

**AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA  
NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**COD. UC 162**

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

**RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:**  
Dott. Ing. Antonio GRIMALDI (Progin S.p.A.)

**CAPOGRUPPO MANDATARIA:**



Direttore Tecnico:  
Dott. Ing. Paolo IORIO

**IL GEOLOGO:**  
Dott. Geol. Giovanni CARRA (ART Ambiente Risorse e Territorio S.r.l.)

**MANDANTI:**



Direttore Tecnico  
Dott. Arch. Claudio TURRINI



Direttore Tecnico:  
Dott. Ing. Ivo FRESIA

**IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:**  
Dott. Ing. Michele CURIALE (Progin S.p.A.)

**VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:**  
Dott. Ing. Antonio CITARELLA



Direttore Tecnico:  
Dott. Arch. Pasquale Pisano



Direttore Tecnico  
Dott. Ing. Massimo T. DE IORIO

PROTOCOLLO

DATA  
\_\_20\_\_

**PROGETTO OPERE D'ARTE MINORI**

**SEMISVINCOLO SUD - OS11- PARATIA DI SOSTEGNO IN SX  
RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO**

CODICE PROGETTO

D P U C 1 6 2 D 2 0

NOME FILE

T00OS11STRRE01B

REVISIONE

SCALA:

CODICE  
ELAB.

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

B

-

B	Emissione a seguito istruttoria ANAS	Marzo 2022	M. Piccolo	P. Valente	P. Iorio
A	Emissione definitiva	Maggio 2020	M. Piscitelli	P. Valente	P. Iorio
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

## INDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>DOCUMENTI E NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....</b>	<b>7</b>
4.1	CALCESTRUZZO PER PALI E PER MALTA CEMENTIZIA TIRANTI .....	7
4.2	CALCESTRUZZO PER CORDOLI E FODERE DI RIVESTIMENTO .....	7
4.3	ACCIAIO PER ARMATURE ORDINARIE B450C .....	8
4.4	ACCIAIO PER TREFOLI.....	8
<b>5</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE SISMICA.....</b>	<b>9</b>
5.1	AZIONI SISMICHE.....	9
<b>6</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOTECNICO.....</b>	<b>13</b>
6.1	MODELLO GEOTECNICO DI PROGETTO.....	14
<b>7</b>	<b>CRITERI GENERALI DI MODELLAZIONE ADOTTATI .....</b>	<b>17</b>
7.1	GENERALITÀ.....	17
7.2	METODOLOGIA DI CALCOLO.....	17
<b>8</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI E COMBINAZIONI .....</b>	<b>20</b>
8.1	PESO PROPRIO ELEMENTI STRUTTURALI.....	20
8.2	CARICHI VARIABILI DA TRAFFICO .....	20
8.3	SPINTE IN FASE STATICA .....	20
8.4	COEFFICIENTI SISMICI.....	22
8.5	SOVRASPINTE DEL TERRENO IN FASE SISMICA .....	23
8.6	EFFETTI DELL' AZIONE SISMICA SULLA FALDA .....	23
8.7	COMBINAZIONI DI CARICO.....	24
<b>9</b>	<b>ANALISI E VERIFICHE PARATIE.....</b>	<b>25</b>
9.1	MODELLO DI CALCOLO.....	25
9.2	FASI DI CALCOLO.....	27
9.3	RISULTATI DELLE ANALISI.....	28
9.3.1	Verifica del complesso opera-terreno .....	28
9.3.2	Sollecitazioni, Sforzi e Deformazioni .....	30
9.4	VERIFICA STRUTTURALE PALI .....	33
9.5	VERIFICA STRUTTURALE CORDOLO.....	37
9.6	VERIFICA DEI TIRANTI.....	40
9.7	VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE .....	44
<b>10</b>	<b>TABULATI DI CALCOLO PARATIA OS11.....</b>	<b>45</b>

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO	Pag. 3 DI 110
-----------------------------------	--	------------------

## 1 INTRODUZIONE

La presente relazione è redatta nell'ambito del progetto definitivo del "Nuovo svincolo di Mormanno", previsto sulla autostrada A2 del Mediterraneo (svincoli Nord e Sud).

In particolare la presente relazione di calcolo fa riferimento al dimensionamento geotecnico-strutturale delle opere di sostegno a servizio del tratto di strada in trincea in corrispondenza del ciglio sinistro della deviazione della SS19 del Semisvincolo Sud tra le pk. 0+023.4 e 0+105.7 circa.

## 2 DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

Le opere di sostegno sono costituite da paratie di pali  $\Phi 1000$  ad interasse di 1.20m, collegati in testa da un cordolo in c.a. di dimensioni 1.20 x 1.00m (bxh). Le paratie sono vincolate in testa da un'ordine di tiranti e presentano pali di lunghezza pari a 15m.

Nel seguito si riportano alcune immagini rappresentative dell'opera in esame rimandando agli elaborati grafici di riferimento per ulteriori approfondimenti.

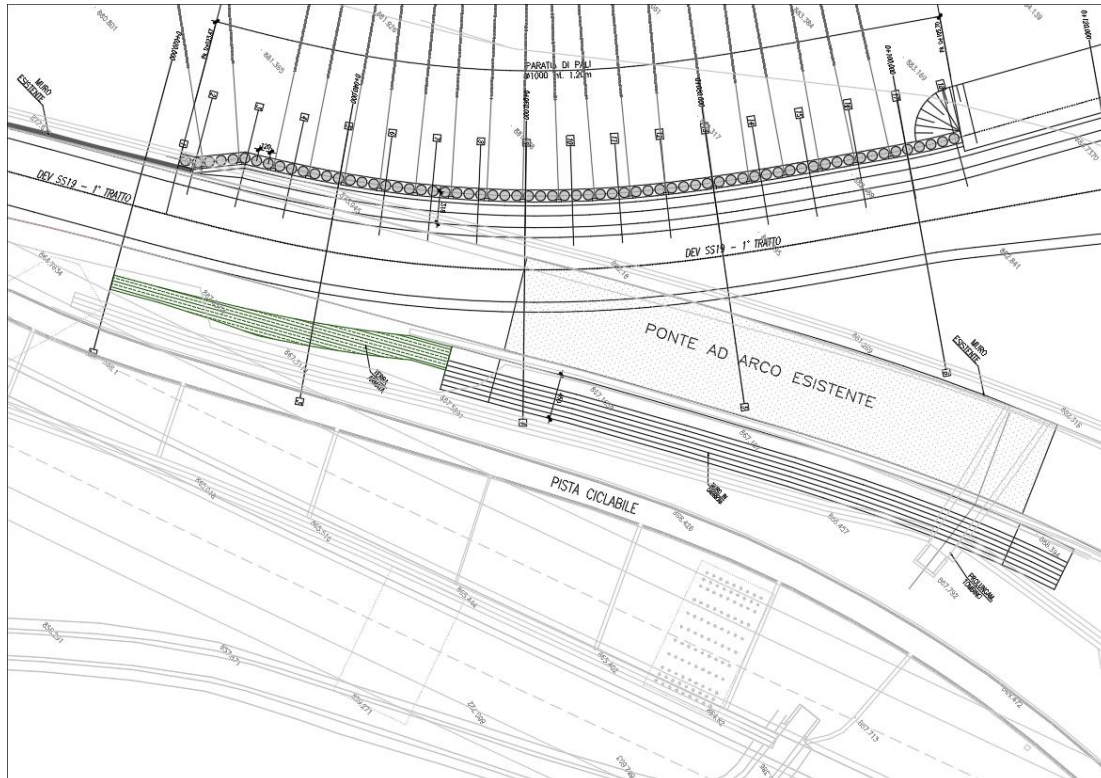


Figura 1 - Inquadramento planimetrico

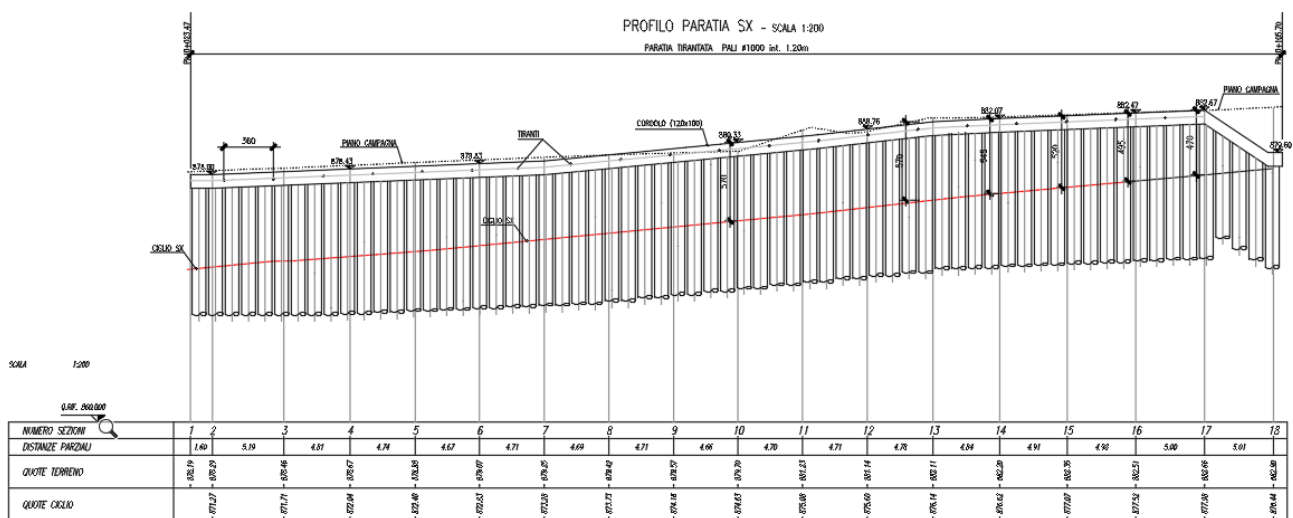


Figura 2 - Sviluppo longitudinale



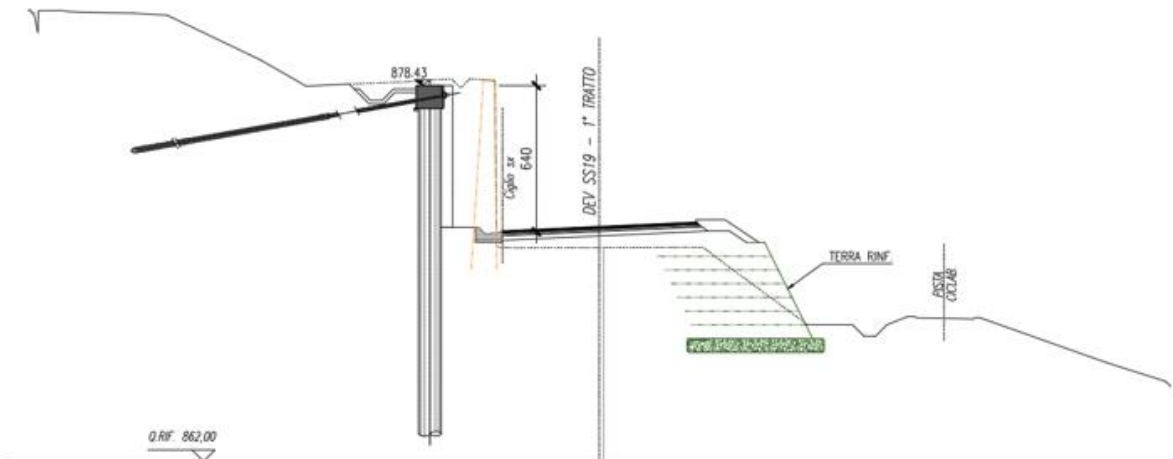


Figura 3 – Sezione trasversale

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO	Pag. 6 DI 110
-----------------------------------	--	------------------

### 3 DOCUMENTI E NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Di seguito è riportato l'elenco delle Normative e dei Documenti assunti come riferimento per il progetto delle opere trattate nell'ambito del presente documento:

- Rif. [1] Ministero delle Infrastrutture dei Trasporti, DM 17 gennaio 2018 – Aggiornamento delle «Norme Tecniche per le Costruzioni» (GU n. 42 del 20 febbraio 2018).
- Rif. [2] Circolare Applicativa n 7 del 21 gennaio 2019 (GU n.35 del 11-2-2019 – Suppl. Ordinario n. 5.).
- Rif. [3] UNI 11104: Calcestruzzo: Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1.

## 4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Le caratteristiche dei materiali sono ricavate con riferimento alle indicazioni contenute nei capitoli 4 e 11 del D.M. 17 gennaio 2018. Nelle tabelle che seguono sono indicate le principali caratteristiche.

### 4.1 CALCESTRUZZO PER PALI E PER MALTA CEMENTIZIA TIRANTI

Classe d'esposizione	C30/37
XC2 – XA1	$f_{ck} \geq 30 \text{ MPa}$ $R_{ck} \geq 37 \text{ MPa}$

In accordo con le norme vigenti, risulta per il materiale in esame:

Resistenza caratteristica cubica a 28 giorni	$R_{ck}$	<b>37</b>	$\text{N/mm}^2$
Resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	30,71	$\text{N/mm}^2$
Valore medio della resistenza cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	38,71	$\text{N/mm}^2$
Resistenza di calcolo breve durata	$f_{cd} \text{ (Breve durata)} = f_{ck} / 1.5$	20,47	$\text{N/mm}^2$
Resistenza di calcolo lunga durata	$f_{cd} \text{ (Lungo durata)} = 0.85 f_{cd}$	17,40	$\text{N/mm}^2$
Resistenza media a trazione assiale	$f_{ctm} = 0.3 (f_{ck})^{2/3} [R_{ck} < 50/60]$	2,94	$\text{N/mm}^2$
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk 0,05} = 0.7 f_{ctm}$	2,06	$\text{N/mm}^2$
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{ctm} = 1.2 f_{ctm}$	3,53	$\text{N/mm}^2$
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd} = f_{ctk 0,05} / 1.5$	1,37	$\text{N/mm}^2$
Modulo di Young	$E = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$	33019	$\text{N/mm}^2$

### 4.2 CALCESTRUZZO PER CORDOLI E FODERE DI RIVESTIMENTO

Classe d'esposizione	C32/40
XC4	$f_{ck} \geq 30 \text{ MPa}$ $R_{ck} \geq 37 \text{ MPa}$

In accordo con le norme vigenti, risulta per il materiale in esame:

Resistenza caratteristica cubica a 28 giorni	$R_{ck}$	<b>40</b>	$\text{N/mm}^2$
Resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	33,20	$\text{N/mm}^2$
Valore medio della resistenza cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	41,20	$\text{N/mm}^2$
Resistenza di calcolo breve durata	$f_{cd} \text{ (Breve durata)} = f_{ck} / 1.5$	22,13	$\text{N/mm}^2$
Resistenza di calcolo lunga durata	$f_{cd} \text{ (Lungo durata)} = 0.85 f_{cd}$	18,81	$\text{N/mm}^2$
Resistenza media a trazione assiale	$f_{ctm} = 0.3 (f_{ck})^{2/3} [R_{ck} < 50/60]$	3,10	$\text{N/mm}^2$
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk 0,05} = 0.7 f_{ctm}$	2,17	$\text{N/mm}^2$
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{ctm} = 1.2 f_{ctm}$	3,72	$\text{N/mm}^2$
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd} = f_{ctk 0,05} / 1.5$	1,45	$\text{N/mm}^2$
Modulo di Young	$E = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$	33643	$\text{N/mm}^2$

### 4.3 ACCIAIO PER ARMATURE ORDINARIE B450C

B450 C (controllato in stabilimento)

$f_{yk}$  = 450 MPa tensione caratteristica di snervamento

$f_{yd}$  =  $f_{yk} / 1.15 = 391$  MPa tensione caratteristica di calcolo

$E_s$  = 210000 MPa modulo elastico

Stato limite di esercizio SLE RARA:  $\sigma_s = 0.8 f_{yk} = 360$  MPa

### 4.4 ACCIAIO PER TREFOLI

Tensione caratteristica di rottura:	$f_{ptk}$	1860	N/mm <sup>2</sup>
Tensione caratteristica all'1 % di deformazione totale:	$f_{p(1)k}$	1670	N/mm <sup>2</sup>
Allungamento sotto carico massimo:	$A_{gt}$	3.50	%
Modulo di Elasticità:	$E_s$	210000	N/mm <sup>2</sup>
Coefficienti parziale per le verifiche agli SLU:	$\gamma_s$	1.15	-
Resistenza di Calcolo	$f_{yd} = f_{p(1)k} / \gamma_s$	1452	N/mm <sup>2</sup>

## 5 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

### 5.1 AZIONI SISMICHE

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati dalle NTC 2018, si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione. Essa costituisce l’elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza  $PV_R$ , nel periodo di riferimento  $V_R$ . In alternativa è ammesso l’uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica del sito.

Le NTC 2018 stabiliscono che le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $PV_R$ , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- $a_g$ : accelerazione orizzontale massima al sito;
- $F_0$ : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T^*c$ : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

In allegato alla norma, per tutti i siti considerati, sono forniti i valori di  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T^*c$  necessari per la determinazione delle azioni sismiche.

L’area di studio è individuata dalle coordinate (ED50) Lat: 39,88322204° Long: 16,01221869° e ricade pertanto all’interno del reticolo di riferimento tra i 4 vertici indicati nella Figura 4 per i quali le NTC definiscono i parametri necessari per definire l’azione sismica.

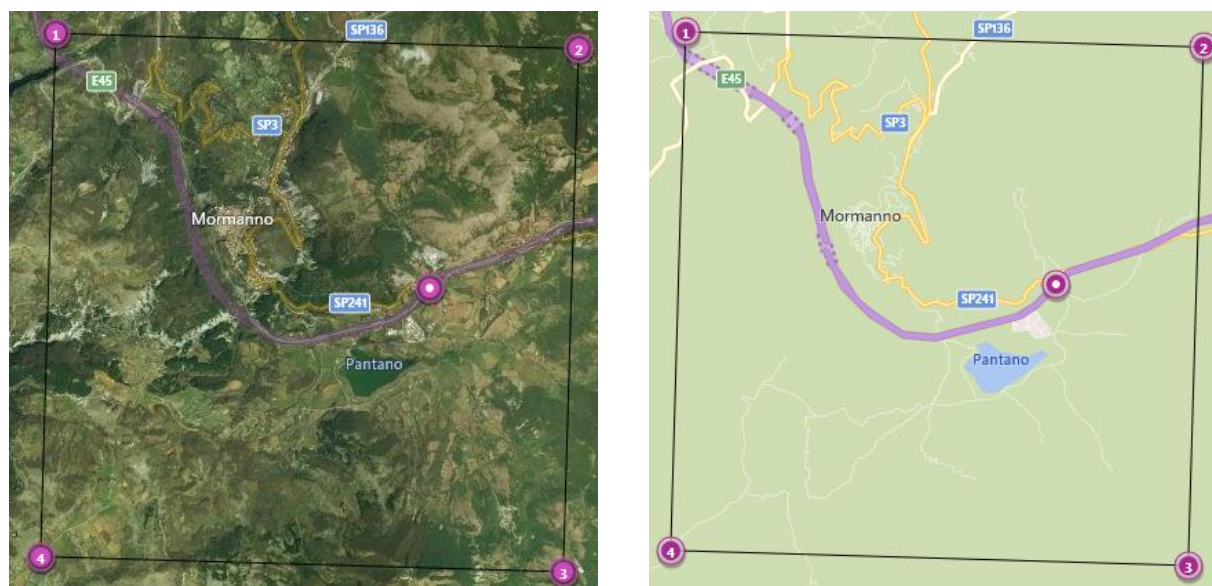


Figura 4 - Rappresentazione dei punti della maglia del reticolo di riferimento riportati nella Tab.1 allegata alle NTC 2018

La classificazione dell'area rispetto alle zone sismiche, ai sensi dell'Ord. 3519/2006, individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale su terreno rigido ( $a_g$ ) con probabilità di superamento del 10% (SLV) in 100 anni (periodo di riferimento VR), è attribuibile alla **Zona 2**.

La seguente Tabella 1 riporta i parametri sismici relativi all'area di intervento, così come definiti dalle NTC 2018:

Tabella 1 - Parametri sismici dell'area di intervento (Tabella 1 allegata alle NTC 2018)

Stato limite	Tr [anni]	$A_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_c^*$ [s]
SLO	60	0,086	2,350	0,300
SLD	101	0,115	2,325	0,321
SLV	949	0,339	2,355	0,393
SLC	1950	0,442	2,446	0,423

Per quanto riguarda inoltre la definizione dei coefficienti sismici sono state operate a livello preliminare le seguenti classificazioni tipologiche sia per quanto concerne l'opera in progetto, sia per quanto riguarda la stratigrafia del sito di edificazione.

In primo luogo, è stata definita a livello preliminare la classe prevalente delle opere, facendo riferimento alla IV Classe, così come definita dalle NTC 2018.

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO	Pag. 11 DI 110
-----------------------------------	--	-------------------

*Tabella 2 - Classi degli edifici secondo le NTC 2018*

Classe	Descrizione
Classe	Descrizione
I.	Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
II.	Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
III.	Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
IV.	Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

È stata quindi definita la "Vita nominale" dell'opera, facendo riferimento al valore di **50 anni**, così come definito dalle dalle NTC 2018 (Tabella 3).

*Tabella 3 Vita nominale delle opere secondo le NTC 2018*

Tipo opera	Vita Nominale
Opere provvisorie	≤10,
Opere ordinarie	≥50,
Grandi opere	≥100

È stata inoltre definita, sempre con riferimento ai criteri classificativi introdotti dalle NTC, e alle caratteristiche stratigrafiche individuate, la categoria di sottosuolo del sito di edificazione, facendo riferimento alla **Categoria A** (MASW Me31\_1), così come definita dalle NTC (Tabella 4).

*Tabella 4 Categorie di sottosuolo secondo le NTC 2018*

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Per quanto riguarda infine la definizione della categoria topografica dell'area in esame è stato fatto riferimento alla categoria T1 in ragione della morfologia dell'area e così come definita dalle NTC 2018 (Tabella 5).

<p>RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO</p>	<p>AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO</p>	<p>Pag. 12 DI 110</p>
---	--	---------------------------

Tabella 5 *Categorie topografiche secondo le NTC 2018*

<b>Categoria</b>	<b>Caratteristiche della superficie topografica</b>
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$



## 6 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

La definizione delle unità geotecniche e geomeccaniche è stata impostata partendo in primo luogo dal modello geologico ottenuto dalle risultanze dei rilievi di terreno e dei sondaggi a carotaggio continuo. Tale modello è illustrato nei profili e sezioni geologiche.

Nel seguito si riporta la classificazione delle unità geotecniche interessate dalle opere e la correlazione tra unità geotecniche definite per le litologie interessate dal tracciato e le corrispondenti unità geologiche.

Tabella 6: Correlazione tra unità geotecniche-geomeccaniche e unità geologiche attraversate dal tracciato

Unità Geotecnica/ geomeccanica	Litologia	Unità geologica associata
R	Terreni di riporto e terreni vegetali	R
AL1	Depositi alluvionali: ghiaie e sabbie grossolane	Alr
LI	Depositi lacustri indifferenziati	FL, Ala, Alr
DC2p	Rocce calcaree fratturate ed alterate, condizioni profonde	BC, BG, D, Tr
DC2s	Rocce calcaree fratturate ed alterate, condizioni superficiali	BC, BG, D, Tr
DC3p	Rocce calcaree milonizzate (zona di faglia), condizioni profonde	BC, BG, D
DC3s	Rocce calcaree milonizzate ed alterate, condizioni superficiali	BC, BG, D

Ciascuna unità geotecnica e geomeccanica è stata distinta in base ad un'elaborazione dei dati delle campagne geognostiche, delle analisi a ritroso e dei dati da letteratura che ha consentito di valutare il campo di variabilità dei parametri geotecnici da utilizzarsi per i calcoli di progetto.

Si precisa che i parametri di calcolo di seguito riportati derivano dall'elaborazione statistica di tutte le indagini eseguite nell'ambito dei lavori di completamento della autostrada 2 dell'intero macrolotto (DG28, DG29, DG30 e DG31).

I parametri geotecnici riportati di seguito sono stati utilizzati per il dimensionamento e verifica delle opere del nuovo svincolo di Mormanno. Per ulteriori dettagli si rimanda alla relazione geotecnica generale.

## 6.1 MODELLO GEOTECNICO DI PROGETTO

Ai fini della modellazione stratigrafica per l'opera in esame, dato che la paratia di pali si pone in sostituzione al muro esistente, si è assunto terreno da rilevato antropico fino ad una profondità pari a circa metà altezza del muro, ovvero fino ad una profondità di 9,5m da testa paratia.

Al di sotto di esso è presente invece l'unità BG come rilevato dal sondaggio Se 31\_02-Pz il quale rileva inoltre un livello di falda a quota fondo piezometro (circa 29 m da p.c.locale). In fase di analisi il livello di falda è stato assunto ad una profondità pari a -20m da testa pali.

A ciascuna unità sono stati attribuiti dei valori dei parametri fisico – meccanici di calcolo utili ai fini delle analisi da effettuare, tenendo conto di quanto specificato per ciascuna di esse dalla caratterizzazione geotecnica generale. In particolare si ha:

PARAMETRI ASSUNTI IN PROGETTO						
Unità	$\gamma$	$c'$	$\varphi'$	E	E'	Eur
	[kN/m <sup>3</sup> ]	[MPa]	[°]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
<b>Ra</b>	19	0	32	500	100	300
<b>BG</b>	27	100	37	2000	500	800

Dove E' è il moduli di deformabilità "operativo" da adottare per le opere di sostegno e per le fondazioni, assunto pari a 1/3÷1/5 di quello iniziale (E0). Mentre Eur è il modulo di ricarica pari a 1,6 – 3,0 volte il modulo E'.

Per la verifica a sfilamento della fondazione dei tiranti, in considerazione della tecnologia realizzativa e delle caratteristiche geotecniche del mezzo al contorno, la resistenza caratteristica a sfilamento all'interfaccia bulbo di ancoraggio-terreno è stata valutata secondo le indicazioni di Bustamante e Doix (1985) e Viggiani (1999) assumendo le seguenti caratteristiche dei terreni:

PARAMETRI PER VERIFICA TIRANTI				
Unità	Tipo Iniezione	N <sub>SPT</sub>	$\alpha$	$\tau$
		[-]	[-]	[kPa]
<b>Ra</b>		Non presenti		
<b>BG</b>	IRS	40	1.2	190

I valori dei coefficienti  $\alpha$  sono riportati nella tabella riportata nel seguito:

Tab. 6.4 - Valori del coefficiente  $\alpha_d$  per la stima del diametro reale della fondazione dell'ancoraggio

Terreno	Valori del coefficiente $\alpha_d$		Quantità minima di miscela consigliata Vs	Rapporto A/C
	IRS ( $p_i \geq p_i$ )	IGU ( $p_i < p_i$ )		
Ghiaia	1,8	1,3 ÷ 1,4	1,5 Vs	1,7 ÷ 2,4
Ghiaia sabbiosa	1,6 ÷ 1,8	1,2 ÷ 1,4	1,5 Vs	
Sabbia ghiaiosa	1,5 ÷ 1,6	1,2 ÷ 1,3	1,5 Vs	
Sabbia grossa	1,4 ÷ 1,5	1,1 ÷ 1,2	1,5 Vs	
Sabbia media	1,4 ÷ 1,5	1,1 ÷ 1,2	1,5 Vs	
Sabbia fine	1,4 ÷ 1,5	1,1 ÷ 1,2	1,5 Vs	
Sabbia limosa	1,4 ÷ 1,5	1,5 ÷ 2,0	IRS: (1,5 ÷ 2) Vs; IGU: 1,5 Vs	
Limo	1,4 ÷ 1,6	1,1 ÷ 1,2	IRS: 2 Vs; IGU: 1,5 Vs	1,7 ÷ 2,4
Argilla	1,8 ÷ 2,0	1,2	IRS: (2,5 ÷ 3) Vs; IGU: (1,5 ÷ 2) Vs	
Marna	1,8	1,1 ÷ 1,2	(1,5 ÷ 2) Vs per strati compatti	1,7 ÷ 2,4
Calcari marnosi	1,8	1,1 ÷ 1,2	(2 ÷ 6) Vs o più per strati fratturati	
Calcari alterati o fratturati	1,8	1,1 ÷ 1,2		
Roccia alterata e/o fratturata	1,2	1,1	(2÷6) Vs o più per strati poco fratturati 2 Vs o più per strati fratturati	1,7 ÷ 2,4
IRS: iniezione ad alta pressione a più stadi e ripetuta IGU: iniezione a bassa pressione in unica soluzione $p_i$ : pressione limite dalla prova pressiometrica Menard $p_i$ : pressione di iniezione			$V_s = L_f D_s^2 / 4$ $L_f$ : lunghezza della fondazione $D_s$ : diametro reale della fondazione	
<i>Nota: nella tabella sono riportati i valori teorici della quantità in volume della miscela di iniezione nelle diverse condizioni operative ed il rapporto acqua cemento ottimale (da Bustamante e Doix, 1985)</i>				

Tabella 7 – Valore del coefficiente  $\alpha$  e di Vs per i vari tipi di terreno e tipologie di iniezione

Mentre i valore delle tensioni tangenziali unitarie  $\tau$  assunti, sono ricavati in funzione delle  $N_{SPT}$  ricavati dalle indagini, dalla consultazione degli abachi di Bustamante e Doix. In particolare:

- Unità R (iniezione IRS) : Curva SG.1 degli abachi
- Unità DC2s (iniezione IRS) : Curva R.1 degli abachi

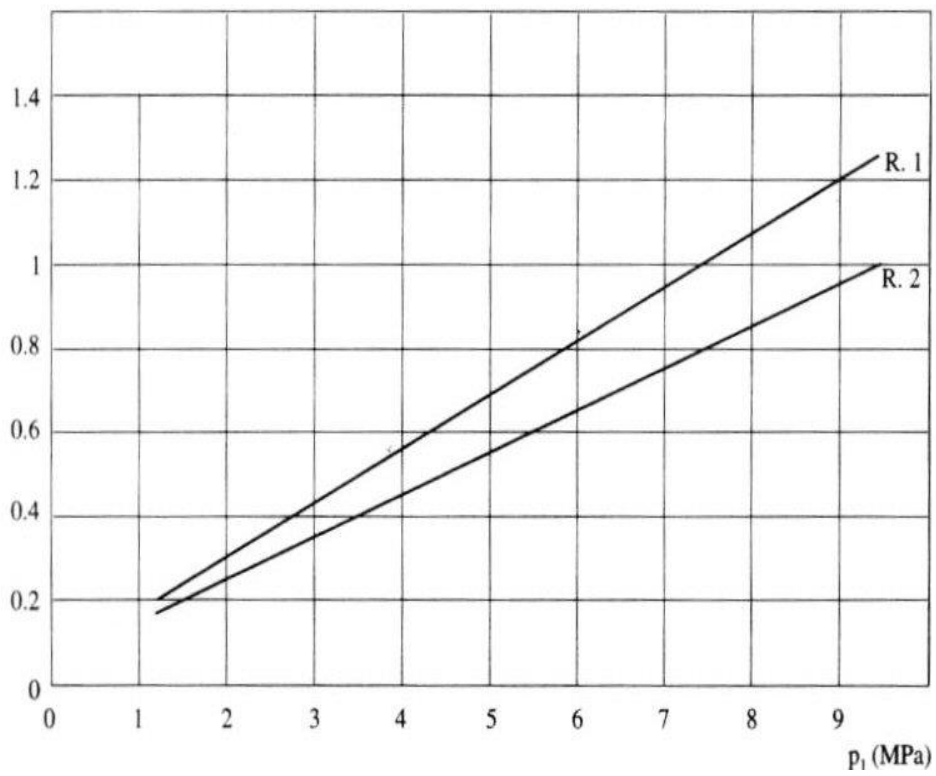
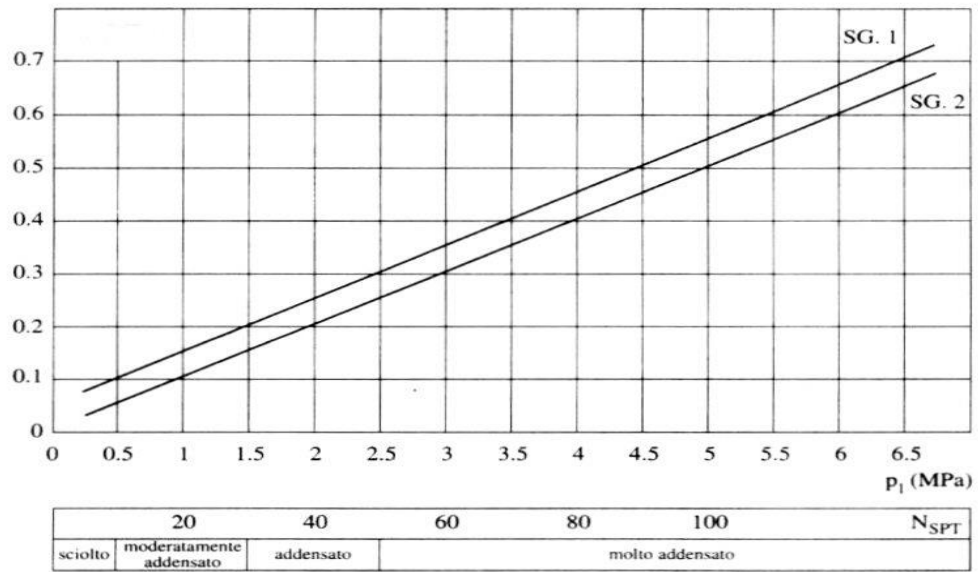


Figura 5 – Abachi di bustamento e Doix

## 7 CRITERI GENERALI DI MODELLAZIONE ADOTTATI

### 7.1 GENERALITÀ

Le analisi finalizzate al dimensionamento delle paratie trattate nell'ambito del presente documento, sono state condotte con il programma di calcolo "Paratie Plus" della HarpaCeas s.r.l. di Milano Version 20.0

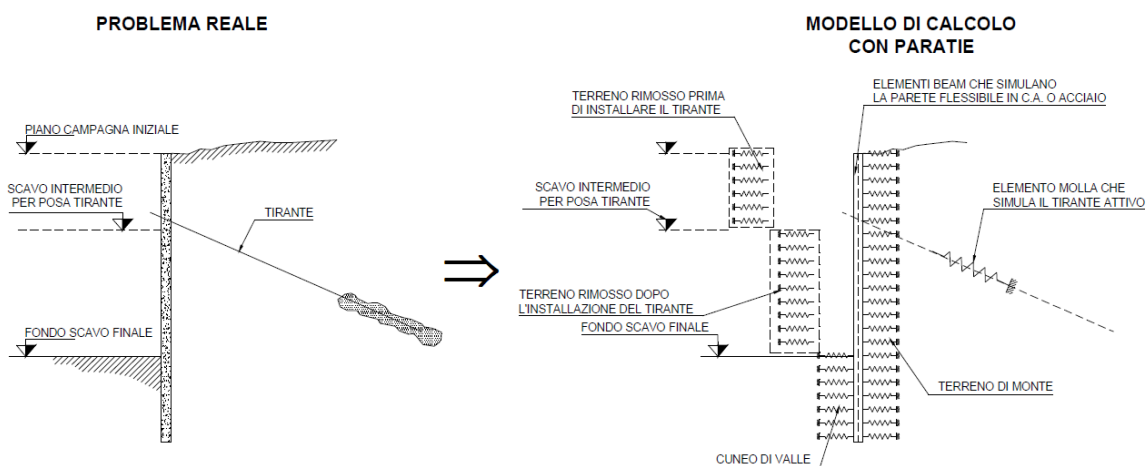
### 7.2 METODOLOGIA DI CALCOLO

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

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

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

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



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

A tal riguardo, l'interazione fra la paratia e il terreno, è simulata modellando la prima con elementi finiti caratterizzati da una rigidezza flessionale ed il secondo con molle elasto-plastiche connesse ai nodi della paratia di rigidezza proporzionale al modulo di rigidezza del terreno. Inoltre, è possibile modellare eventuali elementi di sostegno della paratia (tiranti, puntoni) con molle dotate di opportuna rigidezza.

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO	Pag. 18 DI 110
-----------------------------------	--	-------------------

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

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

dove:

$E_m$  modulo elastico del materiale costituente la paratia

$J_p$  inerzia della sezione della paratia

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

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

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

ove  $E$  è un modulo di rigidità del terreno mentre  $L$  è una grandezza geometrica caratteristica. Poiché nel programma PARATIE le molle sono posizionate a distanze finite  $\Delta$ , la rigidità di ogni molla è:  $k=E\Delta/L$

Il valore di  $\Delta$  è fornito dalla schematizzazione ad elementi finiti.

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

<p>in zona attiva (uphill):</p> $L_A = \frac{2}{3} \ell_A \tan(45^\circ - \phi' / 2)$ <p>Dove: <math>\ell_A = \min\{l, 2H\}</math>;</p>	<p>in zona passiva (downhill):</p> $L_P = \frac{2}{3} \ell_P \tan(45^\circ + \phi' / 2)$ <p>Dove: <math>\ell_P = \min\{l - H, H\}</math></p>
---	--

con

$l$  = altezza totale della paratia

$H$  = altezza corrente dello scavo.

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO	Pag. 19 DI 110
-----------------------------------	--	-------------------

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

Il programma consente di seguire le fasi evolutive degli scavi a valle dell'opera, determinando, per ciascuna fase di scavo prevista, la deformata dell'opera e le sollecitazioni e gli stati tensionali nel terreno con essa interagente.

Il software consente di tener conto anche della presenza di vincoli lungo la paratia, sia di tipo elastico (molle /tiranti) che di tipo rigido.

La presenza dei tiranti viene infine schematizzata dal software come dei vincoli elastici, la cui deformabilità dipende dalle caratteristiche della sezione resistente in acciaio dei tiranti e dalla lunghezza libera degli stessi, eventualmente incrementata di una quantità funzione dell'efficienza ( $\leq 1$ ) associata al bulbo di ancoraggio.

## 8 ANALISI DEI CARICHI E COMBINAZIONI

Nel presente paragrafo si descrivono i criteri di valutazione delle azioni sollecitanti le opere di sostegno e relative combinazioni di calcolo adottate, in ossequio alle prescrizioni normative.

### 8.1 PESO PROPRIO ELEMENTI STRUTTURALI

I pesi degli elementi strutturali sono dedotti utilizzando un peso di volume del calcestruzzo pari a 25 kN/m<sup>3</sup>.

### 8.2 CARICHI VARIABILI DA TRAFFICO

Le opere di sostegno oggetto di dimensionamento sono soggette alle azioni accidentali da traffico stradale. I carichi variabili associati al passaggio dei veicoli sono schematizzati, ai fini del calcolo, con dei carichi uniformi, su una larghezza complessiva pari alla dimensione della pavimentazione stradale e valore pari a 20 kN/m.

### 8.3 SPINTE IN FASE STATICA

Le spinte agenti sull'opera di sostegno in fase statica dipendono direttamente dalla situazione geostatica e dai parametri di resistenza del terreno.

In particolare la pressione fondamentale dell'analisi è la  $\sigma'_h$  che lo scheletro solido del terreno esercita sulla struttura di sostegno che dipende dagli spostamenti che essa subisce per effetto di  $\sigma'_h$  stessa ovvero dipende dall'interazione fra la struttura ed il terreno a tergo dell'opera.

<p>Nel caso in cui la struttura subisca uno spostamento verso valle, la <math>\sigma'_h</math> sul paramento di monte può essere calcolata come:</p> $\sigma'_h_a = K_a \sigma'_v - 2c'(K_a)^{0.5} \quad \text{pressione attiva}$ <p>dove:</p> <p><math>K_a</math> = coefficiente di spinta attiva;</p> <p><math>\sigma'_v</math> = tensione verticale efficace alla generica profondità</p> <p><math>c'</math> = coesione efficace.</p>	<p>Nel caso in cui la struttura subisca uno spostamento verso monte, la <math>\sigma'_h</math> sul paramento di monte può essere calcolata come:</p> $\sigma'_h_p = K_p \sigma'_v + 2c'(K_p)^{0.5} \quad \text{pressione passiva}$ <p>dove:</p> <p><math>K_p</math> = coefficiente di spinta passiva;</p> <p><math>\sigma'_v</math> = tensione verticale efficace alla generica profondità</p> <p><math>c'</math> = coesione efficace.</p>
--	--

In condizioni statiche,  $K_a$  e  $K_p$  sono funzione dell'angolo di attrito efficace dello scheletro solido  $\varphi'$ , dell'angolo di attrito fra struttura e terreno  $\delta$  dell'inclinazione  $\beta$  del paramento di monte della struttura di sostegno e dell'inclinazione  $i$  del terrapieno a tergo dell'opera .



Fra le varie formulazioni proposte per il calcolo di  $K_a$  e  $K_p$  in letteratura, si è fatto riferimento a quelle proposte da Coulomb [1773], per il calcolo del  $K_a$  e di Lancellotta (2002) per il calcolo del Coefficiente  $K_p$  di cui in seguito si riportano le espressioni generali:

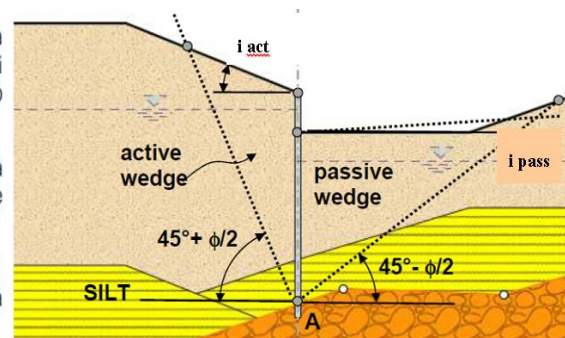
$$k_a = \frac{\cos^2(\varphi' - \beta)}{\cos^2(\beta) \cos(\delta + \beta) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \varphi') \sin(\varphi' - i)}{\cos(\delta + \beta) \cos(i - \beta)}} \right]^2} \quad K_P = \left[ \frac{\cos \delta}{1 - \sin \phi'} \left( \cos \delta + \sqrt{\sin^2 \phi' - \sin^2 \delta} \right) \right] e^{2\theta_P \tan \phi'}$$

$$\theta_P = \arcsin\left(\frac{\sin \delta}{\sin \phi'}\right) + \delta$$

In considerazione del fatto che nell'ambito dei modelli oggetto di analisi, i terrapieni spingenti sulle opere sono caratterizzati da alternanze stratigrafiche tra formazioni diverse in termini di parametri fisico meccanici, la determinazione dei coefficienti di spinta  $K_a$  e  $K_p$  viene effettuata per ciascuna unità tenendo conto del relativo angolo d'attrito  $\varphi'$  e quindi del valore dell'angolo d'attrito terra muro  $\delta$ , posto in generali pari  $0.6\varphi'$ , a meno della fase sismica, ove si assume in ogni caso  $\delta=0$ .

Il valore di inclinazione del piano limite del terrapieno  $i$  da considerare nella valutazione dei coefficienti di spinta, è funzione della zona di estensione del potenziale cuneo di spinta agente sull'opera. Tale valore assume un valore diverso per ciascuno strato, è viene valutato automaticamente nel software di calcolo utilizzato secondo la procedura sinteticamente illustrata nel seguito con riferimento allo strato "SILT" (in giallo):

- dal punto A più basso dello strato in corrispondenza della parete, si traccia la linea di rottura piana corrispondente al cuneo di mobilitazione in spinta attiva (o passiva) secondo la teoria di Coulomb, senza considerare attrito terra-muro, fino a raggiungere la linea di scavo (o piano campagna);
- si determina quindi un ipotetico cuneo di terreno mobilitato, compreso tra il punto A e la sommità del tratto non esposto della parete: tale cuneo sarà delimitato superiormente da una superficie irregolare;
- calcolata l'area di tale cuneo, si calcola una superficie piana equivalente (inclinata di  $i$  sull'orizzontale) tale che l'area del triangolo equivalente sia pari all'area del cuneo prima determinato.



- Schema di valutazione delle pendenze equivalenti del piano limite per ciascuno strato -

In presenza di falda, occorre inoltre tener conto, alla generica profondità, dell'ulteriore contributo di spinta attiva associato a quest'ultima, che può essere espressa come segue

$$\sigma_w = \gamma_w h_w$$

-  $\gamma_w$  = peso unità di volume dell'acqua  
-  $h_w$  = battente idraulico alla quota considerate.

## 8.4 COEFFICIENTI SISMICI

Il § 7.11.6.3 del DM 17.01.18, precisa che l'analisi delle paratie in condizioni sismiche, può essere eseguita con metodi di analisi dinamica oppure mediante metodi pseudostatici; nel caso in esame si è fatto ricorso all'utilizzo delle formulazioni proposte dalla normativa in quest'ultimo caso, dove gli effetti dell'azione sismica sull'opera nonché sul terreno e sulla falda con essa interagente, sono valutabili attraverso le accelerazioni equivalenti orizzontale ( $a_h$ ) e verticale ( $a_v$ ). Nello specifico, risulta:

$$a_h = k_h \cdot g = \alpha \cdot \beta \cdot a_{max}$$

Dove:

- $a_{max} = S_s S_T a_g$  è l'accelerazione di picco attesa al suolo;
- $g$  : è l'accelerazione di gravità;
- $S_s$  e  $S_T$  coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica, come già definiti nell'ambito del precedente paragrafo
- $\beta$  è un coefficiente funzione della capacità dell'opera di subire spostamenti ( $u_s$ ) senza cadute di resistenza.
- $\alpha$  è un coefficiente che tiene conto della deformabilità dei terreni interagenti con l'opera, in funzione dell'altezza complessiva dell'opera  $H$  e del tipo di sottosuolo.

Se  $\alpha \cdot \beta \leq 0.2$  deve assumersi:  $k_h = 0.2 a_{max}/g$ , ovvero:  $\alpha \cdot \beta = 0.20$ .

I coefficienti  $\alpha$  e  $\beta$  possono essere stimati dai seguenti grafici riportati nelle Fig. 7.11.2 e 7.11.3 del DM 17.01.18:

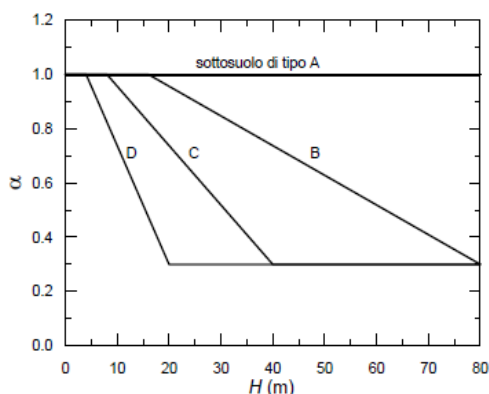


Fig. 7.11.2 - Diagramma per la valutazione del coefficiente di deformabilità  $\alpha$

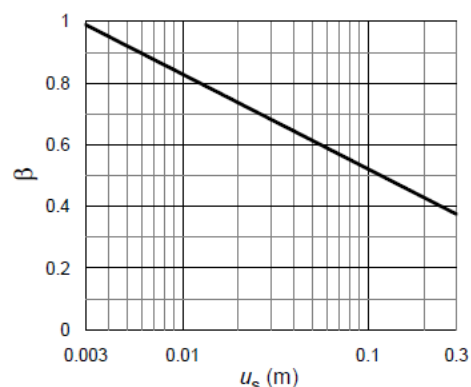


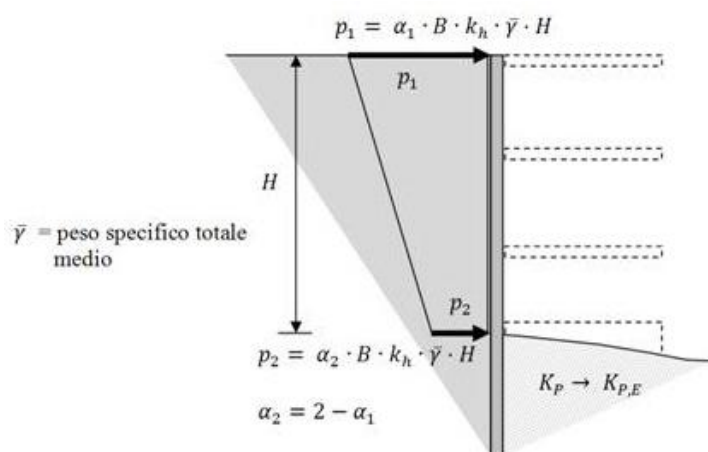
Fig. 7.11.3 - Diagramma per la valutazione del coefficiente di spostamento  $\beta$ .

Riguardo infine il valore dell'accelerazione equivalente verticale ( $a_v$ ), la stessa norma precisa che per le paratie, può porsi  $a_v = 0$ .

### 8.5 SOVRASPINTE DEL TERRENO IN FASE SISMICA

Per la valutazione delle spinte aggiuntive esercitate del terreno sull'opera in fase sismica, si è fatto riferimento al modello proposto da Mononobe e Okabe specializzato con le ipotesi di Seed & Whitman (1970) circa la determinazione del coefficiente B, potendo far riferimento all'ipotesi di opera flessibile in relazione alle condizioni di vincolo presenti.

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



Nel caso specifico si è assunto in particolare

$\alpha_1 = \alpha_2 = 1$  (distribuzione di pressioni uniforme lungo la paratia)

$H$  = intera altezza della paratia (tratto interrato + tratto fuori terra)

$B = 0.375$  (Seed & Whitman)

### Modello tipico di paratia soggetta a sovraspinta sismica secondo Mononobe e Okabe/ Seed & Whitman

### 8.6 EFFETTI DELL'AZIONE SISMICA SULLA FALDA

Normalmente gli effetti idrodinamici considerati per il calcolo delle paratie sono calcolati con il metodo di Westergaard (1931) e sono applicate sempre come pressioni esterne. La pressione idrodinamica viene calcolata come in particolare come segue:

$$p_w = \frac{7}{8} a_x \gamma_w \sqrt{z_w H}$$

$H$  è l'altezza del livello di falda rispetto a fondo scavo

$z_w$  è la profondità del punto considerato dalla superficie libera della falda

$a_x = k_h$  coefficiente sismico orizzontale

Se l'acqua si trova al di sopra della superficie del terreno, le pressioni esterne idrodinamiche sono contenute all'interno dell'equazione sopra riportata. Nel caso si abbia una quota di falda al di sopra della quota di scavo le pressioni idrodinamiche sono incluse nel lato scavo, nella direzione dell'accelerazione orizzontale.

Dipendendo dalla permeabilità del terreno, l'acqua contenuta nel terreno stesso può muoversi indipendentemente o insieme allo scheletro solido; nello specifico si fa l'ipotesi di terreno impervio, condizione che corrisponde alla impossibilità dell'acqua di muoversi in maniera indipendente, per cui gli effetti idrodinamici sono trascurabili ed il cuneo di spinta viene valutato con un peso dato dal  $\gamma_{\text{saturo}}$ .

### 8.7 COMBINAZIONI DI CARICO

In ottemperanza alle prescrizioni di normativa, come già illustrato ai precedenti paragrafi, le sollecitazioni associate alle diverse condizioni di carico elementari, sono state combinate secondo 4 combinazioni fondamentali (1 SLE / 2 SLU statiche / 1 SLU simica) come di seguito sinteticamente descritte, ove, per ciascuna di esse, sono specificati i valori dei coefficienti A-M-R previsti in accordo alle specifiche di normativa

Attivo	Std	Collezione	Nome	Carichi Permanenti Favorevoli (F_dead_load_unfavour)		Carichi Permanenti Favorevoli (F_dead_load_favour)		Carichi Variabili Favorevoli (F_live_load_unfavour)		Carichi Variabili Favorevoli (F_live_load_favour)		Carico Sismico (F_seism_load)		Pressioni Acqua Lato Monte (F_WaterDR)		Pressioni Acqua Lato Valle (F_WaterRes)		Carichi Permanenti Destabilizzanti (F_UPL_GDStab)		Carichi Permanenti Stabilizzanti (F_UPL_GSStab)		Carichi Variabili Destabilizzanti (F_UPL_QDStab)		Carichi Permanenti Destabilizzanti (F_HYD_GDStab)		Carichi Permanenti Stabilizzanti (F_HYD_GSStab)	
				A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R
				YG	YG	YQ	YQ	YQE	YQ	YG	YG	YGdist	YGstb	YQdist	YQdist	YGdist	YGstb										
<input checked="" type="checkbox"/>			Nominal	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
<input checked="" type="checkbox"/>	IT	NTC2018 (ITA)	NTC2018: SLE (Rara/Frequen	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
<input checked="" type="checkbox"/>		NTC2018 (ITA)	NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per	1.3		1		1.35		1		1.3		1		1		1		1		1		1.3		0.9	
<input checked="" type="checkbox"/>		NTC2018 (ITA)	NTC2018: A2+M2+R1	1		1		1.15		1		1		1		1		1		1		1		1.3		0.9	
<input checked="" type="checkbox"/>	IT	NTC2018 (ITA)	NTC2018: SISMICA STR	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
<input checked="" type="checkbox"/>	IT	NTC2018 (ITA)	NTC2018: SISMICA GEO	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1.3		0.9	

Lista degli approcci di progetto

Attivo	Std	Collezione	Nome	Stato Limite	Parziale su $\tan(\phi)$ (F_TT)		Parziale su c' (F_eff_cohes)		Parziale su $S_u$ (F_Su)		Parziale su $q_u$ (F_qu)		Parziale su peso specifico (F_gamma)		Parziale resistenza terreno (es. $K_0$ ) (F_Soil_Res_walls)		Parziale resistenza Tiranti permanenti (F_Anch_P)		Parziale resistenza Tiranti temporanei (F_Anch_T)		Parziale elementi strutturali (F_wall)	
					M	R	M	R	M	R	M	R	M	R	M	R	M	R	M	R		
					Y $\phi$ '	Y $\phi$ '	Y $c_u$	Y $c_u$	Y $q_u$	Y $q_u$	Y $\gamma$	YRE	Y $a_P$	Y $a_t$	Y $a_t$	Y $a_t$						
<input checked="" type="checkbox"/>			Nominal	UNDEFINED	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<input checked="" type="checkbox"/>	IT	NTC2018 (ITA)	NTC2018: SLE (Rara/Frequent	SERVICE	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<input checked="" type="checkbox"/>		NTC2018 (ITA)	NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per	ULTIMATE	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.2	1.1	1.1	1.1	1	1
<input checked="" type="checkbox"/>		NTC2018 (ITA)	NTC2018: A2+M2+R1	ULTIMATE	1.25	1.25	1.4	1	1	1	1	1	1	1	1	1.2	1.1	1.1	1.1	1	1	
<input checked="" type="checkbox"/>		NTC2018 (ITA)	NTC2018: SISMICA	ULTIMATE	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.2	1.1	1.1	1.1	1	1	

## 9 ANALISI E VERIFICHE PARATIE

### 9.1 MODELLO DI CALCOLO

Sono di seguito descritte le principali caratteristiche della struttura e del modello geotecnico per le analisi di verifica.

Il modello considerato per i dimensionamenti delle paratie, è posto in corrispondenza della pk. 0+480 in particolare si è fatto riferimento alla sezione n° 2 riportata di seguito:

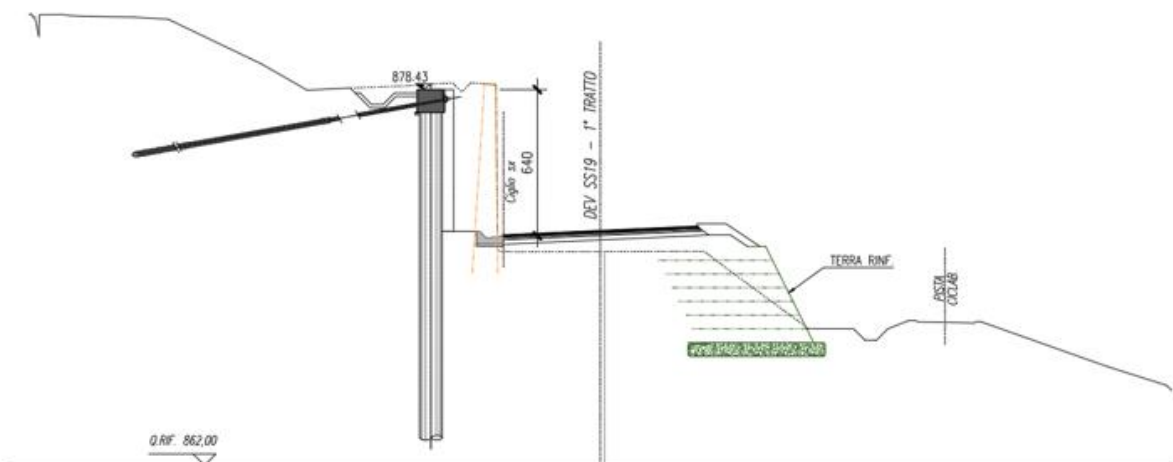


Figura 6 - sezione di calcolo

Nei riguardi della caratterizzazione geotecnica e stratigrafica si è fatto riferimento a quanto riportato al paragrafo 6.1.

In definitiva il modello di calcolo è il seguente:

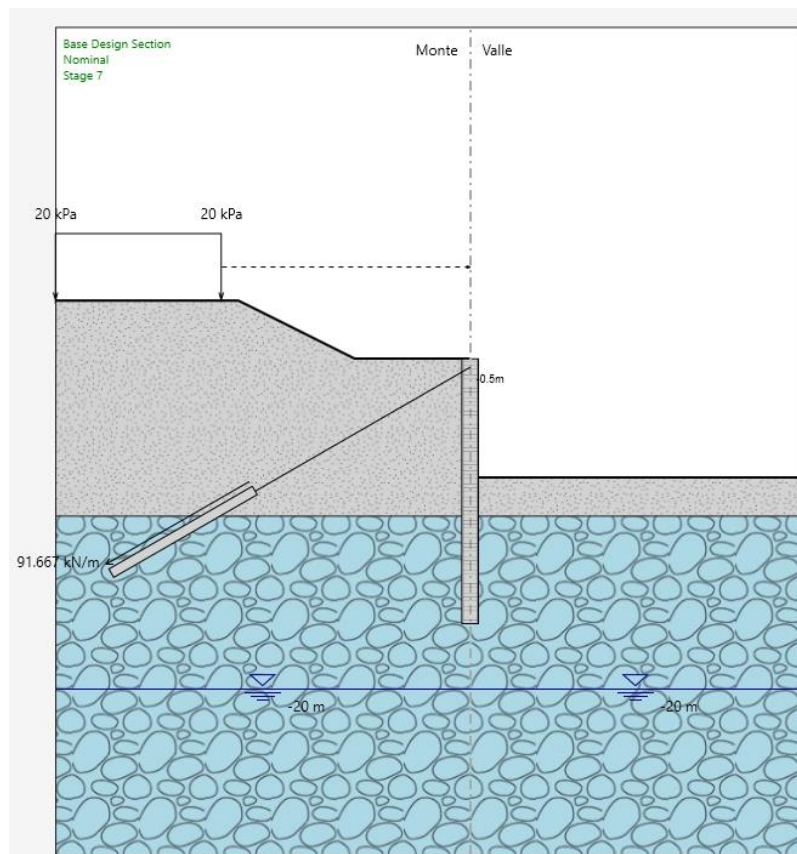


Figura 7 – Modello paratia (fase finale statica)

A monte delle paratie sul rilevato è presente un carico variabile da traffico di 20 kPa.

L'azione sismica è stata valutata sulla base di quanto riportato al paragrafo 8.4. Nel caso in esame si ha:

Condizione	Categoria sottosuolo	$a_g/g$	S	$a_{max}/g$	$\alpha$ (-)	$u_s$ (m)	$\beta$ (-)	$K_h$ (-)
SLV	E	0.339	1.12	0.379	1.0	0.02	0.737	0.279

$a$  = coefficiente di deformabilità (Figura 7.11.2 del DM 17/01/2018). Cautelativamente si assume valore unitario

$u_s$  = spostamento ammissibile

$b$  = coefficiente di spostamento (Figura 7.11.3 del DM 17/01/2018)

$k_h$  = coefficiente sismico

Tabella ... – Parametri per il calcolo azione sismica



## 9.2 FASI DI CALCOLO

Le analisi eseguite sono di tipo sequenziale, riproducendo in successione tutte le principali fasi operative previste per la realizzazione dell'opera. Quindi, il termine di ciascuna analisi rappresenta la condizione iniziale per la fase successiva.

Di seguito si riportano le fasi di calcolo che sono state analizzate in successione, nell'ambito delle analisi effettuate e le immagini delle fasi più significative (La quota di zero è posta a quota testa cordolo paratia).

- Stage 1.** Condizione geostatica.
- Stage 2.** Realizzazione pali e applicazione carico variabile su rilevato
- Stage 3.** Esecuzione scavo fino a quota primo ordine di tiranti
- Stage 4.** Realizzazione tiranti a quota  $z=-0.50\text{m}$  da testa cordolo ed applicazione pretensione di 220 kN
- Stage 5.** esecuzione scavo fino a quota massima ( $z=-7.7\text{m}$ )
- Stage 6.** Sistemazione fondo scavo (+0.50m da fondo scavo) fino a quota  $z=-7.2\text{m}$  da p.c.
- Stage 7.** Attivazione sisma

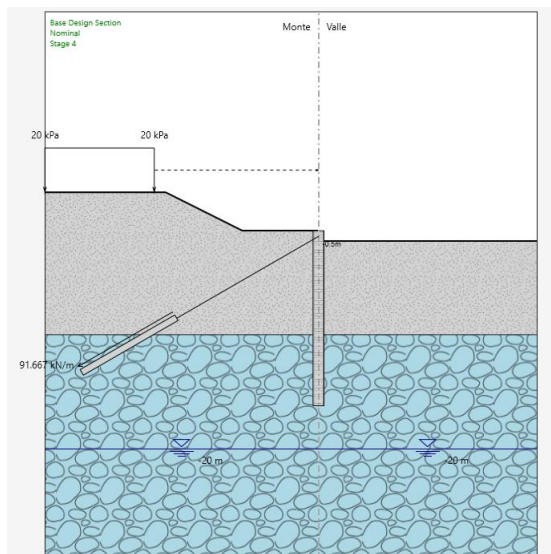


Figura 8 – Stage 4

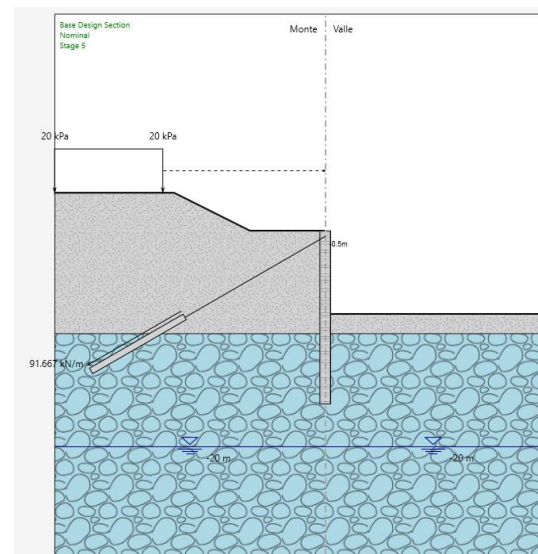


Figura 9 – Stage 5

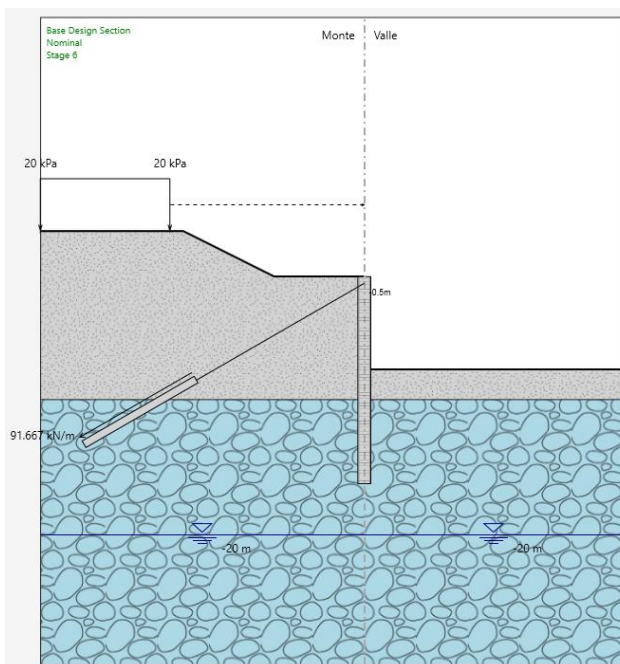


Figura 10 – Stage 6

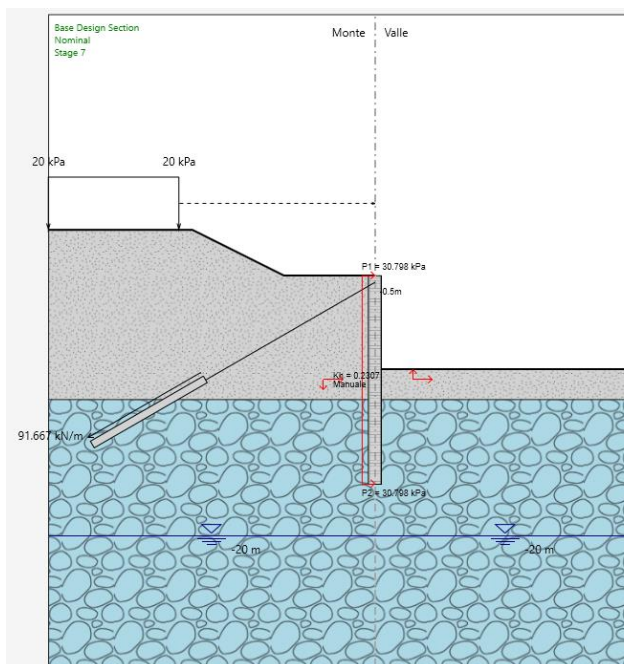


Figura 11 – Stage 7

## 9.3 RISULTATI DELLE ANALISI

### 9.3.1 Verifica del complesso opera-terreno

La verifica è finalizzata a garantire il corretto dimensionamento dell'opera con particolare riferimento alla profondità di infissione della paratia. A tale scopo, nei prospetti che seguono, sono riportati gli output in termini di deformata dell'opera e percentuale di spinta mobilitata.

Come mostrato nel seguito, gli spostamenti orizzontali massimi attesi pari a 1.65mm allo SLE alla profondità di -5.3m da testa palo, sono di entità tale da consentire il corretto funzionamento dell'opera.



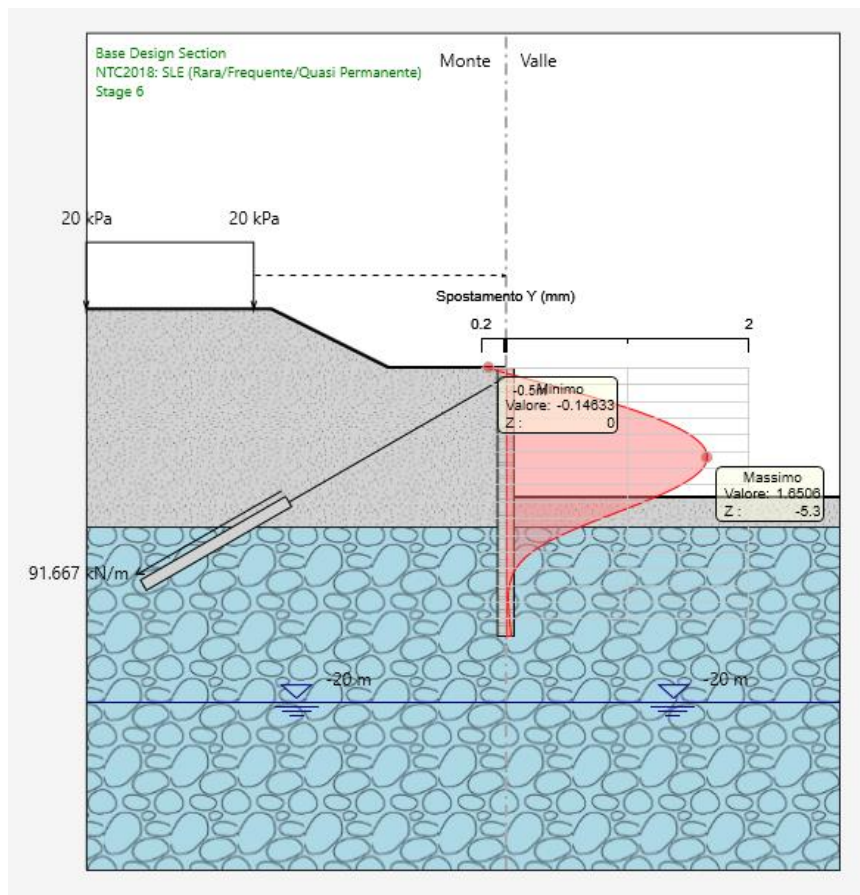
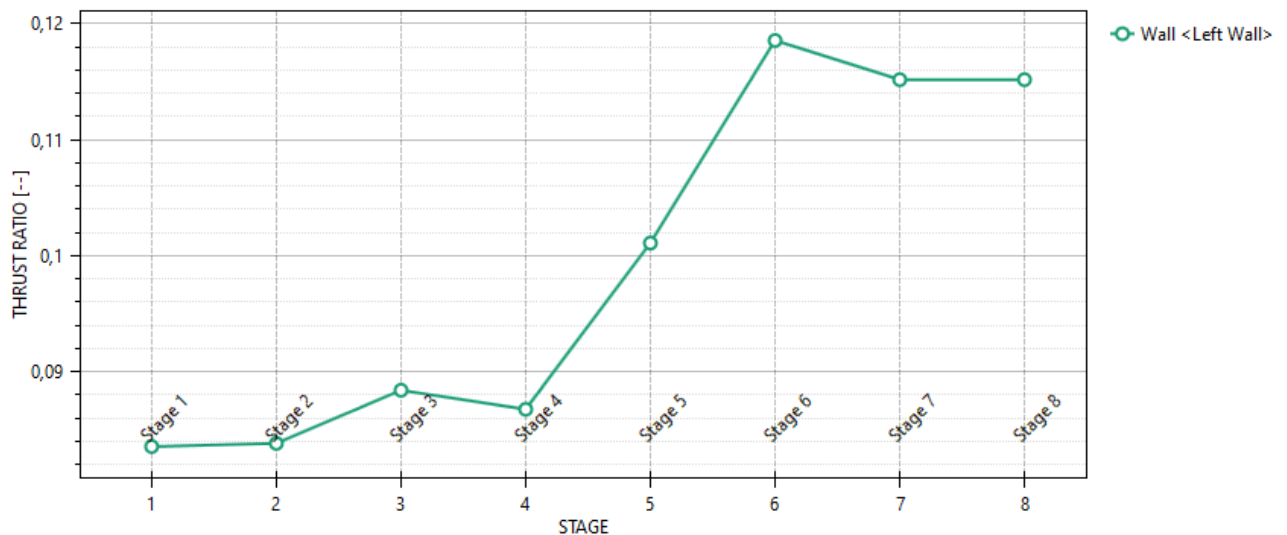


Figura 12: Spostamenti paratia allo SLE ( $\delta_{max}=1.65$  mm)\_fase 6

### Massimi rapporti di mobilitazione spinta passiva

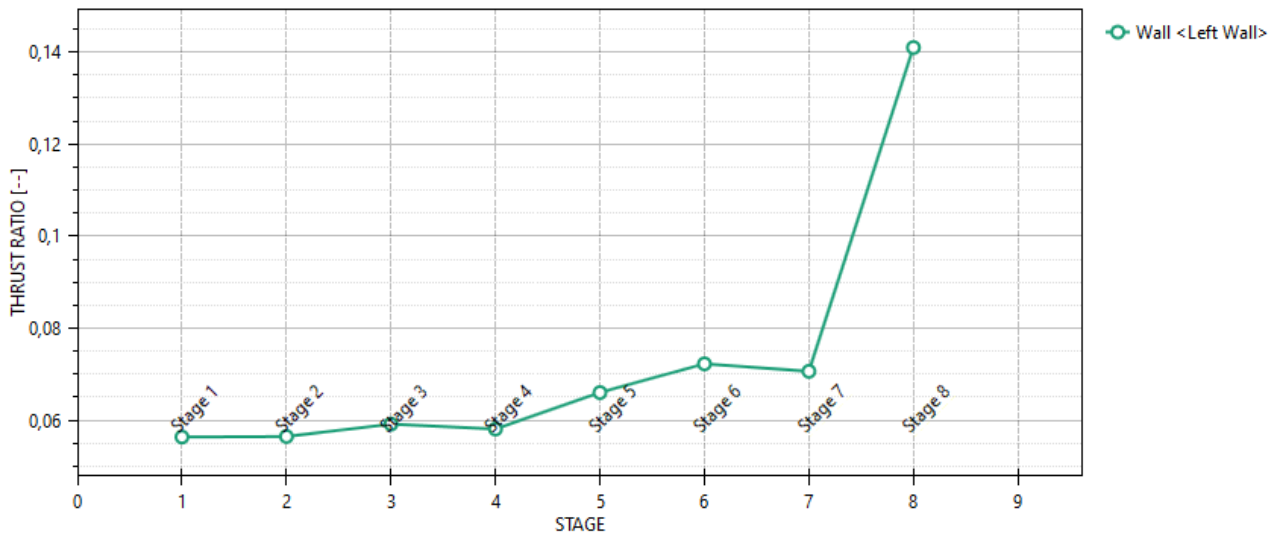
D.A. <NTC2018: A2+M2+R1>



L'andamento riporta i rapporti di mobilitazione in condizione statica GEO ad eccezione dell'ultima fase che corrisponde all'applicazione della azione pseudostatica e quindi non è significativa per la fase GEO. Per quest'ultima si rimanda alla figura successiva che riporta appunto il rapporto di mobilitazione in fase sismica:

### Massimi rapporti di mobilitazione spinta passiva

D.A. <NTC2018: SISMICA GEO>



In entrambi i casi la spinta sollecitante non eguaglia la resistenza passiva di progetto quindi la verifica è soddisfatta con rapporti di mobilitazione pari a 0.12 in condizioni statiche e a 0.14 in condizioni sismiche.

#### 9.3.2 Sollecitazioni, Sforzi e Deformazioni

Nel seguito del presente paragrafo sono riportati, in forma grafica, i risultati delle sollecitazioni e degli sforzi di riferimento per la verifica dei pali, e cordoli delle paratie, con riferimento alle Combinazioni di Carico che, secondo le prescrizioni normative, vanno considerate per i vari casi.

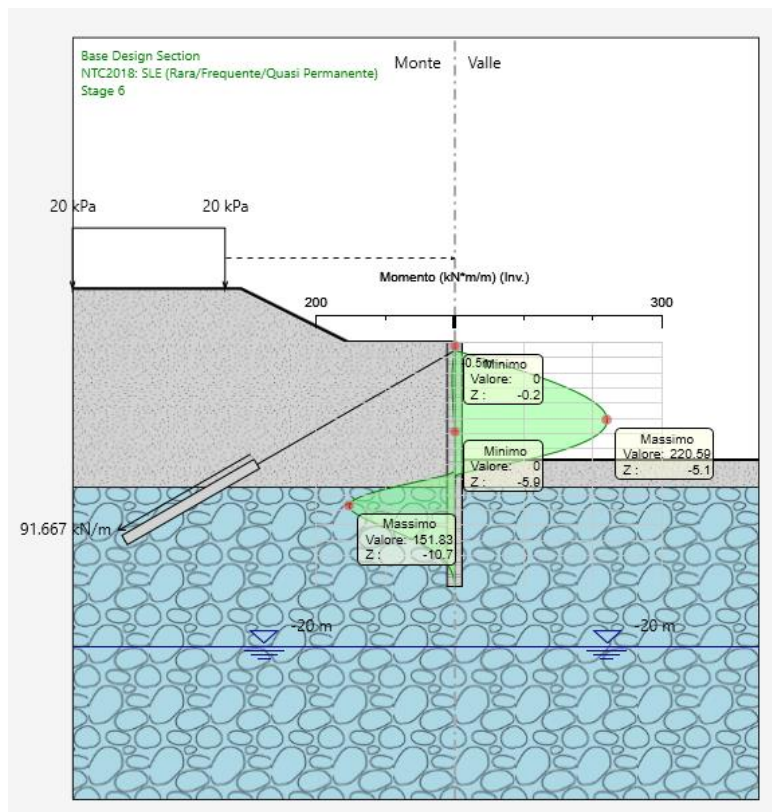


Figura 13: Involuppo momento sollecitante paratia SLE

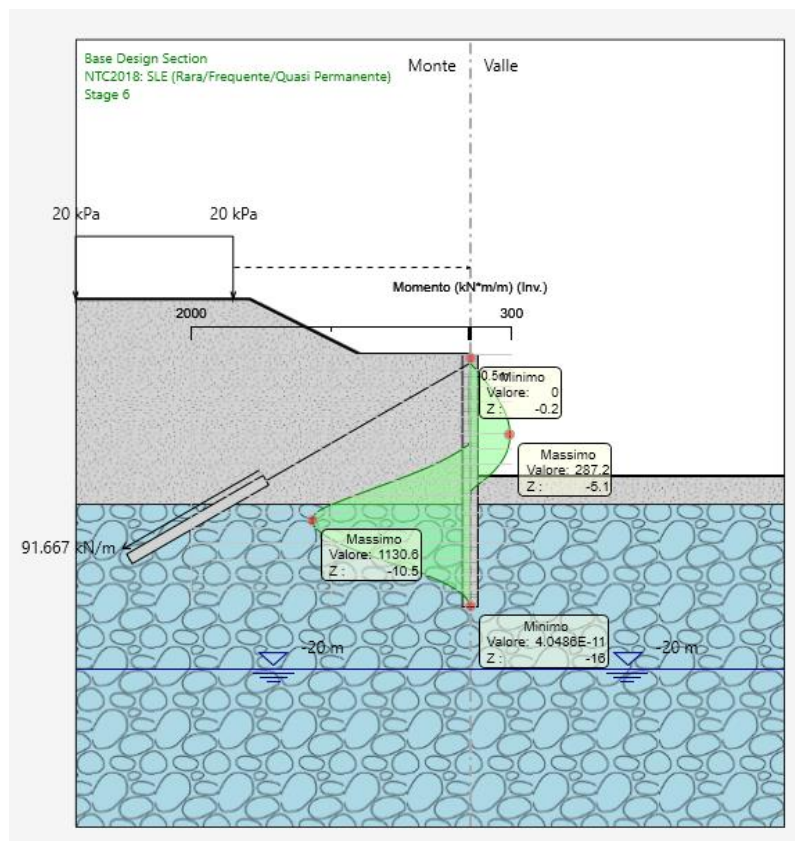


Figura 14: Involuppo momento sollecitante paratia SLU/SLV

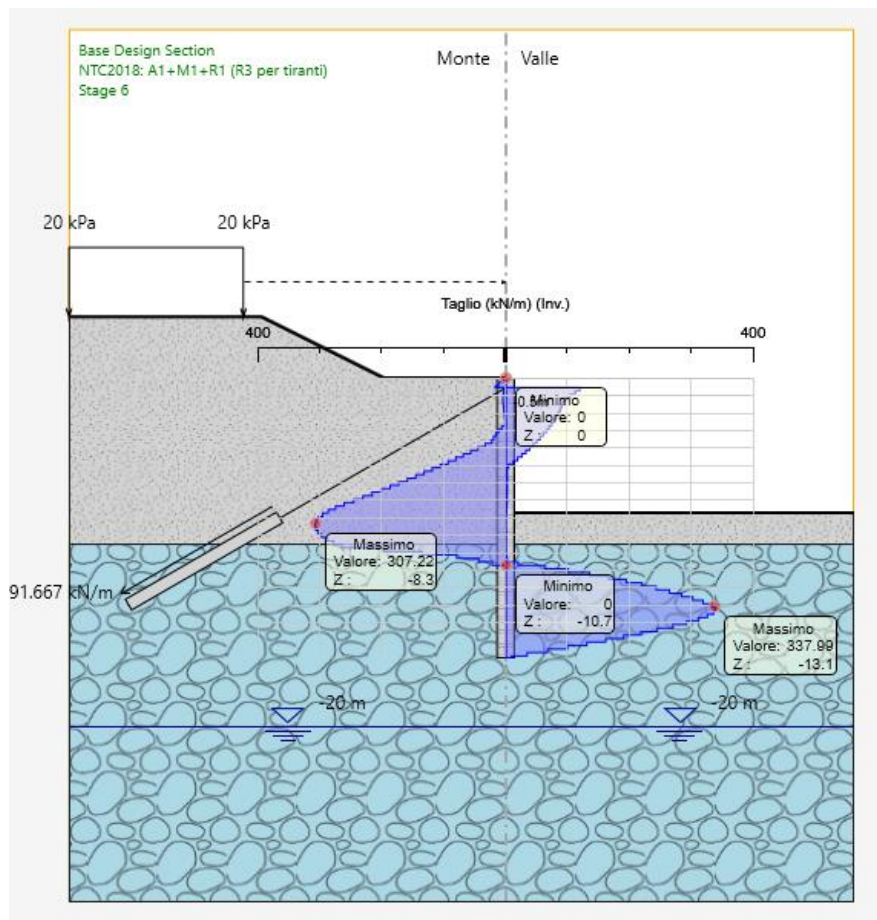


Figura 15: Involuppo Taglio sollecitante Paratia SLU/SLV

Nel seguito si riporta un riepilogo in forma tabellare delle sollecitazioni massime a metro lineare e sul singolo palo:

SOLLECITAZIONI A METRO LINEARE				SOLLECITAZIONI SU SINGOLO PALO		
	COMB.	Mmax [kNm/m]	Vmax [kN/m]	interasse	Mmax [kNm]	Vmax [kN]
				[m]		
PARATIA	SLU/SLV	1130.6	337.99	1.20	1356.72	405.6
	SLE	220.59	-	1.20	264.71	-

## 9.4 VERIFICA STRUTTURALE PALI

Nel seguito si riportano i risultati delle verifiche strutturali dei pali a flessione e a taglio sulla base delle sollecitazioni restituite da paratie plus.

Informazioni pannelli

Muro	WallElement
Sezione	d1000
Diametro palo	1 m
Spaziatura pali	1.2 m
Materiale armature	B450C

Pali tangenti

Armatura longitudinale	Armature a taglio
<p>Gruppo Armature Longitudinali</p> <p>Quota superiore <input type="text" value="0"/> m</p> <p>Lunghezza della gabbia <input type="text" value="16"/> m</p> <p>Quota inferiore <input type="text" value="-16"/> m</p>	<p>Armatura a taglio</p> <p>Strato armatura a taglio <input type="text" value="1"/> / <input type="text" value="1"/></p> <p>Quota superiore <input type="text" value="0"/> m</p> <p>Lunghezza tratto armato a taglio <input type="text" value="16"/> m</p> <p>Quota inferiore <input type="text" value="-16"/> m</p> <p>Passo <input type="text" value="0.2"/> m</p> <p>Diametro <input type="text" value="ø14"/></p> <p>Numero di bracci <input type="text" value="2"/></p> <p>Copriferro netto <input type="text" value="0.06"/> m</p>
<p>Armature longitudinali</p> <p>Layer <input type="text" value="1"/> / <input type="text" value="1"/></p> <p>Diametro <input type="text" value="ø26"/></p> <p>Numero per elemento <input type="text" value="26"/></p> <p>Copriferro asse barra <input type="text" value="0.087"/> m</p>	

Si prevede un'armatura longitudinale **26Φ26** e armatura a taglio **spirale Φ14/20**.

Nei grafici sono riportati i tassi di sfruttamento ottenuti come rapporto tra resistenza disponibile e sollecitazione agente.

Ai fini delle verifiche agli stati limite di esercizio si è provveduto a verificare che le tensioni massime nel calcestruzzo e nell'acciaio siano inferiori ai valori massimi pari rispettivamente a 13.5 MPa (per calcestruzzo di classe C30/37 combinazioni rare) e di 360 Mpa (per acciaio B 450 C), nonché di verificare che l'apertura delle fessure sia inferiore al valore limite di  $w_3=0,2\text{mm}$  (Classe di esposizione XC2-XA1 ed armature poco sensibili).



Il tasso di sfruttamento a pressoflessione è pari a 0.71.

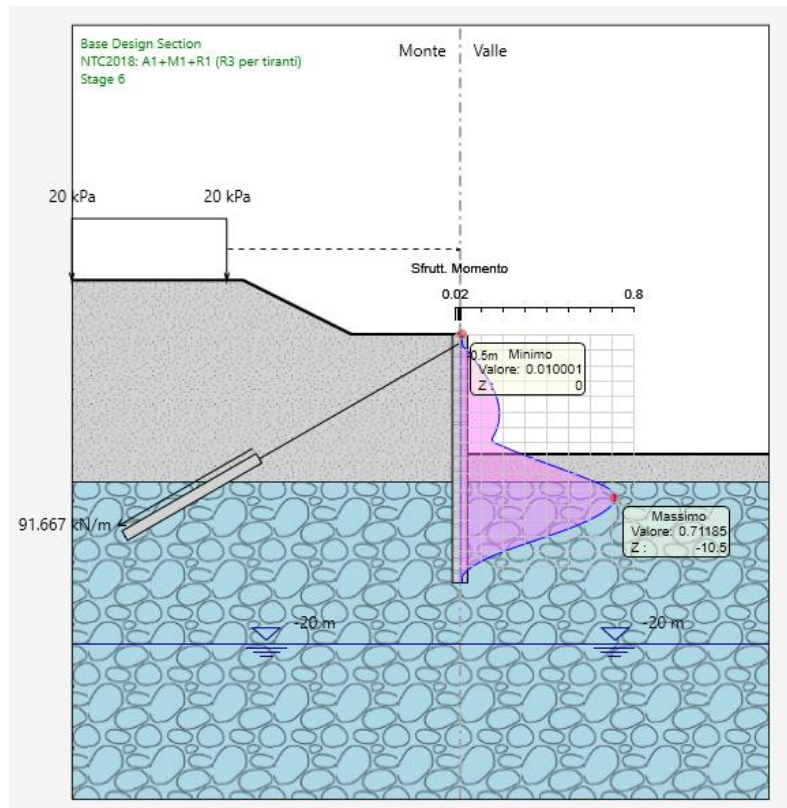


Figura 16: Verifica a pressoflessione SLU/SLV

Il tasso di sfruttamento a taglio è pari a 0.51

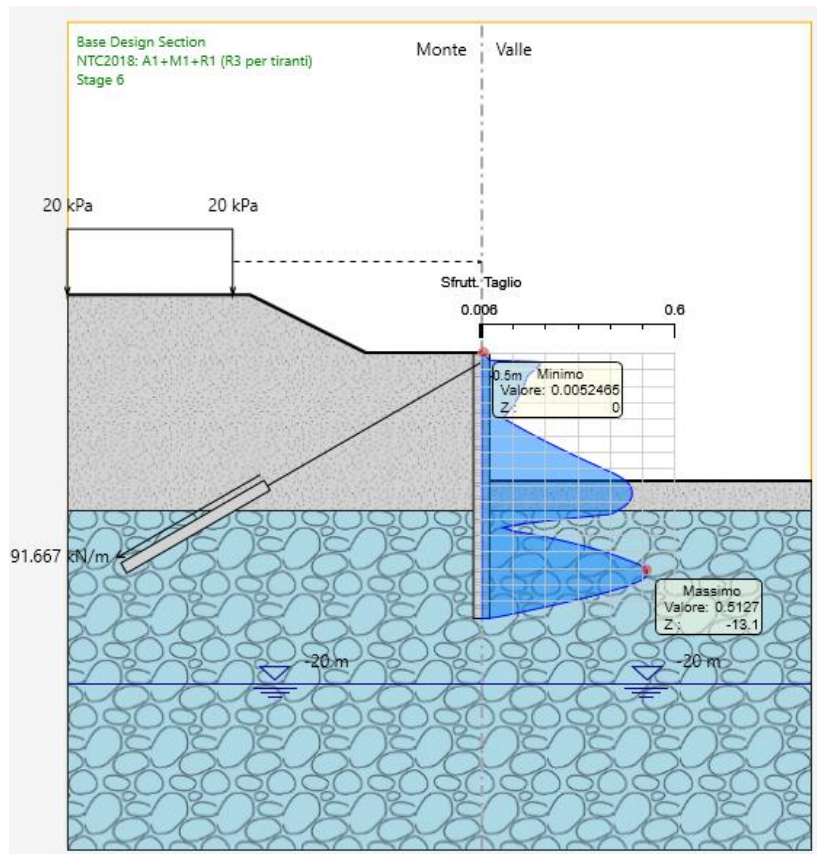


Figura 17: Verifica a Taglio SLU/SLV

Il valore di apertura delle fessure è pari a 0.087mm.

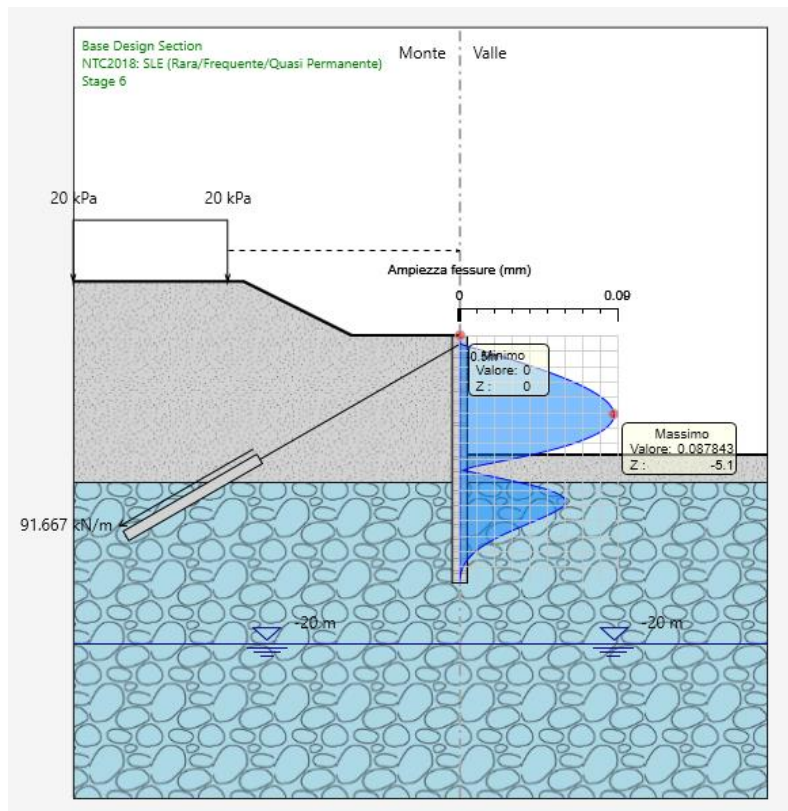


Figura 18: Verifica a fessurazione SLE

Il tasso di sfruttamento del calcestruzzo allo SLE è pari a 0.27.

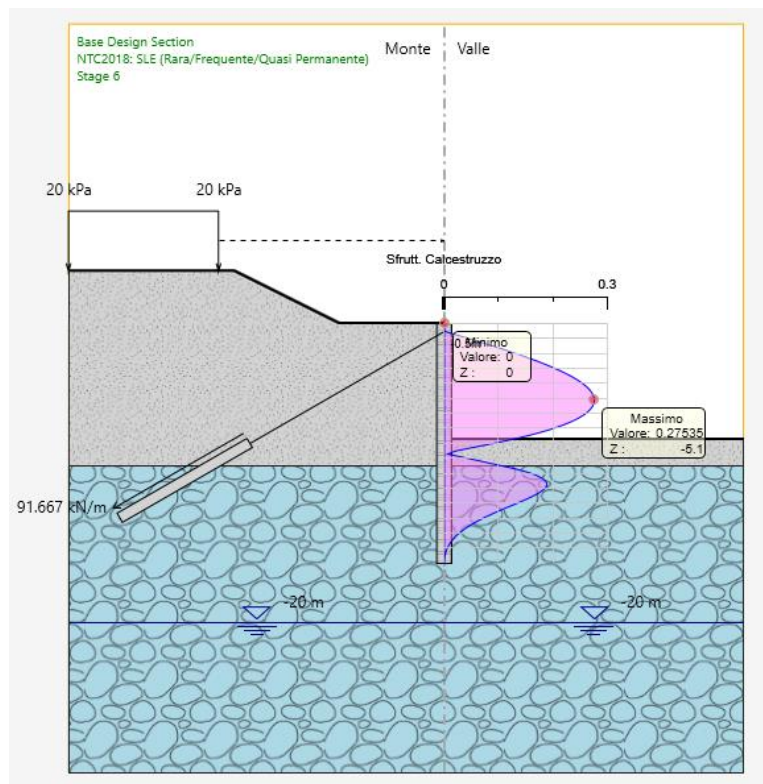


Figura 19: Verifica tensionale SLE (calcestruzzo)

Il tasso di sfruttamento dell'acciaio allo SLE è pari a 0.196

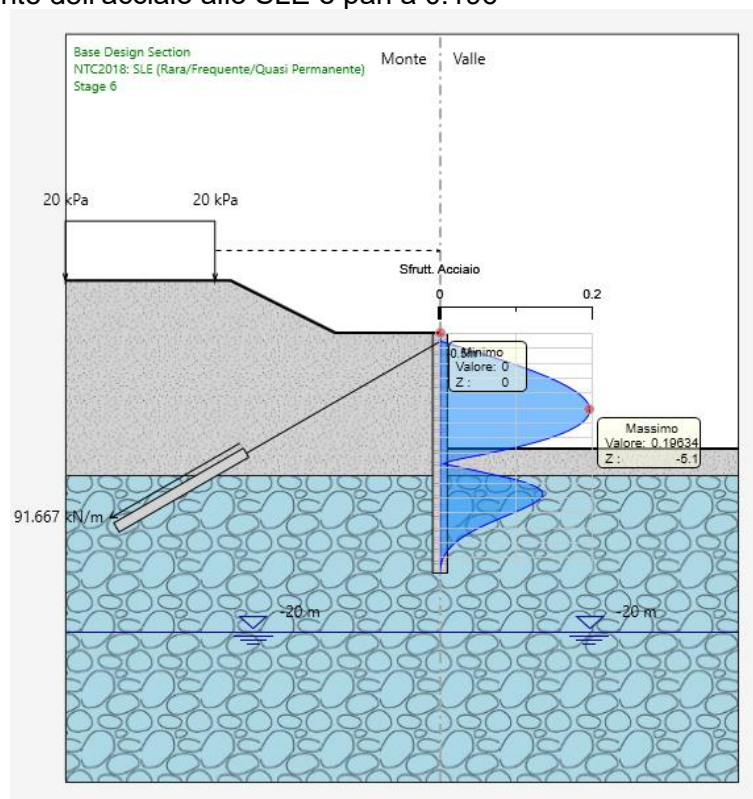


Figura 20: Verifica tensionale SLE (acciaio)

Le verifiche sono dunque soddisfatte (tassi di sfruttamento inferiori all'unità).



## 9.5 VERIFICA STRUTTURALE CORDOLO

Le caratteristiche della sollecitazione sono determinate modellando gli elementi strutturali oggetto di verifica alla stregua di travi continue su più appoggi; la luce delle campate è data dall'interasse dei tiranti ed il carico, uniformemente distribuito, è determinato ripartendo le reazioni offerte dagli ancoraggi, ottenute del modello di calcolo dell'opera di sostegno. Definito Nd il massimo tiro di calcolo corrispondente all'i-esimo ordine di tiranti, il suddetto carico è così calcolato  $q_{sd}=Nd/l$  (con l interasse tiranti).

Secondo tale modello le massime azioni di calcolo sull'elemento strutturale saranno:

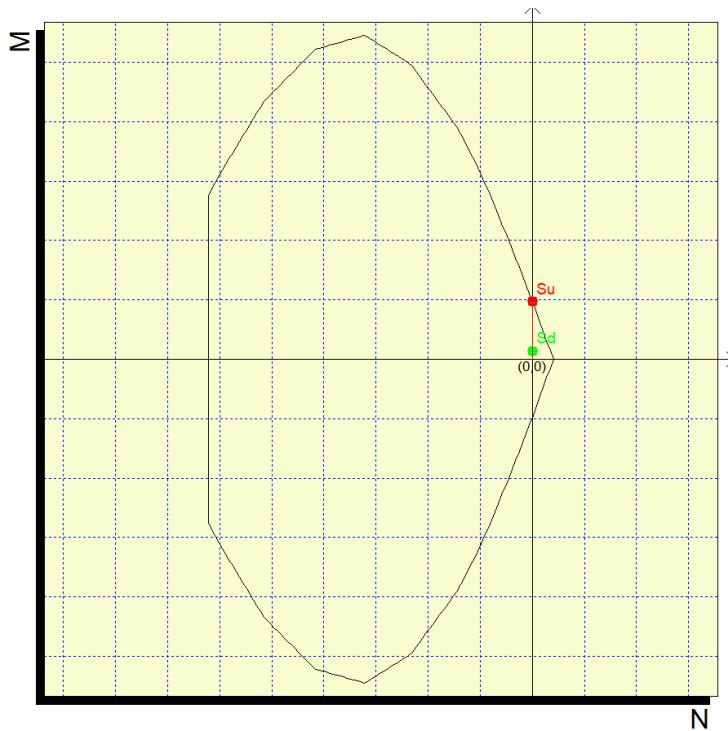
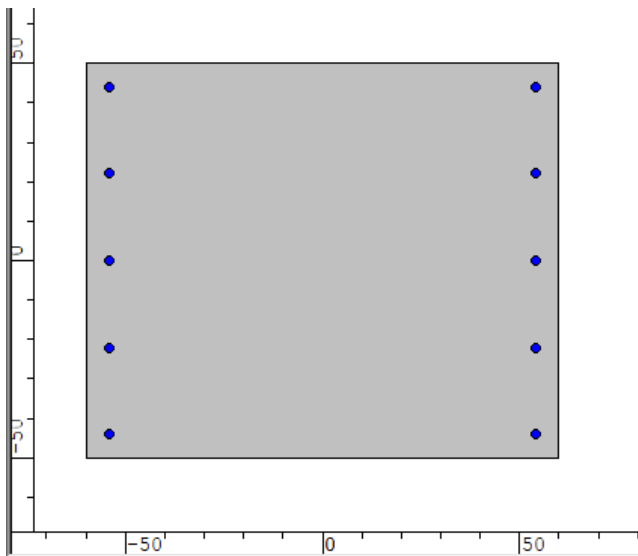
$$M_{S,d} = \frac{1}{10} \cdot q_{sd} \cdot l^2 \qquad T_{S,d} = \frac{1}{2} \cdot q_{sd} \cdot l$$

SOLLECITAZIONI A METRO LINEARE				SOLLECITAZIONI SU CORDOLO	
	COMB.	Nd,max [kN]	l [m]	Mmax [kNm]	Vmax [kN]
OS011	SLU/SLV	390.7	2.40	93.77	195.35
	SLE	221.9	2.40	53	-

Si riportano le verifiche a taglio e flessione realizzate utilizzando il software PresFle+ v.5.15

Nella tabella seguente è riportata l'Armatura di progetto:

CORDOLO OS011 - C32/40				
Altezza (m)	Larghezza (m)	Armatura scavo longitudinale	Armatura terreno longitudinale	Armatura trasversale
1,00	1,20	5φ18	5φ18	φ12/400 - 2 Bracci



Mx  
 My  
 N

Sovrapponi Curve  
 Aggiungi alla relazione  
 Curva M - N  
 Curva Mx - My

Simmetria sezione  
 Nessuna

[Curva Mx/My = cost.]:  
 c.s.=7,24445217  
 Mx ultimo =0,  
 My ultimo =-6793122,797  
 N ultimo =0,  
 [Curva N = cost.]:  
 c.s.=7,24445217  
 Mx ultimo =0,  
 My ultimo =-6793122,797  
 N ultimo =0,  
 Nmax =122931,886  
 Nmin =-1863699,886

Figura 21 – Verifica a Flessione FS=7.24 - SLU/SLV

Elemento	Geometrie				Armatura long. tesa			Sollecitazioni di Calcolo		TAGLIO RESISTENTE ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO							
	b <sub>w</sub> (mm)	H (mm)	c (mm)	d (mm)	n	Ø	As (mm <sup>2</sup> )	N <sub>sd</sub> (KN)	V <sub>sd</sub> (KN)	σ <sub>cp</sub> (Mpa)	ρ <sub>t</sub>	k	f <sub>ck</sub> (Mpa)	v <sub>min</sub>	V <sub>Rdmin</sub> (KN)	V <sub>Ret</sub> (KN)	F.S.
Cordolo OS11	1000	1200	45	1155	5	18	1271,7	0	195,85	0	0,001	1,42	33,2	0,34	392,53	302,35	1,54

Si dispongono tuttavia staffe  $\phi 12/400$ .

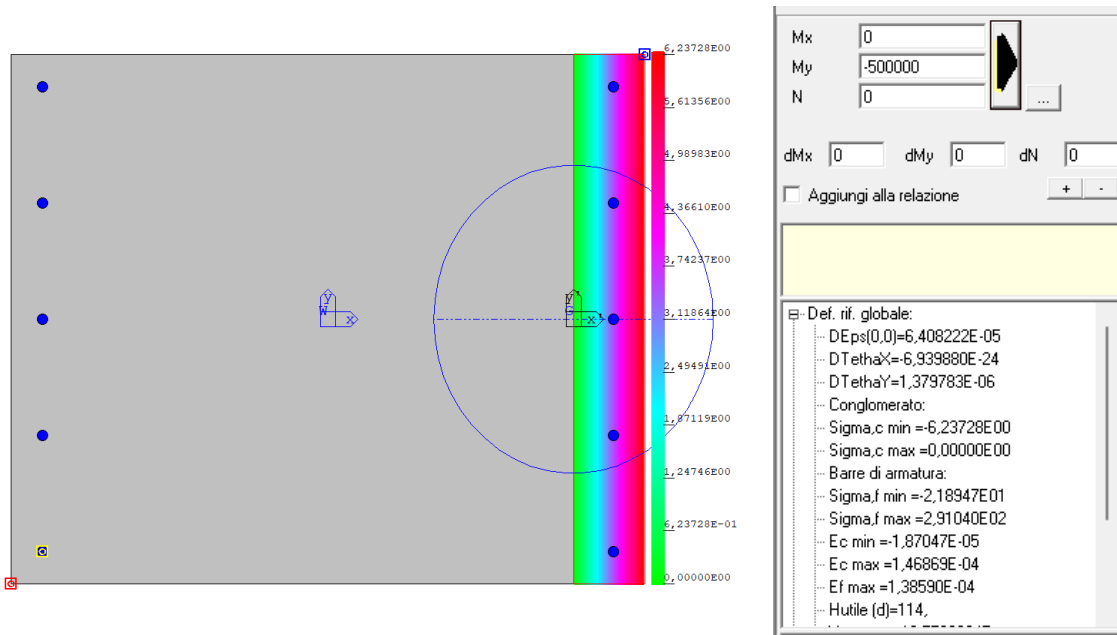


Figura 22 - Verifica tensioni di esercizio nel calcestruzzo e nell'acciaio SLE

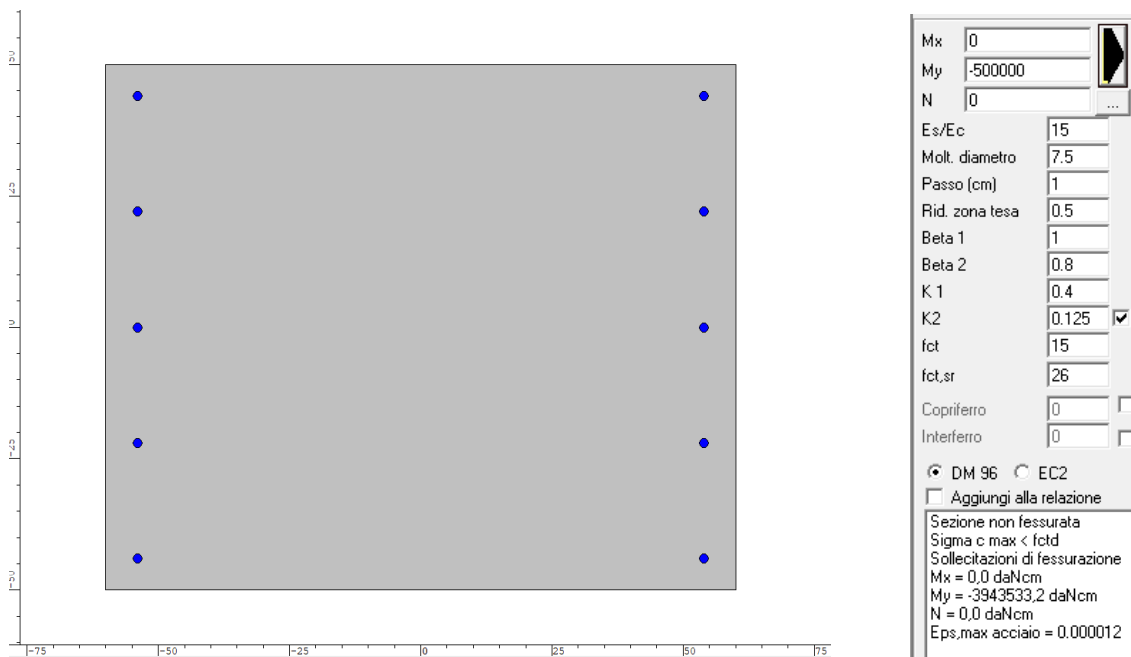


Figura 23 - Verifica a fessurazione NON FESSURATA - SLE

## 9.6 VERIFICA DEI TIRANTI

Nel prospetto che segue sono riportate le principali caratteristiche geometriche e strutturali e gli sforzi di calcolo massimi tra le combinazioni statica e sismica dei tiranti di ancoraggio. Si sottolinea che la lunghezza libera del tirante, è da intendersi comprensiva dell'incremento valutato in condizioni sismiche secondo la formulazione proposta dal D.M. 17/01/2018 nel § 7.11.6.4 in funzione della massima accelerazione sismica di progetto.:

Caratteristiche Geometriche Tiranti							Caratteristiche trefoli e pretensione tiranti				
Ordine	$Z_i$ (m)	$i$ (m)	$\alpha$ °	$L_p$ (m)	$L_a$ (m)	$L_{tot}$ (m)	$D_p$ (m)	$A_{tref}$ (mm <sup>2</sup> )	$f_{p(1)k}$ snervamento / limite elastico	$n_{tref}$	$N_0$ (KN)
1	0.5	2.4	30	15	10	25	0.20	139	1670	4	220

$Z_i$  = Quota d'infissione tiranti rispetto a teta cordolo paratia lato ciglio dx

$L_p$  = Lunghezza passiva (tratto non iniettato)

$L_a$  = Lunghezza attiva (bulbo iniettato)

$i$  = interasse tiranti

$\alpha$ ° = inclinazione tirante rispetto all'orizzontale

$d_p$  = diametro perforazione

$n_{tref}$  = n° trefoli per tirante

$d_t$  = diametro trefoli

$A_{tref}$  = area trefoli

$N_0$  = Pretensione tirante alla messa in opera

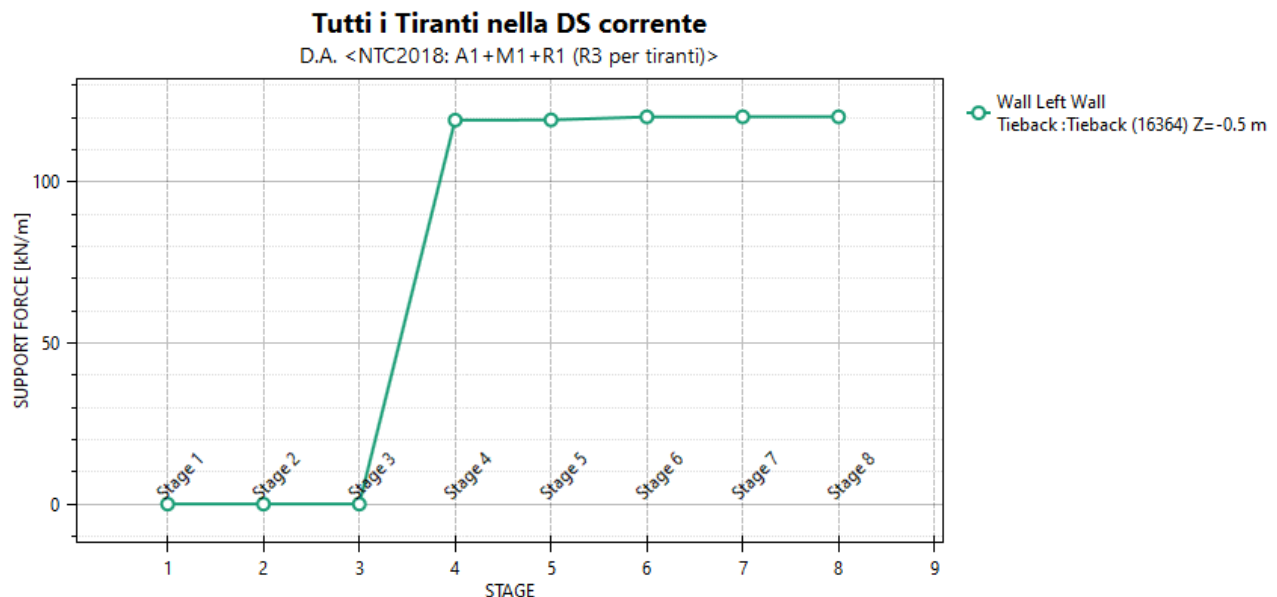


Figura 24 – Sollecitazione nei tiranti fase per fase (comb. A1-M1)

**Tutti i Tiranti nella DS corrente**

D.A. <NTC2018: SISMICA STR>

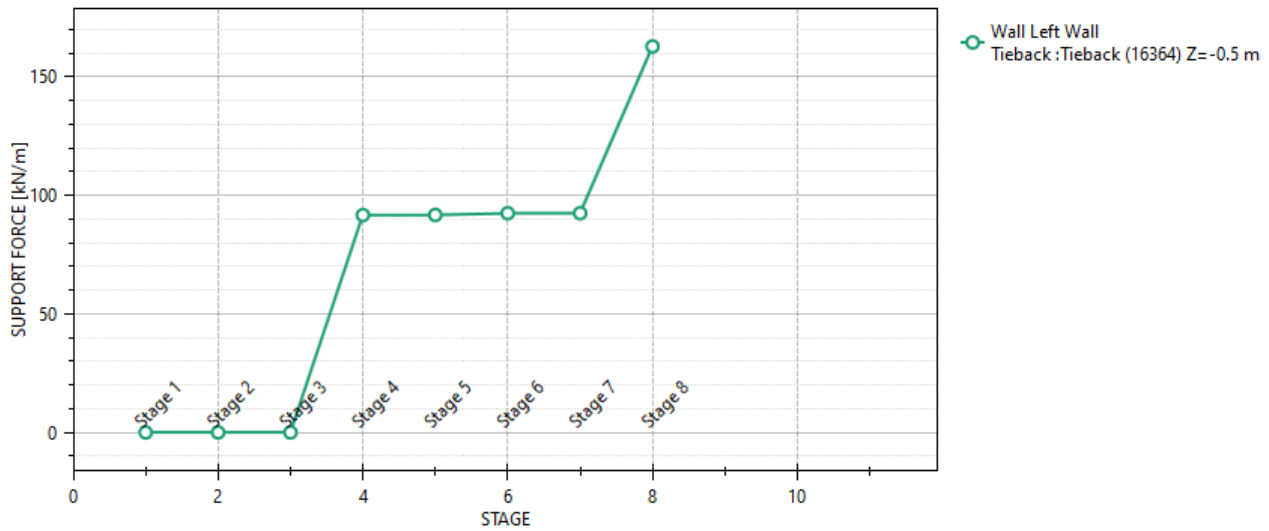


Figura 25 – Sollecitazione nei tiranti fase per fase (comb. Sisma STR)

Verifica strutturale dei tiranti (verifica STR)

In condizioni ultime, lo sforzo massimo di trazione di calcolo  $P_d$  ricavato dall'analisi, deve risultare non maggiore dello sforzo di snervamento di progetto dei tiranti  $N_{yd}$  ottenuto moltiplicando l'area totale  $A_t$  della sezione resistente per la tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio  $f_{p(1)k}$ , fattorizzata con il coefficiente parziale  $\gamma_s = 1.15$ , ovvero :

$$F_s = \frac{f_{p(1)k} A n_{tr}}{1.15 \cdot N_{max}} \geq 1.00$$

dove:

$f_{p(1)k}$  è la trazione caratteristica dell'acciaio dei trefoli, all'1% di deformazione totale

$A$  è l'area di ciascun trefolo

$n_{tr}$  è il numero di trefoli per tirante

Ordine	i	La	Dp	A <sub>tref</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>tref</sub>	f <sub>p(1)k</sub>	γ <sub>s</sub>	N <sub>yd</sub>
	(m)	(m)	(m)			snervamento / limite elastico		(KN)
1	2.4	10	0.20	139	4	1670	1.15	807

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO	Pag. 42 DI 110
-----------------------------------	--	-------------------

Verifica a sfilamento della fondazione dei tiranti (Verifica GEO)

Per la verifica a sfilamento della fondazione dei tiranti, in considerazione della tecnologia realizzativa e delle caratteristiche geotecniche del mezzo al contorno, la resistenza caratteristica a sfilamento all'interfaccia bulbo di ancoraggio – terreno è stata valutata secondo le indicazioni di Bustamante e Doix (1985) e Viggiani (1999).

La resistenza a sfilamento di progetto è determinata attraverso la seguente relazione:

$$N_{R,ad} = \frac{N_{R,ak}}{\gamma_{Ra,p}} = \frac{\pi \cdot D_p \cdot \alpha \cdot \tau_{ak} \cdot L_a}{\gamma_{Ra,p} \cdot \xi}$$

dove:

- $N_{R,ad}$  è la resistenza a sfilamento di progetto dell'interfaccia bulbo di fondazione-terreno;
- $D_p$  è il diametro di perforazione della fondazione del tirante;
- $\alpha$  è un coefficiente correttivo che tiene conto della tecnologia realizzativa dell'ancoraggio e del contesto geotecnico (Viggiani, '99). Si rimanda al paragrafo 6.1.;
- $\tau_{ak}$  è la tensione resistente a sfilamento caratteristica dell'interfaccia bulbo di fondazione-terreno. Si rimanda al paragrafo 6.1.;
- $L_a$  è la lunghezza della fondazione del tirante;
- $\gamma_{Ra,p}$  è il coefficiente parziale per la resistenza degli ancoraggi (R3); a favore di sicurezza si considera il valore del coefficiente parziale relativo agli ancoraggi permanenti:  $\gamma_{Ra,p}=1.20$ ;
- $\xi$  è un fattore di correlazione che dipende dal numero di profili di indagine geotecnica disponibili per la determinazione della resistenza caratteristica. Nel caso in esame si è assunto  $\xi=1.60$ .

La verifica viene condotta nel rispetto della seguente disuguaglianza:  $N_{R,ad} > N_{S,d}$  dove  $N_{S,d}$  rappresenta il valore dell'azione sollecitante sui tiranti.

Infine, nel rispetto della gerarchia delle resistenze, è necessario verificare che la resistenza caratteristica al limite di snervamento del tratto libero sia sempre maggiore della resistenza caratteristica a sfilamento della fondazione dell'ancoraggio.

Nel caso in esame si ha:

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

Tiranti	Puntoni	Travi di Ripartizione in Acciaio	Travi di Ripartizione in Calcestruzzo					
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Sfruttamento GEO	Sfruttamento STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
Tieback	Stage 4	286.01	663.23	807.41	0.431	0.354	✓	✓
Tieback	Stage 5	286.19	663.23	807.41	0.432	0.354	✓	✓
Tieback	Stage 6	288.46	663.23	807.41	0.435	0.357	✓	✓
Tieback	Stage 7	288.5	663.23	807.41	0.435	0.357	✓	✓
Tieback	Stage 8	288.5	663.23	807.41	0.435	0.357	✓	✓

Design Assumption: NTC2018: SISMICA STR ▼

Tiranti	Puntoni	Travi di Ripartizione in Acciaio	Travi di Ripartizione in Calcestruzzo					
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Sfruttamento GEO	Sfruttamento STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
Tieback	Stage 4	220.01	663.23	807.41	0.332	0.272	✓	✓
Tieback	Stage 5	220.15	663.23	807.41	0.332	0.273	✓	✓
Tieback	Stage 6	221.89	663.23	807.41	0.335	0.275	✓	✓
Tieback	Stage 7	221.91	663.23	807.41	0.335	0.275	✓	✓
Tieback	Stage 8	390.7	663.23	807.41	0.589	0.484	✓	✓

Dal confronto tra i risultati, esposti nelle tabelle, emerge che le verifiche sono soddisfatte.

## 9.7 VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE

Di seguito si riportano in forma grafica, i risultati delle Verifiche di Stabilità effettuate con in evidenza le superfici di scivolamento critiche, ed i relativi coefficienti di sicurezza minimi ottenuti. In particolare sono state analizzate le situazioni rappresentative delle condizioni di scavo massimo in fase statica e simica in combinazione GEO:

Figura 26: Superficie di scorrimento critica Cond. Statica (A2-M2).--- F.S.=5.26 >1.1. Verifica soddisfatta

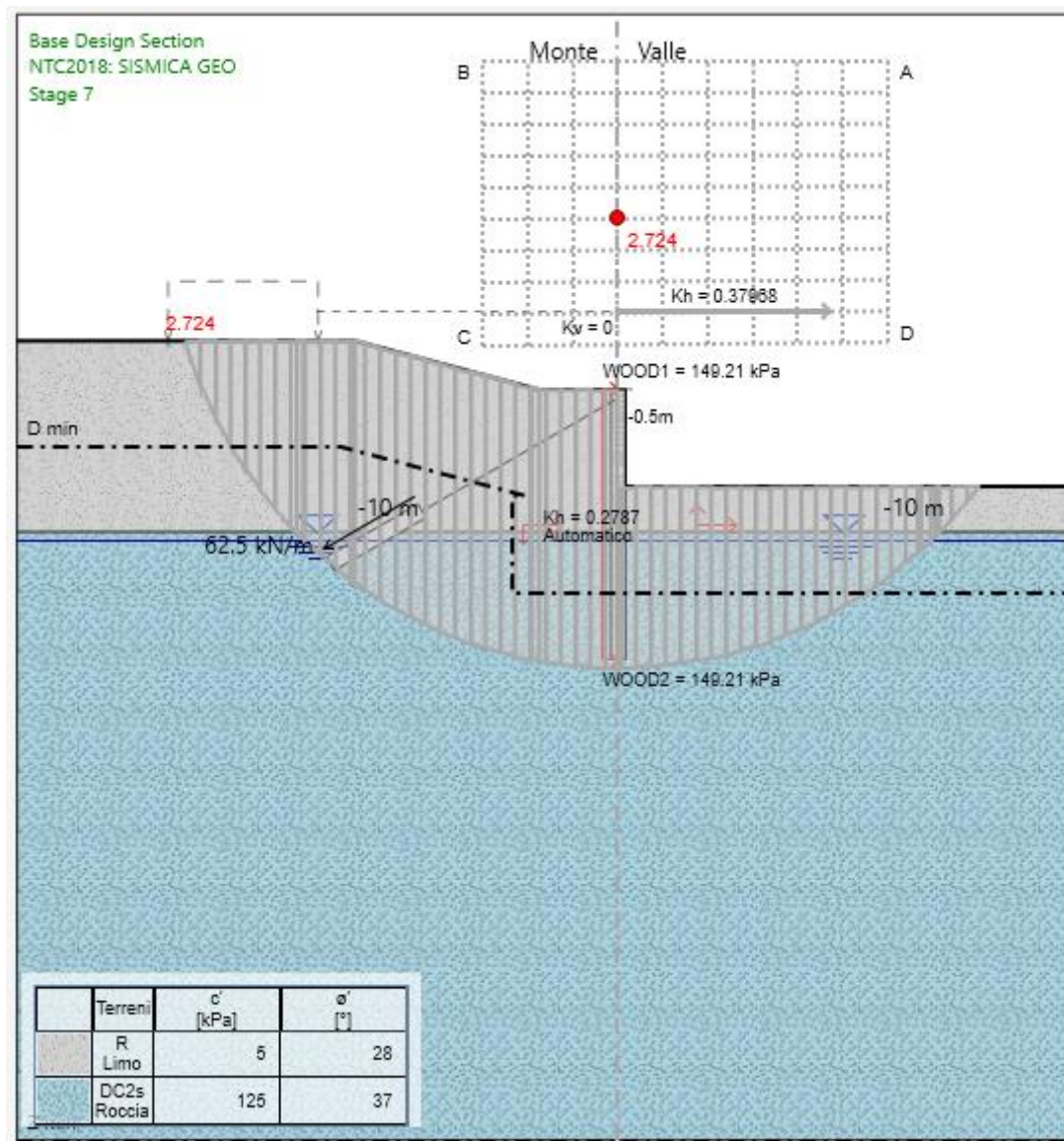


Figura 27: Superficie di scorrimento critica Cond. Sismica.--- F.S.=2.72>1.20. Verifica soddisfatta

Le verifiche di stabilità risultano soddisfatte.



## 10 TABULATI DI CALCOLO PARATIA OS11

PARATIE *plus*<sup>TM</sup>

***Report di Calcolo***

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO	Pag. 46 DI 110
-----------------------------------	--	-------------------

## Descrizione del Software

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



## Descrizione Pareti

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -16 m

Muro di sinistra

Sezione : d1000

Area equivalente : 0.654498469497874 m

Inerzia equivalente : 0.0409 m<sup>4</sup>/m

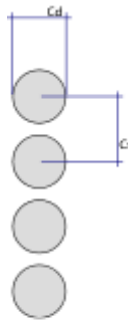
Materiale calcestruzzo : C30/37

Tipo sezione : Tangent

Spaziatura : 1.2 m

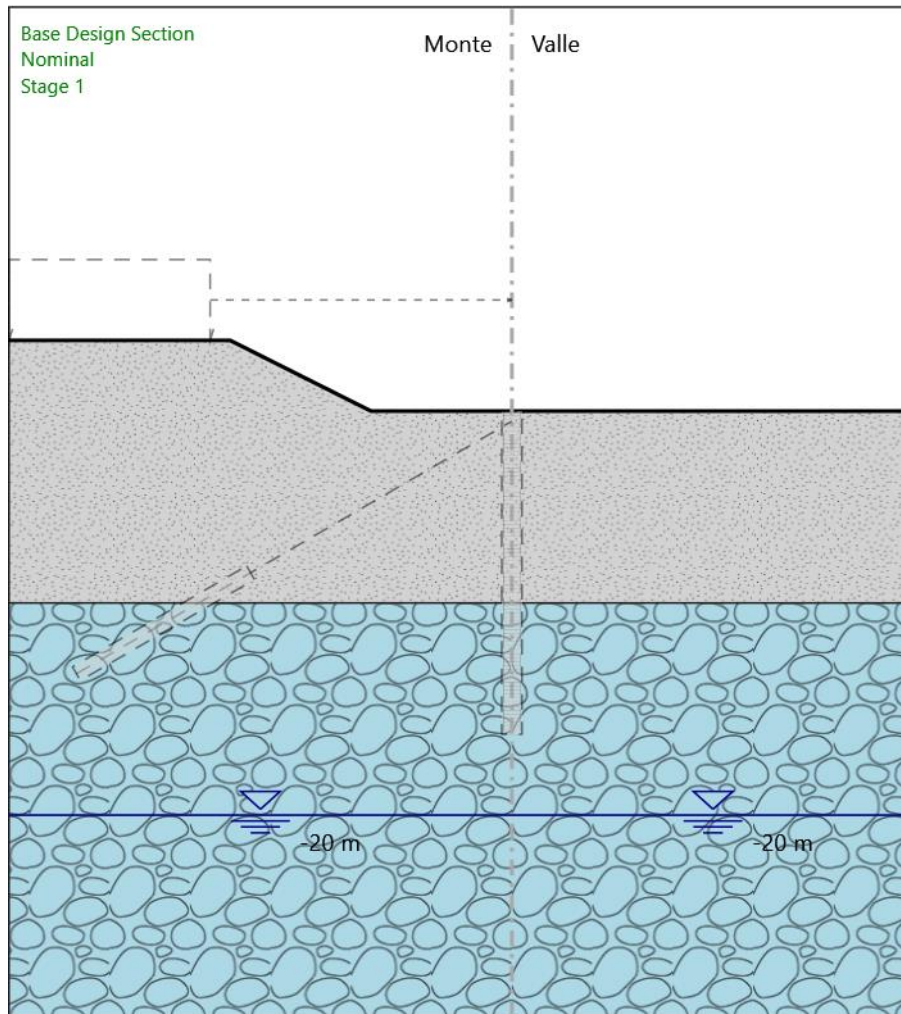
Diametro : 1 m

Efficacia : 1



## Fasi di Calcolo

### Stage 1



Stage 1

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : 0 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-25;3.5)

(-14;3.5)

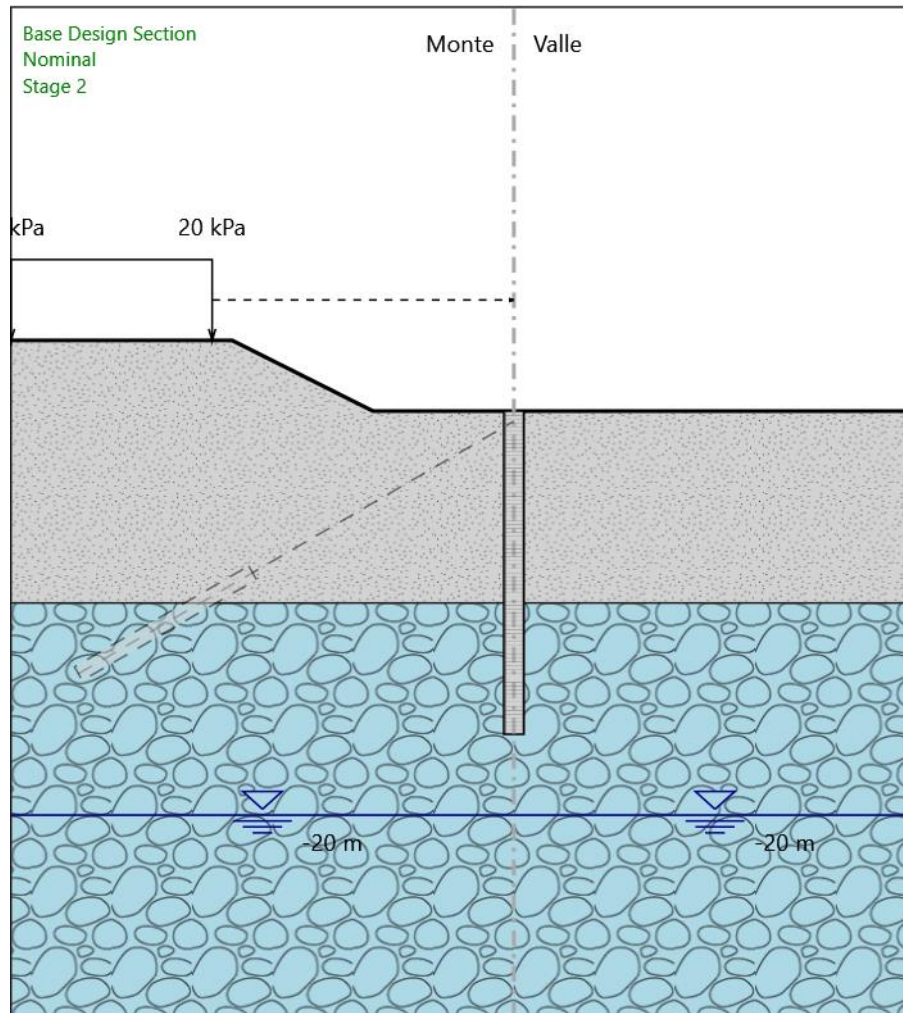
(-7;0)

(0;0)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

## Stage 2



Stage 2

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : 0 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-25;3.5)

(-14;3.5)

(-7;0)

(0;0)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO	Pag. 52 DI 110
-----------------------------------	--	-------------------

0 m

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

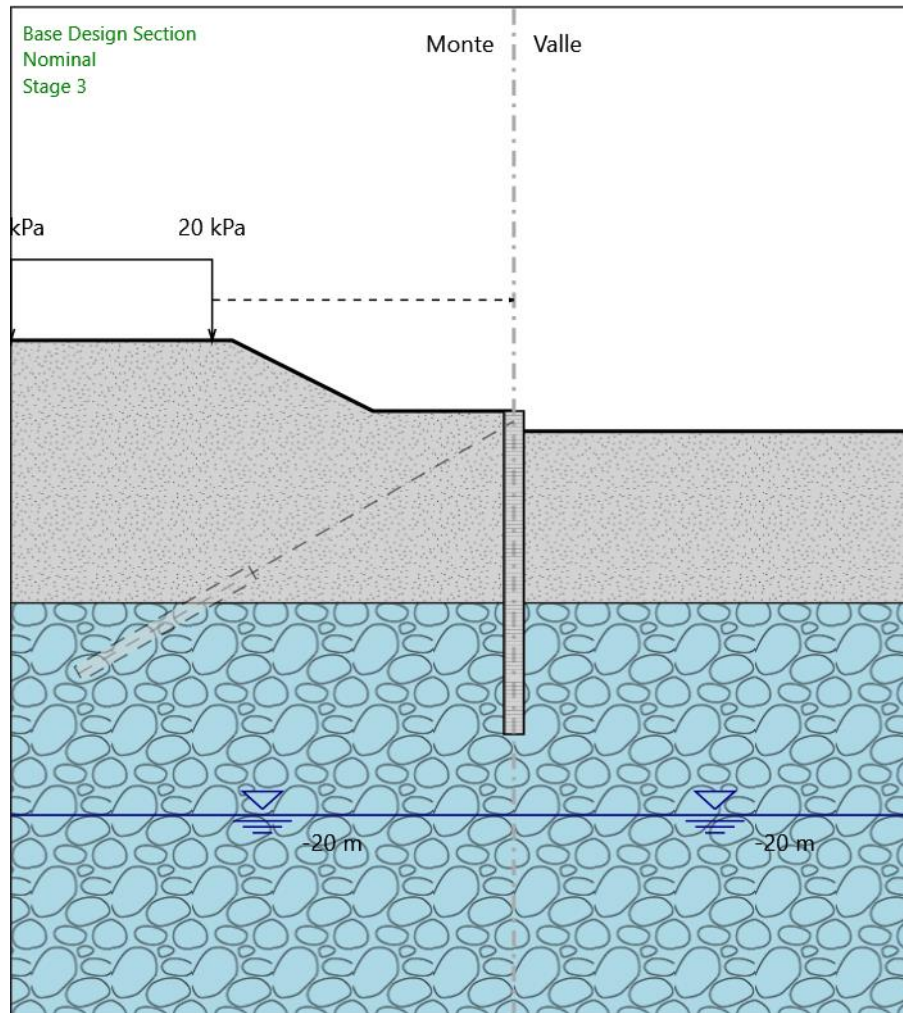
Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -16 m

Sezione : d1000



### Stage 3



Stage 3

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -1 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-25;3.5)

(-14;3.5)

(-7;0)

(0;0)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO	Pag. 54 DI 110
-----------------------------------	--	-------------------

-1 m

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

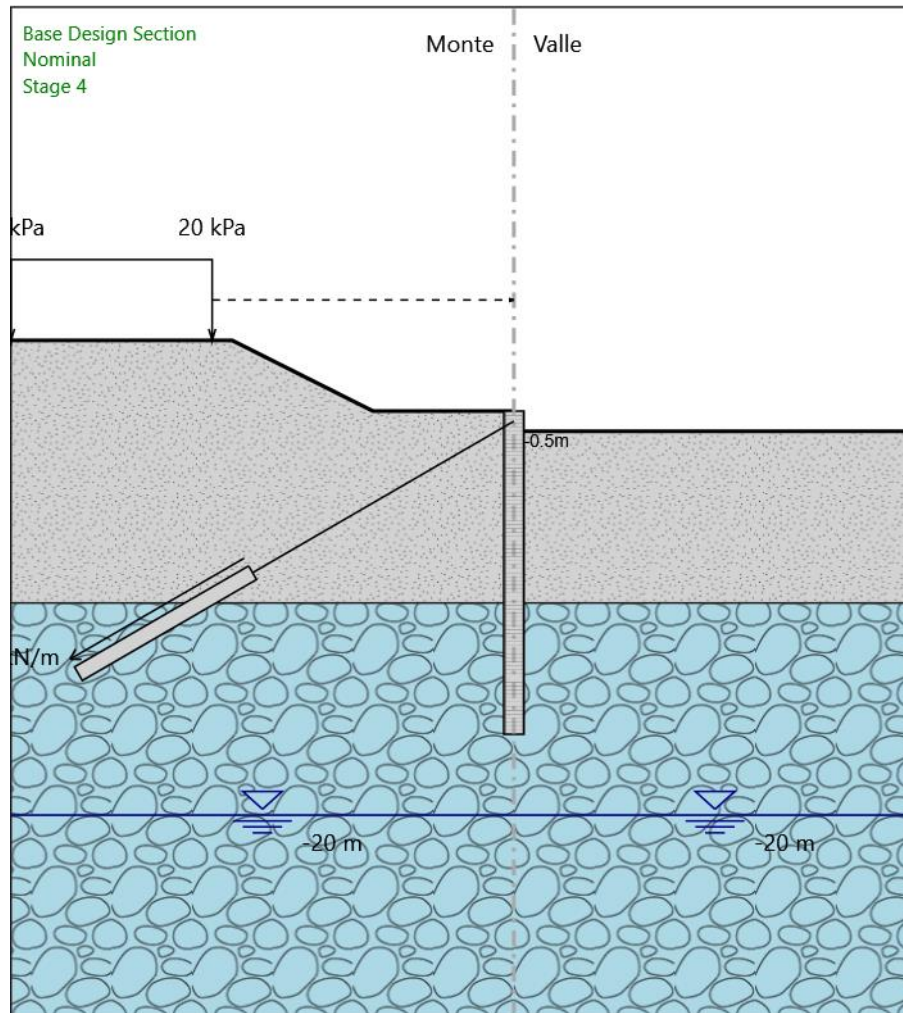
X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -16 m

Sezione : d1000

## Stage 4



Stage 4

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -1 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-25;3.5)

(-14;3.5)

(-7;0)

(0;0)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-1 m

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -16 m

Sezione : d1000

Tirante : Tieback

X : 0 m

Z : -0.5 m

Lunghezza bulbo : 10 m

Diametro bulbo : 0.2 m

Lunghezza libera : 15 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 220 kN

Angolo : 30 °

Sezione : 4 strands

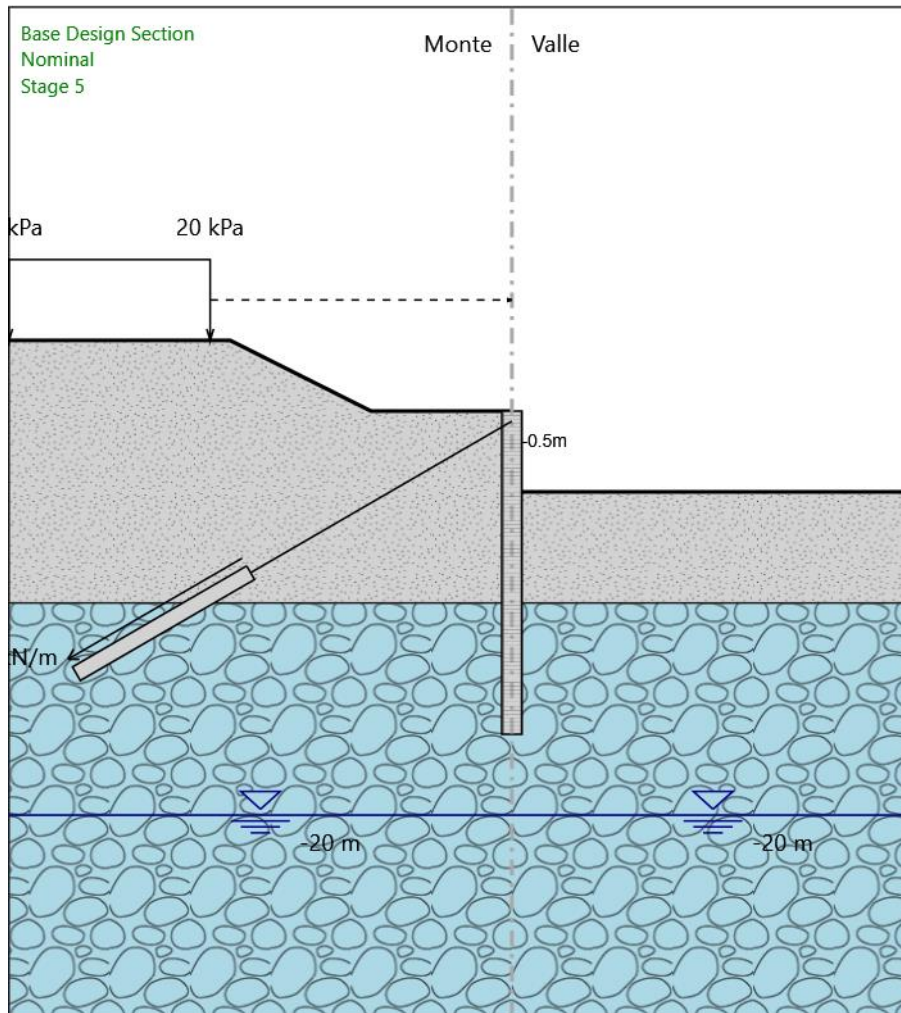
Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 4

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000556 m<sup>2</sup>

## Stage 5



Stage 5

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -4 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-25;3.5)

(-14;3.5)

(-7;0)

(0;0)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-4 m

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -16 m

Sezione : d1000

Tirante : Tieback

X : 0 m

Z : -0.5 m

Lunghezza bulbo : 10 m

Diametro bulbo : 0.2 m

Lunghezza libera : 15 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 220 kN

Angolo : 30 °

Sezione : 4 strands

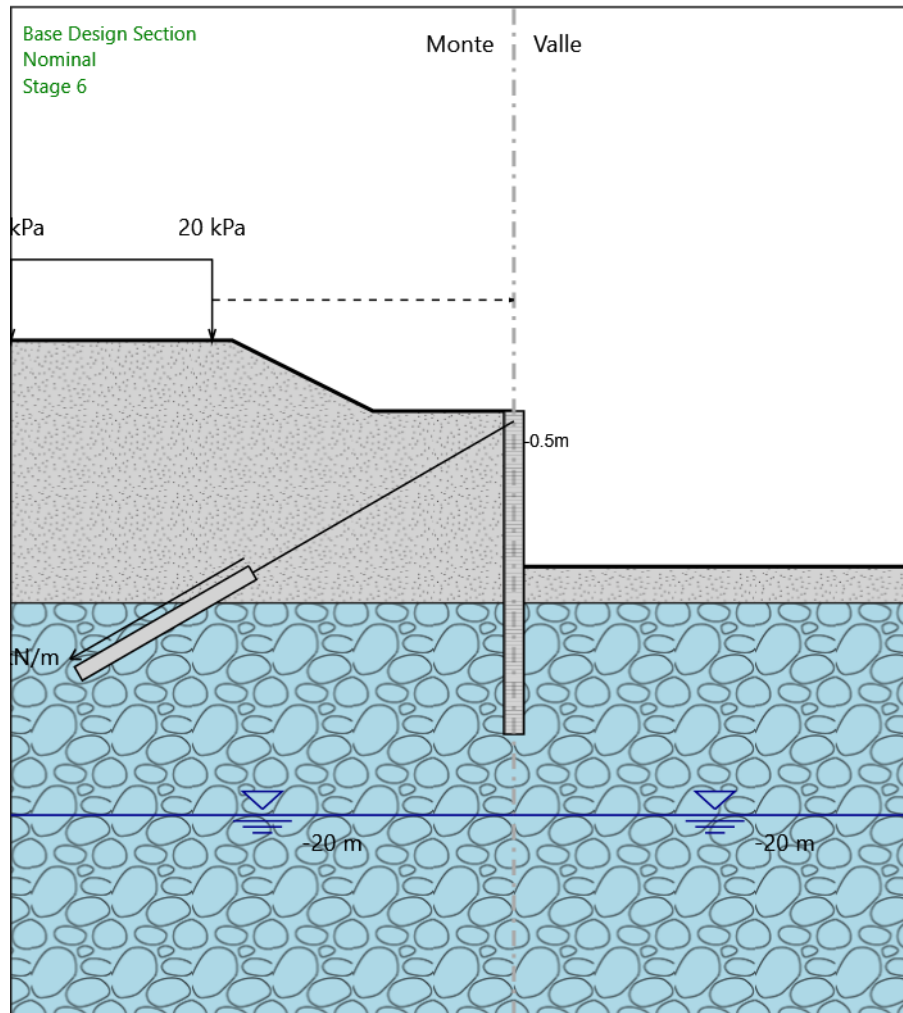
Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 4

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000556 m<sup>2</sup>

## Stage 6



Stage 6

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -7.7 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-25;3.5)

(-14;3.5)

(-7;0)

(0;0)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)



-7.7 m

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -16 m

Sezione : d1000

Tirante : Tieback

X : 0 m

Z : -0.5 m

Lunghezza bulbo : 10 m

Diametro bulbo : 0.2 m

Lunghezza libera : 15 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 220 kN

Angolo : 30 °

Sezione : 4 strands

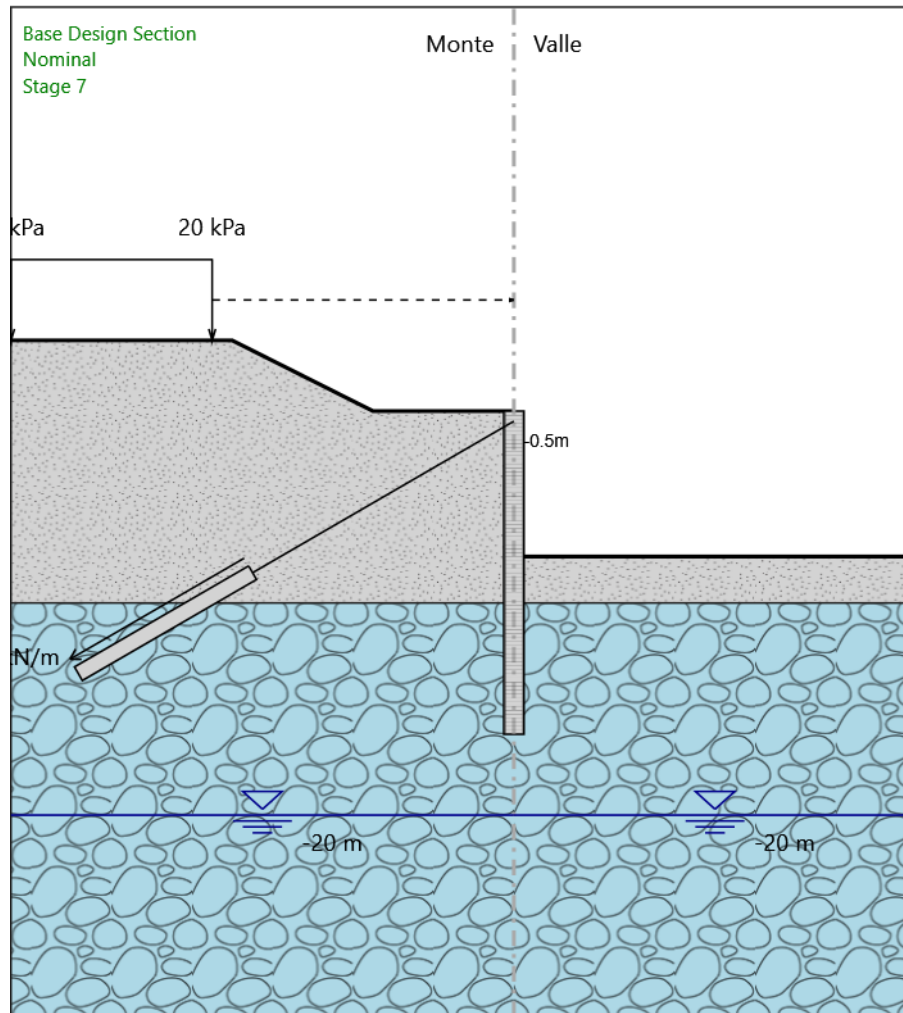
Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 4

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000556 m<sup>2</sup>

## Stage 7



Stage 7

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -7.2 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-25;3.5)

(-14;3.5)

(-7;0)

(0;0)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-7.2 m

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -16 m

Sezione : d1000

Tirante : Tieback

X : 0 m

Z : -0.5 m

Lunghezza bulbo : 10 m

Diametro bulbo : 0.2 m

Lunghezza libera : 15 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 220 kN

Angolo : 30 °

Sezione : 4 strands

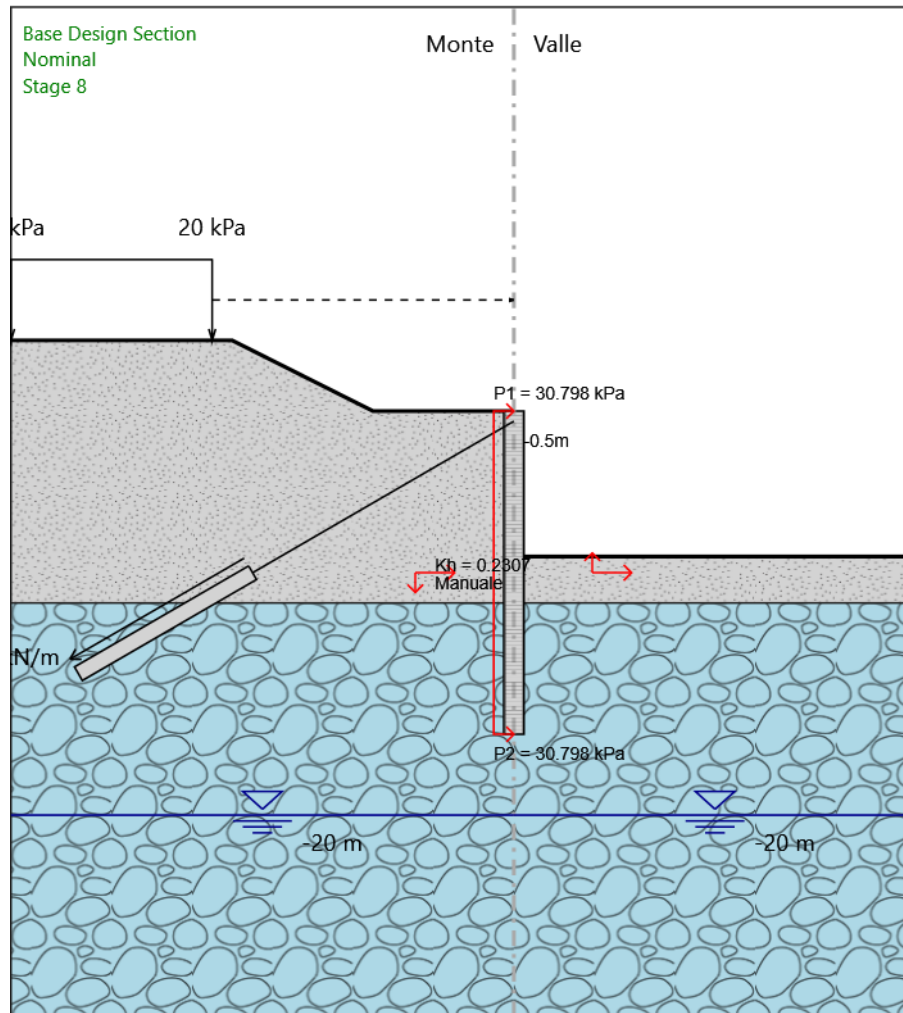
Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 4

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000556 m<sup>2</sup>

## Stage 8



Stage 8

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -7.2 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-25;3.5)

(-14;3.5)

(-7;0)

(0;0)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-7.2 m

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -16 m

Sezione : d1000

Tirante : Tieback

X : 0 m

Z : -0.5 m

Lunghezza bulbo : 10 m

Diametro bulbo : 0.2 m

Lunghezza libera : 15 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 220 kN

Angolo : 30 °

Sezione : 4 strands

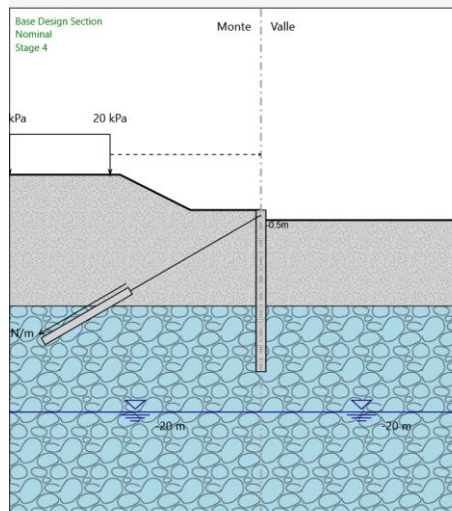
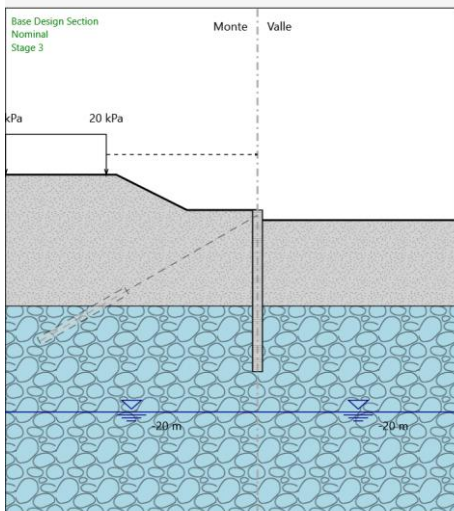
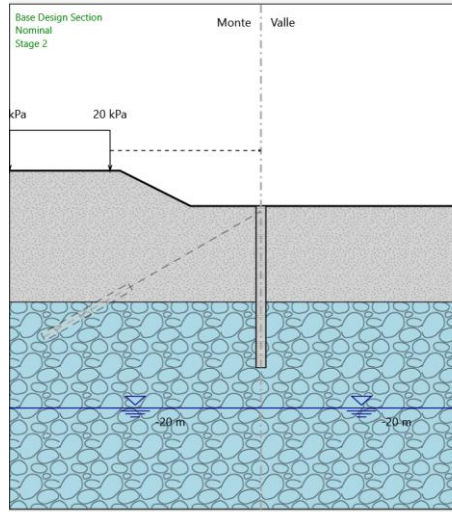
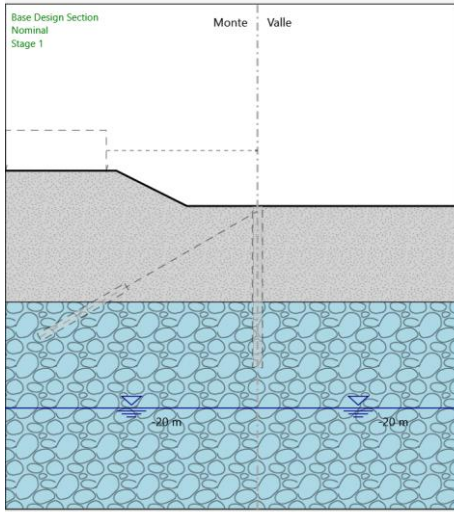
Tipo di barre : Barre trefoli

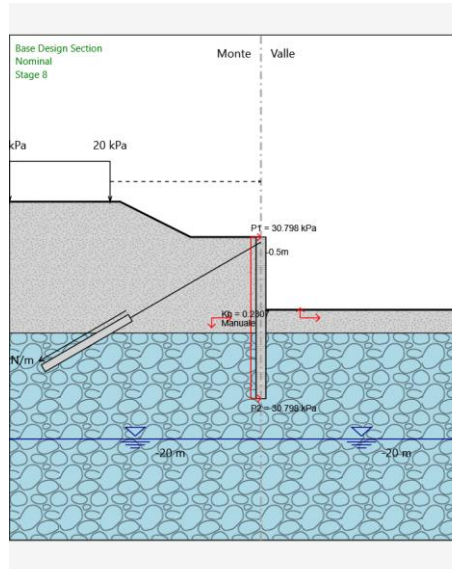
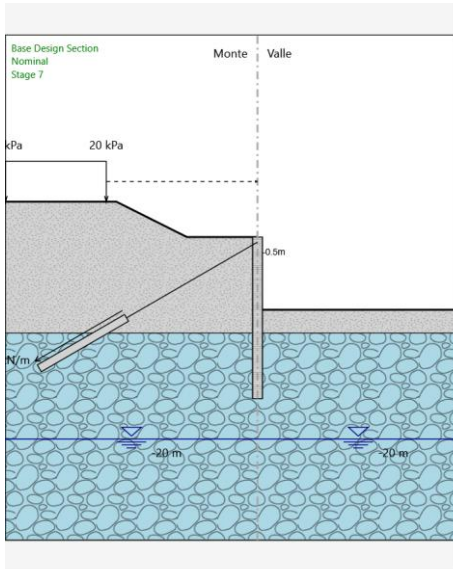
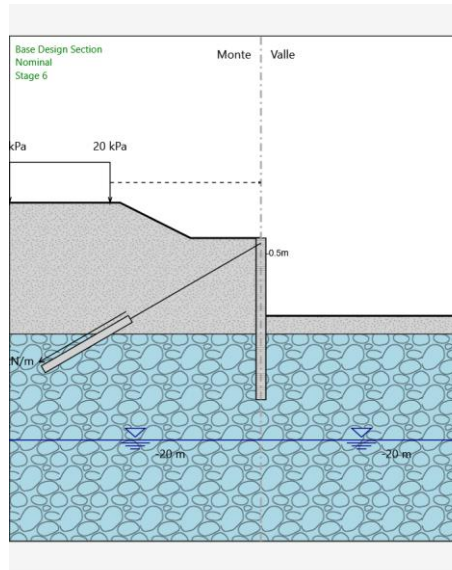
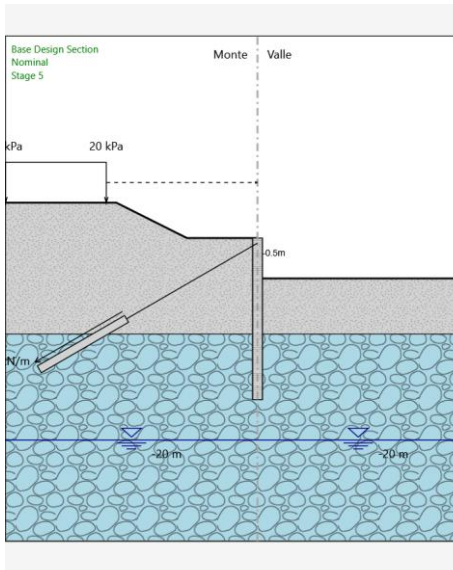
Numero di barre : 4

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000556 m<sup>2</sup>

### Tabella Configurazione Stage (Nominal)



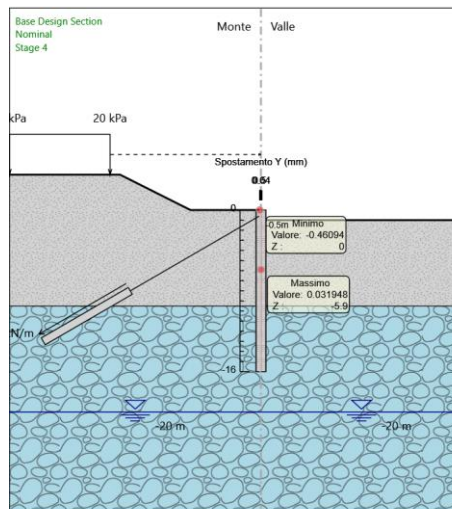
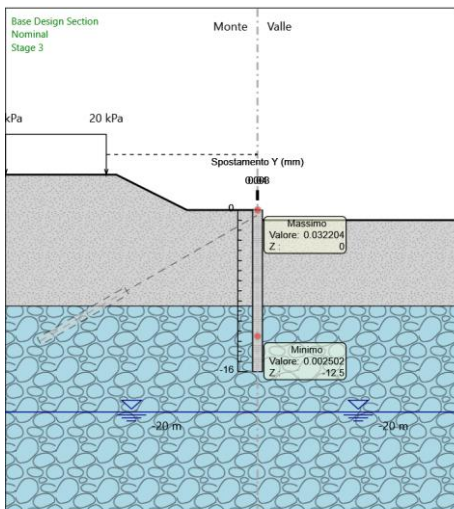
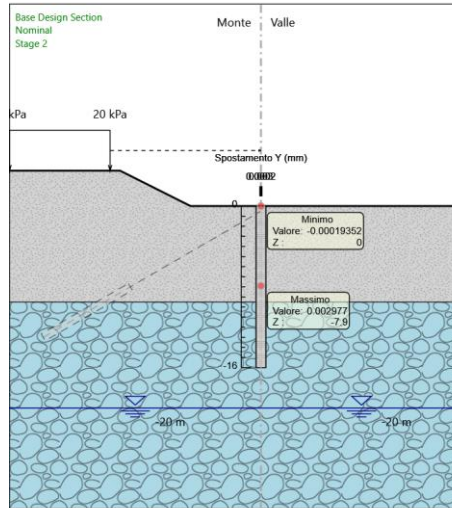
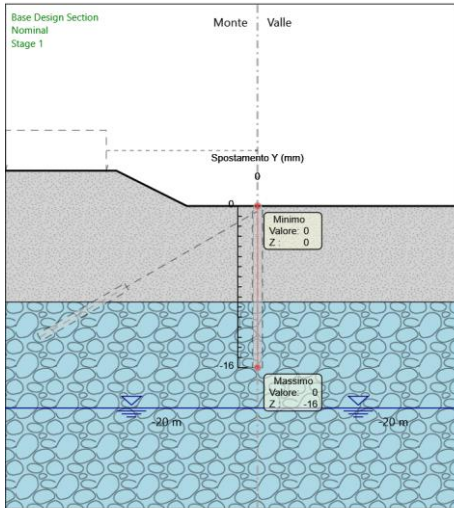




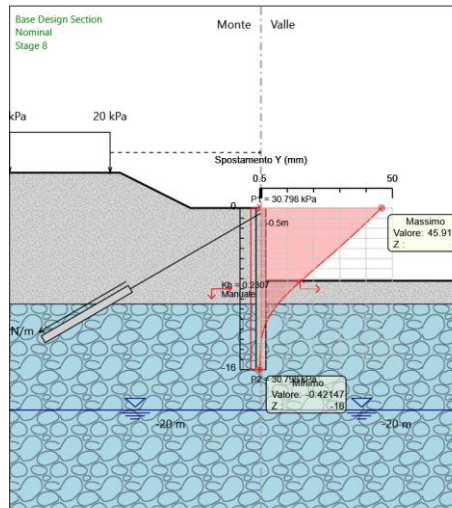
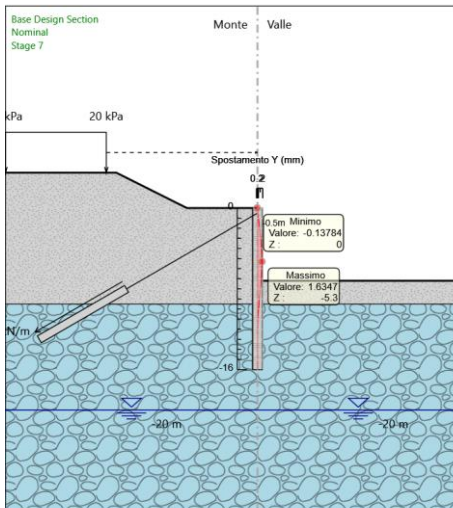
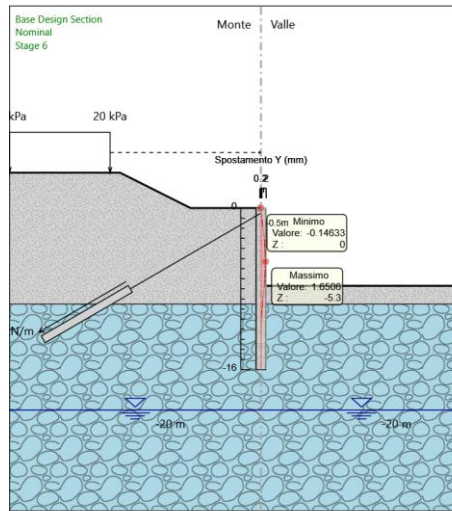
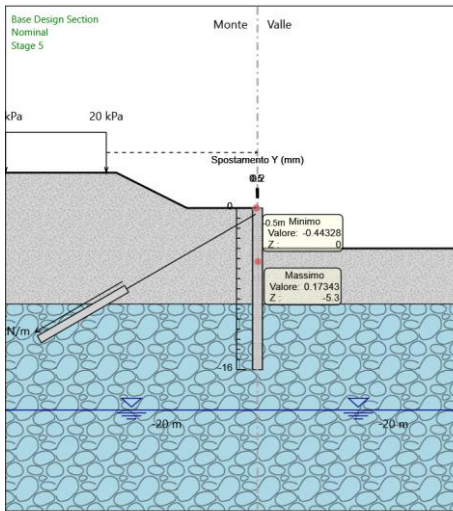
## Grafici dei Risultati

### Design Assumption : Nominal

### Grafici Spostamento in tabella

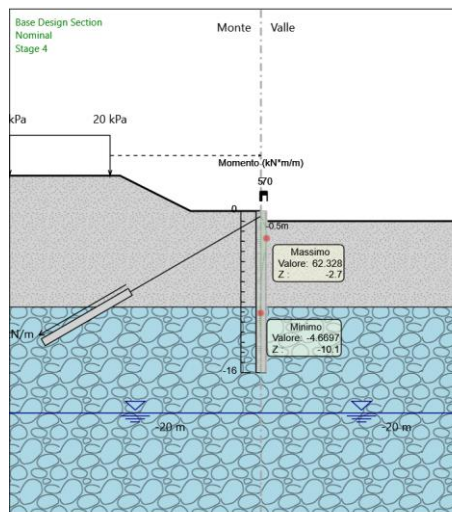
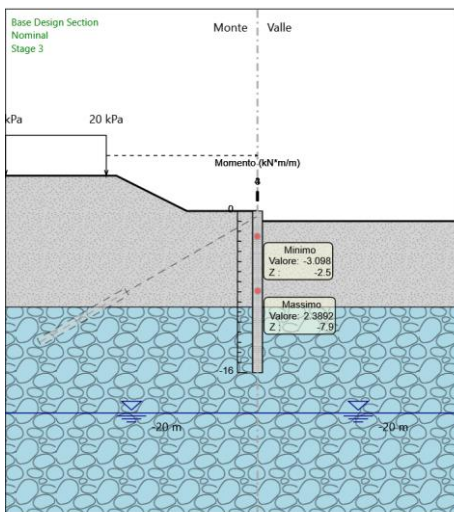
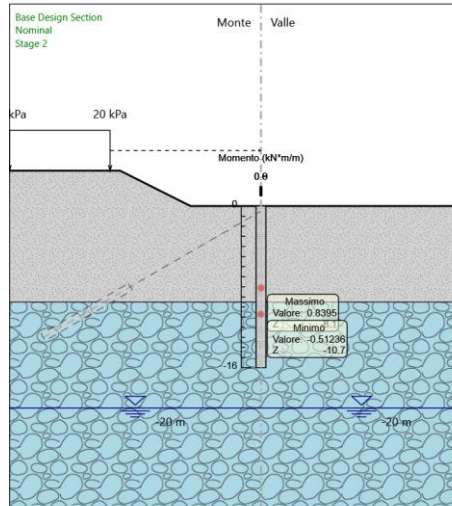
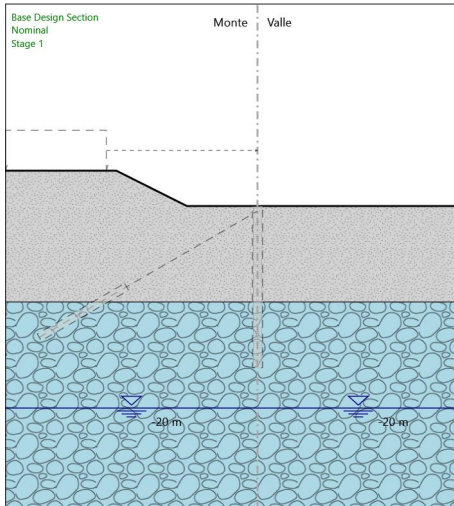


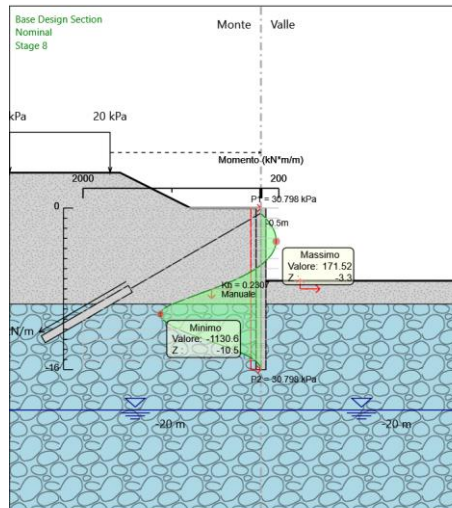
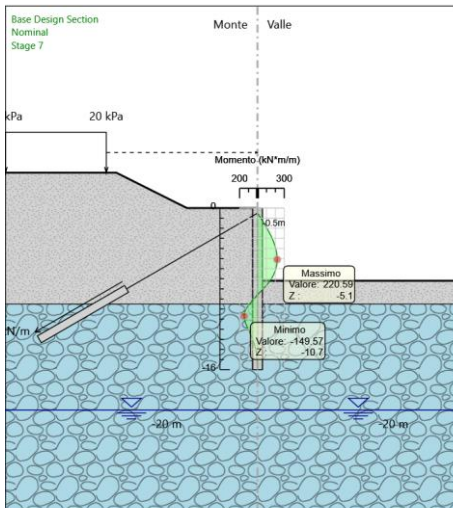
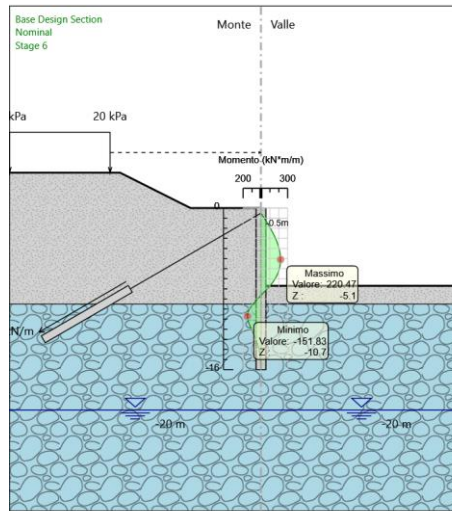
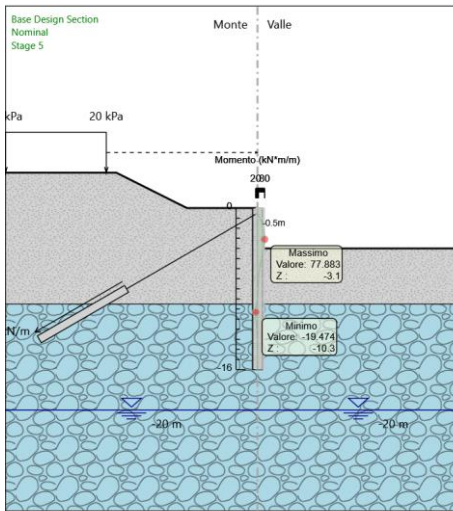




## Inviluppi Spostamento Nominal

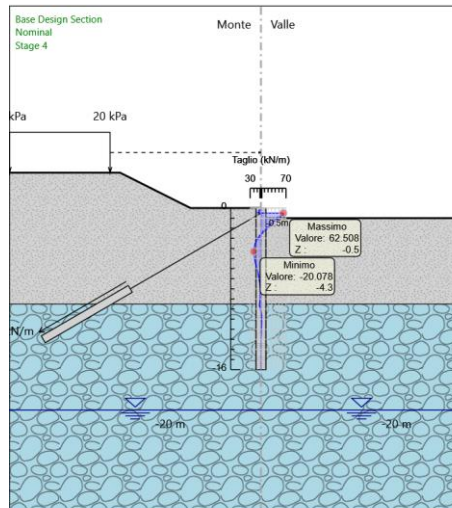
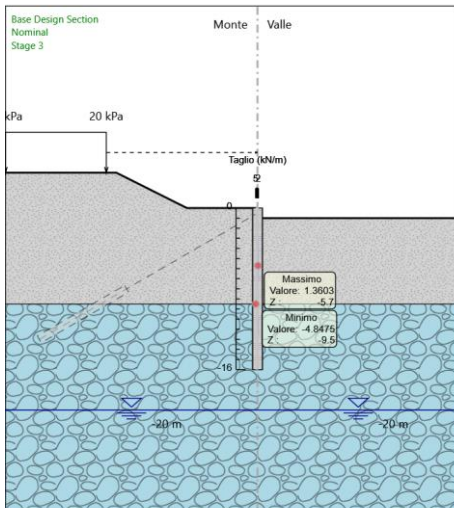
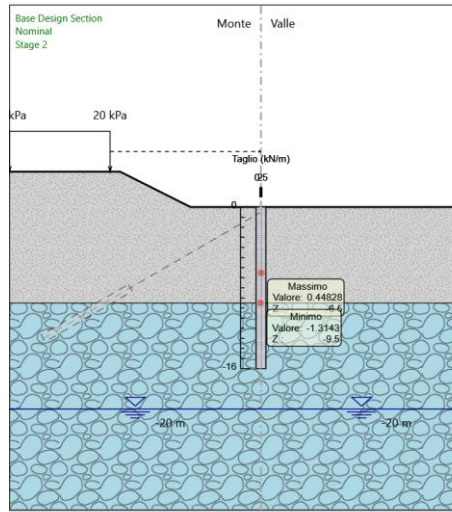
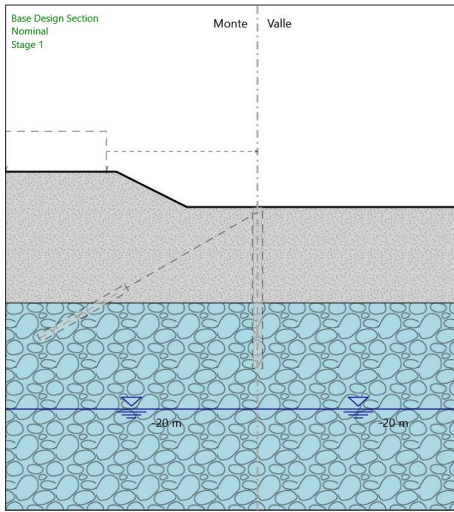
## Risultati Paratia Grafico Momento Nominal

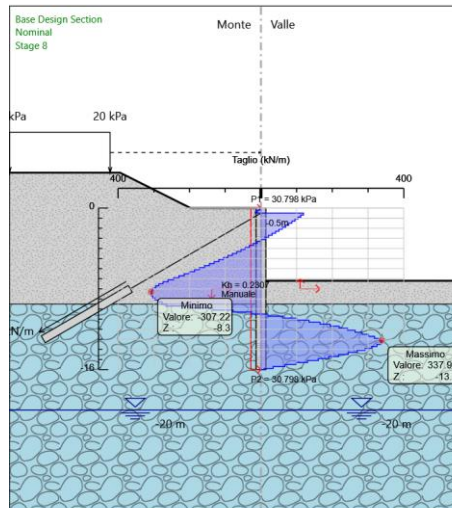
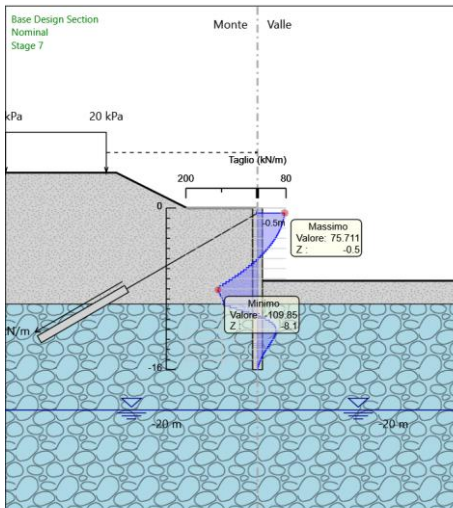
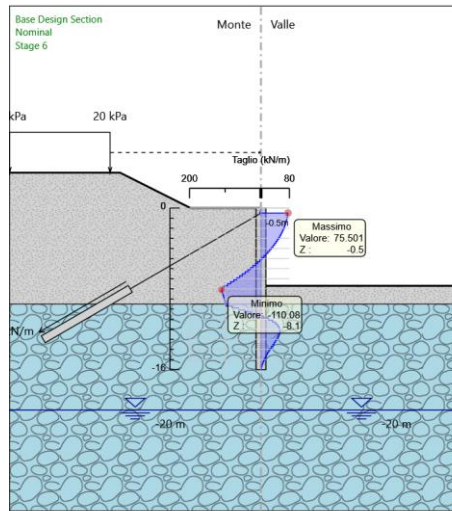
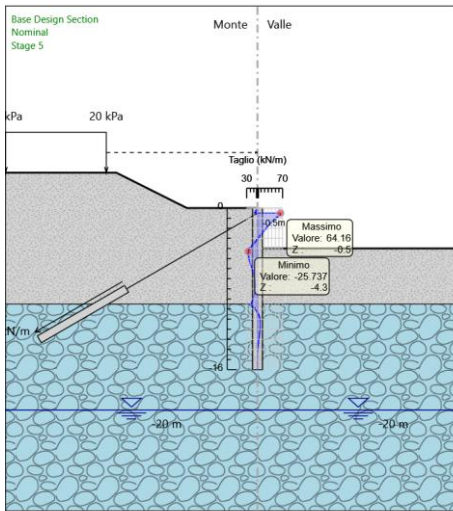






### Grafico Taglio Nominal





## **Inviluppi Risultati Paratia Nominal**

## Risultati Elementi strutturali

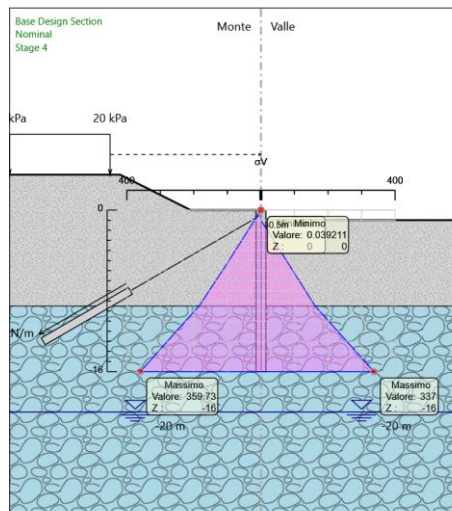
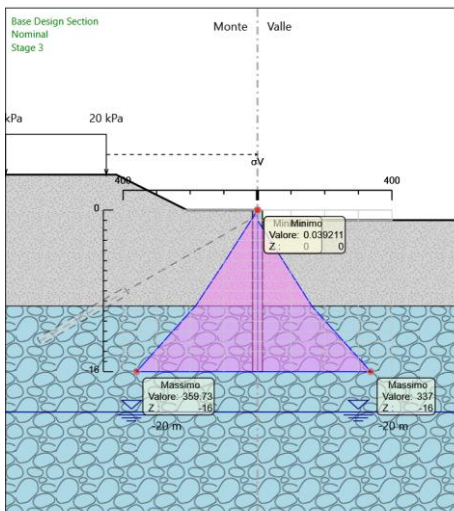
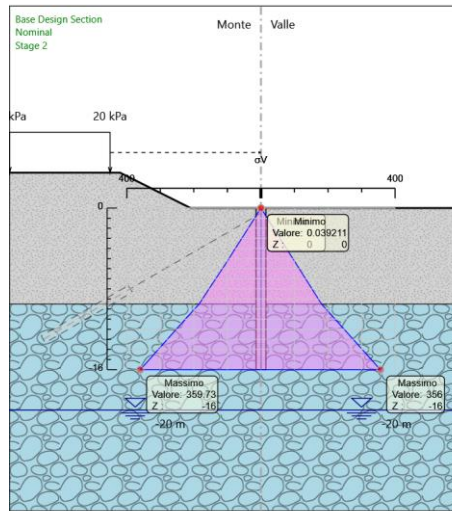
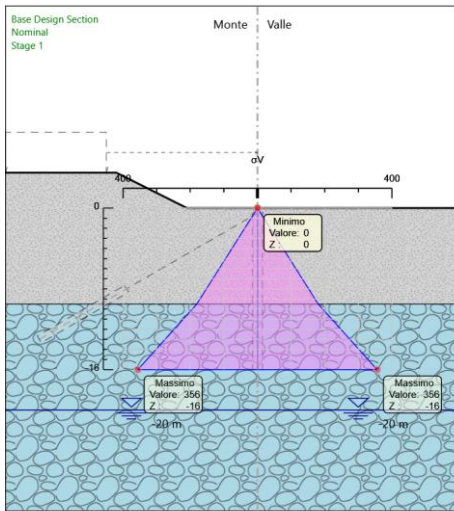
Design Assumption: Nominal Sollecitazione Tieback

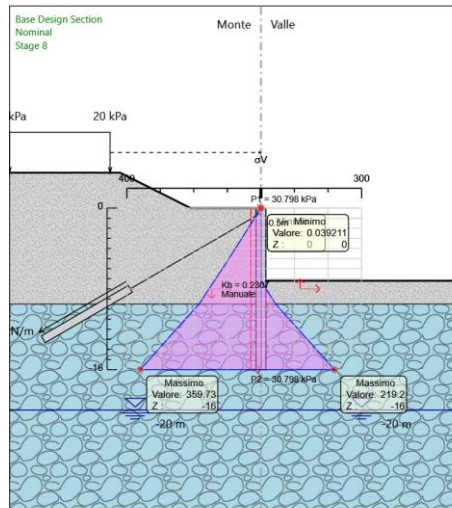
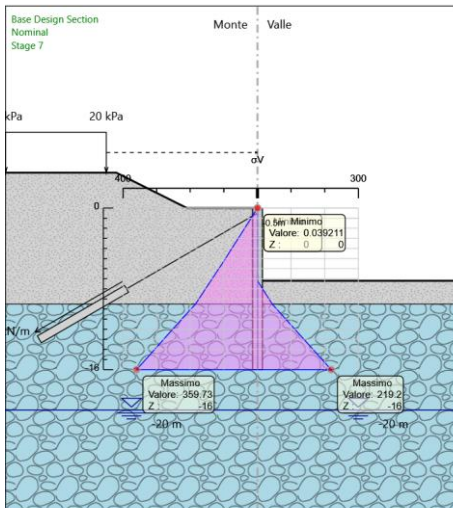
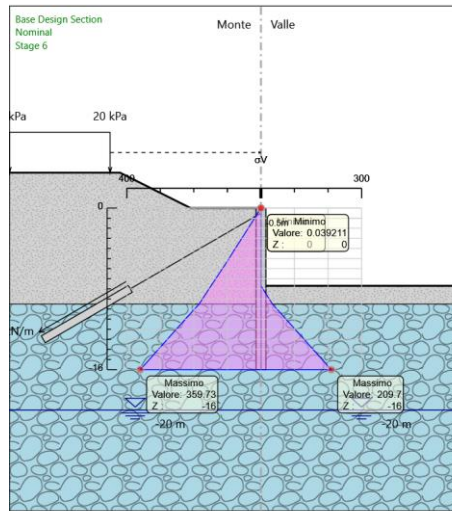
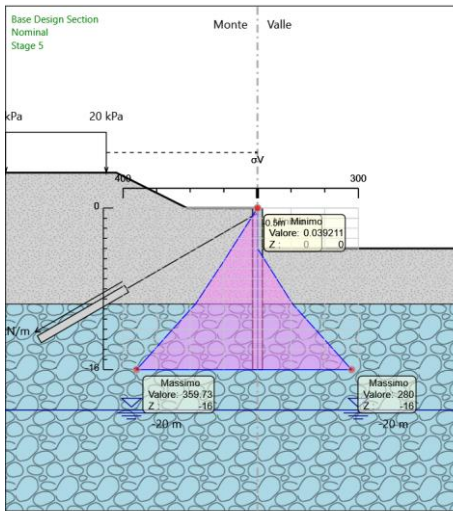
Stage	Forza (kN/m)
Stage 4	91.67
Stage 5	91.72907
Stage 6	92.45218
Stage 7	92.46263
Stage 8	162.7908



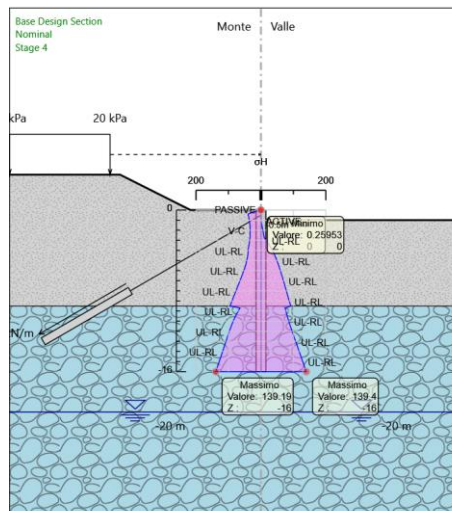
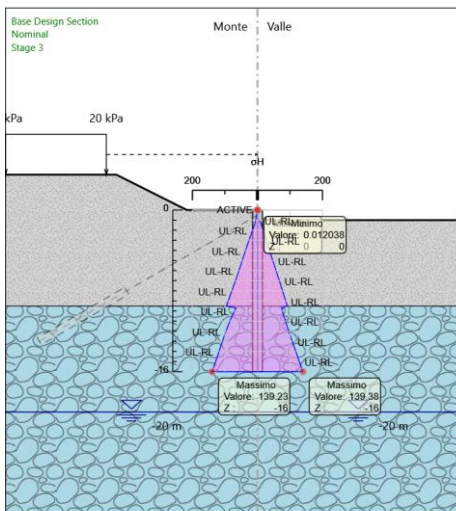
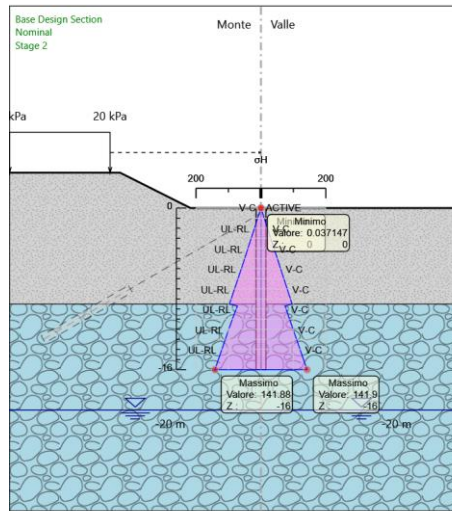
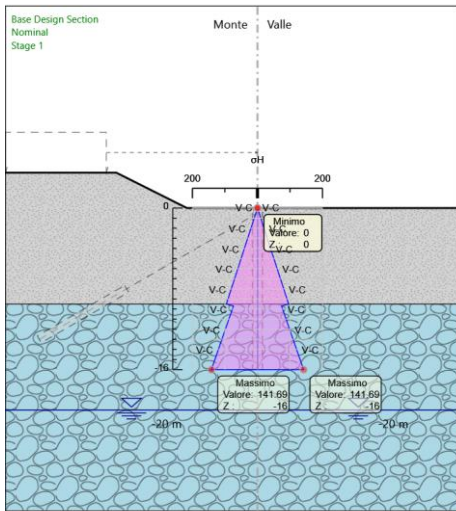
## Risultati Terreno

### Grafico Risultati Terreno Sigma V

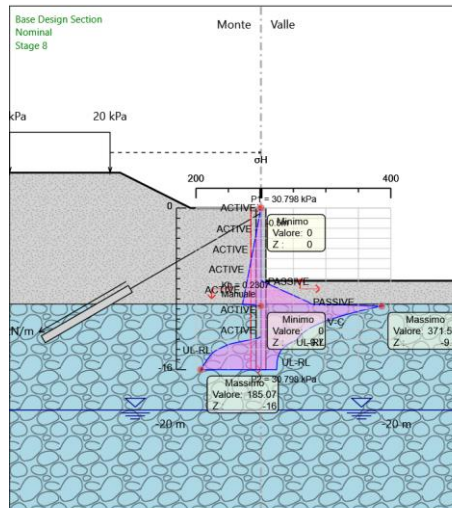
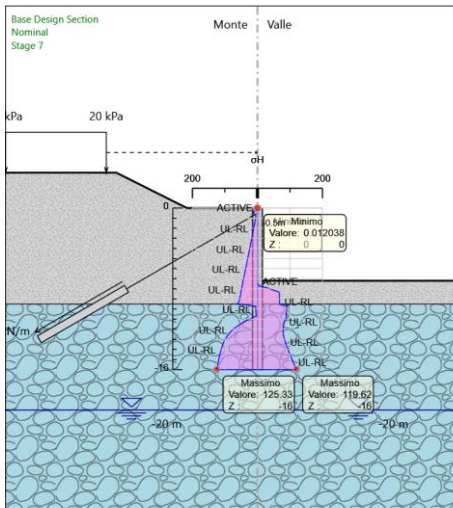
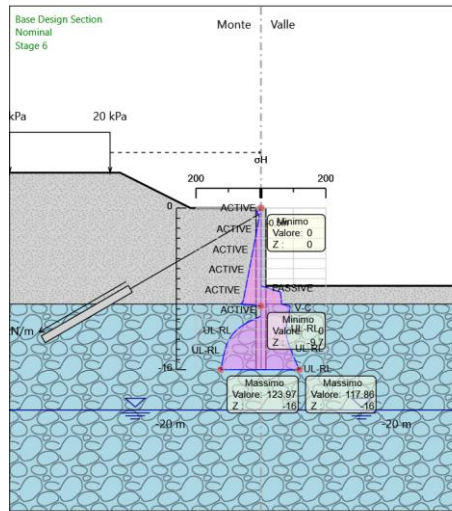
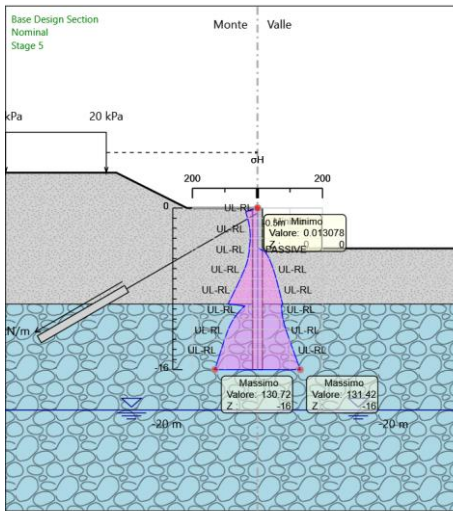




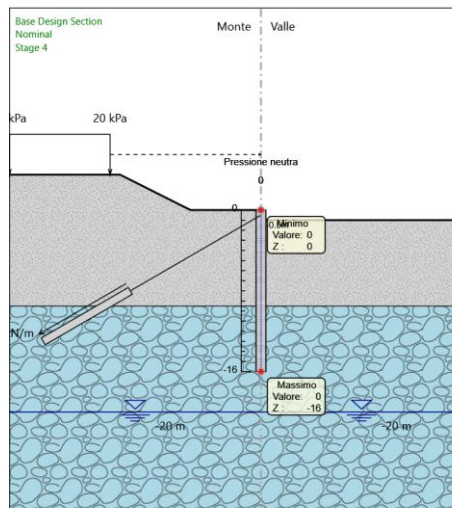
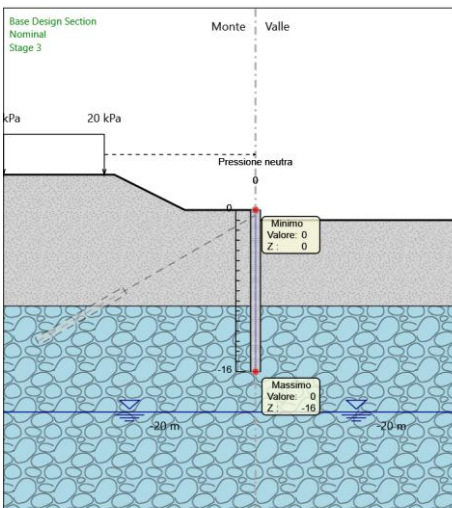
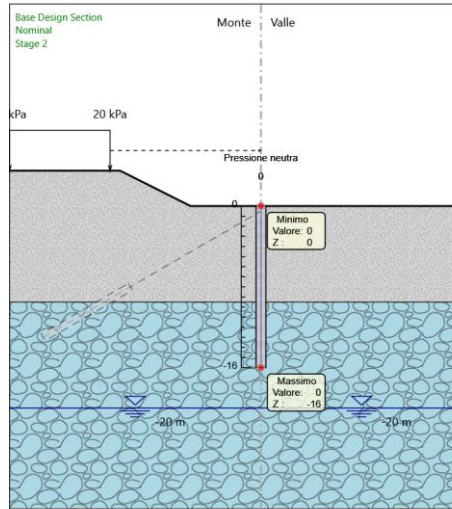
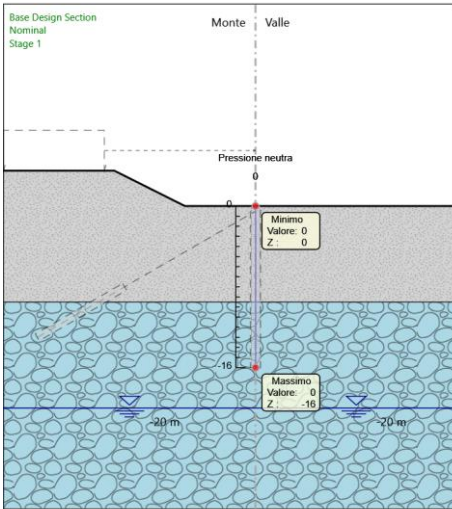
## Grafico Risultati Terreno Sigma H

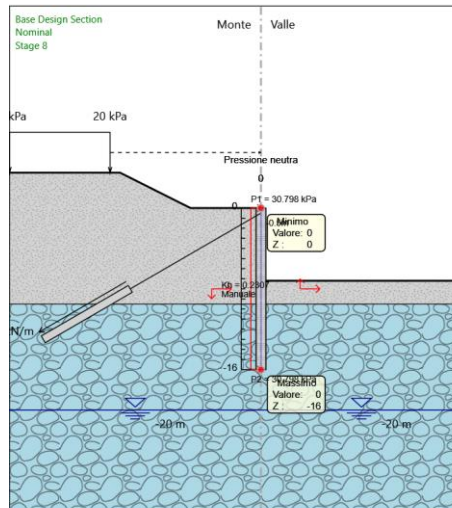
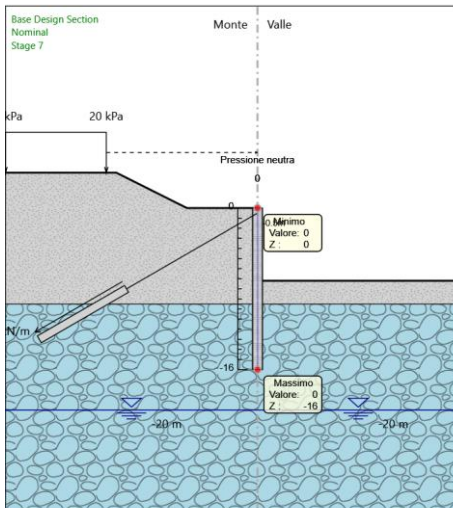
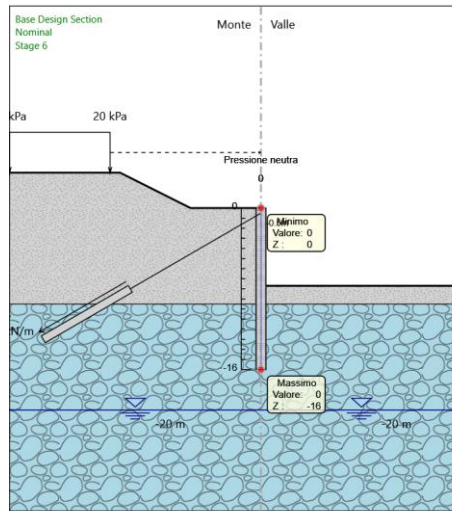
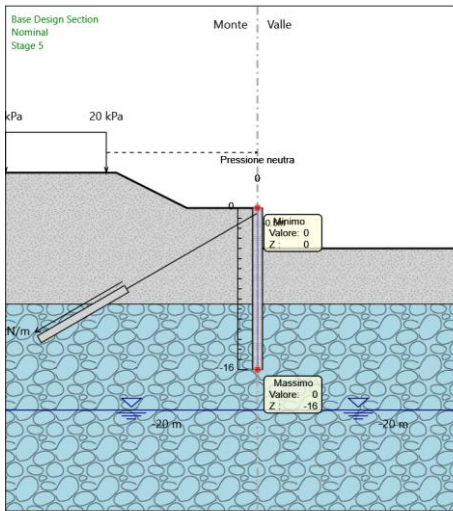






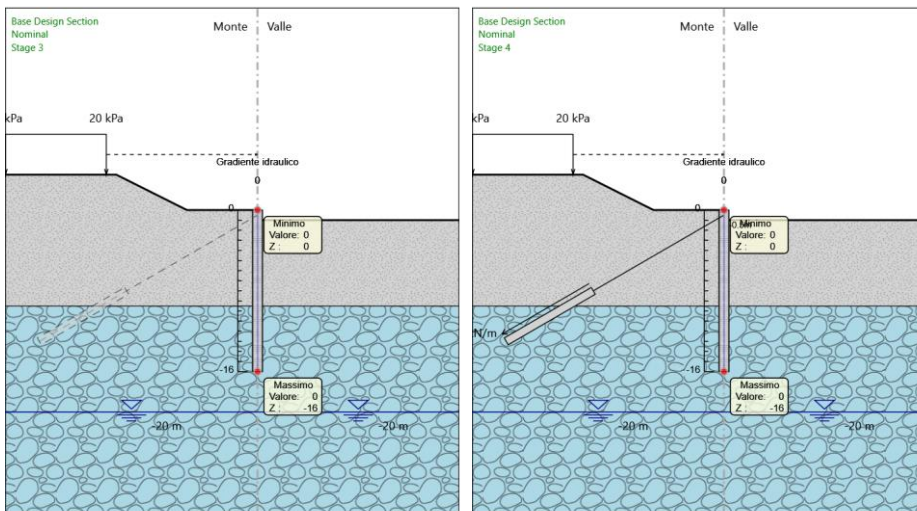
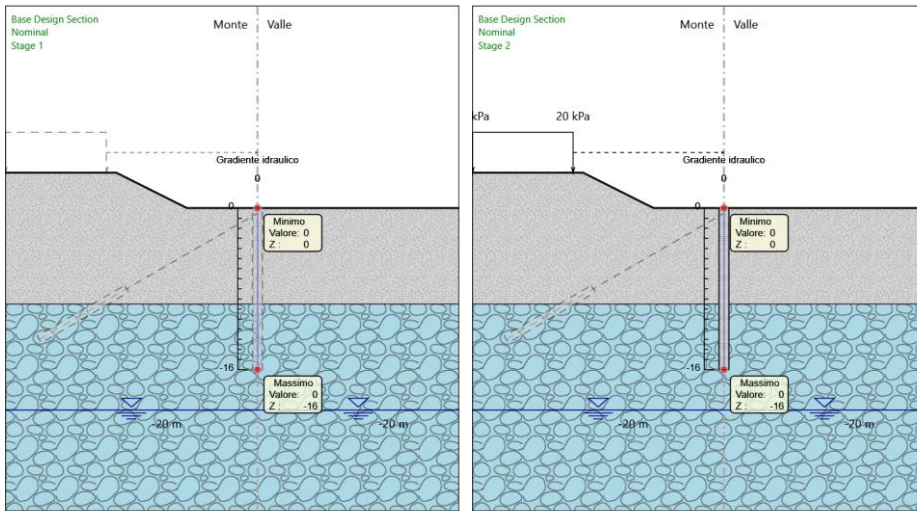
### Grafico Risultati Terreno Pore



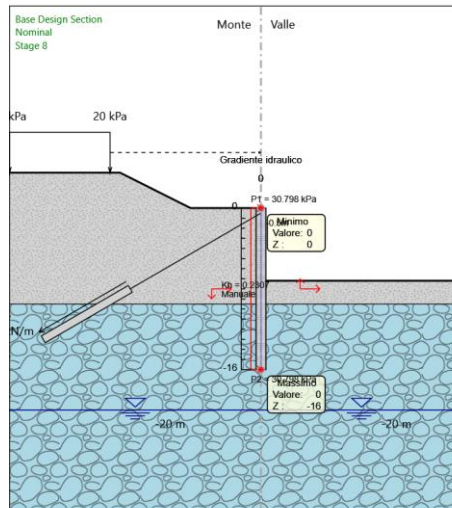
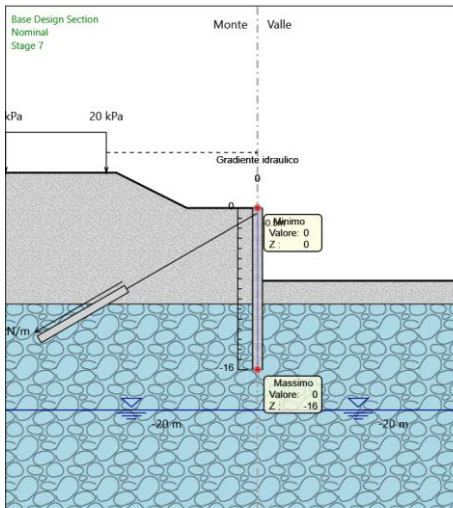
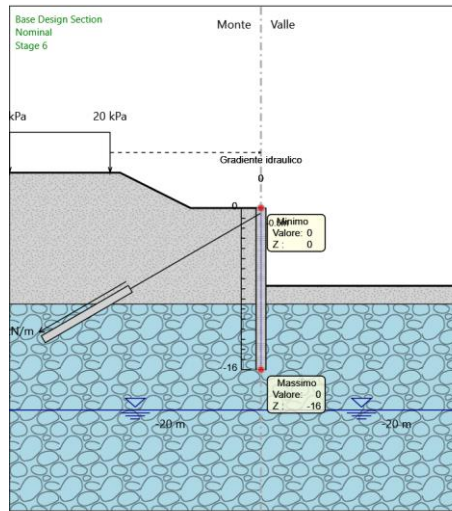
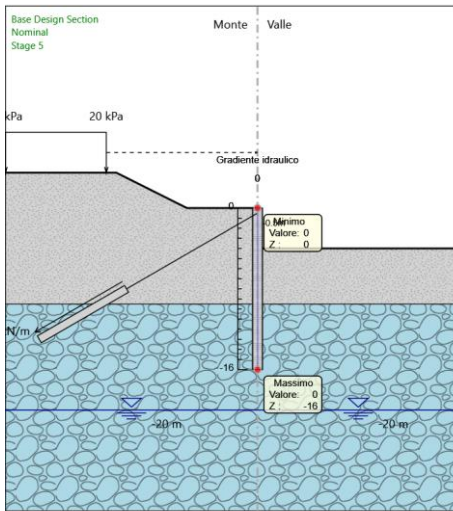




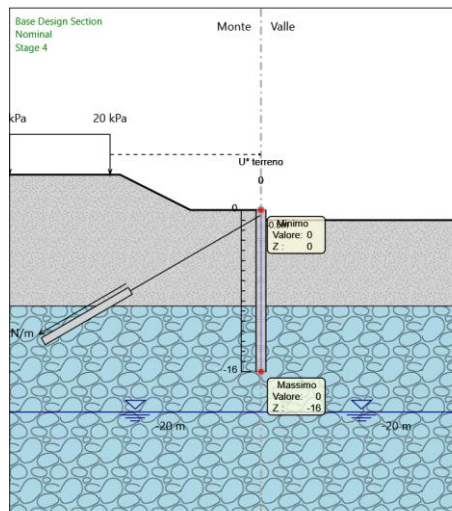
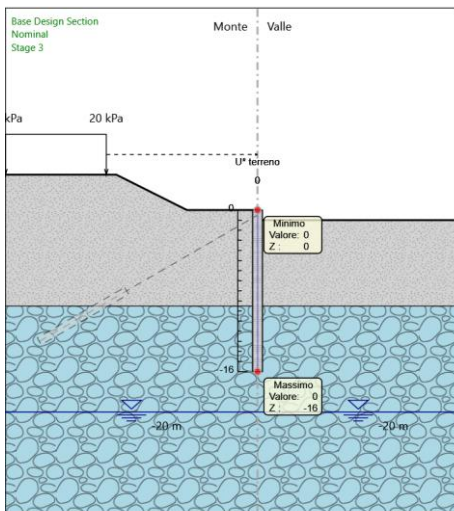
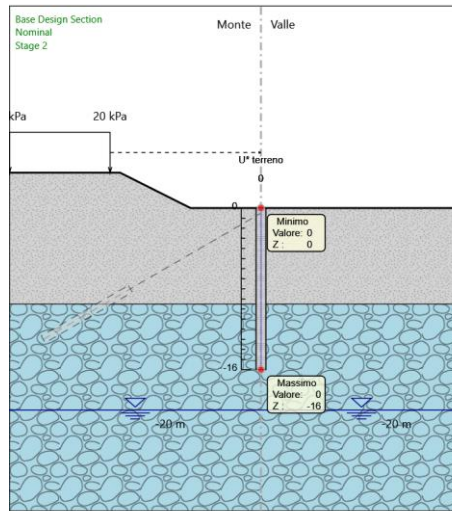
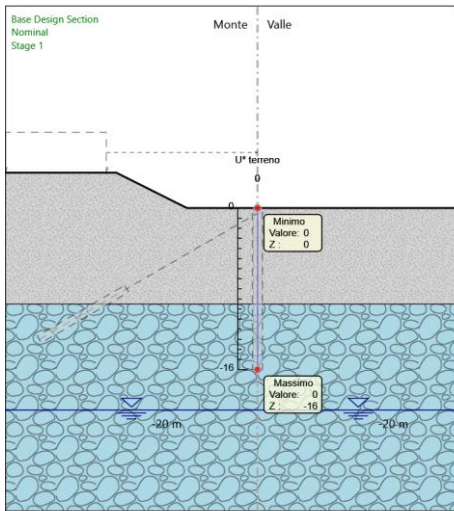
### Grafico Risultati Terreno Gradiente

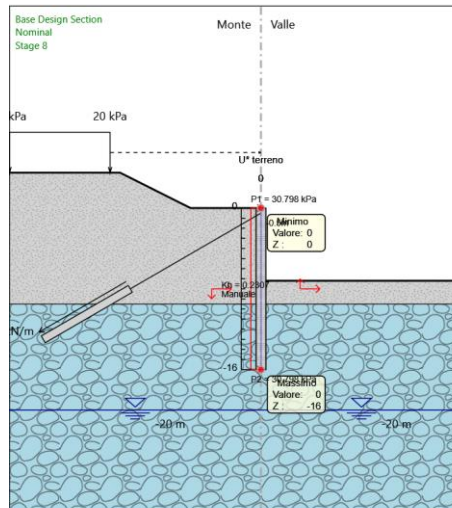
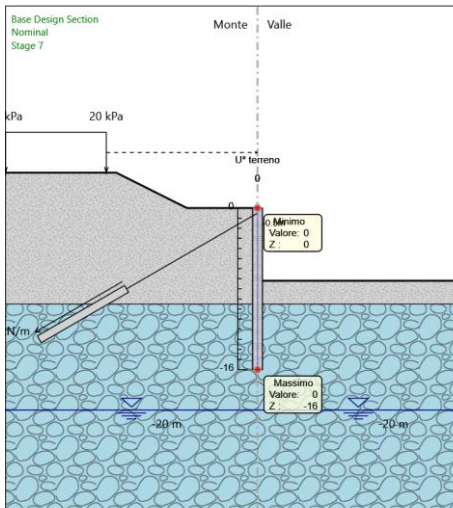
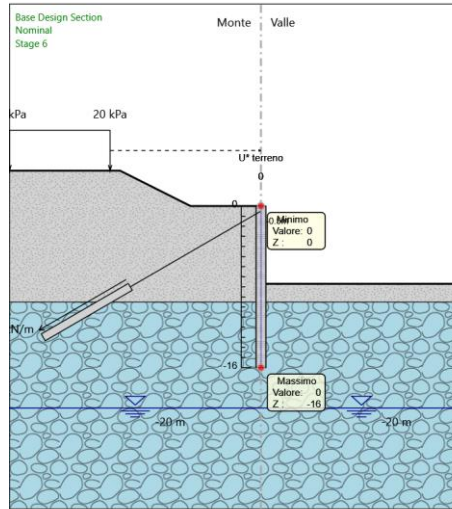
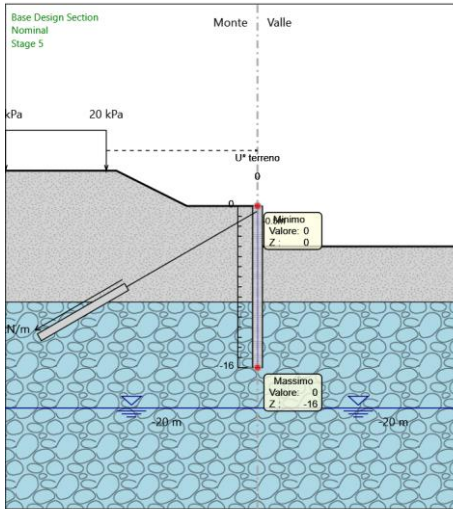






### Grafico Risultati Terreno U\*





## Riepilogo spinte

Design Assumption:	Tipo Risultato:	Muro:	LEFT	Lato	LEFT		
Nominal	Riepilogo spinte						
Stage	Vera effettiva	Pressione neutra	Vera Totale	Min ammissibile	Max ammissibile	Percentuale di resistenza massima	Vera / Attiva
	(kN/m)	(kN/m)	(kN/m)	(kN/m)	(kN/m)		
Stage 1	1150.8	0	1150.8	268.8	25434	4.52%	4.28
Stage 2	1153.1	0	1153.1	271.9	25740.9	4.48%	4.24
Stage 3	1103.5	0	1103.5	271.9	25740.9	4.29%	4.06
Stage 4	1163	0	1163	271.9	25740.9	4.52%	4.28
Stage 5	999.8	0	999.8	271.9	25740.9	3.88%	3.68
Stage 6	754.6	0	754.6	271.9	25740.9	2.93%	2.78
Stage 7	777.9	0	777.9	271.9	25740.9	3.02%	2.86
Stage 8	692.2	0	692.2	271.9	26118	2.65%	2.55

Design Assumption:	Tipo Risultato:	Muro:	LEFT	Lato	RIGHT		
Nominal	Riepilogo spinte						
Stage	Vera effettiva	Pressione neutra	Vera Totale	Min ammissibile	Max ammissibile	Percentuale di resistenza massima	Vera / Attiva
	(kN/m)	(kN/m)	(kN/m)	(kN/m)	(kN/m)		
Stage 1	1150.8	0	1150.8	268.8	20417.7	5.64%	4.28
Stage 2	1153.1	0	1153.1	268.8	20417.7	5.65%	4.29
Stage 3	1103.5	0	1103.5	215.7	18652.9	5.92%	5.12
Stage 4	1083.6	0	1083.6	215.7	18652.9	5.81%	5.02
Stage 5	920.3	0	920.3	91.5	13940.5	6.6%	10.06
Stage 6	674.5	0	674.5	10.5	9333.4	7.23%	64.24
Stage 7	697.8	0	697.8	16.8	9878.6	7.06%	41.54
Stage 8	1104.4	0	1104.4	16.8	7832.8	14.1%	65.74

## Normative adottate per le verifiche degli Elementi Strutturali

### Normative Verifiche

Calcestruzzo	NTC
Acciaio	NTC
Tirante	NTC

### Coefficienti per Verifica Tiranti

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



## Risultati Caver

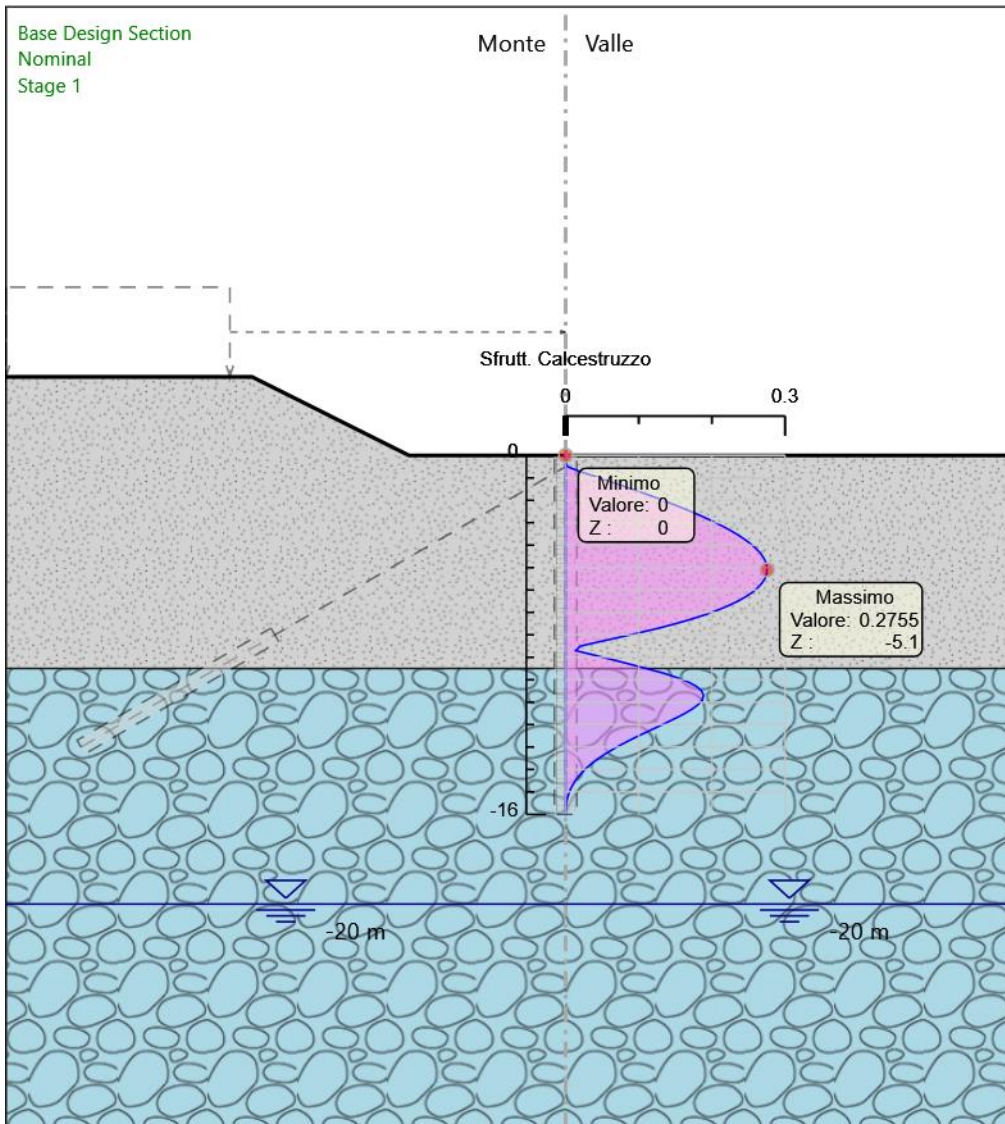
### Tabella Inviluppi Tasso di Sfruttamento Calcestruzzo - Caver : LEFT

Inviluppi Tasso di Sfruttamento Calcestruzzo - Caver		LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento Calcestruzzo - Caver	
0		0
-0.2		0
-0.4		0.001
-0.5		0.003
-0.7		0.018
-0.9		0.037
-1.1		0.055
-1.3		0.073
-1.5		0.091
-1.7		0.108
-1.9		0.125
-2.1		0.141
-2.3		0.157
-2.5		0.172
-2.7		0.186
-2.9		0.199
-3.1		0.211
-3.3		0.223
-3.5		0.234
-3.7		0.243
-3.9		0.252
-4.1		0.259
-4.3		0.265
-4.5		0.27
-4.7		0.273
-4.9		0.275
-5.1		0.276
-5.3		0.275
-5.5		0.272
-5.7		0.268
-5.9		0.263
-6.1		0.255
-6.3		0.246
-6.5		0.235
-6.7		0.222
-6.9		0.208
-7.1		0.191
-7.3		0.172
-7.5		0.15
-7.7		0.127
-7.9		0.101
-8.1		0.074
-8.3		0.047
-8.5		0.02
-8.7		0.014
-8.9		0.039
-9.1		0.063
-9.3		0.087
-9.5		0.11
-9.7		0.133
-9.9		0.152
-10.1		0.168
-10.3		0.179
-10.5		0.186
-10.7		0.189
-10.9		0.187
-11.1		0.181
-11.3		0.173
-11.5		0.163
-11.7		0.151
-11.9		0.139
-12.1		0.126
-12.3		0.113

Inviluppi Tasso di Sfruttamento Calcestruzzo - Caver	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento Calcestruzzo - Caver
-12.5	0.1
-12.7	0.087
-12.9	0.076
-13.1	0.065
-13.3	0.055
-13.5	0.045
-13.7	0.037
-13.9	0.03
-14.1	0.023
-14.3	0.018
-14.5	0.013
-14.7	0.01
-14.9	0.006
-15.1	0.004
-15.3	0.002
-15.5	0.001
-15.7	0
-15.9	0
-16	0



### Grafico Involuppi Tasso di Sfruttamento Calcestruzzo - Caver



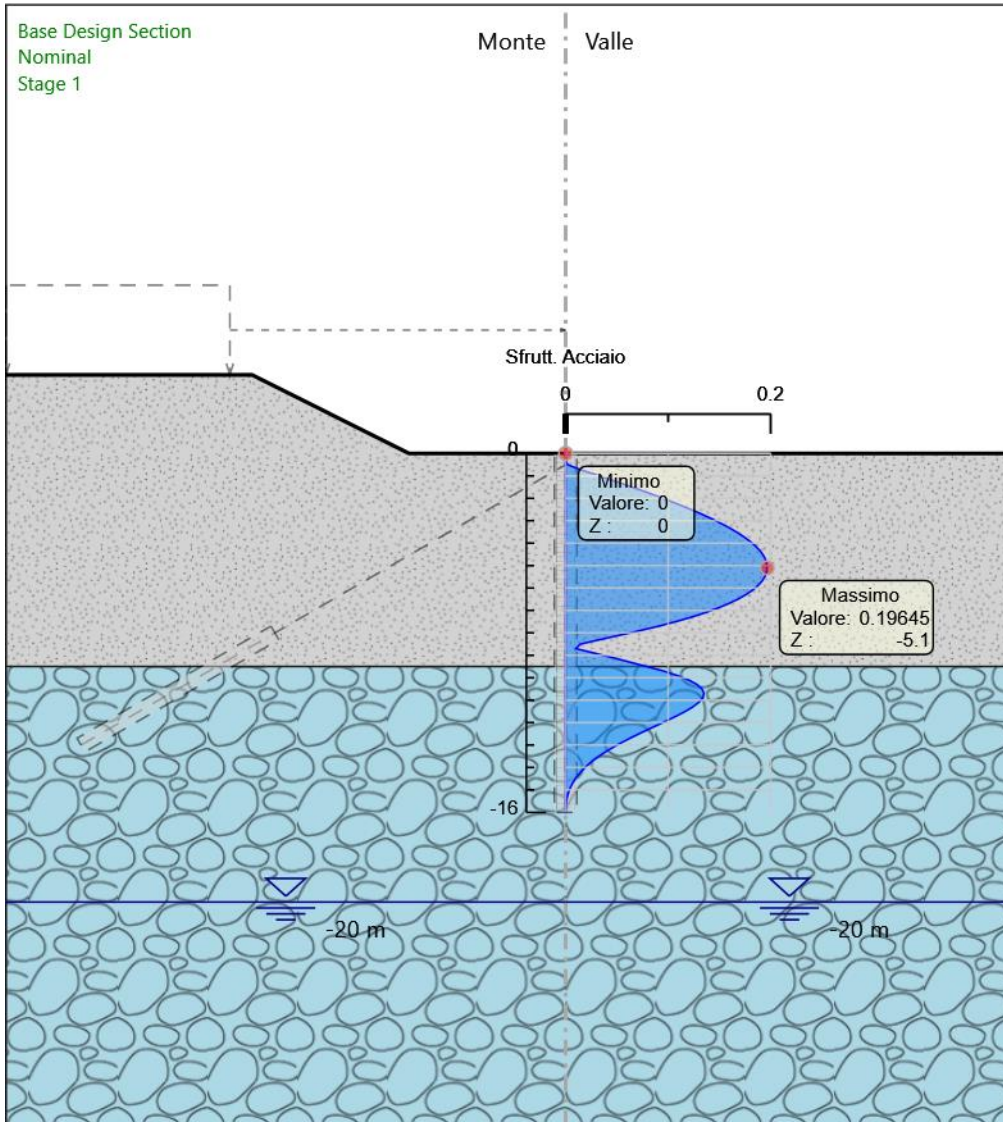
Involuppi  
Tasso di Sfruttamento Calcestruzzo - Caver

**Tabella Inviluppi Tasso di Sfruttamento Armature - Caver : LEFT**

Inviluppi Tasso di Sfruttamento Armature - Caver		LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento Armature - Caver	
0	0	
-0.2	0	
-0.4	0.001	
-0.5	0.002	
-0.7	0.013	
-0.9	0.026	
-1.1	0.039	
-1.3	0.052	
-1.5	0.065	
-1.7	0.077	
-1.9	0.089	
-2.1	0.101	
-2.3	0.112	
-2.5	0.122	
-2.7	0.132	
-2.9	0.142	
-3.1	0.151	
-3.3	0.159	
-3.5	0.167	
-3.7	0.173	
-3.9	0.179	
-4.1	0.185	
-4.3	0.189	
-4.5	0.192	
-4.7	0.195	
-4.9	0.196	
-5.1	0.196	
-5.3	0.196	
-5.5	0.194	
-5.7	0.191	
-5.9	0.187	
-6.1	0.182	
-6.3	0.176	
-6.5	0.168	
-6.7	0.159	
-6.9	0.148	
-7.1	0.136	
-7.3	0.122	
-7.5	0.107	
-7.7	0.091	
-7.9	0.072	
-8.1	0.053	
-8.3	0.033	
-8.5	0.014	
-8.7	0.01	
-8.9	0.028	
-9.1	0.045	
-9.3	0.062	
-9.5	0.079	
-9.7	0.095	
-9.9	0.109	
-10.1	0.12	
-10.3	0.128	
-10.5	0.133	
-10.7	0.135	
-10.9	0.134	
-11.1	0.13	
-11.3	0.124	
-11.5	0.117	
-11.7	0.108	
-11.9	0.099	
-12.1	0.09	
-12.3	0.081	
-12.5	0.071	
-12.7	0.063	

Involuppi Tasso di Sfruttamento Armature - Caver		LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento Armature - Caver	
-12.9	0.054	
-13.1	0.046	
-13.3	0.039	
-13.5	0.032	
-13.7	0.027	
-13.9	0.021	
-14.1	0.017	
-14.3	0.013	
-14.5	0.01	
-14.7	0.007	
-14.9	0.005	
-15.1	0.003	
-15.3	0.002	
-15.5	0.001	
-15.7	0	
-15.9	0	
-16	0	

### Grafico Involuppi Tasso di Sfruttamento Armature - Caver



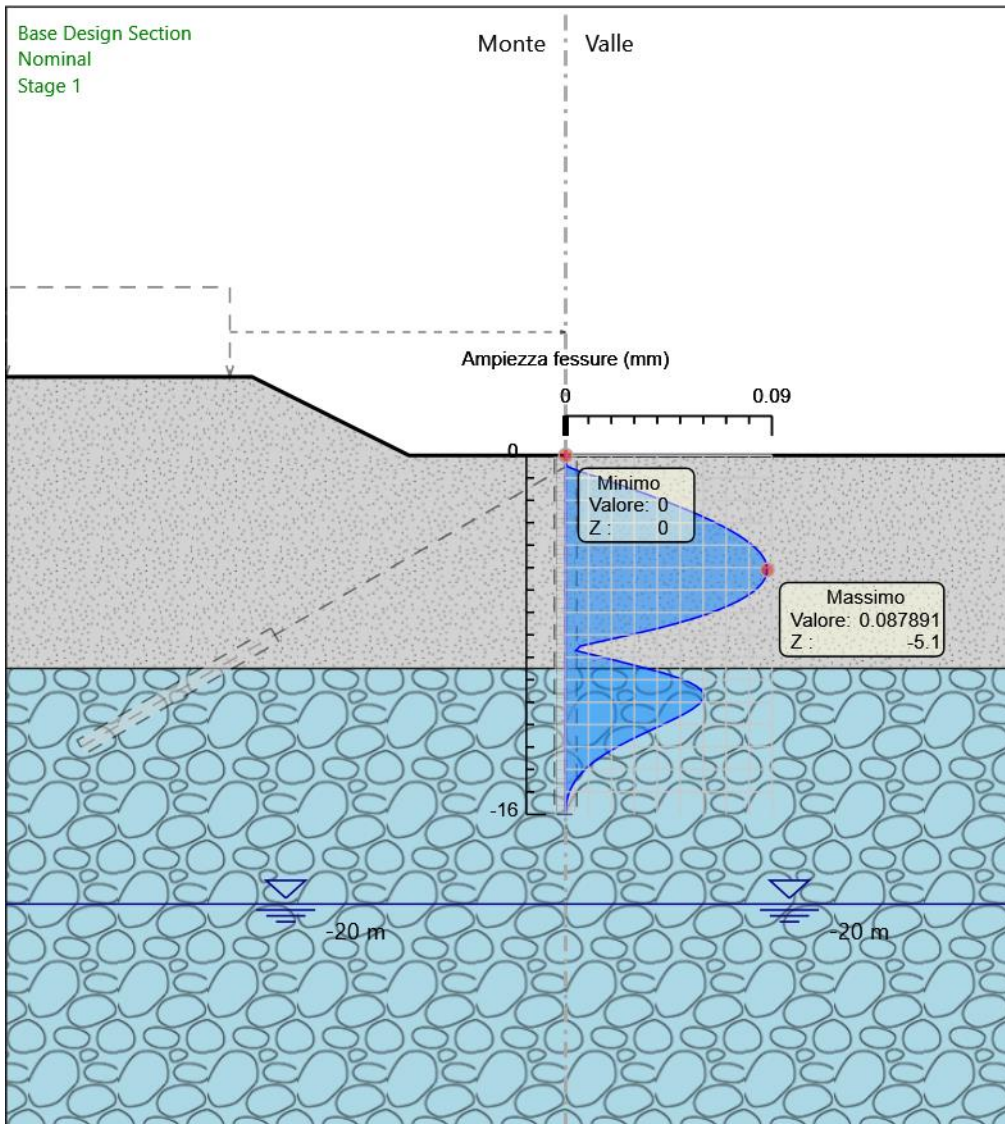
Involuppi  
Tasso di Sfruttamento Armature - Caver

**Tabella Involuppi Apertura Fessure - Caver : LEFT**

Involuppi Apertura Fessure - Caver		LEFT
Z (m)	Apertura Fessure - Caver (mm)	
0	0	
-0.2	0	
-0.4	0	
-0.5	0.001	
-0.7	0.006	
-0.9	0.012	
-1.1	0.018	
-1.3	0.023	
-1.5	0.029	
-1.7	0.035	
-1.9	0.04	
-2.1	0.045	
-2.3	0.05	
-2.5	0.055	
-2.7	0.059	
-2.9	0.063	
-3.1	0.067	
-3.3	0.071	
-3.5	0.075	
-3.7	0.078	
-3.9	0.08	
-4.1	0.083	
-4.3	0.084	
-4.5	0.086	
-4.7	0.087	
-4.9	0.088	
-5.1	0.088	
-5.3	0.088	
-5.5	0.087	
-5.7	0.086	
-5.9	0.084	
-6.1	0.081	
-6.3	0.079	
-6.5	0.075	
-6.7	0.071	
-6.9	0.066	
-7.1	0.061	
-7.3	0.055	
-7.5	0.048	
-7.7	0.041	
-7.9	0.032	
-8.1	0.024	
-8.3	0.015	
-8.5	0.006	
-8.7	0.004	
-8.9	0.012	
-9.1	0.02	
-9.3	0.028	
-9.5	0.035	
-9.7	0.043	
-9.9	0.049	
-10.1	0.054	
-10.3	0.057	
-10.5	0.059	
-10.7	0.06	
-10.9	0.06	
-11.1	0.058	
-11.3	0.055	
-11.5	0.052	
-11.7	0.048	
-11.9	0.044	
-12.1	0.04	
-12.3	0.036	
-12.5	0.032	
-12.7	0.028	

Involuppi Apertura Fessure - Caver		LEFT
Z (m)	Apertura Fessure - Caver (mm)	
-12.9	0.024	
-13.1	0.021	
-13.3	0.017	
-13.5	0.014	
-13.7	0.012	
-13.9	0.01	
-14.1	0.007	
-14.3	0.006	
-14.5	0.004	
-14.7	0.003	
-14.9	0.002	
-15.1	0.001	
-15.3	0.001	
-15.5	0	
-15.7	0	
-15.9	0	
-16	0	

### Grafico Involuppi Apertura Fessure - Caver



Involuppi  
Apertura Fessure - Caver

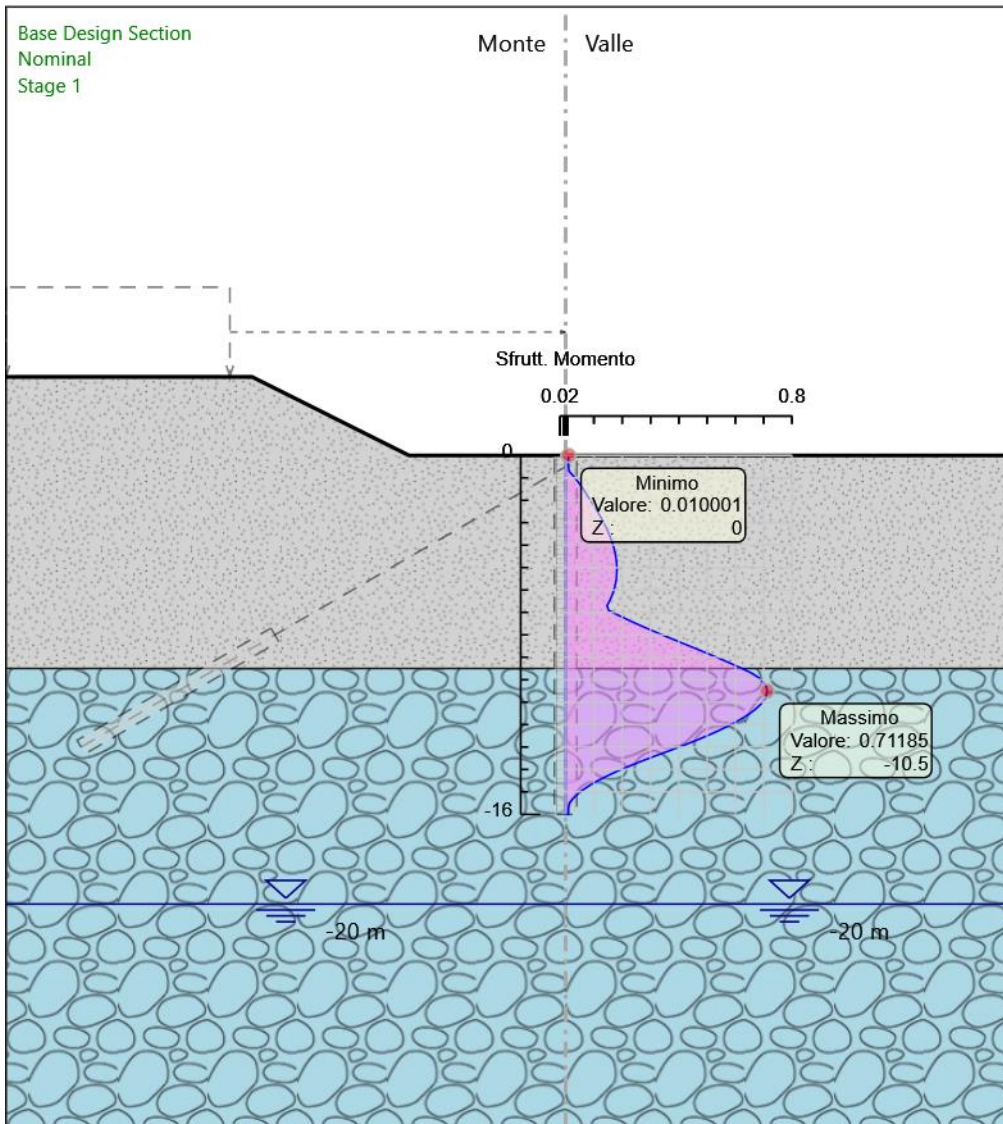


**Tabella Involuppi Tasso di Sfruttamento M-N - Caver : LEFT**

Involuppi Tasso di Sfruttamento M-N - Caver		LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento M-N - Caver	
0	0.01	
-0.2	0.01	
-0.4	0.01	
-0.5	0.01	
-0.7	0.012	
-0.9	0.026	
-1.1	0.039	
-1.3	0.051	
-1.5	0.062	
-1.7	0.072	
-1.9	0.082	
-2.1	0.093	
-2.3	0.103	
-2.5	0.113	
-2.7	0.122	
-2.9	0.131	
-3.1	0.139	
-3.3	0.147	
-3.5	0.154	
-3.7	0.16	
-3.9	0.165	
-4.1	0.17	
-4.3	0.174	
-4.5	0.177	
-4.7	0.179	
-4.9	0.181	
-5.1	0.181	
-5.3	0.181	
-5.5	0.179	
-5.7	0.176	
-5.9	0.173	
-6.1	0.168	
-6.3	0.162	
-6.5	0.155	
-6.7	0.146	
-6.9	0.152	
-7.1	0.183	
-7.3	0.216	
-7.5	0.25	
-7.7	0.286	
-7.9	0.323	
-8.1	0.361	
-8.3	0.4	
-8.5	0.438	
-8.7	0.477	
-8.9	0.515	
-9.1	0.552	
-9.3	0.589	
-9.5	0.624	
-9.7	0.657	
-9.9	0.682	
-10.1	0.699	
-10.3	0.708	
-10.5	0.712	
-10.7	0.709	
-10.9	0.702	
-11.1	0.689	
-11.3	0.672	
-11.5	0.651	
-11.7	0.627	
-11.9	0.599	
-12.1	0.569	
-12.3	0.535	
-12.5	0.5	
-12.7	0.462	

Inviluppi Tasso di Sfruttamento M-N - Caver		LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento M-N - Caver	
-12.9	0.422	
-13.1	0.38	
-13.3	0.337	
-13.5	0.295	
-13.7	0.254	
-13.9	0.215	
-14.1	0.178	
-14.3	0.144	
-14.5	0.114	
-14.7	0.086	
-14.9	0.062	
-15.1	0.042	
-15.3	0.026	
-15.5	0.013	
-15.7	0.01	
-15.9	0.01	
-16	0.01	

### Grafico Involuppi Tasso di Sfruttamento M-N - Caver



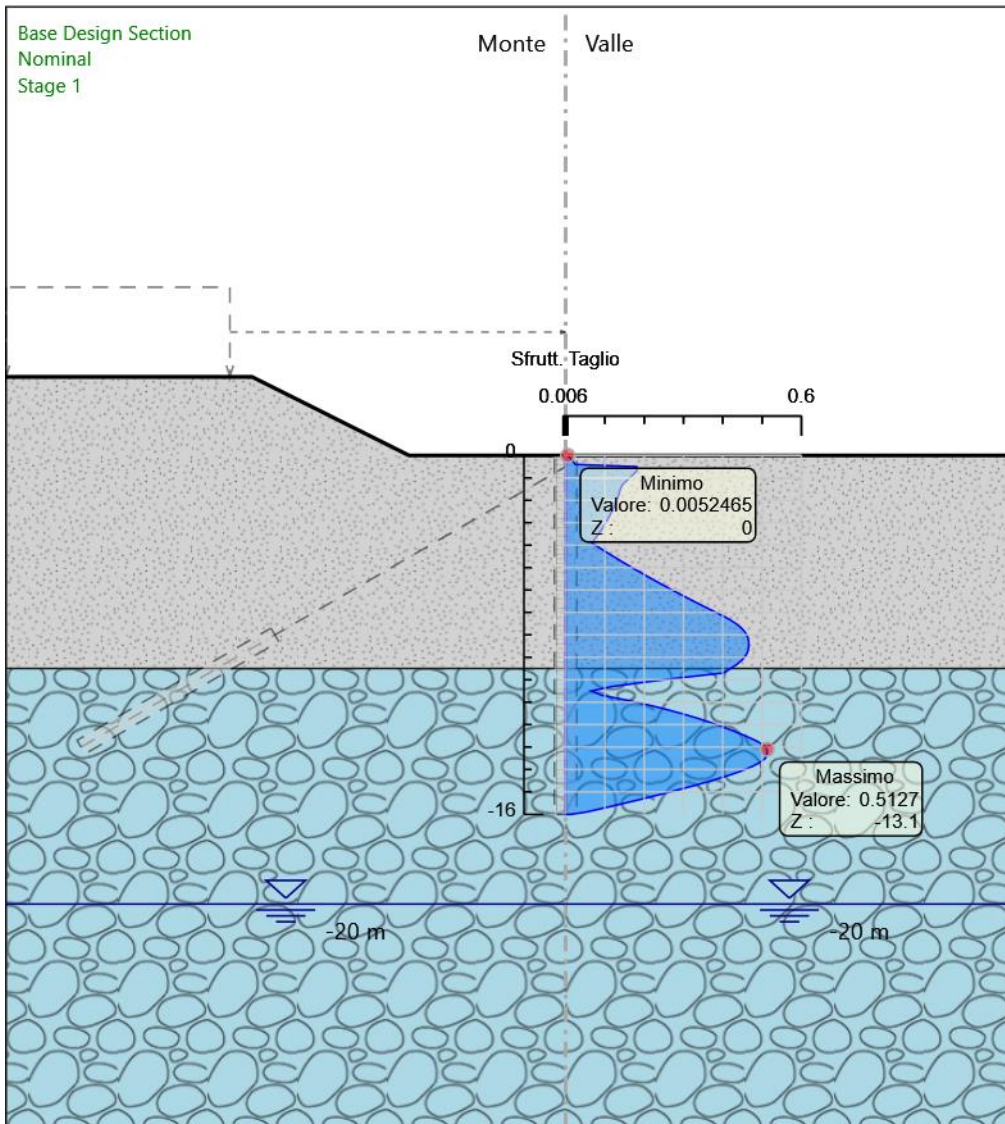
Involuppi  
Tasso di Sfruttamento M-N - Caver

### Tabella Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver : LEFT

Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver
0	0.005
-0.2	0.016
-0.4	0.024
-0.5	0.181
-0.7	0.181
-0.9	0.169
-1.1	0.157
-1.3	0.145
-1.5	0.139
-1.7	0.136
-1.9	0.132
-2.1	0.128
-2.3	0.123
-2.5	0.118
-2.7	0.112
-2.9	0.105
-3.1	0.099
-3.3	0.091
-3.5	0.084
-3.7	0.075
-3.9	0.067
-4.1	0.085
-4.3	0.103
-4.5	0.121
-4.7	0.14
-4.9	0.159
-5.1	0.179
-5.3	0.199
-5.5	0.219
-5.7	0.24
-5.9	0.261
-6.1	0.282
-6.3	0.304
-6.5	0.326
-6.7	0.348
-6.9	0.371
-7.1	0.395
-7.3	0.416
-7.5	0.434
-7.7	0.448
-7.9	0.458
-8.1	0.464
-8.3	0.466
-8.5	0.466
-8.7	0.464
-8.9	0.459
-9.1	0.45
-9.3	0.437
-9.5	0.42
-9.7	0.401
-9.9	0.298
-10.1	0.205
-10.3	0.119
-10.5	0.065
-10.7	0.094
-10.9	0.152
-11.1	0.204
-11.3	0.251
-11.5	0.294
-11.7	0.333
-11.9	0.368
-12.1	0.4
-12.3	0.43
-12.5	0.457
-12.7	0.482

Inviluppi	Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver	
-12.9	0.504	
-13.1	0.513	
-13.3	0.513	
-13.5	0.508	
-13.7	0.493	
-13.9	0.471	
-14.1	0.442	
-14.3	0.408	
-14.5	0.371	
-14.7	0.33	
-14.9	0.288	
-15.1	0.244	
-15.3	0.198	
-15.5	0.15	
-15.7	0.102	
-15.9	0.052	
-16	0.013	

### Grafico Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver



Involuppi  
Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO	Pag. 105 DI 110
-----------------------------------	--	--------------------

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

Design Assumption: NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)		Tipo Risultato: Verifiche Tiranti			NTC2018 (ITA)			
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
Tieback	Stage 4	220.008	1432.566	807.409	0.154	0.272		NO
Tieback	Stage 5	220.15	1432.566	807.409	0.154	0.273		NO
Tieback	Stage 6	221.885	1432.566	807.409	0.155	0.275		NO
Tieback	Stage 7	221.91	1432.566	807.409	0.155	0.275		NO
Tieback	Stage 8	221.91	1432.566	807.409	0.155	0.275		NO



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

Design Assumption: NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)		Tipo Risultato: Verifiche Tiranti			NTC2018 (ITA)			
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
Tieback	Stage 4	286.01	663.225	807.409	0.431	0.354		
Tieback	Stage 5	286.195	663.225	807.409	0.432	0.354		
Tieback	Stage 6	288.463	663.225	807.409	0.435	0.357		
Tieback	Stage 7	288.496	663.225	807.409	0.435	0.357		
Tieback	Stage 8	288.496	663.225	807.409	0.435	0.357		

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

Design Assumption: NTC2018: A2+M2+R1	Tipo Risultato: Verifiche Tiranti				NTC2018 (ITA)			
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio Resistenza STR	Gerarchia delle Resistenze	
Tieback	Stage 4	220.008	663.225	807.409	0.332	0.272		
Tieback	Stage 5	220.213	663.225	807.409	0.332	0.273		
Tieback	Stage 6	240.249	663.225	807.409	0.362	0.298		
Tieback	Stage 7	240.307	663.225	807.409	0.362	0.298		
Tieback	Stage 8	240.308	663.225	807.409	0.362	0.298		

### Verifiche Tiranti NTC2018: SISMICA STR

Design Assumption: NTC2018: SISMICA STR	Tipo Risultato: Verifiche Tiranti	NTC2018 (ITA)						
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio Resistenza STR	Gerarchia delle Resistenze	
Tieback	Stage 4	220.008	663.225	807.409	0.332	0.272		
Tieback	Stage 5	220.15	663.225	807.409	0.332	0.273		
Tieback	Stage 6	221.885	663.225	807.409	0.335	0.275		
Tieback	Stage 7	221.91	663.225	807.409	0.335	0.275		
Tieback	Stage 8	390.698	663.225	807.409	0.589	0.484		

### Verifiche Tiranti NTC2018: SISMICA GEO

Design Assumption: NTC2018: SISMICA GEO	Tipo Risultato: Verifiche Tiranti	NTC2018 (ITA)						
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio Resistenza STR	Gerarchia delle Resistenze	
Tieback	Stage 4	220.008	663.225	807.409	0.332	0.272		
Tieback	Stage 5	220.15	663.225	807.409	0.332	0.273		
Tieback	Stage 6	221.885	663.225	807.409	0.335	0.275		
Tieback	Stage 7	221.91	663.225	807.409	0.335	0.275		
Tieback	Stage 8	390.698	663.225	807.409	0.589	0.484		

### Inviluppo Verifiche Tiranti (su tutte le D.A. attive)

Tipo Risultato:

Verifiche Tiranti

Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze	Design Assumption
Tieback	Stage 8	390.698	663.225	807.409	0.589	0.484			NTC2018: SISMICA STR