

**COMUNE DI GROSCAVALLO**  
CITTÀ METROPOLITANA DI TORINO

REALIZZAZIONE DI VIABILITA' MINORE DI ACCESSO ALL'ALPEGGIO GIAS  
BALMA MASSIETT

**RELAZIONE DI CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA E  
GEOTECNICA**

(D.M. 17 Gennaio 2018, L.R. 45/89, Circ. P.G.R. 31 agosto 2018 n. 3/AMD)

Rev.	Data	Redazione	Verifica
0	Febbraio 2024	S. Tuberga	

**Il consulente geologo:**

**Dott. Geol. Stefano TUBERGA**

Via Edoardo Giordanino n. 4  
10040, La Cassa (TO)  
Tel/Fax 011.9842043  
geo.sgt@tiscali.it



**Riservato all'Ente:**

Archivio file:

Relazione geologica-geotecnica\_Gias Balma Massiet.docx

Elaborato:

**R.G.G.**

Scala:

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>VINCOLI E COMPATIBILITÀ IDROGEOLOGICA (L.R. 45/89) DELLE OPERE IN PROGETTO .....</b>	<b>5</b>
2.1	– VINCOLO IDROGEOLOGICO .....	5
2.2	– PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA .....	6
2.3	– ANALISI NIVOLOGICA.....	7
2.4	IDONEITÀ ALL'UTILIZZAZIONE URBANISTICA.....	11
<b>3</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA GENERALE E LOCALE .....</b>	<b>13</b>
3.1	– INQUADRAMENTO GEOLOGICO-MORFOLOGICO GENERALE .....	13
3.2	– INQUADRAMENTO GEOLOGICO-MORFOLOGICO LOCALE.....	15
3.3	– ASSETTO IDROGEOLOGICO LOCALE .....	16
<b>4</b>	<b>MODELLO LITOSTRATIGRAFICO .....</b>	<b>17</b>
<b>5</b>	<b>MODELLO GEOTECNICO E PARAMETRI FISICO-MECCANICI .....</b>	<b>20</b>
<b>6</b>	<b>MODELLAZIONE SISMICA.....</b>	<b>22</b>
6.1	– PERIODI DI RIFERIMENTO E DI RITORNO PER L'AZIONE SISMICA.....	22
6.2	– CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA .....	23
6.3	– STABILITÀ NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE .....	26
<b>7</b>	<b>VERIFICHE DI STABILITÀ.....</b>	<b>27</b>
<b>8</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>28</b>
	<b>ALLEGATO.....</b>	<b>30</b>
	• CARTA GEOLOGICA DEL VERSANTE DESTRO DEL VALLONE DI SEA	
	• ESTRATTI SISTEMA INFORMATIVO VALANGHE (SIVA)	
	• VERIFICHE OPERE DI SOSTEGNO IN PROGETTO	

## 1 PREMESSA

La presente relazione di caratterizzazione e modellazione geologica è stata redatta in riferimento al progetto di *"realizzazione di viabilità minore di accesso all'alpeggio Gias Balma Massiet"*, nel settore di versante destro del Vallone di Sea compreso tra il Rio di Prima (a valle) e la località Gias Balma Massiet (a monte), Comune di Groscavallo (TO). *Figura 1.*

La relazione è finalizzata alla verifica della compatibilità degli interventi in progetto con l'assetto geologico ed idrogeologico delle aree di interesse ed esamina inoltre gli aspetti idrogeologici richiamati dalla L.R. 9 agosto 1989 n. 45 *"Nuove norme per gli interventi da eseguire in terreni sottoposti a vincolo per scopi idrogeologici"* e dalla Circ. P.G.R. 31 agosto 2018 n. 3/AMD e Appendice *"Nuove norme per gli interventi da eseguire in terreni sottoposti a vincolo per scopi idrogeologici- Note interpretative e indicazioni procedurali"*.

Gli aspetti geologici riportati nei capitoli successivi sono stati redatti in ottemperanza a quanto indicato dal D.M. 17/01/2018 *"Norme tecniche per le costruzioni"* al § 6.2.1 *"Caratterizzazione e modellazione geologica del sito"*.

Per la stesura della relazione sono state eseguite le seguenti attività:

- ❑ analisi degli studi geologici a supporto degli elaborati tecnici relativi al P.R.G.C. Vigente del Comune di Groscavallo;
- ❑ ricerca bibliografica delle pubblicazioni tecnico-scientifiche riguardanti il territorio di Groscavallo;
- ❑ consultazione ed acquisizione della documentazione pubblicata in archivi:
  - Geoportale Regione Piemonte – Quadro dei dissesti PAI (Piano Assetto Idrogeologico);
  - ARPA Piemonte – Banca Dati Geotecnica;
  - ARPA Piemonte – Banca Dati Geologica, scala 1:100.000 (BDGEO);
  - ARPA Piemonte – Dati di Sismicità in Piemonte;
  - Piattaforma IdroGEO – Progetto IFFI (Inventario Fenomeni Franosi in Italia);
  - ARPA Piemonte – Sistema Informativo Frane (SIFraP) e Valanghe (SIVa) in Piemonte;
  - ARPA Piemonte – Livelli relativi ai principali eventi alluvionali in Piemonte;
- ❑ rilievi e cartografia di terreno.

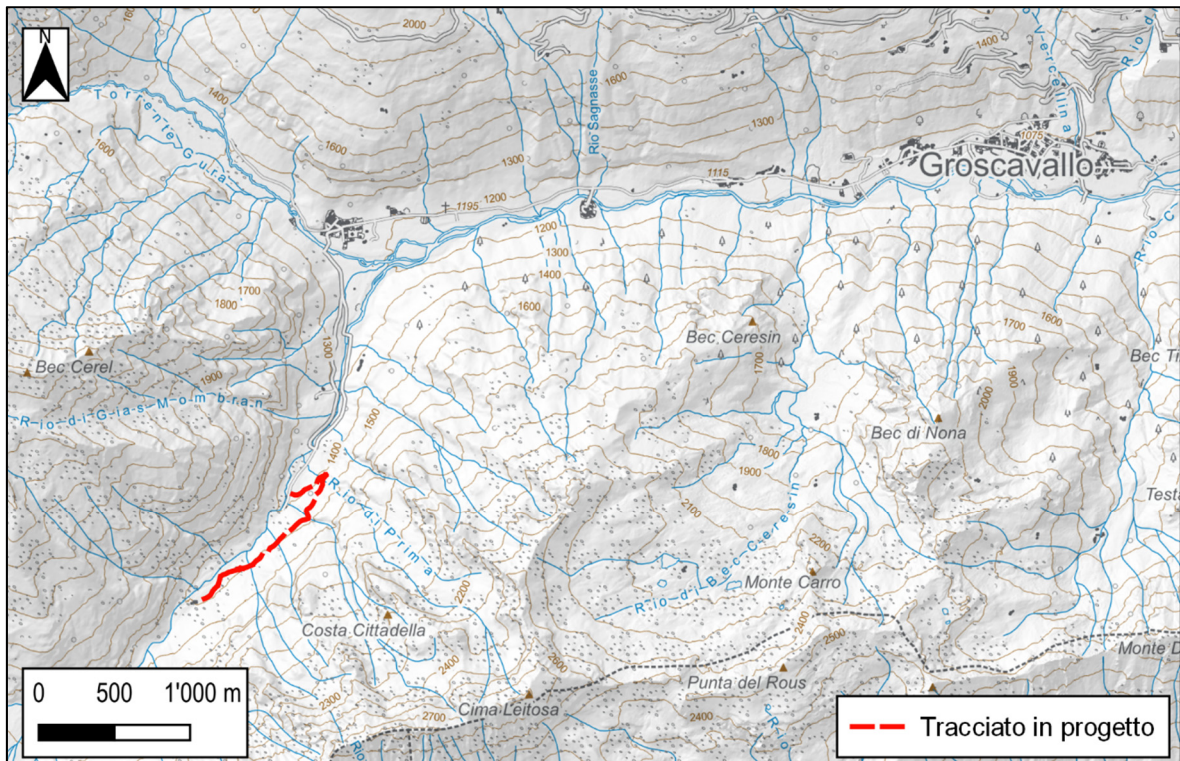


Figura 1: ubicazione del tracciato in progetto su stralcio della Base cartografica di riferimento della Regione Piemonte (BDTRE2023) in scala 1:50.000 sovrapposta a rilievo ombreggiato.

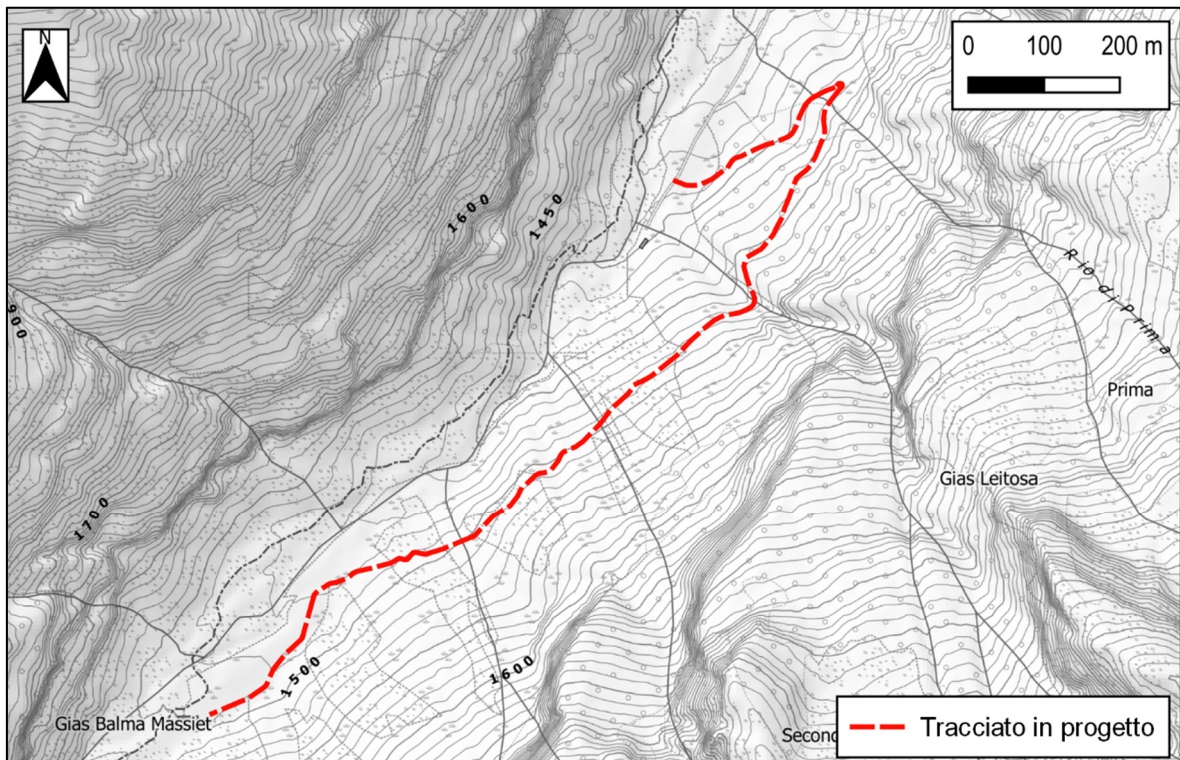


Figura 2: ubicazione del tracciato in progetto su stralcio della Base cartografica di riferimento della Regione Piemonte (BDTRE2023) in scala 1:10.000 sovrapposta a rilievo ombreggiato.

## 2 VINCOLI E COMPATIBILITÀ IDROGEOLOGICA (L.R. 45/89) DELLE OPERE IN PROGETTO

### 2.1 – Vincolo idrogeologico

Il presente paragrafo descrive i vincoli insistenti nel settore comunale interessato dalle opere e la compatibilità degli interventi in riferimento alla situazione idrogeologica locale, come richiesto dalla L.R. 45/89 e dalla Circ. P.G.R. 31 agosto 2018 n. 3/AMD.

Il tracciato in progetto risulta ubicato all'interno di aree soggette a vincolo idrogeologico, di cui al R.D. n. 3267/1923 ed alla L.R. 45/89. Figura 3.

Le volumetrie complessive, tra scavi e riporti di terreno, sono state stimate pari a circa 3.010 m<sup>3</sup>. (Tabella 1), per una superficie complessiva di intervento di circa 7.741 m<sup>2</sup>.

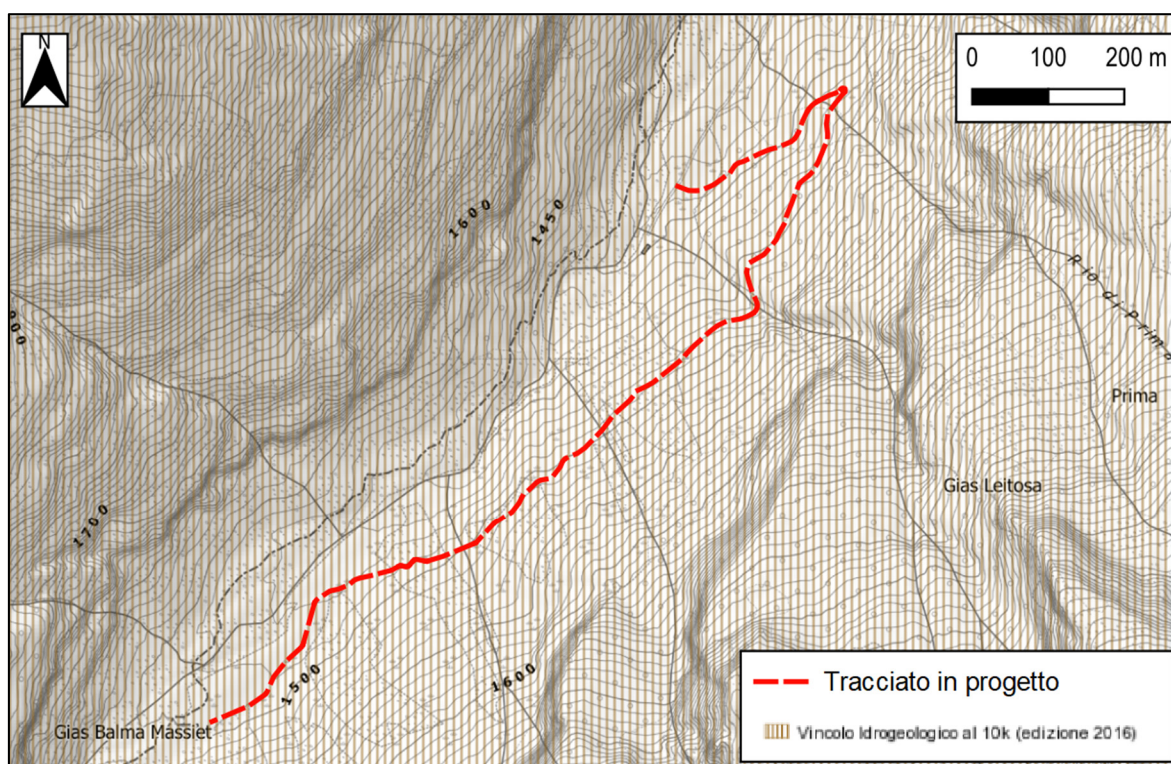


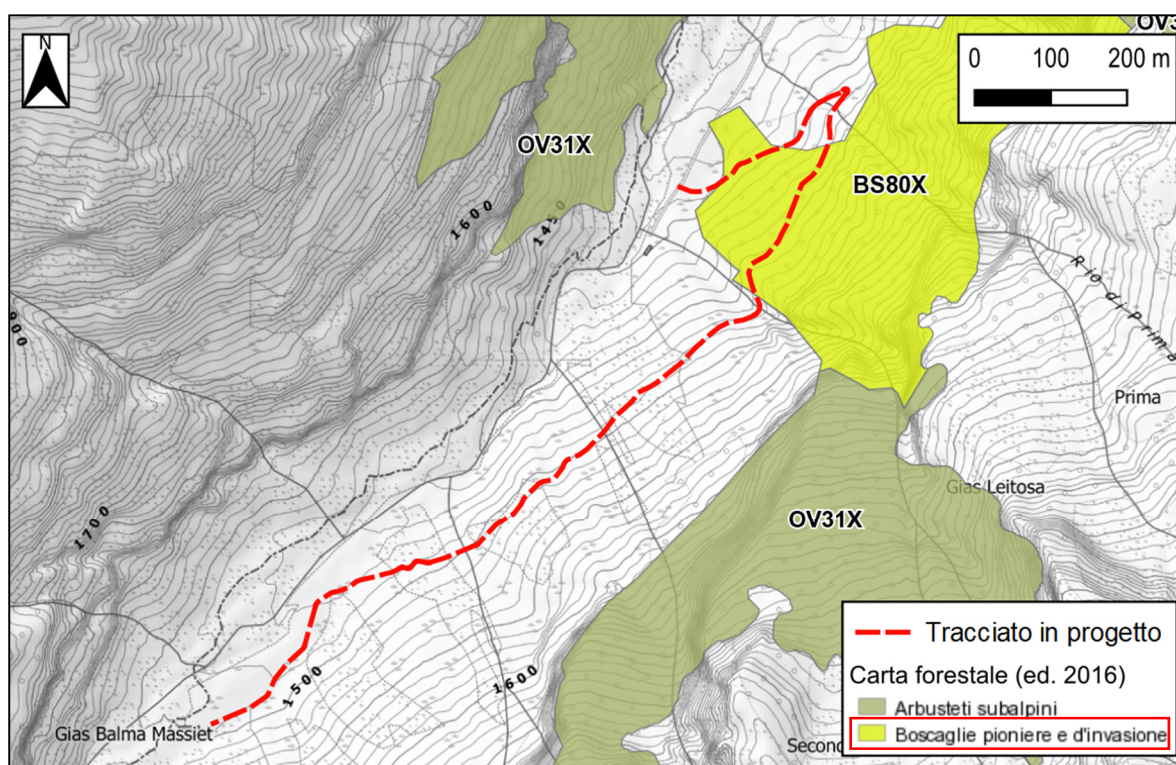
Figura 3: Ubicazione del sito di intervento su base cartografica BDTRE 2023 con sovrapposizione delle aree sottoposte a vincolo idrogeologico (rigato verticale), scala 1:10.000, Edizione 2016.

<b>VOLUMI DI SCAVO E RIPORTO</b>		
	<b>Volume di scavo</b>	<b>Volume di riporto</b>
	1592 m <sup>3</sup>	1418 m <sup>3</sup>
<b>Totale</b>	<b>3.010 m<sup>3</sup></b>	

Tabella 1: superfici e volumi di scavo/riporto previsti.

Per quanto attiene la possibile interferenza degli interventi previsti nei confronti della copertura vegetazionale, è possibile fare riferimento alla "Carta forestale del Piemonte" (edizione 2016; *Figura 4*). La copertura arborea per il settore in esame risulta principalmente caratterizzata dalla presenza di "Boscaglia rupestre pioniera" (BS80X).

Gli interventi in progetto cercheranno, in ogni caso, di preservare il più possibile gli individui arborei presenti nelle varie aree interferite.



*Figura 4: Ubicazione degli interventi su Carta Forestale (Ed. 2016), scala 1:10.000.*

## **2.2 – Pericolosità geomorfologica**

Per quanto concerne la pericolosità geomorfologica, il tracciato in progetto risulta interferente con le delimitazioni di diverse tipologie di dissesto, riportate nelle cartografie del PAI, del SIFraP, dell'IFFI e del SIVA. *Figura 5 e Figura 6.*

Con riferimento alla cartografia PAI, il tracciato risulta interferente, nel settore settentrionale in prossimità dell'unico tornante in progetto, con un'area di conoide attiva non protetta, che si sviluppa in corrispondenza della terminazione di un impluvio classificato a pericolosità molto elevata per fenomeni di valanga. Nel prosieguo verso monte del tracciato, quest'ultimo intercetta le perimetrazioni di due aree considerate in frana attiva (Fa). *Figura 5.*

Le cartografie SIFraP e SIVa, recepite all'interno dell'Elaborato G.7a "Quadro del dissesto" allegato al P.R.G.C. di Groscavallo, restituiscono un quadro complessivamente coerente con quello fornito dalla cartografia PAI, individuando aree soggette a pericolosità da valanga in corrispondenza dei principali impluvi, con valanghe ricorrenti altamente o moderatamente distruttive, ed un'ampia fascia continua alla base dei versanti interessata da fenomeni di crollo attivi. *Figura 6.*

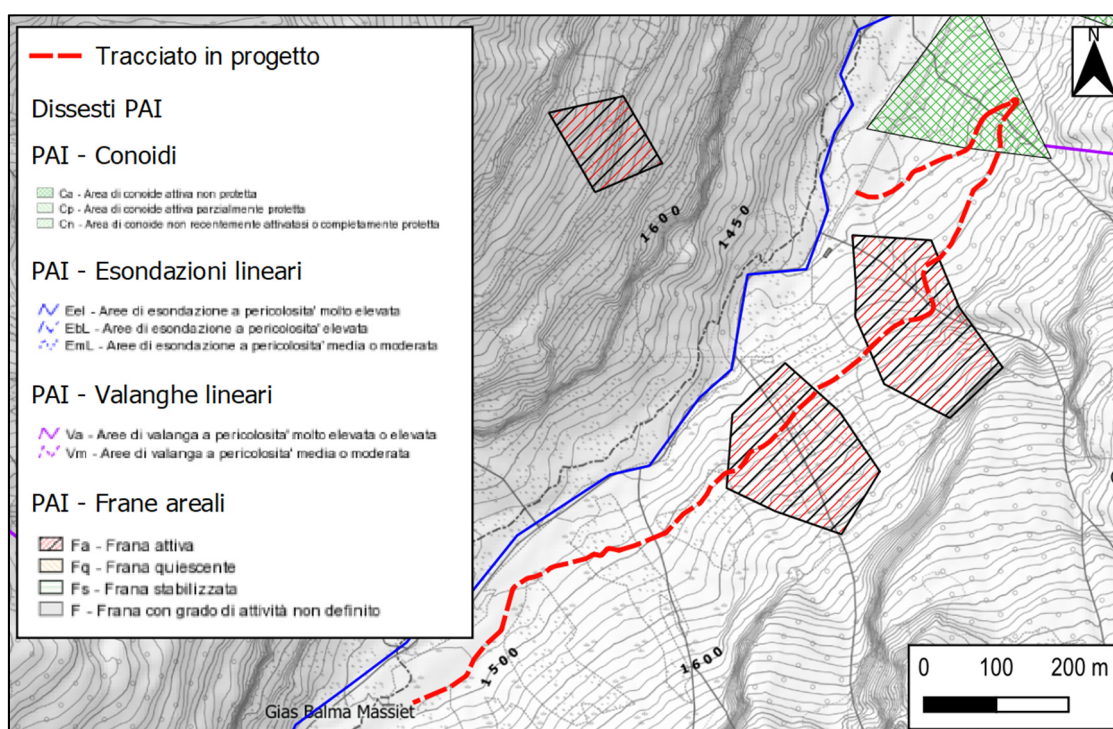


Figura 5: stralcio della cartografia relativa ai dissesti del Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI) su Base cartografica: BDTRE2023 (Regione Piemonte), scala 1:10.000.

### 2.3 – Analisi nivologica

Con riferimento specifico ai contenuti del Sistema Informativo Valanghe (SIVa), sono riportati n. 3 siti valanghivi direttamente interferenti con il tracciato in progetto, che interessano il versante destro del Vallone di Sea ("58\_F\_TO", "59\_F\_TO", "60\_F\_TO"), e n. 1 sito valanghivo prossimo al tracciato sul versante sinistro ("46\_F\_TO"; *Figura 6*). Limitatamente ai siti denominati "46\_F\_TO" e "60\_F\_TO", si riporta quanto segue estratto dal Sistema Informativo Valanghe (SIVa):

- "Sito valanghivo "46\_F\_TO": Valanga del vallone di Marmorand
  - Località: sul fianco sinistro del vallone di Sea affluente alla Stura di Valgrande [...]
  - Descrizione sommaria: si stacca a quota 2500 dal pendio del M. Malatret da roccioni e detriti di falda, scende lungo il vallone, sempre con pietrame e detriti; sotto 2100

*precipita a salti in un burrone con pareti rocciose sino a fondovalle. Si arresta a 1500 m nella Stura, presso il Gias Balma Massiet. Esposizione SE. Dati metrici - Nel 1934: traiettoria m 1600, fronte m 75, spessore m 12. La SMA dice (senza datazione): fronte m 100, spessore m 5,50, volume mc 20.000.*

- *Periodicità – Durata – Effetti: Periodicità annuale (dicembre-aprile). Osservata il 17-12-1934. Il deposito dura sino a luglio. Danneggi i pascoli, depositando detriti rocciosi e massi formanti una conoide. Nessun danno.*
- *Fonti delle notizie: SMA, testo pag. 99 (n. 28), atlante foglio 44 (n. 28) – C. Forestale – Galizia (sopralluogo diretto) – Capello (visione).*
- *Cartografia – Atlante, tavola n. 8 (Levanne)”.
  - *"Sito valanghivo "60\_F\_TO": Valanga di Cima Leitosa*
    - *Località: Si forma sul fianco destro della Stura di Sea (destra della Stura di Valgrande) [...]*
    - *Descrizione sommaria: si stacca a quota 2500 m sul fianco N del monte detto, su detriti di falda, scende in depressione priva di alberi a m 1600, compie un balzo in roccia notevole e si deposita sui pascoli a 1400 m. Esposizione NO. Dati metrici - Nel 1963: traiettoria m 1600, fronte m 150, spessore m 5 (C. Forestale).*
    - *Periodicità – Durata – Effetti: Periodicità annuale, specie in primavera. Osservata l'11-4-1963. I resti rimangono sino a giugno. Danni ai pascoli. Si può dire che lascia un terreno incoltivabile.*
    - *Fonti delle notizie: Galizia (sopralluogo diretto).*
    - *Cartografia – Atlante, tavola n. 9 (Groscavallo)”.**

La cartografia e le schede estratte dal Sistema Informativo Valanghe (SIVa) sono riportate in allegato.



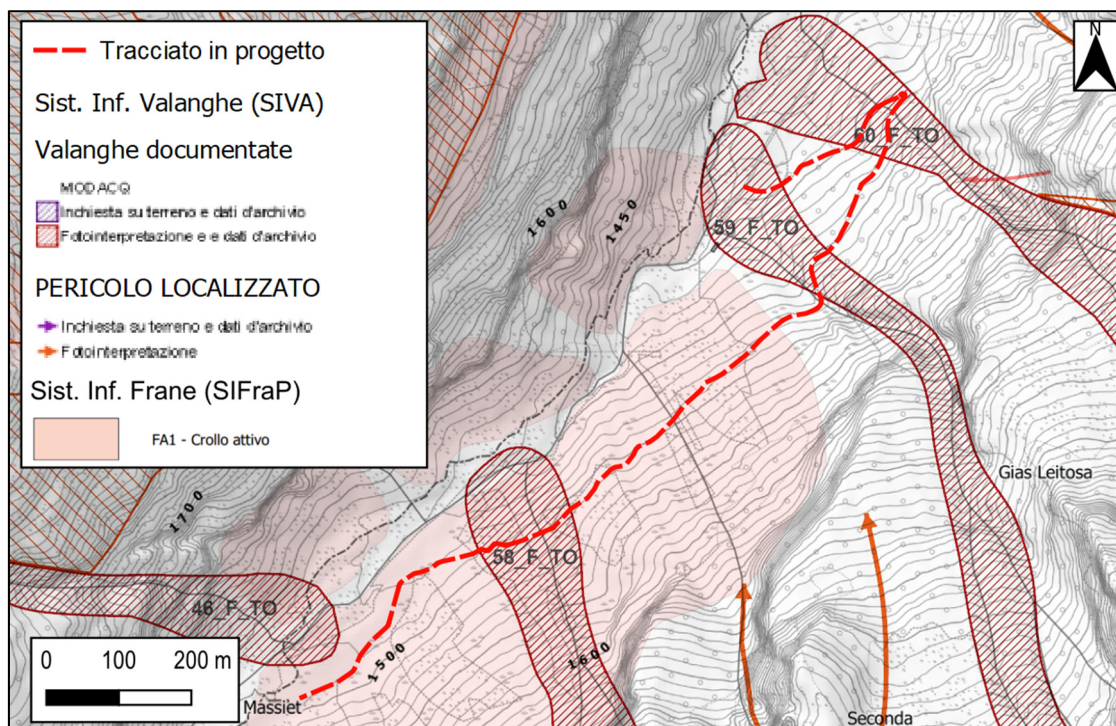


Figura 6: stralcio della cartografia relativa ai fenomeni franosi (SIFraP) e ai fenomeni valanghivi (SIVA) su Base cartografica: BDTRE2023 (Regione Piemonte), scala 1:10.000.

### 2.3.1 Suscettibilità nei confronti dei fenomeni valanghivi

I fenomeni valanghivi appaiono tra le principali pericolosità naturali nelle aree montuose del mondo, rappresentando un potenziale rischio nei confronti della vita umana e delle infrastrutture. Tuttavia, sebbene esistano servizi di allerta affidabili che emettono avvisi per il pubblico sulla probabilità di occorrenza di valanghe in una data regione, attualmente non risulta possibile prevedere l'occorrenza di singoli fenomeni nello spazio e nel tempo; ciò è principalmente dovuto alla complessa interazione tra i diversi fattori (morfologici, nivologici, meteorologici) che concorrono alla formazione delle valanghe, nonché al loro innesco<sup>1</sup>.

Ai fini della previsione a breve termine, uno dei possibili approcci prevede la valutazione della suscettibilità nei confronti dei fenomeni valanghivi; per suscettibilità si intende la probabilità di occorrenza spaziale di un dato fenomeno, in rapporto alle caratteristiche di un dato territorio e, in particolare, sulla base del differente contributo dei fattori predisponenti e scatenanti. Con fattori predisponenti si fa riferimento a quelle caratteristiche necessarie alla formazione dei fenomeni indagati, ma non sufficienti a determinarne l'innesco in assenza dei fattori scatenanti; questi ultimi

<sup>1</sup> Schweizer, J., Bruce Jamieson, J., & Schneebeli, M. (2003). *Snow avalanche formation*. *Reviews of Geophysics*, 41(4)

possono essere principalmente rappresentati dall'applicazione rapida di un carico localizzato (come il passaggio di una persona, un sisma) oppure di un carico distribuito (come l'apporto di nuova neve in seguito a precipitazioni) o ancora per ragioni non connesse a variazioni di carico (come la variazione di temperatura).

Per quanto concerne i fenomeni valanghivi, i principali fattori predisponenti riguardano (*Schweizer et al., 2003*)

- 1) morfologia del versante,
- 2) precipitazioni,
- 3) azione del vento,
- 4) temperatura
- 5) stratigrafia della copertura nevosa.

In assenza di dati meteorologici statisticamente significativi riguardanti i punti da 2 a 5 del precedente elenco, ottenibili mediante una fitta rete di stazioni meteorologiche e/o mediante rilievi e osservazioni in sito, il solo parametro morfologico può rappresentare una discriminante significativa per la valutazione della suscettibilità dei fenomeni valanghivi. Il distacco di questi ultimi, infatti, risulta poco probabile su pendii con pendenze inferiori a 30°, specie se morfologicamente irregolari e/o coperti da foreste<sup>2</sup>.

Dal confronto della carta delle pendenze del versante in esame, derivata da DTM 5m\*5m Ripresa ICE 2009-2011 della Regione Piemonte (*Figura 8*), nonché sulla base di quanto precedentemente esposto, è possibile osservare come ampi settori dei versanti a monte del tracciato in progetto presentino pendenze spesso notevolmente superiori a 30° - 35° e risultino, pertanto, suscettibili all'innescò di valanghe, tenuto conto inoltre delle quote superiori a 2000 m s.l.m. dei settori elevati di versante, favorevoli alle precipitazioni nevose in periodo invernale.

Come si evince dalle informazioni del SIVa, i fenomeni valanghivi tendono a incanalarsi nei principali impluvi fino a raggiungere il fondovalle, con possibile produzione di danni lungo il loro percorso. Parallelamente, non risultano interferenze tra le opere in progetto e il territorio in esame tali da determinare effetti peggiorativi sulla predisposizione dei luoghi al distacco di valanghe, tenuto

---

<sup>2</sup> Meloni, F., Lingua, E., & Motta, R. (2006). *Analisi della funzione protettiva delle foreste: l'esempio della "Carta delle foreste di protezione diretta della Valle d'Aosta"*. *Forest@-Journal of Silviculture and Forest Ecology*, 3(3), 420.

conto inoltre dell'elevata irregolarità dei terreni di realizzazione del tracciato (costituiti da abbondanti blocchi e massi) e della posizione prossima al fondovalle.

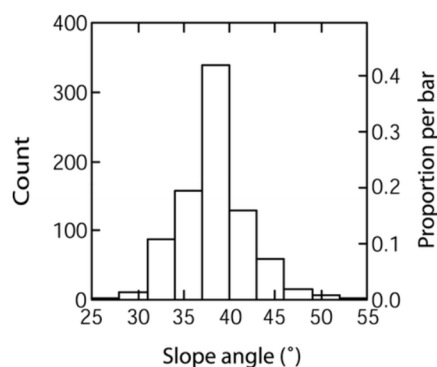


Figura 7 – Istogramma del numero di valanghe per intervallo di pendenza del versante nella zona di distacco (estratto da Schweizer et al., 2003).

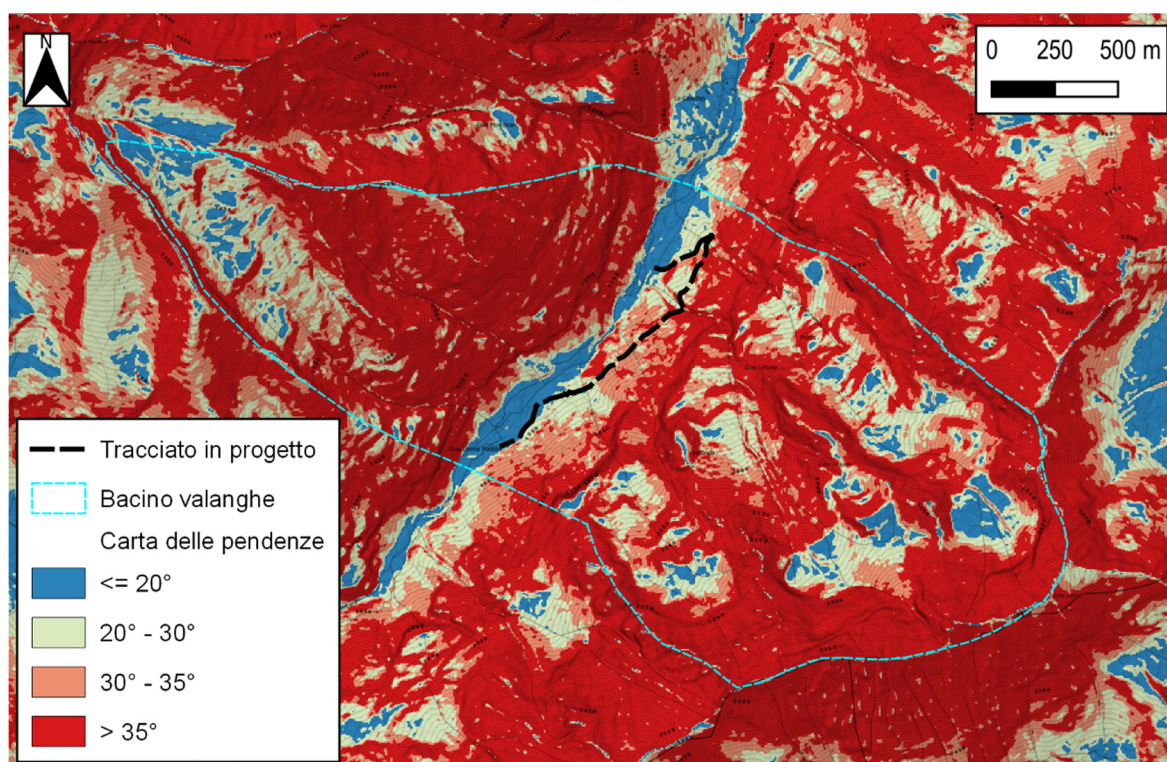


Figura 8 – Carta delle pendenze del versante in esame, derivata da DTM 5m\*5m Ripresa ICE 2009-2011 della Regione Piemonte, scala 1:10.000.

## 2.4 Idoneità all'utilizzazione urbanistica

Il tracciato in progetto risulta ricadente completamente in classe IIIa, in base a quanto riportato sulla "Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica".<sup>3</sup> Tali aree riguardano "aree inedificate o con presenza di edifici sparsi, caratterizzate da pericolosità da elevata a molto elevata" entro le quali sono, tra l'altro, ammessi, "previa verifica di compatibilità,

<sup>3</sup> <http://map.portalecomuni.net/mapguide/wgis/ddd.html?Cfq=7f1cc800-145b-4df3-9c98-e14517cf32de>

*utilizzi del suolo che non comportino l'insediamento di strutture fisse significative, quali ad esempio quelli legati ad attività turistico - ricreative o sportive (es. percorsi sportivi attrezzati...)*<sup>4</sup>

Inoltre, sono consentiti gli interventi di difesa, consolidamento, sistemazione e manutenzione idrogeologica ed idraulica.

In conclusione, sulla base dei dati finora citati, le opere in progetto risultano inserite in un contesto territoriale caratterizzato da diverse problematiche di carattere idrogeologico, connesse principalmente con le dinamiche di versante ad opera di fenomeni franosi (principalmente crolli) e valanghivi, le quali dovranno essere tenute in debita considerazione durante le fasi esecutive del progetto e nell'ottica della successiva fruizione del tracciato di accesso alla zona degli alpeggi di Balma Massiet.

Viste le caratteristiche geologico-stratigrafiche dell'area in esame, caratterizzata dalla diffusa presenza di accumuli costituiti da massi e da blocchi fino a decametrici, potrebbero presentarsi situazioni di instabilità la cui entità sarà dipendente dall'effettiva interferenza tra la condizione locale e le modalità esecutive degli interventi, difficilmente prevedibili a priori. Nel caso di smantellamento di massi o blocchi, si dovrà prevedere la possibilità che tale attività comporti la destabilizzazione dei settori limitrofi posti a monte e a valle e, in tale caso, attuare le opportune misure per prevenirla.

Problematiche minori riguardano invece la stabilità del complesso viabilità-terreno. A tale riguardo, la progettazione degli interventi è stata accompagnata da uno studio riguardante le verifiche di stabilità sia globale delle opere di sostegno, con il fine di dimensionare in via preliminare le scogliere che dovranno essere realizzate, le cui risultanze sono riportate in *allegato*.

---

<sup>4</sup> Art. 20 delle Norme Tecniche di Attuazione del PRG del Comune di Groscavallo, ver. 06, gennaio 2023

### **3 CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA GENERALE E LOCALE**

#### **3.1 – Inquadramento geologico-morfologico generale**

Il tracciato in progetto è localizzato nel settore medio-basso del Vallone di Sea in prossimità della base del versante in destra idrografica del torrente Stura di Sea.

Dal punto di vista geologico, il Vallone di Sea risulta ubicato in prossimità del contatto tettonico tra due importanti unità litostратigrafiche delle Alpi Occidentali:

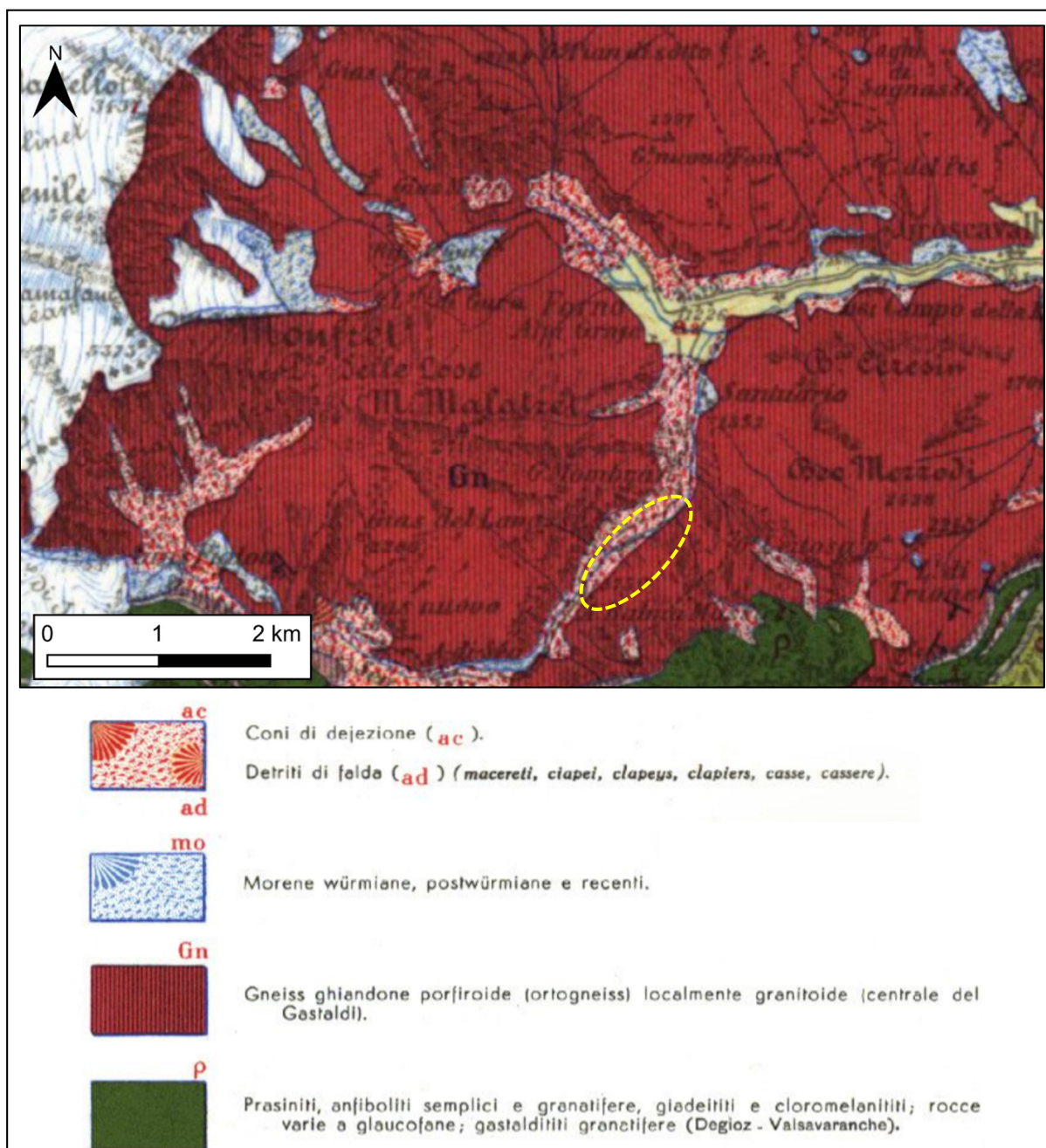
- il *massiccio del Gran Paradiso*, qui rappresentato dal *Complesso degli Gneiss Occhiadini*, il quale affiora in maniera diffusa delle porzioni medio-basse dei versanti, estendendosi soprattutto nel settore settentrionale dell'Alta Val Grande di Lanzo. Risulta costituito principalmente da ortogneiss e metagranitoidi di età permiana, geneticamente riconducibili ad estesi corpi magmatici intrusivi entro un basamento continentale varisco (noto come *Complesso degli Gneiss Minuti*) e soggetti a metamorfismo con picco in facies eclogitica durante l'orogenesi alpina;
- l'*unità Bassa Val di Susa, Valli di Lanzo e Rocciavrè (Zona Piemontese Auct.)*, affiorante principalmente in corrispondenza dei settori più elevati del versante destro del Vallone di Sea e attualmente attribuita all'oceano Ligure-Piemontese di età giurassica (Tetide alpina). Risulta qui costituito principalmente da prasiniti (metabasalti), derivanti da metamorfismo alpino con picco in facies eclogitica di originari basalti, ai quali appaiono localmente associate le originarie coperture oceaniche (metasedimenti) costituite da prevalenti calcescisti cretacei.

La morfogenesi di tale settore vallivo è riconducibile all'azione successiva nel tempo di diversi agenti esogeni. Durante il Pleistocene, il modellamento del paesaggio è stato operato principalmente dall'azione di erosione del substrato roccioso da parte del ghiacciaio che occupava l'alta Val Grande. Il ghiacciaio ha anche svolto un'azione deposizionale nei settori di versante, dando così origine a diffuse coperture di depositi glaciali di fondo e a rilievi morenici, allungati ed orientati parallelamente all'andamento della valle principale

All'inizio dell'Olocene, in seguito al progressivo ritiro del ghiacciaio, si è impostato l'attuale reticolo idrografico, il cui corso d'acqua principale è rappresentato dal Torrente Stura di Sea. Le

azioni di modellamento fluvio-torrentizio sono state inoltre svolte dai corsi d'acqua tributari dello Stura, i quali hanno prodotto marcate incisioni sui versanti e hanno dato origine a conoidi di origine mista, allo sbocco delle vallate secondarie sul fondovalle. Tali incisioni appaiono inoltre sede di frequenti fenomeni valanghivi.

Infine, a partire dall'Olocene, sempre a causa della fusione delle masse glaciali, lungo i versanti della Val Grande si sono originati fenomeni gravitativi anche di notevoli dimensioni (Deformazioni gravitative profonde di versante - DGPV). *Figura 9.*



*Figura 9: ubicazione dell'area di interesse (ellisse giallo) su stralcio della "Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, Foglio n. 41 – Gran Paradiso". Scala grafica.*

### **3.2 – Inquadramento geologico-morfologico locale**

Il segmento vallivo di interesse, compreso tra il Rio di Prima (a valle) e la località Gias Balma Massiet (a monte), presenta caratteristiche geomorfologiche significativamente influenzate dall'evoluzione quaternaria post-glaciale. Il profilo trasversale della valle, infatti, sebbene preservi delle caratteristiche proprie del modellamento glaciale, risulta notevolmente inciso e caratterizzato dalla presenza di pareti subverticali nella porzione intermedia dei versanti, modellate all'interno del substrato roccioso gneissico/metagranitico, che evidenziano una notevole energia di rilievo. *Figura 10.*

Tali pareti, variabilmente fratturate, sono soggette a fenomeni di crollo, i quali hanno alimentato e tuttora alimentano le estese falde detritiche con massi e blocchi sviluppatasi alla loro base, caratterizzate da pendenze medie di 30°- 40°. Massi e blocchi, fino a decametrici, risultano presenti fino nei settori di fondovalle, ove gli accumuli detritici si interdigitano e si sovrappongono sia ai depositi glaciali e alluvionali terrazzati, sia ai depositi torrentizi attuali e recenti.

Durante l'esecuzione dei rilevamenti di terreno sono stati osservati isolati blocchi di recente distacco, a conferma del perdurare dell'attività dei fenomeni di crollo.

La continuità laterale dei versanti e delle pareti rocciose è interrotta dalle incisioni del reticolato idrografico secondario (ad es. dal Rio di Prima), i quali risultano sede sia di attività torrentizia, che di processi valanghivi, con mobilitazione di massi anche di dimensioni notevoli (da pluridecimetriche a metriche); in corrispondenza dello sbocco degli impluvi nel fondovalle si sono prodotti pertanto conoidi di origine mista alimentati da crolli, colate detritiche e valanghe.

A tale riguardo, si segnala l'occorrenza durante l'aprile 1963 di una valanga formatasi a partire da 2500 m di quota, sul fianco nord della Cima Leitosa, incanalatasi successivamente nel Rio di Prima fino a raggiungere il fondovalle, dopo aver compiuto un salto in corrispondenza delle pareti rocciose<sup>5</sup>. Tale fenomeno produsse alcuni danni ai pascoli, ma fenomeni analoghi si presentano con periodicità annuale, specie in primavera.

---

<sup>5</sup> Descrizione estratta dal Sistema Informativo Valanghe (SIVa).

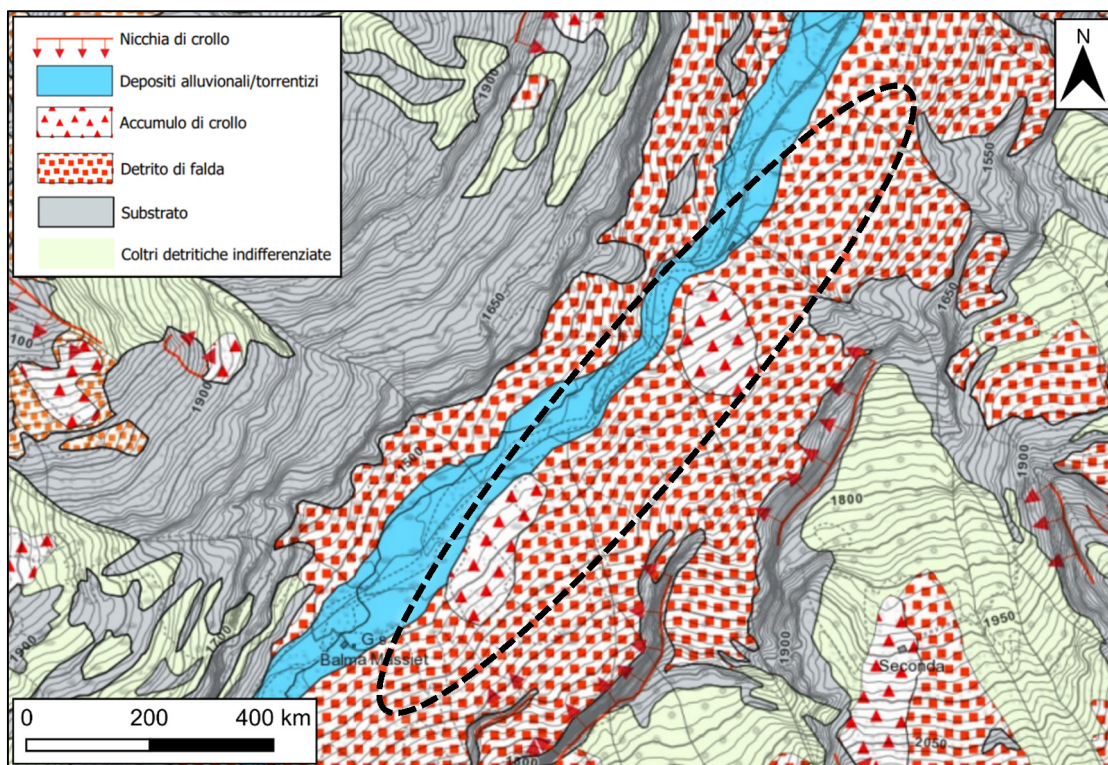


Figura 10: ubicazione degli interventi in progetto su estratto dell'Elaborato G.1 "Carta geologica - geomorfologica" allegato alla Variante Strutturale del PRGC del Comune di Groscavallo (settembre 2022); scala grafica.

### 3.3 – Assetto idrogeologico locale

Alla luce dei dati esaminati e riportati nei paragrafi precedenti ed alle osservazioni di terreno effettuate, è possibile ricostruire, a grandi linee, l'assetto idrogeologico dei siti di interesse.

Il settore di versante in esame è caratterizzato dalla presenza di un complesso idrogeologico superficiale, potenzialmente sede di un deflusso idrico sotterraneo soggetto alle fluttuazioni stagionali delle precipitazioni ed alla quantità di acqua derivante dalla fusione della copertura nevosa, nonché dall'apporto da parte di sorgenti. Il deflusso idrico avviene principalmente all'interno dei depositi quaternari per porosità e, in misura minore, del substrato roccioso sub-affiorante per fratturazione.

Durante i rilievi di terreno sono state osservate delle sorgenti poste alla base delle pareti rocciose a monte del tracciato, la cui ubicazione è indicata all'interno della carta geologica in *allegato*, in corrispondenza di una fascia suborizzontale significativamente fratturata. L'acqua proveniente da tali emergenze si infila successivamente entro gli accumuli detritici che si sviluppano alla base delle scarpate e, data la presenza del substrato roccioso impermeabile, defluisce a ridotta profondità entro i depositi. Tale condizione dovrà essere tenuta in debita considerazione durante l'esecuzione di scavi,



la movimentazione di materiale o altre attività che potrebbero comportare l'interferenza con il deflusso idrico sotterraneo.

#### **4 MODELLO LITOSTRATIGRAFICO**

Il modello litostratigrafico dei volumi di terreno che verranno interessati dagli interventi in progetto, è stato ricavato tramite:

- l'analisi dei dati ricavati dalla consultazione degli elaborati geologici relativi al P.R.G.C. del Comune di Groscavallo e della *"Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, Foglio n. 41 – Gran Paradiso"* con le relative *"Note Illustrative"*;
- rilevamenti e cartografia geologico-geomorfologica di terreno e mediante fotointerpretazione di ortofoto;
- riferimento a dati noti nella letteratura tecnica di settore e validi per litotipi aventi caratteristiche analoghe.

Per quanto riguarda l'assetto litostratigrafico dell'area di intervento, nel seguito vengono riportati alcuni elaborati (carta geologica e profilo litostratigrafico interpretativo; *Figura 11* e *Figura 12*) redatti a seguito dei rilevamenti di terreno; la carta geologica è inoltre riportata con maggior dettaglio in *allegato*.

Complessivamente, possono essere distinte diverse unità superficiali quaternarie deposte in discordanza sul substrato roccioso, caratterizzate da rapporti di eteropia laterale o parziale giustapposizione (come evidenziato nel profilo geologico interpretativo; *Figura 12*) e spessori variabili da alcuni decimetri a diversi metri.

Le caratteristiche litostratigrafiche delle unità interessate dal progetto sono sintetizzate nella tabella che segue.

Da [m]	A [m]	Descrizione litostratigrafica
0,0	0,5÷10,0	<p><b>Depositi torrentizi attuali e recenti:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• presenti sul fondo dei principali impluvi e nell'alveo del t. Stura di Sea, risultano costituiti da ghiaie con ciottoli e massi sabbiose.</li> </ul> <p><b>Accumuli detritici distinti in:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• accumuli con massi e blocchi angolosi prevalenti, mediamente metrici, da pluridecimetrici a decametrici, poveri o privi di matrice ghiaioso-sabbioso-limosa e scarsamente vegetati;</li> <li>• accumuli con massi e blocchi angolosi prevalentemente da pluridecimetrici a metrici, fino a plurimetrici, in matrice talora abbondante costituita da ghiaie minute sabbioso-limose; risultano spesso interessati da vegetazione prativa e arbustiva.</li> </ul> <p><b>Depositi alluvionali e/o glaciali terrazzati (località Gias Balma Massiet):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• costituiscono una fascia di larghezza massima fino ad alcune decine di metri, talvolta assente, parallela al alveo del t. Stura di Sea e sospesa di alcuni metri da quest'ultimo, compresa tra l'alveo attuale e la base degli accumuli detritici.</li> <li>• I depositi sono costituiti da ghiaie sabbiose eterometriche e grossolane con massi e con matrice sabbioso-limosa talora abbondante. La superficie sommitale, subpianeggiante, presenta molteplici massi e blocchi derivanti da fenomeni di crollo dalle pareti rocciose poste a monte e/o dal rotolamento di materiale proveniente dalle falde di detrito.</li> </ul>
<p><b>Substrato roccioso</b>, localmente affiorante o subaffiorante, costituito da (orto)gneiss occhiadini e metagraniti.</p>		

Tabella 2: assetto litostratigrafico di riferimento.

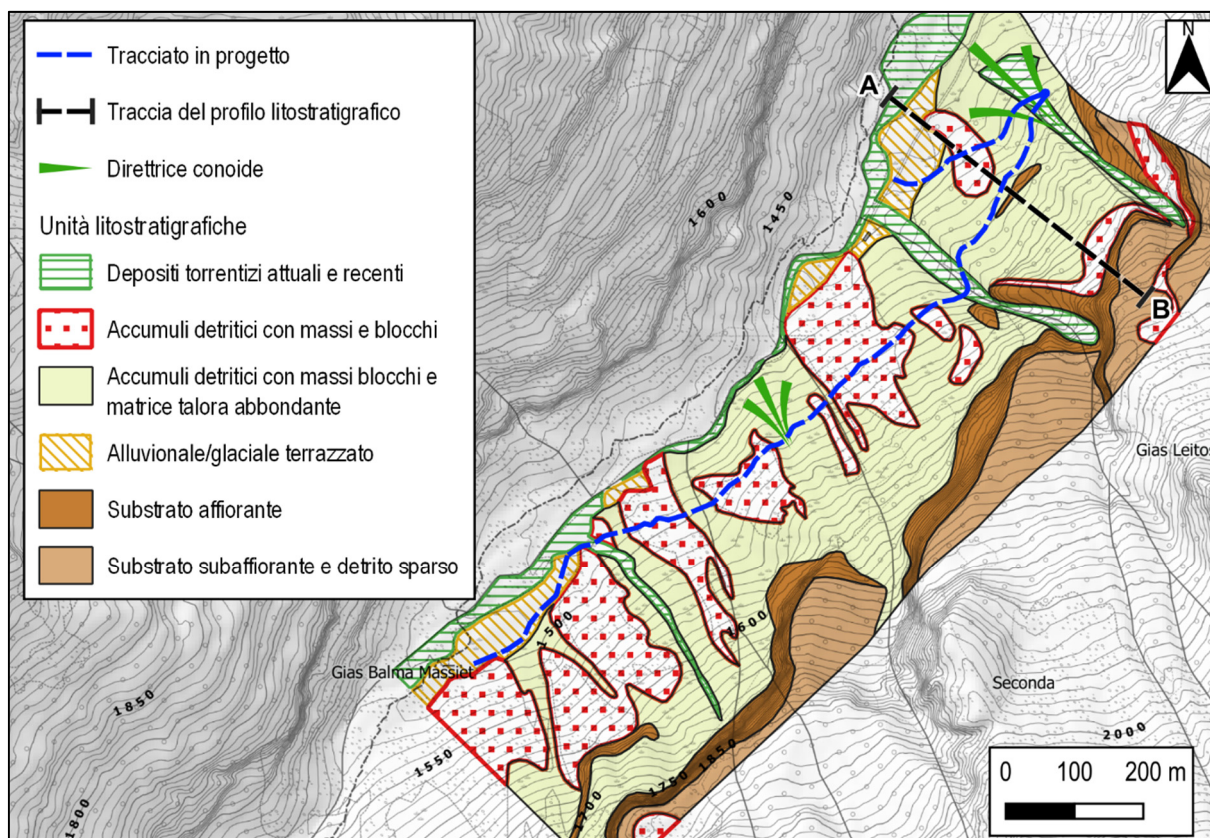


Figura 11: carta geologica semplificata dell'area di interesse, redatta in seguito ai rilevamenti di terreno.

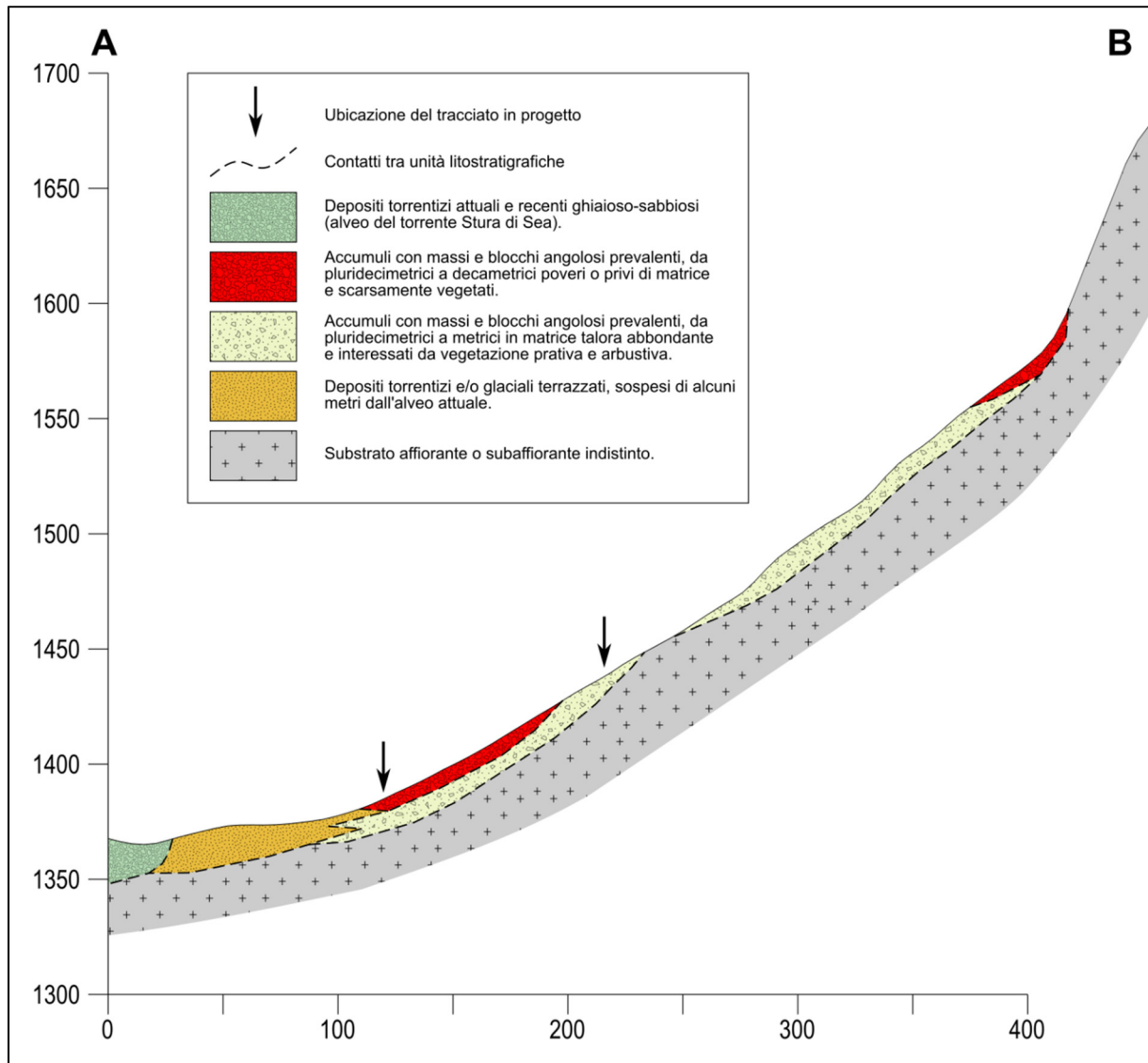


Figura 12: profilo litostratigrafico interpretativo dell'area di interesse; scala grafica.

## 5 MODELLO GEOTECNICO E PARAMETRI FISICO-MECCANICI

Sulla scorta dei dati acquisiti, è stato possibile definire il modello geotecnico e caratterizzare i terreni rilevati da un punto di vista geomeccanico.

Vista la significativa eterogeneità dei depositi interessati dagli scavi in progetto, spesso caratterizzati dalla presenza di materiale grossolano (massi e blocchi), di seguito vengono proposti dei valori indicativi, derivanti da letteratura tecnica di settore e validi per litotipi aventi caratteristiche analoghe, con particolare riferimento per la matrice fine. I valori medi ed i valori caratteristici dei parametri fisico-meccanici sono riportati nelle tabelle che seguono.

Per valore caratteristico  $X_k$ , secondo l'Eurocodice 7, si intende quel valore al quale è associata una prefissata probabilità di non superamento. Sempre l'Eurocodice 7 fissa, per i parametri di resistenza al taglio ( $\phi'$  e  $c'$ ), una probabilità di non superamento del 5%.

Il § C6.2.2.4 della Circolare del C.S.L.L.P.P. 21/01/2019 n. 7 suggerisce come tali valori debbano essere scelti. In particolare:

*"Nelle valutazioni che il progettista deve svolgere per pervenire ad una scelta corretta dei valori caratteristici, appare giustificato il riferimento a valori prossimi ai valori medi quando nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno, con possibile compensazione delle eterogeneità o quando la struttura a contatto con il terreno è dotata di rigidità sufficiente a trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti. Al contrario, valori caratteristici prossimi ai valori minimi dei parametri geotecnici appaiono più giustificati nel caso in cui siano coinvolti modesti volumi di terreno, con concentrazione delle deformazioni fino alla formazione di superfici di rottura nelle porzioni di terreno meno resistenti del volume significativo, o nel caso in cui la struttura a contatto con il terreno non sia in grado di trasferire forze dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti a causa della sua insufficiente rigidità. La scelta di valori caratteristici prossimi ai valori minimi dei parametri geotecnici può essere dettata anche solo dalle caratteristiche dei terreni; basti pensare, ad esempio, all'effetto delle discontinuità sul valore operativo della resistenza non drenata. Una migliore approssimazione nella valutazione dei valori caratteristici può essere ottenuta operando le opportune medie dei valori dei parametri geotecnici nell'ambito di piccoli volumi di terreno, quando questi assumano importanza per lo stato limite considerato. È questo il caso, ad esempio, delle verifiche SLU dei pali in condizioni non drenate, in termini di tensioni totali, nelle quali*

per la determinazione del contributo di resistenza alla punta è appropriata la valutazione del valore caratteristico della resistenza non drenata mediante una media locale effettuata nel volume di terreno interessato dal meccanismo di collasso indotto dalla punta stessa...”.

I valori caratteristici dei parametri geotecnici, considerando un elevato volume di terreno (potenziale superficie di rottura grande), sono stati ricavati in base a quanto segue:

- al parametro relativo all'angolo di resistenza al taglio è stato assegnato un coefficiente di variazione ricavato dalla letteratura tecnica (COV=7%);
- è stato infine applicato il metodo statistico in presenza di un solo dato e varianza nota.

La relazione adottata è la seguente:

$$X_k = \bar{X} - 1,645 \left( \frac{\alpha}{\sqrt{n}} \right)$$

dove:

$x_k$  = valore caratteristico;

$\bar{x}$  = valore medio (ignoto) della popolazione, ipotizzato essere uguale al valore medio del campione;

$\alpha$  = deviazione standard della popolazione;

$n$  = numerosità del campione.

<b>Parametri</b>	<b>Valori medi</b>
Peso di volume secco	18 kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume saturo	20 kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume immerso	/
Addensamento	Da poco a mediamente addensato
Coesione	5 kPa
Angolo di attrito efficace	43°
Coefficiente di Poisson	0,3

Tabella 3: valori medi dei parametri geotecnici.

<b>Parametri</b>	<b>Valori caratteristici</b>
Peso di volume	19 kN/m <sup>3</sup>
Coesione	3 kPa
Angolo di attrito	38°

Tabella 4: valori caratteristici dei parametri geotecnici.

## 6 MODELLAZIONE SISMICA

L'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la D.G.R. n. 4-3084 del 12.12.2011 ed in seguito modificate con la D.G.R. n. 65-7656 del 21 maggio 2014 e con la D.G.R. n.6-887 del 30 dicembre 2019, classifica il territorio comunale di Groscavallo in zona sismica 3S corrispondente a valori di  $a_g$  compresi tra 0,05 g e 0,15 g. Con l'entrata in vigore del D.M. 14/01/2008 e s.m.i., così come sostituito dal D.M. 17/01/2018 e s.m.i., la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio di tipo "sito dipendente" e non più per mezzo di un criterio "zona dipendente". L'azione sismica di progetto, in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite presi in considerazione, viene definita partendo dalla "pericolosità di base" del sito.

### 6.1 – Periodi di riferimento e di ritorno per l'azione sismica

La pericolosità sismica di un sito è descritta dalla probabilità che, in un fissato lasso di tempo, in detto sito si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato. Tale lasso di tempo, espresso in anni, è denominato "periodo di riferimento"  $V_R$  e la probabilità è denominata "probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento"  $P_{VR}$ .

Considerando, per il caso in esame, una vita nominale pari a 50 anni ed una classe d'uso II si ottiene:

$$V_R = V_N \cdot C_U = 50 \text{ anni}$$

I valori (anni) del periodo di ritorno  $T_R$  in funzione di  $V_R$  per lo Stato Limite di Esercizio (SLO, SLD) e per lo Stato Limite Ultimo (SLV, SLC) possono essere determinati con la seguente espressione:

$$T_R = \frac{-V_R}{\ln(1 - P_{VR})}$$

Adottando come probabilità di superamento  $P_{VR}$  per i vari stati limite i valori di 81%, 63%, 10% e 5% si ottengono i seguenti periodi di ritorno  $T_R$ :

Stati Limite		Valori in anni del periodo di ritorno $T_R$
Stati Limite di Esercizio (SLE)	SLO	30
	SLD	50
Stati Limite Ultimi (SLU)	SLV	475
	SLC	975

Tabella 5: da tabella 3.2.I NTC

## 6.2 – Categoria di sottosuolo e valutazione dell'azione sismica

Si definisce "risposta sismica locale" l'azione sismica quale emerge in superficie a seguito delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza subite trasmettendosi dal substrato rigido.

Le modifiche sono dovute ad:

- ✓ effetti stratigrafici: legati alla successione stratigrafica, alle proprietà meccaniche dei terreni, alla geometria del contatto tra substrato rigido e i terreni sovrastanti ed alla geometria dei contatti tra gli strati di terreno;
- ✓ effetti topografici: legati alla configurazione topografica del piano campagna.

I dati ricavati dall'esame della documentazione bibliografica reperita, anche in assenza di specifiche prove sismiche in sito, possono essere messi in relazione con le indicazioni contenute nel testo integrato dell'Allegato 2 all'Ordinanza n. 3274, come modificato dall' O.P.C.M. 3519/2006, e nel § 3.2.2 delle NTC. In tal modo è possibile associare, ai siti in esame, una categoria di sottosuolo di tipo B.

<b>B</b>	<i>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</i>
----------	---

Tabella 6: da tabella 3.2.II delle NTC

Il sito può essere classificato in categoria topografica T3, di cui alle NTC2018:

<b>T3</b>	<i>Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media <math>15^\circ \leq i \leq 30^\circ</math></i>
-----------	---

Tabella 7: da tabella 3.2.III delle NTC.

Le caratteristiche del moto sismico atteso al sito di riferimento, per una fissata  $P_{VR}$ , si ritengono individuate quando se ne conosca l'accelerazione massima ed il corrispondente spettro di risposta

elastico in accelerazione. Ai fini della valutazione dello spettro di risposta elastico in accelerazione vengono di seguito calcolati, per ciascuno dei quattro stati limite (SLO, SLD, SLV, SLC), i valori corrispondenti ad  $a_g$  (accelerazione orizzontale massima su sito di riferimento rigido orizzontale),  $S$  (coefficiente che comprende gli effetti di amplificazione stratigrafica e topografica),  $F_0$  (fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima su sito di riferimento rigido orizzontale) e  $C_c$  (coefficiente dipendente dalla categoria di sottosuolo).

Viene inoltre fornito il valore di  $T_c^*$  ricavabile dalla Tabella 1 dell'Allegato B alle NTC e necessario, in associazione con  $C_c$ , per il calcolo del periodo  $T_c$  di inizio del tratto a velocità costante dello spettro elastico di risposta.

Il sito di riferimento adottato per la stima della pericolosità sismica di base è individuato dal punto con le seguenti coordinate medie (WGS84):

□ Groscavallo – Vallone di Sea:

- Latitudine: 45.345124°;
- Longitudine: 7.215802°.

In base ai valori del periodo di ritorno  $T_R$  precedentemente calcolati, relativi ai diversi stati limite, si sono ottenuti i parametri spettrali riportati nella tabella che segue.

SLO $T_R = 30$ anni			SLD $T_R = 50$ anni			SLV $T_R = 475$ anni			SLC $T_R = 975$ anni		
$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_c^*$ [s]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_c^*$ [s]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_c^*$ [s]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_c^*$ [s]
0,035	2,437	0,204	0,046	2,4831	0,222	0,124	2,445	0,263	0,158	2,473	0,270

Tabella 8: da Tabella 1 dell'Allegato B NTC (calcolati con GeoStru PS)

Il coefficiente  $S$ , che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche, è rappresentato mediante la seguente relazione:

$$S = S_S \cdot S_T$$

dove:

$S_S$  = coefficiente che comprende gli effetti delle amplificazioni stratigrafiche;

$S_T$  = coefficiente che comprende gli effetti delle amplificazioni topografiche.

I coefficienti  $S_S$  e  $C_c$  risultano:



Categoria sottosuolo	S <sub>s</sub> (SLO)	C <sub>c</sub> (SLO)	S <sub>s</sub> (SLD)	C <sub>c</sub> (SLD)	S <sub>s</sub> (SLV)	C <sub>c</sub> (SLV)	S <sub>s</sub> (SLC)	C <sub>c</sub> (SLC)
B	1,20	1,51	1,20	1,49	1,20	1,44	1,20	1,43

Tabella 9: valori dei coefficienti S<sub>s</sub> e C<sub>c</sub>

Considerando che il valore relativo a S<sub>T</sub> per la categoria topografica T3 è pari a 1,2, il coefficiente finale S risulta uguale a:

Categoria sottosuolo	S (SLO)	S (SLD)	S (SLV)	S (SLC)
B	1,44	1,44	1,44	1,44

Tabella 10: valori del coefficiente S

L'accelerazione massima (a<sub>max</sub>) attesa sul sito in oggetto può essere determinata facendo riferimento all'accelerazione massima attesa su sito di riferimento rigido (a<sub>g</sub>) ed al coefficiente S di amplificazione stratigrafica e topografica:

$$a_{max} = a_g \cdot S$$

Categoria sottosuolo	a <sub>max</sub> [m/s <sup>2</sup> ] (SLO)	a <sub>max</sub> [m/s <sup>2</sup> ] (SLD)	a <sub>max</sub> [m/s <sup>2</sup> ] (SLV)	a <sub>max</sub> [m/s <sup>2</sup> ] (SLC)
B	0,493	0,648	1,745	2,226

Tabella 11: valori dell'accelerazione massima a<sub>max</sub>

I valori relativi ai coefficienti sismici orizzontale e verticale, nel caso dell'SLD e dell'SLV, sono:

$$\text{SLD: } k_h = \beta_s \left( \frac{a_{max}}{g} \right) = 0,013 \quad \text{e} \quad k_v = \pm 0.5 \cdot k_h = 0,007$$

$$\text{SLV: } k_h = \beta_s \left( \frac{a_{max}}{g} \right) = 0,043 \quad \text{e} \quad k_v = \pm 0.5 \cdot k_h = 0,021$$

e dove:

k<sub>h</sub> = coefficiente sismico orizzontale;

k<sub>v</sub> = coefficiente sismico verticale;

β<sub>s</sub> = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito (0,20 e 0,24).

### 6.3 – Stabilità nei confronti della liquefazione

Secondo quanto indicato al cap. 7 (punto 7.11.3.4.2) del D.M. 17/01/18 (N.T.C.) la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti condizioni:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1 g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna suborizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N_1)_{60} > 30$  oppure  $q_{c1N} > 180$  dove  $(N_1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $q_{c1N}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate in Fig. A nel caso di terreni con coeff. di uniformità  $U_c < 3,5$  ed in Fig. B nel caso di terreni con coeff. di uniformità  $U_c > 3,5$ .

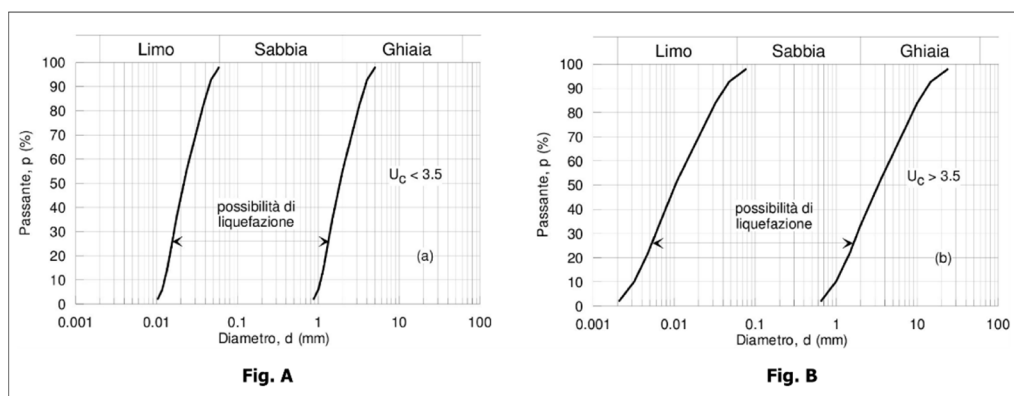


Figura 13: Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione

In relazione al § 7.11.3.4.2 delle NTC, la verifica a liquefazione può essere omessa in quanto viene soddisfatto, nel caso in esame, il punto n. 4 precedentemente descritto.

## **7 VERIFICHE DI STABILITÀ**

Al fine di dimensionare le opere di sostegno necessarie alla realizzazione del tracciato e per valutare, inoltre, la stabilità globale del pendio interessato dagli interventi, sono state condotte delle verifiche di stabilità su alcune sezioni di progetto ritenute significative.

Le risultanze di tali verifiche sono riportate in *allegato* e hanno permesso di valutare la colpabilità degli interventi in progetto con le caratteristiche morfologiche e litotecniche del pendio in esame.

## 8 CONCLUSIONI

La presente relazione di caratterizzazione e modellazione geologica è stata redatta in riferimento al progetto di *realizzazione di viabilità minore di accesso all'alpeggio Gias Balma Massiet*, nel settore di versante destro del Vallone di Sea compreso tra il Rio di Prima (a valle) e la località Gias Balma Massiet (a monte), Comune di Groscavallo (TO).

Per quanto concerne l'insistenza di vincoli in corrispondenza dei siti di intervento, si riassume quanto segue:

- il tracciato in progetto risulta ubicato in aree soggette a vincolo idrogeologico, di cui al R.D. n. 3267/1923 e alla L.R. 45/89;
- il tracciato ricade entro la classe di pericolosità geomorfologica e di idoneità all'utilizzazione urbanistica IIIa nella quale gli interventi in progetto risultano ammessi, previa verifica di compatibilità.

Per quanto riguarda la definizione del modello geologico locale, sulla base dei dati acquisiti dalle indagini condotte, è possibile porre in evidenza quanto segue:

- le caratteristiche litostratigrafiche delle aree indagate evidenziano la presenza di depositi quaternari rappresentati da depositi alluvionali e/o glaciali terrazzati, da accumuli detritici con varie caratteristiche e da depositi torrentizi attuali e recenti;
- il tracciato in progetto risulta interferente con le delimitazioni dei dissesti riportate nella cartografia PAI, SIFraP e IFFI;
- le aree risultano diffusamente caratterizzate dalla presenza di potenziali condizioni di dissesto idrogeologico;
- come descritto nei capitoli precedenti, tuttavia, gli interventi in progetto risultano comunque compatibili con i vincoli definiti per le aree e con gli assetti urbanistico e territoriale vigenti, non contrastando pertanto con quanto indicato dalla normativa di settore;
- le verifiche di stabilità delle opere di sostegno in progetto sono riportate in allegato.

Con riferimento alla normativa in vigore (D.M. 17/01/2018) si specifica quanto segue:

- in merito all'apertura dei fronti di scavo, funzionali alla realizzazione di opere in sotterraneo, si ribadisce che, ai sensi del punto 6.8.6.2 delle NTC 17/01/2018, per scavi in trincea a fronte verticale di altezza superiore ai 2 metri, nei quali sia prevista la permanenza di personale, e per scavi che ricadano in prossimità di manufatti esistenti, deve essere prevista una struttura di sostegno delle pareti di scavo. In prossimità del bordo di scavo non dovranno essere posizionate attrezzature né accumulati materiali (compreso il terreno rimosso), neppure temporaneamente e si dovrà evitare la circolazione e la sosta dei mezzi d'opera e del personale addetto alla costruzione non direttamente impegnati nella realizzazione degli scavi;
- in corso d'opera dovrà essere verificata la rispondenza fra il modello geologico di riferimento, assunto in questa fase progettuale, e la situazione effettiva desumibile nel corso dei lavori in progetto.

Si conferma infine la compatibilità idrogeologica degli interventi ai sensi della L.R. n. 45/89 e s.m.i., nel rispetto delle indicazioni contenute nella presente relazione.

La Cassa, 16 febbraio 2024

Il geologo

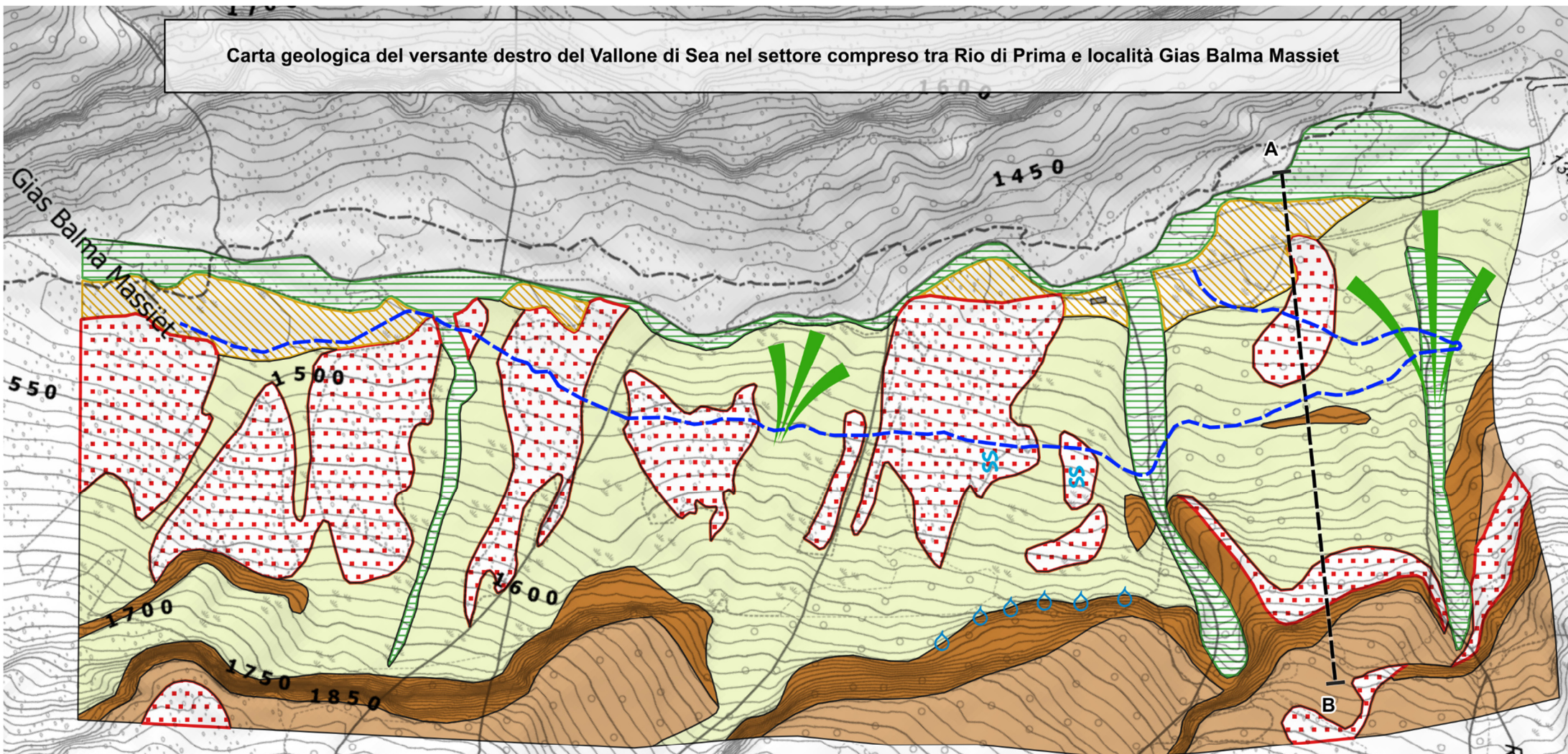
Dott. Geol. Stefano Tuberga



# ALLEGATI

# **Carta geologica del versante destro del Vallone di Sea**

Carta geologica del versante destro del Vallone di Sea nel settore compreso tra Rio di Prima e località Gias Balma Massiet



**LEGENDA**

— Tracciato in progetto

— Traccia del profilo litostratigrafico

▶ Diretrice conoide

💧 Sorgenti

SS Deflusso idrico sotterraneo a ridotta profondità

*Unità litostratigrafiche*

Depositi torrentizi attuali e recenti

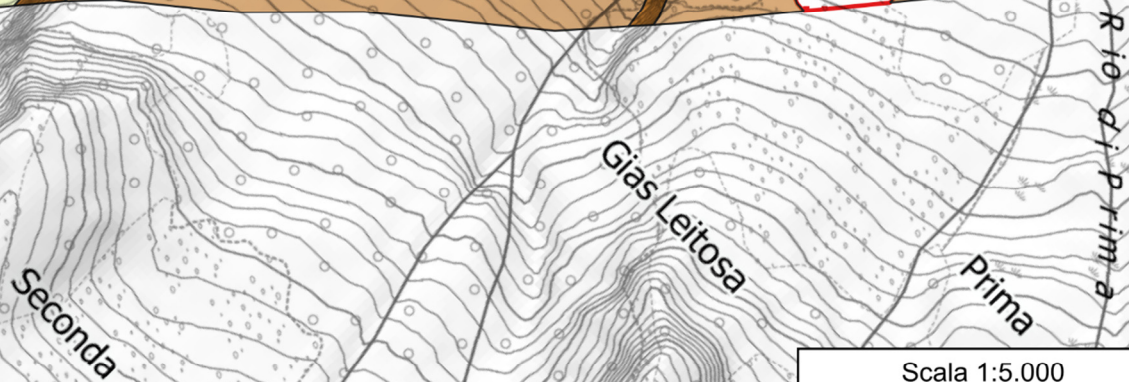
Accumuli detritici con massi e blocchi

Accumuli detritici con massi blocchi e matrice talora abbondante

Alluvionale/glaciale terrazzato

Substrato affiorante

Substrato subaffiorante e detrito sparso

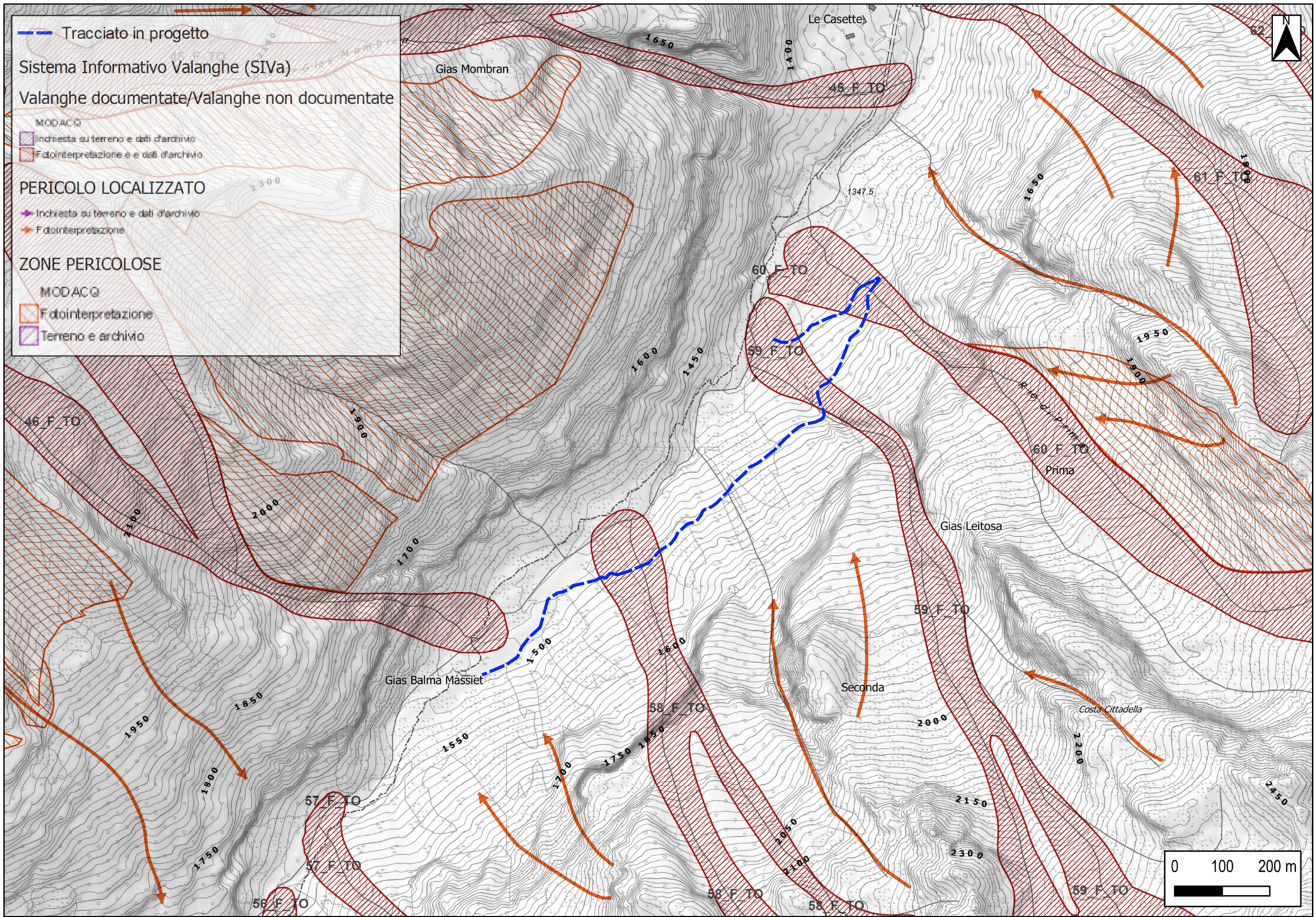


Scala 1:5.000

0 100 200 m



## **Estratti Sistema Informativo Valanghe (SIVa)**





## SIVA: SISTEMA INFORMATIVO VALANGHE Scheda di Caratterizzazione del Sito Valanghivo

sito Vallone Marmorand - località Forno Alpi Graie, Groscavallo (TO)			
▣ Bacino Idrografico:	Stura Valleggrande, Stura di Lanzo	▣ Sezione CTR:	133070
▣ Quota massima di distacco (m s.l.m.):	2550	▣ Quota minima di arresto (m s.l.m.):	1540
▣ Dislivello (m):	1010	▣ Lunghezza reale (m):	2090
▣ Sito valanghivo n°	46_F_TO	▣ Sito ASTV	18_9 ☑
▣ Tavola cartografica	Valle Grande di Lanzo ☑	▣ Tavola ASTV	Groscavallo ☑
▣ Modalità di acquisizione	Fotointerpretazione e archivio	▣ Frequenza	Annuale ( 1 o più volte l'anno)
ZONA DI DISTACCO		ZONA DI SCORRIMENTO	
▣ Ubicazione	Zona delle creste	▣ Profilo	Rettilineo
▣ Morfologia	Pendio aperto	▣ Andamento planimetrico	Curvilineo
▣ Inclinazione media	43	▣ Morfologia	Impluvio
▣ Esposizione media	Sud-Est	▣ Inclinazione media	36
▣ Substrato	▣ Detrito di falda (ghiaione)	▣ Substrato	▣ Pascolo con rocce affioranti ▣ Arbusteto
ZONA DI ARRESTO		OPERE DI DIFESA	
▣ Luogo di arresto	▣ Nel corso d'acqua ▣ Nel fondovalle	▣ Tipologia	▣ Assenti
▣ Note		▣ Note	
DANNI POTENZIALI		DANNI ACCERTATI	
▣ Malghe		▣ Nessun danno	
▣ Fabbricati civili			
EVENTI NOTI		INFORMAZIONI AGGIUNTIVE	
▣ 1934 dicembre 17	▣ Nessun danno	▣ Mod.7 Aineva	Non presenti
		▣ Note generali	
FOTO		FONTI	
Non presenti		Non presenti	
▣ Rilevatore	dr.ssa Maria Cristina PROLA [Reg.-PIE]	▣ Data primo rilevamento	1997
▣ Autore aggiornamento	dr.ssa Maria Cristina PROLA [Reg.-PIE]	▣ Data aggiornamento	1997



## SIVA: SISTEMA INFORMATIVO VALANGHE Scheda di Caratterizzazione del Sito Valanghivo

sito Gias Balma Massiet - località Forno Alpi Graie, Groscavallo (TO)			
▣ Bacino Idrografico:	Stura Valleggrande, Stura di Lanzo	▣ Sezione CTR:	133070
▣ Quota massima di distacco (m s.l.m.):	2500	▣ Quota minima di arresto (m s.l.m.):	1450
▣ Dislivello (m):	1050	▣ Lunghezza reale (m):	1671
▣ Sito valanghivo n°	58_F_TO	▣ Sito ASTV	
▣ Tavola cartografica	Valle Grande di Lanzo ☑	▣ Tavola ASTV	
▣ Modalità di acquisizione	Fotointerpretazione e archivio	▣ Frequenza	Non nota
ZONA DI DISTACCO		ZONA DI SCORRIMENTO	
▣ Ubicazione	Zona delle creste	▣ Profilo	A balze
▣ Morfologia	Pendio aperto	▣ Andamento planimetrico	Curvilineo
▣ Inclinazione media	48	▣ Morfologia	Pendio aperto
▣ Esposizione media	Nord	▣ Inclinazione media	27
▣ Substrato	▣ Roccia affiorante	▣ Substrato	▣ Detrito di falda (ghiaione) ▣ Arbusteto
ZONA DI ARRESTO		OPERE DI DIFESA	
▣ Luogo di arresto	▣ Nel corso d'acqua ▣ Nel fondovalle	▣ Tipologia	▣ Assenti
▣ Note		▣ Note	
DANNI POTENZIALI		DANNI ACCERTATI	
▣ Nessun danno		▣ Nessun danno	
EVENTI NOTI		INFORMAZIONI AGGIUNTIVE	
Non presenti		▣ Mod.7 Aineva	Non presenti
		▣ Note generali	
FOTO		FONTI	
Non presenti		Non presenti	
▣ Rilevatore	dr.ssa Maria Cristina PROLA [Reg.-PIE]	▣ Data primo rilevamento	1997
▣ Autore aggiornamento	dr.ssa Maria Cristina PROLA [Reg.-PIE]	▣ Data aggiornamento	1997



## SIVA: SISTEMA INFORMATIVO VALANGHE Scheda di Caratterizzazione del Sito Valanghivo

sito Gias Leitosa Seconda - località Forno Alpi Graie, Groscavallo (TO)			
▣ Bacino Idrografico:	Stura Vallegrande, Stura di Lanzo	▣ Sezione CTR:	133070
▣ Quota massima di distacco (m s.l.m.):	2750	▣ Quota minima di arresto (m s.l.m.):	1380
▣ Dislivello (m):	1370	▣ Lunghezza reale (m):	2449
▣ Sito valanghivo n°	59_F_TO	▣ Sito ASTV	
▣ Tavola cartografica	Valle Grande di Lanzo	▣ Tavola ASTV	
▣ Modalità di acquisizione	Fotointerpretazione e archivio	▣ Frequenza	Non nota
ZONA DI DISTACCO		ZONA DI SCORRIMENTO	
▣ Ubicazione	Zona delle creste	▣ Profilo	A balze
▣ Morfologia	Pendio aperto	▣ Andamento planimetrico	Rettilineo
▣ Inclinazione media	42	▣ Morfologia	Impluvio
▣ Esposizione media	Nord-Ovest	▣ Inclinazione media	34
▣ Substrato	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Ghiacciaio/Nevato</li> <li>▣ Detrito di falda (ghiaione)</li> <li>▣ Roccia affiorante</li> </ul>	▣ Substrato	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Detrito di falda (ghiaione)</li> <li>▣ Arbusteto</li> </ul>
ZONA DI ARRESTO		OPERE DI DIFESA	
▣ Luogo di arresto	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Nel corso d'acqua</li> <li>▣ Nel fondovalle</li> </ul>	▣ Tipologia	▣ Assenti
▣ Note		▣ Note	
DANNI POTENZIALI		DANNI ACCERTATI	
▣ Nessun danno		▣ Nessun danno	
EVENTI NOTI		INFORMAZIONI AGGIUNTIVE	
Non presenti		▣ Mod.7 Aineva	Non presenti
		▣ Note generali	
FOTO		FONTI	
Non presenti		Non presenti	
▣ Rilevatore	dr.ssa Maria Cristina PROLA [Reg.PIE]	▣ Data primo rilevamento	1997
▣ Autore aggiornamento	dr.ssa Maria Cristina PROLA [Reg.PIE]	▣ Data aggiornamento	1997



## SIVA: SISTEMA INFORMATIVO VALANGHE Scheda di Caratterizzazione del Sito Valanghivo

sito Cima Leitosa - località Forno Alpi Graie, Groscavallo (TO)			
▣ Bacino Idrografico:	Stura Vallegrande, Stura di Lanzo	▣ Sezione CTR:	133070
▣ Quota massima di distacco (m s.l.m.):	2500	▣ Quota minima di arresto (m s.l.m.):	1350
▣ Dislivello (m):	1150	▣ Lunghezza reale (m):	2102
▣ Sito valanghivo n°	60_F_TO	▣ Sito ASTV	12_9
▣ Tavola cartografica	Valle Grande di Lanzo	▣ Tavola ASTV	Groscavallo
▣ Modalità di acquisizione	Fotointerpretazione e archivio	▣ Frequenza	Annuale ( 1 o piu volte l'anno)
ZONA DI DISTACCO		ZONA DI SCORRIMENTO	
▣ Ubicazione	Zona delle creste	▣ Profilo	A balze
▣ Morfologia	Pendio aperto	▣ Andamento planimetrico	Rettilineo
▣ Inclinazione media	44	▣ Morfologia	Impluvio
▣ Esposizione media	Nord-Ovest	▣ Inclinazione media	26
▣ Substrato	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Roccia affiorante</li> <li>▣ Detrito di falda (ghiaione)</li> </ul>	▣ Substrato	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Detrito di falda (ghiaione)</li> <li>▣ Arbusteto</li> </ul>
ZONA DI ARRESTO		OPERE DI DIFESA	
▣ Luogo di arresto	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Nel corso d'acqua</li> <li>▣ Nel fondovalle</li> </ul>	▣ Tipologia	▣ Assenti
▣ Note		▣ Note	
DANNI POTENZIALI		DANNI ACCERTATI	
▣ Malghe		▣ Nessun danno	
EVENTI NOTI		INFORMAZIONI AGGIUNTIVE	
▣ 1963 aprile 11	▣ Nessun danno	▣ Mod.7 Aineva	Non presenti
		▣ Note generali	
FOTO		FONTI	
Non presenti		Non presenti	
▣ Rilevatore	dr.ssa Maria Cristina PROLA [Reg.PIE]	▣ Data primo rilevamento	1997
▣ Autore aggiornamento	dr.ssa Maria Cristina PROLA [Reg.PIE]	▣ Data aggiornamento	1997

## **Verifiche opere di sostegno in progetto**



**CDM DOLMEN e omnia IS**



**VALIDAZIONE DEL CODICE DI CALCOLO**

**IS MURI**

## Sommario

<b>PREMESSA</b>	<b>1</b>
<b>1 DATI GENERALI</b>	<b>1</b>
<b>2 BASI TEORICHE E ALGORITMI IMPIEGATI</b>	<b>2</b>
2.1 Calcolo della Spinta Attiva	2
2.2 Verifica di Capacità Portante e Scivolamento	3
2.2.1 Condizioni drenate	4
2.2.2 Condizioni non drenate	4
2.2.3 Rottura generale - la formula di Brinch-Hansen	4
2.2.3.1 Condizioni drenate	4
2.2.3.2 Condizioni non drenate	5
2.2.4 Rottura per punzonamento	5
2.2.5 Rottura locale	5
2.2.6 Collasso per slittamento	5

---

## Premessa

Il punto 10.2 delle Norme tecniche per le costruzioni (DM 14 Gennaio 2008) richiede che, qualora l'analisi strutturale e le relative verifiche siano condotte con l'ausilio di codici di calcolo, il progettista ne controlli l'affidabilità e l'attendibilità dei risultati.

Lo stesso punto richiede che la documentazione fornita a corredo del codice di calcolo, fornita dal produttore, contenga:

- una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati
- l'individuazione dei campi d'impiego
- casi di prova interamente risolti e commentati, per i quali dovranno essere forniti i file di input necessari a riprodurre l'elaborazione.

## 1 Dati generali

- **Titolo:** IS Muri
- **Versione:** 9.0
- **Autore:** CDM DOLMEN e omnia IS srl
- **Distributore:** CDM DOLMEN e omnia IS srl

Il codice di calcolo in oggetto è prodotto, distribuito ed assistito dalla **CDM DOLMEN e omnia IS srl**, con sede in Torino, Via B. Drovetti 9F. La società produttrice è presente da anni nell'ambito dei programmi di calcolo per l'ingegneria. Gli sviluppatori sono tutti ingegneri civili laureati presso il Politecnico di Torino, con vasta esperienza professionale nel settore delle costruzioni e dell'analisi strutturale. L'affidabilità del codice di calcolo è garantita dall'esistenza della documentazione di supporto, dai test di validazione, ed è suffragata da anni di uso presso centinaia di utenti in tutta Italia e all'estero.



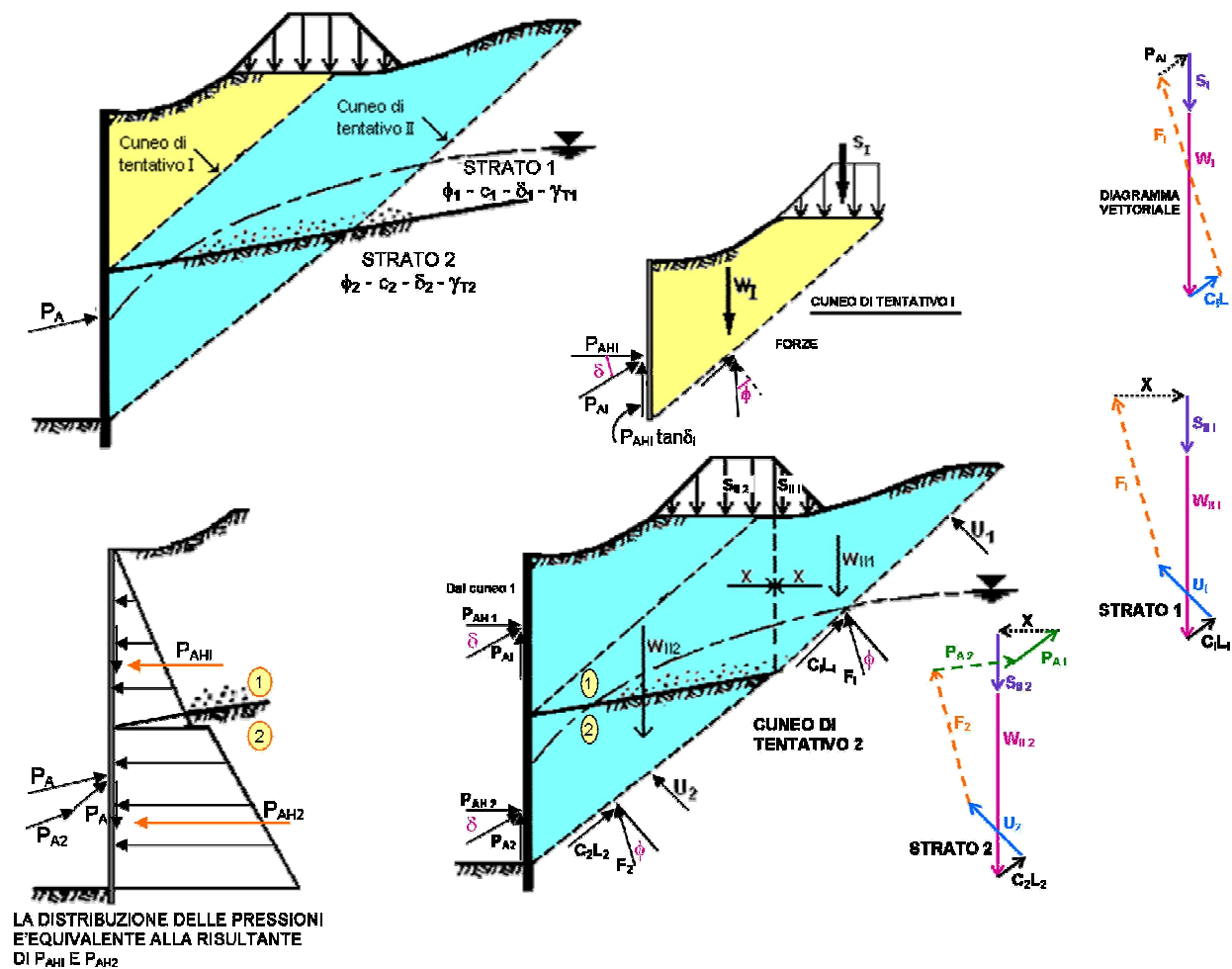
## 2 Basi teoriche e Algoritmi impiegati

### 2.1 Calcolo della Spinta Attiva

Il metodo che viene utilizzato in IS Muri per il calcolo della spinta attiva sul paramento di monte è il *Metodo di Culmann, o Metodo del Cuneo di Tentativo*;

in pratica è una generalizzazione della teoria di Coulomb per poter risolvere i casi più particolari che con le teorie classiche che spesso schematizzano e semplificano troppo.

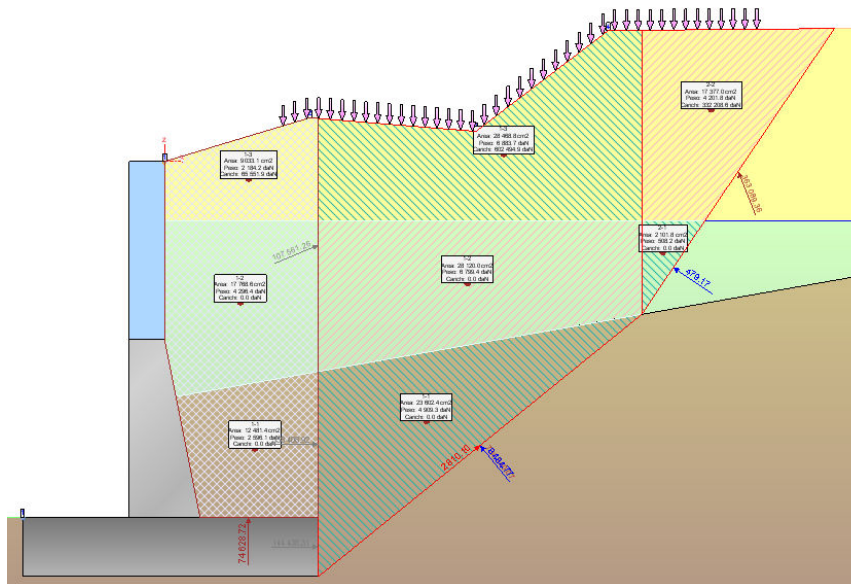
IS Muri grazie a questa teoria è perfettamente in grado di calcolare la spinta attiva in presenza di pendio di forma qualunque anche multistrato (avente anche inclinati), con carichi, in presenza di falda...ecc.



Rif.: Renato LANCELLOTTA (2004), "Geotecnica", pagg. 357, 370.

Rif.: Joseph E. BOWLES (1991), "Fondazioni", pagg. 587, 603.

Si riporta di seguito un esempio della suddivisione operata da IS Muri per eseguire il calcolo col metodo del cuneo di tentativo:

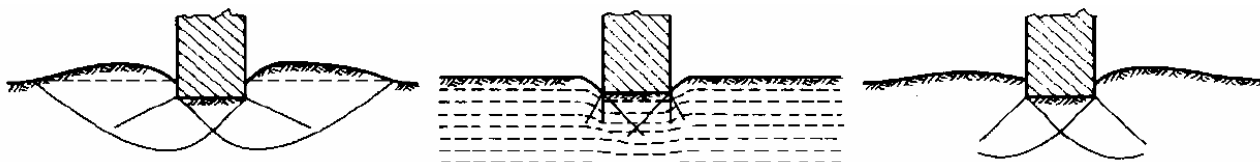


## 2.2 Verifica di Capacità Portante e Scivolamento

Il carico unitario ammissibile  $q_{amm}$  di una fondazione deve essere tale da assicurare un adeguato margine di sicurezza rispetto al carico limite  $q_{lim}$ .

Secondo la compressibilità del terreno su cui poggia la fondazione, la “rottura” può verificarsi secondo uno dei seguenti meccanismi:

- **Rottura generale:** si formano superfici di scorrimento, con origine ai bordi della fondazione, che si propagano fino alla superficie. Il terreno sotto la fondazione rifluisce lateralmente e verso l’alto, e si solleva ai lati della fondazione. Il collasso è di tipo fragile.
- **Rottura per punzonamento:** la fondazione affonda nel terreno, senza che si formino superfici di scivolamento. Questo tipo di “rottura” è caratteristico di terreni altamente compressibili. Non è identificabile un ben preciso punto di collasso.
- **Rottura locale:** questo caso è intermedio fra i due precedenti: si formano superfici di scorrimento, che però non si propagano fino in superficie, e la compressibilità del terreno ha un ruolo notevole.



Gli approcci di tipo “classico”, analizzati nel seguito, sono teoricamente applicabili solo ad una rottura di tipo generale. In genere, è lecito affermare che la rottura di tipo generale, per una fondazione diretta, prevale nei seguenti casi:

- Nei terreni sabbiosi di elevata densità relativa (in condizioni drenate).
- Nei terreni fini (in condizioni non drenate, per l’ipotesi di incompressibilità del mezzo)

In altri casi (ad esempio per terreni sabbiosi molto sciolti e fondazioni profonde) può prevalere la rottura per punzonamento.

Rif.: Renato LANCELOTTA (2004), "Geotecnica", pagg. 397, 401.

### 2.2.1 Condizioni drenate

Quando si può supporre che l'applicazione dei carichi sia così lenta da permettere la dissipazione delle pressioni interstiziali si può eseguire l'analisi di capacità portante in termini di tensioni efficaci, ossia in condizioni drenate. Un semplice modello di calcolo di riferimento si ottiene ipotizzando che una fondazione superficiale trasmetta un carico unitario, e che il terreno sotto di essa si trovi in condizioni di collasso per cui si formi una zona di equilibrio limite per spinta attiva ed una zona di equilibrio limite per spinta passiva. Tramite la teoria di Rankine si può ricavare il regime di spinta ed il valore del carico limite, ottenuto imponendo l'equilibrio tra spinta attiva e spinta passiva:

$$q_{lim} = \frac{1}{2} \gamma' \cdot B \cdot N_{\gamma} + c' \cdot N_c + q' \cdot N_q$$

In cui compaiono  $\gamma'$  (peso per unità di volume del terreno),  $B$  (larghezza della base),  $c'$  (coesione efficace),  $q'$  (sovraccarico laterale), e  $N_{\gamma}$ ,  $N_c$  e  $N_q$ , detti coefficienti di capacità portante. Questa formula evidenzia come la capacità portante dipenda da tre contributi:

- Le forze d'attrito lungo la superficie di scorrimento, dovute al peso del terreno sotto la fondazione e compreso all'interno delle stesse.
- La coesione distribuita lungo le superfici di scorrimento.
- Il sovraccarico applicato in superficie ai lati della fondazione (ad esempio dovuto all'approfondimento del piano di posa rispetto al piano campagna).

### 2.2.2 Condizioni non drenate

In un terreno argilloso, l'applicazione di un carico avvia il "lento" processo di consolidazione, per cui il terreno diminuisce il proprio contenuto d'acqua, diminuiscono le pressioni neutre ed aumentano le tensioni efficaci, cioè il carico viene progressivamente trasferito allo "scheletro solido". Col trascorrere del tempo aumenta la resistenza al taglio, perciò le condizioni peggiori sono quelle iniziali. La consolidazione è un processo lento, mentre l'applicazione del carico avviene in un tempo breve, perciò la verifica viene svolta con l'ipotesi che non ci sia diminuzione di contenuto d'acqua e che le pressioni interstiziali non siano ancora dissipate, e viene svolta in termini di tensioni totali con riferimento alla resistenza al taglio non drenata  $s_u$ . In pratica si utilizza la stessa formula descritta per le condizioni drenate, in cui si impone  $\varphi' = 0$  e  $c' = s_u$ .

### 2.2.3 Rottura generale - la formula di Brinch-Hansen

Sono state sviluppate molte distinte analisi per la definizione numerica dei coefficienti di capacità portante. È pratica comune utilizzare l'equazione di Brinch-Hansen (1970) che esprime il valore della capacità portante sommando i contributi di attrito, coesione e carico ed aggiungendo dei coefficienti correttivi.

#### 2.2.3.1 Condizioni drenate

L'espressione da adottare è la seguente:

$$q_{lim} = \frac{1}{2} \gamma' \cdot B \cdot N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot d_{\gamma} \cdot i_{\gamma} \cdot b_{\gamma} \cdot g_{\gamma} + c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q$$

### 2.2.3.2 Condizioni non drenate

Per il caso non drenato, la formula generale si riduce alla seguente espressione ( $\varphi' = 0$ ):

$$q_{lim} = s_u \cdot N_c \cdot s_c^o \cdot d_c^o \cdot i_c^o \cdot b_c^o \cdot g_c^o + q + t_{\gamma}^o$$

### 2.2.4 Rottura per punzonamento

Questo tipo di rottura richiede una significativa variazione di volume del terreno, perciò non può verificarsi in condizioni non drenate, in cui per ipotesi il terreno è incompressibile. La verifica si applica perciò soprattutto a depositi di terreni sabbiosi sciolti. Lo studio di questo fenomeno è stato approfondito da Vesic (1973), approssimando il terreno ad un mezzo elasto-plastico e la rottura all'espansione di una cavità cilindrica.

### 2.2.5 Rottura locale

Questo tipo di rottura costituisce un caso intermedio fra i due precedenti, e come per il punzonamento non si verifica in condizioni non drenate, per l'ipotesi di terreno incompressibile. La capacità portante  $q_{lim}$  può essere calcolata con la stessa espressione utilizzata per la rottura generale, introducendovi però un angolo di resistenza al taglio corretto.

### 2.2.6 Collasso per slittamento

Il collasso per slittamento è scongiurato se il contributo dell'attrito e della coesione sull'area efficace della fondazione più il contributo della resistenza passiva laterale è maggiore delle forze orizzontali sollecitanti,  $V < F + E$ .

# Relazione di Calcolo

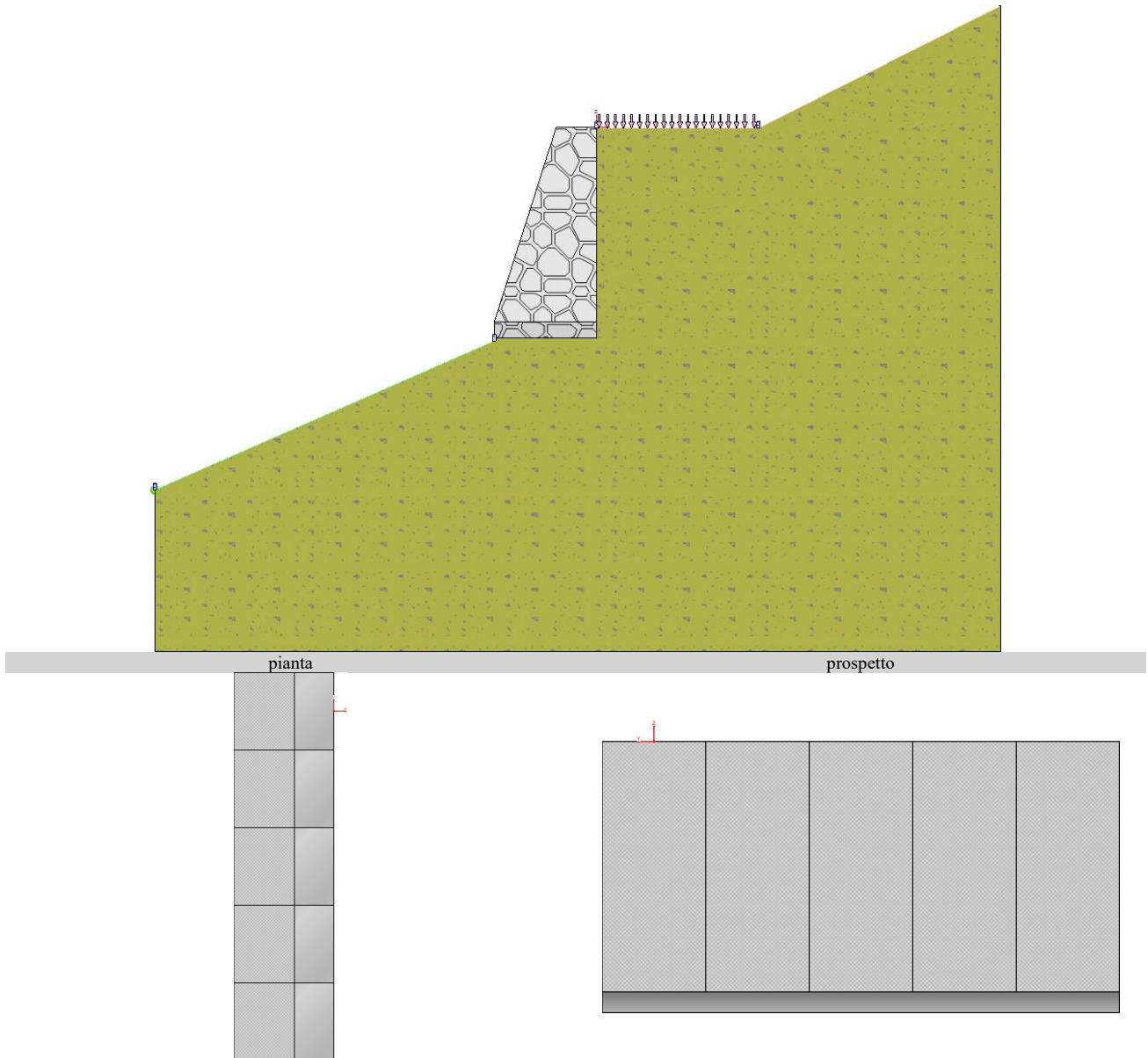


**CDM DOLMEN**  
CALCOLO STRUTTURALE E GEOTECNICO

COMUNE DI GROSCAVALLO – VALLONE DI SEA  
“NUOVA VIABILITA’ DI ACCESSO”

**Sezione n. 36 – Scogliera lato valle**

## - VERIFICA MURO CONTRO TERRA -



### - 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.

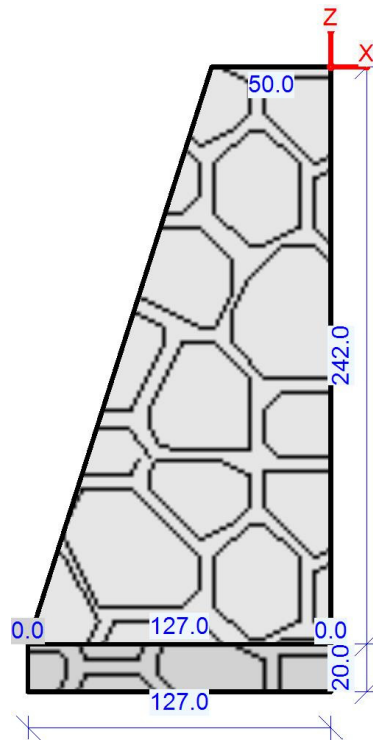
caso di carico	capacità portante	scorrimento	ribaltamento	stabilità globale	FS strutturale Fusto(pressoflessione)	FS strutturale Fusto(taglio)
I - STR(SLU)	2.75	1.84	Stabile	--	5.38	2.41

			2.19 (s.max.=0.5[cm])			
2 - GEO(SLU_GEO)	---	---	---	1.05	---	---
3 - SLV_SISMA_SU(SLV)	8.87	2.9	Stabile 4.07 (s.max.=0.1[cm])	1.24	15.85	7.15
4 - SLV_SISMA_GIU(SLV)	8.31	2.91	Stabile 4.03 (s.max.=0.1[cm])	1.24	15.19	6.83
5 - SLD_SISMA_SU(SLD)	9.57	3.34	---	---	---	---
6 - SLD_SISMA_GIU(SLD)	9.37	3.33	---	---	---	---

**Muro Verificato!** [Verifiche Superate]

- Elementi strutturali

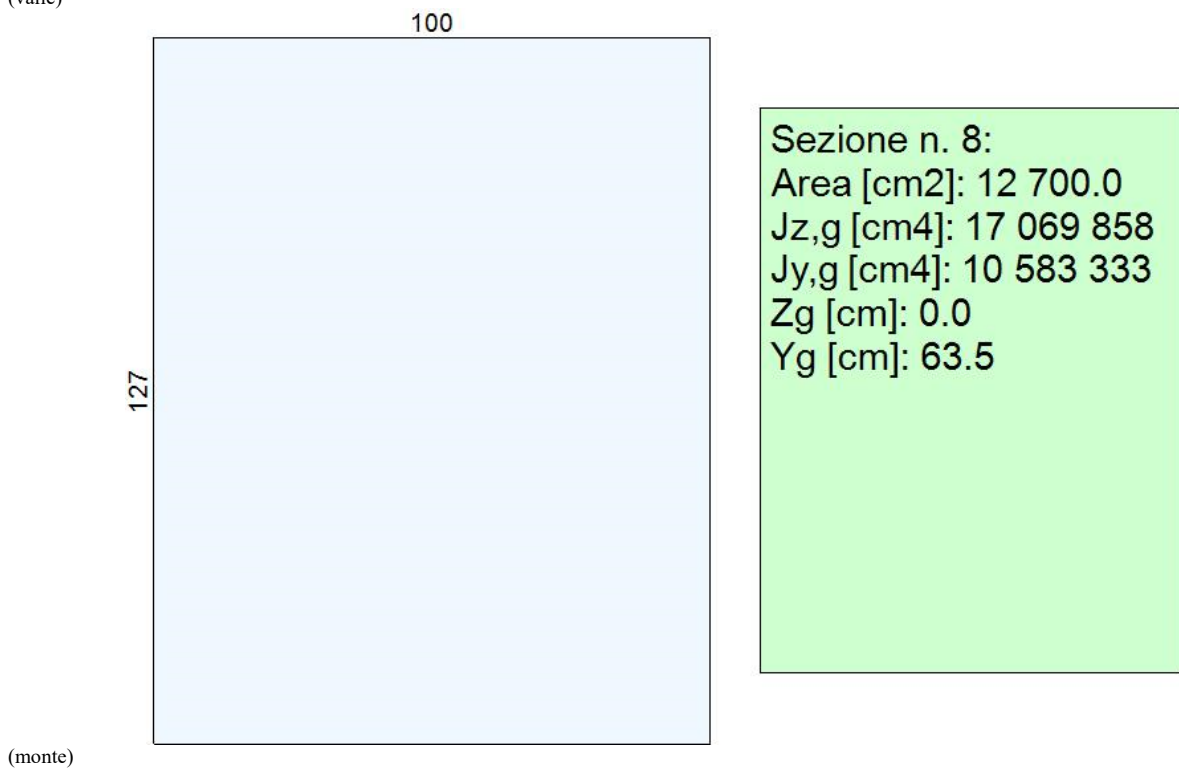
- Muro e fondazione



Sezione 1:  
(valle)



Sezione 1:  
(valle)



**- Terreno**

**- Profili di Monte e Valle**

MONTE			-	VALLE		
punto	x [cm]	z [cm]	-	punto	x [cm]	z [cm]
1	0	-2	-	1	-127	-265
2	200	-2	-	2	-547	-450
3	500	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) (Unità litotecnica A) $c' = 0.02 \text{ daN/cm}^2$ $\gamma = 0.0018 \text{ daN/cm}^3$ $\varphi = 38^\circ$	$h = -1.83$ $i = 0^\circ$		1 (0;-210) 2 (500;67) 3 (500;150) 4 (200;-2) 5 (0;-2)
- 2 - Strato 2 (strato 2) Terreno 1 (non coesivo) (Unità litotecnica A) $c' = 0.02 \text{ daN/cm}^2$ $\gamma = 0.0018 \text{ daN/cm}^3$ $\varphi = 38^\circ$	$h = -210$ $i \text{ (monte)} = 29^\circ$ $i \text{ (valle)} = 10^\circ$		1 (500;-650) 2 (500;67) 3 (0;-210) 4 (0;-242) 5 (0;-262) 6 (-127;-262) 7 (-127;-265) 8 (-547;-450) 9 (-547;-650)

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 - 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 - 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 = lat. 45.34608000, lon. 7.21690300
- vita nominale = 50 anni
- classe d'uso = II
- SLU = SLV
- SLE = SLD
- categoria di sottosuolo = cat B
- categoria topografica = categoria T1
- ag (SLV) = 1.2081 m/s<sup>2</sup>
- Fo (SLV) = 2.4467
- ag (SLD) = 0.4483 m/s<sup>2</sup>
- Fo (SLD) = 2.4318
- 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) = 0.0562
- > kv (muro,SLV) = 0.0281
- > kh (muro,SLD) = 0.0258
- > kv (muro,SLD) = 0.0129
- > kh (ribaltamento,SLV) = 0.0842
- > kv (ribaltamento,SLV) = 0.0421
- > kh (pendio,SLV) = 0.0562
- > kv (pendio,SLV) = 0.0281
- > kh (pendio,SLD) = 0.0258
- > kv (pendio,SLD) = 0.0129

#### - Caratteristiche dei materiali:

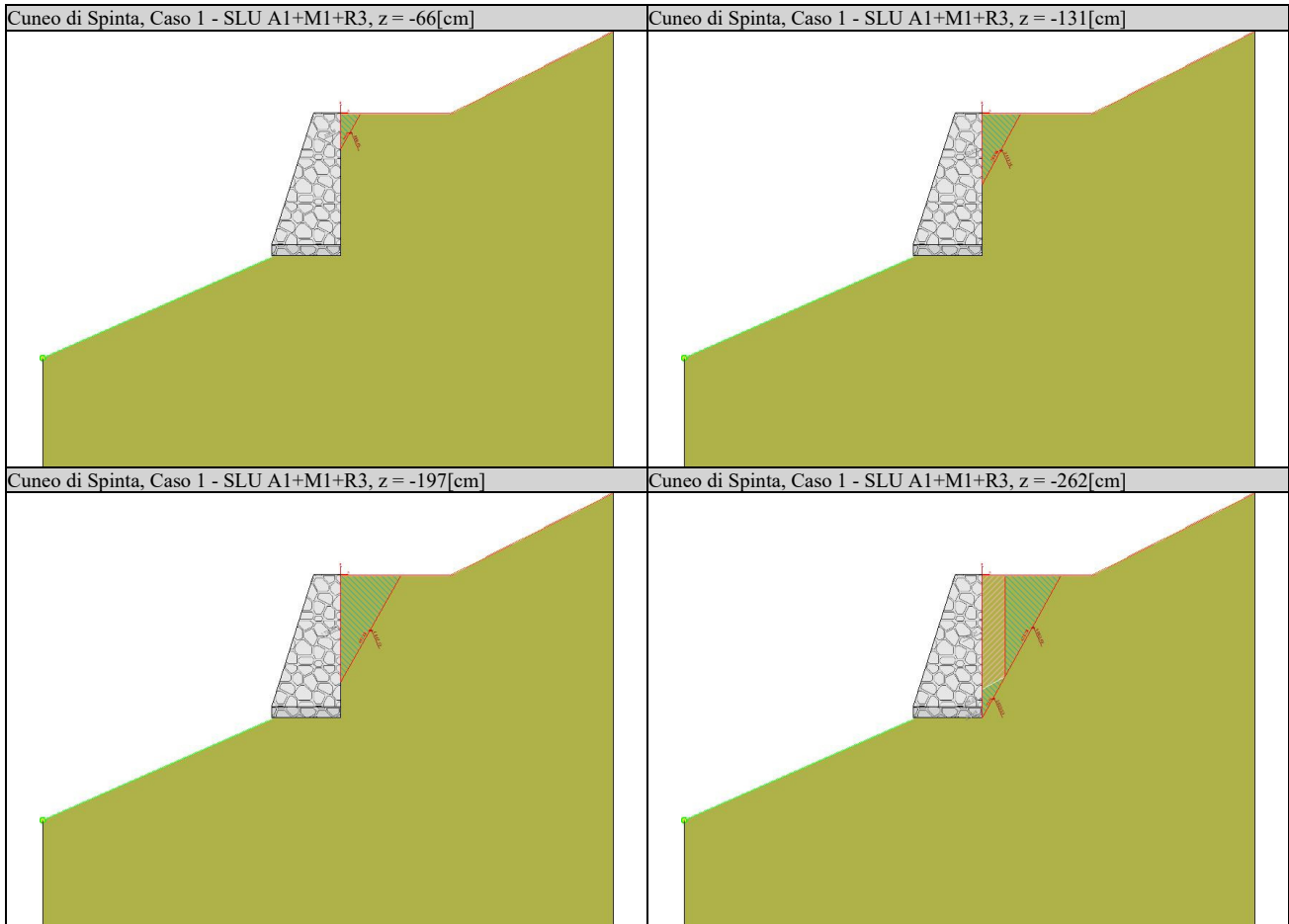
Muratura
- Descrizione = Pietrame e malta
- $f_k = 15$ daN/cm <sup>2</sup>
- $f_{vk0,i} = 1.2$ daN/cm <sup>2</sup>
- $\mu_i = 0.4$
- $f_{vk0,e} = 1$ daN/cm <sup>2</sup>
- $\mu_e = 0.4$
- $E = 15000.0$ daN/cm <sup>2</sup>
- $\gamma_m$ (statico) = 3
- $\gamma_m$ (sismico) = 2
- $\gamma$ (p.vol.) = 0.0025 daN/cm <sup>2</sup>

#### - Opzioni di calcolo

**Spinte calcolate con coefficiente di spinta attiva "ka"** (si considera il muro libero di traslare/ruotare al piede). Il calcolo della spinta è svolto secondo il metodo del cuneo di tentativo generalizzato (Rif.: Renato LANCELLOTTA "Geotecnica" (2004) - NAVFAC Design Manual 7.02 (1986)). Il metodo è iterativo e prevede la suddivisione del terreno a monte dell'opera in poligoni semplici definiti dal paramento, dalla successione stratigrafica e dalla superficie di scivolamento di tentativo. La procedura

automatica vaglia numerose superfici di scivolamento ad ogni quota di calcolo lungo il paramento, determinando la configurazione che comporta la spinta massima sull'opera.

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



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

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

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

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

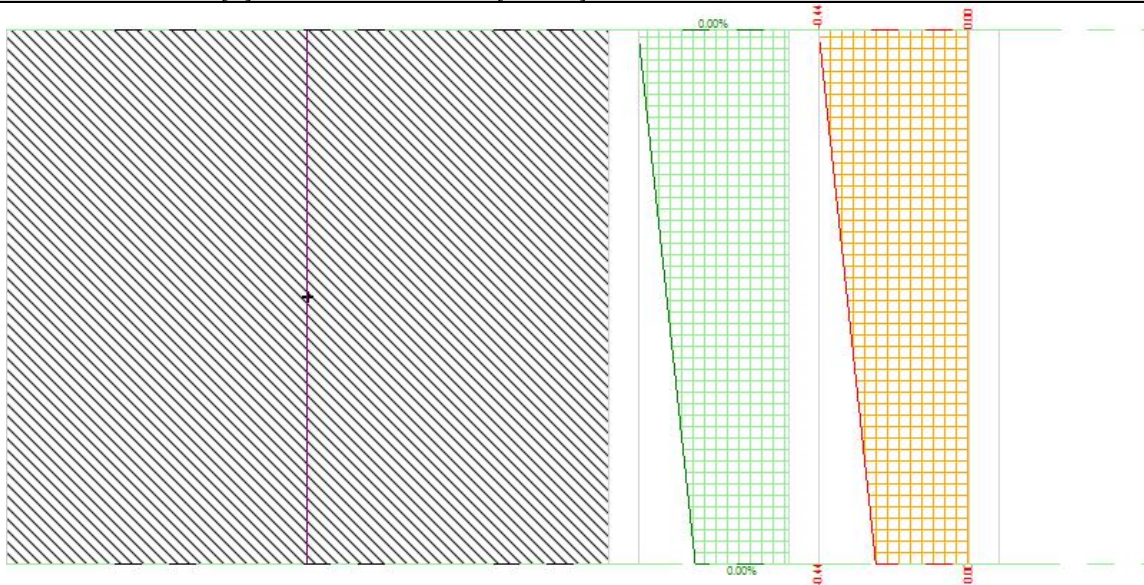
**Il calcolo delle sollecitazioni e degli spostamenti** dell'opera viene svolto con il metodo degli elementi

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.

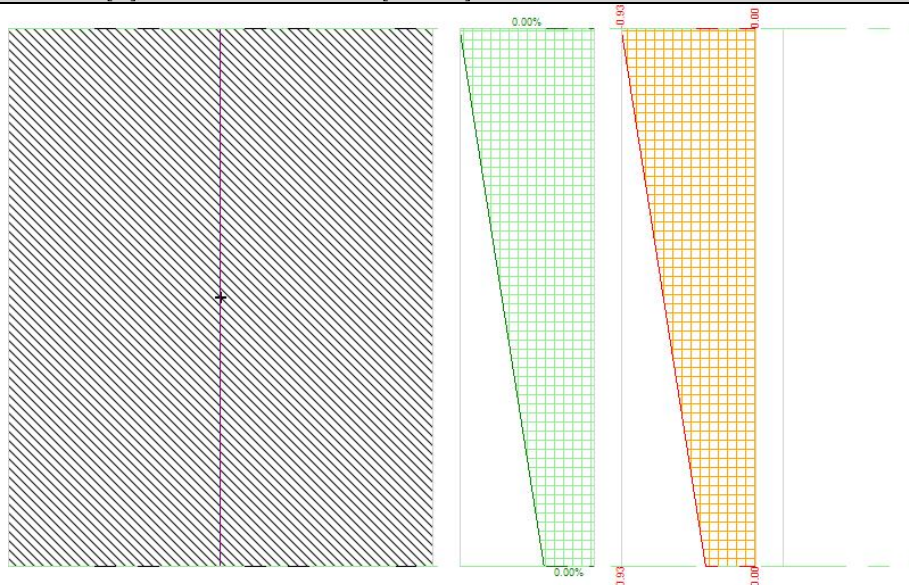
- lunghezze aste elevazione = 20 [cm]
- lunghezze aste fondazione = 10 [cm]
- coefficiente di reazione del terreno (Winkler) = 4 [daN/cm<sup>3</sup>]

**La verifica delle sezioni in muratura** viene eseguita a SLU. La pressoflessione è verificata a SLU con diagramma costitutivo lineare con parzializzazione [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 = -121[cm]  
Diagramma verde = deformazione [%], arancio = tensioni muratura [daN/cm<sup>2</sup>].



Verifica a pressoflessione, sezione del fusto, Caso 1 - SLU A1+M1+R3, z = -242[cm]  
Diagramma verde = deformazione [%], arancio = tensioni muratura [daN/cm<sup>2</sup>].



**- Carichi**

**- Carichi sul Terreno**

**- Carichi Nastriformi:**

Carico 1:

- descrizione = carico nastriforme 1
- tipologia = variabili da traffico distribuiti
- estremi (xi;xf) = 3;195 cm
- tipo inserimento = sul profilo
- intensità = 0.2 daN/cm<sup>2</sup>

**- 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 nastriforme 1 [1.35; -]
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 nastriforme 1 [1.15; -]
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 nastriforme 1 [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 nastriforme 1 [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 nastriforme 1 [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 nastriforme 1 [0.00;0.00]

Casi di Carico

**- Verifiche Geotecniche**

caso di carico	capacità portante	scorrimento	equilibrio
1 - STR (SLU)	- Drenata - q di progetto = 0.89 daN/cm <sup>2</sup> q limite = 2.46 daN/cm <sup>2</sup> --> fs = 2.75 [Verificato]	- Drenata - v applicato = 2507.62 daN v limite = 4613.88 daN --> fs = 1.84 [Verificato]	- Ribaltamento - Stabile --> fs = 2.19 (spost.max.=0.5[cm]) [Verificato]  - Stab. globale - verifica non prevista

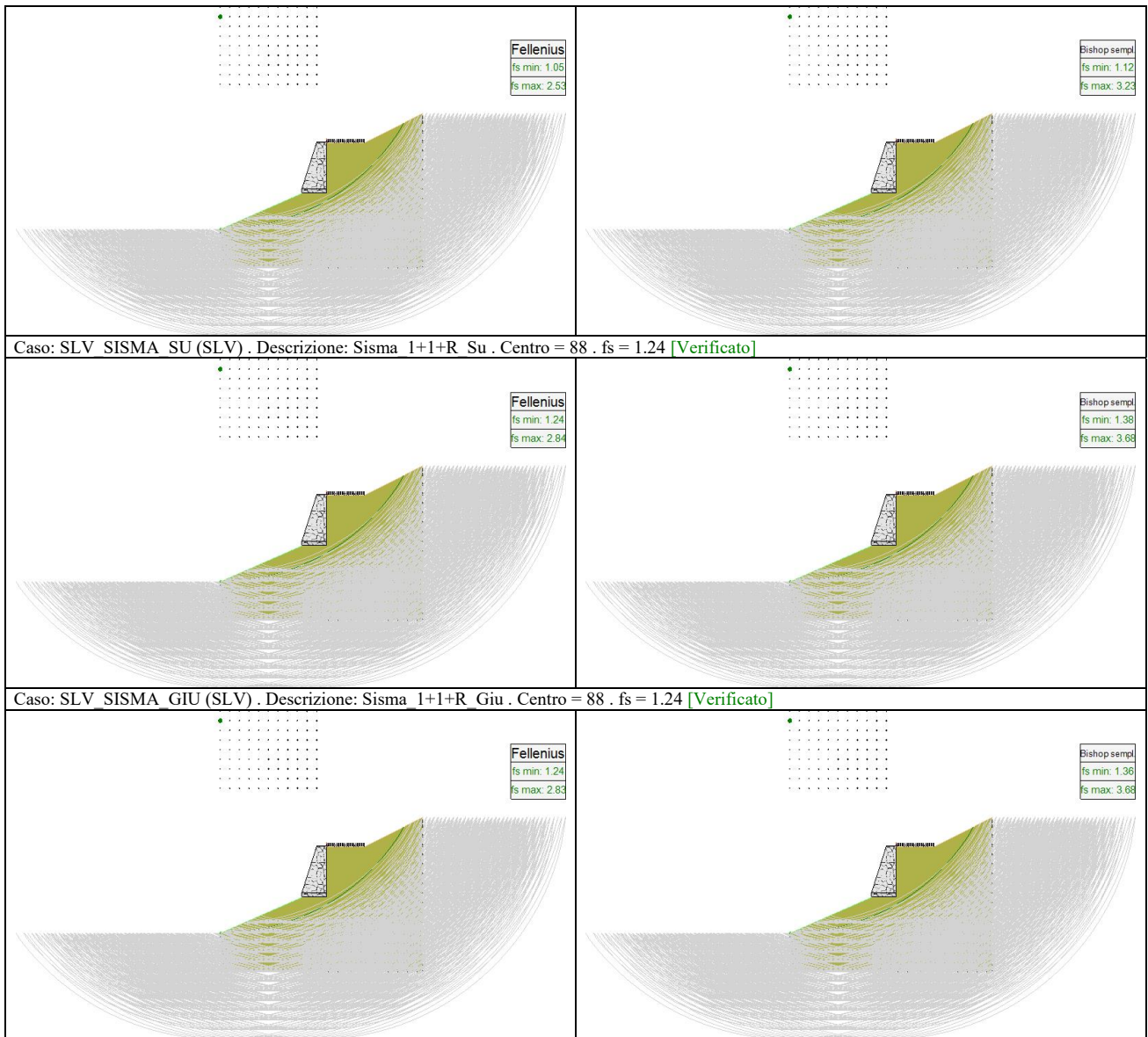
2 - GEO (SLU_GEO)	- Drenata - verifica non prevista	- Drenata - verifica non prevista	- Ribaltamento - verifica non prevista  - Stab. globale - --> fs = 1.05 [Verificato]
3 - SLV_SISMA_SU (SLV)	- Drenata - q di progetto = 0.51 daN/cm2 q limite = 4.52 daN/cm2 --> fs = 8.87 [Verificato]	- Drenata - v applicato = 1245.2 daN v limite = 3616.12 daN --> fs = 2.9 [Verificato]	- Ribaltamento - Stabile --> fs = 4.07 (spost.max.=0.1[cm]) [Verificato]  - Stab. globale - --> fs = 1.24 [Verificato]
4 - SLV_SISMA_GIU (SLV)	- Drenata - q di progetto = 0.54 daN/cm2 q limite = 4.5 daN/cm2 --> fs = 8.31 [Verificato]	- Drenata - v applicato = 1312.81 daN v limite = 3817.44 daN --> fs = 2.91 [Verificato]	- Ribaltamento - Stabile --> fs = 4.03 (spost.max.=0.1[cm]) [Verificato]  - Stab. globale - --> fs = 1.24 [Verificato]
5 - SLD_SISMA_SU (SLD)	- Drenata - q di progetto = 0.53 daN/cm2 q limite = 5.06 daN/cm2 --> fs = 9.57 [Verificato]	- Drenata - v applicato = 990.32 daN v limite = 3311.67 daN --> fs = 3.34 [Verificato]	- Ribaltamento - verifica non prevista  - Stab. globale - verifica non prevista
6 - SLD_SISMA_GIU (SLD)	- Drenata - q di progetto = 0.54 daN/cm2 q limite = 5.06 daN/cm2 --> fs = 9.37 [Verificato]	- Drenata - v applicato = 1021.38 daN v limite = 3396.7 daN --> fs = 3.33 [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 sul muro (stab) [daN×cm]	azioni sul 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	616 088.4	0.0	0.0	0.0	149 974.4	303 645.9	666 141.6	303 645.9	2.19
2 GEO SLU_GEO	473 914.2	0.0	0.0	0.0	133 664.4	329 859.6	607 578.6	329 859.6	1.84
3 SLV_SISMA_SU SLV	460 607.5	0.0	0.0	0.0	58 416.2	127 369.7	519 023.7	127 369.7	4.07
4 SLV_SISMA_GIU SLV	487 220.8	0.0	0.0	0.0	64 449.8	136 890.7	551 670.7	136 890.7	4.03
5 SLD_SISMA_SU SLD	467 806.9	0.0	0.0	0.0	46 589.5	87 204.4	514 396.4	87 204.4	5.9
6 SLD_SISMA_GIU SLD	480 021.5	0.0	0.0	0.0	46 589.5	94 508.9	526 610.9	94 508.9	5.57

Dettaglio della verifica di ribaltamento.

Caso: GEO (SLU GEO) . Descrizione: SLU A2+M2+R2 . Centro = 88 . fs = 1.05 [Verificato]



Dettaglio della verifica di stabilità globale.

### - Verifiche Strutturali

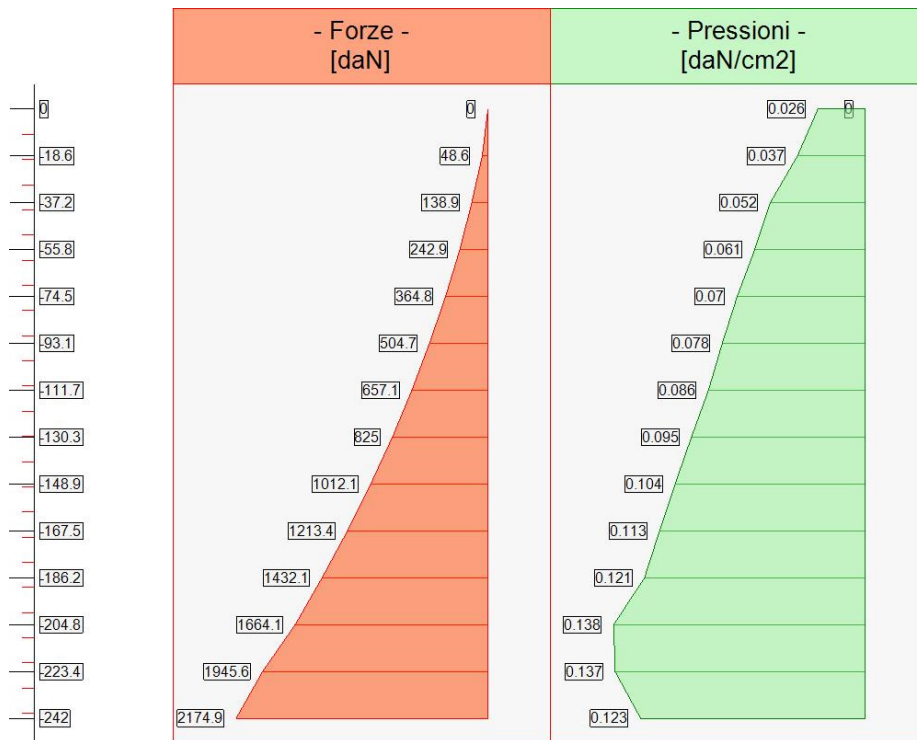
### - Diagrammi delle Spinte e Pressioni

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

Elevazione			•	Fondazione	
quota [cm]	Pressioni [daN/cm <sup>2</sup> ]	Forze [daN]		quota [cm]	Pressioni [daN/cm <sup>2</sup> ]
0	0	0	•	-127	1.142
0	0.026	0	•	-117.9	1.081
-18.6	0.037	49	•	-108.9	1.02
-37.2	0.052	139	•	-99.8	0.959

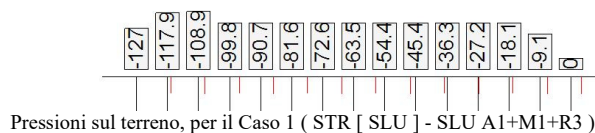
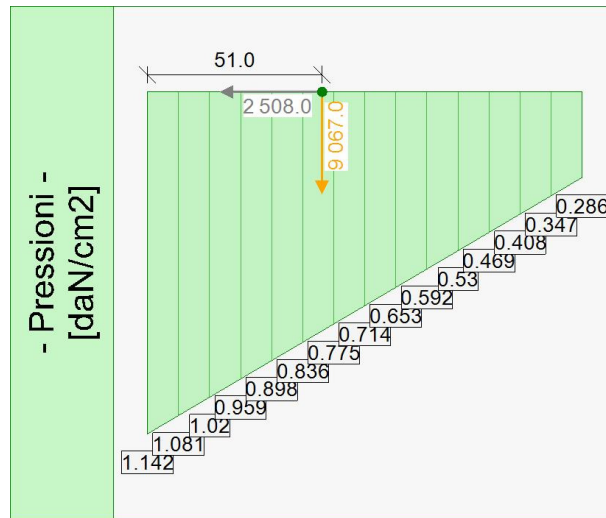
-55.8	0.061	243	•	-90.7	0.898
-74.5	0.07	365	•	-81.6	0.836
-93.1	0.078	505	•	-72.6	0.775
-111.7	0.086	657	•	-63.5	0.714
-130.3	0.095	825	•	-63.5	0.714
-148.9	0.104	1012	•	-54.4	0.653
-167.5	0.113	1213	•	-45.4	0.592
-186.2	0.121	1432	•	-36.3	0.53
-204.8	0.138	1664	•	-27.2	0.469
-223.4	0.137	1946	•	-18.1	0.408
-242	0.123	2175	•	-9.1	0.347
			•	0	0.286

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 )





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

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 2 175 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 1 036 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 2 480 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 1 181 [daN]

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

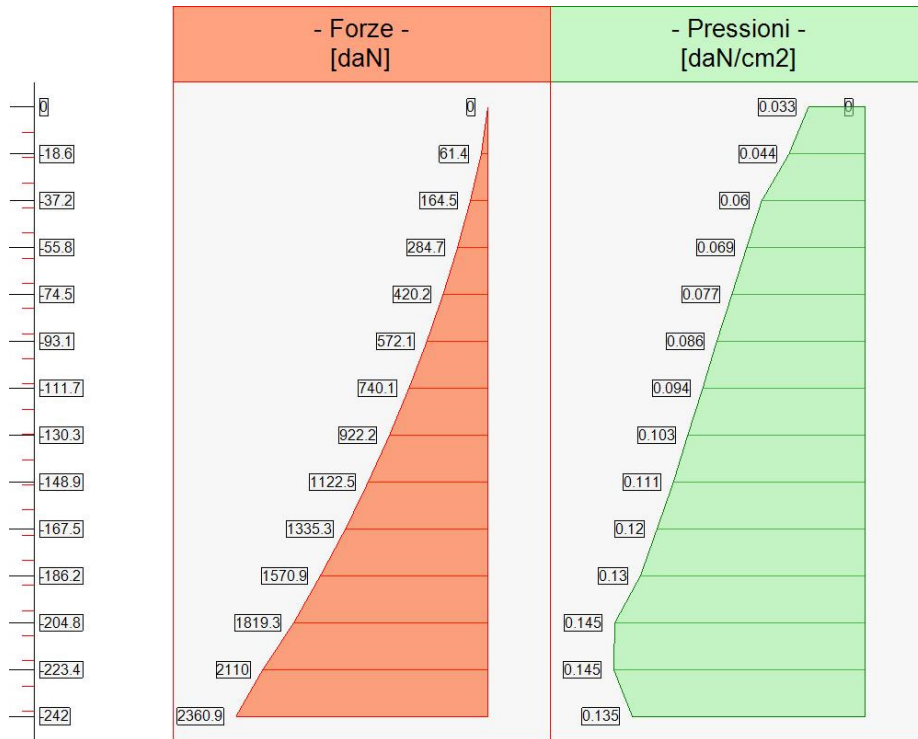
- distanza dal bordo fondazione lato valle = 51 [cm]
- forza orizzontale = 2 508 [daN]
- forza verticale = 9 067 [daN]

## - Caso 2 ( GEO [ SLU\_GEO ] - SLU A2+M2+R2 )

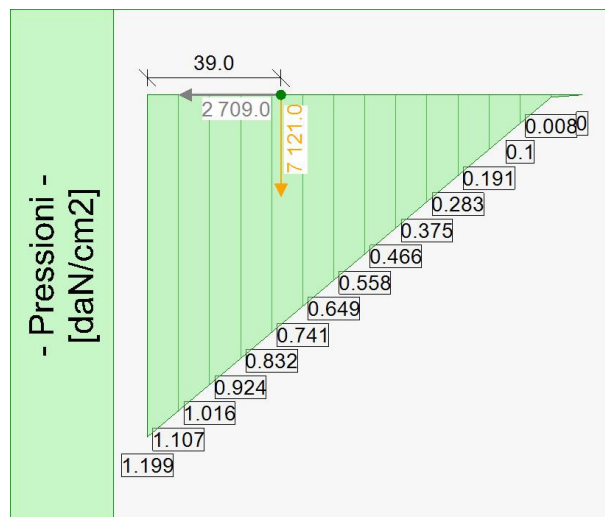
Elevazione			•	Fondazione	
quota [cm]	Pressioni [daN/cm²]	Forze [daN]		quota [cm]	Pressioni [daN/cm²]
0	0	0	•	-127	1.199
0	0.033	0	•	-117.9	1.107
-18.6	0.044	61	•	-108.9	1.016
-37.2	0.06	164	•	-99.8	0.924
-55.8	0.069	285	•	-90.7	0.832
-74.5	0.077	420	•	-81.6	0.741
-93.1	0.086	572	•	-72.6	0.649
-111.7	0.094	740	•	-63.5	0.558
-130.3	0.103	922	•	-63.5	0.558
-148.9	0.111	1122	•	-54.4	0.466
-167.5	0.12	1335	•	-45.4	0.375
-186.2	0.13	1571	•	-36.3	0.283
-204.8	0.145	1819	•	-27.2	0.191
-223.4	0.145	2110	•	-18.1	0.1
-242	0.135	2361	•	-9.1	0.008

			.	0	0
--	--	--	---	---	---

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 (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 2 361 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 927 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 2 679 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 1 052 [daN]

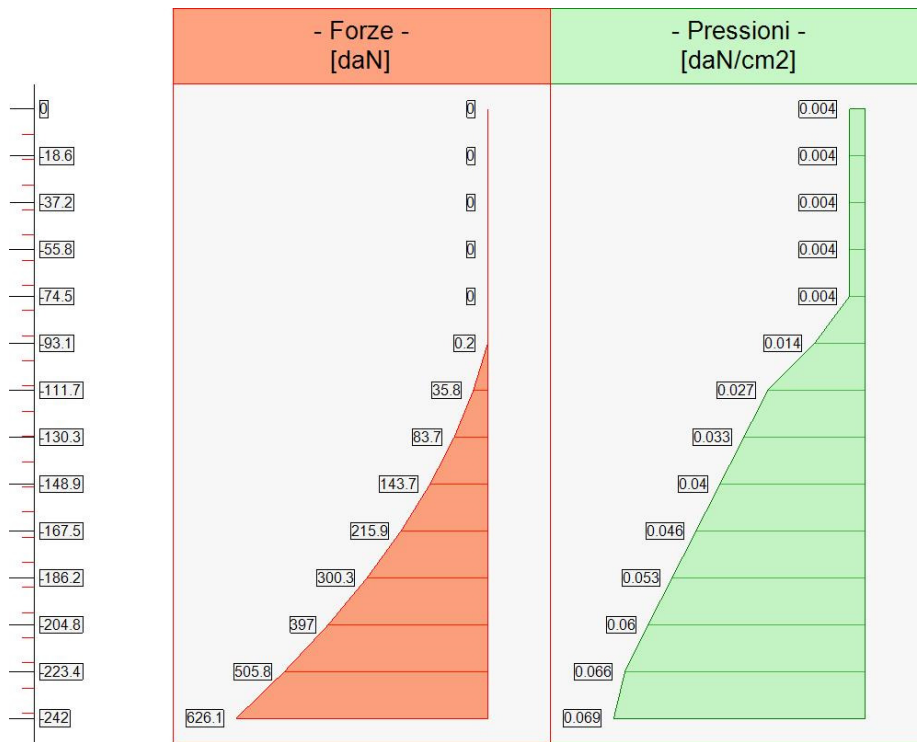
Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- distanza dal bordo fondazione lato valle = 39 [cm]
- forza orizzontale = 2 709 [daN]
- forza verticale = 7 121 [daN]

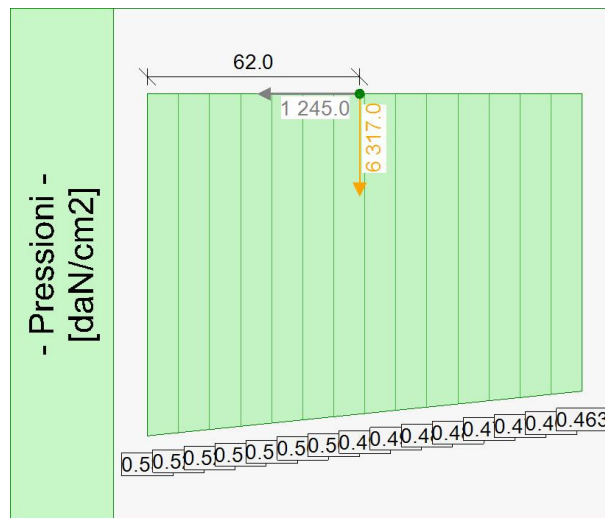
### - Caso 3 ( SLV\_SISMA\_SU [ SLV ] - Sisma\_1+1+R\_Su )

Elevazione			•	Fondazione	
quota [cm]	Pressioni [daN/cm2]	Forze [daN]	•	quota [cm]	Pressioni [daN/cm2]
0	0.004	0	•	-127	0.532
0	0.004	0	•	-117.9	0.527
-18.6	0.004	0	•	-108.9	0.522
-37.2	0.004	0	•	-99.8	0.517
-55.8	0.004	0	•	-90.7	0.512
-74.5	0.004	0	•	-81.6	0.507
-93.1	0.014	0	•	-72.6	0.502
-111.7	0.027	36	•	-63.5	0.497
-130.3	0.033	84	•	-63.5	0.497
-148.9	0.04	144	•	-54.4	0.492
-167.5	0.046	216	•	-45.4	0.488
-186.2	0.053	300	•	-36.3	0.483
-204.8	0.06	397	•	-27.2	0.478
-223.4	0.066	506	•	-18.1	0.473
-242	0.069	626	•	-9.1	0.468
			•	0	0.463

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 (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 732 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 349 [daN]

- altezza totale, forza orizzontale = 896 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 427 [daN]

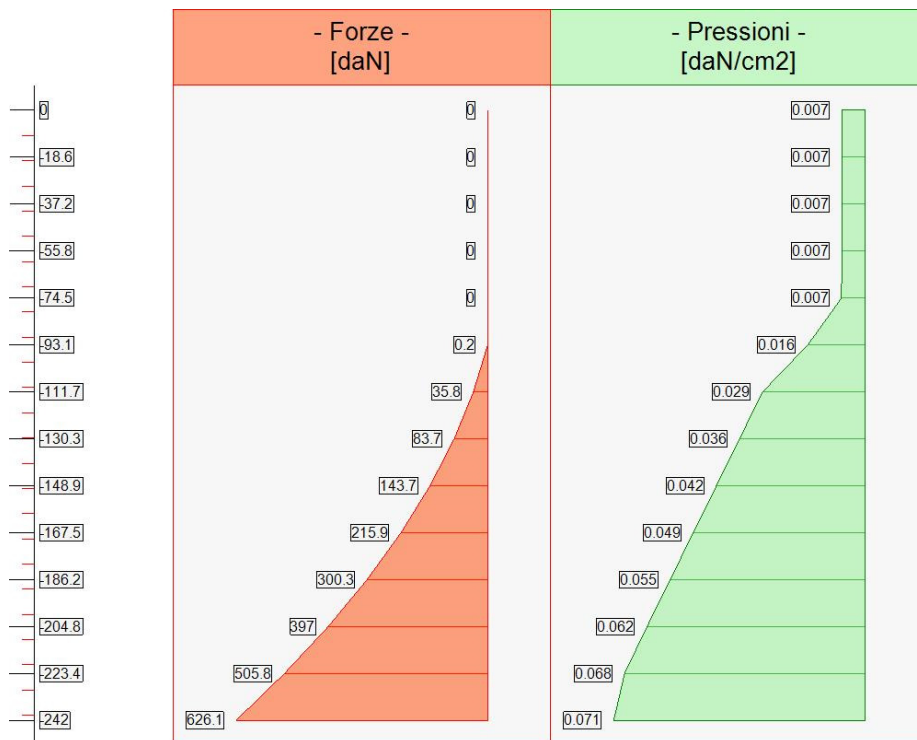
Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- distanza dal bordo fondazione lato valle = 62 [cm]
- forza orizzontale = 1 245 [daN]
- forza verticale = 6 317 [daN]

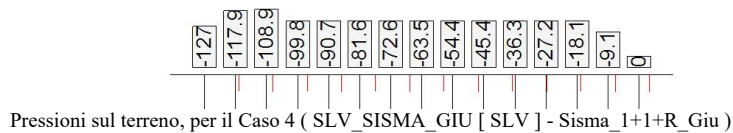
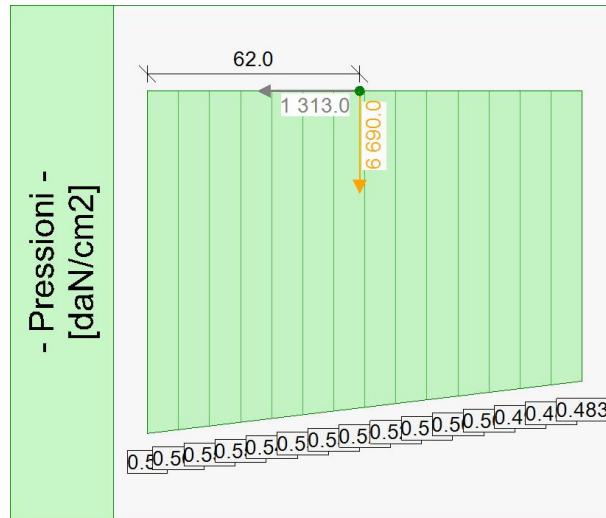
### - Caso 4 ( SLV\_SISMA\_GIU [ SLV ] - Sisma\_1+1+R\_Giu )

Elevazione			•	Fondazione	
quota [cm]	Pressioni [daN/cm2]	Forze [daN]		quota [cm]	Pressioni [daN/cm2]
0	0.007	0	•	-127	0.57
0	0.007	0	•	-117.9	0.564
-18.6	0.007	0	•	-108.9	0.558
-37.2	0.007	0	•	-99.8	0.552
-55.8	0.007	0	•	-90.7	0.545
-74.5	0.007	0	•	-81.6	0.539
-93.1	0.016	0	•	-72.6	0.533
-111.7	0.029	36	•	-63.5	0.527
-130.3	0.036	84	•	-63.5	0.527
-148.9	0.042	144	•	-54.4	0.521
-167.5	0.049	216	•	-45.4	0.514
-186.2	0.055	300	•	-36.3	0.508
-204.8	0.062	397	•	-27.2	0.502
-223.4	0.068	506	•	-18.1	0.496
-242	0.071	626	•	-9.1	0.489
			•	0	0.483

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 )



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

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 789 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 376 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 963 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 458 [daN]

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

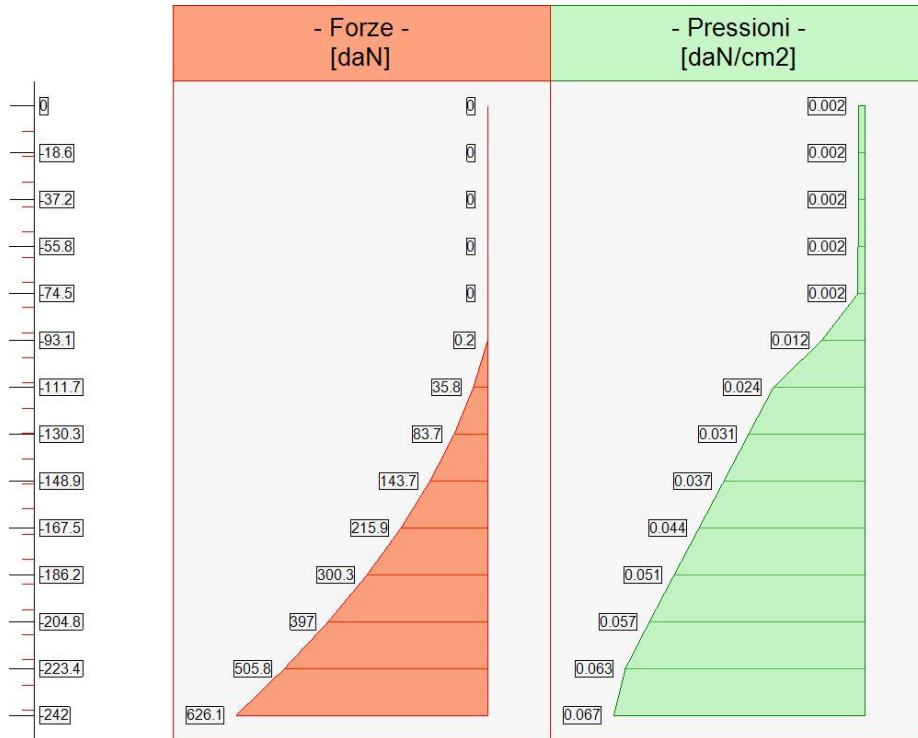
- distanza dal bordo fondazione lato valle = 62 [cm]
- forza orizzontale = 1 313 [daN]
- forza verticale = 6 690 [daN]

### - Caso 5 ( SLD\_SISMA\_SU [ SLD ] - Sisma\_1+1+R\_Su )

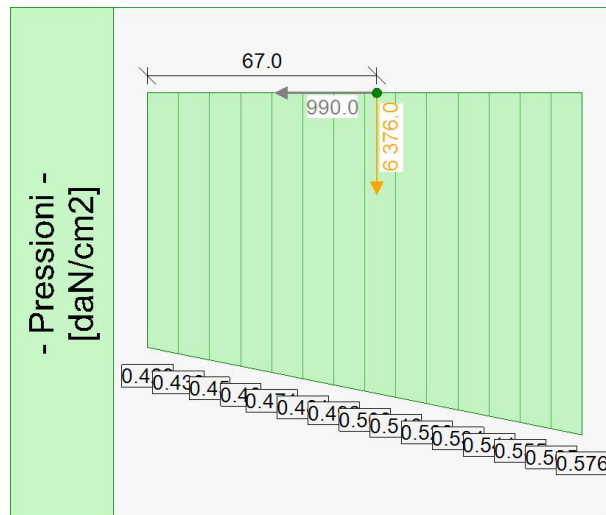
Elevazione				Fondazione	
quota [cm]	Pressioni [daN/cm²]	Forze [daN]		quota [cm]	Pressioni [daN/cm²]
0	0.002	0	•	-127	0.429
0	0.002	0	•	-117.9	0.439
-18.6	0.002	0	•	-108.9	0.45
-37.2	0.002	0	•	-99.8	0.46
-55.8	0.002	0	•	-90.7	0.471
-74.5	0.002	0	•	-81.6	0.481
-93.1	0.012	0	•	-72.6	0.492
-111.7	0.024	36	•	-63.5	0.502
-130.3	0.031	84	•	-63.5	0.502
-148.9	0.037	144	•	-54.4	0.513
-167.5	0.044	216	•	-45.4	0.523
-186.2	0.051	300	•	-36.3	0.534
-204.8	0.057	397	•	-27.2	0.544

-223.4	0.063	506	•	-18.1	0.555
-242	0.067	626	•	-9.1	0.565
			•	0	0.576

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 (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 673 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 320 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 826 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 393 [daN]

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

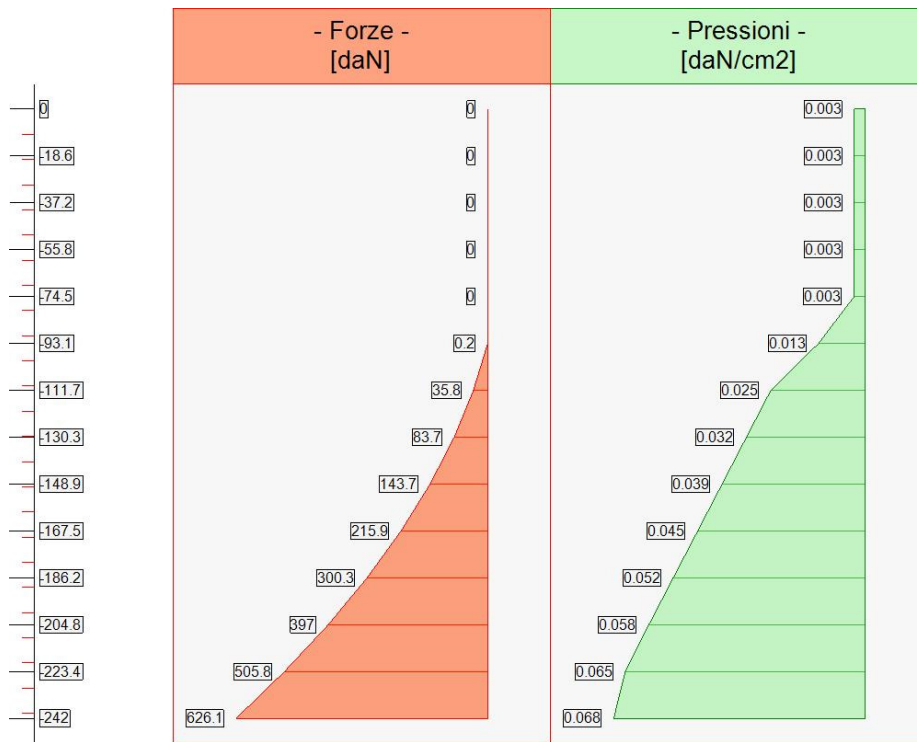
- distanza dal bordo fondazione lato valle = 67 [cm]
- forza orizzontale = 990 [daN]
- forza verticale = 6 376 [daN]

**- Caso 6 ( SLD\_SISMA\_GIU [ SLD ] - Sisma\_1+1+R\_Giu )**

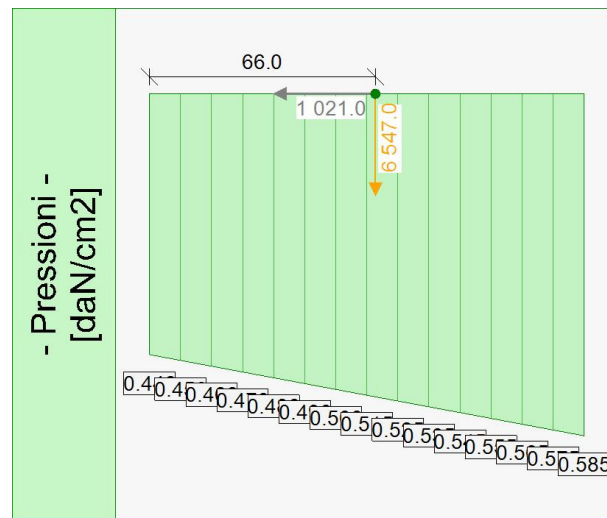
Elevazione			•	Fondazione	
quota [cm]	Pressioni [daN/cm2]	Forze [daN]		quota [cm]	Pressioni [daN/cm2]
0	0.003	0	•	-127	0.446
0	0.003	0	•	-117.9	0.456
-18.6	0.003	0	•	-108.9	0.466
-37.2	0.003	0	•	-99.8	0.476
-55.8	0.003	0	•	-90.7	0.486
-74.5	0.003	0	•	-81.6	0.496
-93.1	0.013	0	•	-72.6	0.506
-111.7	0.025	36	•	-63.5	0.515
-130.3	0.032	84	•	-63.5	0.515
-148.9	0.039	144	•	-54.4	0.525
-167.5	0.045	216	•	-45.4	0.535
-186.2	0.052	300	•	-36.3	0.545
-204.8	0.058	397	•	-27.2	0.555
-223.4	0.065	506	•	-18.1	0.565
-242	0.068	626	•	-9.1	0.575
			•	0	0.585

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 (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 699 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 333 [daN]

- altezza totale, forza orizzontale = 856 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 408 [daN]

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

- distanza dal bordo fondazione lato valle = 66 [cm]
- forza orizzontale = 1 021 [daN]
- forza verticale = 6 547 [daN]

## - Diagrammi di Sforzo Normale / Taglio / Momento

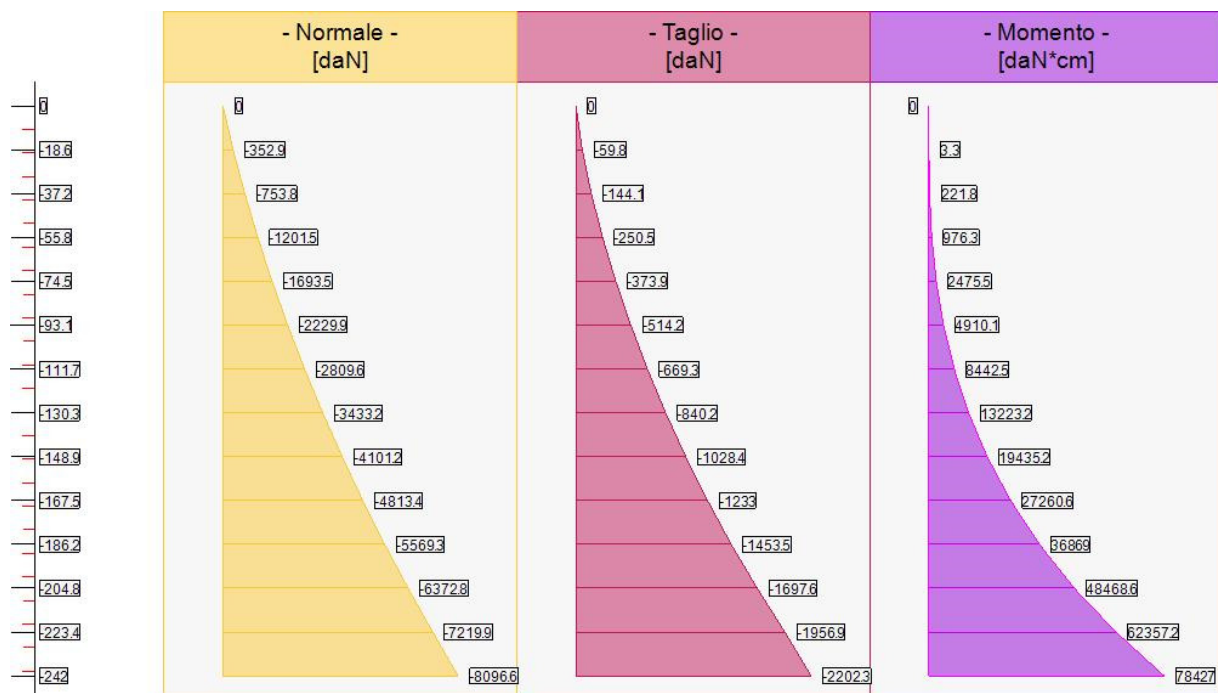
### - Caso 1 ( STR [ SLU ] - SLU A1+M1+R3 )

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	-	-
-18.6	-352.9	-59.8	3.3	•	0.06 • 0.06	5	> 100	Verificato	-
-37.2	-753.8	-144.1	221.8	•	0.12 • 0.13	5	39.88	Verificato	-
-55.8	-1201.5	-250.5	976.3	•	0.16 • 0.19	5	26.31	Verificato	-
-74.5	-1693.5	-373.9	2475.5	•	0.2 • 0.26	5	19.44	Verificato	-
-93.1	-2229.9	-514.2	4910.1	•	0.23 • 0.33	5	15.31	Verificato	-
-111.7	-2809.6	-669.3	8442.5	•	0.26 • 0.4	5	12.57	Verificato	-
-130.3	-3433.2	-840.2	13223.2	•	0.28 • 0.47	5	10.63	Verificato	-
-148.9	-4101.2	-1028.4	19435.2	•	0.3 • 0.54	5	9.19	Verificato	-
-167.5	-4813.4	-1233	27260.6	•	0.31 • 0.62	5	8.08	Verificato	-
-186.2	-5569.3	-1453.5	36869	•	0.32 • 0.7	5	7.19	Verificato	-
-204.8	-6372.8	-1697.6	48468.6	•	0.33 • 0.77	5	6.47	Verificato	-
-223.4	-7219.9	-1956.9	62357.2	•	0.34 • 0.85	5	5.87	Verificato	-
-242	-8096.6	-2202.3	78427	•	0.35 • 0.93	5	5.38	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	-	-	-
-18.6	-352.9	-59.8	3.3	•	2284	38.22	Verificato	-	-
-37.2	-753.8	-144.1	221.8	•	2574.4	17.86	Verificato	-	-
-55.8	-1201.5	-250.5	976.3	•	2871	11.46	Verificato	-	-
-74.5	-1693.5	-373.9	2475.5	•	3173.5	8.49	Verificato	-	-
-93.1	-2229.9	-514.2	4910.1	•	3481.9	6.77	Verificato	-	-
-111.7	-2809.6	-669.3	8442.5	•	3796.2	5.67	Verificato	-	-
-130.3	-3433.2	-840.2	13223.2	•	4116.2	4.9	Verificato	-	-
-148.9	-4101.2	-1028.4	19435.2	•	4442.2	4.32	Verificato	-	-
-167.5	-4813.4	-1233	27260.6	•	4774.1	3.87	Verificato	-	-
-186.2	-5569.3	-1453.5	36869	•	5111.8	3.52	Verificato	-	-
-204.8	-6372.8	-1697.6	48468.6	•	5455.9	3.21	Verificato	-	-
-223.4	-7219.9	-1956.9	62357.2	•	5805.7	2.97	Verificato	-	-
-242	-8096.6	-2202.3	78427	•	5312.9	2.41	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 )**

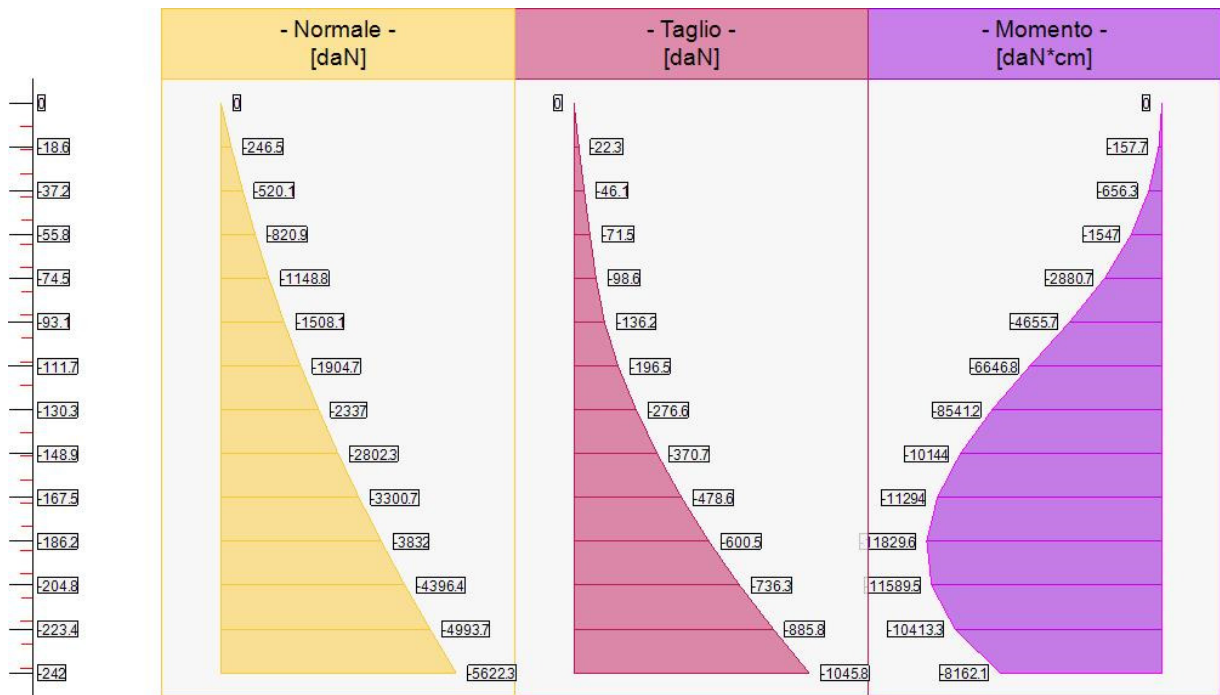
Elevazione, presso-flessione									
quota	Normale	Taglio	Momento	•	Tens. Min*Max (σ)	Tens.Res.(fd)	FS	-	-
[cm]	[daN]	[daN]	[daN*cm]	•	[daN/cm2]	[daN/cm2]	>1/<1	-	-
-18.6	-246.5	-22.3	-157.7	•	0.04 • 0.05	7.5	> 100		Verificato
-37.2	-520.1	-46.1	-656.3	•	0.07 • 0.09	7.5	> 100		Verificato
-55.8	-820.9	-71.5	-1547	•	0.1 • 0.14	7.5	53.06		Verificato
-74.5	-1148.8	-98.6	-2880.7	•	0.12 • 0.19	7.5	39.95		Verificato
-93.1	-1508.1	-136.2	-4655.7	•	0.15 • 0.23	7.5	32.12		Verificato
-111.7	-1904.7	-196.5	-6646.8	•	0.17 • 0.28	7.5	27.06		Verificato
-130.3	-2337	-276.6	-8541.2	•	0.19 • 0.32	7.5	23.68		Verificato
-148.9	-2802.3	-370.7	-10144	•	0.22 • 0.35	7.5	21.31		Verificato
-167.5	-3300.7	-478.6	-11294	•	0.26 • 0.38	7.5	19.58		Verificato
-186.2	-3832	-600.5	-11829.6	•	0.29 • 0.41	7.5	18.28		Verificato
-204.8	-4396.4	-736.3	-11589.5	•	0.33 • 0.43	7.5	17.27		Verificato
-223.4	-4993.7	-885.8	-10413.3	•	0.37 • 0.46	7.5	16.48		Verificato
-242	-5622.3	-1045.8	-8162.1	•	0.41 • 0.47	7.5	15.85		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 ovunque interamente compressa.

Elevazione, taglio							
quota	Normale	Taglio	Momento	•	Tag.Res.	FS	-
[cm]	[daN]	[daN]	[daN*cm]	•	[daN]	>1/<1	-
-18.6	-246.5	-22.3	-157.7	•	3404.7	> 100	Verificato
-37.2	-520.1	-46.1	-656.3	•	3814.8	82.72	Verificato
-55.8	-820.9	-71.5	-1547	•	4230.3	59.14	Verificato

-74.5	-1148.8	-98.6	-2880.7	•	4651.3	47.2	Verificato
-93.1	-1508.1	-136.2	-4655.7	•	5078.6	37.28	Verificato
-111.7	-1904.7	-196.5	-6646.8	•	5513.2	28.05	Verificato
-130.3	-2337	-276.6	-8541.2	•	5955.1	21.53	Verificato
-148.9	-2802.3	-370.7	-10144	•	6403.5	17.28	Verificato
-167.5	-3300.7	-478.6	-11294	•	6858.6	14.33	Verificato
-186.2	-3832	-600.5	-11829.6	•	7320.3	12.19	Verificato
-204.8	-4396.4	-736.3	-11589.5	•	7788.5	10.58	Verificato
-223.4	-4993.7	-885.8	-10413.3	•	8263.4	9.33	Verificato
-242	-5622.3	-1045.8	-8162.1	•	7474.5	7.15	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 )

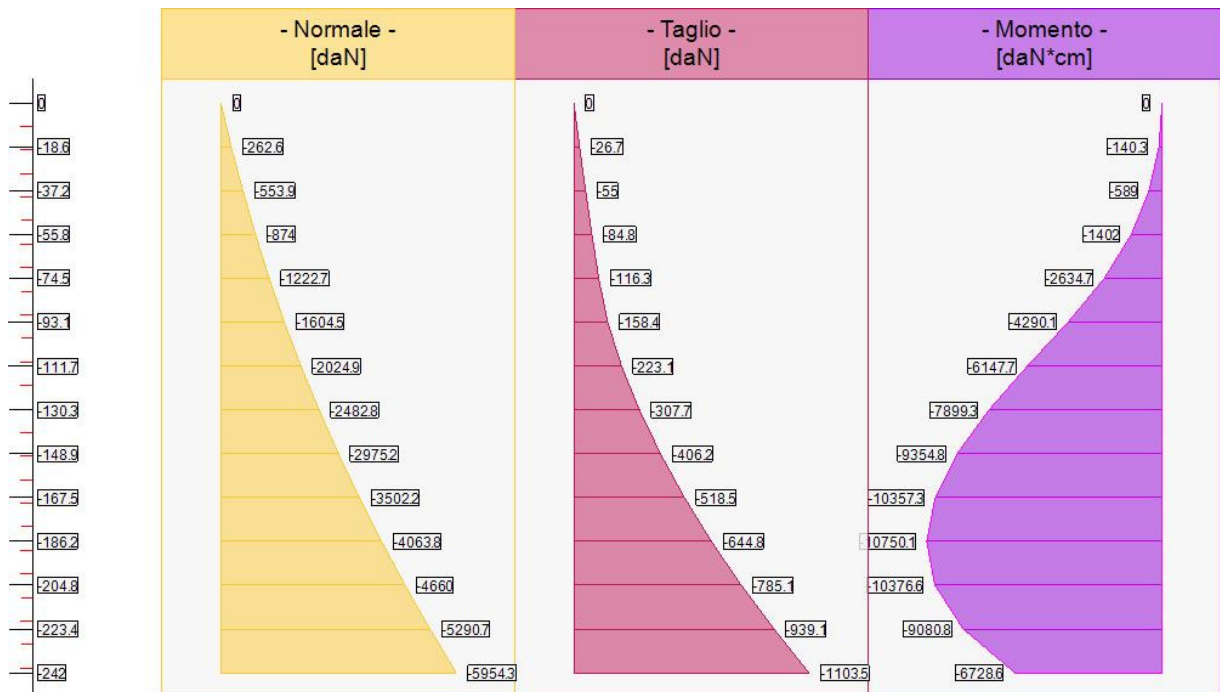
Elevazione, presso-flessione									
quota [cm]	Normale [daN]	Taglio [daN]	Momento [daN*cm]	•	Tens. Min*Max (σ) [daN/cm <sup>2</sup> ]	Tens.Res.(fd) [daN/cm <sup>2</sup> ]	FS >1/<1	-	-
-18.6	-262.6	-26.7	-140.3	•	0.04 • 0.05	7.5	> 100	-	Verificato
-37.2	-553.9	-55	-589	•	0.08 • 0.1	7.5	> 100	-	Verificato
-55.8	-874	-84.8	-1402	•	0.11 • 0.15	7.5	50.92	-	Verificato
-74.5	-1222.7	-116.3	-2634.7	•	0.14 • 0.2	7.5	38.46	-	Verificato
-93.1	-1604.5	-158.4	-4290.1	•	0.16 • 0.24	7.5	30.97	-	Verificato
-111.7	-2024.9	-223.1	-6147.7	•	0.19 • 0.29	7.5	26.12	-	Verificato
-130.3	-2482.8	-307.7	-7899.3	•	0.21 • 0.33	7.5	22.86	-	Verificato
-148.9	-2975.2	-406.2	-9354.8	•	0.25 • 0.36	7.5	20.57	-	Verificato
-167.5	-3502.2	-518.5	-10357.3	•	0.28 • 0.4	7.5	18.88	-	Verificato
-186.2	-4063.8	-644.8	-10750.1	•	0.32 • 0.43	7.5	17.6	-	Verificato
-204.8	-4660	-785.1	-10376.6	•	0.36 • 0.45	7.5	16.61	-	Verificato
-223.4	-5290.7	-939.1	-9080.8	•	0.4 • 0.47	7.5	15.82	-	Verificato
-242	-5954.3	-1103.5	-6728.6	•	0.44 • 0.49	7.5	15.19	-	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 ovunque interamente compressa.

Elevazione, taglio							
quota [cm]	Normale [daN]	Taglio [daN]	Momento [daN*cm]	.	Tag.Res. [daN]	FS >1/<1	-
-18.6	-262.6	-26.7	-140.3	.	3407.9	> 100	Verificato
-37.2	-553.9	-55	-589	.	3821.6	69.5	Verificato
-55.8	-874	-84.8	-1402	.	4240.9	49.99	Verificato
-74.5	-1222.7	-116.3	-2634.7	.	4666.1	40.12	Verificato
-93.1	-1604.5	-158.4	-4290.1	.	5097.8	32.18	Verificato
-111.7	-2024.9	-223.1	-6147.7	.	5537.3	24.81	Verificato
-130.3	-2482.8	-307.7	-7899.3	.	5984.3	19.45	Verificato
-148.9	-2975.2	-406.2	-9354.8	.	6438.1	15.85	Verificato
-167.5	-3502.2	-518.5	-10357.3	.	6898.9	13.3	Verificato
-186.2	-4063.8	-644.8	-10750.1	.	7366.6	11.42	Verificato
-204.8	-4660	-785.1	-10376.6	.	7841.2	9.99	Verificato
-223.4	-5290.7	-939.1	-9080.8	.	8322.7	8.86	Verificato
-242	-5954.3	-1103.5	-6728.6	.	7540.9	6.83	Verificato

Sforzo Normale, Taglio e Momento lungo il paramento verticale, 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.

# Relazione di Calcolo

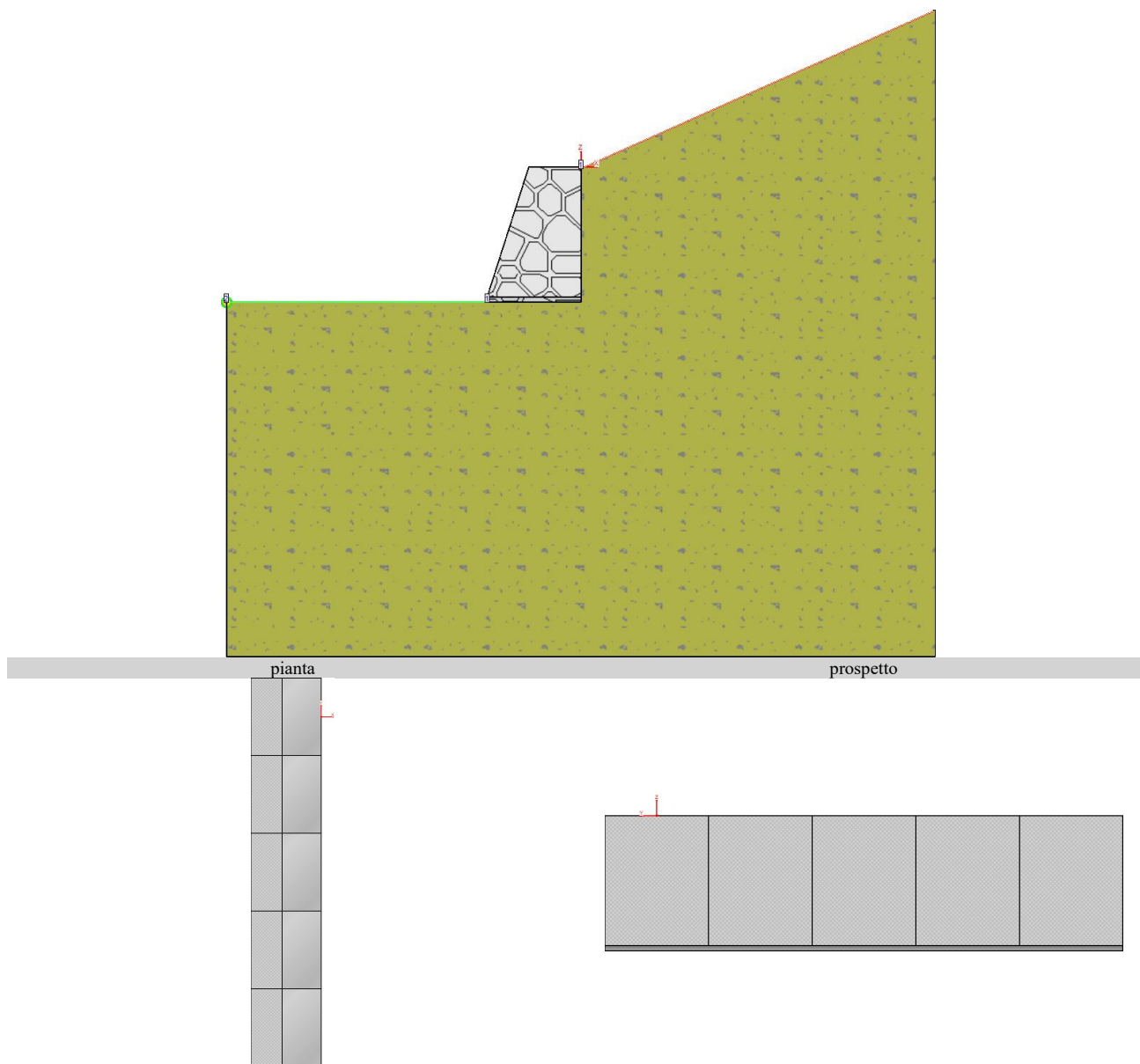


**CDM DOLMEN**  
CALCOLO STRUTTURALE E GEOTECNICO

COMUNE DI GROSCAVALLO – VALLONE DI SEA  
“NUOVA VIABILITA’ DI ACCESSO”

**Sezione n. 40 – Scogliera lato monte**

## - VERIFICA MURO CONTRO TERRA -



### - 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.

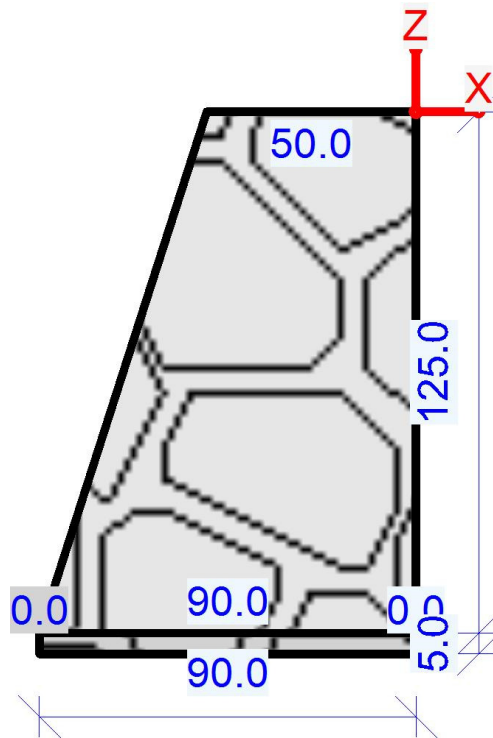
caso di carico	capacità portante	scorrimento	ribaltamento	stabilità globale	FS strutturale Fusto(pressoflessione)	FS strutturale Fusto(taglio)
I - STR(SLU)	11.17	19.1	Stabile	--	9.78	51.98

			42.64 (s.max.=0.2[cm])			
2 - GEO(SLU_GEO)	---	---	---	3.03	---	---
3 - SLV_SISMA_SU(SLV)	18.36	10.06	Stabile 13.31 (s.max.=0.1[cm])	3.45	22.62	39.63
4 - SLV_SISMA_GIU(SLV)	17.12	9.2	Stabile 12.4 (s.max.=0.1[cm])	3.43	21.49	36.1
5 - SLD_SISMA_SU(SLD)	18.27	21.49	---	---	---	---
6 - SLD_SISMA_GIU(SLD)	17.8	21.98	---	---	---	---

**Muro Verificato!** [Verifiche Superate]

- *Elementi strutturali*

- **Muro e fondazione**

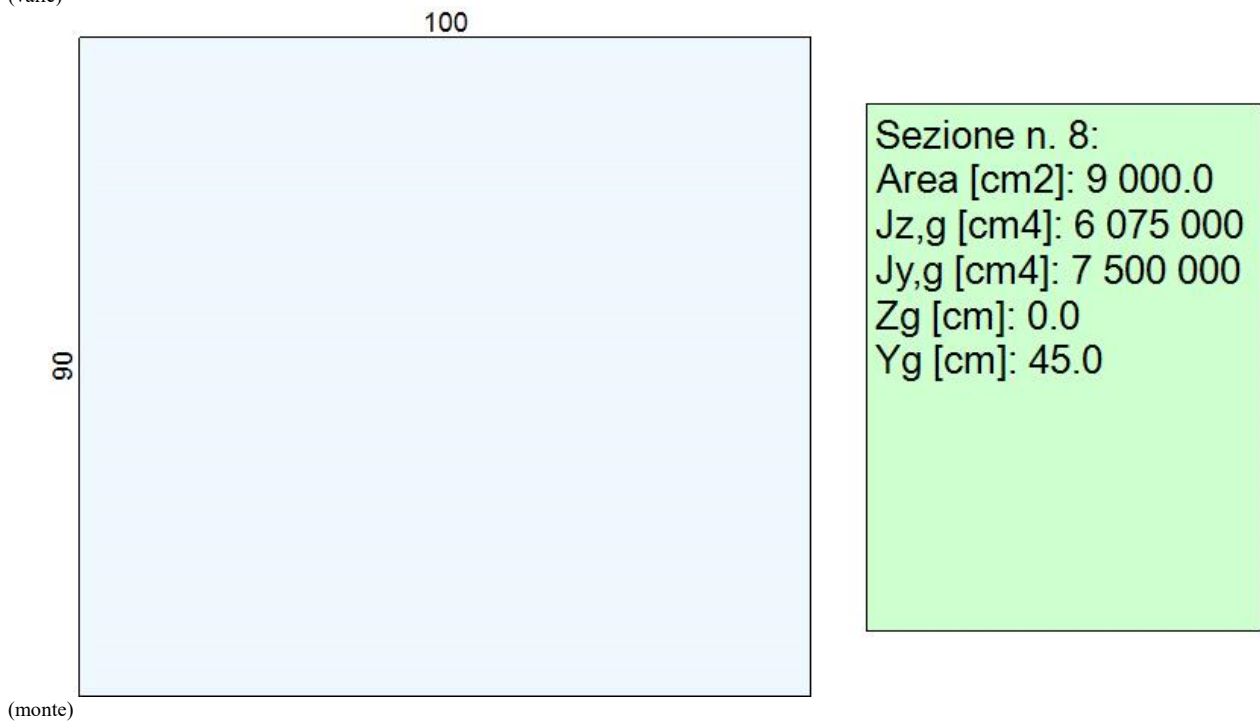


Sezione 1:  
(valle)





Sezione 1:  
 (valle)



**- Terreno**

**- Profili di Monte e Valle**

MONTE			-	VALLE		
punto	x [cm]	z [cm]	-	punto	x [cm]	z [cm]
1	0	-2	-	1	-90	-130
2	340	150	-	2	-340	-130

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) (Unità litotecnica A) $c' = 0.03 \text{ daN/cm}^2$ $\gamma = 0.0018 \text{ daN/cm}^3$ $\varphi = 38^\circ$	$h = -1.83$ $i = 0^\circ$		1 (0;-210) 2 (340;-22) 3 (340;150) 4 (0;-2) 5 (0;-125) 6 (0;-130) 7 (-90;-130) 8 (-340;-130) 9 (-340;-270)
- 2 - Strato 2 (strato 2) Terreno 1 (non coesivo) (Unità litotecnica A) $c' = 0.03 \text{ daN/cm}^2$ $\gamma = 0.0018 \text{ daN/cm}^3$ $\varphi = 38^\circ$	$h = -210$ $i (\text{monte}) = 29^\circ$ $i (\text{valle}) = 10^\circ$		1 (340;-470) 2 (340;-22) 3 (0;-210) 4 (-340;-270) 5 (-340;-470)

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 - 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 - 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 = lat. 45.34608000, lon. 7.21690300
- vita nominale = 50 anni
- classe d'uso = II
- SLU = SLV
- SLE = SLD
- categoria di sottosuolo = cat B
- categoria topografica = categoria T1
- ag (SLV) = 1.2081 m/s<sup>2</sup>
- Fo (SLV) = 2.4467
- ag (SLD) = 0.4483 m/s<sup>2</sup>
- Fo (SLD) = 2.4318
- 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) = 0.0562
- > kv (muro,SLV) = 0.0281
- > kh (muro,SLD) = 0.0258
- > kv (muro,SLD) = 0.0129
- > kh (ribaltamento,SLV) = 0.0842
- > kv (ribaltamento,SLV) = 0.0421
- > kh (pendio,SLV) = 0.0562
- > kv (pendio,SLV) = 0.0281
- > kh (pendio,SLD) = 0.0258
- > kv (pendio,SLD) = 0.0129

### - Caratteristiche dei materiali:

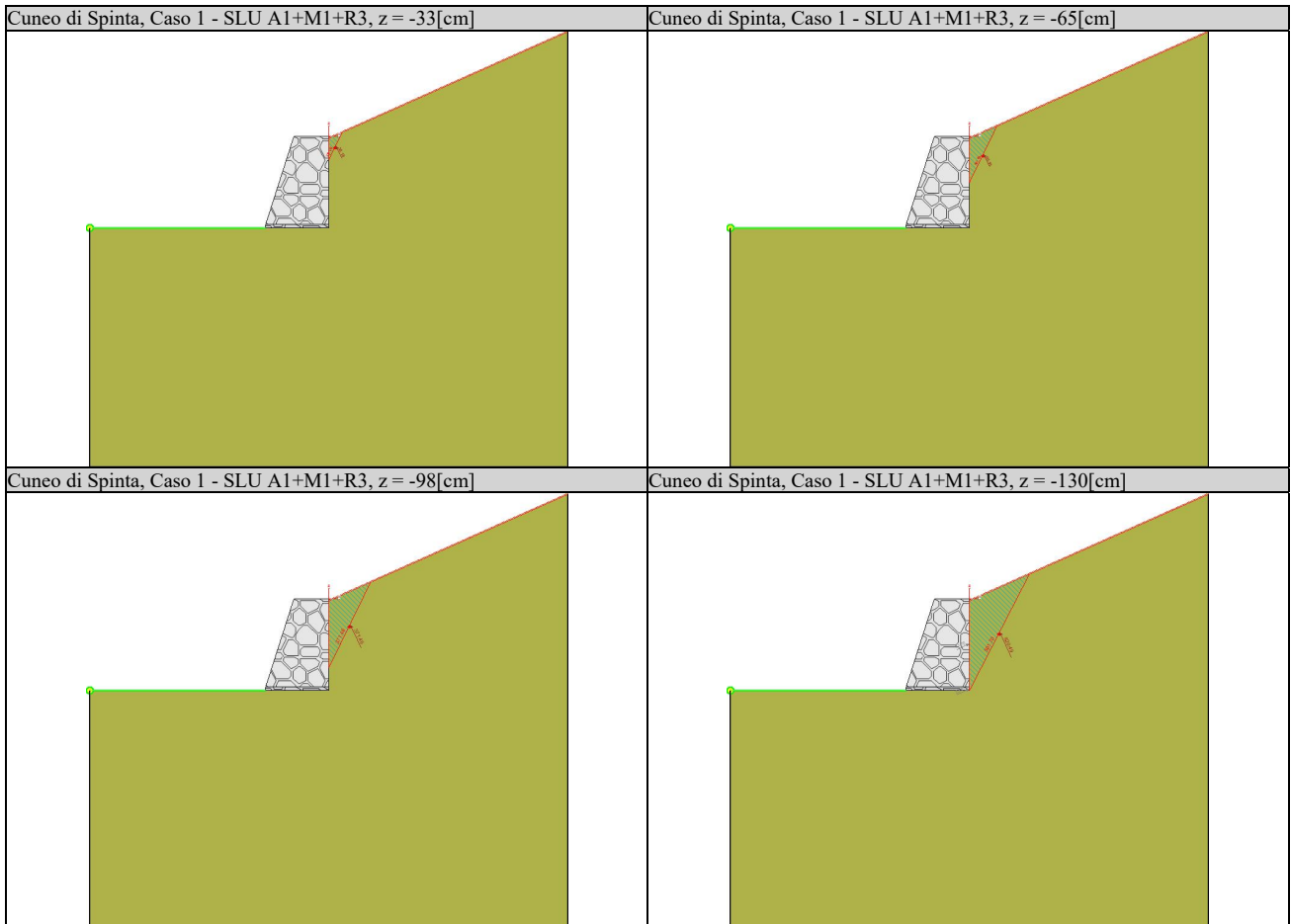
Muratura
- Descrizione = Pietrame e malta
- $f_k = 15$ daN/cm <sup>2</sup>
- $f_{vk0,t} = 1.2$ daN/cm <sup>2</sup>
- $\mu_t = 0.4$
- $f_{vk0,e} = 1$ daN/cm <sup>2</sup>
- $\mu_e = 0.4$
- $E = 15000.0$ daN/cm <sup>2</sup>
- $\gamma_m$ (statico) = 3
- $\gamma_m$ (sismico) = 2
- $\gamma$ (p.vol.) = 0.0025 daN/cm <sup>2</sup>

### - Opzioni di calcolo

**Spinte calcolate con coefficiente di spinta attiva "ka"** (si considera il muro libero di traslare/ruotare al piede). Il calcolo della spinta è svolto secondo il metodo del cuneo di tentativo generalizzato (Rif.: Renato LANCELLOTTA "Geotecnica" (2004) - NAVFAC Design Manual 7.02 (1986)). Il metodo è iterativo e prevede la suddivisione del terreno a monte dell'opera in poligoni semplici definiti dal paramento, dalla successione stratigrafica e dalla superficie di scivolamento di tentativo. La procedura automatica vaglia numerose superfici di scivolamento ad ogni quota di calcolo lungo il paramento,

determinando la configurazione che comporta la spinta massima sull'opera.

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



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

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

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

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

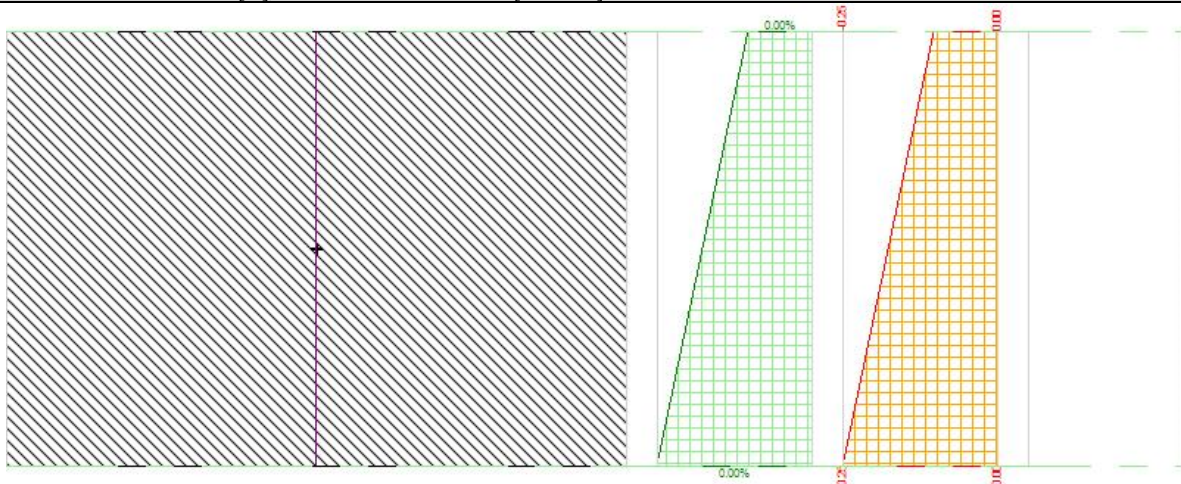
**Il calcolo delle sollecitazioni e degli spostamenti** dell'opera viene svolto con il metodo degli elementi finiti (FEM). Gli elementi schematizzanti il muro hanno peso e caratteristiche meccaniche proprie dei

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.

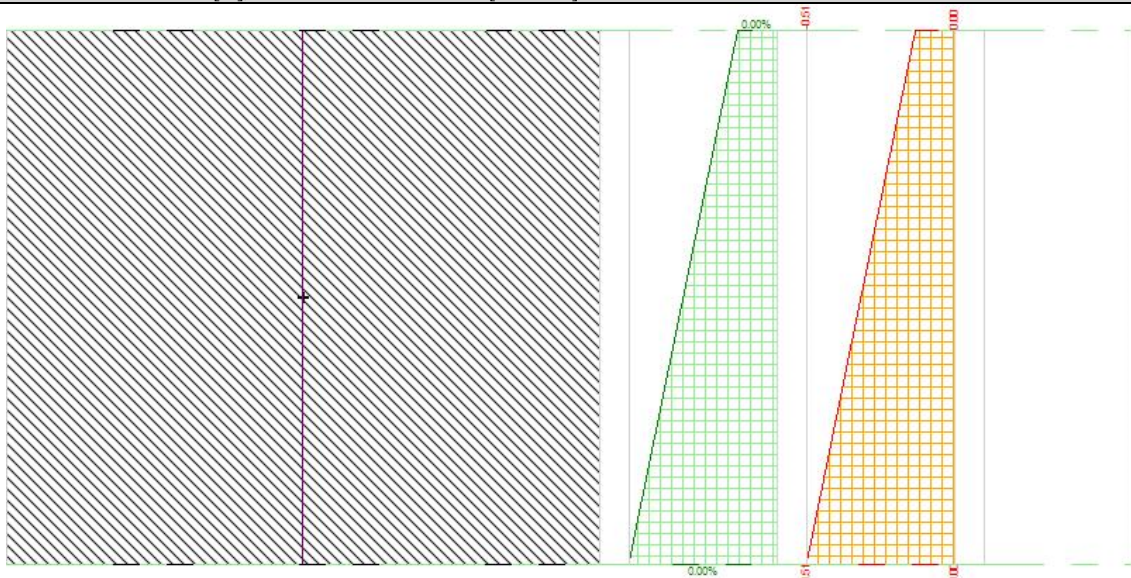
- lunghezze aste elevazione = 20 [cm]
- lunghezze aste fondazione = 10 [cm]
- coefficiente di reazione del terreno (Winkler) = 4 [daN/cm<sup>3</sup>]

**La verifica delle sezioni in muratura** viene eseguita a SLU. La pressoflessione è verificata a SLU con diagramma costitutivo lineare con parzializzazione [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 = -63[cm]  
Diagramma verde = deformazione [%], arancio = tensioni muratura [daN/cm<sup>2</sup>].



Verifica a pressoflessione, sezione del fusto, Caso 1 - SLU A1+M1+R3, z = -125[cm]  
Diagramma verde = deformazione [%], arancio = tensioni muratura [daN/cm<sup>2</sup>].



**- Carichi**

## - 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.)	nessun carico
GEO (SLU_GEO) descr. = SLU A2+M2+R2 coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	nessun carico
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.)	nessun carico
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.)	nessun carico
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.)	nessun carico
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.)	nessun carico

Casi di Carico

### - Verifiche Geotecniche

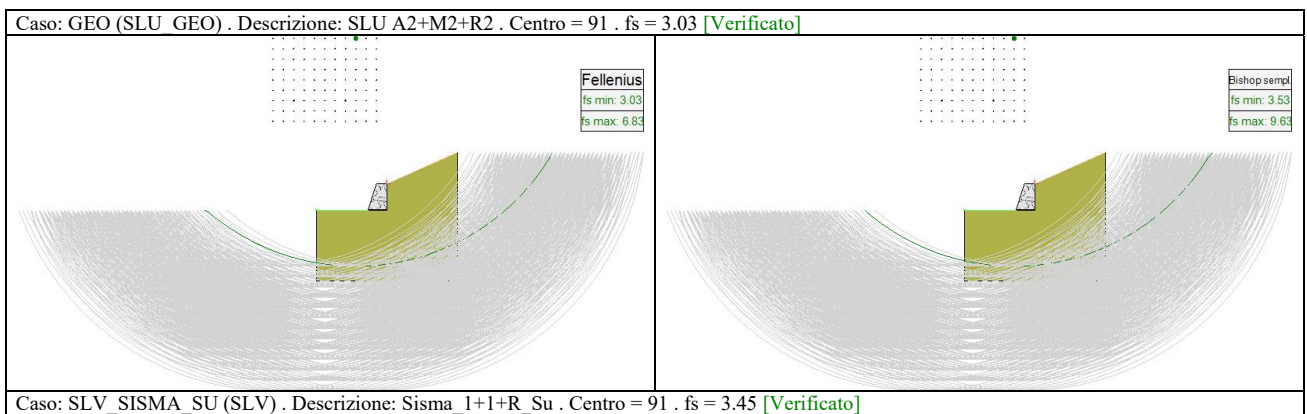
caso di carico	capacità portante	scorrimento	equilibrio
1 - STR (SLU)	- Drenata - q di progetto = 0.42 daN/cm2 q limite = 4.67 daN/cm2 --> fs = 11.17 [Verificato]	- Drenata - v applicato = 87.14 daN v limite = 1664.3 daN --> fs = 19.1 [Verificato]	- Ribaltamento - Stabile --> fs = 42.64 (spost.max.=0.2[cm]) [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 = 3.03 [Verificato]
3 - SLV_SISMA_SU (SLV)	- Drenata - q di progetto = 0.29 daN/cm2 q limite = 5.24 daN/cm2 --> fs = 18.36 [Verificato]	- Drenata - v applicato = 140.13 daN v limite = 1409.47 daN --> fs = 10.06 [Verificato]	- Ribaltamento - Stabile --> fs = 13.31 (spost.max.=0.1[cm]) [Verificato]  - Stab. globale - --> fs = 3.45 [Verificato]
4 - SLV_SISMA_GIU (SLV)	- Drenata - q di progetto = 0.3 daN/cm2 q limite = 5.18 daN/cm2 --> fs = 17.12 [Verificato]	- Drenata - v applicato = 161.54 daN v limite = 1486.49 daN --> fs = 9.2 [Verificato]	- Ribaltamento - Stabile --> fs = 12.4 (spost.max.=0.1[cm]) [Verificato]  - Stab. globale - --> fs = 3.43 [Verificato]

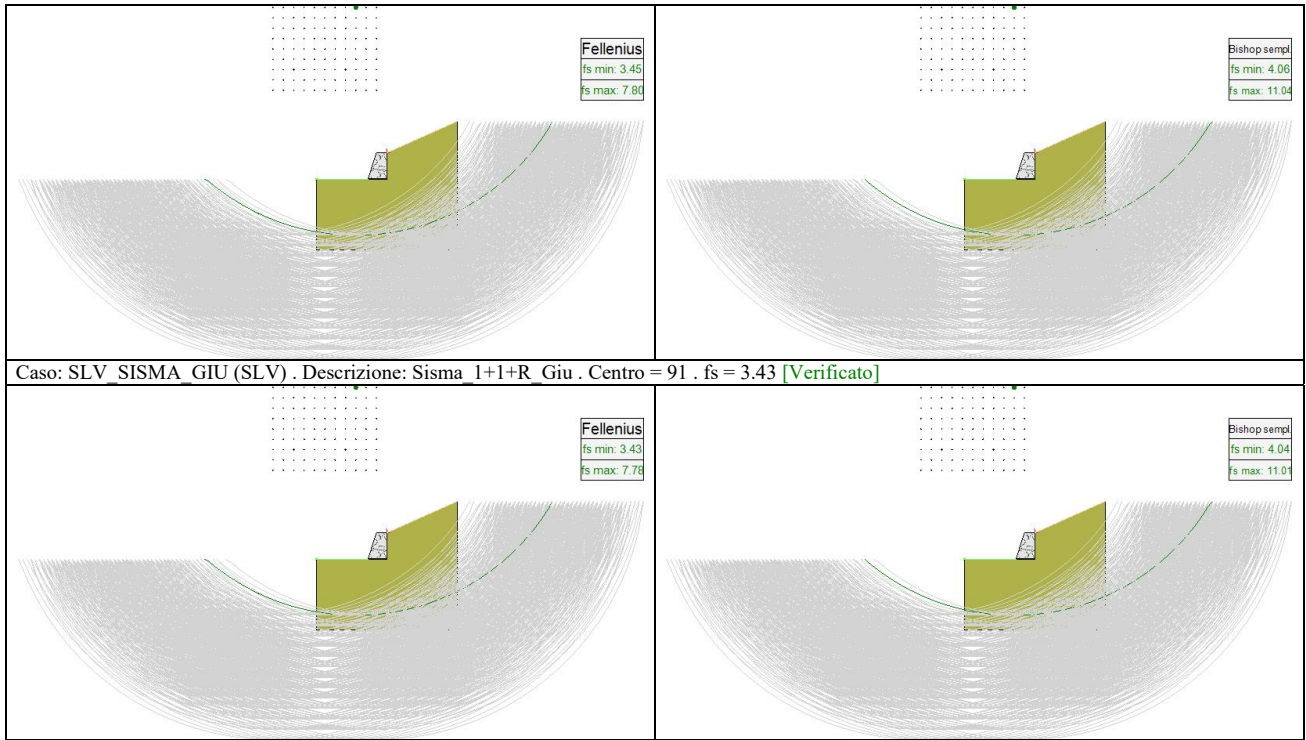
5 - SLD_SISMA_SU (SLD)	- Drenata - q di progetto = 0.3 daN/cm2 q limite = 5.54 daN/cm2 --> fs = 18.27 [Verificato]	- Drenata - v applicato = 60 daN v limite = 1289.26 daN --> fs = 21.49 [Verificato]	- Ribaltamento - verifica non prevista  - Stab. globale - verifica non prevista
6 - SLD_SISMA_GIU (SLD)	- Drenata - q di progetto = 0.31 daN/cm2 q limite = 5.54 daN/cm2 --> fs = 17.8 [Verificato]	- Drenata - v applicato = 60 daN v limite = 1318.71 daN --> fs = 21.98 [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 sul 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	162 290.0	0.0	0.0	0.0	3 698.9	3 384.9	144 338.2	3 384.9	42.64
2 GEO SLU GEO	124 838.5	0.0	0.0	0.0	4 469.5	3 274.0	129 308.0	3 274.0	39.5
3 SLV_SISMA_SU SLV	121 333.3	0.0	0.0	0.0	1 227.0	9 210.3	122 560.3	9 210.3	13.31
4 SLV_SISMA_GIU SLV	128 343.7	0.0	0.0	0.0	2 620.7	10 564.5	130 964.5	10 564.5	12.4
5 SLD_SISMA_SU SLD	123 229.7	0.0	0.0	0.0	0.0	3 733.7	123 229.7	3 733.7	33
6 SLD_SISMA_GIU SLD	126 447.3	0.0	0.0	0.0	0.0	3 831.3	126 447.3	3 831.3	33

Dettaglio della verifica di ribaltamento.





Dettaglio della verifica di stabilità globale.

## - Verifiche Strutturali

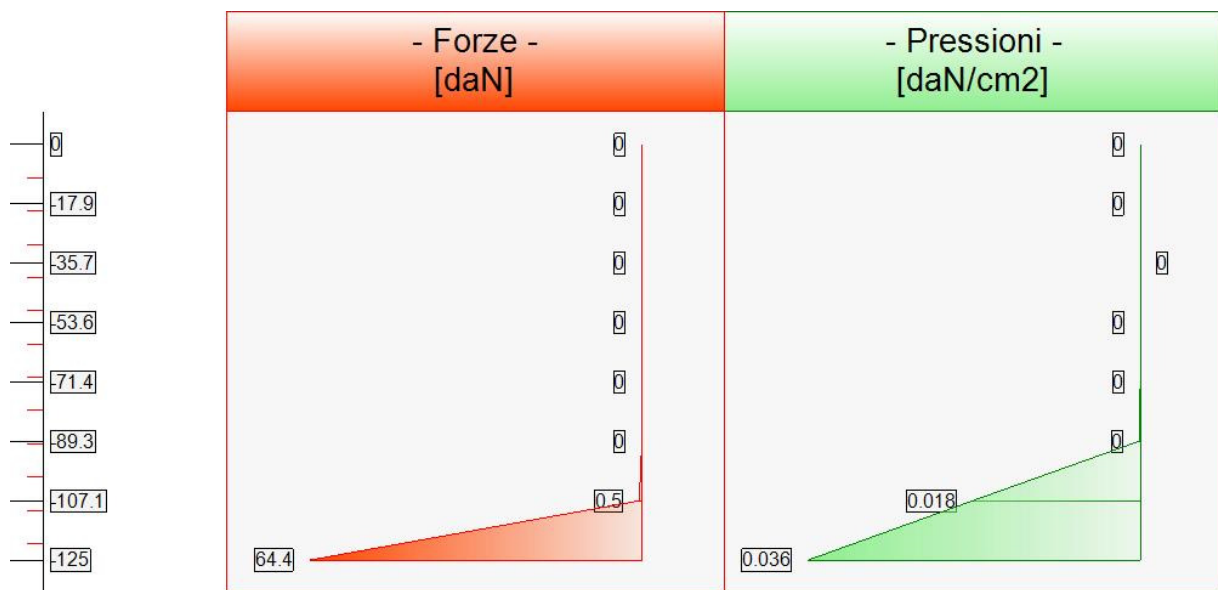
## - Diagrammi delle Spinte e Pressioni

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

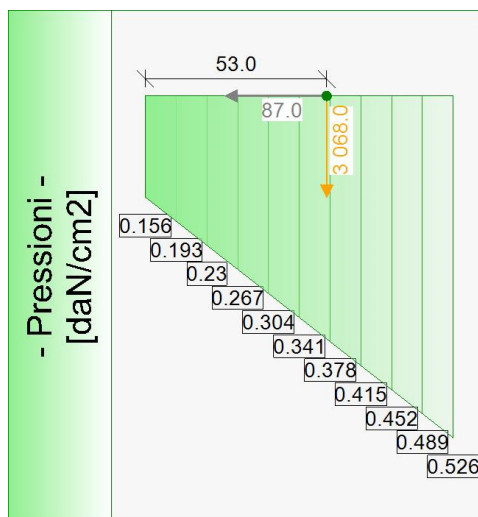
Elevazione			•	Fondazione	
quota [cm]	Pressioni [daN/cm <sup>2</sup> ]	Forze [daN]	•	quota [cm]	Pressioni [daN/cm <sup>2</sup> ]
0	0	0	•	-90	0.156
0	0	0	•	-81	0.193
-17.9	0	0	•	-72	0.23
-35.7	0	0	•	-63	0.267
-53.6	0	0	•	-54	0.304
-71.4	0	0	•	-45	0.341
-89.3	0	0	•	-45	0.341
-107.1	0.018	1	•	-36	0.378
-125	0.036	64	•	-27	0.415
			•	-18	0.452
			•	-9	0.489
			•	0	0.526

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 (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 64 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 31 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 86 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 41 [daN]

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

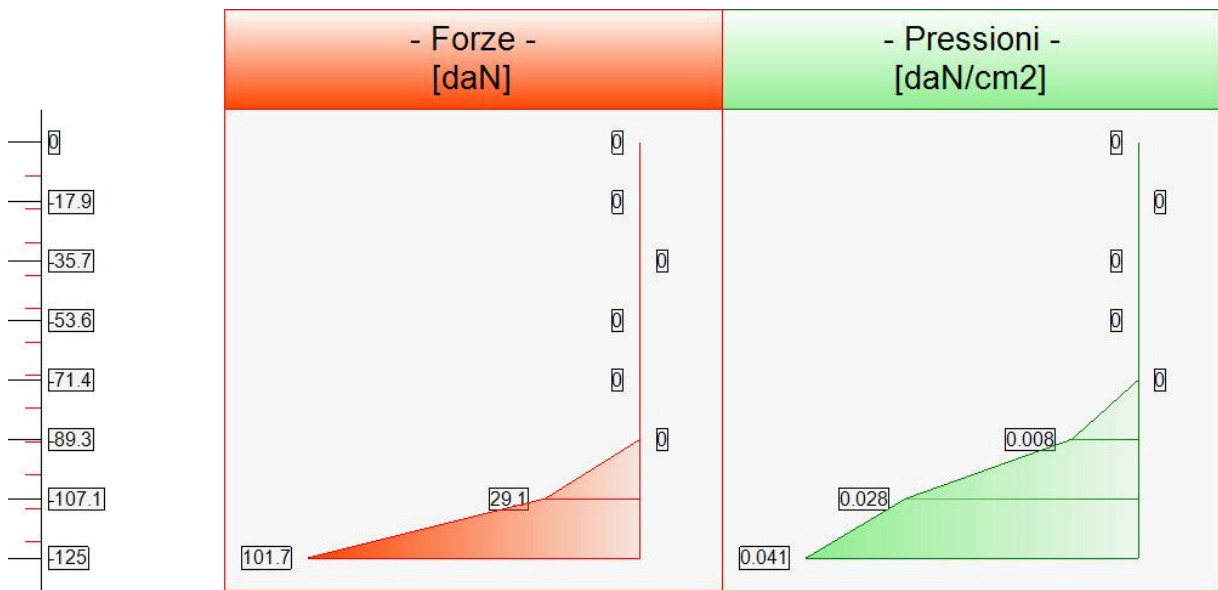
- distanza dal bordo fondazione lato valle = 53 [cm]

- forza orizzontale = 87 [daN]
- forza verticale = 3 068 [daN]

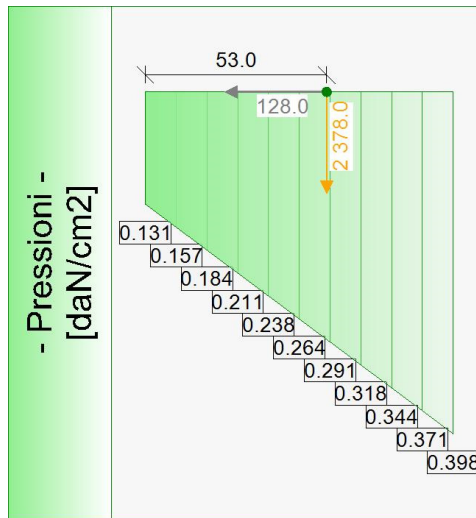
**- Caso 2 ( GEO [ SLU\_GEO ] - SLU A2+M2+R2 )**

Elevazione			•	Fondazione	
quota [cm]	Pressioni [daN/cm2]	Forze [daN]		quota [cm]	Pressioni [daN/cm2]
0	0	0	•	-90	0.131
0	0	0	•	-81	0.157
-17.9	0	0	•	-72	0.184
-35.7	0	0	•	-63	0.211
-53.6	0	0	•	-54	0.238
-71.4	0	0	•	-45	0.264
-89.3	0.008	0	•	-45	0.264
-107.1	0.028	29	•	-36	0.291
-125	0.041	102	•	-27	0.318
			•	-18	0.344
			•	-9	0.371
			•	0	0.398

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 )

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

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 102 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 40 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 126 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 50 [daN]

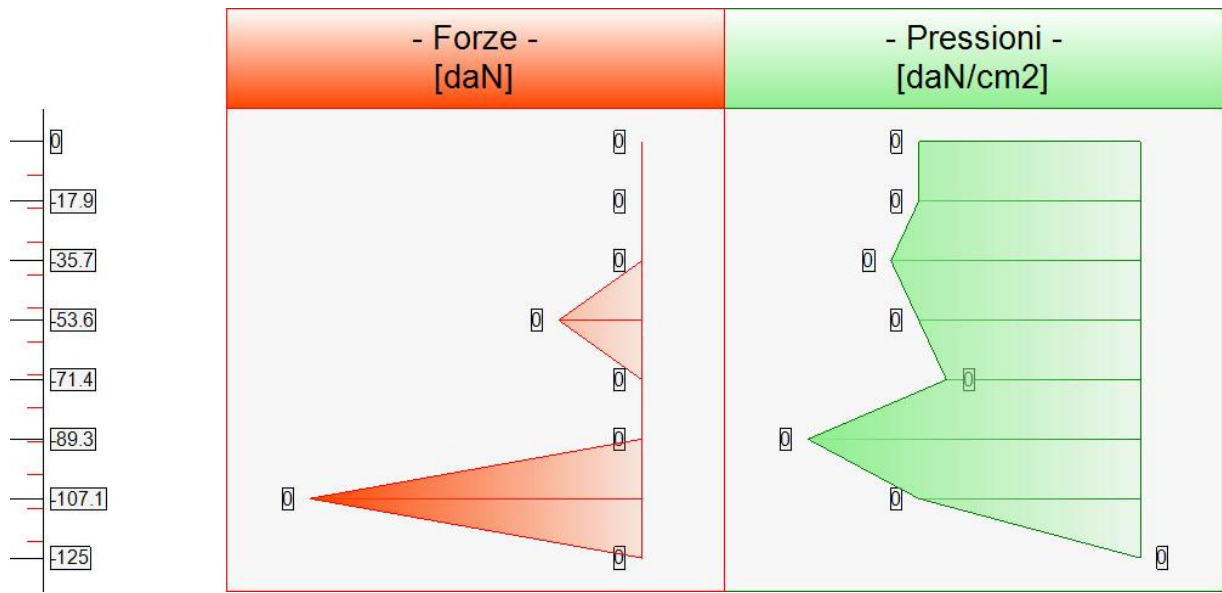
Resultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- distanza dal bordo fondazione lato valle = 53 [cm]
- forza orizzontale = 128 [daN]
- forza verticale = 2378 [daN]

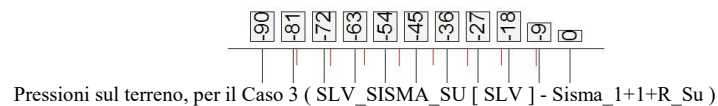
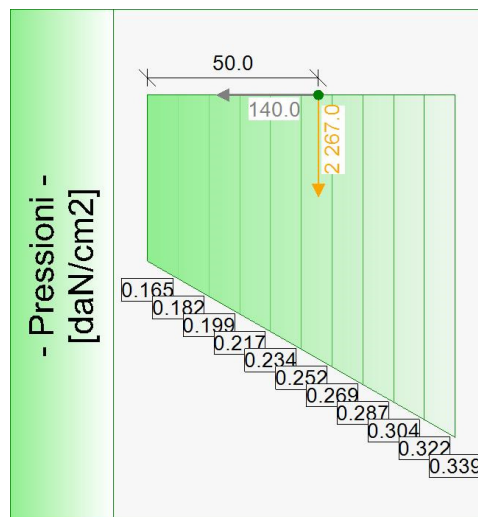
### - Caso 3 ( SLV\_SISMA\_SU [ SLV ] - Sisma\_1+1+R\_Su )

Elevazione			•	Fondazione	
quota [cm]	Pressioni [daN/cm²]	Forze [daN]		quota [cm]	Pressioni [daN/cm²]
0	0	0	•	-90	0.165
0	0	0	•	-81	0.182
-17.9	0	0	•	-72	0.199
-35.7	0	0	•	-63	0.217
-53.6	0	0	•	-54	0.234
-71.4	0	0	•	-45	0.252
-89.3	0	0	•	-45	0.252
-107.1	0	0	•	-36	0.269
-125	0	0	•	-27	0.287
			•	-18	0.304
			•	-9	0.322
			•	0	0.339

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 (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 0 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 0 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 9 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 4 [daN]

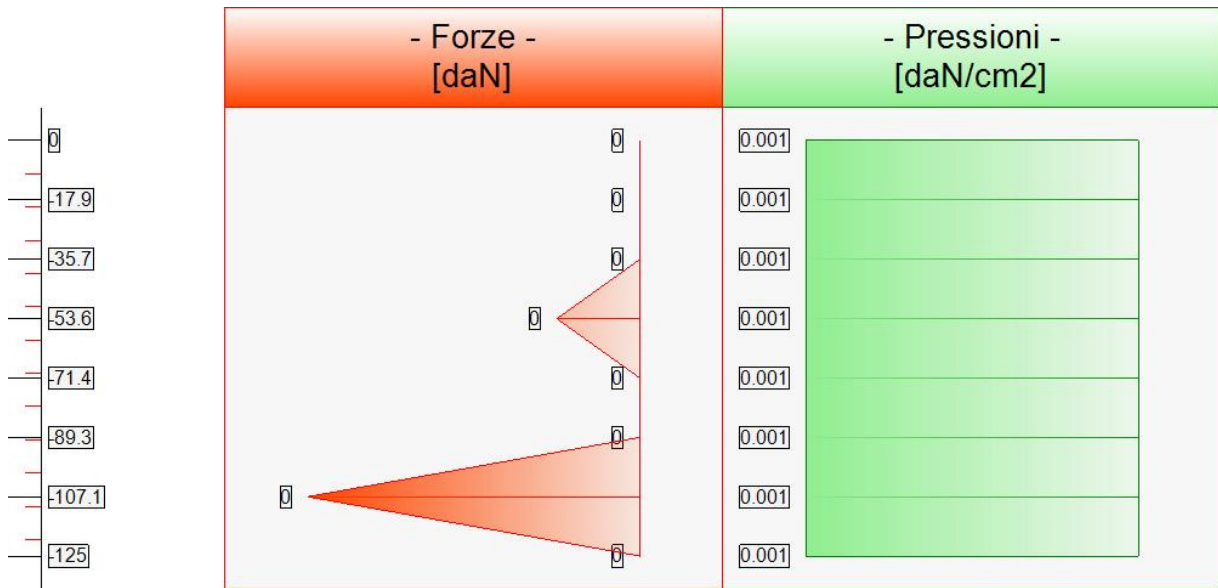
Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- distanza dal bordo fondazione lato valle = 50 [cm]
- forza orizzontale = 140 [daN]
- forza verticale = 2 267 [daN]

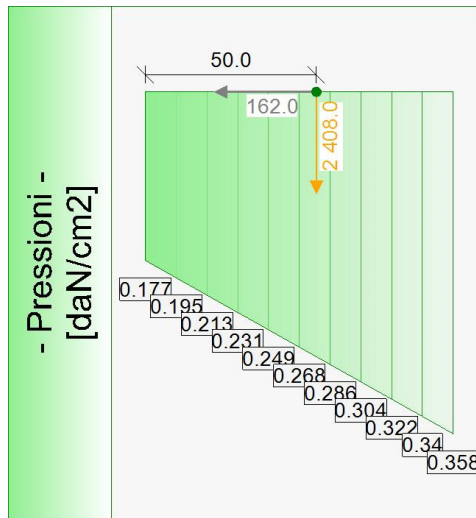
**- Caso 4 ( SLV\_SISMA\_GIU [ SLV ] - Sisma\_1+1+R\_Giu )**

Elevazione			•	Fondazione	
quota [cm]	Pressioni [daN/cm2]	Forze [daN]		quota [cm]	Pressioni [daN/cm2]
0	0.001	0	•	-90	0.177
0	0.001	0	•	-81	0.195
-17.9	0.001	0	•	-72	0.213
-35.7	0.001	0	•	-63	0.231
-53.6	0.001	0	•	-54	0.249
-71.4	0.001	0	•	-45	0.268
-89.3	0.001	0	•	-45	0.268
-107.1	0.001	0	•	-36	0.286
-125	0.001	0	•	-27	0.304
			•	-18	0.322
			•	-9	0.34
			•	0	0.358

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 )

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

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 13 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 6 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 31 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 15 [daN]

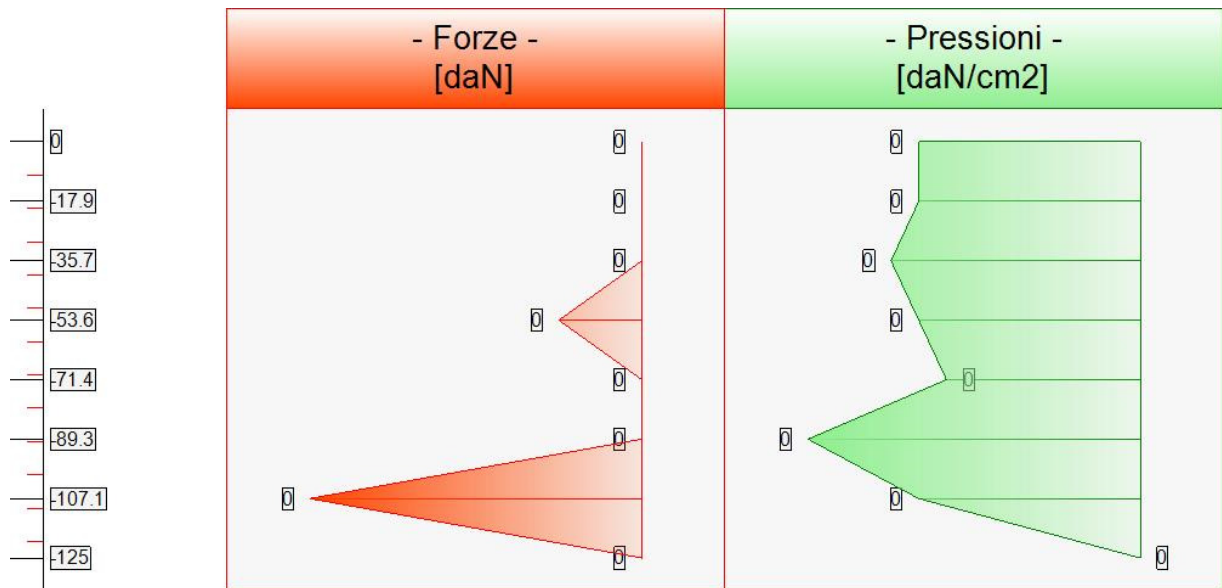
Resultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- distanza dal bordo fondazione lato valle = 50 [cm]
- forza orizzontale = 162 [daN]
- forza verticale = 2 408 [daN]

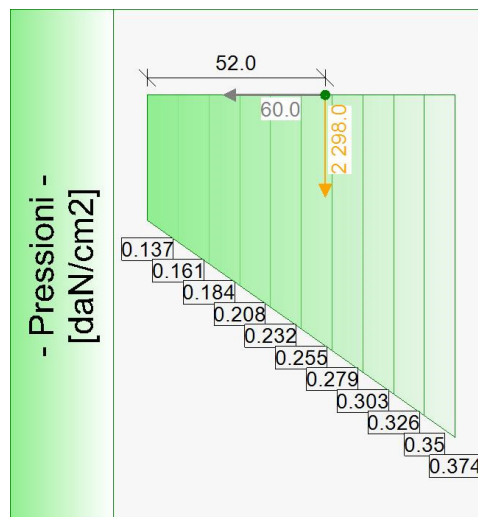
### - Caso 5 ( SLD\_SISMA\_SU [ SLD ] - Sisma\_1+1+R\_Su )

Elevazione			•	Fondazione	
quota [cm]	Pressioni [daN/cm2]	Forze [daN]		quota [cm]	Pressioni [daN/cm2]
0	0	0	•	-90	0.137
0	0	0	•	-81	0.161
-17.9	0	0	•	-72	0.184
-35.7	0	0	•	-63	0.208
-53.6	0	0	•	-54	0.232
-71.4	0	0	•	-45	0.255
-89.3	0	0	•	-45	0.255
-107.1	0	0	•	-36	0.279
-125	0	0	•	-27	0.303
			•	-18	0.326
			•	-9	0.35
			•	0	0.374

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 (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 0 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 0 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 0 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 0 [daN]

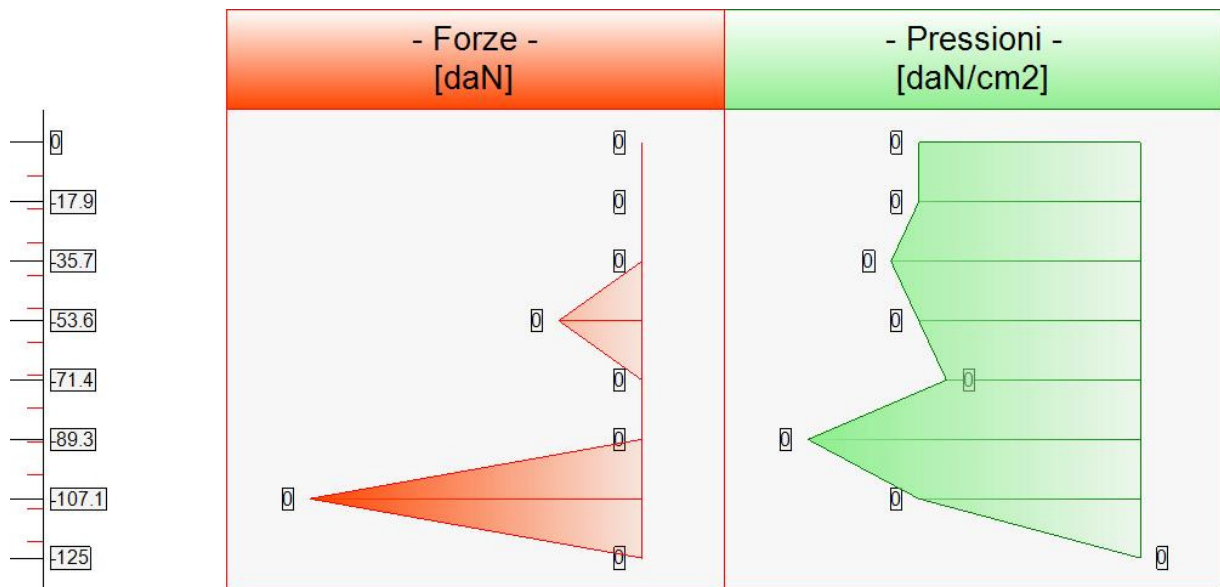
Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- distanza dal bordo fondazione lato valle = 52 [cm]
- forza orizzontale = 60 [daN]
- forza verticale = 2 298 [daN]

**- Caso 6 ( SLD\_SISMA\_GIU [ SLD ] - Sisma\_1+1+R\_Giu )**

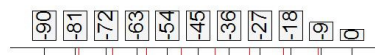
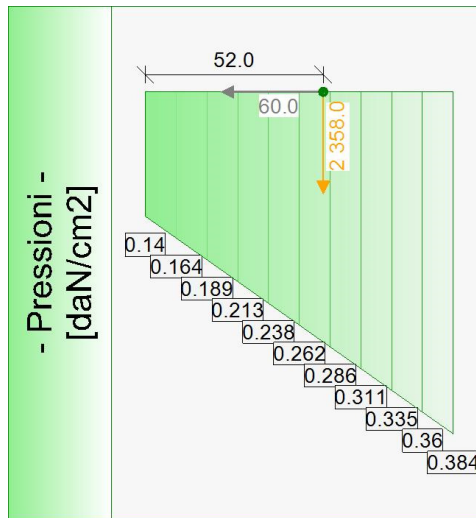
Elevazione			•	Fondazione	
quota [cm]	Pressioni [daN/cm2]	Forze [daN]		quota [cm]	Pressioni [daN/cm2]
0	0	0	•	-90	0.14
0	0	0	•	-81	0.164
-17.9	0	0	•	-72	0.189
-35.7	0	0	•	-63	0.213
-53.6	0	0	•	-54	0.238
-71.4	0	0	•	-45	0.262
-89.3	0	0	•	-45	0.262
-107.1	0	0	•	-36	0.286
-125	0	0	•	-27	0.311
			•	-18	0.335
			•	-9	0.36
			•	0	0.384

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 )

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

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 0 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 0 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 0 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 0 [daN]

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

- distanza dal bordo fondazione lato valle = 52 [cm]
- forza orizzontale = 60 [daN]
- forza verticale = 2 358 [daN]

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

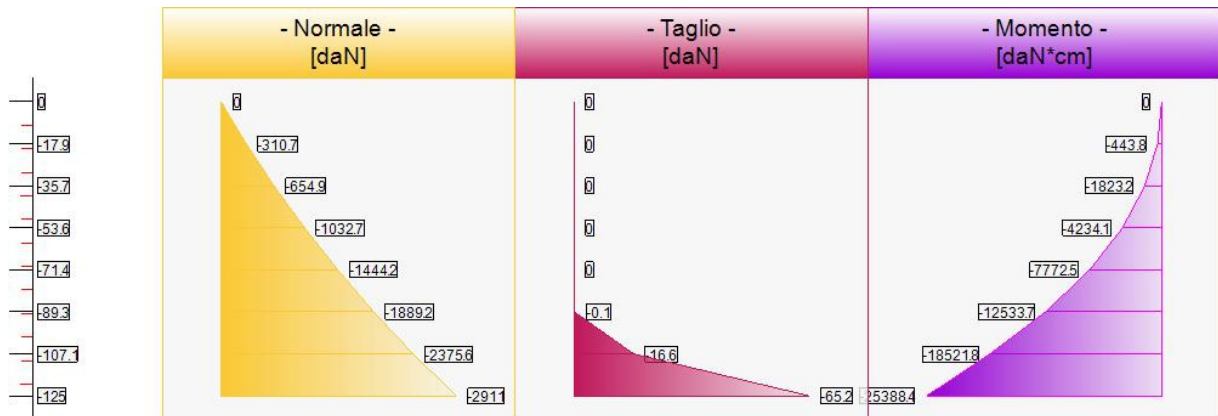
### - Caso 1 ( STR [ SLU ] - SLU A1+M1+R3 )

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	-	-
-17.9	-310.7	0	-443.8	•	0.05 • 0.06	5	> 100		Verificato
-35.7	-654.9	0	-1823.2	•	0.08 • 0.14	5	36.87		Verificato
-53.6	-1032.7	0	-4234.1	•	0.1 • 0.21	5	23.79		Verificato
-71.4	-1444.2	0	-7772.5	•	0.11 • 0.29	5	17.48		Verificato
-89.3	-1889.2	-0.1	-12533.7	•	0.12 • 0.36	5	13.8		Verificato
-107.1	-2375.6	-16.6	-18521.8	•	0.13 • 0.44	5	11.41		Verificato
-125	-2911	-65.2	-25388.4	•	0.14 • 0.51	5	9.78		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	-
-17.9	-310.7	0	-443.8	•	2270	> 100	Verificato
-35.7	-654.9	0	-1823.2	•	2544.5	> 100	Verificato
-53.6	-1032.7	0	-4234.1	•	2823.4	> 100	Verificato
-71.4	-1444.2	0	-7772.5	•	3106.8	> 100	Verificato
-89.3	-1889.2	-0.1	-12533.7	•	3394.8	> 100	Verificato
-107.1	-2375.6	-16.6	-18521.8	•	3688.2	> 100	Verificato
-125	-2911	-65.2	-25388.4	•	3388.1	51.98	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 )

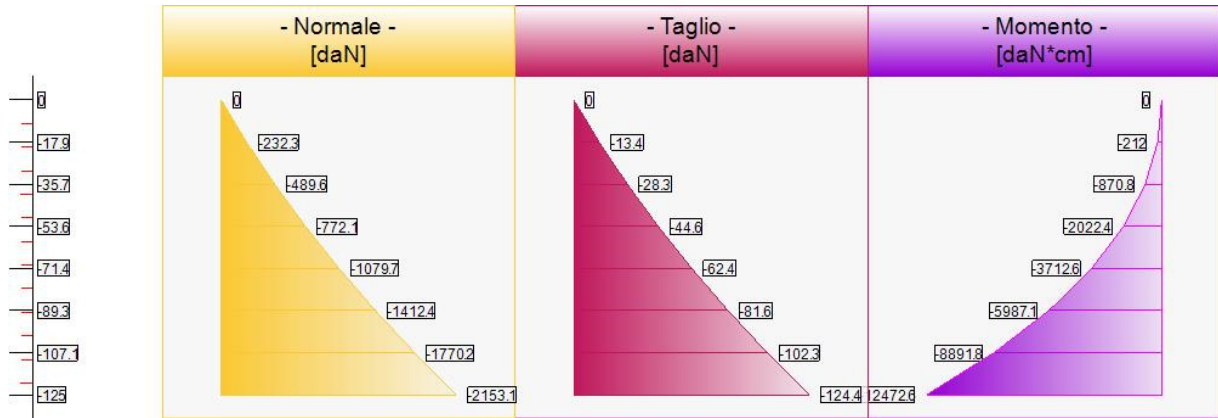
Elevazione, presso-flessione								
quota [cm]	Normale [daN]	Taglio [daN]	Momento [daN*cm]	•	Tens. Min*Max (σ) [daN/cm2]	Tens.Res.(fd) [daN/cm2]	FS >1/<1	-
-17.9	-232.3	-13.4	-212	•	0.04 • 0.05	7.5	> 100	Verificato
-35.7	-489.6	-28.3	-870.8	•	0.07 • 0.09	7.5	> 100	Verificato
-53.6	-772.1	-44.6	-2022.4	•	0.09 • 0.14	7.5	52.85	Verificato
-71.4	-1079.7	-62.4	-3712.6	•	0.11 • 0.19	7.5	39.44	Verificato
-89.3	-1412.4	-81.6	-5987.1	•	0.12 • 0.24	7.5	31.52	Verificato
-107.1	-1770.2	-102.3	-8891.8	•	0.13 • 0.29	7.5	26.3	Verificato
-125	-2153.1	-124.4	-12472.6	•	0.15 • 0.33	7.5	22.62	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 ovunque interamente compressa.

Elevazione, taglio							
quota [cm]	Normale [daN]	Taglio [daN]	Momento [daN*cm]	•	Tag.Res. [daN]	FS >1/<1	-
-17.9	-232.3	-13.4	-212	•	3389.3	> 100	Verificato
-35.7	-489.6	-28.3	-870.8	•	3783.6	> 100	Verificato
-53.6	-772.1	-44.6	-2022.4	•	4183	93.76	Verificato

-71.4	-1079.7	-62.4	-3712.6	•	4587.4	73.53	Verificato
-89.3	-1412.4	-81.6	-5987.1	•	4996.8	61.23	Verificato
-107.1	-1770.2	-102.3	-8891.8	•	5411.2	52.91	Verificato
-125	-2153.1	-124.4	-12472.6	•	4930.6	39.63	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 )

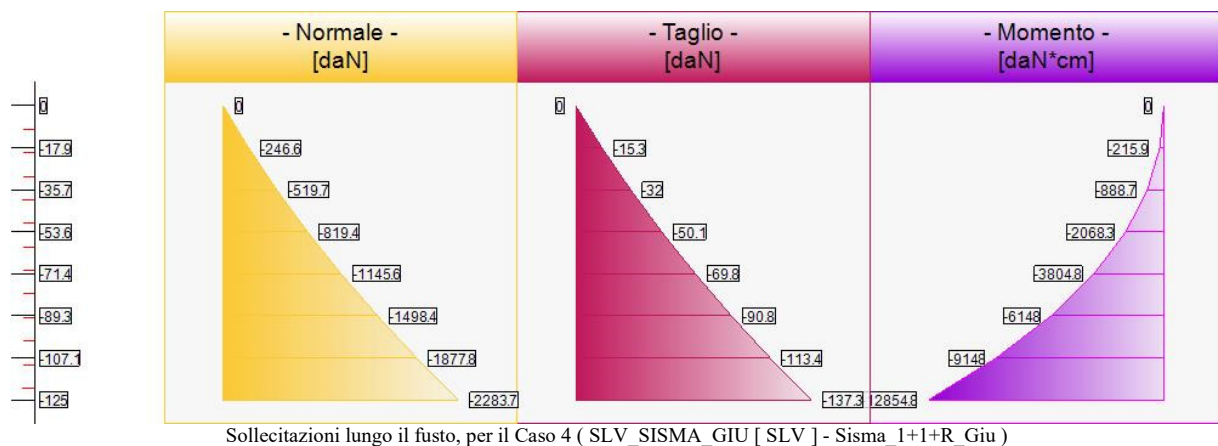
Elevazione, presso-flessione									
quota [cm]	Normale [daN]	Taglio [daN]	Momento [daN*cm]	•	Tens. Min*Max (σ) [daN/cm <sup>2</sup> ]	Tens.Res.(fd) [daN/cm <sup>2</sup> ]	FS >1/<1	-	-
-17.9	-246.6	-15.3	-215.9	•	0.04 • 0.05	7.5	> 100	Verificato	-
-35.7	-519.7	-32	-888.7	•	0.07 • 0.1	7.5	> 100	Verificato	-
-53.6	-819.4	-50.1	-2068.3	•	0.09 • 0.15	7.5	50.15	Verificato	-
-71.4	-1145.6	-69.8	-3804.8	•	0.11 • 0.2	7.5	37.45	Verificato	-
-89.3	-1498.4	-90.8	-6148	•	0.13 • 0.25	7.5	29.95	Verificato	-
-107.1	-1877.8	-113.4	-9148	•	0.15 • 0.3	7.5	25	Verificato	-
-125	-2283.7	-137.3	-12854.8	•	0.16 • 0.35	7.5	21.49	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 ovunque interamente compressa.

Elevazione, taglio									
quota [cm]	Normale [daN]	Taglio [daN]	Momento [daN*cm]	•	Tag.Res. [daN]	FS >1/<1	-	-	-
-17.9	-246.6	-15.3	-215.9	•	3392.2	> 100	Verificato	-	-
-35.7	-519.7	-32	-888.7	•	3789.6	> 100	Verificato	-	-
-53.6	-819.4	-50.1	-2068.3	•	4192.4	83.6	Verificato	-	-
-71.4	-1145.6	-69.8	-3804.8	•	4600.5	65.94	Verificato	-	-
-89.3	-1498.4	-90.8	-6148	•	5014	55.2	Verificato	-	-
-107.1	-1877.8	-113.4	-9148	•	5432.7	47.93	Verificato	-	-
-125	-2283.7	-137.3	-12854.8	•	4956.7	36.1	Verificato	-	-

Sforzo Normale, Taglio e Momento lungo il paramento verticale, 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.