

COM.



## COMUNE DI MONTANARO

OGG.

### LAVORI DI REALIZZAZIONE DELLE OPERE DI COMPLETAMENTO DEL 3° LOTTO DEL CANALE SCOLMATORE NORD

### PROGETTO DEFINITIVO / ESECUTIVO

DES.

### RELAZIONE DI CALCOLO SCOGLIERE E RILEVATI

FASE	ID	REV.
ESE	B3	00

GRUPPO DI LAVORO :

ENDACO srl (Capogruppo mandatario)  
Dott. ing. Gian Piero Enrione



Dott. geol. Stefano Tuberga  
(Mandante)

Dott. ing. Guido Zanzottera  
(Mandante)



00	20/04/2017	PRIMA EMISSIONE	DE	GPE	GPE
REV.	DATA EM.	MOTIVO REVISIONE	PREPARATO	RIESAMINATO	APPROVATO
La proprietà intellettuale di questo documento è della Endaco Srl; esso, sia in forma controllata che non controllata, non può essere diffuso né duplicato senza una preventiva autorizzazione scritta della Direzione della Società.			DOC.		
RIF. B12D07			B16D04-ESE-B3-00		
COPIA					
CONTROLLATA <input type="checkbox"/>					
NON CONTROLLATA <input type="checkbox"/>					

Mod. PQ0403Bi-01



CERT. N. 9175



endaco s.r.l. Società di Ingegneria

Piazza Lamarmora, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail [admin@endaco.com](mailto:admin@endaco.com)

## INDICE

<b>1. DESCRIZIONE DELLE OPERE.....</b>	<b>3</b>
<b>2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>3. VITA NOMINALE, CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>4. METODO DI CALCOLO E ANALISI SISMICA .....</b>	<b>3</b>
<b>5. MATERIALI IMPIEGATI E RESISTENZE .....</b>	<b>4</b>
<b>6. ALLEGATO 1 – VERIFICA SCOGLIERA IN MASSI CICLOPICI .....</b>	<b>5</b>
<b>7. - VERIFICA MURO CONTRO TERRA -.....</b>	<b>6</b>
7.1. - Riassunto verifiche .....	7
7.2. - Elementi strutturali .....	7
1.1.1 - MURO E FONDAZIONE .....	7
7.3. - Terreno .....	9
1.1.2 - PROFILI DI MONTE E VALLE.....	9
1.1.3 - STRATI.....	9
7.4. - Normativa, materiali e modello di calcolo .....	10
7.5. - Carichi.....	12
1.1.4 - CARICHI SUL TERRENO .....	13
1.1.5 - CARICHI SULLA STRUTTURA .....	13
7.6. - Casi di Carico .....	13
7.7. - Verifiche Geotecniche .....	13
7.8. - Verifiche Strutturali .....	15
1.1.6 - DIAGRAMMI DELLE SPINTE E PRESSIONI .....	15
1.1.7 - DIAGRAMMI DI SFORZO NORMALE / TAGLIO / MOMENTO .....	33
<b>8. ALLEGATO 2 – VERIFICA RILEVATI.....</b>	<b>43</b>

## 1. DESCRIZIONE DELLE OPERE

La presente relazione riguarda i calcoli di verifica relativi alle opere di sostegno delle sponde del canale scolmatore in progetto realizzate in massi ciclopici intasati in cls unitamente alle verifiche dei rilevati in terra.

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- ☐ D.M. 14/01/ 2008 - Norme tecniche per le costruzioni e CIRC. n. 617 del 02/02/09

## 3. VITA NOMINALE, CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

La struttura in progetto viene verificata per i seguenti campi:

- ☐ Vita nominale  $V_N \geq 50$  anni, trattandosi di opera ordinaria
- ☐ Classe d'uso II
- ☐ Periodo di riferimento per l'azione sismica:  $V_R = V_N \cdot C_u = 100$  anni,  
dove  $C_u = 1$  per classe d'uso II

## 4. METODO DI CALCOLO E ANALISI SISMICA

Le verifiche delle strutture sono state eseguite con il metodo semiprobabilistico agli stati limite, nel rispetto dei metodi dei limiti di calcolo dettati dalla normativa di riferimento.

In particolare le opere strutturali sono state verificate per gli stati limite ultimi e di esercizio che possono presentarsi in conseguenza alle diverse combinazioni di carico.

Per quanto riguarda gli aspetti sismici sono state condotte le verifiche con l'utilizzo del software Dolmen "Omnia IS".

L'analisi è stata eseguita in condizioni sismiche relative alla zona 4 e con i seguenti parametri: categoria del sottosuolo C, categoria topografica T1.

## 5. MATERIALI IMPIEGATI E RESISTENZE

Le opere di sostegno oggetto di verifica sono costituite da scogliere in massi ciclopici intasati di cls, le cui caratteristiche di resistenza sono riportate nel seguito:

- $f_k = 15 \text{ daN/cm}^2$
- $f_{vk0,i} = 1 \text{ daN/cm}^2$
- $\mu_i = 0.4$
- $f_{vk0,e} = 1 \text{ daN/cm}^2$
- $\mu_e = 0.6$
- $E = 15000.0 \text{ daN/cm}^2$
- $\gamma_m \text{ (statico)} = 3$
- $\gamma_m \text{ (sismico)} = 2$
- $\gamma \text{ (p.vol.)} = 0.0025 \text{ daN/cm}^2$

## 6. ALLEGATO 1 – VERIFICA SCOGLIERA IN MASSI CICLOPICI



Descrizione : descrizione progetto

Committente : committente

Località : località

Progettista : progettista

Diretti Lavori : direttore lavori

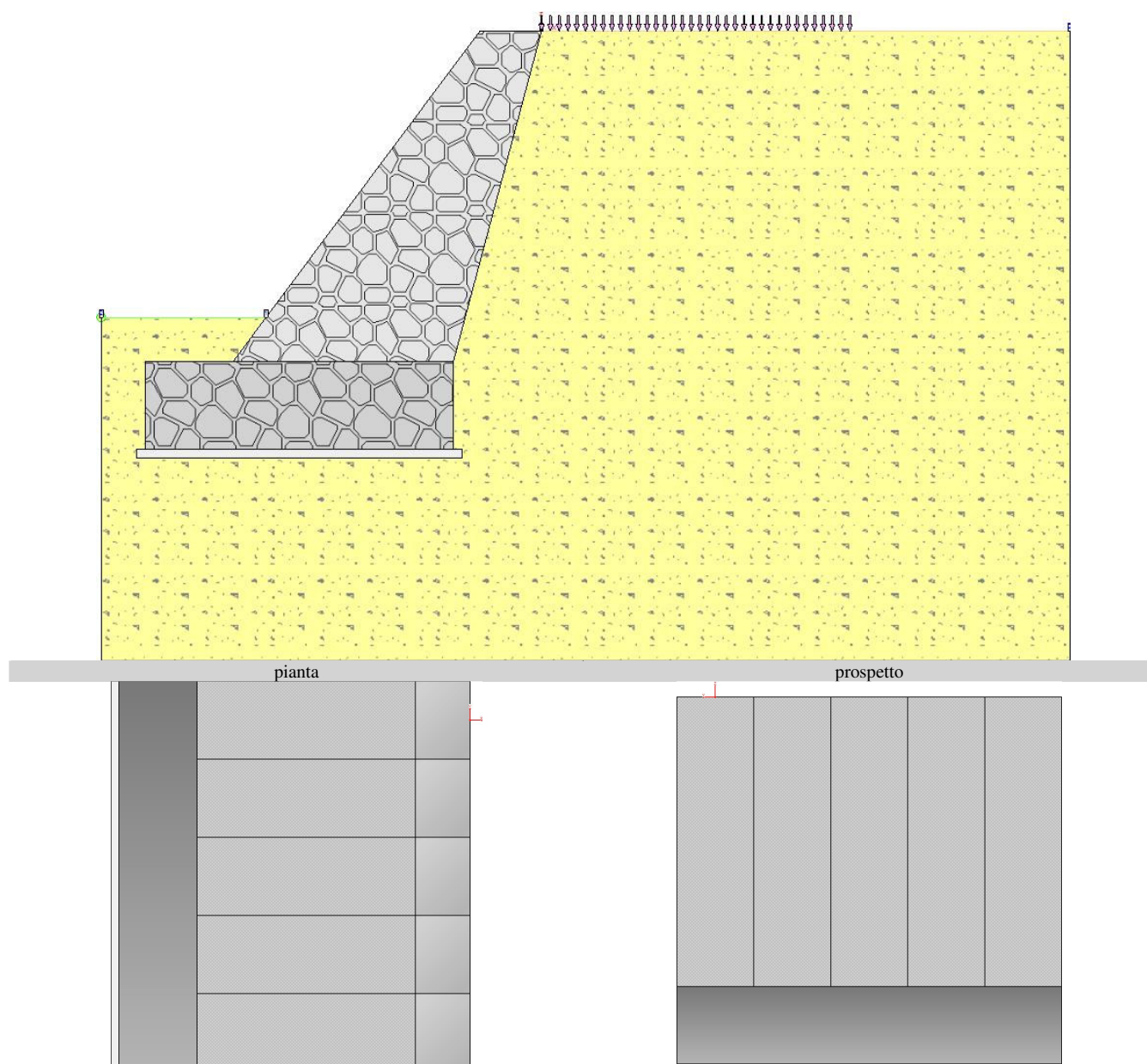
Impresa : impresa



Software: IS Muri

di CDM DOLMEN e omnia IS srl, Via Drovetti 9/f, 10138 Torino - 011 4470755 - [www.omniai...](http://www.omniai...)

## 7. - VERIFICA MURO CONTRO TERRA -



## 7.1. - Riassunto verifiche

Di seguito viene riportata la tabella riassuntiva con i fattori di sicurezza minimi (= rapporto  $R_d/E_d$  o  $C_d/E_d$ ) calcolati per tutte le verifiche.

La verifica si intende superata se il valore del rapporto è maggiore o uguale a 1.0.

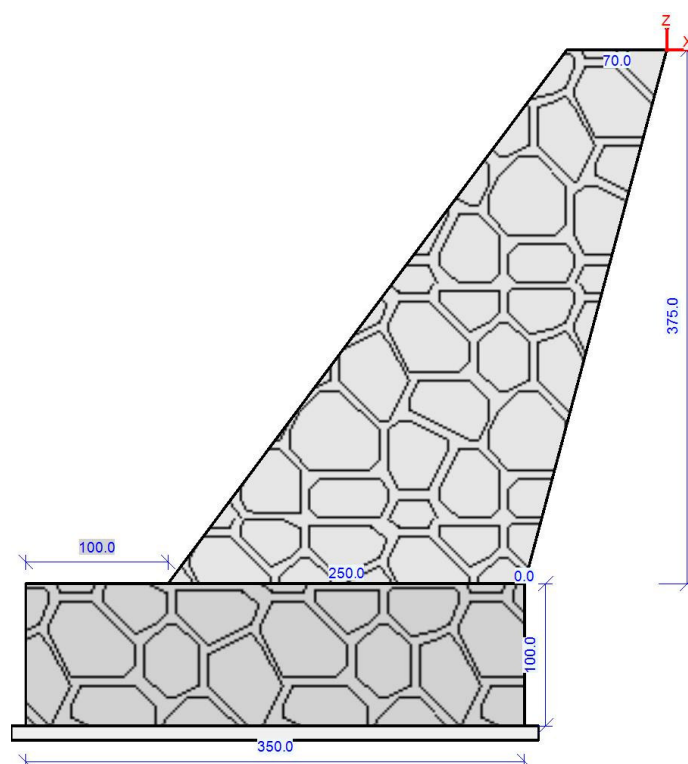
Le caselle con i trattini indicano che la verifica corrispondente non va svolta per il relativo Caso di Carico.

caso di carico	capacità portante	scorrimento	ribaltamento	stabilità globale	FS strutturale Fusto(pressoflessione)	FS strutturale Fusto(taglio)
1 - STR(SLU)	8.66	2.07	- - -	- - -	2.72	2.27
2 - GEO(SLU_GEO)	4.74	1.2	- - -	- - -	4.4	1.93
3 - EQU(SLU_EQU)	- - -	- - -	Stabile 3.66 (s.max.=0.6[cm])	- - -	- - -	- - -
4 - STR_SISMA_SU(SLU)	11.06	2	- - -	- - -	5.37	4.09
5 - GEO_SISMA_SU(SLU_GEO)	4.74	1.23	- - -	- - -	6.38	3.03
6 - EQU_SISMA_SU(SLU_EQU)	- - -	- - -	Stabile 4.7 (s.max.=0.9[cm])	- - -	- - -	- - -
7 - STR_SISMA_GIU(SLU)	10.94	2	- - -	- - -	5.31	4.05
8 - GEO_SISMA_GIU(SLU_GEO)	4.69	1.23	- - -	- - -	6.3	3
9 - EQU_SISMA_GIU(SLU_EQU)	- - -	- - -	Stabile 4.7 (s.max.=0.9[cm])	- - -	- - -	- - -

**Muro Verificato!** [Verifiche Superate]

## 7.2. - Elementi strutturali

### 1.1.1 - Muro e fondazione

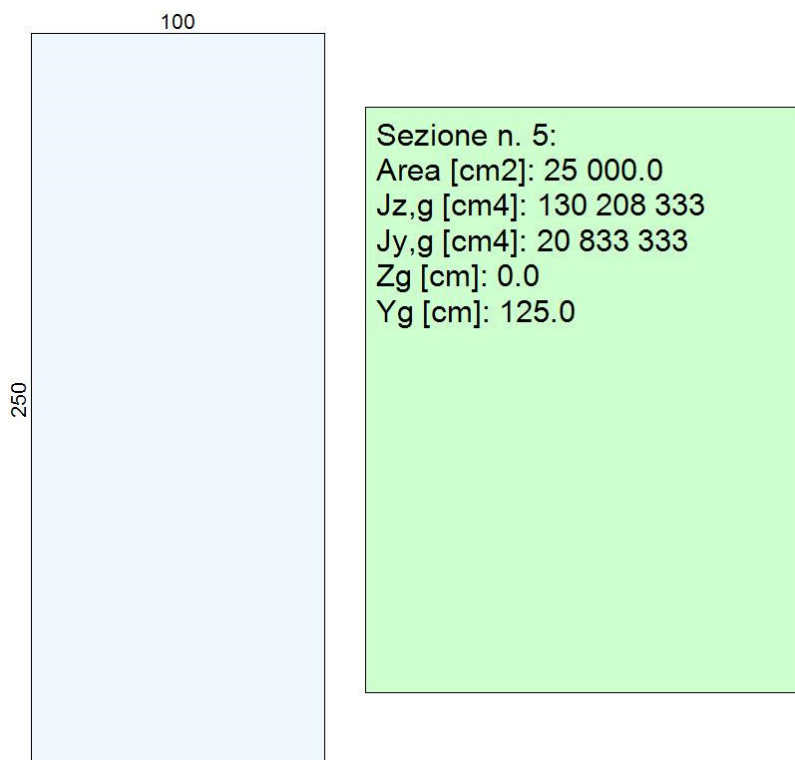


Sezione 1:  
(valle)



Sezione n. 4:  
Area [cm<sup>2</sup>]: 7 000.0  
Jz,g [cm<sup>4</sup>]: 2 858 333  
Jy,g [cm<sup>4</sup>]: 5 833 333  
Zg [cm]: 0.0  
Yg [cm]: 35.0

Sezione 2:  
(valle)



(monte)

## 7.3. - Terreno

## 1.1.2 - Profili di Monte e Valle

MONTE			-	VALLE		
punto	x [cm]	z [cm]	-	punto	x [cm]	z [cm]
1	0	0	-	1	-313	-325
2	600	0	-	2	-500	-325

Coordinate vertici profilo di monte e di valle.

## 1.1.3 - Strati

strato e terreno	dati inseriti	disegno strato	coord. (x;z)
- 1 - Strato 1 (strato 1 ) Terreno 2 (non coesivo) (Sabbia) $c' = 0 \text{ daN/cm}^2$ $\gamma = 0.00186 \text{ daN/cm}^3$ $\varphi = 34^\circ$	$h = 0$ $i = 0^\circ$		1 (600;-715) 2 (600;0) 3 (0;0) 4 (-100;-375) 5 (-100;-475) 6 (-450;-475) 7 (-450;-375) 8 (-350;-375) 9 (-313;-325) 10 (-500;-325) 11 (-500;-715)

Stratigrafia.

#### 7.4. - Normativa, materiali e modello di calcolo

#### - Norme Tecniche per le Costruzioni 14/01/2008

- Approccio 1; combinazione 1 (STR) e combinazione 2 (GEO) -

Combinazione 1		
Coeff. sulle azioni	Coeff. proprietà terreno	Coeff. resistenze
- permanenti/favorevole = 1		
- permanenti/sfavorevole = 1.3		
- permanenti non strutturali/favorevole = 0	Coesione = 1	Capacità portante = 1
- permanenti non strutturali/sfavorevole = 1.5	Angolo di attrito = 1	Scorrimento = 1
- variabili/favorevole = 0	Resistenza al taglio non drenata = 1	Resistenza terreno a valle = 1
- variabili/sfavorevole = 1.5		
Combinazione 2		
Coeff. sulle azioni	Coeff. proprietà terreno	Coeff. resistenze
- permanenti/favorevole = 1		
- permanenti/sfavorevole = 1		
- permanenti non strutturali/favorevole = 0	Coesione = 1.25	Capacità portante = 1
- permanenti non strutturali/sfavorevole = 1.3	Angolo di attrito = 1.25	Scorrimento = 1
- variabili/favorevole = 0	Resistenza al taglio non drenata = 1.4	Resistenza terreno a valle = 1
- variabili/sfavorevole = 1.3		

#### - Dati di progetto dell'azione sismica:

L'analisi è stata eseguita in condizioni sismiche; parametri scelti :

- categoria di sottosuolo = cat C
- categoria topografica = categoria T1
- $a_g = 0.4264 \text{ m/s}^2$
- $F_0 = 2.6817$
- $\beta_m = 0.18$
- >  $k_h = 0.0117$
- >  $k_v = 0.0059$

#### - Caratteristiche dei materiali:

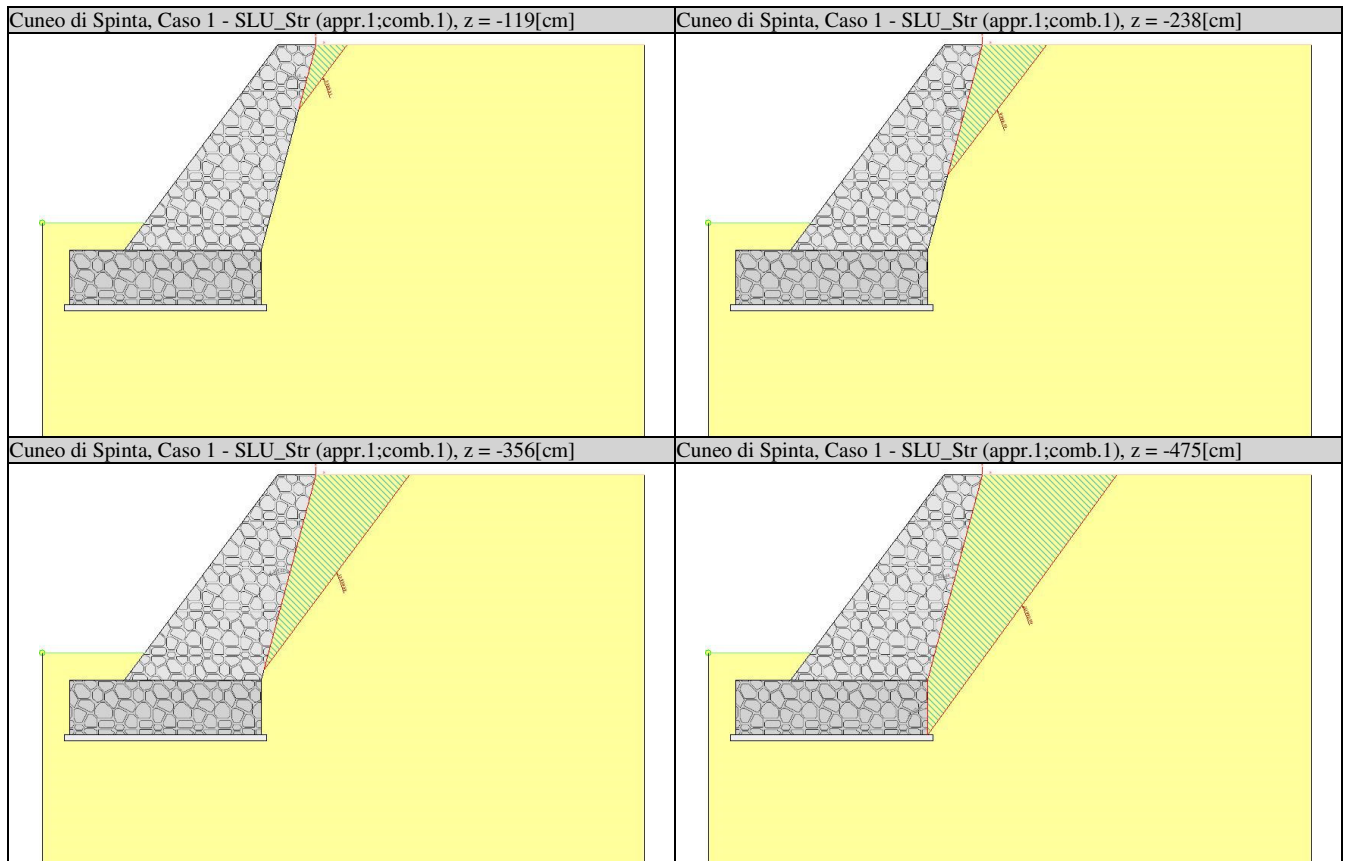
Muratura				
	Descrizione	=	Pietrame	e malta
	$f_k$	=	15	daN/cm <sup>2</sup>
	$f_{vk0,i}$	=	1	daN/cm <sup>2</sup>
	$\mu_i$	=		0.4
	$f_{vk0,e}$	=	1	daN/cm <sup>2</sup>
	$\mu_e$	=		0.6
	E	=	15000.0	daN/cm <sup>2</sup>
	$\gamma_m$	(statico)	=	3
	$\gamma_m$	(sismico)	=	2
$\gamma \text{ (p.vol.)} = 0.0025 \text{ daN/cm}^3$				

#### - Opzioni di calcolo

**Spinte calcolate con coefficiente di spinta attiva "ka"** (si considera il muro libero di traslare/ruotare al piede). Il calcolo della spinta è svolto secondo il metodo del cuneo di tentativo generalizzato (Rif.: Renato LANCELLOTTA "Geotecnica" (2004) - NAVFAC Design Manual 7.02

(1986)). Il metodo è iterativo e prevede la suddivisione del terreno a monte dell'opera in poligoni semplici definiti dal paramento, dalla successione stratigrafica e dalla superficie di scivolamento di tentativo. La procedura automatica vaglia numerose superfici di scivolamento ad ogni quota di calcolo lungo il paramento, determinando la configurazione che comporta la spinta massima sull'opera.

- Attrito muro terreno /  $\phi' = 0.67$
- Aderenza muro terreno /  $c' = 0$
- Attrito terreno terreno /  $\phi' = 0.67$
- Aderenza terreno terreno /  $c' = 0$



**La capacità portante della fondazione** nastriforme, su suolo omogeneo, viene calcolata con la formula di Brinch-Hansen (1970) considerando separatamente i contributi dovuti alla coesione, al sovraccarico laterale ed al peso del terreno, utilizzando i coefficienti di capacità portante suggeriti da vari Autori ed i coefficienti correttivi dovuti alla forma della fondazione (s), all'approfondimento (d), alla presenza di un'azione orizzontale (i), all'inclinazione del piano di posa (b) e del piano campagna (g). La resistenza a slittamento è valutata considerando l'attrito sviluppato lungo la base della fondazione, e trascurando il contributo del terreno a lato.

- Attrito fond. terreno /  $\phi'$  o  $C_u = 0.75$

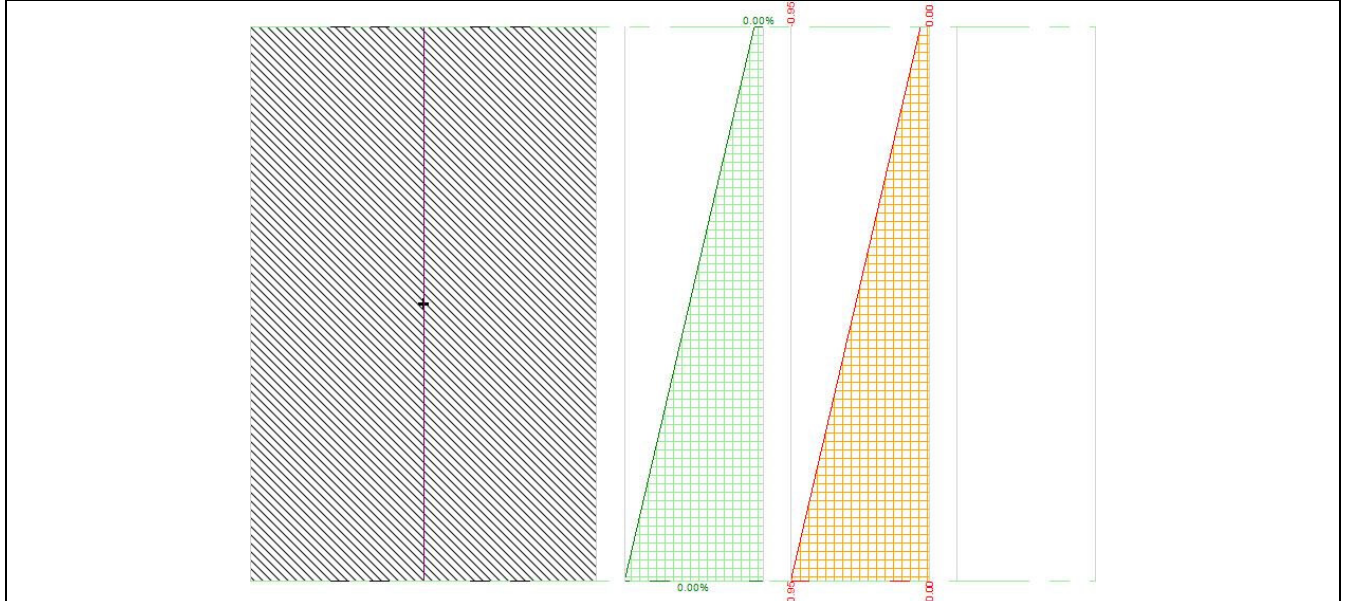
**Il calcolo delle sollecitazioni e degli spostamenti** dell'opera viene svolto con il metodo degli elementi finiti (FEM). Gli elementi schematizzanti il muro hanno peso e caratteristiche meccaniche proprie dei materiali di cui è costituito. Il terreno spingente (a monte) è rappresentato per mezzo di azioni distribuite applicate sugli elementi. Il terreno di fondazione è rappresentato per mezzo di elementi finiti non-lineari (con parzializzazione), con opportuno coefficiente di reazione alla

Winkler in compressione.

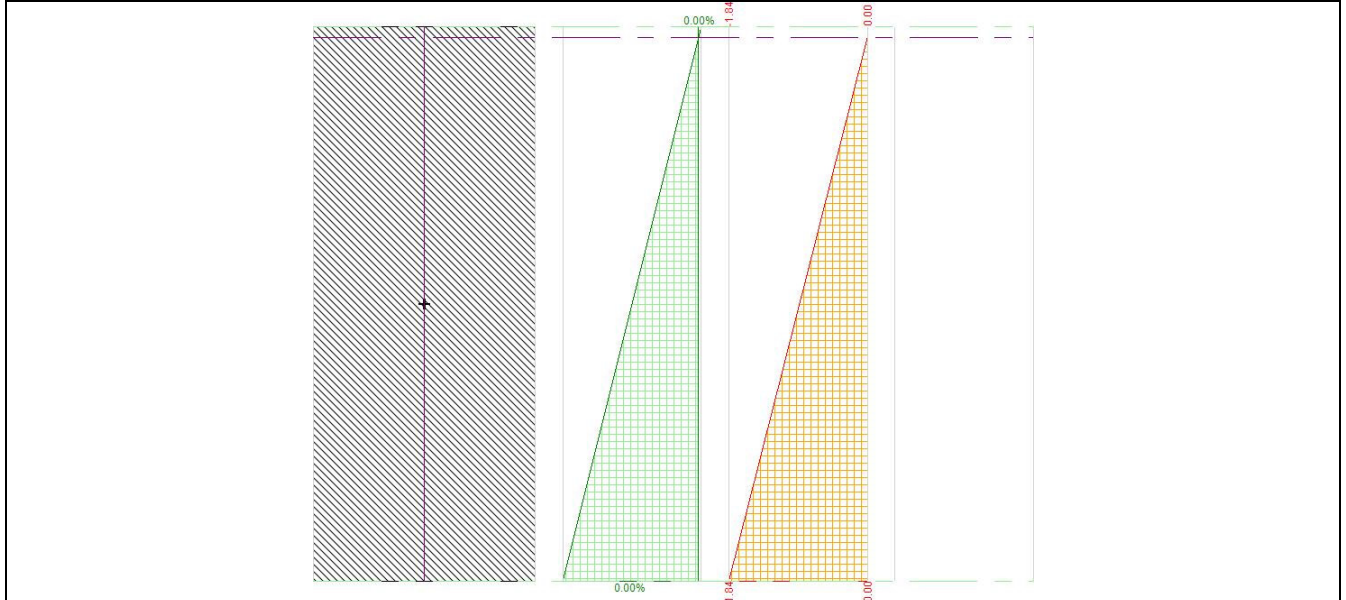
- lunghezze aste elevazione = 20 [cm]
- lunghezze aste fondazione = 10 [cm]
- coefficiente di reazione del terreno (Winkler) = 2 [daN/cm<sup>3</sup>]

**La verifica delle sezioni in muratura** viene eseguita a SLU. La pressoflessione è verificata a SLU con diagramma costitutivo lineare con parzializzazione [NTC08 4.5.6.1]. La resistenza nei confronti di sollecitazioni taglianti è verificata a SLU [NTC08 4.5.6.1].

Verifica a pressoflessione, sezione del fusto, Caso 1 - SLU\_Str (appr.1;comb.1), z = -188[cm]  
 Diagramma verde = deformazione [%], arancio = tensioni muratura [daN/cm<sup>2</sup>].



Verifica a pressoflessione, sezione del fusto, Caso 1 - SLU\_Str (appr.1;comb.1), z = -375[cm]  
 Diagramma verde = deformazione [%], arancio = tensioni muratura [daN/cm<sup>2</sup>].



## 7.5. - Carichi

## 1.1.4 - Carichi sul Terreno

### 1.1.4.1 - Carichi Nastriformi:

Carico 1:

- descrizione = carico nastriforme 1
- tipologia = variabile
- estremi (xi;xf) = 0;350 cm
- tipo inserimento = quota utente (z = 0 cm)
- intensità = 0.2 daN/cm<sup>2</sup>

### 1.1.5 - Carichi sulla Struttura

Considera come carico principale variabile (per coeff. psi) i casi di tipo: tutti

#### 7.6. - Casi di Carico

caso	coefficienti per i carichi
STR (SLU) descr. = SLU_Str (appr.1;comb.1) coeff. = 1.3(pp.), 1.3(ter.m.), 1.3(fld.m.)1.3(ter.cs.), 1.3(fld.cs.)	Car.Nas.(ter) --- 1) carico nastriforme 1 [1.50; - ]
GEO (SLU_GEO) descr. = SLU_Geo (appr.1;comb.2) coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Nas.(ter) --- 1) carico nastriforme 1 [1.30; - ]
EQU (SLU_EQU) descr. = SLU_Equ (per equilibrio) coeff. = 0.9(pp.), 0.9(ter.m.), 0.9(fld.m.)1.1(ter.cs.), 1.1(fld.cs.)	Car.Nas.(ter) --- 1) carico nastriforme 1 [1.50; - ]
STR_SISMA_SU (SLU) descr. = SLU_Str_Sisma_Su (appr.1;comb.1) coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Nas.(ter) --- 1) carico nastriforme 1 [1.00;1.00]
GEO_SISMA_SU (SLU_GEO) descr. = SLU_Geo_Sisma_Su (appr.1;comb.2) coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Nas.(ter) --- 1) carico nastriforme 1 [1.00;1.00]
EQU_SISMA_SU (SLU_EQU) descr. = SLU_Equ_Sisma_Su (per equilibrio) coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Nas.(ter) --- 1) carico nastriforme 1 [1.00;1.00]
STR_SISMA_GIU (SLU) descr. = SLU_Str_Sisma_Giu (appr.1;comb.1) coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Nas.(ter) --- 1) carico nastriforme 1 [1.00;1.00]
GEO_SISMA_GIU (SLU_GEO) descr. = SLU_Geo_Sisma_Giu (appr.1;comb.2) coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Nas.(ter) --- 1) carico nastriforme 1 [1.00;1.00]
EQU_SISMA_GIU (SLU_EQU) descr. = SLU_Equ_Sisma_Giu (per equilibrio) coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Nas.(ter) --- 1) carico nastriforme 1 [1.00;1.00]

Casi di Carico

#### 7.7. - Verifiche Geotecniche

caso di carico	capacità portante	scorrimento	equilibrio
1 - STR (SLU)	- Drenata - q di progetto = 1.26 daN/cm <sup>2</sup> q limite = 10.9 daN/cm <sup>2</sup>	- Drenata - v applicato = 8104.54 daN v limite = 16796.69 daN	- Ribaltamento - verifica non prevista

	--> fs = 8.66 [Verificato]	--> fs = 2.07 [Verificato]	- Stab. globale - verifica non prevista
2 - GEO (SLU_GEO)	- Drenata - q di progetto = 0.85 daN/cm2 q limite = 4.03 daN/cm2 --> fs = 4.74 [Verificato]	- Drenata - v applicato = 8749.49 daN v limite = 10520.06 daN --> fs = 1.2 [Verificato]	- Ribaltamento - verifica non prevista  - Stab. globale - verifica non prevista
3 - EQU (SLU_EQU)	- Drenata - verifica non prevista	- Drenata - verifica non prevista	- Ribaltamento - Stabile --> fs = 3.66 (spost.max.=0.6[cm]) [Verificato]  - Stab. globale - verifica non prevista
4 - STR_SISMA_SU (SLU)	- Drenata - q di progetto = 0.96 daN/cm2 q limite = 10.57 daN/cm2 --> fs = 11.06 [Verificato]	- Drenata - v applicato = 6414.56 daN v limite = 12839.53 daN --> fs = 2 [Verificato]	- Ribaltamento - verifica non prevista  - Stab. globale - verifica non prevista
5 - GEO_SISMA_SU (SLU_GEO)	- Drenata - q di progetto = 0.86 daN/cm2 q limite = 4.07 daN/cm2 --> fs = 4.74 [Verificato]	- Drenata - v applicato = 8497.17 daN v limite = 10434.64 daN --> fs = 1.23 [Verificato]	- Ribaltamento - verifica non prevista  - Stab. globale - verifica non prevista
6 - EQU_SISMA_SU (SLU_EQU)	- Drenata - verifica non prevista	- Drenata - verifica non prevista	- Ribaltamento - Stabile --> fs = 4.7 (spost.max.=0.9[cm]) [Verificato]  - Stab. globale - verifica non prevista
7 - STR_SISMA_GIU (SLU)	- Drenata - q di progetto = 0.97 daN/cm2 q limite = 10.58 daN/cm2 --> fs = 10.94 [Verificato]	- Drenata - v applicato = 6484.47 daN v limite = 12990.83 daN --> fs = 2 [Verificato]	- Ribaltamento - verifica non prevista  - Stab. globale - verifica non prevista
8 - GEO_SISMA_GIU (SLU_GEO)	- Drenata - q di progetto = 0.87 daN/cm2 q limite = 4.07 daN/cm2 --> fs = 4.69 [Verificato]	- Drenata - v applicato = 8591.22 daN v limite = 10557.64 daN --> fs = 1.23 [Verificato]	- Ribaltamento - verifica non prevista  - Stab. globale - verifica non prevista
9 - EQU_SISMA_GIU (SLU_EQU)	- Drenata - verifica non prevista	- Drenata - verifica non prevista	- Ribaltamento - Stabile --> fs = 4.7 (spost.max.=0.9[cm]) [Verificato]  - Stab. globale - verifica non prevista

Verifiche geotecniche della fondazione.

caso di carico	p. proprio muro (stab) [daN×cm]	p. proprio terreno (stab) [daN×cm]	azioni muro (stab) [daN×cm]	azioni muro (instab) [daN×cm]	azioni terreno (stab) [daN×cm]	spinta terreno (instab) [daN×cm]	momento stabilizzante [daN×cm]	momento ribaltante [daN×cm]	coeff. di sicurezza
-------------------	--	---	--------------------------------------	--	---	--	--------------------------------------	-----------------------------------	------------------------

1 STR SLU	8 597 281.4	0.0	0.0	0.0	666 507.3	1 446 058.8	9 263 788.8	1 446 058.8	6.41
2 GEO SLU_GEO	6 613 293.4	0.0	0.0	0.0	498 470.9	1 597 032.3	7 111 764.3	1 597 032.3	4.45
3 EQU SLU_EQU	5 951 964.1	0.0	0.0	0.0	556 183.5	1 775 923.6	6 508 147.6	1 775 923.6	3.66
4 STR_SISMA_ SU SLU	6 574 487.3	0.0	0.0	0.0	506 293.4	1 104 762.7	7 080 780.7	1 104 762.7	6.41
5 GEO_SISMA_ SU SLU_GEO	6 574 487.3	0.0	0.0	0.0	475 317.7	1 499 307.0	7 049 805.0	1 499 307.0	4.7
6 EQU_SISMA_ SU SLU_EQU	6 574 487.3	0.0	0.0	0.0	475 317.7	1 499 307.0	7 049 805.0	1 499 307.0	4.7
7 STR_SISMA_ GIU SLU	6 652 099.5	0.0	0.0	0.0	512 082.4	1 117 789.9	7 164 181.9	1 117 789.9	6.41
8 GEO_SISMA_ GIU SLU_GEO	6 652 099.5	0.0	0.0	0.0	480 772.0	1 516 961.5	7 132 871.5	1 516 961.5	4.7
9 EQU_SISMA_ GIU SLU_EQU	6 652 099.5	0.0	0.0	0.0	480 772.0	1 516 961.5	7 132 871.5	1 516 961.5	4.7

Dettaglio della verifica di ribaltamento.

## 7.8. - Verifiche Strutturali

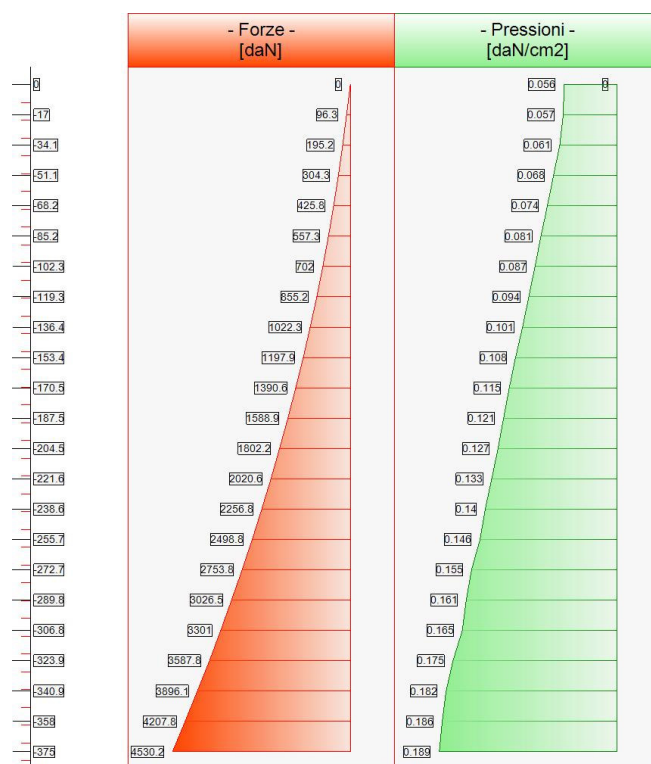
### 1.1.6 - Diagrammi delle Spinte e Pressioni

#### 1.1.6.1 - Caso 1 ( STR [ SLU ] - SLU\_Str (appr.1;comb.1) )

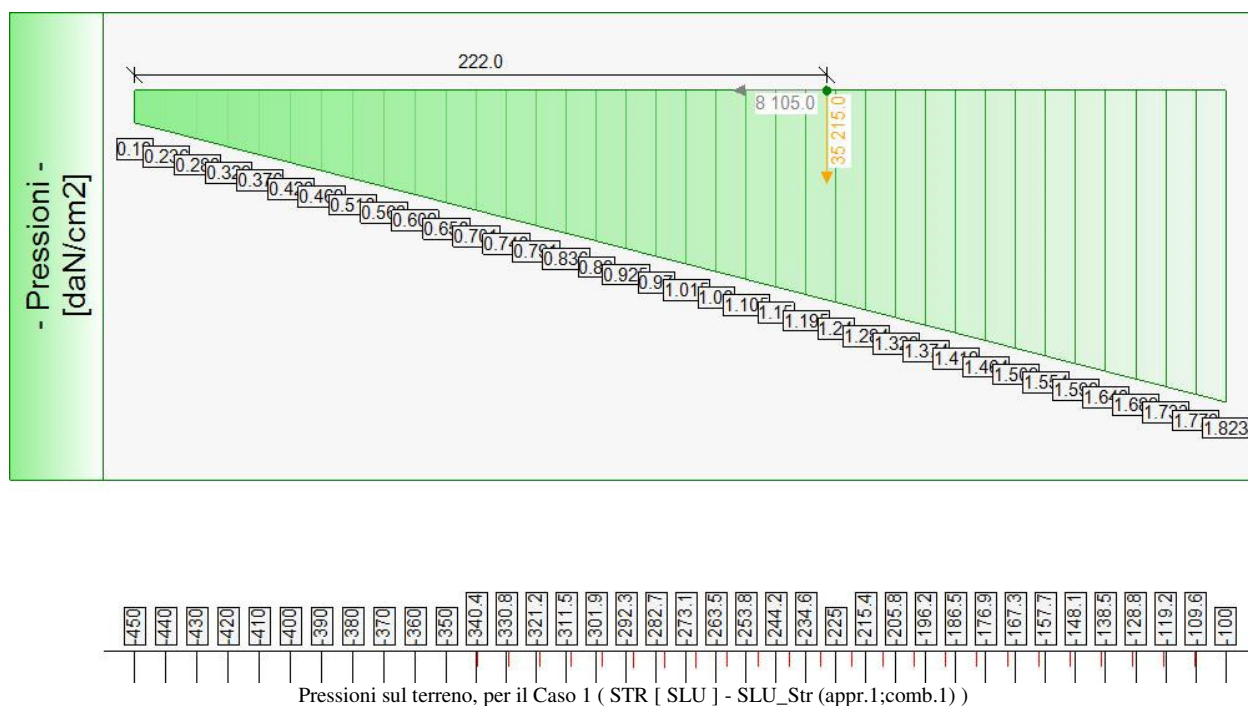
Elevazione			•	Fondazione	
quota [cm]	Pressioni [daN/cm2]	Forze [daN]	•	quota [cm]	Pressioni [daN/cm2]
0	0	0	•	-450	0.19
0	0.056	0	•	-440	0.236
-17	0.057	96	•	-430	0.283
-34.1	0.061	195	•	-420	0.329
-51.1	0.068	304	•	-410	0.376
-68.2	0.074	426	•	-400	0.423
-85.2	0.081	557	•	-390	0.469
-102.3	0.087	702	•	-380	0.516
-119.3	0.094	855	•	-370	0.563
-136.4	0.101	1022	•	-360	0.609
-153.4	0.108	1198	•	-350	0.656
-170.5	0.115	1391	•	-340.4	0.701
-187.5	0.121	1589	•	-330.8	0.746
-204.5	0.127	1802	•	-321.2	0.791
-221.6	0.133	2021	•	-311.5	0.836
-238.6	0.14	2257	•	-301.9	0.88
-255.7	0.146	2499	•	-292.3	0.925
-272.7	0.155	2754	•	-282.7	0.97
-289.8	0.161	3027	•	-273.1	1.015
-306.8	0.165	3301	•	-263.5	1.06

-323.9	0.175	3588	•	-253.8	1.105
-340.9	0.182	3896	•	-244.2	1.15
-358	0.186	4208	•	-234.6	1.195
-375	0.189	4530	•	-225	1.24
			•	-225	1.24
			•	-215.4	1.284
			•	-205.8	1.329
			•	-196.2	1.374
			•	-186.5	1.419
			•	-176.9	1.464
			•	-167.3	1.509
			•	-157.7	1.554
			•	-148.1	1.599
			•	-138.5	1.643
			•	-128.8	1.688
			•	-119.2	1.733
			•	-109.6	1.778
			•	-100	1.823

Forze e Pressioni lungo il paramento verticale e fondazione, per il Caso 1 ( STR [ SLU ] - SLU\_Str (appr.1;comb.1) )



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 1 ( STR [ SLU ] - SLU\_Str (appr.1;comb.1) )



Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 4 530 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 624 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 7 556 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 1 904 [daN]

Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

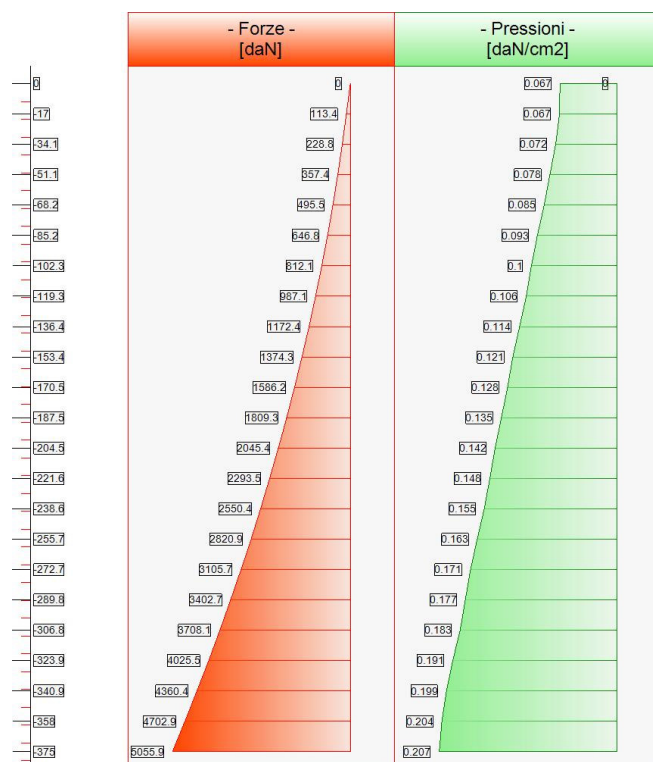
- distanza dal bordo fondazione lato valle = 222 [cm]
- forza orizzontale = 8 105 [daN]
- forza verticale = 35 215 [daN]

### 1.1.6.2 - Caso 2 ( GEO [ SLU\_GEO ] - SLU\_Geo (appr.1;comb.2) )

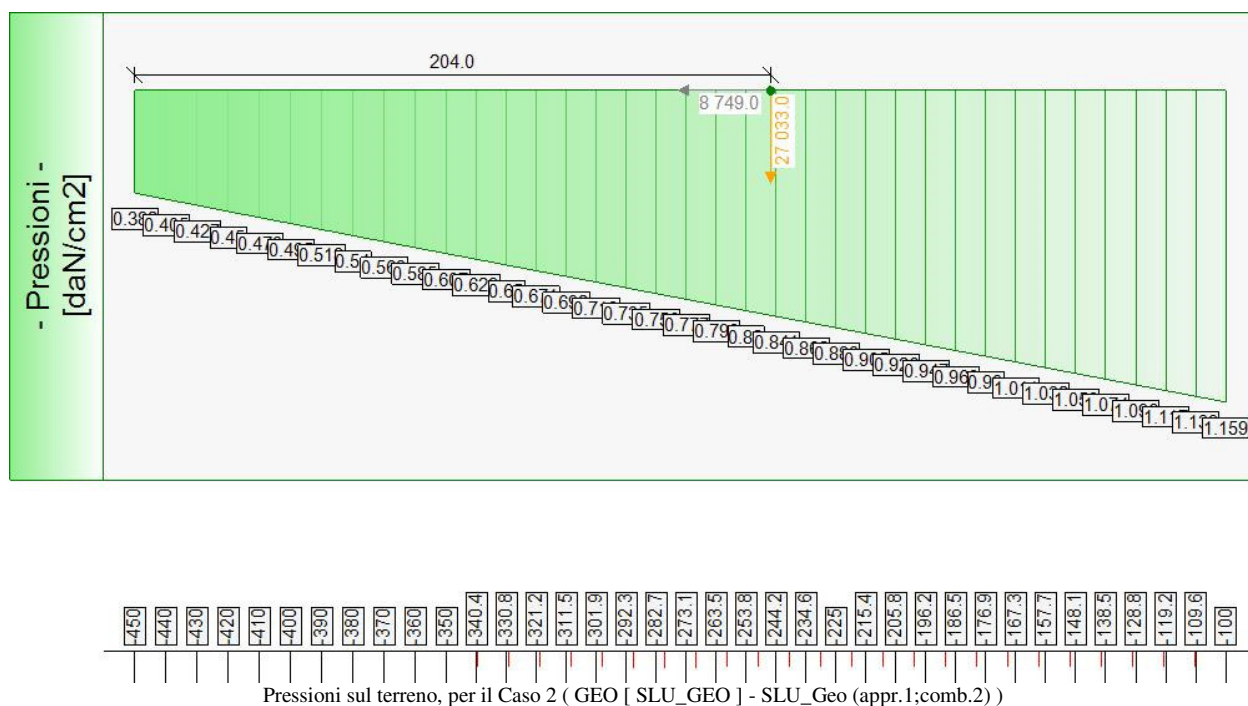
Elevazione			•	Fondazione	
quota [cm]	Pressioni [daN/cm²]	Forze [daN]		quota [cm]	Pressioni [daN/cm²]
0	0	0	•	-450	0.382
0	0.067	0	•	-440	0.405
-17	0.067	113	•	-430	0.427
-34.1	0.072	229	•	-420	0.45
-51.1	0.078	357	•	-410	0.473
-68.2	0.085	496	•	-400	0.495
-85.2	0.093	647	•	-390	0.518
-102.3	0.1	812	•	-380	0.54
-119.3	0.106	987	•	-370	0.563
-136.4	0.114	1172	•	-360	0.585
-153.4	0.121	1374	•	-350	0.607
-170.5	0.128	1586	•	-340.4	0.628
-187.5	0.135	1809	•	-330.8	0.65
-204.5	0.142	2045	•	-321.2	0.671
-221.6	0.148	2294	•	-311.5	0.692
-238.6	0.155	2550	•	-301.9	0.713
-255.7	0.163	2821	•	-292.3	0.735

-272.7	0.171	3106	•	-282.7	0.756
-289.8	0.177	3403	•	-273.1	0.777
-306.8	0.183	3708	•	-263.5	0.798
-323.9	0.191	4026	•	-253.8	0.82
-340.9	0.199	4360	•	-244.2	0.841
-358	0.204	4703	•	-234.6	0.862
-375	0.207	5056	•	-225	0.883
			•	-225	0.883
			•	-215.4	0.905
			•	-205.8	0.926
			•	-196.2	0.947
			•	-186.5	0.968
			•	-176.9	0.99
			•	-167.3	1.011
			•	-157.7	1.032
			•	-148.1	1.053
			•	-138.5	1.074
			•	-128.8	1.096
			•	-119.2	1.117
			•	-109.6	1.138
			•	-100	1.159

Forze e Pressioni lungo il paramento verticale e fondazione, per il Caso 2 ( GEO [ SLU\_GEO ] - SLU\_Geo (appr.1;comb.2) )



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 2 ( GEO [ SLU\_GEO ] - SLU\_Geo (appr.1;comb.2) )



Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 5 056 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 359 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 8 138 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 1 424 [daN]

Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

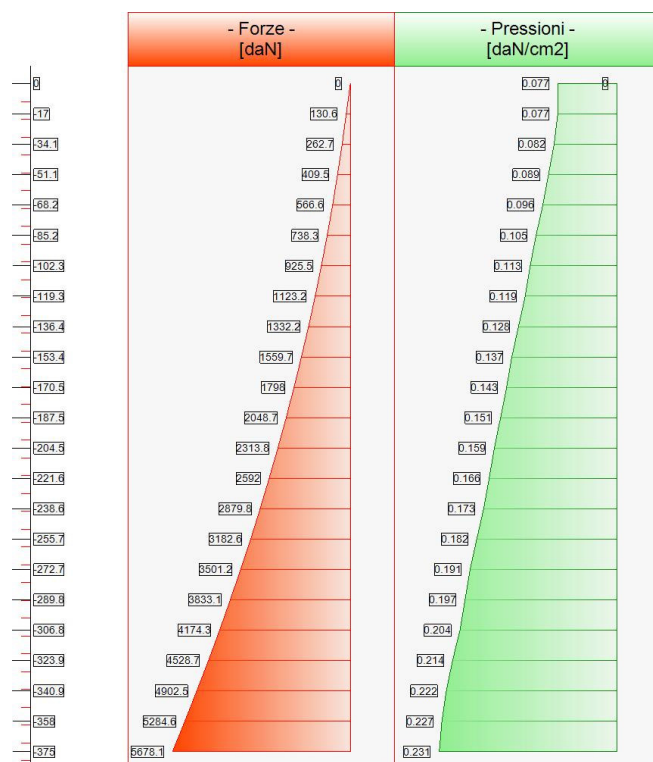
- distanza dal bordo fondazione lato valle = 204 [cm]
- forza orizzontale = 8 749 [daN]
- forza verticale = 27 033 [daN]

### 1.1.6.3 - Caso 3 ( EQU [ SLU\_EQU ] - SLU\_Equ (per equilibrio) )

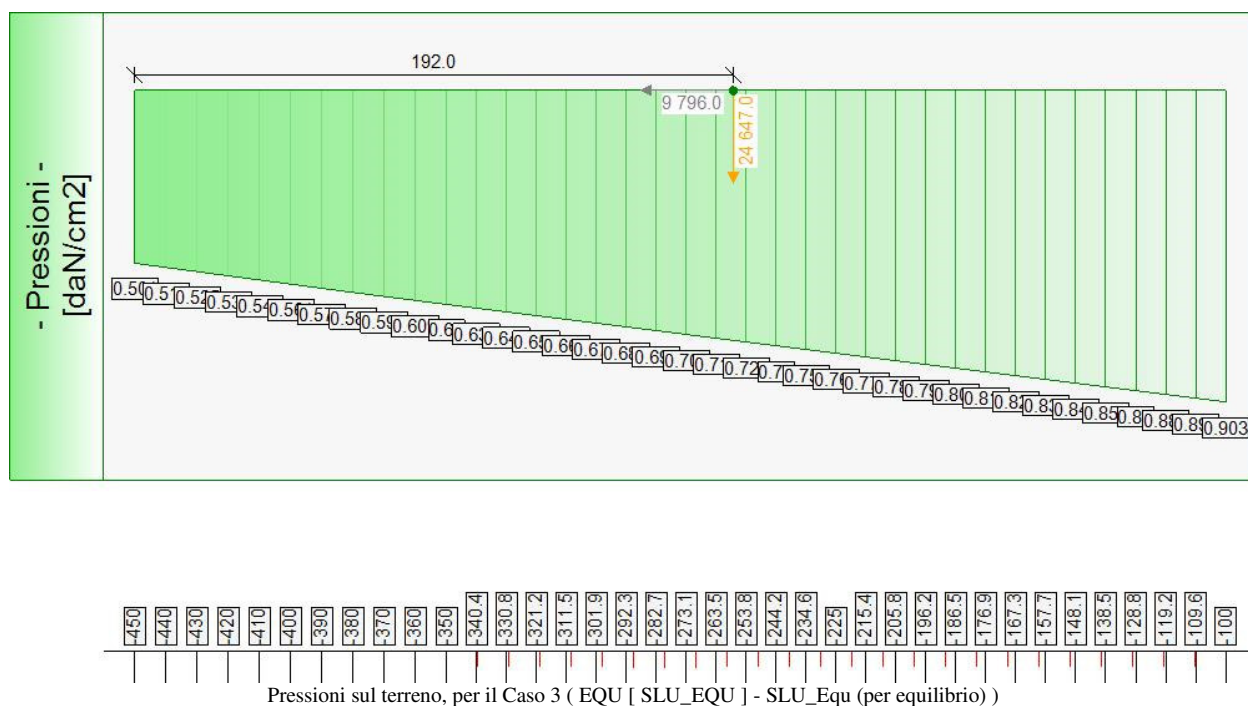
Elevazione			Fondazione		
quota [cm]	Pressioni [daN/cm²]	Forze [daN]	•	quota [cm]	Pressioni [daN/cm²]
0	0	0	•	-450	0.501
0	0.077	0	•	-440	0.513
-17	0.077	131	•	-430	0.525
-34.1	0.082	263	•	-420	0.537
-51.1	0.089	410	•	-410	0.549
-68.2	0.096	567	•	-400	0.561
-85.2	0.105	738	•	-390	0.573
-102.3	0.113	926	•	-380	0.585
-119.3	0.119	1123	•	-370	0.597
-136.4	0.128	1332	•	-360	0.609
-153.4	0.137	1560	•	-350	0.62
-170.5	0.143	1798	•	-340.4	0.631
-187.5	0.151	2049	•	-330.8	0.642
-204.5	0.159	2314	•	-321.2	0.653
-221.6	0.166	2592	•	-311.5	0.664
-238.6	0.173	2880	•	-301.9	0.674
-255.7	0.182	3183	•	-292.3	0.685

-272.7	0.191	3501	•	-282.7	0.696
-289.8	0.197	3833	•	-273.1	0.707
-306.8	0.204	4174	•	-263.5	0.718
-323.9	0.214	4529	•	-253.8	0.729
-340.9	0.222	4903	•	-244.2	0.74
-358	0.227	5285	•	-234.6	0.751
-375	0.231	5678	•	-225	0.762
			•	-225	0.762
			•	-215.4	0.772
			•	-205.8	0.783
			•	-196.2	0.794
			•	-186.5	0.805
			•	-176.9	0.816
			•	-167.3	0.827
			•	-157.7	0.838
			•	-148.1	0.848
			•	-138.5	0.859
			•	-128.8	0.87
			•	-119.2	0.881
			•	-109.6	0.892
			•	-100	0.903

Forze e Pressioni lungo il paramento verticale e fondazione, per il Caso 3 ( EQU [ SLU\_EQU ] - SLU\_Equ (per equilibrio) )



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 3 ( EQU [ SLU\_EQU ] - SLU\_Equ (per equilibrio) )



Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 5 678 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 403 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 9 109 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 1 589 [daN]

Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

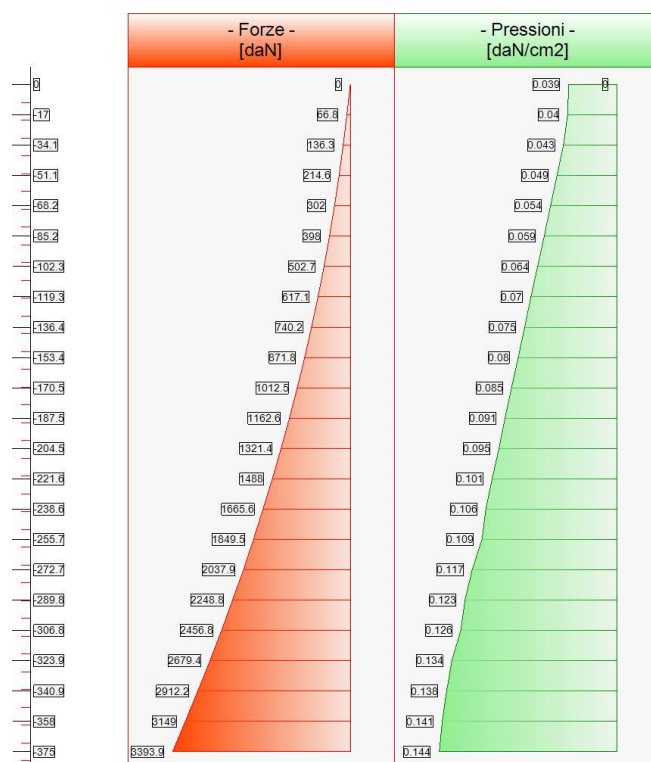
- distanza dal bordo fondazione lato valle = 192 [cm]
- forza orizzontale = 9 796 [daN]
- forza verticale = 24 647 [daN]

#### 1.1.6.4 - Caso 4 ( STR\_SISMA\_SU [ SLU ] - SLU\_Str\_Sisma\_Su (appr.1;comb.1) )

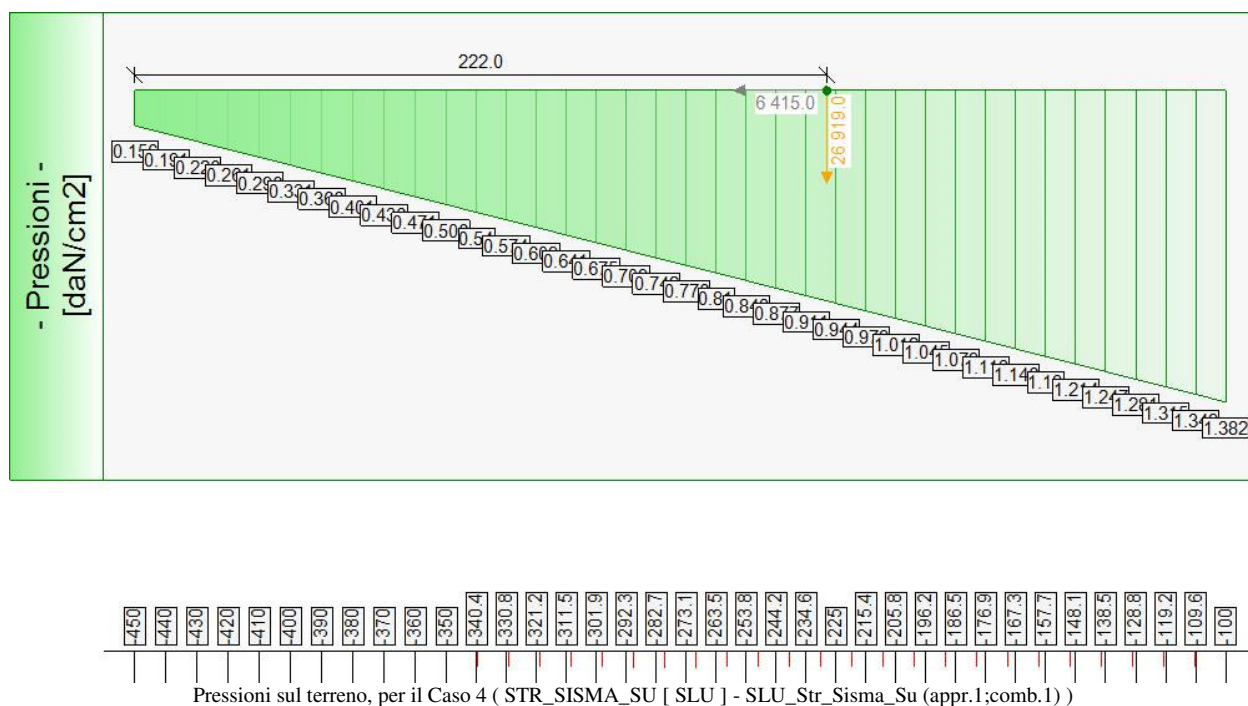
Elevazione			•	Fondazione	
quota [cm]	Pressioni [daN/cm²]	Forze [daN]		quota [cm]	Pressioni [daN/cm²]
0	0	0	•	-450	0.156
0	0.039	0	•	-440	0.191
-17	0.04	67	•	-430	0.226
-34.1	0.043	136	•	-420	0.261
-51.1	0.049	215	•	-410	0.296
-68.2	0.054	302	•	-400	0.331
-85.2	0.059	398	•	-390	0.366
-102.3	0.064	503	•	-380	0.401
-119.3	0.07	617	•	-370	0.436
-136.4	0.075	740	•	-360	0.471
-153.4	0.08	872	•	-350	0.506
-170.5	0.085	1013	•	-340.4	0.54
-187.5	0.091	1163	•	-330.8	0.574
-204.5	0.095	1321	•	-321.2	0.608
-221.6	0.101	1488	•	-311.5	0.641
-238.6	0.106	1666	•	-301.9	0.675

-255.7	0.109	1850	•	-292.3	0.709
-272.7	0.117	2038	•	-282.7	0.742
-289.8	0.123	2249	•	-273.1	0.776
-306.8	0.126	2457	•	-263.5	0.81
-323.9	0.134	2679	•	-253.8	0.843
-340.9	0.138	2912	•	-244.2	0.877
-358	0.141	3149	•	-234.6	0.911
-375	0.144	3394	•	-225	0.944
			•	-225	0.944
			•	-215.4	0.978
			•	-205.8	1.012
			•	-196.2	1.045
			•	-186.5	1.079
			•	-176.9	1.113
			•	-167.3	1.146
			•	-157.7	1.18
			•	-148.1	1.214
			•	-138.5	1.247
			•	-128.8	1.281
			•	-119.2	1.315
			•	-109.6	1.348
			•	-100	1.382

Forze e Pressioni lungo il paramento verticale e fondazione, per il Caso 4 ( STR\_SISMA\_SU [ SLU ] - SLU\_Str\_Sisma\_Su (appr.1;comb.1) )



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 4 ( STR\_SISMA\_SU [ SLU ] - SLU\_Str\_Sisma\_Su (appr.1;comb.1) )



Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 3 394 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 468 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 5 704 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 1 447 [daN]

Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

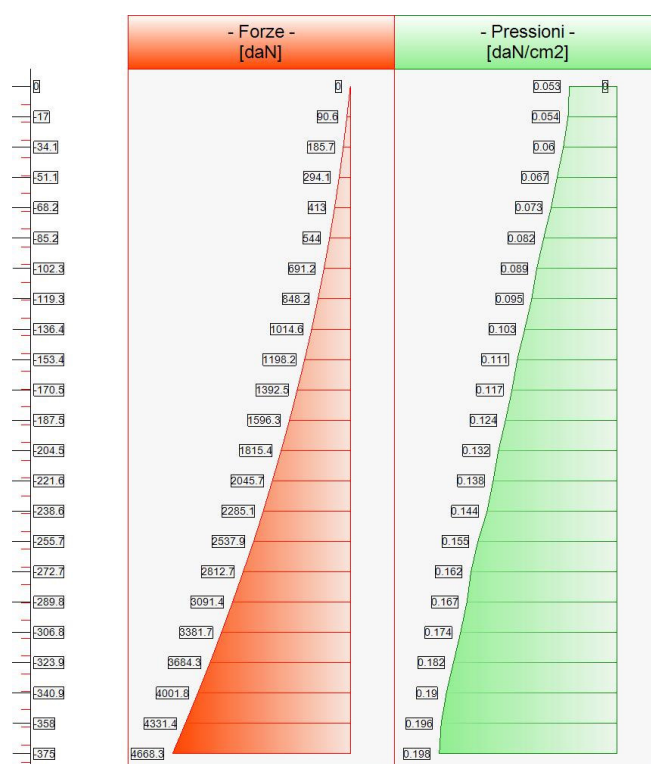
- distanza dal bordo fondazione lato valle = 222 [cm]
- forza orizzontale = 6 415 [daN]
- forza verticale = 26 919 [daN]

### 1.1.6.5 - Caso 5 ( GEO\_SISMA\_SU [ SLU\_GEO ] - SLU\_Geo\_Sisma\_Su (appr.1;comb.2) )

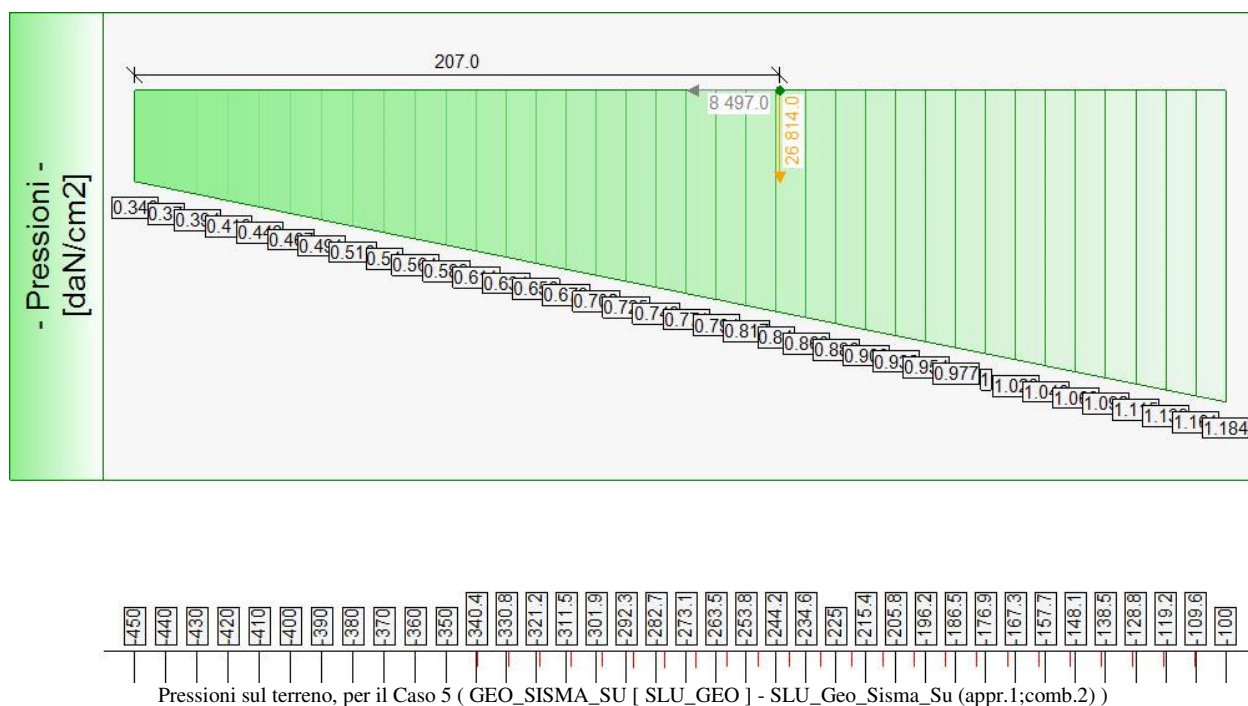
Elevazione			•	Fondazione	
quota [cm]	Pressioni [daN/cm²]	Forze [daN]		quota [cm]	Pressioni [daN/cm²]
0	0	0	•	-450	0.346
0	0.053	0	•	-440	0.37
-17	0.054	91	•	-430	0.394
-34.1	0.06	186	•	-420	0.419
-51.1	0.067	294	•	-410	0.443
-68.2	0.073	413	•	-400	0.467
-85.2	0.082	544	•	-390	0.491
-102.3	0.089	691	•	-380	0.516
-119.3	0.095	848	•	-370	0.54
-136.4	0.103	1015	•	-360	0.564
-153.4	0.111	1198	•	-350	0.588
-170.5	0.117	1393	•	-340.4	0.611
-187.5	0.124	1596	•	-330.8	0.634
-204.5	0.132	1815	•	-321.2	0.656
-221.6	0.138	2046	•	-311.5	0.679
-238.6	0.144	2285	•	-301.9	0.702

-255.7	0.155	2538	•	-292.3	0.725
-272.7	0.162	2813	•	-282.7	0.748
-289.8	0.167	3091	•	-273.1	0.771
-306.8	0.174	3382	•	-263.5	0.794
-323.9	0.182	3684	•	-253.8	0.817
-340.9	0.19	4002	•	-244.2	0.84
-358	0.196	4331	•	-234.6	0.863
-375	0.198	4668	•	-225	0.886
			•	-225	0.886
			•	-215.4	0.909
			•	-205.8	0.932
			•	-196.2	0.954
			•	-186.5	0.977
			•	-176.9	1
			•	-167.3	1.023
			•	-157.7	1.046
			•	-148.1	1.069
			•	-138.5	1.092
			•	-128.8	1.115
			•	-119.2	1.138
			•	-109.6	1.161
			•	-100	1.184

Forze e Pressioni lungo il paramento verticale e fondazione, per il Caso 5 ( GEO\_SISMA\_SU [ SLU\_GEO ] - SLU\_Geo\_Sisma\_Su (appr.1;comb.2) )



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 5 ( GEO\_SISMA\_SU [ SLU\_GEO ] - SLU\_Geo\_Sisma\_Su (appr.1;comb.2) )



Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 4 668 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 332 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 7 632 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 1 358 [daN]

Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

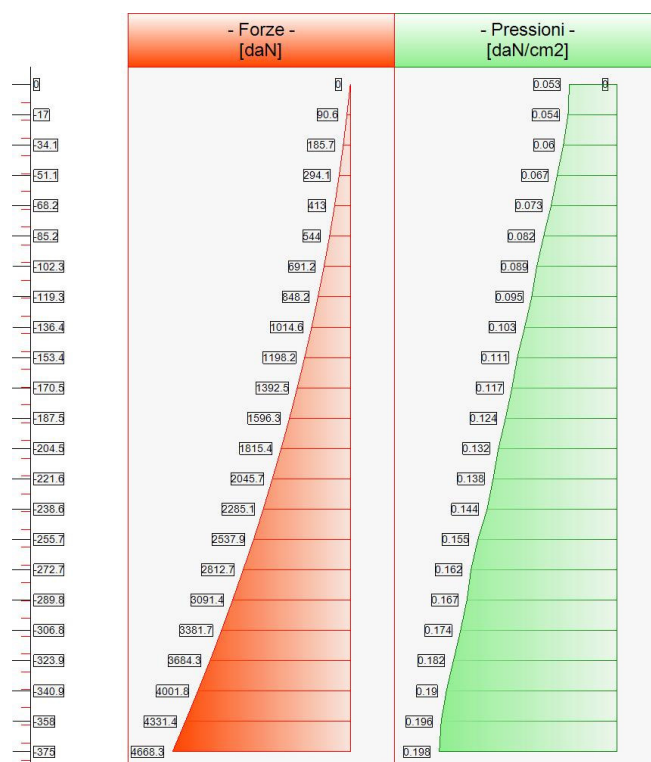
- distanza dal bordo fondazione lato valle = 207 [cm]
- forza orizzontale = 8 497 [daN]
- forza verticale = 26 814 [daN]

### 1.1.6.6 - Caso 6 ( EQU\_SISMA\_SU [ SLU\_EQU ] - SLU\_Equ\_Sisma\_Su (per equilibrio) )

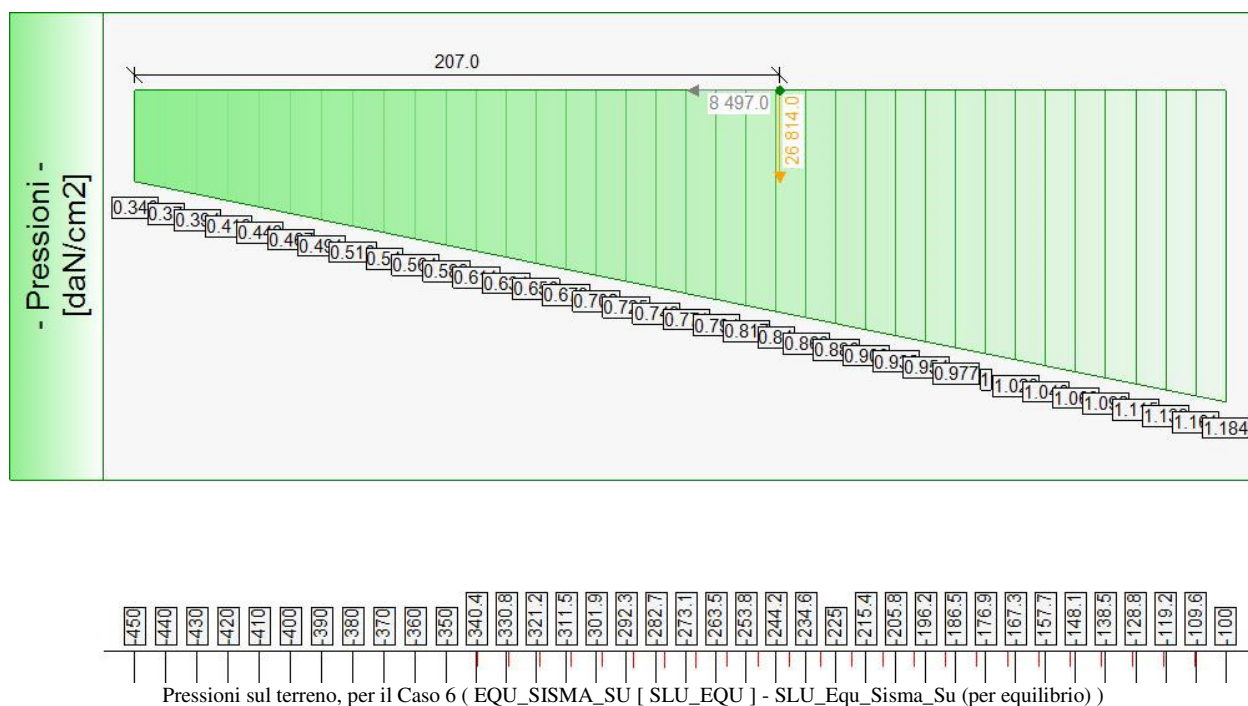
Elevazione			•	Fondazione	
quota [cm]	Pressioni [daN/cm²]	Forze [daN]		quota [cm]	Pressioni [daN/cm²]
0	0	0	•	-450	0.346
0	0.053	0	•	-440	0.37
-17	0.054	91	•	-430	0.394
-34.1	0.06	186	•	-420	0.419
-51.1	0.067	294	•	-410	0.443
-68.2	0.073	413	•	-400	0.467
-85.2	0.082	544	•	-390	0.491
-102.3	0.089	691	•	-380	0.516
-119.3	0.095	848	•	-370	0.54
-136.4	0.103	1015	•	-360	0.564
-153.4	0.111	1198	•	-350	0.588
-170.5	0.117	1393	•	-340.4	0.611
-187.5	0.124	1596	•	-330.8	0.634
-204.5	0.132	1815	•	-321.2	0.656
-221.6	0.138	2046	•	-311.5	0.679
-238.6	0.144	2285	•	-301.9	0.702

-255.7	0.155	2538	•	-292.3	0.725
-272.7	0.162	2813	•	-282.7	0.748
-289.8	0.167	3091	•	-273.1	0.771
-306.8	0.174	3382	•	-263.5	0.794
-323.9	0.182	3684	•	-253.8	0.817
-340.9	0.19	4002	•	-244.2	0.84
-358	0.196	4331	•	-234.6	0.863
-375	0.198	4668	•	-225	0.886
			•	-225	0.886
			•	-215.4	0.909
			•	-205.8	0.932
			•	-196.2	0.954
			•	-186.5	0.977
			•	-176.9	1
			•	-167.3	1.023
			•	-157.7	1.046
			•	-148.1	1.069
			•	-138.5	1.092
			•	-128.8	1.115
			•	-119.2	1.138
			•	-109.6	1.161
			•	-100	1.184

Forze e Pressioni lungo il paramento verticale e fondazione, per il Caso 6 ( EQU\_SISMA\_SU [ SLU\_EQU ] - SLU\_Equ\_Sisma\_Su (per equilibrio) )



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 6 ( EQU\_SISMA\_SU [ SLU\_EQU ] - SLU\_Equ\_Sisma\_Su (per equilibrio) )



Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 4 668 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 332 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 7 632 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 1 358 [daN]

Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

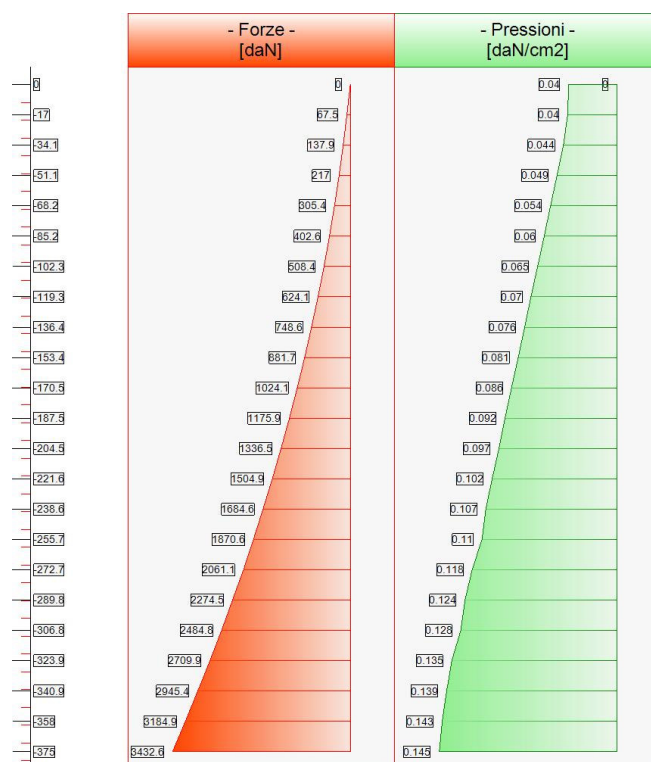
- distanza dal bordo fondazione lato valle = 207 [cm]
- forza orizzontale = 8 497 [daN]
- forza verticale = 26 814 [daN]

### 1.1.6.7 - Caso 7 ( STR\_SISMA\_GIU [ SLU ] - SLU\_Str\_Sisma\_Giu (appr.1;comb.1) )

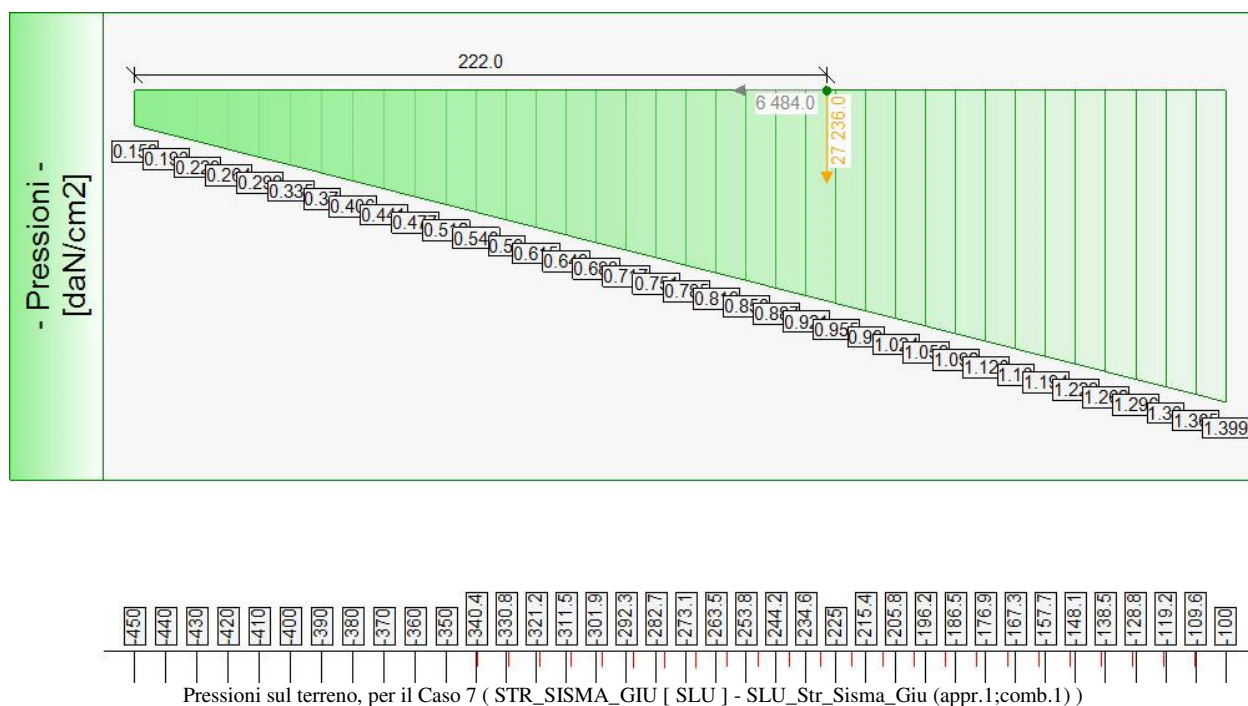
Elevazione			Fondazione		
quota [cm]	Pressioni [daN/cm²]	Forze [daN]	•	quota [cm]	Pressioni [daN/cm²]
0	0	0	•	-450	0.158
0	0.04	0	•	-440	0.193
-17	0.04	68	•	-430	0.229
-34.1	0.044	138	•	-420	0.264
-51.1	0.049	217	•	-410	0.299
-68.2	0.054	305	•	-400	0.335
-85.2	0.06	403	•	-390	0.37
-102.3	0.065	508	•	-380	0.406
-119.3	0.07	624	•	-370	0.441
-136.4	0.076	749	•	-360	0.477
-153.4	0.081	882	•	-350	0.512
-170.5	0.086	1024	•	-340.4	0.546
-187.5	0.092	1176	•	-330.8	0.58
-204.5	0.097	1336	•	-321.2	0.615
-221.6	0.102	1505	•	-311.5	0.649
-238.6	0.107	1685	•	-301.9	0.683

-255.7	0.11	1871	•	-292.3	0.717
-272.7	0.118	2061	•	-282.7	0.751
-289.8	0.124	2274	•	-273.1	0.785
-306.8	0.128	2485	•	-263.5	0.819
-323.9	0.135	2710	•	-253.8	0.853
-340.9	0.139	2945	•	-244.2	0.887
-358	0.143	3185	•	-234.6	0.921
-375	0.145	3433	•	-225	0.955
			•	-225	0.955
			•	-215.4	0.99
			•	-205.8	1.024
			•	-196.2	1.058
			•	-186.5	1.092
			•	-176.9	1.126
			•	-167.3	1.16
			•	-157.7	1.194
			•	-148.1	1.228
			•	-138.5	1.262
			•	-128.8	1.296
			•	-119.2	1.33
			•	-109.6	1.365
			•	-100	1.399

Forze e Pressioni lungo il paramento verticale e fondazione, per il Caso 7 ( STR\_SISMA\_GIU [ SLU ] - SLU\_Str\_Sisma\_Giu (appr.1;comb.1) )



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 7 ( STR\_SISMA\_GIU [ SLU ] - SLU\_Str\_Sisma\_Giu (appr.1;comb.1) )



Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 3 433 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 473 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 5 769 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 1 463 [daN]

Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

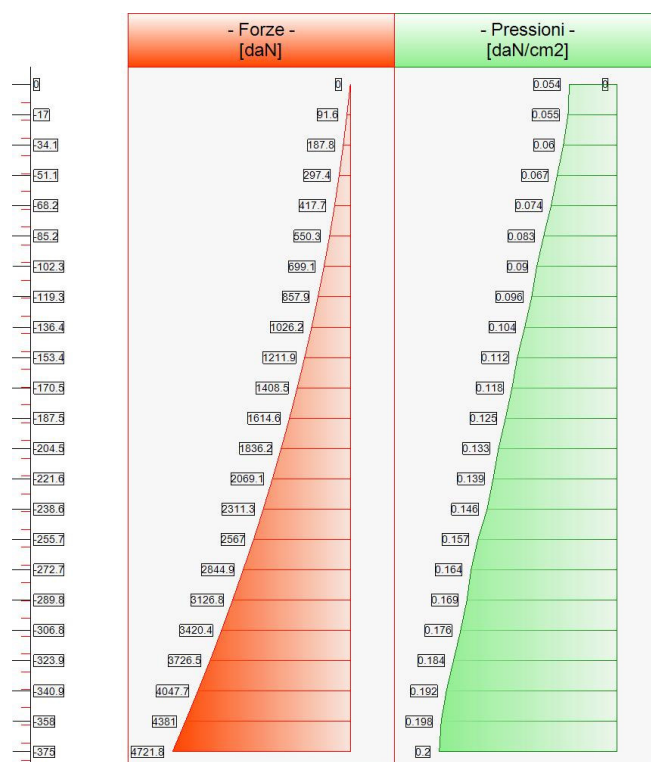
- distanza dal bordo fondazione lato valle = 222 [cm]
- forza orizzontale = 6 484 [daN]
- forza verticale = 27 236 [daN]

### 1.1.6.8 - Caso 8 ( GEO\_SISMA\_GIU [ SLU\_GEO ] - SLU\_Geo\_Sisma\_Giu (appr.1;comb.2) )

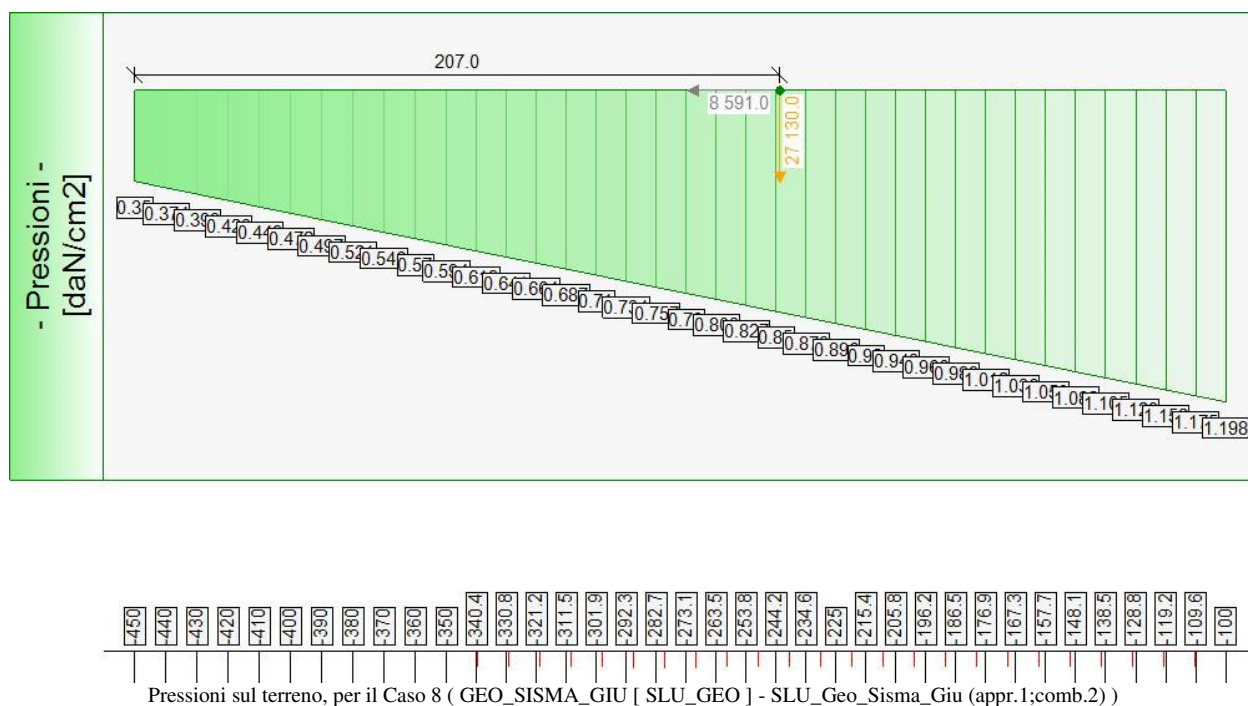
Elevazione			•	Fondazione	
quota [cm]	Pressioni [daN/cm2]	Forze [daN]		quota [cm]	Pressioni [daN/cm2]
0	0	0	•	-450	0.35
0	0.054	0	•	-440	0.374
-17	0.055	92	•	-430	0.399
-34.1	0.06	188	•	-420	0.423
-51.1	0.067	297	•	-410	0.448
-68.2	0.074	418	•	-400	0.472
-85.2	0.083	550	•	-390	0.497
-102.3	0.09	699	•	-380	0.521
-119.3	0.096	858	•	-370	0.546
-136.4	0.104	1026	•	-360	0.57
-153.4	0.112	1212	•	-350	0.594
-170.5	0.118	1408	•	-340.4	0.618
-187.5	0.125	1615	•	-330.8	0.641
-204.5	0.133	1836	•	-321.2	0.664
-221.6	0.139	2069	•	-311.5	0.687
-238.6	0.146	2311	•	-301.9	0.71

-255.7	0.157	2567	•	-292.3	0.734
-272.7	0.164	2845	•	-282.7	0.757
-289.8	0.169	3127	•	-273.1	0.78
-306.8	0.176	3420	•	-263.5	0.803
-323.9	0.184	3726	•	-253.8	0.827
-340.9	0.192	4048	•	-244.2	0.85
-358	0.198	4381	•	-234.6	0.873
-375	0.2	4722	•	-225	0.896
			•	-225	0.896
			•	-215.4	0.92
			•	-205.8	0.943
			•	-196.2	0.966
			•	-186.5	0.989
			•	-176.9	1.012
			•	-167.3	1.036
			•	-157.7	1.059
			•	-148.1	1.082
			•	-138.5	1.105
			•	-128.8	1.129
			•	-119.2	1.152
			•	-109.6	1.175
			•	-100	1.198

Forze e Pressioni lungo il paramento verticale e fondazione, per il Caso 8 ( GEO\_SISMA\_GIU [ SLU\_GEO ] - SLU\_Geo\_Sisma\_Giu (appr.1;comb.2) )



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 8 ( GEO\_SISMA\_GIU [ SLU\_GEO ] - SLU\_Geo\_Sisma\_Giu (appr.1;comb.2) )



Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 4 722 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 335 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 7 720 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 1 374 [daN]

Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

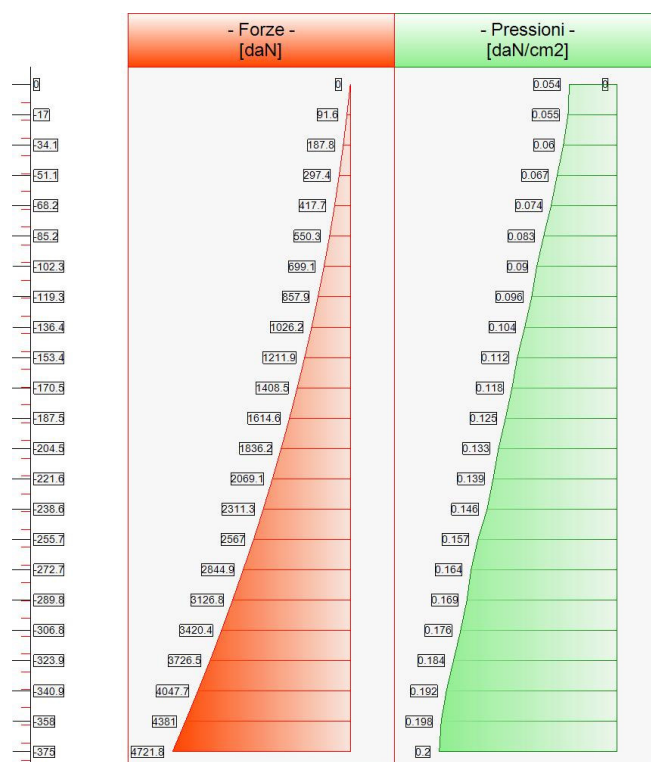
- distanza dal bordo fondazione lato valle = 207 [cm]
- forza orizzontale = 8 591 [daN]
- forza verticale = 27 130 [daN]

### 1.1.6.9 - Caso 9 ( EQU\_SISMA\_GIU [ SLU\_EQU ] - SLU\_Equ\_Sisma\_Giu (per equilibrio) )

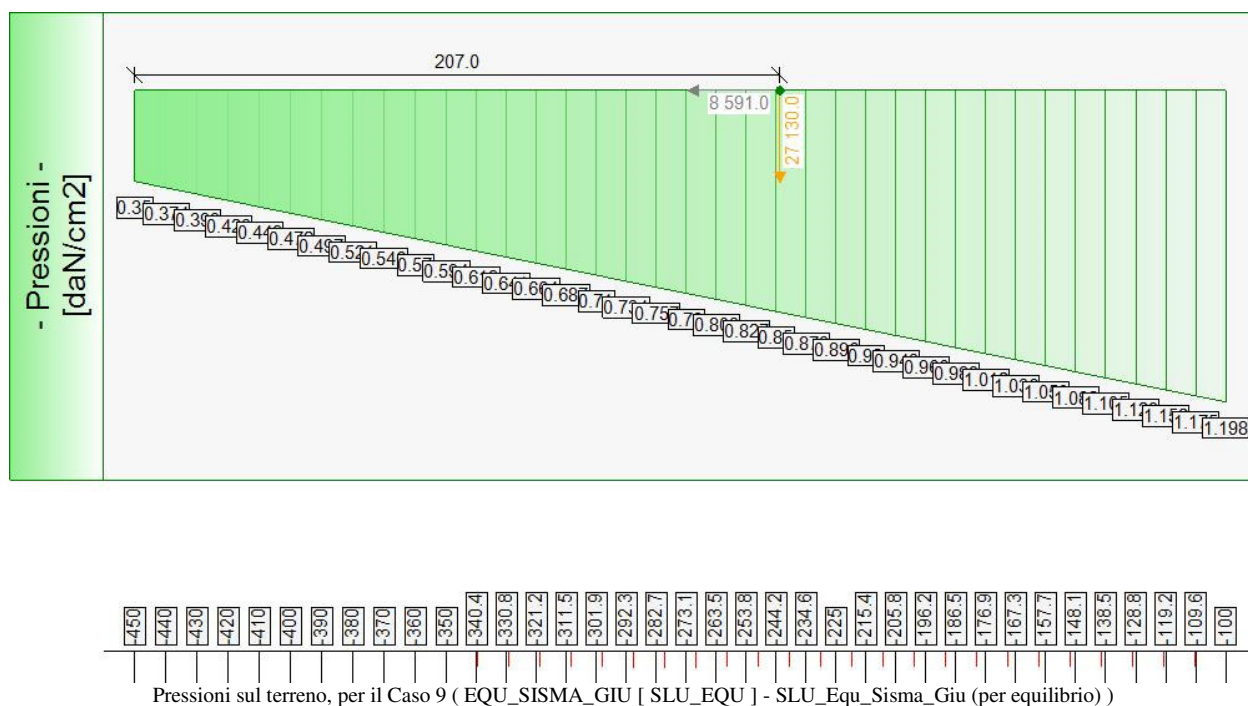
Elevazione			•	Fondazione	
quota [cm]	Pressioni [daN/cm2]	Forze [daN]		quota [cm]	Pressioni [daN/cm2]
0	0	0	•	-450	0.35
0	0.054	0	•	-440	0.374
-17	0.055	92	•	-430	0.399
-34.1	0.06	188	•	-420	0.423
-51.1	0.067	297	•	-410	0.448
-68.2	0.074	418	•	-400	0.472
-85.2	0.083	550	•	-390	0.497
-102.3	0.09	699	•	-380	0.521
-119.3	0.096	858	•	-370	0.546
-136.4	0.104	1026	•	-360	0.57
-153.4	0.112	1212	•	-350	0.594
-170.5	0.118	1408	•	-340.4	0.618
-187.5	0.125	1615	•	-330.8	0.641
-204.5	0.133	1836	•	-321.2	0.664
-221.6	0.139	2069	•	-311.5	0.687
-238.6	0.146	2311	•	-301.9	0.71

-255.7	0.157	2567	•	-292.3	0.734
-272.7	0.164	2845	•	-282.7	0.757
-289.8	0.169	3127	•	-273.1	0.78
-306.8	0.176	3420	•	-263.5	0.803
-323.9	0.184	3726	•	-253.8	0.827
-340.9	0.192	4048	•	-244.2	0.85
-358	0.198	4381	•	-234.6	0.873
-375	0.2	4722	•	-225	0.896
			•	-225	0.896
			•	-215.4	0.92
			•	-205.8	0.943
			•	-196.2	0.966
			•	-186.5	0.989
			•	-176.9	1.012
			•	-167.3	1.036
			•	-157.7	1.059
			•	-148.1	1.082
			•	-138.5	1.105
			•	-128.8	1.129
			•	-119.2	1.152
			•	-109.6	1.175
			•	-100	1.198

Forze e Pressioni lungo il paramento verticale e fondazione, per il Caso 9 ( EQU\_SISMA\_GIU [ SLU\_EQU ] - SLU\_Equ\_Sisma\_Giu (per equilibrio) )



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 9 ( EQU\_SISMA\_GIU [ SLU\_EQU ] - SLU\_Equ\_Sisma\_Giu (per equilibrio) )



Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 4 722 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 335 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 7 720 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 1 374 [daN]

Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- distanza dal bordo fondazione lato valle = 207 [cm]
- forza orizzontale = 8 591 [daN]
- forza verticale = 27 130 [daN]

### 1.1.7 - Diagrammi di Sforzo Normale / Taglio / Momento

#### 1.1.7.1 - Caso 1 ( STR [ SLU ] - SLU\_Str (appr.1;comb.1) )

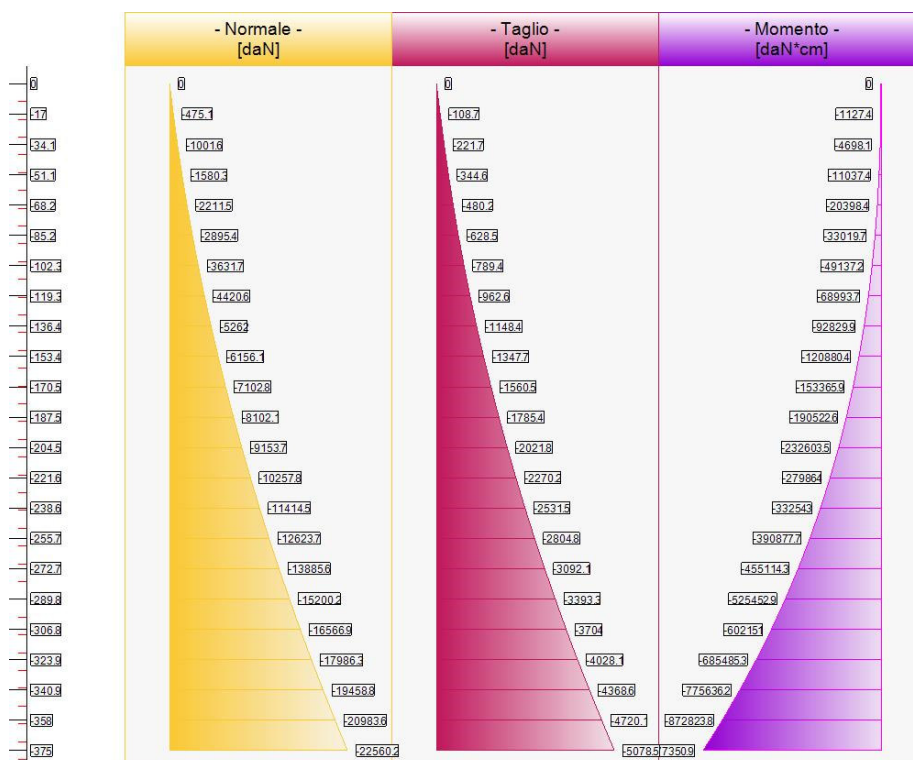
Elevazione, presso-flessione								
quota [cm]	Normale [daN]	Taglio [daN]	Momento [daN*cm]	•	Tens. Min•Max (σ) [daN/cm2]	Tens.Res.(fd) [daN/cm2]	FS >1/<1	-
-17	-475.1	-108.7	-1127.4	•	0.05 • 0.07	5	> 100	Verificato
-34.1	-1001.6	-221.7	-4698.1	•	0.08 • 0.15	5	32.52	Verificato
-51.1	-1580.3	-344.6	-11037.4	•	0.09 • 0.24	5	20.73	Verificato
-68.2	-2211.5	-480.2	-20398.4	•	0.1 • 0.33	5	15.09	Verificato
-85.2	-2895.4	-628.5	-33019.7	•	0.1 • 0.42	5	11.85	Verificato
-102.3	-3631.7	-789.4	-49137.2	•	0.1 • 0.51	5	9.75	Verificato
-119.3	-4420.6	-962.6	-68993.7	•	0.09 • 0.6	5	8.29	Verificato
-136.4	-5262	-1148.4	-92829.9	•	0.08 • 0.69	5	7.23	Verificato
-153.4	-6156.1	-1347.7	-120880.4	•	0.08 • 0.78	5	6.41	Verificato
-170.5	-7102.8	-1560.5	-153365.9	•	0.07 • 0.87	5	5.77	Verificato
-187.5	-8102.1	-1785.4	-190522.6	•	0.06 • 0.95	5	5.25	Verificato

-204.5	-9153.7	-2021.8	-232603.5	•	0.05 • 1.04	5	4.82	Verificato
-221.6	-10257.8	-2270.2	-279864	•	0.04 • 1.12	5	4.46	Verificato
-238.6	-11414.5	-2531.5	-332543	•	0.03 • 1.2	5	4.15	Verificato
-255.7	-12623.7	-2804.8	-390877.7	•	0.02 • 1.29	5	3.89	Verificato
-272.7	-13885.6	-3092.1	-455114.3	•	0.01 • 1.37	5	3.66	Verificato
-289.8	-15200.2	-3393.3	-525452.9	•	0.01 • 1.45	5	3.45	Verificato
-306.8	-16566.9	-3704	-602151	•	0 • 1.53	5	3.27	Verificato
-323.9	-17986.3	-4028.1	-685485.3	•	0 • 1.61	5	3.11	Verificato
-340.9	-19458.8	-4368.6	-775636.2	•	0 • 1.69	5	2.97	Verificato
-358	-20983.6	-4720.1	-872823.8	•	0 • 1.76	5	2.83	Verificato
-375	-22560.2	-5078.5	-977350.9	•	0 • 1.84	5	2.72	Verificato

Sforzo Normale, Taglio e Momento lungo il paramento verticale, per il Caso 1 ( STR [ SLU ] - SLU\_Str (appr.1;comb.1) )  
La sezione del muro è parzializzata in pressoflessione.

Elevazione, taglio								
quota [cm]	Normale [daN]	Taglio [daN]	Momento [daN*cm]	•	Tag.Res. [daN]	FS >1/<1	-	-
-17	-475.1	-108.7	-1127.4	•	2669.4	24.56	Verificato	
-34.1	-1001.6	-221.7	-4698.1	•	3012.3	13.59	Verificato	
-51.1	-1580.3	-344.6	-11037.4	•	3362.2	9.76	Verificato	
-68.2	-2211.5	-480.2	-20398.4	•	3719.1	7.75	Verificato	
-85.2	-2895.4	-628.5	-33019.7	•	4083	6.5	Verificato	
-102.3	-3631.7	-789.4	-49137.2	•	4453.9	5.64	Verificato	
-119.3	-4420.6	-962.6	-68993.7	•	4831.8	5.02	Verificato	
-136.4	-5262	-1148.4	-92829.9	•	5216.8	4.54	Verificato	
-153.4	-6156.1	-1347.7	-120880.4	•	5608.7	4.16	Verificato	
-170.5	-7102.8	-1560.5	-153365.9	•	6007.7	3.85	Verificato	
-187.5	-8102.1	-1785.4	-190522.6	•	6413.6	3.59	Verificato	
-204.5	-9153.7	-2021.8	-232603.5	•	6826.6	3.38	Verificato	
-221.6	-10257.8	-2270.2	-279864	•	7246.5	3.19	Verificato	
-238.6	-11414.5	-2531.5	-332543	•	7673.5	3.03	Verificato	
-255.7	-12623.7	-2804.8	-390877.7	•	8107.4	2.89	Verificato	
-272.7	-13885.6	-3092.1	-455114.3	•	8548.4	2.76	Verificato	
-289.8	-15200.2	-3393.3	-525452.9	•	8996.4	2.65	Verificato	
-306.8	-16566.9	-3704	-602151	•	9437.9	2.55	Verificato	
-323.9	-17986.3	-4028.1	-685485.3	•	9859.8	2.45	Verificato	
-340.9	-19458.8	-4368.6	-775636.2	•	10290.3	2.36	Verificato	
-358	-20983.6	-4720.1	-872823.8	•	10729.2	2.27	Verificato	
-375	-22560.2	-5078.5	-977350.9	•	12679.8	2.5	Verificato	

Sforzo Normale, Taglio e Momento lungo il paramento verticale, per il Caso 1 ( STR [ SLU ] - SLU\_Str (appr.1;comb.1) )



Sollecitazioni lungo il fusto, per il Caso 1 ( STR [ SLU ] - SLU\_Str (appr.1;comb.1) )

### 1.1.7.2 - Caso 2 ( GEO [ SLU\_GEO ] - SLU\_Geo (appr.1;comb.2) )

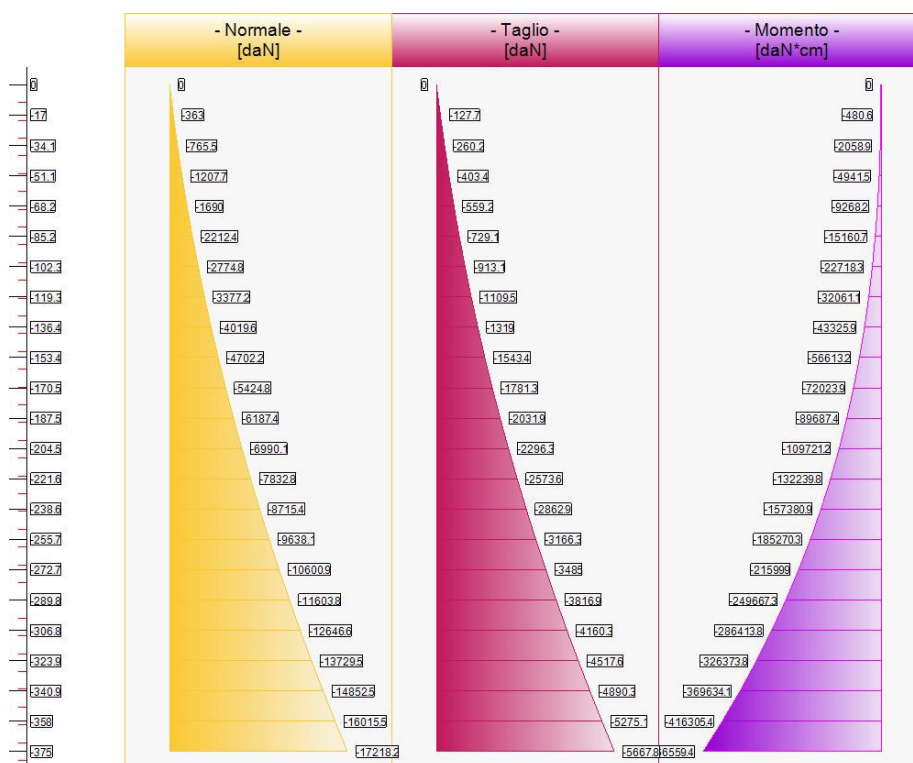
Elevazione, presso-flessione								
quota [cm]	Normale [daN]	Taglio [daN]	Momento [daN*cm]	•	Tens. Min•Max (σ) [daN/cm <sup>2</sup> ]	Tens.Res.(fd) [daN/cm <sup>2</sup> ]	FS >1/<1	-
-17	-363	-127.7	-480.6	•	0.04 • 0.05	5	> 100	Verificato
-34.1	-765.5	-260.2	-2058.9	•	0.07 • 0.11	5	47.53	Verificato
-51.1	-1207.7	-403.4	-4941.5	•	0.09 • 0.16	5	31.07	Verificato
-68.2	-1690	-559.2	-9268.2	•	0.11 • 0.22	5	23.02	Verificato
-85.2	-2212.4	-729.1	-15160.7	•	0.13 • 0.27	5	18.29	Verificato
-102.3	-2774.8	-913.1	-22718.3	•	0.14 • 0.33	5	15.19	Verificato
-119.3	-3377.2	-1109.5	-32061.1	•	0.15 • 0.38	5	13.02	Verificato
-136.4	-4019.6	-1319	-43325.9	•	0.16 • 0.44	5	11.4	Verificato
-153.4	-4702.2	-1543.4	-56613.2	•	0.16 • 0.49	5	10.16	Verificato
-170.5	-5424.8	-1781.3	-72023.9	•	0.17 • 0.54	5	9.18	Verificato
-187.5	-6187.4	-2031.9	-89687.4	•	0.18 • 0.6	5	8.38	Verificato
-204.5	-6990.1	-2296.3	-109721.2	•	0.18 • 0.65	5	7.71	Verificato
-221.6	-7832.8	-2573.6	-132239.8	•	0.19 • 0.7	5	7.15	Verificato
-238.6	-8715.4	-2862.9	-157380.9	•	0.19 • 0.75	5	6.67	Verificato
-255.7	-9638.1	-3166.3	-185270.3	•	0.2 • 0.8	5	6.25	Verificato
-272.7	-10600.9	-3485	-215999	•	0.21 • 0.85	5	5.89	Verificato
-289.8	-11603.8	-3816.9	-249667.3	•	0.21 • 0.9	5	5.57	Verificato
-306.8	-12646.6	-4160.3	-286413.8	•	0.22 • 0.95	5	5.28	Verificato
-323.9	-13729.5	-4517.6	-326373.8	•	0.22 • 0.99	5	5.03	Verificato
-340.9	-14852.5	-4890.3	-369634.1	•	0.23 • 1.04	5	4.8	Verificato
-358	-16015.5	-5275.1	-416305.4	•	0.24 • 1.09	5	4.59	Verificato
-375	-17218.2	-5667.8	-466559.4	•	0.24 • 1.14	5	4.4	Verificato

Sforzo Normale, Taglio e Momento lungo il paramento verticale, per il Caso 2 ( GEO [ SLU\_GEO ] - SLU\_Geo (appr.1;comb.2) )  
La sezione del muro è ovunque interamente compressa.

#### Elevazione, taglio

quota [cm]	Normale [daN]	Taglio [daN]	Momento [daN*cm]	• •	Tag.Res. [daN]	FS >1/<1	- -
-17	-363	-127.7	-480.6	•	2654.5	20.78	Verificato
-34.1	-765.5	-260.2	-2058.9	•	2980.8	11.45	Verificato
-51.1	-1207.7	-403.4	-4941.5	•	3312.5	8.21	Verificato
-68.2	-1690	-559.2	-9268.2	•	3649.6	6.53	Verificato
-85.2	-2212.4	-729.1	-15160.7	•	3992	5.48	Verificato
-102.3	-2774.8	-913.1	-22718.3	•	4339.7	4.75	Verificato
-119.3	-3377.2	-1109.5	-32061.1	•	4692.7	4.23	Verificato
-136.4	-4019.6	-1319	-43325.9	•	5051.1	3.83	Verificato
-153.4	-4702.2	-1543.4	-56613.2	•	5414.8	3.51	Verificato
-170.5	-5424.8	-1781.3	-72023.9	•	5783.9	3.25	Verificato
-187.5	-6187.4	-2031.9	-89687.4	•	6158.3	3.03	Verificato
-204.5	-6990.1	-2296.3	-109721.2	•	6538.1	2.85	Verificato
-221.6	-7832.8	-2573.6	-132239.8	•	6923.2	2.69	Verificato
-238.6	-8715.4	-2862.9	-157380.9	•	7313.6	2.55	Verificato
-255.7	-9638.1	-3166.3	-185270.3	•	7709.3	2.43	Verificato
-272.7	-10600.9	-3485	-215999	•	8110.4	2.33	Verificato
-289.8	-11603.8	-3816.9	-249667.3	•	8516.9	2.23	Verificato
-306.8	-12646.6	-4160.3	-286413.8	•	8928.6	2.15	Verificato
-323.9	-13729.5	-4517.6	-326373.8	•	9345.8	2.07	Verificato
-340.9	-14852.5	-4890.3	-369634.1	•	9768.2	2	Verificato
-358	-16015.5	-5275.1	-416305.4	•	10196	1.93	Verificato
-375	-17218.2	-5667.8	-466559.4	•	11777	2.08	Verificato

Sforzo Normale, Taglio e Momento lungo il paramento verticale, per il Caso 2 ( GEO [ SLU\_GEO ] - SLU\_Geo (appr.1;comb.2) )



Sollecitazioni lungo il fusto, per il Caso 2 ( GEO [ SLU\_GEO ] - SLU\_Geo (appr.1;comb.2) )

### 1.1.7.3 - Caso 3 ( EQU [ SLU\_EQU ] - SLU\_Equ (per equilibrio) )

Nessuna verifica per questo Caso di Carico.

### 1.1.7.4 - Caso 4 ( STR\_SISMA\_SU [ SLU ] - SLU\_Str\_Sisma\_Su (appr.1;comb.1) )

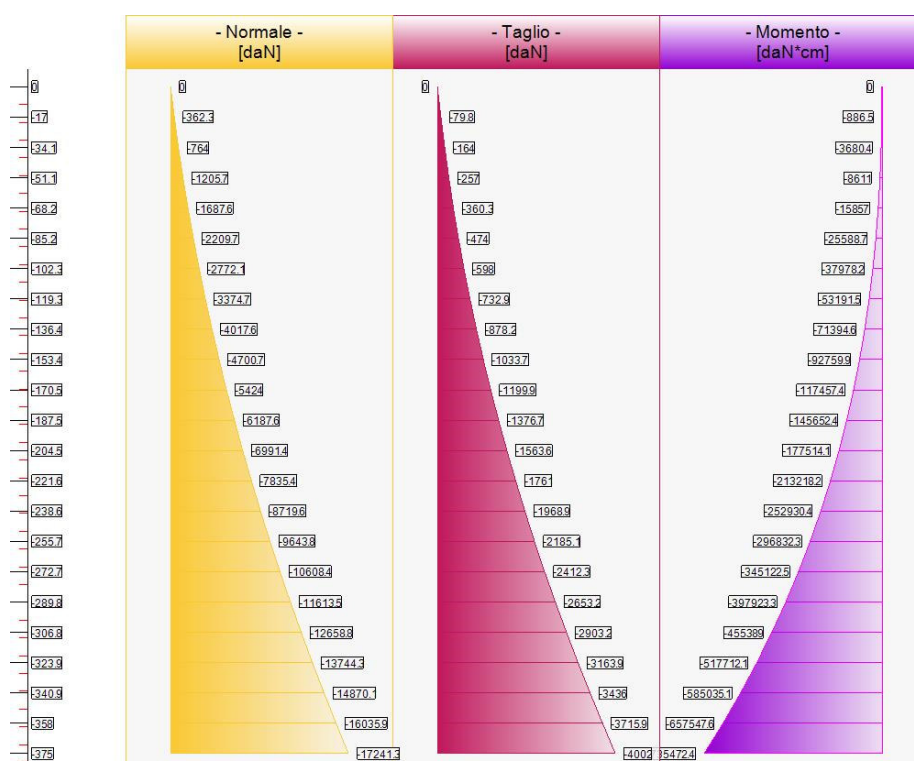
Elevazione, presso-flessione								
quota	Normale	Taglio	Momento	•	Tens. Min•Max (σ)	Tens.Res.(fd)	FS	-
[cm]	[daN]	[daN]	[daN*cm]	•	[daN/cm2]	[daN/cm2]	>1/<1	-
-17	-362.3	-79.8	-886.5	•	0.04 • 0.06	7.5	> 100	Verificato
-34.1	-764	-164	-3680.4	•	0.06 • 0.12	7.5	63.52	Verificato
-51.1	-1205.7	-257	-8611	•	0.07 • 0.19	7.5	40.47	Verificato
-68.2	-1687.6	-360.3	-15857	•	0.07 • 0.25	7.5	29.48	Verificato
-85.2	-2209.7	-474	-25588.7	•	0.07 • 0.32	7.5	23.14	Verificato
-102.3	-2772.1	-598	-37978.2	•	0.07 • 0.39	7.5	19.06	Verificato
-119.3	-3374.7	-732.9	-53191.5	•	0.07 • 0.46	7.5	16.23	Verificato
-136.4	-4017.6	-878.2	-71394.6	•	0.06 • 0.53	7.5	14.15	Verificato
-153.4	-4700.7	-1033.7	-92759.9	•	0.06 • 0.6	7.5	12.56	Verificato
-170.5	-5424	-1199.9	-117457.4	•	0.05 • 0.66	7.5	11.31	Verificato
-187.5	-6187.6	-1376.7	-145652.4	•	0.05 • 0.73	7.5	10.3	Verificato
-204.5	-6991.4	-1563.6	-177514.1	•	0.04 • 0.79	7.5	9.47	Verificato
-221.6	-7835.4	-1761	-213218.2	•	0.03 • 0.86	7.5	8.77	Verificato
-238.6	-8719.6	-1968.9	-252930.4	•	0.03 • 0.92	7.5	8.17	Verificato
-255.7	-9643.8	-2185.1	-296832.3	•	0.02 • 0.98	7.5	7.65	Verificato
-272.7	-10608.4	-2412.3	-345122.5	•	0.02 • 1.04	7.5	7.2	Verificato
-289.8	-11613.5	-2653.2	-397923.3	•	0.01 • 1.1	7.5	6.81	Verificato
-306.8	-12658.8	-2903.2	-455389	•	0 • 1.16	7.5	6.46	Verificato
-323.9	-13744.3	-3163.9	-517712.1	•	0 • 1.22	7.5	6.14	Verificato
-340.9	-14870.1	-3436	-585035.1	•	0 • 1.28	7.5	5.86	Verificato
-358	-16035.9	-3715.9	-657547.6	•	0 • 1.34	7.5	5.61	Verificato
-375	-17241.3	-4002	-735472.4	•	0 • 1.4	7.5	5.37	Verificato

Sforzo Normale, Taglio e Momento lungo il paramento verticale, per il Caso 4 ( STR\_SISMA\_SU [ SLU ] - SLU\_Str\_Sisma\_Su (appr.1;comb.1) )

La sezione del muro è parzializzata in pressoflessione.

Elevazione, taglio								
quota	Normale	Taglio	Momento	•	Tag.Res.	FS	-	-
[cm]	[daN]	[daN]	[daN*cm]	•	[daN]	>1/<1	-	-
-17	-362.3	-79.8	-886.5	•	3981.5	49.9	Verificato	
-34.1	-764	-164	-3680.4	•	4471	27.26	Verificato	
-51.1	-1205.7	-257	-8611	•	4968.4	19.34	Verificato	
-68.2	-1687.6	-360.3	-15857	•	5473.9	15.19	Verificato	
-85.2	-2209.7	-474	-25588.7	•	5987.4	12.63	Verificato	
-102.3	-2772.1	-598	-37978.2	•	6509	10.88	Verificato	
-119.3	-3374.7	-732.9	-53191.5	•	7038.6	9.6	Verificato	
-136.4	-4017.6	-878.2	-71394.6	•	7576.2	8.63	Verificato	
-153.4	-4700.7	-1033.7	-92759.9	•	8122	7.86	Verificato	
-170.5	-5424	-1199.9	-117457.4	•	8675.7	7.23	Verificato	
-187.5	-6187.6	-1376.7	-145652.4	•	9237.5	6.71	Verificato	
-204.5	-6991.4	-1563.6	-177514.1	•	9807.4	6.27	Verificato	
-221.6	-7835.4	-1761	-213218.2	•	10385.3	5.9	Verificato	
-238.6	-8719.6	-1968.9	-252930.4	•	10971.2	5.57	Verificato	
-255.7	-9643.8	-2185.1	-296832.3	•	11565.1	5.29	Verificato	
-272.7	-10608.4	-2412.3	-345122.5	•	12167.1	5.04	Verificato	
-289.8	-11613.5	-2653.2	-397923.3	•	12777.3	4.82	Verificato	
-306.8	-12658.8	-2903.2	-455389	•	13395.4	4.61	Verificato	
-323.9	-13744.3	-3163.9	-517712.1	•	14007.8	4.43	Verificato	
-340.9	-14870.1	-3436	-585035.1	•	14595.3	4.25	Verificato	
-358	-16035.9	-3715.9	-657547.6	•	15192.8	4.09	Verificato	
-375	-17241.3	-4002	-735472.4	•	17523.7	4.38	Verificato	

Sforzo Normale, Taglio e Momento lungo il paramento verticale, per il Caso 4 ( STR\_SISMA\_SU [ SLU ] - SLU\_Str\_Sisma\_Su (appr.1;comb.1) )



Sollecitazioni lungo il fusto, per il Caso 4 ( STR\_SISMA\_SU [ SLU ] - SLU\_Str\_Sisma\_Su (appr.1;comb.1) )

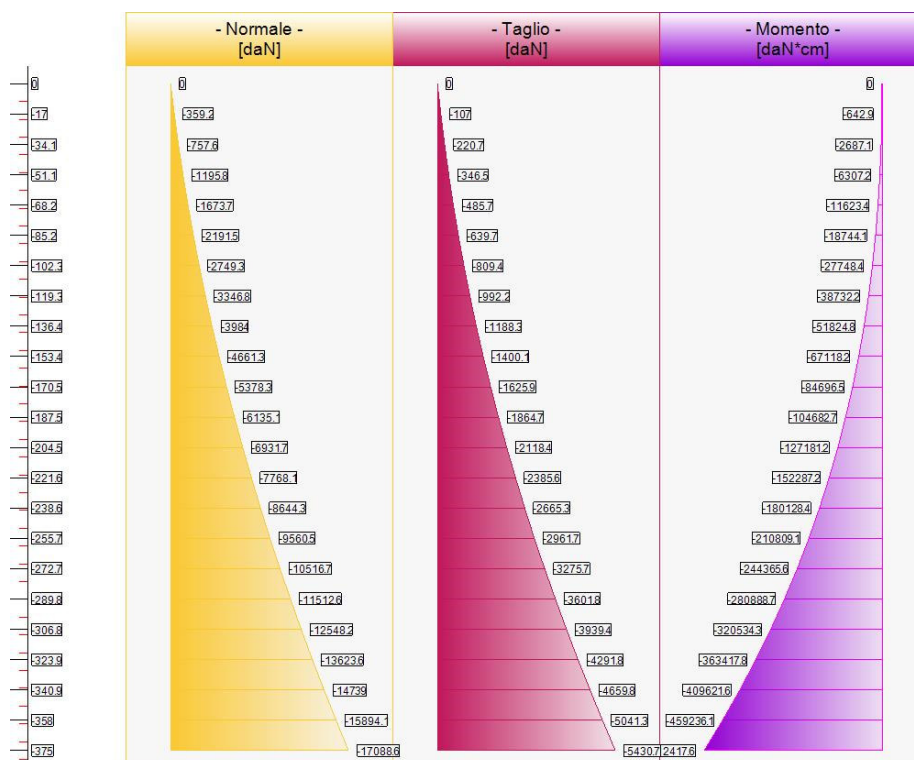
### 1.1.7.5 - Caso 5 ( GEO\_SISMA\_SU [ SLU\_GEO ] - SLU\_Geo\_Sisma\_Su (appr.1;comb.2) )

Elevazione, presso-flessione								
quota [cm]	Normale [daN]	Taglio [daN]	Momento [daN*cm]	•	Tens. Min•Max (σ) [daN/cm <sup>2</sup> ]	Tens.Res.(fd) [daN/cm <sup>2</sup> ]	FS >1/<1	-
-17	-359.2	-107	-642.9	•	0.04 • 0.05	7.5	> 100	Verificato
-34.1	-757.6	-220.7	-2687.1	•	0.07 • 0.11	7.5	68.59	Verificato
-51.1	-1195.8	-346.5	-6307.2	•	0.08 • 0.17	7.5	44.43	Verificato
-68.2	-1673.7	-485.7	-11623.4	•	0.1 • 0.23	7.5	32.75	Verificato
-85.2	-2191.5	-639.7	-18744.1	•	0.11 • 0.29	7.5	25.95	Verificato
-102.3	-2749.3	-809.4	-27748.4	•	0.11 • 0.35	7.5	21.54	Verificato
-119.3	-3346.8	-992.2	-38732.2	•	0.12 • 0.41	7.5	18.45	Verificato
-136.4	-3984	-1188.3	-51824.8	•	0.12 • 0.46	7.5	16.18	Verificato
-153.4	-4661.3	-1400.1	-67118.2	•	0.13 • 0.52	7.5	14.43	Verificato
-170.5	-5378.3	-1625.9	-84696.5	•	0.13 • 0.57	7.5	13.05	Verificato
-187.5	-6135.1	-1864.7	-104682.7	•	0.14 • 0.63	7.5	11.93	Verificato
-204.5	-6931.7	-2118.4	-127181.2	•	0.14 • 0.68	7.5	11	Verificato
-221.6	-7768.1	-2385.6	-152287.2	•	0.15 • 0.73	7.5	10.21	Verificato
-238.6	-8644.3	-2665.3	-180128.4	•	0.15 • 0.79	7.5	9.55	Verificato
-255.7	-9560.5	-2961.7	-210809.1	•	0.16 • 0.84	7.5	8.96	Verificato
-272.7	-10516.7	-3275.7	-244365.6	•	0.16 • 0.89	7.5	8.46	Verificato
-289.8	-11512.6	-3601.8	-280888.7	•	0.17 • 0.94	7.5	8.01	Verificato
-306.8	-12548.2	-3939.4	-320534.3	•	0.17 • 0.98	7.5	7.61	Verificato
-323.9	-13623.6	-4291.8	-363417.8	•	0.18 • 1.03	7.5	7.26	Verificato
-340.9	-14739	-4659.8	-409621.6	•	0.18 • 1.08	7.5	6.94	Verificato
-358	-15894.1	-5041.3	-459236.1	•	0.19 • 1.13	7.5	6.65	Verificato
-375	-17088.6	-5430.7	-512417.6	•	0.19 • 1.18	7.5	6.38	Verificato

Sforzo Normale, Taglio e Momento lungo il paramento verticale, per il Caso 5 ( GEO\_SISMA\_SU [ SLU\_GEO ] - SLU\_Geo\_Sisma\_Su (appr.1;comb.2) )  
La sezione del muro è ovunque interamente compressa.

Elevazione, taglio							
quota [cm]	Normale [daN]	Taglio [daN]	Momento [daN*cm]	•	Tag. Res. [daN]	FS >1/<1	-
-17	-359.2	-107	-642.9	•	3980.9	37.22	Verificato
-34.1	-757.6	-220.7	-2687.1	•	4469.7	20.26	Verificato
-51.1	-1195.8	-346.5	-6307.2	•	4966.4	14.34	Verificato
-68.2	-1673.7	-485.7	-11623.4	•	5471.1	11.26	Verificato
-85.2	-2191.5	-639.7	-18744.1	•	5983.8	9.35	Verificato
-102.3	-2749.3	-809.4	-27748.4	•	6504.4	8.04	Verificato
-119.3	-3346.8	-992.2	-38732.2	•	7033	7.09	Verificato
-136.4	-3984	-1188.3	-51824.8	•	7569.5	6.37	Verificato
-153.4	-4661.3	-1400.1	-67118.2	•	8114.1	5.8	Verificato
-170.5	-5378.3	-1625.9	-84696.5	•	8666.6	5.33	Verificato
-187.5	-6135.1	-1864.7	-104682.7	•	9227	4.95	Verificato
-204.5	-6931.7	-2118.4	-127181.2	•	9795.4	4.62	Verificato
-221.6	-7768.1	-2385.6	-152287.2	•	10371.8	4.35	Verificato
-238.6	-8644.3	-2665.3	-180128.4	•	10956.1	4.11	Verificato
-255.7	-9560.5	-2961.7	-210809.1	•	11548.5	3.9	Verificato
-272.7	-10516.7	-3275.7	-244365.6	•	12148.8	3.71	Verificato
-289.8	-11512.6	-3601.8	-280888.7	•	12757.1	3.54	Verificato
-306.8	-12548.2	-3939.4	-320534.3	•	13373.3	3.39	Verificato
-323.9	-13623.6	-4291.8	-363417.8	•	13997.4	3.26	Verificato
-340.9	-14739	-4659.8	-409621.6	•	14629.6	3.14	Verificato
-358	-15894.1	-5041.3	-459236.1	•	15269.7	3.03	Verificato
-375	-17088.6	-5430.7	-512417.6	•	17626.6	3.25	Verificato

Sforzo Normale, Taglio e Momento lungo il paramento verticale, per il Caso 5 ( GEO\_SISMA\_SU [ SLU\_GEO ] - SLU\_Geo\_Sisma\_Su (appr.1;comb.2) )



Sollecitazioni lungo il fusto, per il Caso 5 ( GEO\_SISMA\_SU [ SLU\_GEO ] - SLU\_Geo\_Sisma\_Su (appr.1;comb.2) )

### 1.1.7.6 - Caso 6 ( EQU\_SISMA\_SU [ SLU\_EQU ] - SLU\_Equ\_Sisma\_Su (per equilibrio) )

Nessuna verifica per questo Caso di Carico.

### 1.1.7.7 - Caso 7 ( STR\_SISMA\_GIU [ SLU ] - SLU\_Str\_Sisma\_Giu (appr.1;comb.1) )

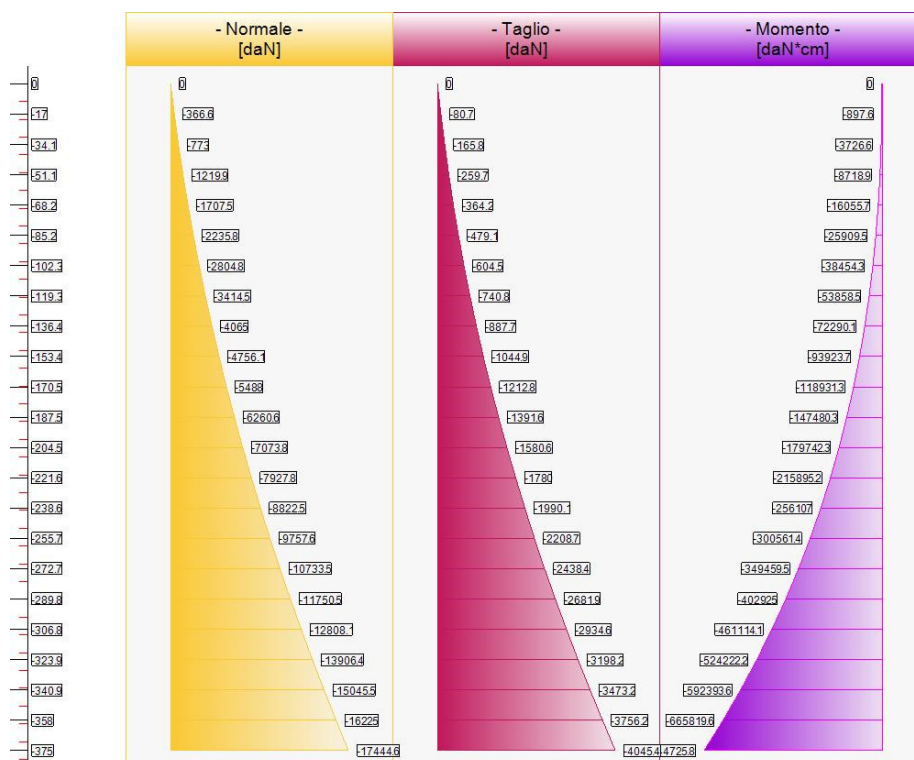
Elevazione, presso-flessione								
quota	Normale	Taglio	Momento	•	Tens. Min•Max (σ)	Tens.Res.(fd)	FS	-
[cm]	[daN]	[daN]	[daN*cm]	•	[daN/cm2]	[daN/cm2]	>1/<1	-
-17	-366.6	-80.7	-897.6	•	0.04 • 0.06	7.5	> 100	Verificato
-34.1	-773	-165.8	-3726.6	•	0.06 • 0.12	7.5	62.77	Verificato
-51.1	-1219.9	-259.7	-8718.9	•	0.07 • 0.19	7.5	39.99	Verificato
-68.2	-1707.5	-364.2	-16055.7	•	0.07 • 0.26	7.5	29.13	Verificato
-85.2	-2235.8	-479.1	-25909.5	•	0.08 • 0.33	7.5	22.87	Verificato
-102.3	-2804.8	-604.5	-38454.3	•	0.07 • 0.4	7.5	18.83	Verificato
-119.3	-3414.5	-740.8	-53858.5	•	0.07 • 0.47	7.5	16.03	Verificato
-136.4	-4065	-887.7	-72290.1	•	0.06 • 0.54	7.5	13.98	Verificato
-153.4	-4756.1	-1044.9	-93923.7	•	0.06 • 0.6	7.5	12.41	Verificato
-170.5	-5488	-1212.8	-118931.3	•	0.05 • 0.67	7.5	11.18	Verificato
-187.5	-6260.6	-1391.6	-147480.3	•	0.05 • 0.74	7.5	10.18	Verificato
-204.5	-7073.8	-1580.6	-179742.3	•	0.04 • 0.8	7.5	9.35	Verificato
-221.6	-7927.8	-1780	-215895.2	•	0.03 • 0.87	7.5	8.66	Verificato
-238.6	-8822.5	-1990.1	-256107	•	0.03 • 0.93	7.5	8.07	Verificato
-255.7	-9757.6	-2208.7	-300561.4	•	0.02 • 0.99	7.5	7.56	Verificato
-272.7	-10733.5	-2438.4	-349459.5	•	0.01 • 1.05	7.5	7.12	Verificato
-289.8	-11750.5	-2681.9	-402925	•	0.01 • 1.11	7.5	6.73	Verificato
-306.8	-12808.1	-2934.6	-461114.1	•	0 • 1.18	7.5	6.38	Verificato
-323.9	-13906.4	-3198.2	-524222.2	•	0 • 1.24	7.5	6.07	Verificato
-340.9	-15045.5	-3473.2	-592393.6	•	0 • 1.3	7.5	5.79	Verificato
-358	-16225	-3756.2	-665819.6	•	0 • 1.35	7.5	5.54	Verificato
-375	-17444.6	-4045.4	-744725.8	•	0 • 1.41	7.5	5.31	Verificato

Sforzo Normale, Taglio e Momento lungo il paramento verticale, per il Caso 7 ( STR\_SISMA\_GIU [ SLU ] - SLU\_Str\_Sisma\_Giu (appr.1;comb.1) )

La sezione del muro è parzializzata in pressoflessione.

Elevazione, taglio							
quota [cm]	Normale [daN]	Taglio [daN]	Momento [daN*cm]	• •	Tag.Res. [daN]	FS >1/<1	- -
-17	-366.6	-80.7	-897.6	•	3982.4	49.38	Verificato
-34.1	-773	-165.8	-3726.6	•	4472.8	26.98	Verificato
-51.1	-1219.9	-259.7	-8718.9	•	4971.3	19.14	Verificato
-68.2	-1707.5	-364.2	-16055.7	•	5477.9	15.04	Verificato
-85.2	-2235.8	-479.1	-25909.5	•	5992.6	12.51	Verificato
-102.3	-2804.8	-604.5	-38454.3	•	6515.5	10.78	Verificato
-119.3	-3414.5	-740.8	-53858.5	•	7046.5	9.51	Verificato
-136.4	-4065	-887.7	-72290.1	•	7585.7	8.55	Verificato
-153.4	-4756.1	-1044.9	-93923.7	•	8133	7.78	Verificato
-170.5	-5488	-1212.8	-118931.3	•	8688.5	7.16	Verificato
-187.5	-6260.6	-1391.6	-147480.3	•	9252.1	6.65	Verificato
-204.5	-7073.8	-1580.6	-179742.3	•	9823.9	6.22	Verificato
-221.6	-7927.8	-1780	-215895.2	•	10403.7	5.84	Verificato
-238.6	-8822.5	-1990.1	-256107	•	10991.8	5.52	Verificato
-255.7	-9757.6	-2208.7	-300561.4	•	11587.9	5.25	Verificato
-272.7	-10733.5	-2438.4	-349459.5	•	12192.1	5	Verificato
-289.8	-11750.5	-2681.9	-402925	•	12804.6	4.77	Verificato
-306.8	-12808.1	-2934.6	-461114.1	•	13425.2	4.57	Verificato
-323.9	-13906.4	-3198.2	-524222.2	•	14035.9	4.39	Verificato
-340.9	-15045.5	-3473.2	-592393.6	•	14625.8	4.21	Verificato
-358	-16225	-3756.2	-665819.6	•	15225.9	4.05	Verificato
-375	-17444.6	-4045.4	-744725.8	•	17579.7	4.35	Verificato

Sforzo Normale, Taglio e Momento lungo il paramento verticale, per il Caso 7 ( STR\_SISMA\_GIU [ SLU ] - SLU\_Str\_Sisma\_Giu (appr.1;comb.1) )



Sollecitazioni lungo il fusto, per il Caso 7 ( STR\_SISMA\_GIU [ SLU ] - SLU\_Str\_Sisma\_Giu (appr.1;comb.1) )

### 1.1.7.8 - Caso 8 ( GEO\_SISMA\_GIU [ SLU\_GEO ] - SLU\_Geo\_Sisma\_Giu (appr.1;comb.2) )

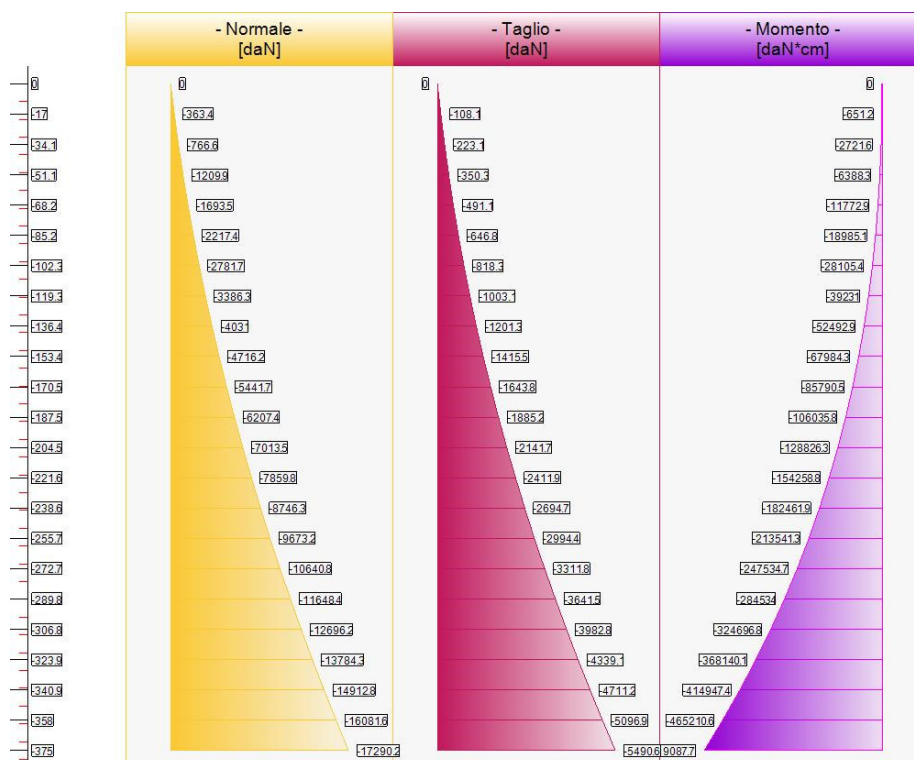
Elevazione, presso-flessione								
quota [cm]	Normale [daN]	Taglio [daN]	Momento [daN*cm]	•	Tens. Min•Max (σ) [daN/cm <sup>2</sup> ]	Tens.Res.(fd) [daN/cm <sup>2</sup> ]	FS >1/<1	-
-17	-363.4	-108.1	-651.2	•	0.04 • 0.05	7.5	> 100	Verificato
-34.1	-766.6	-223.1	-2721.6	•	0.07 • 0.11	7.5	67.78	Verificato
-51.1	-1209.9	-350.3	-6388.3	•	0.09 • 0.17	7.5	43.9	Verificato
-68.2	-1693.5	-491.1	-11772.9	•	0.1 • 0.23	7.5	32.36	Verificato
-85.2	-2217.4	-646.8	-18985.1	•	0.11 • 0.29	7.5	25.64	Verificato
-102.3	-2781.7	-818.3	-28105.4	•	0.11 • 0.35	7.5	21.28	Verificato
-119.3	-3386.3	-1003.1	-39231	•	0.12 • 0.41	7.5	18.23	Verificato
-136.4	-4031	-1201.3	-52492.9	•	0.13 • 0.47	7.5	15.98	Verificato
-153.4	-4716.2	-1415.5	-67984.3	•	0.13 • 0.53	7.5	14.26	Verificato
-170.5	-5441.7	-1643.8	-85790.5	•	0.14 • 0.58	7.5	12.89	Verificato
-187.5	-6207.4	-1885.2	-106035.8	•	0.14 • 0.64	7.5	11.78	Verificato
-204.5	-7013.5	-2141.7	-128826.3	•	0.14 • 0.69	7.5	10.86	Verificato
-221.6	-7859.8	-2411.9	-154258.8	•	0.15 • 0.74	7.5	10.09	Verificato
-238.6	-8746.3	-2694.7	-182461.9	•	0.15 • 0.8	7.5	9.43	Verificato
-255.7	-9673.2	-2994.4	-213541.3	•	0.16 • 0.85	7.5	8.86	Verificato
-272.7	-10640.8	-3311.8	-247534.7	•	0.16 • 0.9	7.5	8.36	Verificato
-289.8	-11648.4	-3641.5	-284534	•	0.17 • 0.95	7.5	7.91	Verificato
-306.8	-12696.2	-3982.8	-324696.8	•	0.17 • 1	7.5	7.52	Verificato
-323.9	-13784.3	-4339.1	-368140.1	•	0.18 • 1.05	7.5	7.17	Verificato
-340.9	-14912.8	-4711.2	-414947.4	•	0.18 • 1.09	7.5	6.85	Verificato
-358	-16081.6	-5096.9	-465210.6	•	0.19 • 1.14	7.5	6.57	Verificato
-375	-17290.2	-5490.6	-519087.7	•	0.19 • 1.19	7.5	6.3	Verificato

Sforzo Normale, Taglio e Momento lungo il paramento verticale, per il Caso 8 ( GEO\_SISMA\_GIU [ SLU\_GEO ] - SLU\_Geo\_Sisma\_Giu (appr.1;comb.2) )

La sezione del muro è ovunque interamente compressa.

Elevazione, taglio							
quota [cm]	Normale [daN]	Taglio [daN]	Momento [daN*cm]	•	Tag. Res. [daN]	FS >1/<1	- -
-17	-363.4	-108.1	-651.2	•	3981.8	36.82	Verificato
-34.1	-766.6	-223.1	-2721.6	•	4471.5	20.04	Verificato
-51.1	-1209.9	-350.3	-6388.3	•	4969.3	14.19	Verificato
-68.2	-1693.5	-491.1	-11772.9	•	5475.1	11.15	Verificato
-85.2	-2217.4	-646.8	-18985.1	•	5988.9	9.26	Verificato
-102.3	-2781.7	-818.3	-28105.4	•	6510.9	7.96	Verificato
-119.3	-3386.3	-1003.1	-39231	•	7040.9	7.02	Verificato
-136.4	-4031	-1201.3	-52492.9	•	7578.9	6.31	Verificato
-153.4	-4716.2	-1415.5	-67984.3	•	8125.1	5.74	Verificato
-170.5	-5441.7	-1643.8	-85790.5	•	8679.3	5.28	Verificato
-187.5	-6207.4	-1885.2	-106035.8	•	9241.5	4.9	Verificato
-204.5	-7013.5	-2141.7	-128826.3	•	9811.8	4.58	Verificato
-221.6	-7859.8	-2411.9	-154258.8	•	10390.1	4.31	Verificato
-238.6	-8746.3	-2694.7	-182461.9	•	10976.5	4.07	Verificato
-255.7	-9673.2	-2994.4	-213541.3	•	11571	3.86	Verificato
-272.7	-10640.8	-3311.8	-247534.7	•	12173.6	3.68	Verificato
-289.8	-11648.4	-3641.5	-284534	•	12784.2	3.51	Verificato
-306.8	-12696.2	-3982.8	-324696.8	•	13402.9	3.37	Verificato
-323.9	-13784.3	-4339.1	-368140.1	•	14029.6	3.23	Verificato
-340.9	-14912.8	-4711.2	-414947.4	•	14664.4	3.11	Verificato
-358	-16081.6	-5096.9	-465210.6	•	15307.2	3	Verificato
-375	-17290.2	-5490.6	-519087.7	•	17687.1	3.22	Verificato

Sforzo Normale, Taglio e Momento lungo il paramento verticale, per il Caso 8 ( GEO\_SISMA\_GIU [ SLU\_GEO ] - SLU\_Geo\_Sisma\_Giu (appr.1;comb.2) )



Sollecitazioni lungo il fusto, per il Caso 8 ( GEO\_SISMA\_GIU [ SLU\_GEO ] - SLU\_Geo\_Sisma\_Giu (appr.1;comb.2) )

## 8. ALLEGATO 2 – VERIFICA RILEVATI

Al fine della verifica dei rilevati a monte del ponte della strada Provinciale, si riportano nel seguito le verifiche condotte sui rilevati di valle, i quali per morfologia e caratteristiche costitutive sono del tutto analoghi a quelli in progetto, di cui costituiscono la naturale prosecuzione.



OGG.

## PROGETTO ESECUTIVO

DES.

## DI ANALISI DEI CEDIMENTI E VERIFICHE DI STABILITA'

FASE	ID	REV.
ESE	B4	00

**GRUPPO DI LAVORO :**

Dott. ing. Daniela Fornero  
(Mandante)

Dott. ing. Davide Enrione  
(Mandante)



**GEOENGINEERING**  
Associazione tra professionisti  
via Cibrario, 68 10144 Torino  
Dott. geol. Alberto Strona  
(Mandante)

[illegible]

Mod. PQ0403Bi-01



endaco s.r.l. Società di Ingegneria

Piazza **Lamarmora**, 12 10015 Ivrea (TO) - Tel. +39 0125 48063 Fax +39 0125 648007 e-mail [admin@endaco.com](mailto:admin@endaco.com)

## **INDICE**

1.0. ANALISI DEI CEDIMENTI	2
1.1. METODO DI BURLAND e BURBIDGE (1984)	3
• ESPLICITAZIONE DEI TERMINI DELL'EQUAZIONE	4
1.2. DATI DI CALCOLO	4
1.3. RISULTATI	5
2.0. VERIFICHE DI STABILITA'	6
2.1. VALORE DEI PARAMETRI GEOTECNICI	6
2.2. CONDIZIONI IDRICHE	7
2.3. DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI PROGETTO	7
• DATI GENERALI	7
• PARAMETRI SISMICI	8
2.4. RISULTATO DELLE VERIFICHE ANALITICHE DI STABILITA'	8



## 1.0. ANALISI DEI CEDIMENTI

La fig. 1 riporta il modello stratigrafico al quale ci si è ricondotti per la stima dei cedimenti indotti dalla tensione applicata al piano di fondazione del rilevato spondale.

Per la geometria di riferimento dell'opera ci si è riferiti alla sezione di progetto S04 che, tra quelle rappresentate, individua la configurazione di altezza massima e, pertanto, maggiormente gravosa.

Si rimanda alla relazione geologica di progetto per più specifiche informazioni circa i materiali costituenti il substrato.

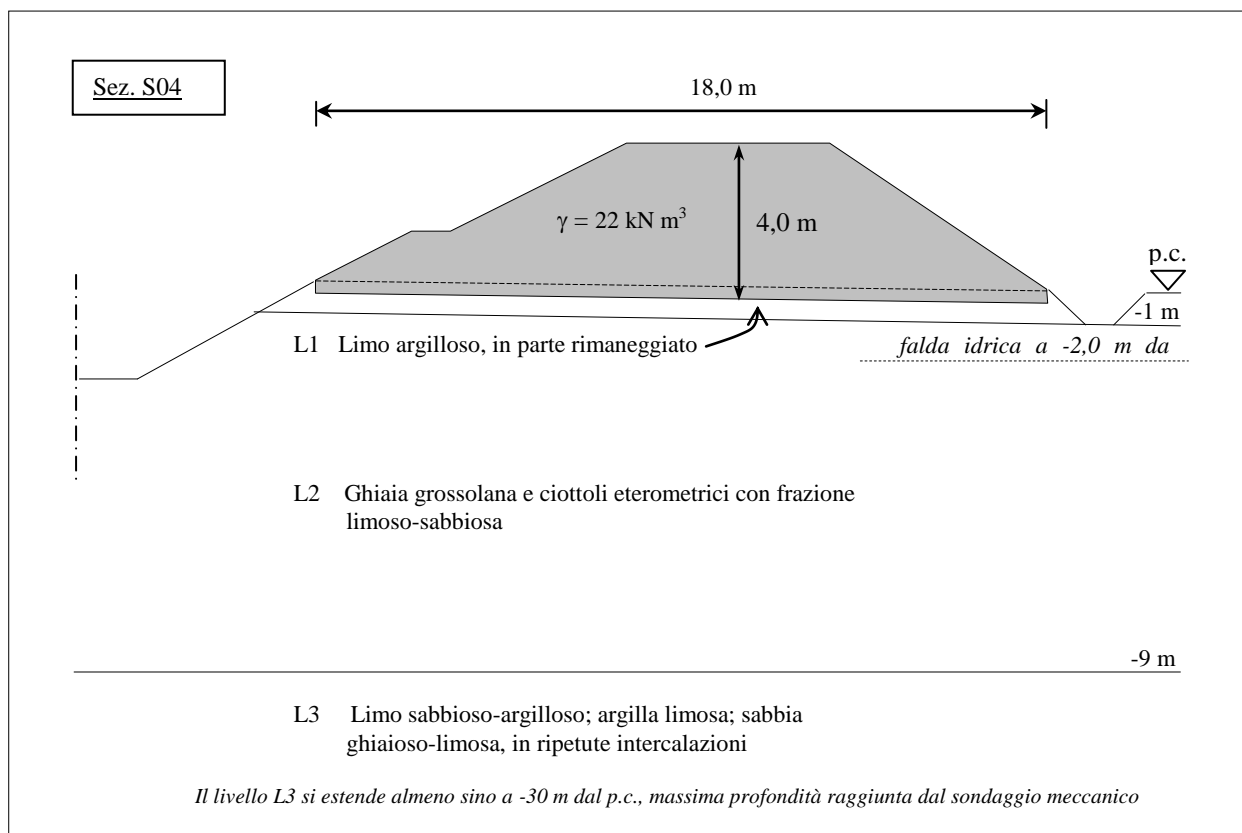


Fig. 1 - Modello stratigrafico di riferimento e sezione di rilevato spondale S04

Poichè non si dispone di dati di laboratorio per la caratterizzazione meccanica dei materiali costituenti il substrato, la cui acquisizione risulterebbe d'altra parte ostacolata dalla natura ghiaioso-ciottolosa del livello L2<sup>1</sup>, non è possibile applicare i classici metodi geotecnici di analisi del cedimento che prevedono la schematizzazione del sottosuolo come un mezzo

<sup>1</sup> Si trascura, a tal proposito, il livello geotecnico sommitale L1, limoso-argilloso-sabbioso, almeno in parte rimaneggiato in seguito alle attività agricole, che verrà quasi completamente asportato per la formazione del "cassonetto" di fondazione del rilevato.

continuo deformabile, alla frontiera del quale applicare distribuzioni di carico definite. Si è pertanto fatto ricorso a metodi empirici o semiempirici, basati sull'osservazione di casi reali.

#### 1.1. METODO DI BURLAND e BURBIDGE (1984)

Tra i metodi attualmente più accreditati si è privilegiato il metodo di Burland e Burbidge<sup>2</sup>, che stima l'entità del cedimento indotto attraverso l'analisi retrospettiva delle osservazioni compiute su oltre 200 strutture in vera grandezza (edifici, serbatoi, rilevati) fondati su terreni a grana grossa.

Il procedimento utilizza i risultati di prove penetrometriche dinamiche e, nel caso specifico, ciò ha consentito di valorizzare i dati di SPT ottenuti in fase di progetto definitivo.

Secondo gli Autori l'entità del cedimento  $S$  [mm] al termine della costruzione ( $t \leq 3$  anni) di opere fondate su terreni granulari normalconsolidati (NC) è espressa dalla seguente equazione:

$$S = F q B^{0,7} I_C f_T$$

dove:

- $F = f_s \cdot f_H$  coefficiente che tiene conto della forma della fondazione ( $f_s$ ) e dello spessore del livello deformabile ( $f_H$ )
- $q$  pressione totale (permanente) trasmessa dalla fondazione (kPa)
- $B$  larghezza della fondazione [m]
- $I_C$  indice di compressibilità legato ai valori di SPT
- $f_T$  coefficiente che tiene conto degli effetti viscosi differiti nel tempo, in presenza di sollecitazioni statiche o cicliche

La relazione generale si modifica nel caso di fondazioni su terreni sovraconsolidati e/o disposte al fondo di uno scavo di sbancamento<sup>3</sup>.

Si osserva che il cedimento è riferito alla base della fondazione, ed è indipendente dall'effettiva distribuzione del carico, che si assume uniformemente applicato con intensità costante su di una striscia indefinita di larghezza  $B$  (deformazione in condizioni piane) .

Va precisato che, a causa della variabilità spaziale delle caratteristiche dei depositi naturali, i cedimenti reali possono differire dai valori medi calcolati di un fattore pari a circa 1,5.

---

<sup>2</sup> BURLAND J.B., BURBIDGE M.C. (1984) *Settlement of Foundation on Sand and Gravel*. Glasgow and West of Scotland Association Centenary Lecture

<sup>3</sup> Poiché nel caso specifico non si considera significativo il contributo dato dallo scavo del "cassonetto di fondazione" ( $\sigma'_{v0}$  trascurabile) e non è possibile definire l'eventuale OCR del materiale, ci si riferirà alla formulazione generale.

## ESPLICITAZIONE DEI TERMINI DELL'EQUAZIONE

$$f_s = \left( \frac{1,25 \cdot L / B}{L / B + 0,25} \right)^2$$

L = lunghezza della fondazione.  
 Per fondazioni nastriforme ( $L/B \rightarrow \infty$   $f_s = 1,5625$ )

$$f_H = \frac{H_s}{Z_i} \cdot \left( 2 - \frac{H_s}{Z_i} \right)$$

$Z_i$  = profondità di influenza.  $Z_i = B^{0,763}$  se i valori  $N_{SPT}$  sono all'incirca costanti o crescenti con la profondità;  $Z_i = 2B$  nel caso contrario  
 $H_s$  = spessore del livello deformabile.

$$I_c = \frac{1,706}{N_{AV}^{1,4}}$$

$N_{AV}$  = valore medio degli indici  $N_{SPT}$  (non corretti) nell'ambito della profondità  $Z_i$ .  
 Per sabbie fini o limose in falda:  $N = 10 + 0,5 (N_{SPT} - 15)$   
 Per ghiaie o sabbie ghiaiose:  $N = 1,25 N_{SPT}$

$$f_T = 1 + R_3 + R_T \cdot \log \frac{t}{3}$$

$t (\geq 3)$  = tempo dal termine della costruzione, espresso in anni.  
 Per carichi statici:  $R_3 = 0,3$   $R_T = 0,2$   
 Per carichi ciclici:  $R_3 = 0,7$   $R_T = 0,8$

## 1.2. DATI DI CALCOLO

### Dimensioni della struttura

Con riferimento alla sezione rappresentativa S-04 si rilevano le seguenti dimensioni della struttura:

$$\begin{aligned} \text{Altezza} \quad H &= 3,5 \text{ m (rilevato)} + 0,5 \text{ m (cassonetto)} = 4,0 \text{ m} \\ \text{Larghezza} \quad B &= 18,0 \text{ m} \end{aligned}$$

### Pressione totale $q$

Per il calcolo della pressione agente sul piano di fondazione si è assunto in prima istanza un peso di volume del materiale del rilevato spondale pari a  $\gamma = 22 \text{ kN m}^{-3}$ . In assenza di dati progettuali si ritiene tale valore ragionevole, e rappresentativo per rilevati costituiti da miscele sabbioso-ghiaioso- limose addensate artificialmente. Pertanto:

$$q = 22 \text{ kN m}^{-3} \cdot 4,0 \text{ m} \cdot 1 \text{ m}^2 = 88,0 \text{ kPa}$$

Come detto, è stato trascurato il contributo della pressione litostatica agente al piano di fondazione ( $\sigma_{v0}'$ ).

Il carico di progetto è di tipo statico permanente. Non è stato considerato, poichè influente a fini dell'analisi dei cedimenti strutturali, il sovraccarico accidentale costituito dal transito di mezzi d'opera lungo la pista di servizio alla sommità del rilevato.

### Indice $N_{SPT} \rightarrow N_{AV}$



Con riferimento ai dati relativi alle prove penetrometriche dinamiche SCPT e SPT eseguite in fase di progetto esecutivo (si veda la relazione di caratterizzazione dei materiali di sottofondo) è stato attribuito all'intervallo ghiaioso-ciottoloso (livello L2) un indice penetrometrico  $N_{AV} = 20$ .

Tale valore, cautelativo, deriva da una media ragionata delle serie di valori delle prove SCPT, confrontata con il dato  $N_{SPT} = 25$  rilevato alla profondità di 6 m dal p.c. in foro di sondaggio, e vuole tenere conto dell'eterogeneità litologica che caratterizza il livello geotecnico L3, non altrimenti parametrizzabile per mancanza di dati. A tale proposito non si ritiene rappresentativo per l'intero livello l'unico dato penetrometrico acquisito in corrispondenza dell'intercalazione limosa estesa a circa -9 m dal p.c, all'interfaccia con il livello L2.

Con scelta ulteriormente conservativa all'indice  $N_{SPT}$  non è stato applicato l'incremento del 25% che tiene conto della natura ghiaioso-sabbiosa del materiale del livello geotecnico L2.

### **Profondità dello strato compressibile**

Viene posta maggiore della profondità di influenza  $z_i$  ricavata dal calcolo, parametro che dipende dai risultati penetrometrici. Con riferimento a quanto sopra si è considerato, come carattere generale, che l'indice  $N_{SPT}$  sia progressivamente crescente con la profondità.

### **1.3. RISULTATI**

La tabella riporta il risultato della stima del cedimento del rilevato spondale rappresentativo attraverso il metodo di Burland e Burbidge (1984).

B (m)	L (m)	q (kPa)	$\sigma_{v0}'$ (kPa)	$N_{AV}$	$z_i$ (m)	$I_c$	$f_s$	$f_h$	$S_i$ (mm)	$S_{30}$ (mm)
18,0	$\infty$	88,0	0	20	9,10	0,03	1,56	1,0	<b>26,8</b>	<b>40,1</b>

Tab. 1 Risultati del calcolo del cedimento

Si rileva pertanto un valore del cedimento immediato ( $S_i$ ) pari a circa 27 mm, ed un cedimento differito<sup>4</sup> al tempo  $t = 30$  anni ( $S_{30}$ ) di circa 40 mm.

Alla stima così condotta va associata una probabilità del 50% che il cedimento effettivo possa essere superiore a quello indicato.

<sup>4</sup> Connesso all'eventuale instaurarsi deformazioni viscosi in condizioni drenate .

## 2.0. VERIFICHE DI STABILITA'

E' stata condotta la verifica di stabilità globale di due configurazioni di riferimento del rilevato spondale, selezionate tra le più gravose come altezza della struttura (sezione S04) e profondità di scavo dell'adiacente canale (sezione S08).

Le caratteristiche litologiche del substrato sono quelle descritte nella memoria geologico-tecnica di progetto, alla quale si rimanda.

In particolare, del modello a tre livelli, nella verifica sono interessati unicamente il livello sommitale L1 ed il sottostante L2 .

Il riferimento normativo a cui ci si è ricondotti è dato dal D.M. 14/01/2008 "*Norme tecniche per le costruzioni*". La verifica è stata condotta in condizioni sismiche (metodo pseudostatico), in ambito di stato limite SLV (cfr NTC 2008 § 7.11.1) secondo l'approccio progettuale 1 e l'associazione dei gruppi di coefficienti parziali identificata come Combinazione 2 (A2-M2-R2). Nello sviluppo dell'analisi è stato introdotto un carico accidentale pari a 20 kPa distribuito in modo lineare alla sommità del rilevato, al fine di tenere in conto della tensione indotta da mezzi eventualmente transitanti lungo la pista di servizio.

### 2.1. VALORE DEI PARAMETRI GEOTECNICI

Per la definizione del valore dei parametri geotecnici necessari allo sviluppo delle verifiche ci si è ricondotti ai relativi valori caratteristici ottenuti in fase di interpretazione delle indagini geognostiche .

Per quanto riguarda il corpo del rilevato spondale, in assenza di dati progettuali si è assunto un peso di volume pari a  $\gamma = 22 \text{ kN m}^{-3}$  ed un angolo di resistenza a taglio di  $38^\circ$  , valori che si ritengono rappresentativi per rilevati costituiti da miscele sabbioso-ghiaioso-limose addensate artificialmente e ragionevolmente cautelativi.

In ogni caso il valore della coesione è stato posto pari a 0, sebbene si possa ritenere che i materiali posati in opera, per effetto della costipazione, possiedano un certo grado di "pseudocoesione".

ELEMENTO	VALORI CARATTERISTICI		
	$\gamma'$ [ kNm <sup>-3</sup> ]	$\phi'_K$ [ ° ]	$c'_K$ [ kPa ]
<b>Rilevato</b>	22	38	0
<b>Livello L1</b>	17	31	0
<b>Livello L2</b>	19	42	0

Tab. 2 – Valore caratteristico dei parametri geotecnici adottati nelle verifiche

Nello sviluppo delle verifiche al valore caratteristico dei parametri sono stati applicati gli specifici coefficienti di riduzione per la definizione dei rispettivi valori di progetto.

## 2.2. CONDIZIONI IDRICHE

Nelle analisi è stata considerata la presenza di un falda idrica posta ad una quota media di -2 m dal piano di campagna. Tale valore consegue all'elaborazione dei rilievi piezometrici condotti in fase di indagine per il progetto definitivo ed esposti nella relativa memoria geologico-tecnica, alla quale si rimanda.

Il rilevato non è stato soggetto a verifica in condizioni sature, poichè tale scenario è oggettivamente non realistico, neppure in condizioni di deflusso di piena (si rimanda alla Relazione idrologico-idraulica di progetto definitivo).

Si sottolinea inoltre, a tale proposito, che il processo di addensamento artificiale a cui saranno sottoposti i materiali costituenti il rilevato determinerà un grado di conducibilità idraulica molto basso, significativamente inferiore a quello loro proprio in condizioni naturali.

## 2.3. DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI PROGETTO

Con deliberazione 19/01/10, n.11-13058 la Giunta della Regione Piemonte ha provveduto all'aggiornamento ed adeguamento dell'elenco delle zone sismiche in virtù delle disposizioni dell'O.P.C.M. 3519/06. Secondo tale documento il territorio del Comune di Montanaro, è assegnato alla Zona 4.

Viene esposta in modo sintetico la procedura per la determinazione dei parametri necessari per lo sviluppo delle analisi di stabilità in condizione sismiche.

### DATI GENERALI

- Vita nominale  $V_N=50$  (opere ordinarie)
- Classe d'uso II a cui compete un valore del coefficiente d'uso  $C_U=1,0$
- Condizione prestazionale SLV (Stato limite di salvaguardia della vita), a cui compete una probabilità di eccedenza  $P_{VR}=10\%$
- Vita di riferimento  $V_R=50$
- Coordinate del sito (baricentriche) nel sistema UTM WGS84 :

Latitudine: 45,245037° Longitudine: 7,837871°

- Categoria di sottosuolo C ovvero : *"Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o a grana fine mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 180 e 360 m/s, (ovvero  $15 < N_{SPT} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < cu_{30} < 250$  kPa nei terreni a grana fina)"*<sup>5</sup>
- Categoria topografica: T1 *"Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione*

---

<sup>5</sup> In assenza di dati specifici la Categoria di sottosuolo è stata stimata, con riferimento a contesti geologicamente e stratigraficamente analoghi.

$media\ i \leq 15^{\circ}$  .

#### PARAMETRI SISMICI

La tabella 3 espone i parametri di pericolosità sismica per il sito di progetto, riferiti ai dati periodi di ritorno in relazione ai differenti Stati Limite

SITO DI PROGETTO – Montanaro (TO)					
Coordinate UTM-WGS84 Lat 45,245037 Long 7,837871					
	$T_R$ [anni]	$P_{VR50}$ (%)	$a_g$ [g]	$F_O$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLO	30	81	0,019	2,607	0,162
SLD	50	63	0,023	2,592	0,188
SLV	475	10	0,043	2,685	0,278
SLC	975	5	0,051	2,725	0,297

Tab.3 – Parametri di pericolosità sismica per il sito di progetto

La verifica di stabilità con criterio sismico prevede l'adozione di una componente di inerzia che rappresenta l'azione indotta dal sisma (metodo pseudo-statico), definita attraverso la riduzione dell'accelerazione di picco al suolo attraverso un coefficiente sismico  $k(\beta)$  che, nel caso specifico, assume i seguenti valori:

	$a_{max}$ [m s <sup>-2</sup> ]	$\beta$	$k_h$	$k_v$
SLV	0,0645	0,200	0,013	0,007

Tab. 4 – Valori dei coefficienti sismici per l'analisi di stabilità in condizioni pseudostatiche  
Con:

- $k_h$  coefficiente sismico orizzontale
- $k_v$  coefficiente sismico verticale
- $a_{max}$  accelerazione massima attesa al sito ( $a_{max} = S \cdot a_g$ )
- $\beta$  coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito

#### 2.4. RISULTATO DELLE VERIFICHE ANALITICHE DI STABILITA'

Come risulta dalle schede di calcolo allegate, per ogni condizione di analisi la stabilità del sistema rilevato di sponda-canale di deflusso è risultata verificata, con un valore del fattore di sicurezza sempre superiore a 1,1 ( $F_s > 1,1$ ) .

Lo stesso dicasi per le analisi condotte unicamente in relazione al corpo del rilevato (verifiche n°4 e n°5).

Si sottolinea che le verifiche hanno riguardato superfici di potenziale "rottura generale", estese significativamente nel corpo del rilevato e nei materiali costituenti l'appoggio.

Ciò non esclude la possibilità di processi di decorticamento dei fronti, localizzati e pellicolari, tali da coinvolgere bassi volumi e spessori molto ridotti, il cui innesco è solitamente riferibile a fenomeni a carattere puntuale (erosione di sponda, effetto della vegetazione, ecc.), la cui probabilità di accadimento può essere resa minima attraverso una rigorosa applicazione del piano di manutenzione dell'opera previsto dal progetto.



## *VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE*



## INTRODUZIONE ALL'ANALISI DI STABILITÀ

Si espongono in estrema sintesi i principi teorici ed i metodi di calcolo sviluppati per l'analisi di stabilità dei pendii naturali o dei fronti di scavo.

La soluzione di tale problema presuppone la conoscenza dei seguenti elementi:

- la geometria del fronte (naturale od artificiale)
- il modello costitutivo (successione e geometria dei limiti dei materiali)
- le caratteristiche di deformabilità e resistenza dei materiali costituenti
- le forze esterne e le forze di volume (statiche e dinamiche) agenti
- la geometria della superficie di rottura

I metodi generalmente impiegati nella soluzione di tali problemi possono venire suddivisi in:

- metodi delle tensioni
- metodi fondati sulla teoria della plasticità
- metodi dell'equilibrio limite

I metodi dell'equilibrio limite, considerati nella presente analisi, sono quelli maggiormente diffusi poiché sono fondati su leggi costitutive semplificate, essendo la resistenza del materiale espressa unicamente dai parametri coesione (c) e angolo di resistenza al taglio ( $\phi$ ).

### Metodo dell'equilibrio limite

Il metodo analizza l'equilibrio di una massa scivolante lungo una superficie critica avente configurazione geometrica qualsiasi, definita all'interno di un corpo rigido delimitato dal fronte del pendio e da eventuali superfici basali.

Nell'analisi la configurazione tridimensionale è ridotta a bidimensionale, ossia ad un piano (sezione verticale) in cui la superficie critica è data da una linea; si assumono pertanto condizioni di omogeneità trasversale e si trascura ogni effetto di costrizione laterale.

Il metodo dell'equilibrio limite si basa sulle seguenti assunzioni:

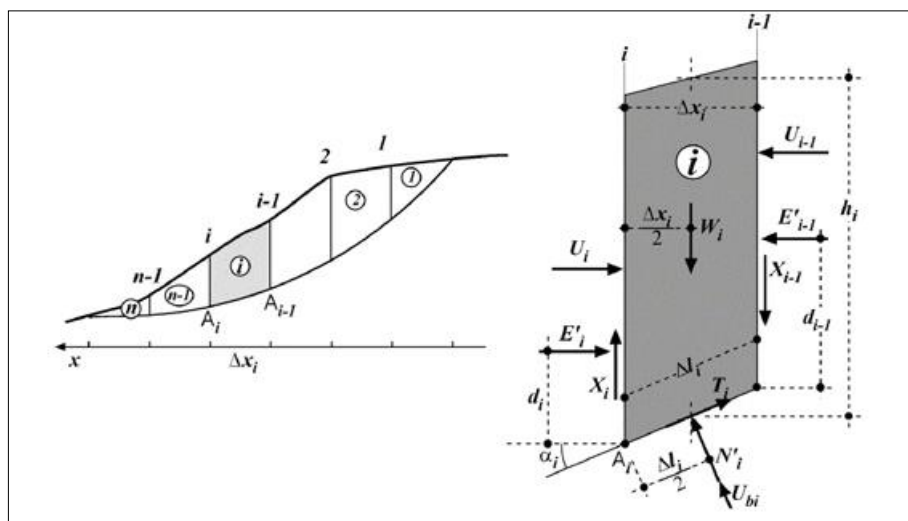
- il corpo è considerato perfettamente rigido
- la rottura avviene per scorrimento lungo una superficie definita
- alla rottura, la resistenza viene completamente mobilitata lungo l'intera superficie

In ogni caso, la condizione di equilibrio è valutata attraverso il coefficiente di stabilità:

$$F_S = \tau_f / \tau,$$

che descrive il rapporto tra la resistenza al taglio disponibile ( $\tau_f$ ) e la resistenza al taglio mobilitata ( $\tau$ ), generalmente definite dalla relazione di Mohr-Coulomb, sebbene il metodo possa essere applicato anche considerando altri criteri di rottura. Tra le varie superfici investigate, si definisce come *critica* quella caratterizzata dal minimo valore di  $F_S$ .

Individuata un'ipotetica linea di scivolamento, alcuni metodi analitici considerano l'equilibrio globale del corpo rigido, altri lo suddividono in un numero finito di elementi unitari omogenei di uguale larghezza (conci), separati da limiti verticali paralleli: in questo caso l'equilibrio del corpo viene analizzato come somma delle condizioni di equilibrio di ciascun concio.



*Schematizzazione del problema con indicazione delle forze agenti*

In ambito di ripartizione del corpo rigido in  $n$  concio, il problema presenta le seguenti incognite:

- (n-1) valori delle forze normali interconco E
- (n-1) valori delle forze tangenziali interconco X;
- n valori delle forze normali N agenti alla base di ciascun concio;
- n valori delle forze tangenziali S agenti sulla base di ciascun concio;
- (n-1) distanze tra il punto di applicazione di **E** e il centro di rotazione o dei momenti
- n distanze tra il punto di applicazione di **N** e il centro di rotazione o dei momenti
- 1 valore di  $F_s$

Complessivamente le incognite sono  $(6n-2)$  mentre le equazioni a disposizione sono  $4n$ :

- Equazioni di equilibrio dei momenti n
- Equazioni di equilibrio alla traslazione verticale n
- Equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale n
- Equazioni relative al criterio di rottura n

Il problema è staticamente indeterminato ed il grado di indeterminazione è pari a

$$i = (6n-2)-(4n) = 2n-2.$$

Il grado di indeterminazione si riduce ulteriormente a  $(n-2)$  qualora si assuma che  $N$  sia applicato nel punto medio della striscia, ciò equivale ad ipotizzare che le tensioni normali totali siano uniformemente distribuite.

I diversi metodi che si basano sulla teoria dell'equilibrio limite si differenziano per il modo in cui vengono eliminate le  $(n-2)$  indeterminazioni.

### **Individuazione della superficie di scorrimento critica**

In presenza di mezzi omogenei non si hanno a disposizione metodi per individuare “a priori” la superficie di scorrimento critica, ossia quella caratterizzata dal minor valore del fattore di

sicurezza.

Qualora sia ammissibile ipotizzare superfici di scorrimento circolari, tale limitazione viene superata attraverso la ricerca iterativa del valore  $F_{Smin}$ , relativo ad archi di cerchio il cui centro è un nodo di una maglia di m righe x n colonne (maglia dei centri), definita in un intervallo tale da determinare superfici cinematicamente ammissibili.

### Analisi in condizioni sismiche (pseudostatica)

Nei metodi di analisi pseudostatica si assume che:

- il terreno sia assimilabile ad un mezzo rigido perfettamente plastico;
- la rottura sia raggiunta contemporaneamente in tutti i punti della superficie di scorrimento (effettiva o potenziale);
- la resistenza sulla superficie di scorrimento sia espressa in termini di tensioni efficaci, mediante il criterio di Mohr-Coulomb, o in termini di tensioni totali, mediante il criterio di Tresca;
- l'azione dinamica del sisma sia rappresentata da una forza di inerzia statica equivalente, proporzionale al peso W della massa potenzialmente instabile.

Le componenti orizzontale e verticale di tale forza possono esprimersi come  $F_h = k_h \cdot W$  e  $F_v = k_v \cdot W$ , con  $k_h$  e  $k_v$  rispettivamente corrispondenti ai coefficienti sismici orizzontale e verticale.

A tale fine, con riferimento al valore dall'accelerazione orizzontale massima del sisma di progetto, viene stabilito il valore del coefficiente sismico orizzontale  $K_h$ , mentre il coefficiente sismico verticale  $K_v$  è definito come un'aliquota di quello orizzontale:

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{max}}{g}$$

$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h$$

dove  $\beta$  identifica un fattore di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito, che assume i valori riportati nella tabella:

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	$\beta_m$	$\beta_m$
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,31	0,31
$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0,29	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,18

Nell'approccio pseudostatico lo Stato Limite (SLV, nel caso specifico) viene riferito al cinematismo di collasso critico, caratterizzato dal più basso valore del coefficiente di sicurezza, FS, definito come rapporto tra resistenza al taglio disponibile e sforzo di taglio mobilitato lungo la superficie di scorrimento (effettiva o potenziale) ( $F_s = \tau_s / \tau_m$ ).

Analogamente all'approccio con criterio statico, le analisi di stabilità pseudostatiche sono

usualmente condotte in condizioni di deformazione piana, assumendo superfici di scorrimento cilindriche, con direttrici ortogonali alla sezione esaminata.

### **Metodo di calcolo**

Nel caso specifico è stato utilizzato il metodo di Morgenstern e Price (1965), che soddisfa tutte le equazioni di equilibrio ed è applicabile a superfici di qualsiasi forma.

L'indeterminazione statica di cui detto in precedenza viene qui superata ponendo delle condizioni sui valori che devono assumere le forze normali e tangenziali di interconco. In particolare, si stabilisce una relazione tra le componenti delle forze di interfaccia del tipo  $X = \lambda f(x)E$ , dove  $\lambda$  è un fattore di scala e  $f(x)$ , funzione della posizione di  $E$  e di  $X$ , definisce una relazione tra la variazione della forza  $X$  e della forza  $E$  all'interno della massa scivolante. La funzione  $f(x)$  è scelta arbitrariamente (costante, sinusoidale, semisinusoidale, trapezia, spezzata...) e influenza poco il risultato, ma va verificato che i valori ricavati per le incognite siano fisicamente accettabili.

La particolarità del metodo è che la massa viene suddivisa in strisce infinitesime alle quali vengono imposte le equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale e verticale e di rottura sulla base delle strisce stesse. Si perviene ad una prima equazione differenziale che lega le forze d'interfaccia incognite  $E$ ,  $X$ , il coefficiente di stabilità  $F_s$ , il peso della striscia infinitesima  $dW$  e la risultante delle pressioni neutra alla base  $dU$ .

Si ottiene la cosiddetta "equazione delle forze":

$$c' \sec^2 \frac{\alpha}{F_s} + \operatorname{tg} \varphi' \left( \frac{dW}{dx} - \frac{dX}{dx} - \operatorname{tg} \alpha \frac{dE}{dx} - \sec \alpha \frac{dU}{dx} \right)$$

L' "equazione dei momenti", viene scritta imponendo la condizione di equilibrio alla rotazione rispetto alla mezzzeria della base:

$$X = \frac{d(E_\gamma)}{dx} - \gamma \frac{dE}{dx}$$

Le due equazioni vengono estese per integrazione a tutta la massa interessata dallo scivolamento. Il metodo di calcolo soddisfa tutte le equazioni di equilibrio ed è applicabile a superfici di qualsiasi forma.

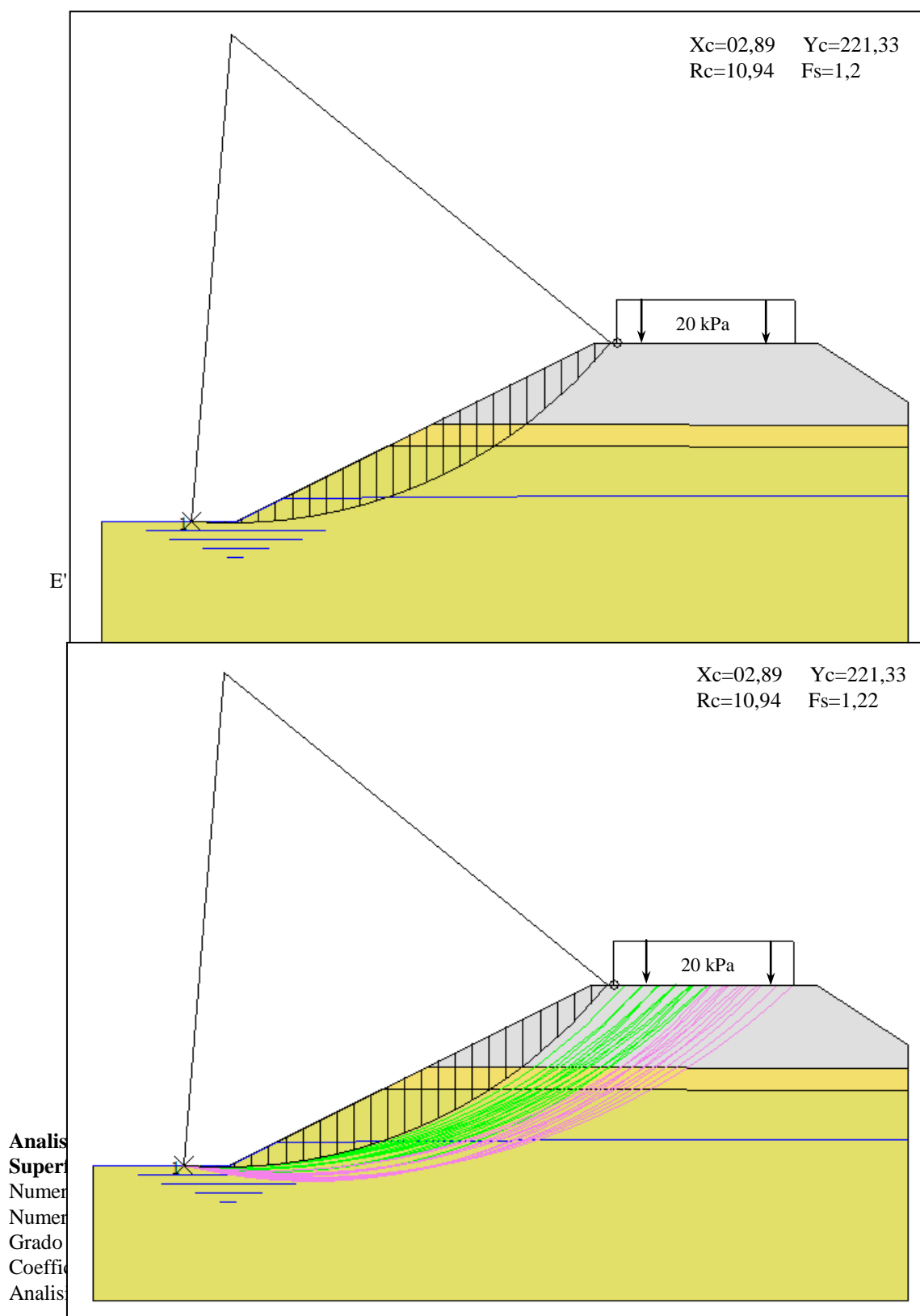
### **Software di analisi**

La verifica analitica di stabilità è stata condotta utilizzando il codice di calcolo Geostru-Slope 2010.

*Elaborati di calcolo*



VERIFICA 1 – Sezione 04 – Sponda sinistra (verifica globale)



Estremi del vincolo di valle :

x=2 y=210.43

### Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	2,11 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	221,33 m
Ascissa vertice destro superiore xs	4,80 m
Ordinata vertice destro superiore ys	225,67 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	5,0
Numero di celle lungo y	5,0

### Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50,0 anni
Vita di riferimento:	50,0 anni

### Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

Stato limite	TR [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.V.	475,0	0,43	2,69	0,28

### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.V.	0,645	0,2	0,0132	0,0066

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,013
Coefficiente azione sismica verticale	0,007

### Coordinate dei punti

#### Coordinate dei vertici del profilo

Numero vertice	x [m]	y [m]
1	0,0	210,43
2	3,0	210,43
3	11,0	214,43
4	16,0	214,43
5	18,0	213,09

#### Coordinate dei vertici della superficie della falda idrica

Numero vertice	x [m]	y [m]
1	0,0	210,43
2	3,0	210,43
3	4,0	211,0
4	11,0	211,0
5	16,0	211,0
6	18,0	211,0

**Coordinate della superficie di interfaccia tra gli strati 1-2**

Numero vertice	x [m]	y [m]
1	0,0	210,43
2	3,0	210,43
3	7,4	212,62
4	8,2	212,62
5	18,0	212,59

**Coordinate della superficie di interfaccia tra gli strati 2-3**

Numero vertice	x [m]	y [m]
1	0,0	210,43
2	3,0	210,43
3	6,4	212,12
4	8,2	212,12
5	18,0	212,09

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4

**Valore dei parametri geotecnici**

c: coesione;  $\phi$  : Angolo di resistenza al taglio;  $\gamma$ : Peso di volume;  $\gamma_{sat}$ : Peso di volume saturo

Strato	c [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\phi$ [°]	$\gamma$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{sat}$ [kg/m <sup>3</sup> ]
1	0	38	2200	-
2	0	31	1700	-
3	0	42	1900	2200

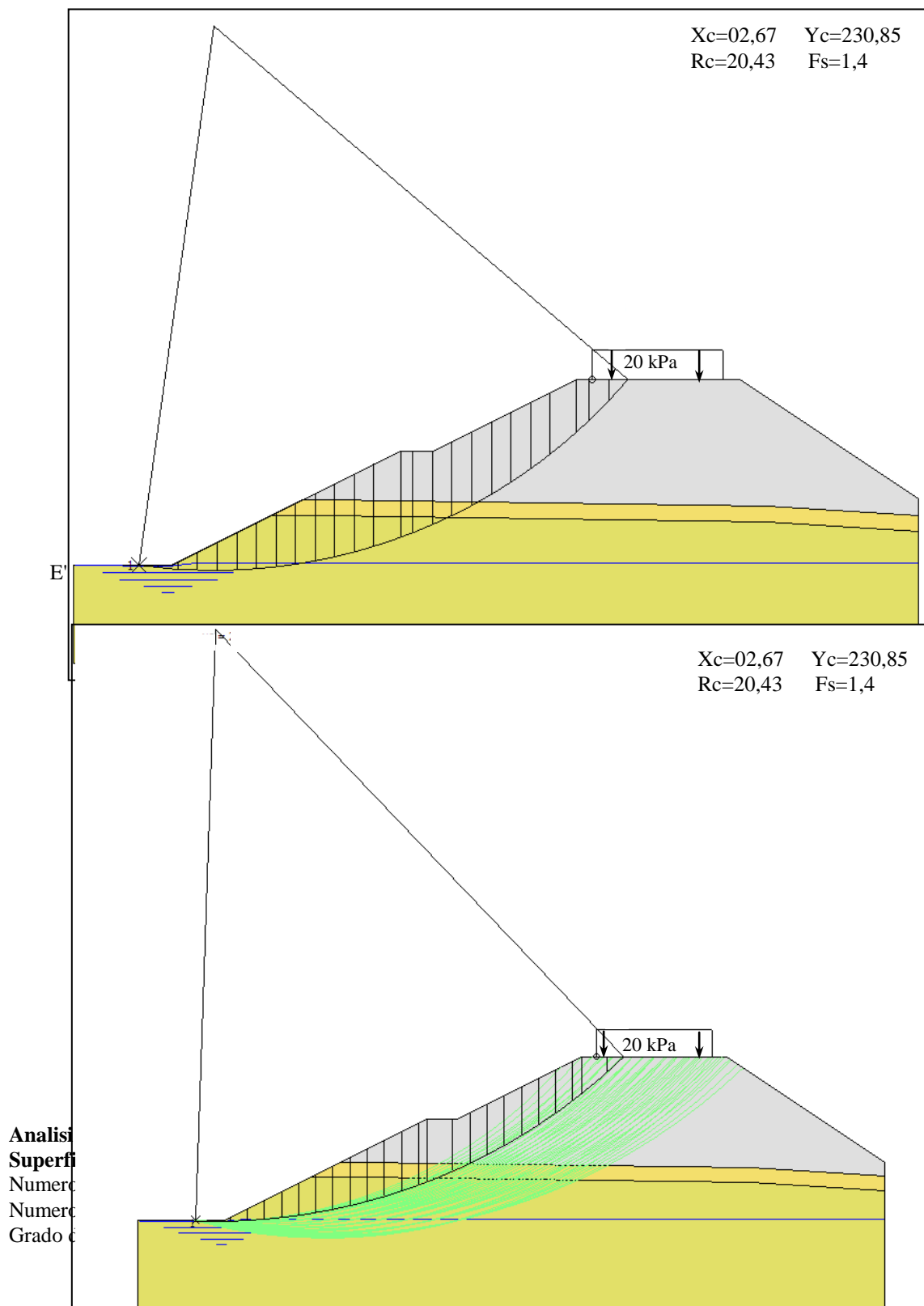
**Carico Distribuito**

N°	$x_i$ [m]	$y_i$ [m]	$x_f$ [m]	$y_f$ [m]	Carico [kg/cm <sup>2</sup> ]
1	11,5	214,43	15,5	214,43	0.2

**Risultati analisi (NTC 2008: combinazione A2+M2+R2 )**

<b>Fs minimo individuato</b>	<b>1,2</b>
Ascissa centro superficie	2,89 m
Ordinata centro superficie	221,33 m
Raggio superficie	10,94 m

**VERIFICA 2 – Sezione 04 – Sponda destra – (Verifica globale)**



Coefficiente parziale resistenza 1,1  
 Analisi Condizione drenata  
 Estremi del vincolo di valle : x=2 y=210.43

#### Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi 1,71 m  
 Ordinata vertice sinistro inferiore yi 226,51 m  
 Ascissa vertice destro superiore xs 6,49 m  
 Ordinata vertice destro superiore ys 230,85 m  
 Passo di ricerca 10,0  
 Numero di celle lungo x 5,0  
 Numero di celle lungo y 5,0

#### Dati generali

Tipo opera: 2 - Opere ordinarie  
 Classe d'uso: Classe II  
 Vita nominale: 50,0 anni  
 Vita di riferimento: 50,0 anni

#### Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: C  
 Categoria topografica: T1

Stato limite	TR [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.V.	475,0	0,43	2,69	0,28

#### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.V.	0,645	0,2	0,0132	0,0066

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,013  
 Coefficiente azione sismica verticale 0,007

#### Coordinate dei punti

##### Coordinate dei vertici del profilo

Numero vertice	x [m]	y [m]
1	0,0	210,43
2	3,0	210,43
3	10,0	213,93
4	11,0	213,93
5	15,35	216,1
6	20,35	216,1
7	25,81	212,46

##### Coordinate dei vertici della superficie della falda idrica

Numero vertice	x [m]	y [m]
1	0	210,43
2	2,91	210,4
3	3,76	210,5
4	21,2	210,5

5	25,81	210,5
---	-------	-------

**Coordinate della superficie di interfaccia tra gli strati 1-2**

Numero vertice	x [m]	y [m]
1	0,0	210,43
2	3,0	210,43
3	7,01	212,45
4	7,64	212,45
5	21,2	212,25

**Coordinate della superficie di interfaccia tra gli strati 2-3**

Numero vertice	x [m]	y [m]
1	0,0	210,43
2	3,0	210,43
3	6,01	211,95
4	7,64	211,95
5	21,2	211,75

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4

**Valore dei parametri geotecnici**

c: coesione;  $\phi$  : Angolo di resistenza al taglio;  $\gamma$ : Peso di volume;  $\gamma_{sat}$ : Peso di volume saturo

Strato	c [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\phi$ [°]	$\gamma$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{sat}$ [kg/m <sup>3</sup> ]
1	0	38	2200	-
2	0	31	1700	-
3	0	42	1900	2200

**Carico Distribuito**

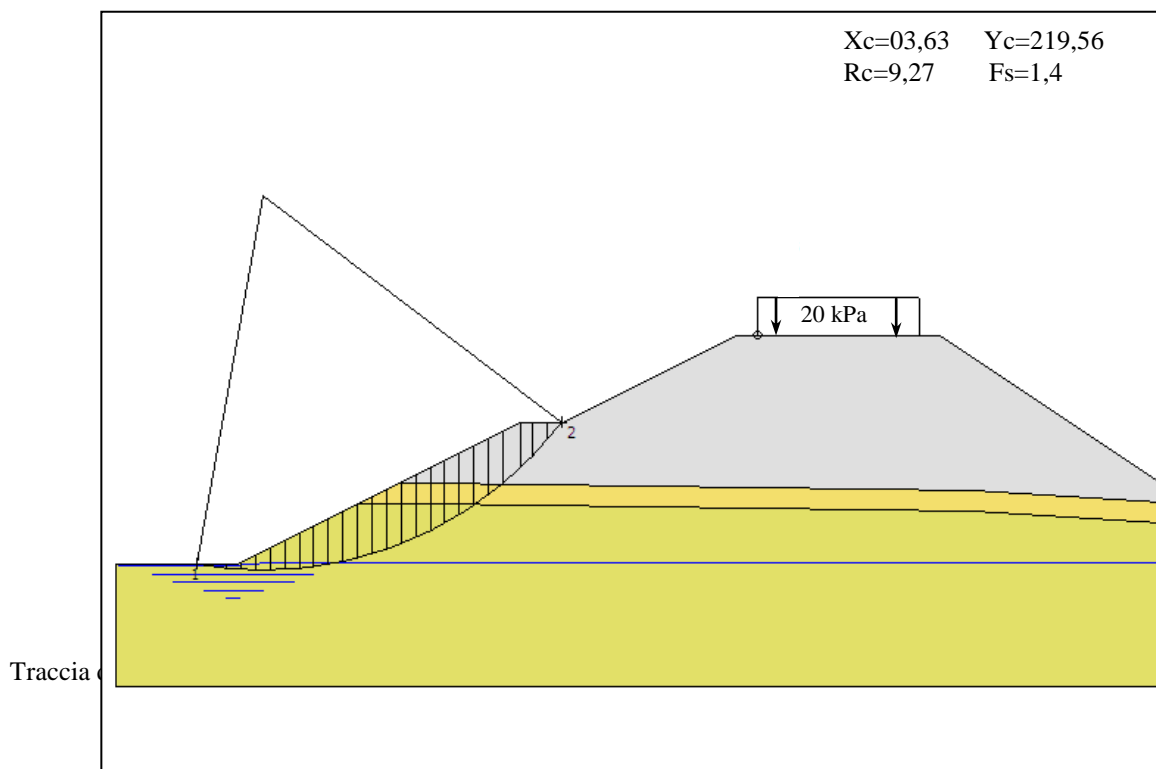
N°	xi [m]	yi [m]	xf [m]	yf [m]	Carico [kg/cm <sup>2</sup> ]
1	15,85	216,1	19,85	216,1	0.2

**Risultati analisi (NTC 2008: combinazione A2+M2+R2 )**

<b>Fs minimo individuato</b>	<b>1,4</b>
Ascissa centro superficie	2,67 m
Ordinata centro superficie	230,85 m
Raggio superficie	20,43 m



**VERIFICA 3 – Sezione 04 – Sponda destra – (Verifica scavo)**



**Analisi di stabilità dei pendii con il metodo di MORGENTERN-PRICE**

**Superfici di scivolamento di forma circolare**

Numero di strati

3

Numero dei conci

25

Grado di sicurezza ritenuto accettabile 1,1  
 Coefficiente parziale resistenza 1,1  
 Analisi Condizione drenata  
 Estremi del vincolo di valle : x=2 y=210,43  
 Estremi del vincolo di monte: x=11 y=293,23

#### Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi -1,55 m  
 Ordinata vertice sinistro inferiore yi 220,77 m  
 Ascissa vertice destro superiore xs 3,23 m  
 Ordinata vertice destro superiore ys 225,11 m  
 Passo di ricerca 10,0  
 Numero di celle lungo x 5,0  
 Numero di celle lungo y 5,0

#### Dati generali

Tipo opera: 2 - Opere ordinarie  
 Classe d'uso: Classe II  
 Vita nominale: 50,0 anni  
 Vita di riferimento: 50,0 anni

#### Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: C  
 Categoria topografica: T1

Stato limite	TR [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.V.	475,0	0,43	2,69	0,28

#### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.V.	0,645	0,2	0,0132	0,0066

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,013  
 Coefficiente azione sismica verticale 0,007

#### Coordinate dei punti

##### Coordinate dei vertici del profilo

Numero vertice	x [m]	y [m]
1	0,0	210,43
2	3,0	210,43
3	10,0	213,93
4	11,0	213,93
5	15,35	216,1
6	20,35	216,1
7	25,81	212,46

##### Coordinate dei vertici della superficie della falda idrica

Numero vertice	x [m]	y [m]
1	0,0	210,43
2	2,91	210,4

3	3,76	210,5
4	21,2	210,5
5	25,81	210,5

**Coordinate della superficie di interfaccia tra gli strati 1-2**

Numero vertice	x [m]	y [m]
1	0,0	210,43
2	3,0	210,43
3	7,01	212,45
4	7,64	212,45
5	21,2	212,25

**Coordinate della superficie di interfaccia tra gli strati 2-3**

Numero vertice	x [m]	y [m]
1	0,0	210,43
2	3,0	210,43
3	6,01	211,95
4	7,64	211,95
5	21,2	211,75

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4

**Valore dei parametri geotecnici**

c: coesione;  $\phi$  : Angolo di resistenza al taglio;  $\gamma$ : Peso di volume;  $\gamma_{sat}$ : Peso di volume saturo

Strato	c [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\phi$ [°]	$\gamma$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{sat}$ [kg/m <sup>3</sup> ]
1	0	38	2200	-
2	0	31	1700	-
3	0	42	1900	2200

**Carico Distribuito**

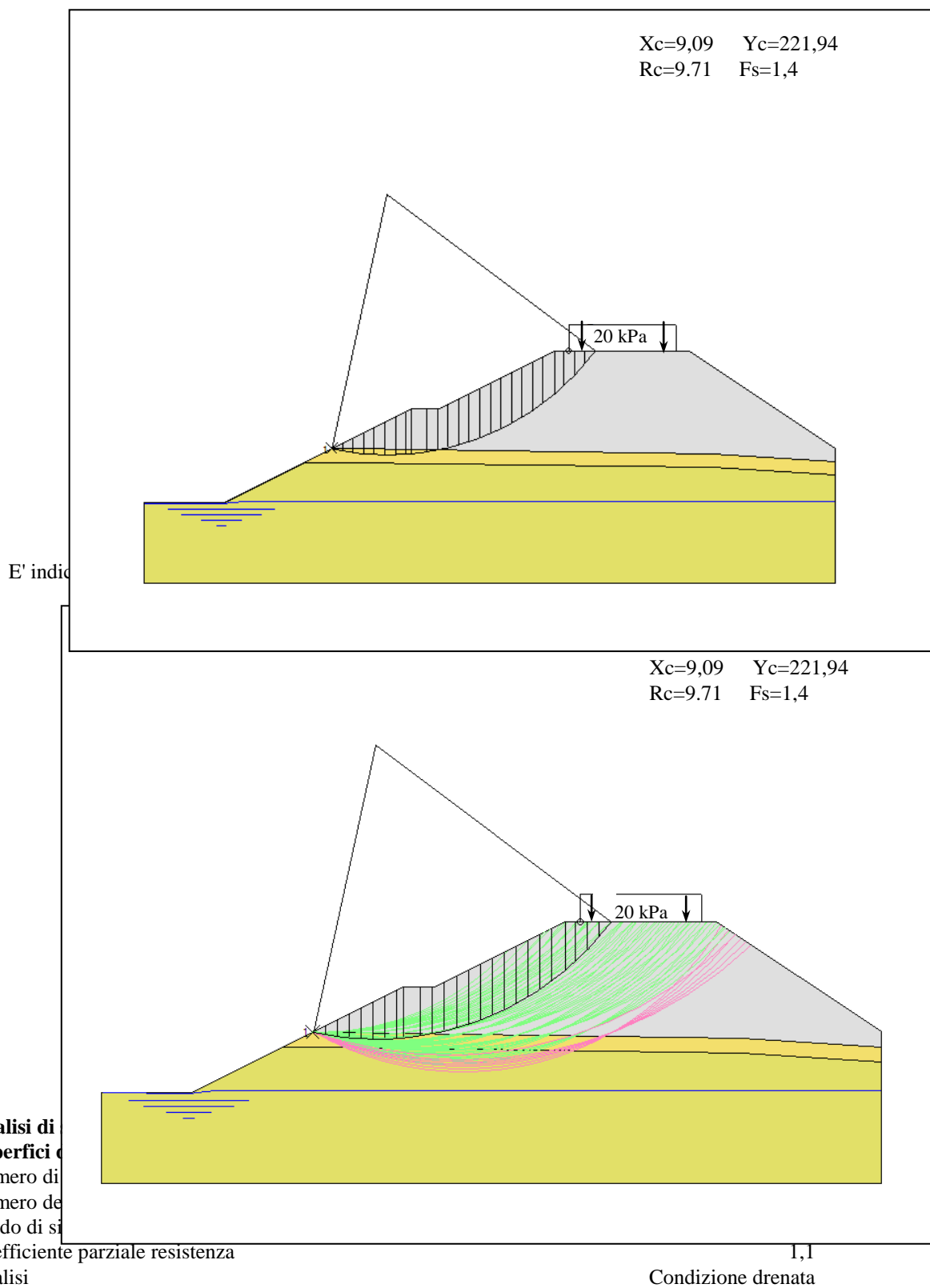
N°	xi [m]	yi [m]	xf [m]	yf [m]	Carico [kg/cm <sup>2</sup> ]
1	15,85	216,1	19,85	216,1	0.2

**Risultati analisi (NTC 2008: combinazione A2+M2+R2 )**

<b>Fs minimo individuato</b>	<b>1,4</b>
Ascissa centro superficie	3,63 m
Ordinata centro superficie	219,56 m
Raggio superficie	9,27 m



**VERIFICA 4 – Sezione 04 – Sponda destra – (Verifica rilevato)**



Estremi del vincolo di valle :

x=7 y=212,45

### Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	7,18 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	221,07 m
Ascissa vertice destro superiore xs	11,96 m
Ordinata vertice destro superiore ys	225,41 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	5,0
Numero di celle lungo y	5,0

### Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50,0 anni
Vita di riferimento:	50,0 anni

### Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

Stato limite	TR [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.V.	475,0	0,43	2,69	0,28

### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.V.	0,645	0,2	0,0132	0,0066

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,013
Coefficiente azione sismica verticale	0,007

### Coordinate dei punti

#### Coordinate dei vertici del profilo

Numero vertice	x [m]	y [m]
1	0,0	210,43
2	3,0	210,43
3	10,0	213,93
4	11,0	213,93
5	15,35	216,1
6	20,35	216,1
7	25,81	212,46

#### Coordinate dei vertici della superficie della falda idrica

Numero vertice	x [m]	y [m]
1	0	210,43
2	2,91	210,4
3	3,76	210,5
4	21,2	210,5
5	25,81	210,5

**Coordinate della superficie di interfaccia tra gli strati 1-2**

Numero vertice	x [m]	y [m]
1	0,0	210,43
2	3,0	210,43
3	7,01	212,45
4	7,64	212,45
5	21,2	212,25

**Coordinate della superficie di interfaccia tra gli strati 2-3**

Numero vertice	x [m]	y [m]
1	0,0	210,43
2	3,0	210,43
3	6,01	211,95
4	7,64	211,95
5	21,2	211,75

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4

**Valore dei parametri geotecnici**

c: coesione;  $\phi$  : Angolo di resistenza al taglio;  $\gamma$ : Peso di volume;  $\gamma_{sat}$ : Peso di volume saturo

Strato	c [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\phi$ [°]	$\gamma$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{sat}$ [kg/m <sup>3</sup> ]
1	0	38	2200	-
2	0	31	1700	-
3	0	42	1900	2200

**Carico Distribuito**

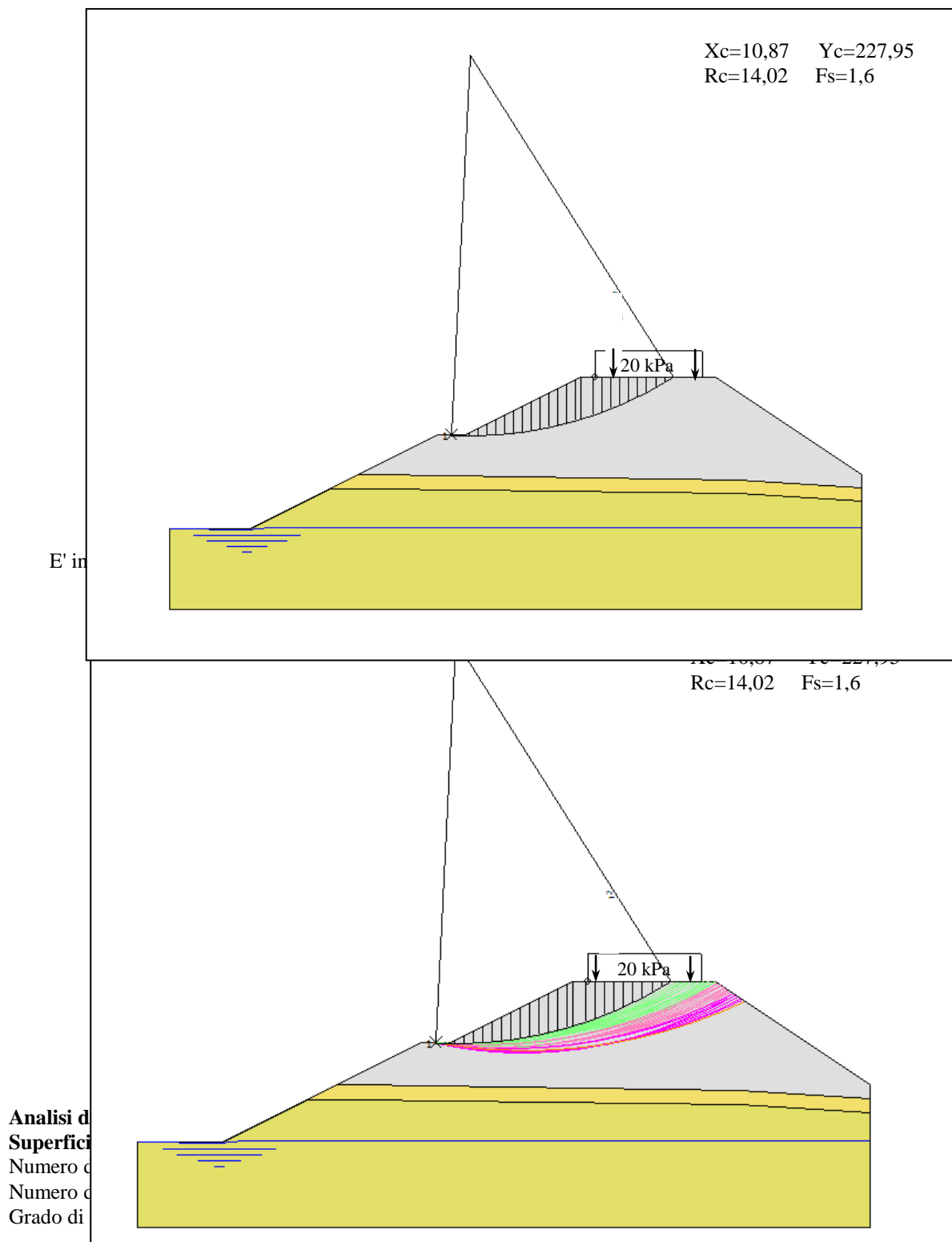
N°	xi [m]	yi [m]	xf [m]	yf [m]	Carico [kg/cm <sup>2</sup> ]
1	15,85	216,1	19,85	216,1	0.2

**Risultati analisi (NTC 2008: combinazione A2+M2+R2 )**

<b>Fs minimo individuato</b>	<b>1,4</b>
Ascissa centro superficie	9,09 m
Ordinata centro superficie	221,94 m
Raggio superficie	9,71 m



**VERIFICA 5 – Sezione 04 – Sponda destra – (Verifica rilevato)**



Coefficiente parziale resistenza 1,1  
 Analisi Condizione drenata  
 Estremi del vincolo di valle : x=10,5 y=213,93

#### Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi 8,0 m  
 Ordinata vertice sinistro inferiore yi 227,95 m  
 Ascissa vertice destro superiore xs 12,78 m  
 Ordinata vertice destro superiore ys 232,29 m  
 Passo di ricerca 10,0  
 Numero di celle lungo x 5,0  
 Numero di celle lungo y 5,0

#### Dati generali

Tipo opera: 2 - Opere ordinarie  
 Classe d'uso: Classe II  
 Vita nominale: 50,0 anni  
 Vita di riferimento: 50,0 anni

#### Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: C  
 Categoria topografica: T1

Stato limite	TR [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.V.	475,0	0,43	2,69	0,28

#### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.V.	0,645	0,2	0,0132	0,0066

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,013  
 Coefficiente azione sismica verticale 0,007

#### Coordinate dei punti

##### Coordinate dei vertici del profilo

Numero vertice	x [m]	y [m]
1	0,0	210,43
2	3,0	210,43
3	10,0	213,93
4	11,0	213,93
5	15,35	216,1
6	20,35	216,1
7	25,81	212,46

##### Coordinate dei vertici della superficie della falda idrica

Numero vertice	x [m]	y [m]
1	0	210,43
2	2,91	210,4
3	3,76	210,5
4	21,2	210,5

5	25,81	210,5
---	-------	-------

**Coordinate della superficie di interfaccia tra gli strati 1-2**

Numero vertice	x [m]	y [m]
1	0,0	210,43
2	3,0	210,43
3	7,01	212,45
4	7,64	212,45
5	21,2	212,25

**Coordinate della superficie di interfaccia tra gli strati 2-3**

Numero vertice	x [m]	y [m]
1	0,0	210,43
2	3,0	210,43
3	6,01	211,95
4	7,64	211,95
5	21,2	211,75

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4

**Valore dei parametri geotecnici**

c: coesione;  $\phi$  : Angolo di resistenza al taglio;  $\gamma$ : Peso di volume;  $\gamma_{sat}$ : Peso di volume saturo

Strato	c [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\phi$ [°]	$\gamma$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{sat}$ [kg/m <sup>3</sup> ]
1	0	38	2200	-
2	0	31	1700	-
3	0	42	1900	2200

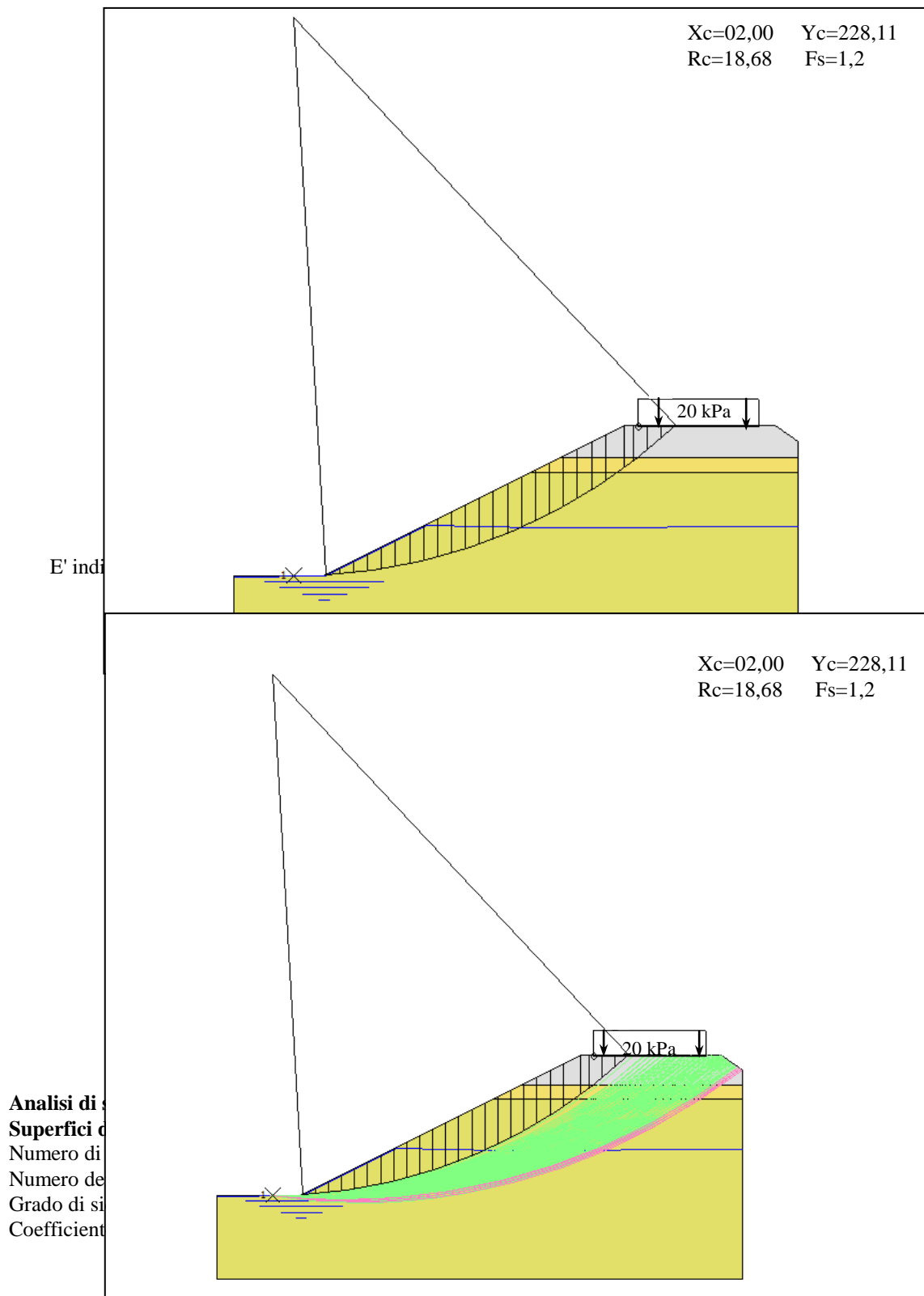
**Carico Distribuito**

N°	xi [m]	yi [m]	xf [m]	yf [m]	Carico [kg/cm <sup>2</sup> ]
1	15,85	216,1	19,85	216,1	0.2

**Risultati analisi (NTC 2008: combinazione A2+M2+R2 )**

<b>Fs minimo individuato</b>	<b>1,6</b>
Ascissa centro superficie	10,87 m
Ordinata centro superficie	227,95 m
Raggio superficie	14,02 m

**VERIFICA 6 – Sezione 08 – Sponda sinistra (Verifica globale)**



Analisi  
 Estremi del vincolo di valle :

Condizione drenata  
 $x=2 \quad y=209,43$

### Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-0,59 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	227,85 m
Ascissa vertice destro superiore xs	5,15 m
Ordinata vertice destro superiore ys	233,18 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	5,0
Numero di celle lungo y	5,0

### Dati generali

Tipo opera: 2 - Opere ordinarie  
 Classe d'uso: Classe II  
 Vita nominale: 50,0 anni  
 Vita di riferimento: 50,0 anni

### Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: C  
 Categoria topografica: T1

Stato limite	TR [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.V.	475,0	0,43	2,69	0,28

### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.V.	0,645	0,2	0,0132	0,0066

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,013  
 Coefficiente azione sismica verticale 0,007

### Coordinate dei punti

#### Coordinate dei vertici del profilo

Numero vertice	x [m]	y [m]
1	0.0	209.43
2	3.0	209.43
3	13.04	214.45
4	18.04	214.45
5	18.83	213.92

#### Coordinate dei vertici della superficie della falda idrica

Numero vertice	x [m]	y [m]
1	0,04	209,4
2	3,05	209,4
3	6,46	211,1
4	10,09	211,1
5	18,88	211,1

**Coordinate della superficie di interfaccia tra gli strati 1-2**

Numero vertice	x [m]	y [m]
1	0,0	209,43
2	3,0	209,43
3	10,93	213,4
4	13,04	213,4
5	18,83	213,4

**Coordinate della superficie di interfaccia tra gli strati 2-3**

Numero vertice	x [m]	y [m]
1	0,0	209,43
2	3,0	209,43
3	9,93	212,9
4	11,63	212,9
5	13,04	212,9

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4

**Valore dei parametri geotecnici**

c: coesione;  $\phi$  : Angolo di resistenza al taglio;  $\gamma$ : Peso di volume;  $\gamma_{sat}$ : Peso di volume saturo

Strato	c [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\phi$ [°]	$\gamma$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{sat}$ [kg/m <sup>3</sup> ]
1	0	38	2200	-
2	0	31	1700	-
3	0	42	1900	2200

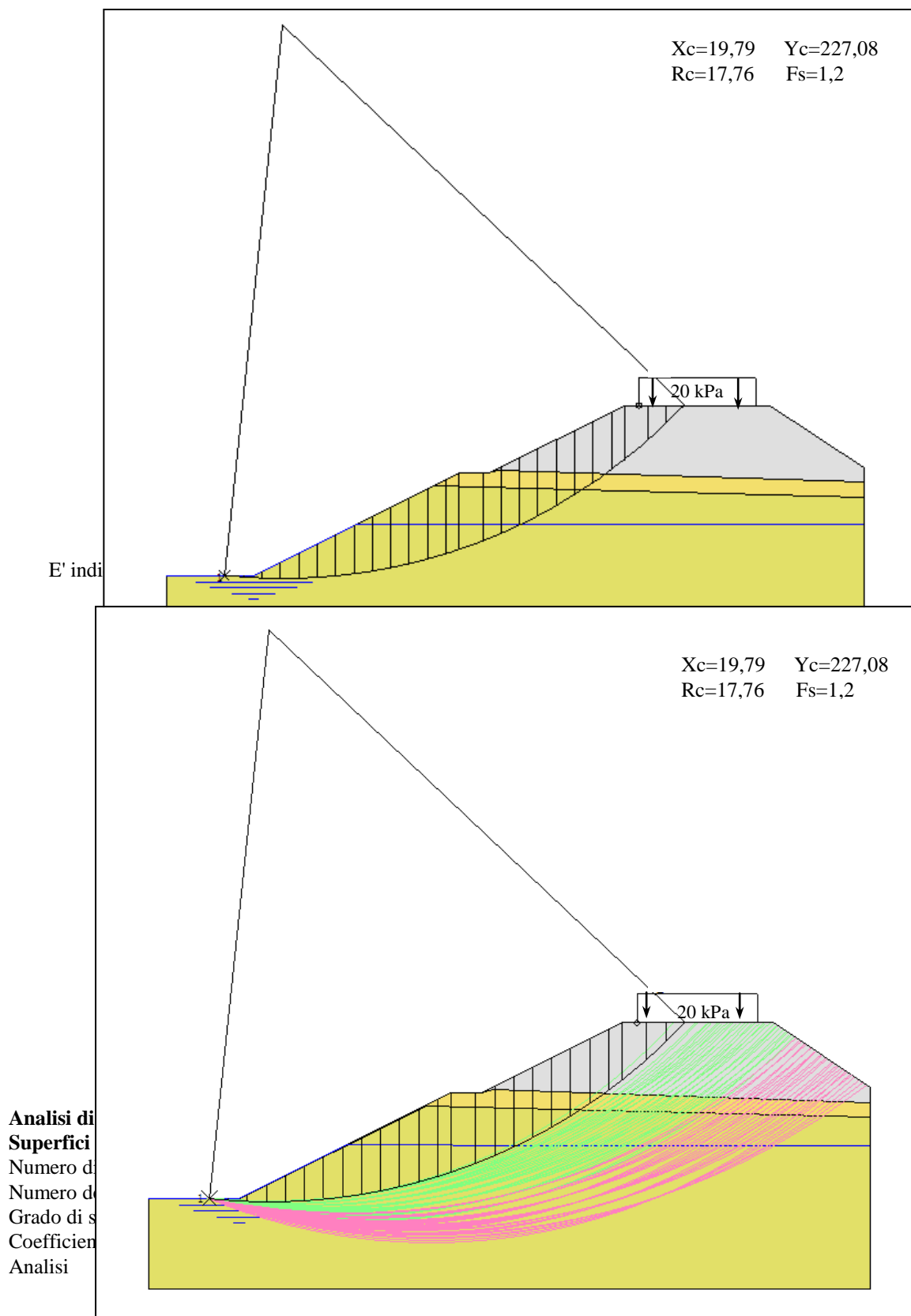
**Carico Distribuito**

N°	$x_i$ [m]	$y_i$ [m]	$x_f$ [m]	$y_f$ [m]	Carico [kg/cm <sup>2</sup> ]
1	13,5	214,43	17,5	214,43	0.2

**Risultati analisi (NTC 2008: combinazione A2+M2+R2 )**

<b>Fs minimo individuato</b>	<b>1,2</b>
Ascissa centro superficie	2,00 m
Ordinata centro superficie	228,11 m
Raggio superficie	18,68 m

**VERIFICA 7 – Sezione 08 – Sponda destra – (Verifica globale)**



Estremi del vincolo di valle :

x=17,83 y=209,43

### Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	19,79 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	227,08 m
Ascissa vertice destro superiore xs	25,5 m
Ordinata vertice destro superiore ys	231,53 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	5,0
Numero di celle lungo y	5,0

### Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50,0 anni
Vita di riferimento:	50,0 anni

### Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

Stato limite	TR [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.V.	475,0	0,43	2,69	0,28

### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.V.	0,645	0,2	0,0132	0,0066

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,013
Coefficiente azione sismica verticale	0,007

### Coordinate dei punti

#### Coordinate dei vertici del profilo

Numero vertice	x [m]	y [m]
1	15,83	209,43
2	18,83	209,43
3	25,83	212,93
4	26,83	212,93
5	31,47	215,25
6	36,47	215,25
7	39,67	213,12

#### Coordinate dei vertici della superficie della falda idrica

Numero vertice	x [m]	y [m]
1	15,83	209,43
2	18,83	209,43
3	22,35	211,2
4	29,37	211,2
5	39,67	211,2

**Coordinate della superficie di interfaccia tra gli strati 1-2**

Numero vertice	x [m]	y [m]
1	15,83	209,43
2	18,83	209,43
3	25,83	212,93
4	26,83	212,93
5	27,2	213,03

**Coordinate della superficie di interfaccia tra gli strati 2-3**

Numero vertice	x [m]	y [m]
1	15,83	209,43
2	18,83	209,43
3	25,0	212,5
4	39,67	212,12
5	15,83	209,43

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4

**Valore dei parametri geotecnici**

c: coesione;  $\phi$  : Angolo di resistenza al taglio;  $\gamma$ : Peso di volume;  $\gamma_{sat}$ : Peso di volume saturo

Strato	c [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\phi$ [°]	$\gamma$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{sat}$ [kg/m <sup>3</sup> ]
1	0	38	2200	-
2	0	31	1700	-
3	0	42	1900	2200

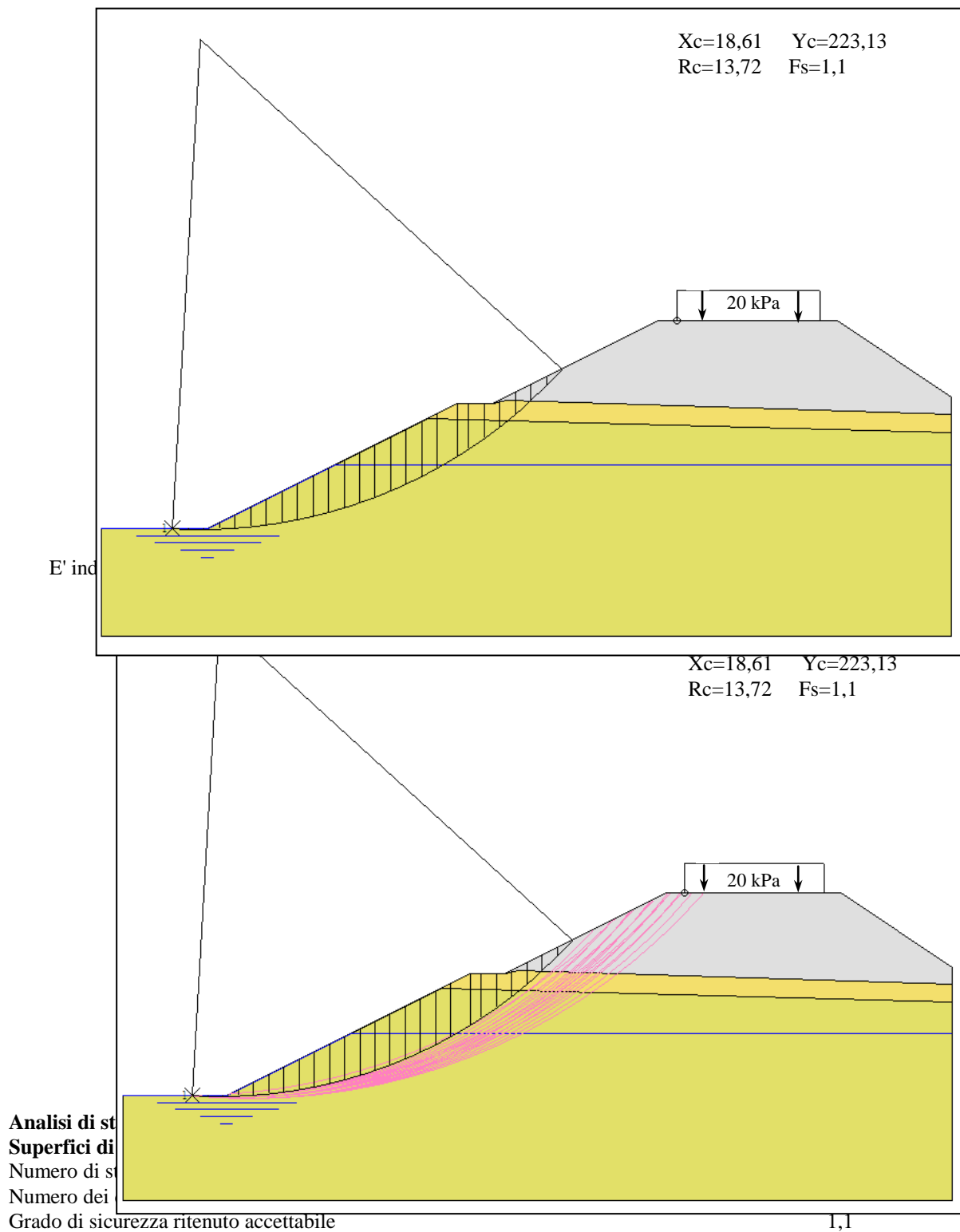
**Carico Distribuito**

N°	xi [m]	yi [m]	xf [m]	yf [m]	Carico [kg/cm <sup>2</sup> ]
1	31,97	215,25	35,97	215,25	0.2

**Risultati analisi (NTC 2008: combinazione A2+M2+R2 )**

<b>Fs minimo individuato</b>	<b>1,2</b>
Ascissa centro superficie	19,79 m
Ordinata centro superficie	227,08 m
Raggio superficie	17,76 m

**VERIFICA 8 – Sezione 08 – Sponda destra – (Verifica scavo)**



Coefficiente parziale resistenza 1,1  
 Analisi Condizione drenata  
 Estremi del vincolo di valle : x=17,83 y=209,43

#### Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi 15,17 m  
 Ordinata vertice sinistro inferiore yi 223,13 m  
 Ascissa vertice destro superiore xs 20,8 m  
 Ordinata vertice destro superiore ys 226,74 m  
 Passo di ricerca 10,0  
 Numero di celle lungo x 5,0  
 Numero di celle lungo y 5,0

#### Dati generali

Tipo opera: 2 - Opere ordinarie  
 Classe d'uso: Classe II  
 Vita nominale: 50,0 anni  
 Vita di riferimento: 50,0 anni

#### Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: C  
 Categoria topografica: T1

Stato limite	TR [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.V.	475,0	0,43	2,69	0,28

#### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.V.	0,645	0,2	0,0132	0,0066

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,013  
 Coefficiente azione sismica verticale 0,007

#### Coordinate dei punti

##### Coordinate dei vertici del profilo

Numero vertice	x [m]	y [m]
1	15,83	209,43
2	18,83	209,43
3	25,83	212,93
4	26,83	212,93
5	31,47	215,25
6	36,47	215,25
7	39,67	213,12

##### Coordinate dei vertici della superficie della falda idrica

Numero vertice	x [m]	y [m]
1	15,83	209,43
2	18,83	209,43
3	22,35	211,2
4	29,37	211,2

5	39,67	211,2
---	-------	-------

**Coordinate della superficie di interfaccia tra gli strati 1-2**

Numero vertice	x [m]	y [m]
1	15,83	209,43
2	18,83	209,43
3	25,83	212,93
4	26,83	212,93
5	27,2	213,03

**Coordinate della superficie di interfaccia tra gli strati 2-3**

Numero vertice	x [m]	y [m]
1	15,83	209,43
2	18,83	209,43
3	25,0	212,5
4	39,67	212,12
5	15,83	209,43

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4

**Valore dei parametri geotecnici**

c: coesione;  $\phi$  : Angolo di resistenza al taglio;  $\gamma$ : Peso di volume;  $\gamma_{sat}$ : Peso di volume saturo

Strato	c [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\phi$ [°]	$\gamma$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{sat}$ [kg/m <sup>3</sup> ]
1	0	38	2200	-
2	0	31	1700	-
3	0	42	1900	2200

**Carico Distribuito**

N°	xi [m]	yi [m]	xf [m]	yf [m]	Carico [kg/cm <sup>2</sup> ]
1	31,97	215,25	35,97	215,25	0.2

**Risultati analisi (NTC 2008: combinazione A2+M2+R2 )**

<b>Fs minimo individuato</b>	<b>1,1</b>
Ascissa centro superficie	18,61 m
Ordinata centro superficie	223,13 m
Raggio superficie	13,72 m