Sismico (F_seis m_load)	Pressioni Monte (F_Wa terDR)	Pressioni Valle (F_Wat erRes)	Carichi Permanenti Destabilizzanti (F_UPL_GDStab)	Carichi Permanenti Stabilizzanti (F_UPL_GStab)	Carichi Variabili Destabilizzanti (F_UPL_QDStab)	Carichi Variabili Stabilizzanti (F_HYD_GDStab)	Carichi Variabili Stabilizzanti (F_HYD_GStab)	Carichi Variabili Destabilizzanti (F_HYD_QDStab)
Simbolo	$\gamma_G$	$\gamma_G$	$\gamma_Q$	$\gamma_Q$	$\gamma_{QE}$	$\gamma_G$	$\gamma_G$	$\gamma_{Gdst}$	$\gamma_{Gstb}$	$\gamma_{Qdst}$	$\gamma_{Gdst}$	$\gamma_{Gstb}$	$\gamma_{Qdst}$
Nominal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1.3	1	1.5	1	0	1.3	1	1	1	1	1.3	0.9	1
NTC2018: A2+M2+R1	1	1	1.3	1	0	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1
NTC2018: SISMICA STR	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: SISMICA GEO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1

Nome	Parziale su $\tan(\phi')$ (F_Fr)	Parziale su $c'$ (F_eff_cohes)	Parziale su Su (F_Su)	Parziale su qu (F_qu)	Parziale su peso specifico (F_gamma)
Simbolo	$\gamma_\phi$	$\gamma_c$	$\gamma_{cu}$	$\gamma_{qu}$	$\gamma_\gamma$
Nominal	1	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1	1	1	1	1
NTC2018: A2+M2+R1	1.25	1.25	1.4	1	1
NTC2018: SISMICA STR	1	1	1	1	1
NTC2018: SISMICA GEO	1	1	1	1	1

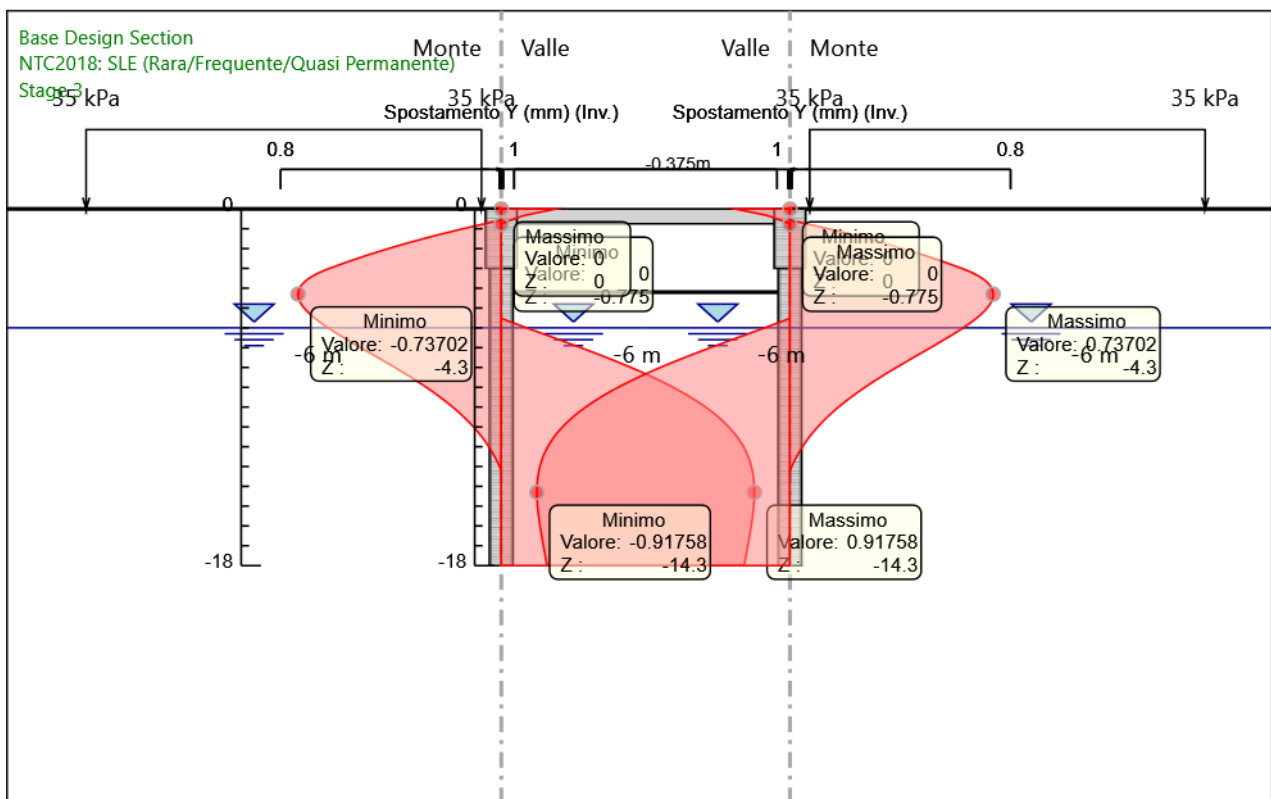
Nome	Parziale resistenza terreno (es. Kp) (F_Soil_Res_walls)	Parziale resistenza Tiranti permanenti (F_Anch_P)	Parziale resistenza Tiranti temporanei (F_Anch_T)	Parziale elementi strutturali (F_wall)
Simbolo	$\gamma_{Re}$	$\gamma_{ap}$	$\gamma_{at}$	
Nominal	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1	1.2	1.1	1
NTC2018: A2+M2+R1	1	1.2	1.1	1
NTC2018: SISMICA STR	1	1.2	1.1	1
NTC2018: SISMICA GEO	1	1.2	1.1	1

## 8.6 Riepilogo Stage / Design Assumption per Involuppo

<b>Design Assumption</b>	<b>Stage 0</b>	<b>Stage 1</b>	<b>Stage 2</b>	<b>Stage 3</b>	<b>Stage 4</b>
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	V	V	V	V	V
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	V	V	V	V	V
NTC2018: A2+M2+R1	V	V	V	V	V
NTC2018: SISMICA STR	V	V	V	V	V
NTC2018: SISMICA GEO					

## 8.7 Descrizione sintetica dei risultati delle Design Assumption (Inviluppi)

### 8.7.1 Grafico Inviluppi Spostamento



Spostamento

### 8.7.2 Tabella Involuppi Momento WallElement

Selected Design Assumptions	Involuppi: Momento	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
-3	571.643	0
-3.1	549.593	0
-3.2	527.892	0
-3.3	506.552	0
-3.4	485.58	0
-3.5	464.984	0
-3.6	444.775	0
-3.7	424.958	0
-3.8	405.541	0
-3.9	386.531	0
-4	367.934	0
-4.1	349.756	0
-4.2	332.001	0
-4.3	314.677	0
-4.4	297.786	0
-4.5	281.333	0
-4.6	265.324	0
-4.7	249.76	0
-4.8	234.646	0
-4.9	219.986	0
-5	205.781	0
-5.1	192.035	0
-5.2	178.751	0
-5.3	165.929	0
-5.4	153.574	0
-5.5	141.687	0
-5.6	130.269	0
-5.7	119.322	0
-5.8	108.848	0
-5.9	98.848	0
-6	89.786	0
-6.1	81.749	0
-6.2	73.97	0
-6.3	66.447	0.168
-6.4	59.18	5.518
-6.5	52.167	13.665
-6.6	45.409	21.413
-6.7	38.903	28.74
-6.8	32.649	35.658
-6.9	26.646	42.179
-7	20.893	48.316
-7.1	15.388	54.078
-7.2	10.132	59.478
-7.3	5.122	64.526
-7.4	0.358	69.234
-7.5	0	73.611
-7.6	0	77.671
-7.7	0	81.424
-7.8	0	84.88
-7.9	0	88.049
-8	0	90.942
-8.1	0	93.569
-8.2	0	95.939
-8.3	0	98.061
-8.4	0	99.948
-8.5	0	101.607
-8.6	0	103.049
-8.7	0	104.282
-8.8	0	105.314
-8.9	0	106.153
-9	0	106.809
-9.1	0	107.291
-9.2	0	107.607

Selected Design Assumptions Z (m)	Involuppi: Momento	
	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
-9.3	0	107.764
-9.4	0	107.769
-9.5	0	107.63
-9.6	0	107.355
-9.7	0	106.949
-9.8	0	106.419
-9.9	0	105.774
-10	0	105.02
-10.1	0	104.161
-10.2	0	103.206
-10.3	0	102.158
-10.4	0	101.024
-10.5	0	99.808
-10.6	0	98.517
-10.7	0	97.157
-10.8	0	95.731
-10.9	0	94.244
-11	0	92.7
-11.1	0	91.104
-11.2	0	89.46
-11.3	0	87.772
-11.4	0	86.044
-11.5	0	84.28
-11.6	0	82.483
-11.7	0	80.656
-11.8	0	78.801
-11.9	0	76.923
-12	0	75.023
-12.1	0	73.105
-12.2	0	71.171
-12.3	0	69.225
-12.4	0	67.271
-12.5	0	65.311
-12.6	0	63.349
-12.7	0	61.387
-12.8	0	59.428
-12.9	0	57.474
-13	0	55.529
-13.1	0	53.594
-13.2	0	51.672
-13.3	0	49.763
-13.4	0	47.87
-13.5	0	45.996
-13.6	0	44.143
-13.7	0	42.312
-13.8	0	40.505
-13.9	0	38.726
-14	0	36.974
-14.1	0	35.252
-14.2	0	33.561
-14.3	0	31.902
-14.4	0	30.277
-14.5	0	28.686
-14.6	0	27.132
-14.7	0	25.614
-14.8	0	24.134
-14.9	0	22.693
-15	0	21.291
-15.1	0	19.93
-15.2	0	18.61
-15.3	0	17.331
-15.4	0	16.095
-15.5	0	14.901
-15.6	0	13.751
-15.7	0	12.645
-15.8	0	11.583
-15.9	0	10.565

Selected Design Assumptions	Involupi: Momento	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
-16	0	9.593
-16.1	0	8.667
-16.2	0	7.786
-16.3	0	6.951
-16.4	0	6.163
-16.5	0	5.421
-16.6	0	4.726
-16.7	0	4.078
-16.8	0	3.477
-16.9	0	2.923
-17	0	2.42
-17.1	0	1.963
-17.2	0	1.554
-17.3	0	1.192
-17.4	0	0.877
-17.5	0	0.61
-17.6	0	0.391
-17.7	0	0.22
-17.8	0	0.098
-17.9	0	0.025
-18	0	0

### 8.7.3 Tabella Involuppi Momento WallElement\_New

Selected Design Assumptions Z (m)	Muro: WallElement_New	
	Involuppi: Momento Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
-3	0	571.643
-3.1	0	549.593
-3.2	0	527.892
-3.3	0	506.552
-3.4	0	485.58
-3.5	0	464.984
-3.6	0	444.775
-3.7	0	424.958
-3.8	0	405.541
-3.9	0	386.531
-4	0	367.934
-4.1	0	349.756
-4.2	0	332.001
-4.3	0	314.677
-4.4	0	297.786
-4.5	0	281.333
-4.6	0	265.324
-4.7	0	249.76
-4.8	0	234.646
-4.9	0	219.986
-5	0	205.781
-5.1	0	192.035
-5.2	0	178.751
-5.3	0	165.929
-5.4	0	153.574
-5.5	0	141.687
-5.6	0	130.269
-5.7	0	119.322
-5.8	0	108.848
-5.9	0	98.848
-6	0	89.786
-6.1	0	81.749
-6.2	0	73.97
-6.3	0.168	66.447
-6.4	5.518	59.18
-6.5	13.665	52.167
-6.6	21.413	45.409
-6.7	28.74	38.903
-6.8	35.658	32.649
-6.9	42.179	26.646
-7	48.316	20.893
-7.1	54.078	15.388
-7.2	59.478	10.132
-7.3	64.526	5.122
-7.4	69.234	0.358
-7.5	73.611	0
-7.6	77.671	0
-7.7	81.424	0
-7.8	84.88	0
-7.9	88.049	0
-8	90.942	0
-8.1	93.569	0
-8.2	95.939	0
-8.3	98.061	0
-8.4	99.948	0
-8.5	101.607	0
-8.6	103.049	0
-8.7	104.282	0
-8.8	105.314	0
-8.9	106.153	0
-9	106.809	0
-9.1	107.291	0
-9.2	107.607	0



Selected Design Assumptions	Inviluppi: Momento	Muro: WallElement_New
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
-9.3	107.764	0
-9.4	107.769	0
-9.5	107.63	0
-9.6	107.355	0
-9.7	106.949	0
-9.8	106.419	0
-9.9	105.774	0
-10	105.02	0
-10.1	104.161	0
-10.2	103.206	0
-10.3	102.158	0
-10.4	101.024	0
-10.5	99.808	0
-10.6	98.517	0
-10.7	97.157	0
-10.8	95.731	0
-10.9	94.244	0
-11	92.7	0
-11.1	91.104	0
-11.2	89.46	0
-11.3	87.772	0
-11.4	86.044	0
-11.5	84.28	0
-11.6	82.483	0
-11.7	80.656	0
-11.8	78.801	0
-11.9	76.923	0
-12	75.023	0
-12.1	73.105	0
-12.2	71.171	0
-12.3	69.225	0
-12.4	67.271	0
-12.5	65.311	0
-12.6	63.349	0
-12.7	61.387	0
-12.8	59.428	0
-12.9	57.474	0
-13	55.529	0
-13.1	53.594	0
-13.2	51.672	0
-13.3	49.763	0
-13.4	47.87	0
-13.5	45.996	0
-13.6	44.143	0
-13.7	42.312	0
-13.8	40.505	0
-13.9	38.726	0
-14	36.974	0
-14.1	35.252	0
-14.2	33.561	0
-14.3	31.902	0
-14.4	30.277	0
-14.5	28.686	0
-14.6	27.132	0
-14.7	25.614	0
-14.8	24.134	0
-14.9	22.693	0
-15	21.291	0
-15.1	19.93	0
-15.2	18.61	0
-15.3	17.331	0
-15.4	16.095	0
-15.5	14.901	0
-15.6	13.751	0
-15.7	12.645	0
-15.8	11.583	0
-15.9	10.565	0

---

Selected Design Assumptions	Involuppi: Momento	Muro: WallElement_New
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
-16	9.593	0
-16.1	8.667	0
-16.2	7.786	0
-16.3	6.951	0
-16.4	6.163	0
-16.5	5.421	0
-16.6	4.726	0
-16.7	4.078	0
-16.8	3.477	0
-16.9	2.923	0
-17	2.42	0
-17.1	1.963	0
-17.2	1.554	0
-17.3	1.192	0
-17.4	0.877	0
-17.5	0.61	0
-17.6	0.391	0
-17.7	0.22	0
-17.8	0.098	0
-17.9	0.025	0
-18	0	0

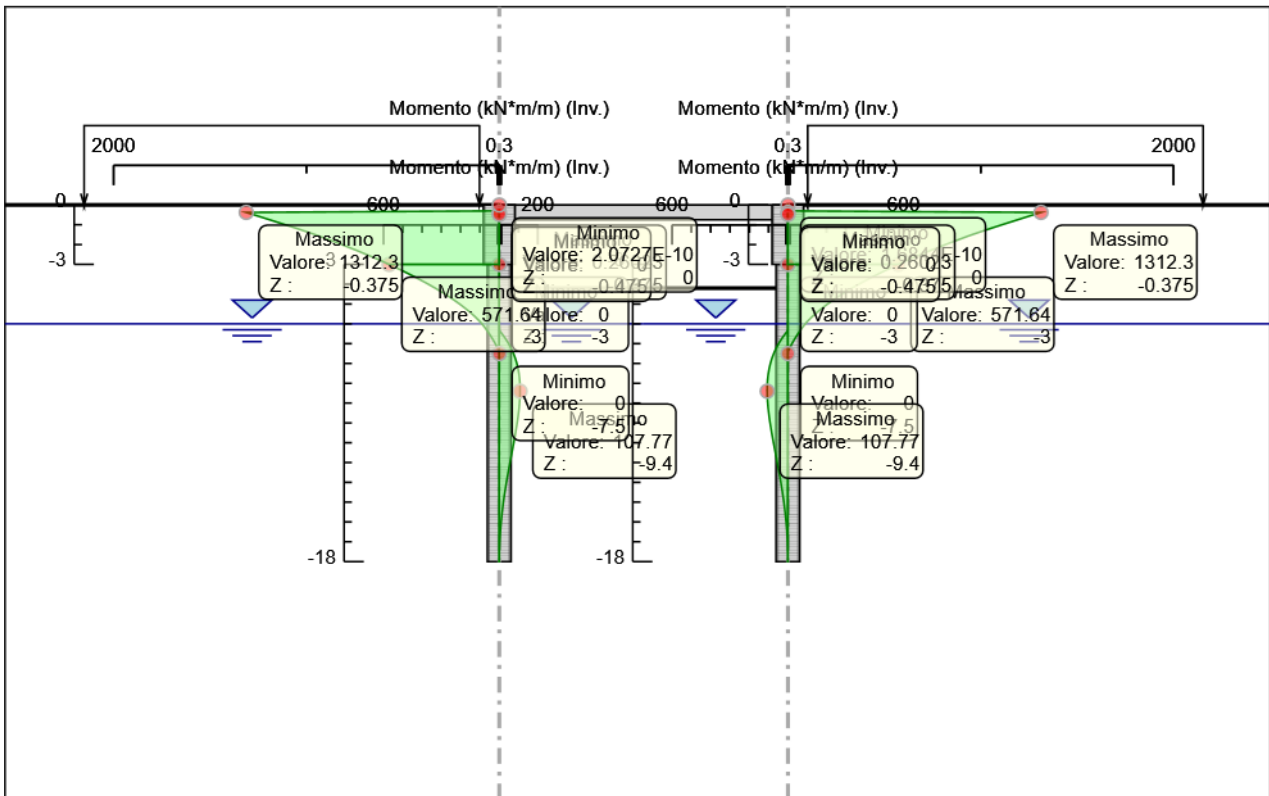
#### 8.7.4 Tabella Involupi Momento WallElement\_New\_New

Selected Design Assumptions	Involupi: Momento Muro: WallElement_New_New	
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
0	0	0
-0.1	0.155	0
-0.2	0.627	0.053
-0.3	1.421	0.156
-0.375	1312.314	0.26
-0.475	1279.683	0
-0.575	1247.081	0
-0.675	1214.532	0
-0.775	1182.067	0
-0.875	1149.722	0
-0.975	1117.527	0
-1.075	1085.512	0
-1.175	1053.877	0
-1.275	1023.061	0
-1.375	992.466	0
-1.475	962.109	0
-1.575	933.354	0
-1.675	905.552	0
-1.775	878.035	0
-1.875	850.825	0
-1.975	823.941	0
-2.075	797.403	0
-2.175	771.229	0
-2.275	745.44	0
-2.375	720.054	0
-2.475	695.089	0
-2.575	670.563	0
-2.675	646.494	0
-2.775	622.901	0
-2.875	599.8	0
-2.975	577.208	0
-3	571.643	0

### 8.7.5 Tabella Involuppi Momento WallElement\_New\_New\_New

Selected Design Assumptions	Involuppi: Momento	Muro: WallElement_New_New_New
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
0	0	0
-0.1	0	0.155
-0.2	0.053	0.627
-0.3	0.156	1.421
-0.375	0.26	1312.314
-0.475	0	1279.683
-0.575	0	1247.081
-0.675	0	1214.532
-0.775	0	1182.067
-0.875	0	1149.722
-0.975	0	1117.527
-1.075	0	1085.512
-1.175	0	1053.877
-1.275	0	1023.061
-1.375	0	992.466
-1.475	0	962.109
-1.575	0	933.354
-1.675	0	905.552
-1.775	0	878.035
-1.875	0	850.825
-1.975	0	823.941
-2.075	0	797.403
-2.175	0	771.229
-2.275	0	745.44
-2.375	0	720.054
-2.475	0	695.089
-2.575	0	670.563
-2.675	0	646.494
-2.775	0	622.901
-2.875	0	599.8
-2.975	0	577.208
-3	0	571.643

### 8.7.6 Grafico Involuppi Momento



Momento

### 8.7.7 Tabella Involuppi Taglio WallElement

Selected Design Assumptions	Involuppi: Taglio	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
-3	0	244.031
-3.1	0	244.031
-3.2	0	238.731
-3.3	0	233.311
-3.4	0	227.775
-3.5	0	222.131
-3.6	0	216.383
-3.7	0	210.535
-3.8	0	204.594
-3.9	0	198.602
-4	0	192.823
-4.1	0	186.976
-4.2	0	181.044
-4.3	0	175.031
-4.4	0	169.524
-4.5	0	164.523
-4.6	0	160.098
-4.7	0	155.635
-4.8	0	151.137
-4.9	0	146.781
-5	0	142.594
-5.1	0	138.463
-5.2	0	134.387
-5.3	0	130.367
-5.4	0	126.433
-5.5	0	122.555
-5.6	0	118.735
-5.7	0	114.971
-5.8	0	111.264
-5.9	0	107.615
-6	0	104.022
-6.1	0	100.51
-6.2	0	96.011
-6.3	0	91.61
-6.4	0	87.307
-6.5	0	83.104
-6.6	0	79.001
-6.7	0	74.998
-6.8	0	71.095
-6.9	0	67.315
-7	0	63.635
-7.1	0	60.055
-7.2	0	56.574
-7.3	0	53.191
-7.4	0	49.907
-7.5	0	46.721
-7.6	0	44.092
-7.7	0	41.571
-7.8	0	39.122
-7.9	0	36.745
-8	0	34.438
-8.1	0	32.201
-8.2	0	30.034
-8.3	0	27.936
-8.4	0	25.907
-8.5	0	23.944
-8.6	0	22.049
-8.7	0	20.245
-8.8	0	18.572
-8.9	0	16.959
-9	0	15.405
-9.1	0	13.908
-9.2	0.221	12.468

Selected Design Assumptions	Involuppi: Taglio	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
-9.3	1.148	11.083
-9.4	2.026	9.754
-9.5	2.858	8.477
-9.6	4.059	7.254
-9.7	5.295	6.082
-9.8	6.452	4.961
-9.9	7.546	3.889
-10	8.581	2.865
-10.1	9.557	1.889
-10.2	10.477	0.959
-10.3	11.343	0.073
-10.4	12.157	0
-10.5	12.906	0
-10.6	13.606	0
-10.7	14.26	0
-10.8	14.869	0
-10.9	15.435	0
-11	15.96	0
-11.1	16.445	0
-11.2	16.879	0
-11.3	17.277	0
-11.4	17.641	0
-11.5	17.972	0
-11.6	18.272	0
-11.7	18.543	0
-11.8	18.786	0
-11.9	19.002	0
-12	19.18	0
-12.1	19.335	0
-12.2	19.456	0
-12.3	19.543	0
-12.4	19.599	0
-12.5	19.625	0
-12.6	19.625	0
-12.7	19.621	0
-12.8	19.591	0
-12.9	19.534	0
-13	19.453	0
-13.1	19.348	0
-13.2	19.224	0
-13.3	19.086	0
-13.4	18.925	0
-13.5	18.742	0
-13.6	18.536	0
-13.7	18.309	0
-13.8	18.063	0
-13.9	17.798	0
-14	17.517	0
-14.1	17.221	0
-14.2	16.911	0
-14.3	16.587	0
-14.4	16.252	0
-14.5	15.904	0
-14.6	15.546	0
-14.7	15.177	0
-14.8	14.799	0
-14.9	14.412	0
-15	14.017	0
-15.1	13.614	0
-15.2	13.204	0
-15.3	12.787	0
-15.4	12.364	0
-15.5	11.935	0
-15.6	11.502	0
-15.7	11.063	0
-15.8	10.62	0
-15.9	10.172	0

---

<b>Selected Design Assumptions</b>	<b>Inviluppi: Taglio</b>	<b>Muro: WallElement</b>
<b>Z (m)</b>	<b>Lato sinistro (kN/m)</b>	<b>Lato destro (kN/m)</b>
-16	9.721	0
-16.1	9.266	0
-16.2	8.808	0
-16.3	8.348	0
-16.4	7.884	0
-16.5	7.418	0
-16.6	6.95	0
-16.7	6.48	0
-16.8	6.008	0
-16.9	5.534	0
-17	5.059	0
-17.1	4.582	0
-17.2	4.104	0
-17.3	3.624	0
-17.4	3.147	0
-17.5	2.67	0
-17.6	2.19	0
-17.7	1.708	0
-17.8	1.223	0
-17.9	0.736	0
-18	0.246	0



### 8.7.8 Tabella Involuppi Taglio WallElement\_New

Selected Design Assumptions Z (m)	Muro: WallElement_New	
	Involuppi: Taglio Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
-3	244.031	0
-3.1	244.031	0
-3.2	238.731	0
-3.3	233.311	0
-3.4	227.775	0
-3.5	222.131	0
-3.6	216.383	0
-3.7	210.535	0
-3.8	204.594	0
-3.9	198.602	0
-4	192.823	0
-4.1	186.976	0
-4.2	181.044	0
-4.3	175.031	0
-4.4	169.524	0
-4.5	164.523	0
-4.6	160.098	0
-4.7	155.635	0
-4.8	151.137	0
-4.9	146.781	0
-5	142.594	0
-5.1	138.463	0
-5.2	134.387	0
-5.3	130.367	0
-5.4	126.433	0
-5.5	122.555	0
-5.6	118.735	0
-5.7	114.971	0
-5.8	111.264	0
-5.9	107.615	0
-6	104.022	0
-6.1	100.51	0
-6.2	96.011	0
-6.3	91.61	0
-6.4	87.307	0
-6.5	83.104	0
-6.6	79.001	0
-6.7	74.998	0
-6.8	71.095	0
-6.9	67.315	0
-7	63.635	0
-7.1	60.055	0
-7.2	56.574	0
-7.3	53.191	0
-7.4	49.907	0
-7.5	46.721	0
-7.6	44.092	0
-7.7	41.571	0
-7.8	39.122	0
-7.9	36.745	0
-8	34.438	0
-8.1	32.201	0
-8.2	30.034	0
-8.3	27.936	0
-8.4	25.907	0
-8.5	23.944	0
-8.6	22.049	0
-8.7	20.245	0
-8.8	18.572	0
-8.9	16.959	0
-9	15.405	0
-9.1	13.908	0
-9.2	12.468	0.221

Selected Design Assumptions	Inviluppi: Taglio	Muro: WallElement_New
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
-9.3	11.083	1.148
-9.4	9.754	2.026
-9.5	8.477	2.858
-9.6	7.254	4.059
-9.7	6.082	5.295
-9.8	4.961	6.452
-9.9	3.889	7.546
-10	2.865	8.581
-10.1	1.889	9.557
-10.2	0.959	10.477
-10.3	0.073	11.343
-10.4	0	12.157
-10.5	0	12.906
-10.6	0	13.606
-10.7	0	14.26
-10.8	0	14.869
-10.9	0	15.435
-11	0	15.96
-11.1	0	16.445
-11.2	0	16.879
-11.3	0	17.277
-11.4	0	17.641
-11.5	0	17.972
-11.6	0	18.272
-11.7	0	18.543
-11.8	0	18.786
-11.9	0	19.002
-12	0	19.18
-12.1	0	19.335
-12.2	0	19.456
-12.3	0	19.543
-12.4	0	19.599
-12.5	0	19.625
-12.6	0	19.625
-12.7	0	19.621
-12.8	0	19.591
-12.9	0	19.534
-13	0	19.453
-13.1	0	19.348
-13.2	0	19.224
-13.3	0	19.086
-13.4	0	18.925
-13.5	0	18.742
-13.6	0	18.536
-13.7	0	18.309
-13.8	0	18.063
-13.9	0	17.798
-14	0	17.517
-14.1	0	17.221
-14.2	0	16.911
-14.3	0	16.587
-14.4	0	16.252
-14.5	0	15.904
-14.6	0	15.546
-14.7	0	15.177
-14.8	0	14.799
-14.9	0	14.412
-15	0	14.017
-15.1	0	13.614
-15.2	0	13.204
-15.3	0	12.787
-15.4	0	12.364
-15.5	0	11.935
-15.6	0	11.502
-15.7	0	11.063
-15.8	0	10.62
-15.9	0	10.172

---

Selected Design Assumptions	Involuppi: Taglio	Muro: WallElement_New
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
-16	0	9.721
-16.1	0	9.266
-16.2	0	8.808
-16.3	0	8.348
-16.4	0	7.884
-16.5	0	7.418
-16.6	0	6.95
-16.7	0	6.48
-16.8	0	6.008
-16.9	0	5.534
-17	0	5.059
-17.1	0	4.582
-17.2	0	4.104
-17.3	0	3.624
-17.4	0	3.147
-17.5	0	2.67
-17.6	0	2.19
-17.7	0	1.708
-17.8	0	1.223
-17.9	0	0.736
-18	0	0.246

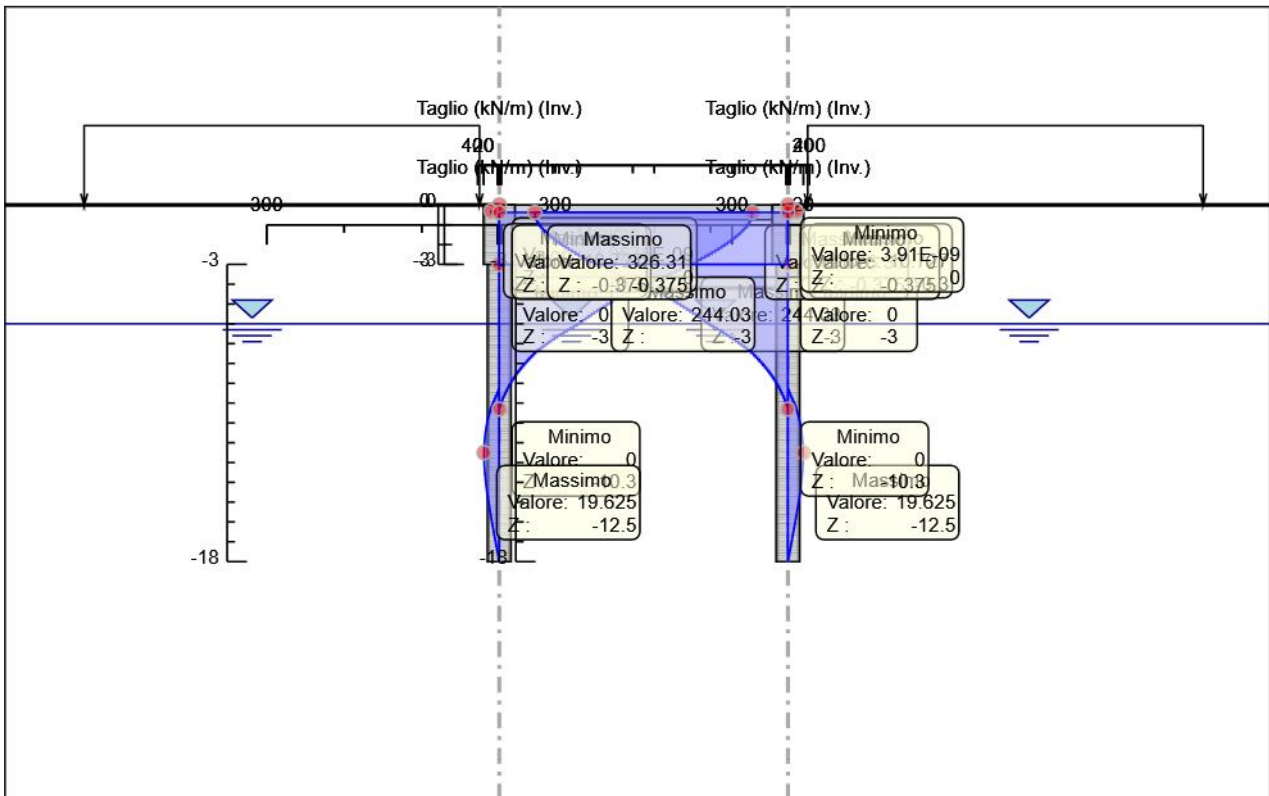
### 8.7.9 Tabella Involuppi Taglio WallElement\_New\_New

Selected Design Assumptions	Involuppi: Taglio	Muro: WallElement_New_New
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
0	1.551	0
-0.1	4.723	0.529
-0.2	7.936	1.027
-0.3	10.727	1.396
-0.375	10.727	326.309
-0.475	0	326.309
-0.575	0	326.012
-0.675	0	325.492
-0.775	0	324.648
-0.875	0	323.454
-0.975	0	321.946
-1.075	0	320.154
-1.175	0	318.098
-1.275	0	315.798
-1.375	0	313.268
-1.475	0	310.627
-1.575	0	307.774
-1.675	0	304.718
-1.775	0	301.47
-1.875	0	298.038
-1.975	0	294.429
-2.075	0	290.65
-2.175	0	286.779
-2.275	0	282.746
-2.375	0	278.557
-2.475	0	274.217
-2.575	0	269.731
-2.675	0	265.103
-2.775	0	260.337
-2.875	0	255.436
-2.975	0	250.457
-3	0	247.264

### 8.7.10 Tabella Involuppi Taglio WallElement\_New\_New\_New

Selected Design Assumptions	Involuppi: Taglio	Muro: WallElement_New_New_New
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
0	0	1.551
-0.1	0.529	4.723
-0.2	1.027	7.936
-0.3	1.396	10.727
-0.375	326.309	10.727
-0.475	326.309	0
-0.575	326.012	0
-0.675	325.492	0
-0.775	324.648	0
-0.875	323.454	0
-0.975	321.946	0
-1.075	320.154	0
-1.175	318.098	0
-1.275	315.798	0
-1.375	313.268	0
-1.475	310.627	0
-1.575	307.774	0
-1.675	304.718	0
-1.775	301.47	0
-1.875	298.038	0
-1.975	294.429	0
-2.075	290.65	0
-2.175	286.779	0
-2.275	282.746	0
-2.375	278.557	0
-2.475	274.217	0
-2.575	269.731	0
-2.675	265.103	0
-2.775	260.337	0
-2.875	255.436	0
-2.975	250.457	0
-3	247.264	0

8.7.11 Grafico Involuppi Taglio



Taglio

### 8.7.12 Involuppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Involuppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva %
NTC2018: A2+M2+R1	Stage 1	Left Wall	LEFT	19.25
NTC2018: SISMICA STR	Stage 4	Left Wall	RIGHT	49.05
NTC2018: SISMICA STR	Stage 4	Right wall	LEFT	49.05
NTC2018: A2+M2+R1	Stage 1	Right wall	RIGHT	19.25

### 8.7.13 Involuppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Involuppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva %
NTC2018: A2+M2+R1 Stage 3	Left Wall	LEFT		110.18
NTC2018: A2+M2+R1 Stage 1	Left Wall	RIGHT		121.7
NTC2018: A2+M2+R1 Stage 1	Right wall	LEFT		121.7
NTC2018: A2+M2+R1 Stage 3	Right wall	RIGHT		110.18



#### 8.7.14 Inviluppo Risultati Elementi Strutturali

Elemento strutturale	Design Assumption	Stage	Soletta Assiale kN/m
Slab	NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 3	-327.24

Elemento strutturale	Design Assumption	Stage	Soletta Momento-a kN*m/m
Slab	NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 3	1312.19

Elemento strutturale	Design Assumption	Stage	Soletta Momento-b kN*m/m
Slab	NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 3	-1312.19

Elemento strutturale	Design Assumption	Stage	Soletta Taglio-a kN/m
Slab	NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 4	557.06

Elemento strutturale	Design Assumption	Stage	Soletta Taglio-b kN/m
Slab	NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 4	557.06

## 8.8 Normative adottate per le verifiche degli Elementi Strutturali

### Normative Verifiche

Calcestruzzo	NTC
Acciaio	NTC
Tirante	NTC

### Coefficienti per Verifica Tiranti

GEO FS	1
$\xi_{a3}$	1.8
$\gamma_s$	1.15

### 8.8.1 Riepilogo Stage / Design Assumption per Inviluppo

<b>Design Assumption</b>	<b>Stage 0</b>	<b>Stage 1</b>	<b>Stage 2</b>	<b>Stage 3</b>	<b>Stage 4</b>
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	V	V	V	V	V
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	V	V	V	V	V
NTC2018: A2+M2+R1	V	V	V	V	V
NTC2018: SISMICA STR	V	V	V	V	V
NTC2018: SISMICA GEO					

## 8.8.2 Risultati Caver

### 8.8.2.1 Tabella Involuppi Tasso di Sfruttamento Calcestruzzo - Caver : LEFT

Z (m)	LEFT Tasso di Sfruttamento Calcestruzzo - Caver
-3	0.415
-3.1	0.399
-3.2	0.383
-3.3	0.368
-3.4	0.353
-3.5	0.338
-3.6	0.323
-3.7	0.309
-3.8	0.295
-3.9	0.281
-4	0.267
-4.1	0.254
-4.2	0.241
-4.3	0.229
-4.4	0.216
-4.5	0.204
-4.6	0.193
-4.7	0.181
-4.8	0.17
-4.9	0.16
-5	0.149
-5.1	0.139
-5.2	0.13
-5.3	0.121
-5.4	0.112
-5.5	0.103
-5.6	0.095
-5.7	0.087
-5.8	0.079
-5.9	0.072
-6	0.065
-6.1	0.058
-6.2	0.052
-6.3	0.046
-6.4	0.04
-6.5	0.035
-6.6	0.029
-6.7	0.024
-6.8	0.024
-6.9	0.029
-7	0.034
-7.1	0.038
-7.2	0.042
-7.3	0.045
-7.4	0.049
-7.5	0.052
-7.6	0.055
-7.7	0.058
-7.8	0.06
-7.9	0.063
-8	0.065
-8.1	0.067
-8.2	0.068
-8.3	0.07
-8.4	0.071
-8.5	0.072
-8.6	0.074
-8.7	0.074
-8.8	0.075
-8.9	0.076
-9	0.076

Z (m)	LEFT Tasso di Sfruttamento Calcestruzzo - Caver
-9.1	0.077
-9.2	0.077
-9.3	0.077
-9.4	0.077
-9.5	0.077
-9.6	0.077
-9.7	0.077
-9.8	0.076
-9.9	0.076
-10	0.075
-10.1	0.075
-10.2	0.074
-10.3	0.073
-10.4	0.072
-10.5	0.071
-10.6	0.071
-10.7	0.07
-10.8	0.069
-10.9	0.068
-11	0.066
-11.1	0.065
-11.2	0.064
-11.3	0.063
-11.4	0.062
-11.5	0.06
-11.6	0.059
-11.7	0.058
-11.8	0.056
-11.9	0.055
-12	0.054
-12.1	0.052
-12.2	0.051
-12.3	0.05
-12.4	0.048
-12.5	0.047
-12.6	0.045
-12.7	0.044
-12.8	0.043
-12.9	0.041
-13	0.04
-13.1	0.038
-13.2	0.037
-13.3	0.036
-13.4	0.034
-13.5	0.033
-13.6	0.032
-13.7	0.03
-13.8	0.029
-13.9	0.028
-14	0.026
-14.1	0.025
-14.2	0.024
-14.3	0.023
-14.4	0.022
-14.5	0.021
-14.6	0.019
-14.7	0.018
-14.8	0.017
-14.9	0.016
-15	0.015
-15.1	0.014
-15.2	0.013
-15.3	0.012
-15.4	0.012
-15.5	0.011
-15.6	0.01
-15.7	0.009

Z (m)	LEFT Tasso di Sfruttamento Calcestruzzo - Caver
-15.8	0.008
-15.9	0.008
-16	0.007
-16.1	0.006
-16.2	0.006
-16.3	0.005
-16.4	0.004
-16.5	0.004
-16.6	0.003
-16.7	0.003
-16.8	0.002
-16.9	0.002
-17	0.002
-17.1	0.001
-17.2	0.001
-17.3	0.001
-17.4	0.001
-17.5	0
-17.6	0
-17.7	0
-17.8	0
-17.9	0
-18	0

<b>Inviluppi Tasso di Sfruttamento Calcestruzzo - Caver</b>	<b>LEFT</b>
<b>Z (m)</b>	<b>Tasso di Sfruttamento Calcestruzzo - Caver</b>
0	0
-0.1	0
-0.2	0
-0.3	0
-0.38	0.242
-0.48	0.236
-0.57	0.23
-0.68	0.224
-0.78	0.218
-0.88	0.212
-0.98	0.206
-1.08	0.2
-1.18	0.195
-1.27	0.189
-1.38	0.183
-1.48	0.178
-1.58	0.172
-1.68	0.167
-1.78	0.162
-1.88	0.157
-1.98	0.152
-2.08	0.147
-2.17	0.142
-2.28	0.138
-2.38	0.133
-2.48	0.128
-2.58	0.124
-2.68	0.119
-2.78	0.115
-2.88	0.111
-2.97	0.107
-3	0.106

8.8.2.2 Tabella Inviluppi Tasso di Sfruttamento Calcestruzzo - Caver : RIGHT

Inviluppi Tasso di Sfruttamento Calcestruzzo - Caver	RIGHT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento Calcestruzzo - Caver
-3	0.418
-3.1	0.401
-3.2	0.386
-3.3	0.37
-3.4	0.355
-3.5	0.34
-3.6	0.325
-3.7	0.31
-3.8	0.296
-3.9	0.282
-4	0.269
-4.1	0.255
-4.2	0.242
-4.3	0.23
-4.4	0.217
-4.5	0.205
-4.6	0.194
-4.7	0.182
-4.8	0.171
-4.9	0.161
-5	0.15
-5.1	0.14
-5.2	0.131
-5.3	0.121
-5.4	0.112
-5.5	0.103
-5.6	0.095
-5.7	0.087
-5.8	0.079
-5.9	0.072
-6	0.065
-6.1	0.059
-6.2	0.052
-6.3	0.046
-6.4	0.04
-6.5	0.035
-6.6	0.029
-6.7	0.024
-6.8	0.024
-6.9	0.029
-7	0.033
-7.1	0.038
-7.2	0.041
-7.3	0.045
-7.4	0.049
-7.5	0.052
-7.6	0.055
-7.7	0.057
-7.8	0.06
-7.9	0.062
-8	0.064
-8.1	0.066
-8.2	0.068
-8.3	0.069
-8.4	0.071
-8.5	0.072
-8.6	0.073
-8.7	0.074
-8.8	0.075
-8.9	0.075
-9	0.076
-9.1	0.076
-9.2	0.077
-9.3	0.077

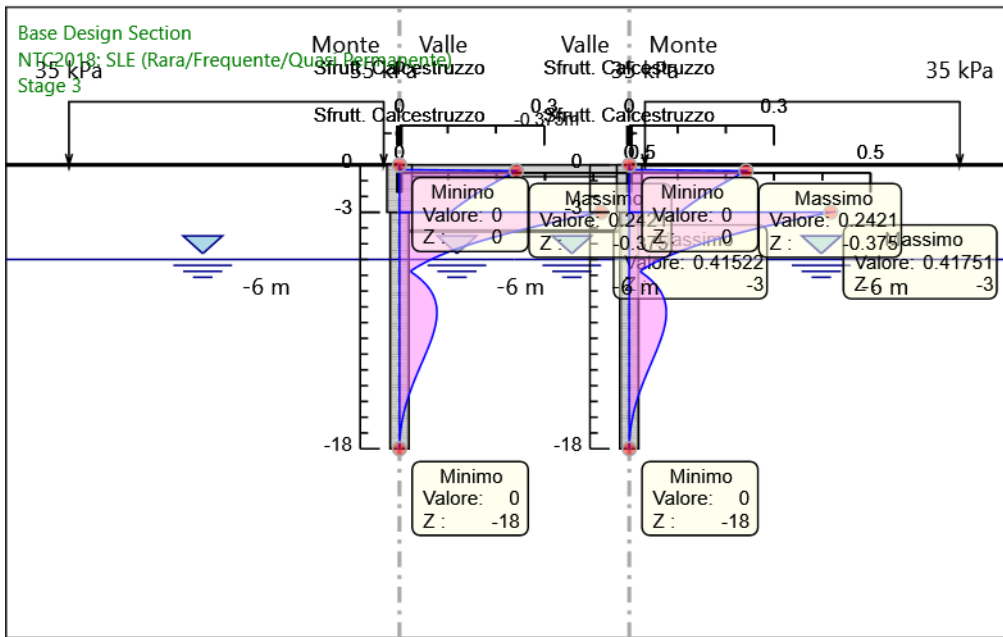


Z (m)	RIGHT Tasso di Sfruttamento Calcestruzzo - Caver
-9.4	0.077
-9.5	0.077
-9.6	0.076
-9.7	0.076
-9.8	0.076
-9.9	0.075
-10	0.075
-10.1	0.074
-10.2	0.074
-10.3	0.073
-10.4	0.072
-10.5	0.071
-10.6	0.07
-10.7	0.069
-10.8	0.068
-10.9	0.067
-11	0.066
-11.1	0.065
-11.2	0.064
-11.3	0.063
-11.4	0.061
-11.5	0.06
-11.6	0.059
-11.7	0.057
-11.8	0.056
-11.9	0.055
-12	0.053
-12.1	0.052
-12.2	0.051
-12.3	0.049
-12.4	0.048
-12.5	0.047
-12.6	0.045
-12.7	0.044
-12.8	0.042
-12.9	0.041
-13	0.04
-13.1	0.038
-13.2	0.037
-13.3	0.035
-13.4	0.034
-13.5	0.033
-13.6	0.031
-13.7	0.03
-13.8	0.029
-13.9	0.028
-14	0.026
-14.1	0.025
-14.2	0.024
-14.3	0.023
-14.4	0.022
-14.5	0.02
-14.6	0.019
-14.7	0.018
-14.8	0.017
-14.9	0.016
-15	0.015
-15.1	0.014
-15.2	0.013
-15.3	0.012
-15.4	0.011
-15.5	0.011
-15.6	0.01
-15.7	0.009
-15.8	0.008
-15.9	0.008
-16	0.007

<b>Inviluppi Tasso di Sfruttamento Calcestruzzo - Caver</b>	<b>RIGHT</b>
<b>Z (m)</b>	<b>Tasso di Sfruttamento Calcestruzzo - Caver</b>
-16.1	0.006
-16.2	0.006
-16.3	0.005
-16.4	0.004
-16.5	0.004
-16.6	0.003
-16.7	0.003
-16.8	0.002
-16.9	0.002
-17	0.002
-17.1	0.001
-17.2	0.001
-17.3	0.001
-17.4	0.001
-17.5	0
-17.6	0
-17.7	0
-17.8	0
-17.9	0
-18	0

Z (m)	RIGHT Tasso di Sfruttamento Calcestruzzo - Caver
0	0
-0.1	0
-0.2	0
-0.3	0
-0.38	0.242
-0.48	0.236
-0.57	0.23
-0.68	0.224
-0.78	0.218
-0.88	0.212
-0.98	0.206
-1.08	0.2
-1.18	0.195
-1.27	0.189
-1.38	0.183
-1.48	0.178
-1.58	0.172
-1.68	0.167
-1.78	0.162
-1.88	0.157
-1.98	0.152
-2.08	0.147
-2.17	0.142
-2.28	0.138
-2.38	0.133
-2.48	0.128
-2.58	0.124
-2.68	0.119
-2.78	0.115
-2.88	0.111
-2.97	0.107
-3	0.106

8.8.2.3 Grafico Involupi Tasso di Sfruttamento Calcestruzzo - Caver



Involuppi  
Tasso di Sfruttamento Calcestruzzo - Caver

8.8.2.4 *Tabella Involuppi Tasso di Sfruttamento Armature - Cover : LEFT*

Z (m)	Tasso di Sfruttamento Armature - Cover	LEFT
-3		0.254
-3.1		0.245
-3.2		0.235
-3.3		0.225
-3.4		0.216
-3.5		0.207
-3.6		0.198
-3.7		0.189
-3.8		0.181
-3.9		0.172
-4		0.164
-4.1		0.156
-4.2		0.148
-4.3		0.14
-4.4		0.133
-4.5		0.125
-4.6		0.118
-4.7		0.111
-4.8		0.104
-4.9		0.098
-5		0.092
-5.1		0.085
-5.2		0.08
-5.3		0.074
-5.4		0.068
-5.5		0.063
-5.6		0.058
-5.7		0.053
-5.8		0.048
-5.9		0.044
-6		0.04
-6.1		0.036
-6.2		0.032
-6.3		0.028
-6.4		0.025
-6.5		0.021
-6.6		0.018
-6.7		0.015
-6.8		0.015
-6.9		0.018
-7		0.021
-7.1		0.023
-7.2		0.025
-7.3		0.028
-7.4		0.03
-7.5		0.032
-7.6		0.034
-7.7		0.035
-7.8		0.037
-7.9		0.038
-8		0.039
-8.1		0.041
-8.2		0.042
-8.3		0.043
-8.4		0.044
-8.5		0.044
-8.6		0.045
-8.7		0.045
-8.8		0.046
-8.9		0.046
-9		0.047
-9.1		0.047
-9.2		0.047
-9.3		0.047

Z (m)	LEFT Tasso di Sfruttamento Armature - Caver
-9.4	0.047
-9.5	0.047
-9.6	0.047
-9.7	0.047
-9.8	0.047
-9.9	0.046
-10	0.046
-10.1	0.046
-10.2	0.045
-10.3	0.045
-10.4	0.044
-10.5	0.044
-10.6	0.043
-10.7	0.042
-10.8	0.042
-10.9	0.041
-11	0.041
-11.1	0.04
-11.2	0.039
-11.3	0.038
-11.4	0.038
-11.5	0.037
-11.6	0.036
-11.7	0.035
-11.8	0.034
-11.9	0.034
-12	0.033
-12.1	0.032
-12.2	0.031
-12.3	0.03
-12.4	0.029
-12.5	0.029
-12.6	0.028
-12.7	0.027
-12.8	0.026
-12.9	0.025
-13	0.024
-13.1	0.023
-13.2	0.023
-13.3	0.022
-13.4	0.021
-13.5	0.02
-13.6	0.019
-13.7	0.019
-13.8	0.018
-13.9	0.017
-14	0.016
-14.1	0.015
-14.2	0.015
-14.3	0.014
-14.4	0.013
-14.5	0.013
-14.6	0.012
-14.7	0.011
-14.8	0.011
-14.9	0.01
-15	0.009
-15.1	0.009
-15.2	0.008
-15.3	0.008
-15.4	0.007
-15.5	0.007
-15.6	0.006
-15.7	0.006
-15.8	0.005
-15.9	0.005
-16	0.004

<b>Inviluppi</b>	<b>Tasso di Sfruttamento Armature - Caver</b>	<b>LEFT</b>
<b>Z (m)</b>	<b>Tasso di Sfruttamento Armature - Caver</b>	
-16.1		0.004
-16.2		0.003
-16.3		0.003
-16.4		0.003
-16.5		0.002
-16.6		0.002
-16.7		0.002
-16.8		0.002
-16.9		0.001
-17		0.001
-17.1		0.001
-17.2		0.001
-17.3		0.001
-17.4		0
-17.5		0
-17.6		0
-17.7		0
-17.8		0
-17.9		0
-18		0

Inviluppi	Tasso di Sfruttamento Armature - Caver	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento Armature - Caver	
0		0
-0.1		0
-0.2		0
-0.3		0
-0.38		0.37
-0.48		0.361
-0.57		0.352
-0.68		0.343
-0.78		0.334
-0.88		0.324
-0.98		0.315
-1.08		0.306
-1.18		0.298
-1.27		0.289
-1.38		0.28
-1.48		0.272
-1.58		0.263
-1.68		0.256
-1.78		0.248
-1.88		0.24
-1.98		0.233
-2.08		0.225
-2.17		0.218
-2.28		0.21
-2.38		0.203
-2.48		0.196
-2.58		0.189
-2.68		0.182
-2.78		0.176
-2.88		0.169
-2.97		0.163
-3		0.161



8.8.2.5 *Tabella Inviluppi Tasso di Sfruttamento Armature - Caver : RIGHT*

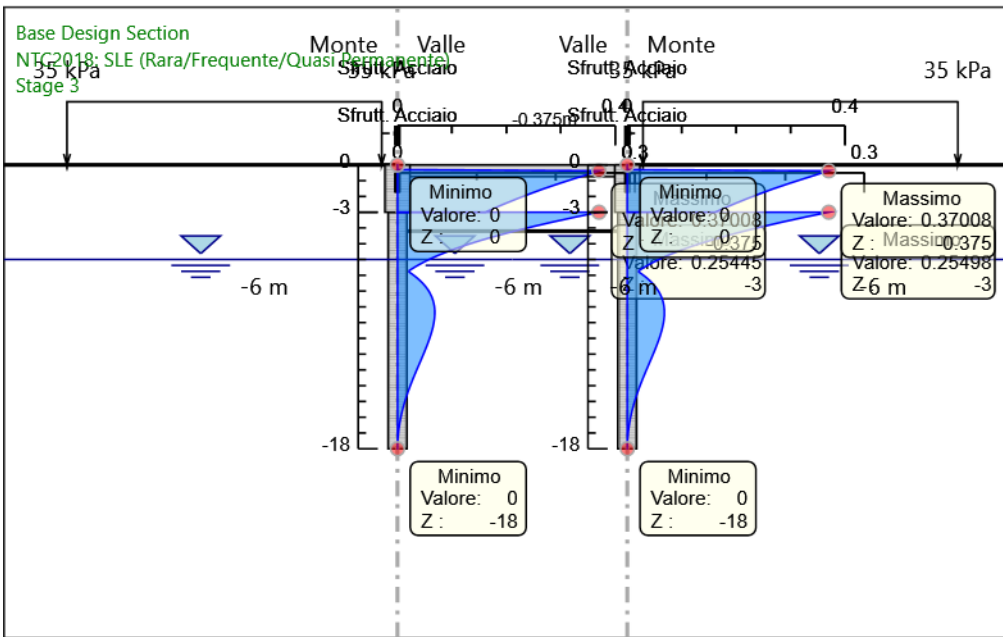
Z (m)	Tasso di Sfruttamento Armature - Caver	RIGHT
-3		0.255
-3.1		0.245
-3.2		0.235
-3.3		0.226
-3.4		0.217
-3.5		0.207
-3.6		0.198
-3.7		0.19
-3.8		0.181
-3.9		0.172
-4		0.164
-4.1		0.156
-4.2		0.148
-4.3		0.14
-4.4		0.133
-4.5		0.125
-4.6		0.118
-4.7		0.111
-4.8		0.105
-4.9		0.098
-5		0.092
-5.1		0.086
-5.2		0.08
-5.3		0.074
-5.4		0.069
-5.5		0.063
-5.6		0.058
-5.7		0.053
-5.8		0.049
-5.9		0.044
-6		0.04
-6.1		0.036
-6.2		0.032
-6.3		0.028
-6.4		0.025
-6.5		0.021
-6.6		0.018
-6.7		0.015
-6.8		0.015
-6.9		0.018
-7		0.02
-7.1		0.023
-7.2		0.025
-7.3		0.028
-7.4		0.03
-7.5		0.032
-7.6		0.034
-7.7		0.035
-7.8		0.037
-7.9		0.038
-8		0.039
-8.1		0.041
-8.2		0.042
-8.3		0.043
-8.4		0.043
-8.5		0.044
-8.6		0.045
-8.7		0.045
-8.8		0.046
-8.9		0.046
-9		0.047
-9.1		0.047
-9.2		0.047
-9.3		0.047

Z (m)	RIGHT Tasso di Sfruttamento Armature - Caver
-9.4	0.047
-9.5	0.047
-9.6	0.047
-9.7	0.047
-9.8	0.046
-9.9	0.046
-10	0.046
-10.1	0.045
-10.2	0.045
-10.3	0.045
-10.4	0.044
-10.5	0.044
-10.6	0.043
-10.7	0.042
-10.8	0.042
-10.9	0.041
-11	0.04
-11.1	0.04
-11.2	0.039
-11.3	0.038
-11.4	0.038
-11.5	0.037
-11.6	0.036
-11.7	0.035
-11.8	0.034
-11.9	0.034
-12	0.033
-12.1	0.032
-12.2	0.031
-12.3	0.03
-12.4	0.029
-12.5	0.028
-12.6	0.028
-12.7	0.027
-12.8	0.026
-12.9	0.025
-13	0.024
-13.1	0.023
-13.2	0.023
-13.3	0.022
-13.4	0.021
-13.5	0.02
-13.6	0.019
-13.7	0.018
-13.8	0.018
-13.9	0.017
-14	0.016
-14.1	0.015
-14.2	0.015
-14.3	0.014
-14.4	0.013
-14.5	0.013
-14.6	0.012
-14.7	0.011
-14.8	0.011
-14.9	0.01
-15	0.009
-15.1	0.009
-15.2	0.008
-15.3	0.008
-15.4	0.007
-15.5	0.007
-15.6	0.006
-15.7	0.006
-15.8	0.005
-15.9	0.005
-16	0.004

Inviluppi	Tasso di Sfruttamento Armature - Caver	RIGHT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento Armature - Caver	
-16.1		0.004
-16.2		0.003
-16.3		0.003
-16.4		0.003
-16.5		0.002
-16.6		0.002
-16.7		0.002
-16.8		0.002
-16.9		0.001
-17		0.001
-17.1		0.001
-17.2		0.001
-17.3		0.001
-17.4		0
-17.5		0
-17.6		0
-17.7		0
-17.8		0
-17.9		0
-18		0

<b>Inviluppi Tasso di Sfruttamento Armature - Caver</b>	<b>RIGHT</b>
<b>Z (m)</b>	<b>Tasso di Sfruttamento Armature - Caver</b>
0	0
-0.1	0
-0.2	0
-0.3	0
-0.38	0.37
-0.48	0.361
-0.57	0.352
-0.68	0.343
-0.78	0.334
-0.88	0.324
-0.98	0.315
-1.08	0.306
-1.18	0.298
-1.27	0.289
-1.38	0.28
-1.48	0.272
-1.58	0.263
-1.68	0.256
-1.78	0.248
-1.88	0.24
-1.98	0.233
-2.08	0.225
-2.17	0.218
-2.28	0.21
-2.38	0.203
-2.48	0.196
-2.58	0.189
-2.68	0.182
-2.78	0.176
-2.88	0.169
-2.97	0.163
-3	0.161

8.8.2.6 Grafico Involuppi Tasso di Sfruttamento Armature - Cover



Involuppi  
Tasso di Sfruttamento Armature - Cover

8.8.2.7 *Tabella Involuppi Apertura Fessure - Caver : LEFT*

Z (m)	LEFT Apertura Fessure - Caver (mm)
-3	0.116
-3.1	0.112
-3.2	0.108
-3.3	0.103
-3.4	0.099
-3.5	0.095
-3.6	0.091
-3.7	0.087
-3.8	0.083
-3.9	0.079
-4	0.075
-4.1	0.071
-4.2	0.068
-4.3	0.064
-4.4	0.061
-4.5	0.057
-4.6	0.054
-4.7	0.051
-4.8	0.048
-4.9	0.045
-5	0.042
-5.1	0.039
-5.2	0.036
-5.3	0.034
-5.4	0.031
-5.5	0.029
-5.6	0.027
-5.7	0.024
-5.8	0.022
-5.9	0.02
-6	0.018
-6.1	0.016
-6.2	0.015
-6.3	0.013
-6.4	0.011
-6.5	0.01
-6.6	0.008
-6.7	0.007
-6.8	0.007
-6.9	0.008
-7	0.009
-7.1	0.011
-7.2	0.012
-7.3	0.013
-7.4	0.014
-7.5	0.015
-7.6	0.015
-7.7	0.016
-7.8	0.017
-7.9	0.018
-8	0.018
-8.1	0.019
-8.2	0.019
-8.3	0.02
-8.4	0.02
-8.5	0.02
-8.6	0.021
-8.7	0.021
-8.8	0.021
-8.9	0.021
-9	0.021
-9.1	0.021
-9.2	0.022
-9.3	0.022

Z (m)	LEFT Apertura Fessure - Caver (mm)
-9.4	0.022
-9.5	0.022
-9.6	0.022
-9.7	0.021
-9.8	0.021
-9.9	0.021
-10	0.021
-10.1	0.021
-10.2	0.021
-10.3	0.02
-10.4	0.02
-10.5	0.02
-10.6	0.02
-10.7	0.019
-10.8	0.019
-10.9	0.019
-11	0.019
-11.1	0.018
-11.2	0.018
-11.3	0.018
-11.4	0.017
-11.5	0.017
-11.6	0.017
-11.7	0.016
-11.8	0.016
-11.9	0.015
-12	0.015
-12.1	0.015
-12.2	0.014
-12.3	0.014
-12.4	0.013
-12.5	0.013
-12.6	0.013
-12.7	0.012
-12.8	0.012
-12.9	0.012
-13	0.011
-13.1	0.011
-13.2	0.01
-13.3	0.01
-13.4	0.01
-13.5	0.009
-13.6	0.009
-13.7	0.008
-13.8	0.008
-13.9	0.008
-14	0.007
-14.1	0.007
-14.2	0.007
-14.3	0.006
-14.4	0.006
-14.5	0.006
-14.6	0.005
-14.7	0.005
-14.8	0.005
-14.9	0.005
-15	0.004
-15.1	0.004
-15.2	0.004
-15.3	0.003
-15.4	0.003
-15.5	0.003
-15.6	0.003
-15.7	0.003
-15.8	0.002
-15.9	0.002
-16	0.002

Involuppi Apertura Fessure - Caver		LEFT
Z (m)	Apertura Fessure - Caver (mm)	
-16.1	0.002	
-16.2	0.002	
-16.3	0.001	
-16.4	0.001	
-16.5	0.001	
-16.6	0.001	
-16.7	0.001	
-16.8	0.001	
-16.9	0.001	
-17	0	
-17.1	0	
-17.2	0	
-17.3	0	
-17.4	0	
-17.5	0	
-17.6	0	
-17.7	0	
-17.8	0	
-17.9	0	
-18	0	



Inviluppi Apertura Fessure - Caver	LEFT
Z (m)	Apertura Fessure - Caver (mm)
0	0
-0.1	0
-0.2	0
-0.3	0
-0.38	0.173
-0.48	0.169
-0.57	0.164
-0.68	0.16
-0.78	0.156
-0.88	0.152
-0.98	0.147
-1.08	0.143
-1.18	0.139
-1.27	0.135
-1.38	0.131
-1.48	0.127
-1.58	0.123
-1.68	0.119
-1.78	0.116
-1.88	0.112
-1.98	0.109
-2.08	0.105
-2.17	0.102
-2.28	0.098
-2.38	0.095
-2.48	0.092
-2.58	0.088
-2.68	0.085
-2.78	0.082
-2.88	0.079
-2.97	0.076
-3	0.075

8.8.2.8 *Tabella Involuppi Apertura Fessure - Caver : RIGHT*

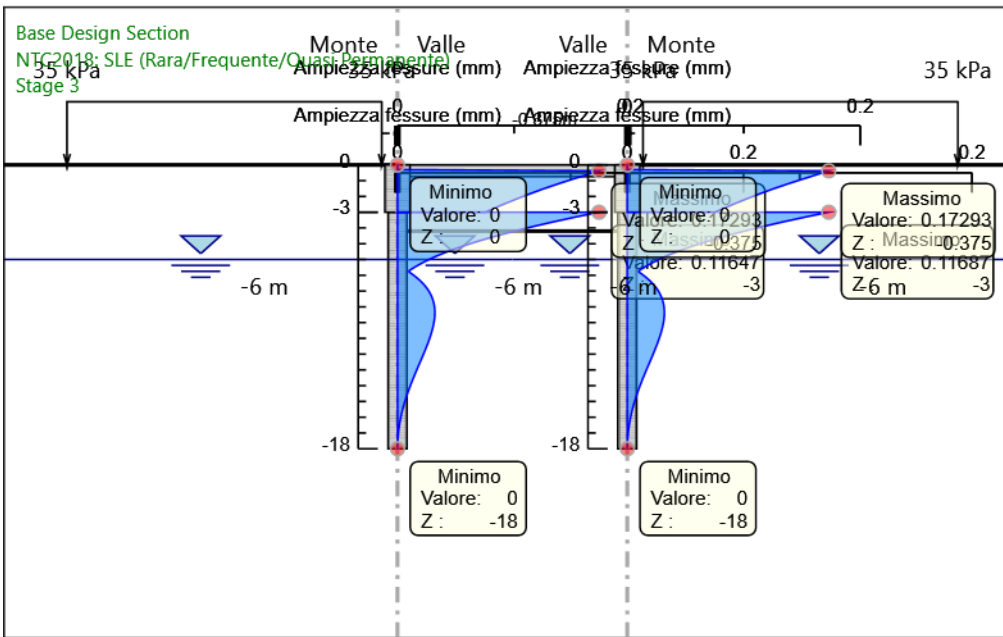
Z (m)	Apertura Fessure - Caver (mm)
-3	0.117
-3.1	0.112
-3.2	0.108
-3.3	0.104
-3.4	0.099
-3.5	0.095
-3.6	0.091
-3.7	0.087
-3.8	0.083
-3.9	0.079
-4	0.075
-4.1	0.072
-4.2	0.068
-4.3	0.064
-4.4	0.061
-4.5	0.058
-4.6	0.054
-4.7	0.051
-4.8	0.048
-4.9	0.045
-5	0.042
-5.1	0.039
-5.2	0.037
-5.3	0.034
-5.4	0.031
-5.5	0.029
-5.6	0.027
-5.7	0.024
-5.8	0.022
-5.9	0.02
-6	0.018
-6.1	0.016
-6.2	0.015
-6.3	0.013
-6.4	0.011
-6.5	0.01
-6.6	0.008
-6.7	0.007
-6.8	0.007
-6.9	0.008
-7	0.009
-7.1	0.011
-7.2	0.012
-7.3	0.013
-7.4	0.014
-7.5	0.015
-7.6	0.015
-7.7	0.016
-7.8	0.017
-7.9	0.017
-8	0.018
-8.1	0.019
-8.2	0.019
-8.3	0.019
-8.4	0.02
-8.5	0.02
-8.6	0.021
-8.7	0.021
-8.8	0.021
-8.9	0.021
-9	0.021
-9.1	0.021
-9.2	0.021
-9.3	0.022

Z (m)	RIGHT Apertura Fessure - Caver (mm)
-9.4	0.022
-9.5	0.021
-9.6	0.021
-9.7	0.021
-9.8	0.021
-9.9	0.021
-10	0.021
-10.1	0.021
-10.2	0.021
-10.3	0.02
-10.4	0.02
-10.5	0.02
-10.6	0.02
-10.7	0.019
-10.8	0.019
-10.9	0.019
-11	0.019
-11.1	0.018
-11.2	0.018
-11.3	0.018
-11.4	0.017
-11.5	0.017
-11.6	0.016
-11.7	0.016
-11.8	0.016
-11.9	0.015
-12	0.015
-12.1	0.015
-12.2	0.014
-12.3	0.014
-12.4	0.013
-12.5	0.013
-12.6	0.013
-12.7	0.012
-12.8	0.012
-12.9	0.011
-13	0.011
-13.1	0.011
-13.2	0.01
-13.3	0.01
-13.4	0.01
-13.5	0.009
-13.6	0.009
-13.7	0.008
-13.8	0.008
-13.9	0.008
-14	0.007
-14.1	0.007
-14.2	0.007
-14.3	0.006
-14.4	0.006
-14.5	0.006
-14.6	0.005
-14.7	0.005
-14.8	0.005
-14.9	0.005
-15	0.004
-15.1	0.004
-15.2	0.004
-15.3	0.003
-15.4	0.003
-15.5	0.003
-15.6	0.003
-15.7	0.003
-15.8	0.002
-15.9	0.002
-16	0.002

Involuppi Apertura Fessure - Caver		RIGHT
Z (m)	Apertura Fessure - Caver (mm)	
-16.1		0.002
-16.2		0.002
-16.3		0.001
-16.4		0.001
-16.5		0.001
-16.6		0.001
-16.7		0.001
-16.8		0.001
-16.9		0.001
-17		0
-17.1		0
-17.2		0
-17.3		0
-17.4		0
-17.5		0
-17.6		0
-17.7		0
-17.8		0
-17.9		0
-18		0

Inviluppi Apertura Fessure - Caver	RIGHT
Z (m)	Apertura Fessure - Caver (mm)
0	0
-0.1	0
-0.2	0
-0.3	0
-0.38	0.173
-0.48	0.169
-0.57	0.164
-0.68	0.16
-0.78	0.156
-0.88	0.152
-0.98	0.147
-1.08	0.143
-1.18	0.139
-1.27	0.135
-1.38	0.131
-1.48	0.127
-1.58	0.123
-1.68	0.119
-1.78	0.116
-1.88	0.112
-1.98	0.109
-2.08	0.105
-2.17	0.102
-2.28	0.098
-2.38	0.095
-2.48	0.092
-2.58	0.088
-2.68	0.085
-2.78	0.082
-2.88	0.079
-2.97	0.076
-3	0.075

8.8.2.9 Grafico Involuppi Apertura Fessure - Cover



Involuppi  
Apertura Fessure - Cover

8.8.2.10 Tabella Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Momento - Caver : LEFT

Z (m)	LEFT Tasso di Sfruttamento a Momento - Caver
-3	0.234
-3.1	0.225
-3.2	0.216
-3.3	0.208
-3.4	0.199
-3.5	0.191
-3.6	0.182
-3.7	0.174
-3.8	0.166
-3.9	0.158
-4	0.151
-4.1	0.143
-4.2	0.136
-4.3	0.129
-4.4	0.122
-4.5	0.115
-4.6	0.109
-4.7	0.102
-4.8	0.096
-4.9	0.09
-5	0.084
-5.1	0.079
-5.2	0.073
-5.3	0.068
-5.4	0.063
-5.5	0.058
-5.6	0.053
-5.7	0.049
-5.8	0.045
-5.9	0.041
-6	0.037
-6.1	0.034
-6.2	0.03
-6.3	0.027
-6.4	0.024
-6.5	0.021
-6.6	0.019
-6.7	0.016
-6.8	0.015
-6.9	0.017
-7	0.02
-7.1	0.022
-7.2	0.024
-7.3	0.026
-7.4	0.028
-7.5	0.03
-7.6	0.032
-7.7	0.033
-7.8	0.035
-7.9	0.036
-8	0.037
-8.1	0.038
-8.2	0.039
-8.3	0.04
-8.4	0.041
-8.5	0.042
-8.6	0.042
-8.7	0.043
-8.8	0.043
-8.9	0.044
-9	0.044
-9.1	0.044
-9.2	0.044
-9.3	0.044

Z (m)	LEFT Tasso di Sfruttamento a Momento - Caver
-9.4	0.044
-9.5	0.044
-9.6	0.044
-9.7	0.044
-9.8	0.044
-9.9	0.043
-10	0.043
-10.1	0.043
-10.2	0.042
-10.3	0.042
-10.4	0.041
-10.5	0.041
-10.6	0.04
-10.7	0.04
-10.8	0.039
-10.9	0.039
-11	0.038
-11.1	0.037
-11.2	0.037
-11.3	0.036
-11.4	0.035
-11.5	0.035
-11.6	0.034
-11.7	0.033
-11.8	0.032
-11.9	0.032
-12	0.031
-12.1	0.03
-12.2	0.029
-12.3	0.028
-12.4	0.028
-12.5	0.027
-12.6	0.026
-12.7	0.025
-12.8	0.024
-12.9	0.024
-13	0.023
-13.1	0.022
-13.2	0.021
-13.3	0.02
-13.4	0.02
-13.5	0.019
-13.6	0.018
-13.7	0.017
-13.8	0.017
-13.9	0.016
-14	0.015
-14.1	0.014
-14.2	0.014
-14.3	0.013
-14.4	0.012
-14.5	0.012
-14.6	0.011
-14.7	0.011
-14.8	0.01
-14.9	0.01
-15	0.01
-15.1	0.01
-15.2	0.01
-15.3	0.01
-15.4	0.01
-15.5	0.01
-15.6	0.01
-15.7	0.01
-15.8	0.01
-15.9	0.01
-16	0.01



Involuppi Tasso di Sfruttamento a Momento - Caver		LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Momento - Caver	
-16.1		0.01
-16.2		0.01
-16.3		0.01
-16.4		0.01
-16.5		0.01
-16.6		0.01
-16.7		0.01
-16.8		0.01
-16.9		0.01
-17		0.01
-17.1		0.01
-17.2		0.01
-17.3		0.01
-17.4		0.01
-17.5		0.01
-17.6		0.01
-17.7		0.01
-17.8		0.01
-17.9		0.01
-18		0.01

Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Momento - Caver	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Momento - Caver
0	0.01
-0.1	0.01
-0.2	0.01
-0.3	0.01
-0.38	0.433
-0.48	0.422
-0.57	0.411
-0.68	0.401
-0.78	0.39
-0.88	0.379
-0.98	0.369
-1.08	0.358
-1.18	0.348
-1.27	0.338
-1.38	0.327
-1.48	0.317
-1.58	0.308
-1.68	0.299
-1.78	0.29
-1.88	0.281
-1.98	0.272
-2.08	0.263
-2.17	0.254
-2.28	0.246
-2.38	0.238
-2.48	0.229
-2.58	0.221
-2.68	0.213
-2.78	0.206
-2.88	0.198
-2.97	0.19
-3	0.189

8.8.2.11 Tabella Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Momento - Caver : RIGHT

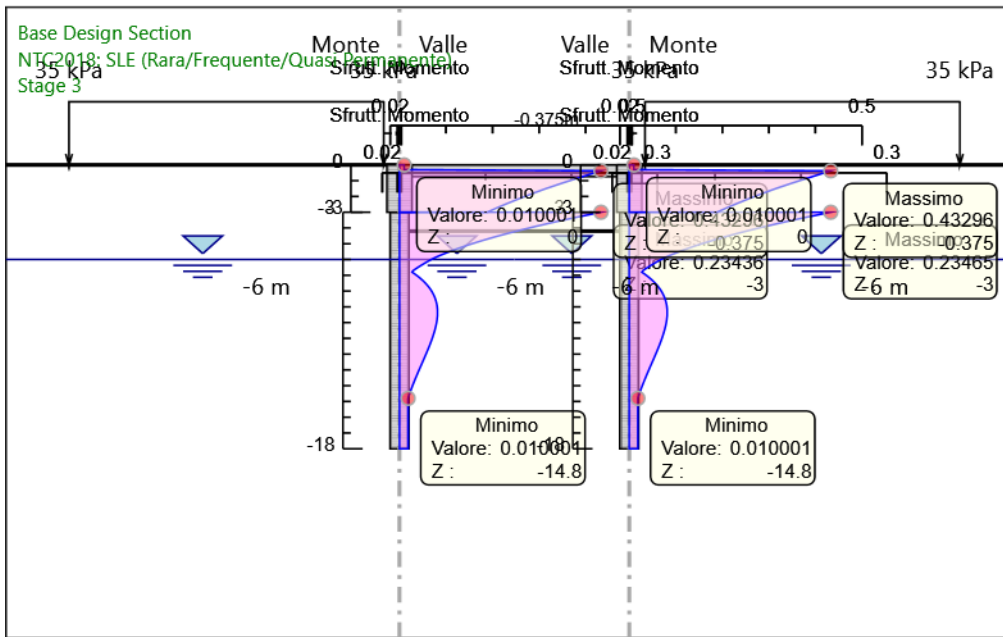
Z (m)	RIGHT Tasso di Sfruttamento a Momento - Caver
-3	0.235
-3.1	0.226
-3.2	0.217
-3.3	0.208
-3.4	0.199
-3.5	0.191
-3.6	0.183
-3.7	0.174
-3.8	0.166
-3.9	0.159
-4	0.151
-4.1	0.144
-4.2	0.136
-4.3	0.129
-4.4	0.122
-4.5	0.115
-4.6	0.109
-4.7	0.103
-4.8	0.096
-4.9	0.09
-5	0.084
-5.1	0.079
-5.2	0.073
-5.3	0.068
-5.4	0.063
-5.5	0.058
-5.6	0.053
-5.7	0.049
-5.8	0.045
-5.9	0.041
-6	0.037
-6.1	0.034
-6.2	0.03
-6.3	0.027
-6.4	0.024
-6.5	0.021
-6.6	0.019
-6.7	0.016
-6.8	0.015
-6.9	0.017
-7	0.02
-7.1	0.022
-7.2	0.024
-7.3	0.026
-7.4	0.028
-7.5	0.03
-7.6	0.032
-7.7	0.033
-7.8	0.035
-7.9	0.036
-8	0.037
-8.1	0.038
-8.2	0.039
-8.3	0.04
-8.4	0.041
-8.5	0.042
-8.6	0.042
-8.7	0.043
-8.8	0.043
-8.9	0.044
-9	0.044
-9.1	0.044
-9.2	0.044
-9.3	0.044

Z (m)	RIGHT Tasso di Sfruttamento a Momento - Caver
-9.4	0.044
-9.5	0.044
-9.6	0.044
-9.7	0.044
-9.8	0.044
-9.9	0.043
-10	0.043
-10.1	0.043
-10.2	0.042
-10.3	0.042
-10.4	0.041
-10.5	0.041
-10.6	0.04
-10.7	0.04
-10.8	0.039
-10.9	0.039
-11	0.038
-11.1	0.037
-11.2	0.037
-11.3	0.036
-11.4	0.035
-11.5	0.035
-11.6	0.034
-11.7	0.033
-11.8	0.032
-11.9	0.032
-12	0.031
-12.1	0.03
-12.2	0.029
-12.3	0.028
-12.4	0.028
-12.5	0.027
-12.6	0.026
-12.7	0.025
-12.8	0.024
-12.9	0.024
-13	0.023
-13.1	0.022
-13.2	0.021
-13.3	0.02
-13.4	0.02
-13.5	0.019
-13.6	0.018
-13.7	0.017
-13.8	0.017
-13.9	0.016
-14	0.015
-14.1	0.014
-14.2	0.014
-14.3	0.013
-14.4	0.012
-14.5	0.012
-14.6	0.011
-14.7	0.011
-14.8	0.01
-14.9	0.01
-15	0.01
-15.1	0.01
-15.2	0.01
-15.3	0.01
-15.4	0.01
-15.5	0.01
-15.6	0.01
-15.7	0.01
-15.8	0.01
-15.9	0.01
-16	0.01

Involuppi Tasso di Sfruttamento a Momento - Caver		RIGHT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Momento - Caver	
-16.1		0.01
-16.2		0.01
-16.3		0.01
-16.4		0.01
-16.5		0.01
-16.6		0.01
-16.7		0.01
-16.8		0.01
-16.9		0.01
-17		0.01
-17.1		0.01
-17.2		0.01
-17.3		0.01
-17.4		0.01
-17.5		0.01
-17.6		0.01
-17.7		0.01
-17.8		0.01
-17.9		0.01
-18		0.01

Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Momento - Caver	RIGHT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Momento - Caver
0	0.01
-0.1	0.01
-0.2	0.01
-0.3	0.01
-0.38	0.433
-0.48	0.422
-0.57	0.411
-0.68	0.401
-0.78	0.39
-0.88	0.379
-0.98	0.369
-1.08	0.358
-1.18	0.348
-1.27	0.338
-1.38	0.327
-1.48	0.317
-1.58	0.308
-1.68	0.299
-1.78	0.29
-1.88	0.281
-1.98	0.272
-2.08	0.263
-2.17	0.254
-2.28	0.246
-2.38	0.238
-2.48	0.229
-2.58	0.221
-2.68	0.213
-2.78	0.206
-2.88	0.198
-2.97	0.19
-3	0.189

8.8.2.12 Grafico Involuppi Tasso di Sfruttamento a Momento - Cover



Involuppi  
Tasso di Sfruttamento a Momento - Cover

8.8.2.13 *Tabella Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver : LEFT*

Z (m)	LEFT Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver
-3	0.515
-3.1	0.515
-3.2	0.504
-3.3	0.492
-3.4	0.481
-3.5	0.469
-3.6	0.457
-3.7	0.444
-3.8	0.432
-3.9	0.419
-4	0.407
-4.1	0.394
-4.2	0.382
-4.3	0.369
-4.4	0.358
-4.5	0.347
-4.6	0.338
-4.7	0.328
-4.8	0.319
-4.9	0.31
-5	0.301
-5.1	0.292
-5.2	0.284
-5.3	0.275
-5.4	0.267
-5.5	0.259
-5.6	0.25
-5.7	0.243
-5.8	0.235
-5.9	0.227
-6	0.219
-6.1	0.212
-6.2	0.203
-6.3	0.193
-6.4	0.184
-6.5	0.175
-6.6	0.167
-6.7	0.158
-6.8	0.15
-6.9	0.142
-7	0.134
-7.1	0.127
-7.2	0.119
-7.3	0.112
-7.4	0.105
-7.5	0.099
-7.6	0.093
-7.7	0.088
-7.8	0.083
-7.9	0.078
-8	0.073
-8.1	0.068
-8.2	0.063
-8.3	0.059
-8.4	0.055
-8.5	0.051
-8.6	0.047
-8.7	0.043
-8.8	0.039
-8.9	0.036
-9	0.033
-9.1	0.029
-9.2	0.026
-9.3	0.023



Z (m)	LEFT Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver
-9.4	0.021
-9.5	0.018
-9.6	0.015
-9.7	0.013
-9.8	0.014
-9.9	0.016
-10	0.018
-10.1	0.02
-10.2	0.022
-10.3	0.024
-10.4	0.026
-10.5	0.027
-10.6	0.029
-10.7	0.03
-10.8	0.031
-10.9	0.033
-11	0.034
-11.1	0.035
-11.2	0.036
-11.3	0.036
-11.4	0.037
-11.5	0.038
-11.6	0.039
-11.7	0.039
-11.8	0.04
-11.9	0.04
-12	0.04
-12.1	0.041
-12.2	0.041
-12.3	0.041
-12.4	0.041
-12.5	0.041
-12.6	0.041
-12.7	0.041
-12.8	0.041
-12.9	0.041
-13	0.041
-13.1	0.041
-13.2	0.041
-13.3	0.04
-13.4	0.04
-13.5	0.04
-13.6	0.039
-13.7	0.039
-13.8	0.038
-13.9	0.038
-14	0.037
-14.1	0.036
-14.2	0.036
-14.3	0.035
-14.4	0.034
-14.5	0.034
-14.6	0.033
-14.7	0.032
-14.8	0.031
-14.9	0.03
-15	0.03
-15.1	0.029
-15.2	0.028
-15.3	0.027
-15.4	0.026
-15.5	0.025
-15.6	0.024
-15.7	0.023
-15.8	0.022
-15.9	0.021
-16	0.021

<b>Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver</b>	<b>LEFT</b>
<b>Z (m)</b>	<b>Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver</b>
-16.1	0.02
-16.2	0.019
-16.3	0.018
-16.4	0.017
-16.5	0.016
-16.6	0.015
-16.7	0.014
-16.8	0.013
-16.9	0.012
-17	0.011
-17.1	0.01
-17.2	0.009
-17.3	0.008
-17.4	0.007
-17.5	0.006
-17.6	0.005
-17.7	0.004
-17.8	0.003
-17.9	0.002
-18	0.001

<b>Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver</b>	<b>LEFT</b>
<b>Z (m)</b>	<b>Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver</b>
0	0.001
-0.1	0.004
-0.2	0.007
-0.3	0.01
-0.38	0.298
-0.48	0.298
-0.57	0.298
-0.68	0.298
-0.78	0.297
-0.88	0.296
-0.98	0.294
-1.08	0.293
-1.18	0.291
-1.27	0.289
-1.38	0.286
-1.48	0.284
-1.58	0.281
-1.68	0.279
-1.78	0.276
-1.88	0.273
-1.98	0.269
-2.08	0.266
-2.17	0.262
-2.28	0.259
-2.38	0.255
-2.48	0.251
-2.58	0.247
-2.68	0.242
-2.78	0.238
-2.88	0.234
-2.97	0.229
-3	0.226

8.8.2.14 *Tabella Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver : RIGHT*

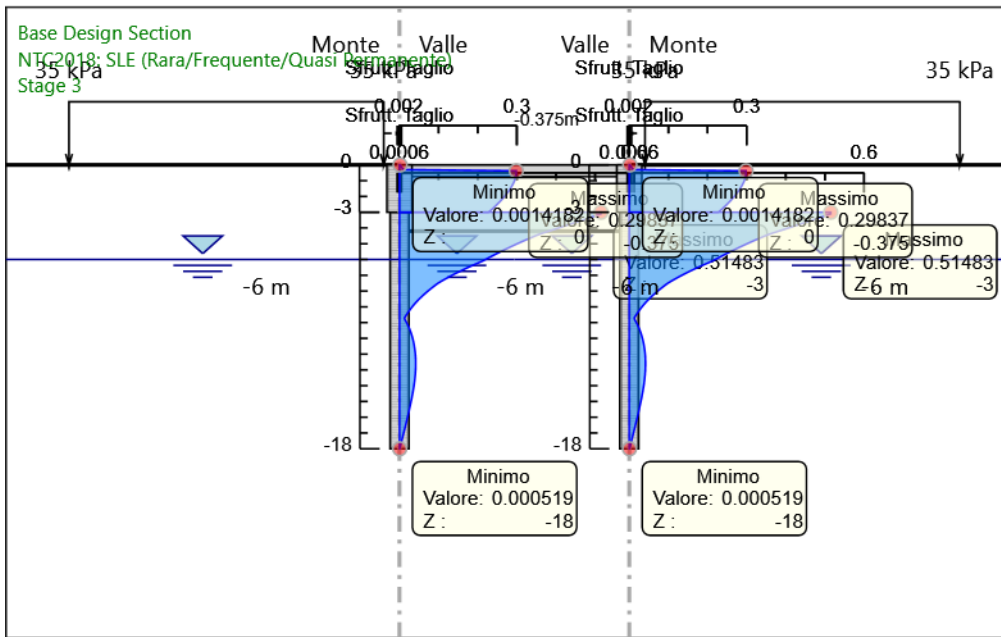
Z (m)	RIGHT Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver
-3	0.515
-3.1	0.515
-3.2	0.504
-3.3	0.492
-3.4	0.481
-3.5	0.469
-3.6	0.457
-3.7	0.444
-3.8	0.432
-3.9	0.419
-4	0.407
-4.1	0.394
-4.2	0.382
-4.3	0.369
-4.4	0.358
-4.5	0.347
-4.6	0.338
-4.7	0.328
-4.8	0.319
-4.9	0.31
-5	0.301
-5.1	0.292
-5.2	0.284
-5.3	0.275
-5.4	0.267
-5.5	0.259
-5.6	0.25
-5.7	0.243
-5.8	0.235
-5.9	0.227
-6	0.219
-6.1	0.212
-6.2	0.203
-6.3	0.193
-6.4	0.184
-6.5	0.175
-6.6	0.167
-6.7	0.158
-6.8	0.15
-6.9	0.142
-7	0.134
-7.1	0.127
-7.2	0.119
-7.3	0.112
-7.4	0.105
-7.5	0.099
-7.6	0.093
-7.7	0.088
-7.8	0.083
-7.9	0.078
-8	0.073
-8.1	0.068
-8.2	0.063
-8.3	0.059
-8.4	0.055
-8.5	0.051
-8.6	0.047
-8.7	0.043
-8.8	0.039
-8.9	0.036
-9	0.033
-9.1	0.029
-9.2	0.026
-9.3	0.023

Z (m)	RIGHT Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver
-9.4	0.021
-9.5	0.018
-9.6	0.015
-9.7	0.013
-9.8	0.014
-9.9	0.016
-10	0.018
-10.1	0.02
-10.2	0.022
-10.3	0.024
-10.4	0.026
-10.5	0.027
-10.6	0.029
-10.7	0.03
-10.8	0.031
-10.9	0.033
-11	0.034
-11.1	0.035
-11.2	0.036
-11.3	0.036
-11.4	0.037
-11.5	0.038
-11.6	0.039
-11.7	0.039
-11.8	0.04
-11.9	0.04
-12	0.04
-12.1	0.041
-12.2	0.041
-12.3	0.041
-12.4	0.041
-12.5	0.041
-12.6	0.041
-12.7	0.041
-12.8	0.041
-12.9	0.041
-13	0.041
-13.1	0.041
-13.2	0.041
-13.3	0.04
-13.4	0.04
-13.5	0.04
-13.6	0.039
-13.7	0.039
-13.8	0.038
-13.9	0.038
-14	0.037
-14.1	0.036
-14.2	0.036
-14.3	0.035
-14.4	0.034
-14.5	0.034
-14.6	0.033
-14.7	0.032
-14.8	0.031
-14.9	0.03
-15	0.03
-15.1	0.029
-15.2	0.028
-15.3	0.027
-15.4	0.026
-15.5	0.025
-15.6	0.024
-15.7	0.023
-15.8	0.022
-15.9	0.021
-16	0.021

<b>Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver</b>	<b>RIGHT</b>
<b>Z (m)</b>	<b>Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver</b>
-16.1	0.02
-16.2	0.019
-16.3	0.018
-16.4	0.017
-16.5	0.016
-16.6	0.015
-16.7	0.014
-16.8	0.013
-16.9	0.012
-17	0.011
-17.1	0.01
-17.2	0.009
-17.3	0.008
-17.4	0.007
-17.5	0.006
-17.6	0.005
-17.7	0.004
-17.8	0.003
-17.9	0.002
-18	0.001

<b>Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver</b>	<b>RIGHT</b>
<b>Z (m)</b>	<b>Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver</b>
0	0.001
-0.1	0.004
-0.2	0.007
-0.3	0.01
-0.38	0.298
-0.48	0.298
-0.57	0.298
-0.68	0.298
-0.78	0.297
-0.88	0.296
-0.98	0.294
-1.08	0.293
-1.18	0.291
-1.27	0.289
-1.38	0.286
-1.48	0.284
-1.58	0.281
-1.68	0.279
-1.78	0.276
-1.88	0.273
-1.98	0.269
-2.08	0.266
-2.17	0.262
-2.28	0.259
-2.38	0.255
-2.48	0.251
-2.58	0.247
-2.68	0.242
-2.78	0.238
-2.88	0.234
-2.97	0.229
-3	0.226

8.8.2.15 Grafico Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver



Involuppi  
Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver