

# S.S.51 - VARIANTE DI CORTINA

LOTTO 1 - MIGLIORAMENTO DELLA VIABILITA' DI ACCESSO ALL'ABITATO DI CORTINA  
LOTTO 2 - BYPASS DI CORTINA

**PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA**

**VE406**

**PROGETTAZIONE: ATI GP INGEGNERIA - ENGEKO - COOPROGETTI - SAIM**

IL PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE. (DPR207/10 ART.15 COMMA 12):

Dott. Ing. **GIORGIO GUIDUCCI**  
Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 14035

Dott. Ing. **GIORGIO GUIDUCCI**  
ORDINE INGEGNERI  
ROMA  
N° 14035

IL GEOLOGO

Dott. Geol. **Marco Leonardi**  
Ordine dei geologi della Regione Lazio n. 1541

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

arch. **Salvatore Vermiglio**  
Ordine Architetti Provincia di Reggio Calabria n. 1270

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO

Ing. **Ettore De Cesbron de la Grennelais**

GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

(Mandataria) **GP INGEGNERIA**  
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl

(Mandante) **engeko**

(Mandante) **cooprogetti**

(Mandante) **SAIM**  
Studio di Architettura e Ingegneria Moderna

IL PROGETTISTA SPECIALISTICO

Consorziate esecutrici:

**CCOPROGETTI**  
Clemente Ingegneria S.r.l.  
Servizi di Ingegneria

Ing. **Emiliano Moscatelli**  
Ord. Ingegneri Provincia di Roma n. 20752

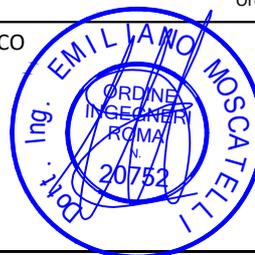
Ing. **Claudio Muller**  
Ord. Ingegneri Provincia di Roma n. 15754  
arch. **Saverio Camaiti**  
Ord. Architetti Provincia di Roma n. 14652

ing. **Giuseppe Ligammari**  
Ord. Ingegneri Provincia di Pordenone n. 803

ing. **Matteo Bordugo**  
Ord. Ingegneri Provincia di Pordenone n. 790

Ing. **Moreno Panfilii**  
Ord. Ingegneri Provincia di Perugia n. A2657

Ing. **Giuseppe Resta**  
Ord. Ingegneri Provincia di Roma n. 20629



## LOTTO 1 – OPERE D'ARTE MAGGIORI

Galleria artificiale Sote Raries  
Relazione Tecnica e di Calcolo

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA
COD. E PROG. INTERVENTO	LIV. ANNO N.PROG.	T01GA01OSTRE01B			
DPVE0406	D 2101	T01GA01OSTRE01		B	-
D					
C					
B	Revisione a seguito richieste CSLLPP	Aprile '23	Morigi	E.Moscatelli	G. Guiducci
A	Emissione	Feb 23'	M. Diletto	E.Moscatelli	G. Guiducci
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

<b>1.</b>	<b><u>PREMESSA.....</u></b>	<b><u>2</u></b>
<b>2.</b>	<b><u>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....</u></b>	<b><u>6</u></b>
2.1.	CALCESTRUZZO PARATIA DI PALI .....	6
2.2.	CALCESTRUZZO SOLETTE E CORDOLO.....	6
2.3.	CALCESTRUZZO MAGRO .....	7
2.4.	ACCIAIO D'ARMATURA .....	7
<b>3.</b>	<b><u>NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....</u></b>	<b><u>8</u></b>
<b>4.</b>	<b><u>CRITERI DI VERIFICA.....</u></b>	<b><u>9</u></b>
<b>5.</b>	<b><u>MODELLAZIONE GEOTECNICA.....</u></b>	<b><u>11</u></b>
<b>6.</b>	<b><u>METODO DI CALCOLO .....</u></b>	<b><u>12</u></b>
6.1.	SOFTWARE DI CALCOLO .....	12
6.1.1.	<i>Verifiche geotecniche e strutturali delle strutture .....</i>	<i>13</i>
6.1.2.	<i>Verifiche di stabilità versante.....</i>	<i>13</i>
6.1.3.	<i>Verifiche sezioni in CA .....</i>	<i>13</i>
6.2.	AZIONI E CARICHI AGENTI .....	14
6.2.1.	<i>Carichi permanenti.....</i>	<i>14</i>
6.3.	ELEMENTI STRUTTURALI .....	17
6.3.1.	<i>Paratia di pali .....</i>	<i>17</i>
6.3.2.	<i>Paratia di mezzi pali.....</i>	<i>18</i>
6.3.3.	<i>Soletta superiore, soletta inferiore e cordolo .....</i>	<i>19</i>
<b>7.</b>	<b><u>VERIFICHE GALLERIA ARTIFICIALE.....</u></b>	<b><u>20</u></b>
7.1.	SEZIONE TIPO 1 .....	21
7.1.1.	<i>Descrizione dell'opera .....</i>	<i>21</i>
7.1.2.	<i>Fasi di calcolo .....</i>	<i>22</i>
7.1.3.	<i>Risultati .....</i>	<i>28</i>
7.1.4.	<i>Verifiche .....</i>	<i>45</i>
7.2.	SEZIONE TIPO 2 E 3.....	54
7.2.1.	<i>Descrizione dell'opera .....</i>	<i>54</i>
7.2.2.	<i>Stratigrafia di calcolo.....</i>	<i>55</i>
7.2.3.	<i>Fasi di calcolo .....</i>	<i>56</i>
7.2.4.	<i>Risultati .....</i>	<i>62</i>
7.2.5.	<i>Verifiche .....</i>	<i>83</i>
7.3.	SEZIONE TIPO 4 .....	92
7.3.1.	<i>Descrizione dell'opera .....</i>	<i>92</i>

7.3.1. <i>Stratigrafia di calcolo</i> .....	92
7.3.2. <i>Fasi di calcolo</i> .....	93
7.3.3. <i>Risultati</i> .....	99
7.3.4. <i>Verifiche</i> .....	116
<b>8. ALLEGATI DI CALCOLO</b> .....	<b>125</b>

**1. PREMESSA**

La presente relazione si riferisce al Lotto (1° stralcio funzionale) del più vasto intervento della Variante di Cortina; più specificatamente viene descritto l'intervento così detto di "penetrazione a Sud dell'abitato di Cortina" che costituisce la parte preliminare della realizzazione dell'intero intervento.

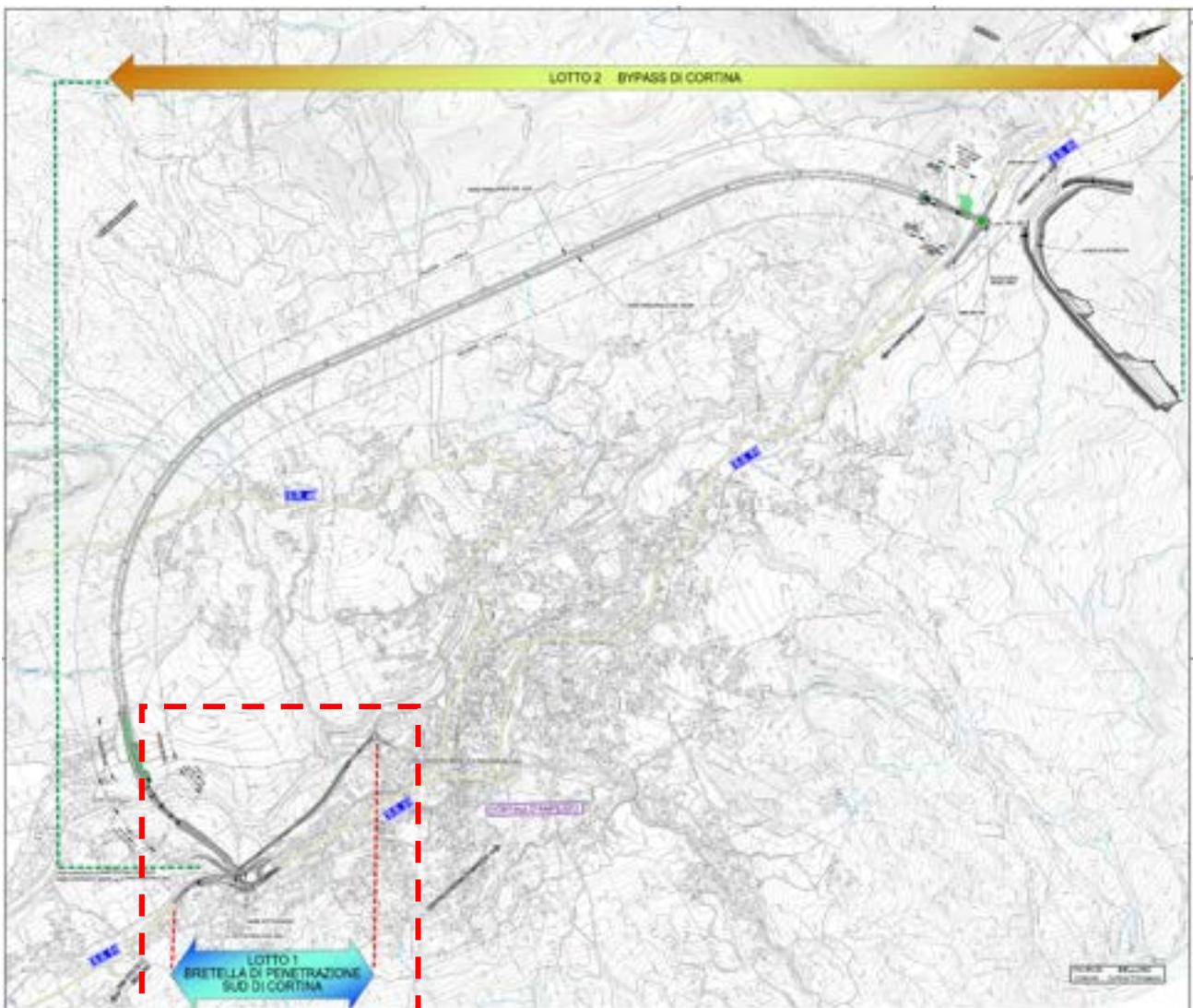


Figura 1-1: Inquadramento dell'intervento nell'abitato di Cortina d'Ampezzo Stralci Funzionali

PROGETTAZIONE ATI:

Obiettivo di tale stralcio funzionale è quello di realizzare un'infrastruttura per il "*miglioramento della viabilità di accesso all'abitato di Cortina*". La realizzazione di questo intervento viene programmata in relazione all'evento internazionale dei giochi olimpici Invernali di "Milano-Cortina 2026", che si terranno nella famosa località Ampezzane, e che costituiscono una importante occasione per un ulteriore sviluppo turistico dell'area.

Pertanto, in occasione dell'evento sportivo lo studio del miglioramento della viabilità di accesso all'abitato di Cortina d'Ampezzo gioca un ruolo fondamentale.

È stato quindi condotto uno studio della rete stradale nel comune di Cortina, individuando i tratti di viabilità caratterizzati da criticità e meritevoli di approfondimenti.

In particolare, la SS51 a sud dell'abitato presenta attualmente delle discontinuità funzionali derivanti dalla connotazione urbana che l'asse assume in corrispondenza dell'attraversamento del centro abitato, caratterizzati da una situazione di perenne congestione per la sovrapposizione dei traffici interni e dei traffici di attraversamento.

La nuova visione della città e l'offerta turistica di qualità richiedono invece di migliorare la vivibilità e la qualità dell'aria, riservando le zone centrali alla sola mobilità pedonale e realizzando parcheggi in punti facilmente raggiungibili a piedi, peraltro collegati al centro e agli impianti di risalita da percorsi dedicati.

Il presente progetto corrisponde all'obiettivo di configurare, con una serie di interventi coordinati, una nuova viabilità in grado di definire dei nuovi percorsi esterni al centro urbano:

- per il traffico di attraversamento nelle direttrici nord – sud lungo la SS51;
- per il traffico di accesso ai servizi turistici;

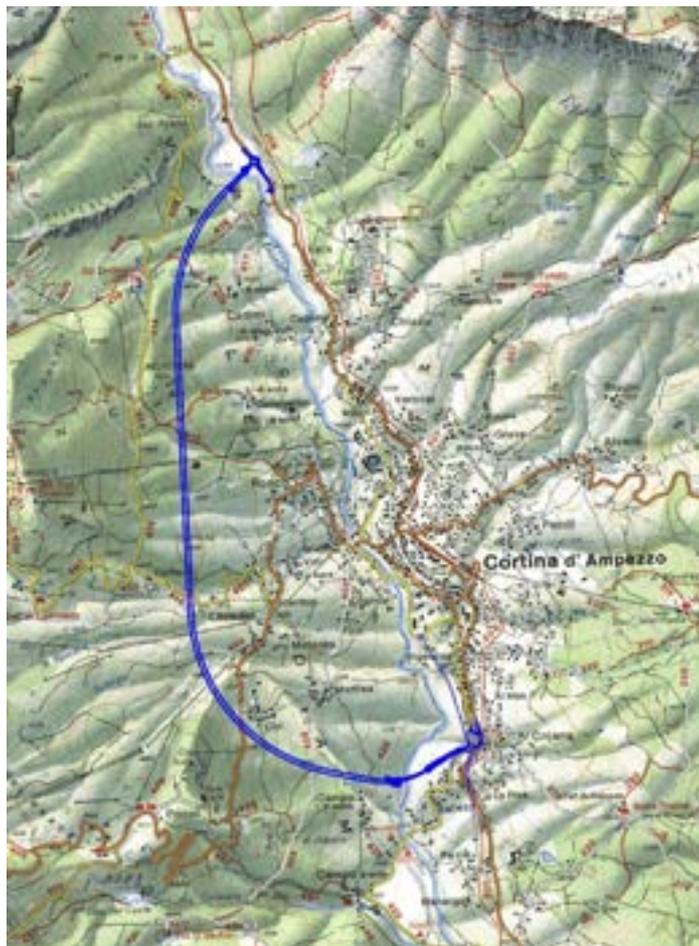
evitando la sovrapposizione con il traffico destinato alle zone interne della città.

Allo scopo il presente progetto è studiato in modo tale da essere perfettamente integrato con il progetto del by-pass in galleria di Cortina d'Ampezzo (2° stralcio funzionale). Il secondo stralcio del presente progetto, riguarda una variante complessiva della lunghezza di circa 5 km a ovest dell'abitato, collegato e integrato a sud con la rotonda sulla SS51 facente parte dell'infrastruttura oggetto del 1° stralcio funzionale.

I traffici che attualmente interessano le arterie principali possono essere ripartiti in tre componenti: quella di attraversamento, che si caratterizza per una notevole percentuale di mezzi pesanti, quella di penetrazione verso il centro turistico con destinazione alle aree di parcheggio distribuite diffusamente al suo interno, e quella di scambio interno per spostamenti nell'ambito delle diverse aree comunali sia per gli scopi turistici che per quelli residenziali.

L'intervento complessivo del progetto (inteso come 1° e 2° stralcio funzionale) si propone di eliminare, o quanto meno minimizzare, gli effetti negativi prodotti dalle prime due componenti di traffico, ovvero sia i traffici di attraversamento che quelli di penetrazione.

Il traffico attuale in attraversamento all'abitato di Cortina d'Ampezzo rappresenta nel totale (mezzi leggeri + pesanti) una componente minoritaria del traffico complessivo che interessa l'ambito urbano, soprattutto a causa della forte polarità del dentro urbano rispetto alle zone più a sud. Tuttavia, se si considera il solo traffico pesante, la componente in attraversamento costituisce di contro una percentuale significativa, in grado di generare disagi importanti sul traffico cittadino. Non infrequenti sono i fenomeni di congestione temporanea del traffico dovuto al blocco di tali mezzi per motivi legati alla geometria delle strade, al consistente traffico nelle stagioni di punta del turismo e, non ultimo, alle condizioni meteorologiche avverse.



**Figura 1-2: Inquadramento dell'intervento nell'abitato di Cortina d'Ampezzo**

Per quanto riguarda più specificatamente i traffici di penetrazione il progetto si integra, nella parte iniziale del tracciato, con la realizzazione della strada locale che configurerà una connessione con il centro urbano e a sua volta, attraverso altri interventi progettuali in programmazione, con la S.S.48. Come si vedrà meglio nel seguito, il primo stralcio funzionale, già denominato "miglioramento della viabilità di accesso all'abitato di Cortina" è stato oggetto di un precedente progetto elaborato per i Campionati del Mondo di Sci Alpino del 2021, e ha esperito la procedura di VIA. Esso viene quindi recepito nel presente PFTE e reso compatibile con la successiva realizzazione del by-pass, tramite la riorganizzazione della viabilità locale.

Lo svincolo di connessione con il centro abitato è ubicato in corrispondenza di aree ad elevato interesse turistico che, secondo la previsione dell'amministrazione comunale, potranno essere impiegate per la realizzazione di parcheggi a servizio del centro storico della famosa località Ampezzana, in modo da ridurre i fenomeni di congestionamento da traffico dovuti alla penetrazione interna e alla ricerca del parcheggio.

OPERE D'ARTE MAGGIORE – GALLERIA ARTIFICIALE SOTE RARIES – RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO

La relazione è afferente al dimensionamento, alle analisi e alle verifiche della galleria artificiale presente nel progetto attraverso lo studio delle seguenti sezioni:

- SEZIONE TIPO 1: da pk 0+315.00 a pk 0+397.83
- SEZIONE TIPO 2: da pk 0+397.83 a pk 0+415.20 e da pk 0+483.20 a pk 0+492.50
- SEZIONE TIPO 3: da pk 0+415.20 a pk 0+483.20
- SEZIONE TIPO 4: da pk 0+492.50 a pk 0+590.00

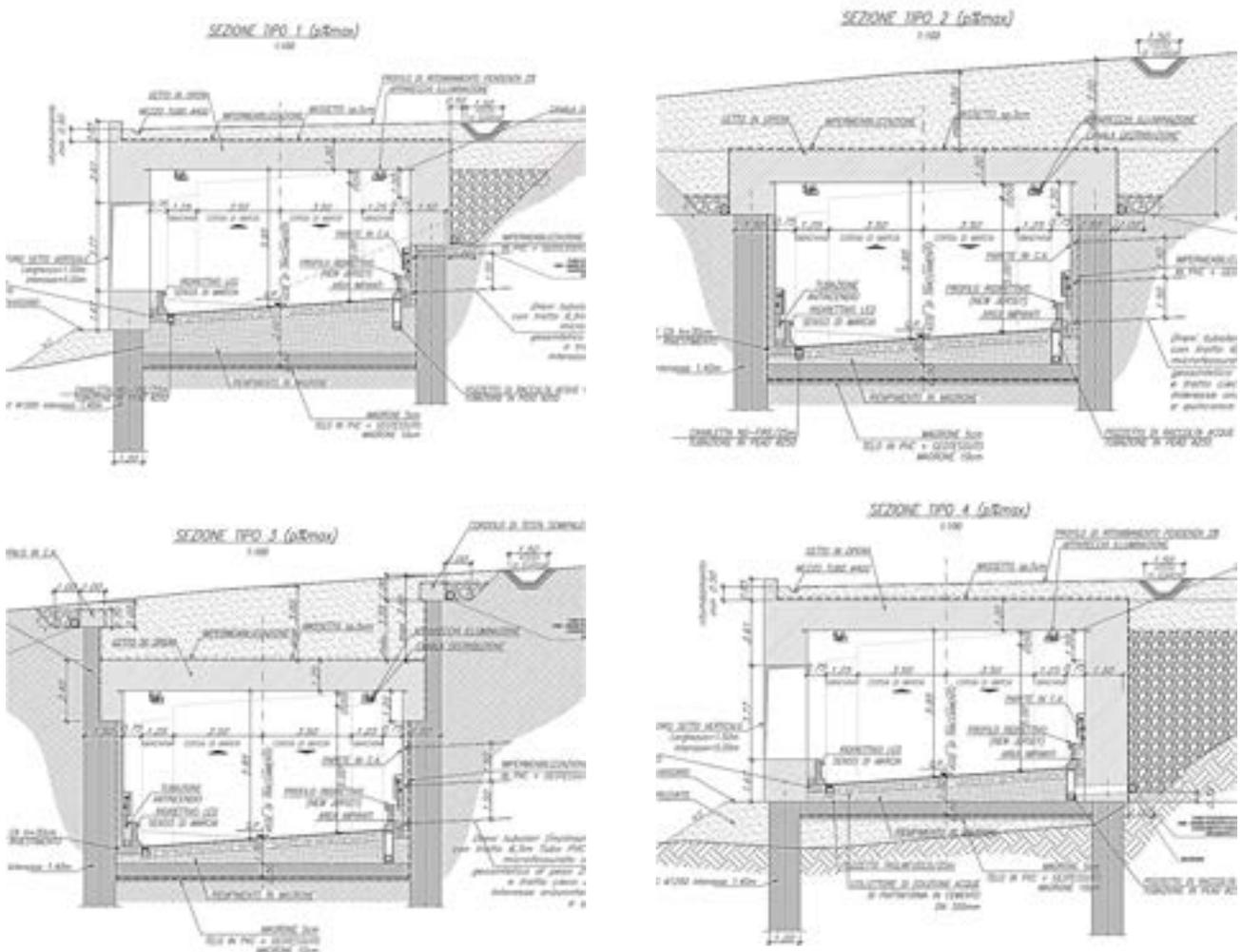


Figura 1-3 Sezioni tipo Galleria artificiale Sote Raries

PROGETTAZIONE ATI:

## 2. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

### 2.1. CALCESTRUZZO PARATIA DI PALI

Il materiale deve essere confezionato in modo tale da garantire le prestazioni minime richieste dalla normativa (UNI 206-1 UNI 11104/04) per:

- CLASSE DI RESISTENZA **C28/35**

$f_{ck} = 28 \text{ MPa}$	resistenza cilindrica caratteristica a
$f_{cd} = 0.85 \times 28 / 1.50 = 15.87 \text{ MPa}$	resistenza di calcolo a compressione
$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 36 \text{ MPa}$	resistenza media cilindrica
$f_{ctm} = 0.30 \times f_{ck}^{2/3} = 2.77 \text{ MPa}$	resistenza media a trazione assiale
$f_{ctk} = 0.7 \times f_{ctm} = 1.94 \text{ MPa}$	resistenza a trazione
$f_{cfm} = 1.2 \times f_{ctm} = 3.32 \text{ MPa}$	resistenza media a trazione per flessione
$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.29 \text{ MPa}$	resistenza a trazione di calcolo
$E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3} = 32300 \text{ MPa}$	modulo elastico istantaneo
$\gamma_{cls} = 25.0 \text{ kN/mc}$	peso per unità di volume

• CLASSE DI ESPOSIZIONE **XF2 + XC2**

$a/c = 0,50$	rapporto massimo acqua – cemento
$340 \text{ kg/m}^3$	dosaggio minimo cemento

• CLASSE DI CONSISTENZA **S4**

Lo spessore minimo del copriferro, determinato in accordo alle indicazioni fornite dall' EUROCODICE 2-UNI ENV 1992 in funzione delle classi di esposizione ambientali, è pari a 45 mm netti. Nei calcoli si adotta un copriferro per i pali della paratia pari a 75 mm netti.

### 2.2. CALCESTRUZZO SOLETTE E CORDOLO

Il materiale deve essere confezionato in modo tale da garantire le prestazioni minime richieste dalla normativa (UNI 206-1 UNI 11104/04) per:

- CLASSE DI RESISTENZA **C28/35**

$f_{ck} = 28 \text{ MPa}$	resistenza cilindrica caratteristica a
$f_{cd} = 0.85 \times 28 / 1.50 = 15.87 \text{ MPa}$	resistenza di calcolo a compressione
$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 36 \text{ MPa}$	resistenza media cilindrica
$f_{ctm} = 0.30 \times f_{ck}^{2/3} = 2.77 \text{ MPa}$	resistenza media a trazione assiale
$f_{ctk} = 0.7 \times f_{ctm} = 1.94 \text{ MPa}$	resistenza a trazione
$f_{cfm} = 1.2 \times f_{ctm} = 3.32 \text{ MPa}$	resistenza media a trazione per flessione
$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.29 \text{ MPa}$	resistenza a trazione di calcolo
$E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3} = 32300 \text{ MPa}$	modulo elastico istantaneo
$\gamma_{cls} = 25.0 \text{ kN/mc}$	peso per unità di volume

• CLASSE DI ESPOSIZIONE **XF2**

PROGETTAZIONE ATI:

a/c = 0,50  
340 kg/m<sup>3</sup>

rapporto massimo acqua – cemento  
dosaggio minimo cemento

- CLASSE DI CONSISTENZA **S4**

Lo spessore minimo del copriferro, determinato in accordo alle indicazioni fornite dall' EUROCODICE 2-UNI ENV 1992 in funzione delle classi di esposizione ambientali, è pari a 40 mm netti.

### 2.3. CALCESTRUZZO MAGRO

Il materiale deve essere confezionato in modo tale da garantire le prestazioni minime richieste dalla normativa (UNI 206-1 UNI 11104/04) per:

- CLASSE DI RESISTENZA **C12/15**

### 2.4. ACCIAIO D'ARMATURA

Si utilizzeranno barre ad aderenza migliorata controllato in stabilimento dotate delle seguenti caratteristiche

#### **B450C**

$f_{tk} = 540 \text{ MPa}$

$\gamma_s = 1.15$

$E_s = 210.000 \text{ N/mm}^2$

$\nu = 0.3$

$k = (f_t/f_y)_k = 1.2$

$\epsilon_{uk} = (A_{gt})_k = 0.075$

$\epsilon_{ud} = 0.9 * \epsilon_{uk} = 0.0675$

Classe di resistenza

Resistenza caratteristica a rottura

Coefficiente parziale di sicurezza

Modulo elastico

Coefficiente di Poisson

Rapporto di sovraresistenza

Deformazione ultima caratteristica

Deformazione ultima di calcolo

### 3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si riporta di seguito l'elenco delle leggi e dei decreti di carattere generale, assunti come riferimento.

- *Decreto Ministero Infrastrutture 17 gennaio 2018*  
Aggiornamento delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni"
- *Circolare n.7 del 21 gennaio 2019 del C.S.LL.PP. Ministero Infrastrutture e Trasporti*  
Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni"

Si è, inoltre, fatto riferimento ai seguenti libri di testo:

- FONDAZIONI (C. Viggiani, 2014) – Hevelius edizioni 1999.

#### 4. CRITERI DI VERIFICA

In accordo con il § 6.5.3.1.2 del D.M. 17/01/2018, per le analisi relative alle paratie sono stati presi in considerazione i seguenti stati limite di progetto:

- Stato Limite di Esercizio (**SLE**)  
Tali analisi prevedono che il valore di progetto delle analisi  $E_d$  sia minore del valore di progetto limite dell'effetto delle azioni  $C_d$ .

$$E_d \leq C_d$$

*Combinazione caratteristica:* le analisi sono condotte considerando i valori caratteristici delle azioni esterne  $A_k$  e dei parametri geotecnici  $M_k$ . Nel caso in esame si sono valutati gli spostamenti corrispondenti agli stati limite di servizio in condizioni statiche (SLE) per verificarne la compatibilità con la funzionalità dell'opera e dei manufatti adiacenti.

- 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'azione o dell'effetto dell'azione e dove  $R_d$  è il valore di progetto della resistenza. La verifica di tale condizione deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le Azioni ( $A$ ), per i parametri geotecnici ( $M$ ) e per le resistenze ( $R$ ). Le verifiche sono state condotte considerando i seguenti stati limite:

- SLU di tipo geotecnico (GEO)
  - collasso per rotazione intorno ad un punto dell'opera (atto di moto rigido);
  - sfilamento di uno o più ancoraggi;
  - instabilità del complesso opera di sostegno-terreno;
- SLU di tipo strutturale (STR)
  - raggiungimento della resistenza in uno o più ancoraggi;
  - raggiungimento della resistenza in uno o più puntoni o di sistemi di contrasto;
  - raggiungimento della resistenza strutturale degli elementi strutturali.

Nel presente caso, così come previsto dalla Circolare dell'11 febbraio 2019 §C6.5.3.1.2, il collasso per rotazione intorno a un punto dell'opera, inteso come uno stato limite in cui si raggiungano le condizioni di equilibrio limite del terreno interagente con l'opera e che sia cinematicamente possibile un atto di moto rigido intorno alla paratia, non può verificarsi in quanto presenti più livelli di vincolo (soletta superiore e soletta inferiore).

L'analisi di stabilità globale del complesso opera di sostegno – terreno deve essere effettuata, invece, secondo l' *Approccio 1 – Combinazione 2 [A2+M2+R2]*, in cui  $R2 = 1,1$ .

Le rimanenti verifiche vengono effettuate secondo l'Approccio 1, in cui si eseguono due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti, ognuna delle quali può essere critica per differenti aspetti dello stesso progetto. Le combinazioni di coefficienti utilizzati sono le seguenti:

- Combinazione 1 [A1+M1+R1]
- Combinazione 2 [A2+M2+R1]

PROGETTAZIONE ATI:

Nel presente caso, le verifiche geotecniche e strutturali degli ancoraggi non verranno eseguite, poiché non è prevista la realizzazione di tali elementi strutturali.

Al paragr. 7.11.6.3.2 de DM 17/01/2018 si specifica che per le paratie devono essere soddisfatte le condizioni di sicurezza nei confronti dei possibili stati limiti ultimi (SLV) verificando il rispetto della condizione [6.2.1] con i coefficienti di sicurezza parziali prescritti al paragr. 7.11.1. Quindi, le verifiche agli stati limite ultimi in presenza di azioni sismiche devono essere eseguite ponendo pari a 1 i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici e con i coefficienti  $\gamma_R$  del gruppo R1 pari all'unità. Le prescrizioni relative alle verifiche in condizioni sismiche corrispondono agli approcci indicati con:

- EQK (GEO)
- EQK (STR)

In condizioni sismiche, le verifiche di stabilità globale sono state eseguite considerando la Combinazione 2 dell'Approccio 1 [A2+M2+R2] in cui vengono posti pari a 1 i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici e impiegando per la valutazione delle resistenze un coefficiente  $\gamma_R$  pari 1.20. Il fattore di sicurezza deve pertanto essere  $\geq 1.1$  (R2) in condizioni statiche.

Le verifiche SLU sono state eseguite considerando le combinazioni di coefficienti parziali indicati nelle NTC 2018, riportati nelle tabelle seguenti.

**Tabella 4-1: Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni (Tab. 6.2.I- NTC2018)**

	Effetto	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti $G_1$	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2$	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili $Q$	Favorevole	$\gamma_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

**Tabella 4-2 Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (Tab. 6.2.II- NTC2018)**

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_\phi$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	$\gamma_\gamma$	1,0	1,0

I coefficienti R1 e R2 sono posti pari all'unità, salvo diverse indicazioni.

## 5. MODELLAZIONE GEOTECNICA

All'interno della *Relazione geotecnica* (COD ELAB T04GE02GETRE01) con riferimento ai terreni individuati si è proceduto a definire le caratteristiche fisico-meccaniche combinando i risultati delle prove di laboratorio e delle indagini in sito svolte nel corso delle diverse campagne d'indagini, mediante correlazioni proposte in letteratura e già ampiamente verificate sul piano sperimentale. Sono stati quindi definiti per ciascuna unità geotecnica i valori caratteristici dei parametri di resistenza e deformabilità.

**Tabella 5-1 Sintesi parametri caratteristici**

Unità geotecnica		$\gamma_n$	$c'$	$\varphi'$	$c_u$		$E$	
		(kN/m <sup>3</sup> )	(kPa)	(°)	(kPa)		(MPa)	
UG1a	Argilla con ghiaia	18 ÷ 20	0 ÷ 20	24 ÷ 28	50 ÷ 100 100 ÷ 300	z < 10 m z ≥ 10 m	15 ÷ 30 30 ÷ 60	z < 15 m z ≥ 15 m
UG1b	Argilla	18 ÷ 20	10 ÷ 20	24 ÷ 26	50 ÷ 100 100 ÷ 300	z < 10 m z ≥ 10 m	15 ÷ 30 30 ÷ 60	z < 15 m z ≥ 15 m
UG2	Ghiaia	19 ÷ 20	0 ÷ 5	28 ÷ 32	-		30 ÷ 50 50 ÷ 100	z < 15 m z ≥ 15 m
UG3	Corpo di frana	18 ÷ 20	0 ÷ 20 [0]	24 ÷ 28 [18 ÷ 22]	-		5 ÷ 15	

[\*] = parametro in condizioni residue

## 6. METODO DI CALCOLO

Ai fini del dimensionamento geotecnico e strutturale le verifiche sono state eseguite adottando il metodo semiprobabilistico agli Stati Limite, utilizzando come normativa di riferimento il testo unico sulle norme tecniche per le costruzioni (D.M. 2018 ) e successivi aggiornamenti.

### 6.1. SOFTWARE DI CALCOLO

Le analisi numeriche sono state condotte con l'impiego di un software dedicato alla risoluzione di problemi di tipo geotecnico quale Plaxis 2d versione 21.01.00.479, debitamente licenziata.

Il codice di calcolo Plaxis effettua un'analisi bidimensionale con il metodo degli elementi finiti (F.E.M.); si basa, infatti, su una discretizzazione del terreno, inteso come mezzo continuo, tramite la determinazione di una mesh con l'ipotesi che gli elementi si scambino le azioni solo attraverso i punti nodali; in tali punti nel rispetto dell'equilibrio e della congruenza, attraverso la definizione dei legami costitutivi, si ottengono delle equazioni le cui soluzioni determinano gli spostamenti nodali. Una volta noti gli spostamenti ai nodi attraverso la definizione delle cosiddette funzioni di forma si ottengono le deformazioni e quindi gli spostamenti di tutti i punti costituenti l'elemento, dai quali, passando di nuovo per i legami costitutivi, si può risalire allo stato tensionale.

Le principali proprietà del programma sono:

Automatic mesh generation: per definire la mesh vengono utilizzati elementi triangolari che sono generati in maniera automatica, lasciando però la possibilità di raffittire gli stessi laddove necessario. Nel caso di specie viene applicato un raffittimento in prossimità della paratia di pali per aver una maggiore precisione;

Interfaces: sono utilizzate per simulare l'interazione tra le strutture e il terreno, ovvero per avere uno spostamento relativo tra i due; è quindi possibile definire per uno strato molto sottile (spessore di default del programma) a contatto con la struttura dei valori di attrito e adesione che non sono necessariamente gli stessi del terreno circostante. Nel modello è stato assegnato all'interfaccia un materiale puramente attritivo ( $c'=0$ ) caratterizzato da un angolo d'attrito terreno-struttura pari a pari a 2/3 dell'angolo d'attrito del terreno con cui l'elemento è a contatto. Il valore della rigidità non è stato variato rispetto quello del terreno;

Material model: Plaxis presenta vari modelli per simulare il comportamento del terreno a diversi livelli di complessità. Il modello usualmente utilizzato che descrive con discreta approssimazione il comportamento reale dei terreni è Mohr-Coulomb, in cui il terreno ha un comportamento elastico perfettamente plastico;

Staged construction: è possibile simulare la successione delle fasi di costruzione e di scavo permettendo quindi una valutazione più realistica dello stato tensionale iniziale e della sua variazione al progredire dell'intervento.

Phi-c reduction (o Safety Calculation): Plaxis presenta questa opzione di calcolo per determinare i fattori di sicurezza e per valutare le condizioni di stabilità globale. Con tale analisi vengono ridotte progressivamente le caratteristiche di resistenza del terreno ( $\tan\phi'$  e  $c'$ ) fino al completo sviluppo del meccanismo di rottura. Il fattore di riduzione è così definito:

$$SF = \frac{\text{resistenza disponibile}}{\text{resistenza a rottra}} = \frac{\tan \phi'_{input}}{\tan \phi'_{reduced}} = \frac{c'_{input}}{c'_{reduced}}$$

e può essere inteso come il margine di sicurezza rispetto ad un fenomeno di instabilità globale. Il pedice input si riferisce alla caratteristica di resistenza adottata per l'analisi in esame, mentre il pedice "reduced" si riferisce alla caratteristica di resistenza per la quale si sviluppa il primo cinematico di rottura.

Se l'analisi Phi-c reduction viene lanciata a valle di una fase SLE (con parametri caratteristici) il valore di SF può essere assimilato ad un coefficiente di sicurezza globale; se viene lanciata a valle di uno SLU (con parametri ridotti), SF può essere assimilato al margine di sicurezza sulle resistenze:

$\gamma_R$ .

Secondo quanto imposto dalle NT2018 deve essere verificata la seguente disuguaglianza:

$$E_d \leq R_d$$

e quindi anche

$$E_d \leq \frac{R_d(\gamma_{M2})}{\gamma_{R2}}$$

dove  $E_d$  è il valore della azione (o dell'effetto dell'azione) di progetto e  $R_d$  è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico, che può essere valutato come rapporto tra la resistenza calcolata con i parametri ridotti del terreno,  $R(\gamma_{M2})$  e il fattore parziale  $\gamma_{R2} = 1,1$ .

Il programma determina le sollecitazioni sugli elementi strutturali, ma non esegue alcuna verifica, per cui, tale software è stata associata una verifica manuale puntuale di ciascuna sezione.

### 6.1.1. VERIFICHE GEOTECNICHE E STRUTTURALI DELLE STRUTTURE

Le verifiche geotecniche e strutturali dei pali sono condotte con l'ausilio di fogli di calcolo Excel pubblicati dalla casa editrice DEI (M. Mancina, R. Nori, P. Iasiello - Progetti e Calcoli di Geotecnica con Excel vol.2 - ed. DEI) e attraverso l'utilizzo di fogli di calcolo interni.

### 6.1.2. VERIFICHE DI STABILITÀ VERSANTE

Le verifiche di stabilità in condizioni statiche e sismiche sono state condotte con il supporto del programma Plaxis 2D attraverso l'analisi Phi-c reduction, precedentemente illustrata.

Lo squilibrio generato dall'introduzione di forze 'artificiali' sarà risolto dal kernel di calcolo in termini di deformazioni. Questi spostamenti aggiuntivi generati non hanno un significato fisico, ma gli spostamenti incrementali e/o le deformazioni di taglio incrementali nella fase finale (una volta raggiunta una soluzione stabile per  $\Sigma M_{sf}$ ), danno un'indicazione del probabile meccanismo di rottura. Si noti che gli spostamenti appena prima del raggiungimento del massimo  $\Sigma M_{sf}$  possono essere utilizzati per ottenere un ordine di grandezza degli spostamenti al momento del cedimento.

### 6.1.3. VERIFICHE SEZIONI IN CA

Per le verifiche delle sezioni in cemento armato si ricorre al seguente programma VcaSLU – ver. 7.8, novembre 2021, sviluppato dal Prof. Piero Gelfi.

Il programma consente la verifica di sezioni in cemento armato normale e precompresso, soggette a presso-flessione o tenso-flessione retta o deviata sia allo Stato Limite Ultimo che con il Metodo ne permette inoltre di tracciare il domino M-N.

PROGETTAZIONE ATI:

## 6.2. AZIONI E CARICHI AGENTI

Le azioni considerate per la verifica delle opere di sostegno sono le seguenti:

- *azioni permanenti strutturali*: peso proprio degli elementi strutturali, spinta del terreno a monte e a valle dell'opera.
- *azioni variabili*: non presenti in considerazione della conformazione dei luoghi.
- *azione sismica*: l'azione è stata omessa per l'opera provvisoria, mentre è stata considerata per le paratie che saranno definitive e costituiranno la galleria artificiale.

### 6.2.1. CARICHI PERMANENTI

#### 6.2.1.1. Peso proprio della struttura

Il peso proprio degli elementi strutturali si ottiene moltiplicando i singoli spessori per il peso specifico del cemento armato, pari a  $25 \text{ kN/m}^3$ .

#### 6.2.1.2. Peso proprio terreno di ricoprimento

Per il terreno di ricoprimento si assume un peso specifico  $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ .

Per il ricoprimento si considera uno spessore di circa 3 m sopra la soletta superiore.

#### 6.2.1.3. Spinta del terreno

La spinta del terreno è stata calcolata in condizioni di spinta limite attiva, considerando il coefficiente

$$K_A = \frac{1 - \sin \phi'}{1 + \sin \phi'} = \tan^2 \left( \frac{\pi}{4} - \frac{\phi'}{2} \right)$$

#### 6.2.1.4. Carico neve

Il valore del carico provocato dalla neve sulla struttura sarà valutato in accordo con il capitolo §3.4.1 del D.M. 2018 mediante l'espressione

$$q_s = q_{sk} \cdot \mu_i \cdot C_E \cdot C_t$$

dove

$q_{sk}$  è il valore di riferimento del carico dalla neve al suolo

$\mu_i$  è il coefficiente di forma del carico della neve al suolo

$C_E$  è il coefficiente di esposizione

$C_t$  è il coefficiente termico

Nella normativa vengono riportate le espressioni da utilizzare per il calcolo del carico da neve in funzione della 'zona di carico della neve' e dell'altitudine di riferimento (in funzione di quest'ultima, si differenziano i casi con  $a_s \leq 200 \text{ m}$  e con  $a_s > 200 \text{ m}$ ).

L'opera in oggetto è ubicata nel comune di Cortina D'Ampezzo (BL) a un'altitudine pari a circa 1.170 m; nel presente progetto, per il calcolo del valore di  $q_{sk}$ , si ricorre all'espressione impiegata per la 'Zona I – Alpina' con  $a_s > 200 \text{ m}$ :

$$q_{sk} = 1,39 \left( 1 + \left( \frac{a_s}{728} \right)^2 \right) \quad \text{in } \left[ \frac{\text{kN}}{\text{m}} \right]$$

ottenendo così il valore  $q_{sk} = 4,98 \text{ kN/m}$ .

Per definire il coefficiente di forma della copertura  $\mu_i$  si ricorre alla Tab. 3.4.II della normativa, che indica il valore  $\mu_i = 0,8$  per il pendio del versante avente un'inclinazione del pendio rispetto l'orizzontale  $\alpha \approx 10^\circ$ .

Il coefficiente di esposizione  $C_E$  viene definito con la Tab 3.4.I della normativa, facendo riferimento alle aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve (normale); per tale area si indica il valore  $C_E = 1,0$ .

In assenza di uno specifico e documentato studio, deve essere posto  $C_t = 1$ .

Il valore del carico provocato dalla neve sulla struttura assume quindi il valore  $q_s = 3.98 \text{ kN/m}$ , il quale si considera agente in direzione verticale e lo si riferisce alla proiezione orizzontale della copertura. *Il carico neve si considera essere trascurabile ai fini delle verifiche della struttura.*

#### 6.2.1.5. Carichi sismici

L'azione sismica è definita secondo quanto riportato nel par. 3.2 del DM 17/01/2018 a partire dall'accelerazione massima attesa su affioramento roccioso ( $a_g$ ) e dai parametri spettrali ( $F_0$  e  $T_c^*$ ) per il sito di riferimento. Assumendo che:

- la vita nominale delle opere in oggetto sia pari  $V_N = 50$  anni;
- la classe d'uso a cui si fa riferimento sia la III ( $C_U = 2.00$ )

si determina un periodo di riferimento  $V_R = V_N \times C_U = 100$  anni.

In considerazione della probabilità di superamento dell'accelerazione di progetto  $P_{VR}$  nel periodo di riferimento  $V_R$ , viene definito un tempo di ritorno  $T_R = -V_R / \ln(1-P_{VR})$ .

Allo stato limite di salvaguardia della vita (SLV) si pone  $P_{VR} = 10\%$ , pertanto  $T_R = 946$  anni.

Relativamente alla galleria artificiale sono stati considerati i seguenti parametri allo SLV:

- $a_g = 0.1060 \text{ g}$
- $F_0 = 2.616$
- $T_c^* = 0.397 \text{ s}$

dove:

- $a_g$  è l'accelerazione orizzontale massima al sito
- $F_0$  è il valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale
- $T_c^*$  è il valore di riferimento per la determinazione del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

I valori di  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c^*$  per i periodi di ritorno  $T_R$  associati a ciascuno stato limite, che definiscono lo spettro di risposta elastico di riferimento in accelerazione  $S_e(T)$  dai quali viene ricavato lo spettro di progetto  $S_d(T)$ , sono stati ricavati con il programma "Spettri-NTC.ver.1.03" realizzato dal Ministero delle Infrastrutture – Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. Nelle tabelle successive vengono riportati in dettaglio i parametri sismici per la definizione dell'azione sismica di progetto.

Tabella 6-1: Parametri per la definizione dell'azione sismica di progetto

SLATO LIMITE	$T_s$ [anni]	$a_s$ [g]	$F_s$ [-]	$T_C'$ [s]
SLO	45	0.033	2.578	0.226
SLD	75	0.040	2.590	0.272
SLV	712	0.098	2.627	0.384
SLC	1462	0.122	2.630	0.411

L'accelerazione di picco  $a_{max}$  è valutata come:

$$a_{max} = S \cdot a_g = (S_S \cdot S_T) \cdot a_g$$

dove S è il coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica ( $S_S$ ) e dell'amplificazione topografica ( $S_T$ ). In particolare, tali coefficienti assumono i seguenti valori:

- $S_S = 1.50 \rightarrow$  Categoria di sottosuolo di tipo **C**
- $S_T = 1.20 \rightarrow$  Categoria topografica **T2**

Pertanto, risulterà

$$a_{max} = 1.50 \cdot 1.20 \cdot 1.041 \text{ m/s}^2 = 1.695 \text{ m/s}^2 = 0.173 \text{ g.}$$

L'analisi delle opere di sostegno in condizioni sismiche è stata eseguita con il metodo pseudo-statico, in cui l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente, costante nello spazio e nel tempo, proporzionale al peso W del volume di terreno potenzialmente instabile.

$$\Delta S_W = \gamma \cdot H^2 \cdot a_{max}$$

Le componenti orizzontale e verticale di tale forza devono essere ricavate in funzione delle proprietà del moto atteso nel volume di terreno potenzialmente instabile e della capacità di tale volume di subire spostamenti senza subire riduzioni di resistenza. In mancanza di studi specifici, le componenti orizzontale e verticale della forza statica equivalente possono esprimersi come

$$F_h = k_h \cdot W ; F_v = k_v \cdot W$$

in cui

$$k_h = \beta_s \frac{a_{max}}{g} ; k_v = \pm 0.5 K_h$$

con  $\beta_s$  unitario, data la rigidità dell'opera.

Per le verifiche di stabilità globale in condizioni sismiche i coefficienti pseudo-statici  $k_h$  e  $k_v$  sono ridotti adottando opportuni valori di  $\beta_s$  in riferimento al "fronti di scavo e rilevati" (§7.11.4 NTC2018).

Si è condotta, inoltre, un'analisi di stabilità del pendio naturale previa realizzazione della galleria artificiale. Nella seguente analisi, condotta anche essa in condizioni sismiche, i coefficienti pseudo-statici  $k_h$  e  $k_v$  sono ridotti adottando opportuni valori di  $\beta_s$  in riferimento al "pendii naturali" (§7.11.3.5, NTC2018).

Si riportano i valori delle accelerazioni orizzontali e verticali impiegate per il progetto dell'opera.

	$k_h = a_h/g$	$k_v = a_v/g = 0.5 \cdot a_h/g$
ANALISI DIMENSIONANTE	0.173	$\pm 0.086$

ANALISI DI STABILITÀ GLOBALE - PRE INTERVENTO	0.035	±0.017
ANALISI DI STABILITÀ GLOBALE - POST INTERVENTO	0.066	±0.033

### 6.3. ELEMENTI STRUTTURALI

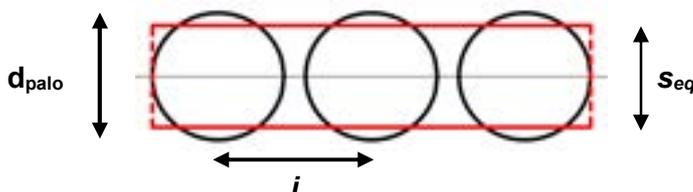
#### 6.3.1. PARATIA DI PALI

All'interno del software di calcolo Plaxis 2d, la paratia di pali è stata modellata attraverso elementi 'plate', elementi dotati di rigidezza flessionale (EI) significativa e di rigidezza assiale (EA). Le proprietà dei materiali dei plates sono contenute nei set di dati dei materiali. La paratia viene modellata, quindi, come una struttura a sezione rettangolare di larghezza unitaria e con uno spessore equivalente calcolato dal software mediante la relazione:

$$d_{eq} = \sqrt{\frac{12 \cdot EI_{eq}}{EA_{eq}}}$$

La rigidezza flessionale ed il modulo resistente caratteristico della palificata prevista dal progetto sono stati valutati riconducendosi ad una sezione equivalente rettangolare larga 1m, in solo calcestruzzo di classe C28/35. Con riferimento alla figura seguente si ha:

$$I_{palo} = \frac{\pi d_{palo}^4}{64}$$



dove

- $I_{palo}$  Momento di inerzia del palo;
- $d_{palo}$  Diametro esterno del palo.

L'inerzia equivalente  $I_{eq}$  della sezione rettangolare risulta perciò

$$I_{eq} = \frac{E_{palo} \cdot I_{palo}}{E_{cls} \cdot i}$$

in cui

- $I_{eq}$  Momento di inerzia equivalente di calcolo dei pali per unità di lunghezza, riferito al modulo elastico del calcestruzzo;
- $E_{palo}$  Modulo elastico del calcestruzzo dei pali;
- $E_{cls}$  Modulo elastico del calcestruzzo di riferimento;
- $i$  Interasse pali.

Nota la rigidezza equivalente della sezione, si è calcolato lo spessore equivalente  $s_{eq}$  con l'espressione

PROGETTAZIONE ATI:

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

E di conseguenza l'area equivalente della sezione di lunghezza unitaria viene calcolata come

$$A_{eq} = 1 m \cdot s_{eq}$$

Il *plate* utilizzato per la modellazione della paratia di pali di grande diametro  $\Phi 1200$  posti a interasse di 1,4 m realizzati mediante cls di classe C28/35 è caratterizzato dai seguenti parametri:

<b>DATI DI INPUT</b>	$D_{palo}$	1200 [mm]
	$R_{palo}$	600 [mm]
	$i$	1400 [mm]
	$E_{cls}$	32308 [N/mm <sup>2</sup> ]
<b>DATI DI OUTPUT</b>	$EI_{eq}$	2.35E+06 [kN m <sup>2</sup> ]
	$s_{eq}$	0,956 [m]
	$EA_{eq}$	3.09E+07 [kN/m]

### 6.3.2. PARATIA DI MEZZI PALI

All'interno del software di calcolo Plaxis 2d, la paratia di mezzi pali è stata modellata anche essa attraverso elementi '*plate*' dotati di rigidezza flessionale (EI) significativa e di rigidezza assiale (EA). La paratia viene modellata, quindi, come una struttura a sezione rettangolare di larghezza unitaria e con uno spessore equivalente calcolato dal software mediante la relazione:

$$d_{eq} = \sqrt{\frac{12 \cdot EI_{eq}}{EA_{eq}}}$$

In questo caso, l'inerzia del mezzo palo ha l'espressione:

$$I_{mezzo-palo} = r^4 \left( \frac{\pi}{8} - \frac{8}{9\pi} \right) + \frac{\pi r^2}{2} \cdot (0.4244 \cdot r)^2$$

Considerando valide le relazioni espresse nel punto precedente per il calcolo della rigidezza flessionale e assiale, il *plate* utilizzato per la modellazione della paratia di mezzi pali di grande diametro  $\Phi 1200$  posti a interasse di 1,4 m realizzati mediante cls di classe C28/35 è caratterizzato dai seguenti parametri:

<b>DATI DI INPUT</b>	$D_{palo}$	1200 [mm]
	$R_{palo}$	600 [mm]
	$i$	1400 [mm]
	$E_{cls}$	32308 [N/mm <sup>2</sup> ]

PROGETTAZIONE ATI:

<b>DATI DI OUTPUT</b>	$EI_{eq}$	$1,17E+06$ [kN m <sup>2</sup> ]
	$Seq$	$0,758$ [m]
	$EA_{eq}$	$2,45E+07$ [kN/m]

### 6.3.3. SOLETTA SUPERIORE, SOLETTA INFERIORE E CORDOLO

All'interno del software di calcolo Plaxis 2d la soletta superiore, la soletta inferiore e il cordolo sono stata modellati anche essi attraverso elementi 'plate' dotati di rigidità flessionale (EI) significativa e di rigidità assiale (EA).

Gli elementi strutturali vengono modellati, quindi, come una struttura a sezione rettangolare di larghezza unitaria e con uno spessore equivalente calcolato dal software mediante la relazione:

$$d_{eq} = \sqrt{\frac{12 \cdot EI_{eq}}{EA_{eq}}}$$

In questo caso, l'inerzia delle sezioni rettangolari ha l'espressione:

$$I_{SEZ} = \frac{b \cdot h^3}{12}$$

Data la sezione rettangolare delle strutture, lo spessore equivalente corrisponde con lo spessore della sezione stessa. Pertanto, i plates utilizzati per la modellazione delle solette e del cordolo realizzati mediante cls di classe C28/35 sono caratterizzati dai seguenti parametri:

Tabella 6-2 Dati di input degli elementi plates

<b>Soletta superiore</b>	<b>DATI DI INPUT</b>	$B$	$1000$ [mm]
		$H$	$1200$ [mm]
		$E_{cls}$	$32308$ [N/mm <sup>2</sup> ]
	<b>DATI DI OUTPUT</b>	$EI_{eq}$	$4,65E+06$ [kN m <sup>2</sup> ]
		$EA_{eq}$	$3,88E+07$ [kN/m]
<b>Soletta inferiore</b>	<b>DATI DI INPUT</b>	$B$	$1000$ [mm]
		$H$	$500$ [mm]
		$E_{cls}$	$32308$ [N/mm <sup>2</sup> ]
	<b>DATI DI OUTPUT</b>	$EI_{eq}$	$3,37E+05$ [kN m <sup>2</sup> ]
		$EA_{eq}$	$1,61E+06$ [kN/m]
<b>Cordolo</b>	<b>DATI DI INPUT</b>	$B$	$1000$ [mm]
		$H$	$1700$ [mm]
		$E_{cls}$	$32308$ [N/mm <sup>2</sup> ]
	<b>DATI DI OUTPUT</b>	$EI_{eq}$	$1,32E+07$ [kN m <sup>2</sup> ]
		$EA_{eq}$	$5,49E+07$ [kN/m]

## 7. VERIFICHE GALLERIA ARTIFICIALE

Le verifiche sono state condotte, sulla base dell'involuppo delle sollecitazioni, secondo il metodo semiprobabilistico degli stati limite.

Vengono effettuate le seguenti verifiche:

- in condizioni statiche
  - Verifica a S.L.U. per flessione;
  - Verifica a S.L.U. per taglio;
- in condizioni sismiche
  - Verifica a S.L.U. per flessione;
  - Verifica a S.L.U. per taglio;

I valori di calcolo delle resistenze dei materiali si ricavano dividendo ciascun valore caratteristico per il fattore di sicurezza parziale  $\gamma_m$  specifico del materiale considerato.

**Tabella 7-1: fattore di sicurezza parziale dei materiali**

Stato limite	Acciaio $\gamma_s$	Calcestruzzo $\gamma_c$
SLU	1.15	1.50

Di seguito si riportano i valori delle resistenze di calcolo, ottenute come rapporto tra la resistenza caratteristica ed il coefficiente  $\gamma_m$ :  $f_d = f_k/\gamma_m$ .

**Tabella 7-2: tensione di snervamento di calcolo**

Acciaio	$f_{yd}$ [MPa]
B450C	391

**Tabella 7-3: resistenze di calcolo calcestruzzo**

Calcestruzzo	$f_{cd}$	$\sigma_{cu}$	$f_{ctd}$	$f_{ctd}$
Classe	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
C28/35	15.87	13.49	1.29	1.55

dove:

- $f_{cd}$  = resistenza a compressione cilindrica di calcolo
- $\sigma_{cu}$  = resistenza a compressione di calcolo per effetto dei carichi di lunga durata ( $=0.85 \cdot f_{cd}$  cls armato)
- $f_{ctd}$  = resistenza a trazione di calcolo
- $f_{ctd}$  = resistenza a trazione per flessione di calcolo ( $=1.2 \cdot f_{ctd}$ )

## 7.1. SEZIONE TIPO 1

### 7.1.1. DESCRIZIONE DELL'OPERA

Si prevede la realizzazione della sezione tipo 1, riportata in figura, alle seguenti progressive:

- da pk 0+315 a pk 0+397.83

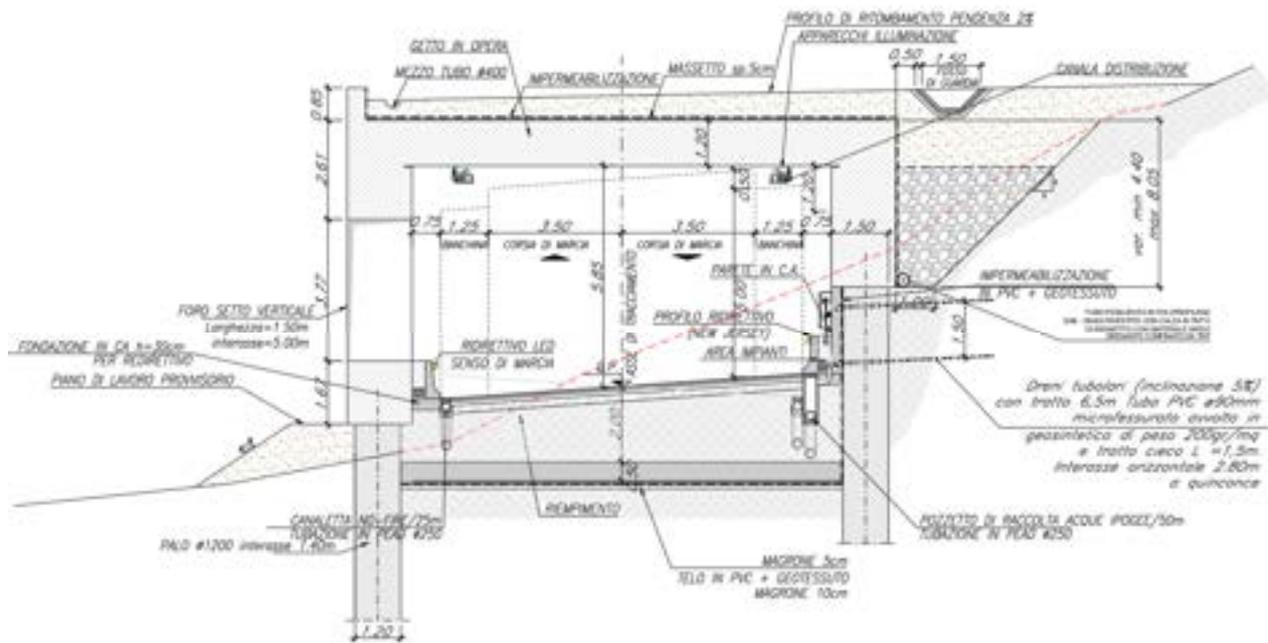


Figura 7-1 Sezione tipo 1 – Galleria artificiale

L'opera si compone a monte di una paratia di pali trivellati di grande diametro  $\varnothing 1200$  aventi lunghezza pari a 20 m e interasse pari a 1,40. È prevista la realizzazione di un cordolo di larghezza pari a 1,70 m al di sopra della testa dei pali di tale paratia. A valle l'opera si compone di una tratta finestrata la cui aperture hanno larghezza pari a 1,50 m e sono poste a interasse pari a 3,50 m. Al di sotto del setto verticale, si sviluppa una paratia di pali di grande diametro  $\varnothing 1200$  aventi lunghezza pari a 16 m e interasse pari a 1,40, sormontata da un cordolo di larghezza pari a 1,70 m. La soletta superiore ha spessore pari a 1,20 m e quella inferiore ha spessore 0,50 m. La profondità di scavo è stata cautelativamente incrementata di 0.50 m, in accordo con il §6.5.2.2 delle NTC 2018.

I pali a valle dell'opera hanno una lunghezza costante di infissione di circa 14.5 m. La lunghezza di infissione dei pali a monte è:

- pari a circa 14.9 m dalla pk 0+315 alla pk 0+394;
- variabile da 14.6 m a 13.8 m dalla pk 0+394 alla pk 0+397.83.

Le fasi di costruzione dell'opera prevedono la realizzazione di un piano di lavoro provvisorio a valle dell'opera.

PROGETTAZIONE ATI:

## Stratigrafia di calcolo

La stratigrafia di calcolo, a partire da p.c., è costituita da:

Stratigrafia [da p.c.]	Formazione	Descrizione	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$c'$ (kPa)	$\varphi'$ (°)	$E$ (MPa)
da 0 a 6 m	UG2	Deposito di detriti	19	3	30	40
da 6 a 20 m	UG1b	Deposito da frana	18	15	25	40
Da 20m	UG1b	Deposito da frana	18	20	26	60

In questa sezione la falda non risulta interferente con l'opera. Si considera comunque attivo il drenaggio nelle gallerie: in fase di realizzazione dell'opera si prevede un sistema di drenaggio composto da dreni di lunghezza pari a 6,5 m e inclinati del 5% verso l'alto rispetto l'orizzontale disposti a quinconce a interasse 2,80 m. Il sistema di drenaggio prevede, inoltre, l'installazione di un tubo in PVC di diametro  $\Phi 90$  mm microfessurato avvolto in geosintetico di peso 200gr/mg. Il drenaggio deve garantire, per ogni fase di scavo, l'assenza di acqua sul fondo scavo.

### 7.1.2. FASI DI CALCOLO

Le analisi effettuate con il codice Plaxis 2D sono state condotte in considerazione delle fasi riportate in seguito.

1. condizione iniziale geostatica;
- 1.1 analisi di stabilità in condizioni statiche – pre intervento;
2. prescavo per la realizzazione della paratia di monte;
3. realizzazione paratia di monte di pali di grande diametro;
4. prima fase di scavo a quota -3.7 m (da testa palo);
5. realizzazione piano di lavoro;
6. realizzazione paratia di valle di pali di grande diametro;
7. realizzazione sovrastruttura (parete finestrata e soletta superiore);
8. seconda fase di scavo a quota -6.4 m (da testa palo)
9. realizzazione soletta inferiore;
10. ritombamento con materiale di riempimento;
- 10.1 analisi di stabilità in condizioni statiche – post intervento;
11. applicazione del sisma nelle 4 combinazioni (+/+ ; +/- ; -/- ; -/+);
- 11.1 analisi di stabilità in condizioni sismiche – post intervento;

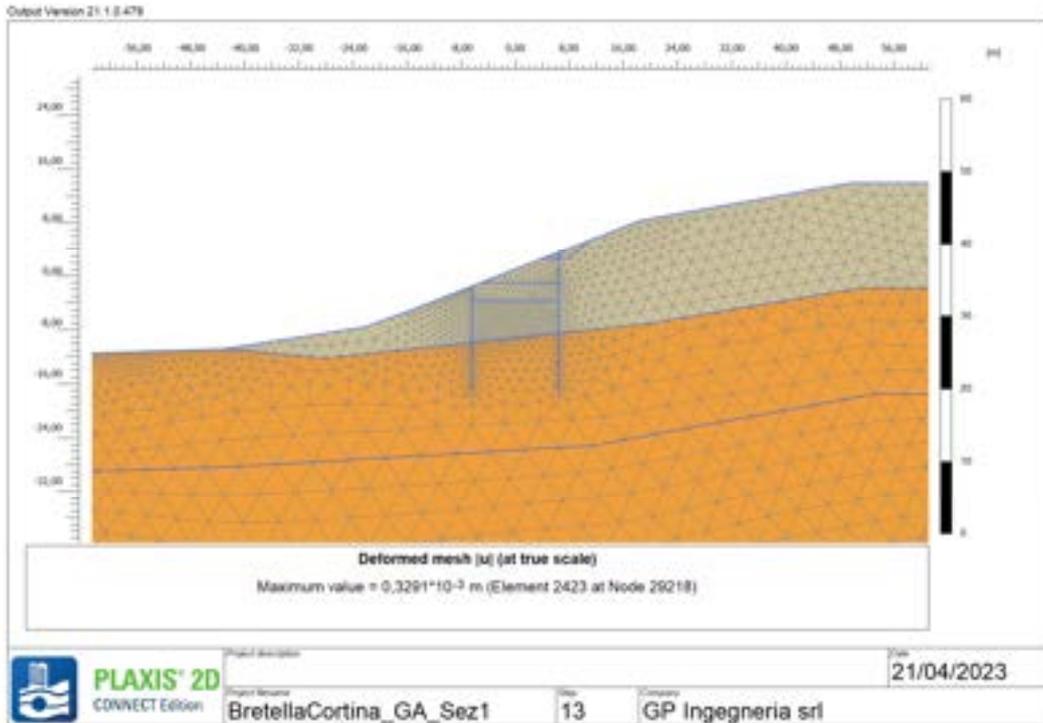


Figura 7-2: SEZ TIPO 1 – FASE 1 – Condizione geostatica

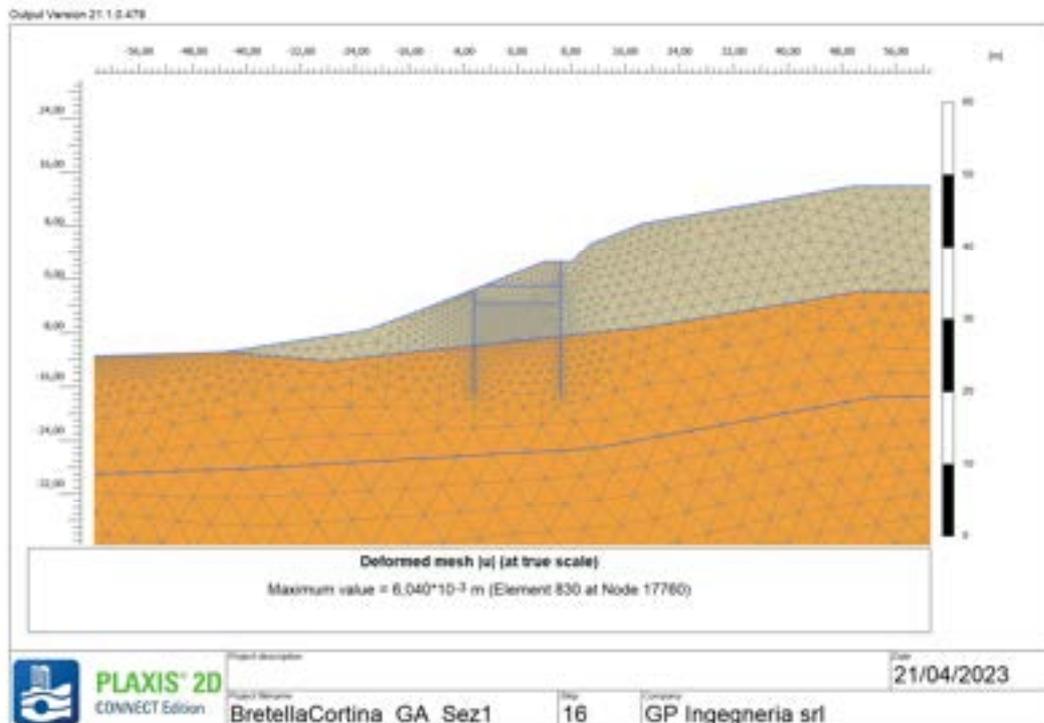


Figura 7-3: SEZ TIPO 1 – FASE 2 – Prescavo

PROGETTAZIONE ATI:

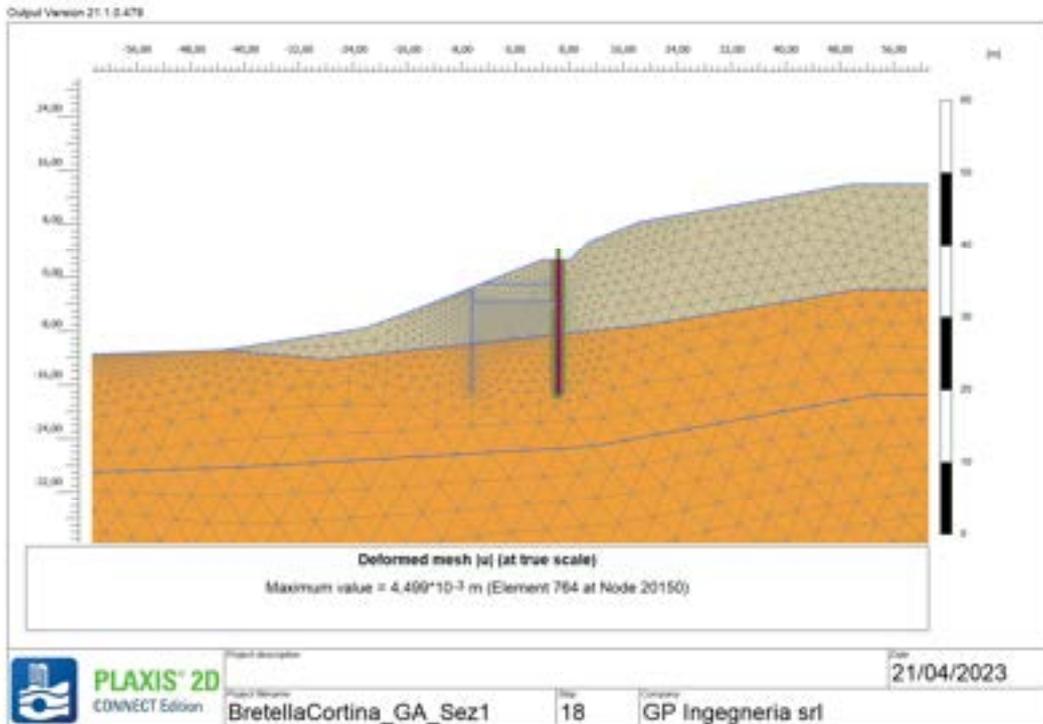


Figura 7-4: SEZ TIPO 1 – FASE 3 – Realizzazione paratia di monte

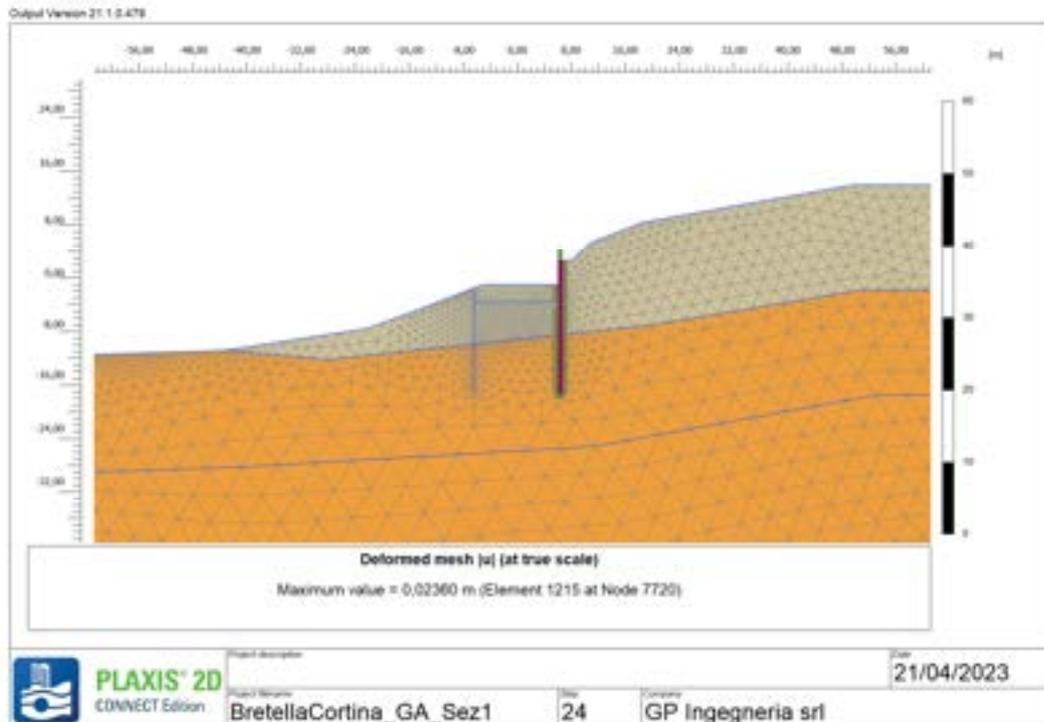


Figura 7-5: SEZ TIPO 1 – FASE 4 – Prima fase di scavo

PROGETTAZIONE ATI:

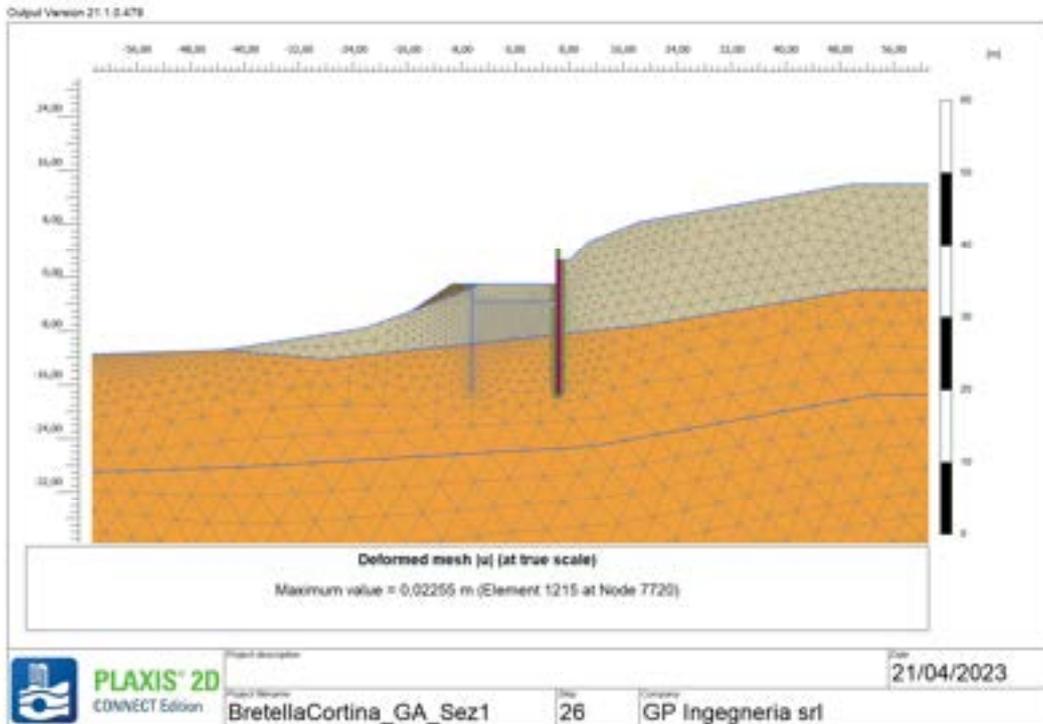


Figura 7-6: SEZ TIPO 1 – FASE 5 – Realizzazione piano di lavoro

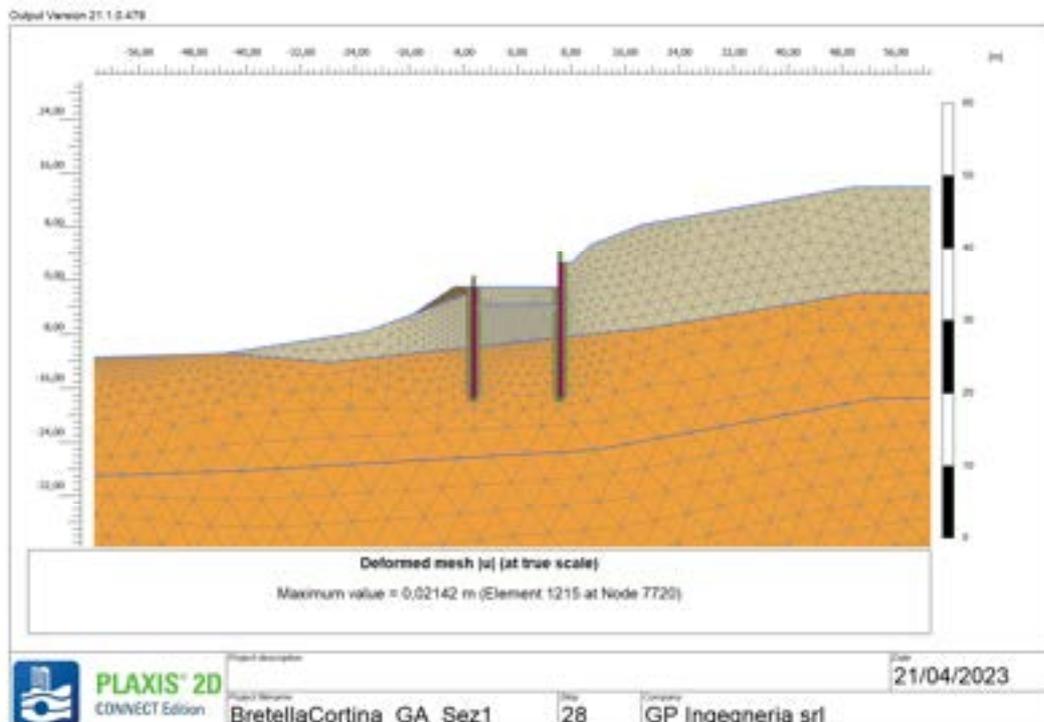


Figura 7-7: SEZ TIPO 1 – FASE 6 – Realizzazione paratia di valle

PROGETTAZIONE ATI:

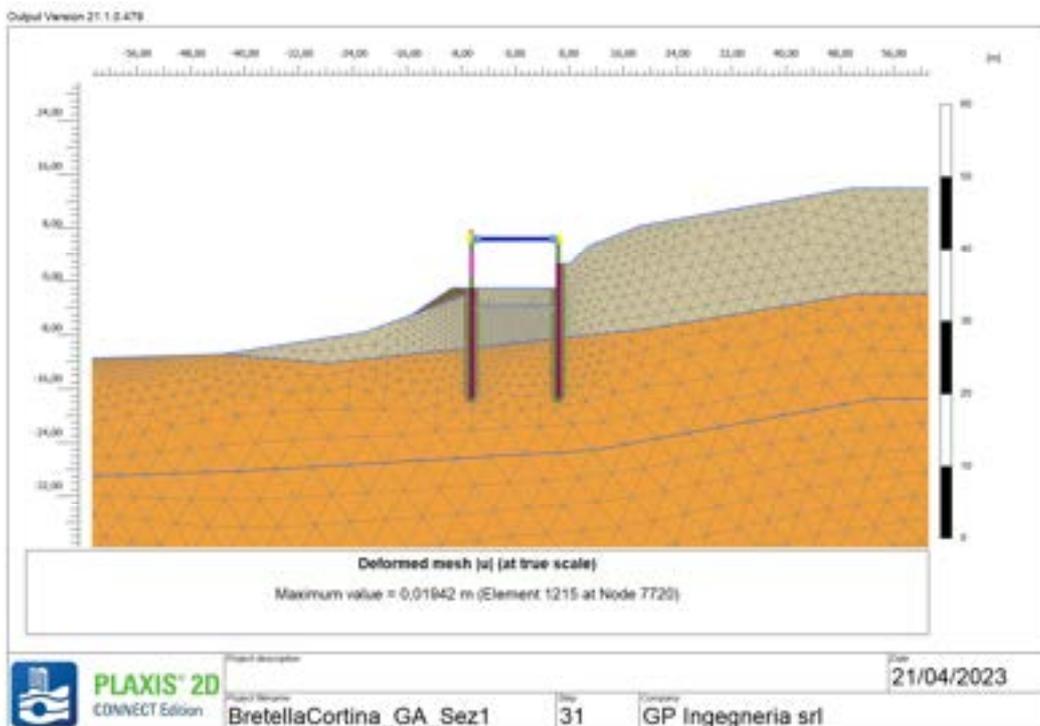


Figura 7-8: SEZ TIPO 1 – FASE 7 – Realizzazione sovrastruttura

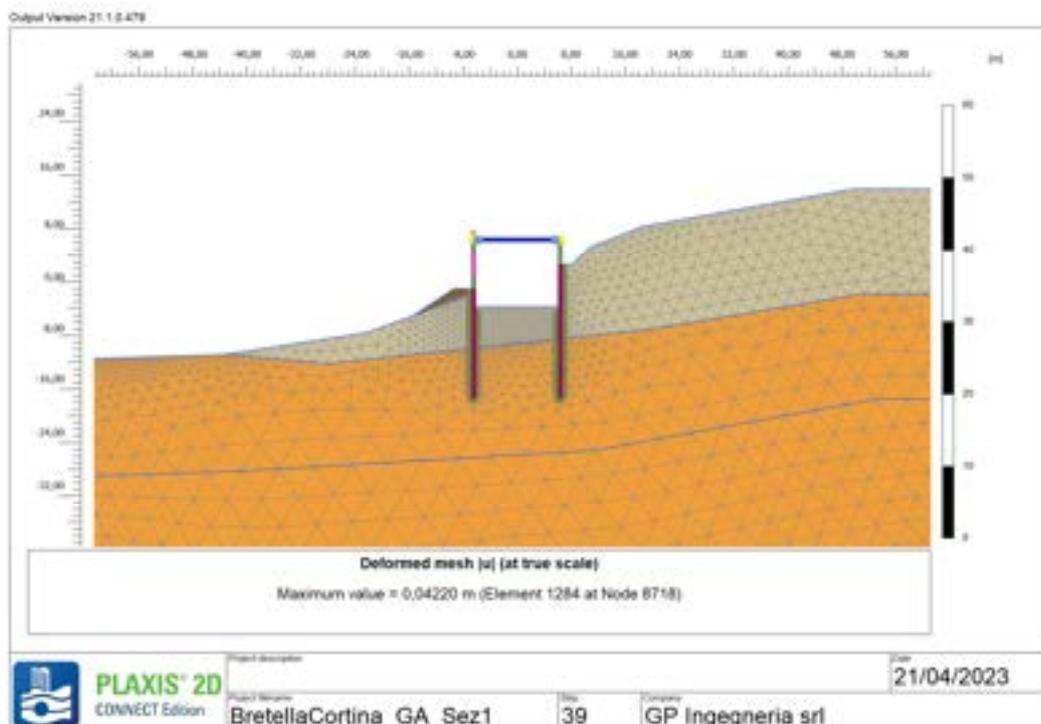


Figura 7-9: SEZ TIPO 1 – FASE 8 – Seconda fase di scavo

PROGETTAZIONE ATI:

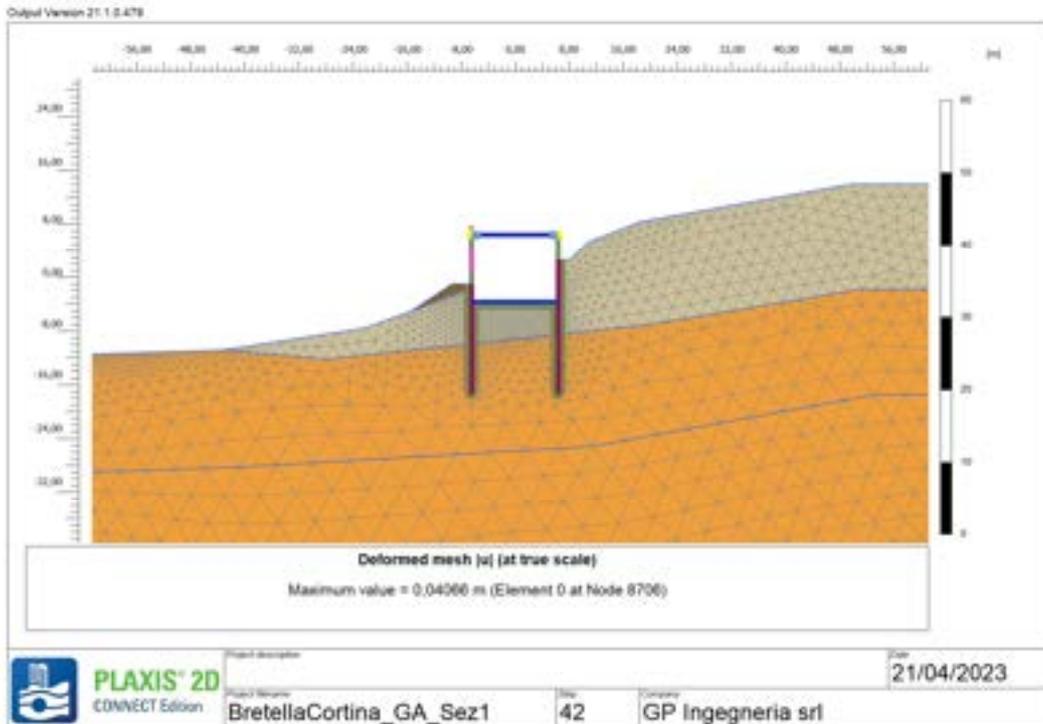


Figura 7-10: SEZ TIPO 1 – FASE 9 – Realizzazione soletta inferiore

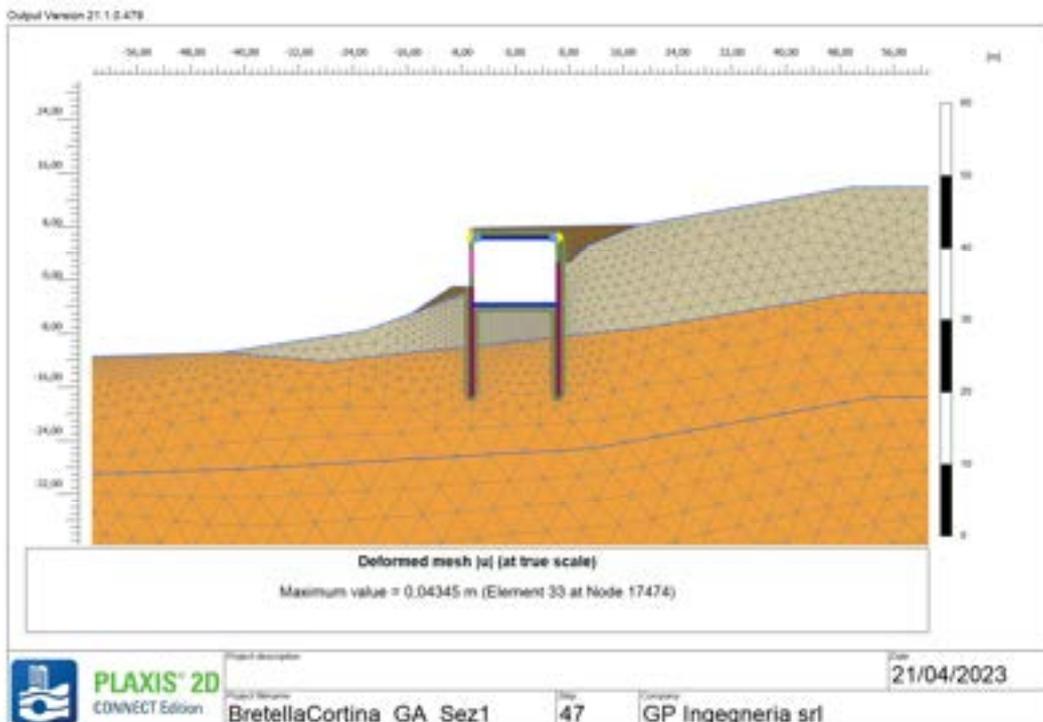


Figura 7-11: SEZ TIPO 1 – FASE 10 – Ritombamento

PROGETTAZIONE ATI:

### 7.1.3. RISULTATI

I valori dei grafici delle sollecitazioni riportati nel seguito riportano valori che sono stati amplificati per eseguire le verifiche di resistenza. Per determinare il valore delle sollecitazioni nella combinazione A1+M1+R1 è stato sufficiente amplificare il valore delle stesse per un coefficiente amplificativo omogeneo pari a 1,3 (da normativa). Le verifiche alle azioni sismiche, invece, vengono eseguite considerando il coefficiente moltiplicativo unitario.

*Le azioni dimensionanti saranno le massime tra le azioni statiche e le azioni sismiche.* Per maggiori informazioni sui dati di input e di output del software di calcolo si rimanda al capitolo §0 *Allegati di calcolo* di tale elaborato.

### 7.1.3.1. Paratia di valle

#### Sollecitazioni palo

Il massimo valore di *sforzo normale di compressione e di trazione* (N) si osservano nella prima combinazione sismica (+/+), e sono pari a

$$N_e = 417.1 \text{ kN/m} ; N_e = -27.8 \text{ kN/m}$$

Tale valore, moltiplicato per l'interasse dei pali, sarà dimensionante per la verifica dell'elemento strutturale. Il coefficiente moltiplicativo è unitario. Lo sforzo normale sollecitante per ogni palo risulta

$$N_e = 417.1 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 1.4 \text{ m} = 584 \text{ kN} ; N_e = -27.8 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 1.4 \text{ m} = -39 \text{ kN}$$

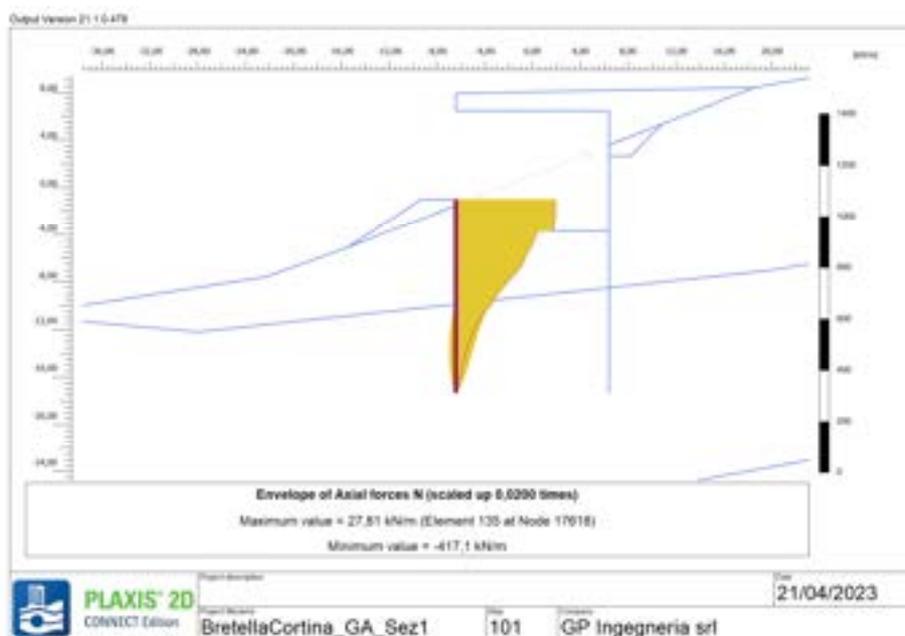


Figura 7-12: SEZ TIPO 1 – Palo di valle – Sforzo normale (N) dimensionante

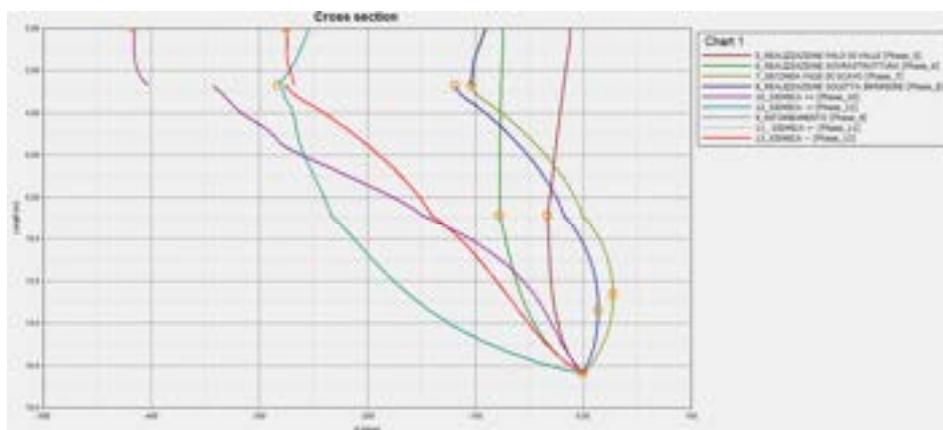


Figura 7-13: SEZ TIPO 1 – Palo di valle – Involuppi Sforzo normale (N)

PROGETTAZIONE ATI:

Il massimo valore di momento (M) si osserva nella prima combinazione sismica (+/+), ed è pari a

$$M_e = 1047 \text{ kNm/m}$$

Tale valore, moltiplicato per l'interasse dei pali, sarà dimensionante per la verifica dell'elemento strutturale. Il coefficiente moltiplicativo è unitario. Lo sforzo normale sollecitante per ogni palo risulta:

$$M_e = 1047 \frac{\text{kNm}}{\text{m}} \cdot 1.4 \text{ m} = 1466 \text{ kNm}$$

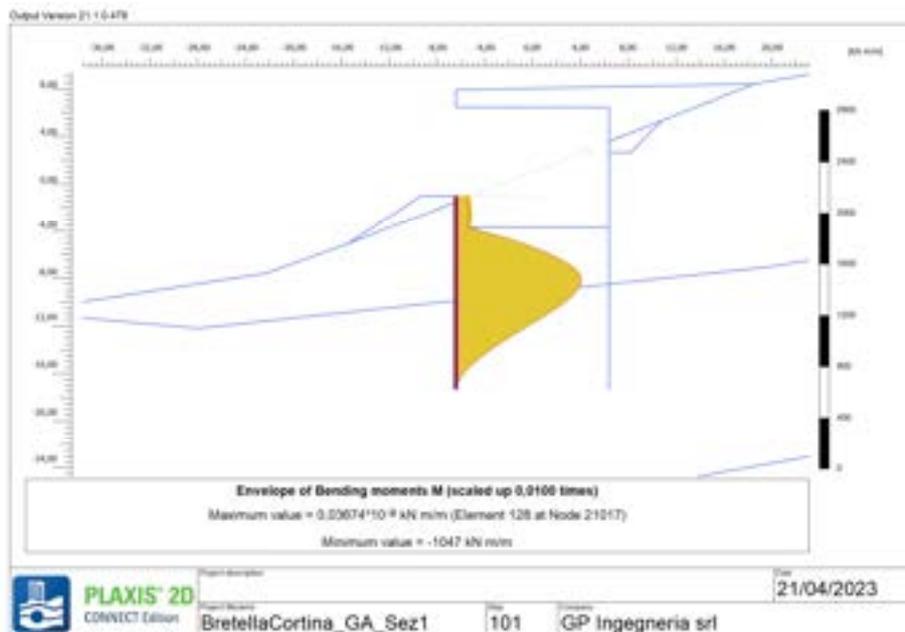


Figura 7-14: SEZ TIPO 1 – Palo di valle – Momento (M) dimensionante

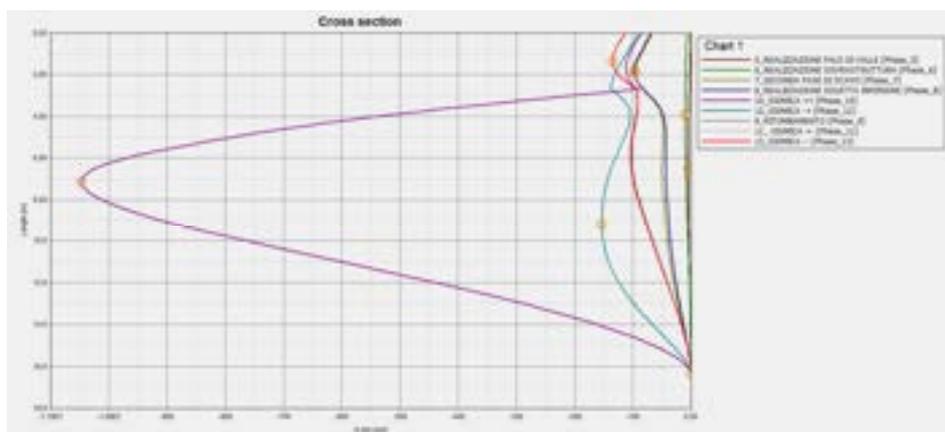


Figura 7-15: SEZ TIPO 1 – Palo di valle – Involuppi Momento (M)

PROGETTAZIONE ATI:

Il massimo valore di Taglio (Q) si osserva nella prima combinazione sismica (+/+), ed è pari a

$$Q_e = 389.1 \text{ kN/m}$$

Tale valore, moltiplicato per l'interasse dei pali, sarà dimensionante per la verifica dell'elemento strutturale. Il coefficiente moltiplicativo è unitario. Lo sforzo normale sollecitante per ogni palo risulta:

$$Q_e = 389.1 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 1.4 \text{ m} = 545 \text{ kN}$$

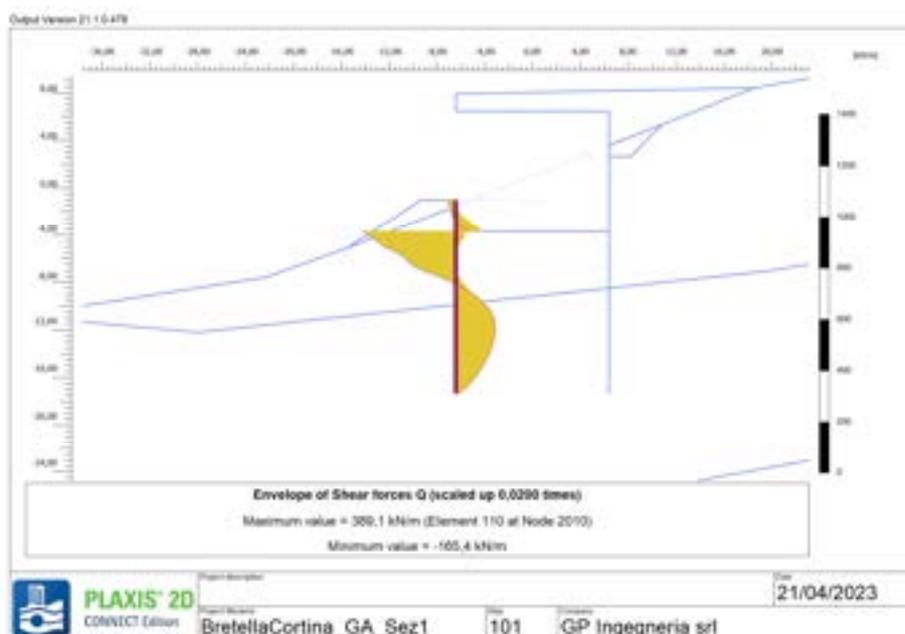


Figura 7-16: SEZ TIPO 1 – Palo di valle – Taglio (Q) dimensionante

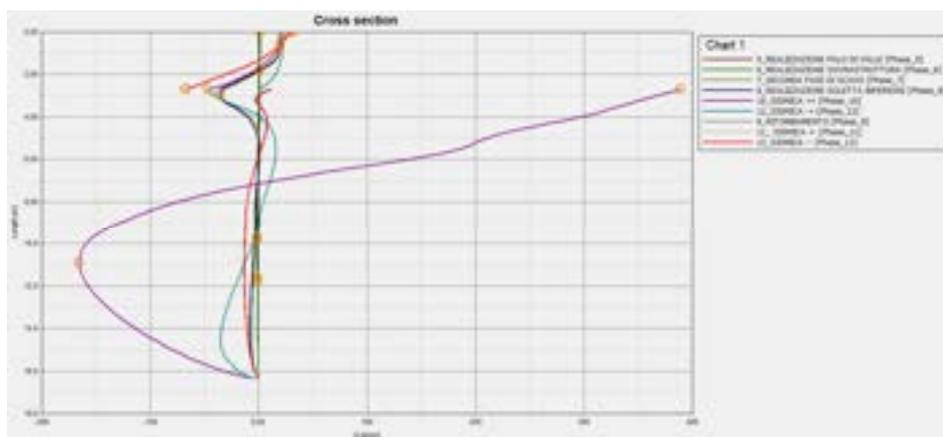


Figura 7-17: SEZ TIPO 1 – Palo di valle – Involuppi Taglio (Q)

PROGETTAZIONE ATI:

*Spostamenti palo*

Gli spostamenti vengono valutati durante le fasi di costruzione dell'opera, in condizioni statiche. I massimi spostamenti verticale e orizzontale si osservano nella fase di ritombamento e risultano compatibili con l'opera.

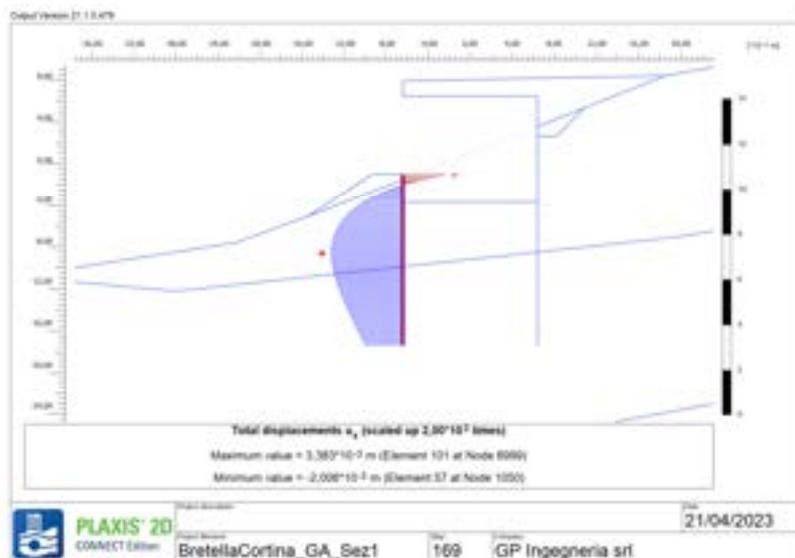


Figura 7-18: SEZ TIPO 1 – Palo di valle – Spostamento massimo orizzontale

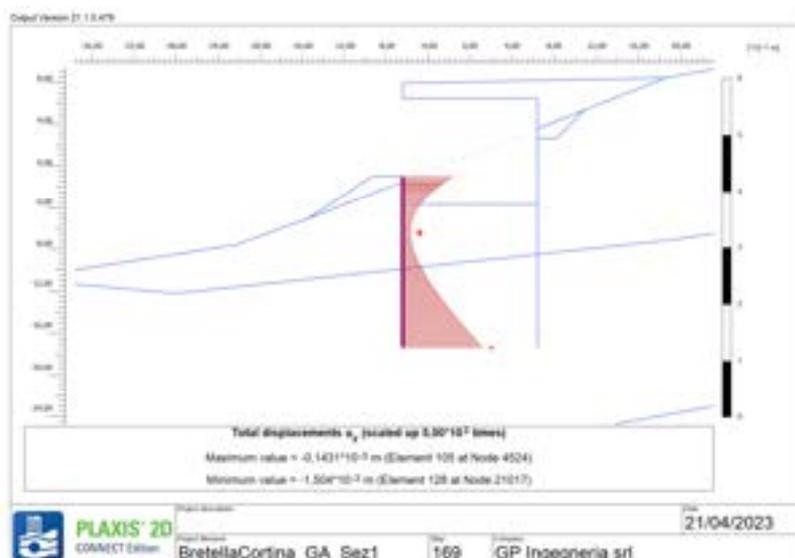


Figura 7-19: SEZ TIPO 1 – Palo di valle – Spostamento massimo verticale

PROGETTAZIONE ATI:

### 7.1.3.2. Paratia di monte

#### Sollecitazioni palo

Il massimo valore di *sforzo normale di compressione* (N) si osserva nella fase statica di ritomabamento ed è pari a

$$N_e = 533.9 \text{ kN/m}$$

Tale valore, moltiplicato per l'interasse dei pali, sarà dimensionante per la verifica dell'elemento strutturale. Il coefficiente moltiplicativo è 1,3. Lo sforzo normale sollecitante per ogni palo risulta

$$N_e = 533.9 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 1.3 \cdot 1.4 \text{ m} = 972 \text{ kN}$$

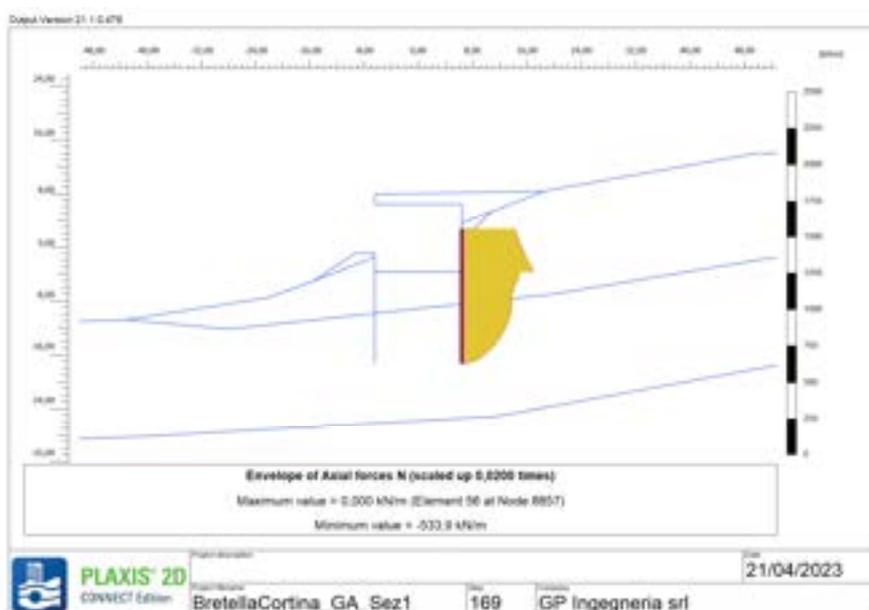


Figura 7-20 SEZ TIPO 1 – Palo di monte – Sforzo normale (N) dimensionante

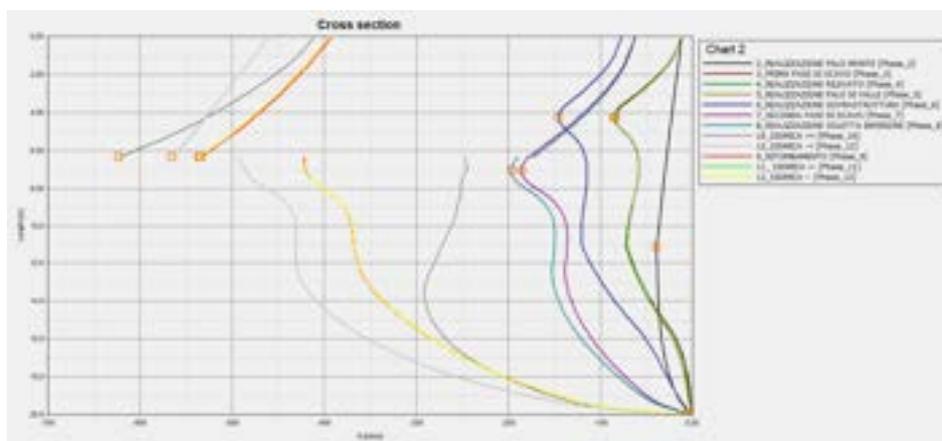


Figura 7-21 SEZ TIPO 1 – Palo di monte – Involuppi Sforzo normale (N)

Il massimo valore di momento (M) si osserva nella prima combinazione sismica (+/+), ed è pari a

$$M_e = 1327 \text{ kNm/m}$$

Tale valore, moltiplicato per l'interasse dei pali, sarà dimensionante per la verifica dell'elemento strutturale. Il coefficiente moltiplicativo è unitario. Lo sforzo normale sollecitante per ogni palo risulta:

$$M_e = 1327 \frac{\text{kNm}}{\text{m}} \cdot 1.4 \text{ m} = 1858 \text{ kNm}$$

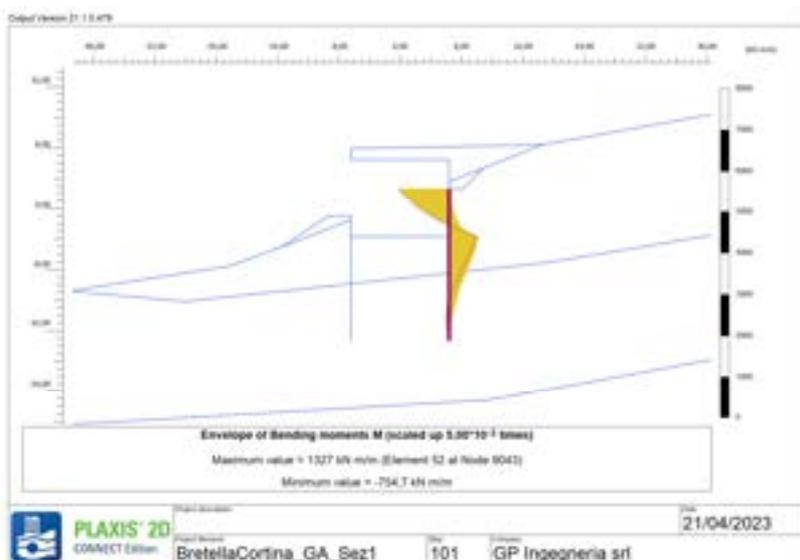


Figura 7-22: SEZ TIPO 1 – Palo di monte – Momento (M) dimensionante

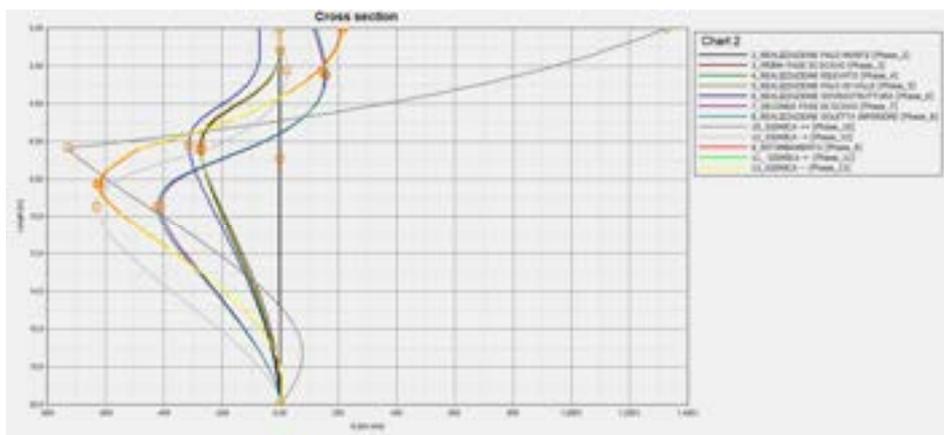


Figura 7-23: SEZ TIPO 1 – Palo di monte – Involuppi Momento (M)

PROGETTAZIONE ATI:

Il massimo valore di Taglio (Q) si osserva nella prima combinazione sismica (+/+), ed è pari a

$$Q_e = 582.9 \text{ kN/m}$$

Tale valore, moltiplicato per l'interasse dei pali, sarà dimensionante per la verifica dell'elemento strutturale. Il coefficiente moltiplicativo è unitario. Lo sforzo normale sollecitante per ogni palo risulta:

$$Q_e = 582.9 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 1.4 \text{ m} = 816 \text{ kN}$$

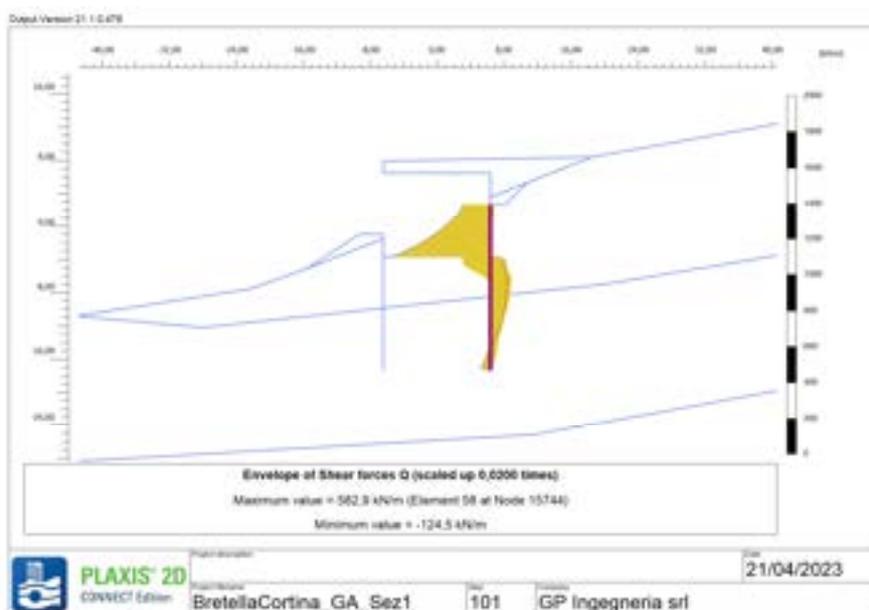


Figura 7-24: SEZ TIPO 1 – Palo di monte – Taglio (Q) dimensionante

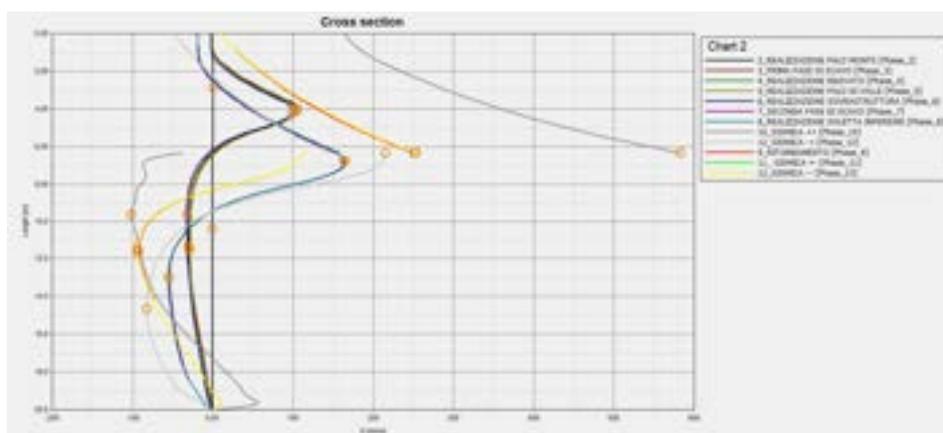


Figura 7-25: SEZ TIPO 1 – Palo di monte – Involupi Taglio (Q)

PROGETTAZIONE ATI:

*Spostamenti palo*

Gli spostamenti vengono valutati durante le fasi di costruzione dell'opera, in condizioni statiche. I massimi spostamenti verticale e orizzontale si osservano nella fase di ritombamento e risultano pari rispettivamente a circa 19mm e 27mm, compatibili con l'opera.

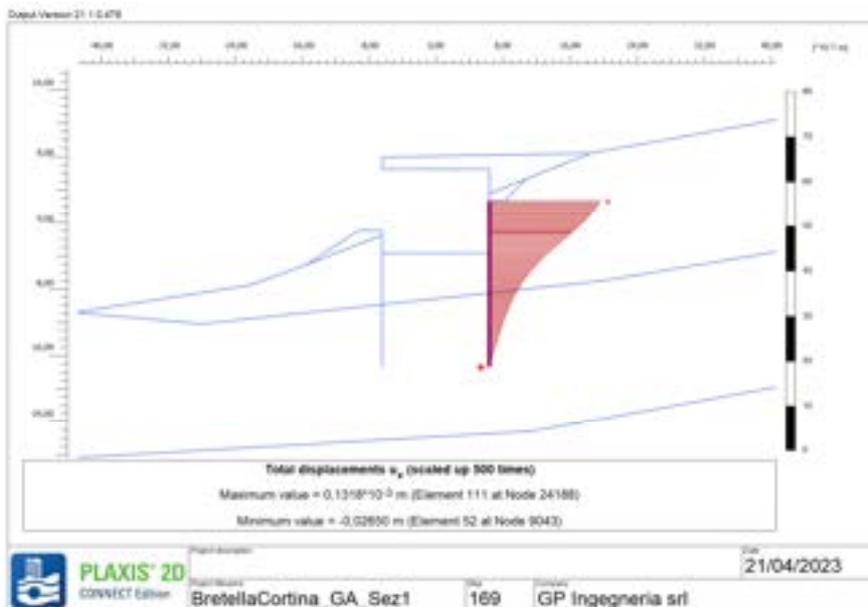


Figura 7-26: SEZ TIPO 1 – Palo di valle – Spostamento massimo orizzontale

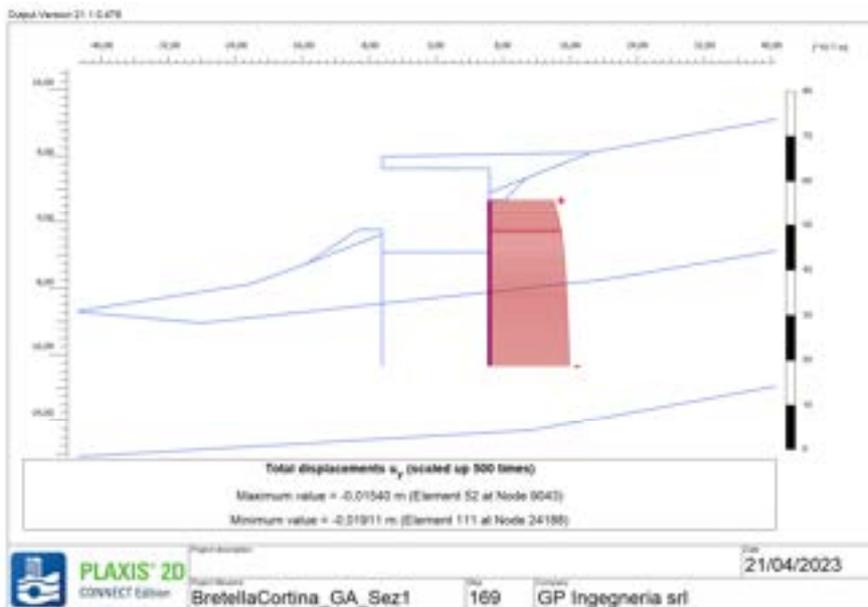


Figura 7-27: SEZ TIPO 1 – Palo di valle – Spostamento massimo verticale

PROGETTAZIONE ATI:

### 7.1.3.3. Soletta superiore

#### Sollecitazioni

Il massimo valore di *sforzo normale di compressione* (N) si osserva nella terza combinazione sismica (-/+), ed è pari a

$$N_e = 119.5 \text{ kN/m}$$

Tale valore sarà dimensionante per la verifica dell'elemento strutturale. Il coefficiente moltiplicativo è unitario.

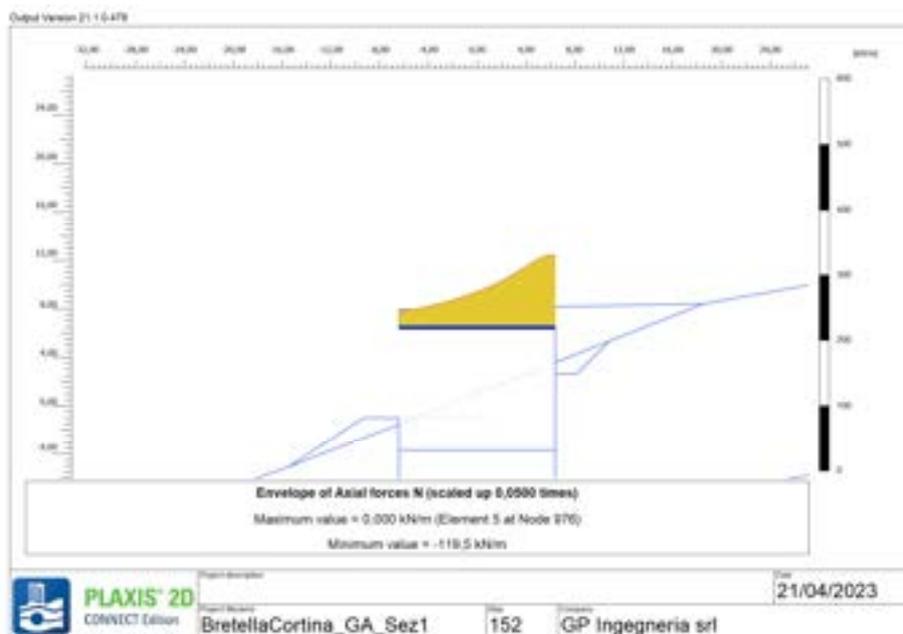


Figura 7-28: SEZ TIPO 1 – Soletta superiore – Sforzo normale (N) dimensionante

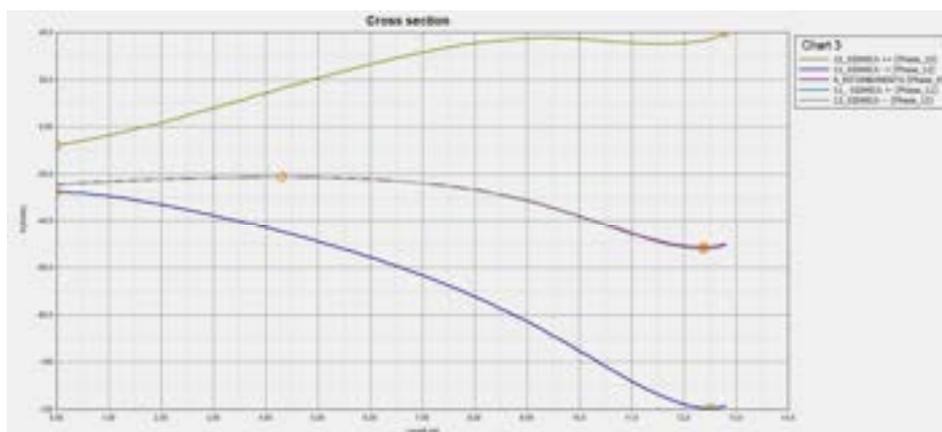


Figura 7-29: SEZ TIPO 1 – Soletta superiore – Involuppo Sforzo normale (N)

Il massimo valore di momento (M) si osserva nella prima combinazione sismica (+/+), ed è pari a

$$M_e = 1743 \text{ kNm/m}$$

Tale valore sarà dimensionante per la verifica dell'elemento strutturale. Il coefficiente moltiplicativo è unitario.

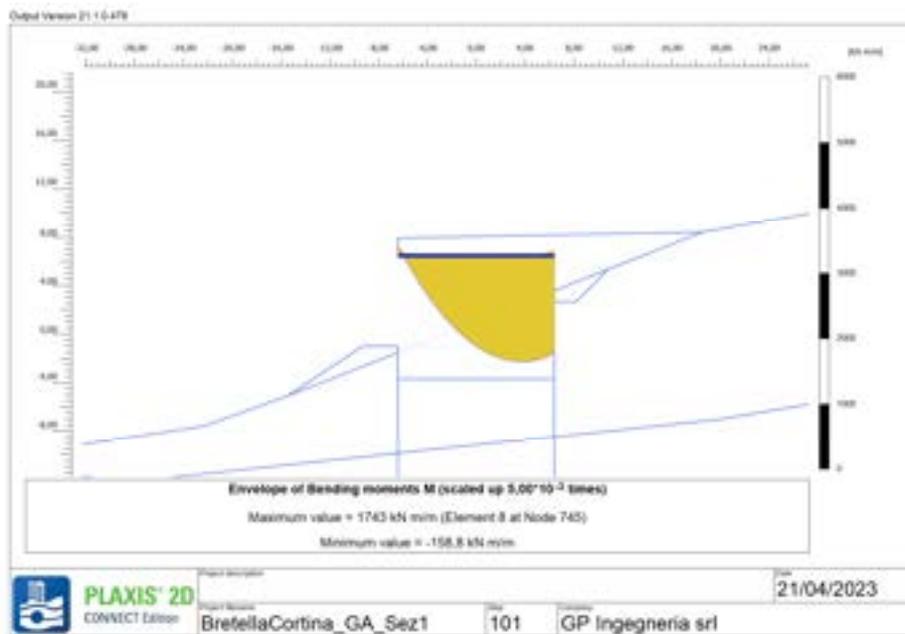


Figura 7-30: SEZ TIPO 1 – Soletta superiore – Momento (M) dimensionante

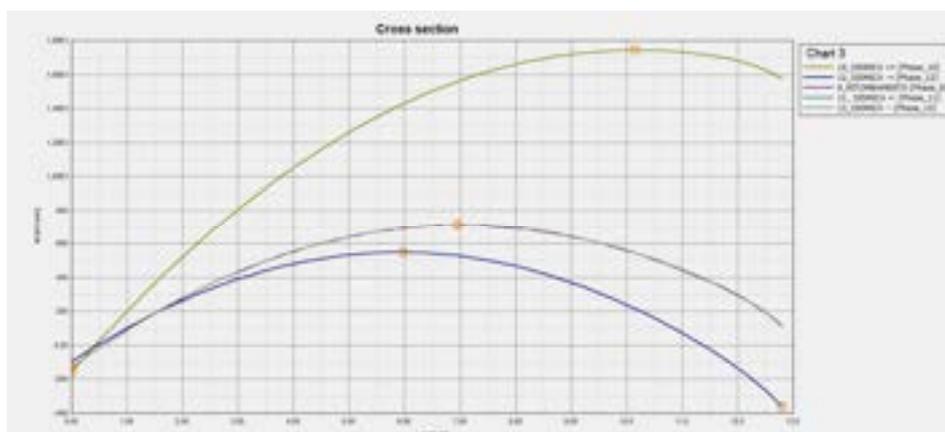


Figura 7-31: SEZ TIPO 1 – Soletta superiore – Involuppo Momento (M)

Il massimo valore di Taglio (Q) si osserva nella fase statica di ritombamento ed è pari a

$$Q_e = 312.9 \text{ kN/m}$$

Tale valore sarà dimensionante per la verifica dell'elemento strutturale. Il coefficiente moltiplicativo è pari a 1.3. Si ottiene così

$$Q_e = 312.9 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 1.3 = 407 \text{ kN/m}$$

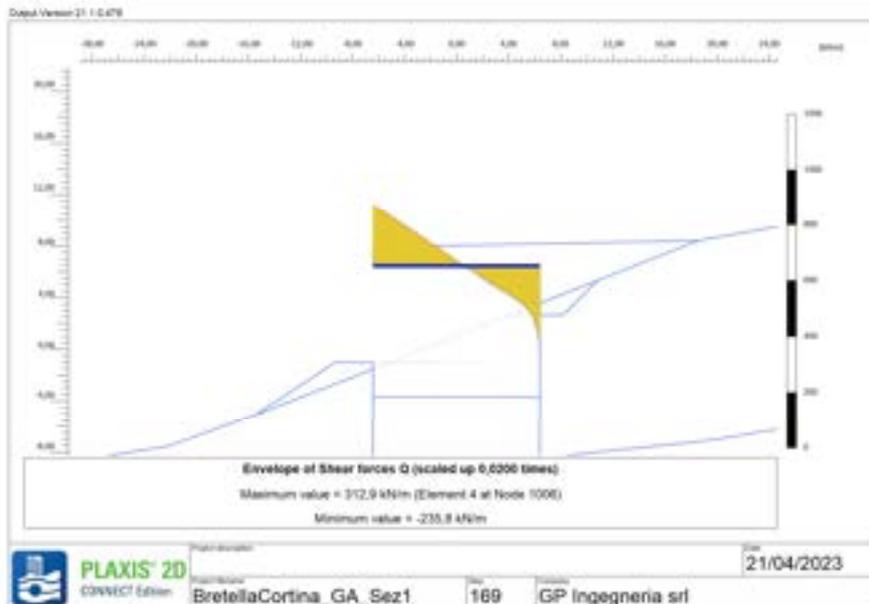


Figura 7-32: SEZ TIPO 1 – Soletta superiore – Taglio (Q) dimensionante

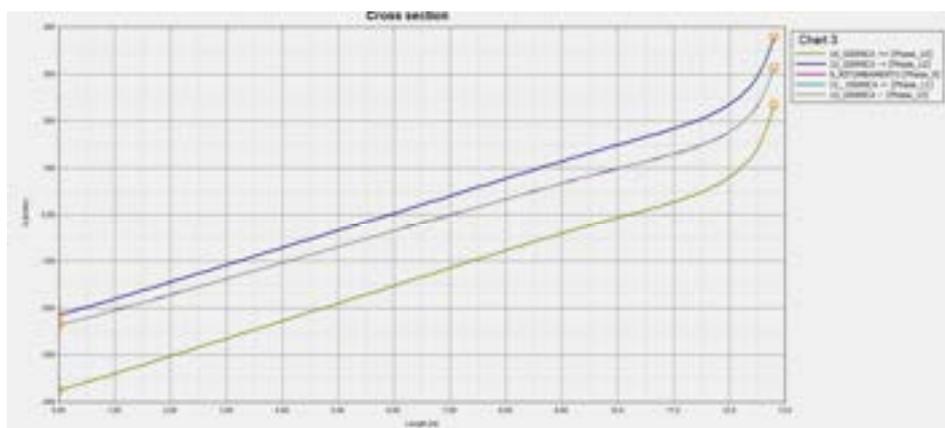


Figura 7-33 SEZ TIPO 1 – Soletta superiore – Involuppo Taglio (Q)

PROGETTAZIONE ATI:

*Spostamenti*

Gli spostamenti vengono valutati durante le fasi di costruzione dell'opera, in condizioni statiche. Il massimo spostamento si osserva nella fase di ritombamento ed è pari a circa 40 mm, compatibile con l'opera.

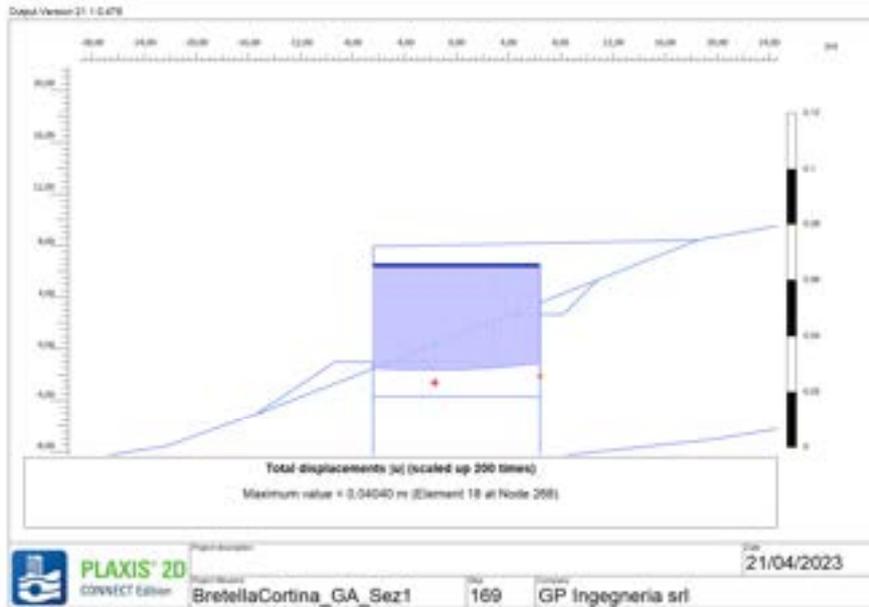


Figura 7-34: SEZ TIPO 1 – Soletta superiore – Spostamento massimo

**Soletta inferiore**

*Sollecitazioni*

Il massimo valore di *sforzo normale di compressione* (N) si osserva nella prima combinazione sismica (+/+), ed è pari a

$$N_e = 619.5 \text{ kN/m}$$

Tale valore sarà dimensionante per la verifica dell'elemento strutturale. Il coefficiente moltiplicativo è unitario.

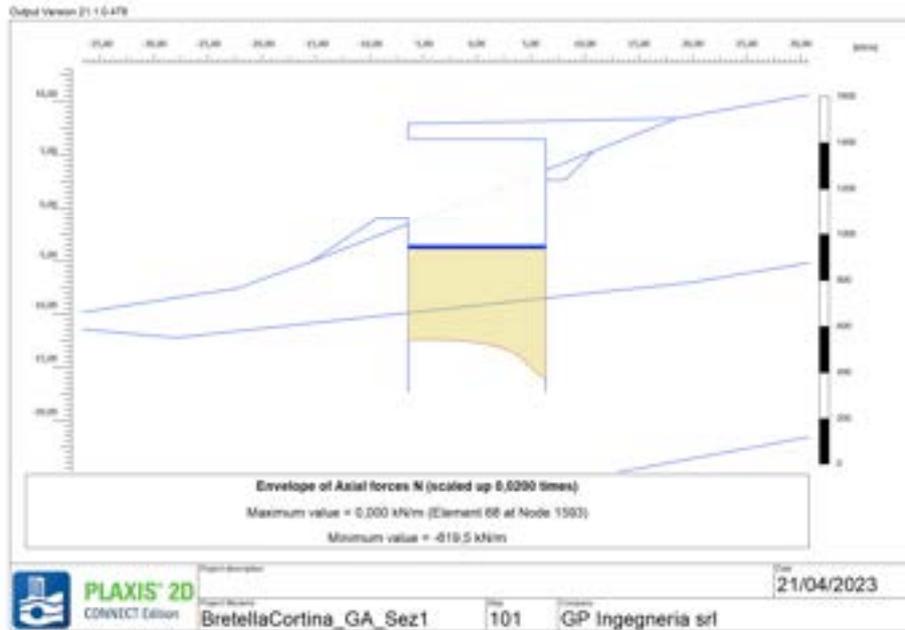


Figura 7-35: SEZ TIPO 1 – Soletta inferiore – Sforzo normale (N) dimensionante

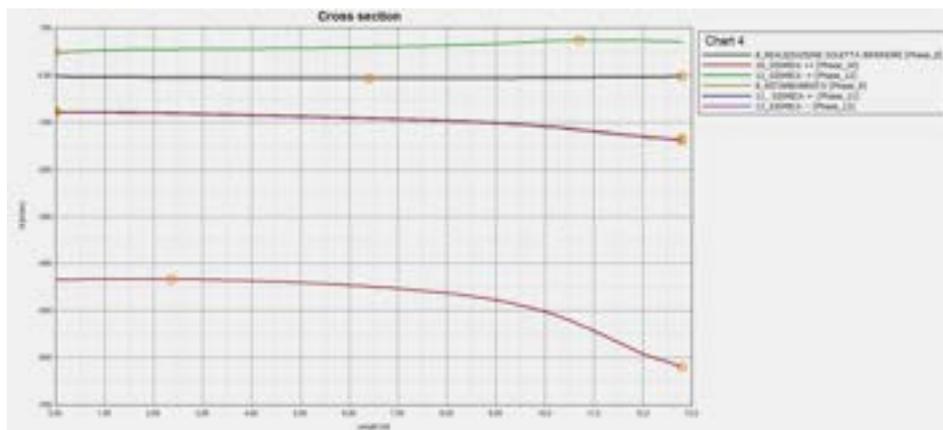


Figura 7-36: SEZ TIPO 1 – Soletta inferiore – Involuppo Sforzo normale (N)

PROGETTAZIONE ATI:

Il massimo valore di momento (M) si osserva nella prima combinazione sismica (+/+), ed è pari a

$$M_e = 576.6 \text{ kNm/m}$$

Tale valore sarà dimensionante per la verifica dell'elemento strutturale. Il coefficiente moltiplicativo è unitario.

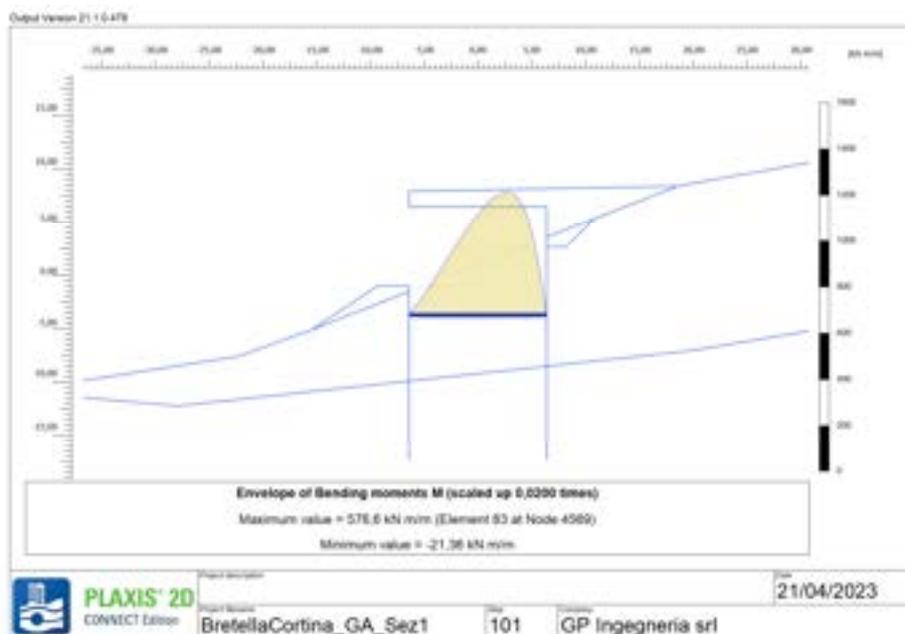


Figura 7-37: SEZ TIPO 1 – Soletta superiore – Momento (M) dimensionante

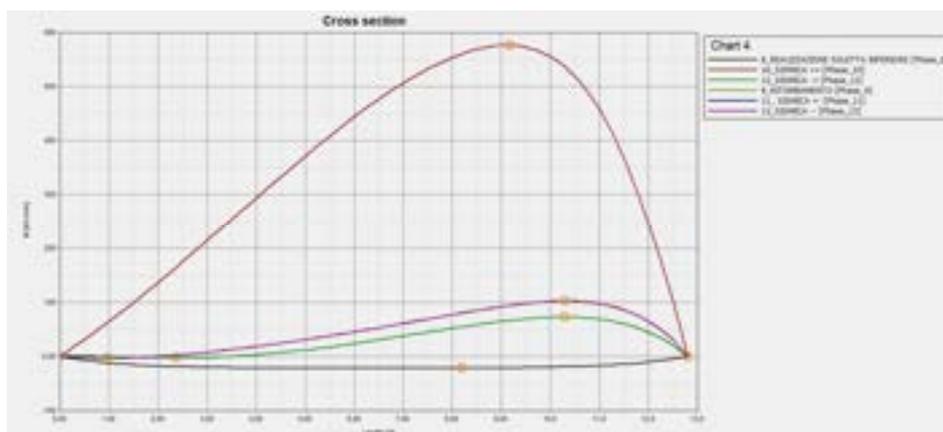


Figura 7-38: SEZ TIPO 1 – Soletta inferiore – Involuppo Momento (M)

Il massimo valore di Taglio (Q) si osserva nella prima combinazione sismica (+/+), ed è pari a

$$Q_e = 375 \text{ kN/m}$$

Tale valore sarà dimensionante per la verifica dell'elemento strutturale. Il coefficiente moltiplicativo è unitario.

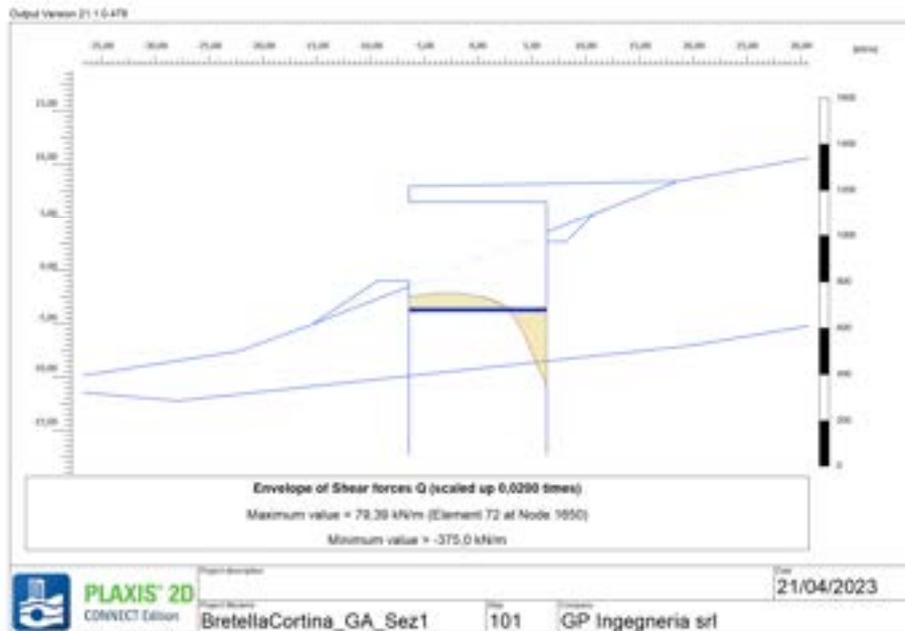


Figura 7-39: SEZ TIPO 1 – Soletta inferiore – Taglio (Q) dimensionante

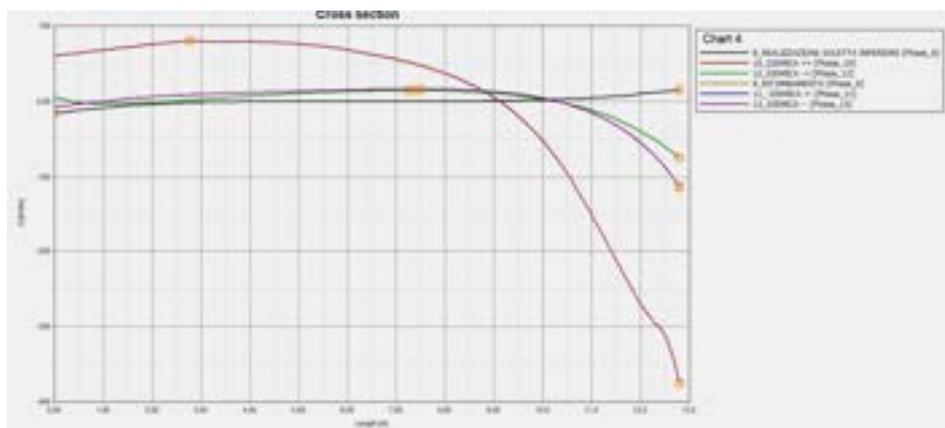
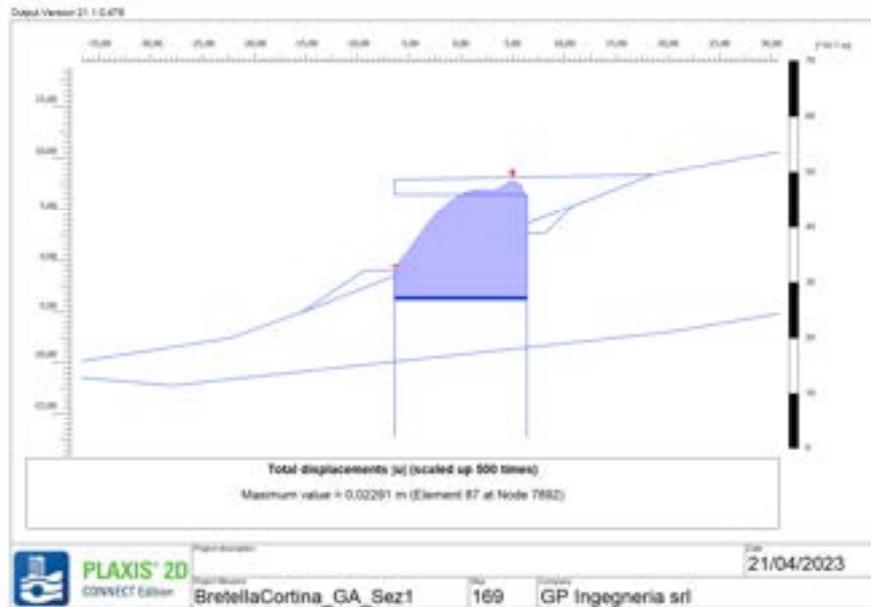


Figura 7-40: SEZ TIPO 1 – Soletta inferiore – Inviluppo Taglio (Q)

PROGETTAZIONE ATI:

*Spostamenti*

Gli spostamenti vengono valutati durante le fasi di costruzione dell'opera, in condizioni statiche. Il massimo spostamento si osserva nella fase di ritombamento ed è pari a circa 23 mm, compatibile con l'opera.



**Figura 7-41: SEZ TIPO 1 – Soletta inferiore – Spostamento massimo**

#### 7.1.4. VERIFICHE

Per i pali di valle e di monte vengono cautelativamente previste le medesime sollecitazioni massime agenti:

- $N_{max}$  di monte = 972 kN
- $N_{max}$  di valle = - 40 kN
- $M_{max}$  di monte = 1858 kNm
- $Q_{max}$  di monte = 816 kN

Le verifiche delle solette si riferiscono al metro lineare, perciò le sollecitazioni che si leggono dal programma di calcolo non sono da moltiplicare per alcun interasse.

Si sono eseguite le verifiche considerando dimensionanti le sollecitazioni massime tra quelle statiche moltiplicate per il coefficiente parziale pari a 1.3 e quelle sismiche considerando il coefficiente parziale unitario.

Le verifiche sono state condotte ipotizzando le seguenti armature degli elementi strutturali:

<b>Elemento</b>	<b>Armatura a flessione</b>	<b>Armatura a taglio</b>
<i>Palo</i>	<i>barre - 28 <math>\Phi</math>26</i>	<i>spirale – <math>\Phi</math>14/20</i>
<i>Soletta superiore</i>	<i>barre - 12 <math>\Phi</math> 26 zona tesa barre - 12 <math>\Phi</math> 26 zona compressa</i>	<i>spilli – <math>\Phi</math>12/15/50</i>
<i>Soletta inferiore</i>	<i>barre - 8 <math>\Phi</math> 26 zona tesa barre - 8 <math>\Phi</math> 26 zona compressa</i>	<i>spilli – <math>\Phi</math>12/15/50</i>

Per la verifica a flessione si trascurando cautelativamente le sollecitazioni di sforzo di compressione agenti sugli elementi. Si considera il solo sforzo di trazione.

7.1.4.1. Verifiche a flessione

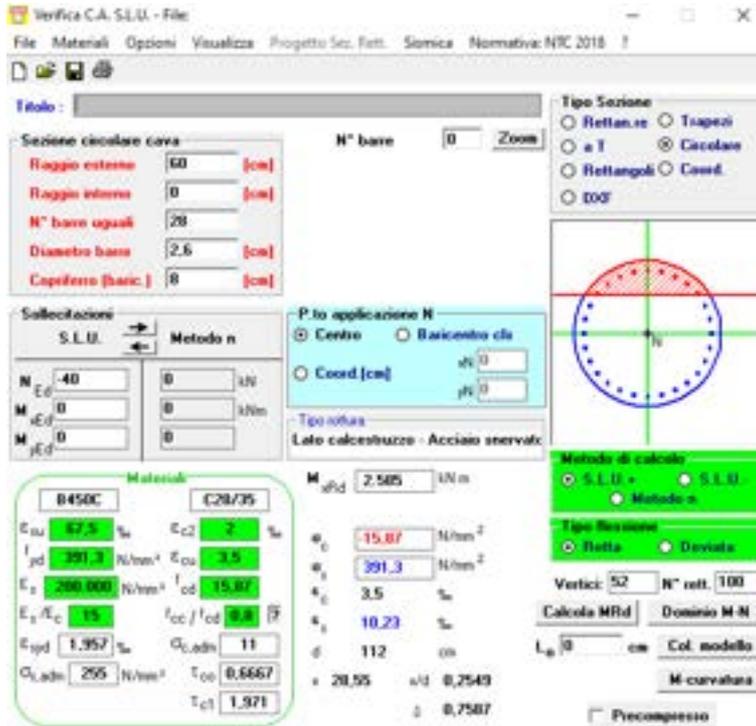


Figura 7-42: SEZ TIPO 1 – Pali - Verifica a flessione

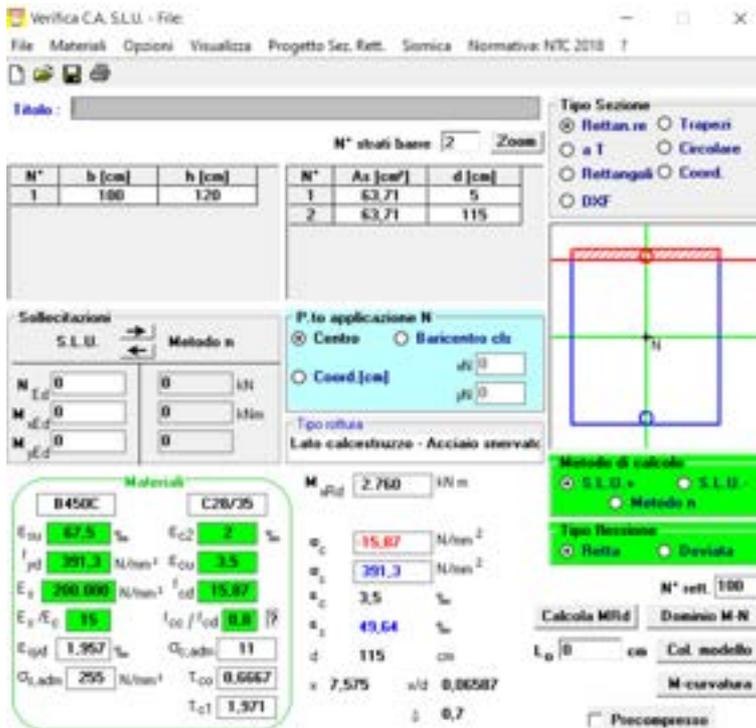


Figura 7-43: SEZ TIPO 1 – Soletta superiore - Verifica a flessione

OPERE D'ARTE MAGGIORE – GALLERIA ARTIFICIALE SOTE RARIES – RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO

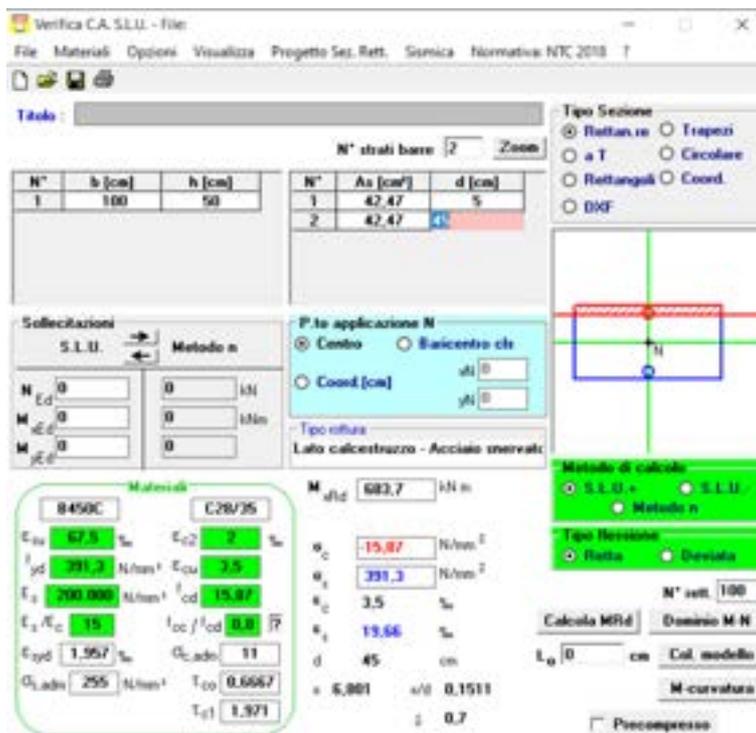


Figura 7-44: SEZ TIPO 1 – Soletta inferiore - Verifica a flessione

Nella tabella si riportano i risultati maggiormente significativi per la sezione analizzata.

Tabella 7-4: Verifica a flessione della sezione 1

Opera	Elemento strutturale	$[M_{ED}]/m$ [kNm/m]	$[M_{ED}]$ [kNm]	Area armatura a flessione [cm <sup>2</sup> ]	$[M_{RD}]$ [kNm]	Verifica	Tipo rottura
	<b>Pali di grande diametro <math>\Phi</math> 1200</b>	1327	1858	148.66	2585	✓	Lato cls – acciaio snervato
GA_SEZ1	<b>Soletta superiore</b>	1743	1743	141.40	2760	✓	Lato cls – acciaio snervato
	<b>Soletta inferiore</b>	577	577	84.94	684	✓	Lato cls – acciaio snervato

### 7.1.4.2. Verifica a taglio

Taglio resistente nelle sezioni con armatura trasversale a taglio				
Taglio agente	$V_{Ed} =$	816	kN	
Larghezza minima della sezione	$b_w$	1200	mm	
Altezza della sezione	$h$	960	mm	
Copri ferro della sezione	$\delta$	80	mm	
Altezza utile della sezione	$d$	880	mm	
Diametro delle staffe	$d_w$	14	mm	
Numero di braccia	$n_w$	2		
Area totale staffe	$A_{sw}$	307.72	mm <sup>2</sup>	
Passo delle staffe	$s$	200	mm	
Inclinazione delle staffe	$\alpha$	90	deg	
Inclinazione delle bielle compresse	$\theta$	21.8	deg	$\cot(\theta) = 2.5$
Coeff. maggiorativo per sezioni compresse	$\alpha_c$	1		
Resistenza di calcolo a "taglio-trazione"	$V_{Rd1} =$	1192.1	kN	$V_{Rd1} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{td} \cdot (\cot \alpha + \cot \theta) \cdot \sin \alpha$
Resistenza di calcolo a "taglio-comprensione"	$V_{Rd2} =$	2697.4	kN	$V_{Rd2} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{td} \cdot (\cot \alpha + \cot \theta) / (1 + \cot^2 \theta)$
Resistenza a taglio della sezione	$V_{Rd} =$	1192.1	kN	$V_{Rd} = \min(V_{Rd1}, V_{Rd2})$
Esito della verifica	soddisfatta			

Figura 7-45: SEZ TIPO 1 – Pali - Verifica a taglio

Taglio resistente nelle sezioni con armatura trasversale a taglio				
Taglio agente	$V_{Ed} =$	407	kN	
Larghezza minima della sezione	$b_w$	1000	mm	
Altezza della sezione	$h$	1200	mm	
Copri ferro della sezione	$\delta$	50	mm	
Altezza utile della sezione	$d$	1150	mm	
Diametro delle staffe	$d_w$	12	mm	
Numero di braccia	$n_w$	2		
Area totale staffe	$A_{sw}$	226.08	mm <sup>2</sup>	
Passo delle staffe	$s$	150	mm	
Inclinazione delle staffe	$\alpha$	90	deg	1
Inclinazione delle bielle compresse	$\theta$	21.8	deg	$\cot(\theta) = 2.50$ 2
Coeff. maggiorativo per sezioni compresse	$\alpha_c$	1		2.5
Resistenza di calcolo a "taglio-trazione"	$V_{Rd1} =$	1526.0	kN	$V_{Rd1} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{td} \cdot (\cot \alpha + \cot \theta) \cdot \sin \alpha$
Resistenza di calcolo a "taglio-comprensione"	$V_{Rd2} =$	2831.4	kN	$V_{Rd2} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{td} \cdot (\cot \alpha + \cot \theta) / (1 + \cot^2 \theta)$
Resistenza a taglio della sezione	$V_{Rd} =$	1526.0	kN	$V_{Rd} = \min(V_{Rd1}, V_{Rd2})$
Esito della verifica	soddisfatta			

Figura 7-46: SEZ TIPO 1 – Soletta superiore - Verifica a flessione

Taglio resistente nelle sezioni con armatura trasversale a taglio						
Taglio agente		$V_{Ed} = 375 \text{ kN}$				
Larghezza minima della sezione	$b_w$	1000	mm			
Altezza della sezione	$h$	500	mm			
Copri ferro della sezione	$\delta$	50	mm			
Altezza utile della sezione	$d$	450	mm			
Diametro delle staffe	$d_w$	12	mm			
Numero di braccia	$n_w$	2				
Area totale staffe	$A_{sw}$	226.08	mm <sup>2</sup>			
Passo delle staffe	$s$	150	mm			
Inclinazione delle staffe	$\alpha$	90	deg			1
Inclinazione delle bielle compresse	$\theta$	21.8	deg	$\cot(\theta)$	2.50	2
Coeff. maggiorativo per sezioni compresse	$\alpha_s$	1				2.5
Resistenza di calcolo a "taglio-trazione"	$V_{Rsd}$	597.1	kN	$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{td} \cdot (\cot \alpha + \cot \theta) \cdot \sin \alpha$		
Resistenza di calcolo a "taglio-comprensione"	$V_{Rsd}$	1107.9	kN	$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_s \cdot f_{cd} \cdot (\cot \alpha + \cot \theta) / (1 + \cot^2 \theta)$		
Resistenza a taglio della sezione	$V_{Rd}$	597.1	kN	$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$		
Esito della verifica	soddisfatta					

Figura 7-47: SEZ TIPO 1 – Soletta inferiore - Verifica a taglio

Nella tabella si riportano i risultati maggiormente significativi per la sezione analizzata.

Tabella 7-5: Verifiche a taglio della sezione 1

Opera	Elemento strutturale	$ N_{ED} /m$ [kNm/m]	$ N_{ED} $ [kNm]	Area armatura a taglio [cm <sup>2</sup> ]	$ T_{RD} $ [kNm]	Verifica
	<b>Pali di grande diametro <math>\Phi</math> 1200</b>	583	816	307.72	1192	✓
GA_SEZ1	<b>Soletta superiore</b>	407	407	226.08	1526	✓
	<b>Soletta inferiore</b>	375	375	226.08	597	✓

### 7.1.4.3. Verifiche geotecniche

Si esegue la verifica di portanza di un palo di grande diametro.

Il carico limite di un palo è convenzionalmente suddiviso in due aliquote, la resistenza alla punta e la resistenza laterale, che viene cautelativamente trascurata. La resistenza diventa, quindi, esprimibile come:

$$p = N_q^* \cdot \sigma'_{vo}$$

Il fattore di capacità portante ridotto (impiegato per i pali di grande diametro)  $N_q^*$  viene calcolato dall'interpolazione delle due curve riportate in figura ovvero dall'abaco di Berezantzev (1965), funzione dell'angolo d'attrito  $\varphi'$  e del rapporto L/D per ogni palo.

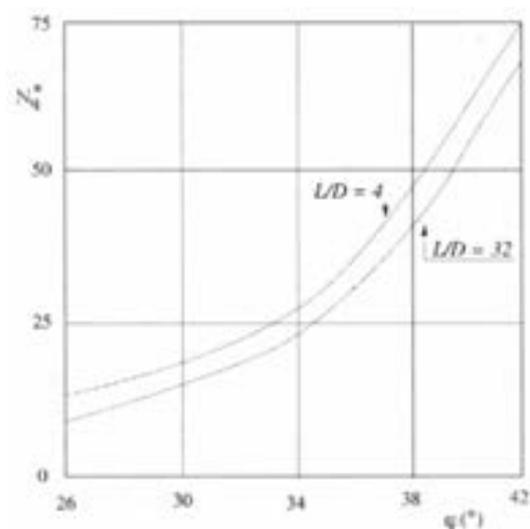


Figura 7-48: Valori del coefficiente di capacità portante ridotto di Berezantzev (1965)

Nel foglio di calcolo riportato in seguito, viene trascurato il peso del palo poiché se ne tiene conto già nel modello di calcolo: si assegna il peso proprio del palo all'elemento *plate*. Il carico assiale agente sul palo, impiegato per le verifiche, è quello più sfavorevole e tiene già conto degli opportuni coefficienti parziali di sicurezza. Per il livello della quota della falda si faccia riferimento al 'Profilo geotecnico' (COD.ELAB T01GE02GETFG01).

La verifica a carico limite verticale del palo viene eseguita per la sola parte infissa.

Il coefficiente di sicurezza  $\gamma_b$  è pari a 1.35.

**CALCOLO DELLA CAPACITÀ PORTANTE DI UN PALO TRIVELLATO DI GRANDE DIAMETRO**

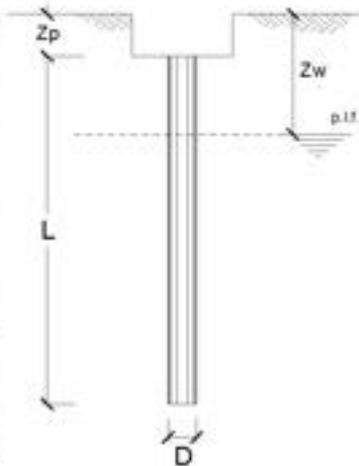
**CANTIERE:**

**OPERA:**

**DATI DI INPUT:**

Diametro del Palo (D):	1.20	(m)	Area del Palo (A <sub>p</sub> ):	1.131	(m <sup>2</sup> )
Quota testa Palo dal p.c. (z <sub>p</sub> ):	5.10	(m)	Quota falda dal p.c. (z <sub>q</sub> ):	6.50	(m)
Carico Assiale Permanente (G):	972	(kN)	Carico Assiale variabile (Q):	0	(kN)
Numero di strati	2		L <sub>palo</sub> =	14.90	(m)

coefficienti parziali		azioni		resistenza laterale e di base		
Metodo di calcolo		permanenti	variabili	γ <sub>s</sub>	γ <sub>b</sub>	γ <sub>res</sub>
SLU	A1+M1+R1	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M1+R2	1.00	1.30	1.70	1.45	1.60
	A1+M1+R3	1.30	1.50	1.35	1.15	1.25
	SISMA	1.00	1.00	1.35	1.15	1.25
DM88	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
definiti dal progettista		1.00	1.00	1.35	1.15	1.25



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
γ <sub>s</sub>	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
γ <sub>b</sub>	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

**PARAMETRI MEDI**

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	Parametri del terreno			
			γ (kN/m <sup>3</sup> )	c' <sub>med</sub> (kPa)	φ' <sub>med</sub> (°)	c <sub>u,med</sub> (kPa)
1	6.90		18.00	3.0	30.0	
2	8.00		18.00	15.0	25.0	

Coefficienti di Calcolo			
k	μ	α	α
(-)	(-)	(-)	(-)
0.50	0.58		
0.58	0.47		

(n.b.: lo spessore degli strati è computato dalla quota di intradosso del primo)

**RISULTATI**

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	media					minima (solo SLU)				
			Q <sub>s</sub> (kN)	N <sub>q</sub> (-)	N <sub>c</sub> (-)	q <sub>b</sub> (kPa)	Q <sub>bm</sub> (kN)	Q <sub>s</sub> (kN)	N <sub>q</sub> (-)	N <sub>c</sub> (-)	q <sub>b</sub> (kPa)	Q <sub>bm</sub> (kN)
1	6.90		991.1					991.1				
2	8.00		1567.2	11.69	22.91	2972.9	3362.3	1567.2	11.69	22.91	2972.9	3362.3

**CARICO ASSIALE AGENTE**

$$N_d = N_{G'} \cdot \gamma_G + N_{Q'} \cdot \gamma_Q$$

$$N_d = 972.0 \text{ (kN)}$$

**CAPACITÀ PORTANTE MEDIA**

$$\text{base } R_{R,cal,med} = 3362.3 \text{ (kN)}$$

$$\text{laterale } R_{R,cal,med} = .0 \text{ (kN)}$$

$$\text{totale } R_{R,cal,med} = 3362.3 \text{ (kN)}$$

**CAPACITÀ PORTANTE MINIMA**

$$\text{base } R_{R,cal,min} = 3362.3 \text{ (kN)}$$

$$\text{laterale } R_{R,cal,min} = .0 \text{ (kN)}$$

$$\text{totale } R_{R,cal,min} = 3362.3 \text{ (kN)}$$

**CAPACITÀ PORTANTE CARATTERISTICA**

$$R_{b,k} = \text{Min}(R_{b,cal,med}/\gamma_{s1}; R_{b,cal,min}/\gamma_{s2}) = 1977.8 \text{ (kN)}$$

$$R_{l,k} = \text{Min}(R_{l,cal,med}/\gamma_{s1}; R_{l,cal,min}/\gamma_{s2}) = .0 \text{ (kN)}$$

$$R_{c,k} = R_{b,k} + R_{l,k} = 1977.8 \text{ (kN)}$$

**CAPACITÀ PORTANTE DI PROGETTO**

$$R_{c,d} = R_{b,k}/\gamma_b + R_{l,k}/\gamma_s$$

$$R_{c,d} = 1465.0 \text{ (kN)}$$

$$F_s = R_{c,d} / N_d$$

$$F_s = 1.51$$

La verifica geotecnica risulta soddisfatta.

PROGETTAZIONE ATI:

#### 7.1.4.4. Analisi di stabilità globale

Sono state condotte le analisi di stabilità *ante operam* e *post operam*. I coefficienti di sicurezza ottenuti nelle due fasi indicano un miglioramento nella stabilità del pendio successivamente alla realizzazione dell'opera. Sono state condotte, inoltre, analisi di stabilità nelle quattro combinazioni sismiche. I fattori di sicurezza ottenuti soddisfano, in tutti i casi, i requisiti minimi richiesti dalla normativa.

Dalle analisi si ottiene:

- CONDIZIONE STATICA ANTE OPERAM **FS = 1.66**
- CONDIZIONE STATICA POST OPERAM **FS = 1.97**
  
- PRIMA COMBINAZIONE SISMICA (+/+) **FS = 1.71**
- SECONDA COMBINAZIONE SISMICA (+/-) **FS = 1.71**
- TERZA COMBINAZIONE SISMICA (-/+) **FS = 2.3**
- QUARTA COMBINAZIONE SISMICA (-/-) **FS = 2.5**

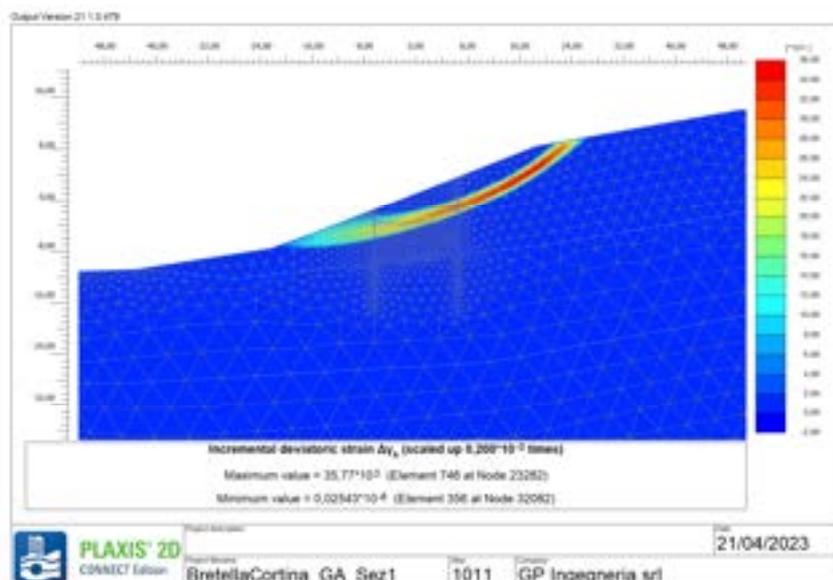


Figura 7-49: Analisi di stabilità in condizioni statiche ANTE OPERAM (FS=1,66)

PROGETTAZIONE ATI:

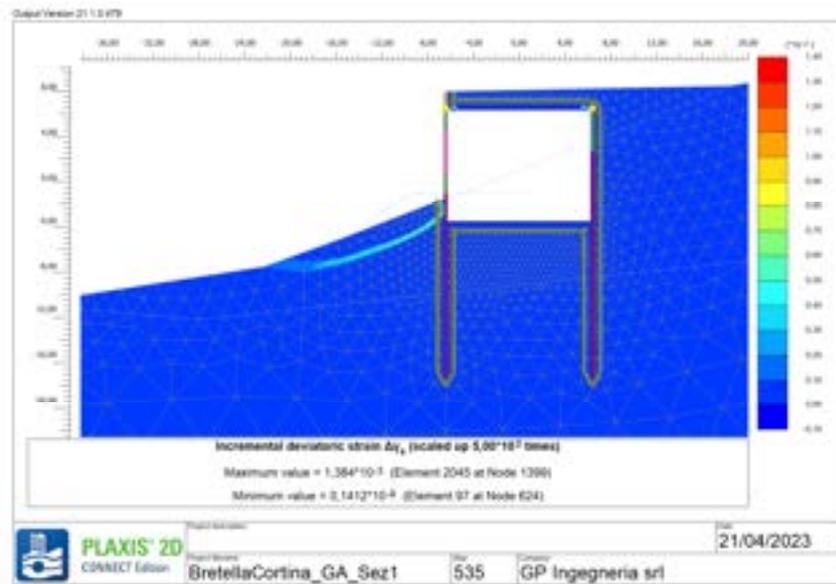


Figura 7-50: Analisi di stabilità in condizioni statiche POST OPERAM (FS=1,97)

PROGETTAZIONE ATI:

## 7.2. SEZIONE TIPO 2 E 3

### 7.2.1. DESCRIZIONE DELL'OPERA

Si prevede la realizzazione della sezione tipo 2 e 3, riportata in figura, alle seguenti progressive:

- Sezione tipo 2 da pk 0+397.83 a pk 0+415 e da pk 0+483.20 a pk 492.50;
- Sezione tipo 3 da pk 0+415.2 a pk 0+483.2.

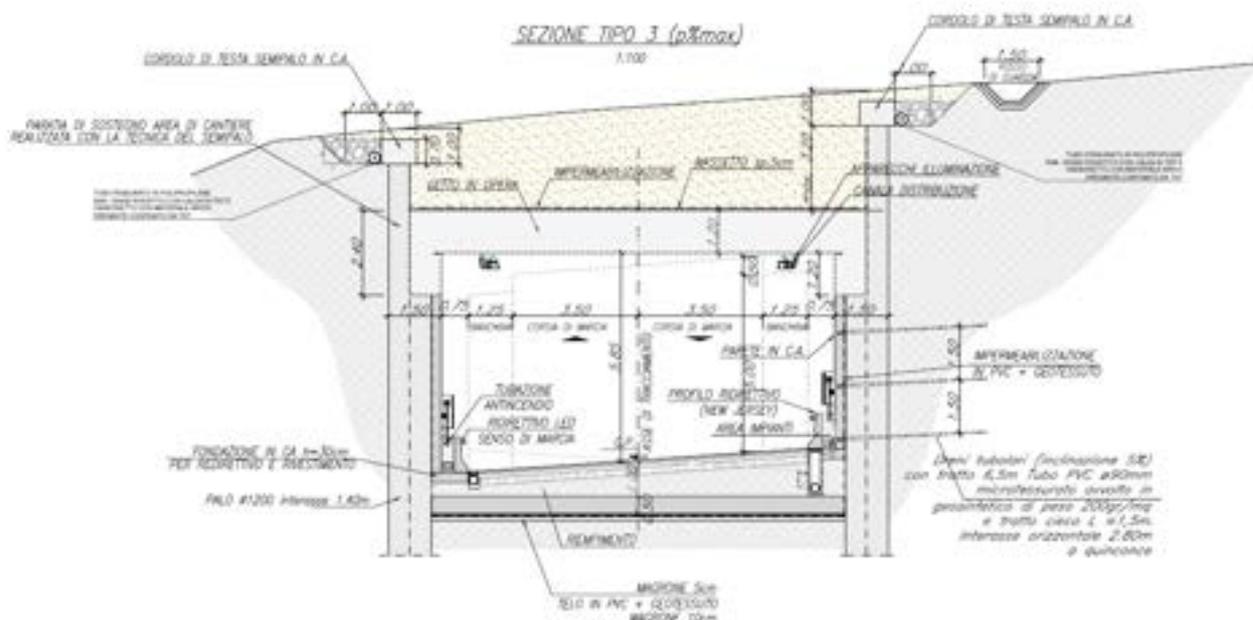


Figura 7-51 Sezione tipo 3 – Galleria artificiale

L'opera, realizzata a scavo sostenuto con metodo Milano, si compone due paratie laterali di pali trivellati di grande diametro  $\varnothing 1200$  aventi lunghezza pari a 15 m e interasse pari a 1,40 m. È prevista la realizzazione di un cordolo di larghezza pari a 0,90 m e altezza 1,20 m al di sopra della testa dei pali. La soletta superiore ha spessore pari a 1,20 m e quella inferiore ha spessore 0,50 m. La profondità di scavo considerata per il dimensionamento, dall'estradosso del solettone superiore all'intradosso del solettone inferiore, è stata cautelativamente incrementata di 0,50 m, in accordo con il §6.5.2.2 delle NTC 2018, ottenendo una profondità di scavo totale pari a circa 12 m. La lunghezza di infissione risulta circa pari a 8,9 m.

Le fasi di costruzione dell'opera prevedono uno scavo fino a 0,50 m sotto la quota del cordolo della paratia prima della realizzazione della soletta superiore. Si prevede, pertanto, la realizzazione di una paratia di pali la cui sezione corrisponde a metà circonferenza di diametro  $\varnothing 1200$  aventi lunghezza variabile ( $L_{max} = 4,65$  m) e interasse pari a 1,40 m. È prevista la realizzazione di un cordolo di larghezza pari a 1 m e altezza 0,7 m al di sopra della testa dei pali.

Data la funzione provvisoria dell'opera, le verifiche della paratia di mezzi pali verranno eseguite fino alla fase di costruzione della soletta superiore, pertanto non si ritengono dimensionanti le azioni sismiche.

PROGETTAZIONE ATI:

I calcoli e le verifiche eseguite per la Sezione tipo 3 svolti in questo paragrafo sono cautelativamente validi per la Sezione tipo 2 riportata in figura.

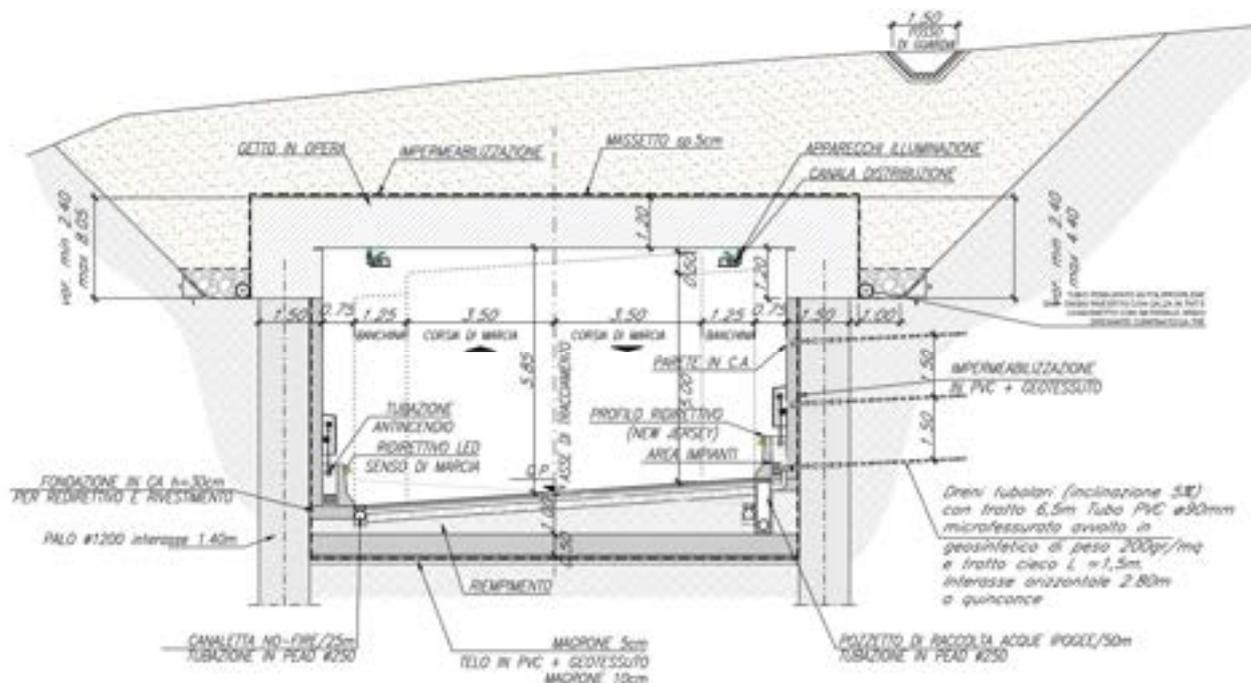


Figura 7-52: Sezione tipo 4 – Galleria artificiale

L'opera, realizzata a scavo sostenuto con metodo Milano, si compone due paratie laterali di pali trivellati di grande diametro  $\varnothing 1200$  aventi lunghezza pari a 20 m e interasse pari a 1,40 m. È prevista la realizzazione di un cordolo di larghezza pari a 1,70 m e altezza 1,20 m al di sopra della testa dei pali. La soletta superiore ha spessore pari a 1,20 m e quella inferiore ha spessore 0,50 m.

La lunghezza di infissione della paratia a valle è:

- variabile da circa 14.4m fino a 9.2m nel tratto compreso tra la pk 0.398.83 e la pk 0+424;
- variabile da circa 14.2m fino a 9.4 m nel tratto compreso tra la pk 0.442.68 e la pk 0+492.50;
- pari a 8.9m nel tratto compreso tra la pk 0+424 e 0+433.98 e in quello compreso tra 0+433.98 e 0+422.68

Per la paratia a monte la lunghezza di infissione è:

- pari a 8.9m per il tratto compreso tra la pk 0+397 e la pk 0+415;
- variabile da circa 9m fino a 14.3m nel tratto compreso tra la pk 0+483 e la pk 0+492.

## 7.2.2. STRATIGRAFIA DI CALCOLO

La stratigrafia di calcolo, a partire da p.c., è costituita da:

Stratigrafia [da p.c.]	Formazione	Descrizione	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$c'$ (kPa)	$\phi'$ (°)	$E$ (MPa)
da 0 a 6 m	UG1a	Deposito da frana	18	10	26	20
da 6 a 30 m	UG1b	Deposito da frana	18	15	25	40

PROGETTAZIONE ATI:

L'influenza della falda sulle opere è stata valutata considerando attivo il drenaggio nelle gallerie, che comporta quindi un abbassamento della falda in prossimità della quota di scavo. Per garantire queste condizioni, in fase di realizzazione dell'opera si prevede un sistema di drenaggio composto da dreni di lunghezza pari a 6,5 m e inclinati del 5% verso l'alto rispetto l'orizzontale disposti a quinconce a interasse 2,80 m. Il sistema di drenaggio prevede, inoltre, l'installazione di un tubo in PVC di diametro  $\Phi 90$  mm microfessurato avvolto in geosintetico di peso 200gr/mg. Il drenaggio deve garantire, per ogni fase di scavo, l'assenza di acqua sul fondo scavo.

### 7.2.3. FASI DI CALCOLO

Le analisi effettuate con il codice Plaxis 2D sono state condotte in considerazione delle fasi riportate in seguito.

1. condizione iniziale geostatica;
- 1.1 analisi di stabilità in condizioni statiche – pre intervento;
- 2 prescavo per la realizzazione delle paratie;
- 3 realizzazione paratie di pali di grande diametro + mezzo palo;
- 4 prima fase di scavo a quota -4.7 m (da testa mezzo palo);
- 5 realizzazione cordolo e soletta superiore;
- 6 seconda fase di scavo a quota -6.2 m (da testa mezzo palo)
- 7 terza fase di scavo a quota -8.2 m (da testa mezzo palo);
- 8 quarta fase di scavo a quota -10.4 m (da testa mezzo palo);
- 9 realizzazione soletta inferiore;
- 10 ritombamento con materiale di riempimento;
- 10.1 analisi di stabilità in condizioni statiche – post intervento;
- 11 applicazione del sisma nelle 4 combinazioni (+/+ ; +/- ; -/- ; -/+)
- 11.1 analisi di stabilità in condizioni sismiche – post intervento;

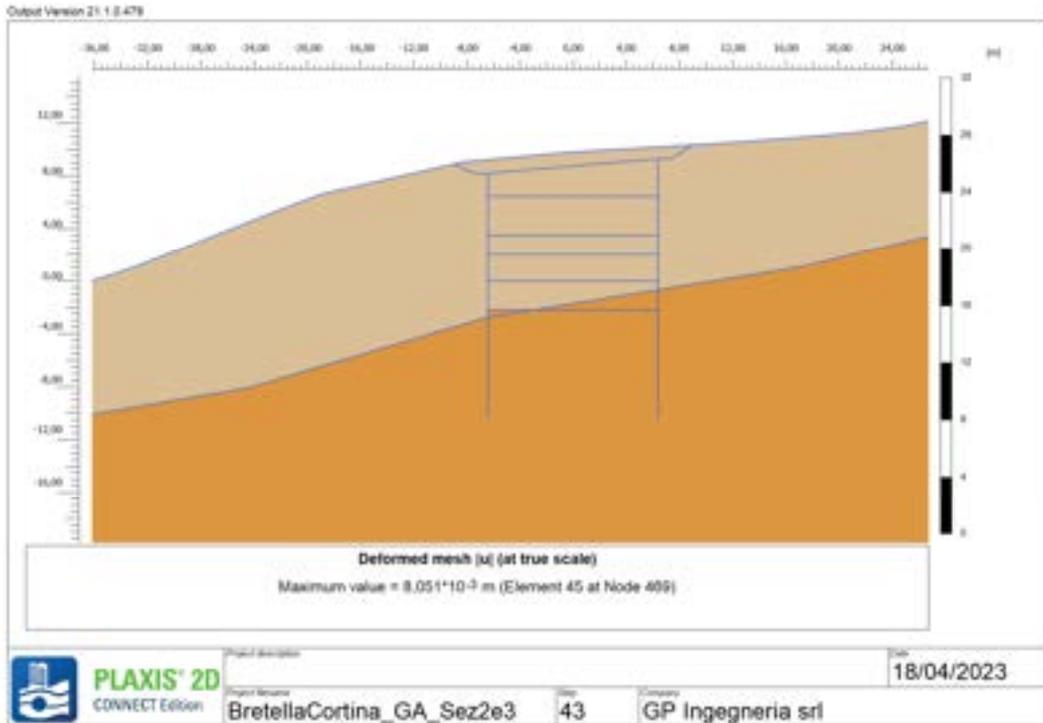


Figura 7-53: SEZ TIPO 3 – FASE 1 – Condizione geostatica

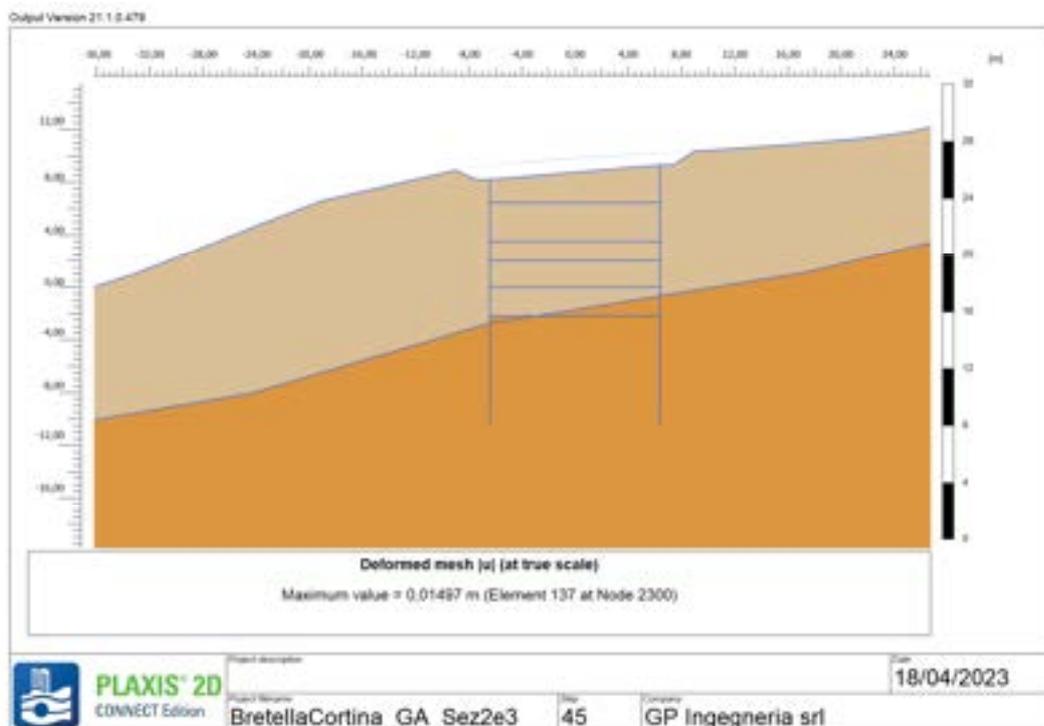


Figura 7-54: SEZ TIPO 3 – FASE 2 – Precavo

PROGETTAZIONE ATI:

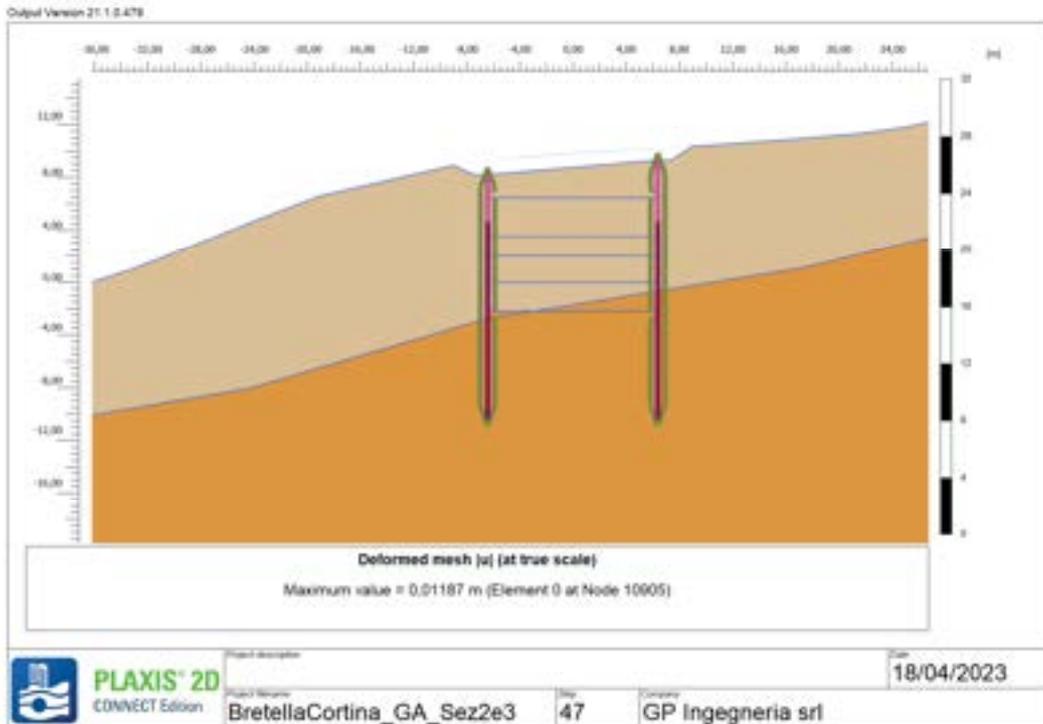


Figura 7-55: SEZ TIPO 3 – FASE 3 – Realizzazione paratie di pali e mezzi pali

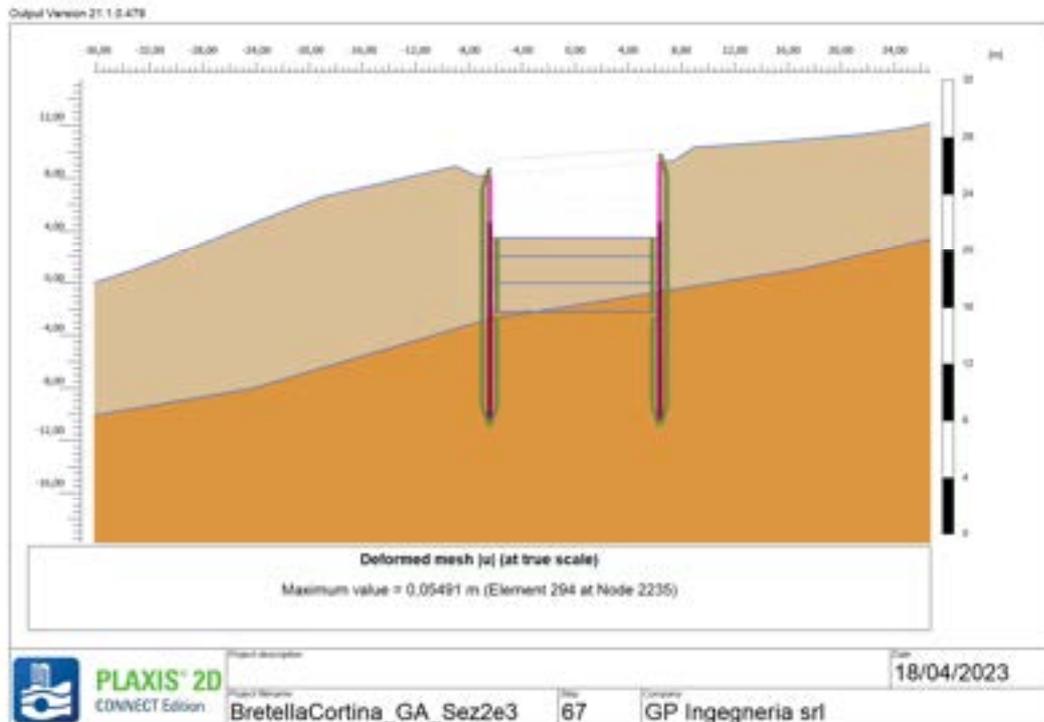


Figura 7-56: SEZ TIPO 3 – FASE 4 – Prima fase di scavo

PROGETTAZIONE ATI:

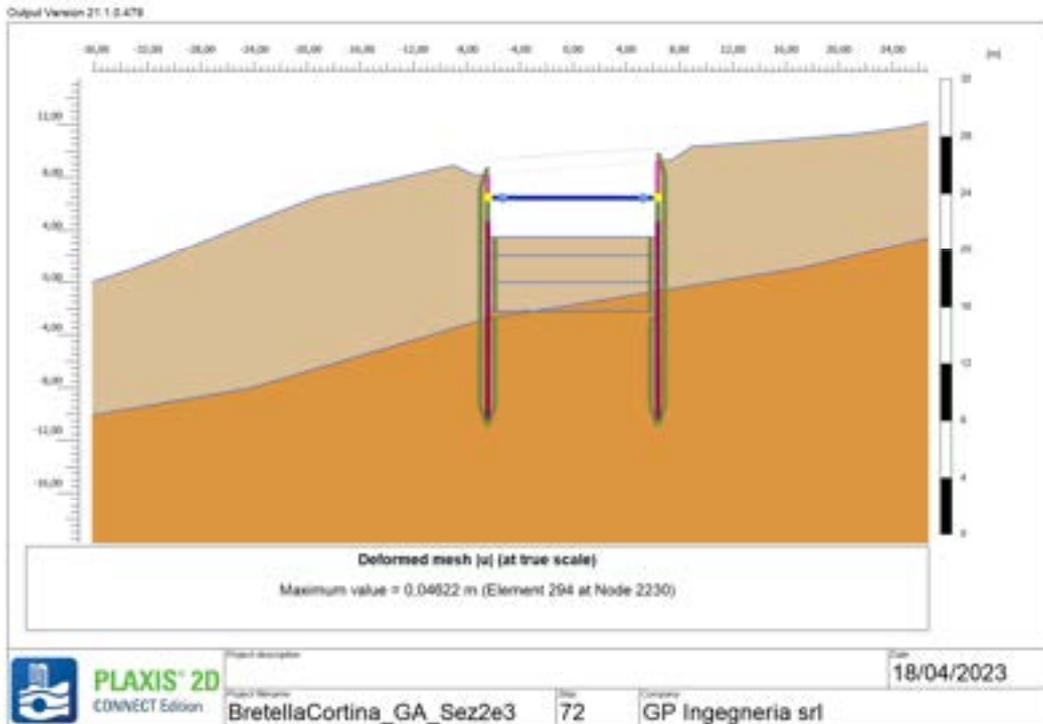


Figura 7-57: SEZ TIPO 3 – FASE 5 – Realizzazione cordolo e soletta superiore

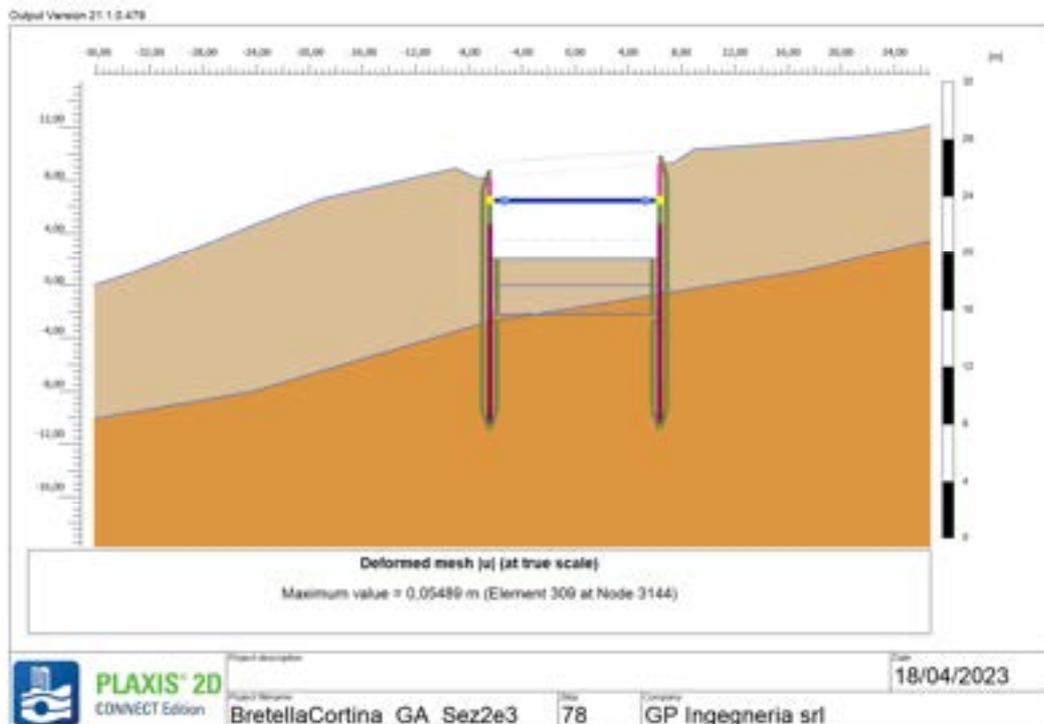


Figura 7-58: SEZ TIPO 3 – FASE 6 – Seconda fase di scavo

PROGETTAZIONE ATI:

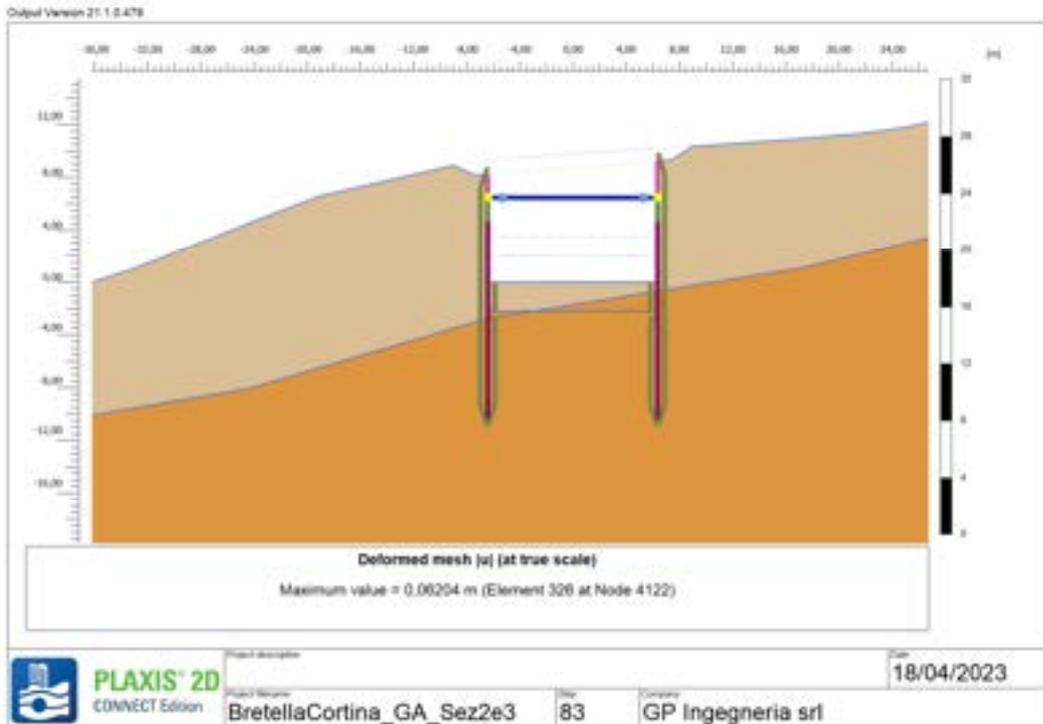


Figura 7-59: SEZ TIPO 3 – FASE 7 – Terza fase di scavo

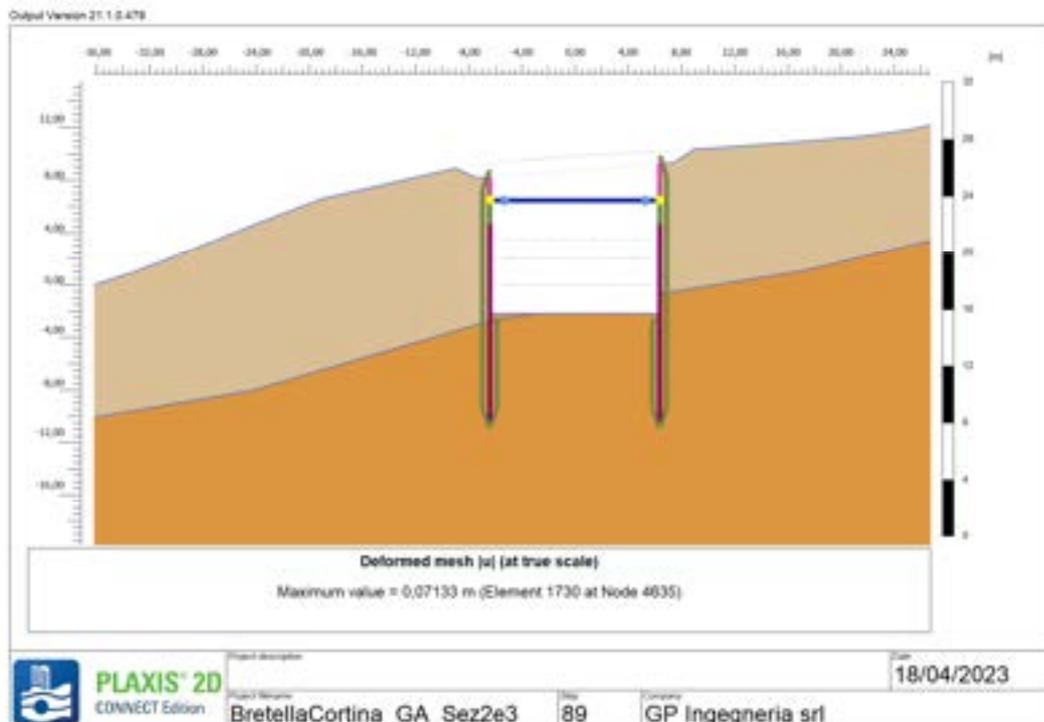


Figura 7-60: SEZ TIPO 3 – FASE 8 – Quarta fase di scavo

PROGETTAZIONE ATI:

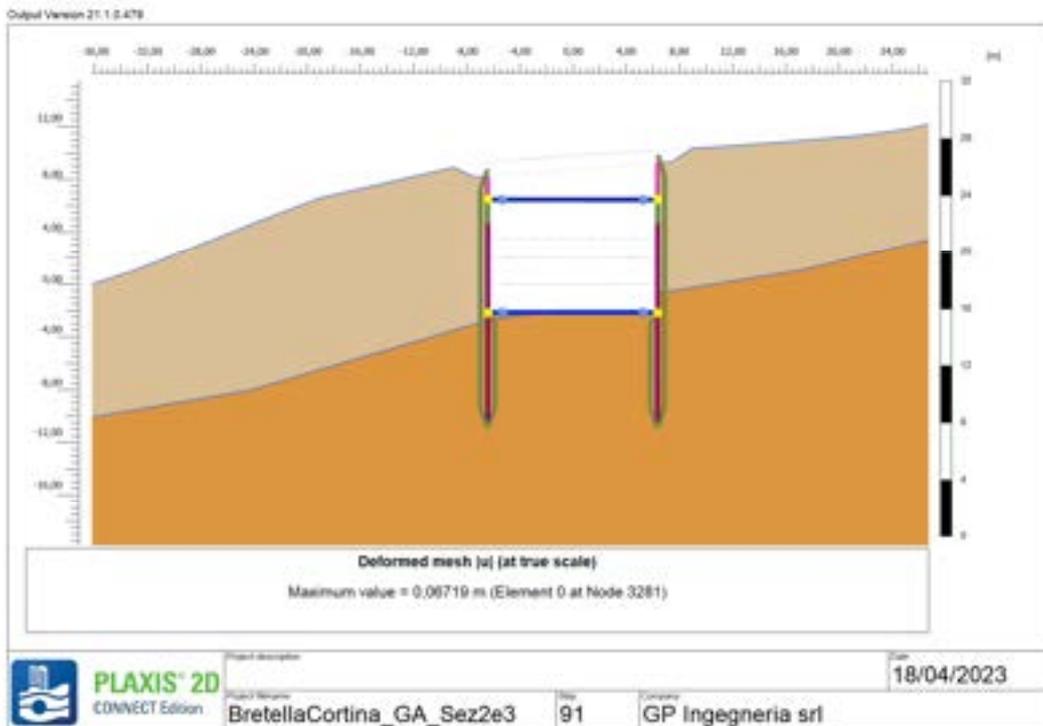


Figura 7-61: SEZ TIPO 3 – FASE 9 – Realizzazione soletta inferiore

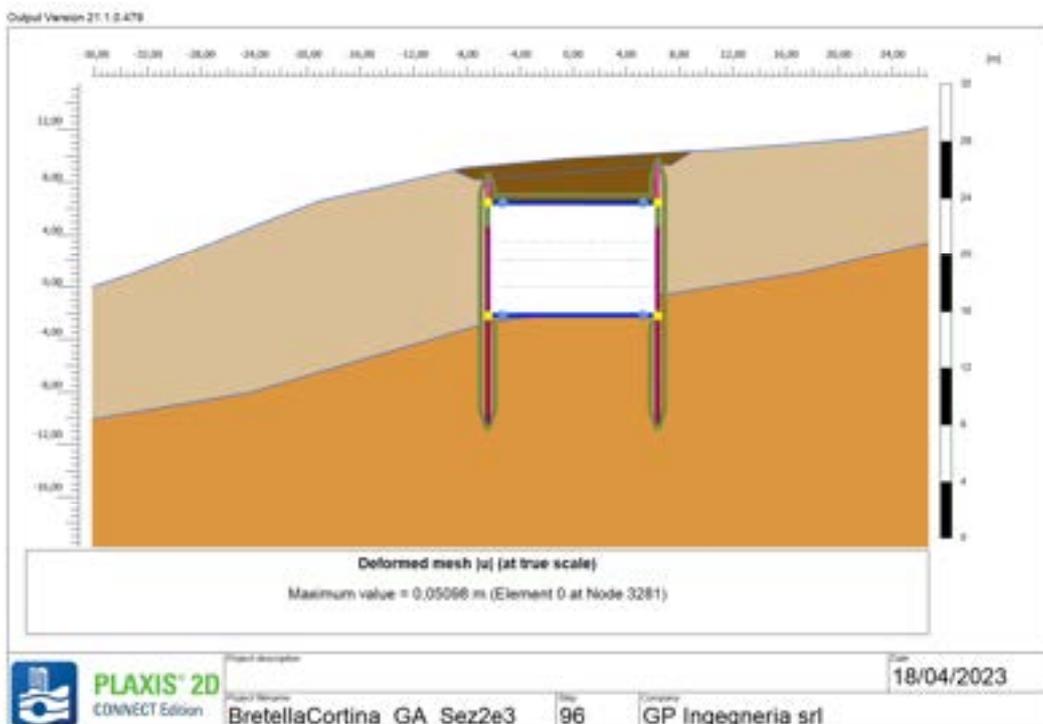


Figura 7-62: SEZ TIPO 3 – FASE 10 – Ritombamento

PROGETTAZIONE ATI:

#### 7.2.4. RISULTATI

I valori dei grafici delle sollecitazioni riportati nel seguito riportano valori che sono stati amplificati per eseguire le verifiche di resistenza. Per determinare il valore delle sollecitazioni nella combinazione A1+M1+R1 è stato sufficiente amplificare il valore delle stesse per un coefficiente amplificativo omogeneo pari a 1,3 (da normativa). Le verifiche alle azioni sismiche, invece, vengono eseguite considerando il coefficiente moltiplicativo unitario.

Le azioni dimensionanti saranno le massime tra le azioni statiche e le azioni sismiche. Per maggiori informazioni sui dati di input e di output del software di calcolo si rimanda al capitolo §0 Allegati di calcolo di tale elaborato.

### 7.2.4.1. Paratia di valle

#### Sollecitazioni palo

Il massimo valore di *sforzo normale di compressione e di trazione* (N) si osservano nella fase statica di ritombamento, e sono pari a

$$N_e = 787.7 \text{ kN/m} ; N_e = -25.6 \text{ kN/m}$$

Tale valore, moltiplicato per l'interasse dei pali, sarà dimensionante per la verifica dell'elemento strutturale. Il coefficiente moltiplicativo è unitario. Lo sforzo normale sollecitante per ogni palo risulta

$$N_e = 787.7 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 1.4 \text{ m} \cdot 1.3 = 1433 \text{ kN} ; N_e = -25.6 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 1.4 \text{ m} \cdot 1.3 = -47 \text{ kN}$$

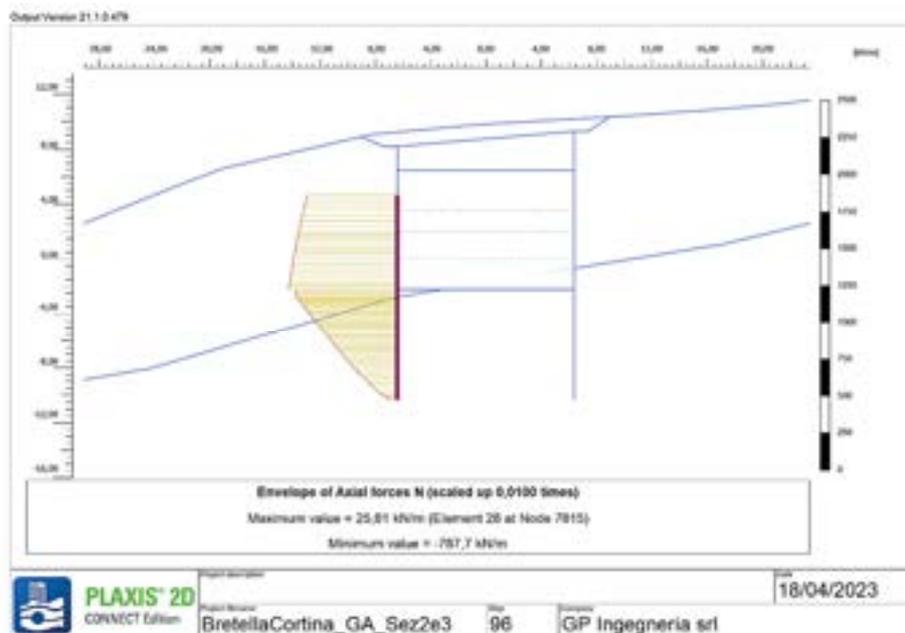


Figura 7-63: SEZ TIPO 3 – Palo di valle – Sforzo normale (N) dimensionante

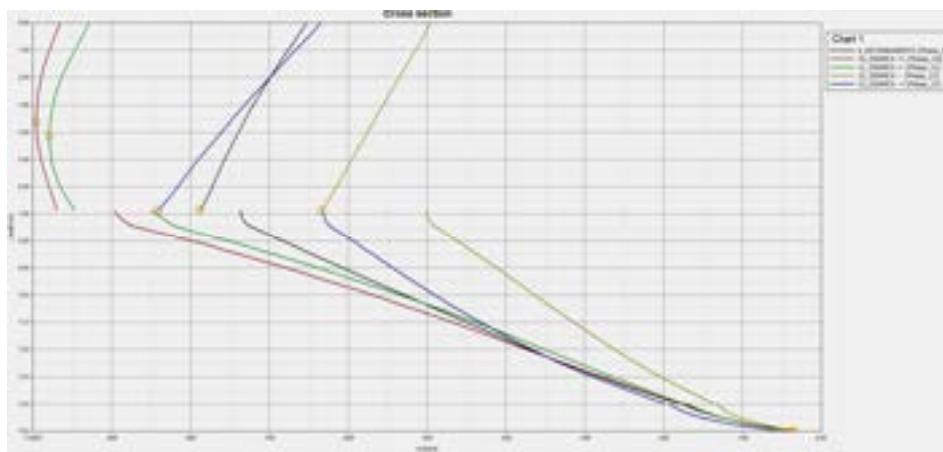


Figura 7-64: SEZ TIPO 3 – Palo di valle – Inviluppo Sforzo normale (N)

PROGETTAZIONE ATI:

Il massimo valore di momento (M) si osserva nella seconda combinazione sismica (+/-), ed è pari a

$$M_e = 2300 \text{ kNm/m}$$

Tale valore, moltiplicato per l'interasse dei pali, sarà dimensionante per la verifica dell'elemento strutturale. Il coefficiente moltiplicativo è unitario. Lo sforzo normale sollecitante per ogni palo risulta:

$$M_e = 2300 \frac{\text{kNm}}{\text{m}} \cdot 1.4 \text{ m} = 3220 \text{ kNm}$$

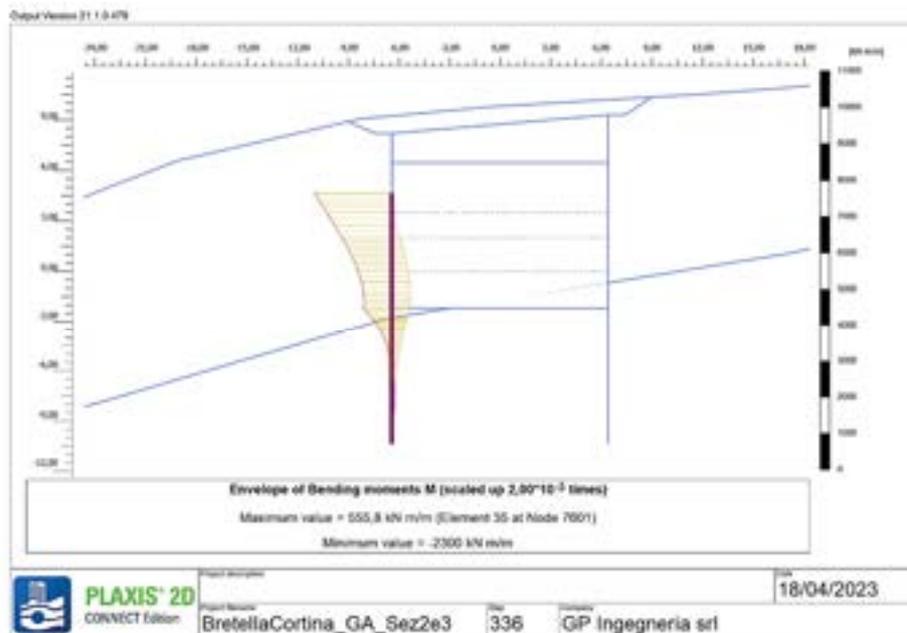


Figura 7-65: SEZ TIPO 3 – Palo di valle – Momento (M) dimensionante

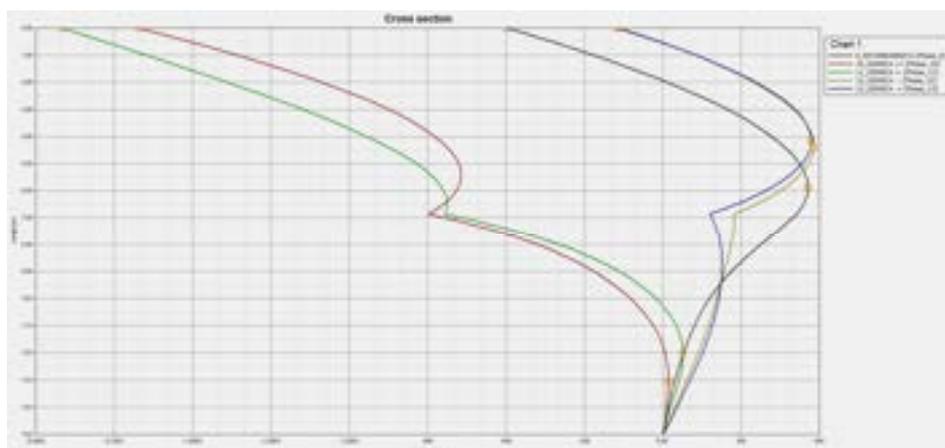


Figura 7-66: SEZ TIPO 3 – Palo di valle – Inviluppo Momento (M)

PROGETTAZIONE ATI:

Il massimo valore di Taglio (Q) si osserva nella combinazione statica più gravosa, ed è pari a

$$Q_e = 354 \text{ kN/m}$$

Tale valore, moltiplicato per l'interasse dei pali e per il coefficiente moltiplicativo di sicurezza, sarà dimensionante per la verifica dell'elemento strutturale. Lo sforzo normale sollecitante per ogni palo risulta:

$$Q_e = 354 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 1.3 \cdot 1.4 \text{ m} = 644 \text{ kN}$$

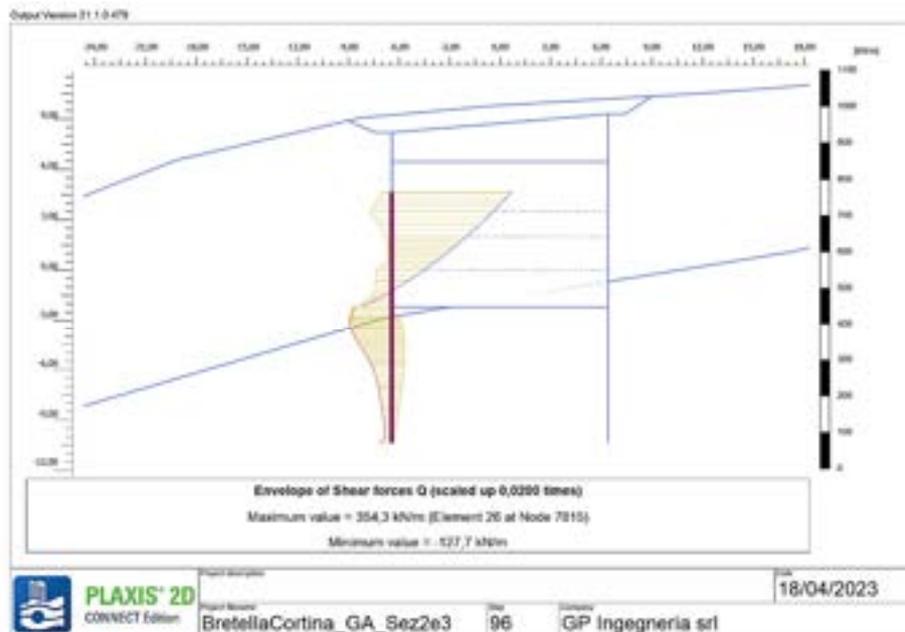


Figura 7-67: SEZ TIPO 3 – Palo di valle – Taglio (T) dimensionante

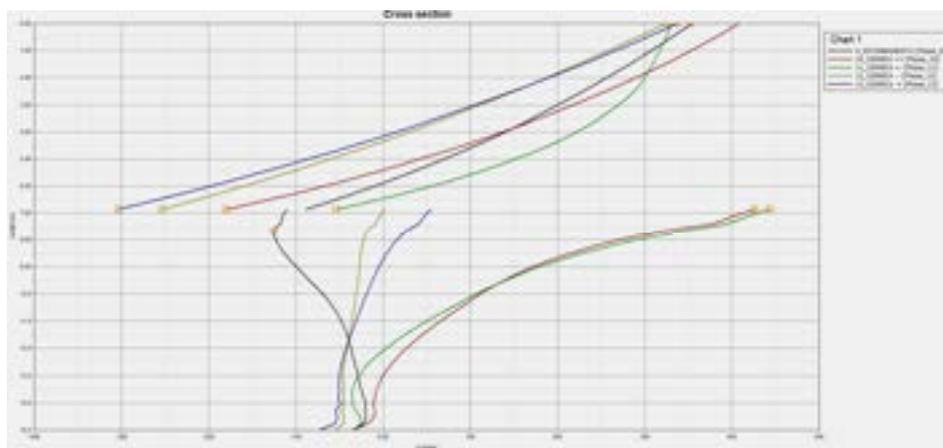


Figura 7-68: SEZ TIPO 3 – Palo di valle – Involuppo Taglio (T)

PROGETTAZIONE ATI:

*Spostamenti palo*

Gli spostamenti vengono valutati durante le fasi di costruzione dell'opera, in condizioni statiche. Il massimo spostamento si osserva nella fase di ritombamento ed è pari a circa 9 mm, compatibile con l'opera.

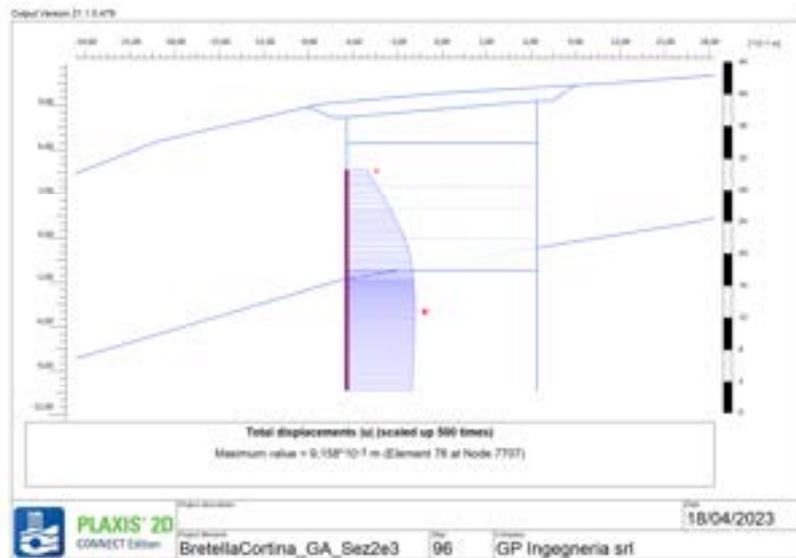


Figura 7-69: SEZ TIPO 3 – Palo di valle – Spostamento massimo

### Sollecitazioni mezzo palo

Il valore di *sforzo normale di compressione* (N) che si osserva tra la fase di scavo e la realizzazione della soletta superiore è pari a

$$N_e = 11.2 \text{ kN/m}$$

Tale valore, moltiplicato per l'interasse dei pali e per il coefficiente amplificativo 1,3 sarà dimensionante per la verifica dell'elemento strutturale.

$$N_e = 11.2 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 1.4 \text{ m} \cdot 1.3 = 20 \text{ kN}$$

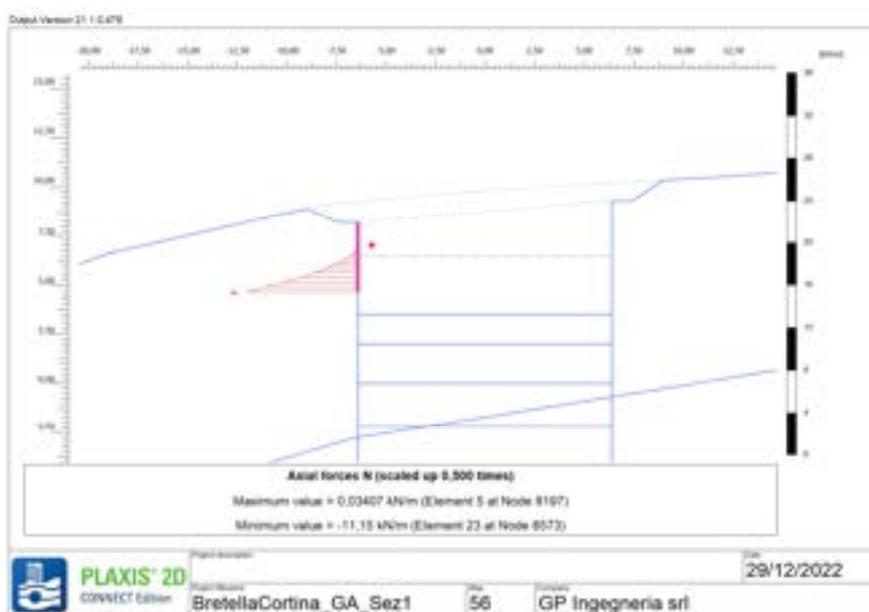


Figura 7-70: SEZ TIPO 3 – Mezzo palo di valle – Sforzo normale (N) dimensionante

Il valore di *momento* (M) che si osserva tra la fase di scavo e la realizzazione della soletta superiore è pari a

$$M_e = 24 \text{ kNm/m}$$

Tale valore, moltiplicato per l'interasse dei pali e per il coefficiente amplificativo 1,3 sarà dimensionante per la verifica dell'elemento strutturale.

$$M_e = 24 \frac{\text{kNm}}{\text{m}} \cdot 1.4 \text{ m} \cdot 1.3 = 43 \text{ kN}$$

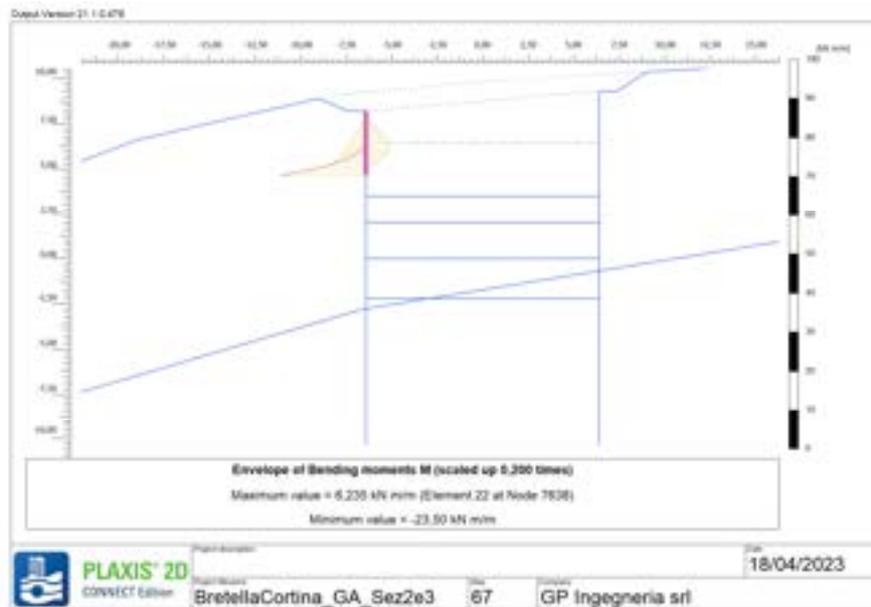


Figura 7-71: SEZ TIPO 3 – Mezzo palo di valle – Momento (M) dimensionante

Il valore di *taglio* (Q) che si osserva tra la fase di scavo e la realizzazione della soletta superiore è pari a

$$Q_e = 30 \text{ kN/m}$$

Tale valore, moltiplicato per l'interasse dei pali e per il coefficiente amplificativo 1,3 sarà dimensionante per la verifica dell'elemento strutturale.

$$Q_e = 30 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 1.4 \text{ m} \cdot 1.3 = 55 \text{ kN}$$

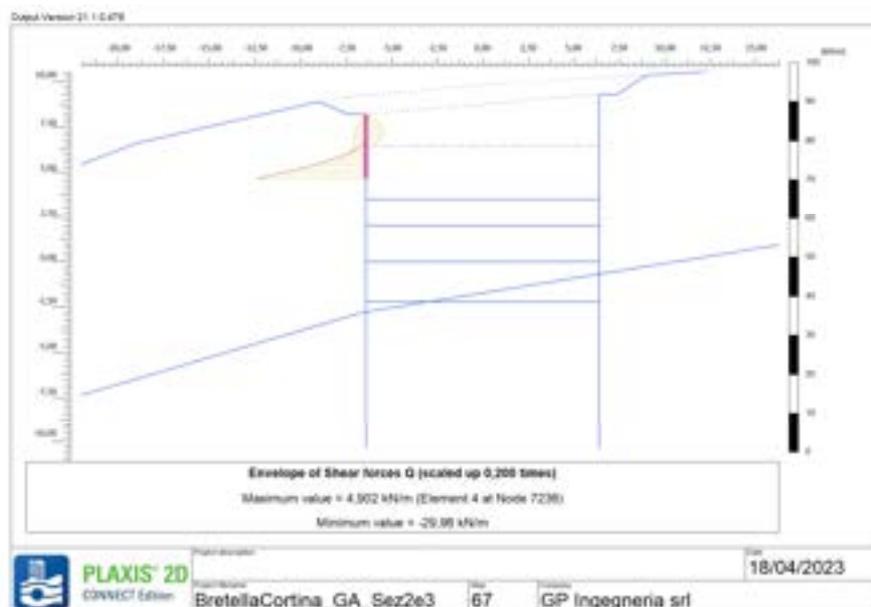


Figura 7-72: SEZ TIPO 3 – Mezzo palo di valle – Taglio (Q) dimensionante

PROGETTAZIONE ATI:

*Spostamento mezzo palo*

Lo spostamento viene valutato tra la fase di scavo e la realizzazione della soletta superiore in condizioni statiche ed è pari a circa 17 mm, compatibile con l'opera.

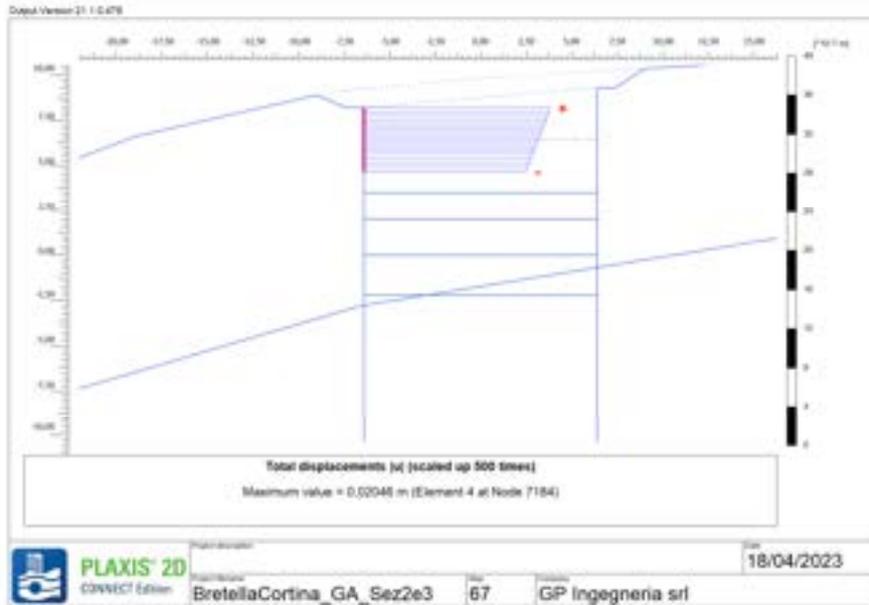


Figura 7-73: SEZ TIPO 3 – Mezzo palo di valle – Spostamento massimo

### 7.2.4.2. Paratia di monte

#### Sollecitazioni palo

Il massimo valore di *sforzo normale di compressione e di trazione*(N) si osservano nella fase statica di ritombamento, e sono pari a

$$N_e = 769.1 \text{ kN/m} ; N_e = -31.6 \text{ kN/m}$$

Tale valore, moltiplicato per l'interasse dei pali e per il coefficiente moltiplicativo di sicurezza, sarà dimensionante per la verifica dell'elemento strutturale. Lo sforzo normale sollecitante per ogni palo risulta

$$N_e = 769 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 1.3 \cdot 1.4 \text{ m} = 1400 \text{ kN}; N_e = -31.6 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 1.3 \cdot 1.4 \text{ m} = -58 \text{ kN}$$

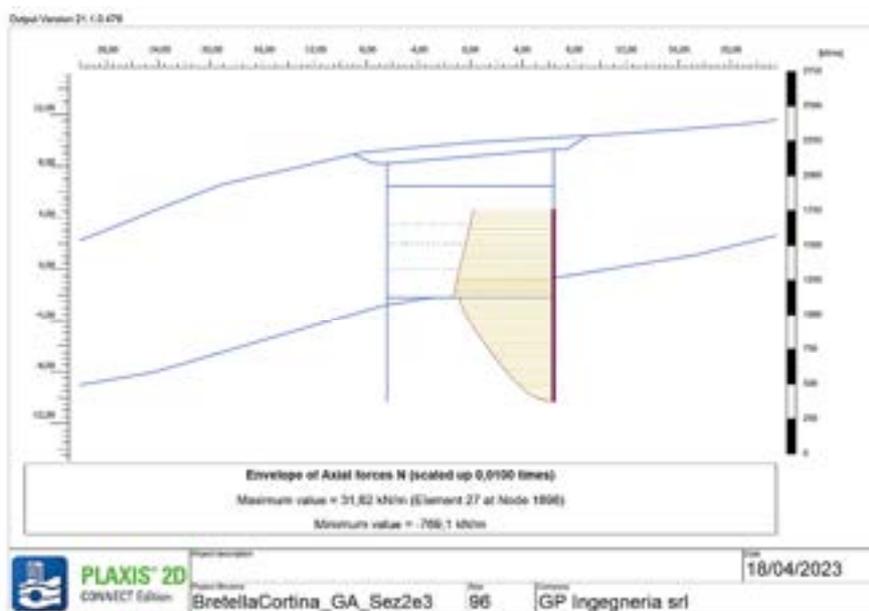


Figura 7-74 SEZ TIPO 3 – Palo di monte – Sforzo normale (N) dimensionante

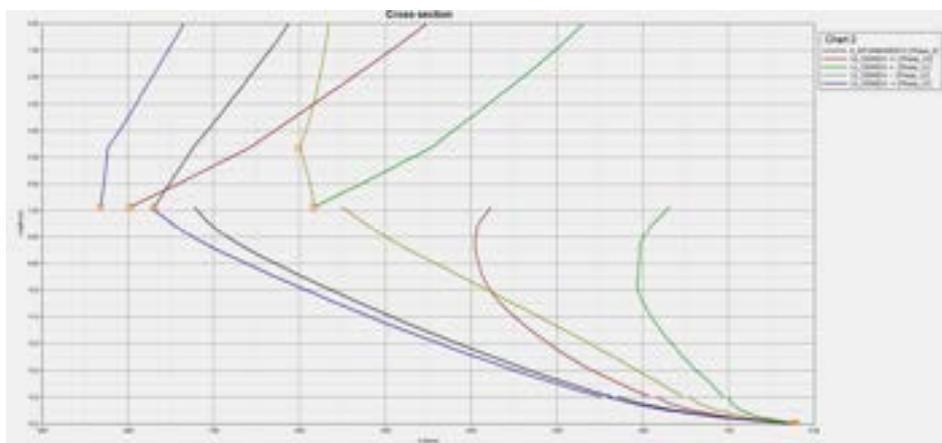


Figura 7-75: SEZ TIPO 3 – Palo di monte – Inviluppo Sforzo normale (N)

Il massimo valore di momento (M) si osserva nella seconda combinazione sismica (+/-), ed è pari a

$$M_e = 1316 \text{ kNm/m}$$

Tale valore, moltiplicato per l'interasse dei pali, sarà dimensionante per la verifica dell'elemento strutturale. Il coefficiente moltiplicativo è unitario. Lo sforzo normale sollecitante per ogni palo risulta:

$$M_e = 1316 \frac{\text{kNm}}{\text{m}} \cdot 1.4 \text{ m} = 1842 \text{ kNm}$$

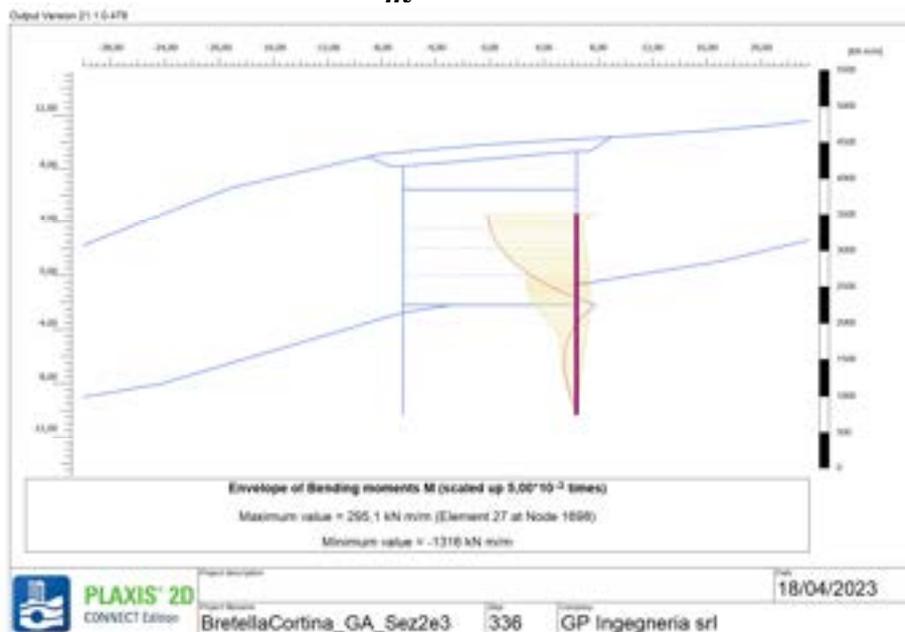


Figura 7-76: SEZ TIPO 3 – Palo di monte – Momento (M) dimensionante

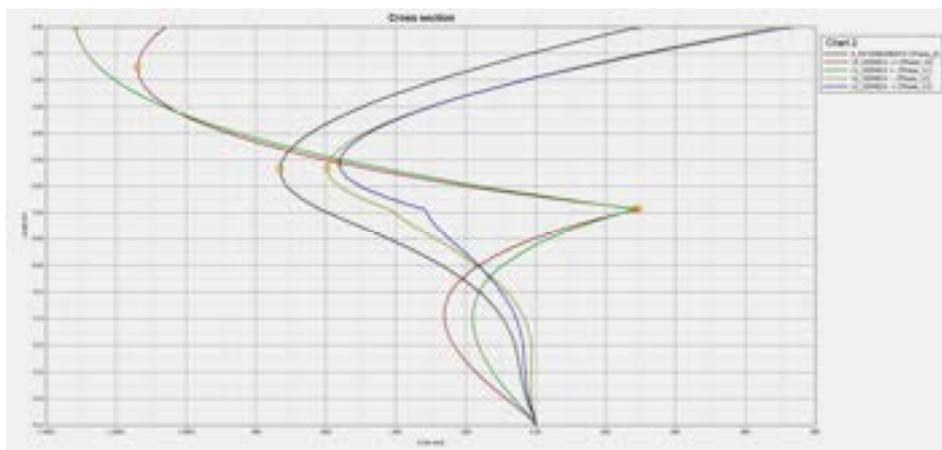


Figura 7-77: SEZ TIPO 3 – Palo di monte – Involuppo Momento (M)

PROGETTAZIONE ATI:

Il massimo valore di Taglio (Q) si osserva nella prima combinazione sismica (+/+), ed è pari a

$$Q_e = 660 \text{ kN/m}$$

Tale valore, moltiplicato per l'interasse dei pali, sarà dimensionante per la verifica dell'elemento strutturale. Il coefficiente moltiplicativo è unitario. Lo sforzo normale sollecitante per ogni palo risulta:

$$Q_e = 660 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 1.4 \text{ m} = 924 \text{ kN}$$

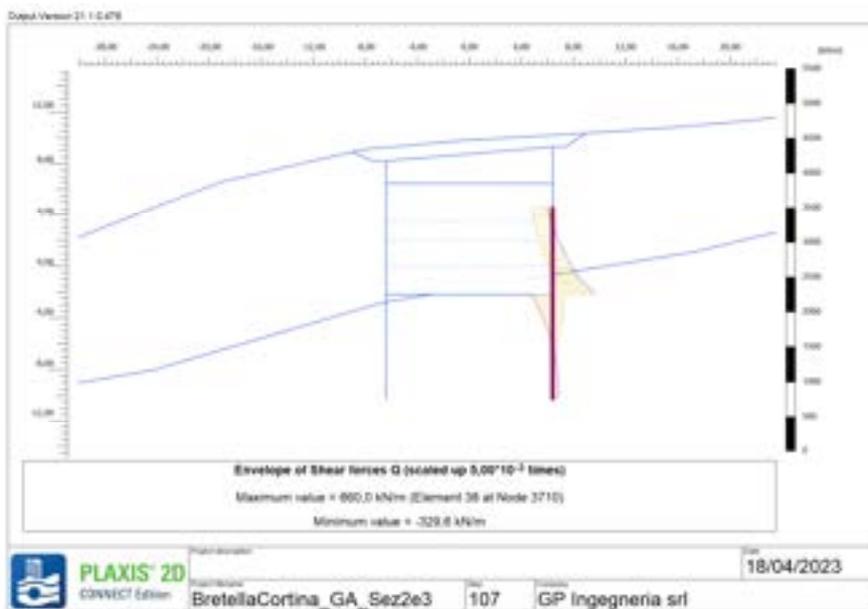


Figura 7-78: SEZ TIPO 3 – Palo di monte – Taglio (Q) dimensionante

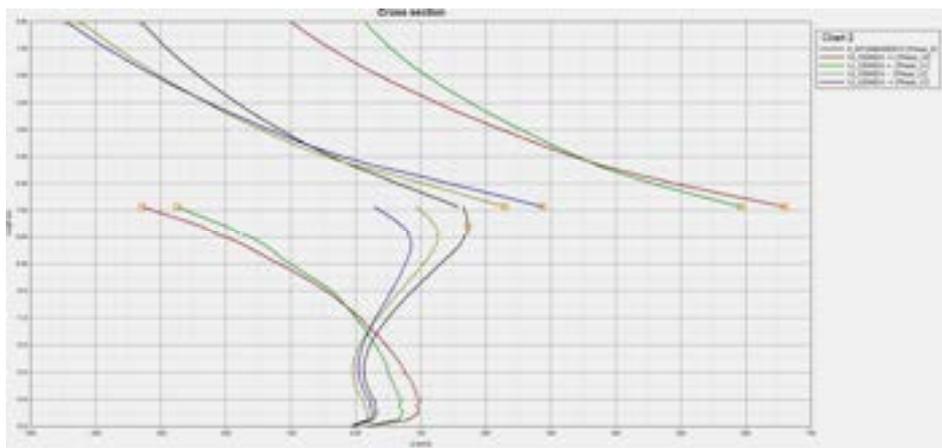


Figura 7-79: SEZ TIPO 3 – Palo di monte – Involuppo Taglio (Q)

PROGETTAZIONE ATI:

*Spostamenti palo*

Gli spostamenti vengono valutati durante le fasi di costruzione dell'opera, in condizioni statiche. Il massimo spostamento si osserva nella fase di ritombamento ed è pari a circa 31 mm, compatibile con l'opera.

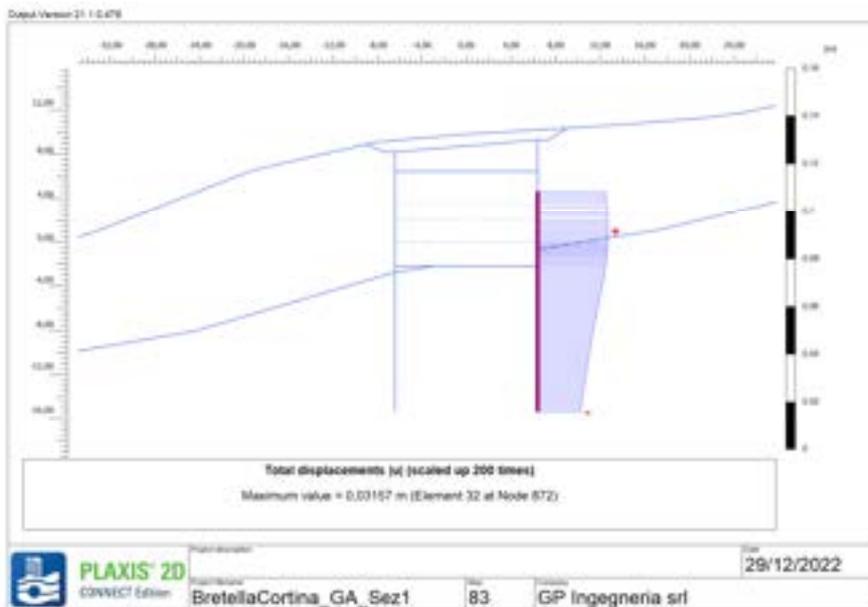


Figura 7-80: SEZ TIPO 3 – Palo di monte – Spostamento massimo

### Sollecitazioni mezzo palo

Il valore di *sforzo normale di compressione* (N) che si osserva tra la fase di scavo e la realizzazione della soletta superiore è pari a

$$N_e = 10 \text{ kN/m}$$

Tale valore, moltiplicato per l'interasse dei pali e per il coefficiente amplificativo 1,3 sarà dimensionante per la verifica dell'elemento strutturale.

$$N_e = 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 1.4 \text{ m} \cdot 1.3 = 18 \text{ kN}$$

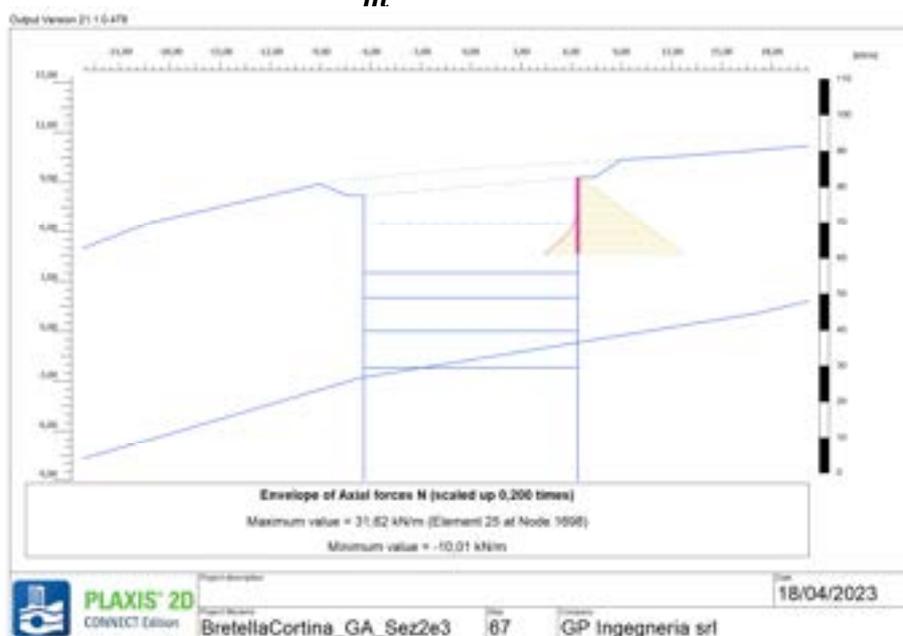


Figura 7-81: SEZ TIPO 3 – Mezzo palo di monte – Sforzo normale (N) dimensionante

Il valore di *momento* (M) che si osserva tra la fase di scavo e la realizzazione della soletta superiore è pari a

$$M_e = 28 \text{ kNm/m}$$

Tale valore, moltiplicato per l'interasse dei pali e per il coefficiente amplificativo 1,3 sarà dimensionante per la verifica dell'elemento strutturale.

$$M_e = 28 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 1.4 \text{ m} \cdot 1.3 = 49 \text{ kN}$$

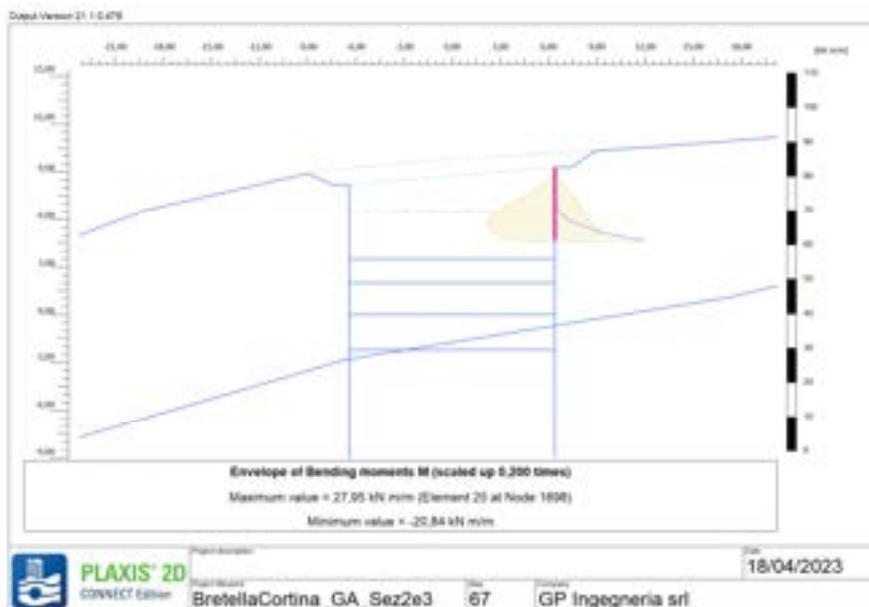


Figura 7-82: SEZ TIPO 3 – Mezzo palo di monte – Momento (M) dimensionante

Il valore di *taglio* (Q) che si osserva tra la fase di scavo e la realizzazione della soletta superiore è pari a

$$Q_e = 30 \text{ kN/m}$$

Tale valore, moltiplicato per l'interasse dei pali e per il coefficiente amplificativo 1,3 sarà dimensionante per la verifica dell'elemento strutturale.

$$Q_e = 30 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 1.4 \text{ m} \cdot 1.3 = 55 \text{ kN}$$

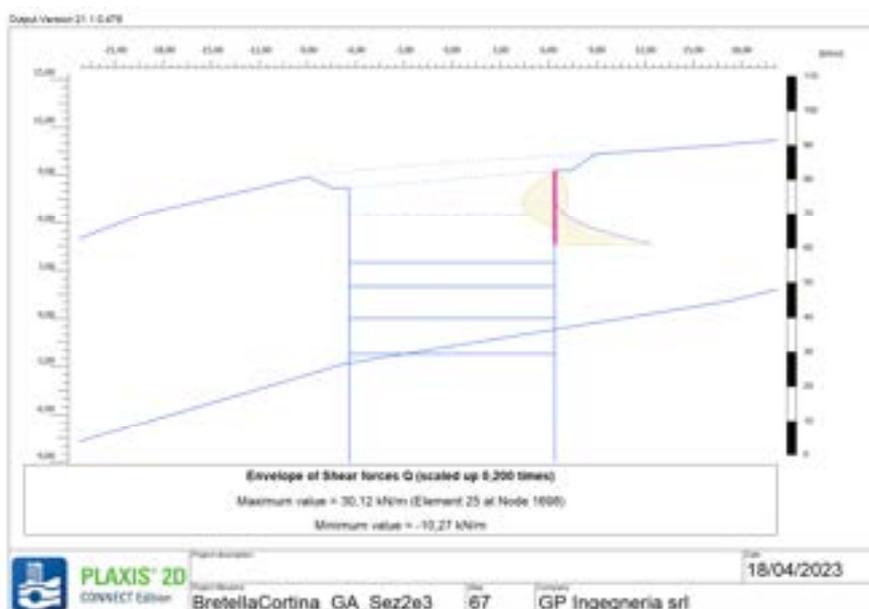


Figura 7-83: SEZ TIPO 3 – Mezzo palo di monte – Taglio (Q) dimensionante

PROGETTAZIONE ATI:

*Spostamenti mezzo palo*

Lo spostamento viene valutato tra la fase di scavo e la realizzazione della soletta superiore in condizioni statiche ed è pari a circa 28 mm, compatibile con l'opera.

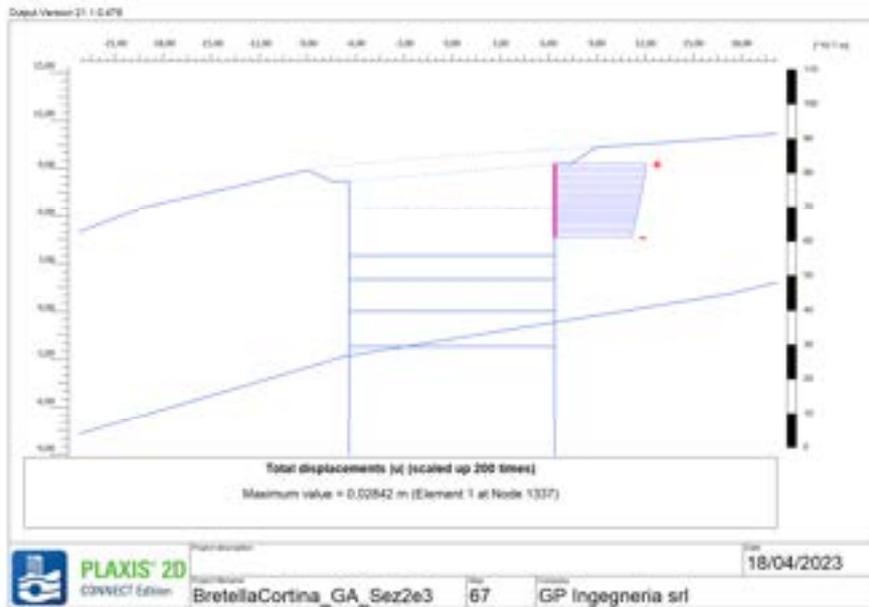


Figura 7-84: SEZ TIPO 3 – Mezzo palo di monte– Spostamento massimo

### 7.2.4.3. Soletta superiore

#### Sollecitazioni

Il massimo valore di *sforzo normale di compressione* (N) si osserva nella terza combinazione sismica (-/-), ed è pari a

$$N_e = 705 \text{ kN/m}$$

Tale valore sarà dimensionante per la verifica dell'elemento strutturale. Il coefficiente moltiplicativo è unitario.

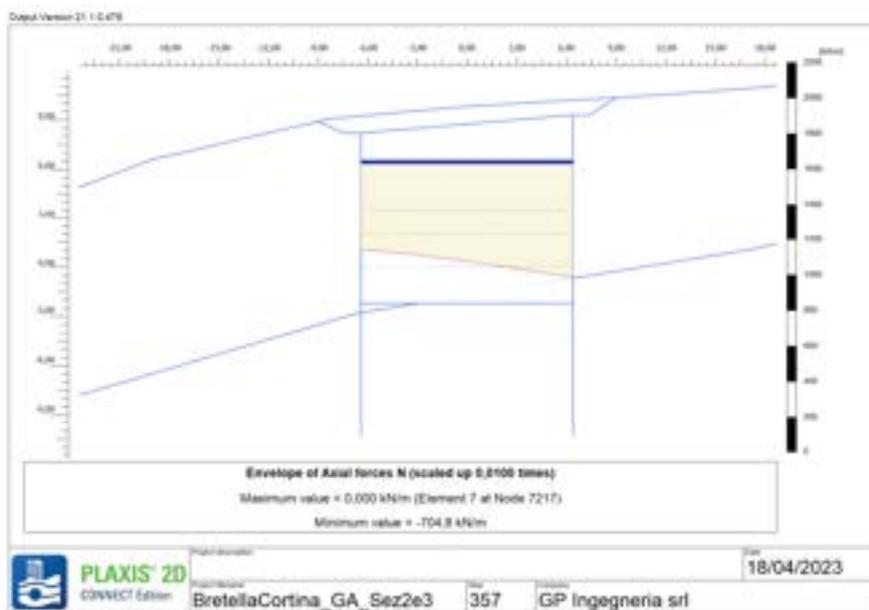


Figura 7-85: SEZ TIPO 3 – Soletta superiore – Sforzo normale (N) dimensionante

Il massimo valore di momento (M) si osserva nella seconda combinazione sismica (+/-), ed è pari a

$$M_e = 2921 \text{ kNm/m}$$

Tale valore sarà dimensionante per la verifica dell'elemento strutturale. Il coefficiente moltiplicativo è unitario.

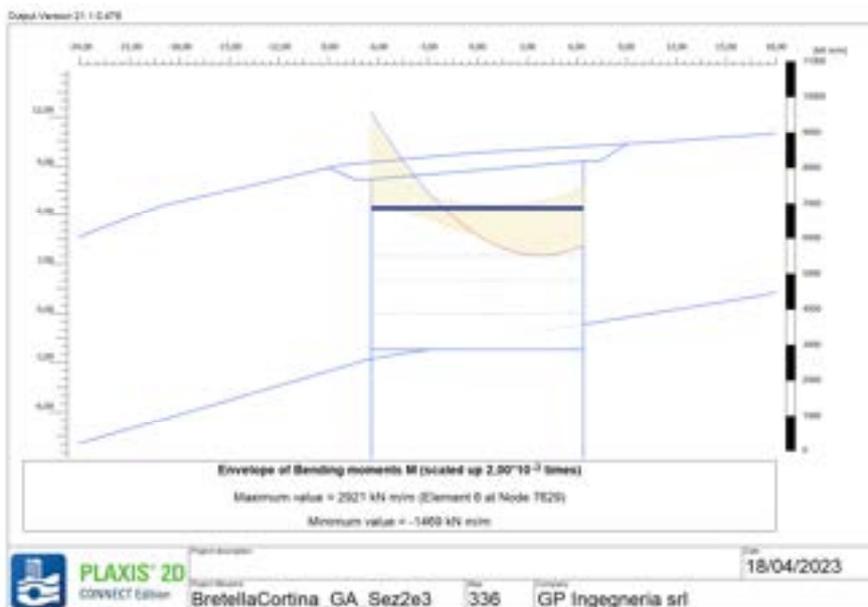


Figura 7-86: SEZ TIPO 3 – Soletta superiore – Momento (M) dimensionante

Il massimo valore di Taglio (Q) si osserva nella prima combinazione sismica (+/+), ed è pari a

$$Q_e = 900 \text{ kN/m}$$

Tale valore sarà dimensionante per la verifica dell'elemento strutturale. Il coefficiente moltiplicativo è unitario.

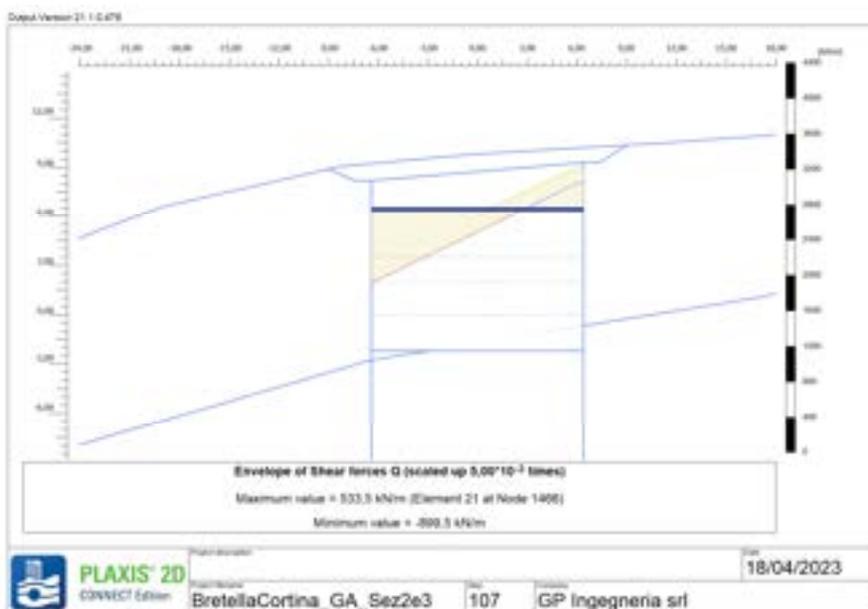


Figura 7-87: SEZ TIPO 3 – Soletta superiore – Taglio (Q) dimensionante

PROGETTAZIONE ATI:

*Spostamenti*

Gli spostamenti vengono valutati durante le fasi di costruzione dell'opera, in condizioni statiche. Il massimo spostamento si osserva nella fase di ritombamento ed è pari a circa 29 mm, compatibile con l'opera.

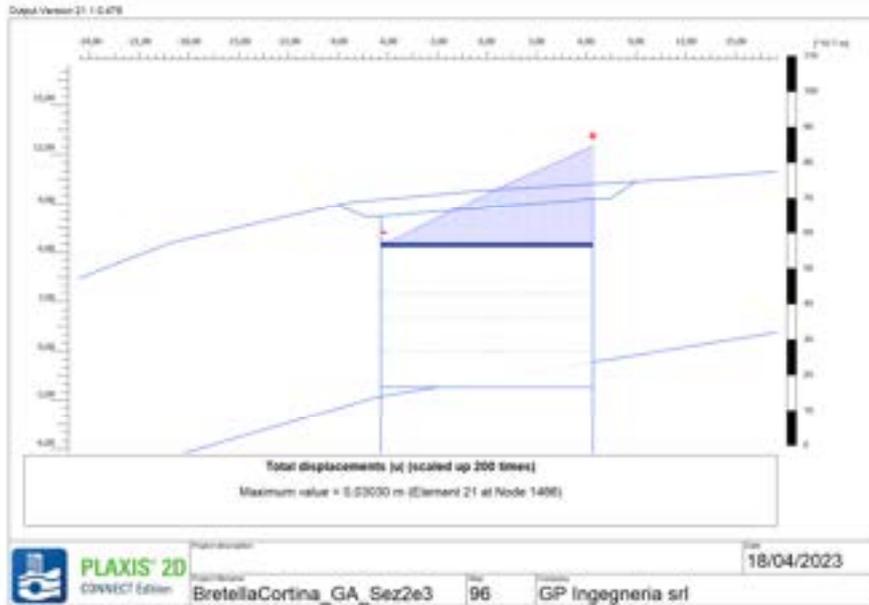


Figura 7-88: SEZ TIPO 3 – Soletta superiore – Spostamento massimo

PROGETTAZIONE ATI:

#### 7.2.4.4. Soletta inferiore

##### Sollecitazioni

Il massimo valore di *sforzo normale di compressione* (N) si osserva nella prima combinazione sismica (+/+), ed è pari a

$$N_e = 978 \text{ kN/m}$$

Tale valore sarà dimensionante per la verifica dell'elemento strutturale. Il coefficiente moltiplicativo è unitario.

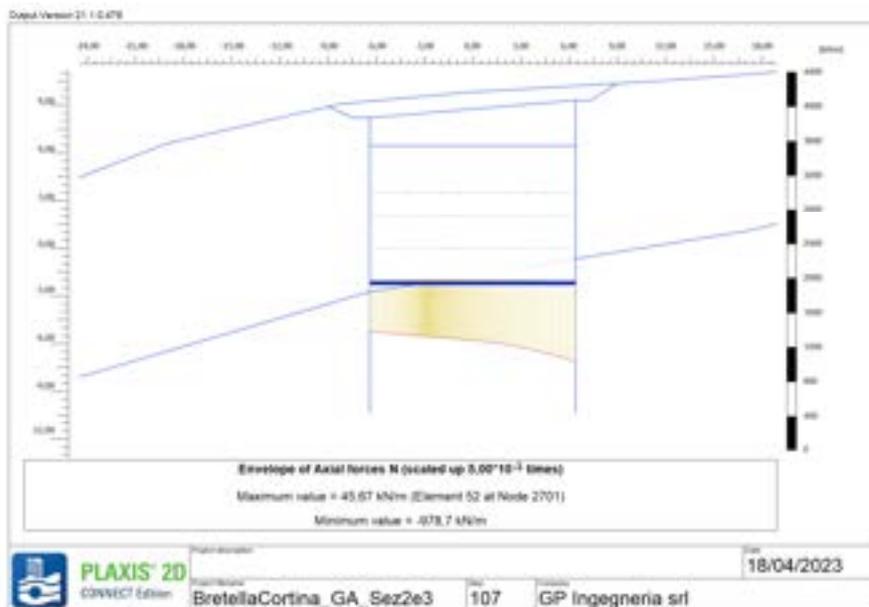


Figura 7-89: SEZ TIPO 3 – Soletta inferiore – Sforzo normale (N) dimensionante

Il massimo valore di momento (M) si osserva nella seconda combinazione sismica (+/-), ed è pari a

$$M_e = 634 \text{ kNm/m}$$

Tale valore sarà dimensionante per la verifica dell'elemento strutturale. Il coefficiente moltiplicativo è unitario.

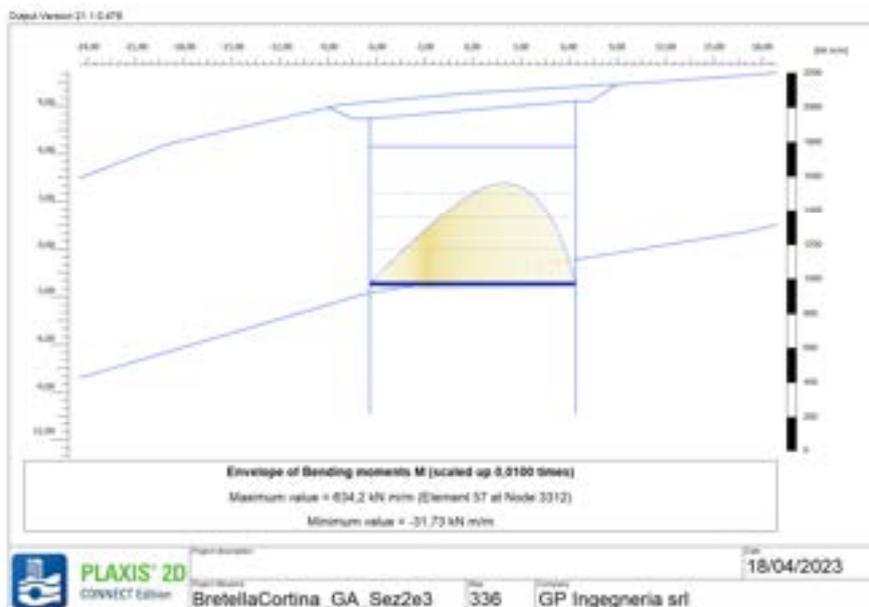


Figura 7-90: SEZ TIPO 3 – Soletta superiore – Momento (M) dimensionante

Il massimo valore di Taglio (Q) si osserva nella seconda combinazione sismica (+/+), ed è pari a

$$Q_e = 419 \text{ kN/m}$$

Tale valore sarà dimensionante per la verifica dell'elemento strutturale. Il coefficiente moltiplicativo è unitario.

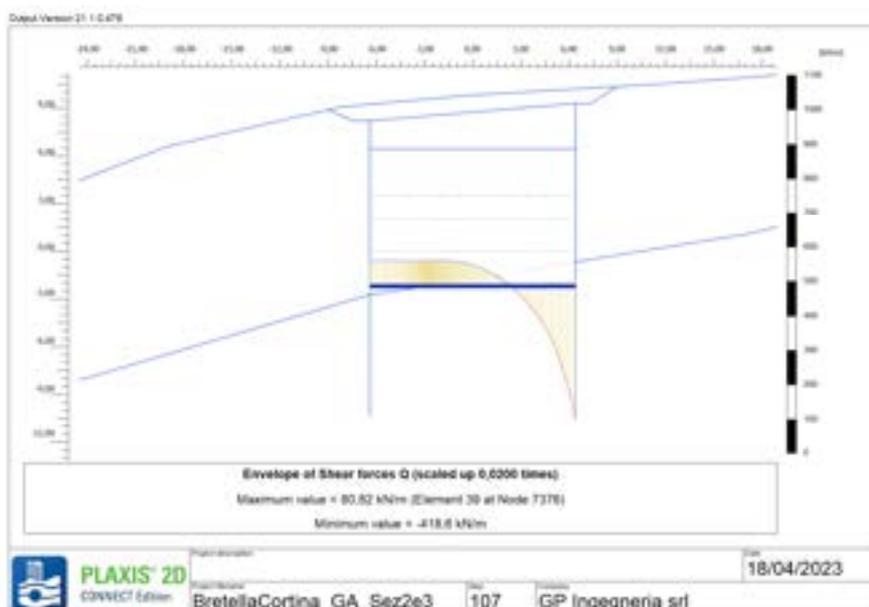


Figura 7-91: SEZ TIPO 3 – Soletta inferiore – Taglio (Q) dimensionante

PROGETTAZIONE ATI:

*Spostamenti*

Gli spostamenti vengono valutati durante le fasi di costruzione dell'opera, in condizioni statiche. Il massimo spostamento si osserva nella fase di ritombamento ed è pari a circa 51 mm, compatibile con l'opera.

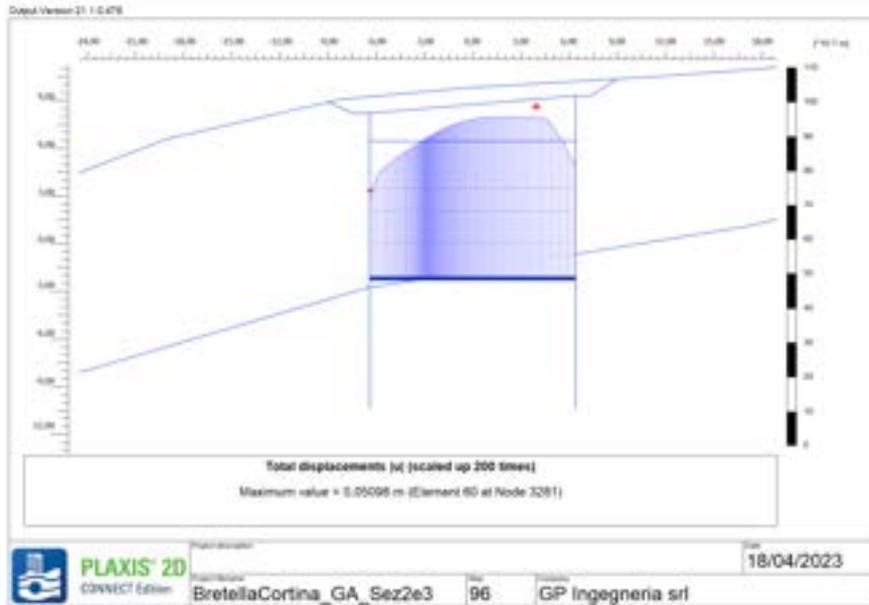


Figura 7-92: SEZ TIPO 3 – Soletta inferiore – Spostamento massimo

PROGETTAZIONE ATI:

### 7.2.5. VERIFICHE

Per i pali di valle e di monte vengono cautelativamente previste le medesime sollecitazioni massime agenti:

- $N_{max}$  di valle = 1434 kN
- $M_{max}$  di valle = 3220 kNm
- $Q_{max}$  di monte = 924 kN

Le verifiche delle solette si riferiscono al metro lineare, perciò le sollecitazioni che si leggono dal programma di calcolo non sono da moltiplicare per alcun interasse.

Le verifiche sono state condotte ipotizzando le seguenti armature degli elementi strutturali:

<b>Elemento</b>	<b>Armatura a flessione</b>	<b>Armatura a taglio</b>
<i>Palo</i>	<i>barre - 30Φ30</i>	<i>spirale – Φ14/20</i>
<i>Soletta inferiore</i>	<i>barre - 8Φ26 zona tesa barre - 8Φ26 zona compressa</i>	<i>spilli – Φ12/15/50</i>
<i>Soletta superiore</i>	<i>barre - 12Φ30 zona tesa barre - 12Φ30 zona compressa</i>	<i>spilli – Φ12/15/50</i>

Per la verifica a flessione si trascurando cautelativamente le sollecitazioni di sforzo normale  $N$  agenti sugli elementi.

7.2.5.1. Verifiche a flessione

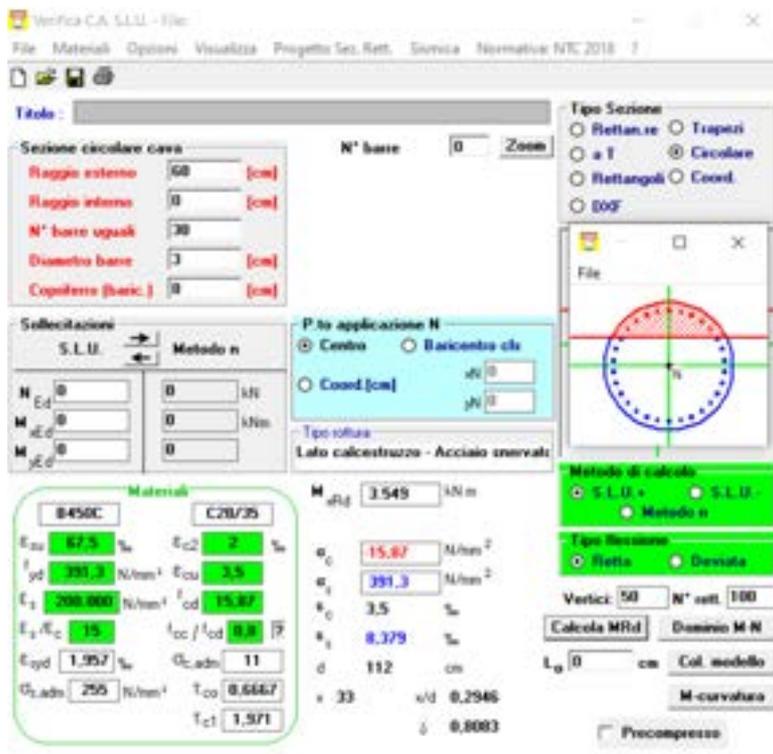


Figura 7-93: SEZ TIPO 3 – Pali - Verifica a flessione

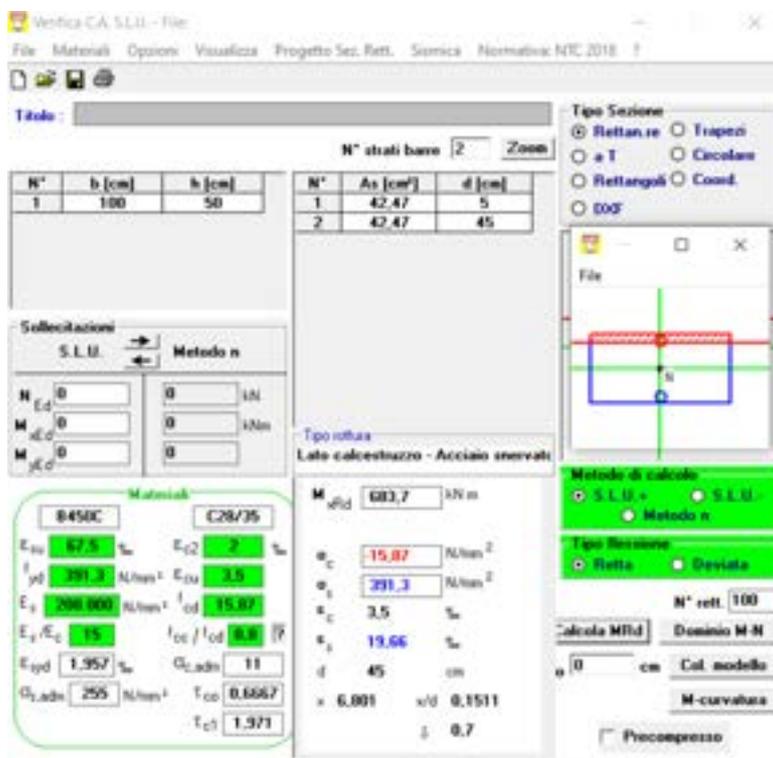


Figura 7-94: SEZ TIPO 3 – Soletta inferiore - Verifica a flessione

PROGETTAZIONE ATI:

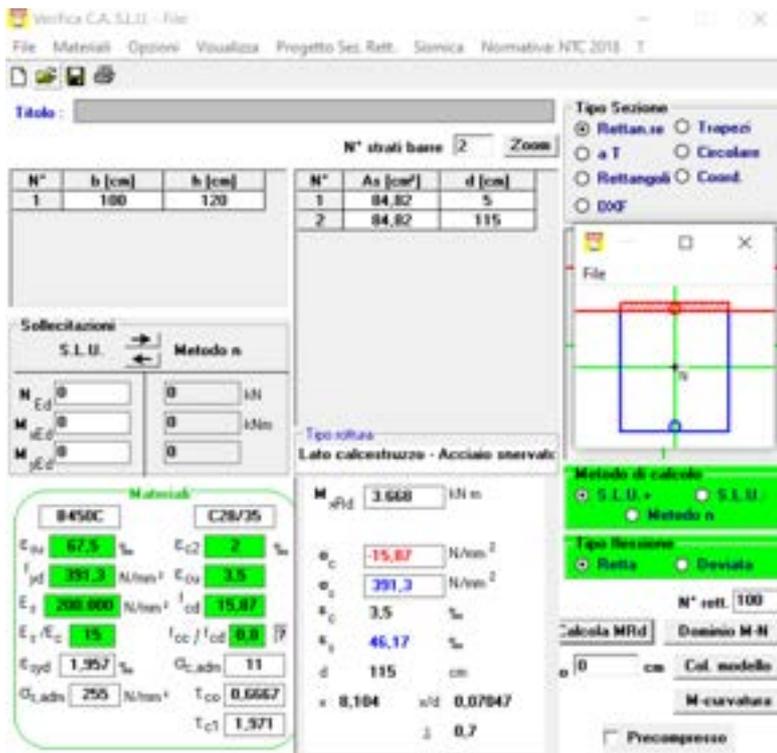


Figura 7-95: SEZ TIPO 3 – Soletta superiore - Verifica a flessione

Nella tabella si riportano i risultati maggiormente significativi per la sezione analizzata.

Tabella 7-6: Verifica a flessione della sezione 3

Opera	Elemento strutturale	$ M_{Ed} /m$ [kNm/m]	$ M_{Ed} $ [kNm]	Area armatura a flessione [cm <sup>2</sup> ]	$ M_{Rd} $ [kNm]	Verifica	Tipo rottura
	<b>Pali di grande diametro <math>\Phi</math> 1200</b>	2300	3220	212.06	3549	✓	Lato cls – acciaio snervato
GA_SEZ3	<b>Soletta inferiore</b>	634	634	84.94	684	✓	Lato cls – acciaio snervato
	<b>Soletta superiore</b>	2921	2921	169.64	3668	✓	Lato cls – acciaio snervato

### 7.2.5.2. Verifica a taglio

Taglio resistente nelle sezioni con armatura trasversale a taglio				
Taglio agente	$V_{Ed} =$	924	kN	
Larghezza minima della sezione	$b_w$	1200	mm	
Altezza della sezione	$h$	900	mm	
Copifero della sezione	$\delta$	70	mm	
Altezza utile della sezione	$d$	890	mm	
Diametro delle staffe	$d_{st}$	14	mm	
Numero di braccia	$n_w$	2		
Area totale staffe	$A_{st}$	307.72	mm <sup>2</sup>	
Passo delle staffe	$s$	150	mm	
Inclinazione delle staffe	$\alpha$	90	deg	
Inclinazione delle bielle compresse	$\theta$	21.8	deg	$\cot(\theta) = 2.5$
Coef. maggiorativo per sezioni compresse	$\alpha_c$	1		
Resistenza di calcolo a "taglio-trazione"	$V_{Rtd} =$	1607.5	kN	$V_{Rtd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{st}}{s} \cdot f_{st} \cdot (\cot \alpha + \cot \theta) \cdot \sin \alpha$
Resistenza di calcolo a "taglio-compressione"	$V_{Rtd} =$	2728.1	kN	$V_{Rtd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\cot \alpha + \cot \theta) \cdot (1 + \cot^2 \theta)$
Resistenza a taglio della sezione	$V_{Rd} =$	1607.5	kN	$V_{Rd} = \min(V_{Rtd}, V_{Rtd})$
Esito della verifica	soddisfatta			

Figura 7-96: SEZ TIPO 3 – Pali - Verifica a taglio

Taglio resistente nelle sezioni con armatura trasversale a taglio				
Taglio agente	$V_{Ed} =$	418.6	kN	
Larghezza minima della sezione	$b_w$	1000	mm	
Altezza della sezione	$h$	500	mm	
Copifero della sezione	$\delta$	50	mm	
Altezza utile della sezione	$d$	450	mm	
Diametro delle staffe	$d_{st}$	12	mm	
Numero di braccia	$n_w$	2		
Area totale staffe	$A_{st}$	226.08	mm <sup>2</sup>	
Passo delle staffe	$s$	150	mm	
Inclinazione delle staffe	$\alpha$	90	deg	1
Inclinazione delle bielle compresse	$\theta$	21.8	deg	$\cot(\theta) = 2.50$ 2
Coef. maggiorativo per sezioni compresse	$\alpha_c$	1		2.5
Resistenza di calcolo a "taglio-trazione"	$V_{Rtd} =$	597.1	kN	$V_{Rtd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{st}}{s} \cdot f_{st} \cdot (\cot \alpha + \cot \theta) \cdot \sin \alpha$
Resistenza di calcolo a "taglio-compressione"	$V_{Rtd} =$	1107.9	kN	$V_{Rtd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\cot \alpha + \cot \theta) \cdot (1 + \cot^2 \theta)$
Resistenza a taglio della sezione	$V_{Rd} =$	597.1	kN	$V_{Rd} = \min(V_{Rtd}, V_{Rtd})$
Esito della verifica	soddisfatta			

Figura 7-97: SEZ TIPO 3 – Soletta inferiore - Verifica a taglio

Taglio resistente nelle sezioni con armatura trasversale a taglio						
Taglio agente	$V_{Ed}$	=	900	kN		
Larghezza minima della sezione	$b_w$		1000	mm		
Altezza della sezione	$h$		1200	mm		
Copriferro della sezione	$\delta$		50	mm		
Altezza utile della sezione	$d$		1150	mm		
Diametro delle staffe	$d_{st}$		12	mm		
Numero di braccia	$n_w$		2			
Area totale staffe	$A_{st}$		226.08	mm <sup>2</sup>		
Passo delle staffe	$s$		150	mm		
Inclinazione delle staffe	$\alpha$		90	deg		1
Inclinazione delle bielle compresse	$\theta$		21.8	deg	$\cot(\theta)$	2.50
Coeff. maggiorativo per sezioni compresse	$\alpha_c$		1			2.5
<b>Resistenza di calcolo a "taglio-trazione"</b>	$V_{Rd1}$	=	1526.0	kN	$V_{Rd1} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{st}}{s} \cdot f_{st} \cdot (\cot \alpha + \cot \theta) \cdot \sin \alpha$	
<b>Resistenza di calcolo a "taglio-comprensione"</b>	$V_{Rd2}$	=	2831.4	kN	$V_{Rd2} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\cot \alpha + \cot \theta) / (1 + \cot^2 \theta)$	
<b>Resistenza a taglio della sezione</b>	$V_{Rd}$	=	1526.0	kN	$V_{Rd} = \min(V_{Rd1}, V_{Rd2})$	
<b>Esito della verifica</b>	soddisfatta					

Figura 7-98: SEZ TIPO 3 – Soletta superiore - Verifica a flessione

Nella tabella si riportano i risultati maggiormente significativi per la sezione analizzata.

Tabella 7-7: Verifiche a taglio della sezione 3

Opera	Elemento strutturale	$ N_{Ed} /m$ [kNm/m]	$ N_{Ed} $ [kNm]	Area armatura a taglio [cm <sup>2</sup> ]	$ T_{RD} $ [kNm]	Verifica
GA_SEZ3	<b>Pali di grande diametro <math>\Phi</math> 1200</b>	660	924	307.72	1192	✓
	<b>Soletta inferiore</b>	419	419	226.08	597	✓
	<b>Soletta superiore</b>	900	900	226.08	1526	✓

### 7.2.5.3. Verifiche geotecniche

Si esegue la verifica di portanza di un palo di grande diametro.

Il carico limite di un palo è convenzionalmente suddiviso in due aliquote, la resistenza alla punta e la resistenza laterale, che viene cautelativamente trascurata. La resistenza diventa, quindi, esprimibile come:

$$p = N_q^* \cdot \sigma'_{vo}$$

Il fattore di capacità portante ridotto (impiegato per i pali di grande diametro)  $N_q^*$  viene calcolato dall'interpolazione delle due curve riportate in figura ovvero dall'abaco di Berezantzev (1965), funzione dell'angolo d'attrito  $\varphi'$  e del rapporto L/D per ogni palo.

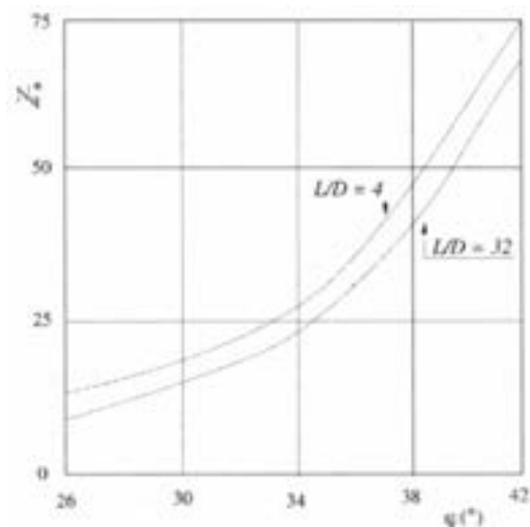


Figura 7-99: Valori del coefficiente di capacità portante ridotto di Berezantzev (1965)

Nel foglio di calcolo riportato in seguito, viene trascurato il peso del palo poiché se ne tiene conto già nel modello di calcolo: si assegna il peso proprio del palo all'elemento *plate*. Il carico assiale agente sul palo, impiegato per le verifiche, è quello più sfavorevole e tiene già conto degli opportuni coefficienti parziali di sicurezza. Per il livello della quota della falda si faccia riferimento al 'Profilo geotecnico' (COD.ELAB T01GE02GETFG01).

La verifica a carico limite verticale del palo viene eseguita per la sola parte infissa.

Il coefficiente di sicurezza  $\gamma_b$  è pari a 1.35.

**CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO TRIVELLATO DI GRANDE DIAMETRO**

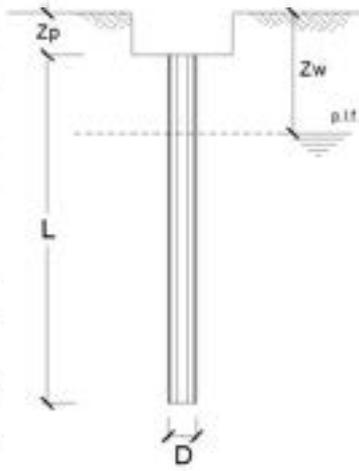
**CANTIERE:**

**OPERA:**

**DATI DI INPUT:**

Diametro del Palo (D):	1.20	(m)	Area del Palo (A <sub>p</sub> ):	1.131	(m <sup>2</sup> )
Quota testa Palo dal p.c. (z <sub>p</sub> ):	9.50	(m)	Quota falda dal p.c. (z <sub>a</sub> ):	9.50	(m)
Carico Assiale Permanente (G):	1433	(kN)	Carico Assiale variabile (Q):	0	(kN)
Numero di strati	1		L <sub>palo</sub> =	8.90	(m)

coefficienti parziali		azioni		resistenza laterale e di base		
Metodo di calcolo		permanenti	variabili	γ <sub>b</sub>	γ <sub>s</sub>	γ <sub>res</sub>
SLU	A1+M1+R1	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M1+R2	1.00	1.30	1.70	1.45	1.60
	A1+M1+R3	1.30	1.50	1.35	1.15	1.25
	SSMA	1.00	1.00	1.35	1.15	1.25
DMB8		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista		1.00	1.00	1.35	1.15	1.25



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
γ <sub>s</sub>	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
γ <sub>b</sub>	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	PARAMETRI MEDI			
			γ (kN/m <sup>3</sup> )	c' <sub>med</sub> (kPa)	φ' <sub>med</sub> (°)	c <sub>s,med</sub> (kPa)
1	8.90		18.00	15.0	25.0	

Coefficienti di Calcolo				
k	ψ	α	β	α
0.58	0.47			

(n.b.: lo spessore degli strati è computato dalla quota di intradosso del primo)

**RISULTATI**

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	media					minima (solo SLU)				
			Q <sub>s1</sub> (kN)	N <sub>q</sub> (-)	N <sub>c</sub> (-)	q <sub>b</sub> (kPa)	Q <sub>bm</sub> (kN)	Q <sub>s1</sub> (kN)	N <sub>q</sub> (-)	N <sub>c</sub> (-)	q <sub>b</sub> (kPa)	Q <sub>bm</sub> (kN)
1	8.90		1866.3	12.35	24.35	3357.6	3797.4	1866.3	12.35	24.35	3357.6	3797.4

**CARICO ASSIALE AGENTE**

$N_d = N_G \cdot \gamma_G + N_Q \cdot \gamma_Q$   
 $N_d = 1433.0 \text{ (kN)}$

**CAPACITA' PORTANTE MEDIA**

base  $R_{s,cal med} = 3797.4 \text{ (kN)}$   
 laterale  $R_{s,cal med} = .0 \text{ (kN)}$   
 totale  $R_{c,cal med} = 3797.4 \text{ (kN)}$

**CAPACITA' PORTANTE MINIMA**

base  $R_{s,cal min} = 3797.4 \text{ (kN)}$   
 laterale  $R_{s,cal min} = .0 \text{ (kN)}$   
 totale  $R_{c,cal min} = 3797.4 \text{ (kN)}$

**CAPACITA' PORTANTE CARATTERISTICA**

$R_{s,k} = \text{Min}(R_{s,cal med} / \gamma_{s1}; R_{s,cal min} / \gamma_{s2}) = 2233.8 \text{ (kN)}$   
 $R_{a,k} = \text{Min}(R_{a,cal med} / \gamma_{a1}; R_{a,cal min} / \gamma_{a2}) = .0 \text{ (kN)}$   
 $R_{c,k} = R_{s,k} + R_{a,k} = 2233.8 \text{ (kN)}$

**CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO**

$R_{c,d} = R_{s,k} / \gamma_b + R_{a,k} / \gamma_s$   
 $R_{c,d} = 1654.6 \text{ (kN)}$   
 $F_s = R_{c,d} / N_d$   
 $F_s = 1.15$

La verifica geotecnica risulta soddisfatta.

PROGETTAZIONE ATI:

#### 7.2.5.4. Analisi di stabilità globale

Sono state condotte le analisi di stabilità *ante operam* e *post operam*. I coefficienti di sicurezza ottenuti nelle due fasi indicano un miglioramento nella stabilità del pendio successivamente alla realizzazione dell'opera. Sono state condotte, inoltre, analisi di stabilità nelle quattro combinazioni sismiche. I fattori di sicurezza ottenuti soddisfano, in tutti i casi, i requisiti minimi richiesti dalla normativa.

Dalle analisi si ottiene:

- CONDIZIONE STATICA ANTE OPERAM **FS = 1.64**
- CONDIZIONE STATICA POST OPERAM **FS = 1.67**
  
- PRIMA COMBINAZIONE SISMICA (+/+) **FS = 1.33**
- SECONDA COMBINAZIONE SISMICA (+/-) **FS = 1.33**
- TERZA COMBINAZIONE SISMICA (-/+) **FS = 2.13**
- QUARTA COMBINAZIONE SISMICA (-/-) **FS = 1.64**

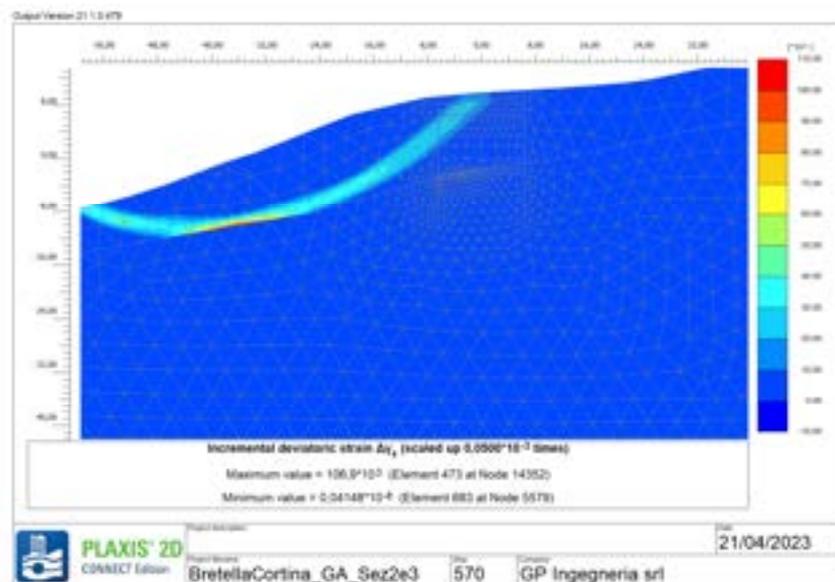


Figura 7-100: Analisi di stabilità in condizioni statiche (FS=1,64)

PROGETTAZIONE ATI:

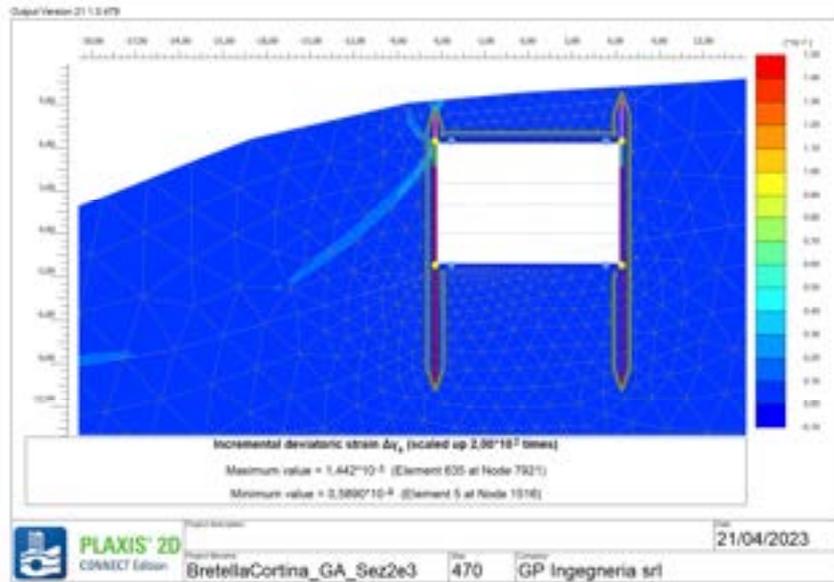


Figura 7-101: Analisi di stabilità in condizioni sismiche (FS=1,67)

### 7.3. SEZIONE TIPO 4

#### 7.3.1. DESCRIZIONE DELL'OPERA

Si prevede la realizzazione della sezione tipo 3, riportata in figura, alle seguenti progressive:

- da pk 0+492.50 a pk 0+590.

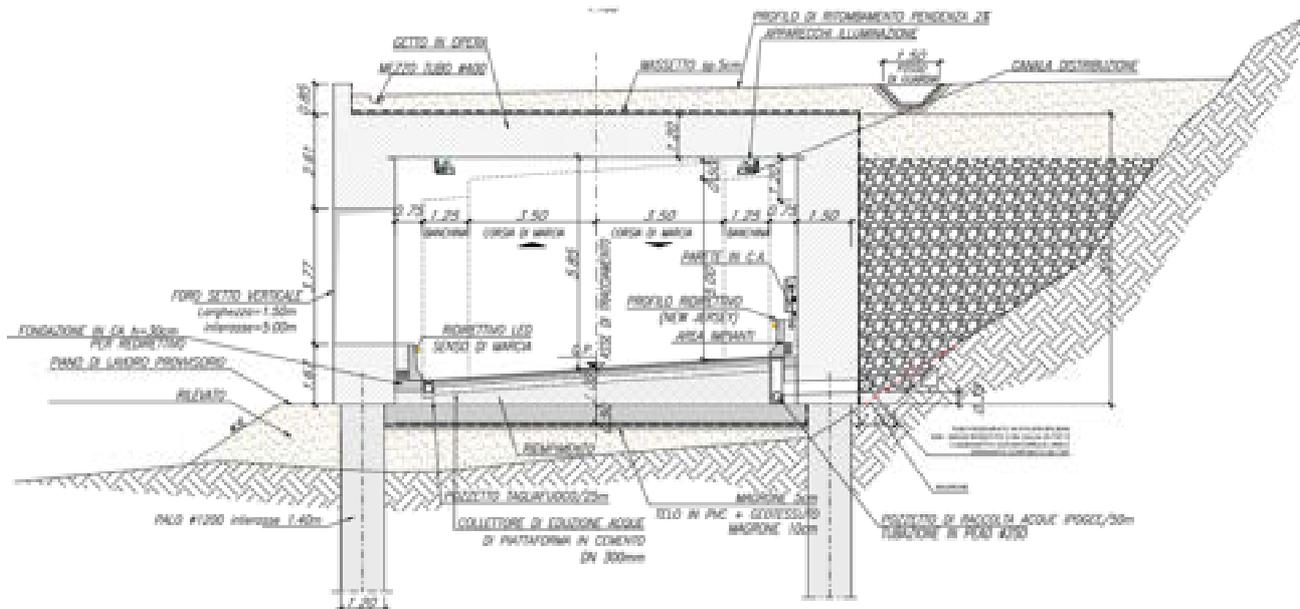


Figura 7-102: Sezione tipo 4 – Galleria artificiale

L'opera si compone a monte di una paratia di pali trivellati di grande diametro  $\varnothing 1200$  aventi lunghezza pari a 20 m e interasse pari a 1,40. È prevista la realizzazione di un cordolo di larghezza pari a 1,70 m al di sopra della testa dei pali di tale paratia. A valle l'opera si compone di una tratta finestrata le cui aperture hanno larghezza pari a 1,50 m e sono poste a interasse pari a 3,50 m. Al di sotto del setto verticale, si sviluppa una paratia di pali di grande diametro  $\varnothing 1200$  aventi lunghezza pari a 16 m e interasse pari a 1,40, sormontata da un cordolo di larghezza pari a 1,70 m. La soletta superiore ha spessore pari a 1,20 m e quella inferiore ha spessore 0,50 m. La profondità di scavo è stata cautelativamente incrementata di 0.50 m, in accordo con il §6.5.2.2 delle NTC 2018.

La lunghezza di infissione della paratia a valle è pari a circa 15. .

Per la paratia a monte, la lunghezza di infissione è :

- circa 19.5 m per il tratto compreso tra la pk 0+492.5 e la pk 0+527;
- circa 15.9 m tra la pk 0+562 e la pk 0+590.
- variabile da 19.4 m a 15.9 m nel tratto compreso tra la pk 0+528 e la pk 0+561.

Le fasi di costruzione dell'opera prevedono la realizzazione di un piano di lavoro provvisorio a valle dell'opera.

#### 7.3.1. STRATIGRAFIA DI CALCOLO

La stratigrafia di calcolo, a partire da p.c., è omogenea costituita da:

PROGETTAZIONE ATI:

<i>Stratigrafia [da p.c.]</i>	<i>Formazione</i>	<i>Descrizione</i>	<i><math>\gamma</math> (kN/m<sup>3</sup>)</i>	<i>c' (kPa)</i>	<i><math>\phi'</math> (°)</i>	<i>E (MPa)</i>
da 0 a 20 m	UG1a	Argilla con ghiaia	19	10	26	40
da 20 m	UG1a	Argilla con ghiaia	19	20	28	60

In questa sezione la falda non risulta interferente con l'opera. Si considera comunque attivo il drenaggio nelle gallerie: in fase di realizzazione dell'opera si prevede un sistema di drenaggio composto da dreni di lunghezza pari a 6,5 m e inclinati del 5% verso l'alto rispetto l'orizzontale disposti a quinconce a interasse 2,80 m. Il sistema di drenaggio prevede, inoltre, l'installazione di un tubo in PVC di diametro  $\Phi 90$  mm microfessurato avvolto in geosintetico di peso 200gr/mg. Il drenaggio deve garantire, per ogni fase di scavo, l'assenza di acqua sul fondo scavo.

### 7.3.2. FASI DI CALCOLO

Le analisi effettuate con il codice Plaxis 2D sono state condotte in considerazione delle fasi riportate in seguito.

1. condizione iniziale geostatica;
- 1.1 analisi di stabilità in condizioni statiche – pre intervento;
2. prescavo per la realizzazione della paratia di monte;
3. realizzazione paratia di monte di pali di grande diametro;
4. prima fase di scavo a quota -3.7 m (da testa palo);
5. realizzazione piano di lavoro;
6. realizzazione paratia di valle di pali di grande diametro;
7. realizzazione sovrastruttura (parete finestrata e soletta superiore);
8. seconda fase di scavo a quota -6.4 m (da testa palo)
9. realizzazione soletta inferiore;
10. ritombamento con materiale di riempimento;
- 10.1 analisi di stabilità in condizioni statiche – post intervento;
11. applicazione del sisma nelle 4 combinazioni (+/+ ; +/- ; -/- ; -/+);
- 11.1 analisi di stabilità in condizioni sismiche – post intervento;

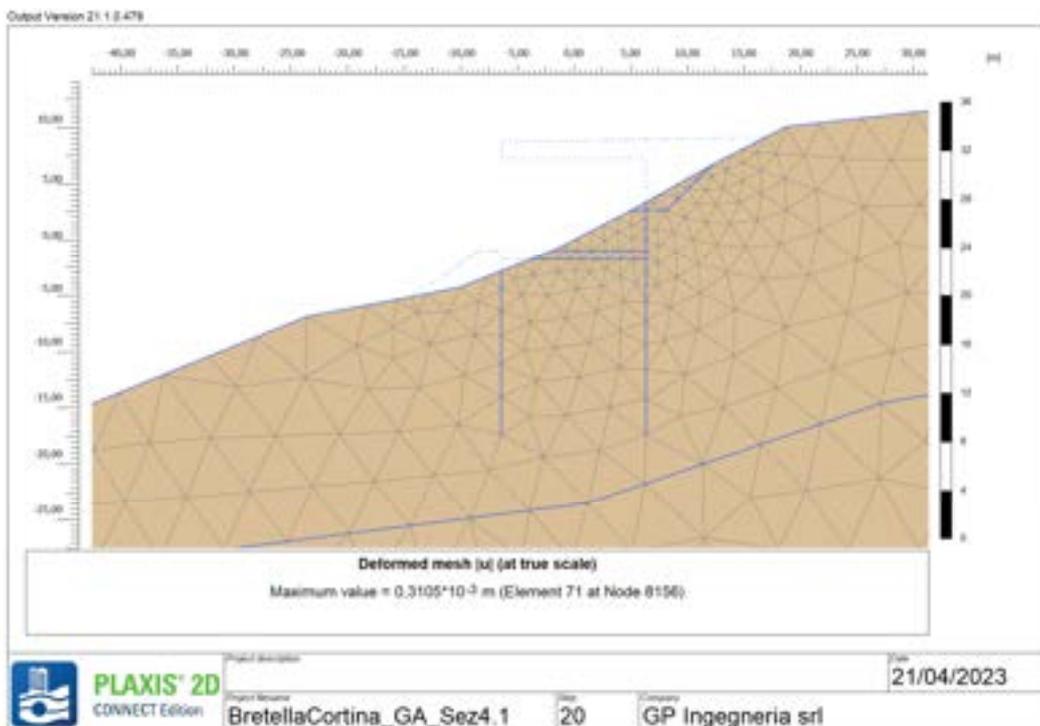


Figura 7-103: SEZ TIPO 4 – FASE 1 – Condizione geostatica

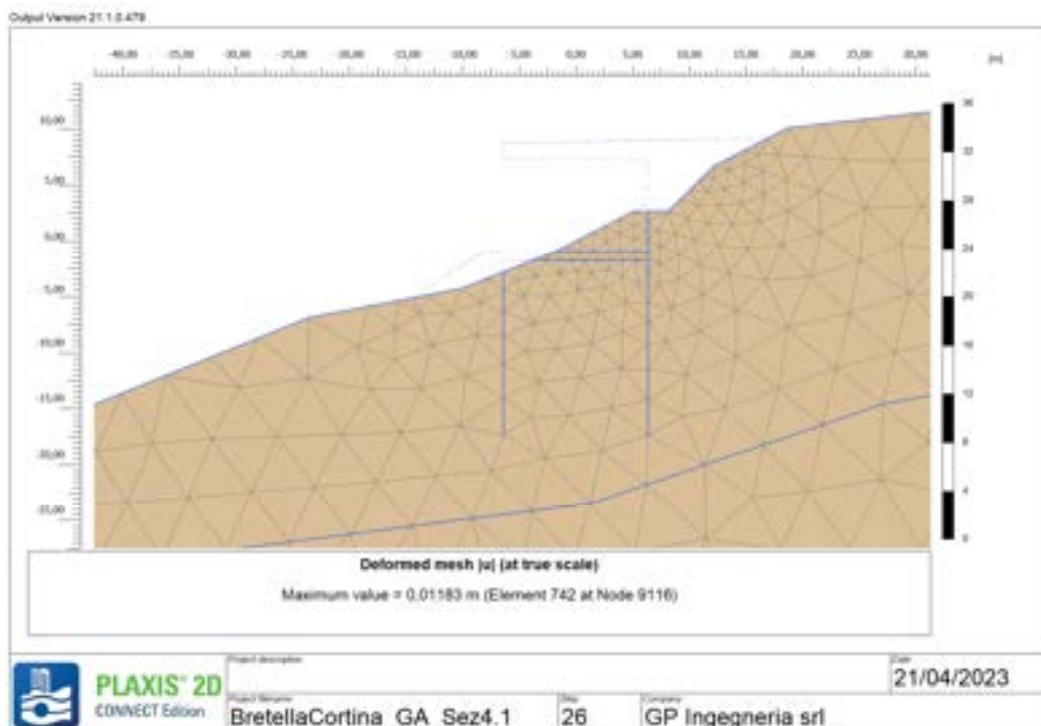


Figura 7-104: SEZ TIPO 4 – FASE 2 – Prescavo

PROGETTAZIONE ATI:

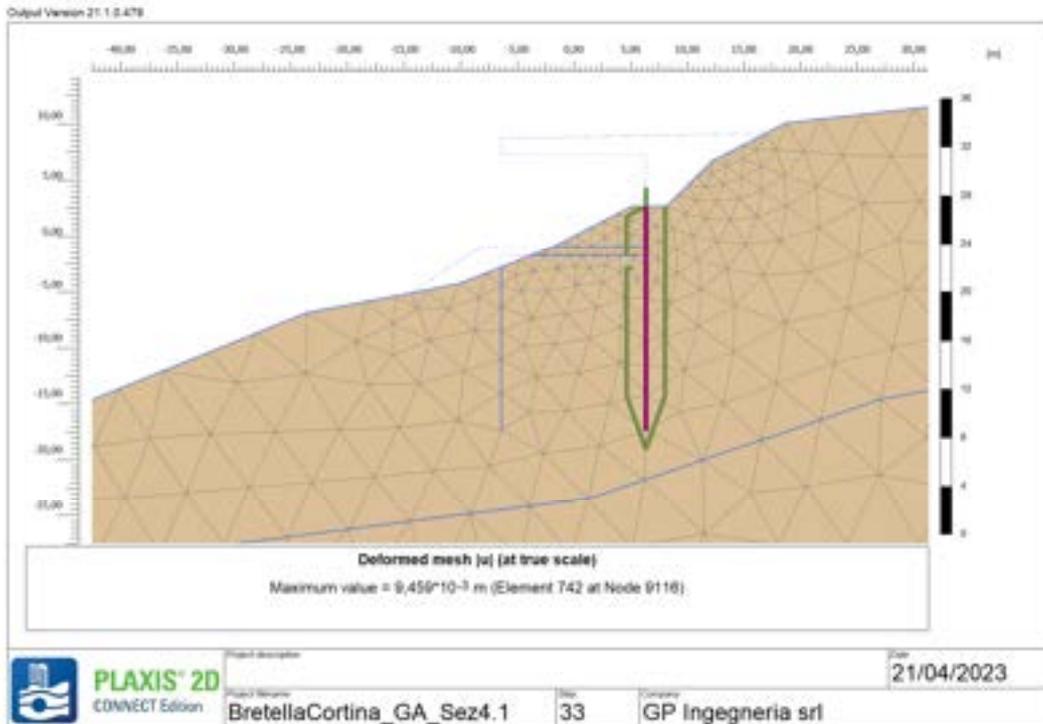


Figura 7-105: SEZ TIPO 4 – FASE 3 – Realizzazione paratia di monte

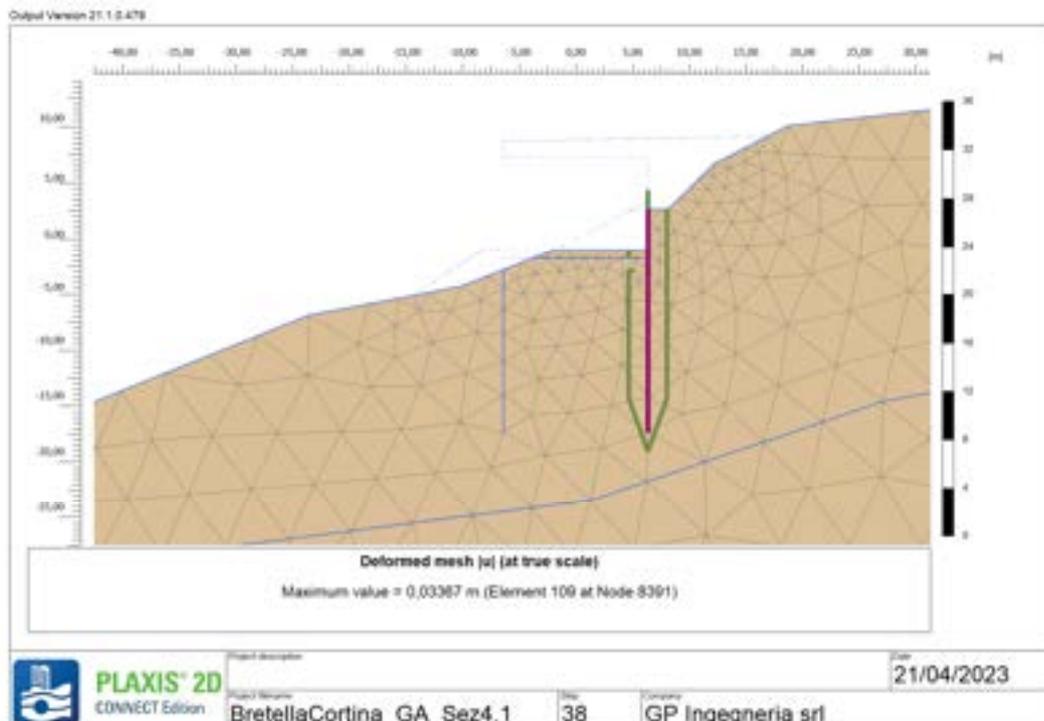


Figura 7-106: SEZ TIPO 4 – FASE 4 – Prima fase di scavo

PROGETTAZIONE ATI:

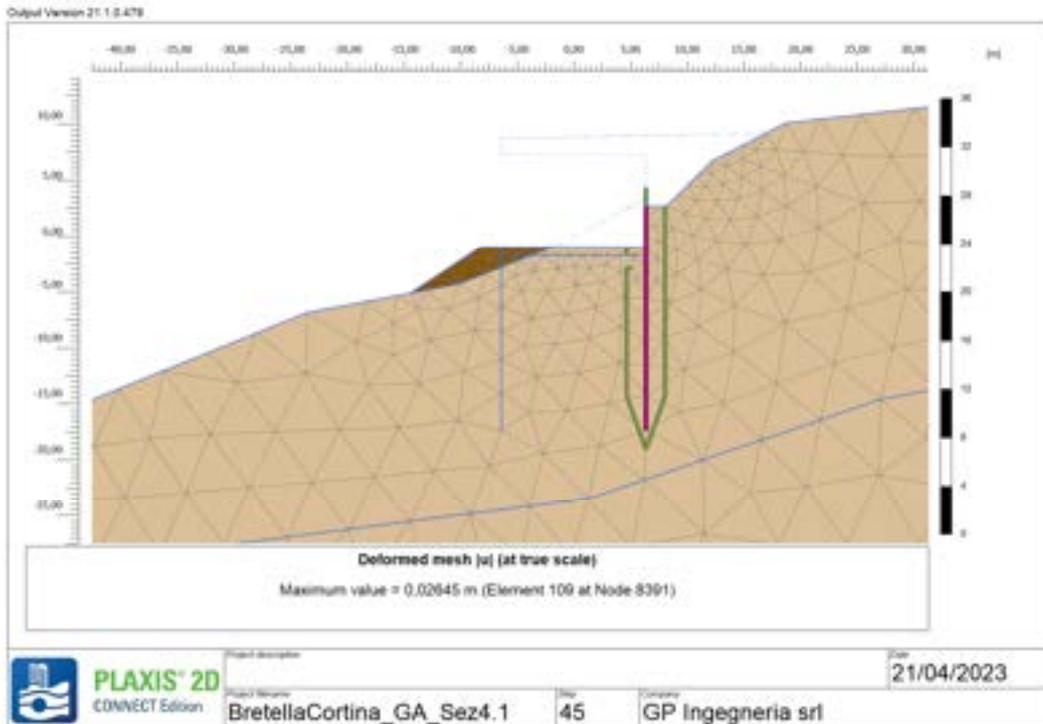


Figura 7-107: SEZ TIPO 4 – FASE 5 – Realizzazione piano di lavoro

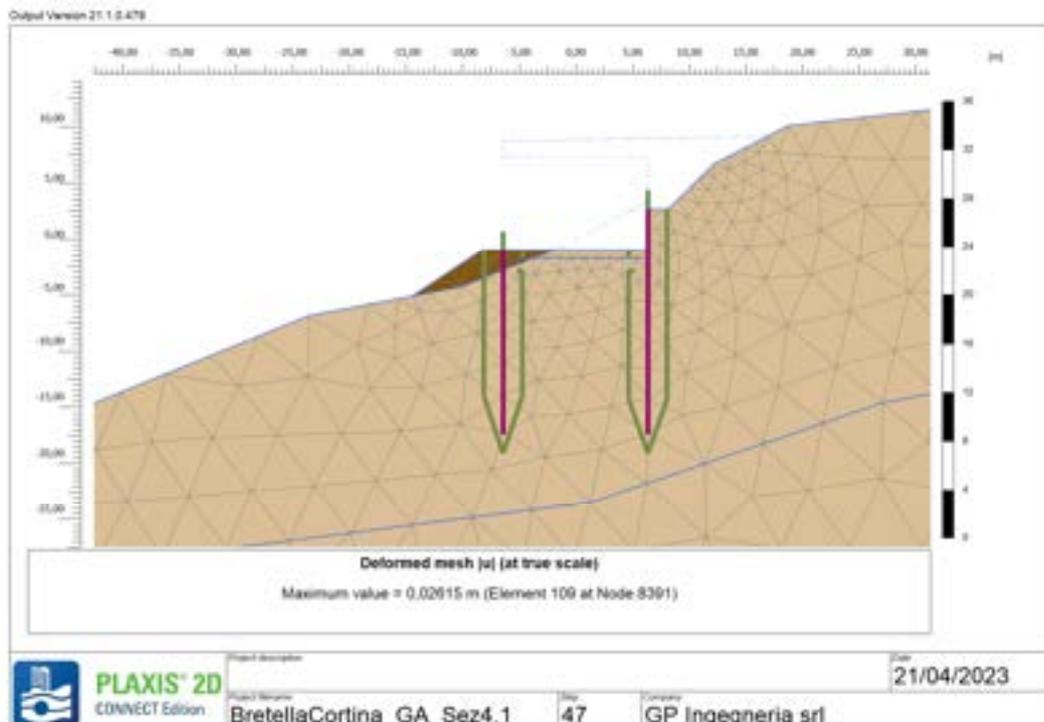


Figura 7-108: SEZ TIPO 4 – FASE 6 – Realizzazione paratia di valle

PROGETTAZIONE ATI:

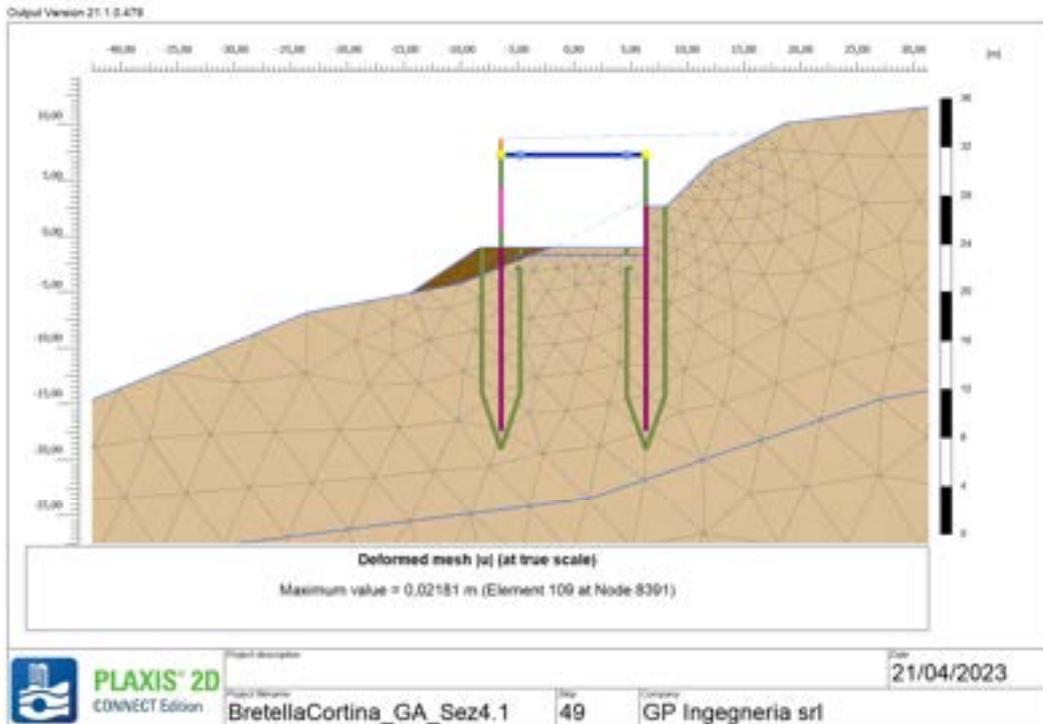


Figura 7-109: SEZ TIPO 4 – FASE 7 – Realizzazione sovrastruttura

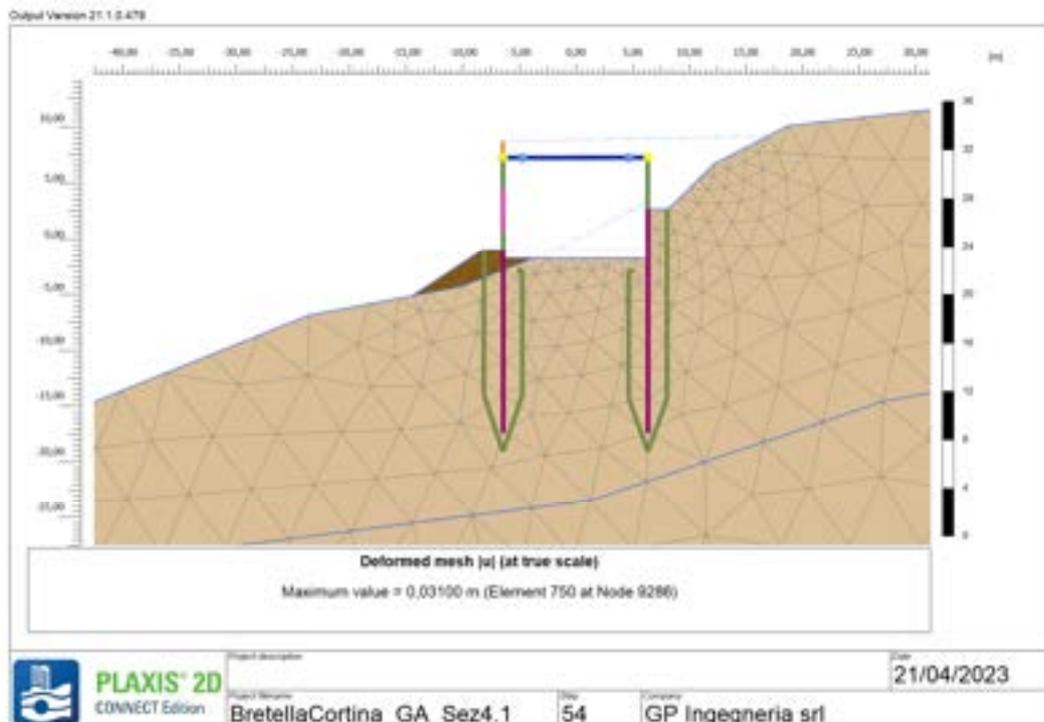


Figura 7-110: SEZ TIPO 4 – FASE 8 – Seconda fase di scavo

PROGETTAZIONE ATI:

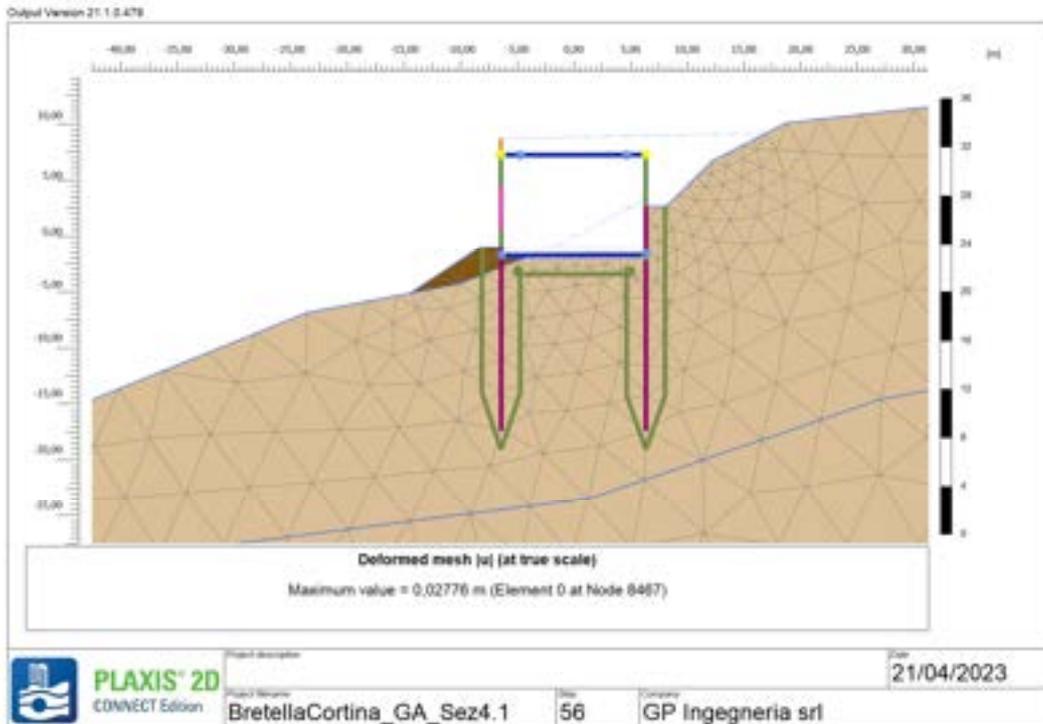


Figura 7-111: SEZ TIPO 4 – FASE 9 – Realizzazione soletta inferiore

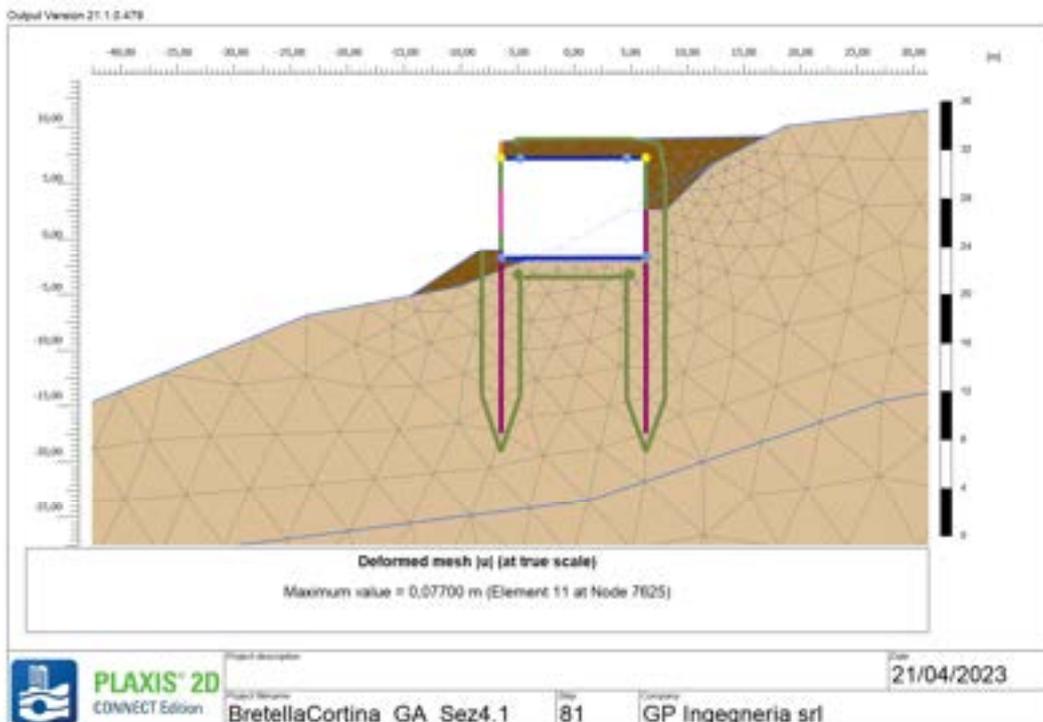


Figura 7-112: SEZ TIPO 4 – FASE 10 – Ritombamento

PROGETTAZIONE ATI:

### 7.3.3. RISULTATI

I valori dei grafici delle sollecitazioni riportati nel seguito riportano valori che sono stati amplificati per eseguire le verifiche di resistenza. Per determinare il valore delle sollecitazioni nella combinazione A1+M1+R1 è stato sufficiente amplificare il valore delle stesse per un coefficiente amplificativo omogeneo pari a 1,3 (da normativa). Le verifiche alle azioni sismiche, invece, vengono eseguite considerando il coefficiente moltiplicativo unitario.

*Le azioni dimensionanti saranno le massime tra le azioni statiche e le azioni sismiche.* Per maggiori informazioni sui dati di input e di output del software di calcolo si rimanda al capitolo §0 *Allegati di calcolo* di tale elaborato.

### 7.3.3.1. Paratia di valle

#### Sollecitazioni palo

Il massimo valore di *sforzo normale di trazione e di compressione* (N) si osserva nella prima combinazione sismica (+/+) ed è pari a

$$N_e = 421.9 \text{ kN/m} ; N_e = -6.7 \text{ kN/m}$$

Tale valore, moltiplicato per l'interasse dei pali, sarà dimensionante per la verifica dell'elemento strutturale. Il coefficiente moltiplicativo è unitario. Lo sforzo normale sollecitante per ogni palo risulta

$$N_e = 421.9 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 1.4 \text{ m} = 591 \text{ kN} ; N_e = -6.7 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 1.4 \text{ m} = -9 \text{ kN}$$

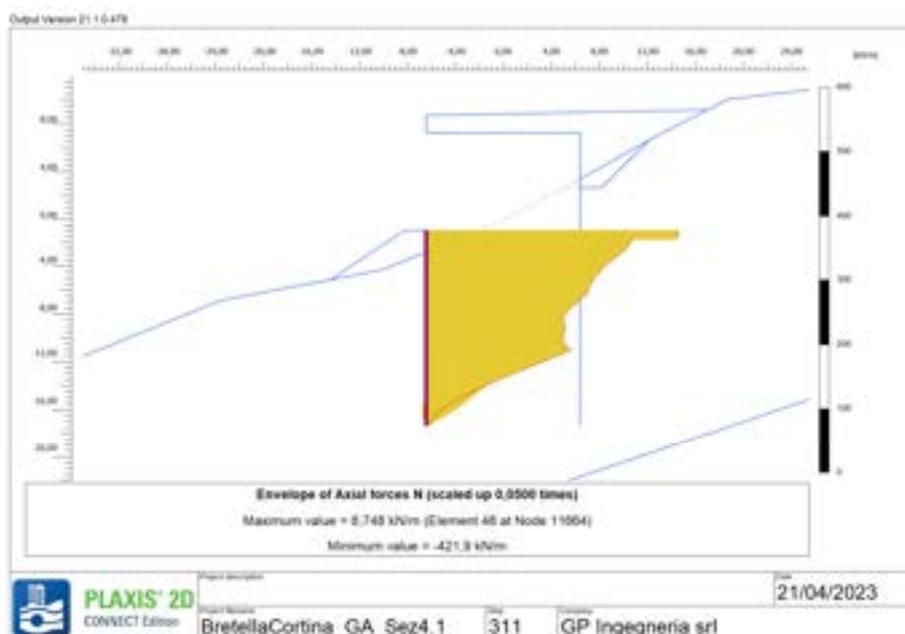


Figura 7-113: SEZ TIPO 4 – Palo di valle – Sforzo normale (N) dimensionante

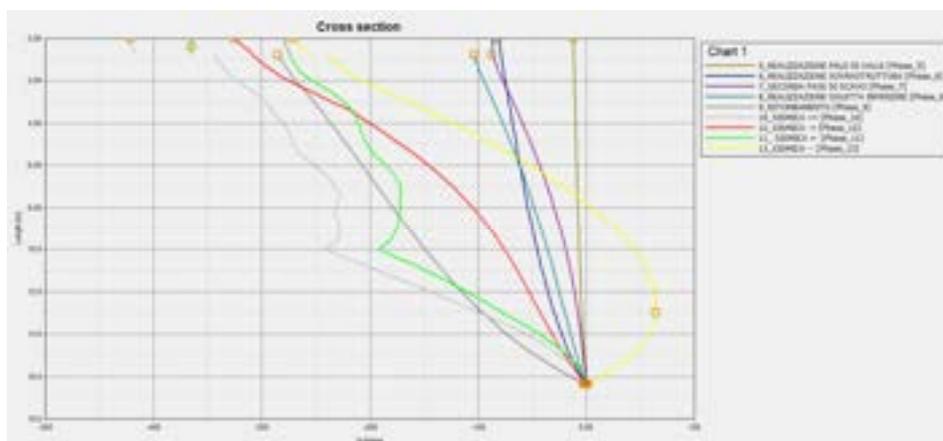


Figura 7-114: SEZ TIPO 4 – Palo di valle - Involuppi Sforzo normale (N)

PROGETTAZIONE ATI:

Il massimo valore di momento (M) si osserva nella terza combinazione sismica (-/+), ed è pari a

$$M_e = 1108 \text{ kNm/m}$$

Tale valore, moltiplicato per l'interasse dei pali, sarà dimensionante per la verifica dell'elemento strutturale. Il coefficiente moltiplicativo è unitario. Lo sforzo normale sollecitante per ogni palo risulta:

$$M_e = 1108 \frac{\text{kNm}}{\text{m}} \cdot 1.4 \text{ m} = 1551 \text{ kNm}$$

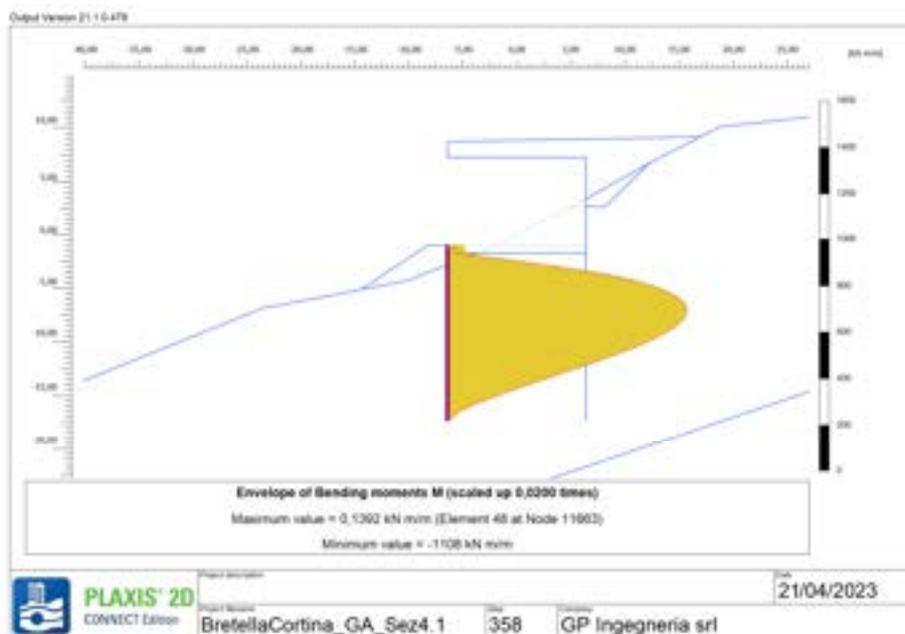


Figura 7-115: SEZ TIPO 4 – Palo di valle – Momento (M) dimensionante



Figura 7-116: SEZ TIPO 4 – Palo di valle - Involuppi Momento (M)

Il massimo valore di Taglio (Q) si osserva nella terza combinazione sismica (-/+), ed è pari a

$$Q_e = 429.8 \text{ kN/m}$$

Tale valore, moltiplicato per l'interasse dei pali, sarà dimensionante per la verifica dell'elemento strutturale. Il coefficiente moltiplicativo è unitario. Lo sforzo normale sollecitante per ogni palo risulta:

$$Q_e = 429.8 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 1.4 \text{ m} = 602 \text{ kN}$$

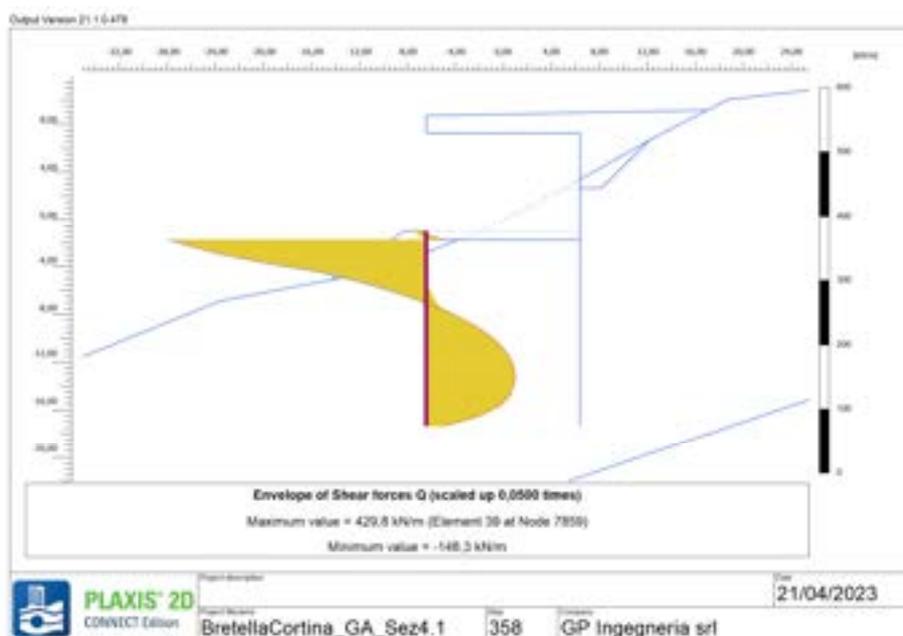


Figura 7-117: SEZ TIPO 4 – Palo di valle – Taglio (Q) dimensionante

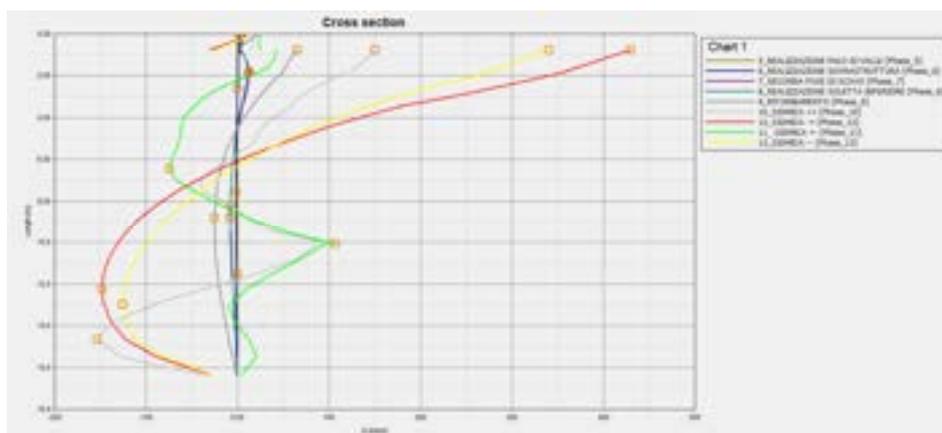


Figura 7-118: SEZ TIPO 4 – Palo di valle – Involuppi Taglio (Q)

*Spostamenti palo*

Gli spostamenti vengono valutati durante le fasi di costruzione dell'opera, in condizioni statiche. I massimi spostamenti verticale e orizzontale si osservano nella fase di ritombamento e risultano pari rispettivamente a circa 32mm e 5mm, compatibili con l'opera.

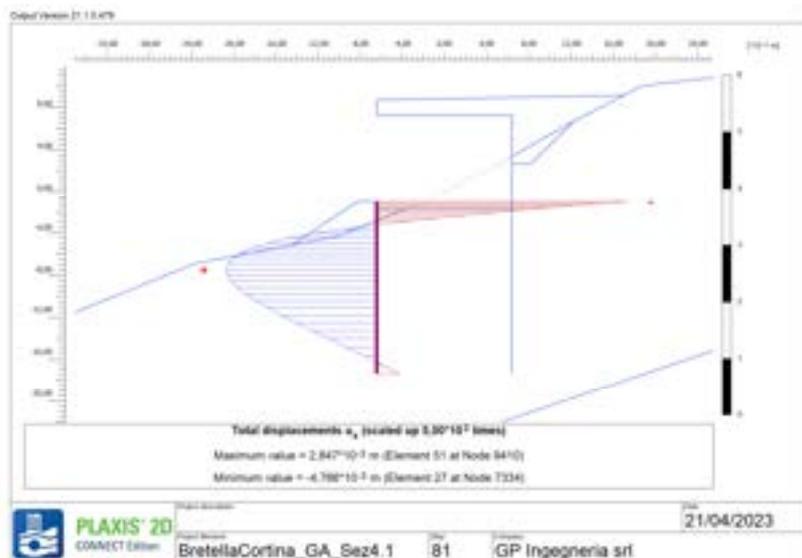


Figura 7-119: SEZ TIPO 4 – Palo di valle – Spostamento massimo orizzontale

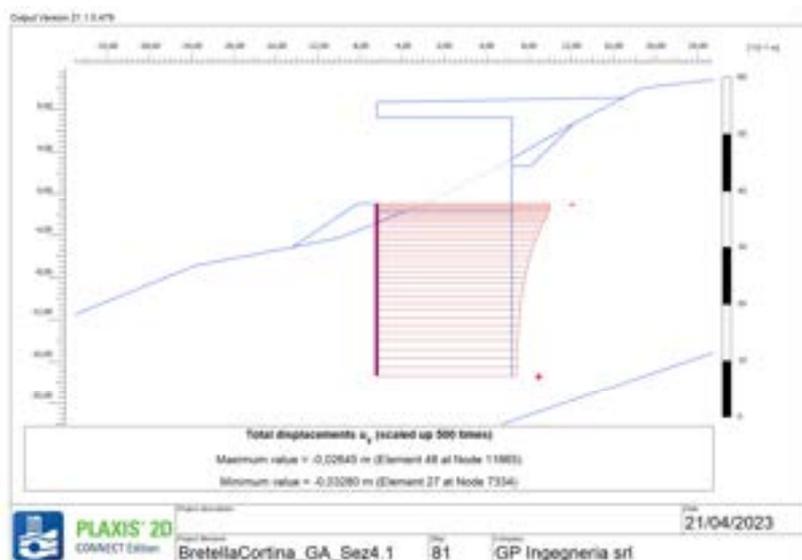


Figura 7-120: SEZ TIPO 4 – Palo di valle – Spostamento massimo verticale

PROGETTAZIONE ATI:

### 7.3.3.2. Paratia di monte

#### Sollecitazioni palo

Il massimo valore di *sforzo normale di compressione* (N) si osserva fase statica di ritombamento ed è pari a

$$N_e = 435 \text{ kN/m}$$

Tale valore, moltiplicato per l'interasse dei pali, sarà dimensionante per la verifica dell'elemento strutturale. Il coefficiente moltiplicativo è 1,3. Lo sforzo normale sollecitante per ogni palo risulta

$$N_e = 435 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 1.4 \text{ m} \cdot 1.3 = 792 \text{ kN}$$

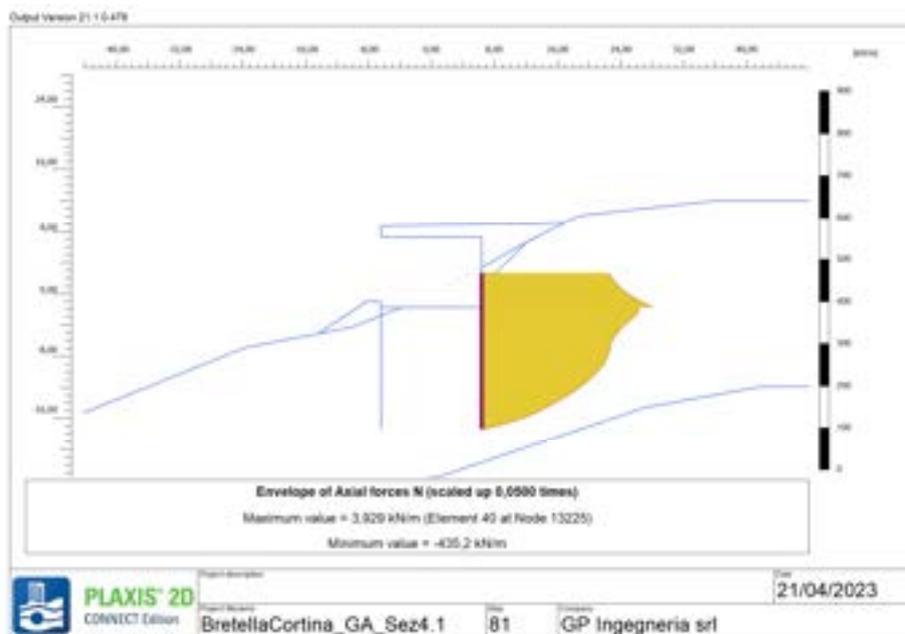


Figura 7-121 SEZ TIPO 4 – Palo di monte – Sforzo normale (N) dimensionante

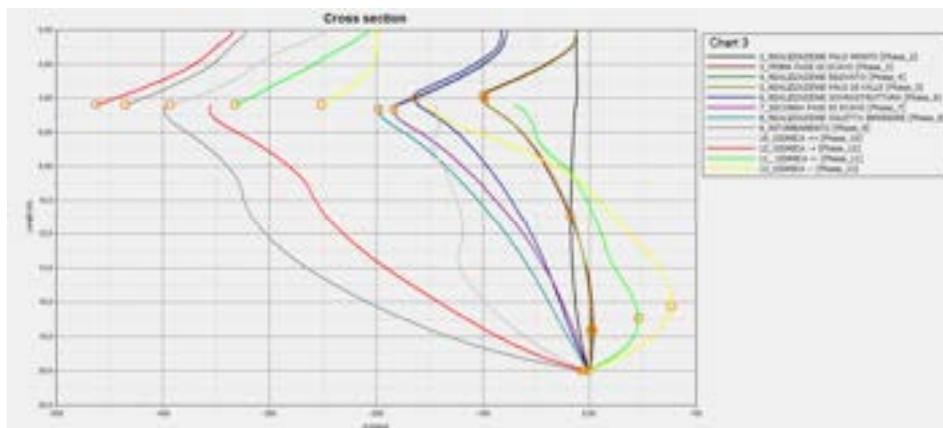


Figura 7-122 SEZ TIPO 4 – Palo di monte – Inviluppo Sforzo normale (N)

PROGETTAZIONE ATI:

Il massimo valore di momento (M) si osserva nella terza combinazione sismica (-/+), ed è pari a

$$M_e = 1354 \text{ kNm/m}$$

Tale valore, moltiplicato per l'interasse dei pali, sarà dimensionante per la verifica dell'elemento strutturale. Il coefficiente moltiplicativo è unitario. Lo sforzo normale sollecitante per ogni palo risulta:

$$M_e = 1354 \frac{\text{kNm}}{\text{m}} \cdot 1.4 \text{ m} = 1896 \text{ kNm}$$

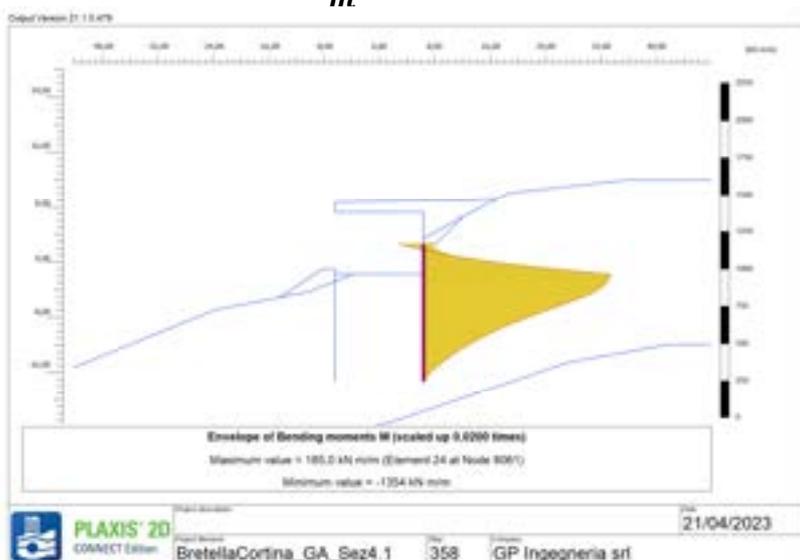


Figura 7-123: SEZ TIPO 4 – Palo di monte – Momento (M) dimensionante

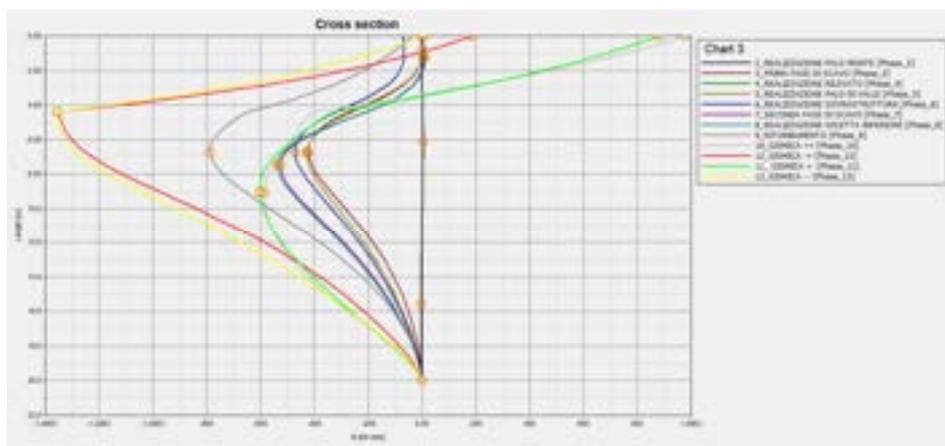


Figura 7-124: SEZ TIPO 4 – Palo di monte – Involuppo Momento (M)

PROGETTAZIONE ATI:

Il massimo valore di Taglio (Q) si osserva nella terza combinazione sismica (-/+), ed è pari a

$$Q_e = 599 \text{ kN/m}$$

Tale valore, moltiplicato per l'interasse dei pali, sarà dimensionante per la verifica dell'elemento strutturale. Il coefficiente moltiplicativo è unitario. Lo sforzo normale sollecitante per ogni palo risulta:

$$Q_e = 599 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 1.4 \text{ m} = 839 \text{ kN}$$

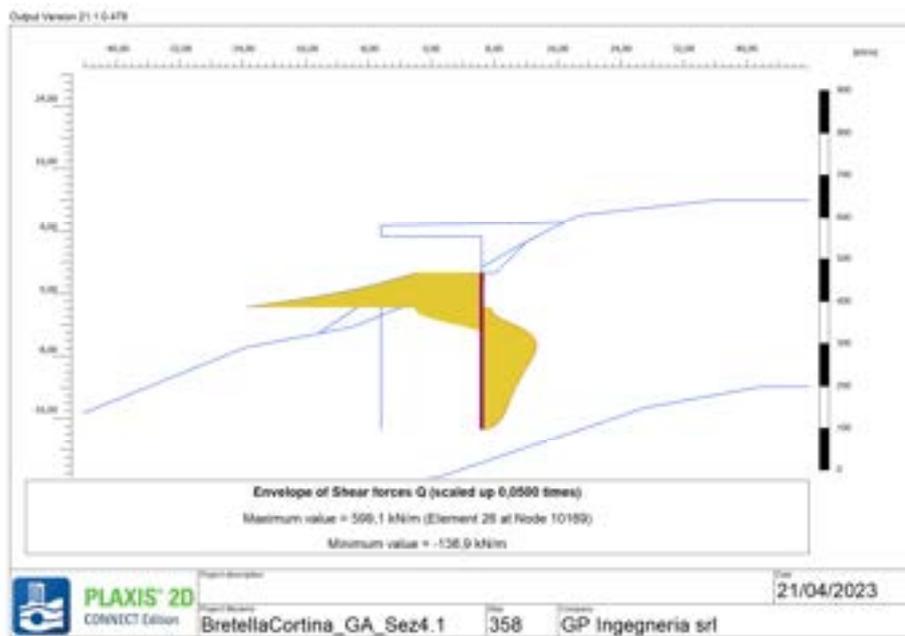


Figura 7-125: SEZ TIPO 4– Palo di monte – Taglio (Q) dimensionante

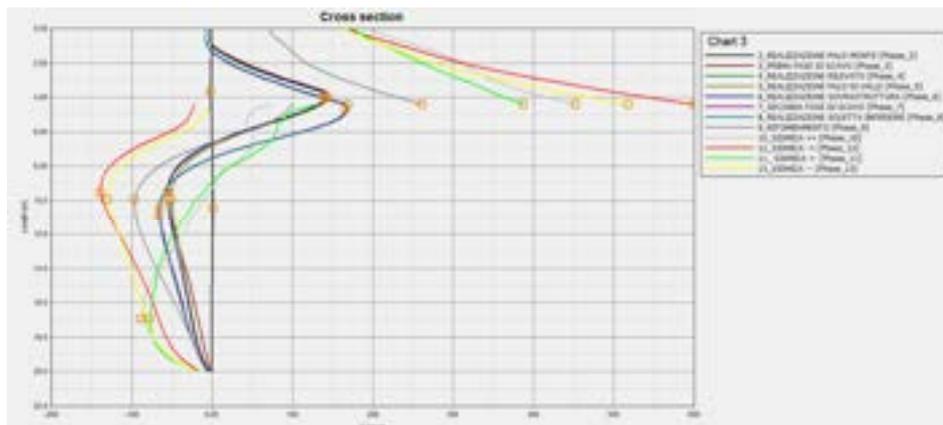


Figura 7-126: SEZ TIPO 4– Palo di monte – Involuppo Taglio (Q)

PROGETTAZIONE ATI:

*Spostamenti palo*

Gli spostamenti vengono valutati durante le fasi di costruzione dell'opera, in condizioni statiche. I massimi spostamenti verticale e orizzontale si osservano nella fase di ritombamento e risultano pari rispettivamente a circa 37mm e 22mm, compatibili con l'opera.

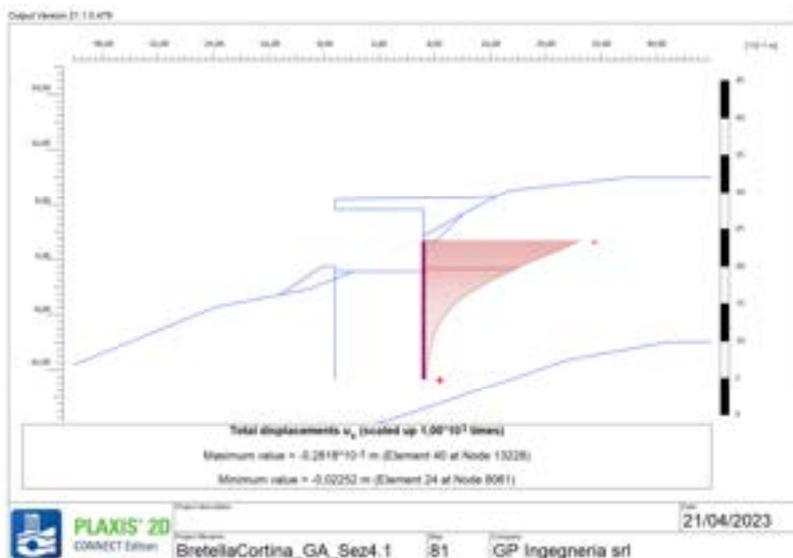


Figura 7-127: SEZ TIPO 4 – Palo di monte – Spostamento massimo orizzontale

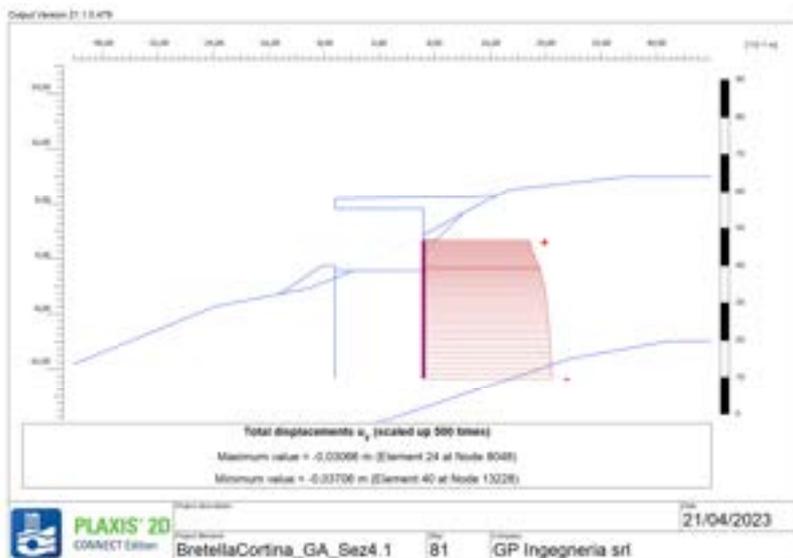


Figura 7-128: SEZ TIPO 4 – Palo di monte – Spostamento massimo verticale

PROGETTAZIONE ATI:

### 7.3.3.3. Soletta superiore

#### Sollecitazioni

Il massimo valore di *sforzo normale di compressione* (N) si osserva nella prima combinazione sismica (+/+), ed è pari a

$$N_e = 87 \text{ kN/m}$$

Tale valore sarà dimensionante per la verifica dell'elemento strutturale. Il coefficiente moltiplicativo è unitario.

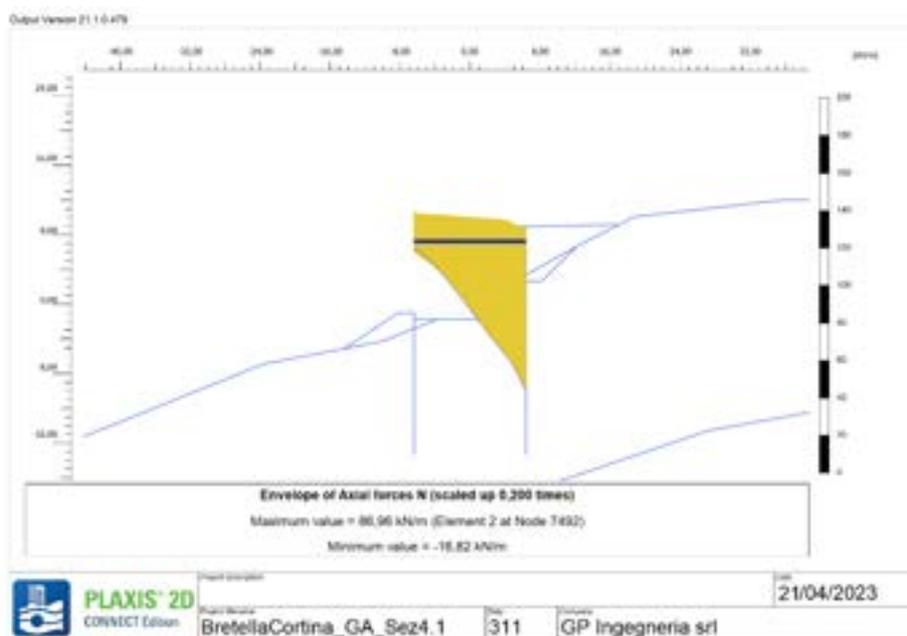


Figura 7-129: SEZ TIPO 4 – Soletta superiore – Sforzo normale (N) dimensionante

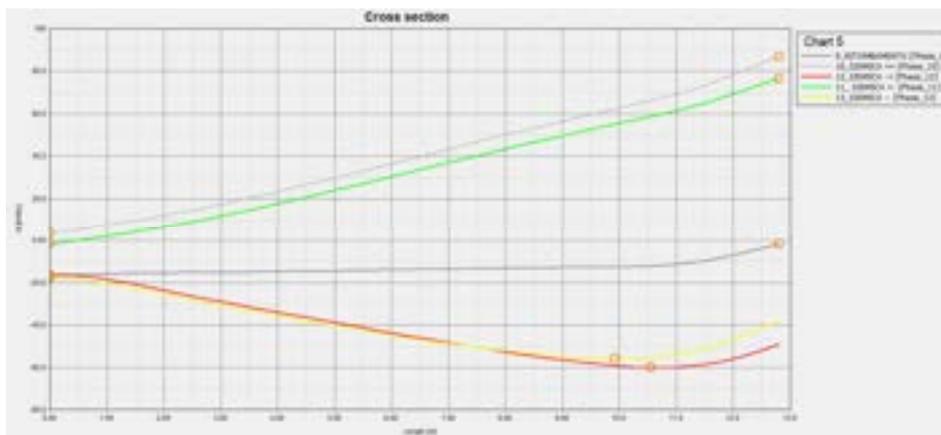


Figura 7-130: SEZ TIPO 4 – Soletta superiore – Inviluppo Sforzo normale (N)

Il massimo valore di momento (M) si osserva nella prima combinazione sismica (+/+), ed è pari a

$$M_e = 1750 \text{ kNm/m}$$

Tale valore sarà dimensionante per la verifica dell'elemento strutturale. Il coefficiente moltiplicativo è unitario.

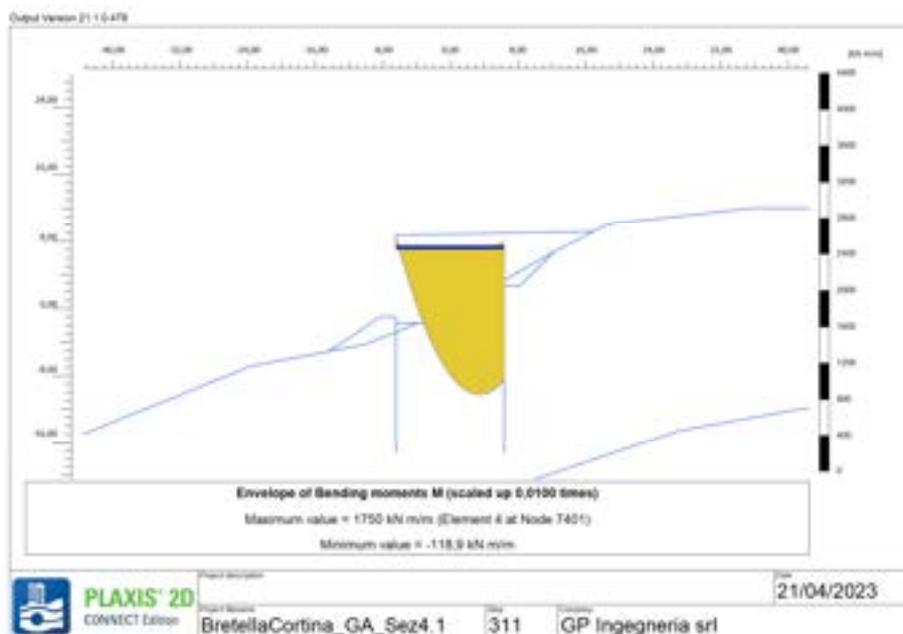


Figura 7-131: SEZ TIPO 4 – Soletta superiore – Momento (M) dimensionante

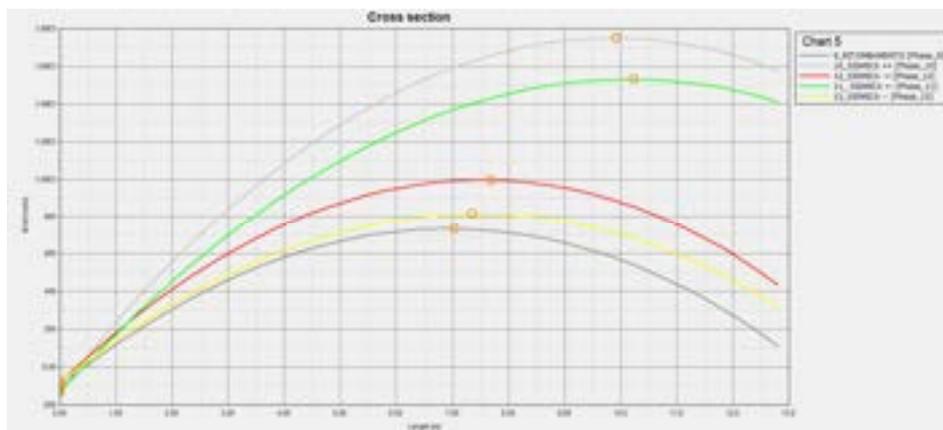


Figura 7-132: SEZ TIPO 4 – Soletta superiore –Involuppo Momento (M)

Il massimo valore di Taglio (Q) si osserva nella prima combinazione sismica (+/+), ed è pari a

$$Q_e = -371 \text{ kN/m}$$

Il coefficiente moltiplicativo è unitario.

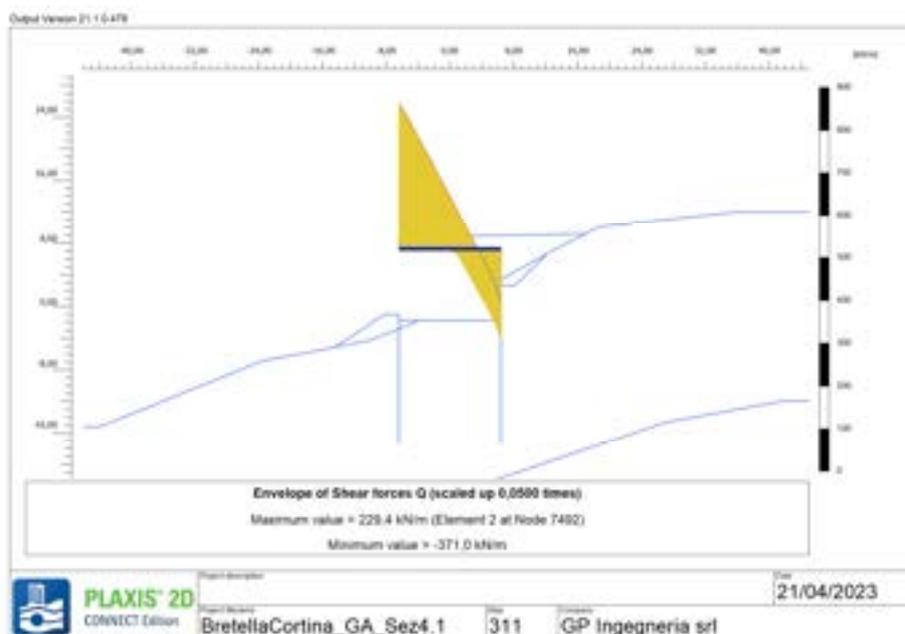


Figura 7-133: SEZ TIPO 4 – Soletta superiore – Taglio (Q) dimensionante

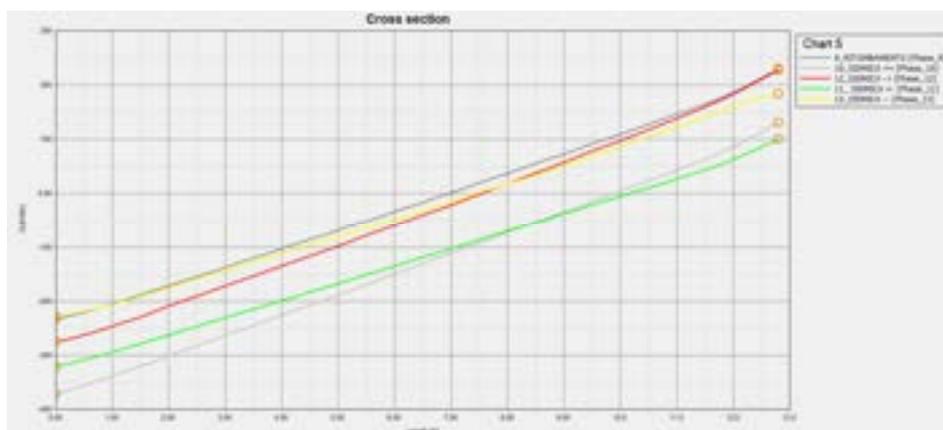


Figura 7-134: SEZ TIPO 4 – Soletta superiore – Involuppo Taglio (Q)

PROGETTAZIONE ATI:

*Spostamenti*

Gli spostamenti vengono valutati durante le fasi di costruzione dell'opera, in condizioni statiche. Il massimo spostamento si osserva nella fase di ritombamento ed è pari a circa 59 mm, compatibile con l'opera.

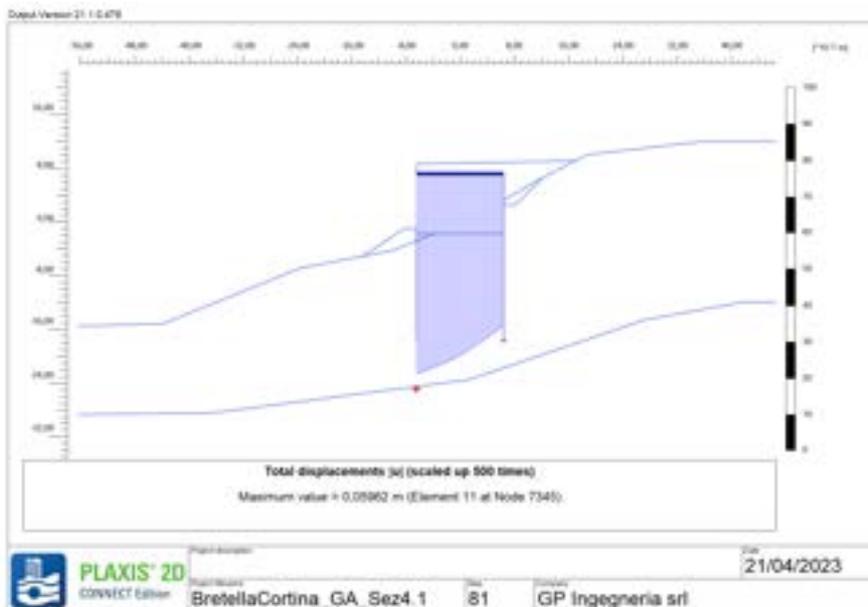


Figura 7-135: SEZ TIPO 4 – Soletta superiore – Spostamento massimo

### 7.3.3.4. Soletta inferiore

#### Sollecitazioni

Il massimo valore di *sforzo normale di compressione* (N) si osserva nella terza combinazione sismica (-/+), ed è pari a

$$N_e = 618 \text{ kN/m}$$

Tale valore sarà dimensionante per la verifica dell'elemento strutturale. Il coefficiente moltiplicativo è unitario.

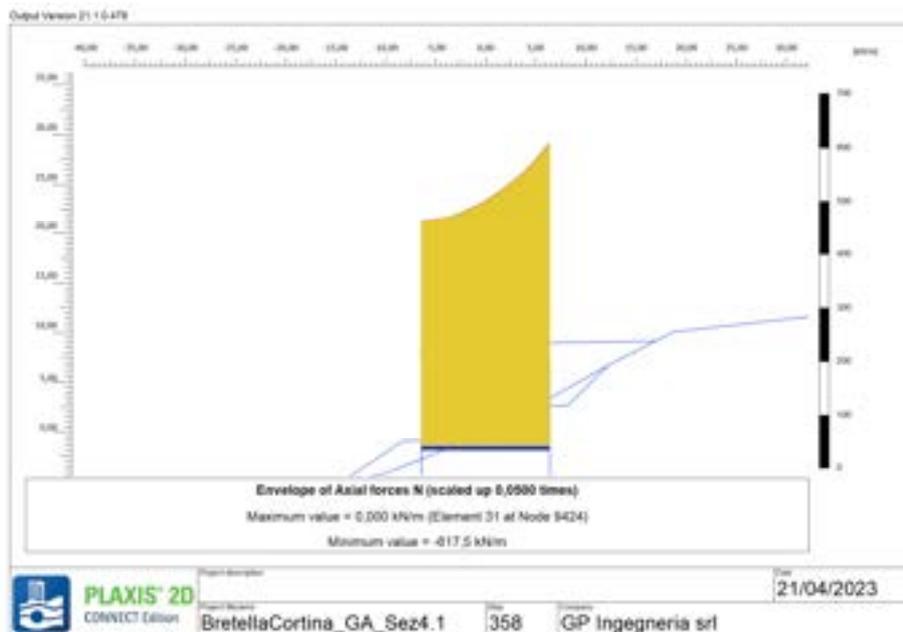


Figura 7-136: SEZ TIPO 4 – Soletta inferiore – Sforzo normale (N) dimensionante

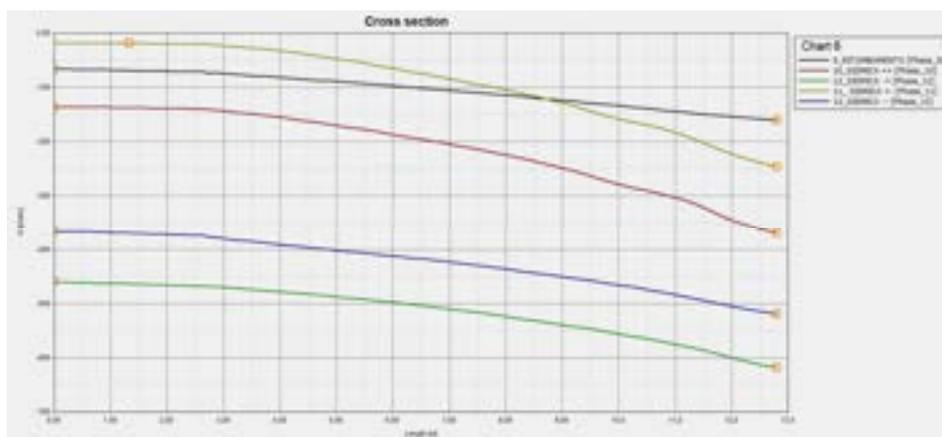


Figura 7-137: SEZ TIPO 4 – Soletta inferiore – Involuppo Sforzo normale (N)

Il massimo valore di momento (M) si osserva nella seconda combinazione sismica (+/-), ed è pari a

$$M_e = 554 \text{ kNm/m}$$

Tale valore sarà dimensionante per la verifica dell'elemento strutturale. Il coefficiente moltiplicativo è unitario.

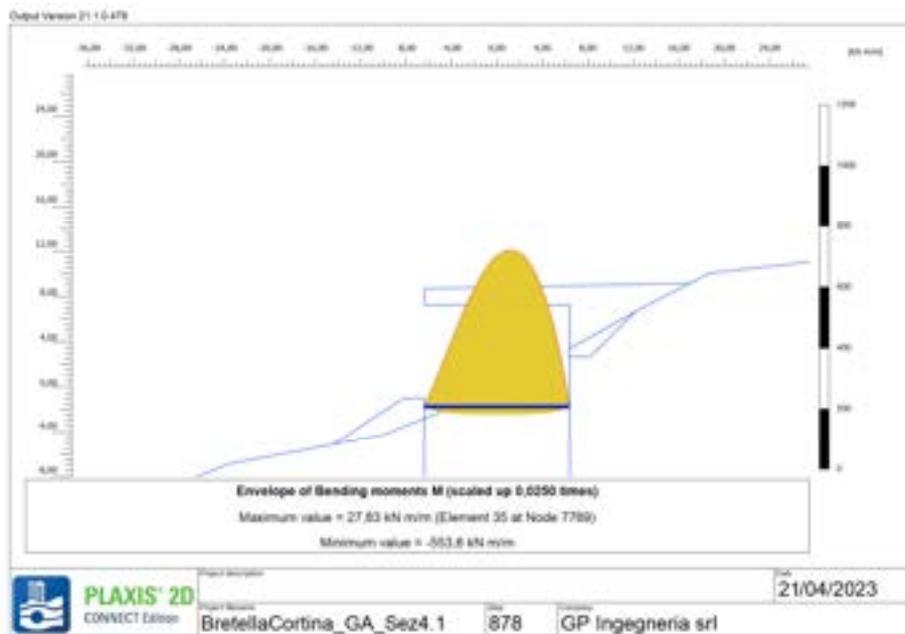


Figura 7-138: SEZ TIPO 4 – Soletta superiore – Momento (M) dimensionante

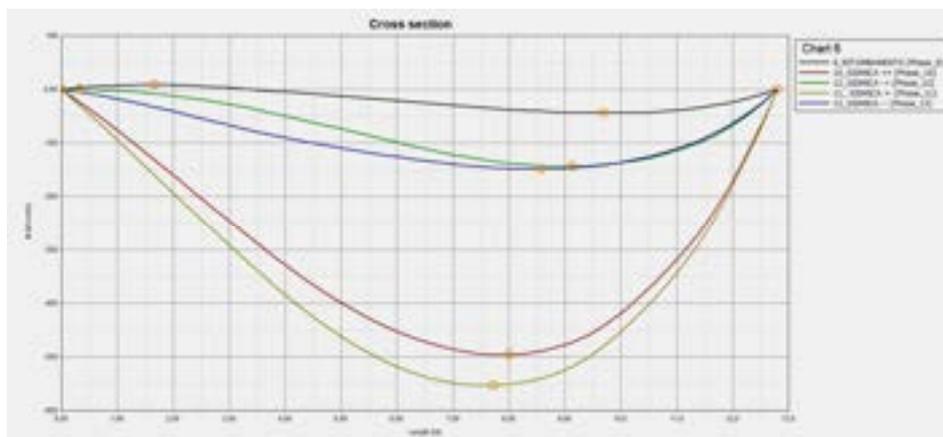


Figura 7-139: SEZ TIPO 4 – Soletta inferiore – Involuppo Momento (M)

Il massimo valore di Taglio (Q) si osserva nella seconda combinazione sismica (+/+), ed è pari a

$$Q_e = 257 \text{ kN/m}$$

Tale valore sarà dimensionante per la verifica dell'elemento strutturale. Il coefficiente moltiplicativo è unitario.

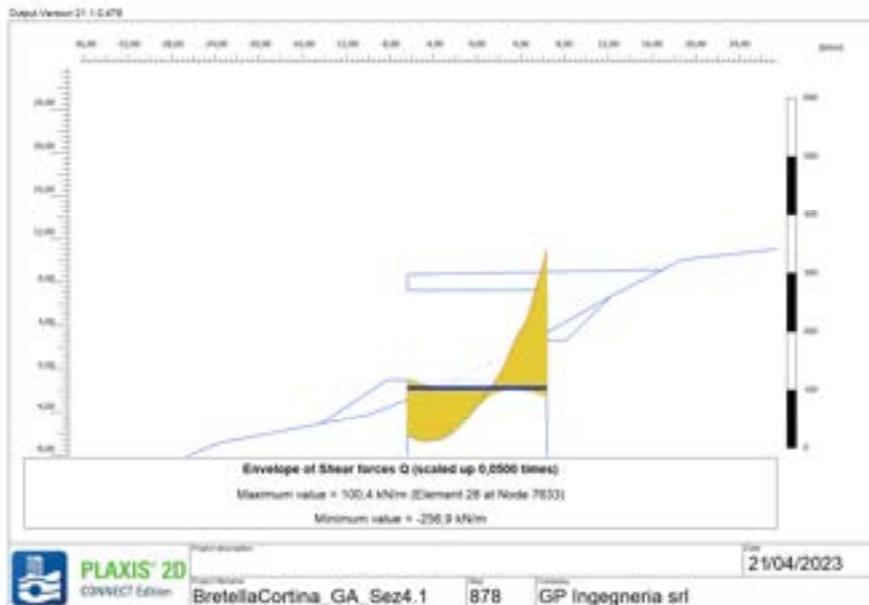


Figura 7-140: SEZ TIPO 4 – Soletta inferiore – Taglio (Q) dimensionante

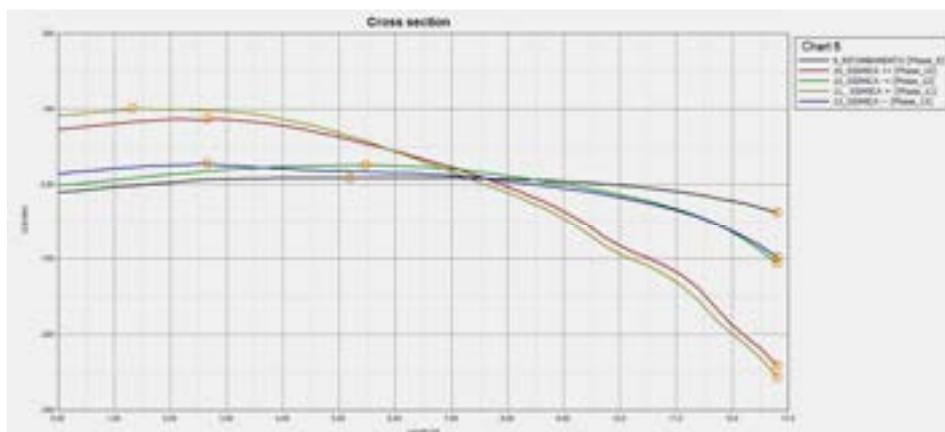


Figura 7-141: SEZ TIPO 4 – Soletta inferiore – Involuppo Taglio (Q)

*Spostamenti*

Gli spostamenti vengono valutati durante le fasi di costruzione dell'opera, in condizioni statiche. Il massimo spostamento si osserva nella fase di ritombamento ed è pari a circa 32 mm.

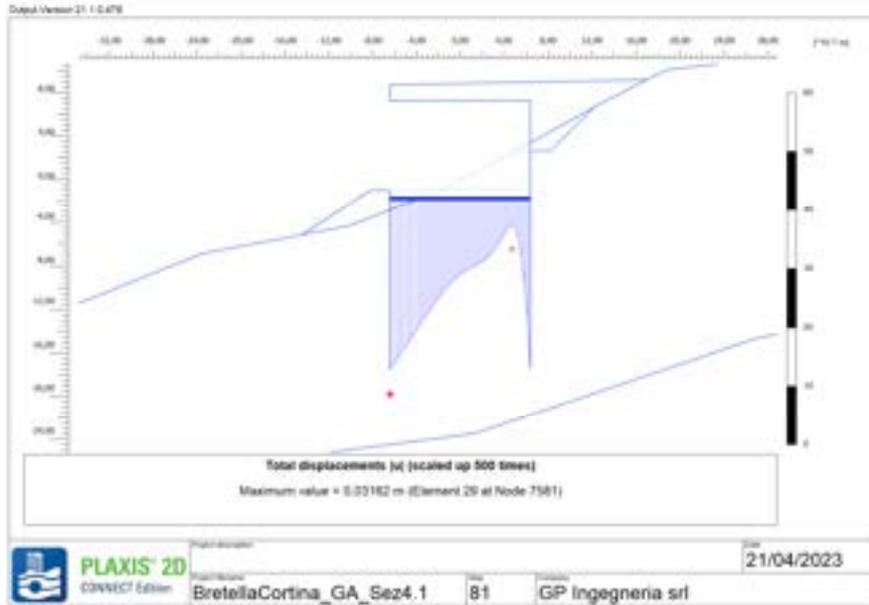


Figura 7-142: SEZ TIPO 4 – Soletta inferiore – Spostamento massimo

### 7.3.4. VERIFICHE

Per i pali di valle e di monte vengono cautelativamente previste le medesime sollecitazioni massime agenti:

- $N_{max}$  di monte = 792 kN
- $M_{max}$  di monte = 1896 kNm
- $Q_{max}$  di monte = 839 kN

Le verifiche delle solette si riferiscono al metro lineare, perciò le sollecitazioni che si leggono dal programma di calcolo non sono da moltiplicare per alcun interasse. Si sono eseguite le verifiche considerando dimensionanti le sollecitazioni massime tra quelle statiche moltiplicate per il coefficiente parziale pari a 1.3 e quelle sismiche considerando il coefficiente parziale unitario.

Le verifiche sono state condotte ipotizzando le seguenti armature degli elementi strutturali:

<b>Elemento</b>	<b>Armatura a flessione</b>	<b>Armatura a taglio</b>
<i>Palo</i>	<i>barre - 28 <math>\Phi</math>26</i>	<i>spirale – <math>\Phi</math>14/20</i>
<i>Soletta superiore</i>	<i>barre - 12 <math>\Phi</math> 26 zona tesa barre - 12 <math>\Phi</math> 26 zona compressa</i>	<i>spilli – <math>\Phi</math>12/15/50</i>
<i>Soletta inferiore</i>	<i>barre - 8 <math>\Phi</math> 26 zona tesa barre - 8 <math>\Phi</math> 26 zona compressa</i>	<i>spilli – <math>\Phi</math>12/15/50</i>

Per la verifica a flessione si trascurando cautelativamente le sollecitazioni di sforzo normale  $N$  agenti sugli elementi. Lo sforzo di trazione si ritiene trascurabile.

7.3.4.1. Verifiche a flessione

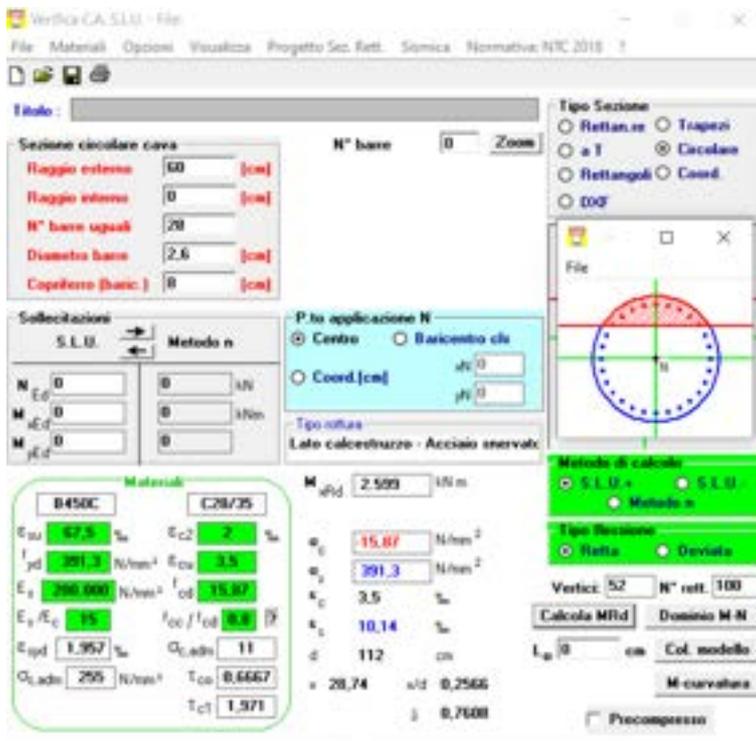


Figura 7-143: SEZ TIPO 4 – Pali - Verifica a flessione

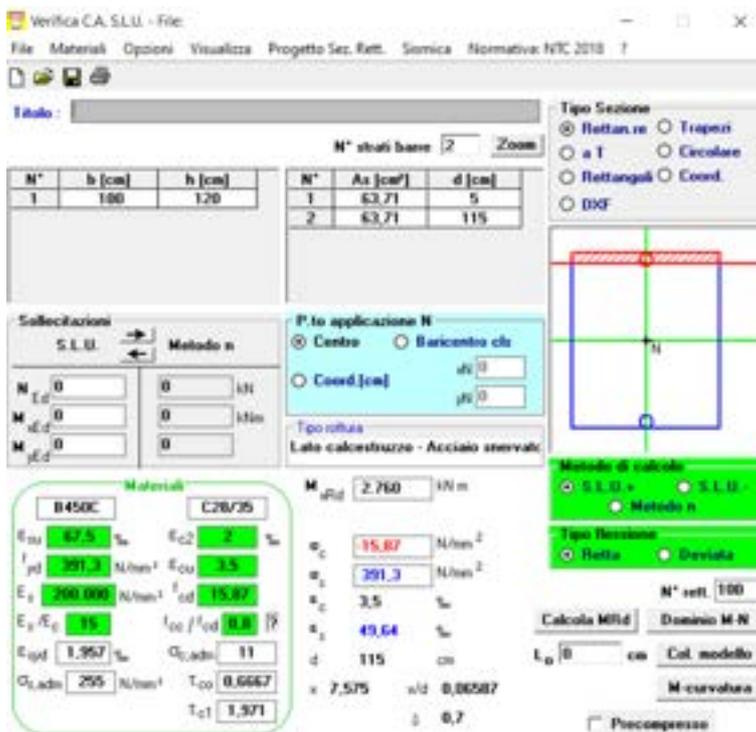


Figura 7-144: SEZ TIPO 4 – Soletta superiore - Verifica a flessione

OPERE D'ARTE MAGGIORE – GALLERIA ARTIFICIALE SOTE RARIES – RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO

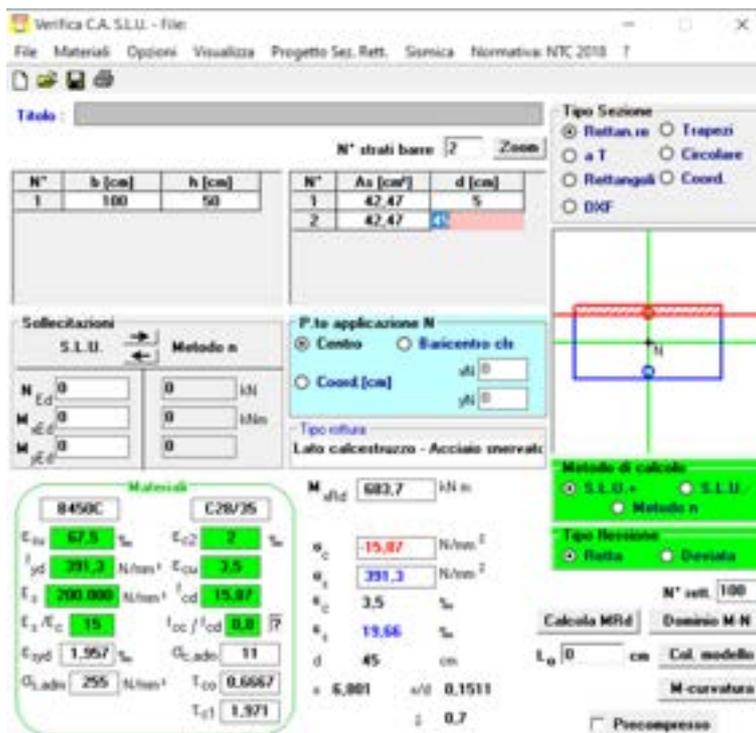


Figura 7-145: SEZ TIPO 4 – Soletta inferiore - Verifica a flessione

Nella tabella si riportano i risultati maggiormente significativi per la sezione analizzata.

Tabella 7-8: Verifica a flessione della sezione 4

Opera	Elemento strutturale	$ M_{ED} /m$ [kNm/m]	$ M_{ED} $ [kNm]	Area armatura a flessione [cm <sup>2</sup> ]	$ M_{RD} $ [kNm]	Verifica	Tipo rottura
	<b>Pali di grande diametro <math>\Phi</math> 1200</b>	1354	1896	148.66	2599	✓	Lato cls – acciaio snervato
GA_ SEZ1	<b>Soletta superiore</b>	1750	1750	141.40	2760	✓	Lato cls – acciaio snervato
	<b>Soletta inferiore</b>	554	554	84.94	684	✓	Lato cls – acciaio snervato

### 7.3.4.2. Verifica a taglio

Taglio resistente nelle sezioni con armatura trasversale a taglio				
Taglio agente	$V_{Ed}$	=	839	kN
Larghezza minima della sezione	$b_w$		1200	mm
Altezza della sezione	$h$		960	mm
Copri ferro della sezione	$\delta$		80	mm
Altezza utile della sezione	$d$		880	mm
Diametro delle staffe	$d_{st}$		14	mm
Numero di braccia	$n_{st}$		2	
Area totale staffe	$A_{stt}$		307.72	mm <sup>2</sup>
Passo delle staffe	$s$		150	mm
Inclinazione delle staffe	$\alpha$		90	deg
Inclinazione delle bielle compresse	$\theta$		21.8	deg
Coeff. maggiorativo per sezioni compresse	$\alpha_c$		1	
				$\cot(\theta)$ 2.5
Resistenza di calcolo a "taglio-trazione"	$V_{Rtd}$	=	1589.4	kN
				$V_{Rtd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{stt}}{s} \cdot f_{st} \cdot (\cot \alpha + \cot \theta) \cdot \sin \alpha$
Resistenza di calcolo a "taglio-comprensione"	$V_{Rtd}$	=	2697.4	kN
				$V_{Rtd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\cot \alpha + \cot \theta) / (1 + \cot^2 \theta)$
Resistenza a taglio della sezione	$V_{Rd}$	=	1589.4	kN
				$V_{Rd} = \min(V_{Rtd}, V_{Rcd})$
Esito della verifica	soddisfatta			

Figura 7-146: SEZ TIPO 4 – Pali - Verifica a taglio

Taglio resistente nelle sezioni con armatura trasversale a taglio				
Taglio agente	$V_{Ed}$	=	371	kN
Larghezza minima della sezione	$b_w$		1000	mm
Altezza della sezione	$h$		1200	mm
Copri ferro della sezione	$\delta$		50	mm
Altezza utile della sezione	$d$		1150	mm
Diametro delle staffe	$d_{st}$		12	mm
Numero di braccia	$n_{st}$		2	
Area totale staffe	$A_{stt}$		226.08	mm <sup>2</sup>
Passo delle staffe	$s$		150	mm
Inclinazione delle staffe	$\alpha$		90	deg
Inclinazione delle bielle compresse	$\theta$		21.8	deg
Coeff. maggiorativo per sezioni compresse	$\alpha_c$		1	
				$\cot(\theta)$ 2.59
				1
				2
				2.5
Resistenza di calcolo a "taglio-trazione"	$V_{Rtd}$	=	1526.0	kN
				$V_{Rtd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{stt}}{s} \cdot f_{st} \cdot (\cot \alpha + \cot \theta) \cdot \sin \alpha$
Resistenza di calcolo a "taglio-comprensione"	$V_{Rtd}$	=	2831.4	kN
				$V_{Rtd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\cot \alpha + \cot \theta) / (1 + \cot^2 \theta)$
Resistenza a taglio della sezione	$V_{Rd}$	=	1526.0	kN
				$V_{Rd} = \min(V_{Rtd}, V_{Rcd})$
Esito della verifica	soddisfatta			

Figura 7-147: SEZ TIPO 4 – Soletta superiore - Verifica a flessione

Taglio resistente nelle sezioni con armatura trasversale a taglio						
Taglio agente	$V_{Ed}$	=	257	kN		
Larghezza minima della sezione	$b_w$		1000	mm		
Altezza della sezione	$h$		500	mm		
Copriferro della sezione	$\delta$		50	mm		
Altezza utile della sezione	$d$		450	mm		
Diametro delle staffe	$d_s$		12	mm		
Numero di braccia	$n_s$		2			
Area totale staffe	$A_{sw}$		226.08	mm <sup>2</sup>		
Passo delle staffe	$s$		150	mm		
Inclinazione delle staffe	$\alpha$		90	deg		1
Inclinazione delle barre compresse	$\theta$		21.8	deg	$\cot(\theta)$	2.50
Coeff. maggiorativo per sezioni compresse	$\alpha_c$		1			2.5
Resistenza di calcolo a "taglio-trazione"	$V_{Rd,t}$	=	597.1	kN	$V_{Rd,t} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{td} \cdot (\sigma_{ctg} + \sigma_{tg}) \cdot \sin \alpha$	
Resistenza di calcolo a "taglio-compressione"	$V_{Rd,c}$	=	1107.9	kN	$V_{Rd,c} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{td} \cdot (\sigma_{ctg} + \sigma_{tg}) \cdot (1 + \sigma_{tg}^2 \theta)$	
Resistenza a taglio della sezione	$V_{Rd}$	=	597.1	kN	$V_{Rd} = \min(V_{Rd,t}, V_{Rd,c})$	
Esito della verifica						soddisfatta

Figura 7-148: SEZ TIPO 4 – Soletta inferiore - Verifica a taglio

Nella tabella si riportano i risultati maggiormente significativi per la sezione analizzata.

Tabella 7-9: Verifiche a taglio della sezione 4

Opera	Elemento strutturale	$ N_{Ed} /m$ [kNm/m]	$ N_{Ed} $ [kNm]	Area armatura a taglio [cm <sup>2</sup> ]	$ T_{RD} $ [kNm]	Verifica
	<b>Pali di grande diametro <math>\Phi</math> 1200</b>	599	839	307.72	1608	✓
GA_SEZ1	<b>Soletta superiore</b>	371	371	226.08	1526	✓
	<b>Soletta inferiore</b>	257	257	226.08	597	✓

### 7.3.4.3. Verifiche geotecniche

Si esegue la verifica di portanza di un palo di grande diametro.

Il carico limite di un palo è convenzionalmente suddiviso in due aliquote, la resistenza alla punta e la resistenza laterale, che viene cautelativamente trascurata. La resistenza diventa, quindi, esprimibile come:

$$p = N_q^* \cdot \sigma'_{vo}$$

Il fattore di capacità portante ridotto (impiegato per i pali di grande diametro)  $N_q^*$  viene calcolato dall'interpolazione delle due curve riportate in figura ovvero dall'abaco di Berezantzev (1965), funzione dell'angolo d'attrito  $\varphi'$  e del rapporto L/D per ogni palo.

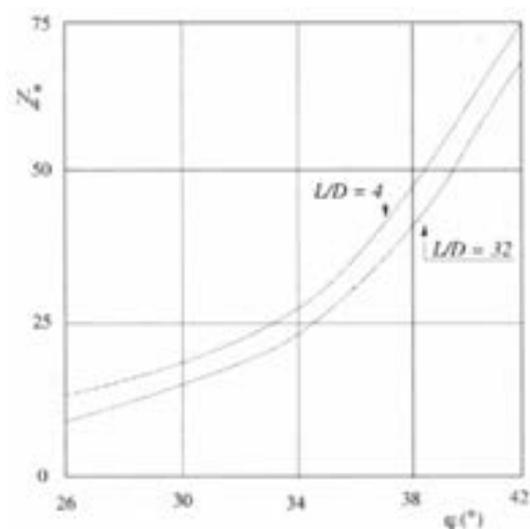


Figura 7-149: Valori del coefficiente di capacità portante ridotto di Berezantzev (1965)

Nel foglio di calcolo riportato in seguito, viene trascurato il peso del palo poiché se ne tiene conto già nel modello di calcolo: si assegna il peso proprio del palo all'elemento *plate*. Il carico assiale agente sul palo, impiegato per le verifiche, è quello più sfavorevole e tiene già conto degli opportuni coefficienti parziali di sicurezza. Per il livello della quota della falda si faccia riferimento al 'Profilo geotecnico' (COD.ELAB T01GE02GETFG01).

La verifica a carico limite verticale del palo viene eseguita per la sola parte infissa.

Il coefficiente di sicurezza  $\gamma_b$  è pari a 1.35.

**CALCOLO DELLA CAPACITÀ PORTANTE DI UN PALO TRIVELLATO DI GRANDE DIAMETRO**

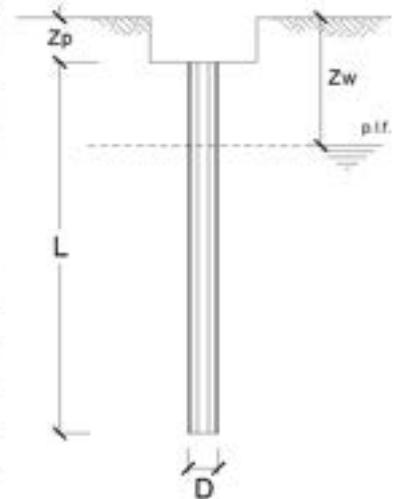
**CANTIERE:**

**OPERA:**

**DATI DI INPUT:**

Diametro del Palo (D):	1.20	(m)	Area del Palo (A <sub>p</sub> ):	1.131	(m <sup>2</sup> )
Quota testa Palo dal p.c. (z <sub>p</sub> ):	4.10	(m)	Quota falda dal p.c. (z <sub>a</sub> ):	4.10	(m)
Carico Assiale Permanente (G):	792	(kN)	Carico Assiale variabile (Q):	0	(kN)
Numero di strati	1		L <sub>palo</sub> =	15.90	(m)

coefficienti parziali		azioni		resistenza laterale e di base			
Metodo di calcolo		permanenti	variabili	γ <sub>s</sub>	γ <sub>k</sub>	γ <sub>res</sub>	
SLU	A1+M1+R1	○	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M1+R2	○	1.00	1.30	1.70	1.45	1.60
	A1+M1+R3	○	1.30	1.50	1.35	1.15	1.25
	SISMA	○	1.00	1.00	1.35	1.15	1.25
DM88		○	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista		⊗	1.00	1.00	1.35	1.15	1.25



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
ζ <sub>s</sub>	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
ζ <sub>a</sub>	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

**PARAMETRI MEDI**

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	Parametri del terreno			
			γ (kN/m <sup>3</sup> )	C <sub>med</sub> (kPa)	φ <sub>med</sub> (°)	C <sub>u med</sub> (kPa)
1	15.90		18.00	10.0	26.0	

Coefficienti di Calcolo			
k	μ	a	α
0.56	0.49		

(n.b.: lo spessore degli strati è computato dalla quota di intradosso del plinto)

**RISULTATI**

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	media					minima (solo SLU)				
			Q <sub>s1</sub> (kN)	N <sub>q</sub> (-)	N <sub>c</sub> (-)	q <sub>b</sub> (kPa)	Q <sub>bm</sub> (kN)	Q <sub>s1</sub> (kN)	N <sub>q</sub> (-)	N <sub>c</sub> (-)	q <sub>b</sub> (kPa)	Q <sub>bm</sub> (kN)
1	15.90		2256.0	11.94	22.44	2625.3	2969.1	2256.0	11.94	22.44	2625.3	2969.1

**CARICO ASSIALE AGENTE**

$N_d = N_{d1} \cdot \gamma_0 + N_{d2} \cdot \gamma_0$   
 $N_d = 792.0 \text{ (kN)}$

**CAPACITÀ PORTANTE MEDIA**

base  $R_{b,cal med} = 2969.1 \text{ (kN)}$   
 laterale  $R_{s,cal med} = .0 \text{ (kN)}$   
 totale  $R_{c,cal med} = 2969.1 \text{ (kN)}$

**CAPACITÀ PORTANTE MINIMA**

base  $R_{b,cal min} = 2969.1 \text{ (kN)}$   
 laterale  $R_{s,cal min} = .0 \text{ (kN)}$   
 totale  $R_{c,cal min} = 2969.1 \text{ (kN)}$

**CAPACITÀ PORTANTE CARATTERISTICA**

$R_{b,k} = \text{Min}(R_{b,cal med}/\zeta_{s1}; R_{b,cal min}/\zeta_{s4}) = 1746.5 \text{ (kN)}$   
 $R_{s,k} = \text{Min}(R_{s,cal med}/\zeta_{s3}; R_{s,cal min}/\zeta_{s4}) = .0 \text{ (kN)}$   
 $R_{c,k} = R_{b,k} + R_{s,k} = 1746.5 \text{ (kN)}$

**CAPACITÀ PORTANTE DI PROGETTO**

$R_{c,d} = R_{b,k}/\gamma_b + R_{s,k}/\gamma_s$   
 $R_{c,d} = 1293.7 \text{ (kN)}$   
 $F_s = R_{c,d} / N_d$   
 $F_s = 1.63$

La verifica geotecnica risulta soddisfatta.

PROGETTAZIONE ATI:

#### 7.3.4.4. Analisi di stabilità globale

Sono state condotte le analisi di stabilità *ante operam* e *post operam*. I coefficienti di sicurezza ottenuti nelle due fasi indicano un miglioramento nella stabilità del pendio successivamente alla realizzazione dell'opera. Sono state condotte, inoltre, analisi di stabilità nelle quattro combinazioni sismiche. I fattori di sicurezza ottenuti soddisfano, in tutti i casi, i requisiti minimi richiesti dalla normativa.

Dalle analisi si ottiene:

- CONDIZIONE STATICA ANTE OPERAM **FS = 1.52**
- CONDIZIONE STATICA POST OPERAM **FS = 1.82**
  
- PRIMA COMBINAZIONE SISMICA (+/+) **FS = 1.50**
- SECONDA COMBINAZIONE SISMICA (+/-) **FS = 1.48**
- TERZA COMBINAZIONE SISMICA (-/+) **FS = 1.59**
- QUARTA COMBINAZIONE SISMICA (-/-) **FS = 1.56**

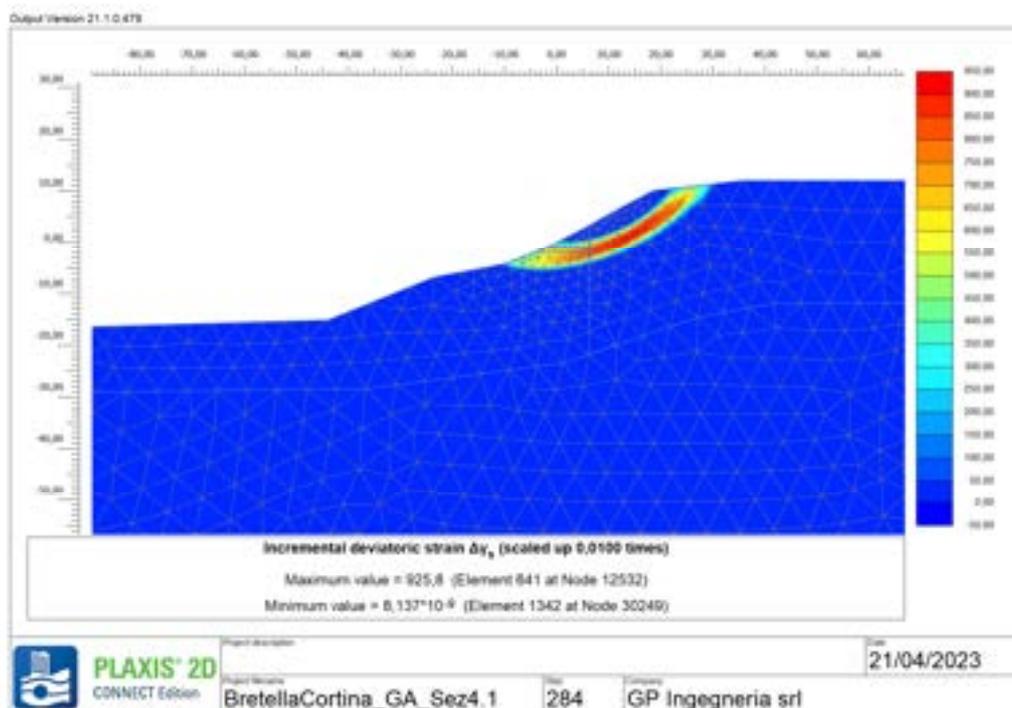


Figura 7-150: Analisi di stabilità in condizioni statiche ANTE OPERAM (FS=1,52)

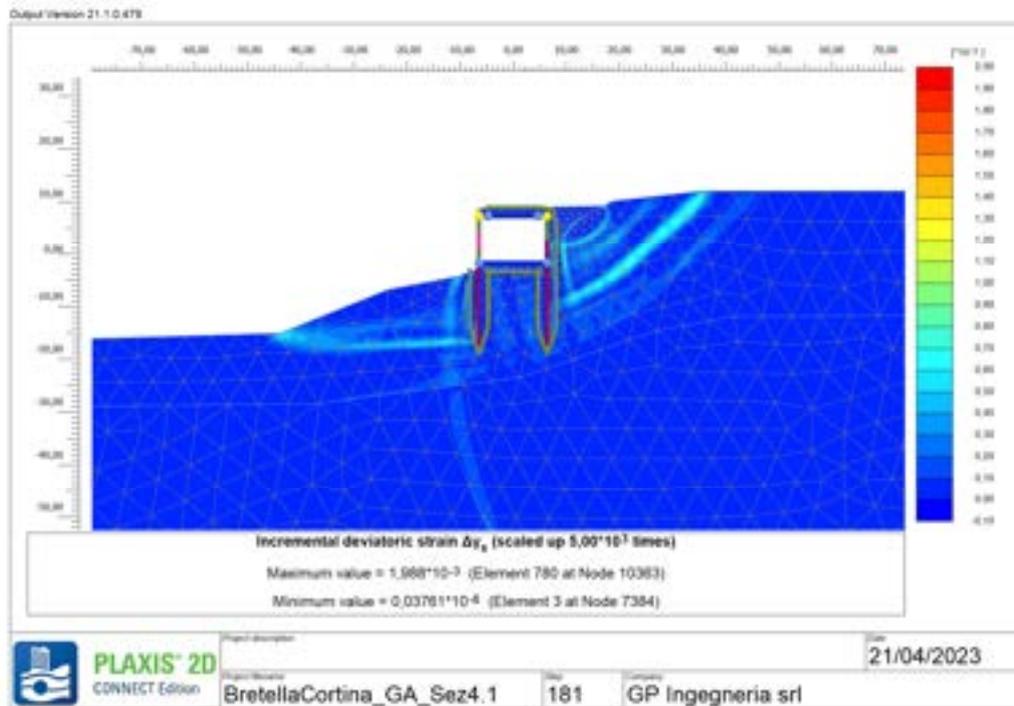


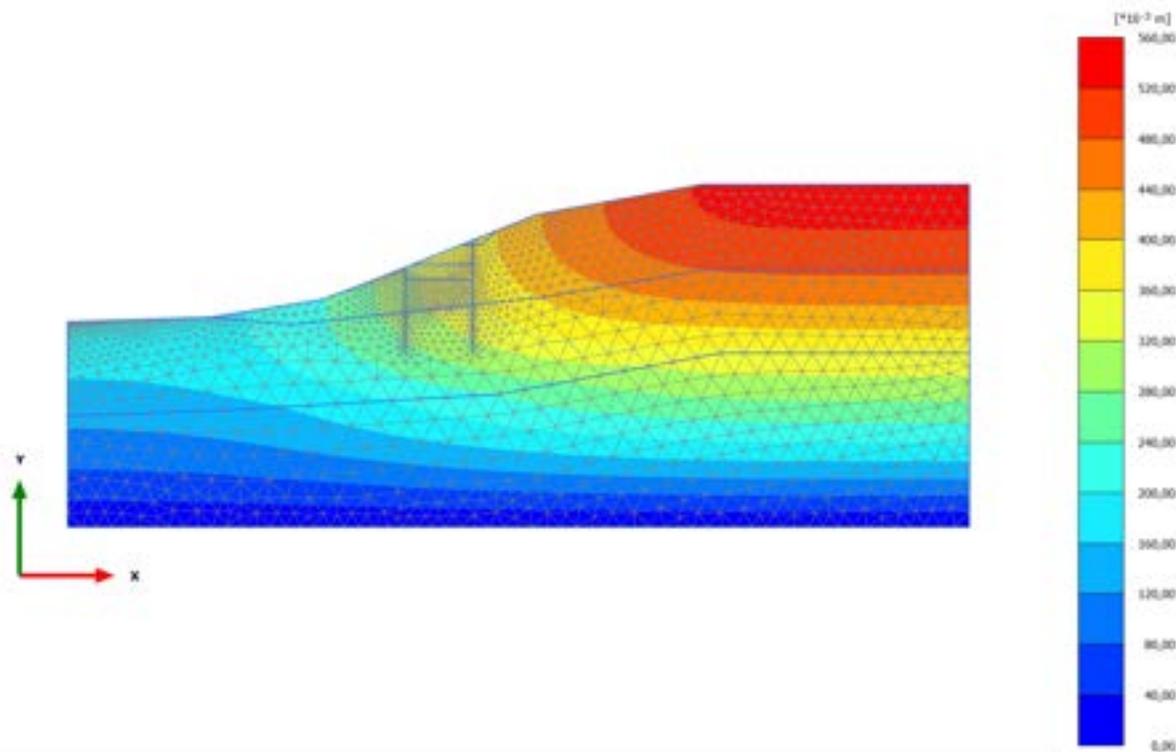
Figura 7-151: Analisi di stabilità in condizioni statiche POST OPERAM (FS=1,82)

## 8. ALLEGATI DI CALCOLO

PROGETTAZIONE ATI:

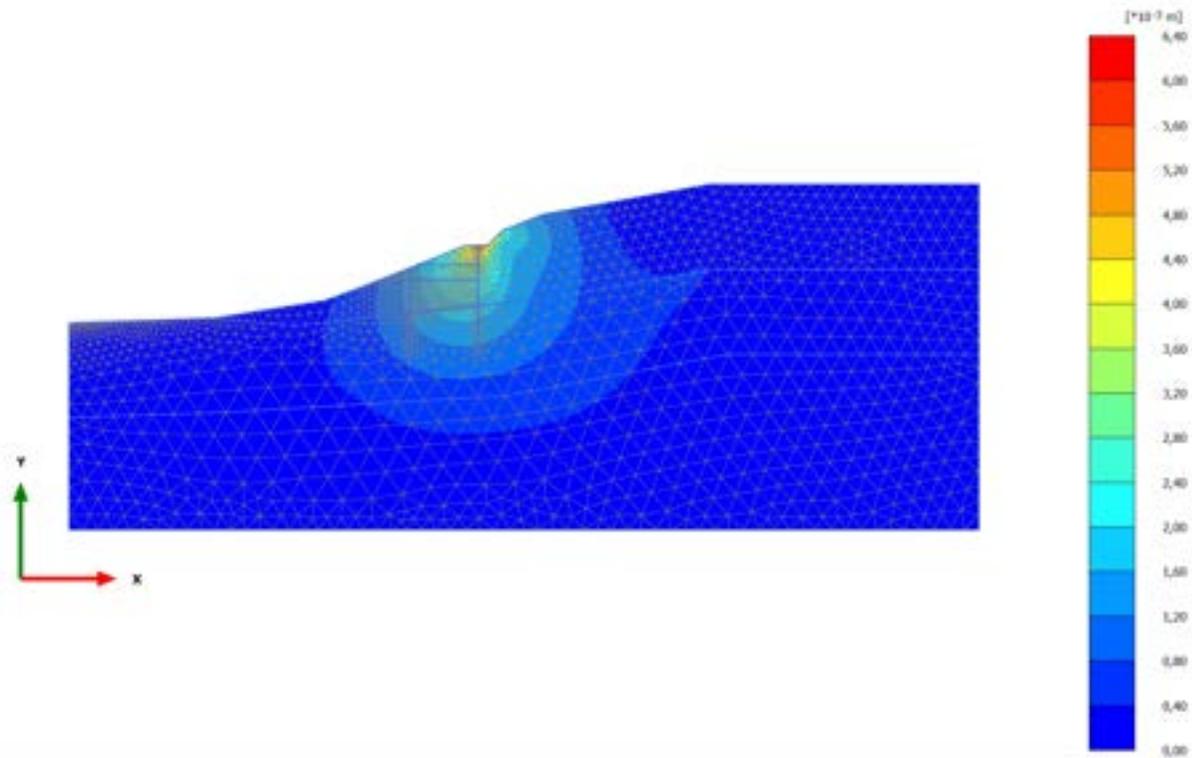
# PLAXIS Report

### 2.1.1.1.1 Calculation results, 0\_CONDIZIONE GEOSTATICA [InitialPhase] (0/6), Total displacements $|u|$



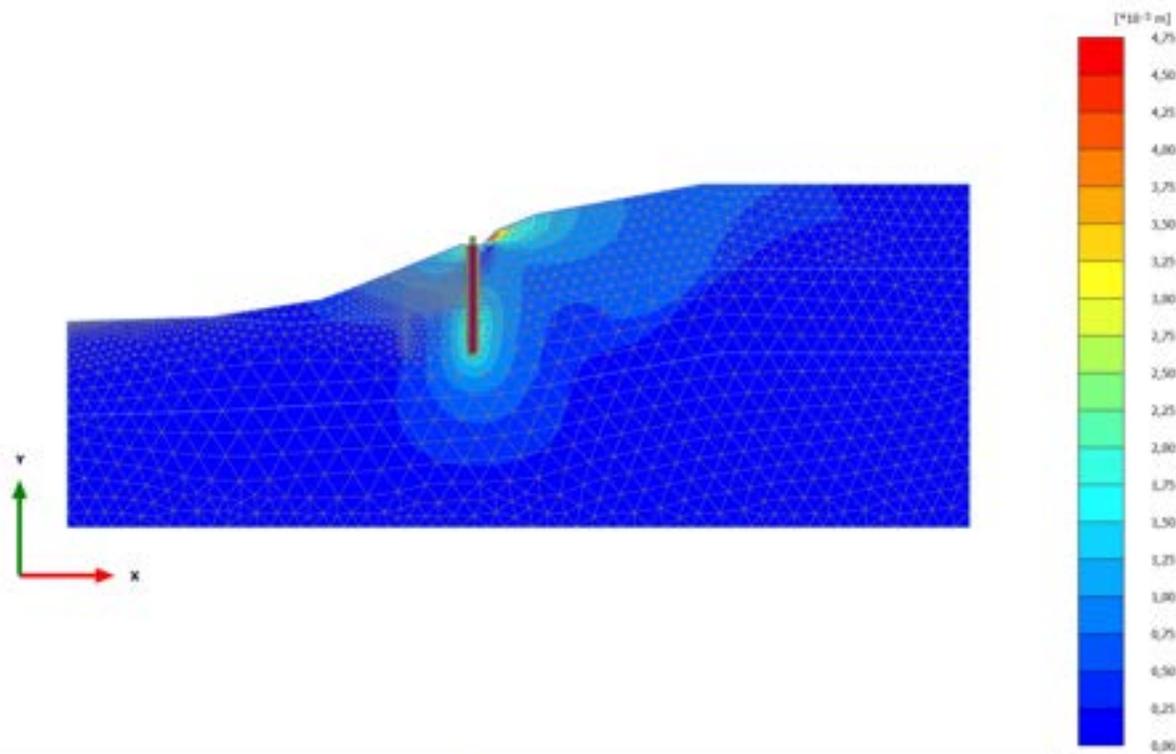
Total displacements  $|u|$  (scaled up 10,0 times)  
Maximum value = 0,5347 m (Element 202 at Node 34419)

### 2.1.1.1.2 Calculation results, 1\_PRESCAVO [Phase\_14] (14/16), Total displacements $|u|$



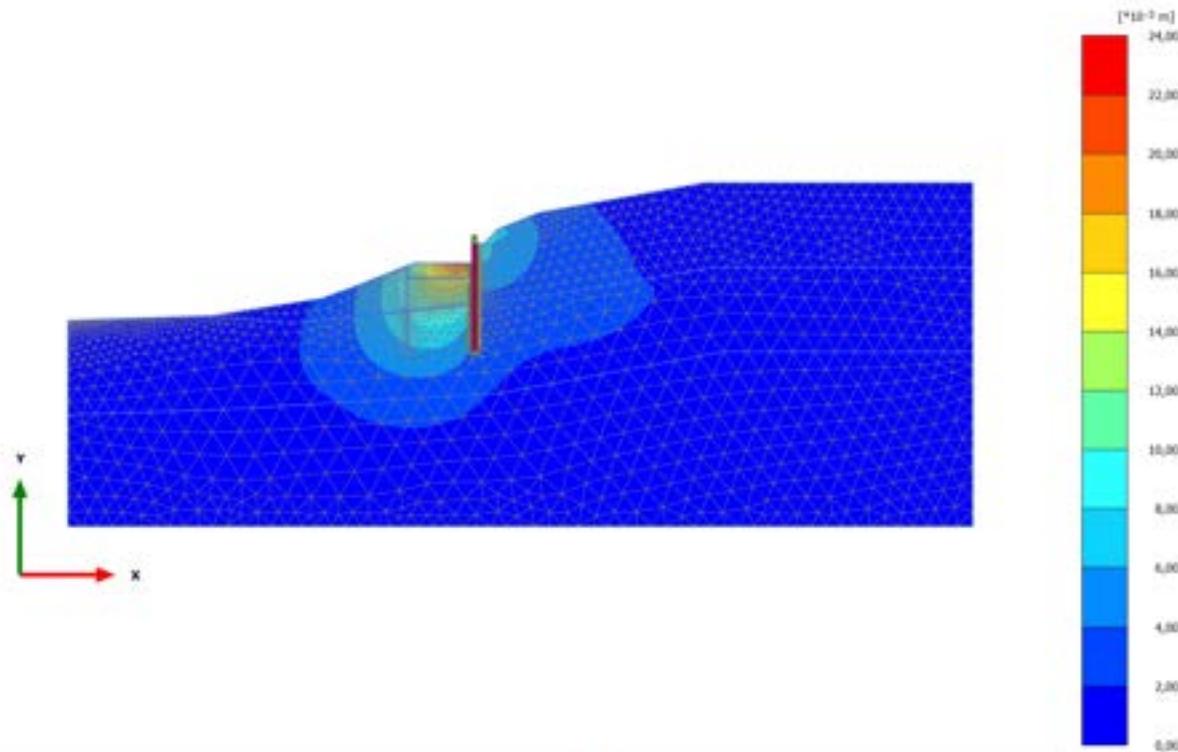
**Total displacements  $|u|$  (scaled up 500 times)**  
Maximum value =  $6,040 \cdot 10^{-3}$  m (Element 830 at Node 17760)

### 2.1.1.1.3 Calculation results, 2\_REALIZZAZIONE PALO MONTE [Phase\_2] (2/18), Total displacements $|u|$



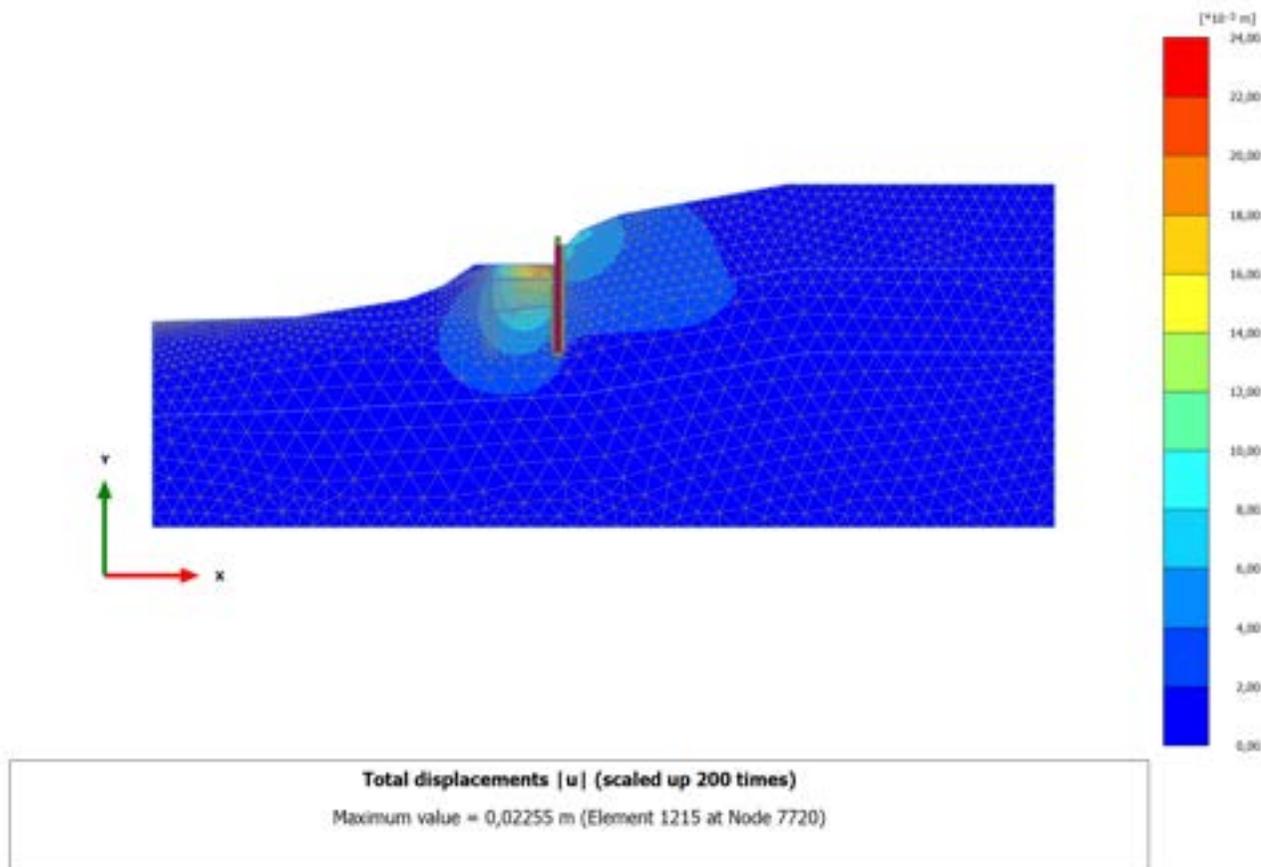
Total displacements  $|u|$  (scaled up  $1,00 \cdot 10^3$  times)  
Maximum value =  $4,499 \cdot 10^{-3}$  m (Element 764 at Node 20150)

### 2.1.1.1.4 Calculation results, 3\_PRIMA FASE DI SCAVO [Phase\_3] (3/24), Total displacements $|u|$

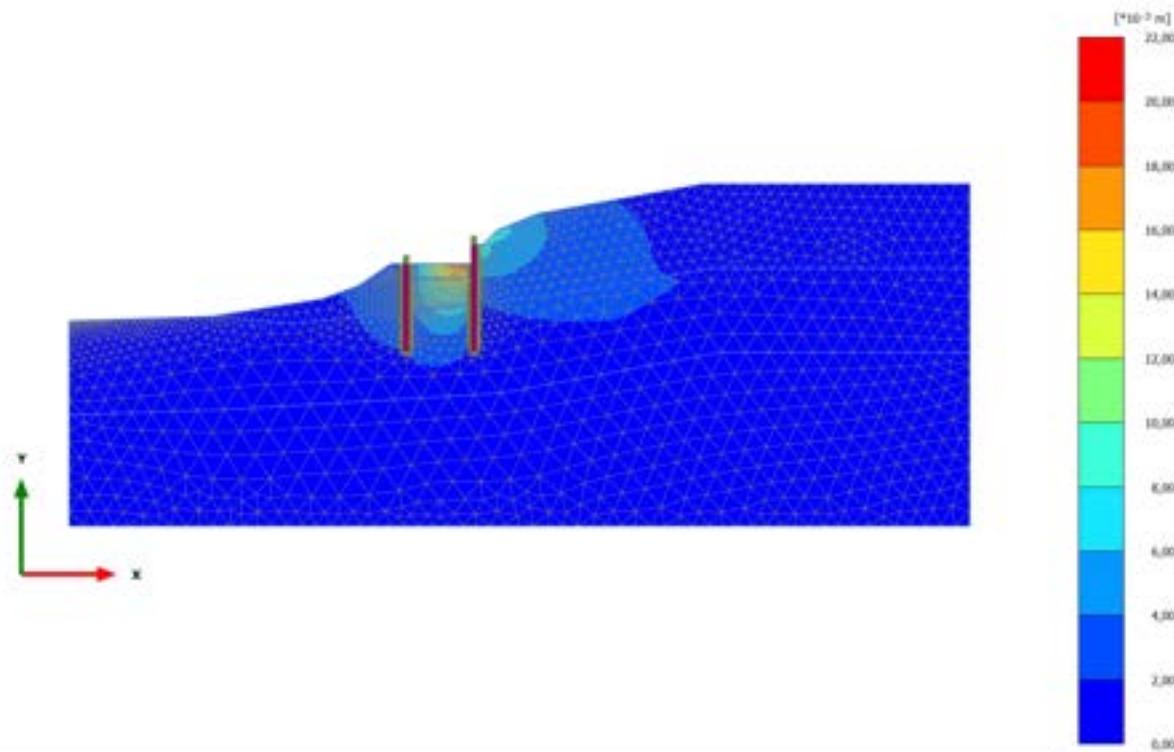


Total displacements  $|u|$  (scaled up 200 times)  
Maximum value = 0,02360 m (Element 1215 at Node 7720)

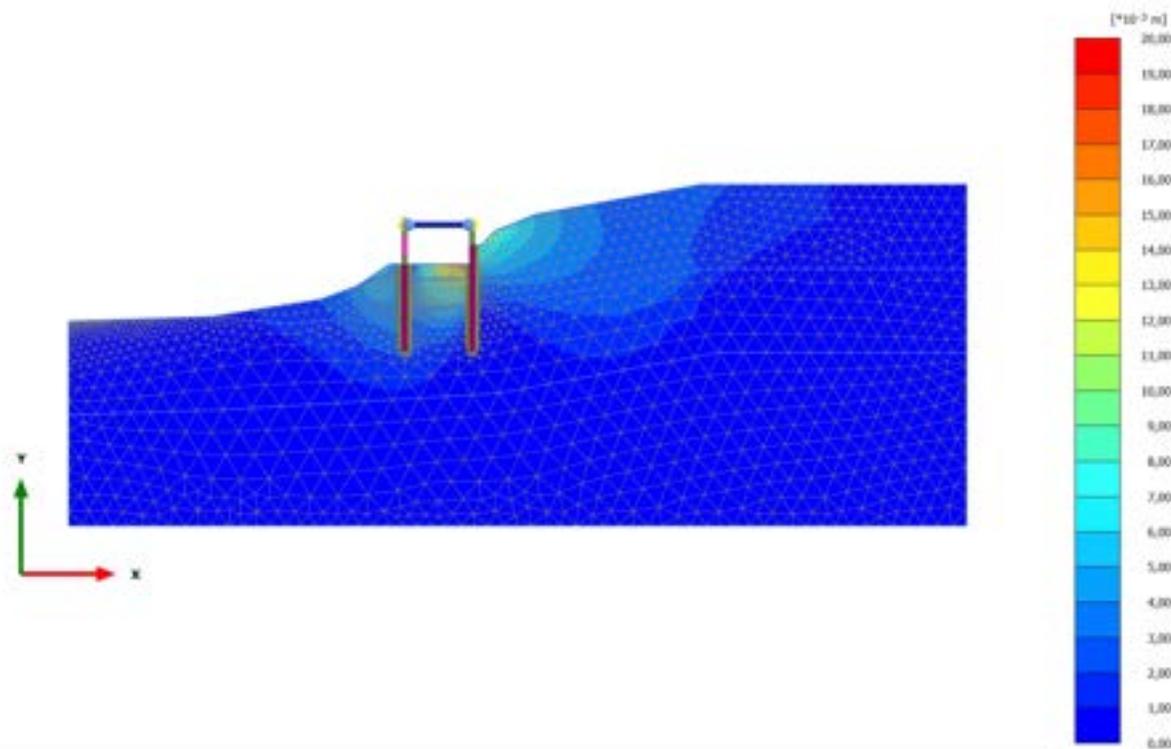
### 2.1.1.1.5 Calculation results, 4\_REALIZZAZIONE RILEVATO [Phase\_4] (4/26), Total displacements $|u|$



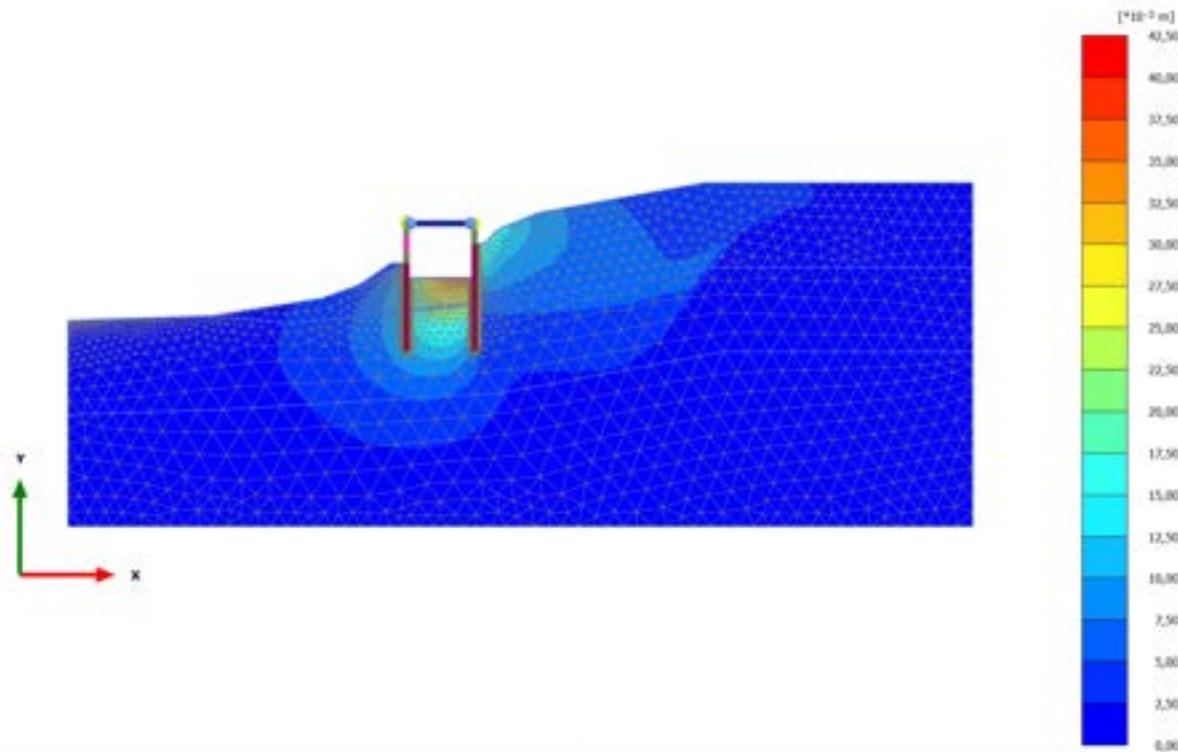
### 2.1.1.1.6 Calculation results, 5\_REALIZZAZIONE PALO DI VALLE [Phase\_5] (5/28), Total displacements $|u|$



2.1.1.1.7 Calculation results, 6\_REALIZZAZIONE SOVRASTRUTTURA [Phase\_6] (6/31),  
Total displacements  $|u|$



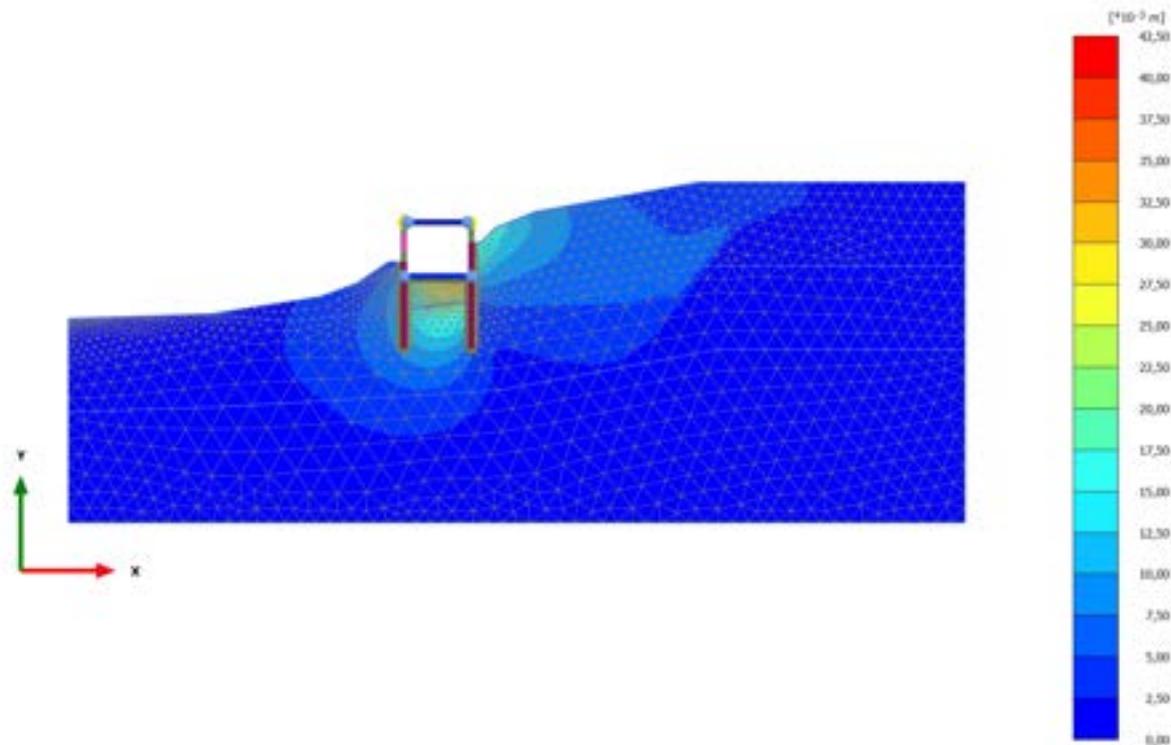
### 2.1.1.1.8 Calculation results, 7\_SECONDA FASE DI SCAVO [Phase\_7] (7/39), Total displacements $|u|$



Total displacements  $|u|$  (scaled up 100 times)

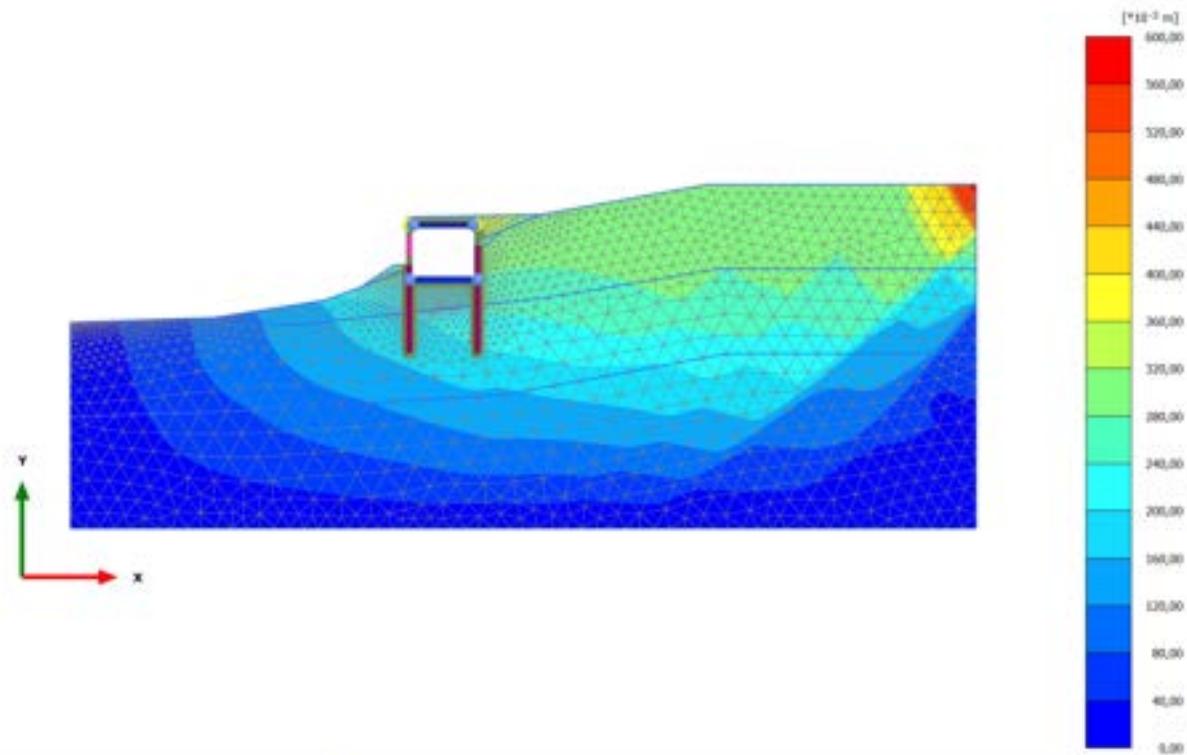
Maximum value = 0,04220 m (Element 1284 at Node 8718)

### 2.1.1.1.9 Calculation results, 8\_REALIZZAZIONE SOLETTA INFERIORE [Phase\_8] (8/42), Total displacements $|u|$



Total displacements  $|u|$  (scaled up 100 times)  
Maximum value = 0,04052 m (Element 1284 at Node 8723)

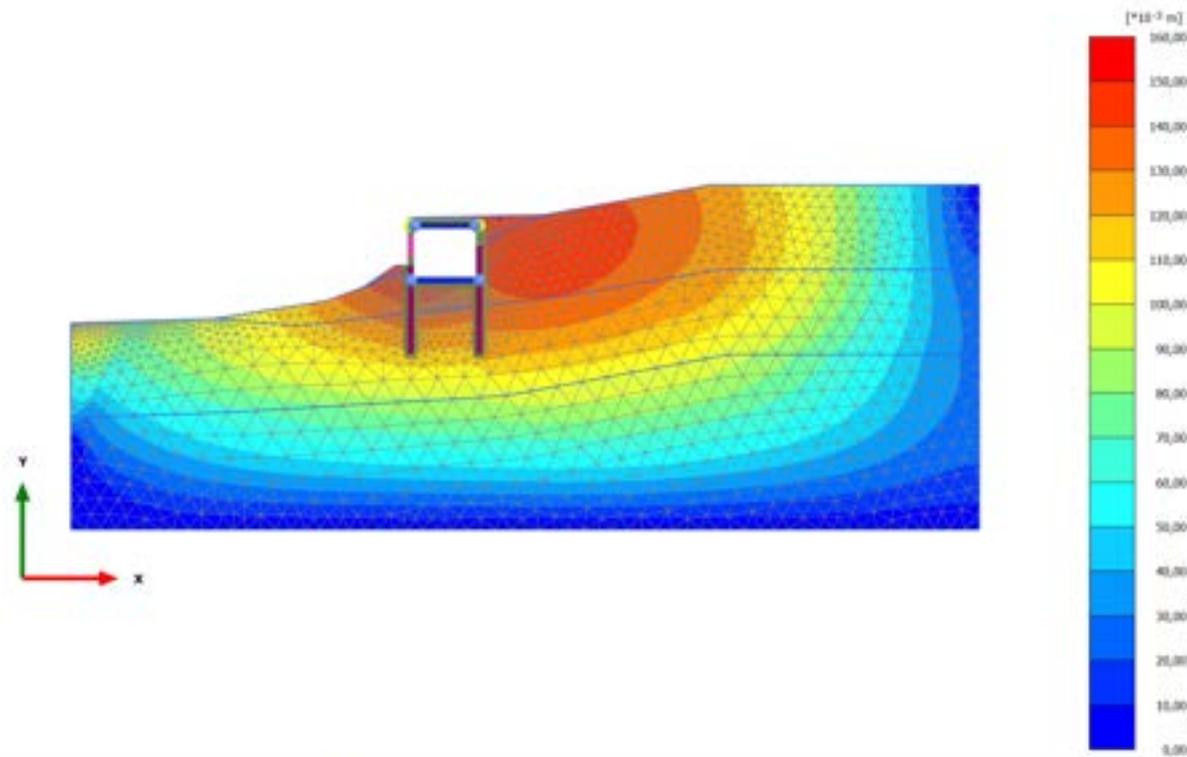
### 2.1.1.1.10 Calculation results, 10\_SISMICA ++ [Phase\_10] (10/101), Total displacements $|u|$



Total displacements  $|u|$  (scaled up 5,00 times)

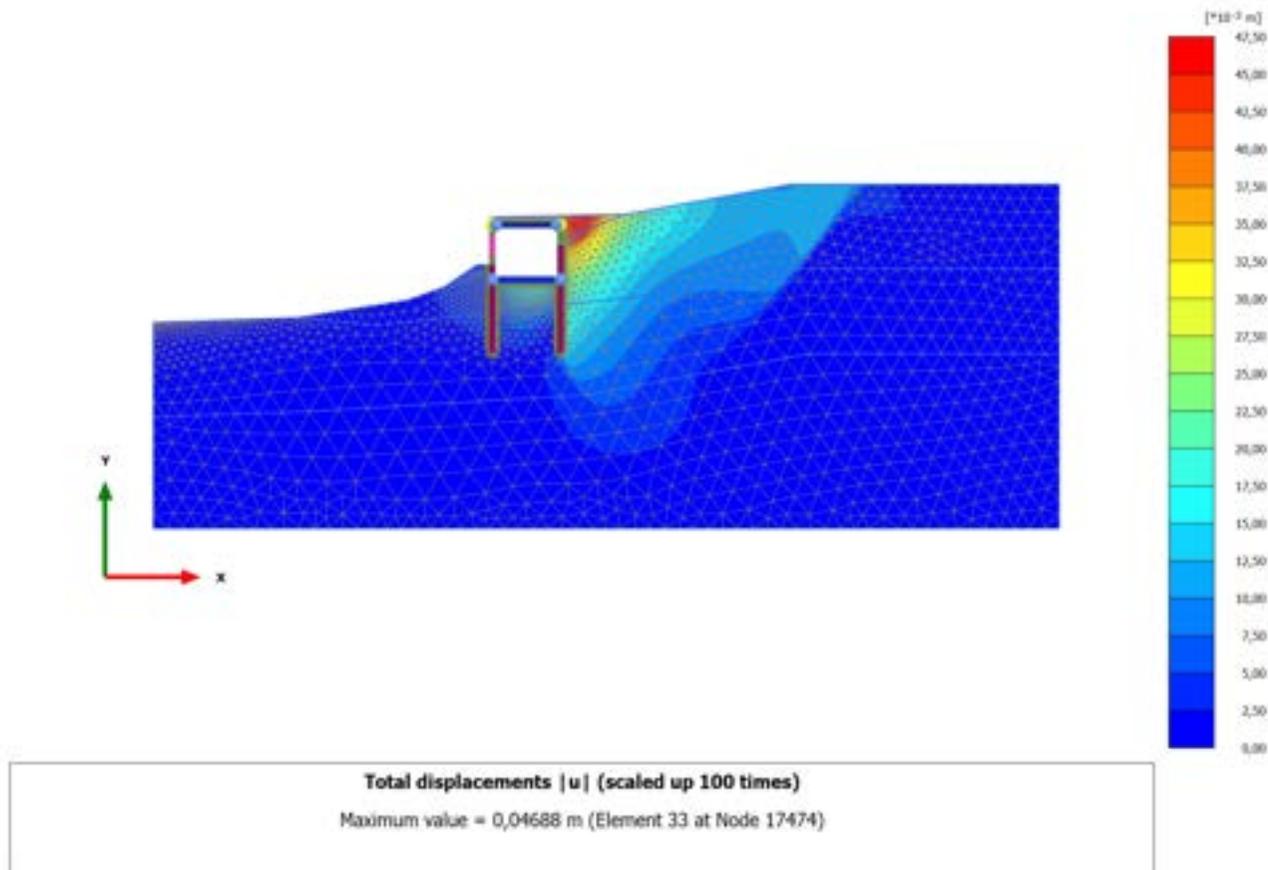
Maximum value = 0,5627 m (Element 203 at Node 34457)

### 2.1.1.1.11 Calculation results, 12\_SISMICA -+ [Phase\_12] (12/152), Total displacements $|u|$

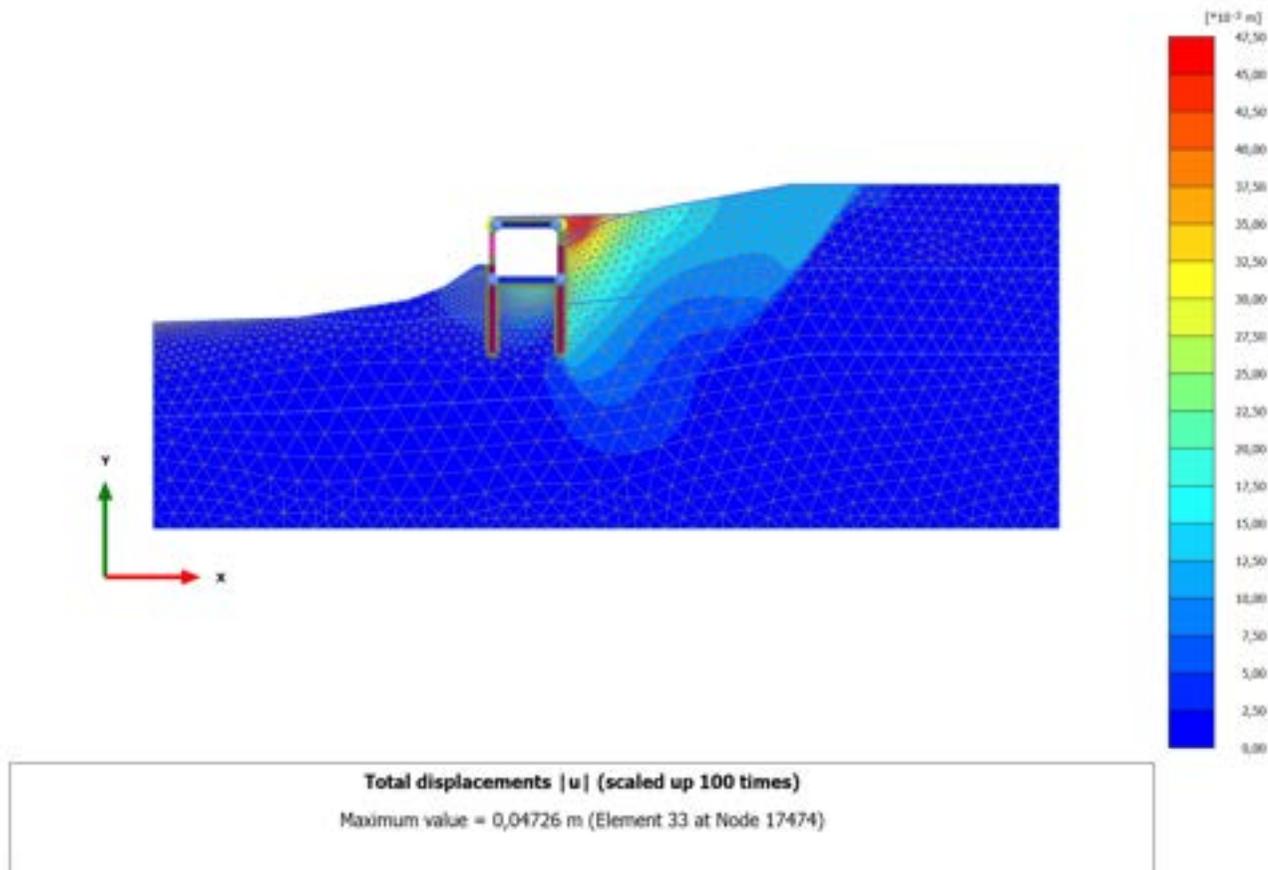


Total displacements  $|u|$  (scaled up 50,0 times)  
Maximum value = 0,1514 m (Element 39 at Node 15689)

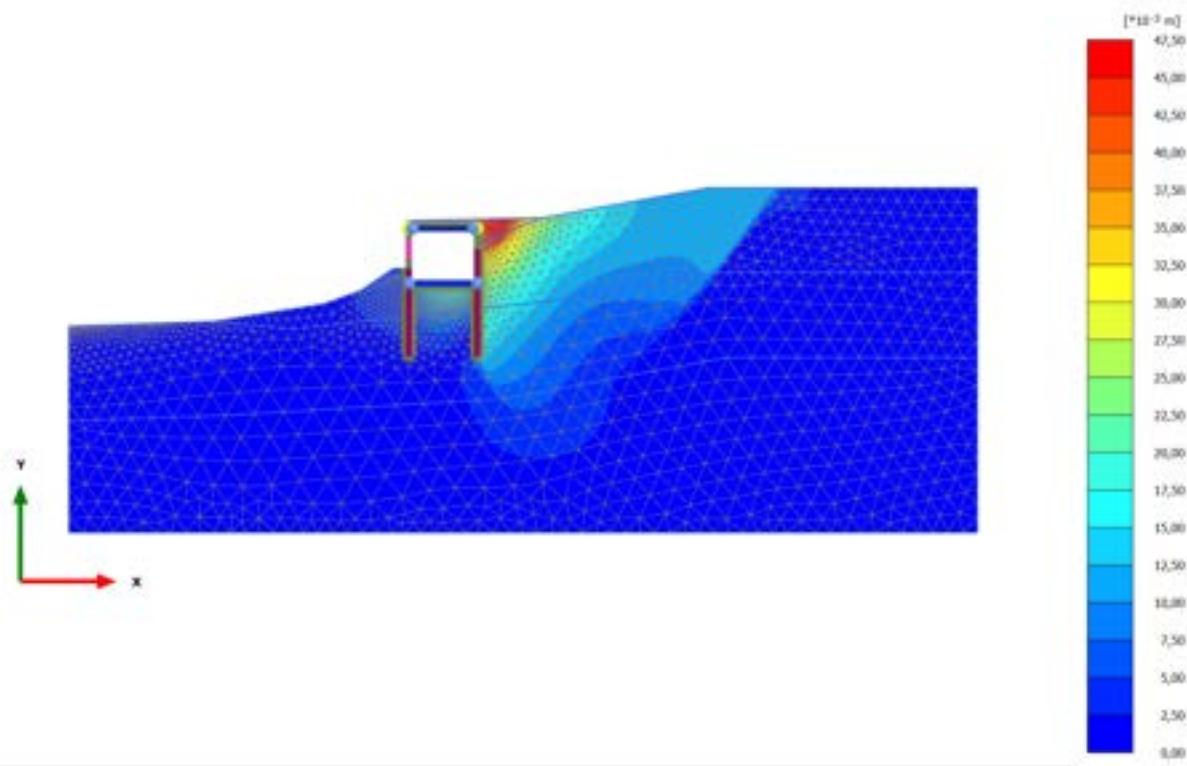
### 2.1.1.1.12 Calculation results, 9\_RITOMBAMENTO [Phase\_9] (9/169), Total displacements $|u|$



### 2.1.1.1.13 Calculation results, 11\_ SISMICA +- [Phase\_11] (11/249), Total displacements $|u|$

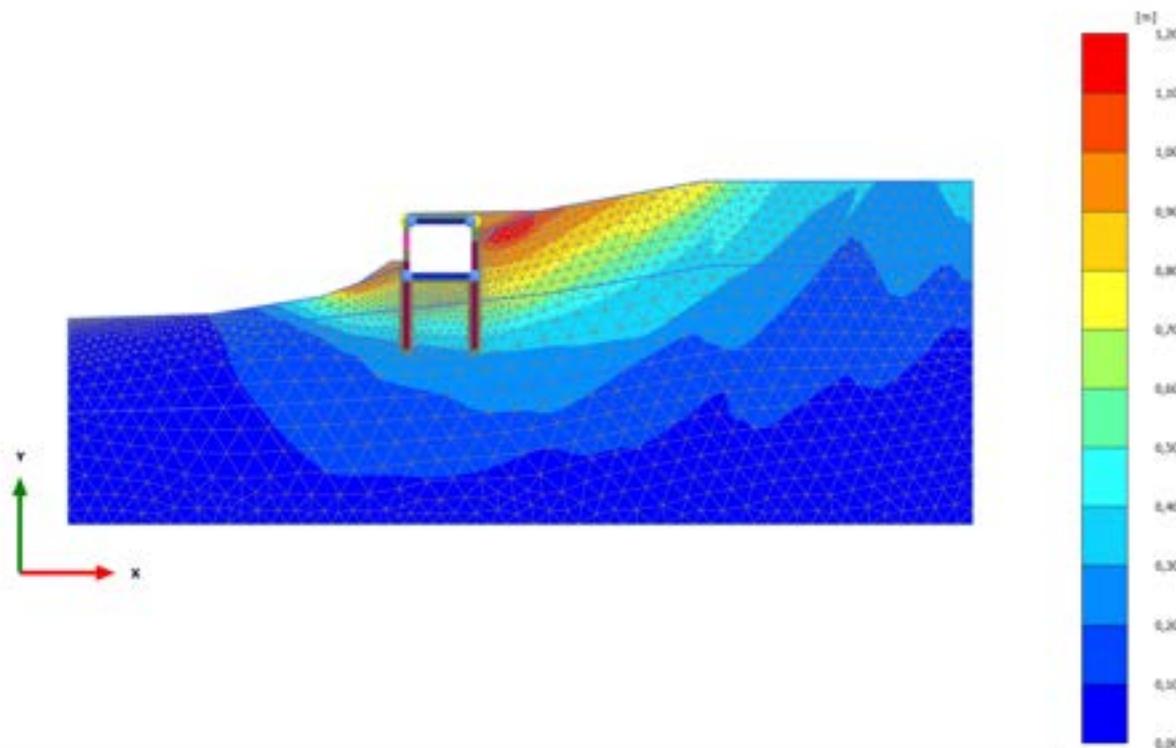


### 2.1.1.1.14 Calculation results, 13\_SISMICA -- [Phase\_13] (13/329), Total displacements $|u|$



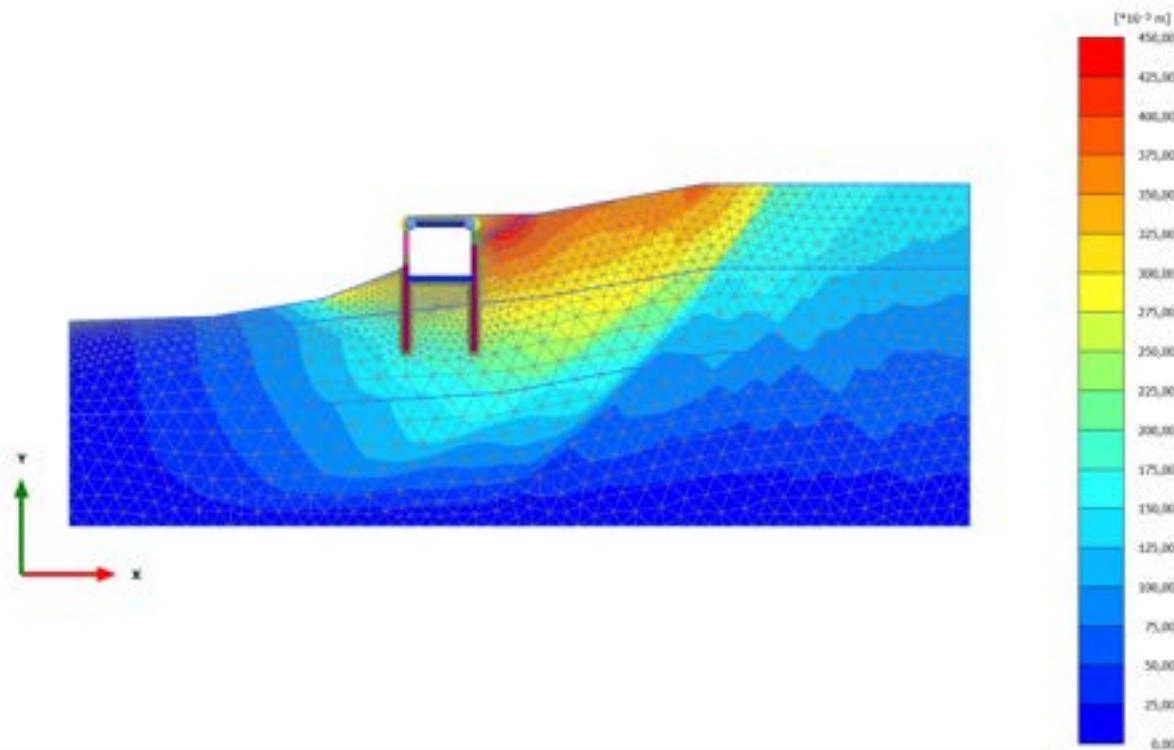
**Total displacements  $|u|$  (scaled up 100 times)**  
Maximum value = 0,04726 m (Element 33 at Node 17474)

### 2.1.1.15 Calculation results, 10.2\_AS\_SISMICA++ [Phase\_19] (19/429), Total displacements $|u|$



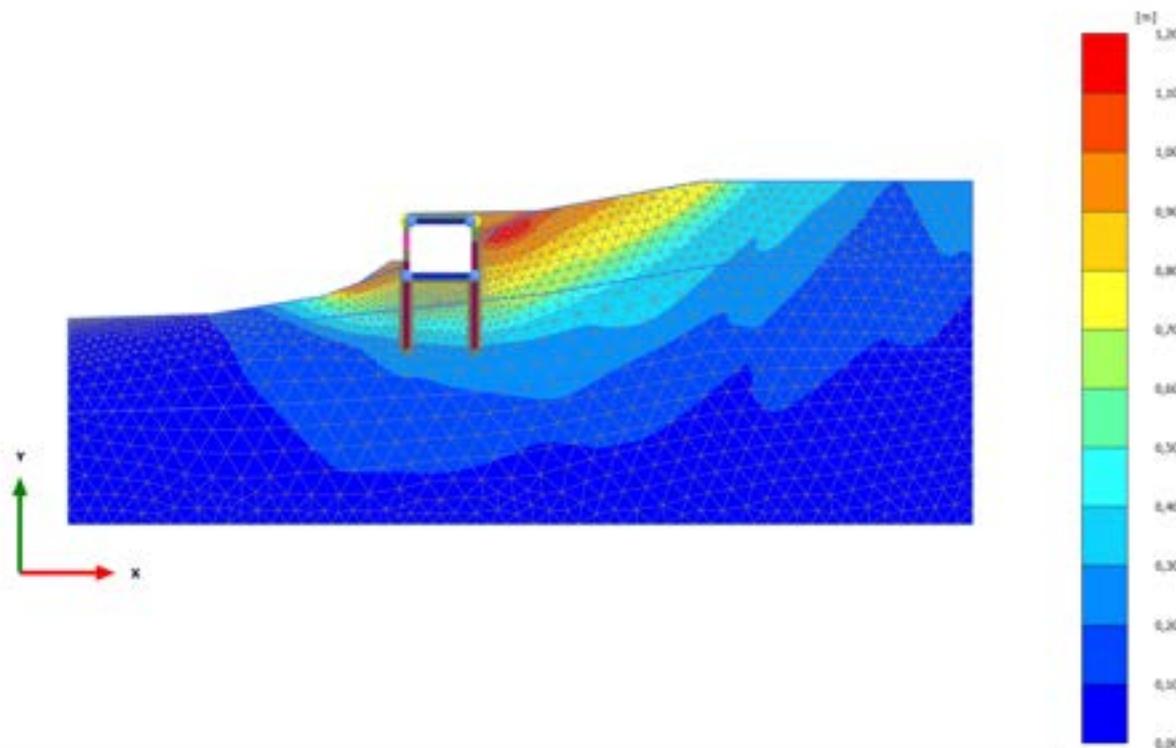
Total displacements  $|u|$  (scaled up 5,00 times)  
Maximum value = 1,153 m (Element 818 at Node 20864)

### 2.1.1.1.16 Calculation results, STABILITA'\_postintervento [Phase\_17] (26/535), Total displacements $|u|$



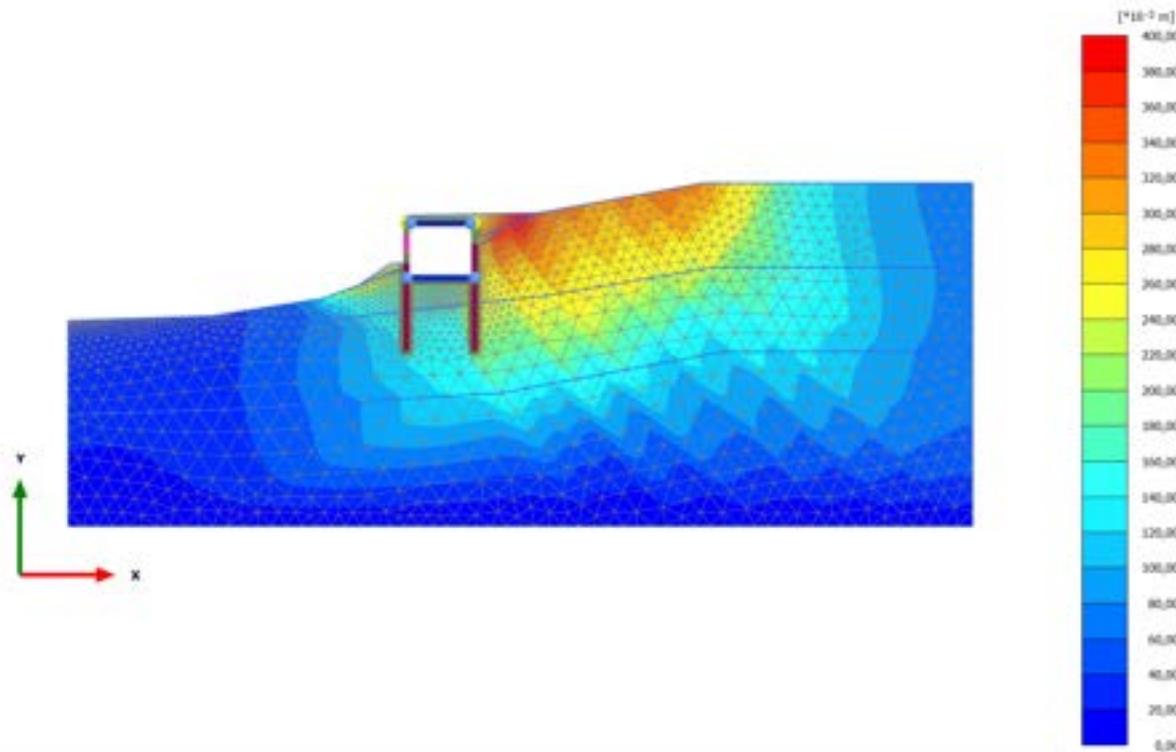
**Total displacements  $|u|$  (scaled up 10,0 times)**  
Maximum value = 0,4402 m (Element 800 at Node 20572)

### 2.1.1.1.17 Calculation results, 11.2\_AS SISMICA +- [Phase\_21] (21/698), Total displacements $|u|$



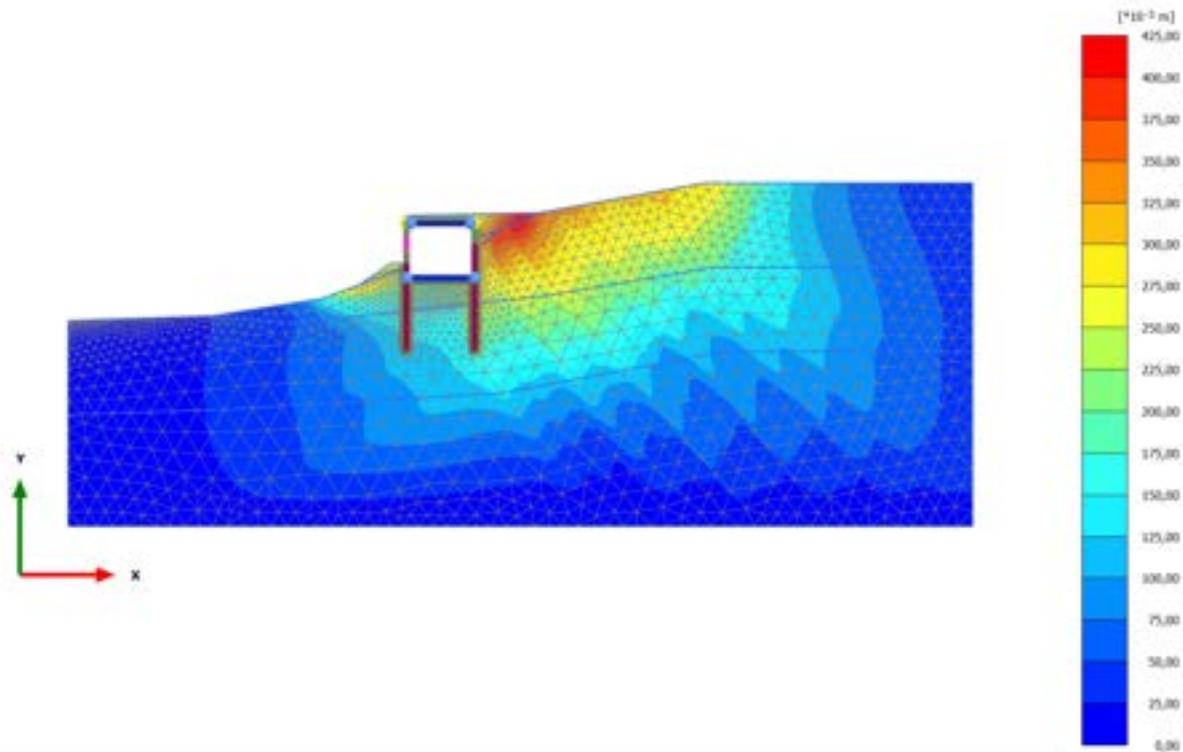
Total displacements  $|u|$  (scaled up 5,00 times)  
Maximum value = 1,147 m (Element 818 at Node 20864)

### 2.1.1.1.18 Calculation results, 12.2\_AS SISMICA -+ [Phase\_23] (23/804), Total displacements $|u|$



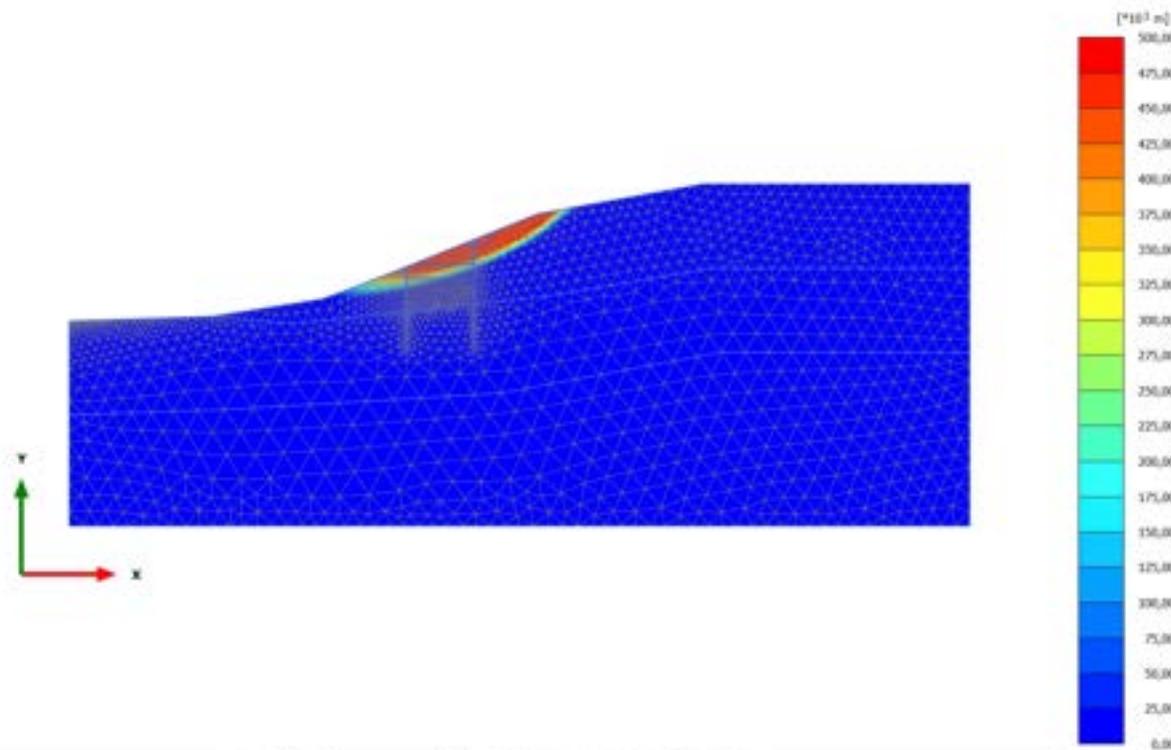
Total displacements  $|u|$  (scaled up 10,0 times)  
Maximum value = 0,3881 m (Element 841 at Node 20798)

### 2.1.1.1.19 Calculation results, 13.2\_AS SISMICA -- [Phase\_25] (25/911), Total displacements $|u|$



Total displacements  $|u|$  (scaled up 10,0 times)  
Maximum value = 0,4123 m (Element 841 at Node 20804)

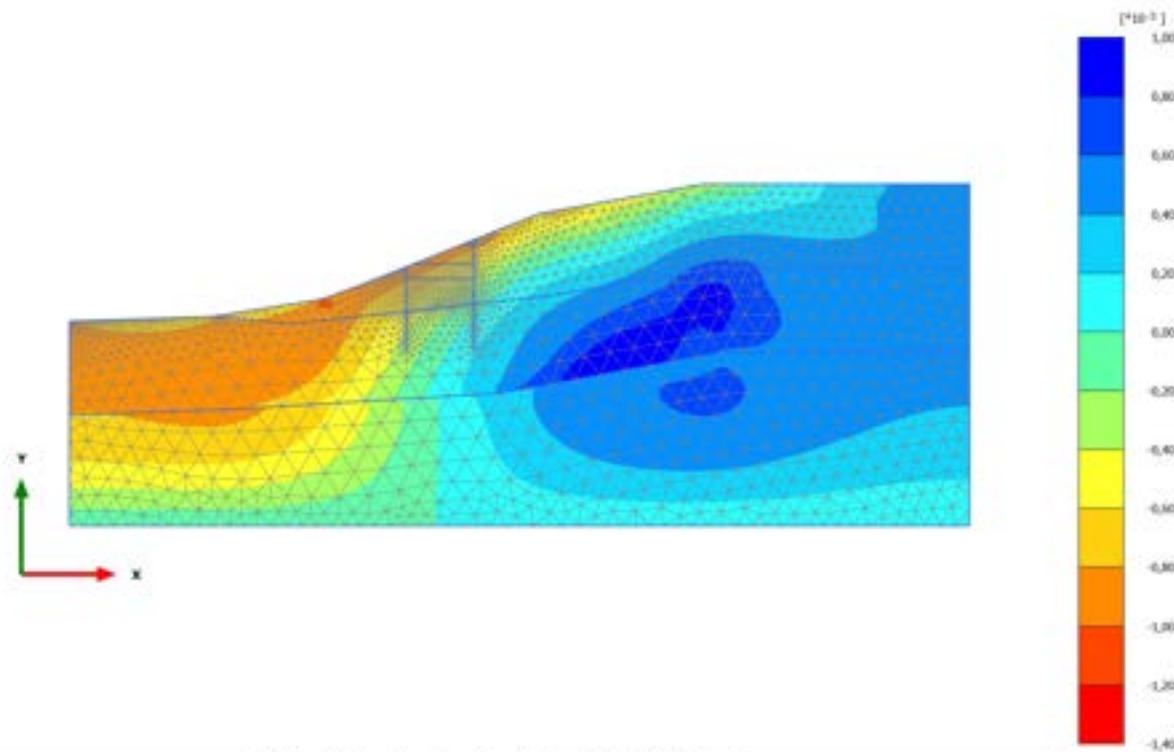
### 2.1.1.1.20 Calculation results, STABILITA'- preintervento [Phase\_15] (15/1011), Total displacements $|u|$



Total displacements  $|u|$  (scaled up  $0,0100 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value =  $477,2 \cdot 10^3$  m (Element 799 at Node 21901)

### 2.1.2.1.1 Calculation results, 0\_CONDIZIONE GEOSTATICA [InitialPhase] (0/6), Total cartesian strain $\epsilon_{xx}$



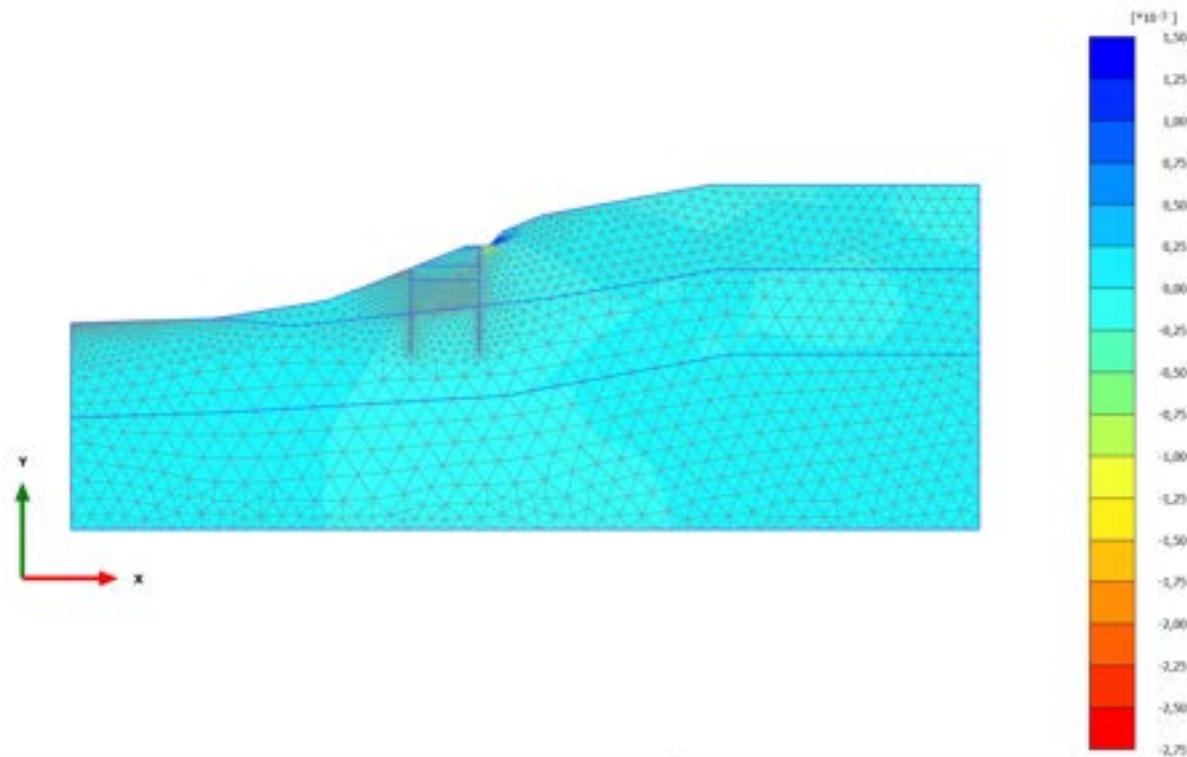
Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$  (scaled up  $2,00 \cdot 10^3$  times)

Maximum value =  $0,8838 \cdot 10^{-3}$  (Element 2174 at Node 29935)

Minimum value =  $-1,385 \cdot 10^{-3}$  (Element 1766 at Node 9224)

## 2.1.2.1.2 Calculation results, 1\_PRESCAVO [Phase\_14] (14/16), Total cartesian strain

xx

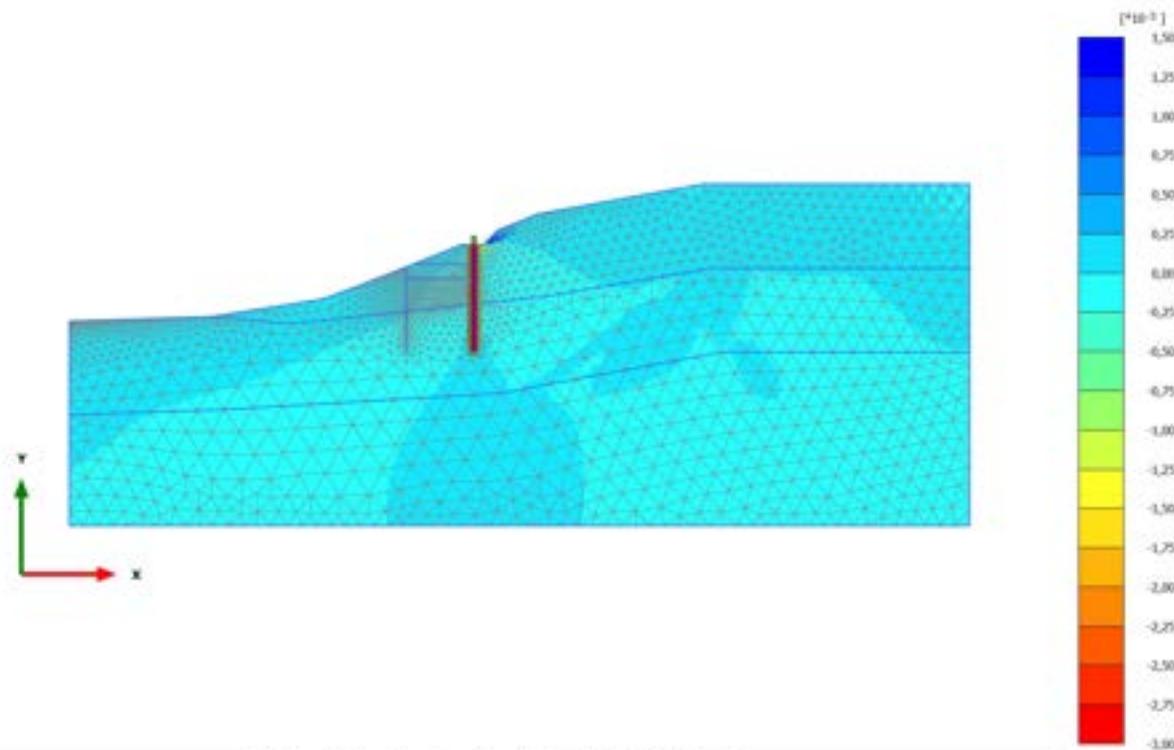


Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$  (scaled up  $1,00 \cdot 10^3$  times)

Maximum value =  $1,389 \cdot 10^{-3}$  (Element 763 at Node 20153)

Minimum value =  $-2,642 \cdot 10^{-3}$  (Element 830 at Node 17759)

### 2.1.2.1.3 Calculation results, 2\_REALIZZAZIONE PALO MONTE [Phase\_2] (2/18), Total cartesian strain $\epsilon_{xx}$

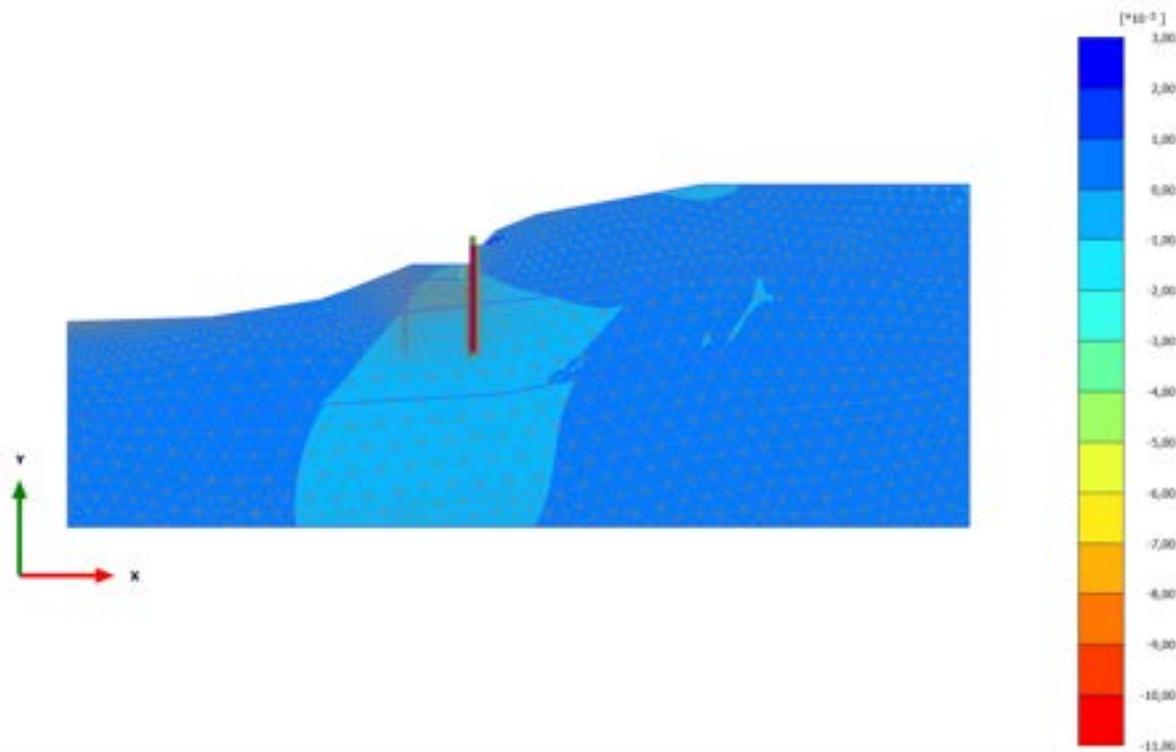


Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$  (scaled up  $1,00 \cdot 10^3$  times)

Maximum value =  $1,423 \cdot 10^{-3}$  (Element 763 at Node 20153)

Minimum value =  $-2,836 \cdot 10^{-3}$  (Element 830 at Node 17759)

### 2.1.2.1.4 Calculation results, 3\_PRIMA FASE DI SCAVO [Phase\_3] (3/24), Total cartesian strain $\epsilon_{xx}$

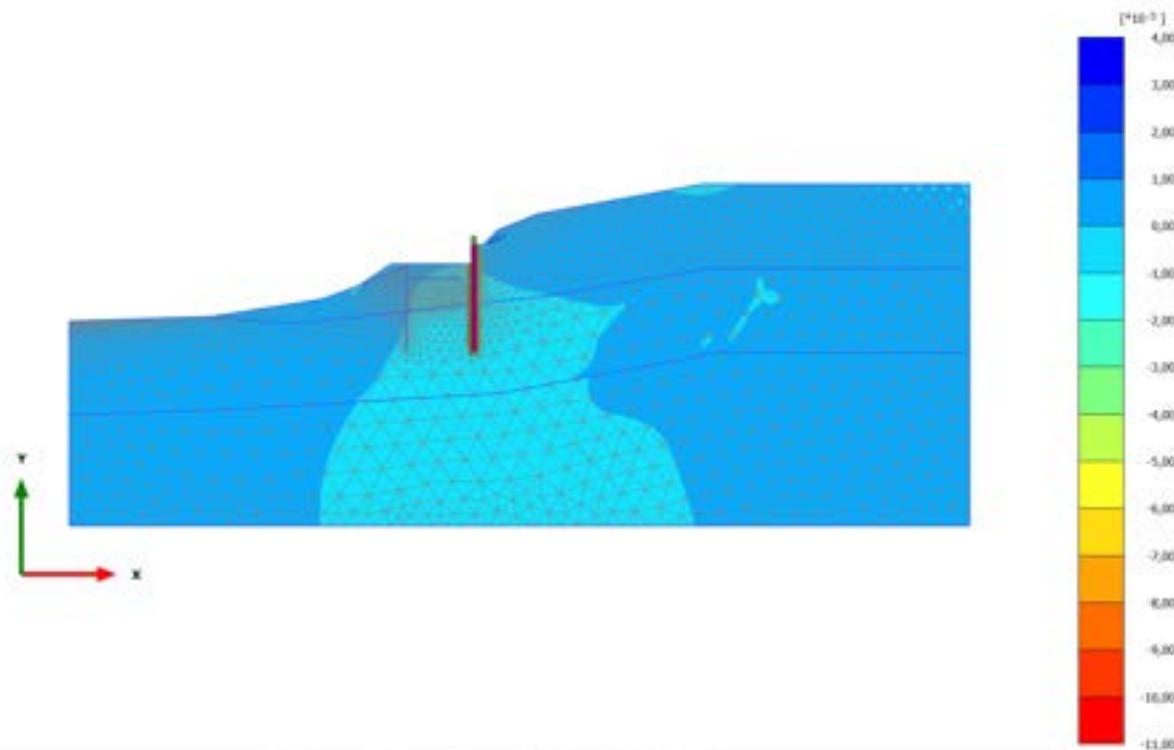


**Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$  (scaled up 500 times)**

Maximum value =  $2,895 \cdot 10^{-3}$  (Element 763 at Node 21498)

Minimum value = -0,01097 (Element 1236 at Node 8848)

### 2.1.2.1.5 Calculation results, 4\_REALIZZAZIONE RILEVATO [Phase\_4] (4/26), Total cartesian strain $\epsilon_{xx}$

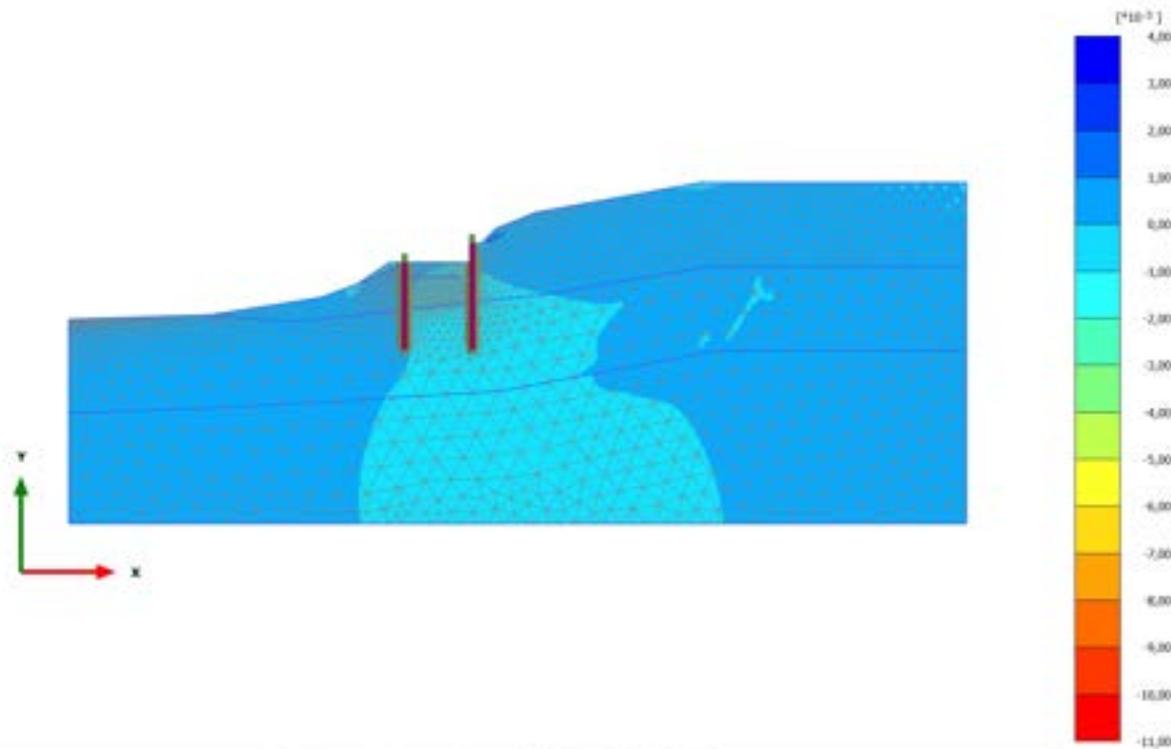


Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$  (scaled up 500 times)

Maximum value =  $2,993 \cdot 10^{-3}$  (Element 763 at Node 21498)

Minimum value = -0,01082 (Element 1236 at Node 8848)

### 2.1.2.1.6 Calculation results, 5\_REALIZZAZIONE PALO DI VALLE [Phase\_5] (5/28), Total cartesian strain $\epsilon_{xx}$

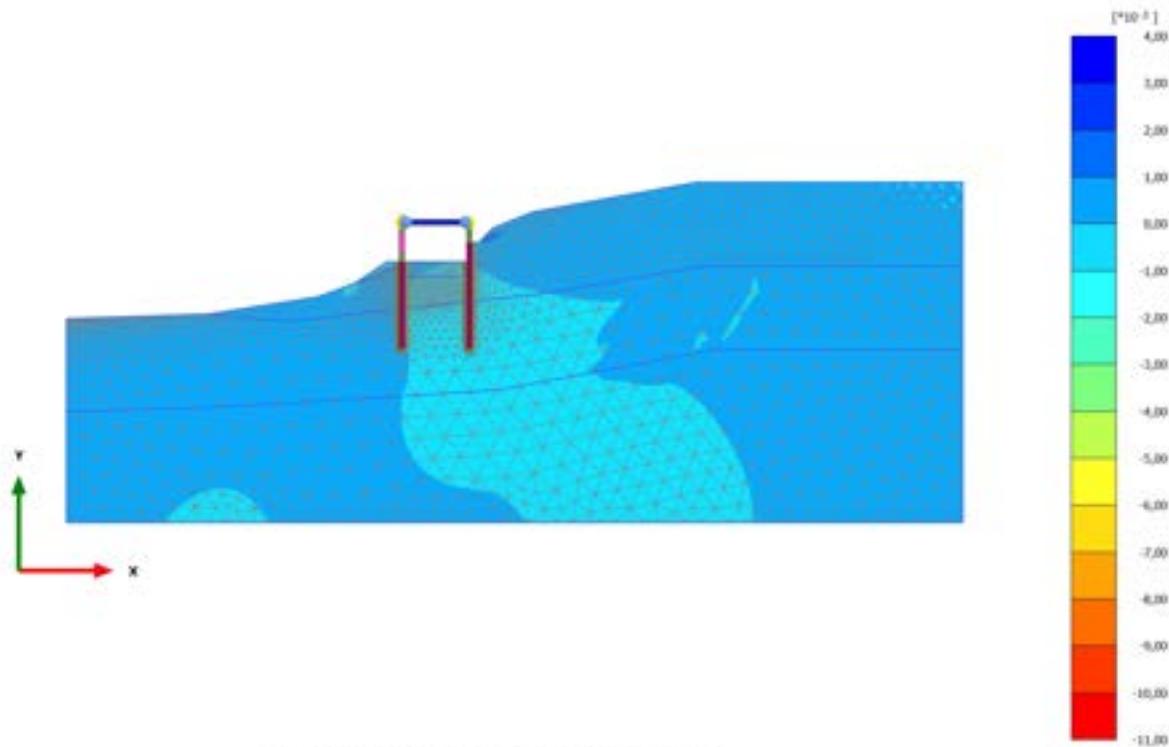


**Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$  (scaled up 500 times)**

Maximum value =  $3,073 \cdot 10^{-3}$  (Element 763 at Node 21498)

Minimum value = -0,01072 (Element 1236 at Node 8848)

### 2.1.2.1.7 Calculation results, 6\_REALIZZAZIONE SOVRASTRUTTURA [Phase\_6] (6/31), Total cartesian strain $\epsilon_{xx}$

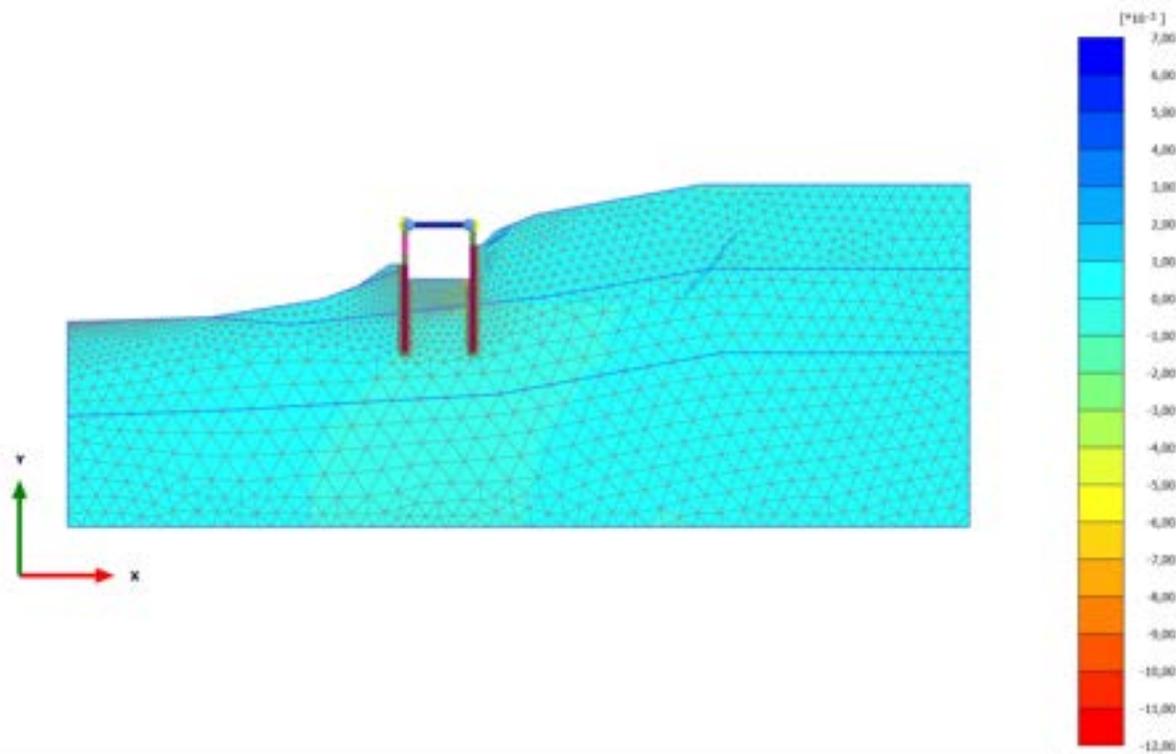


**Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$  (scaled up 500 times)**

Maximum value =  $3,416 \cdot 10^{-3}$  (Element 763 at Node 21498)

Minimum value = -0,01092 (Element 1236 at Node 8848)

### 2.1.2.1.8 Calculation results, 7\_SECONDA FASE DI SCAVO [Phase\_7] (7/39), Total cartesian strain $\epsilon_{xx}$

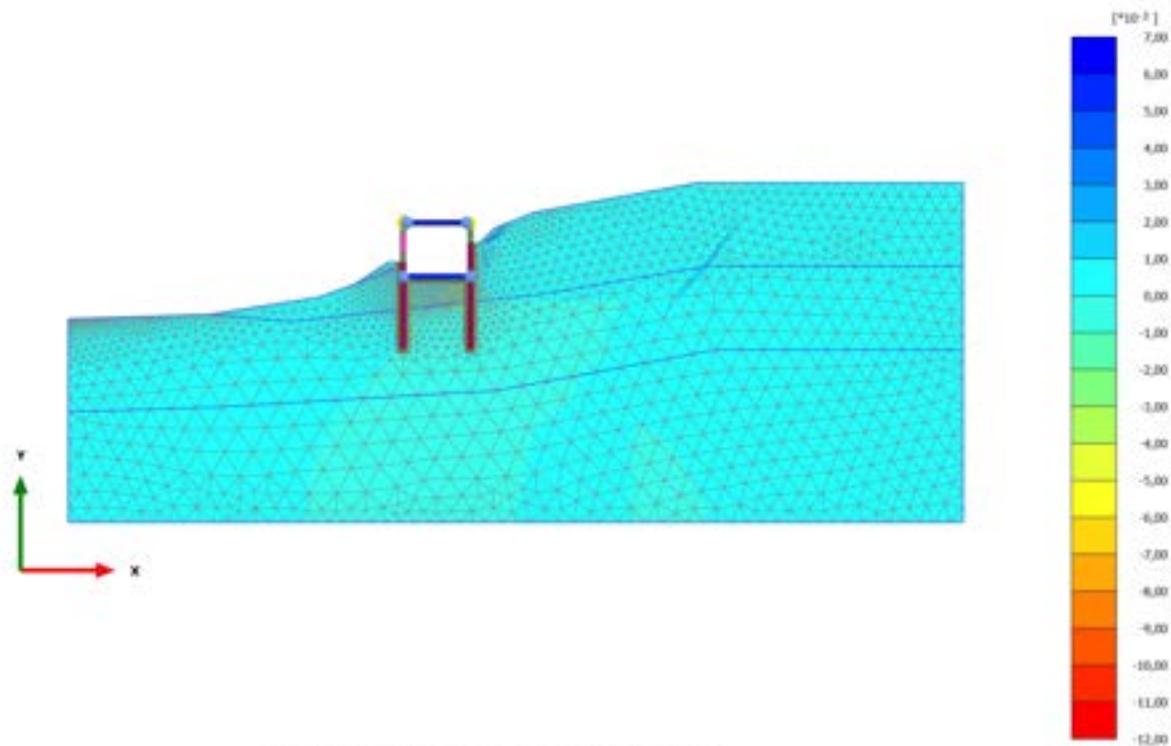


**Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$  (scaled up 200 times)**

Maximum value =  $6,911 \cdot 10^{-3}$  (Element 794 at Node 21492)

Minimum value = -0,01189 (Element 1282 at Node 15735)

### 2.1.2.1.9 Calculation results, 8\_REALIZZAZIONE SOLETTA INFERIORE [Phase\_8] (8/42), Total cartesian strain $\epsilon_{xx}$

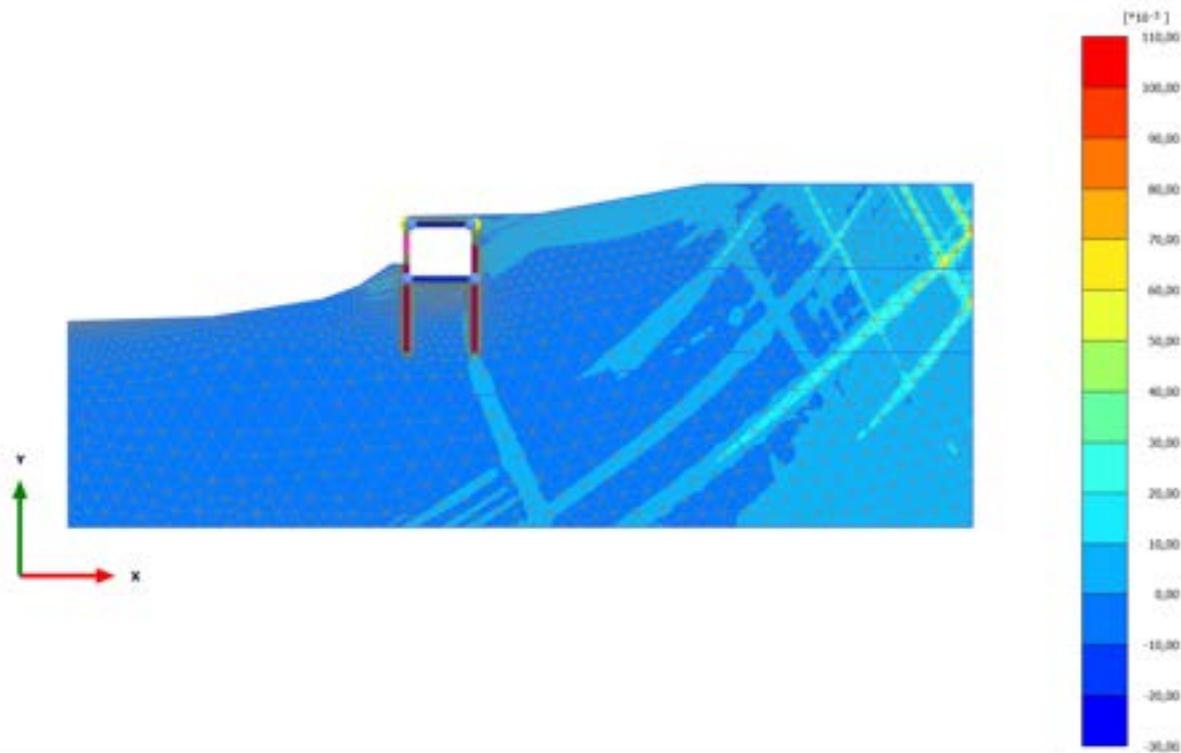


Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$  (scaled up 200 times)

Maximum value =  $6,972 \cdot 10^{-3}$  (Element 794 at Node 21492)

Minimum value = -0,01184 (Element 1282 at Node 15735)

### 2.1.2.1.10 Calculation results, 10\_SISMICA ++ [Phase\_10] (10/101), Total cartesian strain $\epsilon_{xx}$

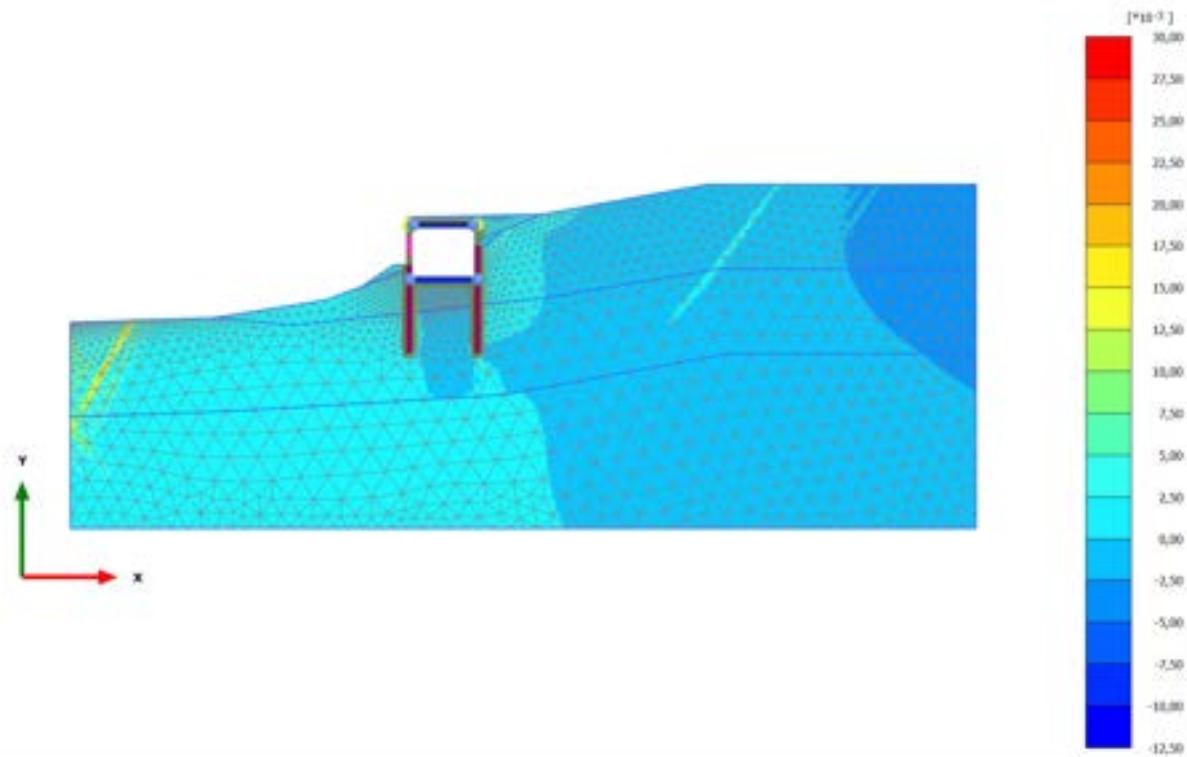


**Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$  (scaled up 50,0 times)**

Maximum value = 0,1078 (Element 221 at Node 34269)

Minimum value = -0,02715 (Element 1513 at Node 8728)

### 2.1.2.1.11 Calculation results, 12\_SISMICA - + [Phase\_12] (12/152), Total cartesian strain $\epsilon_{xx}$

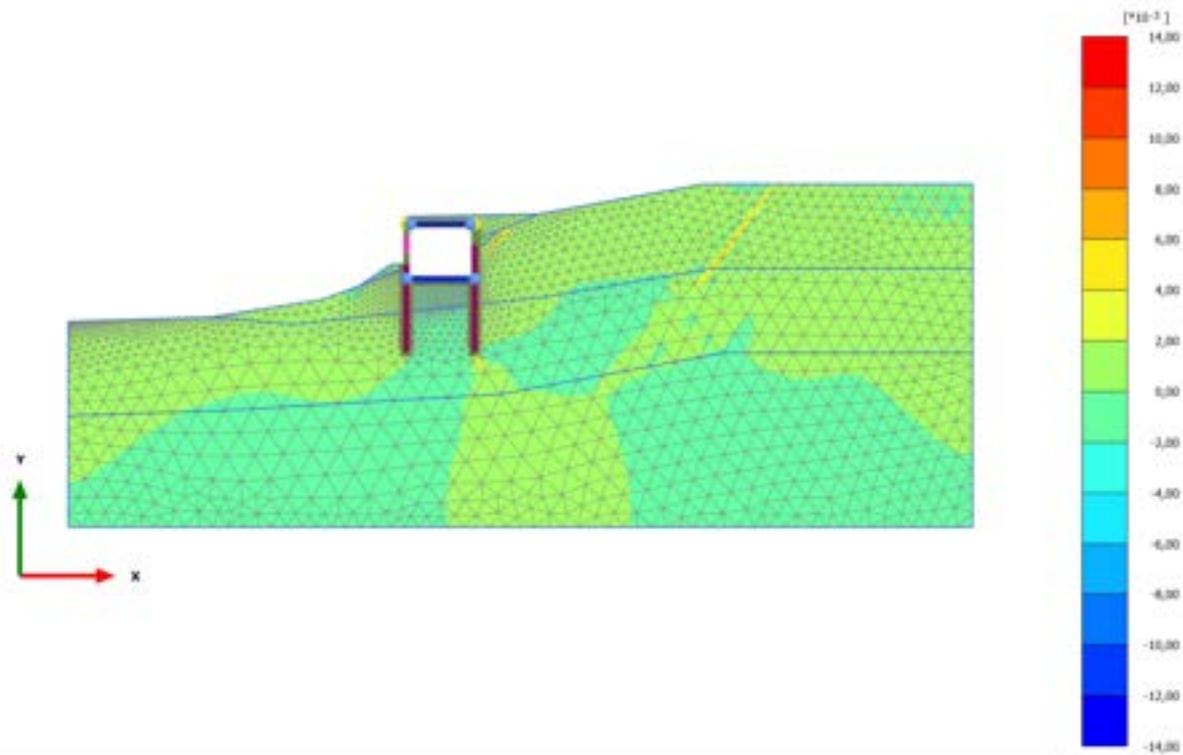


Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$  (scaled up 100 times)

Maximum value = 0,02821 (Element 3338 at Node 10628)

Minimum value = -0,01175 (Element 1282 at Node 15735)

### 2.1.2.1.12 Calculation results, 9\_RITOMBAMENTO [Phase\_9] (9/169), Total cartesian strain $\epsilon_{xx}$

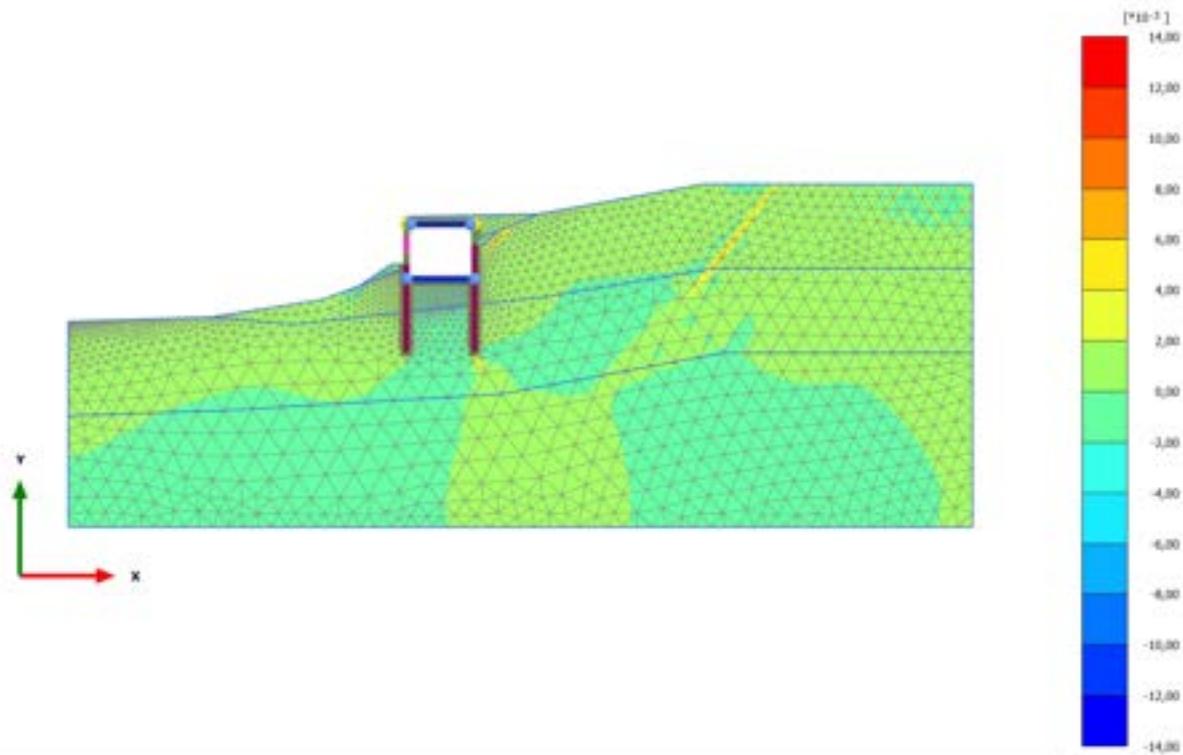


Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$  (scaled up 200 times)

Maximum value = 0,01319 (Element 3193 at Node 24181)

Minimum value = -0,01238 (Element 1282 at Node 15735)

### 2.1.2.1.13 Calculation results, 11\_ SISMICA +- [Phase\_11] (11/249), Total cartesian strain $\epsilon_{xx}$

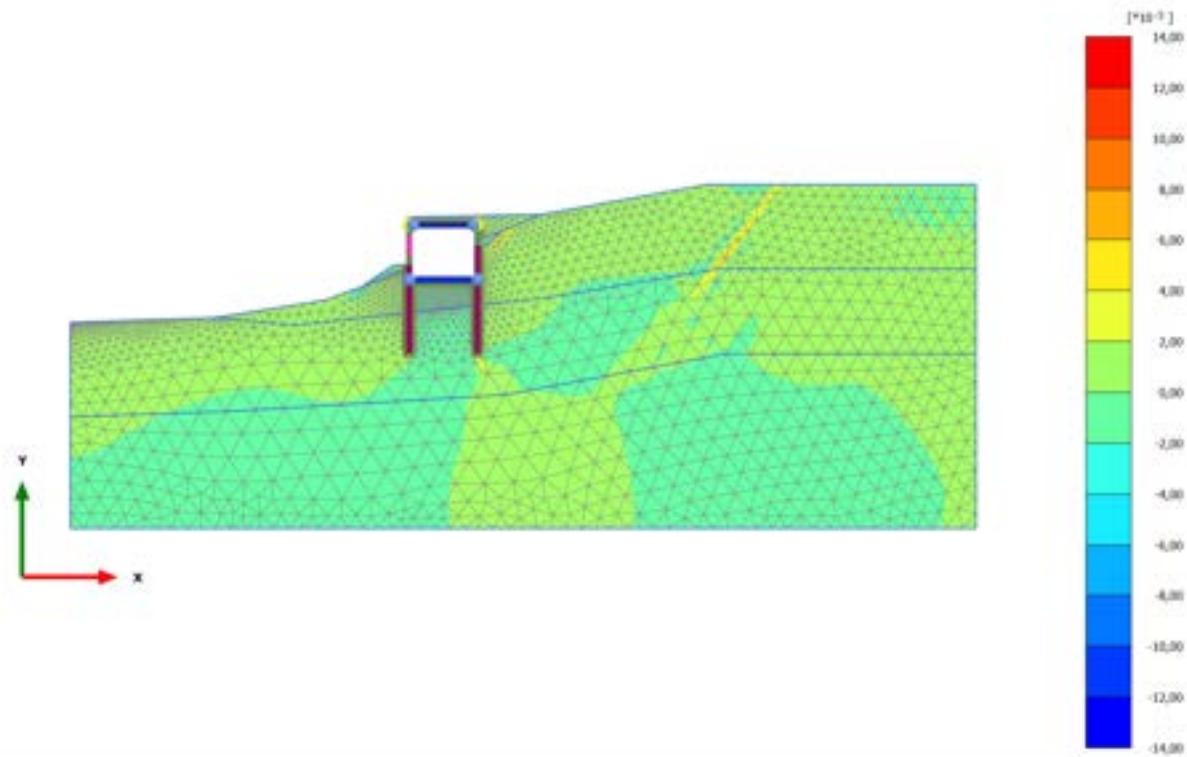


Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$  (scaled up 200 times)

Maximum value = 0,01316 (Element 3193 at Node 24181)

Minimum value = -0,01239 (Element 1282 at Node 15735)

### 2.1.2.1.14 Calculation results, 13\_SISMICA -- [Phase\_13] (13/329), Total cartesian strain $\epsilon_{xx}$

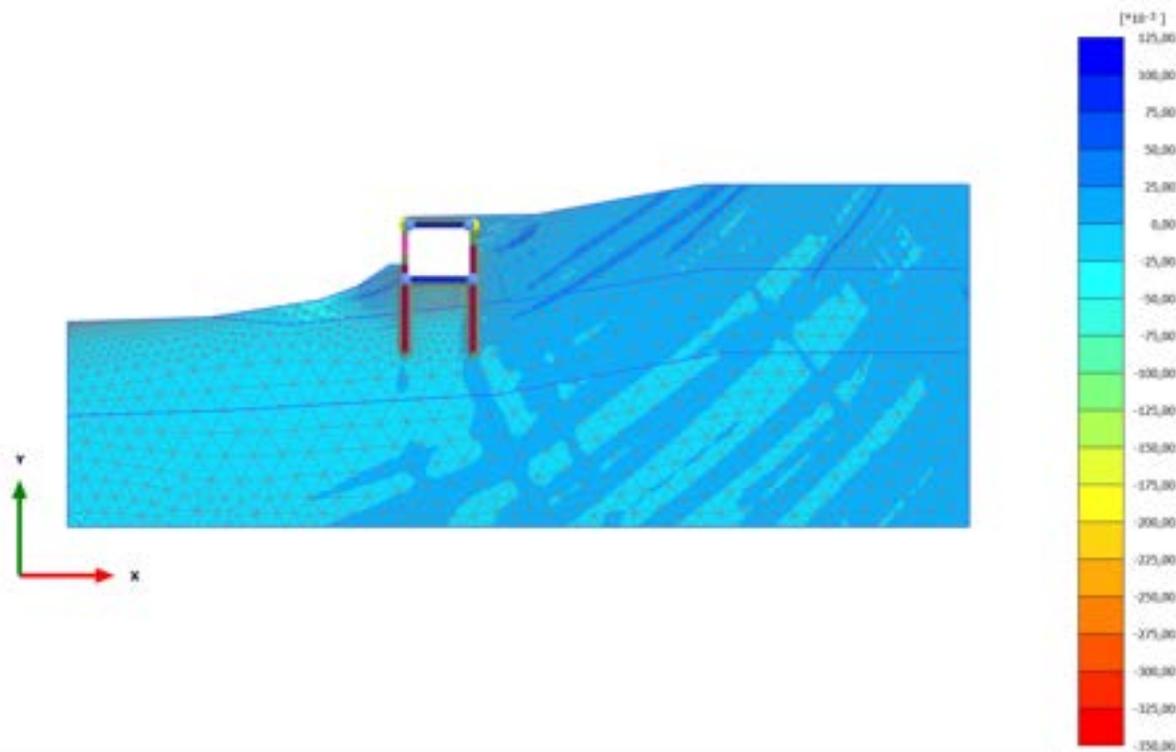


Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$  (scaled up 200 times)

Maximum value = 0,01316 (Element 3193 at Node 24181)

Minimum value = -0,01239 (Element 1282 at Node 15735)

### 2.1.2.1.15 Calculation results, 10.2\_AS\_SISMICA++ [Phase\_19] (19/429), Total cartesian strain $\epsilon_{xx}$

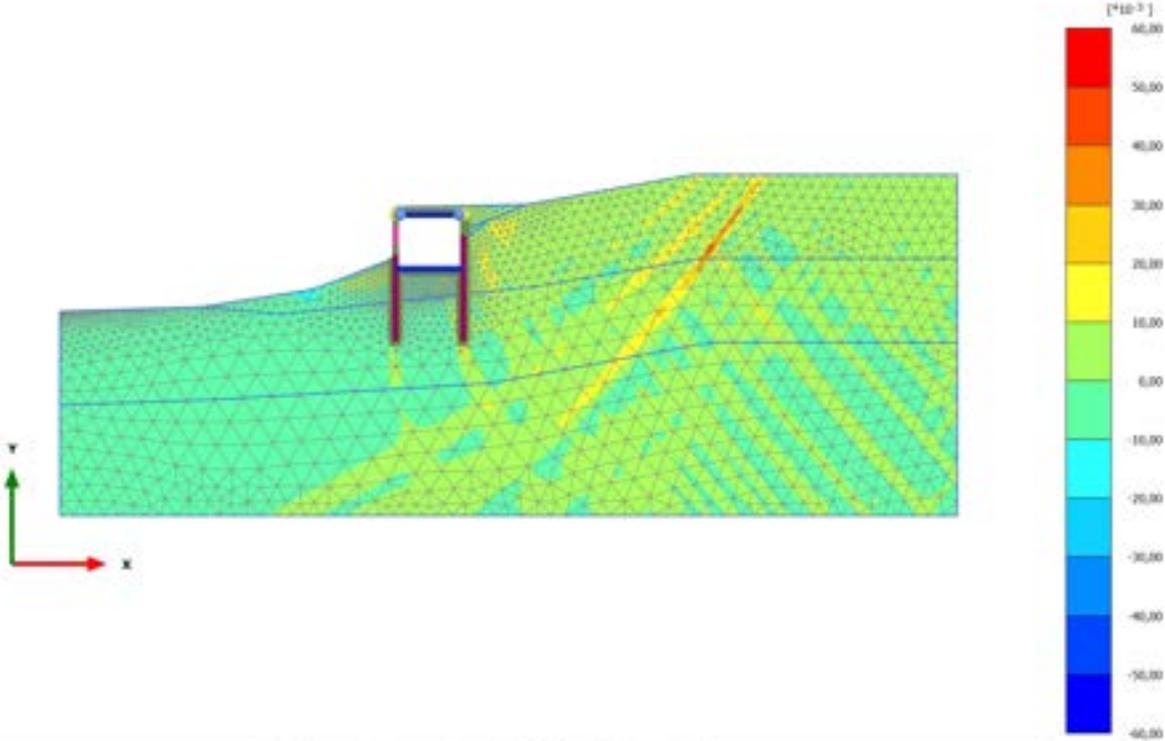


**Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$  (scaled up 10,0 times)**

Maximum value = 0,1091 (Element 1888 at Node 5968)

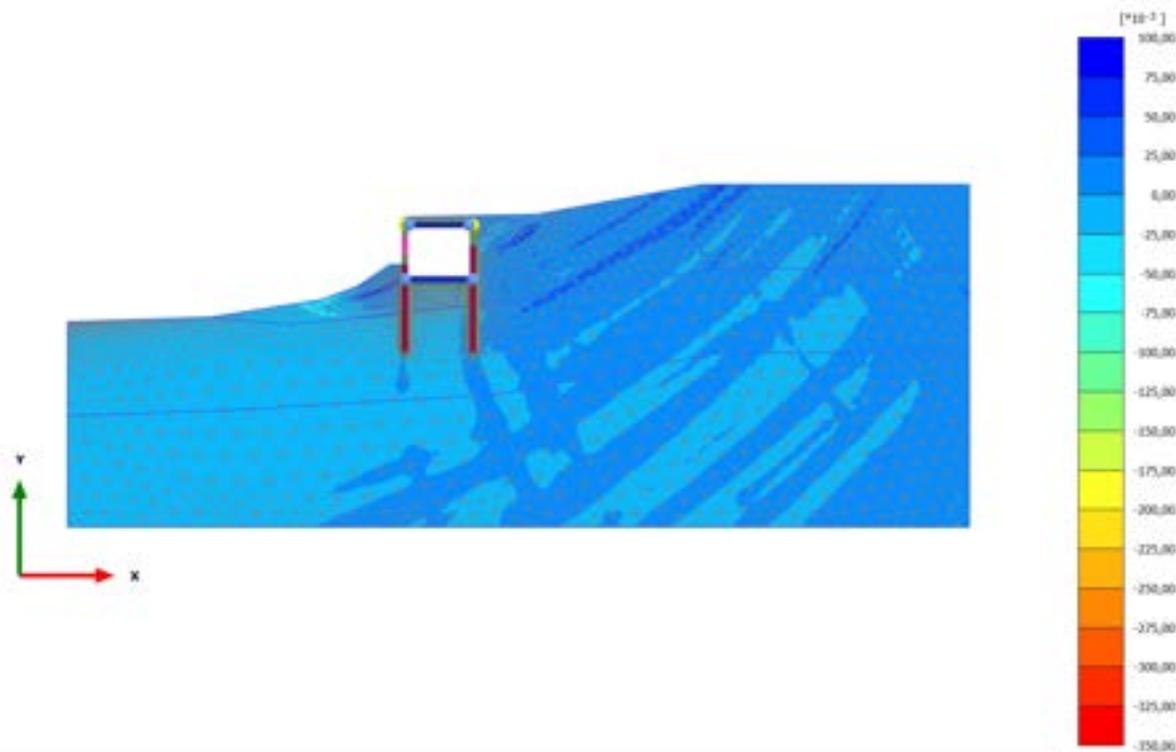
Minimum value = -0,3353 (Element 811 at Node 20555)

2.1.2.1.16 Calculation results, STABILITA'\_postintervento [Phase\_17] (26/535), Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$



**Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$  (scaled up 50,0 times)**  
Maximum value = 0,05013 (Element 486 at Node 29901)  
Minimum value = -0,05770 (Element 2029 at Node 7058)

### 2.1.2.1.17 Calculation results, 11.2\_AS SISMICA +- [Phase\_21] (21/698), Total cartesian strain $\epsilon_{xx}$

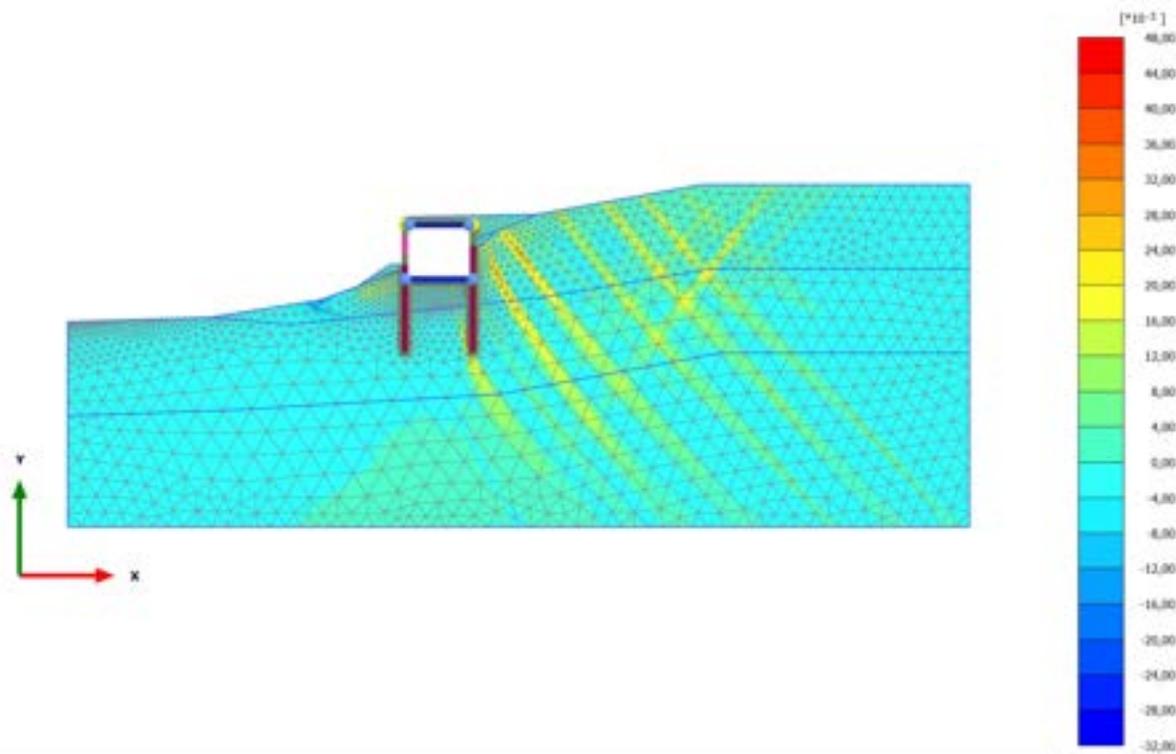


**Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$  (scaled up 10,0 times)**

Maximum value = 0,09314 (Element 1888 at Node 5968)

Minimum value = -0,3481 (Element 811 at Node 20555)

### 2.1.2.1.18 Calculation results, 12.2\_AS SISMICA -+ [Phase\_23] (23/804), Total cartesian strain $\epsilon_{xx}$

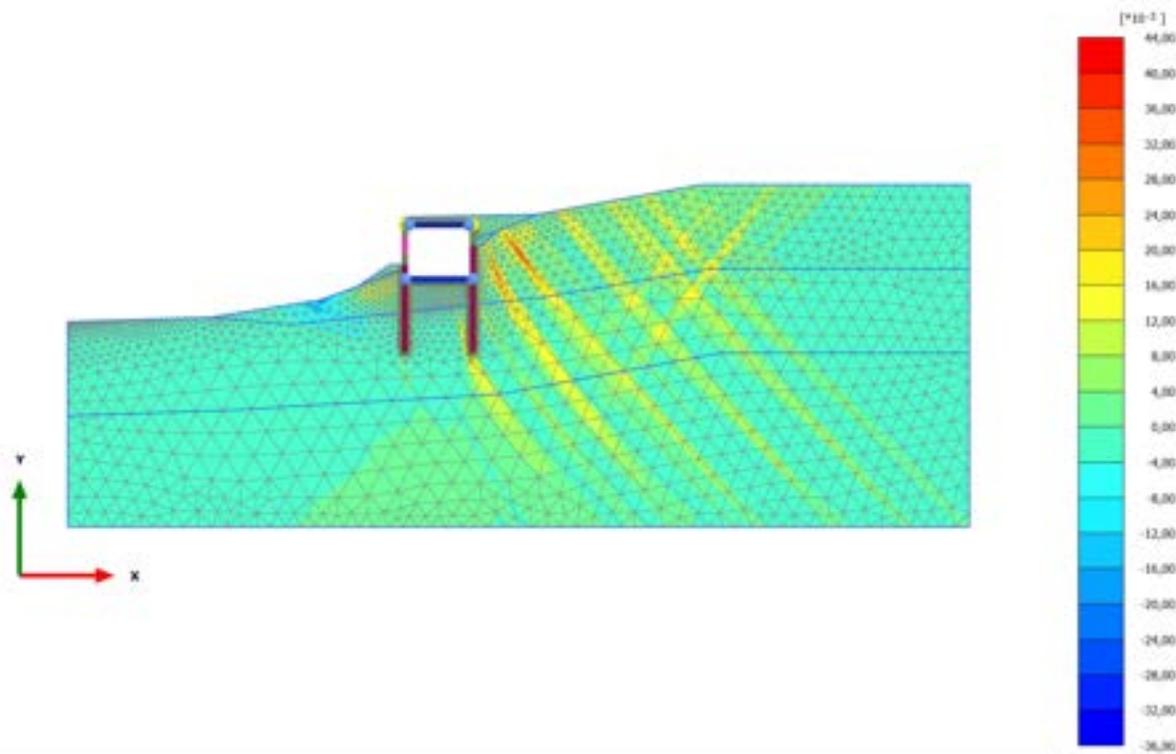


**Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$  (scaled up 50,0 times)**

Maximum value = 0,04699 (Element 741 at Node 19752)

Minimum value = -0,02857 (Element 1861 at Node 6746)

### 2.1.2.1.19 Calculation results, 13.2\_AS SISMICA -- [Phase\_25] (25/911), Total cartesian strain $\epsilon_{xx}$

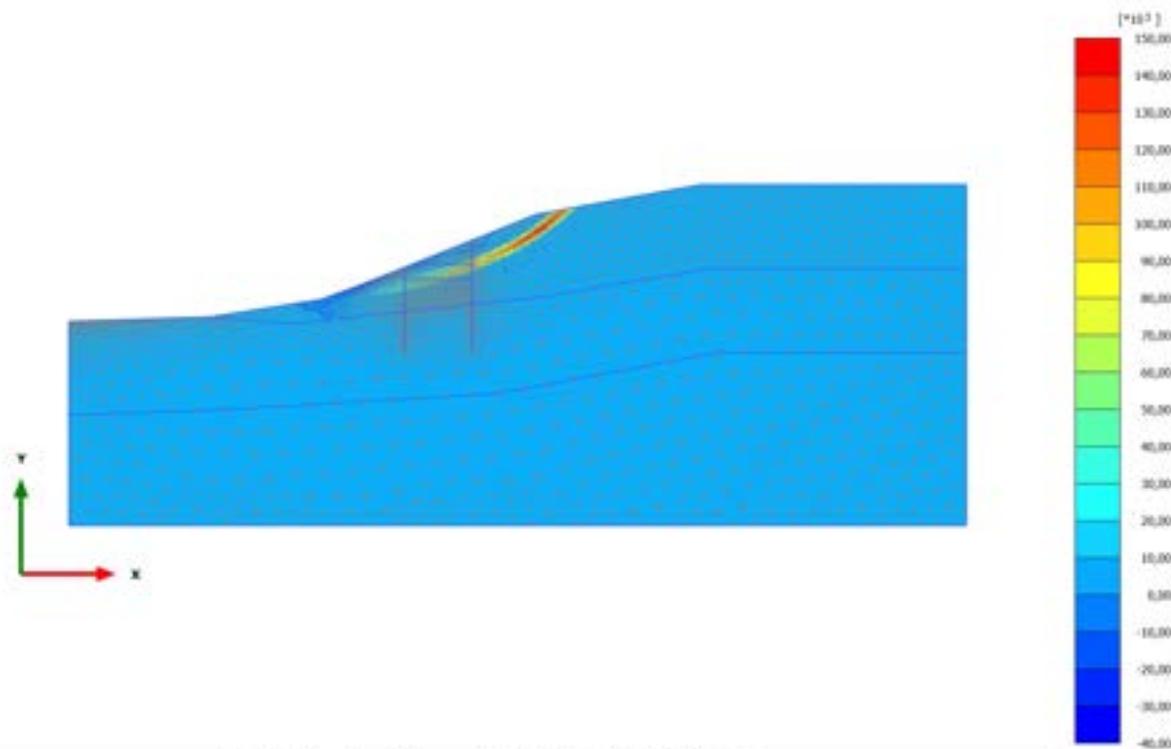


**Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$  (scaled up 50,0 times)**

Maximum value = 0,04276 (Element 741 at Node 19752)

Minimum value = -0,03355 (Element 985 at Node 16364)

## 2.1.2.1.20 Calculation results, STABILITA'- preintervento [Phase\_15] (15/1011), Total cartesian strain $\epsilon_{xx}$

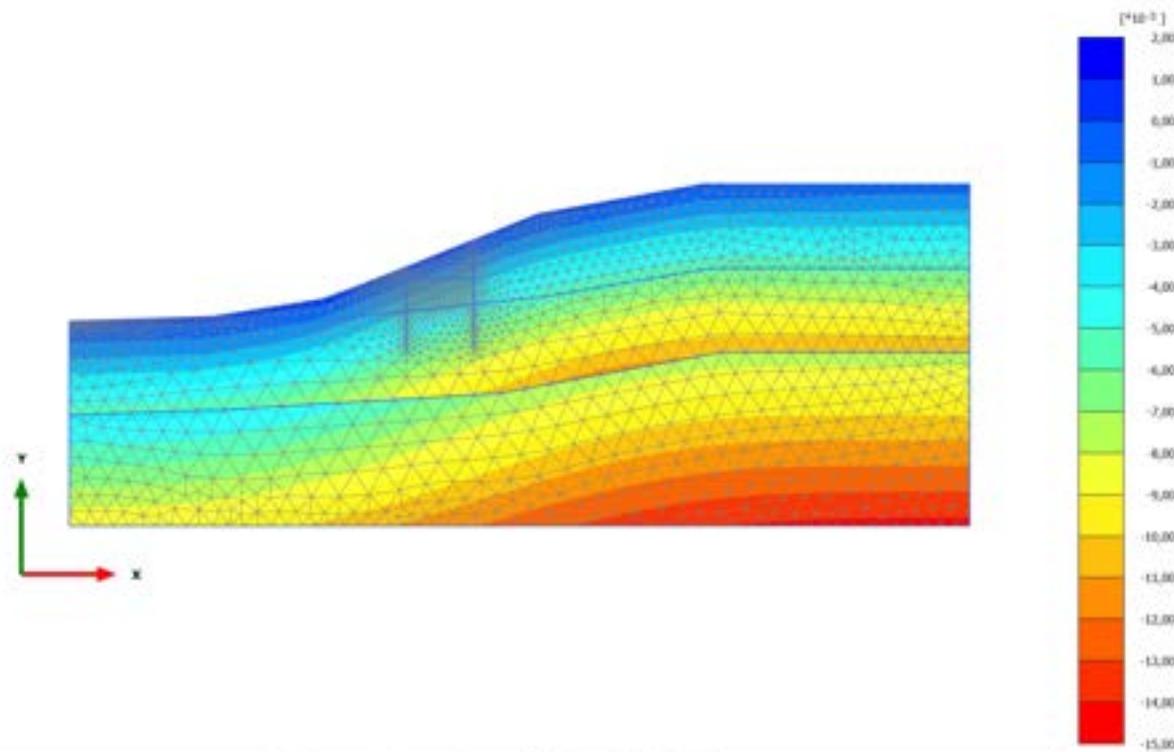


Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$  (scaled up  $0,0200 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value =  $143,4 \cdot 10^{-3}$  (Element 757 at Node 22683)

Minimum value =  $-35,05 \cdot 10^{-3}$  (Element 1861 at Node 6742)

### 2.1.2.2.1 Calculation results, 0\_CONDIZIONE GEOSTATICA [InitialPhase] (0/6), Total cartesian strain $\epsilon_{yy}$

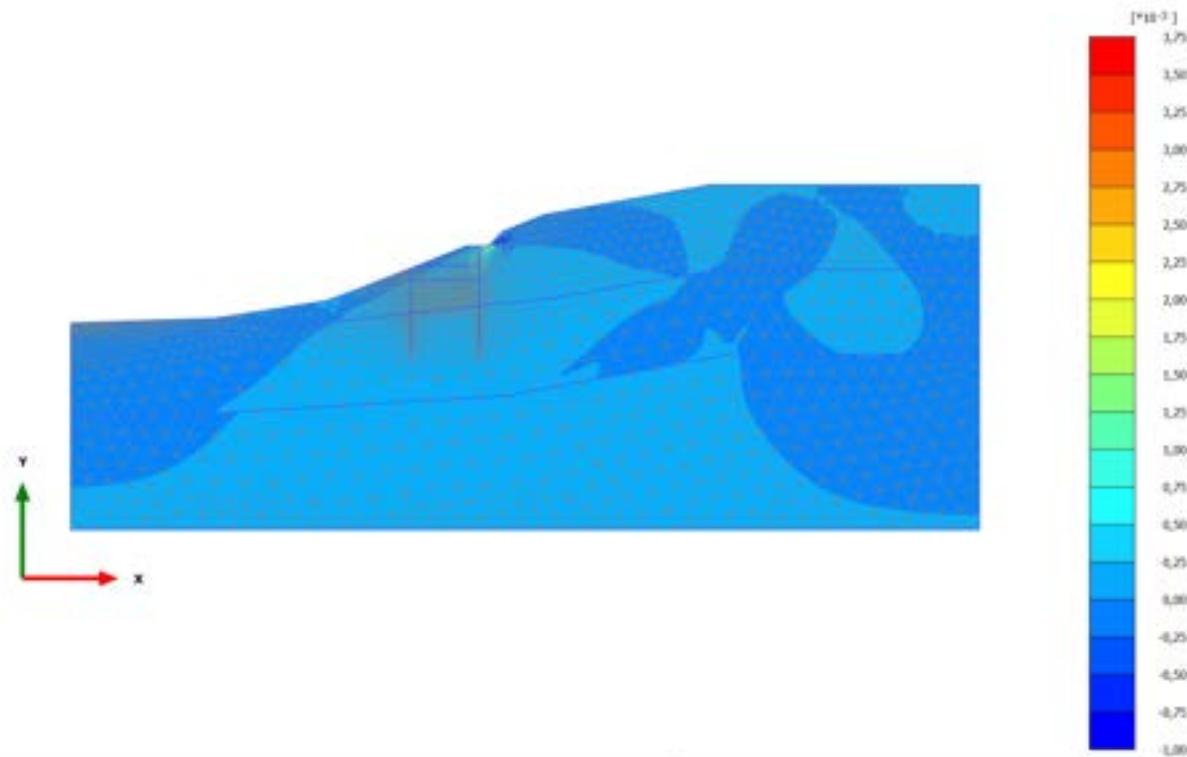


**Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$  (scaled up 500 times)**

Maximum value =  $1,218 \cdot 10^{-3}$  (Element 1766 at Node 9224)

Minimum value = -0,01433 (Element 4103 at Node 28892)

## 2.1.2.2.2 Calculation results, 1\_PRESCAVO [Phase\_14] (14/16), Total cartesian strain

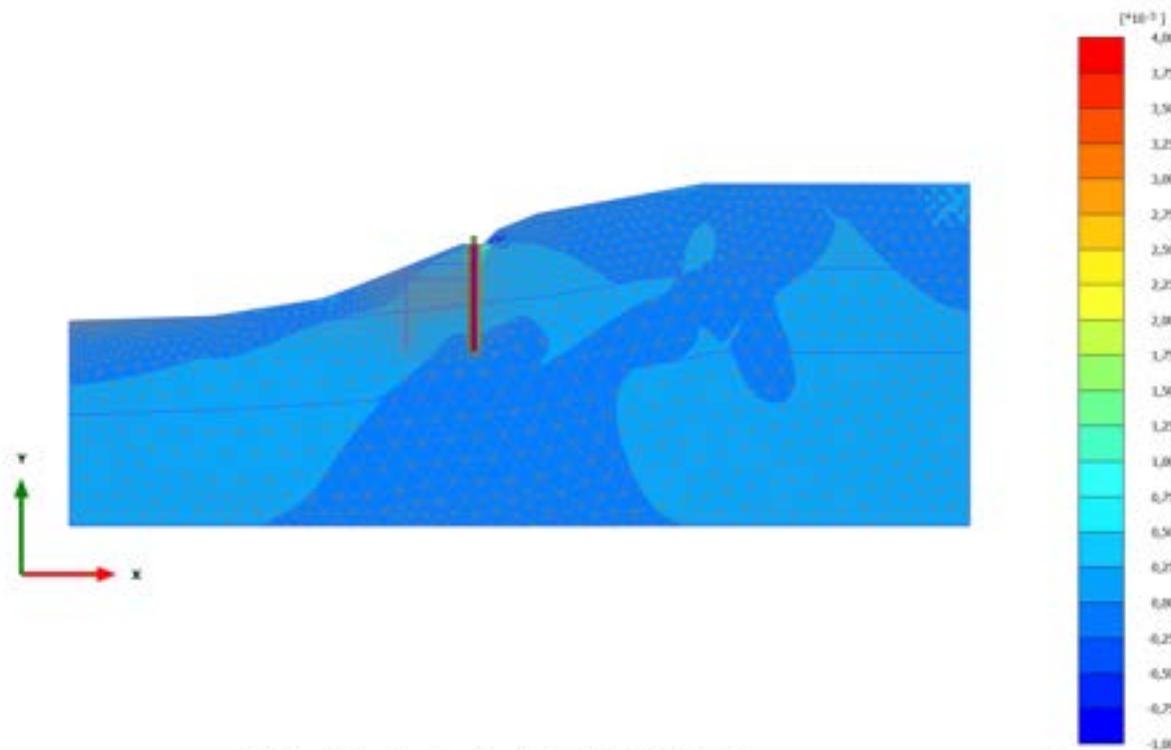
 $\epsilon_{yy}$ 

Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$  (scaled up  $1,00 \cdot 10^3$  times)

Maximum value =  $3,664 \cdot 10^{-3}$  (Element 830 at Node 17759)

Minimum value =  $-0,8841 \cdot 10^{-3}$  (Element 794 at Node 21492)

### 2.1.2.2.3 Calculation results, 2\_REALIZZAZIONE PALO MONTE [Phase\_2] (2/18), Total cartesian strain $\epsilon_{yy}$

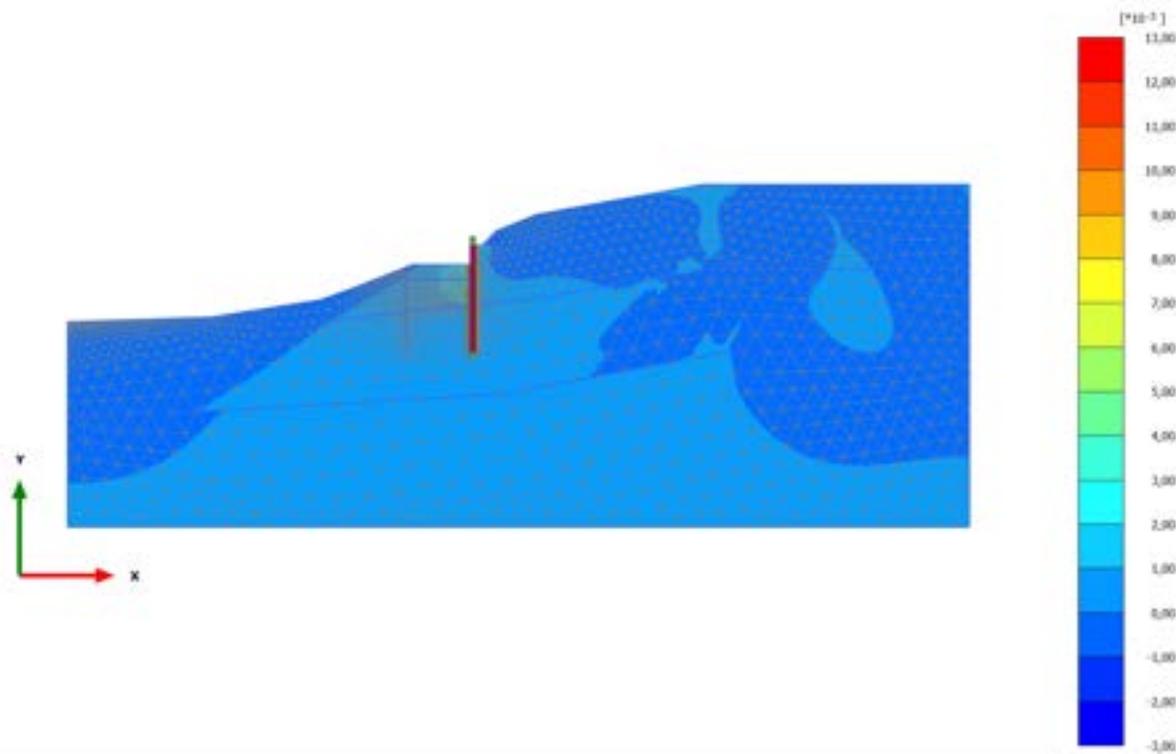


Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$  (scaled up  $1,00 \cdot 10^3$  times)

Maximum value =  $3,819 \cdot 10^{-3}$  (Element 830 at Node 17759)

Minimum value =  $-0,9104 \cdot 10^{-3}$  (Element 794 at Node 21492)

### 2.1.2.2.4 Calculation results, 3\_PRIMA FASE DI SCAVO [Phase\_3] (3/24), Total cartesian strain $\epsilon_{yy}$

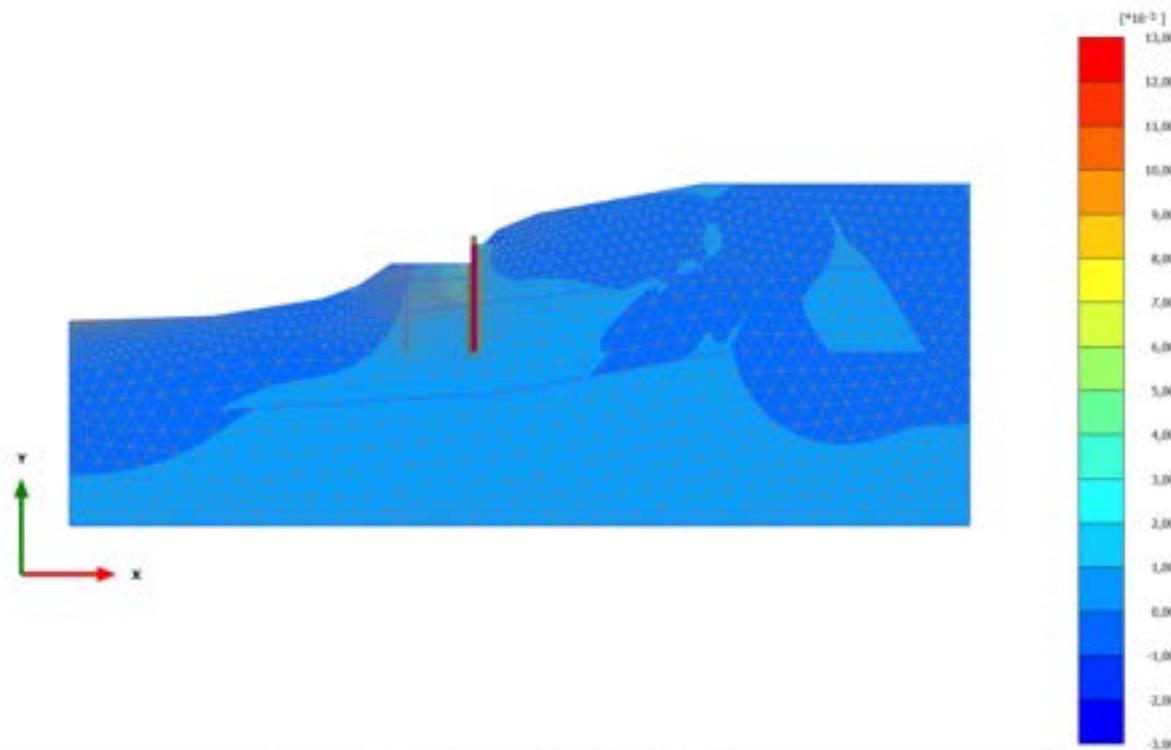


Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$  (scaled up 500 times)

Maximum value = 0,01265 (Element 1236 at Node 8848)

Minimum value = -2,171\*10<sup>-3</sup> (Element 763 at Node 21498)

### 2.1.2.2.5 Calculation results, 4\_REALIZZAZIONE RILEVATO [Phase\_4] (4/26), Total cartesian strain $\epsilon_{yy}$

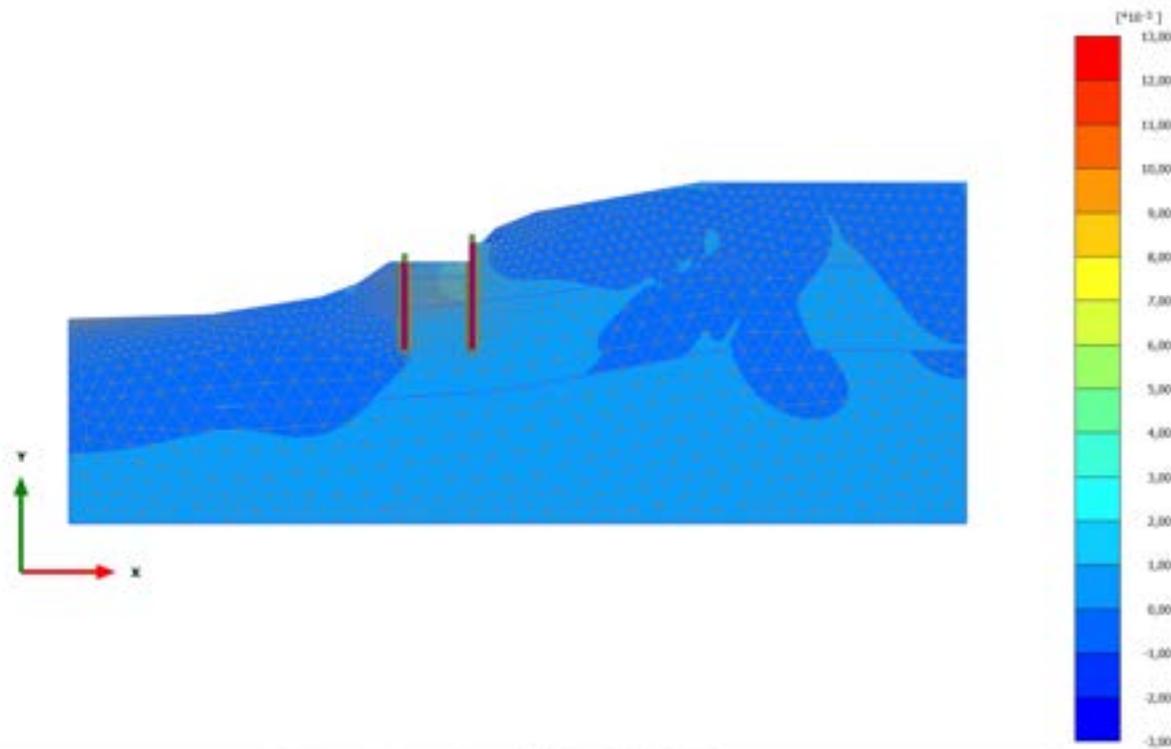


Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$  (scaled up 500 times)

Maximum value = 0,01279 (Element 1236 at Node 8848)

Minimum value =  $-2,254 \cdot 10^{-3}$  (Element 763 at Node 21498)

### 2.1.2.2.6 Calculation results, 5\_REALIZZAZIONE PALO DI VALLE [Phase\_5] (5/28), Total cartesian strain $\epsilon_{yy}$

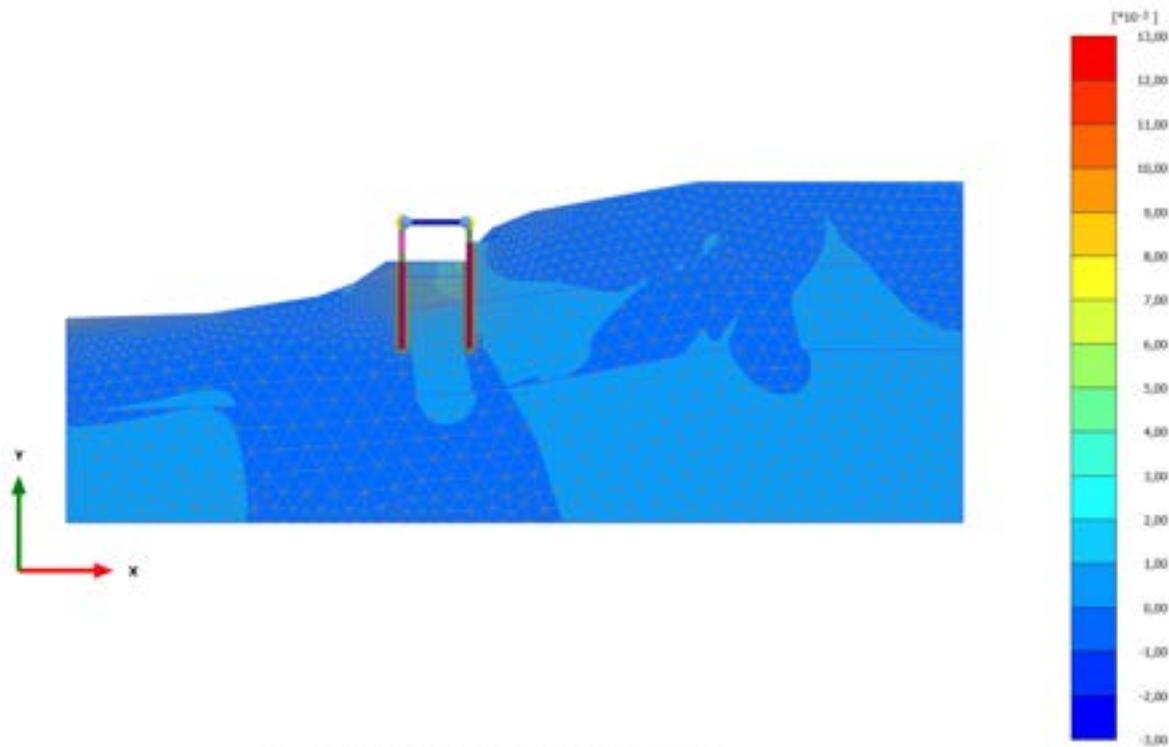


Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$  (scaled up 500 times)

Maximum value = 0,01276 (Element 1236 at Node 8848)

Minimum value =  $-2,322 \cdot 10^{-3}$  (Element 763 at Node 21498)

### 2.1.2.2.7 Calculation results, 6\_REALIZZAZIONE SOVRASTRUTTURA [Phase\_6] (6/31), Total cartesian strain $\epsilon_{yy}$

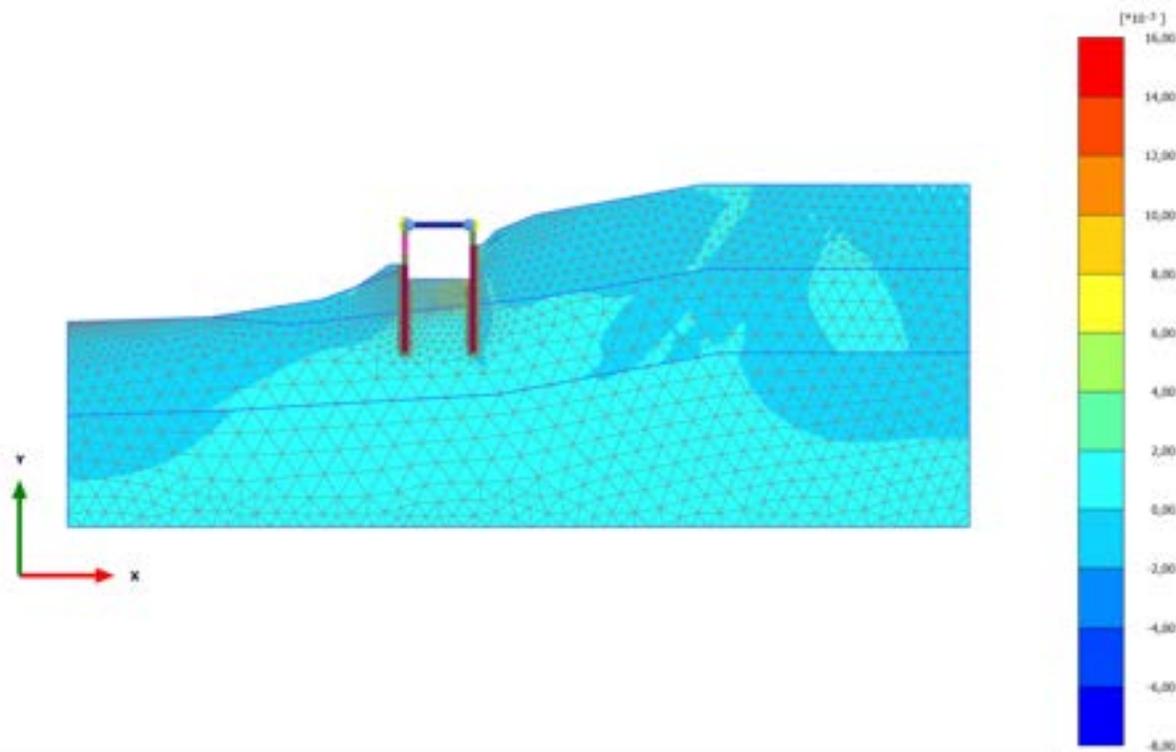


Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$  (scaled up 500 times)

Maximum value = 0,01285 (Element 1236 at Node 8848)

Minimum value =  $-2,635 \cdot 10^{-3}$  (Element 763 at Node 21498)

### 2.1.2.2.8 Calculation results, 7\_SECONDA FASE DI SCAVO [Phase\_7] (7/39), Total cartesian strain $\epsilon_{yy}$

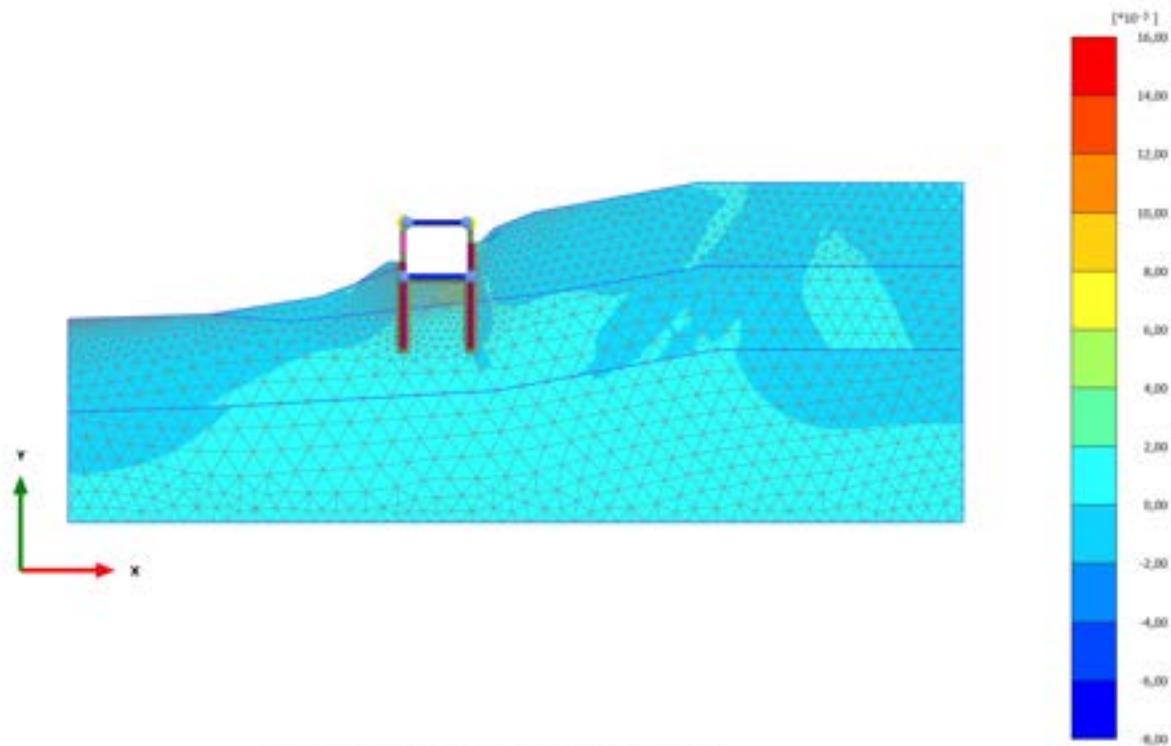


Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$  (scaled up 200 times)

Maximum value = 0,01475 (Element 1282 at Node 15735)

Minimum value =  $-6,151 \cdot 10^{-3}$  (Element 794 at Node 21492)

### 2.1.2.2.9 Calculation results, 8\_REALIZZAZIONE SOLETTA INFERIORE [Phase\_8] (8/42), Total cartesian strain $\epsilon_{yy}$

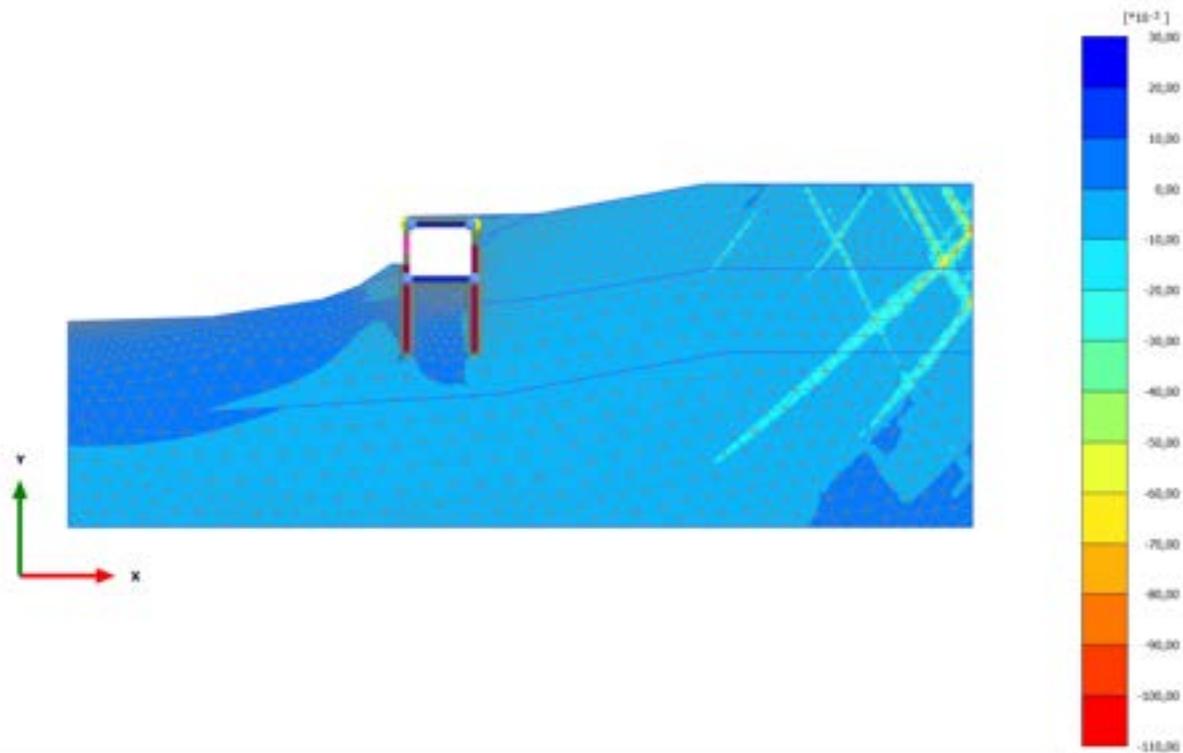


Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$  (scaled up 200 times)

Maximum value = 0,01473 (Element 1282 at Node 15735)

Minimum value =  $-6,207 \cdot 10^{-3}$  (Element 794 at Node 21492)

### 2.1.2.2.10 Calculation results, 10\_SISMICA ++ [Phase\_10] (10/101), Total cartesian strain $\epsilon_{yy}$

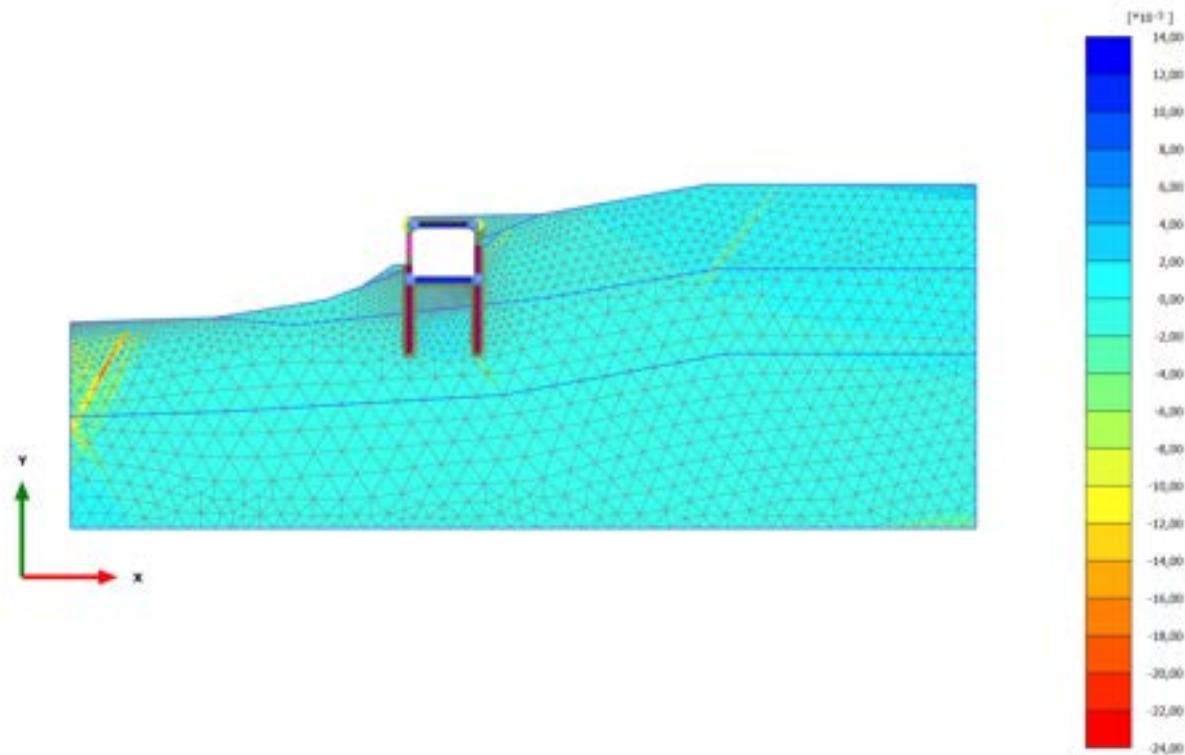


**Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$  (scaled up 50,0 times)**

Maximum value = 0,02856 (Element 3412 at Node 10363)

Minimum value = -0,1067 (Element 221 at Node 34269)

### 2.1.2.2.11 Calculation results, 12\_SISMICA -+ [Phase\_12] (12/152), Total cartesian strain $\epsilon_{yy}$

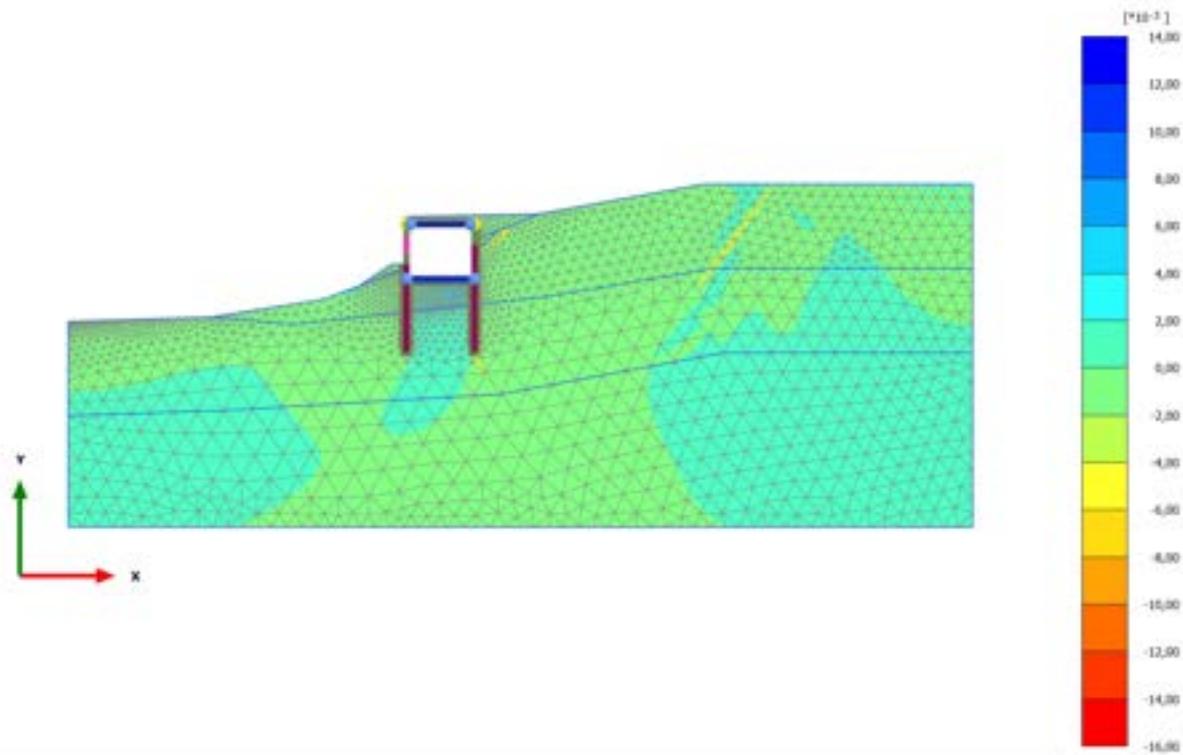


Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$  (scaled up 200 times)

Maximum value = 0,01365 (Element 1282 at Node 15735)

Minimum value = -0,02275 (Element 2442 at Node 13172)

## 2.1.2.2.12 Calculation results, 9\_RITOMBAMENTO [Phase\_9] (9/169), Total cartesian strain $\epsilon_{yy}$

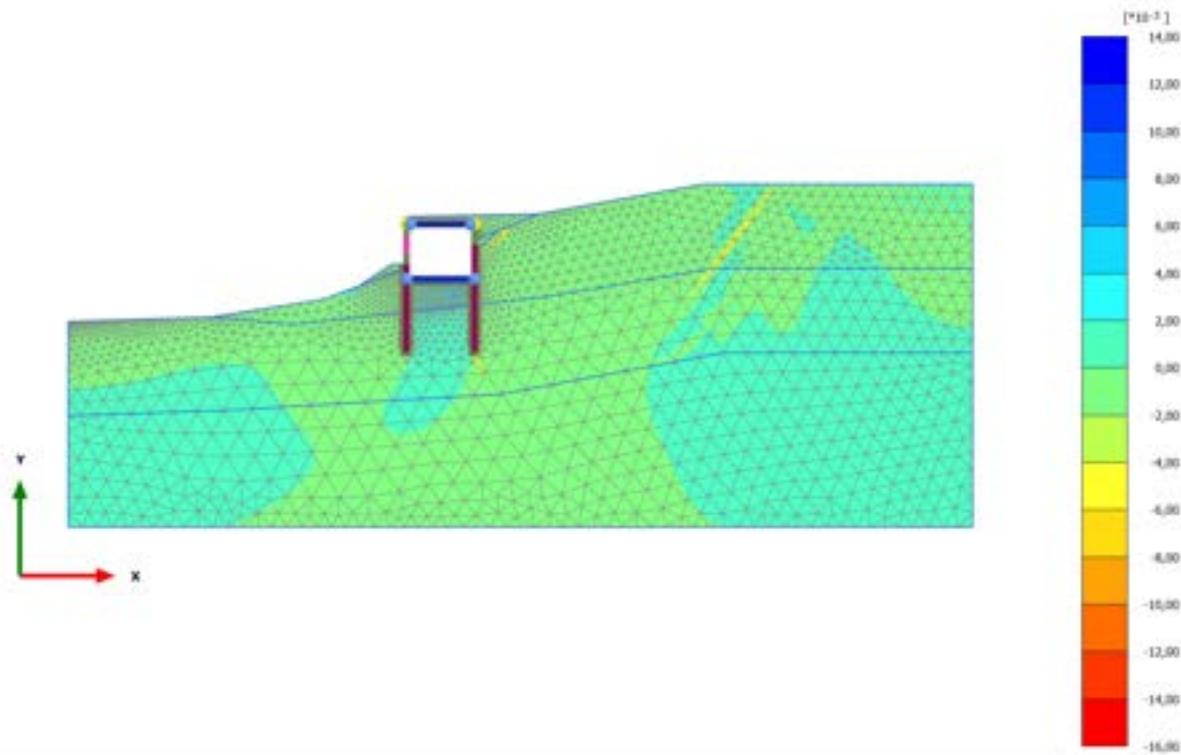


Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$  (scaled up 200 times)

Maximum value = 0,01317 (Element 1282 at Node 15735)

Minimum value = -0,01413 (Element 3190 at Node 24386)

### 2.1.2.2.13 Calculation results, 11\_ SISMICA +- [Phase\_11] (11/249), Total cartesian strain $\epsilon_{yy}$

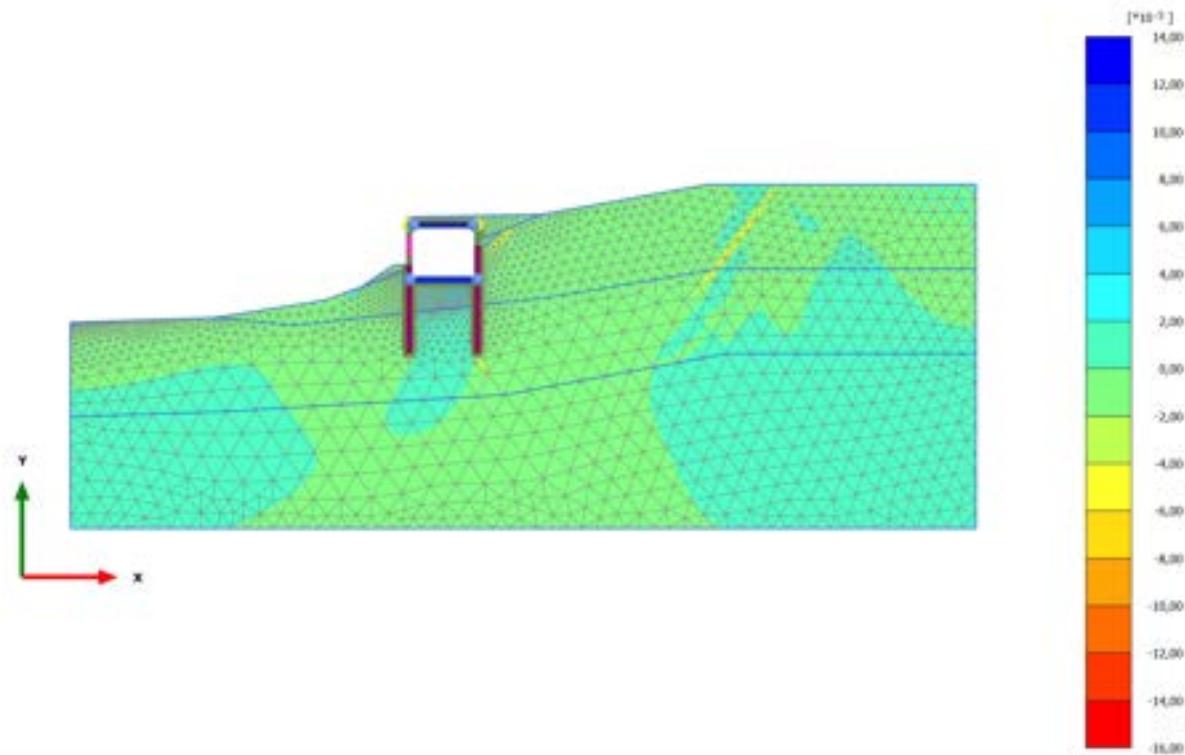


Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$  (scaled up 200 times)

Maximum value = 0,01316 (Element 1282 at Node 15735)

Minimum value = -0,01410 (Element 3190 at Node 24386)

### 2.1.2.2.14 Calculation results, 13\_SISMICA -- [Phase\_13] (13/329), Total cartesian strain $\epsilon_{yy}$

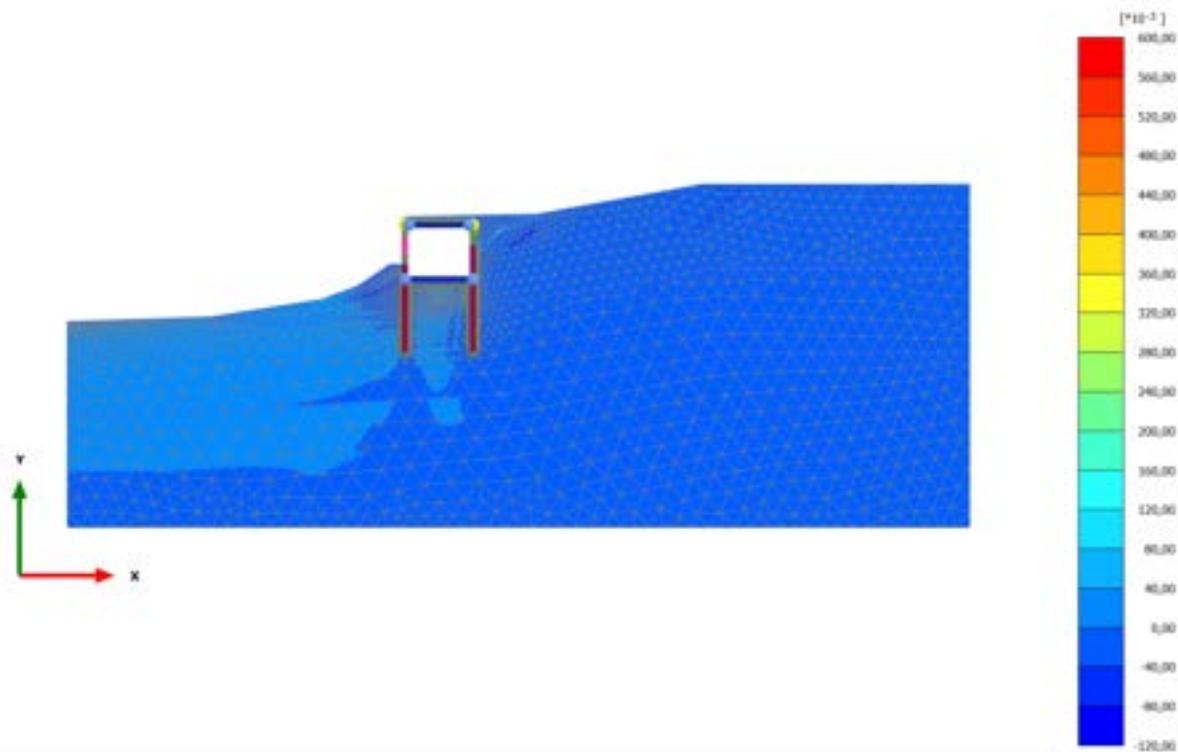


Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$  (scaled up 200 times)

Maximum value = 0,01316 (Element 1282 at Node 15735)

Minimum value = -0,01410 (Element 3190 at Node 24386)

### 2.1.2.2.15 Calculation results, 10.2\_AS\_SISMICA++ [Phase\_19] (19/429), Total cartesian strain $\epsilon_{yy}$

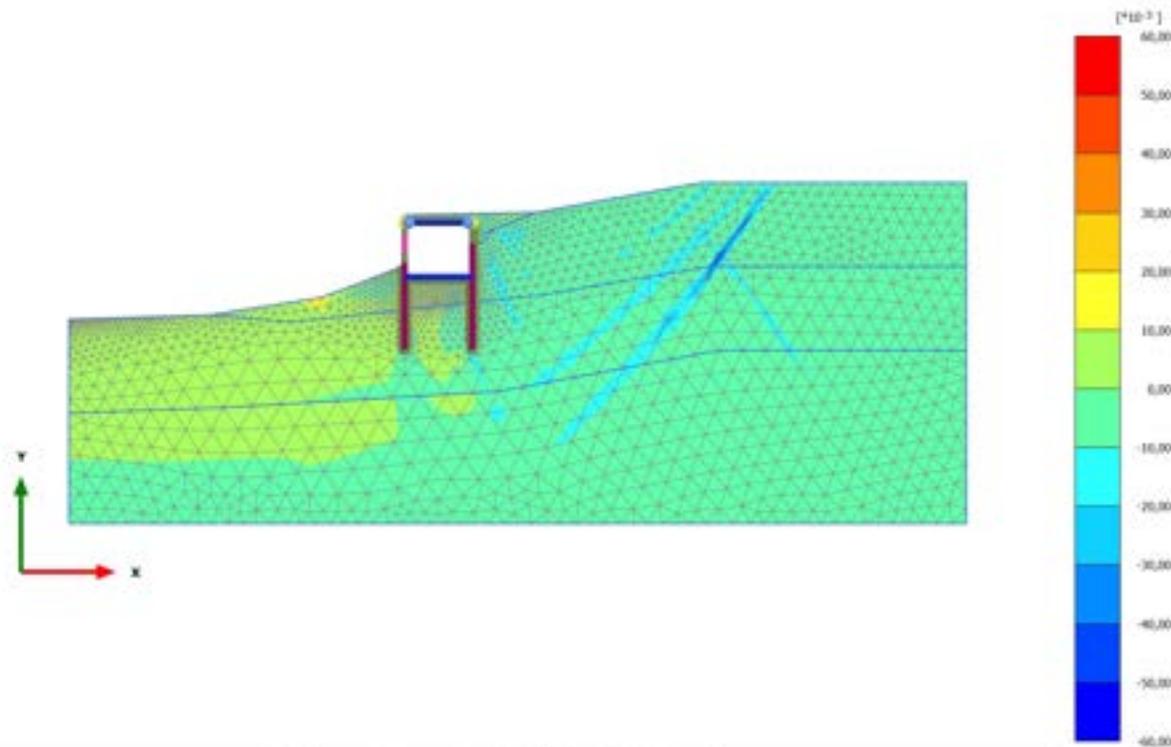


Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$  (scaled up 5,00 times)

Maximum value = 0,5708 (Element 811 at Node 20553)

Minimum value = -0,08274 (Element 1912 at Node 4502)

### 2.1.2.2.16 Calculation results, STABILITA'\_postintervento [Phase\_17] (26/535), Total cartesian strain $\epsilon_{yy}$

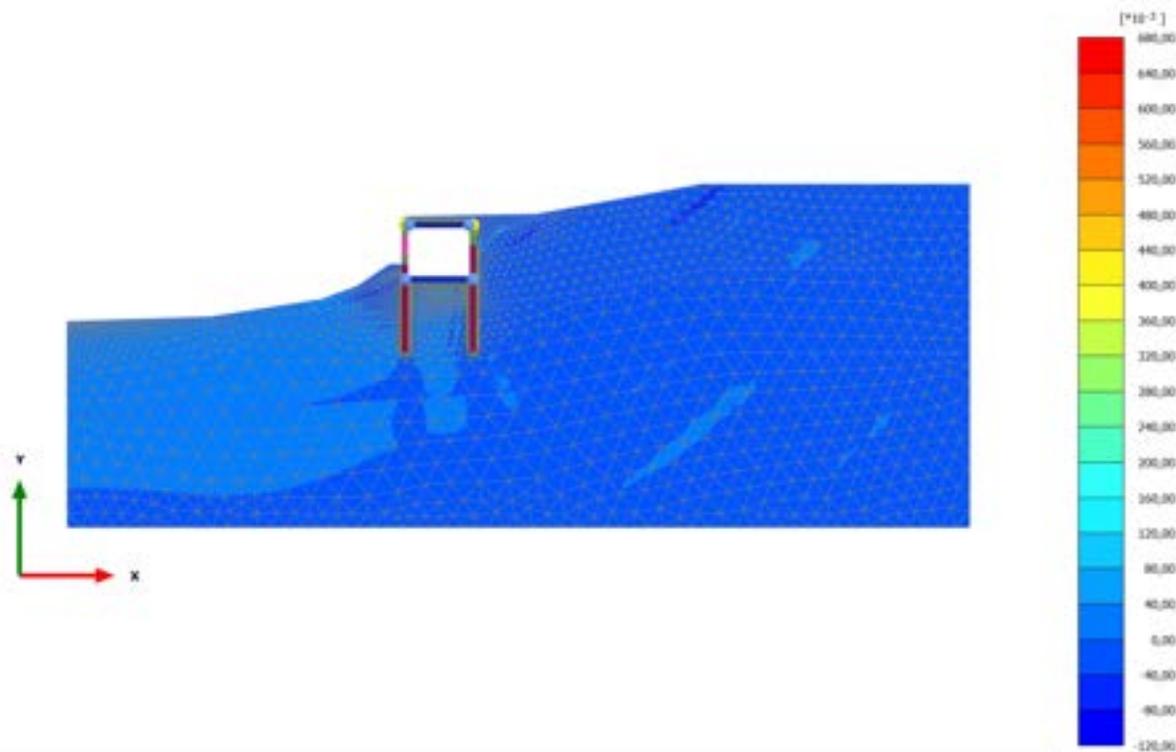


Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$  (scaled up 50,0 times)

Maximum value = 0,05785 (Element 811 at Node 20554)

Minimum value = -0,05102 (Element 486 at Node 29901)

### 2.1.2.2.17 Calculation results, 11.2\_AS SISMICA +- [Phase\_21] (21/698), Total cartesian strain $\epsilon_{yy}$

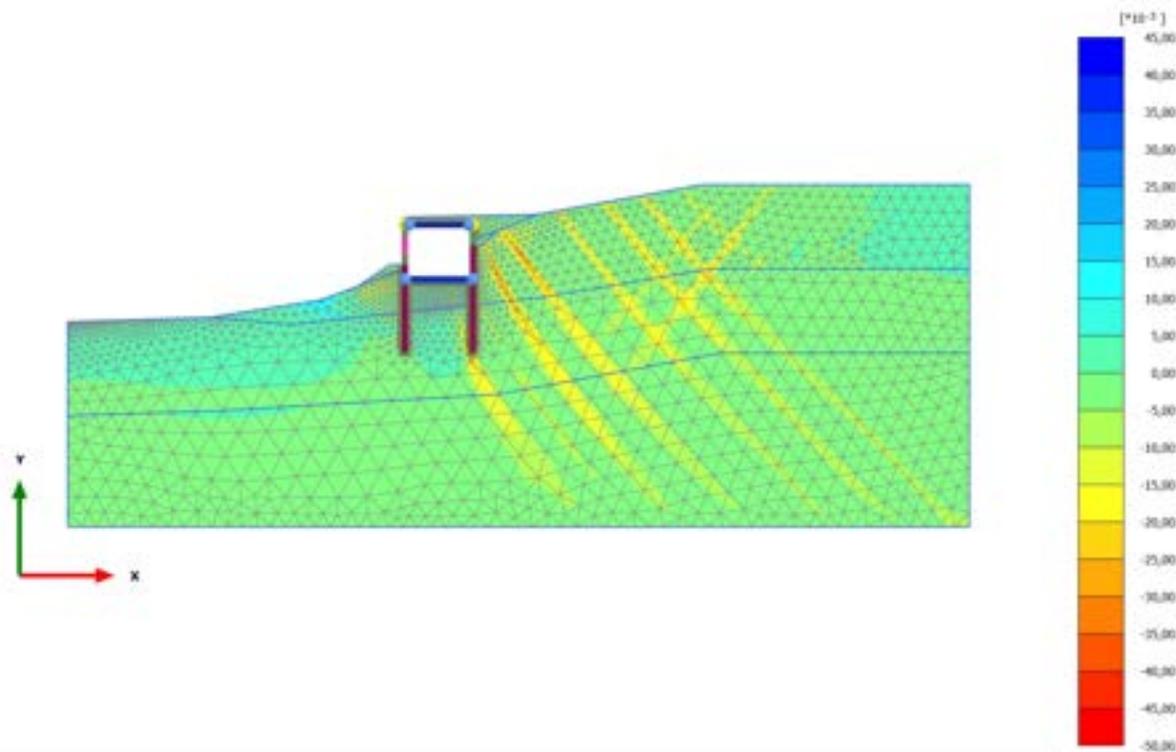


Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$  (scaled up 5,00 times)

Maximum value = 0,6769 (Element 921 at Node 16364)

Minimum value = -0,09005 (Element 1912 at Node 4502)

### 2.1.2.2.18 Calculation results, 12.2\_AS SISMICA -+ [Phase\_23] (23/804), Total cartesian strain $\epsilon_{yy}$

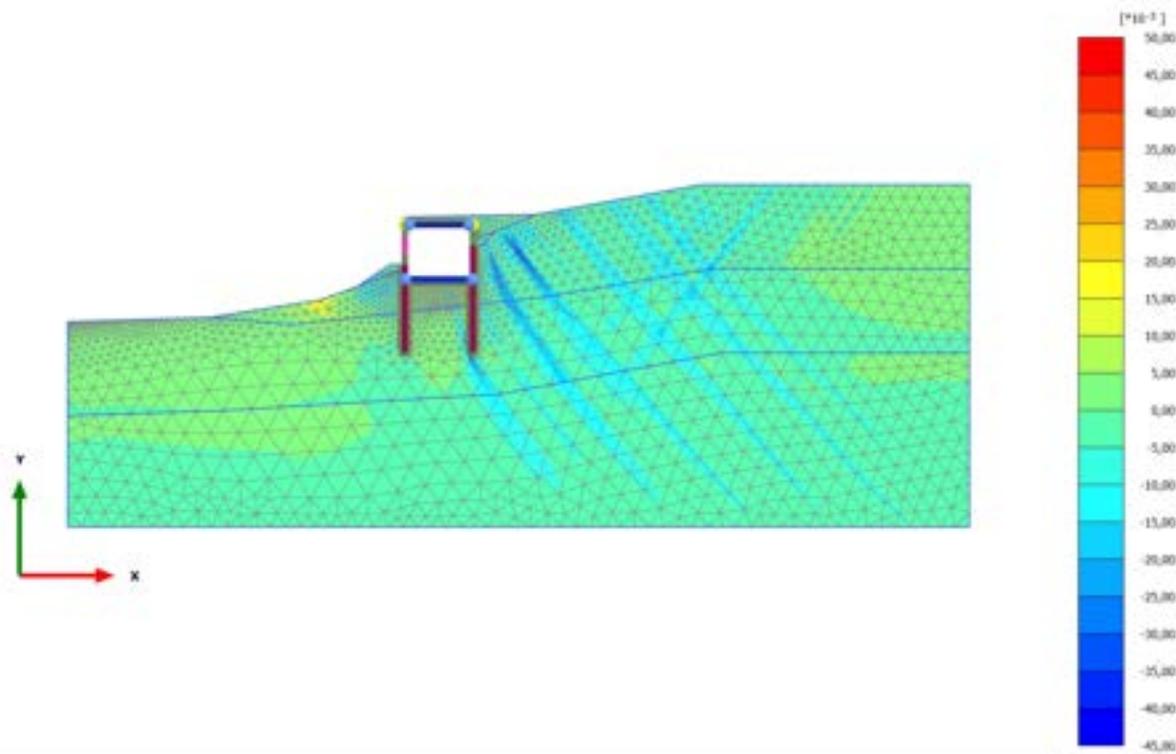


**Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$  (scaled up 50,0 times)**

Maximum value = 0,04019 (Element 764 at Node 20563)

Minimum value = -0,04617 (Element 741 at Node 19752)

### 2.1.2.2.19 Calculation results, 13.2\_AS SISMICA -- [Phase\_25] (25/911), Total cartesian strain $\epsilon_{yy}$

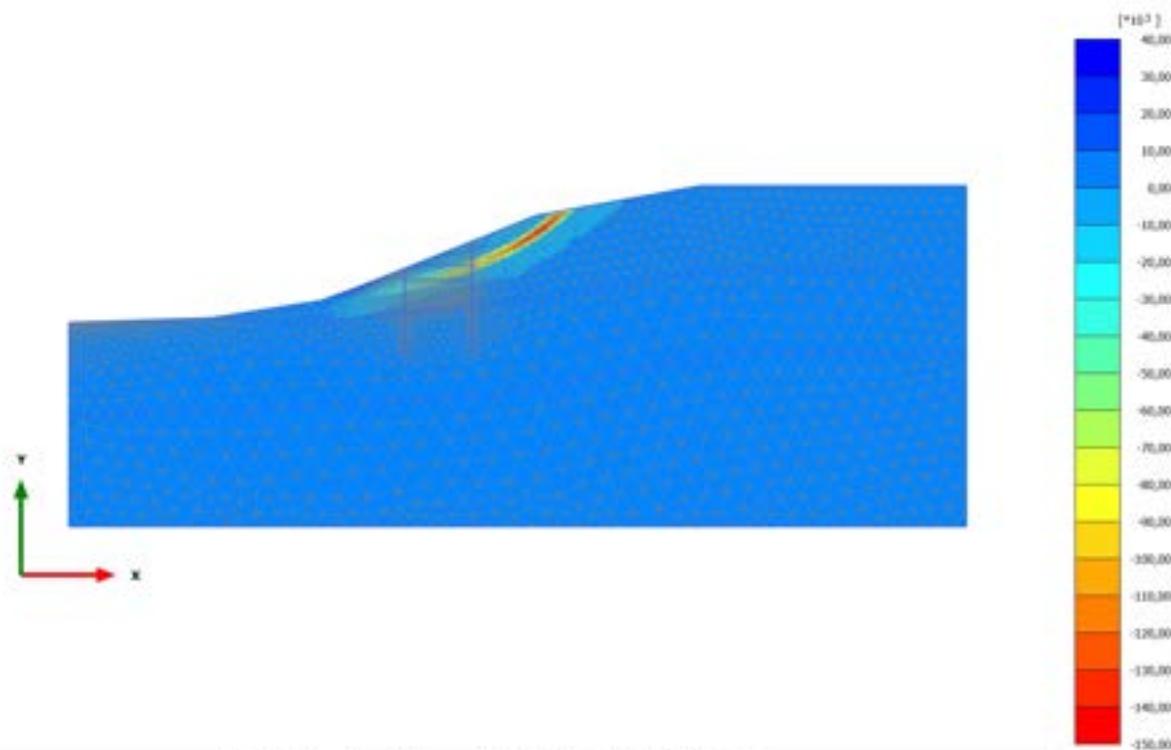


**Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$  (scaled up 50,0 times)**

Maximum value = 0,04868 (Element 764 at Node 20563)

Minimum value = -0,04184 (Element 741 at Node 19752)

## 2.1.2.2.20 Calculation results, STABILITA'- preintervento [Phase\_15] (15/1011), Total cartesian strain $\epsilon_{yy}$

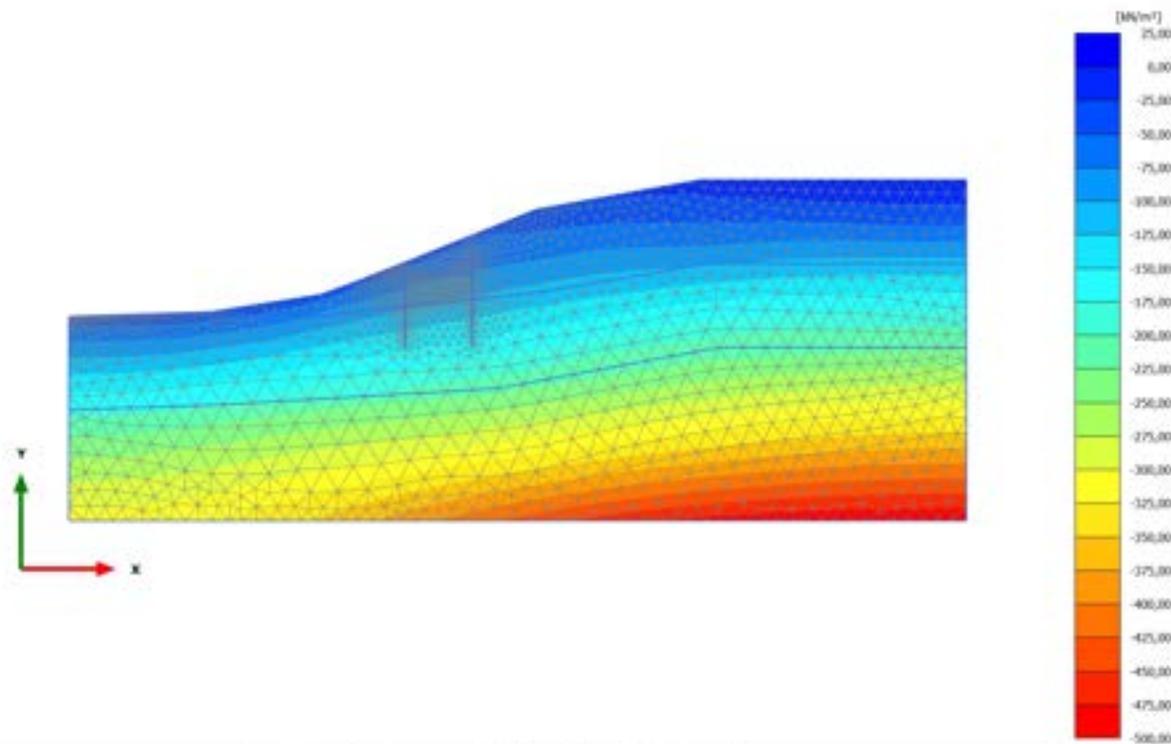


Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$  (scaled up  $0,0200 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value =  $36,49 \cdot 10^{-3}$  (Element 787 at Node 23538)

Minimum value =  $-143,4 \cdot 10^{-3}$  (Element 757 at Node 22683)

### 2.2.1.1.1 Calculation results, 0\_CONDIZIONE GEOSTATICA [InitialPhase] (0/6), Cartesian effective stress $\sigma'_{xx}$

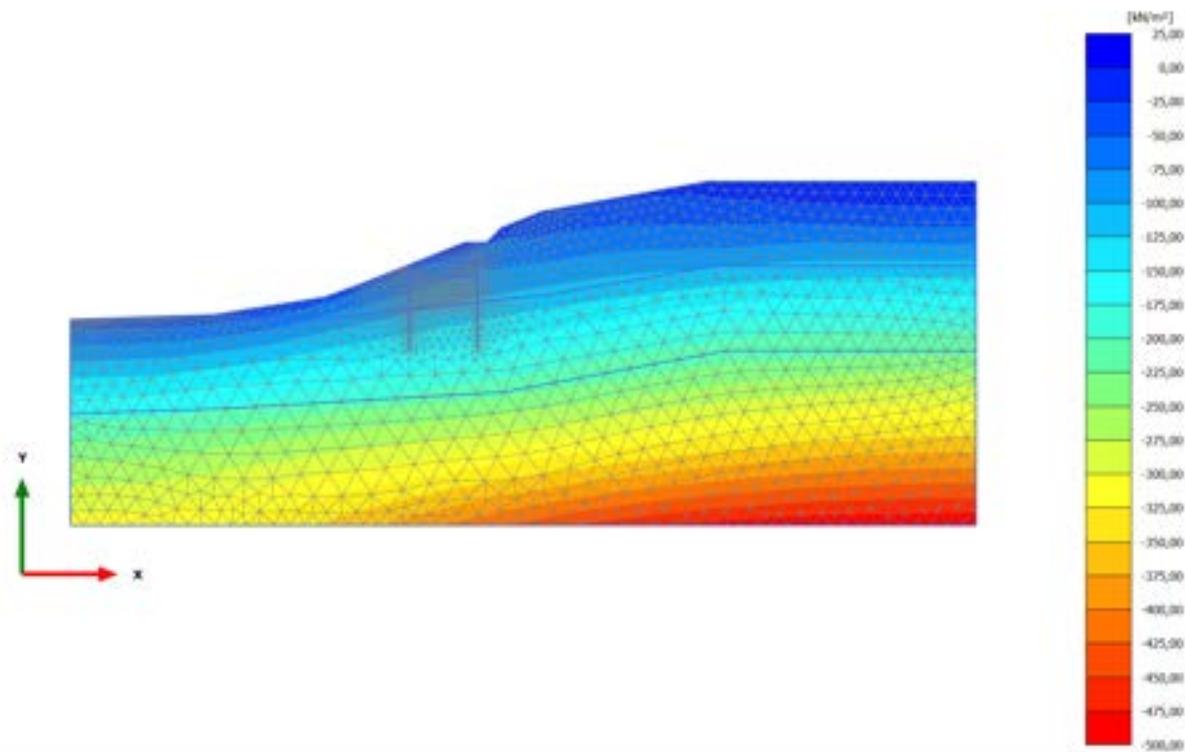


Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$  (scaled up 0,0100 times)

Maximum value = 0,6321 kN/m<sup>2</sup> (Element 202 at Node 34403)

Minimum value = -496,0 kN/m<sup>2</sup> (Element 4103 at Node 28892)

### 2.2.1.1.2 Calculation results, 1\_PRESCAVO [Phase\_14] (14/16), Cartesian effective stress $\sigma'_{xx}$

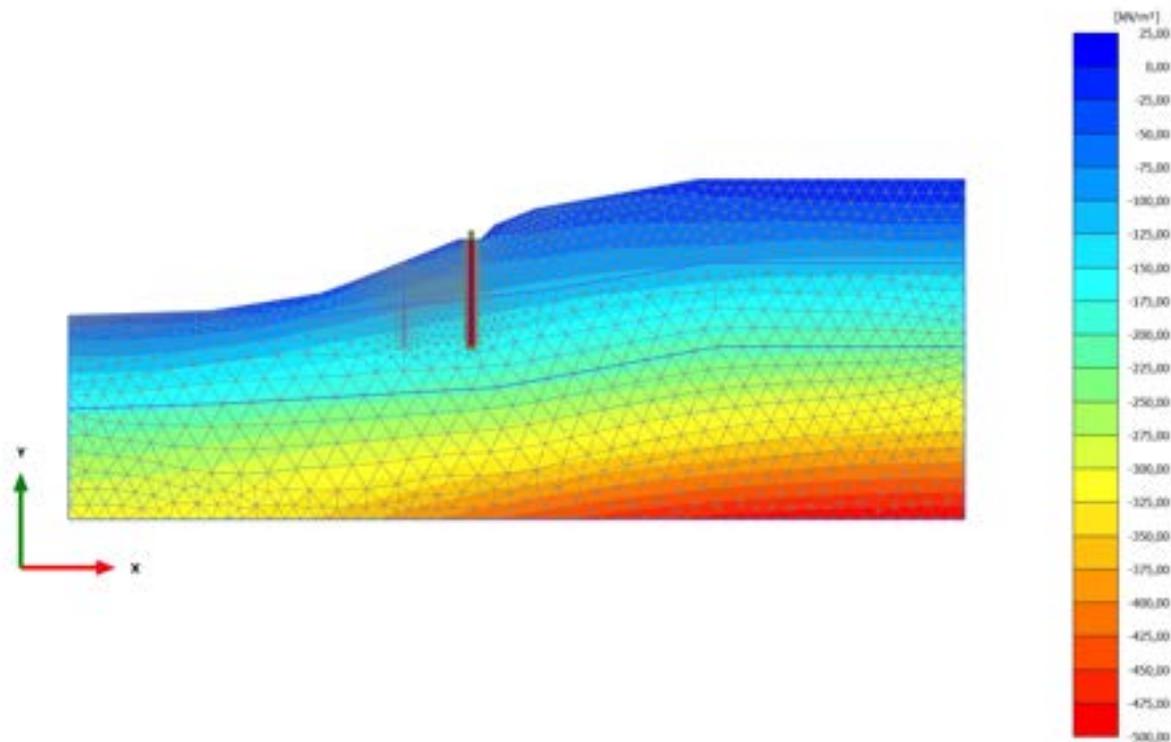


Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$  (scaled up 0,0100 times)

Maximum value = 2,333 kN/m<sup>2</sup> (Element 1015 at Node 7842)

Minimum value = -495,9 kN/m<sup>2</sup> (Element 4103 at Node 28892)

### 2.2.1.1.3 Calculation results, 2\_REALIZZAZIONE PALO MONTE [Phase\_2] (2/18), Cartesian effective stress $\sigma'_{xx}$

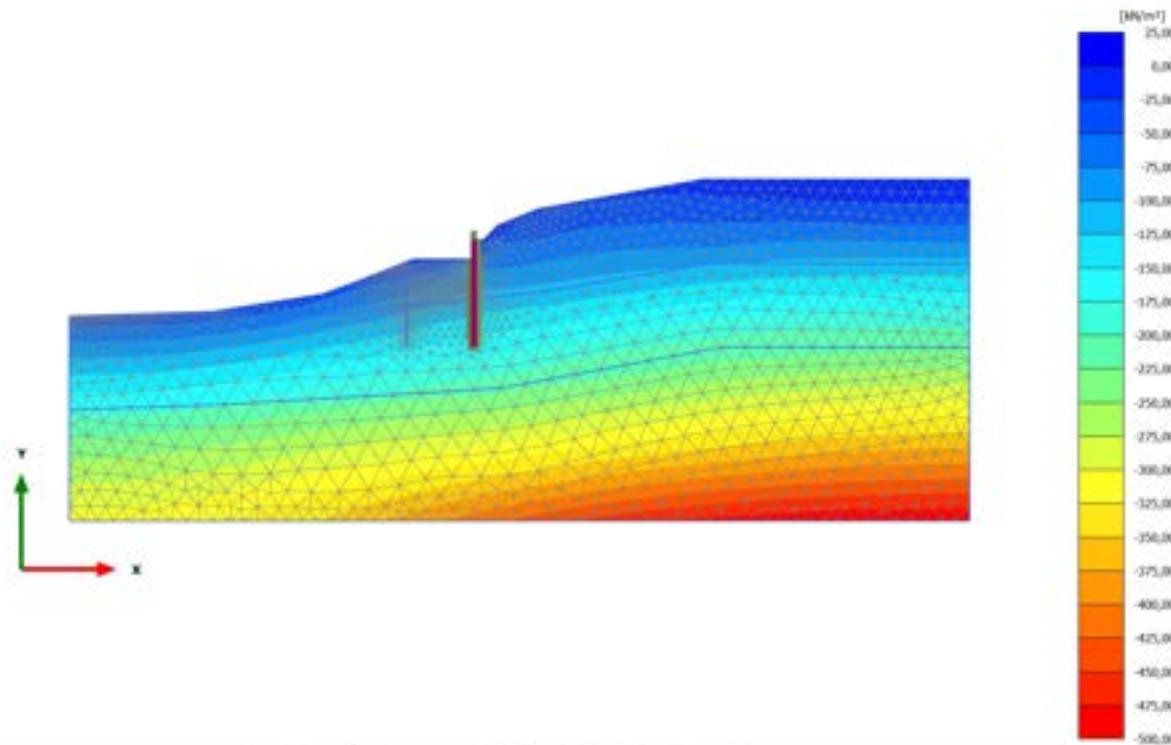


Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$  (scaled up 0,0100 times)

Maximum value = 1,755 kN/m<sup>2</sup> (Element 818 at Node 20865)

Minimum value = -495,9 kN/m<sup>2</sup> (Element 4103 at Node 28892)

### 2.2.1.1.4 Calculation results, 3\_PRIMA FASE DI SCAVO [Phase\_3] (3/24), Cartesian effective stress $\sigma'_{xx}$

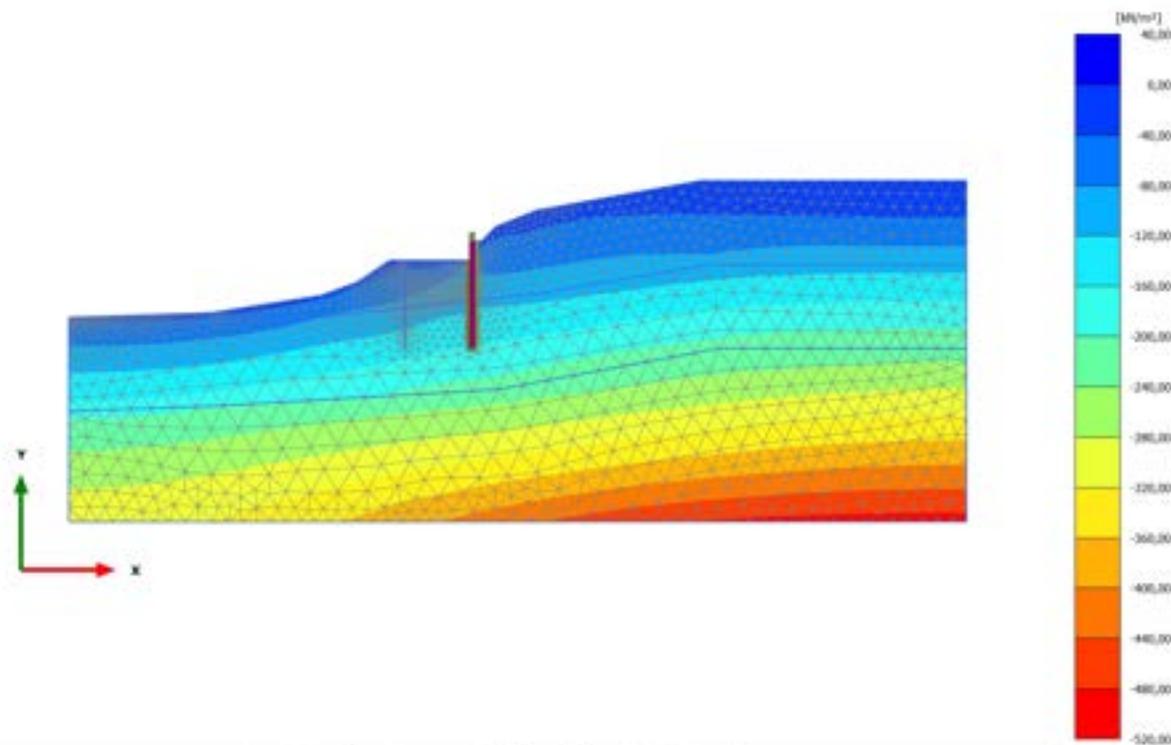


Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$  (scaled up 0,0100 times)

Maximum value = 2,332 kN/m<sup>2</sup> (Element 1082 at Node 1420)

Minimum value = -495,8 kN/m<sup>2</sup> (Element 4103 at Node 28892)

### 2.2.1.1.5 Calculation results, 4\_REALIZZAZIONE RILEVATO [Phase\_4] (4/26), Cartesian effective stress $\sigma'_{xx}$

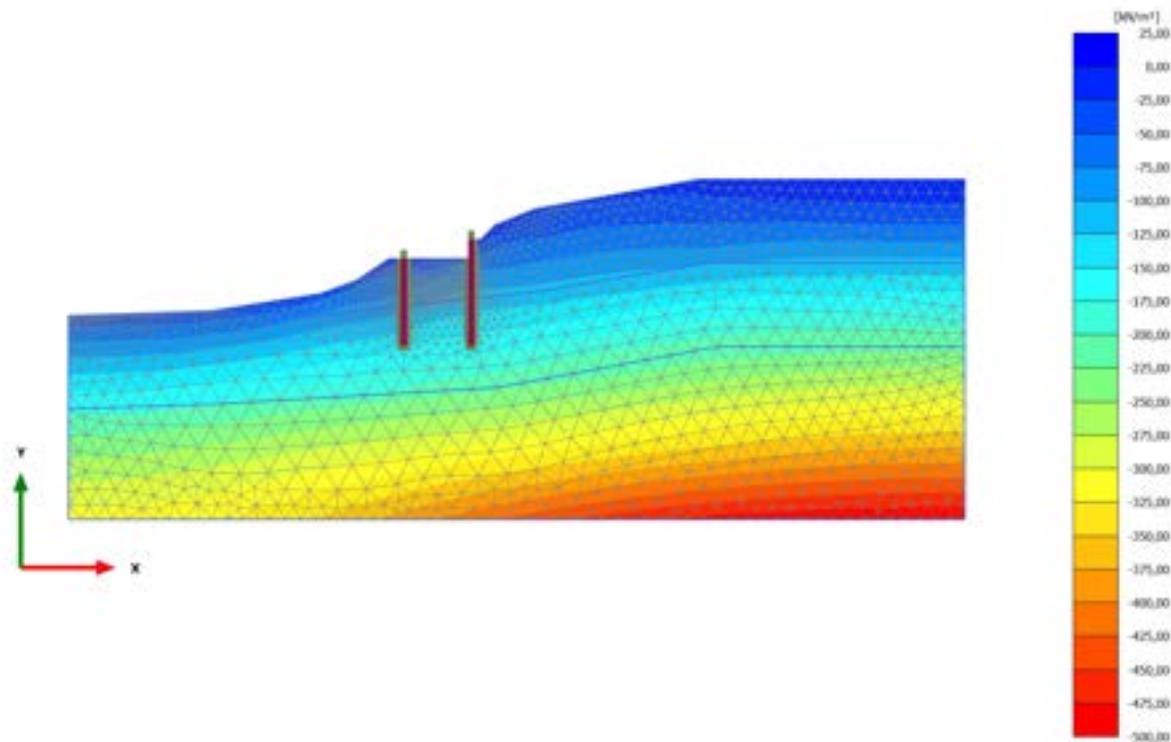


Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$  (scaled up 0,0100 times)

Maximum value = 5,463 kN/m<sup>2</sup> (Element 1079 at Node 1246)

Minimum value = -495,8 kN/m<sup>2</sup> (Element 4103 at Node 28892)

2.2.1.1.6 Calculation results, 5\_REALIZZAZIONE PALO DI VALLE [Phase\_5] (5/28), Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$

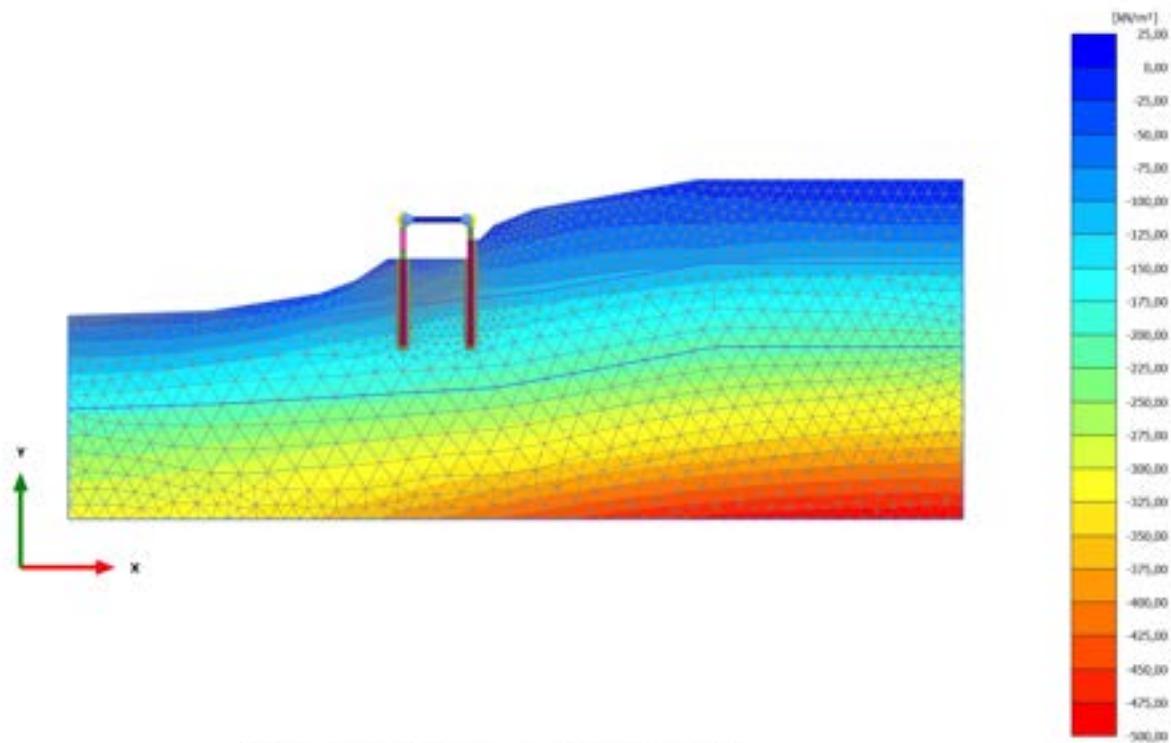


Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$  (scaled up 0,0100 times)

Maximum value = 2,367 kN/m<sup>2</sup> (Element 840 at Node 20941)

Minimum value = -495,8 kN/m<sup>2</sup> (Element 4103 at Node 28892)

2.2.1.1.7 Calculation results, 6\_REALIZZAZIONE SOVRASTRUTTURA [Phase\_6] (6/31),  
Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$

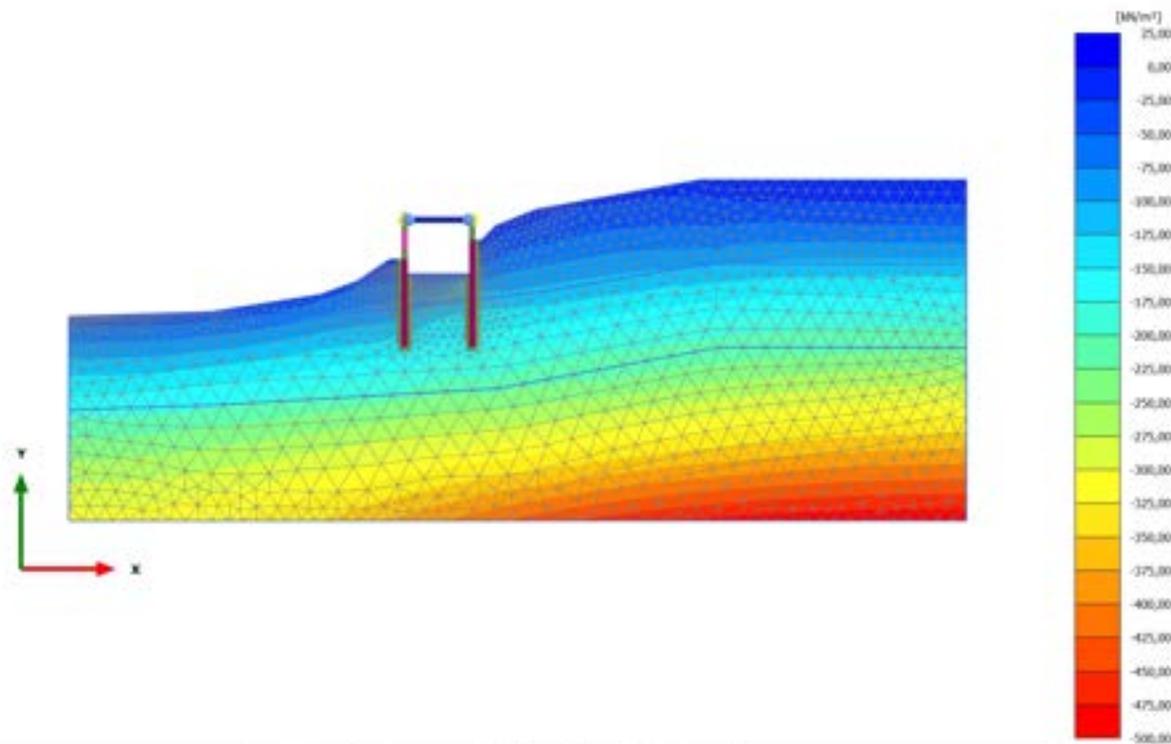


Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$  (scaled up 0,0100 times)

Maximum value = 2,262 kN/m<sup>2</sup> (Element 840 at Node 20941)

Minimum value = -495,7 kN/m<sup>2</sup> (Element 4103 at Node 28892)

### 2.2.1.1.8 Calculation results, 7\_SECONDA FASE DI SCAVO [Phase\_7] (7/39), Cartesian effective stress $\sigma'_{xx}$

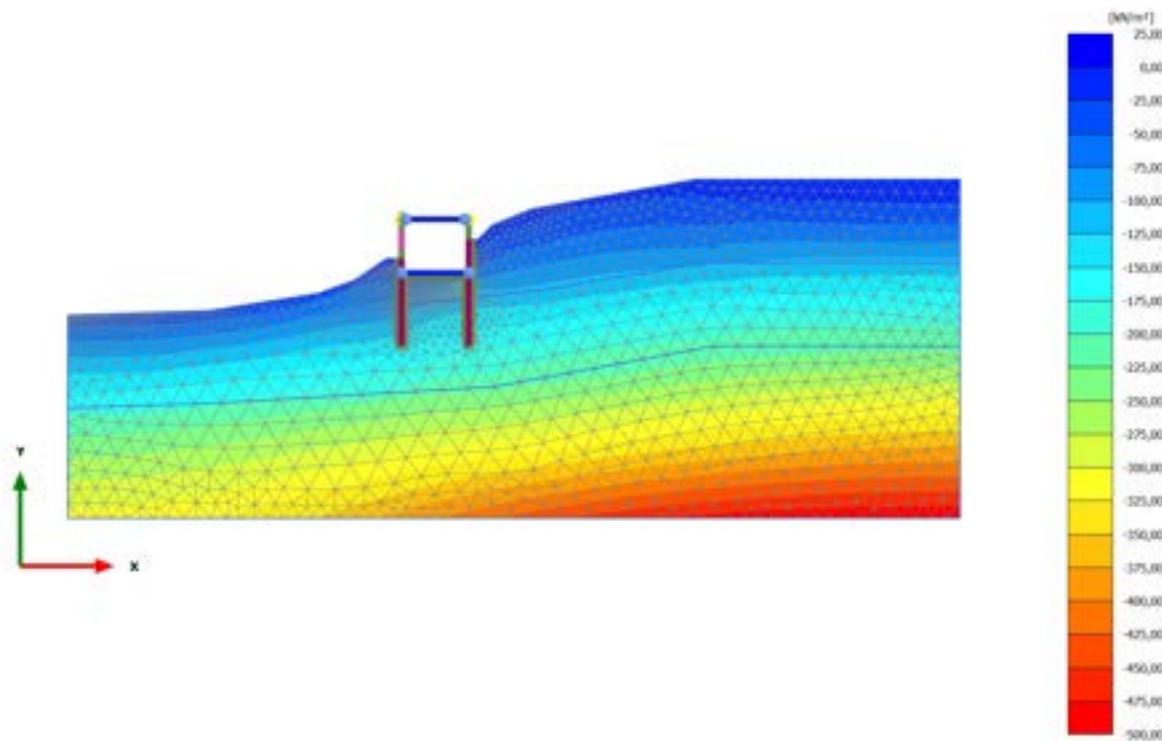


Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$  (scaled up 0,0100 times)

Maximum value = 3,319 kN/m<sup>2</sup> (Element 765 at Node 23576)

Minimum value = -495,5 kN/m<sup>2</sup> (Element 4103 at Node 28892)

2.2.1.1.9 Calculation results, 8\_REALIZZAZIONE SOLETTA INFERIORE [Phase\_8]  
(8/42), Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$

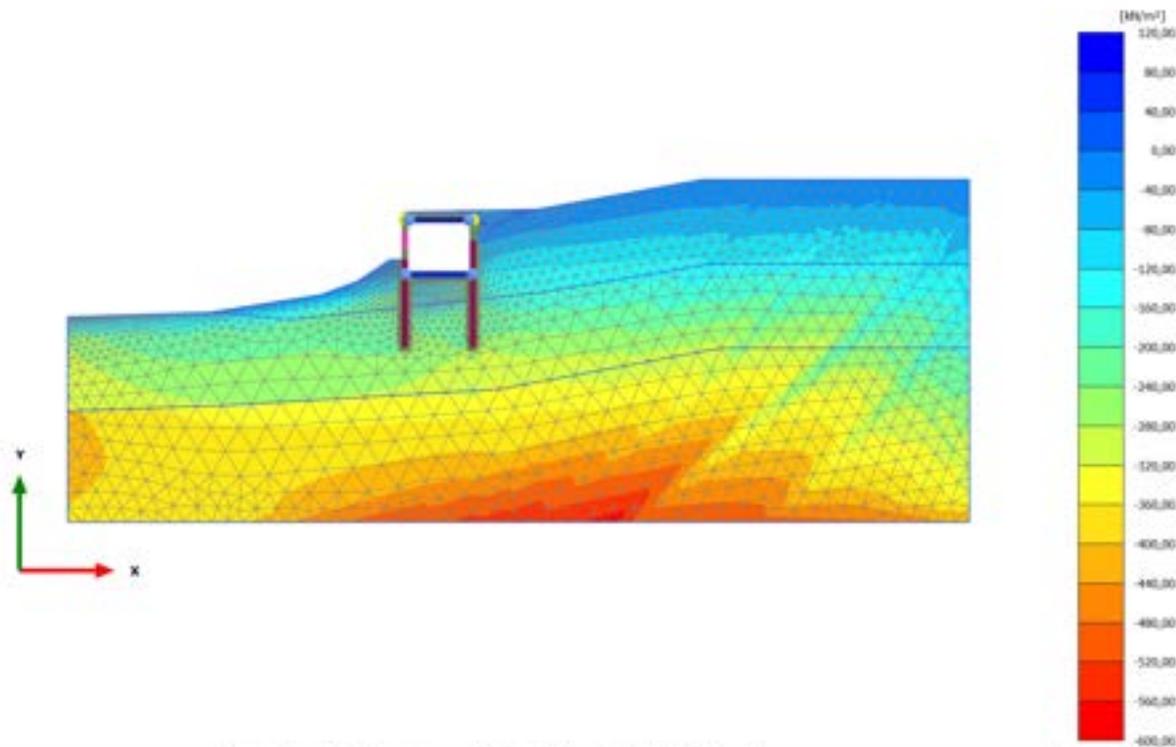


Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$  (scaled up 0,0100 times)

Maximum value = 3,438 kN/m<sup>2</sup> (Element 761 at Node 23570)

Minimum value = -495,5 kN/m<sup>2</sup> (Element 4103 at Node 28892)

### 2.2.1.1.10 Calculation results, 10\_SISMICA ++ [Phase\_10] (10/101), Cartesian effective stress $\sigma'_{xx}$

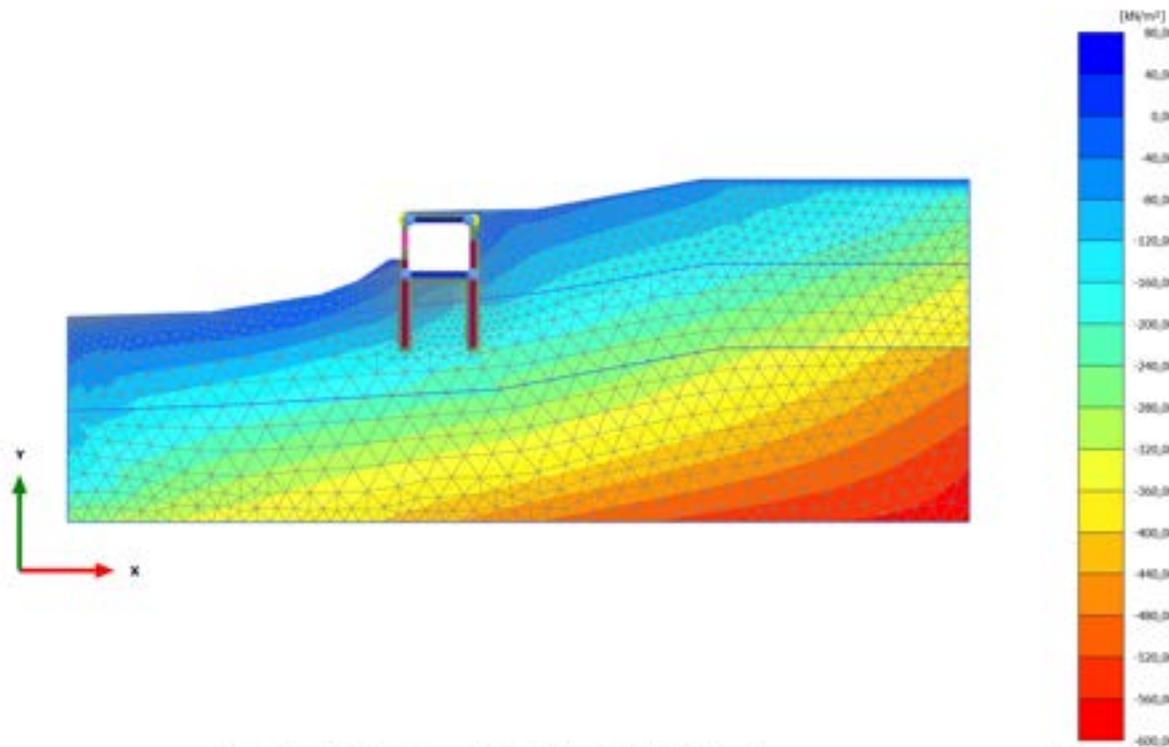


Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 95,15 kN/m<sup>2</sup> (Element 81 at Node 8094)

Minimum value = -578,2 kN/m<sup>2</sup> (Element 3950 at Node 25495)

### 2.2.1.1.11 Calculation results, 12\_SISMICA -+ [Phase\_12] (12/152), Cartesian effective stress $\sigma'_{xx}$

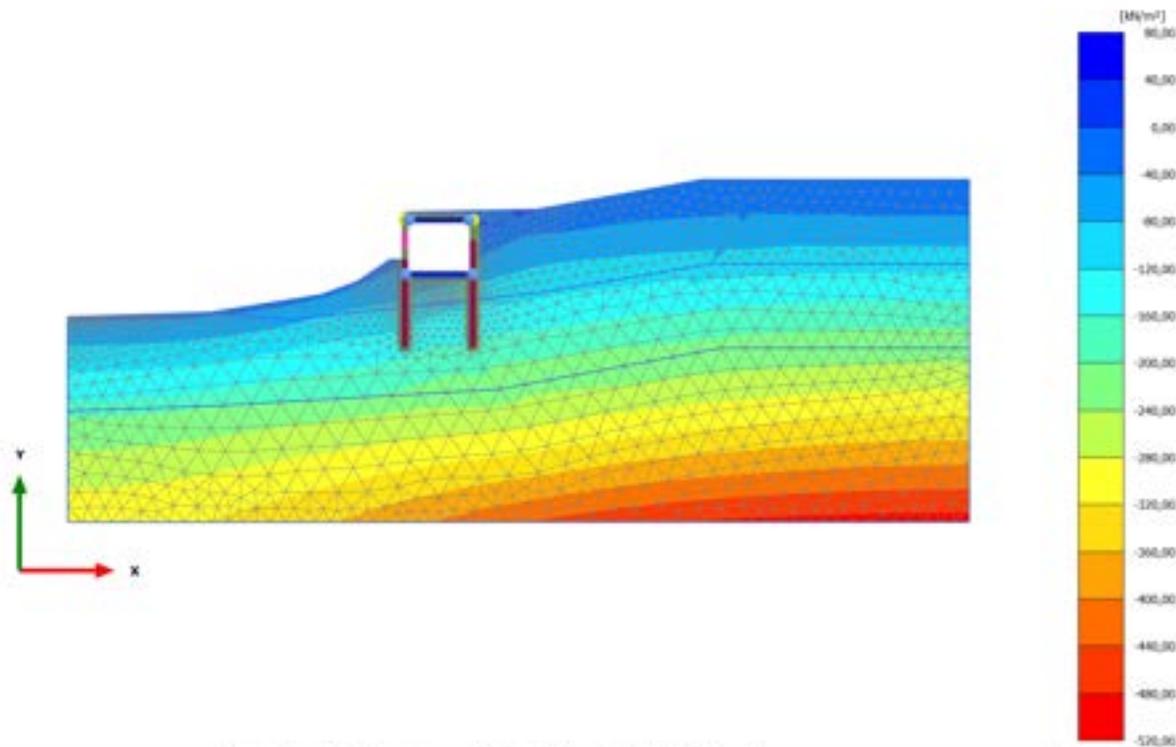


Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 70,29 kN/m<sup>2</sup> (Element 52 at Node 6246)

Minimum value = -581,1 kN/m<sup>2</sup> (Element 4103 at Node 28894)

### 2.2.1.1.12 Calculation results, 9\_RITOMBAMENTO [Phase\_9] (9/169), Cartesian effective stress $\sigma'_{xx}$

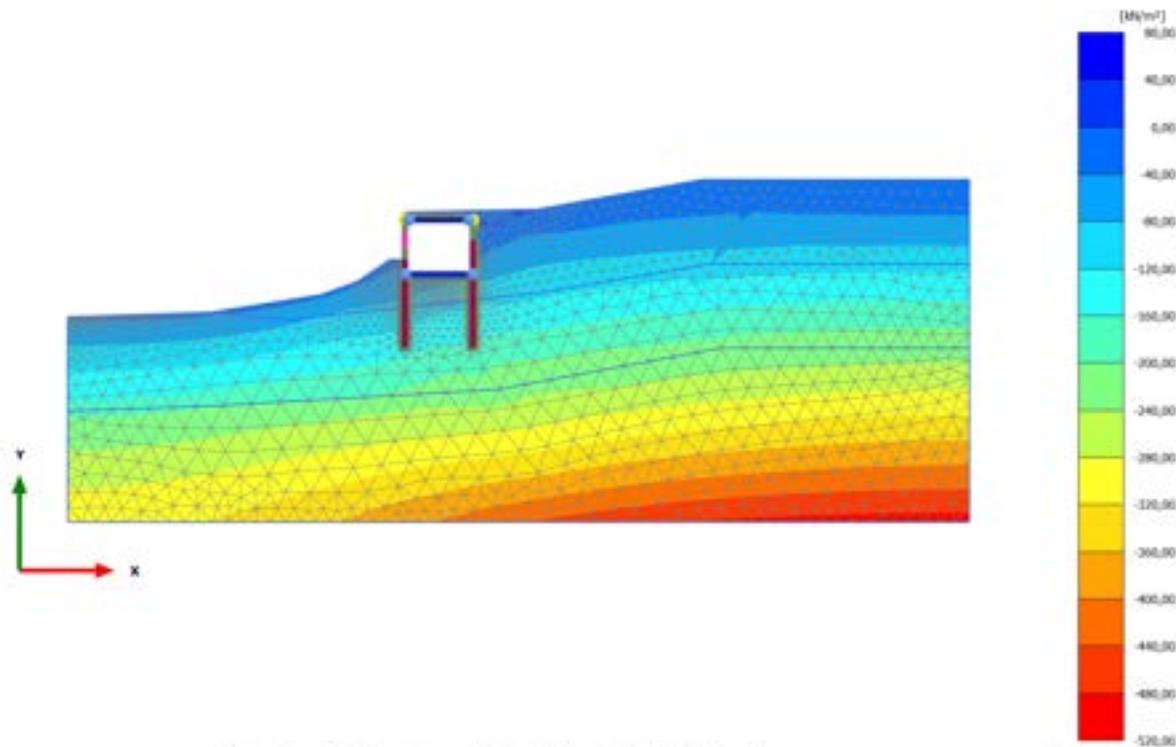


Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 69,71  $\text{kN/m}^2$  (Element 81 at Node 8094)

Minimum value = -495,5  $\text{kN/m}^2$  (Element 4103 at Node 28892)

### 2.2.1.1.13 Calculation results, 11\_ SISMICA +- [Phase\_11] (11/249), Cartesian effective stress $\sigma'_{xx}$

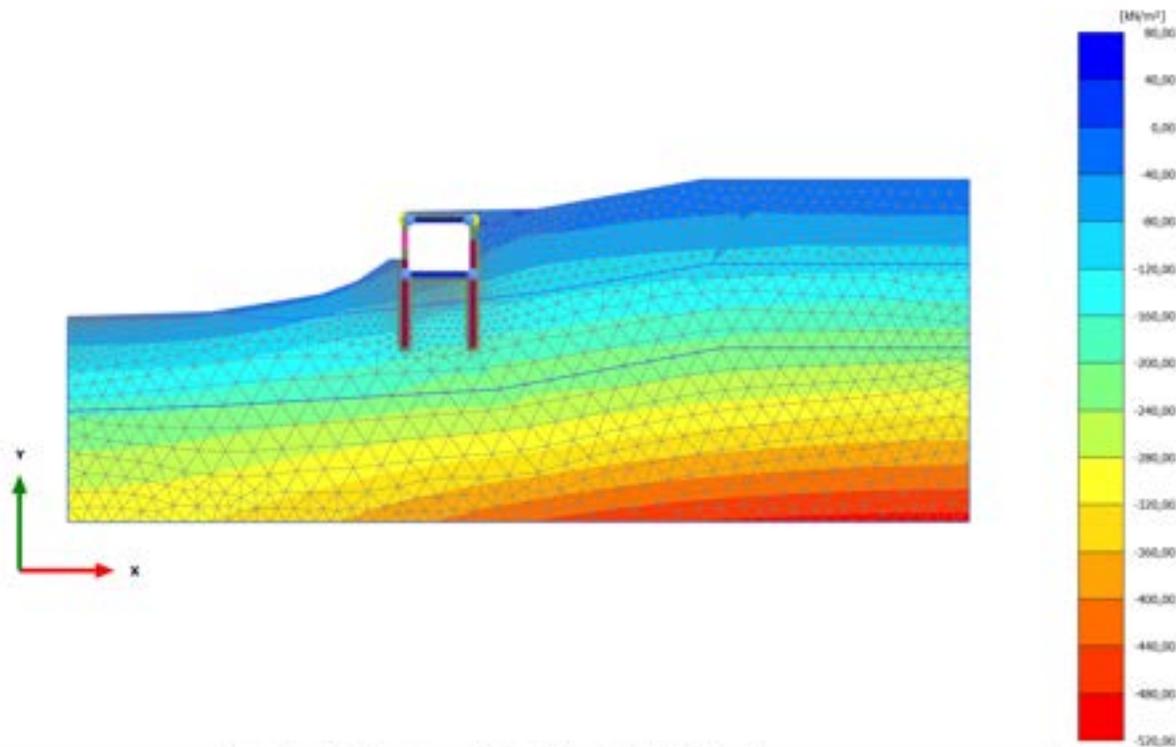


Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 70,72 kN/m<sup>2</sup> (Element 81 at Node 8094)

Minimum value = -495,5 kN/m<sup>2</sup> (Element 4103 at Node 28892)

### 2.2.1.1.14 Calculation results, 13\_SISMICA -- [Phase\_13] (13/329), Cartesian effective stress $\sigma'_{xx}$

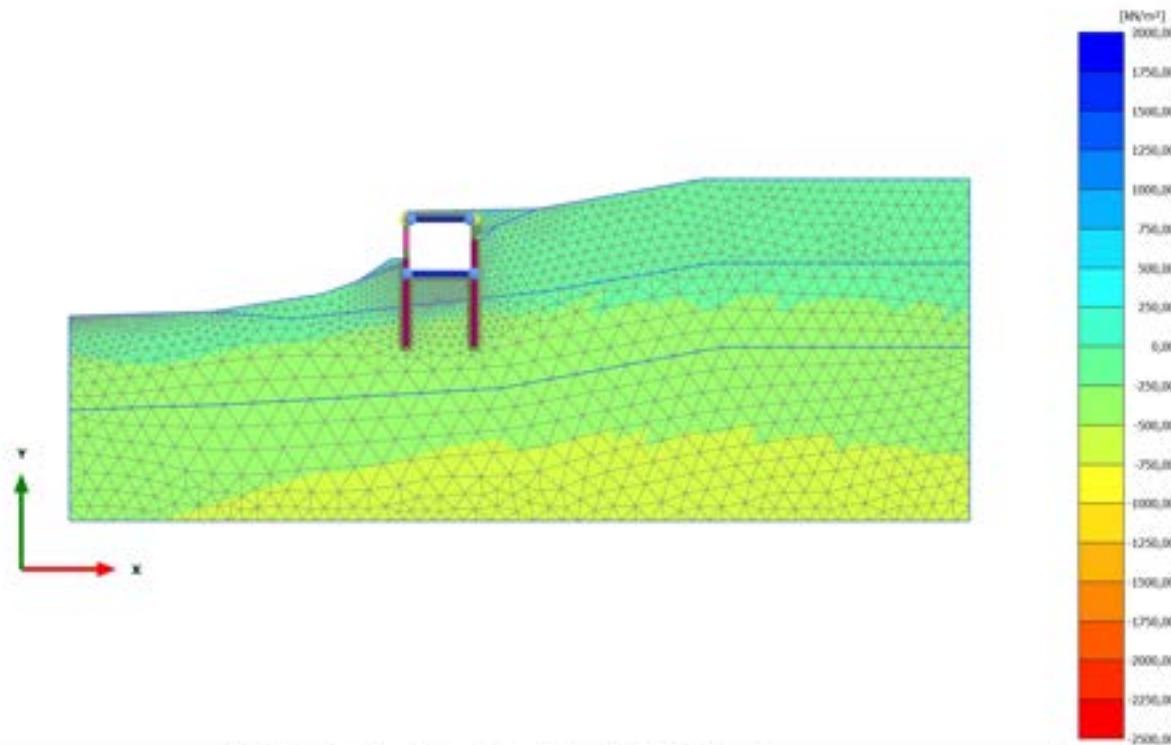


Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 70,72 kN/m<sup>2</sup> (Element 81 at Node 8094)

Minimum value = -495,5 kN/m<sup>2</sup> (Element 4103 at Node 28892)

### 2.2.1.1.15 Calculation results, 10.2\_AS\_SISMICA++ [Phase\_19] (19/429), Cartesian effective stress $\sigma'_{xx}$

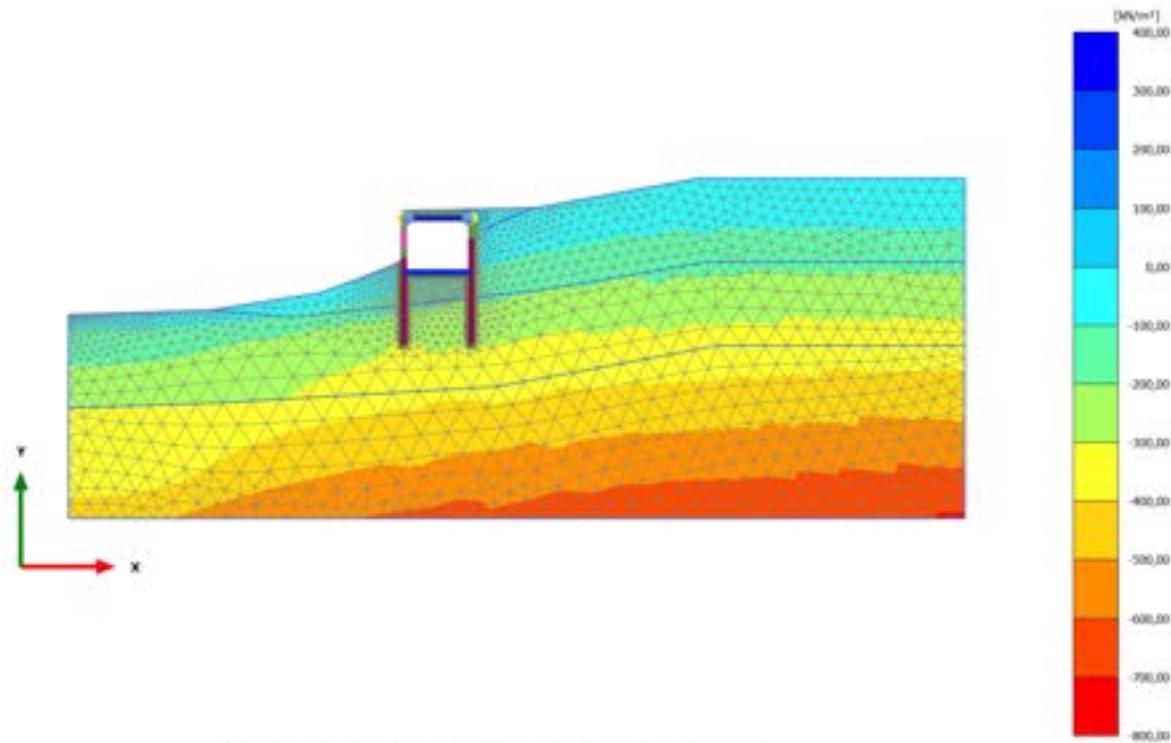


Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$  (scaled up  $1,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 1872  $\text{kN/m}^2$  (Element 187 at Node 14886)

Minimum value = -2481  $\text{kN/m}^2$  (Element 985 at Node 16364)

2.2.1.1.16 Calculation results, STABILITA'\_postintervento [Phase\_17] (26/535), Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$

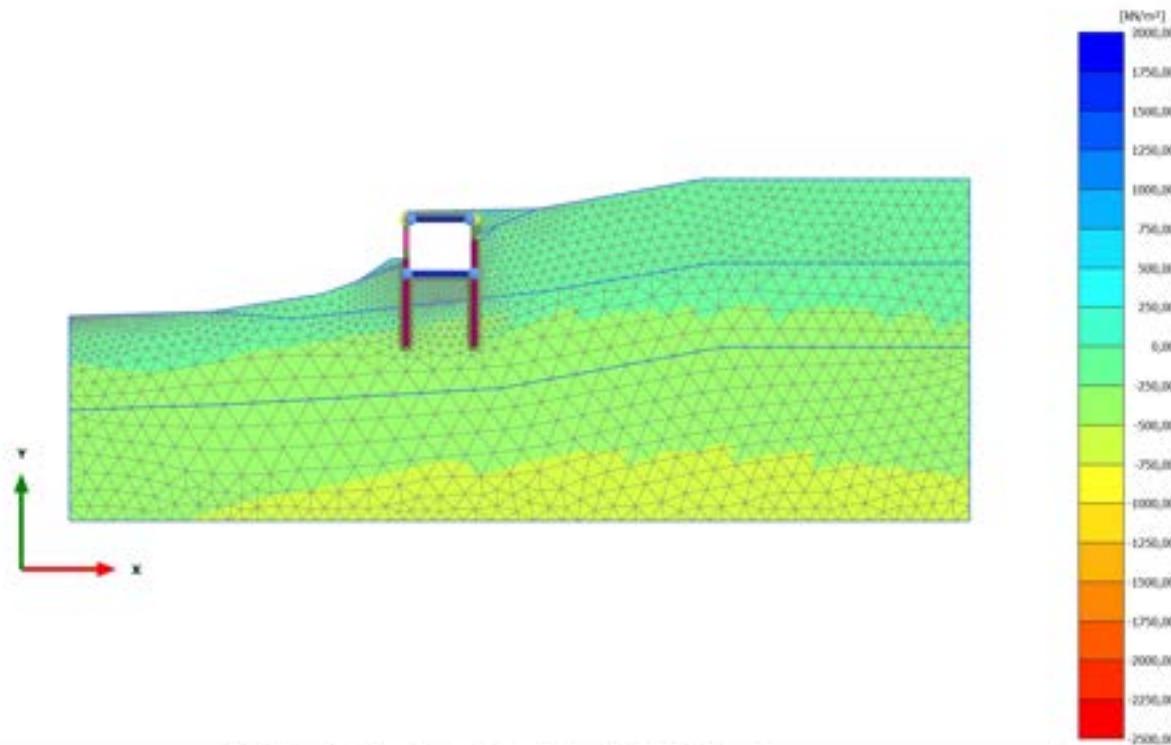


Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 365,3 kN/m<sup>2</sup> (Element 52 at Node 6252)

Minimum value = -716,2 kN/m<sup>2</sup> (Element 4088 at Node 28899)

### 2.2.1.1.17 Calculation results, 11.2\_AS SISMICA +- [Phase\_21] (21/698), Cartesian effective stress $\sigma'_{xx}$

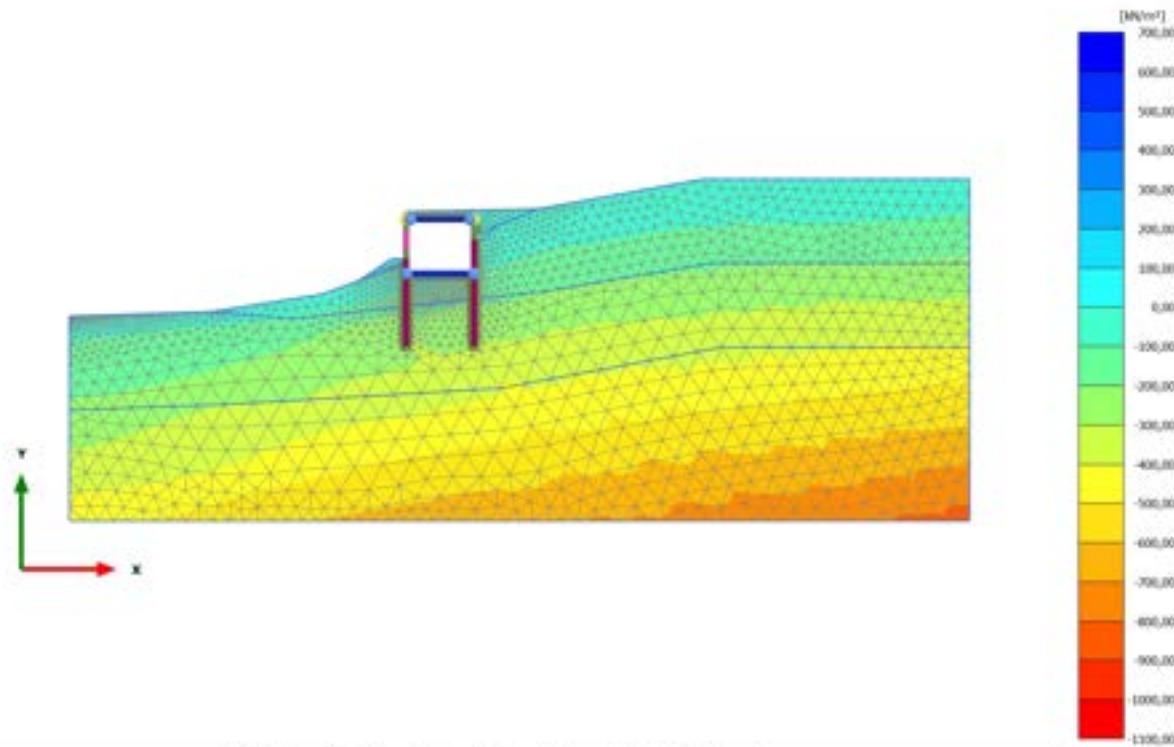


Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$  (scaled up  $1,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 1854 kN/m<sup>2</sup> (Element 187 at Node 14886)

Minimum value = -2405 kN/m<sup>2</sup> (Element 985 at Node 16364)

### 2.2.1.1.18 Calculation results, 12.2\_AS SISMICA -+ [Phase\_23] (23/804), Cartesian effective stress $\sigma'_{xx}$

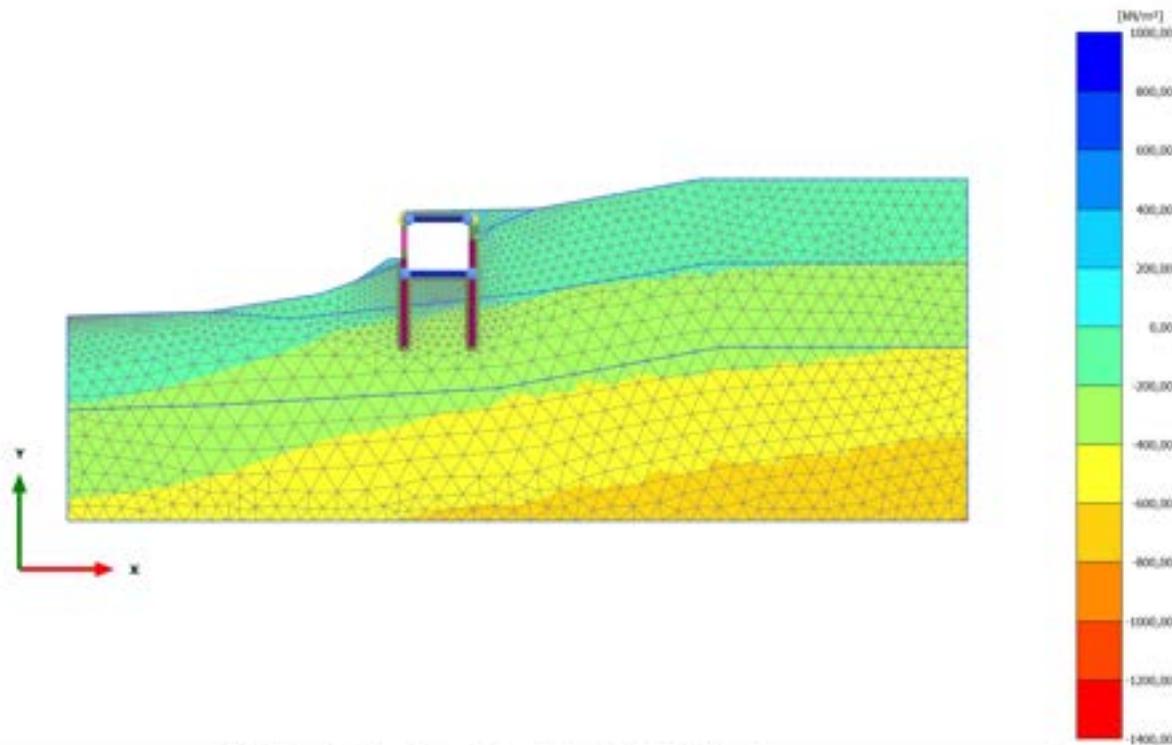


Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 619,8 kN/m<sup>2</sup> (Element 187 at Node 14886)

Minimum value = -1028 kN/m<sup>2</sup> (Element 985 at Node 16364)

### 2.2.1.1.19 Calculation results, 13.2\_AS SISMICA -- [Phase\_25] (25/911), Cartesian effective stress $\sigma'_{xx}$

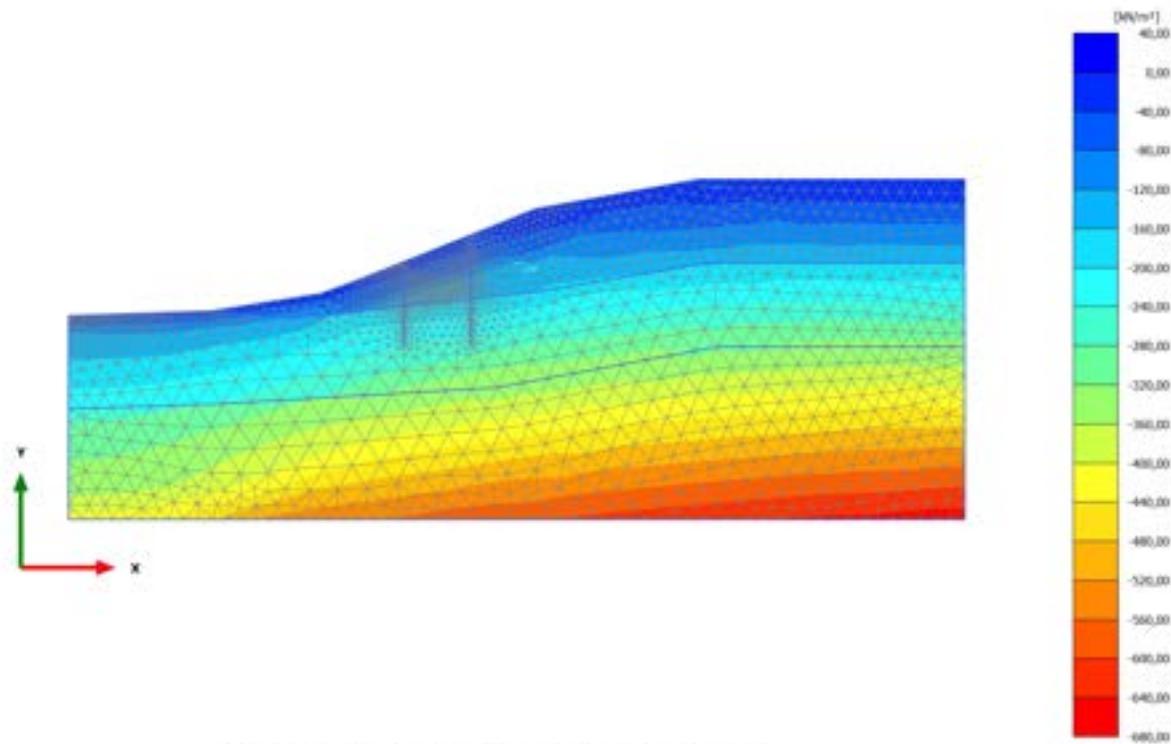


Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$  (scaled up  $2,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 863,4 kN/m<sup>2</sup> (Element 187 at Node 14886)

Minimum value = -1234 kN/m<sup>2</sup> (Element 985 at Node 16364)

2.2.1.1.20 Calculation results, STABILITA'- preintervento [Phase\_15] (15/1011), Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$

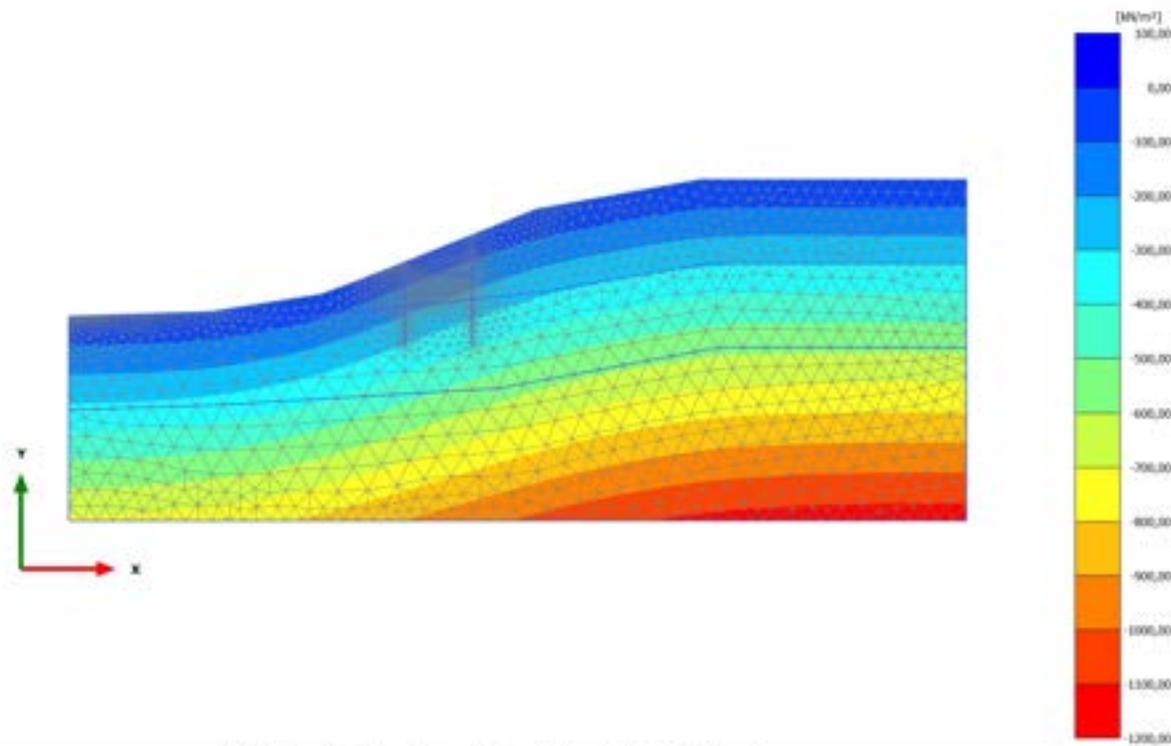


Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 4,278 kN/m<sup>2</sup> (Element 573 at Node 28115)

Minimum value = -660,2 kN/m<sup>2</sup> (Element 4103 at Node 28892)

### 2.2.1.2.1 Calculation results, 0\_CONDIZIONE GEOSTATICA [InitialPhase] (0/6), Cartesian effective stress $\sigma'_{yy}$

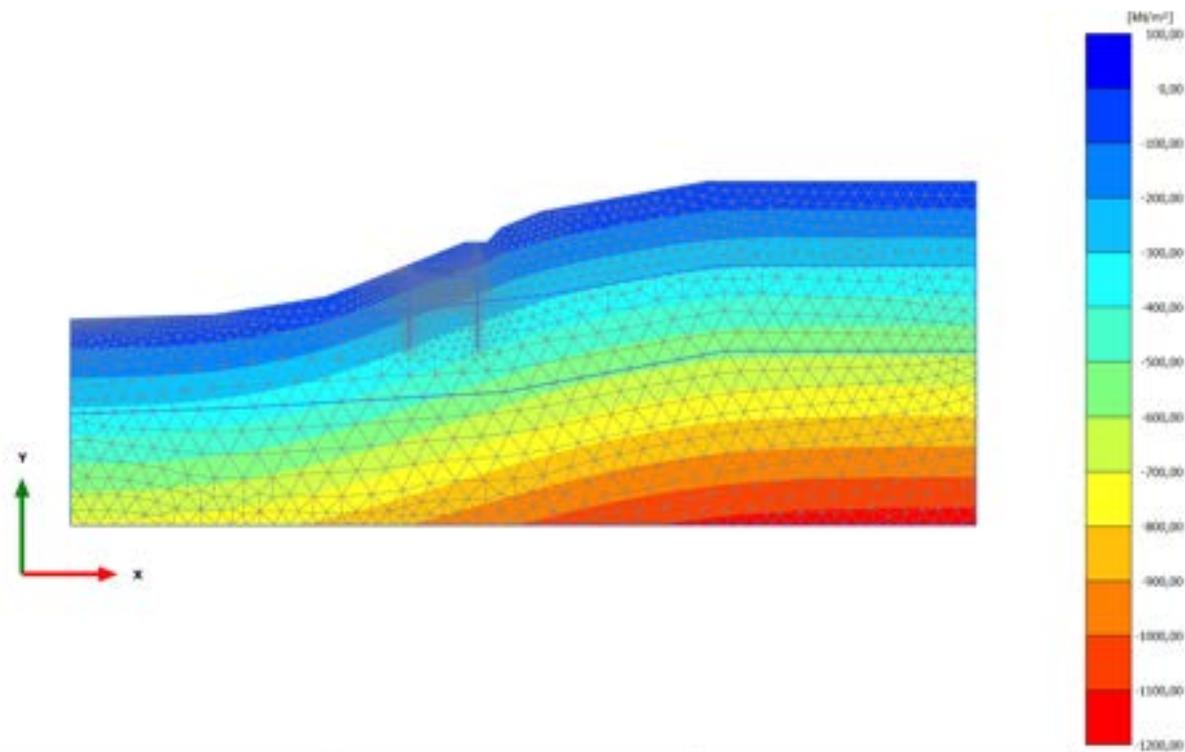


Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 0,3424 kN/m<sup>2</sup> (Element 202 at Node 34419)

Minimum value = -1157 kN/m<sup>2</sup> (Element 4103 at Node 28892)

## 2.2.1.2.2 Calculation results, 1\_PRESCAVO [Phase\_14] (14/16), Cartesian effective stress $\sigma'_{yy}$

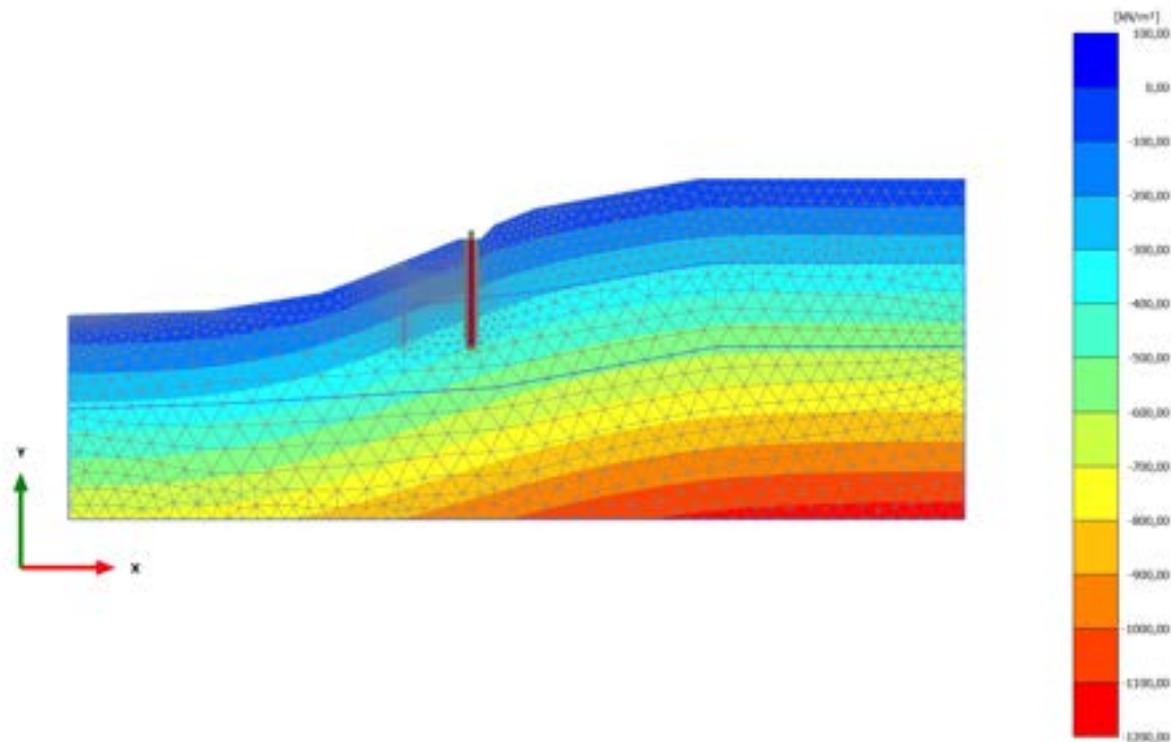


Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 0,8771 kN/m<sup>2</sup> (Element 921 at Node 16364)

Minimum value = -1157 kN/m<sup>2</sup> (Element 4103 at Node 28892)

### 2.2.1.2.3 Calculation results, 2\_REALIZZAZIONE PALO MONTE [Phase\_2] (2/18), Cartesian effective stress $\sigma'_{yy}$

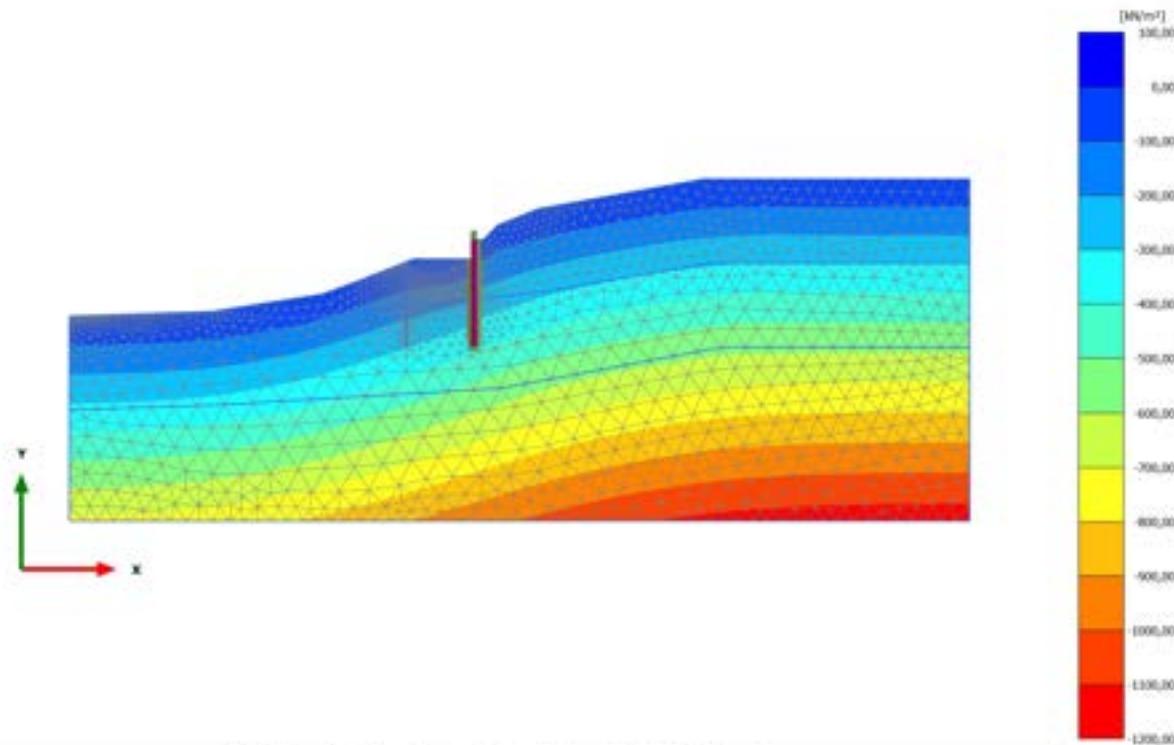


Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 0,3998 kN/m<sup>2</sup> (Element 818 at Node 20865)

Minimum value = -1157 kN/m<sup>2</sup> (Element 4103 at Node 28892)

### 2.2.1.2.4 Calculation results, 3\_PRIMA FASE DI SCAVO [Phase\_3] (3/24), Cartesian effective stress $\sigma'_{yy}$

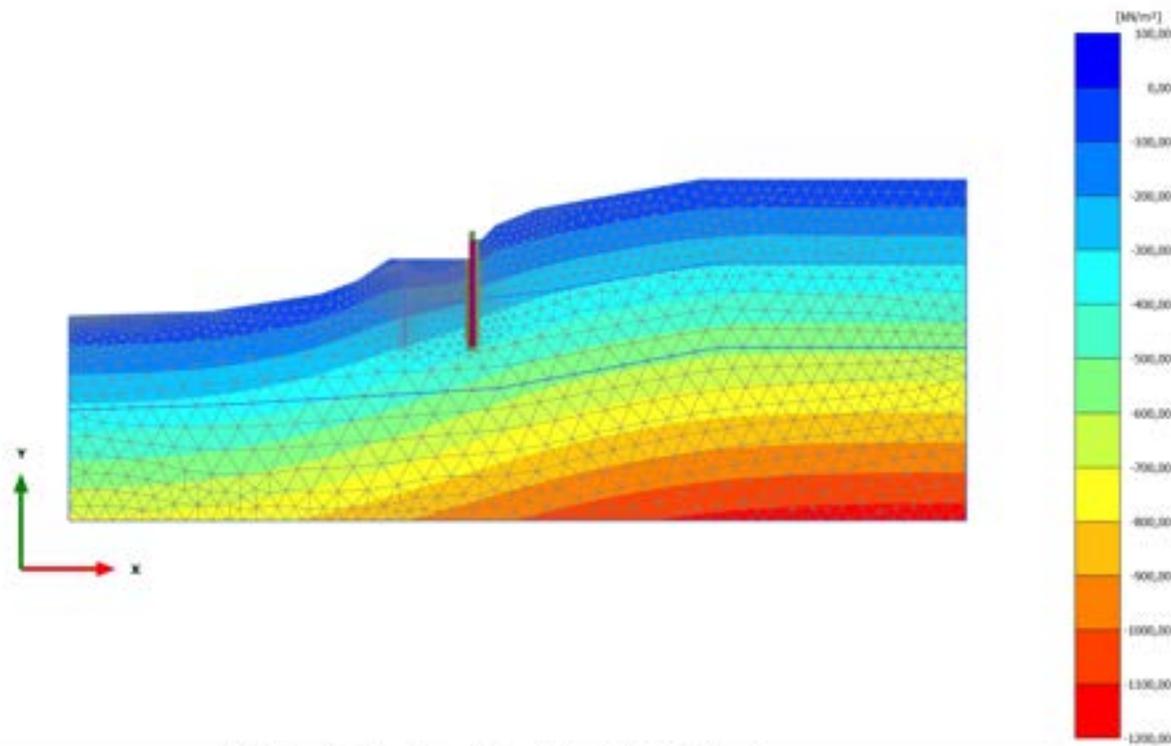


Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 1,493 kN/m<sup>2</sup> (Element 741 at Node 19749)

Minimum value = -1157 kN/m<sup>2</sup> (Element 4103 at Node 28892)

### 2.2.1.2.5 Calculation results, 4\_REALIZZAZIONE RILEVATO [Phase\_4] (4/26), Cartesian effective stress $\sigma'_{yy}$

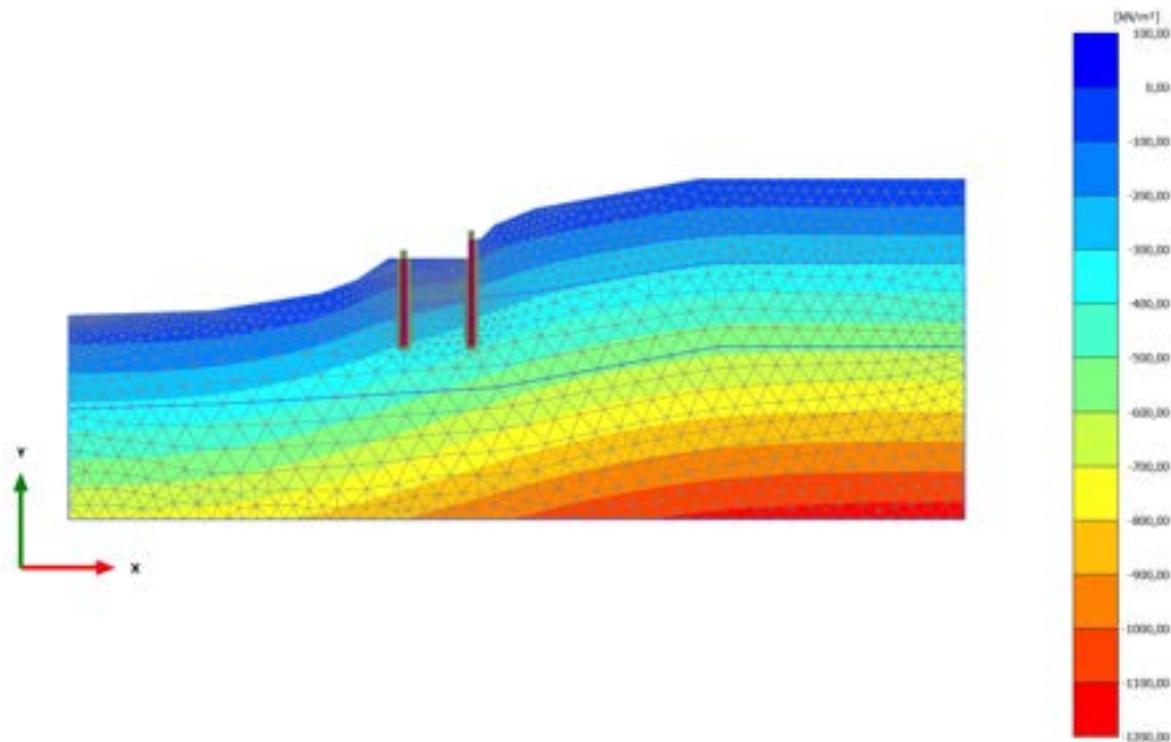


Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 1,485 kN/m<sup>2</sup> (Element 741 at Node 19749)

Minimum value = -1157 kN/m<sup>2</sup> (Element 4103 at Node 28892)

2.2.1.2.6 Calculation results, 5\_REALIZZAZIONE PALO DI VALLE [Phase\_5] (5/28), Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$

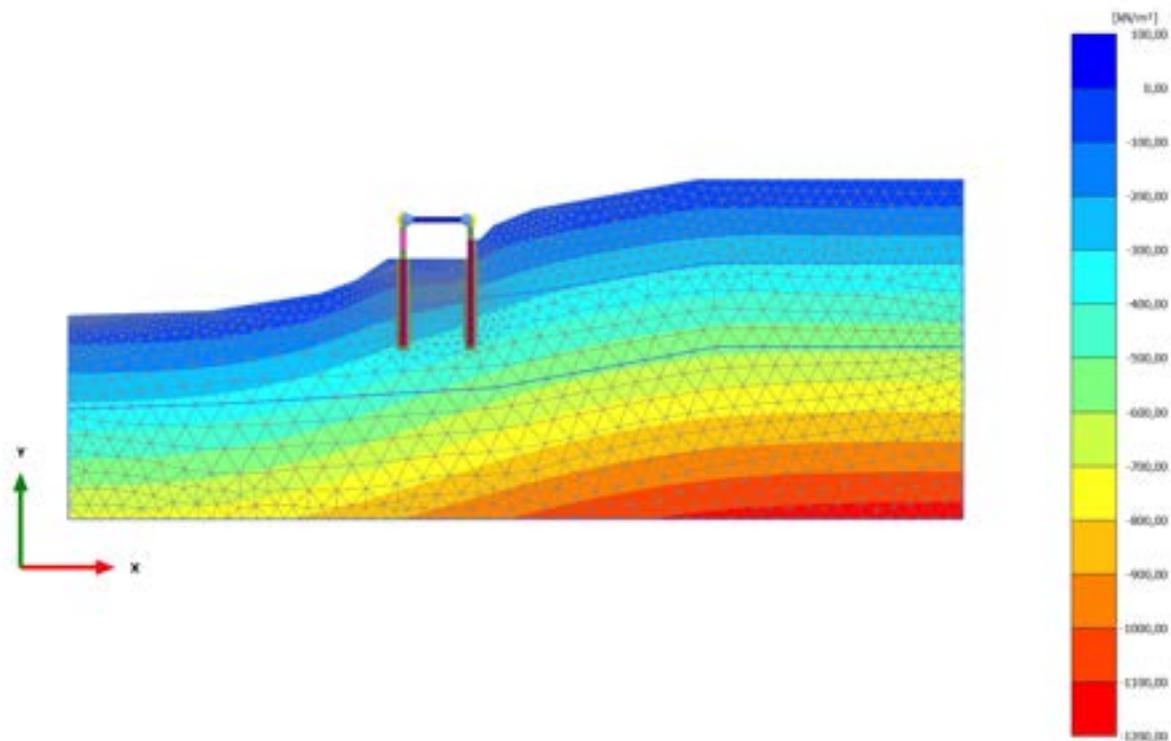


Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 1,464 kN/m<sup>2</sup> (Element 741 at Node 19749)

Minimum value = -1157 kN/m<sup>2</sup> (Element 4103 at Node 28892)

2.2.1.2.7 Calculation results, 6\_REALIZZAZIONE SOVRASTRUTTURA [Phase\_6] (6/31), Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$

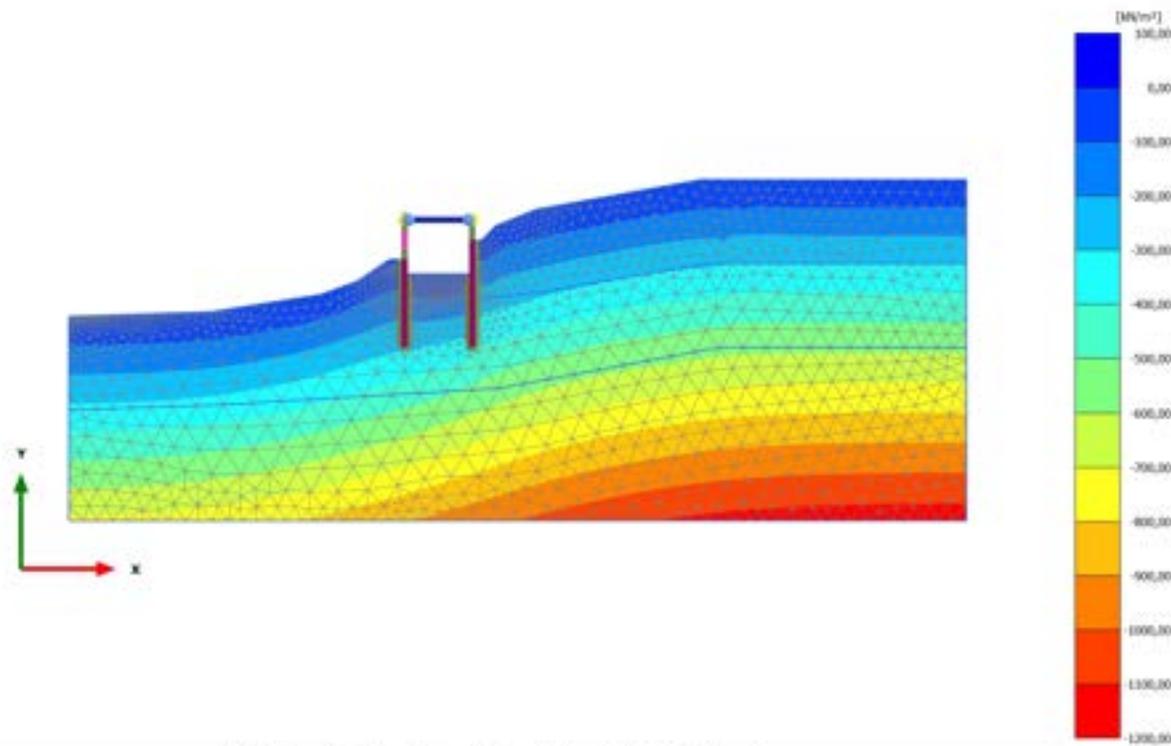


Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 1,475 kN/m<sup>2</sup> (Element 741 at Node 19749)

Minimum value = -1157 kN/m<sup>2</sup> (Element 4103 at Node 28892)

### 2.2.1.2.8 Calculation results, 7\_SECONDA FASE DI SCAVO [Phase\_7] (7/39), Cartesian effective stress $\sigma'_{yy}$

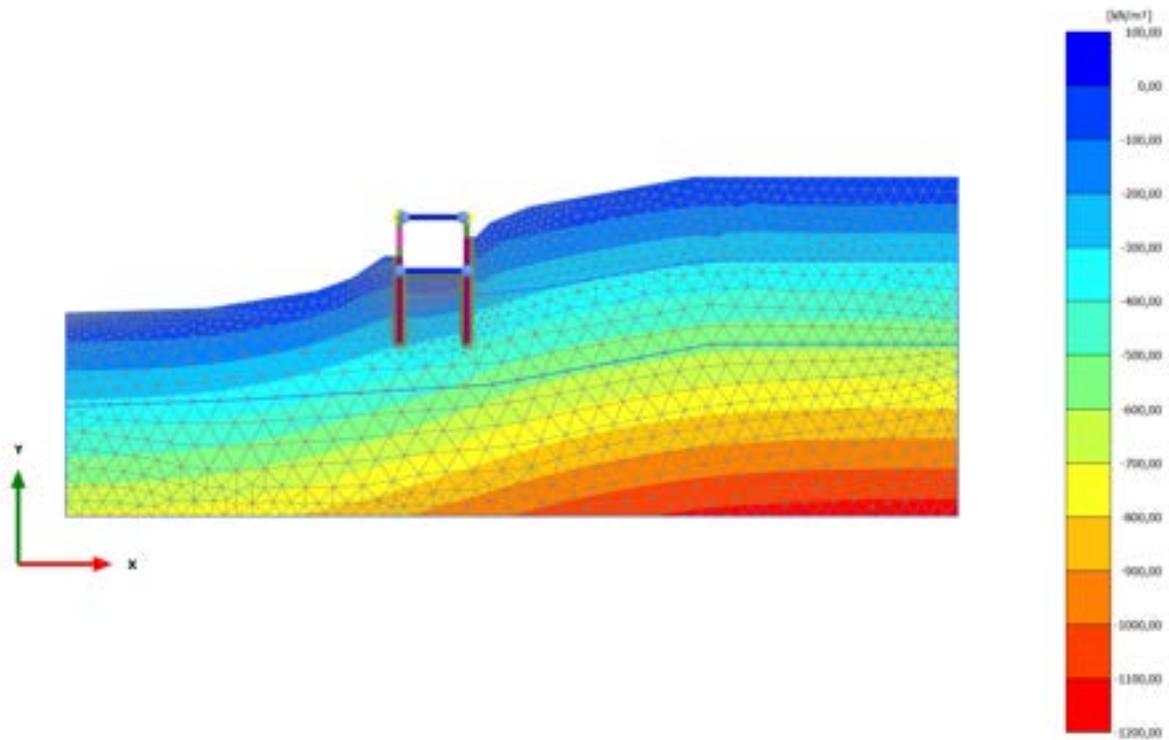


Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 1,569 kN/m<sup>2</sup> (Element 1282 at Node 15734)

Minimum value = -1156 kN/m<sup>2</sup> (Element 4103 at Node 28892)

2.2.1.2.9 Calculation results, 8\_REALIZZAZIONE SOLETTA INFERIORE [Phase\_8]  
(8/42), Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$

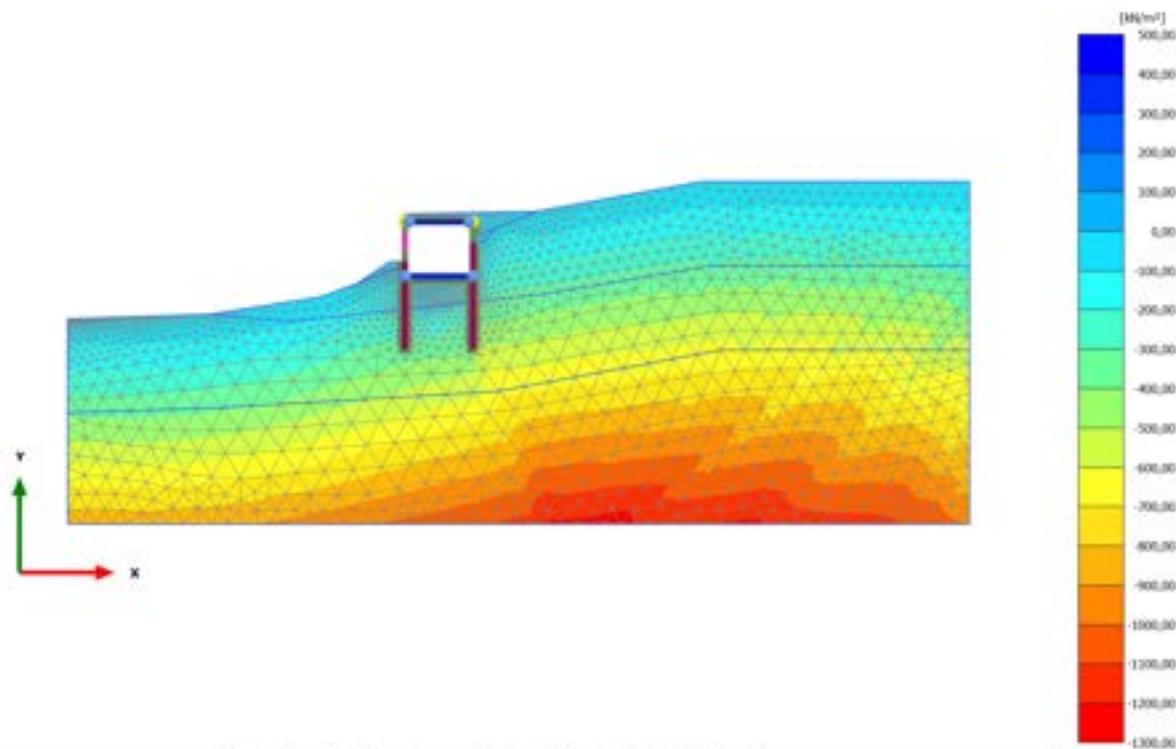


Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 1,218  $\text{kN/m}^2$  (Element 1282 at Node 15735)

Minimum value = -1156  $\text{kN/m}^2$  (Element 4103 at Node 28892)

### 2.2.1.2.10 Calculation results, 10\_SISMICA ++ [Phase\_10] (10/101), Cartesian effective stress $\sigma'_{yy}$

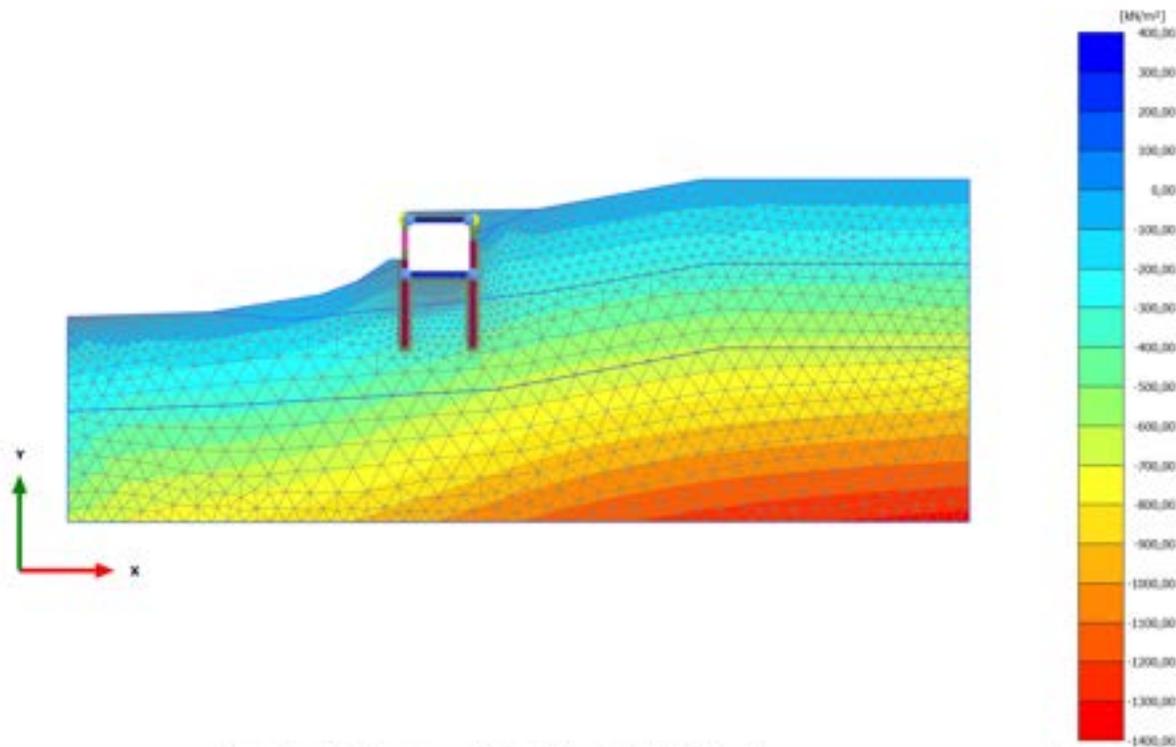


Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 458,9 kN/m<sup>2</sup> (Element 132 at Node 8086)

Minimum value = -1247 kN/m<sup>2</sup> (Element 4036 at Node 25499)

### 2.2.1.2.11 Calculation results, 12\_SISMICA -+ [Phase\_12] (12/152), Cartesian effective stress $\sigma'_{yy}$

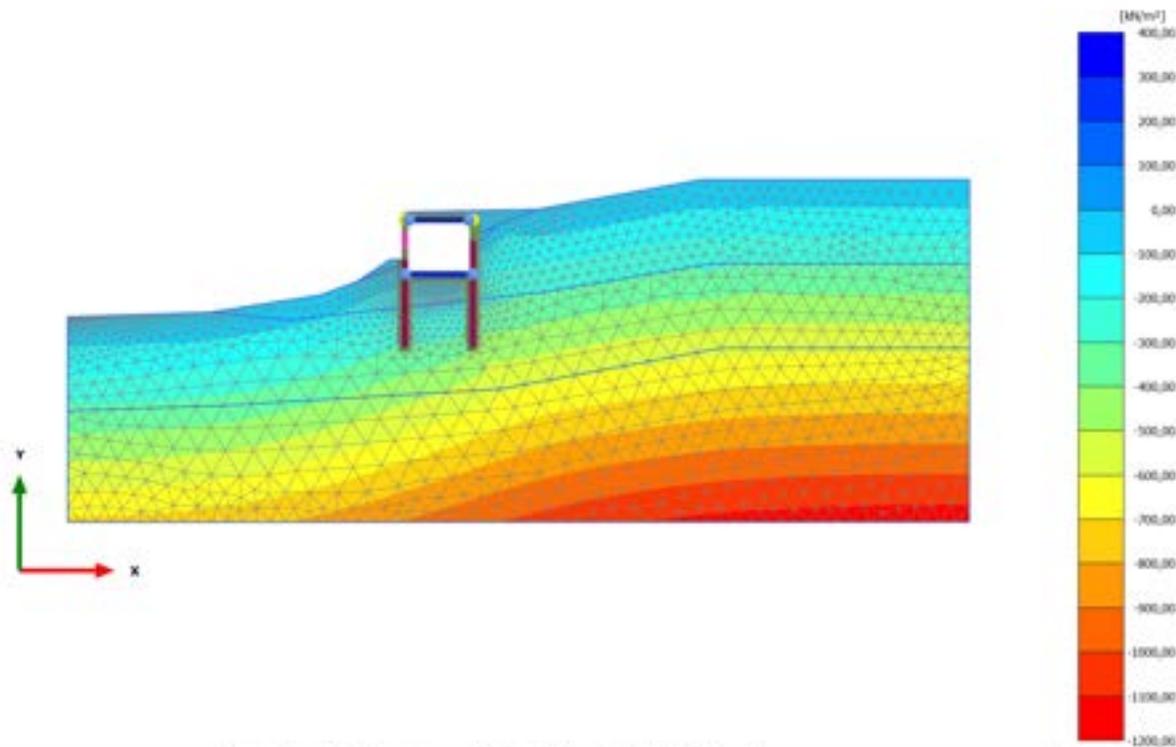


Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 356,0 kN/m<sup>2</sup> (Element 132 at Node 8086)

Minimum value = -1349 kN/m<sup>2</sup> (Element 4103 at Node 28892)

### 2.2.1.2.12 Calculation results, 9\_RITOMBAMENTO [Phase\_9] (9/169), Cartesian effective stress $\sigma'_{yy}$

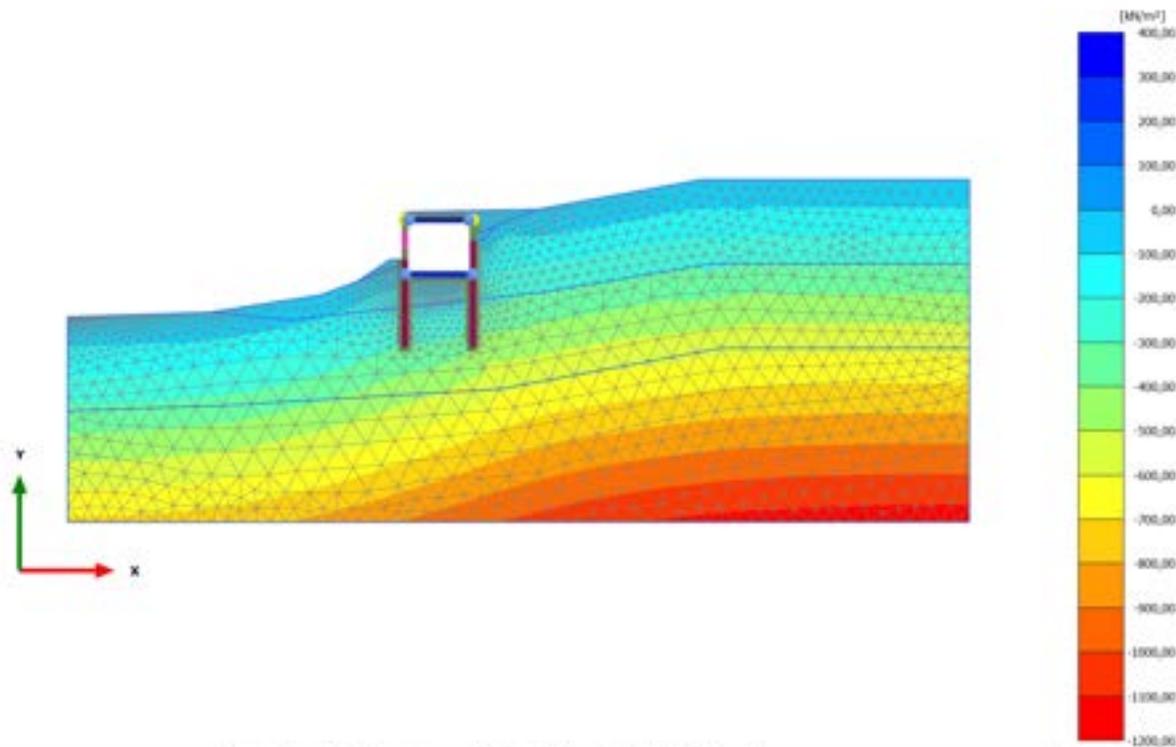


Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 360,3 kN/m<sup>2</sup> (Element 132 at Node 8086)

Minimum value = -1156 kN/m<sup>2</sup> (Element 4103 at Node 28892)

### 2.2.1.2.13 Calculation results, 11\_ SISMICA +- [Phase\_11] (11/249), Cartesian effective stress $\sigma'_{yy}$

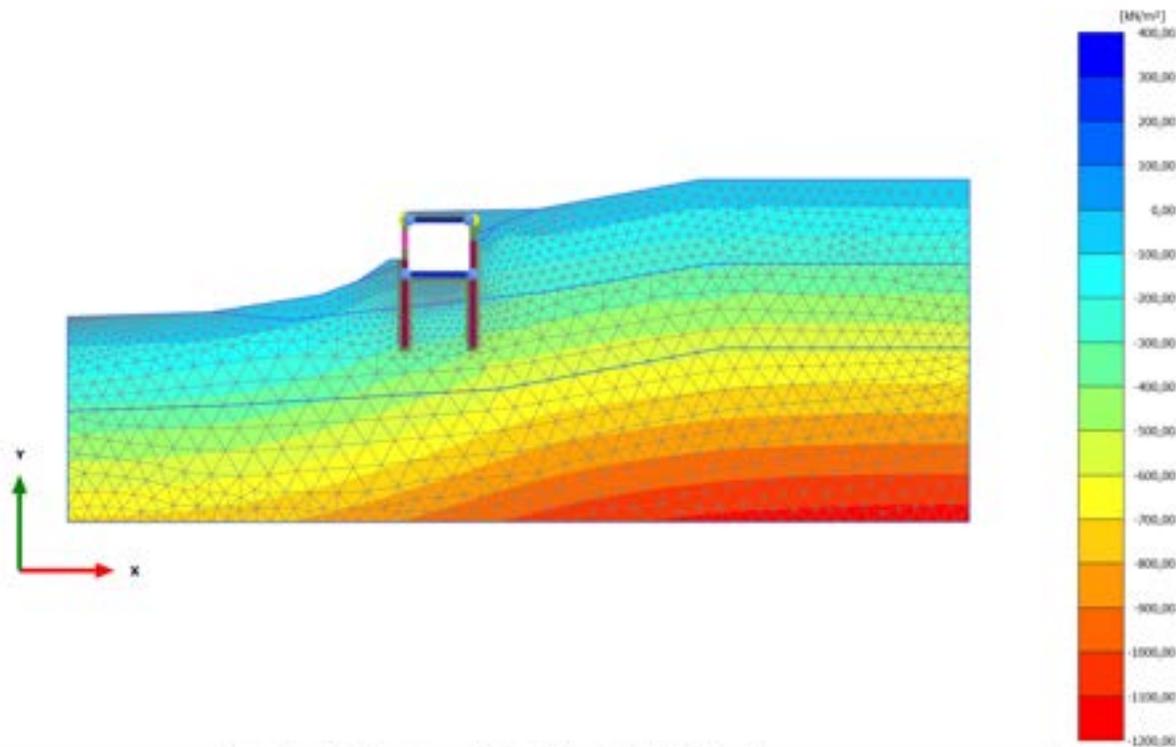


Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 362,8 kN/m<sup>2</sup> (Element 132 at Node 8086)

Minimum value = -1156 kN/m<sup>2</sup> (Element 4103 at Node 28892)

### 2.2.1.2.14 Calculation results, 13\_SISMICA -- [Phase\_13] (13/329), Cartesian effective stress $\sigma'_{yy}$

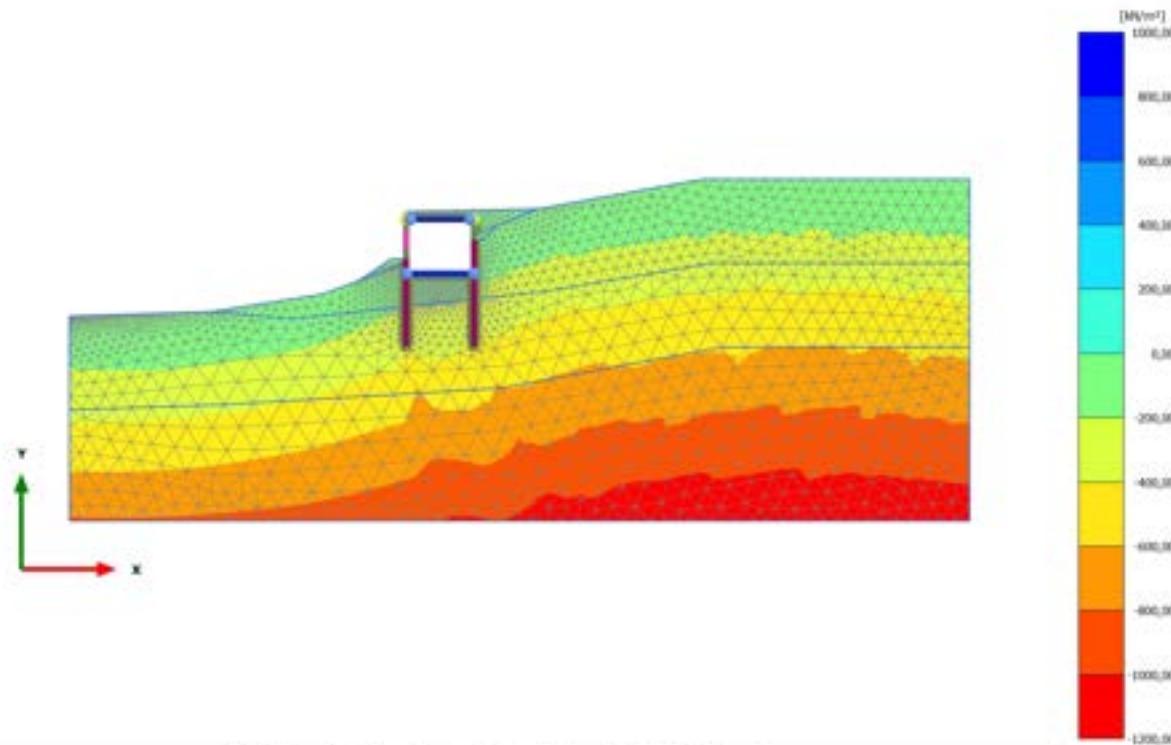


Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 362,8 kN/m<sup>2</sup> (Element 132 at Node 8086)

Minimum value = -1156 kN/m<sup>2</sup> (Element 4103 at Node 28892)

### 2.2.1.2.15 Calculation results, 10.2\_AS\_SISMICA++ [Phase\_19] (19/429), Cartesian effective stress $\sigma'_{yy}$

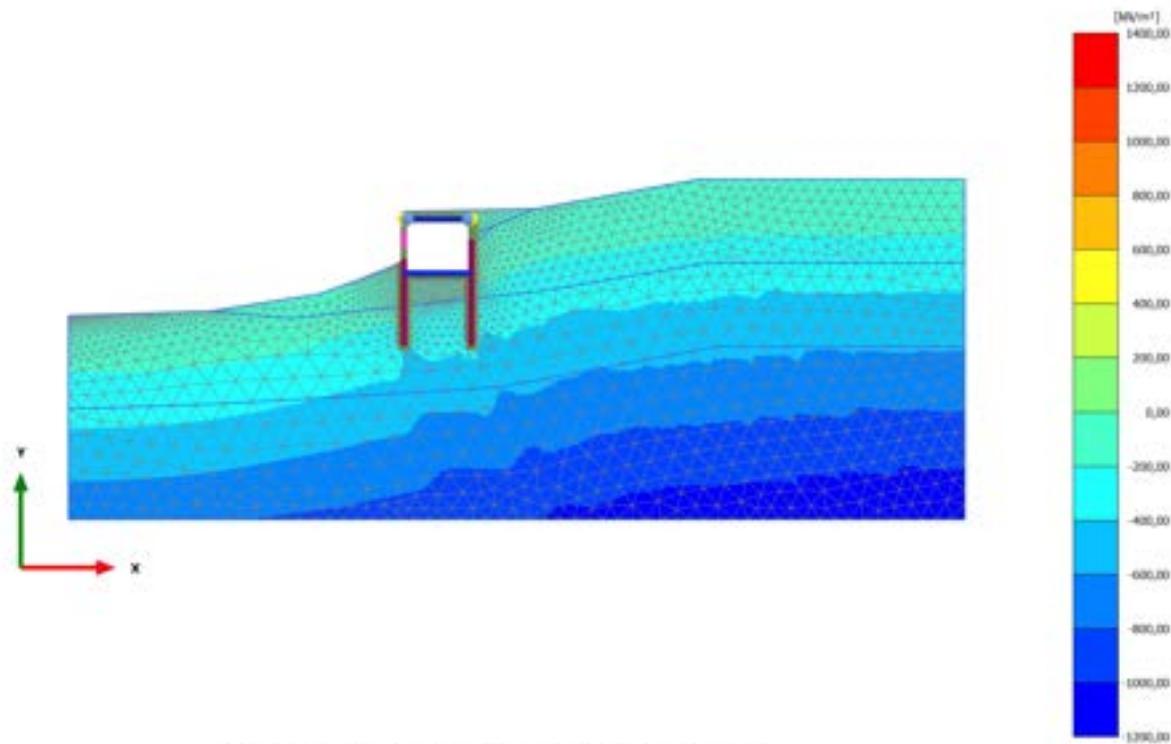


Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up  $2,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 876,0 kN/m<sup>2</sup> (Element 187 at Node 14886)

Minimum value = -1159 kN/m<sup>2</sup> (Element 4058 at Node 27863)

2.2.1.2.16 Calculation results, STABILITA'\_postintervento [Phase\_17] (26/535), Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$

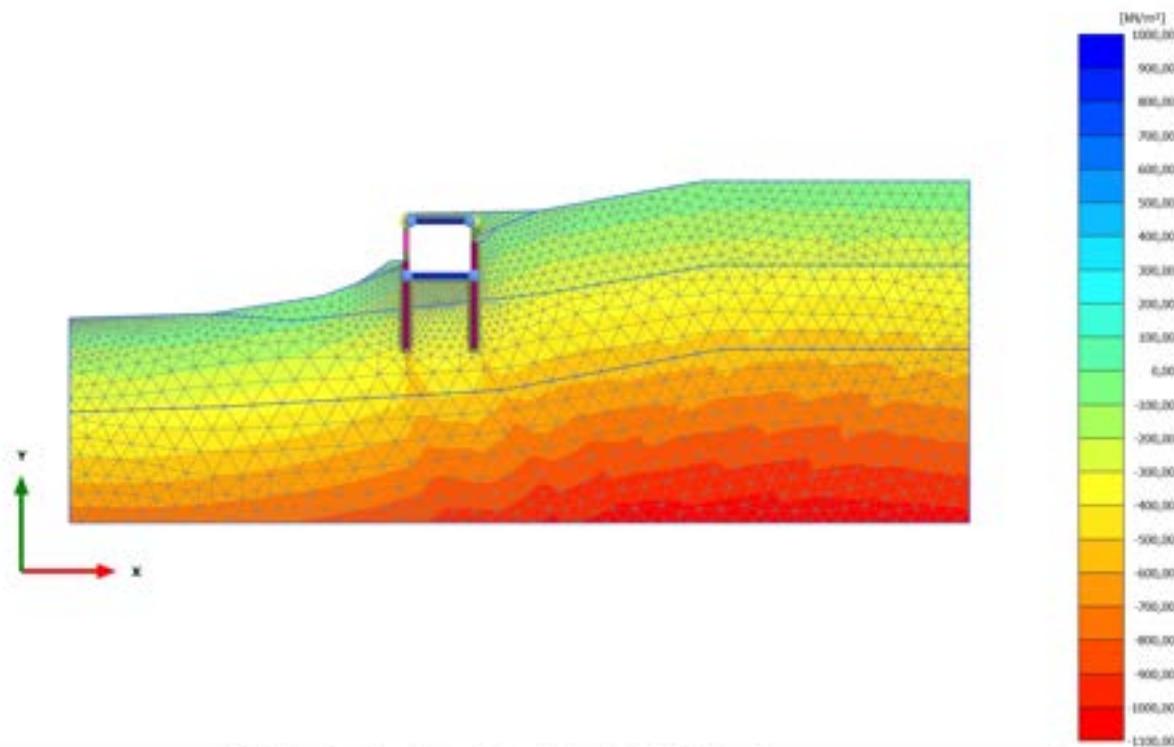


Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up  $2,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 1248 kN/m<sup>2</sup> (Element 132 at Node 8086)

Minimum value = -1182 kN/m<sup>2</sup> (Element 4088 at Node 28899)

### 2.2.1.2.17 Calculation results, 11.2\_AS SISMICA +- [Phase\_21] (21/698), Cartesian effective stress $\sigma'_{yy}$

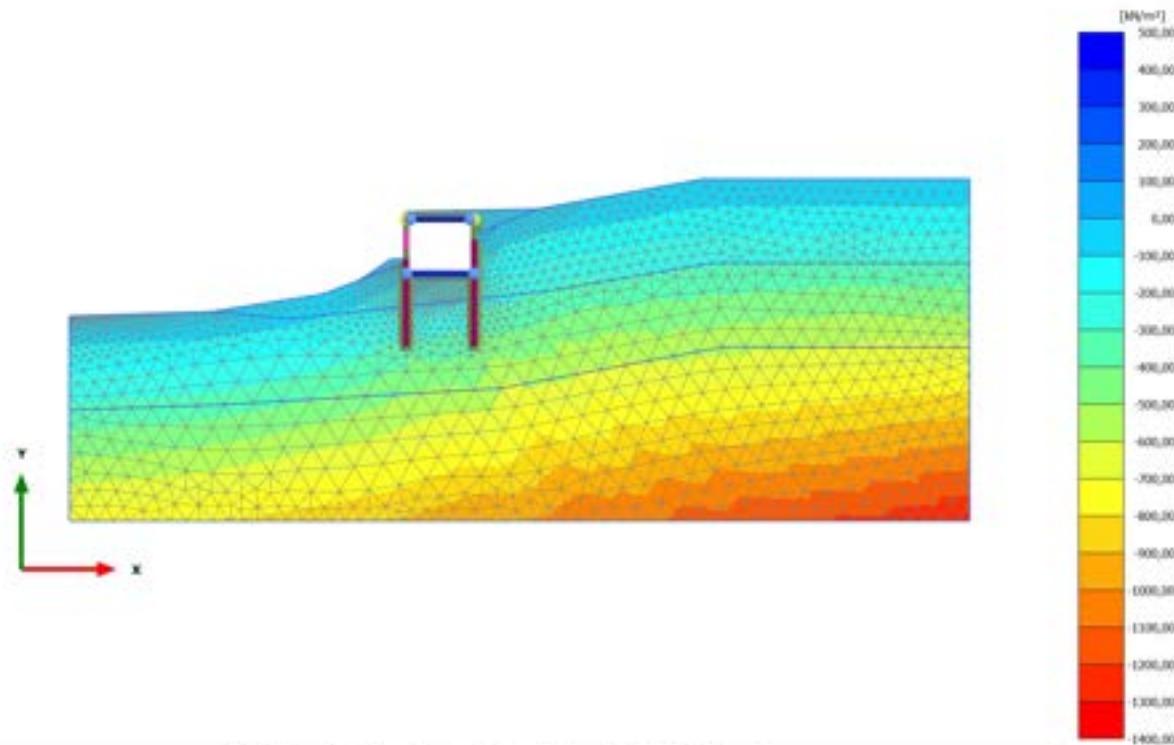


Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up  $2,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 901,5 kN/m<sup>2</sup> (Element 187 at Node 14886)

Minimum value = -1086 kN/m<sup>2</sup> (Element 3983 at Node 27859)

### 2.2.1.2.18 Calculation results, 12.2\_AS SISMICA -+ [Phase\_23] (23/804), Cartesian effective stress $\sigma'_{yy}$

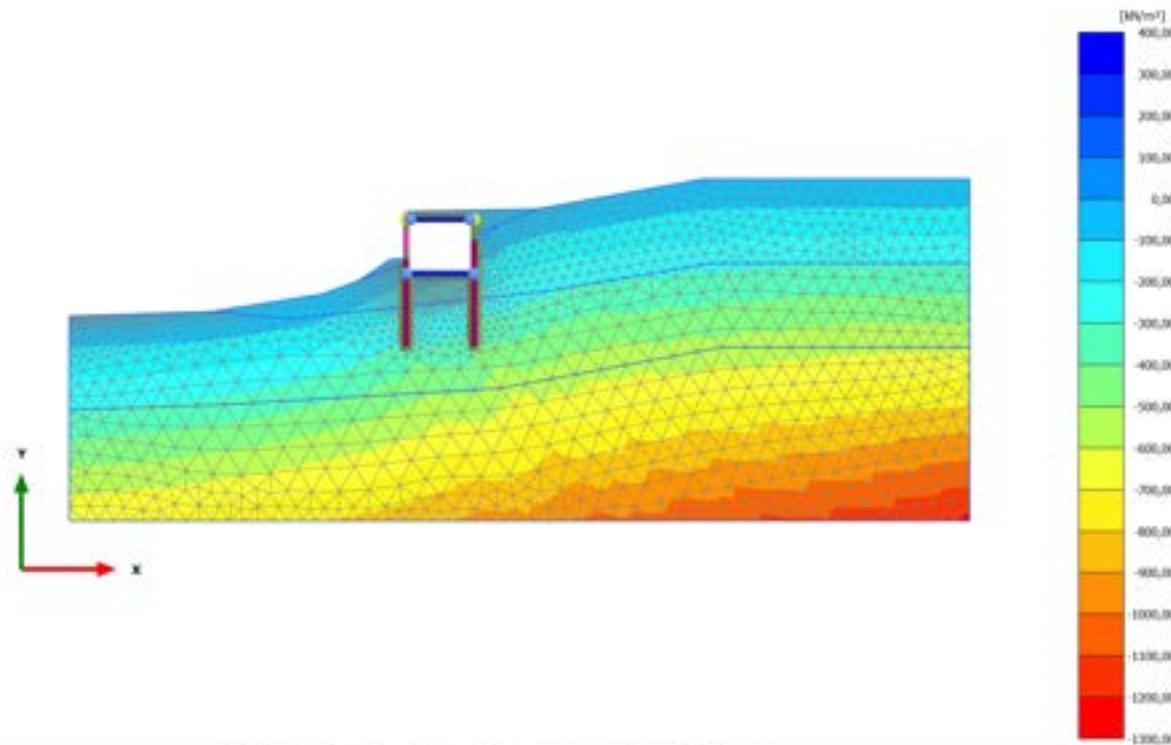


Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up  $2,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 422,3 kN/m<sup>2</sup> (Element 132 at Node 8086)

Minimum value = -1311 kN/m<sup>2</sup> (Element 4103 at Node 28892)

### 2.2.1.2.19 Calculation results, 13.2\_AS SISMICA -- [Phase\_25] (25/911), Cartesian effective stress $\sigma'_{yy}$

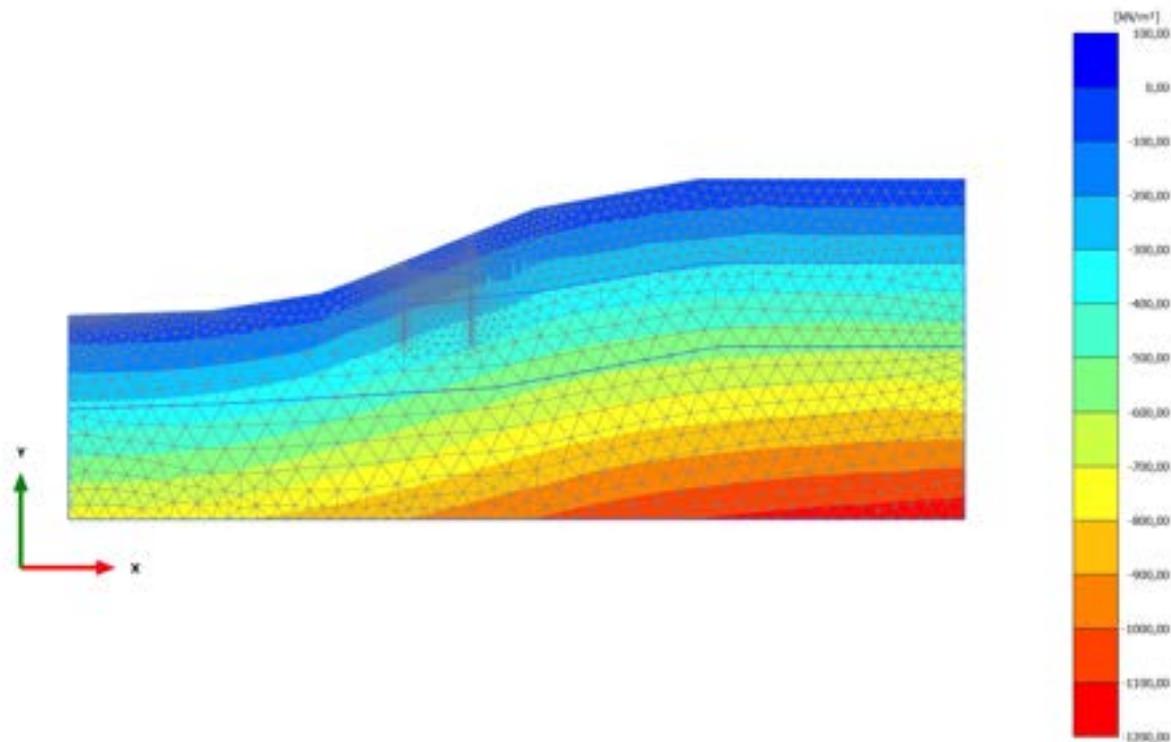


Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 372,0 kN/m<sup>2</sup> (Element 132 at Node 8086)

Minimum value = -1221 kN/m<sup>2</sup> (Element 4103 at Node 28892)

2.2.1.2.20 Calculation results, STABILITA'- preintervento [Phase\_15] (15/1011),  
Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$

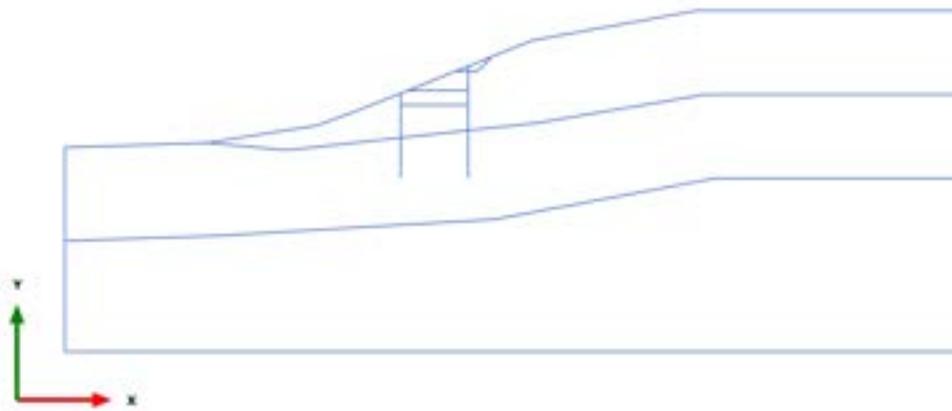


Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 1,719 kN/m<sup>2</sup> (Element 855 at Node 20956)

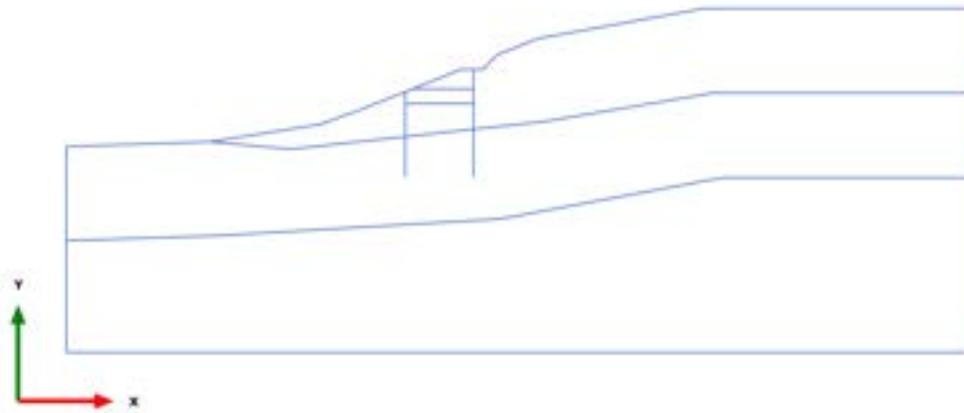
Minimum value = -1168 kN/m<sup>2</sup> (Element 4103 at Node 28892)

3.1.1.1.1 Calculation results, Plate, 0\_CONDIZIONE GEOSTATICA [InitialPhase] (0/6),  
Total displacements  $|u|$



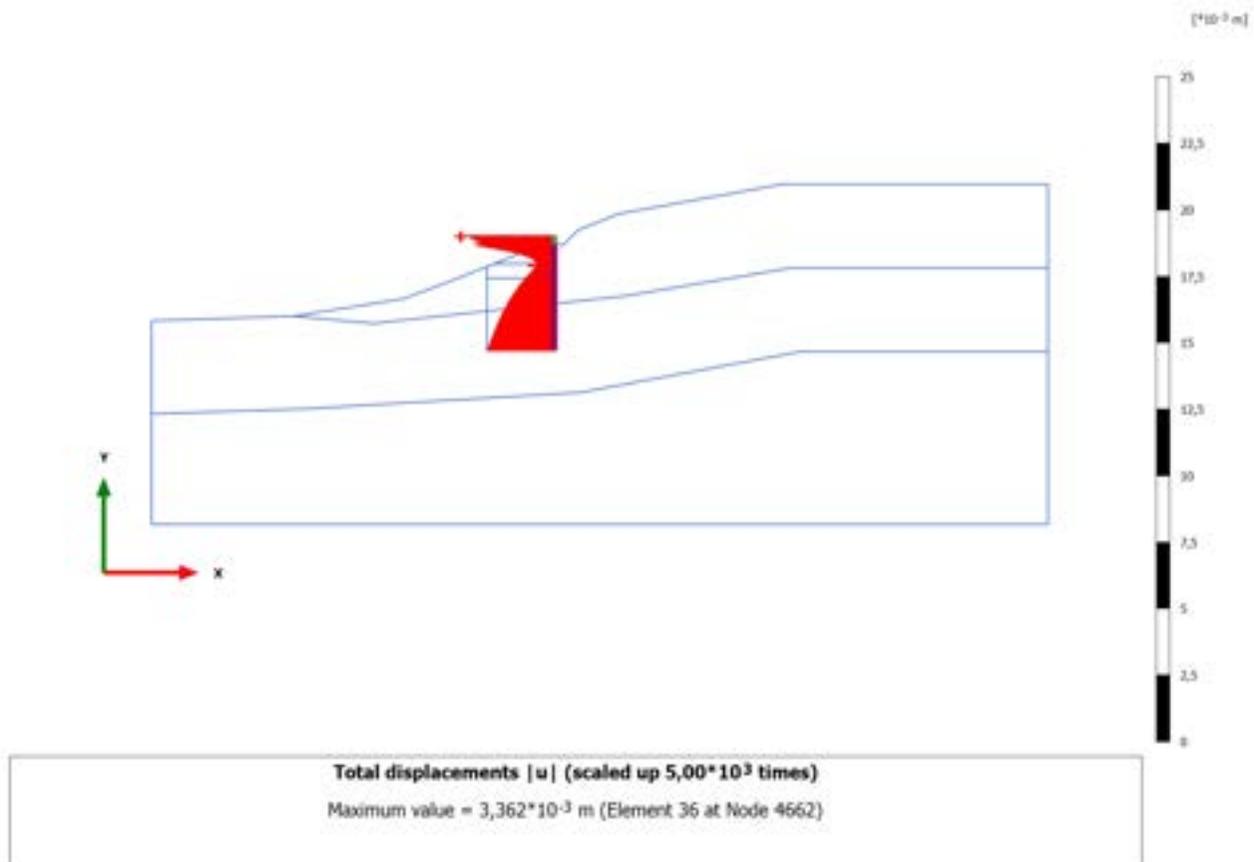
Total displacements  $|u|$  (at true scale)  
No results

### 3.1.1.1.2 Calculation results, Plate, 1\_PRESCAVO [Phase\_14] (14/16), Total displacements $|u|$

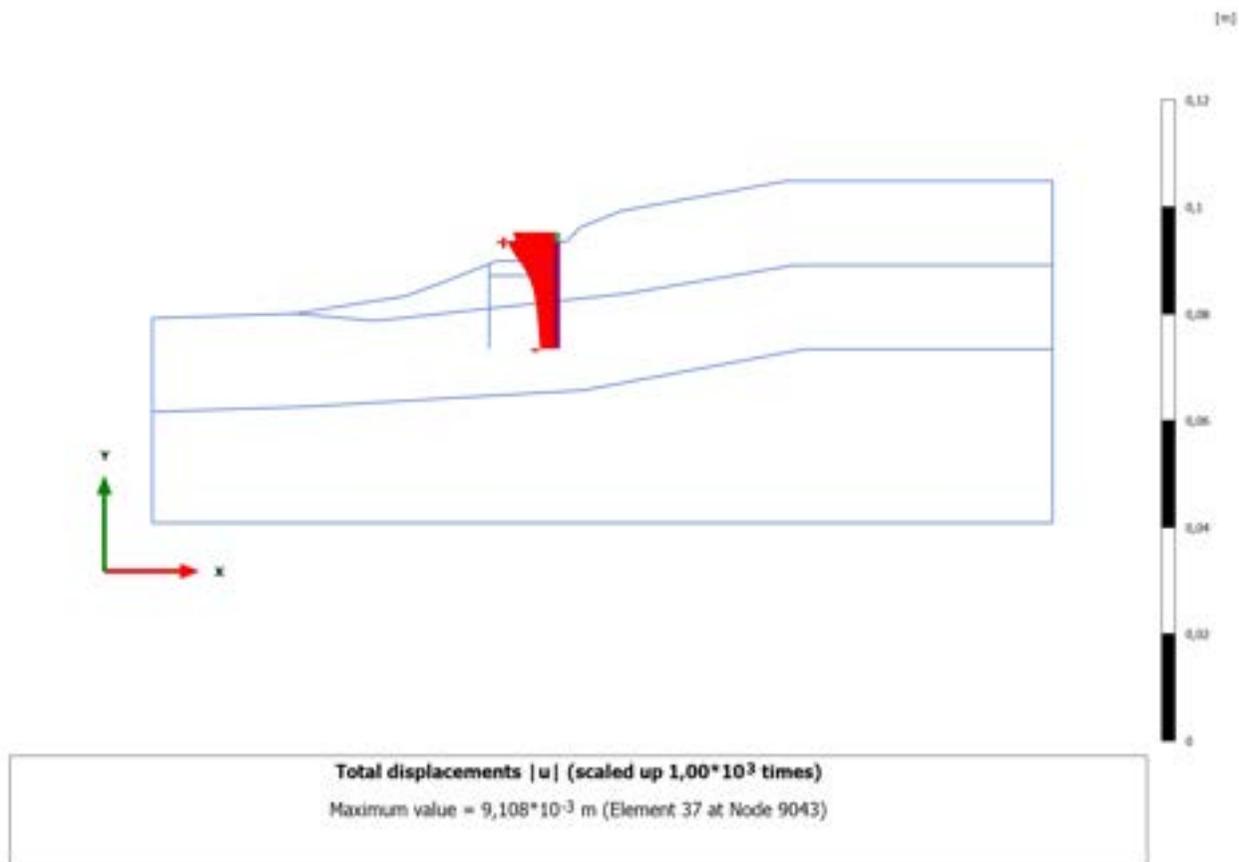


Total displacements  $|u|$  (at true scale)  
No results

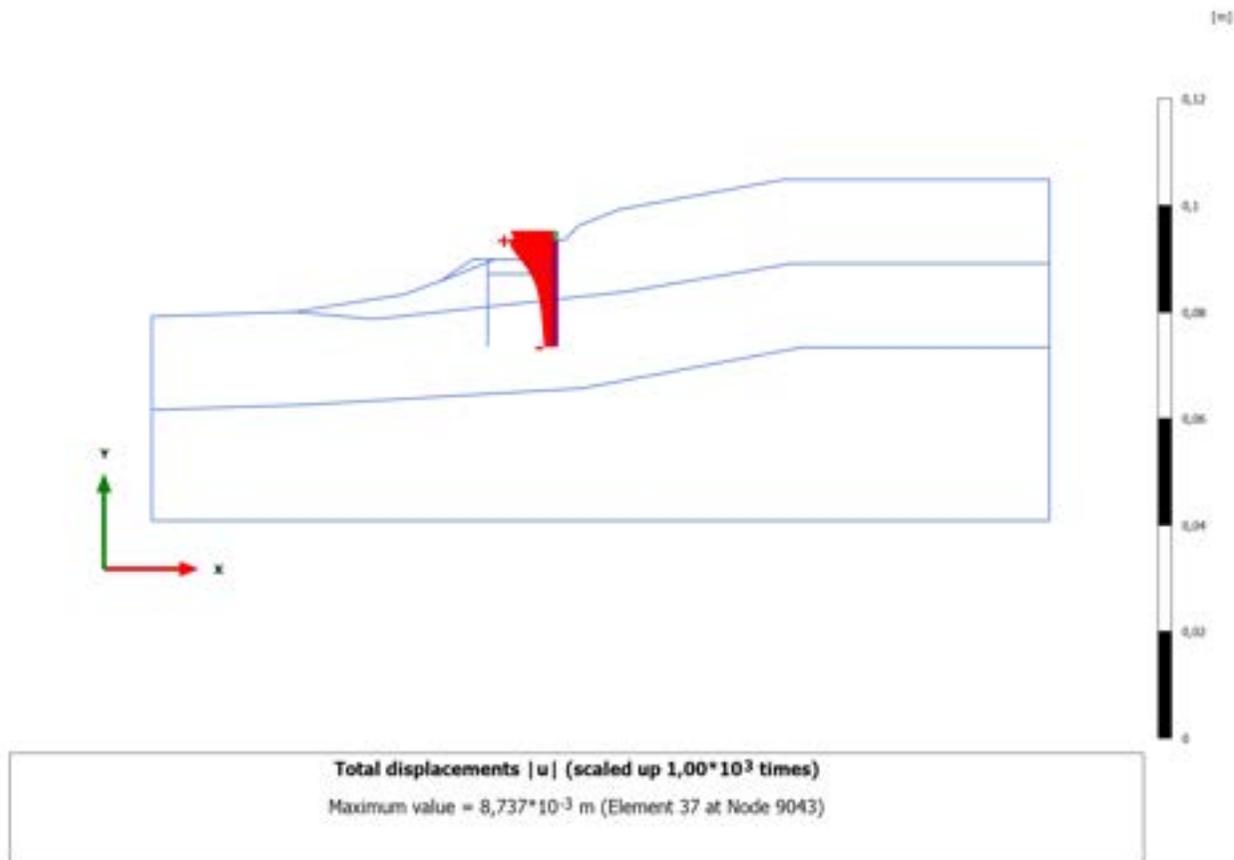
### 3.1.1.1.3 Calculation results, Plate, 2\_REALIZZAZIONE PALO MONTE [Phase\_2] (2/18), Total displacements |u|



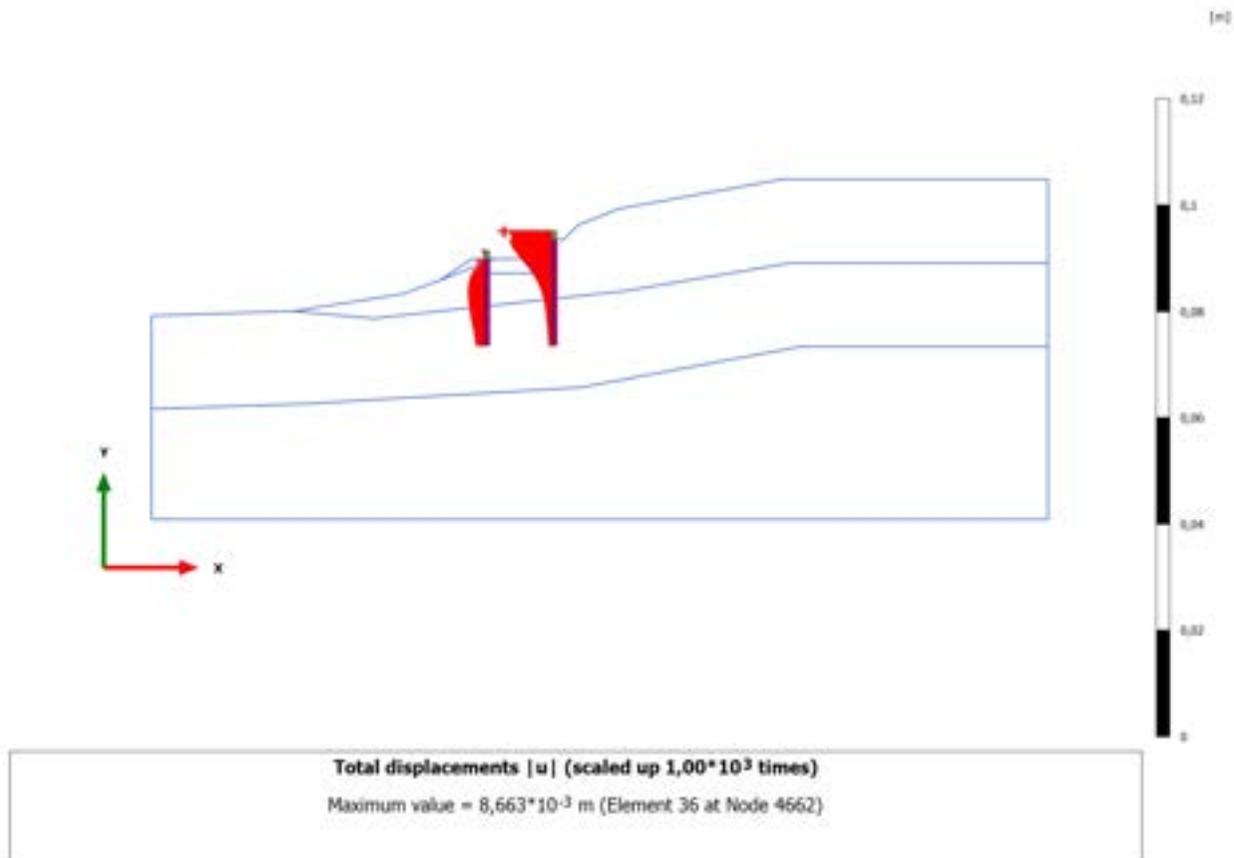
### 3.1.1.1.4 Calculation results, Plate, 3\_PRIMA FASE DI SCAVO [Phase\_3] (3/24), Total displacements $|u|$



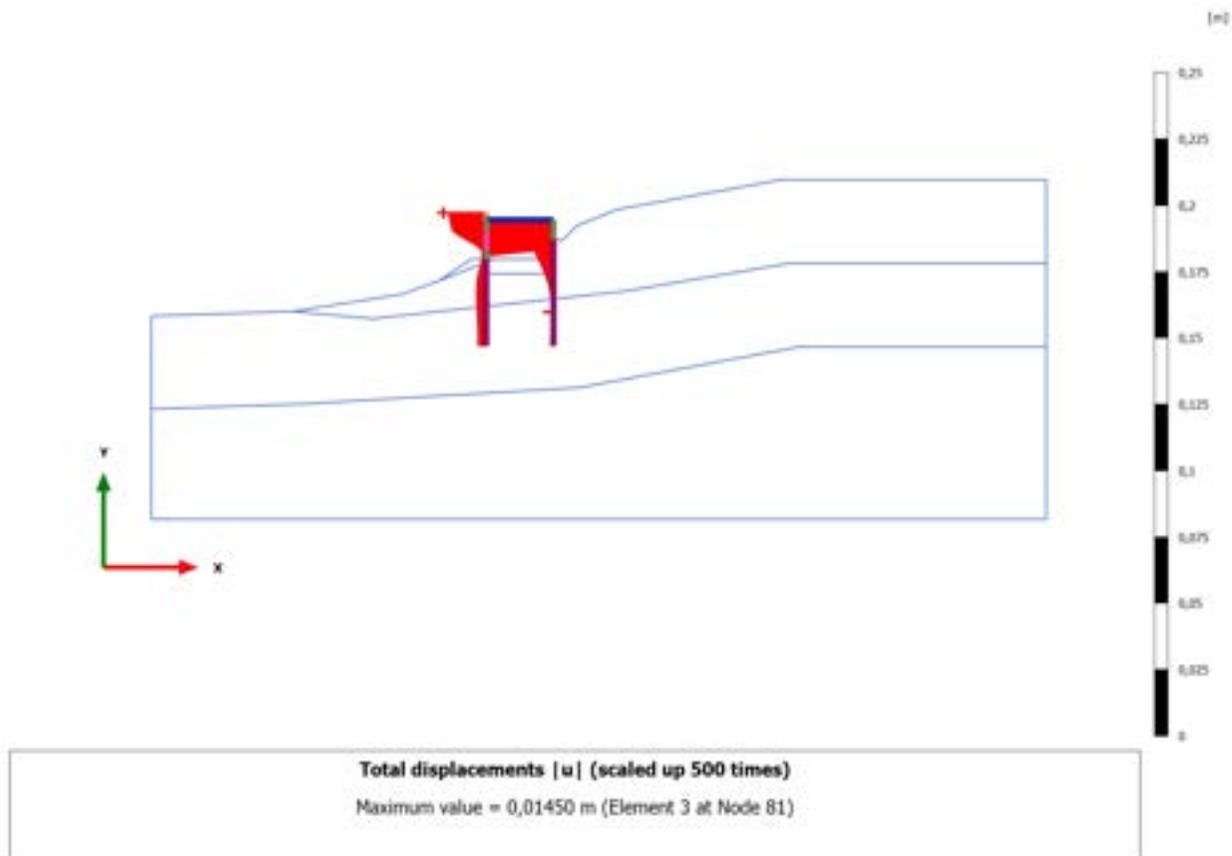
### 3.1.1.1.5 Calculation results, Plate, 4\_REALIZZAZIONE RILEVATO [Phase\_4] (4/26), Total displacements |u|



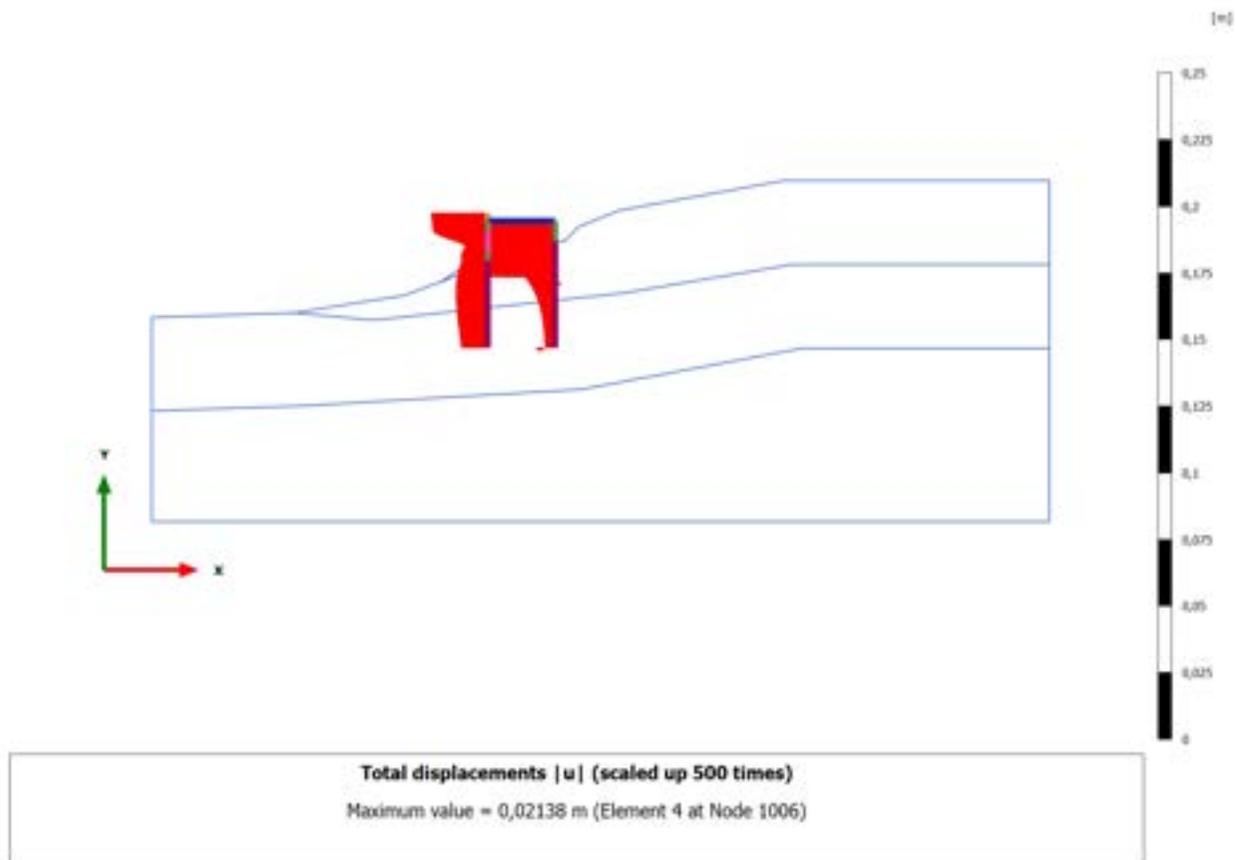
3.1.1.1.6 Calculation results, Plate, 5\_REALIZZAZIONE PALO DI VALLE [Phase\_5] (5/28), Total displacements |u|



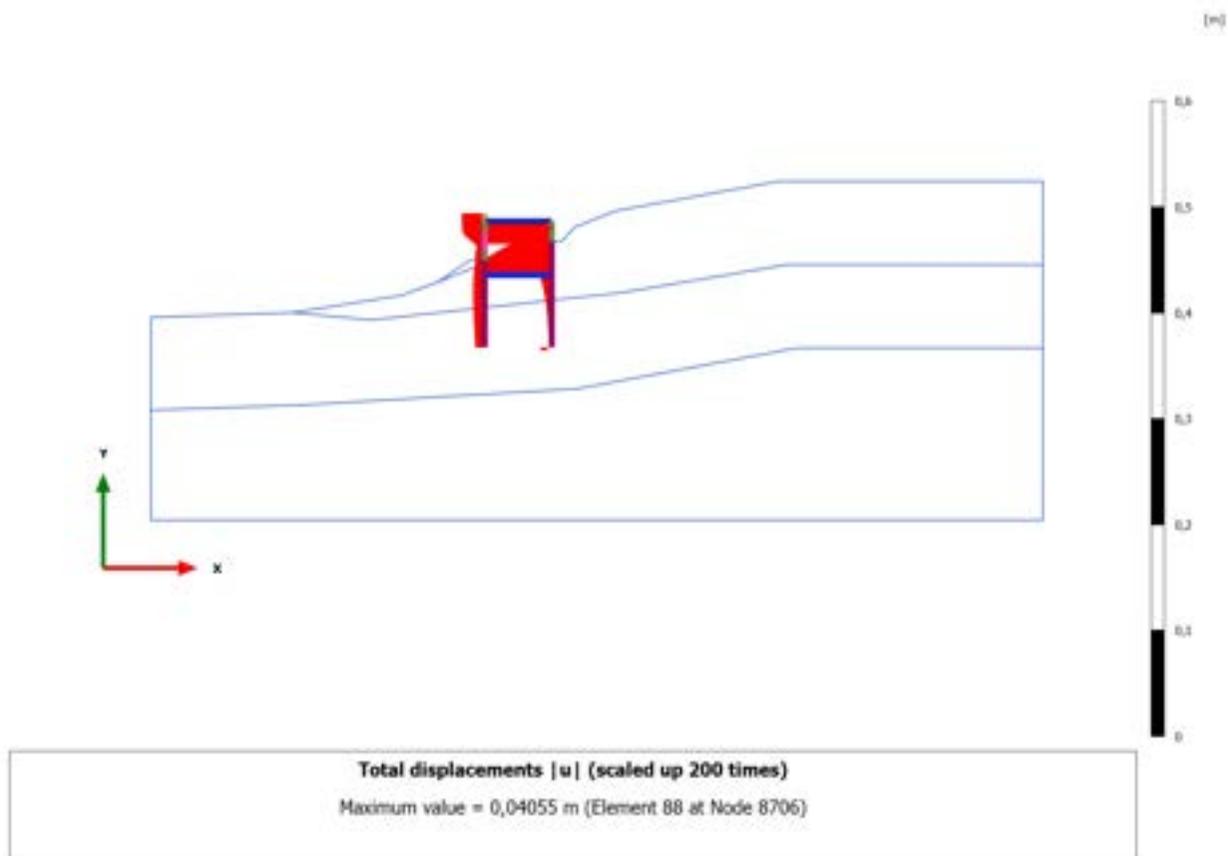
### 3.1.1.1.7 Calculation results, Plate, 6\_REALIZZAZIONE SOVRASTRUTTURA [Phase\_6] (6/31), Total displacements $|u|$



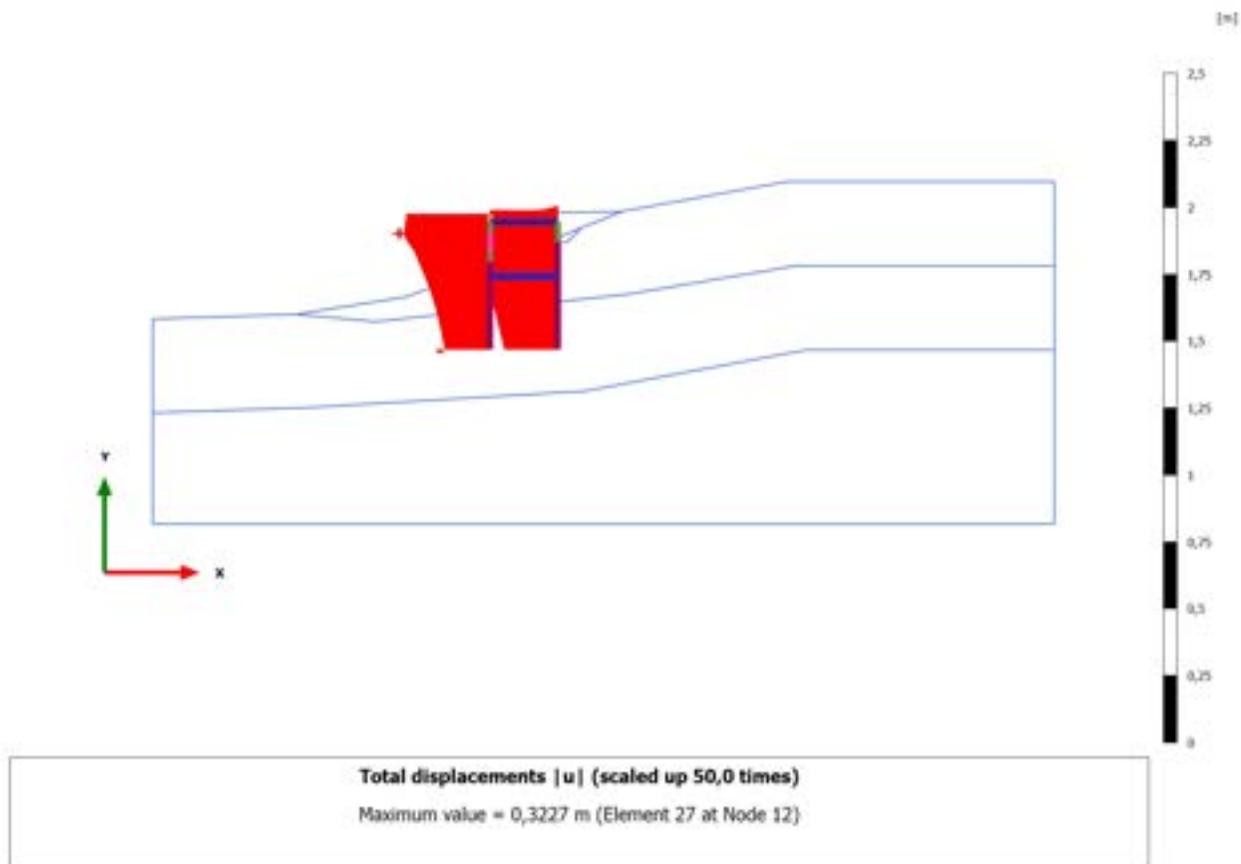
### 3.1.1.1.8 Calculation results, Plate, 7\_SECONDA FASE DI SCAVO [Phase\_7] (7/39), Total displacements $|u|$



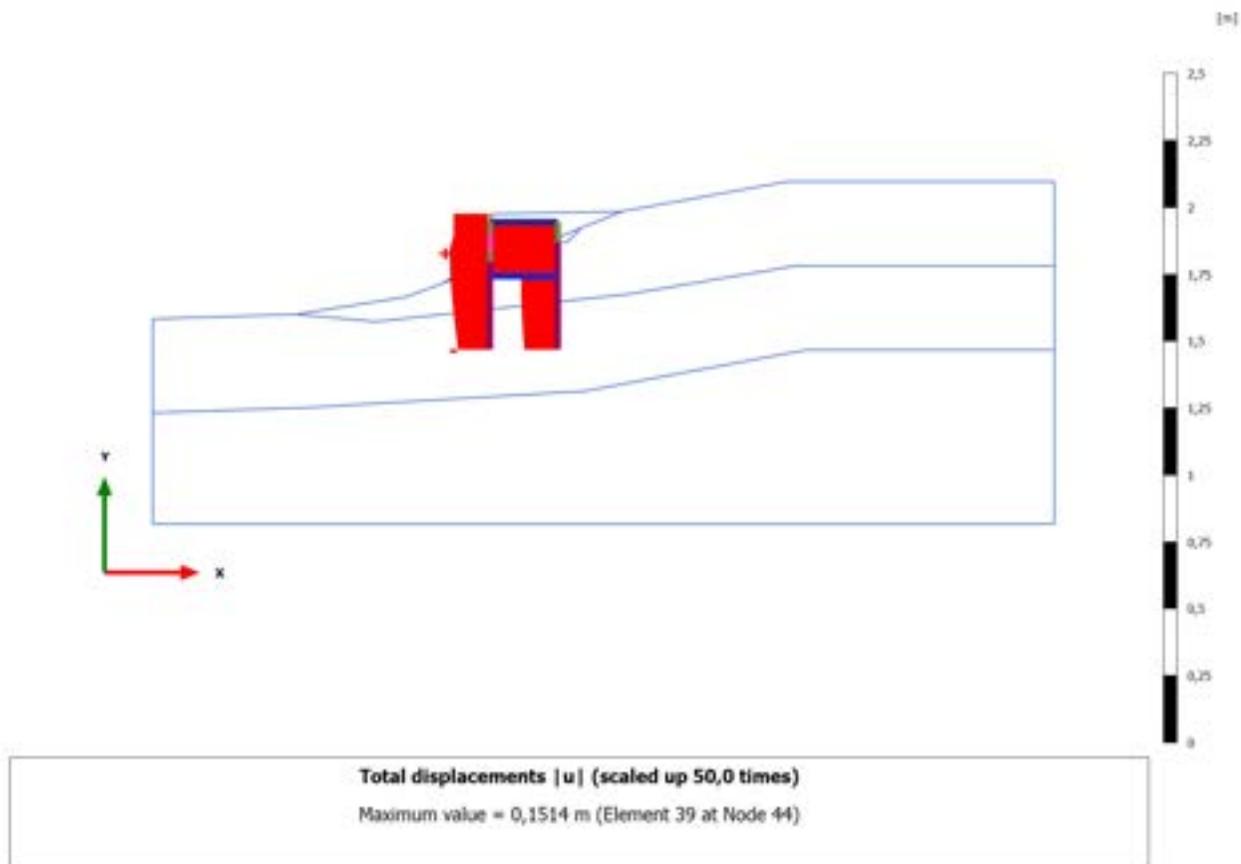
### 3.1.1.1.9 Calculation results, Plate, 8\_REALIZZAZIONE SOLETTA INFERIORE [Phase\_8] (8/42), Total displacements |u|



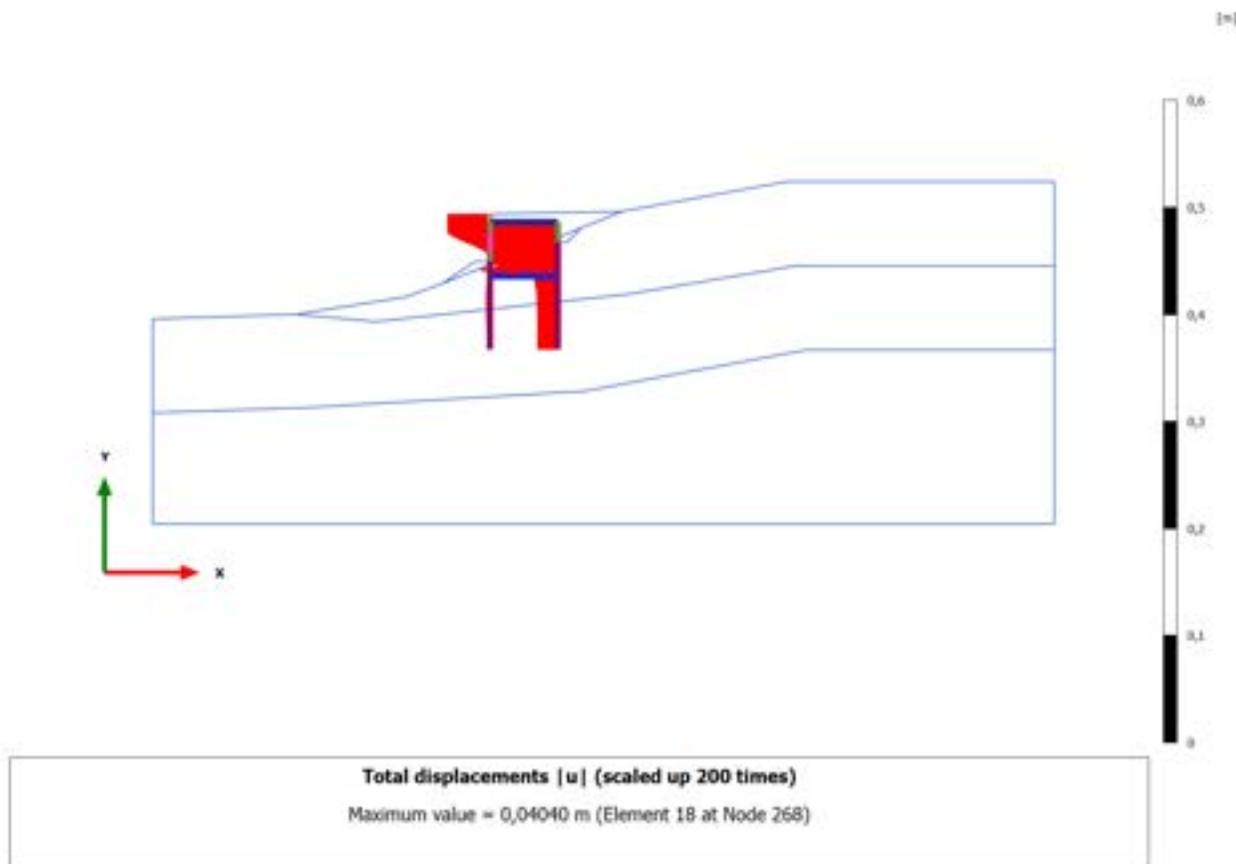
### 3.1.1.1.10 Calculation results, Plate, 10\_SISMICA ++ [Phase\_10] (10/101), Total displacements $|u|$



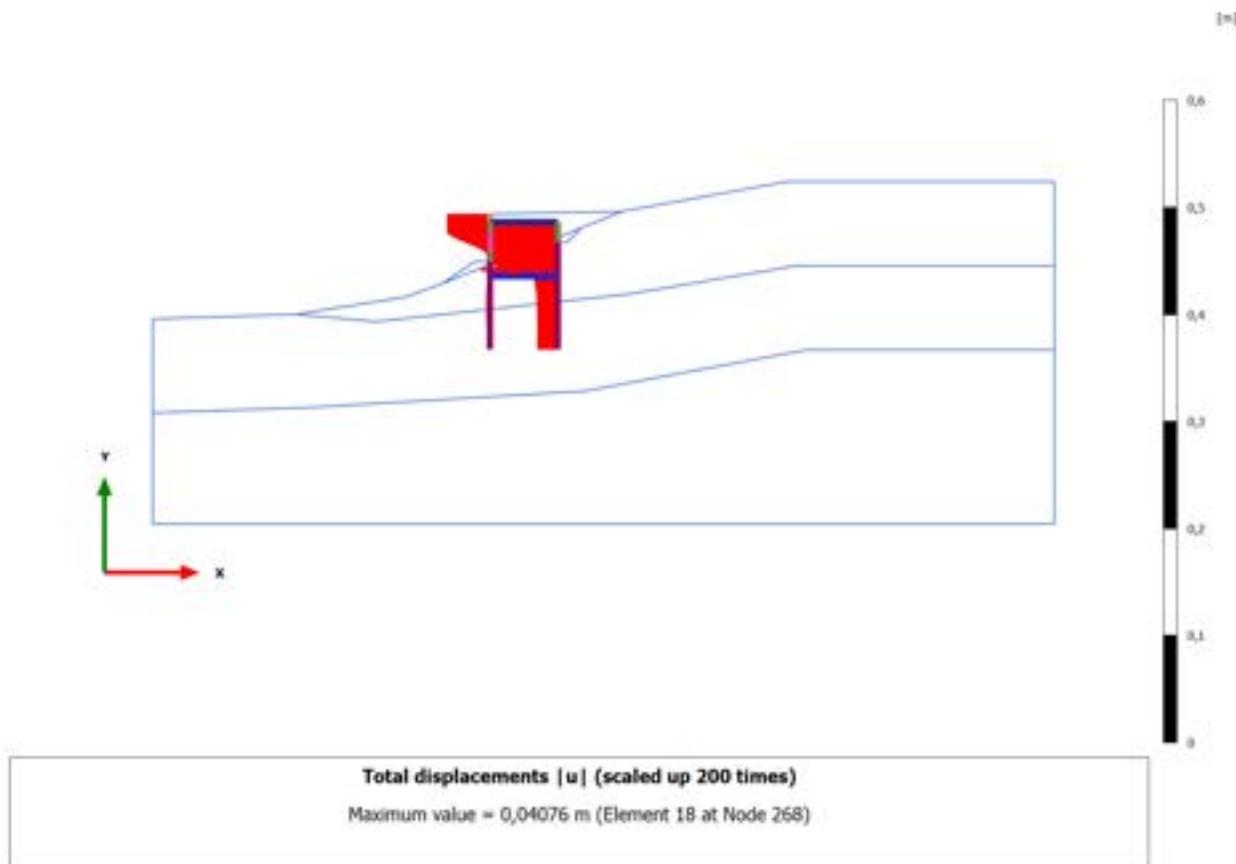
### 3.1.1.1.11 Calculation results, Plate, 12\_SISMICA -+ [Phase\_12] (12/152), Total displacements $|u|$



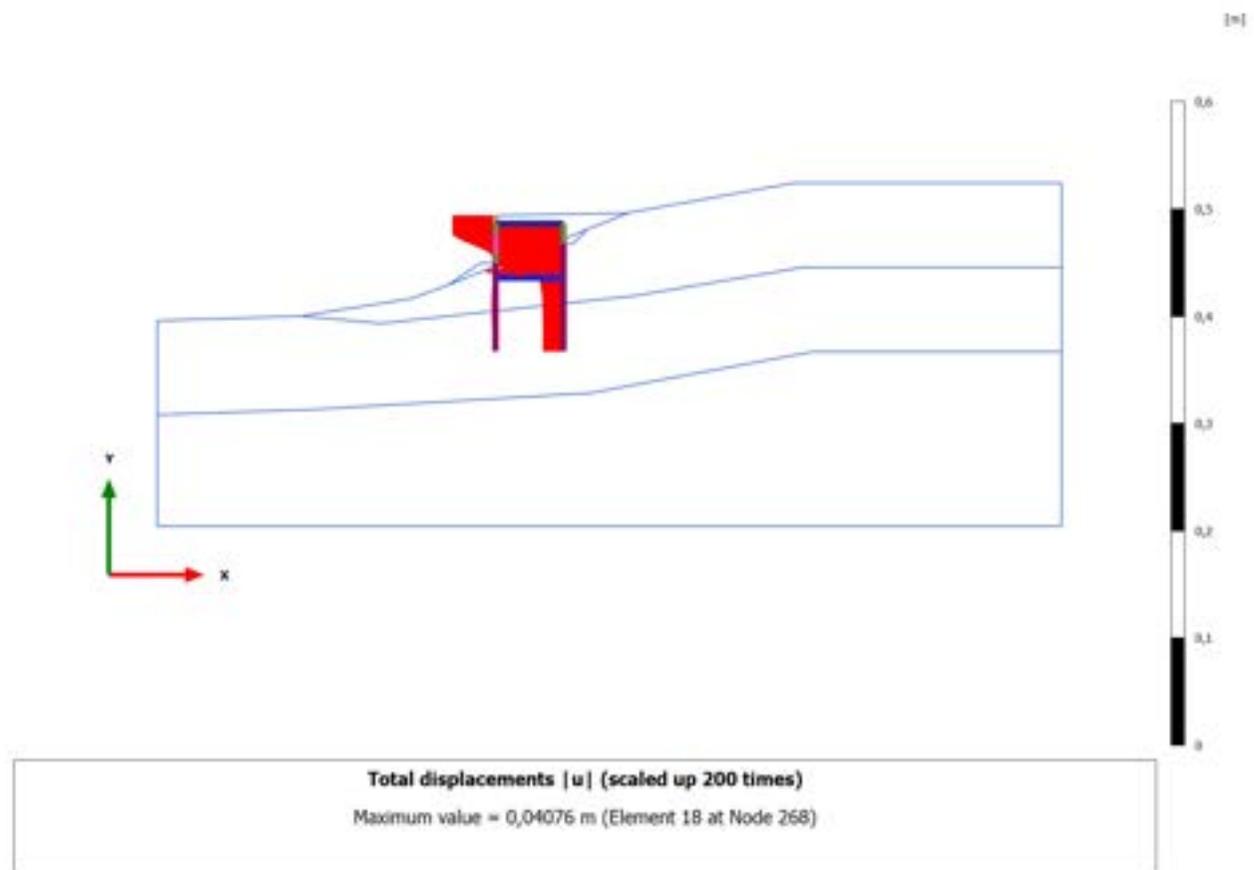
### 3.1.1.1.12 Calculation results, Plate, 9\_RITOMBAMENTO [Phase\_9] (9/169), Total displacements $|u|$



### 3.1.1.1.13 Calculation results, Plate, 11\_ SISMICA +- [Phase\_11] (11/249), Total displacements $|u|$



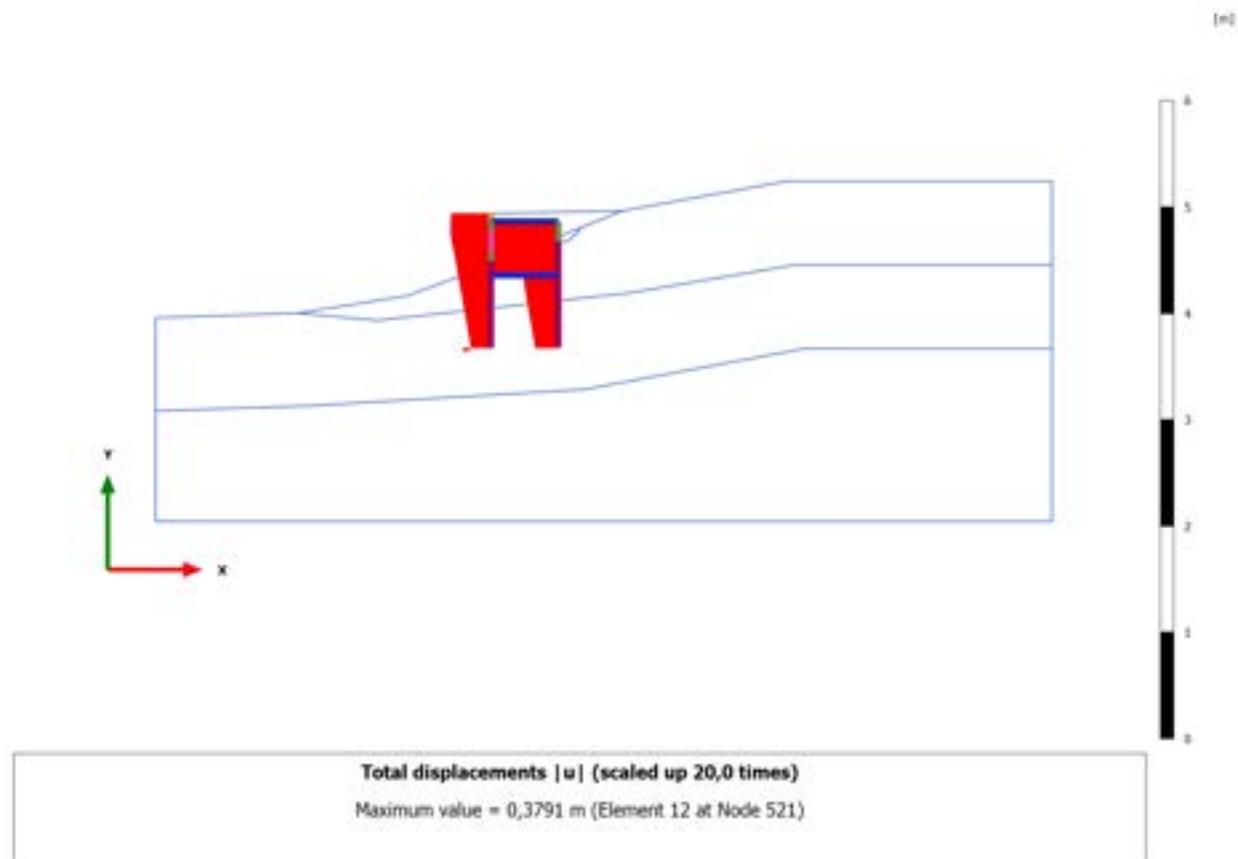
### 3.1.1.1.14 Calculation results, Plate, 13\_SISMICA -- [Phase\_13] (13/329), Total displacements $|u|$



3.1.1.1.15 Calculation results, Plate, 10.2\_AS\_SISMICA++ [Phase\_19] (19/429),  
Total displacements |u|



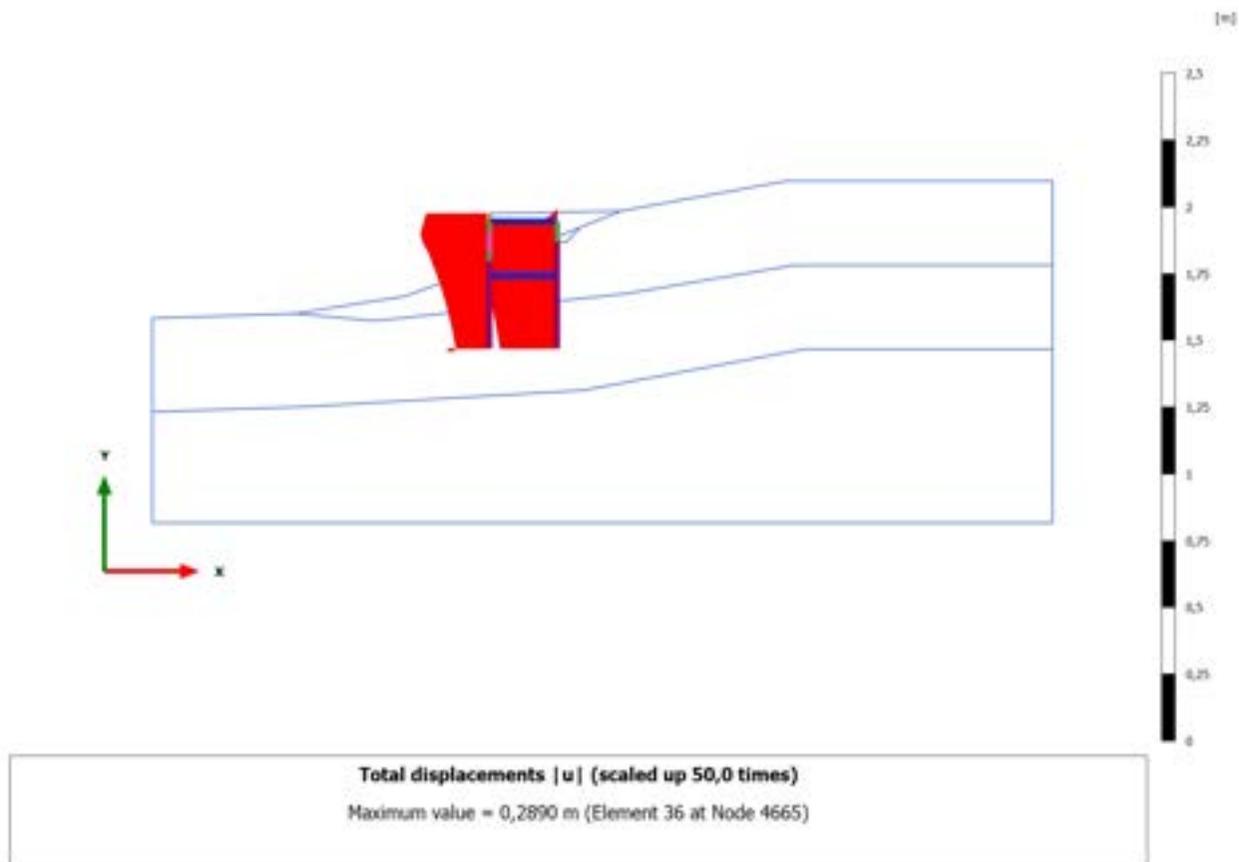
3.1.1.1.16 Calculation results, Plate, STABILITA'\_postintervento [Phase\_17]  
(26/535), Total displacements  $|u|$



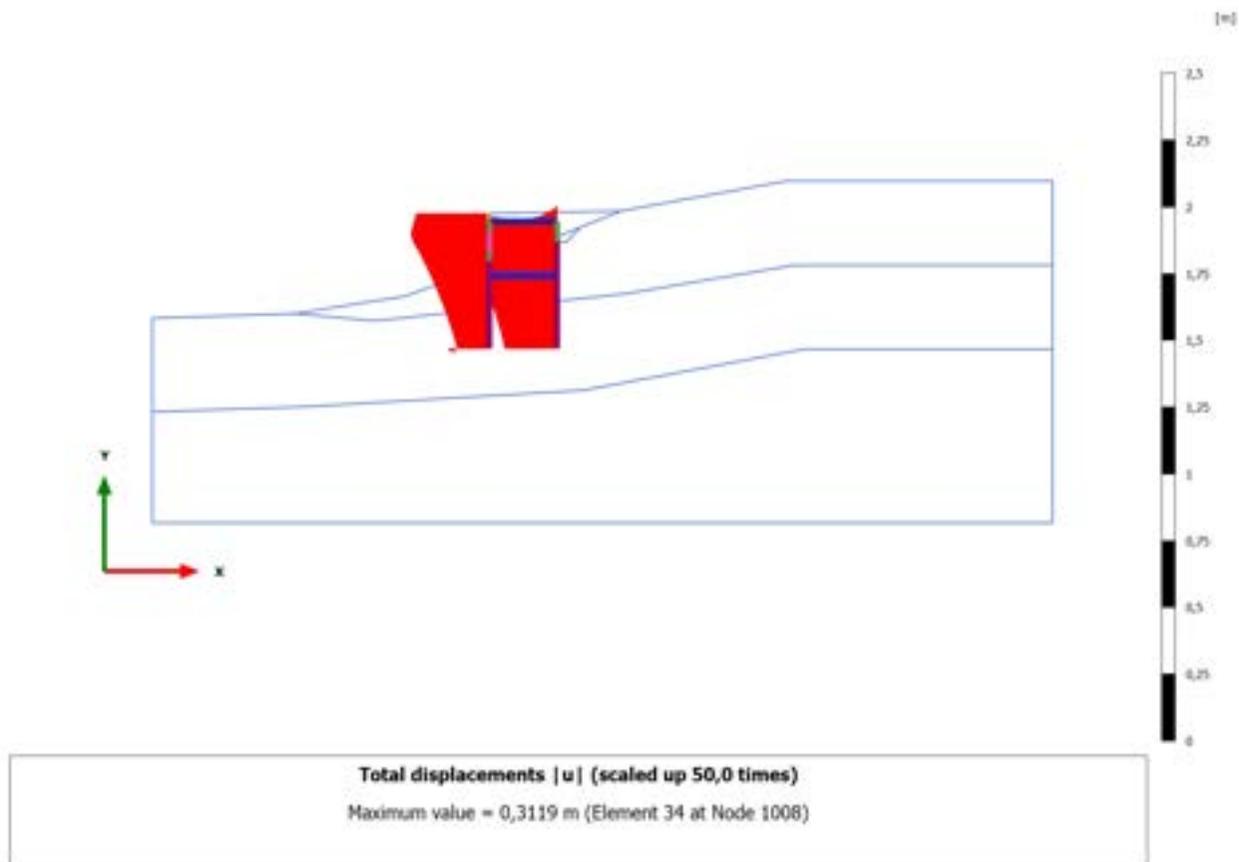
### 3.1.1.1.17 Calculation results, Plate, 11.2\_AS SISMICA +- [Phase\_21] (21/698), Total displacements $|u|$



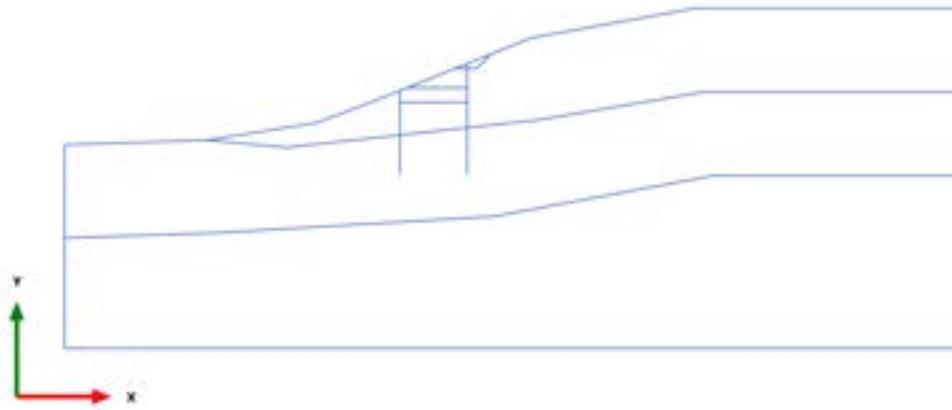
### 3.1.1.1.18 Calculation results, Plate, 12.2\_AS SISMICA -+ [Phase\_23] (23/804), Total displacements $|u|$



### 3.1.1.1.19 Calculation results, Plate, 13.2\_AS SISMICA -- [Phase\_25] (25/911), Total displacements $|u|$

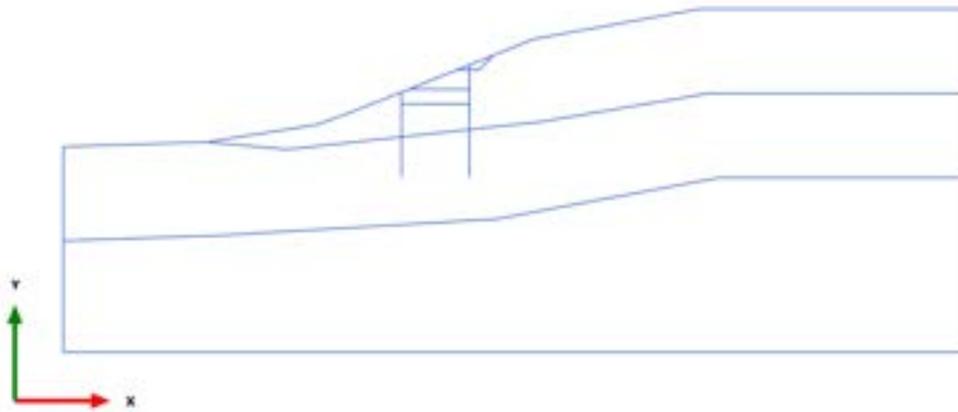


3.1.1.1.1.20 Calculation results, Plate, STABILITA'- preintervento [Phase\_15]  
(15/1011), Total displacements  $|u|$



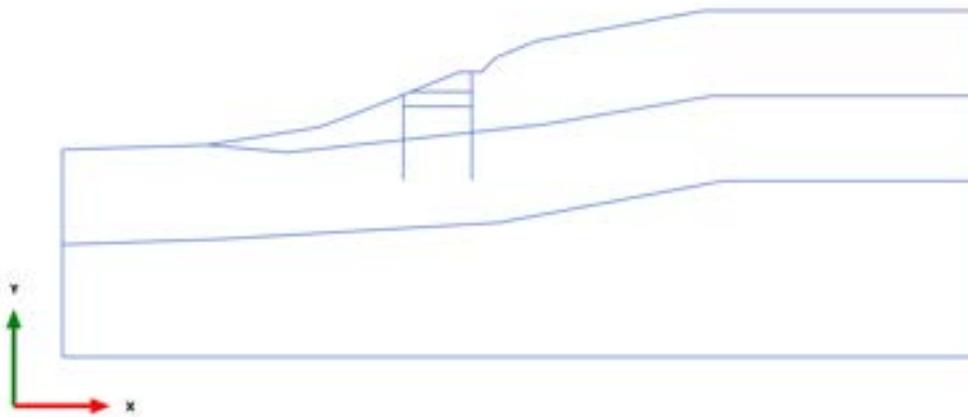
Total displacements  $|u|$  (at true scale)  
No results

### 3.1.2.1.1 Calculation results, Plate, 0\_CONDIZIONE GEOSTATICA [InitialPhase] (0/6), Shear forces Q



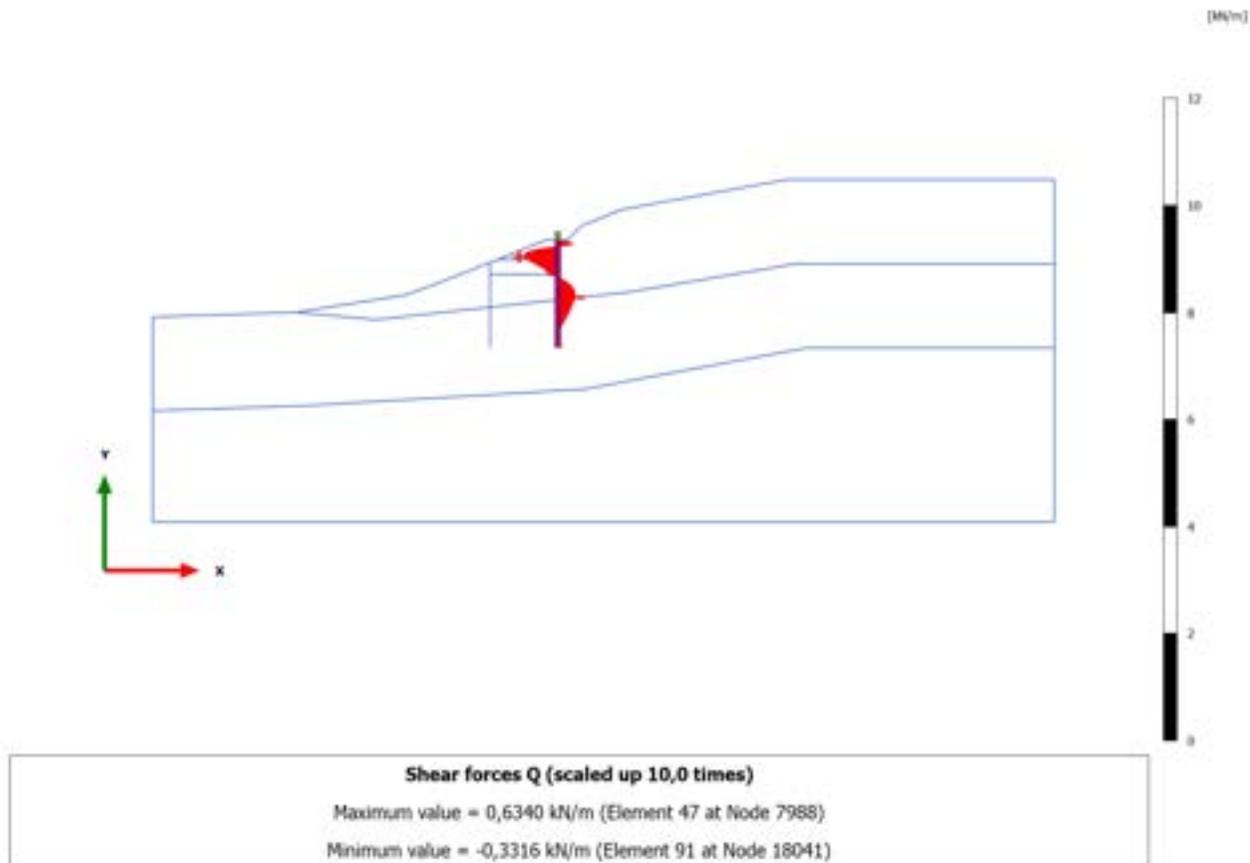
Shear forces Q (scaled up 1,00 times)  
No results

## 3.1.2.1.2 Calculation results, Plate, 1\_PRESCAVO [Phase\_14] (14/16), Shear forces Q

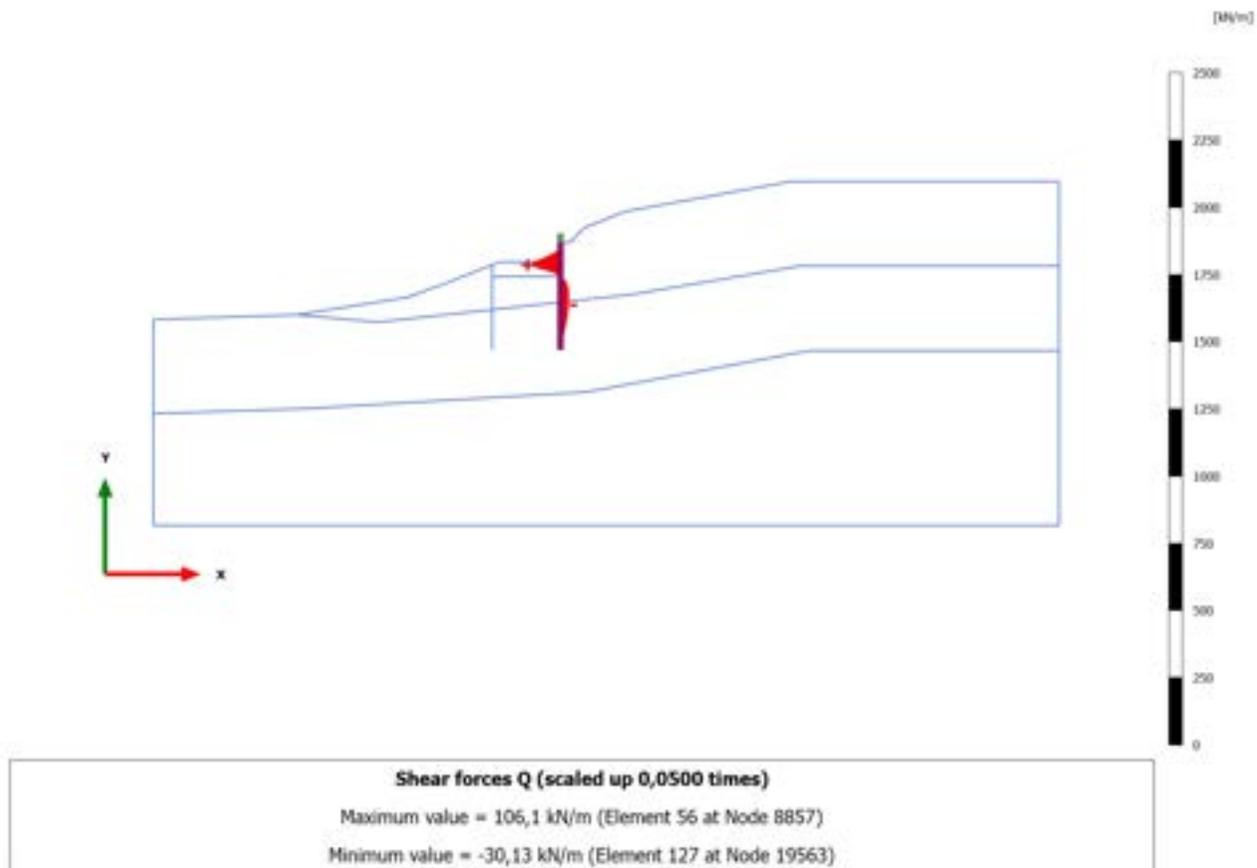


Shear forces Q (scaled up 1,00 times)  
No results

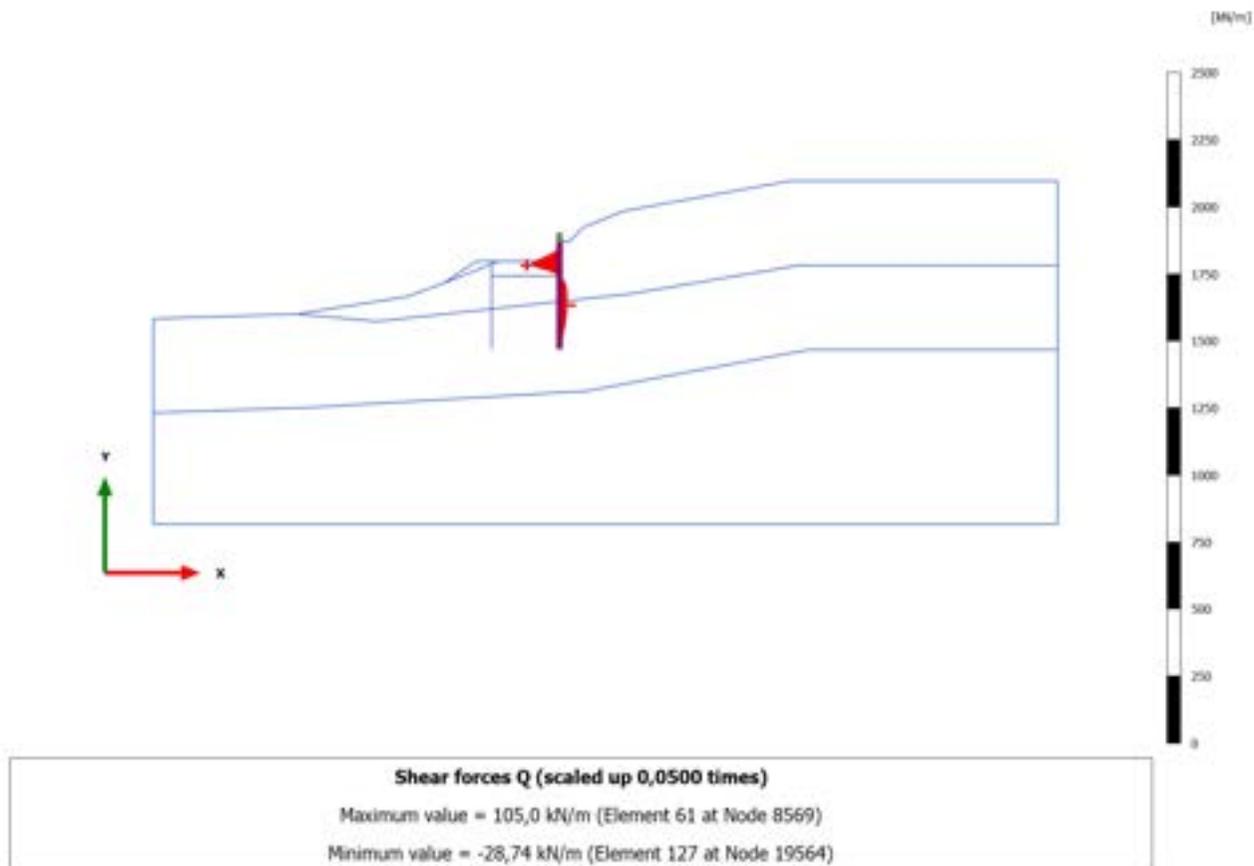
### 3.1.2.1.3 Calculation results, Plate, 2\_REALIZZAZIONE PALO MONTE [Phase\_2] (2/18), Shear forces Q



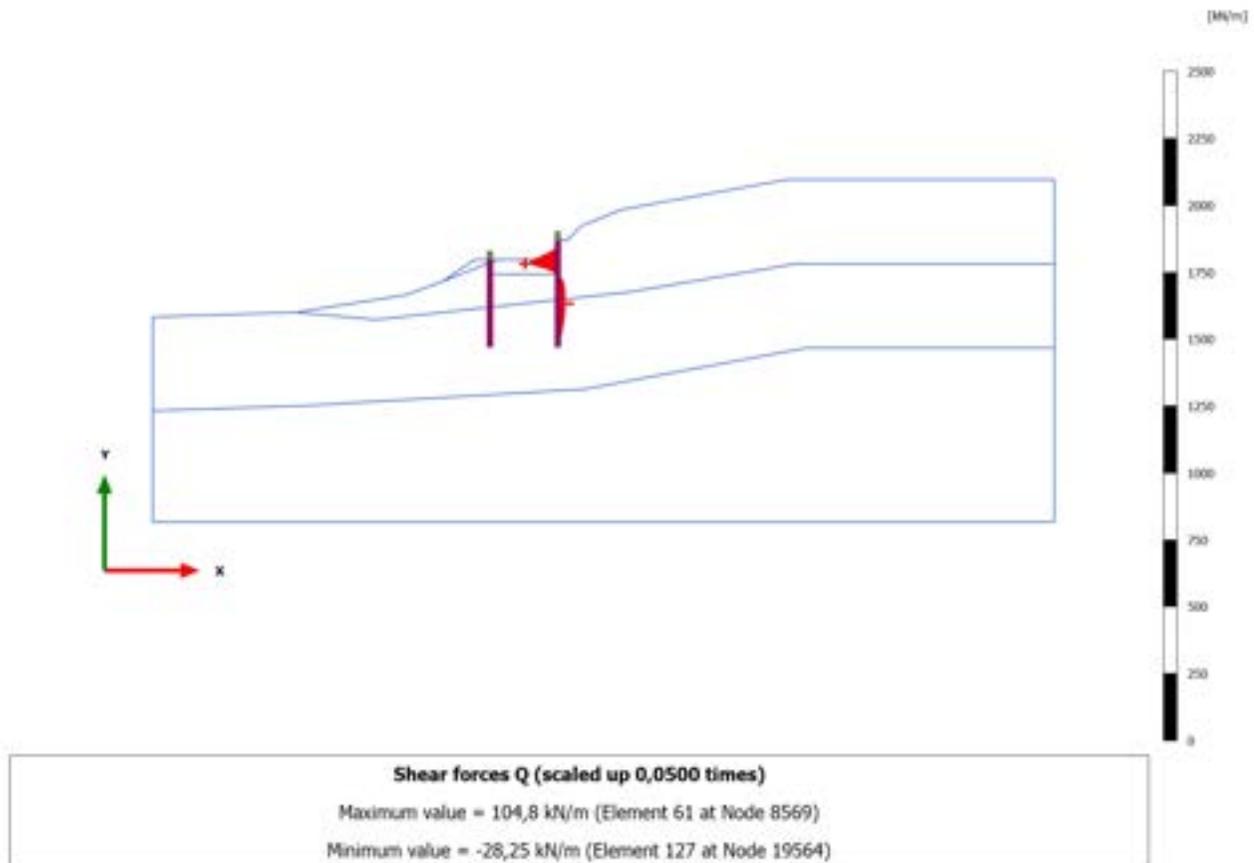
### 3.1.2.1.4 Calculation results, Plate, 3\_PRIMA FASE DI SCAVO [Phase\_3] (3/24), Shear forces Q



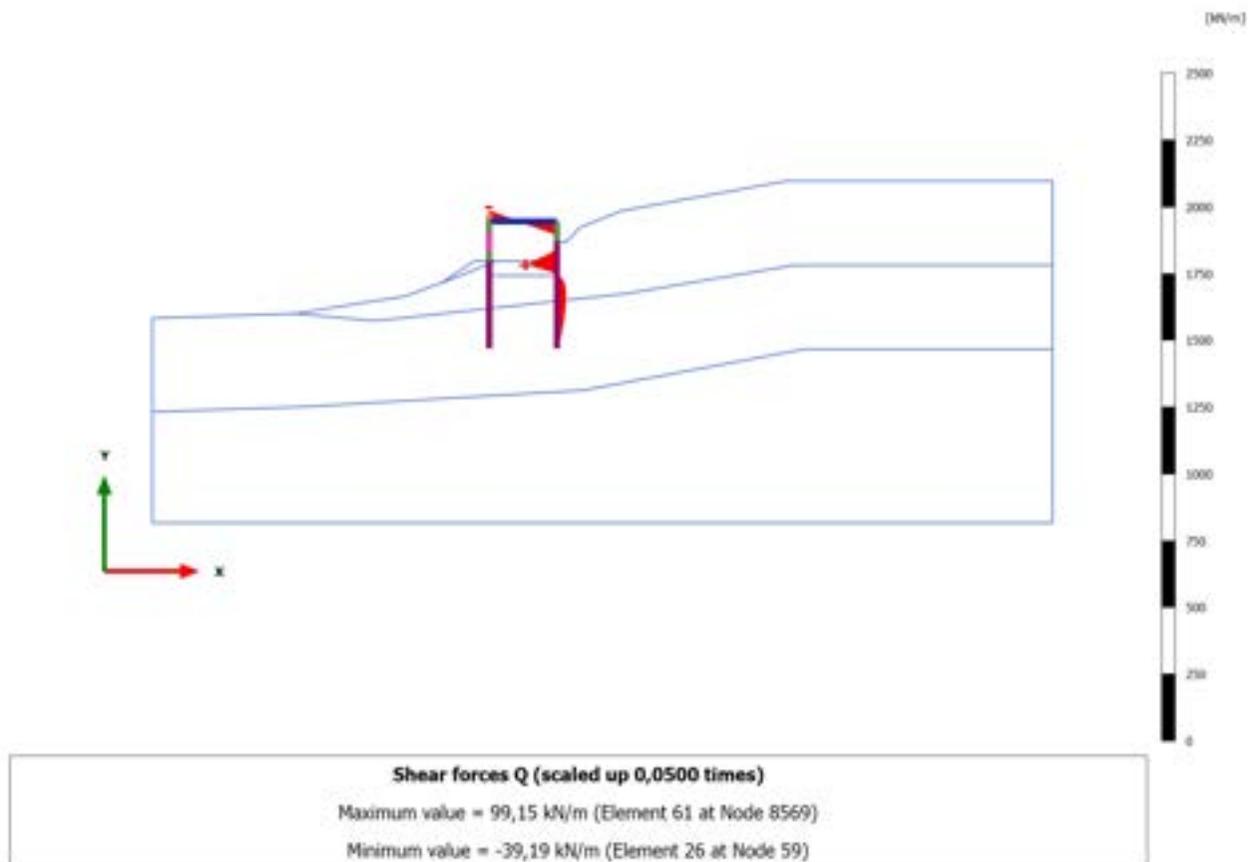
### 3.1.2.1.5 Calculation results, Plate, 4\_REALIZZAZIONE RILEVATO [Phase\_4] (4/26), Shear forces Q



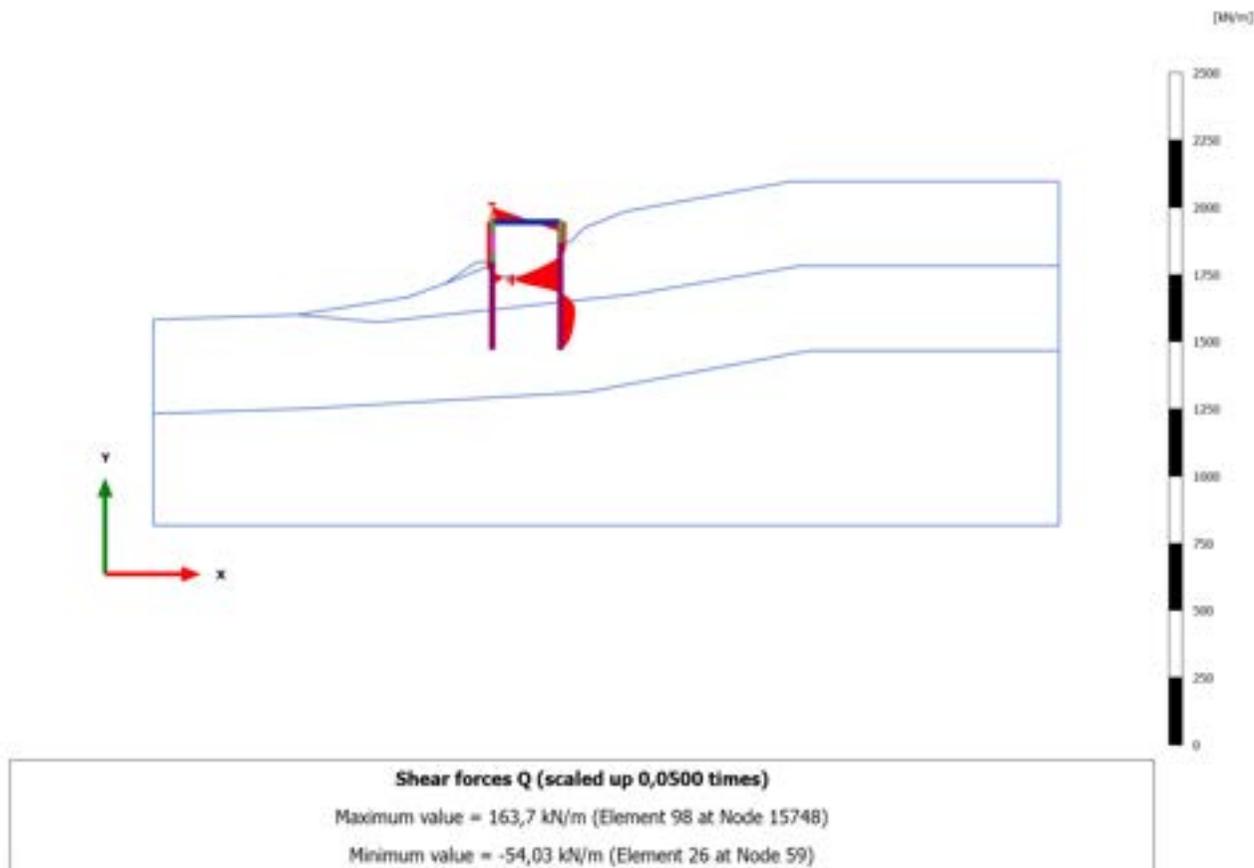
### 3.1.2.1.6 Calculation results, Plate, 5\_REALIZZAZIONE PALO DI VALLE [Phase\_5] (5/28), Shear forces Q



### 3.1.2.1.7 Calculation results, Plate, 6\_REALIZZAZIONE SOVRASTRUTTURA [Phase\_6] (6/31), Shear forces Q



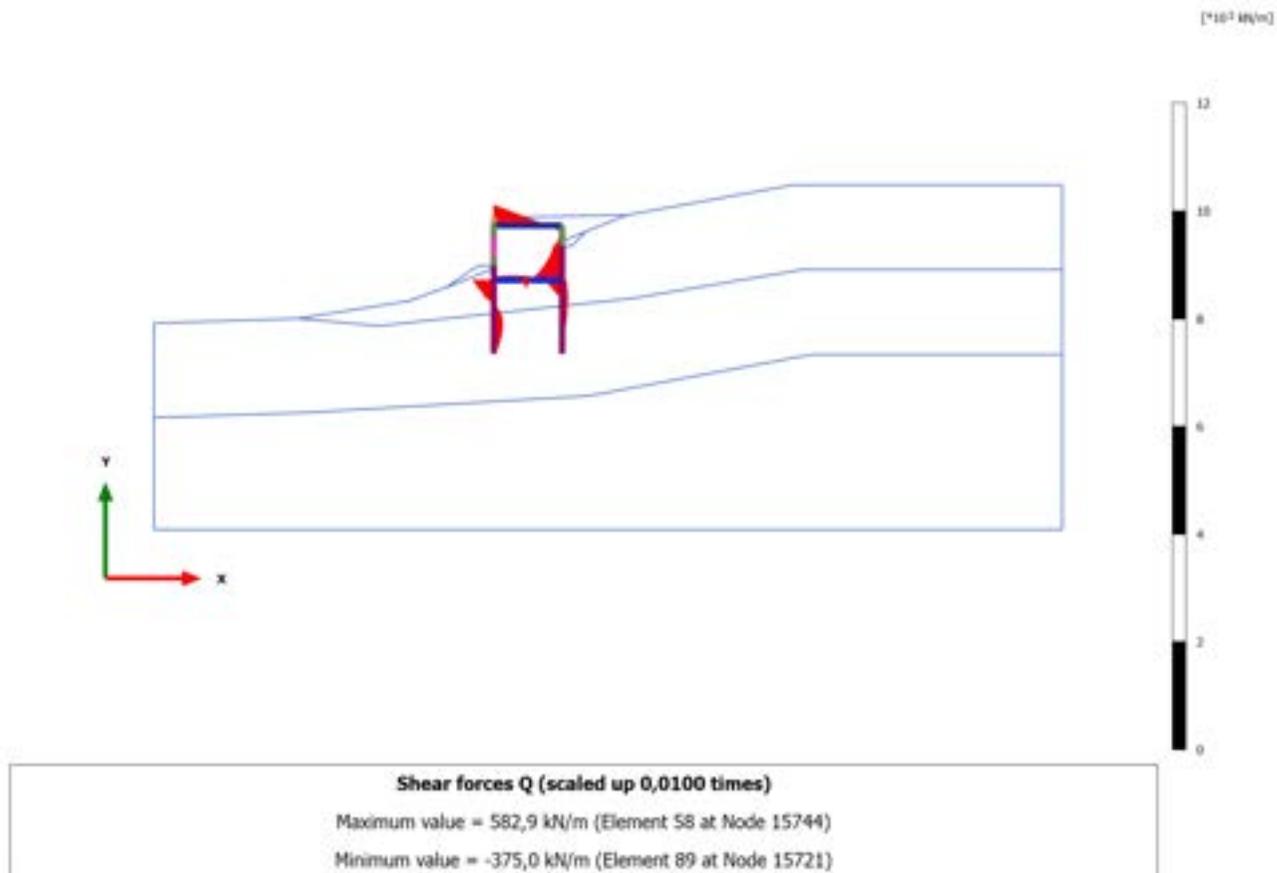
### 3.1.2.1.8 Calculation results, Plate, 7\_SECONDA FASE DI SCAVO [Phase\_7] (7/39), Shear forces Q



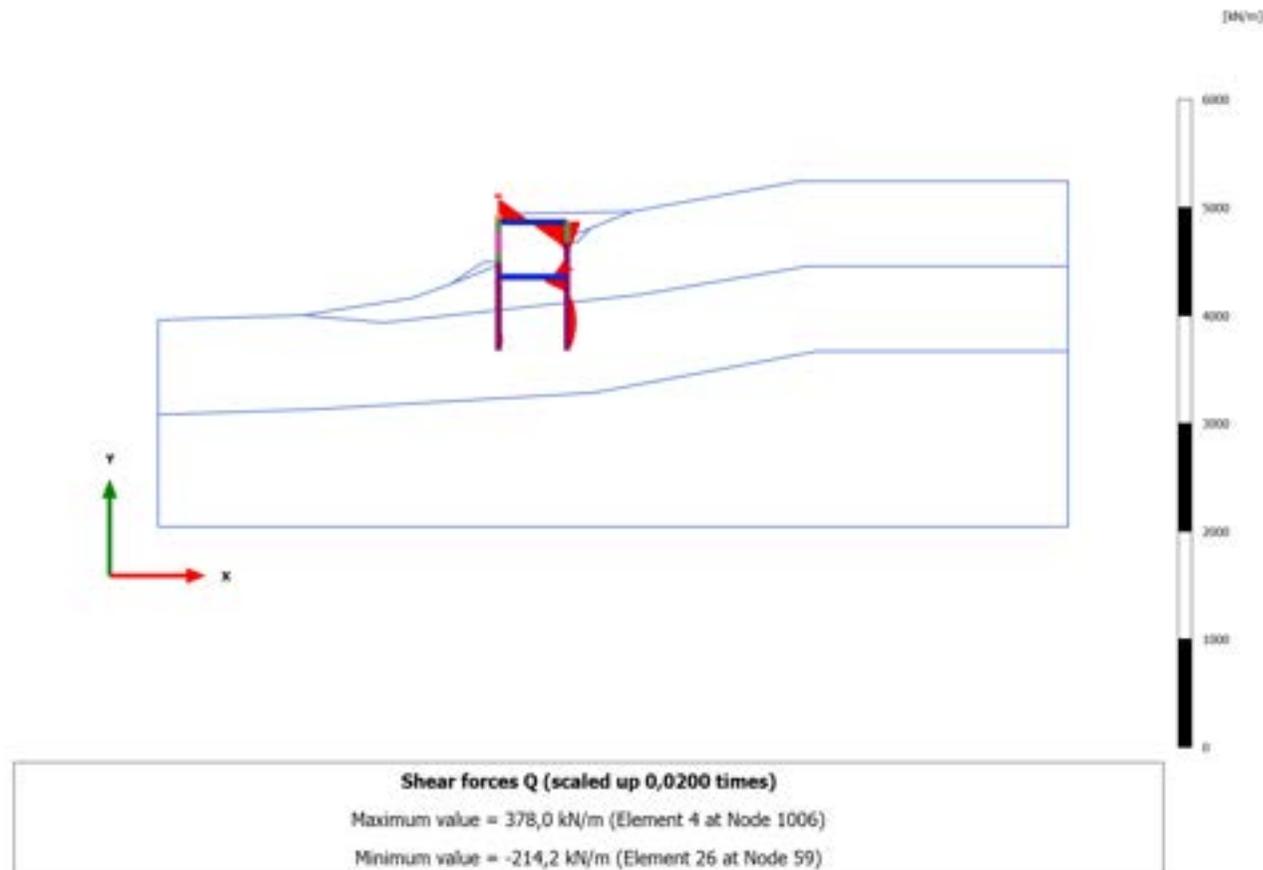
### 3.1.2.1.9 Calculation results, Plate, 8\_REALIZZAZIONE SOLETTA INFERIORE [Phase\_8] (8/42), Shear forces Q



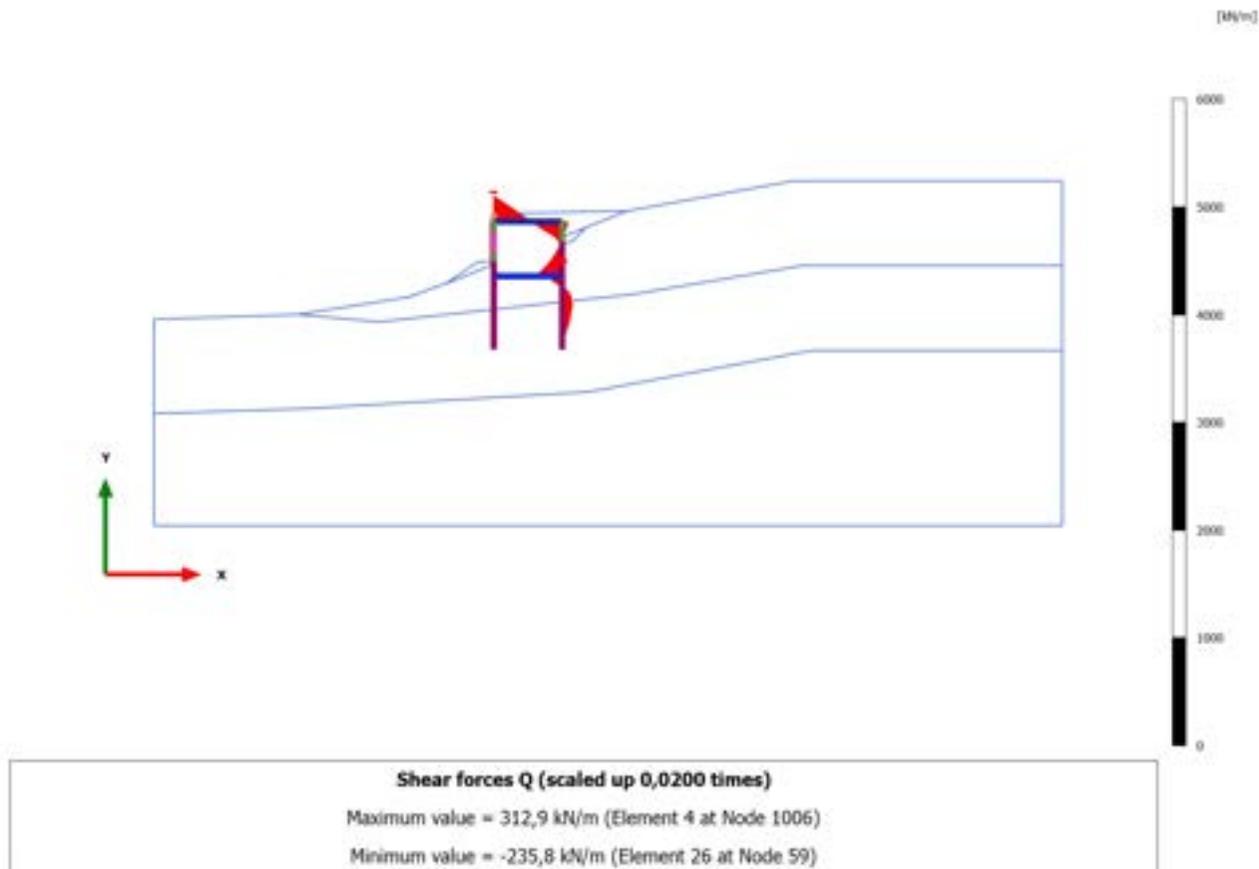
### 3.1.2.1.10 Calculation results, Plate, 10\_SISMICA ++ [Phase\_10] (10/101), Shear forces Q



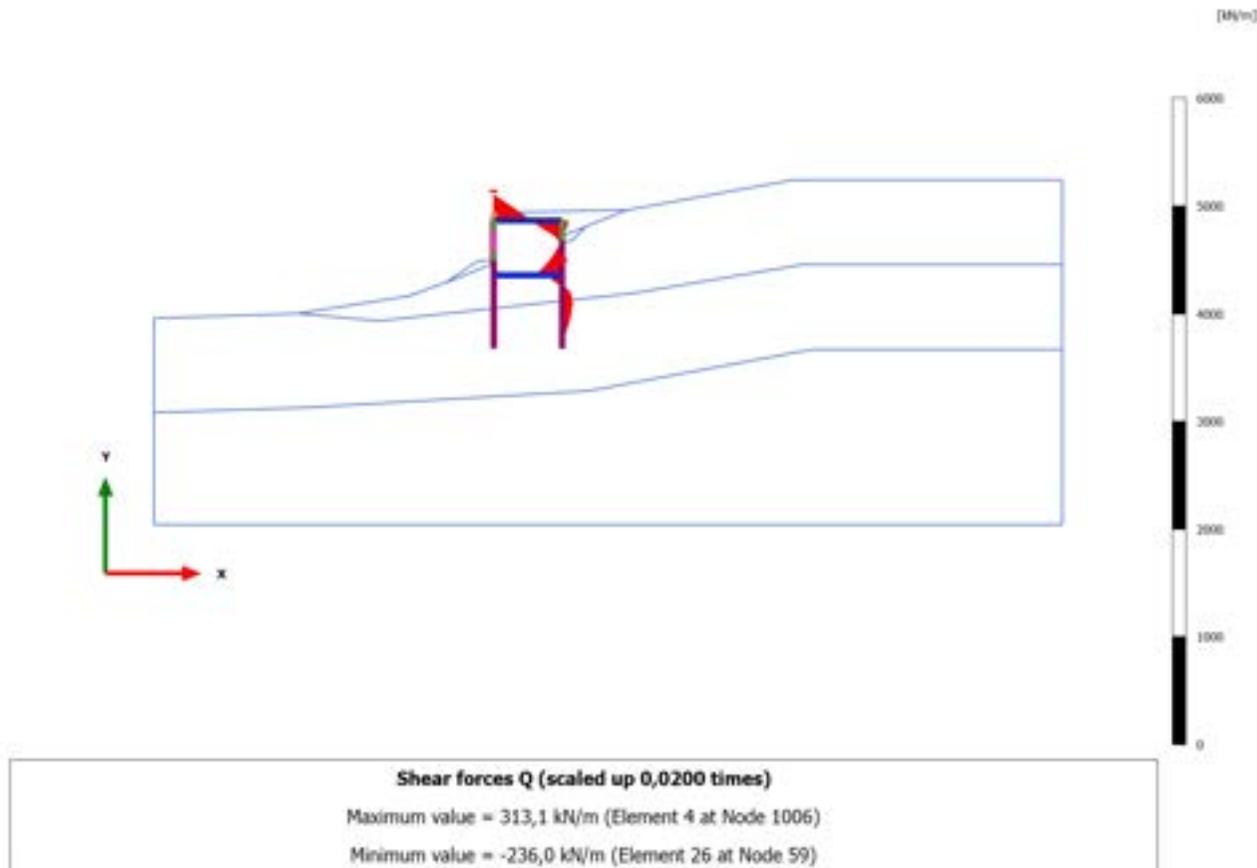
### 3.1.2.1.11 Calculation results, Plate, 12\_SISMICA -+ [Phase\_12] (12/152), Shear forces Q



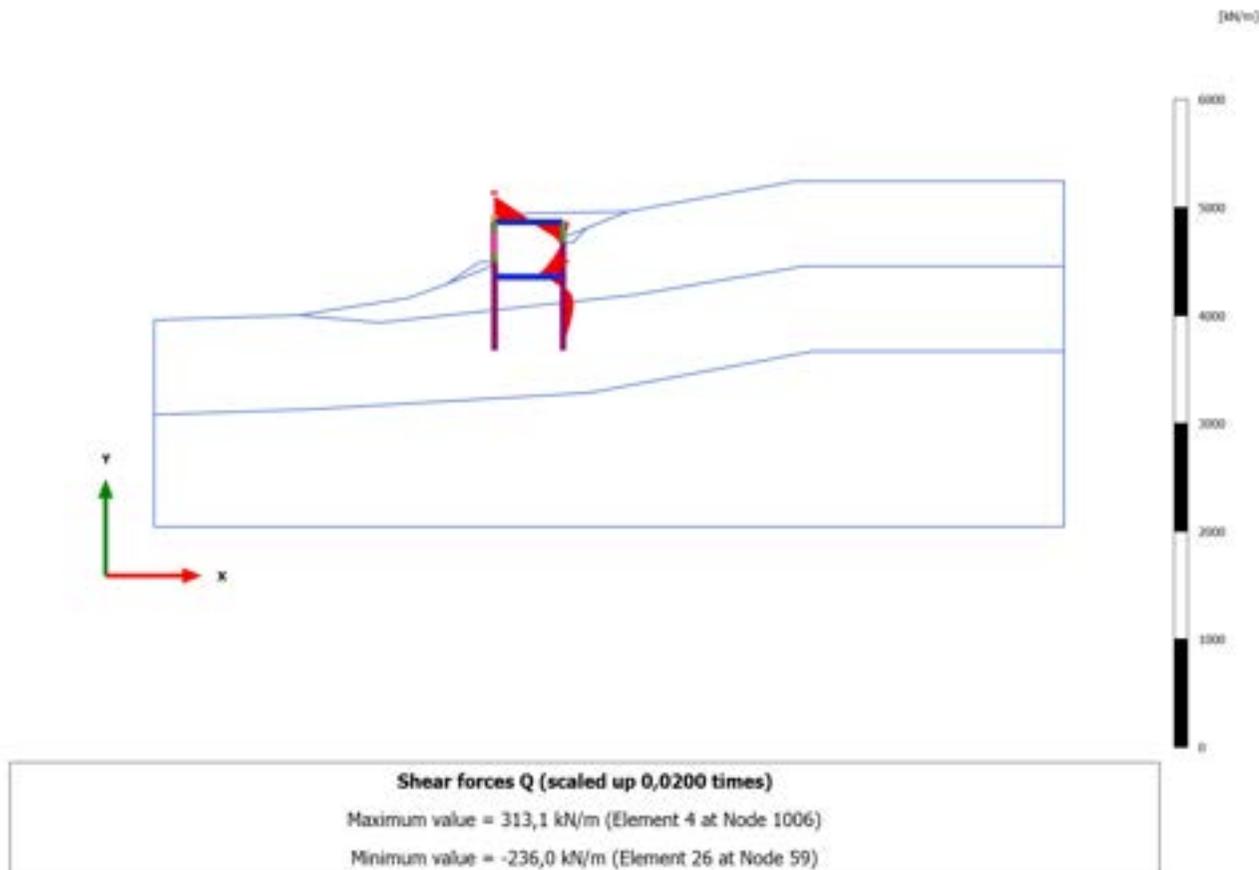
### 3.1.2.1.12 Calculation results, Plate, 9\_RITOMBAMENTO [Phase\_9] (9/169), Shear forces Q



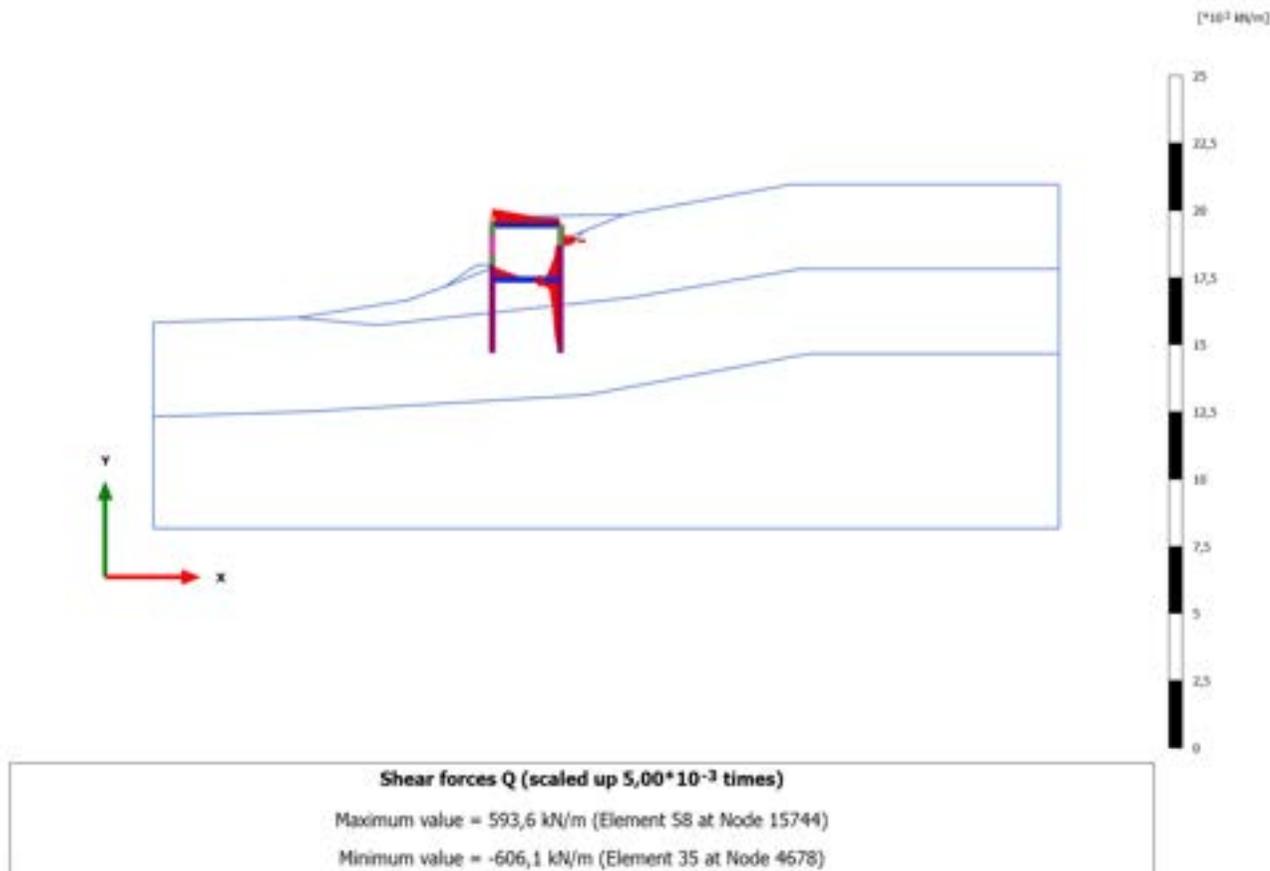
### 3.1.2.1.13 Calculation results, Plate, 11\_ SISMICA +- [Phase\_11] (11/249), Shear forces Q



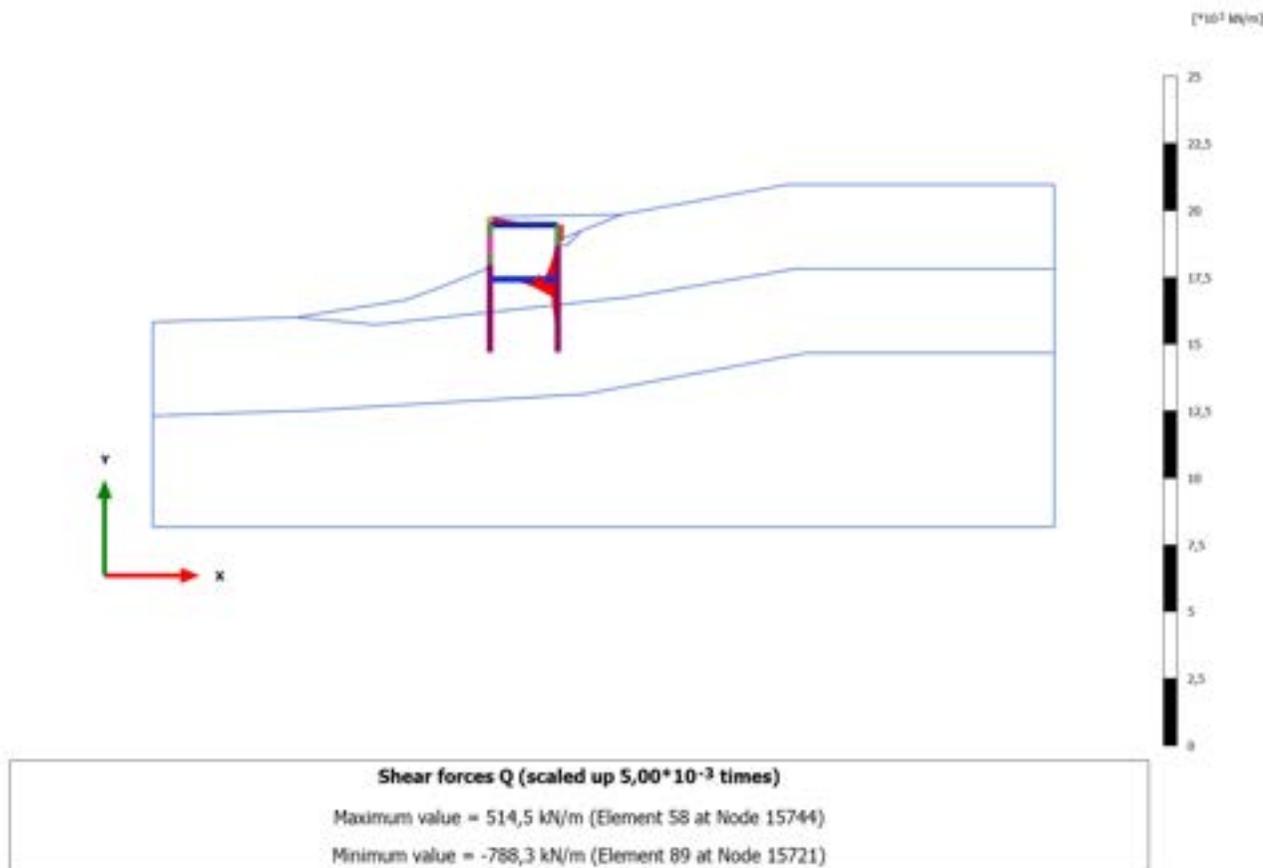
### 3.1.2.1.14 Calculation results, Plate, 13\_SISMICA -- [Phase\_13] (13/329), Shear forces Q



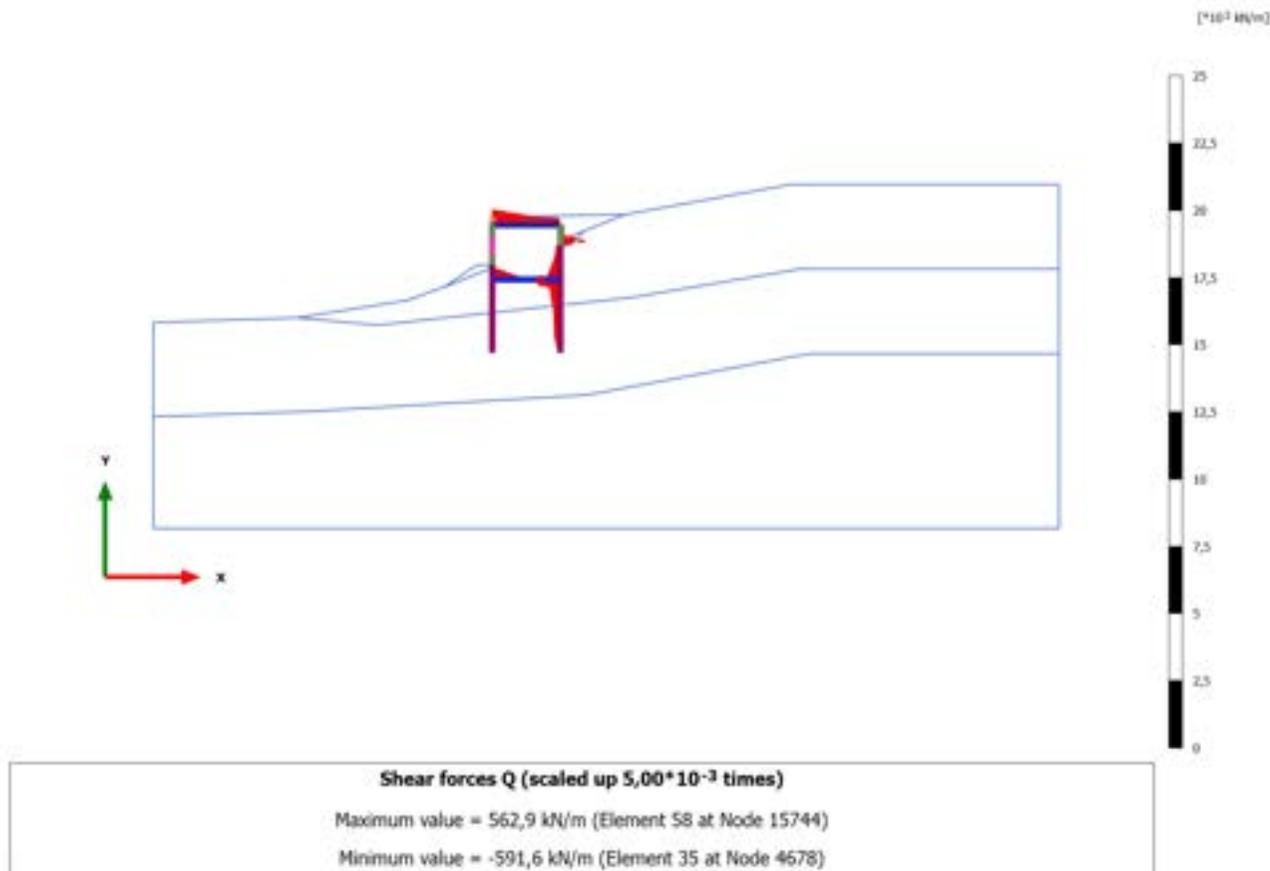
### 3.1.2.1.15 Calculation results, Plate, 10.2\_AS\_SISMICA++ [Phase\_19] (19/429), Shear forces Q



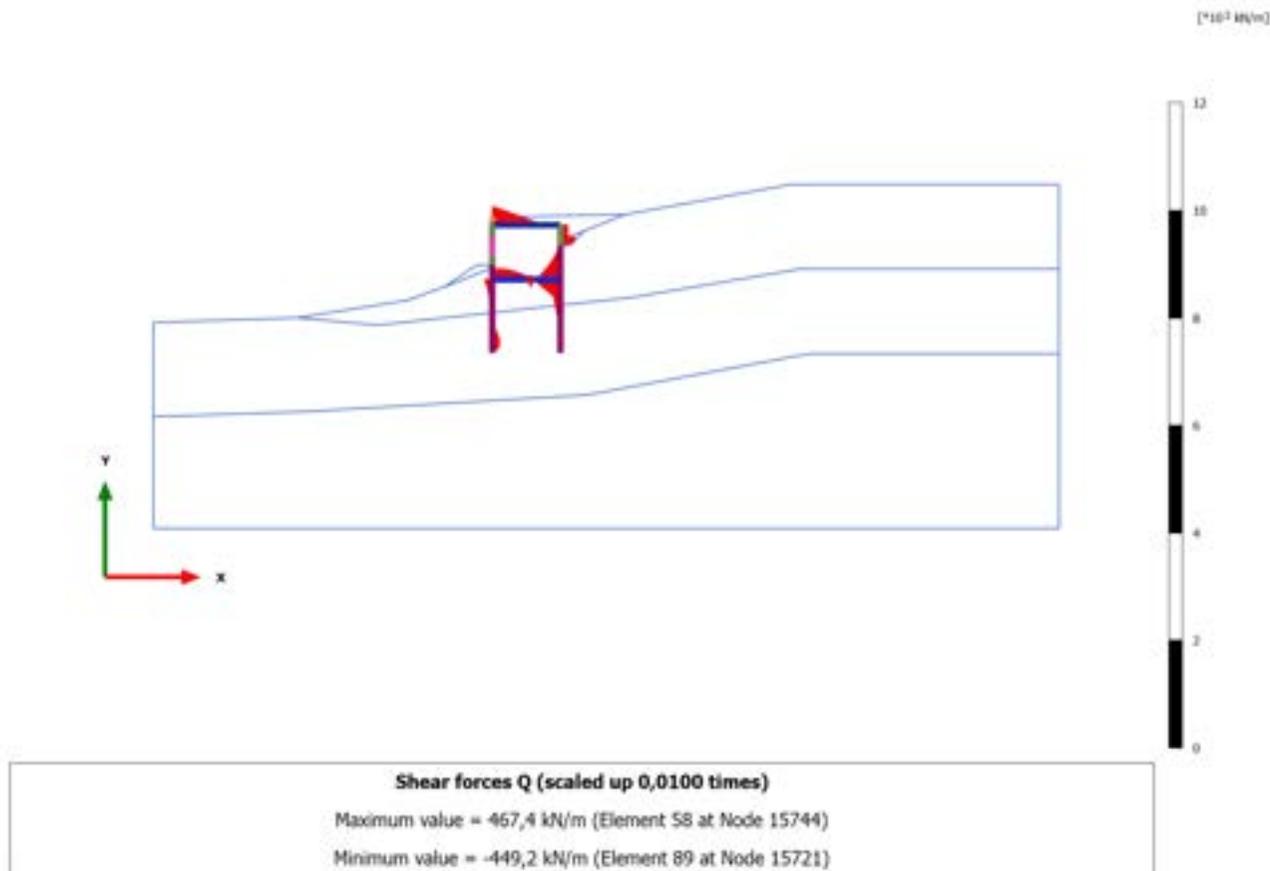
### 3.1.2.1.16 Calculation results, Plate, STABILITA'\_postintervento [Phase\_17] (26/535), Shear forces Q



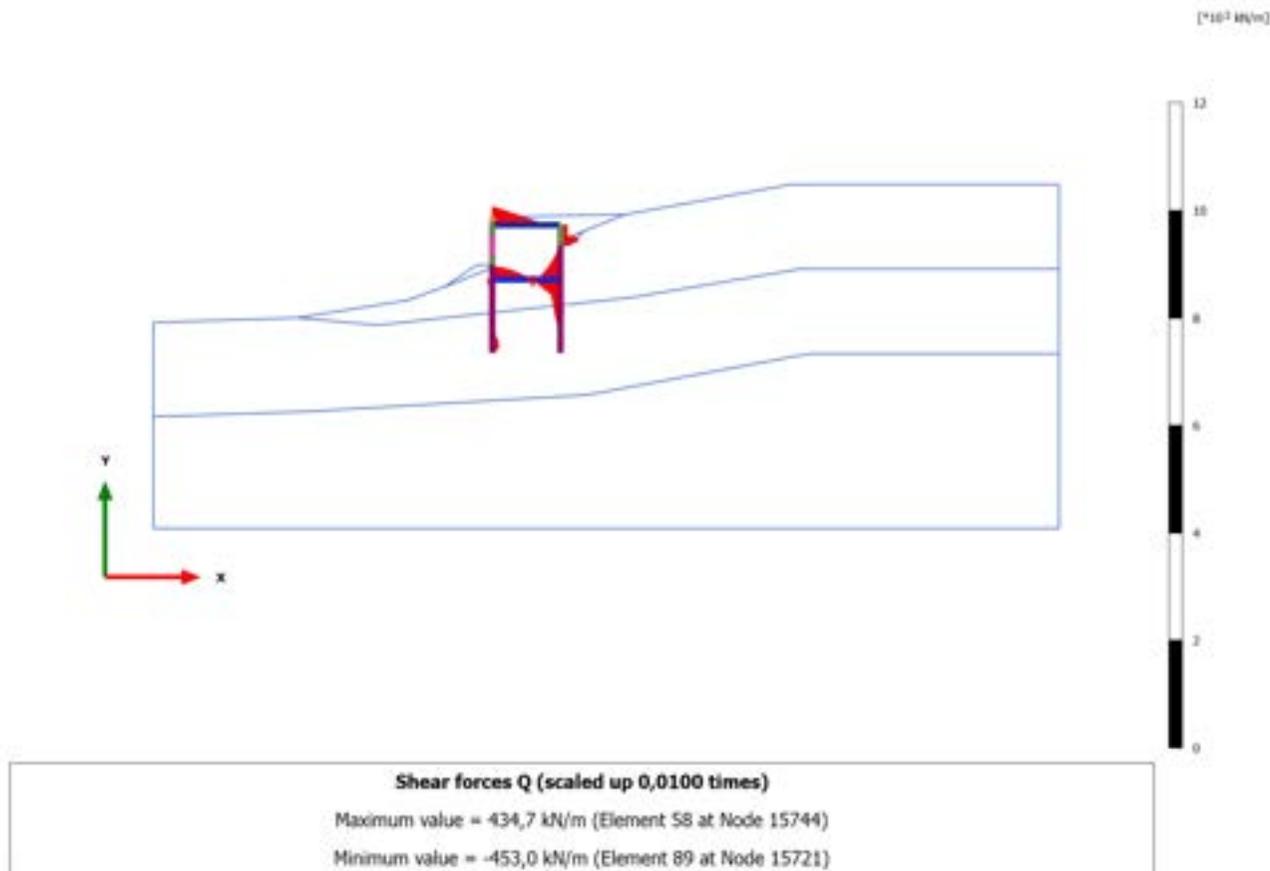
### 3.1.2.1.17 Calculation results, Plate, 11.2\_AS SISMICA +- [Phase\_21] (21/698), Shear forces Q



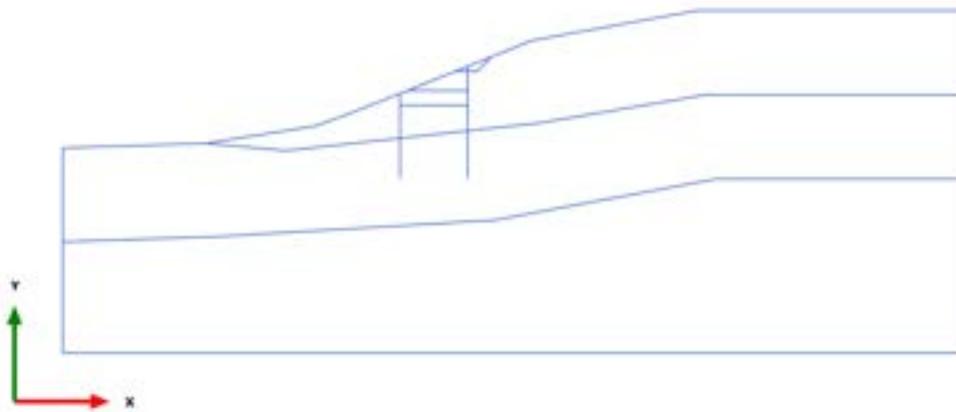
### 3.1.2.1.18 Calculation results, Plate, 12.2\_AS SISMICA -+ [Phase\_23] (23/804), Shear forces Q



### 3.1.2.1.19 Calculation results, Plate, 13.2\_AS SISMICA -- [Phase\_25] (25/911), Shear forces Q

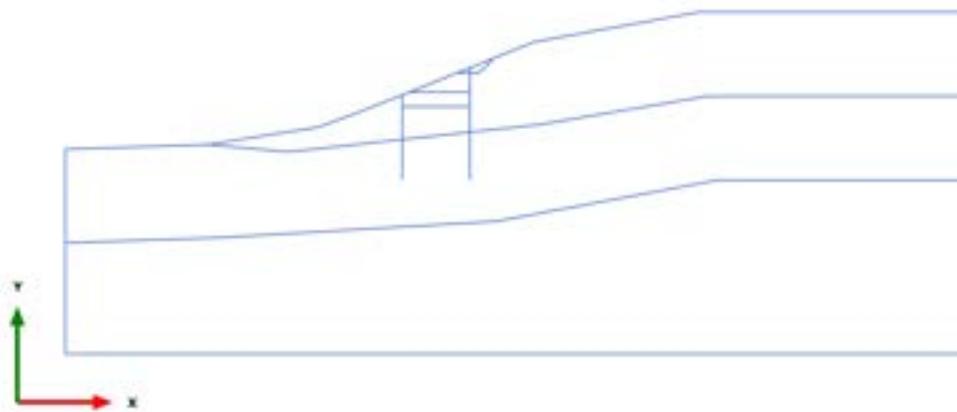


### 3.1.2.1.20 Calculation results, Plate, STABILITA'- preintervento [Phase\_15] (15/1011), Shear forces Q



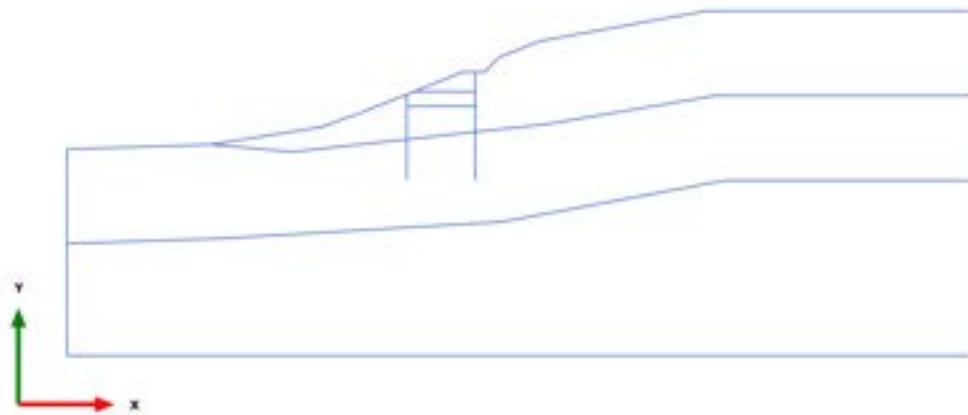
Shear forces Q (scaled up 1,00 times)  
No results

### 3.1.2.2.1 Calculation results, Plate, 0\_CONDIZIONE GEOSTATICA [InitialPhase] (0/6), Bending moments M



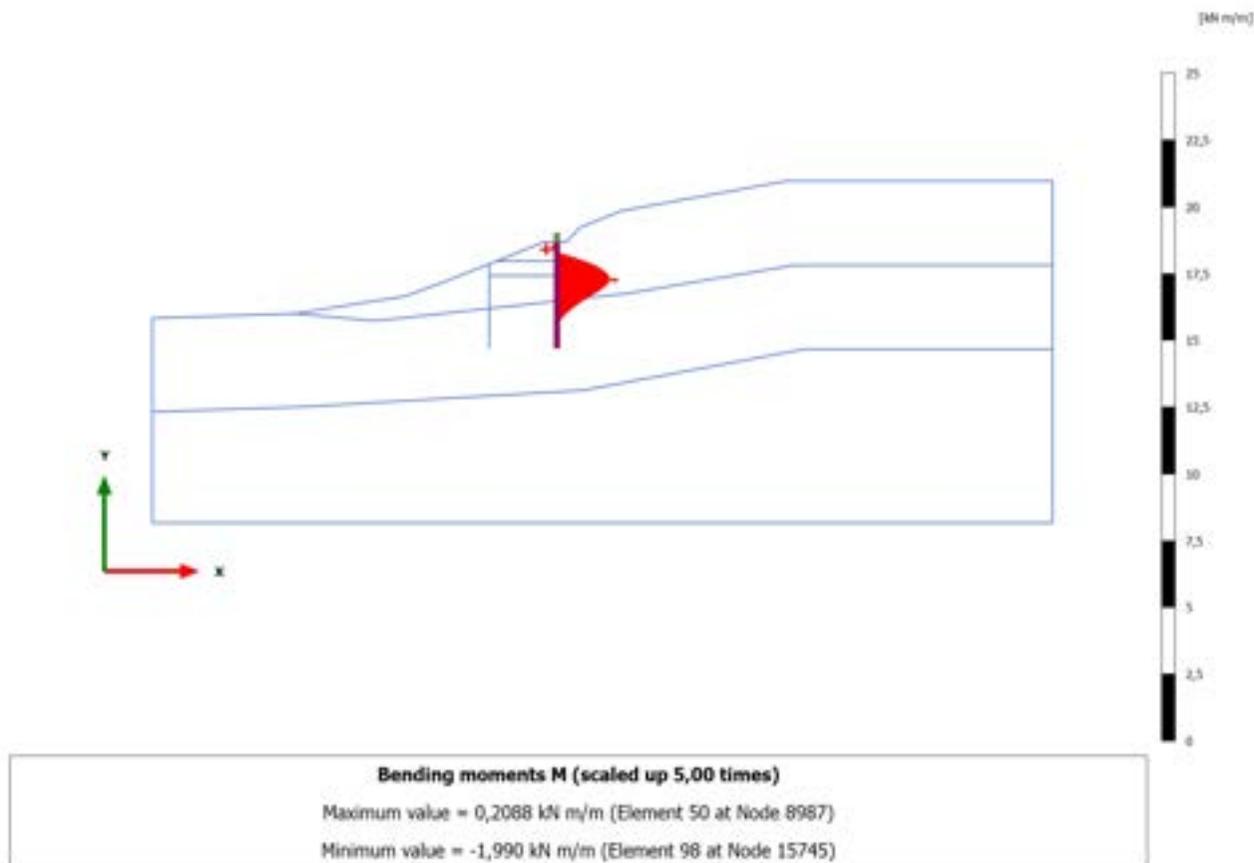
Bending moments M (scaled up 1,00 times)  
No results

### 3.1.2.2.2 Calculation results, Plate, 1\_PRESCAVO [Phase\_14] (14/16), Bending moments M

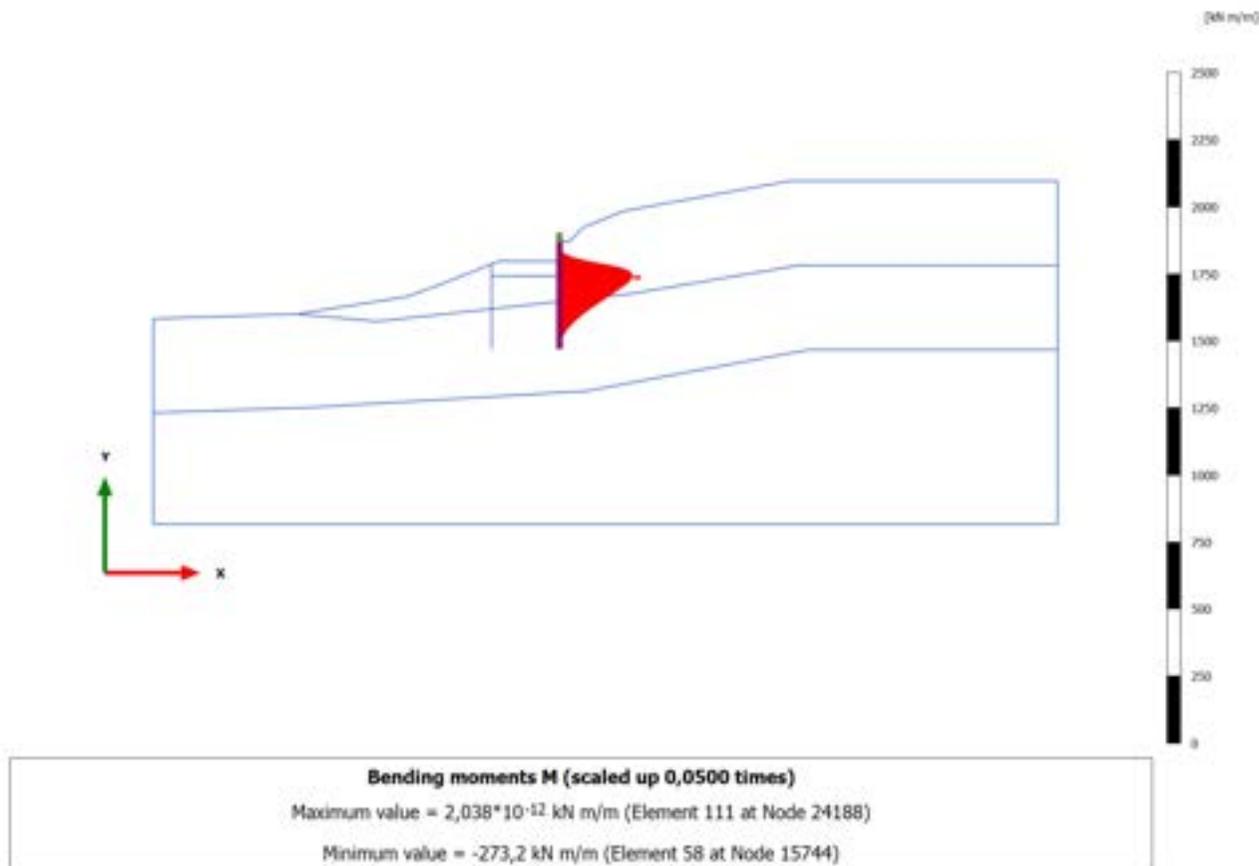


Bending moments M (scaled up 1,00 times)  
No results

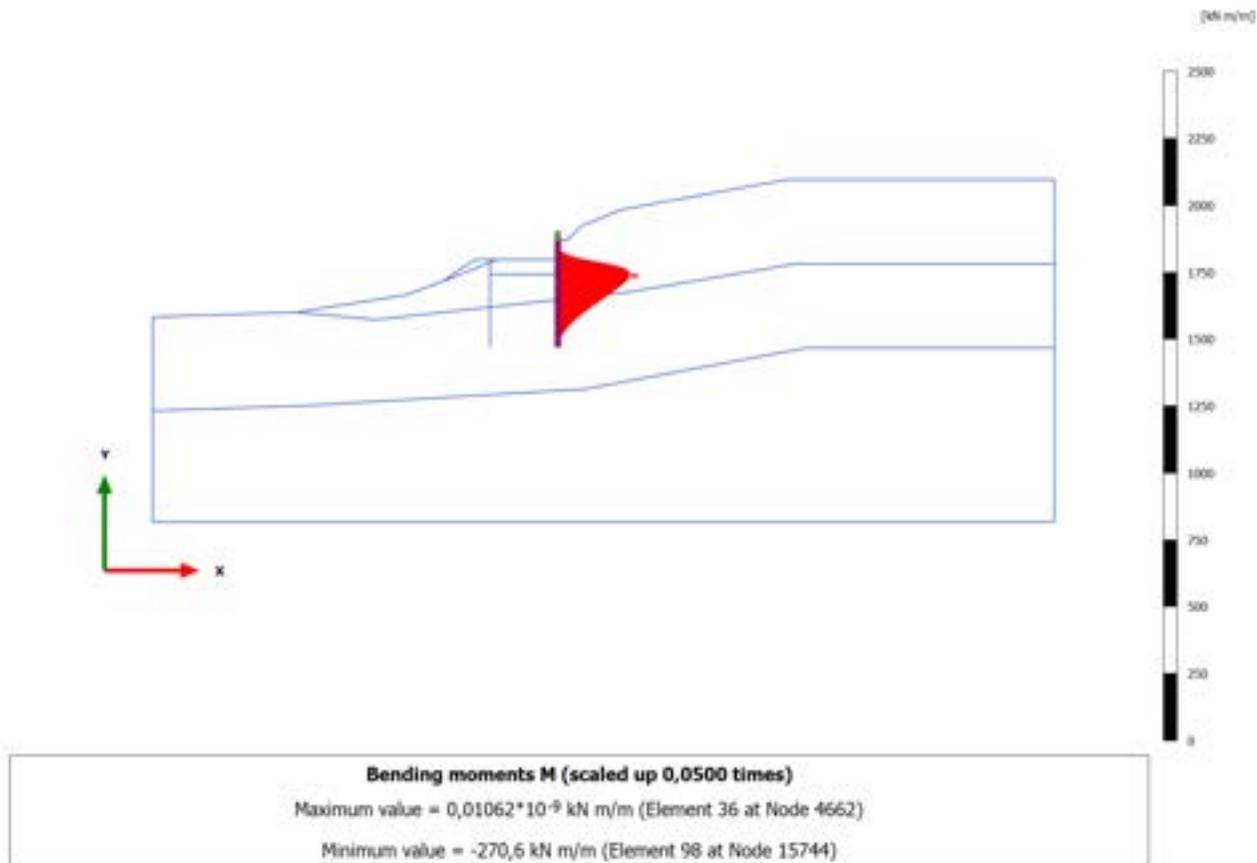
### 3.1.2.2.3 Calculation results, Plate, 2\_REALIZZAZIONE PALO MONTE [Phase\_2] (2/18), Bending moments M



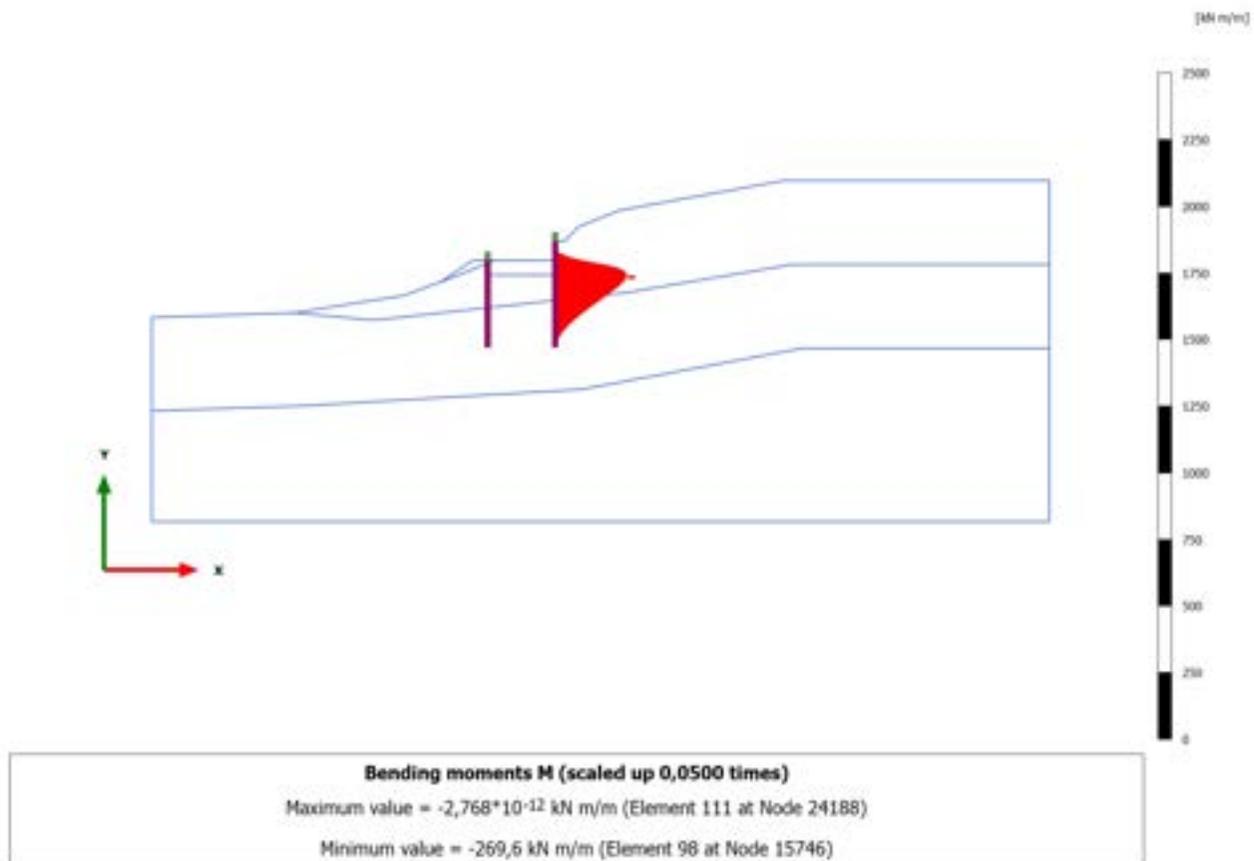
### 3.1.2.2.4 Calculation results, Plate, 3\_PRIMA FASE DI SCAVO [Phase\_3] (3/24), Bending moments M



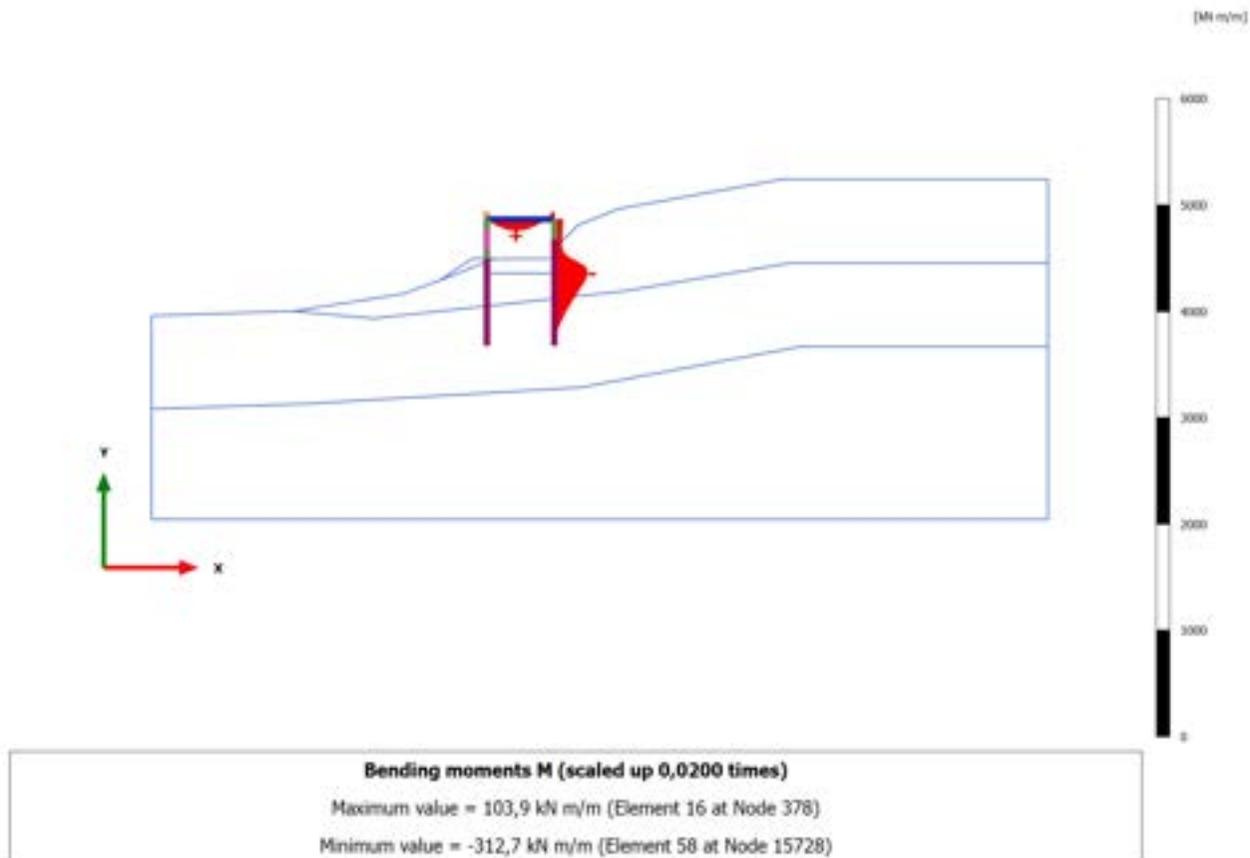
### 3.1.2.2.5 Calculation results, Plate, 4\_REALIZZAZIONE RILEVATO [Phase\_4] (4/26), Bending moments M



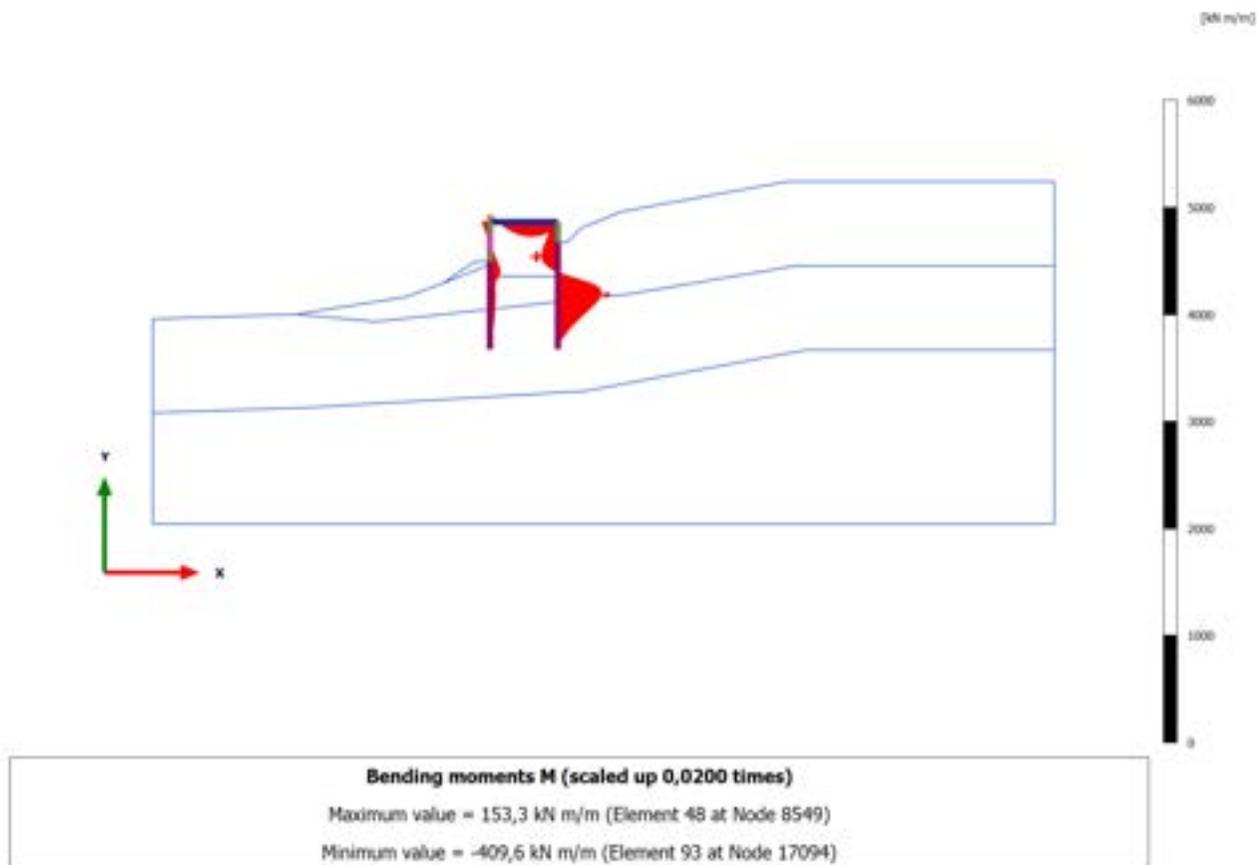
### 3.1.2.2.6 Calculation results, Plate, 5\_REALIZZAZIONE PALO DI VALLE [Phase\_5] (5/28), Bending moments M



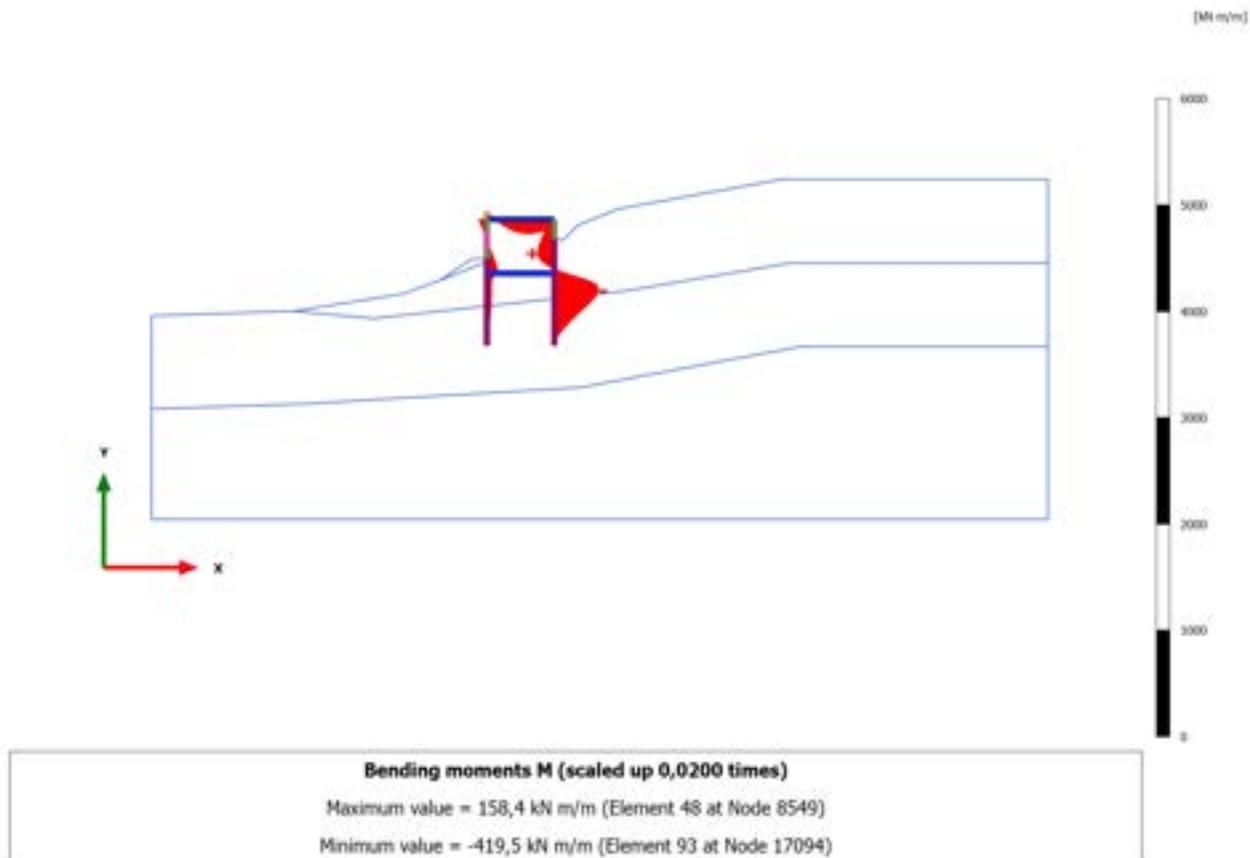
### 3.1.2.2.7 Calculation results, Plate, 6\_REALIZZAZIONE SOVRASTRUTTURA [Phase\_6] (6/31), Bending moments M



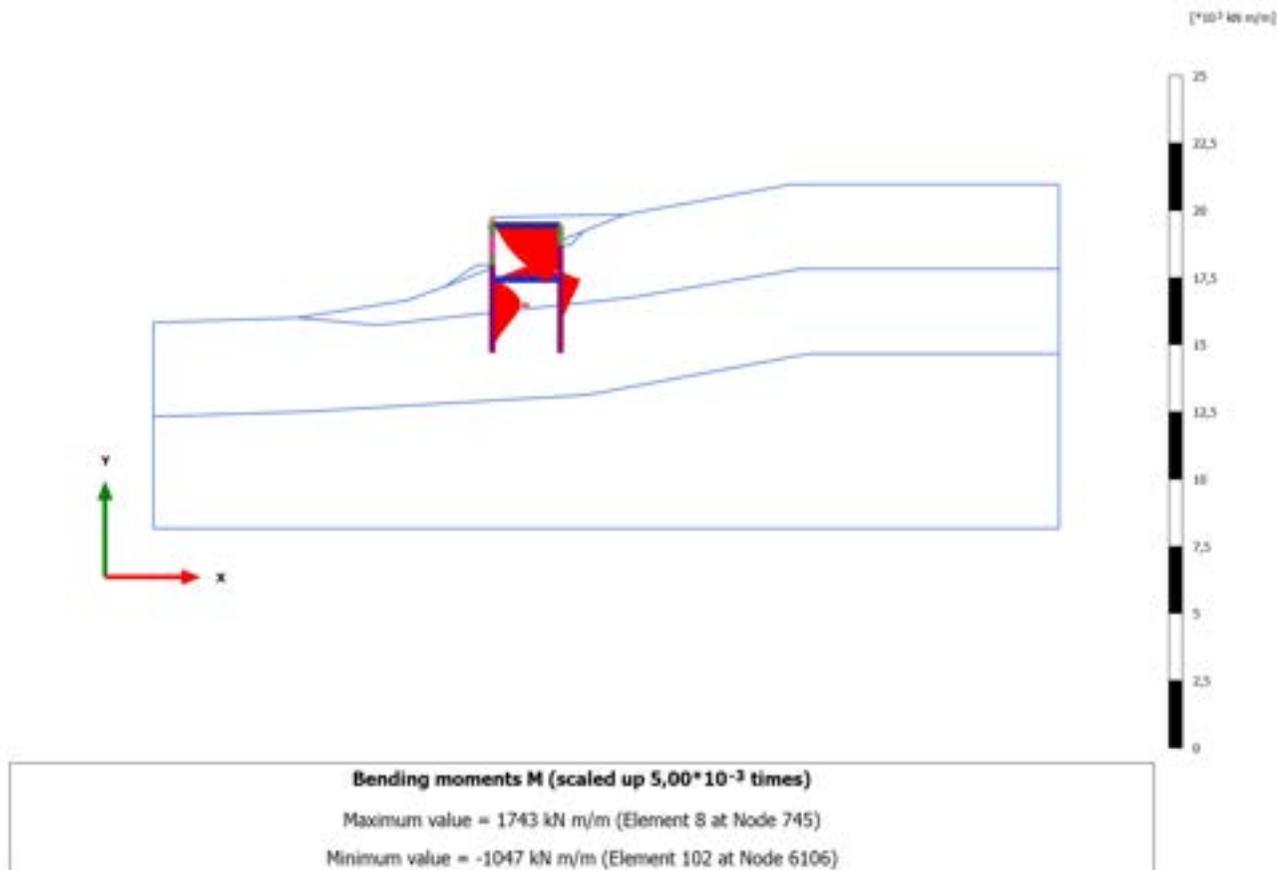
### 3.1.2.2.8 Calculation results, Plate, 7\_SECONDA FASE DI SCAVO [Phase\_7] (7/39), Bending moments M



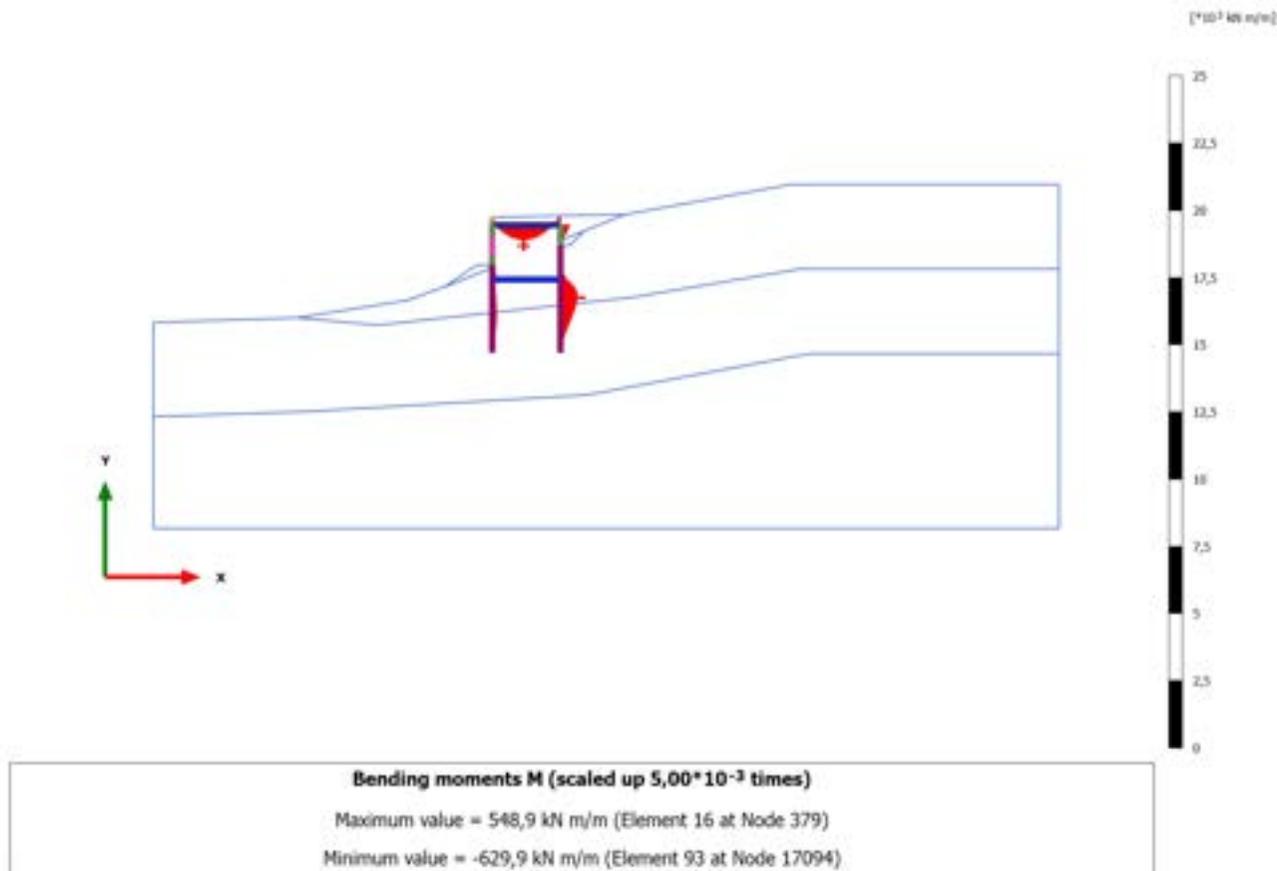
### 3.1.2.2.9 Calculation results, Plate, 8\_REALIZZAZIONE SOLETTA INFERIORE [Phase\_8] (8/42), Bending moments M



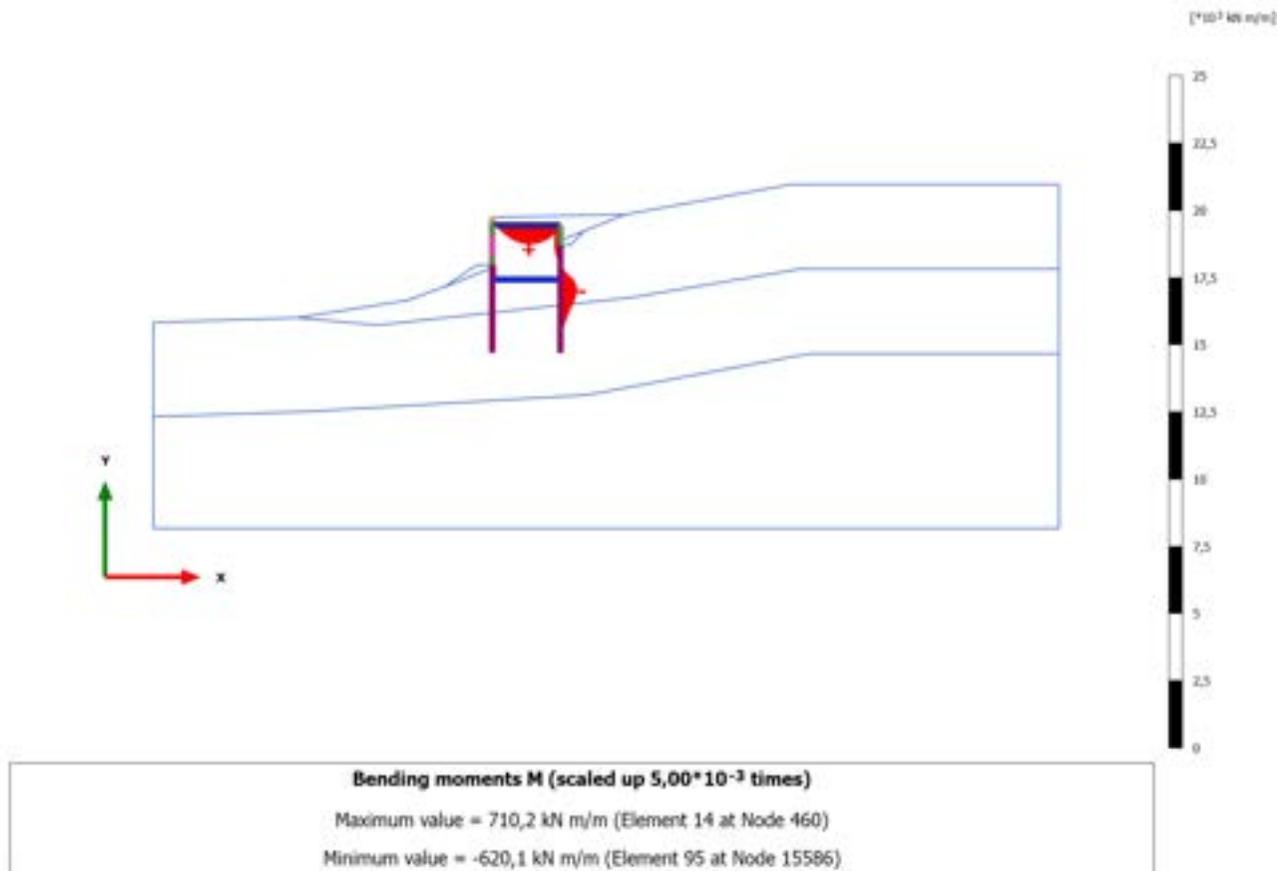
### 3.1.2.2.10 Calculation results, Plate, 10\_SISMICA ++ [Phase\_10] (10/101), Bending moments M



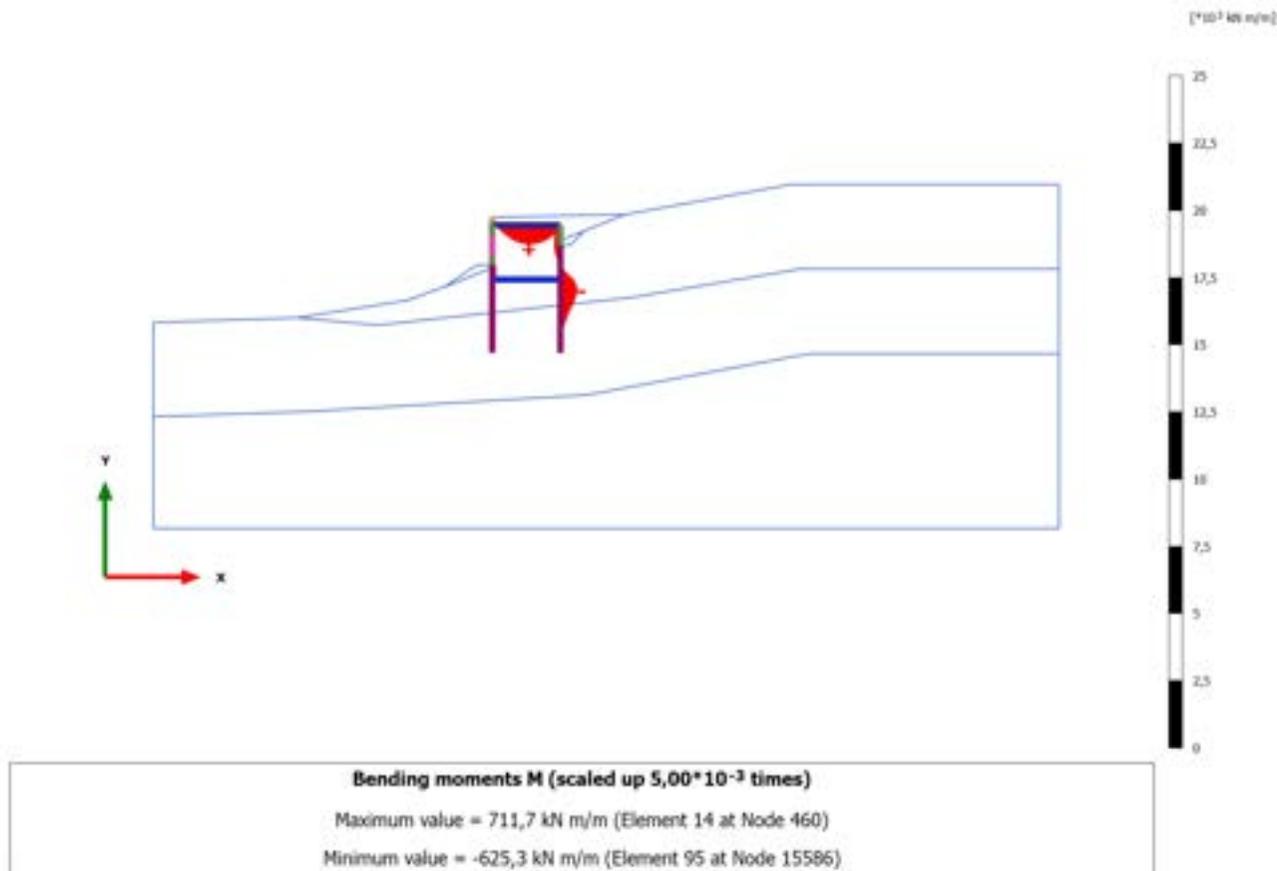
### 3.1.2.2.11 Calculation results, Plate, 12\_SISMICA -+ [Phase\_12] (12/152), Bending moments M



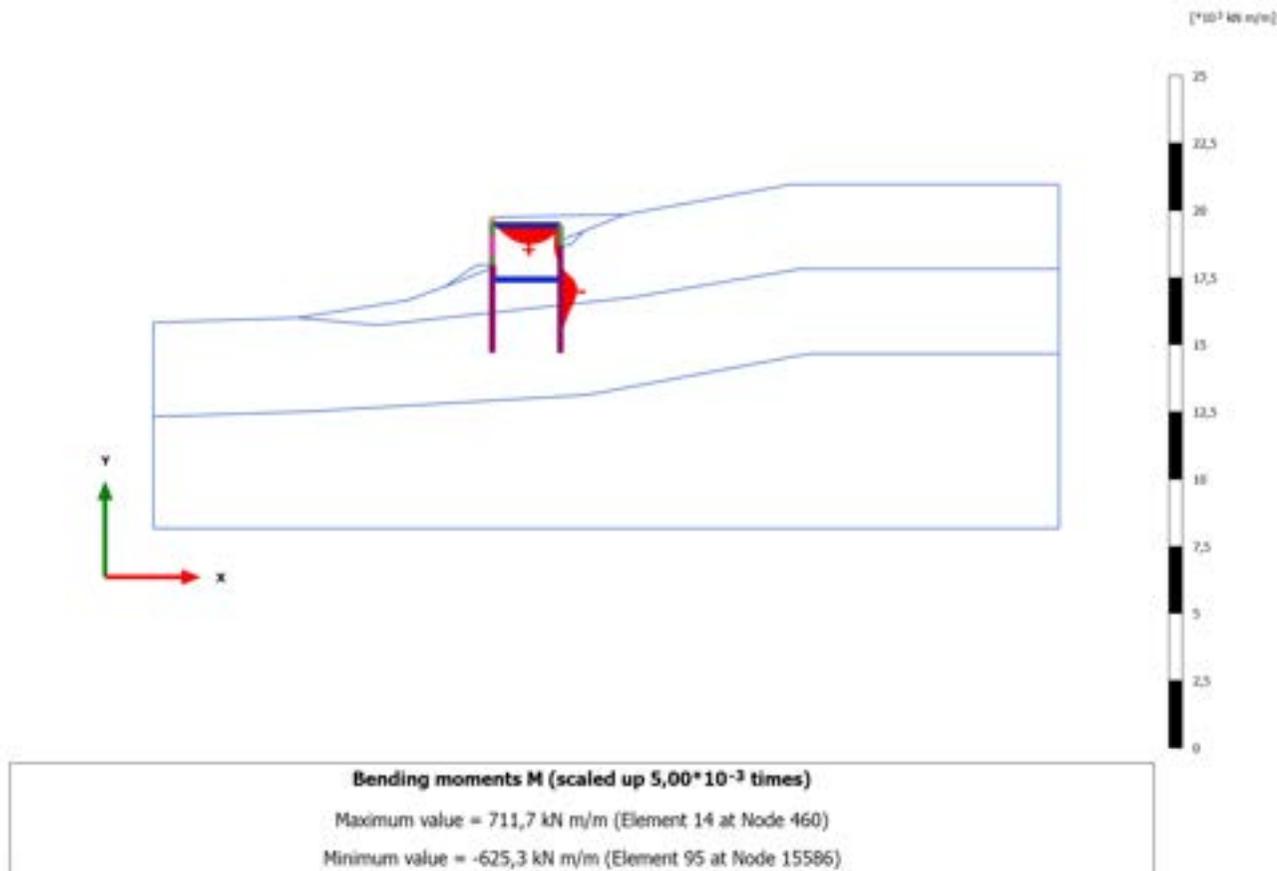
### 3.1.2.2.12 Calculation results, Plate, 9\_RITOMBAMENTO [Phase\_9] (9/169), Bending moments M



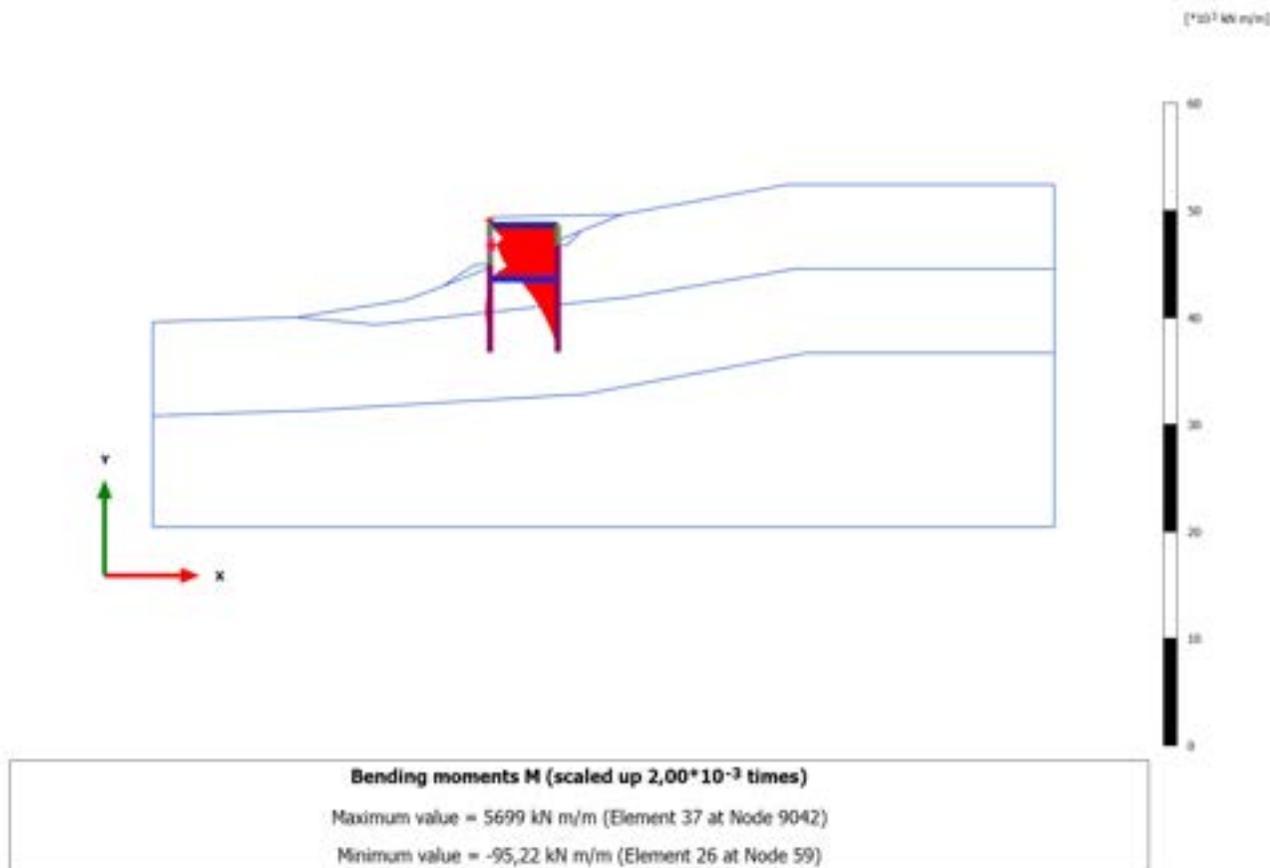
### 3.1.2.2.13 Calculation results, Plate, 11\_ SISMICA +- [Phase\_11] (11/249), Bending moments M



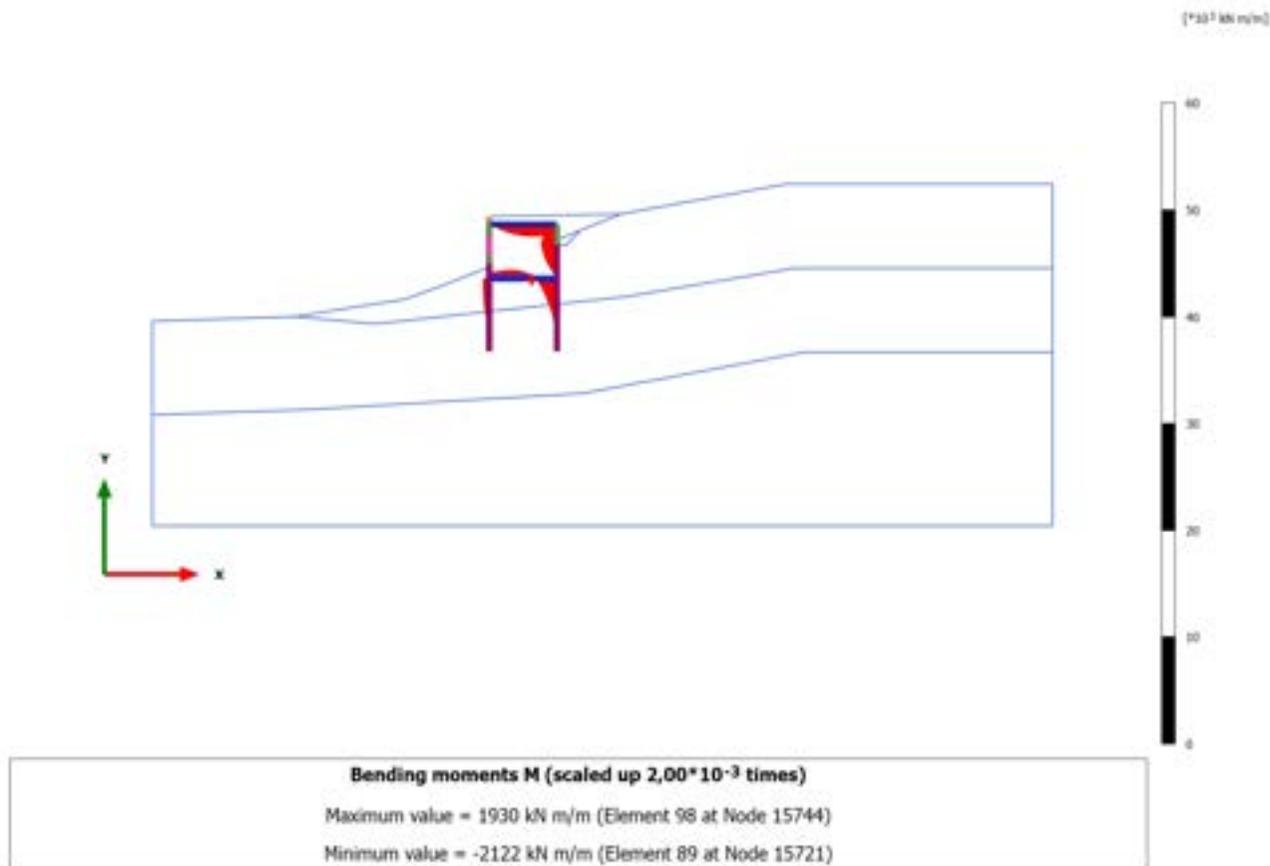
### 3.1.2.2.14 Calculation results, Plate, 13\_SISMICA -- [Phase\_13] (13/329), Bending moments M



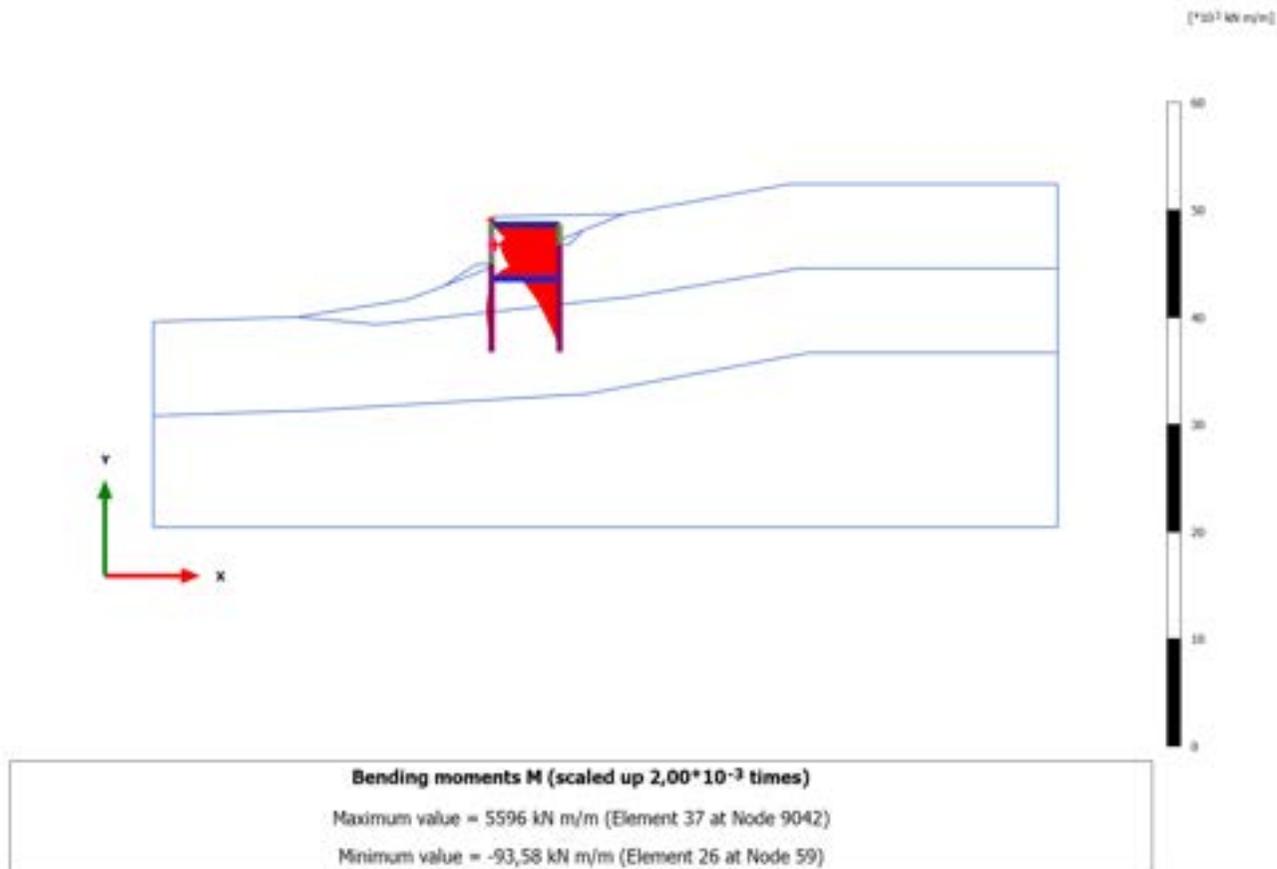
### 3.1.2.2.15 Calculation results, Plate, 10.2\_AS\_SISMICA++ [Phase\_19] (19/429), Bending moments M



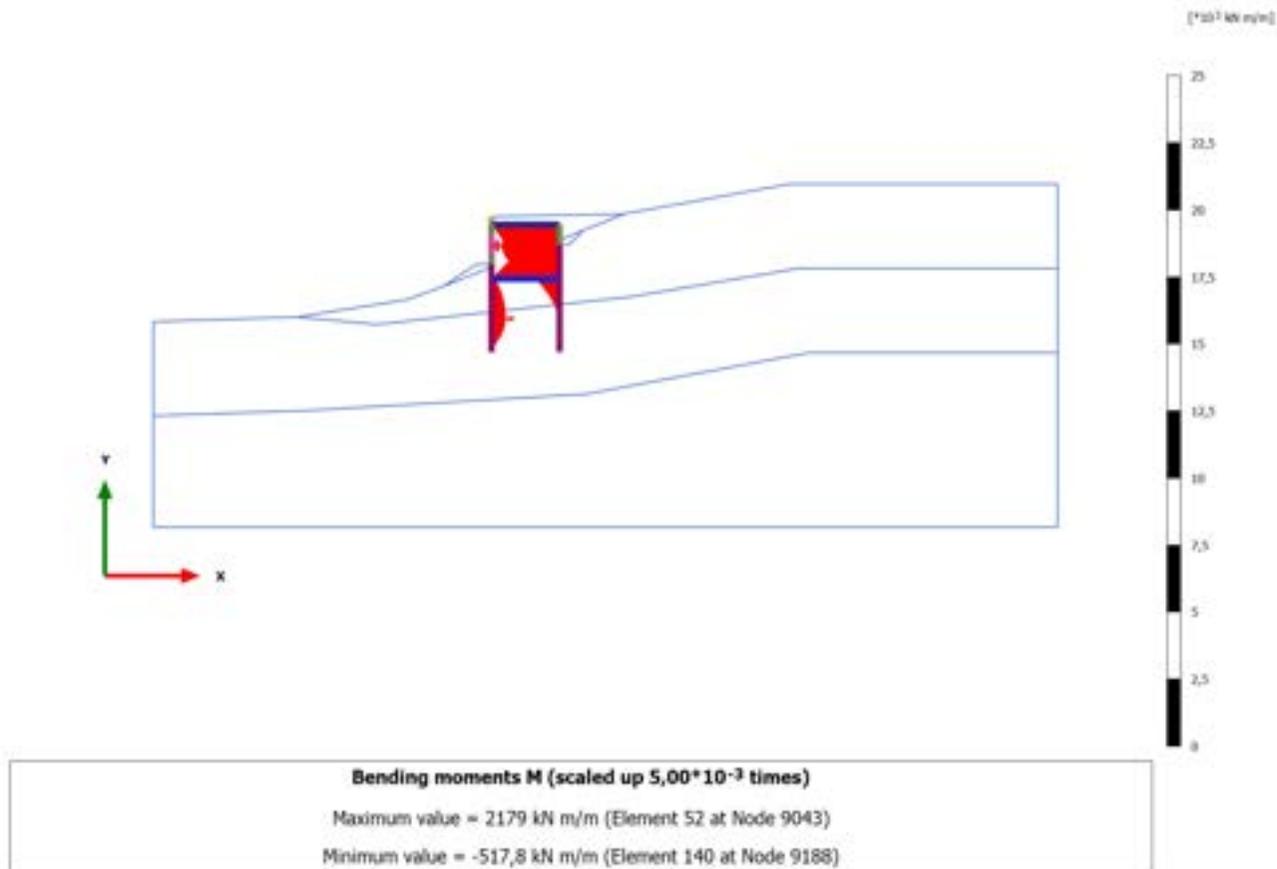
### 3.1.2.2.16 Calculation results, Plate, STABILITA'\_postintervento [Phase\_17] (26/535), Bending moments M



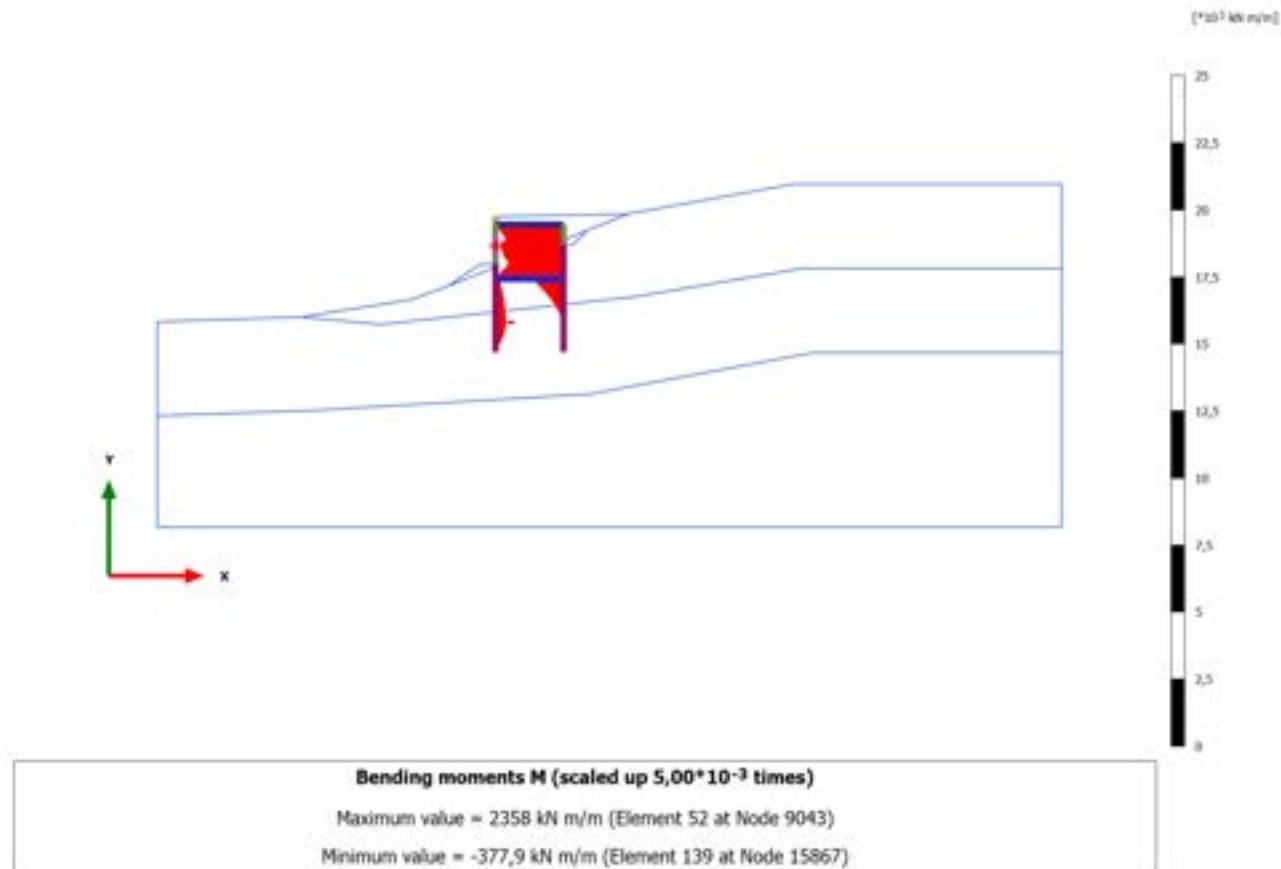
### 3.1.2.2.17 Calculation results, Plate, 11.2\_AS SISMICA +- [Phase\_21] (21/698), Bending moments M



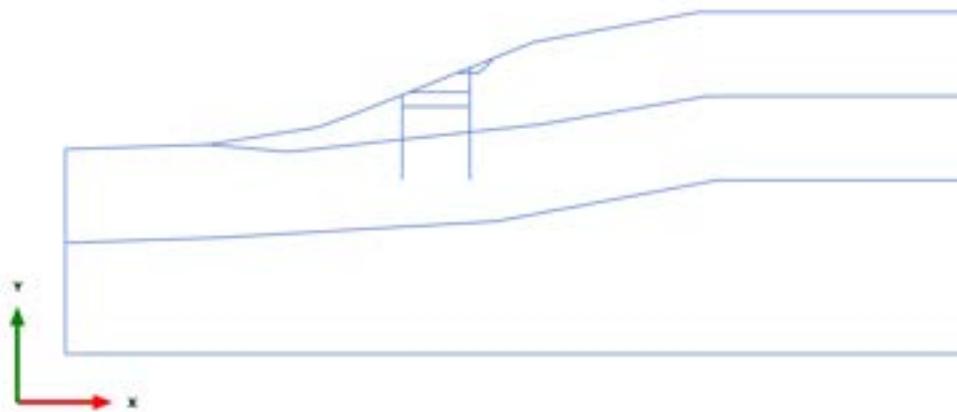
### 3.1.2.2.18 Calculation results, Plate, 12.2\_AS SISMICA -+ [Phase\_23] (23/804), Bending moments M



### 3.1.2.2.19 Calculation results, Plate, 13.2\_AS SISMICA -- [Phase\_25] (25/911), Bending moments M

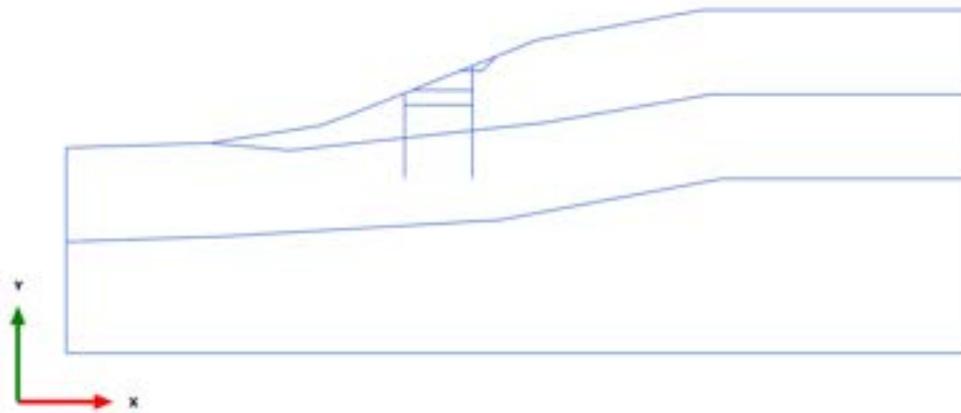


### 3.1.2.2.20 Calculation results, Plate, STABILITA'- preintervento [Phase\_15] (15/1011), Bending moments M



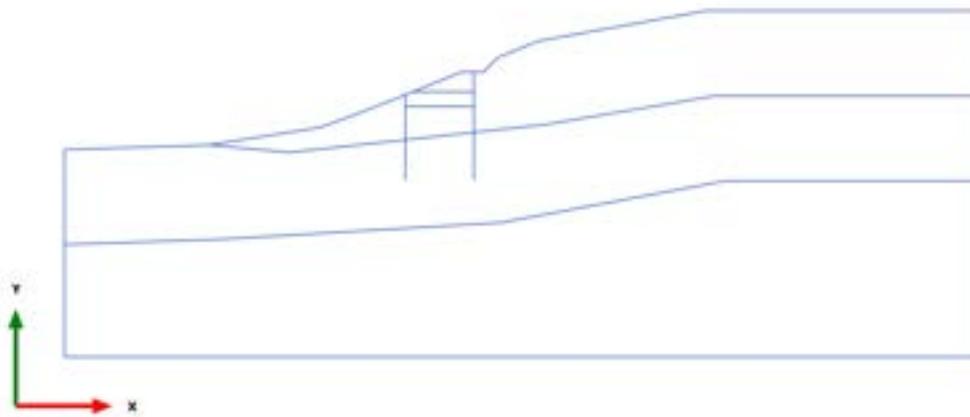
Bending moments M (scaled up 1,00 times)  
No results

### 3.1.2.3.1 Calculation results, Plate, 0\_CONDIZIONE GEOSTATICA [InitialPhase] (0/6), Axial forces N



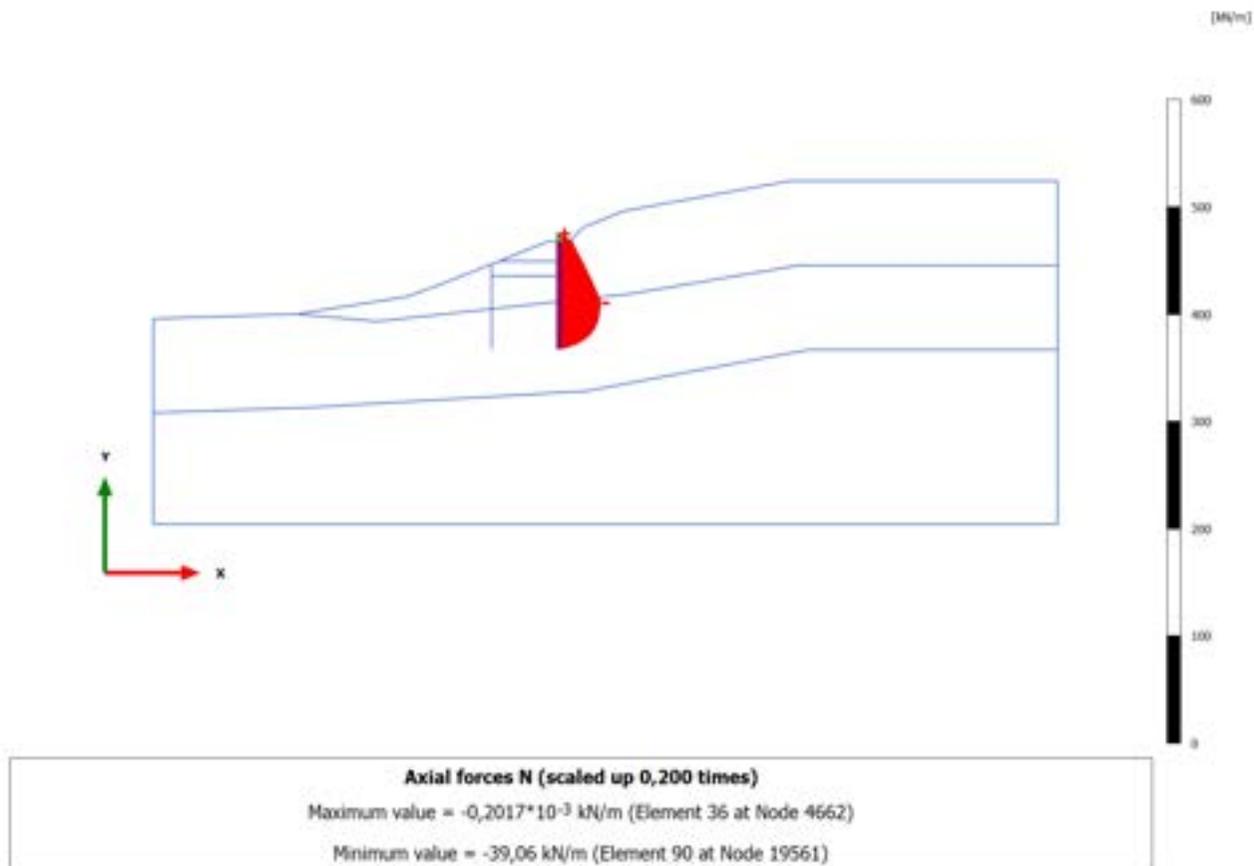
Axial forces N (scaled up 1,00 times)  
No results

## 3.1.2.3.2 Calculation results, Plate, 1\_PRESCAVO [Phase\_14] (14/16), Axial forces N

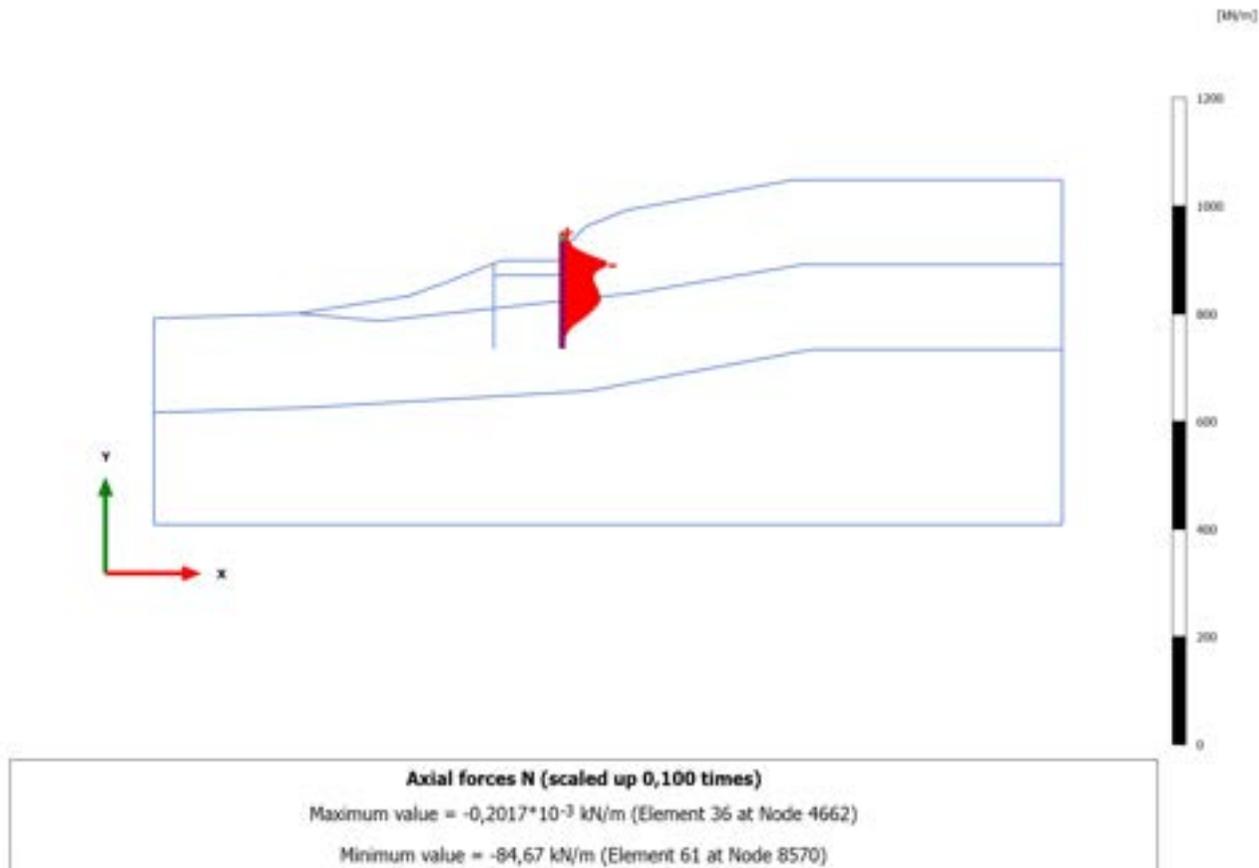


Axial forces N (scaled up 1,00 times)  
No results

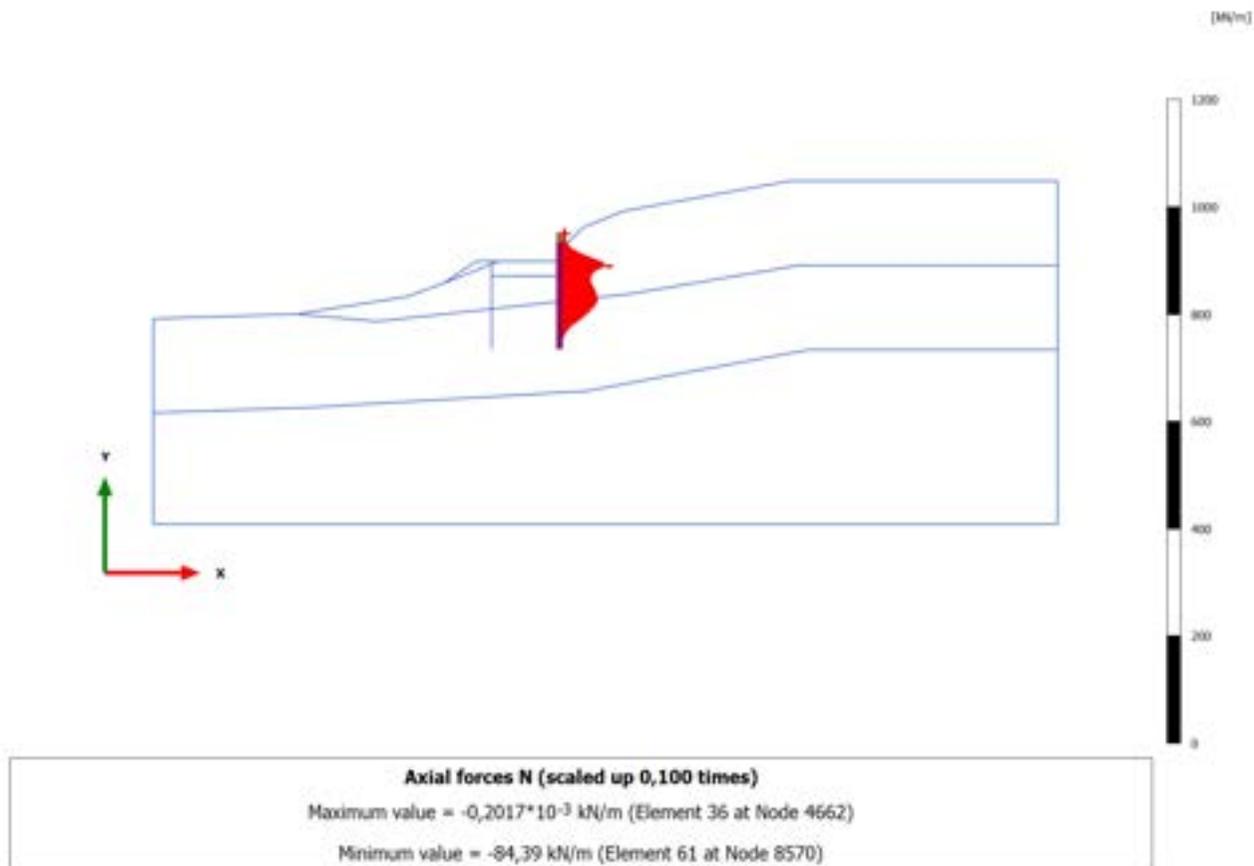
### 3.1.2.3.3 Calculation results, Plate, 2\_REALIZZAZIONE PALO MONTE [Phase\_2] (2/18), Axial forces N



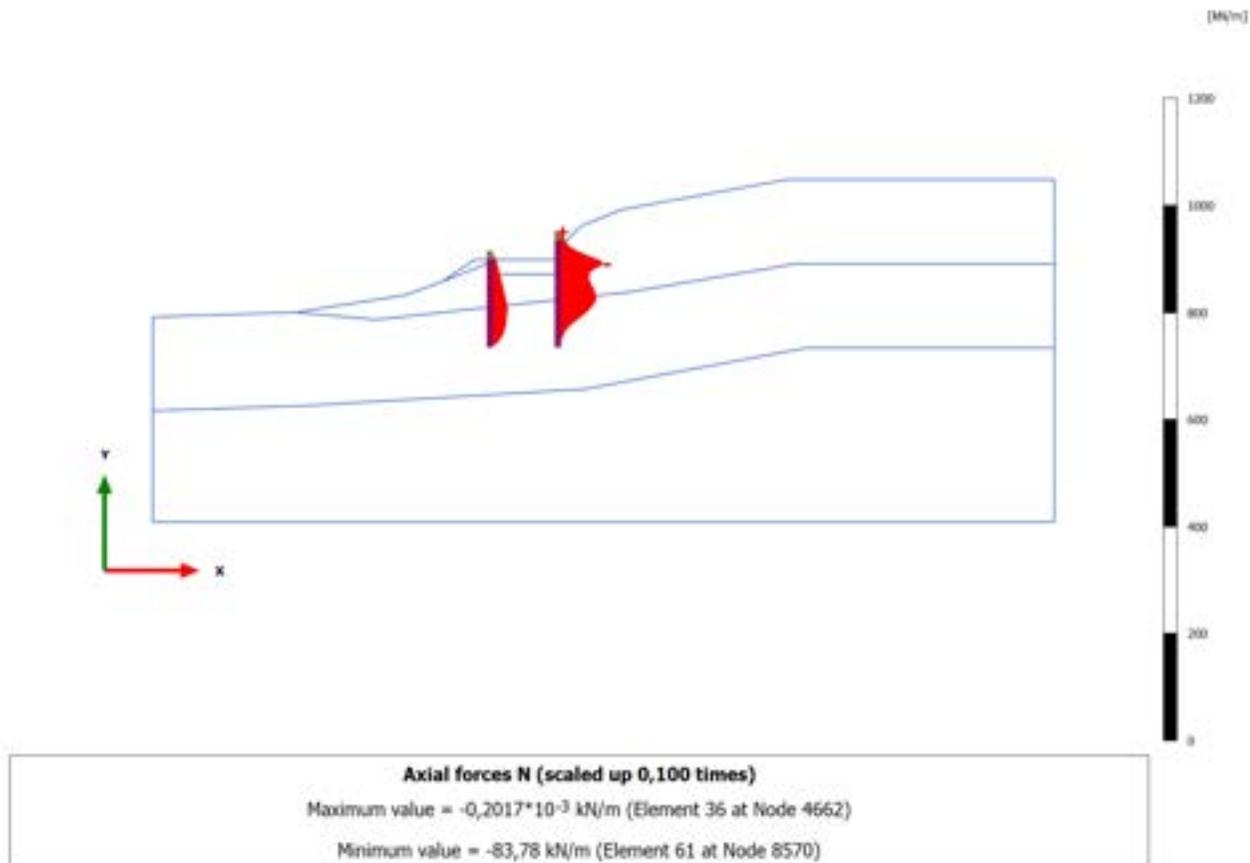
### 3.1.2.3.4 Calculation results, Plate, 3\_PRIMA FASE DI SCAVO [Phase\_3] (3/24), Axial forces N



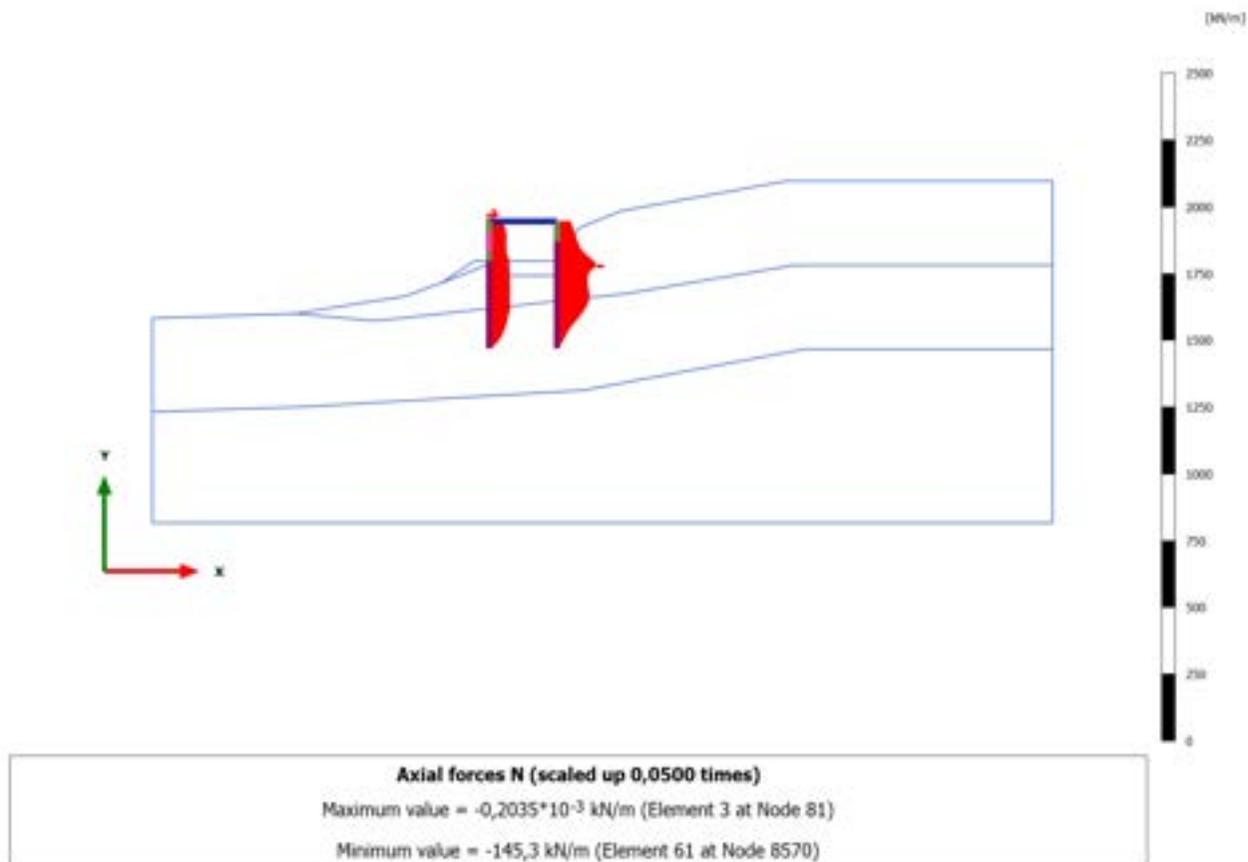
### 3.1.2.3.5 Calculation results, Plate, 4\_REALIZZAZIONE RILEVATO [Phase\_4] (4/26), Axial forces N



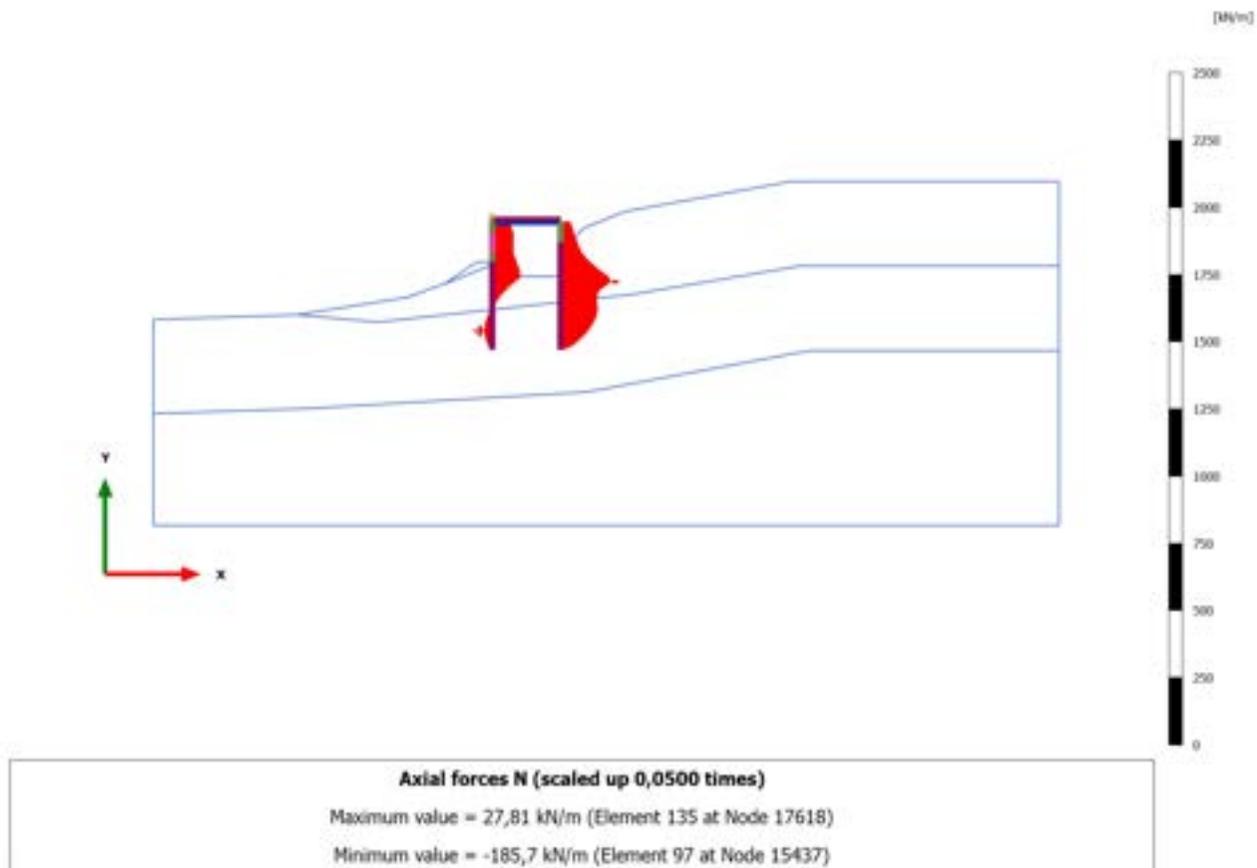
### 3.1.2.3.6 Calculation results, Plate, 5\_REALIZZAZIONE PALO DI VALLE [Phase\_5] (5/28), Axial forces N



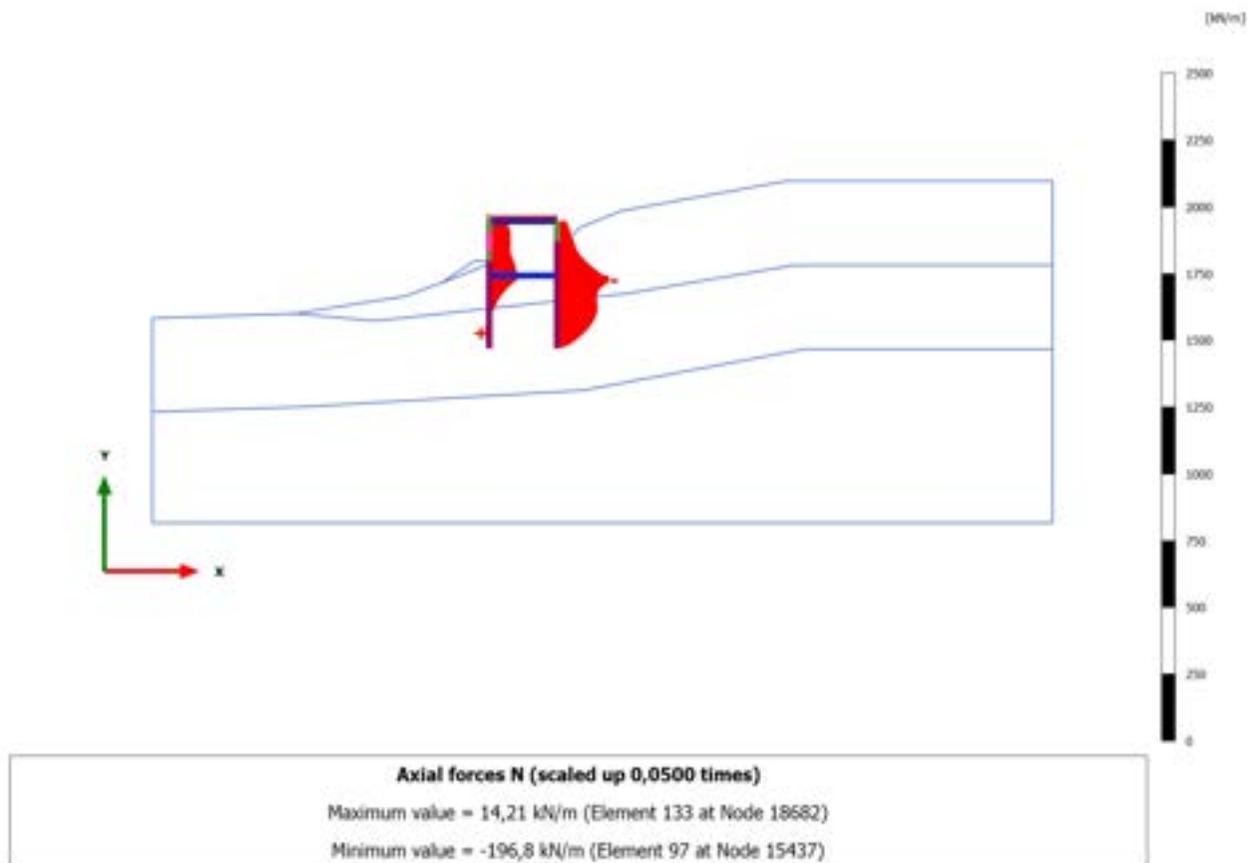
### 3.1.2.3.7 Calculation results, Plate, 6\_REALIZZAZIONE SOVRASTRUTTURA [Phase\_6] (6/31), Axial forces N



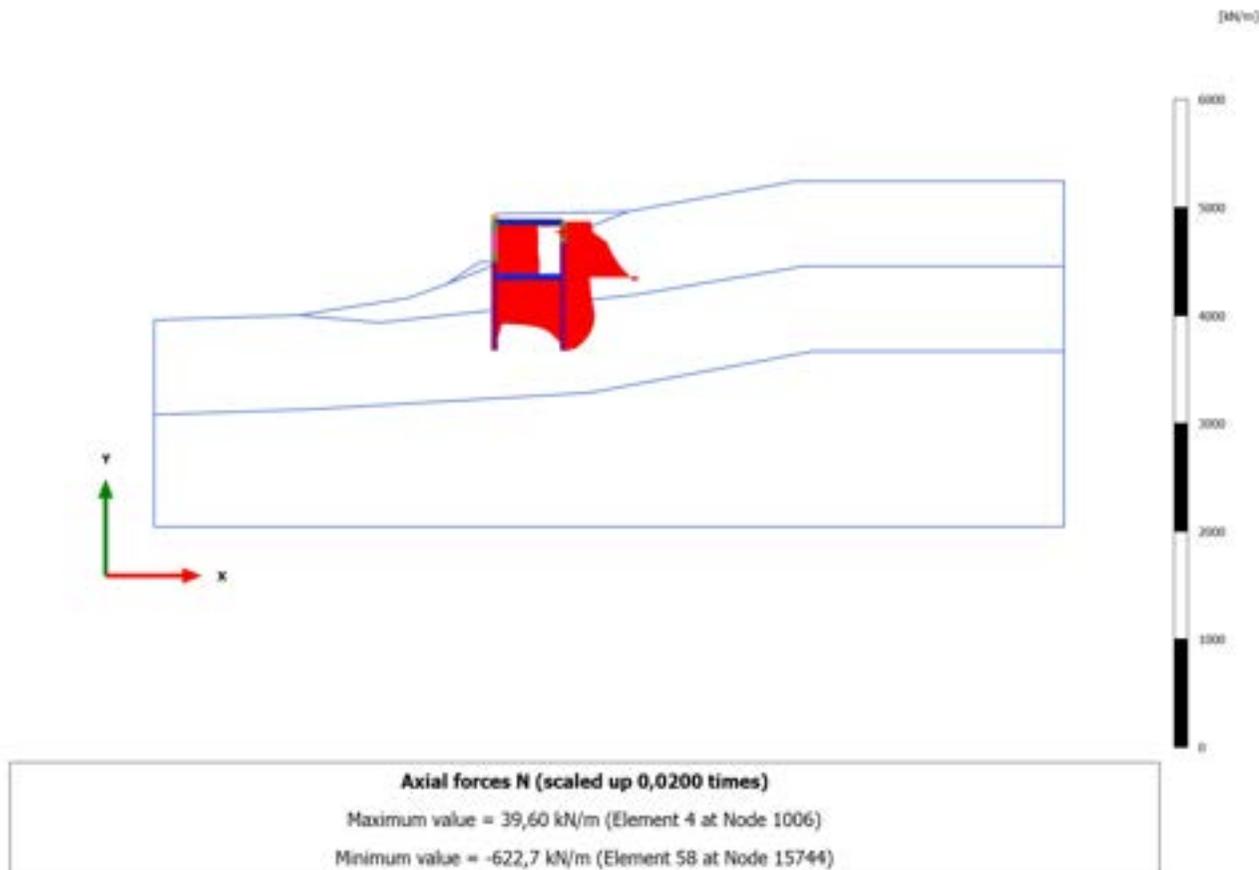
### 3.1.2.3.8 Calculation results, Plate, 7\_SECONDA FASE DI SCAVO [Phase\_7] (7/39), Axial forces N



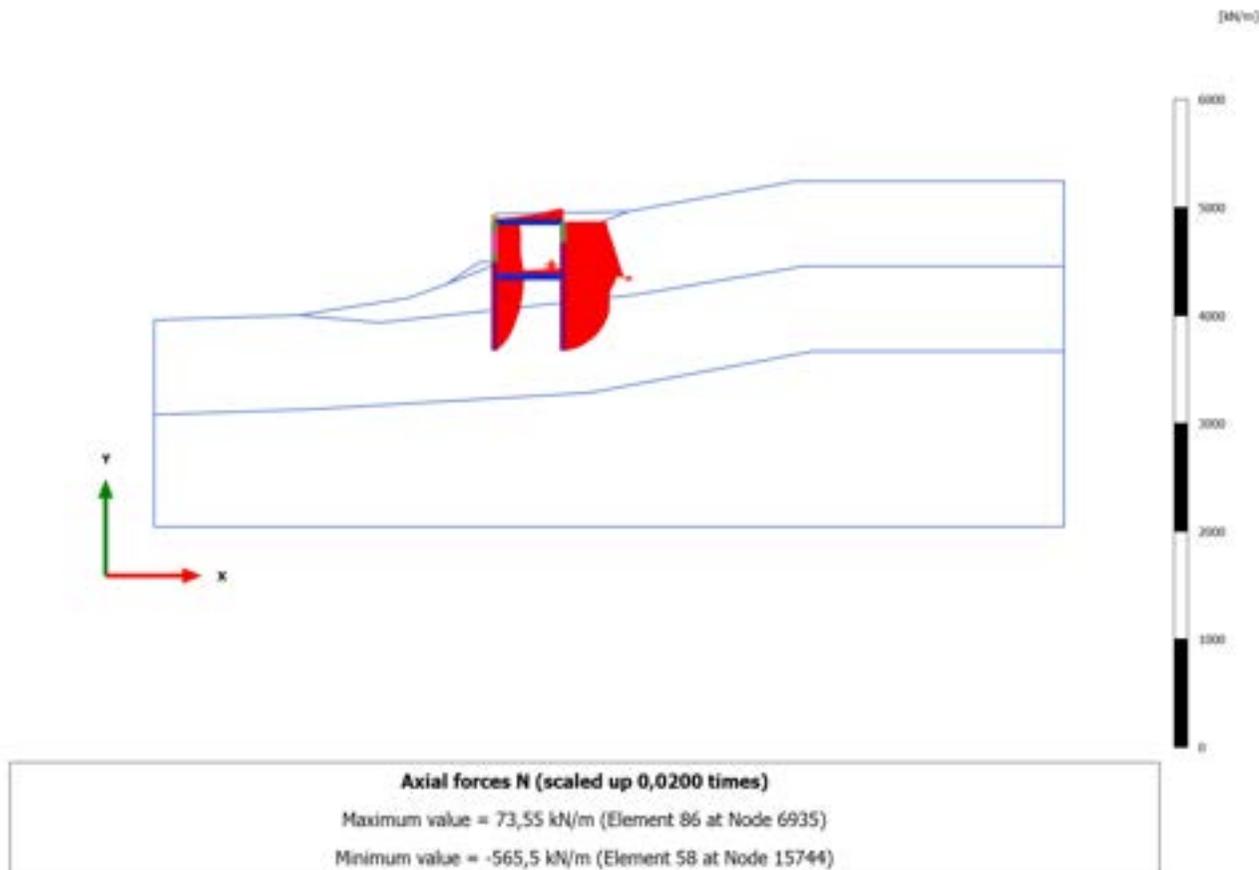
### 3.1.2.3.9 Calculation results, Plate, 8\_REALIZZAZIONE SOLETTA INFERIORE [Phase\_8] (8/42), Axial forces N



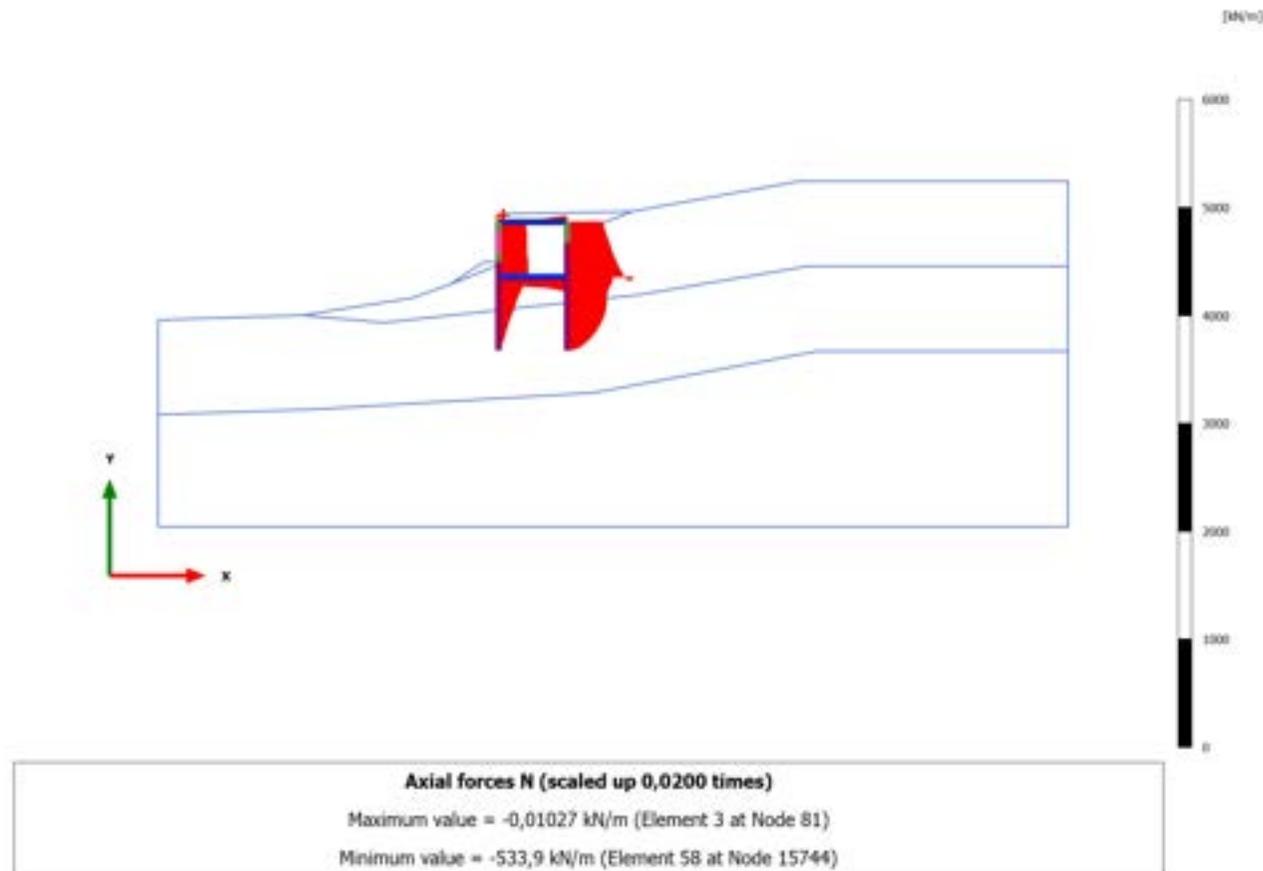
### 3.1.2.3.10 Calculation results, Plate, 10\_SISMICA ++ [Phase\_10] (10/101), Axial forces N



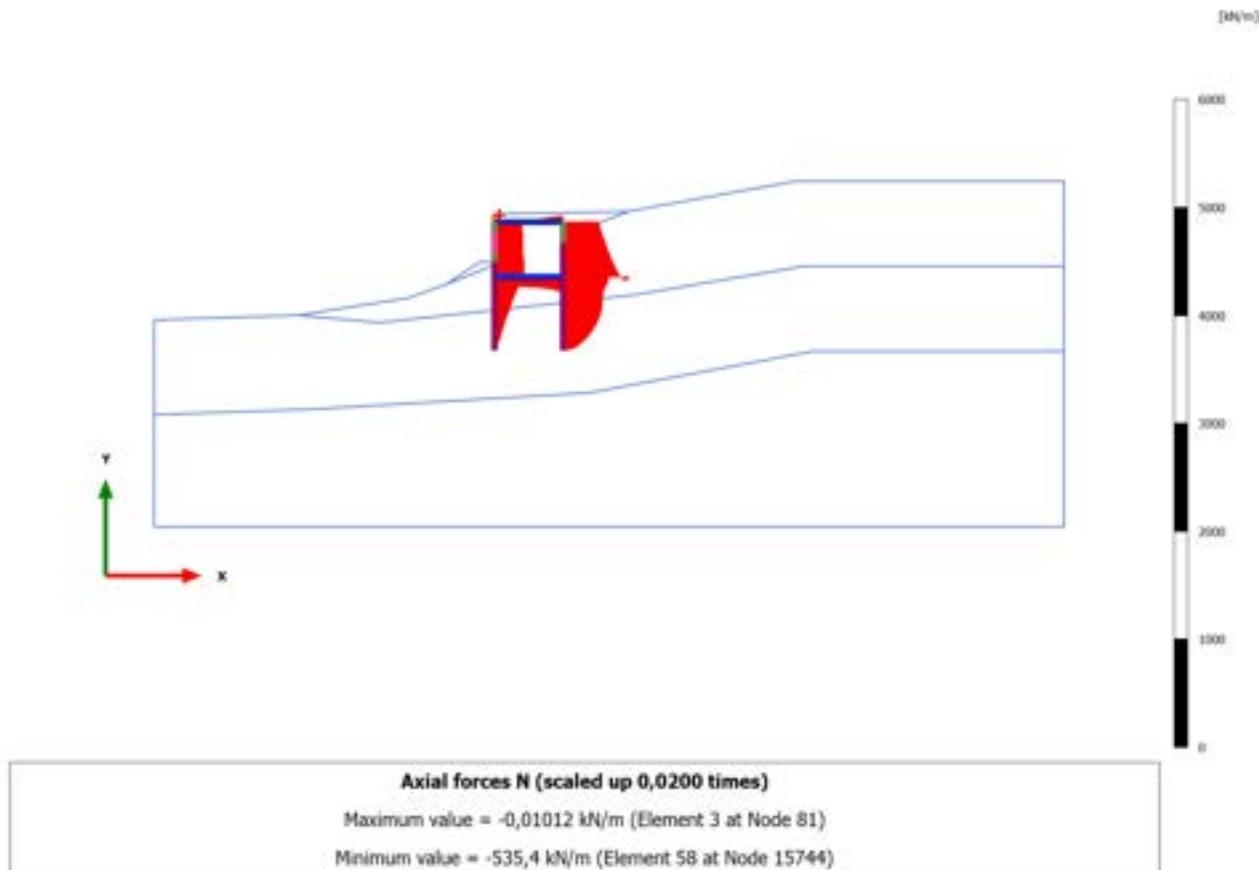
### 3.1.2.3.11 Calculation results, Plate, 12\_SISMICA -+ [Phase\_12] (12/152), Axial forces N



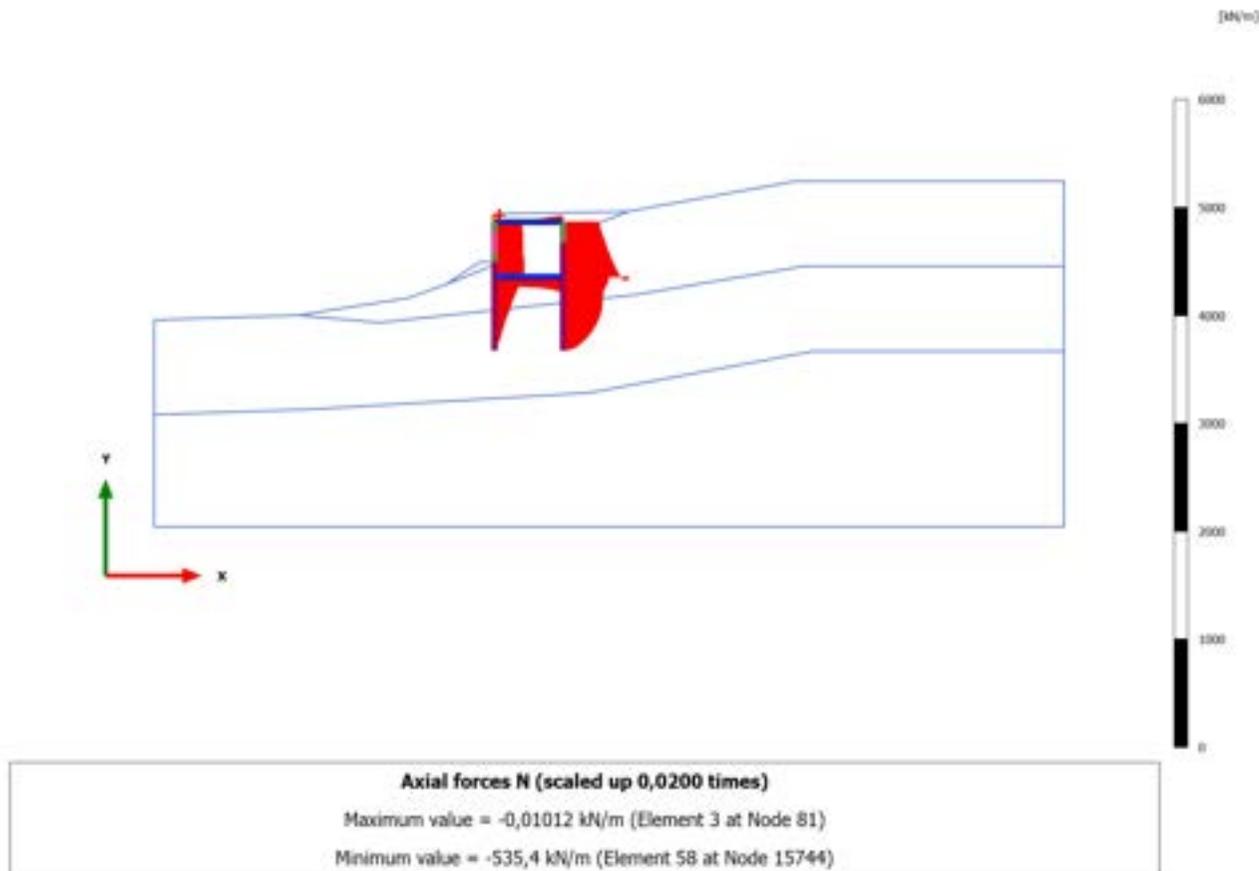
### 3.1.2.3.12 Calculation results, Plate, 9\_RITOMBAMENTO [Phase\_9] (9/169), Axial forces N



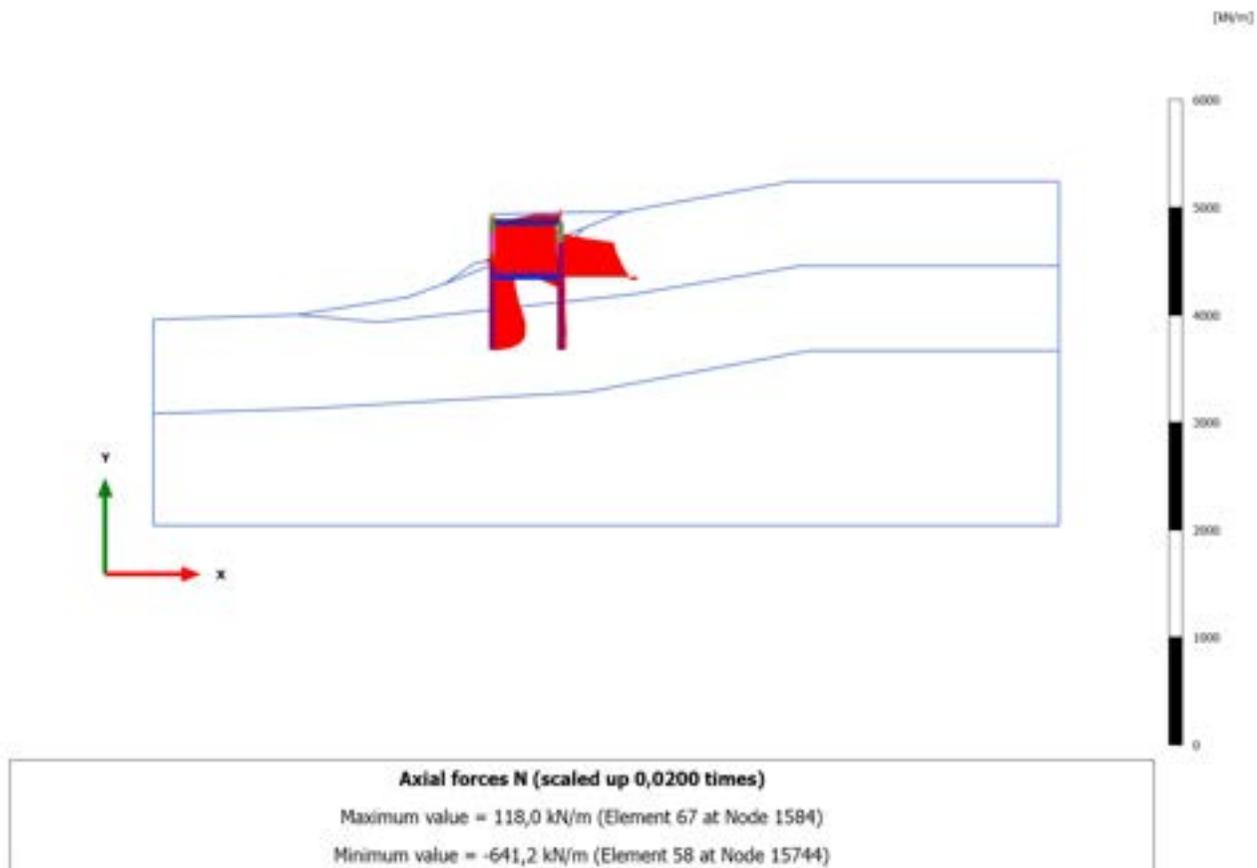
### 3.1.2.3.13 Calculation results, Plate, 11\_ SISMICA +- [Phase\_11] (11/249), Axial forces N



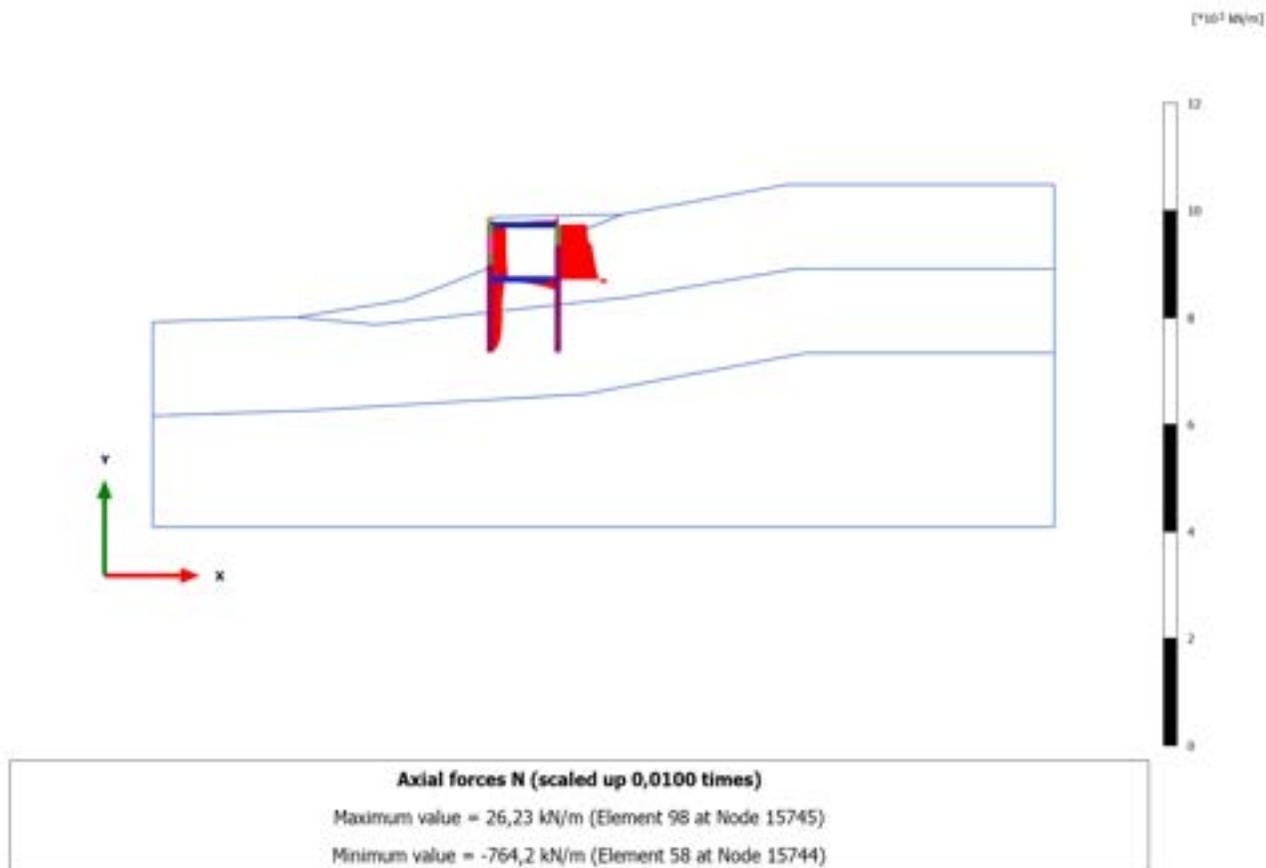
### 3.1.2.3.14 Calculation results, Plate, 13\_SISMICA -- [Phase\_13] (13/329), Axial forces N



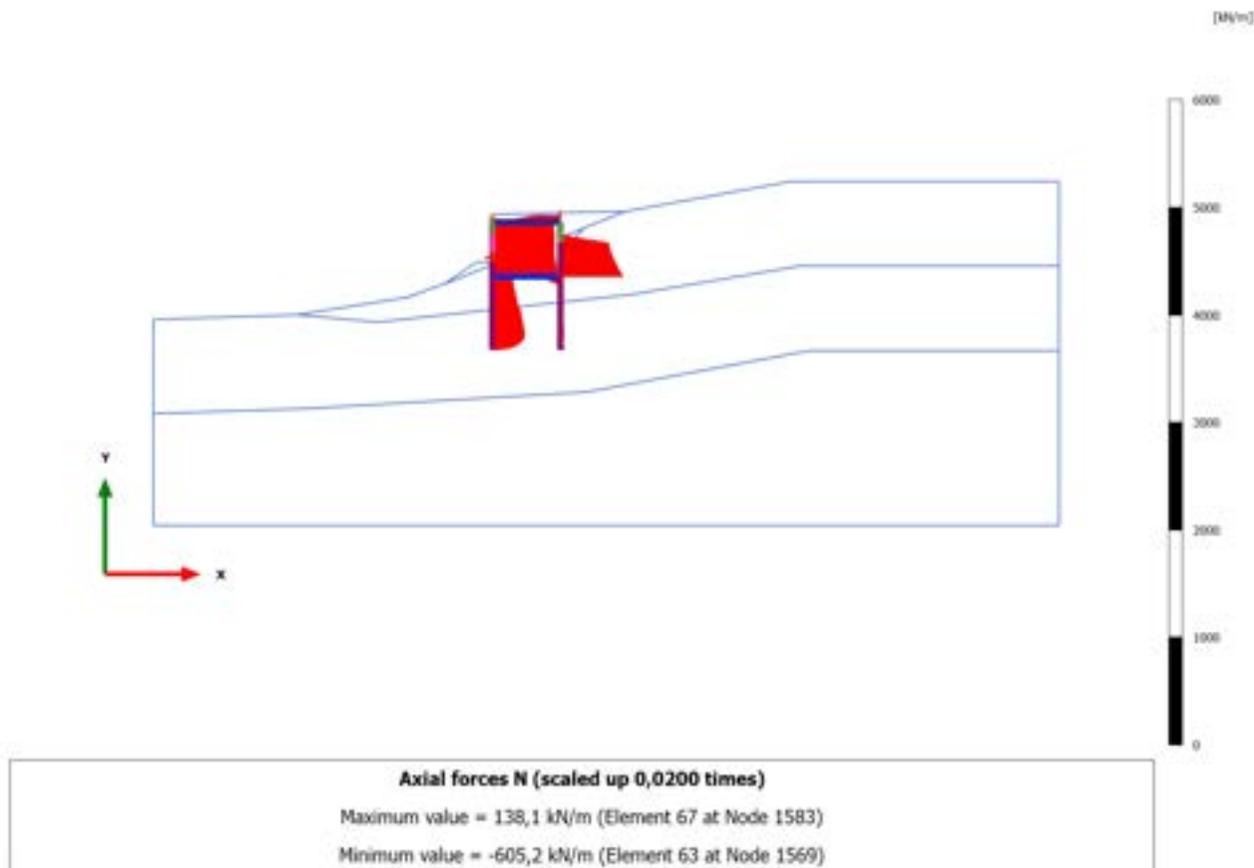
### 3.1.2.3.15 Calculation results, Plate, 10.2\_AS\_SISMICA++ [Phase\_19] (19/429), Axial forces N



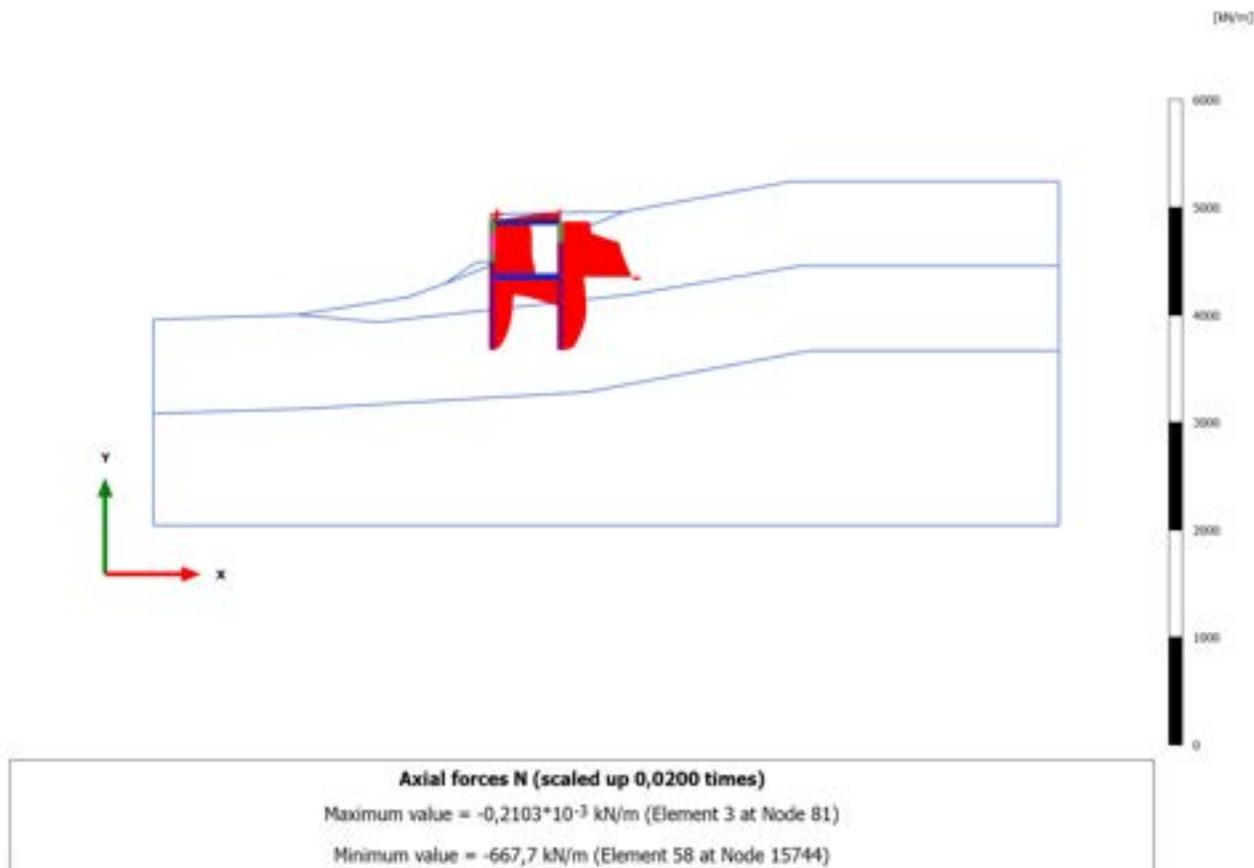
### 3.1.2.3.16 Calculation results, Plate, STABILITA'\_postintervento [Phase\_17] (26/535), Axial forces N



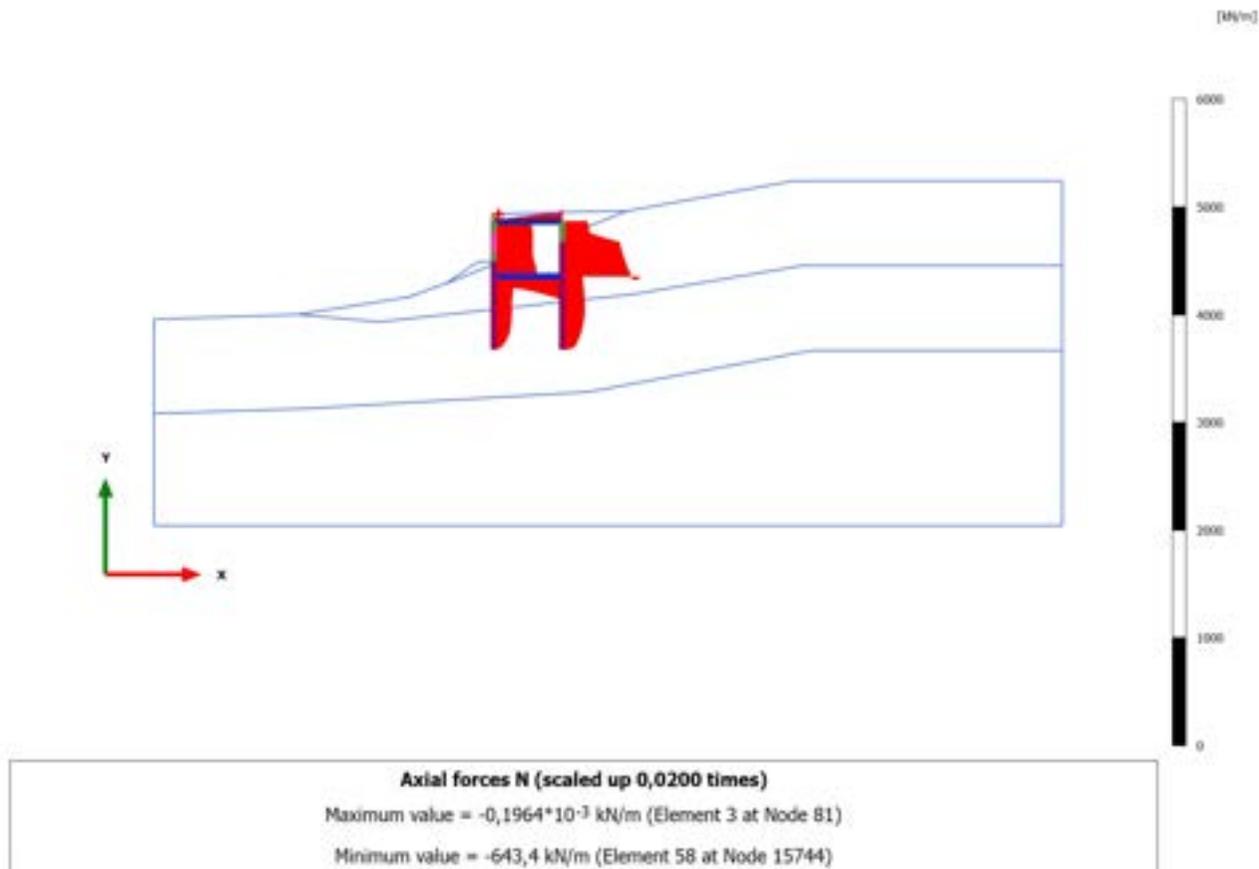
### 3.1.2.3.17 Calculation results, Plate, 11.2\_AS SISMICA +- [Phase\_21] (21/698), Axial forces N



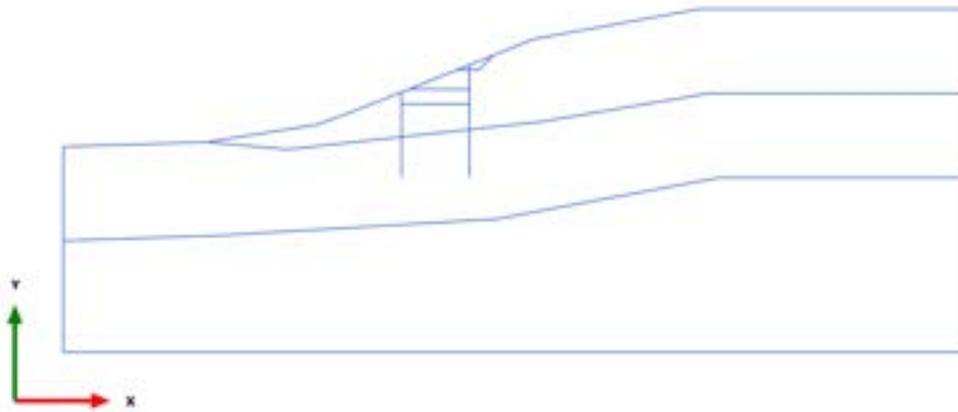
### 3.1.2.3.18 Calculation results, Plate, 12.2\_AS SISMICA -+ [Phase\_23] (23/804), Axial forces N



### 3.1.2.3.19 Calculation results, Plate, 13.2\_AS SISMICA -- [Phase\_25] (25/911), Axial forces N



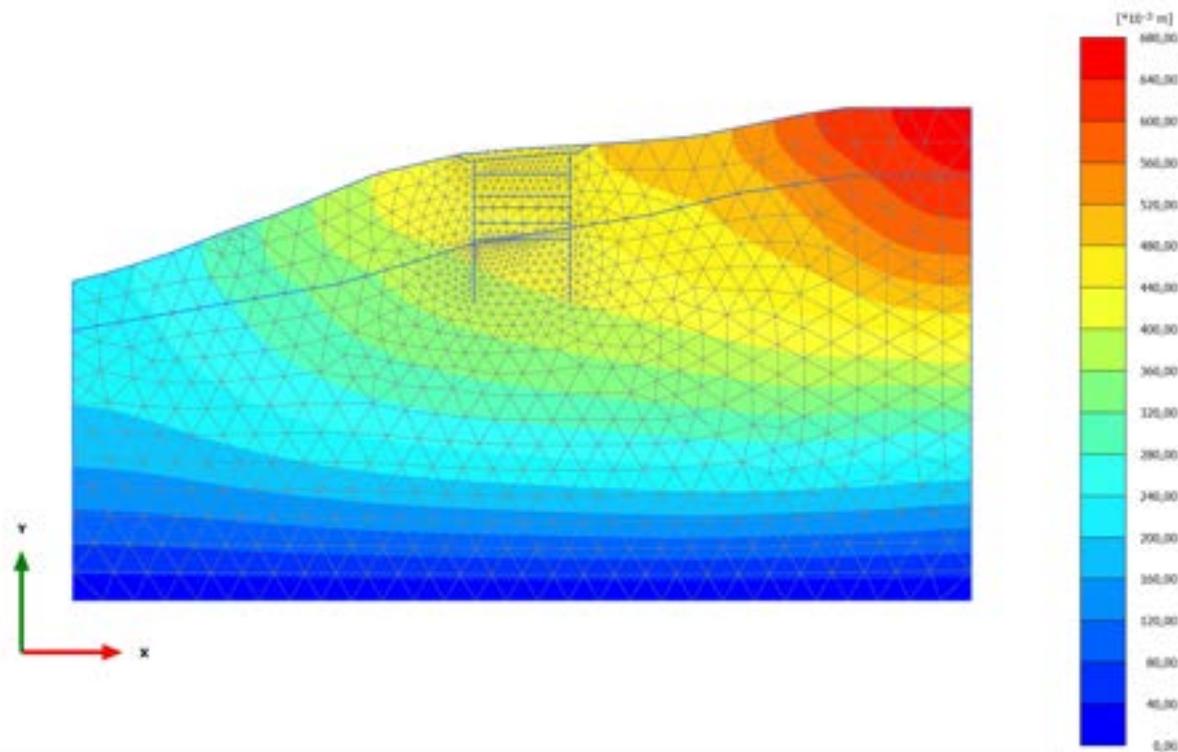
### 3.1.2.3.20 Calculation results, Plate, STABILITA'- preintervento [Phase\_15] (15/1011), Axial forces N



Axial forces N (scaled up 1,00 times)  
No results

# PLAXIS Report

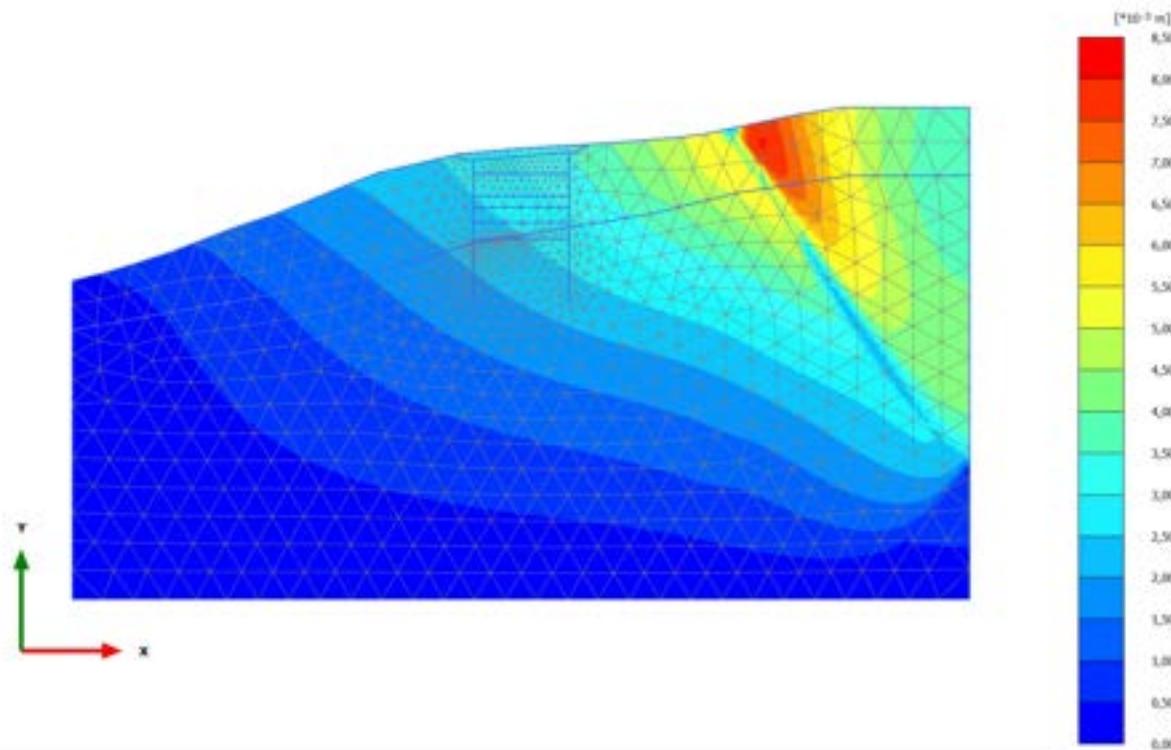
### 2.1.1.1.1 Calculation results, 0\_CONDIZIONE GEOSTATICA [InitialPhase] (0/6), Total displacements $|u|$



Total displacements  $|u|$  (scaled up 5,00 times)

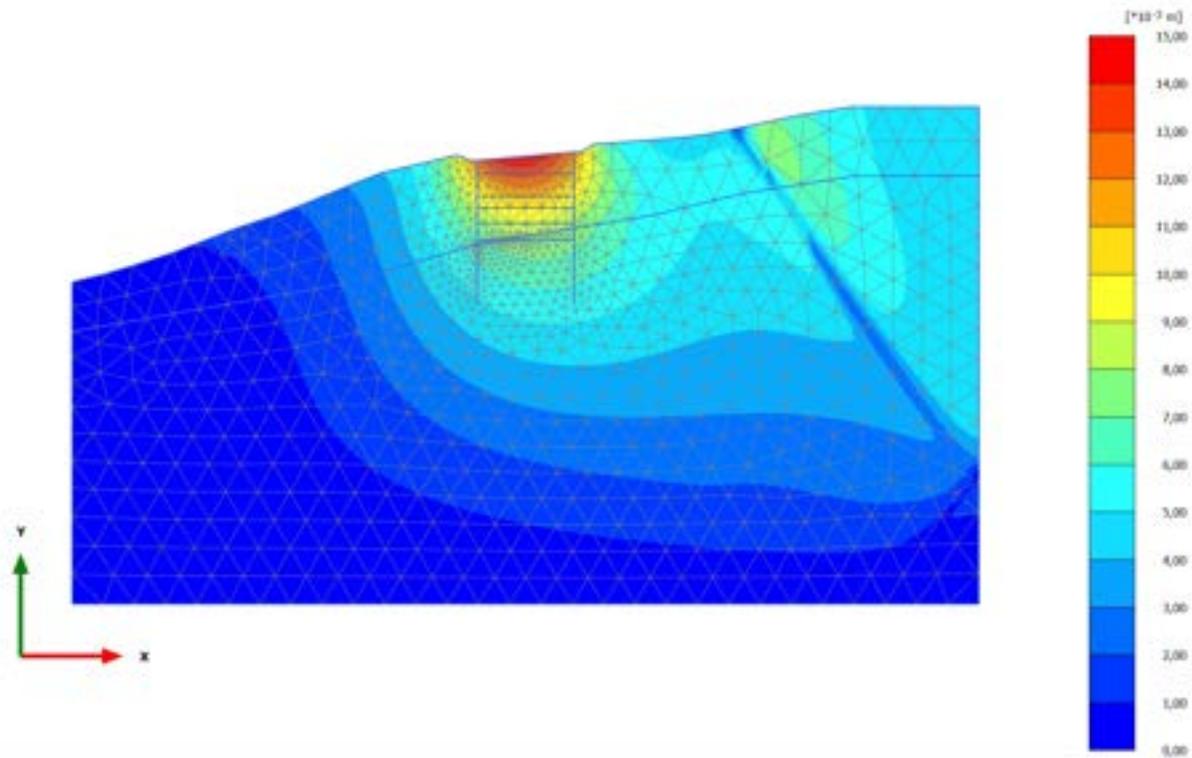
Maximum value = 0,6650 m (Element 36 at Node 3)

### 2.1.1.1.2 Calculation results, 0.1\_AZZERAMENTO SPOSTAMENTI [Phase\_1] (1/43), Total displacements $|u|$



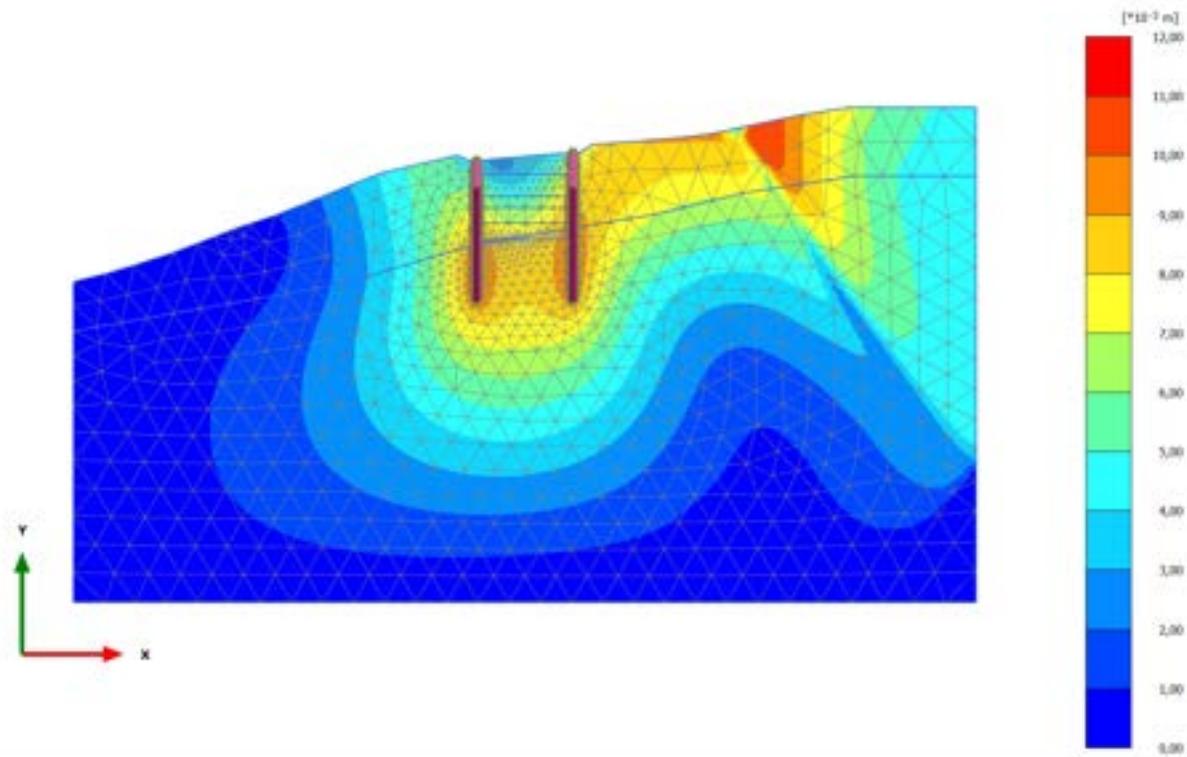
Total displacements  $|u|$  (scaled up 500 times)  
Maximum value =  $8,051 \cdot 10^{-3} \text{ m}$  (Element 45 at Node 469)

### 2.1.1.1.3 Calculation results, 1\_PRESCAVO [Phase\_14] (14/45), Total displacements $|u|$



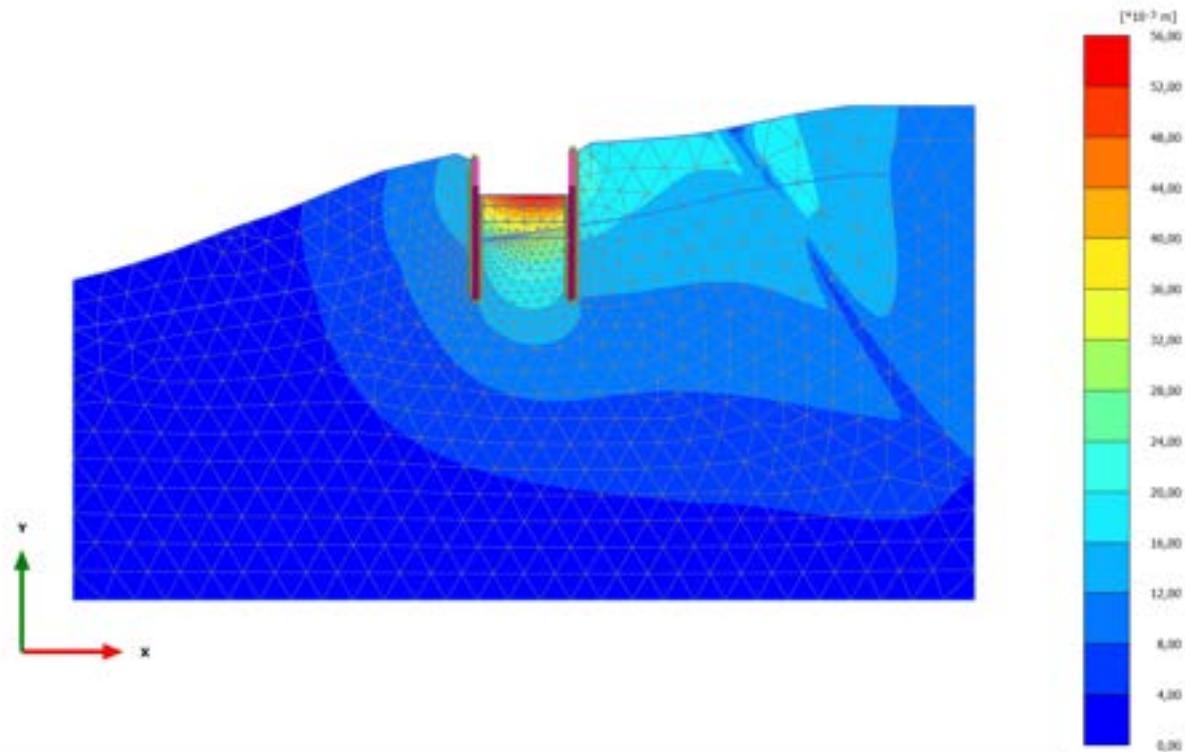
**Total displacements  $|u|$  (scaled up 200 times)**  
Maximum value = 0,01497 m (Element 137 at Node 2300)

#### 2.1.1.1.4 Calculation results, 2\_REALIZZAZIONE PALI [Phase\_2] (2/47), Total displacements $|u|$



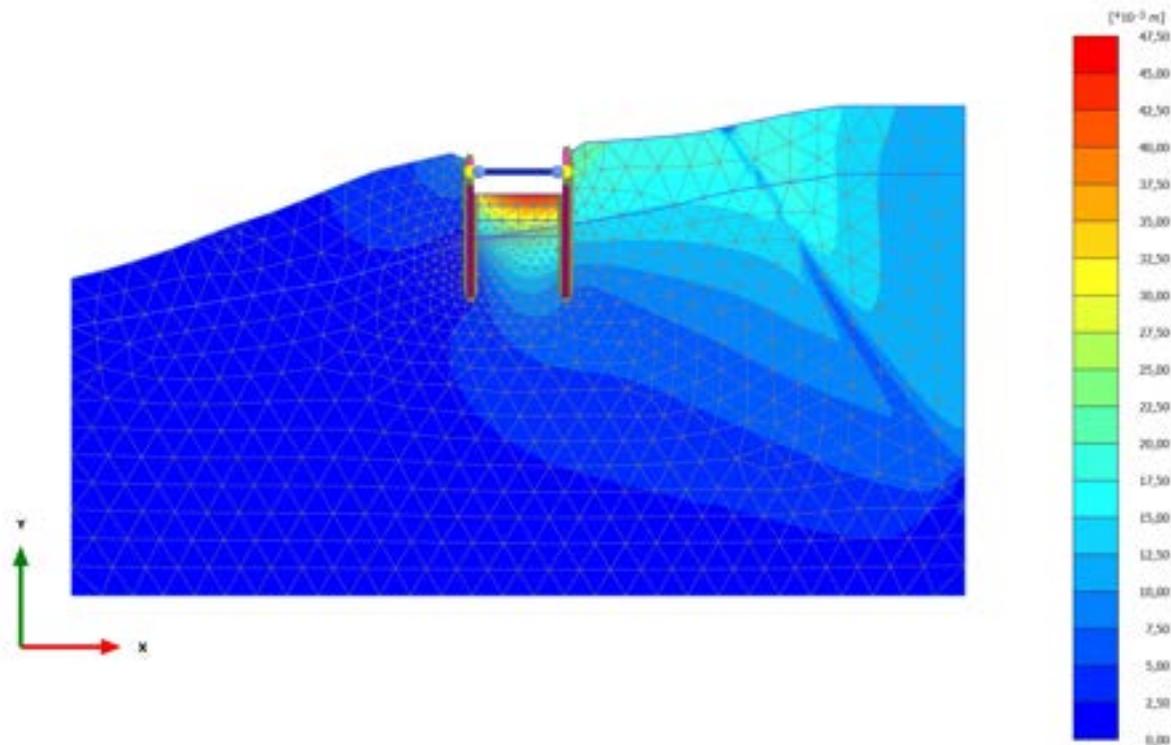
Total displacements  $|u|$  (scaled up 500 times)  
Maximum value = 0,01100 m (Element 1735 at Node 10374)

### 2.1.1.1.5 Calculation results, 3\_PRIMA FASE DI SCAVO [Phase\_3] (3/67), Total displacements $|u|$



Total displacements  $|u|$  (scaled up 50,0 times)  
Maximum value = 0,05491 m (Element 294 at Node 2235)

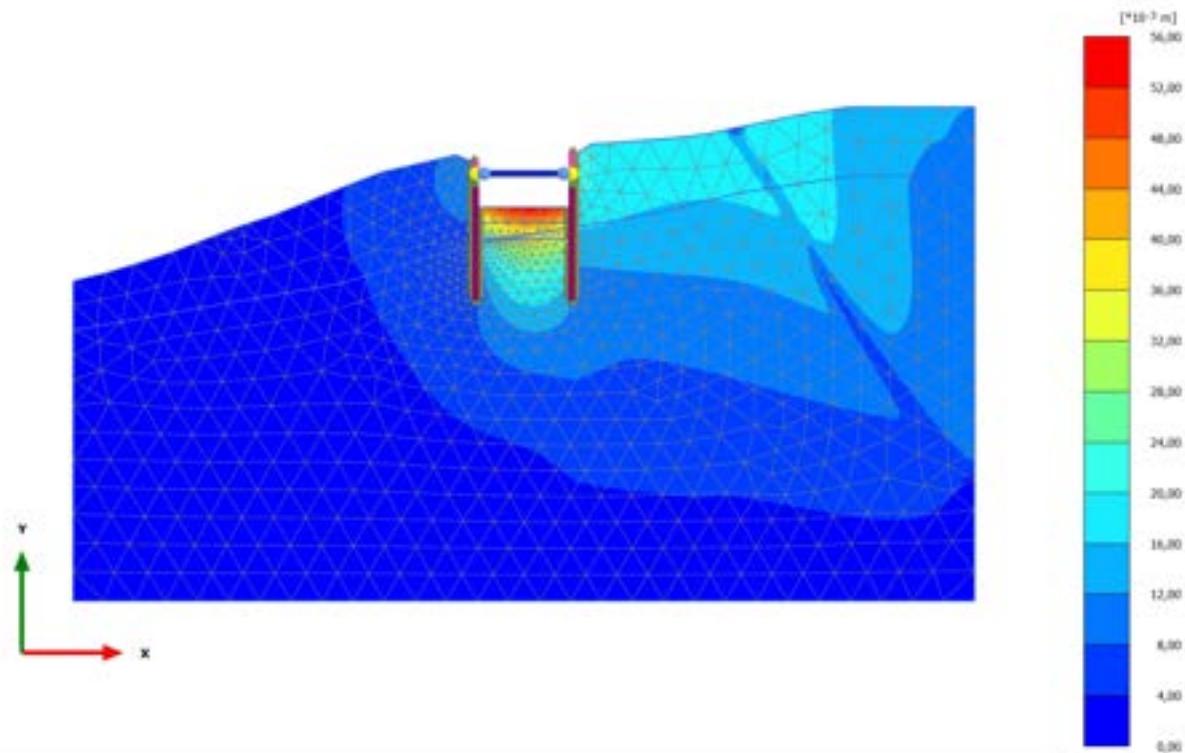
2.1.1.1.6 Calculation results, 4\_REALIZZAZIONE SOLETTA SUPERIORE [Phase\_4]  
(4/72), Total displacements  $|u|$



Total displacements  $|u|$  (scaled up 50,0 times)

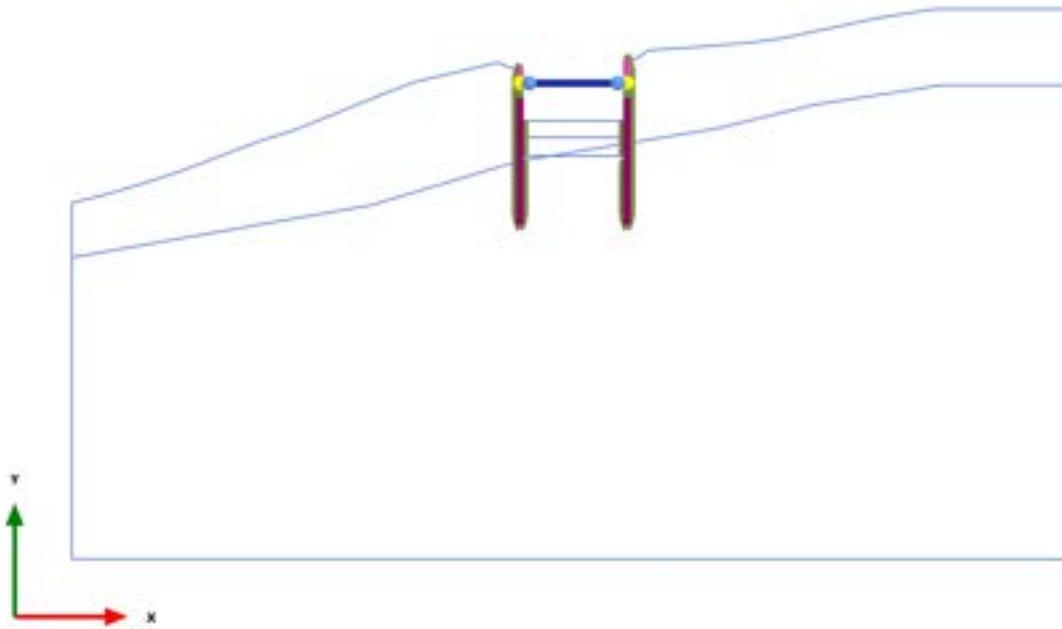
Maximum value = 0,04622 m (Element 294 at Node 2230)

### 2.1.1.1.7 Calculation results, 5\_SECONDA FASE DI SCAVO [Phase\_5] (5/78), Total displacements $|u|$



Total displacements  $|u|$  (scaled up 50,0 times)  
Maximum value = 0,05489 m (Element 309 at Node 3144)

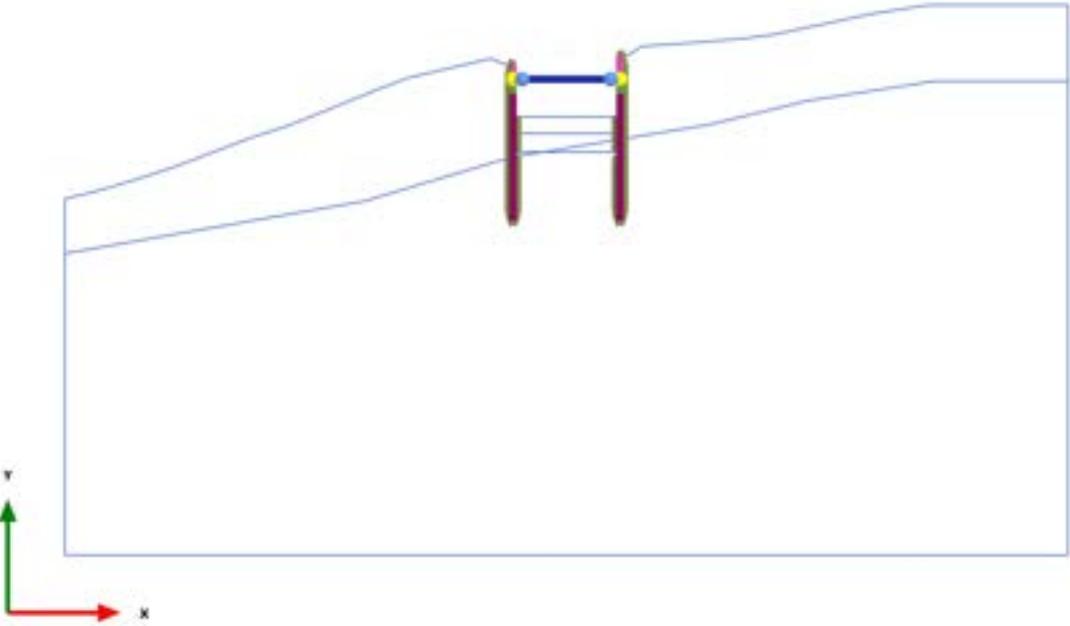
### 2.1.1.1.8 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Total displacements $|u|$



Total displacements  $|u|$  (at true scale)

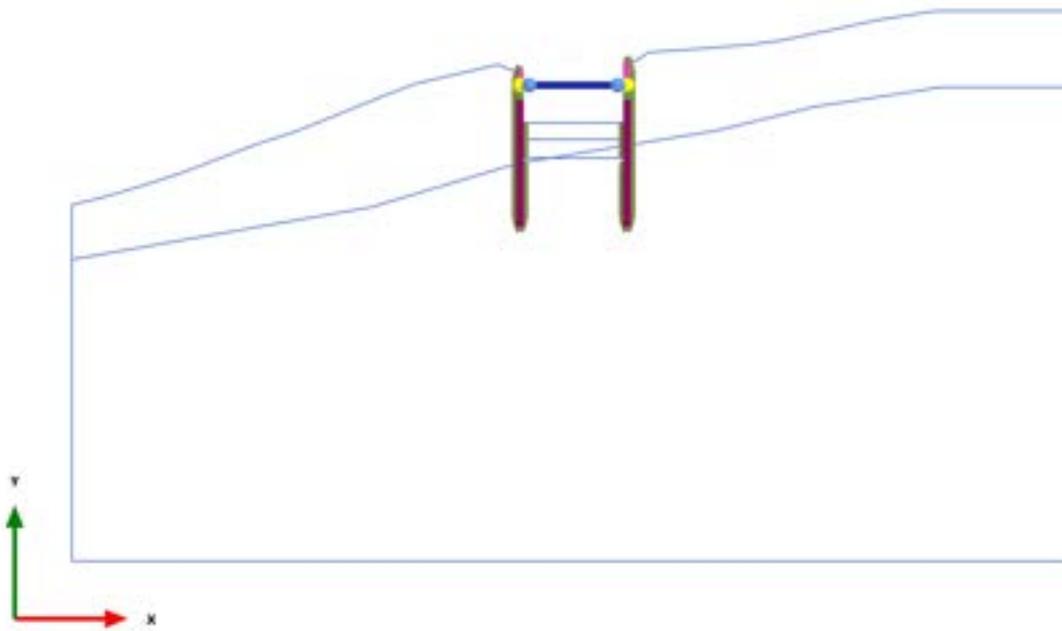
No results

2.1.1.1.9 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Total displacements |u|



Total displacements |u| (at true scale)  
No results

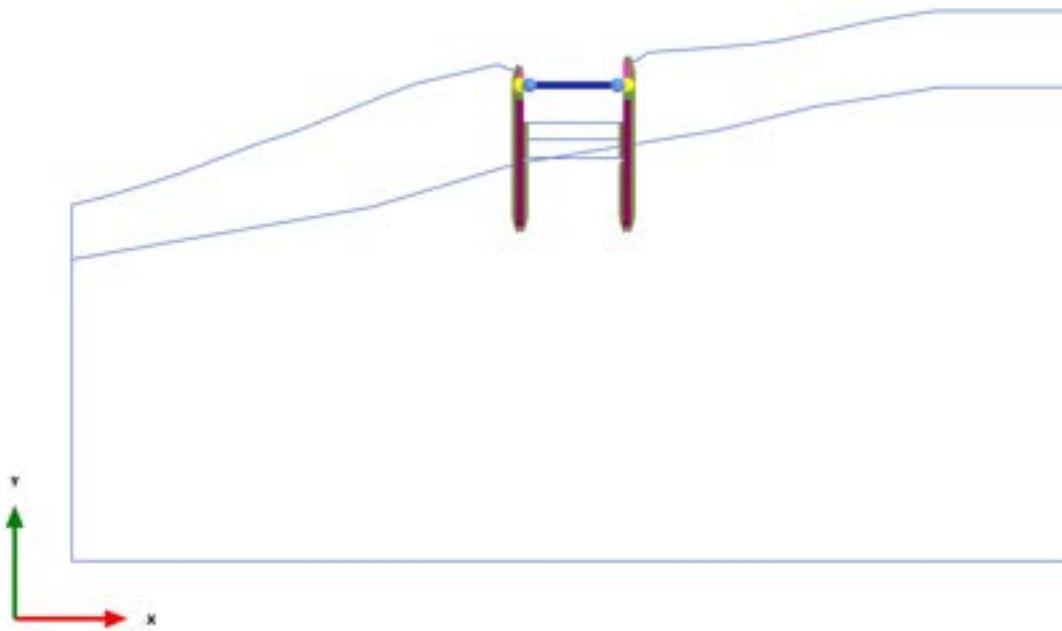
2.1.1.1.10 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Total displacements  $|u|$



Total displacements  $|u|$  (at true scale)

No results

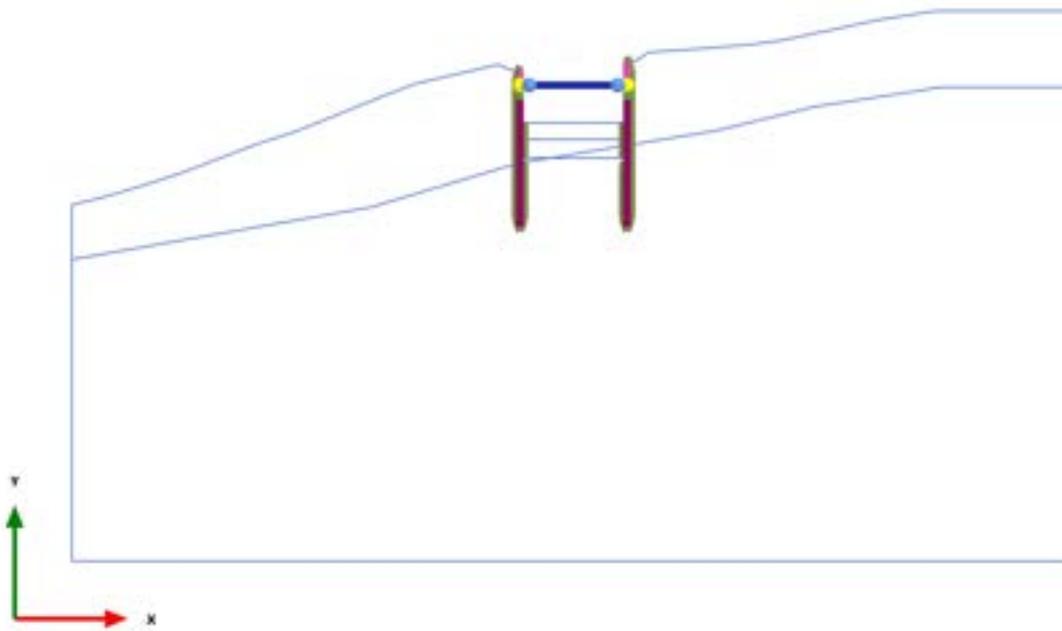
### 2.1.1.11 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Total displacements $|u|$



Total displacements  $|u|$  (at true scale)

No results

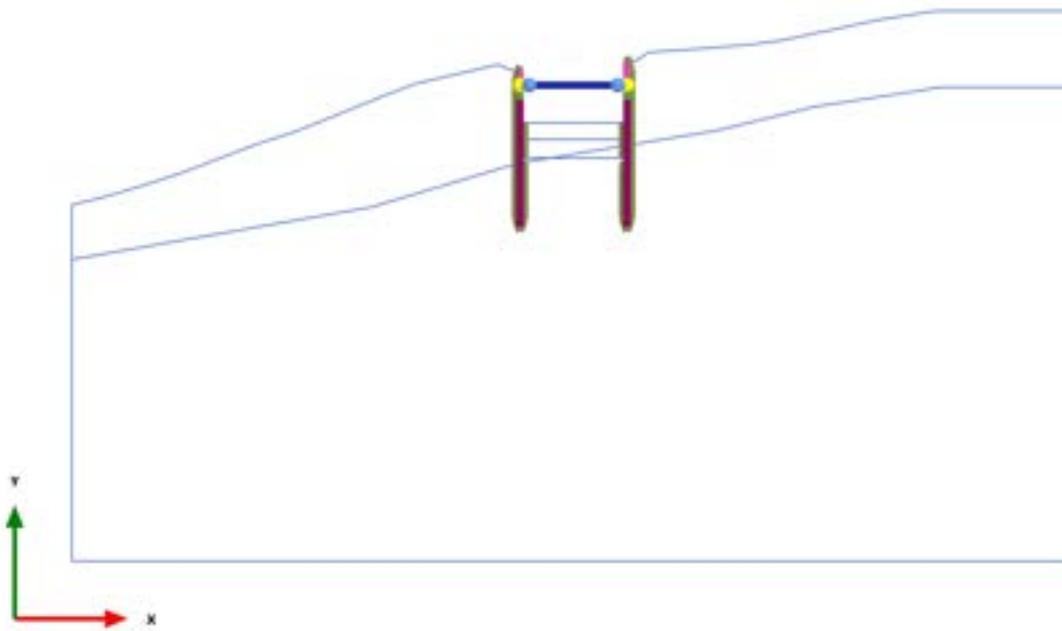
### 2.1.1.1.12 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Total displacements $|u|$



Total displacements  $|u|$  (at true scale)

No results

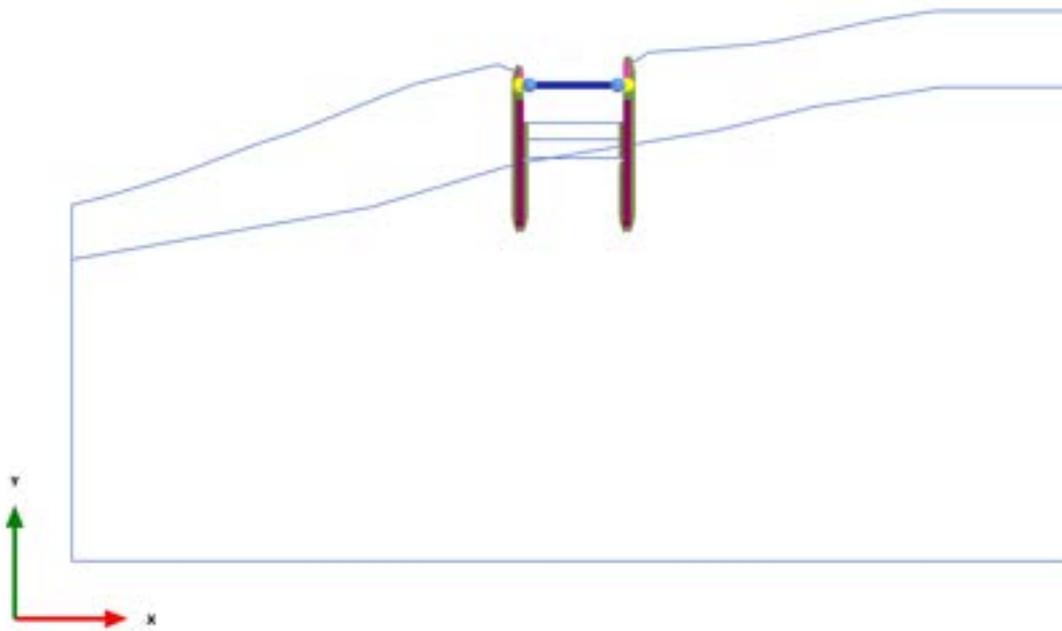
### 2.1.1.1.13 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Total displacements $|u|$



Total displacements  $|u|$  (at true scale)

No results

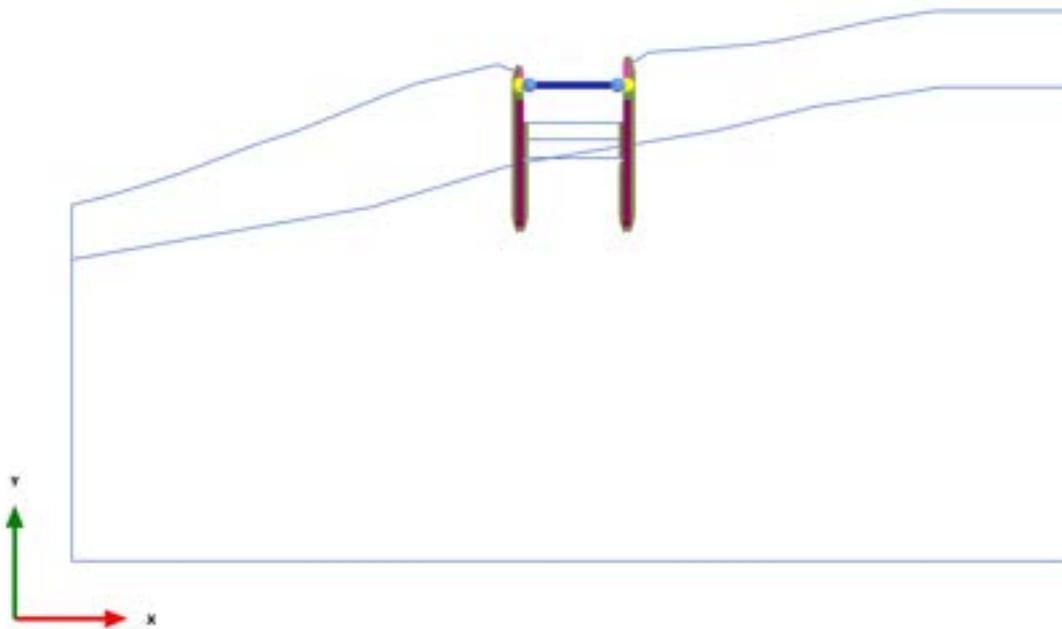
### 2.1.1.1.14 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Total displacements $|u|$



Total displacements  $|u|$  (at true scale)

No results

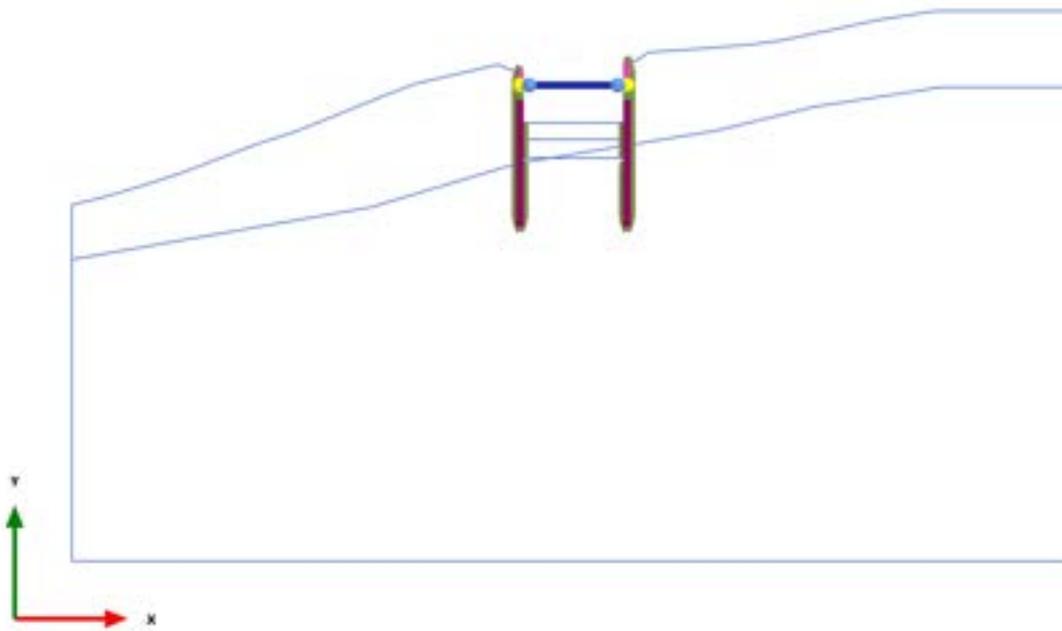
2.1.1.1.15 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Total displacements  $|u|$



Total displacements  $|u|$  (at true scale)

No results

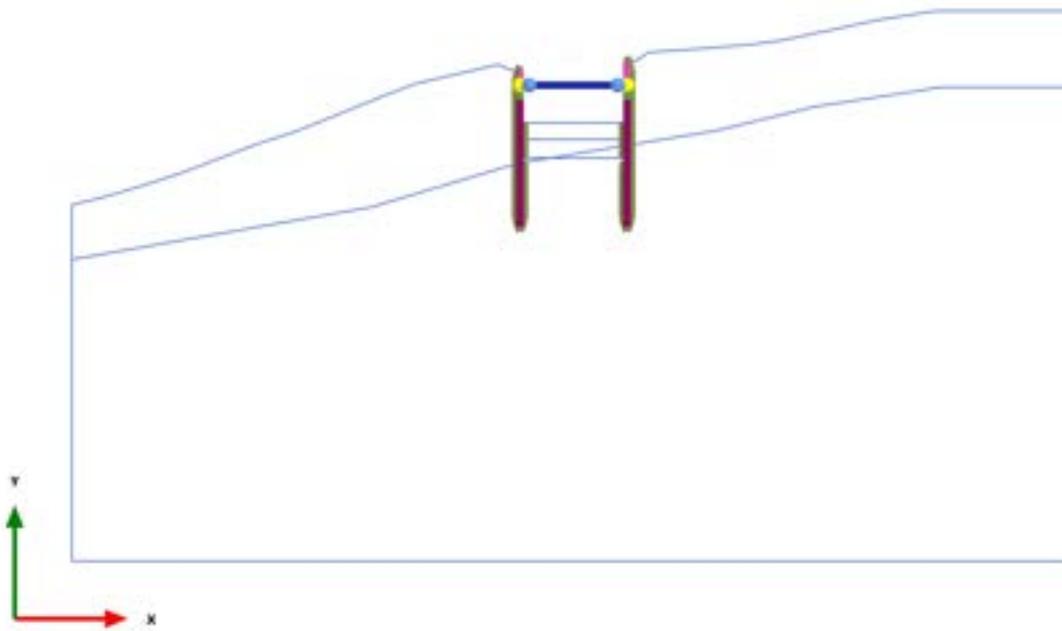
2.1.1.1.16 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Total displacements  $|u|$



Total displacements  $|u|$  (at true scale)

No results

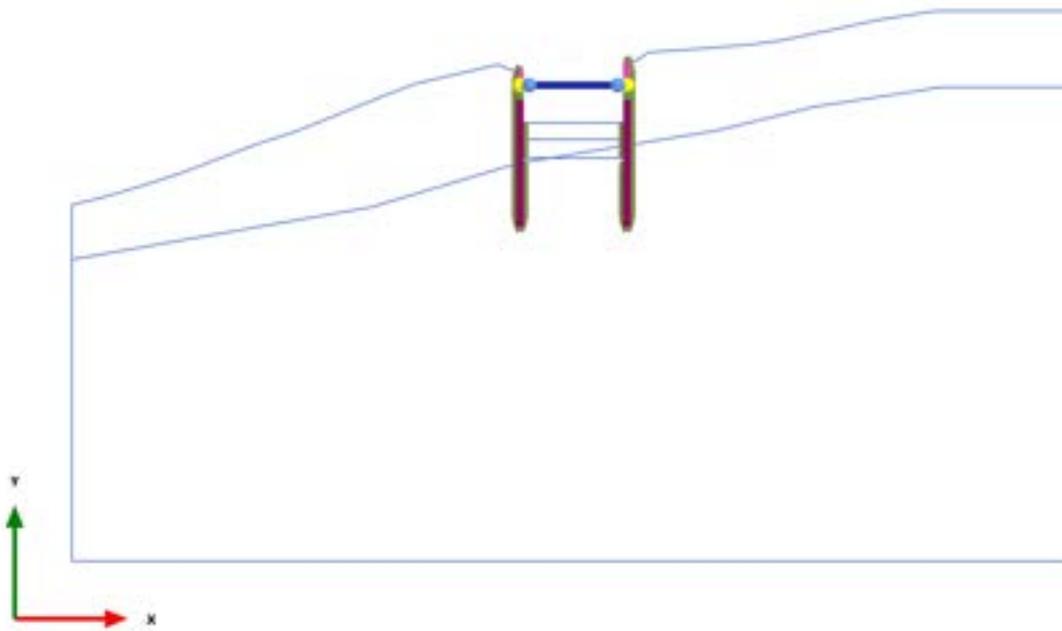
2.1.1.1.17 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Total displacements  $|u|$



Total displacements  $|u|$  (at true scale)

No results

### 2.1.1.1.18 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Total displacements $|u|$



Total displacements  $|u|$  (at true scale)

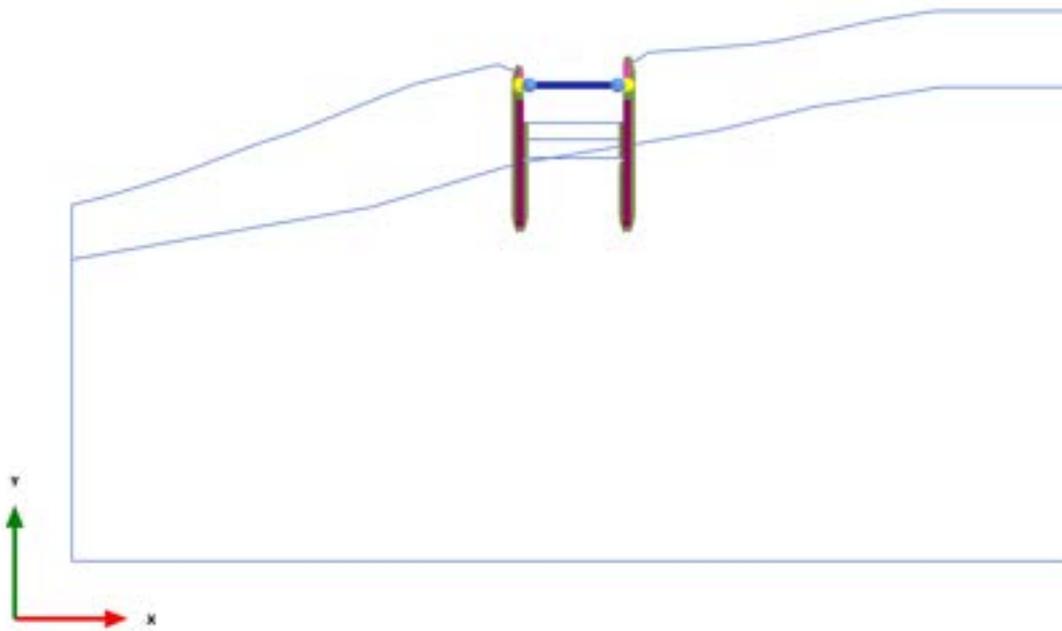
No results

2.1.1.1.19 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Total displacements |u|



Total displacements |u| (at true scale)  
No results

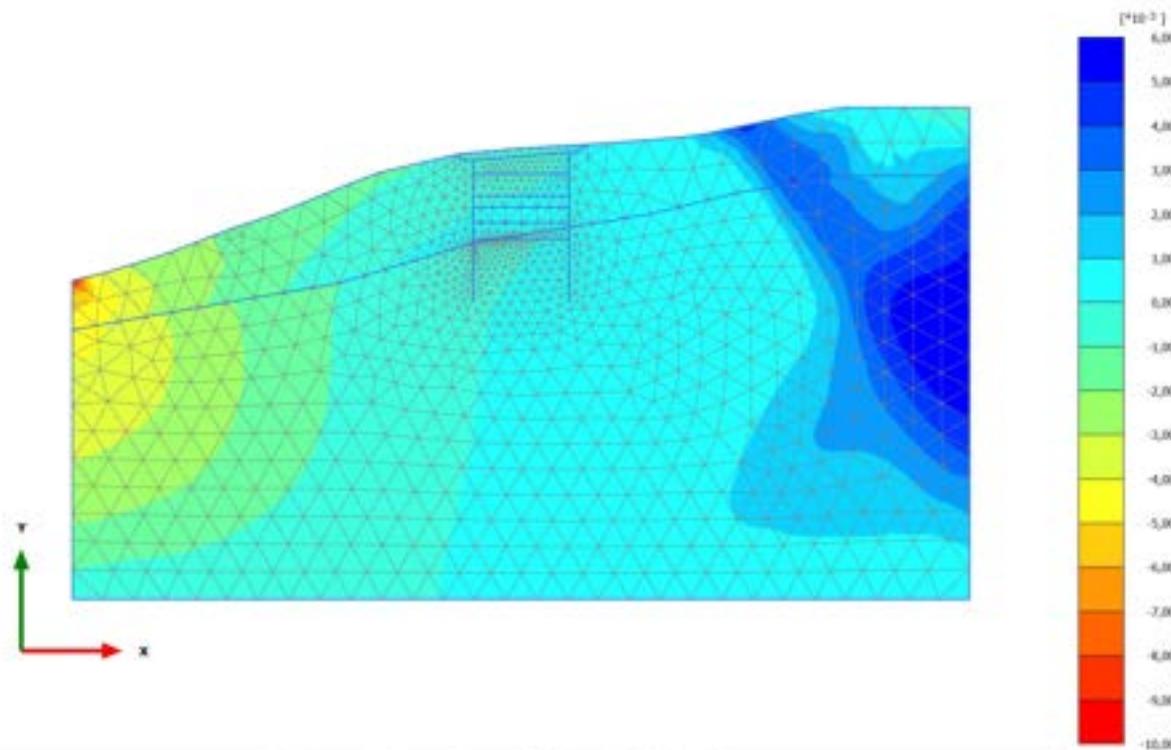
2.1.1.1.20 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Total displacements  $|u|$



Total displacements  $|u|$  (at true scale)

No results

### 2.1.2.1.1 Calculation results, 0\_CONDIZIONE GEOSTATICA [InitialPhase] (0/6), Total cartesian strain $\epsilon_{xx}$

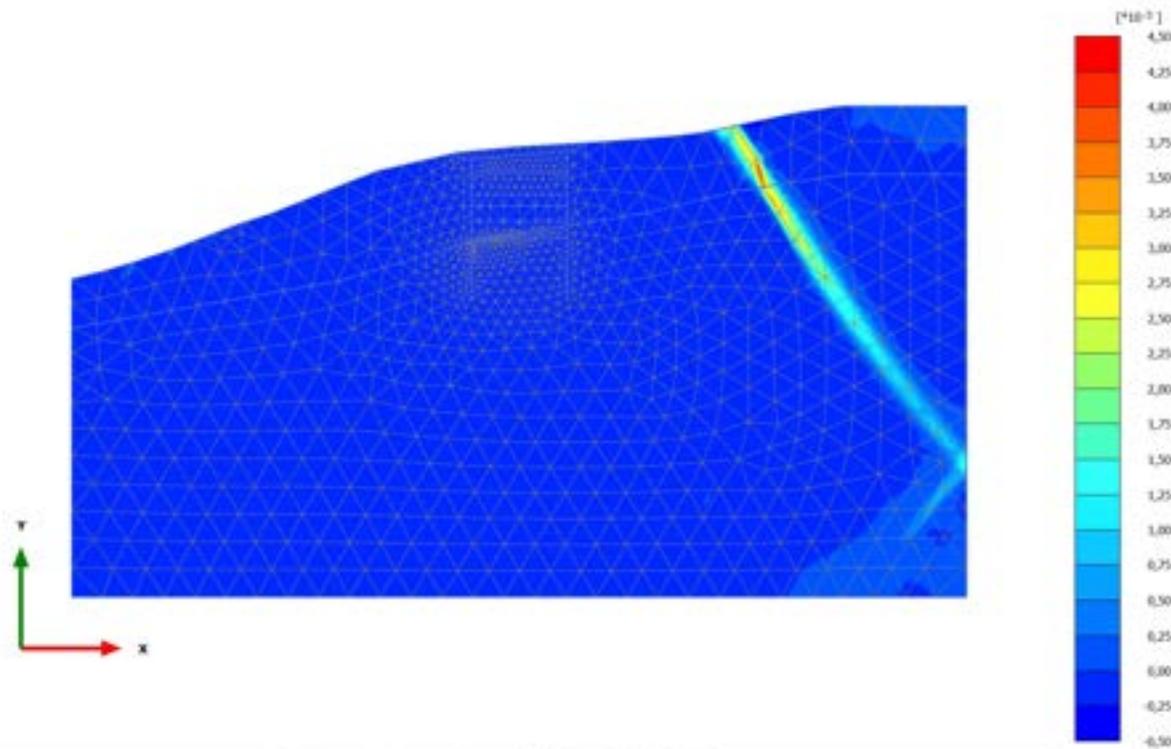


Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$  (scaled up 200 times)

Maximum value =  $5,972 \cdot 10^{-3}$  (Element 733 at Node 510)

Minimum value =  $-9,796 \cdot 10^{-3}$  (Element 469 at Node 14549)

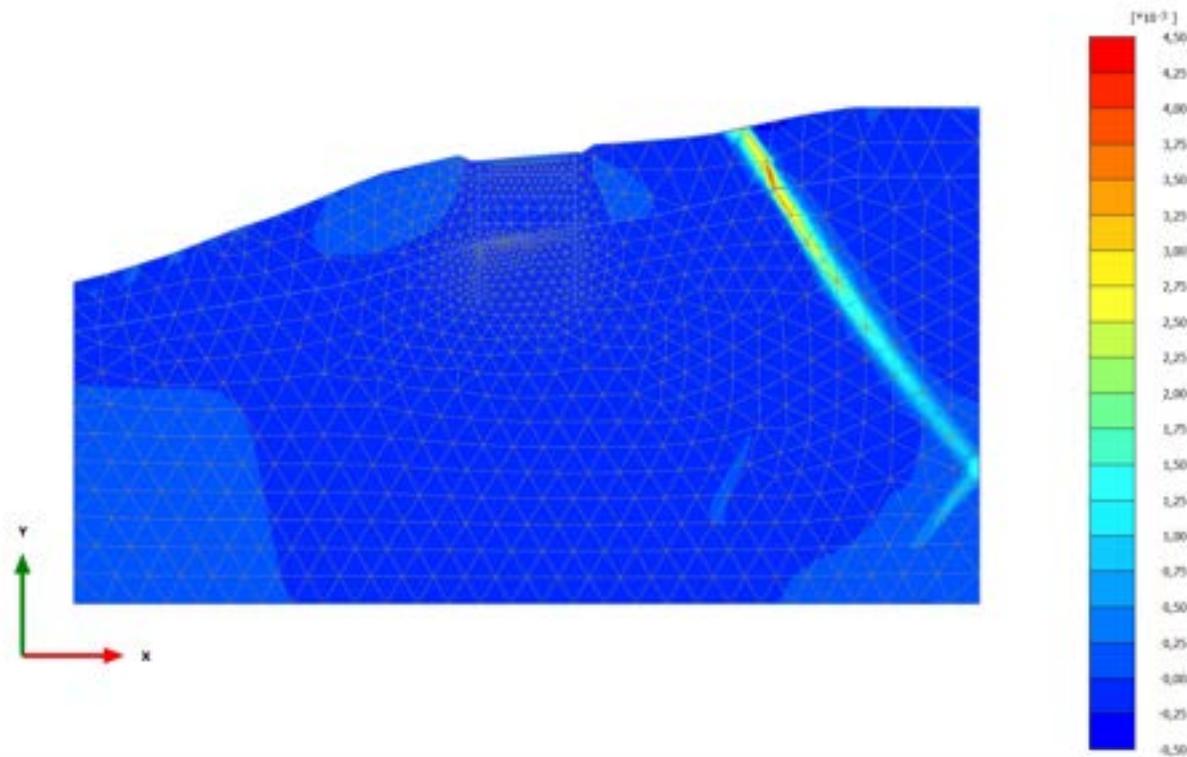
## 2.1.2.1.2 Calculation results, 0.1\_AZZERAMENTO SPOSTAMENTI [Phase\_1] (1/43), Total cartesian strain $\epsilon_{xx}$



**Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$  (scaled up 500 times)**  
Maximum value = 4,258\*10<sup>-3</sup> (Element 58 at Node 676)  
Minimum value = -0,4517\*10<sup>-3</sup> (Element 45 at Node 472)

## 2.1.2.1.3 Calculation results, 1\_PRESCAVO [Phase\_14] (14/45), Total cartesian strain

xx

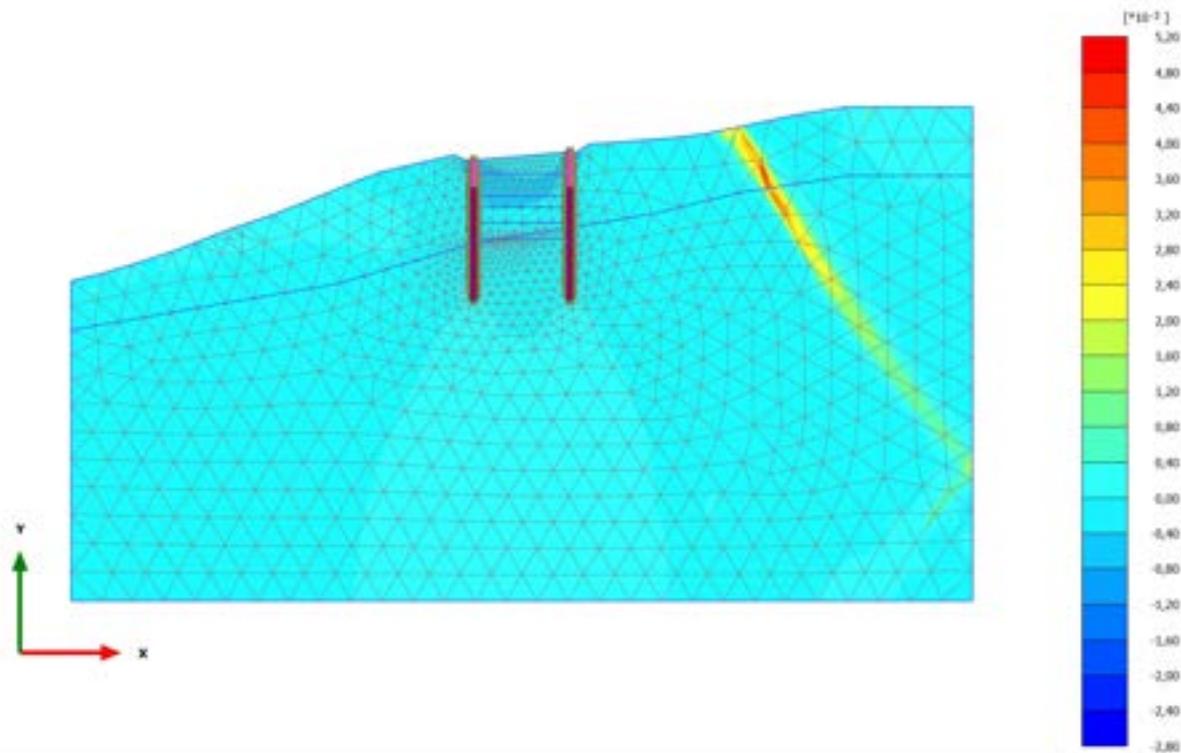


**Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$  (scaled up 500 times)**

Maximum value =  $4,247 \cdot 10^{-3}$  (Element 58 at Node 676)

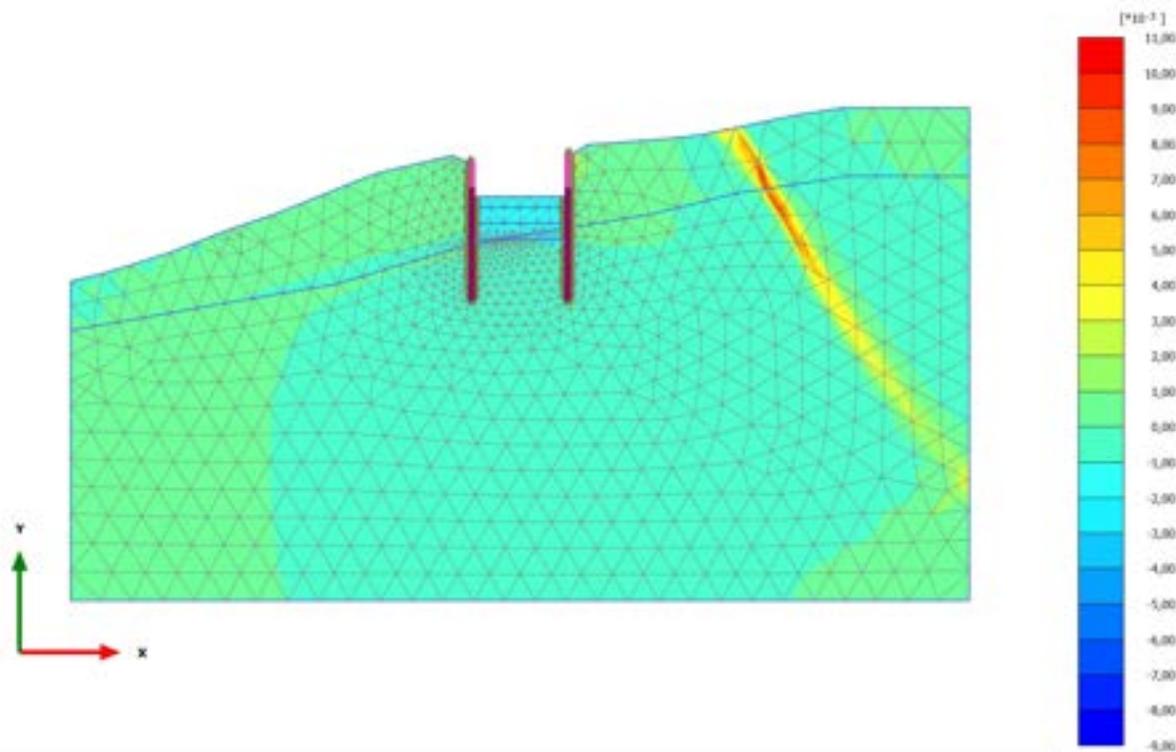
Minimum value =  $-0,4946 \cdot 10^{-3}$  (Element 45 at Node 472)

### 2.1.2.1.4 Calculation results, 2\_REALIZZAZIONE PALI [Phase\_2] (2/47), Total cartesian strain $\epsilon_{xx}$



**Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$  (scaled up 500 times)**  
Maximum value =  $4,910 \cdot 10^{-3}$  (Element 58 at Node 676)  
Minimum value =  $-2,734 \cdot 10^{-3}$  (Element 131 at Node 7921)

### 2.1.2.1.5 Calculation results, 3\_PRIMA FASE DI SCAVO [Phase\_3] (3/67), Total cartesian strain $\epsilon_{xx}$

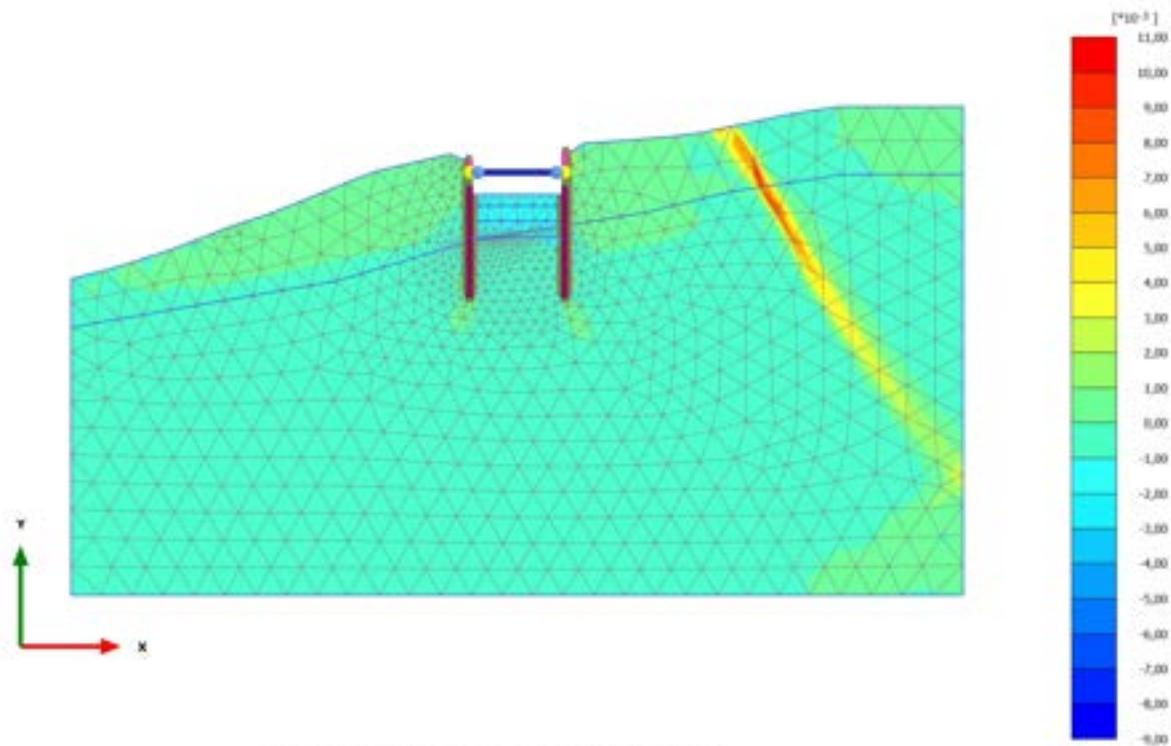


Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$  (scaled up 200 times)

Maximum value = 0,01071 (Element 123 at Node 1343)

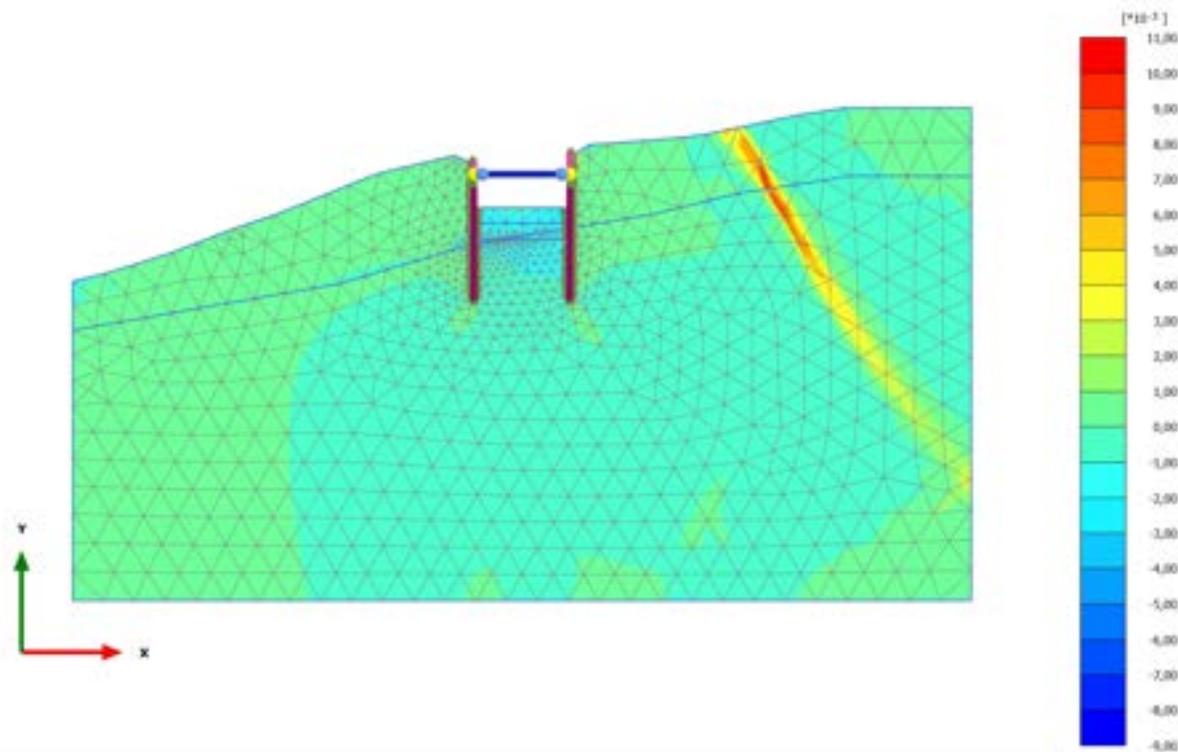
Minimum value =  $-8,275 \cdot 10^{-3}$  (Element 304 at Node 7566)

2.1.2.1.6 Calculation results, 4\_REALIZZAZIONE SOLETTA SUPERIORE [Phase\_4]  
(4/72), Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$



Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$  (scaled up 200 times)  
Maximum value = 0,01067 (Element 58 at Node 676)  
Minimum value =  $-8,527 \cdot 10^{-3}$  (Element 304 at Node 7566)

### 2.1.2.1.7 Calculation results, 5\_SECONDA FASE DI SCAVO [Phase\_5] (5/78), Total cartesian strain $\epsilon_{xx}$

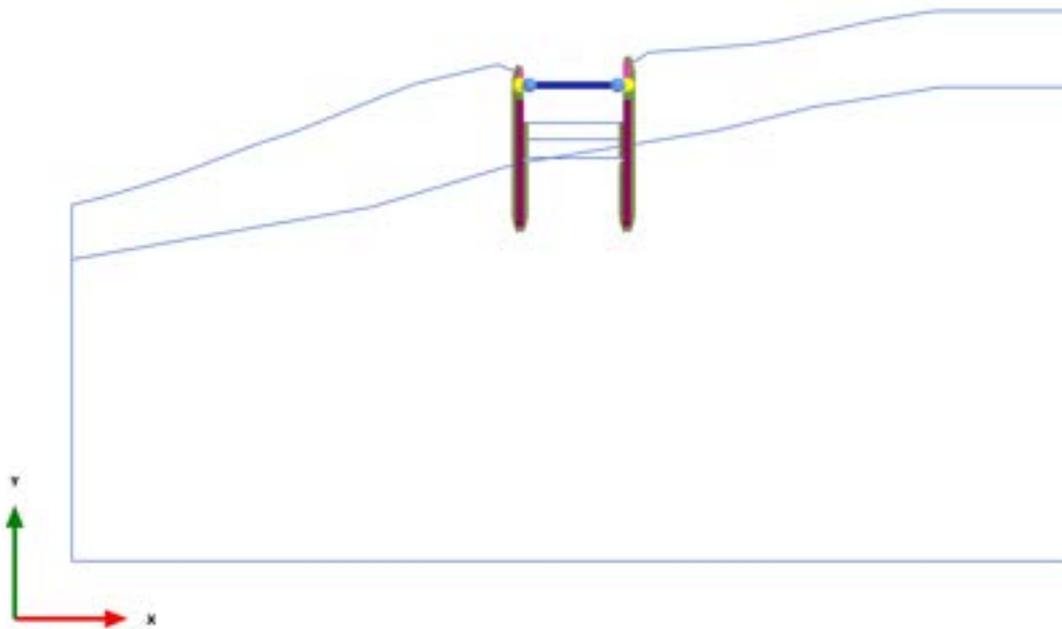


Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$  (scaled up 200 times)

Maximum value = 0,01073 (Element 58 at Node 676)

Minimum value =  $-8,415 \cdot 10^{-3}$  (Element 323 at Node 1770)

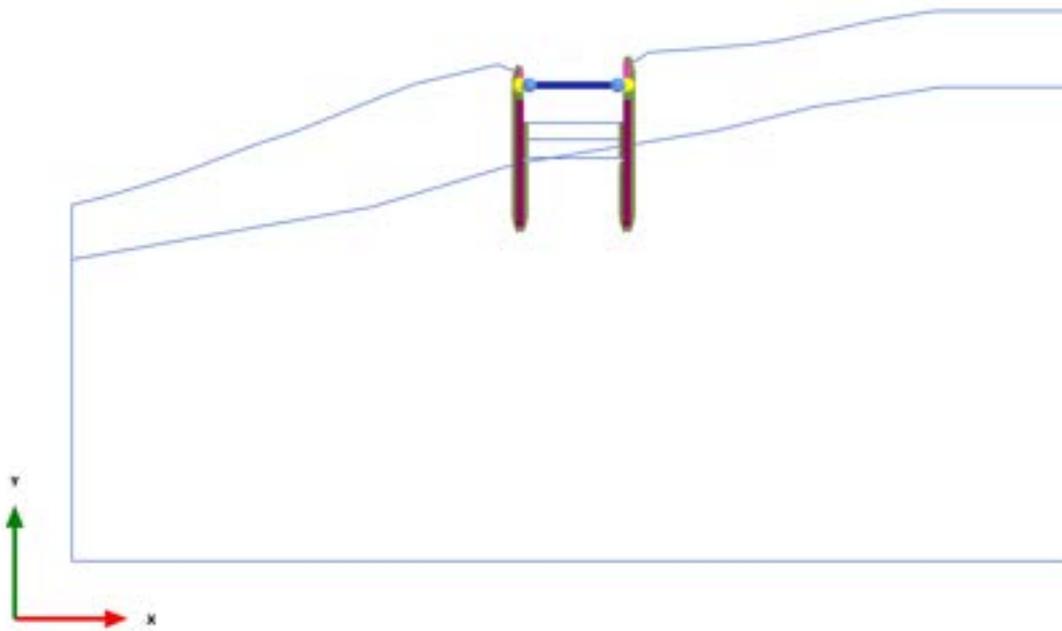
### 2.1.2.1.8 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Total cartesian strain $\epsilon_{xx}$



Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$  (scaled up 1,00 times)

No results

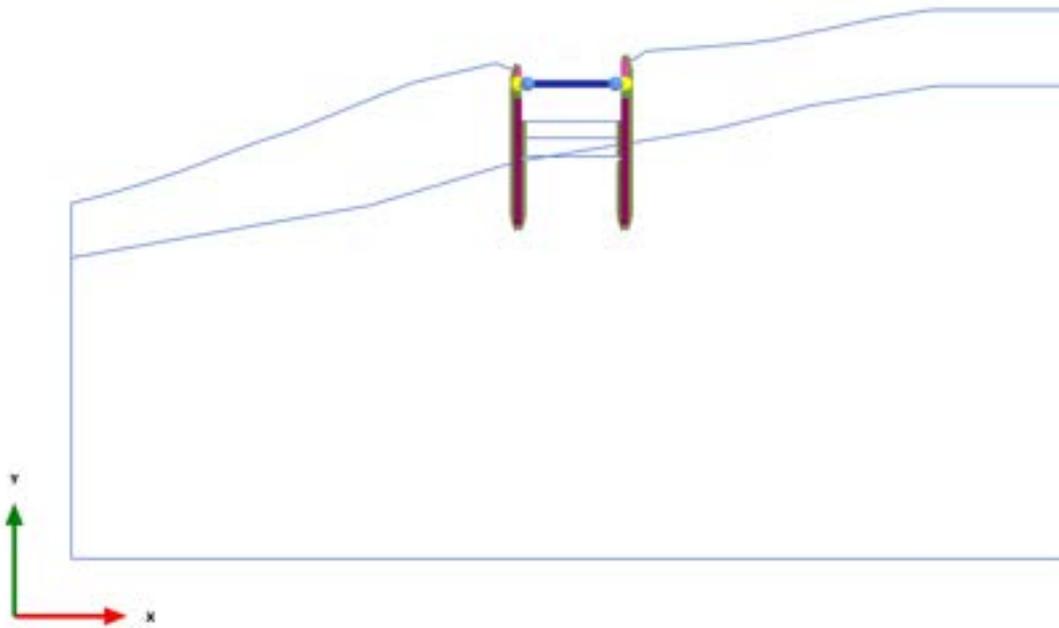
### 2.1.2.1.9 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Total cartesian strain $\epsilon_{xx}$



Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$  (scaled up 1,00 times)

No results

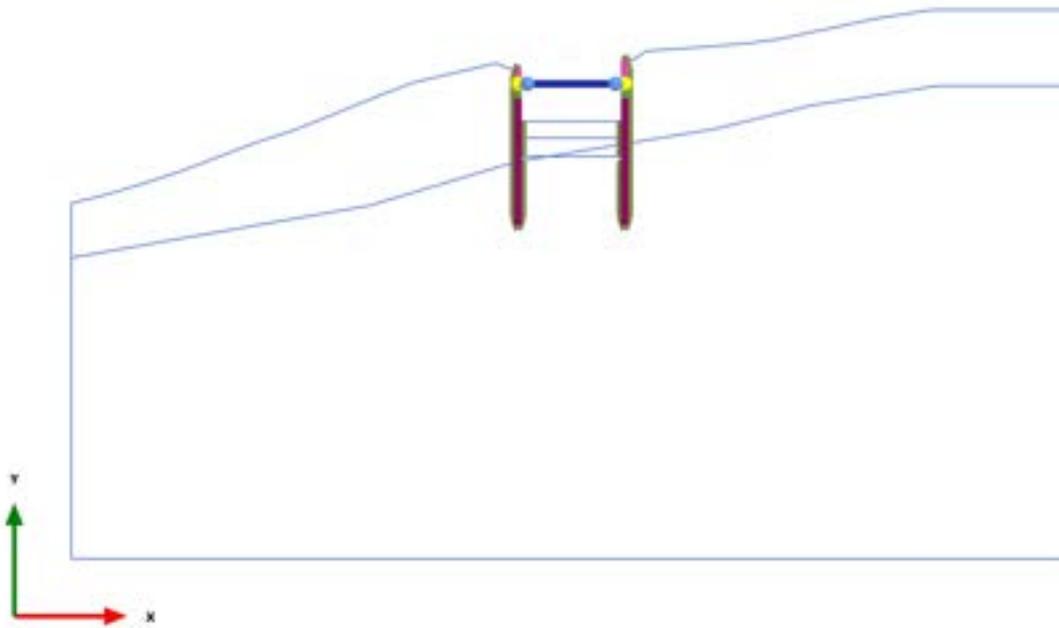
2.1.2.1.10 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$



Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$  (scaled up 1,00 times)

No results

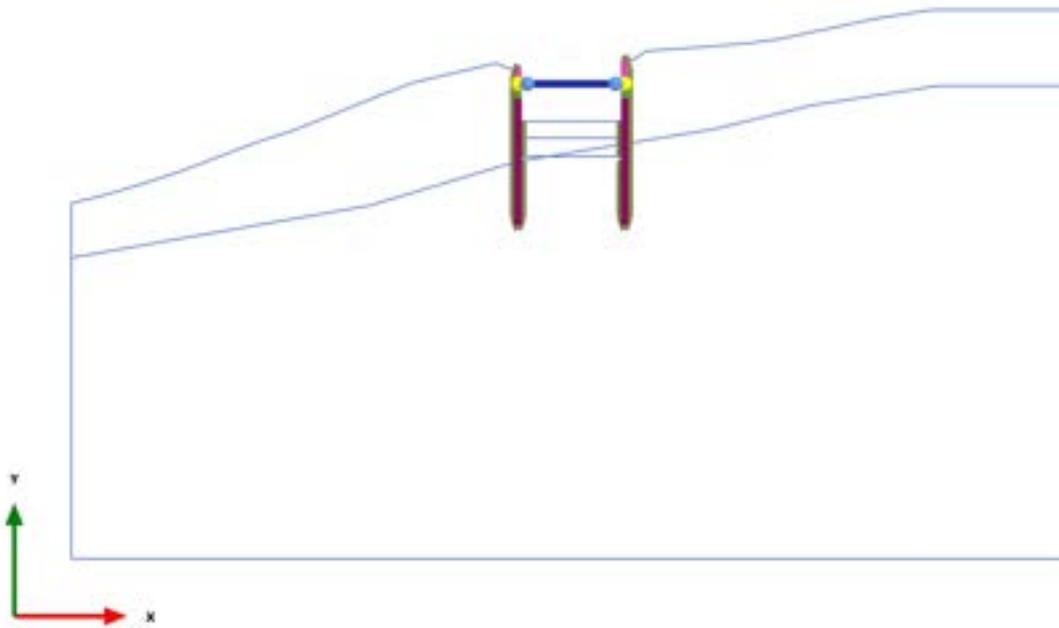
### 2.1.2.1.11 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Total cartesian strain $\epsilon_{xx}$



Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$  (scaled up 1,00 times)

No results

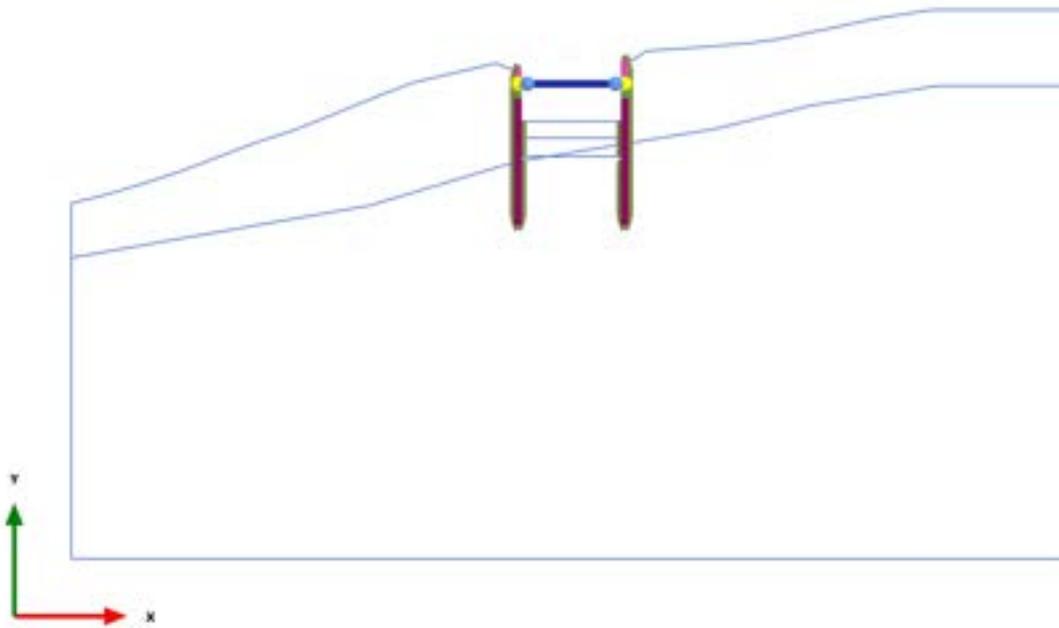
### 2.1.2.1.12 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Total cartesian strain $\epsilon_{xx}$



Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$  (scaled up 1,00 times)

No results

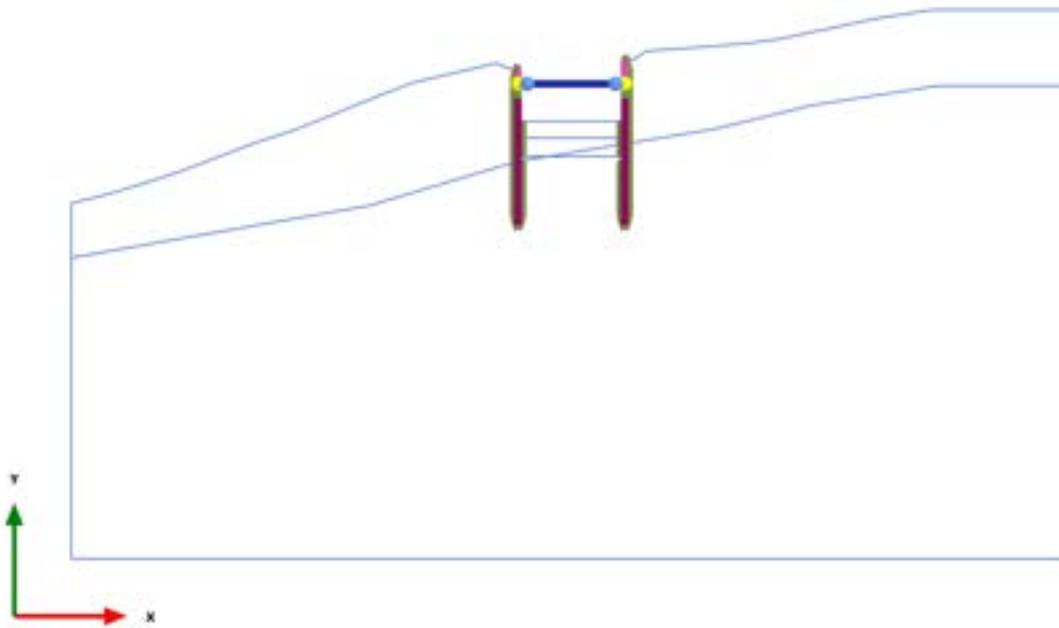
### 2.1.2.1.13 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Total cartesian strain $\epsilon_{xx}$



Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$  (scaled up 1,00 times)

No results

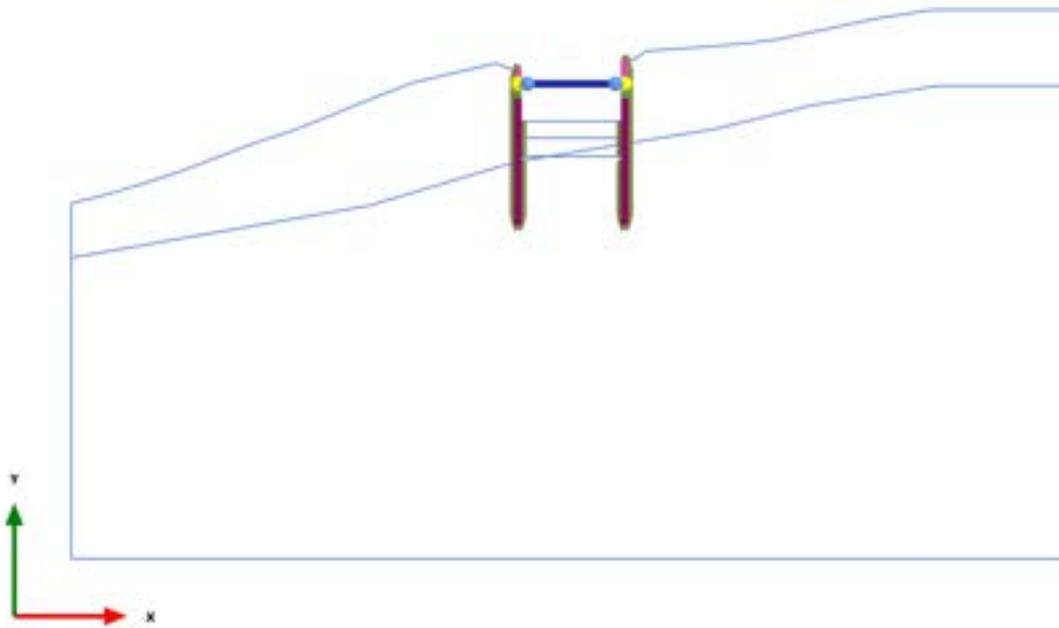
### 2.1.2.1.14 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Total cartesian strain $\epsilon_{xx}$



Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$  (scaled up 1,00 times)

No results

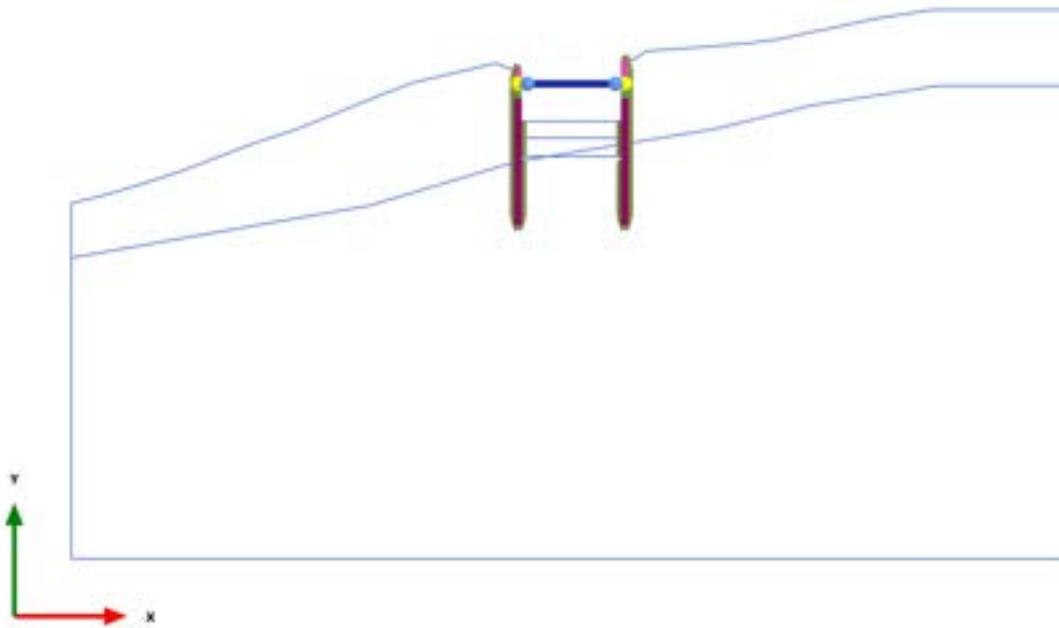
2.1.2.1.15 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$



Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$  (scaled up 1,00 times)

No results

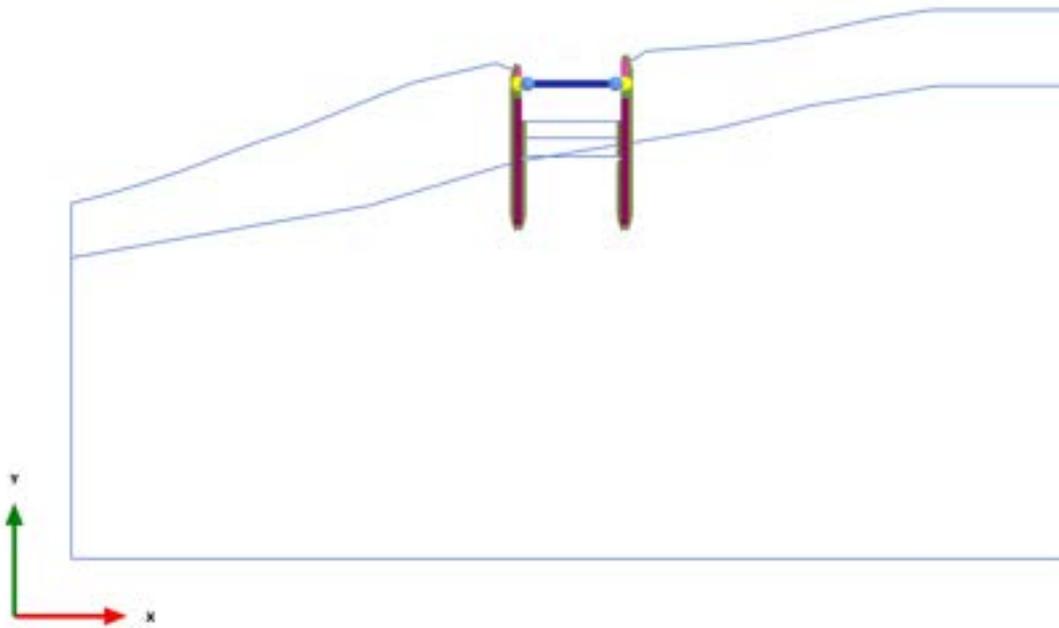
2.1.2.1.16 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$



Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$  (scaled up 1,00 times)

No results

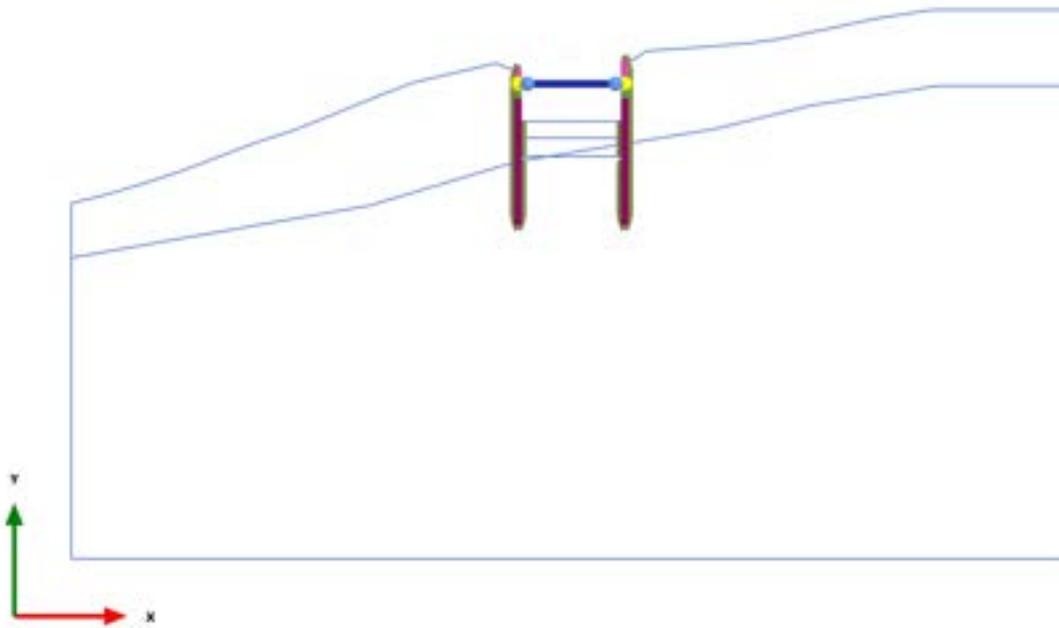
2.1.2.1.17 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$



Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$  (scaled up 1,00 times)

No results

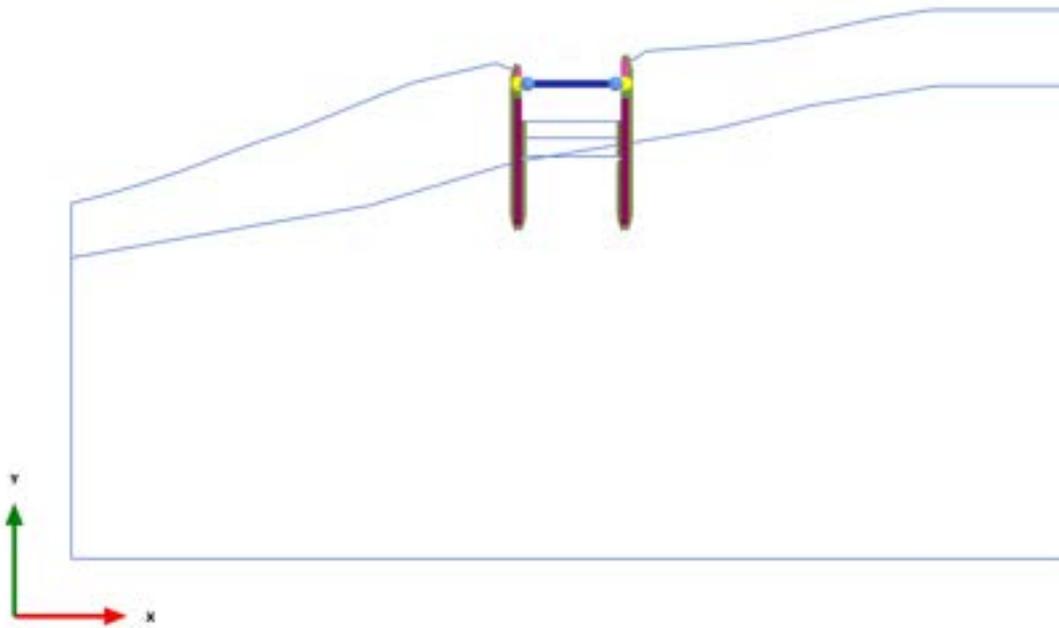
2.1.2.1.18 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$



Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$  (scaled up 1,00 times)

No results

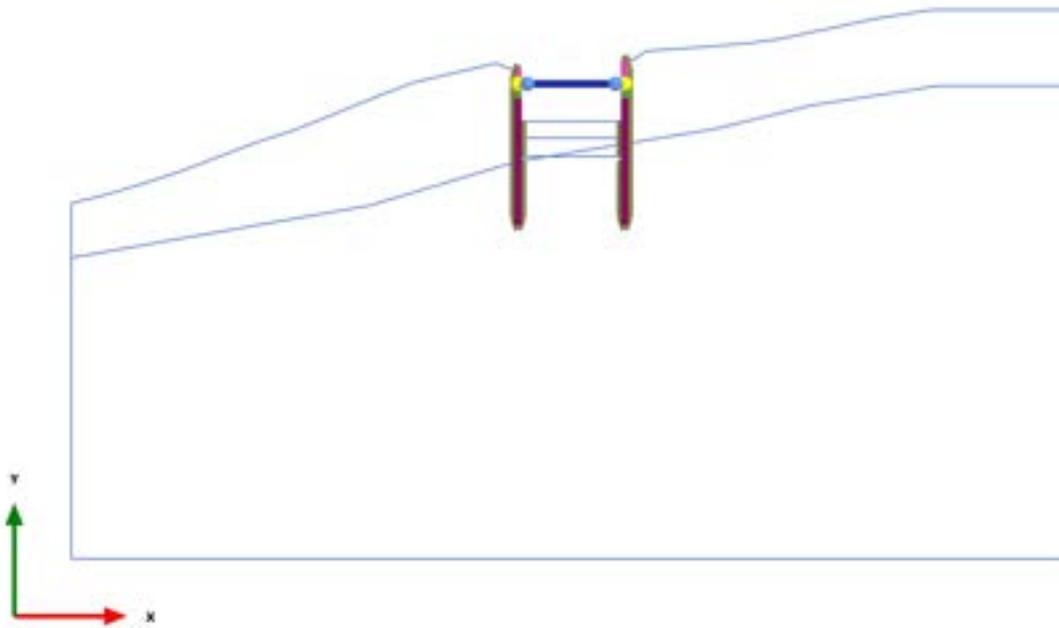
2.1.2.1.19 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$



Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$  (scaled up 1,00 times)

No results

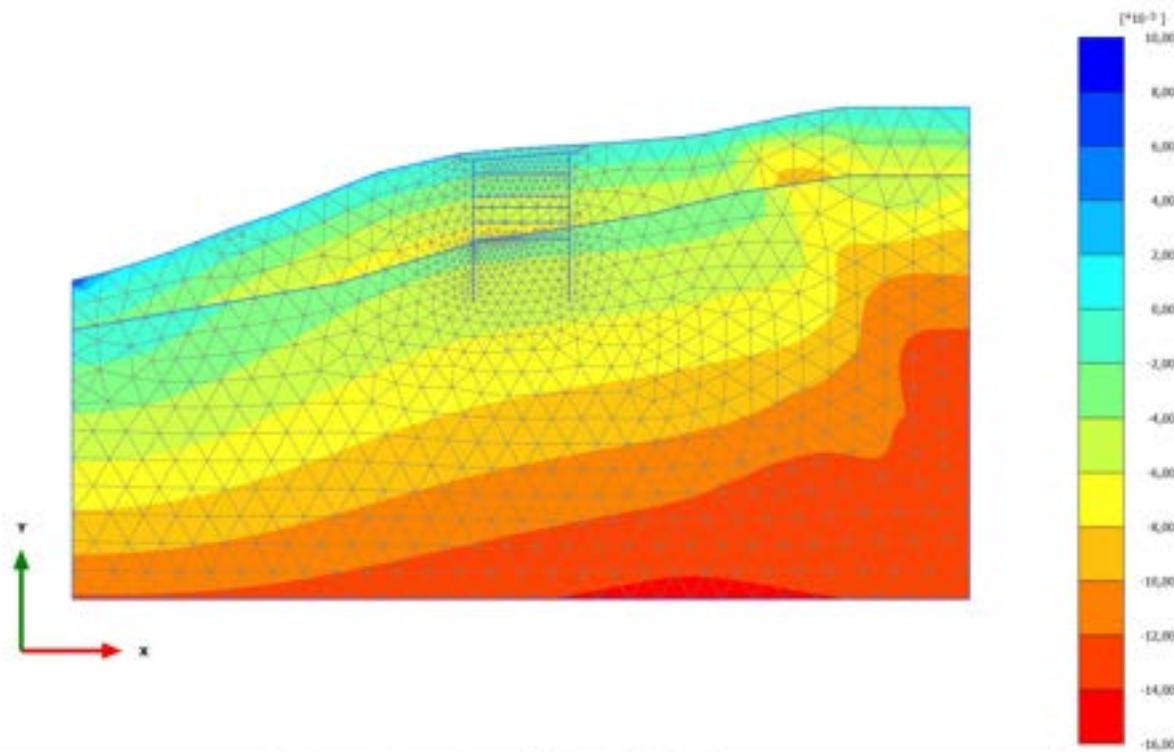
2.1.2.1.20 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$



Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$  (scaled up 1,00 times)

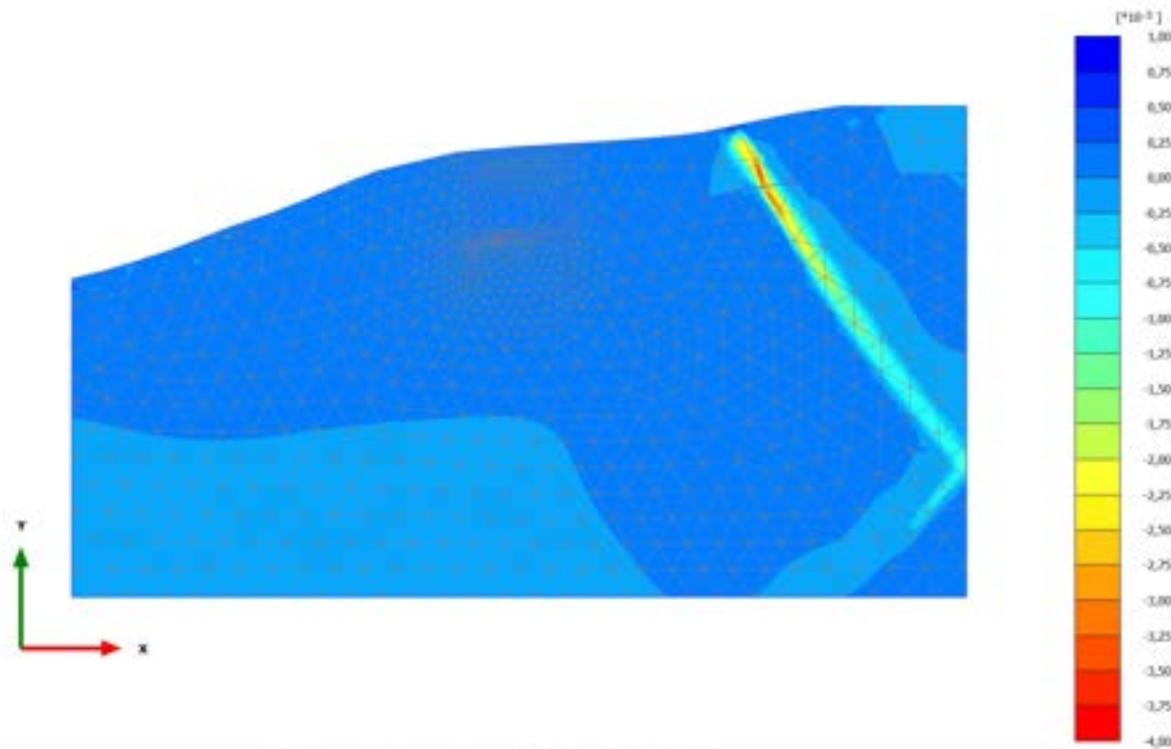
No results

### 2.1.2.2.1 Calculation results, 0\_CONDIZIONE GEOSTATICA [InitialPhase] (0/6), Total cartesian strain $\epsilon_{yy}$



**Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$  (scaled up 200 times)**  
Maximum value =  $8,768 \cdot 10^{-3}$  (Element 469 at Node 14549)  
Minimum value =  $-0,01447$  (Element 673 at Node 11641)

## 2.1.2.2.2 Calculation results, 0.1\_AZZERAMENTO SPOSTAMENTI [Phase\_1] (1/43), Total cartesian strain $\epsilon_{yy}$

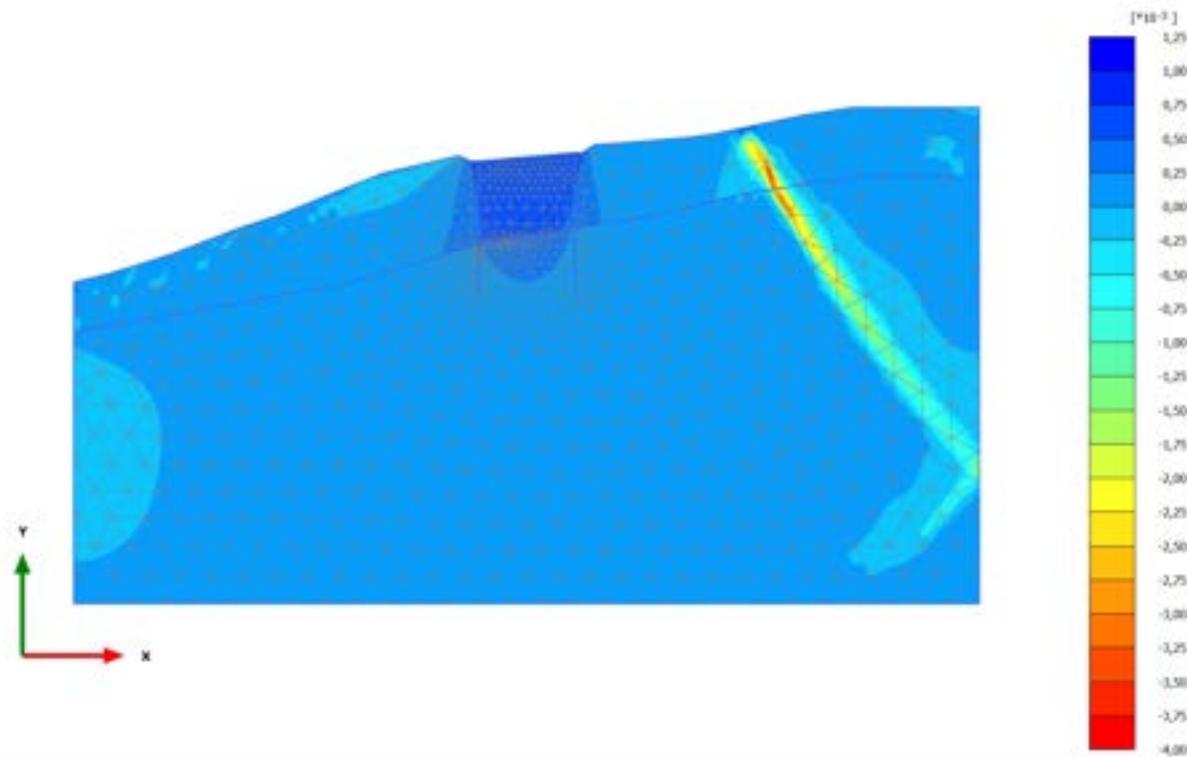


Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$  (scaled up 500 times)

Maximum value =  $0,9949 \cdot 10^{-3}$  (Element 45 at Node 601)

Minimum value =  $-3,763 \cdot 10^{-3}$  (Element 58 at Node 676)

## 2.1.2.2.3 Calculation results, 1\_PRESCAVO [Phase\_14] (14/45), Total cartesian strain

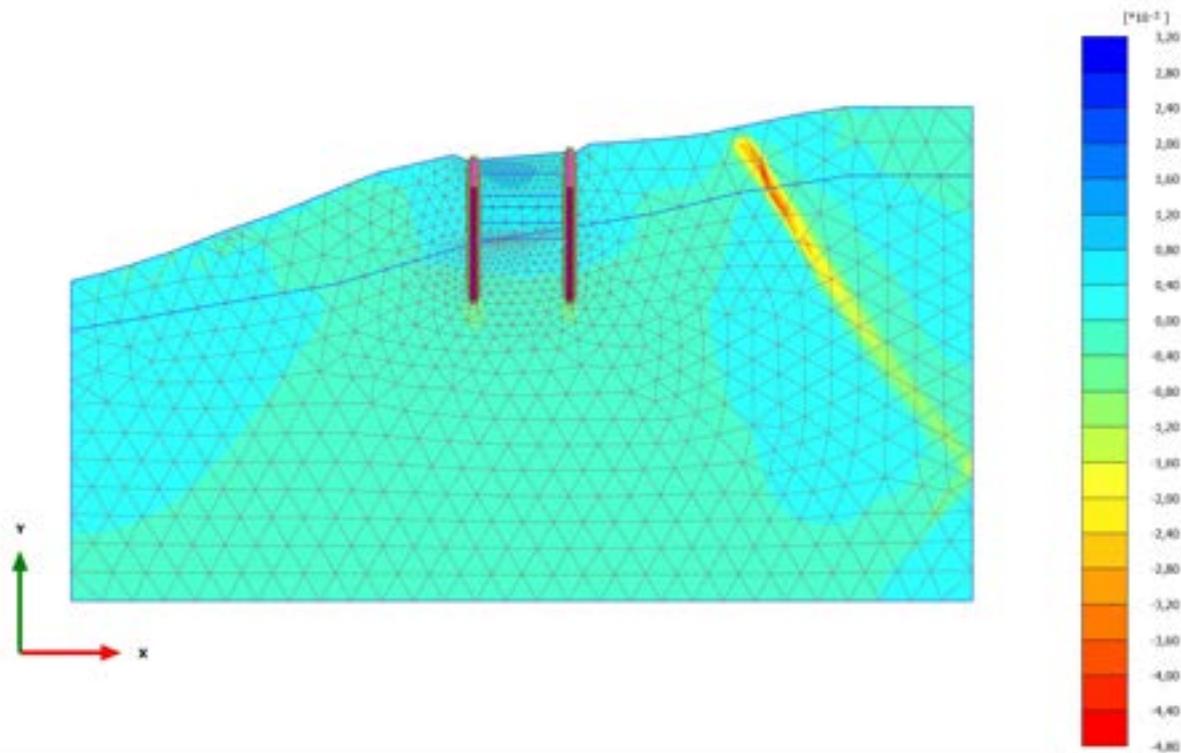
 $\epsilon_{yy}$ 

**Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$  (scaled up 500 times)**

Maximum value =  $1,013 \cdot 10^{-3}$  (Element 45 at Node 601)

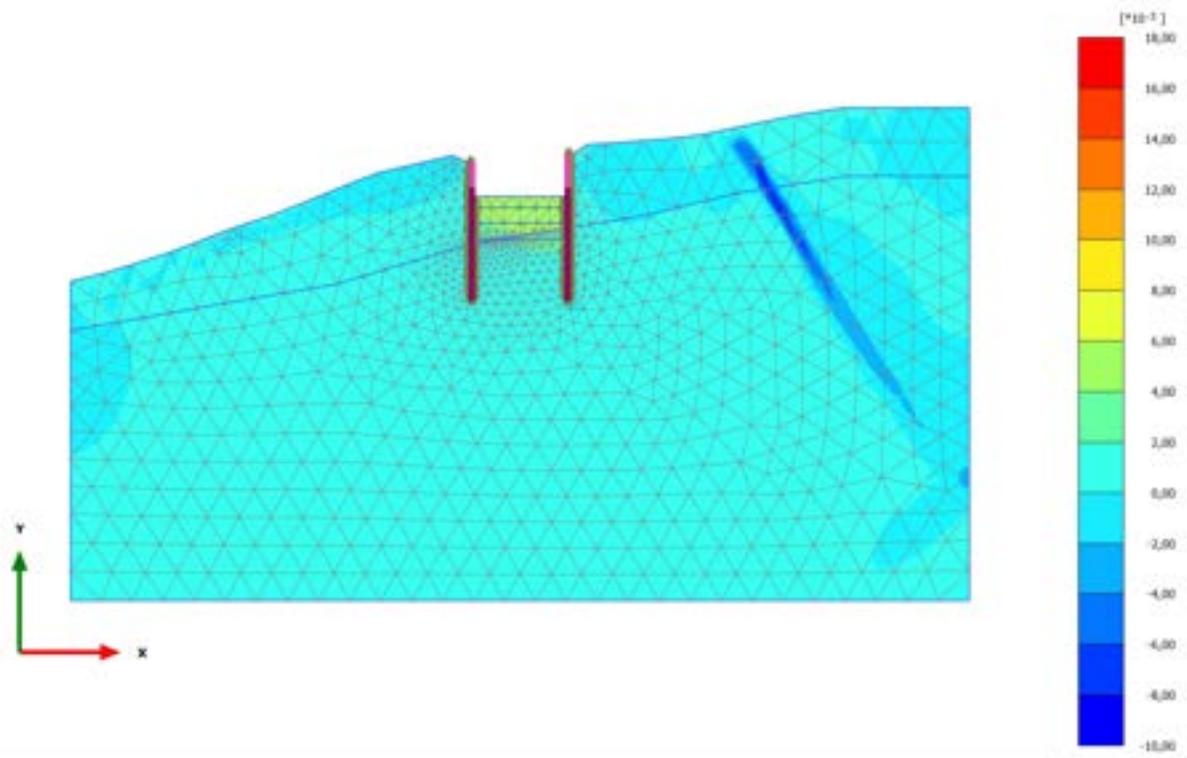
Minimum value =  $-3,760 \cdot 10^{-3}$  (Element 58 at Node 676)

## 2.1.2.2.4 Calculation results, 2\_REALIZZAZIONE PALI [Phase\_2] (2/47), Total cartesian strain $\epsilon_{yy}$



**Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$  (scaled up 500 times)**  
Maximum value =  $3,074 \cdot 10^{-3}$  (Element 131 at Node 7921)  
Minimum value =  $-4,416 \cdot 10^{-3}$  (Element 58 at Node 676)

### 2.1.2.2.5 Calculation results, 3\_PRIMA FASE DI SCAVO [Phase\_3] (3/67), Total cartesian strain $\epsilon_{yy}$

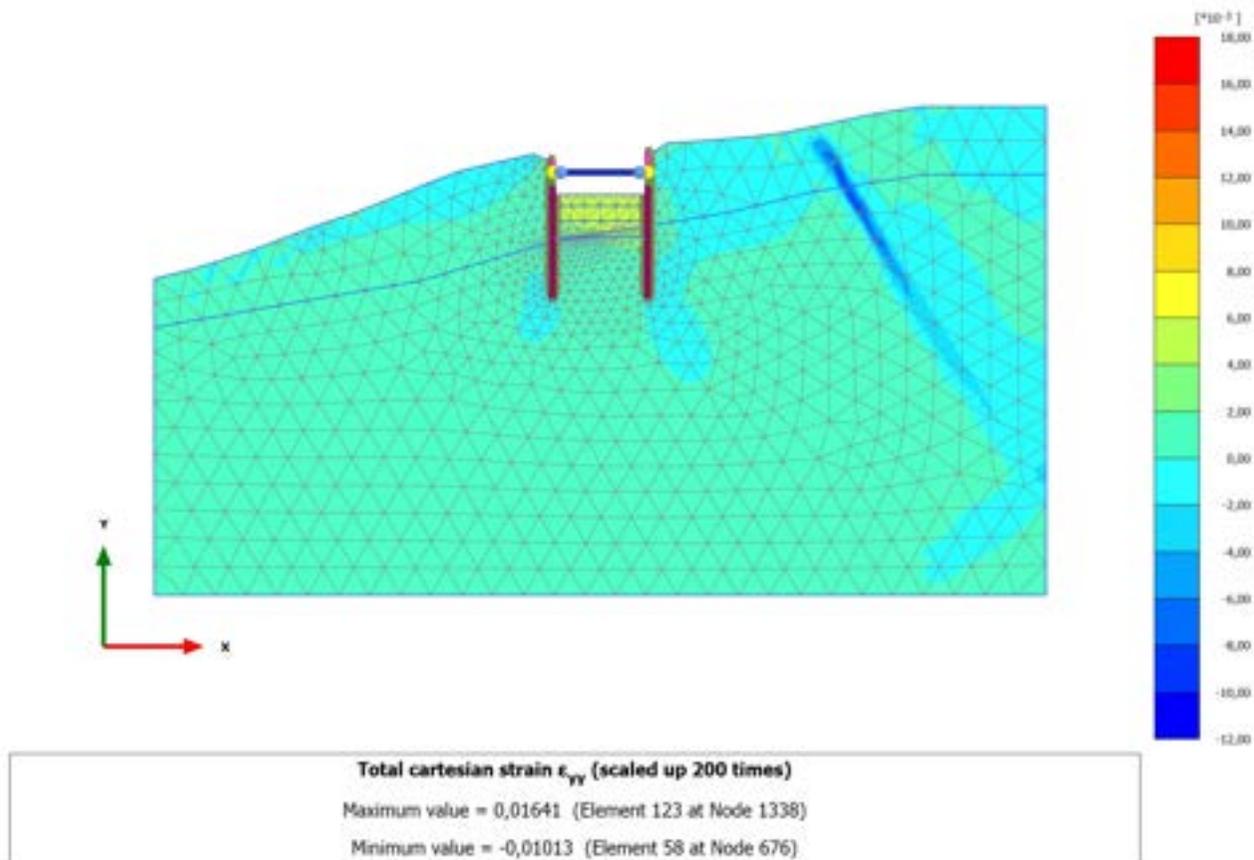


Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$  (scaled up 200 times)

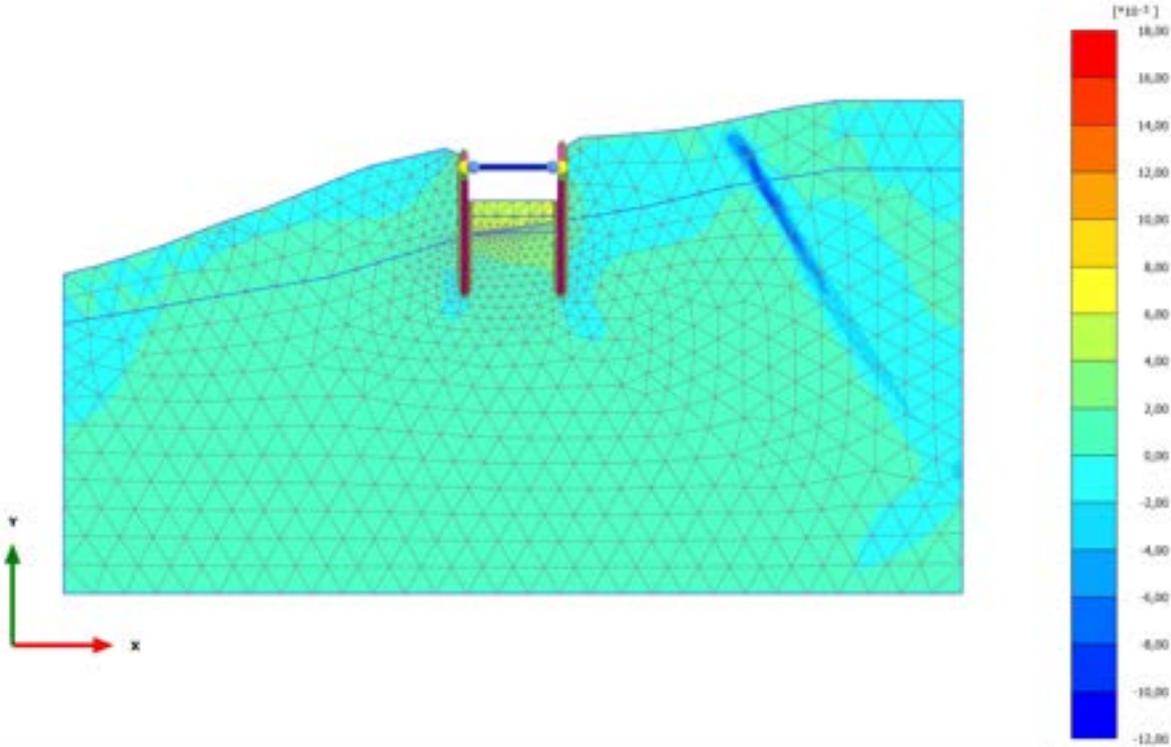
Maximum value = 0,01681 (Element 123 at Node 1338)

Minimum value =  $-9,736 \cdot 10^{-3}$  (Element 58 at Node 676)

2.1.2.2.6 Calculation results, 4\_REALIZZAZIONE SOLETTA SUPERIORE [Phase\_4]  
(4/72), Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$

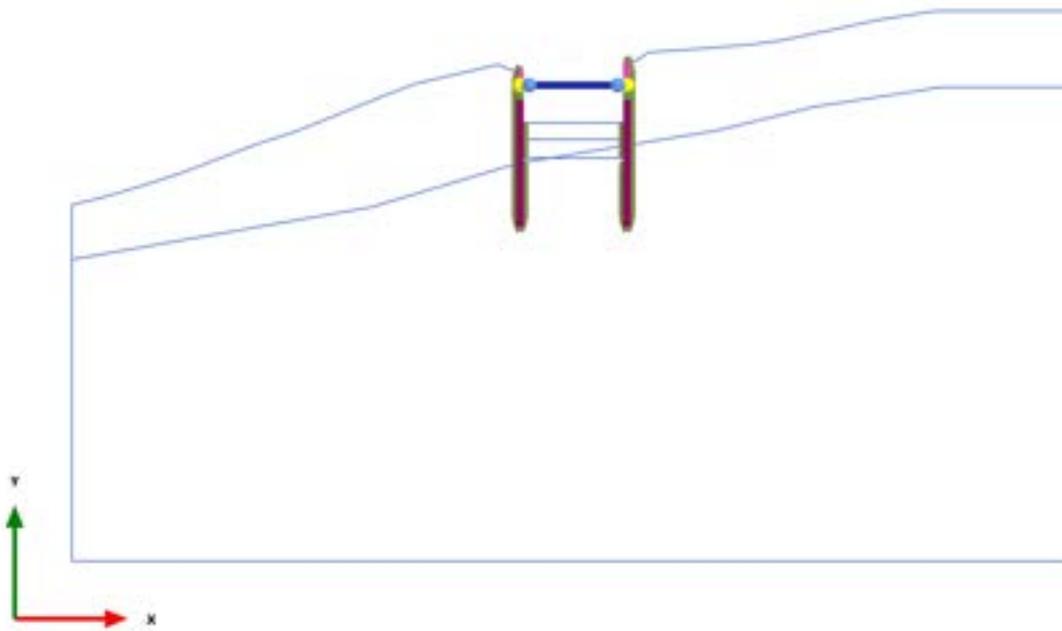


2.1.2.2.7 Calculation results, 5\_SECONDA FASE DI SCAVO [Phase\_5] (5/78), Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$



**Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$  (scaled up 200 times)**  
Maximum value = 0,01641 (Element 123 at Node 1338)  
Minimum value = -0,01020 (Element 58 at Node 676)

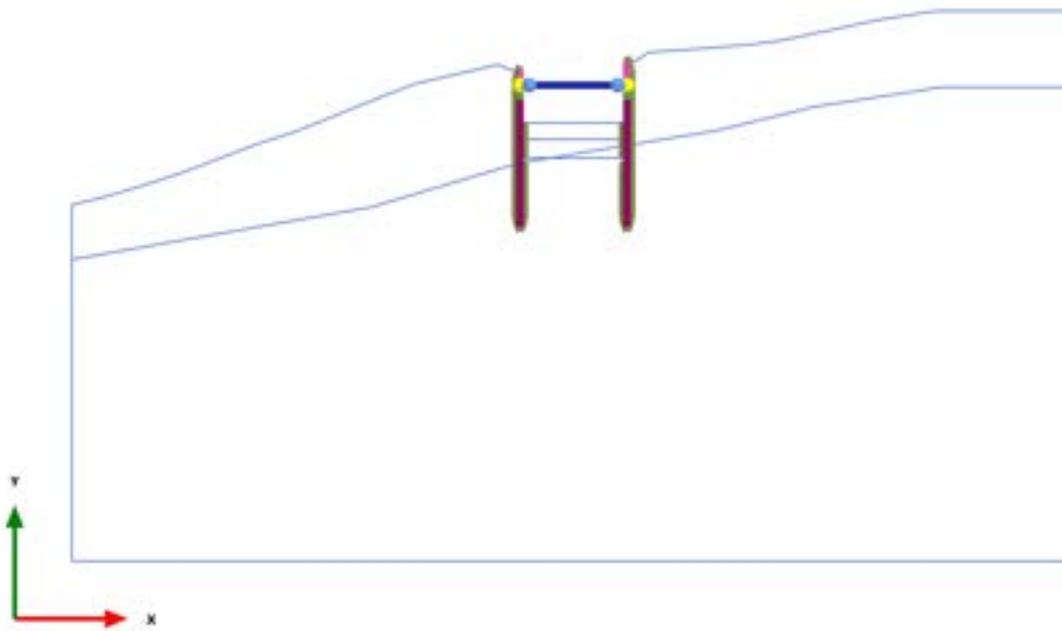
### 2.1.2.2.8 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Total cartesian strain $\epsilon_{yy}$



Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$  (scaled up 1,00 times)

No results

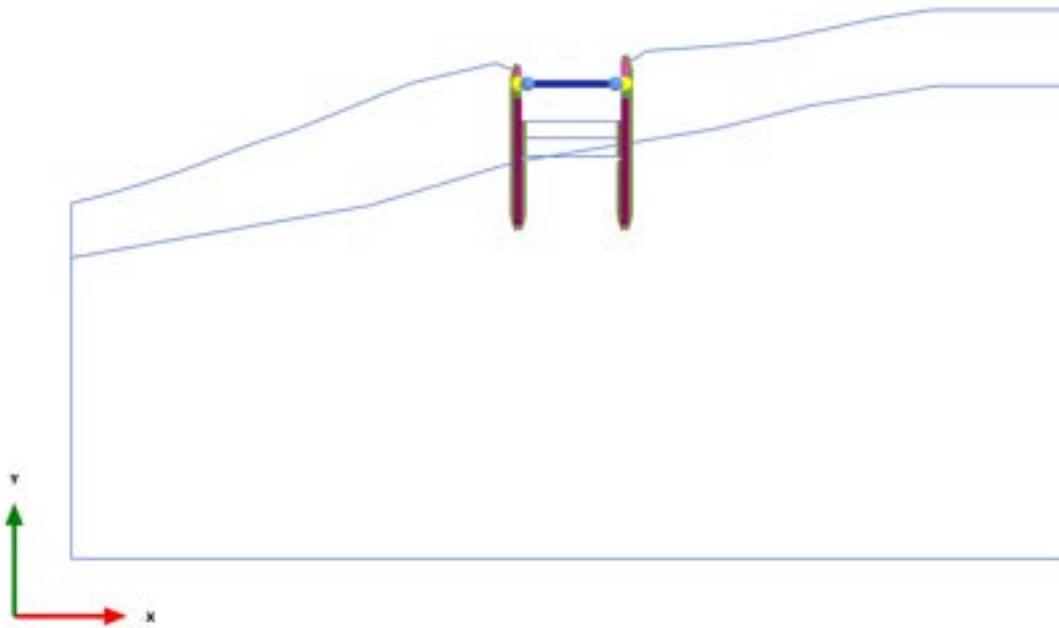
### 2.1.2.2.9 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Total cartesian strain $\epsilon_{yy}$



Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$  (scaled up 1,00 times)

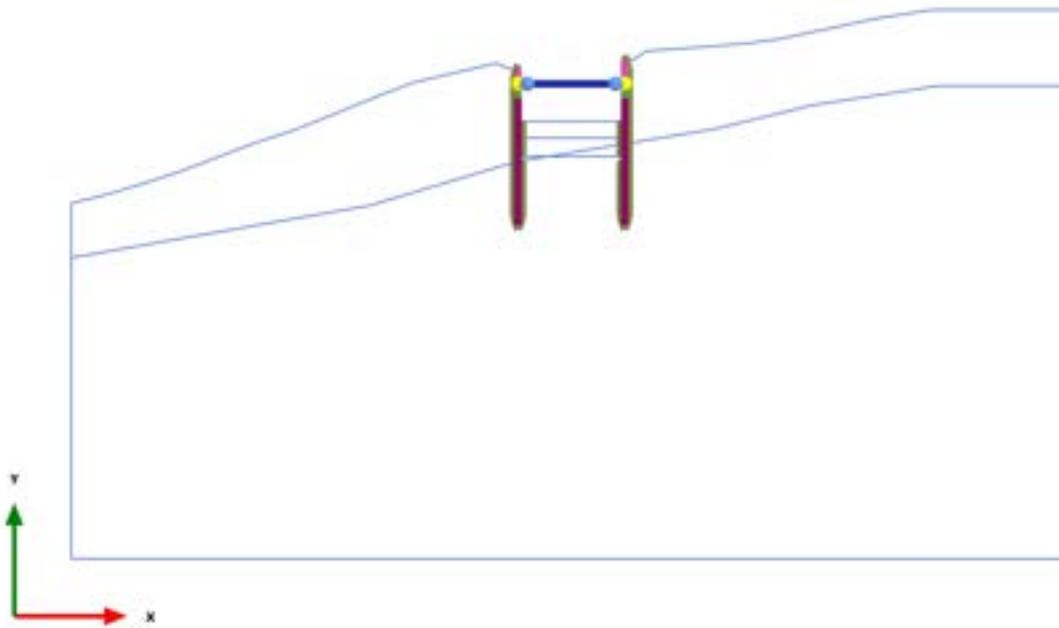
No results

2.1.2.2.10 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$



Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$  (scaled up 1,00 times)  
No results

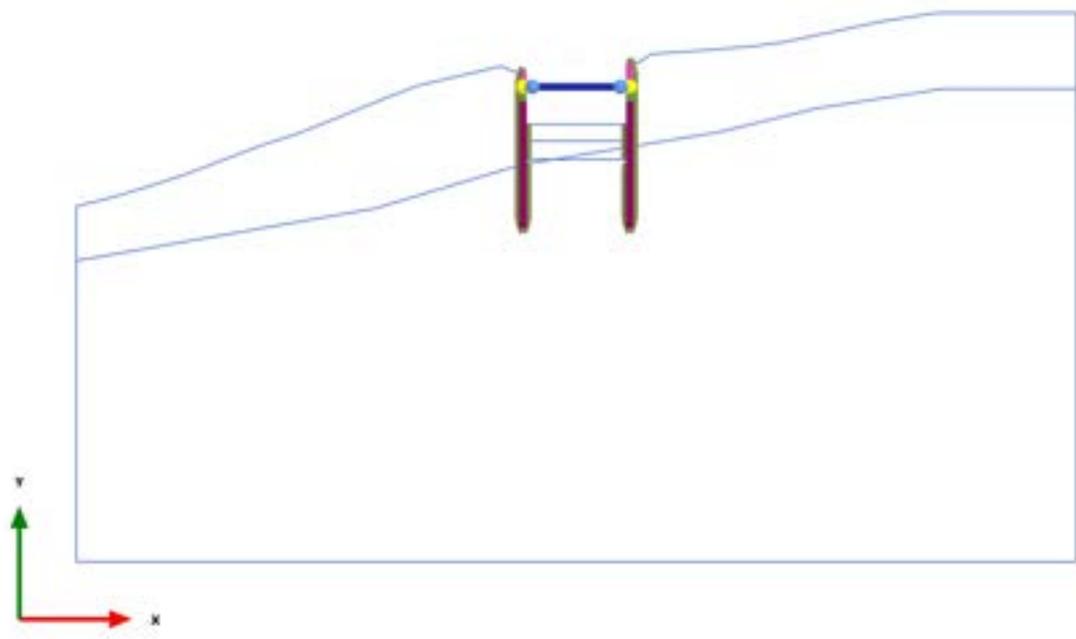
### 2.1.2.2.11 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Total cartesian strain $\epsilon_{yy}$



Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$  (scaled up 1,00 times)

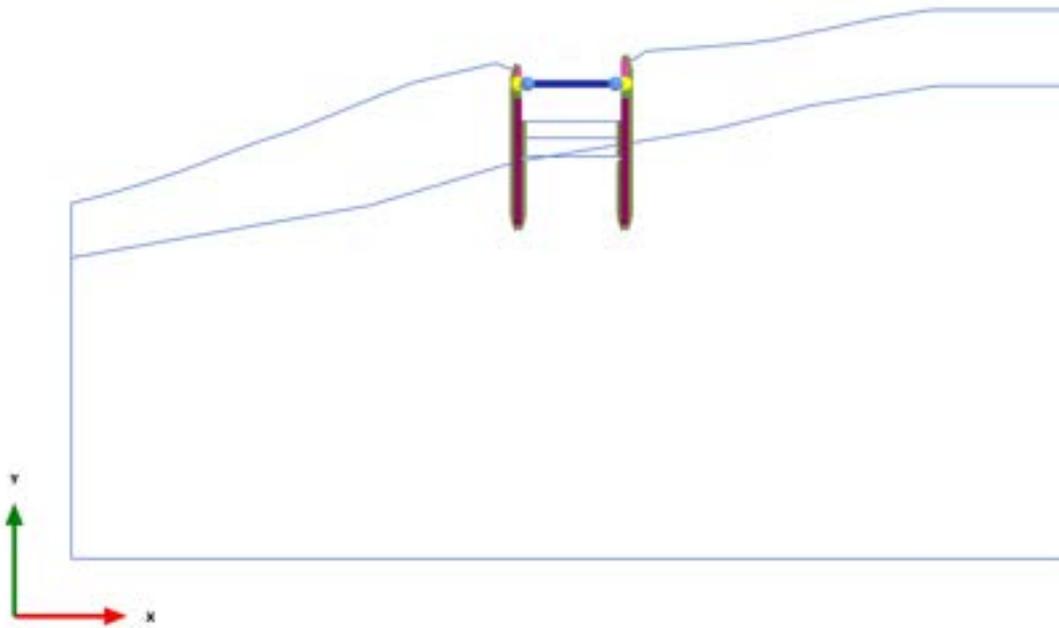
No results

### 2.1.2.2.12 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Total cartesian strain $\epsilon_{yy}$



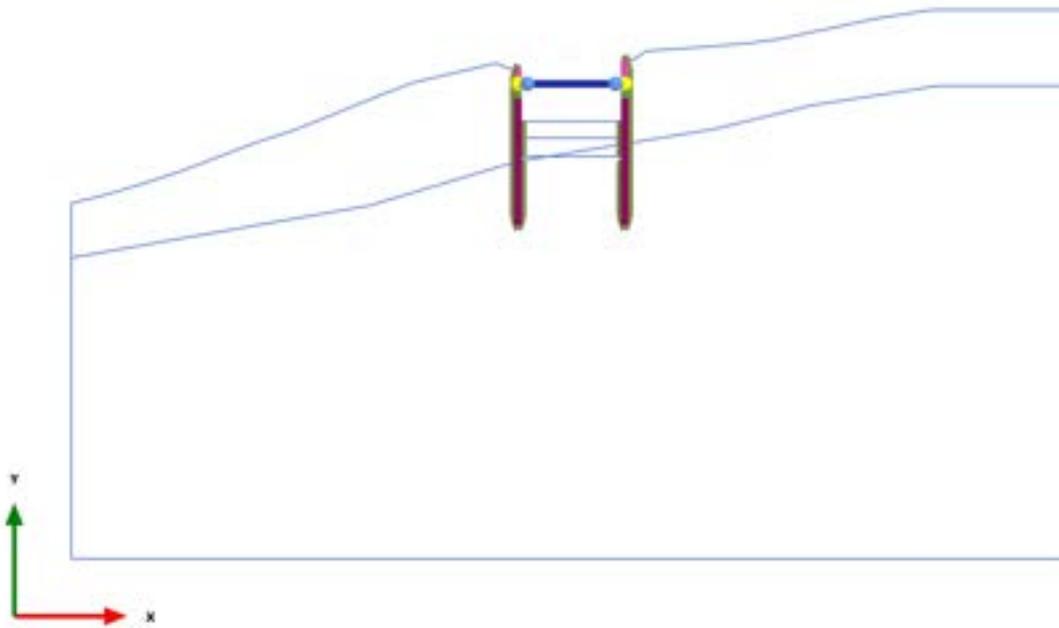
Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$  (scaled up 1,00 times)  
No results

### 2.1.2.2.13 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Total cartesian strain $\epsilon_{yy}$



Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$  (scaled up 1,00 times)  
No results

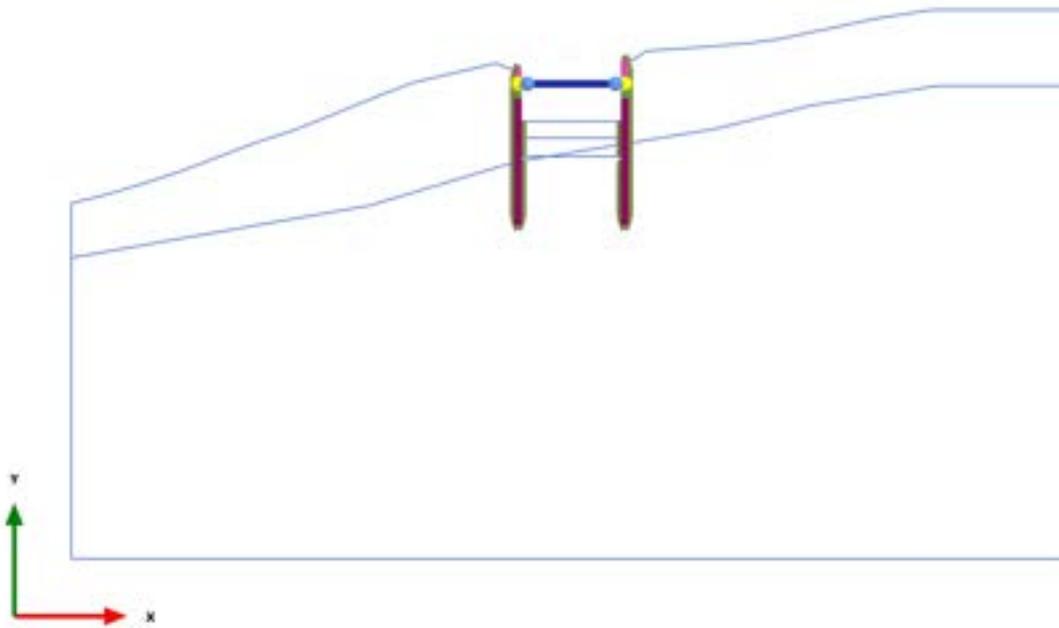
2.1.2.2.14 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$



Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$  (scaled up 1,00 times)

No results

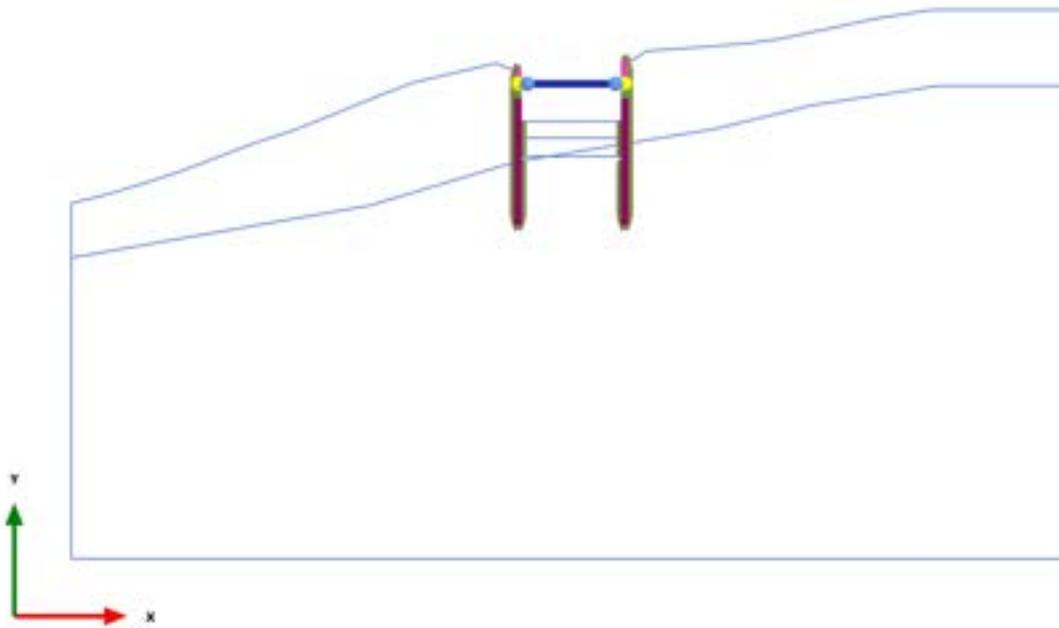
2.1.2.2.15 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$



Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$  (scaled up 1,00 times)

No results

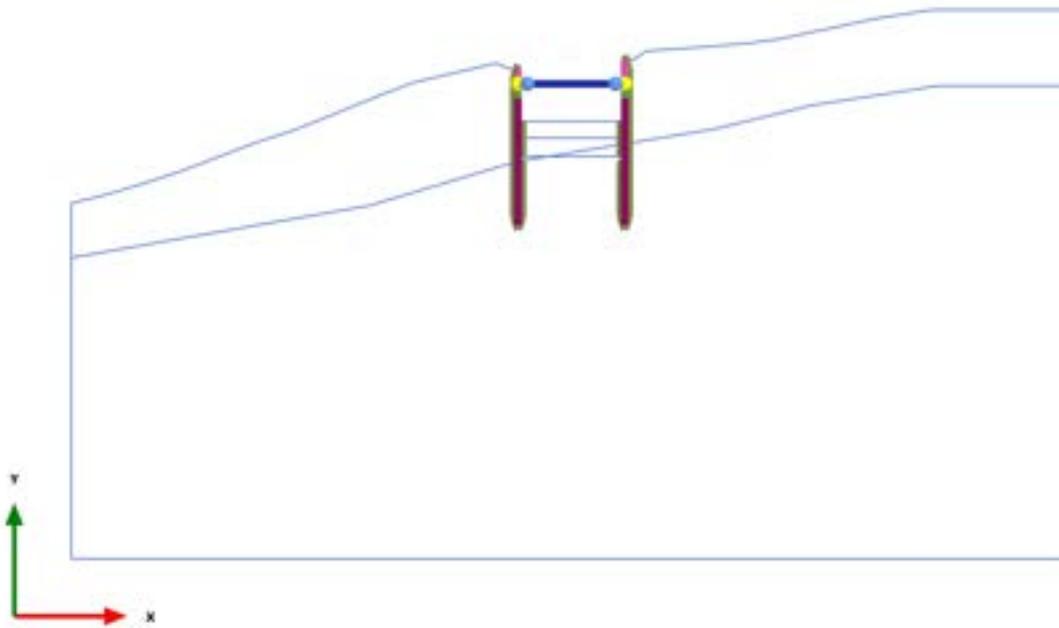
2.1.2.2.16 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$



Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$  (scaled up 1,00 times)

No results

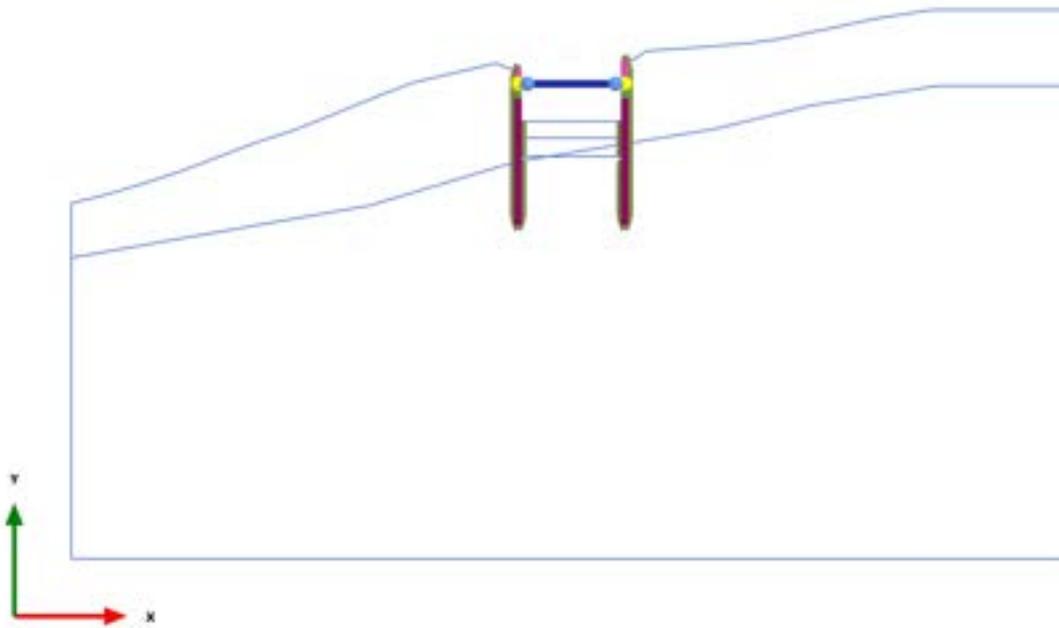
2.1.2.2.17 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$



Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$  (scaled up 1,00 times)

No results

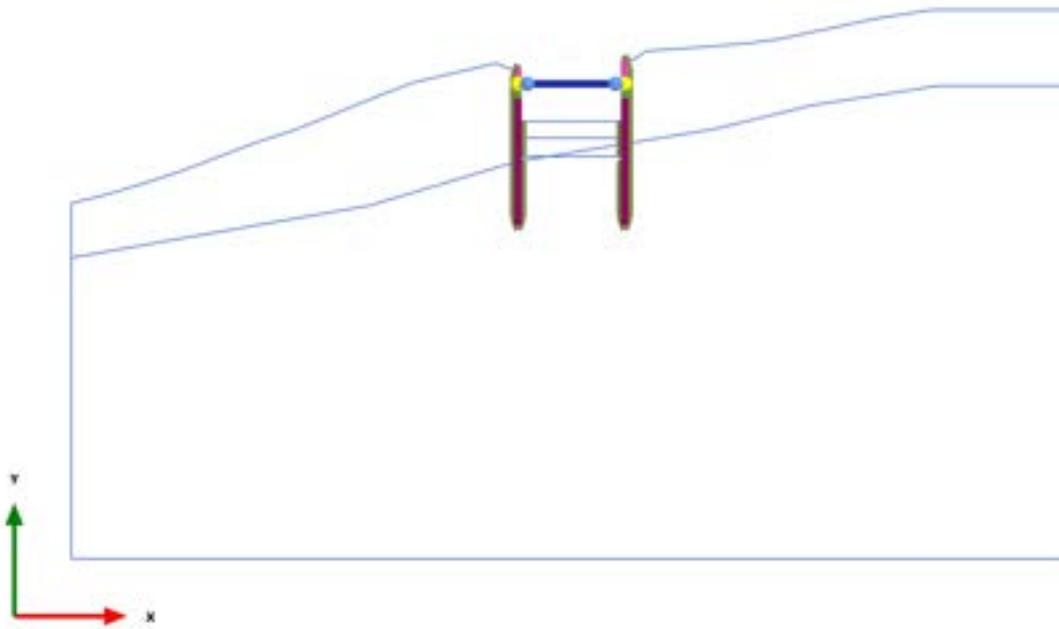
2.1.2.2.18 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$



Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$  (scaled up 1,00 times)

No results

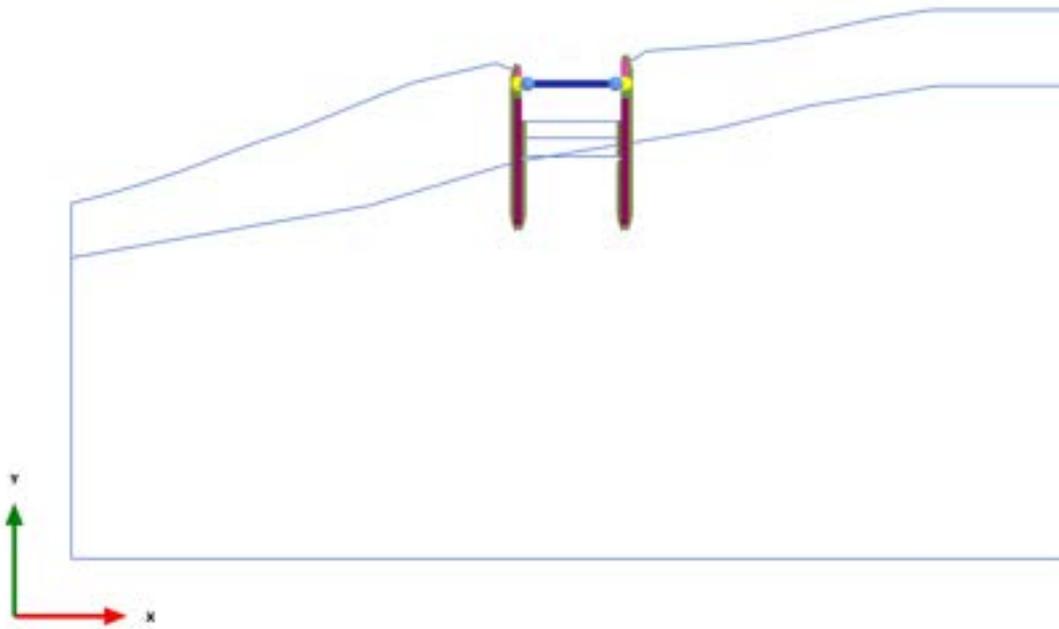
2.1.2.2.19 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$



Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$  (scaled up 1,00 times)

No results

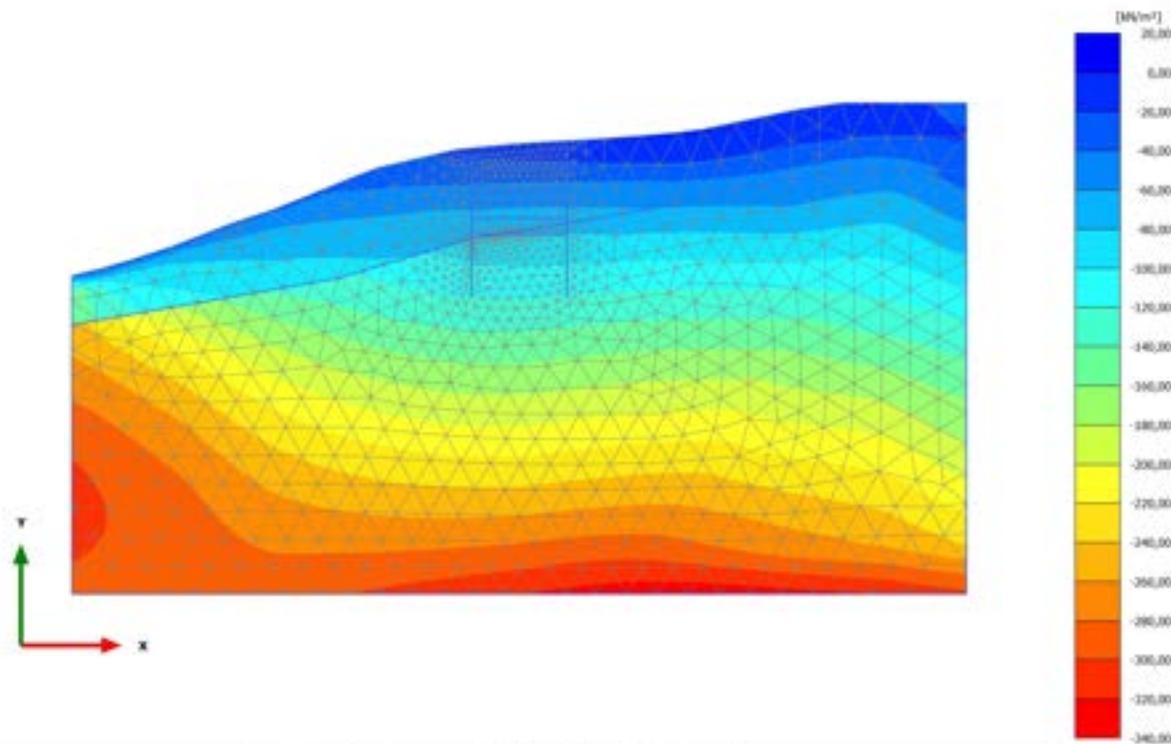
2.1.2.2.20 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$



Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$  (scaled up 1,00 times)

No results

### 2.2.1.1.1 Calculation results, 0\_CONDIZIONE GEOSTATICA [InitialPhase] (0/6), Cartesian effective stress $\sigma'_{xx}$

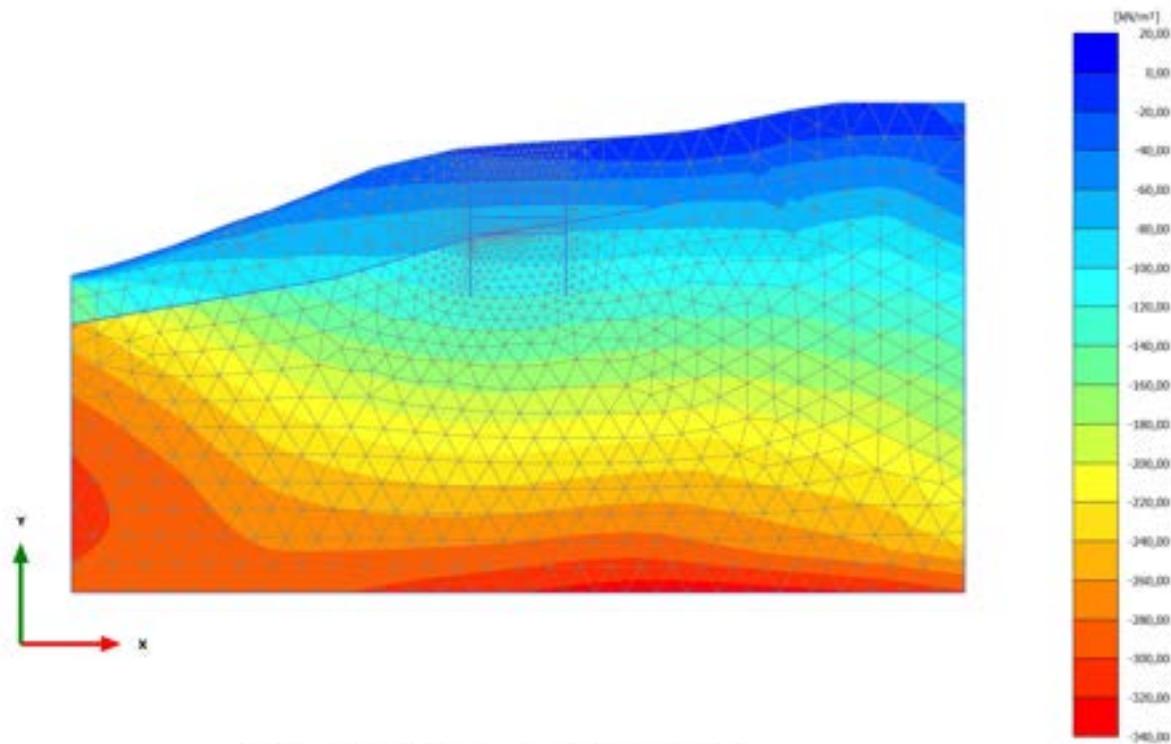


Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$  (scaled up 0,0100 times)

Maximum value = 0,7360 kN/m<sup>2</sup> (Element 35 at Node 1001)

Minimum value = -333,9 kN/m<sup>2</sup> (Element 673 at Node 11641)

2.2.1.1.2 Calculation results, 0.1\_AZZERAMENTO SPOSTAMENTI [Phase\_1] (1/43),  
Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$

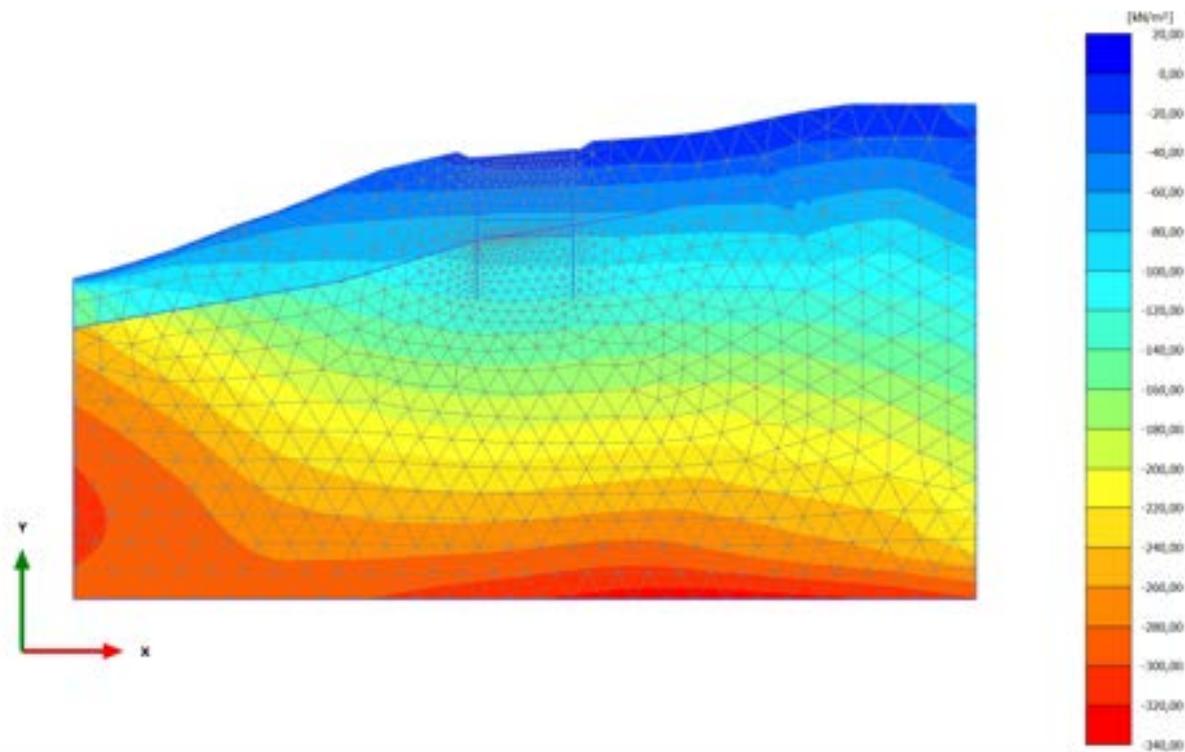


Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$  (scaled up 0,0100 times)

Maximum value = 0,3703 kN/m<sup>2</sup> (Element 47 at Node 65)

Minimum value = -333,9 kN/m<sup>2</sup> (Element 673 at Node 11641)

### 2.2.1.1.3 Calculation results, 1\_PRESCAVO [Phase\_14] (14/45), Cartesian effective stress $\sigma'_{xx}$

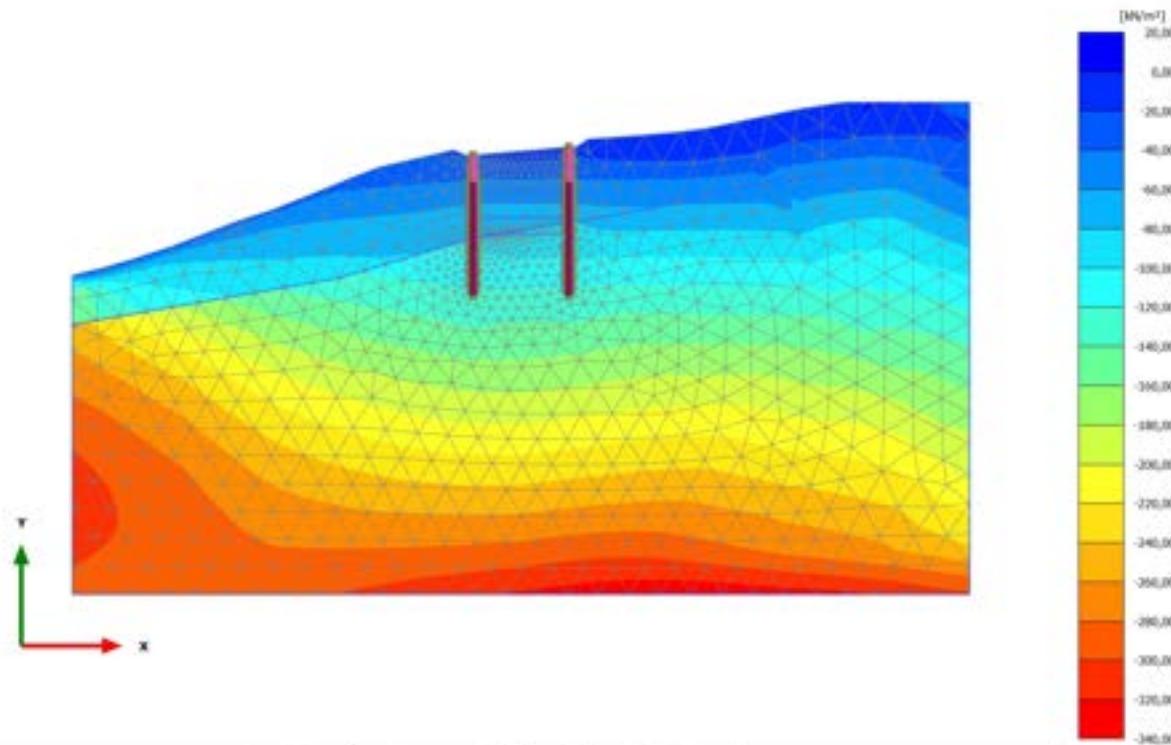


Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$  (scaled up 0,0100 times)

Maximum value = 0,6873 kN/m<sup>2</sup> (Element 123 at Node 1338)

Minimum value = -332,6 kN/m<sup>2</sup> (Element 673 at Node 11641)

### 2.2.1.1.4 Calculation results, 2\_REALIZZAZIONE PALI [Phase\_2] (2/47), Cartesian effective stress $\sigma'_{xx}$

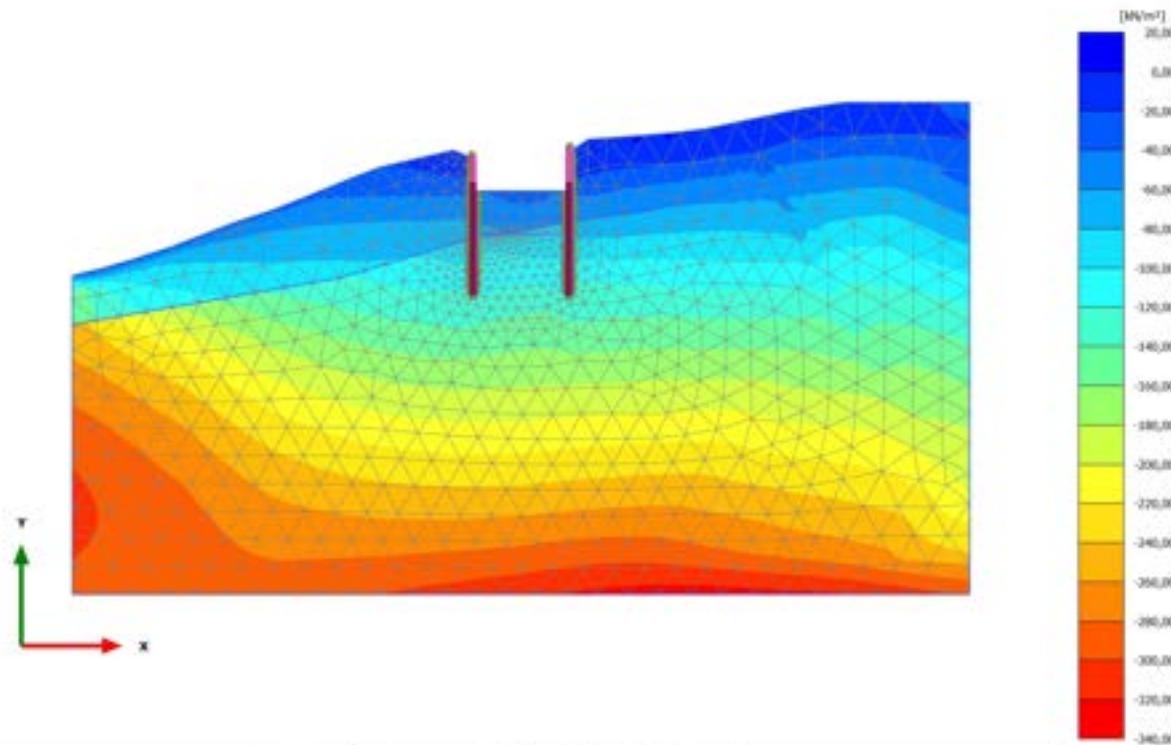


Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$  (scaled up 0,0100 times)

Maximum value = 0,2725 kN/m<sup>2</sup> (Element 47 at Node 64)

Minimum value = -335,9 kN/m<sup>2</sup> (Element 673 at Node 11640)

### 2.2.1.1.5 Calculation results, 3\_PRIMA FASE DI SCAVO [Phase\_3] (3/67), Cartesian effective stress $\sigma'_{xx}$

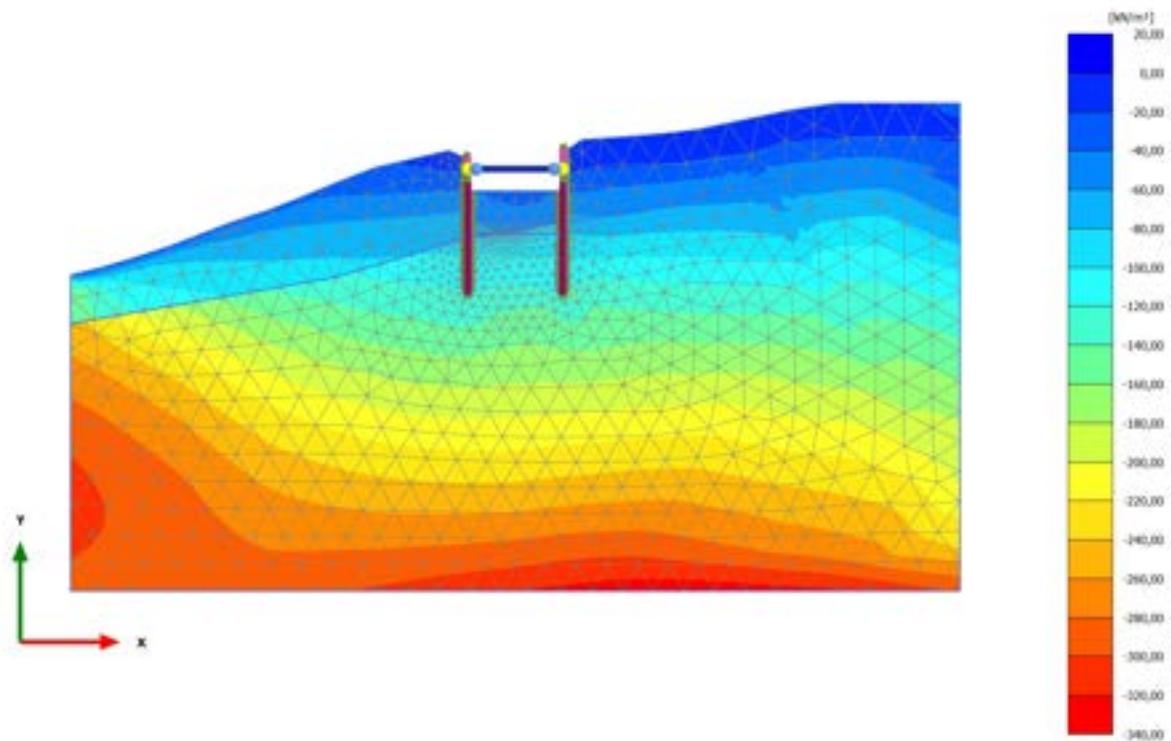


Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$  (scaled up 0,0100 times)

Maximum value = 0,4704 kN/m<sup>2</sup> (Element 123 at Node 1338)

Minimum value = -330,8 kN/m<sup>2</sup> (Element 673 at Node 11641)

2.2.1.1.6 Calculation results, 4\_REALIZZAZIONE SOLETTA SUPERIORE [Phase\_4]  
(4/72), Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$

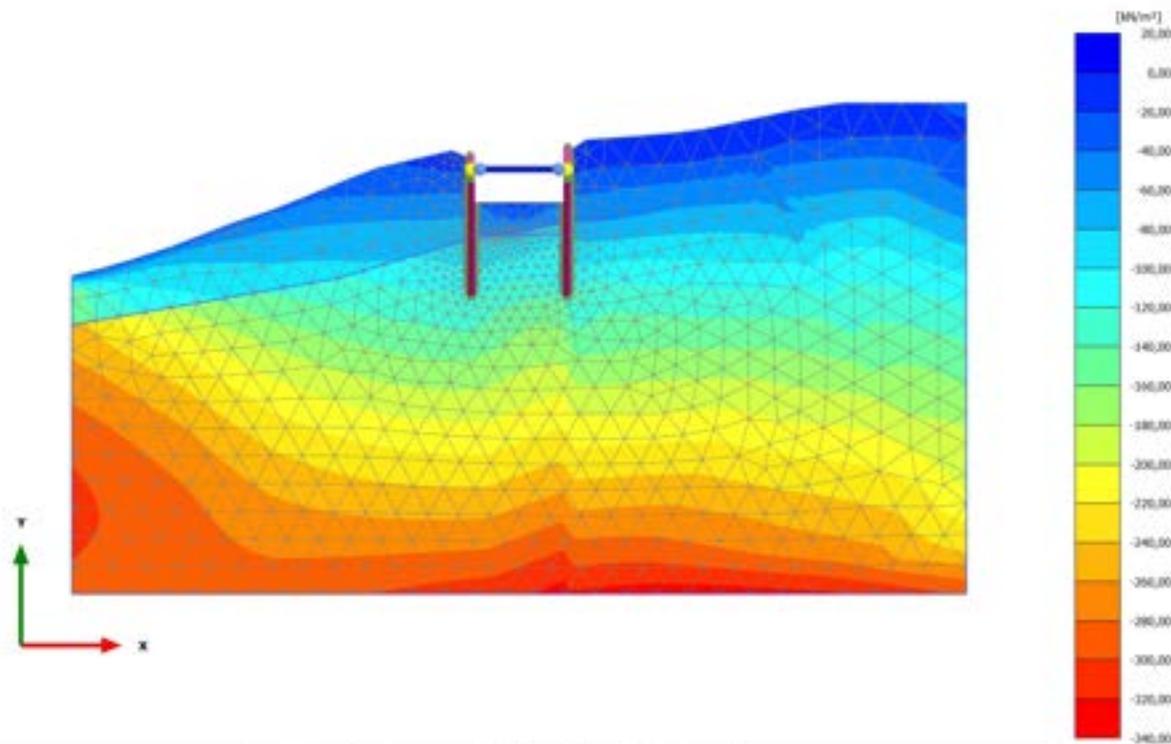


Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$  (scaled up 0,0100 times)

Maximum value = 2,999  $\text{kN/m}^2$  (Element 123 at Node 1338)

Minimum value = -333,3  $\text{kN/m}^2$  (Element 673 at Node 11640)

### 2.2.1.1.7 Calculation results, 5\_SECONDA FASE DI SCAVO [Phase\_5] (5/78), Cartesian effective stress $\sigma'_{xx}$

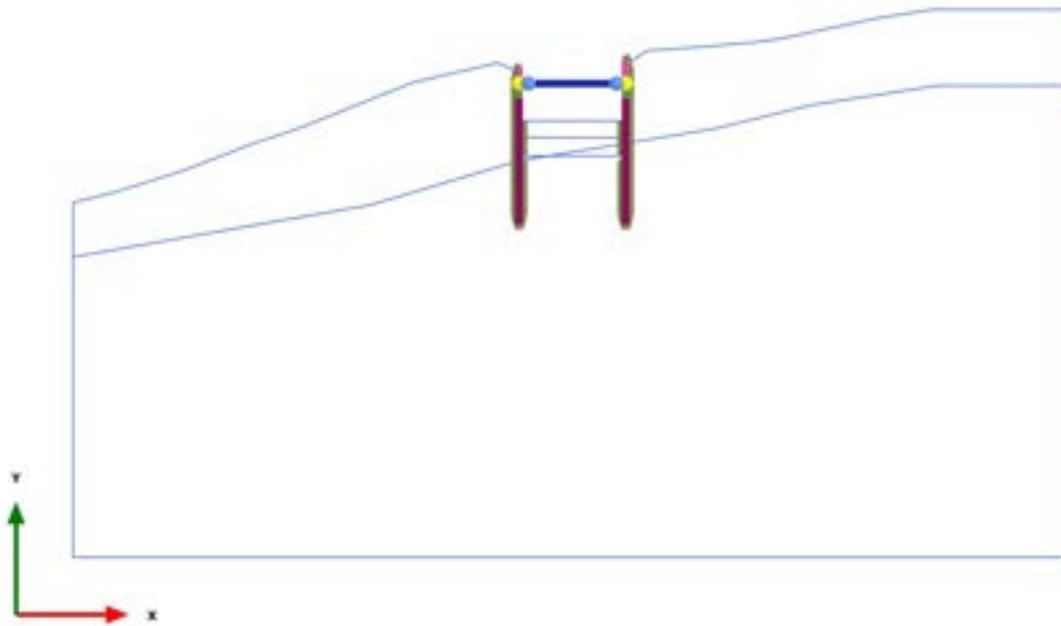


Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$  (scaled up 0,0100 times)

Maximum value = 2,840 kN/m<sup>2</sup> (Element 123 at Node 1338)

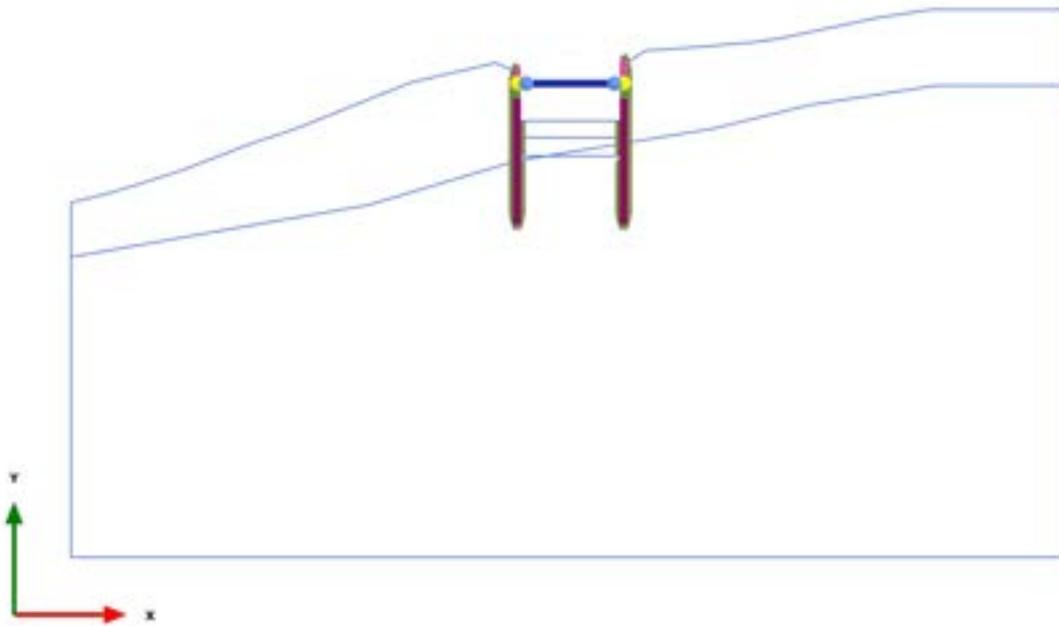
Minimum value = -331,6 kN/m<sup>2</sup> (Element 673 at Node 11641)

2.2.1.1.8 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$



Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$  (scaled up 1,00 times)  
No results

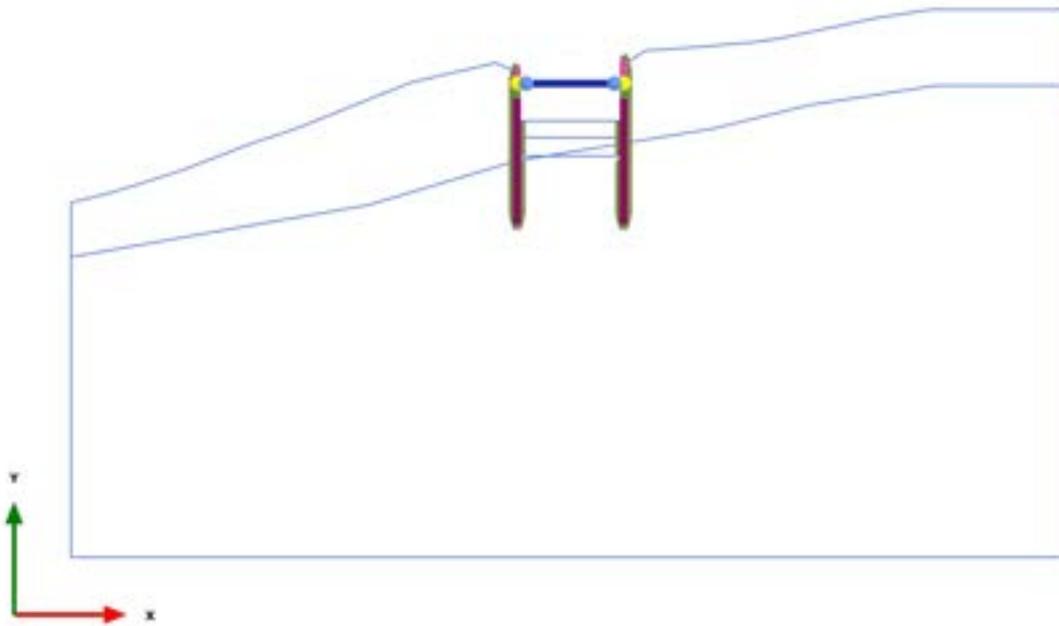
2.2.1.1.9 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$



Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$  (scaled up 1,00 times)

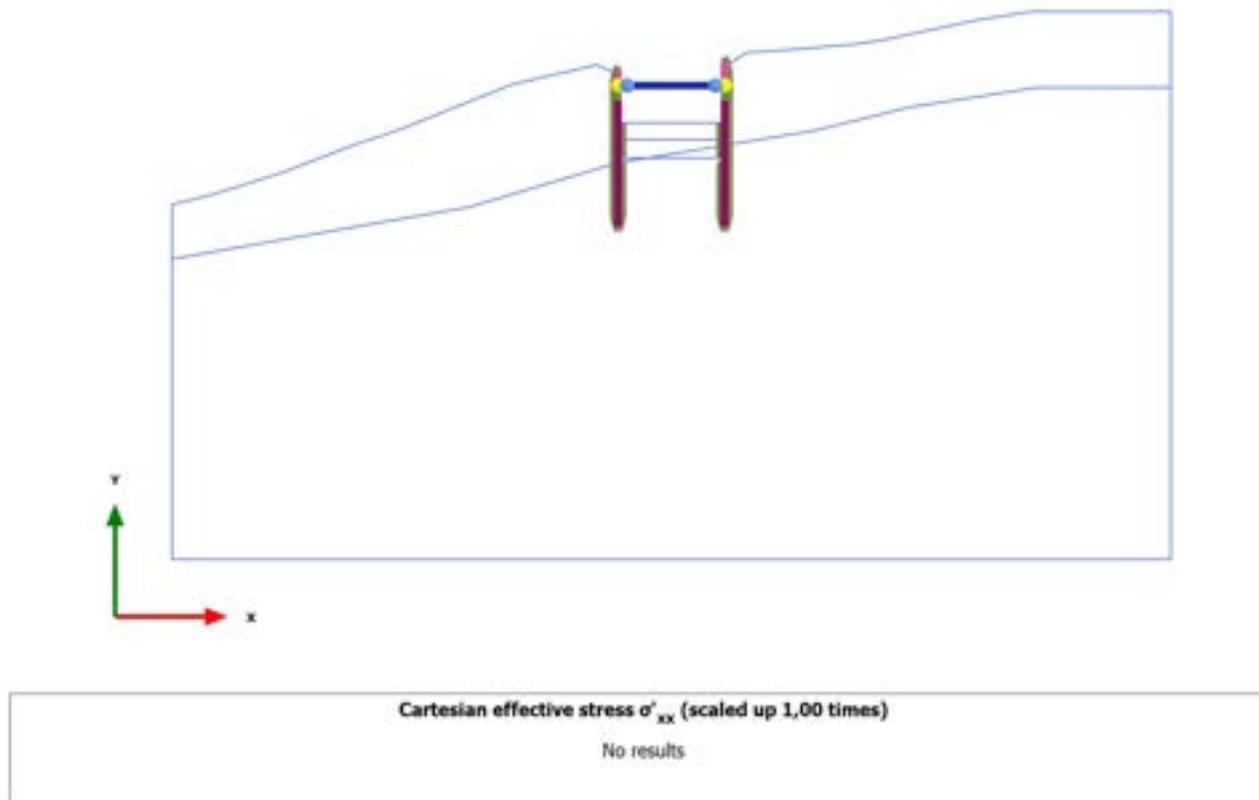
No results

2.2.1.1.10 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$

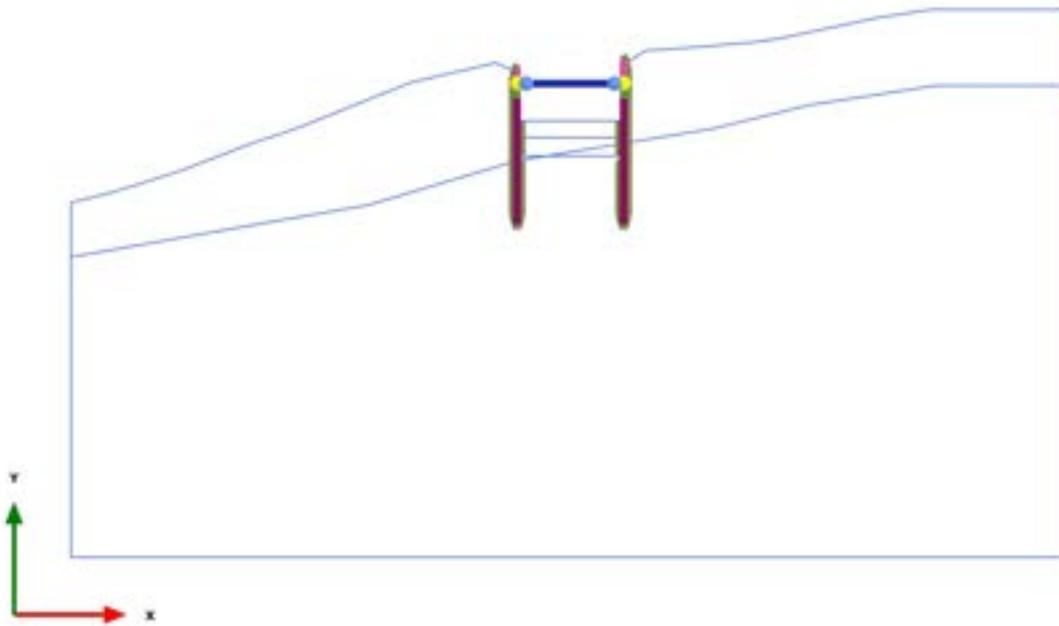


Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$  (scaled up 1,00 times)  
No results

2.2.1.1.11 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$

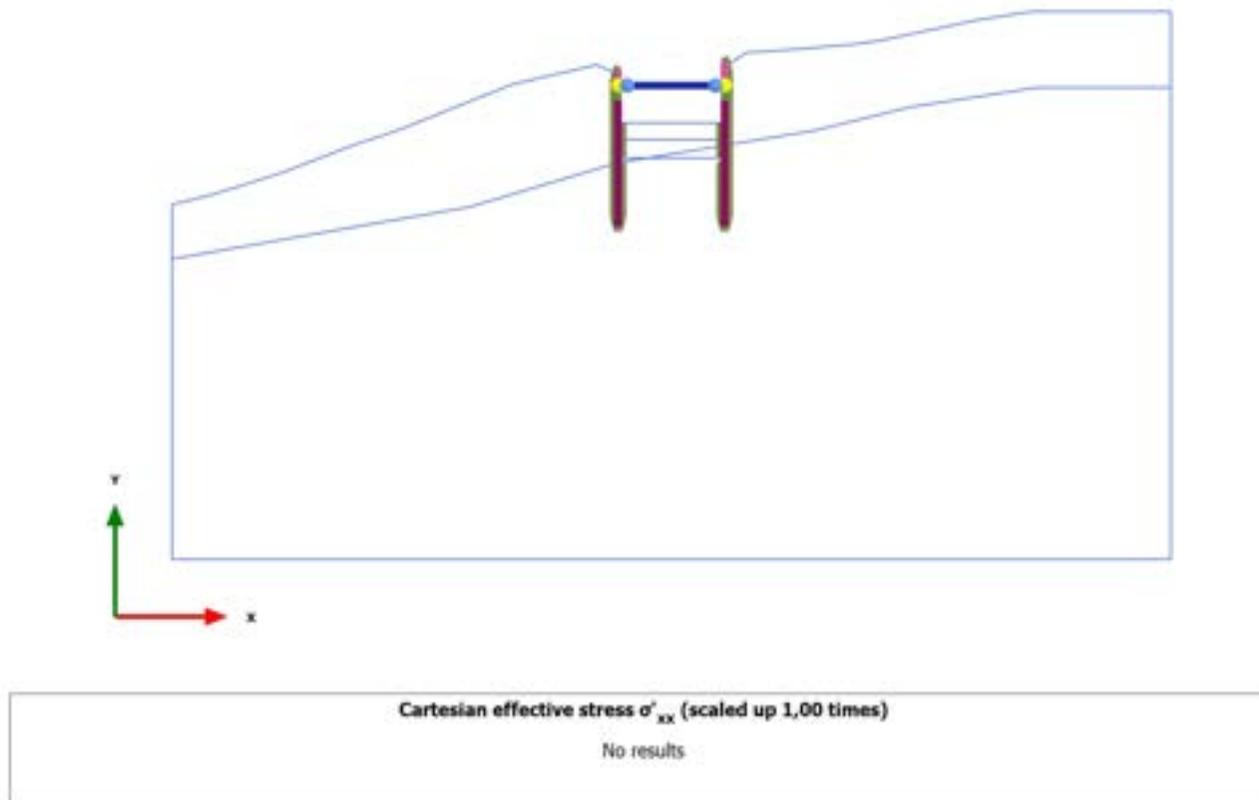


2.2.1.1.12 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$

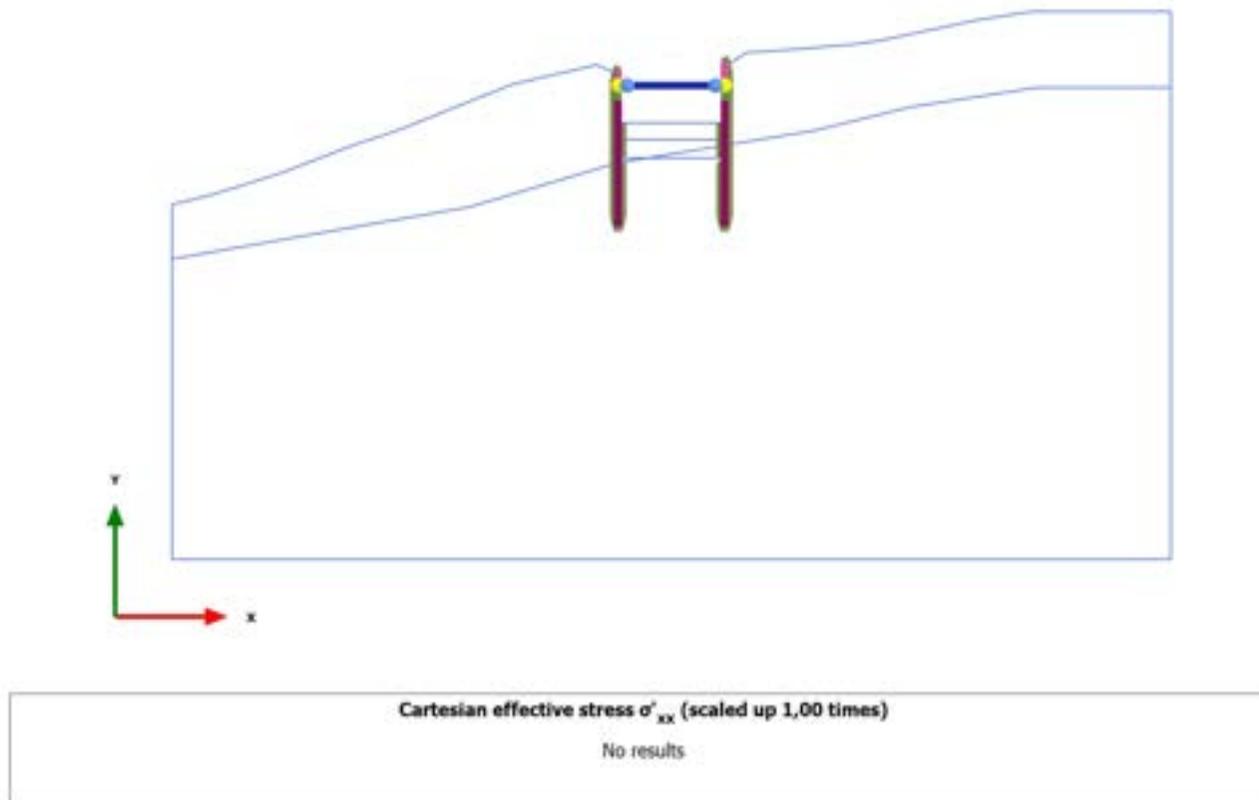


Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$  (scaled up 1,00 times)  
No results

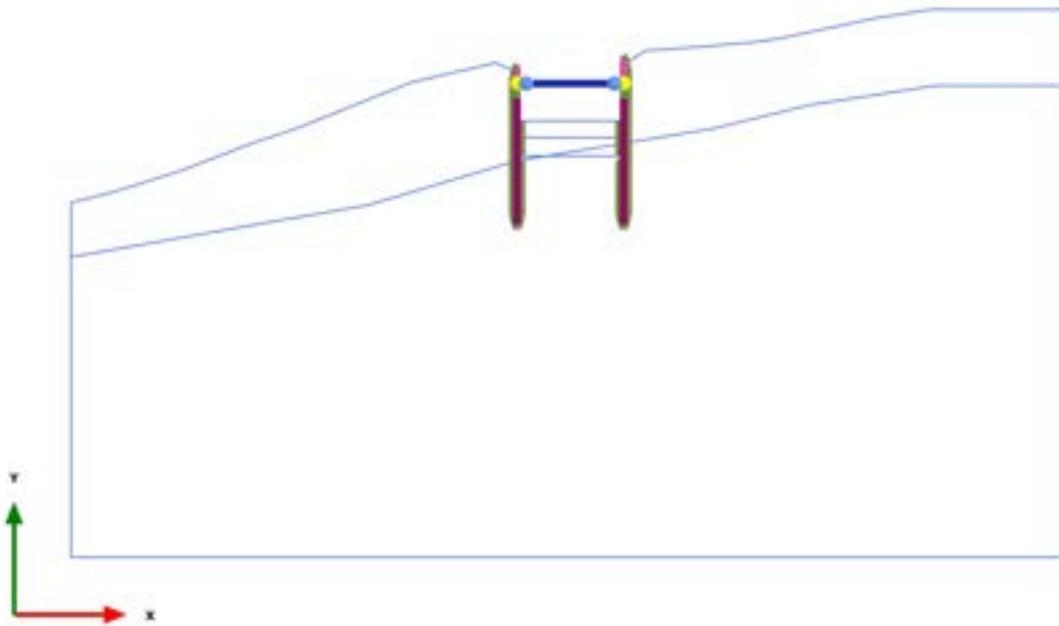
2.2.1.1.13 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$



2.2.1.1.14 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$

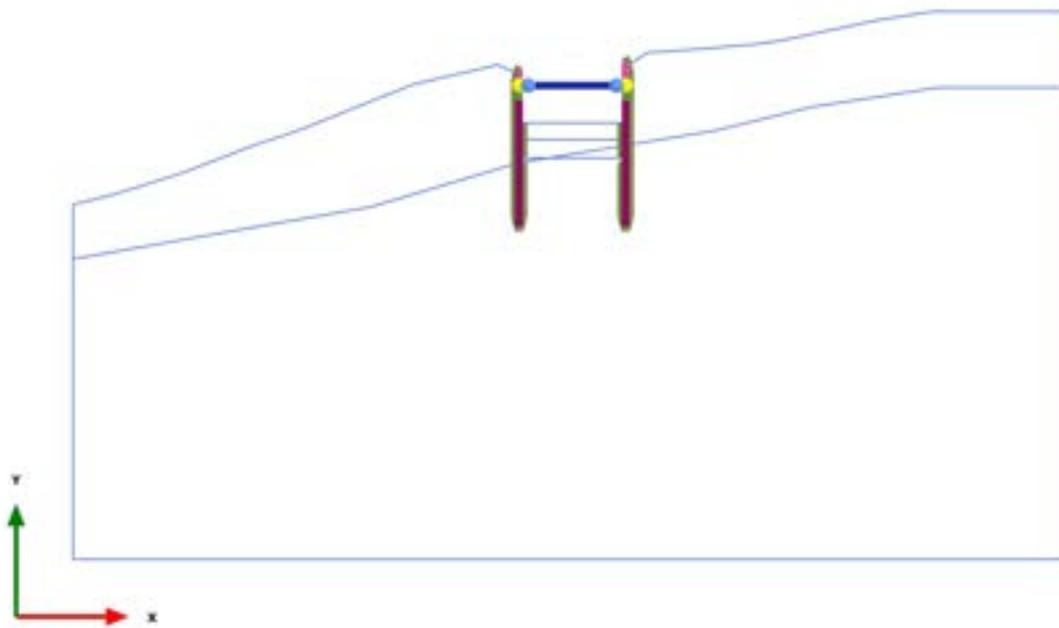


2.2.1.1.15 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$



Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$  (scaled up 1,00 times)  
No results

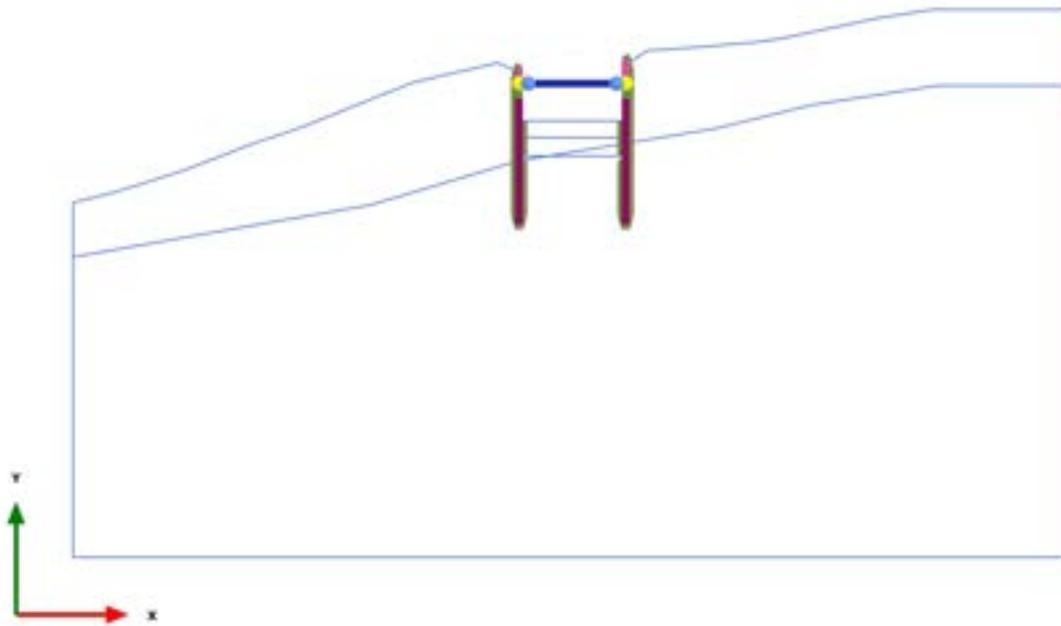
2.2.1.1.16 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$



Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$  (scaled up 1,00 times)

No results

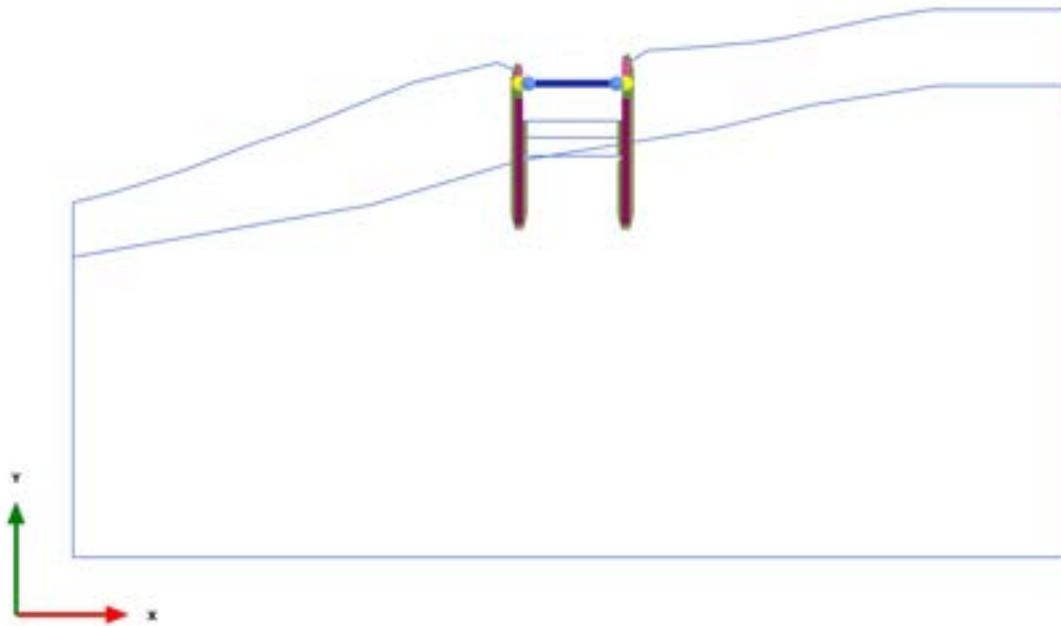
2.2.1.1.17 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$



Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$  (scaled up 1,00 times)

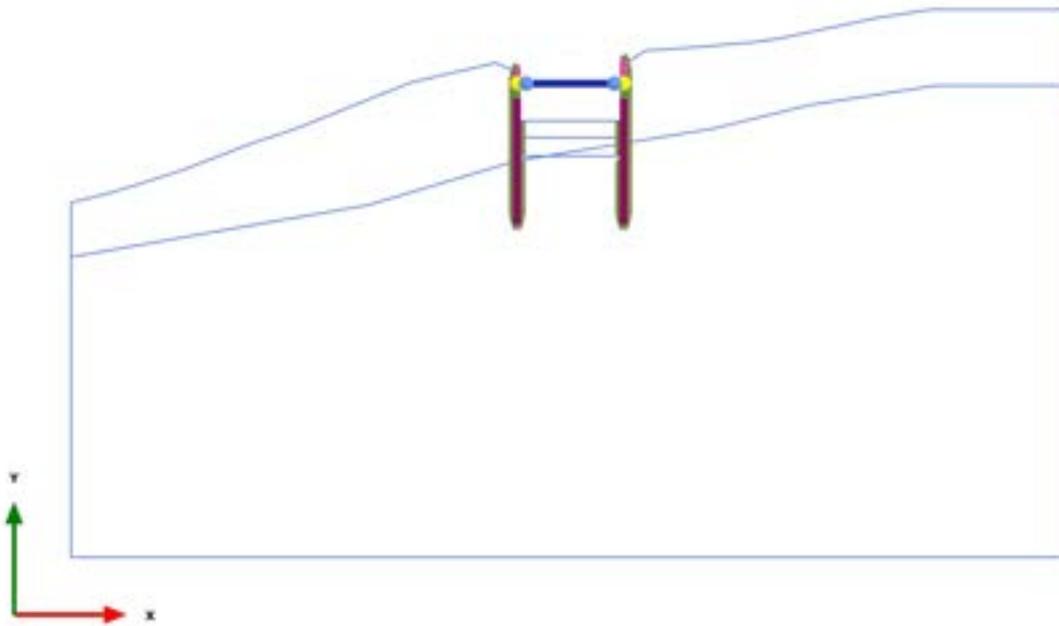
No results

2.2.1.1.18 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$



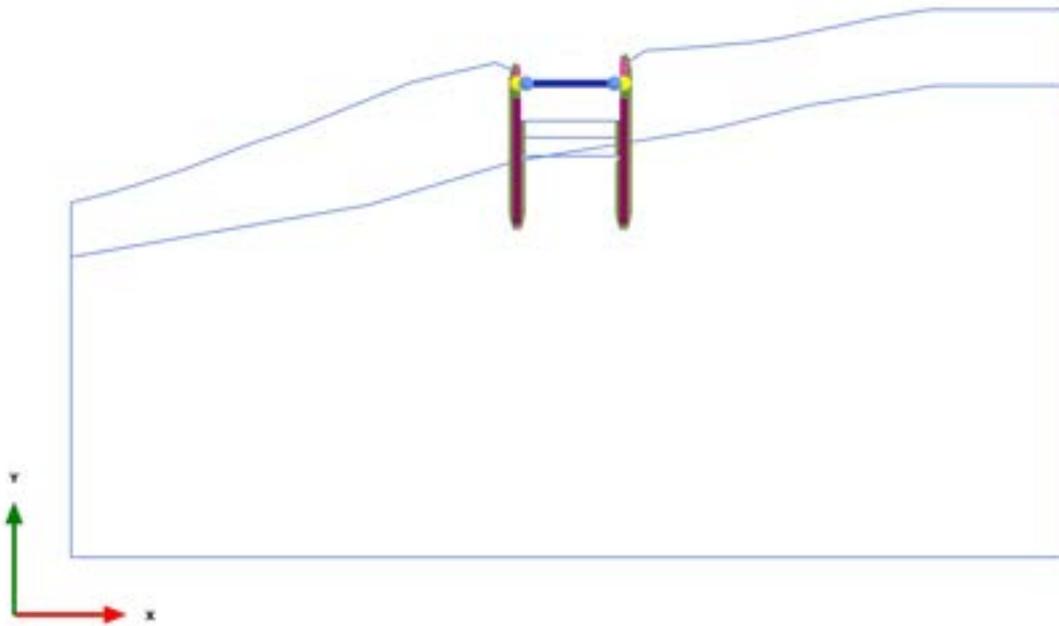
Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$  (scaled up 1,00 times)  
No results

2.2.1.1.19 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$



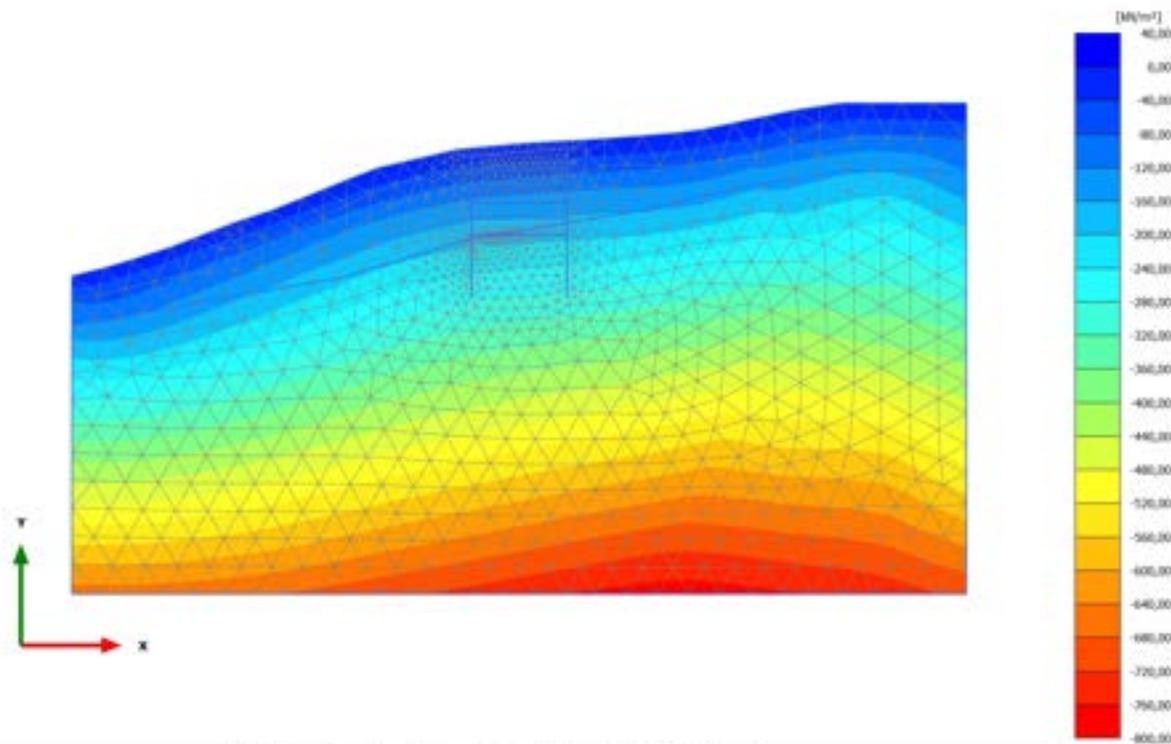
Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$  (scaled up 1,00 times)  
No results

2.2.1.1.20 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$



Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$  (scaled up 1,00 times)  
No results

### 2.2.1.2.1 Calculation results, 0\_CONDIZIONE GEOSTATICA [InitialPhase] (0/6), Cartesian effective stress $\sigma'_{yy}$

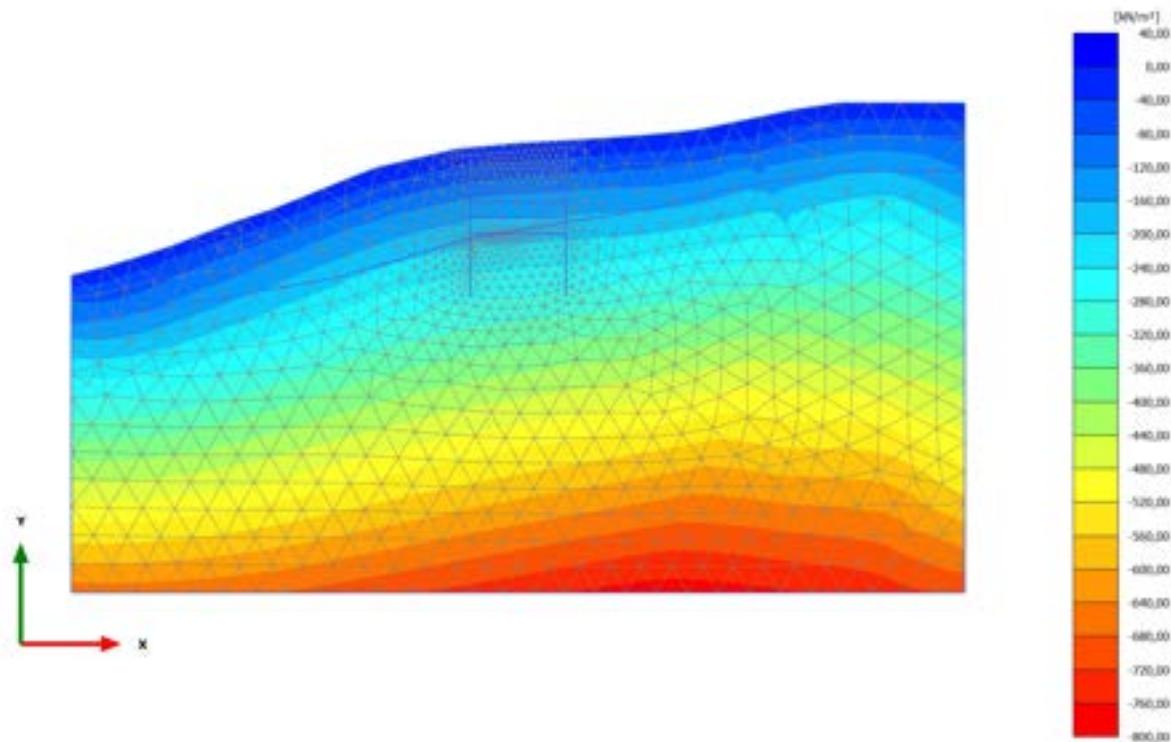


Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 2,544 kN/m<sup>2</sup> (Element 45 at Node 467)

Minimum value = -779,2 kN/m<sup>2</sup> (Element 673 at Node 11641)

### 2.2.1.2.2 Calculation results, 0.1\_AZZERAMENTO SPOSTAMENTI [Phase\_1] (1/43), Cartesian effective stress $\sigma'_{yy}$

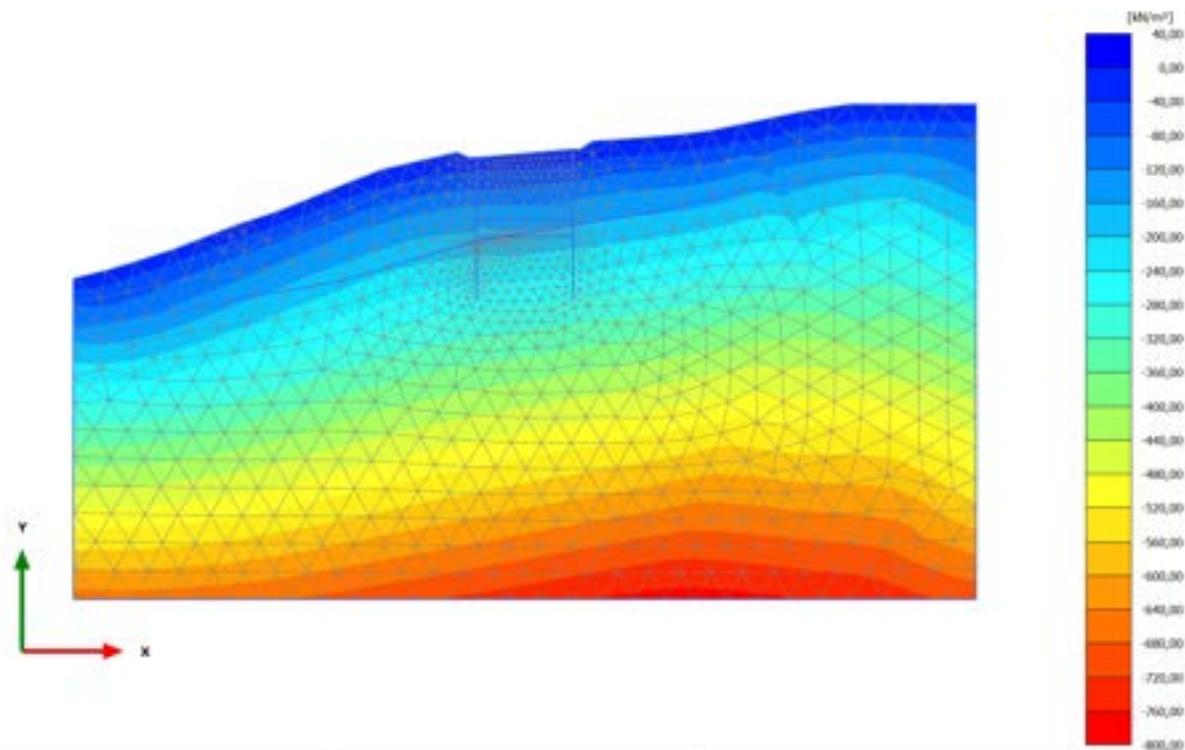


Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 4,343 kN/m<sup>2</sup> (Element 52 at Node 605)

Minimum value = -779,1 kN/m<sup>2</sup> (Element 673 at Node 11641)

### 2.2.1.2.3 Calculation results, 1\_PRESCAVO [Phase\_14] (14/45), Cartesian effective stress $\sigma'_{yy}$

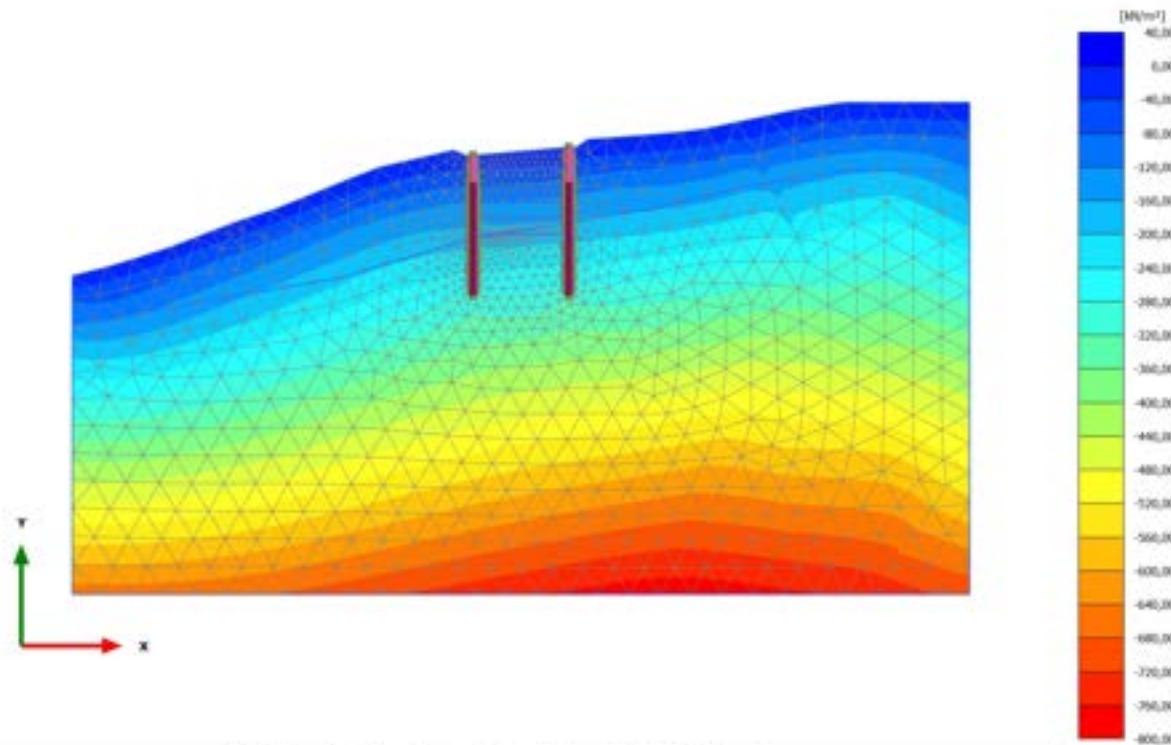


Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 4,366 kN/m<sup>2</sup> (Element 52 at Node 605)

Minimum value = -776,2 kN/m<sup>2</sup> (Element 673 at Node 11641)

### 2.2.1.2.4 Calculation results, 2\_REALIZZAZIONE PALI [Phase\_2] (2/47), Cartesian effective stress $\sigma'_{yy}$

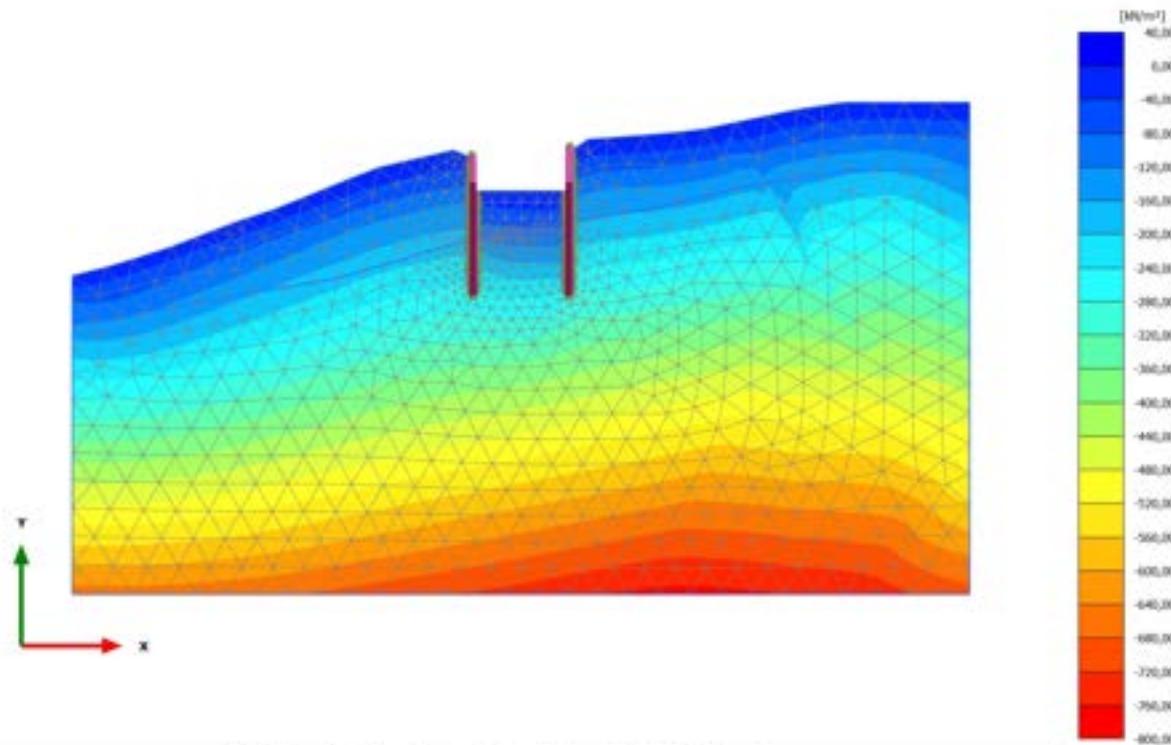


Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 4,068 kN/m<sup>2</sup> (Element 52 at Node 605)

Minimum value = -783,9 kN/m<sup>2</sup> (Element 673 at Node 11640)

### 2.2.1.2.5 Calculation results, 3\_PRIMA FASE DI SCAVO [Phase\_3] (3/67), Cartesian effective stress $\sigma'_{yy}$

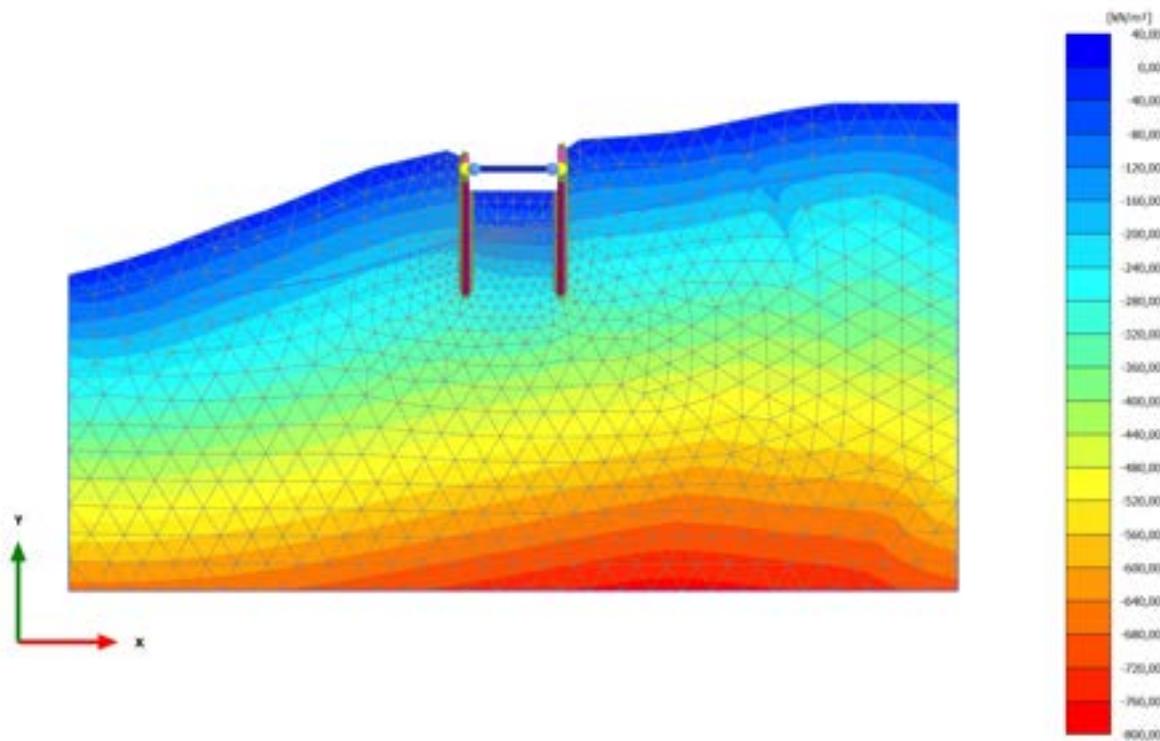


Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 5,715 kN/m<sup>2</sup> (Element 52 at Node 605)

Minimum value = -772,0 kN/m<sup>2</sup> (Element 673 at Node 11641)

2.2.1.2.6 Calculation results, 4\_REALIZZAZIONE SOLETTA SUPERIORE [Phase\_4]  
(4/72), Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$

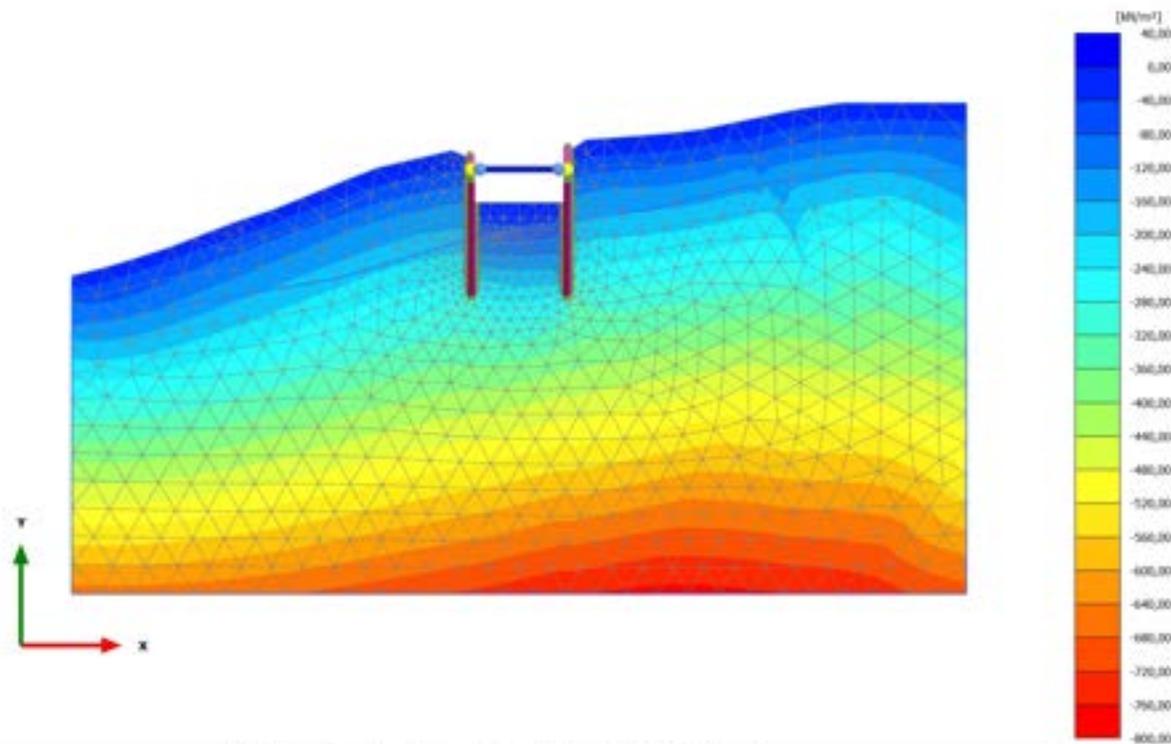


Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 5,507 kN/m<sup>2</sup> (Element 52 at Node 605)

Minimum value = -777,8 kN/m<sup>2</sup> (Element 673 at Node 11640)

### 2.2.1.2.7 Calculation results, 5\_SECONDA FASE DI SCAVO [Phase\_5] (5/78), Cartesian effective stress $\sigma'_{yy}$

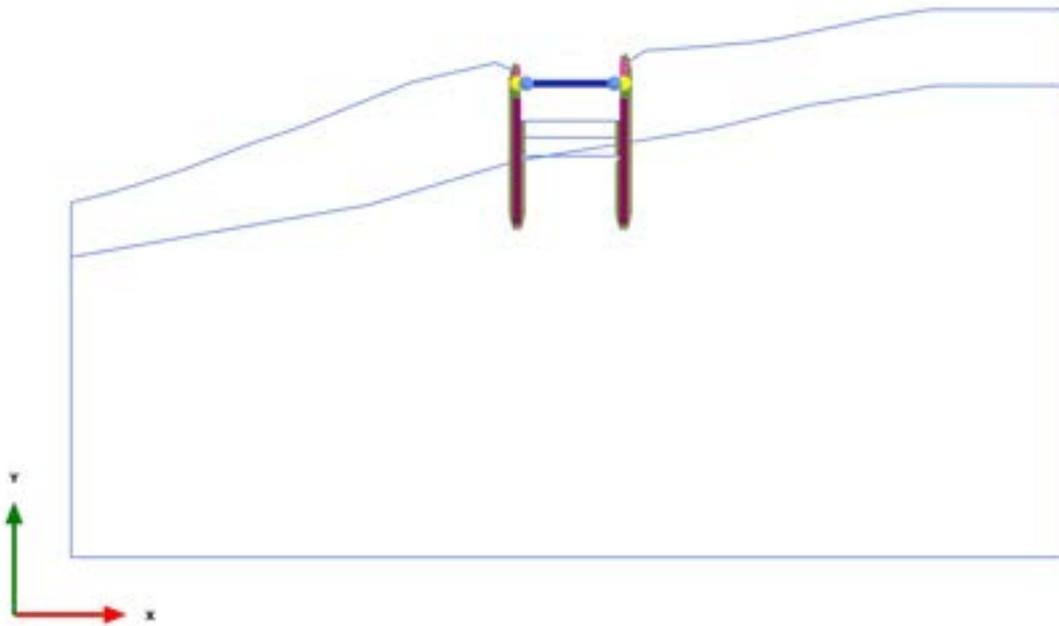


Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 5,450 kN/m<sup>2</sup> (Element 52 at Node 605)

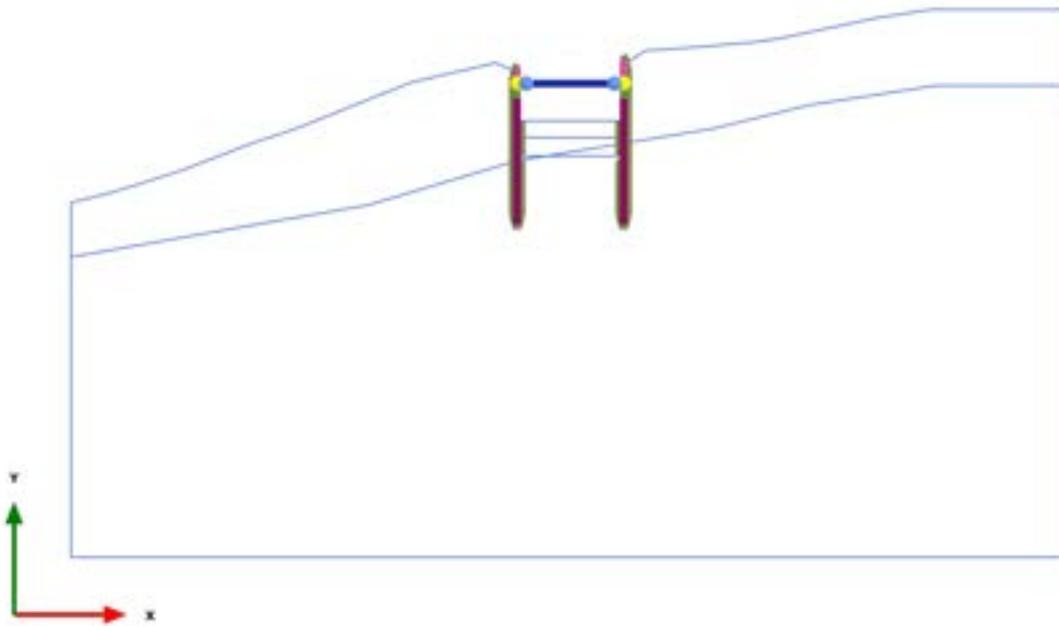
Minimum value = -773,9 kN/m<sup>2</sup> (Element 673 at Node 11641)

2.2.1.2.8 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$



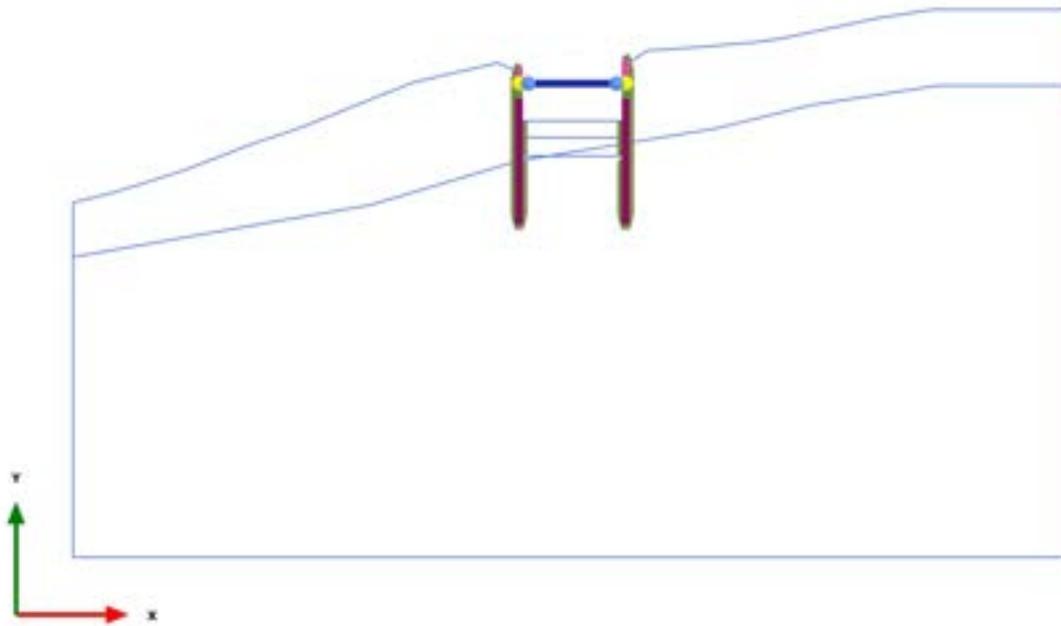
Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up 1,00 times)  
No results

2.2.1.2.9 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$



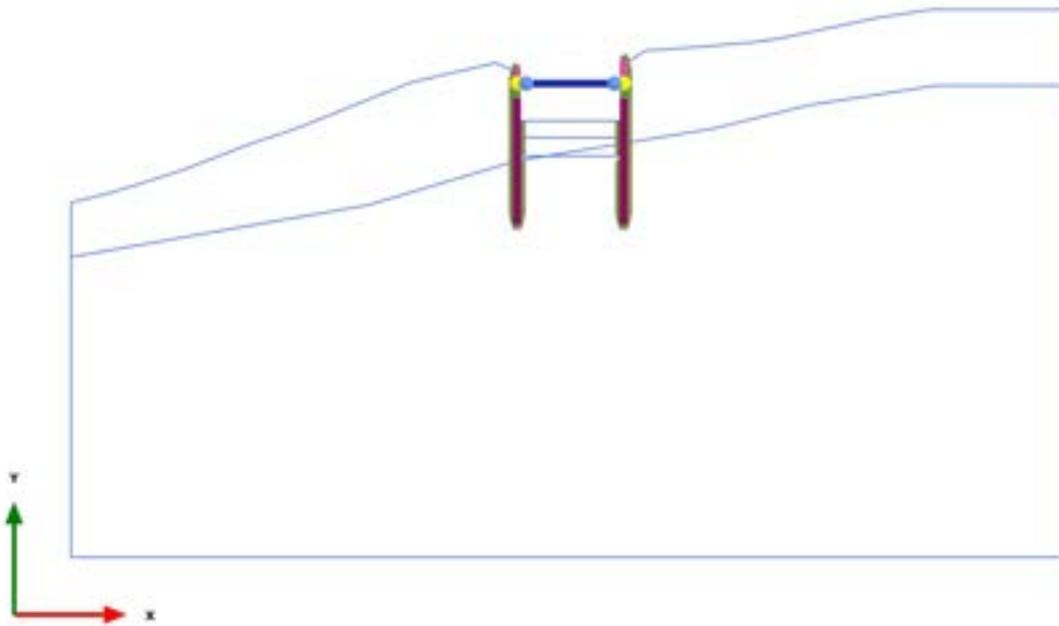
Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up 1,00 times)  
No results

2.2.1.2.10 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$



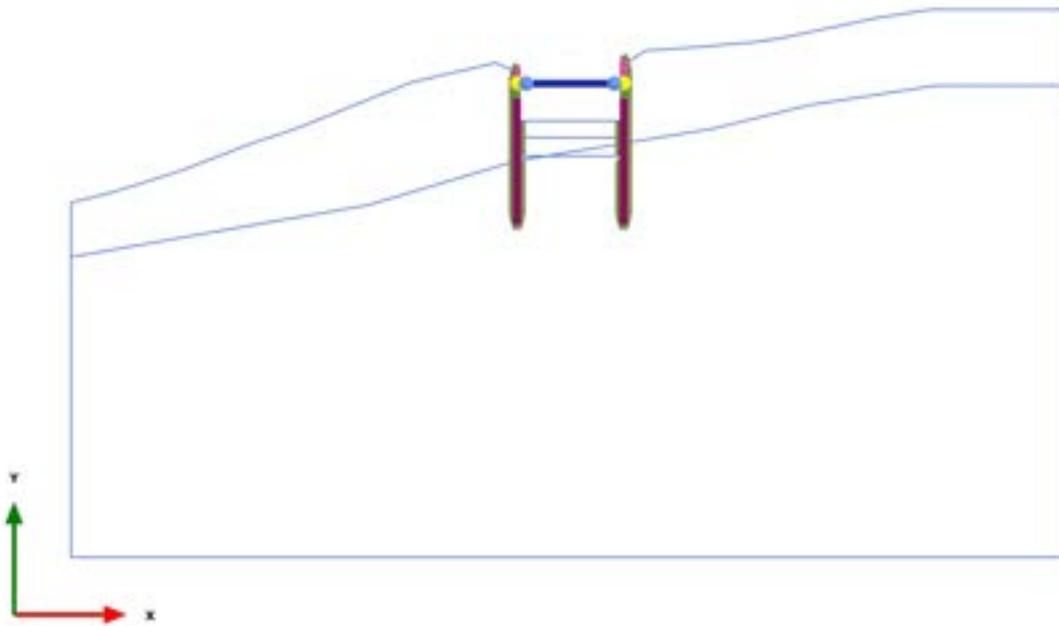
Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up 1,00 times)  
No results

2.2.1.2.11 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$



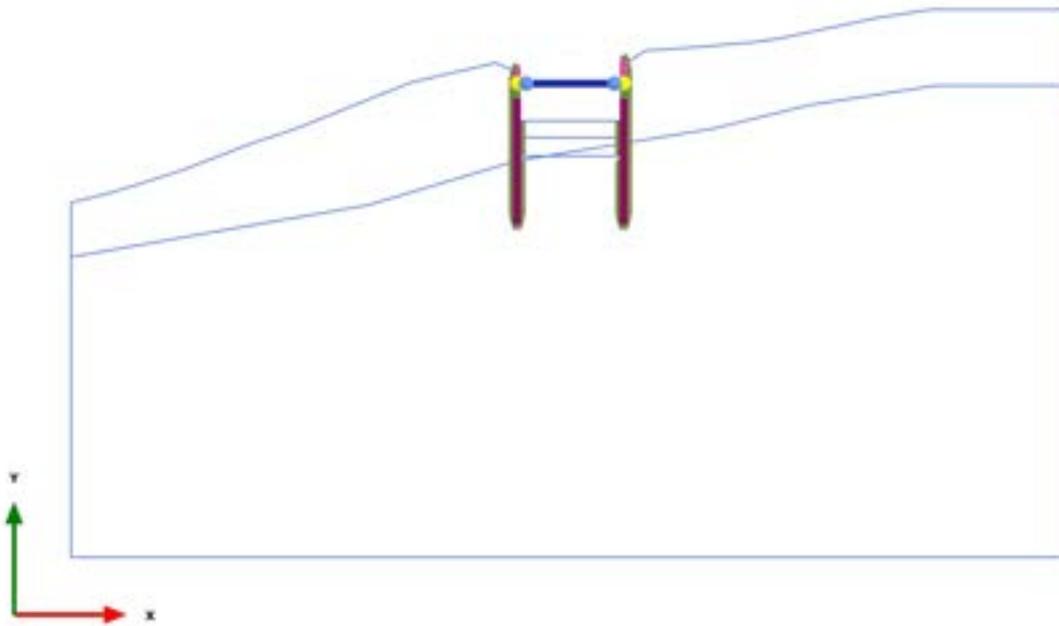
Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up 1,00 times)  
No results

2.2.1.2.12 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$



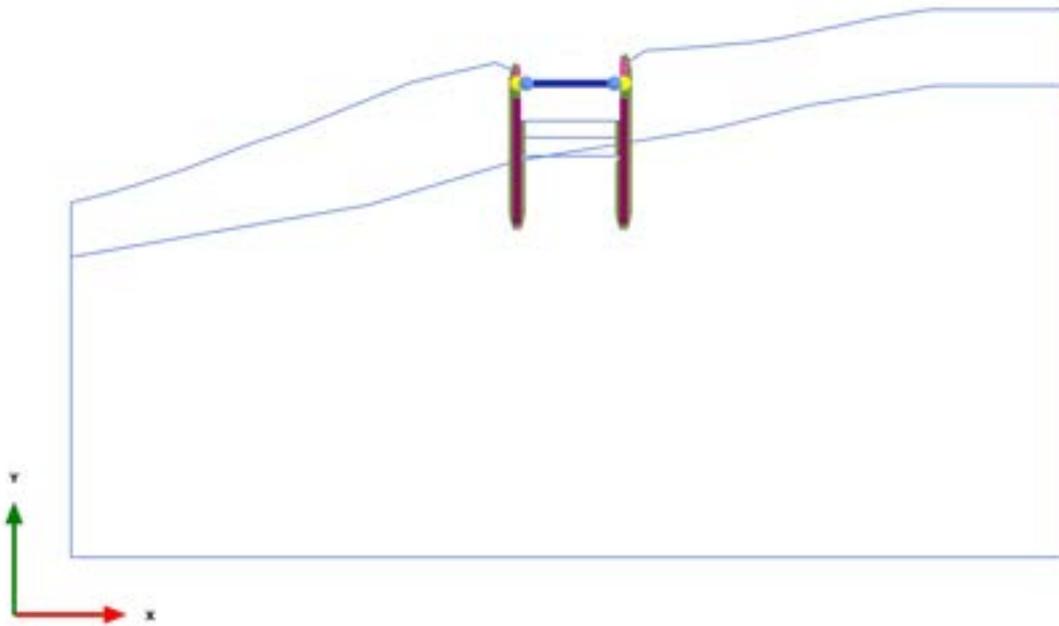
Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up 1,00 times)  
No results

2.2.1.2.13 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$



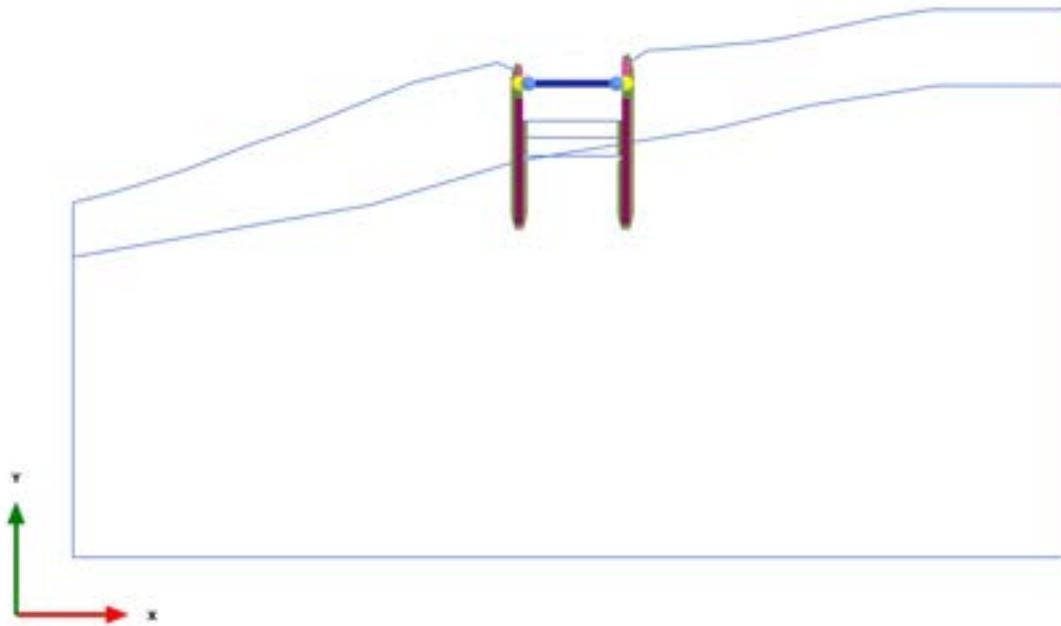
Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up 1,00 times)  
No results

2.2.1.2.14 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$



Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up 1,00 times)  
No results

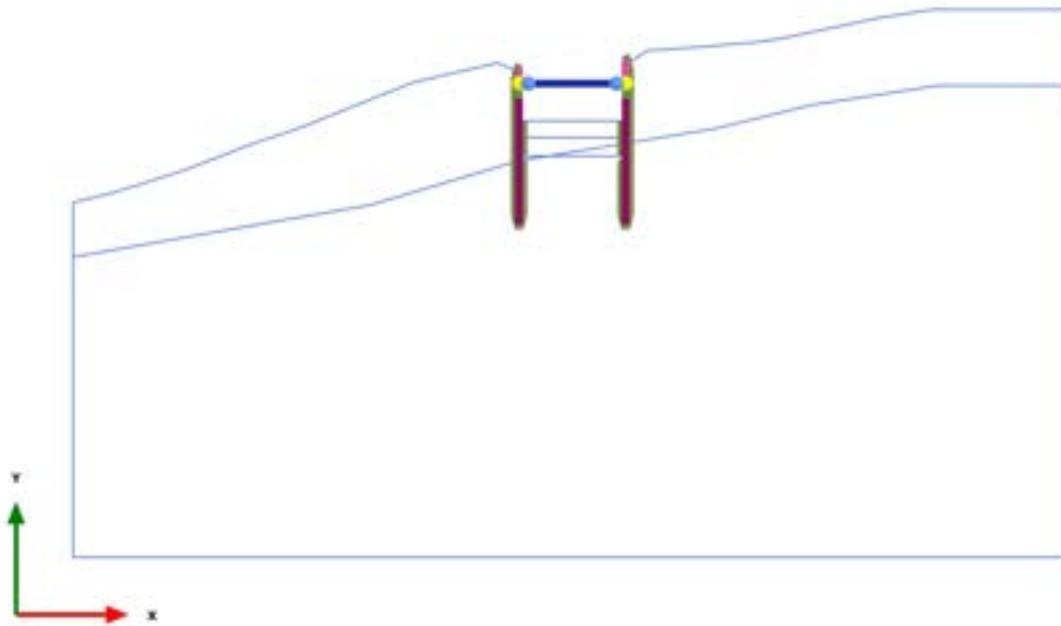
2.2.1.2.15 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$



Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up 1,00 times)

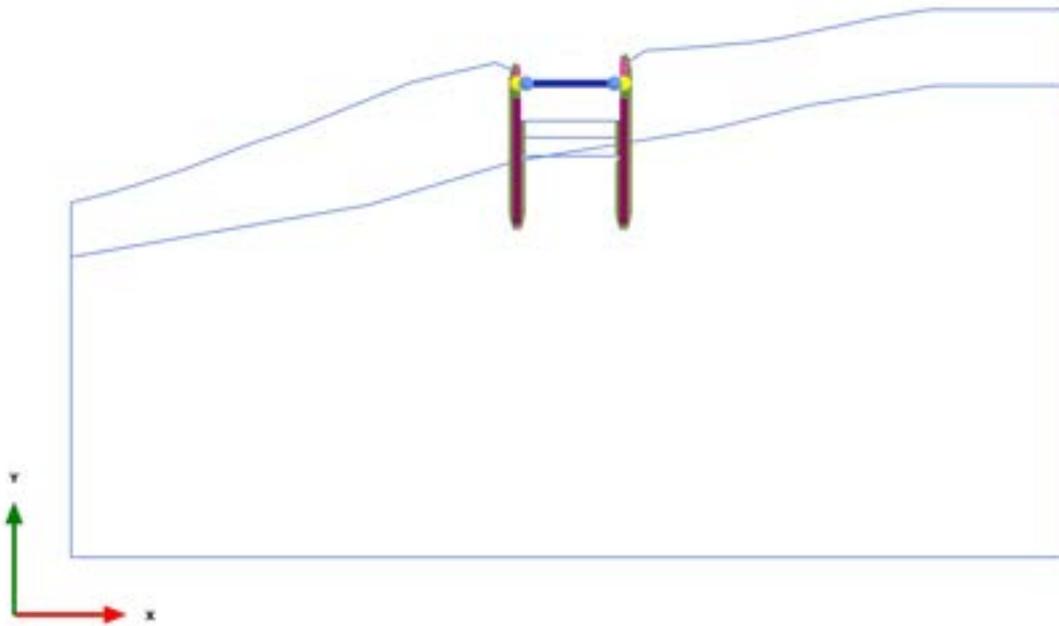
No results

2.2.1.2.16 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$



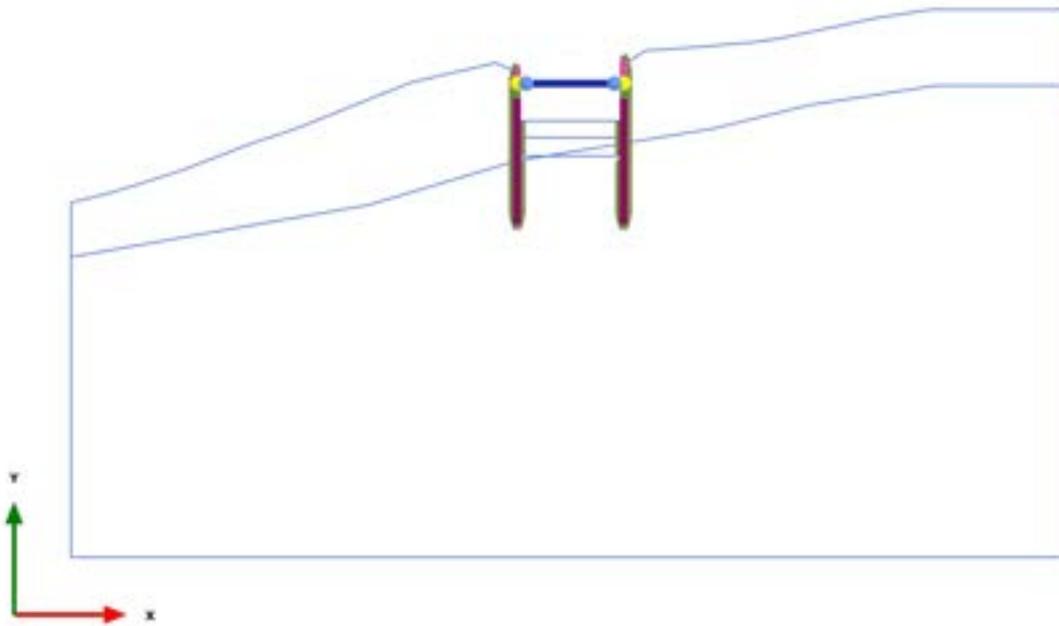
Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up 1,00 times)  
No results

2.2.1.2.17 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$



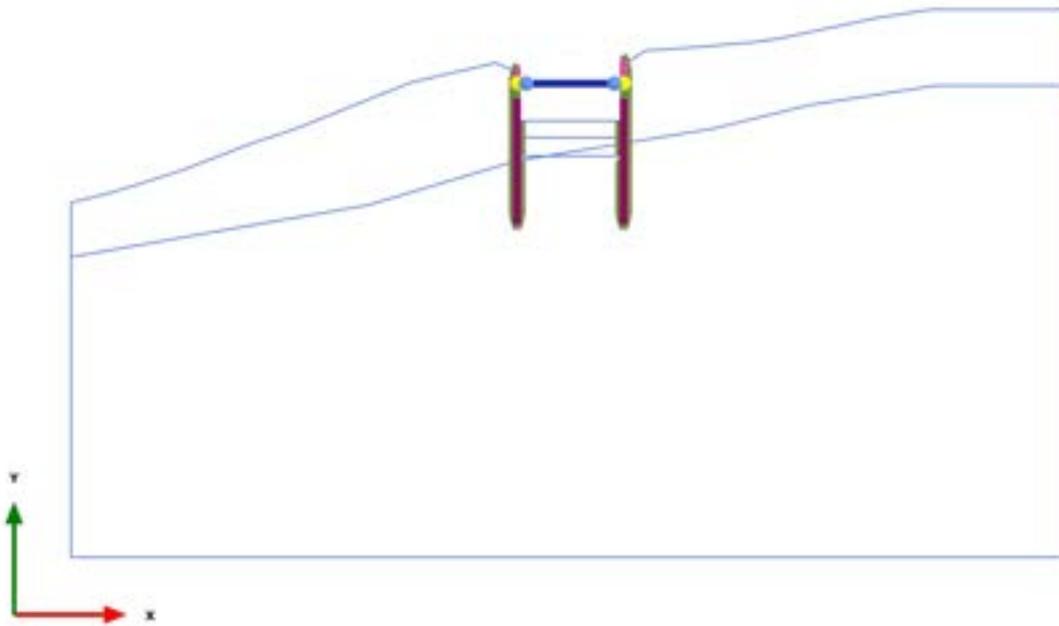
Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up 1,00 times)  
No results

2.2.1.2.18 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$



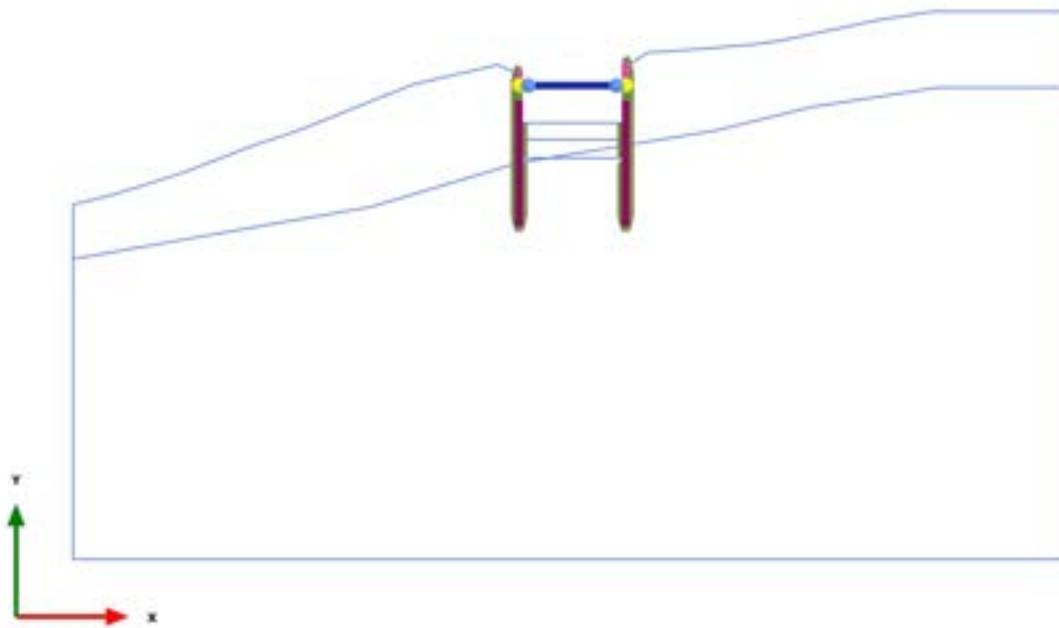
Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up 1,00 times)  
No results

2.2.1.2.19 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$



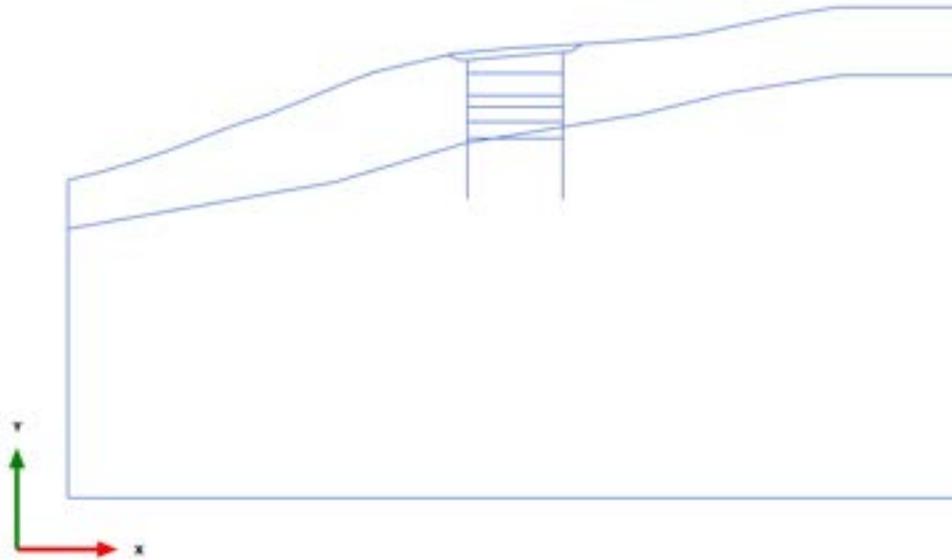
Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up 1,00 times)  
No results

2.2.1.2.20 Calculation results, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$



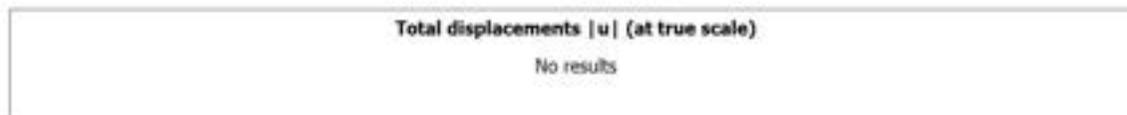
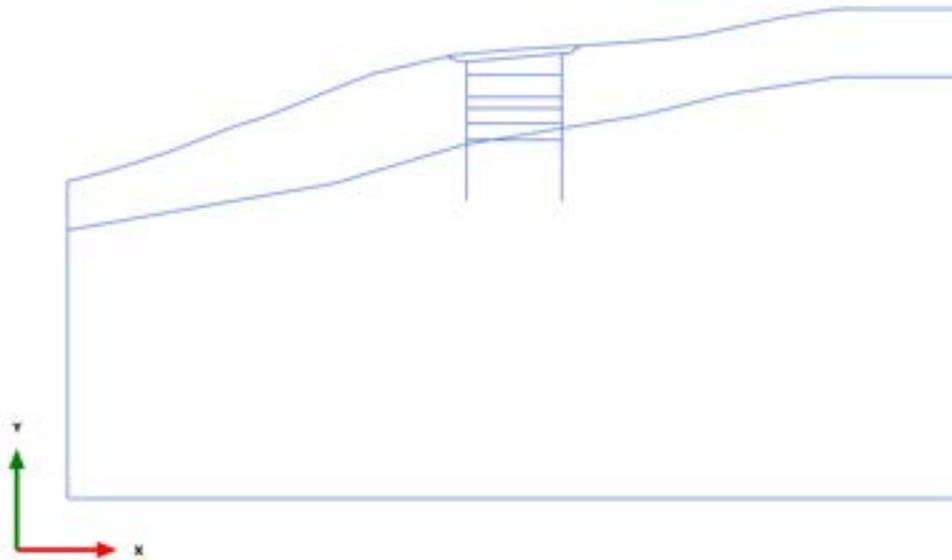
Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up 1,00 times)  
No results

3.1.1.1.1 Calculation results, Plate, 0\_CONDIZIONE GEOSTATICA [InitialPhase] (0/6),  
Total displacements  $|u|$

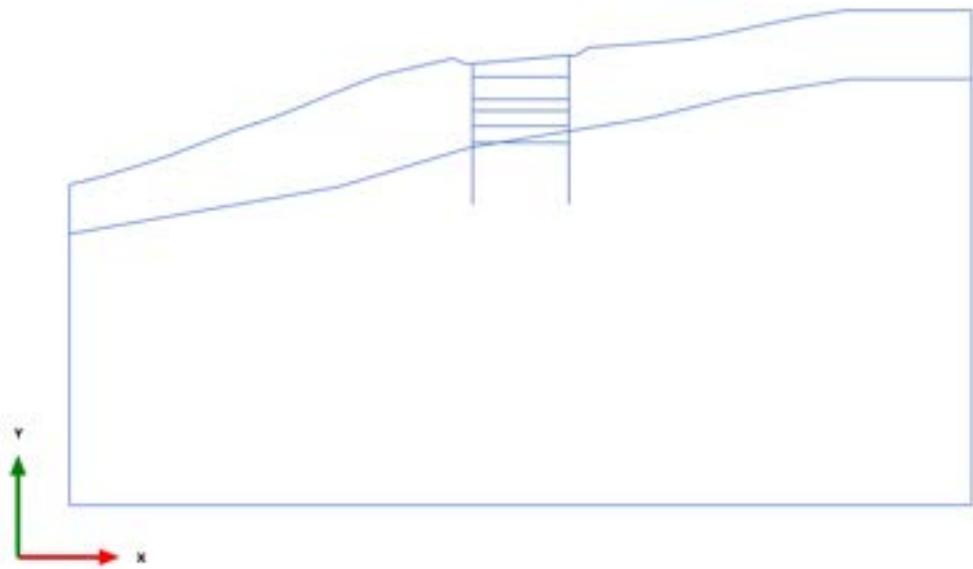


Total displacements  $|u|$  (at true scale)  
No results

3.1.1.1.1.2 Calculation results, Plate, 0.1\_AZZERAMENTO SPOSTAMENTI [Phase\_1]  
(1/43), Total displacements |u|

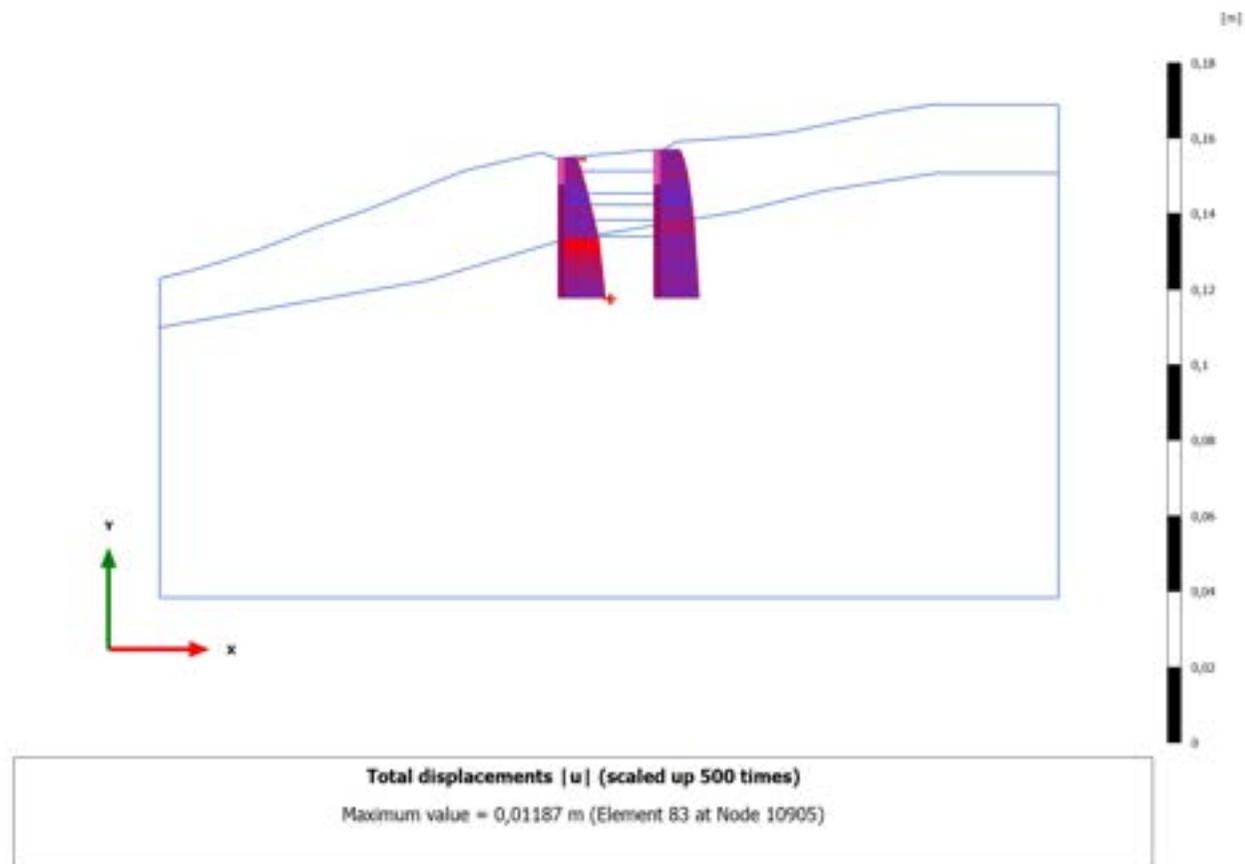


### 3.1.1.1.3 Calculation results, Plate, 1\_PRESCAVO [Phase\_14] (14/45), Total displacements $|u|$

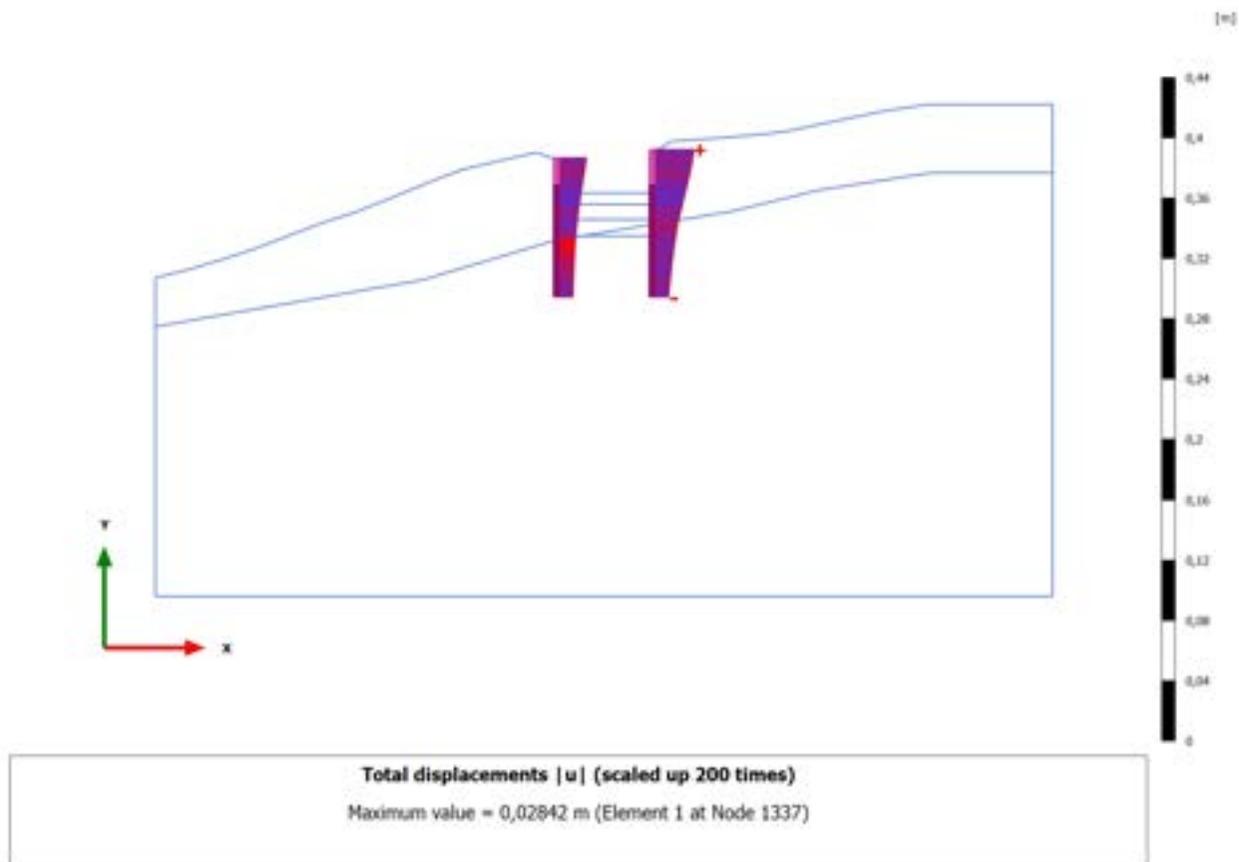


Total displacements  $|u|$  (at true scale)  
No results

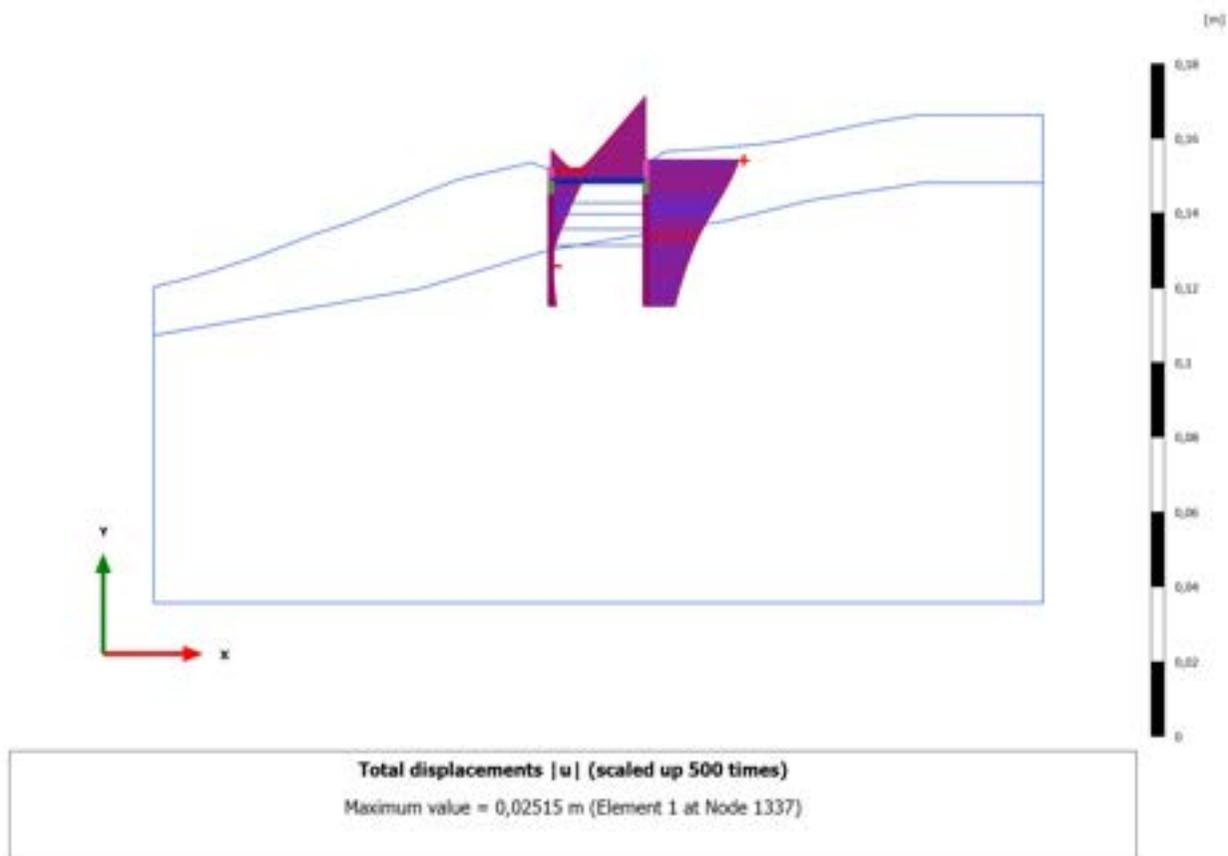
### 3.1.1.1.4 Calculation results, Plate, 2\_REALIZZAZIONE PALI [Phase\_2] (2/47), Total displacements $|u|$



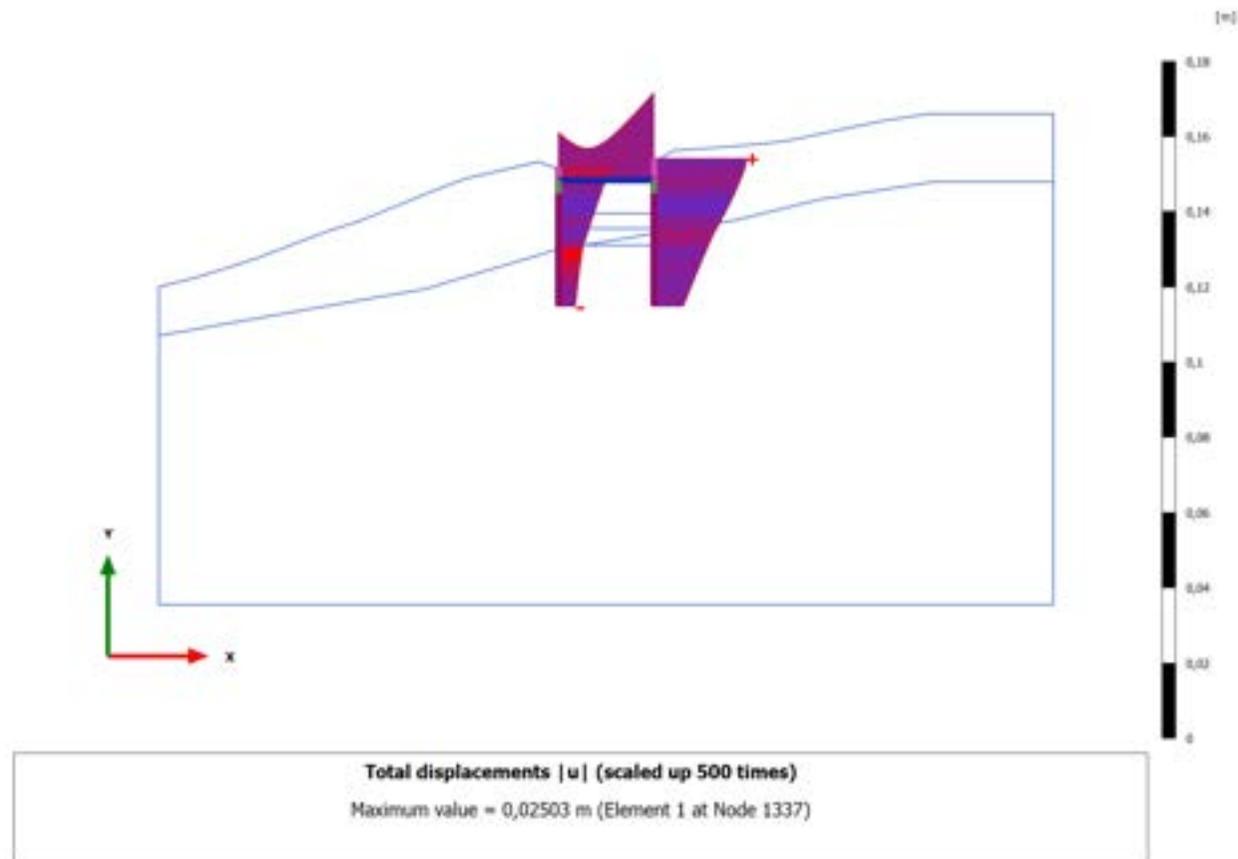
### 3.1.1.1.1.5 Calculation results, Plate, 3\_PRIMA FASE DI SCAVO [Phase\_3] (3/67), Total displacements $|u|$



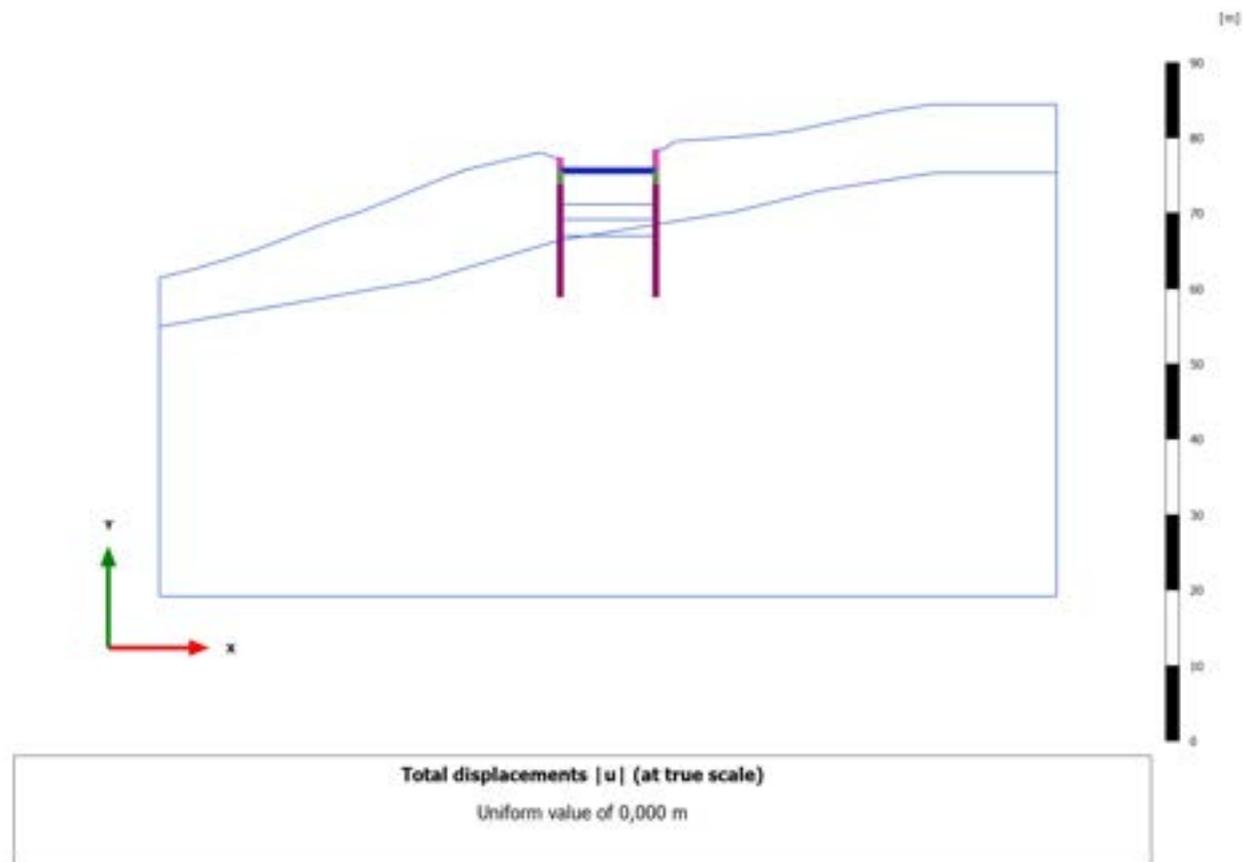
### 3.1.1.1.1.6 Calculation results, Plate, 4\_REALIZZAZIONE SOLETTA SUPERIORE [Phase\_4] (4/72), Total displacements |u|



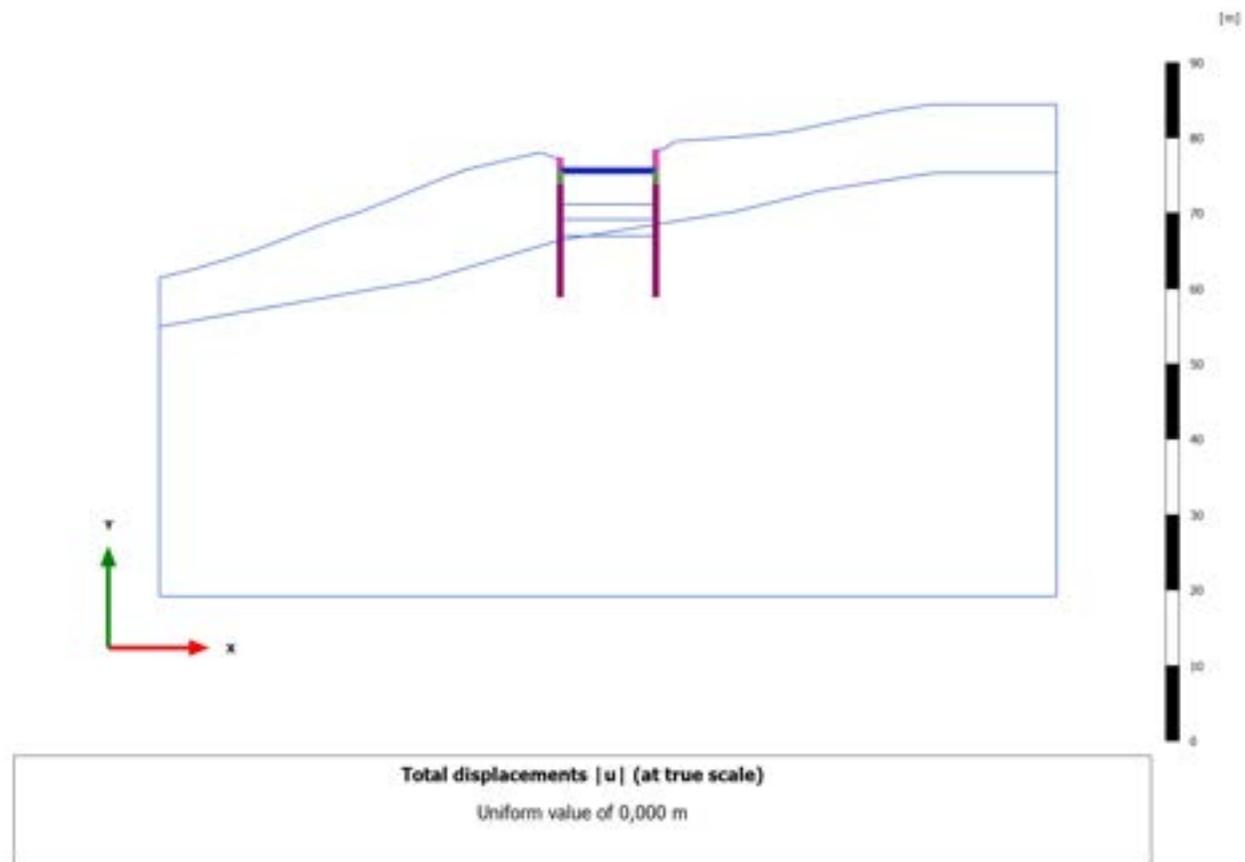
3.1.1.1.1.7 Calculation results, Plate, 5\_SECONDA FASE DI SCAVO [Phase\_5] (5/78),  
Total displacements  $|u|$



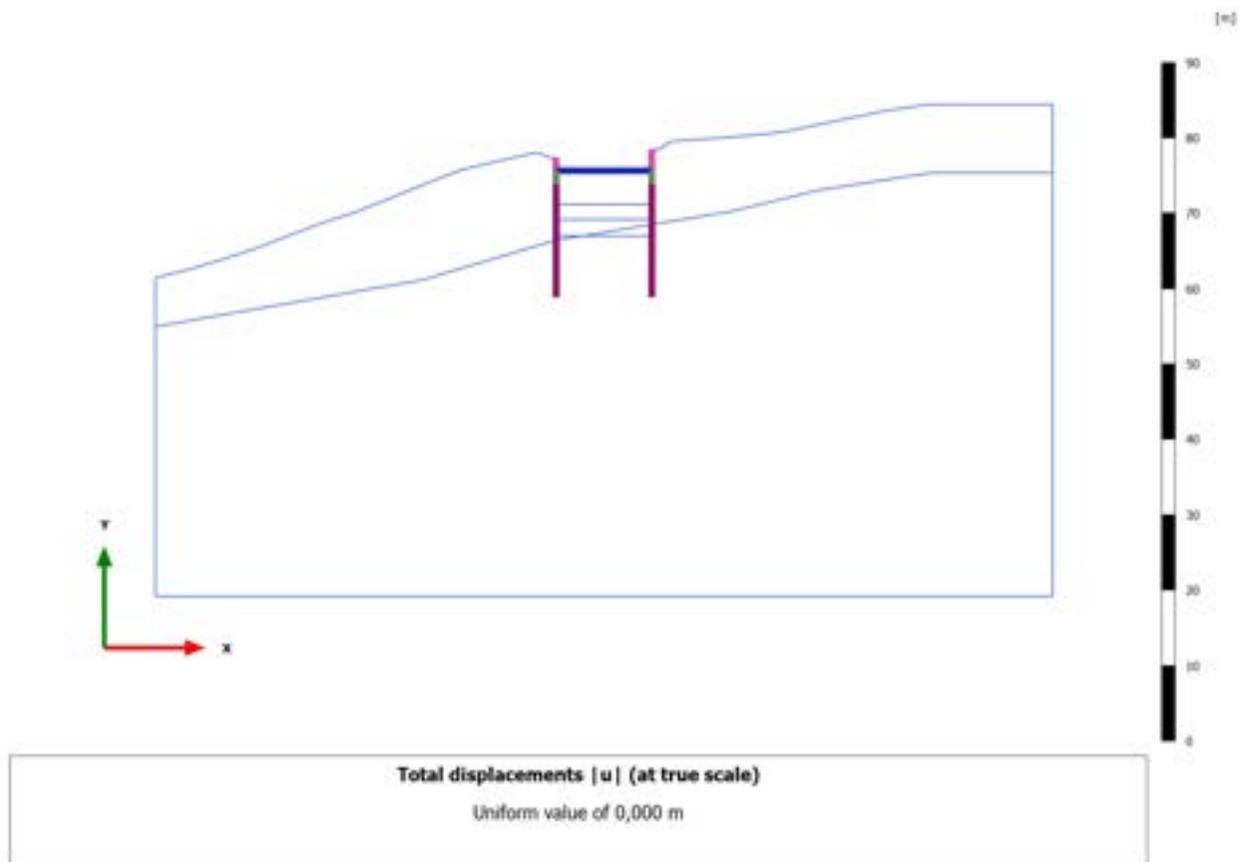
### 3.1.1.1.1.8 Calculation results, Plate, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Total displacements $|u|$



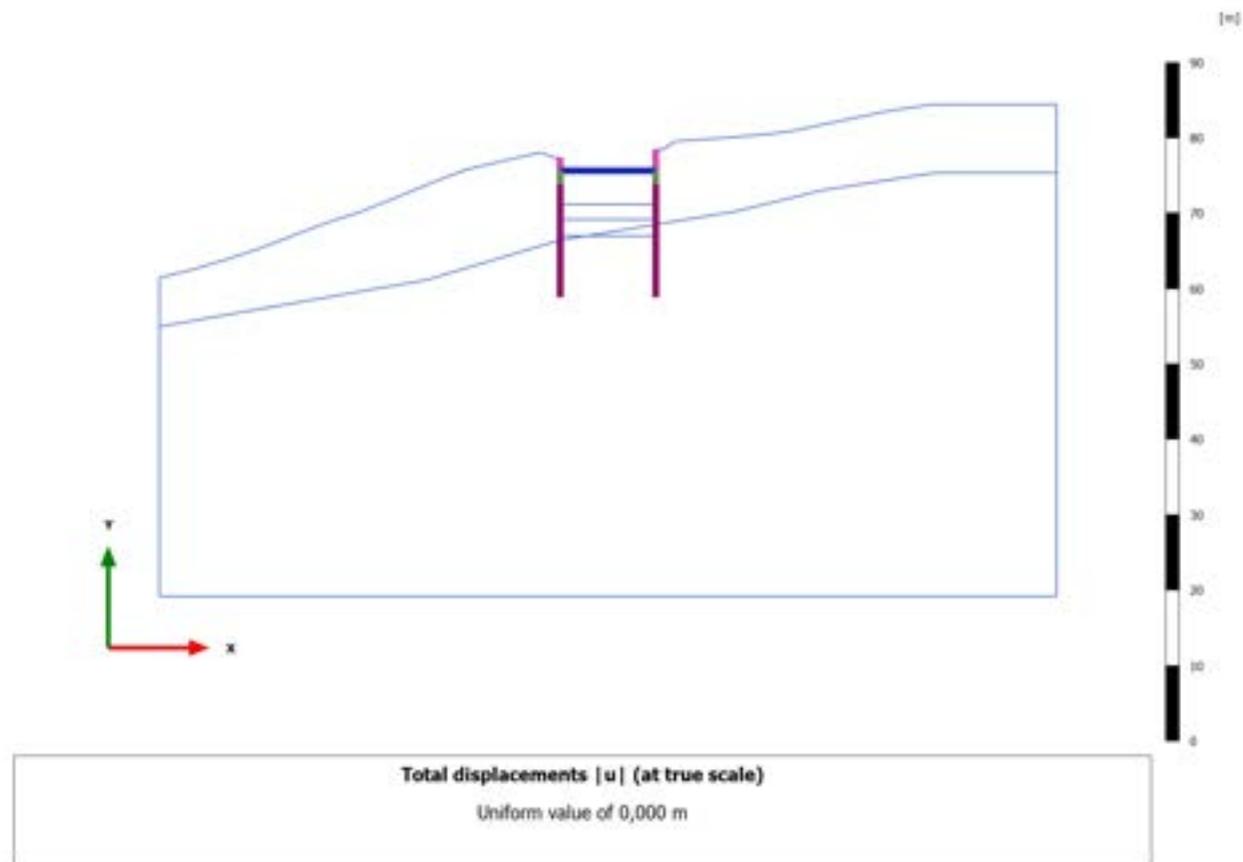
### 3.1.1.1.1.9 Calculation results, Plate, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Total displacements $|u|$



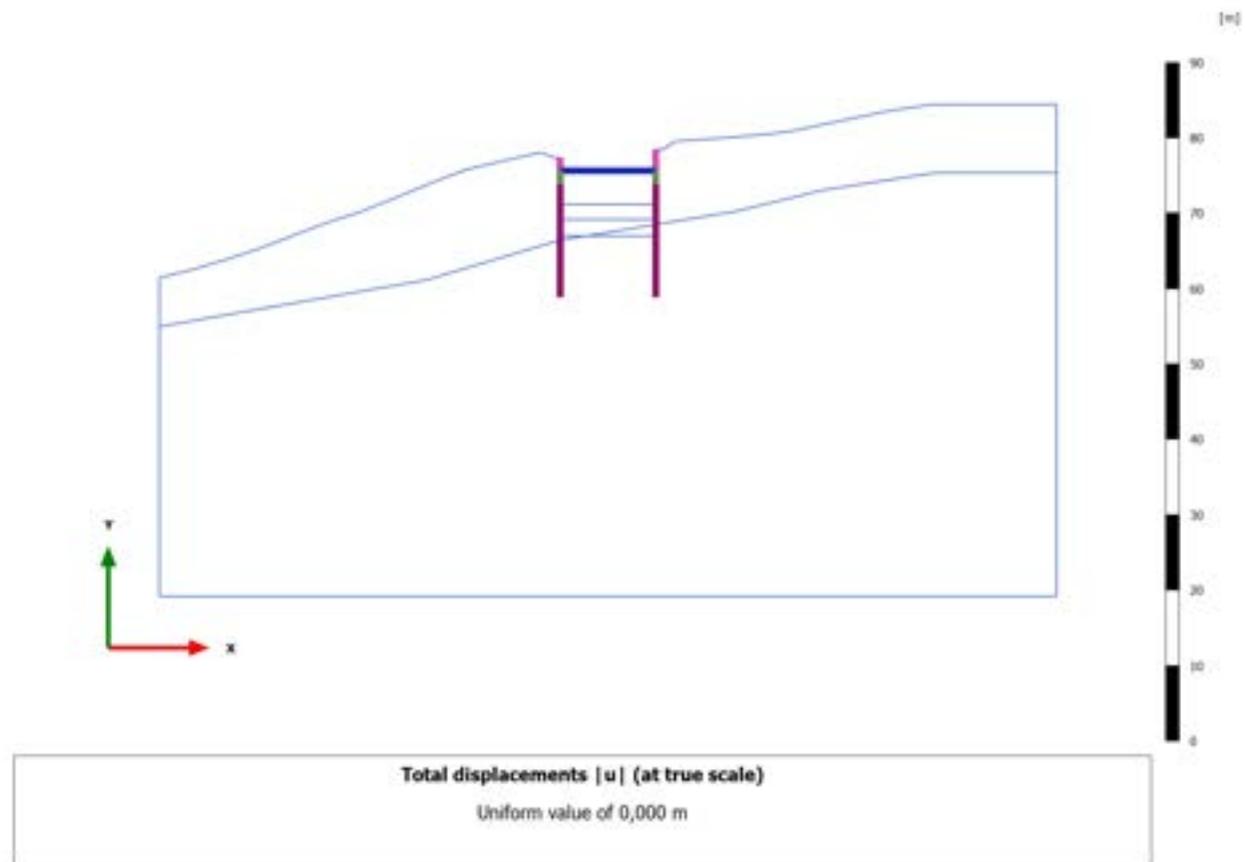
### 3.1.1.1.10 Calculation results, Plate, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Total displacements $|u|$



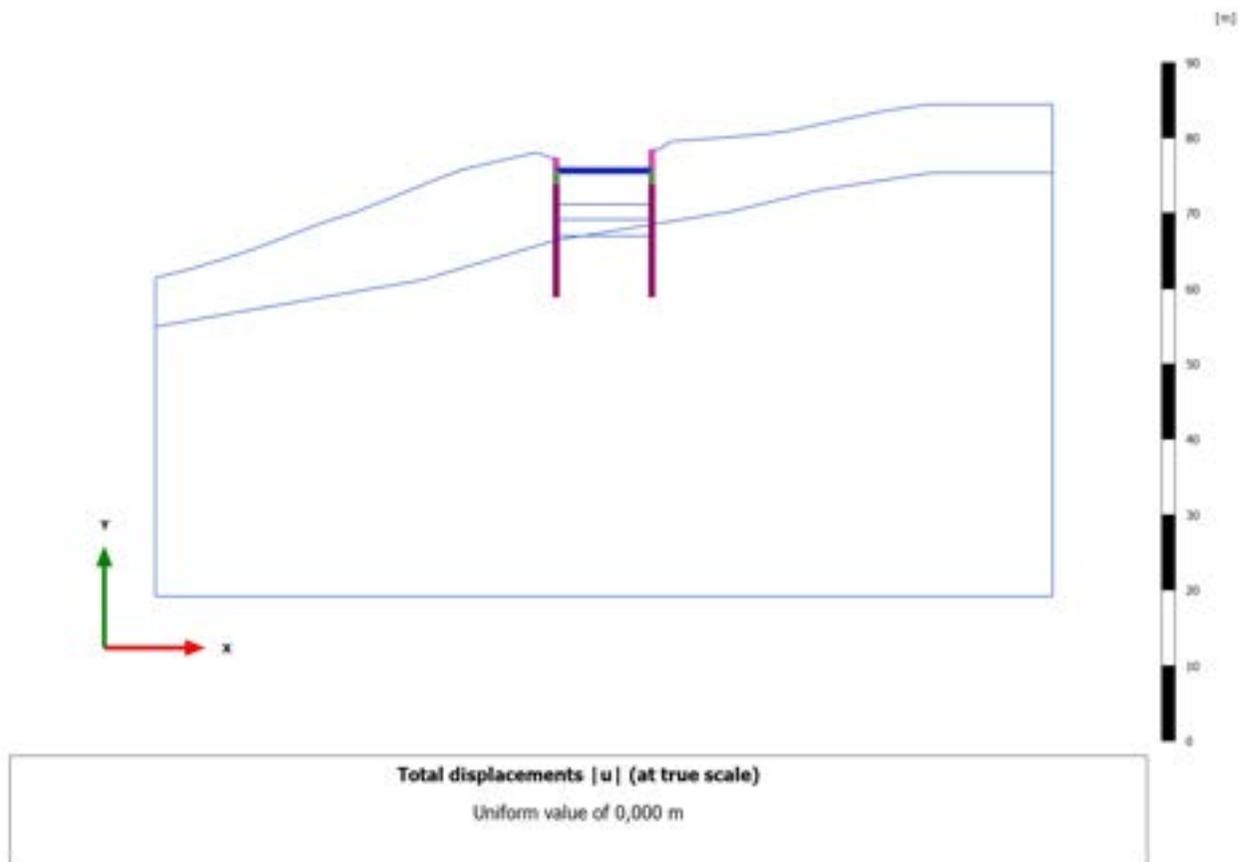
### 3.1.1.1.11 Calculation results, Plate, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Total displacements $|u|$



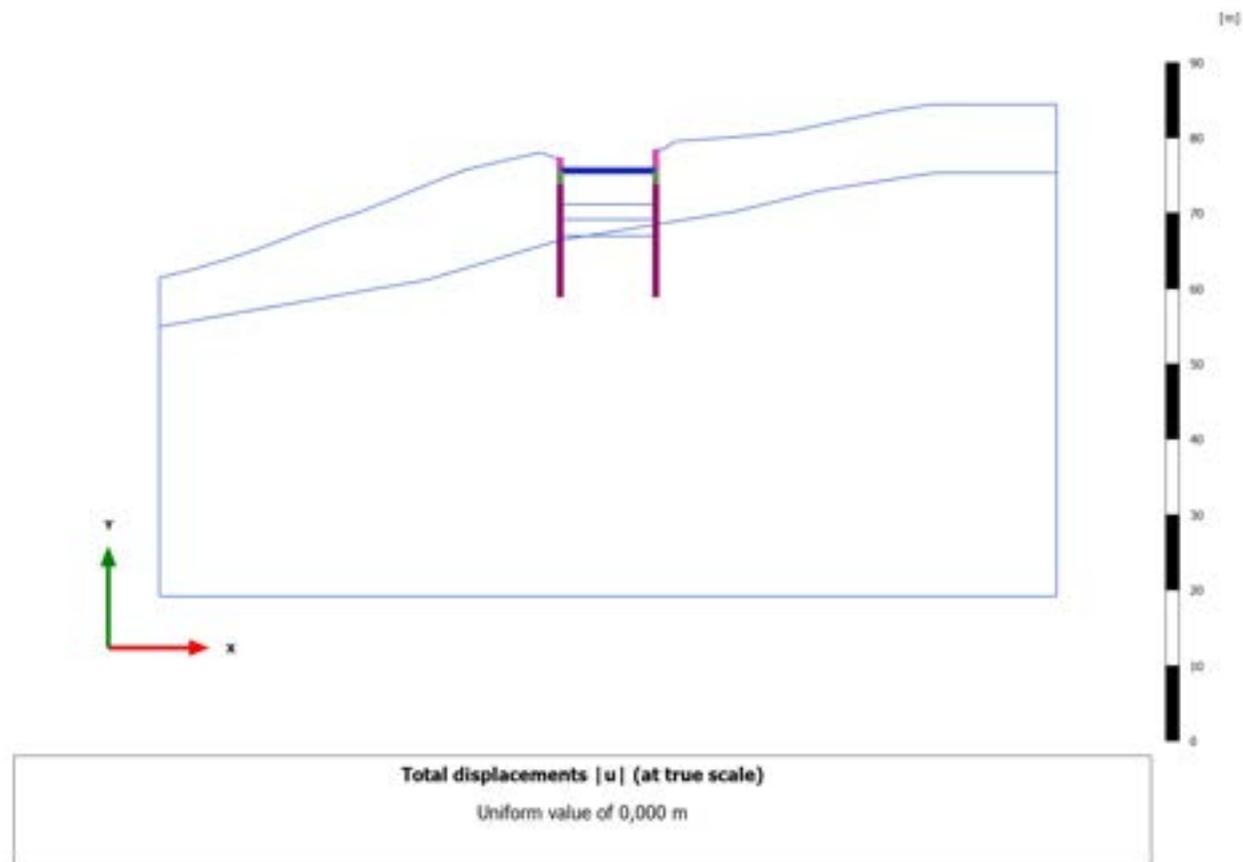
### 3.1.1.1.12 Calculation results, Plate, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Total displacements $|u|$



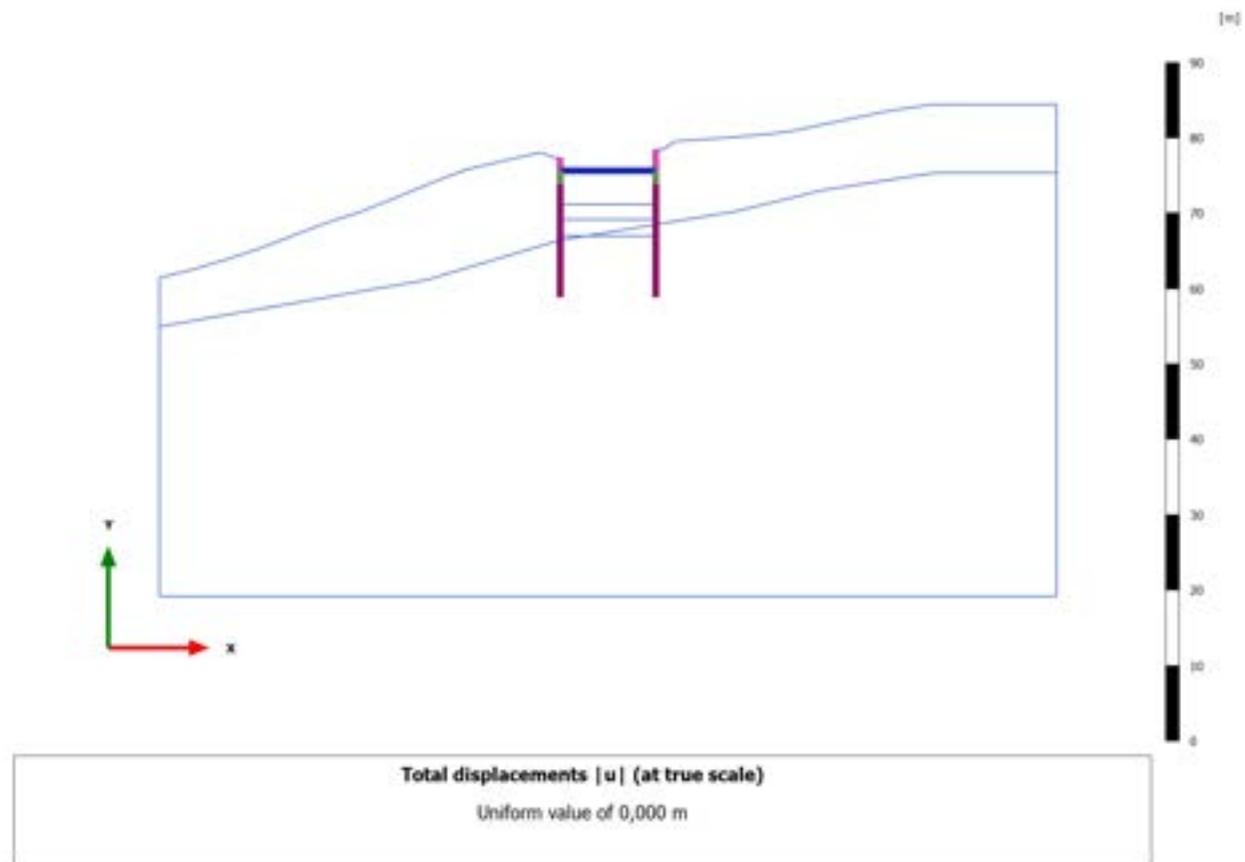
### 3.1.1.1.13 Calculation results, Plate, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Total displacements $|u|$



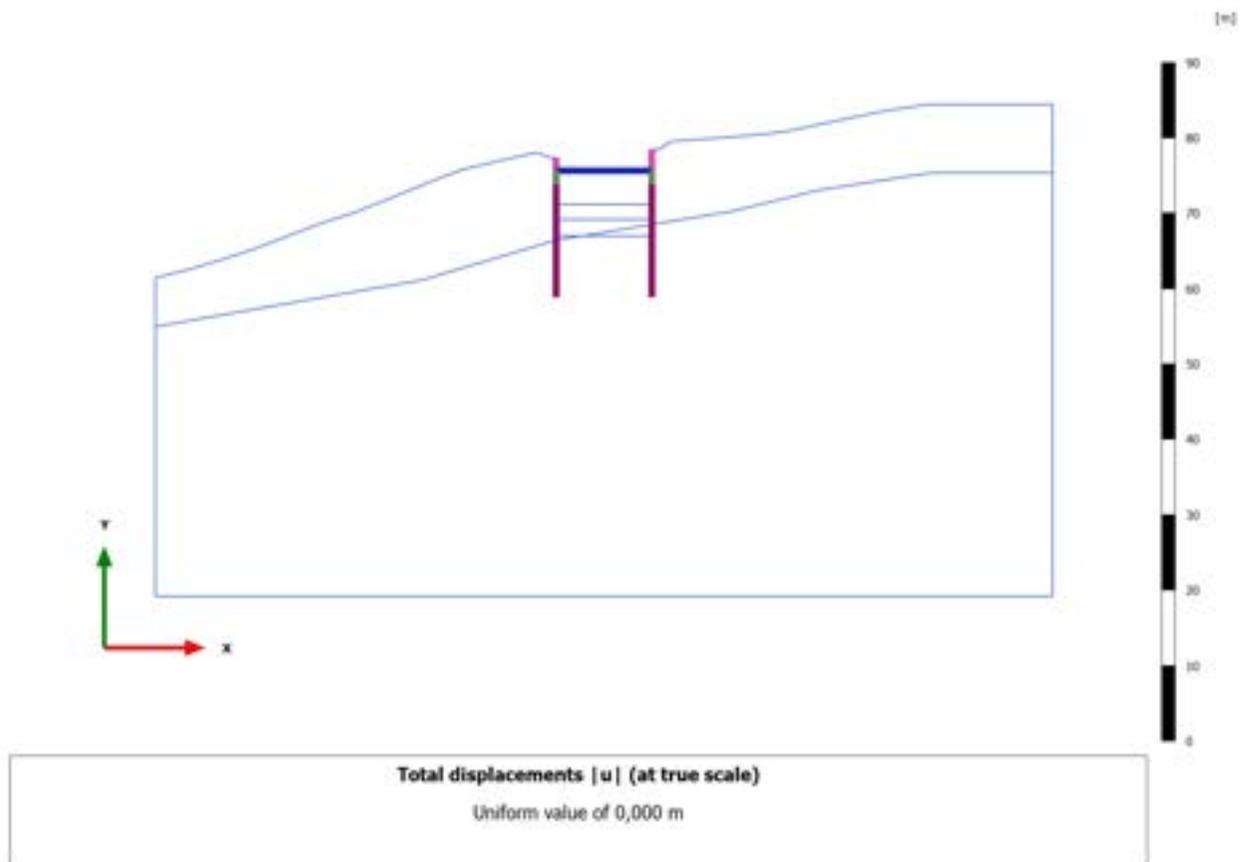
### 3.1.1.1.14 Calculation results, Plate, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Total displacements $|u|$



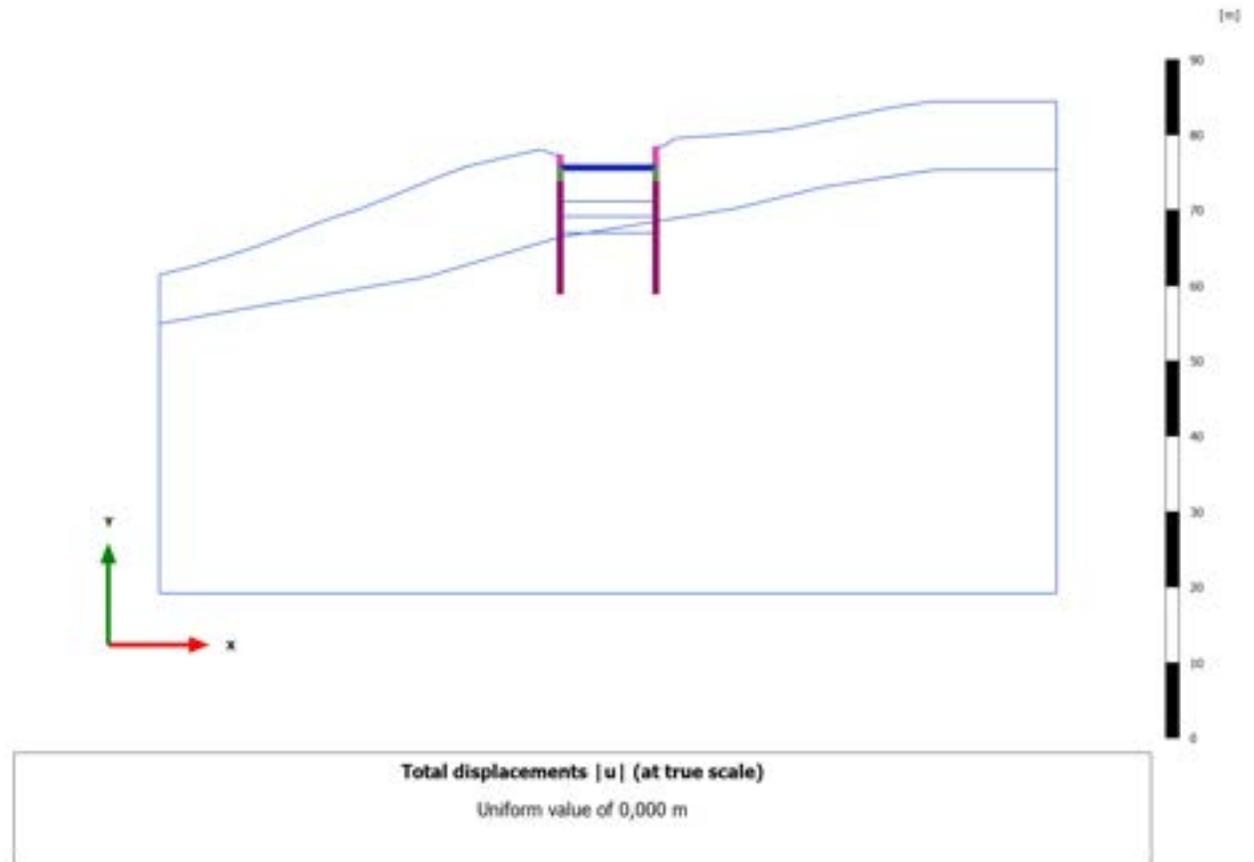
### 3.1.1.1.15 Calculation results, Plate, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Total displacements $|u|$



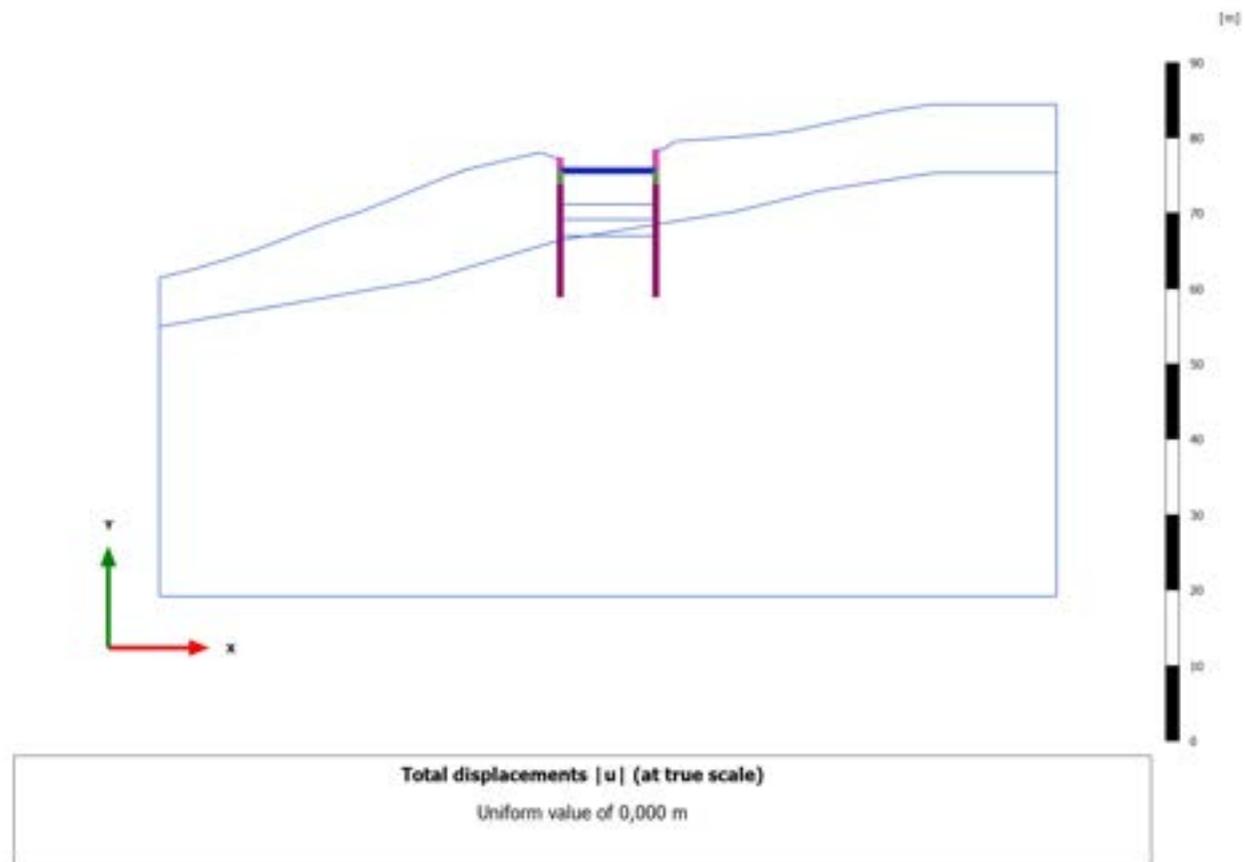
### 3.1.1.1.16 Calculation results, Plate, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Total displacements $|u|$



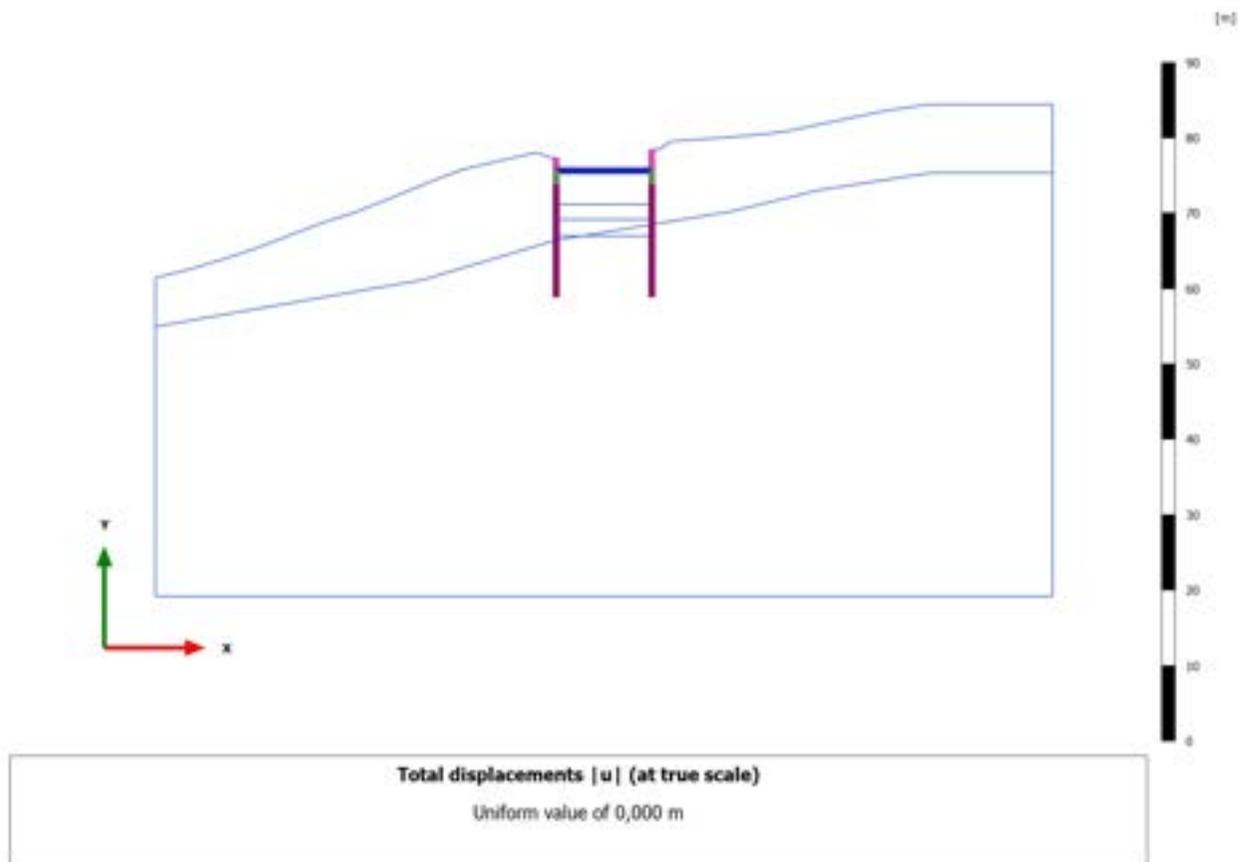
### 3.1.1.1.17 Calculation results, Plate, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Total displacements $|u|$



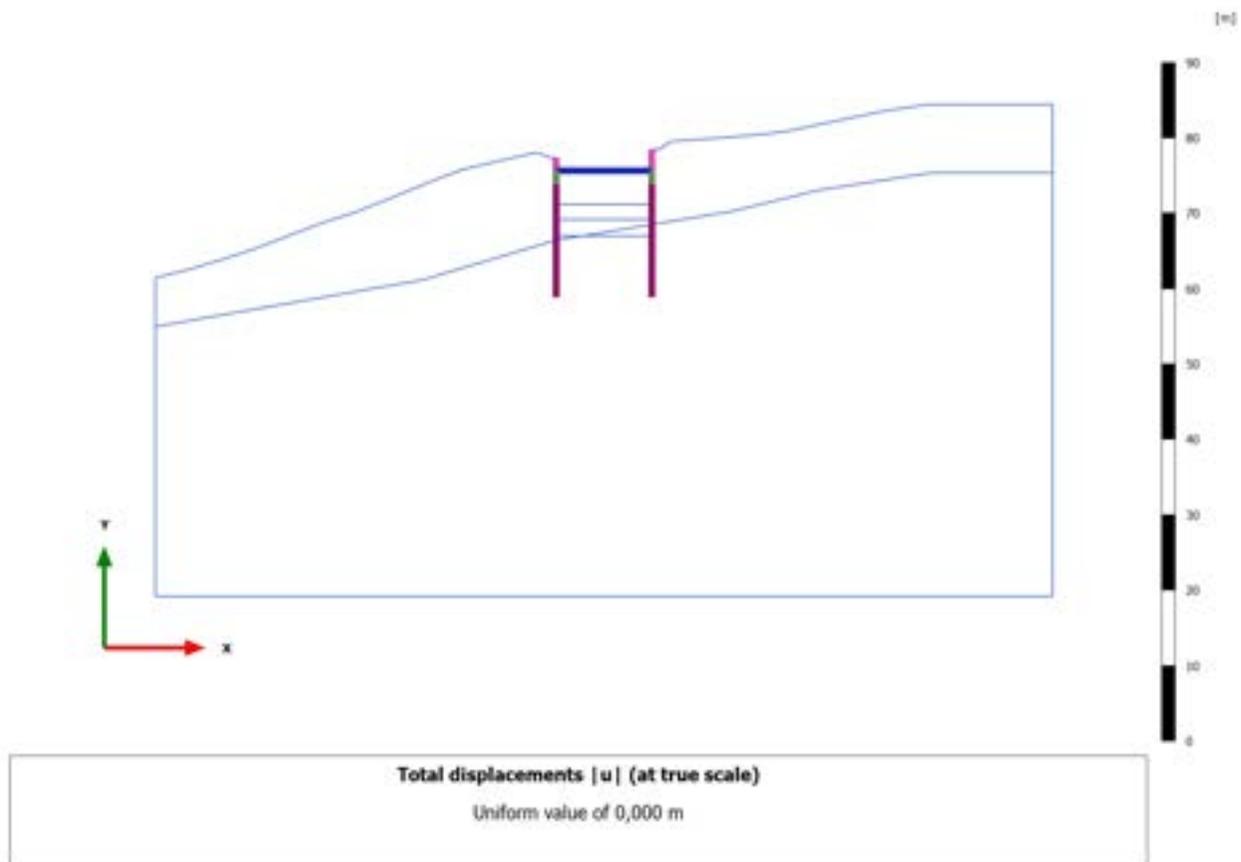
### 3.1.1.1.18 Calculation results, Plate, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Total displacements $|u|$



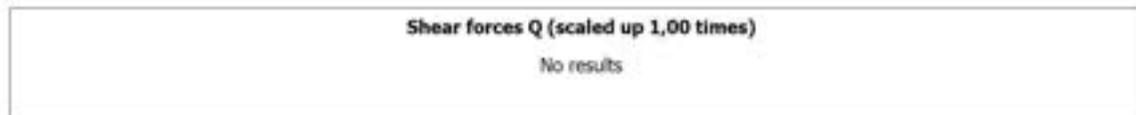
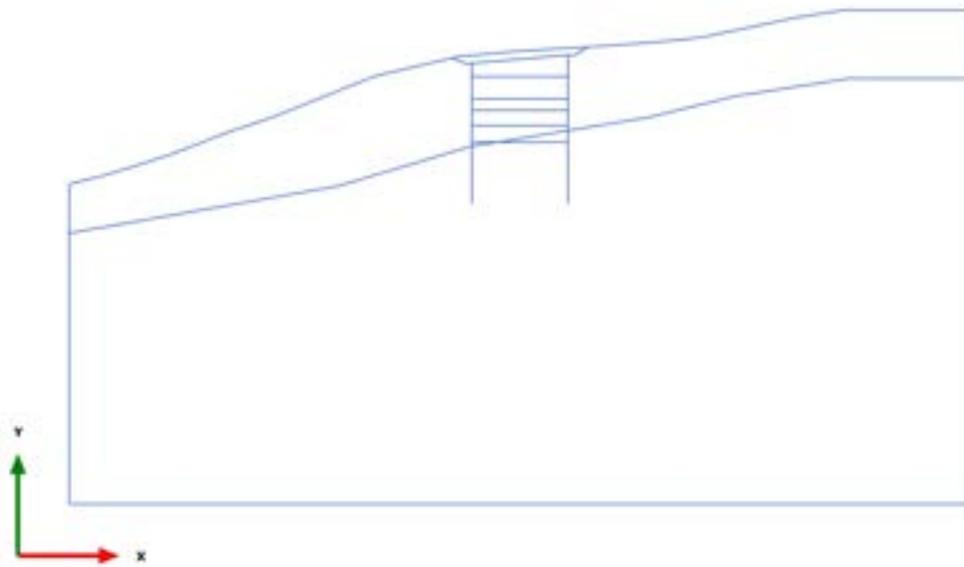
### 3.1.1.1.19 Calculation results, Plate, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Total displacements $|u|$



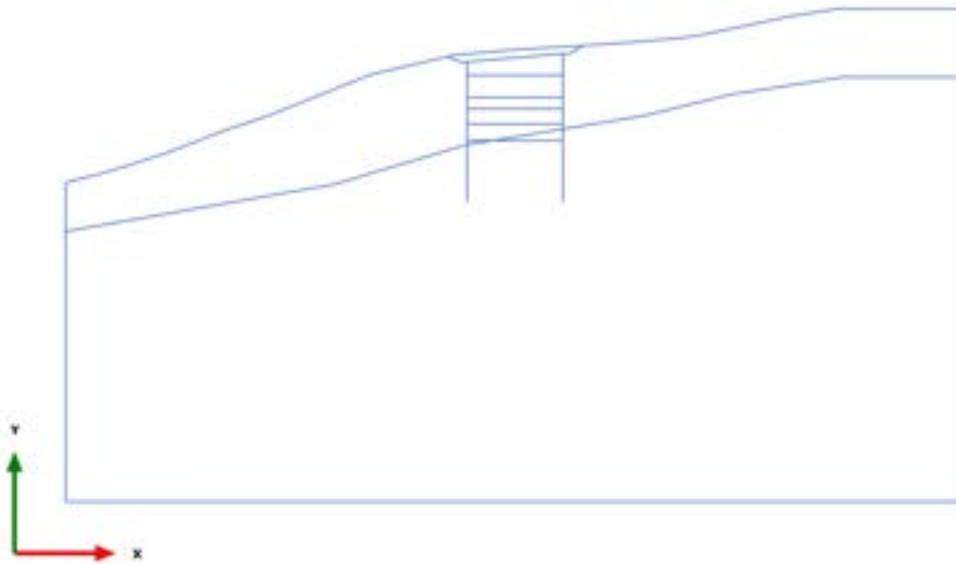
### 3.1.1.1.20 Calculation results, Plate, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Total displacements $|u|$



### 3.1.2.1.1 Calculation results, Plate, 0\_CONDIZIONE GEOSTATICA [InitialPhase] (0/6), Shear forces Q

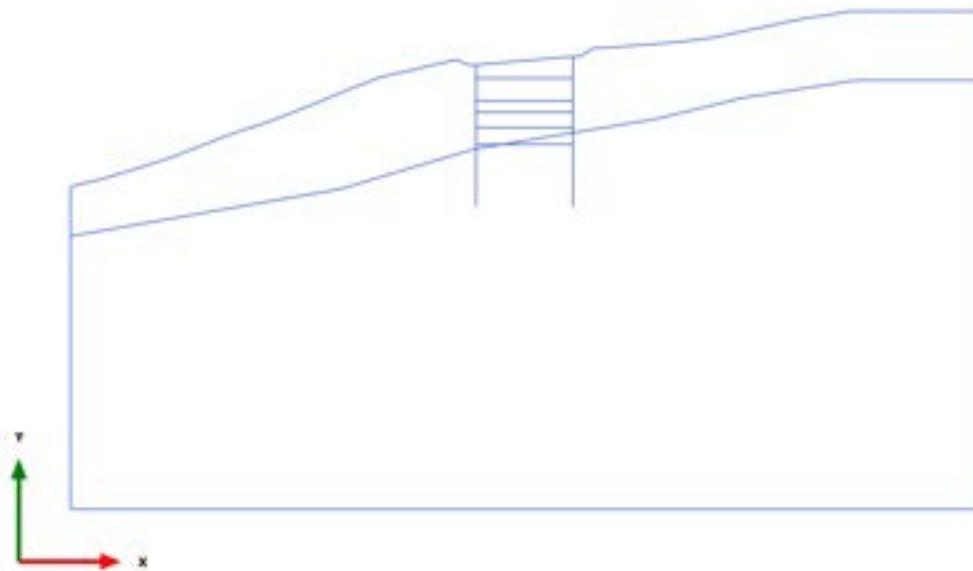


3.1.2.1.2 Calculation results, Plate, 0.1\_AZZERAMENTO SPOSTAMENTI [Phase\_1]  
(1/43), Shear forces Q



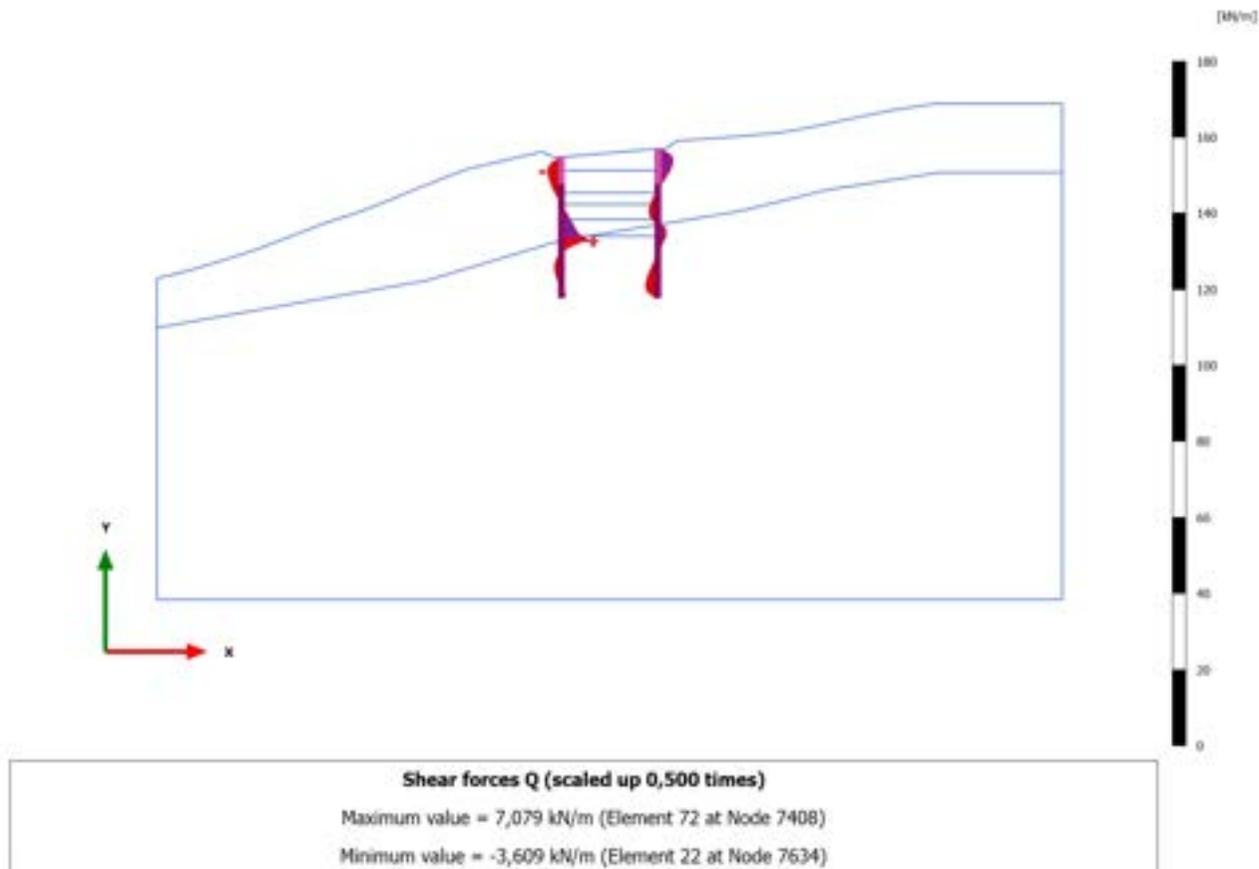
Shear forces Q (scaled up 1,00 times)  
No results

## 3.1.2.1.3 Calculation results, Plate, 1\_PRESCAVO [Phase\_14] (14/45), Shear forces Q

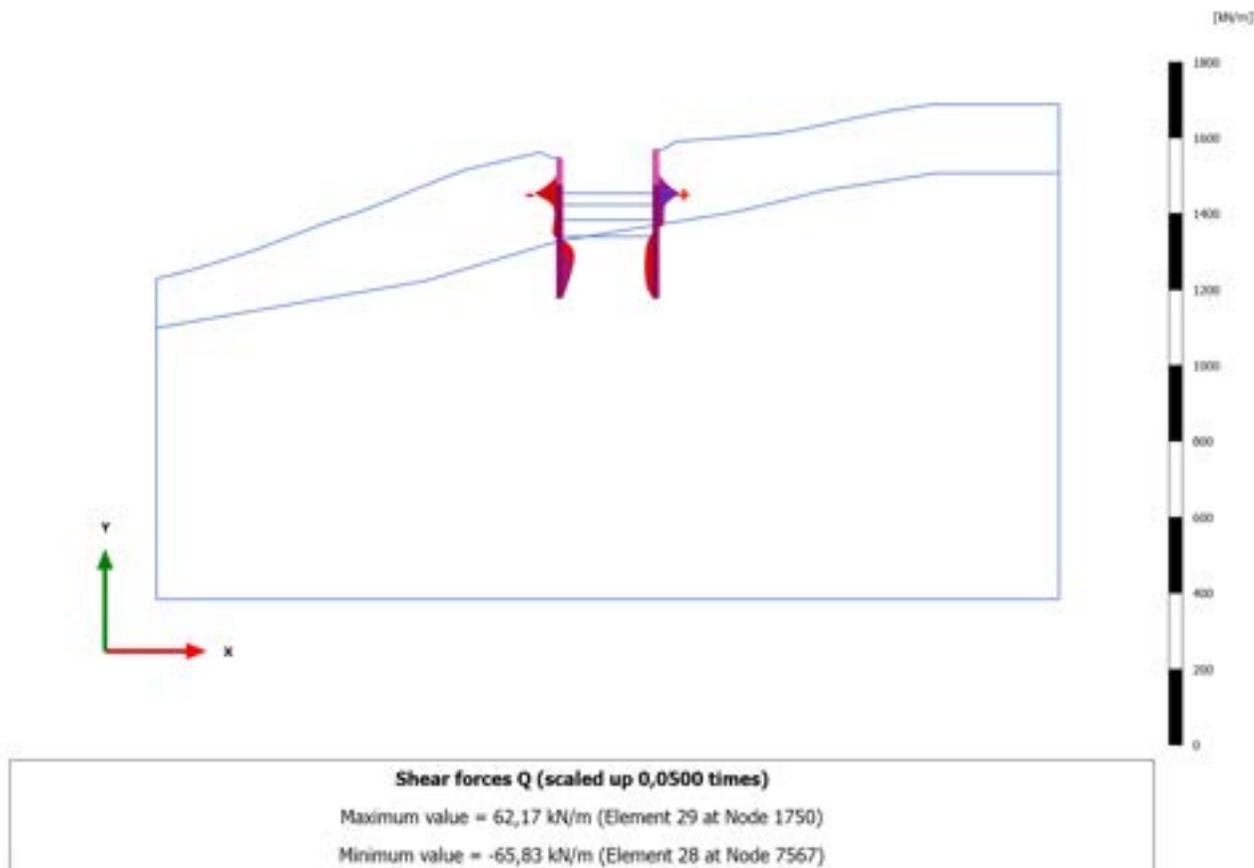


Shear forces Q (scaled up 1,00 times)  
No results

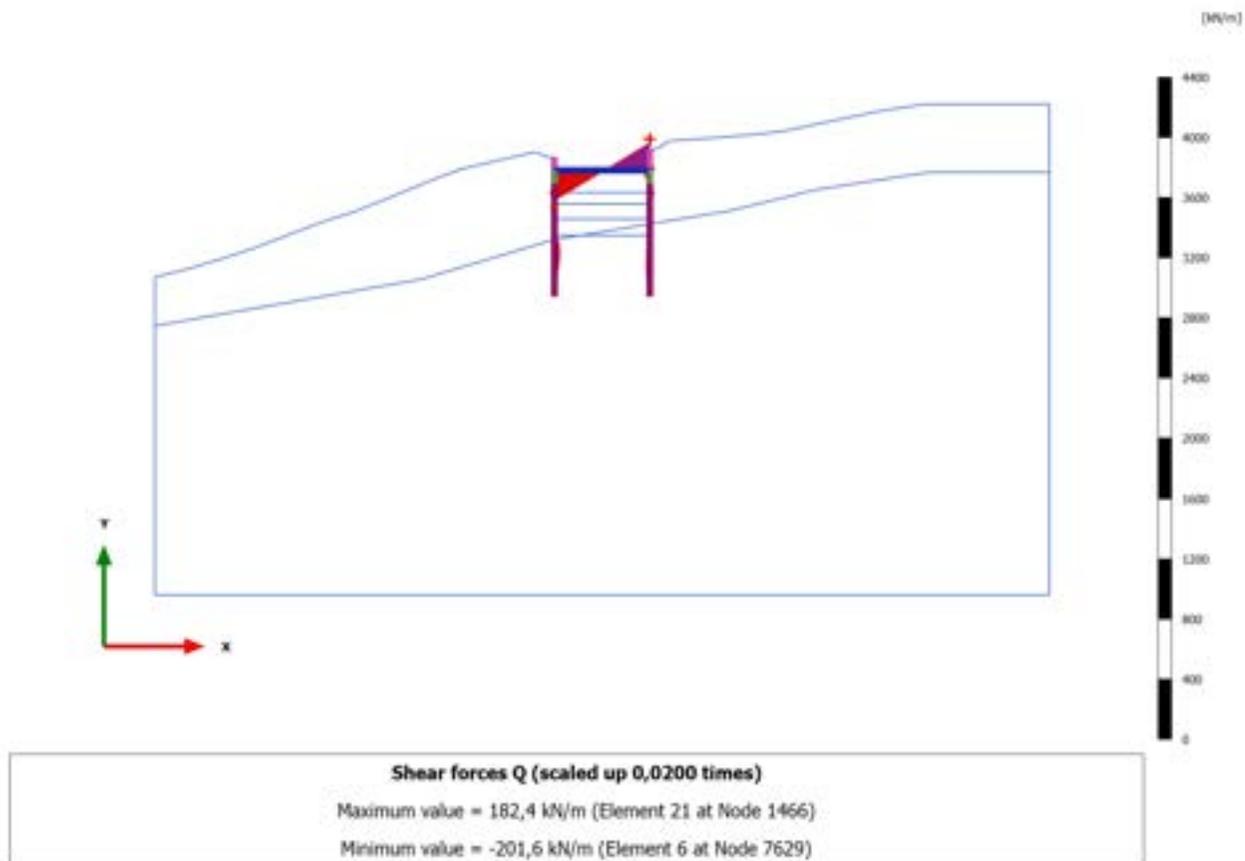
### 3.1.2.1.4 Calculation results, Plate, 2\_REALIZZAZIONE PALI [Phase\_2] (2/47), Shear forces Q



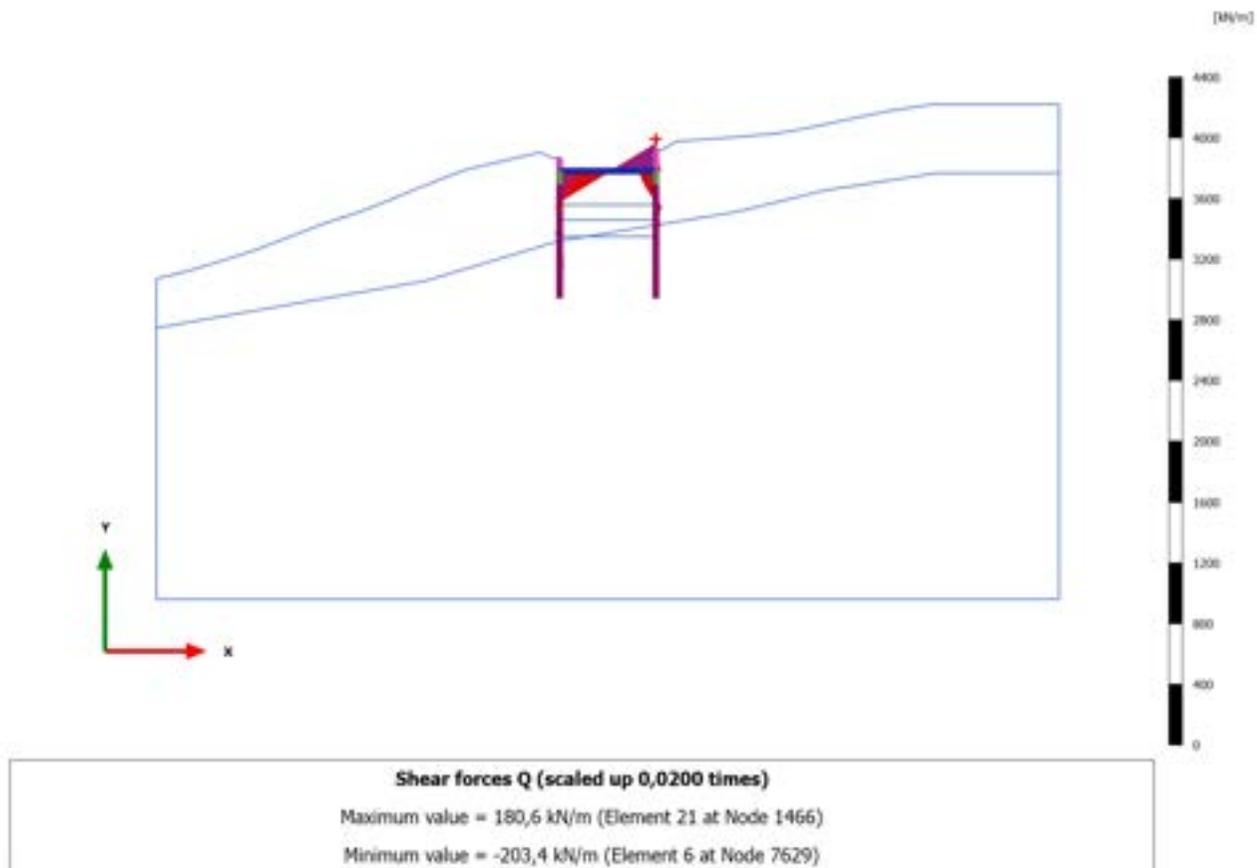
### 3.1.2.1.5 Calculation results, Plate, 3\_PRIMA FASE DI SCAVO [Phase\_3] (3/67), Shear forces Q



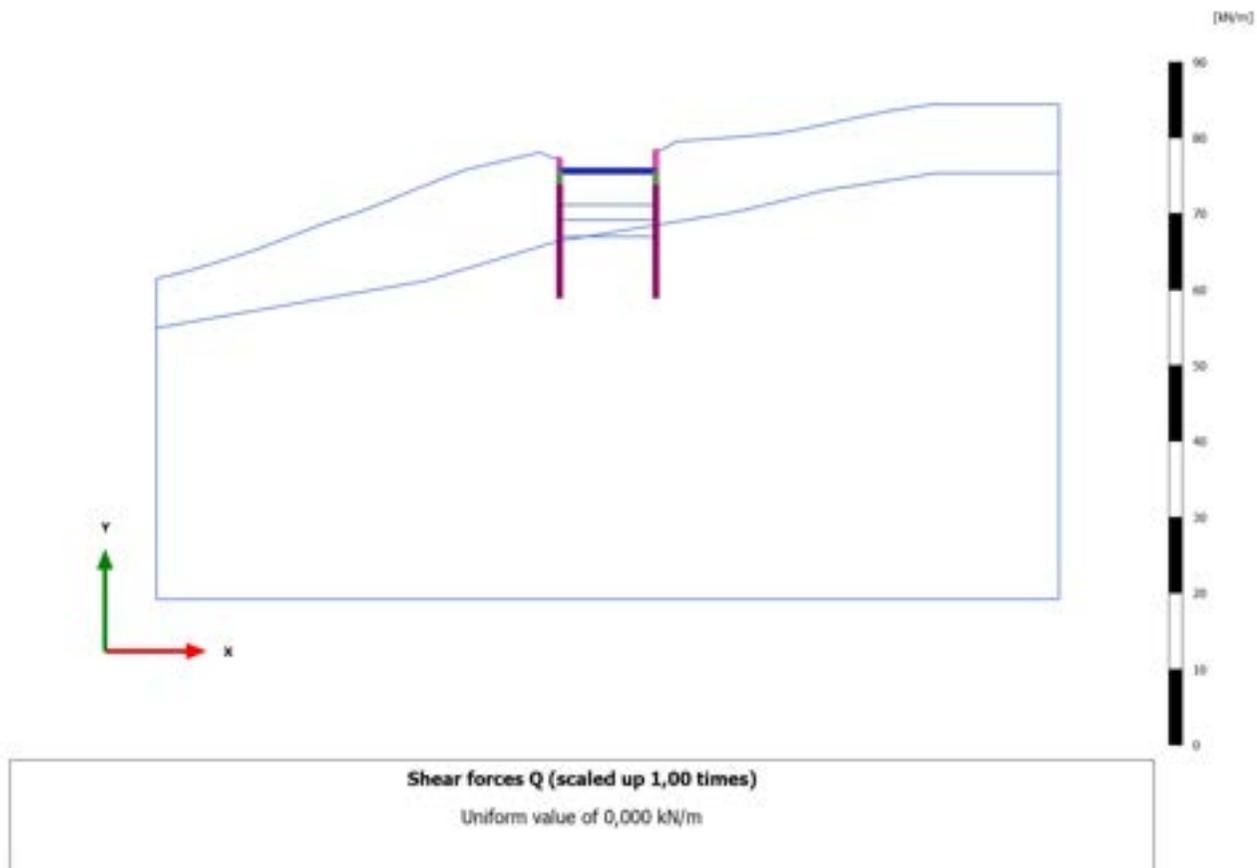
### 3.1.2.1.6 Calculation results, Plate, 4\_REALIZZAZIONE SOLETTA SUPERIORE [Phase\_4] (4/72), Shear forces Q



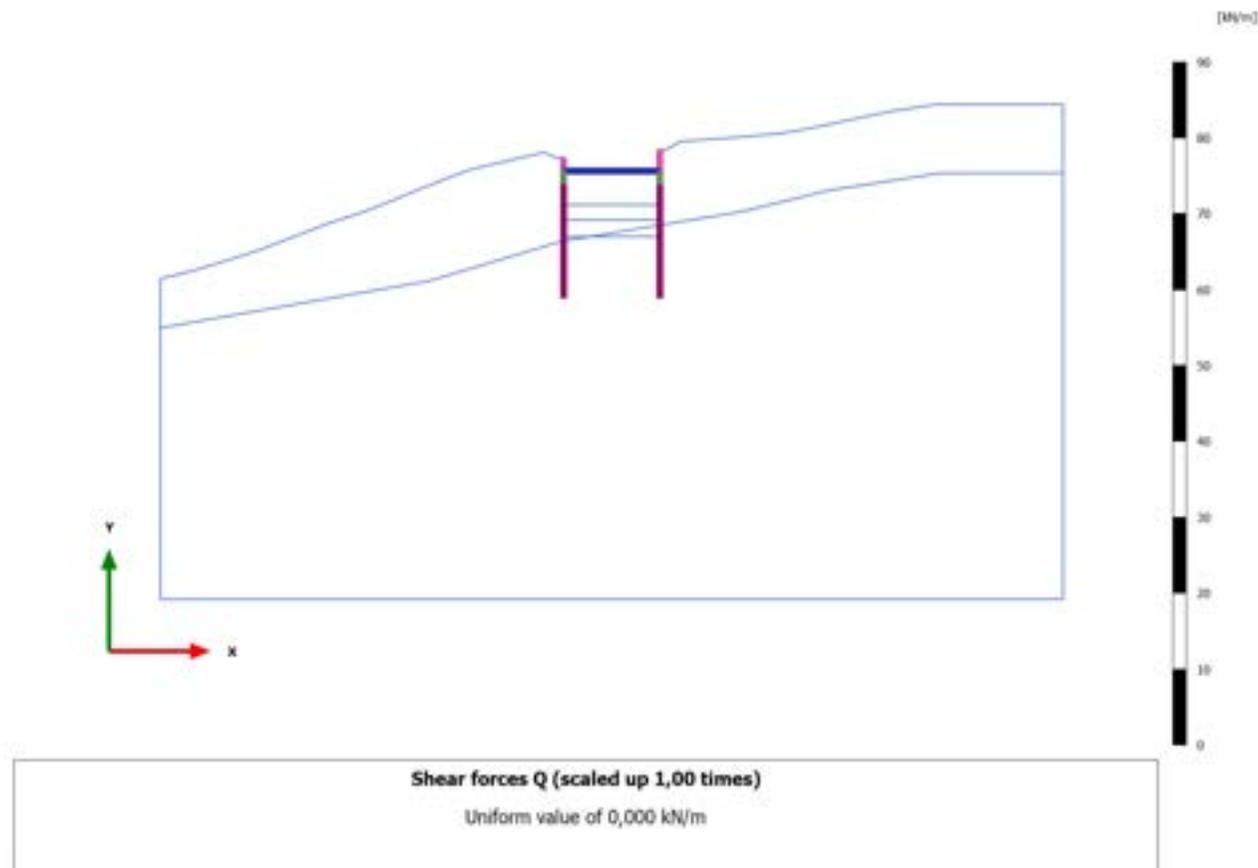
### 3.1.2.1.7 Calculation results, Plate, 5\_SECONDA FASE DI SCAVO [Phase\_5] (5/78), Shear forces Q



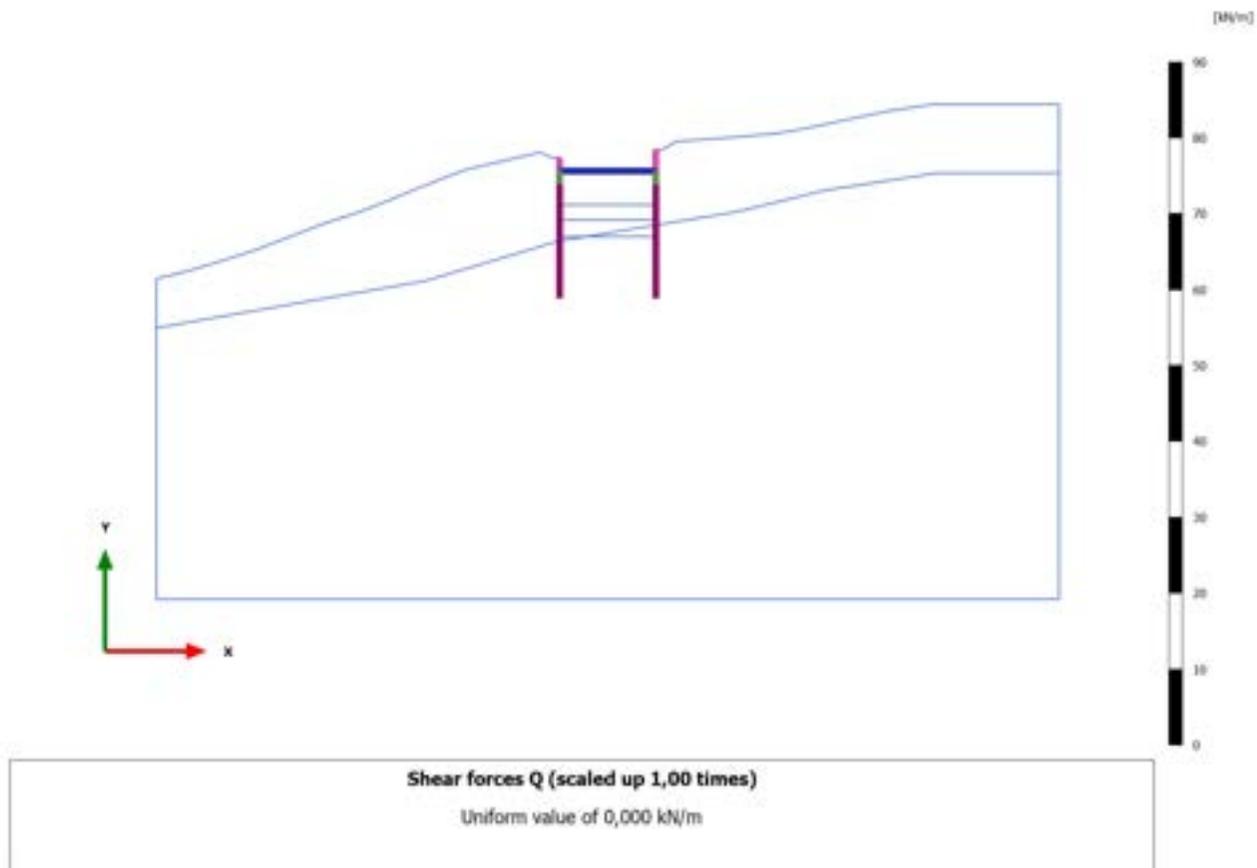
### 3.1.2.1.8 Calculation results, Plate, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Shear forces Q



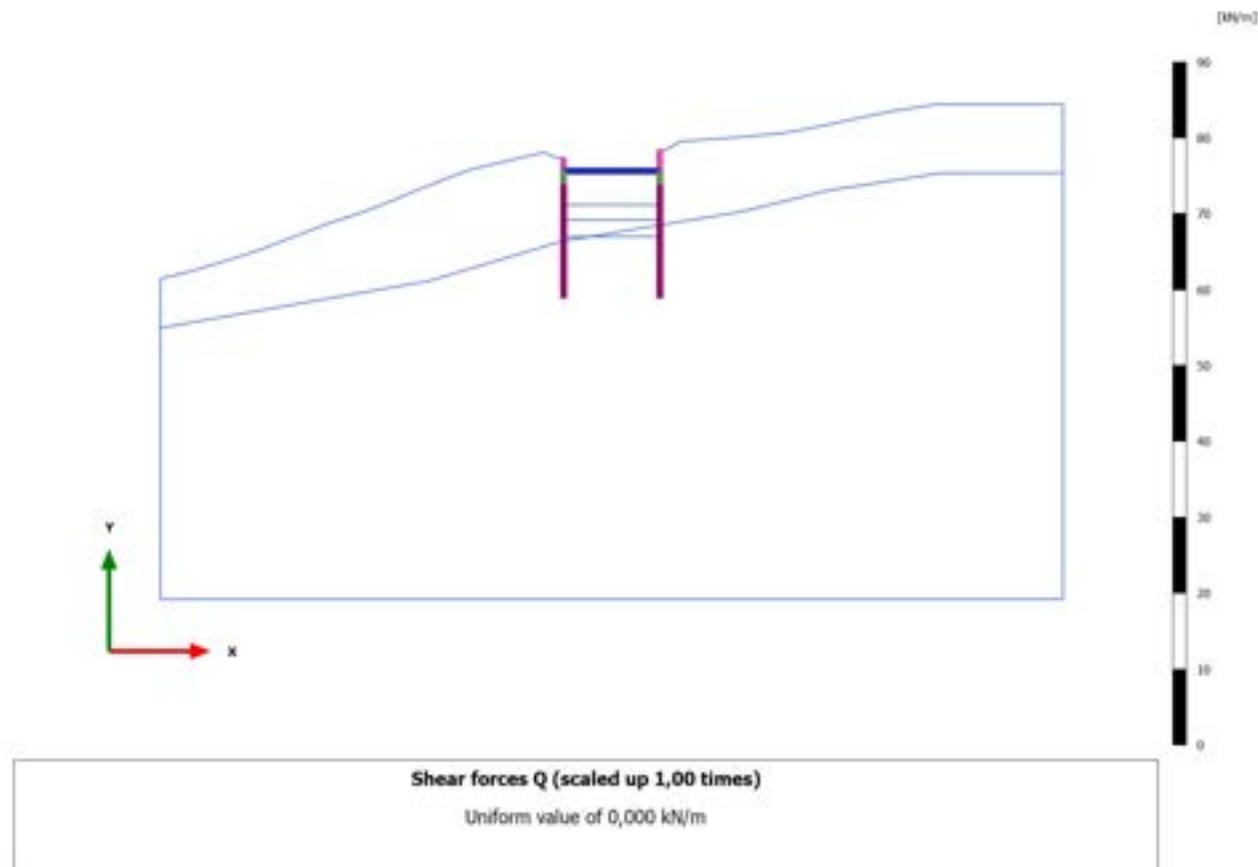
### 3.1.2.1.9 Calculation results, Plate, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Shear forces Q



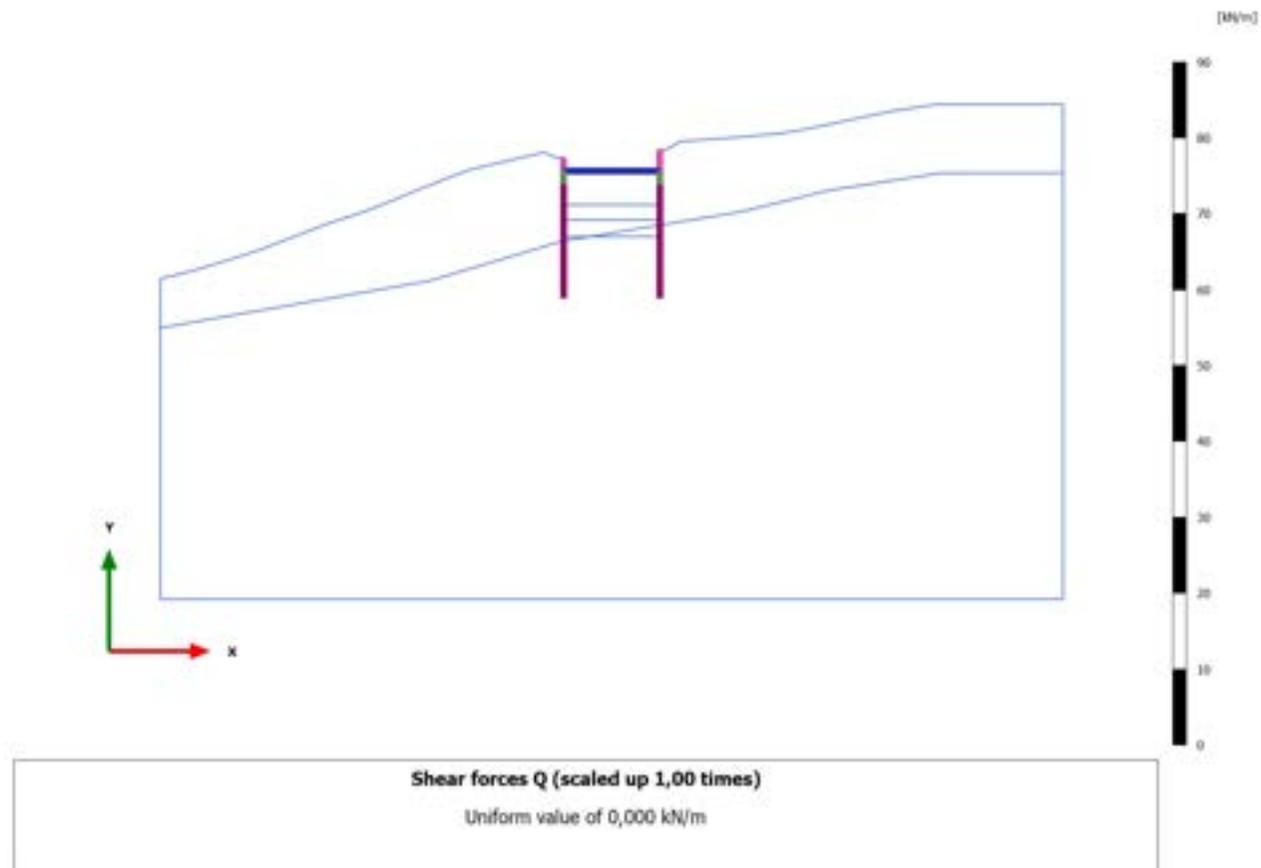
### 3.1.2.1.10 Calculation results, Plate, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Shear forces Q



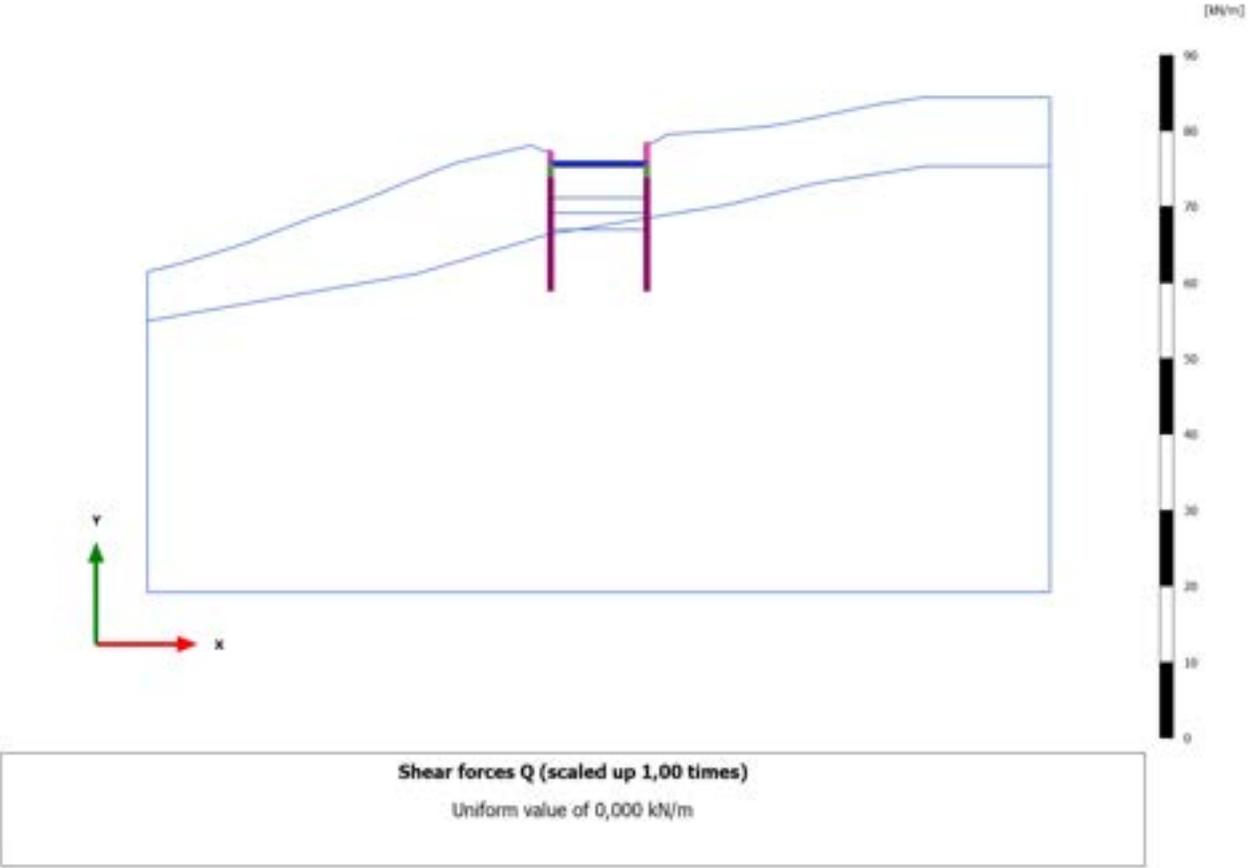
### 3.1.2.1.11 Calculation results, Plate, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Shear forces Q



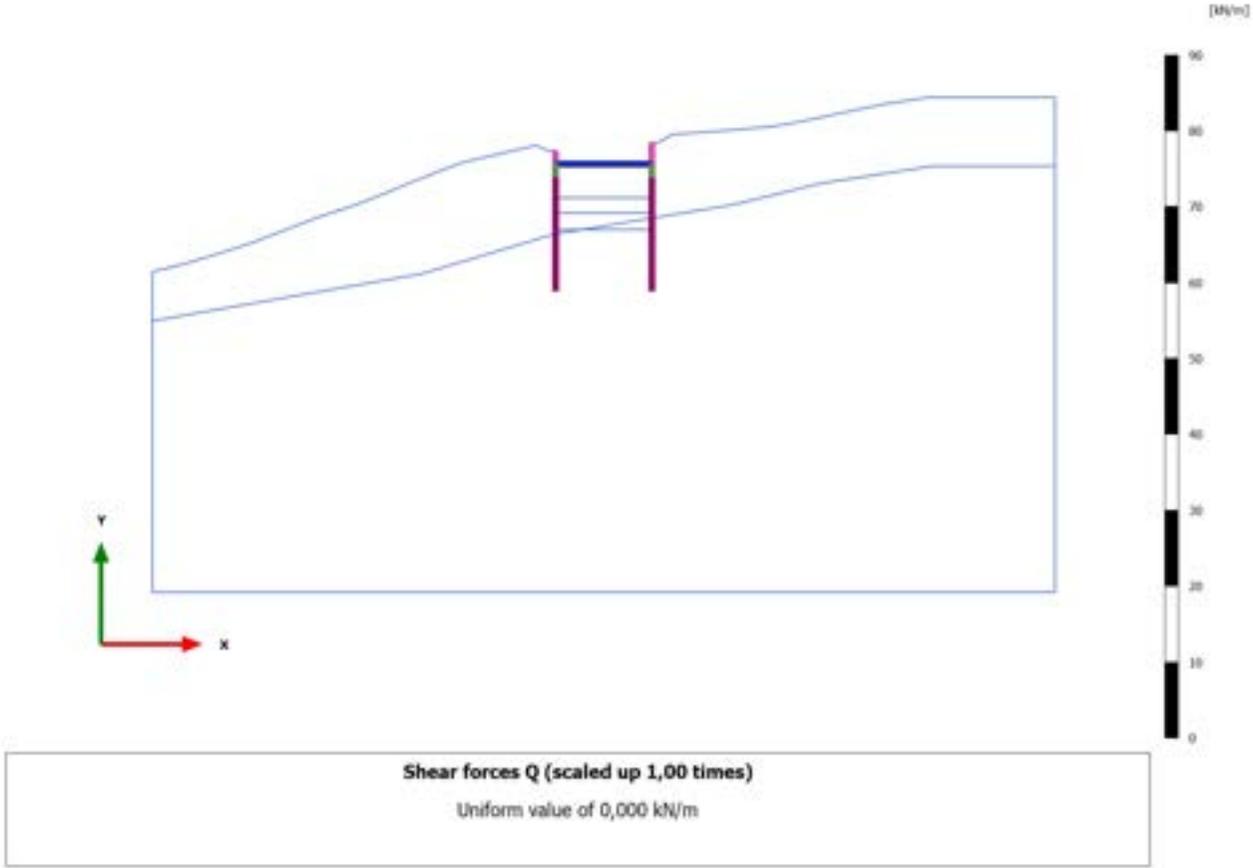
### 3.1.2.1.12 Calculation results, Plate, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Shear forces Q



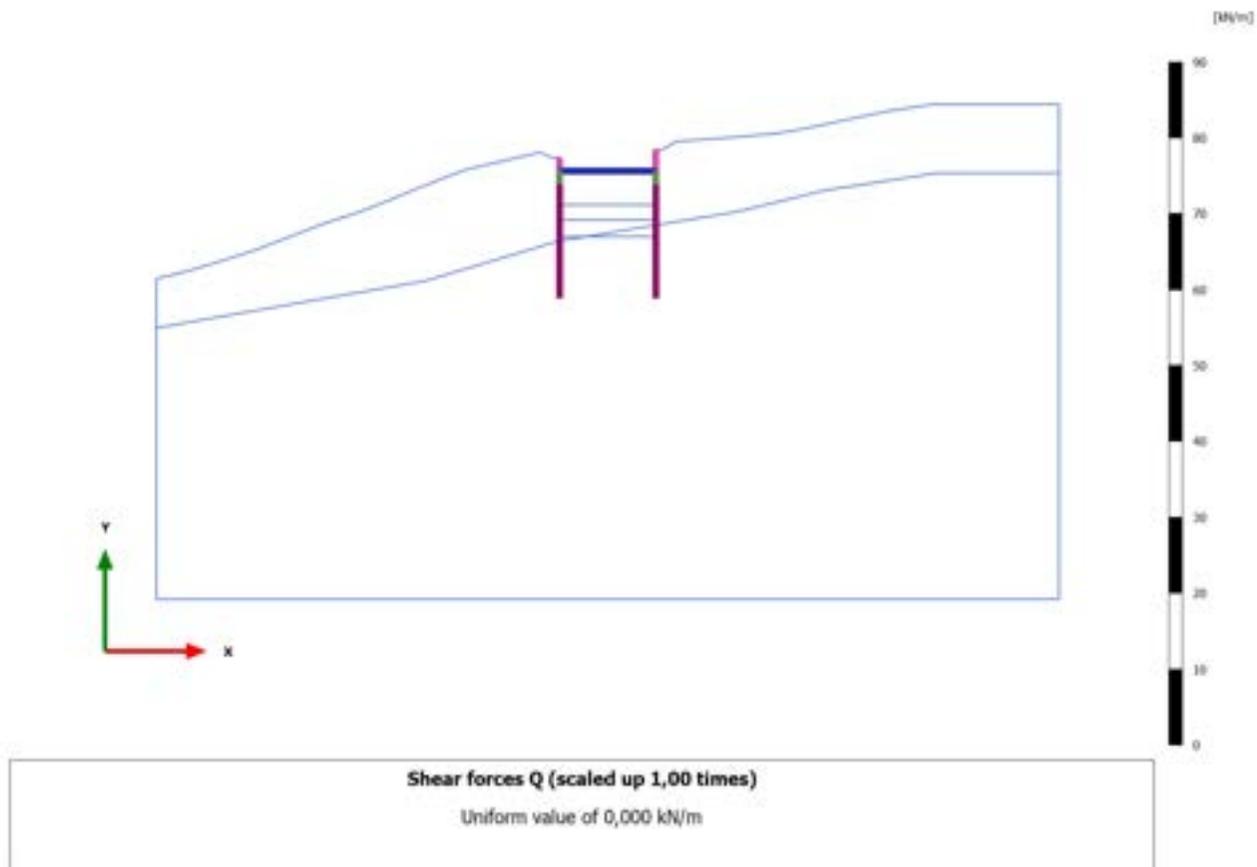
3.1.2.1.13 Calculation results, Plate, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Shear forces Q



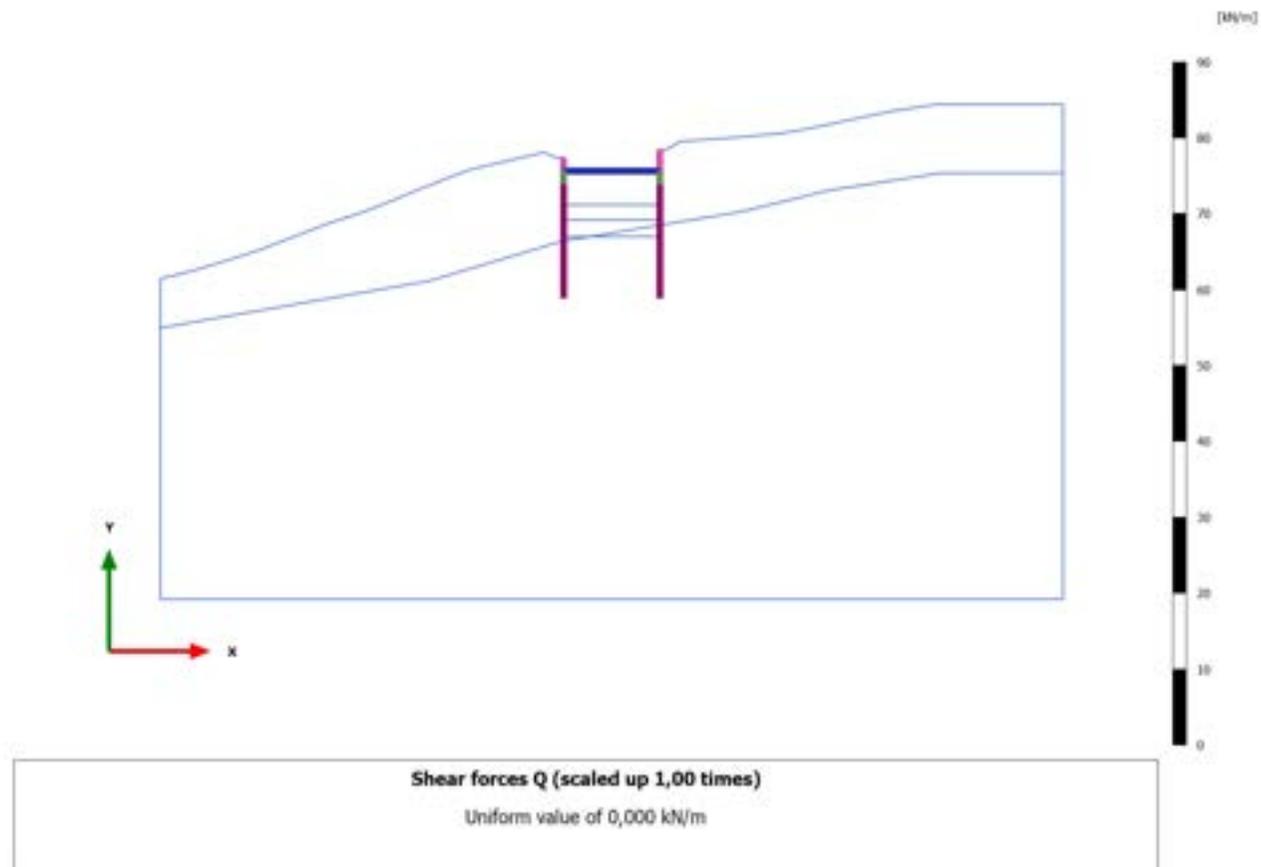
3.1.2.1.14 Calculation results, Plate, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Shear forces Q



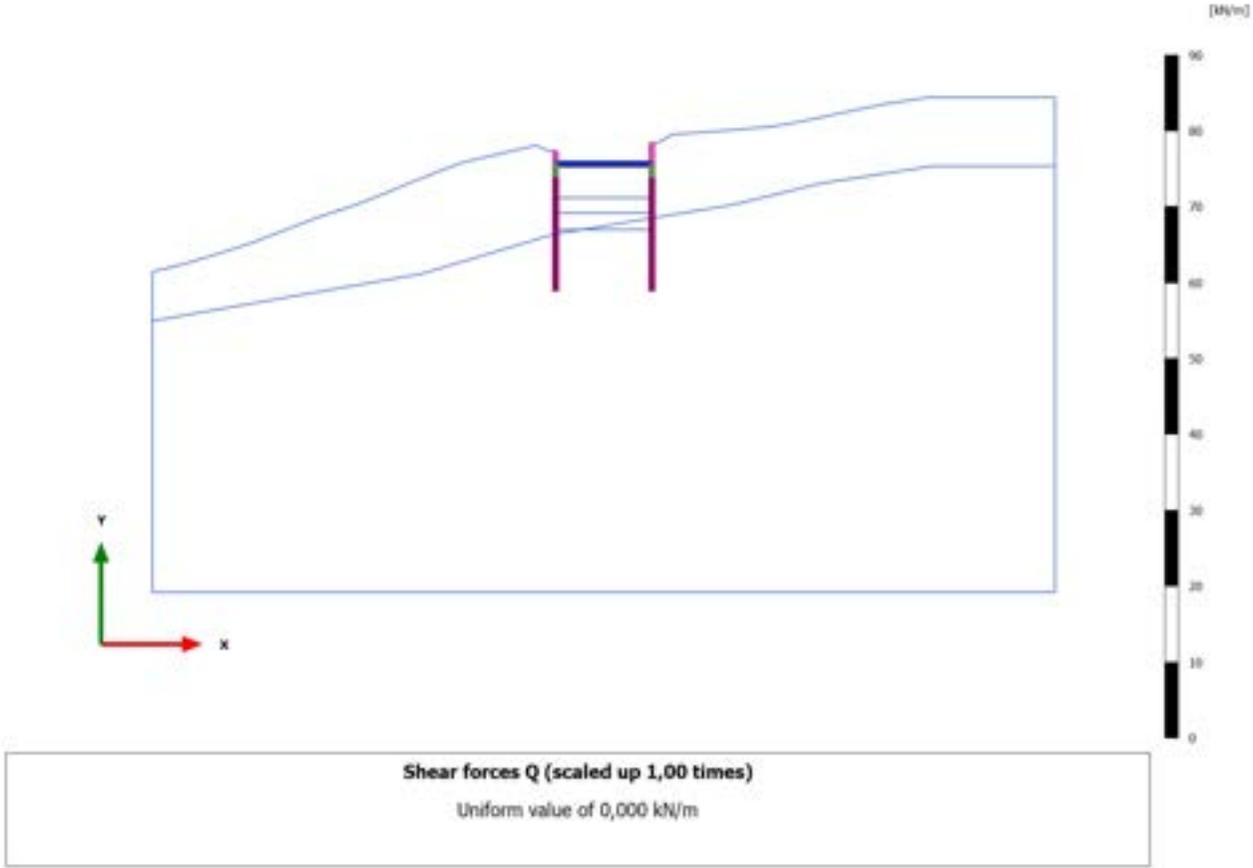
### 3.1.2.1.15 Calculation results, Plate, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Shear forces Q



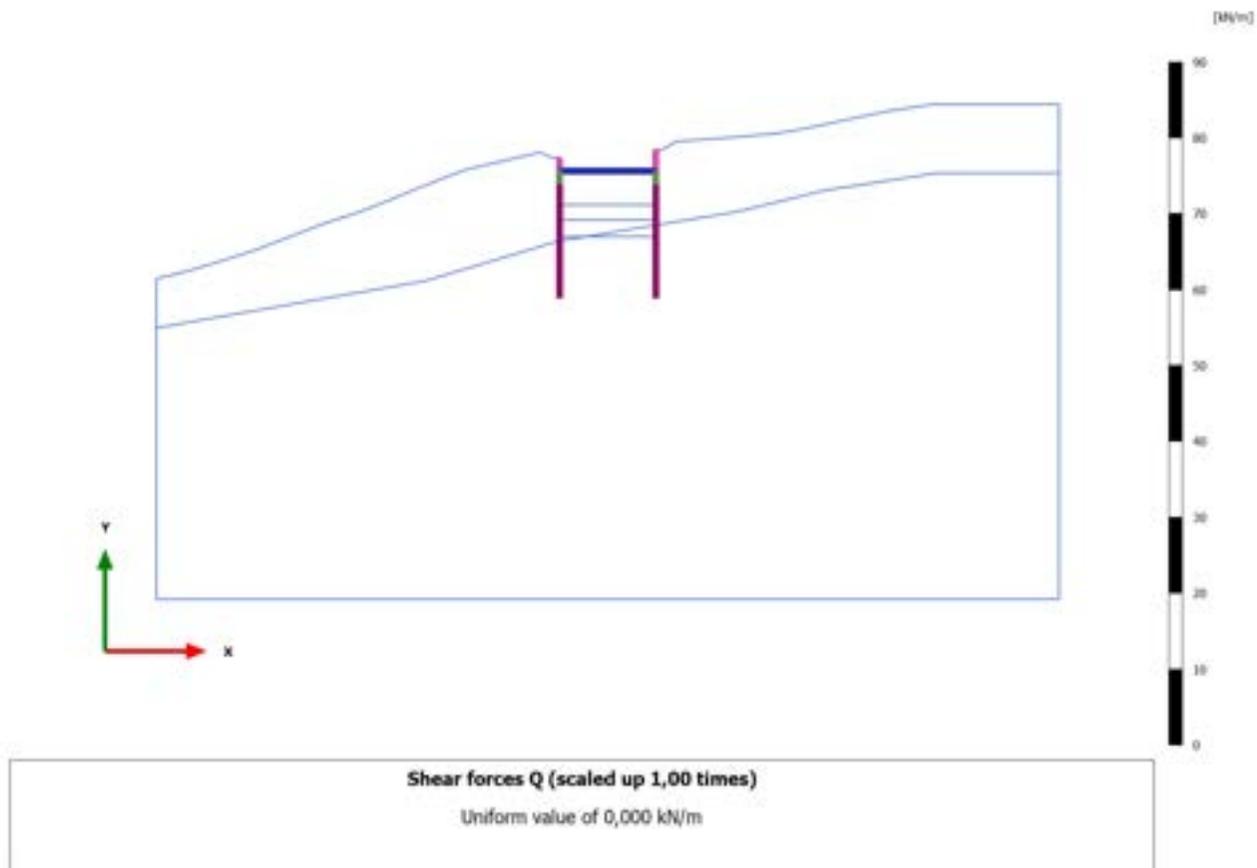
### 3.1.2.1.16 Calculation results, Plate, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Shear forces Q



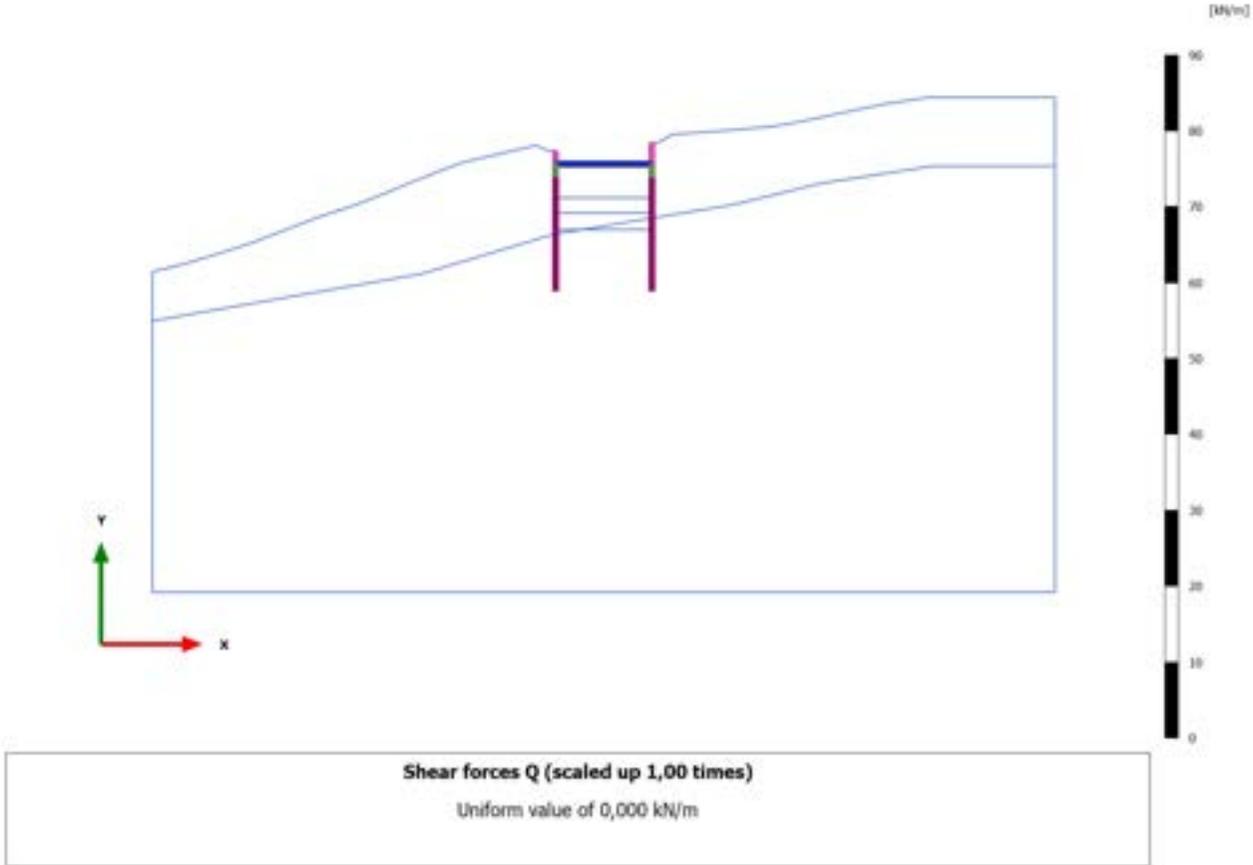
3.1.2.1.17 Calculation results, Plate, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Shear forces Q



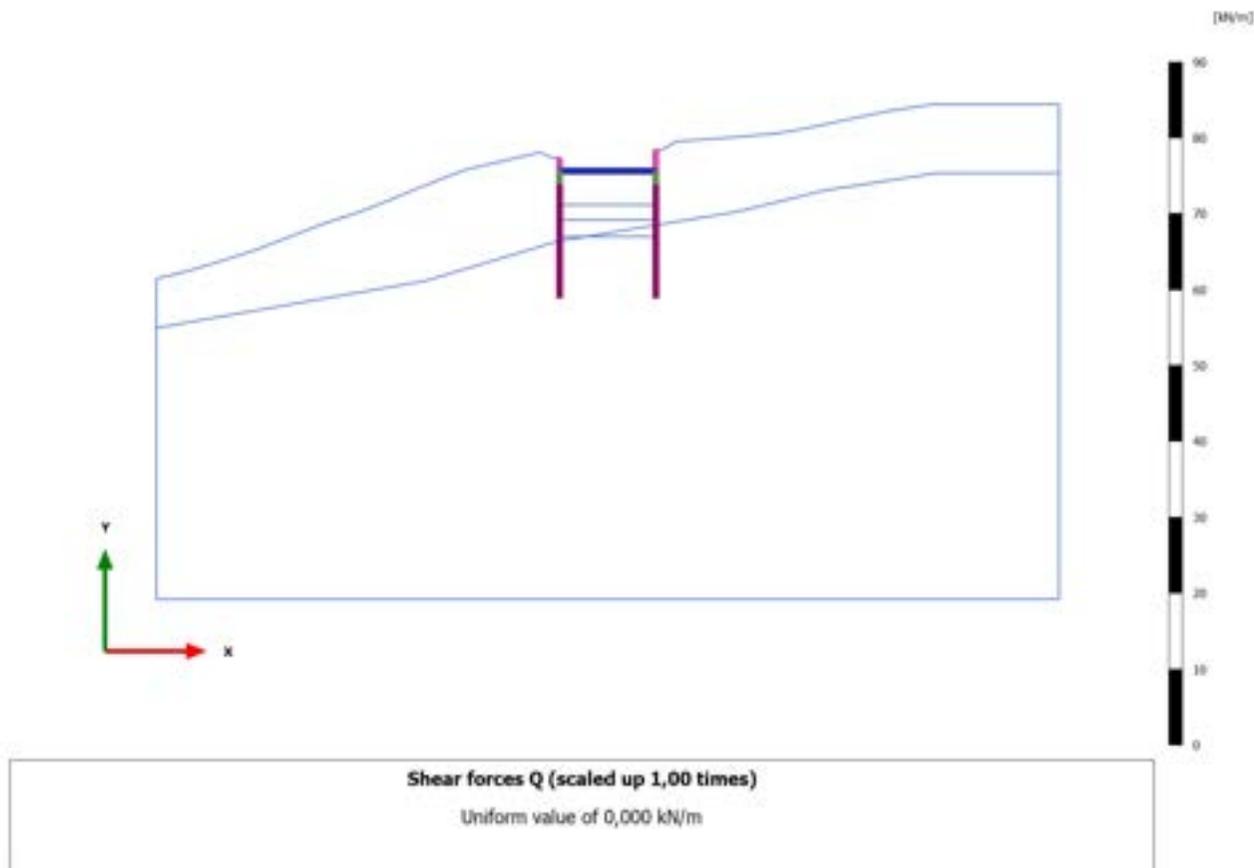
### 3.1.2.1.18 Calculation results, Plate, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Shear forces Q



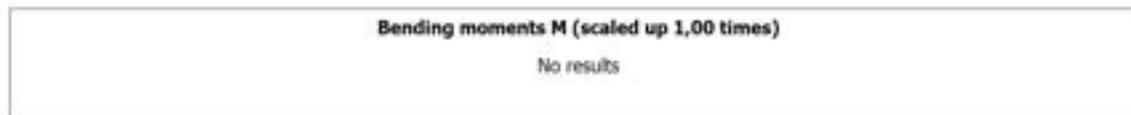
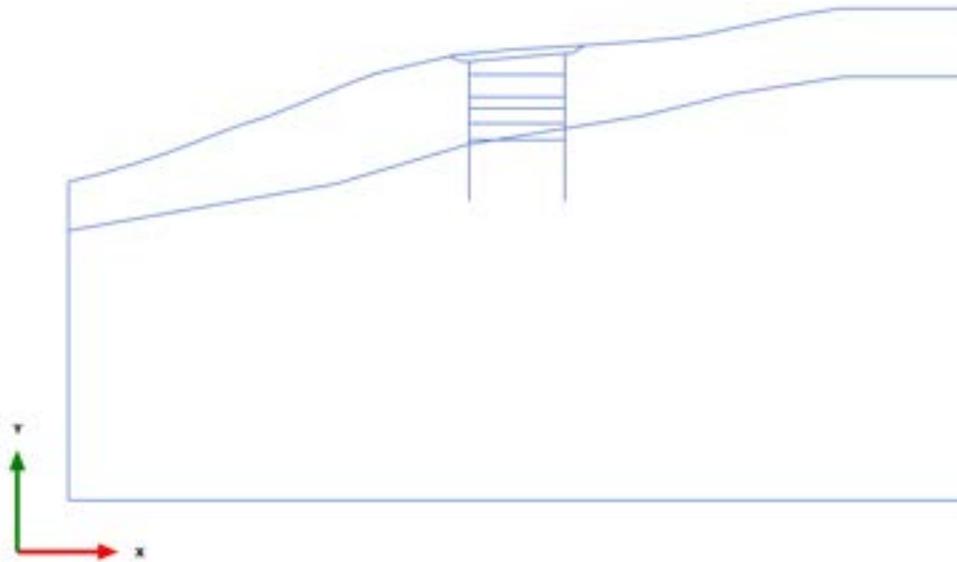
3.1.2.1.19 Calculation results, Plate, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Shear forces Q



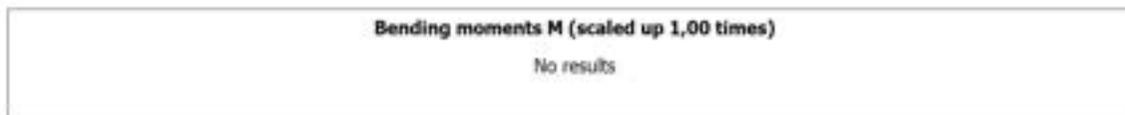
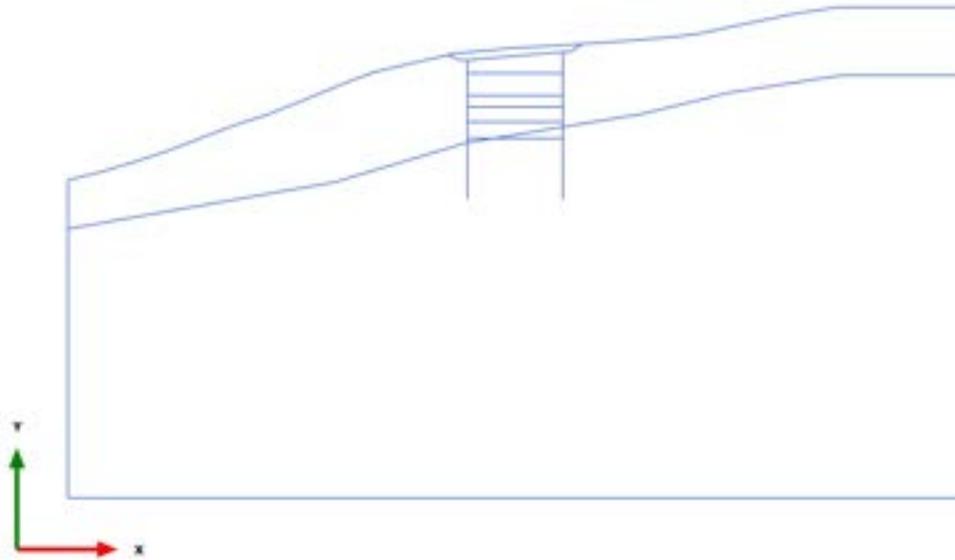
### 3.1.2.1.20 Calculation results, Plate, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Shear forces Q



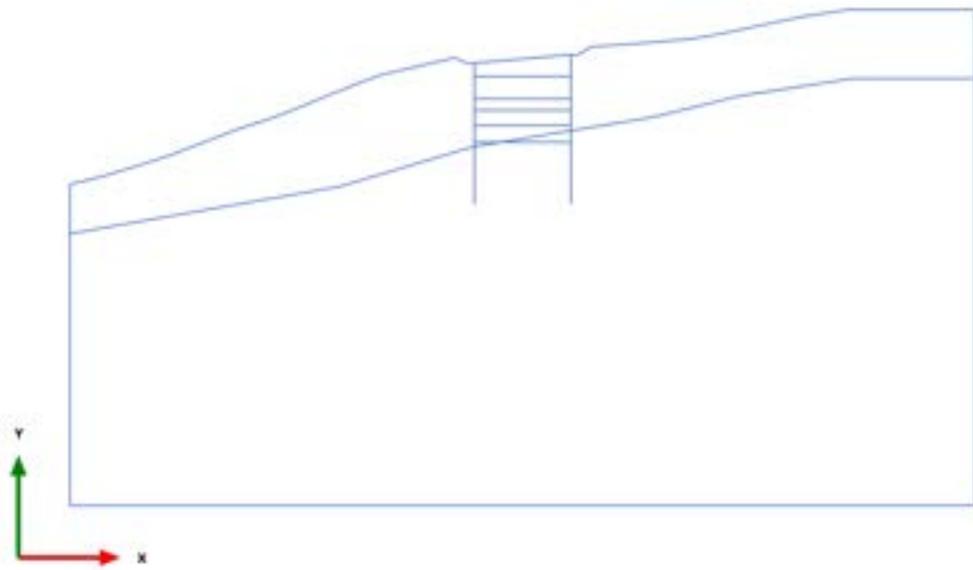
### 3.1.2.2.1 Calculation results, Plate, 0\_CONDIZIONE GEOSTATICA [InitialPhase] (0/6), Bending moments M



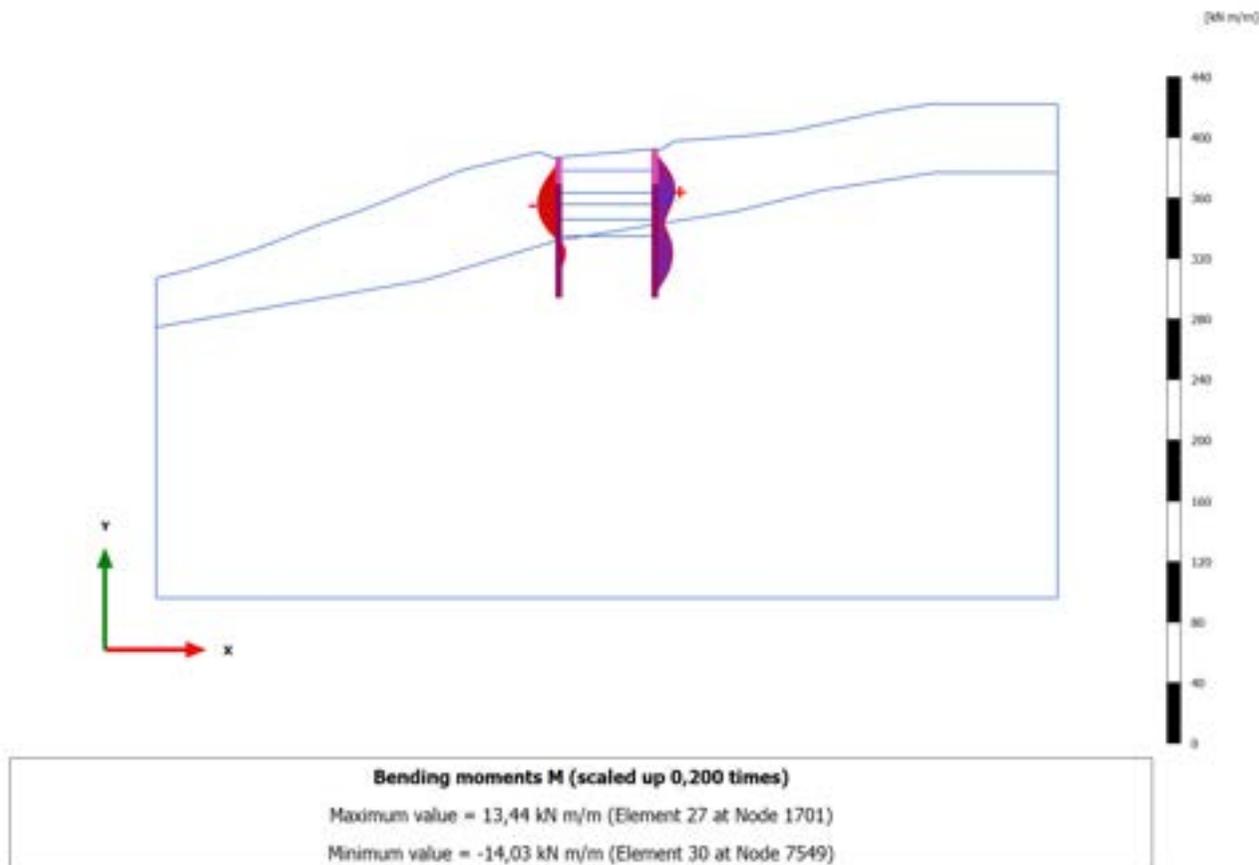
3.1.2.2.2 Calculation results, Plate, 0.1\_AZZERAMENTO SPOSTAMENTI [Phase\_1]  
(1/43), Bending moments M



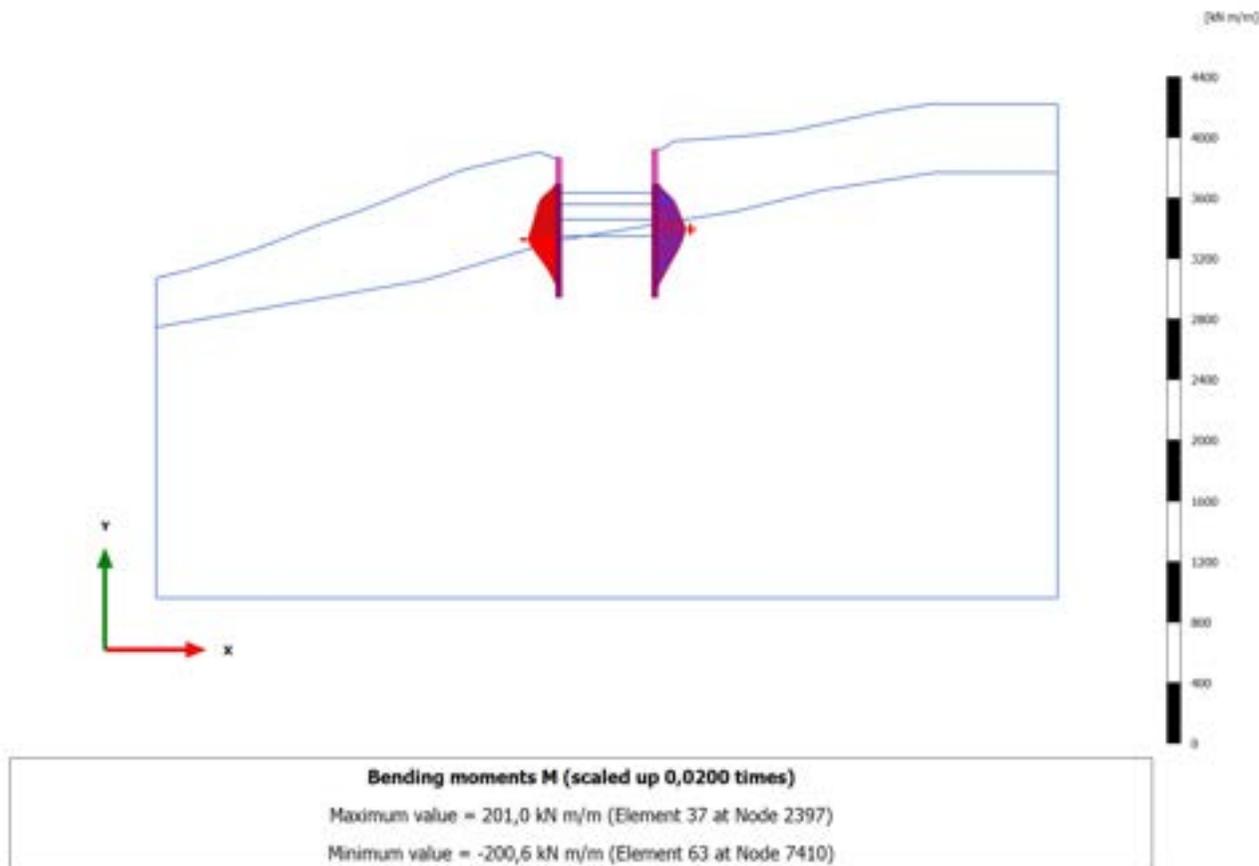
### 3.1.2.2.3 Calculation results, Plate, 1\_PRESCAVO [Phase\_14] (14/45), Bending moments M



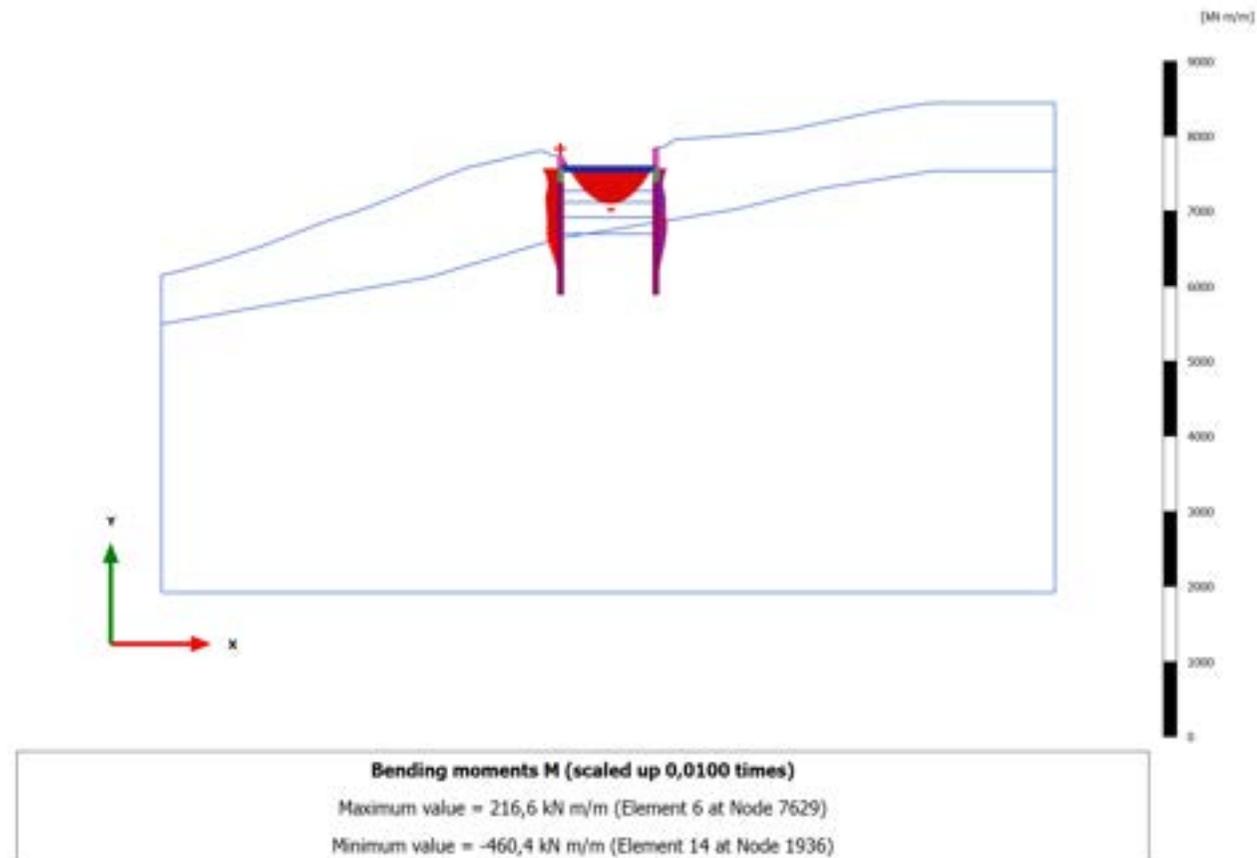
### 3.1.2.2.4 Calculation results, Plate, 2\_REALIZZAZIONE PALI [Phase\_2] (2/47), Bending moments M



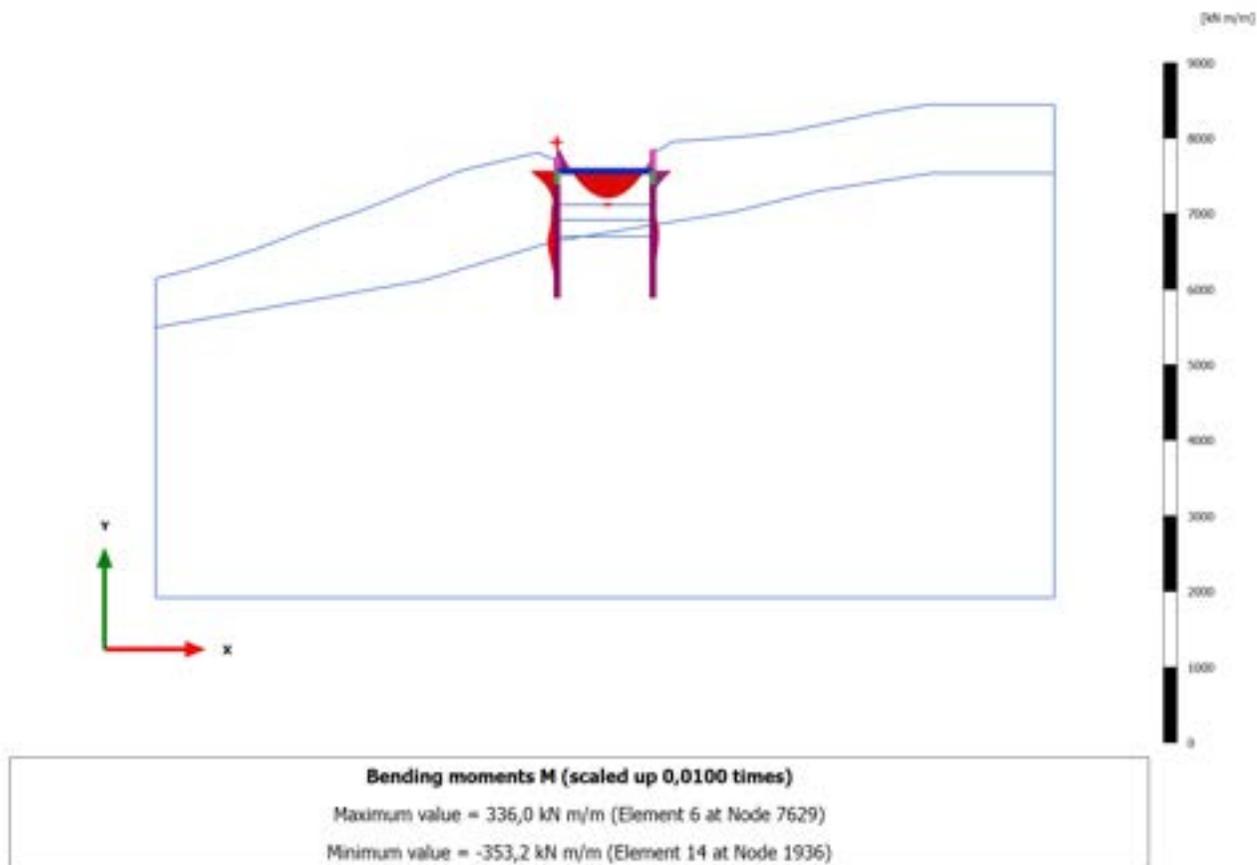
### 3.1.2.2.5 Calculation results, Plate, 3\_PRIMA FASE DI SCAVO [Phase\_3] (3/67), Bending moments M



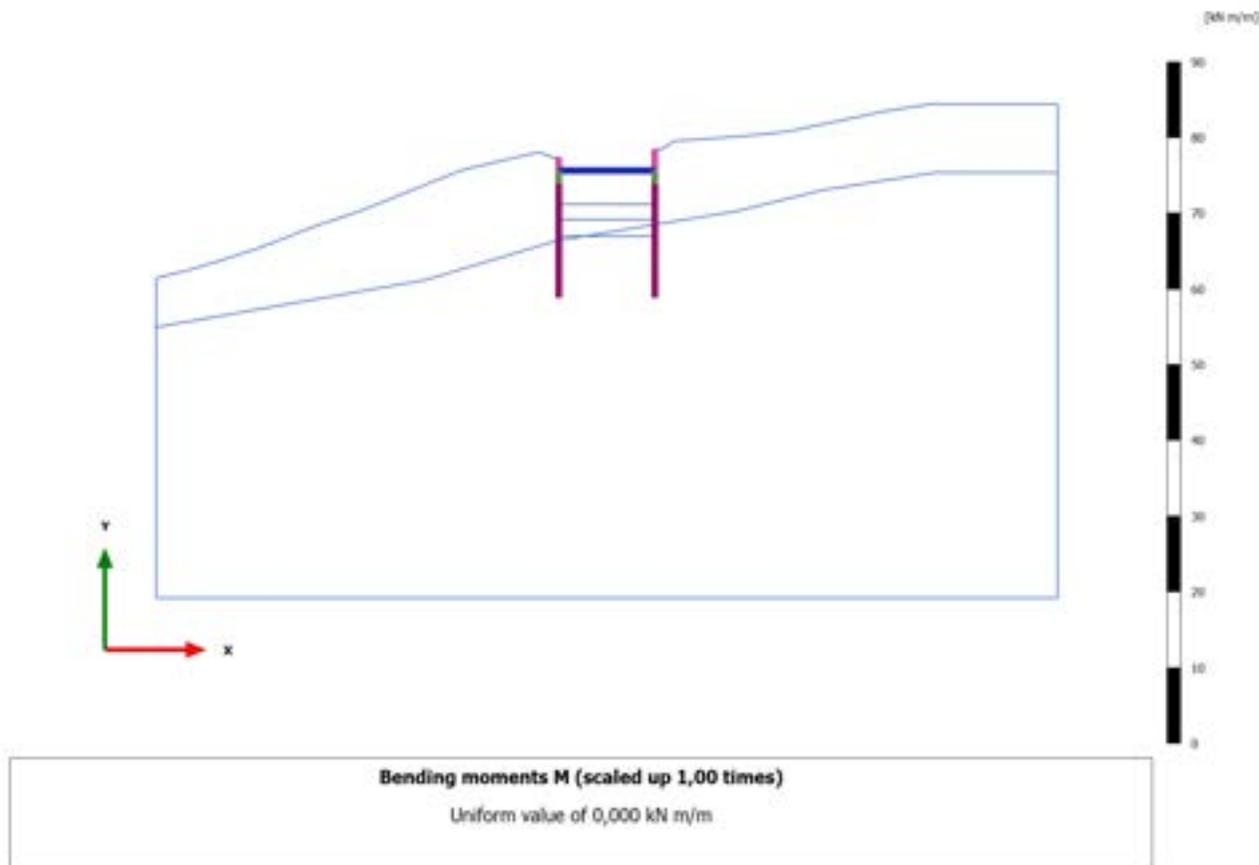
### 3.1.2.2.6 Calculation results, Plate, 4\_REALIZZAZIONE SOLETTA SUPERIORE [Phase\_4] (4/72), Bending moments M



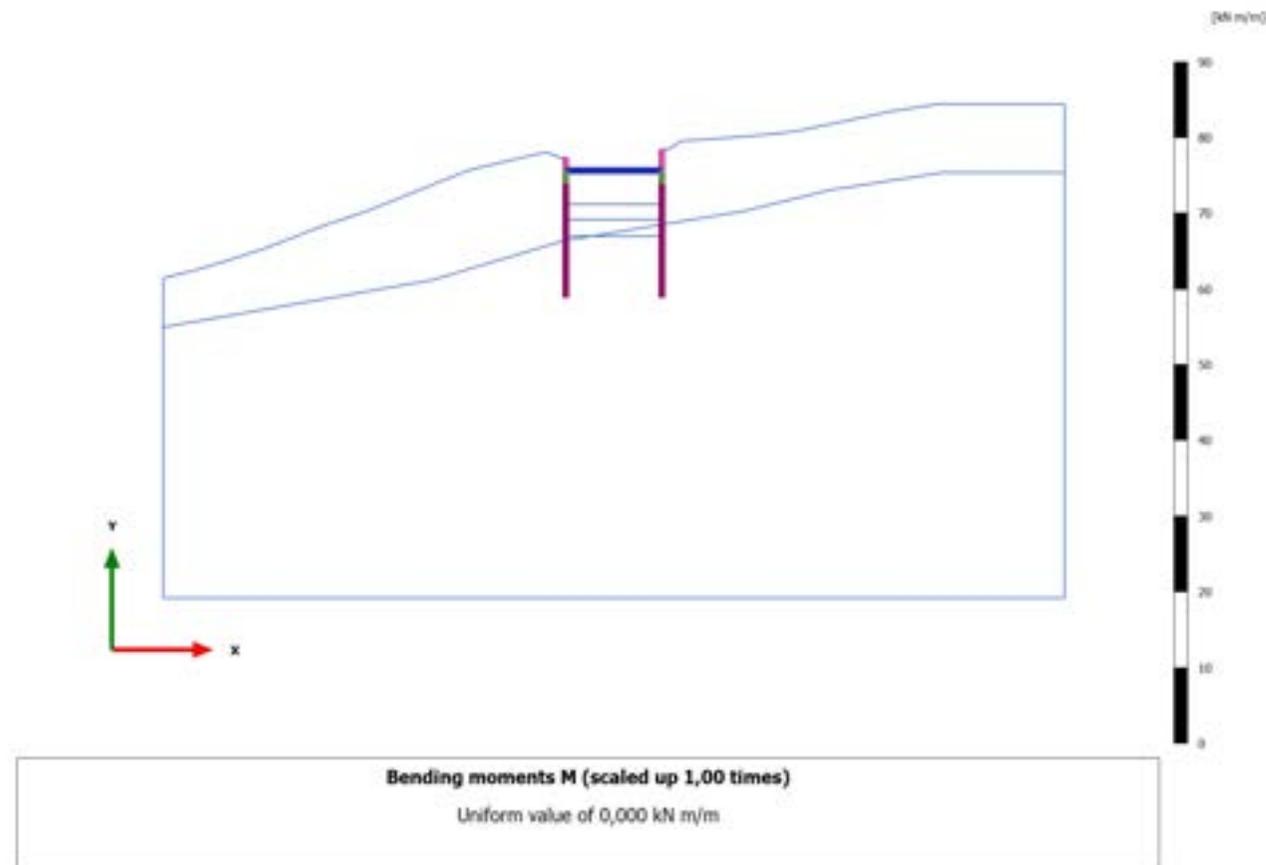
### 3.1.2.2.7 Calculation results, Plate, 5\_SECONDA FASE DI SCAVO [Phase\_5] (5/78), Bending moments M



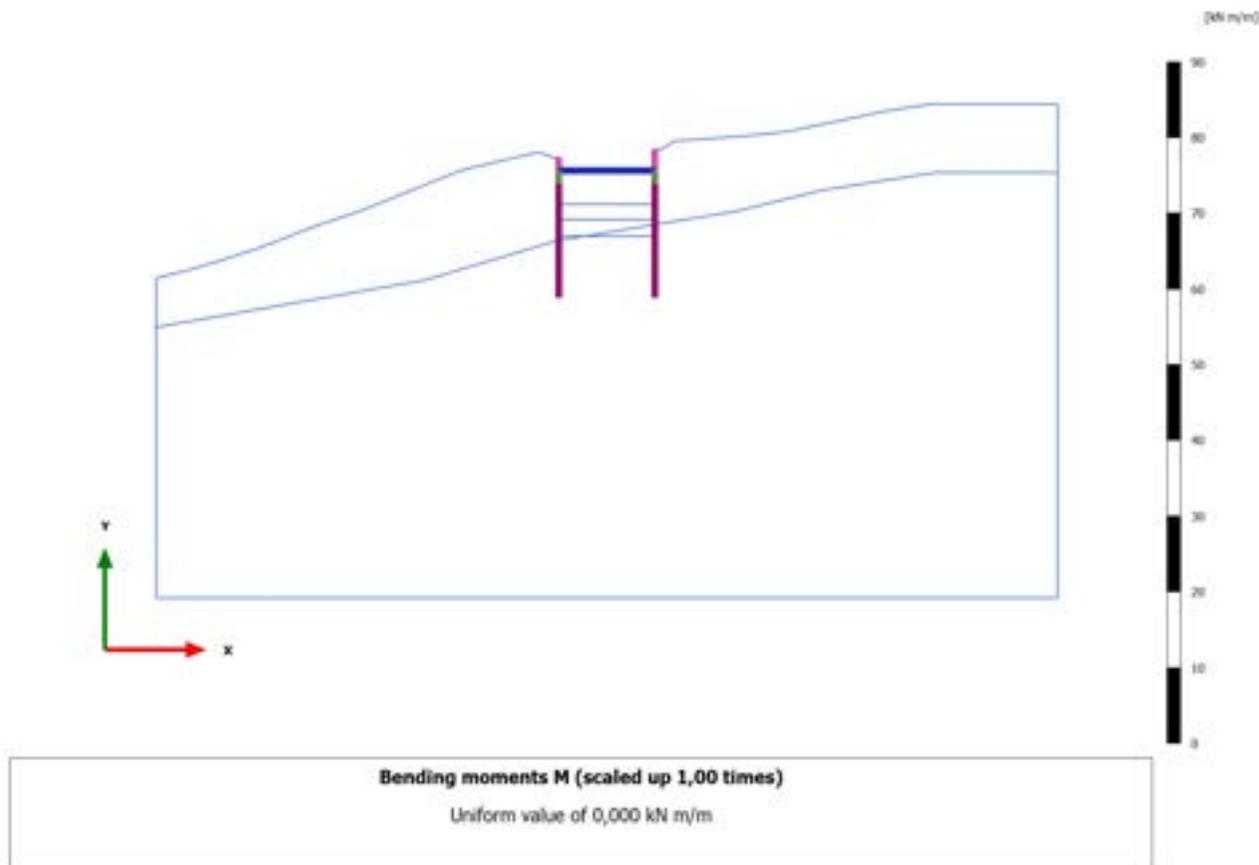
### 3.1.2.2.8 Calculation results, Plate, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Bending moments M



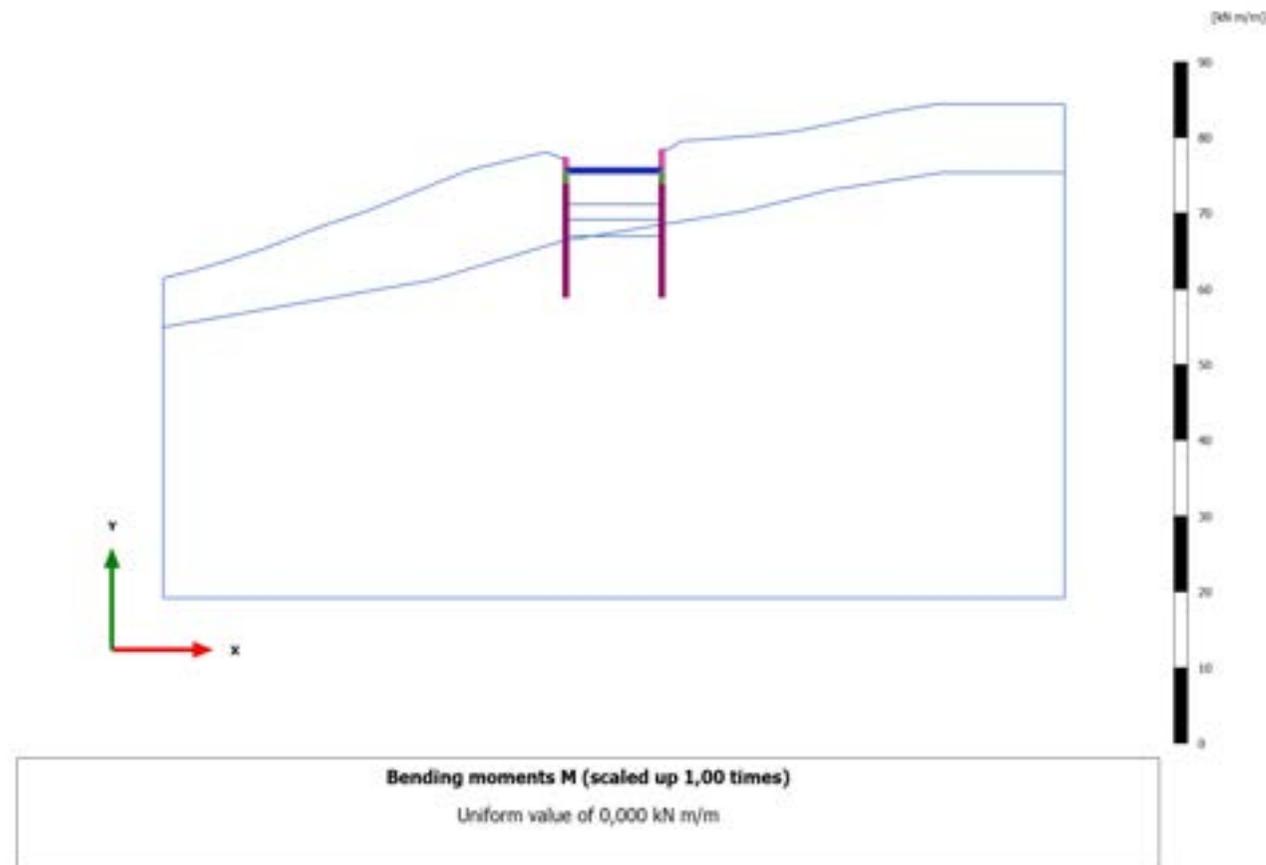
### 3.1.2.2.9 Calculation results, Plate, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Bending moments M



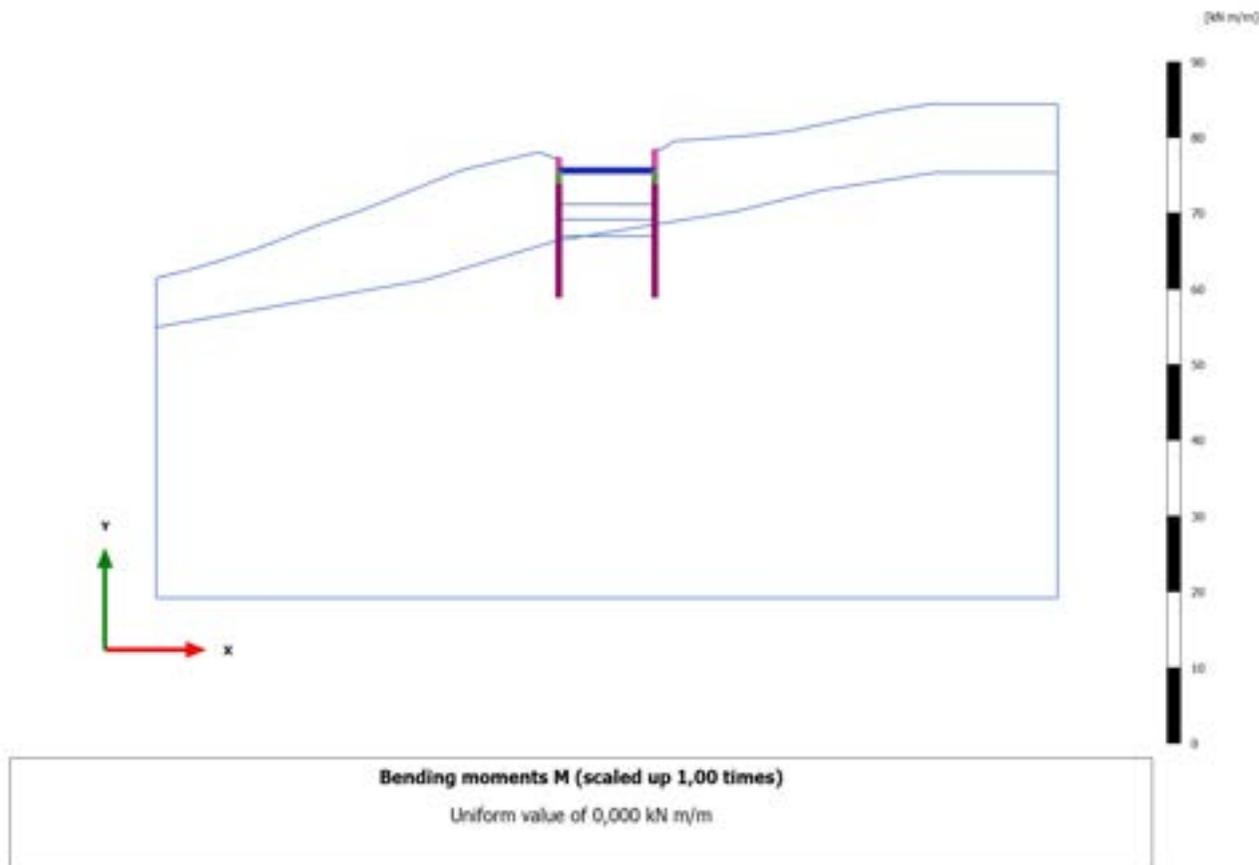
### 3.1.2.2.10 Calculation results, Plate, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Bending moments M



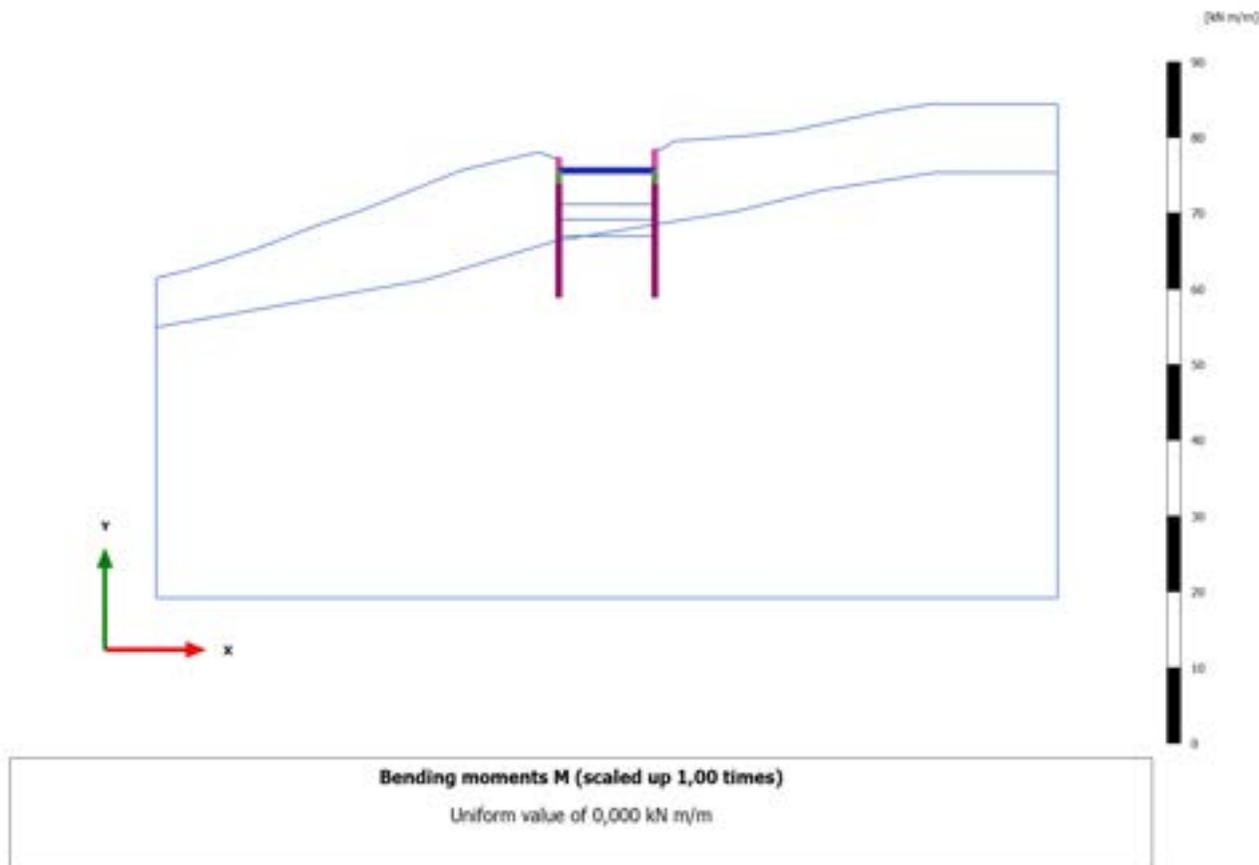
### 3.1.2.2.11 Calculation results, Plate, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Bending moments M



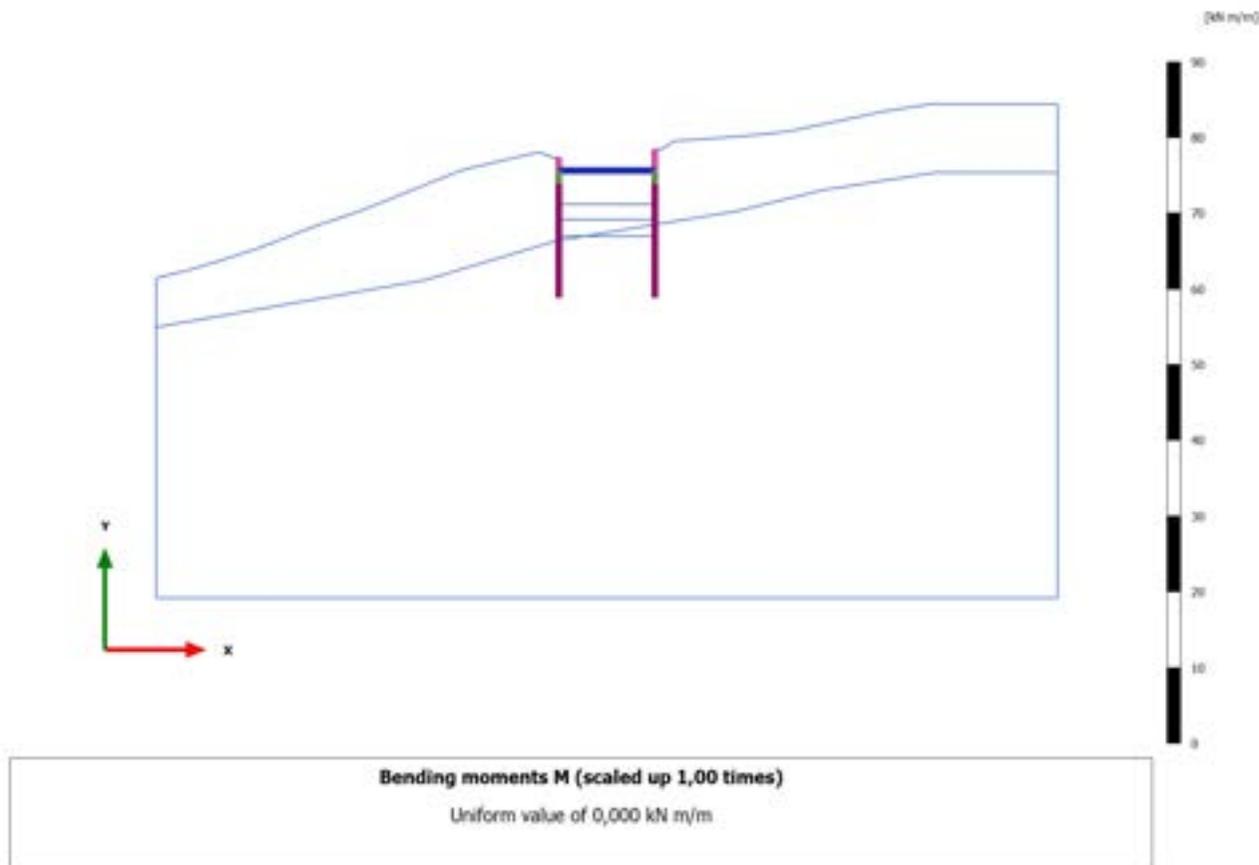
### 3.1.2.2.12 Calculation results, Plate, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Bending moments M



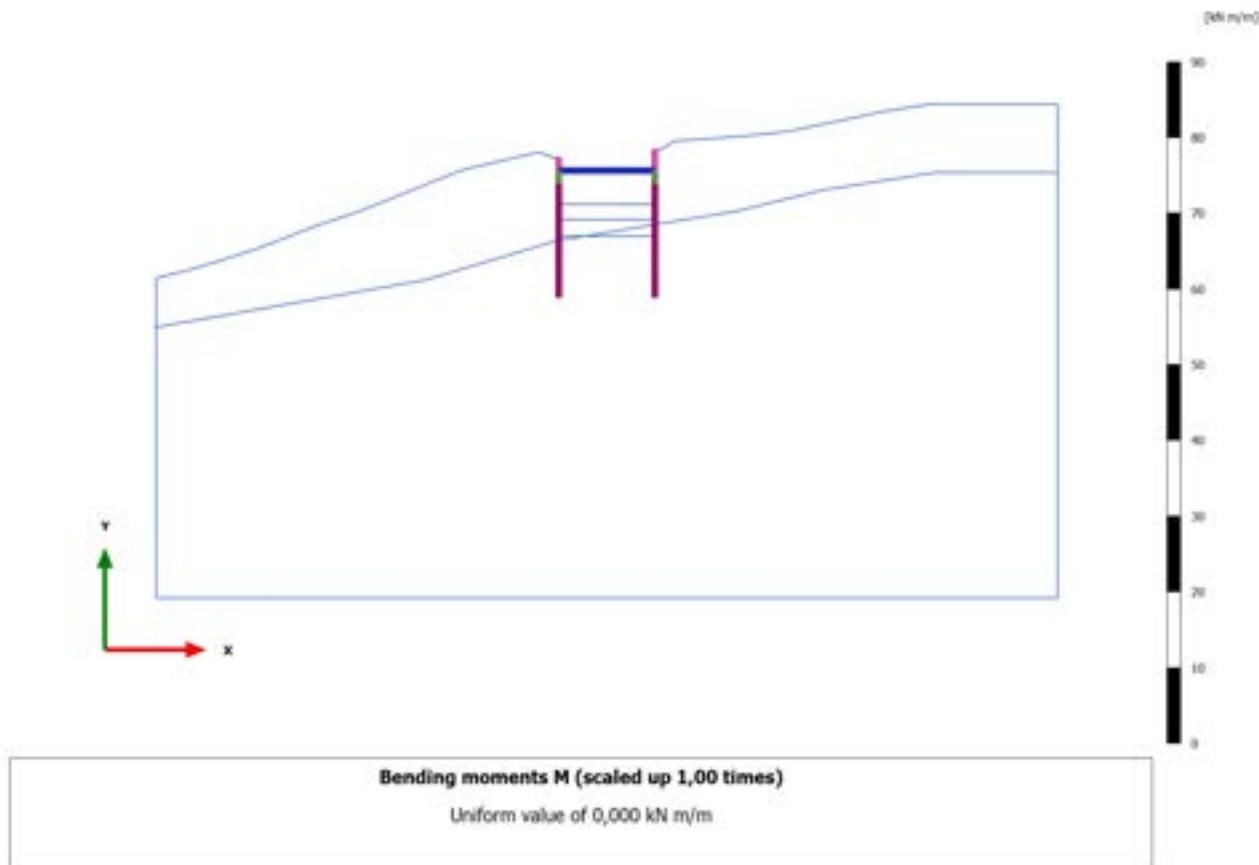
### 3.1.2.2.13 Calculation results, Plate, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Bending moments M



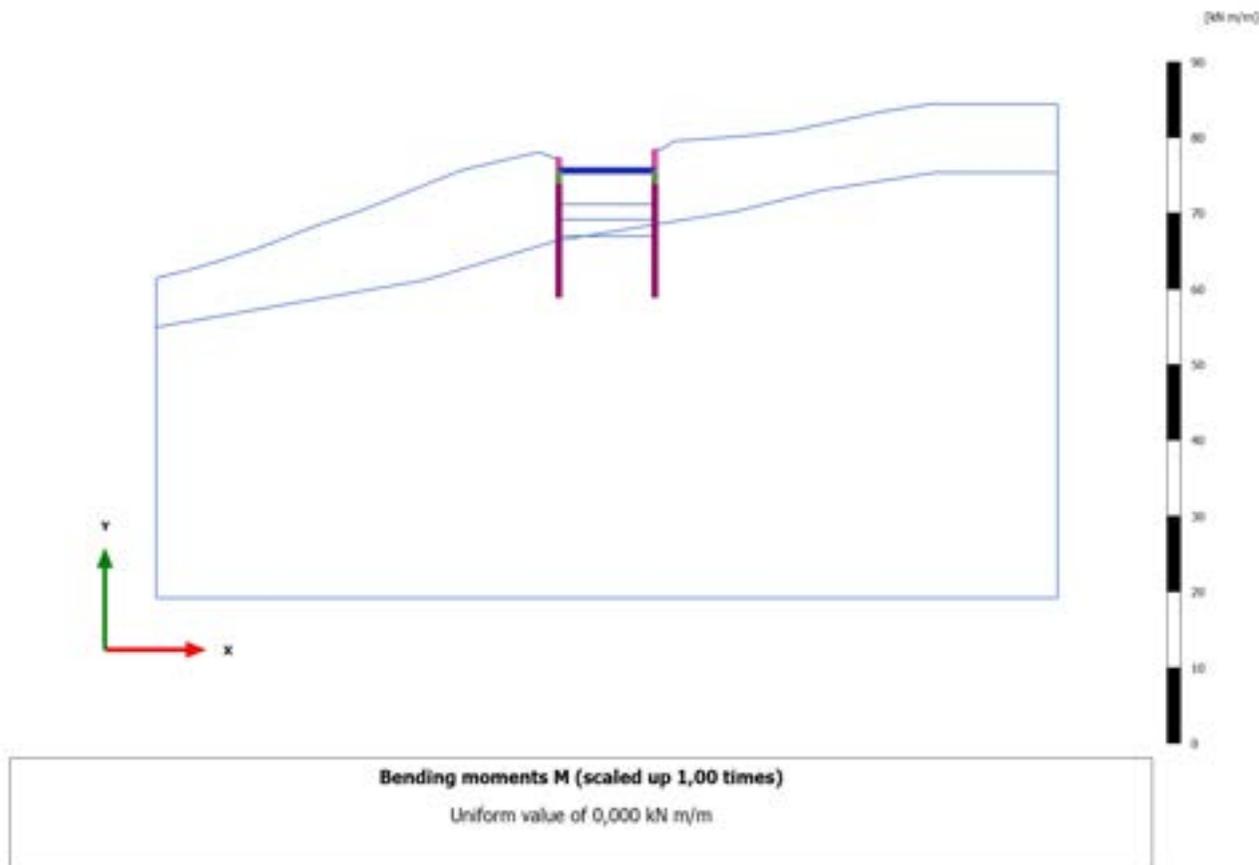
### 3.1.2.2.14 Calculation results, Plate, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Bending moments M



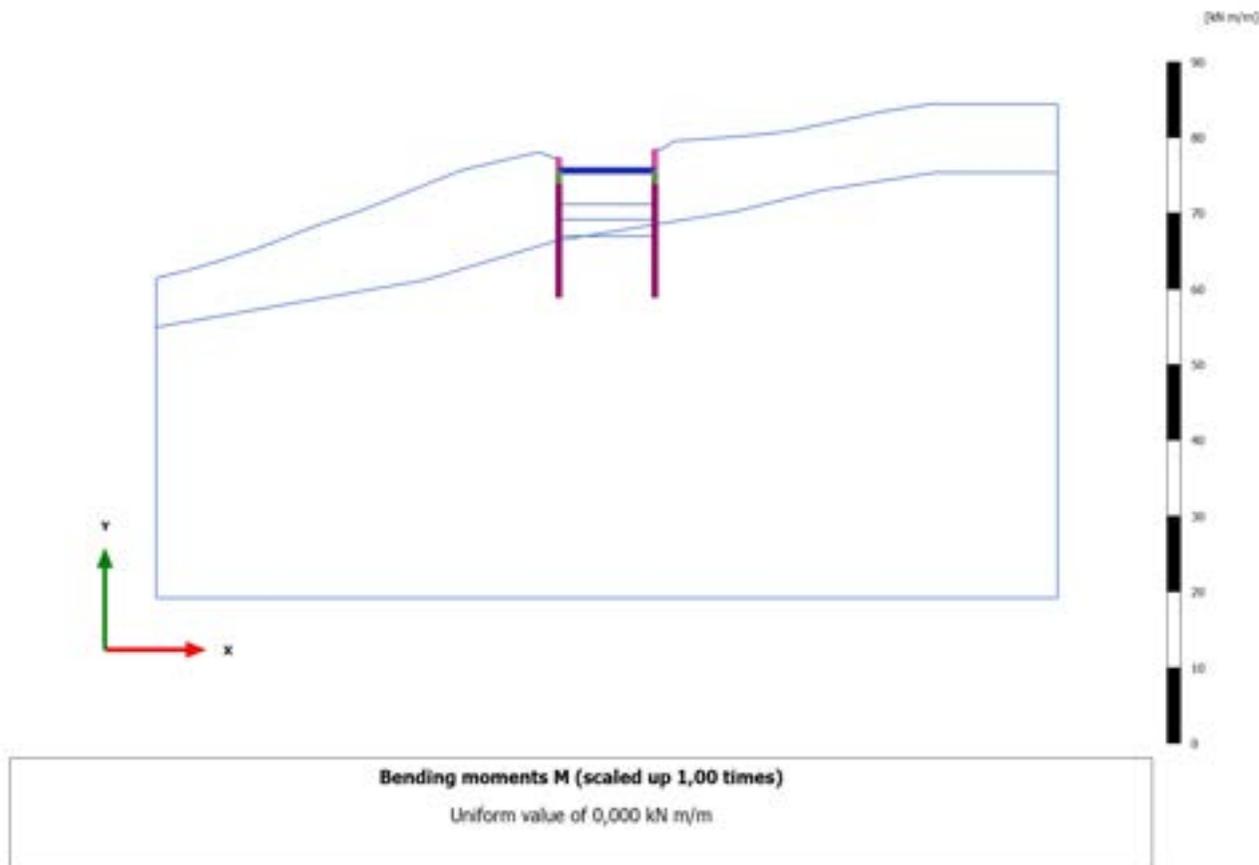
### 3.1.2.2.15 Calculation results, Plate, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Bending moments M



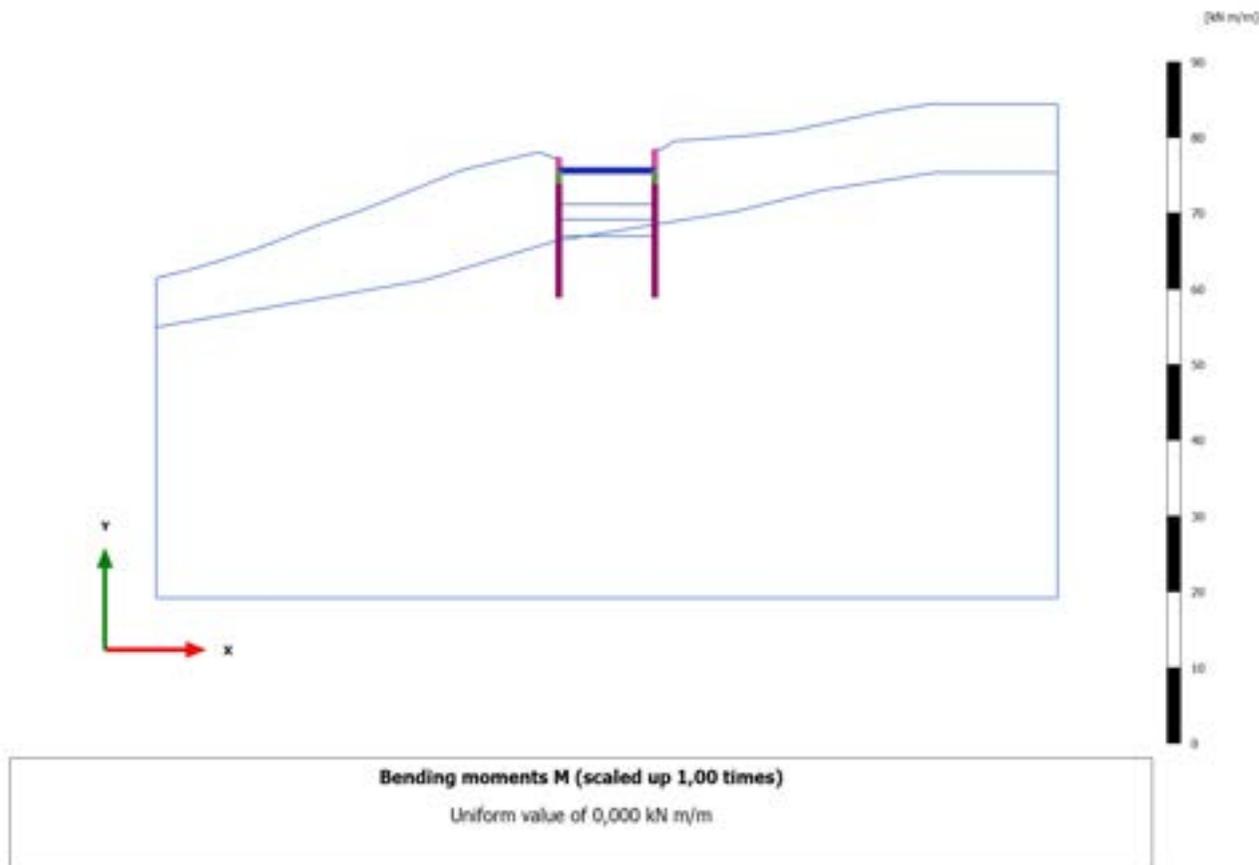
### 3.1.2.2.16 Calculation results, Plate, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Bending moments M



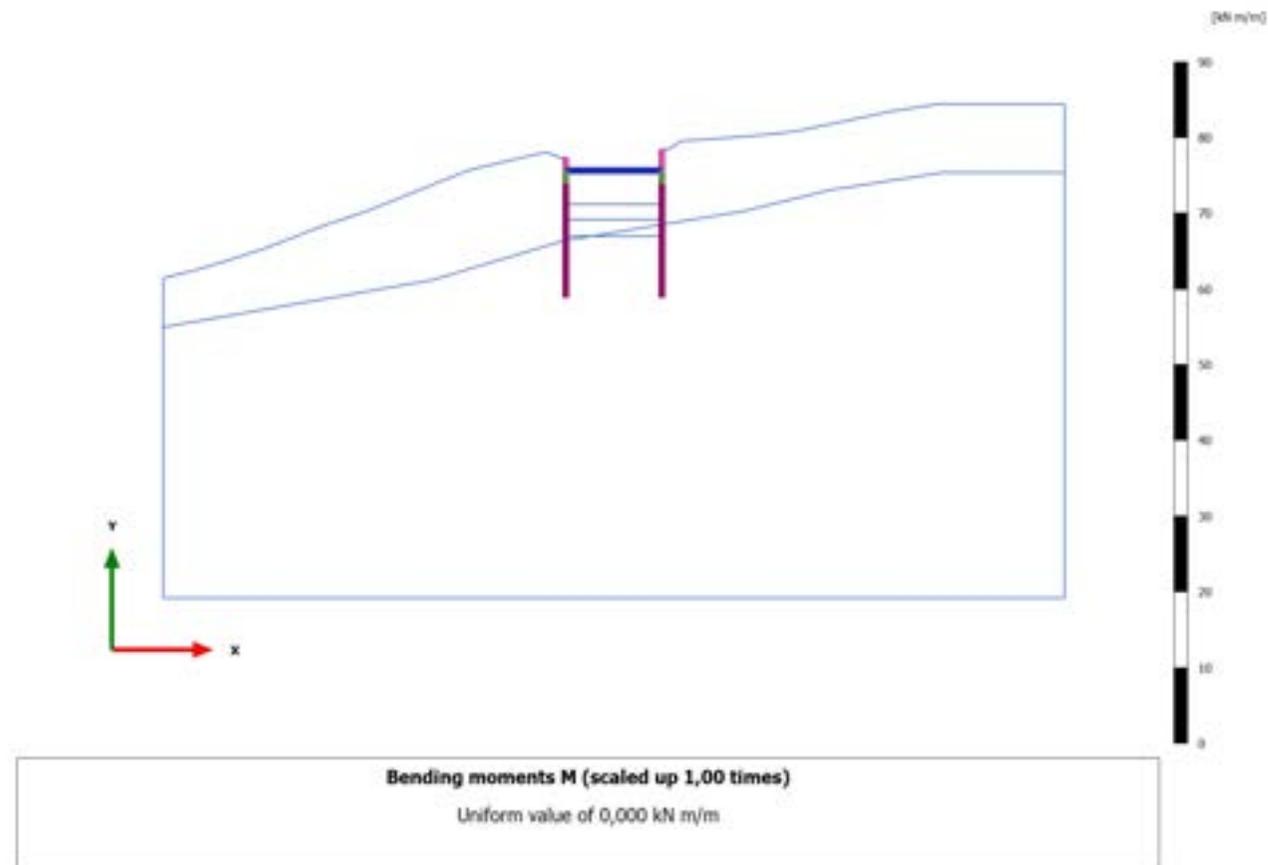
### 3.1.2.2.17 Calculation results, Plate, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Bending moments M



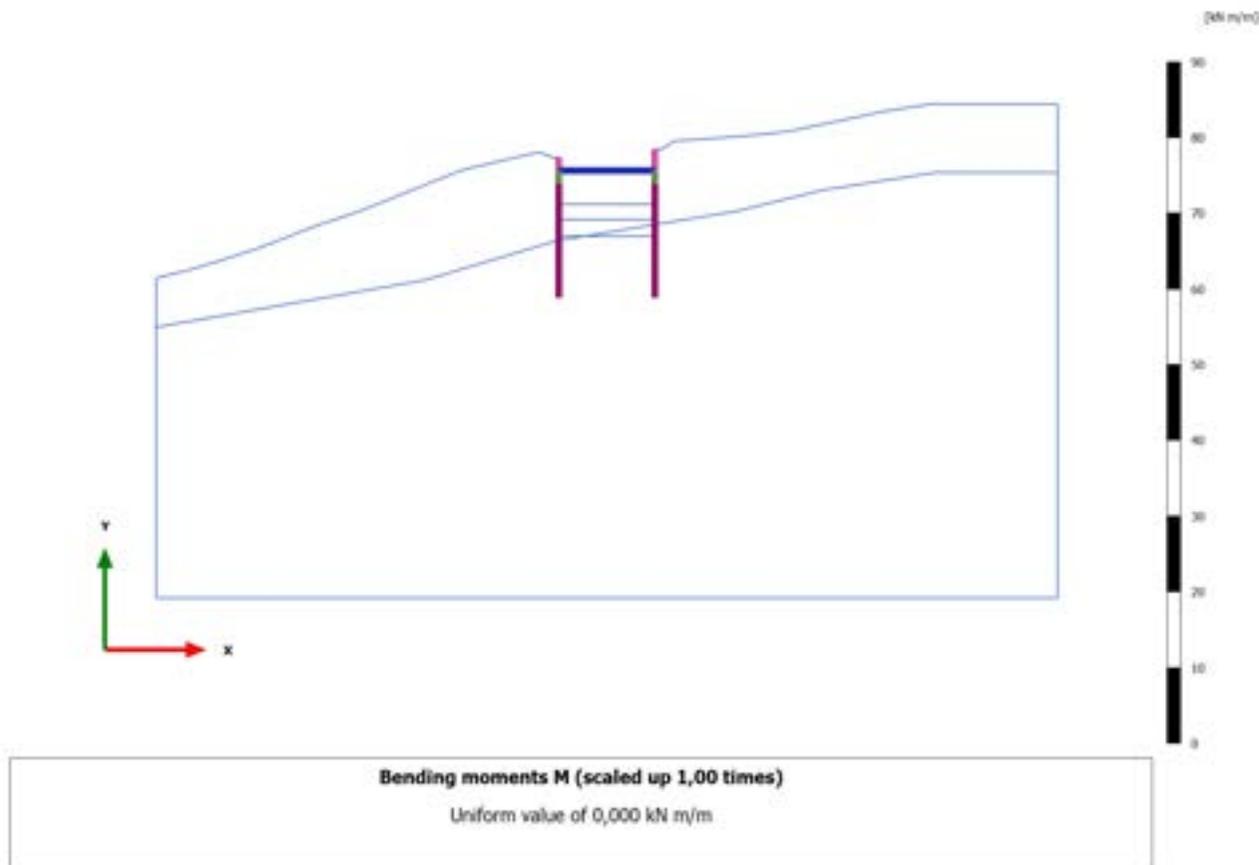
### 3.1.2.2.18 Calculation results, Plate, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Bending moments M



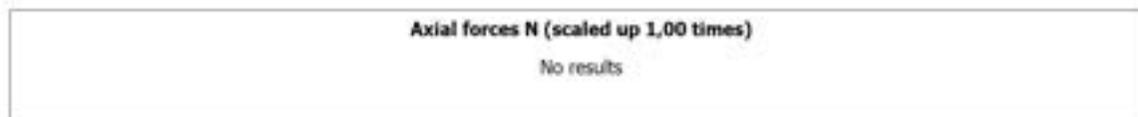
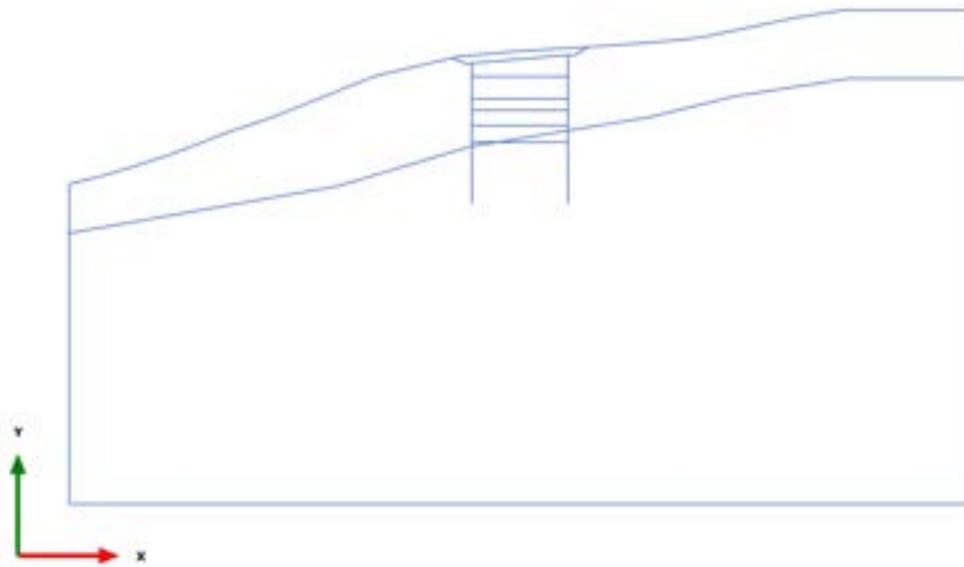
### 3.1.2.2.19 Calculation results, Plate, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Bending moments M



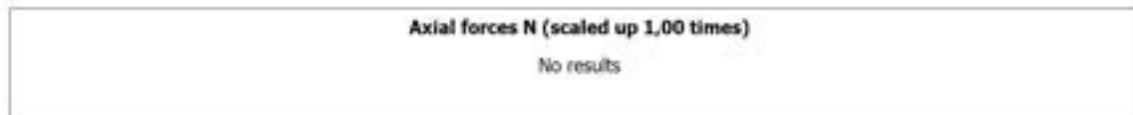
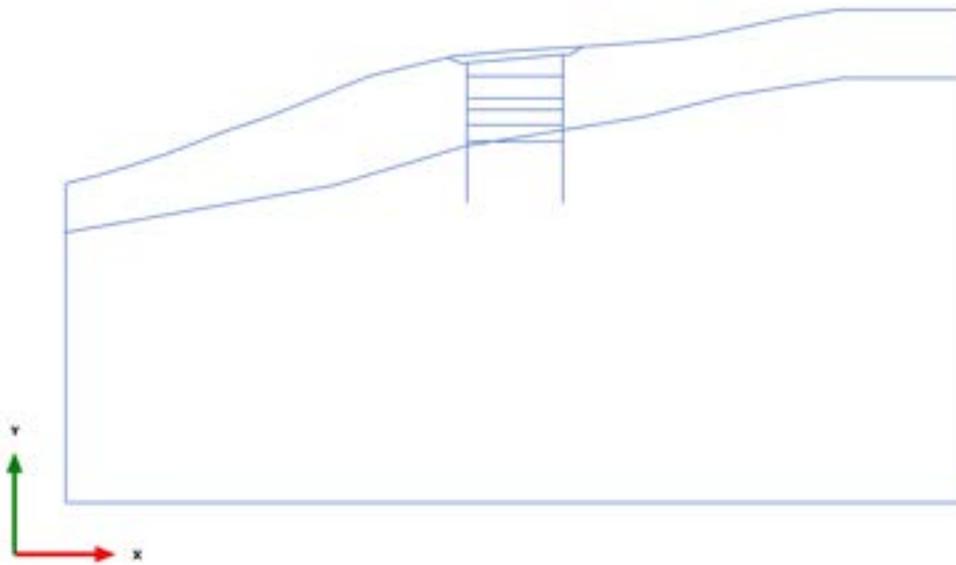
### 3.1.2.2.20 Calculation results, Plate, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Bending moments M



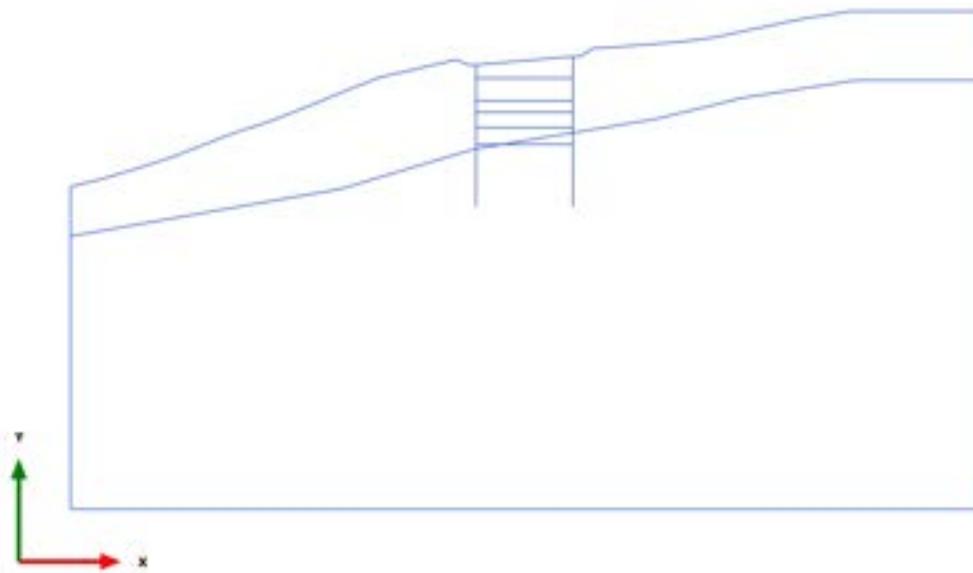
### 3.1.2.3.1 Calculation results, Plate, 0\_CONDIZIONE GEOSTATICA [InitialPhase] (0/6), Axial forces N



3.1.2.3.2 Calculation results, Plate, 0.1\_AZZERAMENTO SPOSTAMENTI [Phase\_1]  
(1/43), Axial forces N

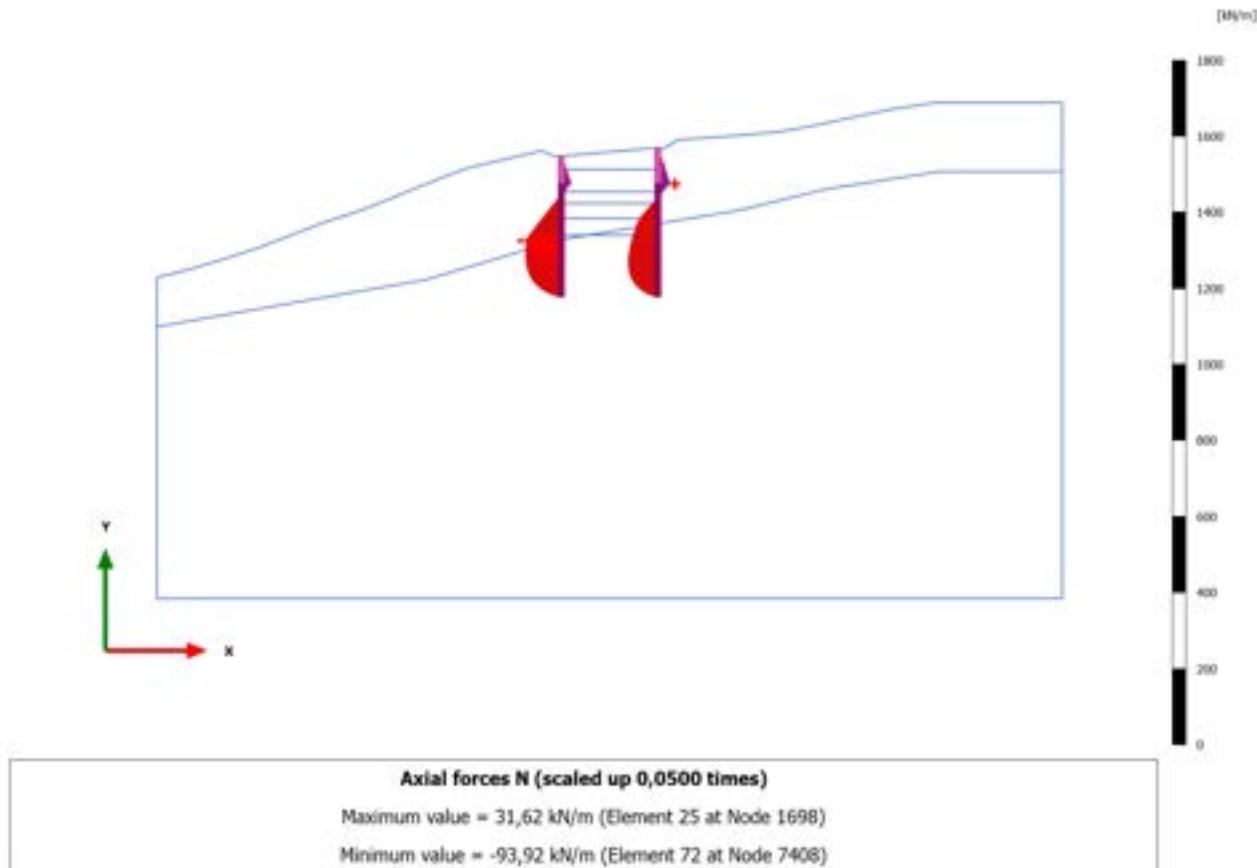


## 3.1.2.3.3 Calculation results, Plate, 1\_PRESCAVO [Phase\_14] (14/45), Axial forces N

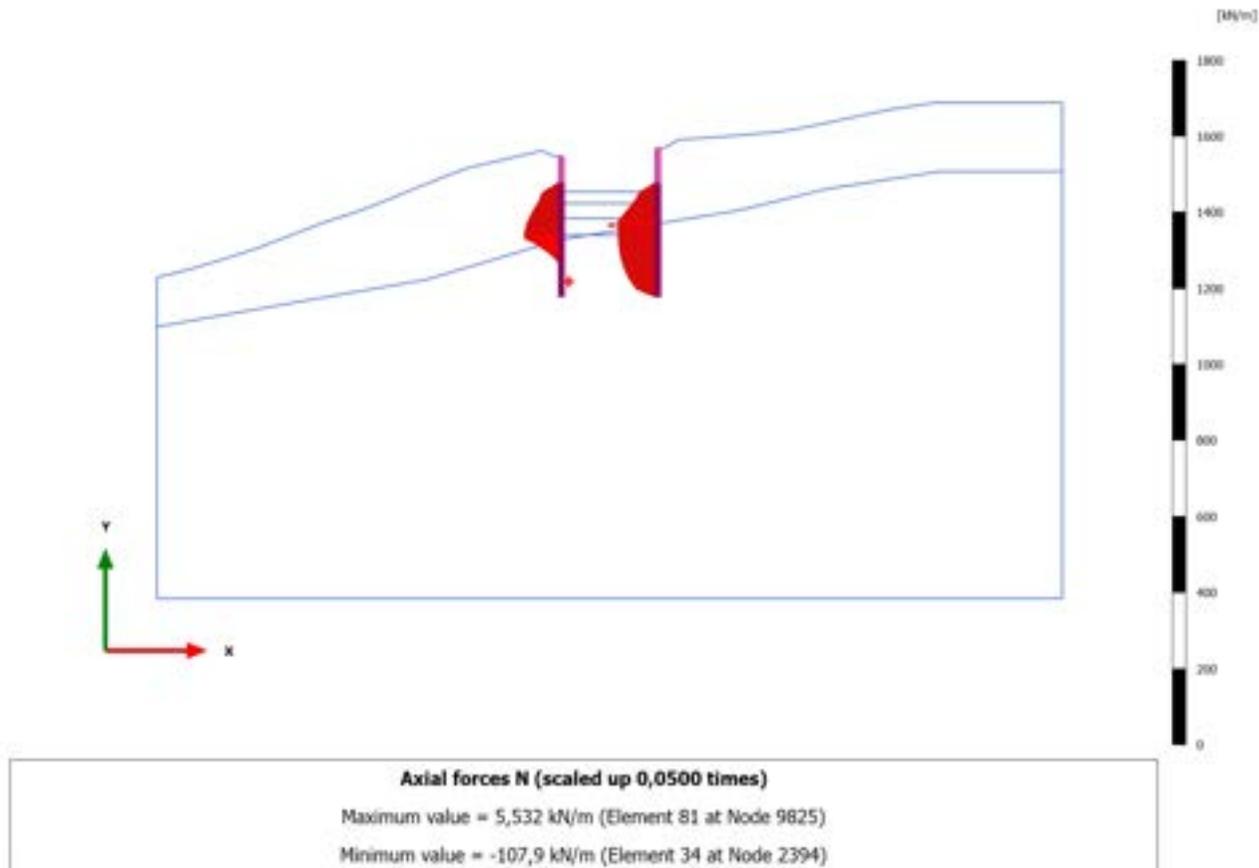


Axial forces N (scaled up 1,00 times)  
No results

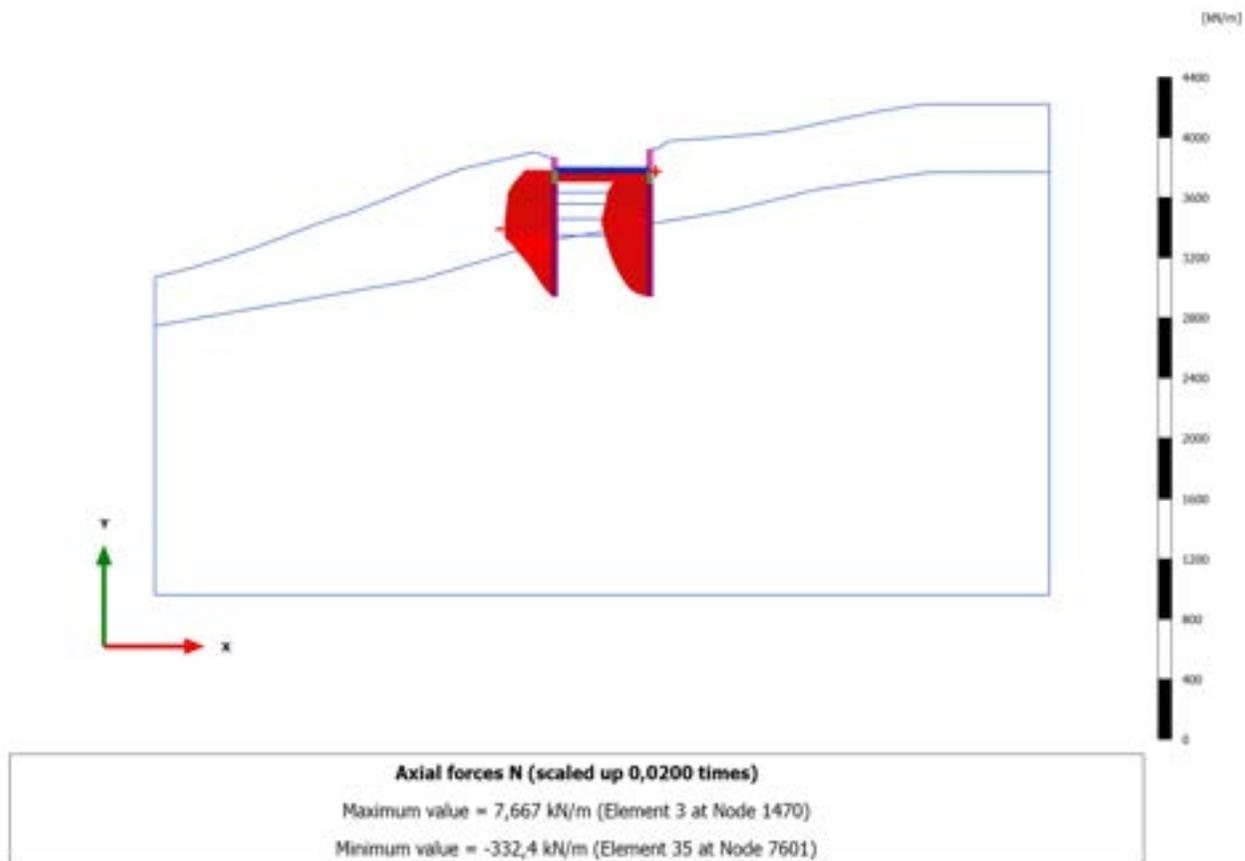
### 3.1.2.3.4 Calculation results, Plate, 2\_REALIZZAZIONE PALI [Phase\_2] (2/47), Axial forces N



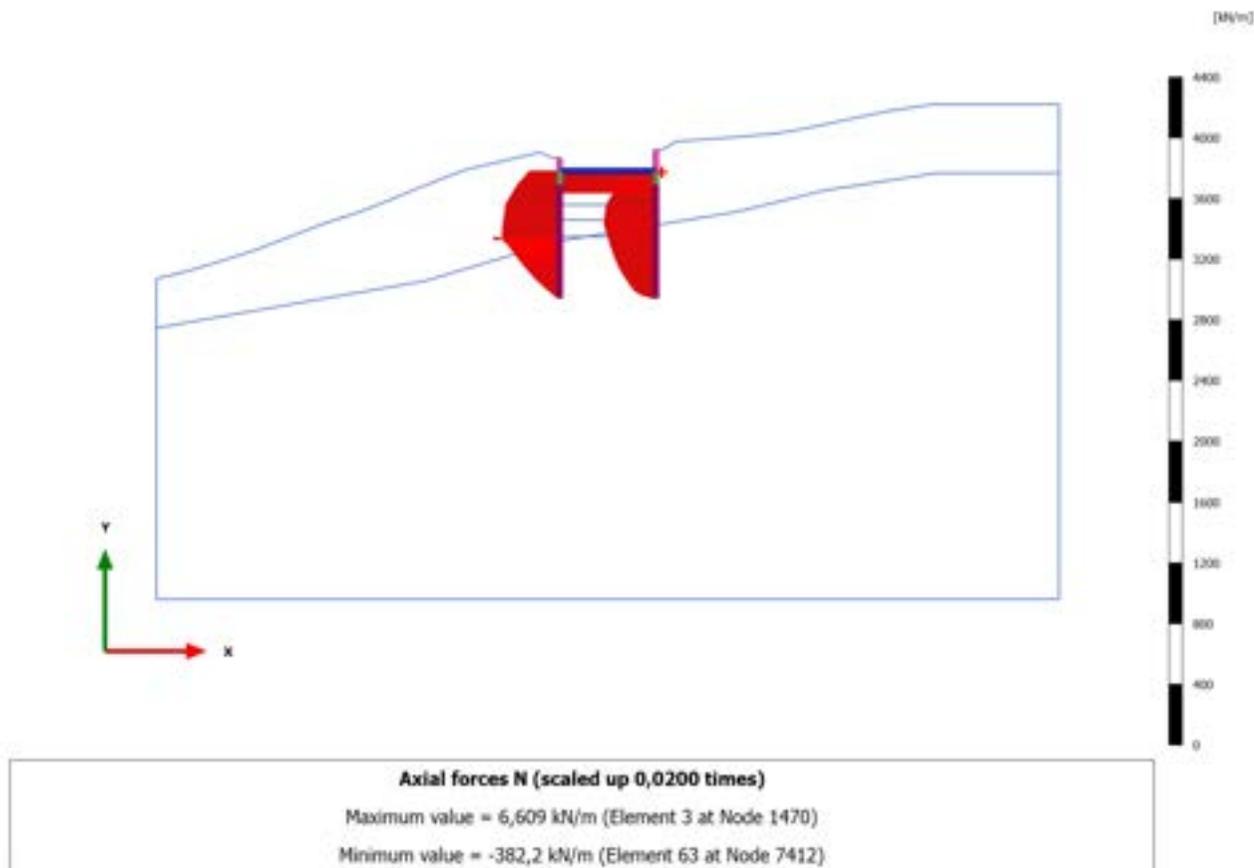
### 3.1.2.3.5 Calculation results, Plate, 3\_PRIMA FASE DI SCAVO [Phase\_3] (3/67), Axial forces N



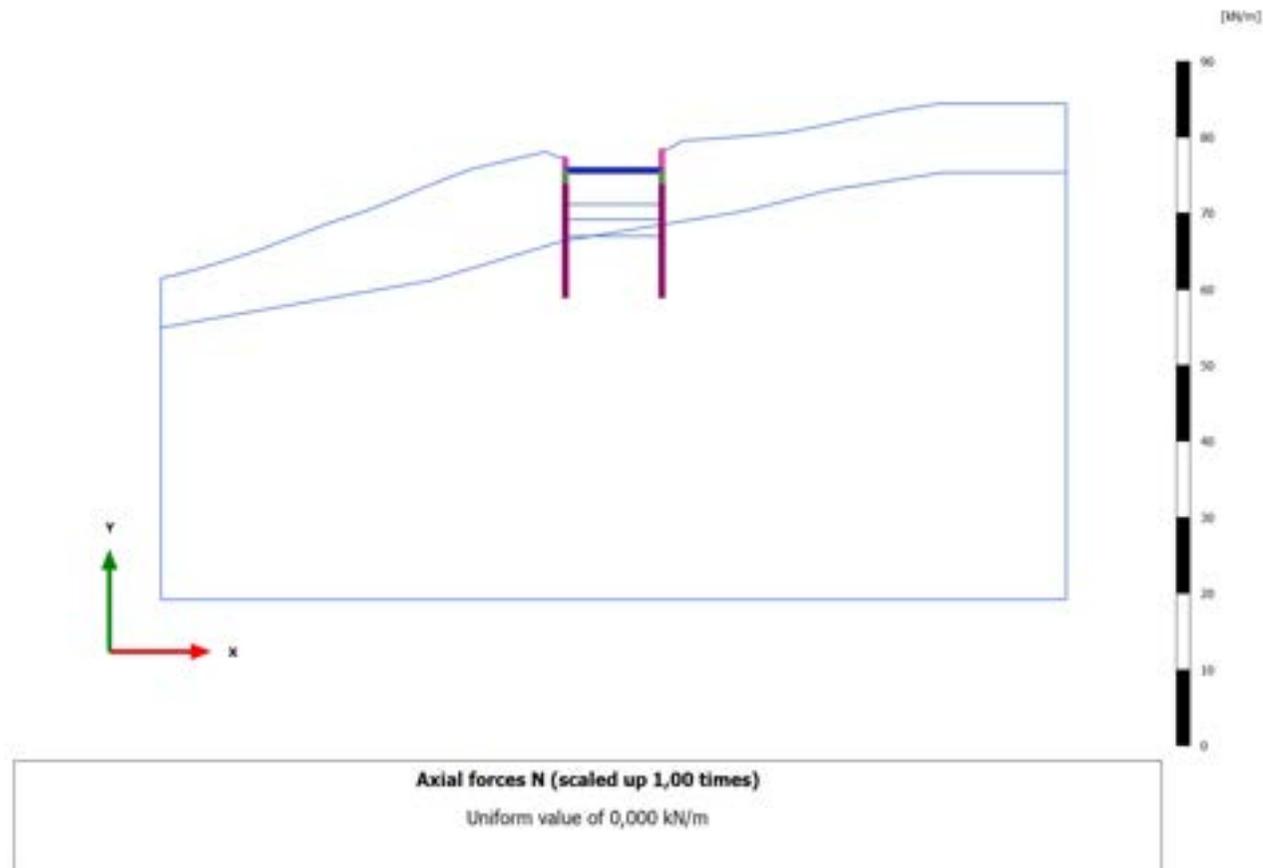
### 3.1.2.3.6 Calculation results, Plate, 4\_REALIZZAZIONE SOLETTA SUPERIORE [Phase\_4] (4/72), Axial forces N



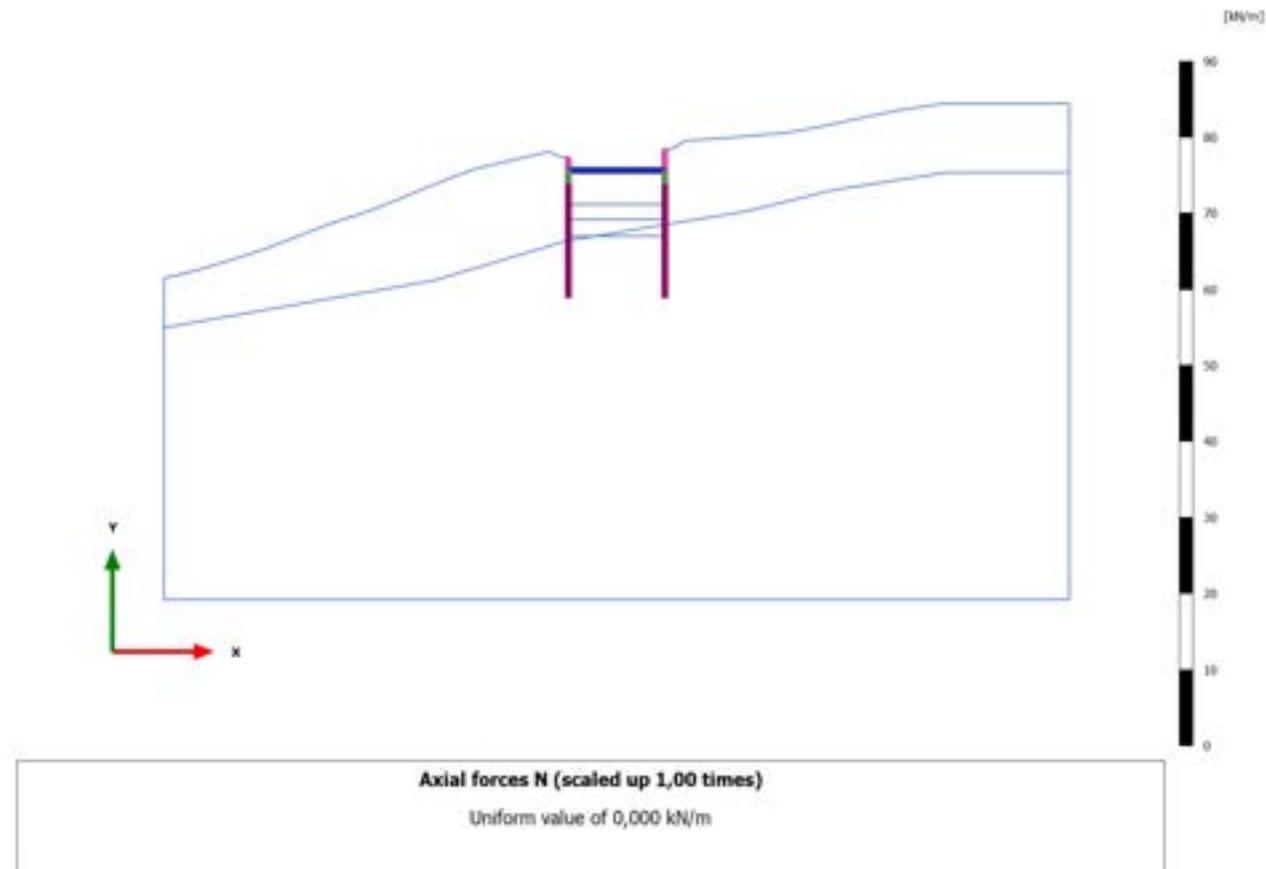
### 3.1.2.3.7 Calculation results, Plate, 5\_SECONDA FASE DI SCAVO [Phase\_5] (5/78), Axial forces N



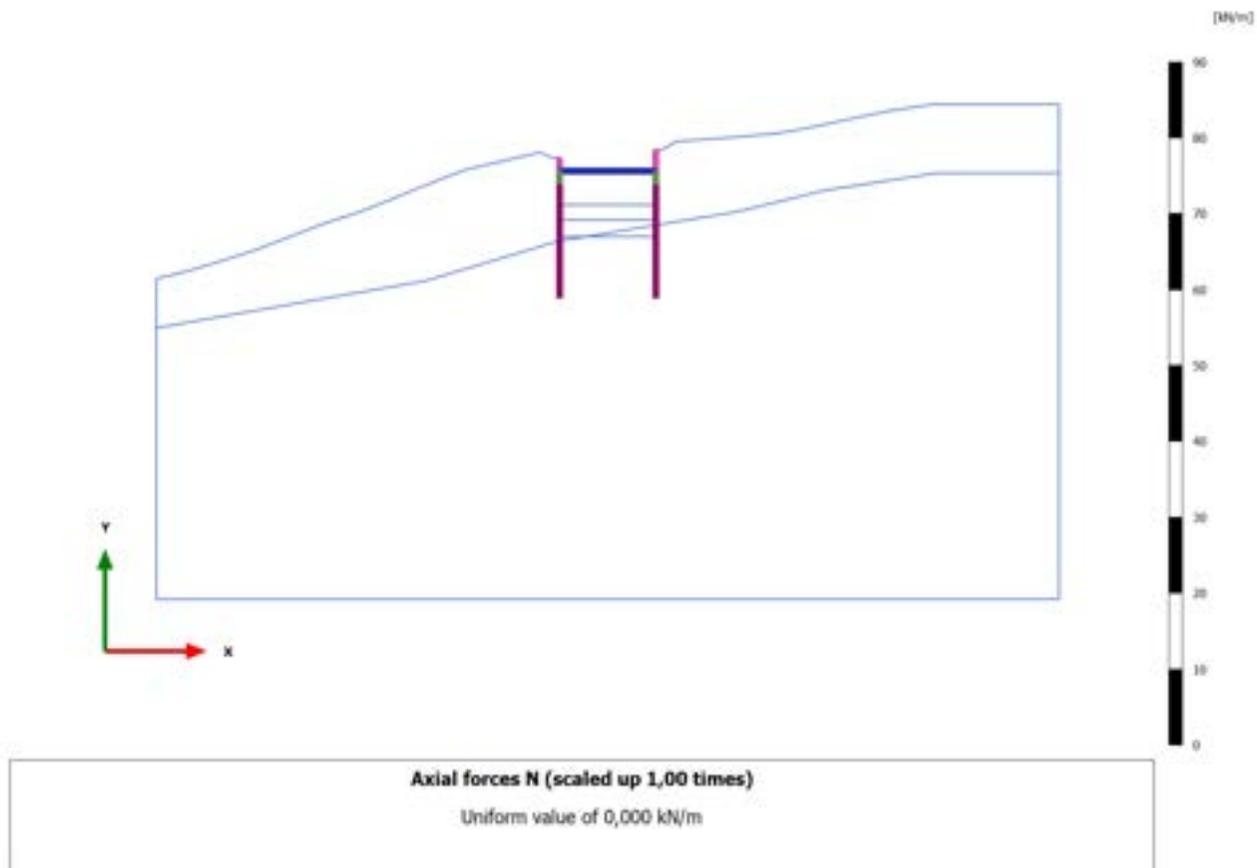
### 3.1.2.3.8 Calculation results, Plate, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Axial forces N



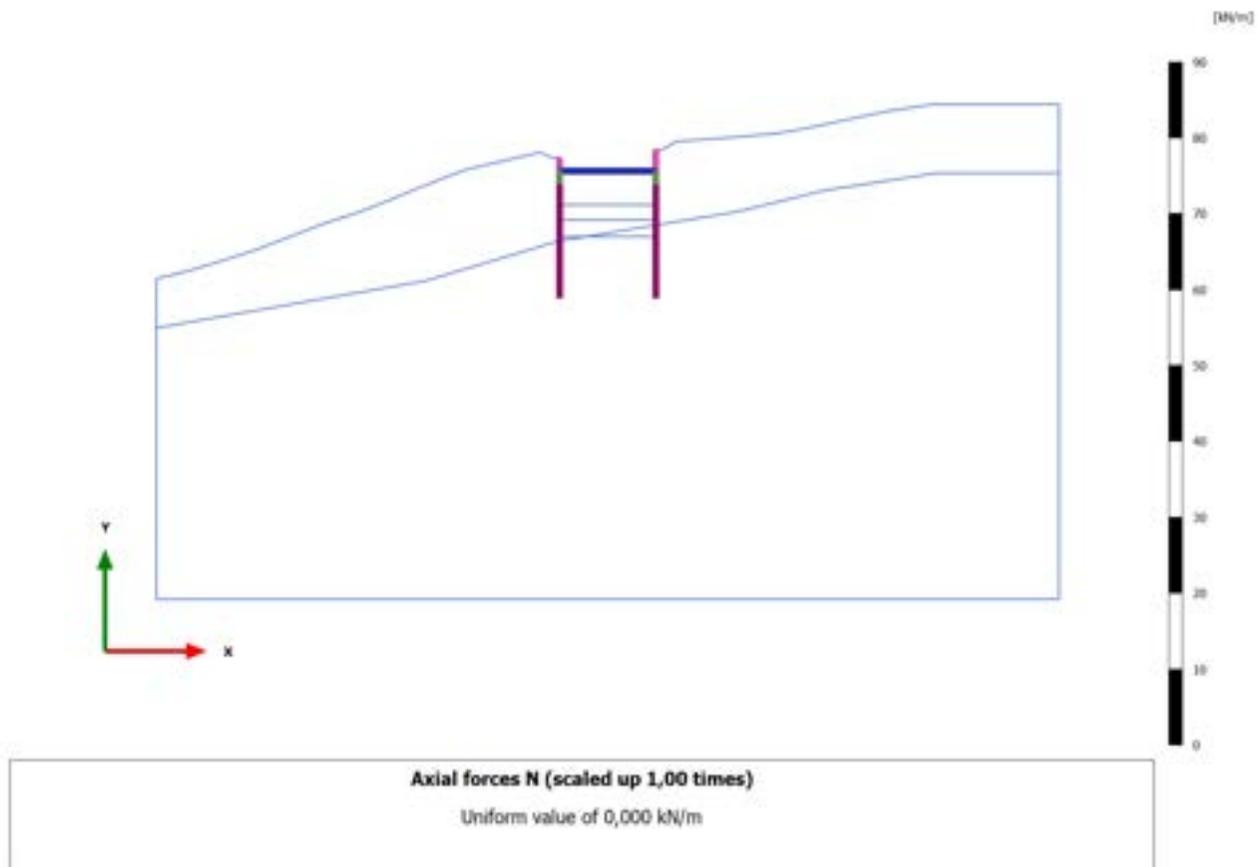
### 3.1.2.3.9 Calculation results, Plate, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Axial forces N



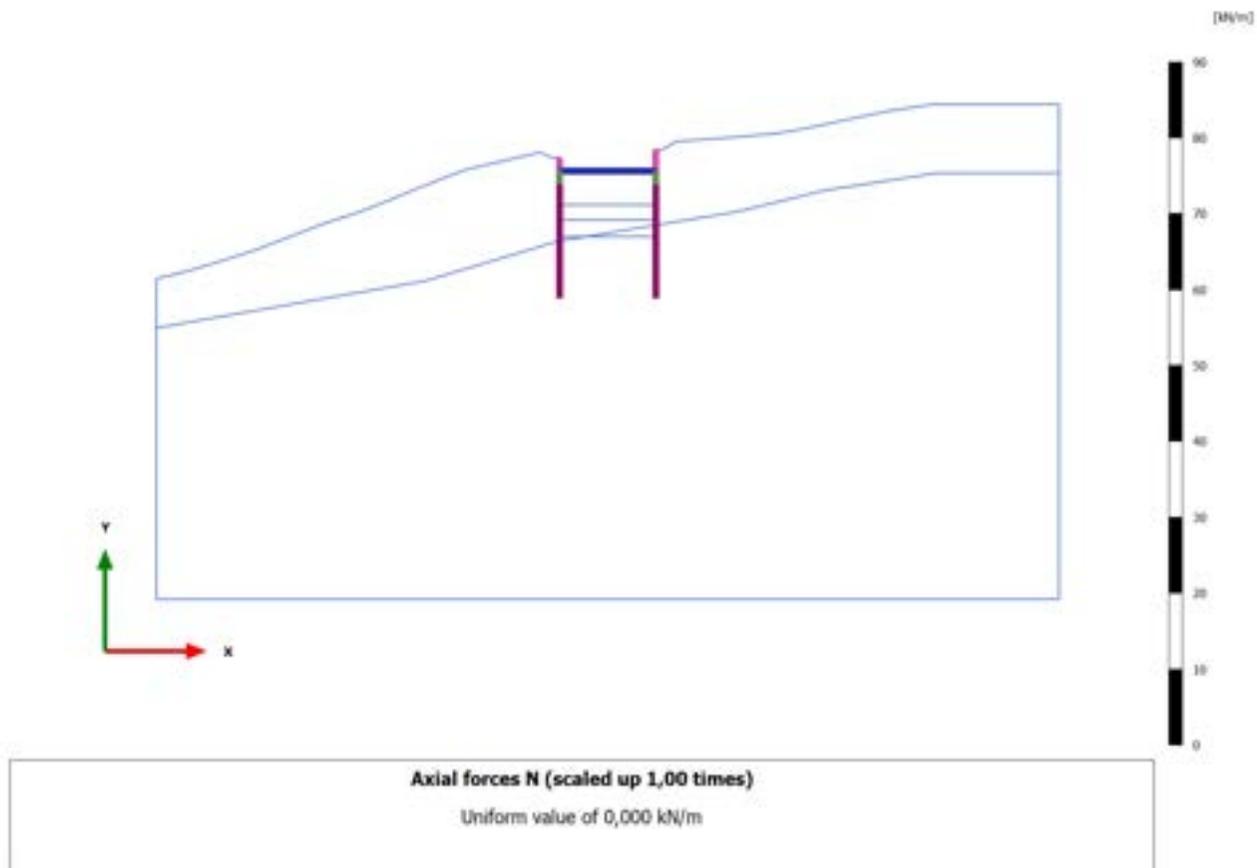
### 3.1.2.3.10 Calculation results, Plate, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Axial forces N



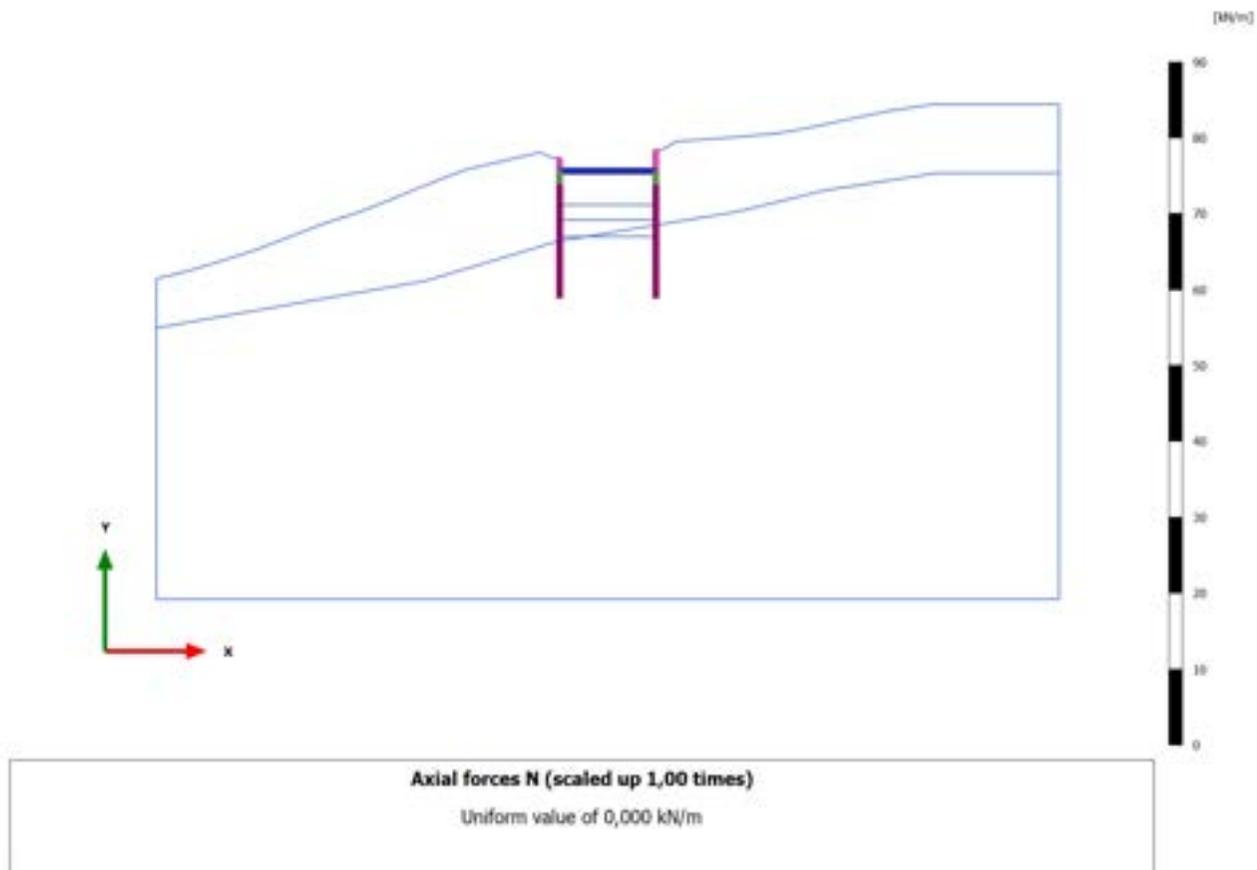
### 3.1.2.3.11 Calculation results, Plate, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Axial forces N



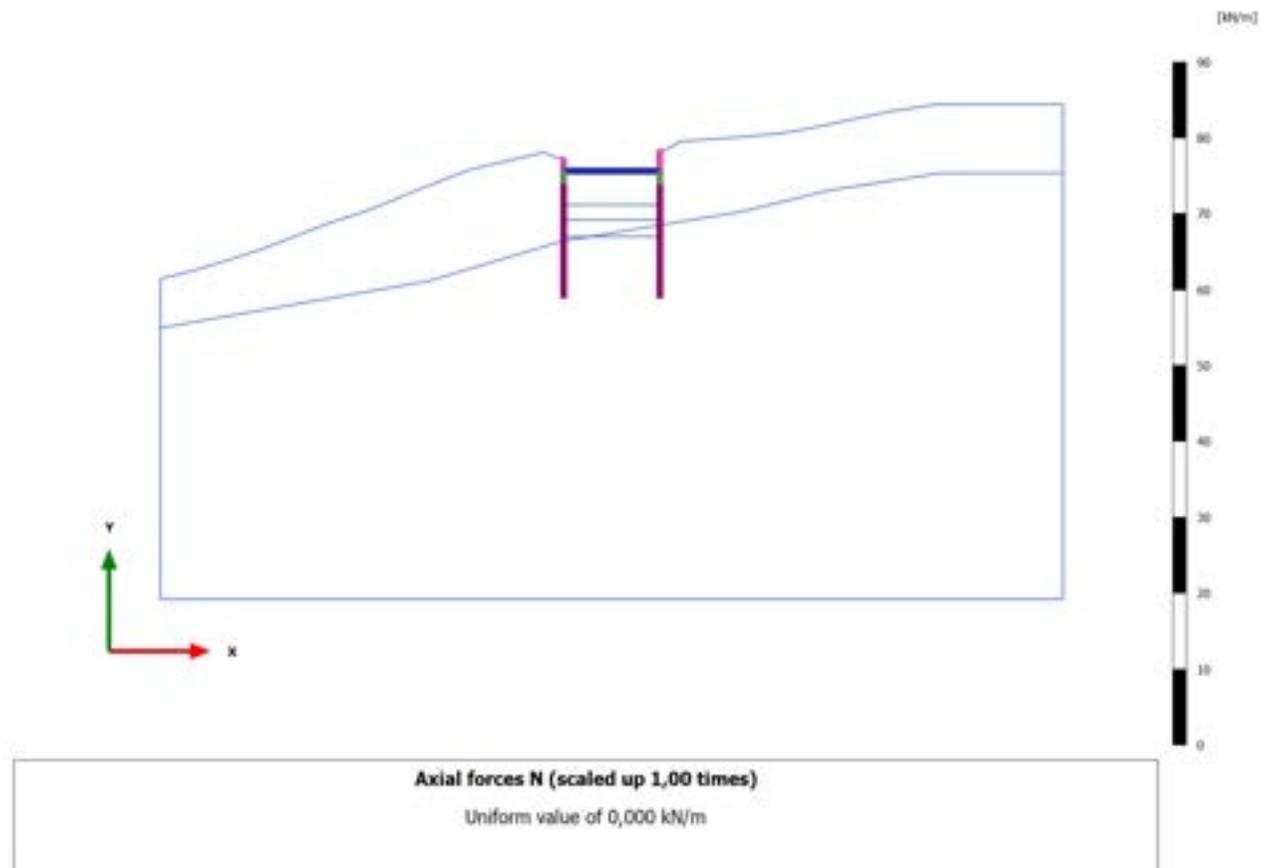
### 3.1.2.3.12 Calculation results, Plate, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Axial forces N



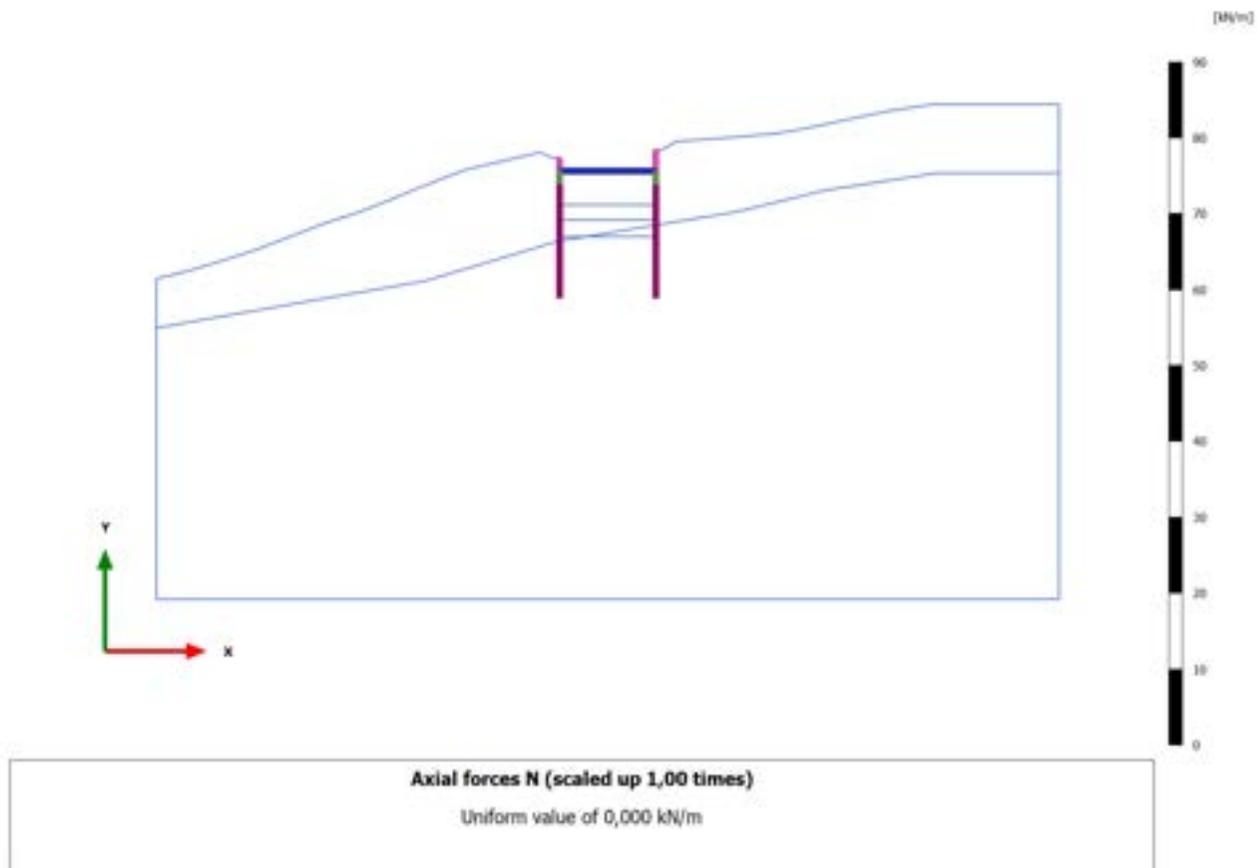
### 3.1.2.3.13 Calculation results, Plate, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Axial forces N



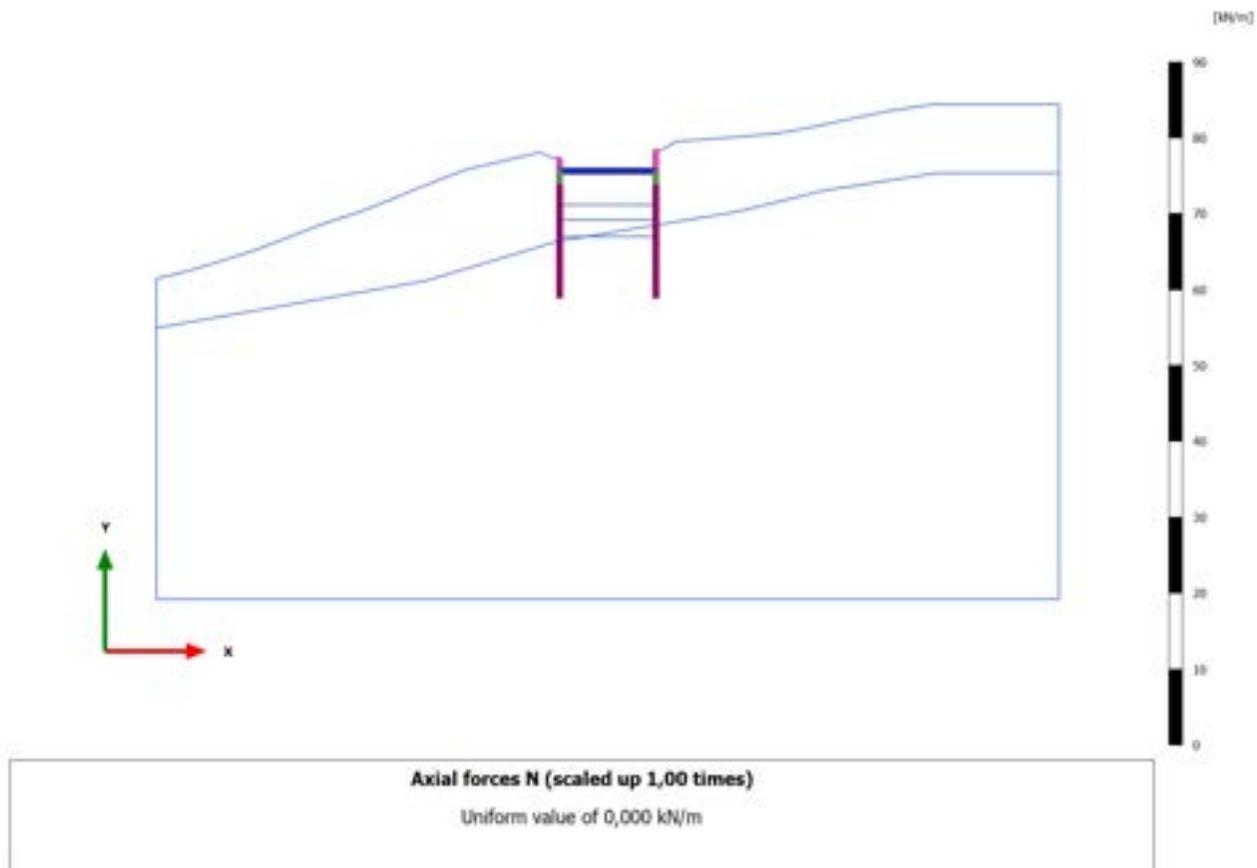
### 3.1.2.3.14 Calculation results, Plate, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Axial forces N



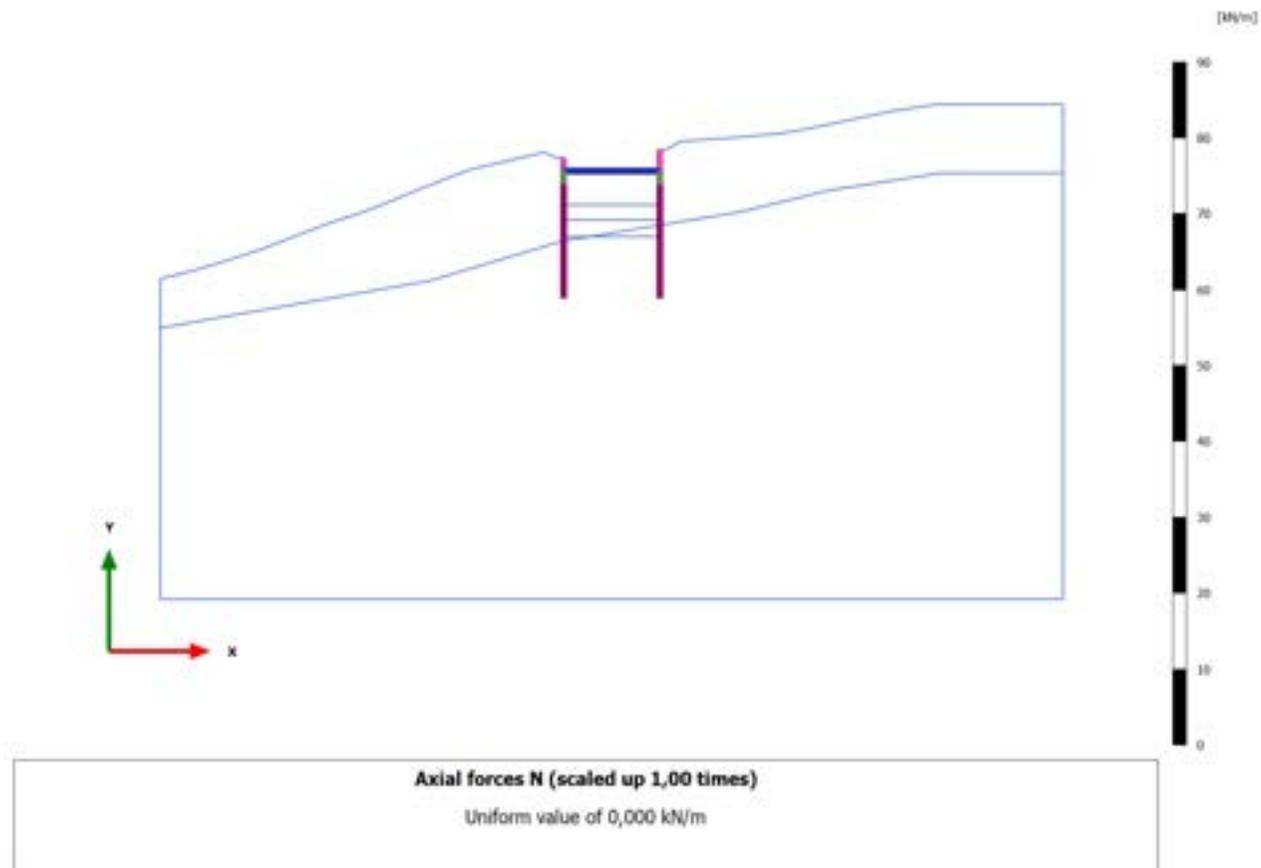
### 3.1.2.3.15 Calculation results, Plate, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Axial forces N



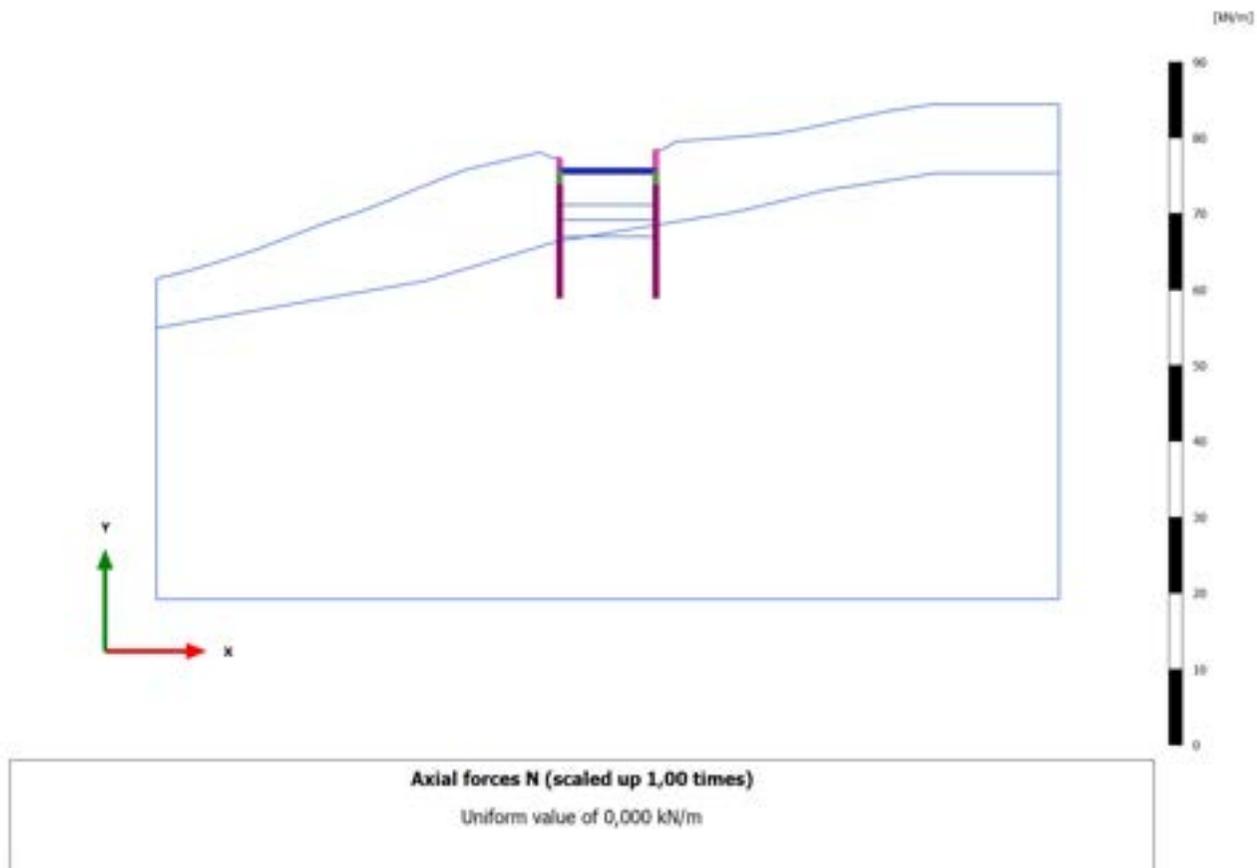
### 3.1.2.3.16 Calculation results, Plate, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Axial forces N



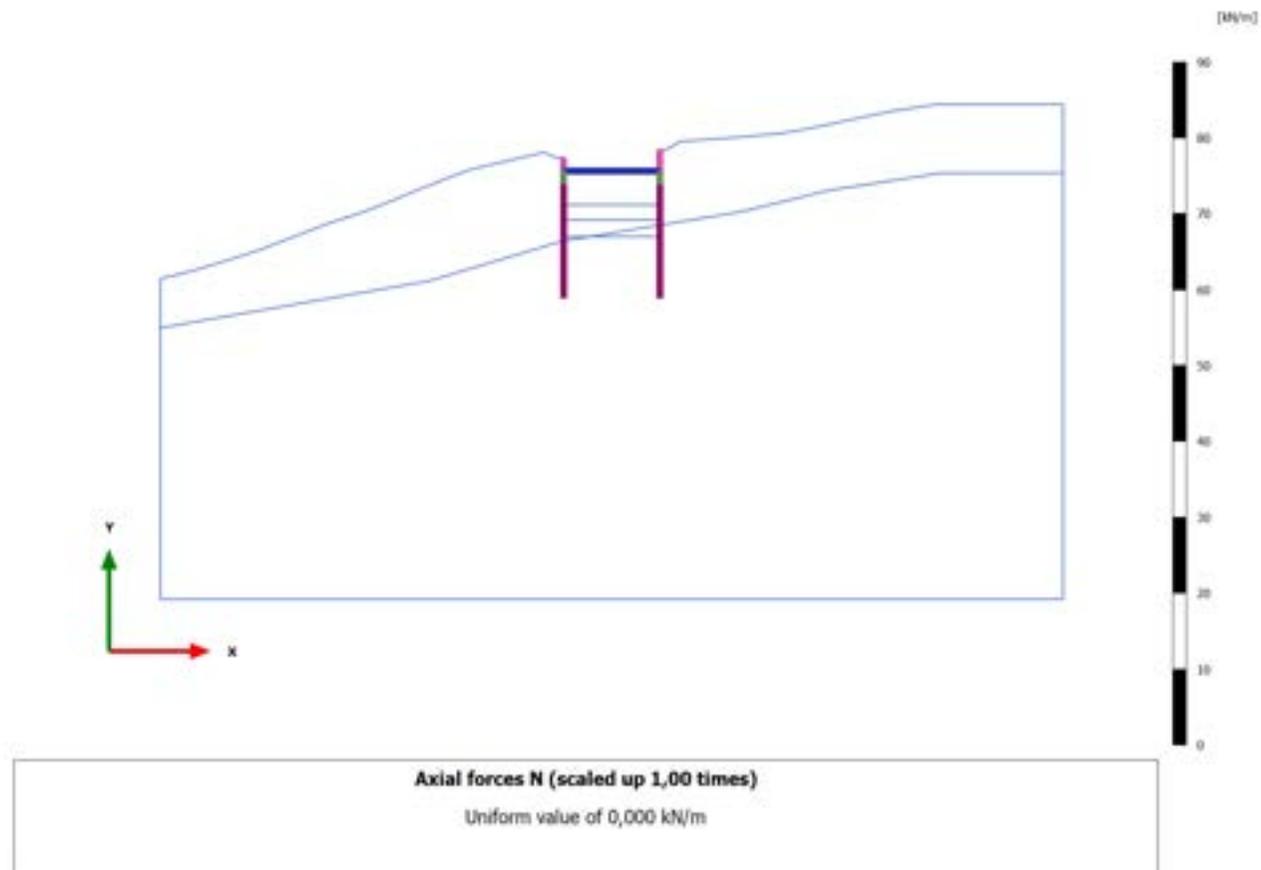
### 3.1.2.3.17 Calculation results, Plate, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Axial forces N



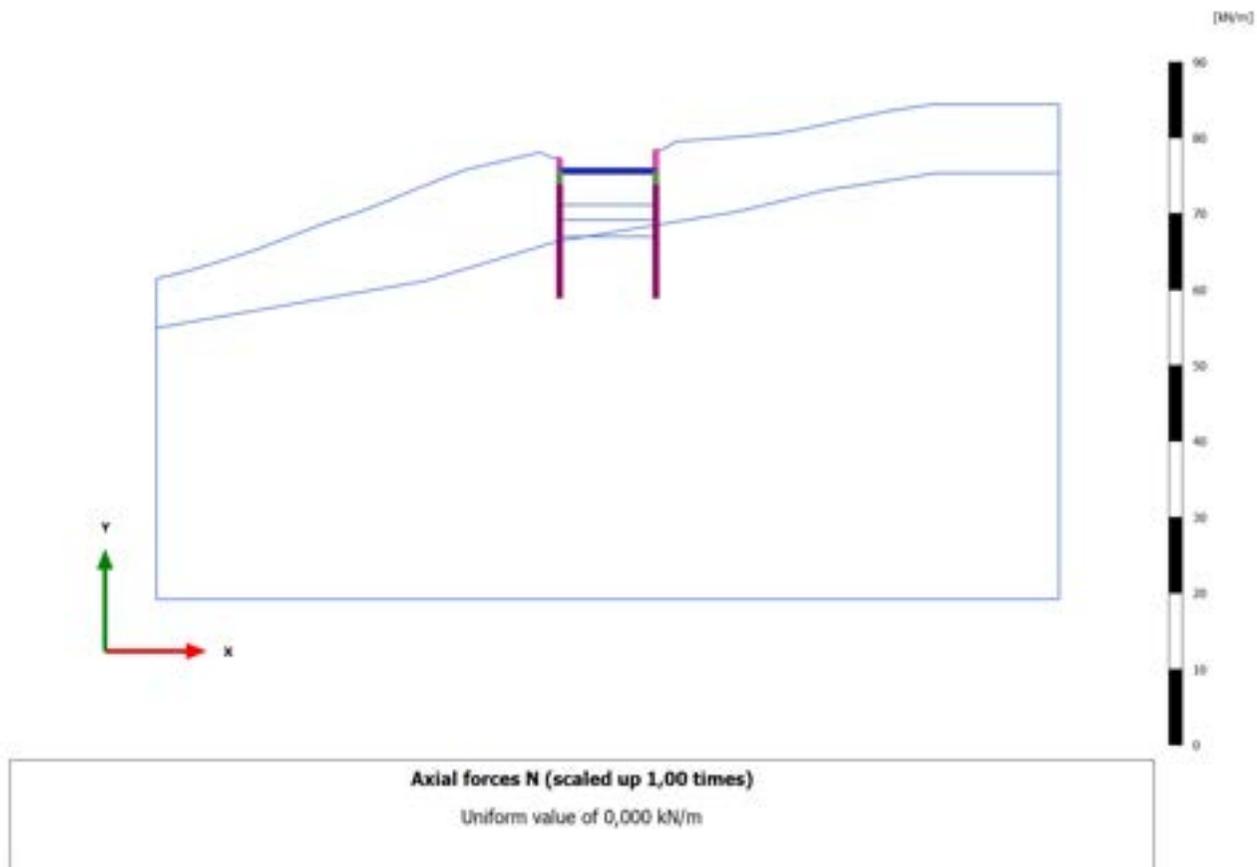
### 3.1.2.3.18 Calculation results, Plate, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Axial forces N



### 3.1.2.3.19 Calculation results, Plate, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Axial forces N



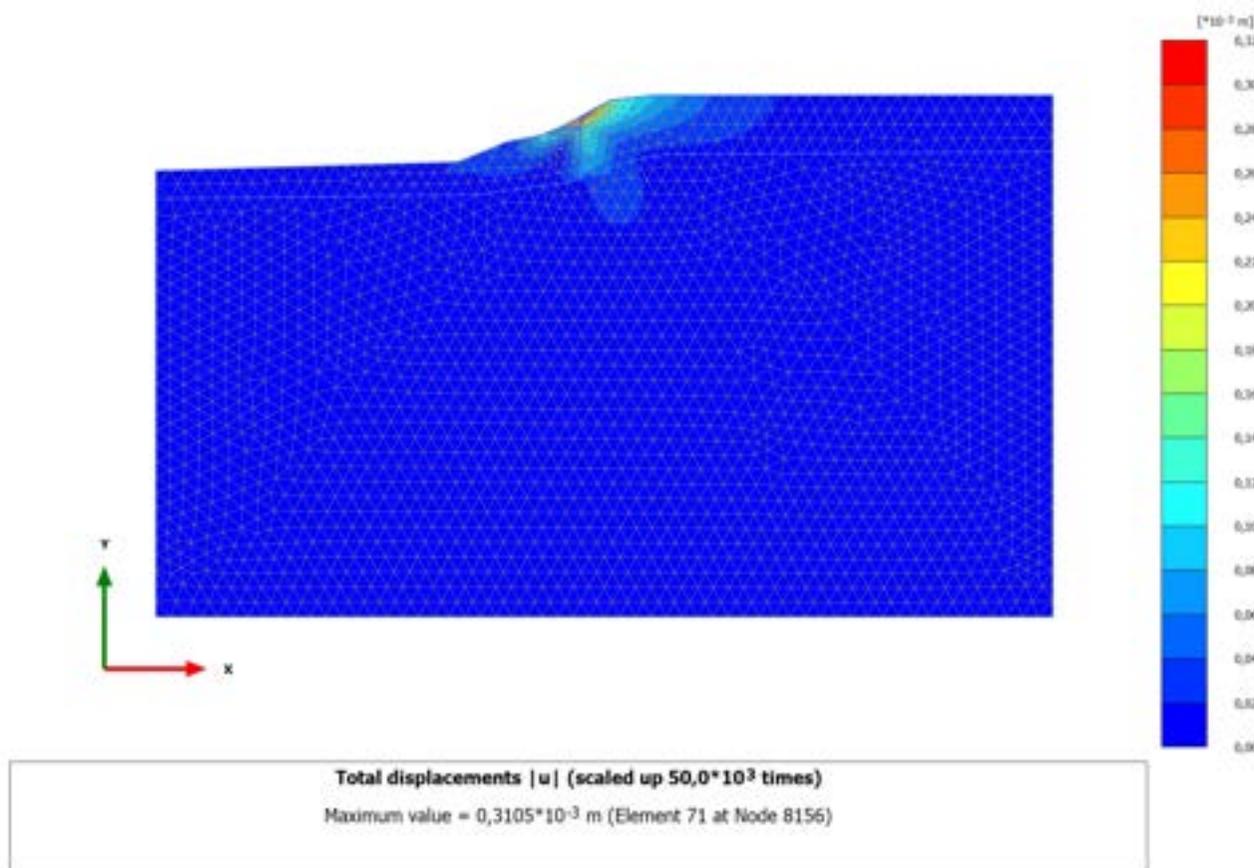
### 3.1.2.3.20 Calculation results, Plate, 6\_TERZA FASE DI SCAVO [Phase\_6] (6/83), Axial forces N



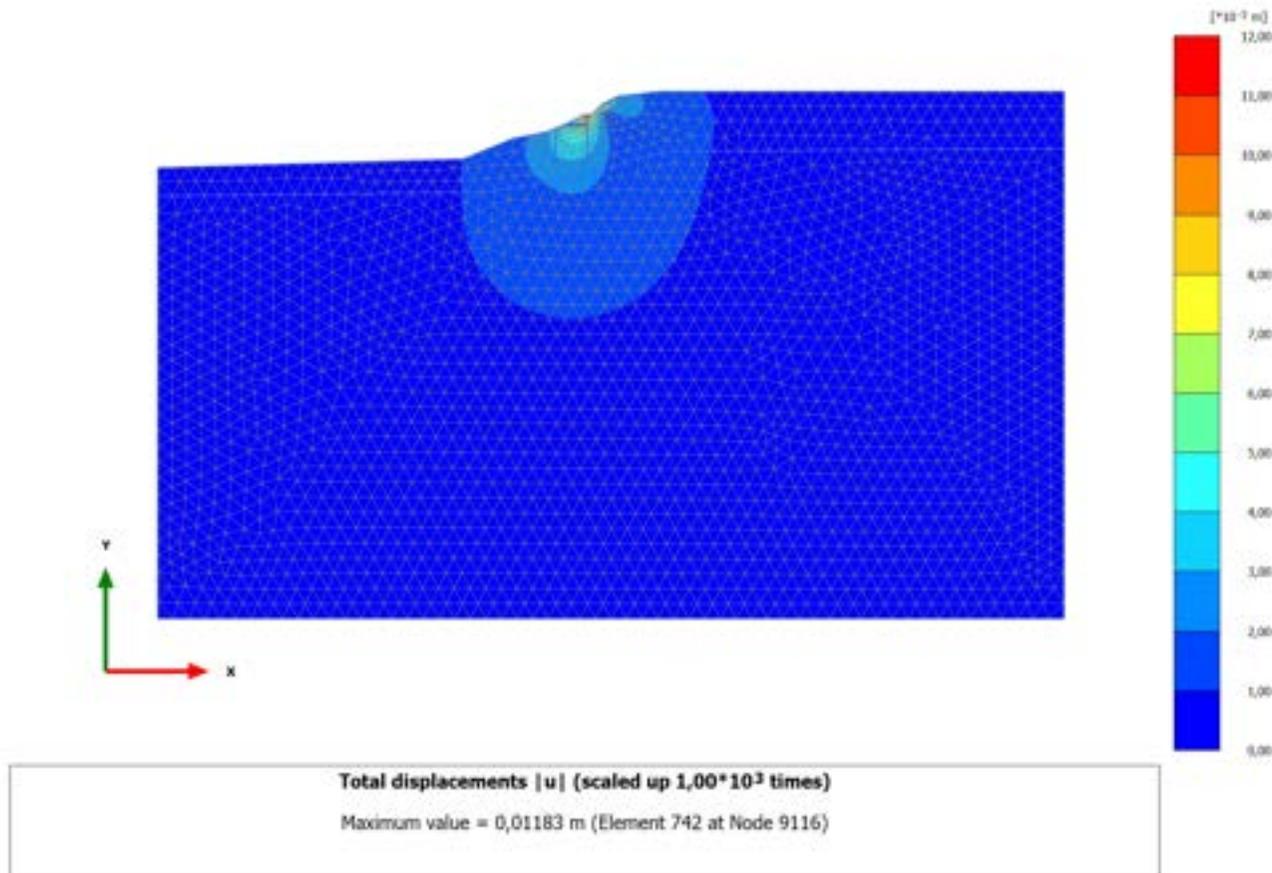
# PLAXIS Report



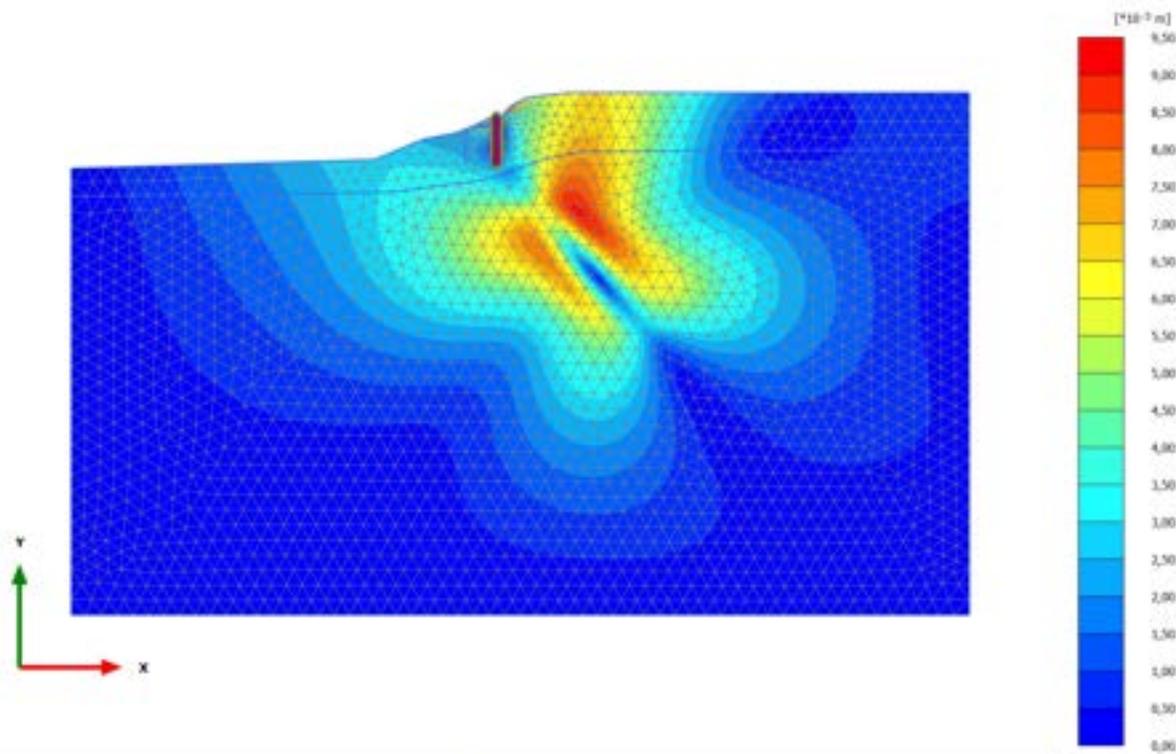
### 2.1.1.1.2 Calculation results, 0.1\_AZZERAMENTO SPOSTAMENTI [Phase\_1] (1/20), Total displacements $|u|$



### 2.1.1.1.3 Calculation results, 1\_PRESCAVO [Phase\_14] (14/26), Total displacements $|u|$



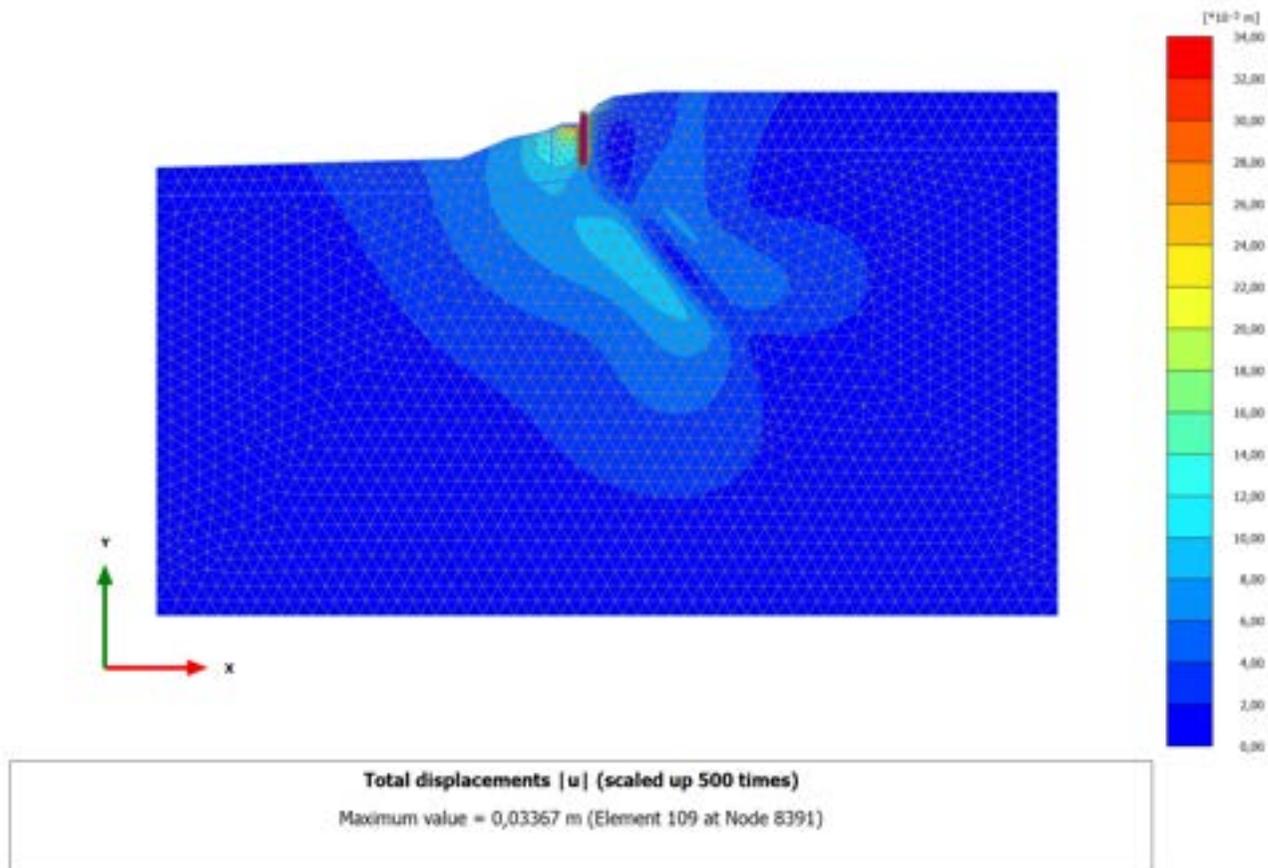
### 2.1.1.1.4 Calculation results, 2\_REALIZZAZIONE PALO MONTE [Phase\_2] (2/33), Total displacements $|u|$



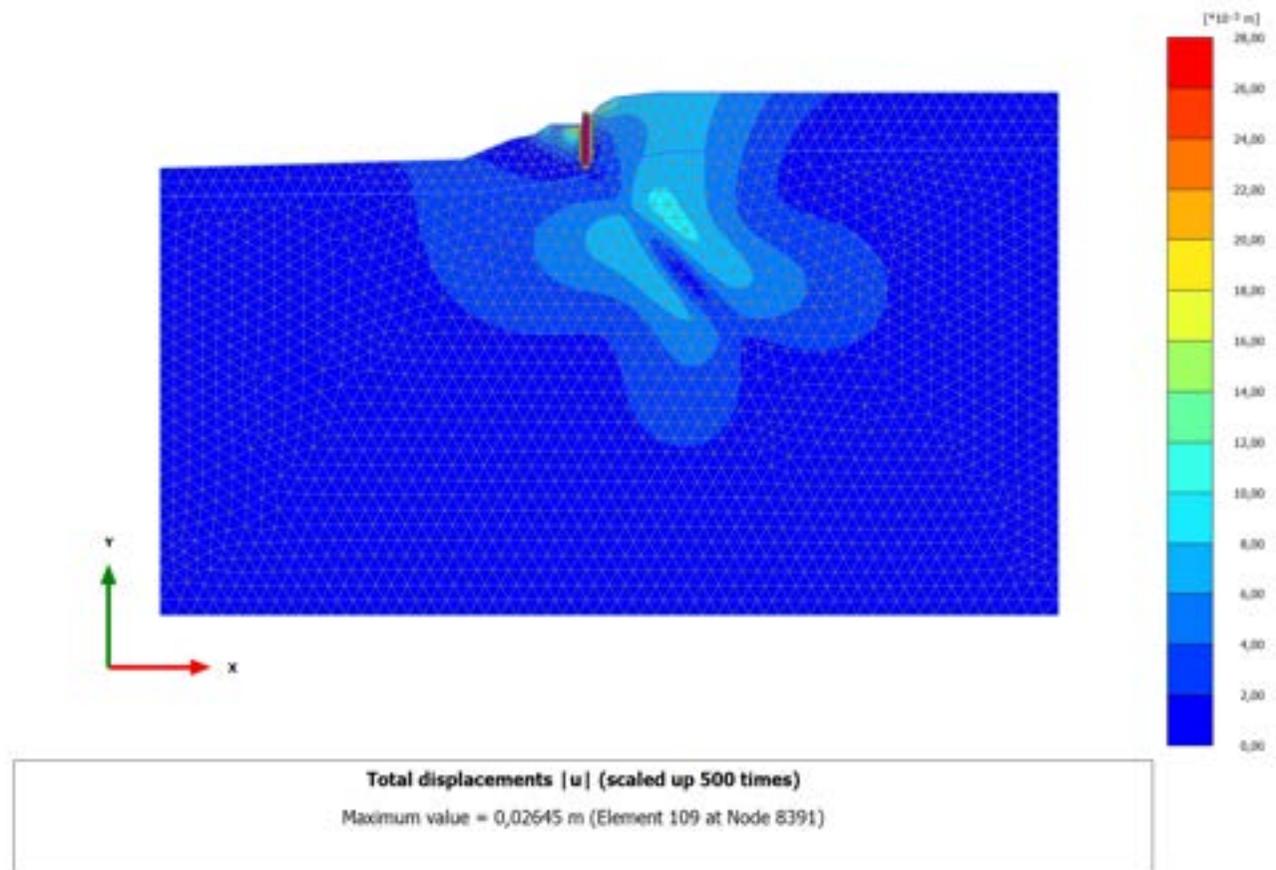
Total displacements  $|u|$  (scaled up  $1,00 \cdot 10^3$  times)

Maximum value =  $9,459 \cdot 10^{-3}$  m (Element 742 at Node 9116)

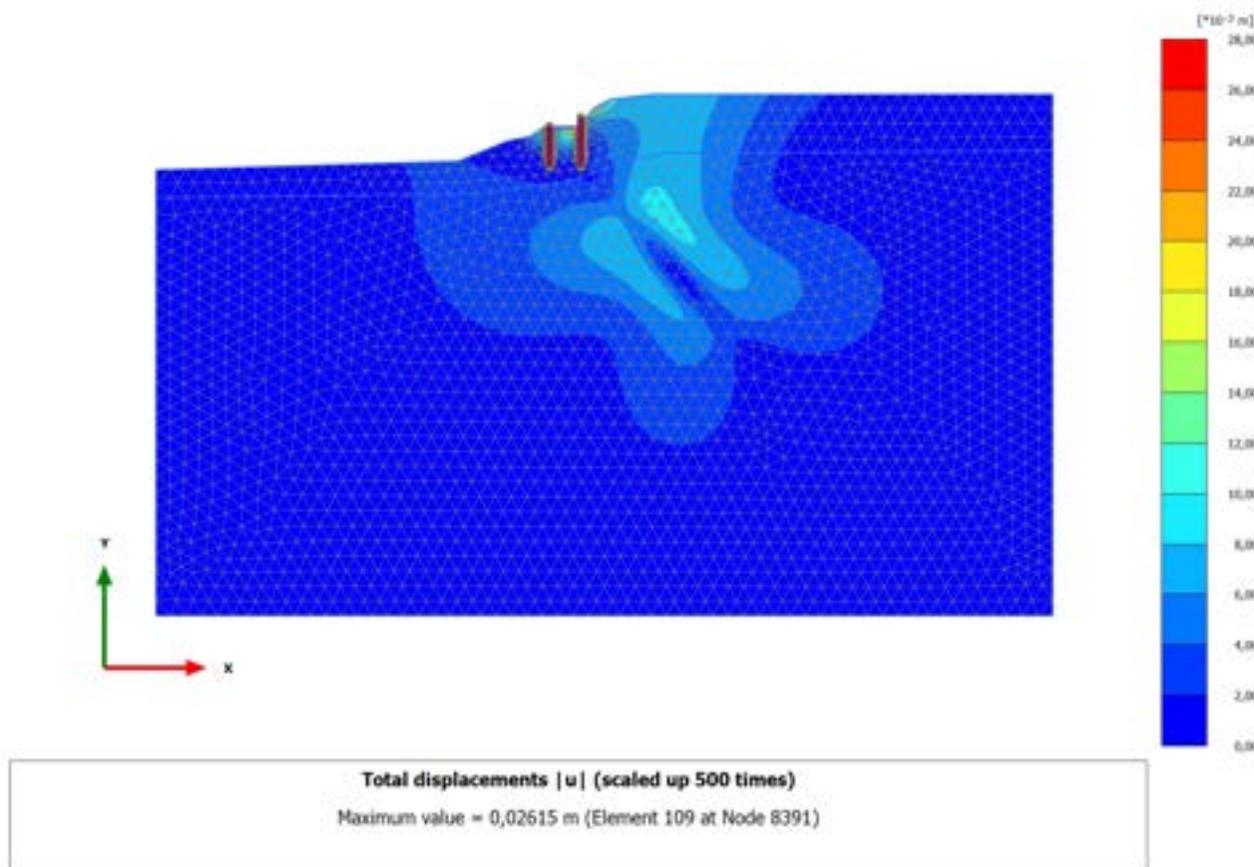
### 2.1.1.1.5 Calculation results, 3\_PRIMA FASE DI SCAVO [Phase\_3] (3/38), Total displacements $|u|$



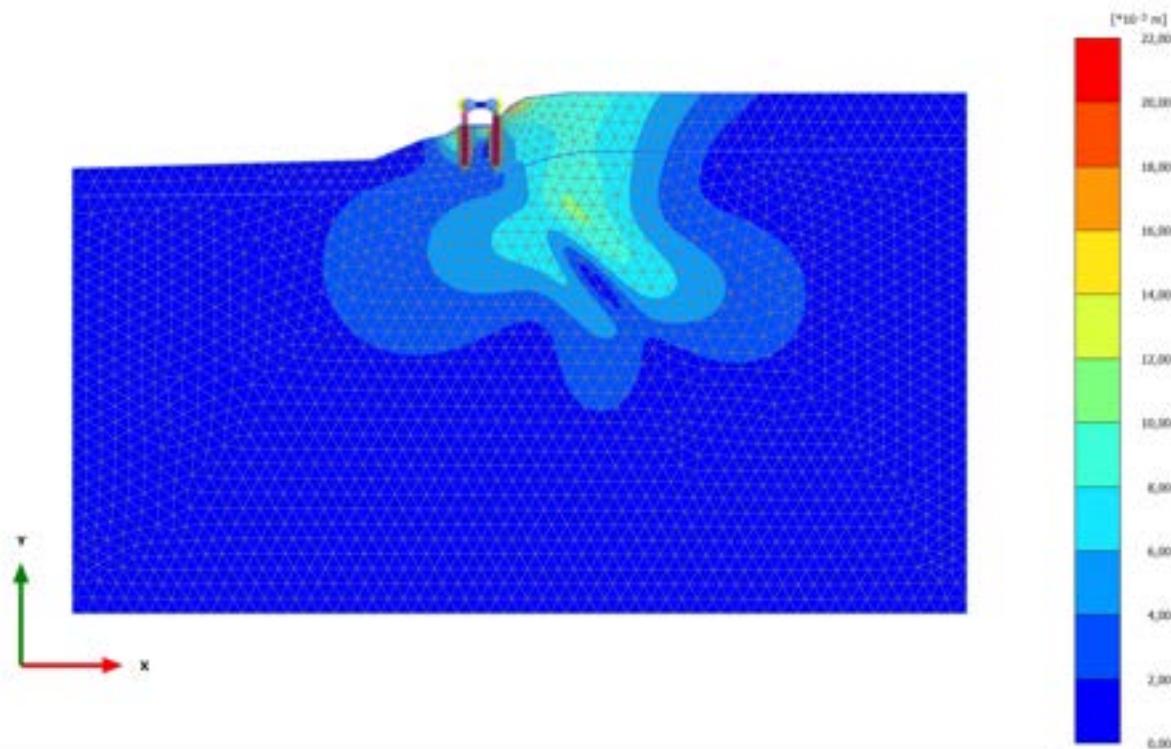
### 2.1.1.1.6 Calculation results, 4\_REALIZZAZIONE RILEVATO [Phase\_4] (4/45), Total displacements $|u|$



### 2.1.1.1.7 Calculation results, 5\_REALIZZAZIONE PALO DI VALLE [Phase\_5] (5/47), Total displacements $|u|$

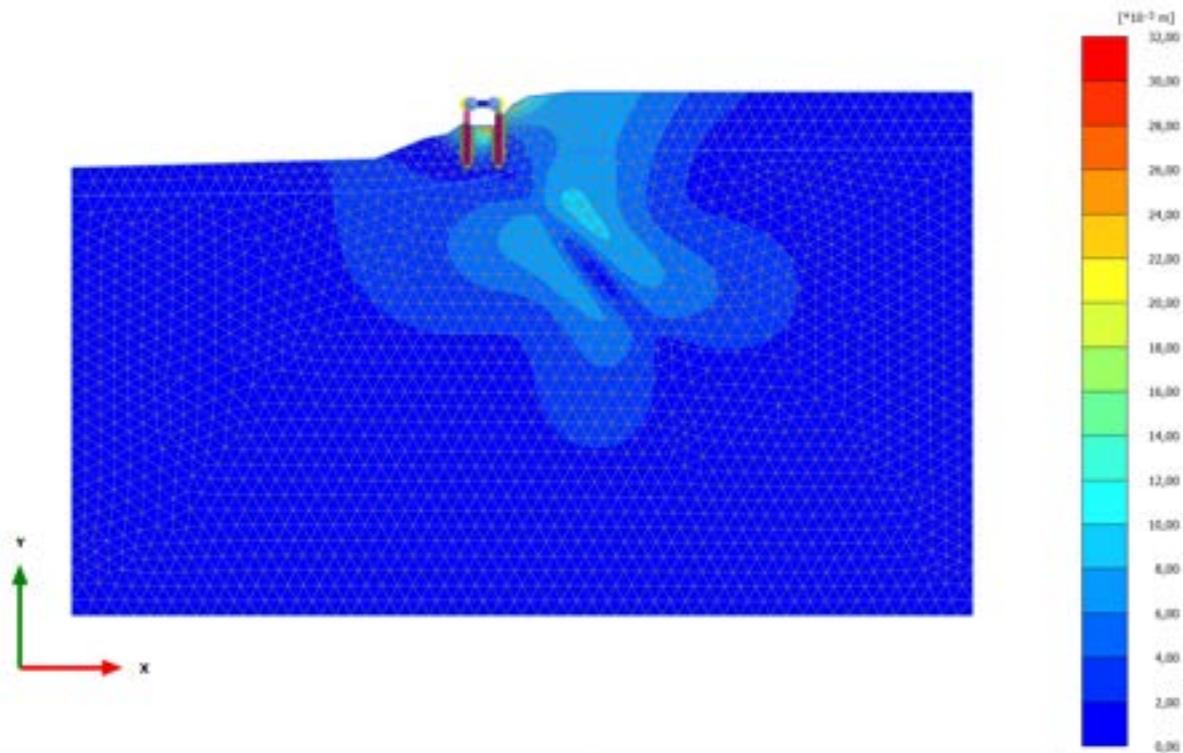


2.1.1.1.8 Calculation results, 6\_REALIZZAZIONE SOVRASTRUTTURA [Phase\_6] (6/49),  
Total displacements  $|u|$



Total displacements  $|u|$  (scaled up 500 times)  
Maximum value = 0,02181 m (Element 109 at Node 8391)

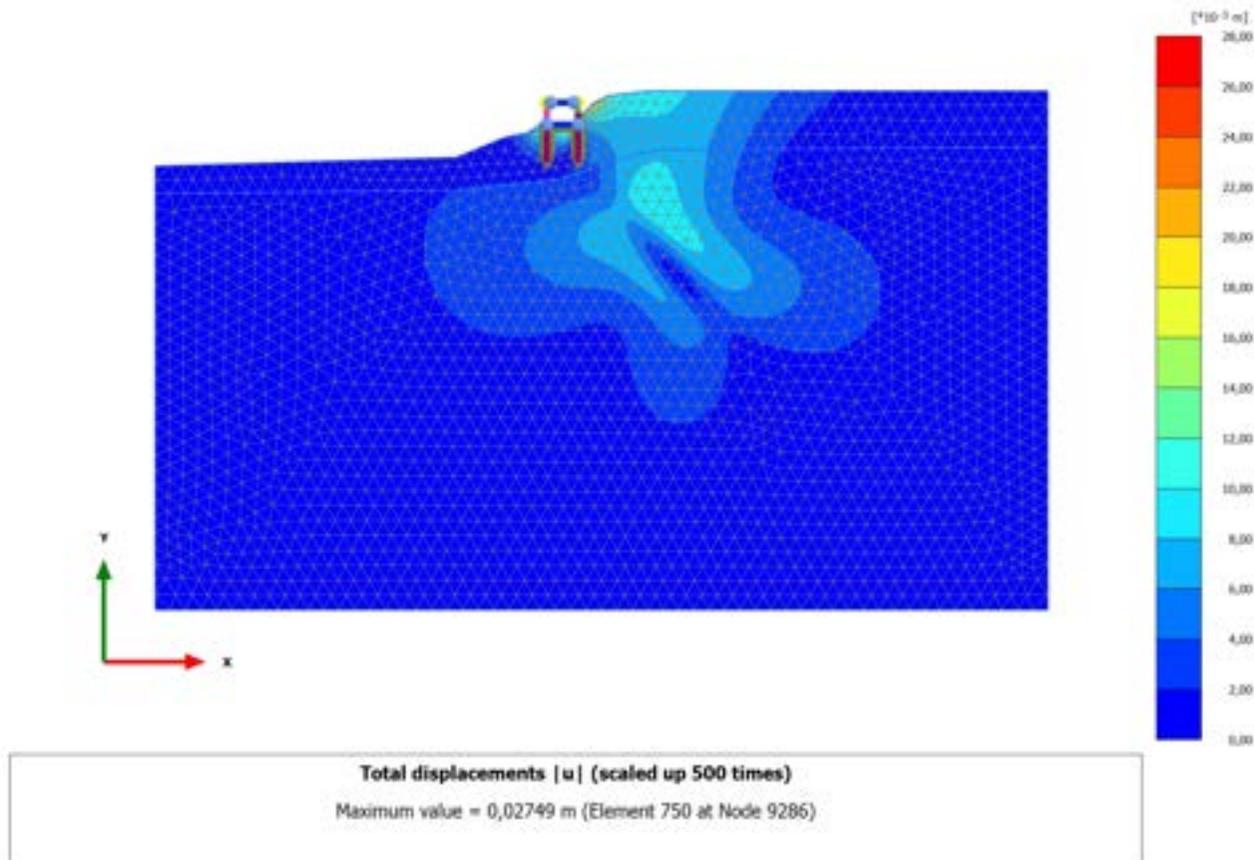
### 2.1.1.1.9 Calculation results, 7\_SECONDA FASE DI SCAVO [Phase\_7] (7/54), Total displacements $|u|$



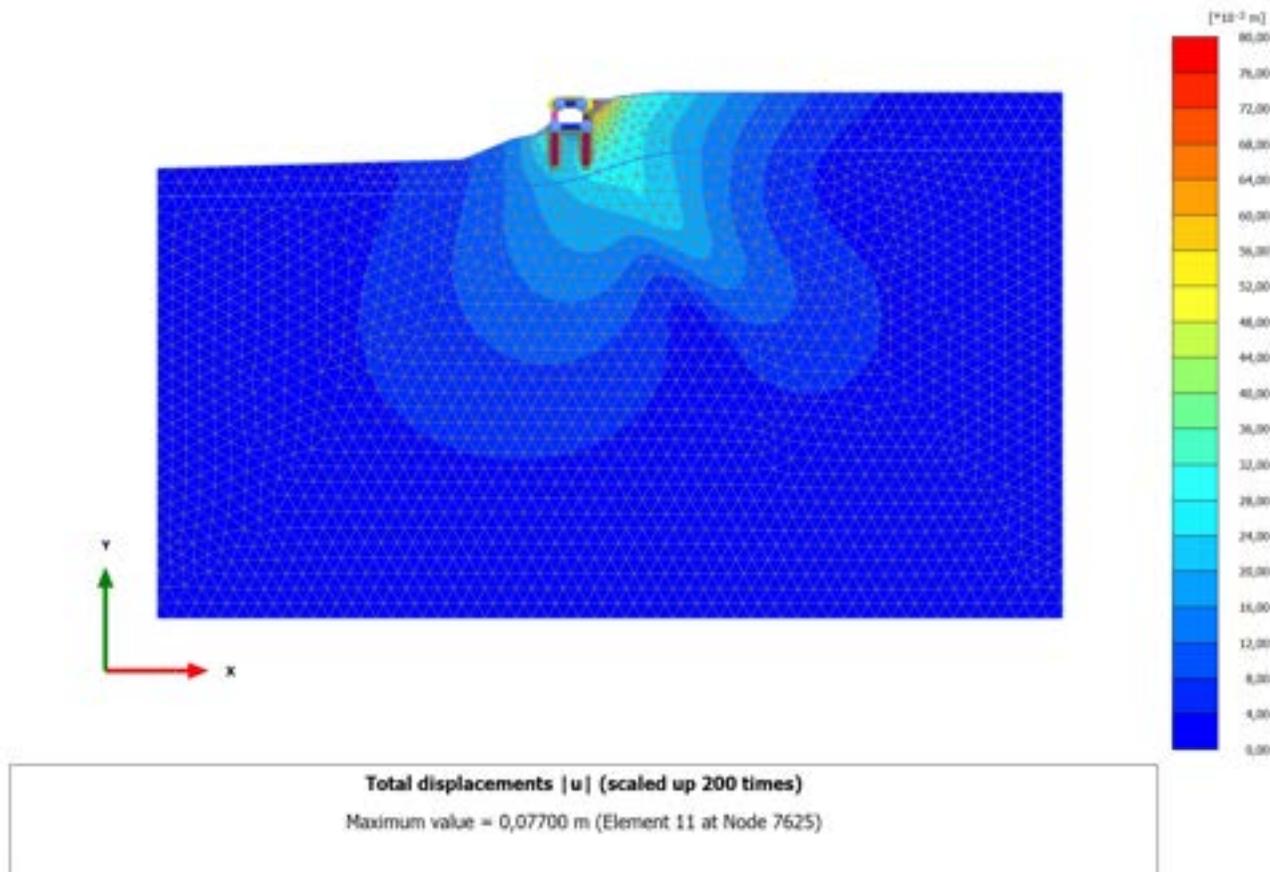
Total displacements  $|u|$  (scaled up 500 times)

Maximum value = 0,03100 m (Element 750 at Node 9286)

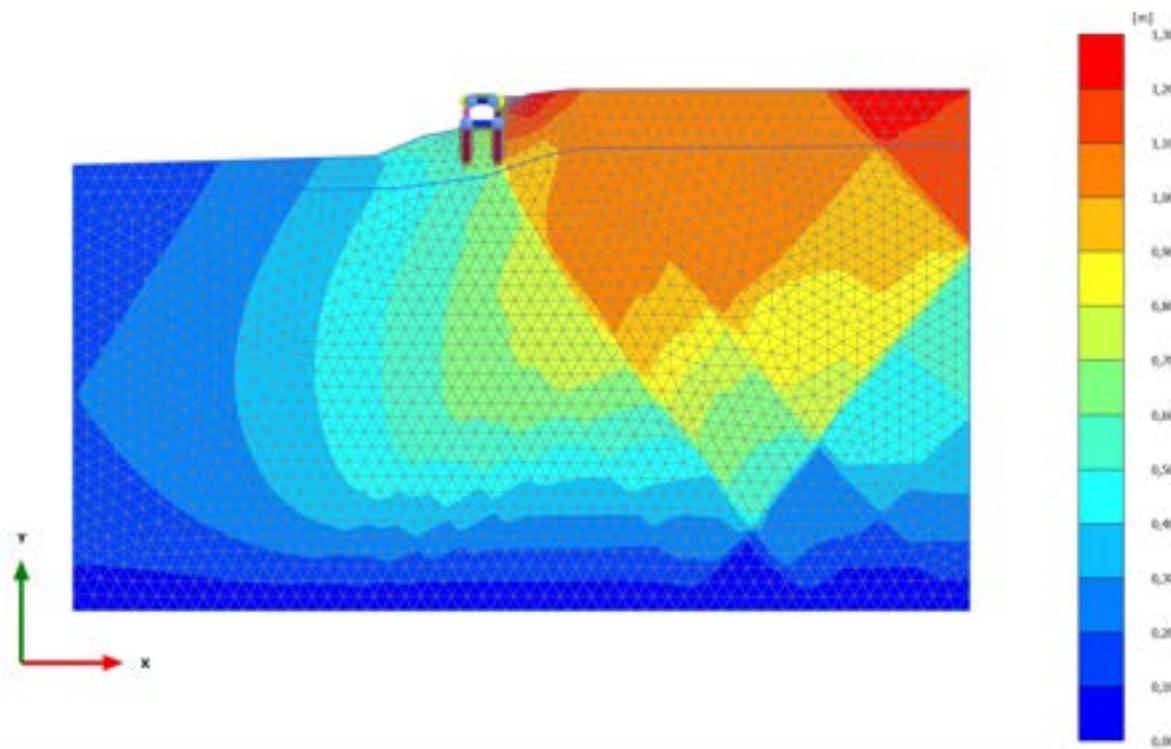
2.1.1.1.10 Calculation results, 8\_REALIZZAZIONE SOLETTA INFERIORE [Phase\_8]  
(8/56), Total displacements  $|u|$



### 2.1.1.1.11 Calculation results, 9\_RITOMBAMENTO [Phase\_9] (9/81), Total displacements $|u|$

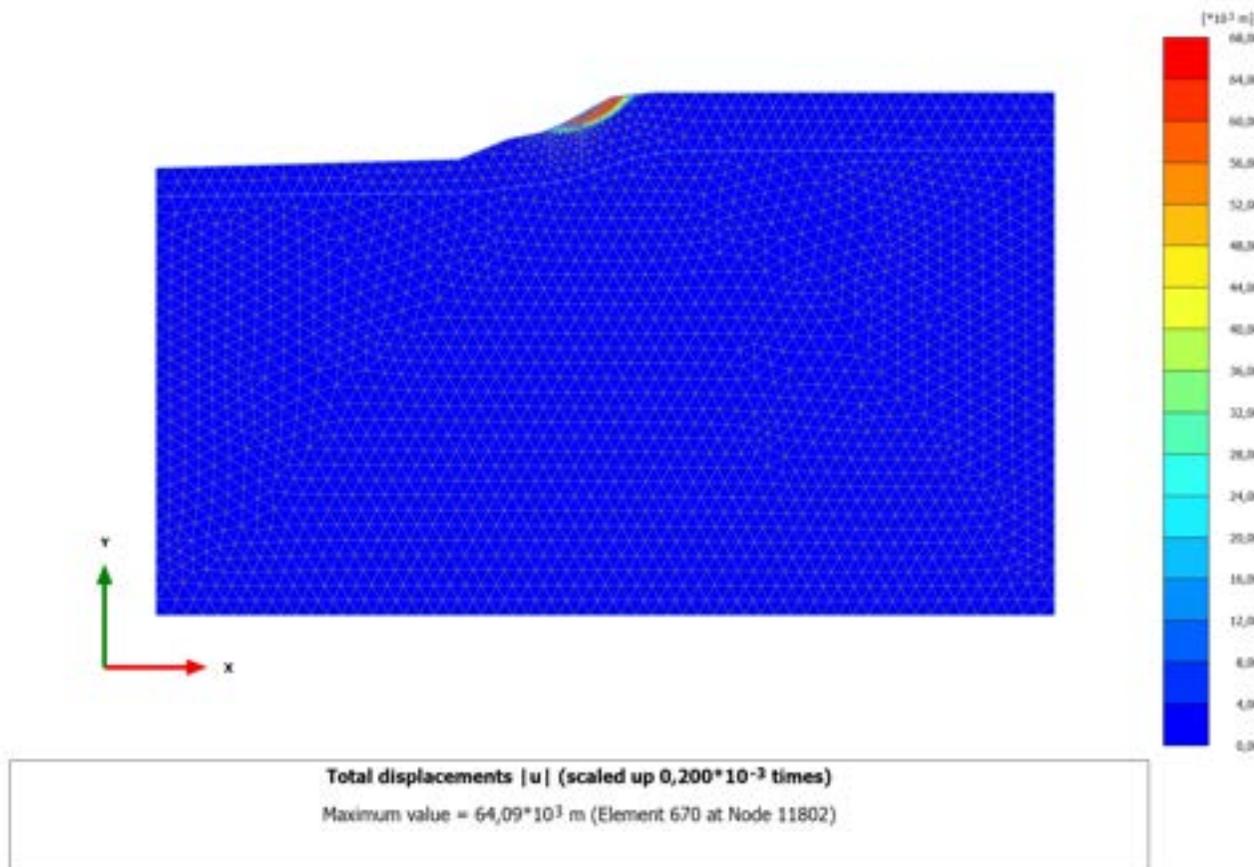


### 2.1.1.1.12 Calculation results, STABILITA' -post intervento [Phase\_16] (16/181), Total displacements $|u|$

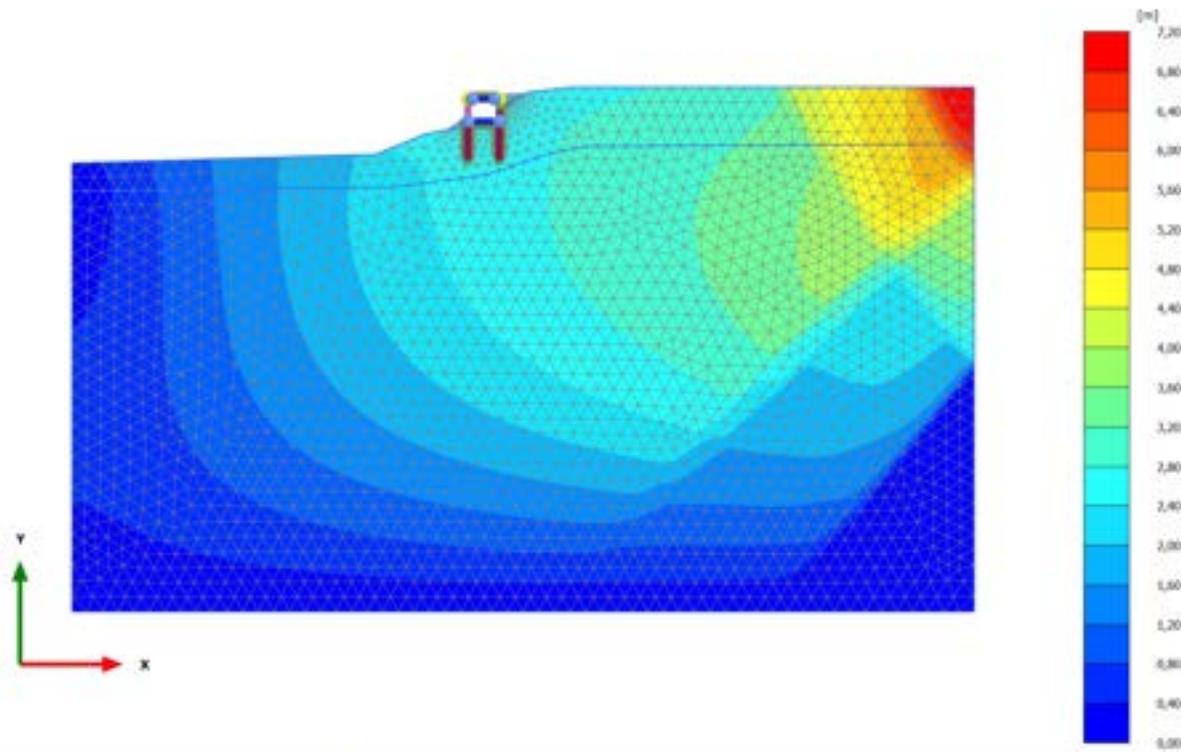


**Total displacements  $|u|$  (scaled up 5,00 times)**  
Maximum value = 1,296 m (Element 160 at Node 19124)

### 2.1.1.1.13 Calculation results, STABILITA'-preintervento [Phase\_15] (15/284), Total displacements $|u|$



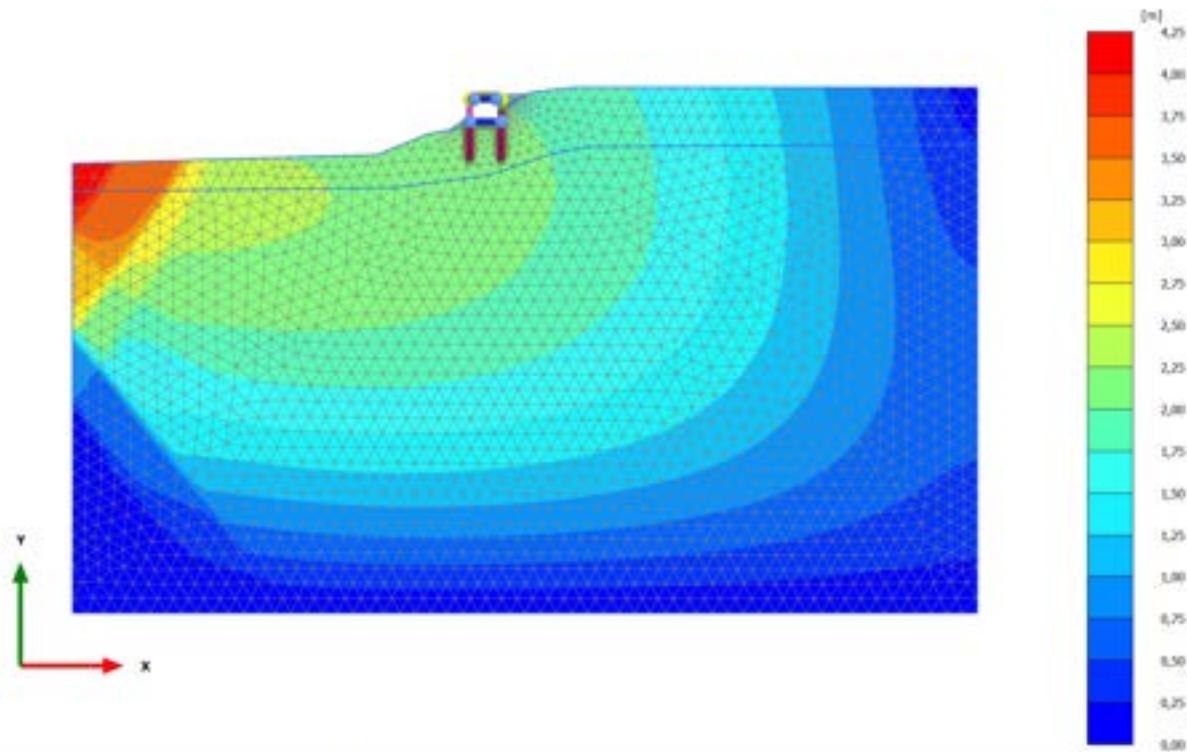
### 2.1.1.1.14 Calculation results, 10\_SISMICA ++ [Phase\_10] (10/311), Total displacements $|u|$



Total displacements  $|u|$  (scaled up 5,00 times)

Maximum value = 6,960 m (Element 158 at Node 21603)

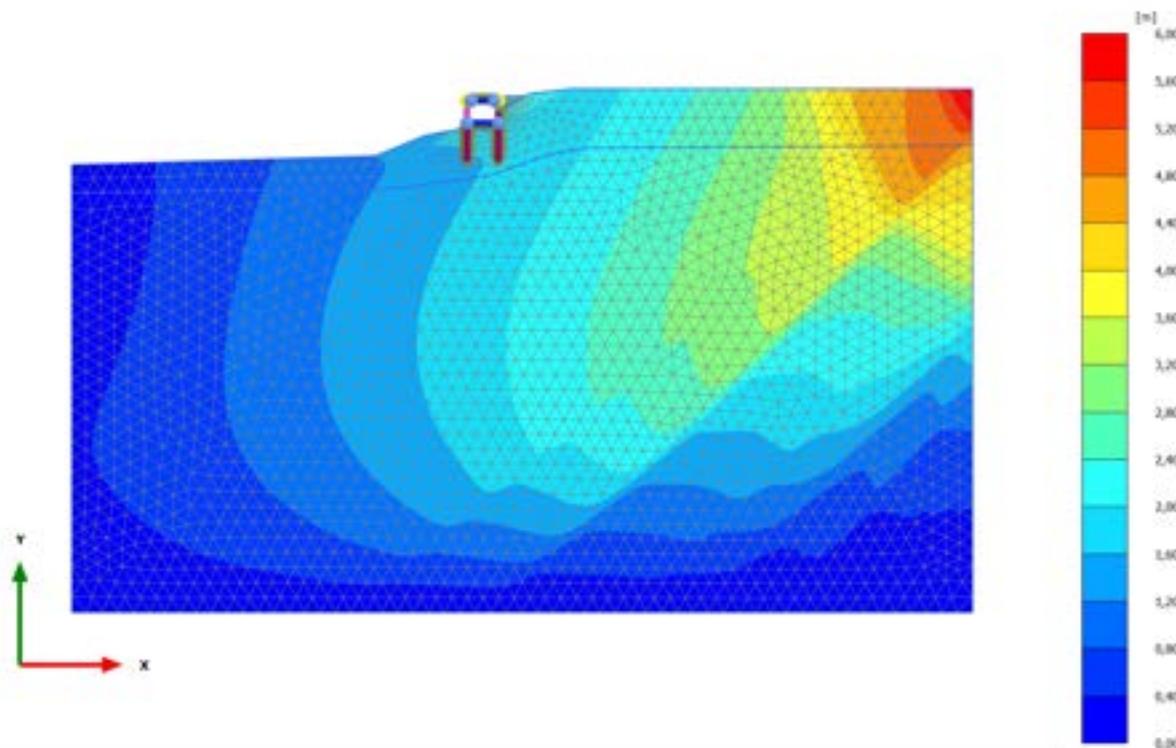
### 2.1.1.1.15 Calculation results, 12\_SISMICA -+ [Phase\_12] (12/358), Total displacements $|u|$



Total displacements  $|u|$  (scaled up 5,00 times)

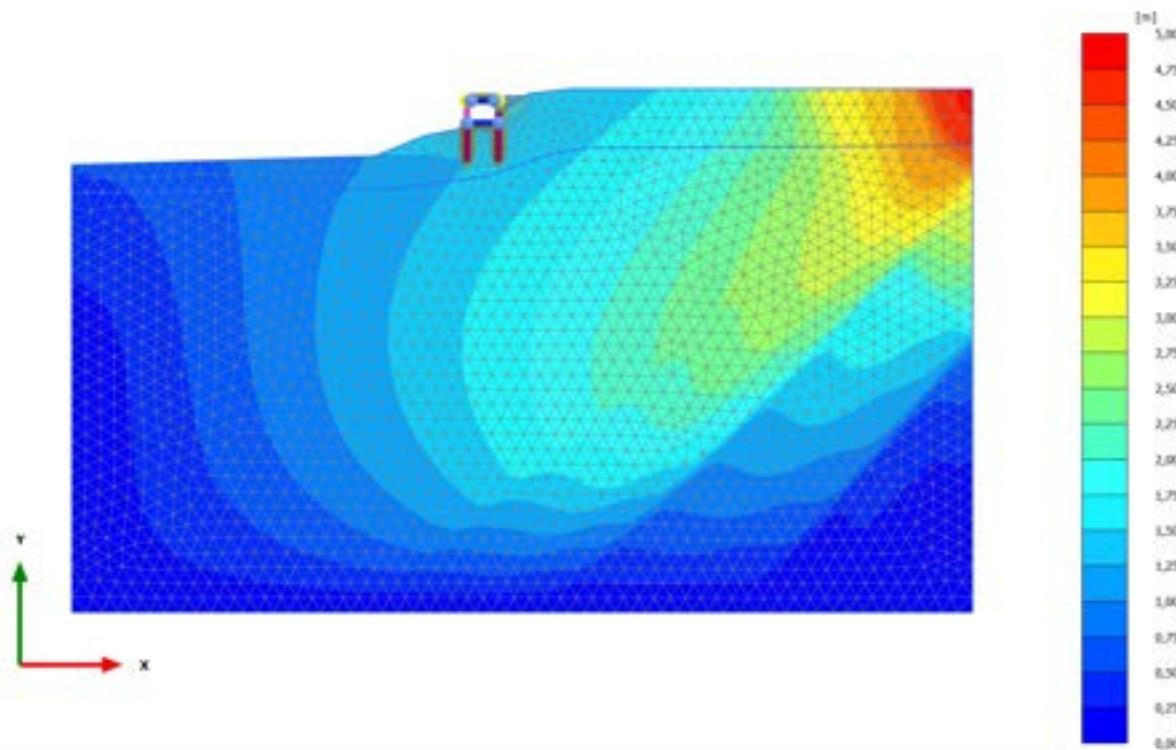
Maximum value = 4,233 m (Element 249 at Node 5)

### 2.1.1.1.16 Calculation results, 10.2\_AS SISMICA ++ [Phase\_19] (19/484), Total displacements $|u|$



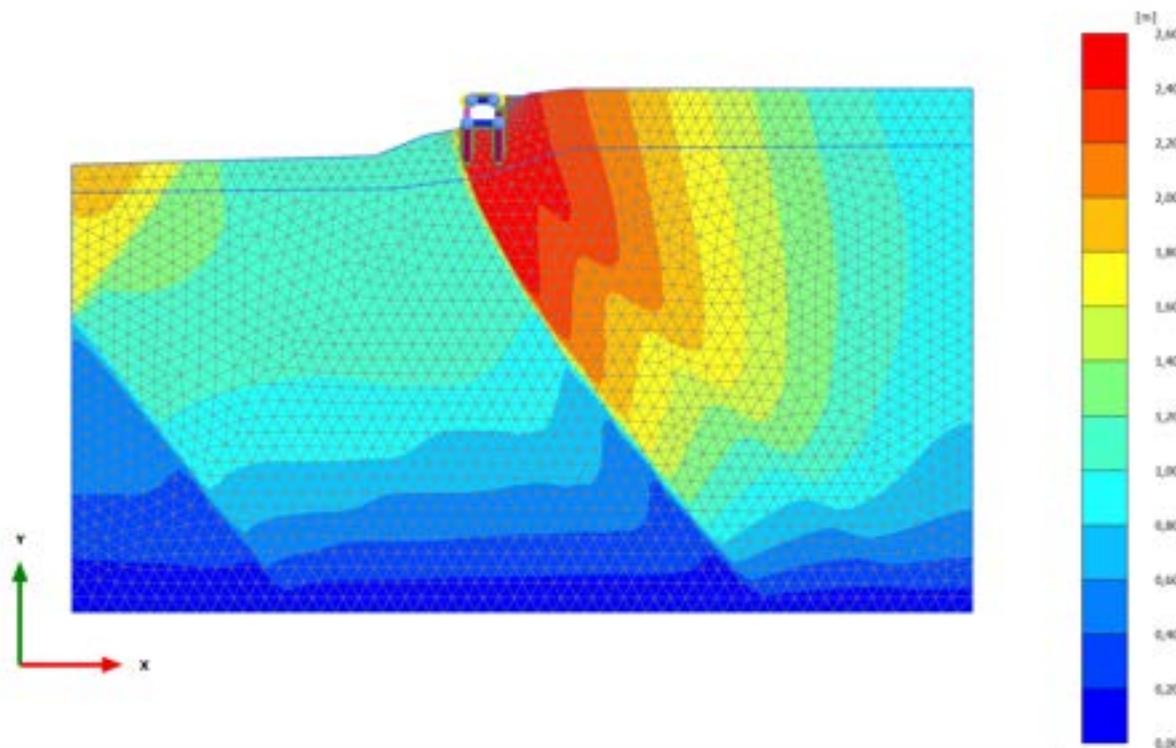
Total displacements  $|u|$  (scaled up 5,00 times)  
Maximum value = 5,713 m (Element 158 at Node 21603)

### 2.1.1.1.17 Calculation results, 11.2\_AS SISMICA +- [Phase\_21] (21/595), Total displacements $|u|$



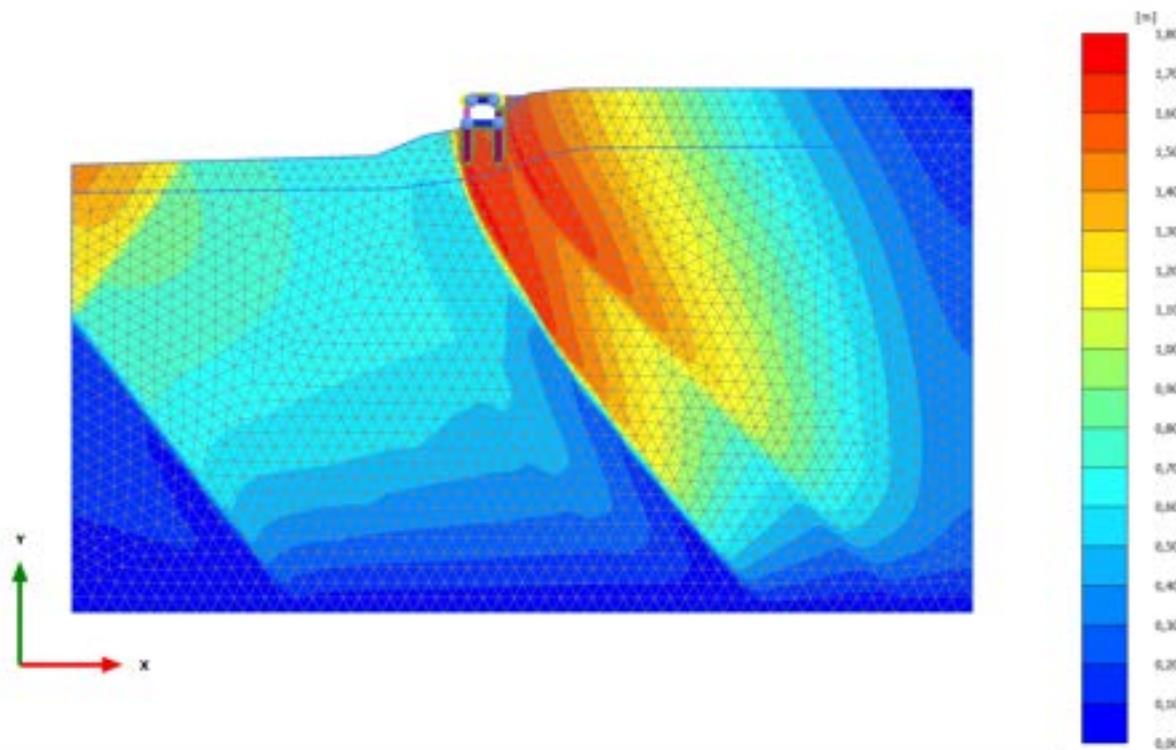
Total displacements  $|u|$  (scaled up 5,00 times)  
Maximum value = 4,794 m (Element 158 at Node 21602)

### 2.1.1.1.18 Calculation results, 12.2\_AS SISMICA -+ [Phase\_23] (23/716), Total displacements $|u|$



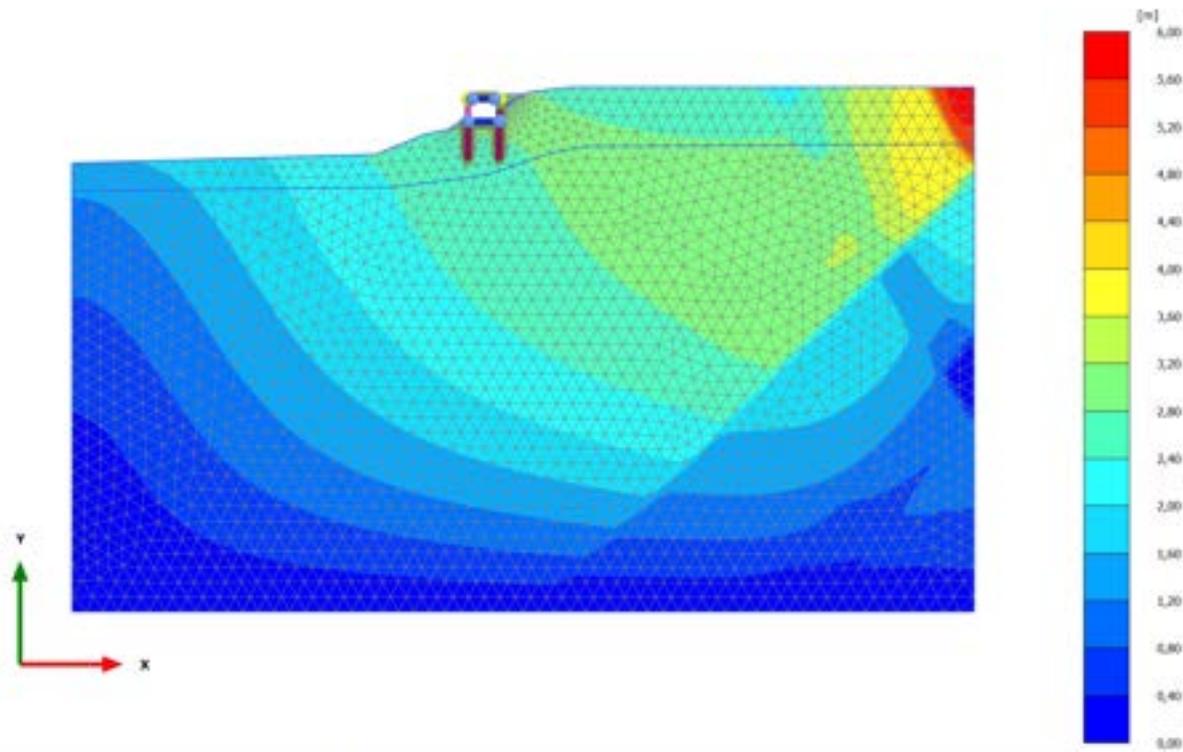
Total displacements  $|u|$  (scaled up 5,00 times)  
Maximum value = 2,588 m (Element 596 at Node 11932)

### 2.1.1.1.19 Calculation results, 13.2\_AS SISMICA -- [Phase\_25] (25/838), Total displacements $|u|$



Total displacements  $|u|$  (scaled up 5,00 times)  
Maximum value = 1,722 m (Element 4224 at Node 13133)

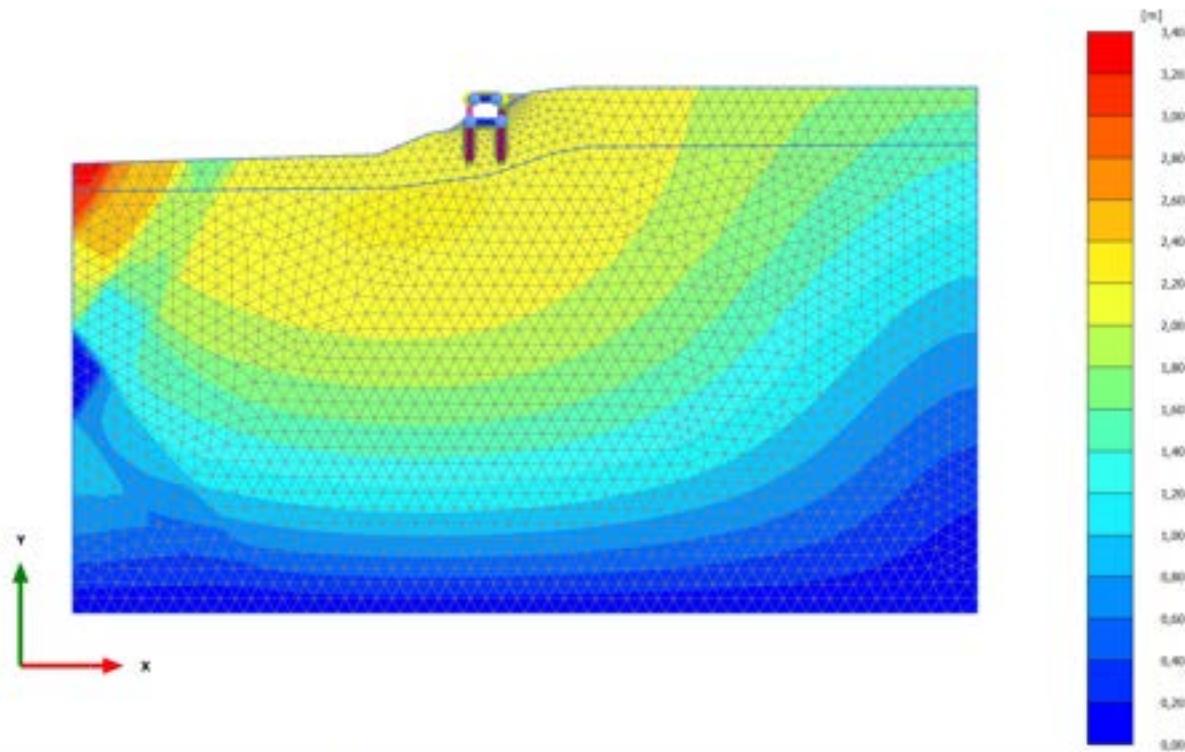
### 2.1.1.1.20 Calculation results, 11\_ SISMICA +- [Phase\_11] (11/878), Total displacements $|u|$



Total displacements  $|u|$  (scaled up 5,00 times)

Maximum value = 5,730 m (Element 158 at Node 21603)

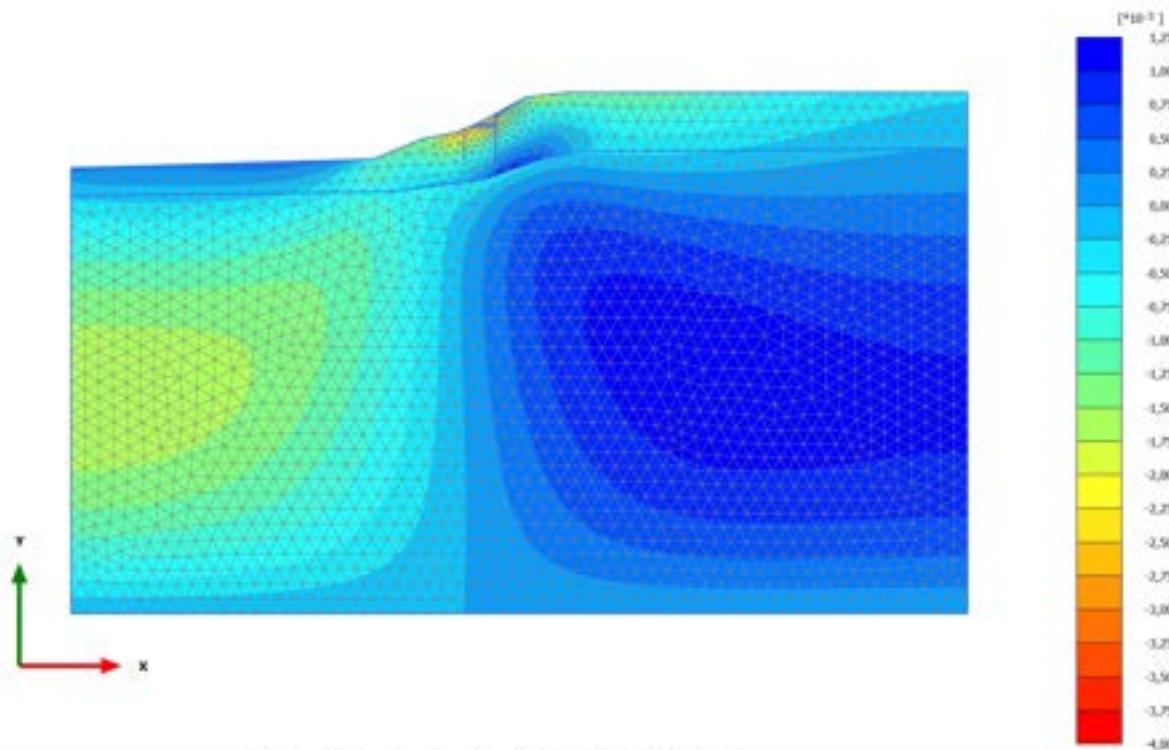
### 2.1.1.1.21 Calculation results, 13\_SISMICA -- [Phase\_13] (13/913), Total displacements $|u|$



Total displacements  $|u|$  (scaled up 5,00 times)

Maximum value = 3,311 m (Element 249 at Node 5)

### 2.1.2.1.1 Calculation results, 0\_CONDIZIONE GEOSTATICA [InitialPhase] (0/6), Total cartesian strain $\epsilon_{xx}$

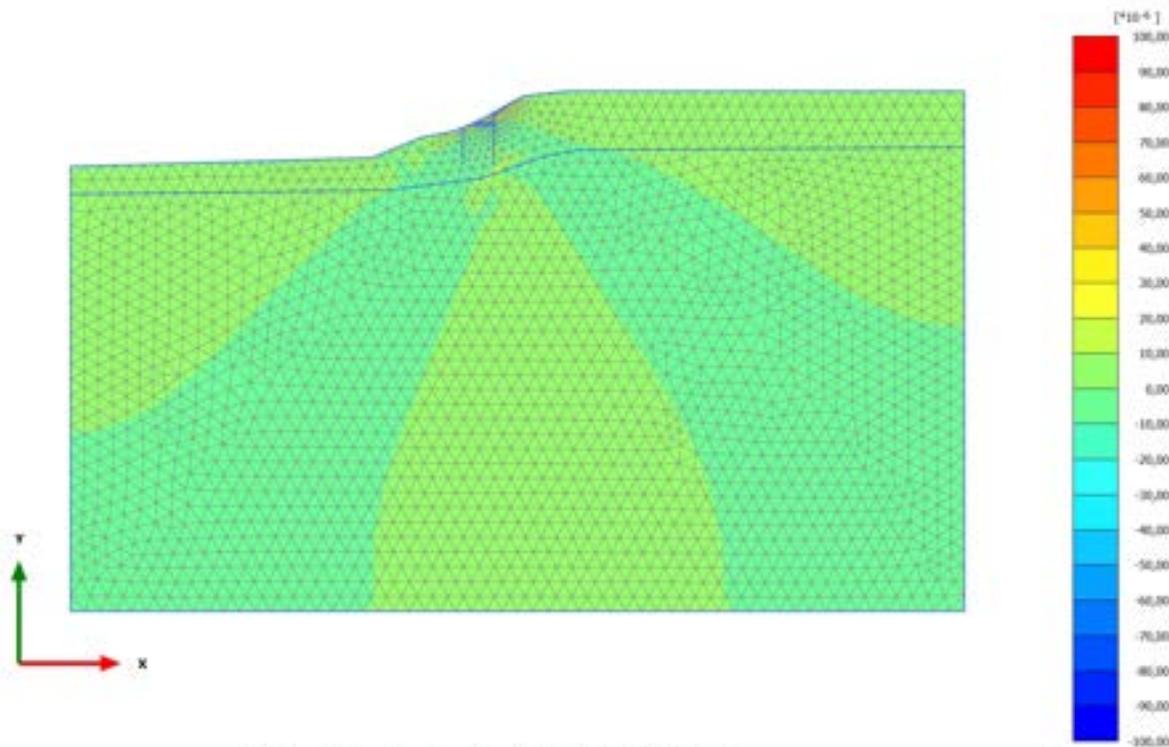


Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$  (scaled up  $2,00 \cdot 10^3$  times)

Maximum value =  $1,205 \cdot 10^{-3}$  (Element 416 at Node 14504)

Minimum value =  $-3,775 \cdot 10^{-3}$  (Element 96 at Node 7705)

## 2.1.2.1.2 Calculation results, 0.1\_AZZERAMENTO SPOSTAMENTI [Phase\_1] (1/20), Total cartesian strain $\epsilon_{xx}$



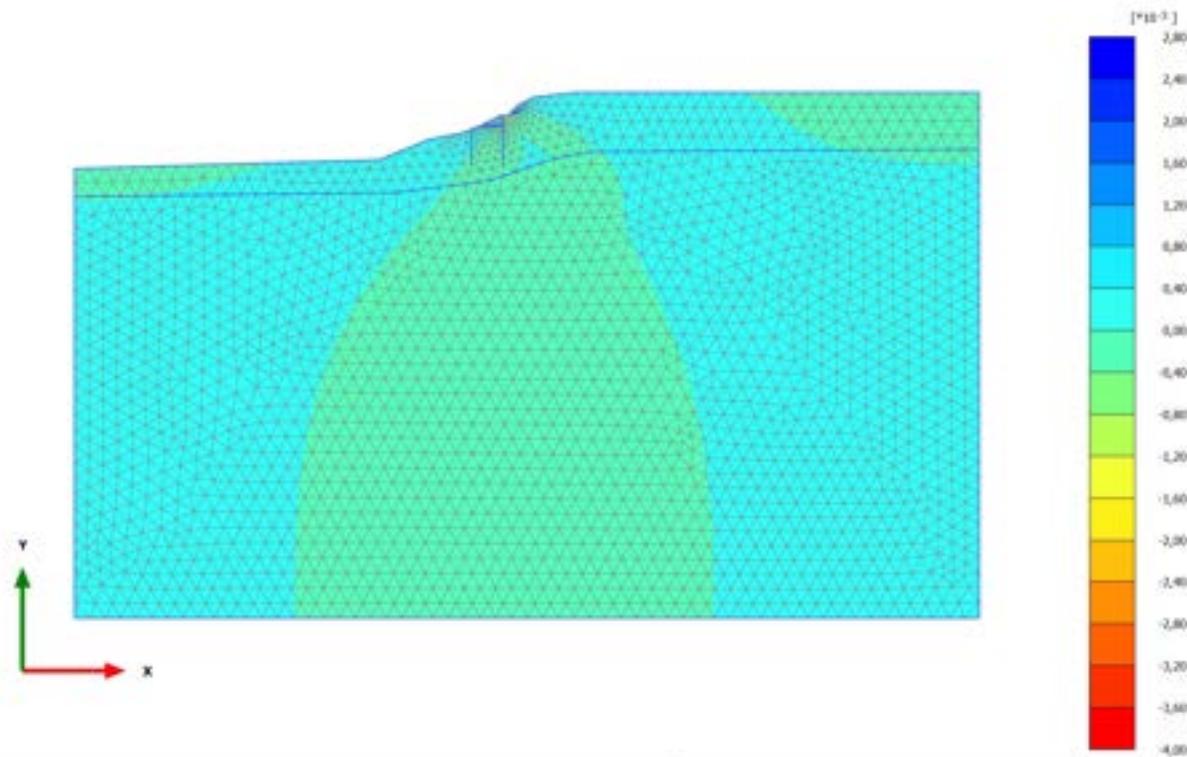
Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$  (scaled up  $50,0 \cdot 10^3$  times)

Maximum value =  $0,09598 \cdot 10^{-3}$  (Element 98 at Node 9296)

Minimum value =  $-0,09160 \cdot 10^{-3}$  (Element 96 at Node 7703)

## 2.1.2.1.3 Calculation results, 1\_PRESCAVO [Phase\_14] (14/26), Total cartesian strain

xx

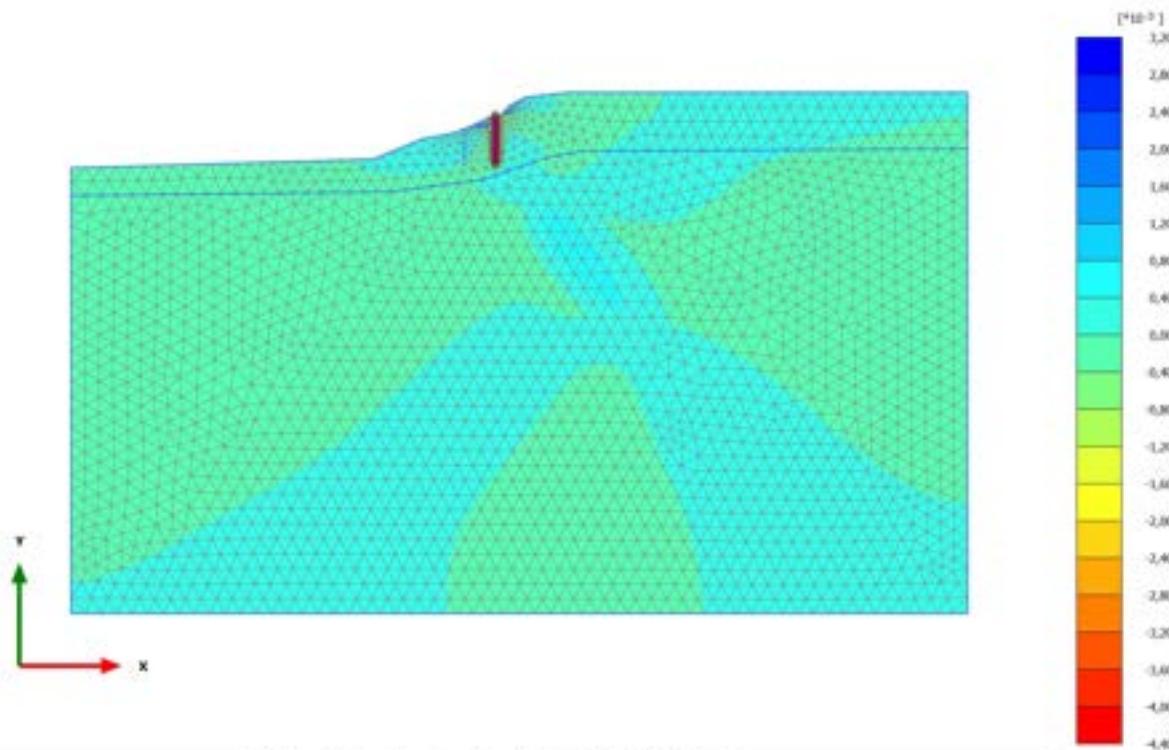


Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$  (scaled up  $2,00 \cdot 10^3$  times)

Maximum value =  $2,716 \cdot 10^{-3}$  (Element 719 at Node 11062)

Minimum value =  $-3,834 \cdot 10^{-3}$  (Element 725 at Node 9991)

### 2.1.2.1.4 Calculation results, 2\_REALIZZAZIONE PALO MONTE [Phase\_2] (2/33), Total cartesian strain $\epsilon_{xx}$

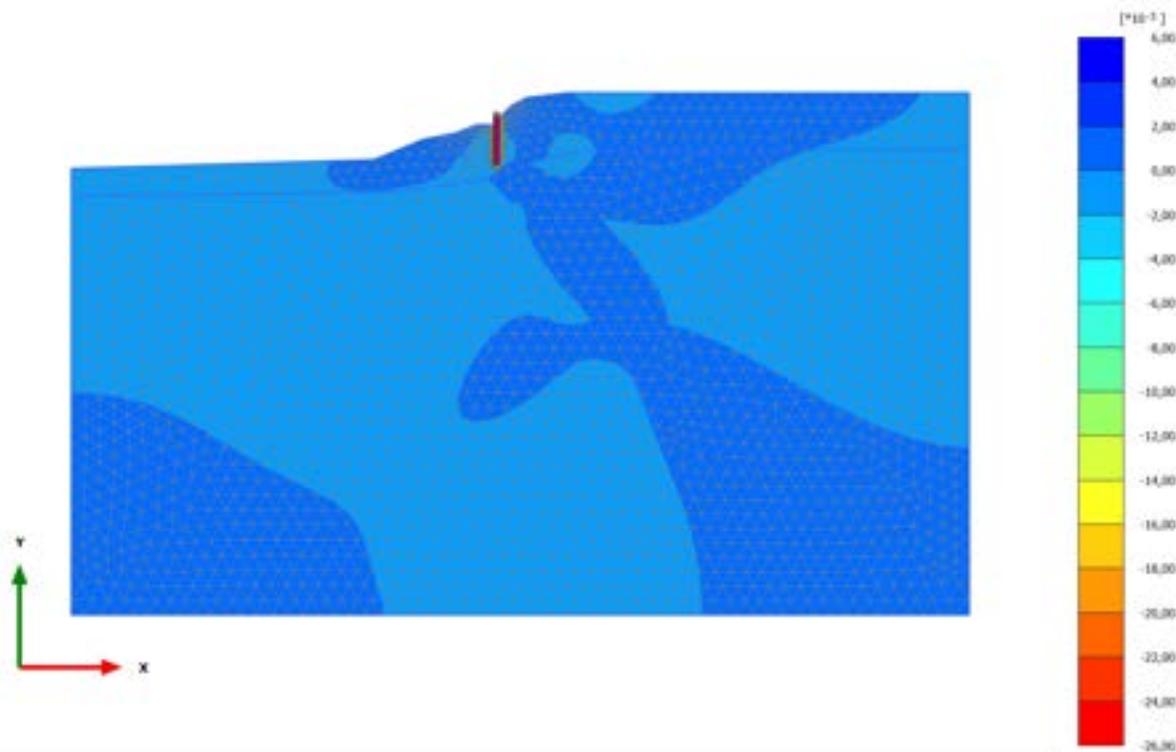


Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$  (scaled up  $2,00 \cdot 10^3$  times)

Maximum value =  $2,934 \cdot 10^{-3}$  (Element 719 at Node 11062)

Minimum value =  $-4,166 \cdot 10^{-3}$  (Element 725 at Node 9991)

### 2.1.2.1.5 Calculation results, 3\_PRIMA FASE DI SCAVO [Phase\_3] (3/38), Total cartesian strain $\epsilon_{xx}$

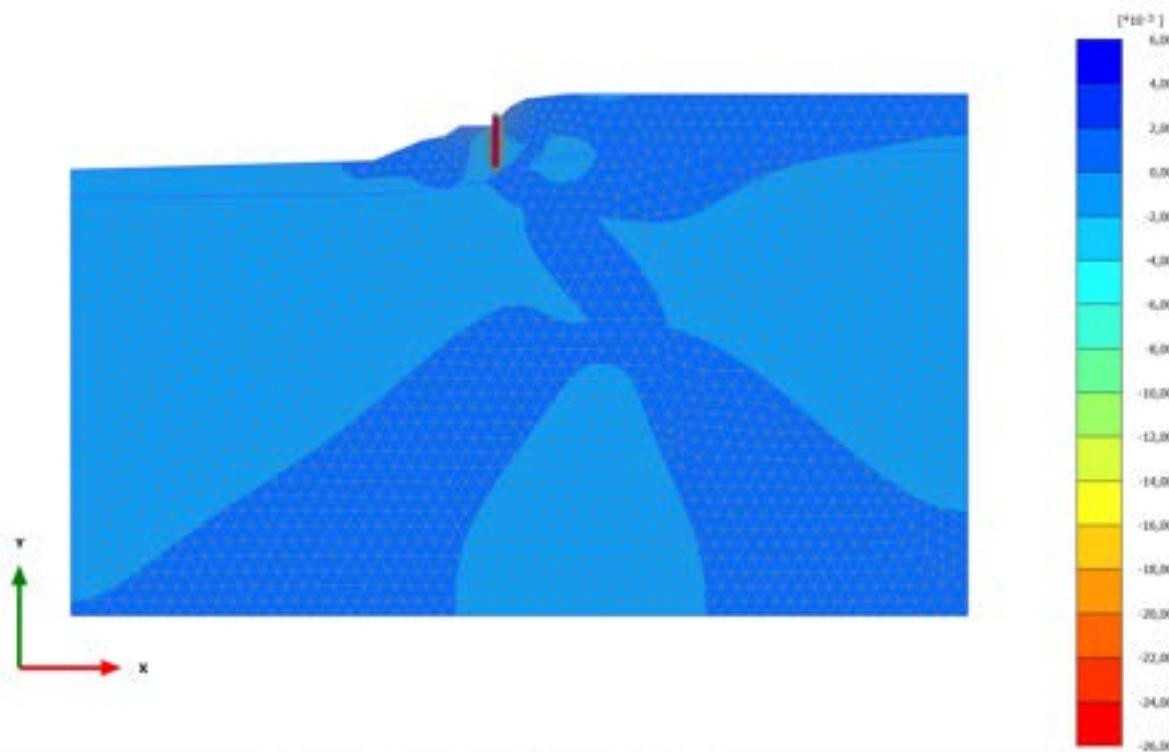


**Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$  (scaled up 500 times)**

Maximum value =  $4,549 \cdot 10^{-3}$  (Element 742 at Node 9112)

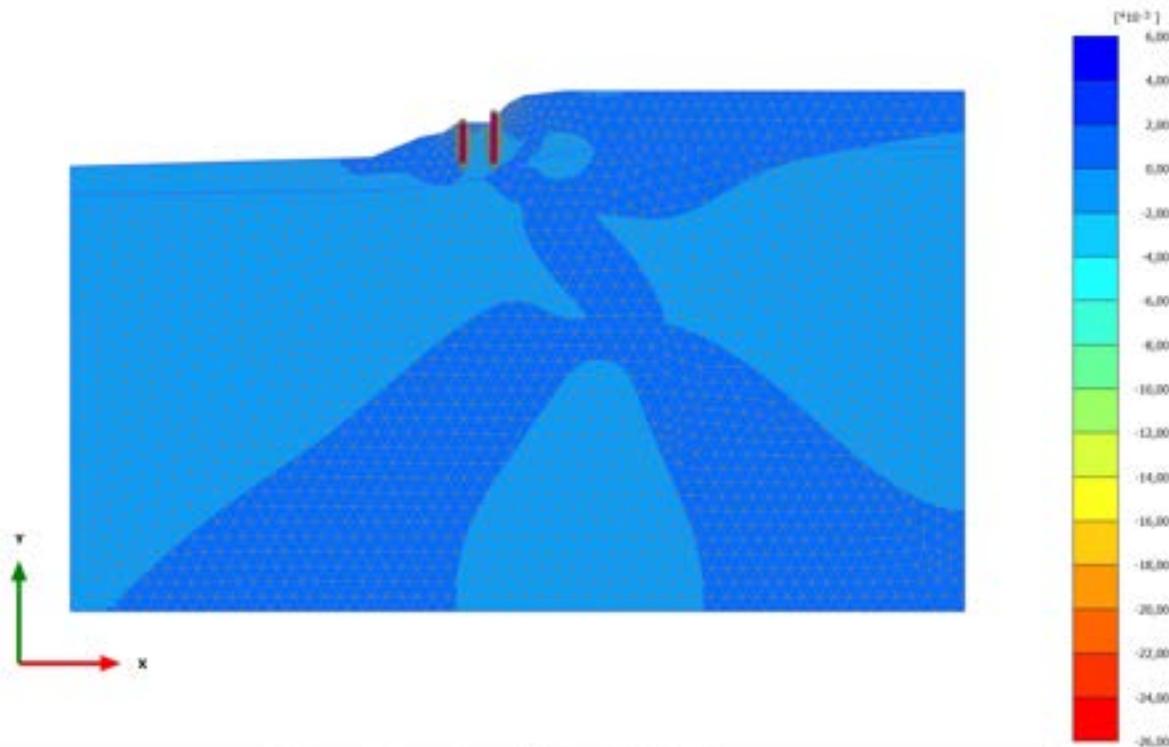
Minimum value = -0,02441 (Element 115 at Node 9428)

### 2.1.2.1.6 Calculation results, 4\_REALIZZAZIONE RILEVATO [Phase\_4] (4/45), Total cartesian strain $\epsilon_{xx}$



**Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$  (scaled up 500 times)**  
Maximum value =  $4,547 \cdot 10^{-3}$  (Element 742 at Node 9112)  
Minimum value = -0,02408 (Element 115 at Node 9428)

### 2.1.2.1.7 Calculation results, 5\_REALIZZAZIONE PALO DI VALLE [Phase\_5] (5/47), Total cartesian strain $\epsilon_{xx}$

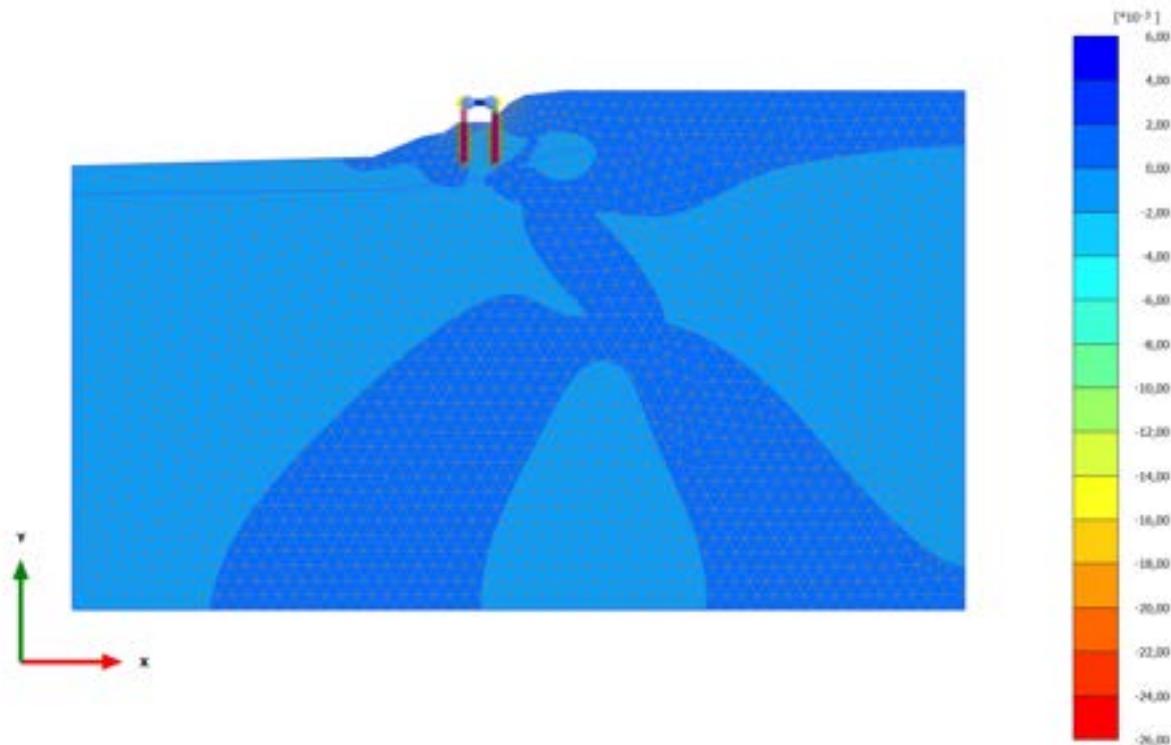


Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$  (scaled up 500 times)

Maximum value =  $4,548 \cdot 10^{-3}$  (Element 742 at Node 9112)

Minimum value = -0,02407 (Element 115 at Node 9428)

2.1.2.1.8 Calculation results, 6\_REALIZZAZIONE SOVRASTRUTTURA [Phase\_6] (6/49),  
Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$

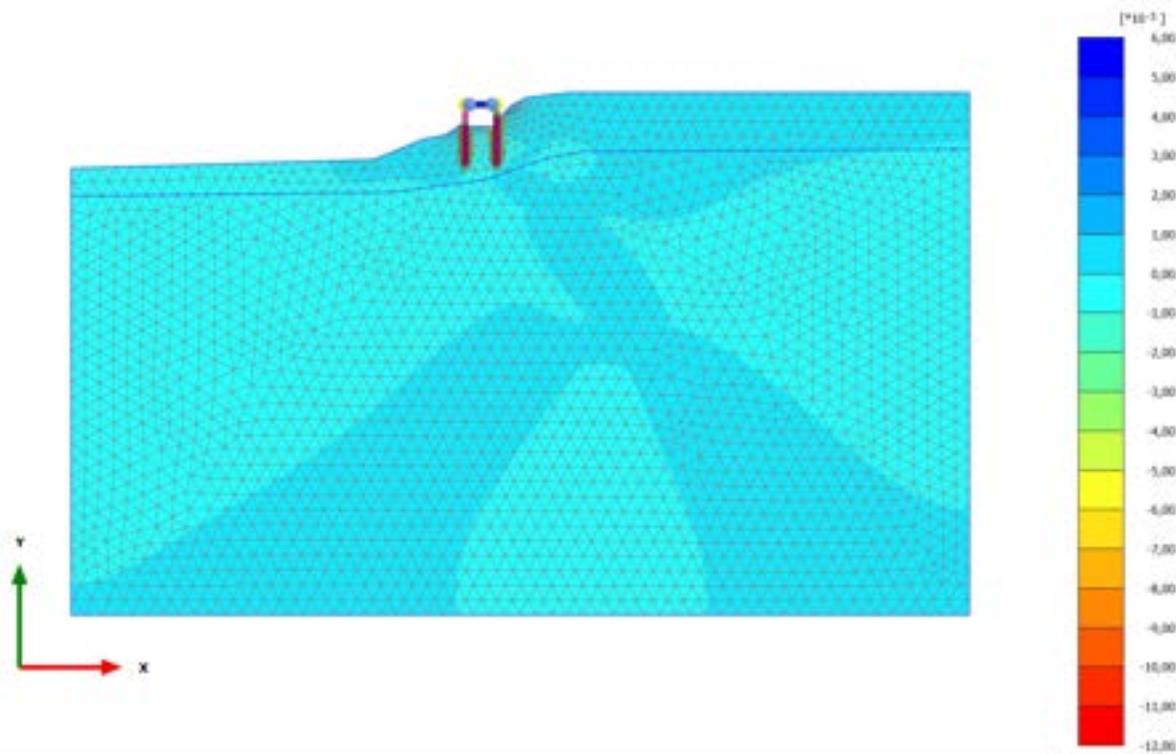


Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$  (scaled up 500 times)

Maximum value =  $4,567 \cdot 10^{-3}$  (Element 742 at Node 9112)

Minimum value = -0,02436 (Element 115 at Node 9428)

### 2.1.2.1.9 Calculation results, 7\_SECONDA FASE DI SCAVO [Phase\_7] (7/54), Total cartesian strain $\epsilon_{xx}$

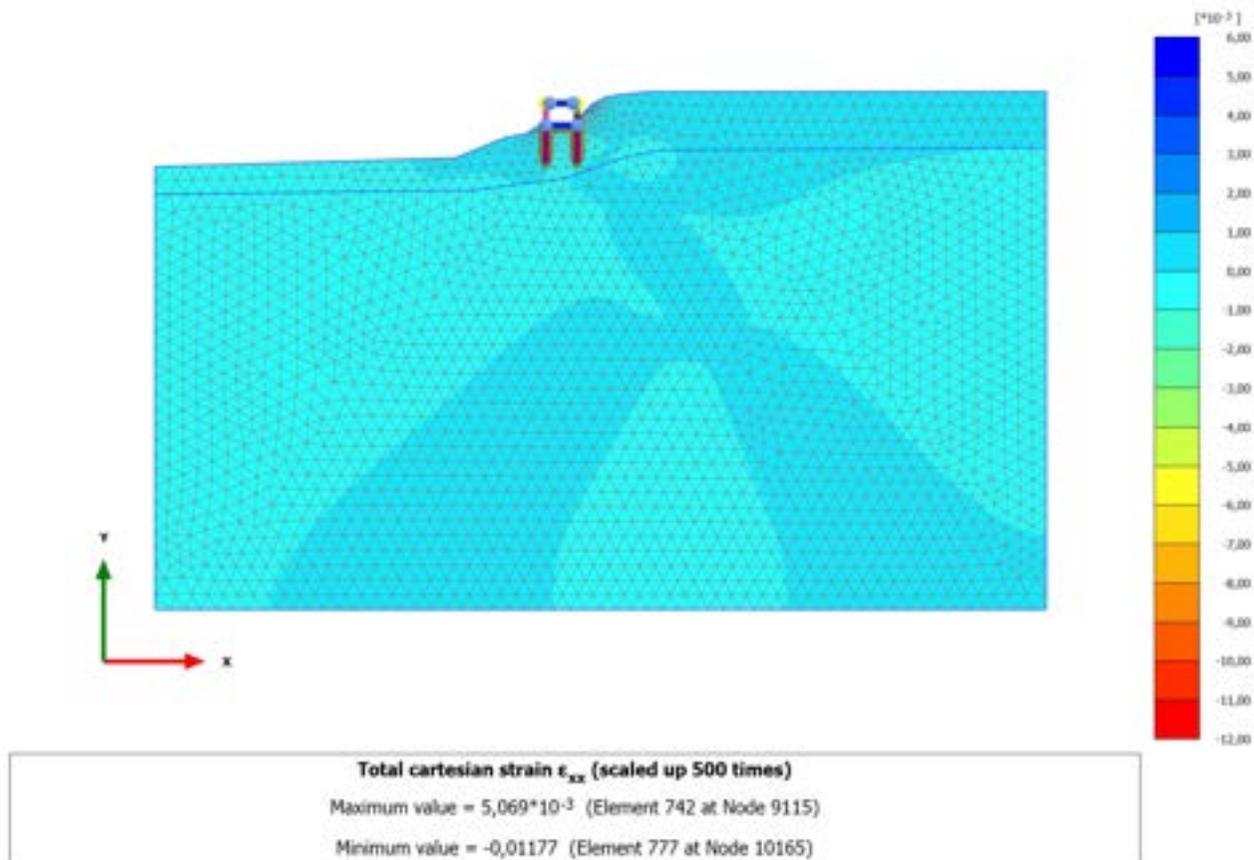


**Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$  (scaled up 500 times)**

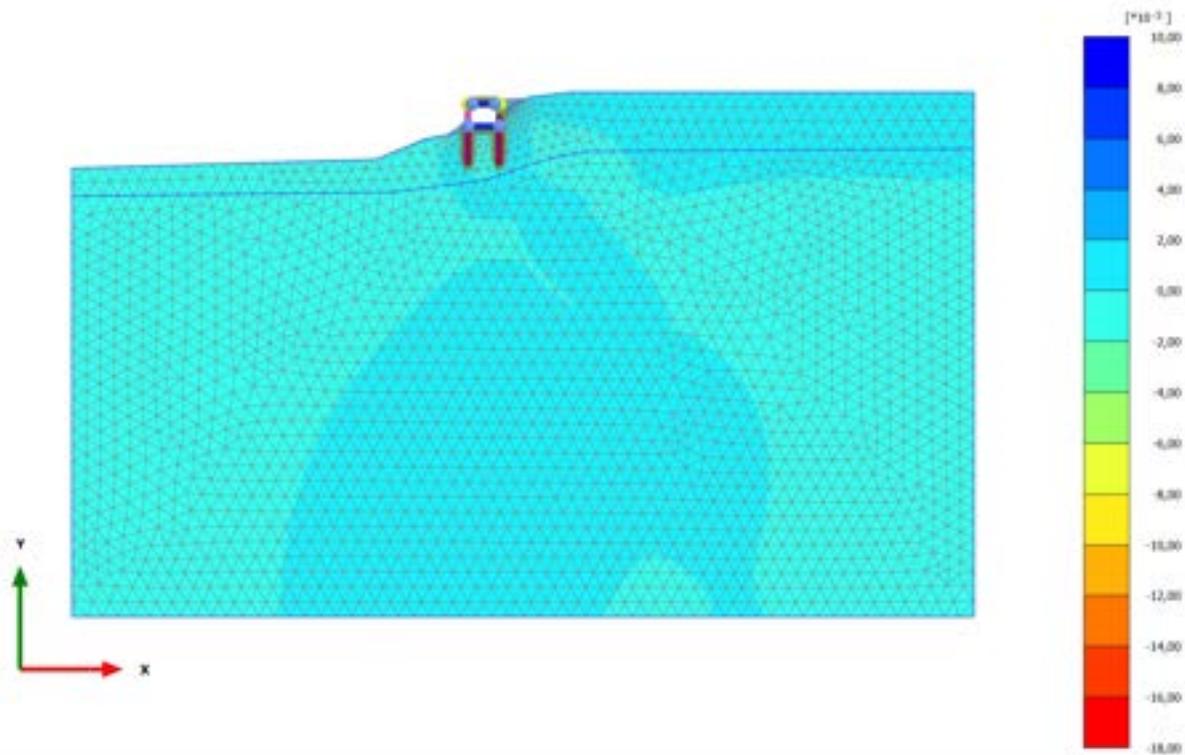
Maximum value = 5,041 \* 10<sup>-3</sup> (Element 742 at Node 9115)

Minimum value = -0,01156 (Element 777 at Node 10165)

2.1.2.1.10 Calculation results, 8\_REALIZZAZIONE SOLETTA INFERIORE [Phase\_8]  
(8/56), Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$



### 2.1.2.1.11 Calculation results, 9\_RITOMBAMENTO [Phase\_9] (9/81), Total cartesian strain $\epsilon_{xx}$

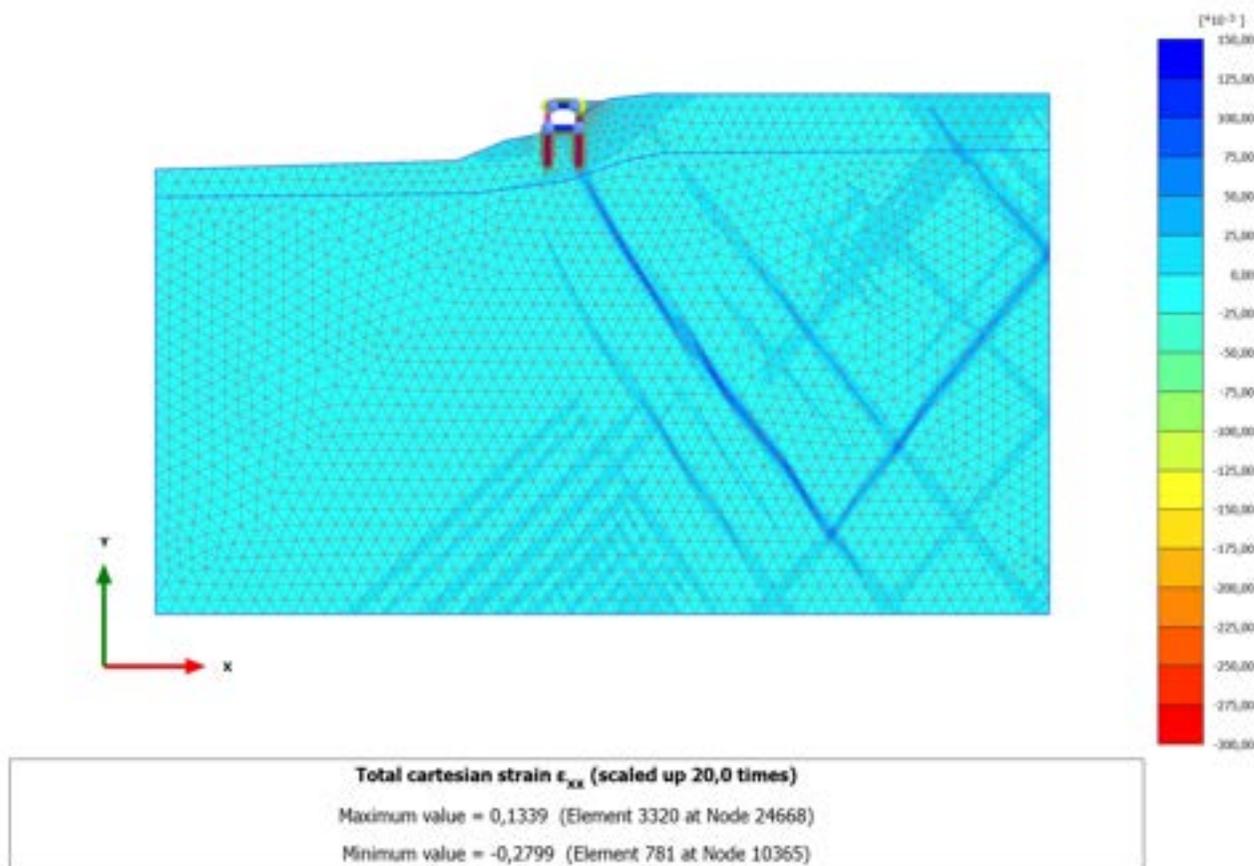


Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$  (scaled up 500 times)

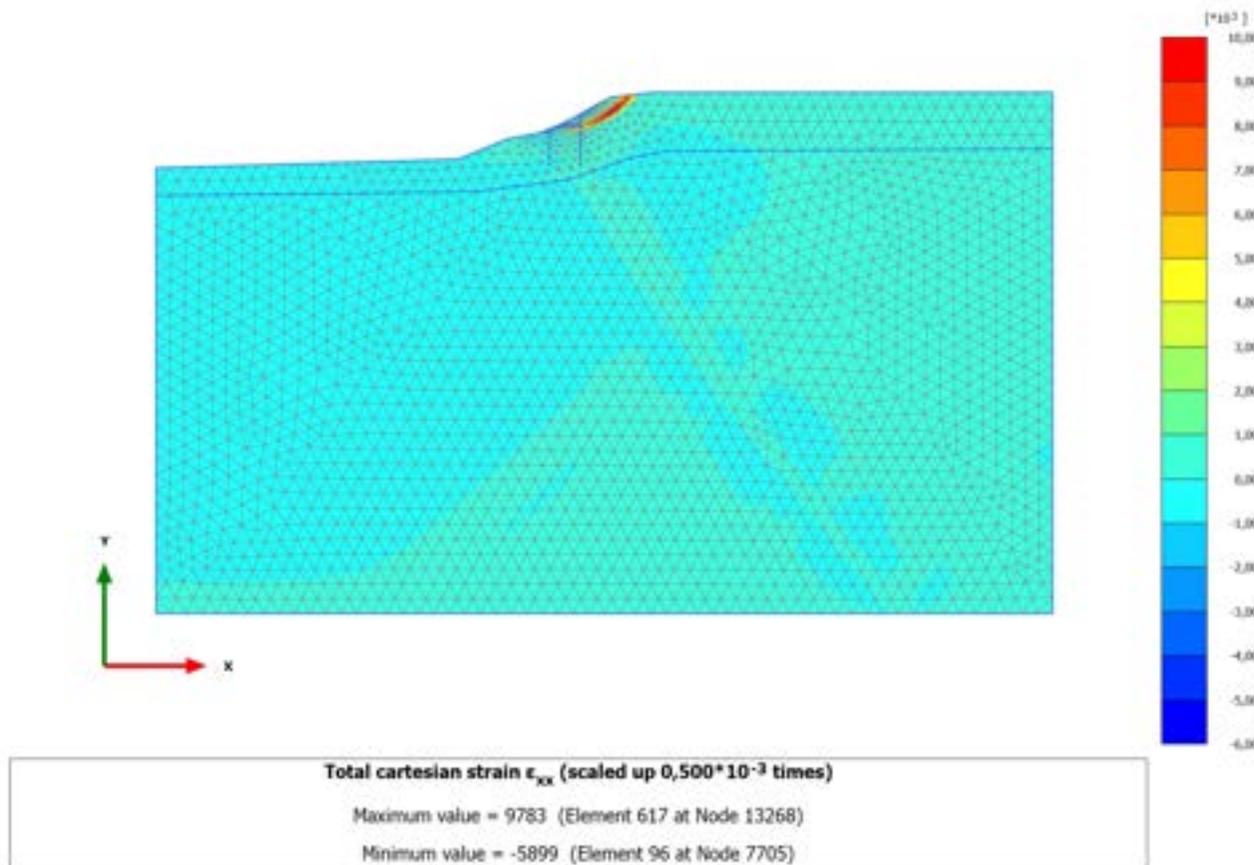
Maximum value =  $9,867 \cdot 10^{-3}$  (Element 742 at Node 9115)

Minimum value = -0,01703 (Element 7 at Node 7617)

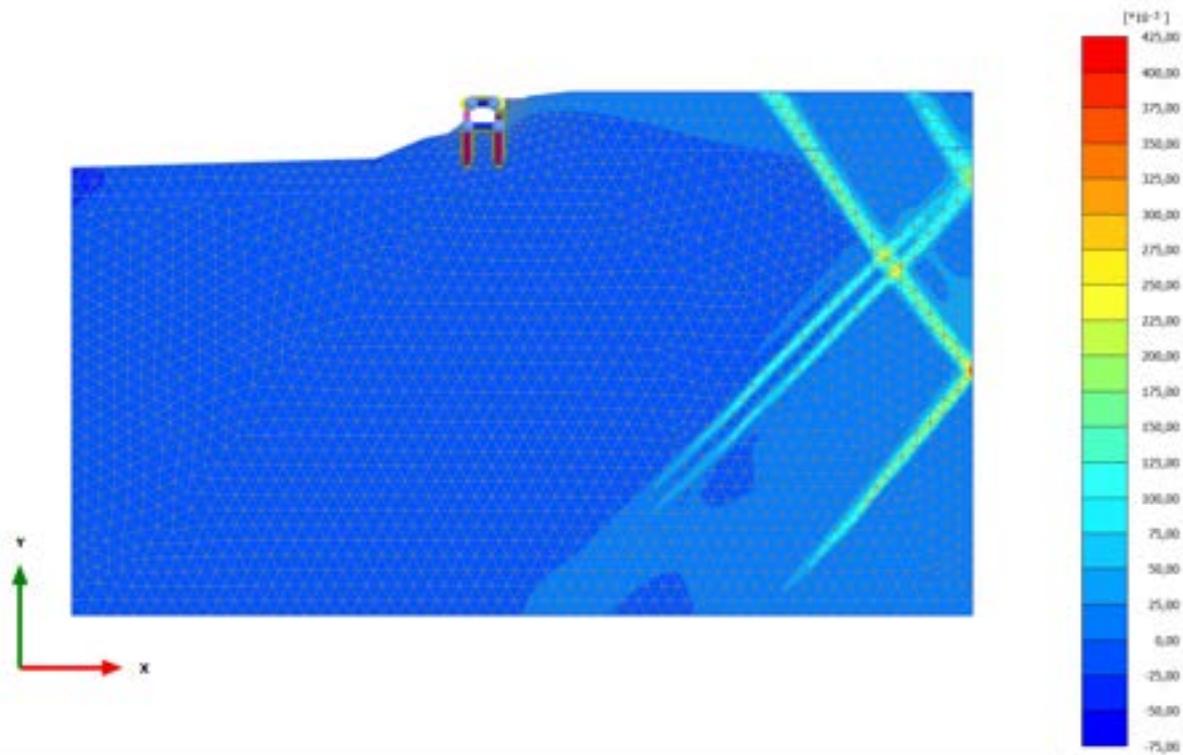
## 2.1.2.1.12 Calculation results, STABILITA' -post intervento [Phase\_16] (16/181), Total cartesian strain $\epsilon_{xx}$



### 2.1.2.1.13 Calculation results, STABILITA'-preintervento [Phase\_15] (15/284), Total cartesian strain $\epsilon_{xx}$



### 2.1.2.1.14 Calculation results, 10\_SISMICA ++ [Phase\_10] (10/311), Total cartesian strain $\epsilon_{xx}$



**Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$  (scaled up 20,0 times)**

Maximum value = 0,4121 (Element 1253 at Node 31905)

Minimum value = -0,05216 (Element 514 at Node 6030)

### 2.1.2.1.15 Calculation results, 12\_SISMICA -+ [Phase\_12] (12/358), Total cartesian strain $\epsilon_{xx}$

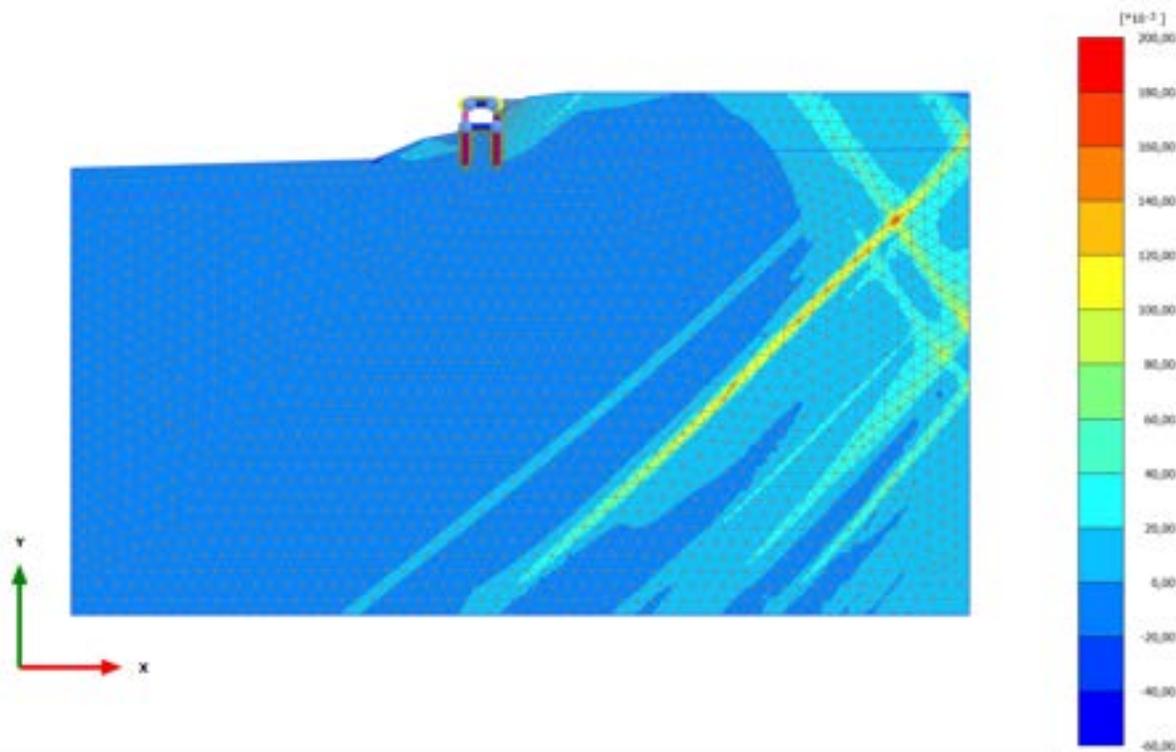


Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$  (scaled up 50,0 times)

Maximum value = 0,3096 (Element 1541 at Node 517)

Minimum value = -0,03112 (Element 141 at Node 21593)

### 2.1.2.1.16 Calculation results, 10.2\_AS SISMICA ++ [Phase\_19] (19/484), Total cartesian strain $\epsilon_{xx}$

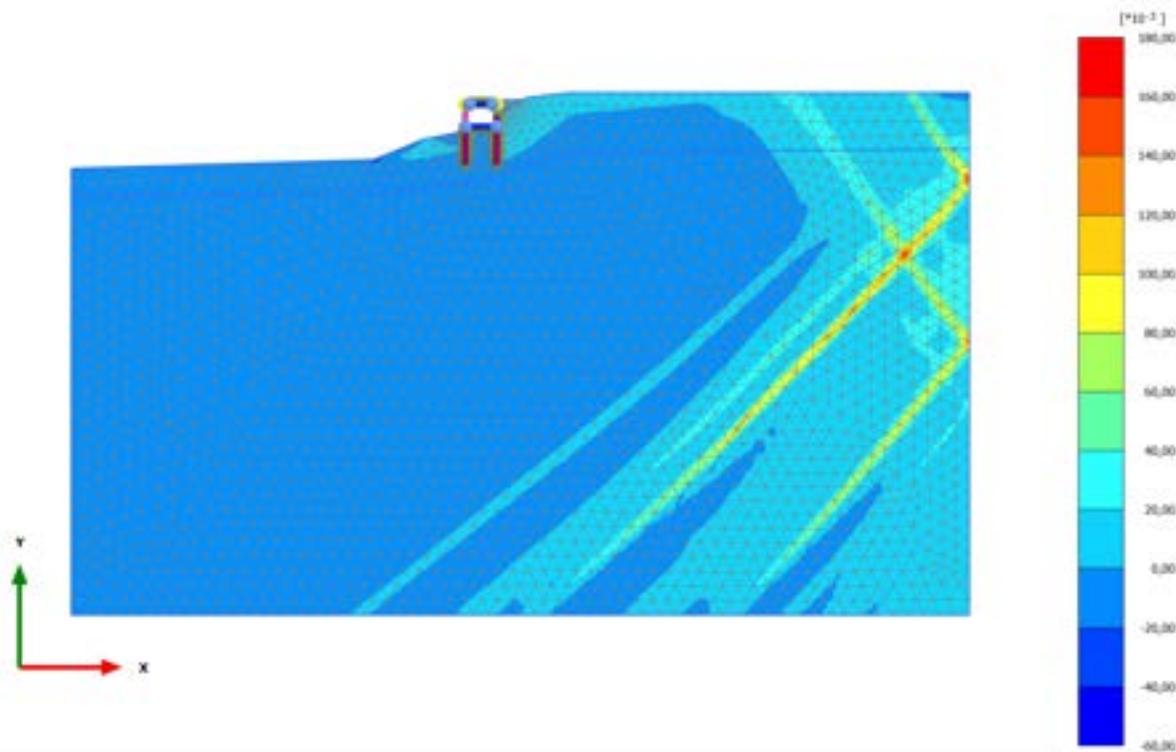


**Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$  (scaled up 50,0 times)**

Maximum value = 0,1887 (Element 2320 at Node 26065)

Minimum value = -0,05579 (Element 514 at Node 6030)

### 2.1.2.1.17 Calculation results, 11.2\_AS SISMICA +- [Phase\_21] (21/595), Total cartesian strain $\epsilon_{xx}$

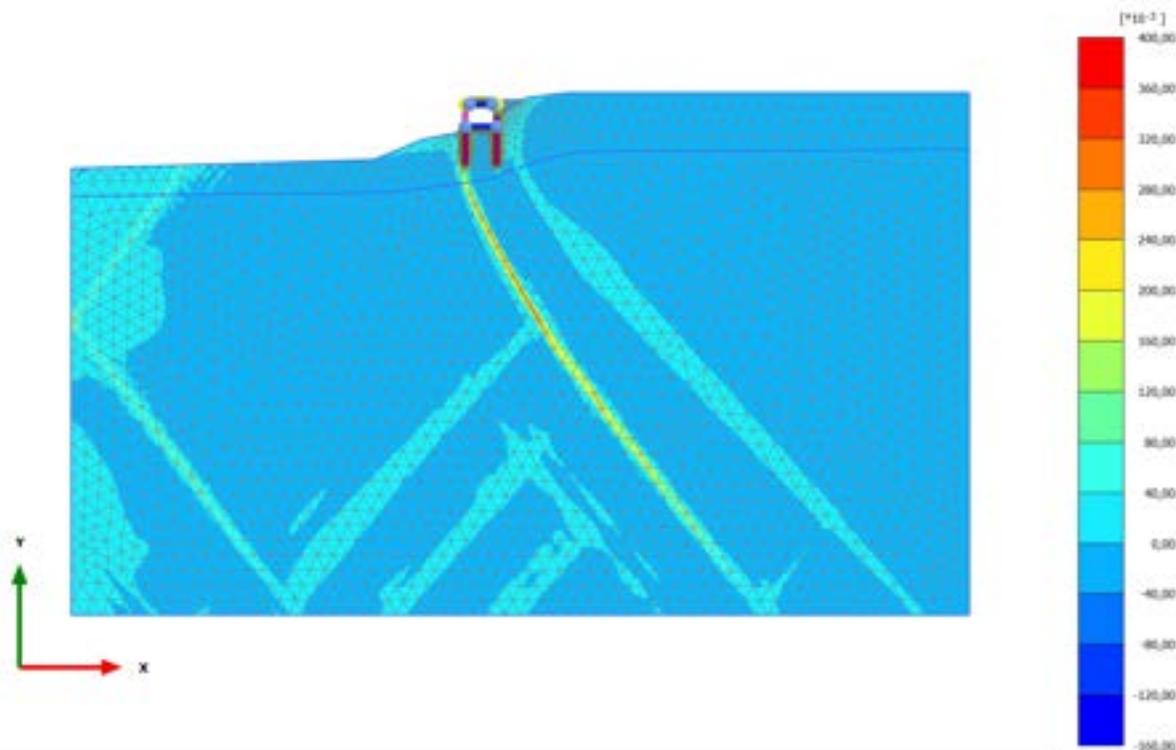


**Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$  (scaled up 50,0 times)**

Maximum value = 0,1751 (Element 1515 at Node 25759)

Minimum value = -0,04365 (Element 514 at Node 6030)

### 2.1.2.1.18 Calculation results, 12.2\_AS SISMICA -+ [Phase\_23] (23/716), Total cartesian strain $\epsilon_{xx}$

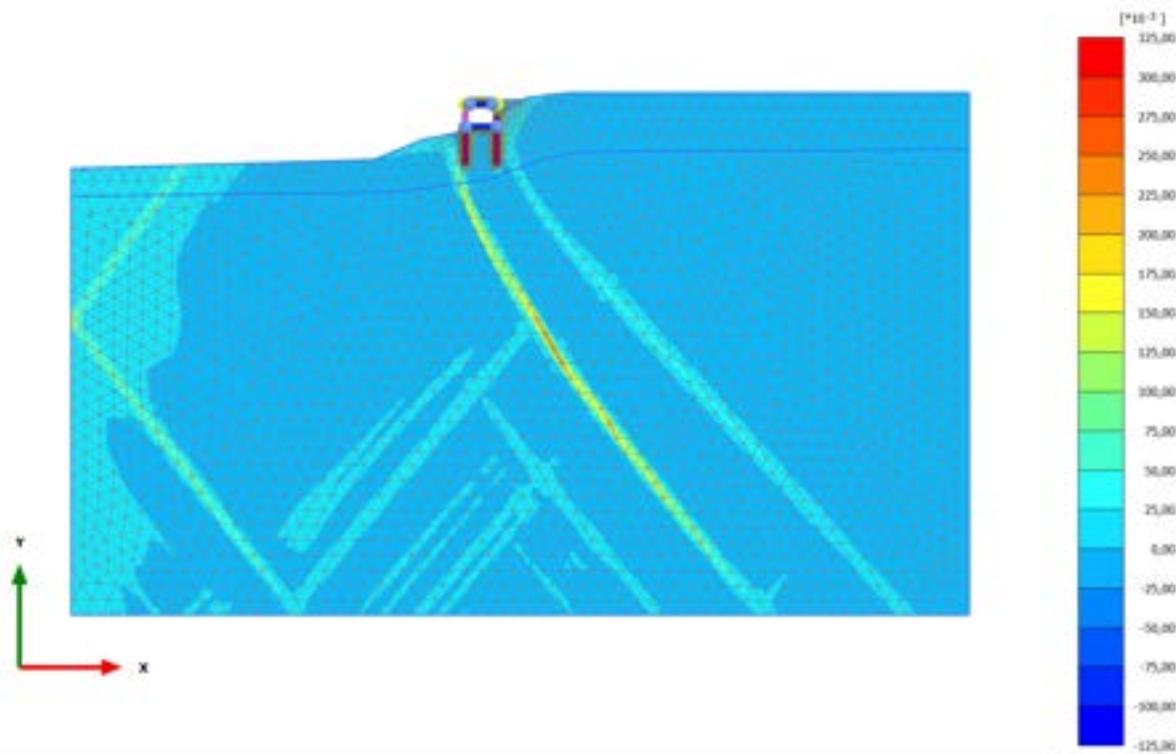


**Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$  (scaled up 20.0 times)**

Maximum value = 0,3926 (Element 3802 at Node 18545)

Minimum value = -0,1543 (Element 650 at Node 8089)

### 2.1.2.1.19 Calculation results, 13.2\_AS SISMICA -- [Phase\_25] (25/838), Total cartesian strain $\epsilon_{xx}$

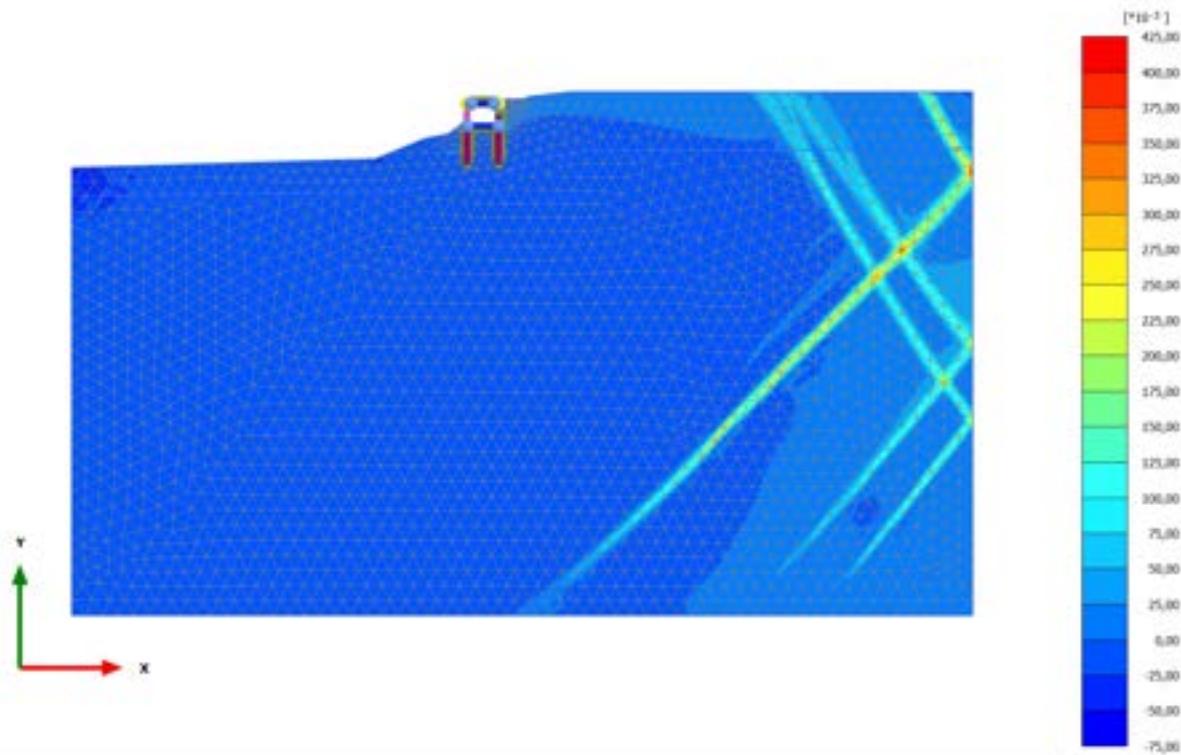


Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$  (scaled up 20,0 times)

Maximum value = 0,3140 (Element 3504 at Node 20907)

Minimum value = -0,1109 (Element 650 at Node 8099)

## 2.1.2.1.20 Calculation results, 11\_ SISMICA +- [Phase\_11] (11/878), Total cartesian strain $\epsilon_{xx}$

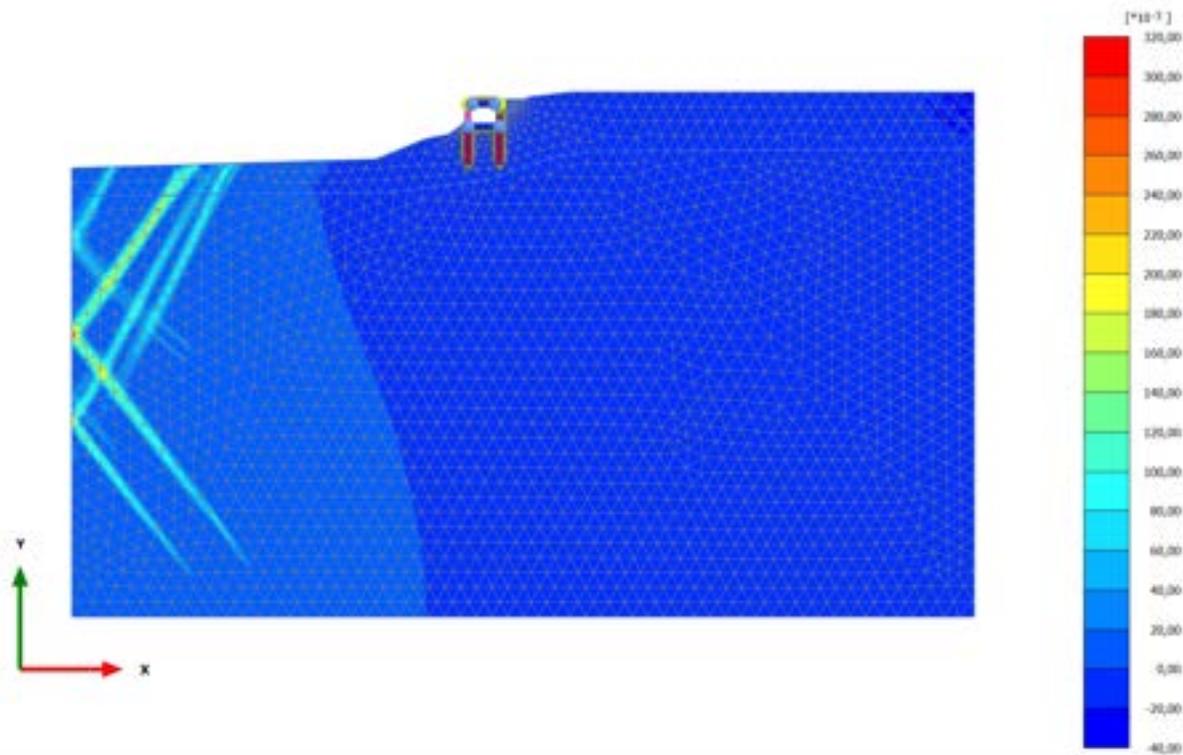


**Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$  (scaled up 20,0 times)**

Maximum value = 0,4007 (Element 1537 at Node 25178)

Minimum value = -0,06450 (Element 514 at Node 6030)

### 2.1.2.1.21 Calculation results, 13\_SISMICA -- [Phase\_13] (13/913), Total cartesian strain $\epsilon_{xx}$

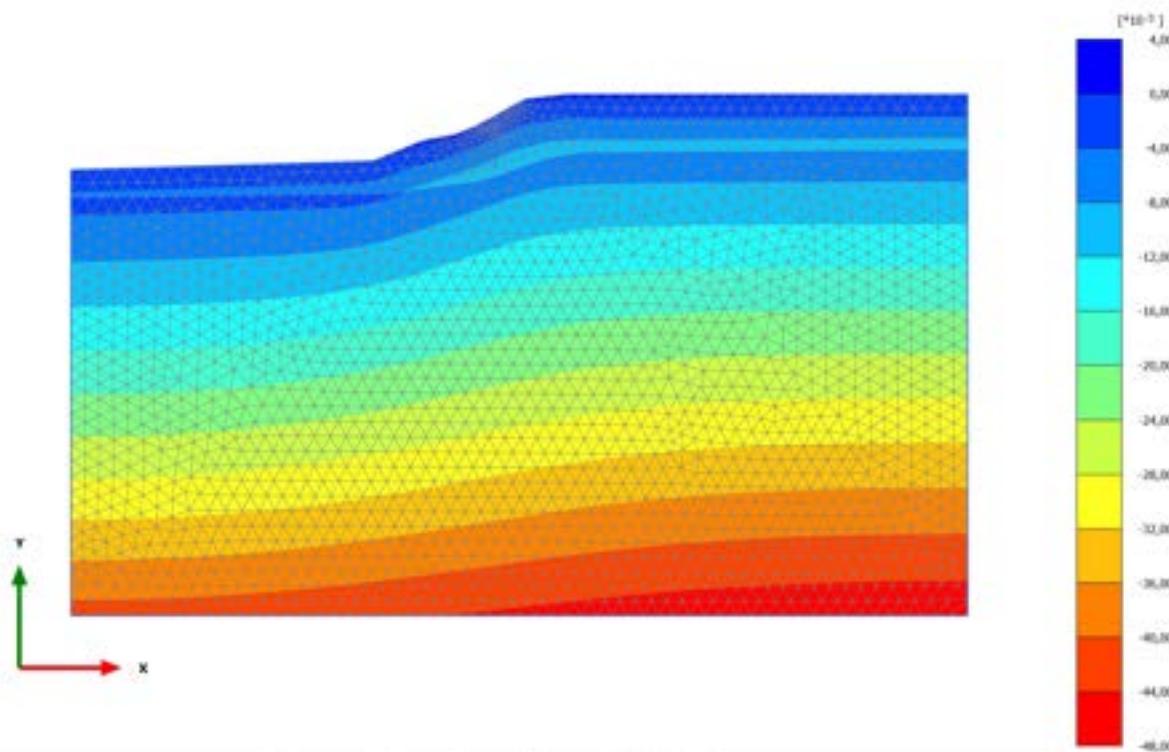


Total cartesian strain  $\epsilon_{xx}$  (scaled up 50,0 times)

Maximum value = 0,3023 (Element 1541 at Node 517)

Minimum value = -0,03332 (Element 141 at Node 21593)

### 2.1.2.2.1 Calculation results, 0\_CONDIZIONE GEOSTATICA [InitialPhase] (0/6), Total cartesian strain $\epsilon_{yy}$

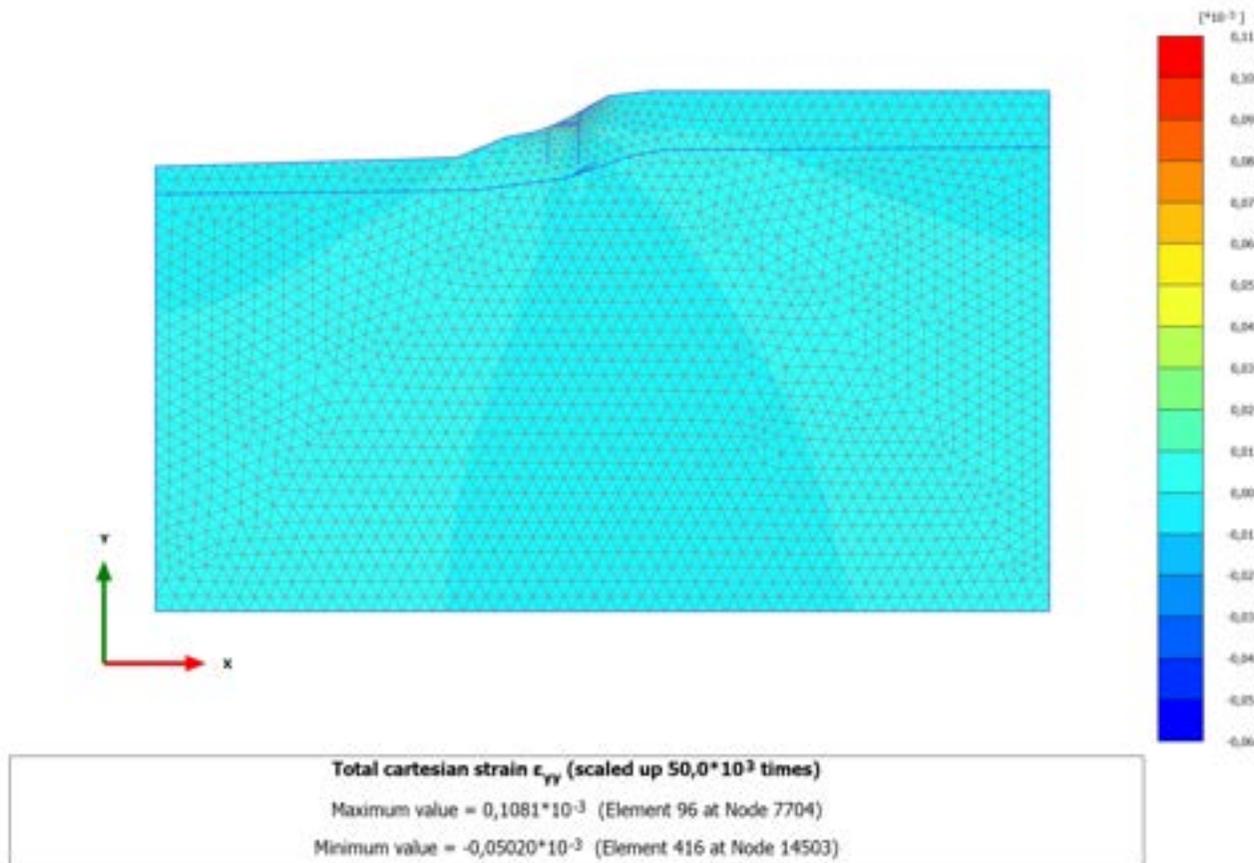


Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$  (scaled up 200 times)

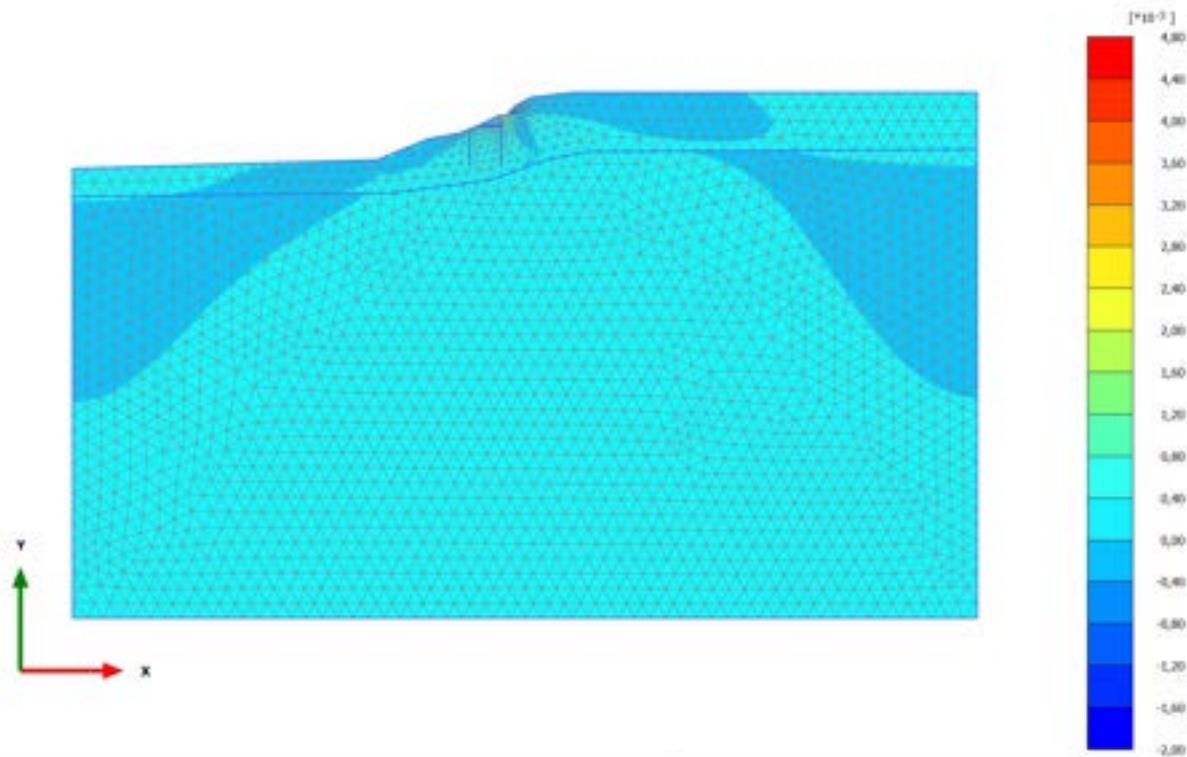
Maximum value =  $3,198 \cdot 10^{-3}$  (Element 96 at Node 7705)

Minimum value = -0,04691 (Element 851 at Node 34871)

## 2.1.2.2.2 Calculation results, 0.1\_AZZERAMENTO SPOSTAMENTI [Phase\_1] (1/20), Total cartesian strain $\epsilon_{yy}$



## 2.1.2.2.3 Calculation results, 1\_PRESCAVO [Phase\_14] (14/26), Total cartesian strain

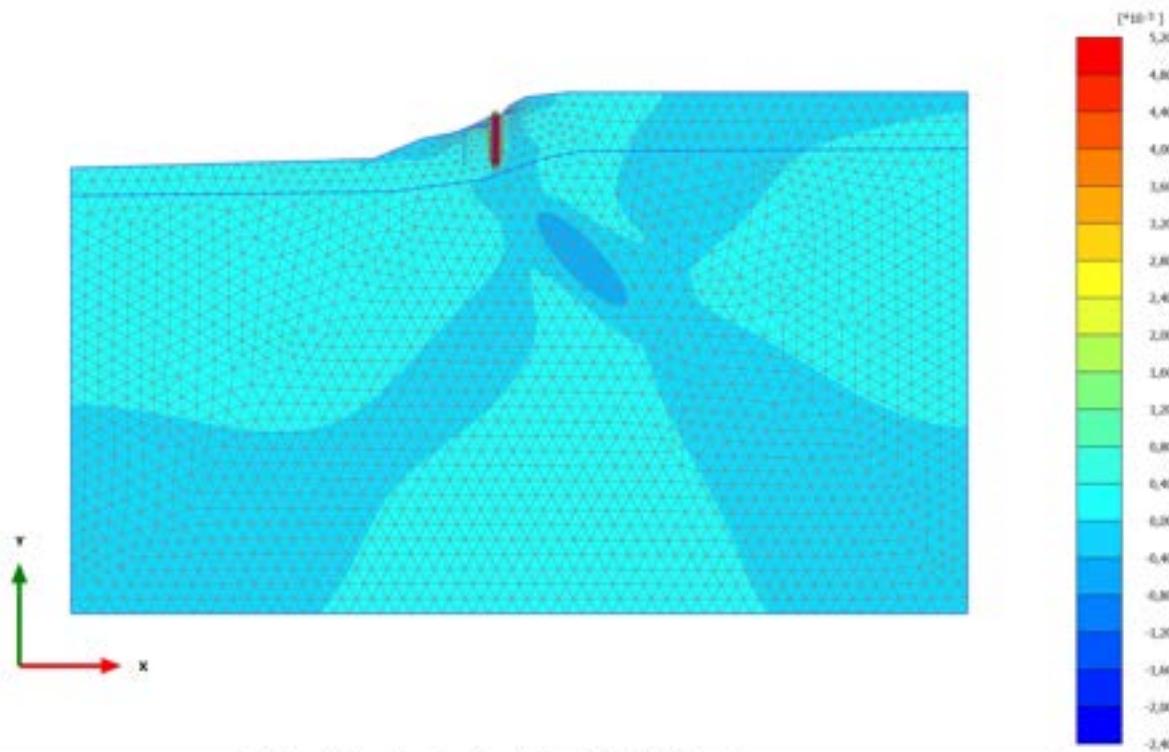
 $\epsilon_{yy}$ 

Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$  (scaled up  $2,00 \cdot 10^3$  times)

Maximum value =  $4,718 \cdot 10^{-3}$  (Element 725 at Node 9991)

Minimum value =  $-1,867 \cdot 10^{-3}$  (Element 719 at Node 11062)

### 2.1.2.2.4 Calculation results, 2\_REALIZZAZIONE PALO MONTE [Phase\_2] (2/33), Total cartesian strain $\epsilon_{yy}$

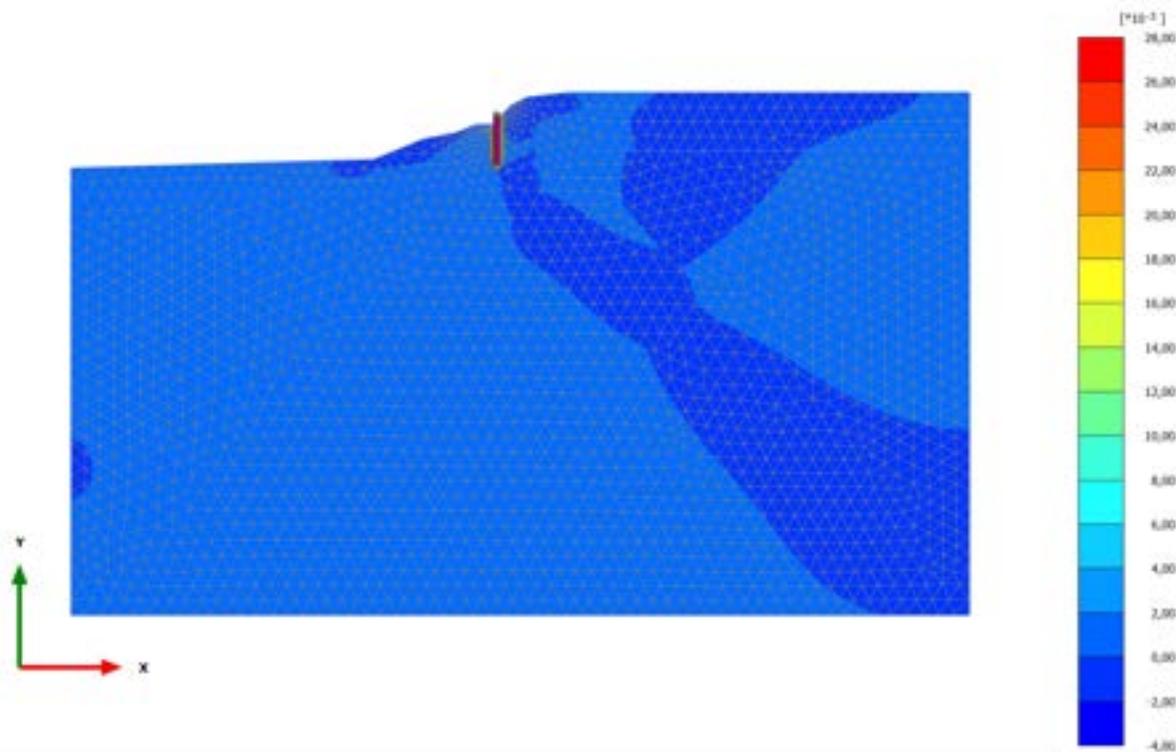


Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$  (scaled up  $2,00 \cdot 10^3$  times)

Maximum value =  $5,022 \cdot 10^{-3}$  (Element 725 at Node 9991)

Minimum value =  $-2,084 \cdot 10^{-3}$  (Element 719 at Node 11062)

### 2.1.2.2.5 Calculation results, 3\_PRIMA FASE DI SCAVO [Phase\_3] (3/38), Total cartesian strain $\epsilon_{yy}$

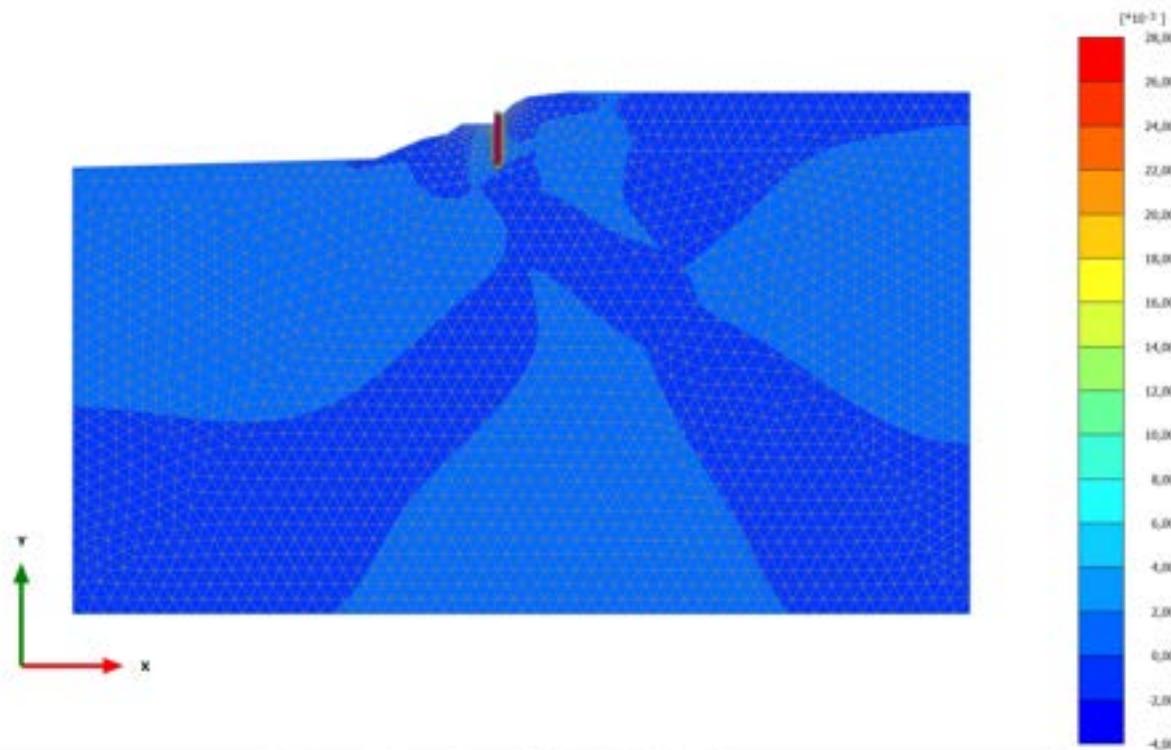


Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$  (scaled up 500 times)

Maximum value = 0,02683 (Element 115 at Node 9428)

Minimum value =  $-2,590 \cdot 10^{-3}$  (Element 688 at Node 11809)

### 2.1.2.2.6 Calculation results, 4\_REALIZZAZIONE RILEVATO [Phase\_4] (4/45), Total cartesian strain $\epsilon_{yy}$

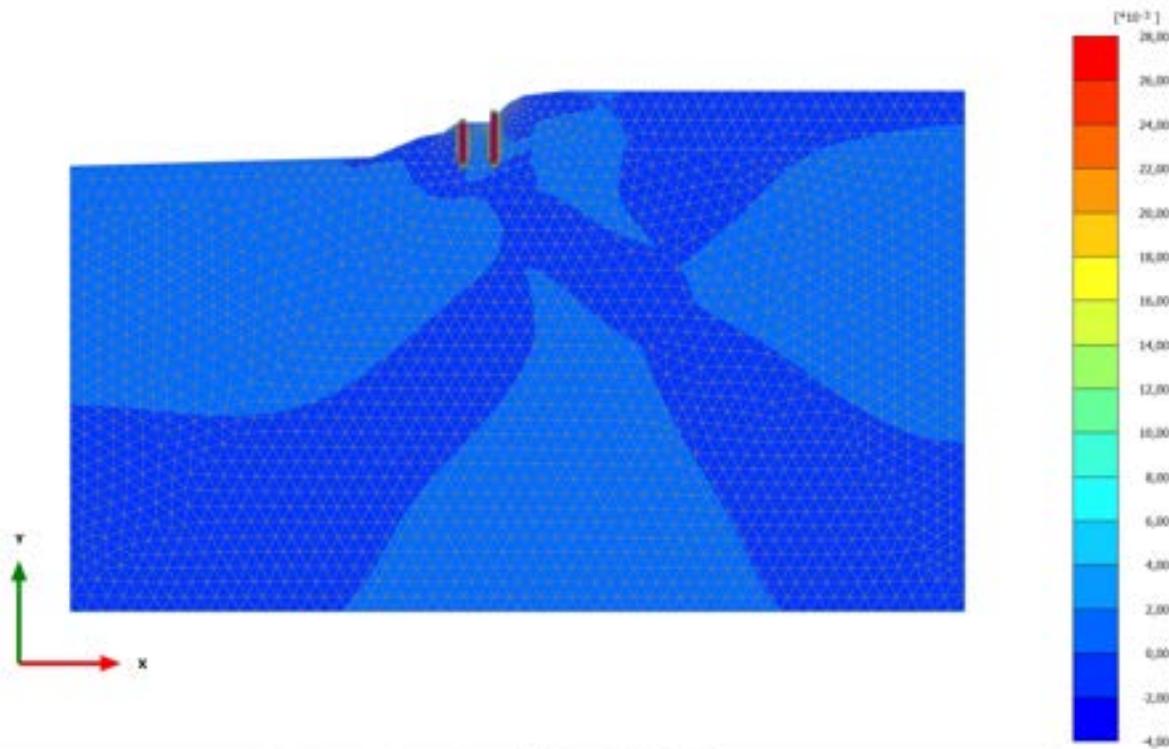


Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$  (scaled up 500 times)

Maximum value = 0,02674 (Element 115 at Node 9428)

Minimum value =  $-2,663 \cdot 10^{-3}$  (Element 688 at Node 11809)

### 2.1.2.2.7 Calculation results, 5\_REALIZZAZIONE PALO DI VALLE [Phase\_5] (5/47), Total cartesian strain $\epsilon_{yy}$

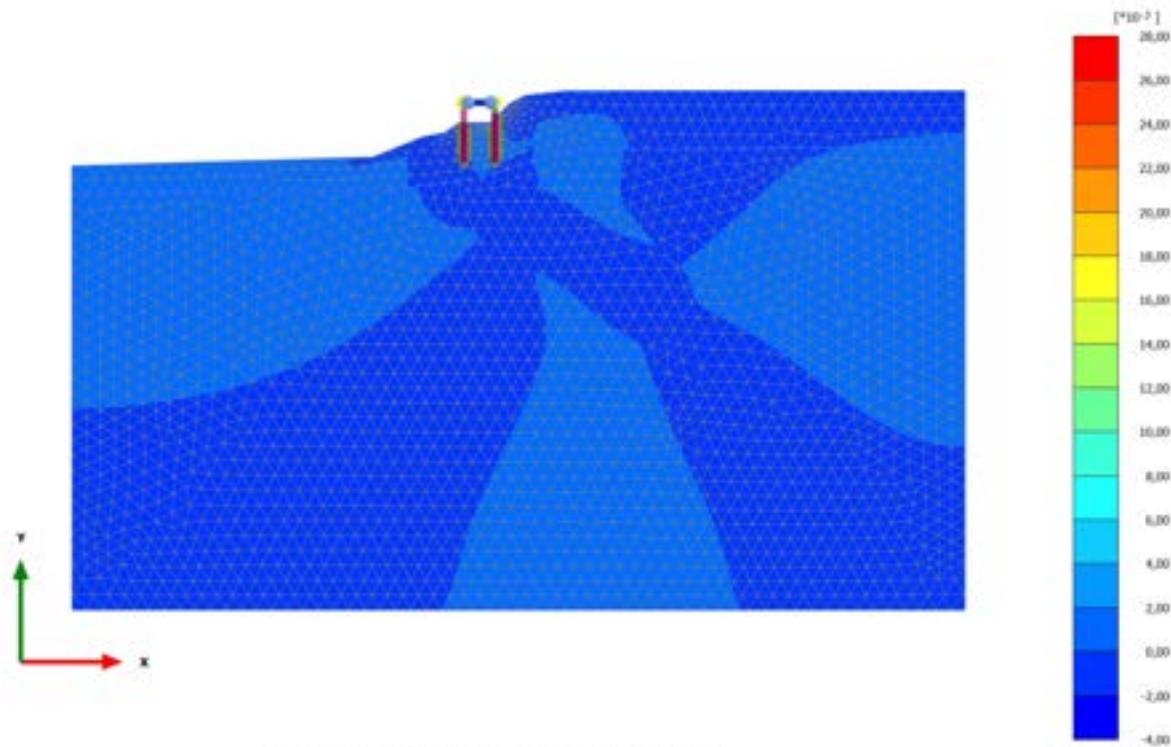


Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$  (scaled up 500 times)

Maximum value = 0,02674 (Element 115 at Node 9428)

Minimum value =  $-2,663 \cdot 10^{-3}$  (Element 688 at Node 11809)

### 2.1.2.2.8 Calculation results, 6\_REALIZZAZIONE SOVRASTRUTTURA [Phase\_6] (6/49), Total cartesian strain $\epsilon_{yy}$

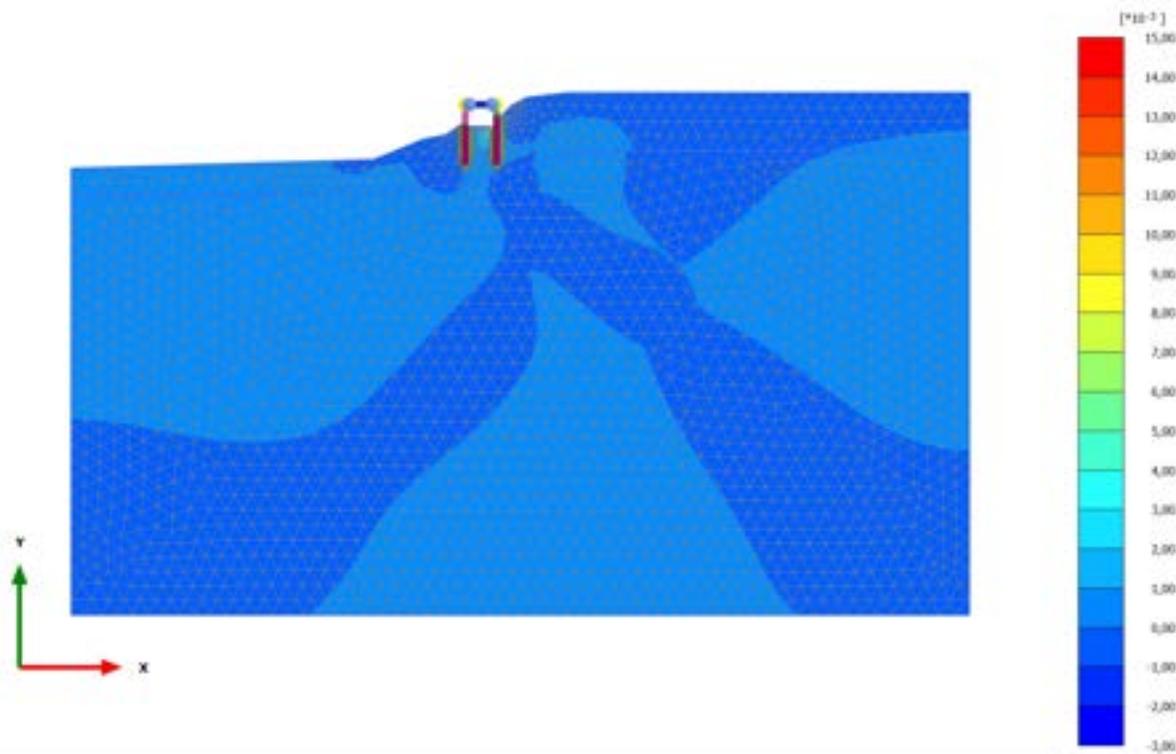


Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$  (scaled up 500 times)

Maximum value = 0,02687 (Element 115 at Node 9428)

Minimum value =  $-2,699 \cdot 10^{-3}$  (Element 688 at Node 11809)

### 2.1.2.2.9 Calculation results, 7\_SECONDA FASE DI SCAVO [Phase\_7] (7/54), Total cartesian strain $\epsilon_{yy}$

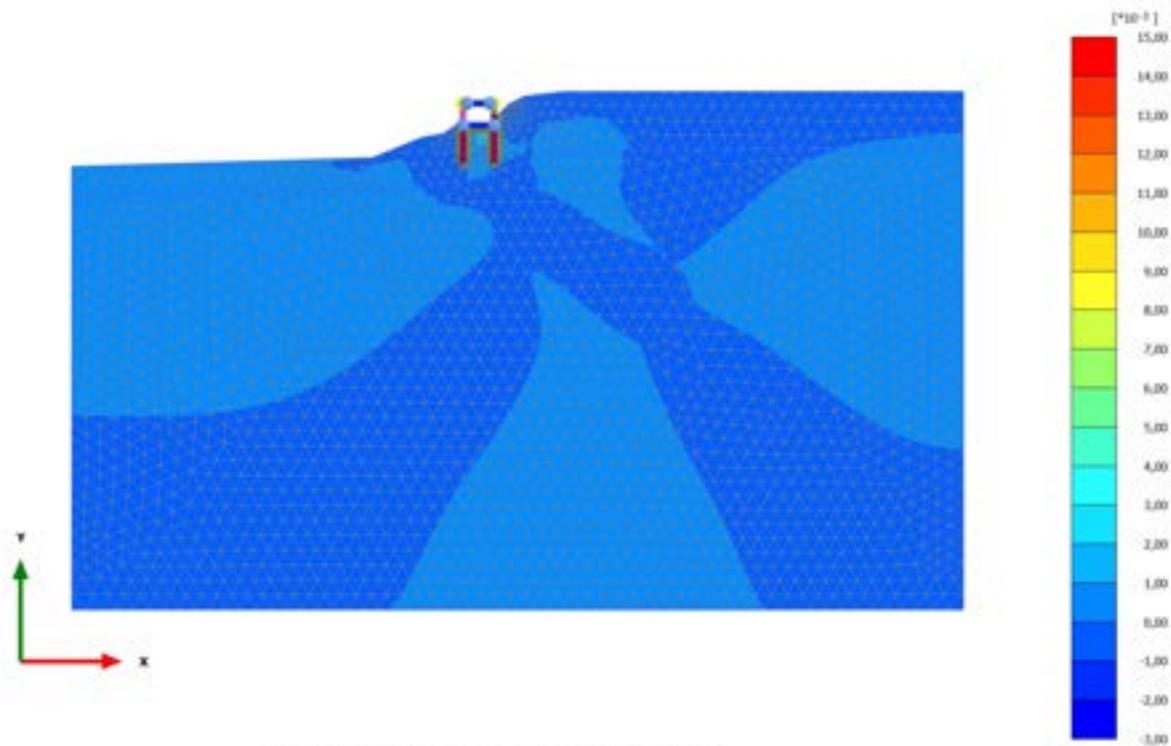


Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$  (scaled up 500 times)

Maximum value = 0,01432 (Element 777 at Node 10165)

Minimum value =  $-2,910 \cdot 10^{-3}$  (Element 688 at Node 11809)

2.1.2.2.10 Calculation results, 8\_REALIZZAZIONE SOLETTA INFERIORE [Phase\_8]  
(8/56), Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$

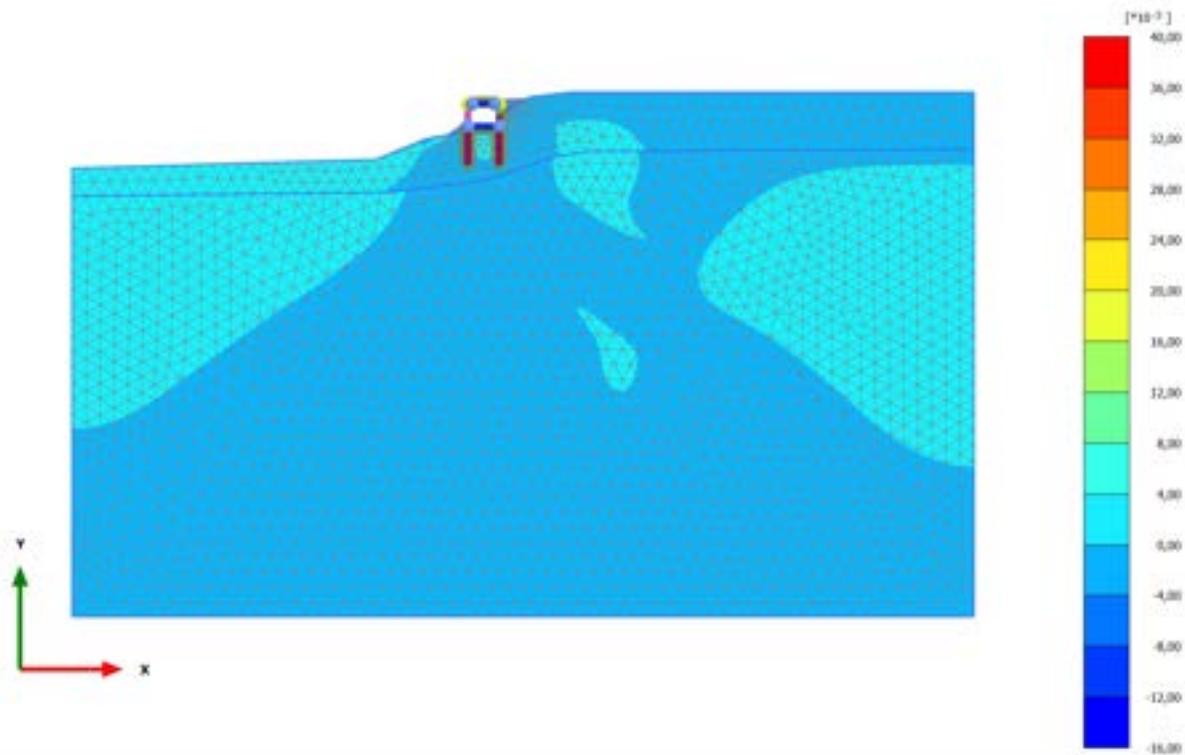


Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$  (scaled up 500 times)

Maximum value = 0,01468 (Element 777 at Node 10165)

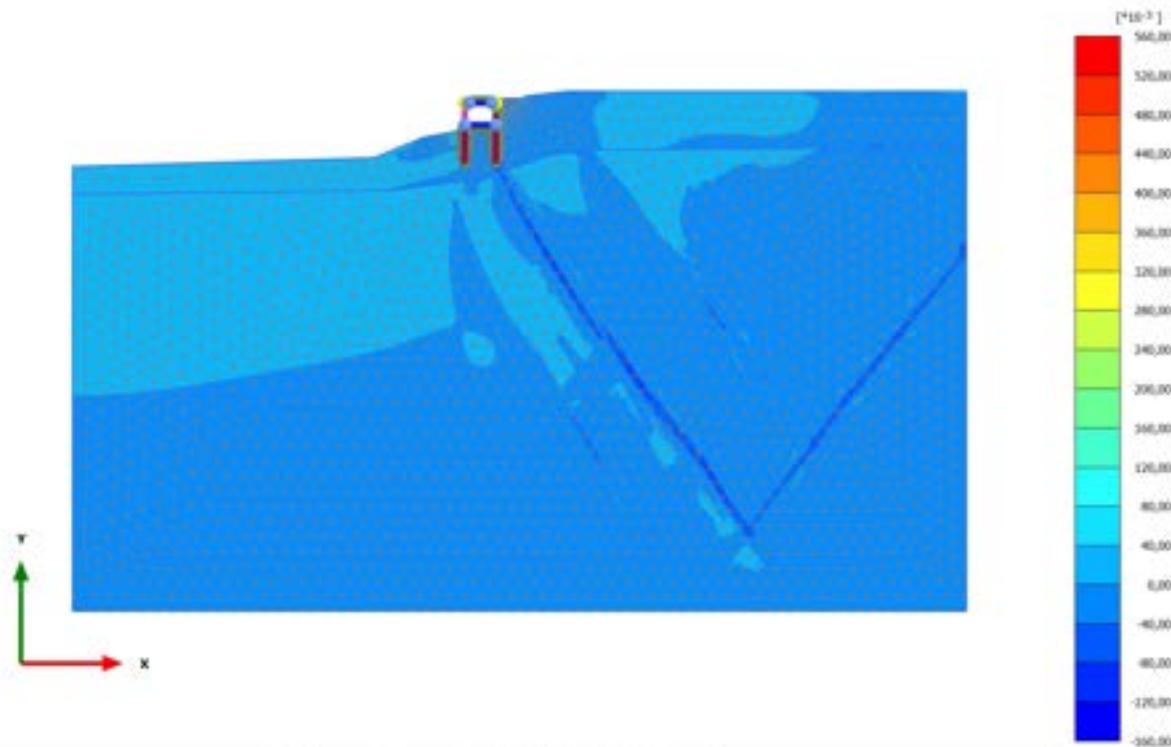
Minimum value =  $-2,917 \cdot 10^{-3}$  (Element 688 at Node 11809)

### 2.1.2.2.11 Calculation results, 9\_RITOMBAMENTO [Phase\_9] (9/81), Total cartesian strain $\epsilon_{yy}$



**Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$  (scaled up 200 times)**  
Maximum value = 0,03643 (Element 73 at Node 9112)  
Minimum value = -0,01443 (Element 62 at Node 10133)

## 2.1.2.2.12 Calculation results, STABILITA' -post intervento [Phase\_16] (16/181), Total cartesian strain $\epsilon_{yy}$

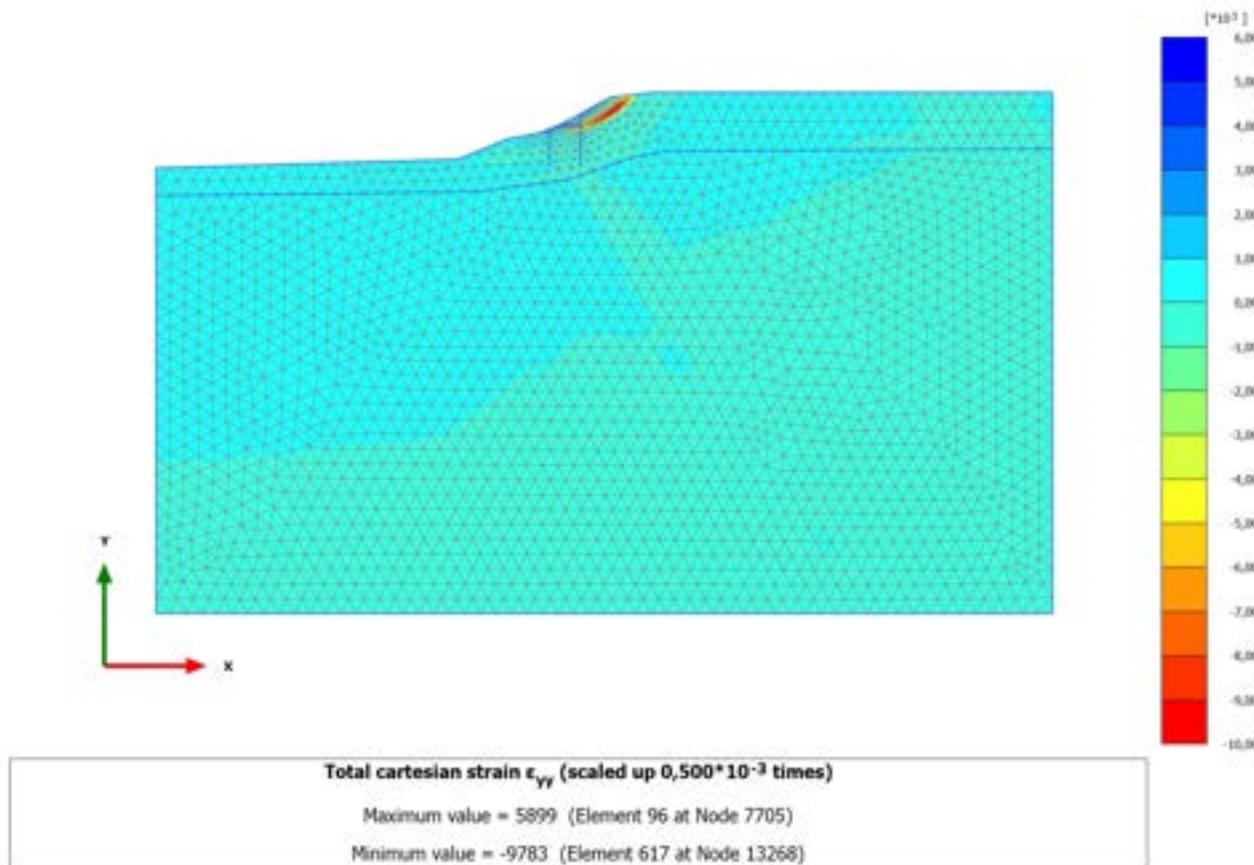


**Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$  (scaled up 20.0 times)**

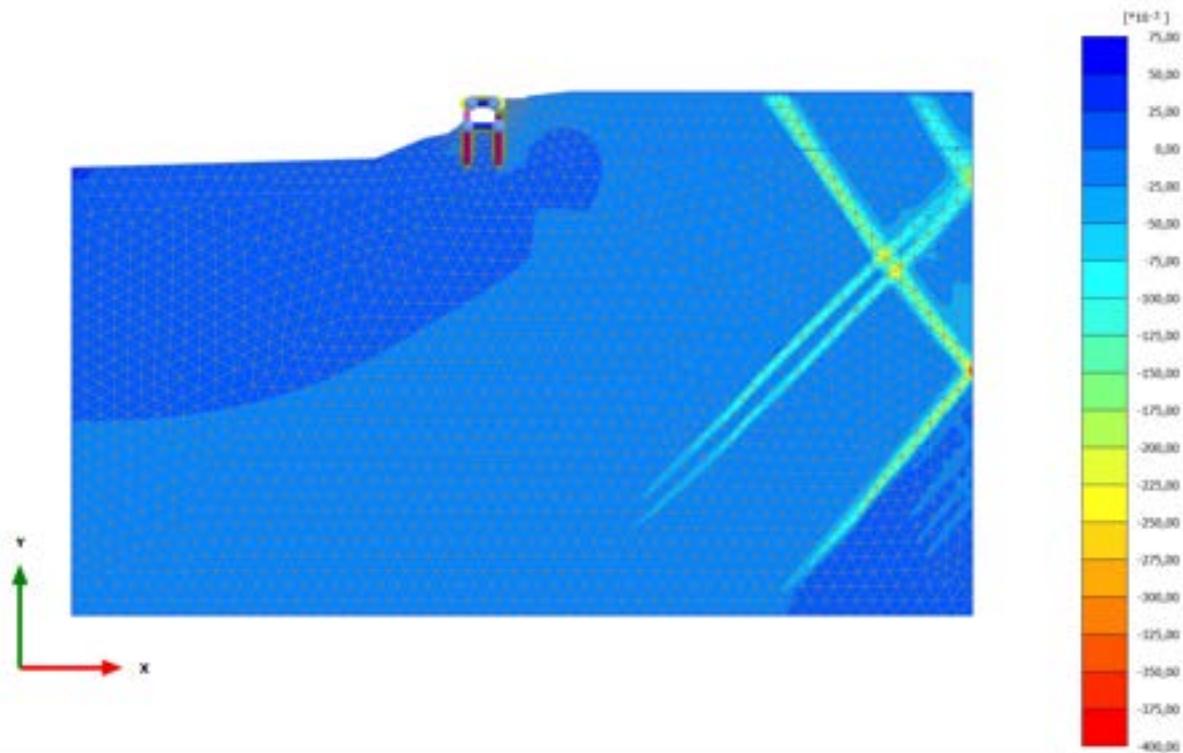
Maximum value = 0,5459 (Element 742 at Node 9116)

Minimum value = -0,1356 (Element 3320 at Node 24668)

### 2.1.2.2.13 Calculation results, STABILITA'-preintervento [Phase\_15] (15/284), Total cartesian strain $\epsilon_{yy}$



### 2.1.2.2.14 Calculation results, 10\_SISMICA ++ [Phase\_10] (10/311), Total cartesian strain $\epsilon_{yy}$

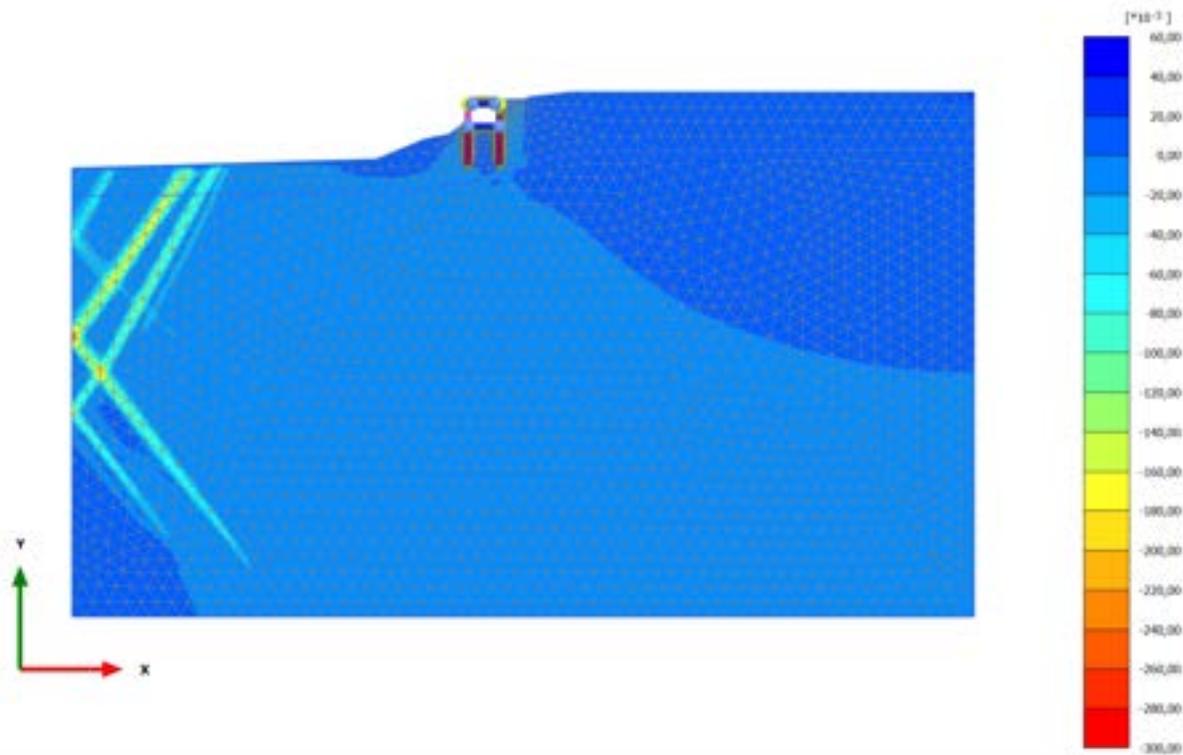


**Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$  (scaled up 20,0 times)**

Maximum value = 0,05216 (Element 514 at Node 6030)

Minimum value = -0,3930 (Element 1253 at Node 31905)

## 2.1.2.2.15 Calculation results, 12\_SISMICA -+ [Phase\_12] (12/358), Total cartesian strain $\epsilon_{yy}$

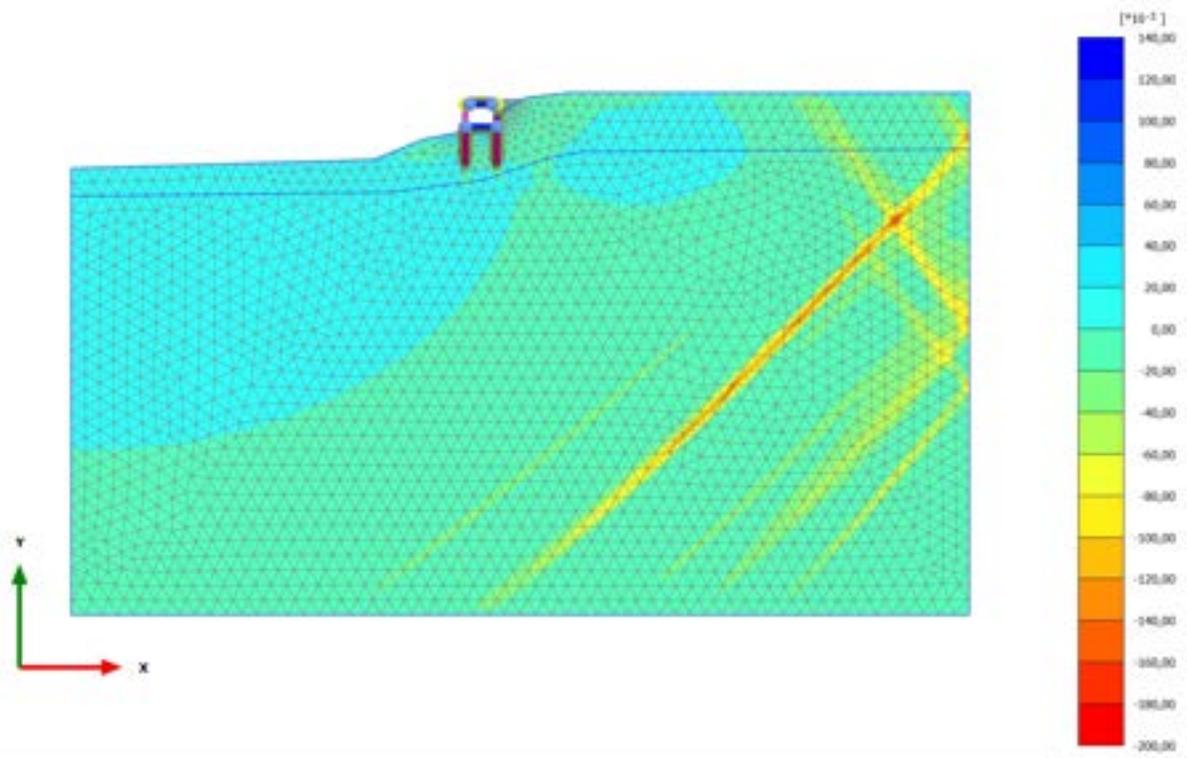


Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$  (scaled up 50,0 times)

Maximum value = 0,04760 (Element 345 at Node 1305)

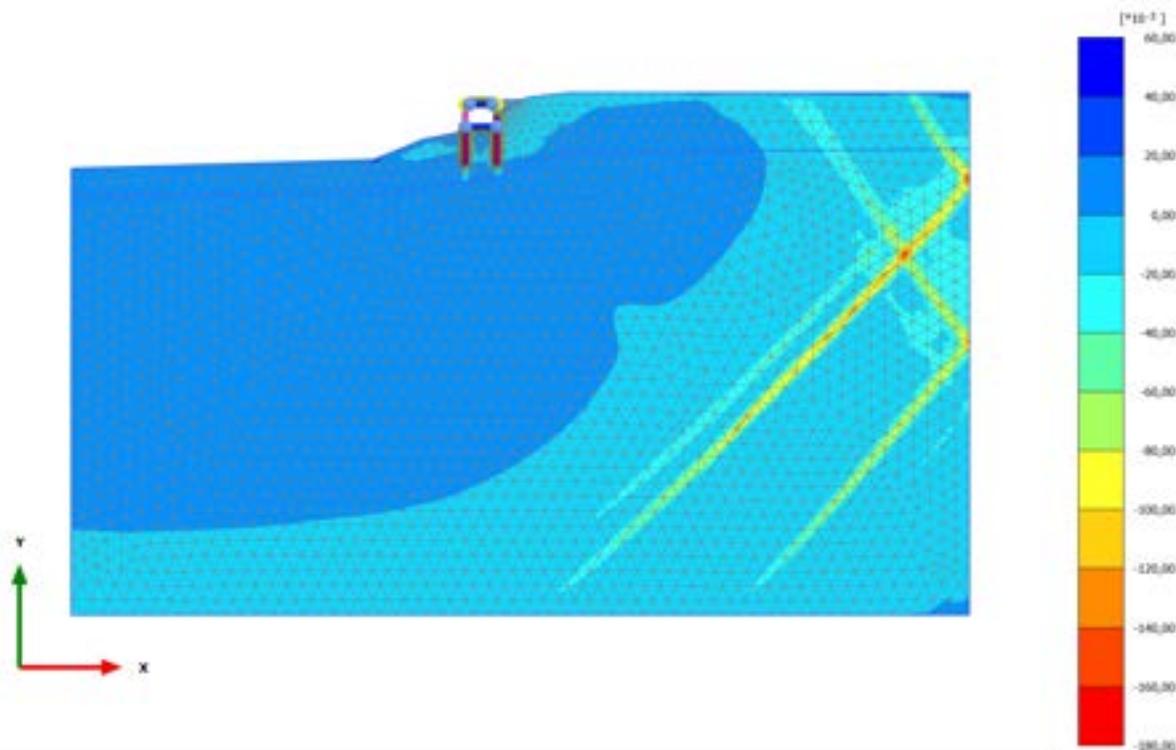
Minimum value = -0,2990 (Element 1541 at Node 517)

### 2.1.2.2.16 Calculation results, 10.2\_AS SISMICA ++ [Phase\_19] (19/484), Total cartesian strain $\epsilon_{yy}$



**Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$  (scaled up 50,0 times)**  
Maximum value = 0,1222 (Element 781 at Node 10364)  
Minimum value = -0,1891 (Element 2320 at Node 26065)

### 2.1.2.2.17 Calculation results, 11.2\_AS SISMICA +- [Phase\_21] (21/595), Total cartesian strain $\epsilon_{yy}$

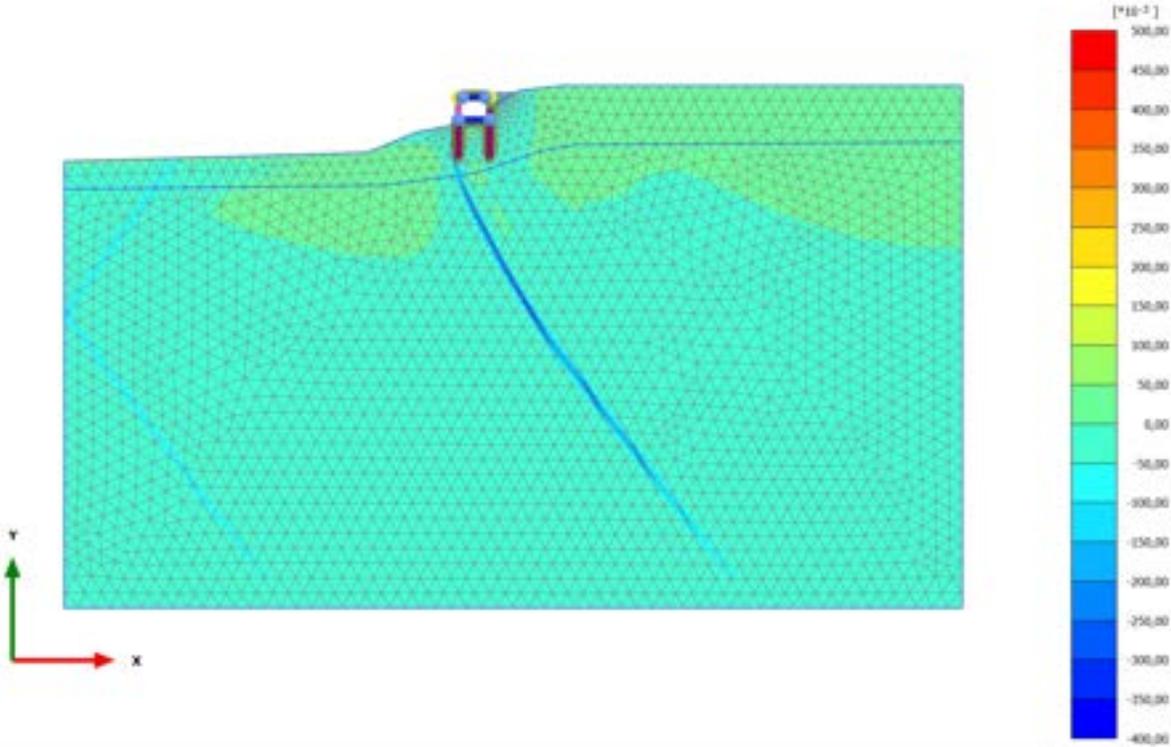


**Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$  (scaled up 50,0 times)**

Maximum value = 0,04387 (Element 514 at Node 6030)

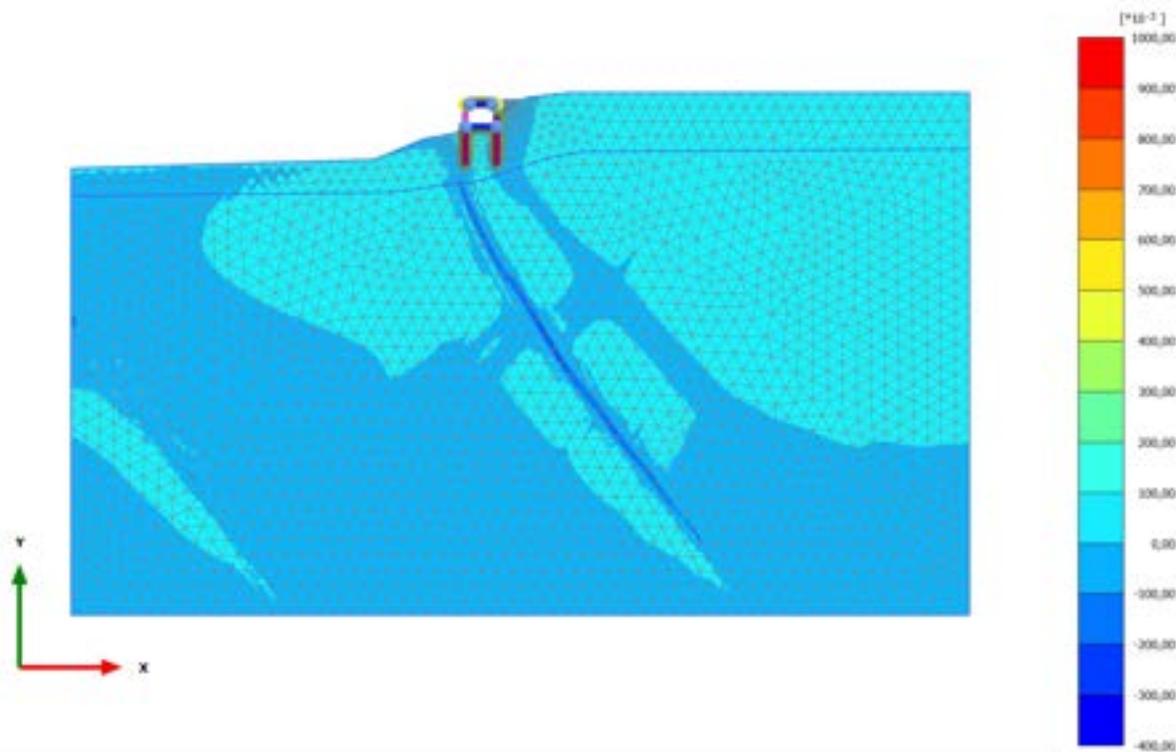
Minimum value = -0,1737 (Element 1515 at Node 25759)

2.1.2.2.18 Calculation results, 12.2\_AS SISMICA -+ [Phase\_23] (23/716), Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$



**Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$  (scaled up 20,0 times)**  
Maximum value = 0,4639 (Element 650 at Node 8104)  
Minimum value = -0,3979 (Element 3802 at Node 18545)

### 2.1.2.2.19 Calculation results, 13.2\_AS SISMICA -- [Phase\_25] (25/838), Total cartesian strain $\epsilon_{yy}$

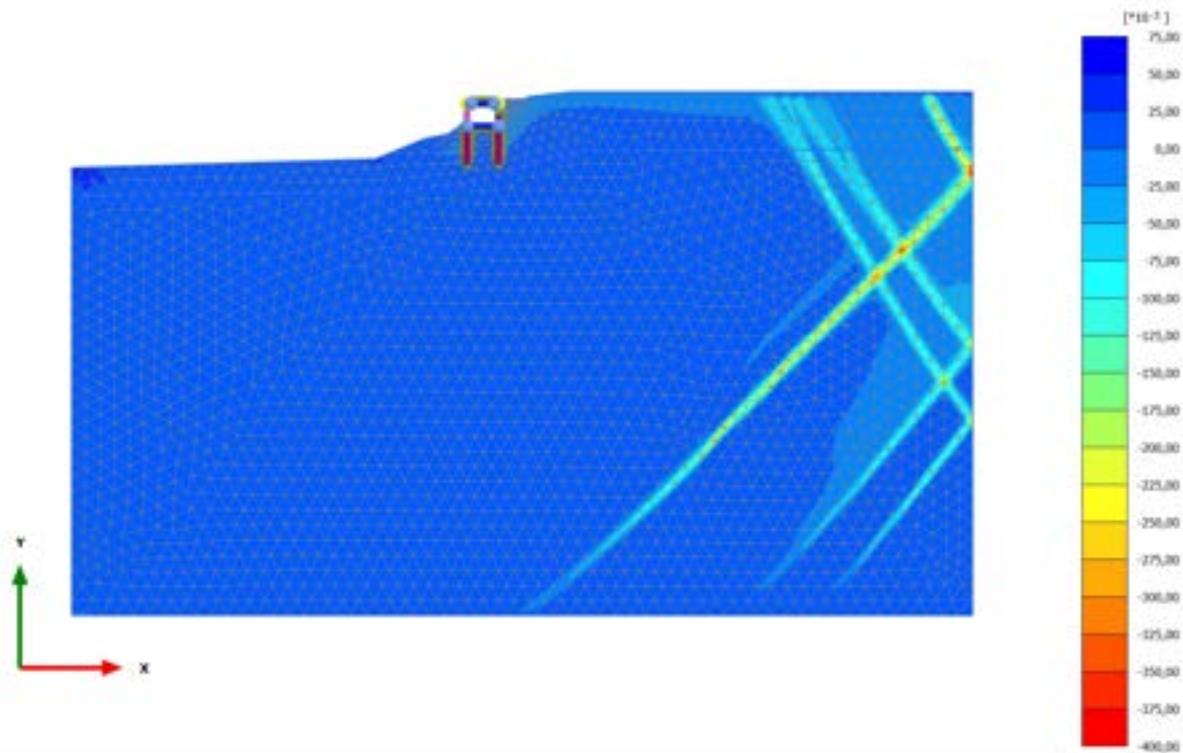


Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$  (scaled up 5,00 times)

Maximum value = 0,9864 (Element 650 at Node 8104)

Minimum value = -0,3159 (Element 3504 at Node 20907)

## 2.1.2.2.20 Calculation results, 11\_ SISMICA +- [Phase\_11] (11/878), Total cartesian strain $\epsilon_{yy}$

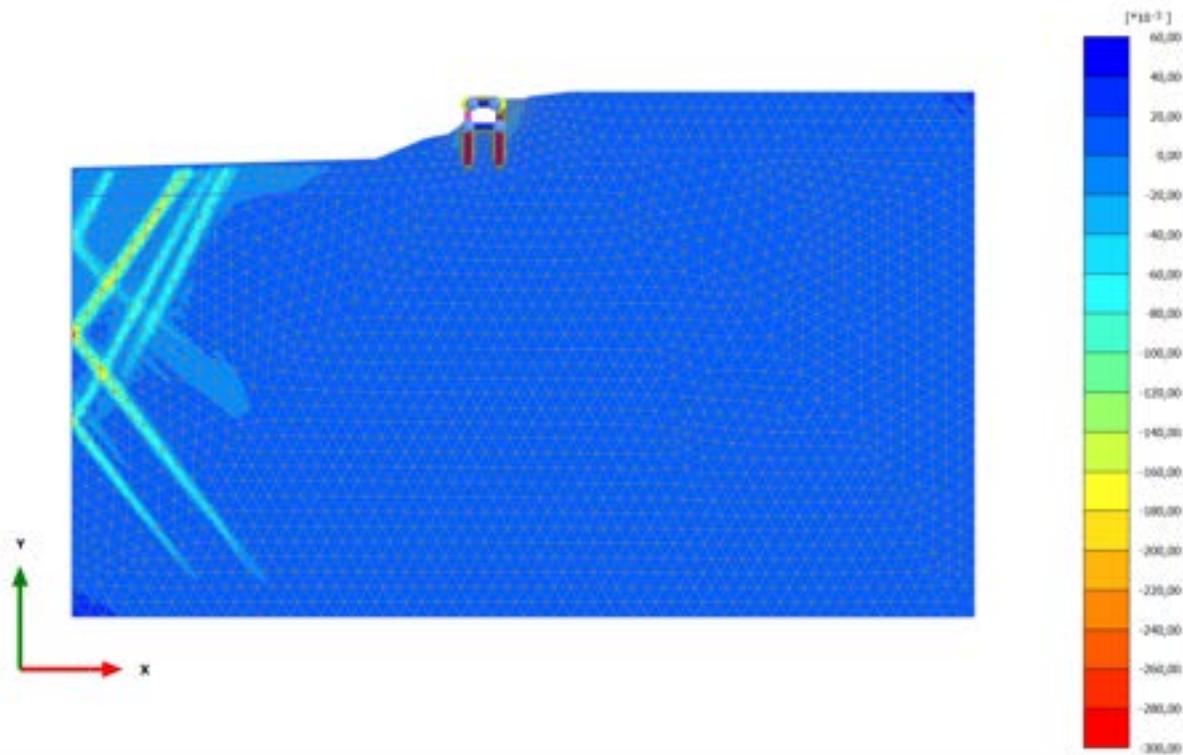


**Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$  (scaled up 20,0 times)**

Maximum value = 0,06446 (Element 514 at Node 6030)

Minimum value = -0,3950 (Element 1537 at Node 25178)

## 2.1.2.2.21 Calculation results, 13\_SISMICA -- [Phase\_13] (13/913), Total cartesian strain $\epsilon_{yy}$

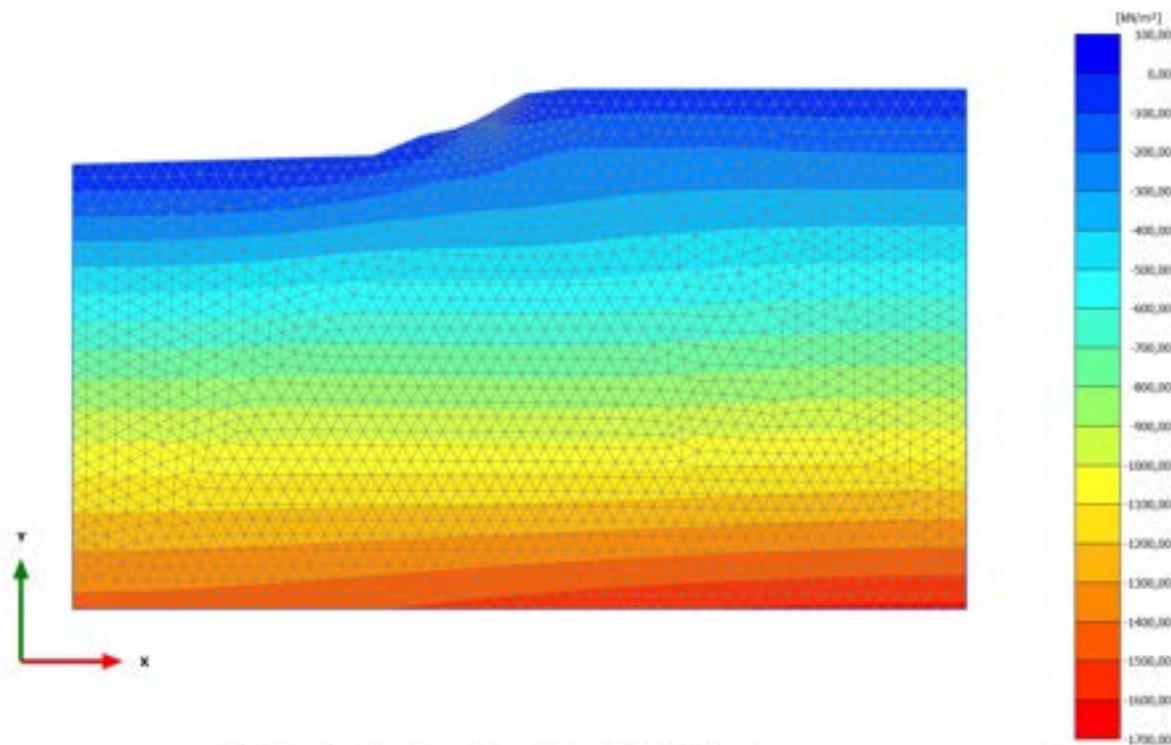


Total cartesian strain  $\epsilon_{yy}$  (scaled up 50,0 times)

Maximum value = 0,04552 (Element 345 at Node 1305)

Minimum value = -0,2871 (Element 1541 at Node 517)

### 2.2.1.1.1 Calculation results, 0\_CONDIZIONE GEOSTATICA [InitialPhase] (0/6), Cartesian effective stress $\sigma'_{xx}$

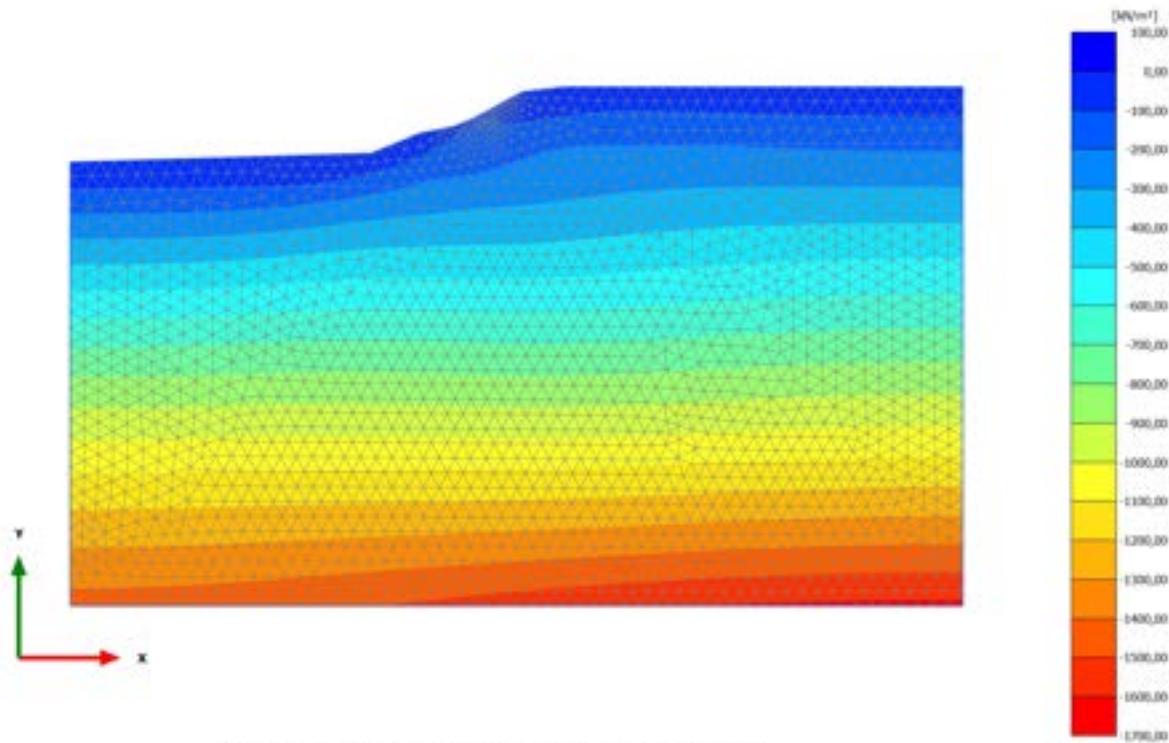


Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 3,055 kN/m<sup>2</sup> (Element 501 at Node 5453)

Minimum value = -1624 kN/m<sup>2</sup> (Element 851 at Node 34871)

2.2.1.1.2 Calculation results, 0.1\_AZZERAMENTO SPOSTAMENTI [Phase\_1] (1/20), Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$

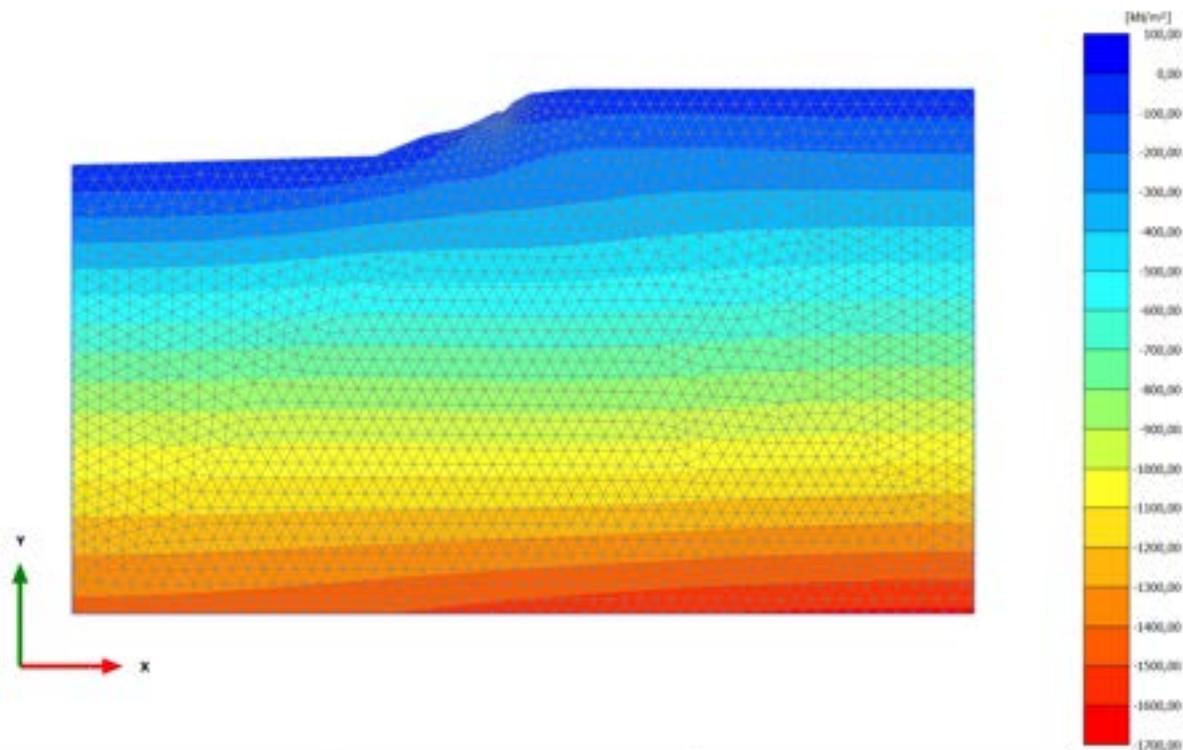


Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 3,051 kN/m<sup>2</sup> (Element 501 at Node 5453)

Minimum value = -1624 kN/m<sup>2</sup> (Element 851 at Node 34871)

### 2.2.1.1.3 Calculation results, 1\_PRESCAVO [Phase\_14] (14/26), Cartesian effective stress $\sigma'_{xx}$

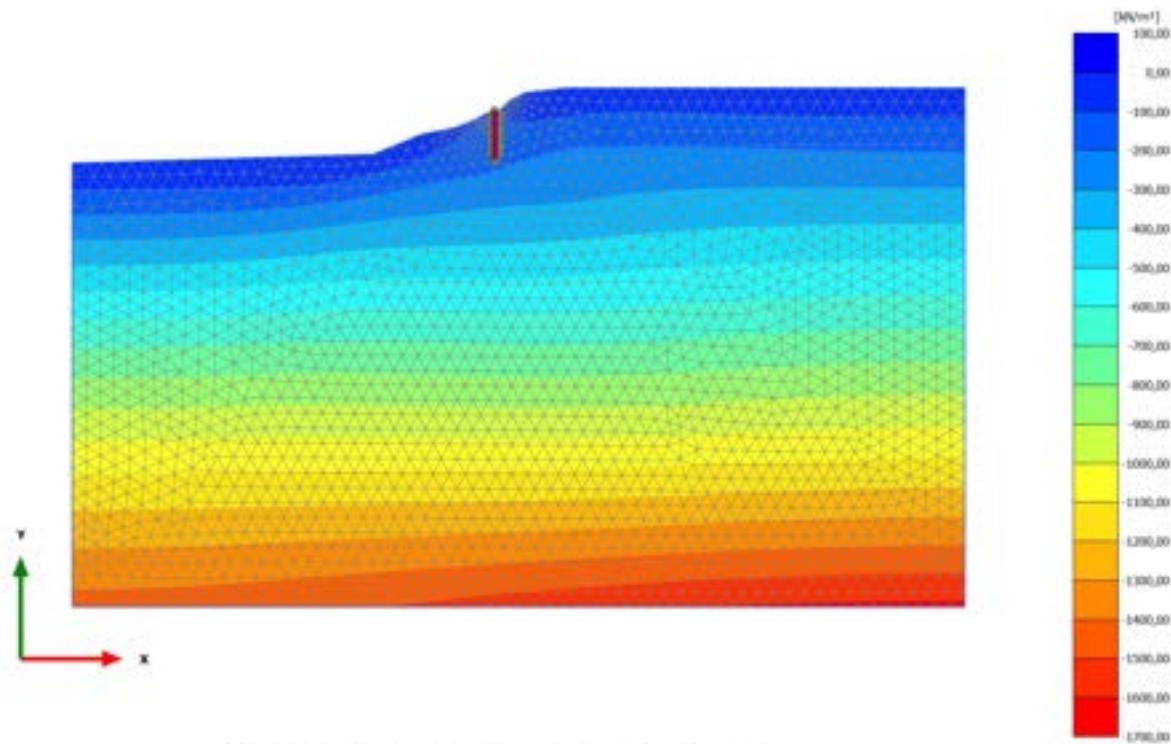


Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 3,049 kN/m<sup>2</sup> (Element 501 at Node 5453)

Minimum value = -1624 kN/m<sup>2</sup> (Element 851 at Node 34871)

### 2.2.1.1.4 Calculation results, 2\_REALIZZAZIONE PALO MONTE [Phase\_2] (2/33), Cartesian effective stress $\sigma'_{xx}$

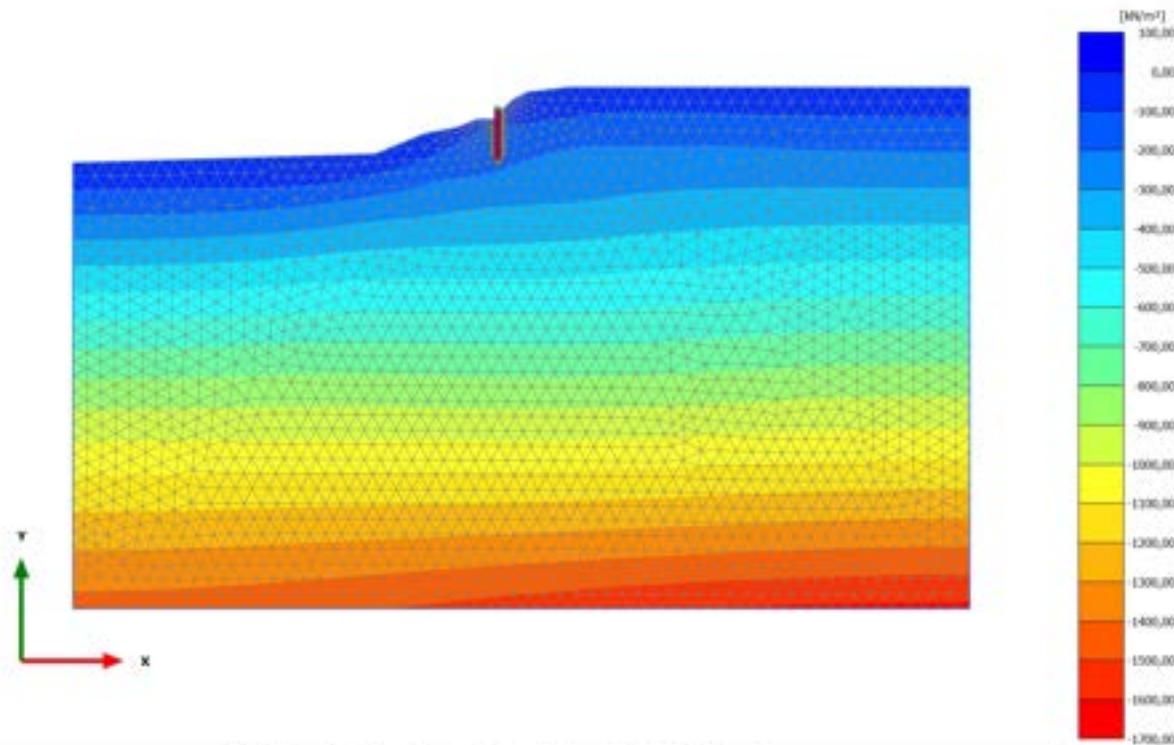


Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 2,527 kN/m<sup>2</sup> (Element 501 at Node 5453)

Minimum value = -1624 kN/m<sup>2</sup> (Element 851 at Node 34871)

### 2.2.1.1.5 Calculation results, 3\_PRIMA FASE DI SCAVO [Phase\_3] (3/38), Cartesian effective stress $\sigma'_{xx}$

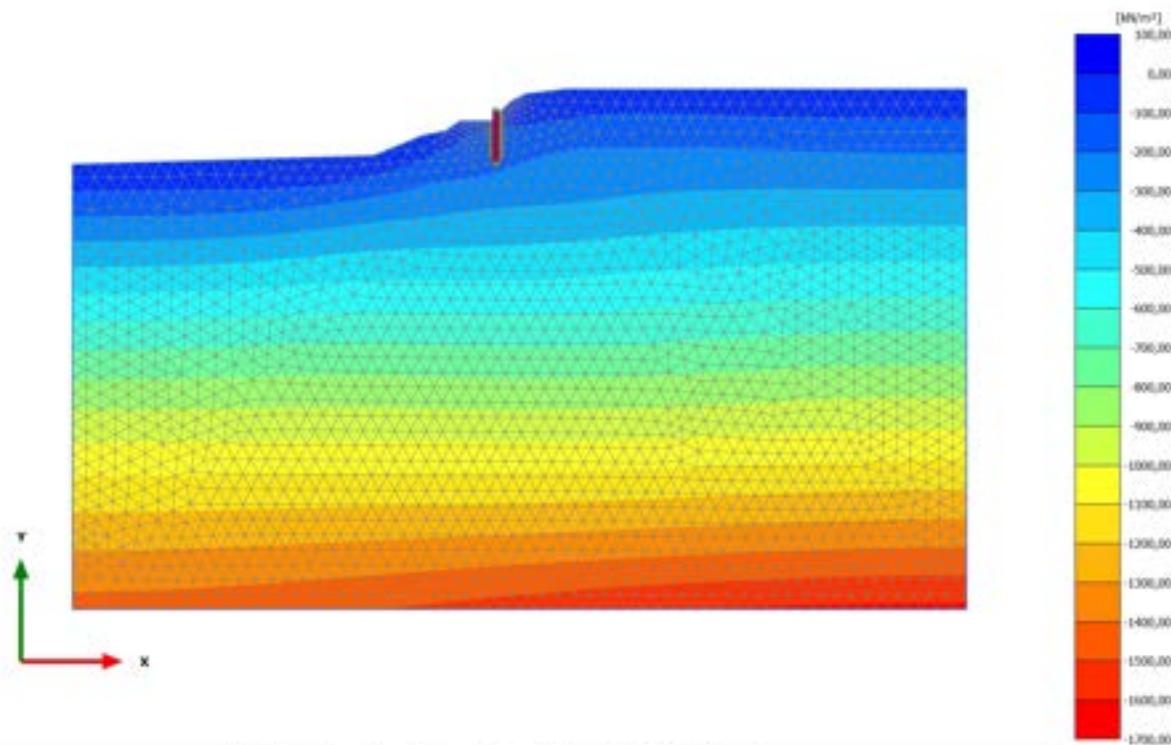


Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 3,031 kN/m<sup>2</sup> (Element 501 at Node 5453)

Minimum value = -1624 kN/m<sup>2</sup> (Element 851 at Node 34871)

### 2.2.1.1.6 Calculation results, 4\_REALIZZAZIONE RILEVATO [Phase\_4] (4/45), Cartesian effective stress $\sigma'_{xx}$

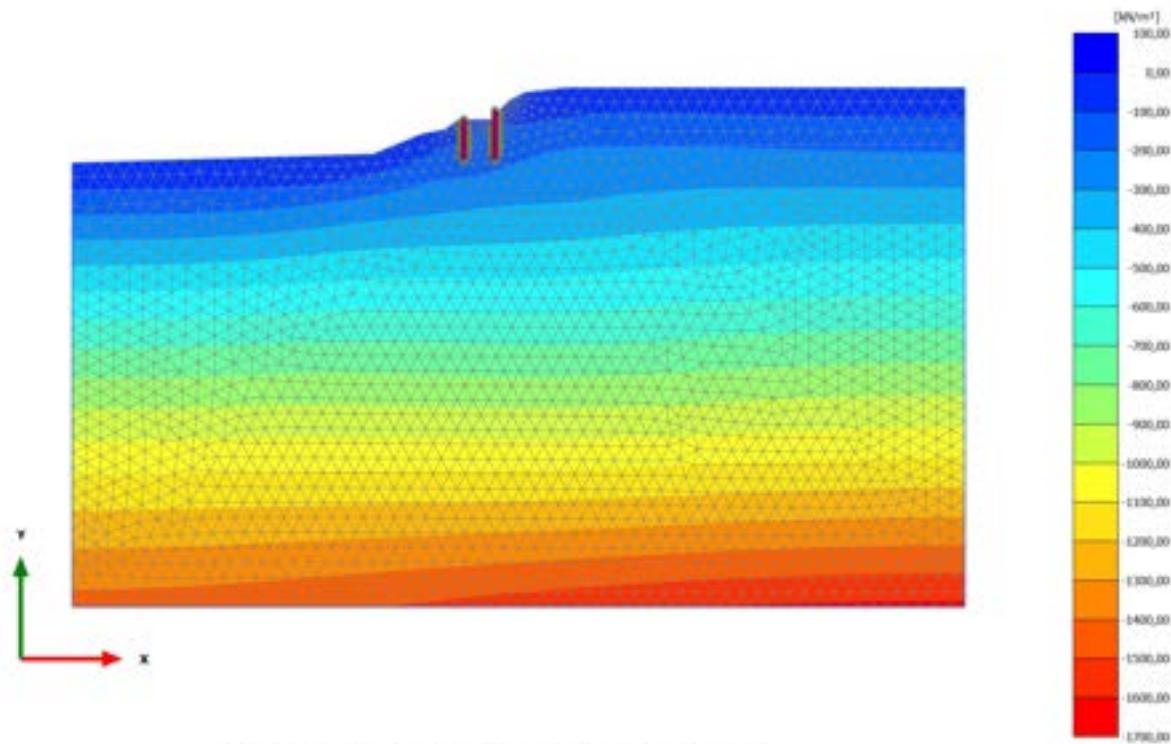


Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 2,717  $\text{kN/m}^2$  (Element 501 at Node 5453)

Minimum value = -1624  $\text{kN/m}^2$  (Element 851 at Node 34871)

2.2.1.1.7 Calculation results, 5\_REALIZZAZIONE PALO DI VALLE [Phase\_5] (5/47), Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$

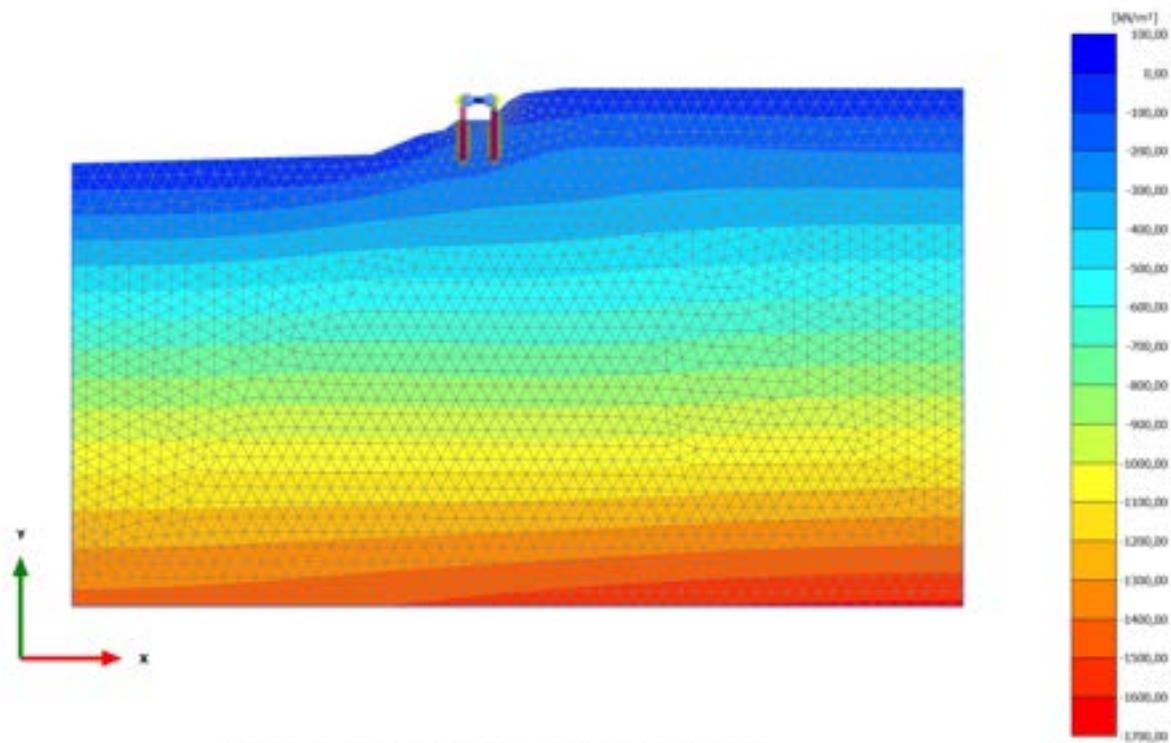


Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 2,713 kN/m<sup>2</sup> (Element 501 at Node 5453)

Minimum value = -1624 kN/m<sup>2</sup> (Element 851 at Node 34871)

2.2.1.1.8 Calculation results, 6\_REALIZZAZIONE SOVRASTRUTTURA [Phase\_6] (6/49), Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$

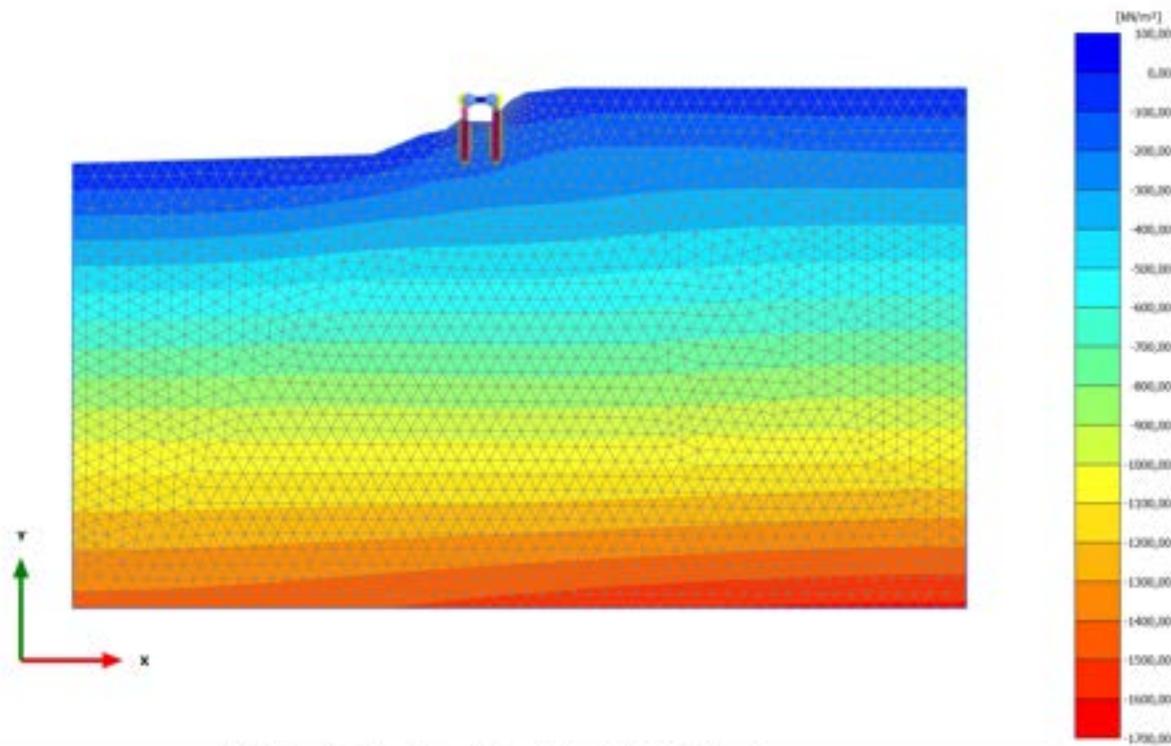


Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 4,073 kN/m<sup>2</sup> (Element 735 at Node 9985)

Minimum value = -1624 kN/m<sup>2</sup> (Element 851 at Node 34871)

### 2.2.1.1.9 Calculation results, 7\_SECONDA FASE DI SCAVO [Phase\_7] (7/54), Cartesian effective stress $\sigma'_{xx}$

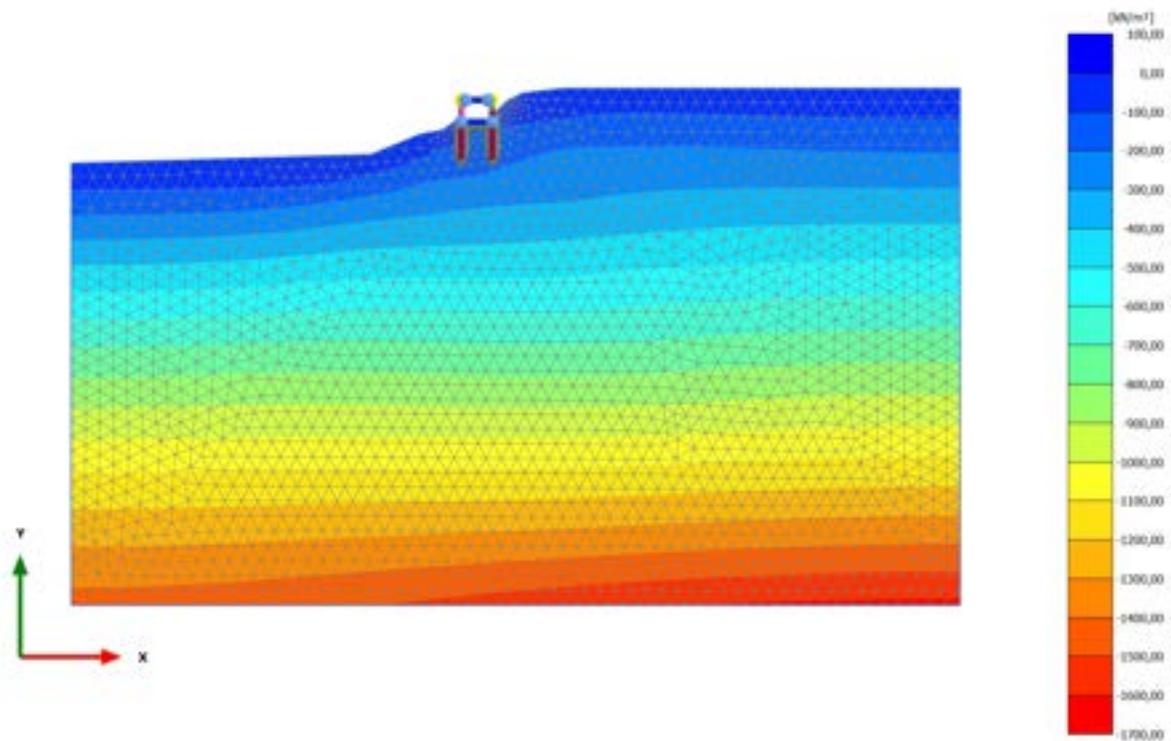


Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 5,859 kN/m<sup>2</sup> (Element 735 at Node 9985)

Minimum value = -1624 kN/m<sup>2</sup> (Element 851 at Node 34871)

2.2.1.1.10 Calculation results, 8\_REALIZZAZIONE SOLETTA INFERIORE [Phase\_8]  
(8/56), Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$

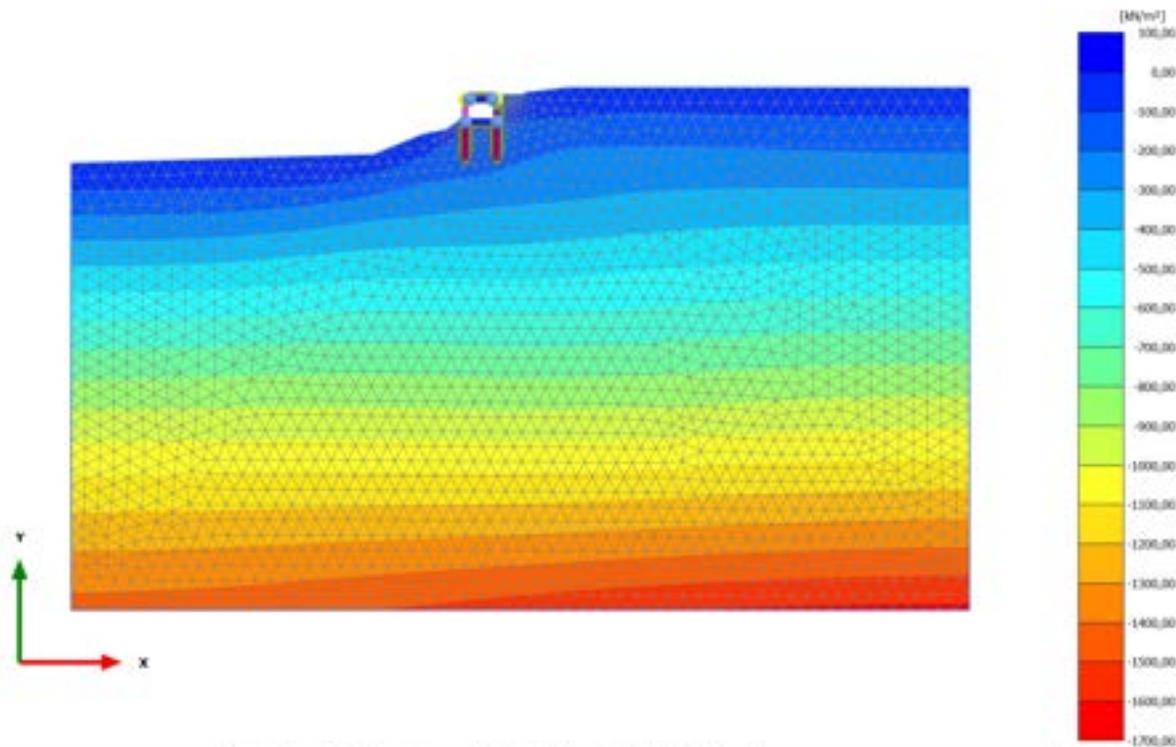


Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 6,026 kN/m<sup>2</sup> (Element 735 at Node 9985)

Minimum value = -1624 kN/m<sup>2</sup> (Element 851 at Node 34871)

### 2.2.1.1.11 Calculation results, 9\_RITOMBAMENTO [Phase\_9] (9/81), Cartesian effective stress $\sigma'_{xx}$

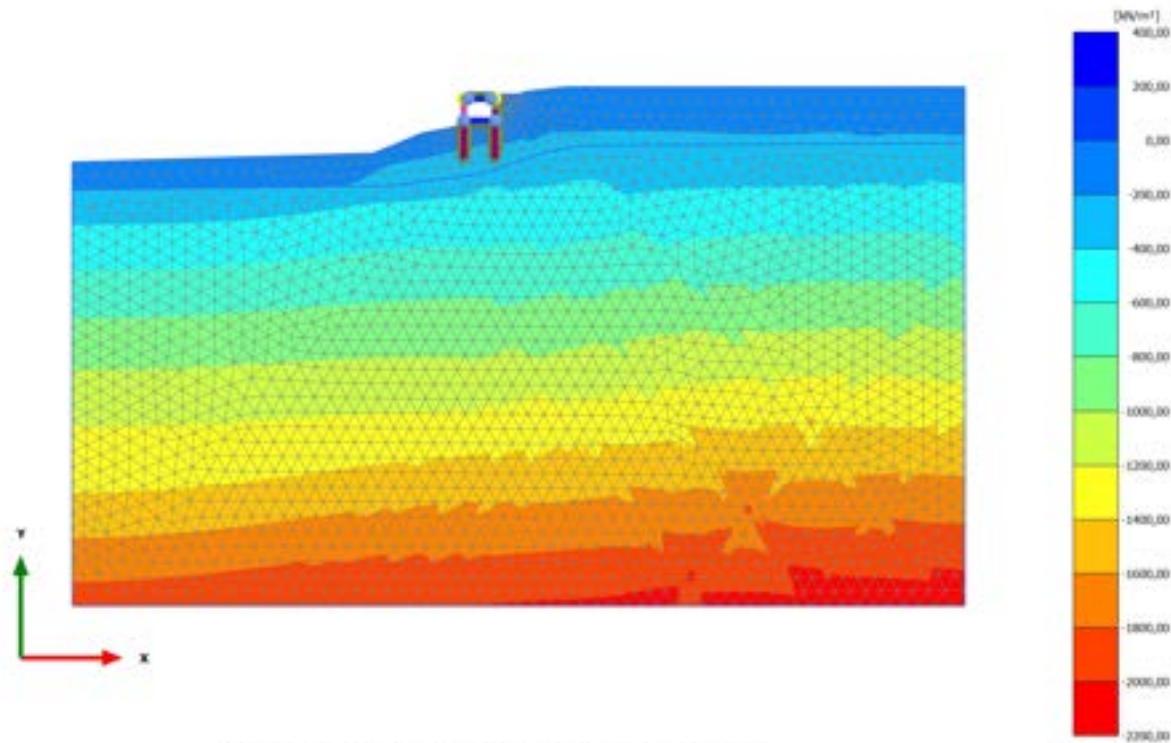


Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 3,577 kN/m<sup>2</sup> (Element 729 at Node 8212)

Minimum value = -1624 kN/m<sup>2</sup> (Element 851 at Node 34871)

### 2.2.1.1.12 Calculation results, STABILITA' -post intervento [Phase\_16] (16/181), Cartesian effective stress $\sigma'_{xx}$

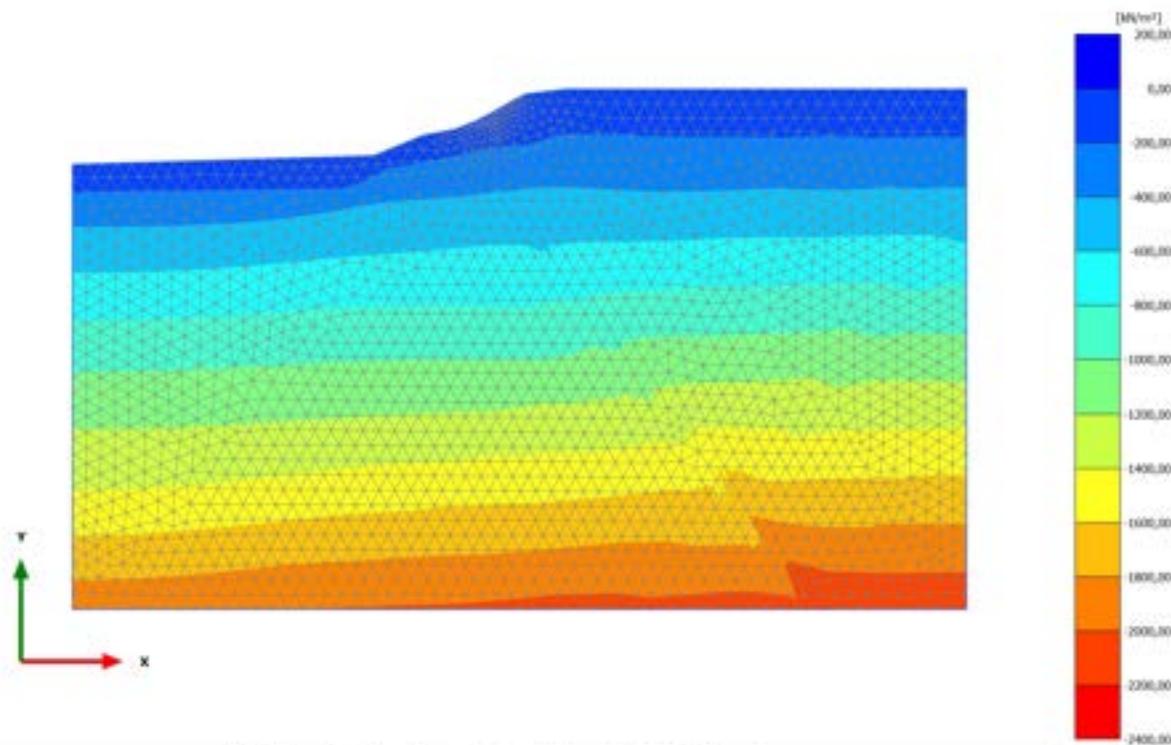


Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 366,7 kN/m<sup>2</sup> (Element 7 at Node 7571)

Minimum value = -2171 kN/m<sup>2</sup> (Element 851 at Node 34871)

2.2.1.1.13 Calculation results, STABILITA'-preintervento [Phase\_15] (15/284), Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$

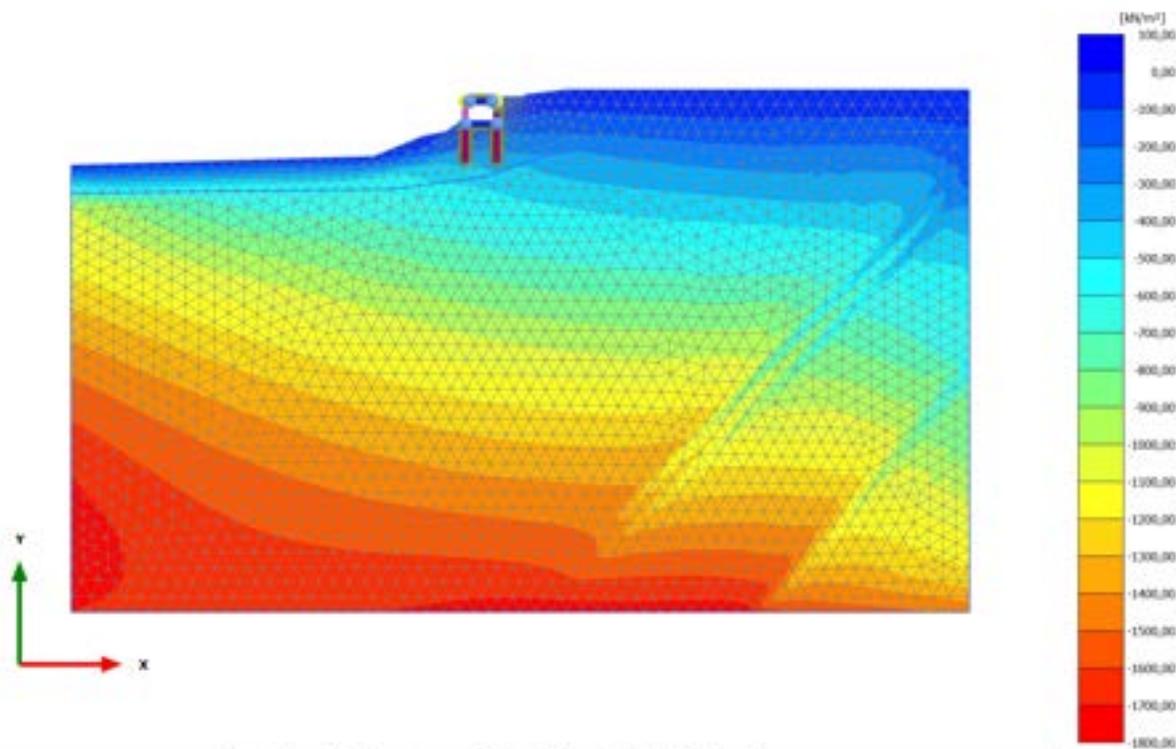


Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 3,350 kN/m<sup>2</sup> (Element 142 at Node 21561)

Minimum value = -2211 kN/m<sup>2</sup> (Element 798 at Node 33905)

### 2.2.1.1.14 Calculation results, 10\_SISMICA ++ [Phase\_10] (10/311), Cartesian effective stress $\sigma'_{xx}$

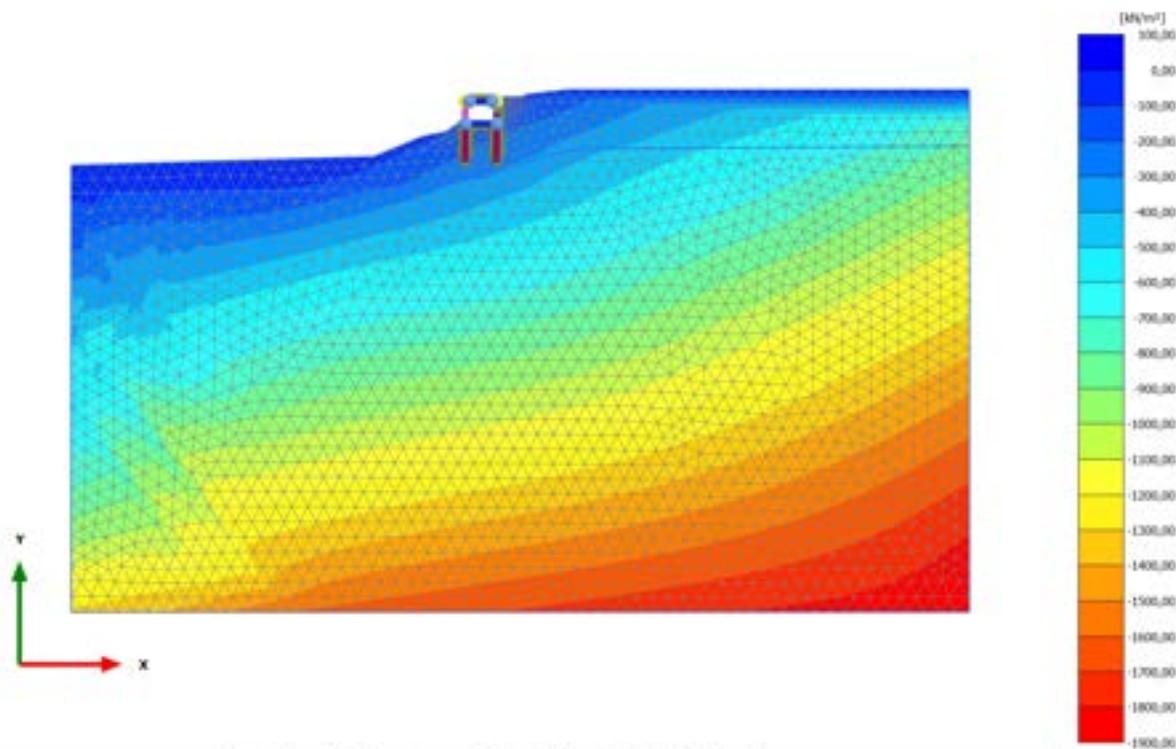


Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 5,406 kN/m<sup>2</sup> (Element 494 at Node 13536)

Minimum value = -1761 kN/m<sup>2</sup> (Element 826 at Node 32175)

### 2.2.1.1.15 Calculation results, 12\_SISMICA +- [Phase\_12] (12/358), Cartesian effective stress $\sigma'_{xx}$

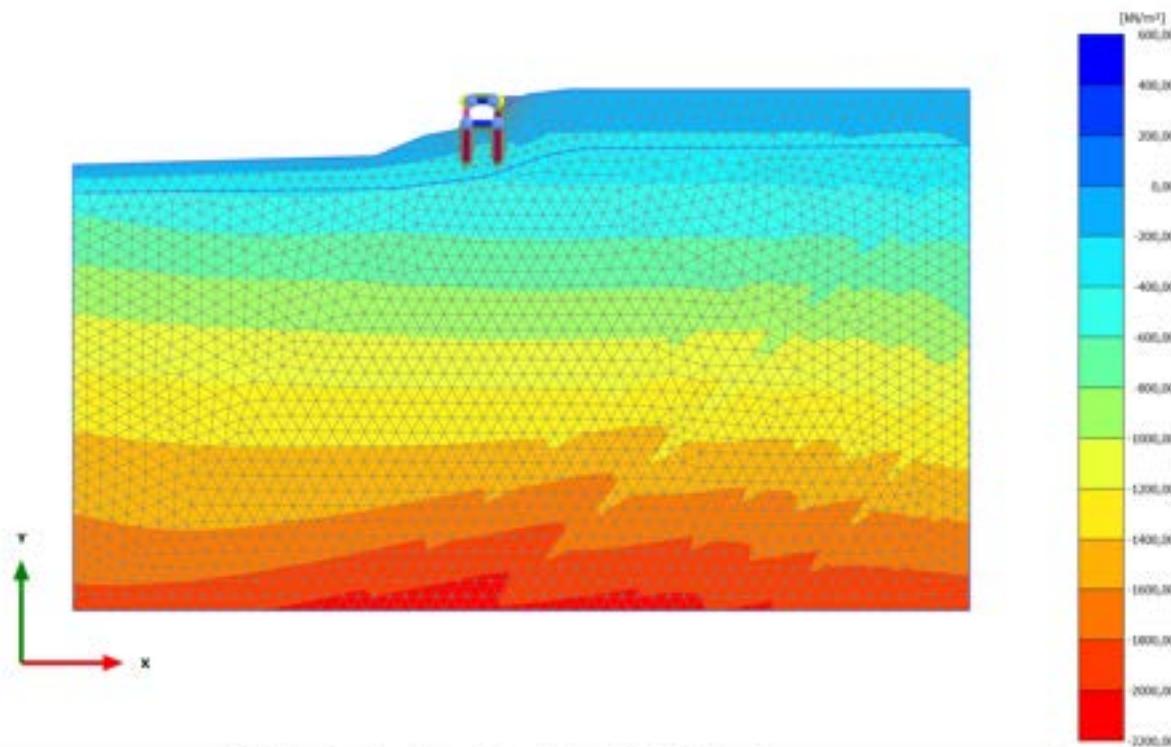


Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 2,802 kN/m<sup>2</sup> (Element 133 at Node 7291)

Minimum value = -1880 kN/m<sup>2</sup> (Element 851 at Node 34864)

### 2.2.1.1.16 Calculation results, 10.2\_AS SISMICA ++ [Phase\_19] (19/484), Cartesian effective stress $\sigma'_{xx}$

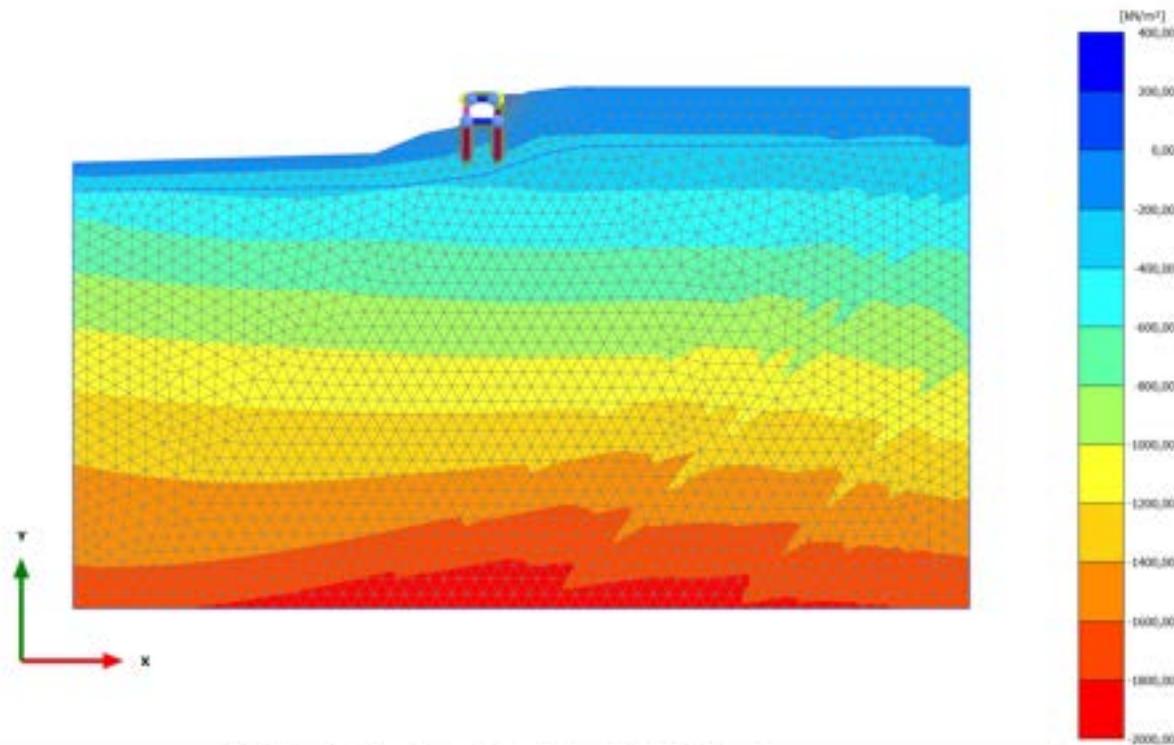


Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 430,5 kN/m<sup>2</sup> (Element 7 at Node 7571)

Minimum value = -2153 kN/m<sup>2</sup> (Element 809 at Node 21607)

### 2.2.1.1.17 Calculation results, 11.2\_AS SISMICA +- [Phase\_21] (21/595), Cartesian effective stress $\sigma'_{xx}$

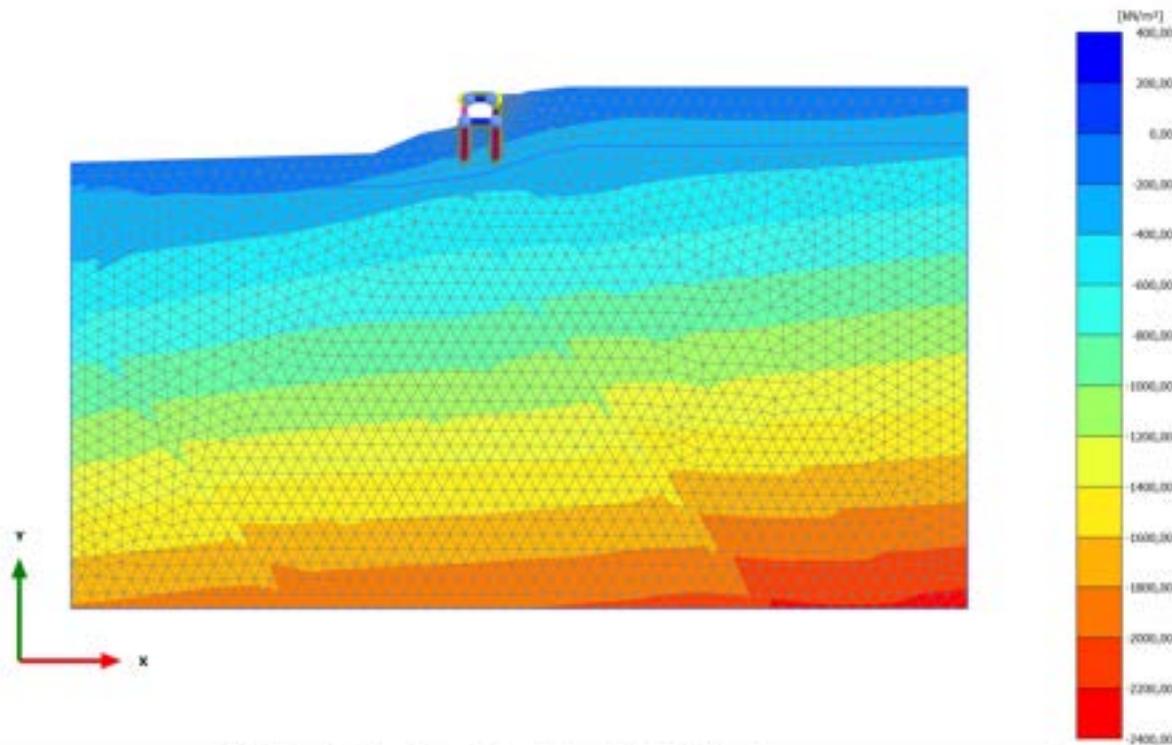


Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 345,0 kN/m<sup>2</sup> (Element 7 at Node 7571)

Minimum value = -1984 kN/m<sup>2</sup> (Element 809 at Node 21607)

### 2.2.1.1.18 Calculation results, 12.2\_AS SISMICA -+ [Phase\_23] (23/716), Cartesian effective stress $\sigma'_{xx}$

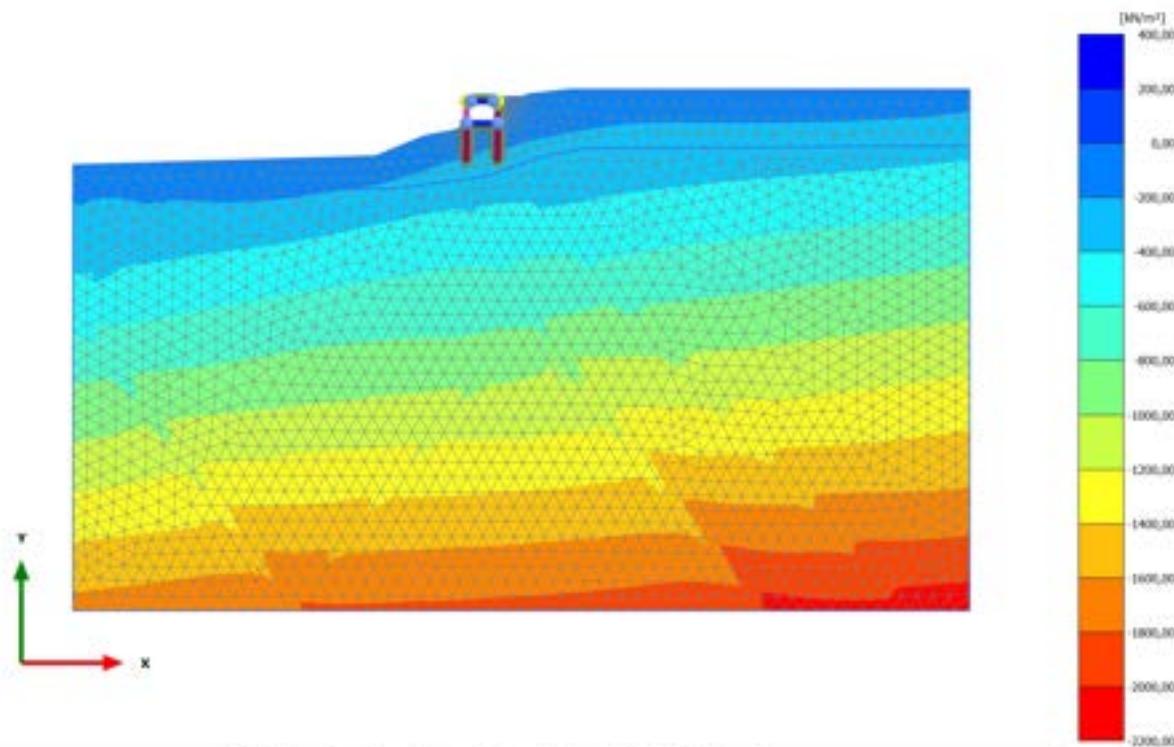


Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 251,7  $\text{kN/m}^2$  (Element 7 at Node 7571)

Minimum value = -2293  $\text{kN/m}^2$  (Element 851 at Node 34871)

### 2.2.1.1.19 Calculation results, 13.2\_AS SISMICA -- [Phase\_25] (25/838), Cartesian effective stress $\sigma'_{xx}$

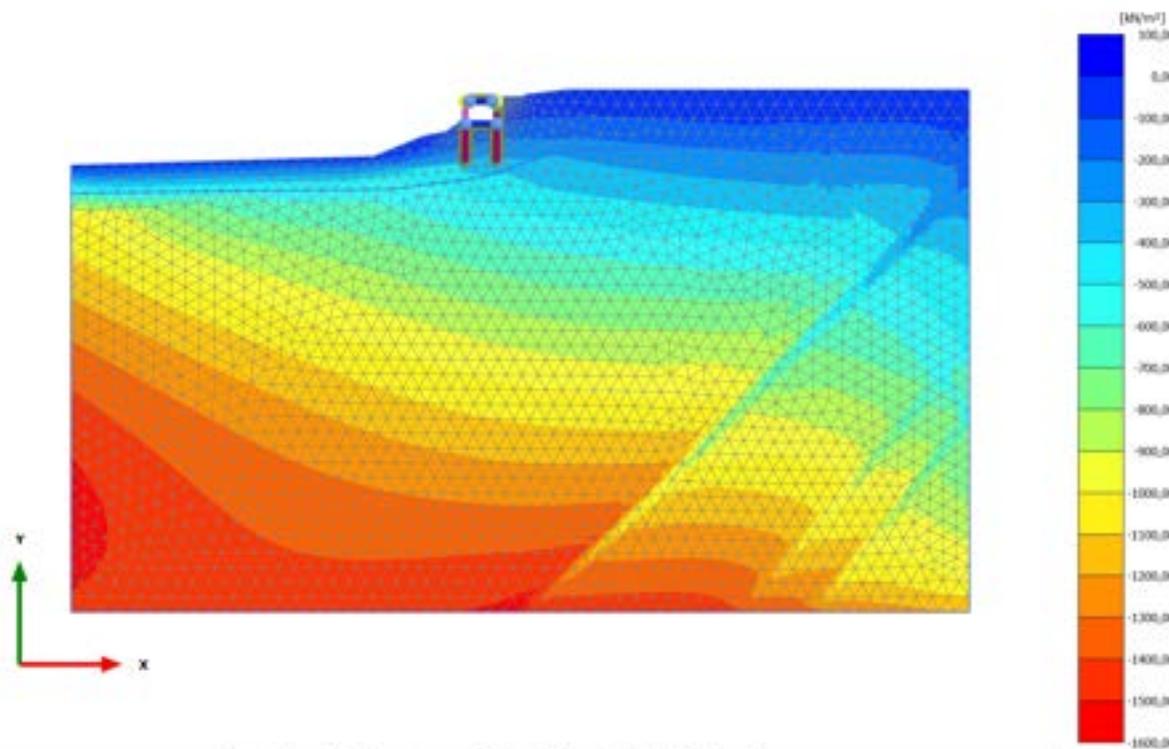


Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 284,9 kN/m<sup>2</sup> (Element 7 at Node 7571)

Minimum value = -2128 kN/m<sup>2</sup> (Element 851 at Node 34871)

### 2.2.1.1.20 Calculation results, 11\_ SISMICA +- [Phase\_11] (11/878), Cartesian effective stress $\sigma'_{xx}$

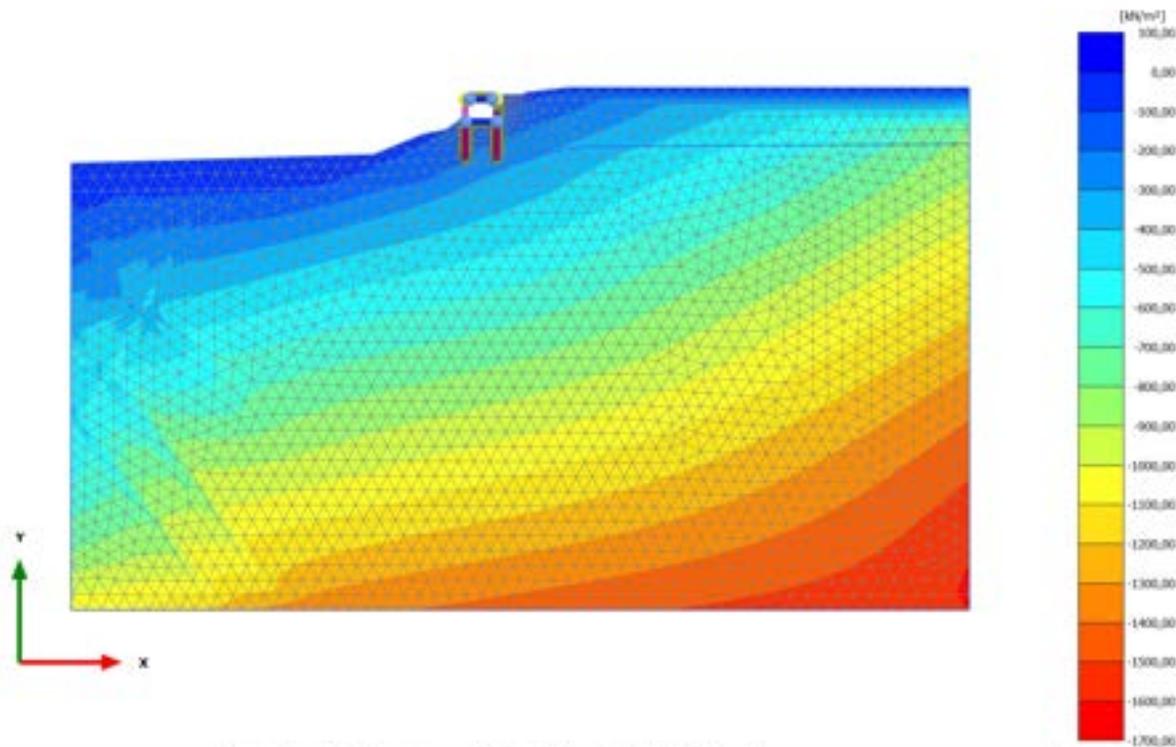


Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 3,311  $\text{kN/m}^2$  (Element 306 at Node 16737)

Minimum value = -1560  $\text{kN/m}^2$  (Element 810 at Node 24039)

### 2.2.1.1.21 Calculation results, 13\_SISMICA -- [Phase\_13] (13/913), Cartesian effective stress $\sigma'_{xx}$

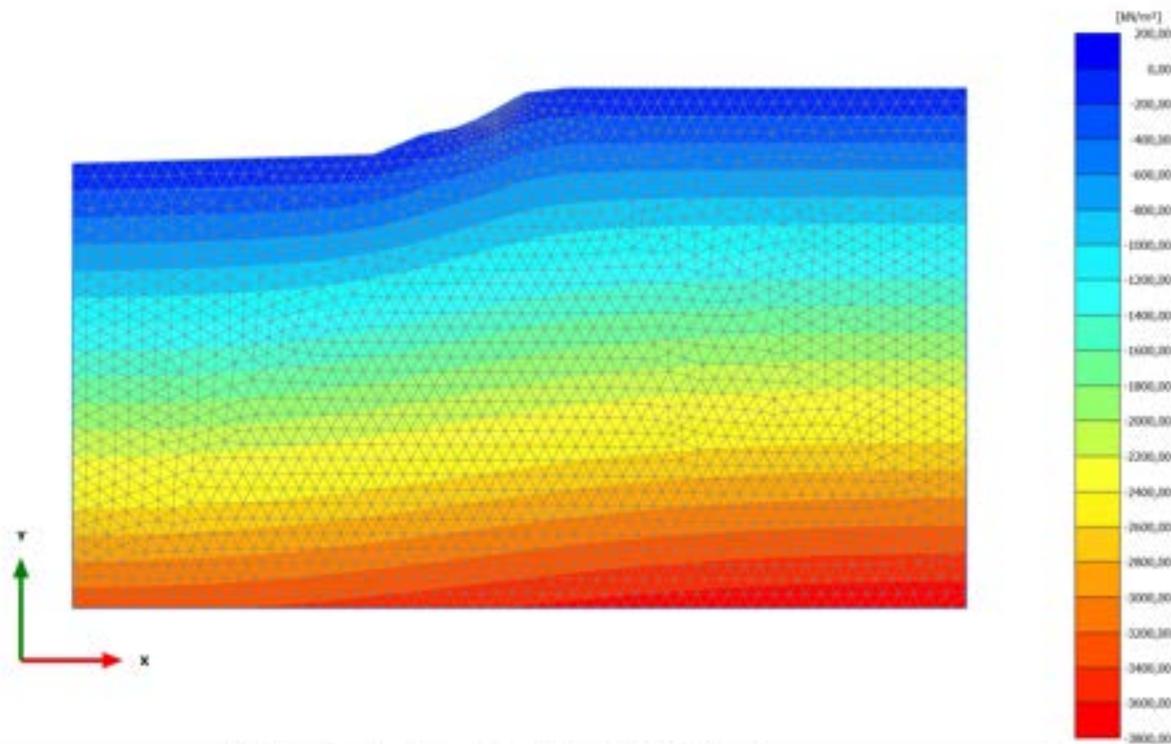


Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$  (scaled up  $5.00 \times 10^{-3}$  times)

Maximum value = 1,643  $\text{kN/m}^2$  (Element 133 at Node 7291)

Minimum value = -1612  $\text{kN/m}^2$  (Element 994 at Node 34845)

### 2.2.1.2.1 Calculation results, 0\_CONDIZIONE GEOSTATICA [InitialPhase] (0/6), Cartesian effective stress $\sigma'_{yy}$

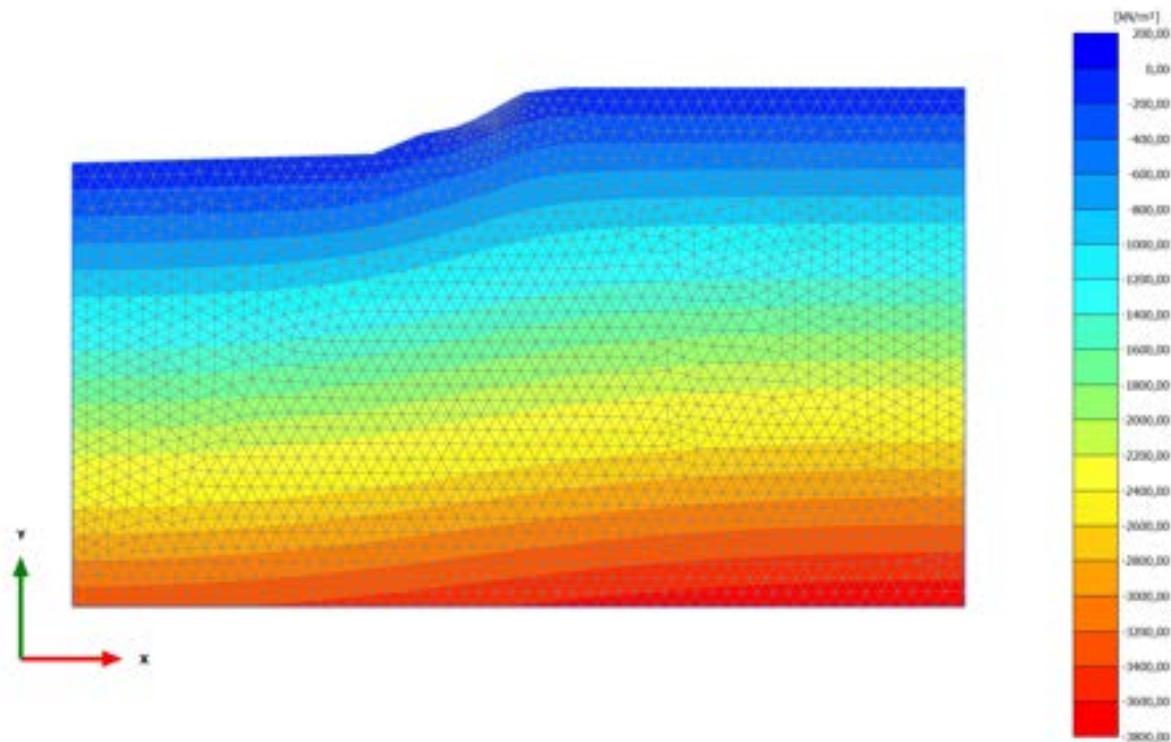


Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 0,8505 kN/m<sup>2</sup> (Element 334 at Node 14769)

Minimum value = -3789 kN/m<sup>2</sup> (Element 851 at Node 34871)

### 2.2.1.2.2 Calculation results, 0.1\_AZZERAMENTO SPOSTAMENTI [Phase\_1] (1/20), Cartesian effective stress $\sigma'_{yy}$

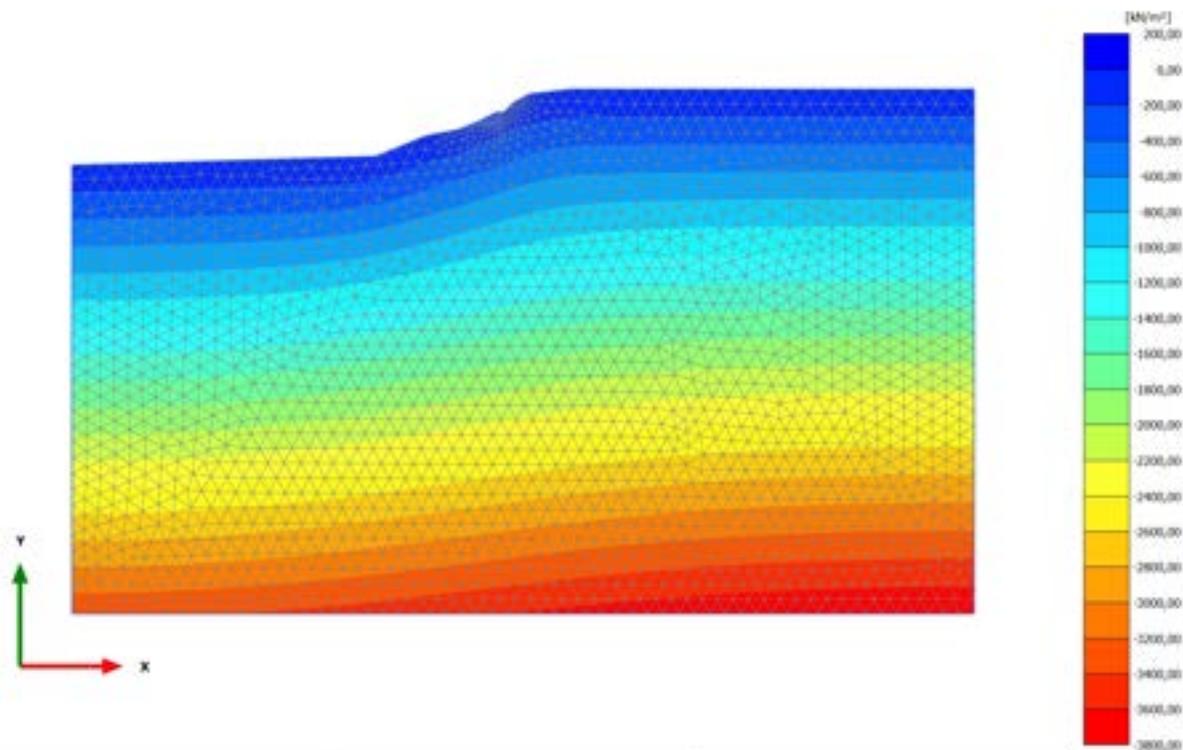


Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 0,8036  $\text{kN/m}^2$  (Element 334 at Node 14769)

Minimum value = -3789  $\text{kN/m}^2$  (Element 851 at Node 34871)

### 2.2.1.2.3 Calculation results, 1\_PRESCAVO [Phase\_14] (14/26), Cartesian effective stress $\sigma'_{yy}$

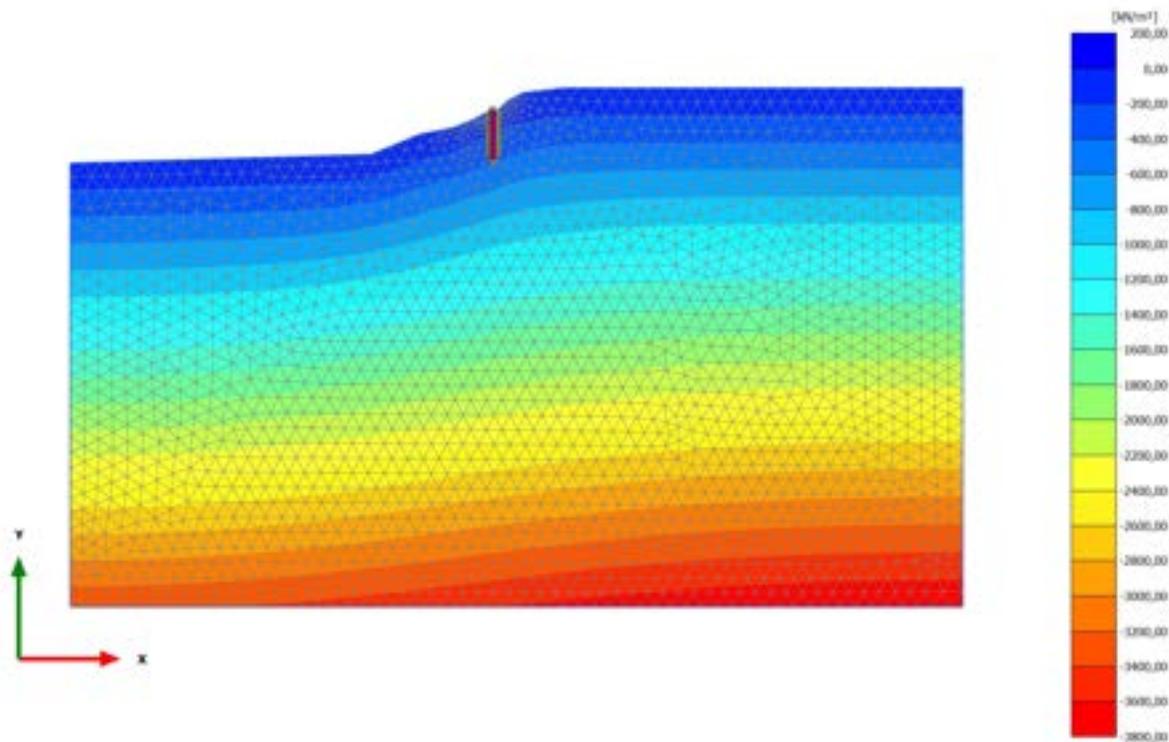


Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 0,9500  $\text{kN/m}^2$  (Element 92 at Node 8061)

Minimum value = -3788  $\text{kN/m}^2$  (Element 851 at Node 34871)

### 2.2.1.2.4 Calculation results, 2\_REALIZZAZIONE PALO MONTE [Phase\_2] (2/33), Cartesian effective stress $\sigma'_{yy}$

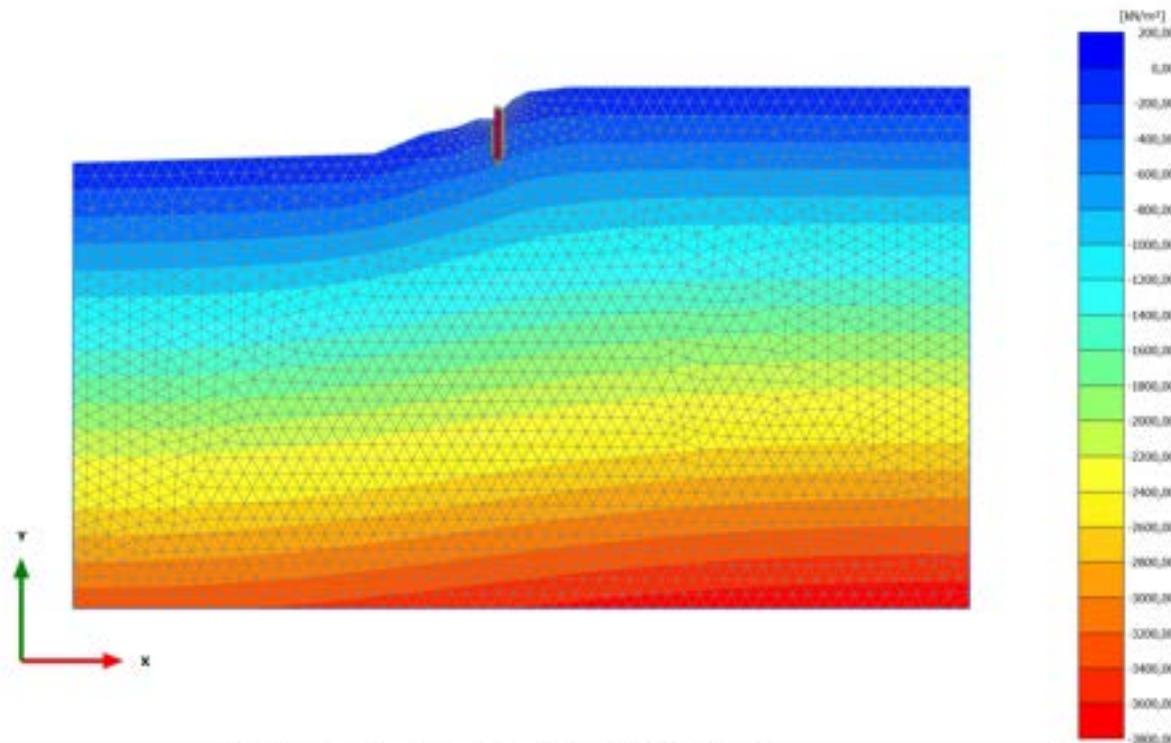


Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 0,8385 kN/m<sup>2</sup> (Element 334 at Node 14769)

Minimum value = -3789 kN/m<sup>2</sup> (Element 851 at Node 34871)

### 2.2.1.2.5 Calculation results, 3\_PRIMA FASE DI SCAVO [Phase\_3] (3/38), Cartesian effective stress $\sigma'_{yy}$

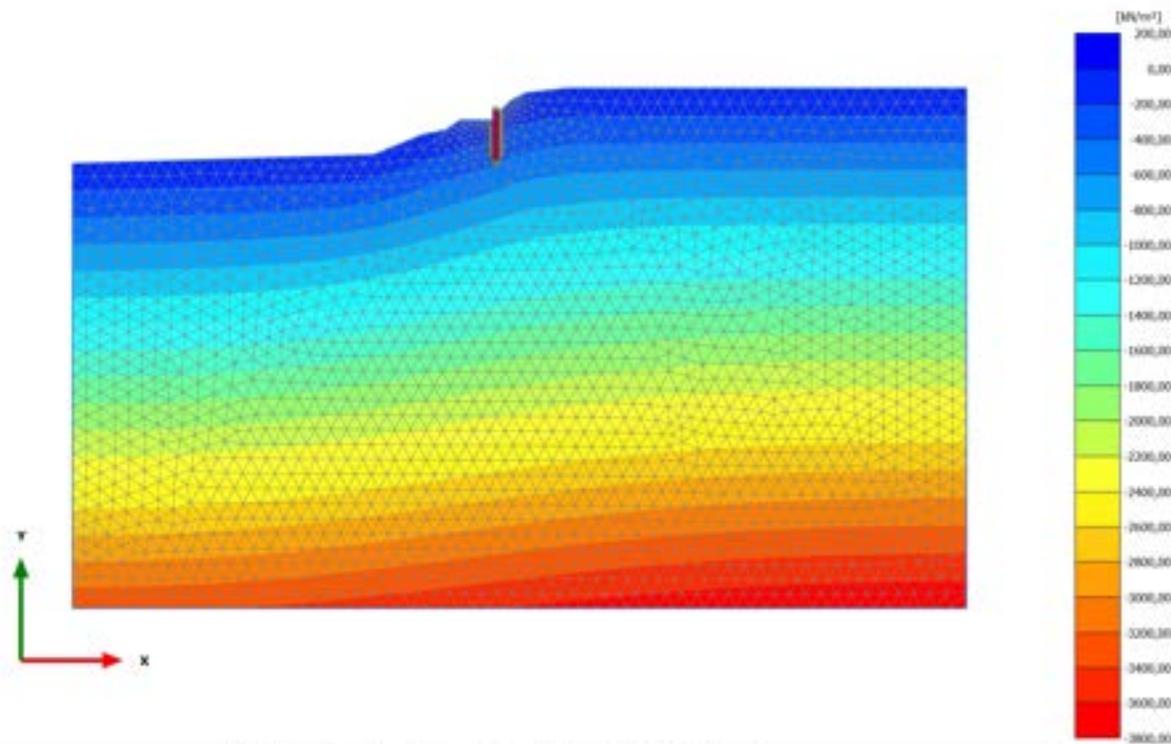


Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 0,8394 kN/m<sup>2</sup> (Element 334 at Node 14769)

Minimum value = -3788 kN/m<sup>2</sup> (Element 851 at Node 34871)

### 2.2.1.2.6 Calculation results, 4\_REALIZZAZIONE RILEVATO [Phase\_4] (4/45), Cartesian effective stress $\sigma'_{yy}$

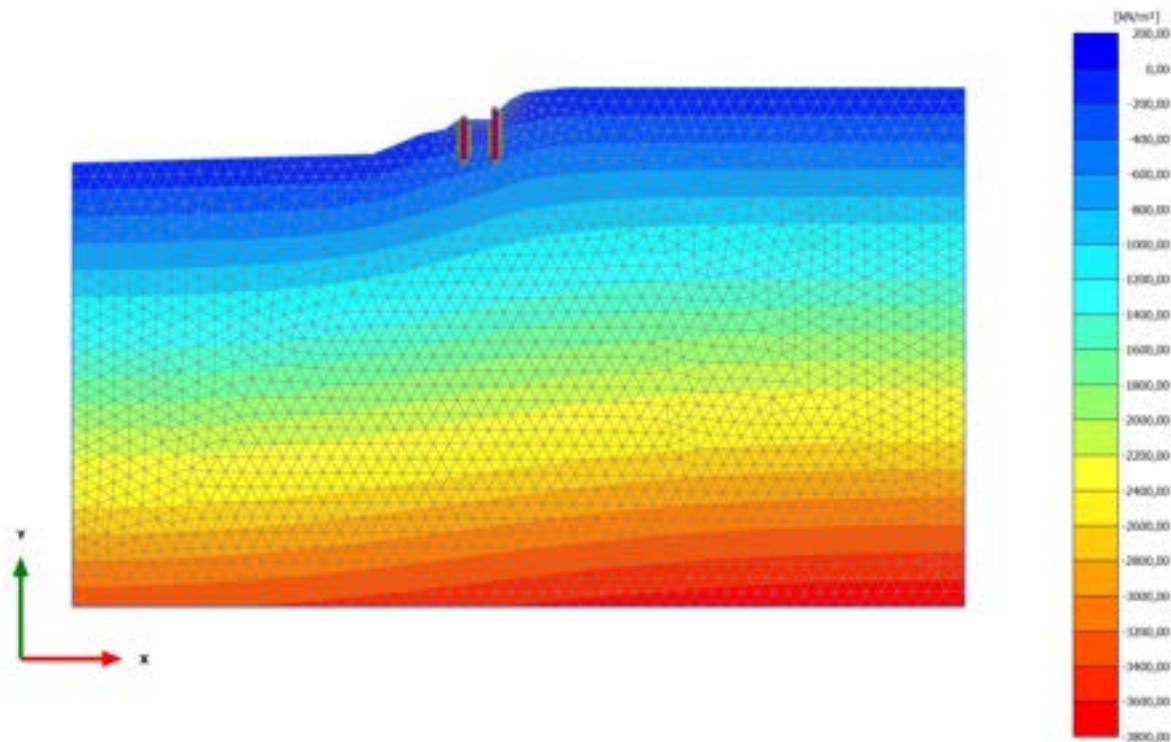


Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 0,8322  $\text{kN/m}^2$  (Element 334 at Node 14769)

Minimum value = -3789  $\text{kN/m}^2$  (Element 851 at Node 34871)

2.2.1.2.7 Calculation results, 5\_REALIZZAZIONE PALO DI VALLE [Phase\_5] (5/47),  
Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$

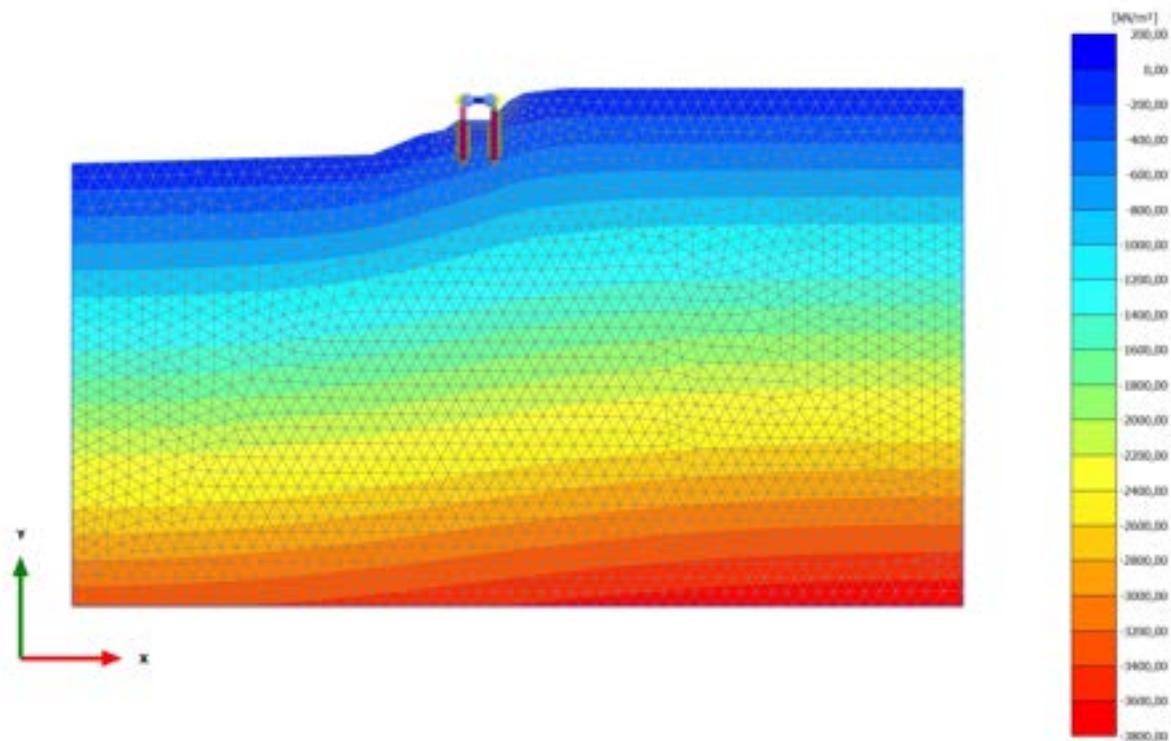


Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 0,8319 kN/m<sup>2</sup> (Element 334 at Node 14769)

Minimum value = -3789 kN/m<sup>2</sup> (Element 851 at Node 34871)

### 2.2.1.2.8 Calculation results, 6\_REALIZZAZIONE SOVRASTRUTTURA [Phase\_6] (6/49), Cartesian effective stress $\sigma'_{yy}$

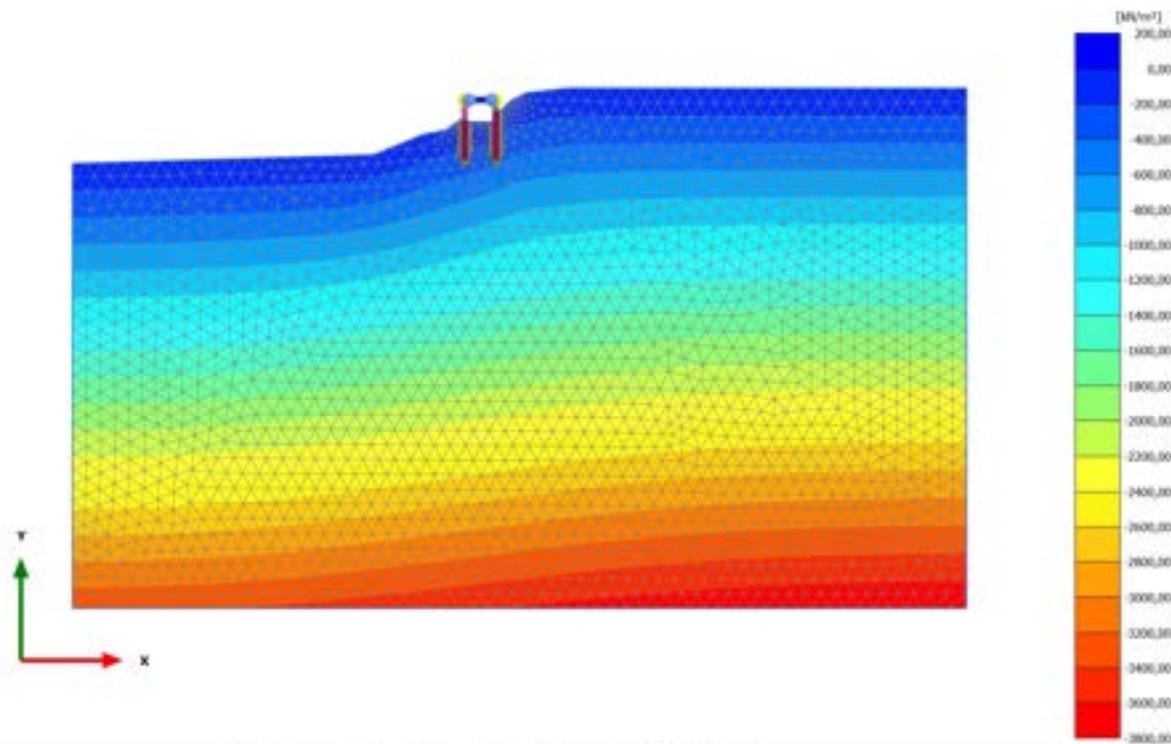


Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 0,8258 kN/m<sup>2</sup> (Element 334 at Node 14769)

Minimum value = -3789 kN/m<sup>2</sup> (Element 851 at Node 34871)

### 2.2.1.2.9 Calculation results, 7\_SECONDA FASE DI SCAVO [Phase\_7] (7/54), Cartesian effective stress $\sigma'_{yy}$

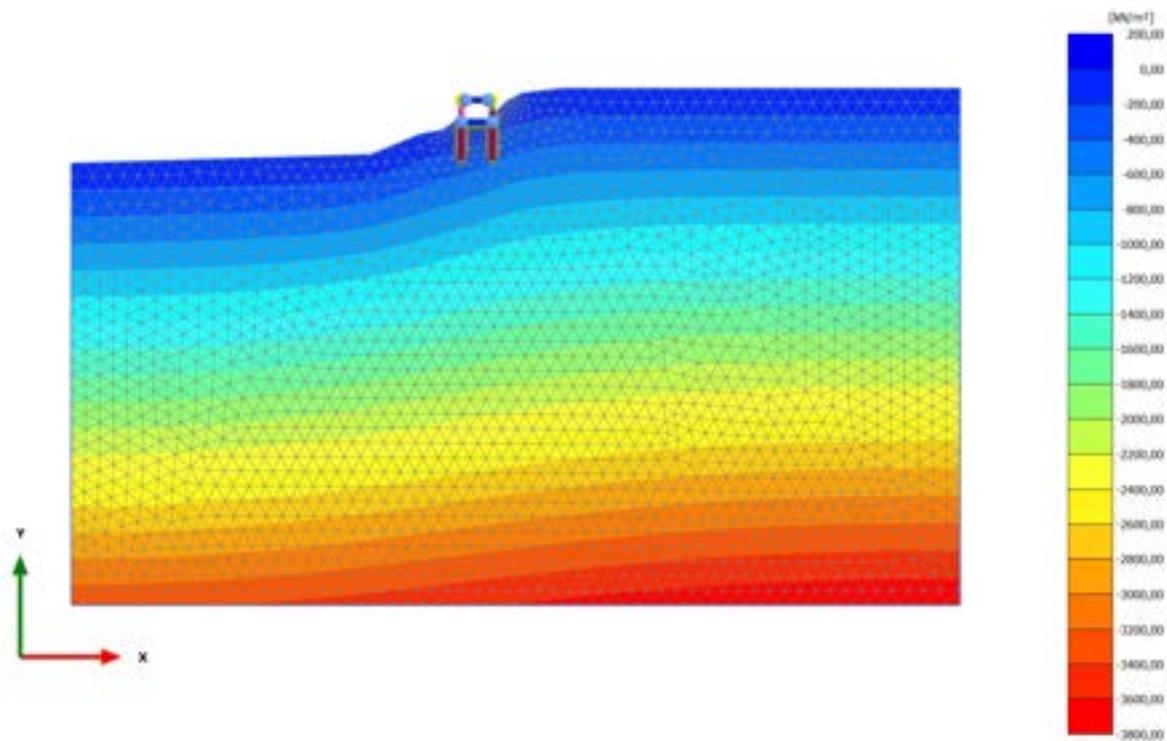


Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 2,041 kN/m<sup>2</sup> (Element 777 at Node 10160)

Minimum value = -3789 kN/m<sup>2</sup> (Element 851 at Node 34871)

2.2.1.2.10 Calculation results, 8\_REALIZZAZIONE SOLETTA INFERIORE [Phase\_8]  
(8/56), Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$

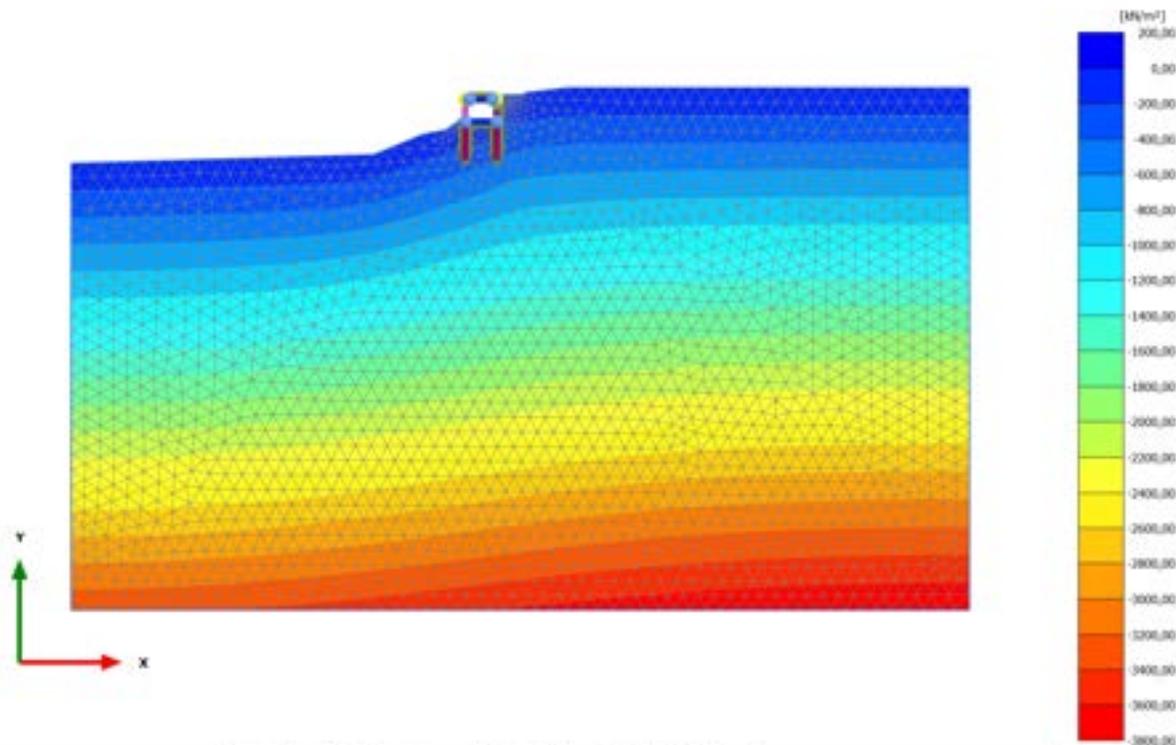


Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 3,578 kN/m<sup>2</sup> (Element 777 at Node 10161)

Minimum value = -3789 kN/m<sup>2</sup> (Element 851 at Node 34871)

### 2.2.1.2.11 Calculation results, 9\_RITOMBAMENTO [Phase\_9] (9/81), Cartesian effective stress $\sigma'_{yy}$

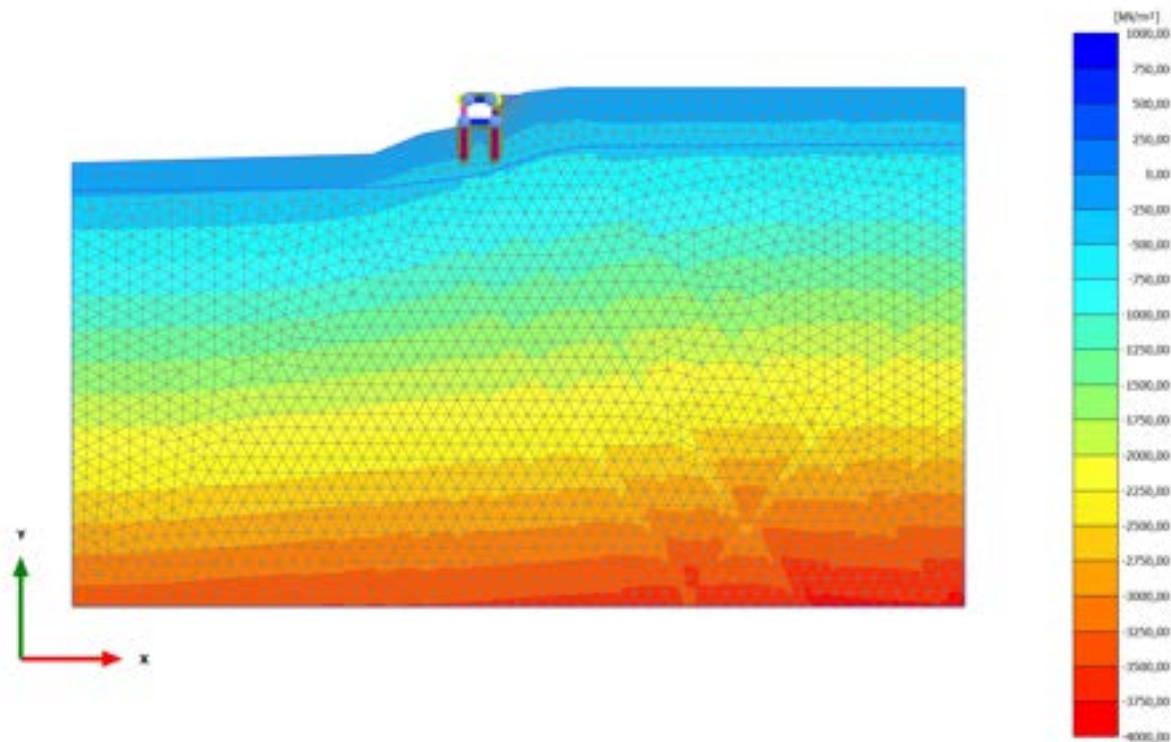


Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 5,795 kN/m<sup>2</sup> (Element 73 at Node 8166)

Minimum value = -3790 kN/m<sup>2</sup> (Element 851 at Node 34871)

### 2.2.1.2.12 Calculation results, STABILITA' -post intervento [Phase\_16] (16/181), Cartesian effective stress $\sigma'_{yy}$

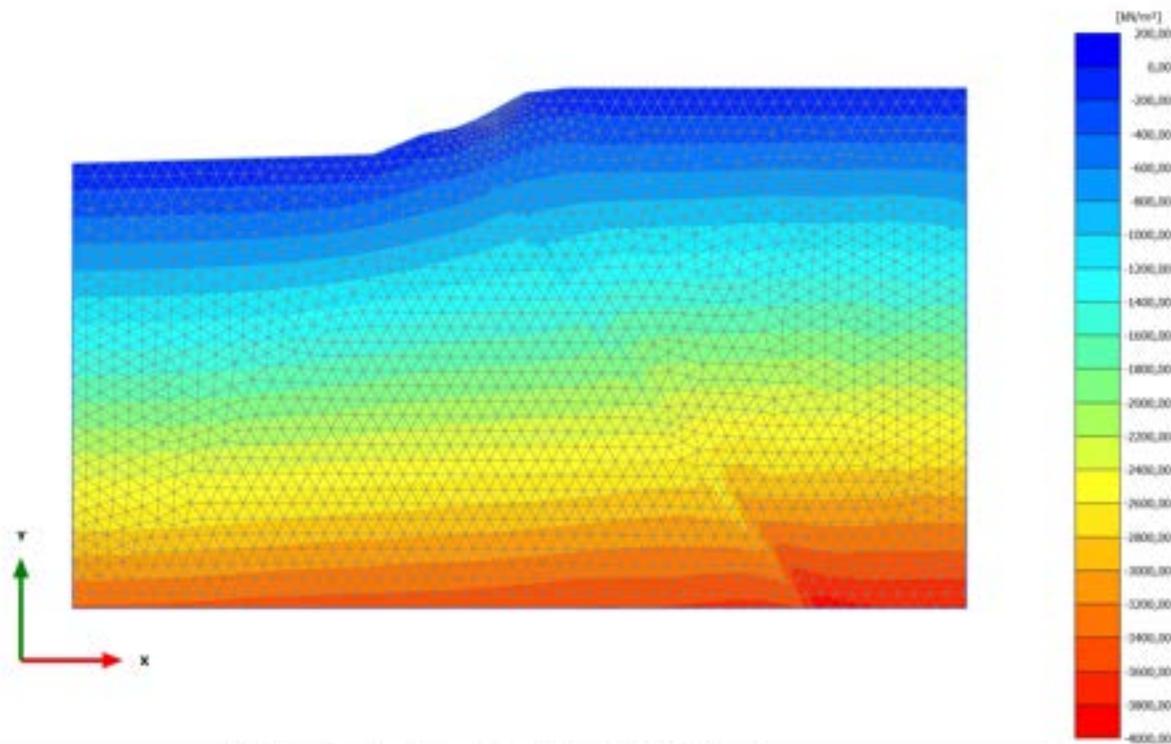


Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up  $2,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 933,0 kN/m<sup>2</sup> (Element 25 at Node 7597)

Minimum value = -3890 kN/m<sup>2</sup> (Element 851 at Node 34871)

### 2.2.1.2.13 Calculation results, STABILITA'-preintervento [Phase\_15] (15/284), Cartesian effective stress $\sigma'_{yy}$

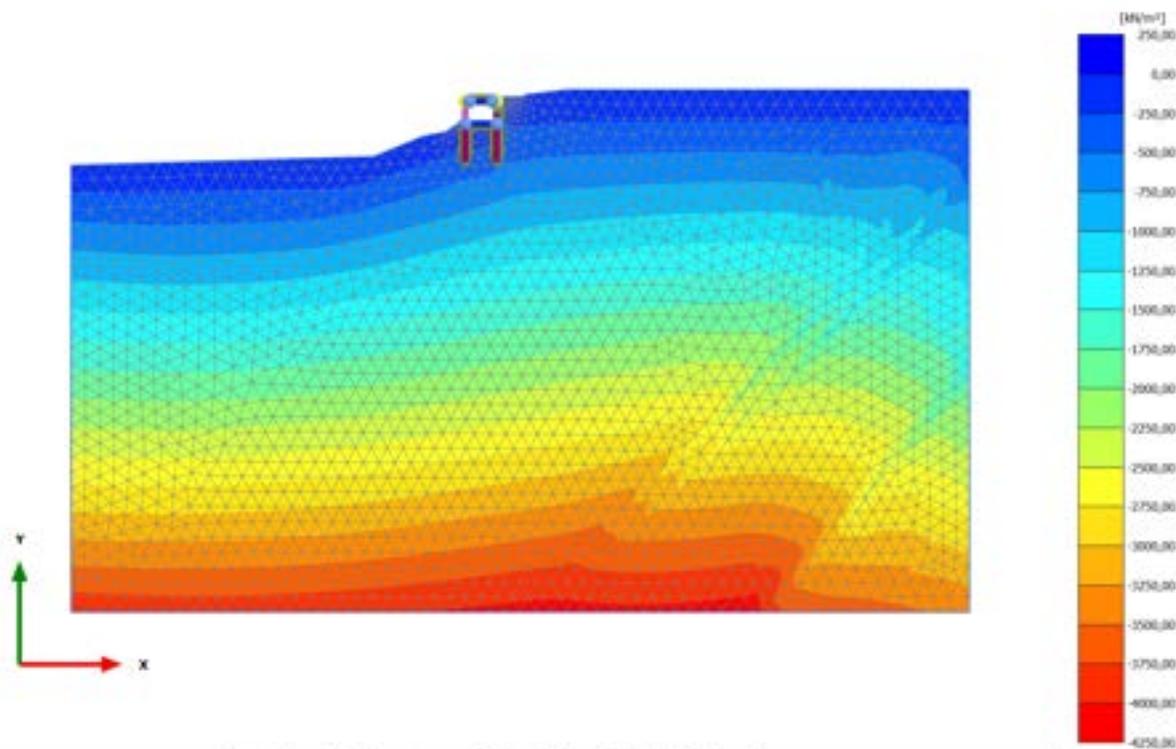


Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 4,553 kN/m<sup>2</sup> (Element 664 at Node 11977)

Minimum value = -3911 kN/m<sup>2</sup> (Element 798 at Node 33905)

### 2.2.1.2.14 Calculation results, 10\_SISMICA ++ [Phase\_10] (10/311), Cartesian effective stress $\sigma'_{yy}$

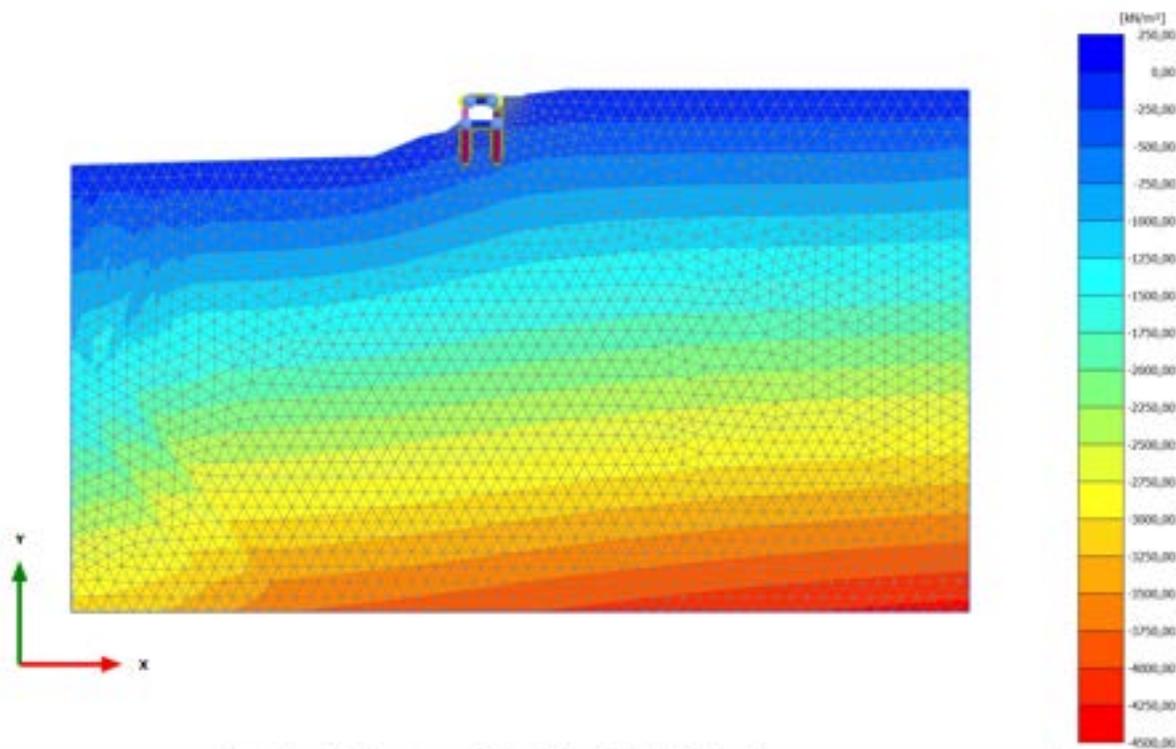


Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up  $2,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 8,004 kN/m<sup>2</sup> (Element 142 at Node 21566)

Minimum value = -4112 kN/m<sup>2</sup> (Element 826 at Node 32179)

### 2.2.1.2.15 Calculation results, 12\_SISMICA - + [Phase\_12] (12/358), Cartesian effective stress $\sigma'_{yy}$

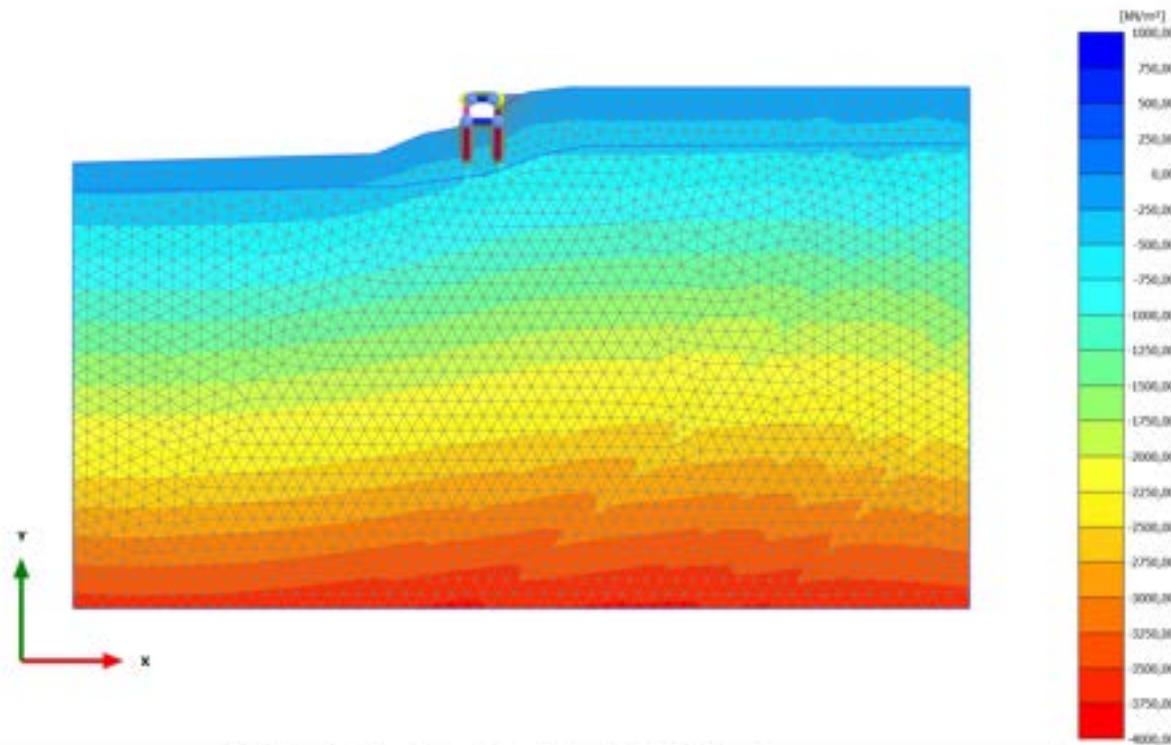


Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up  $2,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 5,007 kN/m<sup>2</sup> (Element 385 at Node 1465)

Minimum value = -4368 kN/m<sup>2</sup> (Element 851 at Node 34871)

### 2.2.1.2.16 Calculation results, 10.2\_AS SISMICA ++ [Phase\_19] (19/484), Cartesian effective stress $\sigma'_{yy}$

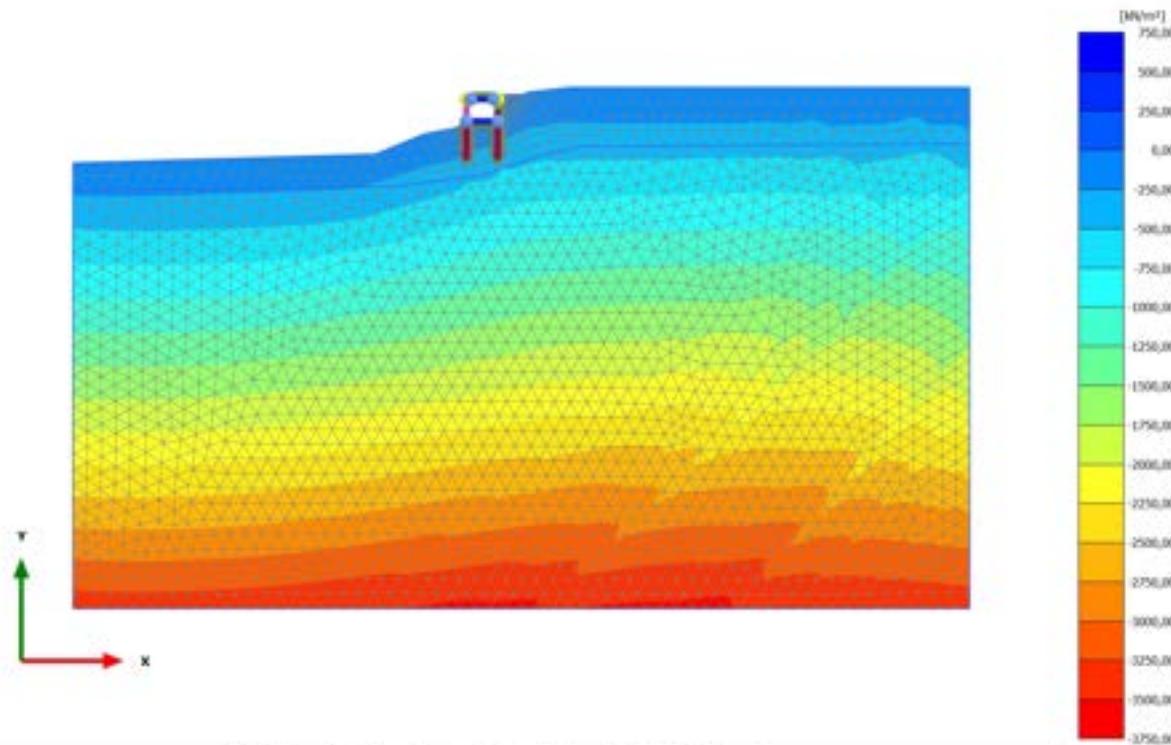


Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up  $2,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 895,8 kN/m<sup>2</sup> (Element 25 at Node 7597)

Minimum value = -381,3 kN/m<sup>2</sup> (Element 809 at Node 21611)

### 2.2.1.2.17 Calculation results, 11.2\_AS SISMICA +- [Phase\_21] (21/595), Cartesian effective stress $\sigma'_{yy}$

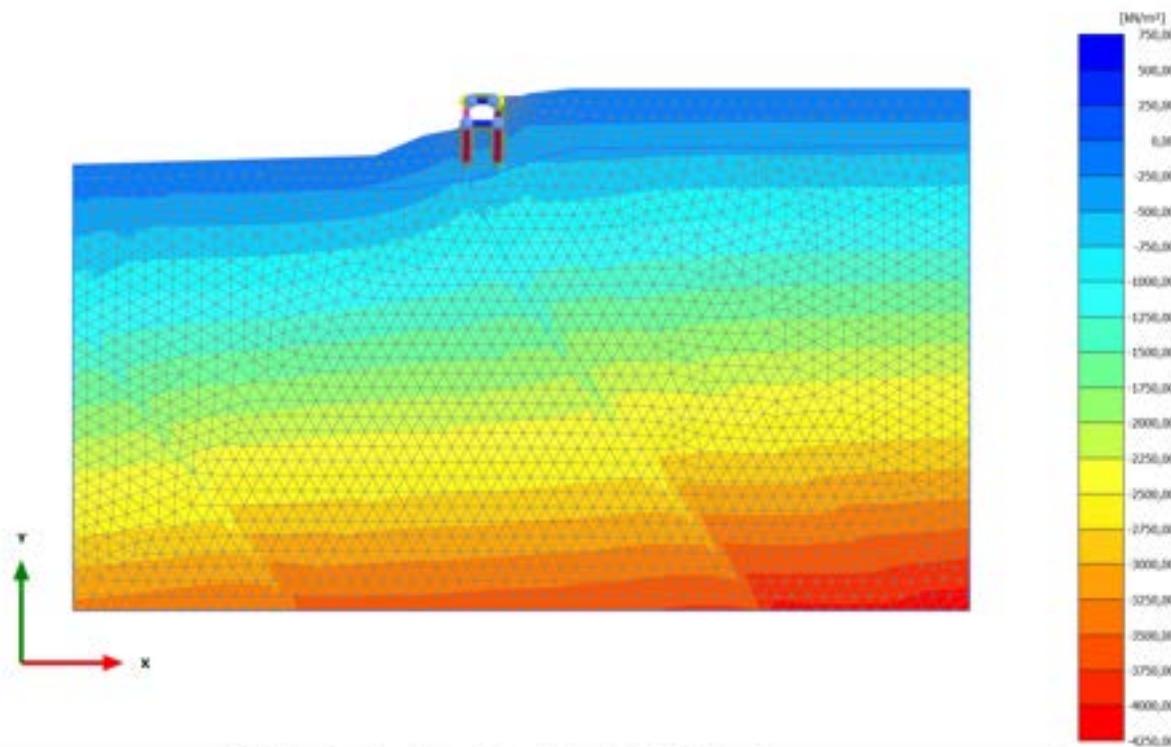


Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up  $2,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 734,7 kN/m<sup>2</sup> (Element 25 at Node 7597)

Minimum value = -3582 kN/m<sup>2</sup> (Element 823 at Node 31423)

### 2.2.1.2.18 Calculation results, 12.2\_AS SISMICA -+ [Phase\_23] (23/716), Cartesian effective stress $\sigma'_{yy}$

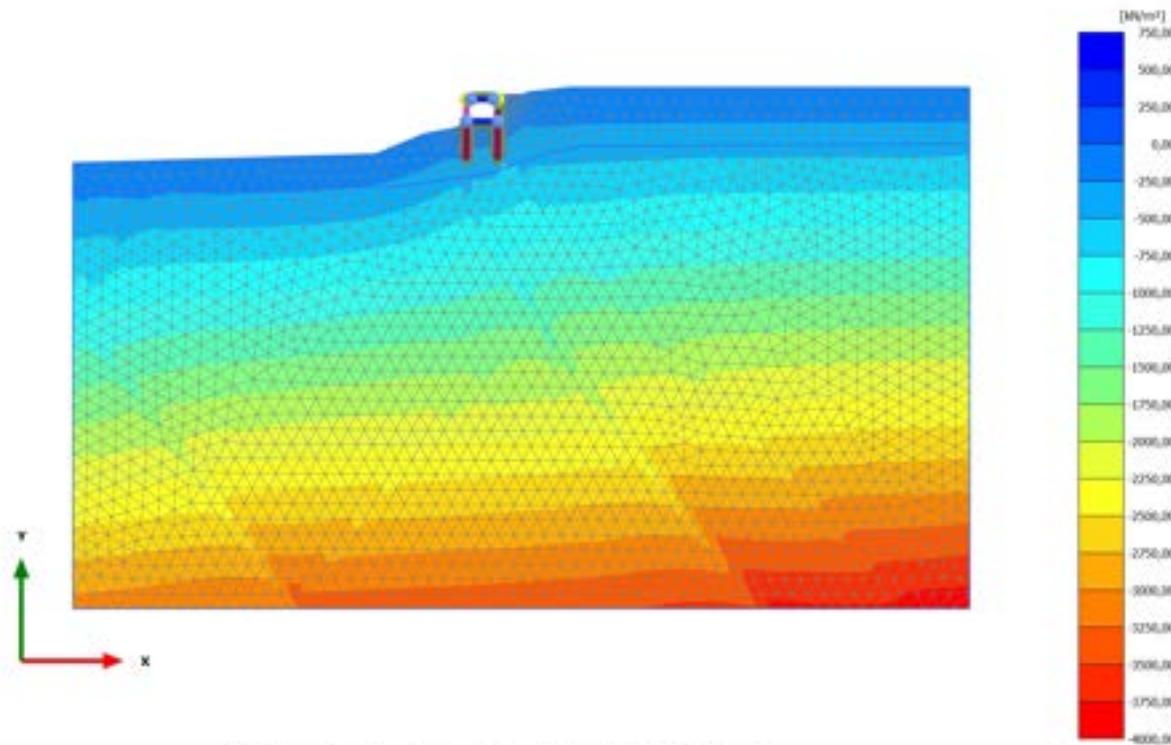


Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up  $2,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 607,5  $\text{kN/m}^2$  (Element 25 at Node 7597)

Minimum value = -4199  $\text{kN/m}^2$  (Element 851 at Node 34871)

### 2.2.1.2.19 Calculation results, 13.2\_AS SISMICA -- [Phase\_25] (25/838), Cartesian effective stress $\sigma'_{yy}$

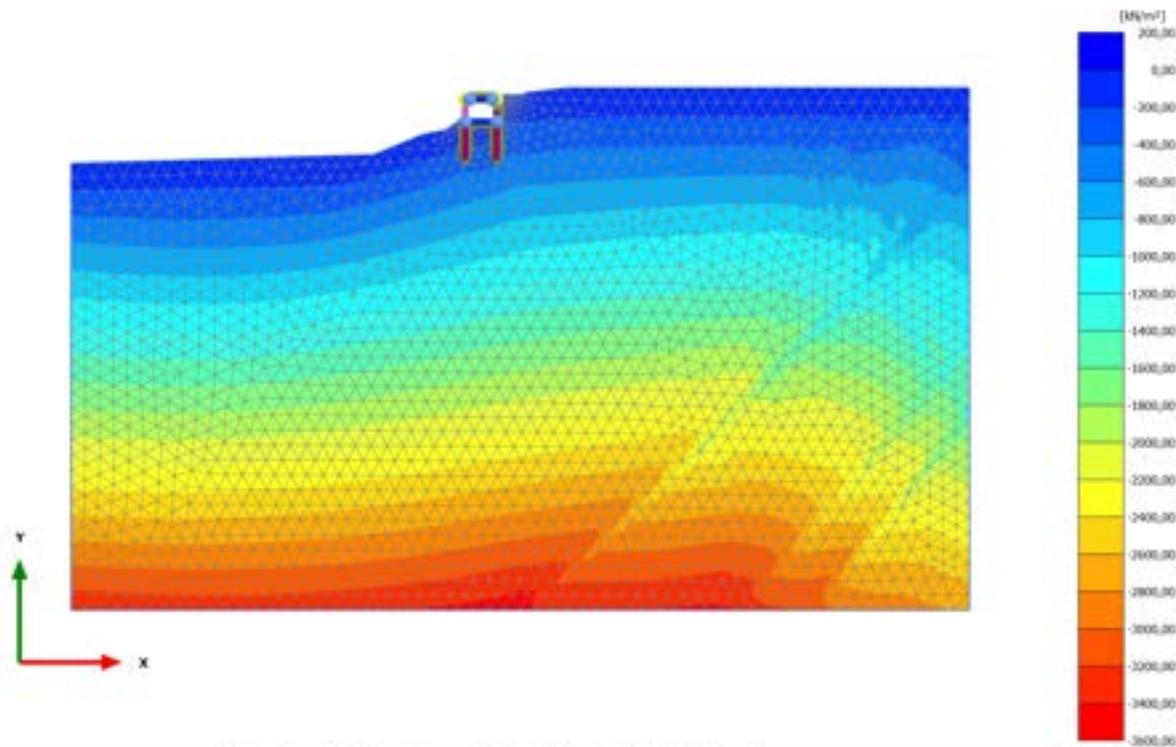


Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up  $2,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 707,7  $\text{kN/m}^2$  (Element 25 at Node 7597)

Minimum value = -3939  $\text{kN/m}^2$  (Element 851 at Node 34871)

### 2.2.1.2.20 Calculation results, 11\_ SISMICA +- [Phase\_11] (11/878), Cartesian effective stress $\sigma'_{yy}$

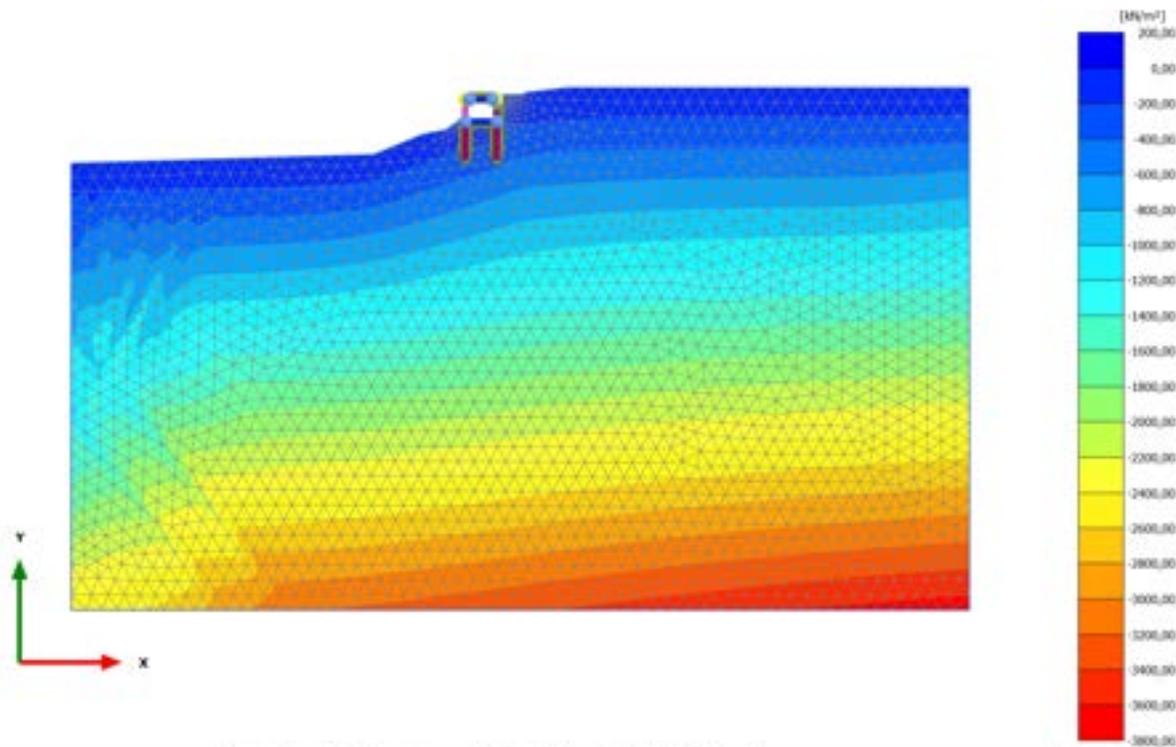


Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 9,754 kN/m<sup>2</sup> (Element 142 at Node 21565)

Minimum value = -3530 kN/m<sup>2</sup> (Element 810 at Node 24040)

### 2.2.1.2.21 Calculation results, 13\_SISMICA -- [Phase\_13] (13/913), Cartesian effective stress $\sigma'_{yy}$

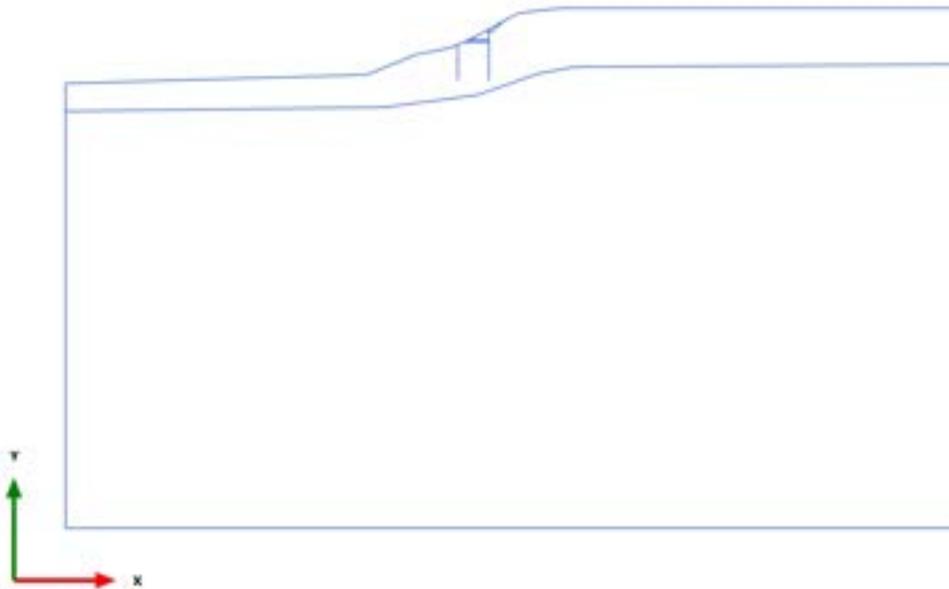


Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$  (scaled up  $5,00 \cdot 10^{-3}$  times)

Maximum value = 5,647 kN/m<sup>2</sup> (Element 345 at Node 1305)

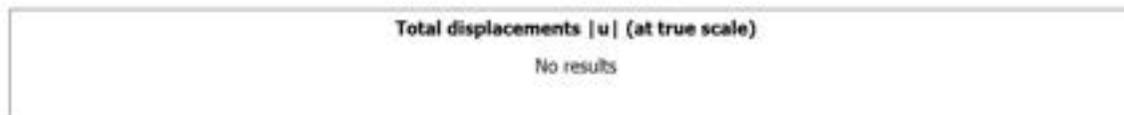
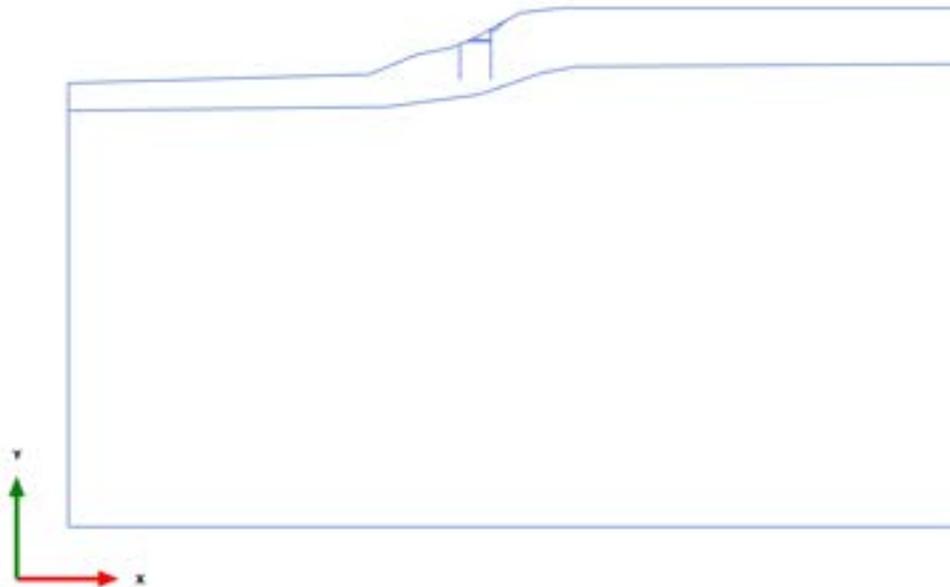
Minimum value = -3720 kN/m<sup>2</sup> (Element 851 at Node 34871)

3.1.1.1.1 Calculation results, Plate, 0\_CONDIZIONE GEOSTATICA [InitialPhase] (0/6),  
Total displacements  $|u|$



Total displacements  $|u|$  (at true scale)  
No results

3.1.1.1.1.2 Calculation results, Plate, 0.1\_AZZERAMENTO SPOSTAMENTI [Phase\_1]  
(1/20), Total displacements  $|u|$

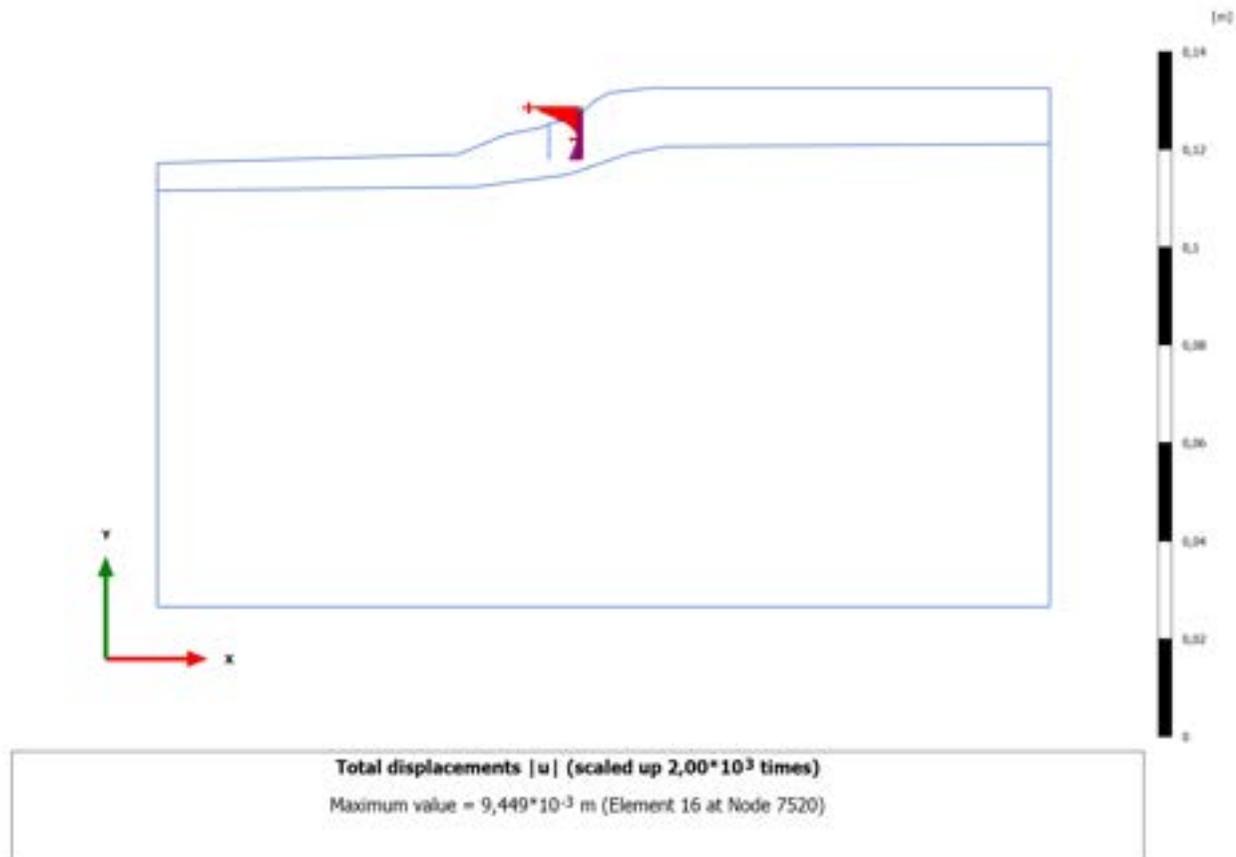


### 3.1.1.1.3 Calculation results, Plate, 1\_PRESCAVO [Phase\_14] (14/26), Total displacements $|u|$

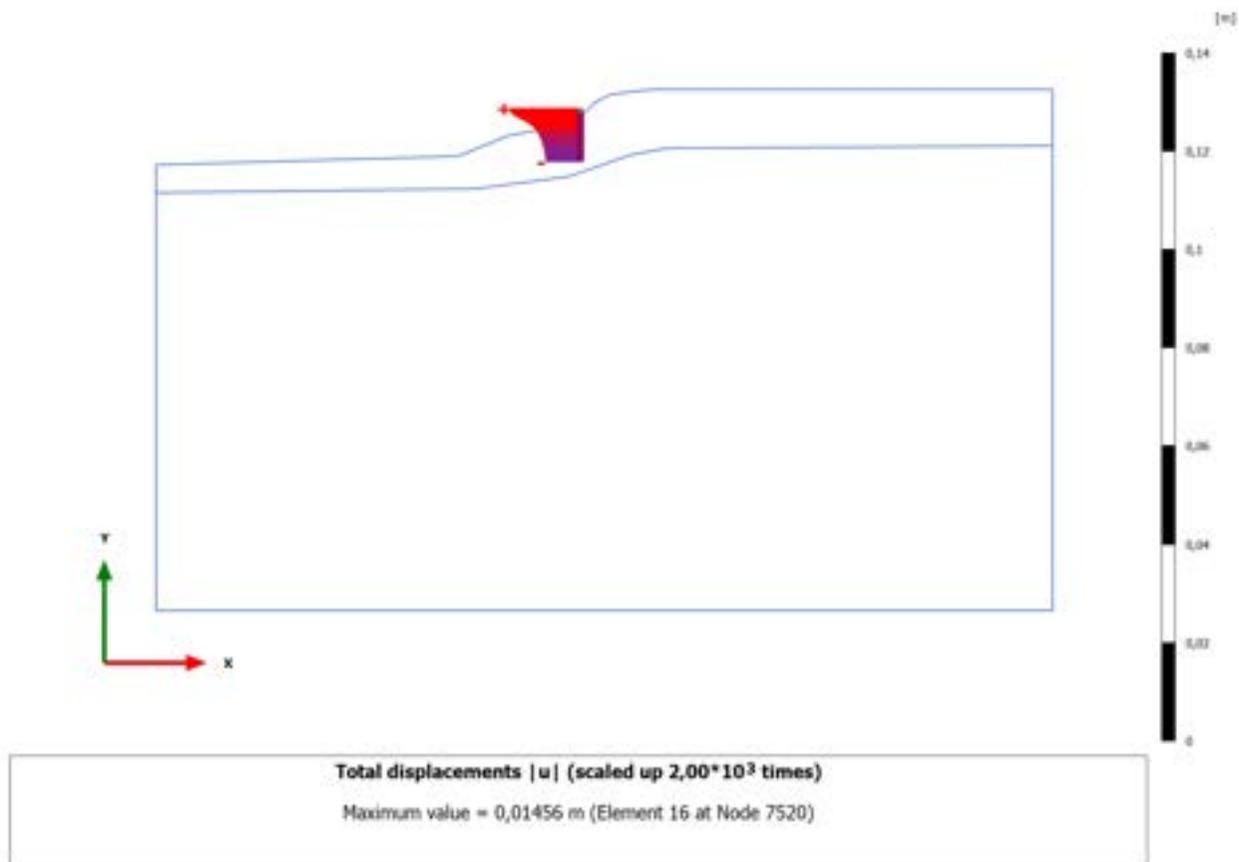


Total displacements  $|u|$  (at true scale)  
No results

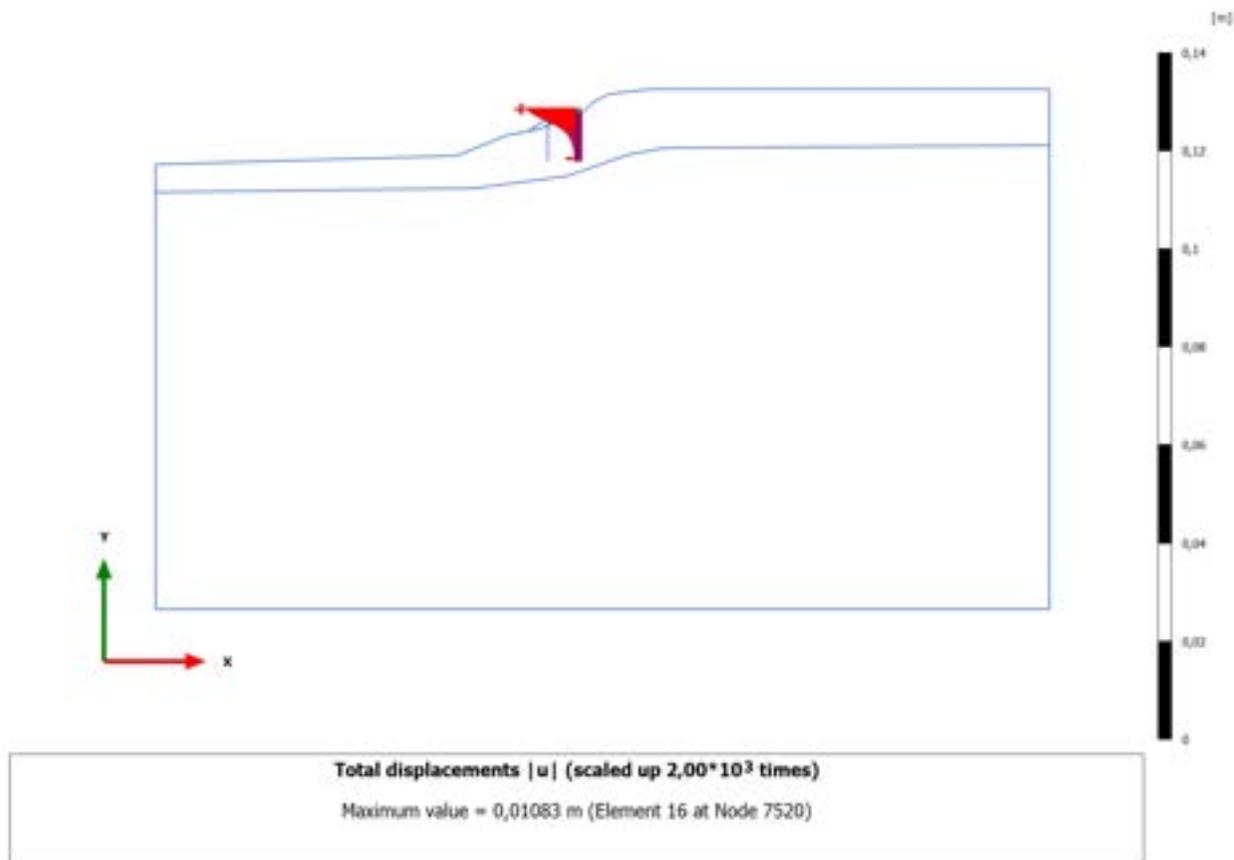
### 3.1.1.1.4 Calculation results, Plate, 2\_REALIZZAZIONE PALO MONTE [Phase\_2] (2/33), Total displacements $|u|$



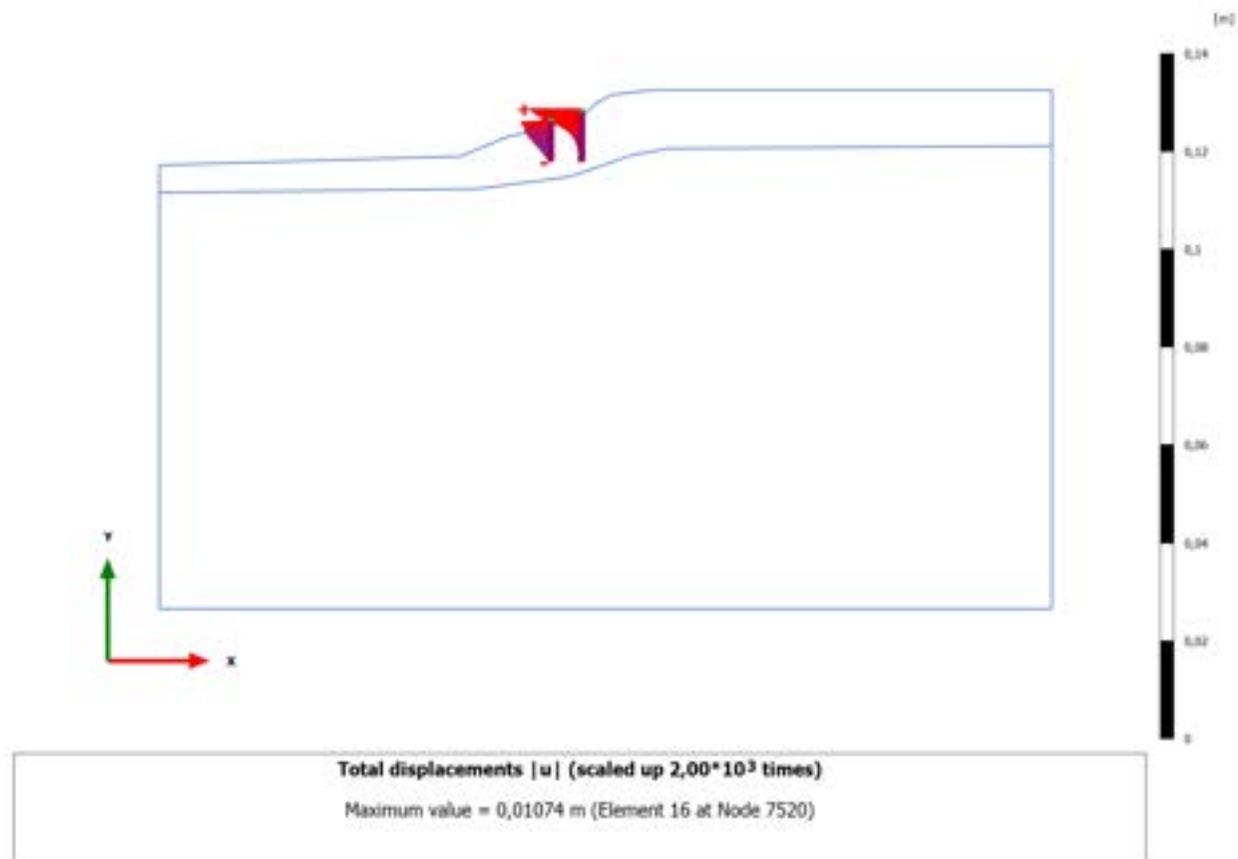
### 3.1.1.1.5 Calculation results, Plate, 3\_PRIMA FASE DI SCAVO [Phase\_3] (3/38), Total displacements $|u|$



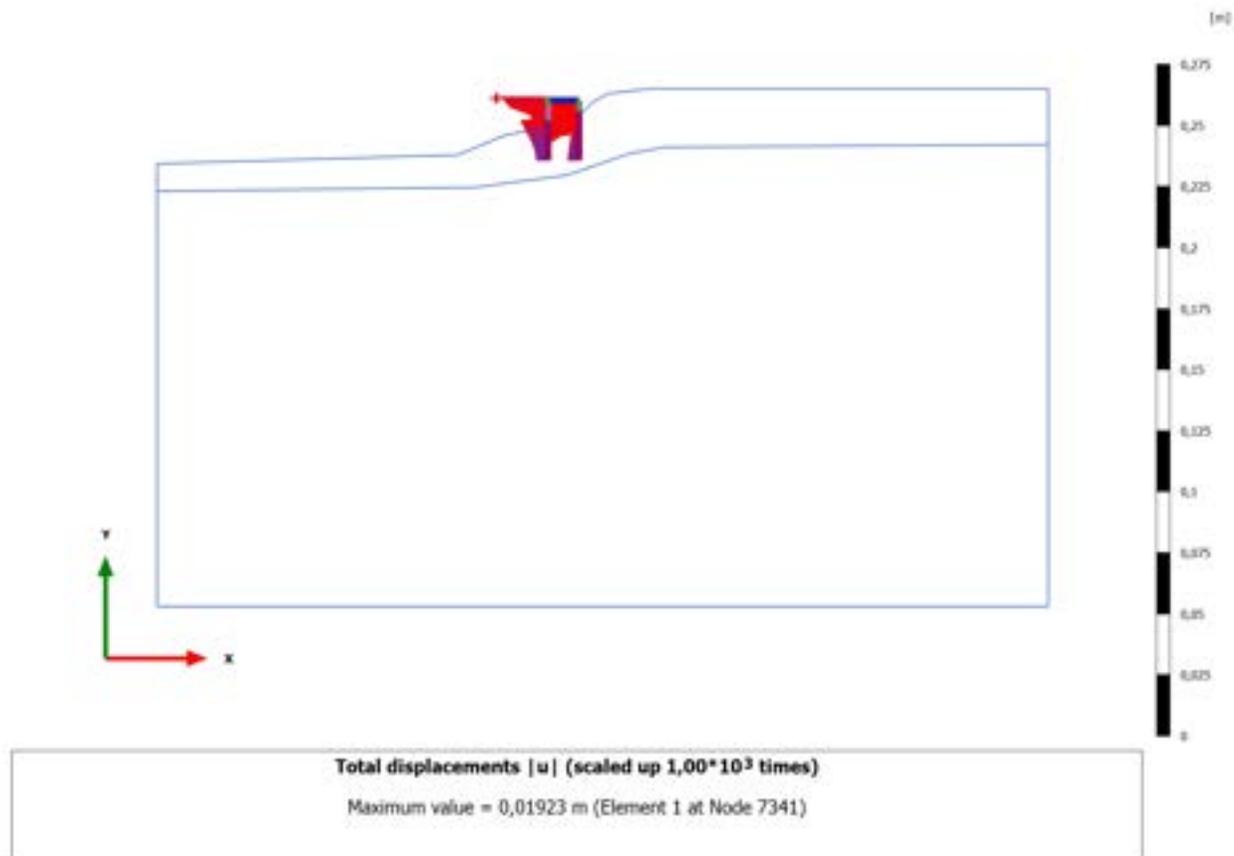
### 3.1.1.1.6 Calculation results, Plate, 4\_REALIZZAZIONE RILEVATO [Phase\_4] (4/45), Total displacements |u|



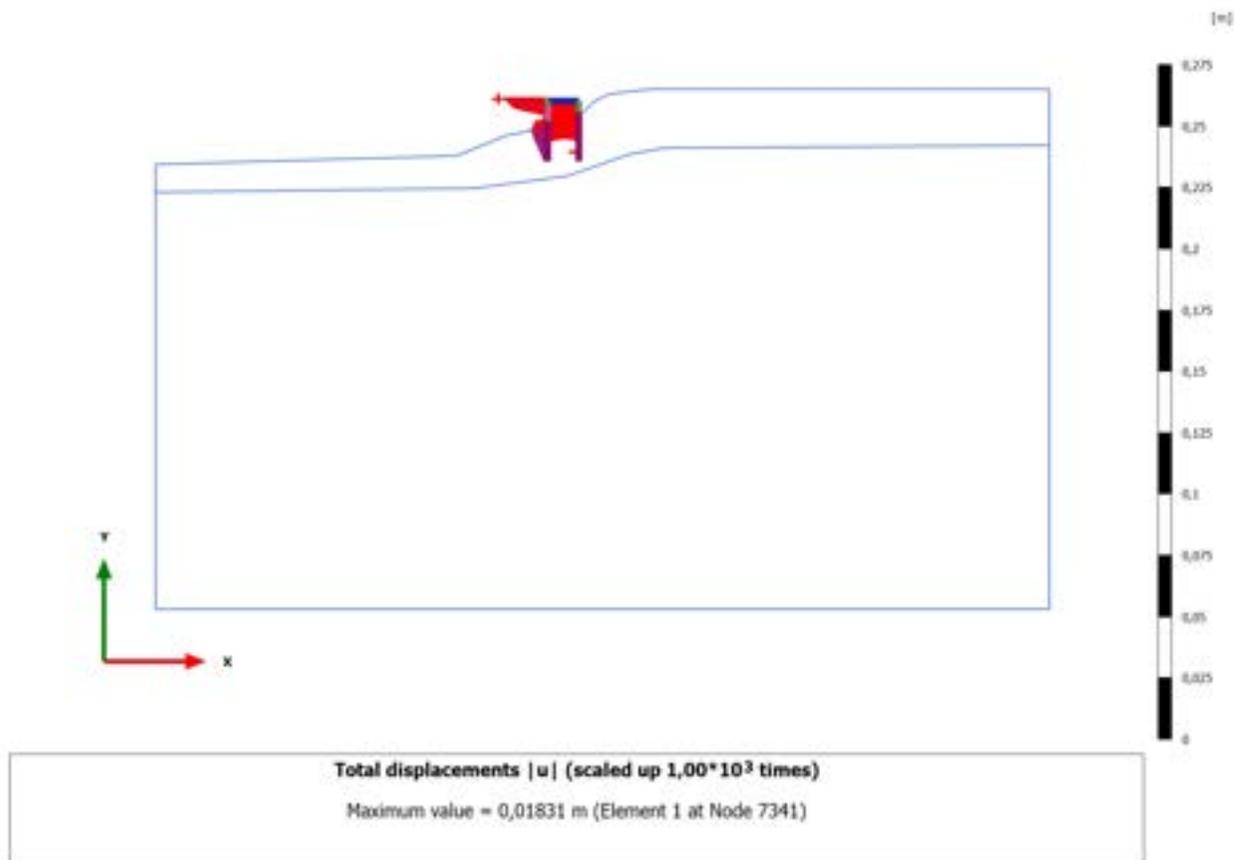
3.1.1.1.7 Calculation results, Plate, 5\_REALIZZAZIONE PALO DI VALLE [Phase\_5]  
(5/47), Total displacements |u|



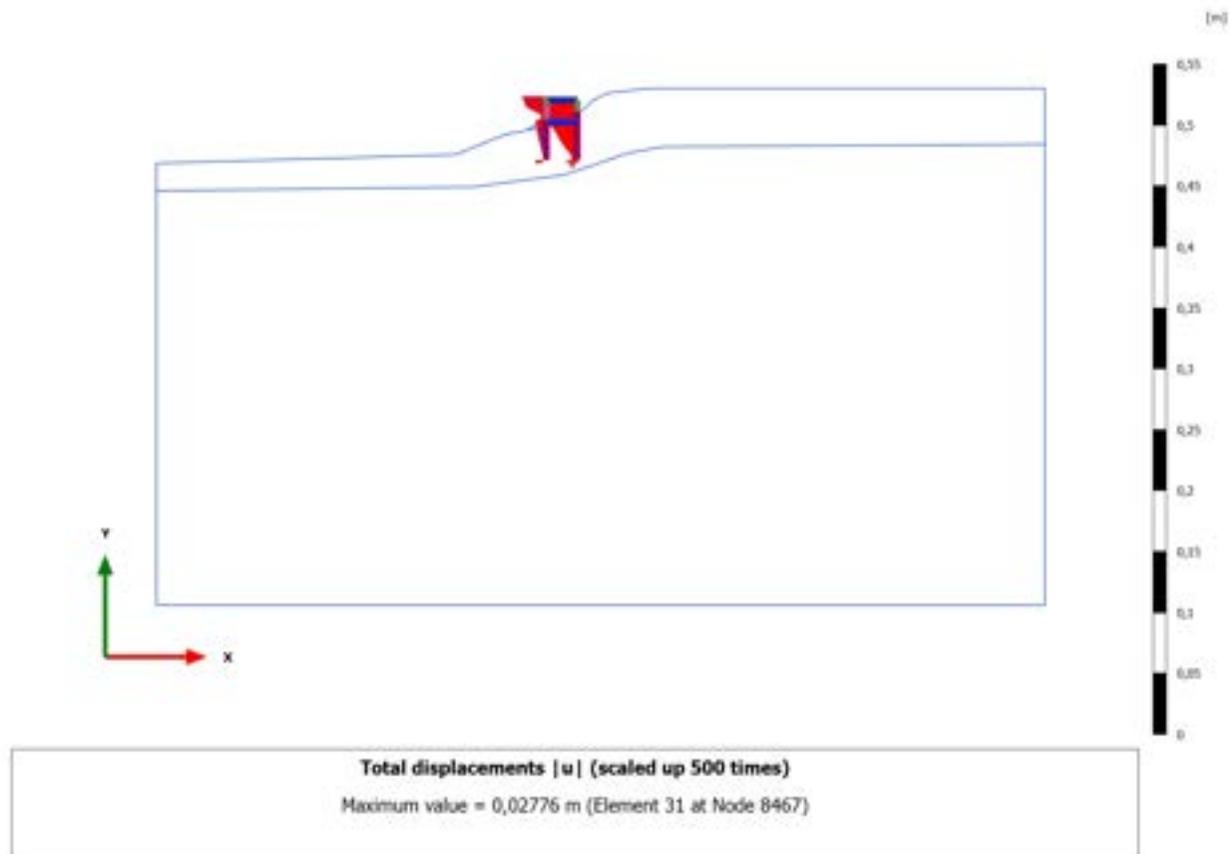
### 3.1.1.1.8 Calculation results, Plate, 6\_REALIZZAZIONE SOVRASTRUTTURA [Phase\_6] (6/49), Total displacements |u|



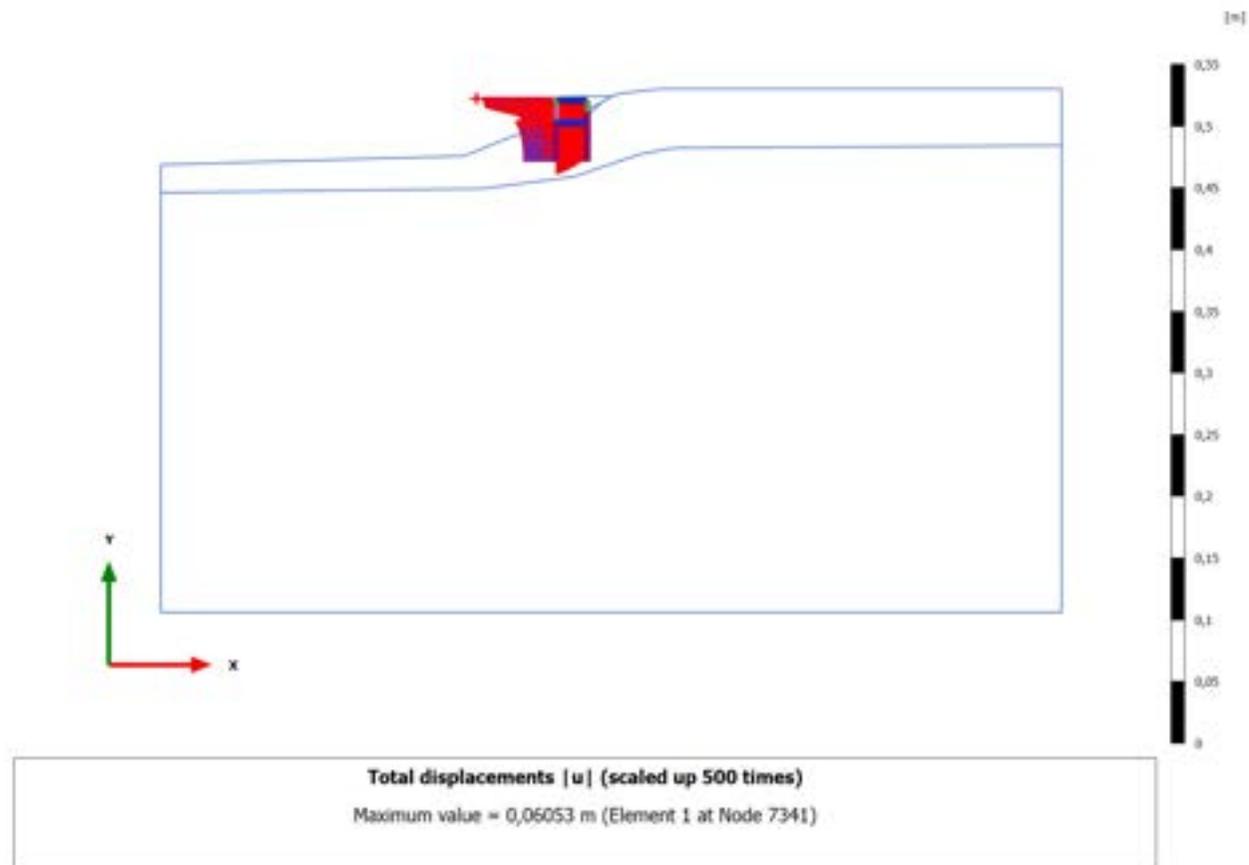
3.1.1.1.9 Calculation results, Plate, 7\_SECONDA FASE DI SCAVO [Phase\_7] (7/54),  
Total displacements |u|



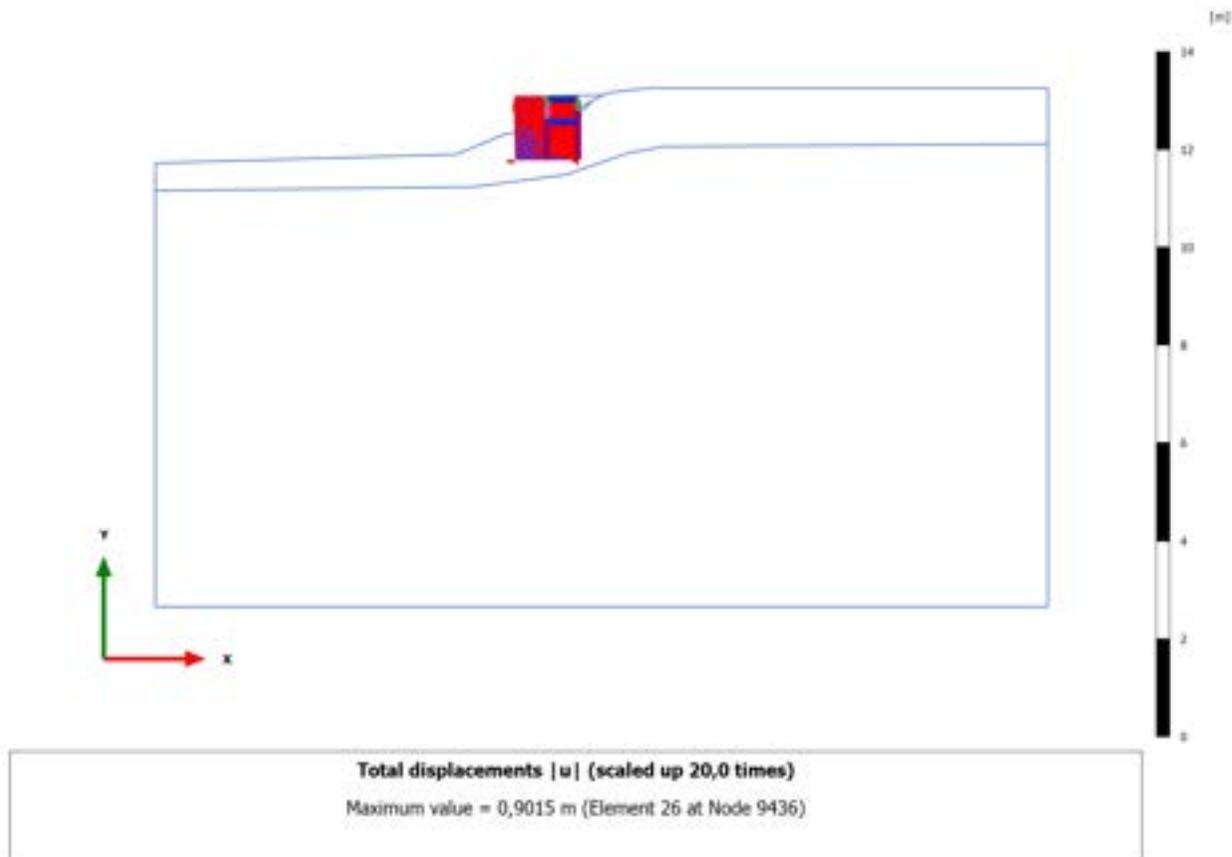
### 3.1.1.1.10 Calculation results, Plate, 8\_REALIZZAZIONE SOLETTA INFERIORE [Phase\_8] (8/56), Total displacements $|u|$



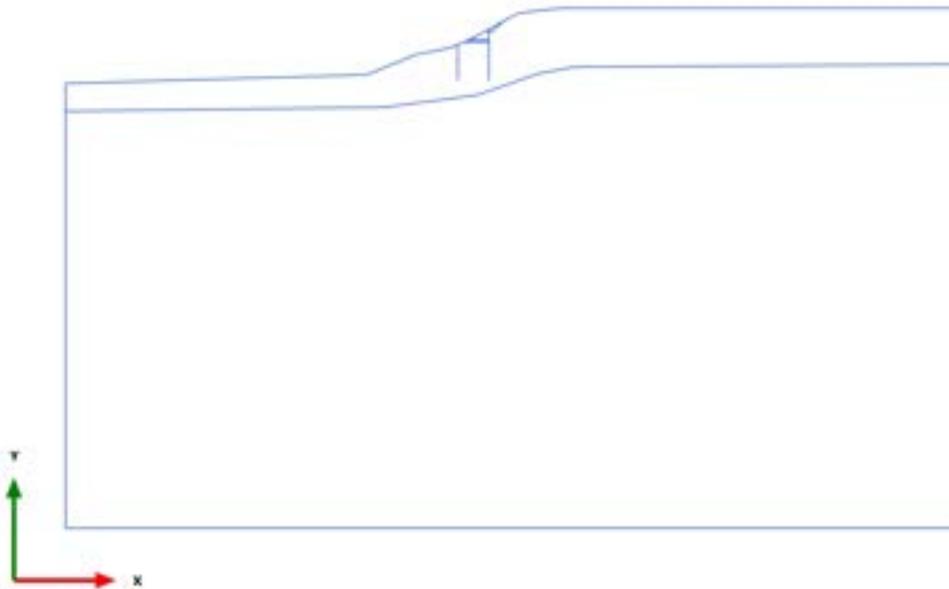
### 3.1.1.1.11 Calculation results, Plate, 9\_RITOMBAMENTO [Phase\_9] (9/81), Total displacements $|u|$



3.1.1.1.12 Calculation results, Plate, STABILITA' -post intervento [Phase\_16]  
(16/181), Total displacements  $|u|$

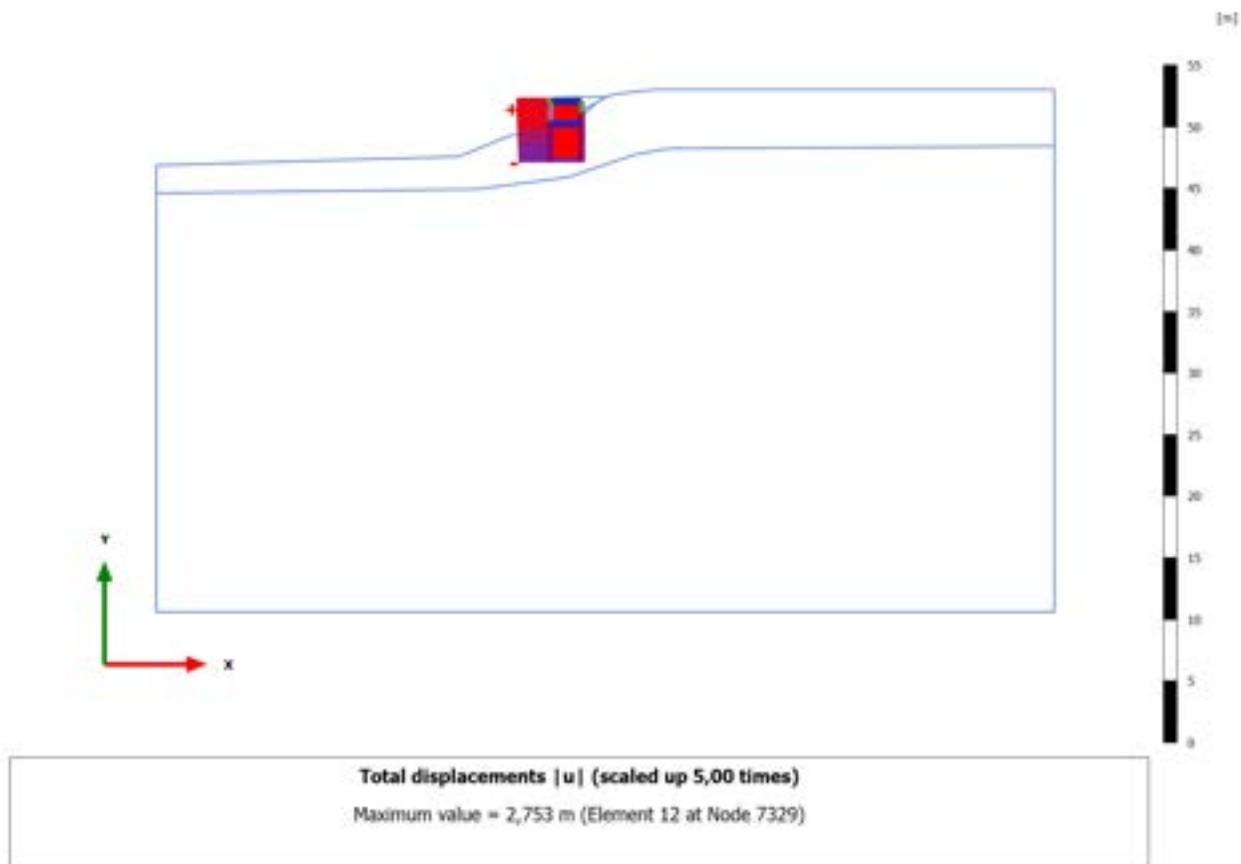


3.1.1.1.13 Calculation results, Plate, STABILITA'-preintervento [Phase\_15] (15/284),  
Total displacements  $|u|$

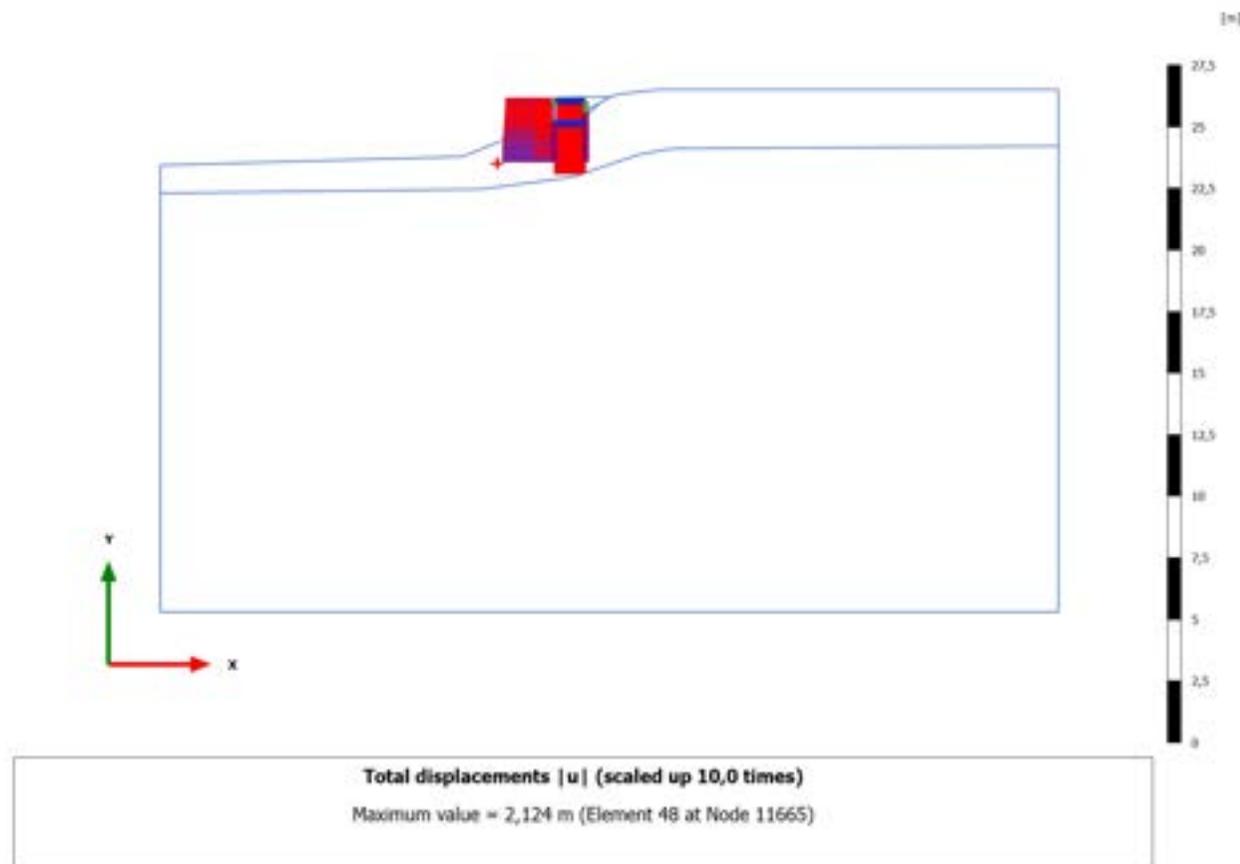


Total displacements  $|u|$  (at true scale)  
No results

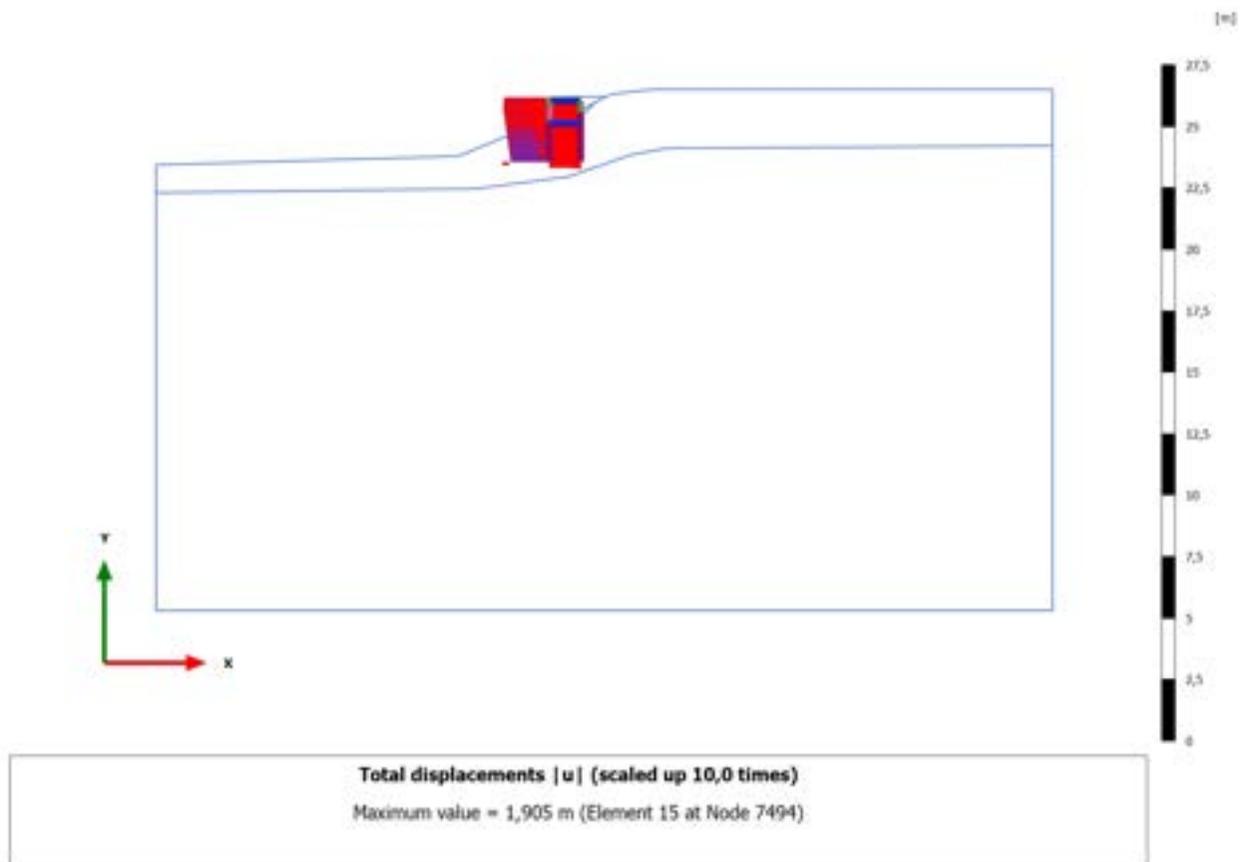
### 3.1.1.1.14 Calculation results, Plate, 10\_SISMICA ++ [Phase\_10] (10/311), Total displacements $|u|$



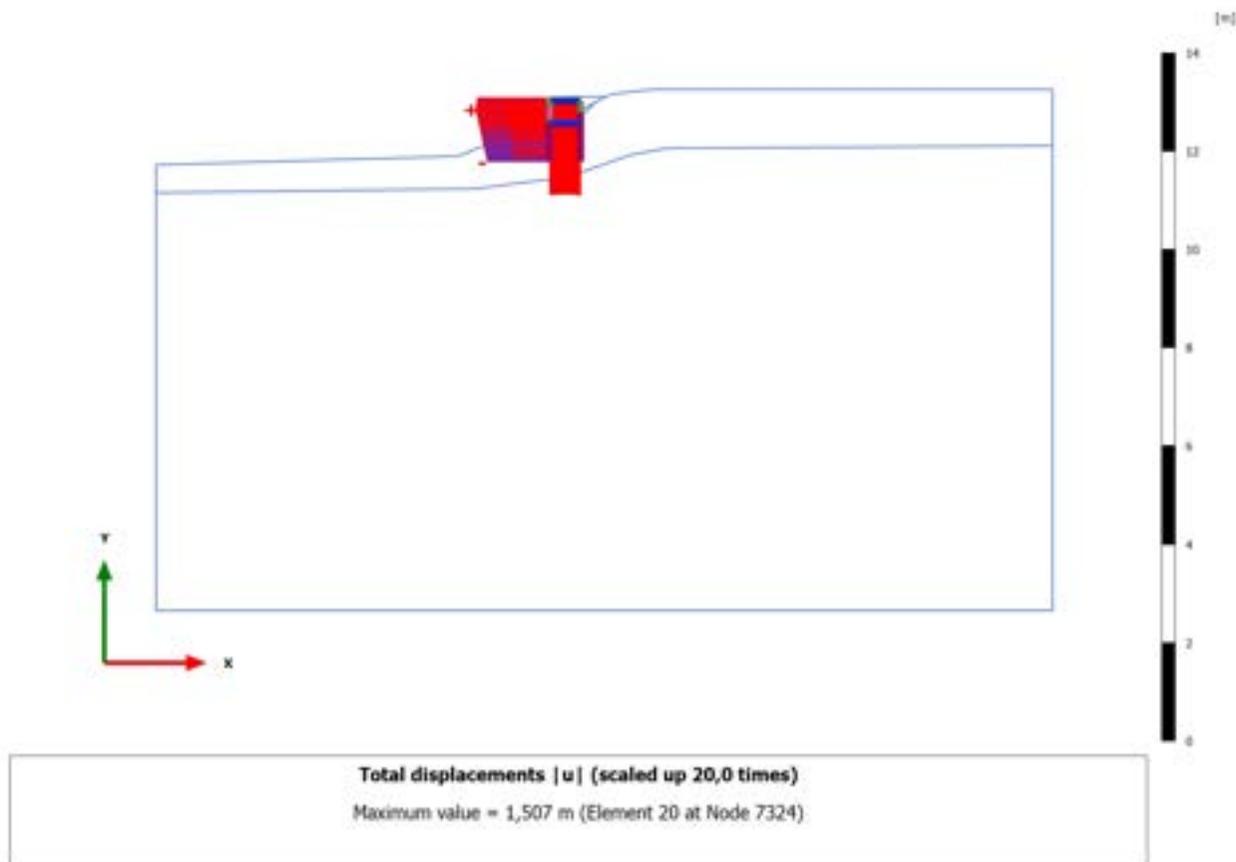
### 3.1.1.1.15 Calculation results, Plate, 12\_SISMICA -+ [Phase\_12] (12/358), Total displacements $|u|$



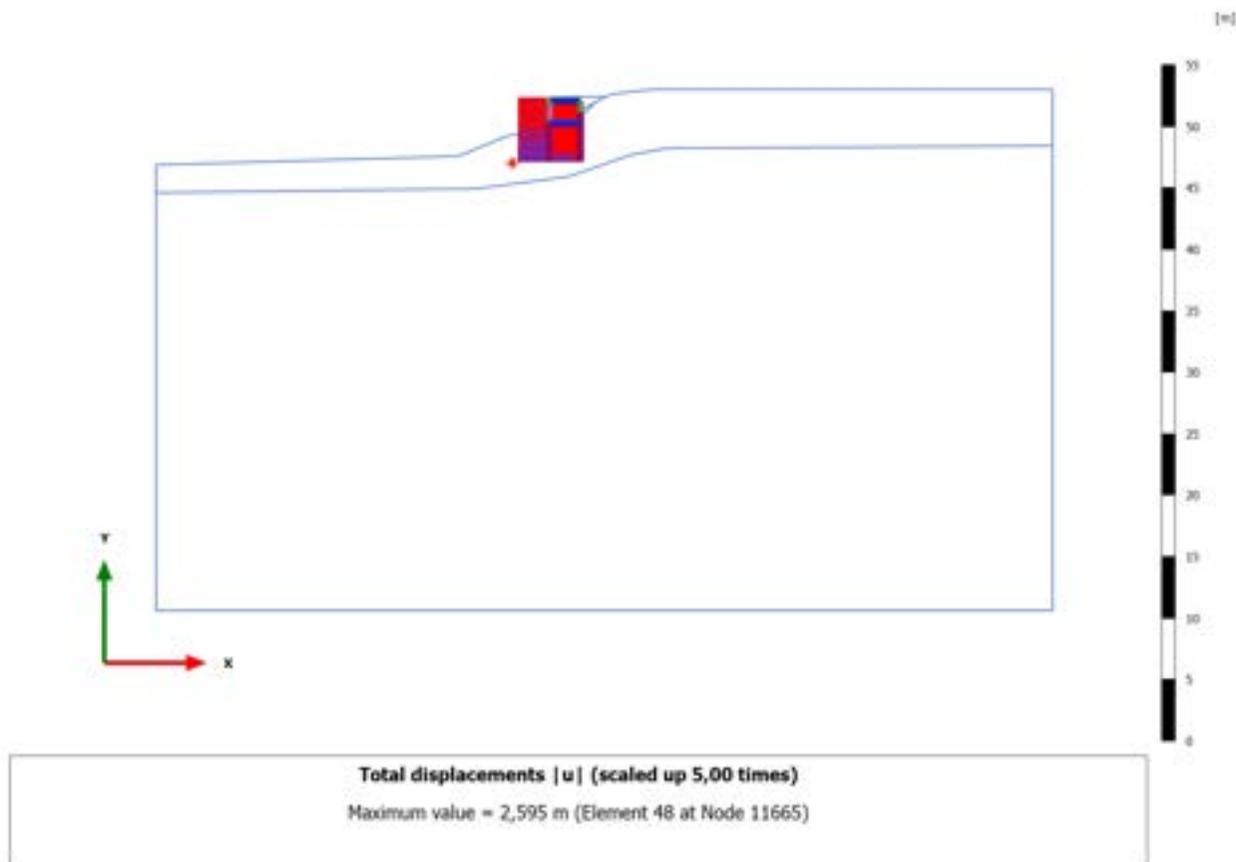
3.1.1.1.16 Calculation results, Plate, 10.2\_AS SISMICA ++ [Phase\_19] (19/484),  
Total displacements  $|u|$



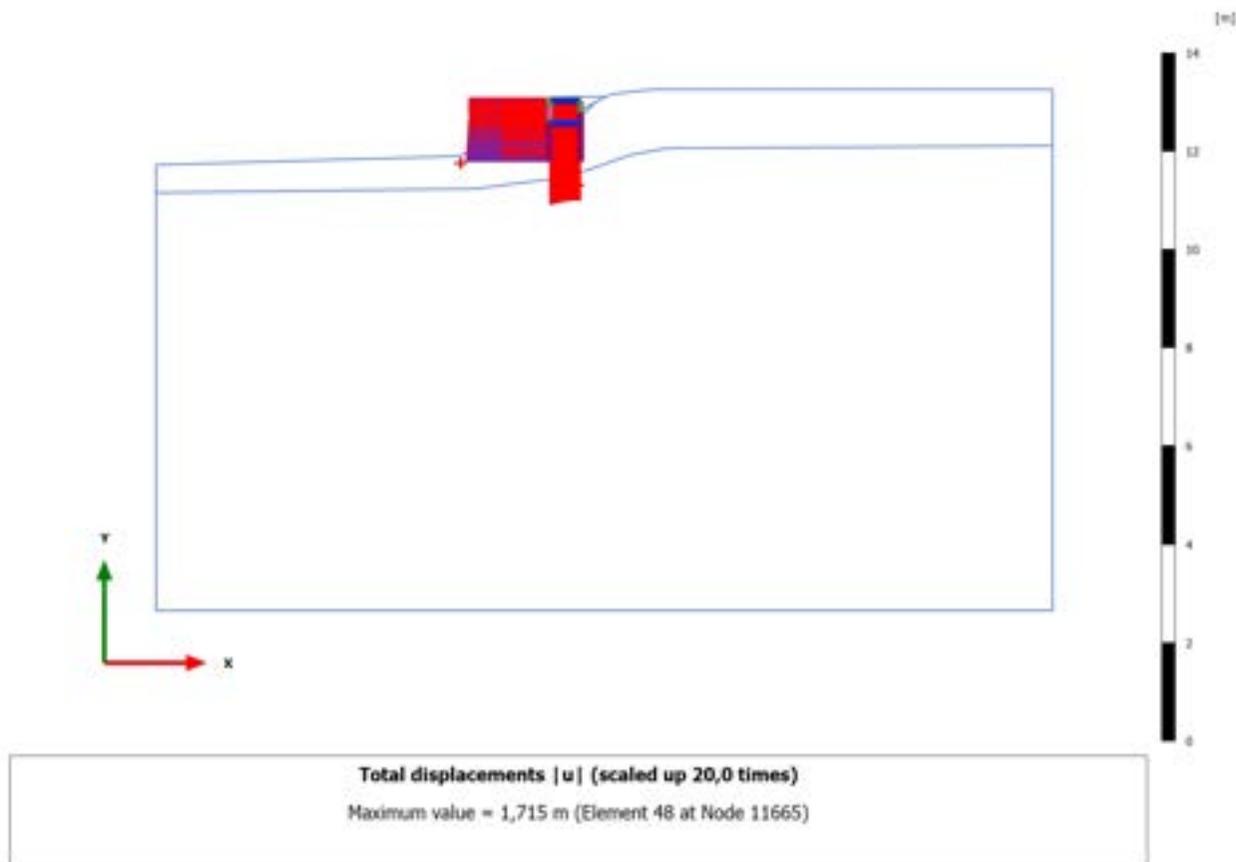
### 3.1.1.1.17 Calculation results, Plate, 11.2\_AS SISMICA +- [Phase\_21] (21/595), Total displacements $|u|$



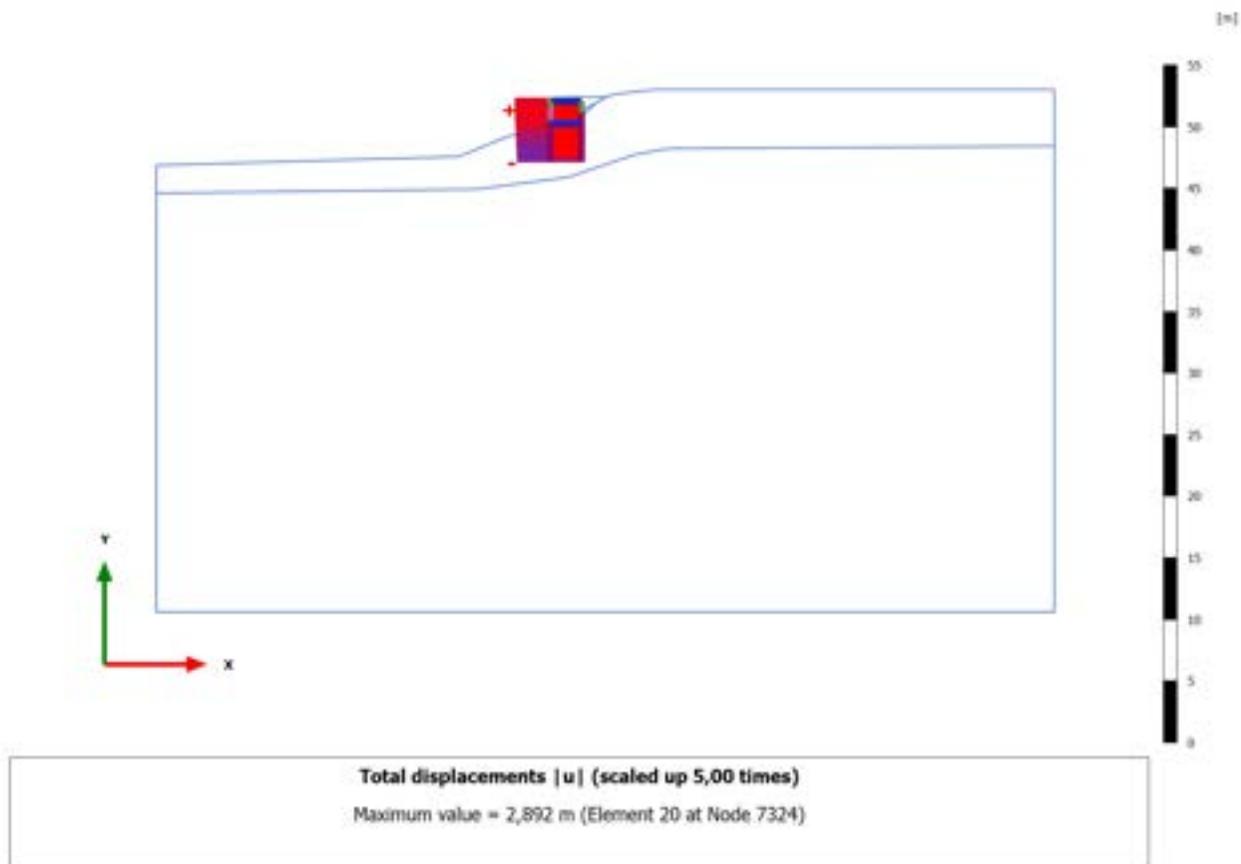
### 3.1.1.1.18 Calculation results, Plate, 12.2\_AS SISMICA -+ [Phase\_23] (23/716), Total displacements $|u|$



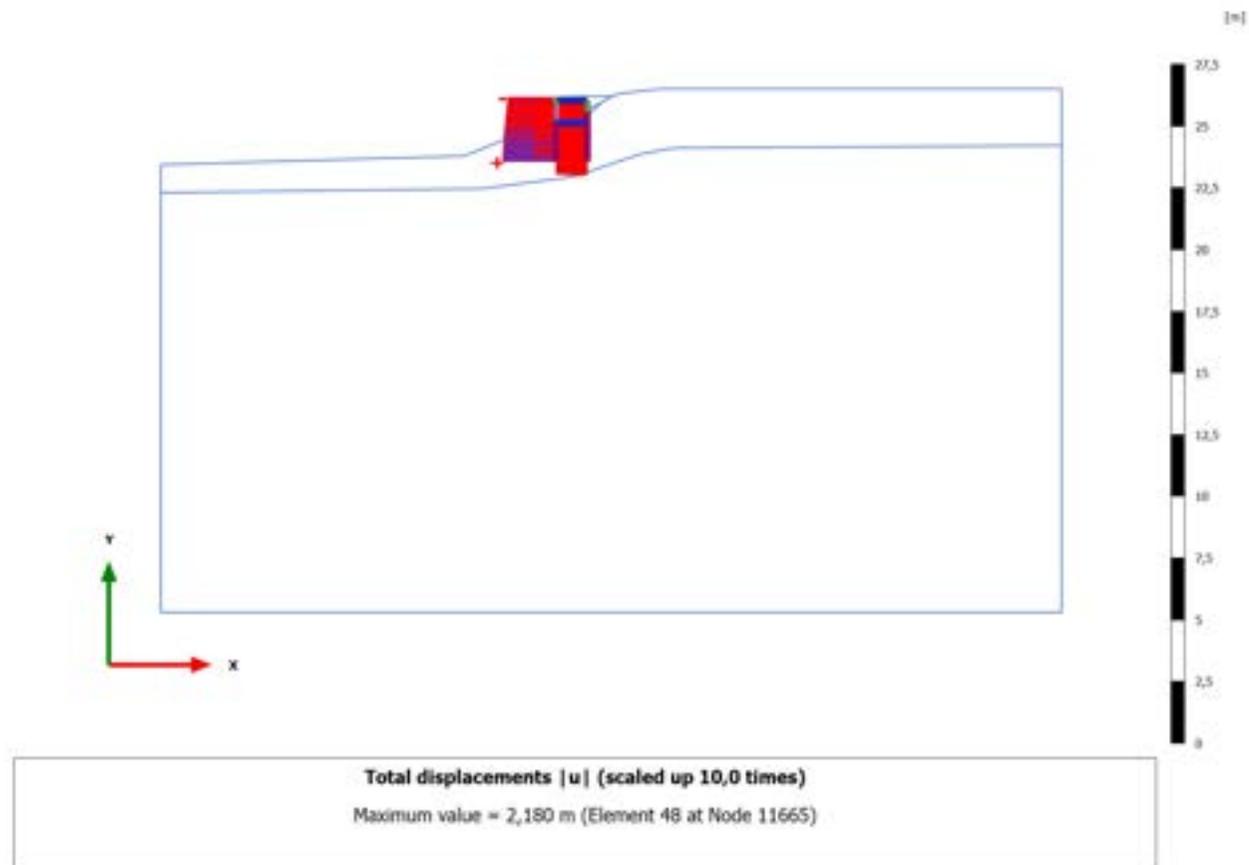
### 3.1.1.1.19 Calculation results, Plate, 13.2\_AS SISMICA -- [Phase\_25] (25/838), Total displacements $|u|$



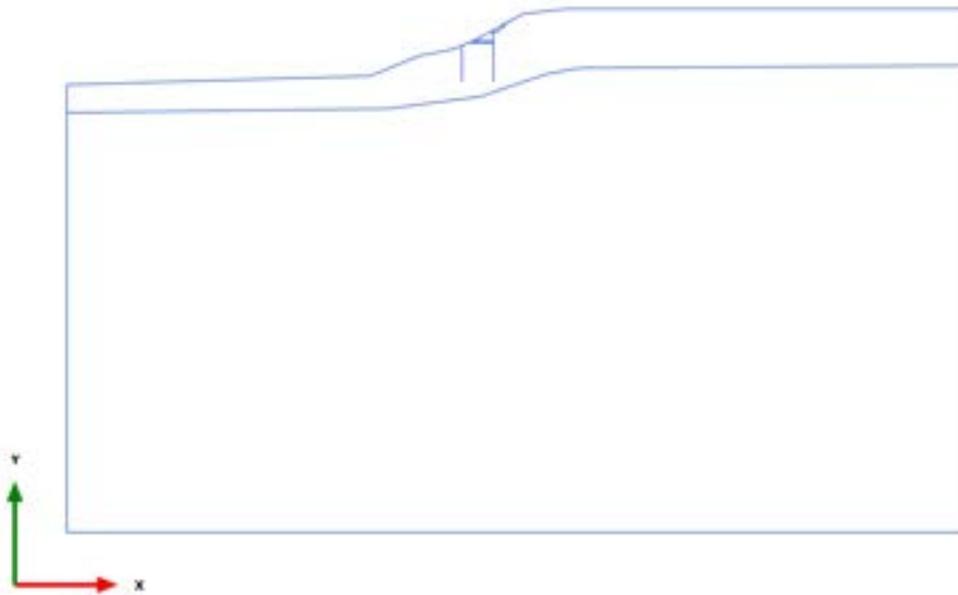
### 3.1.1.1.20 Calculation results, Plate, 11\_ SISMICA +- [Phase\_11] (11/878), Total displacements $|u|$



### 3.1.1.1.21 Calculation results, Plate, 13\_SISMICA -- [Phase\_13] (13/913), Total displacements $|u|$

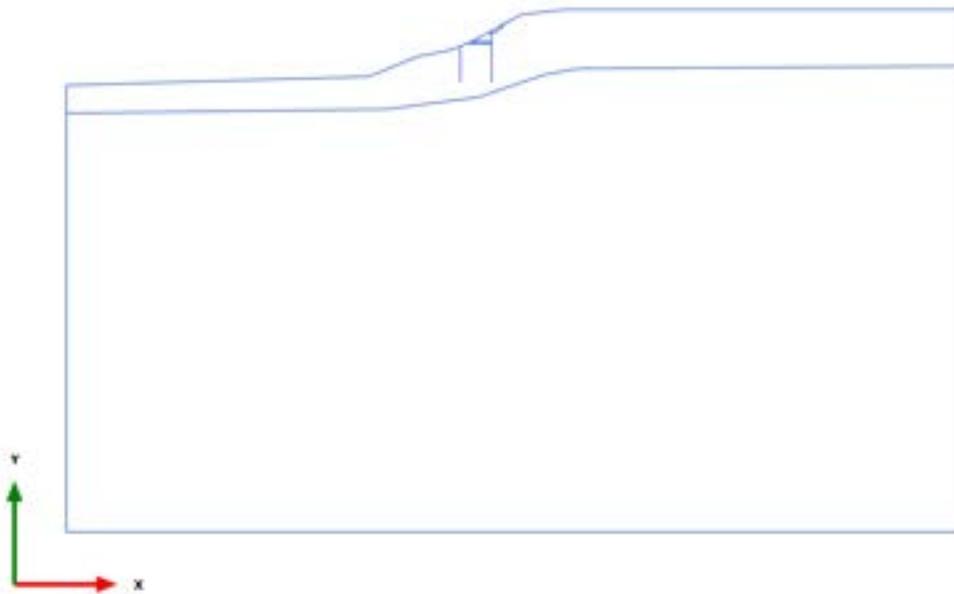


### 3.1.2.1.1 Calculation results, Plate, 0\_CONDIZIONE GEOSTATICA [InitialPhase] (0/6), Shear forces Q



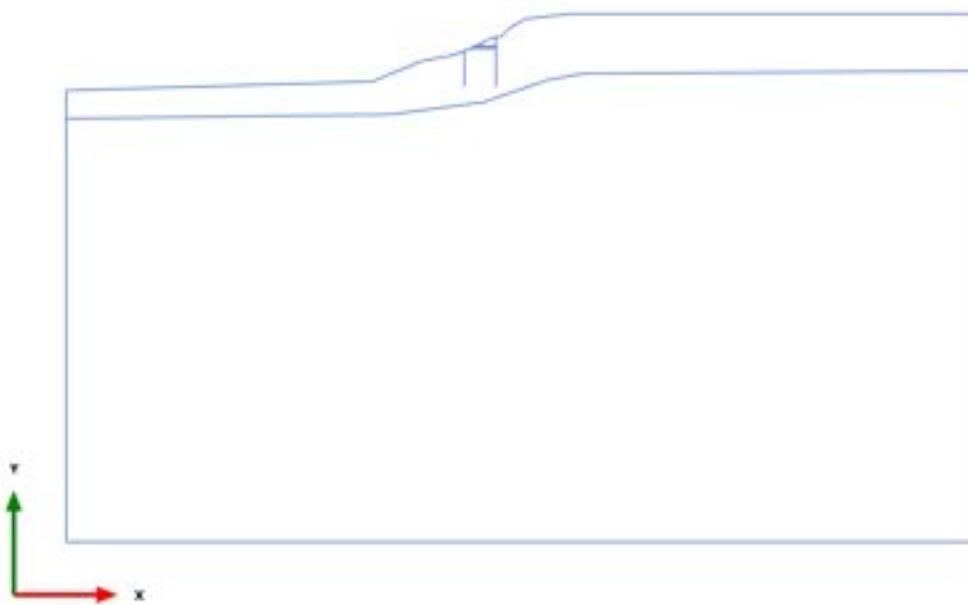
Shear forces Q (scaled up 1,00 times)  
No results

3.1.2.1.2 Calculation results, Plate, 0.1\_AZZERAMENTO SPOSTAMENTI [Phase\_1]  
(1/20), Shear forces Q



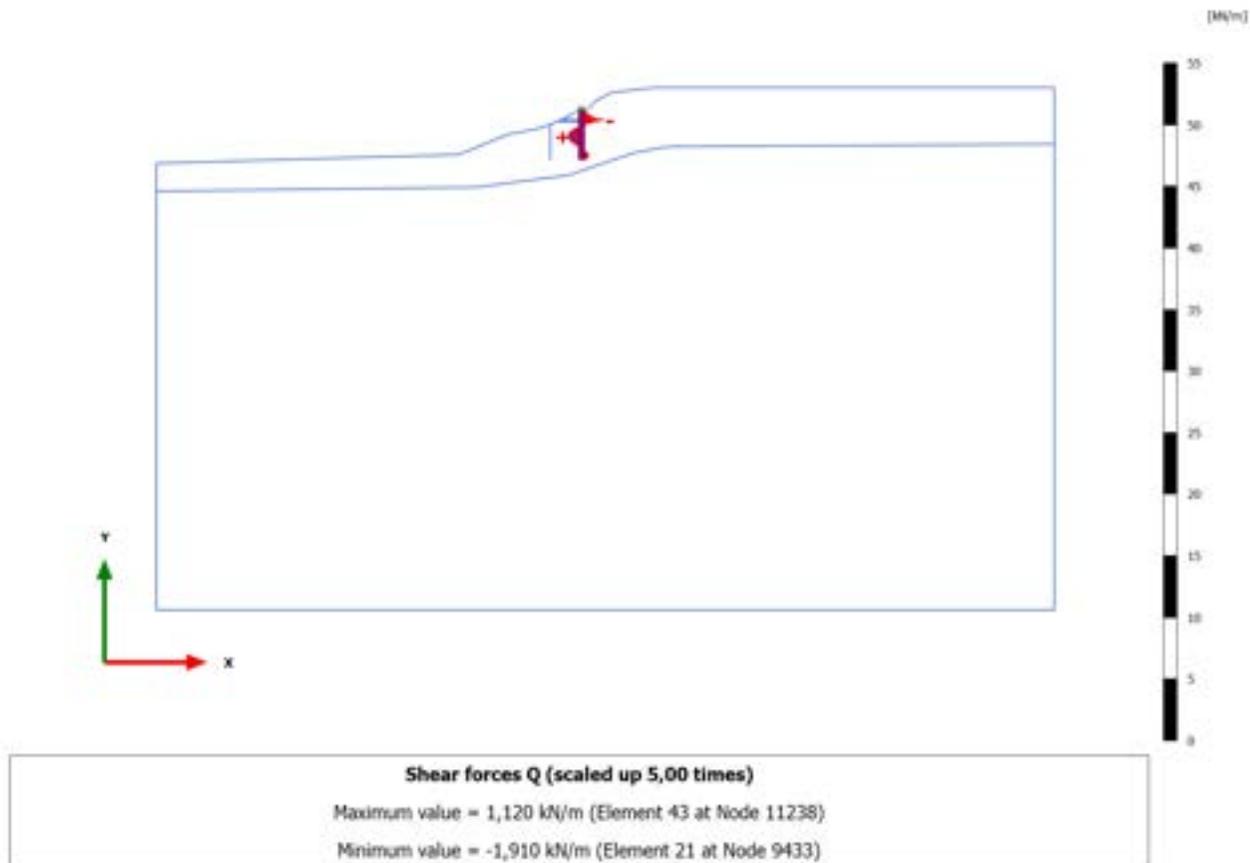
Shear forces Q (scaled up 1,00 times)  
No results

## 3.1.2.1.3 Calculation results, Plate, 1\_PRESCAVO [Phase\_14] (14/26), Shear forces Q

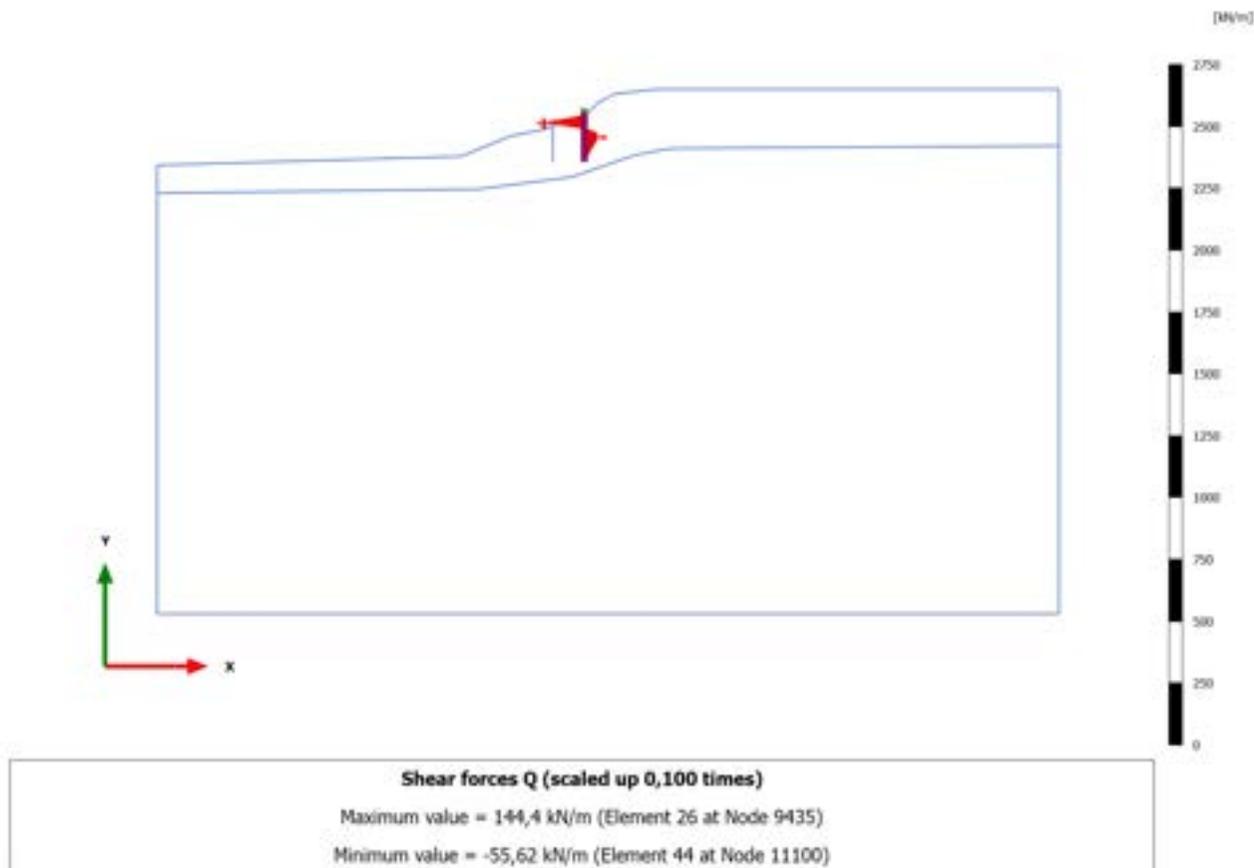


Shear forces Q (scaled up 1,00 times)  
No results

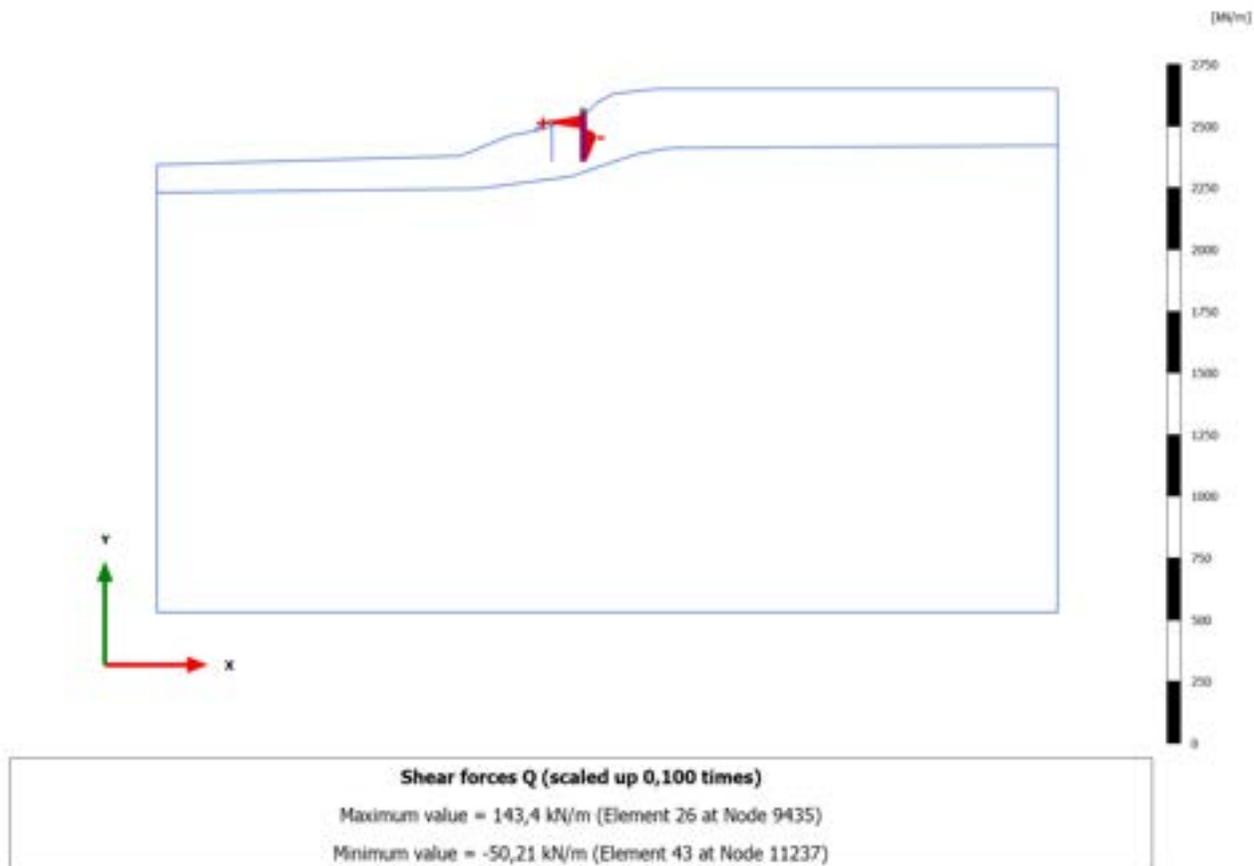
### 3.1.2.1.4 Calculation results, Plate, 2\_REALIZZAZIONE PALO MONTE [Phase\_2] (2/33), Shear forces Q



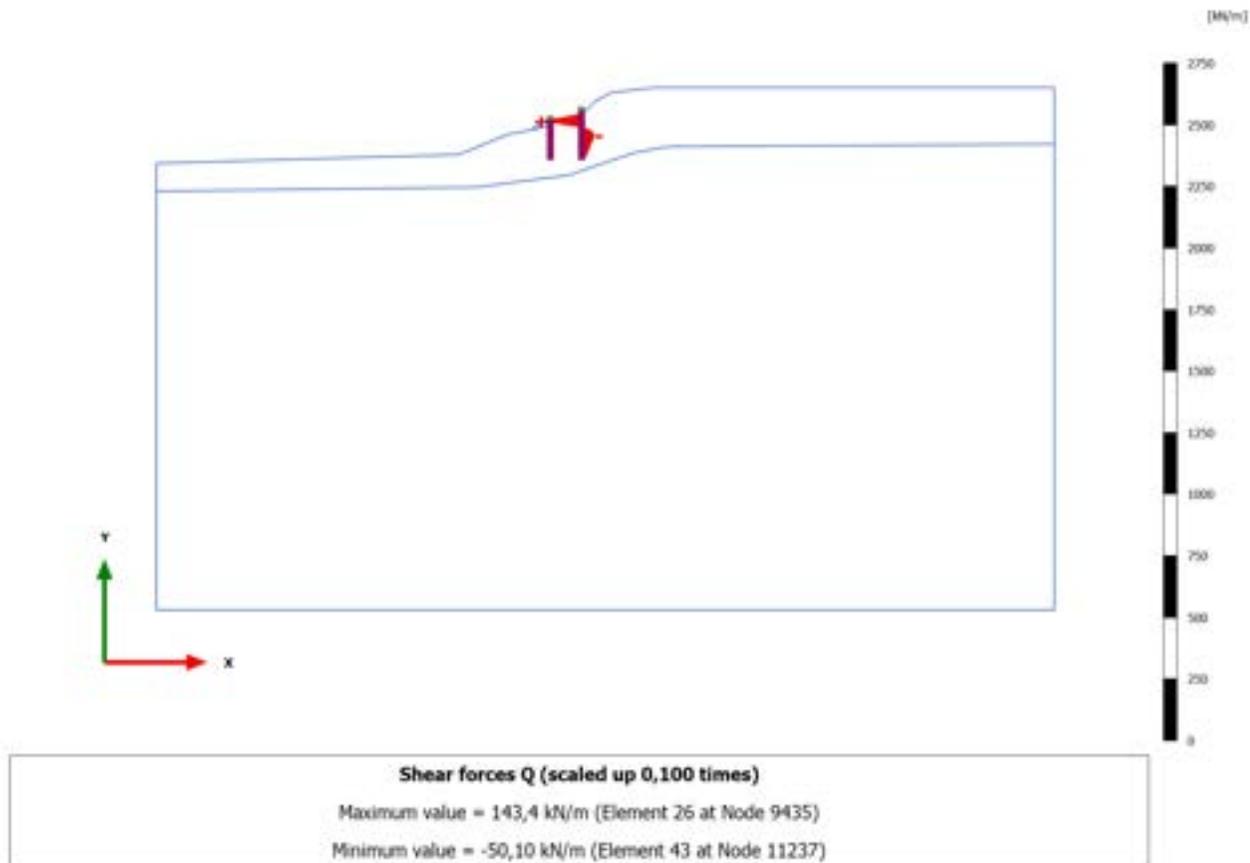
### 3.1.2.1.5 Calculation results, Plate, 3\_PRIMA FASE DI SCAVO [Phase\_3] (3/38), Shear forces Q



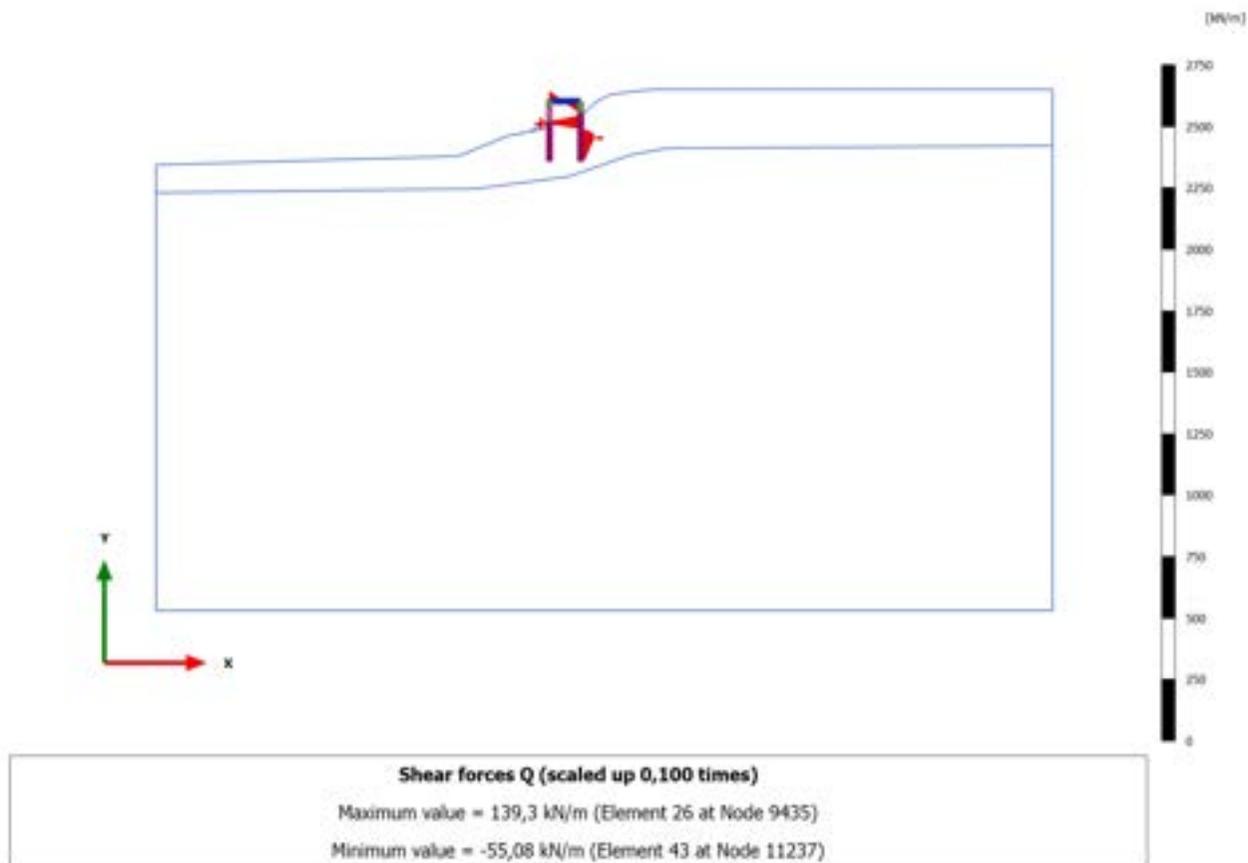
### 3.1.2.1.6 Calculation results, Plate, 4\_REALIZZAZIONE RILEVATO [Phase\_4] (4/45), Shear forces Q



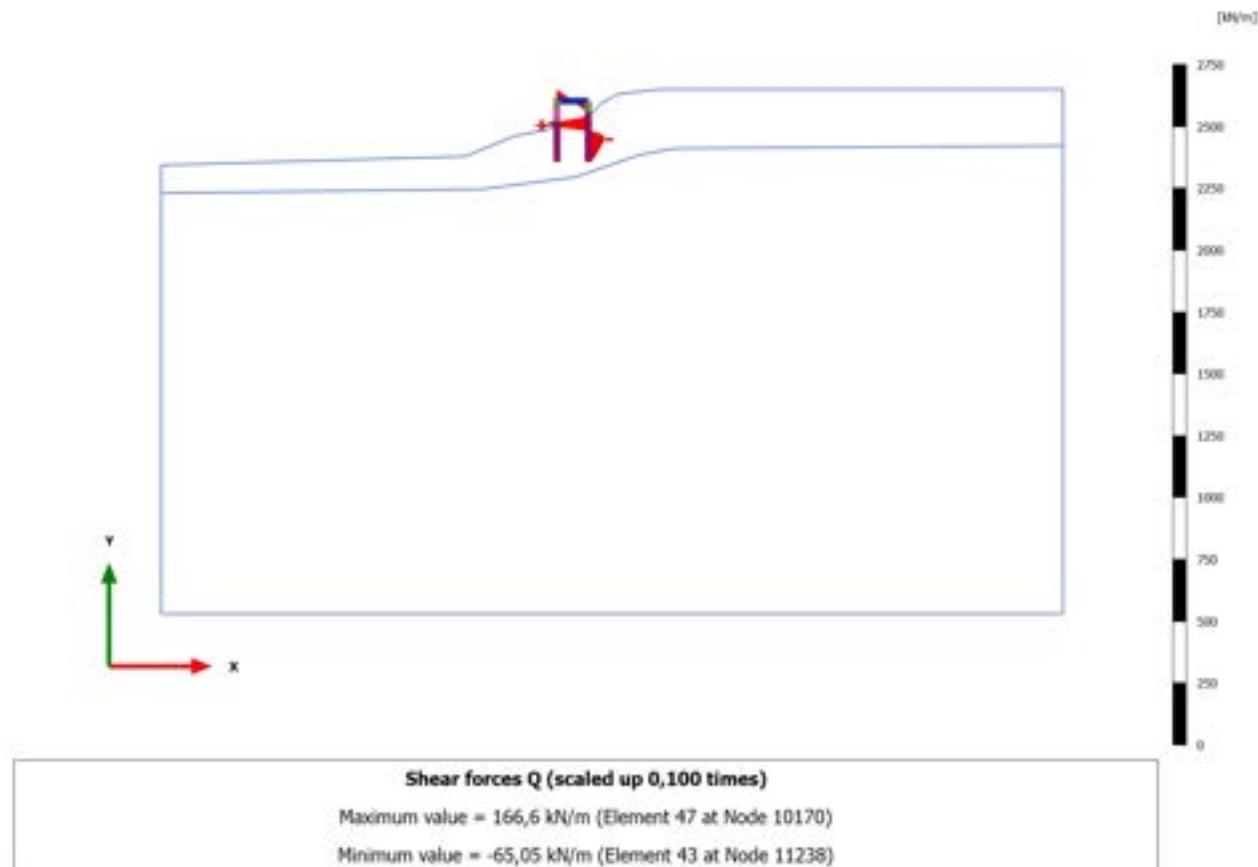
### 3.1.2.1.7 Calculation results, Plate, 5\_REALIZZAZIONE PALO DI VALLE [Phase\_5] (5/47), Shear forces Q



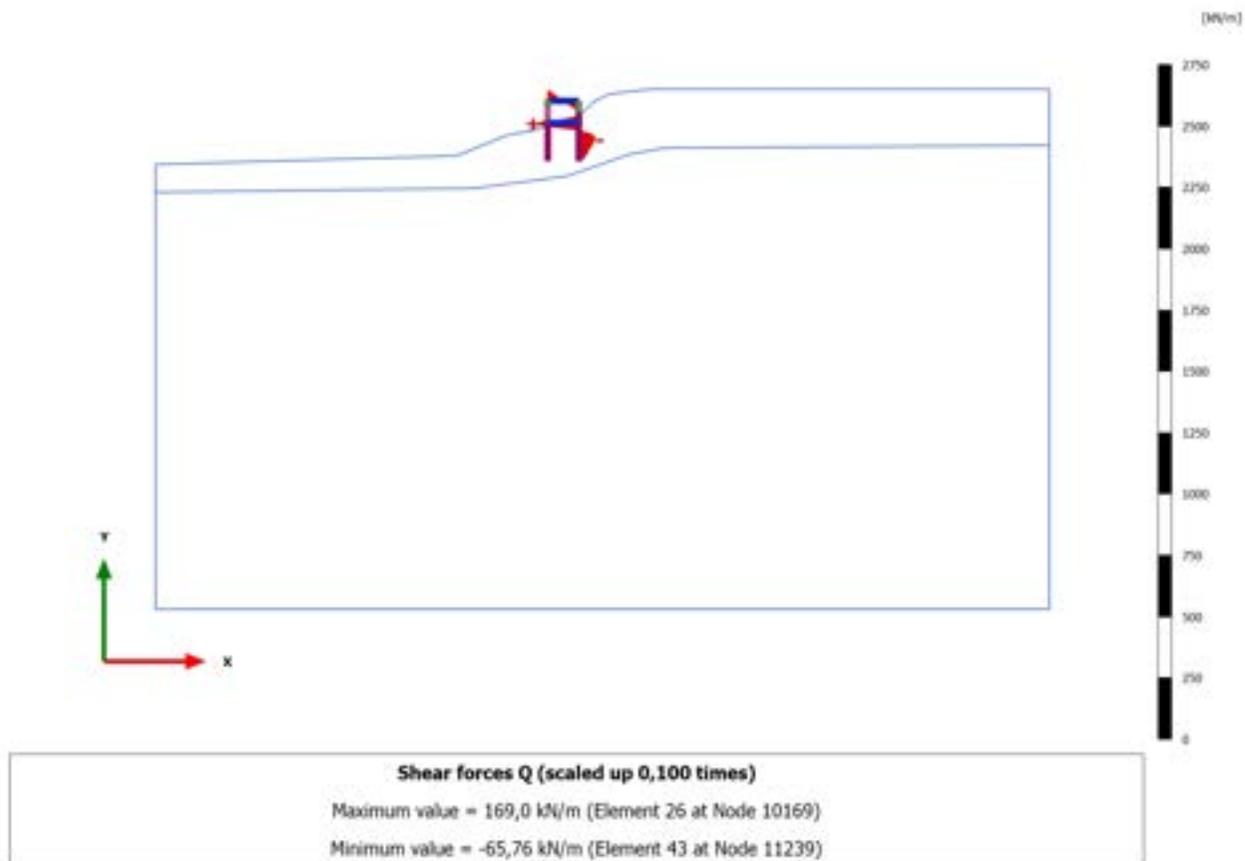
### 3.1.2.1.8 Calculation results, Plate, 6\_REALIZZAZIONE SOVRASTRUTTURA [Phase\_6] (6/49), Shear forces Q



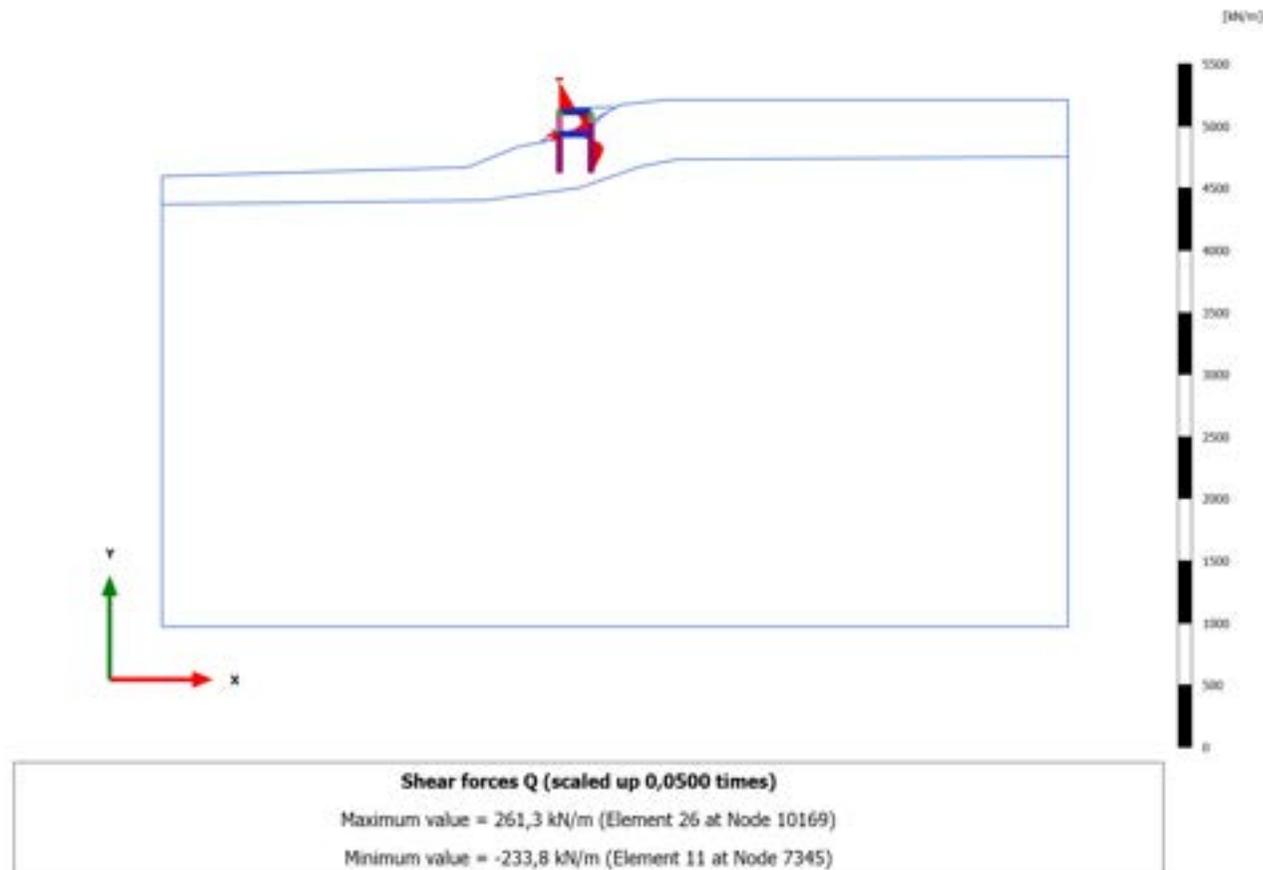
### 3.1.2.1.9 Calculation results, Plate, 7\_SECONDA FASE DI SCAVO [Phase\_7] (7/54), Shear forces Q



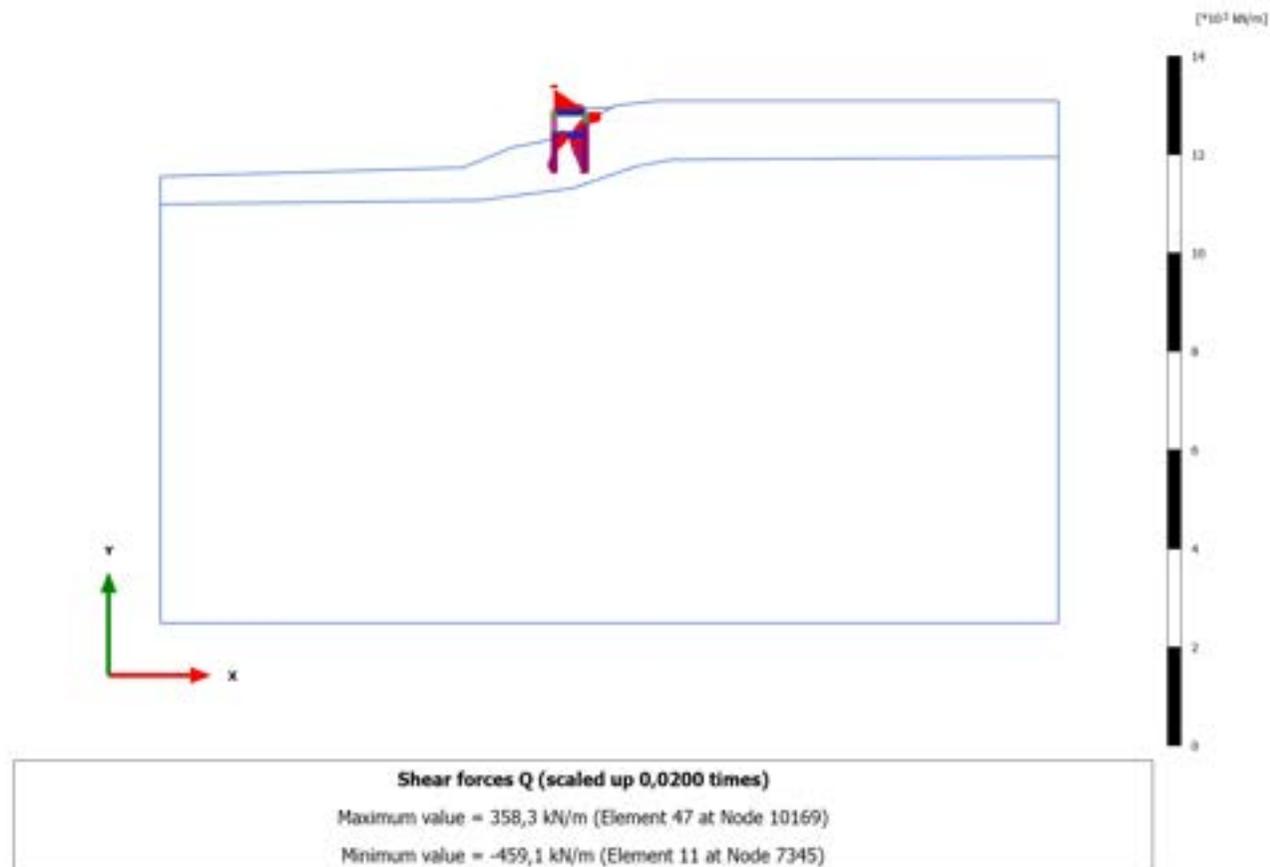
### 3.1.2.1.10 Calculation results, Plate, 8\_REALIZZAZIONE SOLETTA INFERIORE [Phase\_8] (8/56), Shear forces Q



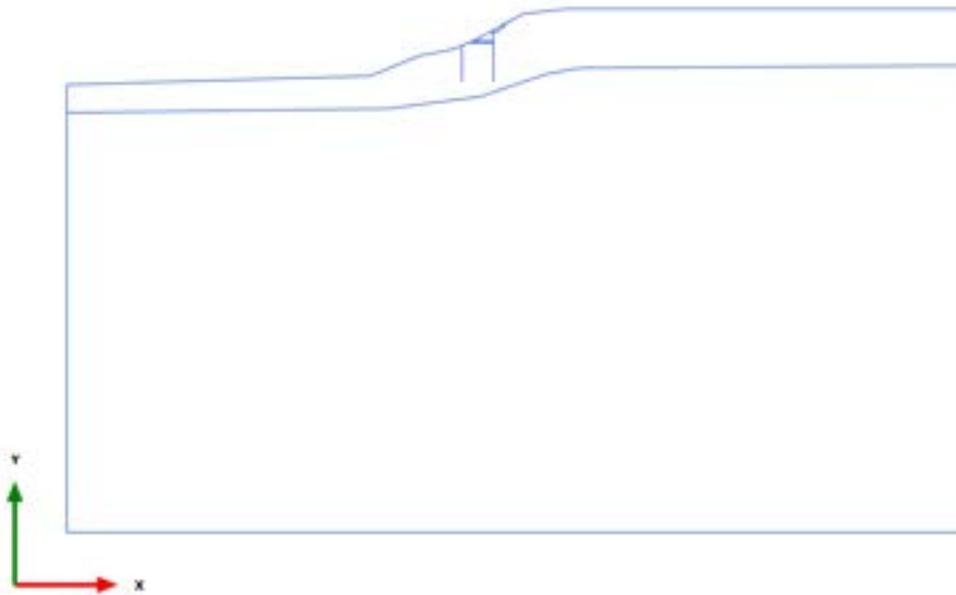
### 3.1.2.1.11 Calculation results, Plate, 9\_RITOMBAMENTO [Phase\_9] (9/81), Shear forces Q



### 3.1.2.1.12 Calculation results, Plate, STABILITA' -post intervento [Phase\_16] (16/181), Shear forces Q

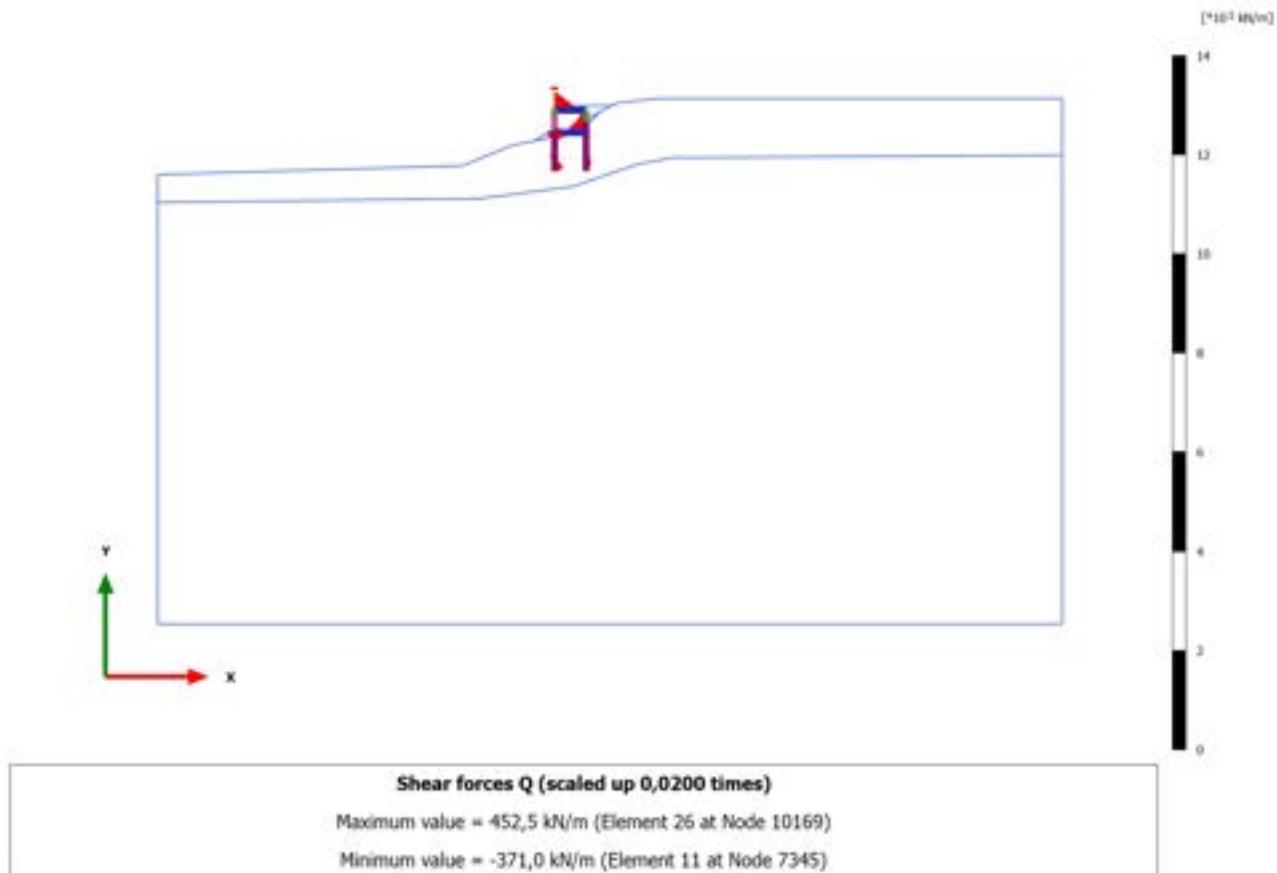


### 3.1.2.1.13 Calculation results, Plate, STABILITA'-preintervento [Phase\_15] (15/284), Shear forces Q

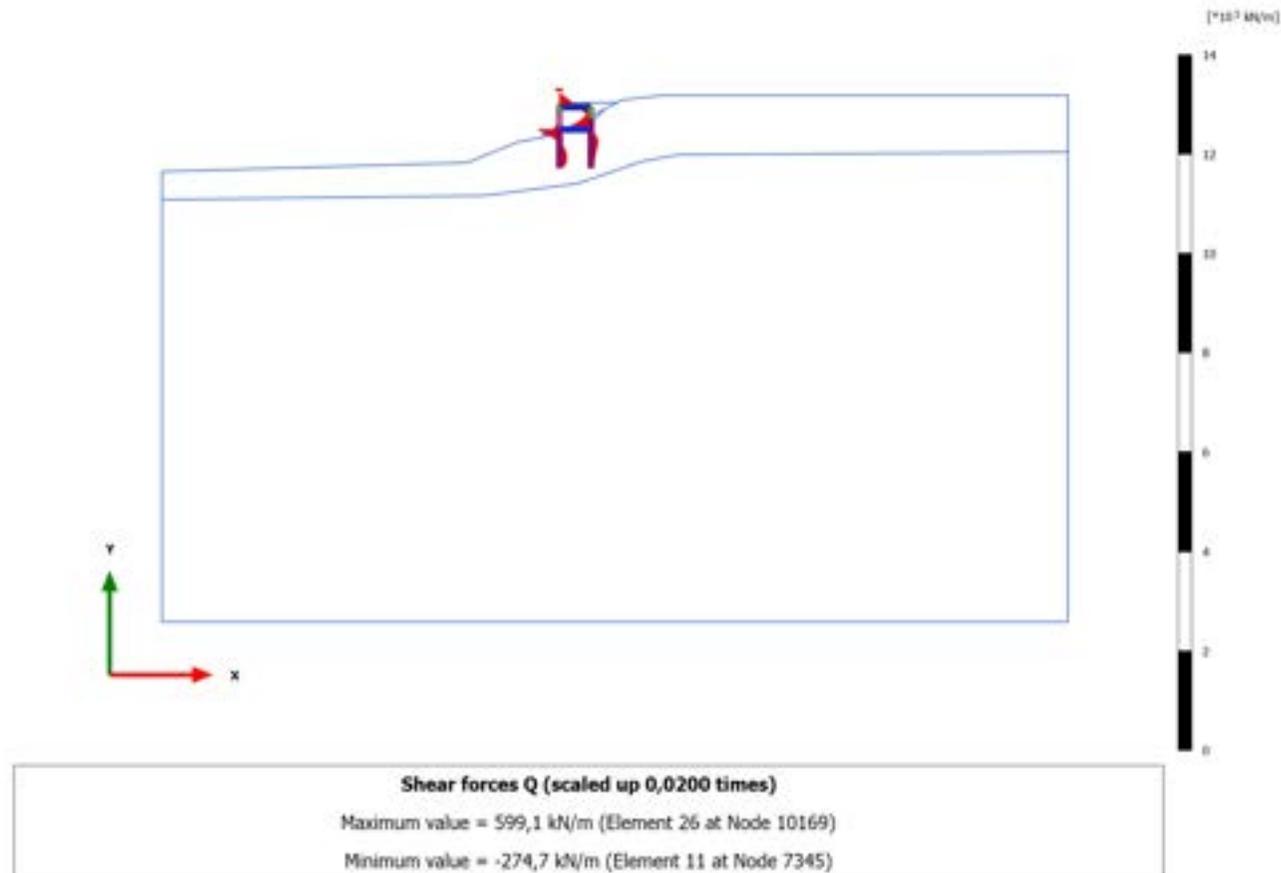


Shear forces Q (scaled up 1,00 times)  
No results

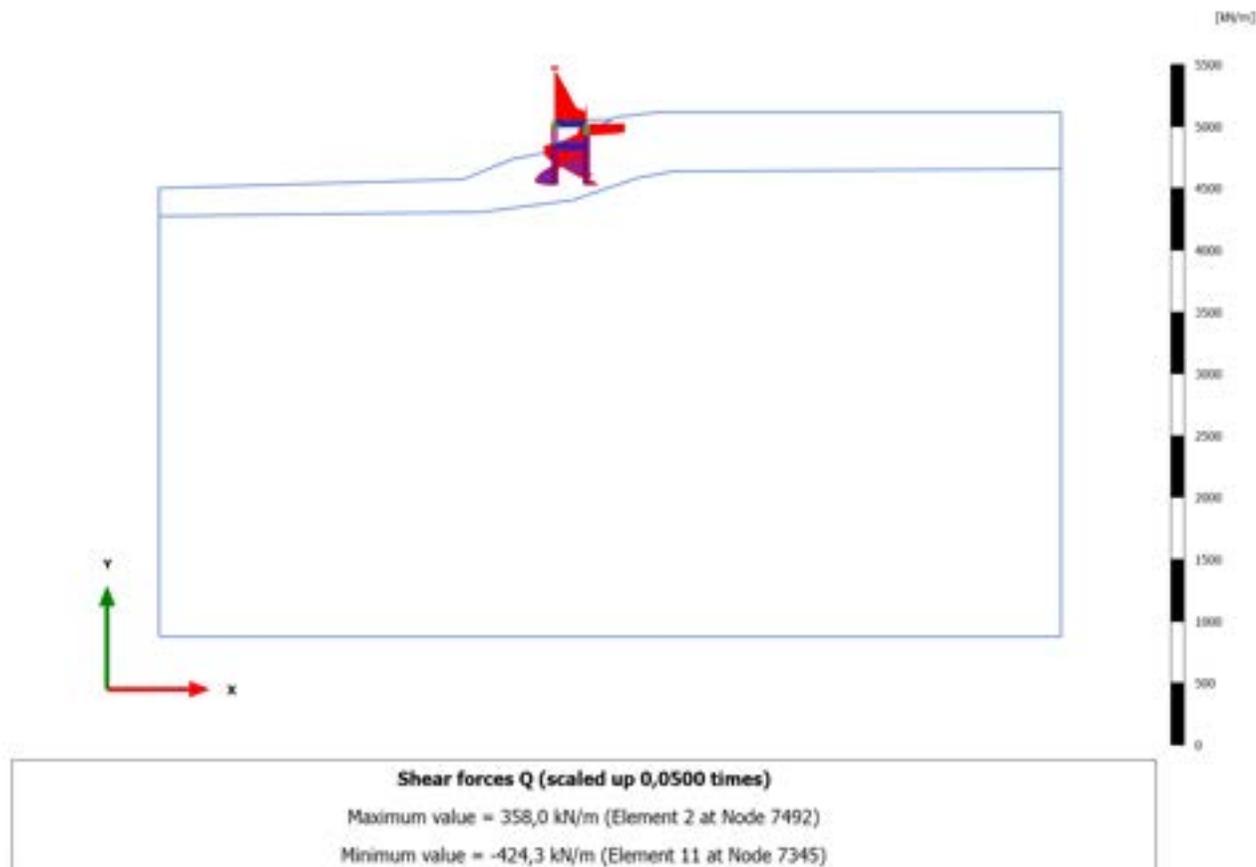
### 3.1.2.1.14 Calculation results, Plate, 10\_SISMICA ++ [Phase\_10] (10/311), Shear forces Q



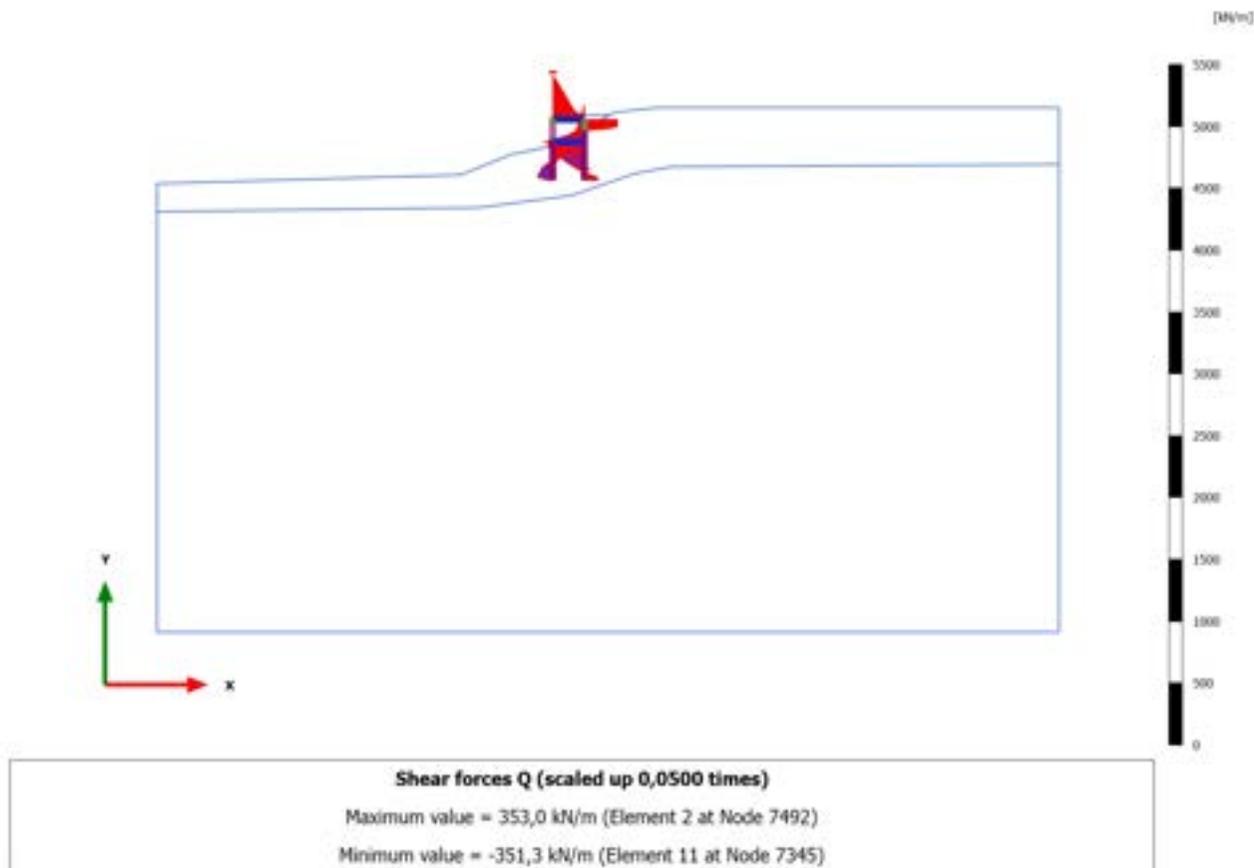
### 3.1.2.1.15 Calculation results, Plate, 12\_SISMICA -+ [Phase\_12] (12/358), Shear forces Q



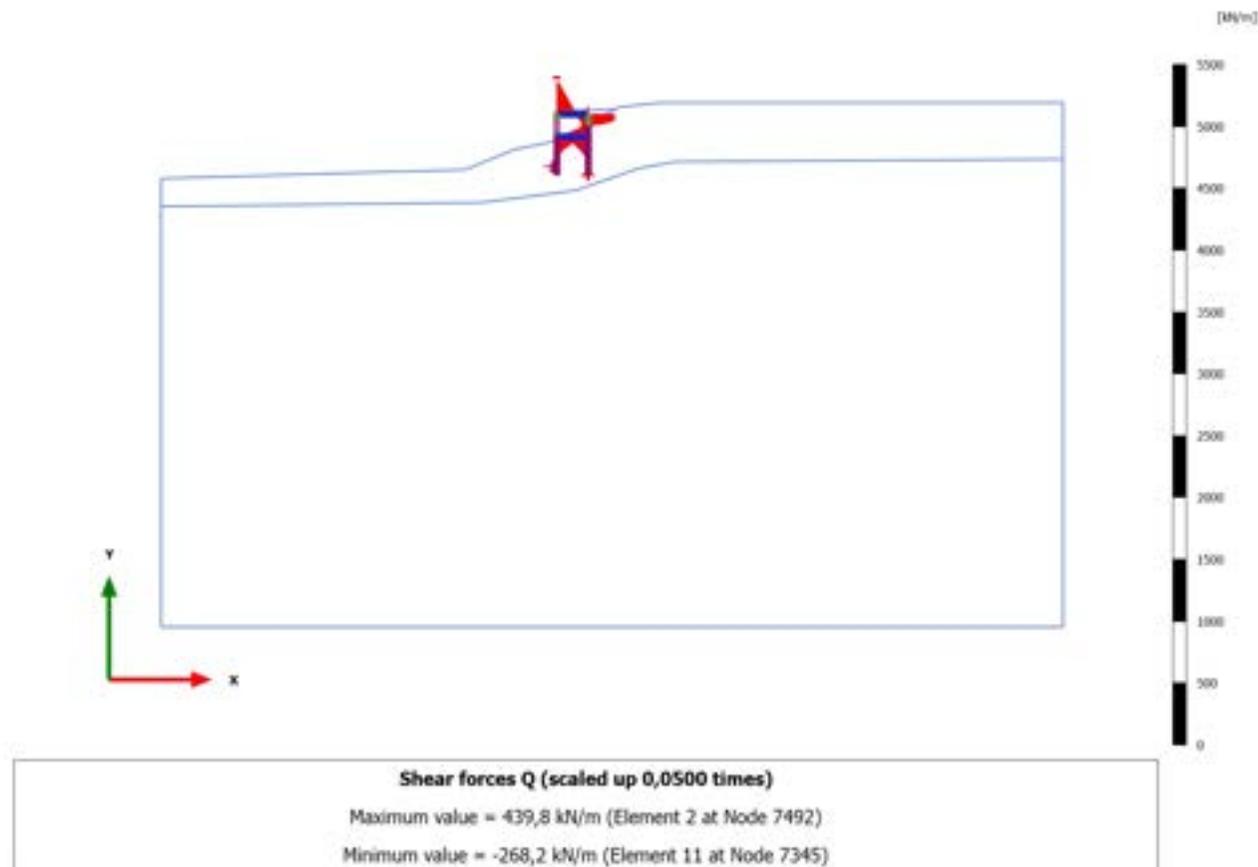
### 3.1.2.1.16 Calculation results, Plate, 10.2\_AS SISMICA ++ [Phase\_19] (19/484), Shear forces Q



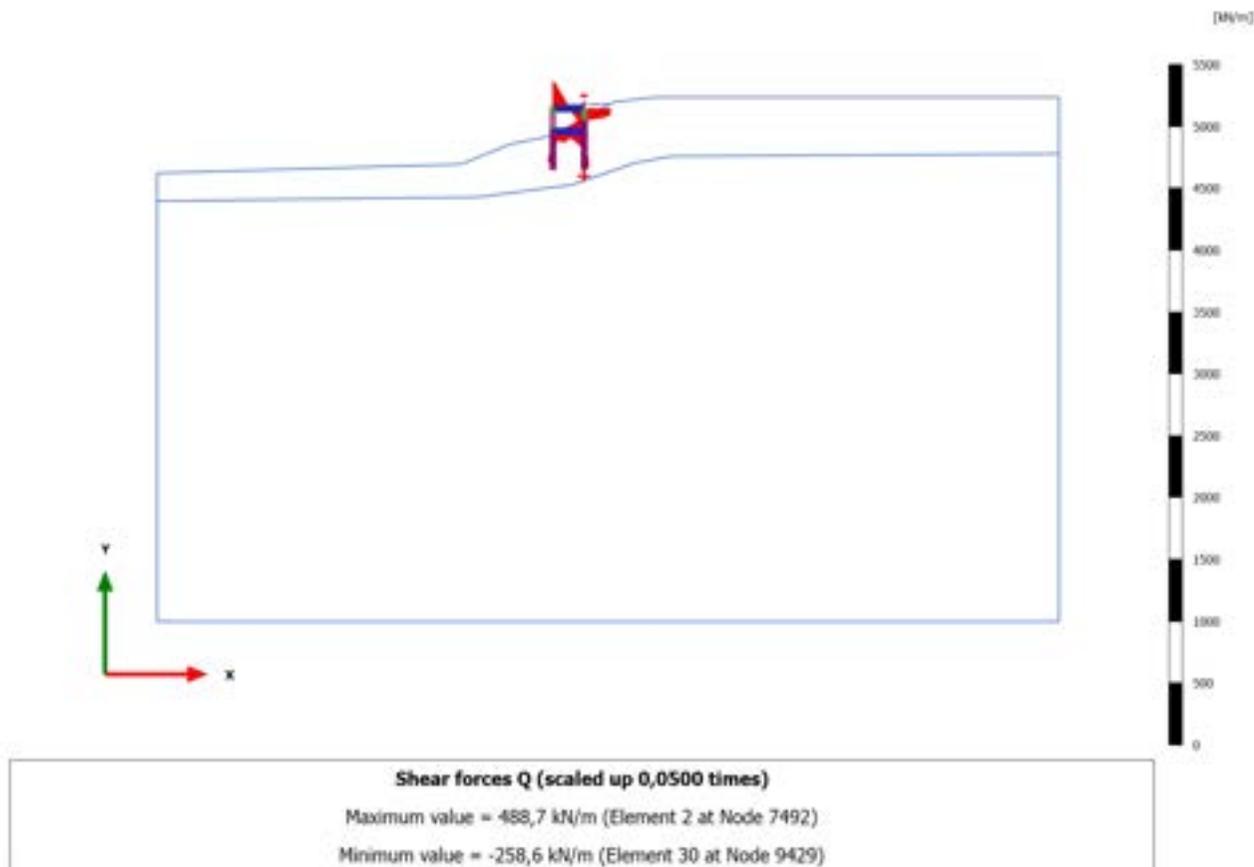
### 3.1.2.1.17 Calculation results, Plate, 11.2\_AS SISMICA +- [Phase\_21] (21/595), Shear forces Q



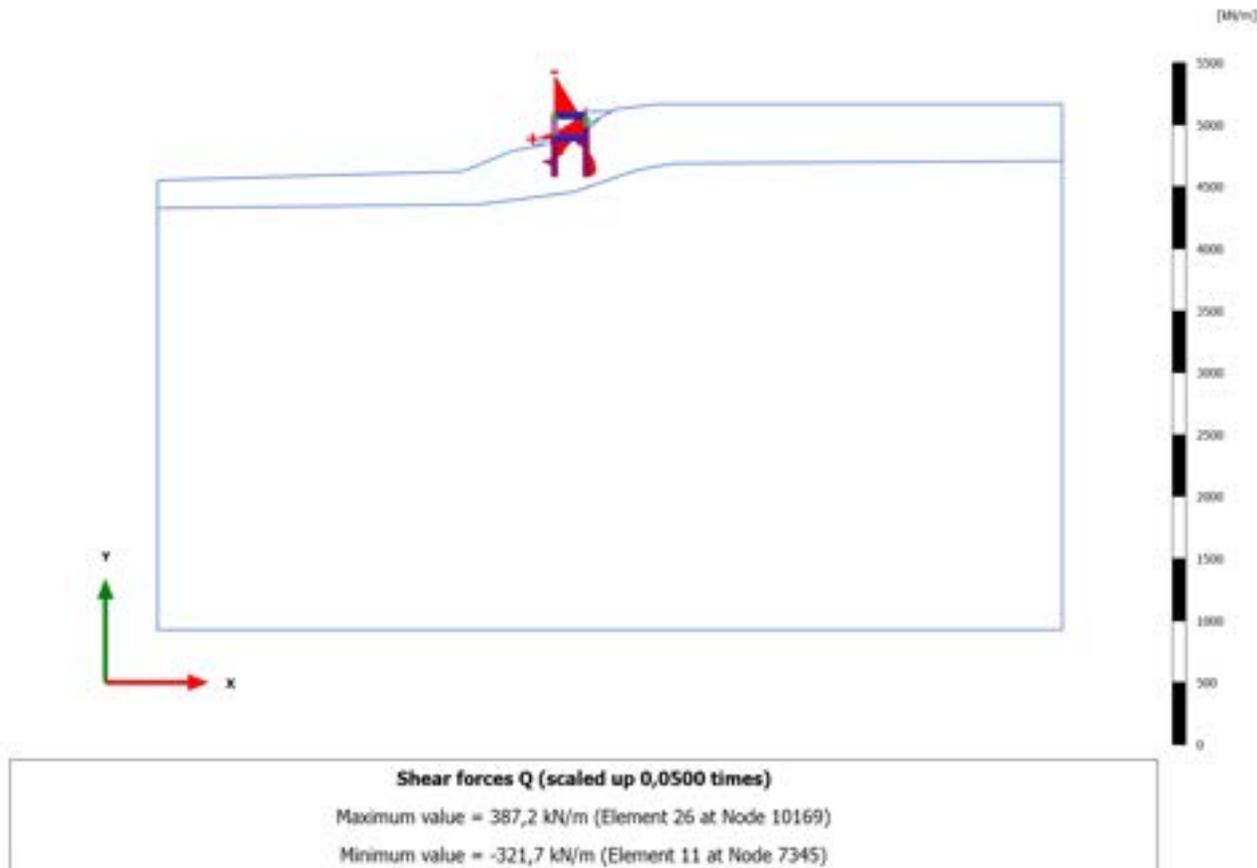
### 3.1.2.1.18 Calculation results, Plate, 12.2\_AS SISMICA -+ [Phase\_23] (23/716), Shear forces Q



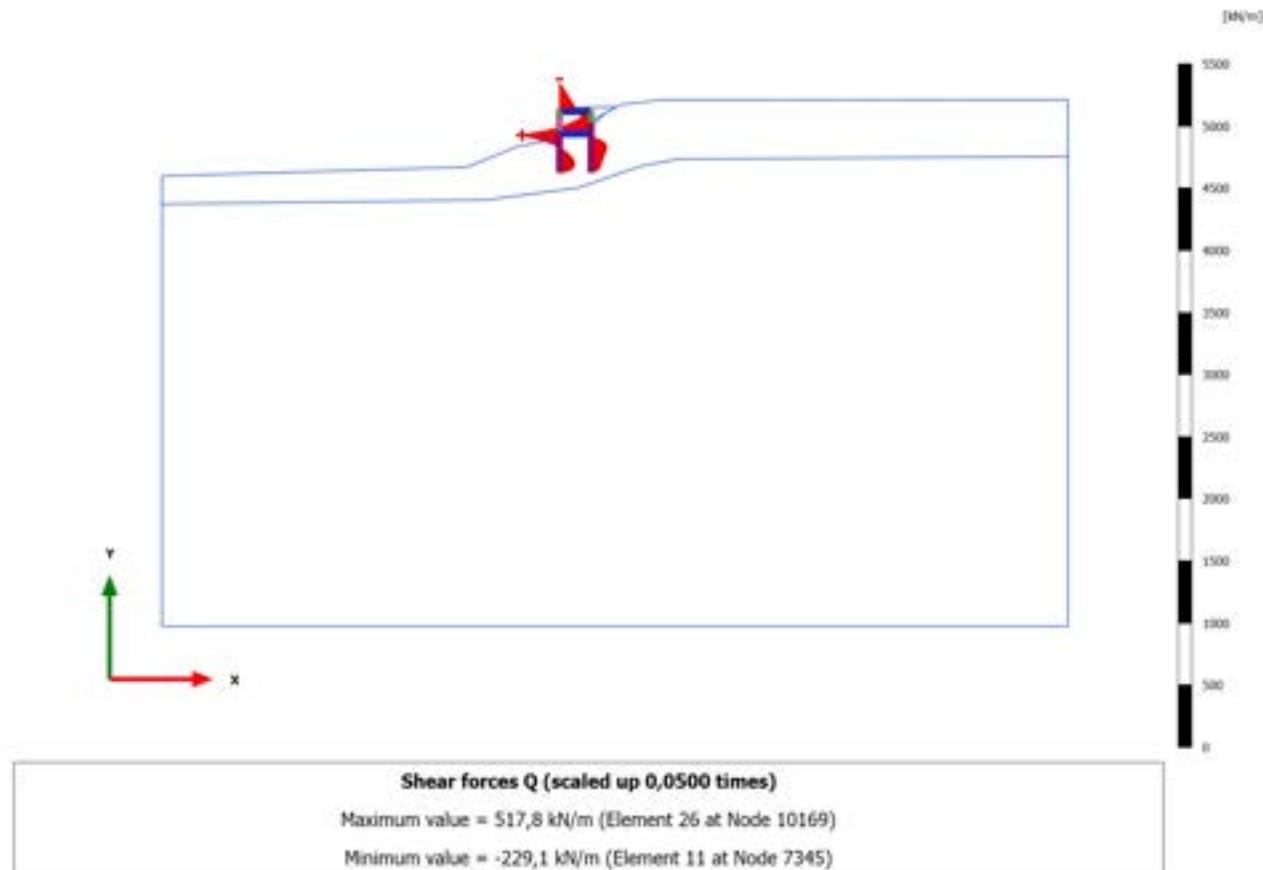
### 3.1.2.1.19 Calculation results, Plate, 13.2\_AS SISMICA -- [Phase\_25] (25/838), Shear forces Q



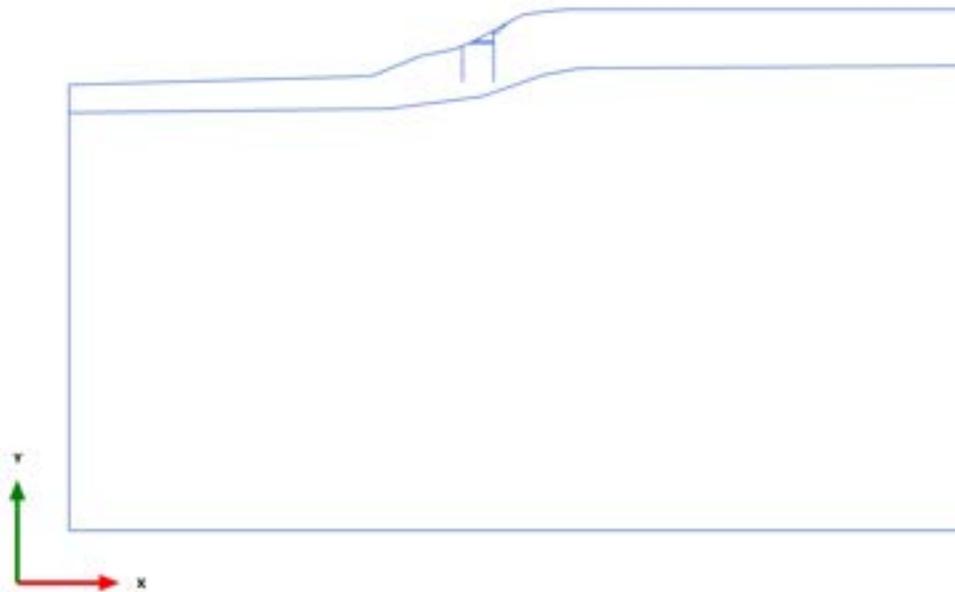
### 3.1.2.1.20 Calculation results, Plate, 11\_ SISMICA +- [Phase\_11] (11/878), Shear forces Q



### 3.1.2.1.21 Calculation results, Plate, 13\_SISMICA -- [Phase\_13] (13/913), Shear forces Q

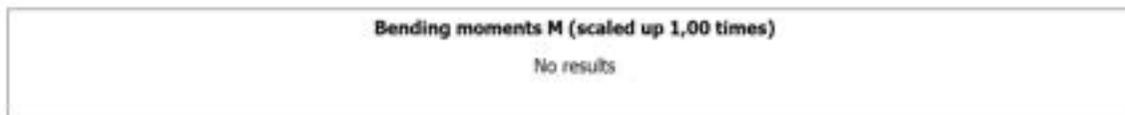
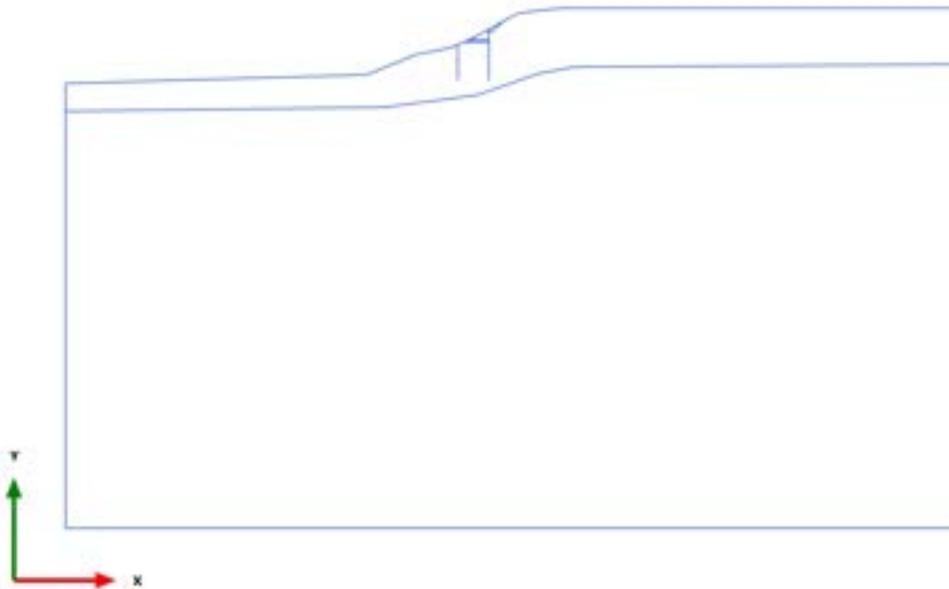


### 3.1.2.2.1 Calculation results, Plate, 0\_CONDIZIONE GEOSTATICA [InitialPhase] (0/6), Bending moments M

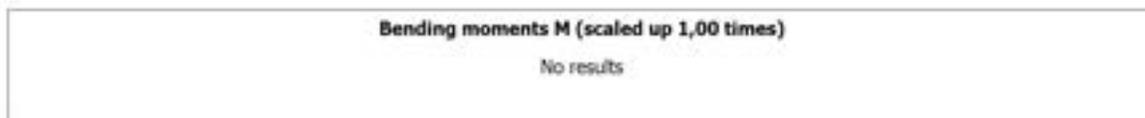
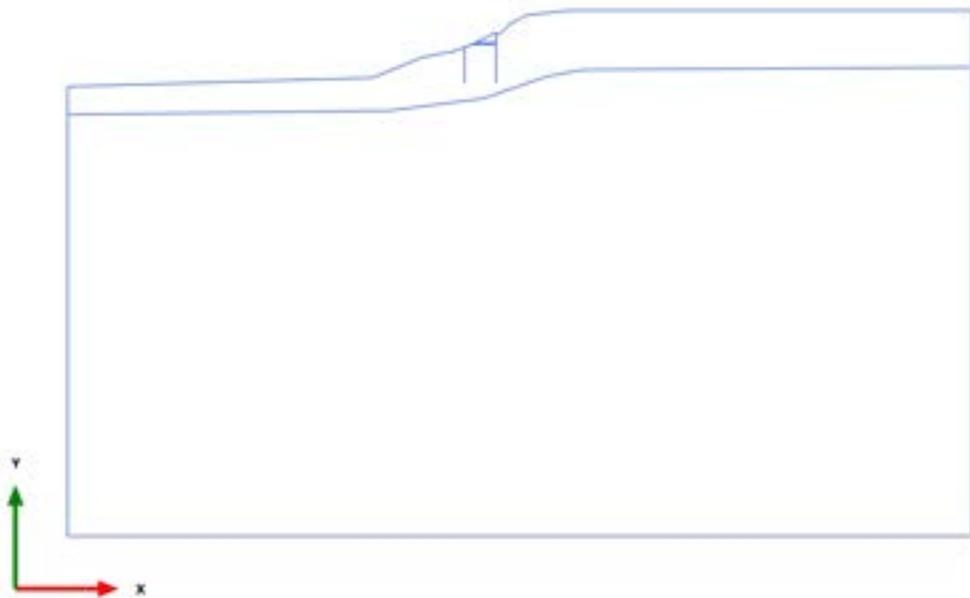


Bending moments M (scaled up 1,00 times)  
No results

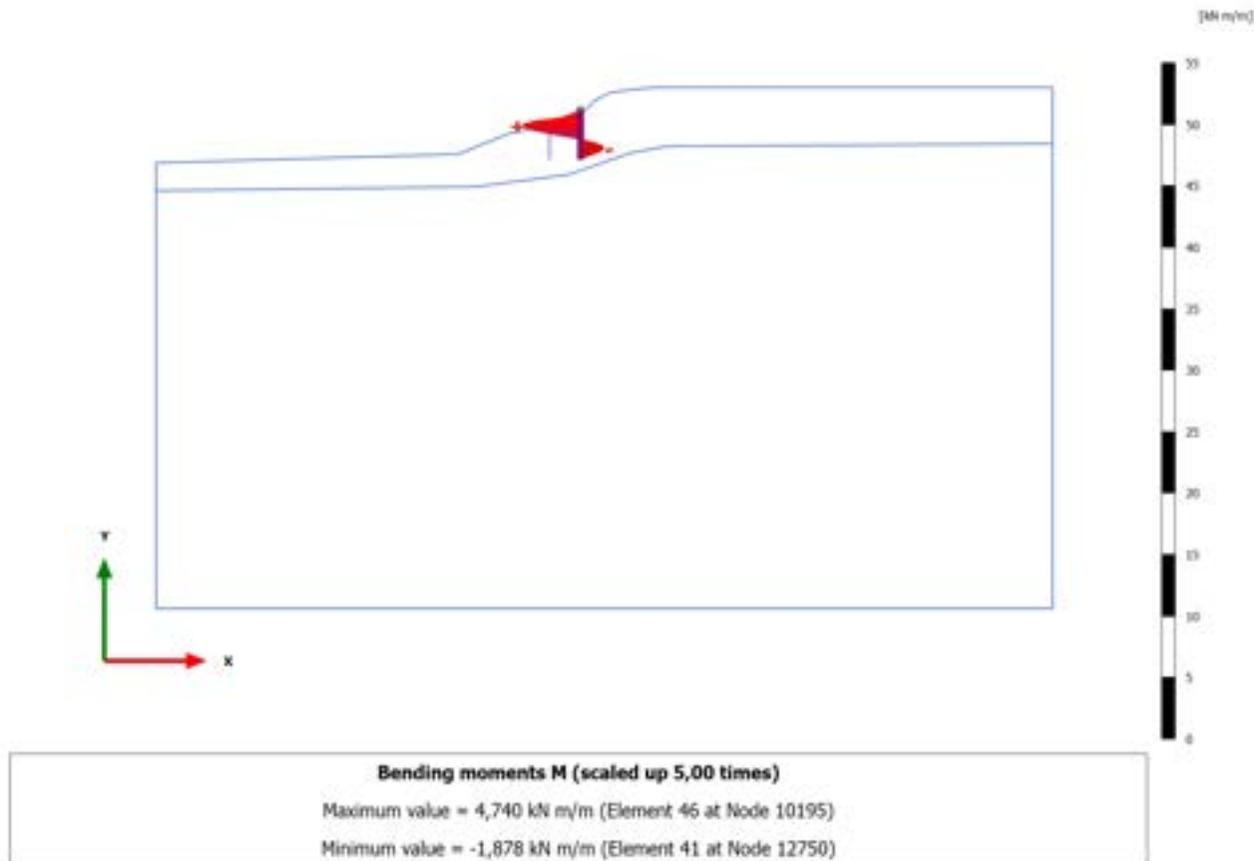
3.1.2.2.2 Calculation results, Plate, 0.1\_AZZERAMENTO SPOSTAMENTI [Phase\_1]  
(1/20), Bending moments M



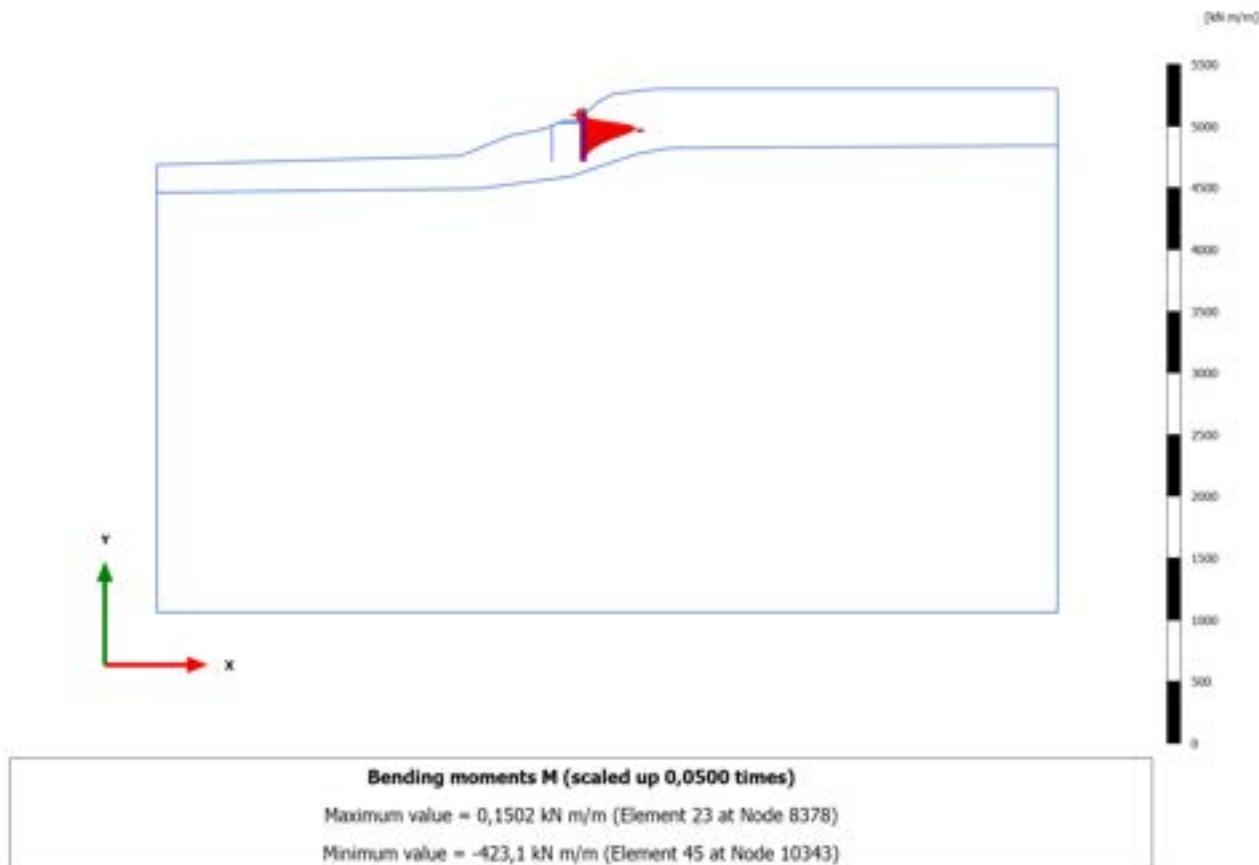
### 3.1.2.2.3 Calculation results, Plate, 1\_PRESCAVO [Phase\_14] (14/26), Bending moments M



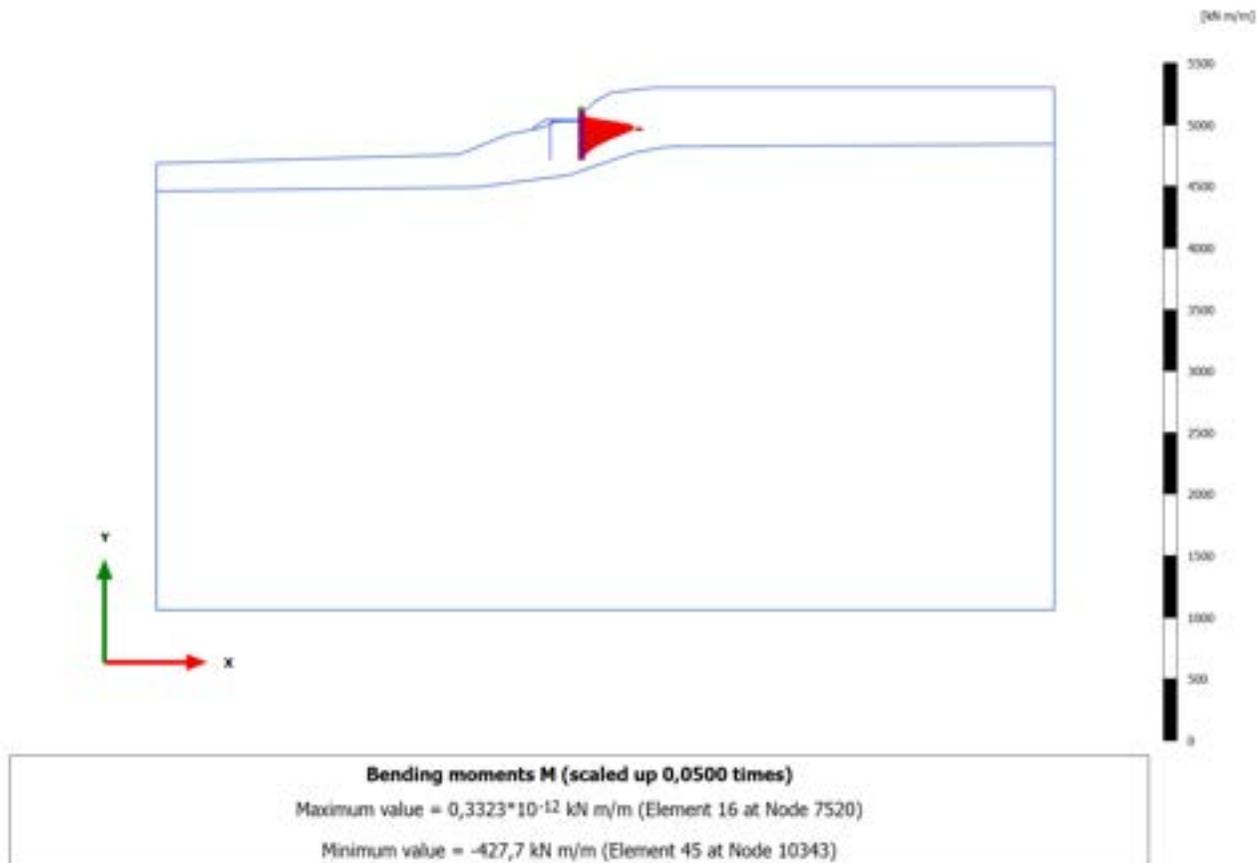
### 3.1.2.2.4 Calculation results, Plate, 2\_REALIZZAZIONE PALO MONTE [Phase\_2] (2/33), Bending moments M



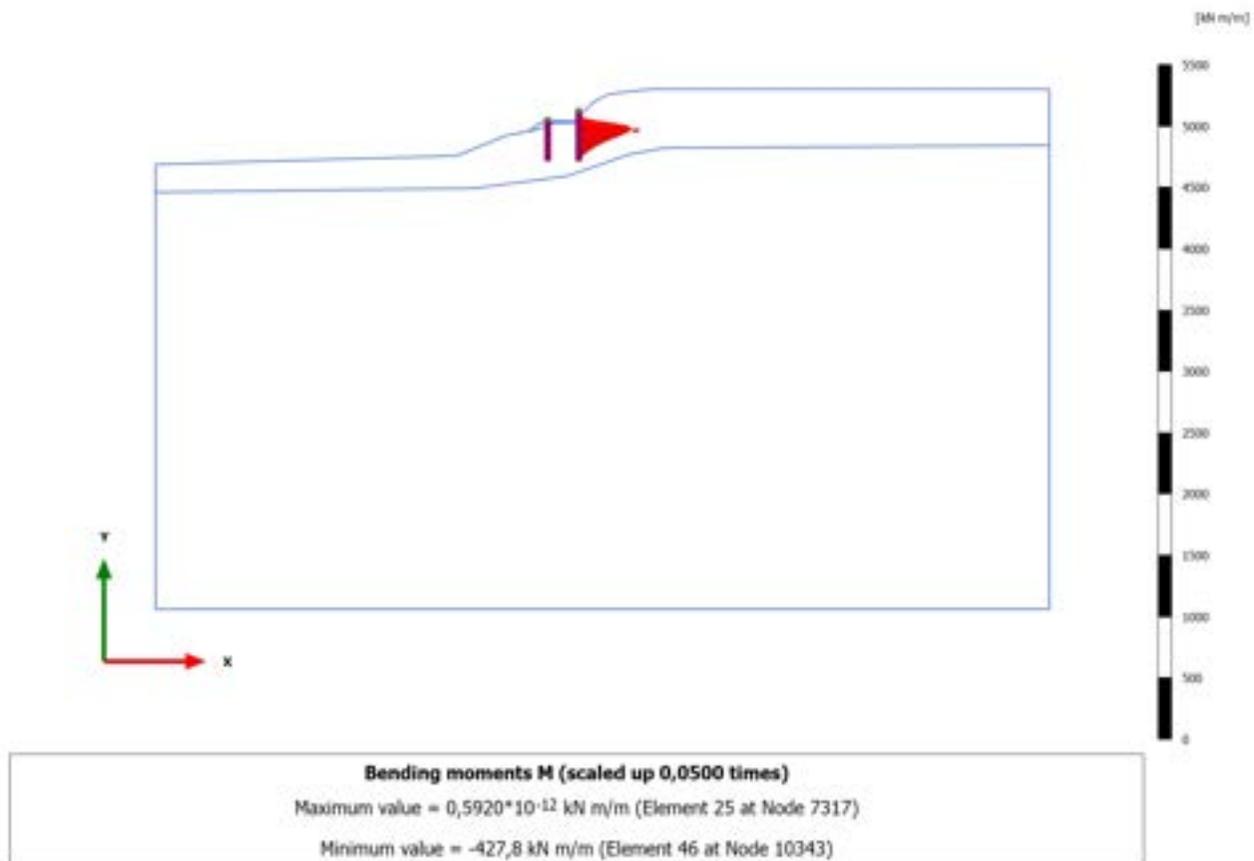
### 3.1.2.2.5 Calculation results, Plate, 3\_PRIMA FASE DI SCAVO [Phase\_3] (3/38), Bending moments M



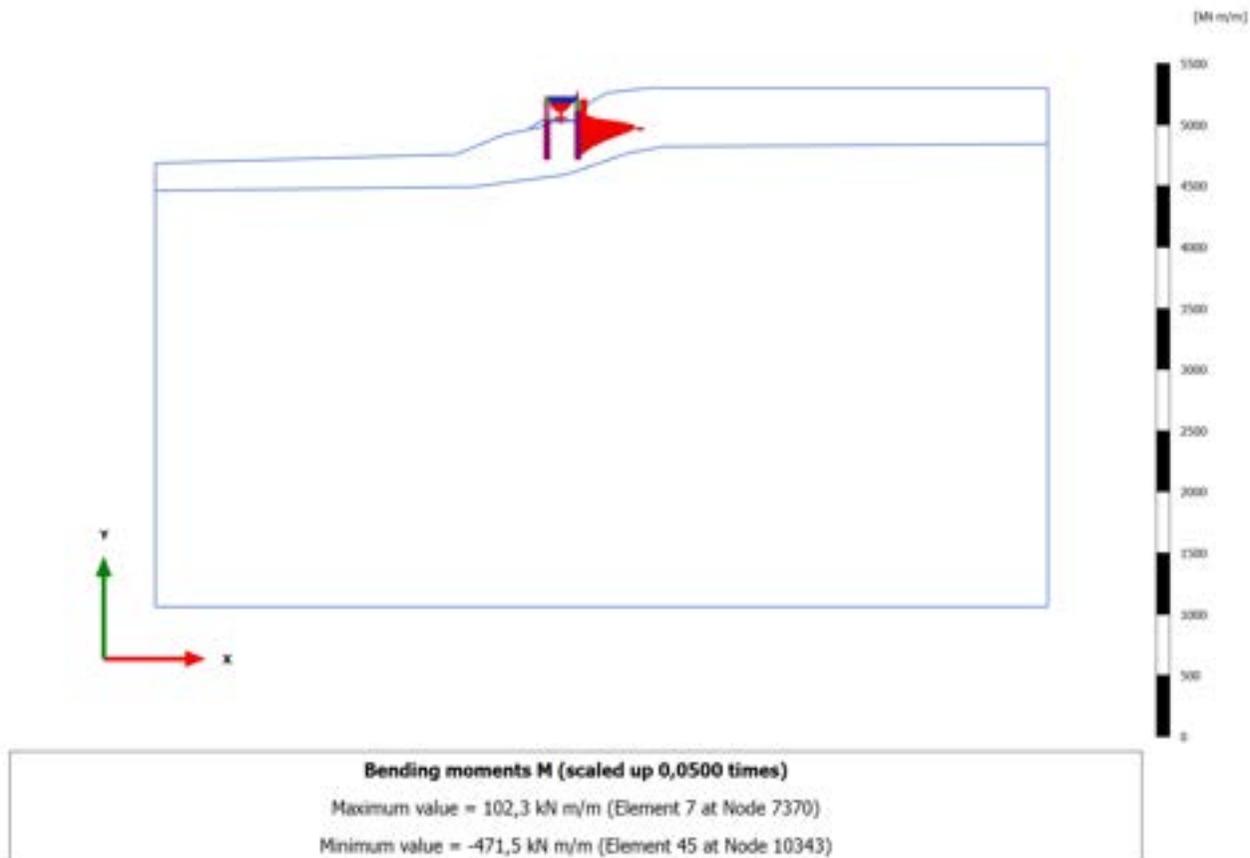
### 3.1.2.2.6 Calculation results, Plate, 4\_REALIZZAZIONE RILEVATO [Phase\_4] (4/45), Bending moments M



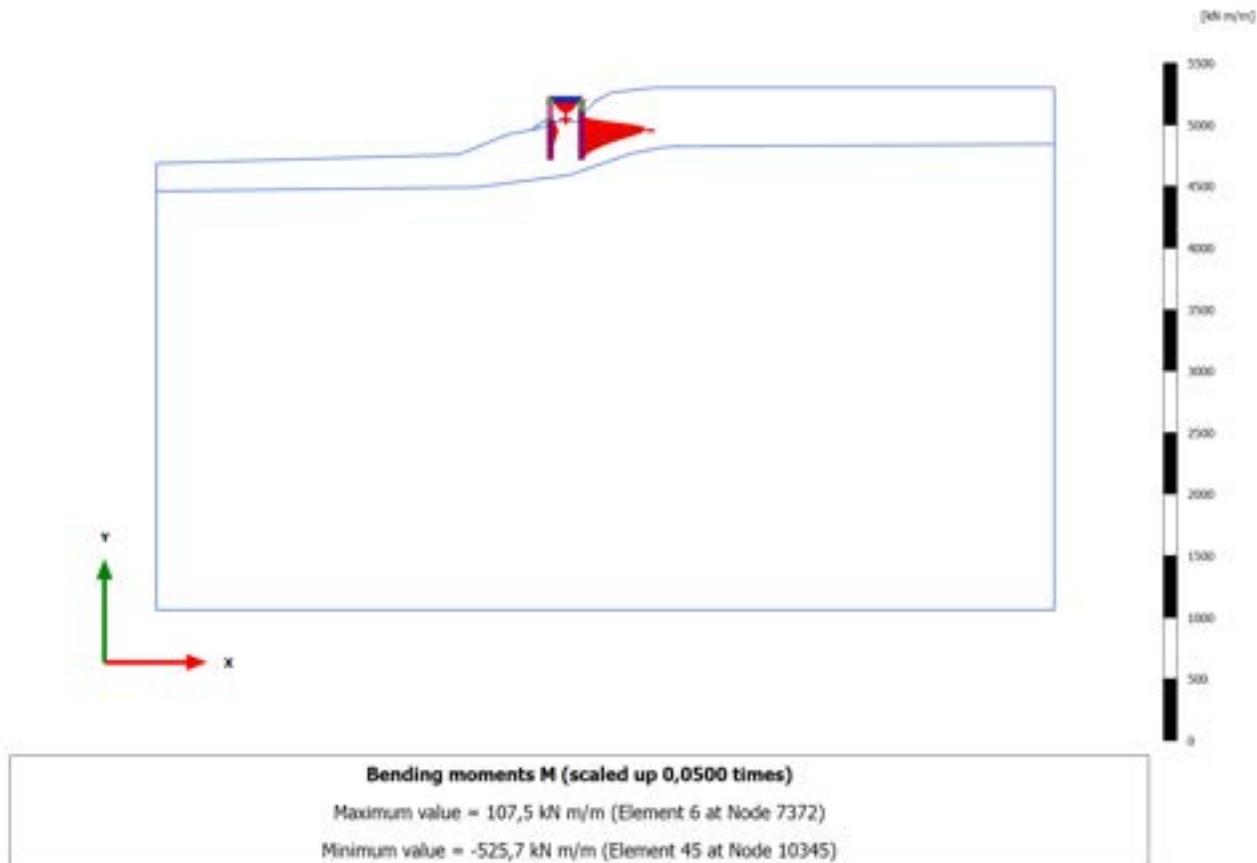
### 3.1.2.2.7 Calculation results, Plate, 5\_REALIZZAZIONE PALO DI VALLE [Phase\_5] (5/47), Bending moments M



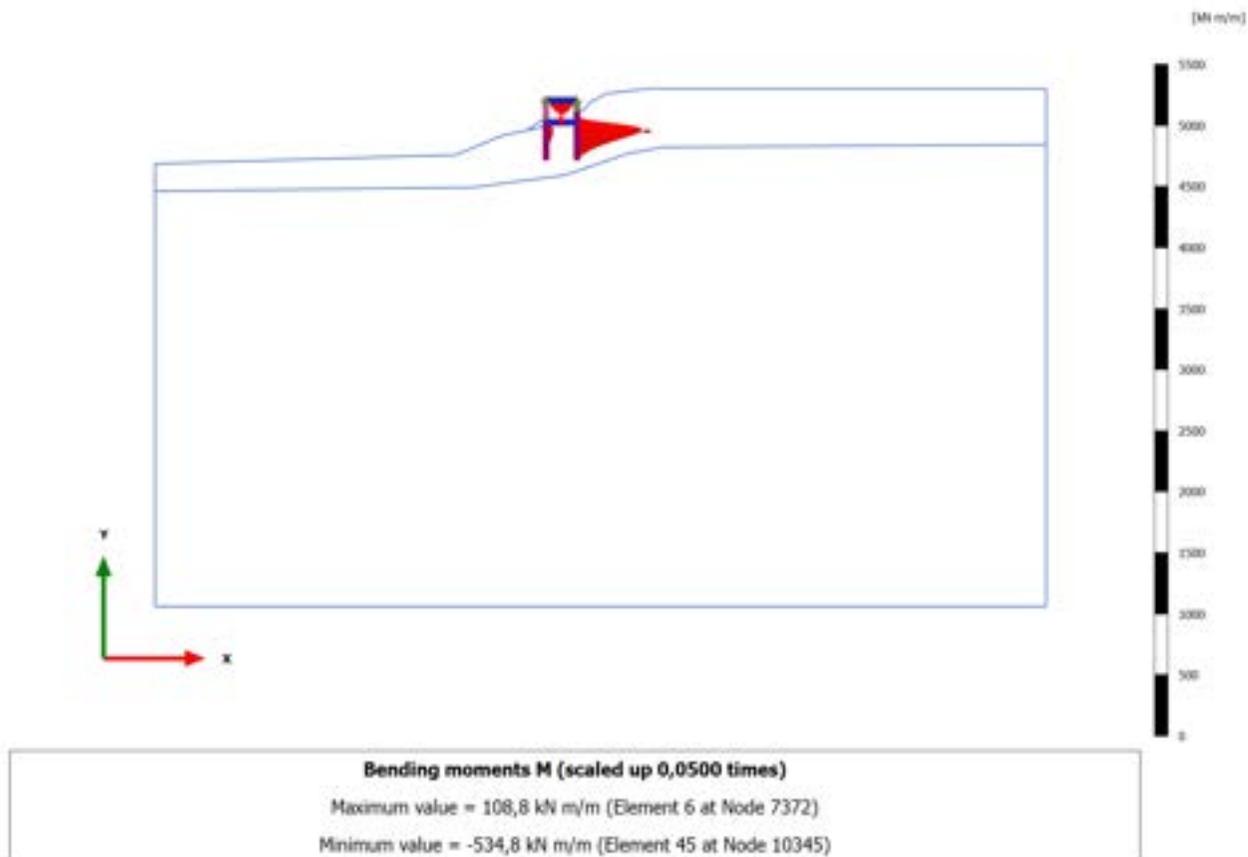
### 3.1.2.2.8 Calculation results, Plate, 6\_REALIZZAZIONE SOVRASTRUTTURA [Phase\_6] (6/49), Bending moments M



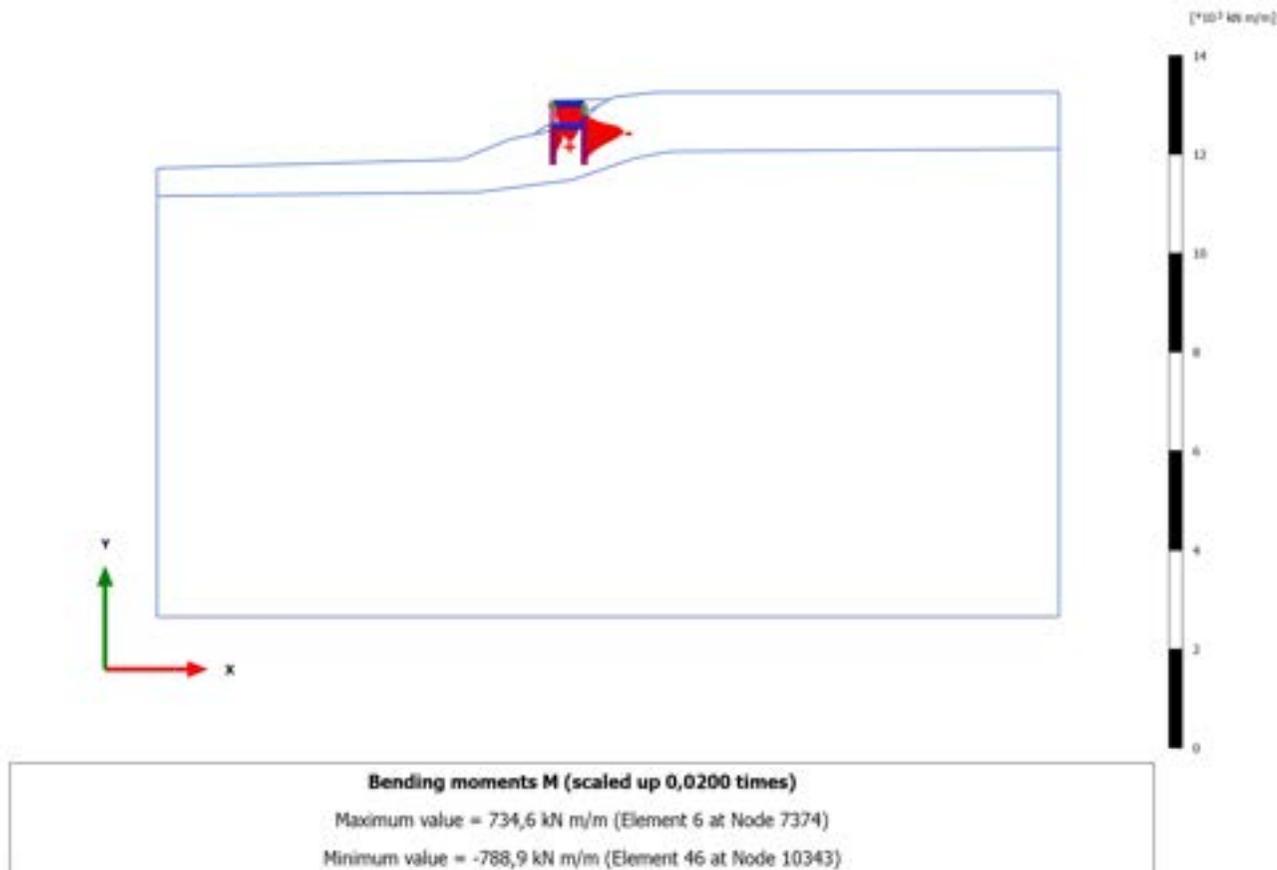
### 3.1.2.2.9 Calculation results, Plate, 7\_SECONDA FASE DI SCAVO [Phase\_7] (7/54), Bending moments M



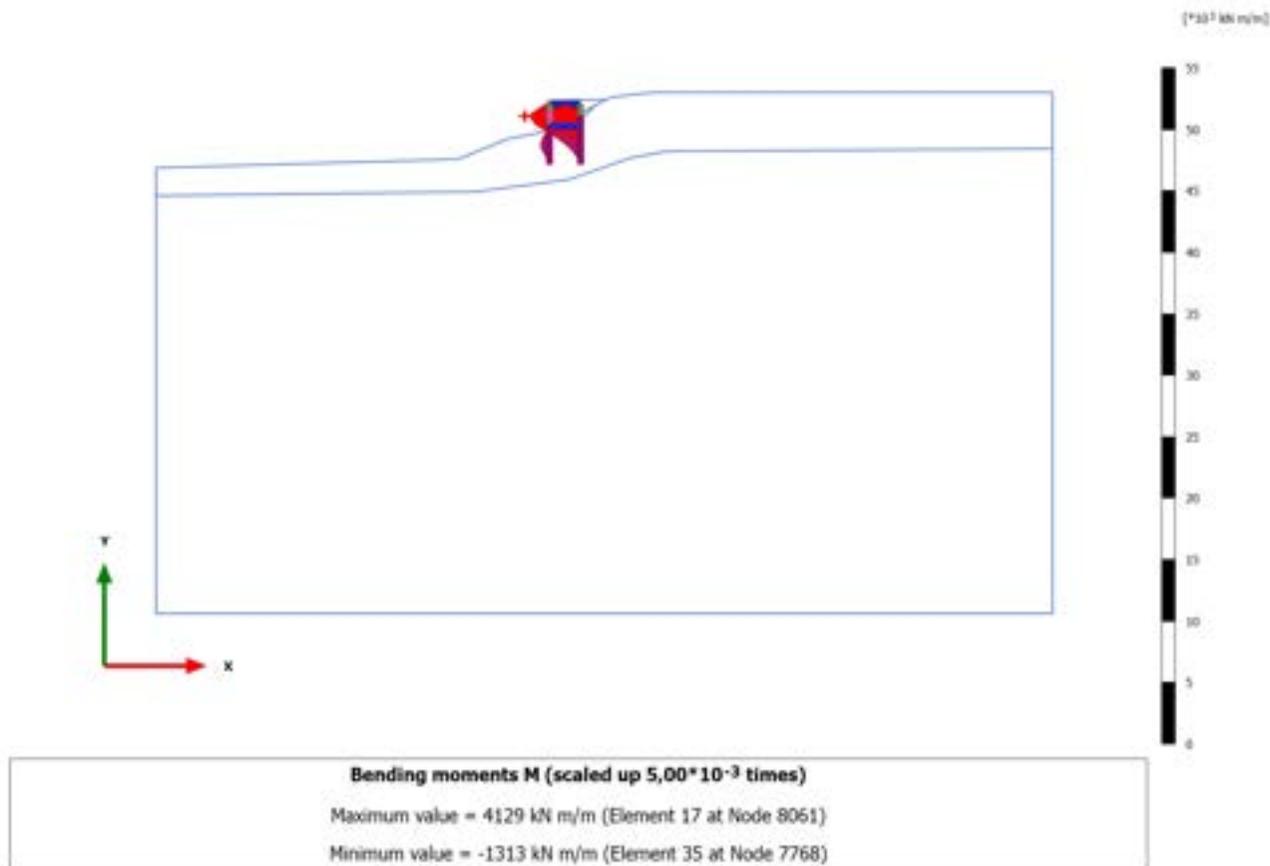
### 3.1.2.2.10 Calculation results, Plate, 8\_REALIZZAZIONE SOLETTA INFERIORE [Phase\_8] (8/56), Bending moments M



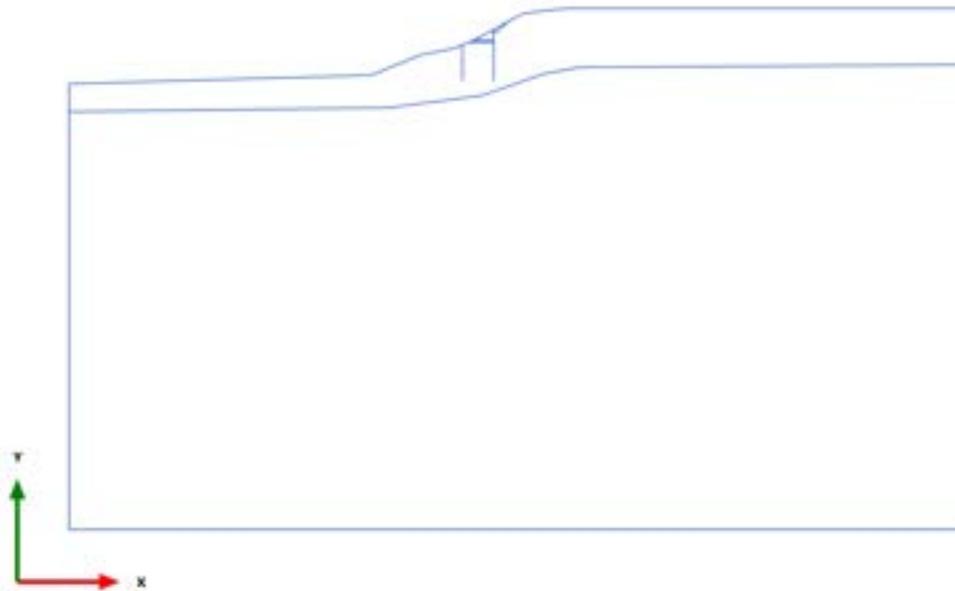
### 3.1.2.2.11 Calculation results, Plate, 9\_RITOMBAMENTO [Phase\_9] (9/81), Bending moments M



### 3.1.2.2.12 Calculation results, Plate, STABILITA' -post intervento [Phase\_16] (16/181), Bending moments M

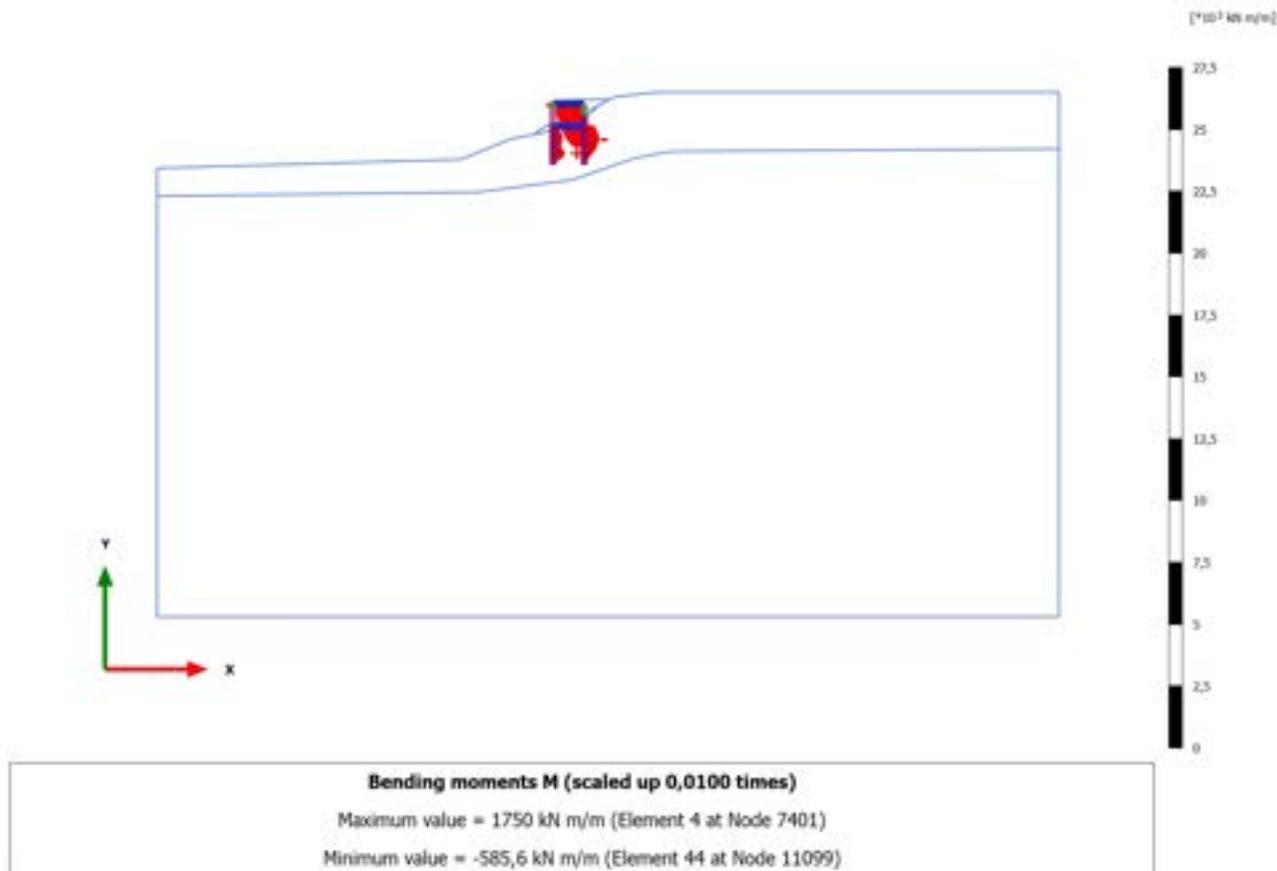


### 3.1.2.2.13 Calculation results, Plate, STABILITA'-preintervento [Phase\_15] (15/284), Bending moments M

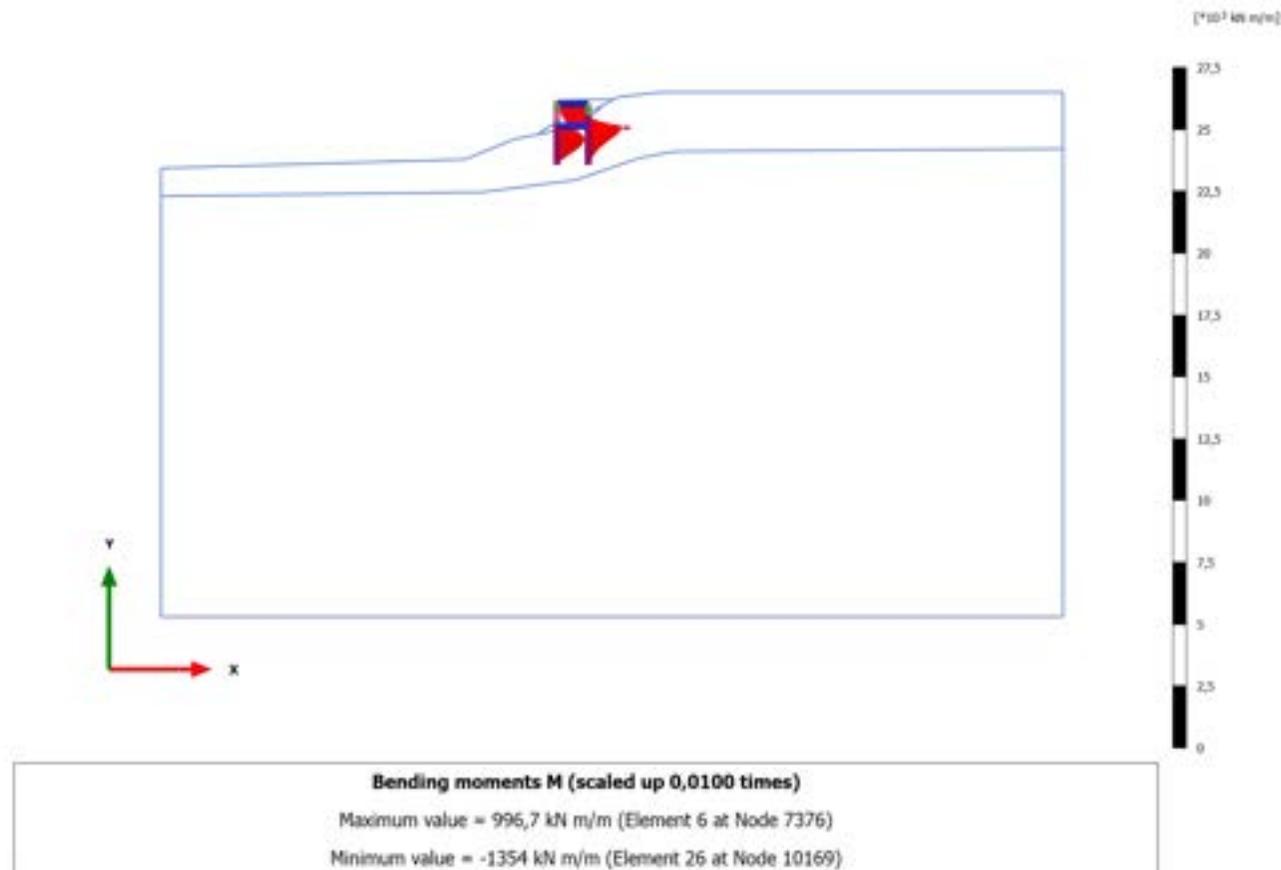


Bending moments M (scaled up 1,00 times)  
No results

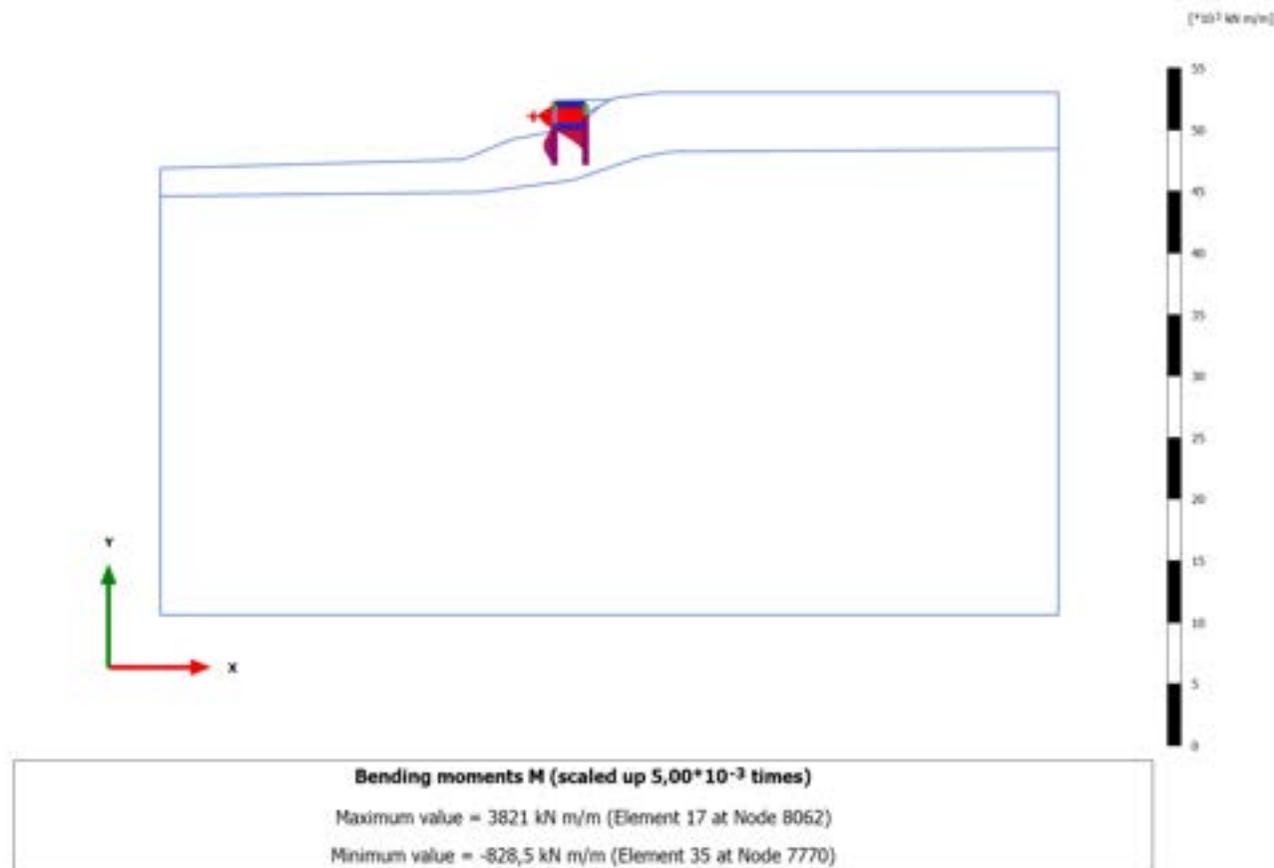
### 3.1.2.2.14 Calculation results, Plate, 10\_SISMICA ++ [Phase\_10] (10/311), Bending moments M



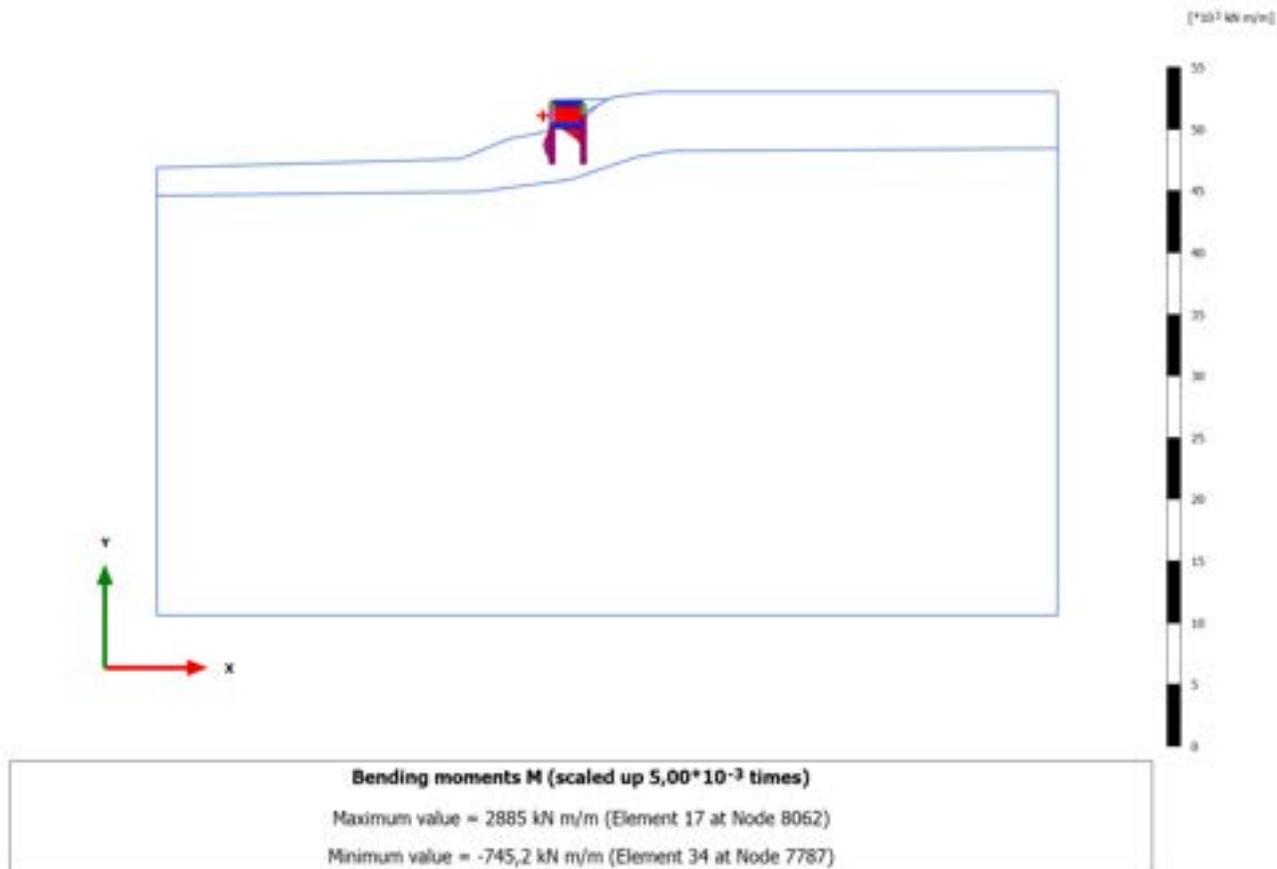
### 3.1.2.2.15 Calculation results, Plate, 12\_SISMICA -+ [Phase\_12] (12/358), Bending moments M



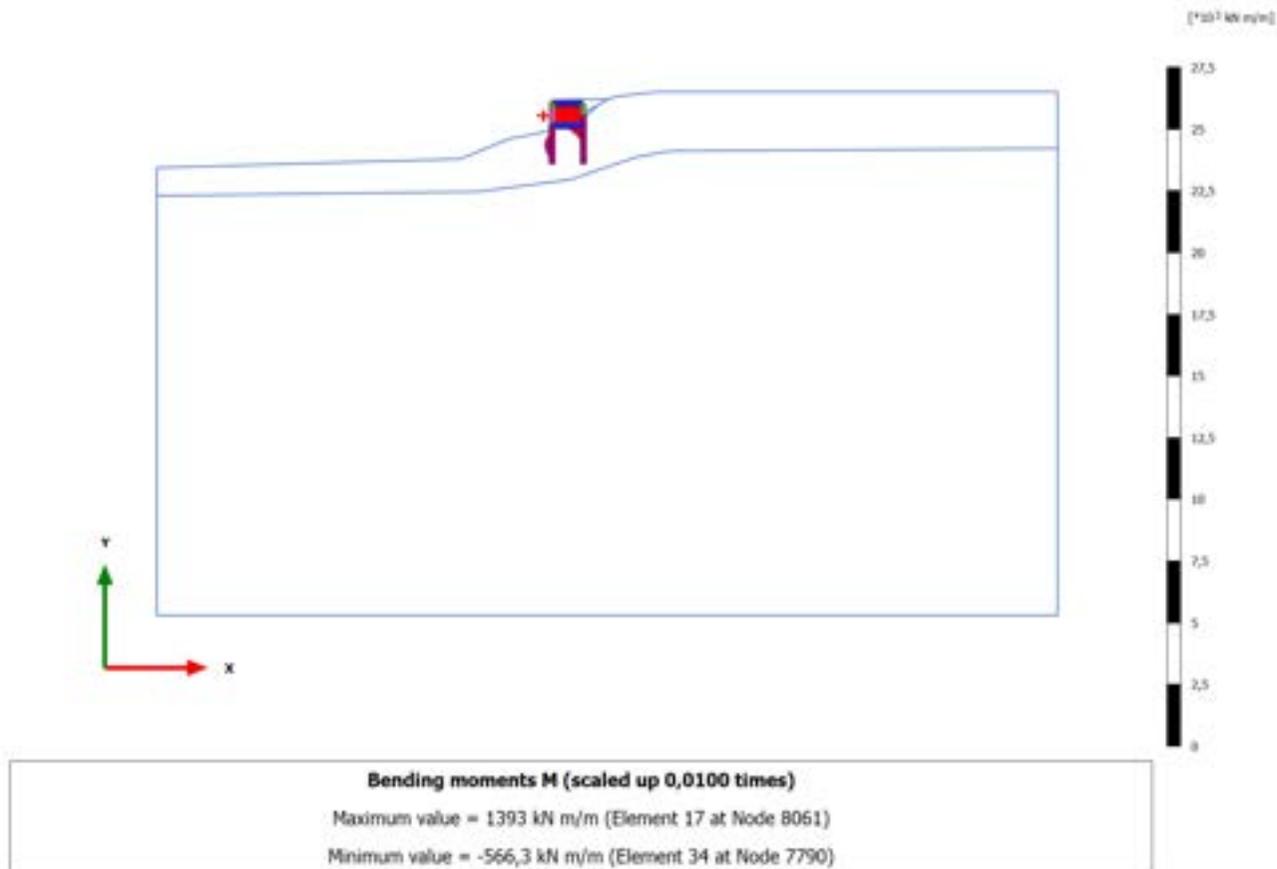
### 3.1.2.2.16 Calculation results, Plate, 10.2\_AS SISMICA ++ [Phase\_19] (19/484), Bending moments M



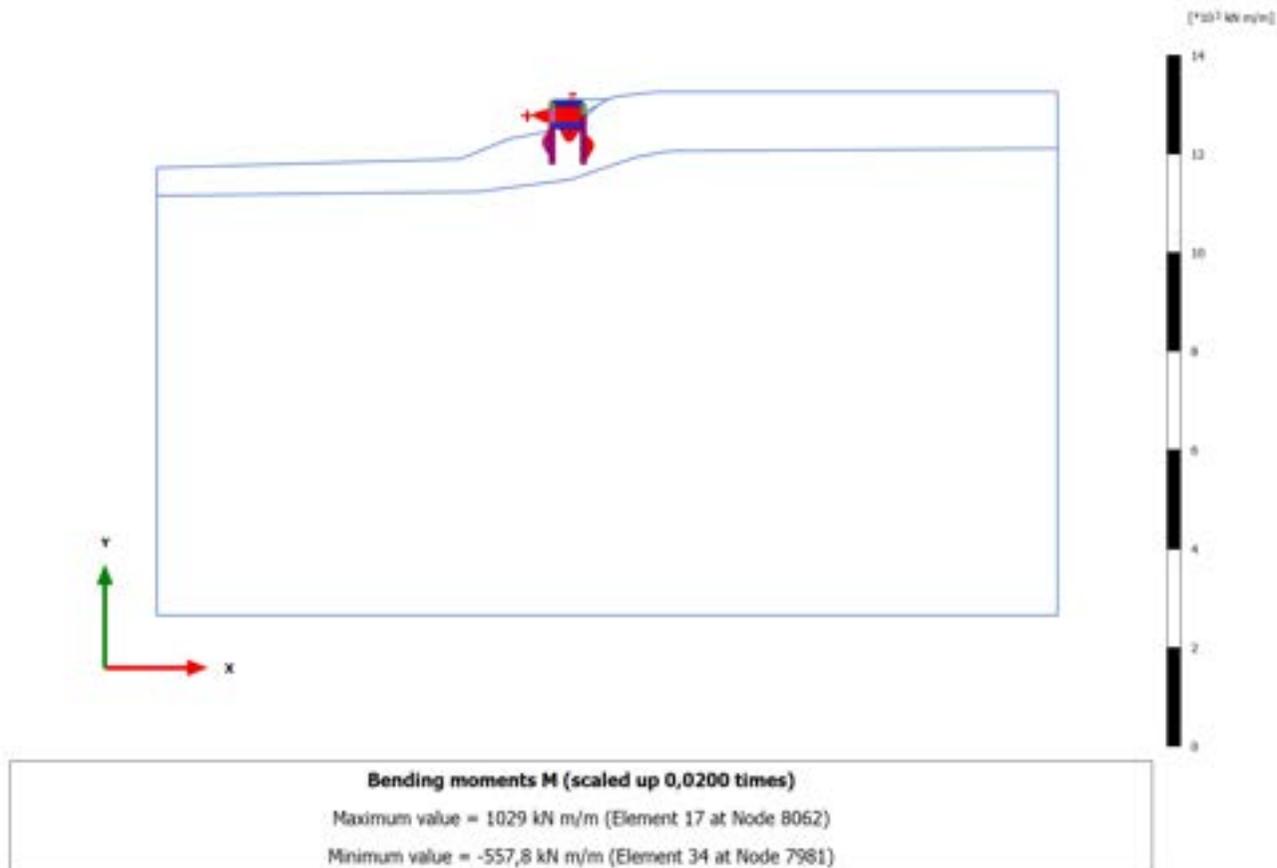
### 3.1.2.2.17 Calculation results, Plate, 11.2\_AS SISMICA +- [Phase\_21] (21/595), Bending moments M



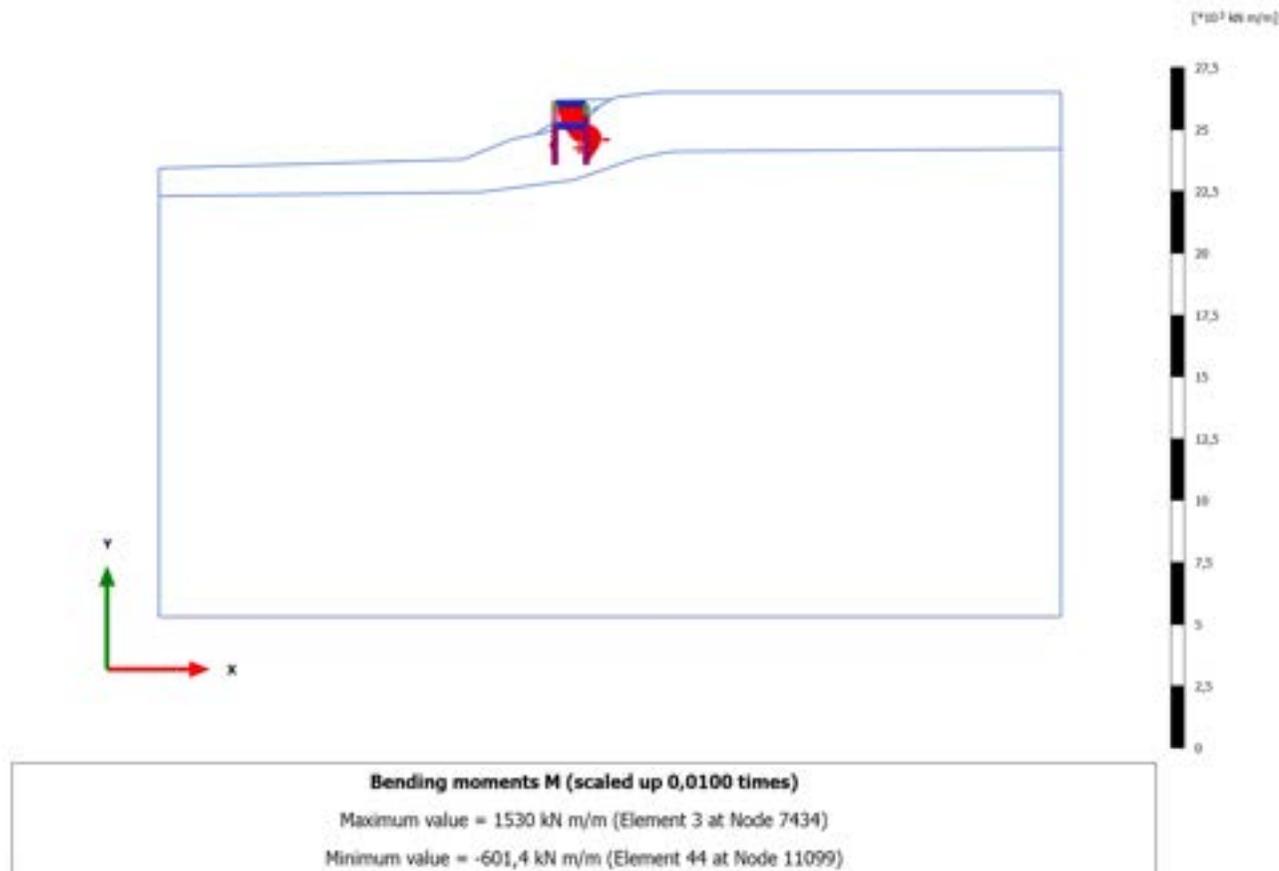
### 3.1.2.2.18 Calculation results, Plate, 12.2\_AS SISMICA -+ [Phase\_23] (23/716), Bending moments M



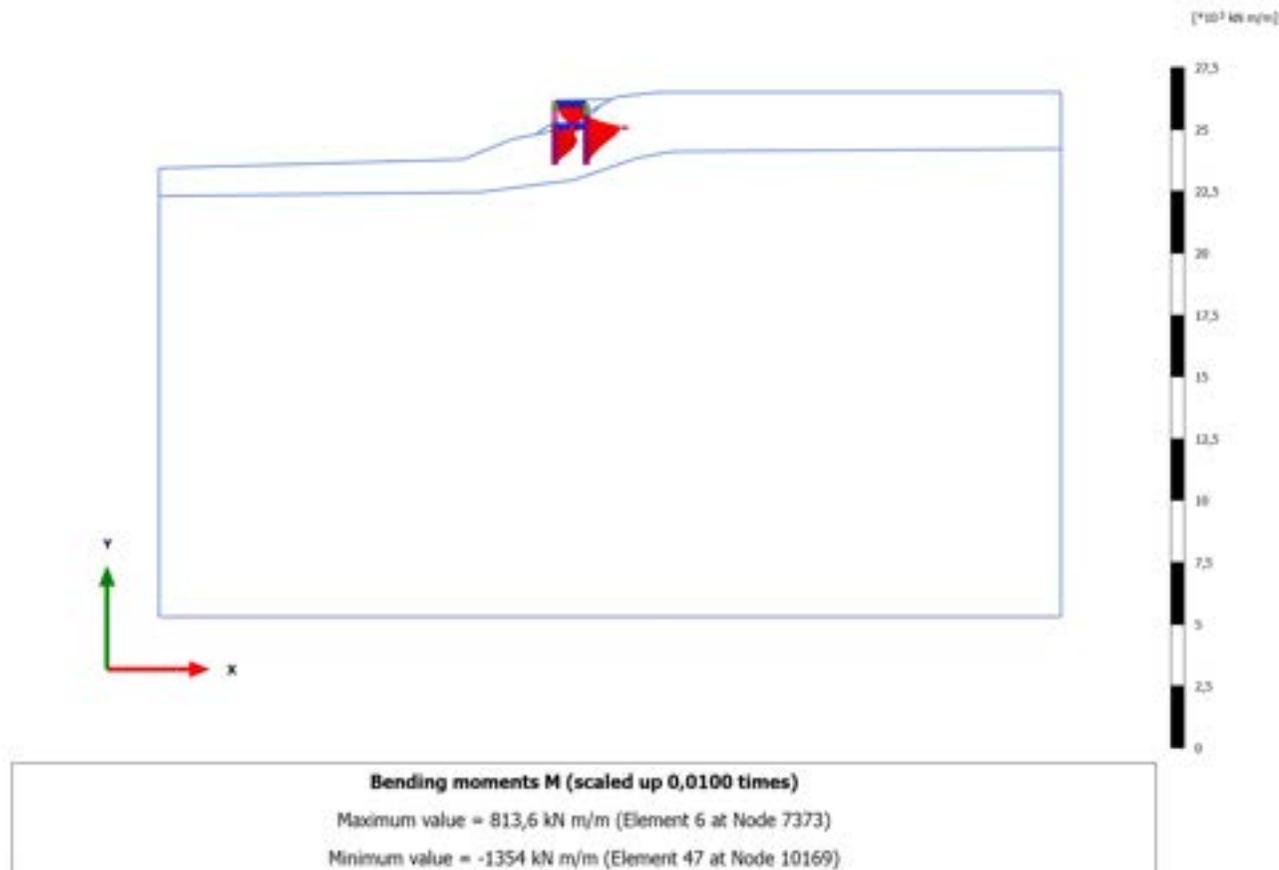
### 3.1.2.2.19 Calculation results, Plate, 13.2\_AS SISMICA -- [Phase\_25] (25/838), Bending moments M



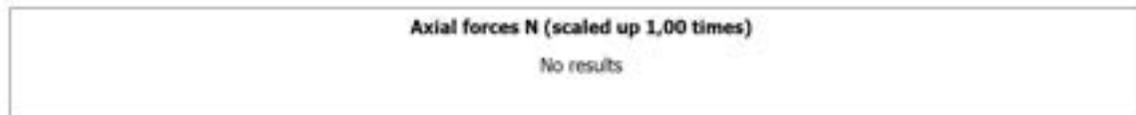
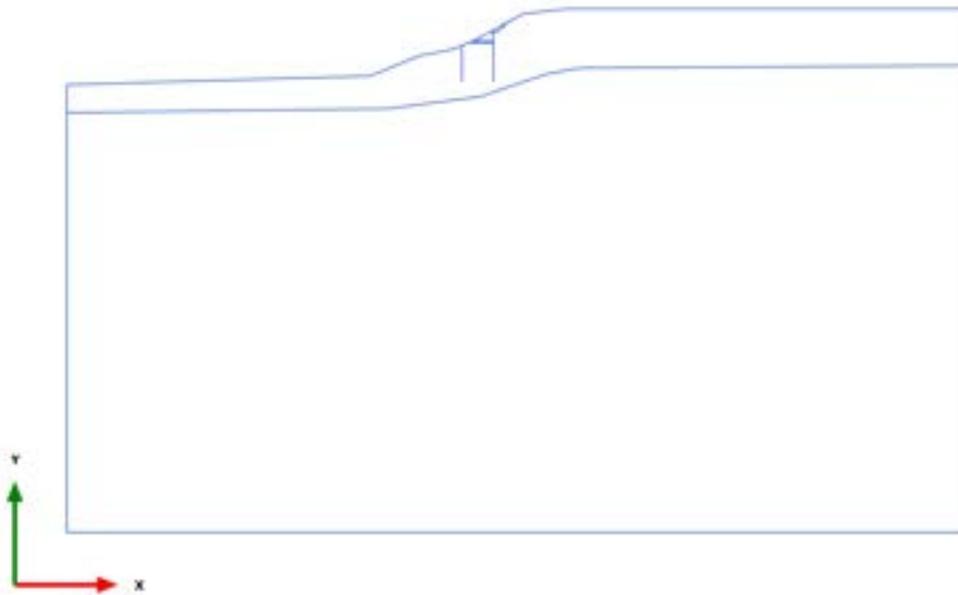
### 3.1.2.2.20 Calculation results, Plate, 11\_ SISMICA +- [Phase\_11] (11/878), Bending moments M



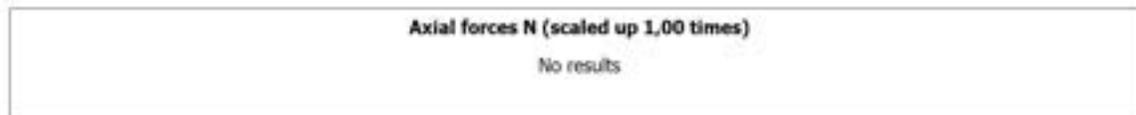
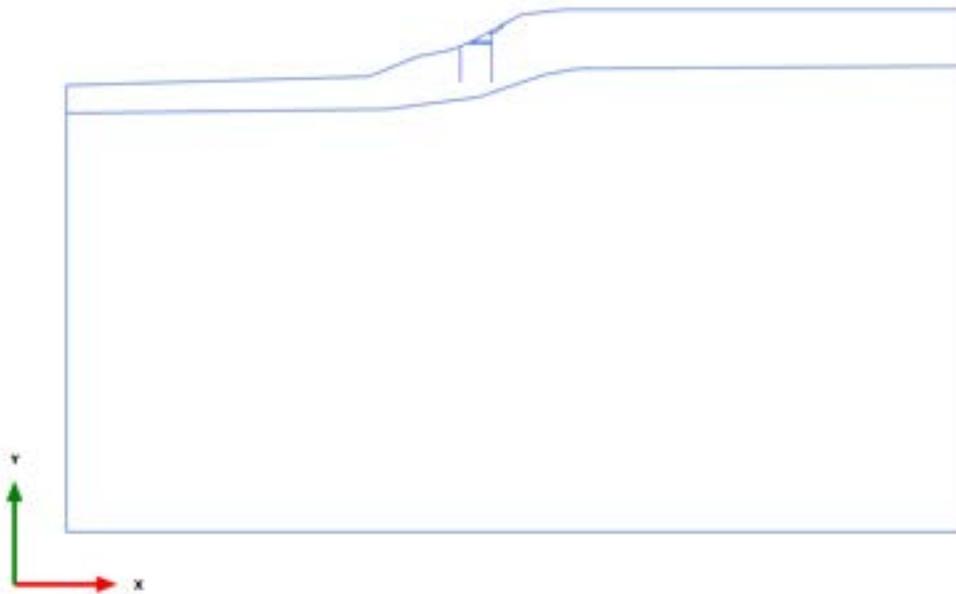
### 3.1.2.2.21 Calculation results, Plate, 13\_SISMICA -- [Phase\_13] (13/913), Bending moments M



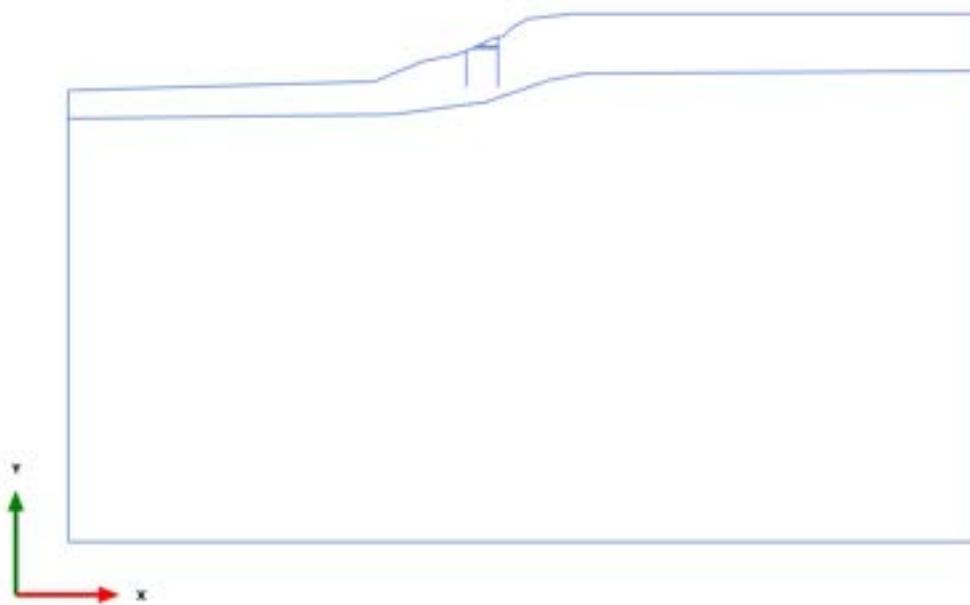
### 3.1.2.3.1 Calculation results, Plate, 0\_CONDIZIONE GEOSTATICA [InitialPhase] (0/6), Axial forces N



3.1.2.3.2 Calculation results, Plate, 0.1\_AZZERAMENTO SPOSTAMENTI [Phase\_1]  
(1/20), Axial forces N

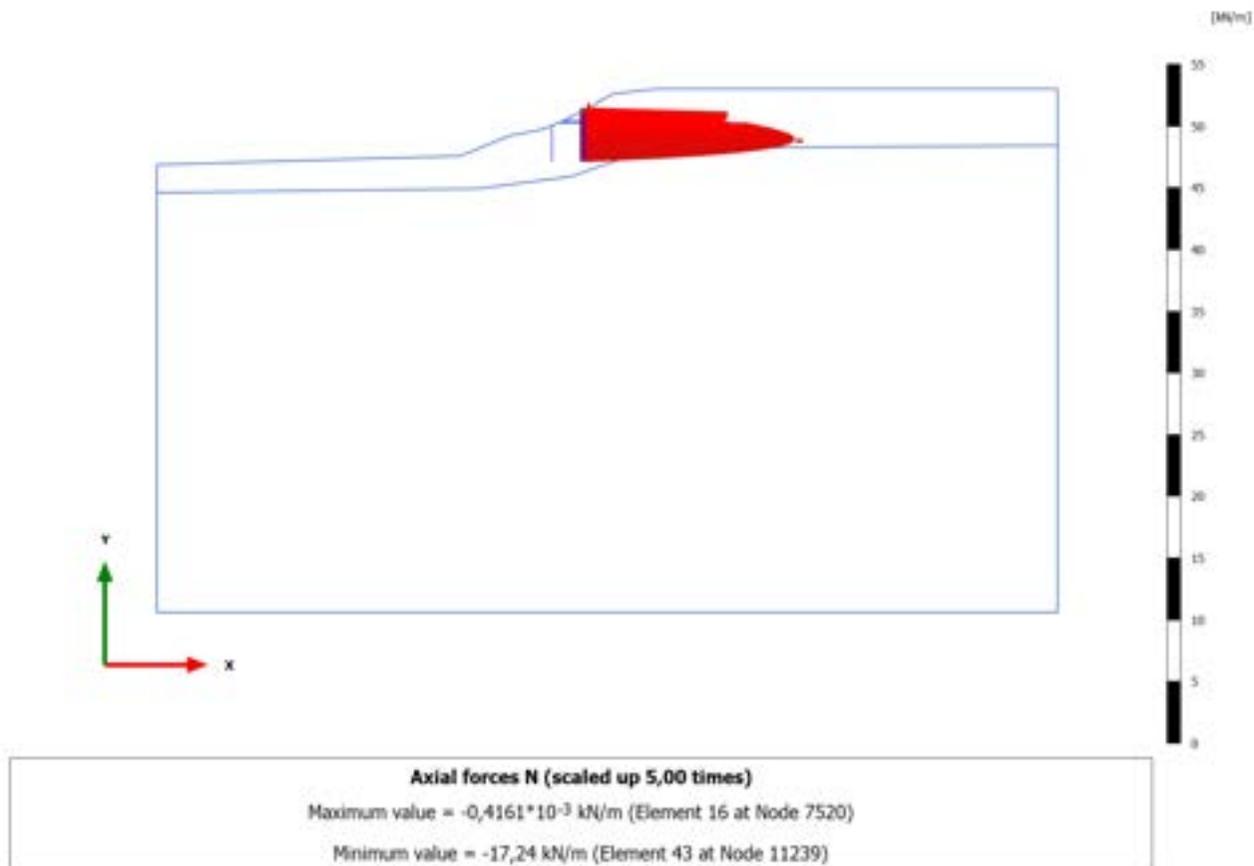


## 3.1.2.3.3 Calculation results, Plate, 1\_PRESCAVO [Phase\_14] (14/26), Axial forces N

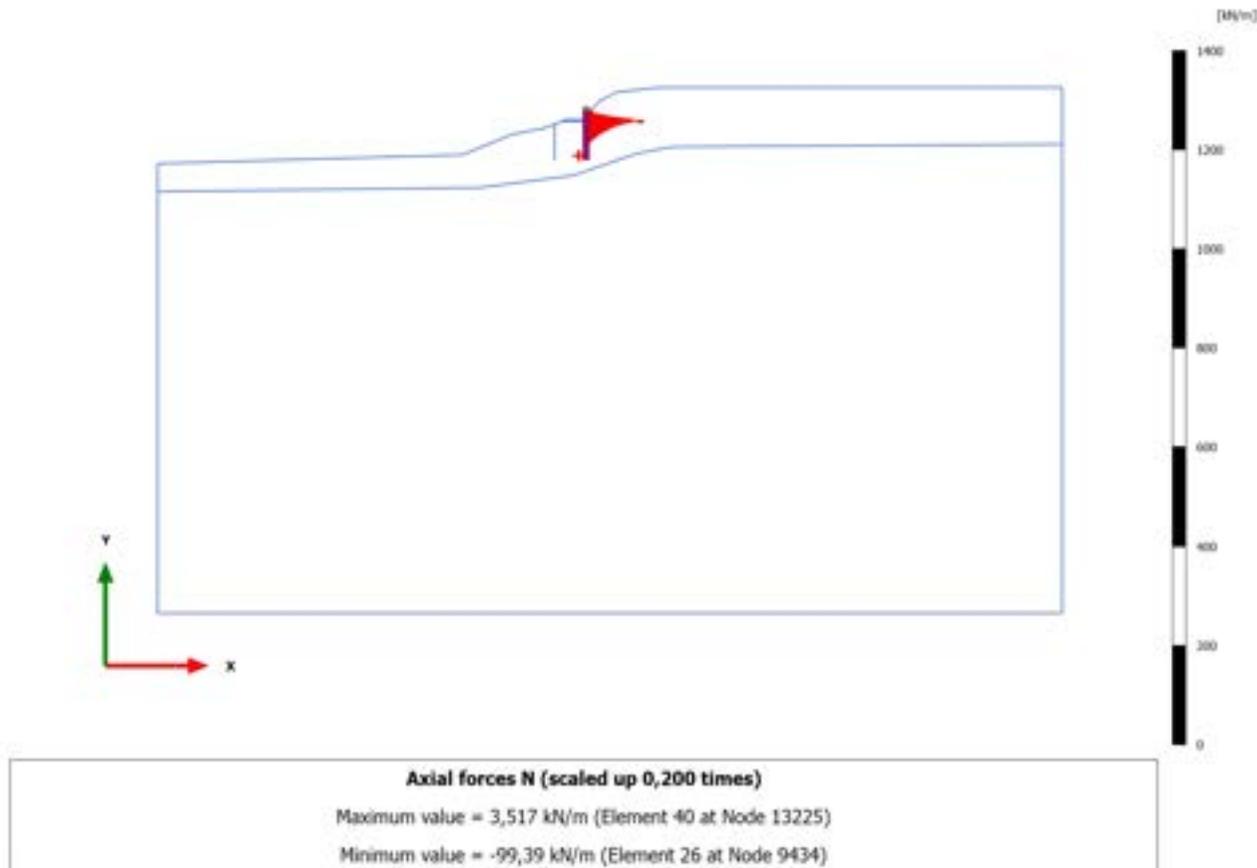


Axial forces N (scaled up 1,00 times)  
No results

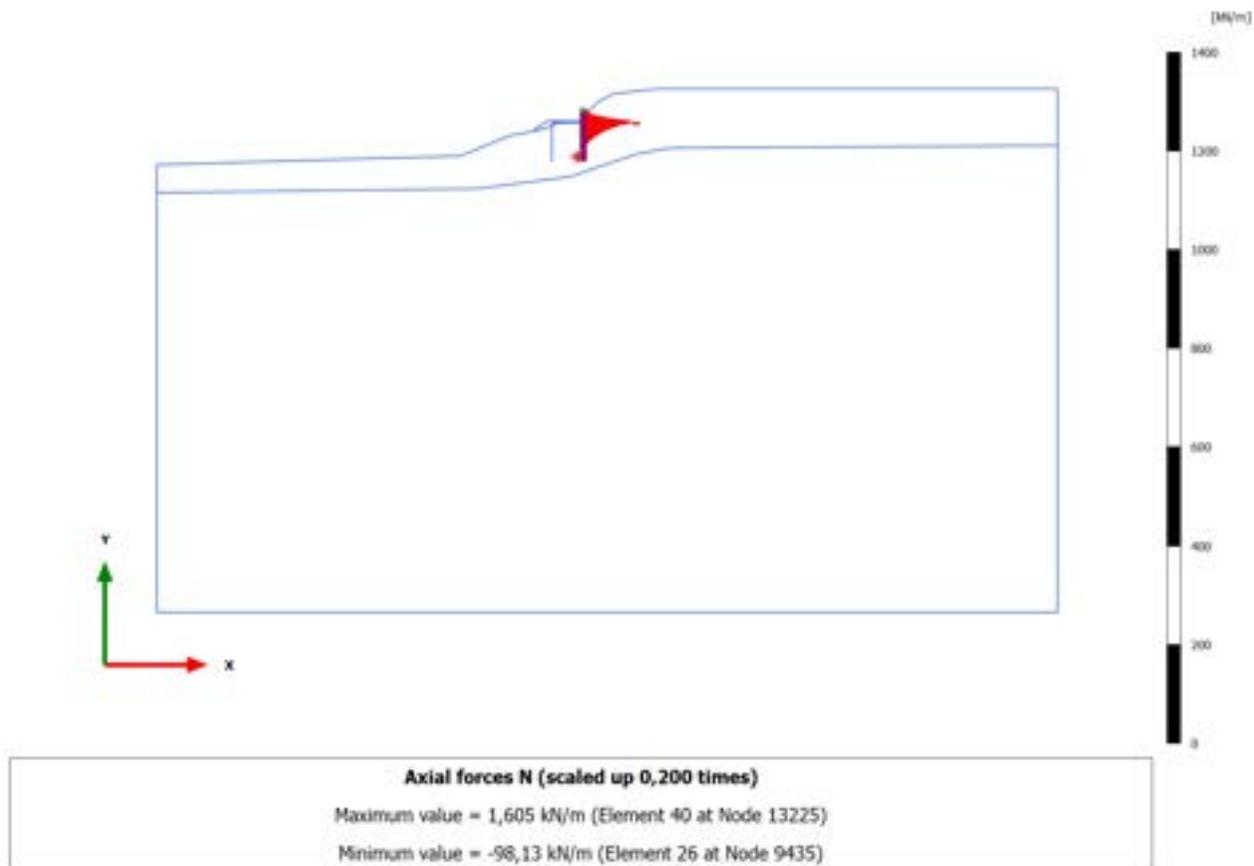
### 3.1.2.3.4 Calculation results, Plate, 2\_REALIZZAZIONE PALO MONTE [Phase\_2] (2/33), Axial forces N



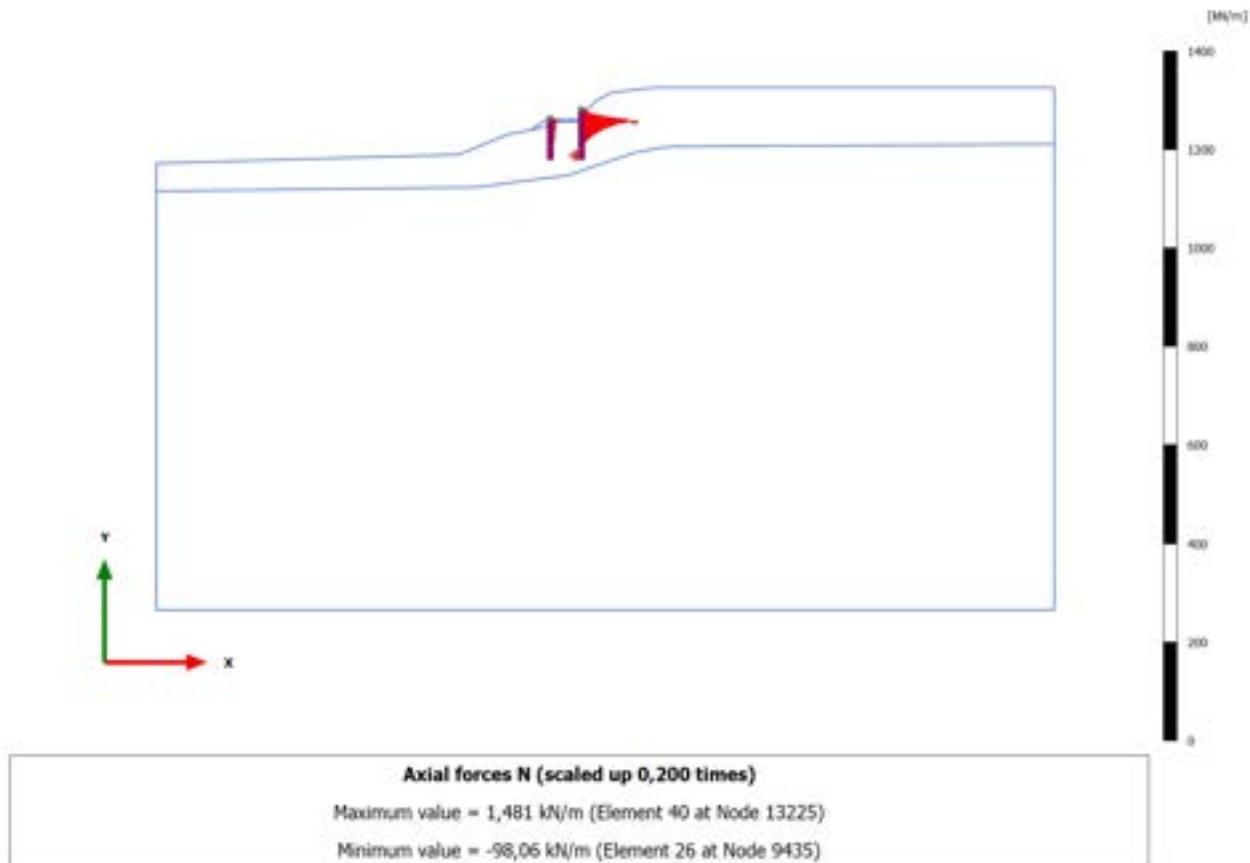
### 3.1.2.3.5 Calculation results, Plate, 3\_PRIMA FASE DI SCAVO [Phase\_3] (3/38), Axial forces N



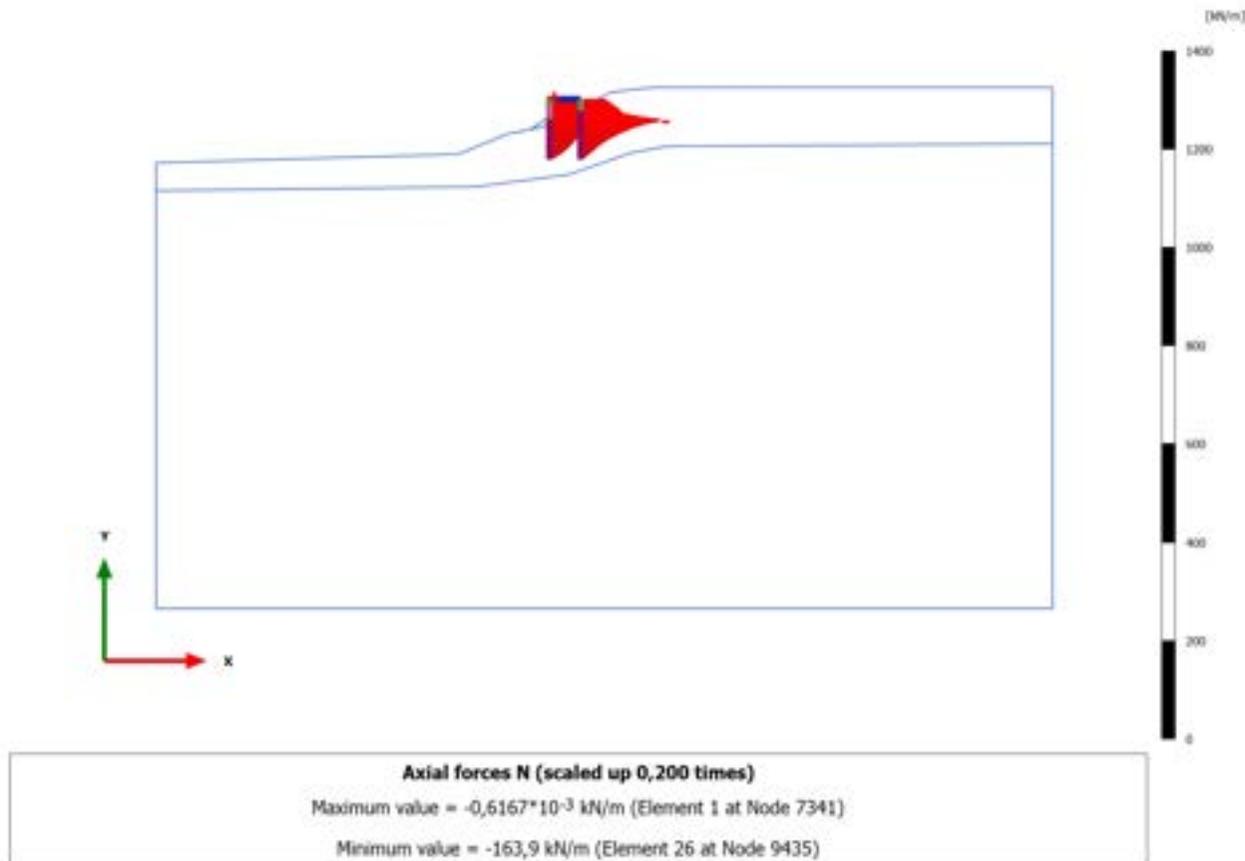
### 3.1.2.3.6 Calculation results, Plate, 4\_REALIZZAZIONE RILEVATO [Phase\_4] (4/45), Axial forces N



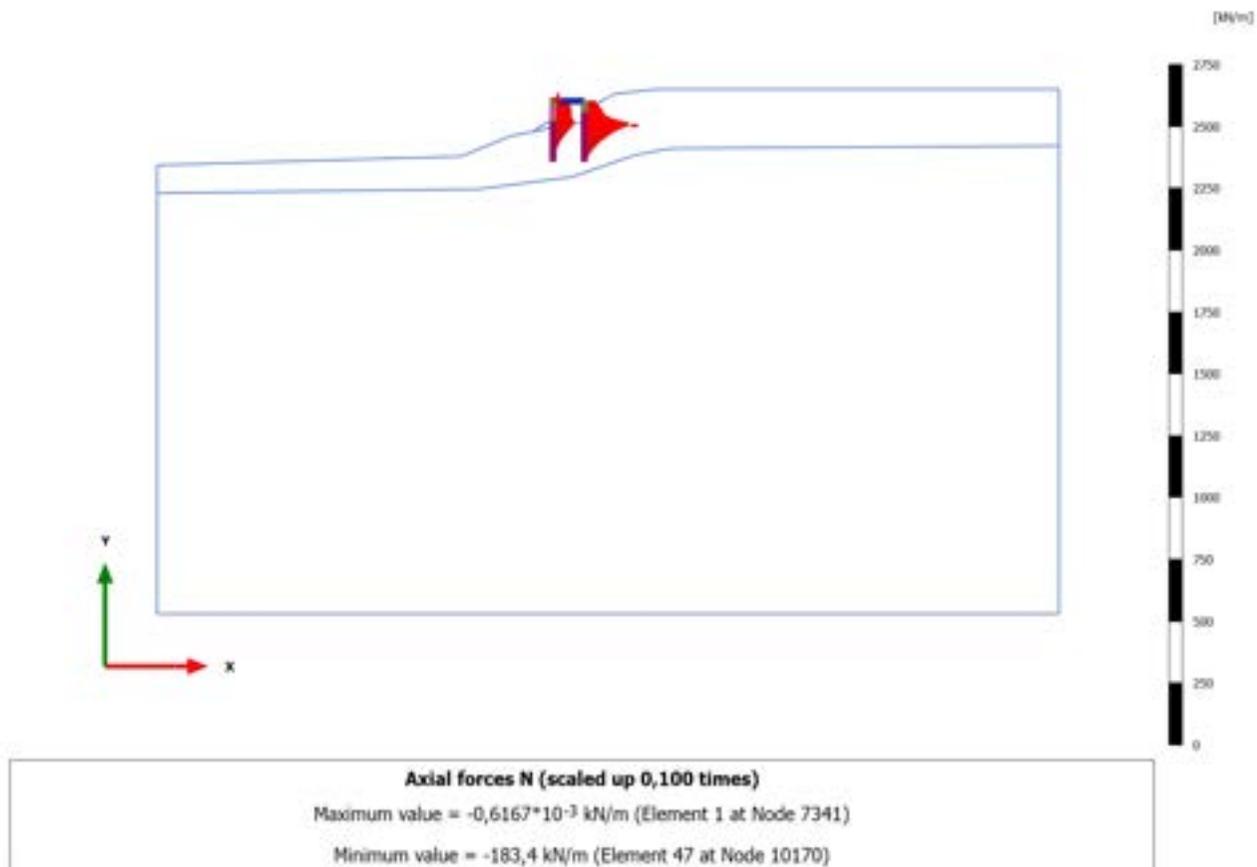
### 3.1.2.3.7 Calculation results, Plate, 5\_REALIZZAZIONE PALO DI VALLE [Phase\_5] (5/47), Axial forces N



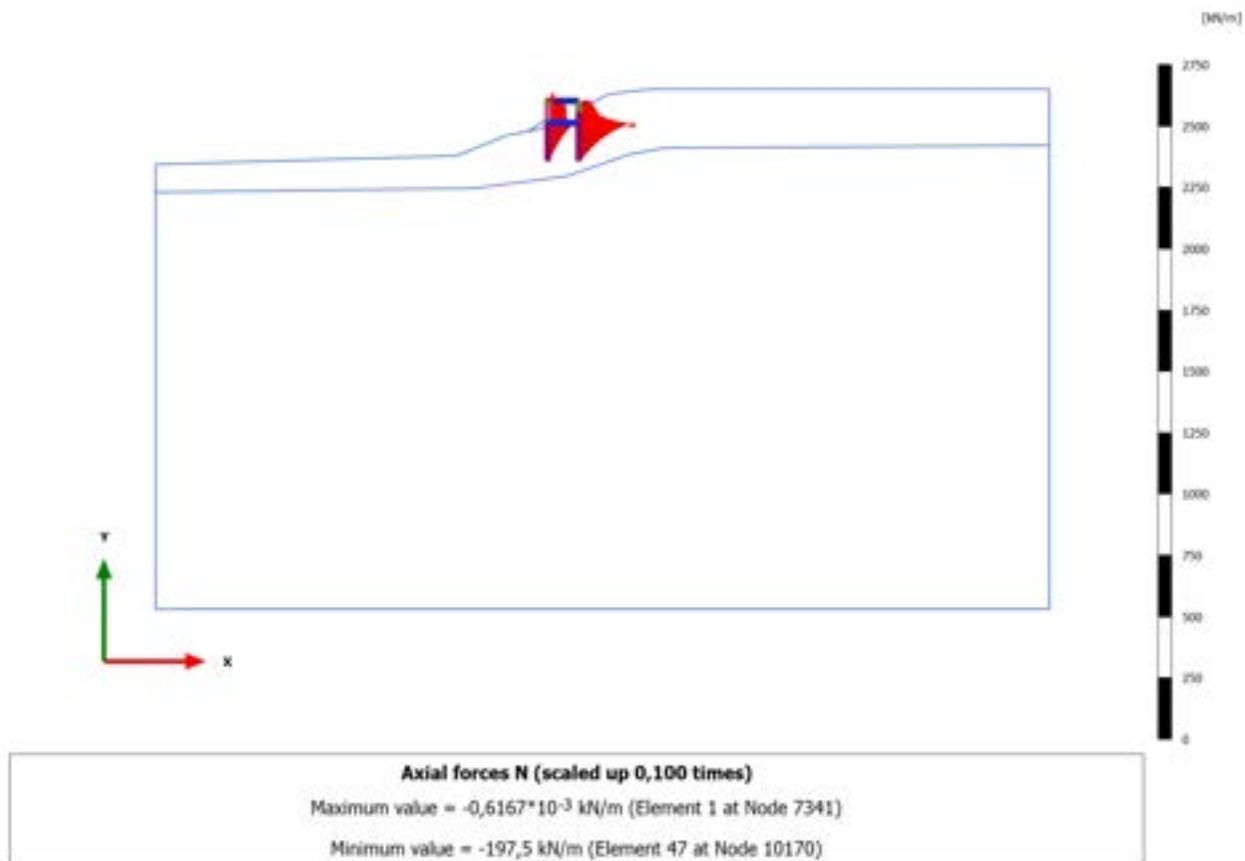
### 3.1.2.3.8 Calculation results, Plate, 6\_REALIZZAZIONE SOVRASTRUTTURA [Phase\_6] (6/49), Axial forces N



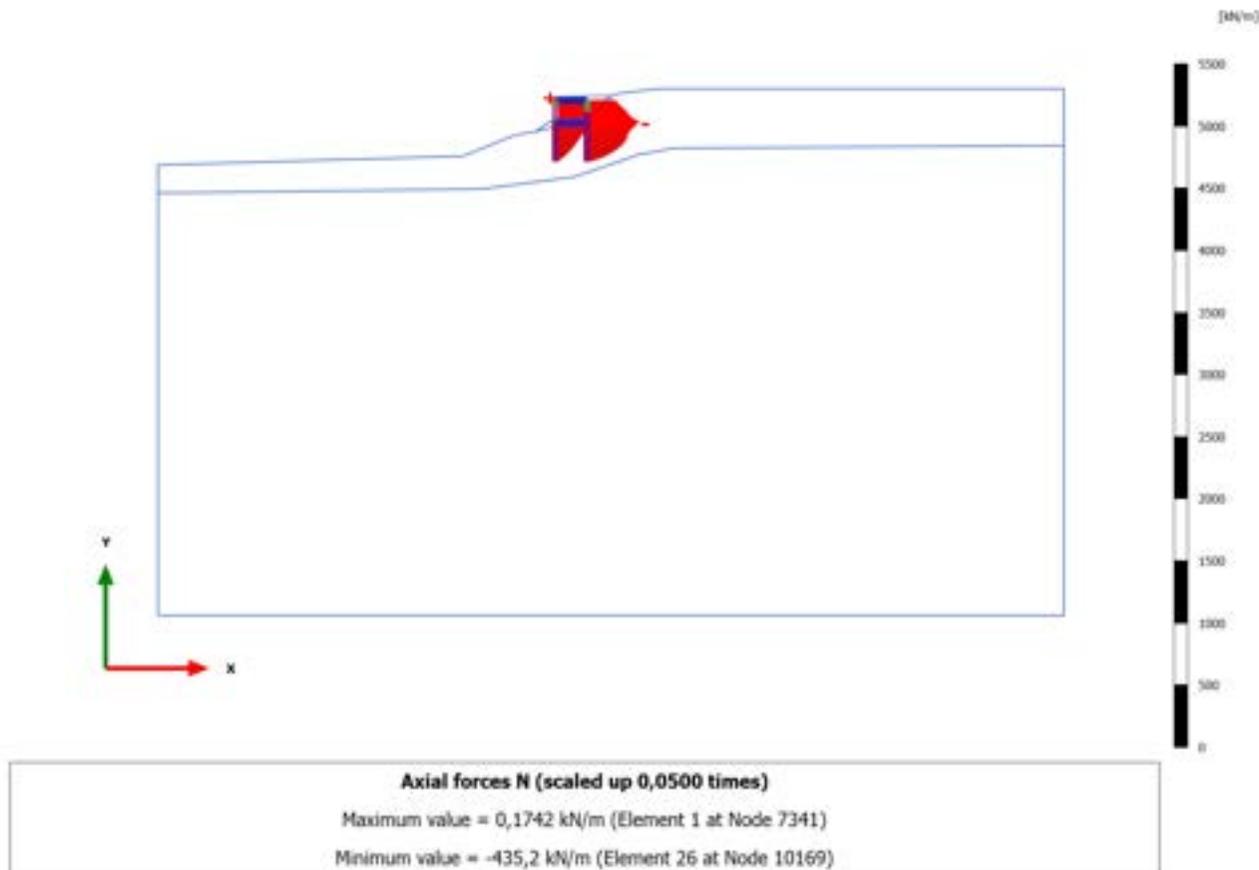
### 3.1.2.3.9 Calculation results, Plate, 7\_SECONDA FASE DI SCAVO [Phase\_7] (7/54), Axial forces N



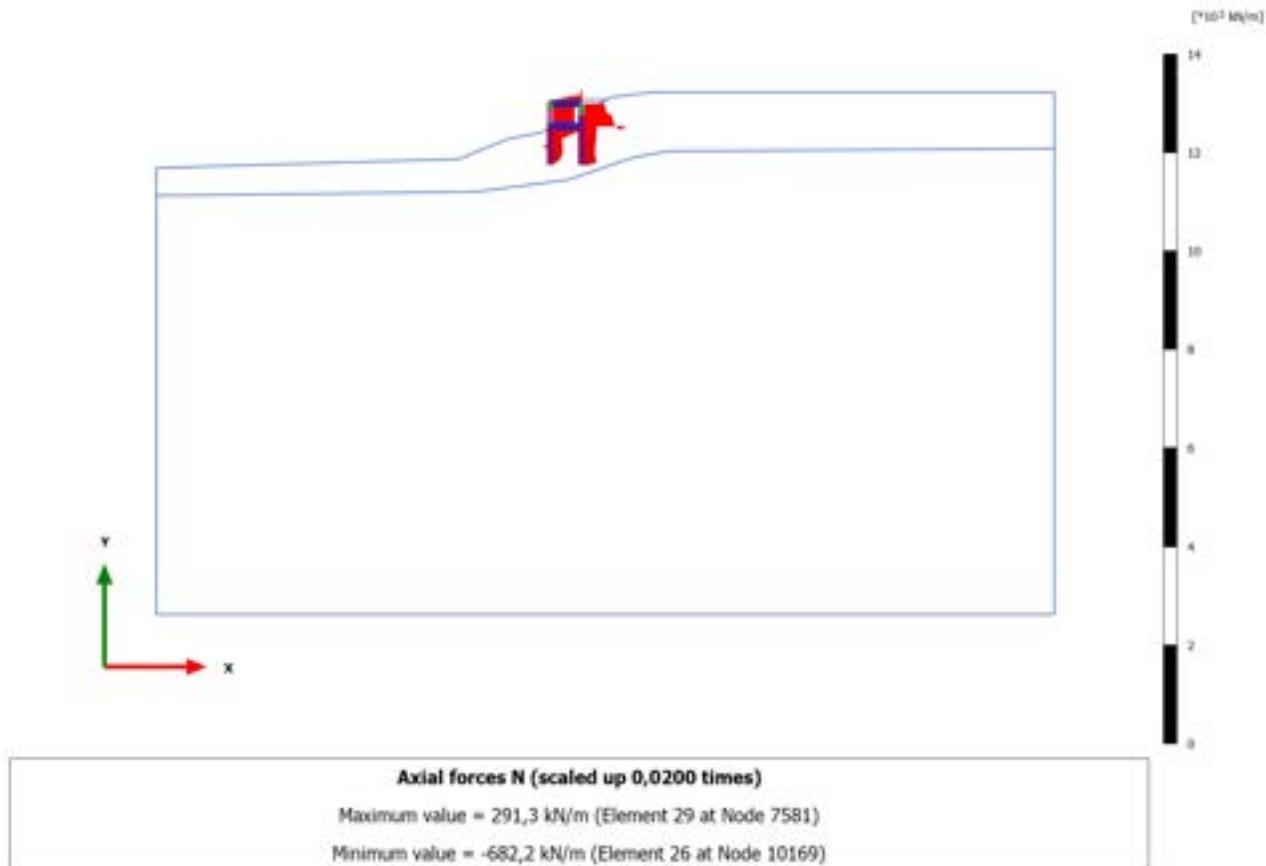
### 3.1.2.3.10 Calculation results, Plate, 8\_REALIZZAZIONE SOLETTA INFERIORE [Phase\_8] (8/56), Axial forces N



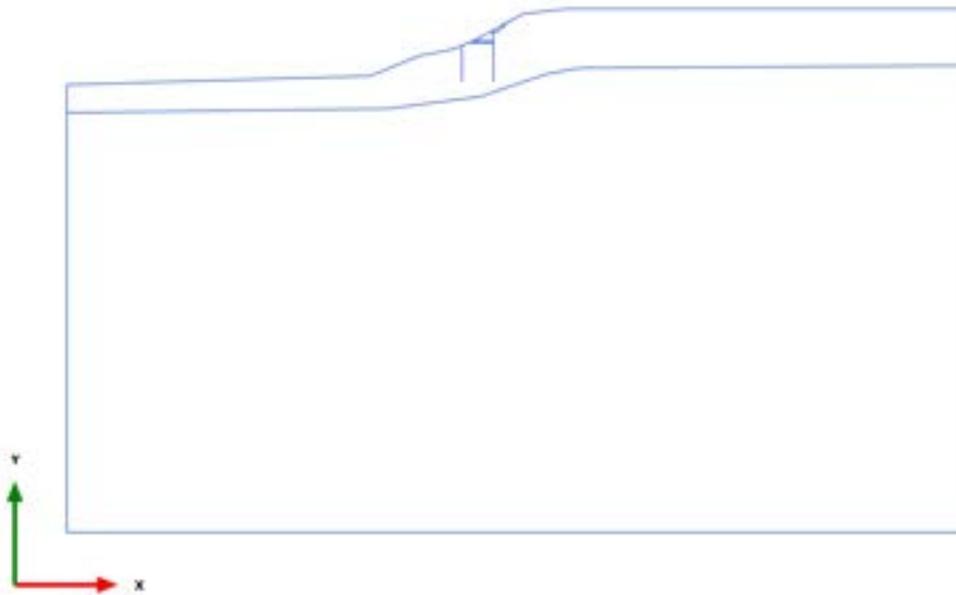
### 3.1.2.3.11 Calculation results, Plate, 9\_RITOMBAMENTO [Phase\_9] (9/81), Axial forces N



### 3.1.2.3.12 Calculation results, Plate, STABILITA' -post intervento [Phase\_16] (16/181), Axial forces N

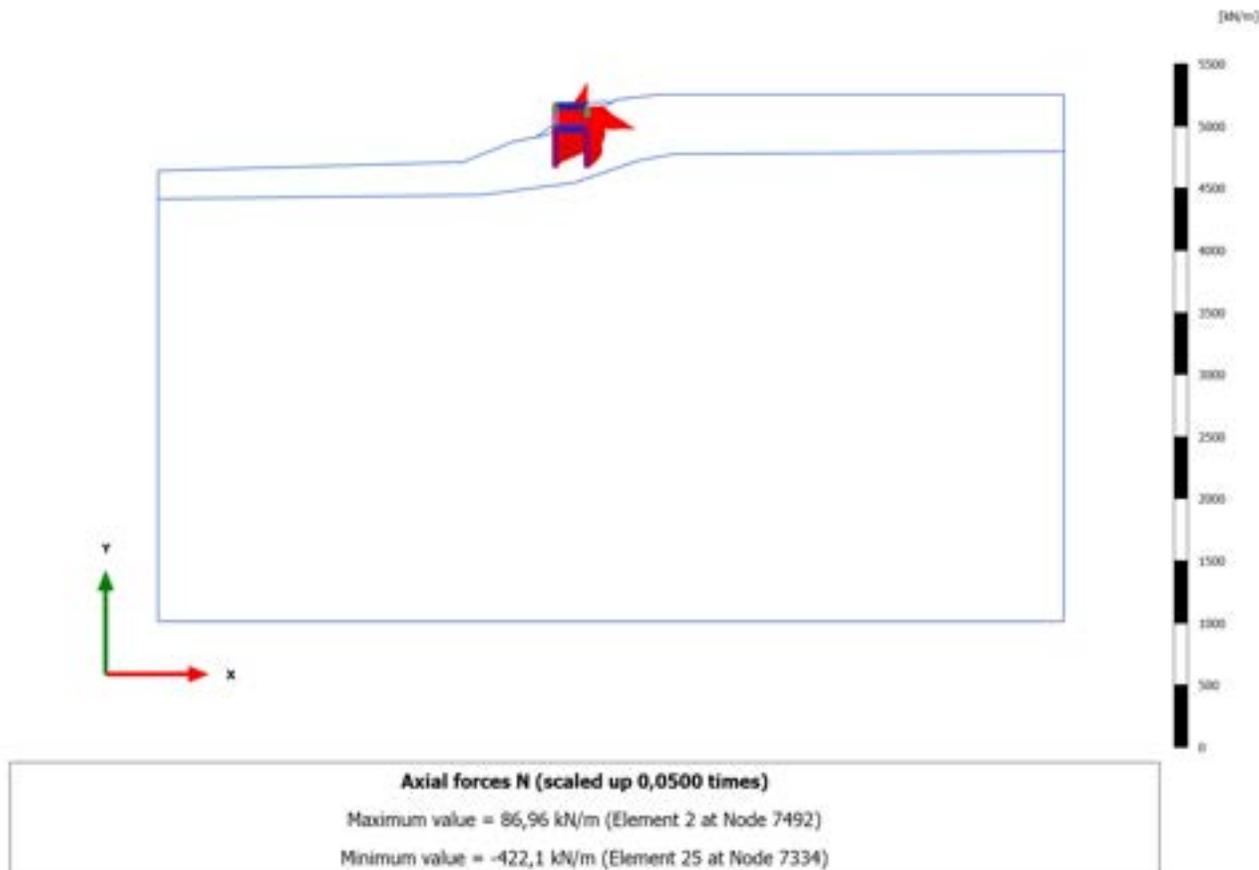


### 3.1.2.3.13 Calculation results, Plate, STABILITA'-preintervento [Phase\_15] (15/284), Axial forces N

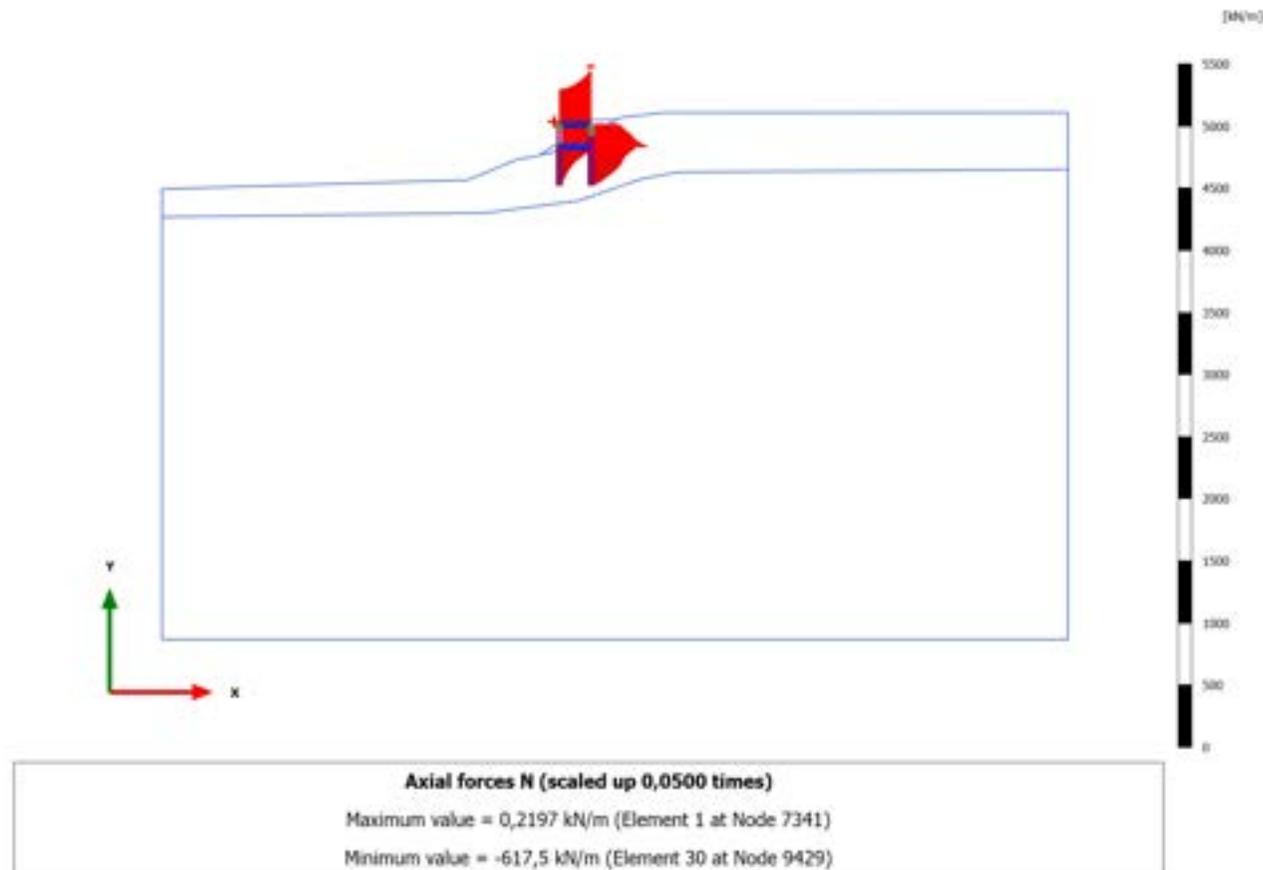


Axial forces N (scaled up 1,00 times)  
No results

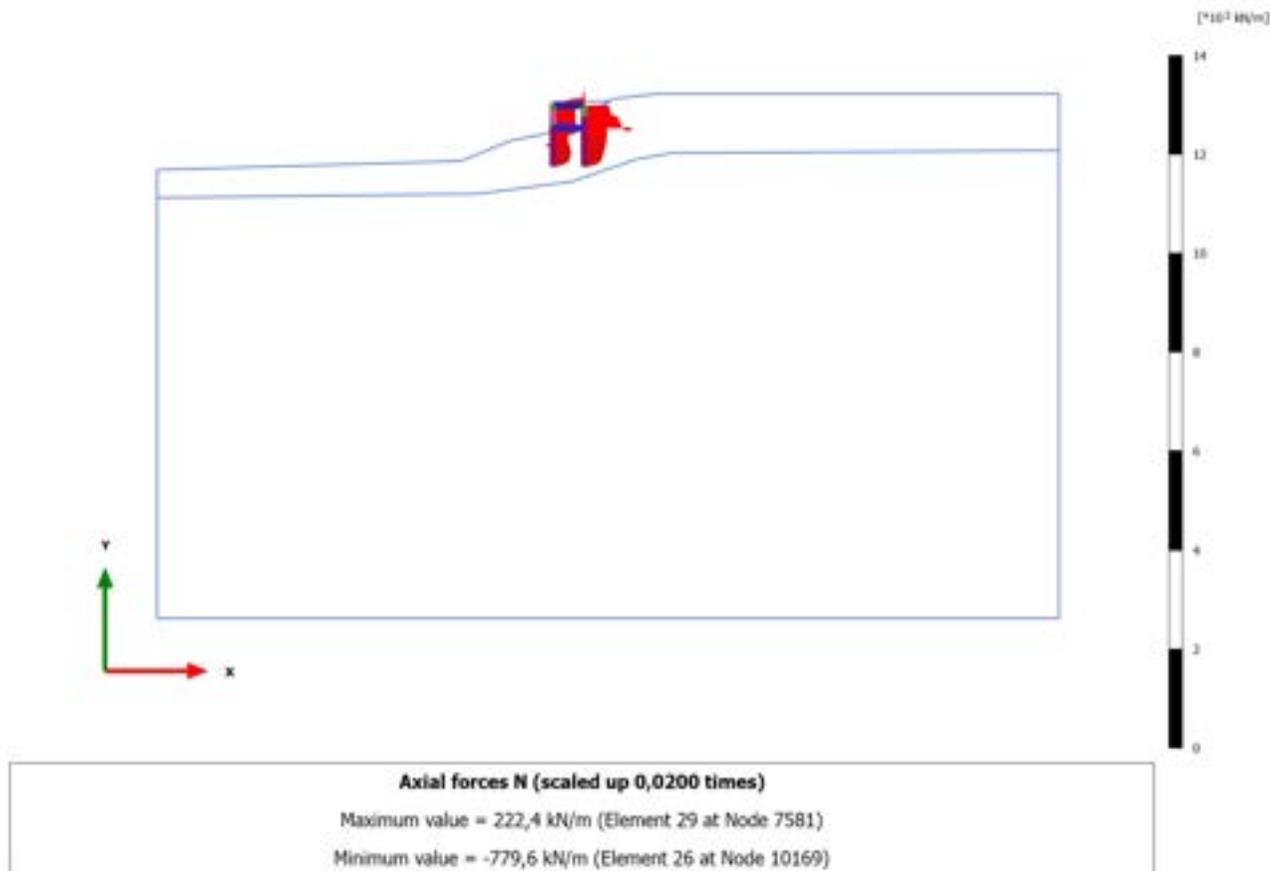
### 3.1.2.3.14 Calculation results, Plate, 10\_SISMICA ++ [Phase\_10] (10/311), Axial forces N



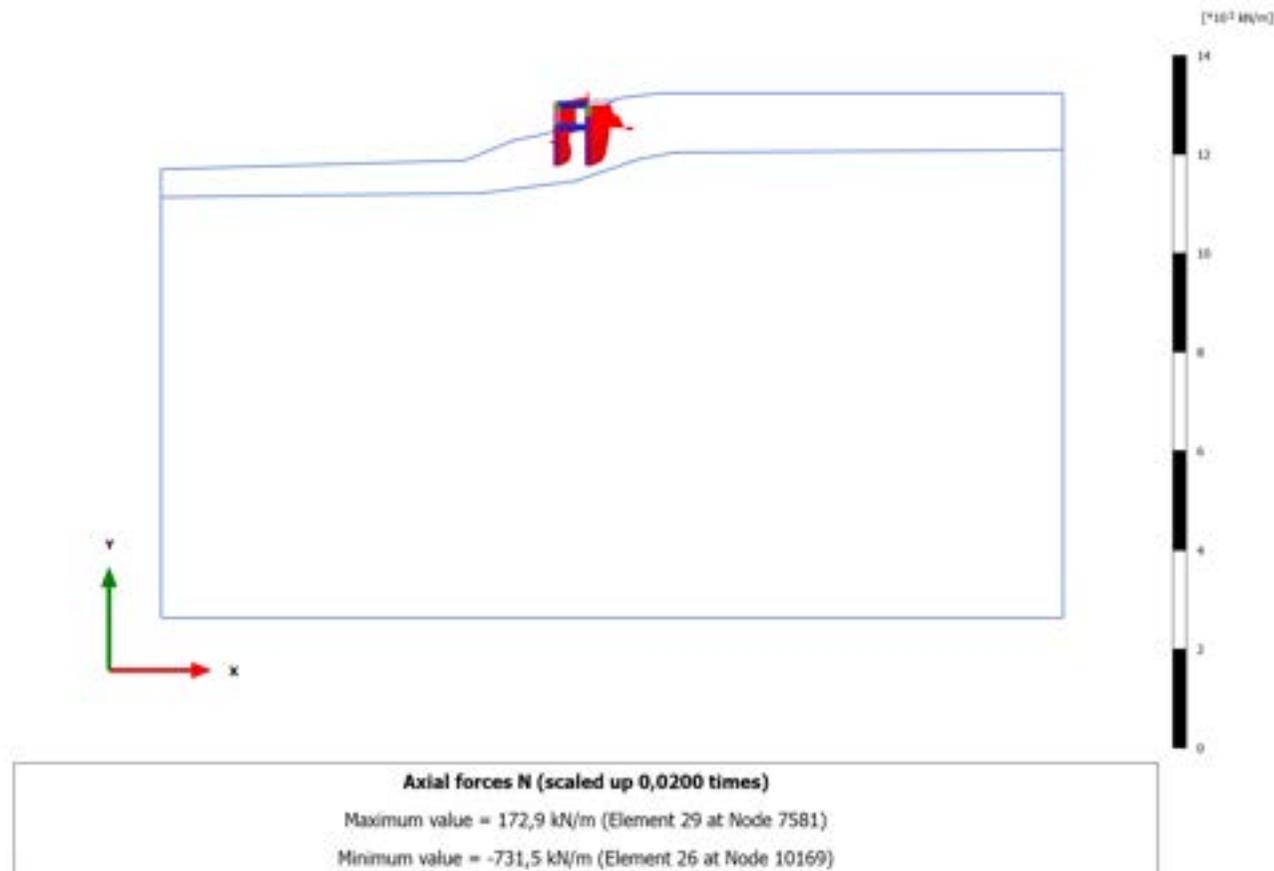
### 3.1.2.3.15 Calculation results, Plate, 12\_SISMICA -+ [Phase\_12] (12/358), Axial forces N



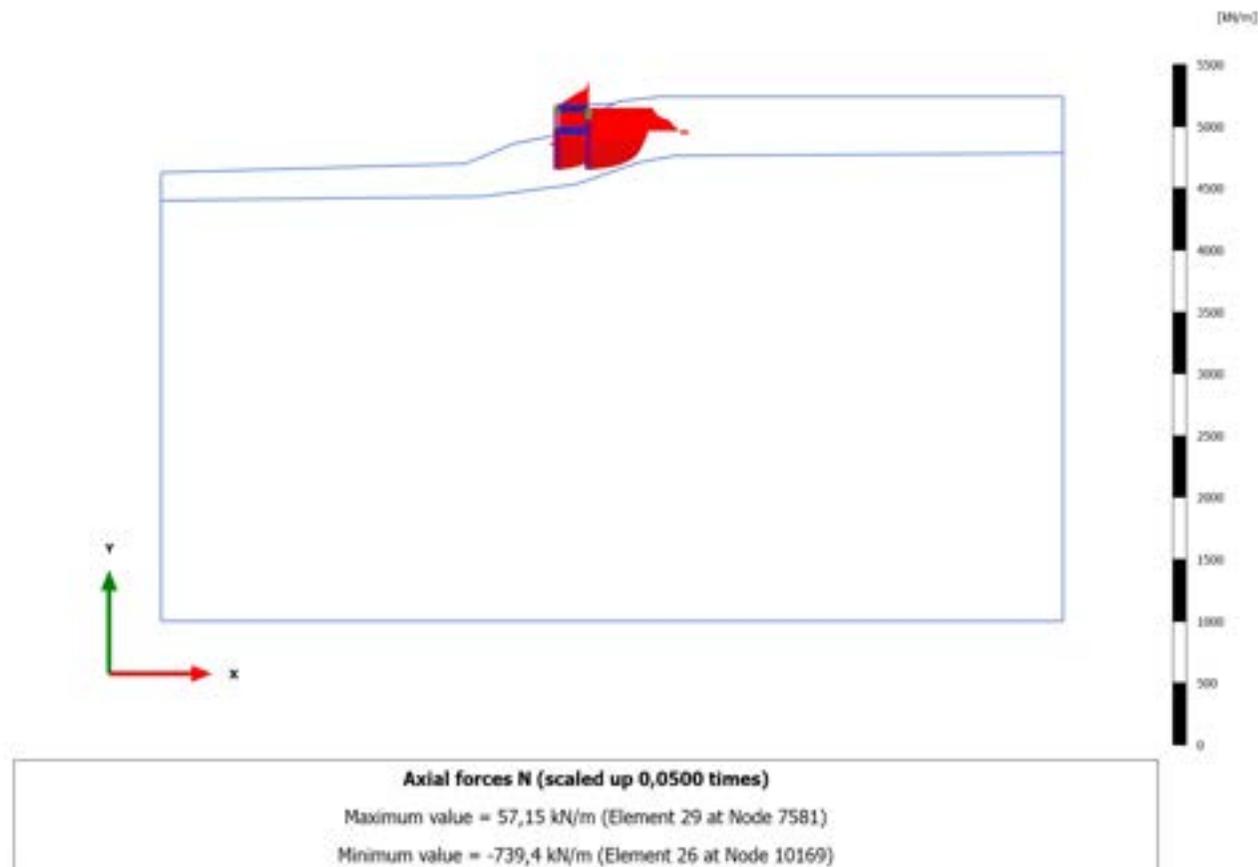
### 3.1.2.3.16 Calculation results, Plate, 10.2\_AS SISMICA ++ [Phase\_19] (19/484), Axial forces N



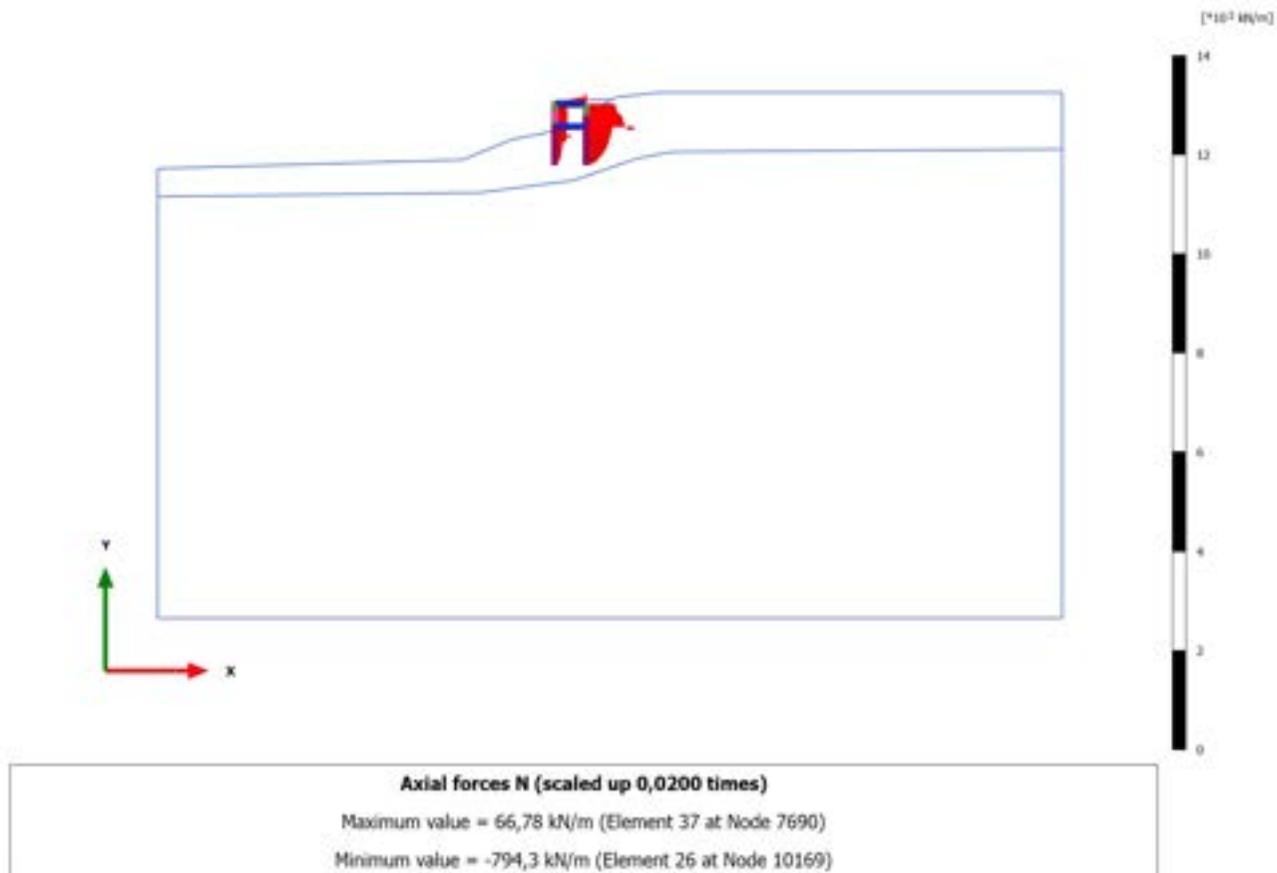
### 3.1.2.3.17 Calculation results, Plate, 11.2\_AS SISMICA +- [Phase\_21] (21/595), Axial forces N



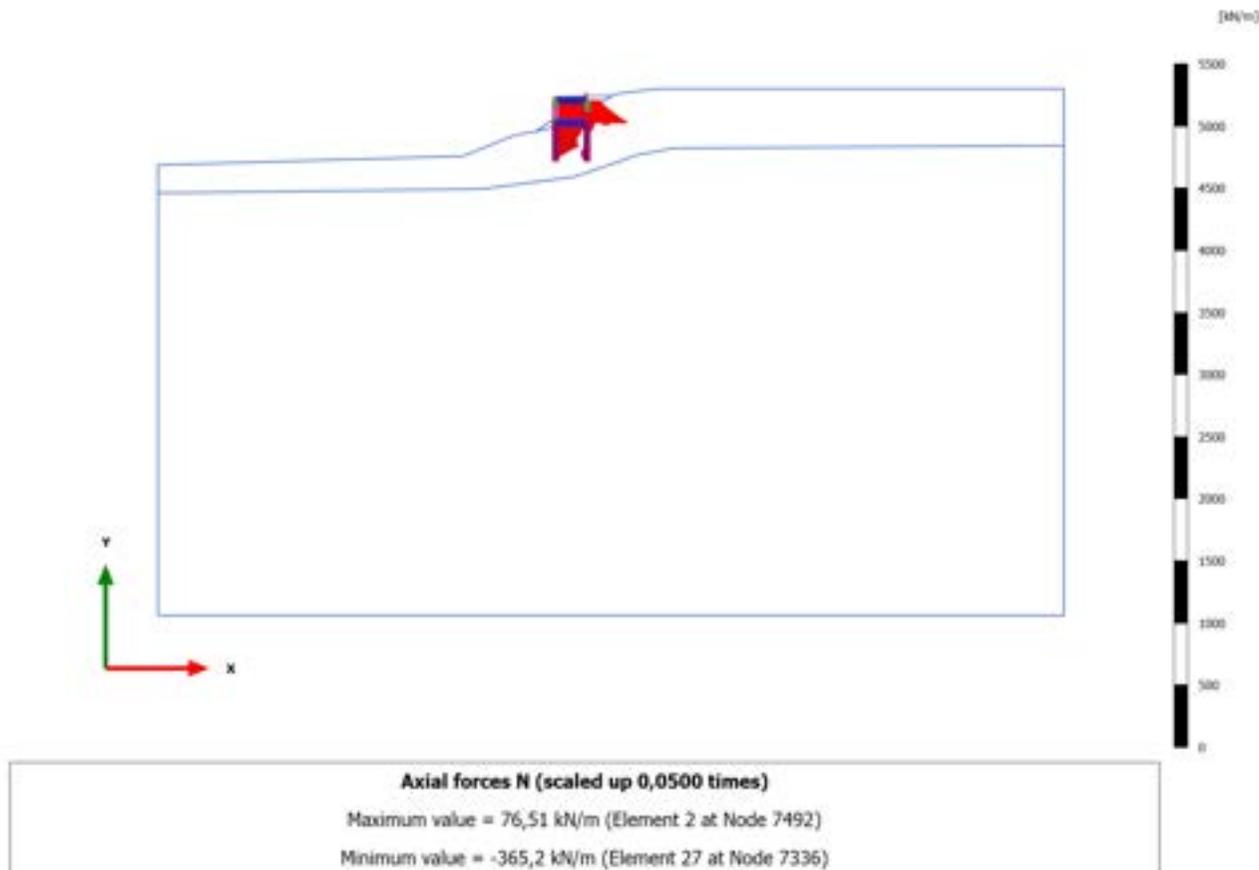
### 3.1.2.3.18 Calculation results, Plate, 12.2\_AS SISMICA -+ [Phase\_23] (23/716), Axial forces N



### 3.1.2.3.19 Calculation results, Plate, 13.2\_AS SISMICA -- [Phase\_25] (25/838), Axial forces N



### 3.1.2.3.20 Calculation results, Plate, 11\_ SISMICA +- [Phase\_11] (11/878), Axial forces N



### 3.1.2.3.21 Calculation results, Plate, 13\_SISMICA -- [Phase\_13] (13/913), Axial forces N

