



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero delle
Infrastrutture e dei
Trasporti



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



Comune di Volpiano

Provincia di Torino

Regione Piemonte



TORRENTE BENDOLA - VIA BANNA - BENDOLA MANUTENZIONE STRAORDINARIA

CUP J77H22001170001

PROGETTO ESECUTIVO

01. ELABORATI DESCRITTIVI

OGGETTO

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO

RUP

Responsabile Unico di Progetto: arch. Monica VERONESE

TIMBRI E FIRME

SRIA
s.r.l.

STUDIO ROSSO
INGEGNERI ASSOCIATI

VIA ROSOLINO PILO N. 11 - 10143 - TORINO
VIA IS MAGLIAS N. 178 - 09122 - CAGLIARI
TEL. +39 011 43 77 242
studiorosso@legalmail.it
info@sria.it
www.sria.it

ing. Luca MAGNI
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino
Posizione n.10941V

CONTROLLO QUALITA'

DESCRIZIONE	EMISSIONE	REVISIONE
DATA	APR/2024	APR/2024
COD. LAVORO	637/SR	637/SR
TIPOL. LAVORO	E	E
LOTTO	-	-
STRALCIO	-	-
SETTORE	1	1
TIPOL. ELAB.	RC	RC
TIPOL. DOC.	E	E
ID ELABORATO	02	02
VERSIONE	0	2

REDATTO

ing. Luca MAGNI

CONTROLLATO

ing. Chiara AMORE

APPROVATO

ing. Luca MAGNI

ELABORATO

E-1.2

COMUNE DI VOLPIANO – Città Metropolitana di Torino
Regione Piemonte

Torrente Bendola - via Banna - Bendola – manutenzione straordinaria

Progetto esecutivo

INDICE

1. PREMESSA	2
2. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO E REQUISITI PRESTAZIONALI	3
2.1 OBIETTIVI DELLA PROGETTAZIONE E MOTIVAZIONI GIUSTIFICATIVE	3
2.2 QUADRO COMPLESSIVO DEGLI INTERVENTI	3
3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
4. METODOLOGIA DI CALCOLO	6
4.1 AZIONI DI CALCOLO	6
4.1.1 <i>Classificazione delle Azioni secondo la variazione di intensità nel tempo</i>	6
4.1.2 <i>Combinazioni delle Azioni</i>	6
5. MATERIALI	9
5.1 MASSI COSTITUENTI LA SCOGLIERA	9
5.2 DURABILITÀ DEL CLS	9
5.3 CARATTERISTICHE DI CALCOLO	11
5.4 RISPETTO DEGLI STATI LIMITE DI SERVIZIO	12
5.5 RICOPRIMENTO MINIMO DELLE ARMATURE: DETERMINAZIONE DEL COPRIFERRO	13
6. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL TERRENO	14
7. ANALISI SISMICA	15
7.1 PARAMETRI DI CALCOLO GENERALI	15
7.2 SPINTE DI CALCOLO DELL'ACQUA IN FASE SISMICA	20
8. VERIFICA DELLA CONTROBRIGLIA	21
8.1 VALUTAZIONE DI AFFIDABILITÀ DEL CODICE DI CALCOLO UTILIZZATO	22
8.2 VERIFICA DELLA CONTROBRIGLIA	22
9. DIMENSIONAMENTO DELLA VASCA DI DISSIPAZIONE A VALLE DELLA CONTROBRIGLIA	26
10. VERIFICA DELLE SCOGLIERE IN PROGETTO	27

ALLEGATI

- ALLEGATO 1 – Verifica della controbriglia in c.a.
- ALLEGATO 2 – Verifiche di stabilità delle scogliere in progetto – H=3.5 m



COMUNE DI VOLPIANO – Città Metropolitana di Torino
Regione Piemonte

Torrente Bendola - via Banna - Bendola – manutenzione straordinaria

Progetto esecutivo



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



1. PREMESSA

La presente relazione tecnica è parte integrante del Progetto esecutivo per gli interventi aventi titolo “*Torrente Bendola - via Banna - Bendola – manutenzione straordinaria*” in Comune di Volpiano (TO).

L'intervento in oggetto è destinatario del finanziamento a valere sul PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA (PNRR) - Missione 2 - Componente 4 - Investimento 2.2 – Medie opere “*Interventi per la resilienza, la valorizzazione del territorio e l'efficienza energetica dei comuni*”. CUP J77H22001170001.

Gli interventi in progetto, finalizzati alla prevenzione e mitigazione dei rischi connessi al rischio idrogeologico e alla messa in sicurezza dei centri abitati, si concretizzano nell'esecuzione di opere funzionali alla stabilizzazione del fondo alveo del torrente Banna – Bendola e alla riduzione del rischio idraulico legato ai fenomeni di erosione e divagazione fluviale, prevedendo interventi di manutenzione straordinaria sulle soglie, scogliere e sponde esistenti anche mediante la costituzione di nuove difese spondali in ingegneria naturalistica e alla riprofilatura del fondo alveo nei tratti maggiormente interessati da deposito e erosione del piede di sponda.

Il presente elaborato riporta la descrizione delle esigenze, dei requisiti e dei livelli prestazionali delle opere previste in progetto, con specifico riferimento alle risultanze degli studi e delle analisi condotte per la caratterizzazione geologico – geotecnica e l'individuazione dei parametri idraulici di dimensionamento.

Si riportano infine i calcoli di dimensionamento e verifica delle difese di nuova realizzazione (scogliere) e degli interventi in corrispondenza della soglia oggetto di manutenzione straordinaria (controbriglia e bacino di dissipazione).



2. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO E REQUISITI PRESTAZIONALI

2.1 OBIETTIVI DELLA PROGETTAZIONE E MOTIVAZIONI GIUSTIFICATIVE

Gli obiettivi della progettazione degli interventi definiti dagli Scriventi, concretizzati nella manutenzione straordinaria di opere idrauliche e difese spondali preesistenti e in stato di ammaloramento lungo l'alveo del torrente Bendola in Comune di Volpiano, nel tratto tra il confine con il Comune di Leinì e via Leinì, sono i seguenti:

- Riduzione delle condizioni di dissesto idrogeologico presenti lungo l'asta del torrente Bendola e ripristino e sistemazione di una soglia fissa di stabilizzazione del fondo alveo funzionale alla derivazione delle portate ai fini irrigui e alla potenziale diversione delle stesse in condizioni di piena.
- Riduzione delle condizioni di dissesto idrogeologico presenti in corrispondenza di arginature e difese spondali (scogliere) fortemente ammalorate e sottoscalzate, al fine di diminuire il rischio idraulico legato a fenomeni di erosione e connessa esondazione.
- Riprofilatura del fondo alveo al fine di limitare i fenomeni erosivi concentrati all'estradosso dei tratti in curva e ampliare la sezione idraulica di deflusso in condizioni di piena.
- Riduzione del rischio idraulico e geologico legato a possibili dissesti e esondazioni in prossimità di stabilimenti produttivi (soc. Sparco e Sacrima).

2.2 QUADRO COMPLESSIVO DEGLI INTERVENTI

Alla luce delle condizioni di dissesto rilevate durante i sopralluoghi condotti dagli scriventi e degli obiettivi preposti, in ragione dell'importo di finanziamento disponibile sono stati individuati i seguenti interventi:

- Manutenzione straordinaria di una soglia fissa in prossimità del limite comunale con il territorio di Leinì, mediante ripristino e sistemazione dell'opera idraulica con contestuale realizzazione di un bacino di dissipazione delimitato da una controbriglia; il fine dell'intervento è quello di stabilizzare il fondo alveo e consentire il futuro ripristino della derivazione in destra idrografica per i fini irrigui e per la sua potenziale utilizzazione come diversore delle portate in condizioni di piena.
- Manutenzione straordinaria delle difese spondali attraverso la parziale demolizione, il ripristino e l'estensione della difesa spondale in massi ciclopici presente in destra idrografica a valle della soglia, al fine di garantire la protezione e la riduzione del rischio idraulico e geologico per esondazione del torrente in un tratto caratterizzato da arginature in condizioni di parziale ammaloramento e soggette a erosione, il cui dissesto potrebbe portare a dinamiche di alluvionamento in grado di interessare ampie aree urbanizzate e produttive del concentrico comunale.



COMUNE DI VOLPIANO – Città Metropolitana di Torino
Regione Piemonte

Torrente Bendola - via Banna - Bendola – manutenzione straordinaria

Progetto esecutivo



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



- Manutenzione straordinaria lungo alcuni tratti di scogliere esistenti soggette ad erosione al piede e battuta di sponda, mediante interventi di sottofondazione che si concretizzano con la fornitura e posa di massi ciclopici di cava opportunamente incastonati e immorsati in alveo.
- Riprofilatura dell'alveo del torrente Bendola nei tratti soggetti a deposito ed erosione localizzata (senza asportazione del materiale di alveo dal torrente), al fine di limitare i fenomeni erosivi concentrati all'estradosso dei tratti in curva e ampliare la sezione idraulica di deflusso in condizioni di piena.
- Manutenzione straordinaria mediante realizzazione di nuove scogliere a protezione degli stabilimenti Sparco e Sacrima in ripristino alle scogliere precedentemente esistenti e asportate o fortemente ammalorate per effetto delle dinamiche erosive del torrente Bendola.

Per la descrizione dettagliata degli interventi si rimanda agli specifici paragrafi dell'Elab. 1.1 – *Relazione generale*, mentre ai paragrafi successivi del presente elaborato si riportano i risultati delle verifiche geotecniche e strutturali condotte.



COMUNE DI VOLPIANO – Città Metropolitana di Torino
Regione Piemonte

Torrente Bendola - via Banna - Bendola – manutenzione straordinaria

Progetto esecutivo



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- Legge nr. 1086 del 05/11/1971. Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Legge nr. 64 del 02/02/1974. Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. LL.PP. del 11/03/1988. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- D.M. LL.PP. del 14/02/1992. Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 9 Gennaio 1996 Norme Tecniche per il calcolo, l' esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche
- D.M. 16 Gennaio 1996 Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'
- D.M. 16 Gennaio 1996 Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche
- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C. Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996
- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG. Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996
- **Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018).**

COMUNE DI VOLPIANO – Città Metropolitana di Torino
Regione Piemonte

Torrente Bendola - via Banna - Bendola – manutenzione straordinaria

Progetto esecutivo



4. METODOLOGIA DI CALCOLO

Il calcolo delle strutture in c.a. e le verifiche geotecniche sulle scogliere deve essere effettuato secondo le norme vigenti, definendo i carichi, eseguendo l'analisi delle sollecitazioni e la verifica con metodo semiprobabilistico agli Stati Limite (NTC 2018).

4.1 AZIONI DI CALCOLO

4.1.1 Classificazione delle Azioni secondo la variazione di intensità nel tempo

In accordo con il punto 2.5.1.3 delle NTC 2018 si definiscono, relativamente alle opere in oggetto:

- **G1** = valore caratteristico delle azioni permanenti del peso proprio di tutti gli elementi strutturali; peso proprio del terreno, quando pertinente; forze indotte dal terreno (esclusi gli effetti di carichi variabili applicati al terreno); forze risultanti dalla pressione dell'acqua (quando si configurino costanti nel tempo) (G1);
- **G2** = valore caratteristico delle azioni permanenti del peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;
- **Q_{k1}** = valore caratteristico dei sovraccarichi di base;
- **Q_{ki}** = valori caratteristici dei sovraccarichi "d'accompagnamento", che possono agire contemporaneamente a quelli di base;
- **A** = azioni eccezionali, quali ad esempio incendi, esplosioni, urti ed impatti;
- **E** = azioni derivanti dai terremoti.

4.1.2 Combinazioni delle Azioni

Le combinazioni di carico adoperate con i relativi coefficienti di sicurezza parziali sui carichi sono, relativamente alle opere in oggetto, con Ed = azione di calcolo da utilizzare nelle verifiche:

Ai fini delle verifiche degli stati limite, si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni.

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

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.1]$$

– Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.2]$$

– Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.3]$$

– Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.4]$$

– Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad [2.5.5]$$

– Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali A:

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad [2.5.6]$$

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} Q_{kj} \quad [2.5.7]$$

Nelle combinazioni si intende che vengano omessi i carichi Q_{kj} che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi G_2 .



COMUNE DI VOLPIANO – Città Metropolitana di Torino
Regione Piemonte

Torrente Bendola - via Banna - Bendola – manutenzione straordinaria

Progetto esecutivo



I precedenti coefficienti parziali di sicurezza (γ) e quelli di combinazione (ψ) sono dati dai seguenti prospetti:

Tab. 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	Ψ_{0j}	Ψ_{1j}	Ψ_{2j}
Categoria A - Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B - Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C - Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D - Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E – Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F - Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G - Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H - Coperture accessibili per sola manutenzione	0,0	0,0	0,0
Categoria I – Coperture praticabili	da valutarsi caso per caso		
Categoria K – Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)			
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

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

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

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

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

γ_{G1} coefficiente parziale dei carichi permanenti G_1 ;

γ_{G2} coefficiente parziale dei carichi permanenti non strutturali G_2 ;

γ_{Qi} coefficiente parziale delle azioni variabili Q.

Nel caso in cui l'azione sia costituita dalla spinta del terreno, per la scelta dei coefficienti parziali di sicurezza valgono le indicazioni riportate nel Capitolo 6.



COMUNE DI VOLPIANO – Città Metropolitana di Torino
Regione Piemonte

Torrente Bendola - via Banna - Bendola – manutenzione straordinaria

Progetto esecutivo



Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

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

Tab. 6.5.I - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di muri di sostegno

Verifica	Coefficiente parziale (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1,4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$
Ribaltamento	$\gamma_R = 1,15$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1,4$



5. MATERIALI

5.1 MASSI COSTITUENTI LA SCOGLIERA

I massi naturali utilizzati per la costruzione delle scogliere e dei corazzamenti in progetto dovranno corrispondere ai requisiti essenziali di compattezza, omogeneità e durabilità; dovranno inoltre essere esenti da giunti, fratture e piani di sfalsamento e rispettare i seguenti limiti:

- peso volumico: $> 25 \text{ kN/m}^3$ (2500 kgf/m^3)
- resistenza alla compressione: $> 50 \text{ N/mm}^2$ (500 kgf/cm^2);
- coefficiente di usura: $< 1.5 \text{ mm}$
- coefficiente di imbibizione: $< 5\%$
- gelività: il materiale deve risultare non gelivo.

I massi naturali dovranno essere di terza categoria (peso del singolo masso non inferiore a 3 tonnellate) avere lato minore non inferiore a 60 cm di lunghezza, non dovranno presentare notevoli differenze nelle tre dimensioni e dovranno risultare a spigolo vivo e squadriati.

Si rimanda inoltre a quanto meglio specificato negli elaborati grafici di progetto e nel disciplinare descrittivo e prestazionale.

5.2 DURABILITÀ DEL CLS

Il calcestruzzo viene definito secondo le indicazioni della UNI EN 206-1, indicando quindi la classe di esposizione ambientale per garantire la durabilità nel tempo.

Trattandosi in questo caso di opere in ambiente umido, soggetto a modifiche di umidità/saturazione e a potenziali cicli di gelo e disgelo, si ritiene di adottare le seguenti classi con le relative caratteristiche accessorie:

COMUNE DI VOLPIANO – Città Metropolitana di Torino
Regione Piemonte

Torrente Bendola - via Banna - Bendola – manutenzione straordinaria

Progetto esecutivo



Classe esposizione norma UNI 9858	Classe esposizione norma UNI 11104 UNI EN 206 –1	Descrizione dell'ambiente	Esempio	Massimo rapporto a/c	Minima Classe di resistenza	Contenuto minimo in aria (%)
1 Assenza di rischio di corrosione o attacco						
1	X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, o attacco chimico. Calcestruzzi con armatura o inserti metallici in ambiente molto asciutto.	Interno di edifici con umidità relativa molto bassa. Calcestruzzo non armato all'interno di edifici. Calcestruzzo non armato immerso in suolo non aggressivo o in acqua non aggressiva. Calcestruzzo non armato soggetto a cicli di bagnato asciutto ma non soggetto ad abrasione, gelo o attacco chimico.	-	C 12/15	
2 Corrosione indotta da carbonatazione						
Nota - Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel coprifermo o nel ricoprimento di inserti metallici, ma in molti casi su può considerare che tali condizioni riflettano quelle dell'ambiente circostante. In questi casi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se c'è una barriera fra il calcestruzzo e il suo ambiente.						
2 a	XC1	Asciutto o permanentemente bagnato.	Interni di edifici con umidità relativa bassa. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con le superfici all'interno di strutture con eccezione delle parti esposte a condensa, o immerse in acqua.	0,60	C 25/30	
2 a	XC2	Bagnato, raramente asciutto.	Parti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso prevalentemente immerso in acqua o terreno non aggressivo.	0,60	C 25/30	
5 a	XC3	Umidità moderata.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici esterne riparate dalla pioggia, o in interni con umidità da moderata ad alta.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	XC4	Ciclicamente asciutto e bagnato.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici soggette a alternanze di asciutto ed umido. Calcestruzzi a vista in ambienti urbani. Superfici a contatto con l'acqua non comprese nella classe XC2.	0,50	C 32/40	
5 Attacco dei cicli di gelo/disgelo con o senza disgelanti *						
2 b	XF1	Moderata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante.	Superfici verticali di calcestruzzo come facciate e colonne esposte alla pioggia ed al gelo. Superfici non verticali e non soggette alla completa saturazione ma esposte al gelo, alla pioggia o all'acqua.	0,50	C 32/40	
3	XF2	Moderata saturazione d'acqua, in presenza di agente disgelante.	Elementi come parti di ponti che in altro modo sarebbero classificati come XF1 ma che sono esposti direttamente o indirettamente agli agenti disgelanti.	0,50	C 25/30	3,0
2 b	XF3	Elevata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante.	Superfici orizzontali in edifici dove l'acqua può accumularsi e che possono essere soggetti ai fenomeni di gelo, elementi soggetti a frequenti bagnature ed esposti al gelo.	0,50	C 25/30	3,0
3	XF4	Elevata saturazione d'acqua, con presenza di agente antigelo oppure acqua di mare.	Superfici orizzontali quali strade o pavimentazioni esposte al gelo ed ai sali disgelanti in modo diretto o indiretto, elementi esposti al gelo e soggetti a frequenti bagnature in presenza di agenti disgelanti o di acqua di mare.	0,45	C 28/35	3,0



COMUNE DI VOLPIANO – Città Metropolitana di Torino
Regione Piemonte

Torrente Bendola - via Banna - Bendola – manutenzione straordinaria

Progetto esecutivo



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



5.3 CARATTERISTICHE DI CALCOLO

I materiali utilizzati per la realizzazione delle opere d'arte in c.a. e acciaio e i relativi coefficienti parziali di sicurezza sono:

Opere di sottofondazione non strutturali (magrone):

- **cls** **C12/15 (Rck 15)**

Caratteristiche del cls delle opere in c.a.:

- **cls C 32/40 (Rck 40);**
 - classe di esposizione cls: XC4 (ciclicamente asciutto e bagnato)
 - $f_{ck} = 33,2 \text{ N/mm}^2$ resistenza cilindrica
 - $\alpha_{cc} = 0.85$: coeff. per resistenze di lunga durata
 - $\gamma_c = 1,5$: coeff. parziale di sicurezza
 - $f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 18.13 \text{ N/mm}^2$: resistenza di calcolo a compressione
 - $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.41 \text{ N/mm}^2$ resistenza di calcolo a trazione
 - $\epsilon_c = -3.5 \times 1000$: deformazione limite (compressione)
 - $E = 33642 \text{ N/mm}^2$: modulo elastico a breve termine
- **Acciaio da c.a. B450C:**
 - $f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$ valore caratteristico a snervamento
 - $f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$ valore caratteristico a rottura
 - $\gamma_s = 1,15$ coeff. parziale di sicurezza
 - $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391 \text{ N/mm}^2$ resistenza di calcolo
 - $\epsilon_c = 10 \times 1000$ deformazione limite
 - $\epsilon_{cu} = 67.5 \times 1000$ deformazione limite ultima di progetto
 - $E = 210000 \text{ N/mm}^2$ modulo elastico

Deve inoltre rispettare i seguenti limiti:

COMUNE DI VOLPIANO – Città Metropolitana di Torino
Regione Piemonte

Torrente Bendola - via Banna - Bendola – manutenzione straordinaria

Progetto esecutivo



Tab. 11.3.Ib

Caratteristiche	Requisiti	Frattile (%)
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_{y\text{nom}}$	5.0
Tensione caratteristica a carico massimo f_{tk}	$\geq f_{t\text{nom}}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15$	10.0
	$< 1,35$	
$(f_y/f_{y\text{nom}})_k$	$\leq 1,25$	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\geq 7,5\%$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche:		
$\phi < 12 \text{ mm}$	4 ϕ	
$12 \leq \phi \leq 16 \text{ mm}$	5 ϕ	
per $16 < \phi \leq 25 \text{ mm}$	8 ϕ	
per $25 < \phi \leq 40 \text{ mm}$	10 ϕ	

- Acciaio per carpenteria tipo S235JR:

- $f_{yk} = 235 \text{ N/mm}^2$
- $f_{tk} = 360 \text{ N/mm}^2$
- $\sigma_{adm} = 160 \text{ N/mm}^2$

5.4 RISPETTO DEGLI STATI LIMITE DI SERVIZIO

Per la scelta degli stati limite da rispettare si fa riferimento alla tabella

Tab. 4.1.IV - Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione

Gruppi di Esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w_k	Stato limite	w_k
A	Ordinarie	frequente	apertura fessure	$\leq w_2$	apertura fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
B	Aggressive	frequente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$
C	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	apertura fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$

I valori limite di fessurazione da rispettare (in SLE), concordemente al § 4.1.2.2.4. delle NTC 2018, per le opere in oggetto poste in ambiente aggressivo (classe di esposizione XC4-XF1 tabella 4.1.III – NTC 2018) per armatura poco sensibile sono i seguenti:

- Comb. Frequente $w_3 = 0.30 \text{ mm}$

COMUNE DI VOLPIANO – Città Metropolitana di Torino
Regione Piemonte

Torrente Bendola - via Banna - Bendola – manutenzione straordinaria

Progetto esecutivo



- Comb. Quasi permanente $w_2 = 0.20 \text{ mm}$

I Valori limite di tensione da rispettare nel cls C32/40 sono:

- Comb. Caratteristica (c.d. “rara”) $\sigma_c < 0.60 f_{ck} = 19.2 \text{ N/mm}^2$
- Comb. Quasi permanente $\sigma_c < 0.45 f_{ck} = 14.4 \text{ N/mm}^2$

I Valori limite di tensione nell'acciaio cls da rispettare sono:

- Comb. Caratteristica (c.d. “rara”) $\sigma_f < 0.80 f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2$

5.5 RICOPRIMENTO MINIMO DELLE ARMATURE: DETERMINAZIONE DEL COPRIFERRO

Di seguito si riporta il calcolo dei ricoprimenti minimi delle armature C_{min} e della tolleranza di posa ΔC_{dev} , ai sensi §C4.1.6.1.3 della circolare applicativa n.7/2019 alle NTC18 funzionali al calcolo del copriferro inteso come $C_{nom} = C_{min} + \Delta C_{dev}$.

Tabella C4.1.IV - Copriferri minimi in mm

C_{min}	C_o	ambiente	barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
			$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C30/37	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

Così come riportato nei paragrafi a seguire, la struttura presenta le seguenti caratteristiche:

$V_n = 50$ anni;

Calcestruzzo= C32/40 $\rightarrow C_{min} < C < C_o$

Trattandosi di calcestruzzo gettato in opera in contesti di lavorazione e cantiere ordinario, si assume quale tolleranza di posa:

$\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$

In ultimo, abbiamo quindi che:

- COPRIFERRO $\geq 30 + 10 = 40 \text{ mm}$



COMUNE DI VOLPIANO – Città Metropolitana di Torino
Regione Piemonte

Torrente Bendola - via Banna - Bendola – manutenzione straordinaria

Progetto esecutivo



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



6. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL TERRENO

Come descritto nella Relazione geotecnica, in ragione del modello geologico di riferimento considerato per le verifiche delle opere previste in progetto e dei risultati delle indagini geognostiche prese a riferimento, sono stati definiti i parametri geotecnici dei terreni per le profondità di interesse.

Litologia	Profondità	Peso di Volume (kg/m ³)	Peso di Volume sat (kg/m ³)	Coesione (kg/cm ²)	Angolo di attrito (°)
Coperture superficiali: terreni vegetali di natura limoso sabbiosa	0 m – 2.5/3 m	1.5	1.9	0.05	23°
Ciottoli con ghiaia: Ciottoli e ghiaie in matrice sabbiosa	2.5/3 m – 8 m	1.9	2.1	0	32°

La soglia, prevista in alveo, interessa direttamente il secondo dei due strati, caratterizzato da ghiaia e ciottoli. Per le verifiche sono stati pertanto adottati i parametri geotecnici del secondo strato.

Per le scogliere si è invece fatto riferimento alla litologia complessiva indicata.

COMUNE DI VOLPIANO – Città Metropolitana di Torino
Regione Piemonte

Torrente Bendola - via Banna - Bendola – manutenzione straordinaria

Progetto esecutivo



7. ANALISI SISMICA

L'opera in oggetto è ubicata in Regione Piemonte, Provincia di Torino, precisamente nel Comune di Volpiano.

Di seguito vengono enunciati i parametri generali e dettagliati dell'azione sismica di progetto nel pieno rispetto delle ultime norme vigenti NTC 2018.

7.1 PARAMETRI DI CALCOLO GENERALI

Pur non prevedendo la natura dell'opera in progetto la possibilità operativa di affollamenti di persone né la presenza di personale stabilmente in loco, l'opera è stata classificata cautelativamente in **Classe D'Uso II**, così come previsto nel paragrafo 2.4.2 delle N.T.C. 2018 (Tabella 1).

Tabella 1 – Classi d'uso per le costruzioni ai sensi delle N.T.C. 2018.

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

In virtù della Classe d'Uso scelta, si avrà che il Coefficiente d'Uso C_U , vale:

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_U

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Per ciò che attiene la vita nominale V_N di un'opera, essa è convenzionalmente definita come "il numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali".

I valori minimi di V_N da adottare per i diversi tipi di costruzione sono riportati al paragrafo 2.4.1 delle NTC 2018, nella Tab. 2.4.I. che riporta:



COMUNE DI VOLPIANO – Città Metropolitana di Torino
Regione Piemonte

Torrente Bendola - via Banna - Bendola – manutenzione straordinaria

Progetto esecutivo



Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

I parametri assunti alla base dei calcoli (e meglio inquadrati nelle tabelle sottostanti), sono i seguenti:

- Vita nominale $V_N \geq 50$ anni
- Classe d'uso opere II
- Coefficiente d'uso $C_u = 1.0$
- Periodo di riferimento per l'azione sismica $V_R = V_N * C_u = 50$

Zona	Suolo	Topografia	Fattore di struttura q	Dati progetto
<p>Vita nominale dell'opera V_N <input type="text" value="50"/></p> <p>Coefficiente d'uso C_u <input type="text" value="1.0 (Classe d'uso II)"/></p> <p>Periodo di riferimento <input type="text" value="50"/></p> <p>P_{V_R} di progetto (%) <input type="text" value="10 % (SLV)"/></p> <p>P_{V_R} di esercizio (%) <input type="text" value="63 % (SLD)"/></p> <p>Coeff. di smorzamento viscoso ξ (%) <input type="text" value="5"/></p>				

- Categoria di sottosuolo Categoria B

COMUNE DI VOLPIANO – Città Metropolitana di Torino
Regione Piemonte

Torrente Bendola - via Banna - Bendola – manutenzione straordinaria

Progetto esecutivo



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

- Coefficiente di amplificazione stratigrafica

 $S_s \leq 1.0$

- Coefficiente di amplificazione topografica

 $S_s = 1.5$

Zona	Suolo	Topografia	Fattore di struttura q	Dati progetto
Coefficiente di amplificazione topografica <input type="text" value="1.00"/>				
Tabella 2.2.VI - Valori massimi del coeff. di amplif. topografica				
Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T		
T1	-	1,0		
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2		
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2		
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4		

In funzione dei precedenti valori si procede nei paragrafi successivi alla valutazione dell'Azione Sismica.

La "Pericolosità sismica" viene definita attraverso i seguenti parametri:

- a_g accelerazione orizzontale max attesa
- $S_{e(T)}$ Spettro di risposta elastico
- P_{VR} Probabilità di eccedenza
- V_R Periodo di riferimento



COMUNE DI VOLPIANO – Città Metropolitana di Torino
Regione Piemonte

Torrente Bendola - via Banna - Bendola – manutenzione straordinaria

Progetto esecutivo



Le forme spettrali sono definite a partire dai seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g accelerazione orizzontale max sito (espressa in g/10)
- F_0 valore max del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale
- T^*_c Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

☒ Ricerca per nome località: Volpiano (7.7667,45.2)

Coordinate della località:

Longitudine: 7.7667
Latitudine: 45.2

Vita nominale: 50
Classe d'uso: Classe II
Cu: 1.00 Vr: 50

Stati limite ultimi

SLV: Stato Limite di Salvaguardia della Vita

Tr: 475
ag: 0.4584 m/s²
Fo: 2.7195
T*c: 0.2735 s

Stati limite di esercizio

SLD: Stato Limite di Danno

Tr: 50
ag: 0.2405 m/s²
Fo: 2.6032
T*c: 0.19 s

Calcolo eseguito correttamente.

☐ Mappa (solo a titolo informativo - necessario collegamento a internet) ☐ Dettaglio ☒ Globale

ID 12906 lon 7.7407 lat 45.248
ID 12907 lon 7.8114 lat 45.251
lon 7.7667 lat 45.2
ID 13128 lon 7.7454 lat 45.198
ID 13129 lon 7.8161 lat 45.201

COMUNE DI VOLPIANO – Città Metropolitana di Torino
Regione Piemonte

Torrente Bendola - via Banna - Bendola – manutenzione straordinaria

Progetto esecutivo



Sisma - Metodo NTC 18 per il calcolo della forza sismica

☒ attiva Sisma (Rif.: Decreto Ministeriale 17/01/2018)

Cat. Topografica = categoria T1 (categoria topografica (Tab. 3.2.IV))

Cat. Sottosuolo = cat. sottosuolo B (categoria di sottosuolo (Tab. 3.2.II))

Località = Volpiano [45.20000000,7.76670000]

☒ automatico ☐ da DW ☐ C.S.LL.PP.

Vita nominale = 50 anni Classe d'uso = II Tipo di SL = SLV SLD

Fo (valore max del fattore di amplif. dello spettro di accelerazione orizzontale (3.2)) 2.7195 2.6032

ag (accelerazione orizzontale massima al sito [m/s²] (3.2)) 0.4584 0.2405

☒ beta calcolati (7.11.4 e 7.11.6.2) (SLV - muro - SLD) (ribaltamento) (SLV - pendio - SLD) (reimposta il default)

☐ beta "manuali" beta = 0.38 0.47 0.57 0.38 0.47

☒ kh e kv calcolati (SLV - muro - SLD) (ribaltamento) (SLV - pendio - SLD)

☐ solo kh calcolato (kv = 0) kh = 0.0213 0.0138 0.032 0.0213 0.0138

☐ kh e kv "manuali" kv = 0.0107 0.0069 0.016 0.0107 0.0069

Conferma Annulla

La forza di calcolo risultante delle spinte statiche + dinamiche dei terreni sui setti verticali si assume pari a :

$$Ed = \frac{1}{2} \gamma^* (1 \pm kv) KH^2 + E_{ws} + E_{wd}$$

Tale azione è applicata a metà altezza del muro in tutti i casi eccetto in quelli in cui è ammesso che l'opera sia libera di ruotare intorno piede. In tal caso la forza dinamica agisce nello stesso punto di quella statica:

H = altezza dell'elevazione del setto (a contatto con terreno spingente)

E_{ws} = spinta idrostatica

$E_{wd} = 7/12 * k_h * \gamma_w * H'^2$ (H' altezza della falda dal piede del muro)

γ^* = peso specifico del terreno

che nel caso in cui il livello di falda si trovi al di sotto dello strato di terreno considerato è pari al peso del terreno asciutto, viceversa del terreno alleggerito.

K = coefficiente di spinta (statico + dinamico) calcolato mediante la formula di Mononobe-Okabe:



COMUNE DI VOLPIANO – Città Metropolitana di Torino
Regione Piemonte

Torrente Bendola - via Banna - Bendola – manutenzione straordinaria

Progetto esecutivo



Per stati di spinta attiva:

$$\beta \leq \phi - \theta: K = \frac{\sin^2 (\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \sin^2 \psi \sin (\phi + \theta - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin (\phi + \delta) \sin (\phi - \beta - \theta)}{\sin (\phi + \theta - \delta) \sin (\psi + \beta)}} \right]^2}$$

$$\beta > \phi - \theta: K = \frac{\sin^2 (\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \sin^2 \psi \sin (\psi - \theta - \delta)}$$

Per stati di spinta passiva (resistenza a taglio nulla tra terreno e muro):

$$K = \frac{\sin^2 (\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \sin^2 \psi + \theta \left[1 - \frac{\sin}{\sin (\psi + \beta) \sin (\psi + \theta)} \right]^2}$$

dove:

Φ = è il valore di calcolo dell'angolo di resistenza a taglio del terreno in condizioni di sforzo efficace;

Ψ, β = è l'angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale rispettivamente della parete del muro rivolta a monte e dalla superficie del terrapieno = variabile da caso a caso;

δ = è il valore dell'angolo di resistenza a taglio tra terreno e muro $< 2/3 \Phi$;

θ = è l'angolo ricavato dalle seguenti espressioni:

nel caso in cui il livello di falda si trovi al di sotto del terreno considerato:

$$\tan \theta = k_h / (1 \pm k_v)$$

nel caso in cui il livello di falda si trovi al di sopra del terreno considerato :

$$\tan \theta = \gamma / (\gamma - \gamma_w) k_h / (1 \pm k_v)$$

Nel caso di strutture rigide completamente vincolate, in modo tale che non può svilupparsi nel terreno uno stato di spinta attiva, e aventi muri verticali con terrapieno orizzontale, l'incremento dinamico di spinta del terreno può essere calcolato come:

$$\Delta P_d = a s \gamma H^2$$

con punto di applicazione a metà dell'altezza H del muro.

7.2 SPINTE DI CALCOLO DELL'ACQUA IN FASE SISMICA

In caso di presenza di acqua libera sulla faccia esterna del setto si considera la sovrappressione pari a:

$$q(z) = \pm 7/8 * k_h * \gamma_w * \sqrt{h * z}$$

dove:

h = quota del pelo libero dell'acqua

z = coordinata verticale diretta verso il basso, con origine al pelo libero dell'acqua.



8. VERIFICA DELLA CONTROBRIGLIA

Modellazioni e calcoli di verifica sono stati condotti mediante i moduli del programma di calcolo **DOLMENWIN release 22**, che utilizza una procedura ad elementi finiti sviluppata dalla CDM DOLMEN di Torino sulla base delle esperienze maturate in anni di sviluppo e di utilizzo di programmi di analisi strutturale.

Le caratteristiche salienti del programma possono essere riassunte come segue:

- analisi in campo elastico-lineare di strutture costituite da aste prismatiche di sezione qualunque comunque orientate nello spazio e da elementi finiti piani quadrangolari e triangolari (gusci) comunque disposti nello spazio;
- costruzione del modello strutturale realizzabile integralmente per mezzo di un CAD tridimensionale, con controllo immediato della geometria della struttura;
- generazione dei file dei risultati in forma binaria compatta con possibilità di generare file ASCII per le stampe solo per le sollecitazioni ed i casi di carico di interesse;
- verifica di resistenza e di stabilità di membrature in carpenteria metallica ai sensi delle Norme CNR 10011 basate sulla teoria delle tensioni ammissibili;

Il **metodo degli elementi finiti** (*F.E.M. - Finite Element Method*) può essere considerato una estensione al campo dei corpi elastici continui del metodo degli spostamenti, dove si realizza una approssimazione fisica della struttura mediante elementi (gusci, aste ecc.), per i quali si possono definire in forma esatta le relazioni forze-spostamenti ai nodi. Per analogia, si sostituisce al corpo elastico continuo il modello ad elementi finiti e si riducono ai nodi le infinite connessioni presenti. L'elemento atto a riprodurre il comportamento fisico di una parte molto piccola del modello viene visualizzato come una sottoregione in cui definire a priori, in modo possibilmente semplice, l'andamento delle funzioni incognite rappresentate dalle componenti dello spostamento.

Le relazioni analitiche fra caratteristiche di deformazione, spostamenti, sollecitazioni e tensioni nei materiali sono regolate dalla teoria classica della Scienza delle Costruzioni.

Una volta acquisiti i dati il modulo effettua una serie di controlli formali sulla correttezza dell'input, calcola le rigidità dei singoli elementi, assembla la matrice di rigidità globale della struttura, costruisce il vettore dei carichi, risolve il sistema di equazioni lineari rappresentativo del problema e calcola le sollecitazioni nei singoli elementi.

Il calcolo della struttura viene condotto per una serie di condizioni elementari che poi l'utente può combinare a piacere in quelli che vengono chiamati Casi di Carico. I casi di carico possono essere definiti per somma (semplice, doppia o quadratica) o involuppo di condizioni elementari affette da un coefficiente moltiplicativo; inoltre un caso di carico può comprendere anche altri casi di carico definiti in precedenza.



8.1 VALUTAZIONE DI AFFIDABILITÀ DEL CODICE DI CALCOLO UTILIZZATO

L'affidabilità del codice di calcolo è garantita, prima di tutto, dall'esistenza di un'ampia documentazione di supporto (manuale d'uso contenente fra l'altro una vasta serie di test di validazione sia su esempi classici di Scienza delle Costruzioni che su strutture particolarmente impegnative reperibili nella bibliografia specializzata).

Inoltre, la presenza di un modulo CAD per l'introduzione di dati permette la visualizzazione dettagliata degli elementi introdotti.

È possibile poi ottenere rappresentazioni grafiche di deformate e sollecitazioni della struttura, capaci di fornire al progettista valutazione qualitativa delle deformazioni, spostamenti e conformazione delle caratteristiche delle sollecitazioni agenti nei vari casi di carico considerati.

Al termine dell'elaborazione viene inoltre valutata automaticamente la qualità della soluzione, in base all'uguaglianza del lavoro esterno e dell'energia di deformazione.

A maggior tutela, la valutazione di affidabilità del codice è stata suffragata anche mediante l'ausilio di piccoli schemi statici risolvibili manualmente e riconducibili a porzioni significative del modello spaziale realizzato all'interno del software, i quali hanno restituito risultati confrontabili in termini di deformazioni/caratteristiche delle sollecitazioni.

8.2 VERIFICA DELLA CONTROBRIGLIA

A valle della soglia di derivazione oggetto di manutenzione straordinaria si prevede la realizzazione di un bacino di deposito e di una controbriglia. Quest'ultima sarà costituita da un muro a mensola in c.a. immorsato nel terreno funzionale al contenimento del corazzamento a monte e alla verifica di stabilità nel caso di formazione di una buca erosiva a valle.

Le verifiche sono state condotte ai sensi delle NTC 2018, considerando la formazione di una buca erosiva a valle dell'opera e su tutta la larghezza dell'alveo di 1.5 m, l'azione sismica prevista in progetto (cfr. §7), la spinta delle terre a monte e ovviamente della falda a piano campagna e, cautelativamente, un'azione di carico sul terreno a monte dell'entità di 2000 kg/mq. A favore di sicurezza, lato valle non è stata considerata l'azione di contrasto alla traslazione offerta dalla spinta passiva.

Si riportano nel seguito la rappresentazione del modello di calcolo allestito, le sollecitazioni agenti sulla sezione di muro di altezza del paramento pari a 2 m per la combinazione agli SLU e la tabella riassuntiva delle verifiche condotte, rimandando per i dettagli di calcolo e tutti i risultati delle analisi all'ALLEGATO 1.



COMUNE DI VOLPIANO – Città Metropolitana di Torino
Regione Piemonte

Torrente Bendola - via Banna - Bendola – manutenzione straordinaria

Progetto esecutivo

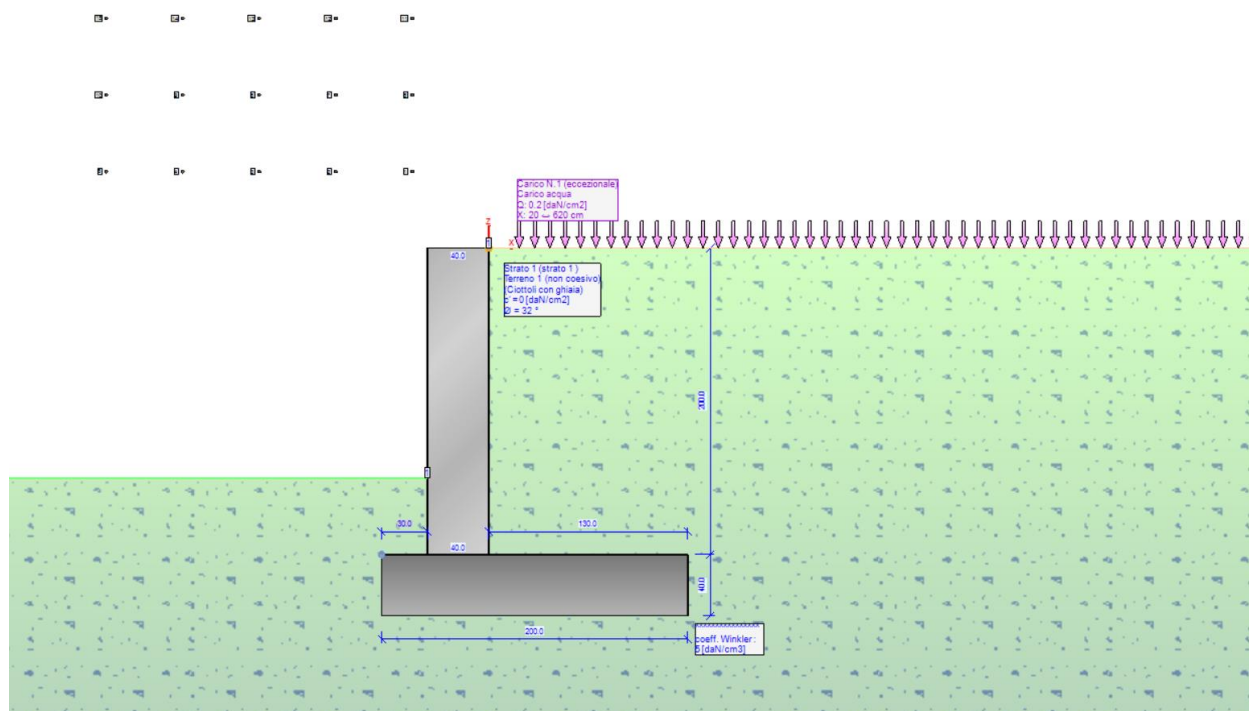


Figura 1 – Modello di calcolo per la verifica della controbriglia a valle della soglia oggetto di manutenzione straordinaria



COMUNE DI VOLPIANO – Città Metropolitana di Torino
Regione Piemonte

Torrente Bendola - via Banna - Bendola – manutenzione straordinaria

Progetto esecutivo

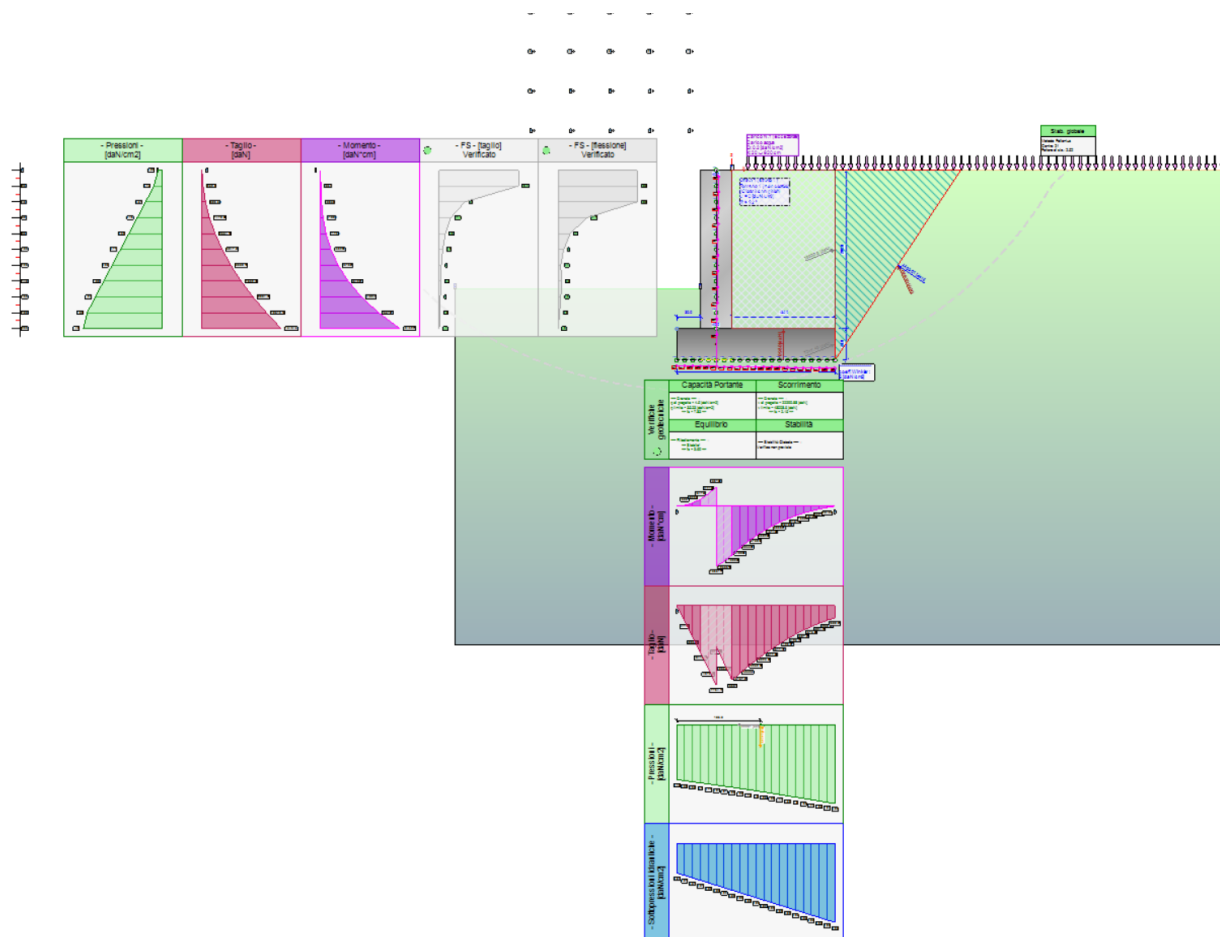


Figura 2 – Forze, pressioni, sollecitazioni e fattori di sicurezza

Tabella 2 – Tabella riassuntiva delle verifiche condotte

caso di carico	capacità portante	scorrimento	ribaltamento	stabilità globale	FS strutturale Fusto (pre-sso-flessione)	FS strutturale Fusto (taglio)	FS strutturale Fusto (tensione cls)	FS strutturale Fusto (tensione acciaio)	FS strutturale Fusto (apertura fessure)	FS strutturale Fondazioni (flessione)	FS strutturale Fondazioni (taglio)	FS strutturale Fondazioni (tensione cls)	FS strutturale Fondazioni (tensione acciaio)	FS strutturale Fondazioni (apertura fessure)
1 - STR(SLU)	7.83	2.15	Stabile 3.69 (s.max.= 1 [cm])	---	1.93	1.13	---	---	---	1.8	1.49	---	---	---
2 - GEO(SLU_GEO)	---	---	---	1.83	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
3 - SLV_SISMA_SU(SLV)	11.51	2.25	Stabile 4.11 (s.max.= 0.74 [cm])	2.09	2.33	1.4	---	---	---	2.17	1.86	---	---	---
4 - SLV_SISMA_GIU(SLV)	11.27	2.26	Stabile 3.86	2.09	2.26	1.37	---	---	---	2.12	1.81	---	---	---

COMUNE DI VOLPIANO – Città Metropolitana di Torino
Regione Piemonte

Torrente Bendola - via Banna - Bendola – manutenzione straordinaria

Progetto esecutivo



5 - SLD_SISM A_SU(SLD)	11.57	2.08	(s.max.= 0.76 [cm])	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
6 - SLD_SISM A_GIU(SLD)	11.4	2.08	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
7 - ECCEZION ALE(SLU_E ccezionale)	13.32	2.3	Stabile 4.09 (s.max.= 0.79 [cm])	---	2.27	1.36	---	---	---	2.12	1.81	---	---	---
8 - RARA(RAR A)	---	---	---	---	---	---	4.69	2.11	---	---	---	4.45	1.92	---
9 - FREQ.(FRE QUENTE)	---	---	---	---	---	---	---	---	2.32	---	---	---	---	2.1
10 - Q.PERM.(Q UASI_PER M)	---	---	---	---	---	---	3.52	---	1.54	---	---	3.34	---	1.4

COMUNE DI VOLPIANO – Città Metropolitana di Torino
Regione Piemonte

Torrente Bendola - via Banna - Bendola – manutenzione straordinaria

Progetto esecutivo



9. DIMENSIONAMENTO DELLA VASCA DI DISSIPAZIONE A VALLE DELLA CONTROBRIGLIA

A valle della traversa si prevede la realizzazione di un bacino di dissipazione funzionale al contenimento del risalto idraulico prodotto dallo sbarramento nelle condizioni di esercizio ordinario, con sbarramento completamente eretto.

La condizione di maggiormente critica per la determinazione dell'estensione del risalto idraulico si ha in occasione del deflusso della portata di piena di riferimento. Nel caso in esame è stato considerato il valore della portata di piena pari a 75 mc/s.

Il calcolo per determinare l'estensione del risalto idraulico e quindi del corazzamento di fondo è stato effettuato sulla base delle formulazioni empiriche suggerite da Rand e Paoletti, considerando lo schema riportato nella figura seguente e individuando l'estensione del bacino di dissipazione come somma dei termini L_1 e L_2 .

le formulazioni empiriche suggerite da Paoletti sono le seguenti:

$$\begin{aligned}\frac{y_p}{\Delta z} &= (1,236 - 0,136F) \left(\frac{y_c}{\Delta z} \right)^{0,765 - 0,051F} ; \\ \frac{y_1}{\Delta z} &= (0,566 - 0,021F) \left(\frac{y_c}{\Delta z} \right)^{1,314 - 0,015F} ; \\ \frac{y_2}{\Delta z} &= (1,61 + 0,04F) \left(\frac{y_c}{\Delta z} \right)^{0,813 + 0,006F} ; \\ \frac{L_1}{\Delta z} &= (3,44 + 0,21F) \left(\frac{y_c}{\Delta z} \right)^{0,765 - 0,048F} ; \\ L_2 &= 6y_i.\end{aligned}$$

L'estensione del corazzamento di fondo alveo è stata pertanto determinata come somma dei termini L_1 e L_2 .

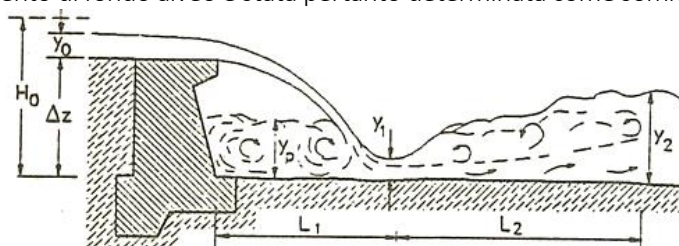


Figura 3 – Schema del risalto idraulico

Dall'analisi idraulica condotta e considerando cautelativamente il deflusso di una portata di circa 7 m³/s per metro di estensione della traversa e un ΔH di 90 cm tra briglia a controbriglia si ottiene **un'estensione del bacino di dissipazione pari a 12 m.**

A valle della controbriglia è stata inoltre previsto il corazzamento del fondo alveo per una lunghezza di 3 m con massi ciclopici di 3° categoria opportunamente immorsati in alveo. Ciò al fine di proteggere ulteriormente la controbriglia dalla formazione di una buca erosiva che potrebbe portare per regressione al collasso della traversa e per dissipare il risalto idraulico.



COMUNE DI VOLPIANO – Città Metropolitana di Torino
Regione Piemonte

Torrente Bendola - via Banna - Bendola – manutenzione straordinaria

Progetto esecutivo



10. VERIFICA DELLE SCOGLIERE IN PROGETTO

L'intervento consiste nella realizzazione di nuove opere di sostegno in massi ciclopici non cementati per arrestare i processi erosivi, allontanare l'alveo dalla sponda e proteggere gli stabilimenti industriali.

La sezione maggiormente critica per le verifiche di stabilità presenta altezza del paramento di 3,50 metri, fondazione di altezza non inferiore a 1 m e sarà opportunamente sottofondata di almeno 0,8 m rispetto alla quota di thalweg.

Le verifiche sono state condotte secondo l'approccio 2 delle NTC 2018, considerando cautelativamente la presenza della falda a monte, di un carico distribuito sul versante a monte della scogliera e l'azione del sisma.

Si riportano nel seguito i risultati sintetici della verifica, rimandando per maggiori dettagli ai contenuti all'ALLEGATO 2.

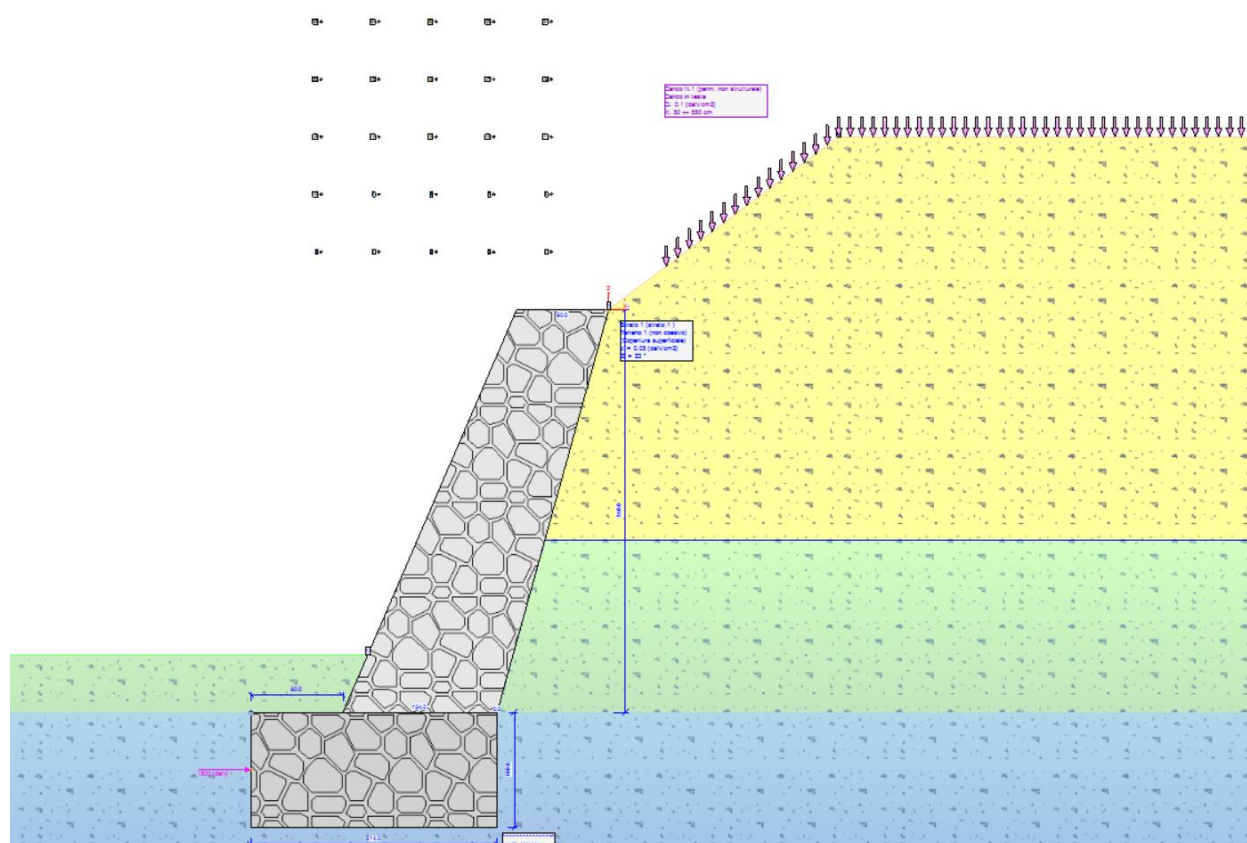


Figura 4 – Modello di calcolo della scogliera allestito per le verifiche strutturali e geotecniche. $H=3.5$ m



COMUNE DI VOLPIANO – Città Metropolitana di Torino
Regione Piemonte

Torrente Bendola - via Banna - Bendola – manutenzione straordinaria

Progetto esecutivo

SRIA
s.r.l.
STUDIO ROSSO
INGEGNERI ASSOCIATI

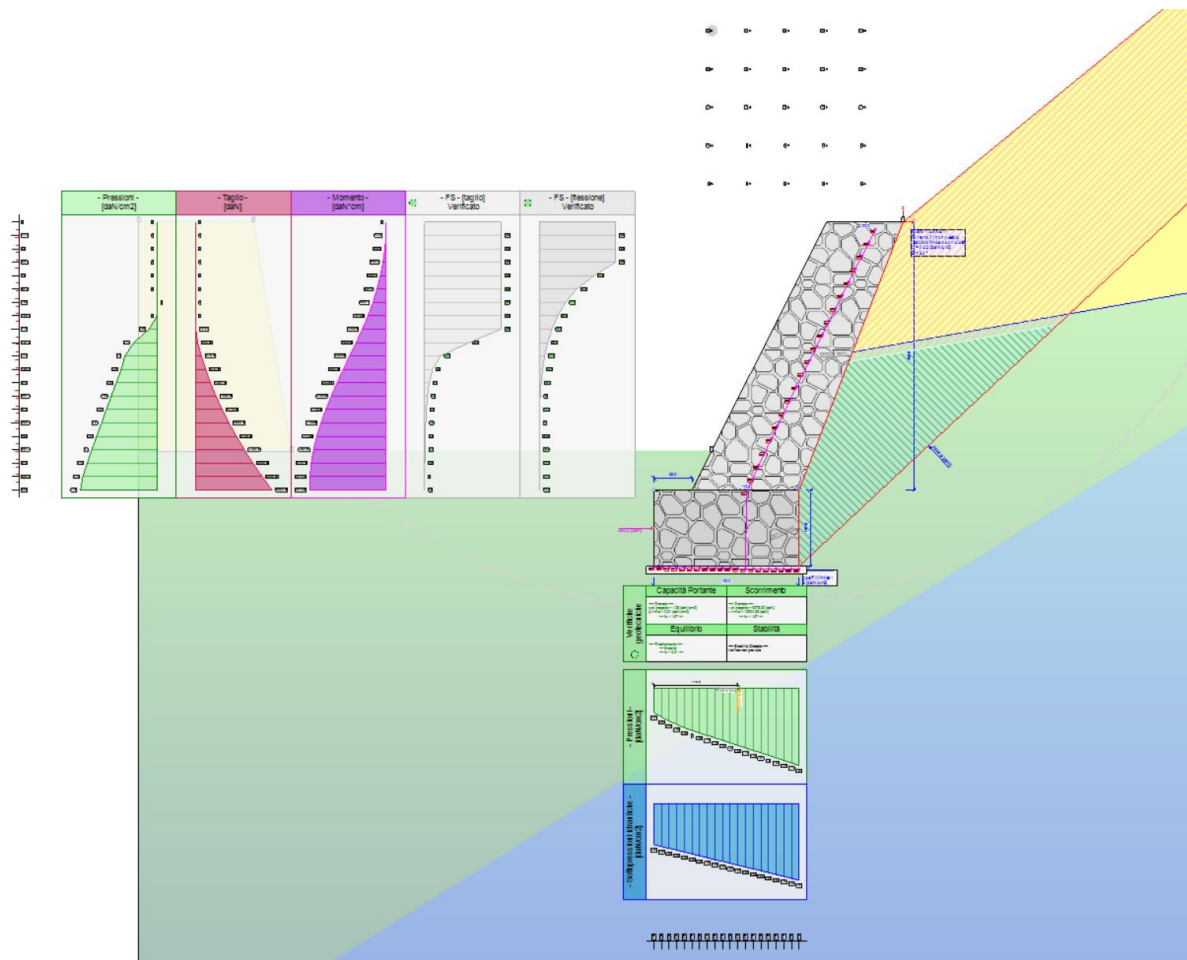


Figura 5 – Forze, pressioni, sollecitazioni e fattori di sicurezza

Tabella 3 – Tabella riassuntiva delle verifiche condotte

caso di carico	capacità portante	scorrimento	ribaltamento	stabilità globale	FS strutturale Fusto(presso- flessione)	FS strutturale Fusto(taglio)
1 - STR(SLU)	1.47	1.26	Stabile 2.03 (s.max.=0.21 [cm])	---	19.21	2.35
2 - GEO(SLU_GEO)	---	---	---	1.37	---	---
3 - SLV_SISMA_SU(SLV)	2.09	1.42	Stabile 2.71 (s.max.=0.3 [cm])	1.61	23.09	4.24
4 - SLV_SISMA_GIU(SLV)	2.06	1.41	Stabile 2.64 (s.max.=0.28 [cm])	1.61	23.54	4.11
5 - SLD_SISMA_SU(SLD)	2.15	1.34	---	---	---	---
6 - SLD_SISMA_GIU(SLD)	2.13	1.33	---	---	---	---



COMUNE DI VOLPIANO – Città Metropolitana di Torino
Regione Piemonte

Torrente Bendola - via Banna - Bendola – manutenzione straordinaria

Progetto esecutivo



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



ALLEGATI



COMUNE DI VOLPIANO – Città Metropolitana di Torino
Regione Piemonte

Torrente Bendola - via Banna - Bendola – manutenzione straordinaria

Progetto esecutivo



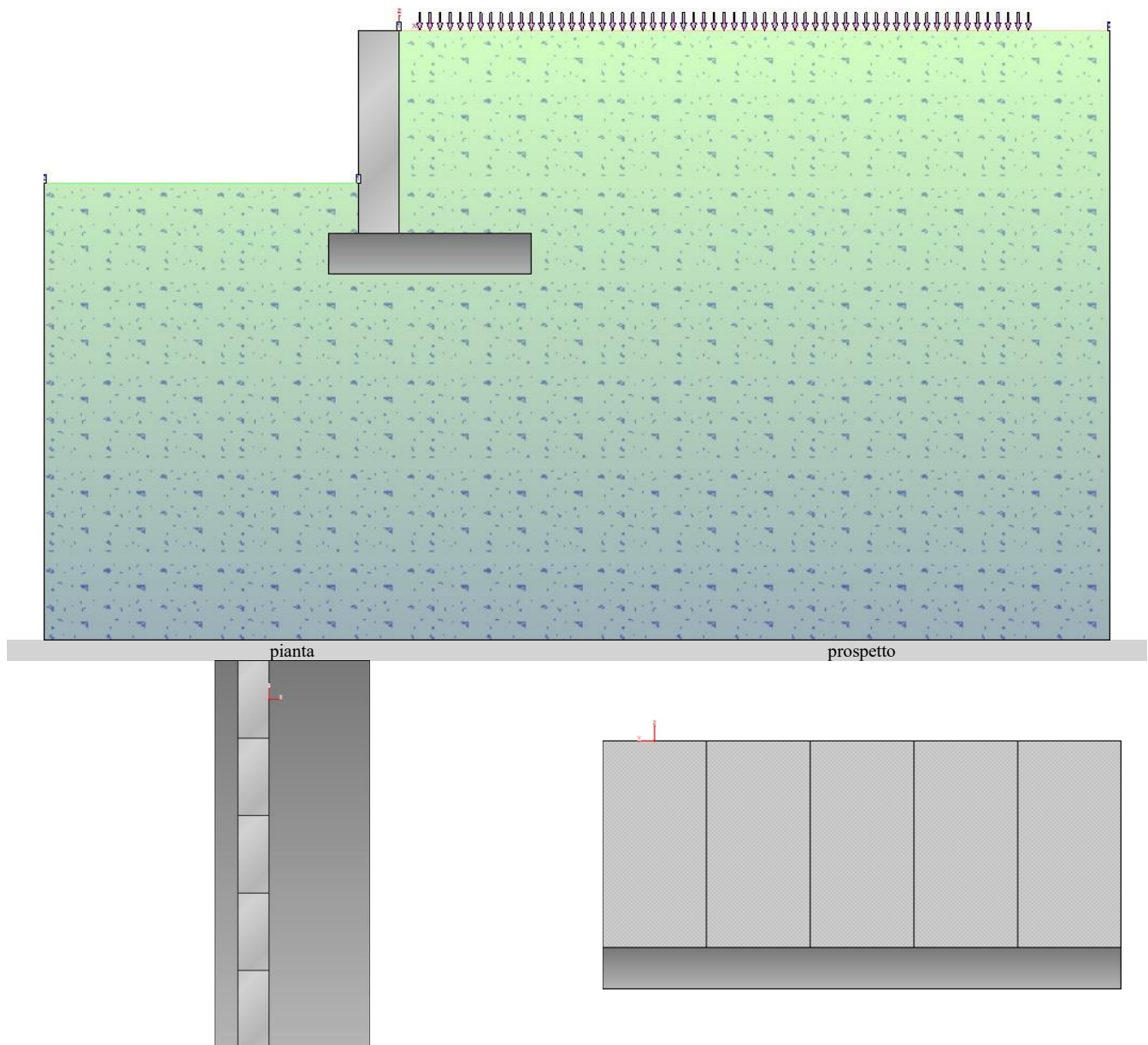
Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



ALLEGATO 1

– Verifica della controbriglia in c.a.

Relazione di Calcolo – VERIFICA DELLA CONTROBRIGLIA



- 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	capacità	scorrimen to	ribaltame nto	stabilità	FS struttural e	FS struttural e	FS struttural e	FS struttural e	FS struttural e	FS struttural e	FS struttural e	FS struttural e	FS struttural e	FS struttural e
carico	portante	.	.	globale	Fusto(pre sso- flessione)	Fusto(tag lio)	Fusto(ten sione cls)	Fusto(ten sione acciaio)	Fusto(ape rtura fessure)	Fondazio ne(flessio ne)	Fondazio ne(taglio)	Fondazio ne(tensio ne cls)	Fondazio ne(tensio ne acciaio)	Fondazio ne(apertu ra fessure)

1 - STR(SLU)	7.83	2.15	Stabile 3.69 (s.max. = 1 [cm])	---	1.93	1.13	---	---	---	1.8	1.49	---	---	---
2 - GEO(SLU_ GEO)	---	---	---	1.83	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
3 - SLV_SISM A_SÜ(SLV)	11.51	2.25	Stabile 4.11 (s.max. = 0.74 [cm])	2.09	2.33	1.4	---	---	---	2.17	1.86	---	---	---
4 - SLV_SISM A_GIU(SLV)	11.27	2.26	Stabile 3.86 (s.max. = 0.76 [cm])	2.09	2.26	1.37	---	---	---	2.12	1.81	---	---	---
5 - SLD_SISM A_SÜ(SLD)	11.57	2.08	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
6 - SLD_SISM A_GIU(SLD)	11.4	2.08	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
7 - ECCEZION ALE(SLU_E eccezionale)	13.32	2.3	Stabile 4.09 (s.max. = 0.79 [cm])	---	2.27	1.36	---	---	---	2.12	1.81	---	---	---
8 - RARA(RAR A)	---	---	---	---	---	---	4.69	2.11	---	---	---	4.45	1.92	---
9 - FREQ.(FRE QUENTE)	---	---	---	---	---	---	---	---	2.32	---	---	---	---	2.1
10 - Q.PERM.(Q UASI_PER M)	---	---	---	---	---	---	3.52	---	1.54	---	---	3.34	---	1.4

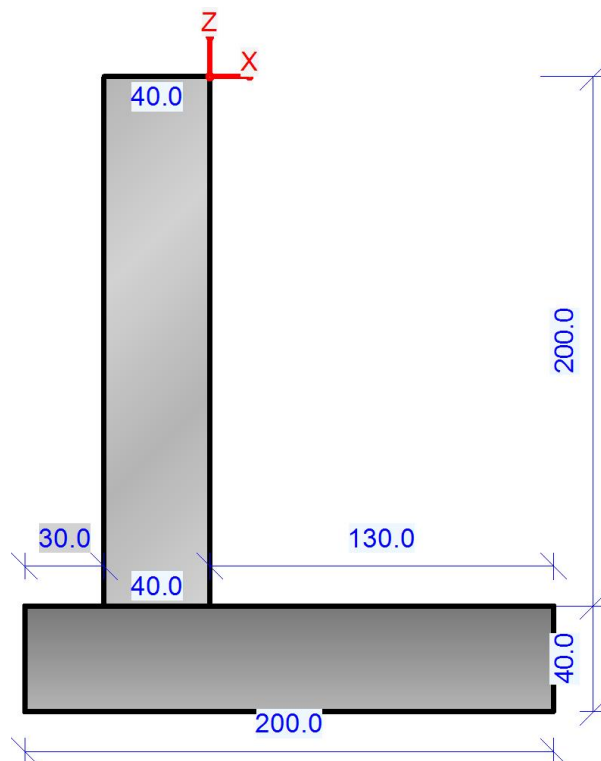
--- verifiche pannello: ---

Muro Verificato!

[Verifiche Superate]

- Elementi strutturali

- Muro e fondazione



- Terreno

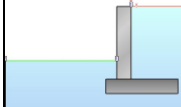
- Profili di Monte e Valle

MONTE				VALLE		
punto	x [cm]	z [cm]		punto	x [cm]	z [cm]
1	0	0	-	1	-40	-150
2	700	0	-	2	-350	-150

Coordinate vertici profilo di monte e di valle.

- Strati

strato e terreno	dati inseriti	disegno strato	coord. (x;z)
- 1 - Strato 1 (strato 1) Terreno 1 (non coesivo) (Ciottoli con ghiaia) $c' = 0$ [daN/cm ²] $\gamma = 0.019$ [daN/cm ³] $\varphi = 32^\circ$	$h = 0$ $i = 0^\circ$		1 (700;-600)[cm] 2 (700;0)[cm] 3 (0;0)[cm] 4 (0;-200)[cm] 5 (130;-200)[cm] 6 (130;-240)[cm] 7 (-70;-240)[cm] 8 (-70;-200)[cm] 9 (-40;-200)[cm] 10 (-40;-150)[cm] 11 (-350;-150)[cm] 12 (-350;-600)[cm]

- falda -	$hV = -150$ $hM = 0$ $hI = -400$		1 (-40;-200) 2 (-40;-150) 3 (-350;-150) 4 (-350;-600) 5 (700;-600) 6 (700;0) 7 (0;0) 8 (0;-200) 9 (130;-200) 10 (130;-240) 11 (-70;-240) 12 (-70;-200)
-----------	--	---	---

Stratigrafia.

- Normativa, materiali e modello di calcolo

- Norme Tecniche per le Costruzioni 17/01/2018

- Approccio 2

Coeff. sulle azioni	Coeff. proprietà terreno	Coeff. resistenze
- permanenti/favorevole = 1 - permanenti/sfavorevole = 1.3 - permanenti non strutturali/favorevole = 0.8 - permanenti non strutturali/sfavorevole = 1.5 - variabili/favorevole = 0 - variabili/sfavorevole = 1.5	- Coesione = 1 - Angolo di attrito = 1 - Resistenza al taglio non drenata = 1	- Capacità portante = 1.4 - Scorrimento = 1.1 - Resistenza terreno a valle = 1.4 - Ribaltamento = 1.15 - Capacità portante (sisma) = 1.2 - Scorrimento (sisma) = 1 - Resistenza terreno a valle (sisma) = 1.2 - Ribaltamento (sisma) = 1

- combinazione 2 per stabilità globale -

Combinazione 2		
Coeff. sulle azioni	Coeff. proprietà terreno	Coeff. resistenze
- permanenti/favorevole = 1 - permanenti/sfavorevole = 1 - permanenti non strutturali/favorevole = 0.8 - permanenti non strutturali/sfavorevole = 1.3 - variabili/favorevole = 0 - variabili/sfavorevole = 1.3	- Coesione = 1.25 - Angolo di attrito = 1.25 - Resistenza al taglio non drenata = 1.4	- Stabilità globale = 1.1 - Stabilità globale (sisma) = 1.2

- Dati di progetto dell'azione sismica:

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

- località = Volpiano [45.20000000,7.76670000]
- vita nominale = 100 anni
- classe d'uso = II
- SLU = SLV
- SLE = SLD
- categoria di sottosuolo = cat B
- categoria topografica = categoria T1
- $ag (SLV) = 0.536 \text{ m/s}^2$
- $Fo (SLV) = 2.7582$
- $ag (SLD) = 0.3042 \text{ m/s}^2$
- $Fo (SLD) = 2.6647$

- beta m (SLV)= 0.38
- beta m (SLD)= 0.47
- beta r (SLV)= 0.57
- beta s (SLV)= 0.38
- beta s (SLV)= 0.47
- > kh (muro,SLV) = 0.0249
- > kv (muro,SLV) = 0.0125
- > kh (muro,SLD) = 0.0175
- > kv (muro,SLD) = 0.0087
- > kh (ribaltamento,SLV) = 0.0374
- > kv (ribaltamento,SLV) = 0.0187
- > kh (pendio,SLV) = 0.0249
- > kv (pendio,SLV) = 0.0125
- > kh (pendio,SLD) = 0.0175
- > kv (pendio,SLD) = 0.0087

- Caratteristiche dei materiali:

Calcestruzzo	Acciaio
- Descrizione = C32/40	- Descrizione = B450C
- $f_{ck} = 332 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$	- $E = 2100000 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$
- $\gamma_c = 1.5$	- $f_{yk} = 4500 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$
- $f_{cd} = 188.13 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$	- $f_{tk} = 5175 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$
- $E_{cm} = 336427.78 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$	- $\epsilon_{yd} = 0.1863 \%$
- $\alpha_{cc} = 0.85$	- $\epsilon_{ud} = 6.7500 \%$
- $\epsilon_{c2} = 0.2000 \%$	- $\gamma_s = 1.15$
- $\epsilon_{cu2} = 0.3500 \%$	- $f_{yd} = 3913.04 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$
- $\gamma \text{ (p.vol.)} = 0.0025 \text{ [daN/cm}^3\text{]}$	- $f_{ud} = 4439.81 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$

Condizioni ambientali (fusto, monte) = aggressivo (XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3).

Condizioni ambientali (fusto, valle) = aggressivo (XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3).

Condizioni ambientali (fondazione) = aggressivo (XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3).

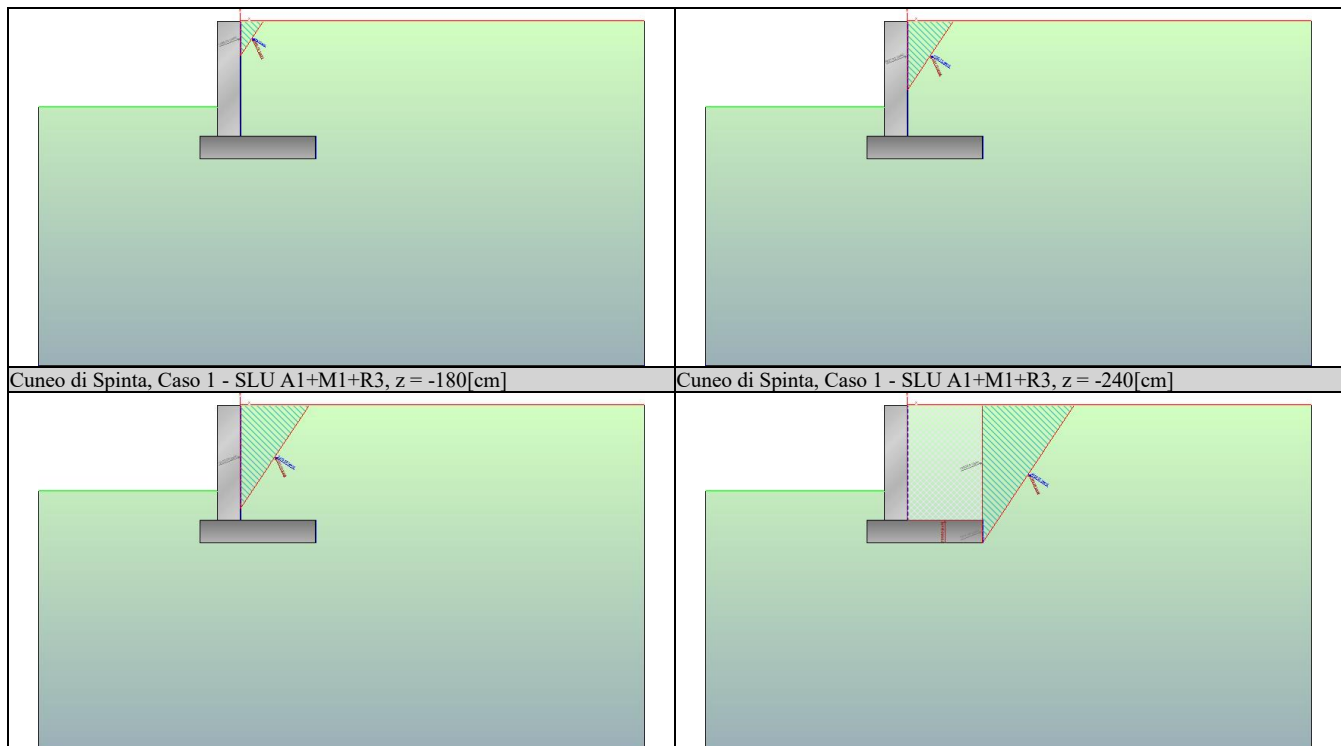
- Opzioni di calcolo

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 LANCELOTTO "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 / $c' = 0$

Cuneo di Spinta, Caso 1 - SLU A1+M1+R3, z = -60[cm]

Cuneo di Spinta, Caso 1 - SLU A1+M1+R3, z = -120[cm]



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 / ϕ' o $C_u = 1$
- coeff. per calcolo della sottospinta idraulica = 0.1

La verifica di stabilità globale viene eseguita con i metodi di Fellenius e Bishop semplificato, utilizzando il coefficiente di sicurezza minore.

- Attrito stab. globale / ϕ' o $C_u = 1$

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) = 5 [daN/cm³]

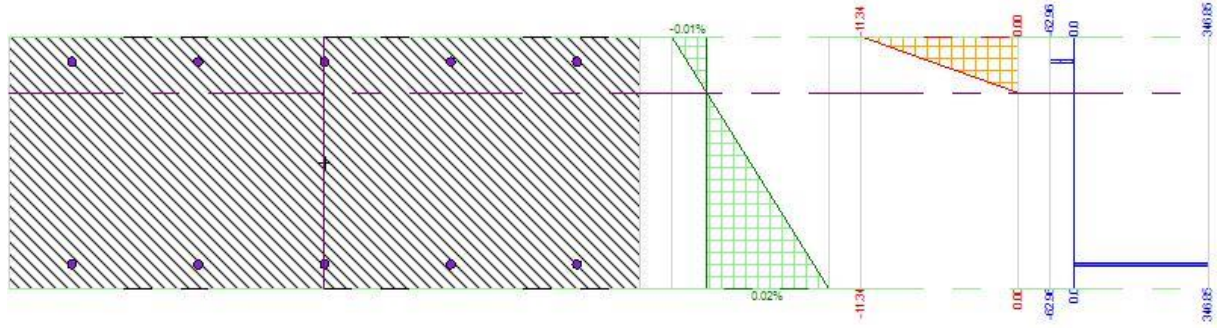
La verifica delle sezioni in cemento armato viene eseguita a SLU e SLE. La pressoflessione è verificata a SLU con i diagrammi costitutivi parabola-rettangolo (cls) e bilatero (acciaio) [NTC18

4.1.2.1.2]. La resistenza nei confronti di sollecitazioni taglianti è verificata a SLU [NTC18 4.1.2.3.5]. A SLE si verifica lo stato limite di apertura delle fessure [NTC18 4.1.2.2.4], e la tensione massima nei materiali [NTC18 4.1.2.2.5].

- apertura delle fessure: $k_t=0.40$, $k_1=0.80$, $k_2=0.50$, $k_3=3.40$, $k_4=0.43$. interasse barre limitato.
- lunghezza di ancoraggio, numero di diametri = 5
- lunghezza di ancoraggio, lunghezza minima = 5 [cm]

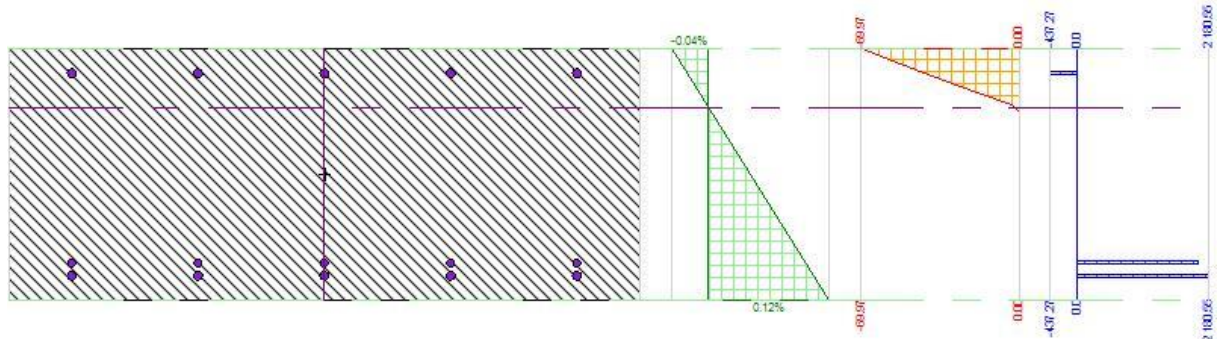
Verifica a pressoflessione, sezione del fusto, Caso 1 - SLU A1+M1+R3, $z = -100$ [cm]

Diagramma verde = deformazione [%], arancio = tensioni cls [daN/cm²], blu = tensioni armature [daN/cm²].



Verifica a pressoflessione, sezione del fusto, Caso 1 - SLU A1+M1+R3, $z = -200$ [cm]

Diagramma verde = deformazione [%], arancio = tensioni cls [daN/cm²], blu = tensioni armature [daN/cm²].



- *Carichi*

- Carichi sul Terreno

- **Carichi Nastriformi:**

Carico 1:

- descrizione = Carico acqua
- tipologia = eccezionale
- estremi (x_i ; x_f) = 20 [cm]; 620 [cm]
- tipo inserimento = sul profilo
- intensità = 0.2 [daN/cm²]

- Carichi sulla Struttura

Considera come carico principale variabile (per coeff. psi [NTC18 2.5.3]) i casi di tipo: tutti

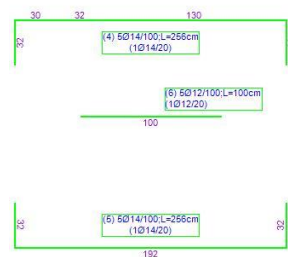
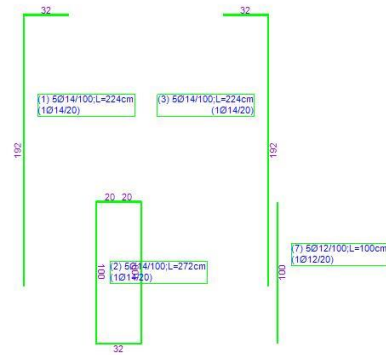
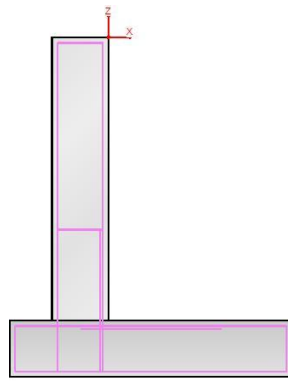
- *Casi di Carico*

caso	coefficienti per i carichi
STR (SLU) descr. = SLU A1+M1+R3 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 acqua [0.00; -]
GEO (SLU_GEO) descr. = SLU A2+M2+R2 coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Nas.(ter) --- 1) Carico acqua [0.00; -]
SLV_SISMA_SU (SLV) descr. = Sisma_1+1+R_Su coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Nas.(ter) --- 1) Carico acqua [0.00;0.00]
SLV_SISMA_GIU (SLV) descr. = Sisma_1+1+R_Giu coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Nas.(ter) --- 1) Carico acqua [0.00;0.00]
SLD_SISMA_SU (SLD) descr. = Sisma_1+1+R_Su coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Nas.(ter) --- 1) Carico acqua [0.00;0.00]
SLD_SISMA_GIU (SLD) descr. = Sisma_1+1+R_Giu coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Nas.(ter) --- 1) Carico acqua [0.00;0.00]
ECCEZIONALE (SLU_Eccezionale) descr. = SLU_Eccezionale coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Nas.(ter) --- 1) Carico acqua [1.00; -]
RARA (Caratteristica) descr. = SLE caratteristica (rara) coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Nas.(ter) --- 1) Carico acqua [0.00; -]
FREQ. (Frequente) descr. = SLE frequente coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Nas.(ter) --- 1) Carico acqua [0.00; -]
Q.PERM. (Quasi_Perm) descr. = SLE quasi permanente coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Nas.(ter) --- 1) Carico acqua [0.00; -]

Casi di Carico

- *Armatura*

- Muro e fondazione con esplosi



- Armatura Longitudinale

Per la verifica flessionale delle ali laterali sono stati impostati i seguenti campi:

- tratto $n^{\circ} = 1$
- altezza = 200 [cm]
- passo ferri lato valle = 20 [cm]
- diametro ferri lato valle = 1.2 [cm]
- passo ferri lato monte = 20 [cm]
- diametro ferri lato monte = 1.2 [cm]
- copriferro = 5 [cm]

- Armatura a Taglio in fondazione

Per la verifica a Taglio della fondazione sono state inserite delle armature con le seguenti caratteristiche:

- Mensola di VALLE
- numero bracci = 2.5
- passo staffe = 40 [cm]
- diametro staffe = 1 [cm]
- Mensola di MONTE
- numero bracci = 5
- passo staffe = 40 [cm]
- diametro staffe = 1 [cm]

Computo metrico Calcestruzzo e Acciaio :

Fusto		Fondazione		Totale	
cls	acciaio	cls	acciaio	cls	acciaio
- vol. = 800000 [cm ³] - peso = 2000 [daN]	- lung. = 4100 [cm] - peso = 47.9 [daN] - Arm. Oriz.: - lung. = 2000 [cm] - peso = 17.8 [daN] - Arm. a taglio in fondazione: - lung. = 1090 [cm] - peso = 6.7 [daN]	- vol. = 800000 [cm ³] - peso = 2000 [daN]	- lung. = 3060 [cm] - peso = 35.4 [daN]	- vol. = 1600000 [cm ³] - peso = 4000 [daN] - costo = 0 €	- lung. = 10250 [cm] - peso = 107.8 [daN] - costo = 0 €
costo Totale = 0 €					

(costi unitari: cls = 0 € a mc; acciaio = 0 € a daN)

(Valori da intendersi a modulo di calcolo (100 [cm]))

- Verifiche Geotecniche

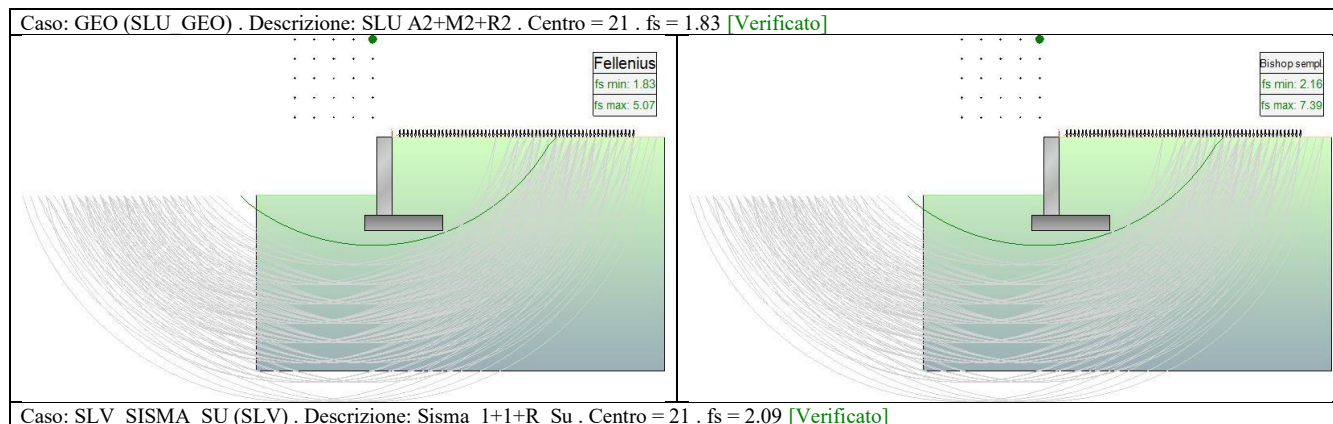
caso di carico	capacità portante	scorrimento	equilibrio
1 - STR (SLU)	- <i>Drenata</i> - q di progetto = 4.5 [daN/cm ²] q limite = 35.23 [daN/cm ²] --> fs = 7.83 [Verificato]	- <i>Drenata</i> - v applicato = 22290.88 [daN] v limite = 48008.6 [daN] --> fs = 2.15 [Verificato]	- <i>Ribaltamento</i> - Stabile --> fs = 3.69 (spost.max.=1 [cm]) [Verificato] - <i>Stab. globale</i> - verifica non prevista
2 - GEO (SLU_GEO)	- <i>Drenata</i> - verifica non prevista	- <i>Drenata</i> - verifica non prevista	- <i>Ribaltamento</i> - verifica non prevista - <i>Stab. globale</i> - --> fs = 1.83 [Verificato]
3 - SLV_SISMA_SU (SLV)	- <i>Drenata</i> - q di progetto = 3.38 [daN/cm ²] q limite = 38.91 [daN/cm ²] --> fs = 11.51 [Verificato]	- <i>Drenata</i> - v applicato = 17921.97 [daN] v limite = 40332.26 [daN] --> fs = 2.25 [Verificato]	- <i>Ribaltamento</i> - Stabile --> fs = 4.11 (spost.max.=0.74 [cm]) [Verificato] - <i>Stab. globale</i> - --> fs = 2.09 [Verificato]
4 - SLV_SISMA_GIU (SLV)	- <i>Drenata</i> - q di progetto = 3.46 [daN/cm ²] q limite = 39.04 [daN/cm ²] --> fs = 11.27 [Verificato]	- <i>Drenata</i> - v applicato = 18306.25 [daN] v limite = 41338.87 [daN] --> fs = 2.26 [Verificato]	- <i>Ribaltamento</i> - Stabile --> fs = 3.86 (spost.max.=0.76 [cm]) [Verificato] - <i>Stab. globale</i> - --> fs = 2.09 [Verificato]
5 - SLD_SISMA_SU (SLD)	- <i>Drenata</i> - q di progetto = 3.4 [daN/cm ²] q limite = 39.39 [daN/cm ²] --> fs = 11.57 [Verificato]	- <i>Drenata</i> - v applicato = 17685.41 [daN] v limite = 36743.14 [daN] --> fs = 2.08 [Verificato]	- <i>Ribaltamento</i> - verifica non prevista - <i>Stab. globale</i> - verifica non prevista
6 - SLD_SISMA_GIU (SLD)	- <i>Drenata</i> - q di progetto = 3.46 [daN/cm ²] q limite = 39.47 [daN/cm ²] --> fs = 11.4	- <i>Drenata</i> - v applicato = 17955.62 [daN] v limite = 37385.61 [daN] --> fs = 2.08	- <i>Ribaltamento</i> - verifica non prevista - <i>Stab. globale</i> -

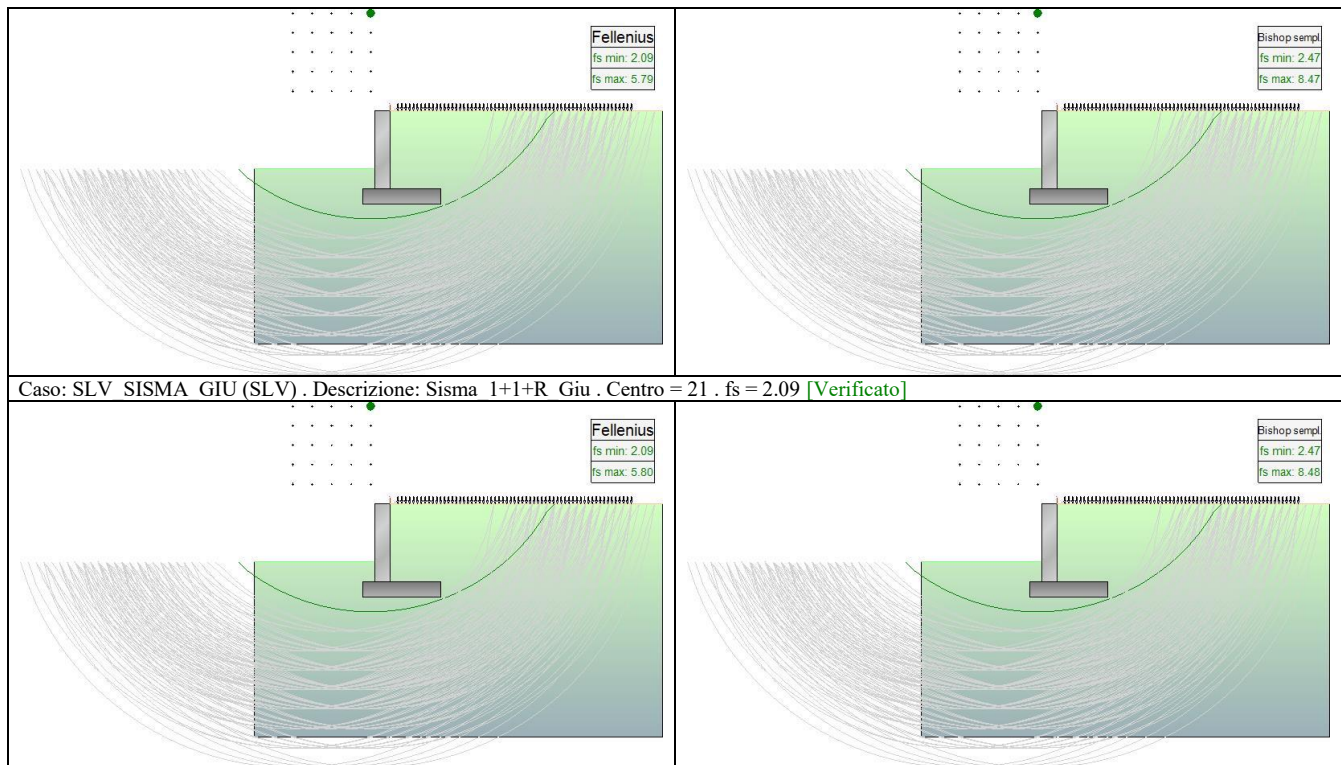
	[Verificato]	[Verificato]	verifica non prevista
7 - ECCEZIONALE (SLU_Eccezionale)	- Drenata - q di progetto = 3.57 [daN/cm ²] q limite = 47.53 [daN/cm ²] --> fs = 13.32 [Verificato]	- Drenata - v applicato = 18379.99 [daN] v limite = 42299.98 [daN] --> fs = 2.3 [Verificato]	- Ribaltamento - Stabile --> fs = 4.09 (spost.max.=0.79 [cm]) [Verificato] - Stab. globale - verifica non prevista

Verifiche geotecniche della fondazione.

caso di carico	p. muro (stab) [daN*cm]	p. terreno (stab) [daN*cm]	azioni muro (stab) [daN*cm]	azioni muro (instab) [daN*cm]	attrito terreno (stab) [daN*cm]	spinta terreno (instab) [daN*cm]	momento stabilizzante [daN*cm]	momento ribaltante [daN*cm]	coeff. di sicurezza
1 STR SLU	390000	9582300	0	0	1750731	2764653	10193940	2764653	3.69
2 GEO SLU GEO	300000	7371000	0	0	1352517	2454578	9023517	2454578	3.68
3 SLV_SISMA_ SU SLV	296263	7233264	0	0	1427872	2180174	8957399	2180174	4.11
4 SLV_SISMA_ GIU SLV	303737	7508736	0	0	1473012	2405262	9285486	2405262	3.86
5 SLD_SISMA_ SU SLD	297377	7371000	0	0	1346716	2223588	9015093	2223588	4.05
6 SLD_SISMA_ GIU SLD	302623	7371000	0	0	1346716	2110080	9020340	2110080	4.27
7 ECCEZIONA LE SLU_Eccezion ale	300000	7668000	0	0	1443569	2303699	9411569	2303699	4.09
8 RARA RARA	300000	7371000	0	0	1346716	2126656	9017716	2126656	4.24
9 FREQ. FREQUENTE	300000	7371000	0	0	1346716	2126656	9017716	2126656	4.24
10 Q.PERM. QUASI_PER M	300000	7371000	0	0	1346716	2126656	9017716	2126656	4.24

Dettaglio della verifica di ribaltamento.





Dettaglio della verifica di stabilità globale.

- Verifiche Strutturali

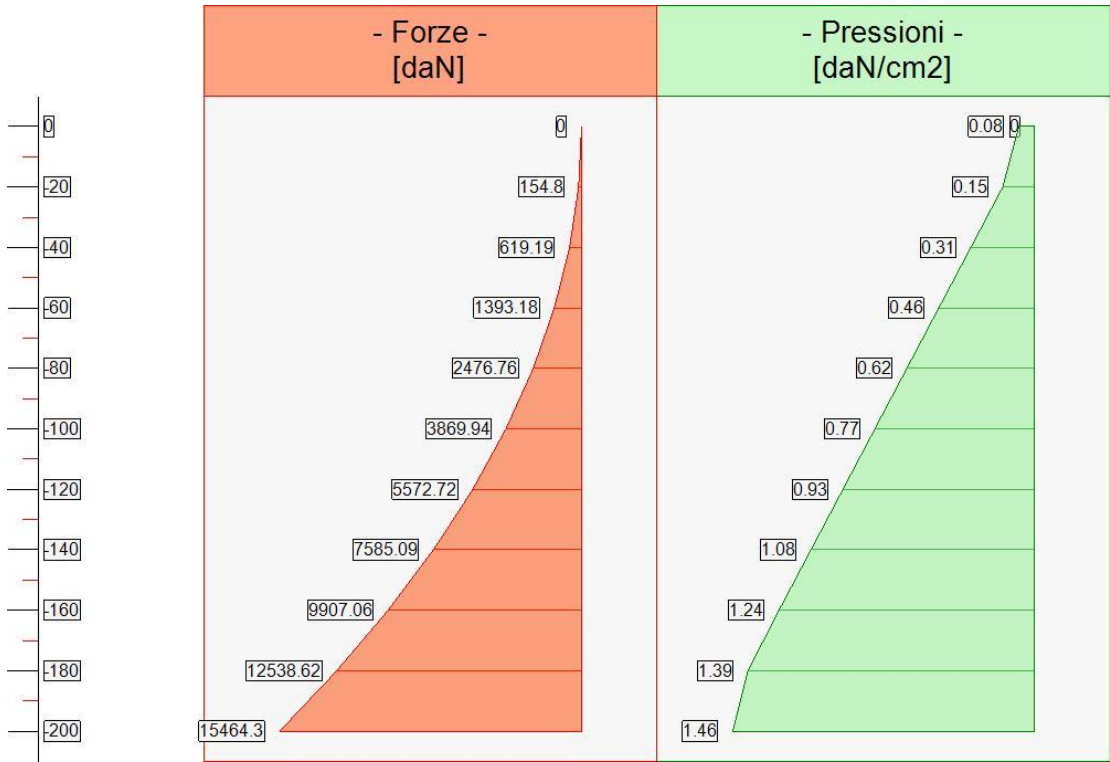
- Diagrammi delle Spinte e Pressioni

- Caso 1 (STR [SLU] - SLU A1+M1+R3)

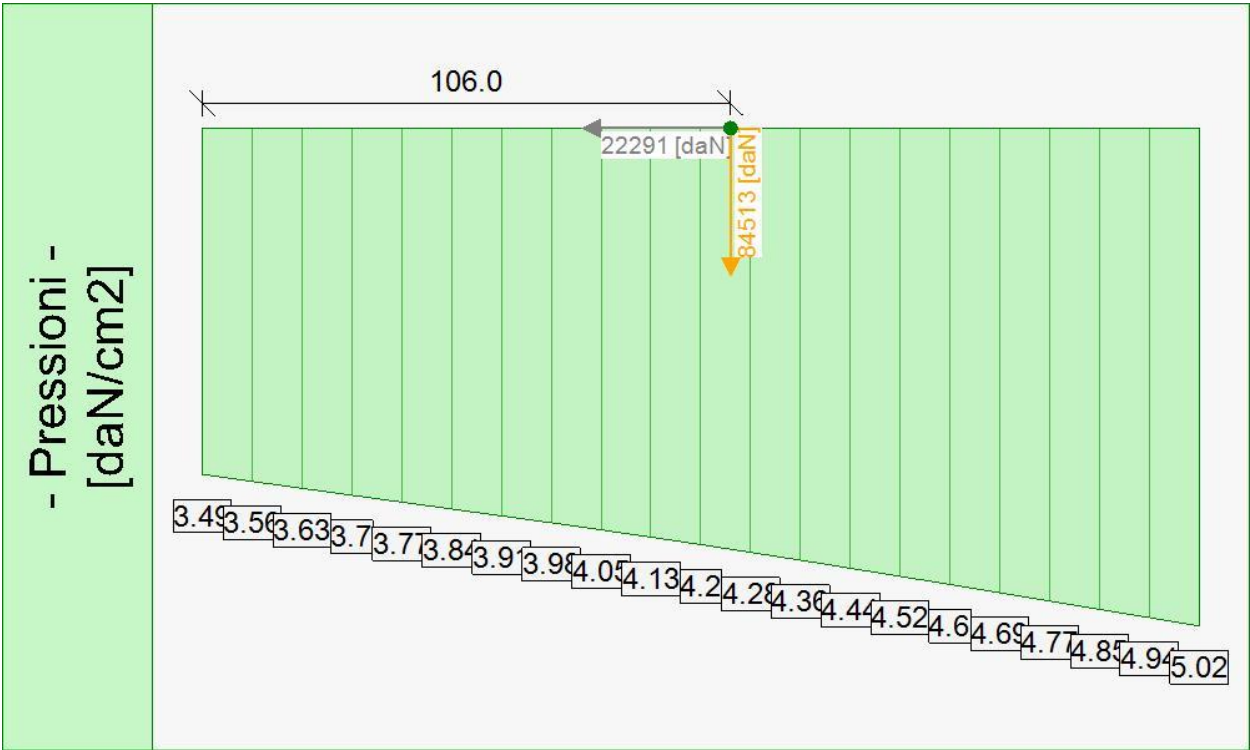
Elevazione			•	Fondazione		
quota [cm]	Pressioni [daN/cm ²]	Forze [daN]	•	quota [cm]	Pressioni [daN/cm ²]	Sottopressioni [daN/cm ²]
0	0	0	•	-70	3.49	0.01
0	0.08	0	•	-60	3.56	0.01
-20	0.15	154.8	•	-50	3.63	0.01
-40	0.31	619.19	•	-40	3.7	0.01
-60	0.46	1393.18	•	-30	3.77	0.02
-80	0.62	2476.76	•	-20	3.84	0.02
-100	0.77	3869.94	•	-20	3.84	0.02
-120	0.93	5572.72	•	-10	3.91	0.02
-140	1.08	7585.09	•	0	3.98	0.02
-160	1.24	9907.06	•	10	4.05	0.02
-180	1.39	12538.62	•	20	4.13	0.02
-200	1.46	15464.3	•	30	4.2	0.02
			•	40	4.28	0.02
			•	50	4.36	0.02
			•	60	4.44	0.02
			•	70	4.52	0.02
			•	80	4.6	0.03
			•	90	4.69	0.03
			•	100	4.77	0.03
			•	110	4.85	0.03

			•	120	4.94	0.03
			•	130	5.02	0.03

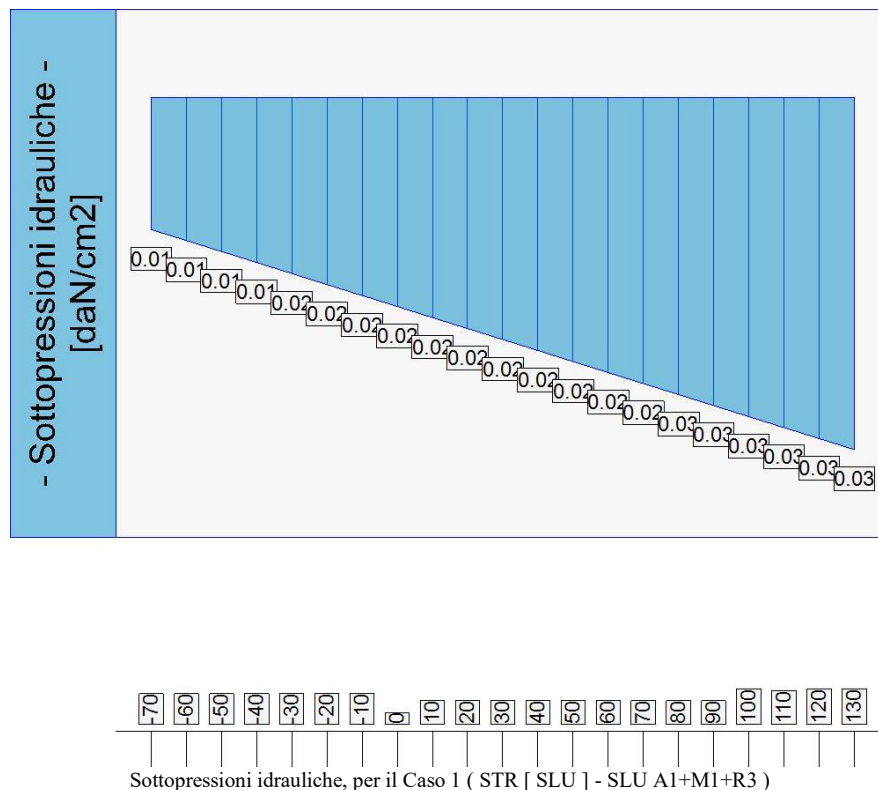
Forze e Pressioni lungo il paramento verticale e fondazione, per il Caso 1 (STR [SLU] - SLU A1+M1+R3)



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 1 (STR [SLU] - SLU A1+M1+R3)



Pressioni sul terreno, per il Caso 1 (STR [SLU] - SLU A1+M1+R3)



Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 15464.3 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 6072.85 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 22290.88 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 8753.66 [daN]

Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100 [cm])):

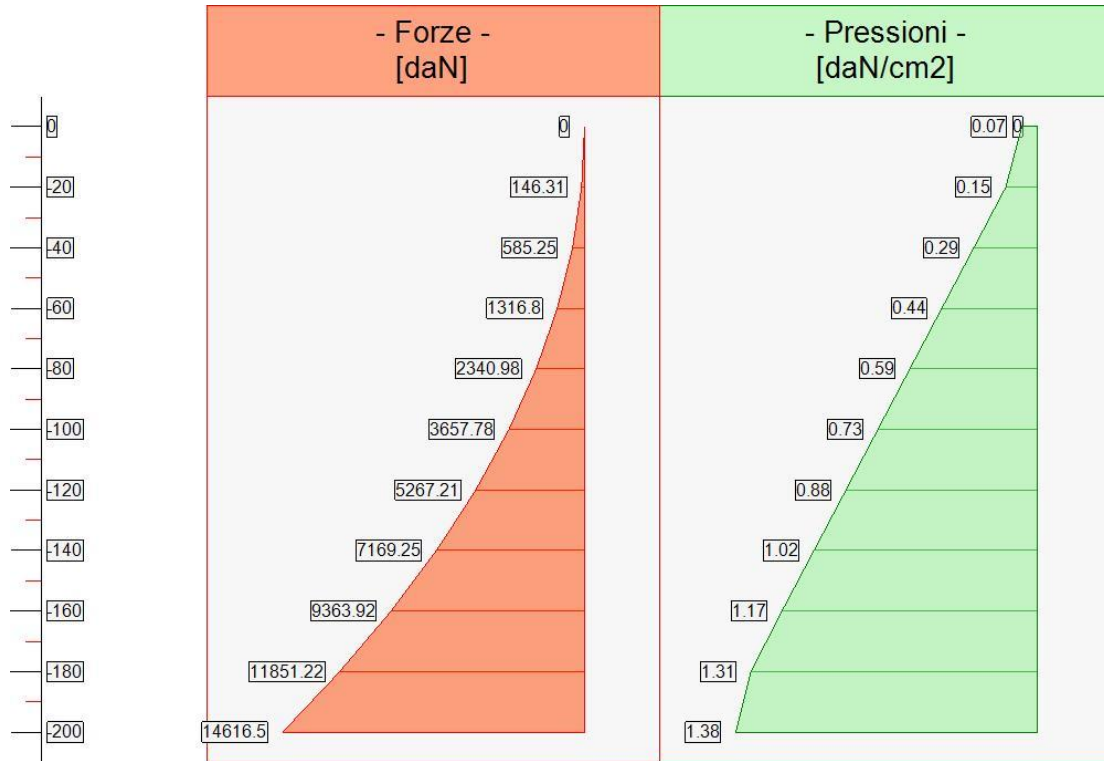
- distanza dal bordo fondazione lato valle = 106 [cm]
- forza orizzontale = 22291 [daN]
- forza verticale = 84513 [daN]

- Caso 2 (GEO [SLU_GEO] - SLU A2+M2+R2)

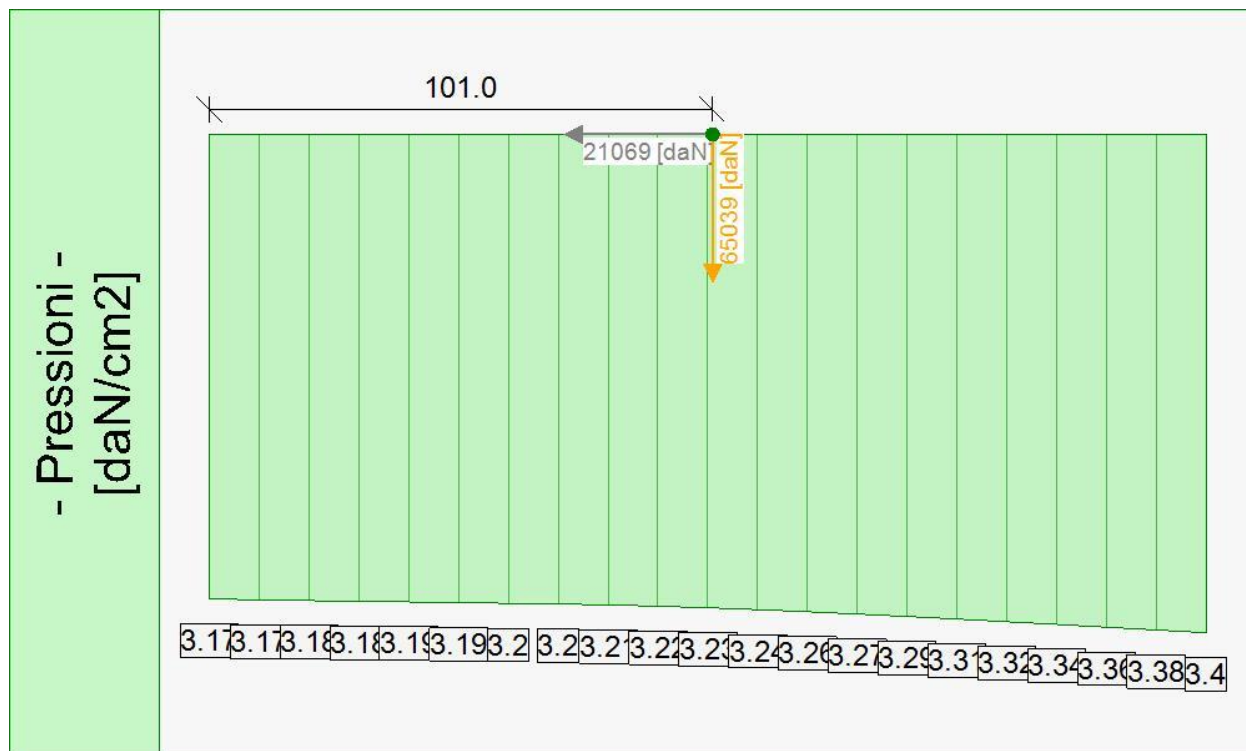
Elevazione			•	Fondazione		
quota [cm]	Pressioni [daN/cm ²]	Forze [daN]		quota [cm]	Pressioni [daN/cm ²]	Sottopressioni [daN/cm ²]
0	0	0	•	-70	3.17	0
0	0.07	0	•	-60	3.17	0
-20	0.15	146.31	•	-50	3.18	0.01
-40	0.29	585.25	•	-40	3.18	0.01
-60	0.44	1316.8	•	-30	3.19	0.01
-80	0.59	2340.98	•	-20	3.19	0.01
-100	0.73	3657.78	•	-20	3.19	0.01
-120	0.88	5267.21	•	-10	3.2	0.01
-140	1.02	7169.25	•	0	3.2	0.01
-160	1.17	9363.92	•	10	3.21	0.01
-180	1.31	11851.22	•	20	3.22	0.02
-200	1.38	14616.5	•	30	3.23	0.02
			•	40	3.24	0.02
			•	50	3.26	0.02
			•	60	3.27	0.02

			•	70	3.29	0.02
			•	80	3.31	0.02
			•	90	3.32	0.02
			•	100	3.34	0.02
			•	110	3.36	0.02
			•	120	3.38	0.02
			•	130	3.4	0.02

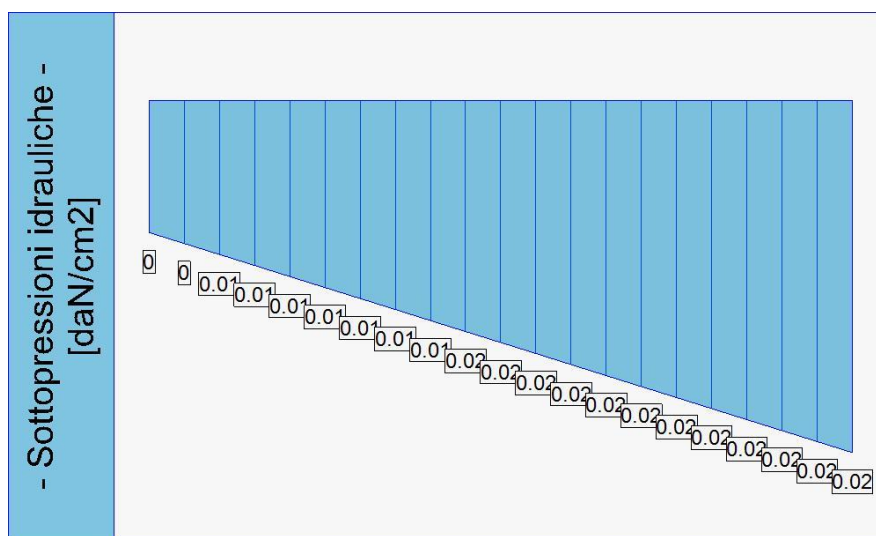
Forze e Pressioni lungo il paramento verticale e fondazione, per il Caso 2 (GEO [SLU_GEO] - SLU A2+M2+R2)



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 2 (GEO [SLU_GEO] - SLU A2+M2+R2)



Pressioni sul terreno, per il Caso 2 (GEO [SLU_GEO] - SLU A2+M2+R2)



Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 14616.5 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 4691.54 [daN]

- altezza totale, forza orizzontale = 21068.83 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 6762.59 [daN]

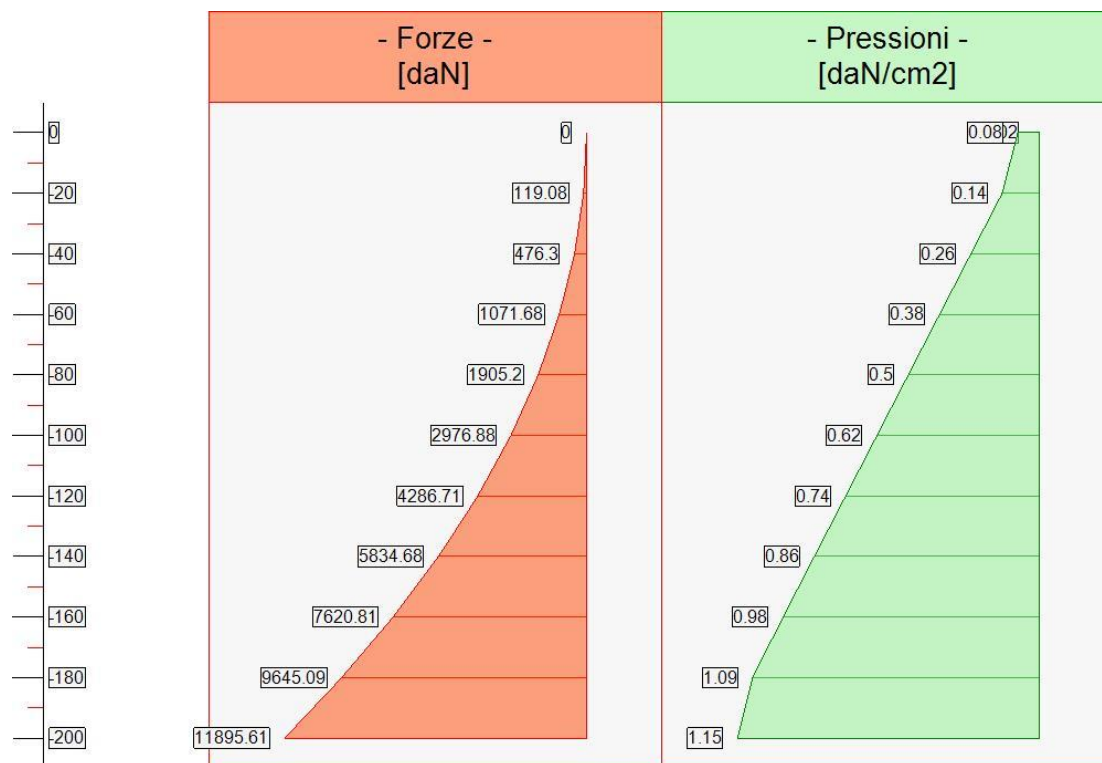
Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100 [cm])):

- distanza dal bordo fondazione lato valle = 101 [cm]
- forza orizzontale = 21069 [daN]
- forza verticale = 65039 [daN]

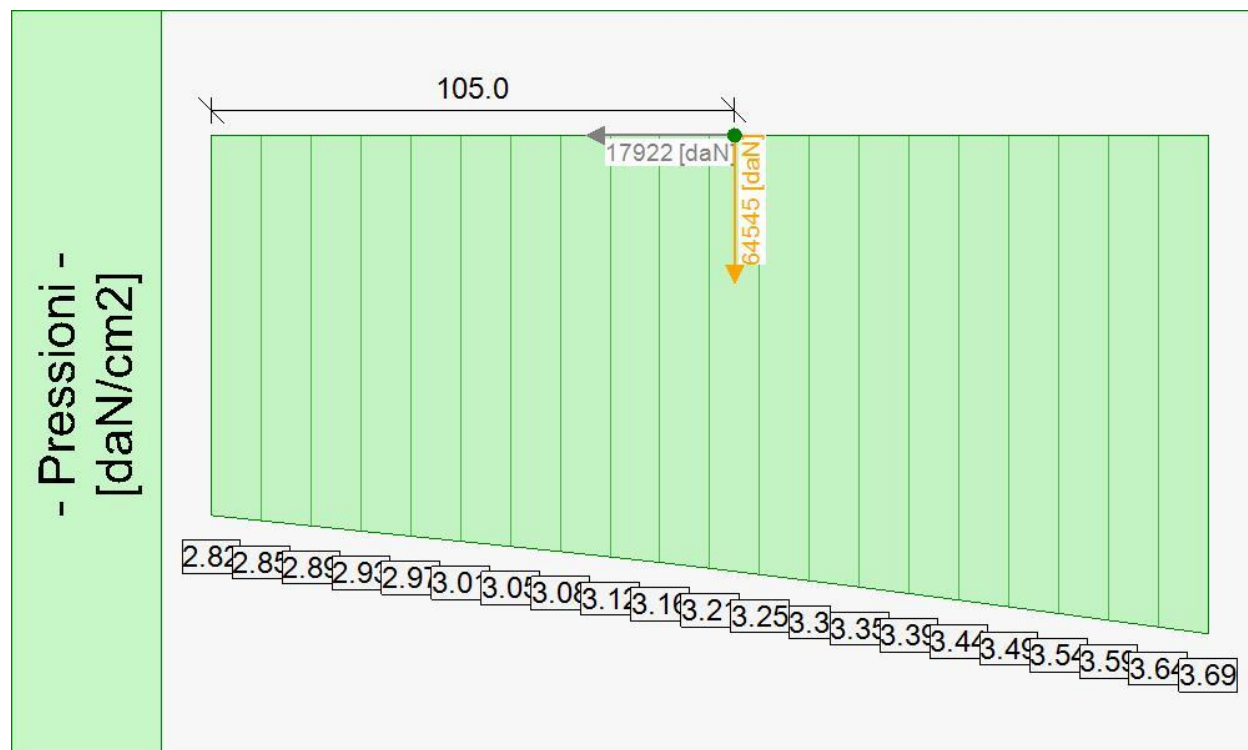
- Caso 3 (SLV_SISMA_SU [SLV] - Sisma_1+1+R_Su)

Elevazione			•	Fondazione		
quota [cm]	Pressioni [daN/cm ²]	Forze [daN]		quota [cm]	Pressioni [daN/cm ²]	Sottopressioni [daN/cm ²]
0	0.02	0	•	-70	2.82	0
0	0.08	0	•	-60	2.85	0
-20	0.14	119.08	•	-50	2.89	0.01
-40	0.26	476.3	•	-40	2.93	0.01
-60	0.38	1071.68	•	-30	2.97	0.01
-80	0.5	1905.2	•	-20	3.01	0.01
-100	0.62	2976.88	•	-20	3.01	0.01
-120	0.74	4286.71	•	-10	3.05	0.01
-140	0.86	5834.68	•	0	3.08	0.01
-160	0.98	7620.81	•	10	3.12	0.01
-180	1.09	9645.09	•	20	3.16	0.02
-200	1.15	11895.61	•	30	3.21	0.02
			•	40	3.25	0.02
			•	50	3.3	0.02
			•	60	3.35	0.02
			•	70	3.39	0.02
			•	80	3.44	0.02
			•	90	3.49	0.02
			•	100	3.54	0.02
			•	110	3.59	0.02
			•	120	3.64	0.02
			•	130	3.69	0.02

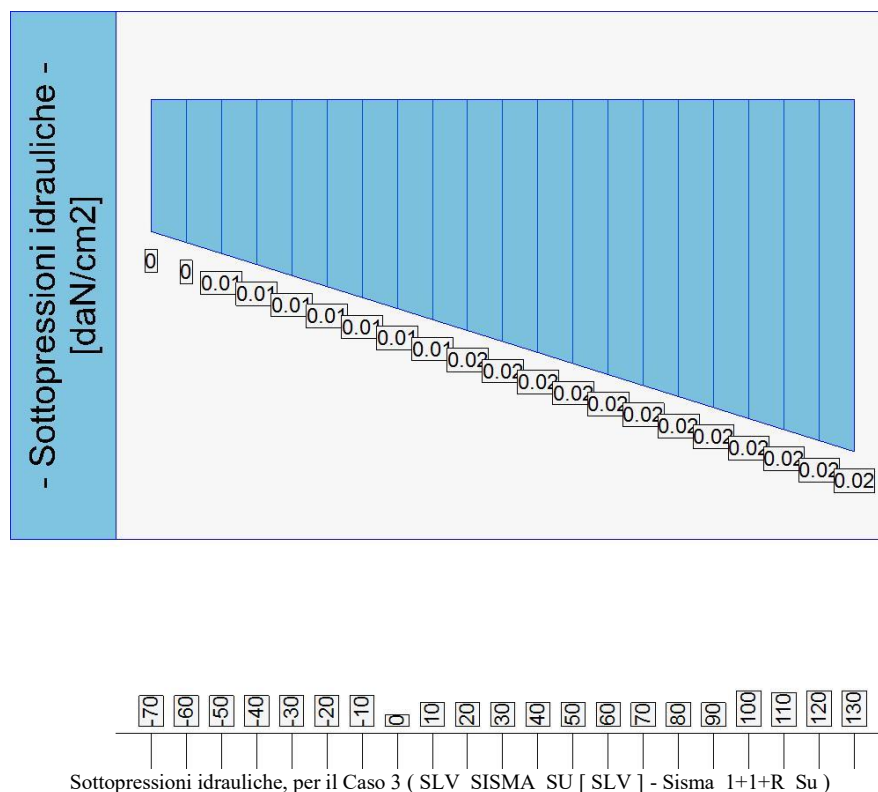
Forze e Pressioni lungo il paramento verticale e fondazione, per il Caso 3 (SLV_SISMA_SU [SLV] - Sisma_1+1+R_Su)



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 3 (SLV_SISMA_SU [SLV] - Sisma_1+1+R_Su)



Pressioni sul terreno, per il Caso 3 (SLV_SISMA_SU [SLV] - Sisma_1+1+R_Su)



Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 12364.23 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 4855.45 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 17822.3 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 6998.84 [daN]

Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100 [cm])):

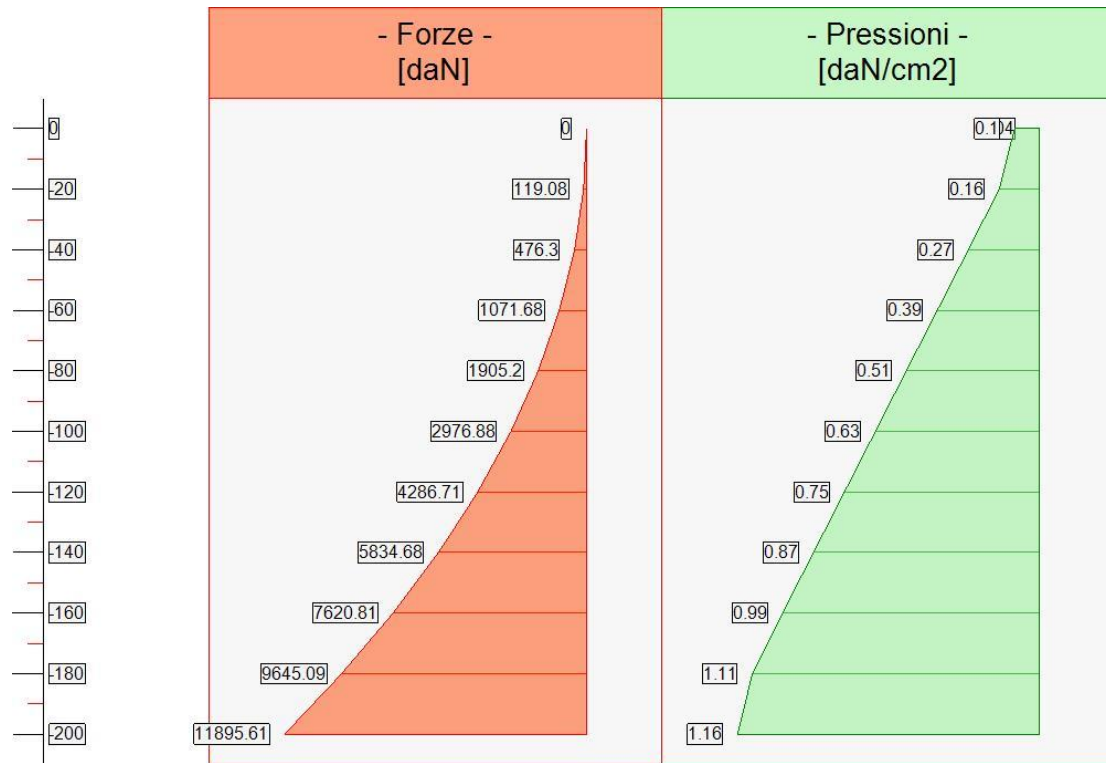
- distanza dal bordo fondazione lato valle = 105 [cm]
- forza orizzontale = 17922 [daN]
- forza verticale = 64545 [daN]

- Caso 4 (SLV_SISMA_GIU [SLV] - Sisma_1+1+R_Giu)

Elevazione			•	Fondazione		
quota [cm]	Pressioni [daN/cm ²]	Forze [daN]		quota [cm]	Pressioni [daN/cm ²]	Sottopressioni [daN/cm ²]
0	0.04	0	•	-70	2.89	0
0	0.1	0	•	-60	2.93	0
-20	0.16	119.08	•	-50	2.97	0.01
-40	0.27	476.3	•	-40	3.01	0.01
-60	0.39	1071.68	•	-30	3.05	0.01
-80	0.51	1905.2	•	-20	3.08	0.01
-100	0.63	2976.88	•	-20	3.08	0.01
-120	0.75	4286.71	•	-10	3.12	0.01
-140	0.87	5834.68	•	0	3.16	0.01
-160	0.99	7620.81	•	10	3.2	0.01
-180	1.11	9645.09	•	20	3.24	0.02
-200	1.16	11895.61	•	30	3.29	0.02
			•	40	3.33	0.02
			•	50	3.38	0.02
			•	60	3.43	0.02

			•	70	3.48	0.02
			•	80	3.53	0.02
			•	90	3.58	0.02
			•	100	3.63	0.02
			•	110	3.68	0.02
			•	120	3.73	0.02
			•	130	3.78	0.02

Forze e Pressioni lungo il paramento verticale e fondazione, per il Caso 4 (SLV_SISMA_GIU [SLV] - Sisma_1+1+R_Giu)



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 4 (SLV_SISMA_GIU [SLV] - Sisma_1+1+R_Giu)

- altezza totale, forza orizzontale = 18206.58 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 7149.75 [daN]

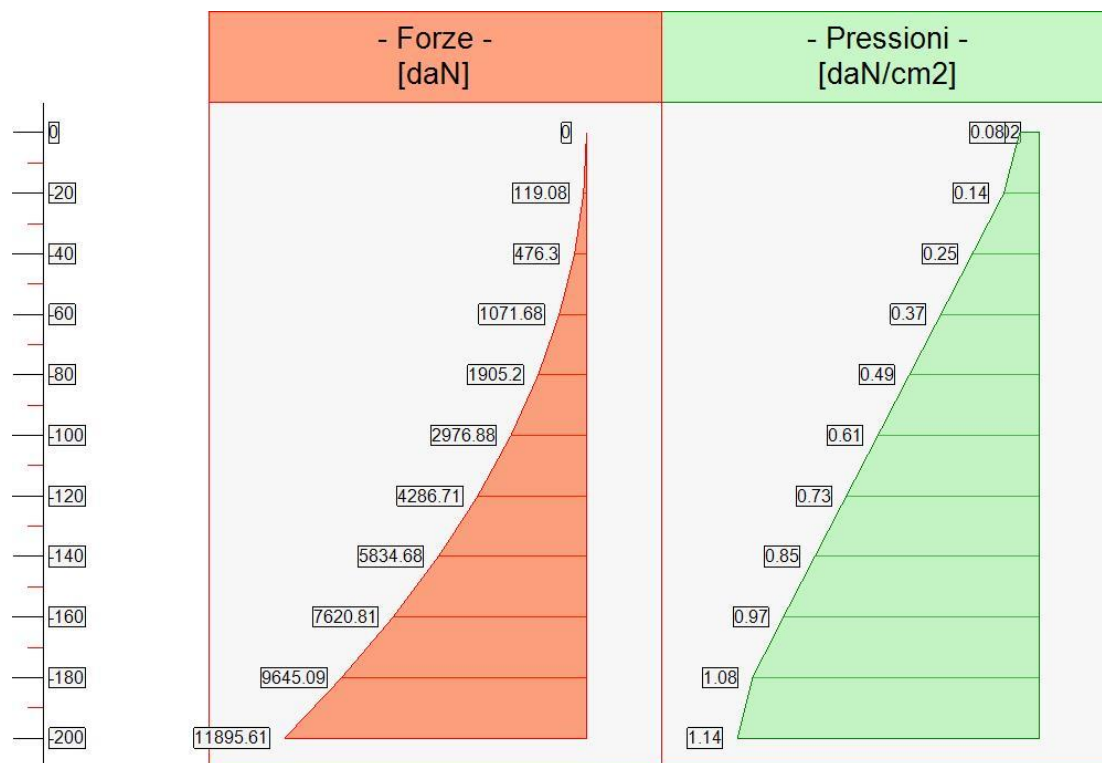
Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100 [cm])):

- distanza dal bordo fondazione lato valle = 104 [cm]
- forza orizzontale = 18306 [daN]
- forza verticale = 66156 [daN]

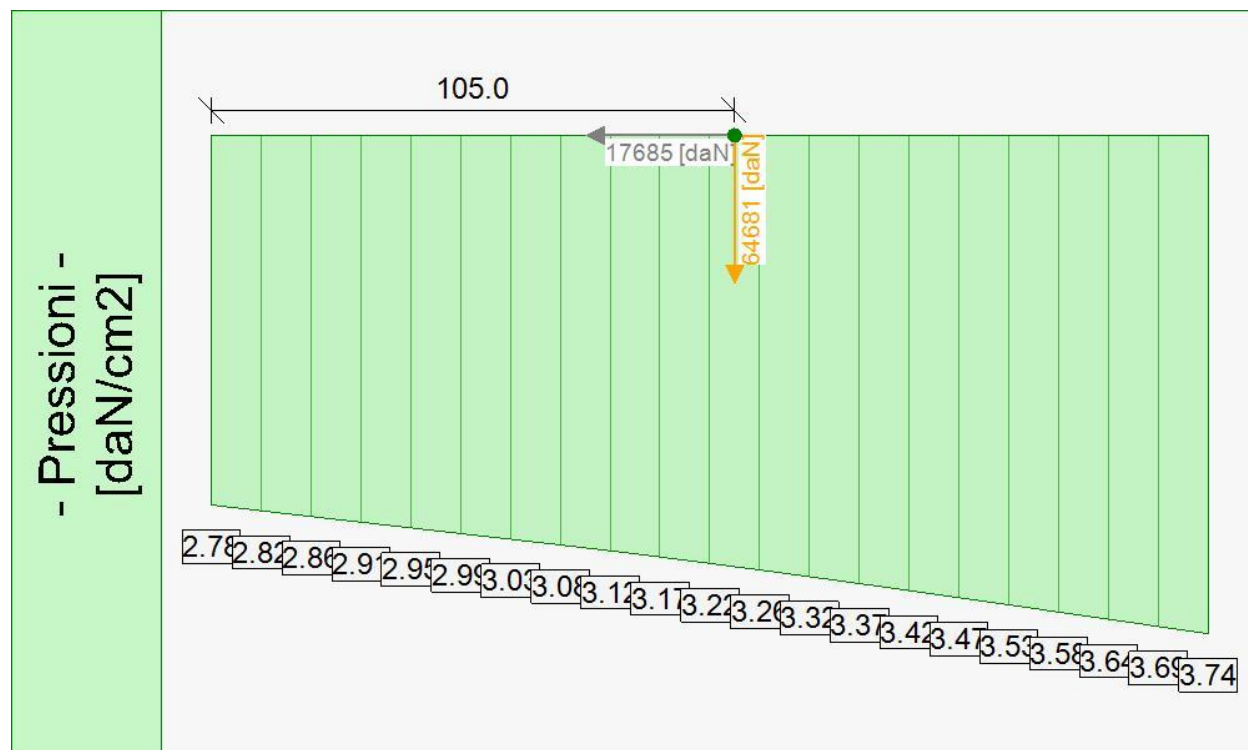
- Caso 5 (SLD_SISMA_SU [SLD] - Sisma_1+1+R_Su)

Elevazione			•	Fondazione		
quota [cm]	Pressioni [daN/cm ²]	Forze [daN]		quota [cm]	Pressioni [daN/cm ²]	Sottopressioni [daN/cm ²]
0	0.02	0	•	-70	2.78	0
0	0.08	0	•	-60	2.82	0
-20	0.14	119.08	•	-50	2.86	0.01
-40	0.25	476.3	•	-40	2.91	0.01
-60	0.37	1071.68	•	-30	2.95	0.01
-80	0.49	1905.2	•	-20	2.99	0.01
-100	0.61	2976.88	•	-20	2.99	0.01
-120	0.73	4286.71	•	-10	3.03	0.01
-140	0.85	5834.68	•	0	3.08	0.01
-160	0.97	7620.81	•	10	3.12	0.01
-180	1.08	9645.09	•	20	3.17	0.02
-200	1.14	11895.61	•	30	3.22	0.02
			•	40	3.26	0.02
			•	50	3.32	0.02
			•	60	3.37	0.02
			•	70	3.42	0.02
			•	80	3.47	0.02
			•	90	3.53	0.02
			•	100	3.58	0.02
			•	110	3.64	0.02
			•	120	3.69	0.02
			•	130	3.74	0.02

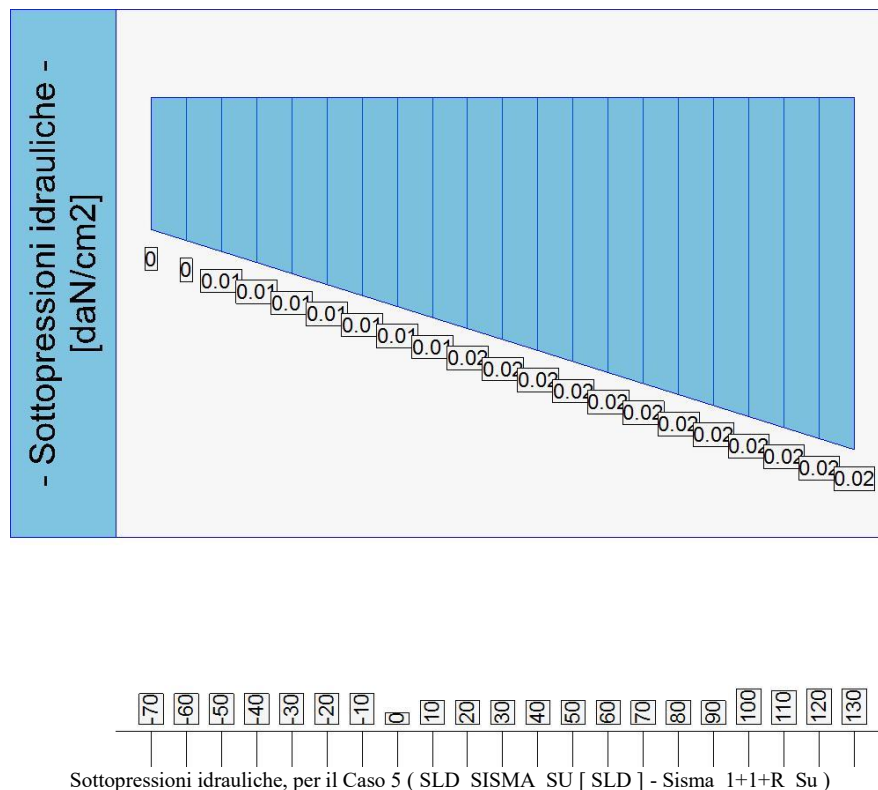
Forze e Pressioni lungo il paramento verticale e fondazione, per il Caso 5 (SLD_SISMA_SU [SLD] - Sisma_1+1+R_Su)



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 5 (SLD_SISMA_SU [SLD] - Sisma_1+1+R_Su)



Pressioni sul terreno, per il Caso 5 (SLD_SISMA_SU [SLD] - Sisma_1+1+R_Su)



Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 12220.72 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 4799.09 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 17615.45 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 6917.61 [daN]

Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100 [cm])):

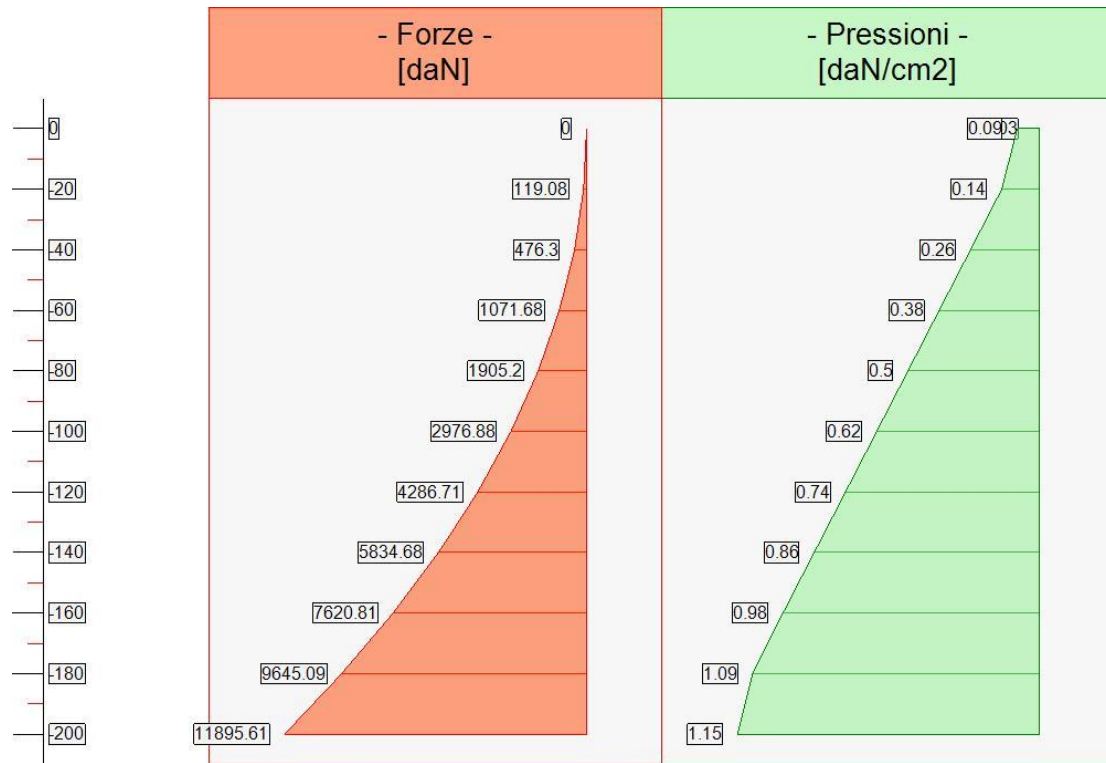
- distanza dal bordo fondazione lato valle = 105 [cm]
- forza orizzontale = 17685 [daN]
- forza verticale = 64681 [daN]

- Caso 6 (SLD_SISMA_GIU [SLD] - Sisma_1+1+R_Giu)

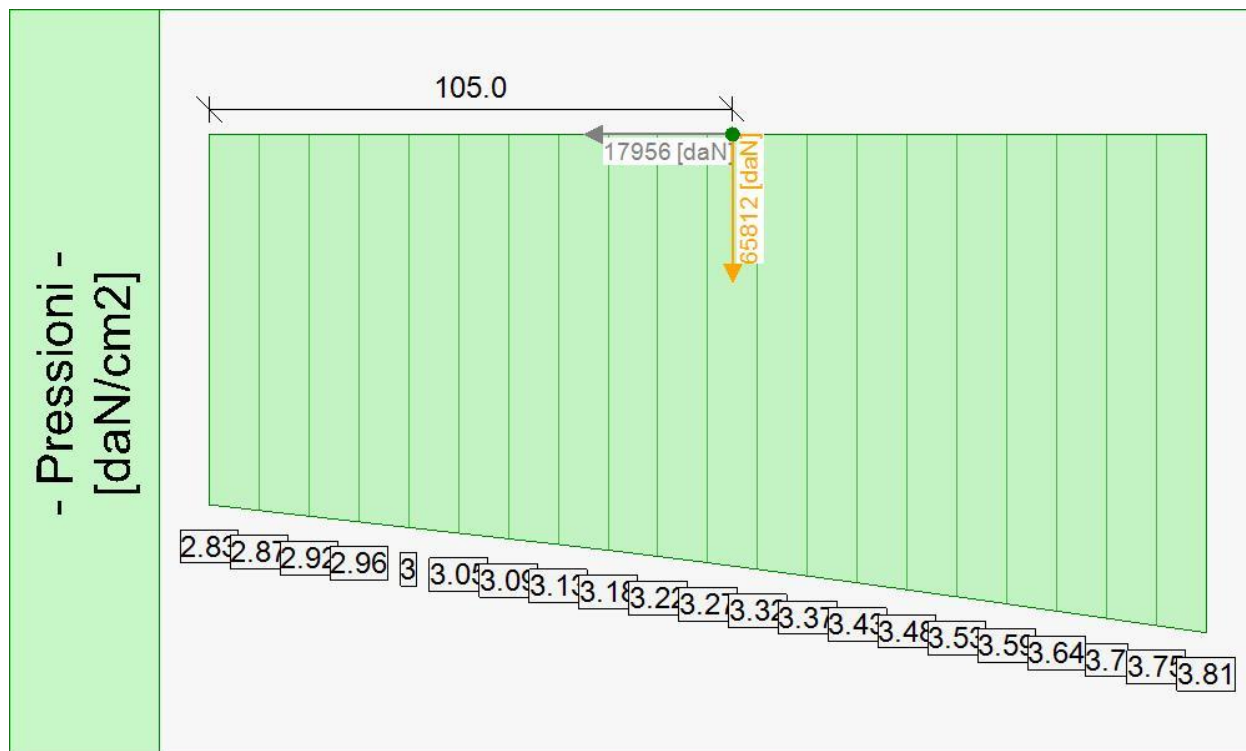
Elevazione			•	Fondazione		
quota [cm]	Pressioni [daN/cm ²]	Forze [daN]		quota [cm]	Pressioni [daN/cm ²]	Sottopressioni [daN/cm ²]
0	0.03	0	•	-70	2.83	0
0	0.09	0	•	-60	2.87	0
-20	0.14	119.08	•	-50	2.92	0.01
-40	0.26	476.3	•	-40	2.96	0.01
-60	0.38	1071.68	•	-30	3	0.01
-80	0.5	1905.2	•	-20	3.05	0.01
-100	0.62	2976.88	•	-20	3.05	0.01
-120	0.74	4286.71	•	-10	3.09	0.01
-140	0.86	5834.68	•	0	3.13	0.01
-160	0.98	7620.81	•	10	3.18	0.01
-180	1.09	9645.09	•	20	3.22	0.02
-200	1.15	11895.61	•	30	3.27	0.02
			•	40	3.32	0.02
			•	50	3.37	0.02
			•	60	3.43	0.02

			•	70	3.48	0.02
			•	80	3.53	0.02
			•	90	3.59	0.02
			•	100	3.64	0.02
			•	110	3.7	0.02
			•	120	3.75	0.02
			•	130	3.81	0.02

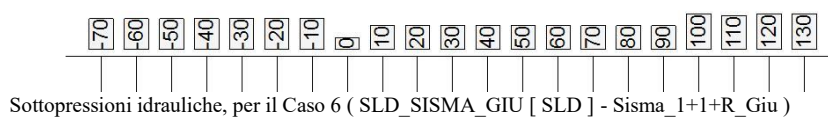
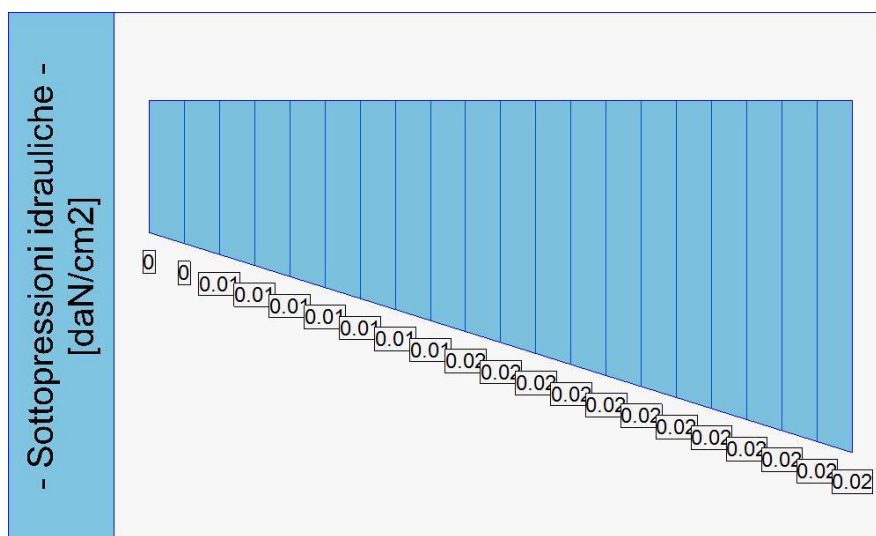
Forze e Pressioni lungo il paramento verticale e fondazione, per il Caso 6 (SLD_SISMA_GIU [SLD] - Sisma_1+1+R_Giu)



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 6 (SLD_SISMA_GIU [SLD] - Sisma_1+1+R_Giu)



Pressioni sul terreno, per il Caso 6 (SLD_SISMA_GIU [SLD] - Sisma_1+1+R_Giu)



Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 12408.18 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 4872.71 [daN]

- altezza totale, forza orizzontale = 17885.66 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 7023.72 [daN]

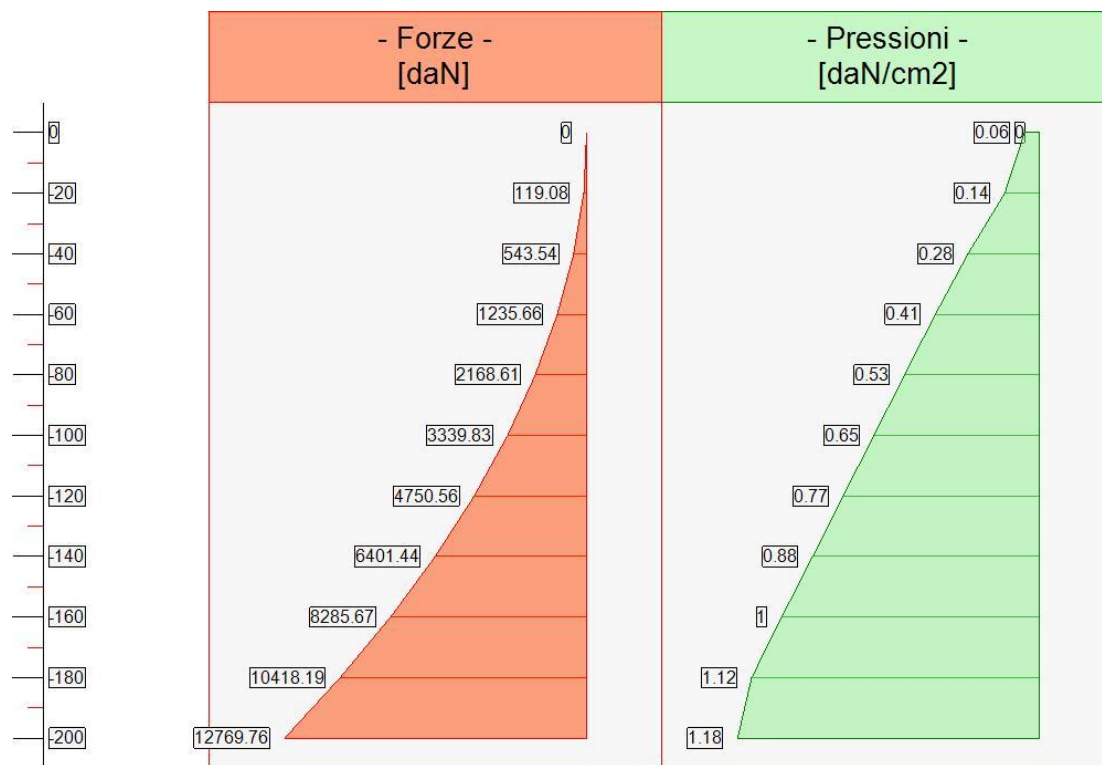
Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100 [cm])):

- distanza dal bordo fondazione lato valle = 105 [cm]
- forza orizzontale = 17956 [daN]
- forza verticale = 65812 [daN]

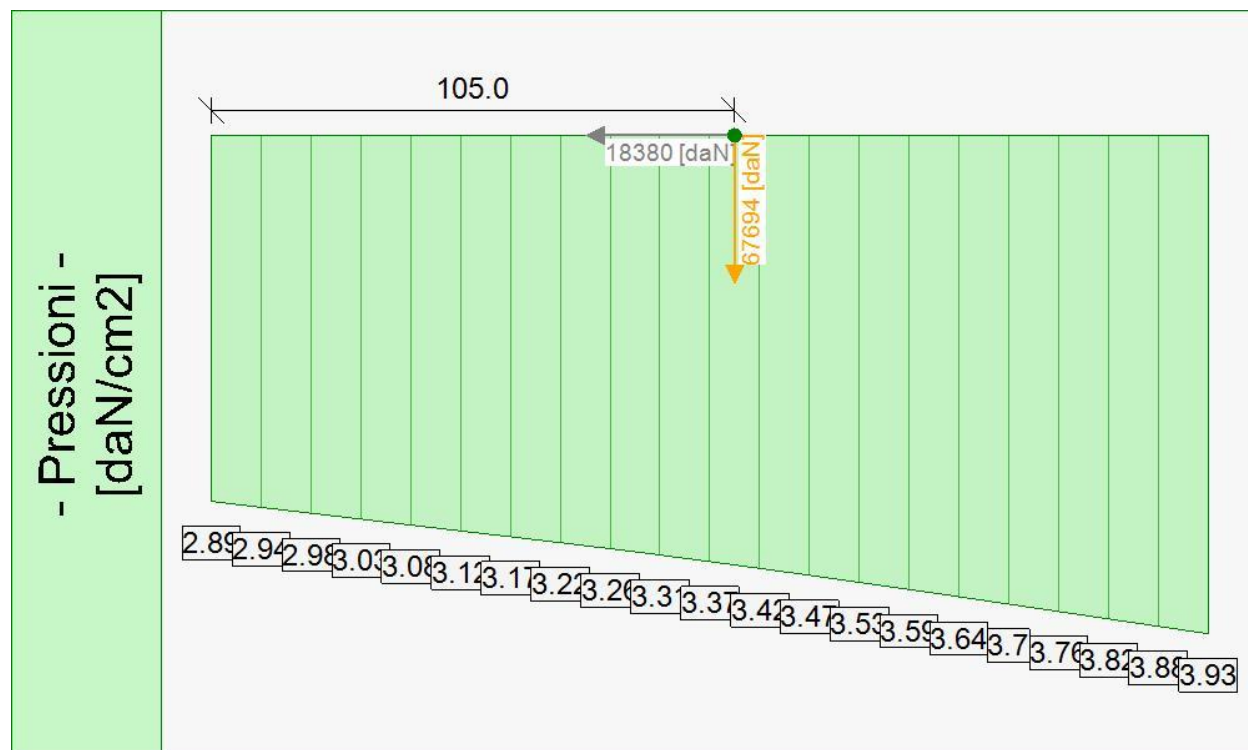
- Caso 7 (ECCEZIONALE [SLU_Eccezionale] - SLU_Eccezionale)

Elevazione			•	Fondazione		
quota [cm]	Pressioni [daN/cm ²]	Forze [daN]		quota [cm]	Pressioni [daN/cm ²]	Sottopressioni [daN/cm ²]
0	0	0	•	-70	2.89	0
0	0.06	0	•	-60	2.94	0
-20	0.14	119.08	•	-50	2.98	0.01
-40	0.28	543.54	•	-40	3.03	0.01
-60	0.41	1235.66	•	-30	3.08	0.01
-80	0.53	2168.61	•	-20	3.12	0.01
-100	0.65	3339.83	•	-20	3.12	0.01
-120	0.77	4750.56	•	-10	3.17	0.01
-140	0.88	6401.44	•	0	3.22	0.01
-160	1	8285.67	•	10	3.26	0.01
-180	1.12	10418.19	•	20	3.31	0.02
-200	1.18	12769.76	•	30	3.37	0.02
			•	40	3.42	0.02
			•	50	3.47	0.02
			•	60	3.53	0.02
			•	70	3.59	0.02
			•	80	3.64	0.02
			•	90	3.7	0.02
			•	100	3.76	0.02
			•	110	3.82	0.02
			•	120	3.88	0.02
			•	130	3.93	0.02

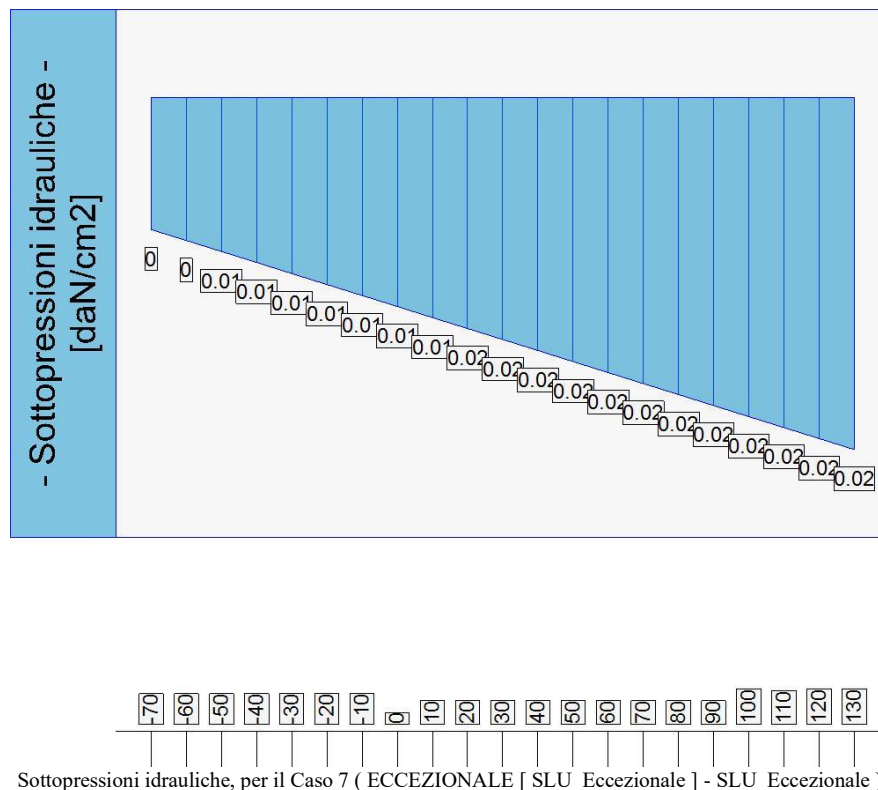
Forze e Pressioni lungo il paramento verticale e fondazione, per il Caso 7 (ECCEZIONALE [SLU_Eccezionale] - SLU_Eccezionale)



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 7 (ECCEZIONALE [SLU_Eccezionale] - SLU_Eccezionale)



Pressioni sul terreno, per il Caso 7 (ECCEZIONALE [SLU_Eccezionale] - SLU_Eccezionale)



Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 12769.76 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 5014.7 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 18379.99 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 7217.85 [daN]

Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100 [cm])):

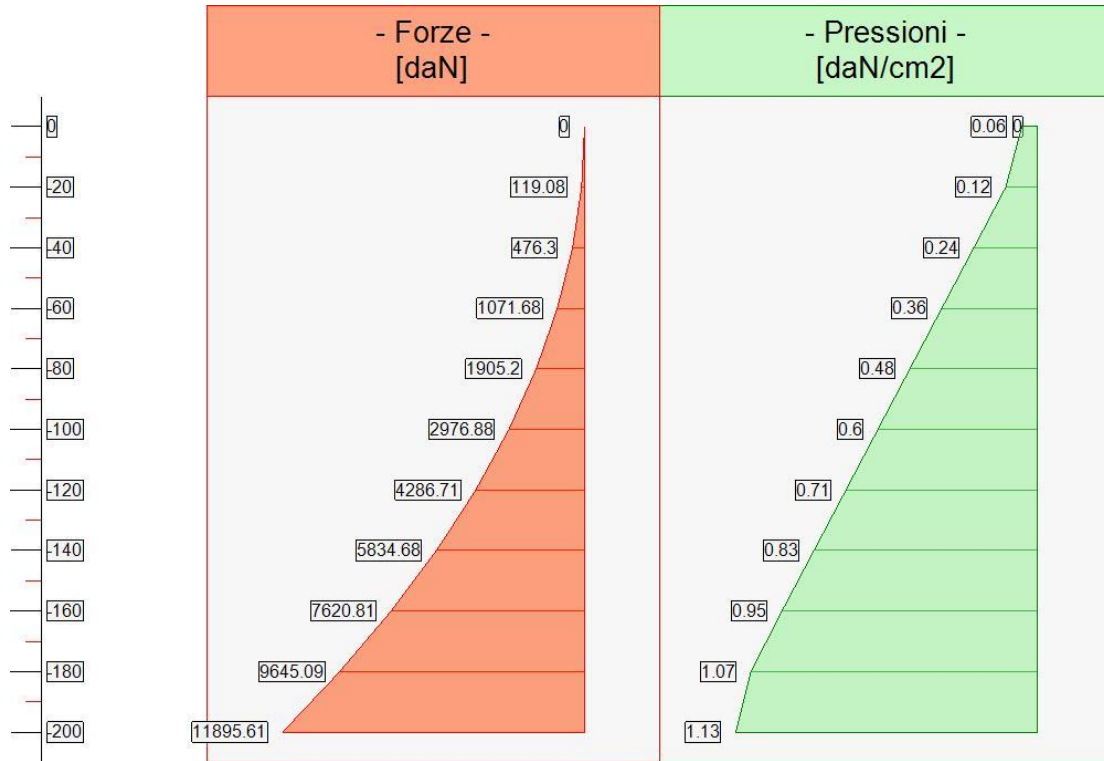
- distanza dal bordo fondazione lato valle = 105 [cm]
- forza orizzontale = 18380 [daN]
- forza verticale = 67694 [daN]

- Caso 8 (RARA [Caratteristica] - SLE caratteristica (rara))

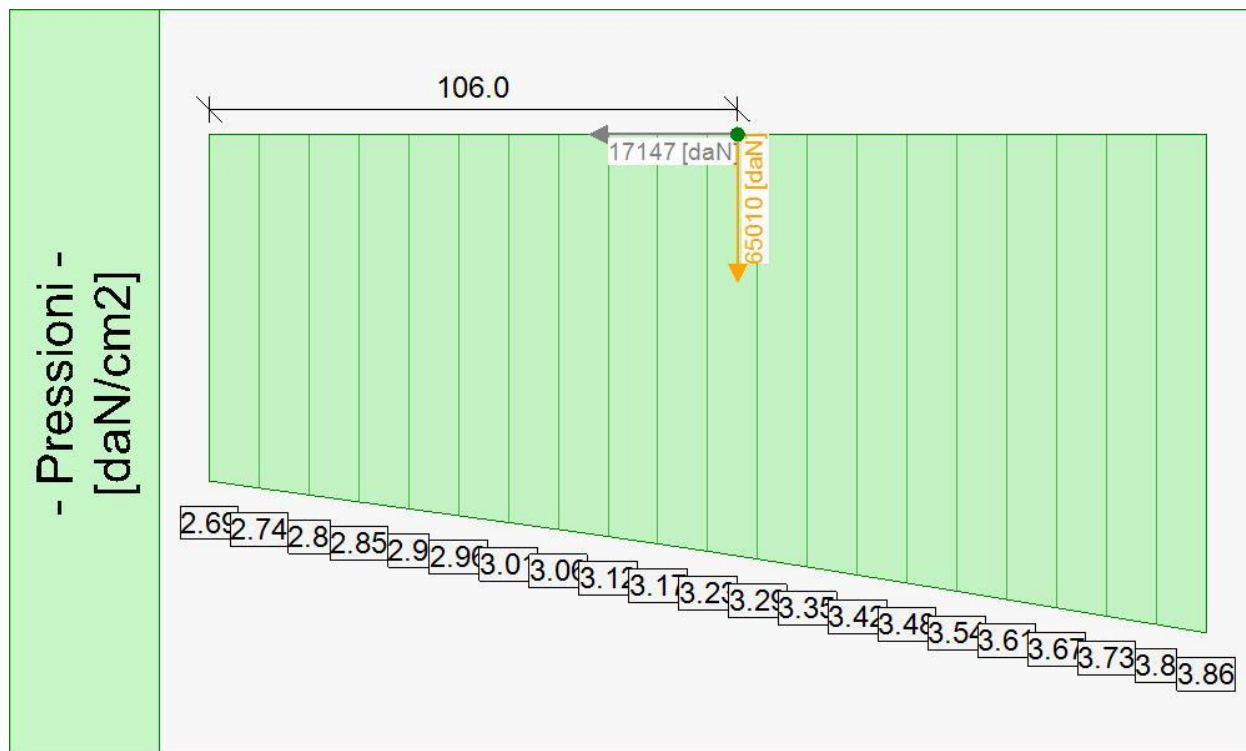
Elevazione			•	Fondazione		
quota [cm]	Pressioni [daN/cm ²]	Forze [daN]		quota [cm]	Pressioni [daN/cm ²]	Sottopressioni [daN/cm ²]
0	0	0	•	-70	2.69	0
0	0.06	0	•	-60	2.74	0
-20	0.12	119.08	•	-50	2.8	0.01
-40	0.24	476.3	•	-40	2.85	0.01
-60	0.36	1071.68	•	-30	2.9	0.01
-80	0.48	1905.2	•	-20	2.96	0.01
-100	0.6	2976.88	•	-20	2.96	0.01
-120	0.71	4286.71	•	-10	3.01	0.01
-140	0.83	5834.68	•	0	3.06	0.01
-160	0.95	7620.81	•	10	3.12	0.01
-180	1.07	9645.09	•	20	3.17	0.02
-200	1.13	11895.61	•	30	3.23	0.02
			•	40	3.29	0.02
			•	50	3.35	0.02
			•	60	3.42	0.02

			•	70	3.48	0.02
			•	80	3.54	0.02
			•	90	3.61	0.02
			•	100	3.67	0.02
			•	110	3.73	0.02
			•	120	3.8	0.02
			•	130	3.86	0.02

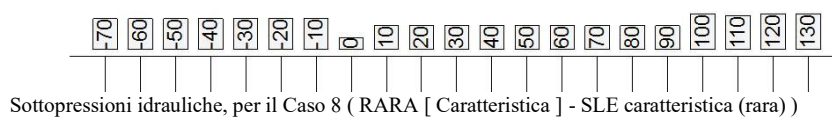
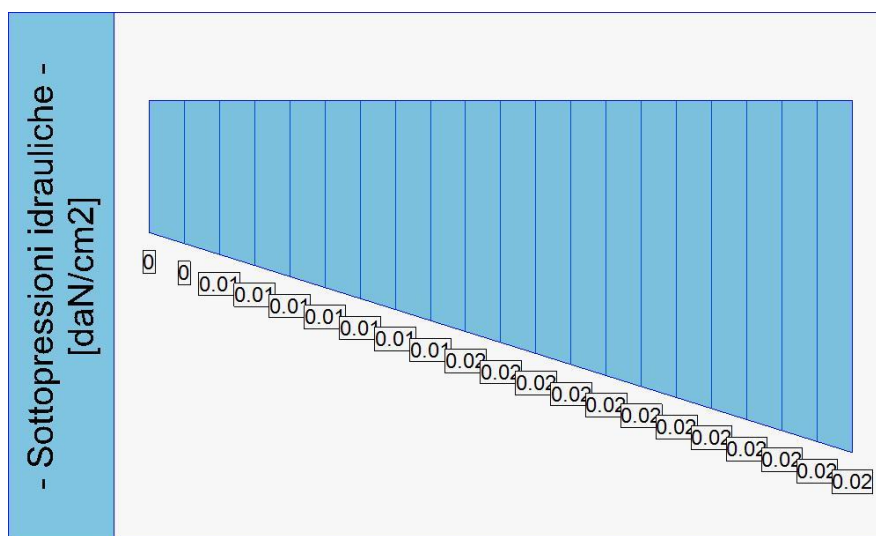
Forze e Pressioni lungo il paramento verticale e fondazione, per il Caso 8 (RARA [Caratteristica] - SLE caratteristica (rara))



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 8 (RARA [Caratteristica] - SLE caratteristica (rara))



Pressioni sul terreno, per il Caso 8 (RARA [Caratteristica] - SLE caratteristica (rara))



Sottopressioni idrauliche, per il Caso 8 (RARA [Caratteristica] - SLE caratteristica (rara))

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 11895.61 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 4671.42 [daN]

- altezza totale, forza orizzontale = 17146.83 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 6733.58 [daN]

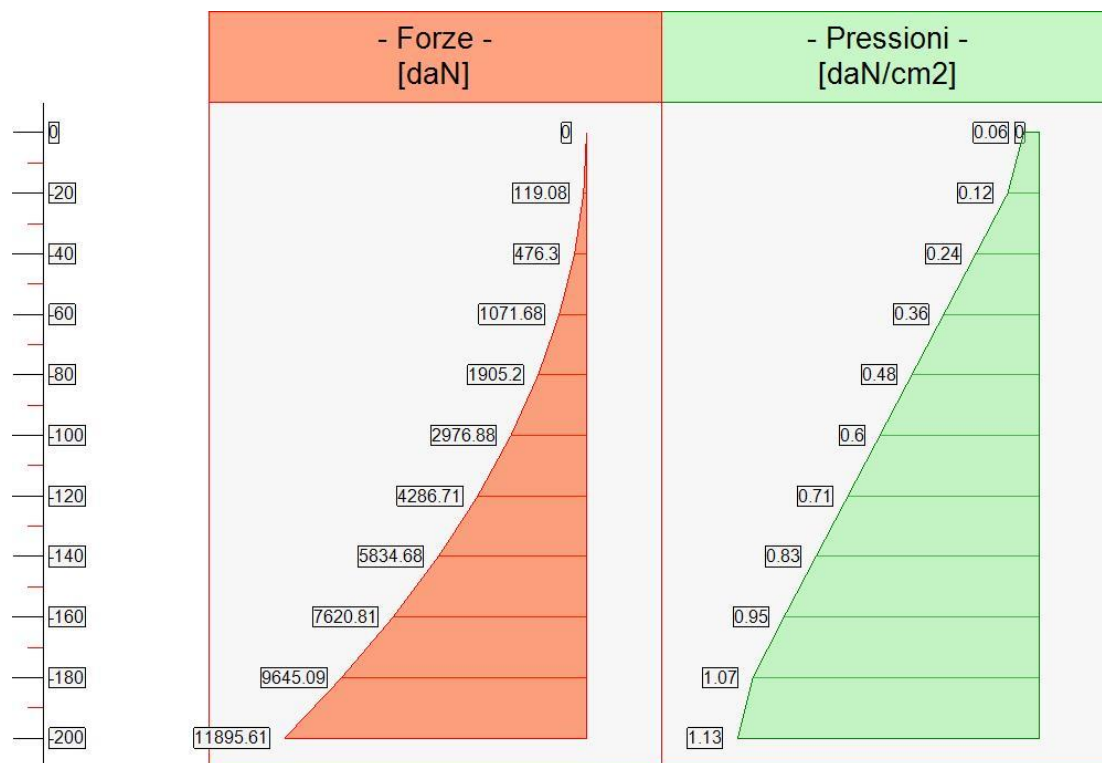
Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100 [cm])):

- distanza dal bordo fondazione lato valle = 106 [cm]
- forza orizzontale = 17147 [daN]
- forza verticale = 65010 [daN]

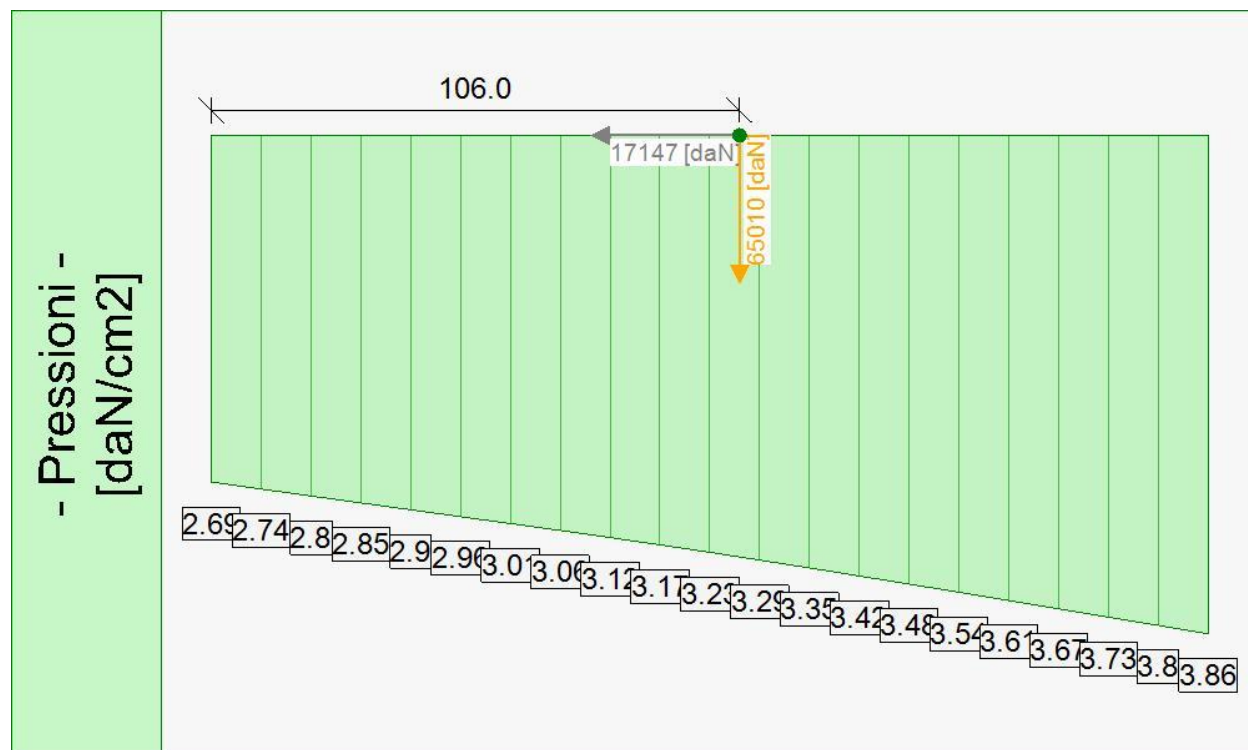
- Caso 9 (FREQ. [Frequente] - SLE frequente)

Elevazione			•	Fondazione		
quota [cm]	Pressioni [daN/cm ²]	Forze [daN]		quota [cm]	Pressioni [daN/cm ²]	Sottopressioni [daN/cm ²]
0	0	0	•	-70	2.69	0
0	0.06	0	•	-60	2.74	0
-20	0.12	119.08	•	-50	2.8	0.01
-40	0.24	476.3	•	-40	2.85	0.01
-60	0.36	1071.68	•	-30	2.9	0.01
-80	0.48	1905.2	•	-20	2.96	0.01
-100	0.6	2976.88	•	-20	2.96	0.01
-120	0.71	4286.71	•	-10	3.01	0.01
-140	0.83	5834.68	•	0	3.06	0.01
-160	0.95	7620.81	•	10	3.12	0.01
-180	1.07	9645.09	•	20	3.17	0.02
-200	1.13	11895.61	•	30	3.23	0.02
			•	40	3.29	0.02
			•	50	3.35	0.02
			•	60	3.42	0.02
			•	70	3.48	0.02
			•	80	3.54	0.02
			•	90	3.61	0.02
			•	100	3.67	0.02
			•	110	3.73	0.02
			•	120	3.8	0.02
			•	130	3.86	0.02

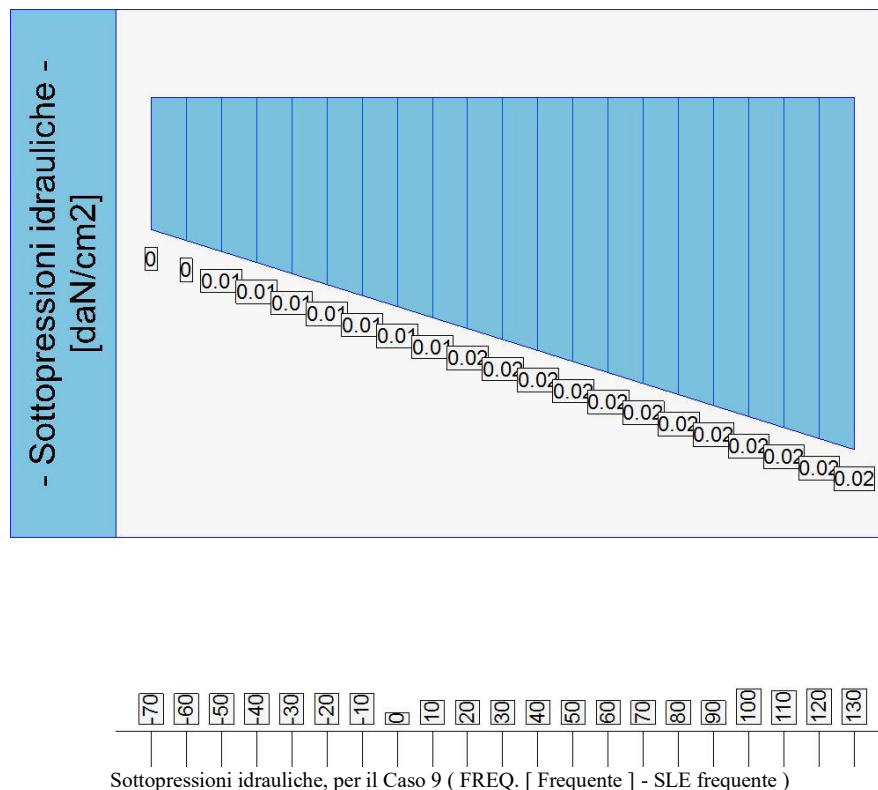
Forze e Pressioni lungo il paramento verticale e fondazione, per il Caso 9 (FREQ. [Frequente] - SLE frequente)



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 9 (FREQ. [Frequente] - SLE frequente)



Pressioni sul terreno, per il Caso 9 (FREQ. [Frequente] - SLE frequente)



Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 11895.61 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 4671.42 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 17146.83 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 6733.58 [daN]

Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100 [cm])):

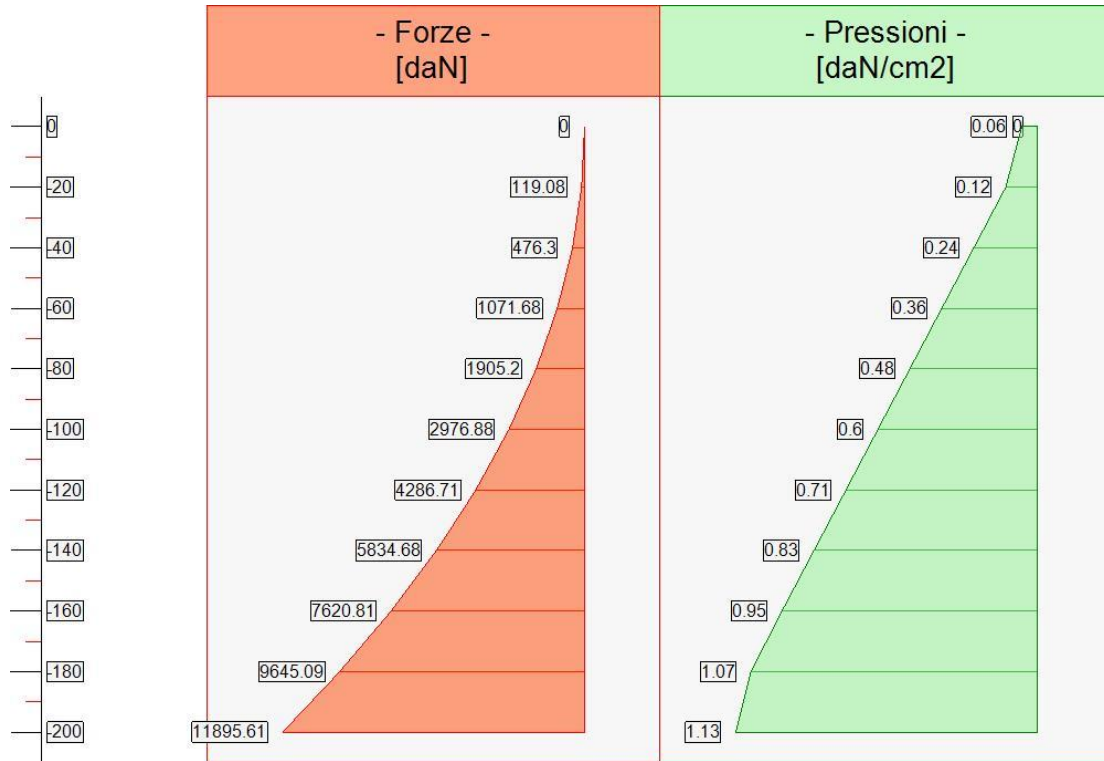
- distanza dal bordo fondazione lato valle = 106 [cm]
- forza orizzontale = 17147 [daN]
- forza verticale = 65010 [daN]

- Caso 10 (Q.PERM. [Quasi_Perm] - SLE quasi permanente)

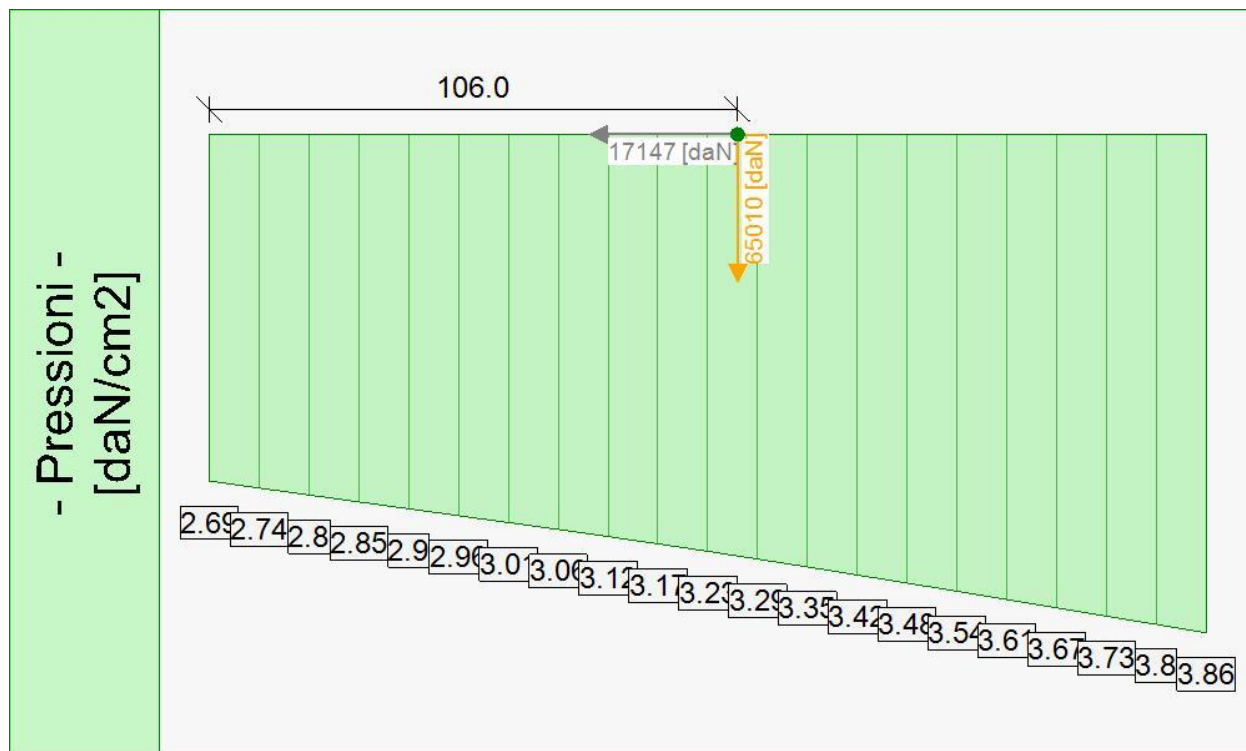
Elevazione			•	Fondazione		
quota [cm]	Pressioni [daN/cm ²]	Forze [daN]		quota [cm]	Pressioni [daN/cm ²]	Sottopressioni [daN/cm ²]
0	0	0	•	-70	2.69	0
0	0.06	0	•	-60	2.74	0
-20	0.12	119.08	•	-50	2.8	0.01
-40	0.24	476.3	•	-40	2.85	0.01
-60	0.36	1071.68	•	-30	2.9	0.01
-80	0.48	1905.2	•	-20	2.96	0.01
-100	0.6	2976.88	•	-20	2.96	0.01
-120	0.71	4286.71	•	-10	3.01	0.01
-140	0.83	5834.68	•	0	3.06	0.01
-160	0.95	7620.81	•	10	3.12	0.01
-180	1.07	9645.09	•	20	3.17	0.02
-200	1.13	11895.61	•	30	3.23	0.02
			•	40	3.29	0.02
			•	50	3.35	0.02
			•	60	3.42	0.02

			•	70	3.48	0.02
			•	80	3.54	0.02
			•	90	3.61	0.02
			•	100	3.67	0.02
			•	110	3.73	0.02
			•	120	3.8	0.02
			•	130	3.86	0.02

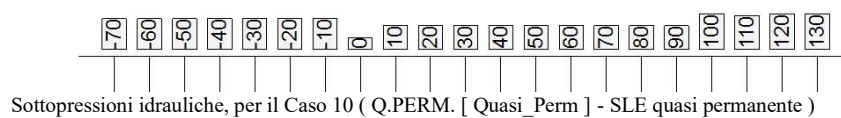
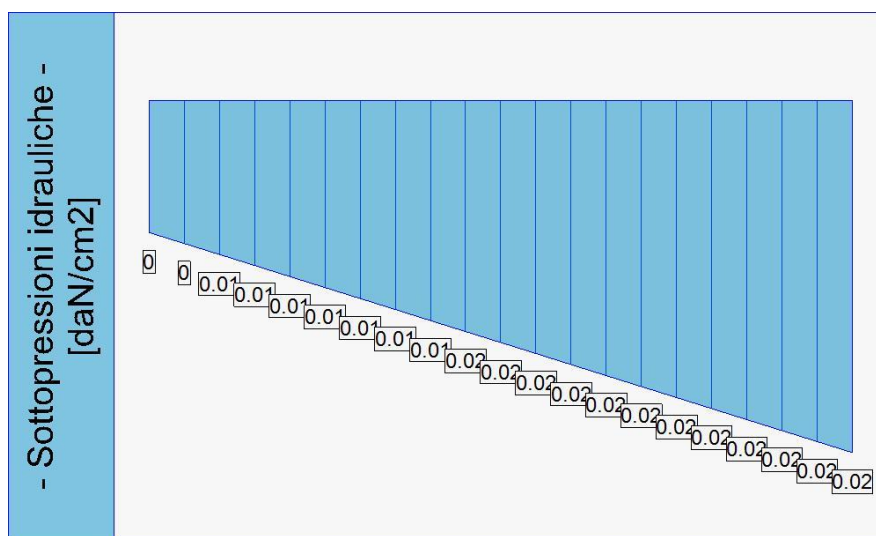
Forze e Pressioni lungo il paramento verticale e fondazione, per il Caso 10 (Q.PERM. [Quasi_Perm] - SLE quasi permanente)



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 10 (Q.PERM. [Quasi_Perm] - SLE quasi permanente)



Pressioni sul terreno, per il Caso 10 (Q.PERM. [Quasi_Perm] - SLE quasi permanente)



Sottopressioni idrauliche, per il Caso 10 (Q.PERM. [Quasi_Perm] - SLE quasi permanente)

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 11895.61 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 4671.42 [daN]

- altezza totale, forza orizzontale = 17146.83 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 6733.58 [daN]

Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100 [cm])):

- distanza dal bordo fondazione lato valle = 106 [cm]
- forza orizzontale = 17147 [daN]
- forza verticale = 65010 [daN]

- Diagrammi di Sforzo Normale / Taglio / Momento

- Caso 1 (STR [SLU] - SLU A1+M1+R3)

Elevazione, presso-flessione								
quota [cm]	Normale [daN]	Taglio [daN]	Momento [daN*cm]	• •	Mom.Res.POS [daN*cm]	Mom.Res.NEG [daN*cm]	FS >1/<1	- -
-20	-351.18	-232.2	2064	•	1191507	-1191507	> 100	Verificato
-40	-793.55	-696.59	10836	•	1198534	-1198534	> 100	Verificato
-60	-1357.5	-1470.58	31992	•	1207493	-1207493	37.74	Verificato
-80	-2043.02	-2554.16	71723	•	1218384	-1218384	16.99	Verificato
-100	-2850.13	-3947.34	136222	•	1231207	-1231207	9.04	Verificato
-120	-3778.81	-5650.12	231681	•	1245961	-1245961	5.38	Verificato
-140	-4829.07	-7662.49	364291	•	2280008	-2280008	6.26	Verificato
-160	-6000.91	-9984.46	540244	•	2979863	-2320059	5.52	Verificato
-180	-7292.81	-12612.15	765707	•	2999446	-2339527	3.92	Verificato
-200	-8672.85	-15464.3	1046227	•	2023452	-1365453	1.93	Verificato

Sforzo Normale, Taglio e Momento lungo il paramento verticale, per il Caso 1 (STR [SLU] - SLU A1+M1+R3)

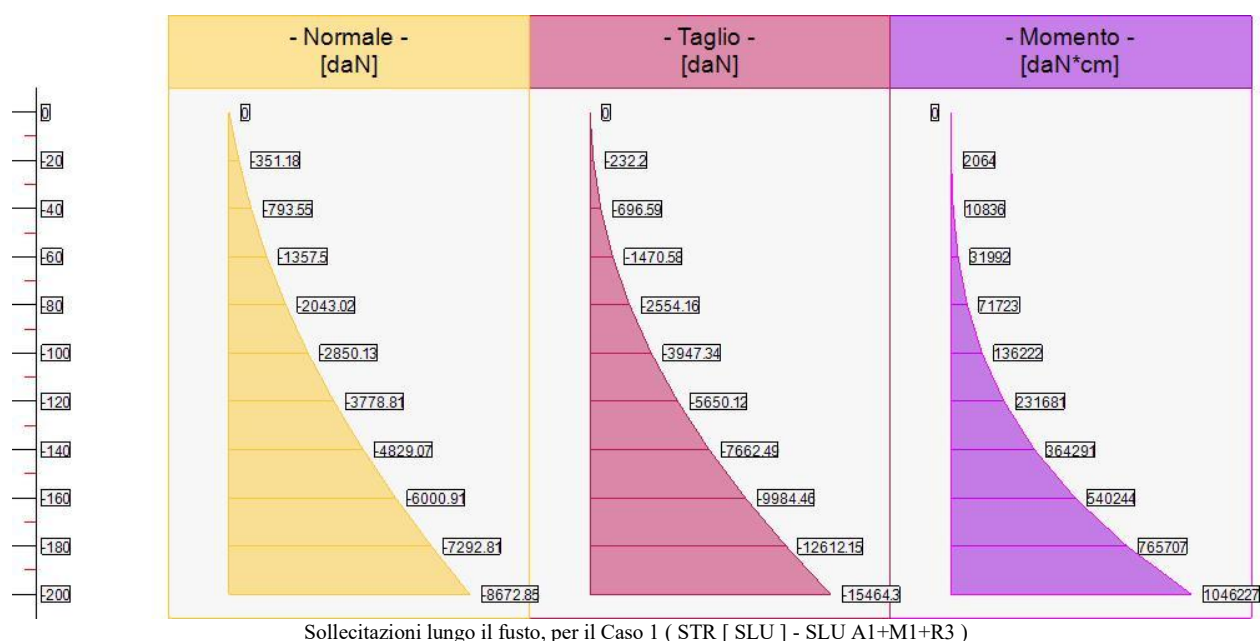
Elevazione, taglio							
quota [cm]	Normale [daN]	Taglio [daN]	Momento [daN*cm]	• •	Tag.Res. [daN]	FS >1/<1	- -
-20	-351.18	-232.2	2064	•	16740.39	72.1	Verificato
-40	-793.55	-696.59	10836	•	16740.39	24.03	Verificato
-60	-1357.5	-1470.58	31992	•	16740.39	11.38	Verificato
-80	-2043.02	-2554.16	71723	•	16740.39	6.55	Verificato
-100	-2850.13	-3947.34	136222	•	16740.39	4.24	Verificato
-120	-3778.81	-5650.12	231681	•	16740.39	2.96	Verificato
-140	-4829.07	-7662.49	364291	•	18256.95	2.38	Verificato
-160	-6000.91	-9984.46	540244	•	20263.81	2.03	Verificato
-180	-7292.81	-12612.15	765707	•	20263.81	1.61	Verificato
-200	-8672.85	-15464.3	1046227	•	17411.09	1.13	Verificato

Sforzo Normale, Taglio e Momento lungo il paramento verticale, per il Caso 1 (STR [SLU] - SLU A1+M1+R3)

Elevazione, flessione ali pannello							
quota [cm]	Mom.Ag.int [daN*cm]	Mom.Ag.ext [daN*cm]	• •	Mom.Res.int [daN*cm]	Mom.Res.ext [daN*cm]	FS >1/<1	- -
-20	0	0	•	0	0	> 100	Verificato
-40	0	0	•	0	0	> 100	Verificato
-60	0	0	•	0	0	> 100	Verificato
-80	0	0	•	0	0	> 100	Verificato
-100	0	0	•	0	0	> 100	Verificato
-120	0	0	•	0	0	> 100	Verificato
-140	0	0	•	0	0	> 100	Verificato
-160	0	0	•	0	0	> 100	Verificato
-180	0	0	•	0	0	> 100	Verificato
-200	0	0	•	0	0	> 100	Verificato

Elevazione, taglio al pannello					
quota [cm]	Tag.Agente [daN]	•	Tag.Res. [daN]	FS >1/<1	- -
-20	+inf.	•	+inf.	> 100	Verificato
-40	+inf.	•	+inf.	> 100	Verificato
-60	+inf.	•	+inf.	> 100	Verificato
-80	+inf.	•	+inf.	> 100	Verificato
-100	+inf.	•	+inf.	> 100	Verificato
-120	+inf.	•	+inf.	> 100	Verificato
-140	+inf.	•	+inf.	> 100	Verificato
-160	+inf.	•	+inf.	> 100	Verificato
-180	+inf.	•	+inf.	> 100	Verificato
-200	+inf.	•	+inf.	> 100	Verificato

Sforzo Normale, Taglio e Momento lungo il paramento verticale, per il Caso 1 (STR [SLU] - SLU A1+M1+R3)



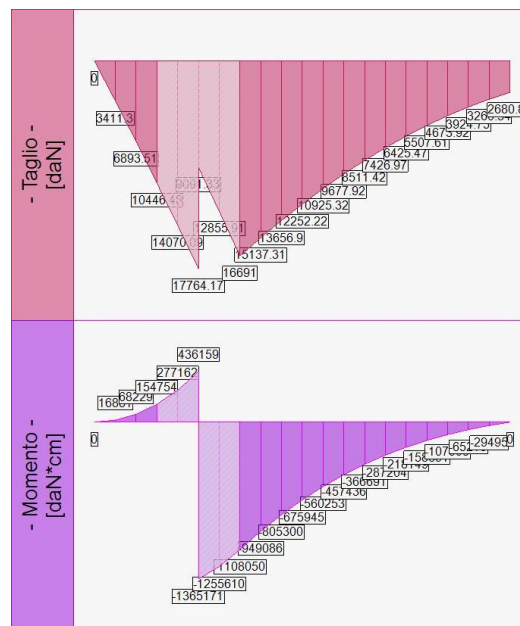
Fondazione, flessione							
quota [cm]	Taglio [daN]	Momento [daN*cm]	•	Mom.Res.POS [daN*cm]	Mom.Res.NEG [daN*cm]	FS >1/<1	-
-60	3411.3	16881	•	1185930.2	-1185930.2	70.25	Verificato
-50	6893.51	68229	•	1185930.2	-1185930.2	17.38	Verificato
-40	10446.48	154754	•	1185930.2	-1185930.2	7.66	Verificato
0	16691	-1108050	•	1336186.6	-1994863.8	1.8	Verificato
10	15137.31	-949086	•	1336186.6	-1994863.8	2.1	Verificato
20	13656.9	-805300	•	1336186.6	-1994863.8	2.48	Verificato
30	12252.22	-675945	•	1336186.6	-1994863.8	2.95	Verificato
40	10925.32	-560253	•	1336186.6	-1994863.8	3.56	Verificato
50	9677.92	-457436	•	1336186.6	-1994863.8	4.36	Verificato
60	8511.42	-366691	•	1336186.6	-1994863.8	5.44	Verificato
70	7426.97	-287204	•	1336186.6	-1994863.8	6.95	Verificato
80	6425.47	-218149	•	1294400.9	-1294400.9	5.93	Verificato
90	5507.61	-158691	•	1294400.9	-1294400.9	8.16	Verificato
100	4673.92	-107993	•	1294400.9	-1294400.9	11.99	Verificato
110	3924.75	-65210	•	1294400.9	-1294400.9	19.85	Verificato
120	3260.34	-29495	•	1294400.9	-1294400.9	43.89	Verificato

Taglio e Momento lungo la mensola di fondazione, per il Caso 1 (STR [SLU] - SLU A1+M1+R3)

Fondazione, taglio

quota [cm]	Taglio [daN]	Momento [daN*cm]	•	Tag.Res. [daN]	FS	-
-60	3411.3	16881	•	15558.6	4.56	Verificato
-50	6893.51	68229	•	15558.6	2.26	Verificato
-40	10446.48	154754	•	15558.6	1.49	Verificato
0	16691	-1108050	•	31117.1	1.86	Verificato
10	15137.31	-949086	•	31117.1	2.06	Verificato
20	13656.9	-805300	•	31117.1	2.28	Verificato
30	12252.22	-675945	•	31117.1	2.54	Verificato
40	10925.32	-560253	•	31117.1	2.85	Verificato
50	9677.92	-457436	•	31117.1	3.22	Verificato
60	8511.42	-366691	•	31117.1	3.66	Verificato
70	7426.97	-287204	•	31117.1	4.19	Verificato
80	6425.47	-218149	•	31117.1	4.84	Verificato
90	5507.61	-158691	•	31117.1	5.65	Verificato
100	4673.92	-107993	•	31117.1	6.66	Verificato
110	3924.75	-65210	•	31117.1	7.93	Verificato
120	3260.34	-29495	•	31117.1	9.54	Verificato

Taglio e Momento lungo la mensola di fondazione, per il Caso 1 (STR [SLU] - SLU A1+M1+R3)



Sollecitazioni in fondazione, per il Caso 1 (STR [SLU] - SLU A1+M1+R3)

- Caso 2 (GEO [SLU_GEO] - SLU A2+M2+R2)

Nessuna verifica per questo Caso di Carico.

- Caso 3 (SLV_SISMA_SU [SLV] - Sisma_1+1+R_Su)

Elevazione, presso-flessione								
quota [cm]	Normale [daN]	Taglio [daN]	Momento [daN*cm]	•	Mom.Res.POS [daN*cm]	Mom.Res.NEG [daN*cm]	FS >1/<1	-
-20	-286.05	-230.46	2106	•	1190472	-1190472	> 100	Verificato

-40	-642.25	-639.53	10409	•	1196132	-1196132	> 100	Verificato
-60	-1091.96	-1286.75	29275	•	1203274	-1203274	41.1	Verificato
-80	-1635.2	-2172.12	63467	•	1211904	-1211904	19.1	Verificato
-100	-2271.96	-3295.64	117747	•	1222019	-1222019	10.38	Verificato
-120	-3002.24	-4657.31	196880	•	1233625	-1233625	6.27	Verificato
-140	-3826.05	-6257.13	305627	•	2264464	-2264464	7.41	Verificato
-160	-4743.37	-8095.1	448753	•	2960794	-2301106	6.6	Verificato
-180	-5753.05	-10168.25	630999	•	2976104	-2316324	4.72	Verificato
-200	-6830.53	-12414.06	856634	•	1994924	-1336249	2.33	Verificato

Sforzo Normale, Taglio e Momento lungo il paramento verticale, per il Caso 3 (SLV_SISMA_SU [SLV] - Sisma_1+1+R_Su)

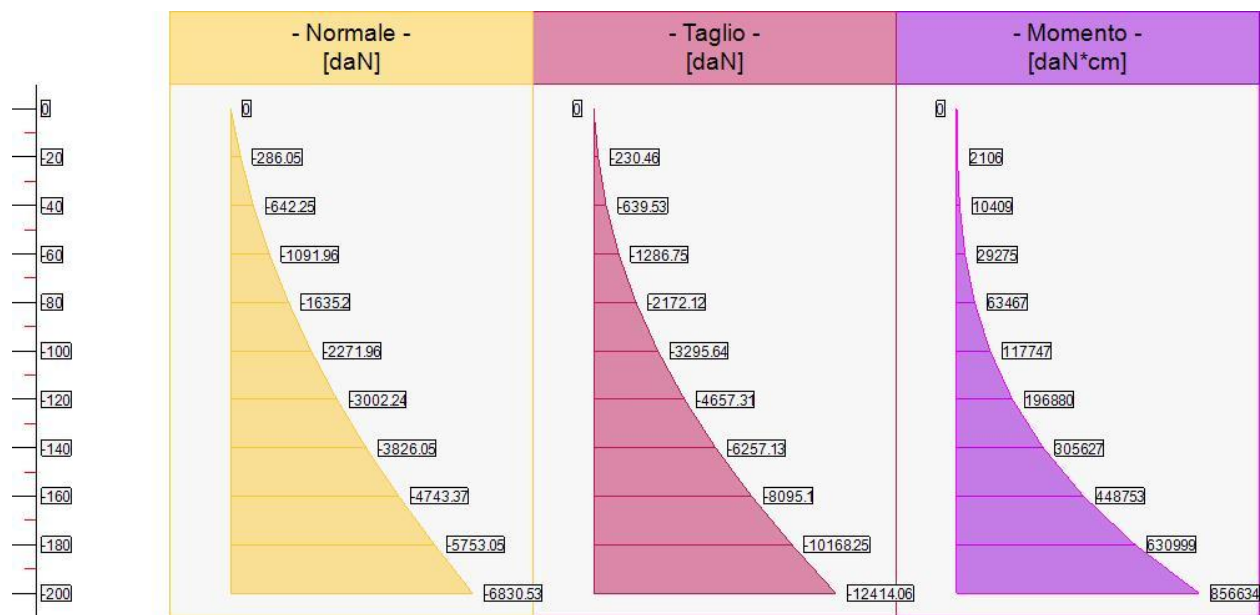
Elevazione, taglio								
quota [cm]	Normale [daN]	Taglio [daN]	Momento [daN*cm]	•	Tag.Res. [daN]	FS >1/<1	-	
-20	-286.05	-230.46	2106	•	16740.39	72.64	-	Verificato
-40	-642.25	-639.53	10409	•	16740.39	26.18	-	Verificato
-60	-1091.96	-1286.75	29275	•	16740.39	13.01	-	Verificato
-80	-1635.2	-2172.12	63467	•	16740.39	7.71	-	Verificato
-100	-2271.96	-3295.64	117747	•	16740.39	5.08	-	Verificato
-120	-3002.24	-4657.31	196880	•	16740.39	3.59	-	Verificato
-140	-3826.05	-6257.13	305627	•	18256.95	2.92	-	Verificato
-160	-4743.37	-8095.1	448753	•	20263.81	2.5	-	Verificato
-180	-5753.05	-10168.25	630999	•	20263.81	1.99	-	Verificato
-200	-6830.53	-12414.06	856634	•	17411.09	1.4	-	Verificato

Sforzo Normale, Taglio e Momento lungo il paramento verticale, per il Caso 3 (SLV_SISMA_SU [SLV] - Sisma_1+1+R_Su)

Elevazione, flessione ali pannello							
quota [cm]	Mom.Ag.int [daN*cm]	Mom.Ag.ext [daN*cm]	•	Mom.Res.int [daN*cm]	Mom.Res.ext [daN*cm]	FS >1/<1	-
-20	0	0	•	0	0	> 100	Verificato
-40	0	0	•	0	0	> 100	Verificato
-60	0	0	•	0	0	> 100	Verificato
-80	0	0	•	0	0	> 100	Verificato
-100	0	0	•	0	0	> 100	Verificato
-120	0	0	•	0	0	> 100	Verificato
-140	0	0	•	0	0	> 100	Verificato
-160	0	0	•	0	0	> 100	Verificato
-180	0	0	•	0	0	> 100	Verificato
-200	0	0	•	0	0	> 100	Verificato

Elevazione, taglio ali pannello						
quota [cm]	Tag.Agente [daN]	•	Tag.Res. [daN]	FS >1/<1	-	
-20	+inf.	•	+inf.	> 100	-	Verificato
-40	+inf.	•	+inf.	> 100	-	Verificato
-60	+inf.	•	+inf.	> 100	-	Verificato
-80	+inf.	•	+inf.	> 100	-	Verificato
-100	+inf.	•	+inf.	> 100	-	Verificato
-120	+inf.	•	+inf.	> 100	-	Verificato
-140	+inf.	•	+inf.	> 100	-	Verificato
-160	+inf.	•	+inf.	> 100	-	Verificato
-180	+inf.	•	+inf.	> 100	-	Verificato
-200	+inf.	•	+inf.	> 100	-	Verificato

Sforzo Normale, Taglio e Momento lungo il paramento verticale, per il Caso 3 (SLV_SISMA_SU [SLV] - Sisma_1+1+R_Su)



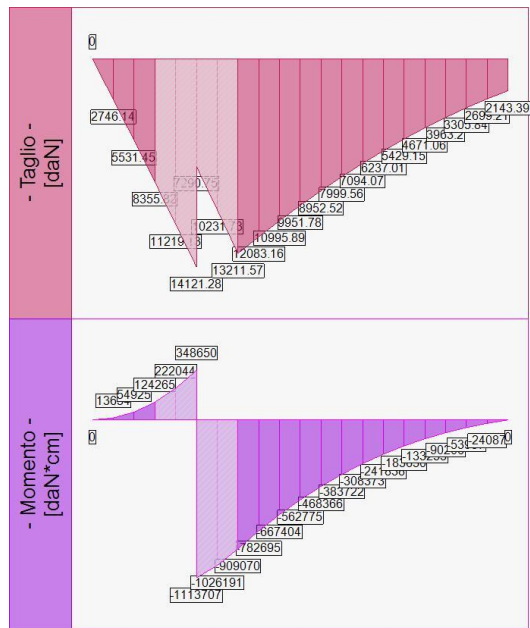
Sollecitazioni lungo il fusto, per il Caso 3 (SLV_SISMA_SU [SLV] - Sisma_1+1+R_Su)

Fondazione, flessione							
quota [cm]	Taglio [daN]	Momento [daN*cm]	•	Mom.Res.POS [daN*cm]	Mom.Res.NEG [daN*cm]	FS	-
-60	2746.14	13634	•	1185889.1	-1185889.1	86.98	Verificato
-50	5531.45	54925	•	1185848	-1185848	21.59	Verificato
-40	8355.82	124265	•	1185810.1	-1185810.1	9.54	Verificato
0	13211.57	-909070	•	1314994.6	-1974172	2.17	Verificato
10	12083.16	-782695	•	1314956.2	-1974131.8	2.52	Verificato
20	10995.89	-667404	•	1314917.8	-1974093.5	2.96	Verificato
30	9951.78	-562775	•	1314877.5	-1974053.3	3.51	Verificato
40	8952.52	-468366	•	1314837.1	-1974015	4.21	Verificato
50	7999.56	-383722	•	1314798.7	-1973976.7	5.14	Verificato
60	7094.07	-308373	•	1314760.3	-1973938.4	6.4	Verificato
70	6237.01	-241838	•	1314718.1	-1973900.1	8.16	Verificato
80	5429.15	-183630	•	1272846.7	-1272846.7	6.93	Verificato
90	4671.06	-133253	•	1272807.4	-1272807.4	9.55	Verificato
100	3963.2	-90206	•	1272768.1	-1272768.1	14.11	Verificato
110	3305.84	-53987	•	1272728.9	-1272728.9	23.57	Verificato
120	2699.21	-24087	•	1272689.6	-1272689.6	52.84	Verificato

Taglio e Momento lungo la mensola di fondazione, per il Caso 3 (SLV_SISMA_SU [SLV] - Sisma_1+1+R_Su)

Fondazione, taglio						
quota [cm]	Taglio [daN]	Momento [daN*cm]	•	Tag.Res. [daN]	FS	-
-60	2746.14	13634	•	15558.6	5.67	Verificato
-50	5531.45	54925	•	15558.6	2.81	Verificato
-40	8355.82	124265	•	15558.6	1.86	Verificato
0	13211.57	-909070	•	31117.1	2.36	Verificato
10	12083.16	-782695	•	31117.1	2.58	Verificato
20	10995.89	-667404	•	31117.1	2.83	Verificato
30	9951.78	-562775	•	31117.1	3.13	Verificato
40	8952.52	-468366	•	31117.1	3.48	Verificato
50	7999.56	-383722	•	31117.1	3.89	Verificato
60	7094.07	-308373	•	31117.1	4.39	Verificato
70	6237.01	-241838	•	31117.1	4.99	Verificato
80	5429.15	-183630	•	31117.1	5.73	Verificato
90	4671.06	-133253	•	31117.1	6.66	Verificato
100	3963.2	-90206	•	31117.1	7.85	Verificato
110	3305.84	-53987	•	31117.1	9.41	Verificato
120	2699.21	-24087	•	31117.1	11.53	Verificato

Taglio e Momento lungo la mensola di fondazione, per il Caso 3 (SLV_SISMA_SU [SLV] - Sisma_1+1+R_Su)



Sollecitazioni in fondazione, per il Caso 3 (SLV_SISMA_SU [SLV] - Sisma_1+1+R_Su)

- Caso 4 (SLV_SISMA_GIU [SLV] - Sisma_1+1+R_Giu)

Elevazione, presso-flessione								
quota [cm]	Normale [daN]	Taglio [daN]	Momento [daN*cm]	• •	Mom.Res.POS [daN*cm]	Mom.Res.NEG [daN*cm]	FS >1/<1	- -
-20	-301.5	-257.12	2373	•	1190719	-1190719	> 100	Verificato
-40	-673.15	-692.85	11475	•	1196620	-1196620	> 100	Verificato
-60	-1138.32	-1366.73	31674	•	1204009	-1204009	38.01	Verificato
-80	-1697.01	-2278.76	67732	•	1212884	-1212884	17.91	Verificato
-100	-2349.22	-3428.94	124412	•	1223247	-1223247	9.83	Verificato
-120	-3094.95	-4817.27	206477	•	1235097	-1235097	5.98	Verificato
-140	-3934.21	-6443.75	318690	•	2266141	-2266141	7.11	Verificato
-160	-4866.99	-8308.38	465815	•	2962669	-2302969	6.36	Verificato
-180	-5892.12	-10408.18	652593	•	2978213	-2318421	4.56	Verificato
-200	-6985.05	-12680.65	883293	•	1997318	-1338699	2.26	Verificato

Sforzo Normale, Taglio e Momento lungo il paramento verticale, per il Caso 4 (SLV_SISMA_GIU [SLV] - Sisma_1+1+R_Giu)

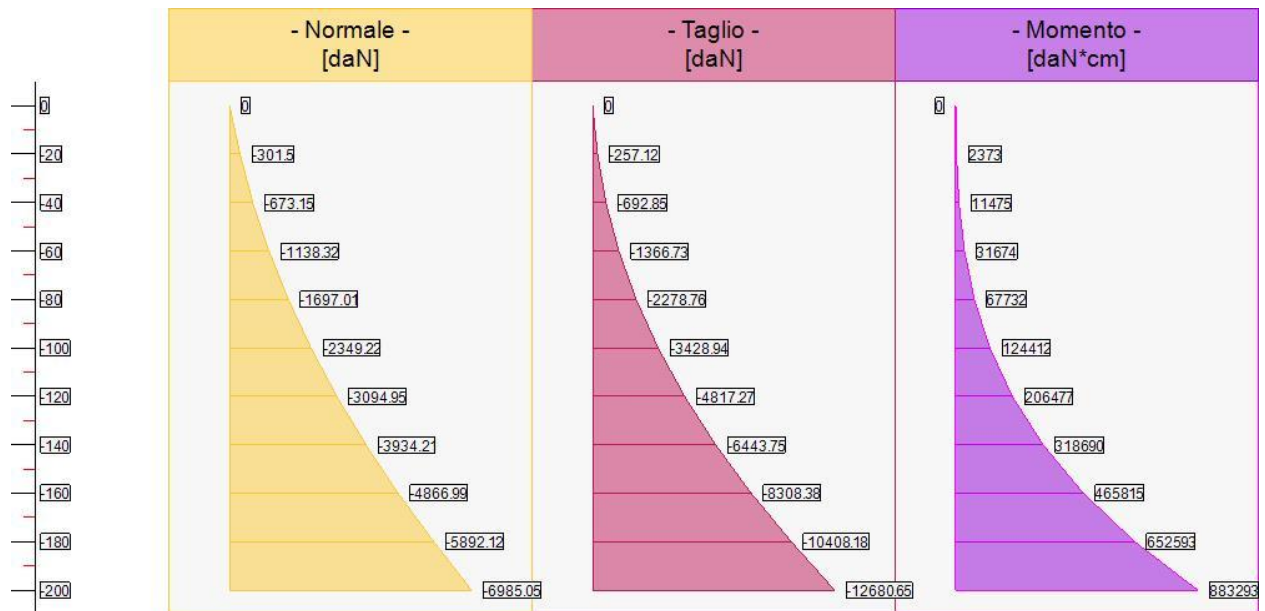
Elevazione, taglio							
quota [cm]	Normale [daN]	Taglio [daN]	Momento [daN*cm]	• •	Tag.Res. [daN]	FS >1/<1	- -
-20	-301.5	-257.12	2373	•	16740.39	65.11	Verificato
-40	-673.15	-692.85	11475	•	16740.39	24.16	Verificato
-60	-1138.32	-1366.73	31674	•	16740.39	12.25	Verificato
-80	-1697.01	-2278.76	67732	•	16740.39	7.35	Verificato
-100	-2349.22	-3428.94	124412	•	16740.39	4.88	Verificato
-120	-3094.95	-4817.27	206477	•	16740.39	3.48	Verificato
-140	-3934.21	-6443.75	318690	•	18256.95	2.83	Verificato
-160	-4866.99	-8308.38	465815	•	20263.81	2.44	Verificato
-180	-5892.12	-10408.18	652593	•	20263.81	1.95	Verificato
-200	-6985.05	-12680.65	883293	•	17411.09	1.37	Verificato

Sforzo Normale, Taglio e Momento lungo il paramento verticale, per il Caso 4 (SLV_SISMA_GIU [SLV] - Sisma_1+1+R_Giu)

Elevazione, flessione ali pannello							
quota [cm]	Mom.Ag.int [daN*cm]	Mom.Ag.ext [daN*cm]	•	Mom.Res.int [daN*cm]	Mom.Res.ext [daN*cm]	FS >1/<1	-
-20	0	0	•	0	0	> 100	Verificato
-40	0	0	•	0	0	> 100	Verificato
-60	0	0	•	0	0	> 100	Verificato
-80	0	0	•	0	0	> 100	Verificato
-100	0	0	•	0	0	> 100	Verificato
-120	0	0	•	0	0	> 100	Verificato
-140	0	0	•	0	0	> 100	Verificato
-160	0	0	•	0	0	> 100	Verificato
-180	0	0	•	0	0	> 100	Verificato
-200	0	0	•	0	0	> 100	Verificato

Elevazione, taglio ali pannello					
quota [cm]	Tag.Agente [daN]	•	Tag.Res. [daN]	FS >1/<1	- -
-20	+inf.	•	+inf.	> 100	Verificato
-40	+inf.	•	+inf.	> 100	Verificato
-60	+inf.	•	+inf.	> 100	Verificato
-80	+inf.	•	+inf.	> 100	Verificato
-100	+inf.	•	+inf.	> 100	Verificato
-120	+inf.	•	+inf.	> 100	Verificato
-140	+inf.	•	+inf.	> 100	Verificato
-160	+inf.	•	+inf.	> 100	Verificato
-180	+inf.	•	+inf.	> 100	Verificato
-200	+inf.	•	+inf.	> 100	Verificato

Sforzo Normale, Taglio e Momento lungo il paramento verticale, per il Caso 4 (SLV_SISMA_GIU [SLV] - Sisma_1+1+R_Giu)



Sollecitazioni lungo il fusto, per il Caso 4 (SLV_SISMA_GIU [SLV] - Sisma_1+1+R_Giu)

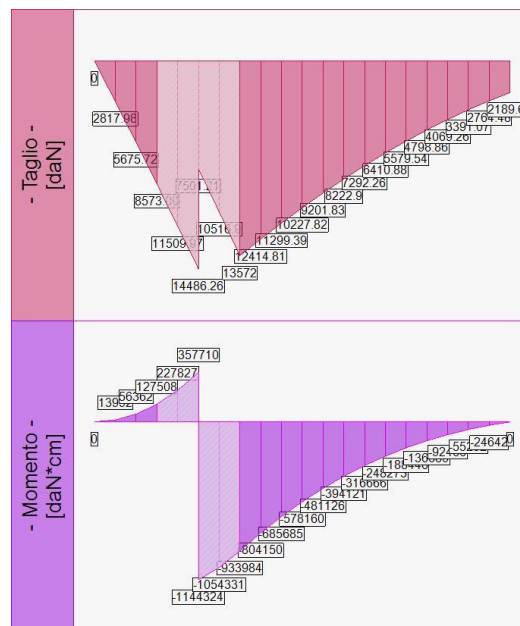
Fondazione, flessione							
quota [cm]	Taglio [daN]	Momento [daN*cm]	•	Mom.Res.POS [daN*cm]	Mom.Res.NEG [daN*cm]	FS >1/<1	-
-60	2817.98	13992	•	1185889.1	-1185889.1	84.76	Verificato
-50	5675.72	56362	•	1185848	-1185848	21.04	Verificato
-40	8573.09	127508	•	1185810.1	-1185810.1	9.3	Verificato

0	13572	-933984	•	1316862.2	-1975993.7	2.12	Verificato
10	12414.81	-804150	•	1316823.8	-1975953.5	2.46	Verificato
20	11299.39	-685685	•	1316783.4	-1975915.2	2.88	Verificato
30	10227.82	-578160	•	1316743.1	-1975876.8	3.42	Verificato
40	9201.83	-481126	•	1316704.6	-1975838.5	4.11	Verificato
50	8222.9	-394121	•	1316666.2	-1975800.2	5.01	Verificato
60	7292.26	-316666	•	1316625.8	-1975761.9	6.24	Verificato
70	6410.88	-248273	•	1316585.5	-1975723.5	7.96	Verificato
80	5579.54	-188446	•	1274716	-1274716	6.76	Verificato
90	4798.86	-136680	•	1274676.7	-1274676.7	9.33	Verificato
100	4069.26	-92466	•	1274637.4	-1274637.4	13.78	Verificato
110	3391.07	-55292	•	1274598.1	-1274598.1	23.05	Verificato
120	2764.48	-24642	•	1274558.8	-1274558.8	51.72	Verificato

Taglio e Momento lungo la mensola di fondazione, per il Caso 4 (SLV_SISMA_GIU [SLV] - Sisma_1+1+R_Giu)

Fondazione, taglio							
quota	Taglio	Momento	•	Tag.Res.	FS	-	
[cm]	[daN]	[daN*cm]	•	[daN]	>1/<1	-	
-60	2817.98	13992	•	15558.6	5.52	Verificato	
-50	5675.72	56362	•	15558.6	2.74	Verificato	
-40	8573.09	127508	•	15558.6	1.81	Verificato	
0	13572	-933984	•	31117.1	2.29	Verificato	
10	12414.81	-804150	•	31117.1	2.51	Verificato	
20	11299.39	-685685	•	31117.1	2.75	Verificato	
30	10227.82	-578160	•	31117.1	3.04	Verificato	
40	9201.83	-481126	•	31117.1	3.38	Verificato	
50	8222.9	-394121	•	31117.1	3.78	Verificato	
60	7292.26	-316666	•	31117.1	4.27	Verificato	
70	6410.88	-248273	•	31117.1	4.85	Verificato	
80	5579.54	-188446	•	31117.1	5.58	Verificato	
90	4798.86	-136680	•	31117.1	6.48	Verificato	
100	4069.26	-92466	•	31117.1	7.65	Verificato	
110	3391.07	-55292	•	31117.1	9.18	Verificato	
120	2764.48	-24642	•	31117.1	11.26	Verificato	

Taglio e Momento lungo la mensola di fondazione, per il Caso 4 (SLV_SISMA_GIU [SLV] - Sisma_1+1+R_Giu)



Sollecitazioni in fondazione, per il Caso 4 (SLV_SISMA_GIU [SLV] - Sisma_1+1+R_Giu)

- Caso 5 (SLD_SISMA_SU [SLD] - Sisma_1+1+R_Su)

Nessuna verifica per questo Caso di Carico.

- Caso 6 (SLD_SISMA_GIU [SLD] - Sisma_1+1+R_Giu)

Nessuna verifica per questo Caso di Carico.

- Caso 7 (ECCEZIONALE [SLU_Eccezionale] - SLU_Eccezionale)

Elevazione, presso-flessione								
quota [cm]	Normale [daN]	Taglio [daN]	Momento [daN*cm]	• •	Mom.Res.POS [daN*cm]	Mom.Res.NEG [daN*cm]	FS >1/<1	- -
-20	-276.74	-195.42	1700	•	1190323	-1190323	> 100	Verificato
-40	-639.73	-610.45	9281	•	1196090	-1196090	> 100	Verificato
-60	-1108.89	-1295.87	27920	•	1203544	-1203544	43.11	Verificato
-80	-1675.01	-2228.18	62762	•	1212536	-1212536	19.32	Verificato
-100	-2335.07	-3399.71	118642	•	1223023	-1223023	10.31	Verificato
-120	-3089.13	-4810.6	200346	•	1235003	-1235003	6.16	Verificato
-140	-3936.76	-6459.78	312655	•	2266179	-2266179	7.25	Verificato
-160	-4878.17	-8347.74	460329	•	2962839	-2303136	6.44	Verificato
-180	-5912.74	-10472.95	648146	•	2978528	-2318730	4.6	Verificato
-200	-7014.7	-12769.76	880391	•	1997778	-1339169	2.27	Verificato

Sforzo Normale, Taglio e Momento lungo il paramento verticale, per il Caso 7 (ECCEZIONALE [SLU_Eccezionale] - SLU_Eccezionale)

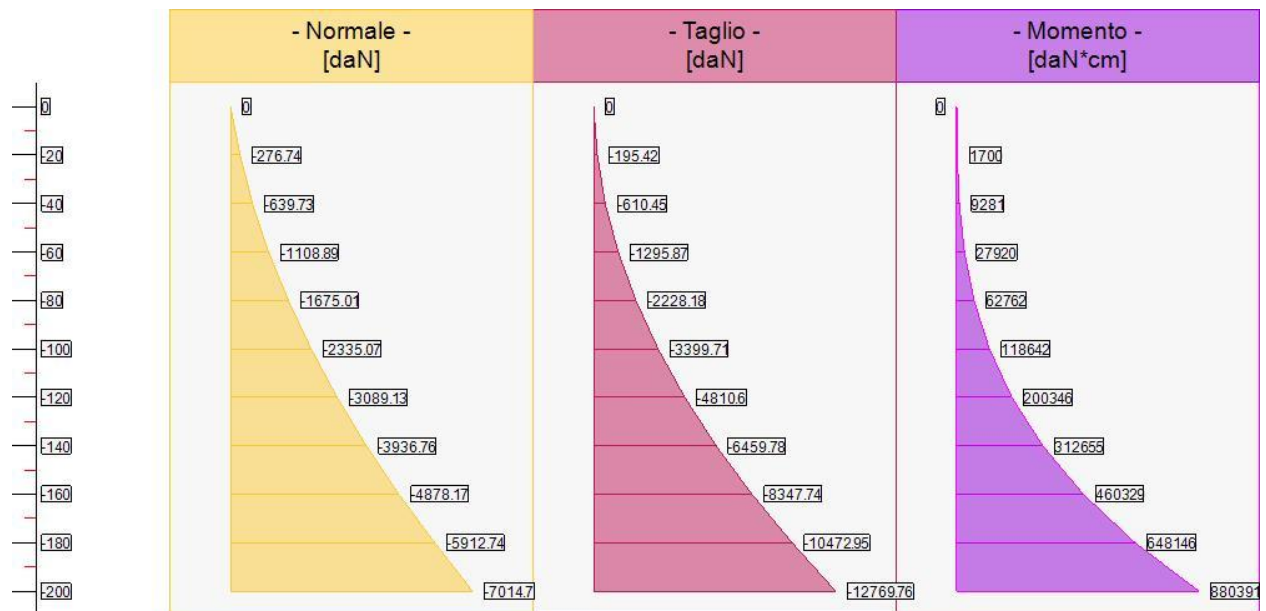
Elevazione, taglio							
quota [cm]	Normale [daN]	Taglio [daN]	Momento [daN*cm]	• •	Tag.Res. [daN]	FS >1/<1	- -
-20	-276.74	-195.42	1700	•	16740.39	85.66	Verificato
-40	-639.73	-610.45	9281	•	16740.39	27.42	Verificato
-60	-1108.89	-1295.87	27920	•	16740.39	12.92	Verificato
-80	-1675.01	-2228.18	62762	•	16740.39	7.51	Verificato
-100	-2335.07	-3399.71	118642	•	16740.39	4.92	Verificato
-120	-3089.13	-4810.6	200346	•	16740.39	3.48	Verificato
-140	-3936.76	-6459.78	312655	•	18256.95	2.83	Verificato
-160	-4878.17	-8347.74	460329	•	20263.81	2.43	Verificato
-180	-5912.74	-10472.95	648146	•	20263.81	1.93	Verificato
-200	-7014.7	-12769.76	880391	•	17411.09	1.36	Verificato

Sforzo Normale, Taglio e Momento lungo il paramento verticale, per il Caso 7 (ECCEZIONALE [SLU_Eccezionale] - SLU_Eccezionale)

Elevazione, flessione ali pannello							
quota [cm]	Mom.Ag.int [daN*cm]	Mom.Ag.ext [daN*cm]	• •	Mom.Res.int [daN*cm]	Mom.Res.ext [daN*cm]	FS >1/<1	- -
-20	0	0	•	0	0	> 100	Verificato
-40	0	0	•	0	0	> 100	Verificato
-60	0	0	•	0	0	> 100	Verificato
-80	0	0	•	0	0	> 100	Verificato
-100	0	0	•	0	0	> 100	Verificato
-120	0	0	•	0	0	> 100	Verificato
-140	0	0	•	0	0	> 100	Verificato
-160	0	0	•	0	0	> 100	Verificato
-180	0	0	•	0	0	> 100	Verificato
-200	0	0	•	0	0	> 100	Verificato

Elevazione, taglio al pannello						
quota [cm]	Tagg.Agente [daN]	•	Tagg.Res. [daN]	FS	-	-
-20	+inf.	•	+inf.	> 100		Verificato
-40	+inf.	•	+inf.	> 100		Verificato
-60	+inf.	•	+inf.	> 100		Verificato
-80	+inf.	•	+inf.	> 100		Verificato
-100	+inf.	•	+inf.	> 100		Verificato
-120	+inf.	•	+inf.	> 100		Verificato
-140	+inf.	•	+inf.	> 100		Verificato
-160	+inf.	•	+inf.	> 100		Verificato
-180	+inf.	•	+inf.	> 100		Verificato
-200	+inf.	•	+inf.	> 100		Verificato

Sforzo Normale, Taglio e Momento lungo il paramento verticale, per il Caso 7 (ECCEZIONALE [SLU_Eccezionale] - SLU_Eccezionale)



Sollecitazioni lungo il fusto, per il Caso 7 (ECCEZIONALE [SLU_Eccezionale] - SLU_Eccezionale)

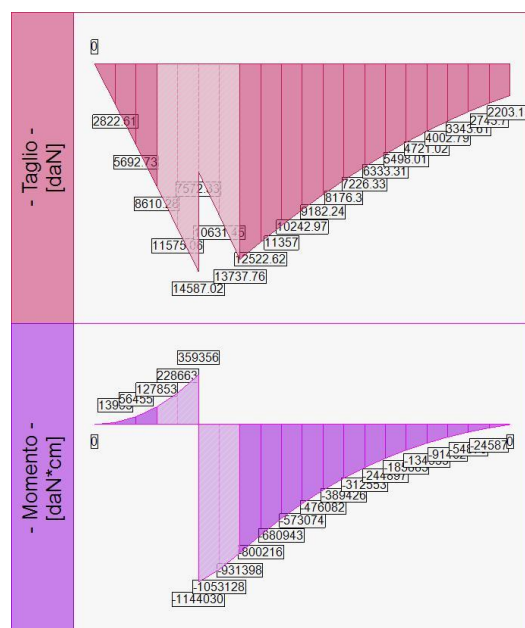
Fondazione, flessione							
quota [cm]	Taglio [daN]	Momento [daN*cm]	•	Mom.Res.POS [daN*cm]	Mom.Res.NEG [daN*cm]	FS	-
-60	2822.61	13995	•	1185930.2	-1185930.2	84.74	Verificato
-50	5692.73	56455	•	1185930.2	-1185930.2	21.01	Verificato
-40	8610.28	127853	•	1185930.2	-1185930.2	9.28	Verificato
0	13737.76	-931398	•	1316896.8	-1976026.3	2.12	Verificato
10	12522.62	-800216	•	1316896.8	-1976026.3	2.47	Verificato
20	11357	-680943	•	1316896.8	-1976026.3	2.9	Verificato
30	10242.97	-573074	•	1316896.8	-1976026.3	3.45	Verificato
40	9182.24	-476082	•	1316896.8	-1976026.3	4.15	Verificato
50	8176.3	-389426	•	1316896.8	-1976026.3	5.07	Verificato
60	7226.33	-312553	•	1316896.8	-1976026.3	6.32	Verificato
70	6333.31	-244897	•	1316896.8	-1976026.3	8.07	Verificato
80	5498.01	-185885	•	1275066.5	-1275066.5	6.86	Verificato
90	4721.02	-134935	•	1275066.5	-1275066.5	9.45	Verificato
100	4002.79	-91462	•	1275066.5	-1275066.5	13.94	Verificato
110	3343.61	-54876	•	1275066.5	-1275066.5	23.24	Verificato
120	2743.7	-24587	•	1275066.5	-1275066.5	51.86	Verificato

Taglio e Momento lungo la mensola di fondazione, per il Caso 7 (ECCEZIONALE [SLU_Eccezionale] - SLU_Eccezionale)

Fondazione, taglio						
quota [cm]	Taglio [daN]	Momento [daN*cm]	•	Tagg.Res. [daN]	FS	-
			•		>1/<1	-

-60	2822.61	13995	•	15558.6	5.51	Verificato
-50	5692.73	56455	•	15558.6	2.73	Verificato
-40	8610.28	127853	•	15558.6	1.81	Verificato
0	13737.76	-931398	•	31117.1	2.27	Verificato
10	12522.62	-800216	•	31117.1	2.48	Verificato
20	11357	-680943	•	31117.1	2.74	Verificato
30	10242.97	-573074	•	31117.1	3.04	Verificato
40	9182.24	-476082	•	31117.1	3.39	Verificato
50	8176.3	-389426	•	31117.1	3.81	Verificato
60	7226.33	-312553	•	31117.1	4.31	Verificato
70	6333.31	-244897	•	31117.1	4.91	Verificato
80	5498.01	-185885	•	31117.1	5.66	Verificato
90	4721.02	-134935	•	31117.1	6.59	Verificato
100	4002.79	-91462	•	31117.1	7.77	Verificato
110	3343.61	-54876	•	31117.1	9.31	Verificato
120	2743.7	-24587	•	31117.1	11.34	Verificato

Taglio e Momento lungo la mensola di fondazione, per il Caso 7 (ECCEZIONALE [SLU_Eccezionale] - SLU_Eccezionale)



Sollecitazioni in fondazione, per il Caso 7 (ECCEZIONALE [SLU_Eccezionale] - SLU_Eccezionale)

- Caso 8 (RARA [Caratteristica] - SLE caratteristica (rara))

Nessuna verifica per questo Caso di Carico.

- Caso 9 (FREQ. [Frequente] - SLE frequente)

Nessuna verifica per questo Caso di Carico.

- Caso 10 (Q.PERM. [Quasi_Perm] - SLE quasi permanente)

Nessuna verifica per questo Caso di Carico.



COMUNE DI VOLPIANO – Città Metropolitana di Torino
Regione Piemonte

Torrente Bendola - via Banna - Bendola – manutenzione straordinaria

Progetto esecutivo



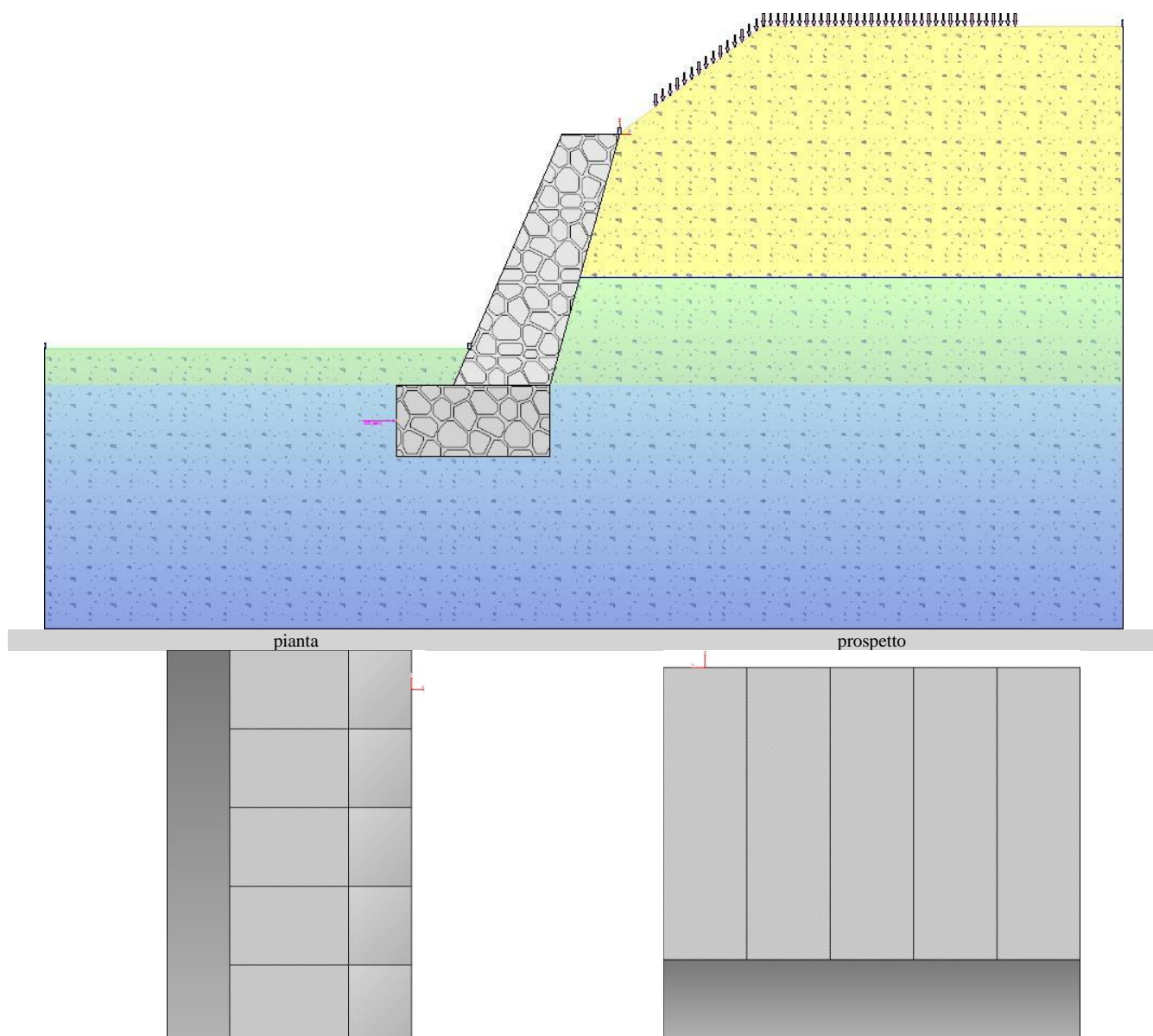
Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



ALLEGATO 2

– Verifiche di stabilità delle scogliere in progetto – $H=3.5$ m

ALLEGATO 2 – Verifica delle scogliere



- 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.

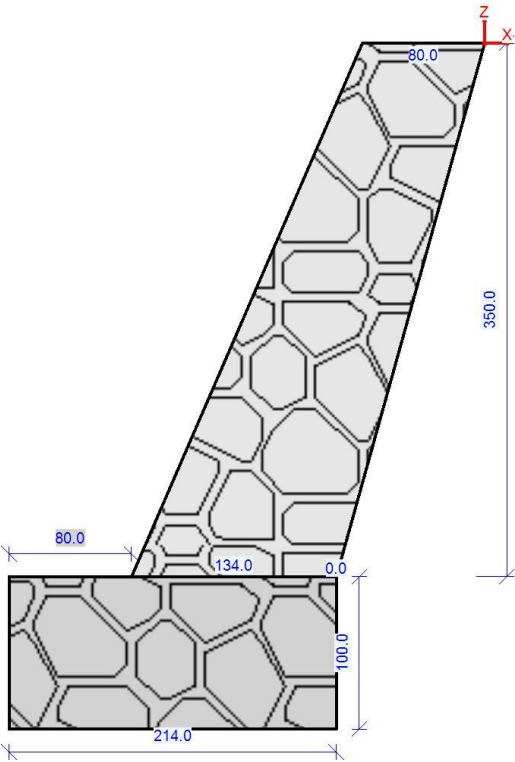
caso di carico	capacità portante	scorrimento	ribaltamento	stabilità globale	FS strutturale Fusto(pressoflessione)	FS strutturale Fusto(taglio)
1 - STR(SLU)	1.47	1.26	Stabile 2.03 (s.max.=0.21 [cm])	---	19.21	2.35
2 - GEO(SLU_GEO)	---	---	---	1.37	---	---
3 - SLV_SISMA_SU(SLV)	2.09	1.42	Stabile 2.71 (s.max.=0.3 [cm])	1.61	23.09	4.24
4 - SLV_SISMA_GIU(SLV)	2.06	1.41	Stabile 2.64 (s.max.=0.28 [cm])	1.61	23.54	4.11
5 - SLD_SISMA_SU(SLD)	2.15	1.34	---	---	---	---
6 - SLD_SISMA_GIU(SLD)	2.13	1.33	---	---	---	---

Muro Verificato!

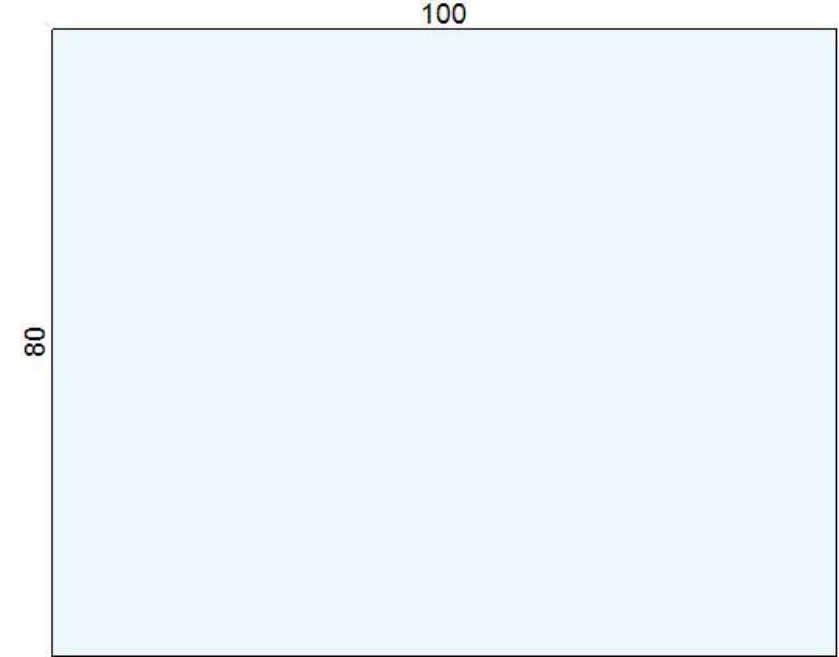
[Verifiche Superate]

- Elementi strutturali

- Muro e fondazione



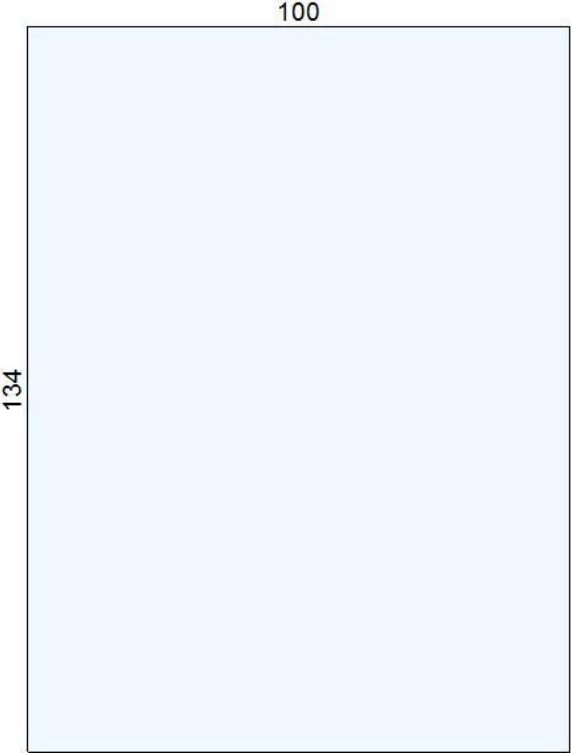
Sezione 2:
(valle)



(monte)

Sezione n. 1:
Area [cm2]: 8 000.0
Jz,g [cm4]: 4 266 667
Jy,g [cm4]: 6 666 667
Zg [cm]: 0.0
Yg [cm]: 40.0

Sezione 3:
(valle)



(monte)

Sezione n. 2:
Area [cm²]: 13 400.0
J_{z,g} [cm⁴]: 20 050 867
J_{y,g} [cm⁴]: 11 166 667
Z_g [cm]: 0.0
Y_g [cm]: 67.0

- **Terreno**

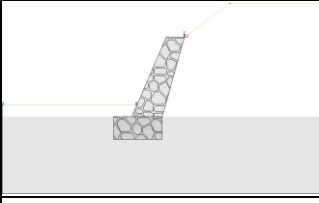
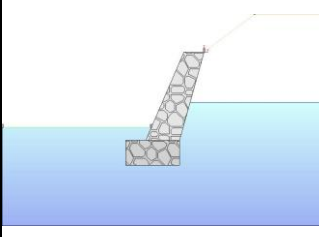
- **Profili di Monte e Valle**

MONTE				VALLE		
punto	x [cm]	z [cm]		punto	x [cm]	z [cm]
1	0	0	-	1	-209.43	-300
2	200	150	-	2	-800	-300
3	700	150	-			

Coordinate vertici profilo di monte e di valle.

- **Strati**

strato e terreno	dati inseriti	disegno strato	coord. (x;z)
- 1 - Strato 1 (strato 1) Terreno 1 (non coesivo) (Copertura superficiale) $c' = 0.05$ [daN/cm ²] $\gamma = 0.0015$ [daN/cm ³] $\varphi = 23^\circ$	$h = 0$ $i = 0^\circ$		1 (-231;-350)[cm] 2 (-209.43;-300)[cm] 3 (-800;-300)[cm] 4 (-800;-350)[cm] 5 (-311;-350)[cm]1 (-231;-350)[cm] 2 (-209.43;-300)[cm] 3 (-800;-300)[cm] 4 (-800;-350)[cm] 5 (-311;-350)[cm]1 (700;-350)[cm] 2 (700;150)[cm] 3 (200;150)[cm] 4 (0;0)[cm] 5 (-97;-350)[cm]

- 2 - Strato 2 (strato 2) Terreno 2 (non coesivo) (Ciottoli con ghiaia) $c' = 0$ [daN/cm ²] $\gamma = 0.0019$ [daN/cm ³] $\varphi = 32^\circ$	$h = -350$ $i = 0^\circ$		1 (700;-690)[cm] 2 (700;-350)[cm] 3 (-97;-350)[cm] 4 (-97;-450)[cm] 5 (-311;-450)[cm] 6 (-311;-350)[cm] 7 (-800;-350)[cm] 8 (-800;-690)[cm]
- falda -	$hV = -300$ $hM = -200$ $hI = -400$		1 (-231;-350) 2 (-209;-300) 3 (-800;-300) 4 (-800;-690) 5 (700;-690) 6 (700;-200) 7 (-55;-200) 8 (-97;-350) 9 (-97;-450) 10 (-311;-450) 11 (-311;-350)

Stratigrafia.

- Normativa, materiali e modello di calcolo

- Norme Tecniche per le Costruzioni 17/01/2018

- Approccio 2

Coeff. sulle azioni	Coeff. proprietà terreno	Coeff. resistenze
- permanenti/favorevole = 1 - permanenti/sfavorevole = 1.3 - permanenti non strutturali/favorevole = 0.8 - permanenti non strutturali/sfavorevole = 1.5 - variabili/favorevole = 0 - variabili/sfavorevole = 1.5	- Coesione = 1 - Angolo di attrito = 1 - Resistenza al taglio non drenata = 1	- Capacità portante = 1.4 - Scorrimento = 1.1 - Resistenza terreno a valle = 1.4 - Ribaltamento = 1.15 - Capacità portante (sisma) = 1.2 - Scorrimento (sisma) = 1 - Resistenza terreno a valle (sisma) = 1.2 - Ribaltamento (sisma) = 1

- combinazione 2 per stabilità globale -

Combinazione 2		
Coeff. sulle azioni	Coeff. proprietà terreno	Coeff. resistenze
- permanenti/favorevole = 1 - permanenti/sfavorevole = 1 - permanenti non strutturali/favorevole = 0.8 - permanenti non strutturali/sfavorevole = 1.3 - variabili/favorevole = 0 - variabili/sfavorevole = 1.3	- Coesione = 1.25 - Angolo di attrito = 1.25 - Resistenza al taglio non drenata = 1.4	- Stabilità globale = 1.1 - Stabilità globale (sisma) = 1.2

- Dati di progetto dell'azione sismica:

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

- località = Volpiano [45.20000000,7.76670000]
- vita nominale = 50 anni
- classe d'uso = II
- SLU = SLV
- SLE = SLD
- categoria di sottosuolo = cat B
- categoria topografica = categoria T1
- ag (SLV) = 0.4584 m/s^2
- F_0 (SLV) = 2.7195
- ag (SLD) = 0.2405 m/s^2

- F_o (SLD) = 2.6032
- β_m (SLV) = 0.38
- β_m (SLD) = 0.47
- β_r (SLV) = 0.57
- β_s (SLV) = 0.38
- β_s (SLV) = 0.47
- > k_h (muro,SLV) = 0.0213
- > k_v (muro,SLV) = 0.0107
- > k_h (muro,SLD) = 0.0138
- > k_v (muro,SLD) = 0.0069
- > k_h (ribaltamento,SLV) = 0.032
- > k_v (ribaltamento,SLV) = 0.016
- > k_h (pendio,SLV) = 0.0213
- > k_v (pendio,SLV) = 0.0107
- > k_h (pendio,SLD) = 0.0138
- > k_v (pendio,SLD) = 0.0069

- Caratteristiche dei materiali:

Muratura

- Descrizione = Pietrame e malta
- $f_k = 70$ [daN/cm²]
- $f_{vk0,i} = 3$ [daN/cm²]
- $\mu_i = 0.4$
- $f_{vk0,e} = 3$ [daN/cm²]
- $\mu_e = 0.4$
- $E = 15000$ [daN/cm²]
- γ_m (statico) = 3
- γ_m (sismico) = 2.4
- γ (p.vol.) = 0.0025 [daN/cm³]

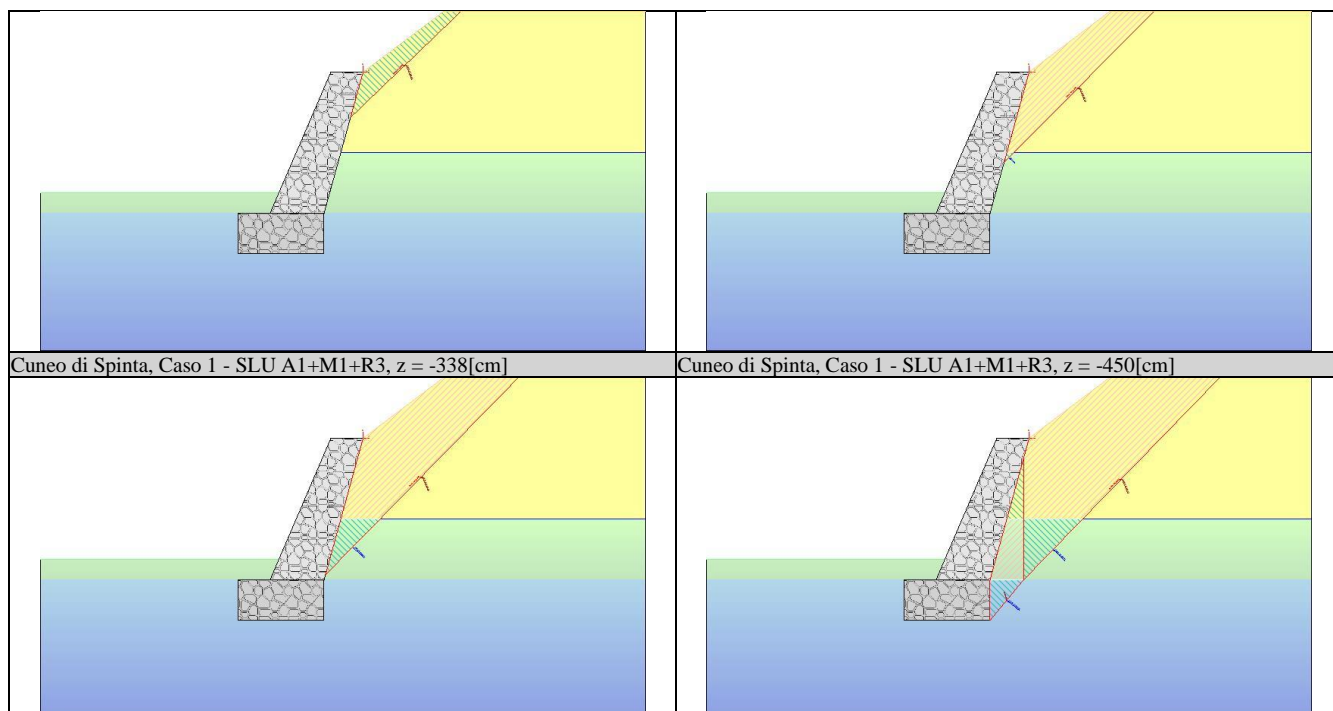
- Opzioni di calcolo

Spinte calcolate con coefficiente di spinta attiva " k_a " (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 / $c' = 0$

Cuneo di Spinta, Caso 1 - SLU A1+M1+R3, z = -113[cm]

Cuneo di Spinta, Caso 1 - SLU A1+M1+R3, z = -225[cm]



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 / ϕ' o $C_u = 1$
- coeff. per calcolo della sottospinta idraulica = 0.1

La verifica di stabilità globale viene eseguita con i metodi di Bishop semplificato.

- Attrito stab. globale / ϕ' o $C_u = 1$

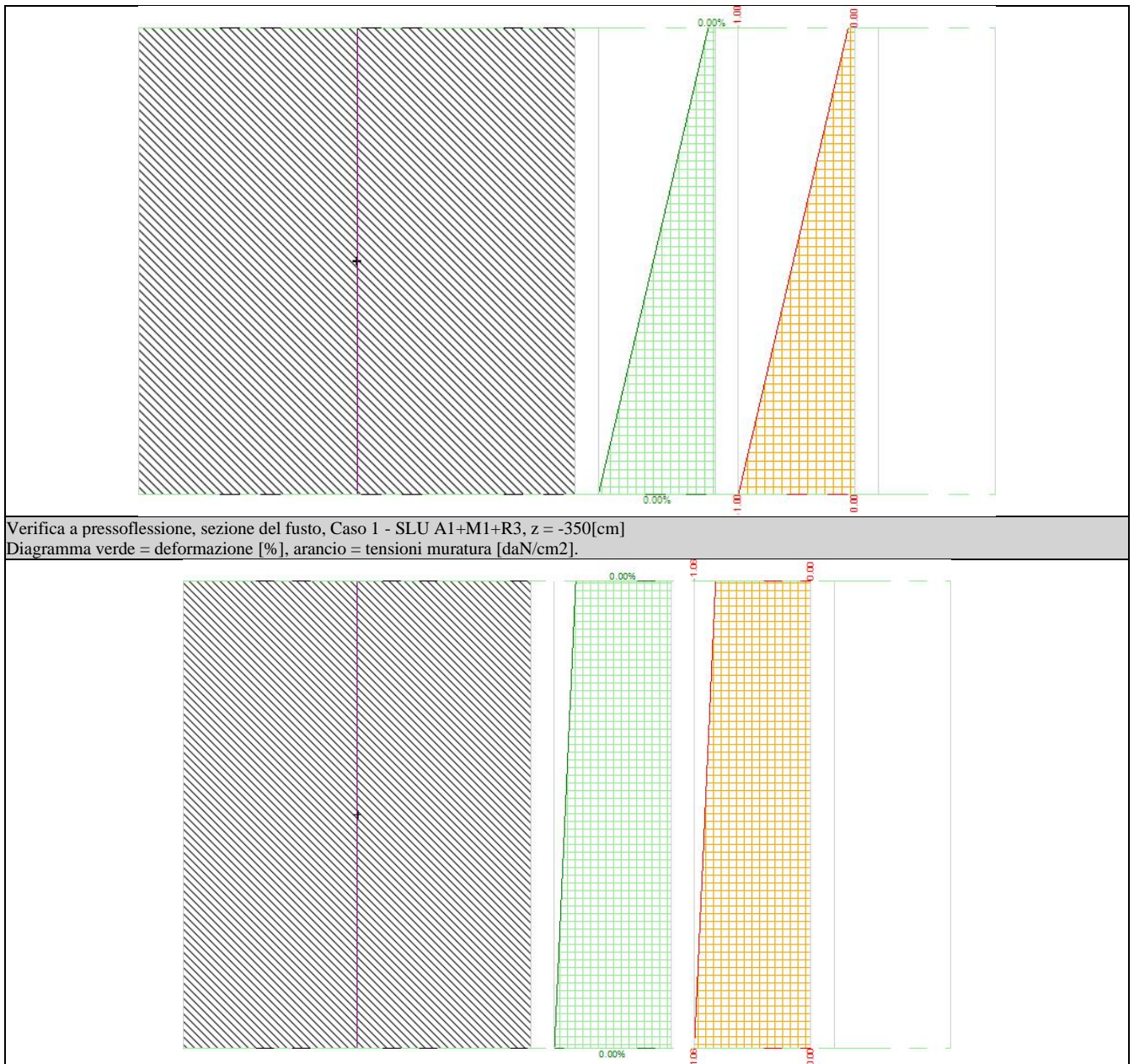
Il calcolo delle sollecitazioni e degli spostamenti dell'opera viene svolto con il metodo degli elementi finiti (FEM). Gli elementi schematizzanti il muro hanno peso e caratteristiche meccaniche proprie dei materiali di cui è costituito. Il terreno spingente (a monte) è rappresentato per mezzo di azioni 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) = 5 [daN/cm³]

La verifica delle sezioni in muratura viene eseguita a SLU. La pressoflessione è verificata a SLU con diagramma costitutivo lineare con parzializzazione [NTC18 4.5.6.1]. La resistenza nei confronti di sollecitazioni taglianti è verificata a SLU [NTC18 4.5.6.1].

Verifica a pressoflessione, sezione del fusto, Caso 1 - SLU A1+M1+R3, z = -175[cm]

Diagramma verde = deformazione [%], arancio = tensioni muratura [daN/cm²].



- *Carichi*

- **Carichi sul Terreno**

- **Carichi Nastriformi:**

Carico 1:

- descrizione = Carico in testa
- tipologia = permanente non strutturale
- estremi (xi;xf) = 50 [cm];550 [cm]
- tipo inserimento = sul profilo
- intensità = 0.1 [daN/cm²]

- Carichi sulla Struttura

- Carichi Puntuali:

Carico 1:

- descrizione = Spinta passiva
- tipologia = permanente non strutturale
- tipo inserimento = sulla fondazione a valle (mezzzeria)
- coord. x = 0 cm
- N = 0 [daN] a modulo
- M = 0 [daN*cm] a modulo
- T = -1500 [daN] a modulo

Considera come carico principale variabile (per coeff. psi [NTC18 2.5.3]) i casi di tipo: tutti

- Casi di Carico

caso	coefficienti per i carichi
STR (SLU) descr. = SLU A1+M1+R3 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 in testa [1.50; -] Car.Pun.(str) --- 1) Spinta passiva [1.50; -]
GEO (SLU_GEO) descr. = SLU A2+M2+R2 coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Nas.(ter) --- 1) Carico in testa [1.30; -] Car.Pun.(str) --- 1) Spinta passiva [1.30; -]
SLV_SISMA_SU (SLV) descr. = Sisma_1+1+R_Su coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Nas.(ter) --- 1) Carico in testa [1.00;1.00] Car.Pun.(str) --- 1) Spinta passiva [1.00;1.00]
SLV_SISMA_GIU (SLV) descr. = Sisma_1+1+R_Giu coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Nas.(ter) --- 1) Carico in testa [1.00;1.00] Car.Pun.(str) --- 1) Spinta passiva [1.00;1.00]
SLD_SISMA_SU (SLD) descr. = Sisma_1+1+R_Su coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Nas.(ter) --- 1) Carico in testa [1.00;1.00] Car.Pun.(str) --- 1) Spinta passiva [1.00;1.00]
SLD_SISMA_GIU (SLD) descr. = Sisma_1+1+R_Giu coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Nas.(ter) --- 1) Carico in testa [1.00;1.00] Car.Pun.(str) --- 1) Spinta passiva [1.00;1.00]

Casi di Carico

- Verifiche Geotecniche

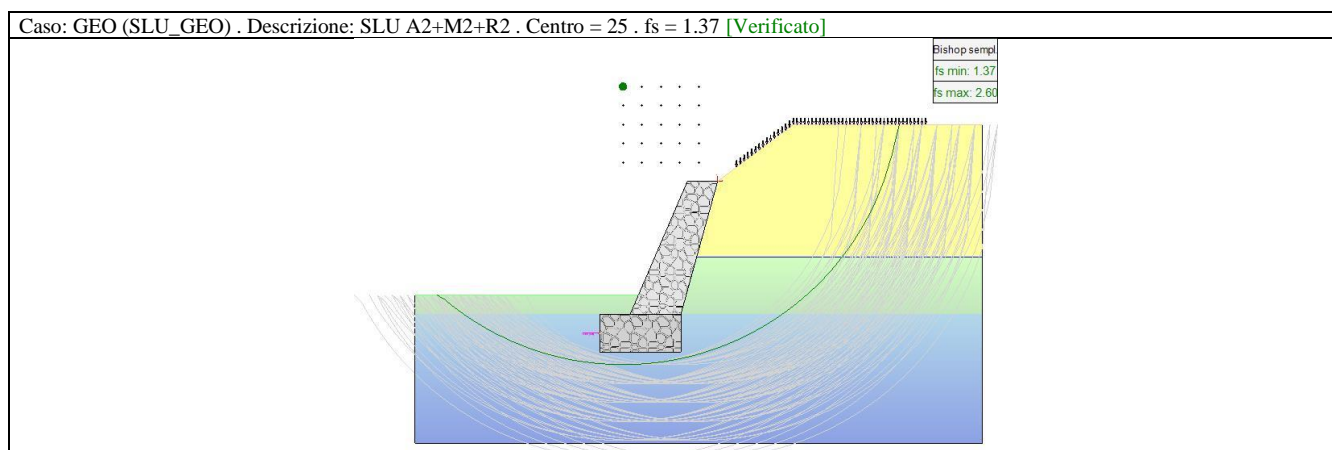
caso di carico	capacità portante	scorrimento	equilibrio
1 - STR (SLU)	- Drenata - q di progetto = 1.02 [daN/cm ²] q limite = 1.49 [daN/cm ²] --> fs = 1.47 [Verificato]	- Drenata - v applicato = 9642.58 [daN] v limite = 12188.1 [daN] --> fs = 1.26 [Verificato]	- Ribaltamento - Stabile --> fs = 2.03 (spost.max.=0.21 [cm]) [Verificato] - Stab. globale - verifica non prevista
2 - GEO (SLU_GEO)	- Drenata - verifica non prevista	- Drenata - verifica non prevista	- Ribaltamento - verifica non prevista - Stab. globale - --> fs = 1.37 [Verificato]
3 - SLV_SISMA_SU (SLV)	- Drenata - q di progetto = 0.83 [daN/cm ²] q limite = 1.74 [daN/cm ²] --> fs = 2.09 [Verificato]	- Drenata - v applicato = 7220.42 [daN] v limite = 10231.22 [daN] --> fs = 1.42 [Verificato]	- Ribaltamento - Stabile --> fs = 2.71 (spost.max.=0.3 [cm]) [Verificato]

			- Stab. globale - --> fs = 1.61 [Verificato]
4 - SLV_SISMA_GIU (SLV)	- Drenata - q di progetto = 0.84 [daN/cm ²] q limite = 1.72 [daN/cm ²] --> fs = 2.06 [Verificato]	- Drenata - v applicato = 7427.72 [daN] v limite = 10449.6 [daN] --> fs = 1.41 [Verificato]	- Ribaltamento - Stabile --> fs = 2.64 (spost.max.=0.28 [cm]) [Verificato] - Stab. globale - --> fs = 1.61 [Verificato]
5 - SLD_SISMA_SU (SLD)	- Drenata - q di progetto = 0.86 [daN/cm ²] q limite = 1.85 [daN/cm ²] --> fs = 2.15 [Verificato]	- Drenata - v applicato = 6961.71 [daN] v limite = 9324.12 [daN] --> fs = 1.34 [Verificato]	- Ribaltamento - verifica non prevista - Stab. globale - verifica non prevista
6 - SLD_SISMA_GIU (SLD)	- Drenata - q di progetto = 0.86 [daN/cm ²] q limite = 1.84 [daN/cm ²] --> fs = 2.13 [Verificato]	- Drenata - v applicato = 7096.31 [daN] v limite = 9453 [daN] --> fs = 1.33 [Verificato]	- Ribaltamento - verifica non prevista - Stab. globale - verifica non prevista

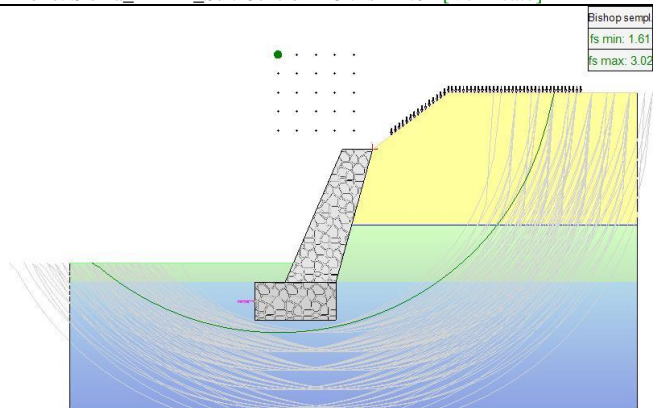
Verifiche geotecniche della fondazione.

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]	attrito terreno (stab) [daN*cm]	spinta terreno (instab) [daN*cm]	momento stabilizzante [daN*cm]	momento ribaltante [daN*cm]	coeff. di sicurezza
1 STR SLU	3375753	0	112500	0	456753	1692126	3430440	1692126	2.03
2 GEO SLU_GEO	2596733	0	97500	0	261685	1767034	2955918	1767034	1.67
3 SLV_SISMA_ SU SLV	2569068	0	75000	0	362876	1107675	3006943	1107675	2.71
4 SLV_SISMA_ GIU SLV	2624398	0	75000	0	370464	1163440	3069862	1163440	2.64
5 SLD_SISMA_ SU SLD	2578781	0	75000	0	348023	1048537	3001803	1048537	2.86
6 SLD_SISMA_ GIU SLD	2614685	0	75000	0	348023	1074070	3037708	1074070	2.83

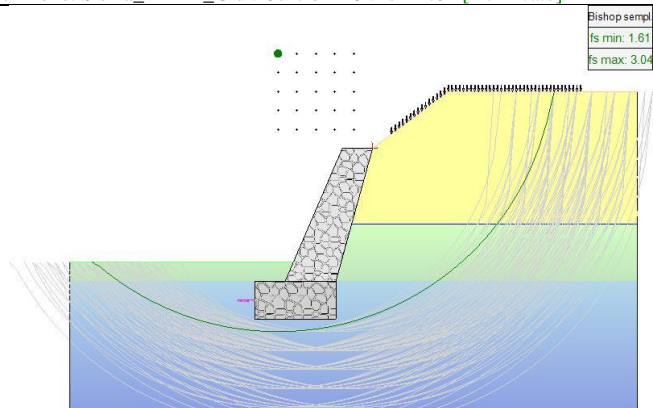
Dettaglio della verifica di ribaltamento.



Caso: SLV_SISMA_SU (SLV) . Descrizione: Sisma_1+1+R_Su . Centro = 25 . fs = 1.61 [Verificato]



Caso: SLV_SISMA_GIU (SLV) . Descrizione: Sisma_1+1+R_Giu . Centro = 25 . fs = 1.61 [Verificato]



Dettaglio della verifica di stabilità globale.

- Verifiche Strutturali

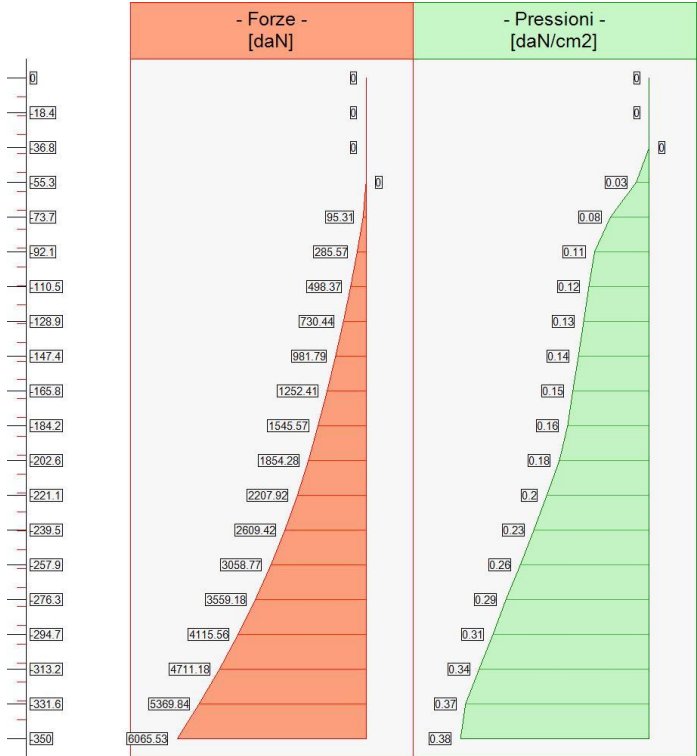
- Diagrammi delle Spinte e Pressioni

- Caso 1 (STR [SLU] - SLU A1+M1+R3)

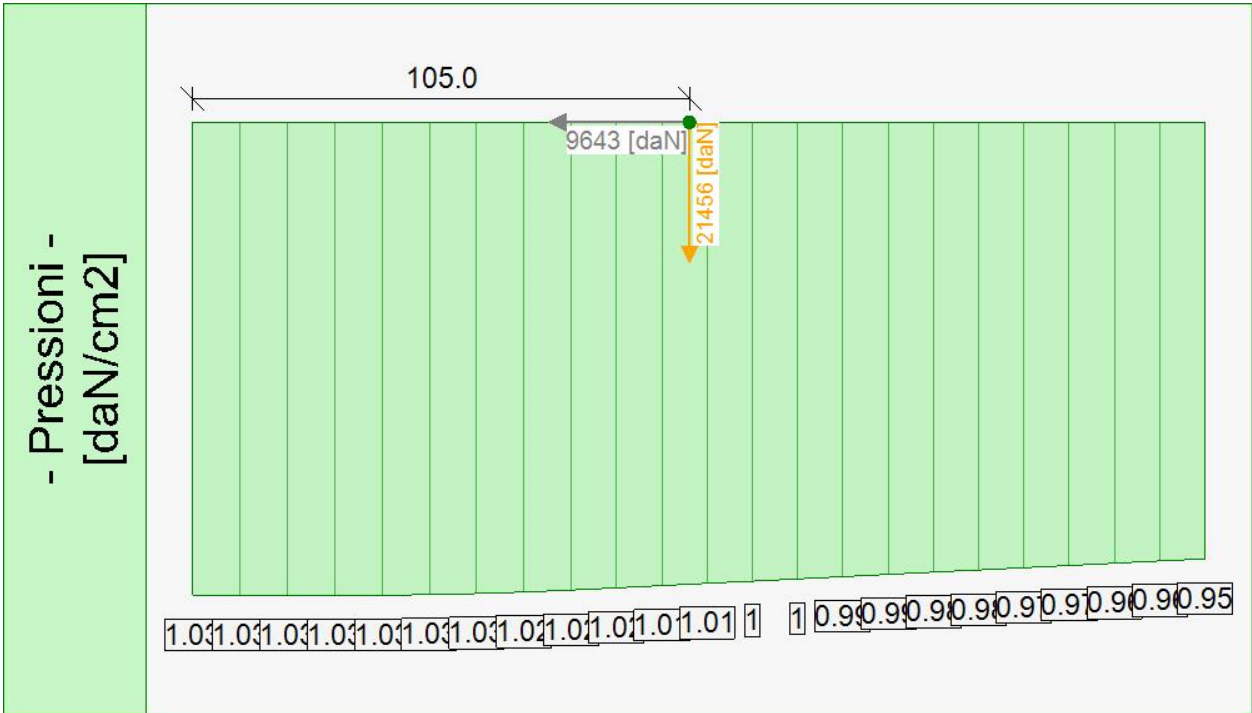
Elevazione			•	Fondazione		
quota [cm]	Pressioni [daN/cm ²]	Forze [daN]	•	quota [cm]	Pressioni [daN/cm ²]	Sottopressioni [daN/cm ²]
0	0	0	•	-311	1.03	0.02
0	0	0	•	-301	1.03	0.02
-18.42	0	0	•	-291	1.03	0.02
-36.84	0	0	•	-281	1.03	0.02
-55.26	0.03	0	•	-271	1.03	0.02
-73.68	0.08	95.31	•	-261	1.03	0.02
-92.11	0.11	285.57	•	-251	1.03	0.02
-110.53	0.12	498.37	•	-241	1.02	0.02
-128.95	0.13	730.44	•	-231	1.02	0.02
-147.37	0.14	981.79	•	-221.43	1.02	0.02
-165.79	0.15	1252.41	•	-211.86	1.01	0.03
-184.21	0.16	1545.57	•	-202.29	1.01	0.03
-202.63	0.18	1854.28	•	-192.71	1	0.03
-221.05	0.2	2207.92	•	-183.14	1	0.03
-239.47	0.23	2609.42	•	-173.57	0.99	0.03
-257.89	0.26	3058.77	•	-164	0.99	0.03
-276.32	0.29	3559.18	•	-164	0.99	0.03
-294.74	0.31	4115.56	•	-154.43	0.98	0.03
-313.16	0.34	4711.18	•	-144.86	0.98	0.03
-331.58	0.37	5369.84	•	-135.29	0.97	0.03

-350	0.38	6065.53	•	-125.71	0.97	0.03
			•	-116.14	0.96	0.03
			•	-106.57	0.96	0.03
			•	-97	0.95	0.03

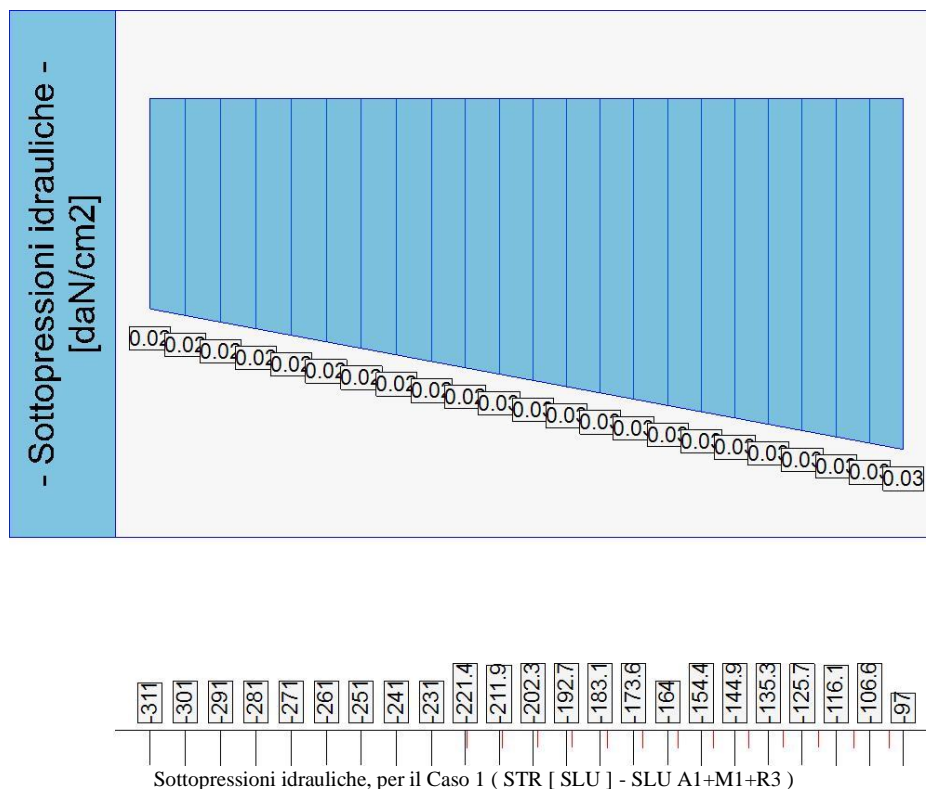
Forze e Pressioni lungo il paramento verticale e fondazione, per il Caso 1 (STR [SLU] - SLU A1+M1+R3)



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 1 (STR [SLU] - SLU A1+M1+R3)



Pressioni sul terreno, per il Caso 1 (STR [SLU] - SLU A1+M1+R3)



Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 6065.53 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = -8.5 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 11523.16 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 2134.36 [daN]

Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100 [cm])):

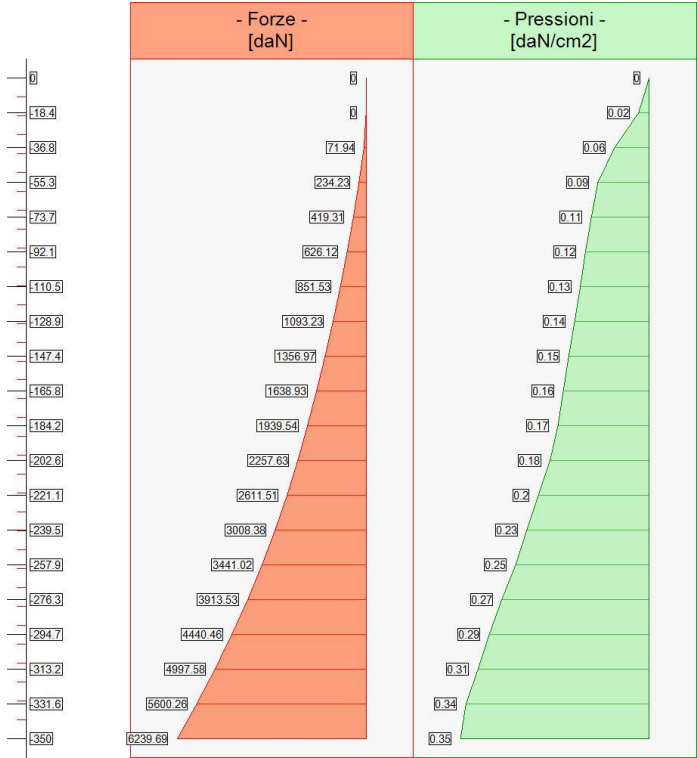
- distanza dal bordo fondazione lato valle = 105 [cm]
- forza orizzontale = 9643 [daN]
- forza verticale = 21456 [daN]

- Caso 2 (GEO [SLU_GEO] - SLU A2+M2+R2)

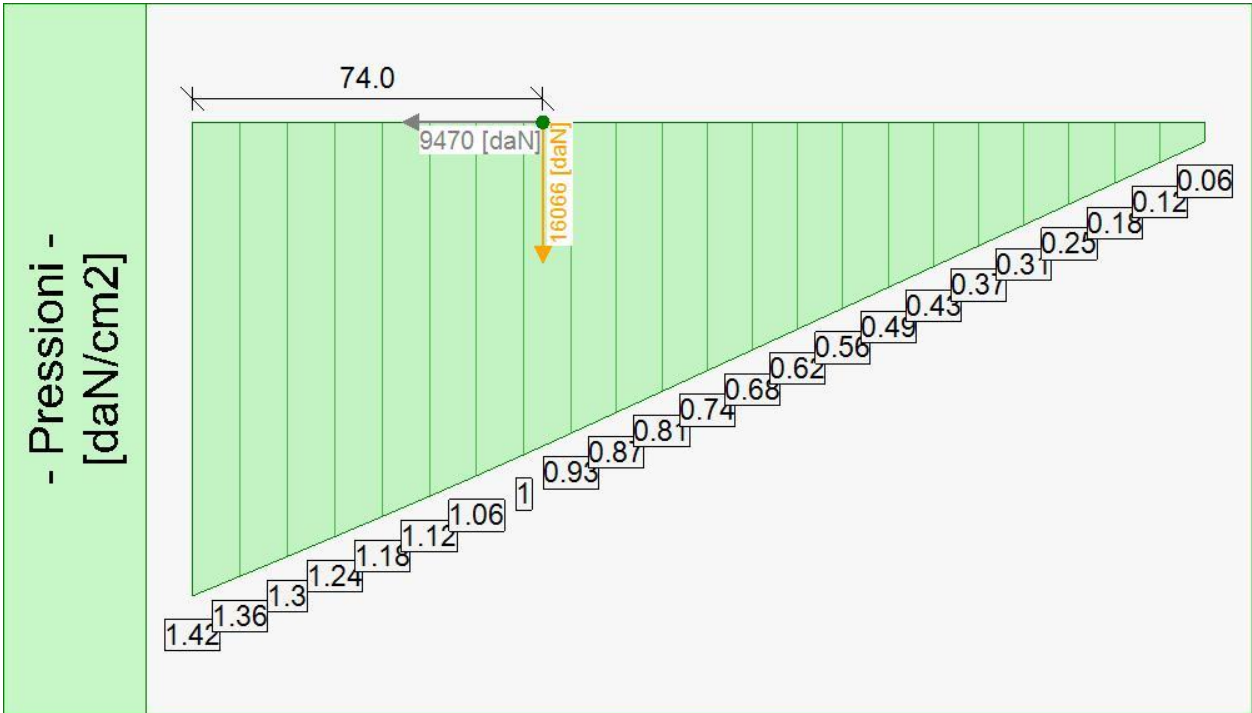
Elevazione			•	Fondazione		
quota [cm]	Pressioni [daN/cm ²]	Forze [daN]		quota [cm]	Pressioni [daN/cm ²]	Sottopressioni [daN/cm ²]
0	0	0	•	-311	1.42	0.01
0	0	0	•	-301	1.36	0.02
-18.42	0.02	0	•	-291	1.3	0.02
-36.84	0.06	71.94	•	-281	1.24	0.02
-55.26	0.09	234.23	•	-271	1.18	0.02
-73.68	0.11	419.31	•	-261	1.12	0.02
-92.11	0.12	626.12	•	-251	1.06	0.02
-110.53	0.13	851.53	•	-241	1	0.02
-128.95	0.14	1093.23	•	-231	0.93	0.02
-147.37	0.15	1356.97	•	-221.43	0.87	0.02
-165.79	0.16	1638.93	•	-211.86	0.81	0.02
-184.21	0.17	1939.54	•	-202.29	0.74	0.02
-202.63	0.18	2257.63	•	-192.71	0.68	0.02
-221.05	0.2	2611.51	•	-183.14	0.62	0.02
-239.47	0.23	3008.38	•	-173.57	0.56	0.02
-257.89	0.25	3441.02	•	-164	0.49	0.02
-276.32	0.27	3913.53	•	-164	0.49	0.02
-294.74	0.29	4440.46	•	-154.43	0.43	0.02
-313.16	0.31	4997.58	•	-144.86	0.37	0.02
-331.58	0.34	5600.26	•	-135.29	0.31	0.02

-350	0.35	6239.69	•	-125.71	0.25	0.02
			•	-116.14	0.18	0.02
			•	-106.57	0.12	0.02
			•	-97	0.06	0.02

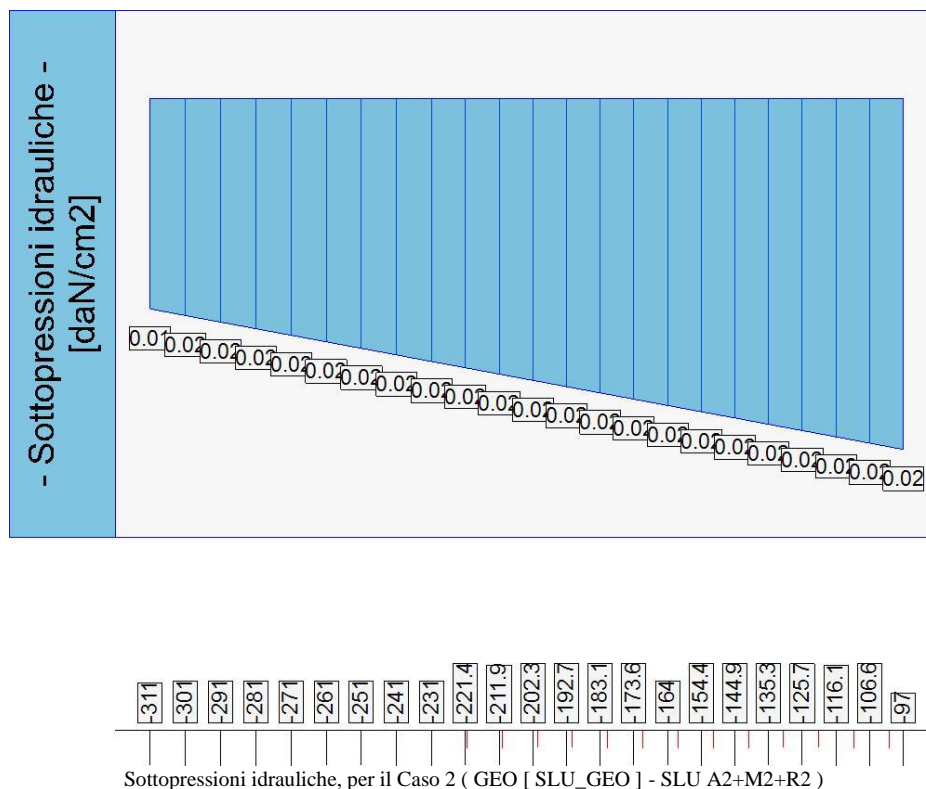
Forze e Pressioni lungo il paramento verticale e fondazione, per il Caso 2 (GEO [SLU_GEO] - SLU A2+M2+R2)



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 2 (GEO [SLU_GEO] - SLU A2+M2+R2)



Pressioni sul terreno, per il Caso 2 (GEO [SLU_GEO] - SLU A2+M2+R2)



Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 6239.69 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = -318.66 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 11039.83 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 1222.83 [daN]

Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100 [cm])):

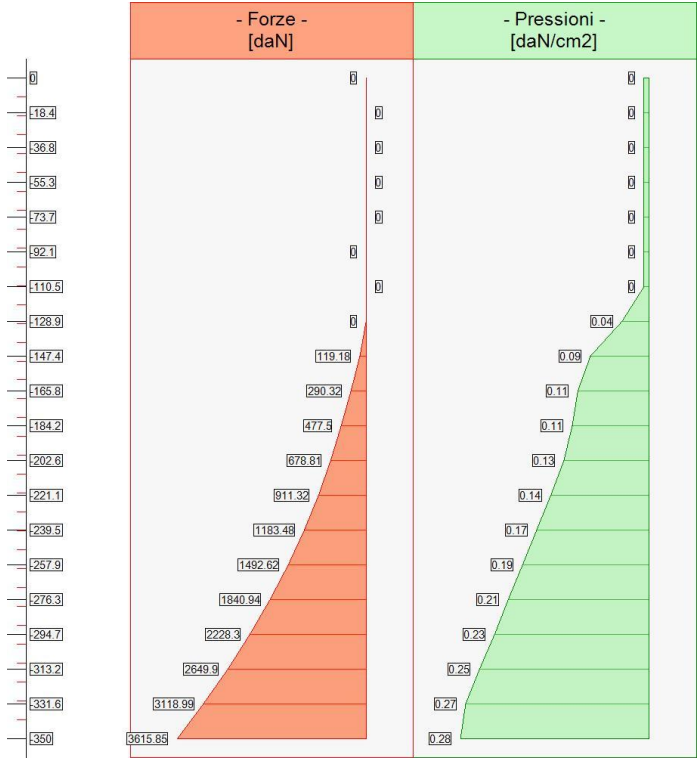
- distanza dal bordo fondazione lato valle = 74 [cm]
- forza orizzontale = 9470 [daN]
- forza verticale = 16066 [daN]

- Caso 3 (SLV_SISMA_SU [SLV] - Sisma_1+1+R_Su)

Elevazione			•	Fondazione		
quota [cm]	Pressioni [daN/cm²]	Forze [daN]		quota [cm]	Pressioni [daN/cm²]	Sottopressioni [daN/cm²]
0	0	0	•	-311	0.57	0.01
0	0	0	•	-301	0.59	0.02
-18.42	0	0	•	-291	0.61	0.02
-36.84	0	0	•	-281	0.63	0.02
-55.26	0	0	•	-271	0.65	0.02
-73.68	0	0	•	-261	0.67	0.02
-92.11	0	0	•	-251	0.69	0.02
-110.53	0	0	•	-241	0.71	0.02
-128.95	0.04	0	•	-231	0.72	0.02
-147.37	0.09	119.18	•	-221.43	0.74	0.02
-165.79	0.11	290.32	•	-211.86	0.75	0.02
-184.21	0.11	477.5	•	-202.29	0.77	0.02
-202.63	0.13	678.81	•	-192.71	0.79	0.02
-221.05	0.14	911.32	•	-183.14	0.8	0.02
-239.47	0.17	1183.48	•	-173.57	0.82	0.02
-257.89	0.19	1492.62	•	-164	0.83	0.02
-276.32	0.21	1840.94	•	-164	0.83	0.02
-294.74	0.23	2228.3	•	-154.43	0.85	0.02
-313.16	0.25	2649.9	•	-144.86	0.87	0.02
-331.58	0.27	3118.99	•	-135.29	0.88	0.02

-350	0.28	3615.85	•	-125.71	0.9	0.02
			•	-116.14	0.91	0.02
			•	-106.57	0.93	0.02
			•	-97	0.94	0.02

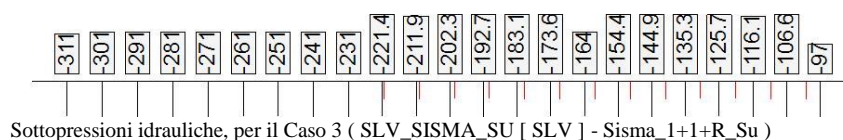
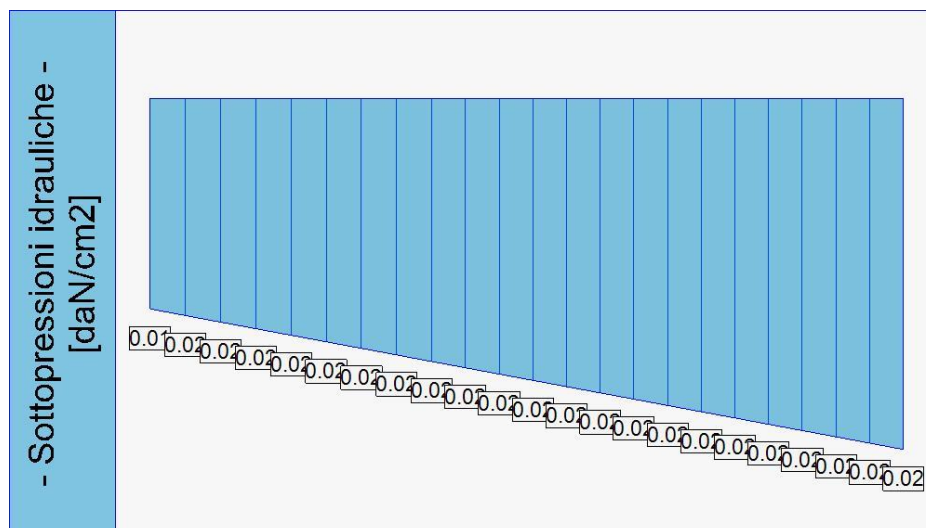
Forze e Pressioni lungo il paramento verticale e fondazione, per il Caso 3 (SLV_SISMA_SU [SLV] - Sisma_1+1+R_Su)



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 3 (SLV_SISMA_SU [SLV] - Sisma_1+1+R_Su)



Pressioni sul terreno, per il Caso 3 (SLV_SISMA_SU [SLV] - Sisma_1+1+R_Su)



Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 3887.18 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = -5.45 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 8158.03 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 1673.67 [daN]

Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100 [cm])):

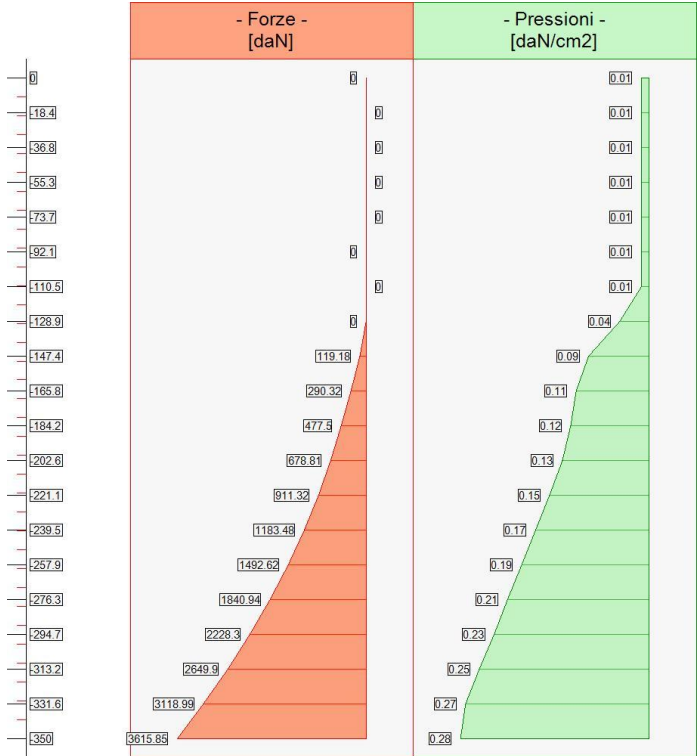
- distanza dal bordo fondazione lato valle = 116 [cm]
- forza orizzontale = 7220 [daN]
- forza verticale = 16373 [daN]

- Caso 4 (SLV_SISMA_GIU [SLV] - Sisma_1+1+R_Giu)

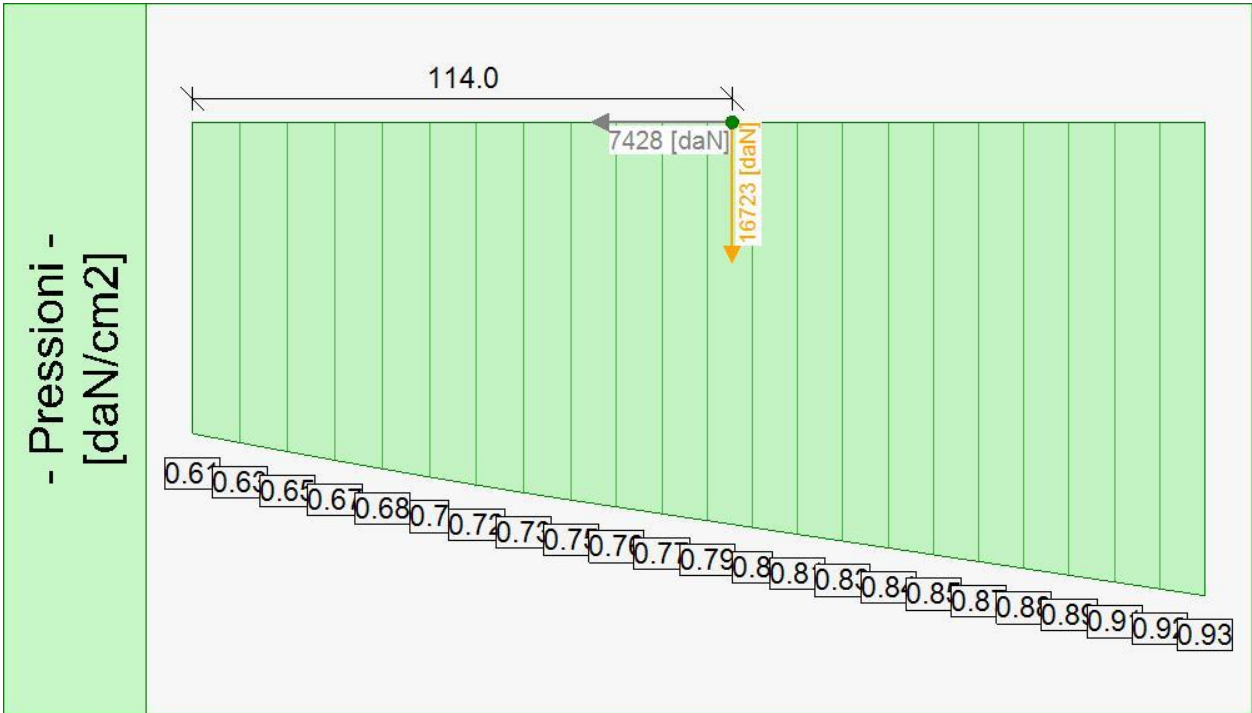
Elevazione			•	Fondazione		
quota [cm]	Pressioni [daN/cm²]	Forze [daN]		quota [cm]	Pressioni [daN/cm²]	Sottopressioni [daN/cm²]
0	0.01	0	•	-311	0.61	0.01
0	0.01	0	•	-301	0.63	0.02
-18.42	0.01	0	•	-291	0.65	0.02
-36.84	0.01	0	•	-281	0.67	0.02
-55.26	0.01	0	•	-271	0.68	0.02
-73.68	0.01	0	•	-261	0.7	0.02
-92.11	0.01	0	•	-251	0.72	0.02
-110.53	0.01	0	•	-241	0.73	0.02
-128.95	0.04	0	•	-231	0.75	0.02
-147.37	0.09	119.18	•	-221.43	0.76	0.02
-165.79	0.11	290.32	•	-211.86	0.77	0.02
-184.21	0.12	477.5	•	-202.29	0.79	0.02
-202.63	0.13	678.81	•	-192.71	0.8	0.02
-221.05	0.15	911.32	•	-183.14	0.81	0.02
-239.47	0.17	1183.48	•	-173.57	0.83	0.02
-257.89	0.19	1492.62	•	-164	0.84	0.02
-276.32	0.21	1840.94	•	-164	0.84	0.02
-294.74	0.23	2228.3	•	-154.43	0.85	0.02
-313.16	0.25	2649.9	•	-144.86	0.87	0.02
-331.58	0.27	3118.99	•	-135.29	0.88	0.02

-350	0.28	3615.85	•	-125.71	0.89	0.02
			•	-116.14	0.91	0.02
			•	-106.57	0.92	0.02
			•	-97	0.93	0.02

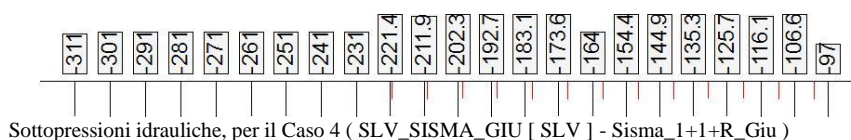
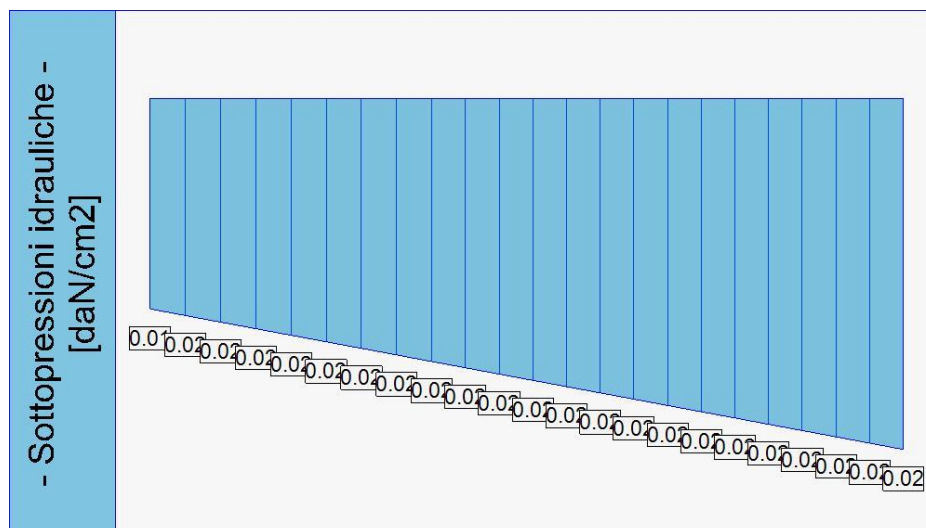
Forze e Pressioni lungo il paramento verticale e fondazione, per il Caso 4 (SLV_SISMA_GIU [SLV] - Sisma_1+1+R_Giu)



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 4 (SLV_SISMA_GIU [SLV] - Sisma_1+1+R_Giu)



Pressioni sul terreno, per il Caso 4 (SLV_SISMA_GIU [SLV] - Sisma_1+1+R_Giu)



Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 4025.09 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = -5.64 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 8356.93 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 1697.52 [daN]

Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100 [cm])):

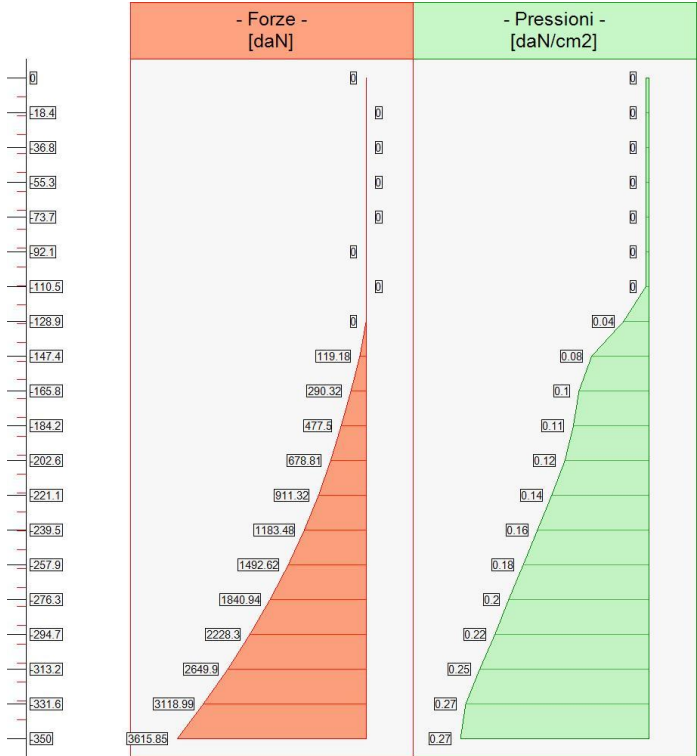
- distanza dal bordo fondazione lato valle = 114 [cm]
- forza orizzontale = 7428 [daN]
- forza verticale = 16723 [daN]

- Caso 5 (SLD_SISMA_SU [SLD] - Sisma_1+1+R_Su)

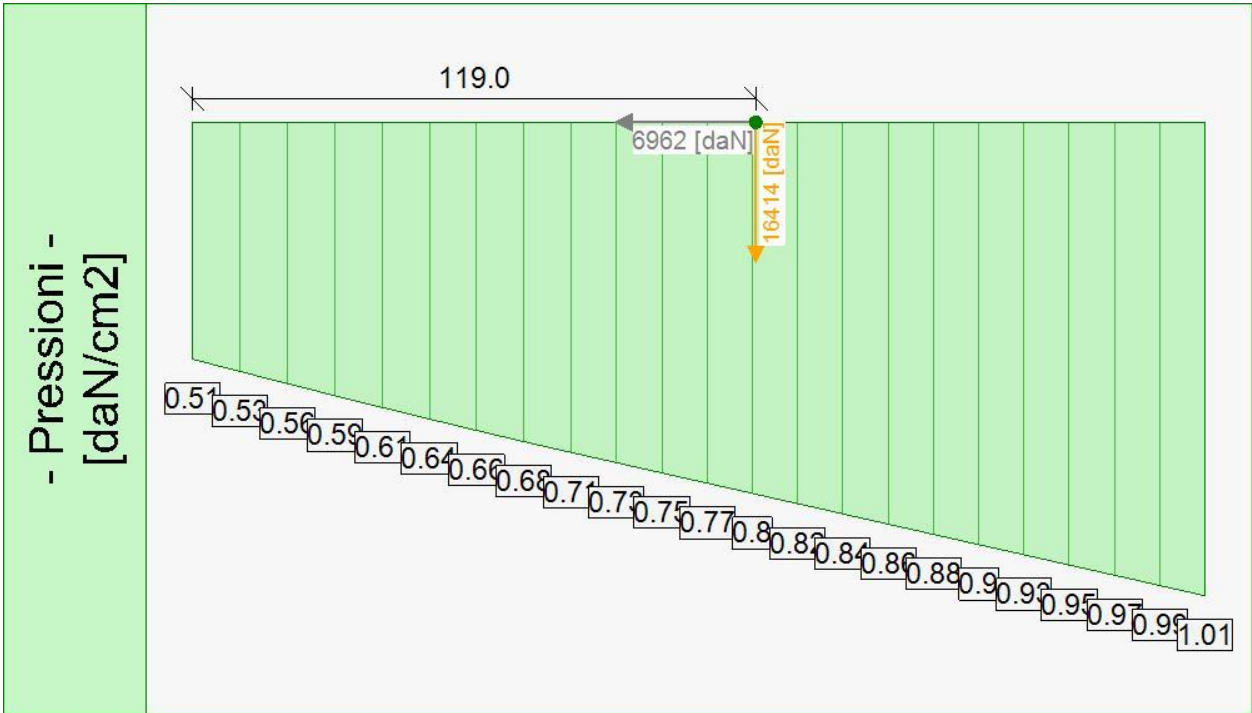
Elevazione			•	Fondazione		
quota [cm]	Pressioni [daN/cm²]	Forze [daN]		quota [cm]	Pressioni [daN/cm²]	Sottopressioni [daN/cm²]
0	0	0	•	-311	0.51	0.01
0	0	0	•	-301	0.53	0.02
-18.42	0	0	•	-291	0.56	0.02
-36.84	0	0	•	-281	0.59	0.02
-55.26	0	0	•	-271	0.61	0.02
-73.68	0	0	•	-261	0.64	0.02
-92.11	0	0	•	-251	0.66	0.02
-110.53	0	0	•	-241	0.68	0.02
-128.95	0.04	0	•	-231	0.71	0.02
-147.37	0.08	119.18	•	-221.43	0.73	0.02
-165.79	0.1	290.32	•	-211.86	0.75	0.02
-184.21	0.11	477.5	•	-202.29	0.77	0.02
-202.63	0.12	678.81	•	-192.71	0.8	0.02
-221.05	0.14	911.32	•	-183.14	0.82	0.02
-239.47	0.16	1183.48	•	-173.57	0.84	0.02
-257.89	0.18	1492.62	•	-164	0.86	0.02
-276.32	0.2	1840.94	•	-164	0.86	0.02
-294.74	0.22	2228.3	•	-154.43	0.88	0.02
-313.16	0.25	2649.9	•	-144.86	0.9	0.02
-331.58	0.27	3118.99	•	-135.29	0.93	0.02

-350	0.27	3615.85	•	-125.71	0.95	0.02
			•	-116.14	0.97	0.02
			•	-106.57	0.99	0.02
			•	-97	1.01	0.02

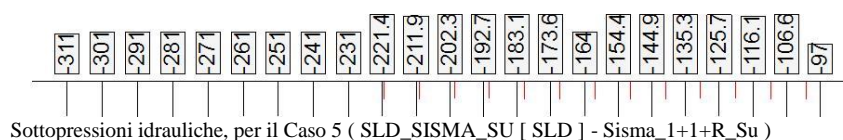
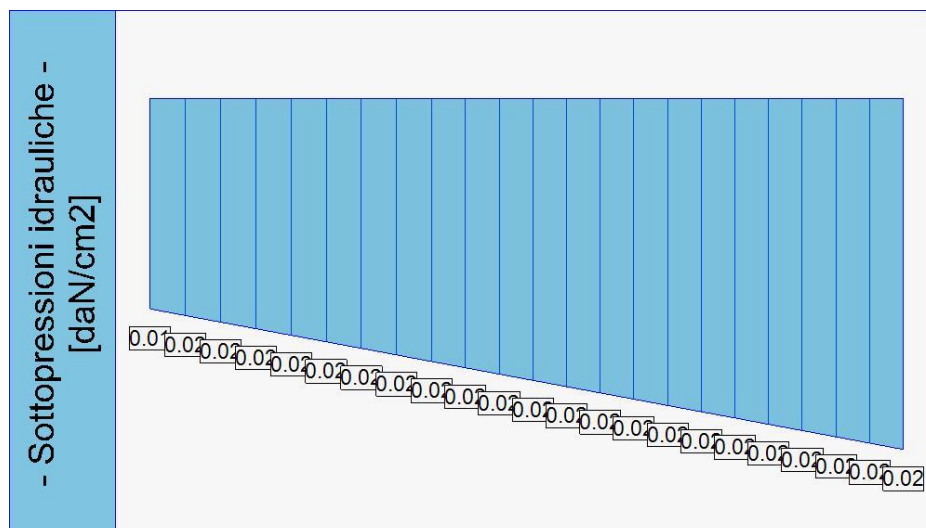
Forze e Pressioni lungo il paramento verticale e fondazione, per il Caso 5 (SLD_SISMA_SU [SLD] - Sisma_1+1+R_Su)



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 5 (SLD_SISMA_SU [SLD] - Sisma_1+1+R_Su)



Pressioni sul terreno, per il Caso 5 (SLD_SISMA_SU [SLD] - Sisma_1+1+R_Su)



Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 3790.03 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = -5.31 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 8019.57 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 1657.02 [daN]

Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100 [cm])):

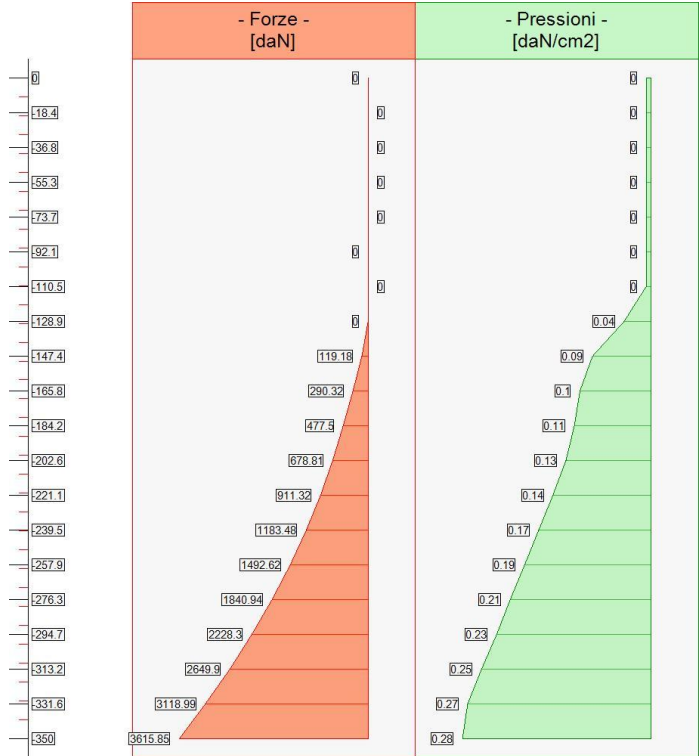
- distanza dal bordo fondazione lato valle = 119 [cm]
- forza orizzontale = 6962 [daN]
- forza verticale = 16414 [daN]

- Caso 6 (SLD_SISMA_GIU [SLD] - Sisma_1+1+R_Giu)

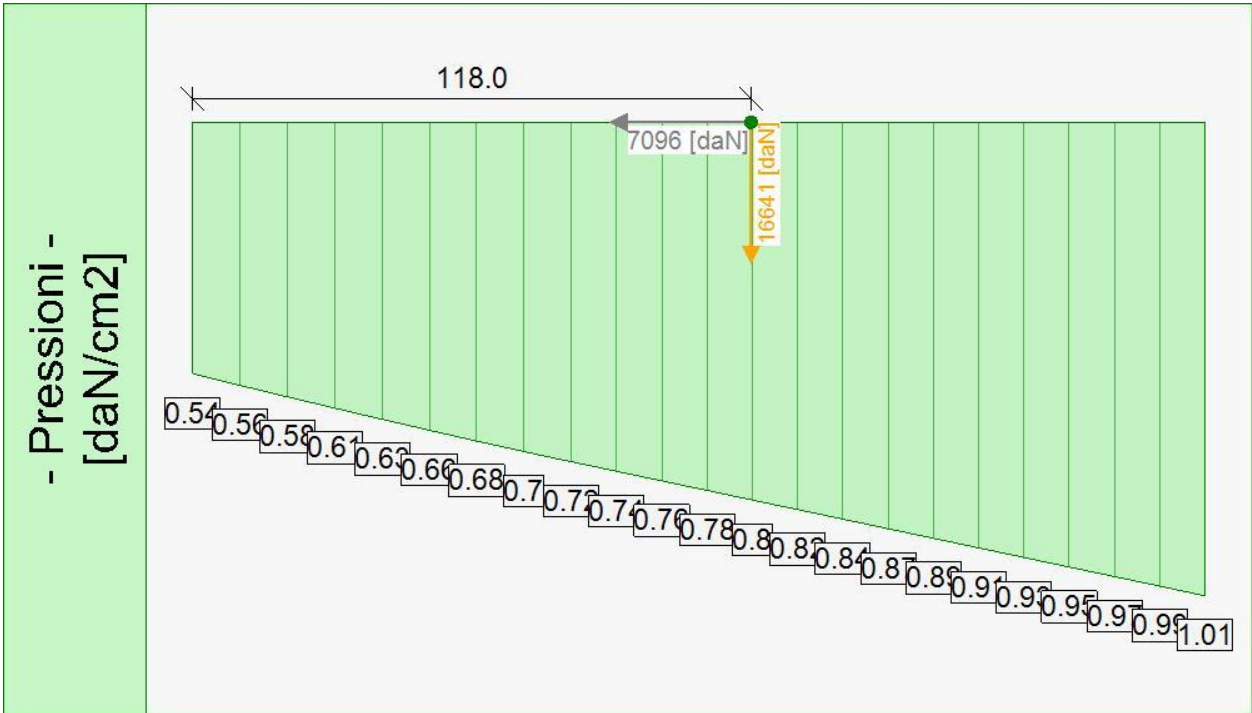
Elevazione			•	Fondazione		
quota [cm]	Pressioni [daN/cm²]	Forze [daN]		quota [cm]	Pressioni [daN/cm²]	Sottopressioni [daN/cm²]
0	0	0	•	-311	0.54	0.01
0	0	0	•	-301	0.56	0.02
-18.42	0	0	•	-291	0.58	0.02
-36.84	0	0	•	-281	0.61	0.02
-55.26	0	0	•	-271	0.63	0.02
-73.68	0	0	•	-261	0.66	0.02
-92.11	0	0	•	-251	0.68	0.02
-110.53	0	0	•	-241	0.7	0.02
-128.95	0.04	0	•	-231	0.72	0.02
-147.37	0.09	119.18	•	-221.43	0.74	0.02
-165.79	0.1	290.32	•	-211.86	0.76	0.02
-184.21	0.11	477.5	•	-202.29	0.78	0.02
-202.63	0.13	678.81	•	-192.71	0.8	0.02
-221.05	0.14	911.32	•	-183.14	0.82	0.02
-239.47	0.17	1183.48	•	-173.57	0.84	0.02
-257.89	0.19	1492.62	•	-164	0.87	0.02
-276.32	0.21	1840.94	•	-164	0.87	0.02
-294.74	0.23	2228.3	•	-154.43	0.89	0.02
-313.16	0.25	2649.9	•	-144.86	0.91	0.02
-331.58	0.27	3118.99	•	-135.29	0.93	0.02

-350	0.28	3615.85	•	-125.71	0.95	0.02
			•	-116.14	0.97	0.02
			•	-106.57	0.99	0.02
			•	-97	1.01	0.02

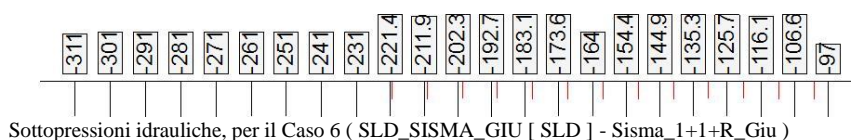
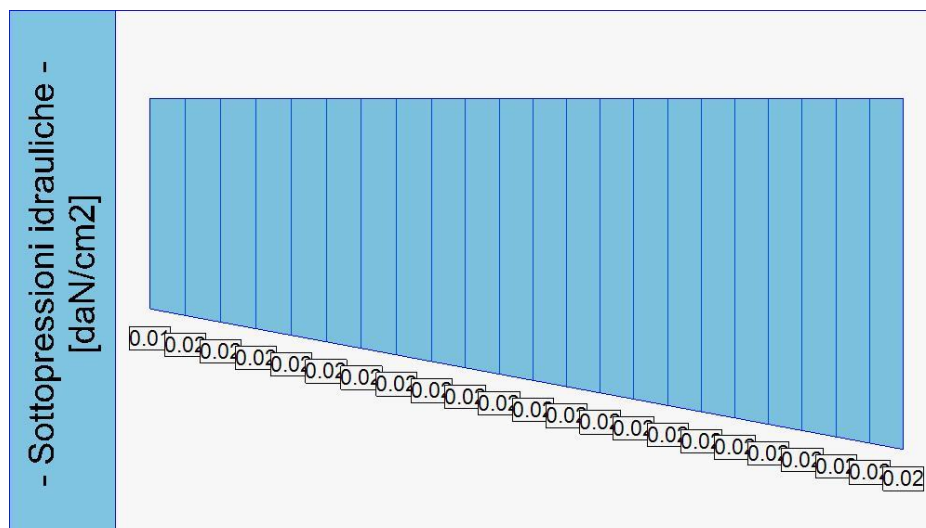
Forze e Pressioni lungo il paramento verticale e fondazione, per il Caso 6 (SLD_SISMA_GIU [SLD] - Sisma_1+1+R_Giu)



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 6 (SLD_SISMA_GIU [SLD] - Sisma_1+1+R_Giu)



Pressioni sul terreno, per il Caso 6 (SLD_SISMA_GIU [SLD] - Sisma_1+1+R_Giu)



Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 3879.52 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = -5.44 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 8148.71 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 1672.58 [daN]

Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100 [cm])):

- distanza dal bordo fondazione lato valle = 118 [cm]
- forza orizzontale = 7096 [daN]
- forza verticale = 16641 [daN]

- Diagrammi di Sforzo Normale / Taglio / Momento

- Caso 1 (STR [SLU] - SLU A1+M1+R3)

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	- -
-18.42	-517.14	0	-1688	•	0.05 • 0.08	23	> 100	Verificato
-36.84	-1052.34	0	-6809	•	0.07 • 0.18	23	> 100	Verificato
-55.26	-1605.55	-25.28	-15327	•	0.06 • 0.3	23	78.11	Verificato
-73.68	-2176.71	-126.3	-26428	•	0.05 • 0.43	23	54.49	Verificato
-92.11	-2765.8	-308.94	-38643	•	0.03 • 0.55	23	42.06	Verificato
-110.53	-3372.88	-533.83	-50946	•	0.02 • 0.67	23	34.72	Verificato
-128.95	-3997.99	-780.04	-62928	•	0.02 • 0.78	23	29.97	Verificato
-147.37	-4641.12	-1046.7	-74325	•	0.03 • 0.87	23	26.69	Verificato
-165.79	-5302.27	-1334.67	-84873	•	0.05 • 0.96	23	24.33	Verificato
-184.21	-5981.45	-1643.83	-94291	•	0.07 • 1.03	23	22.59	Verificato
-202.63	-6678.64	-1979.13	-102283	•	0.1 • 1.1	23	21.29	Verificato
-221.05	-7393.82	-2355.09	-108358	•	0.15 • 1.15	23	20.34	Verificato

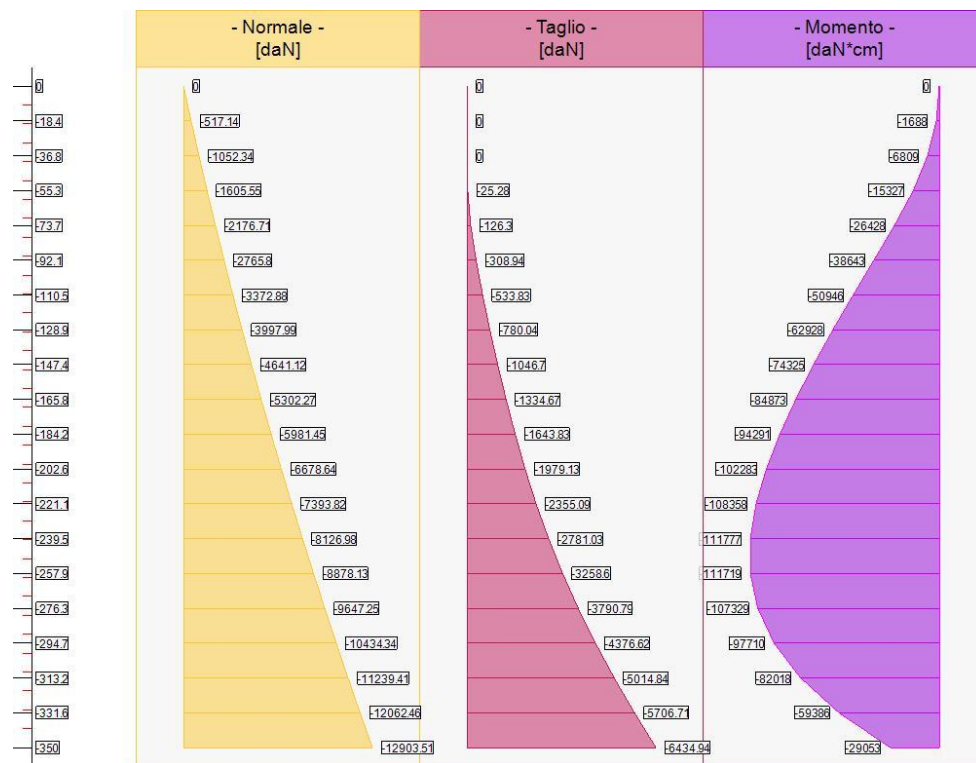
-239.47	-8126.98	-2781.03	-111777	•	0.2 • 1.19	23	19.69	Verificato
-257.89	-8878.13	-3258.6	-111719	•	0.27 • 1.21	23	19.31	Verificato
-276.32	-9647.25	-3790.79	-107329	•	0.36 • 1.21	23	19.21	Verificato
-294.74	-10434.34	-4376.62	-97710	•	0.46 • 1.2	23	19.38	Verificato
-313.16	-11239.41	-5014.84	-82018	•	0.58 • 1.17	23	19.86	Verificato
-331.58	-12062.46	-5706.71	-59386	•	0.71 • 1.13	23	20.71	Verificato
-350	-12903.51	-6434.94	-29053	•	0.87 • 1.06	23	22.01	Verificato

Sforzo Normale, Taglio e Momento lungo il paramento verticale, per il Caso 1 (STR [SLU] - SLU A1+M1+R3)

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	-	-
-18.42	-517.14	0	-1688	•	8353.16	> 100		Verificato
-36.84	-1052.34	0	-6809	•	8708.73	> 100		Verificato
-55.26	-1605.55	-25.28	-15327	•	9066.7	> 100		Verificato
-73.68	-2176.71	-126.3	-26428	•	9427.07	74.64		Verificato
-92.11	-2765.8	-308.94	-38643	•	9789.83	31.69		Verificato
-110.53	-3372.88	-533.83	-50946	•	10154.98	19.02		Verificato
-128.95	-3997.99	-780.04	-62928	•	10522.54	13.49		Verificato
-147.37	-4641.12	-1046.7	-74325	•	10892.5	10.41		Verificato
-165.79	-5302.27	-1334.67	-84873	•	11264.86	8.44		Verificato
-184.21	-5981.45	-1643.83	-94291	•	11639.63	7.08		Verificato
-202.63	-6678.64	-1979.13	-102283	•	12016.8	6.07		Verificato
-221.05	-7393.82	-2355.09	-108358	•	12396.37	5.26		Verificato
-239.47	-8126.98	-2781.03	-111777	•	12778.33	4.59		Verificato
-257.89	-8878.13	-3258.6	-111719	•	13162.7	4.04		Verificato
-276.32	-9647.25	-3790.79	-107329	•	13549.46	3.57		Verificato
-294.74	-10434.34	-4376.62	-97710	•	13938.61	3.18		Verificato
-313.16	-11239.41	-5014.84	-82018	•	14330.17	2.86		Verificato
-331.58	-12062.46	-5706.71	-59386	•	14724.12	2.58		Verificato
-350	-12903.51	-6434.94	-29053	•	15120.47	2.35		Verificato

Sforzo Normale, Taglio e Momento lungo il paramento verticale, per il Caso 1 (STR [SLU] - SLU A1+M1+R3)



Sollecitazioni lungo il fusto, per il Caso 1 (STR [SLU] - SLU A1+M1+R3)

- Caso 2 (GEO [SLU_GEO] - SLU A2+M2+R2)

Nessuna verifica per questo Caso di Carico.

- Caso 3 (SLV_SISMA_SU [SLV] - Sisma_1+1+R_Su)

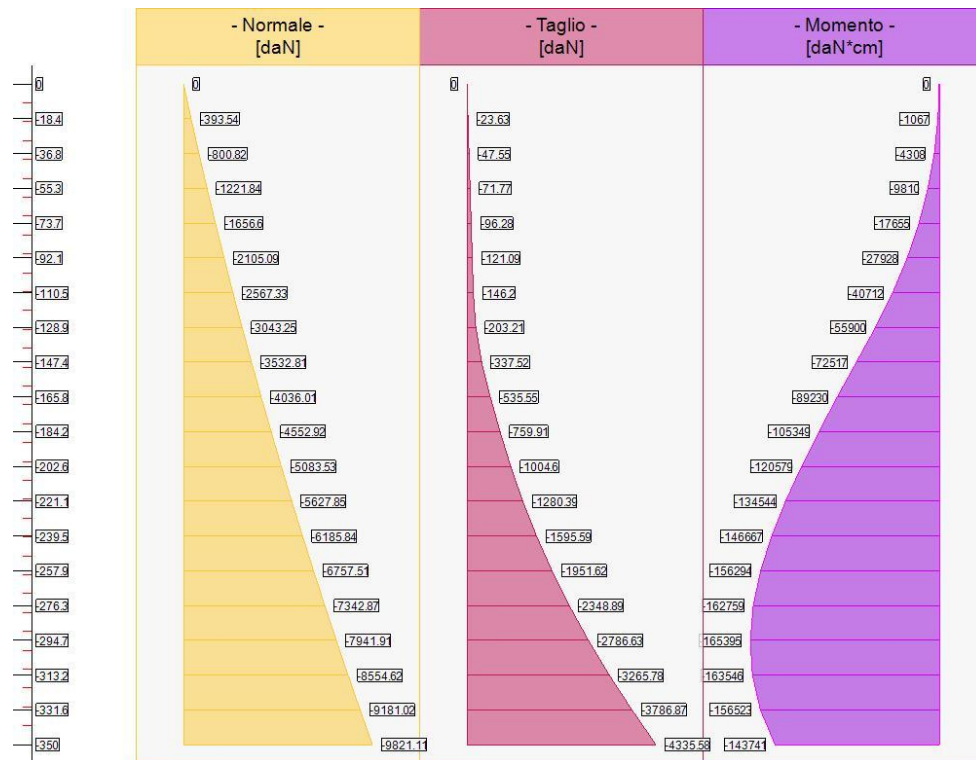
Elevazione, presso-flessione								
quota [cm]	Normale [daN]	Taglio [daN]	Momento [daN*cm]	• •	Tens. Min*Max (σ) [daN/cm²]	Tens.Res.(fd) [daN/cm²]	FS >1/<1	- -
-18.42	-393.54	-23.63	-1067	•	0.04 • 0.06	29	> 100	Verificato
-36.84	-800.82	-47.55	-4308	•	0.06 • 0.13	29	> 100	Verificato
-55.26	-1221.84	-71.77	-9810	•	0.06 • 0.21	29	> 100	Verificato
-73.68	-1656.6	-96.28	-17655	•	0.05 • 0.31	29	94.64	Verificato
-92.11	-2105.09	-121.09	-27928	•	0.03 • 0.41	29	70.75	Verificato
-110.53	-2567.33	-146.2	-40712	•	0 • 0.52	29	55.68	Verificato
-128.95	-3043.25	-203.21	-55900	•	0 • 0.64	29	45.4	Verificato
-147.37	-3532.81	-337.52	-72517	•	0 • 0.76	29	38.19	Verificato
-165.79	-4036.01	-535.55	-89230	•	0 • 0.88	29	33.26	Verificato
-184.21	-4552.92	-759.91	-105349	•	0 • 0.98	29	29.86	Verificato
-202.63	-5083.53	-1004.6	-120579	•	0 • 1.06	29	27.46	Verificato
-221.05	-5627.85	-1280.39	-134544	•	0 • 1.13	29	25.77	Verificato
-239.47	-6185.84	-1595.59	-146667	•	0 • 1.19	29	24.59	Verificato
-257.89	-6757.51	-1951.62	-156294	•	0 • 1.23	29	23.8	Verificato
-276.32	-7342.87	-2348.89	-162759	•	0 • 1.25	29	23.33	Verificato
-294.74	-7941.91	-2786.63	-165395	•	0 • 1.26	29	23.09	Verificato
-313.16	-8554.62	-3265.78	-163546	•	0.07 • 1.26	29	23.1	Verificato
-331.58	-9181.02	-3786.87	-156523	•	0.15 • 1.25	29	23.41	Verificato
-350	-9821.11	-4335.58	-143741	•	0.25 • 1.21	29	24.04	Verificato

Sforzo Normale, Taglio e Momento lungo il paramento verticale, per il Caso 3 (SLV_SISMA_SU [SLV] - Sisma_1+1+R_Su)

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	- -
-18.42	-393.54	-23.63	-1067	•	10420.85	> 100	Verificato
-36.84	-800.82	-47.55	-4308	•	10844	> 100	Verificato
-55.26	-1221.84	-71.77	-9810	•	11269.43	> 100	Verificato
-73.68	-1656.6	-96.28	-17655	•	11697.15	> 100	Verificato
-92.11	-2105.09	-121.09	-27928	•	12127.16	> 100	Verificato
-110.53	-2567.33	-146.2	-40712	•	12559.47	85.91	Verificato
-128.95	-3043.25	-203.21	-55900	•	12349.34	60.77	Verificato
-147.37	-3532.81	-337.52	-72517	•	12154.41	36.01	Verificato
-165.79	-4036.01	-535.55	-89230	•	12178.1	22.74	Verificato
-184.21	-4552.92	-759.91	-105349	•	12410.7	16.33	Verificato
-202.63	-5083.53	-1004.6	-120579	•	12814.25	12.76	Verificato
-221.05	-5627.85	-1280.39	-134544	•	13367.64	10.44	Verificato
-239.47	-6185.84	-1595.59	-146667	•	14067.3	8.82	Verificato
-257.89	-6757.51	-1951.62	-156294	•	14913.45	7.64	Verificato
-276.32	-7342.87	-2348.89	-162759	•	15905.12	6.77	Verificato
-294.74	-7941.91	-2786.63	-165395	•	17007.86	6.1	Verificato
-313.16	-8554.62	-3265.78	-163546	•	17465.24	5.35	Verificato
-331.58	-9181.02	-3786.87	-156523	•	17924.91	4.73	Verificato
-350	-9821.11	-4335.58	-143741	•	18386.85	4.24	Verificato

Sforzo Normale, Taglio e Momento lungo il paramento verticale, per il Caso 3 (SLV_SISMA_SU [SLV] - Sisma_1+1+R_Su)



Sollecitazioni lungo il fusto, per il Caso 3 (SLV_SISMA_SU [SLV] - Sisma_1+1+R_Su)

- Caso 4 (SLV_SISMA_GIU [SLV] - Sisma_1+1+R_Giu)

Elevazione, presso-flessione								
quota [cm]	Normale [daN]	Taglio [daN]	Momento [daN*cm]	• •	Tens. Min•Max (σ) [daN/cm ²]	Tens.Res.(fd) [daN/cm ²]	FS >1/<1	- -
-18.42	-402.01	-31.33	-1023	•	0.04 • 0.06	29	> 100	Verificato
-36.84	-818.05	-62.95	-4136	•	0.06 • 0.13	29	> 100	Verificato
-55.26	-1248.13	-94.87	-9425	•	0.07 • 0.21	29	> 100	Verificato
-73.68	-1692.24	-127.08	-16975	•	0.06 • 0.31	29	94.94	Verificato
-92.11	-2150.38	-159.6	-26874	•	0.05 • 0.41	29	71.15	Verificato
-110.53	-2622.56	-192.4	-39207	•	0.02 • 0.52	29	56.09	Verificato
-128.95	-3108.72	-257.12	-53866	•	0 • 0.64	29	45.91	Verificato
-147.37	-3608.82	-399.12	-69881	•	0 • 0.75	29	38.8	Verificato
-165.79	-4122.85	-604.85	-85919	•	0 • 0.86	29	33.9	Verificato
-184.21	-4650.89	-836.92	-101294	•	0 • 0.96	29	30.51	Verificato
-202.63	-5192.93	-1089.3	-115712	•	0 • 1.04	29	28.1	Verificato
-221.05	-5748.96	-1372.79	-128797	•	0 • 1.11	29	26.37	Verificato
-239.47	-6318.97	-1695.7	-139977	•	0 • 1.16	29	25.15	Verificato
-257.89	-6902.96	-2059.42	-148597	•	0 • 1.2	29	24.32	Verificato
-276.32	-7500.92	-2464.39	-153996	•	0 • 1.23	29	23.79	Verificato
-294.74	-8112.86	-2909.84	-155507	•	0.05 • 1.24	29	23.54	Verificato
-313.16	-8738.78	-3396.69	-152476	•	0.13 • 1.24	29	23.58	Verificato
-331.58	-9378.67	-3925.48	-144217	•	0.21 • 1.22	29	23.94	Verificato
-350	-10032.55	-4481.89	-130145	•	0.31 • 1.18	29	24.64	Verificato

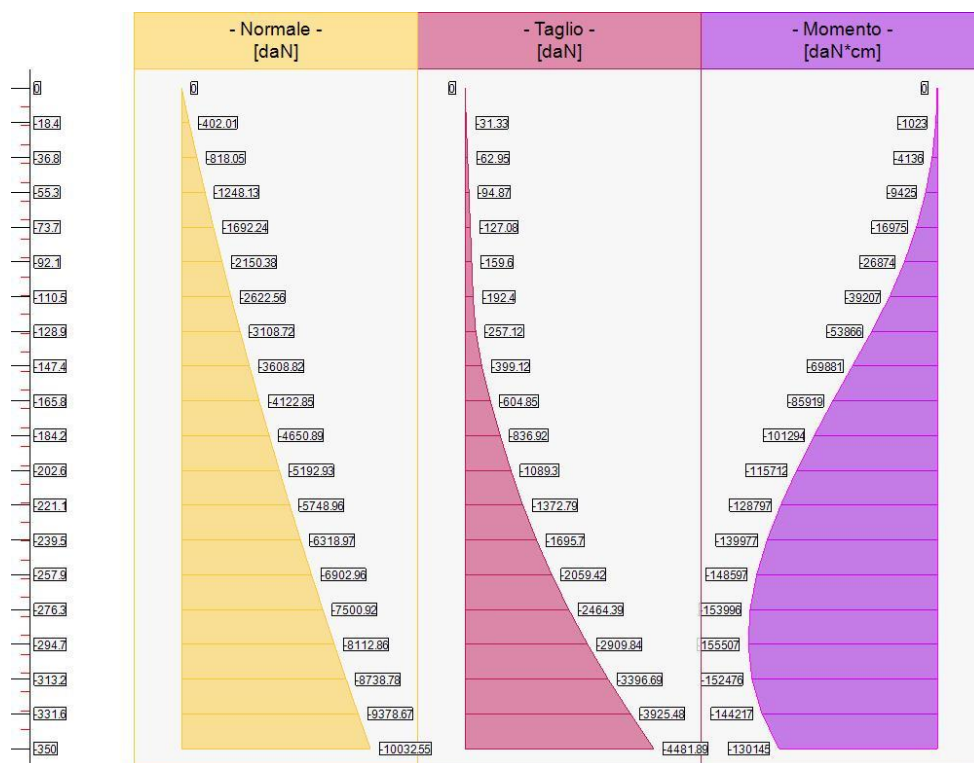
Sforzo Normale, Taglio e Momento lungo il paramento verticale, per il Caso 4 (SLV_SISMA_GIU [SLV] - Sisma_1+1+R_Giu)

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	- -
-18.42	-402.01	-31.33	-1023	•	10422.26	> 100	Verificato
-36.84	-818.05	-62.95	-4136	•	10846.87	> 100	Verificato
-55.26	-1248.13	-94.87	-9425	•	11273.81	> 100	Verificato
-73.68	-1692.24	-127.08	-16975	•	11703.09	92.09	Verificato
-92.11	-2150.38	-159.6	-26874	•	12134.71	76.03	Verificato
-110.53	-2622.56	-192.4	-39207	•	12568.67	65.32	Verificato
-128.95	-3108.72	-257.12	-53866	•	12750.67	49.59	Verificato

-147.37	-3608.82	-399.12	-69881	•	12603.13	31.58	Verificato
-165.79	-4122.85	-604.85	-85919	•	12668.31	20.94	Verificato
-184.21	-4650.89	-836.92	-101294	•	12936.77	15.46	Verificato
-202.63	-5192.93	-1089.3	-115712	•	13371.38	12.28	Verificato
-221.05	-5748.96	-1372.79	-128797	•	13951.56	10.16	Verificato
-239.47	-6318.97	-1695.7	-139977	•	14673.86	8.65	Verificato
-257.89	-6902.96	-2059.42	-148597	•	15538.53	7.55	Verificato
-276.32	-7500.92	-2464.39	-153996	•	16544.7	6.71	Verificato
-294.74	-8112.86	-2909.84	-155507	•	17036.35	5.85	Verificato
-313.16	-8738.78	-3396.69	-152476	•	17495.94	5.15	Verificato
-331.58	-9378.67	-3925.48	-144217	•	17957.85	4.57	Verificato
-350	-10032.55	-4481.89	-130145	•	18422.09	4.11	Verificato

Sforzo Normale, Taglio e Momento lungo il paramento verticale, per il Caso 4 (SLV_SISMA_GIU [SLV] - Sisma_1+1+R_Giu)



Sollecitazioni lungo il fusto, per il Caso 4 (SLV_SISMA_GIU [SLV] - Sisma_1+1+R_Giu)

- Caso 5 (SLD_SISMA_SU [SLD] - Sisma_1+1+R_Su)

Nessuna verifica per questo Caso di Carico.

- Caso 6 (SLD_SISMA_GIU [SLD] - Sisma_1+1+R_Giu)

Nessuna verifica per questo Caso di Carico.