

**S.S 685 "DELLE TRE VALLI UMBRE"**  
**TRATTO SPOLETO - ACQUASPARTA**  
**1° stralcio: Madonna di Baiano-Firenzuola**

**PROGETTO ESECUTIVO**

COD. **PG143**

**PROGETTAZIONE: ATI SINTAGMA - GDG - ICARIA**

**IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:**

Dott. Ing. Nando Granieri  
 Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A351

**IL PROGETTISTA:**

Dott. Ing. Federico Durastanti  
 Ordine degli Ingegneri della Prov. di Terni n° Terni n°A844

**IL GEOLOGO:**

Dott. Geol. Giorgio Cerquiglini  
 Ordine dei Geologi della Regione Umbria n°108

**IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:**

Dott. Ing. Filippo Pambianco  
 Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A1373

**Il Responsabile di Progetto**

Arch. Pianificatore Marco Colazza

**Il Responsabile del Procedimento**

Dott. Ing.  
 Alessandro Micheli

**PROTOCOLLO**

**DATA**

**IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:**

**MANDATARIA:**

**MANDANTI:**



Dott.Ing. N.Granieri  
 Dott.Arch. N.Kamenicky  
 Dott.Ing. V.Truffini  
 Dott.Arch. A.Bracchini  
 Dott.Ing. F.Durastanti  
 Dott.Ing. E.Bartolucci  
 Dott.Geol. G.Cerquiglini  
 Geom. S.Scopetta  
 Dott.Ing. L.Sbrenna  
 Dott.Ing. E.Sellari  
 Dott.Ing. L.Dinelli  
 Dott.Ing. L.Nani  
 Dott.Ing. F.Pambianco  
 Dott. Agr. F.Berti Nulli

Dott. Ing. D.Carlaccini  
 Dott. Ing. S.Sacconi  
 Dott. Ing. C.Consorti  
 Dott. Ing. E.Loffredo  
 Dott. Ing. C.Chierichini

Dott. Ing. V.Rotisciani  
 Dott. Ing. F.Macchioni  
 Geom. C.Vischini  
 Dott. Ing. V.Piunno  
 Dott. Ing. G.Pulli  
 Geom. C.Sugaroni



**11.SOTTOVIA**  
**11.03 SOTTOPASSO ESISTENTE KM 4+039 - RIFACIMENTO MURO D'ALA**

**Relazione di calcolo**

CODICE PROGETTO			NOME FILE	REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG.	ANNO	<i>T00ST03STRRE01A</i>		
DTPG143	E	23	CODICE ELAB. T00ST03STRRE01	A	-
<b>A</b>	Emissione		<i>Ago 2023</i>	<i>F.Brunori</i>	<i>F.Durastanti</i>
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO APPROVATO

**INDICE**

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE.....</b>	<b>3</b>
1.1	OGGETTO E SCOPO.....	3
1.2	DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	5
1.2.1	Paratia tipo 1.....	6
1.2.2	Paratia tipo 2.....	7
<b>2</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI.....</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>MATERIALI.....</b>	<b>9</b>
3.1	CALCESTRUZZO MAGRONE.....	9
3.2	CALCESTRUZZO CORDOLI.....	9
3.3	ACCIAIO TUBI PER MICROPALI E CAVALLETTI.....	9
3.4	MISCELE CEMENTIZIE PER CEMENTAZIONE MICROPALI E CAVALLETTI.....	9
<b>4</b>	<b>SOFTWARE DI CALCOLO.....</b>	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOTECNICO.....</b>	<b>11</b>
<b>6</b>	<b>INQUADRAMENTO SISMICO.....</b>	<b>12</b>
<b>7</b>	<b>DESCRIZIONE MODELLO DI CALCOLO.....</b>	<b>17</b>
7.1	PARATIA TIPO 1.....	20
7.2	PARATIA TIPO 2.....	25
<b>8</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI.....</b>	<b>29</b>
8.1	PESO PROPRIO DELLA STRUTTURA.....	29
8.2	SPINTA DELLE TERRE.....	29
8.3	CARICHI ACCIDENTALI DA TRAFFICO.....	29
8.4	AZIONI SISMICHE.....	29
<b>9</b>	<b>CRITERI DI VERIFICA.....</b>	<b>31</b>
<b>10</b>	<b>SINTESI RISULTATI.....</b>	<b>32</b>
10.1	PARATIA TIPO 1.....	32
10.2	PARATIA TIPO 2.....	37
<b>11</b>	<b>COMBINAZIONI DI CARICO.....</b>	<b>42</b>
<b>12</b>	<b>VERIFICHE STRUTTURALI.....</b>	<b>43</b>
12.1	PARATIA TIPO 1.....	43
12.1.1	Micropali in acciaio.....	43
12.1.2	Cavalletti di ancoraggio.....	47
12.2	PARATIA TIPO 2.....	48
12.2.1	Micropali in acciaio.....	48
<b>13</b>	<b>VERIFICHE GEOTECNICHE.....</b>	<b>52</b>
13.1	PARATIA TIPO 1.....	52
13.2	PARATIA TIPO 2.....	52

<b>14</b>	<b>TABULATO PARATIE PLUS.....</b>	<b>53</b>
14.1	PARATIA TIPO 1.....	53
14.2	PARATIA TIPO 2.....	93

## 1 INTRODUZIONE

### 1.1 Oggetto e scopo

La presente relazione ha per oggetto il dimensionamento e le verifiche di resistenza secondo il metodo semiprobabilistico agli Stati Limite (S.L.) della paratia in corrispondenza del sottopasso esistente km 4+039. L'opera stradale servita è denominata "Strada delle tre valli umbre" e si snoda fra lo svincolo di progetto della S.G.C. E45 in località Acquasparta e lo svincolo della nuova Flaminia (SS.3) in località Eggi per una lunghezza di 20+885 km. L'opera è ubicata nell'area del comune di Spoleto (PG) in prossimità della frazione Madonna di Baiano.

Si riportano le immagini del sito di ubicazione dell'opera e della planimetria di progetto:

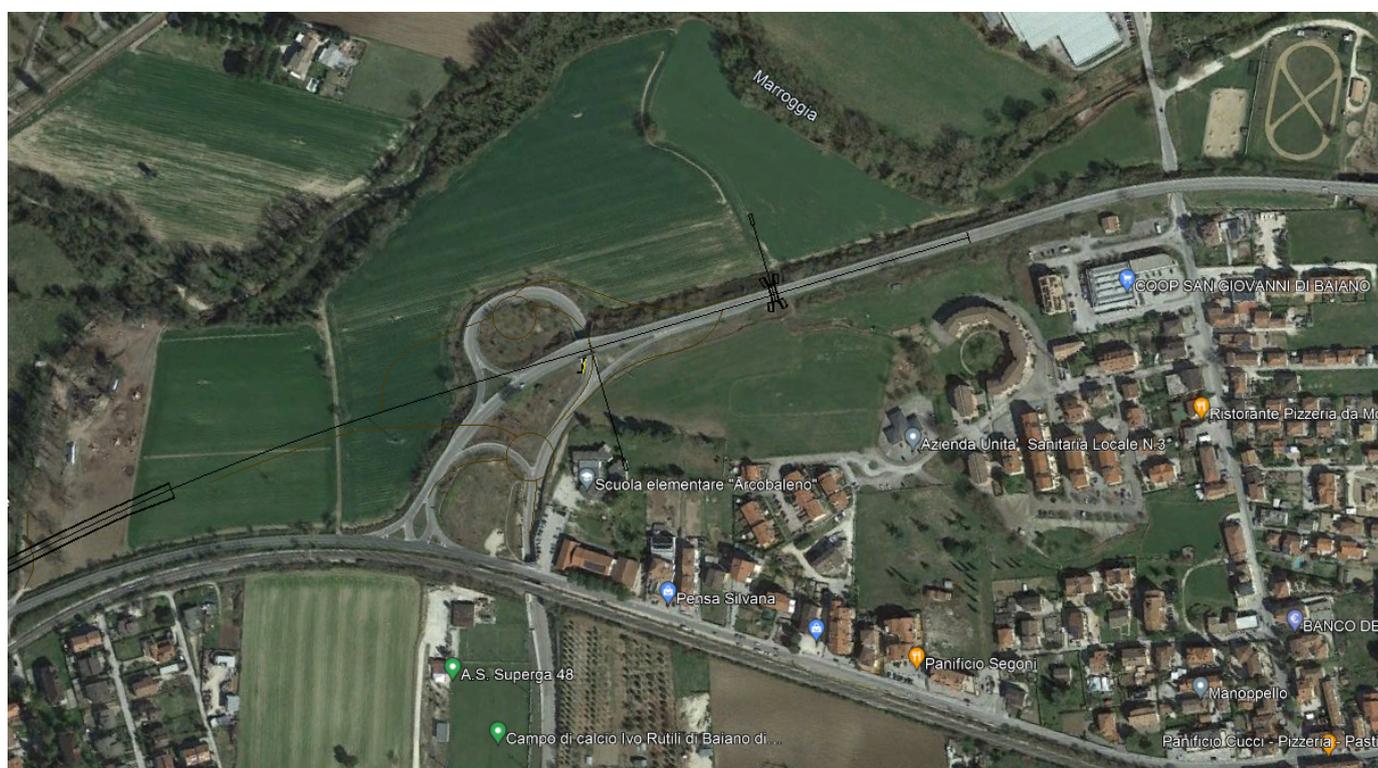


Figura 1-1. Localizzazione geografica dell'opera

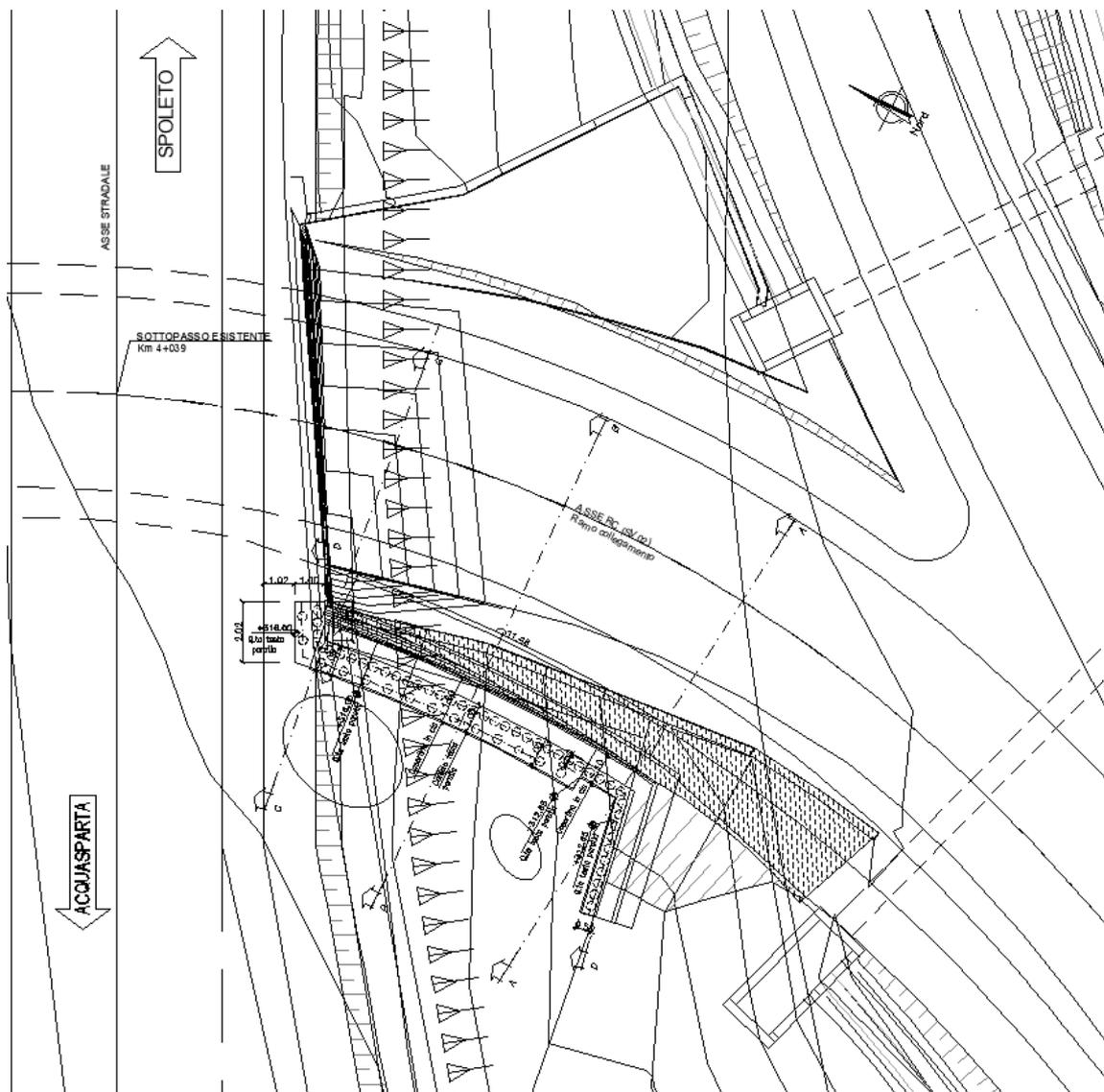


Figura 1-2. Planimetria dell'opera

Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono state effettuate secondo il DM 17 gennaio 2018.



### 1.2.1 Paratia tipo 1

L'opera consiste in una paratia di micropali F 300 passo 0.40m e lunghezza L=16.0m, armati con tubolare CHS 193.7x12.5mm in acciaio. L'altezza di scavo di calcolo è pari a 7.75m, avendo sommato all'altezza effettiva di scavo 0.50m, come previsto al §6.5.2.2 delle NTC2018. È previsto l'inserimento di un ordine di cavalletti L=16.0m e interasse i=0.8m, armati con tubolare CHS 193.7x12.5mm, inclinati di 20° rispetto alla verticale.

Di seguito si riporta una sezione trasversale e un prospetto dell'opera:

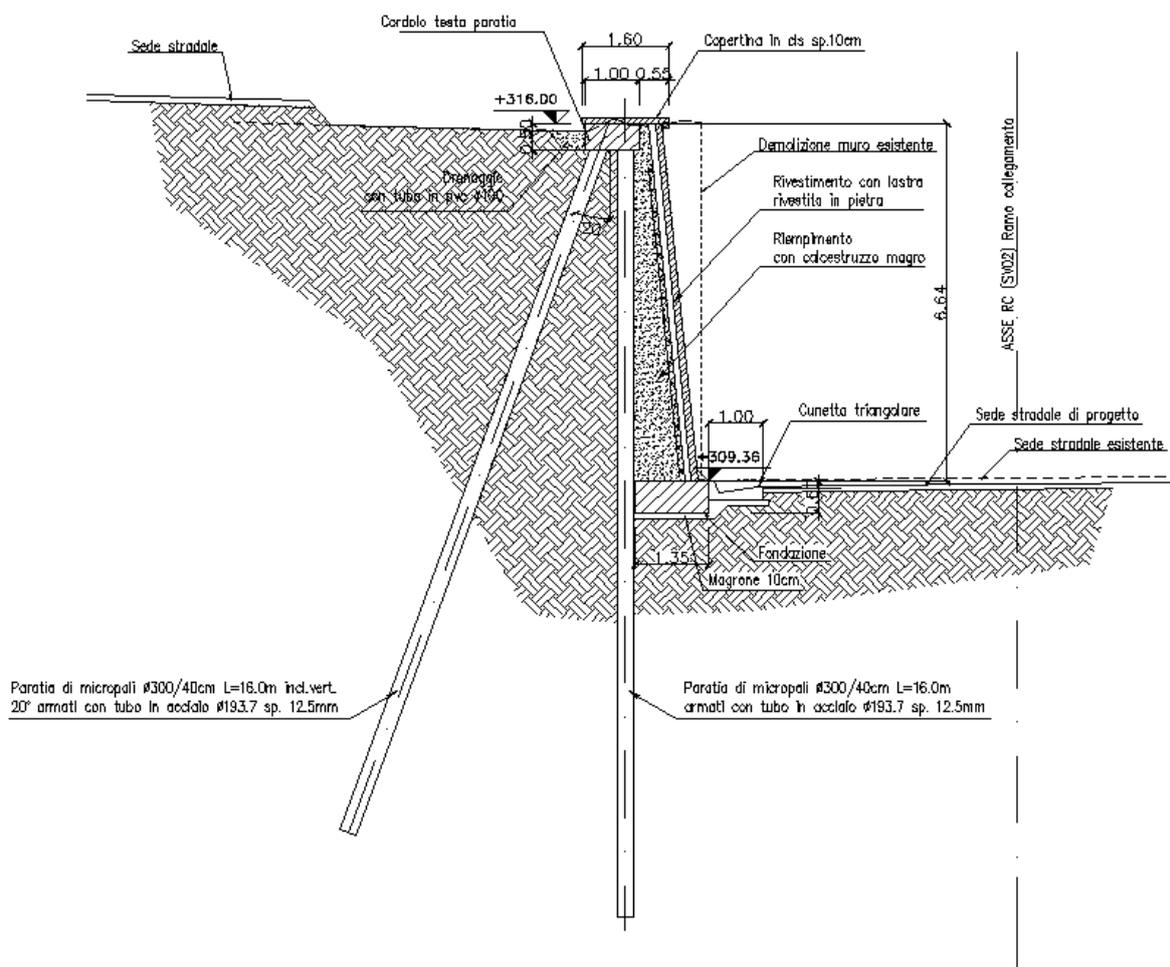


Figura 1-4. Sezione trasversale dell'opera

### 1.2.2 Paratia tipo 2

L'opera consiste in una paratia di micropali F 300 passo 0.40m e lunghezza L=10.5m, armati con tubolare CHS 193.7x12.5mm in acciaio. L'altezza di scavo di calcolo è pari a 3.5m, avendo incrementato l'altezza effettiva di scavo del 10%, come previsto al §6.5.2.2 delle NTC2018.

Di seguito si riporta una sezione trasversale e un prospetto dell'opera:

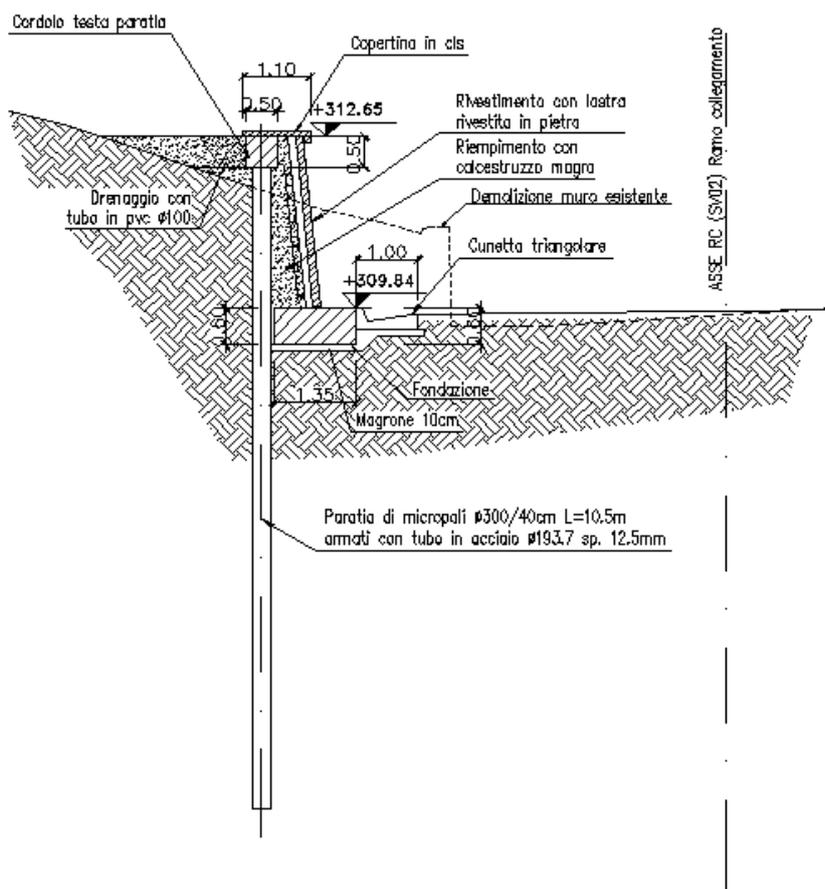


Figura 1-5. Sezione trasversale dell'opera

## 2 RIFERIMENTI NORMATIVI

La normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo e progettazione è la seguente:

- Norme Tecniche per le Costruzioni, DM del 17/01/2018;
- Legge 05/01/1971 n°1086: Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica;
- Legge 02/02/1974 n°64: Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
- C.M. 21/01/2019 n.7: Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni";
- UNI EN 1991-1-4:2005: Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture – Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento;
- UNI EN 1992-1-1:2005: Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
- UNI EN 1992-2:2006: Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 2: Ponti;
- UNI EN 1993-1-1:2005: Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
- UNI EN 1993-2:2007: Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 2: Ponti;
- UNI EN 1998-1:2005: Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici;
- UNI EN 1998-2:2006: Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 2: Ponti;

### 3 MATERIALI

#### 3.1 Calcestruzzo magrone

##### **Conglomerato classe di resistenza C12/15 – Rck 15MPa**

Resistenza caratteristica cubica:  $R_{ck} = 15 \text{ N/mm}^2$

Resistenza caratteristica cilindrica:  $f_{ck} = 12 \text{ N/mm}^2$

#### 3.2 Calcestruzzo cordoli

##### **Conglomerato classe di resistenza C28/35 – Rck 35MPa**

Resistenza caratteristica cubica:  $R_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$

Resistenza caratteristica cilindrica:  $f_{ck} = 28 \text{ N/mm}^2$

Classe di esposizione: XC2

Classe di consistenza slump: S4

Copriferro armatura principale 50 mm

#### 3.3 Acciaio tubi per micropali e cavalletti

##### **Acciaio S355**

Tensione caratteristica di snervamento:  $f_{yk} = 355 \text{ MPa}$

#### 3.4 Miscele cementizie per cementazione micropali e cavalletti

##### **Conglomerato classe di resistenza C25/30 – Rck 30MPa**

Resistenza caratteristica cubica:  $R_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$

Resistenza caratteristica cilindrica:  $f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$

#### **4 SOFTWARE DI CALCOLO**

Si è utilizzato il software di calcolo PARATIE PLUS versione 21 [Ce.A.S. s.r.l. - Milano] per il calcolo delle sollecitazioni sugli elementi strutturali e per le verifiche dei pali.

## 5 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Si riportano di seguito i parametri geotecnici ell'unità geologica intercettata dall'opera:

Unità ALL:

$$g_k = 18 - 19 \text{ kN/m}^3$$

$$c_k' = 0 \text{ kPa}$$

$$f_k' = 38^\circ - 42^\circ$$

$$E_k = 25 - 50 \text{ MPa}$$

Ai fini delle verifiche si adotteranno i seguenti parametri:

$$g = 18.5 \text{ kN/m}^3$$

$$c' = 0 \text{ kPa}$$

$$f' = 40^\circ$$

$$E = 37.5 \text{ MPa}$$

La falda si trova ad una profondità di circa 9.8 m dal p.c.

Dalle indagini condotte si evince una categoria stratigrafica di suolo pari a 'C'.

## 6 INQUADRAMENTO SISMICO

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 dal D.M. 17 gennaio 2018.

Sulla base delle indicazioni delle NTC2018 si assumono i seguenti valori per determinare l'azione sismica di riferimento.

L'ubicazione del sito in oggetto (Long: 12.671104; Lat: 42.731980):

- |  |                  |
|--|------------------|
| - Classe d'uso:                                | IV               |
| - Coefficiente d'uso:                          | $C_u (IV) = 2.0$ |
| - Categoria topografica:                       | T1               |
| - Coefficiente di amplificazione topografica   | $S_T=1$          |
| - Categoria di sottosuolo                      | C                |
| - Vita nominale:                               | $V_N = 50$ anni  |
| - Vita di riferimento                          | $V_R = 100$ anni |
| - Coefficiente di amplificazione stratigrafica | $S_s = 1.346$    |

### FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate      LONGITUDINE:       LATITUDINE:

Ricerca per comune      REGIONE:       PROVINCIA:       COMUNE:

**Elaborazioni grafiche**

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

**Elaborazioni numeriche**

Tabella parametri

**Nodi del reticolo intorno al sito**



**Reticolo di riferimento**



**Controllo sul reticolo**

Sito esterno al reticolo

Interpolazione su 3 nodi

Interpolazione corretta

**Interpolazione**

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

### FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) -  $V_N$             info

Coefficiente d'uso della costruzione -  $c_U$             info

**Valori di progetto**

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) -  $V_R$             info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) -  $T_R$       info

Stati limite di esercizio - SLE	SLO - $P_{VR} = 81\%$	60
	SLD - $P_{VR} = 63\%$	101
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{VR} = 10\%$	949
	SLC - $P_{VR} = 5\%$	1950

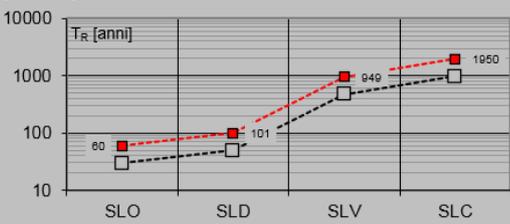
**Elaborazioni**

Grafici parametri azione

Grafici spettri di risposta

Tabella parametri azione

**Strategia di progettazione**



**LEGENDA GRAFICO**

--- Strategia per costruzioni ordinarie

... Strategia scelta

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLO	60	0.086	2.454	0.283
SLD	101	0.107	2.434	0.293
SLV	949	0.239	2.462	0.330
SLC	1950	0.294	2.491	0.342

### FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

**Stato Limite**  
Stato Limite considerato: **SLV** info

**Risposta sismica locale**  
 Categoria di sottosuolo: **C** info       $S_B = 1.346$        $C_C = 1.514$  info  
 Categoria topografica: **T1** info       $h/H = 1.000$        $S_T = 1.000$  info  
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

**Compon. orizzontale**  
 Spettro di progetto elastico (SLE)      Smorzamento  $\xi$  (%) **5**       $\eta = 1.000$  info  
 Spettro di progetto inelastico (SLU)      Fattore  $q_o$  **1**      Regol. in altezza **si** info

**Compon. verticale**  
 Spettro di progetto      Fattore  $q$  **1**       $\eta = 1.000$  info

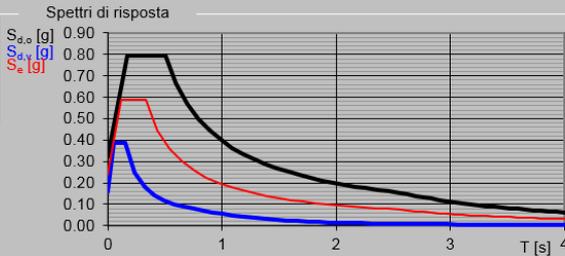
**Elaborazioni**  
 Grafici spettri di risposta **||>**  
 Parametri e punti spettri di risposta **||>**

— Spettro di progetto - componente orizzontale

— Spettro di progetto - componente verticale

— Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1,  $\xi = 5\%$ )

**Spettri di risposta**



INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

**Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato SLV**

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0.239 g
$F_p$	2.462
$T_c$	0.330 s
$S_s$	1.346
$C_c$	1.514
$S_T$	1.000
$q$	1.000

**Parametri dipendenti**

$S$	1.346
$\eta$	1.000
$T_B$	0.166 s
$T_C$	0.499 s
$T_D$	2.557 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_c / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_c \cdot T_c \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

**Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)**

$$0 \leq T < T_B \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.322
$T_B \leftarrow$	0.166	0.793
$T_C \leftarrow$	0.499	0.793
	0.597	0.663
	0.695	0.570
	0.793	0.499
	0.891	0.445
	0.989	0.400
	1.087	0.364
	1.185	0.334
	1.283	0.309
	1.381	0.287
	1.479	0.268
	1.577	0.251
	1.675	0.236
	1.773	0.223
	1.871	0.212
	1.969	0.201
	2.067	0.192
	2.165	0.183
	2.263	0.175
	2.361	0.168
	2.459	0.161
$T_D \leftarrow$	2.557	0.155
	2.626	0.147
	2.695	0.140
	2.763	0.133
	2.832	0.126
	2.901	0.120
	2.969	0.115
	3.038	0.110
	3.107	0.105
	3.176	0.100
	3.244	0.096
	3.313	0.092
	3.382	0.089
	3.450	0.085
	3.519	0.082
	3.588	0.079
	3.656	0.076
	3.725	0.073
	3.794	0.070
	3.863	0.068
	3.931	0.066
	4.000	0.063

**Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato lim SLV**

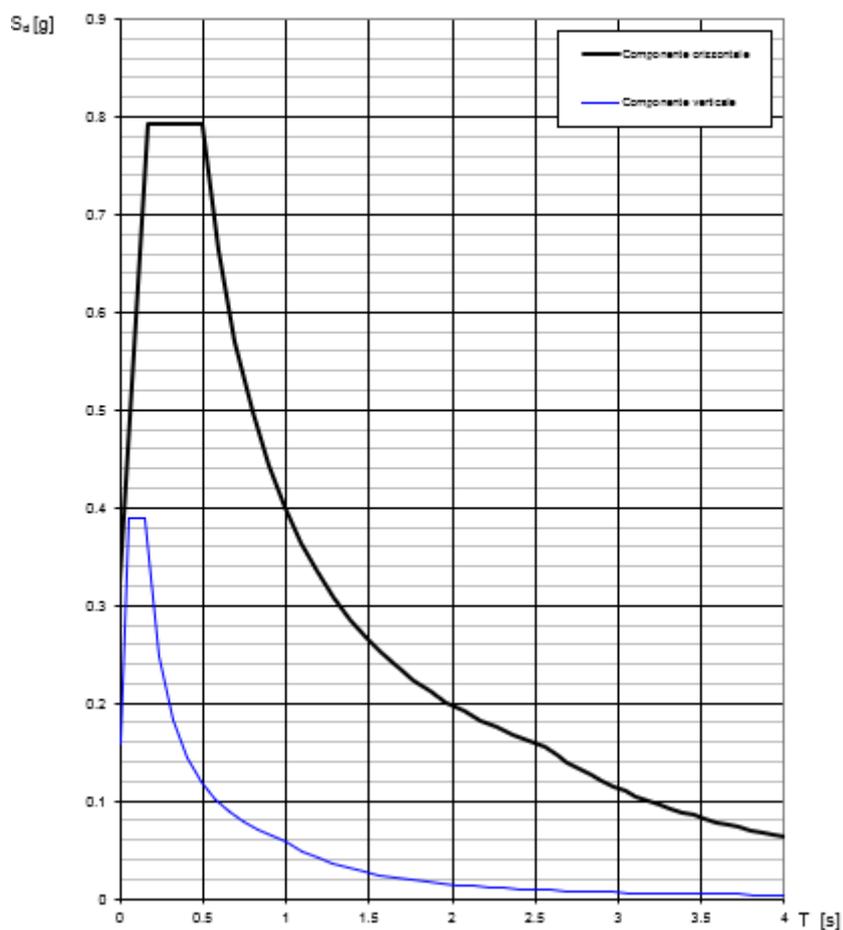


Figura 6.1. Spettro di Risposta SLV. Componenti orizzontali e orizzontali del sisma

## 7 DESCRIZIONE MODELLO DI CALCOLO

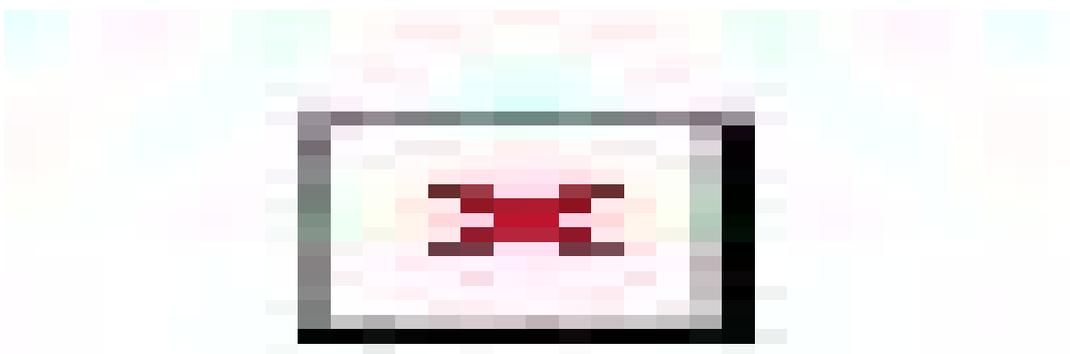
Al fine di rappresentare il comportamento delle paratie durante le varie fasi di lavoro (scavi e/o eventuale inserimento degli elementi di contrasto), è necessario l'impiego di un metodo di calcolo iterativo atto a simulare l'interazione in fase elasto-plastica terreno-paratia.

Lo studio del comportamento di un elemento di paratia inserito nel terreno viene effettuato tenendo conto della deformabilità dell'elemento stesso, considerato in regime elastico, e soggetto alle azioni derivanti dalla spinta dei terreni, dalle eventuali differenze di pressione idrostatiche, dalle spinte dovute ai sovraccarichi esterni e dalla presenza degli elementi di contrasto.

La paratia viene discretizzata con elementi finiti monodimensionali a due gradi di libertà per nodo (spostamento orizzontale e rotazione).

Il terreno viene schematizzato con delle molle secondo un modello elasto-plastico; esso reagisce elasticamente sino a valori limite dello spostamento, raggiunti i quali la reazione corrisponde, a seconda del segno dello stesso spostamento, ai valori limite della pressione attiva o passiva.

Gli spostamenti sono computati a partire dalla situazione di spinta "a riposo".



Al fine di ottenere informazioni attendibili sull'entità delle sollecitazioni e delle deformazioni nelle paratie è necessario poterne seguire il comportamento durante le principali fasi esecutive.

A tal riguardo, l'interazione fra la paratia e il terreno, è simulata modellando la prima con elementi finiti caratterizzati da una rigidità flessionale ed il secondo con molle elasto-plastiche connesse ai nodi della paratia di rigidità proporzionale al modulo di rigidità del terreno.

Inoltre, è possibile modellare eventuali elementi di sostegno della paratia (tiranti, puntoni) con molle dotate di opportuna rigidità.

In particolare, la paratia è schematizzata attraverso un diaframma di spessore equivalente ricavato attraverso la seguente espressione:

$$s_{eq} = \sqrt[3]{12E_m J_p}$$

dove:

- $E_m$ : modulo elastico del materiale costituente la paratia
- $J_p$ : inerzia della sezione della paratia

Il terreno si comporta come un mezzo elastico sino a che il rapporto tra la tensione orizzontale efficace ( $\sigma'h$ ) e la tensione verticale efficace ( $\sigma'v$ ) risulta compreso tra il coefficiente di spinta attivo ( $k_a$ ) e passivo ( $k_p$ ), mentre quando il rapporto è pari a  $k_a$  o a  $k_p$  il terreno si comporta come un mezzo elasto-plastico.

Questo modello, nella sua semplicità concettuale, derivato direttamente dal modello di Winkler, consente una simulazione del comportamento del terreno adeguata agli scopi progettuali. In particolare, sono superate le limitazioni dei più tradizionali metodi dell'equilibrio limite, non idonei a seguire il comportamento della struttura al variare delle fasi esecutive.

I parametri di deformabilità del terreno compaiono nella definizione della rigidità delle molle. Per un letto di molle distribuite la rigidità di ciascuna di esse,  $k$ , è data da:

$$k = E / L$$

dove  $E$  è un modulo di rigidità del terreno mentre  $L$  è una grandezza geometrica caratteristica.

Poiché nel programma PARATIE le molle sono posizionate a distanze finite  $\Delta$ , la rigidità di ogni molla è:

$$k = E\Delta / L$$

dove  $E$  è un modulo di rigidità del terreno mentre  $L$  è una grandezza geometrica caratteristica.

Il valore di  $\Delta$  è fornito dalla schematizzazione ad elementi finiti. Il valore di  $L$  è fissato automaticamente dal programma. Esso rappresenta una grandezza caratteristica che è diversa a valle e a monte della paratia perché diversa è la zona di terreno coinvolta dal movimento in zona attiva e passiva. Si è scelto:

in zona attiva (uphill):

$$L_A = \frac{2}{3} \ell_A \tan(45^\circ - \phi' / 2)$$

in zona passiva (downhill):

$$L_P = \frac{2}{3} \ell_P \tan(45^\circ + \phi' / 2)$$

con:

I = altezza totale della paratia

H = altezza corrente dello scavo.

La logica di questa scelta è illustrata nella pubblicazione di Becci e Nova (1987). Si assume in ogni caso un valore di H non minore di 1/10 dell'altezza totale della parete.

Il programma consente di seguire le fasi evolutive degli scavi a valle dell'opera, determinando, per ciascuna fase di scavo prevista, la deformata dell'opera e le sollecitazioni e gli stati tensionali nel terreno con essa interagente. Il software consente di tener conto anche della presenza di vincoli lungo la paratia, sia di tipo elastico (molle /tiranti) che di tipo rigido.

La presenza dei tiranti viene infine schematizzata dal software come dei vincoli elastici, la cui deformabilità dipende dalle caratteristiche della sezione resistente in acciaio dei tiranti e dalla lunghezza libera degli stessi, eventualmente incrementata di una quantità funzione dell'efficienza ( $\leq 1$ ) associata al bulbo di ancoraggio. Il software utilizzato, consente di modellare l'interazione con il terreno della struttura, in particolare le spinte statiche e dinamiche delle terre, durante tutte le fasi intermedie e nella configurazione finale, in modo da valutare l'evoluzione dello stato deformativo e sollecitativo. La sezione di calcolo considerata è quella parallela al tracciato ferroviario.

## 7.1 Paratia tipo 1

Di seguito si riportano le fasi di calcolo modellate.

- **FASE 1:** stato di fatto;
- **FASE 2:** esecuzione cordolo e micropali;
- **FASE 3:** realizzazione dei cavalletti;
- **FASE 4:** scavo;
- **FASE 6:** applicazione dell'azione sismica allo SLV:

### FASE 1

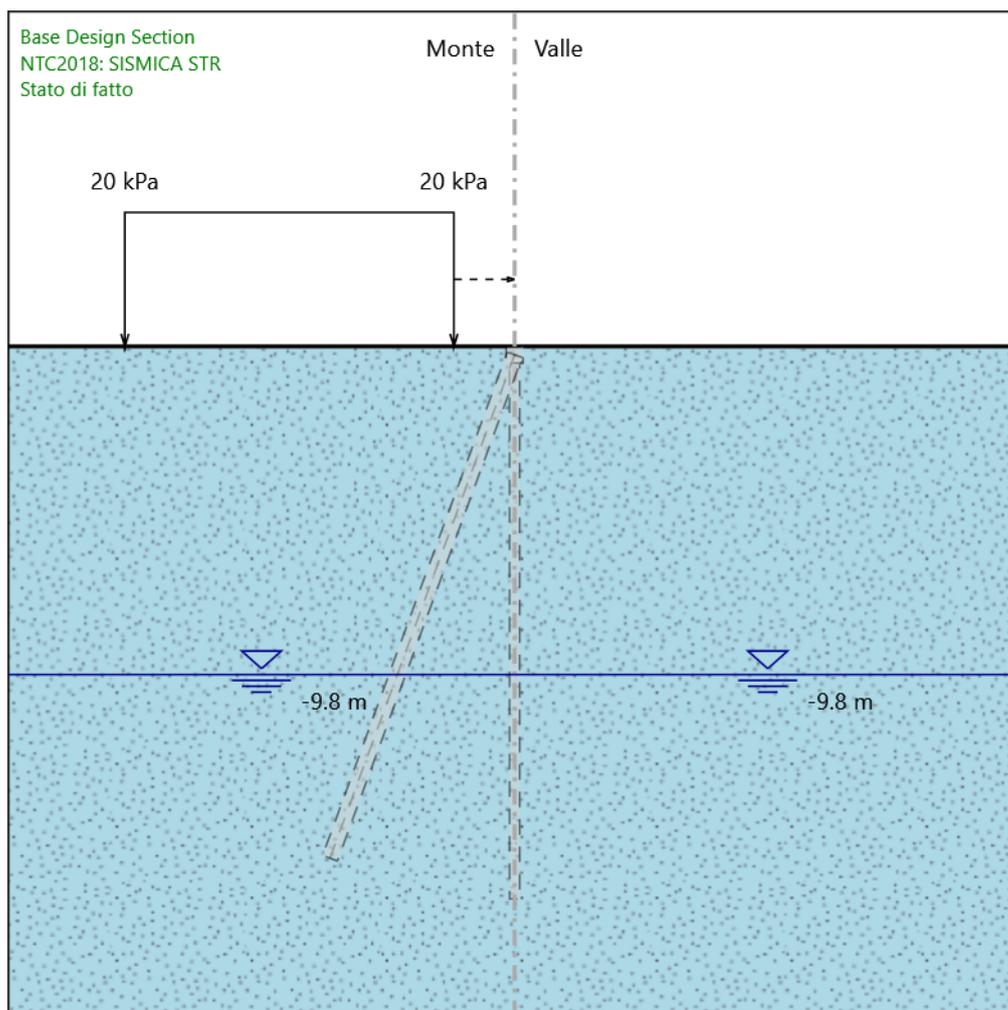


Figura 7-1. Fase 1 – Stato di fatto

**FASE 2**

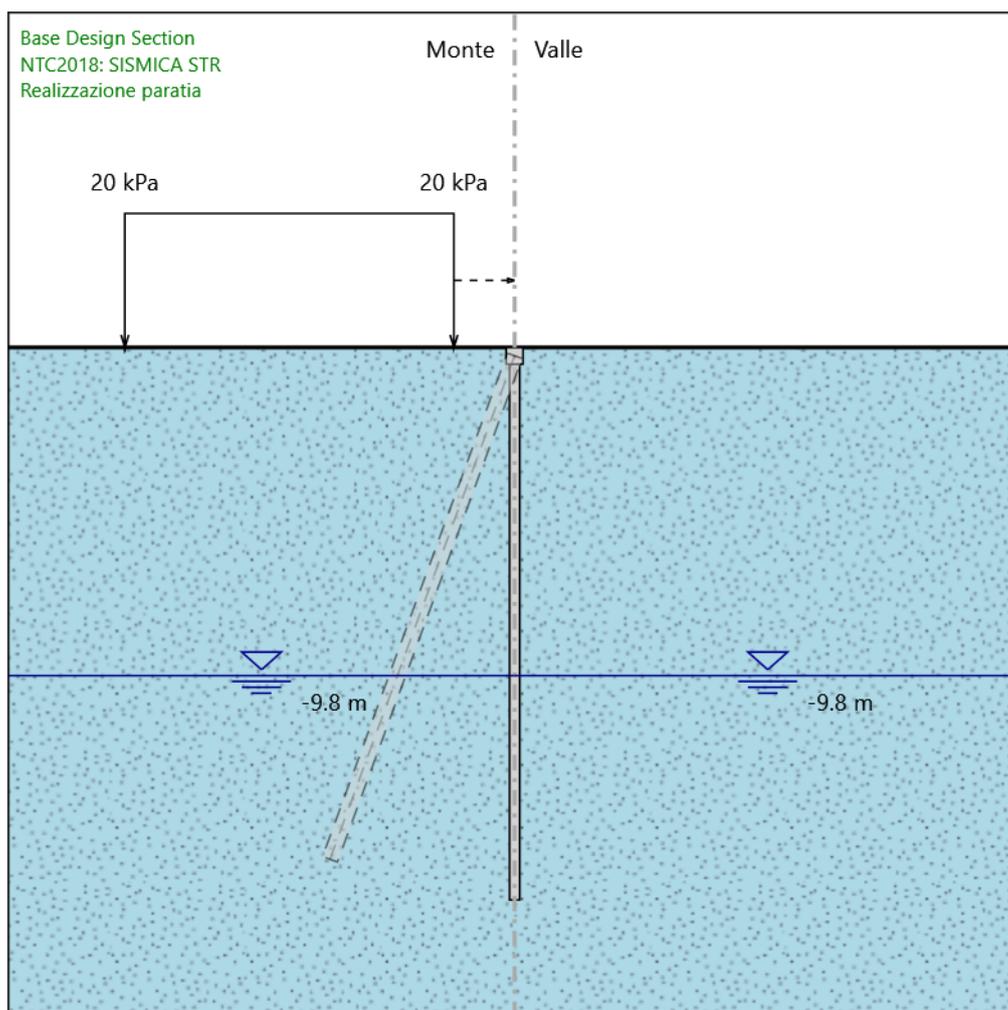


Figura 7-2. Fase 2 - Esecuzione cordolo e micropali

**FASE 3**

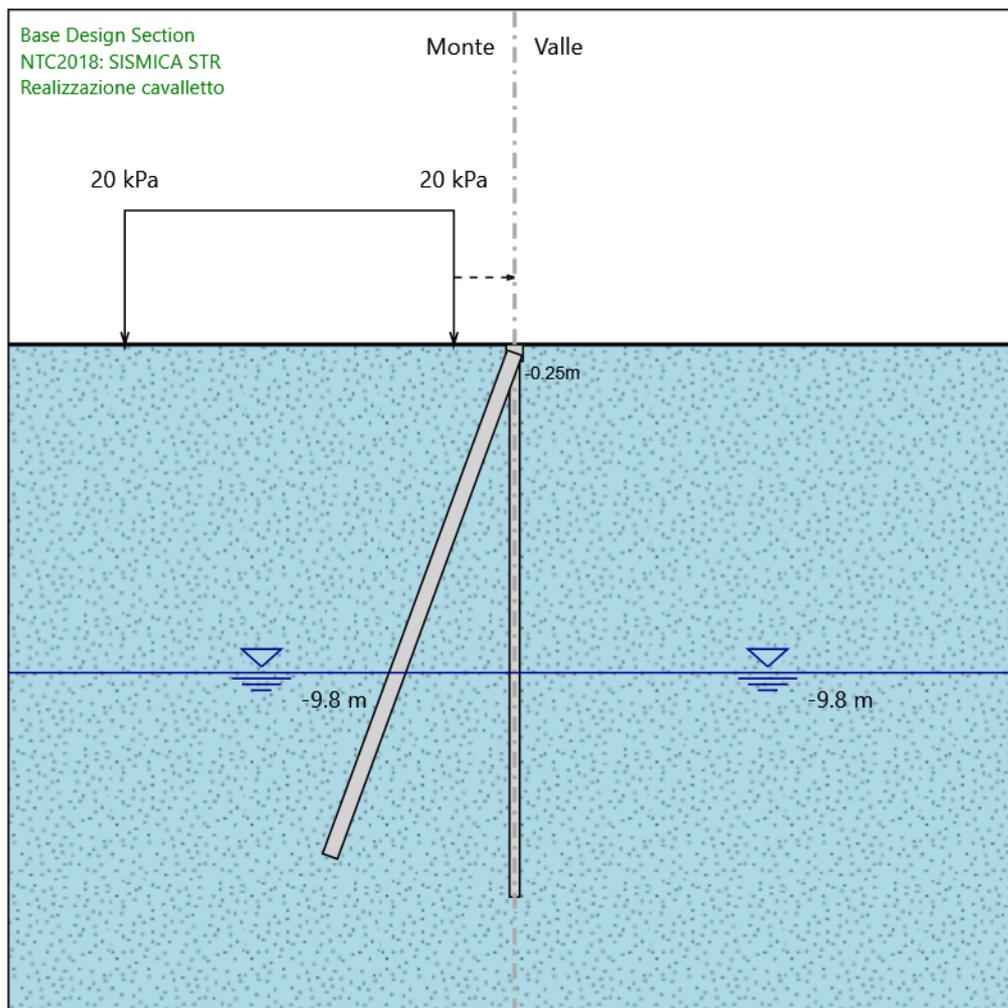


Figura 7-3. Fase 3 – Realizzazione dei cavalletti

**FASE 4**

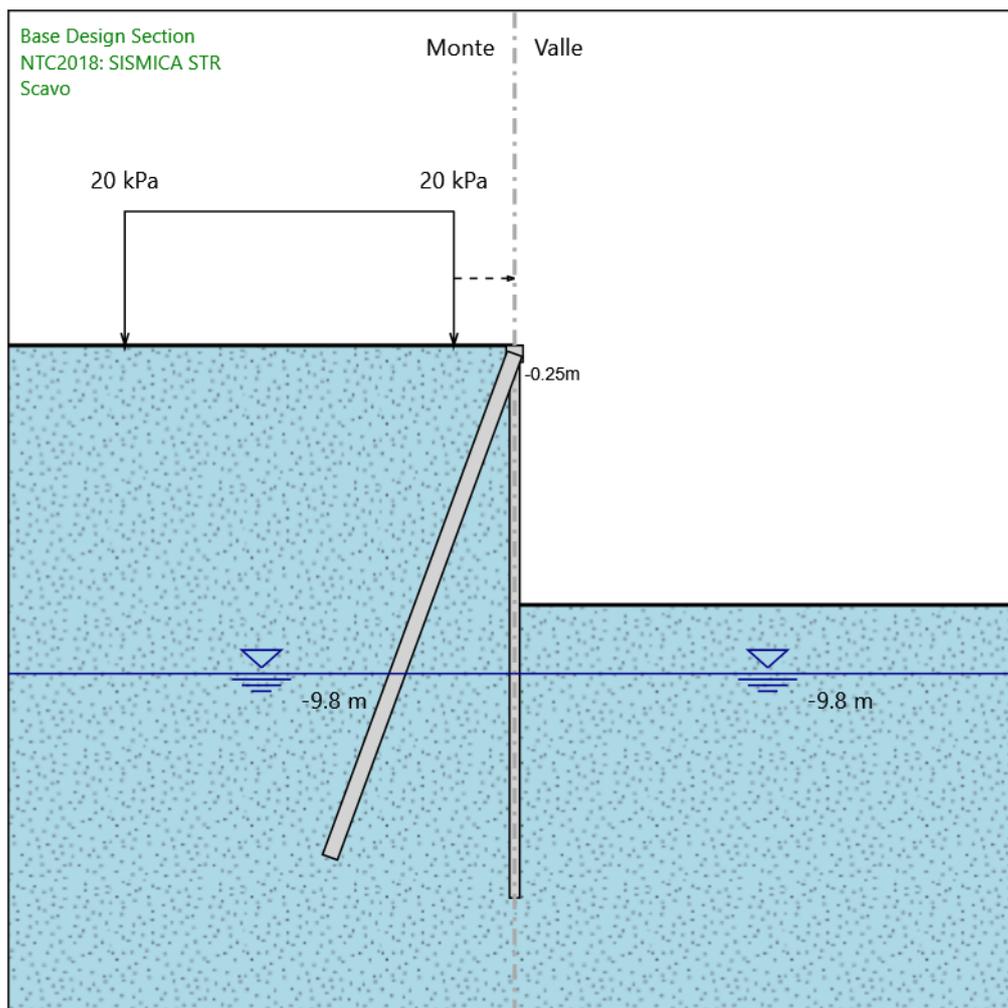


Figura 7-4. Fase 4 – Scavo

FASE 5

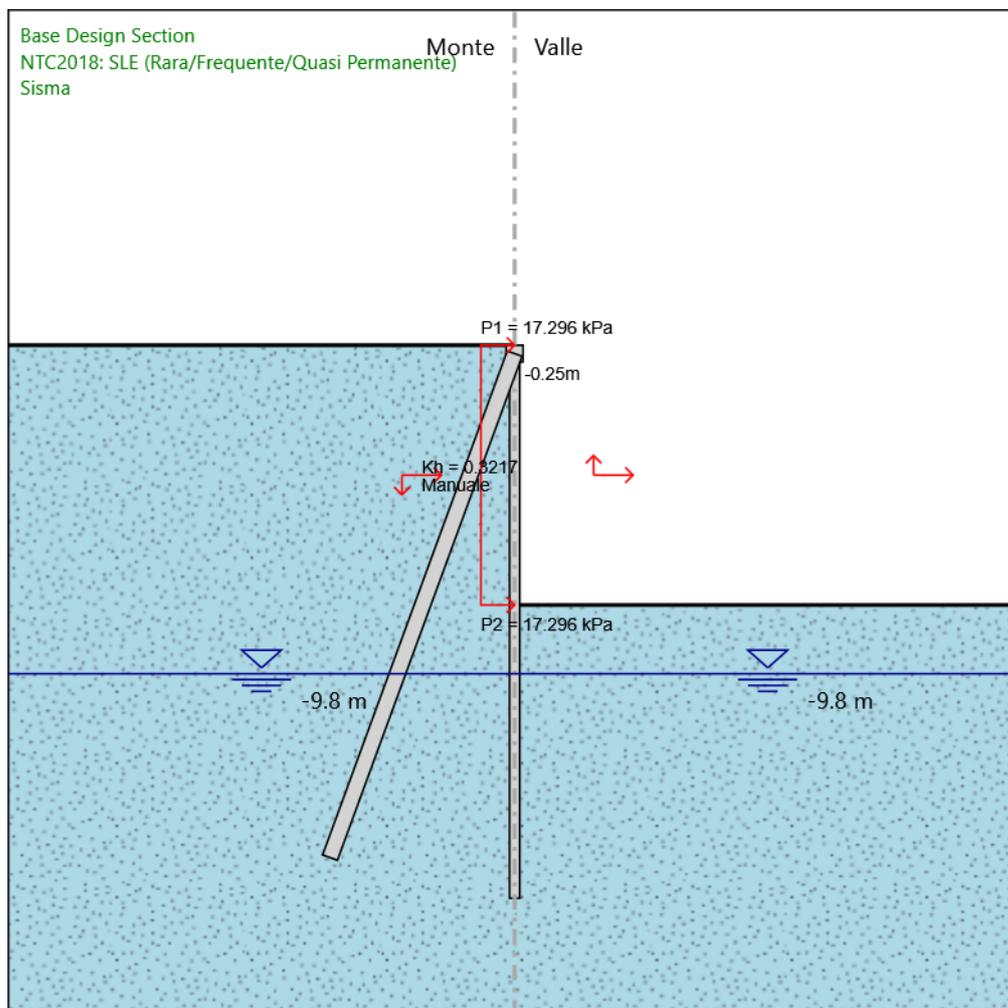


Figura 7-5. Fase 5 – Applicazione dell'azione sismica allo SLV

## 7.2 Paratia tipo 2

- **FASE 1:** stato di fatto;
- **FASE 2:** esecuzione cordolo e micropali e applicazione carico accidentale;
- **FASE 3:** scavo;
- **FASE 4:** applicazione dell'azione sismica allo SLV:

### FASE 1

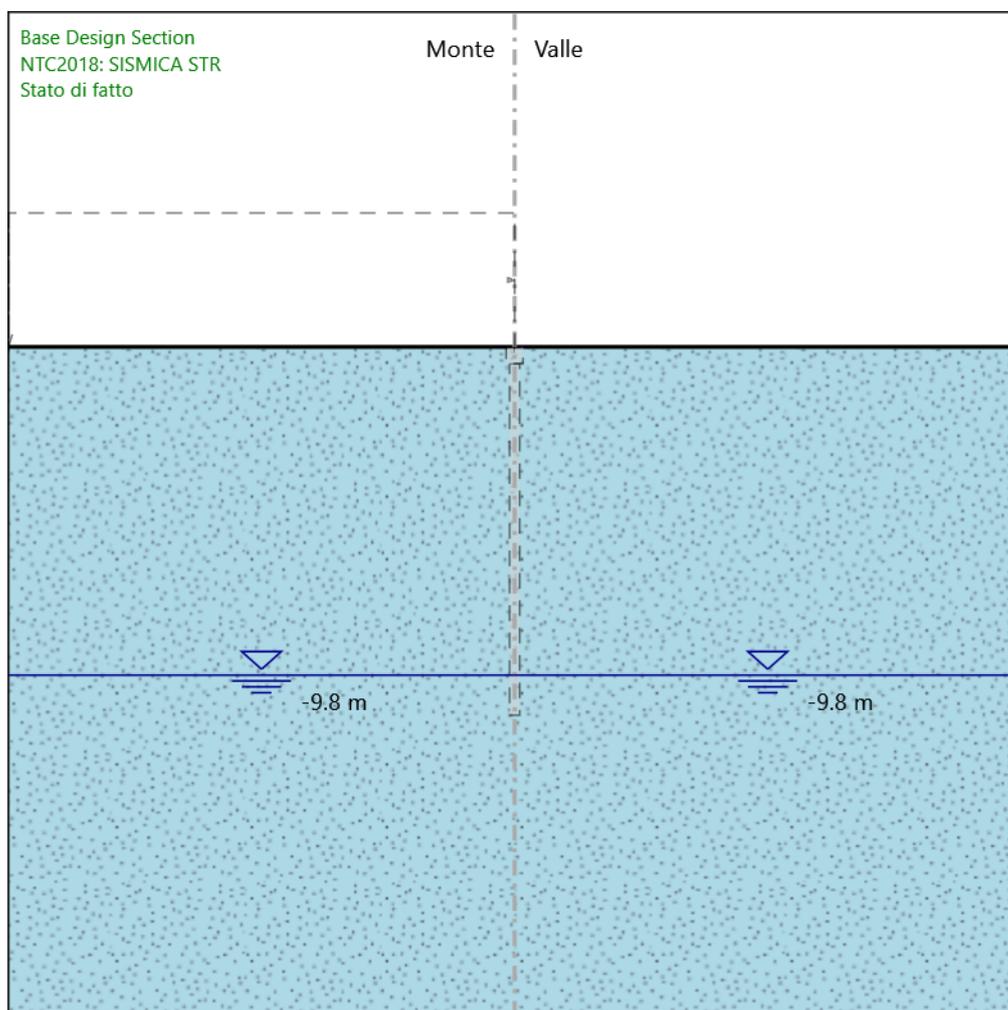


Figura 7-6. Fase 1 – Stato di fatto

**FASE 2**

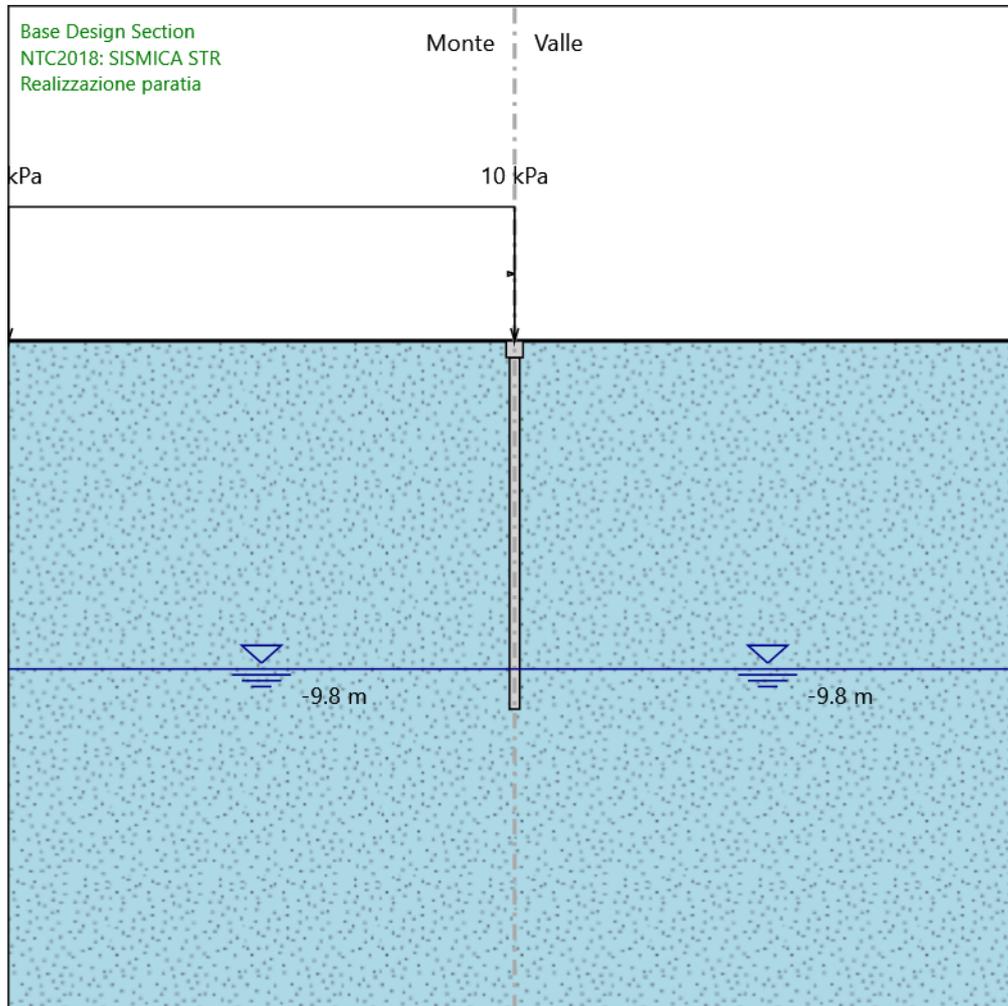


Figura 7-7. Fase 2 - Esecuzione cordolo e pali e applicazione carico accidentale

**FASE 3**

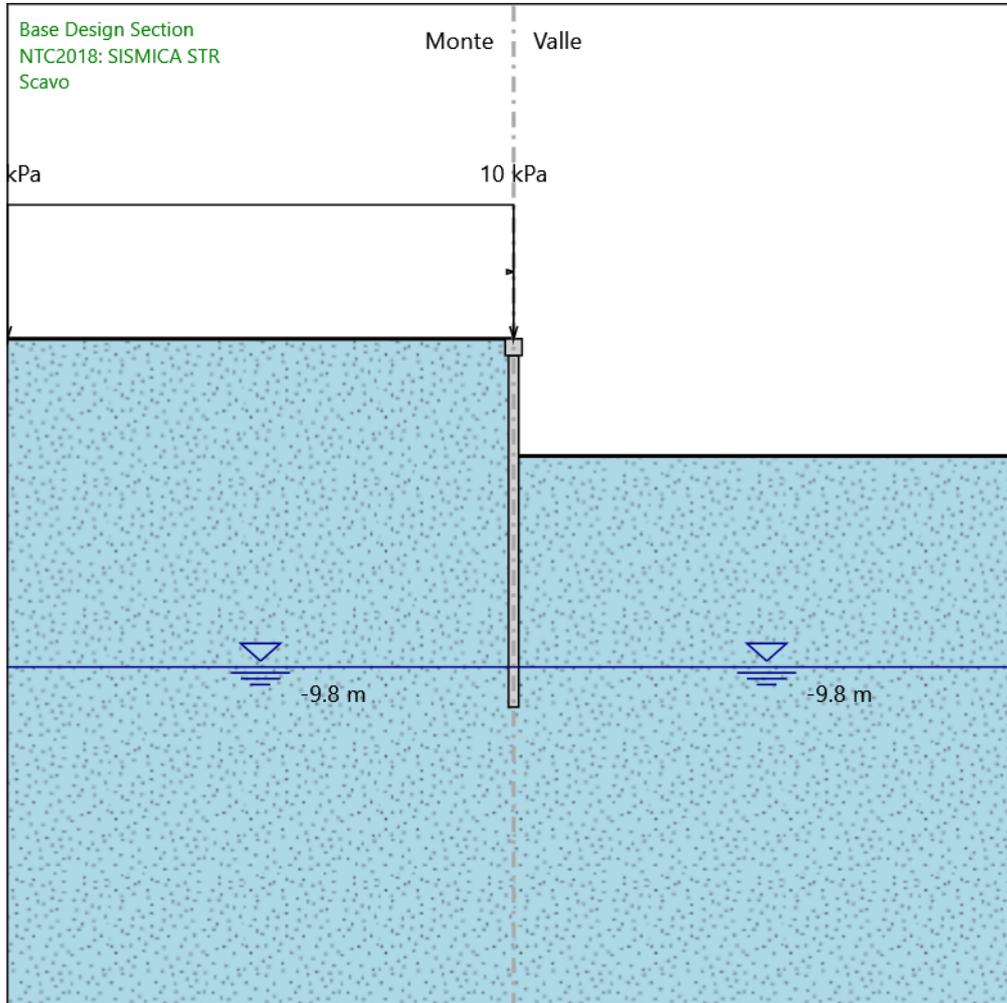


Figura 7-8. Fase 3 - Scavo

FASE 4

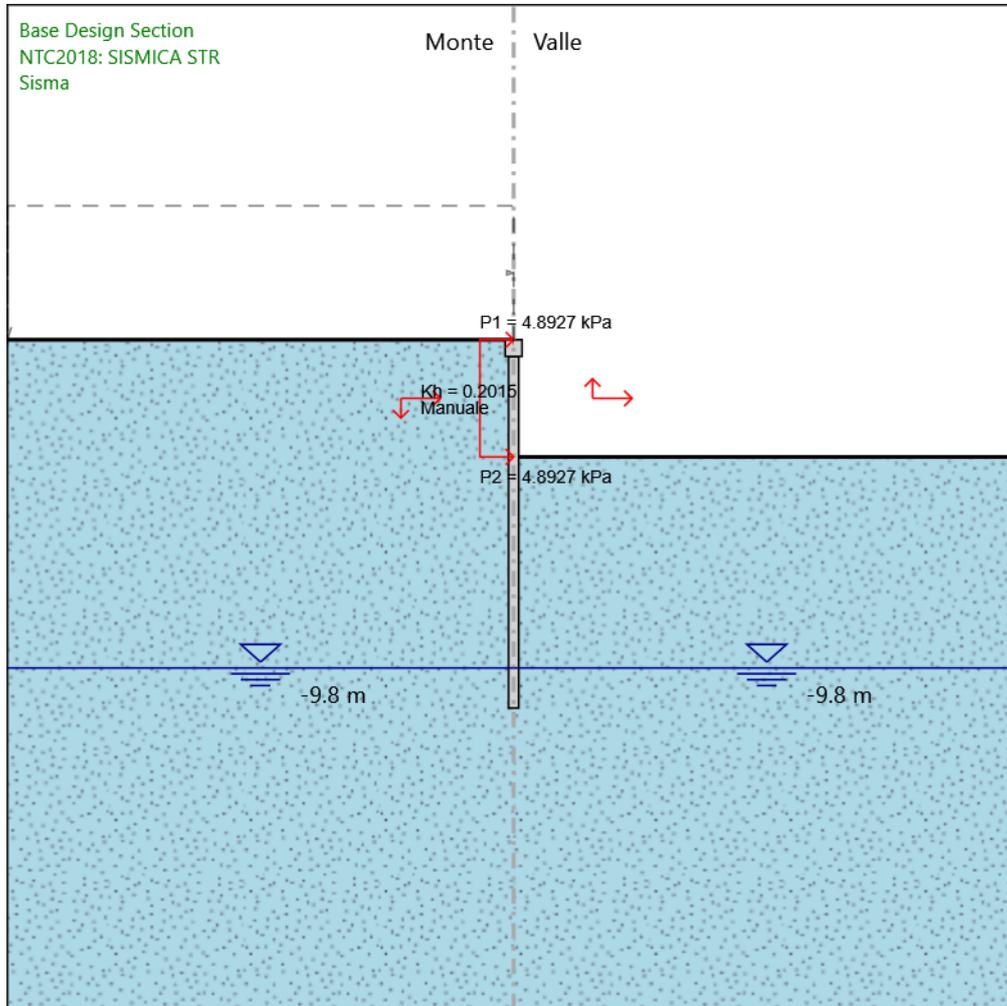


Figura 7-9. Fase 4 – Applicazione dell'azione sismica allo SLV

## 8 ANALISI DEI CARICHI

### 8.1 Peso proprio della struttura

Il peso proprio degli elementi strutturali viene calcolato considerando per il c.a.  $g_c = 25 \text{ kN/m}^3$ . Il peso proprio viene automaticamente calcolato dai software di calcolo in base alle dimensioni delle sezioni degli elementi.

### 8.2 Spinta delle terre

L'entità della spinta delle terre sull'opera di scavalco è determinata fase per fase dal software di calcolo, a partire da condizioni iniziali di spinta a riposo.

### 8.3 Carichi accidentali da traffico

Si è considerato un carico accidentale da traffico dovuto alla viabilità esistente a monte della paratia pari a  $20 \text{ kN/m}$  per la "Paratia tipo 1" e un carico accidentale da traffico dovuto ai mezzi di cantiere pari a  $10 \text{ kN/m}$  per la "Paratia tipo 2".

### 8.4 Azioni sismiche

L'azione sismica è stata individuata in accordo con le normative vigenti sulla base dei seguenti parametri riportati al Capitolo 6 della presente relazione.

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.

In base alle accelerazioni massime attese sul sito in esame si valutano, alla luce dei parametri valutati sopra nella condizione di SLV., i coefficienti di intensità sismica da utilizzarsi nelle analisi pseudo statiche, con le espressioni che seguono.

$$k_h = a_g / g \cdot S_S \cdot S_T \cdot \alpha \cdot \beta \qquad k_v = 0.5 \cdot k_h$$

Nella precedente espressione, i coefficienti  $\beta$  e  $\alpha$  assumono i valori desunti dalle Figg. 7.11.2 e 7.11.3 delle NTC.

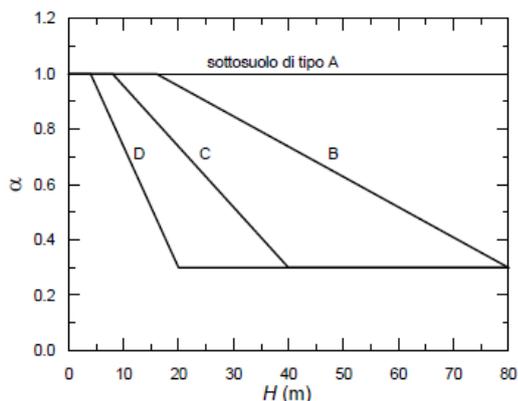


Fig. 7.11.2 – Diagramma per la valutazione del coefficiente di deformabilità  $\alpha$

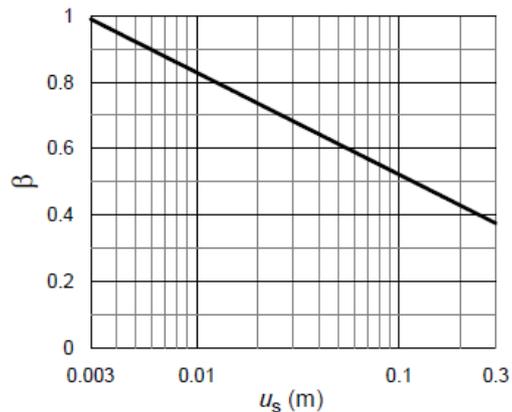


Fig. 7.11.3 – Diagramma per la valutazione del coefficiente di spostamento  $\beta$ .

## 9 CRITERI DI VERIFICA

Le verifiche strutturali e geotecniche dei micropali e dei tiranti sono eseguite tramite PARATIE PLUS.

## 10 SINTESI RISULTATI

### 10.1 Paratia tipo 1

Di seguito si riportano in forma grafica gli andamenti ed i valori delle sollecitazioni derivanti dal modello di calcolo:

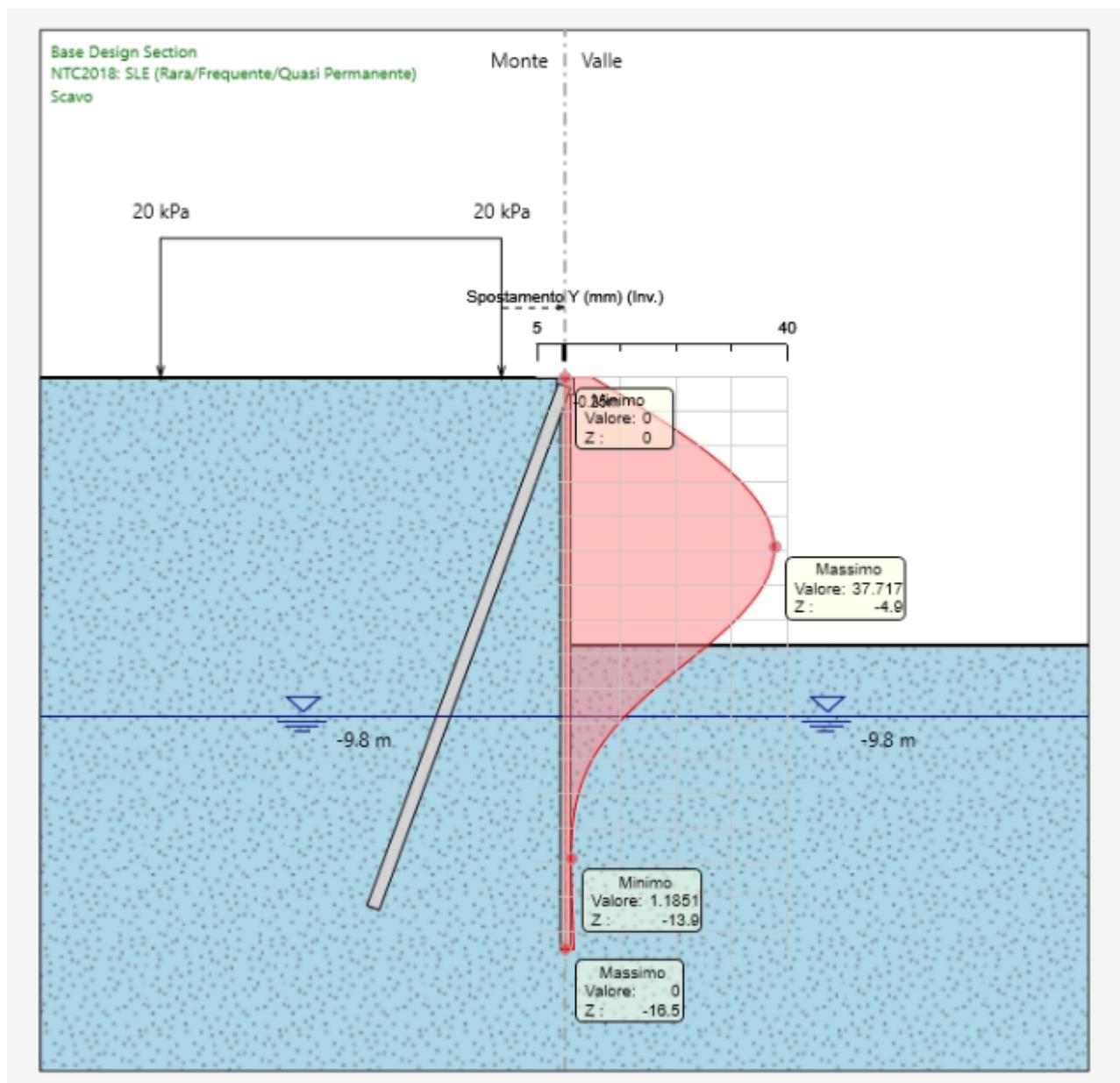


Figura 10-1. Deformate delle paratie allo SLE (valore massimo = 0.00 mm)

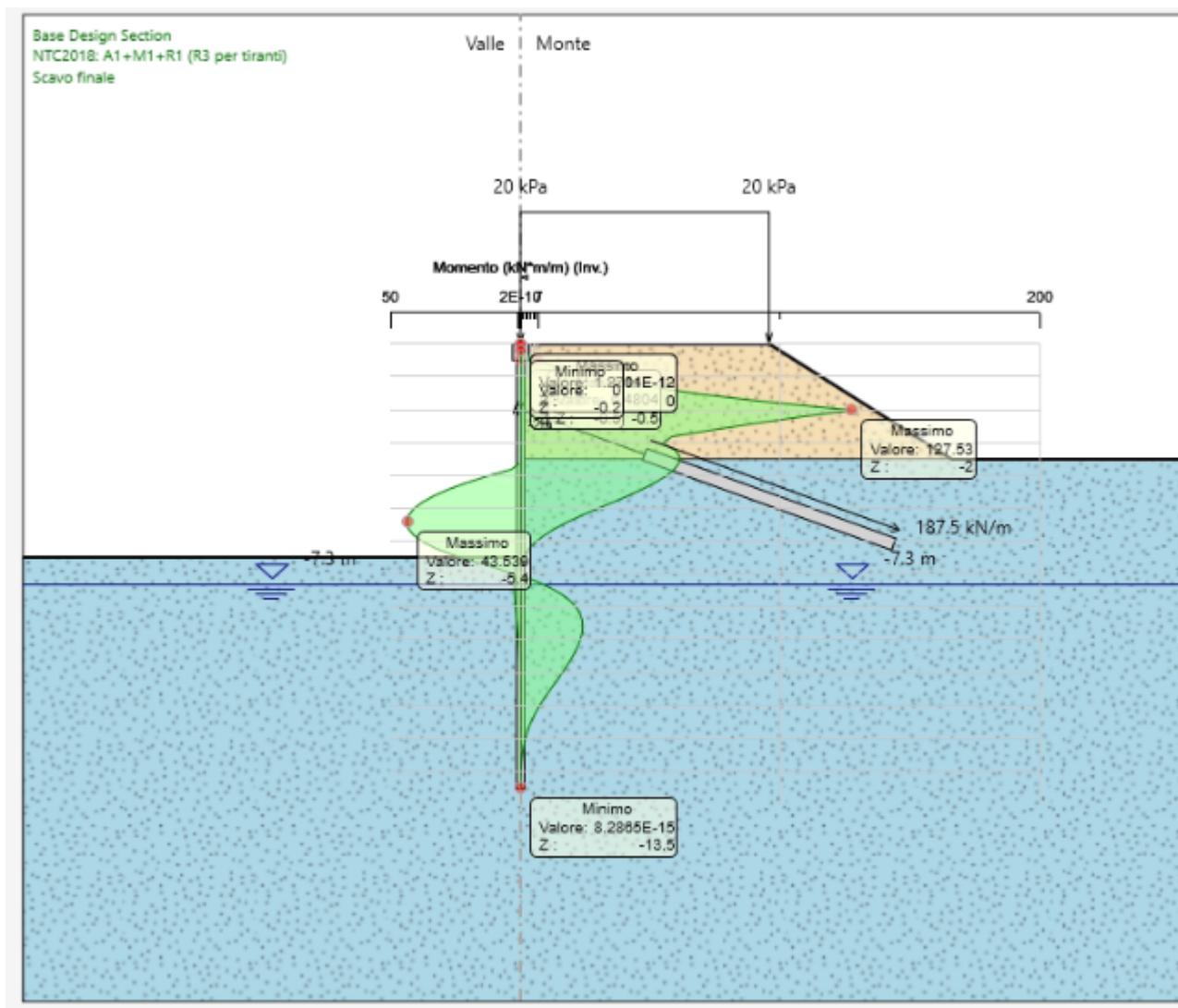


Figura 10-2. Momenti flettenti sulle paratie allo SLU (condizioni statiche) (valore massimo = 43.54 kNm/m)

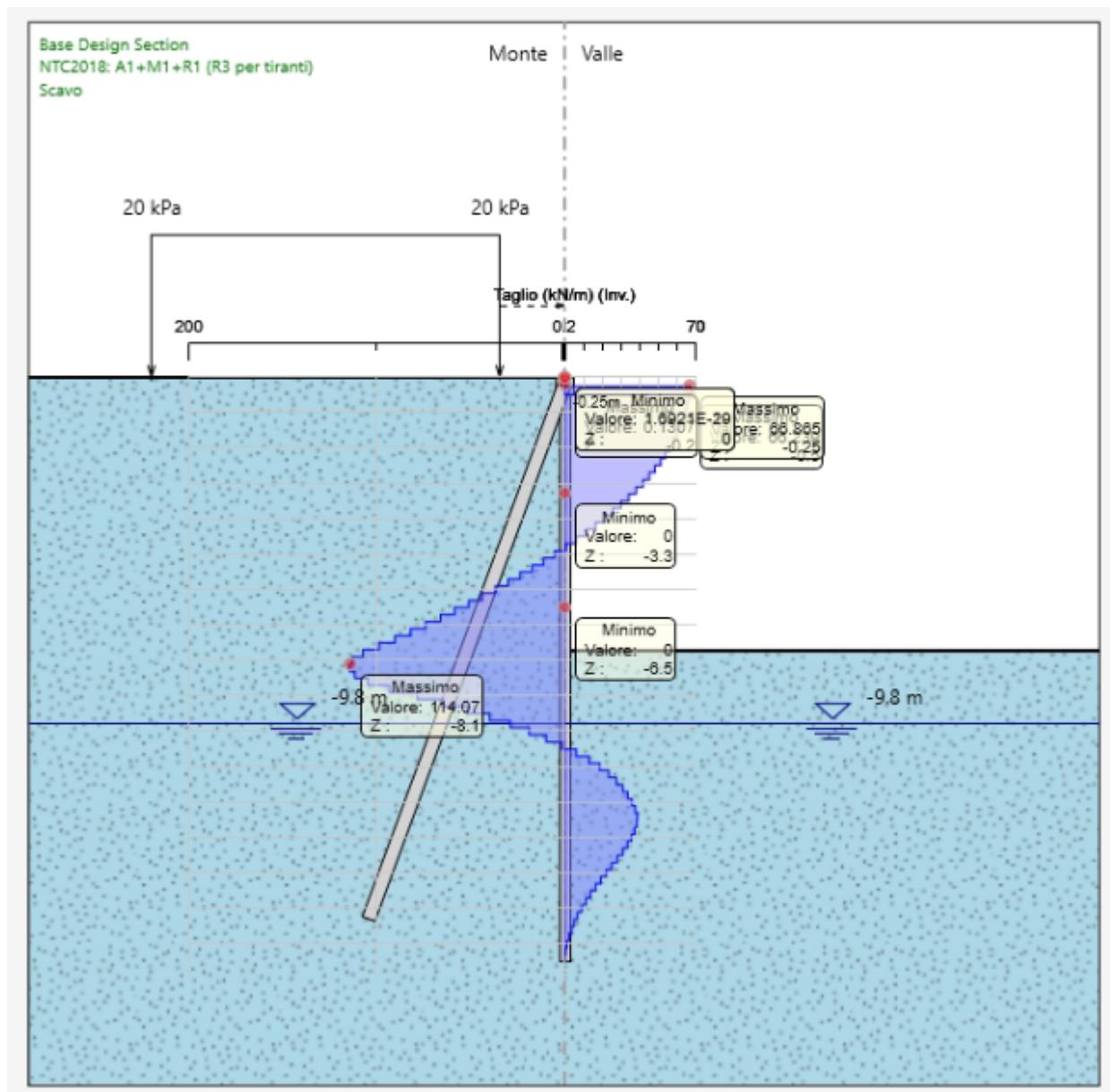


Figura 10-3. Forze di taglio sulle paratie allo SLU (condizioni statiche) (valore massimo = 114.07 kN/m)

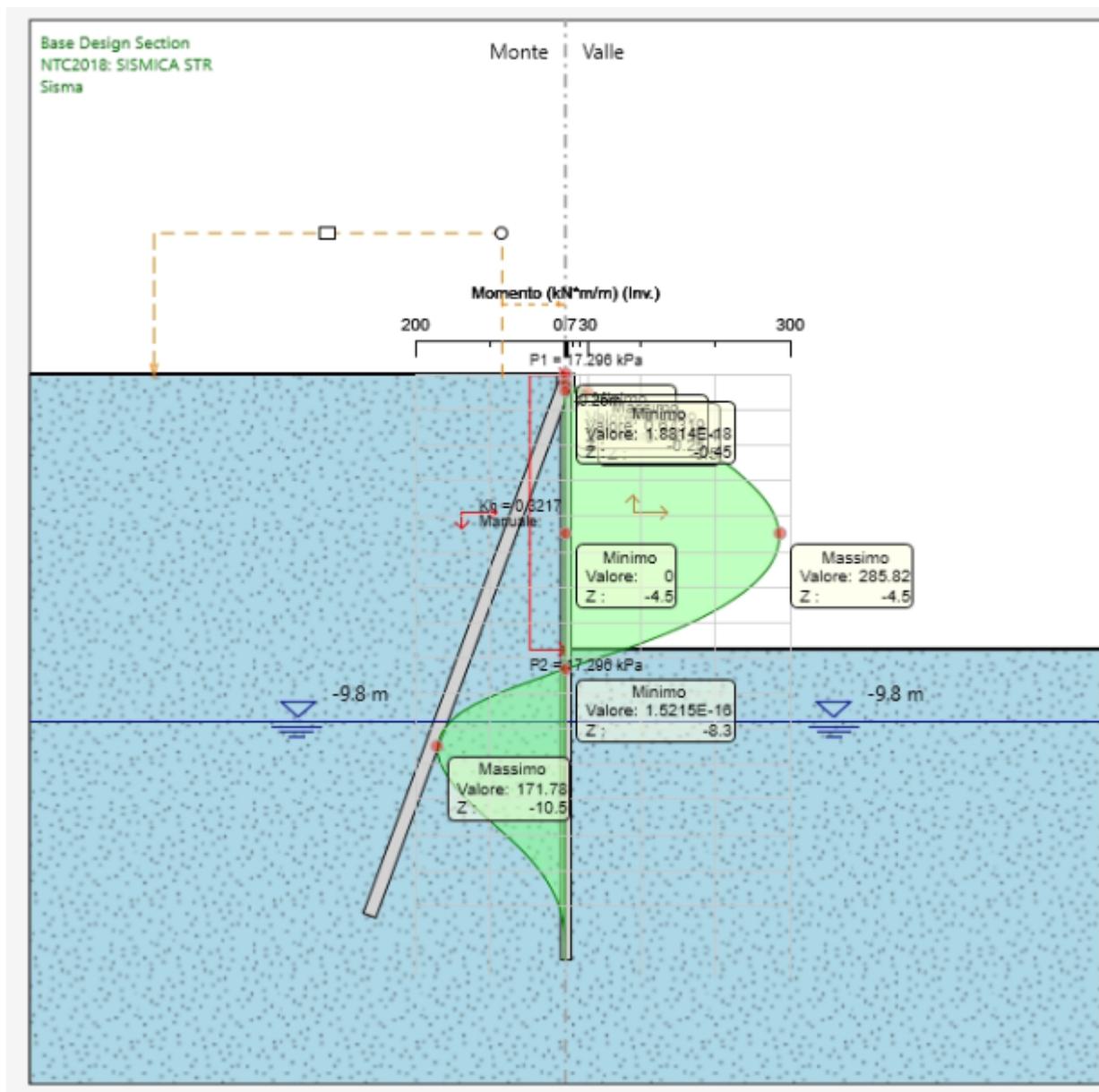


Figura 10-4. Momenti flettenti sulle paratie allo SLV (valore massimo = 285.82 kNm/m)

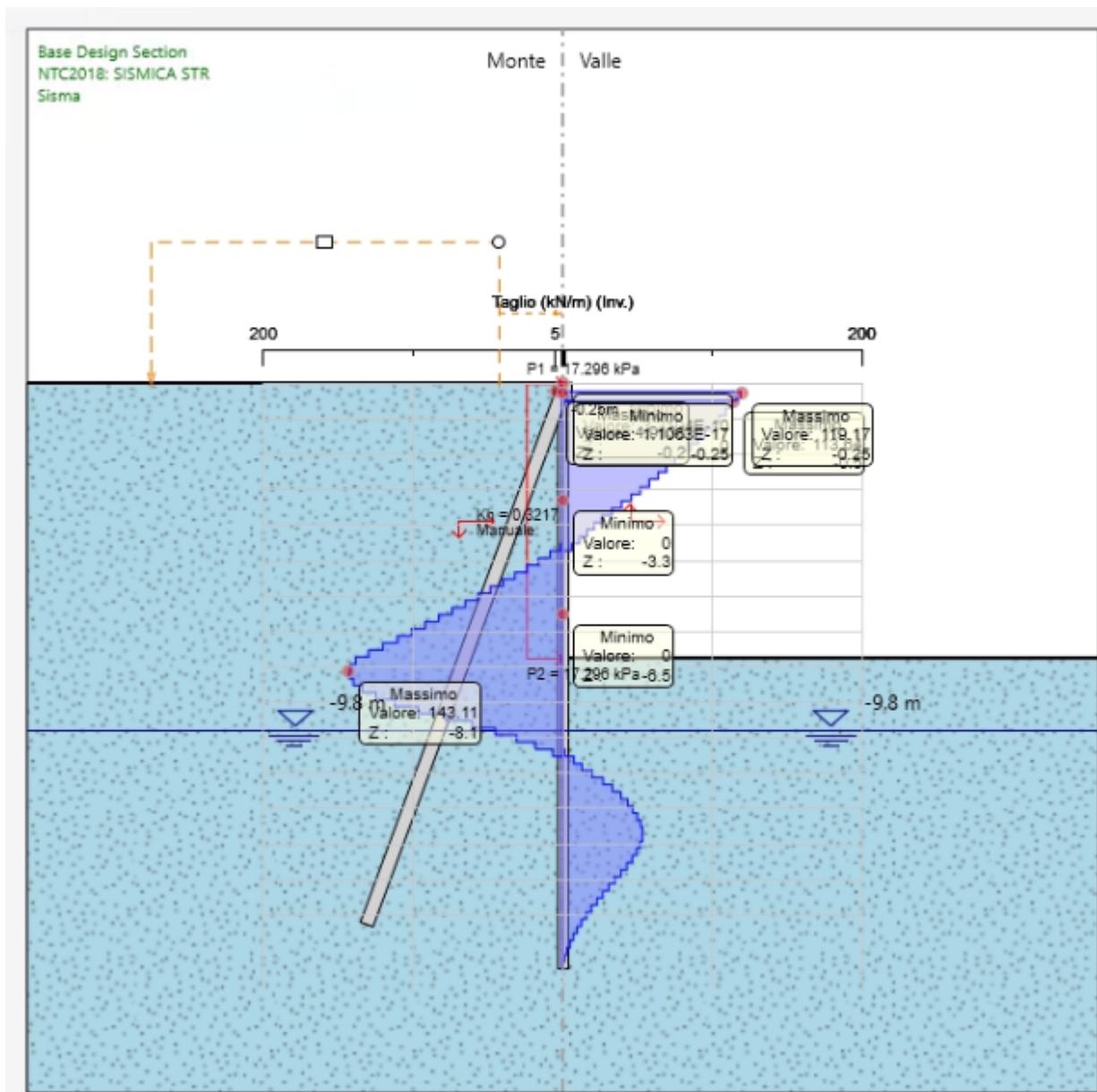


Figura 10-5. Forze di taglio sulle paratie allo SLV (valore massimo = 143.11 kN/m)

## 10.2 Paratia tipo 2

Di seguito si riportano in forma grafica gli andamenti ed i valori delle sollecitazioni derivanti dal modello di calcolo:

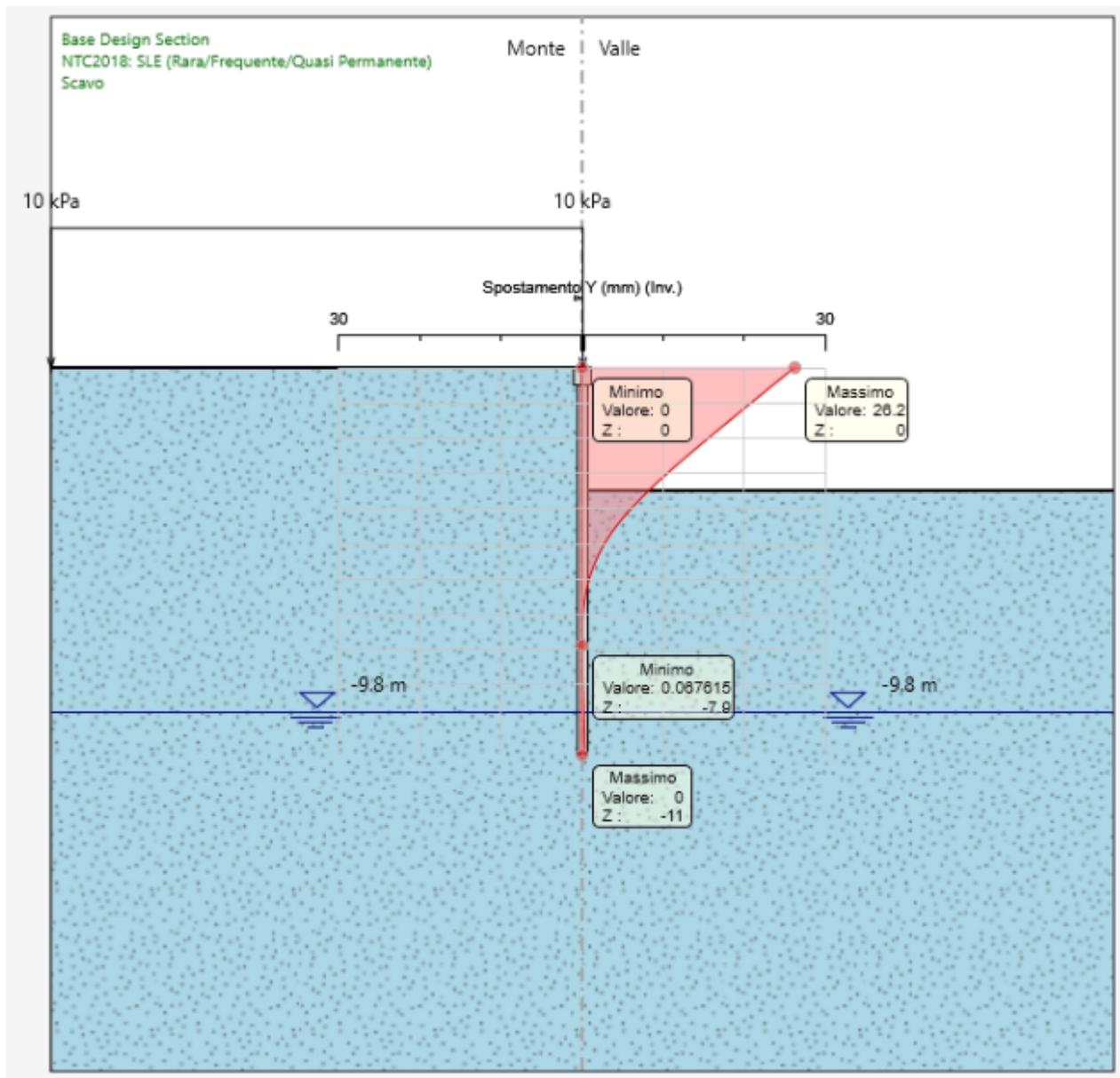


Figura 10-6. Deformate delle paratie allo SLE (valore massimo = 26.2 mm)

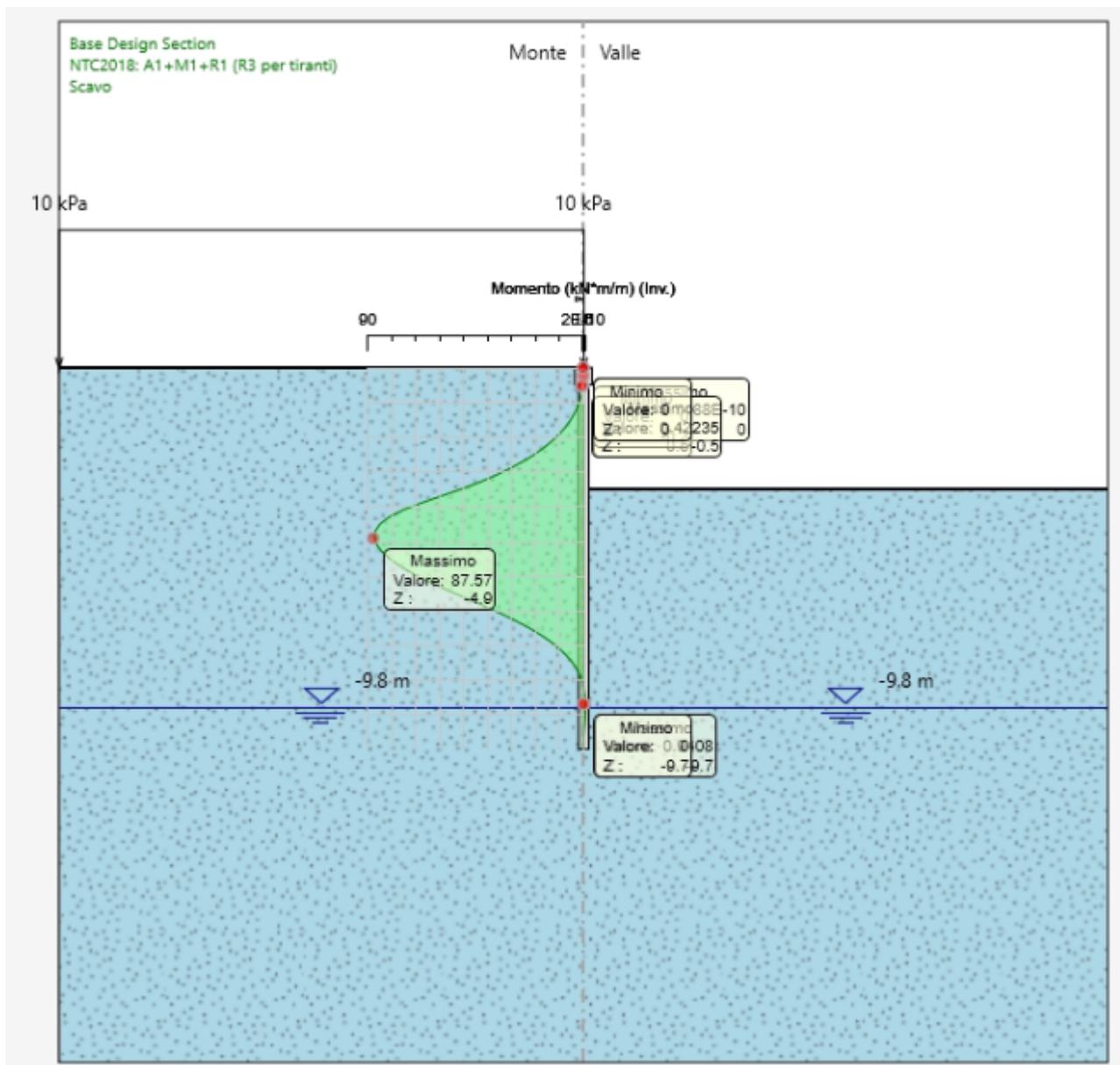


Figura 10-7. Momenti flettenti sulle paratie allo SLU (condizioni statiche) (valore massimo = 87.57 kNm/m)

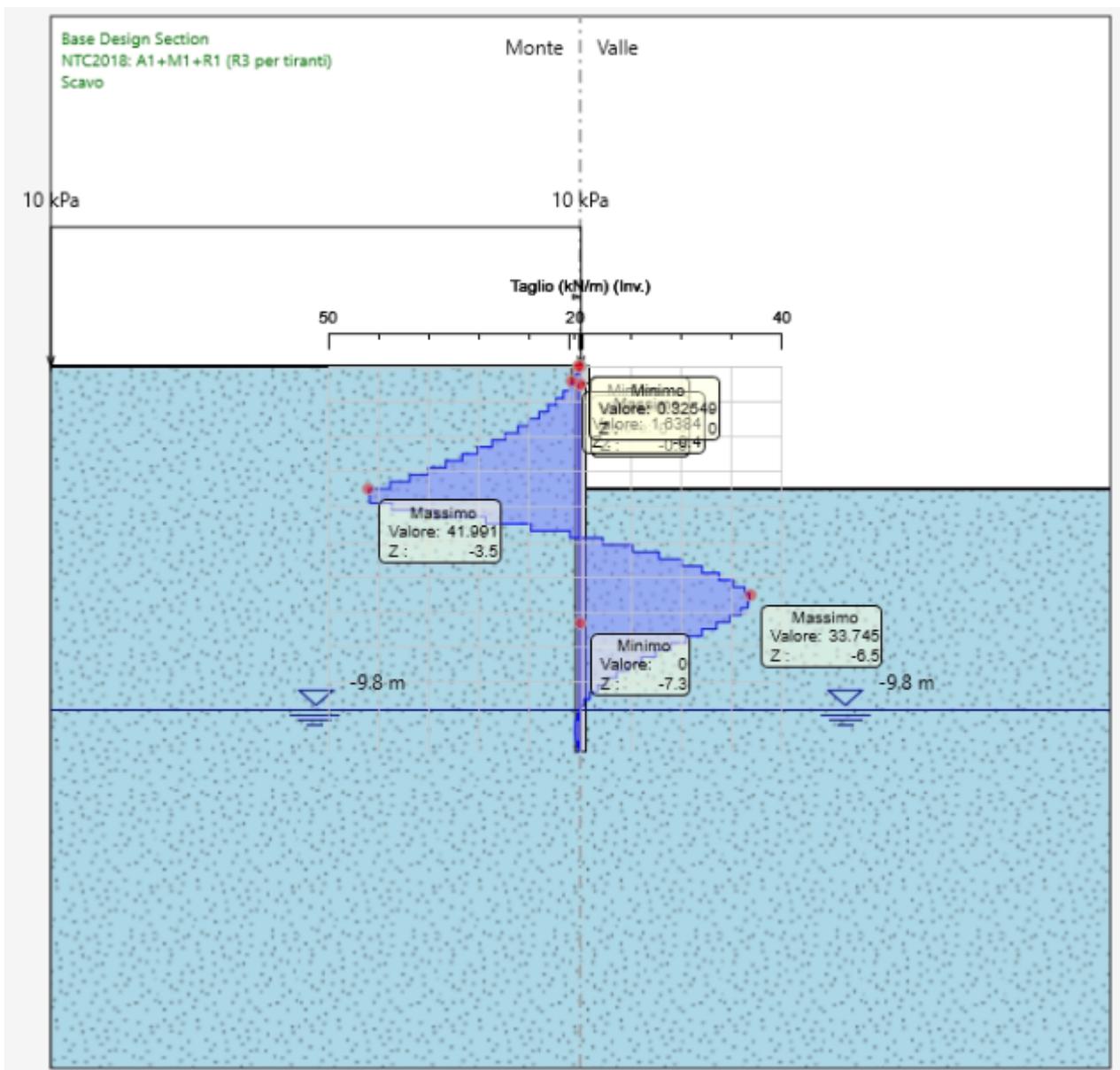


Figura 10-8. Forze di taglio sulle paratie allo SLU (condizioni statiche) (valore massimo = 41.99 kN/m)

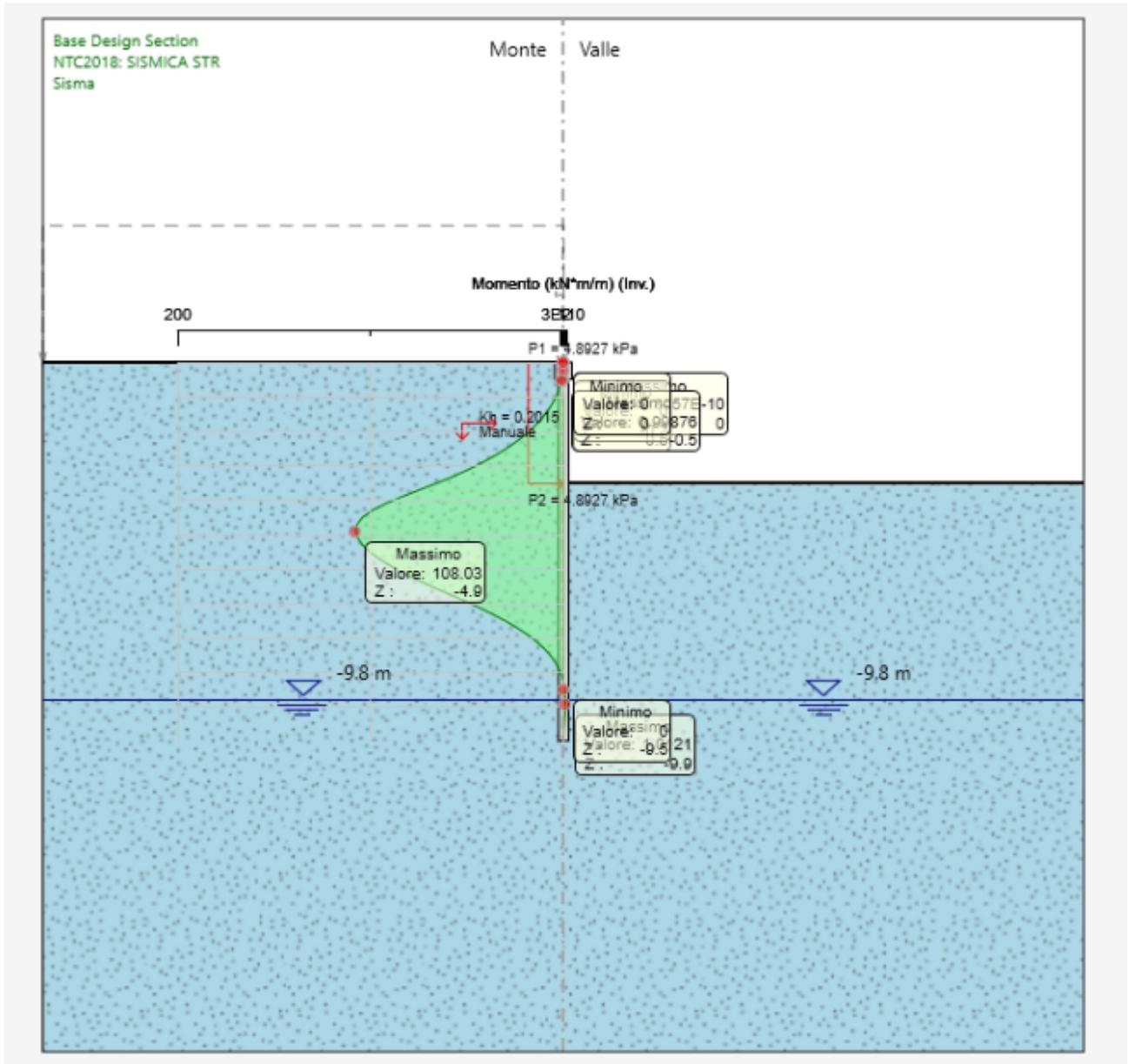


Figura 10-9. Momenti flettenti sulle paratie allo SLV (valore massimo = 108.03 kNm/m)

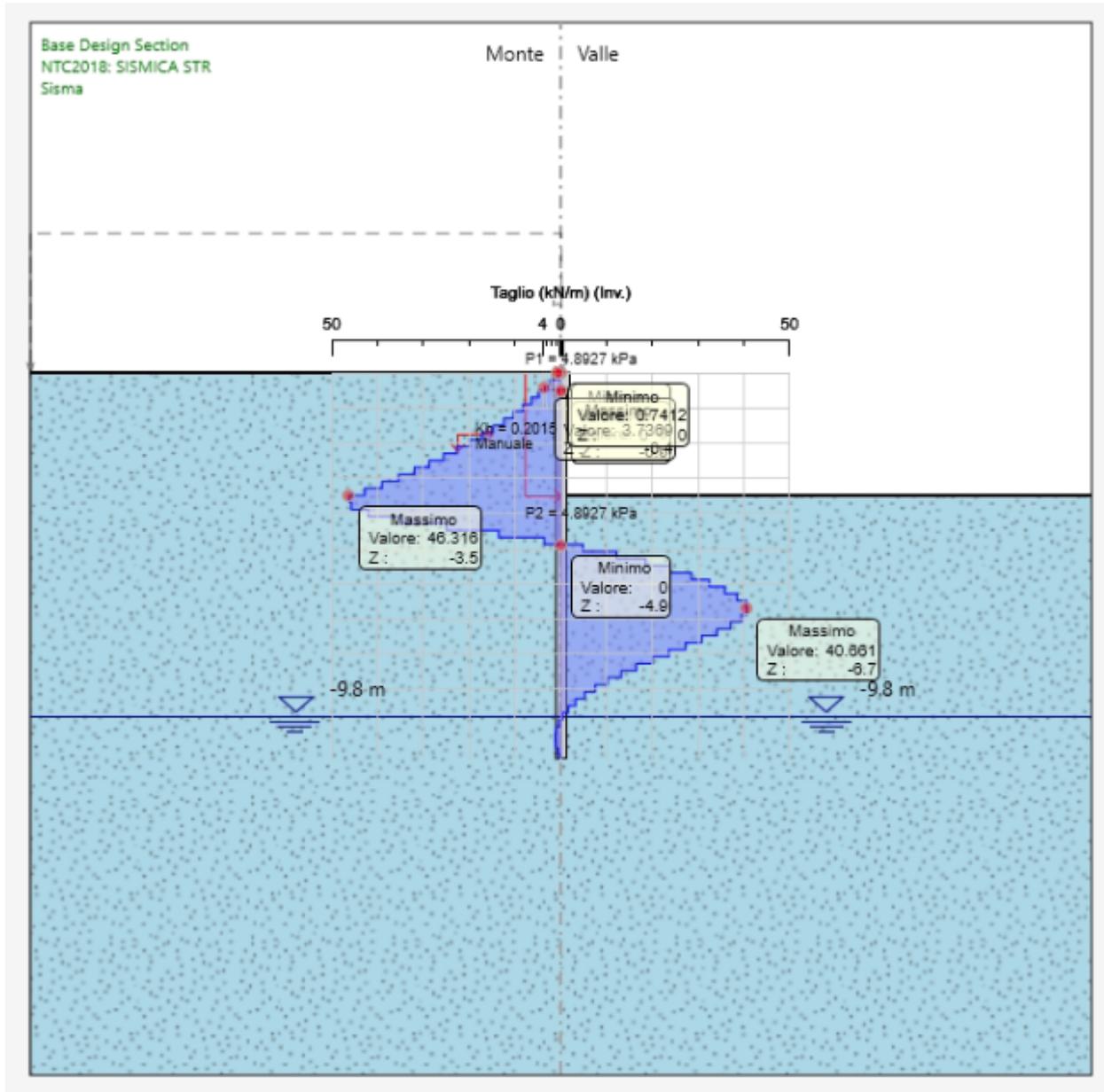


Figura 10-10. Forze di taglio sulle paratie allo SLV (valore massimo = 46.32 kN/m)

## 11 COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni di carico prese in considerazione nelle verifiche sono state definite in base a quanto prescritto dalle NTC-2018 al par.2.5.3:

Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} \dots$$

Combinazione caratteristica rara, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche delle tensioni d'esercizio:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{12} \cdot Q_{k2} \dots$$

Combinazione caratteristica frequente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili, da utilizzarsi nelle verifiche a fessurazione:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} \dots$$

Combinazione quasi permanente, generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} \dots$$

Combinazione sismica:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} \dots$$

Per le verifiche SLU si adottano i valori dei coefficienti parziali riportati nella seguente tabella.

**Tab. 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU**

		Coefficiente	EQU	A1	A2
		$\gamma_F$			
Carichi permanenti $G_1$	Favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili $Q$	Favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

<sup>(1)</sup> Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi (ad es. carichi permanenti portati) sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti parziali validi per le azioni permanenti.

Nella Tab. 2.6.I il significato dei simboli è il seguente:

$\gamma_{G1}$  coefficiente parziale dei carichi permanenti  $G_1$ ;

$\gamma_{G2}$  coefficiente parziale dei carichi permanenti non strutturali  $G_2$ ;

$\gamma_{Qi}$  coefficiente parziale delle azioni variabili  $Q$ .

## 12 VERIFICHE STRUTTURALI

Di seguito si descrivono le verifiche strutturali svolte su ciascuno degli elementi.

### 12.1 Paratia tipo 1

#### 12.1.1 Micropali in acciaio

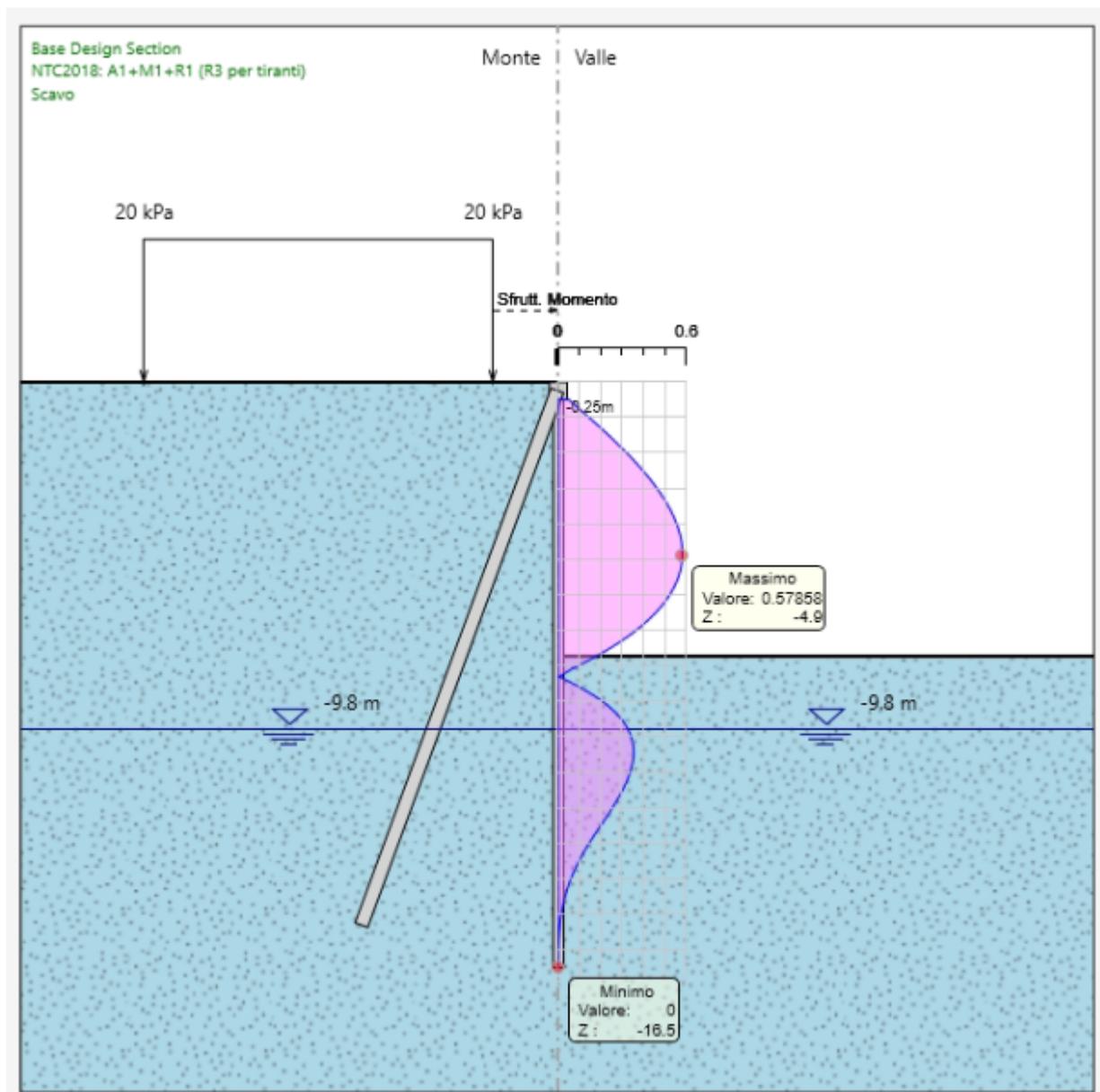


Figura 11-1. Tasso di sfruttamento Momento SLU (valore massimo = 0.58)

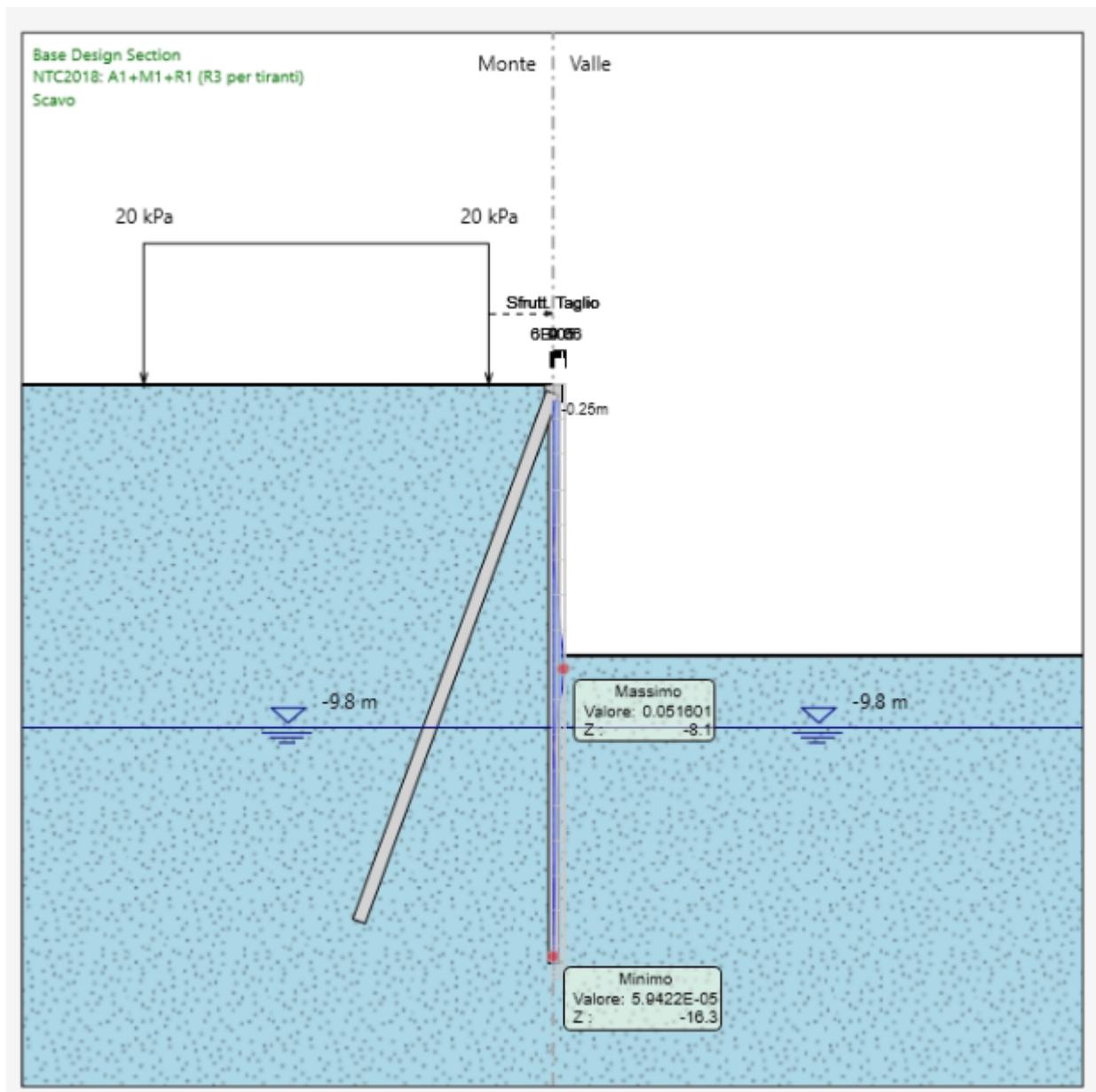


Figura 11-2. Tasso di sfruttamento Taglio SLU (valore massimo = 0.05)

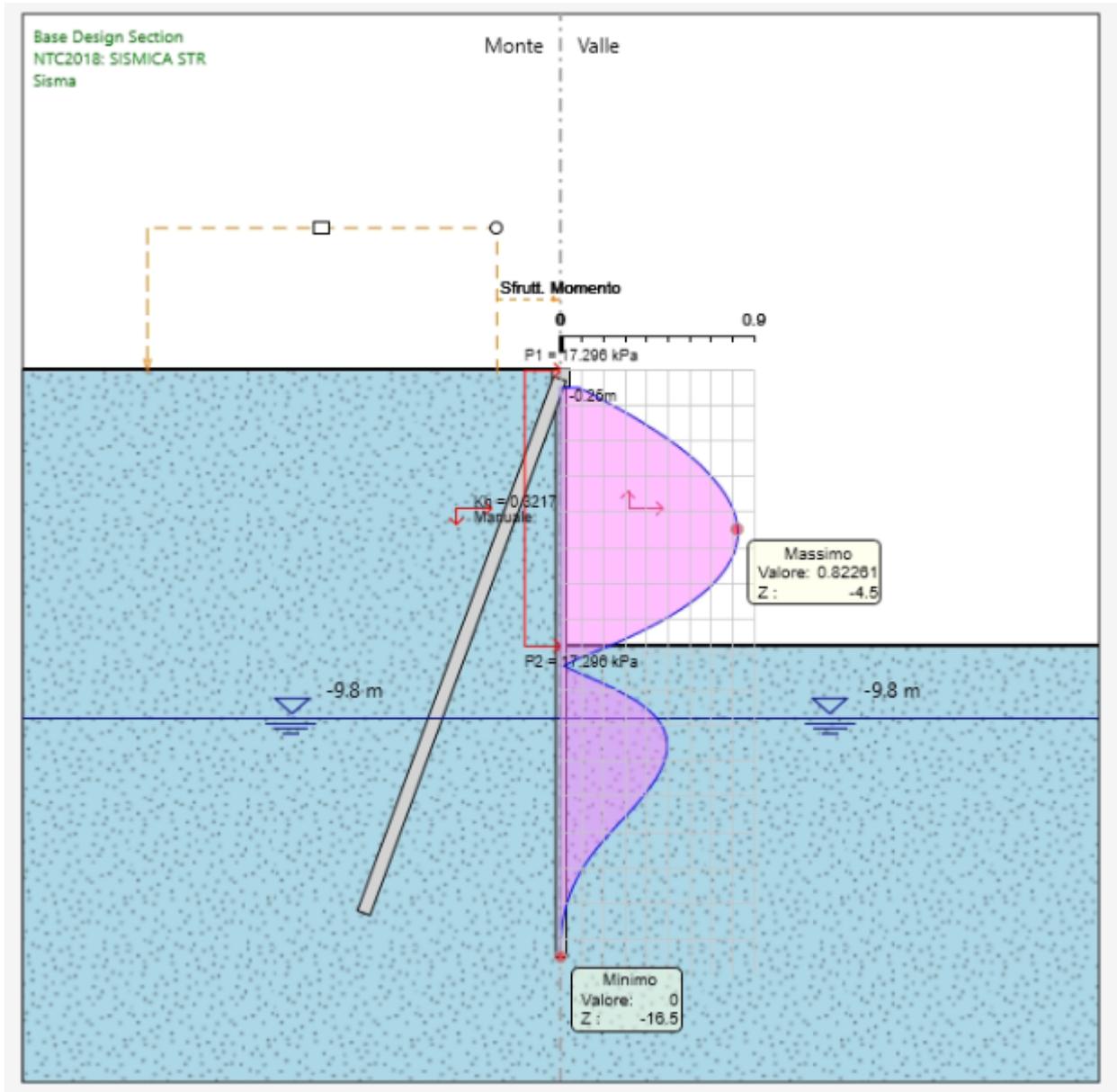


Figura 11-3. Tasso di sfruttamento Momento SLV (valore massimo = 0.82)

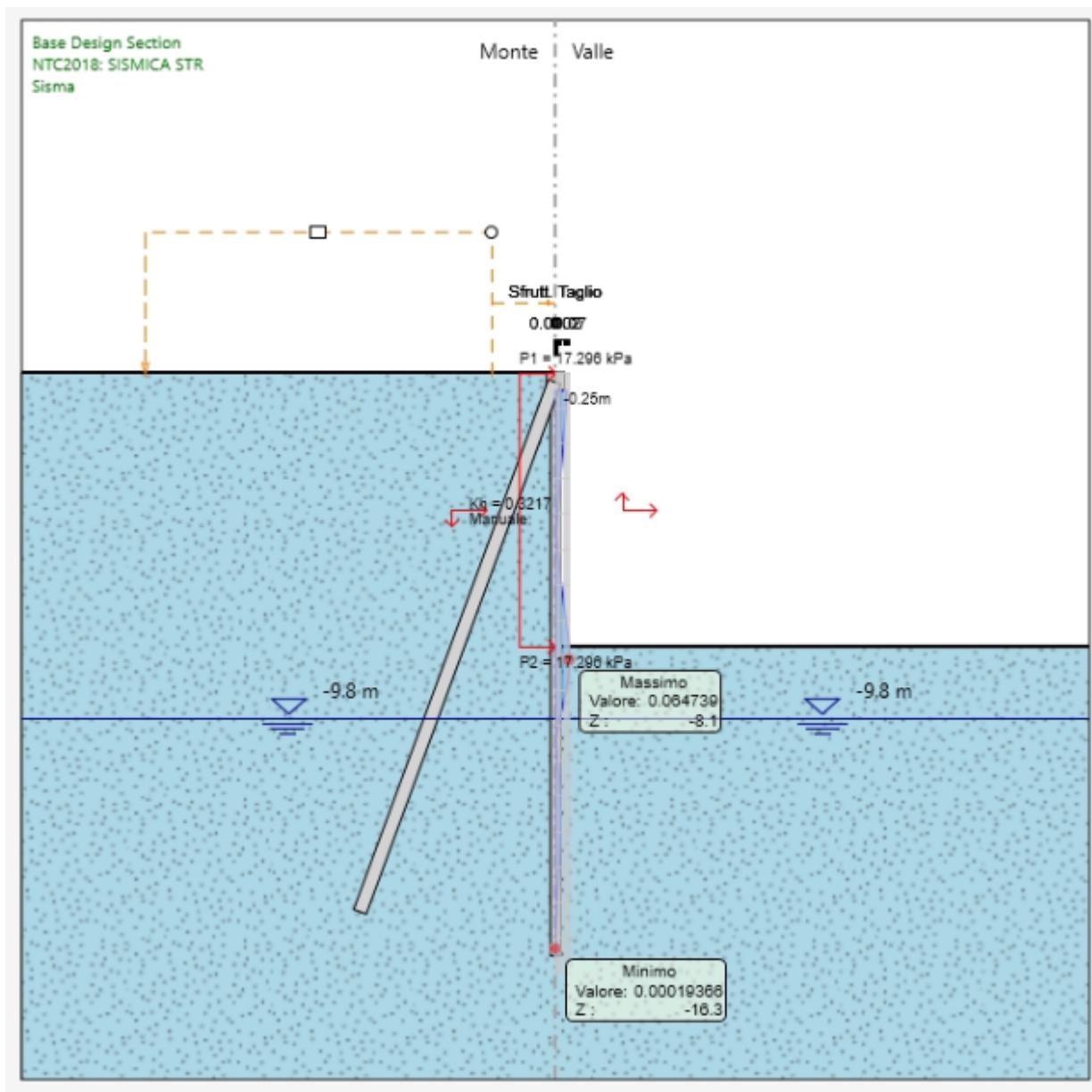


Figura 11-4. Tasso di sfruttamento Taglio SLV (valore massimo = 0.06)

### 12.1.2 Cavalletti di ancoraggio

Di seguito si riportano in forma tabellare le verifiche GEO e STR dei tiranti di ancoraggio:

Design Assumption: NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)

Tiranti	Puntoni	Travi di Ripartizione in Acciaio	Travi di Ripartizione in Calcestruzzo						
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Sfruttamento GEO	Sfruttamento STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze	
Cavalletto	Realizzazione cavalle	-1.4259E-17	628.3	2196.7	0	0	✓	✓	
Cavalletto	Scavo	314.17	628.03	2196.7	0.5	0.143	✓	✓	
Cavalletto	Sisma	314.18	628.03	2196.7	0.5	0.143	✓	✓	

Design Assumption: NTC2018: SISMICA STR

Tiranti	Puntoni	Travi di Ripartizione in Acciaio	Travi di Ripartizione in Calcestruzzo						
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Sfruttamento GEO	Sfruttamento STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze	
Cavalletto	Realizzazione cavalle	1.531E-16	628.3	2196.7	0	0	✓	✓	
Cavalletto	Scavo	238.55	628.03	2196.7	0.38	0.109	✓	✓	
Cavalletto	Sisma	593.58	628.03	2196.7	0.945	0.27	✓	✓	

## 12.2 Paratia tipo 2

### 12.2.1 Micropali in acciaio

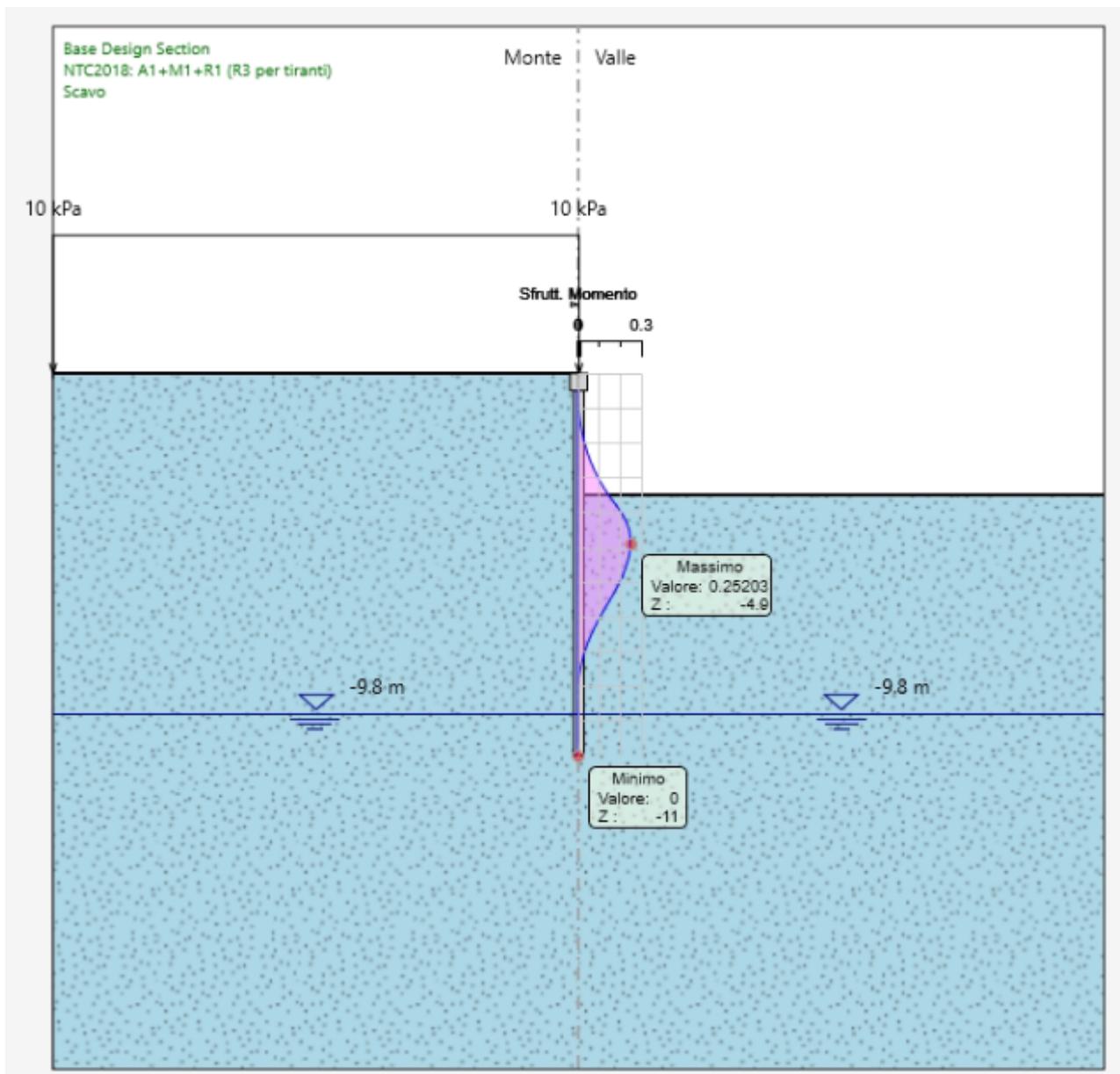


Figura 12-5. Tasso di sfruttamento Momento SLU (valore massimo = 0.25)

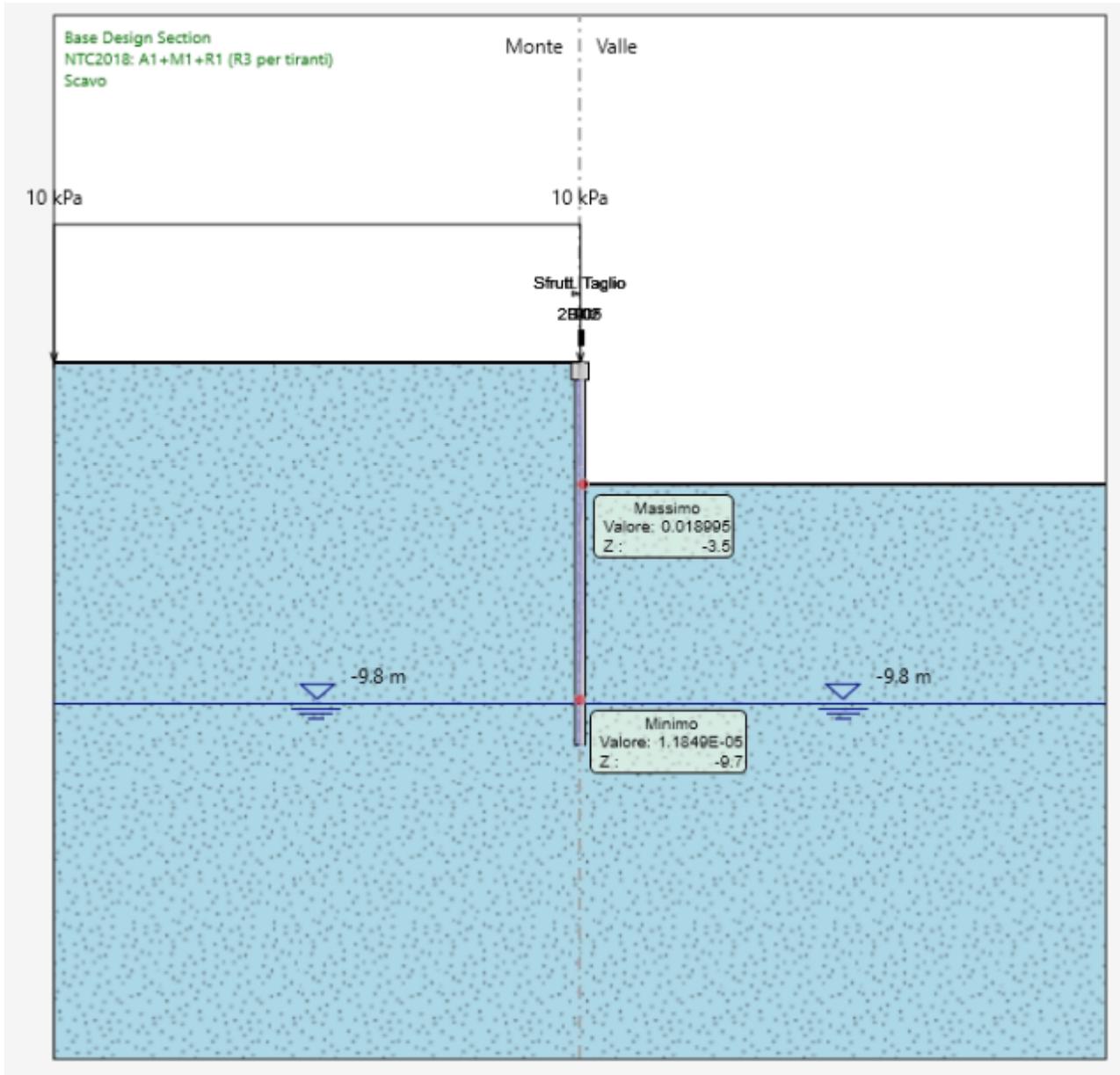


Figura 12-6. Tasso di sfruttamento Taglio SLU (valore massimo = 0.02)

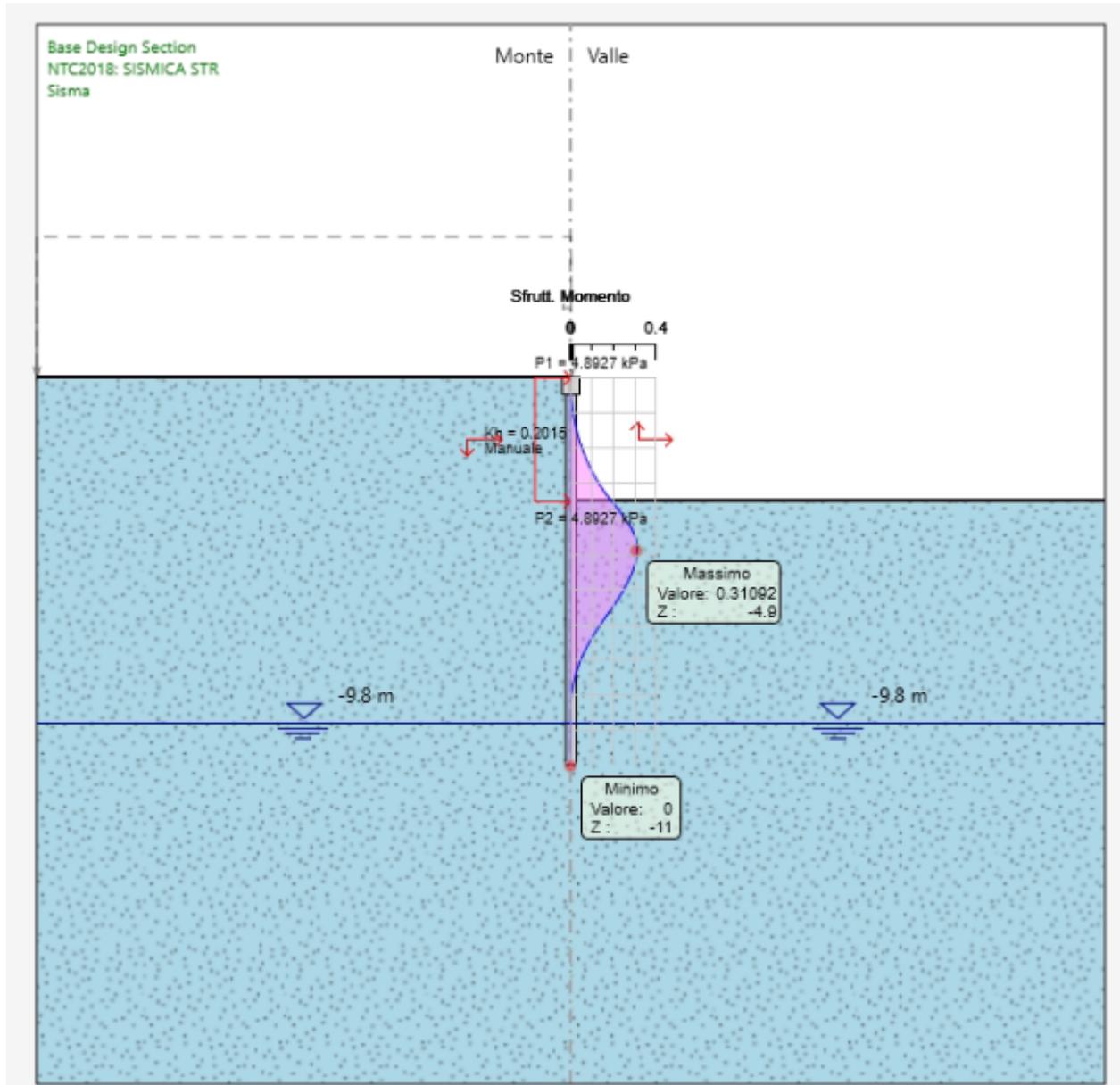


Figura 12-7. Tasso di sfruttamento Momento SLV (valore massimo = 0.31)

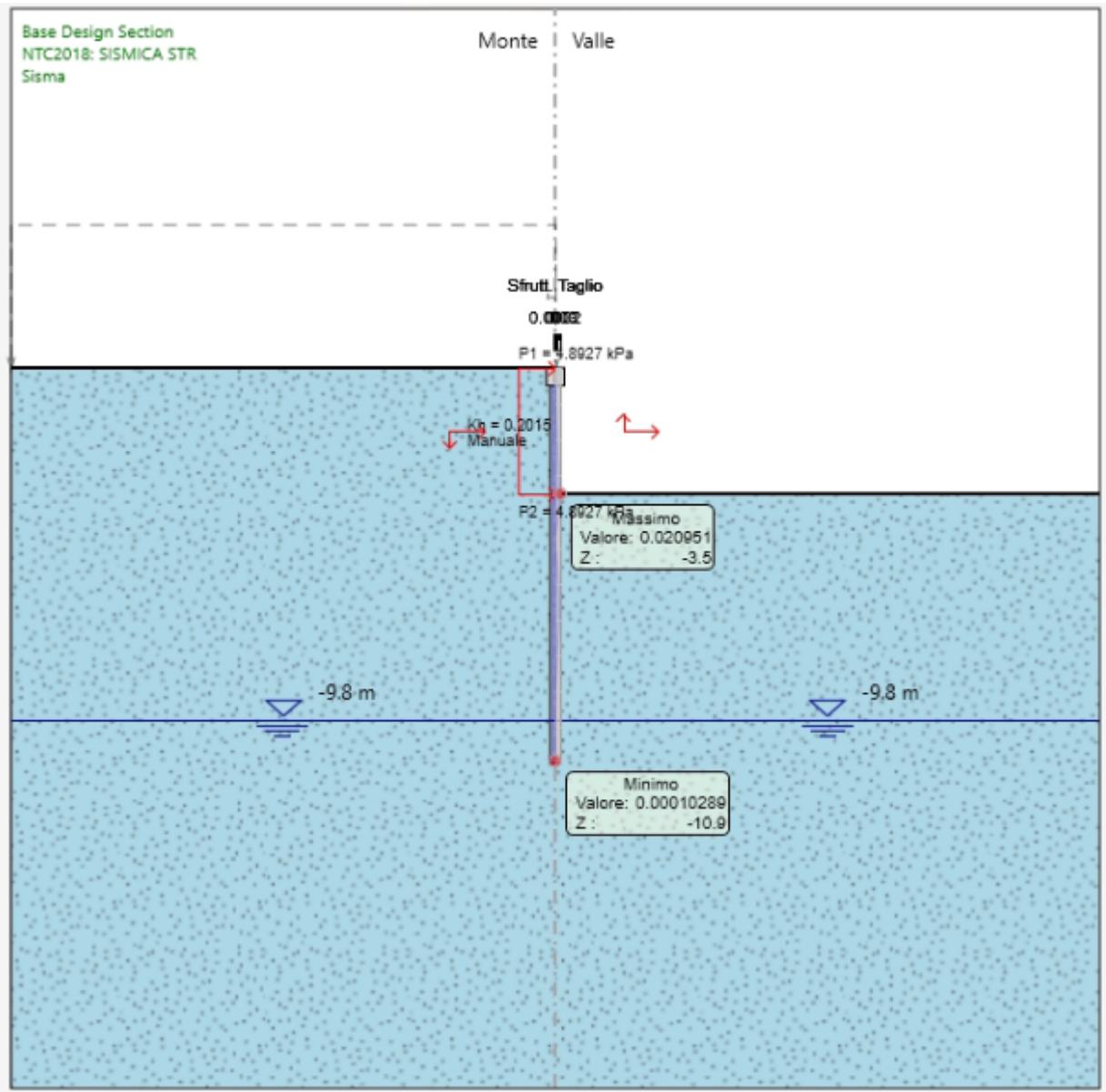


Figura 12-8. Tasso di sfruttamento Taglio SLV (valore massimo = 0.02)

### 13 VERIFICHE GEOTECNICHE

Di seguito si riportano i risultati delle verifiche di tipo geotecnico sui micropali, ovvero la resistenza passiva mobilitata a valle della paratia.

#### 13.1 Paratia tipo 1

Il grado di mobilitazione della resistenza passiva a valle dei micropali risulta pari a circa il 25%.

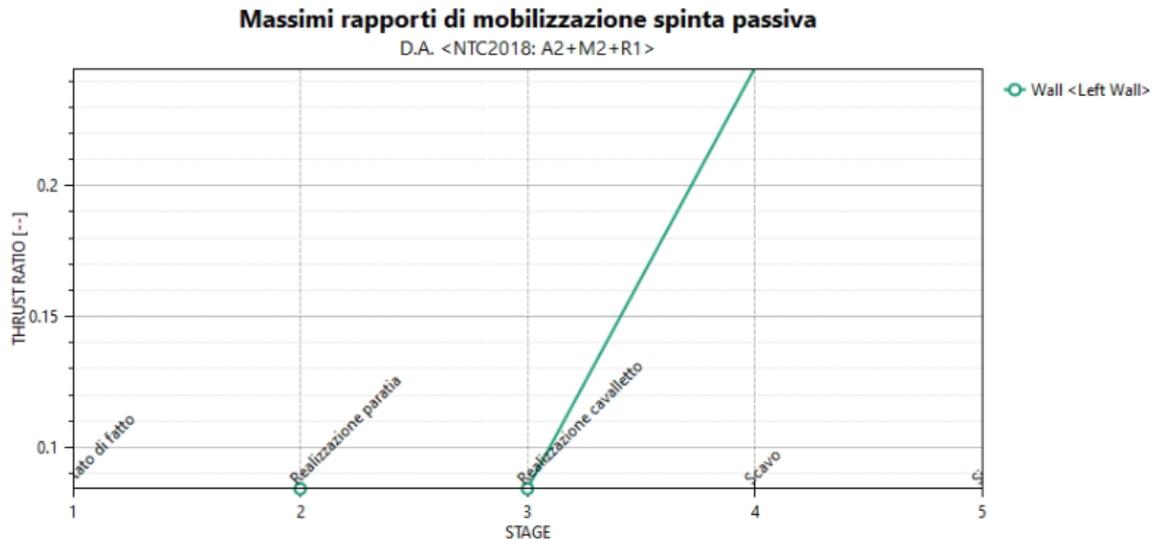


Figura 13-1. Diagramma mobilitazione spinta passiva

#### 13.2 Paratia tipo 2

Il grado di mobilitazione della resistenza passiva a valle dei micropali risulta pari a circa il 15%.

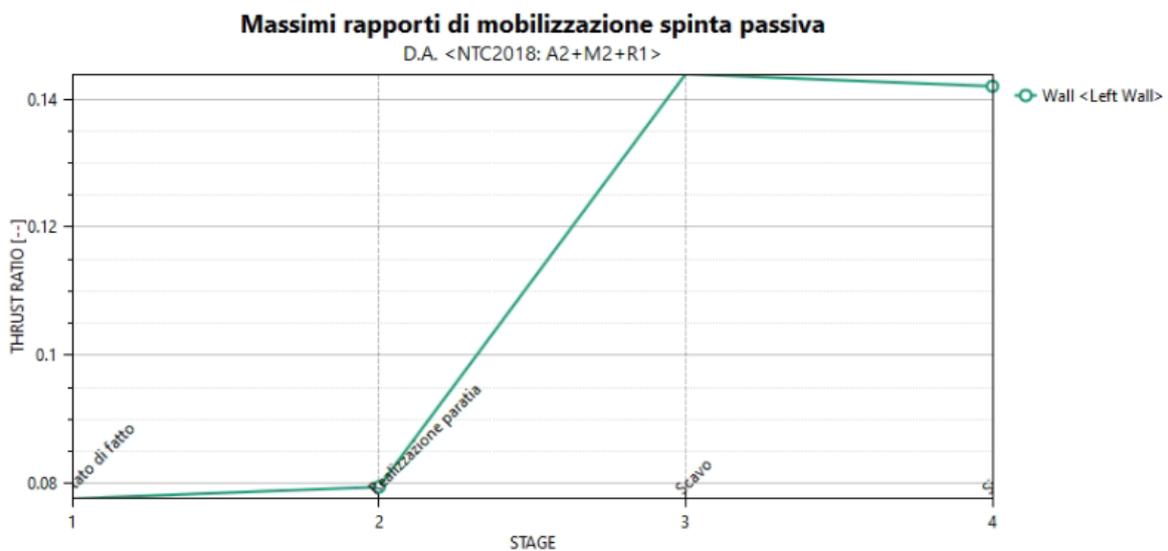


Figura 13-2. Diagramma mobilitazione spinta passiva

## 14 TABULATO PARATIE PLUS

### 14.1 Paratia tipo 1

#### *Descrizione della Stratigrafia e degli Strati di Terreno*

Tipo : HORIZONTAL

Quota : 0 m

OCR : 1

## Descrizione Pareti

X : 0 m

Quota in alto : -0.5 m

Quota di fondo : -16.5 m

Muro di sinistra

X : 0 m

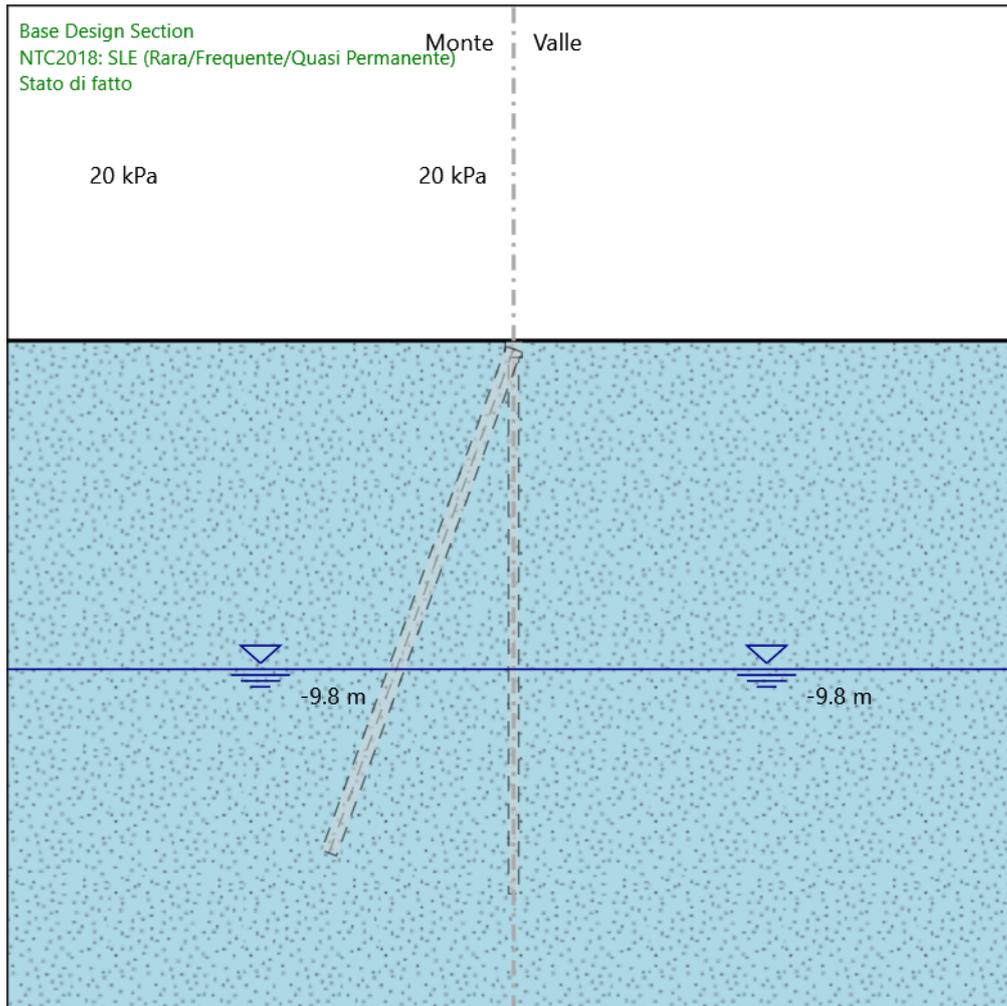
Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -0.5 m

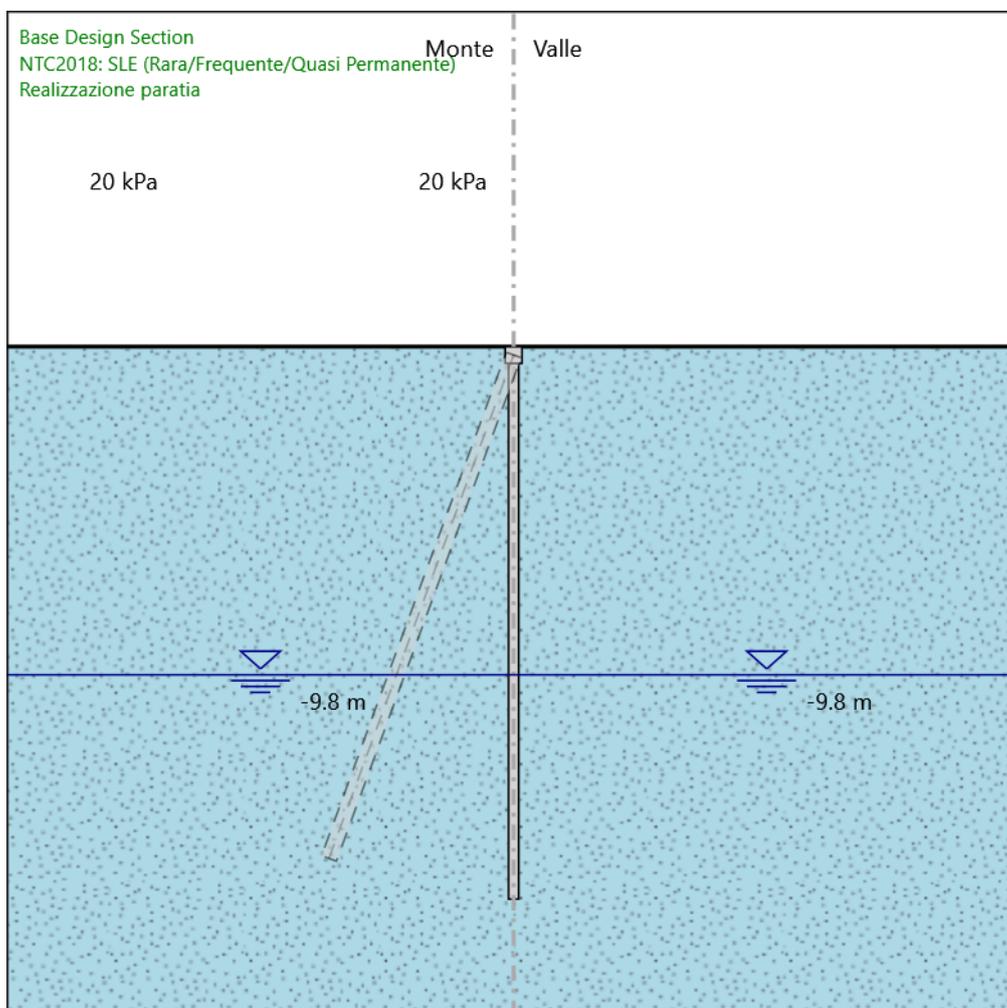
Muro di sinistra

## Fasi di Calcolo

### Stato di fatto



## Realizzazione paratia



## Realizzazione paratia

### Elementi strutturali

Paratia : Micropali

X : 0 m

Quota in alto : -0.5 m

Quota di fondo : -16.5 m

Sezione : MICROPALO

Paratia : Cordolo

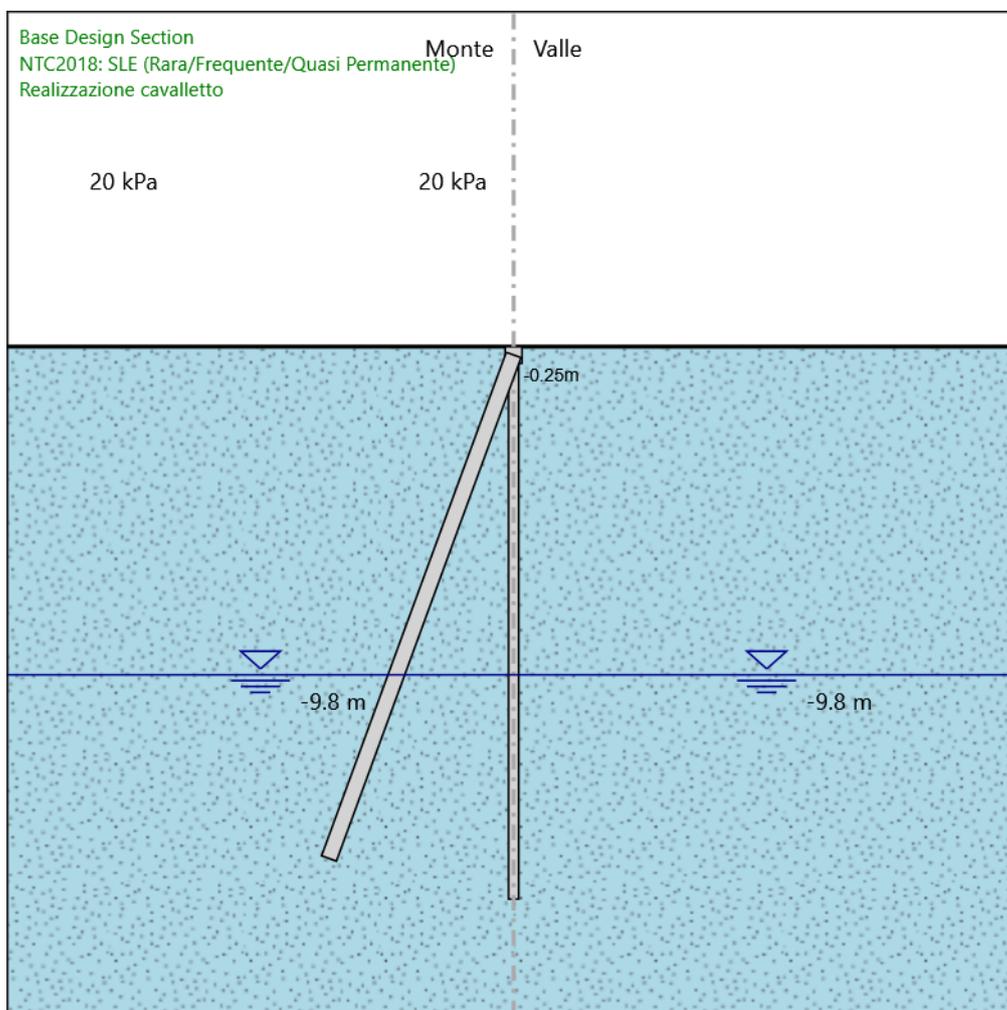
X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -0.5 m

Sezione : CORDOLO

## Realizzazione cavalletto



## Realizzazione cavalletto

### Elementi strutturali

Paratia : Micropali

X : 0 m

Quota in alto : -0.5 m

Quota di fondo : -16.5 m

Sezione : MICROPALO

Paratia : Cordolo

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -0.5 m

Sezione : CORDOLO

Tirante : Cavalletto

X : 0 m

Z : -0.25 m

Lunghezza bulbo : 16 m

Diametro bulbo : 0.3 m

Lunghezza libera : 0 m

Spaziatura orizzontale : 1.6 m

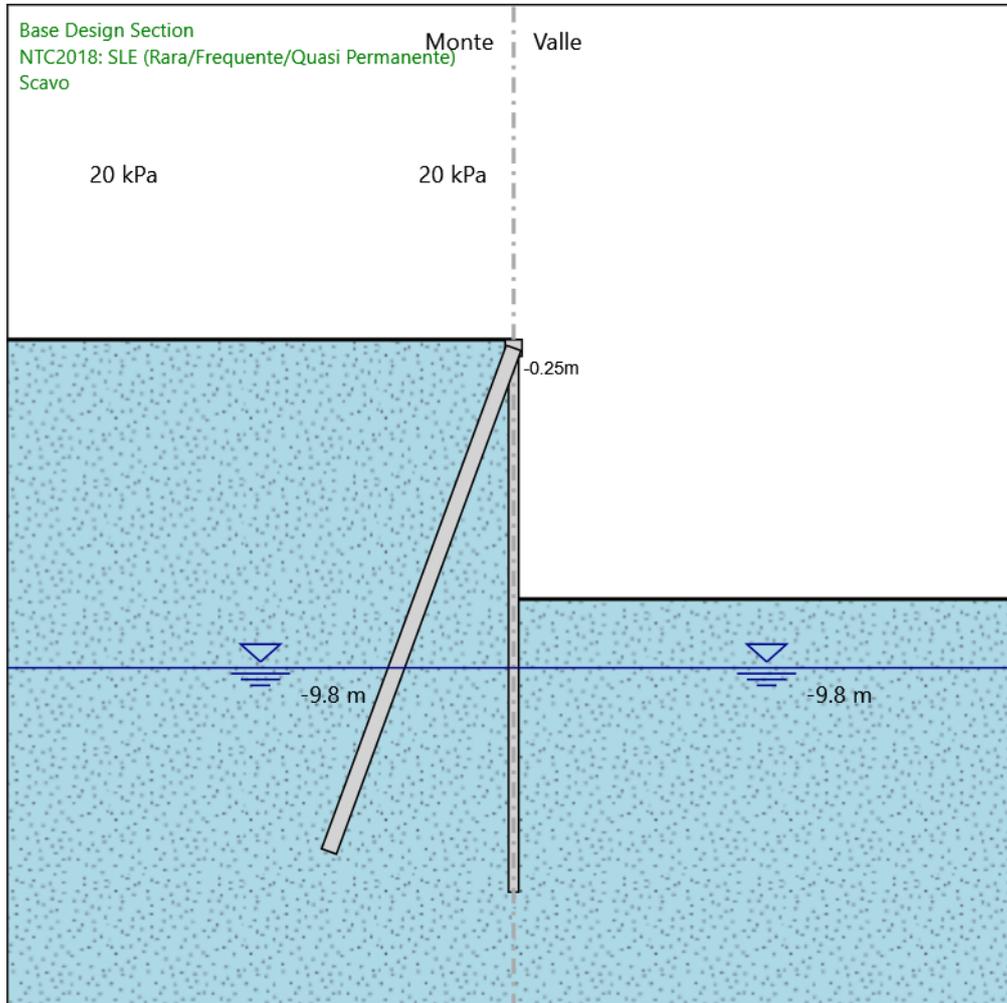
Precarico : 0 kN

Angolo : 70 °

Sezione : Cavalletto

Area : 0.007116 m<sup>2</sup>

## Scavo



## Scavo

### Elementi strutturali

Paratia : Micropali

X : 0 m

Quota in alto : -0.5 m

Quota di fondo : -16.5 m

Sezione : MICROPALO

Paratia : Cordolo

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -0.5 m

Sezione : CORDOLO

Tirante : Cavalletto

X : 0 m

Z : -0.25 m

Lunghezza bulbo : 16 m

Diametro bulbo : 0.3 m

Lunghezza libera : 0 m

Spaziatura orizzontale : 1.6 m

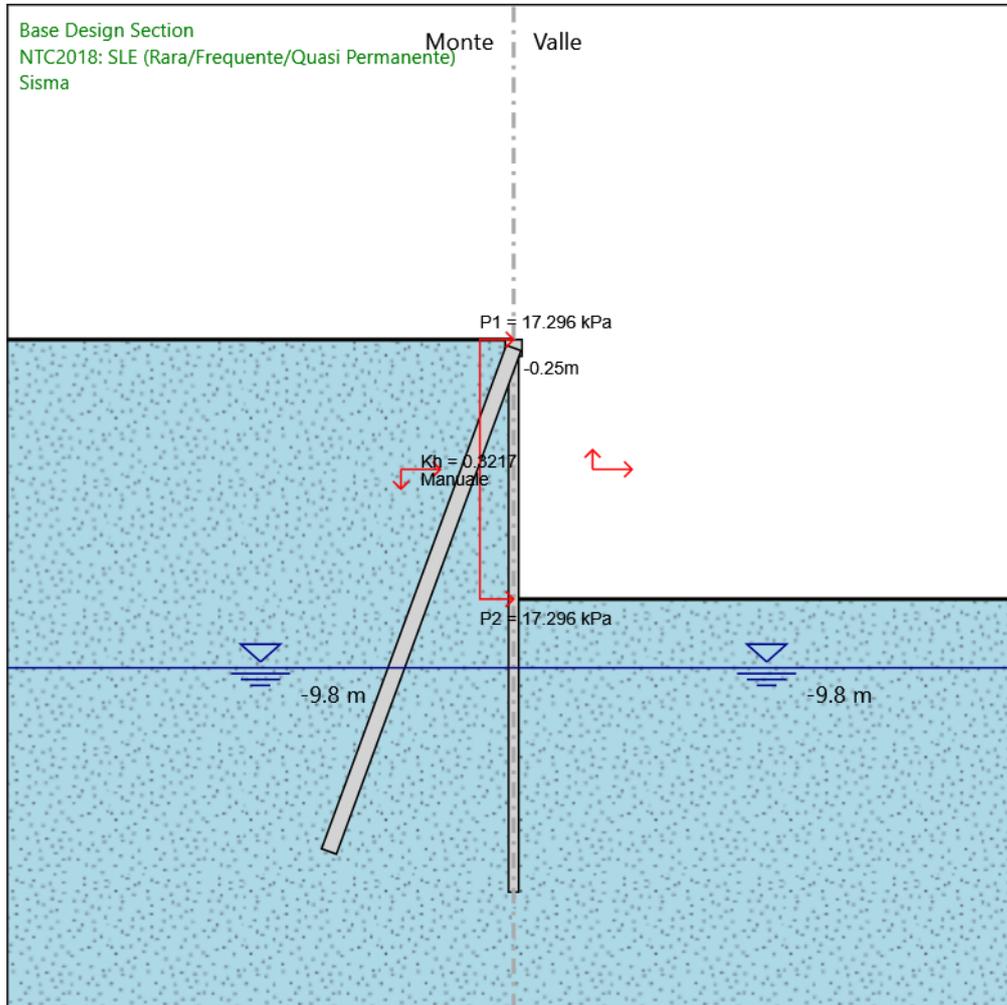
Precarico : 0 kN

Angolo : 70 °

Sezione : Cavalletto

Area : 0.007116 m<sup>2</sup>

## Sisma



## Sisma

### Elementi strutturali

Paratia : Micropali

X : 0 m

Quota in alto : -0.5 m

Quota di fondo : -16.5 m

Sezione : MICROPALO

Paratia : Cordolo

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -0.5 m

Sezione : CORDOLO

Tirante : Cavalletto

X : 0 m

Z : -0.25 m

Lunghezza bulbo : 16 m

Diametro bulbo : 0.3 m

Lunghezza libera : 0 m

Spaziatura orizzontale : 1.6 m

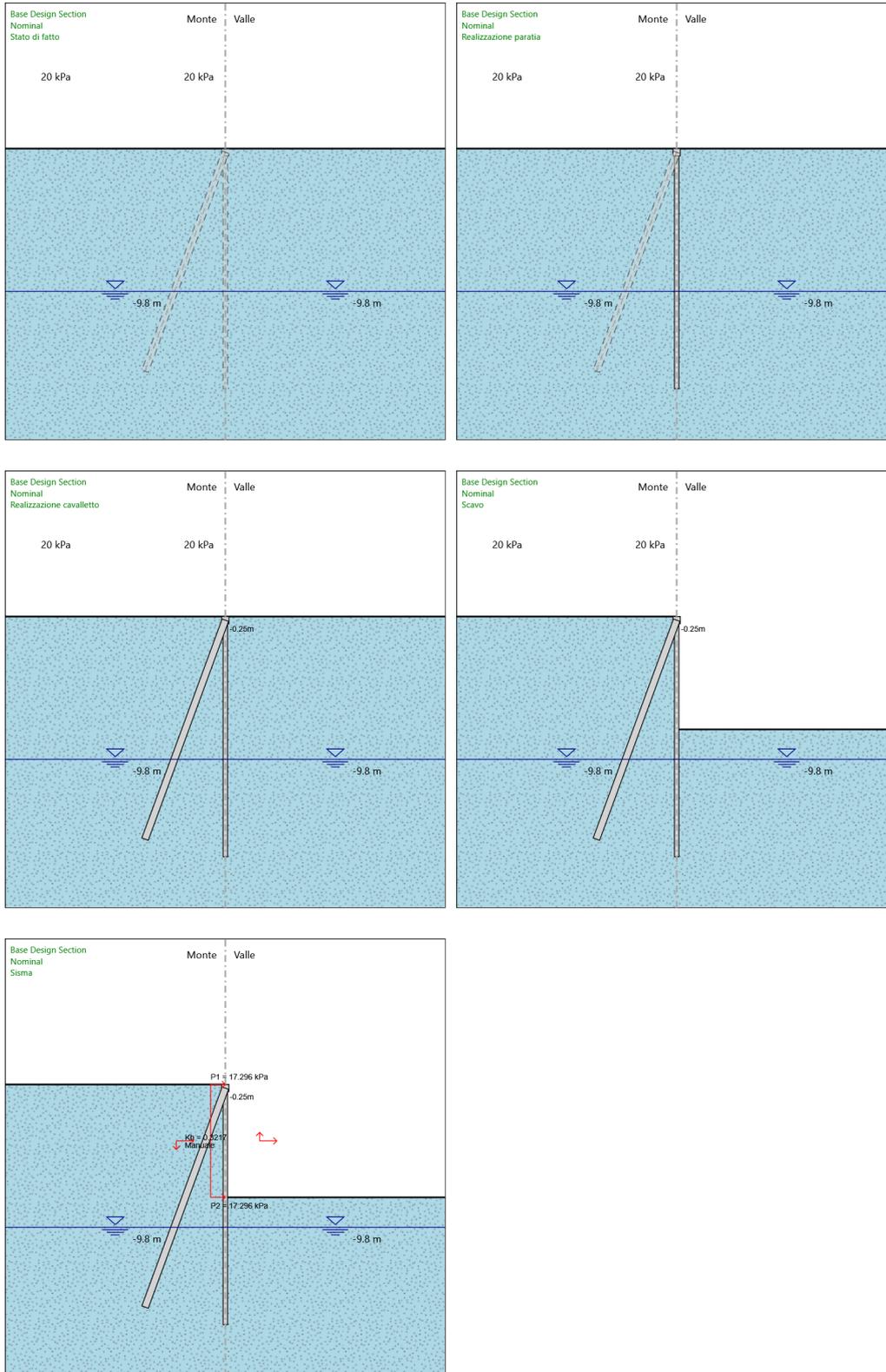
Precarico : 0 kN

Angolo : 70 °

Sezione : Cavalletto

Area : 0.007116 m<sup>2</sup>

### Tabella Configurazione Stage (Nominal)



## Descrizione Coefficienti Design Assumption

Nome	Carichi Permanenti Sfavorevoli (F_dead_load_unfavour)	Carichi Permanenti Favorevoli (F_dead_load_favour)	Carichi Variabili Sfavorevoli (F_live_load_unfavour)	Carichi Variabili Favorevoli (F_live_load_favour)	Carico Sismico (F_seism_load)	Pressioni Acqua Lato Monte (F_WaterDR)	Pressioni Acqua Lato Valle (F_WaterRes)	Carichi Permanenti Destabilizzanti (F_UPL_C)
Simbolo	$\gamma_G$	$\gamma_G$	$\gamma_Q$	$\gamma_Q$	$\gamma_{QE}$	$\gamma_G$	$\gamma_G$	$\gamma_{Gd}$
Nominal	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1	0	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1.3	1	1.5	1	0	1.3	1	1
NTC2018: A2+M2+R1	1	1	1.3	1	0	1	1	1
NTC2018: SISMICA STR	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: SISMICA GEO	1	1	1	1	1	1	1	1

Nome	Parziale su tan( $\phi$ ) (F_Fr)	Parziale su c' (F_eff_coh)	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

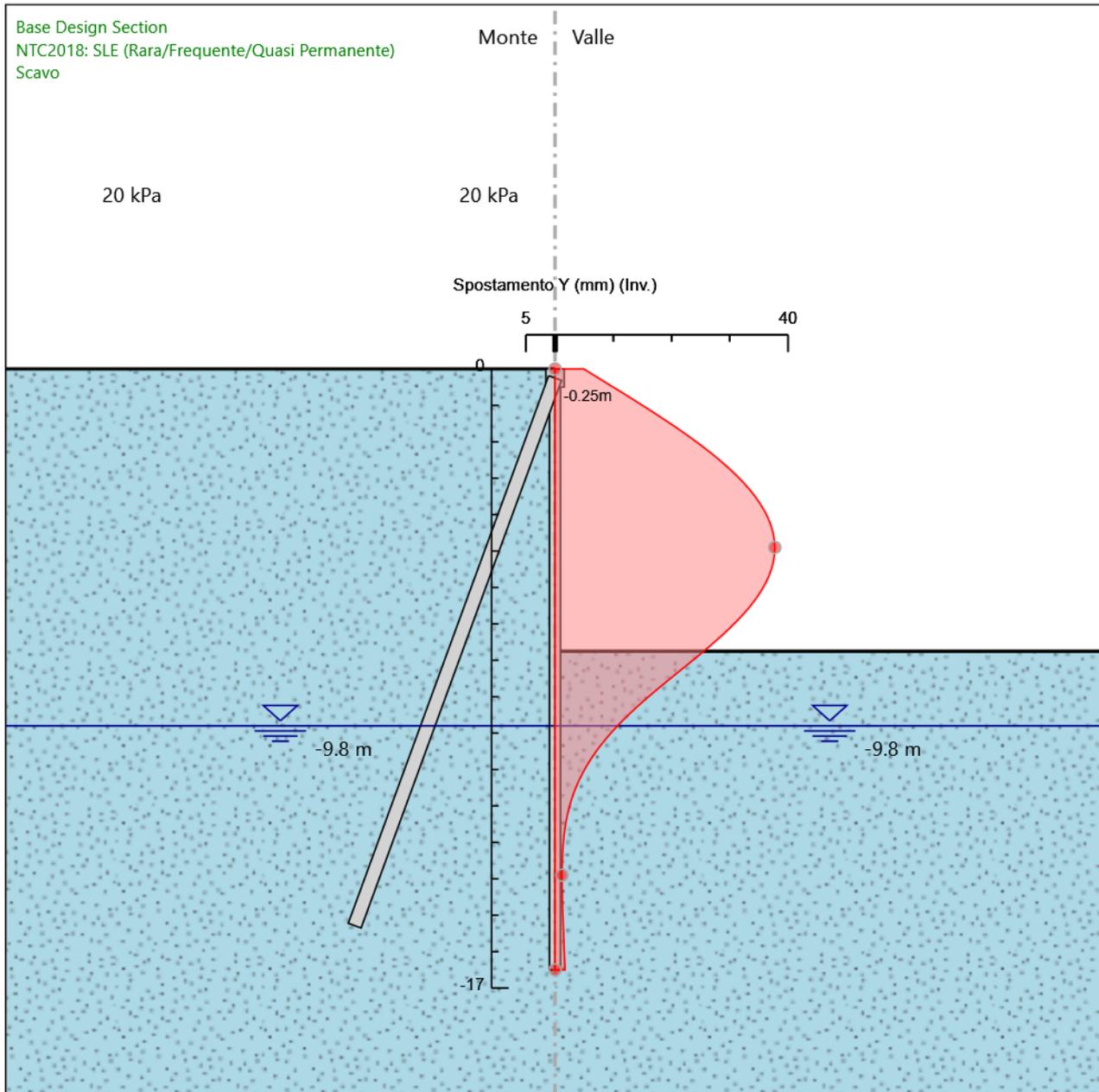
Nome	Parziale resistenza terreno (es. Kp) (F_Soil_Res_walls)	Parziale resistenza Tiranti permanenti (F_Anch_P)	Parziale resistenza Tiranti temporanei (F_Anch_T)	Parziale elementi strutturali (F_wall)
Simbolo	$\gamma_{Re}$	$\gamma_{ap}$	$\gamma_{at}$	
Nominal	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi 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

## Riepilogo Stage / Design Assumption per Inviluppo

Design Assumption	Stato di fatto	Realizzazione paratia	Realizzazione cavalletto	Scavo	Sisma
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	V	V	V	V	
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	V	V	V	V	
NTC2018: A2+M2+R1	V	V	V	V	
NTC2018: SISMICA STR					V
NTC2018: SISMICA GEO					V

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

### Grafico Inviluppi Spostamento



Spostamento

## Tabella Involuppi Momento Micropali

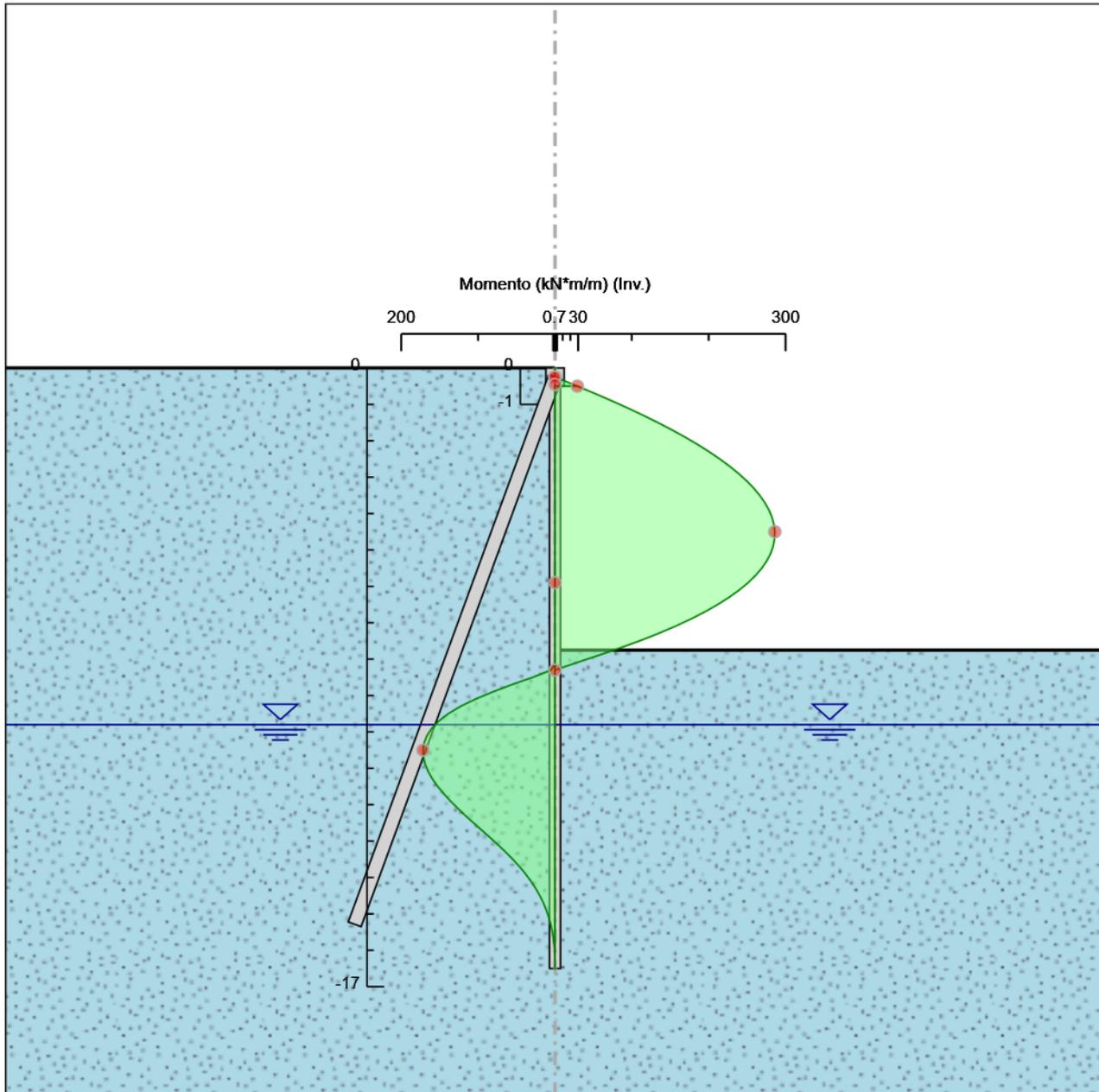
Selected Design Assumptions Z (m)	Involuppi: Momento	
	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
-0.5	0	28.974
-0.7	0	51.703
-0.9	0	73.583
-1.1	0	94.583
-1.3	0	114.671
-1.5	0	133.815
-1.7	0	151.982
-1.9	0	169.141
-2.1	0	185.259
-2.3	0	200.304
-2.5	0	214.245
-2.7	0	227.048
-2.9	0	238.682
-3.1	0	249.116
-3.3	0	258.315
-3.5	0	266.25
-3.7	0	272.886
-3.9	0	278.193
-4.1	0	282.139
-4.3	0	284.69
-4.5	0	285.815
-4.7	0	285.482
-4.9	0	283.659
-5.1	0	280.314
-5.3	0	275.414
-5.5	0	268.927
-5.7	0	260.822
-5.9	0	251.065
-6.1	0	239.626
-6.3	0	226.472
-6.5	0	211.57
-6.7	0	194.89
-6.9	0	176.397
-7.1	0	156.062
-7.3	0	133.85
-7.5	0	109.731
-7.7	0	83.672
-7.9	0	55.917
-8.1	0	27.404
-8.3	5.263	0
-8.5	29.303	0
-8.7	56.199	0
-8.9	81.259	0
-9.1	103.835	0
-9.3	123.277	0
-9.5	138.962	0
-9.7	151.21	0
-9.9	160.326	0
-10.1	166.607	0
-10.3	170.337	0
-10.5	171.782	0
-10.7	171.186	0
-10.9	168.773	0
-11.1	164.747	0
-11.3	159.289	0
-11.5	152.562	0
-11.7	144.734	0
-11.9	136.011	0
-12.1	126.566	0
-12.3	116.55	0
-12.5	106.087	0

Selected Design Assumptions Z (m)	Muro: Micropali	
	Involuppi: Momento Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
-12.7	95.354	0
-12.9	84.656	0
-13.1	74.237	0
-13.3	64.287	0
-13.5	54.946	0
-13.7	46.315	0
-13.9	38.459	0
-14.1	31.412	0
-14.3	25.185	0
-14.5	19.768	0
-14.7	15.134	0
-14.9	11.245	0
-15.1	8.052	0
-15.3	5.498	0
-15.5	3.523	0
-15.7	2.062	0
-15.9	1.047	0
-16.1	0.412	0
-16.3	0.086	0.001
-16.5	0	0

## Tabella Involuppi Momento Cordolo

Selected Design Assumptions Z (m)	Involuppi: Momento	Muro: Cordolo
	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
0	0	0
-0.2	0.428	0
-0.25	0.673	0
-0.45	0	23.161
-0.5	0	28.974

## Grafico Involuppi Momento



Momento

## Tabella Involuppi Taglio Micropali

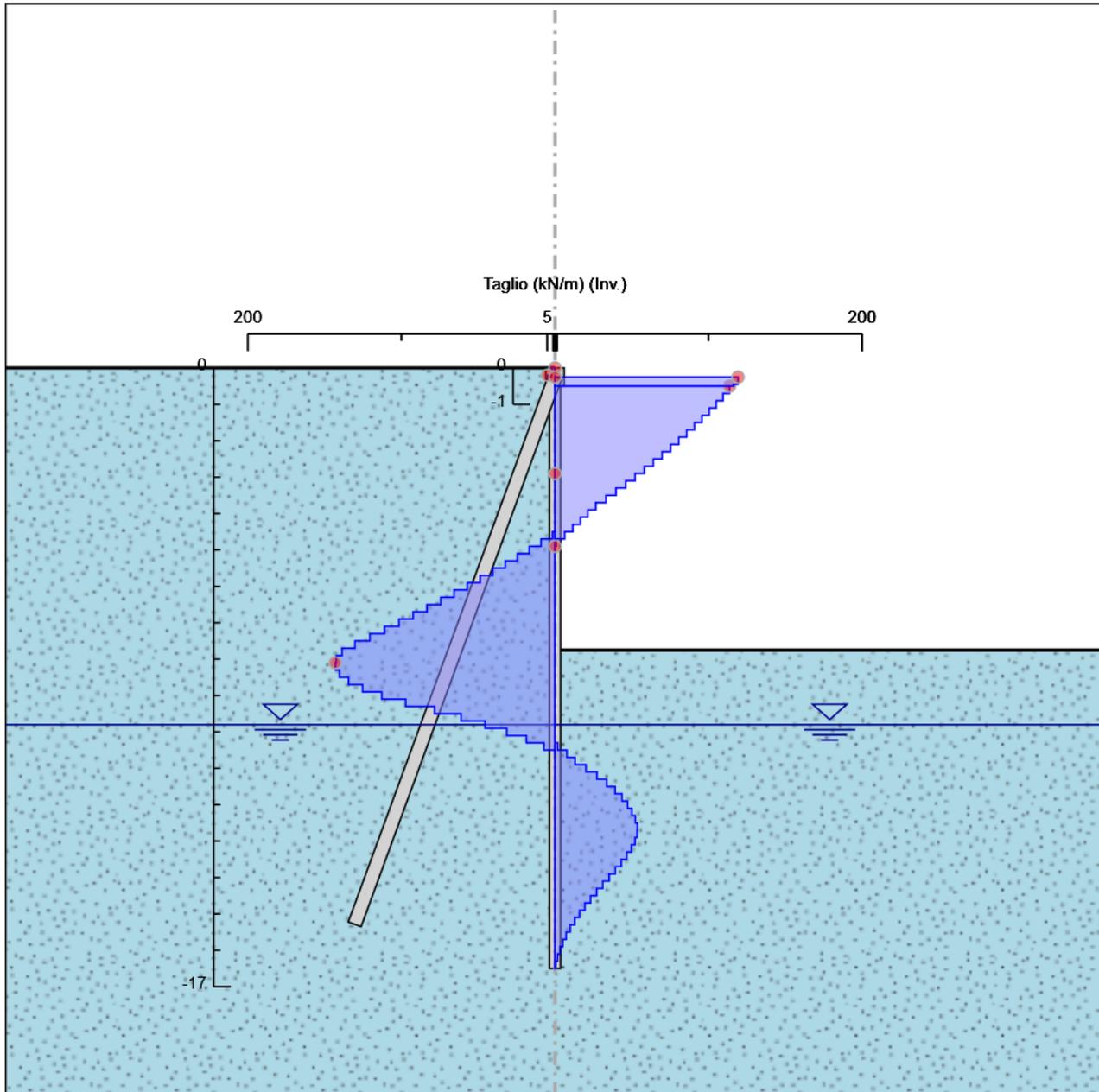
Selected Design Assumptions Z (m)	Involuppi: Taglio	
	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
-0.5	0	113.641
-0.7	0	113.641
-0.9	0	109.401
-1.1	0	105.001
-1.3	0	100.44
-1.5	0	95.718
-1.7	0	90.836
-1.9	0	85.794
-2.1	0	80.59
-2.3	0	75.227
-2.5	0	69.702
-2.7	0	64.017
-2.9	0	58.172
-3.1	0	52.166
-3.3	0	45.999
-3.5	0	39.672
-3.7	0	33.184
-3.9	0	26.535
-4.1	0	21.307
-4.3	0	16.532
-4.5	1.664	11.525
-4.7	9.116	6.3
-4.9	16.728	0.858
-5.1	24.5	0
-5.3	32.433	0
-5.5	40.527	0
-5.7	48.781	0
-5.9	57.196	0
-6.1	65.772	0
-6.3	74.507	0
-6.5	83.404	0
-6.7	92.461	0
-6.9	101.679	0
-7.1	111.057	0
-7.3	120.596	0
-7.5	130.296	0
-7.7	138.775	0
-7.9	142.566	0
-8.1	143.114	0
-8.3	143.114	0
-8.5	140.419	0
-8.7	134.481	0
-8.9	125.301	0
-9.1	112.878	0
-9.3	97.213	0
-9.5	78.425	0
-9.7	61.24	0
-9.9	45.581	0
-10.1	31.402	0
-10.3	18.651	1.73
-10.5	7.225	7.71
-10.7	0	13.104
-10.9	0	20.133
-11.1	0	27.29
-11.3	0	33.635
-11.5	0	39.136
-11.7	0	43.619
-11.9	0	47.223
-12.1	0	50.081
-12.3	0	52.316
-12.5	0	53.665

Selected Design Assumptions Z (m)	Inviluppi: Taglio	
	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
-12.7	0	53.665
-12.9	0	53.489
-13.1	0	52.094
-13.3	0	49.753
-13.5	0	46.704
-13.7	0	43.155
-13.9	0	39.282
-14.1	0	35.234
-14.3	0	31.135
-14.5	0	27.086
-14.7	0	23.168
-14.9	0	19.446
-15.1	0	15.967
-15.3	0	12.768
-15.5	0	9.875
-15.7	0	7.306
-15.9	0	5.072
-16.1	0	3.179
-16.3	0.004	1.63
-16.5	0.004	0.428

## Tabella Involuppi Taglio Cordolo

Selected Design Assumptions Z (m)	Involuppi: Taglio Lato sinistro (kN/m)	Muro: Cordolo Lato destro (kN/m)
0	2.138	0
-0.2	4.914	0
-0.25	4.914	119.171
-0.45	0	119.171
-0.5	0	116.269

## Grafico Involuppi Taglio



Taglio

## Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva %
NTC2018: A2+M2+R1	Stato di fatto	Left Wall	LEFT	7.84
NTC2018: SISMICA STR	Sisma	Left Wall	RIGHT	26.46

## Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva %
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Scavo	Left Wall	LEFT	110.03
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) Stato di fatto		Left Wall	RIGHT	175.11

## 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

## Riepilogo Stage / Design Assumption per Involuppo

Design Assumption	Stato di fatto	Realizzazione paratia	Realizzazione cavalletto	Scavo	Sisma
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	V	V	V	V	
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	V	V	V	V	
NTC2018: A2+M2+R1	V	V	V	V	
NTC2018: SISMICA STR					V
NTC2018: SISMICA GEO					V

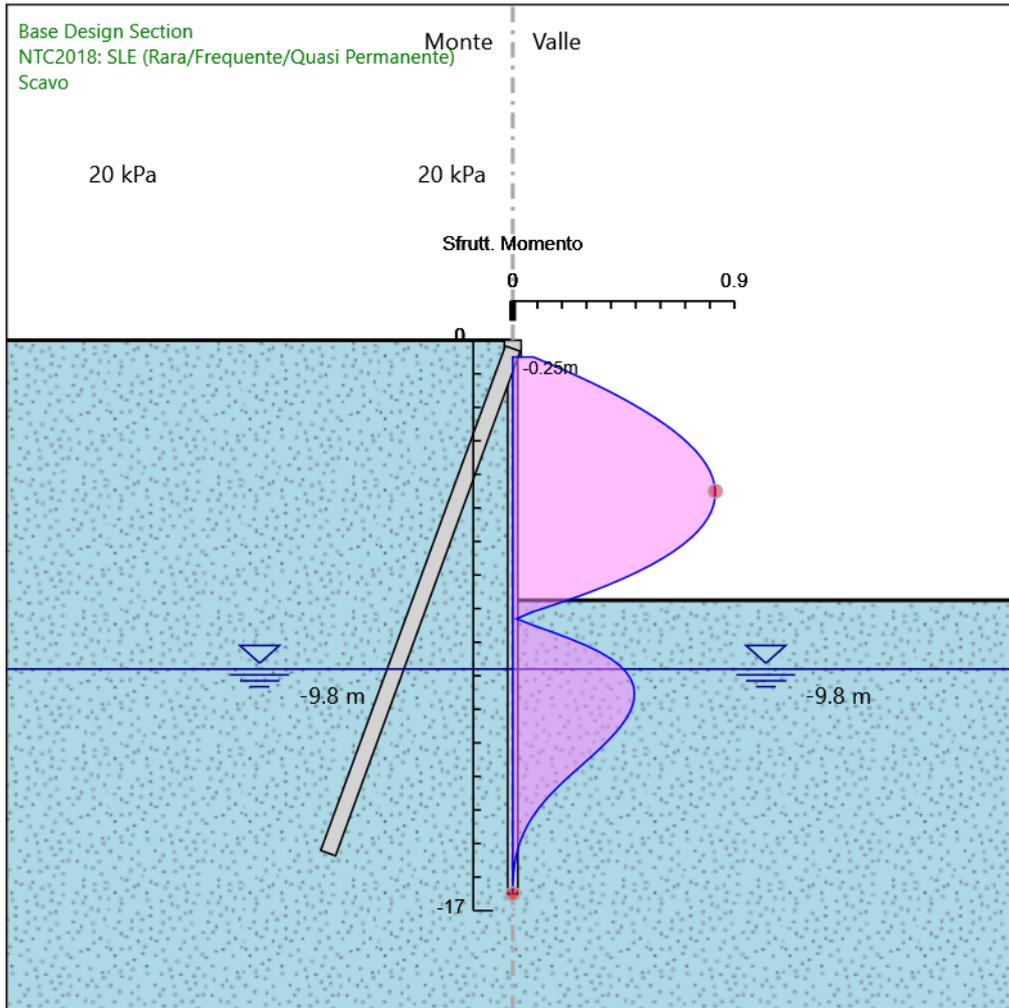
**Tabella Inviluppi Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld : LEFT**

Inviluppi Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld
-0.5	0.083
-0.7	0.149
-0.9	0.212
-1.1	0.272
-1.3	0.33
-1.5	0.385
-1.7	0.437
-1.9	0.487
-2.1	0.533
-2.3	0.576
-2.5	0.617
-2.7	0.653
-2.9	0.687
-3.1	0.717
-3.3	0.743
-3.5	0.766
-3.7	0.785
-3.9	0.801
-4.1	0.812
-4.3	0.819
-4.5	0.823
-4.7	0.822
-4.9	0.816
-5.1	0.807
-5.3	0.793
-5.5	0.774
-5.7	0.751
-5.9	0.723
-6.1	0.69
-6.3	0.652
-6.5	0.609
-6.7	0.561
-6.9	0.508
-7.1	0.449
-7.3	0.385
-7.5	0.316
-7.7	0.241
-7.9	0.161
-8.1	0.079
-8.3	0.015
-8.5	0.084
-8.7	0.162
-8.9	0.234
-9.1	0.299
-9.3	0.355
-9.5	0.4
-9.7	0.435
-9.9	0.461
-10.1	0.48
-10.3	0.49
-10.5	0.494
-10.7	0.493
-10.9	0.486
-11.1	0.474
-11.3	0.458
-11.5	0.439
-11.7	0.417
-11.9	0.391

Inviluppi Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld
-12.1	0.364
-12.3	0.335
-12.5	0.305
-12.7	0.274
-12.9	0.244
-13.1	0.214
-13.3	0.185
-13.5	0.158
-13.7	0.133
-13.9	0.111
-14.1	0.09
-14.3	0.072
-14.5	0.057
-14.7	0.044
-14.9	0.032
-15.1	0.023
-15.3	0.016
-15.5	0.01
-15.7	0.006
-15.9	0.003
-16.1	0.001
-16.3	0
-16.5	0

Inviluppi Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld Z (m)	LEFT Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld
---	--

**Grafico Inviluppi Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld**



Inviluppi  
Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld

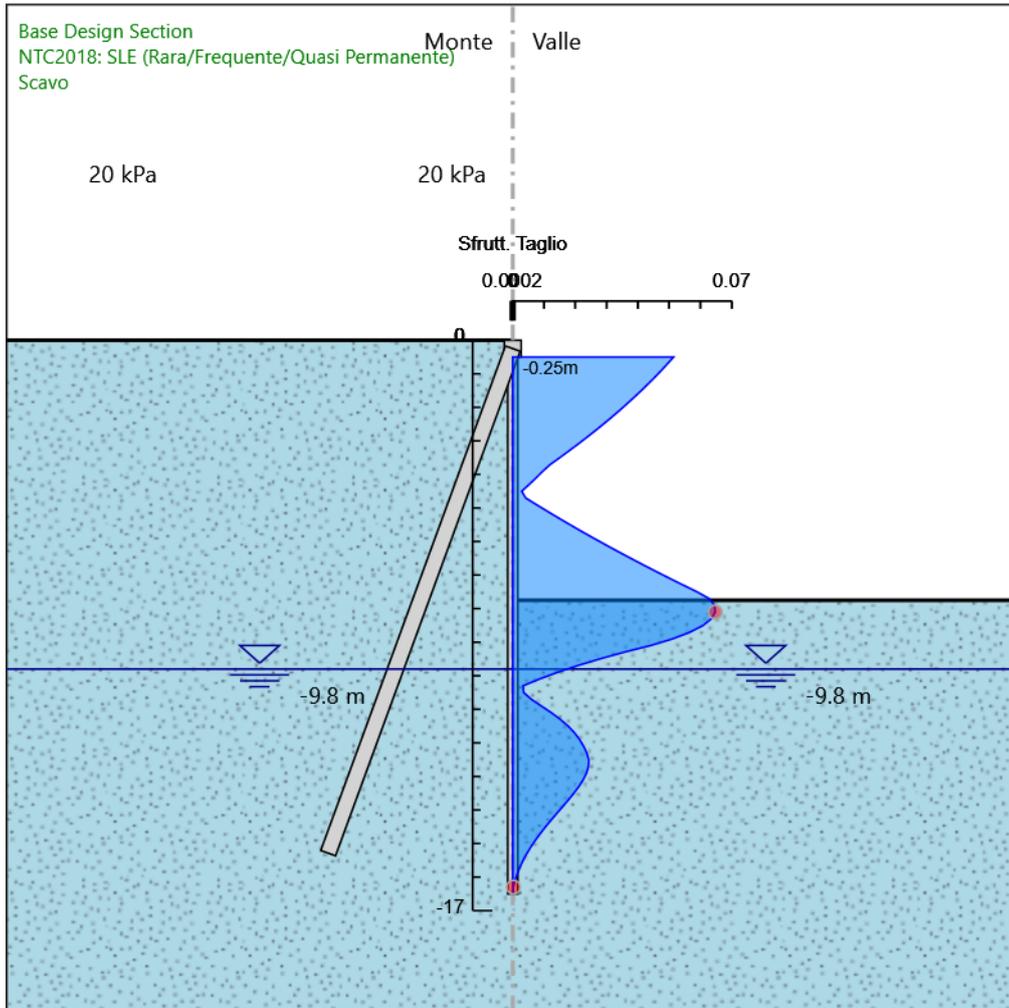
**Tabella Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld : LEFT**

Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld
-0.5	0.051
-0.7	0.049
-0.9	0.047
-1.1	0.045
-1.3	0.043
-1.5	0.041
-1.7	0.039
-1.9	0.036
-2.1	0.034
-2.3	0.032
-2.5	0.029
-2.7	0.026
-2.9	0.024
-3.1	0.021
-3.3	0.018
-3.5	0.015
-3.7	0.012
-3.9	0.01
-4.1	0.007
-4.3	0.005
-4.5	0.003
-4.7	0.004
-4.9	0.008
-5.1	0.011
-5.3	0.015
-5.5	0.018
-5.7	0.022
-5.9	0.026
-6.1	0.03
-6.3	0.034
-6.5	0.038
-6.7	0.042
-6.9	0.046
-7.1	0.05
-7.3	0.055
-7.5	0.059
-7.7	0.063
-7.9	0.064
-8.1	0.065
-8.3	0.064
-8.5	0.061
-8.7	0.057
-8.9	0.051
-9.1	0.044
-9.3	0.035
-9.5	0.028
-9.7	0.021
-9.9	0.014
-10.1	0.008
-10.3	0.003
-10.5	0.003
-10.7	0.006
-10.9	0.009
-11.1	0.012
-11.3	0.015
-11.5	0.018
-11.7	0.02
-11.9	0.021
-12.1	0.023
-12.3	0.024
-12.5	0.024

Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld
-12.7	0.024
-12.9	0.024
-13.1	0.023
-13.3	0.021
-13.5	0.02
-13.7	0.018
-13.9	0.016
-14.1	0.014
-14.3	0.012
-14.5	0.01
-14.7	0.009
-14.9	0.007
-15.1	0.006
-15.3	0.004
-15.5	0.003
-15.7	0.002
-15.9	0.001
-16.1	0.001
-16.3	0
-16.5	0

Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld Z (m)	LEFT Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld
--	---

**Grafico Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld**



Inviluppi  
Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld

**Verifiche Tiranti NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)**

Design Assumption: NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) Tirante	Tipo Risultato: Verifiche Tiranti Stage				NTC2018 (ITA)			
		Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
Cavalletto	Realizzazione cavalletto	0	1244.034	2196.678	0	0		
Cavalletto	Scavo	238.554	1243.496	2196.678	0.192	0.109		
Cavalletto	Sisma	238.71	1243.496	2196.678	0.192	0.109		

**Verifiche Tiranti NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)**

Design Assumption: NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) Tirante	Tipo Risultato: Verifiche Tiranti Stage				NTC2018 (ITA)			
		Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
Cavalletto	Realizzazione cavalletto	0	628.3	2196.678	0	0		
Cavalletto	Scavo	314.175	628.028	2196.678	0.5	0.143		
Cavalletto	Sisma	314.41	628.028	2196.678	0.501	0.143		

**Verifiche Tiranti NTC2018: A2+M2+R1**

Design Assumption: NTC2018: A2+M2+R1 Tirante	Tipo Risultato: Verifiche Tiranti Stage				NTC2018 (ITA)			
		Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
Cavalletto	Realizzazione cavalletto	0	628.3	2196.678	0	0		
Cavalletto	Scavo	242.399	628.028	2196.678	0.386	0.11		
Cavalletto	Sisma	242.598	628.028	2196.678	0.386	0.11		

**Verifiche Tiranti NTC2018: SISMICA STR**

Design Assumption: NTC2018: SISMICA STR Tirante	Tipo Risultato: Verifiche Tiranti Stage				NTC2018 (ITA)			
		Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
Cavalletto	Realizzazione cavalletto	0	628.3	2196.678	0	0		
Cavalletto	Scavo	238.554	628.028	2196.678	0.38	0.109		
Cavalletto	Sisma	593.584	628.028	2196.678	0.945	0.27		

**Verifiche Tiranti NTC2018: SISMICA GEO**

Design Assumption: NTC2018: SISMICA GEO Tirante	Tipo Risultato: Verifiche Tiranti Stage				NTC2018 (ITA)			
		Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
Cavalletto	Realizzazione cavalletto	0	628.3	2196.678	0	0		
Cavalletto	Scavo	238.554	628.028	2196.678	0.38	0.109		
Cavalletto	Sisma	593.584	628.028	2196.678	0.945	0.27		

Tipo Risultato: Verifiche Tiranti									
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze	Design Assumption
Cavalletto	Sisma	593.584	628.028	2196.678	0.945	0.27			NTC2018: SISMICA STR

## 14.2 Paratia tipo 2

### *Descrizione della Stratigrafia e degli Strati di Terreno*

Tipo : HORIZONTAL

Quota : 0 m

OCR : 1

## Descrizione Pareti

X : 0 m

Quota in alto : -0.5 m

Quota di fondo : -11 m

Muro di sinistra

X : 0 m

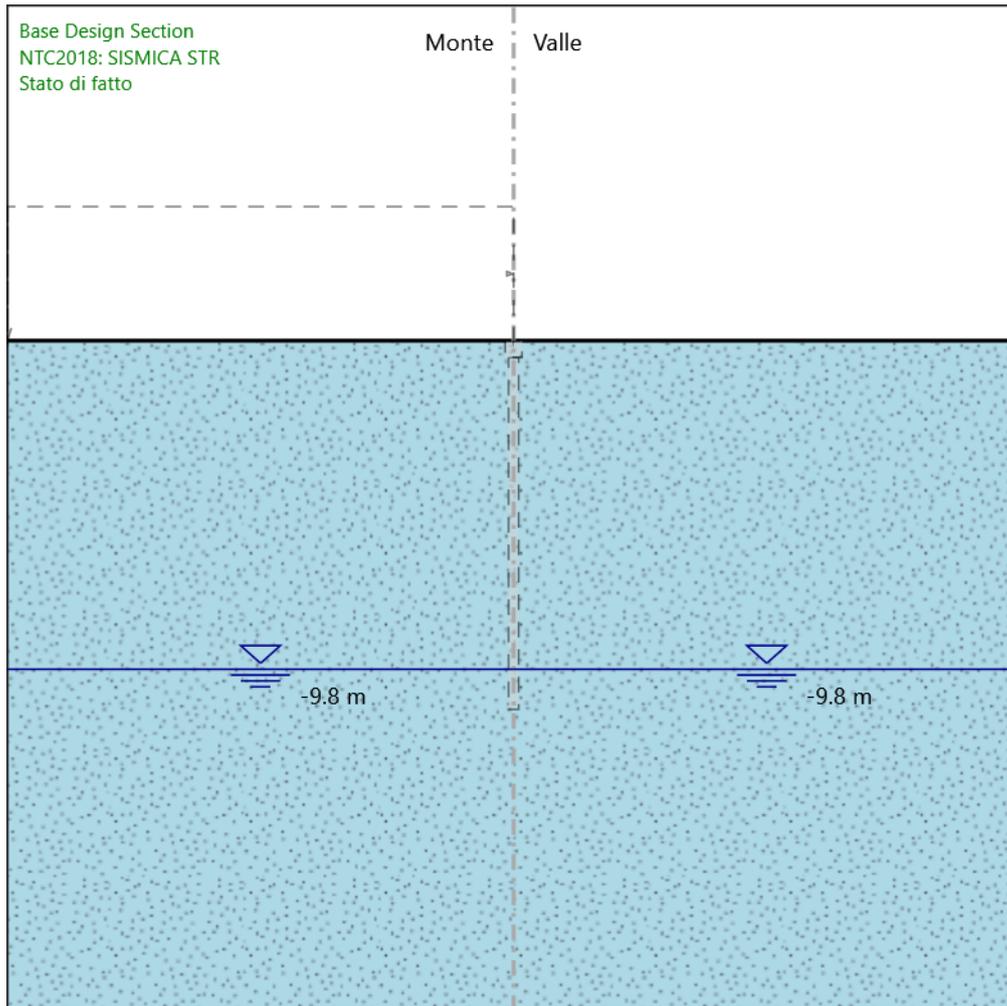
Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -0.5 m

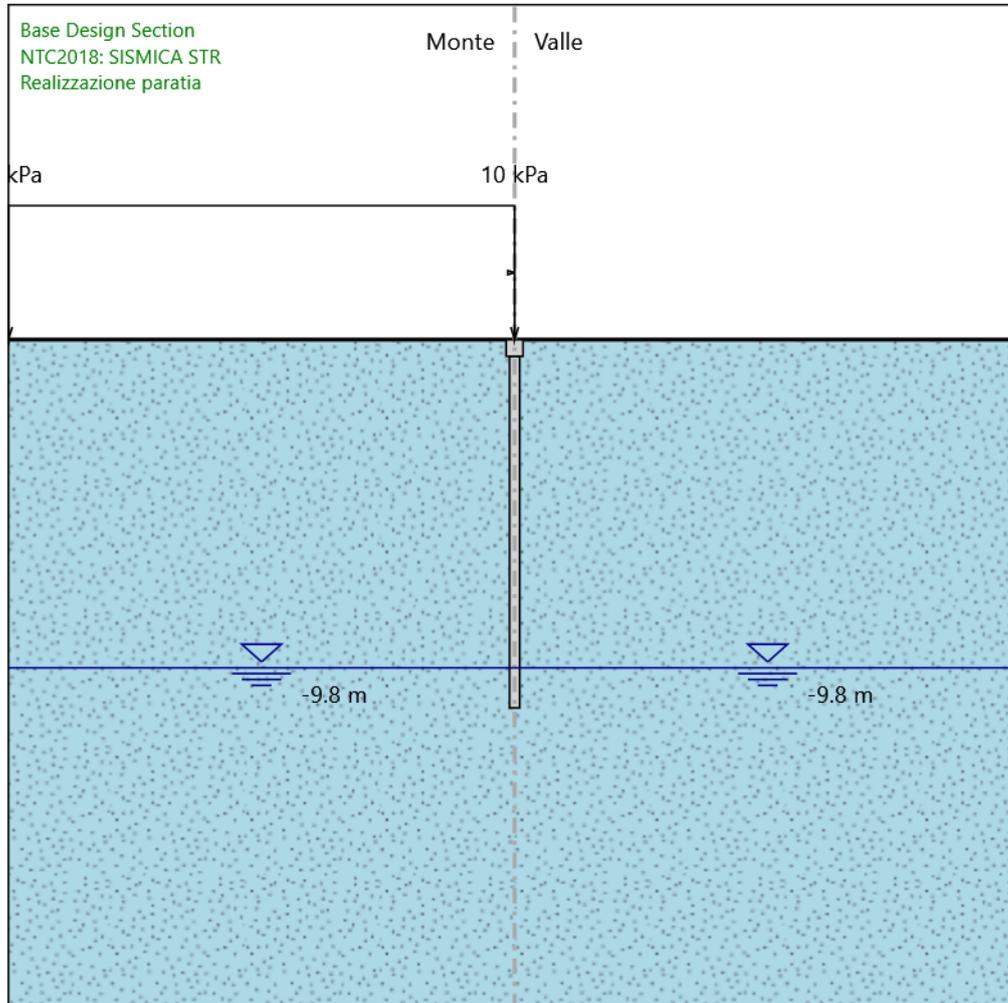
Muro di sinistra

## Fasi di Calcolo

### Stato di fatto



## Realizzazione paratia



## Realizzazione paratia

### Elementi strutturali

Paratia : Micropali

X : 0 m

Quota in alto : -0.5 m

Quota di fondo : -11 m

Sezione : MICROPALO

Paratia : Cordolo

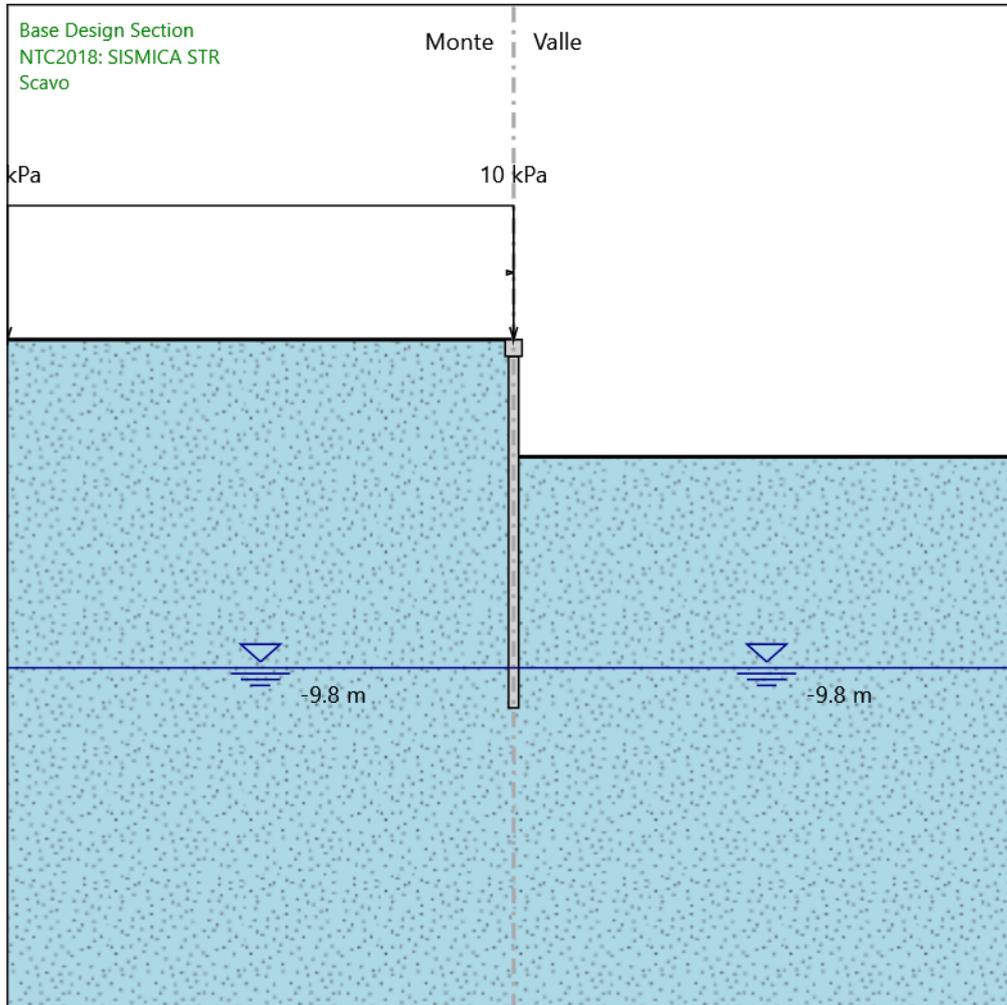
X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -0.5 m

Sezione : CORDOLO

## Scavo



## Scavo

### Elementi strutturali

Paratia : Micropali

X : 0 m

Quota in alto : -0.5 m

Quota di fondo : -11 m

Sezione : MICROPALO

Paratia : Cordolo

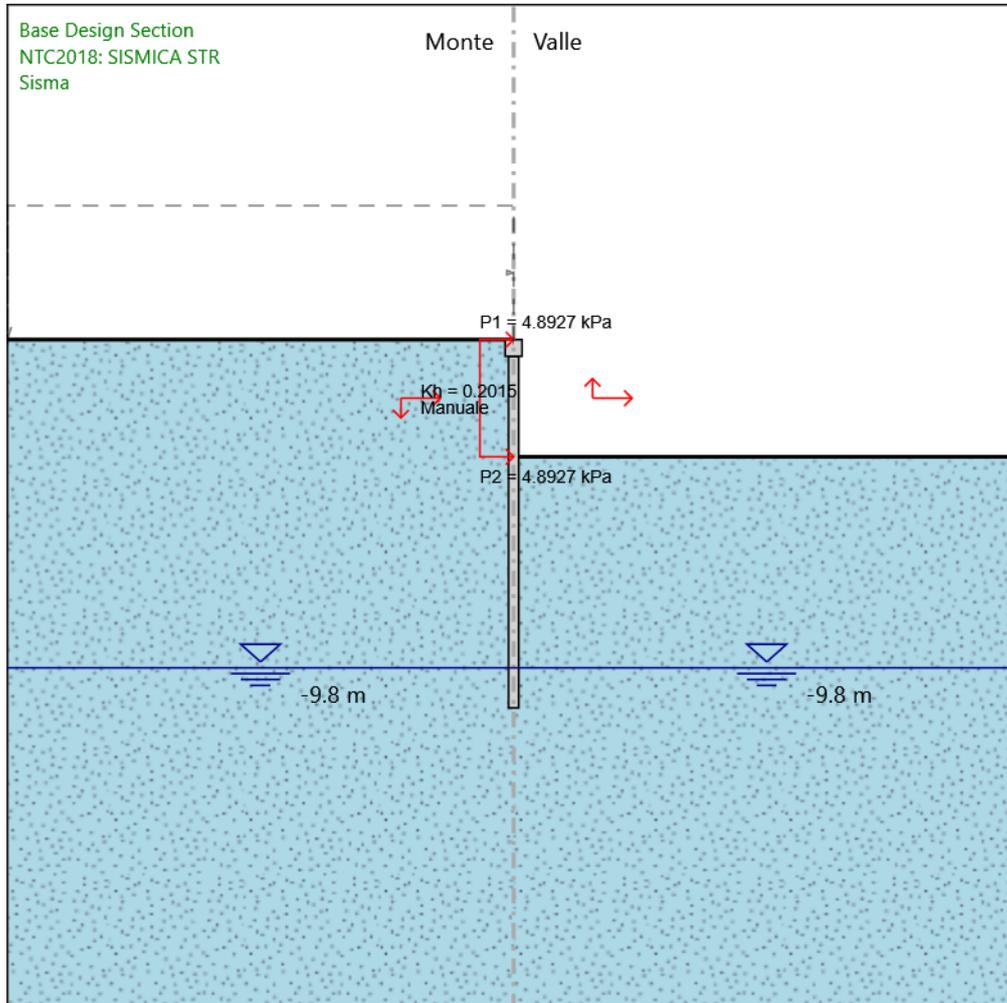
X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -0.5 m

Sezione : CORDOLO

## Sisma



## Sisma

### Elementi strutturali

Paratia : Micropali

X : 0 m

Quota in alto : -0.5 m

Quota di fondo : -11 m

Sezione : MICROPALO

Paratia : Cordolo

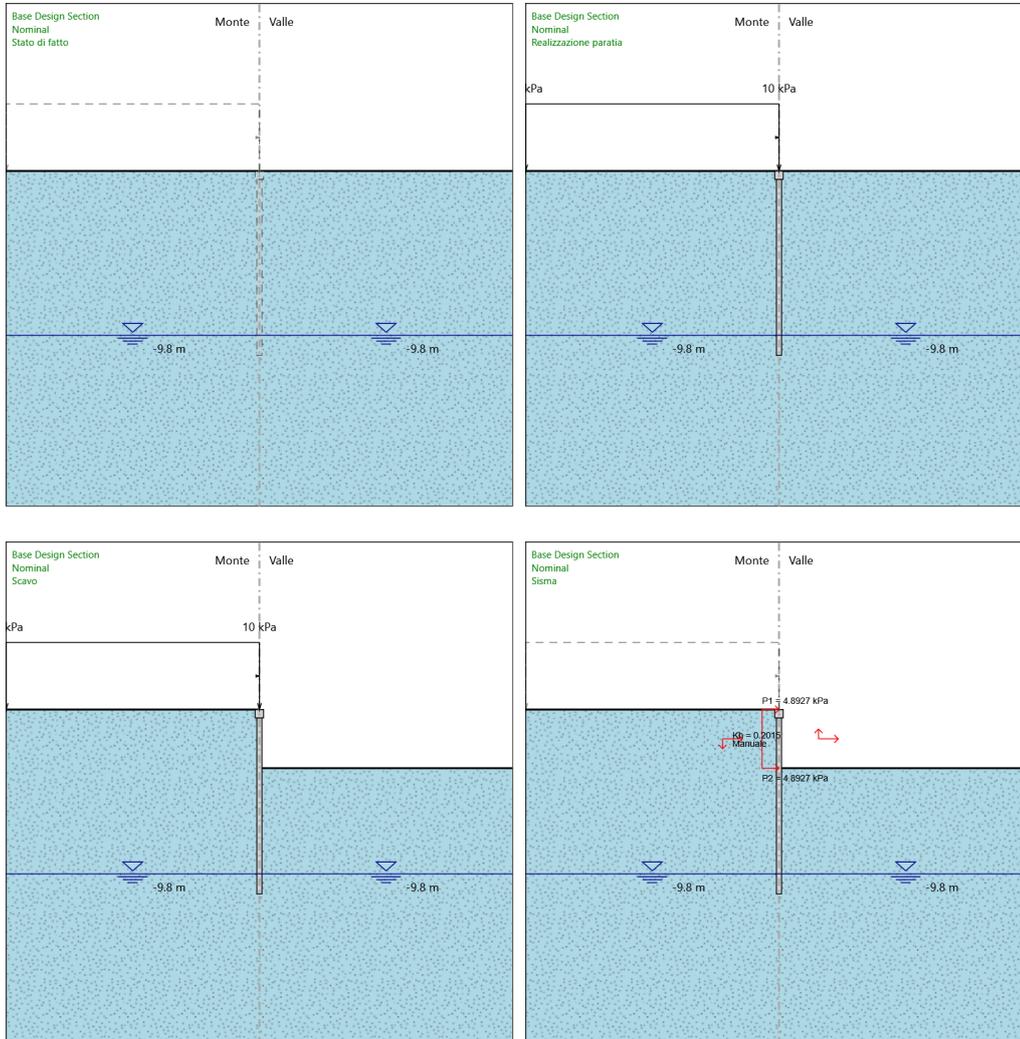
X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -0.5 m

Sezione : CORDOLO

### Tabella Configurazione Stage (Nominal)



## Descrizione Coefficienti Design Assumption

Nome	Carichi Permanenti Sfavorevoli (F_dead_load_unfavour)	Carichi Permanenti Favorevoli (F_dead_load_favour)	Carichi Variabili Sfavorevoli (F_live_load_unfavour)	Carichi Variabili Favorevoli (F_live_load_favour)	Carico Sismico (F_seism_load)	Pressioni Acqua Lato Monte (F_WaterDR)	Pressioni Acqua Lato Valle (F_WaterRes)	Carichi Permanenti Destabilizzanti (F_UPL_C)
Simbolo	$\gamma_G$	$\gamma_G$	$\gamma_Q$	$\gamma_Q$	$\gamma_{QE}$	$\gamma_G$	$\gamma_G$	$\gamma_{Gd}$
Nominal	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1	0	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1.3	1	1.5	1	0	1.3	1	1
NTC2018: A2+M2+R1	1	1	1.3	1	0	1	1	1
NTC2018: SISMICA STR	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: SISMICA GEO	1	1	1	1	1	1	1	1

Nome	Parziale su tan( $\phi$ ) (F_Fr)	Parziale su c' (F_eff_coh)	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

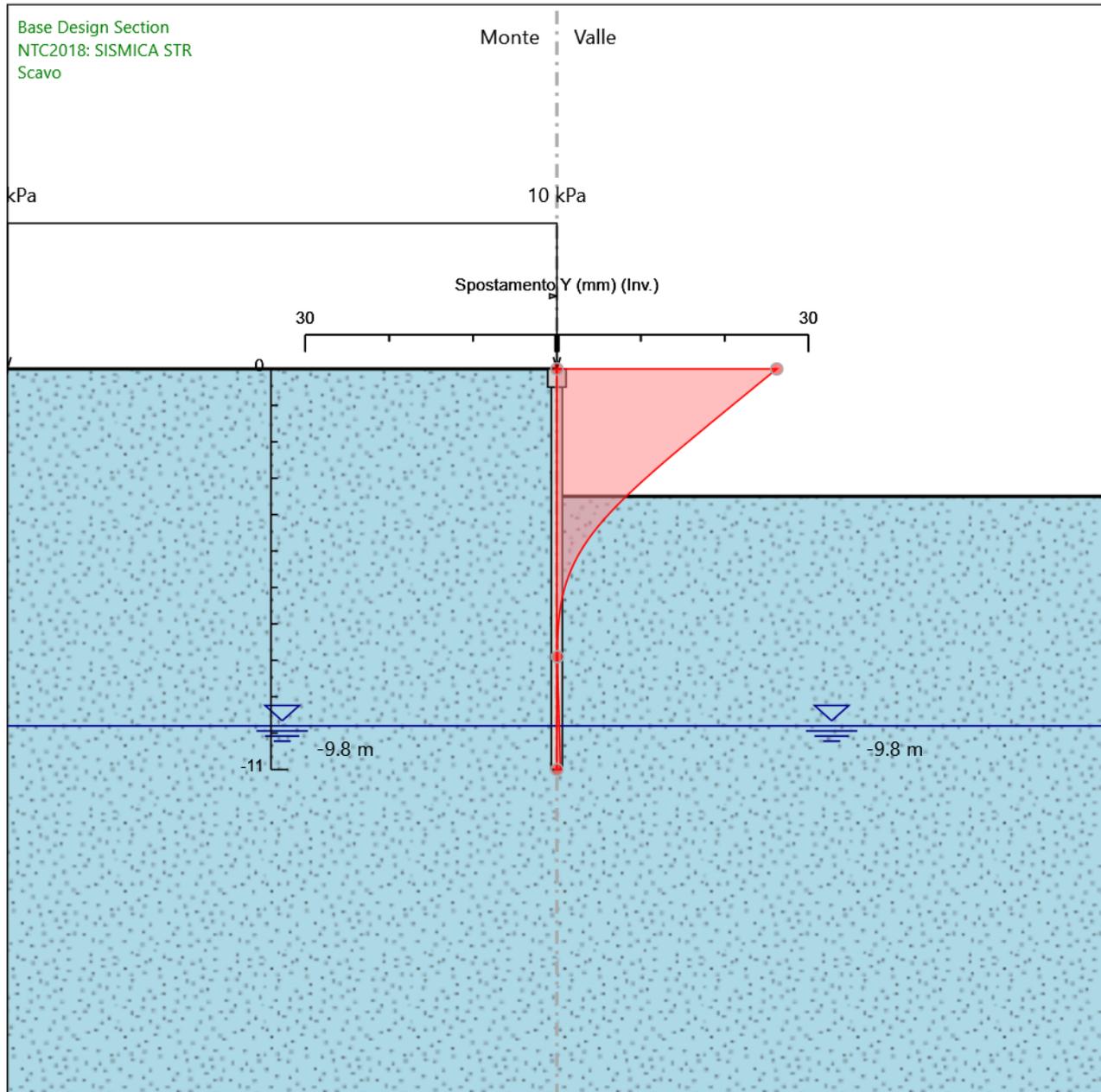
Nome	Parziale resistenza terreno (es. Kp) (F_Soil_Res_walls)	Parziale resistenza Tiranti permanenti (F_Anch_P)	Parziale resistenza Tiranti temporanei (F_Anch_T)	Parziale elementi strutturali (F_wall)
Simbolo	$\gamma_{Re}$	$\gamma_{ap}$	$\gamma_{at}$	
Nominal	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi 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

## Riepilogo Stage / Design Assumption per Inviluppo

Design Assumption	Stato di fatto	Realizzazione paratia	Scavo	Sisma
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	V	V	V	
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	V	V	V	
NTC2018: A2+M2+R1	V	V	V	
NTC2018: SISMICA STR				V
NTC2018: SISMICA GEO				V

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

### Grafico Inviluppi Spostamento



Spostamento

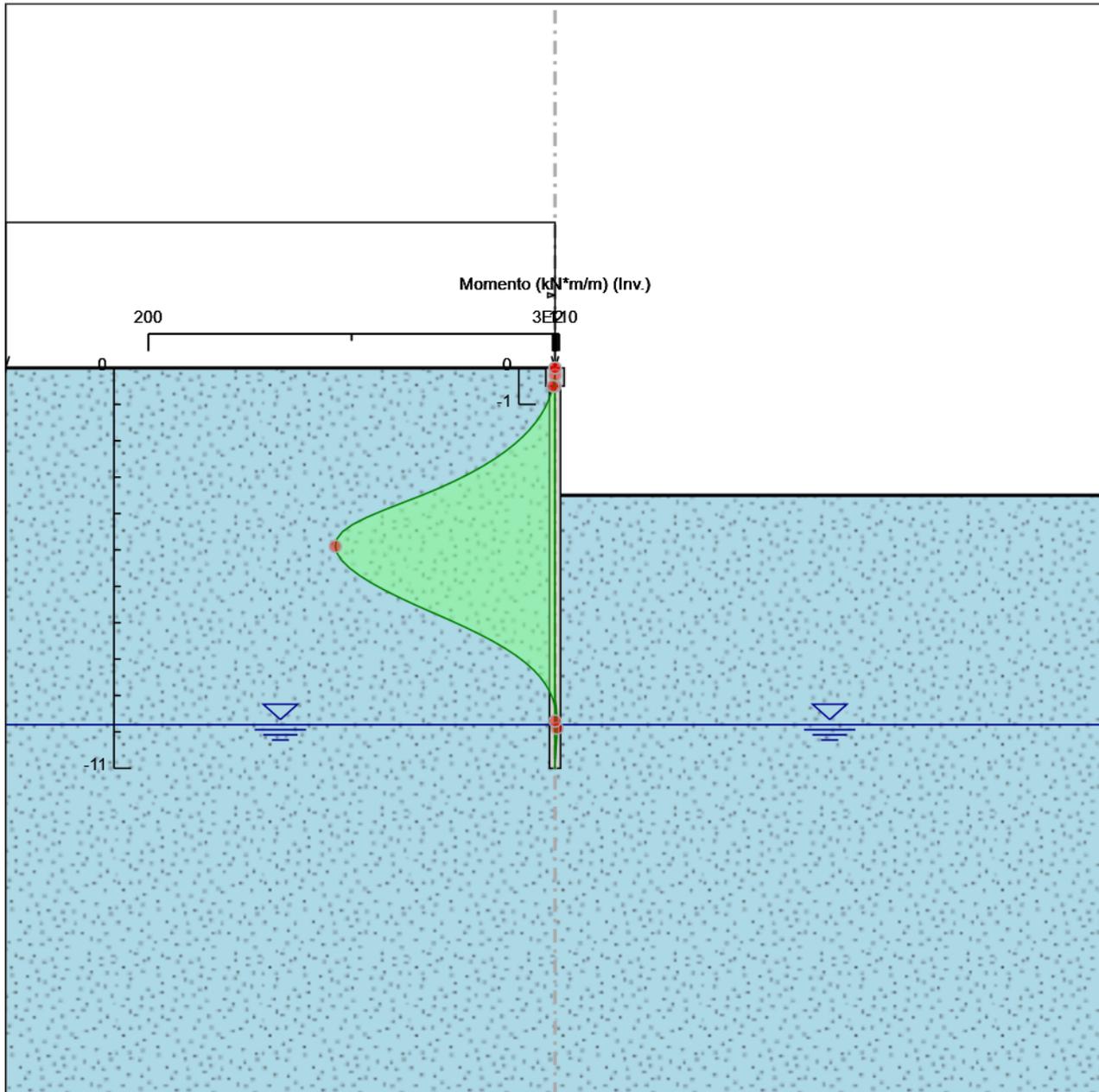
## Tabella Involuppi Momento Micropali

Selected Design Assumptions Z (m)	Involuppi: Momento	Muro: Micropali
	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
-0.5	0.999	0
-0.7	1.991	0
-0.9	3.318	0
-1.1	5.01	0
-1.3	7.101	0
-1.5	9.622	0
-1.7	12.605	0
-1.9	16.083	0
-2.1	20.088	0
-2.3	24.651	0
-2.5	29.805	0
-2.7	35.582	0
-2.9	42.015	0
-3.1	49.134	0
-3.3	56.973	0
-3.5	65.563	0
-3.7	74.827	0
-3.9	84.003	0.003
-4.1	92.445	0.008
-4.3	99.503	0.011
-4.5	104.529	0.011
-4.7	107.273	0.012
-4.9	108.031	0.011
-5.1	107.073	0.01
-5.3	104.639	0.01
-5.5	100.942	0.008
-5.7	96.168	0.007
-5.9	90.476	0.006
-6.1	83.998	0.005
-6.3	76.845	0.004
-6.5	69.154	0.003
-6.7	61.057	0.002
-6.9	52.925	0.001
-7.1	45.043	0
-7.3	37.622	0
-7.5	30.797	0
-7.7	24.644	0
-7.9	19.205	0
-8.1	14.494	0
-8.3	10.505	0
-8.5	7.213	0
-8.7	4.581	0
-8.9	2.551	0
-9.1	1.054	0.091
-9.3	0.022	0.554
-9.5	0	0.803
-9.7	0	0.941
-9.9	0	1.012
-10.1	0	0.905
-10.3	0	0.687
-10.5	0	0.423
-10.7	0	0.181
-10.9	0	0.023
-11	0	0

## Tabella Involuppi Momento Cordolo

Selected Design Assumptions	Involuppi: Momento	Muro: Cordolo
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
0	0	0
-0.2	0.148	0
-0.4	0.625	0
-0.5	0.999	0

## Grafico Involuppi Momento



Momento

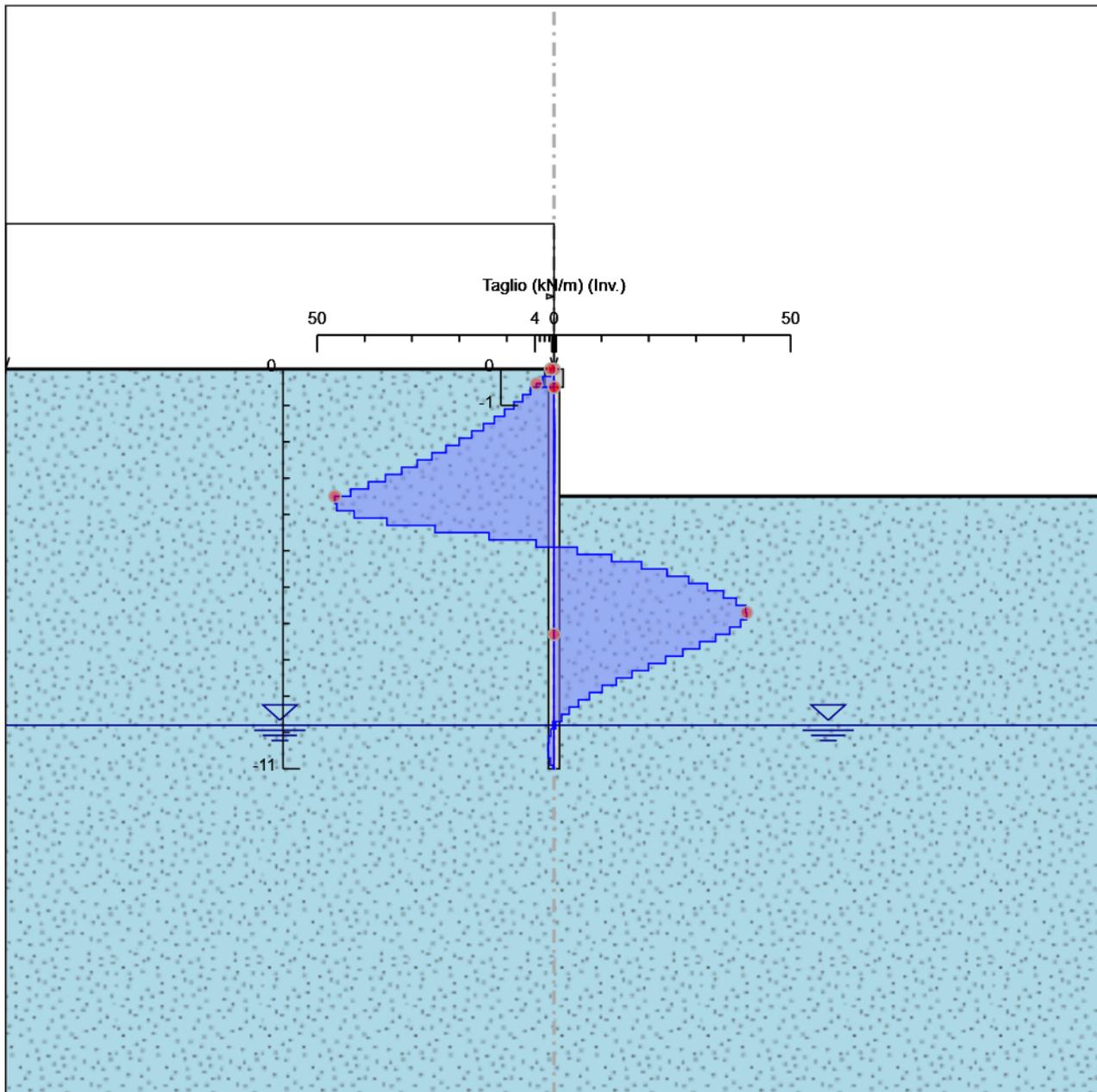
## Tabella Involuppi Taglio Micropali

Selected Design Assumptions Z (m)	Involuppi: Taglio	Muro: Micropali
	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
-0.5	4.962	0
-0.7	6.632	0
-0.9	8.462	0
-1.1	10.453	0.052
-1.3	12.605	0.102
-1.5	14.917	0.155
-1.7	17.39	0.172
-1.9	20.023	0.172
-2.1	22.817	0.161
-2.3	25.771	0.16
-2.5	28.886	0.141
-2.7	32.162	0.134
-2.9	35.598	0.114
-3.1	39.194	0.085
-3.3	42.952	0.07
-3.5	46.316	0.048
-3.7	46.316	0.039
-3.9	45.883	0.025
-4.1	42.208	0.022
-4.3	35.29	0.015
-4.5	25.129	0.003
-4.7	13.72	0.002
-4.9	3.792	4.909
-5.1	0.002	12.17
-5.3	0.008	18.484
-5.5	0.008	23.87
-5.7	0.008	28.461
-5.9	0.008	32.387
-6.1	0.003	35.765
-6.3	0.007	38.454
-6.5	0.007	40.488
-6.7	0.007	40.661
-6.9	0.007	40.661
-7.1	0.004	39.409
-7.3	0.004	37.106
-7.5	0	34.123
-7.7	0.002	30.764
-7.9	0.002	27.195
-8.1	0.001	23.556
-8.3	0.001	19.949
-8.5	0	16.459
-8.7	0.001	13.159
-8.9	0.001	10.152
-9.1	0.001	7.481
-9.3	0.001	5.162
-9.5	0	3.204
-9.7	0.266	1.605
-9.9	0.706	0.361
-10.1	1.092	0
-10.3	1.316	0.001
-10.5	1.316	0.001
-10.7	1.214	0.001
-10.9	0.789	0
-11	0.227	0

## Tabella Inviluppi Taglio Cordolo

Selected Design Assumptions Z (m)	Inviluppi: Taglio Lato sinistro (kN/m)	Muro: Cordolo Lato destro (kN/m)
0	0.741	0
-0.2	2.384	0
-0.4	3.737	0
-0.5	3.737	0

## Grafico Involuppi Taglio



Taglio

## Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva %
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	Stato di fatto	Left Wall	LEFT	7.76
NTC2018: SISMICA STR	Sisma	Left Wall	RIGHT	14.81

## Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva %
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Scavo	Left Wall	LEFT	128.02
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) Stato di fatto		Left Wall	RIGHT	164.52

## 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

## Riepilogo Stage / Design Assumption per Involuppo

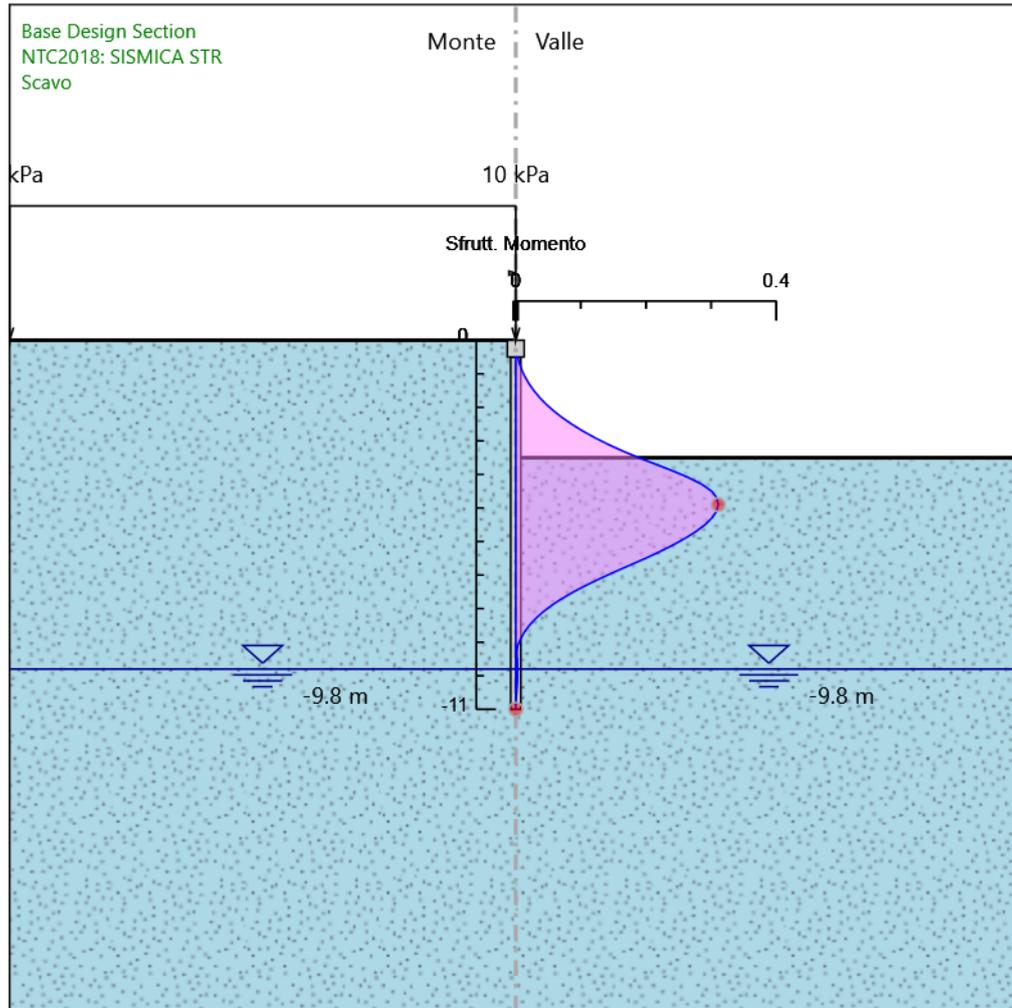
Design Assumption	Stato di fatto	Realizzazione paratia	Scavo	Sisma
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	V	V	V	
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	V	V	V	
NTC2018: A2+M2+R1	V	V	V	
NTC2018: SISMICA STR				V
NTC2018: SISMICA GEO				V

Tabella Inviluppi Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld : LEFT

Inviluppi Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld
-0.5	0.003
-0.7	0.006
-0.9	0.01
-1.1	0.014
-1.3	0.02
-1.5	0.028
-1.7	0.036
-1.9	0.046
-2.1	0.058
-2.3	0.071
-2.5	0.086
-2.7	0.102
-2.9	0.121
-3.1	0.141
-3.3	0.164
-3.5	0.189
-3.7	0.215
-3.9	0.242
-4.1	0.266
-4.3	0.286
-4.5	0.301
-4.7	0.309
-4.9	0.311
-5.1	0.308
-5.3	0.301
-5.5	0.291
-5.7	0.277
-5.9	0.26
-6.1	0.242
-6.3	0.221
-6.5	0.199
-6.7	0.176
-6.9	0.152
-7.1	0.13
-7.3	0.108
-7.5	0.089
-7.7	0.071
-7.9	0.055
-8.1	0.042
-8.3	0.03
-8.5	0.021
-8.7	0.013
-8.9	0.007
-9.1	0.003
-9.3	0.002
-9.5	0.002
-9.7	0.003
-9.9	0.003
-10.1	0.003
-10.3	0.002
-10.5	0.001
-10.7	0.001
-10.9	0
-11	0

Inviluppi Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld Z (m)	LEFT Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld
---	--

Grafico Involuppi Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld



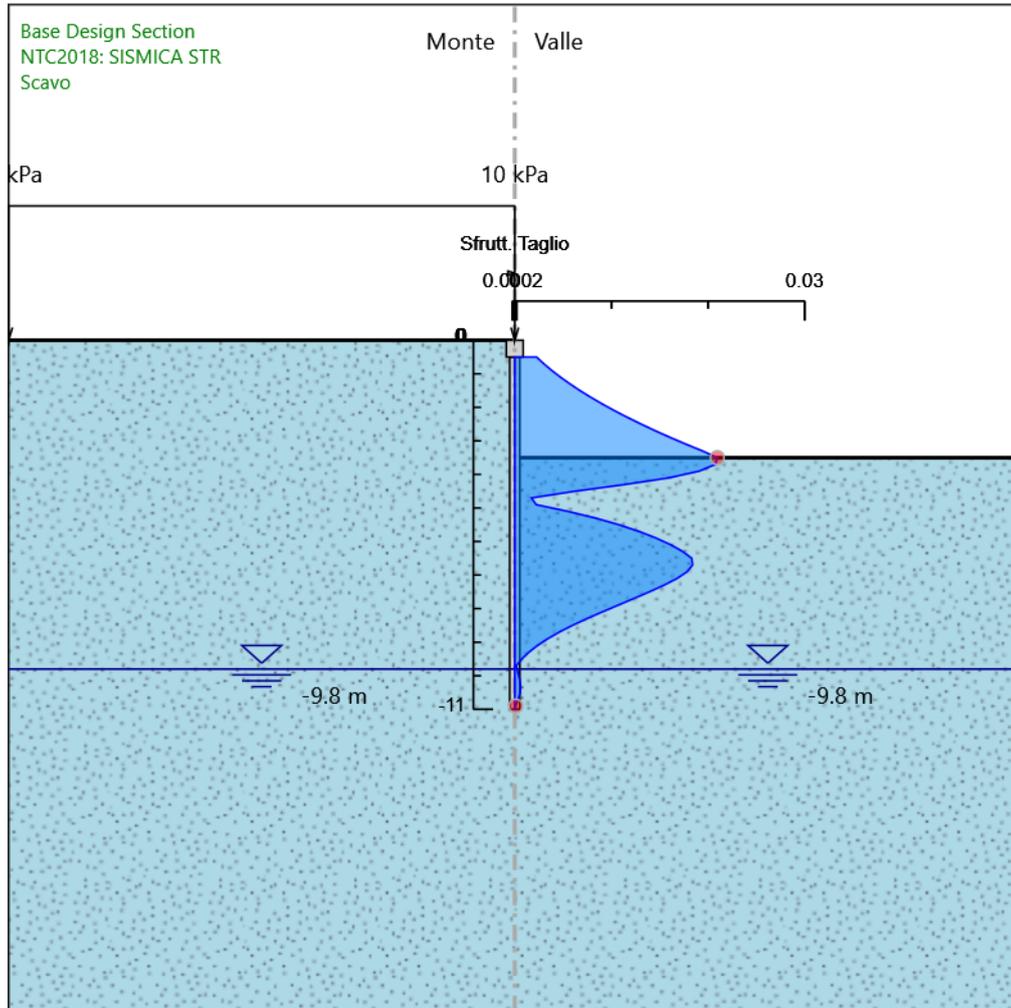
Involuppi  
Tasso di Sfruttamento M-N - SteelWorld

Tabella Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld : LEFT

Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld
-0.5	0.002
-0.7	0.003
-0.9	0.004
-1.1	0.005
-1.3	0.006
-1.5	0.007
-1.7	0.008
-1.9	0.009
-2.1	0.01
-2.3	0.012
-2.5	0.013
-2.7	0.015
-2.9	0.016
-3.1	0.018
-3.3	0.019
-3.5	0.021
-3.7	0.021
-3.9	0.019
-4.1	0.016
-4.3	0.011
-4.5	0.006
-4.7	0.002
-4.9	0.002
-5.1	0.006
-5.3	0.008
-5.5	0.011
-5.7	0.013
-5.9	0.015
-6.1	0.016
-6.3	0.017
-6.5	0.018
-6.7	0.018
-6.9	0.018
-7.1	0.017
-7.3	0.015
-7.5	0.014
-7.7	0.012
-7.9	0.011
-8.1	0.009
-8.3	0.007
-8.5	0.006
-8.7	0.005
-8.9	0.003
-9.1	0.002
-9.3	0.001
-9.5	0.001
-9.7	0
-9.9	0
-10.1	0
-10.3	0.001
-10.5	0.001
-10.7	0
-10.9	0
-11	0

Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld Z (m)	LEFT Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld
--	---

Grafico Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld



Inviluppi  
Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld



Direzione Progettazione e  
Realizzazione Lavori

STRADA DELLE TRE VALLI UMBRE  
Tratto Eggi-Acquasparta – 1° Stralcio Firenzuola-Acquasparta

## PROGETTO ESECUTIVO

### SOTTOPASSO ESISTENTE KM 4+039 - RIFACIMENTO MURO D'ALA Relazione di calcolo

---

MANDATARIA



MANDANTE

