



COMUNE DI LAURO
(PROVINCIA DI AVELLINO)

LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCIARIELLO / CANALONE

CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

PROGETTO ESECUTIVO

IL RESPONSABILE DELL'AREA TECNICA
Arch. Diego Maria Troncone

IL PROGETTISTA
Ing. Alfredo Botta



0	Giugno 2021	EMISSIONE PER APPROVAZIONE			
Revisione	Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
TITOLO :			ELABORATO :		
RELAZIONE GEOTECNICA E DELLE STRUTTURE			RE.ST.01		
			Revisione:	0	Scala: -



COMUNE DI LAURO

(PROVINCIA DI AVELLINO)

Piazza Municipio n°1, 83023 - Lauro (AV) Tel.:
+39 081/824.02.65 - Fax: +39 081/824.02.96
E-mail: utc@comune.lauro.av.it - P.E.C.: utc.lauro@asmepec.it
Sito web: <http://www.comune.lauro.av.it>
Cod. Fisc.: 80012300648 - P.IVA: 00550240642

C.A.P. 83023

LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCIARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

INDICE

1. PREMESSA	2
1.1. ASPETTI GENERALI	2
1.2. ASPETTI GEOTECNICI	3
1.3. ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO	3
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	5
3. DESCRIZIONE DELLO STATO DEI LUOGHI	6
4. DESCRIZIONE INTERVENTI.....	6
4.1. INTERVENTI PREVISTI TRATTO 1 - VASCA DI LAMINAZIONE	6
4.2. INTERVENTI PREVISTI TRATTO 2 - BRIGLIA DI TRATTENUTA	7
4.3. INTERVENTI PREVISTI TRATTO 3 - TRATTO TOMBATO.....	8
5. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	10
6. RELAZIONE DI CALCOLO.....	11
6.1. CALCOLO BRIGLIA IN GABBIONI METALLICI	11
6.1.1. CALCOLO DELLA SPINTA SUL MURO	12
6.1.2. GEOMETRIA MURO E FONDAZIONE.....	17
6.2. CALCOLO VASCA IN GABBIONI METALLICI	30
6.2.1. SEZIONE TIPO 1	30
6.2.2. SEZIONE TIPO 2	42
6.3. CALCOLO MANUFATTO TOMBATO	53
6.3.1. CALCOLO PARATIA DI PALI.....	53
6.3.2. CALCOLO MANUFATTO SCATOLARE	67
7. DICHIARAZIONI SECONDO N.T.C. 2018 (PUNTO 10.2)	82



LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCIARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

1. PREMESSA

La presente relazione riferisce in merito alle analisi di carattere geotecnico e strutturale relative agli interventi previsti nell'ambito della **MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCIARIELLO/CANALONE** a seguito di affidamento dell'incarico di progettazione definitiva ed esecutiva da parte del Comune di Lauro (AV).

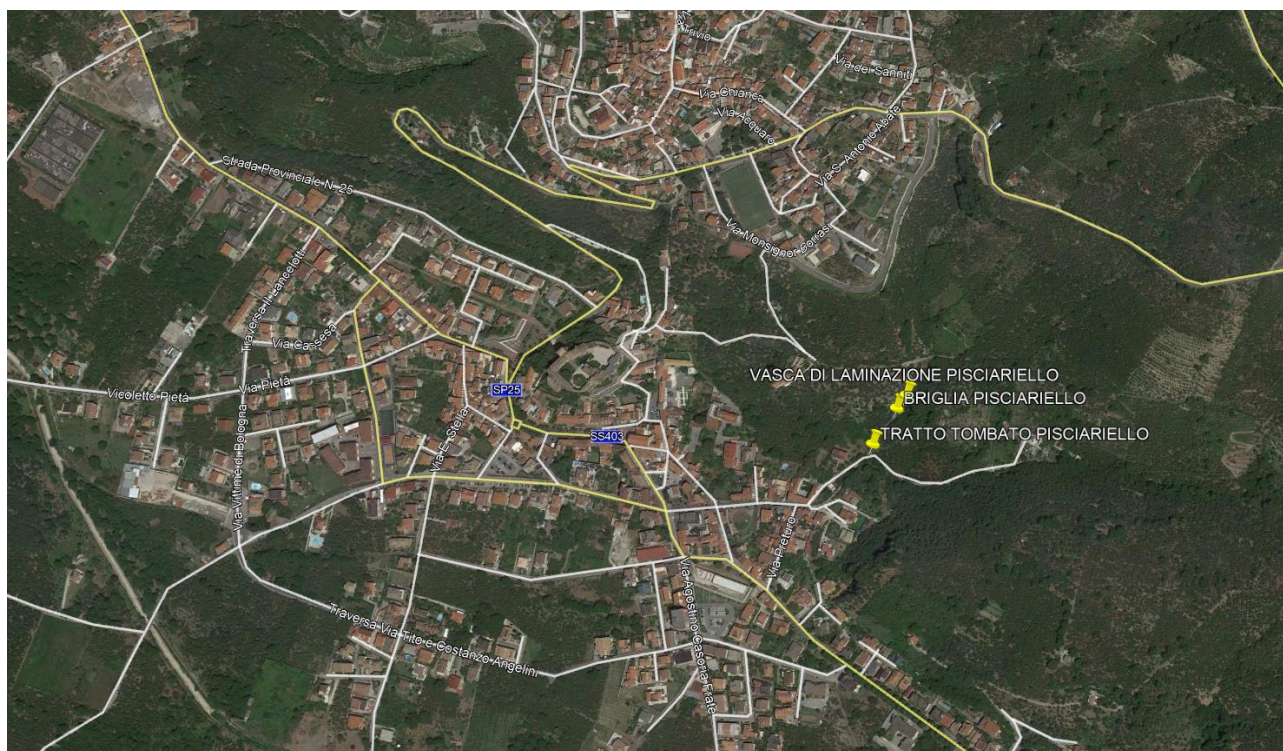


Figura 1 – Foto satellitare area di intervento

1.1. ASPETTI GENERALI

L'opera in oggetto è ubicata in località PisciarIELLO – Lauro (AV), zona che nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale della Campania n. 5447 del 7.11.2002, che ha approvato l'aggiornamento della classificazione sismica del territorio regionale, è stata classificata come zona con pericolosità sismica media dove possono verificarsi forti terremoti. (**Zona Sismica 2**).

I criteri per l'aggiornamento della mappa di pericolosità sismica sono stati definiti nell'Ordinanza del PCM n. 3519/2006, che ha suddiviso l'intero territorio nazionale in quattro zone sismiche sulla base del valore dell'accelerazione orizzontale massima su suolo rigido o



LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCIARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

pianeggiante ag, che ha una probabilità del 10% di essere superata in 50 anni. Nel caso della **Zona Sismica 2, $0.15 < a_g < 0.25 g$** .

La progettazione strutturale è stata redatta ottemperando alle disposizioni individuate dal D.M. 17/01/2018 in accordo con le mappe di pericolosità sismica INGV.

L'azione sismica adottata per la progettazione delle strutture è stata definita in funzione della accelerazione orizzontale massima convenzionale del terreno fondale (a livello del bedrock) **a_g** che caratterizza il sito in oggetto. I valori di **a_g** adottati sono stati definiti in funzione della destinazione d'uso, ed in relazione alla specifica probabilità di superamento/occorrenza in un dato periodo di osservazione, o a specifici periodi di ritorno.

Attesa la destinazione d'uso e la rilevanza dell'opera, in conformità al punto 2.4.1 delle NTC 2018 si è adottata una vita nominale delle strutture **$V_n \geq 50$ anni**. Inoltre, in conformità al punto 2.4.2, l'opera in esame è classificata quale appartenente alla **Classe II**, cui corrisponde un coefficiente **C_u pari a 1,0** [c.f.r. Tab 2.4.II]; pertanto, per tutte le opere è stata assunta una Vita di Riferimento **$V_r = 50 \times 1.0 = 50$ anni** (periodo di riferimento).

In ottemperanza al punto 7.3.6 delle NTC, le verifiche di resistenza e di rigidezza degli elementi strutturali sono state eseguite nei confronti degli stati limite indicati in nella Tab. 7.3.III di seguito riportata:

1.2. ASPETTI GEOTECNICI

La caratterizzazione geotecnica e sismica del sottosuolo adottate nelle analisi si è fatto riferimento alla campagna di indagini condotta in sito dal dott. Geol. Carmine Domenico Manganiello, i cui esiti sono raccolti all'interno della relazione geologica allegata; tale studio ha portato all'attribuzione di una categoria di profilo stratigrafico di tipo **"B"**.

1.3. ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO

Il calcolo e la verifica degli elementi strutturali sono stati condotti attraverso modellazioni agli elementi finiti utilizzando i software di calcolo di seguito indicati:

- Titolo PAC - Analisi e Calcolo Paratie; MAX – Analisi Muri di sostegno; SCAT - Scatolari
- Versione 14.0
- Produttore Aztec Informatica srl, Casali del Manco - Loc. Casole Bruzio (CS)
- Utente VITRUVIUS ENGINEERING S.A.S.



COMUNE DI LAURO

(PROVINCIA DI AVELLINO)

Piazza Municipio n°1, 83023 - Lauro (AV) Tel.:

+39 081/824.02.65 - Fax: +39 081/824.02.96

E-mail: utc@comune.lauro.av.it - P.E.C.: utc.lauro@asmepec.it

Sito web: <http://www.comune.lauro.av.it>

Cod. Fisc.: 80012300648 - P.IVA: 00550240642

C.A.P. 83023

**LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCIARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F**

- Licenza AIU3367A3



LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCIARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La Normativa di riferimento adottata è la seguente:

- **D.M. 17.01.2018** “Approvazione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni.”
- **Circolare del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 21 gennaio 2019, n. 7**
- **OPCM n°3274 del 20-03-2003** – “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica” e successive modifiche e integrazioni (Parte relativa alle zone sismiche).
- **Legge nr. 1086 del 05/11/1971** - Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- **Legge nr. 64 del 02/02/1974** - Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- **Eurocodice 1** – Azioni sulle strutture
- **Eurocodice 2** - Progettazione delle strutture di calcestruzzo
- **Eurocodice 3** - Progettazione delle strutture di acciaio
- **Eurocodice 7** - Progettazione geotecnica
- **Eurocodice 8** - Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture

Per le caratteristiche dei materiali si fa inoltre riferimento alle seguenti Norme:

- **UNI EN 206:2016** – Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità.
- **UNI-EN 197/1** - Cemento, Composizione, Specificazioni e criteri di conformità.
- **UNI 8520** - Aggregati per confezione di calcestruzzi - Definizione, classificazione e caratteristiche.



LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

3. DESCRIZIONE DELLO STATO DEI LUOGHI

Il territorio del Comune di Lauro copre un'area di circa 12 km², occupando gran parte della omonima vallata (Vallo di Lauro) che si sviluppa con andamento NW - SE. Il territorio comunale comprende la base della dorsale di M.te di Pietra Maula a nord della valle, dove si trova l'abitato di Lauro, e le pendici del versante settentrionale della dorsale M.te S. Angelo-Serre, alla cui base si rinvengono le frazioni di Pignano e Migliano.

Il Comprensorio comunale di Lauro (AV) è compreso nel Foglio 185 IV NO (NOLA) della Carta Topografica d'Italia redatta dall' I.G.M. Il comprensorio di Lauro è ubicato ai margini della piana campana e quindi parte integrante della valle alluvionale dei Regi Lagni.

Il Vallone Piscariello, oggetto del presente progetto definitivo, ha origine lungo il versante della Pietra Maula caratterizzato da una pendenza media di 35°-37° e termina, prima dell'immissione nella rete fognaria comunale delle acque bianche, in località Preturo.

Le quote altimetriche del bacino idrografico afferente all'asta fluviale del Vallone Piscariello variano da circa 150 m s.l.m. a circa 800 metri s.l.m. L'area del versante in oggetto risulta caratterizzata da una pendenza Sud Est – Nord Ovest.

4. DESCRIZIONE INTERVENTI

Di seguito si riportano, per ciascuno dei tratti in cui è stata suddivisa l'asta fluviale, gli interventi previsti finalizzati alla mitigazione del rischio idrogeologico del vallone in esame.

Gli interventi hanno riguardato da un lato la laminazione della portata in arrivo subito a monte dell'attraversamento della Strada Comunale S.Sebastiano, la realizzazione di una briglia di trattenuta in corrispondenza del brusco cambio della pendenza longitudinale dell'asta che comporta una sedimentazione della frazione solida trasportata dalla corrente ed interventi di stabilizzazione e regolarizzazione sia della sezione di alveo che delle sponde in modo da ridurre il trasporto solido per il tronco oggetto di intervento.

4.1. INTERVENTI PREVISTI TRATTO 1 - VASCA DI LAMINAZIONE

Lungo il tratto 1 tra le progr. 33,81 e 72,06, a monte dell'attraversamento della Strada Comunale S.Sebastiano, al fine di ridurre il valore di picco della portata nell'asta fluviale, è prevista la realizzazione di una vasca di laminazione in derivazione ("off-stream") caratterizzata da un volume di invaso V=1.370 mc circa (Cfr. TAV.A.03.3-03.4).



*LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F*

La suddetta vasca è realizzata in affiancamento all'alveo e da idonea opera di controllo posta trasversalmente all'alveo, che determina una scala di deflusso nota e da manufatto di derivazione realizzato in fregio alla vasca costituito da stramazzo a soglia larga a quota 260,50 m s.l.m.

La vasca ha quota fondo 258,00 m s.l.m. e sponde realizzate con gabbioni fino a quota 261,00 m s.l.m.; la derivazione in vasca avviene mediante stramazzo laterale a soglia larga a quota 260,50 caratterizzato da una lunghezza di 8,00 m circa così come lo sfioro di superficie ubicato a valle che restituisce, in caso di eventi di piena superiori a quello di progetto, le portate derivate in alveo.

Per la realizzazione della vasca si prevedono le seguenti attività:

- Scavo di sbancamento fino ad 1,00 m al di sotto della quota fondo vasca per complessivi 1.946 mc circa in terreni sciolti e 716,5 mc in roccia (come riportato nella tabella nel seguito riportata);
- Realizzazione delle sponde e del fondo della vasca a mezzo di gabbioni in rete metallica a doppia torsione maglia 8 x 10 riempiti con ciottoli o pietrami di cava di idonea pezzatura disposti su n.4 ordini successivi: fondo dalla quota 257,50 alla quota 258,00 con materassi dello spessore di 0,50 m; pareti laterali primo ordine n.3 gabbioni di altezza 1 m, secondo ordine n.2 gabbioni di altezza 1 m, terzo ordine n.1 gabbione di altezza 1 m, quarto ordine n.1 gabbione di altezza 0,50m come da elaborato TAV.A.03.3;
- Posa di georete grimpante in polipropilene per la stabilizzazione a protezione antiersiva della scarpata (superficie di 120 mq circa) di raccordo tra le sponde della vasca ed il terreno esistente e di raccordo tra il ciglio del canale ed il terreno esistente (ulteriori 50 mq);
- Realizzazione di recinzione perimetrale all'area di pertinenza della vasca per uno sviluppo L=125 m circa.

4.2. INTERVENTI PREVISTI TRATTO 2 - BRIGLIA DI TRATTENUTA

Tra i picchetti V37 e V39 è prevista la realizzazione di una nuova briglia di trattenuta (Cfr. TAV.A.03.5) finalizzata ad evitare che il trasporto solido proveniente da monte metta in crisi il deflusso a valle riducendo le sezioni idriche.



*LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCIARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F*

Nel caso in esame la briglia rappresenta uno sbarramento diretto a definire un invaso e si dovrà prevedere il periodico svuotamento dei volumi di monte onde impedire che l'opera perda efficacia per esaurimento della capacità di ritenzione.

La briglia di progetto è caratterizzata da una sezione trasversale di 12 m in modo da evitare la riduzione della sezione idrica e la formazione di vortici laterali e le spalle saranno ammorsate nelle formazioni delle sponde in modo che non vengano sormontate dalle piene. Si prevede la realizzazione di una savanella in posizione centrale per fissarne la posizione concentrando in corrispondenza di essa il passaggio delle portate caratterizzata da sezione trapezia con larghezza alla base di 2 m e sponde a 45° H=1m.

Alla briglia segue un bacino di dissipazione caratterizzato da una lunghezza di 14 m dimensionato per contenere e dissipare l'energia della corrente idrica ed una contro briglia con quota testa di 220 m s.l.m..

Per la realizzazione della briglia sono previsti i seguenti interventi:

- Decespugliamento e taglio della vegetazione lungo la fascia fluviale;
- Rimozione dei sedimenti presenti all'interno dell'area di realizzazione della briglia con raccolta e smaltimento dei rifiuti ivi presenti;
- Scavo di sbancamento per la posa della briglia di progetto ;
- Posa dei gabbioni costituenti la briglia su n.5 ordini: il primo caratterizzato da una larghezza di 6 m e altezza di 1m con profondità di 4,50 m; il secondo di medesima altezza e larghezza ma con profondità di 4 m; il terzo da una larghezza complessiva di 8 m ed altezza 1 m con profondità di 3 m ;il quarto di larghezza complessiva 10 m e altezza 1m con profondità di 2 m; l'ultimo, dove è prevista la realizzazione della savanella, di larghezza complessiva 12 m e altezza 1m con profondità di 2 m;
- Posa di gabbioni per la realizzazione di bacino di dissipazione e contro briglia lungo la successiva fascia di 16 m dell'asta fluviale.

4.3. INTERVENTI PREVISTI TRATTO 3 - TRATTO TOMBATO

Tra i Picch. V46 – V48 è prevista la realizzazione di tratto tombato in luogo dell'attuale alveo strada (Cfr.TAV A.03.6-7); lungo tale tratto, in corrispondenza del picchetto V47, è presente l'immissione dell'affluente in sx idraulica proveniente dalla vasca di laminazione in linea esistente.



COMUNE DI LAURO

(PROVINCIA DI AVELLINO)

Piazza Municipio n°1, 83023 - Lauro (AV) Tel.:

+39 081/824.02.65 - Fax: +39 081/824.02.96

E-mail: utc@comune.lauro.av.it - P.E.C.: utc.lauro@asmepec.it

Sito web: <http://www.comune.lauro.av.it>

Cod. Fisc.: 80012300648 - P.IVA: 00550240642

C.A.P. 83023

*LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCIARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F*

La soluzione progettuale consentirà di eliminare la criticità legata alla presenza di un tronco di alveo strada lungo la viabilità di accesso ai fondi adiacenti le aste fluviali.

Per la realizzazione del tratto tombato, caratterizzato da una lunghezza di circa 52 m sono previsti i seguenti interventi:

- Demolizione della strada esistente caratterizzata da una larghezza di 4,00 m;
- Realizzazione di due paratie di pali trivellati Ø300 della lunghezza di 5.0 m disposti ad interasse di 70 cm;
- Scavo tra la paratia propedeutico alla successiva realizzazione dello scatolare di progetto in c.a. gettato in opera caratterizzato da sezione interna di 3,00 m x 2,00 m,;
- Rifacimento del pacchetto stradale.



LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCIARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

5. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Di seguito si riassumono le caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali adottati.

Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione specialistica sui materiali allegata alla presente.

Classe di esposizione	A/C (max)	Classe di Resistenza CX/Y	Contenuto (min) di cemento (kg/mc)	D _{max}	Slump	Copriferro Minimo (mm)
XC2	0.60	25/30	300	32	S4	50
XC4	0.50	32/40	340	32	S4	40

Acciaio in barre per cemento armato: B450 C

Per materiali diversi e non contenuti nella presente relazione l'utilizzo è subordinato all'accettazione della Direzione Lavori.



LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCIARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

6. RELAZIONE DI CALCOLO

Nel presente capitolo si sviluppano il calcolo e la verifica delle strutture inserite nell'ambito degli interventi descritti in precedenza. Nel dettaglio si propongono le analisi in riferimento a:

- Briglia in gabbioni metallici
- Vasca laminazione
 - Sezione tipo 1
 - Sezione tipo 2 (Terrapieno)
- Tratto tombato
 - Paratia di pali Ø300/700 – $L_p = 5.0$ m
 - Manufatto scatolare in c.a.

Tutte le analisi sono state condotte, a vantaggio di sicurezza, nei confronti di schemi piani individuati in corrispondenza delle sezioni dei manufatti soggetti alle massime sollecitazioni, e prolungando i risultati ottenuti alle restanti sezioni tipologiche.

6.1. CALCOLO BRIGLIA IN GABBIONI METALLICI

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità globale

Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione e verifica in diverse sezioni al ribaltamento, allo scorrimento ed allo schiacciamento.



LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

6.1.1. CALCOLO DELLA SPINTA SUL MURO

Valori caratteristici e valori di calcolo

Effettuando il calcolo tramite gli Eurocodici è necessario fare la distinzione fra i parametri caratteristici ed i valori di calcolo (o di progetto) sia delle azioni che delle resistenze.

I valori di calcolo si ottengono dai valori caratteristici mediante l'applicazione di opportuni coefficienti di sicurezza parziali γ . In particolare si distinguono combinazioni di carico di tipo **A1-M1** nelle quali vengono incrementati i carichi e lasciati inalterati i parametri di resistenza del terreno e combinazioni di carico di tipo **A2-M2** nelle quali vengono ridotti i parametri di resistenza del terreno e incrementati i soli carichi variabili.

Metodo di Culmann

Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb. La differenza sostanziale è che mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il coefficiente di spinta) il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente. Il metodo di Culmann, nato come metodo essenzialmente grafico, si è evoluto per essere trattato mediante analisi numerica (noto in questa forma come metodo del cuneo di tentativo). Come il metodo di Coulomb anche questo metodo considera una superficie di rottura rettilinea.

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

- si impone una superficie di rottura (angolo di inclinazione ρ rispetto all'orizzontale) e si considera il cuneo di spinta delimitato dalla superficie di rottura stessa, dalla parete su cui si calcola la spinta e dal profilo del terreno;
- si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio (W), carichi sul terrapieno, resistenza per attrito e per coesione lungo la superficie di rottura (R e C) e resistenza per coesione lungo la parete (A);
- dalle equazioni di equilibrio si ricava il valore della spinta S sulla parete.

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima.

La convergenza non si raggiunge se il terrapieno risulta inclinato di un angolo maggiore dell'angolo d'attrito del terreno.

Nei casi in cui è applicabile il metodo di Coulomb (profilo a monte rettilineo e carico uniformemente distribuito) i risultati ottenuti col metodo di Culmann coincidono con quelli del metodo di Coulomb.

Le pressioni sulla parete di spinta si ricavano derivando l'espressione della spinta S rispetto all'ordinata z . Noto il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta.

Spinta in presenza di sisma

Per tener conto dell'incremento di spinta dovuta al sisma si fa riferimento al metodo di Mononobe-Okabe (cui fa riferimento la Normativa Italiana).

La Normativa Italiana suggerisce di tener conto di un incremento di spinta dovuto al sisma nel modo seguente.

Detta ε l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e β l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta S' considerando un'inclinazione del terrapieno e della parete pari a

$$\varepsilon' = \varepsilon + \theta$$

$$\beta' = \beta + \theta$$

dove $\theta = \arctg(k_h / (1 \pm k_v))$ essendo k_h il coefficiente sismico orizzontale e k_v il coefficiente sismico verticale, definito in funzione di k_h .

In presenza di falda a monte, θ assume le seguenti espressioni:

Terreno a bassa permeabilità

$$\theta = \arctg[(\gamma_{sat} / (\gamma_{sat} - \gamma_w)) * (k_h / (1 \pm k_v))]$$

Terreno a permeabilità elevata

$$\theta = \arctg[(\gamma / (\gamma_{sat} - \gamma_w)) * (k_h / (1 \pm k_v))]$$



**LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F**

Detta S la spinta calcolata in condizioni statiche l'incremento di spinta da applicare è espresso da

$$\Delta S = AS' - S$$

dove il coefficiente A vale

$$A = \frac{\cos^2(\beta + \theta)}{\cos^2\beta \cos\theta}$$

In presenza di falda a monte, nel coefficiente A si tiene conto dell'influenza dei pesi di volume nel calcolo di θ .

Adottando il metodo di Mononobe-Okabe per il calcolo della spinta, il coefficiente A viene posto pari a 1.

Tale incremento di spinta è applicato a metà altezza della parete di spinta nel caso di forma rettangolare del diagramma di incremento sismico, allo stesso punto di applicazione della spinta statica nel caso in cui la forma del diagramma di incremento sismico è uguale a quella del diagramma statico.

Oltre a questo incremento bisogna tener conto delle forze d'inerzia orizzontali e verticali che si destano per effetto del sisma. Tali forze vengono valutate come

$$F_{iH} = k_H W \quad F_{iV} = \pm k_V W$$

dove W è il peso del muro, del terreno sovrastante la mensola di monte ed i relativi sovraccarichi e va applicata nel baricentro dei pesi.

Il metodo di Culmann tiene conto automaticamente dell'incremento di spinta. Basta inserire nell'equazione risolutiva la forza d'inerzia del cuneo di spinta. La superficie di rottura nel caso di sisma risulta meno inclinata della corrispondente superficie in assenza di sisma.

Verifica a ribaltamento

La verifica a ribaltamento consiste nel determinare il momento risultante di tutte le forze che tendono a fare ribaltare il muro (momento ribaltante M_r) ed il momento risultante di tutte le forze che tendono a stabilizzare il muro (momento stabilizzante M_s) rispetto allo spigolo a valle della fondazione e verificare che il rapporto M_s/M_r sia maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza η_r .

Eseguendo il calcolo mediante gli eurocodici si può impostare $\eta_r \geq 1.0$.

Deve quindi essere verificata la seguente disequaglianza

$$\frac{M_s}{M_r} \geq \eta_r$$

Il momento ribaltante M_r è dato dalla componente orizzontale della spinta S , dalle forze di inerzia del muro e del terreno gravante sulla fondazione di monte (caso di presenza di sisma) per i rispettivi bracci. Nel momento stabilizzante interviene il peso del muro (applicato nel baricentro) ed il peso del terreno gravante sulla fondazione di monte. Per quanto riguarda invece la componente verticale della spinta essa sarà stabilizzante se l'angolo d'attrito terra-muro δ è positivo, ribaltante se δ è negativo. δ è positivo quando è il terrapieno che scorre rispetto al muro, negativo quando è il muro che tende a scorrere rispetto al terrapieno (questo può essere il caso di una spalla da ponte gravata da carichi notevoli). Se sono presenti dei tiranti essi contribuiscono al momento stabilizzante.

Questa verifica ha significato solo per fondazione superficiale e non per fondazione su pali.

Verifica a scorrimento

Per la verifica a scorrimento del muro lungo il piano di fondazione deve risultare che la somma di tutte le forze parallele al piano di posa che tendono a fare scorrere il muro deve essere minore di tutte le forze, parallele al piano di scorrimento, che si oppongono allo scivolamento, secondo un certo coefficiente di sicurezza. La verifica a scorrimento risulta soddisfatta se il rapporto fra la risultante delle forze resistenti allo scivolamento F_r e la risultante delle forze che tendono a fare scorrere il muro F_s risulta maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza η_s .

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_s \geq 1.0$

$$\frac{F_r}{F_s} \geq \eta_s$$



**LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F**

Le forze che intervengono nella F_s sono: la componente della spinta parallela al piano di fondazione e la componente delle forze d'inerzia parallela al piano di fondazione.

La forza resistente è data dalla resistenza d'attrito e dalla resistenza per adesione lungo la base della fondazione. Detta N la componente normale al piano di fondazione del carico totale gravante in fondazione e indicando con δ_r l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con c_a l'adesione terreno-fondazione e con B_r la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

$$F_r = N \operatorname{tg} \delta_r + c_a B_r$$

La Normativa consente di computare, nelle forze resistenti, una aliquota dell'eventuale spinta dovuta al terreno posto a valle del muro. In tal caso, però, il coefficiente di sicurezza deve essere aumentato opportunamente. L'aliquota di spinta passiva che si può considerare ai fini della verifica a scorrimento non può comunque superare il 50 per cento.

Per quanto riguarda l'angolo d'attrito terra-fondazione, δ_r , diversi autori suggeriscono di assumere un valore di δ_r pari all'angolo d'attrito del terreno di fondazione.

Verifica al carico limite

Il rapporto fra il carico limite in fondazione e la componente normale della risultante dei carichi trasmessi dal muro sul terreno di fondazione deve essere superiore a η_q . Cioè, detto Q_u , il carico limite ed R la risultante verticale dei carichi in fondazione, deve essere:

$$\frac{Q_u}{R} \geq \eta_q$$

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_q \geq 1.0$

Si adotta per il calcolo del carico limite in fondazione il metodo di MEYERHOF.

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

$$Q_u = c N_c d_{c,i_c} + q N_q d_{q,i_q} + 0.5 \gamma B N_\gamma d_{\gamma,i_\gamma}$$

In questa espressione

- c coesione del terreno in fondazione;
- ϕ angolo di attrito del terreno in fondazione;
- γ peso di volume del terreno in fondazione;
- B larghezza della fondazione;
- D profondità del piano di posa;
- q pressione geostatica alla quota del piano di posa.

I vari fattori che compaiono nella formula sono dati da:

$$A = e^{\pi \operatorname{tg} \phi}$$

$$N_q = A \operatorname{tg}^2(45^\circ + \phi/2)$$

$$N_c = (N_q - 1) \operatorname{ctg} \phi$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \operatorname{tg} (1.4\phi)$$

Indichiamo con K_p il coefficiente di spinta passiva espresso da:

$$K_p = \operatorname{tg}^2(45^\circ + \phi/2)$$

I fattori d e i che compaiono nella formula sono rispettivamente i fattori di profondità ed i fattori di inclinazione del carico espressi dalle seguenti relazioni:

Fattori di profondità



**LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCIARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F**

$$d_q = 1 + 0.2 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$$

$$d_q = d_\gamma = 1 \quad \text{per } \phi = 0$$

$$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1 \frac{D}{B} \sqrt{K_p} \quad \text{per } \phi > 0$$

Fattori di inclinazione

Indicando con θ l'angolo che la risultante dei carichi forma con la verticale (espresso in gradi) e con ϕ l'angolo d'attrito del terreno di posa abbiamo:

$$i_c = i_q = (1 - \frac{\theta}{90})^2$$

$$i_\gamma = (1 - \frac{\theta}{\phi})^2 \quad \text{per } \phi > 0$$

$$i_\gamma = 0 \quad \text{per } \phi = 0$$

Verifica alla stabilità globale

La verifica alla stabilità globale del complesso muro+terreno deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a η_g

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_g \geq 1.0$

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento viene supposta circolare e determinata in modo tale da non avere intersezione con il profilo del muro o con i pali di fondazione. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri di dimensioni 10x10 posta in prossimità della sommità del muro. Il numero di strisce è pari a 50.

Si adotta per la verifica di stabilità globale il metodo di Bishop.

Il coefficiente di sicurezza nel metodo di Bishop si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum_i \left(\frac{c_i b_i + (W_i - u_i b_i) \tan \phi_i}{m} \right)}{\sum_i W_i \sin \alpha_i}$$

dove il termine m è espresso da

$$m = \left(1 + \frac{\tan \phi_i \tan \alpha_i}{\eta} \right) \cos \alpha_i$$

In questa espressione n è il numero delle strisce considerate, b_i e α_i sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia i_{esima} rispetto all'orizzontale, W_i è il peso della striscia i_{esima} , c_i e ϕ_i sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed u_i è la pressione neutra lungo la base della striscia.

L'espressione del coefficiente di sicurezza di Bishop contiene al secondo membro il termine m che è funzione di η . Quindi essa viene risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per η da inserire nell'espressione di m ed iterare finquando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

Normativa: N.T.C. 2018

Simbologia adottata

γ_{Gsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
γ_{Gfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
γ_{Qsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili



LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

γ_{Qfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
$\gamma_{c'}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
γ_{cu}	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
γ_{qu}	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
γ_{γ}	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniassiale delle rocce

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	γ_{Qfav}	1,00	1,00	1,00	0,90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,30	1,00	1,30	1,10
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,50	1,30	1,50	1,50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1,00	1,25	1,25	1,00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25	1,25	1,00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,40	1,40	1,00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1,00	1,60	1,60	1,00
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1,00	1,00	1,00	1,00

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	γ_{Qfav}	1,00	1,00	1,00	0,90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,00	1,00	1,00	1,10
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,00	1,00	1,00	1,50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1,00	1,00	1,00	1,00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1,00	1,00	1,00	1,00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,00	1,00	1,00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1,00	1,00	1,00	1,00
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1,00	1,00	1,00	1,00

FONDAZIONE SUPERFICIALE

Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Coefficienti parziali		
	R1	R2	R3
Capacità portante della fondazione	1,00	1,00	1,40
Scorrimento	1,00	1,00	1,10
Resistenza del terreno a valle	1,00	1,00	1,40
Stabilità globale		1,10	



LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCIARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata e sistema di riferimento

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto

X ascissa del punto espressa in [m]

Y ordinata del punto espressa in [m]

A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	5,00	0,00	0,00

Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0,00 [°]

Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento 0,00 [m]

Descrizione terreni

Simbologia adottata

Nr. Indice del terreno

Descrizione Descrizione terreno

γ	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kg/cm ²]
c_a	Adesione terra-muro espressa in [kg/cm ²]

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Terreno 1	1000	1000	0.00	0.00	0,000	0,000
Terreno 2	1600	1600	25.00	16.67	0,000	0,000

Stratigrafia

Simbologia adottata

N Indice dello strato

H Spessore dello strato espresso in [m]

a Inclinazione espressa in [°]

Kw Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm²/cm

Ks Coefficiente di spinta

Terreno Terreno dello strato

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	4,00	0,00	0,00	0,00	Terreno 1
2	10,00	0,00	2,33	0,00	Terreno 2



COMUNE DI LAURO

(PROVINCIA DI AVELLINO)

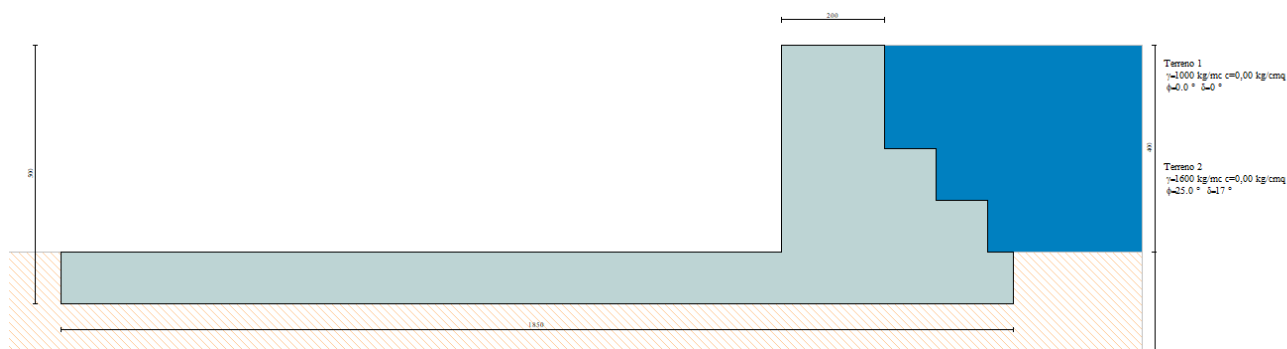
Piazza Municipio n°1, 83023 - Lauro (AV) Tel.:

+39 081/824.02.65 - Fax: +39 081/824.02.96

E-mail: utc@comune.lauro.av.it - P.E.C.: utc.lauro@asmepec.itSito web: <http://www.comune.lauro.av.it>

Cod. Fisc.: 80012300648 - P.IVA: 00550240642

LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCIARIELLO/CANALONE PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F



Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

F/S Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)

 γ Coefficiente di partecipazione della condizione Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30

Combinazione n° 2 - Caso EQU (SLU)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30

Combinazione n° 3 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 5 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00



LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCIARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

Combinazione n° 6 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 7 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 8 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 9 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 10 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 11 - Frequente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 12 - Rara (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00

Impostazioni di analisi

Calcolo della portanza metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su N_γ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1,00

Coefficiente correttivo su N_γ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1,00



LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCIARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

Impostazioni avanzate

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

C	Identificativo della combinazione
Tipo	Tipo combinazione
Sisma	Combinazione sismica
CS _{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
CS _{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
CS _{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
CS _{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

C	Tipo	Sisma	CS _{sco}	CS _{rib}	CS _{qlim}	CS _{stab}
1	A1-M1 - [1]	--	1,31	--	8,69	--
2	EQU - [1]	--	--	26,90	--	--
3	STAB - [1]	--	--	--	--	3,71
4	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	1,06	--	5,95	--
5	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	1,02	--	6,04	--
6	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	8,81	--	--
7	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	19,26	--	--
8	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	3,10
9	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	3,02
10	SLEQ - [1]	--	1,70	--	11,80	--
11	SLEF - [1]	--	1,70	--	11,80	--
12	SLER - [1]	--	1,70	--	11,80	--

Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :

Origine in testa al muro (spigolo di monte)

Ascisse X (espresse in [m]) positive verso monte

Ordinate Y (espresse in [m]) positive verso l'alto

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle

Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

Tipo di analisi

Calcolo della spinta	metodo di Culmann
Calcolo del carico limite	metodo di Meyerhof
Calcolo della stabilità globale	metodo di Bishop
Calcolo della spinta in condizioni di	Spinta attiva

Sisma

Identificazione del sito

Latitudine	40.879222
Longitudine	14.633130
Comune	Lauro
Provincia	Avellino
Regione	Campania



LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCIARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

Punti di interpolazione del reticolo

32984 - 32985 - 32763 - 32762

Tipo di opera

Tipo di costruzione

Opera ordinaria

Vita nominale

50 anni

Classe d'uso

II - Normali affollamenti e industrie non pericolose

Vita di riferimento

50 anni

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo a_g

1.78 [m/s²]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)

1.20

Coefficiente di amplificazione topografica (St)

1.00

Coefficiente riduzione (β_m)

0.38

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale

0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)

$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S) = 8.29$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

$k_v = 0.50 * k_h = 4.15$

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo a_g

0.65 [m/s²]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)

1.20

Coefficiente di amplificazione topografica (St)

1.00

Coefficiente riduzione (β_m)

0.47

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale

0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)

$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S) = 3.76$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

$k_v = 0.50 * k_h = 1.88$

Forma diagramma incremento sismico

Stessa forma diagramma statico

Partecipazione spinta passiva (percento)

0,0

Lunghezza del muro

10,00 [m]

Peso muro

47200,00 [kg]

Baricentro del muro

X=-4,42 Y=-3,69

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta

X = 2,50 Y = -5,00

Punto superiore superficie di spinta

X = 2,50 Y = 0,00

Altezza della superficie di spinta

5,00 [m]

Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)

0,00 [°]

COMBINAZIONE n° 4

Valore della spinta statica

9663,29 [kg]

Componente orizzontale della spinta statica

9652,64 [kg]

Componente verticale della spinta statica

453,66 [kg]

Punto d'applicazione della spinta

X = 2,50 [m] Y = -2,99 [m]

Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie

2,69 [°]

Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche

45,00 [°]

Incremento sismico della spinta

1926,01 [kg]

Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta

X = 2,50 [m] Y = -2,99 [m]

Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche

27,88 [°]



LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	7000,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,43	[m]	Y = -1,50	[m]
Inerzia del muro	3913,25	[kg]		
Inerzia verticale del muro	1956,63	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	580,36	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	290,18	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	16070,13	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	56990,88	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	56990,88	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	16070,13	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-2,61	[m]
Lunghezza fondazione reagente	18,50	[m]
Risultante in fondazione	59213,26	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15,75	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-148744,56	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	339209,04	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	18,50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,0473	[kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,5688	[kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	N _c = 20.72	N _q = 10.66	N _γ = 6.77
Fattori forma	s _c = 1,00	s _q = 1,00	s _γ = 1,00
Fattori inclinazione	i _c = 0,68	i _q = 0,68	i _γ = 0,14
Fattori profondità	d _c = 1,02	d _q = 1,01	d _γ = 1,01
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	N' _c = 14.34	N' _q = 7.32	N' _γ = 0.93

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.06
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	5.95

Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 4

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [cm]
N	sforzo normale [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
σ _p	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cm ²]
M _s	momento stabilizzante [kgm]
M _r	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento



LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

Cr coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,40	200,00	1280	36	215	--	0,07	--	--	5,97	--
2	1,00	200,00	3200	359	943	--	0,21	--	--	3,39	--
3	1,40	200,00	4480	880	1700	--	0,36	--	--	2,64	--
4	2,00	200,00	6400	2338	3242	--	0,67	--	--	1,97	--
5	2,40	300,00	10320	5098	4594	--	0,68	--	--	2,25	--
6	3,00	300,00	13200	8560	7029	--	1,03	--	--	1,88	--
7	3,40	400,00	18760	13854	8976	--	0,99	--	--	2,09	--
8	4,00	400,00	22600	20214	12304	--	1,36	--	--	1,84	--

COMBINAZIONE n° 5

Valore della spinta statica	9663,29	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	9652,64	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	453,66	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,50	[m]	Y = -2,99	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	2,69	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	45,00	[°]		

Incremento sismico della spinta	1187,30	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2,50	[m]	Y = -2,99	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	16,75	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	7000,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,43	[m]	Y = -1,50	[m]
Inerzia del muro	3913,25	[kg]		
Inerzia verticale del muro	-1956,63	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	580,36	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-290,18	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	15332,24	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	52462,60	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	52462,60	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	15332,24	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-2,59	[m]
Lunghezza fondazione reagente	18,50	[m]
Risultante in fondazione	54657,13	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	16,29	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-136042,56	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	316782,98	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	18,50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,0451	[kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,5221	[kg/cm ²]



LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCIARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 20.72$	$N_q = 10.66$	$N_\gamma = 6.77$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,67$	$i_q = 0,67$	$i_\gamma = 0,12$
Fattori profondità	$d_c = 1,02$	$d_q = 1,01$	$d_\gamma = 1,01$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 14.13$	$N'_q = 7.21$	$N'_\gamma = 0.83$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.02
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	6.04

Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 5

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [cm]
N	sforzo normale [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
σ_p	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,40	200,00	1280	35	208	--	0,07	--	--	6,16	--
2	1,00	200,00	3200	345	902	--	0,21	--	--	3,55	--
3	1,40	200,00	4480	842	1619	--	0,35	--	--	2,77	--
4	2,00	200,00	6400	2228	3076	--	0,65	--	--	2,08	--
5	2,40	300,00	10320	4907	4355	--	0,67	--	--	2,37	--
6	3,00	300,00	13200	8188	6656	--	1,00	--	--	1,98	--
7	3,40	400,00	18760	13312	8497	--	0,97	--	--	2,21	--
8	4,00	400,00	22600	19330	11641	--	1,32	--	--	1,94	--

COMBINAZIONE n° 6

Valore della spinta statica	9663,29	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	9652,64	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	453,66	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,50	[m]	Y = -2,99	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	2,69	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	45,00	[°]		
Incremento sismico della spinta	2639,78	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2,50	[m]	Y = -2,99	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	16,75	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	7000,00	[kg]		



LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCIARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,43	[m]	Y = -1,50	[m]
Inerzia del muro	5869,88	[kg]		
Inerzia verticale del muro	-2934,94	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	870,53	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-435,27	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	19029,92	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	51407,38	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	77066,30	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	679285,40	[kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	51407,38	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	19029,92	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-2,46	[m]
Lunghezza fondazione reagente	18,50	[m]
Risultante in fondazione	54816,58	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	20,31	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-126700,81	[kgm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	8.81
--	------

Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 6

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [cm]
N	sforzo normale [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
σ_p	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cm ²]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,40	200,00	--	--	--	3,66	--	1280	47	--	27,31
2	1,00	200,00	--	--	--	13,56	--	3200	434	--	7,38
3	1,40	200,00	--	--	--	23,09	--	4480	1035	--	4,33
4	2,00	200,00	--	--	--	41,80	--	6400	2675	--	2,39
5	2,40	300,00	--	--	--	54,36	--	14280	4410	--	3,24
6	3,00	300,00	--	--	--	71,46	--	18600	8233	--	2,26
7	3,40	400,00	--	--	--	80,19	--	34220	11744	--	2,91
8	4,00	400,00	--	--	--	97,42	--	41900	18716	--	2,24

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 9

Le ascisse X sono considerate positive verso monte



COMUNE DI LAURO

(PROVINCIA DI AVELLINO)

Piazza Municipio n°1, 83023 - Lauro (AV) Tel.:
+39 081/824.02.65 - Fax: +39 081/824.02.96
E-mail: utc@comune.lauro.av.it - P.E.C.: utc.lauro@asmepec.it
Sito web: <http://www.comune.lauro.av.it>
Cod. Fisc.: 80012300648 - P.IVA: 00550240642

LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCIARIELLO/CANALONE PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kg]
 α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
 ϕ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
b larghezza della striscia espressa in [m]
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
Ctn, Ctt contributo tiranti espresso in [kg]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -4,54 Y[m]= 4,54

Raggio del cerchio R[m]= 14,91

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -16,77

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 9,67

Larghezza della striscia dx[m]= 1,06

Coefficiente di sicurezza C= 3.02

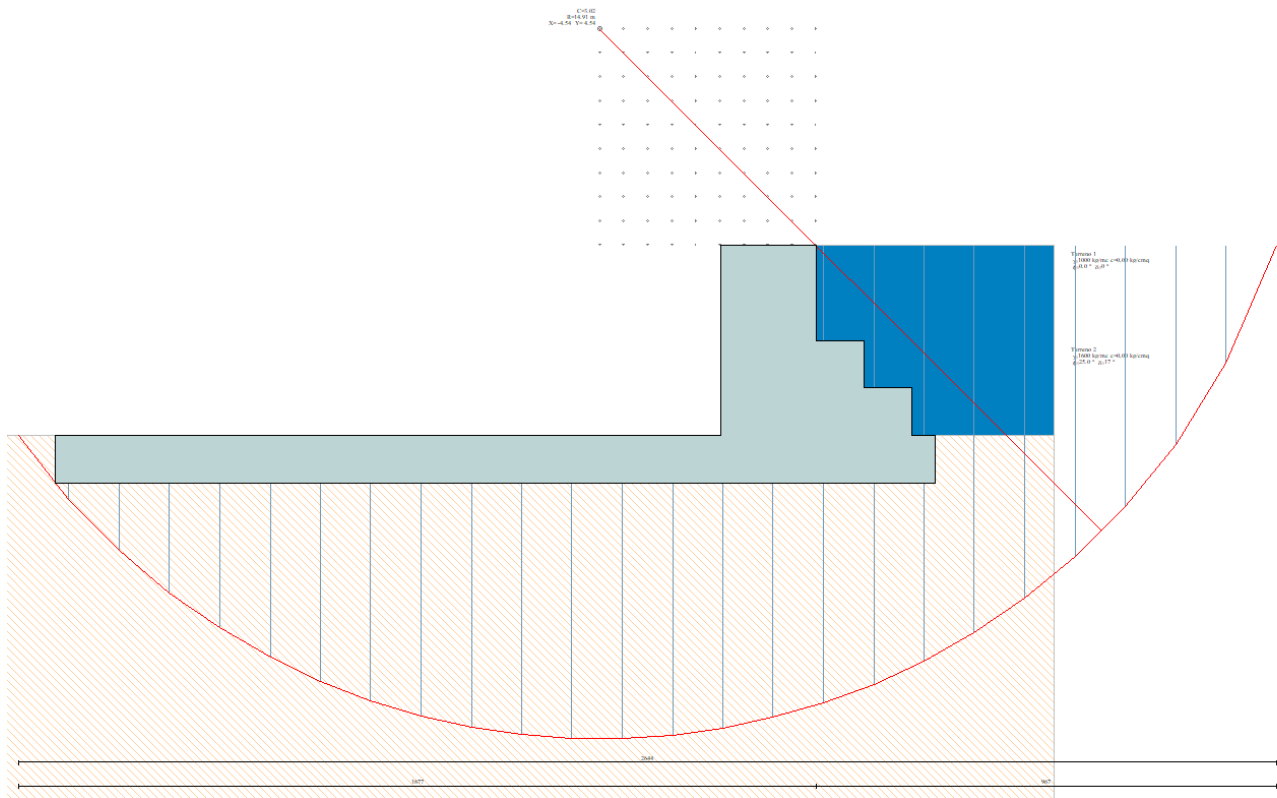
Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u	Ctn	Ctt
1	1313,03	66.93	1207,99	2,70	0.00	0,00	0,00	---	---
2	3529,17	58.06	2994,73	2,00	2.64	0,00	0,00	---	---
3	5638,47	50.98	4380,85	1,68	25.00	0,00	0,00	---	---
4	7634,33	44.88	5387,35	1,49	25.00	0,00	0,00	---	---
5	9260,41	39.38	5875,96	1,37	25.00	0,00	0,00	---	---
6	10605,51	34.29	5975,61	1,28	25.00	0,00	0,00	---	---
7	11788,65	29.50	5804,73	1,22	25.00	0,00	0,00	---	---
8	13138,89	24.92	5536,47	1,17	25.00	0,00	0,00	---	---
9	14150,55	20.51	4958,02	1,13	25.00	0,00	0,00	---	---
10	15215,34	16.22	4250,91	1,10	25.00	0,00	0,00	---	---
11	15706,28	12.03	3273,13	1,08	25.00	0,00	0,00	---	---
12	10684,55	7.90	1468,21	1,07	25.00	0,00	0,00	---	---
13	10709,15	3.81	711,47	1,06	25.00	0,00	0,00	---	---
14	10764,67	-0.26	-48,90	1,06	25.00	0,00	0,00	---	---
15	10692,82	-4.33	-807,52	1,06	25.00	0,00	0,00	---	---
16	10492,50	-8.42	-1537,15	1,07	25.00	0,00	0,00	---	---
17	10160,55	-12.56	-2209,73	1,08	25.00	0,00	0,00	---	---
18	9691,50	-16.77	-2795,70	1,10	25.00	0,00	0,00	---	---
19	9077,12	-21.07	-3262,90	1,13	25.00	0,00	0,00	---	---
20	8305,55	-25.50	-3575,28	1,17	25.00	0,00	0,00	---	---
21	7359,96	-30.10	-3690,96	1,22	25.00	0,00	0,00	---	---
22	6216,22	-34.93	-3559,03	1,29	25.00	0,00	0,00	---	---
23	4838,61	-40.06	-3114,26	1,38	25.00	0,00	0,00	---	---
24	3171,24	-45.63	-2266,77	1,51	25.00	0,00	0,00	---	---
25	1118,32	-51.82	-879,11	1,71	25.00	0,00	0,00	---	---

 $\Sigma W_i = 221263,39$ [kg]

$$\sum \tan \alpha_i \tan \phi_i = -0.01$$



H	altezza della sezione espressa in [cm]
N	sforzo normale [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
σ_p	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,40	200,00	1280	1280	14	36	104	215
2	1,00	200,00	3200	3200	217	359	650	943
3	1,40	200,00	4480	4480	594	880	1274	1700
4	2,00	200,00	6400	6400	1733	2338	2599	3242
5	2,40	300,00	10320	10920	3594	5098	3743	4594
6	3,00	300,00	13200	13800	6448	8560	5848	7029
7	3,40	400,00	18760	20260	10163	13854	7511	8976

**COMUNE DI LAURO**

(PROVINCIA DI AVELLINO)

Piazza Municipio n°1, 83023 - Lauro (AV) Tel.:
 +39 081/824.02.65 - Fax: +39 081/824.02.96
 E-mail: utc@comune.lauro.av.it - P.E.C.: utc.lauro@asmepec.it
 Sito web: <http://www.comune.lauro.av.it>
 Cod. Fisc.: 80012300648 - P.IVA: 00550240642

LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCIARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

8	4,00	400,00	22600	24100	15512	20214	10396	12304
---	------	--------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	H	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,40	200,00	3,77	0,07	1280	48	5,97	26,56
2	1,00	200,00	14,21	0,21	3200	455	3,39	7,04
3	1,40	200,00	24,36	0,36	4480	1091	2,64	4,10
4	2,00	200,00	44,39	0,67	6400	2841	1,97	2,25
5	2,40	300,00	57,13	0,68	15780	4696	2,25	3,04
6	3,00	300,00	75,70	1,03	20100	8792	1,88	2,12
7	3,40	400,00	84,53	0,99	38870	12558	2,09	2,72
8	4,00	400,00	103,28	1,36	46550	20042	1,84	2,09



LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCIARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

6.2. CALCOLO VASCA IN GABBIONI METALLICI

6.2.1. SEZIONE TIPO 1

Geometria muro e fondazione

Descrizione

Muro a gradoni in pietrame

Descrizione dei gradoni

Simbologia adottata

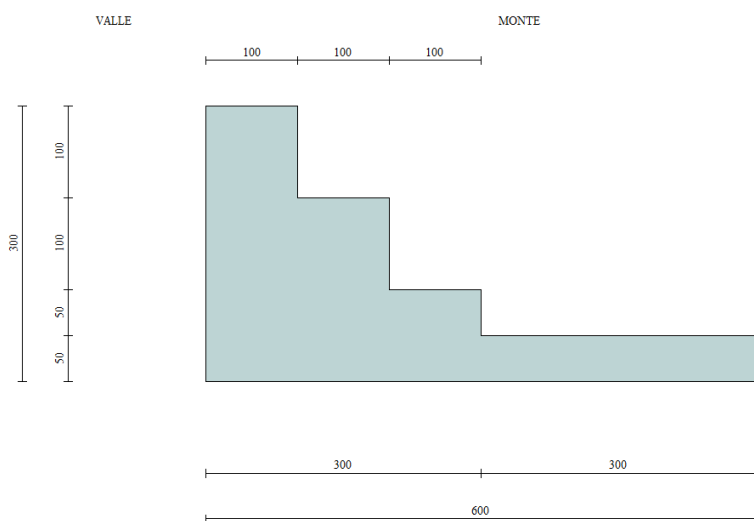
Nr.	numero d'ordine del gradone (a partire dall'alto)
Bs	base superiore del gradone espressa in [m]
Bi	base inferiore del gradone espressa in [m]
Hg	altezza del gradone espressa in [m]
α_e	inclinazione esterna del gradone espressa in [°]
α_i	inclinazione interna del gradone espressa in [°]

Nr.	Bs	Bi	Hg	α_e	α_i
1	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00
2	2,00	2,00	1,00	0,00	0,00
3	3,00	3,00	0,50	0,00	0,00

Altezza del paramento 2,50 [m]

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0,00 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	3,00 [m]
Lunghezza totale fondazione	6,00 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	0,50 [m]
Spessore magrone	0,00 [m]





LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCIARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata e sistema di riferimento

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto

X ascissa del punto espressa in [m]

Y ordinata del punto espressa in [m]

A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	5,00	0,00	0,00

Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0,00 [°]

Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento 0,00 [m]

Descrizione terreni

Simbologia adottata

Nr. Indice del terreno

Descrizione Descrizione terreno

γ	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kg/cm ²]
c_a	Adesione terra-muro espressa in [kg/cm ²]

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Terreno 1	1000	1000	0.00	0.00	0,000	0,000
Terreno 2	1600	1600	28.00	18.67	0,000	0,000

Stratigrafia

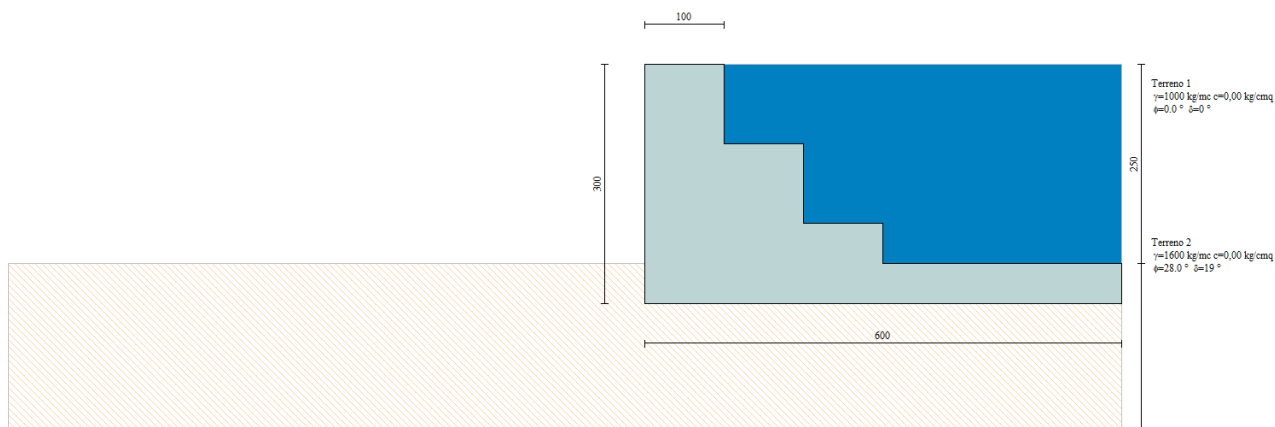
Simbologia adottata

N	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
a	Inclinazione espressa in [°]
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Terreno	Terreno dello strato

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	2,50	0,00	0,00	0,00	Terreno 1
2	10,00	0,00	2,23	0,00	Terreno 2



LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F



Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

F/S	Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)
γ	Coefficiente di partecipazione della condizione
Ψ	Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1.00	1,30

Combinazione n° 2 - Caso EQU (SLU)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1.00	1,30

Combinazione n° 3 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 5 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00



LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 6 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 7 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 8 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 9 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 10 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 11 - Frequente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 12 - Rara (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00



LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

Impostazioni di analisi

Calcolo della portanza metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su N_γ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1,00

Coefficiente correttivo su N_γ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1,00

Impostazioni avanzate

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

C	Identificativo della combinazione
Tipo	Tipo combinazione
Sisma	Combinazione sismica
CS _{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
CS _{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
CS _{OLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
CS _{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

C	Tipo	Sisma	CS _{sco}	CS _{rib}	CS _{qlim}	CS _{stab}
1	A1-M1 - [1]	--	1,65	--	6,26	--
2	EQU - [1]	--	--	11,41	--	--
3	STAB - [1]	--	--	--	--	2,89
4	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	1,27	--	4,21	--
5	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	1,22	--	4,28	--
6	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	4,62	--	--
7	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	6,47	--	--
8	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	2,54
9	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	2,47
10	SLEQ - [1]	--	2,14	--	8,00	--
11	SLEF - [1]	--	2,14	--	8,00	--
12	SLER - [1]	--	2,14	--	8,00	--

Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :

Origine in testa al muro (spigolo di monte)

Ascisse X (espresse in [m]) positive verso monte

Ordinate Y (espresse in [m]) positive verso l'alto

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle

Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

Tipo di analisi

Calcolo della spinta

metodo di Culmann

Calcolo del carico limite

metodo di Meyerhof

Calcolo della stabilità globale

metodo di Bishop

Calcolo della spinta in condizioni di

Spinta attiva

Sisma



LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCIARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

Identificazione del sito

Latitudine	40.879222
Longitudine	14.633130
Comune	Lauro
Provincia	Avellino
Regione	Campania
Punti di interpolazione del reticolo	32984 - 32985 - 32763 - 32762

Tipo di opera

Tipo di costruzione	Opera ordinaria
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	II - Normali affollamenti e industrie non pericolose
Vita di riferimento	50 anni

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo a_g	1.78 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	0.38
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 8.29$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 4.15$

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo a_g	0.65 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	0.47
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 3.76$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 1.88$
Forma diagramma incremento sismico	Rettangolare
Partecipazione spinta passiva (percento)	0,0
Lunghezza del muro	10,00 [m]
Peso muro	12000,00 [kg]
Baricentro del muro	X=0,83 Y=-2,02

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X = 5,00 Y = -3,00
Punto superiore superficie di spinta	X = 5,00 Y = 0,00
Altezza della superficie di spinta	3,00 [m]
Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale)	0,00 [°]

COMBINAZIONE n° 4

Valore della spinta statica	3569,32 [kg]
Componente orizzontale della spinta statica	3566,87 [kg]



LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCIARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

Componente verticale della spinta statica	132,40	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 5,00	[m]	Y = -1,80	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	2,13	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	45,00	[°]		

Incremento sismico della spinta	831,19	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 5,00	[m]	Y = -1,49	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	18,00	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	10500,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,83	[m]	Y = -1,13	[m]
Inerzia del muro	994,89	[kg]		
Inerzia verticale del muro	497,45	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	870,53	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	435,27	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	6262,91	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	23595,94	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	23595,94	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	6262,91	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,56	[m]
Lunghezza fondazione reagente	6,00	[m]
Risultante in fondazione	24412,96	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	14,86	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	13105,31	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	99273,73	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	6,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,6117	[kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,1748	[kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,70$	$i_q = 0,70$	$i_\gamma = 0,22$
Fattori profondità	$d_c = 1,03$	$d_q = 1,01$	$d_\gamma = 1,01$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 18.48$	$N'_q = 10.40$	$N'_\gamma = 2.50$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.27
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	4.21



LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 4

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [cm]
N	sforzo normale [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
σ_p	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,13	100,00	200	5	80	--	0,02	--	--	2,50	--
2	0,50	100,00	800	93	414	--	0,14	--	--	1,93	--
3	0,88	100,00	1400	333	888	--	0,36	--	--	1,58	--
4	1,13	200,00	3000	904	1299	--	0,29	--	--	2,31	--
5	1,50	200,00	4200	1529	2057	--	0,44	--	--	2,04	--
6	1,88	200,00	5400	2464	2956	--	0,66	--	--	1,83	--
7	2,13	300,00	8400	4188	3650	--	0,56	--	--	2,30	--
8	2,50	300,00	10200	5774	4833	--	0,73	--	--	2,11	--

COMBINAZIONE n° 5

Valore della spinta statica	3569,32	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	3566,87	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	132,40	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 5,00	[m]	Y = -1,80	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	2,13	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	45,00	[°]		
Incremento sismico della spinta	574,64	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 5,00	[m]	Y = -1,49	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	18,00	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	10500,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,83	[m]	Y = -1,13	[m]
Inerzia del muro	994,89	[kg]		
Inerzia verticale del muro	-497,45	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	870,53	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-435,27	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	6006,54	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	21721,00	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	21721,00	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	6006,54	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,57	[m]



LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCIARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

Lunghezza fondazione reagente	6,00	[m]
Risultante in fondazione	22536,20	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15,46	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	12311,49	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	93028,48	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	6,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,5672	[kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,1568	[kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 25,80$	$N_q = 14,72$	$N_\gamma = 11,19$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,69$	$i_q = 0,69$	$i_\gamma = 0,20$
Fattori profondità	$d_c = 1,03$	$d_q = 1,01$	$d_\gamma = 1,01$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 18,19$	$N'_q = 10,24$	$N'_\gamma = 2,28$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.22
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	4.28

Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 5

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [cm]
N	sforzo normale [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
σ_p	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cm ²]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,13	100,00	200	4	67	--	0,02	--	--	2,98	--
2	0,50	100,00	800	80	362	--	0,13	--	--	2,21	--
3	0,88	100,00	1400	293	797	--	0,32	--	--	1,76	--
4	1,13	200,00	3000	838	1182	--	0,28	--	--	2,54	--
5	1,50	200,00	4200	1412	1902	--	0,42	--	--	2,21	--
6	1,88	200,00	5400	2282	2762	--	0,62	--	--	1,96	--
7	2,13	300,00	8400	3954	3430	--	0,54	--	--	2,45	--
8	2,50	300,00	10200	5450	4574	--	0,70	--	--	2,23	--



LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCIARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

COMBINAZIONE n° 6

Valore della spinta statica	3569,32	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	3566,87	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	132,40	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 5,00	[m]	Y = -1,80	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	2,13	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	45,00	[°]		
Incremento sismico della spinta	1087,73	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 5,00	[m]	Y = -1,49	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	18,00	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	10500,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,83	[m]	Y = -1,13	[m]
Inerzia del muro	1492,34	[kg]		
Inerzia verticale del muro	-746,17	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	1305,80	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-652,90	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	7451,99	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	21273,67	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	13687,88	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	63286,47	[kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	21273,67	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	7451,99	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,67	[m]
Lunghezza fondazione reagente	6,00	[m]
Risultante in fondazione	22541,10	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19,30	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	14222,44	[kgm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	4.62
--	------

Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 6

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [cm]
N	sforzo normale [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
σ_p	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cm ²]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento



COMUNE DI LAURO

(PROVINCIA DI AVELLINO)

Piazza Municipio n°1, 83023 - Lauro (AV) Tel.:
+39 081/824.02.65 - Fax: +39 081/824.02.96
E-mail: utc@comune.lauro.av.it - P.E.C.: utc.lauro@asmepec.it
Sito web: <http://www.comune.lauro.av.it>
Cod. Fisc.: 80012300648 - P.IVA: 00550240642

LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCIARIELLO/CANALONE PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

Nr.	Y	H	N	M	T	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,13	100,00	--	--	--	2,94	--	100	6	--	17,00
2	0,50	100,00	--	--	--	13,72	--	400	110	--	3,64
3	0,88	100,00	--	--	--	27,42	--	700	384	--	1,82
4	1,13	200,00	--	--	--	32,96	--	2700	689	--	3,92
5	1,50	200,00	--	--	--	40,18	--	3900	1387	--	2,81
6	1,88	200,00	--	--	--	50,46	--	5100	2425	--	2,10
7	2,13	300,00	--	--	--	53,95	--	11400	3332	--	3,42
8	2,50	300,00	--	--	--	61,52	--	14100	5075	--	2,78

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 9

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kg]

 α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario) ϕ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

Ctn, Ctt contributo tiranti espresso in [kg]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= 0,00 Y[m]= 4,53

Raggio del cerchio R[m]= 9,04

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -5,70

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 7,83

Larghezza della striscia dx[m]= 0,54

Coefficiente di sicurezza C= 2.47

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u	Ctn	Ctt
1	219,62	56.31	182,72	0,98	0.00	0,00	0,00	---	---
2	620,41	51.05	482,50	0,86	0.00	0,00	0,00	---	---
3	952,47	45.86	683,51	0,78	0.00	0,00	0,00	---	---
4	1231,22	41.12	809,64	0,72	0.66	0,00	0,00	---	---
5	1537,26	36.70	918,68	0,67	28.00	0,00	0,00	---	---
6	1962,08	32.52	1054,90	0,64	28.00	0,00	0,00	---	---
7	2257,23	28.54	1078,28	0,62	28.00	0,00	0,00	---	---
8	2483,57	24.69	1037,55	0,60	28.00	0,00	0,00	---	---
9	2674,65	20.97	957,09	0,58	28.00	0,00	0,00	---	---
10	2832,78	17.33	843,94	0,57	28.00	0,00	0,00	---	---
11	2981,13	13.77	709,51	0,56	28.00	0,00	0,00	---	---
12	3150,17	10.26	561,01	0,55	28.00	0,00	0,00	---	---

**COMUNE DI LAURO**

(PROVINCIA DI AVELLINO)

Piazza Municipio n°1, 83023 - Lauro (AV) Tel.:
+39 081/824.02.65 - Fax: +39 081/824.02.96
E-mail: utc@comune.lauro.av.it - P.E.C.: utc.lauro@asmepec.it
Sito web: <http://www.comune.lauro.av.it>
Cod. Fisc.: 80012300648 - P.IVA: 00550240642

LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCIARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

13	3285,64	6.79	388,28	0,54	28.00	0,00	0,00	---	---
14	3437,46	3.34	200,29	0,54	28.00	0,00	0,00	---	---
15	3544,56	-0.09	-5,83	0,54	28.00	0,00	0,00	---	---
16	3616,94	-3.53	-222,64	0,54	28.00	0,00	0,00	---	---
17	2202,94	-6.98	-267,58	0,55	28.00	0,00	0,00	---	---
18	1606,36	-10.45	-291,36	0,55	28.00	0,00	0,00	---	---
19	1504,89	-13.96	-363,12	0,56	28.00	0,00	0,00	---	---
20	1372,63	-17.53	-413,45	0,57	28.00	0,00	0,00	---	---
21	1207,88	-21.17	-436,20	0,58	28.00	0,00	0,00	---	---
22	1008,38	-24.90	-424,58	0,60	28.00	0,00	0,00	---	---
23	771,08	-28.75	-370,88	0,62	28.00	0,00	0,00	---	---
24	491,84	-32.75	-266,06	0,64	28.00	0,00	0,00	---	---
25	165,09	-36.93	-99,20	0,68	28.00	0,00	0,00	---	---

 $\Sigma W_i = 47118,28$ [kg] $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 6747,02$ [kg] $\Sigma W_i \tan \phi_i = 23459,74$ [kg] $\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = -0.01$ **Inviluppo sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni**

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [cm]
N	sforzo normale [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
σ_p	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	H	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,13	100,00	200	200	0	5	10	80
2	0,50	100,00	800	800	27	93	162	414
3	0,88	100,00	1400	1400	145	333	497	888
4	1,13	200,00	3000	3300	458	904	822	1299
5	1,50	200,00	4200	4500	881	1529	1462	2057
6	1,88	200,00	5400	5700	1578	2464	2284	2956
7	2,13	300,00	8400	9300	2678	4188	2934	3650
8	2,50	300,00	10200	11100	3984	5774	4061	4833

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	H	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,13	100,00	3,55	0,02	100	7	2,50	14,09
2	0,50	100,00	16,14	0,14	400	129	1,93	3,10
3	0,88	100,00	31,67	0,36	700	443	1,58	1,58
4	1,13	200,00	36,24	0,29	3150	787	2,31	3,43
5	1,50	200,00	44,34	0,44	4350	1562	2,04	2,50



LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

6	1,88	200,00	55,52	0,66	5550	2698	1,83	1,89
7	2,13	300,00	58,13	0,56	13350	3683	2,30	3,10
8	2,50	300,00	66,28	0,73	16050	5560	2,11	2,54

6.2.2. SEZIONE TIPO 2

Geometria muro e fondazione

Descrizione

Muro a gradoni in pietrame

Descrizione dei gradoni

Simbologia adottata

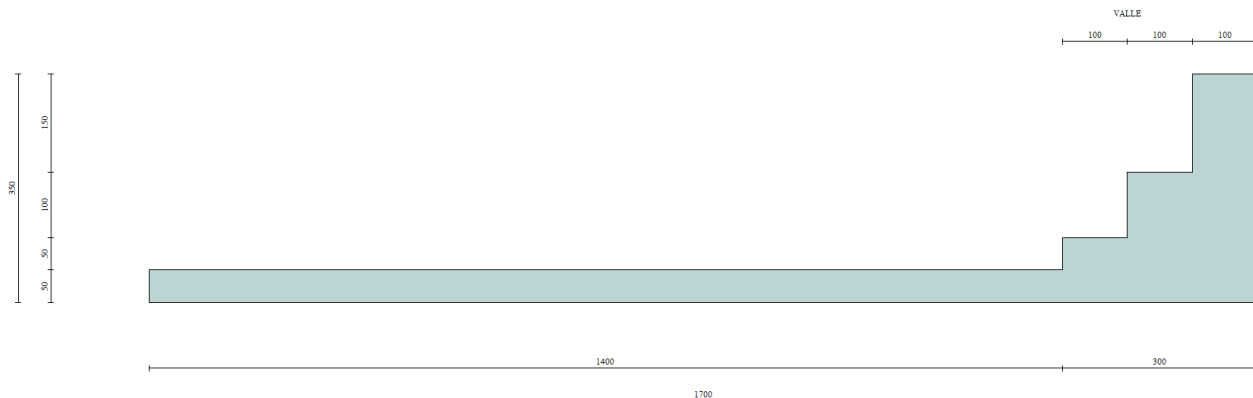
Nr.	numero d'ordine del gradone (a partire dall'alto)
Bs	base superiore del gradone espressa in [m]
Bi	base inferiore del gradone espressa in [m]
Hg	altezza del gradone espressa in [m]
α_e	inclinazione esterna del gradone espressa in [°]
α_i	inclinazione interna del gradone espressa in [°]

Nr.	Bs	Bi	Hg	α_e	α_i
1	1,00	1,00	1,50	0,00	0,00
2	2,00	2,00	1,00	0,00	0,00
3	3,00	3,00	0,50	0,00	0,00

Altezza del paramento 3,00 [m]

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	14,00 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	0,00 [m]
Lunghezza totale fondazione	17,00 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	0,50 [m]
Spessore magrone	0,00 [m]





LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCIARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata e sistema di riferimento

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto

X ascissa del punto espressa in [m]

Y ordinata del punto espressa in [m]

A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	0,10	-0,50	-78,69
2	16,80	9,30	30,41

Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0,00 [°]

Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento 0,00 [m]

Descrizione terreni

Simbologia adottata

Nr. Indice del terreno

Descrizione Descrizione terreno

γ	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kg/cm ²]
c_a	Adesione terra-muro espressa in [kg/cm ²]

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Terreno 1	1600	1600	40.00	26.67	0,500	0,000
Terreno 2	1600	1600	28.00	18.67	0,000	0,000

Stratigrafia

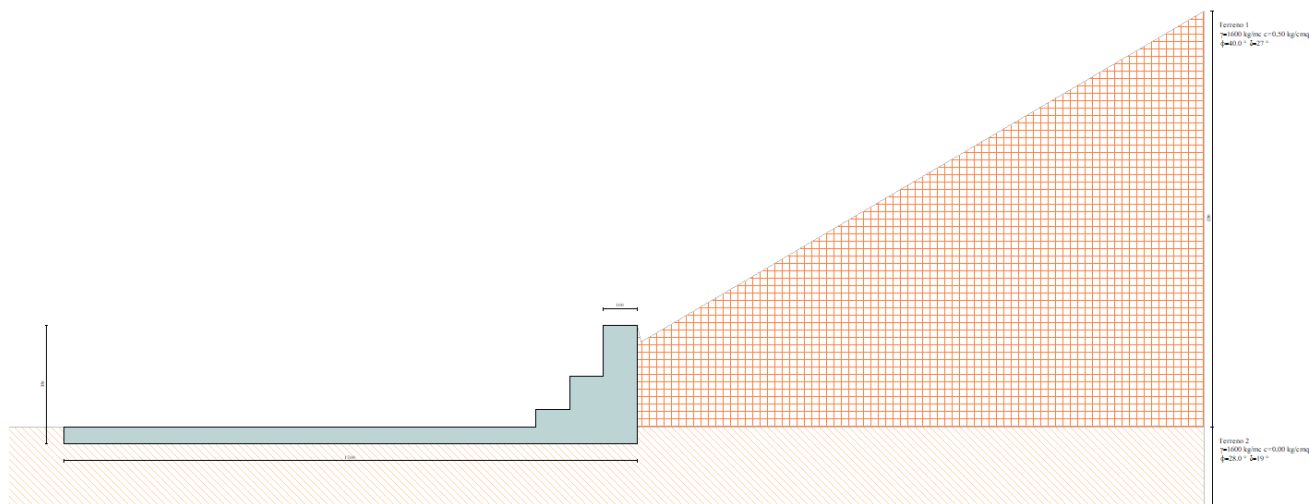
Simbologia adottata

N	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
a	Inclinazione espressa in [°]
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Terreno	Terreno dello strato

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	3,00	0,00	0,00	0,00	Terreno 1
2	10,00	0,00	2,81	0,00	Terreno 2



LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F



Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

F/S	Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)
γ	Coefficiente di partecipazione della condizione
Ψ	Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30

Combinazione n° 2 - Caso EQU (SLU)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30

Combinazione n° 3 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 5 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
-----	----------	--------	-----------------

**COMUNE DI LAURO**

(PROVINCIA DI AVELLINO)

Piazza Municipio n°1, 83023 - Lauro (AV) Tel.:
 +39 081/824.02.65 - Fax: +39 081/824.02.96
 E-mail: utc@comune.lauro.av.it - P.E.C.: utc.lauro@asmepec.it
 Sito web: <http://www.comune.lauro.av.it>
 Cod. Fisc.: 80012300648 - P.IVA: 00550240642

LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 6 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 7 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 8 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 9 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 10 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 11 - Frequente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 12 - Rara (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00



LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

Impostazioni di analisi

Calcolo della portanza metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su N_γ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1,00

Coefficiente correttivo su N_γ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1,00

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

C	Identificativo della combinazione
Tipo	Tipo combinazione
Sisma	Combinazione sismica
CS_{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
CS_{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
CS_{OLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
CS_{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

C	Tipo	Sisma	CS_{SCO}	CS_{RIB}	CS_{OLIM}	CS_{STAB}
1	A1-M1 - [1]	--	11,73	--	76,30	--
2	EQU - [1]	--	--	1590,89	--	--
3	STAB - [1]	--	--	--	--	3,15
4	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	3,29	--	56,02	--
5	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	3,29	--	56,02	--
6	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	112,91	--	--
7	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	112,91	--	--
8	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	3,16
9	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	3,16
10	SLEQ - [1]	--	20,24	--	80,81	--
11	SLEF - [1]	--	20,24	--	80,81	--
12	SLER - [1]	--	20,24	--	80,81	--

Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :

Origine in testa al muro (spigolo di monte)

Ascisse X (esprese in [m]) positive verso monte

Ordinate Y (esprese in [m]) positive verso l'alto

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle

Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

Tipo di analisi

Calcolo della spinta	metodo di Culmann
Calcolo del carico limite	metodo di Meyerhof
Calcolo della stabilità globale	metodo di Bishop
Calcolo della spinta in condizioni di	Spinta a riposo

Sisma

Identificazione del sito

Latitudine	40.879222
Longitudine	14.633130
Comune	Lauro



LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCIARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

Provincia Avellino
Regione Campania
Punti di interpolazione del reticolo 32984 - 32985 - 32763 - 32762

Tipo di opera

Tipo di costruzione Opera ordinaria
Vita nominale 50 anni
Classe d'uso II - Normali affollamenti e industrie non pericolose
Vita di riferimento 50 anni

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo a_g 1.78 [m/s²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) 1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St) 1.00
Coefficiente riduzione (β_m) 0.38
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale 0.00
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento) $k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 8.29$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento) $k_v=0.00 * k_h = 0.00$

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo a_g 0.65 [m/s²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) 1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St) 1.00
Coefficiente riduzione (β_m) 0.47
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale 0.00
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento) $k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 3.76$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento) $k_v=0.00 * k_h = 0.00$
Forma diagramma incremento sismico Stessa forma diagramma statico

Partecipazione spinta passiva (percento) 0,0
Lunghezza del muro 10,00 [m]

Peso muro 21600,00 [kg]
Baricentro del muro X=-5,72 Y=-2,73

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta X = 0,00 Y = -3,50
Punto superiore superficie di spinta X = 0,00 Y = 0,00
Altezza della superficie di spinta 3,50 [m]
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale) 0,00 [°]

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 3

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kg]

α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)



COMUNE DI LAURO
 (PROVINCIA DI AVELLINO)
 Piazza Municipio n°1, 83023 - Lauro (AV) Tel.:
 +39 081/824.02.65 - Fax: +39 081/824.02.96
 E-mail: utc@comune.lauro.av.it - P.E.C.: utc.lauro@asmepec.it
 Sito web: <http://www.comune.lauro.av.it>
 Cod. Fisc.: 80012300648 - P.IVA: 00550240642

LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCIARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

ϕ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
 c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
 b larghezza della striscia espressa in [m]
 u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
 Ctn, Ctt contributo tiranti espresso in [kg]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro $X[m] = -1,37$ $Y[m] = 2,46$

Raggio del cerchio $R[m] = 16,73$

Ascissa a valle del cerchio $Xi[m] = -17,19$

Ascissa a monte del cerchio $Xs[m] = 14,46$

Larghezza della striscia $dx[m] = 1,27$

Coefficiente di sicurezza $C = 3.15$

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W \sin \alpha$	$b / \cos \alpha$	ϕ	c	u	Ctn	Ctt
1	24190,05	65.73	22052,90	3,08	23.10	0,00	0,00	---	---
2	27467,77	56.52	22910,42	2,29	23.04	0,00	0,00	---	---
3	29390,20	49.26	22269,93	1,94	23.04	0,00	0,00	---	---
4	30568,74	42.98	20839,02	1,73	23.04	0,00	0,00	---	---
5	31234,87	37.29	18922,79	1,59	23.04	0,00	0,00	---	---
6	31507,72	32.01	16699,22	1,49	23.04	0,00	0,00	---	---
7	31457,99	27.02	14289,02	1,42	23.04	0,00	0,00	---	---
8	31131,19	22.24	11782,26	1,37	23.04	0,00	0,00	---	---
9	30557,96	17.62	9250,89	1,33	23.04	0,00	0,00	---	---
10	29759,36	13.12	6755,51	1,30	23.04	0,00	0,00	---	---
11	28749,74	8.70	4349,35	1,28	23.04	0,00	0,00	---	---
12	28685,88	4.33	2167,67	1,27	23.04	0,00	0,00	---	---
13	26485,88	-0.01	-3,96	1,27	23.04	0,00	0,00	---	---
14	23513,30	-4.35	-1783,83	1,27	23.04	0,00	0,00	---	---
15	22419,53	-8.72	-3398,40	1,28	23.04	0,00	0,00	---	---
16	21923,69	-13.14	-4983,33	1,30	23.04	0,00	0,00	---	---
17	21216,79	-17.64	-6429,36	1,33	23.04	0,00	0,00	---	---
18	20284,44	-22.26	-7683,14	1,37	23.04	0,00	0,00	---	---
19	19105,56	-27.03	-8683,95	1,42	23.04	0,00	0,00	---	---
20	17649,47	-32.03	-9359,57	1,49	23.04	0,00	0,00	---	---
21	15870,58	-37.31	-9619,51	1,59	23.04	0,00	0,00	---	---
22	13698,06	-43.00	-9342,21	1,73	23.04	0,00	0,00	---	---
23	11012,49	-49.29	-8347,84	1,94	23.04	0,00	0,00	---	---
24	7581,72	-56.55	-6326,08	2,30	23.04	0,00	0,00	---	---
25	2791,22	-65.78	-2545,50	3,09	23.04	0,00	0,00	---	---



LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCIARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

$\Sigma W_i = 578254,21$ [kg]
 $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 93782,28$ [kg]
 $\Sigma W_i \tan \phi_i = 245998,15$ [kg]
 $\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = -0.00$

COMBINAZIONE n° 4

Valore della spinta statica	385,11	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	362,75	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	129,32	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -3,25	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,62	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	73,30	[°]		
Incremento sismico della spinta	82,30	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -3,25	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	71,92	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inerzia del muro	1790,81	[kg]		
Inerzia verticale del muro	0,00	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	2231,08	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	21756,95	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	21756,95	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	2231,08	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-2,75	[m]
Lunghezza fondazione reagente	17,00	[m]
Risultante in fondazione	21871,04	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	5,85	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-59849,49	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	1218827,30	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	17,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,0037	[kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,2522	[kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,87$	$i_q = 0,87$	$i_\gamma = 0,63$
Fattori profondità	$d_c = 1,01$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.



LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCIARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

$N'_c = 22.78$

$N'_q = 12.93$

$N'_\gamma = 7.03$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento

3.29

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

56.02

Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 4

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [cm]
N	sforzo normale [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
σ_p	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,15	100,00	240	1	20	--	0,02	--	--	12,06	--
2	0,60	100,00	960	24	80	--	0,11	--	--	12,06	--
3	1,05	100,00	1680	73	139	--	0,21	--	--	12,06	--
4	1,50	100,00	2400	149	199	--	0,33	--	--	12,06	--
5	1,79	200,00	3314	-983	275	--	0,31	--	--	12,06	--
6	2,21	200,00	4686	-841	388	--	0,36	--	--	12,06	--
7	2,50	300,00	5600	-3519	464	--	0,43	--	--	12,06	--
8	3,00	300,00	8000	-3237	663	--	0,48	--	--	12,06	--

COMBINAZIONE n° 6

Valore della spinta statica	385,11	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	362,75	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	129,32	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -3,25	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,62	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	73,30	[°]		
Incremento sismico della spinta	128,41	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -3,25	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	71,17	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inerzia del muro	2686,22	[kg]		
Inerzia verticale del muro	0,00	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		



LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCIARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	3169,92	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	21772,43	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	2183,40	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	246531,37	[kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	21772,43	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	3169,92	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-2,72	[m]
Lunghezza fondazione reagente	17,00	[m]
Risultante in fondazione	22001,98	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	8,28	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-59282,28	[kgm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	112.91
--	--------

Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 6

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [cm]
N	sforzo normale [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
σ_p	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cm ²]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,15	100,00	--	--	--	0,93	--	120	2	--	53,61
2	0,60	100,00	--	--	--	3,73	--	480	36	--	13,40
3	1,05	100,00	--	--	--	6,53	--	840	110	--	7,66
4	1,50	100,00	--	--	--	9,33	--	1200	224	--	5,36
5	1,79	200,00	--	--	--	26,39	--	4514	325	--	13,87
6	2,21	200,00	--	--	--	14,12	--	5886	539	--	10,93
7	2,50	300,00	--	--	--	58,55	--	12400	721	--	17,19
8	3,00	300,00	--	--	--	35,70	--	16000	1144	--	13,98

Involuppo sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [cm]
N	sforzo normale [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
σ_p	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cm ²]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]



COMUNE DI LAURO

(PROVINCIA DI AVELLINO)

Piazza Municipio n°1, 83023 - Lauro (AV) Tel.:

+39 081/824.02.65 - Fax: +39 081/824.02.96

E-mail: utc@comune.lauro.av.it - P.E.C.: utc.lauro@asmepec.it

Sito web: <http://www.comune.lauro.av.it>

Cod. Fisc.: 80012300648 - P.IVA: 00550240642

C.A.P. 83023

LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCIARIELLO/CANALONE PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

Cs coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr coeff. di sicurezza al ribaltamento

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	H	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,15	100,00	240	240	0	1	0	20
2	0,60	100,00	960	960	0	24	0	80
3	1,05	100,00	1680	1680	0	73	0	139
4	1,50	100,00	2400	2400	0	149	0	199
5	1,79	200,00	3314	3314	-1200	-983	0	275
6	2,21	200,00	4686	4686	-1200	-841	0	388
7	2,50	300,00	5600	5600	-4000	-3519	0	464
8	3,00	300,00	8000	8000	-4000	-3237	0	663

Inviluppo combinazioni SLU

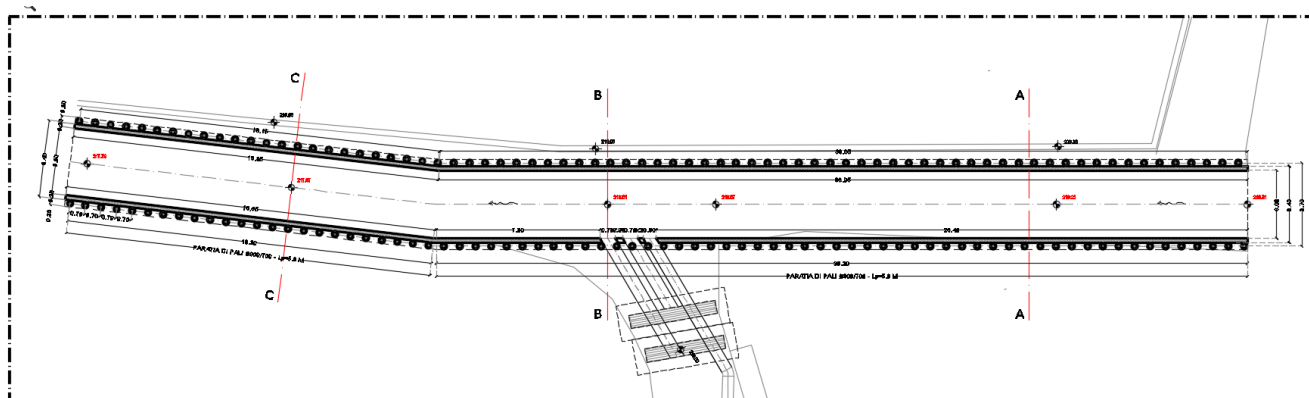
Nr.	Y	H	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,15	100,00	0,93	0,02	120	2	12,06	99,90
2	0,60	100,00	3,73	0,11	480	36	12,06	99,90
3	1,05	100,00	6,53	0,21	840	110	12,06	99,90
4	1,50	100,00	9,33	0,33	1200	224	12,06	99,90
5	1,79	200,00	36,21	0,35	4514	325	12,06	99,90
6	2,21	200,00	25,61	0,41	5886	539	12,06	99,90
7	2,50	300,00	71,43	0,48	12400	721	12,06	99,90
8	3,00	300,00	50,00	0,53	16000	1144	12,06	99,90



LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

6.3. CALCOLO MANUFATTO TOMBATO

Di seguito si propone separatamente il calcolo e la verifica della paratia di pali cui è affidato il compito di sostenere di sostenere la spinta geostatica in fase di realizzazione ed in fase di esercizio e il calcolo dello scatolare in c.a. cui è affidato il sostegno dei soli carichi verticali provenietni dalla massicciata stradale.



6.3.1. CALCOLO PARATIA DI PALI

Richiami teorici

Metodo di analisi

Calcolo della profondità di infissione

Nel caso generale l'equilibrio della paratia è assicurato dal bilanciamento fra la spinta attiva agente da monte sulla parte fuori terra, la resistenza passiva che si sviluppa da valle verso monte nella zona interrata e la controspinta che agisce da monte verso valle nella zona interrata al di sotto del centro di rotazione.

Nel caso di paratia tirantata nell'equilibrio della struttura intervengono gli sforzi dei tiranti (diretti verso monte); in questo caso, se la paratia non è sufficientemente infissa, la controspinta sarà assente.

Pertanto il primo passo da compiere nella progettazione è il calcolo della profondità di infissione necessaria ad assicurare l'equilibrio fra i carichi agenti (spinta attiva, resistenza passiva, controspinta, tiro dei tiranti ed eventuali carichi esterni).

Nel calcolo classico delle paratie si suppone che essa sia infinitamente rigida e che possa subire una rotazione intorno ad un punto (*Centro di rotazione*) posto al di sotto della linea di fondo scavo (per paratie non tirantate).

Occorre pertanto costruire i diagrammi di spinta attiva e di spinta (resistenza) passiva agenti sulla paratia. A partire da questi si costruiscono i diagrammi risultanti.

Nella costruzione dei diagrammi risultanti si adatterà la seguente notazione:

- K_{am} diagramma della spinta attiva agente da monte
- K_{av} diagramma della spinta attiva agente da valle sulla parte interrata
- K_{pm} diagramma della spinta passiva agente da monte
- K_{pv} diagramma della spinta passiva agente da valle sulla parte interrata.

Calcolati i diagrammi suddetti si costruiscono i diagrammi risultanti

$$D_m = K_{pm} - K_{av} \quad e \quad D_v = K_{pv} - K_{am}$$



**LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F**

Questi diagrammi rappresentano i valori limiti delle pressioni agenti sulla paratia. La soluzione è ricercata per tentativi facendo variare la profondità di infissione e la posizione del centro di rotazione fino a quando non si raggiunge l'equilibrio sia alla traslazione che alla rotazione.

Per mettere in conto un fattore di sicurezza nel calcolo delle profondità di infissione si può agire con tre modalità :

1. applicazione di un coefficiente moltiplicativo alla profondità di infissione strettamente necessaria per l'equilibrio
2. riduzione della spinta passiva tramite un coefficiente di sicurezza
3. riduzione delle caratteristiche del terreno tramite coefficienti di sicurezza su $\tan(\phi)$ e sulla coesione

Calcolo della spinta

Metodo di Culmann (metodo del cuneo di tentativo)

Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb: cuneo di spinta a monte della parete che si muove rigidamente lungo una superficie di rottura rettilinea o spezzata (nel caso di terreno stratificato).

La differenza sostanziale è che mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il valore della spinta) il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente. Il metodo di Culmann, nato come metodo essenzialmente grafico, si è evoluto per essere trattato mediante analisi numerica (noto in questa forma come metodo del cuneo di tentativo).

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

- si impone una superficie di rottura (angolo di inclinazione p rispetto all'orizzontale) e si considera il cuneo di spinta delimitato dalla superficie di rottura stessa, dalla parete su cui si calcola la spinta e dal profilo del terreno;
- si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio (W), carichi sul terrapieno, resistenza per attrito e per coesione lungo la superficie di rottura (R e C) e resistenza per coesione lungo la parete (A);
- dalle equazioni di equilibrio si ricava il valore della spinta S sulla parete.

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima nel caso di spinta attiva e minima nel caso di spinta passiva.

Le pressioni sulla parete di spinta si ricavano derivando l'espressione della spinta S rispetto all'ordinata z . Noto il diagramma delle pressioni si ricava il punto di applicazione della spinta.

Spinta in presenza di sisma

Per tenere conto dell'incremento di spinta dovuta al sisma si fa riferimento al metodo di **Mononobe-Okabe** (cui fa riferimento la Normativa Italiana).

Il metodo di Mononobe-Okabe considera nell'equilibrio del cuneo spingente la forza di inerzia dovuta al sisma. Indicando con W il peso del cuneo e con C il coefficiente di intensità sismica la forza di inerzia valutata come

$$F_i = W \cdot C$$

Indicando con S la spinta calcolata in condizioni statiche e con S_s la spinta totale in condizioni sismiche l'incremento di spinta è ottenuto come

$$DS = S - S_s$$

L'incremento di spinta viene applicato a 1/3 dell'altezza della parete stessa (diagramma triangolare con vertice in alto).

Analisi ad elementi finiti



**LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCIARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F**

La paratia è considerata come una struttura a prevalente sviluppo lineare (si fa riferimento ad un metro di larghezza) con comportamento a trave. Come caratteristiche geometriche della sezione si assume il momento d'inerzia I e l'area A per metro lineare di larghezza della paratia. Il modulo elastico è quello del materiale utilizzato per la paratia.

La parte fuori terra della paratia è suddivisa in elementi di lunghezza pari a circa 5 centimetri e più o meno costante per tutti gli elementi. La suddivisione è suggerita anche dalla eventuale presenza di tiranti, carichi e vincoli. Infatti questi elementi devono capitare in corrispondenza di un nodo. Nel caso di tirante è inserito un ulteriore elemento atto a schematizzarlo. Detta L la lunghezza libera del tirante, A_t l'area di armatura nel tirante ed E_s il modulo elastico dell'acciaio è inserito un elemento di lunghezza pari ad L , area A_t , inclinazione pari a quella del tirante e modulo elastico E_s . La parte interrata della paratia è suddivisa in elementi di lunghezza, come visto sopra, pari a circa 5 centimetri. I carichi agenti possono essere di tipo distribuito (spinta della terra, diagramma aggiuntivo di carico, spinta della falda, diagramma di spinta sismica) oppure concentrati. I carichi distribuiti sono riportati sempre come carichi concentrati nei nodi (sotto forma di reazioni di incastro perfetto cambiate di segno).

Schematizzazione del terreno

La modellazione del terreno si rifà al classico schema di Winkler. Esso è visto come un letto di molle indipendenti fra di loro reagenti solo a sforzo assiale di compressione. La rigidezza della singola molla è legata alla costante di sottofondo orizzontale del terreno (*costante di Winkler*). La costante di sottofondo, k , è definita come la pressione unitaria che occorre applicare per ottenere uno spostamento unitario. Dimensionalmente è espressa quindi come rapporto fra una pressione ed uno spostamento al cubo $[F/L^3]$. È evidente che i risultati sono tanto migliori quanto più è elevato il numero delle molle che schematizzano il terreno. Se (m è l'interasse fra le molle (in cm) e b è la larghezza della paratia in direzione longitudinale ($b=100$ cm) occorre ricavare l'area equivalente, A_m , della molla (a cui si assegna una lunghezza pari a 100 cm). Indicato con E_m il modulo elastico del materiale costituente la paratia (in Kg/cm^2), l'equivalenza, in termini di rigidezza, si esprime come

$$A_m = 10000 \times \frac{k \Delta_m}{E_m}$$

Per le molle di estremità, in corrispondenza della linea di fondo scavo ed in corrispondenza dell'estremità inferiore della paratia, si assume una area equivalente dimezzata. Inoltre, tutte le molle hanno, ovviamente, rigidezza flessionale e tagliente nulla e sono vincolate all'estremità alla traslazione. Quindi la matrice di rigidezza di tutto il sistema paratia-terreno sarà data dall'assemblaggio delle matrici di rigidezza degli elementi della paratia (elementi a rigidezza flessionale, tagliente ed assiale), delle matrici di rigidezza dei tiranti (solo rigidezza assiale) e delle molle (rigidezza assiale).

Modalità di analisi e comportamento elasto-plastico del terreno

A questo punto vediamo come è effettuata l'analisi. Un tipo di analisi molto semplice e veloce sarebbe l'analisi elastica (peraltro disponibile nel programma **PAC**). Ma si intuisce che considerare il terreno con un comportamento infinitamente elastico è una approssimazione alquanto grossolana. Occorre quindi introdurre qualche correttivo che meglio ci aiuti a modellare il terreno. Fra le varie soluzioni possibili una delle più praticabili e che fornisce risultati soddisfacenti è quella di considerare il terreno con comportamento elasto-plastico perfetto. Si assume cioè che la curva sforzi-deformazioni del terreno abbia andamento bilatero. Rimane da scegliere il criterio di plasticizzazione del terreno (molle). Si può fare riferimento ad un criterio di tipo cinematico: la resistenza della molla cresce con la deformazione fino a quando lo spostamento non raggiunge il valore X_{max} ; una volta superato tale spostamento limite non si ha più incremento di resistenza all'aumentare degli spostamenti. Un altro criterio può essere di tipo statico: si assume che la molla abbia una resistenza crescente fino al raggiungimento di una pressione p_{max} . Tale pressione p_{max} può essere imposta pari al valore della pressione passiva in corrispondenza della quota della molla. D'altronde un ulteriore criterio si può ottenere dalla combinazione dei due descritti precedentemente: plasticizzazione o per raggiungimento dello spostamento limite o per raggiungimento della pressione passiva. Dal punto di vista strettamente numerico è chiaro che l'introduzione di criteri di plasticizzazione porta ad analisi di tipo non lineare (non linearità meccaniche). Questo comporta un aggravio computazionale non indifferente. L'entità di tale aggravio dipende poi dalla particolare tecnica adottata per la soluzione. Nel caso di analisi elastica lineare il problema si risolve immediatamente con la soluzione del sistema fondamentale (K matrice di rigidezza, u vettore degli spostamenti nodali, p vettore dei carichi nodali)



LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCIARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

Ku=p

Un sistema non lineare, invece, deve essere risolto mediante un'analisi al passo per tener conto della plasticizzazione delle molle. Quindi si procede per passi di carico, a partire da un carico iniziale p_0 , fino a raggiungere il carico totale p . Ogni volta che si incrementa il carico si controllano eventuali plasticizzazioni delle molle. Se si hanno nuove plasticizzazioni la matrice globale andrà riasssemblata escludendo il contributo delle molle plasticizzate. Il procedimento descritto se fosse applicato in questo modo sarebbe particolarmente gravoso (la fase di decomposizione della matrice di rigidità è particolarmente onerosa). Si ricorre pertanto a soluzioni più sofisticate che escludono il riasssemblaggio e la decomposizione della matrice, ma usano la matrice elastica iniziale (*metodo di Riks*).

Senza addentrarci troppo nei dettagli diremo che si tratta di un metodo di Newton-Raphson modificato e ottimizzato. L'analisi condotta secondo questa tecnica offre dei vantaggi immediati. Essa restituisce l'effettiva deformazione della paratia e le relative sollecitazioni; dà informazioni dettagliate circa la deformazione e la pressione sul terreno. Infatti la deformazione è direttamente leggibile, mentre la pressione sarà data dallo sforzo nella molla diviso per l'area di influenza della molla stessa. Sappiamo quindi quale è la zona di terreno effettivamente plasticizzato. Inoltre dalle deformazioni ci si può rendere conto di un possibile meccanismo di rottura del terreno.

Analisi per fasi di scavo

L'analisi della paratia per fasi di scavo consente di ottenere informazioni dettagliate sullo stato di sollecitazione e deformazione dell'opera durante la fase di realizzazione. In ogni fase lo stato di sollecitazione e di deformazione dipende dalla 'storia' dello scavo (soprattutto nel caso di paratie tirantate o vincolate).

Definite le varie altezze di scavo (in funzione della posizione di tiranti, vincoli, o altro) si procede per ogni fase al calcolo delle spinte inserendo gli elementi (tiranti, vincoli o carichi) attivi per quella fase, tenendo conto delle deformazioni dello stato precedente. Ad esempio, se sono presenti dei tiranti passivi si inserirà nell'analisi della fase la 'molla' che lo rappresenta. Indicando con u ed u_0 gli spostamenti nella fase attuale e nella fase precedente, con s ed s_0 gli sforzi nella fase attuale e nella fase precedente e con K la matrice di rigidità della 'struttura' la relazione sforzi-deformazione è esprimibile nella forma

$$s = s_0 + K(u - u_0)$$

In sostanza analizzare la paratia per fasi di scavo oppure 'direttamente' porta a risultati abbastanza diversi sia per quanto riguarda lo stato di deformazione e sollecitazione dell'opera sia per quanto riguarda il tiro dei tiranti.

Verifica alla stabilità globale

La verifica alla stabilità globale del complesso paratia+terreno deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a 1,10.

È usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento è supposta circolare.

In particolare il programma esamina, per un dato centro 3 cerchi differenti: un cerchio passante per la linea di fondo scavo, un cerchio passante per il piede della paratia ed un cerchio passante per il punto medio della parte interrata. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri di dimensioni 10x10 posta in prossimità della sommità della paratia. Il numero di strisce è pari a 50.

Si adotta per la verifica di stabilità globale il metodo di Bishop.

Il coefficiente di sicurezza nel metodo di Bishop si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum_i \left(\frac{c_i b_i + (W_i - u_i b_i) \tan \phi_i}{m} \right)}{\sum_i W_i \sin \alpha_i}$$

dove il termine m è espresso da

$$m = \left(1 + \frac{\tan \phi_i \tan \alpha_i}{\eta} \right) \cos \alpha_i$$



COMUNE DI LAURO

(PROVINCIA DI AVELLINO)

Piazza Municipio n°1, 83023 - Lauro (AV) Tel.:

+39 081/824.02.65 - Fax: +39 081/824.02.96

E-mail: utc@comune.lauro.av.it - P.E.C.: utc.lauro@asmepec.itSito web: <http://www.comune.lauro.av.it>

Cod. Fisc.: 80012300648 - P.IVA: 00550240642

LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCIARIELLO/CANALONE PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

In questa espressione n è il numero delle strisce considerate, b_i e α_i sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia i_{esima} rispetto all'orizzontale, W_i è il peso della striscia i_{esima} , c_i e ϕ_i sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed u_i è la pressione neutra lungo la base della striscia.

L'espressione del coefficiente di sicurezza di Bishop contiene al secondo membro il termine m che è funzione di η . Quindi essa è risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per η da inserire nell'espressione di m ed iterare finquando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

Dati

Geometria paratia

Tipo paratia: **Paratia di pali**

Altezza fuori terra	2,60	[m]
Profondità di infissione	2,50	[m]
Altezza totale della paratia	5,10	[m]
Lunghezza paratia	10,00	[m]

Numero di file di pali	1	
Interasse fra i pali della fila	0,70	[m]
Diametro dei pali	30,00	[cm]
Numero totale di pali	14	
Numero di pali per metro lineare	1.40	

Geometria profilo terreno

Simbologia adottata e sistema di riferimento

(Sistema di riferimento con origine in testa alla paratia, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto

X ascissa del punto espressa in [m]

Y ordinata del punto espressa in [m]

A inclinazione del tratto espressa in [°]

Profilo di monte

N°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
2	0,50	0,00	0.00
3	1,00	0,50	45.00
4	10,00	0,50	0.00

Profilo di valle - Fase n° 1

N°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
1	-10,00	-1,00	--
2	0,00	-1,00	0.00

Profilo di valle - Fase n° 3

N°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
1	-10,00	-2,60	--
2	0,00	-2,60	0.00

Descrizione terreni

Simbologia adottata

n° numero d'ordine

Descrizione Descrizione del terreno

 γ peso di volume del terreno espresso in [kg/mc] γ_{sat} peso di volume saturo del terreno espresso [kg/mc] ϕ angolo d'attrito interno del terreno espresso in [°] δ angolo d'attrito terreno/paratia espresso in [°]c coesione del terreno espressa in [kg/cm²]

N°	Descrizione	γ	γ_{sat}	ϕ	δ	c
		[kg/mc]	[kg/mc]	[°]	[°]	[kg/cm ²]



COMUNE DI LAURO

(PROVINCIA DI AVELLINO)

Piazza Municipio n°1, 83023 - Lauro (AV) Tel.:

+39 081/824.02.65 - Fax: +39 081/824.02.96

E-mail: utc@comune.lauro.av.it - P.E.C.: utc.lauro@asmepec.itSito web: <http://www.comune.lauro.av.it>

Cod. Fisc.: 80012300648 - P.IVA: 00550240642

LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCIARIELLO/CANALONE PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

N°	Descrizione	γ [kg/mc]	γ_{sat} [kg/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kg/cm ²]
1	Piroclsti	1600,0	1600,0	25.00	16.00	0,000
2	Sabbia limosa	1600,0	1600,0	27.00	18.00	0,000
3	Calcariniti	1600,0	1600,0	35.00	22.50	0,500

Descrizione stratigrafia

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine dello strato a partire dalla sommità della paratia
sp	spessore dello strato in corrispondenza dell'asse della paratia espresso in [m]
kw	costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
α	inclinazione dello strato espressa in GRADI(°) (M: strato di monte V: strato di valle)
Terreno	Terreno associato allo strato (M: strato di monte V: strato di valle)

N°	sp [m]	α_M [°]	α_V [°]	Kw _M [kg/cm ² /cm]	Kw _V [kg/cm ² /cm]	Terreno M	Terreno V
1	1,50	0.00	0.00	0.16	0.16	Piroclsti	Piroclsti
2	1,00	0.00	0.00	0.49	0.44	Sabbia limosa	Piroclsti
3	10,00	0.00	0.00	4.36	4.36	Calcariniti	Calcariniti

Vincoli lungo l'altezza della paratia

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine del vincolo
Y	ordinata del vincolo rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
V _x	Vincolo in direzione orizzontale
K _x	Rigidità vincolo in direzione orizzontale espresso in [Kg/cm]
V _r	Vincolo alla rotazione
K _r	Rigidità vincolo alla rotazione espresso in [Kgm/°]

N°	Y [m]	V _x	K _x [Kg/cm]	V _r	K _r [Kgm/°]
1	2,60	V. RIGIDO	--	LIBERO	--
2	0,20	V. RIGIDO	--	LIBERO	--

Descrizione puntoni

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della fila
Y	ordinata della fila espressa in [m] misurata dalla testa della paratia
I	interasse della fila espresso in [m]
Xa	ascissa appoggio espresso in [m]
Ya	ordinata appoggio espresso in [m]
L	lunghezza puntone espressa in [m]
α	inclinazione dei puntoni della fila rispetto all'orizzontale espressa in [°]
ALL	allineamento dei puntoni della fila (CENTRATI o SFALSATI)
np	numero di puntoni della fila
f	Franco laterale espresso in [m]
A	Area espressa in [cm ²]
I	Inerzia espressa in [cm ⁴]
W _r	Modulo di resistenza espresso in [cm ³]
Vinc	Tipo vincolo appoggio
E	Modulo Elastico espresso in [kg/cm ²]
σ_d	Tensione ammissibile espressa in [kg/cm ²]

N°	Y [m]	I [m]	np	Xa; Ya [m]	L [m]	Alfa [°]	f [m]	ALL
1	-0,20	6,00	1	-3,50; -0,20	3,50	-0.00	0,20	Centrati

n°	Vincolo	A [cm ²]	I [cm ⁴]	W [cm ³]	E [kg/cm ²]	σ_d [kg/cm ²]
1	Rigido	42,96	1509,00	215,60	2100000	2600

Condizioni di carico

Simbologia e convenzioni adottate

Le ascisse dei punti di applicazione del carico sono espresse in [m] rispetto alla testa della paratia

Le ordinate dei punti di applicazione del carico sono espresse in [m] rispetto alla testa della paratia

Ig	Indice di gruppo
F _x	Forza orizzontale espressa in [kg], positiva da monte verso valle
F _y	Forza verticale espressa in [kg], positiva verso il basso
M	Momento espresso in [kgm], positivo ribaltante
Q _i , Q _t	Intensità dei carichi distribuiti sul profilo espresse in [kg/mq]
V _i , V _s	Intensità dei carichi distribuiti sulla paratia espresse in [kg/mq], positivi da monte verso valle
R	Risultante carico distribuito sulla paratia espressa in [kg]



LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

Condizione n° 1 - Variabile - Condizione 1 (lg=0) [$\Psi_0=1.00$ - $\Psi_1=1.00$ - $\Psi_2=1.00$]

Carico distribuito sul profilo	$X_1 = 0,00$	$X_2 = 10,00$	$Q_1 = 1200$	$Q_2 = 1200$
--------------------------------	--------------	---------------	--------------	--------------

Fasi di scavo

Simbologia adottata

n° identificativo della fase nell'elenco definito
Fase Descrizione dell'i-esima fase
Tempo Tempo in cui avviene la fase di scavo

n°	Fase	Tempo
1	Scavo fino alla profondità di 1.00 metri	0
2	Inserimento condizione di carico nr 1 [Hscavo=1.00]	0
3	Inserimento puntone 1 [Hscavo=1.00]	1
4	Scavo fino alla profondità di 2.60 metri	2
5	Inserimento vincolo 1 ($X=-2.60$) [Hscavo=2.60]	3
6	Inserimento vincolo 2 ($X=-0.20$) [Hscavo=2.60]	3
7	Rimozione puntone 1 [Hscavo=2.60]	4
8	Inserimento sisma	5

Impostazioni di progetto

Spinte e verifiche secondo: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (17/01/2018)**

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto		Statici		Sismici	
			A1	A2	A1	A2
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.30	1.00	1.00	1.00
Permanenti ns	Favorevole	γ_{Gfav}	0.80	0.80	0.00	0.00
Permanenti ns	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.50	1.30	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.50	1.30	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.35	1.15	1.00	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		Statici		Sismici	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	γ_c	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1.00	1.60	1.00	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_v	1.00	1.00	1.00	1.00

Verifica materiali : Stato Limite

Impostazioni verifiche SLU

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo	1.50
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

Verifica Taglio

Sezione in c.a.

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot A_{sw} / s \cdot f_{yd} \cdot (\cotg\alpha + \cotg\theta) \cdot \sin\alpha$$



LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCIARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

$$V_{Rcd}=0.9*d*b_w*\alpha_c*fcd*(ctg(\theta)+ctg(\alpha)/(1.0+ctg\theta^2))$$

con:

d	altezza utile sezione [mm]
b _w	larghezza minima sezione [mm]
A _{sw}	area armatura trasversale [mmq]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]
α _c	coefficiente maggiorativo, funzione di fcd e σ _{cp}
σ _{cp}	tensione media di compressione [N/mmq]
fcd'=0.5*fcd	

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali	Ordinarie
Armatura ad aderenza migliorata	
Sensibilità delle armature	Poco sensibile
Valori limite delle aperture delle fessure	w ₁ = 0.20 w ₂ = 0.30 w ₃ = 0.40
Metodo di calcolo aperture delle fessure	NTC 2008-2018 - I° Formulazione
<u>Verifica delle tensioni</u>	
Combinazione di carico	Rara σ _c < 0.60 f _{ck} - σ _t < 0.80 f _{yk} Quasi permanente σ _c < 0.45 f _{ck}

Impostazioni di analisi

Analisi per Fasi di Scavo.

Rottura del terreno: Pressione passiva Applicata diminuzione quota valle secondo NTC2018 - par 6.5.2.2

Impostazioni analisi per fasi di scavo:

Analisi per condizioni di esercizio
Analisi per coefficienti tipo A1-M1
Analisi per coefficienti tipo A2-M2

Influenza δ (angolo di attrito terreno-paratia): Nel calcolo del coefficiente di spinta attiva Ka e nell'inclinazione della spinta attiva (non viene considerato per la spinta passiva)

Stabilità globale: Metodo di Bishop

Impostazioni analisi sismica

Identificazione del sito

Latitudine	40.879222
Longitudine	14.633130
Comune	Lauro
Provincia	Avellino
Regione	Campania

Punti di interpolazione del reticolo 32984 - 32985 - 32763 - 32762

Tipo di opera

Tipo di costruzione	Opera ordinaria
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	II - Normali affollamenti e industrie non pericolose
Vita di riferimento	50 anni

Combinazioni/Fase

	SLU	SLE
Accelerazione al suolo [m/s ²]	1.784	0.654
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale F ₀	2.379	2.320
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante T _c *	0.358	0.314
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.000	1.000
Tipo di sottosuolo	B	
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (Ss)	1.200	1.200



COMUNE DI LAURO

(PROVINCIA DI AVELLINO)

Piazza Municipio n°1, 83023 - Lauro (AV) Tel.:

+39 081/824.02.65 - Fax: +39 081/824.02.96

E-mail: utc@comune.lauro.av.it - P.E.C.: utc.lauro@asmepec.itSito web: <http://www.comune.lauro.av.it>

Cod. Fisc.: 80012300648 - P.IVA: 00550240642

LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCIARIELLO/CANALONE PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

Coefficiente di riduzione per tipo di sottosuolo (α)	1.000	1.000
Spostamento massimo senza riduzione di resistenza U_s [m]	0.025	0.025
Coefficiente di riduzione per spostamento massimo (β)	0.702	0.702
Prodotto $\alpha \beta$	0.702 > 0.2	
Coefficiente di intensità sismica (percento)	15.307	5.616
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale (kv)	0.00	

Influenza sisma nella spinta attiva da monte

Forma diagramma incremento sismico : Triangolare con vertice in alto.

Risultati

Analisi della paratia

L'analisi è stata eseguita per fasi di scavo

La paratia è analizzata con il metodo degli elementi finiti.

Essa è discretizzata in 52 elementi fuori terra e 50 elementi al di sotto della linea di fondo scavo.

Le molle che simulano il terreno hanno un comportamento elastoplastico: una volta raggiunta la pressione passiva non reagiscono ad ulteriori incremento di carico.

Altezza fuori terra della paratia	2,60	[m]
Profondità di infissione	2,50	[m]
Altezza totale della paratia	5,10	[m]

Forze agenti sulla paratia

Tutte le forze si intendono positive se dirette da monte verso valle. Esse sono riferite ad un metro di larghezza della paratia. Le Y hanno come origine la testa della paratia, e sono espresse in [m]

Simbologia adottata

n°	Indice della Combinazione/Fase
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Pa	Spinta attiva, espressa in [kg]
Is	Incremento sismico della spinta, espressa in [kg]
Pw	Spinta della falda, espressa in [kg]
Pp	Resistenza passiva, espressa in [kg]
Pc	Controspinta, espressa in [kg]

n°	Tipo	Pa	Y _{Pa}	Is	Y _{Is}	Pw	Y _{Pw}	Pp	Y _{Pp}	Pc	Y _{Pc}
		[kg]	[m]	[kg]	[m]	[kg]	[m]	[kg]	[m]	[kg]	[m]
1	ESE	1214	0,66	--	--	--	--	-2366	2,52	1152	4,49
2	ESE	1214	0,66	--	--	--	--	-2366	2,52	1152	4,49
3	ESE	3354	1,43	--	--	--	--	-3556	3,09	1355	4,72
4	ESE	3354	1,43	--	--	--	--	-3556	3,09	1355	4,72
5	ESE	3354	1,43	--	--	--	--	-3556	3,09	1355	4,72
6	ESE	3337	1,43	415	1,73	--	--	-3513	3,08	1377	4,71
1	SLU - STR	1350	0,67	--	--	--	--	-2596	2,50	1246	4,48
2	SLU - STR	1350	0,67	--	--	--	--	-2596	2,50	1246	4,48
3	SLU - STR	3997	1,46	--	--	--	--	-4106	3,10	1512	4,73
4	SLU - STR	3997	1,46	--	--	--	--	-4106	3,10	1512	4,73
5	SLU - STR	3997	1,46	--	--	--	--	-4106	3,10	1512	4,73
6	SLV - STR	3299	1,43	1313	1,73	--	--	-4044	3,09	1542	4,72
1	SLU - GEO	1635	0,71	--	--	--	--	-3340	2,65	1705	4,51
2	SLU - GEO	1635	0,71	--	--	--	--	-3340	2,65	1705	4,51
3	SLU - GEO	4100	1,43	--	--	--	--	-4756	3,06	1900	4,70
4	SLU - GEO	4100	1,43	--	--	--	--	-4756	3,06	1900	4,70
5	SLU - GEO	4100	1,43	--	--	--	--	-4756	3,06	1900	4,70
6	SLV - GEO	3971	1,43	1739	1,73	--	--	-4588	3,05	1993	4,69

Simbologia adottata

n°	Indice della Combinazione/Fase
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Rc	Risultante carichi esterni applicati, espressa in [kg]
Rt	Risultante delle reazioni dei tiranti (componente orizzontale), espressa in [kg]
Rv	Risultante delle reazioni dei vincoli, espressa in [kg]
Rp	Risultante delle reazioni dei puntoni, espressa in [kg]

n°	Tipo	Rc	Y _{Rc}	Rt	Y _{Rt}	Rv	Y _{Rv}	Rp	Y _{Rp}
		[kg]	[m]	[kg]	[m]	[kg]	[m]	[kg]	[m]
1	ESE	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2	ESE	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,20
3	ESE	0	0,00	0	0,00	0	0,00	-1153	0,20



COMUNE DI LAURO

(PROVINCIA DI AVELLINO)

Piazza Municipio n°1, 83023 - Lauro (AV) Tel.:

+39 081/824.02.65 - Fax: +39 081/824.02.96

E-mail: utc@comune.lauro.av.it - P.E.C.: utc.lauro@asmepec.itSito web: <http://www.comune.lauro.av.it>

Cod. Fisc.: 80012300648 - P.IVA: 00550240642

LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCARIELLO/CANALONE PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

n°	Tipo	Rc [kg]	Y _{Rc} [m]	Rt [kg]	Y _{Rt} [m]	Rv [kg]	Y _{Rv} [m]	Rp [kg]	Y _{Rp} [m]
4	ESE	0	0,00	0	0,00	0	2,39	-1153	0,20
5	ESE	0	0,00	0	0,00	-1153	0,20	0	0,00
6	ESE	0	0,00	0	0,00	-1615	0,72	0	0,00
1	SLU - STR	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2	SLU - STR	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,20
3	SLU - STR	0	0,00	0	0,00	0	0,00	-1403	0,20
4	SLU - STR	0	0,00	0	0,00	0	2,39	-1403	0,20
5	SLU - STR	0	0,00	0	0,00	-1403	0,20	0	0,00
6	SLV - STR	0	0,00	0	0,00	-2110	0,83	0	0,00
1	SLU - GEO	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2	SLU - GEO	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,20
3	SLU - GEO	0	0,00	0	0,00	0	0,00	-1243	0,20
4	SLU - GEO	0	0,00	0	0,00	0	2,39	-1243	0,20
5	SLU - GEO	0	0,00	0	0,00	-1243	0,20	0	0,00
6	SLV - GEO	0	0,00	0	0,00	-3115	1,29	0	0,00

Simbologia adottata

n°	Indice della Combinazione/Fase
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
P _{NUL}	Punto di nullo del diagramma, espresso in [m]
P _{INV}	Punto di inversione del diagramma, espresso in [m]
C _{ROT}	Punto Centro di rotazione, espresso in [m]
MP	Percentuale molle plasticizzate, espressa in [%]
R/R _{MAX}	Rapporto tra lo sforzo reale nelle molle e lo sforzo che le molle sarebbero in grado di esplicare, espresso in [%]
Pp	Portanza di punta, espressa in [kg]

n°	Tipo	P _{NUL} [m]	P _{INV} [m]	C _{ROT} [m]	MP [%]	R/R _{MAX} [%]	Pp [m]
1	ESE	1,37	2,55	3,53	13,25	3,04	32918
2	ESE	1,37	2,55	3,53	13,25	3,04	32918
3	ESE	2,60	2,60	4,00	0,00	5,42	32918
4	ESE	2,60	2,60	4,00	0,00	5,42	32918
5	ESE	2,60	2,60	4,00	0,00	5,42	32918
6	ESE	2,60	2,60	3,99	0,00	5,33	32918
1	SLU - STR	1,34	2,55	3,52	12,05	2,87	32918
2	SLU - STR	1,34	2,55	3,52	12,05	2,87	32918
3	SLU - STR	2,60	2,60	4,02	0,00	5,50	32918
4	SLU - STR	2,60	2,60	4,02	0,00	5,50	32918
5	SLU - STR	2,60	2,60	4,02	0,00	5,50	32918
6	SLV - STR	2,60	2,60	4,01	0,00	6,17	32918
1	SLU - GEO	1,52	2,55	3,56	21,69	5,82	18465
2	SLU - GEO	1,52	2,55	3,56	21,69	5,82	18465
3	SLU - GEO	2,60	2,60	3,97	0,00	9,67	18465
4	SLU - GEO	2,60	2,60	3,97	0,00	9,67	18465
5	SLU - GEO	2,60	2,60	3,97	0,00	9,67	18465
6	SLV - GEO	2,60	2,60	3,93	0,00	9,44	32918

Valori massimi e minimi sollecitazioni per metro di paratia

Simbologia adottata

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della combinazione/fase
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
M	momento flettente massimo e minimo espresso in [kgm]
N	sforzo normale massimo e minimo espresso in [kg] (positivo di compressione)
T	taglio massimo e minimo espresso in [kg]

n°	Tipo	M [kgm]	Y _M [m]	T [kg]	Y _T [m]	N [kg]	Y _N [m]	
1	ESE	1825	2,65	1214	1,35	1262	5,10	MAX
		0	0,00	-1152	3,50	0	0,00	MIN
2	ESE	1825	2,65	1214	1,35	1262	5,10	MAX
		0	5,10	-1152	3,50	0	0,00	MIN
3	ESE	1769	3,15	2201	2,55	1262	5,10	MAX
		-492	1,15	-1355	4,00	0	0,00	MIN
4	ESE	1769	3,15	2201	2,60	1262	5,10	MAX
		-492	1,15	-1355	4,00	0	0,00	MIN
5	ESE	1769	3,15	2201	2,60	1262	5,10	MAX
		-492	1,15	-1355	4,00	0	0,00	MIN
6	ESE	1809	3,15	2485	2,60	1262	5,10	MAX
		-569	1,15	-1377	3,95	0	0,00	MIN
1	SLU - STR	1976	2,65	1350	1,30	1262	5,10	MAX
		0	0,00	-1246	3,50	0	0,00	MIN
2	SLU - STR	1976	2,65	1350	1,30	1262	5,10	MAX



COMUNE DI LAURO

(PROVINCIA DI AVELLINO)

Piazza Municipio n°1, 83023 - Lauro (AV) Tel.:

+39 081/824.02.65 - Fax: +39 081/824.02.96

E-mail: utc@comune.lauro.av.it - P.E.C.: utc.lauro@asmepec.it

Sito web: <http://www.comune.lauro.av.it>

Cod. Fisc.: 80012300648 - P.IVA: 00550240642

LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCARIELLO/CANALONE PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

n°	Tipo	M	Y _M	T	Y _T	N	Y _N	
		[kgm]	[m]	[kg]	[m]	[kg]	[m]	
		0	0,00	-1246	3,50	0	0,00	MIN
3	SLU - STR	1949	3,15	2594	2,55	1262	5,10	MAX
		-675	1,20	-1512	4,00	0	0,00	MIN
4	SLU - STR	1949	3,15	2594	2,60	1262	5,10	MAX
		-675	1,20	-1512	4,00	0	0,00	MIN
5	SLU - STR	1949	3,15	2594	2,60	1262	5,10	MAX
		-675	1,20	-1512	4,00	0	0,00	MIN
6	SLV - STR	2006	3,15	3059	2,60	1262	5,10	MAX
		-781	1,20	-1542	4,00	0	0,00	MIN
1	SLU - GEO	2675	2,65	1635	1,50	1262	5,10	MAX
		0	0,00	-1705	3,55	0	0,00	MIN
2	SLU - GEO	2675	2,65	1635	1,50	1262	5,10	MAX
		0	0,00	-1705	3,55	0	0,00	MIN
3	SLU - GEO	2532	3,10	2856	2,55	1262	5,10	MAX
		-443	1,00	-1900	3,95	0	0,00	MIN
4	SLU - GEO	2532	3,10	2856	2,60	1262	5,10	MAX
		-443	1,00	-1900	3,95	0	0,00	MIN
5	SLU - GEO	2532	3,10	2856	2,60	1262	5,10	MAX
		-443	1,00	-1900	3,95	0	0,00	MIN
6	SLV - GEO	2709	3,05	4014	2,60	1262	5,10	MAX
		-745	1,10	-1993	3,90	0	0,00	MIN

Spostamenti massimi e minimi della paratia

Simbologia adottata

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della combinazione/fase
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
U	spostamento orizzontale massimo e minimo espresso in [cm] positivo verso valle
V	spostamento verticale massimo e minimo espresso in [cm] positivo verso il basso

n°	Tipo	U	Y _U	V	Y _V	
		[cm]	[m]	[cm]	[m]	
1	ESE	0,6403	0,00	0,0011	0,00	MAX
		-0,0249	5,10	0,0000	0,00	MIN
2	ESE	0,6403	0,00	0,0011	0,00	MAX
		-0,0249	5,10	0,0000	0,00	MIN
3	ESE	0,6692	0,00	0,0011	0,00	MAX
		-0,0525	5,10	0,0000	0,00	MIN
4	ESE	0,6692	0,00	0,0011	0,00	MAX
		-0,0525	5,10	0,0000	0,00	MIN
5	ESE	0,6692	0,00	0,0011	0,00	MAX
		-0,0525	5,10	0,0000	0,00	MIN
6	ESE	0,6685	0,00	0,0011	0,00	MAX
		-0,0527	5,10	0,0000	0,00	MIN
1	SLU - STR	0,6929	0,00	0,0011	0,00	MAX
		-0,0268	5,10	0,0000	0,00	MIN
2	SLU - STR	0,6929	0,00	0,0011	0,00	MAX
		-0,0268	5,10	0,0000	0,00	MIN
3	SLU - STR	0,7284	0,00	0,0011	0,00	MAX
		-0,0600	5,10	0,0000	0,00	MIN
4	SLU - STR	0,7284	0,00	0,0011	0,00	MAX
		-0,0600	5,10	0,0000	0,00	MIN
5	SLU - STR	0,7284	0,00	0,0011	0,00	MAX
		-0,0600	5,10	0,0000	0,00	MIN
6	SLV - STR	0,7274	0,00	0,0011	0,00	MAX
		-0,0602	5,10	0,0000	0,00	MIN
1	SLU - GEO	0,9408	0,00	0,0011	0,00	MAX
		-0,0387	5,10	0,0000	0,00	MIN
2	SLU - GEO	0,9408	0,00	0,0011	0,00	MAX
		-0,0387	5,10	0,0000	0,00	MIN
3	SLU - GEO	0,9711	0,00	0,0011	0,00	MAX
		-0,0706	5,10	0,0000	0,00	MIN
4	SLU - GEO	0,9711	0,00	0,0011	0,00	MAX
		-0,0706	5,10	0,0000	0,00	MIN
5	SLU - GEO	0,9711	0,00	0,0011	0,00	MAX
		-0,0706	5,10	0,0000	0,00	MIN
6	SLV - GEO	0,9683	0,00	0,0011	0,00	MAX
		-0,0711	5,10	0,0000	0,00	MIN



COMUNE DI LAURO

(PROVINCIA DI AVELLINO)

Piazza Municipio n°1, 83023 - Lauro (AV) Tel.:

+39 081/824.02.65 - Fax: +39 081/824.02.96

E-mail: utc@comune.lauro.av.it - P.E.C.: utc.lauro@asmepec.itSito web: <http://www.comune.lauro.av.it>

Cod. Fisc.: 80012300648 - P.IVA: 00550240642

LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCARIELLO/CANALONE PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

Verifica a spostamento

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione/Fase
Tipo	Tipo combinazione/Fase
Ulim	spostamento orizzontale limite, espresso in [cm]
U	spostamento orizzontale calcolato, espresso in [cm] (positivo verso valle)

n°	Tipo	Ulim [cm]	U [cm]
1	ESE	2,5500	0,6403
2	ESE	2,5500	0,6403
3	ESE	2,5500	0,6692
4	ESE	2,5500	0,6692
5	ESE	2,5500	0,6692
6	ESE	2,5500	0,6685
1	SLU - STR	2,5500	0,6929
2	SLU - STR	2,5500	0,6929
3	SLU - STR	2,5500	0,7284
4	SLU - STR	2,5500	0,7284
5	SLU - STR	2,5500	0,7284
6	SLV - STR	2,5500	0,7274
1	SLU - GEO	2,5500	0,9408
2	SLU - GEO	2,5500	0,9408
3	SLU - GEO	2,5500	0,9711
4	SLU - GEO	2,5500	0,9711
5	SLU - GEO	2,5500	0,9711
6	SLV - GEO	2,5500	0,9683

Verifiche di corpo rigido

Simbologia adottata

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della combinazione/fase
S	Spinta attiva da monte (risultante diagramma delle pressioni attive da monte) espressa in [kg]
R	Resistenza passiva da valle (risultante diagramma delle pressioni passive da valle) espresso in [kg]
W	Spinta netta falda (positiva da monte verso valle), espresso in [kg]
T	Reazione tiranti espresso in [kg]
P	Reazione puntoni espresso in [kg]
V	Reazione vincoli espresso in [kg]
C	Risultante carichi applicati sulla paratia (positiva da monte verso valle) espresso in [kg]
Y	Punto di applicazione, espresso in [m]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kgm]
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kgm]
FS _{RIB}	Fattore di sicurezza a ribaltamento
FS _{SCO}	Fattore di sicurezza a scorrimento

I punti di applicazione delle azioni sono riferite alla testa della paratia.
La verifica a ribaltamento viene eseguita rispetto al centro di rotazione posto alla base del palo.

n°	Tipo	S Y [kg]	R Y [kg]	W Y [kg]	T Y [kg]	P Y [kg]	V Y [kg]	C Y [kg]	Mr [kgm]	Ms [kgm]	FS _{RIB}	FS _{SCO}
18	SLV - GEO	6010 1,53	51214 4,03	0 0,00	0 0,00	0 0,00	3115 1,29	0 0,00	20592	66488	3.229	9.416

Stabilità globale

Simbologia adottata

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della combinazione/fase
(X _C ; Y _C)	Coordinate centro cerchio superficie di scorrimento, espresse in [m]
R	Raggio cerchio superficie di scorrimento, espresso in [m]
(X _V ; Y _V)	Coordinate intersezione del cerchio con il pendio a valle, espresse in [m]
(X _M ; Y _M)	Coordinate intersezione del cerchio con il pendio a monte, espresse in [m]
FS	Coefficiente di sicurezza

Numero di cerchi analizzati 100

n°	Tipo	X _C , Y _C [m]	R [m]	X _V , Y _V [m]	X _M , Y _M [m]	FS
1	SLU - GEO	0,00; 3,06	6,49	-5,08; -0,99	5,97; 0,50	7.946
2	SLU - GEO	0,00; 3,06	6,49	-5,08; -0,99	5,97; 0,50	7.946
3	SLU - GEO	-0,51; 3,06	6,51	-3,75; -2,59	5,49; 0,50	5.049
4	SLU - GEO	-0,51; 3,06	6,51	-3,75; -2,59	5,49; 0,50	5.049
5	SLU - GEO	-0,51; 3,06	6,51	-3,75; -2,59	5,49; 0,50	5.049
6	SLV - GEO	-0,51; 3,06	6,51	-3,75; -2,59	5,49; 0,50	5.188



COMUNE DI LAURO

(PROVINCIA DI AVELLINO)

Piazza Municipio n°1, 83023 - Lauro (AV) Tel.:

+39 081/824.02.65 - Fax: +39 081/824.02.96

E-mail: utc@comune.lauro.av.it - P.E.C.: utc.lauro@asmepec.itSito web: <http://www.comune.lauro.av.it>

Cod. Fisc.: 80012300648 - P.IVA: 00550240642

LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCARIELLO/CANALONE PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

Dettagli superficie con fattore di sicurezza minimo

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa alla paratia (spigolo contro terra)

Le strisce sono numerate da monte verso valle

N° numero d'ordine della striscia

W peso della striscia espresso in [kg]

 α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in gradi (positivo antiorario) ϕ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cm²] b larghezza della striscia espressa in [m] L sviluppo della base della striscia espressa in [m] ($L=b/\cos\alpha$) u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cm²]

Ctn, Ctt contributo alla striscia normale e tangenziale del tirante espressa in [kg]

Fase n° 3 - SLU - GEO

Numero di strisce 51

Caratteristiche delle strisce

N°	W	α	L	ϕ	c	u	(Ctn; Ctt)
	[kg]	[°]	[m]	[°]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[kg]
1	11,58	-28.92	0,20	29.26	0,400	0,000	(0; 0)
2	38,73	-27.14	0,20	29.26	0,400	0,000	(0; 0)
3	63,89	-25.39	0,20	29.26	0,400	0,000	(0; 0)
4	87,15	-23.66	0,19	29.26	0,400	0,000	(0; 0)
5	108,59	-21.96	0,19	29.26	0,400	0,000	(0; 0)
6	128,28	-20.27	0,19	29.26	0,400	0,000	(0; 0)
7	146,28	-18.61	0,19	29.26	0,400	0,000	(0; 0)
8	162,63	-16.96	0,19	29.26	0,400	0,000	(0; 0)
9	177,39	-15.32	0,19	29.26	0,400	0,000	(0; 0)
10	190,58	-13.70	0,18	29.26	0,400	0,000	(0; 0)
11	202,26	-12.09	0,18	29.26	0,400	0,000	(0; 0)
12	212,44	-10.49	0,18	29.26	0,400	0,000	(0; 0)
13	221,15	-8.90	0,18	29.26	0,400	0,000	(0; 0)
14	228,40	-7.31	0,18	29.26	0,400	0,000	(0; 0)
15	234,23	-5.73	0,18	29.26	0,400	0,000	(0; 0)
16	238,64	-4.15	0,18	29.26	0,400	0,000	(0; 0)
17	241,64	-2.58	0,18	29.26	0,400	0,000	(0; 0)
18	243,24	-1.01	0,18	29.26	0,400	0,000	(0; 0)
19	243,44	0.56	0,18	29.26	0,400	0,000	(0; 0)
20	242,24	2.13	0,18	29.26	0,400	0,000	(0; 0)
21	239,64	3.70	0,18	29.26	0,400	0,000	(0; 0)
22	1222,02	5.30	0,18	29.26	0,400	0,000	(0; 0)
23	1216,29	6.92	0,18	29.26	0,400	0,000	(0; 0)
24	1210,93	8.54	0,18	29.26	0,400	0,000	(0; 0)
25	1241,26	10.17	0,19	29.26	0,400	0,000	(0; 0)
26	1284,41	11.81	0,19	29.26	0,400	0,000	(0; 0)
27	1318,32	13.46	0,19	29.26	0,400	0,000	(0; 0)
28	1310,49	15.12	0,19	29.26	0,400	0,000	(0; 0)
29	1295,17	16.80	0,19	29.26	0,400	0,000	(0; 0)
30	1278,14	18.49	0,19	29.26	0,400	0,000	(0; 0)
31	1259,34	20.19	0,19	29.26	0,400	0,000	(0; 0)
32	1238,72	21.92	0,20	29.26	0,400	0,000	(0; 0)
33	1216,21	23.66	0,20	29.26	0,400	0,000	(0; 0)
34	1191,75	25.43	0,20	29.26	0,400	0,000	(0; 0)
35	1165,24	27.23	0,21	29.26	0,400	0,000	(0; 0)
36	1136,59	29.05	0,21	29.26	0,400	0,000	(0; 0)
37	1105,68	30.91	0,21	25.72	0,200	0,000	(0; 0)
38	1072,39	32.81	0,22	22.18	0,000	0,000	(0; 0)
39	1036,56	34.74	0,22	22.18	0,000	0,000	(0; 0)
40	998,01	36.73	0,23	22.18	0,000	0,000	(0; 0)
41	956,53	38.76	0,23	22.18	0,000	0,000	(0; 0)
42	911,87	40.86	0,24	22.18	0,000	0,000	(0; 0)
43	863,72	43.02	0,25	22.18	0,000	0,000	(0; 0)
44	811,70	45.27	0,26	21.32	0,000	0,000	(0; 0)
45	755,35	47.61	0,27	20.46	0,000	0,000	(0; 0)
46	694,05	50.05	0,28	20.46	0,000	0,000	(0; 0)
47	627,02	52.63	0,30	20.46	0,000	0,000	(0; 0)
48	553,19	55.37	0,32	20.46	0,000	0,000	(0; 0)
49	471,02	58.32	0,35	20.46	0,000	0,000	(0; 0)
50	378,23	61.54	0,38	20.46	0,000	0,000	(0; 0)
51	274,18	63.90	0,42	20.46	0,000	0,000	(0; 0)



LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCIARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

Resistenza a taglio paratia = 16821,11 [kg]

$\Sigma W_i = 33756,80$ [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 12522,94$ [kg]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 17091,63$ [kg]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 6.49$

Risultati puntoni

Simbologia adottata

n° Identificativo della fila di puntoni
N reazione del puntone della fila espresso in [kg]
Ncr Carico critico puntone espresso in [kg]
 σ_i tensione di compressione/trazione nel puntone espressa in [kg/cm²]
u spostamento orizzontale del puntone della fila, positivo verso valle, espresso in [cm]
FS Fattore di sicurezza (rapporto tra Ncr/N)

n°	N	Ncr	L	A	σ_i	u	FS	cmb
	[kg]	[kg]	[m]	[cm ²]	[kg/cm ²]	[cm]		
1	-14033	-255313	3,50	42,96	326,66	0,69278	18.193	9

Risultati vincoli

Simbologia adottata

n° Indice del vincolo
 R_x reazione in direzione orizzontale a metro lineare, positiva verso valle, espressa in [kg]
 R_θ reazione momento a metro lineare, positiva antioraria, espressa in [kgm]
u spostamento orizzontale, positivo verso valle, espresso in [cm]

n°	$R_{x,min}$	$R_{x,max}$	$R_{\theta,min}$	$R_{\theta,max}$	u _{min}	u _{max}
	[kg]	[kg]	[kgm]	[kgm]	[cm]	[cm]
1	-1419	0	--	--	0,23140	0,17317
2	-1696	0	--	--	0,91674	0,63461

Verifica armatura paratia (Involuppo sezioni critiche)

Verifica a flessione

Simbologia adottata

n° numero d'ordine della sezione
Y ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
 A_t area di armatura del palo espressa in [cm²]
M momento flettente agente sul palo espresso in [kgm]
N sforzo normale agente sul palo espresso in [kg] (positivo di compressione)
 M_u momento ultimo di riferimento espresso in [kgm]
 N_u sforzo normale ultimo di riferimento espresso in [kg]
Fs coefficiente di sicurezza (rapporto fra la sollecitazione ultima e la sollecitazione di esercizio)

n° - Tipo	Y	A_t	M	N	M_u	N_u	FS
	[m]	[cm ²]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]	
6 - SLV - GEO	3,05	16,08	1935	539	3858	1074	1.993

Verifica a taglio

Simbologia adottata

n° numero d'ordine della sezione
Tipo Tipo della Combinazione/Fase
Y ordinata della sezione rispetto alla testa, espressa in [m]
 A_{sw} area dell'armatura trasversale, espressa in [cm²]
s interasse tra due armature trasversali consecutive, espressa in [cm]
 V_{Ed} taglio agente sul palo, espresso in [kg]
 V_{Rd} taglio resistente, espresso in [kg]
FS coefficiente di sicurezza (rapporto tra V_{Rd}/V_{Ed})

La verifica a taglio del palo è stata eseguita considerando una sezione quadrata equivalente di lato B = 25,61 cm

n° - Tipo	Y	A_{sw}	s	V_{Ed}	V_{Rd}	FS
	[m]	[cm ²]	[cm]	[kg]	[kg]	
6 - SLV - GEO	2,60	1,01	18,40	2867	9015	3.145



**LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCIARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F**

Verifica tensioni

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
A _f	area di armatura espressa in [cmq]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]
σ _t	tensione nell'acciaio espressa in [kg/cmq]

A _f	σ _c	cmb	σ _t	cmb
[cmq]	[kg/cmq]		[kg/cmq]	
16,08	89,17	2	1291,13	2

Verifica fessurazione

Simbologia adottata

Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Oggetto	Muro/Paratia
Y	Ordinata sezione, espresso in [m]
M	Momento agente, espresso in [kgm]
M _f	Momento prima fessurazione, espresso in [kgm]
s	Distanza media tra le fessure, espressa in [mm]
ε _{sm}	Deformazione nelle fessure, espressa in [%]
w _{lim}	Apertura limite fessure, espressa in [mm]
w _k	Ampiezza fessure, espressa in [mm]

Oggetto	n° - Tipo	Y	M	M _f	s	ε _{sm}	w _{lim}	w _k
		[m]	[kgm]	[kgm]	[mm]	[%]	[mm]	[mm]
Paratia	2 - ESE	2,65	1303	573	238,701	0,0552	0,300	0,224

6.3.2. CALCOLO MANUFATTO SCATOLARE

Calcolo del carico sulla calotta

Pressione Geostatica

In questo caso la pressione in calotta viene calcolata come prodotto tra il peso di volume del terreno per l'altezza del ricoprimento (Spessore dello strato di terreno superiore). Quindi la pressione in calotta è fornita dalla seguente relazione:

$$P_v = \gamma H$$

Se sul profilo del piano campagna sono presenti dei sovraccarichi, concentrati e/o distribuiti, la diffusione di questi nel terreno avviene secondo un angolo, rispetto alla verticale, pari a 20.00°.

Spinta sui piedritti

Spinta attiva - Metodo di Coulomb

La teoria di Coulomb considera l'ipotesi di un cuneo di spinta a monte della parete che si muove rigidamente lungo una superficie di rottura rettilinea. Dall'equilibrio del cuneo si ricava la spinta che il terreno esercita sull'opera di sostegno. In particolare Coulomb ammette, al contrario della teoria di Rankine, l'esistenza di attrito fra il terreno e la parete, e quindi la retta di spinta risulta inclinata rispetto alla normale alla parete stesso di un angolo di attrito terra-parete.

L'espressione della spinta esercitata da un terrapieno, di peso di volume γ , su una parete di altezza H , risulta espressa secondo la teoria di Coulomb dalla seguente relazione (per terreno incoerente)

$$S = 1/2 \gamma H^2 K_a$$

K_a rappresenta il coefficiente di spinta attiva di Coulomb nella versione riveduta da Muller-Breslau, espresso come

$$K_a = \frac{\sin(\alpha + \phi)}{\sin^2 \alpha \sin(\alpha - \delta) \left[1 + \frac{\sqrt{[\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta)]}}{\sqrt{[\sin(\alpha - \delta) \sin(\alpha + \beta)]}} \right]^2}$$



**LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F**

dove ϕ è l'angolo d'attrito del terreno, α rappresenta l'angolo che la parete forma con l'orizzontale ($\alpha = 90^\circ$ per parete verticale), δ è l'angolo d'attrito terreno-parete, β è l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale.

La spinta risulta inclinata dell'angolo d'attrito terreno-parete δ rispetto alla normale alla parete.

Il diagramma delle pressioni del terreno sulla parete risulta triangolare con il vertice in alto. Il punto di applicazione della spinta si trova in corrispondenza del baricentro del diagramma delle pressioni ($1/3 H$ rispetto alla base della parete). L'espressione di K_a perde di significato per $\beta > \phi$. Questo coincide con quanto si intuisce fisicamente: la pendenza del terreno a monte della parete non può superare l'angolo di natural declivio del terreno stesso.

Nel caso di terreno dotato di attrito e coesione c l'espressione della pressione del terreno ad una generica profondità z vale

$$\sigma_a = \gamma z K_a - 2 c \sqrt{K_a}$$

Spinta in presenza di falda

Nel caso in cui a monte della parete sia presente la falda il diagramma delle pressioni sulla parete risulta modificato a causa della sottospinta che l'acqua esercita sul terreno. Il peso di volume del terreno al di sopra della linea di falda non subisce variazioni. Viceversa al di sotto del livello di falda va considerato il peso di volume di galleggiamento

$$\gamma_a = \gamma_{sat} - \gamma_w$$

dove γ_{sat} è il peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori) e γ_w è il peso di volume dell'acqua. Quindi il diagramma delle pressioni al di sotto della linea di falda ha una pendenza minore. Al diagramma così ottenuto va sommato il diagramma triangolare legato alla pressione idrostatica esercitata dall'acqua.

Spinta a Riposo

Si assume che sui piedritti agisca la spinta calcolata in condizioni di riposo.

Il coefficiente di spinta a riposo è espresso dalla relazione

$$K_0 = 1 - \sin \phi$$

dove ϕ rappresenta l'angolo d'attrito interno del terreno di rinfiacco.

Quindi la pressione laterale, ad una generica profondità z e la spinta totale sulla parete di altezza H valgono

$$\sigma = \gamma z K_0 + p_v K_0$$
$$S = 1/2 \gamma H^2 K_0 + p_v K_0 H$$

dove p_v è la pressione verticale agente in corrispondenza della calotta.

Spinta in presenza di sisma - Formula di Wood

Spinta del terreno nel caso di strutture rigide.

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

$$\Delta P_d = \alpha \gamma H^2$$
$$\alpha = a_g / g * S_s * \beta_m * S_t$$

H è l'altezza sulla quale agisce la spinta. Il punto di applicazione va preso a metà altezza.

Strategia di soluzione

A partire dal tipo di terreno, dalla geometria e dai sovraccarichi agenti il programma è in grado di conoscere tutti i carichi agenti sulla struttura per ogni combinazione di carico.



**LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCIARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F**

La struttura scatolare viene schematizzata come un telaio piano e viene risolta mediante il metodo degli elementi finiti (FEM). Più dettagliatamente il telaio viene discretizzato in una serie di elementi connessi fra di loro nei nodi.

Il terreno di rinfilanco e di fondazione viene invece schematizzato con una serie di elementi molle non reagenti a trazione (modello di Winkler). L'area della singola molla è direttamente proporzionale alla costante di Winkler del terreno e all'area di influenza della molla stessa.

A partire dalla matrice di rigidezza del singolo elemento, K_e , si assembla la matrice di rigidezza di tutta la struttura K . Tutti i carichi agenti sulla struttura vengono trasformati in carichi nodali (reazioni di incastro perfetto) ed inseriti nel vettore dei carichi nodali p .

Indicando con u il vettore degli spostamenti nodali (incogniti), la relazione risolutiva può essere scritta nella forma

$$K u = p$$

Da questa equazione matriciale si ricavano gli spostamenti incogniti u

$$u = K^{-1} p$$

Noti gli spostamenti nodali è possibile risalire alle sollecitazioni nei vari elementi.

La soluzione del sistema viene fatta per ogni combinazione di carico agente sullo scatolare. Il successivo calcolo delle armature nei vari elementi viene condotto tenendo conto delle condizioni più gravose che si possono verificare nelle sezioni fra tutte le combinazioni di carico.

Geometria scatolare

Descrizione:

Scatolare semplice

Altezza esterna	2,80	[m]
Larghezza esterna	3,40	[m]
Lunghezza mensola di fondazione sinistra	0,00	[m]
Lunghezza mensola di fondazione destra	0,00	[m]
Spessore piedritto sinistro	0,20	[m]
Spessore piedritto destro	0,20	[m]
Spessore fondazione	0,40	[m]
Spessore traverso	0,30	[m]



COMUNE DI LAURO

(PROVINCIA DI AVELLINO)

Piazza Municipio n°1, 83023 - Lauro (AV) Tel.:

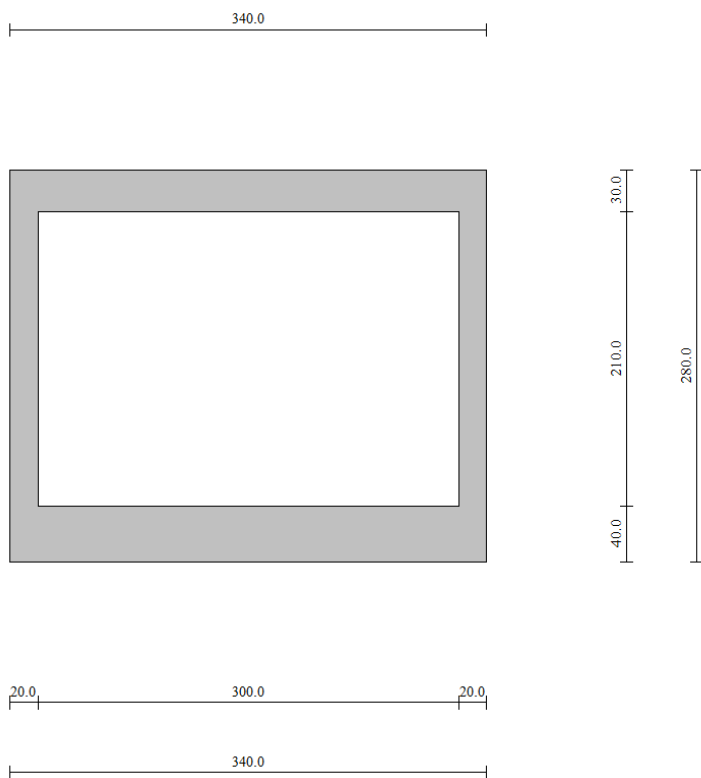
+39 081/824.02.65 - Fax: +39 081/824.02.96

E-mail: utc@comune.lauro.av.it - P.E.C.: utc.lauro@asmepec.it

Sito web: <http://www.comune.lauro.av.it>

Cod. Fisc.: 80012300648 - P.IVA: 00550240642

LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCIARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F



Caratteristiche strati terreno

Strato di ricoprimento

Descrizione	Terreno di ricoprimento	
Spessore dello strato	0,20	[m]
Peso di volume	1600,00	[kg/mc]
Peso di volume saturo	2000,00	[kg/mc]
Angolo di attrito	20,00	[°]
Coesione	0,00	[kg/cm ²]

Strato di rinfiacco non considerato

Strato di base

Descrizione	Terreno di base	
Peso di volume	1600,00	[kg/mc]
Peso di volume saturo	1600,00	[kg/mc]
Angolo di attrito	35,00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	25,00	[°]
Coesione	0,50	[kg/cm ²]
Costante di Winkler	5,00	[kg/cm ² /cm]
Tensione limite	2,00	[kg/cm ²]



COMUNE DI LAURO

(PROVINCIA DI AVELLINO)

Piazza Municipio n°1, 83023 - Lauro (AV) Tel.:

+39 081/824.02.65 - Fax: +39 081/824.02.96

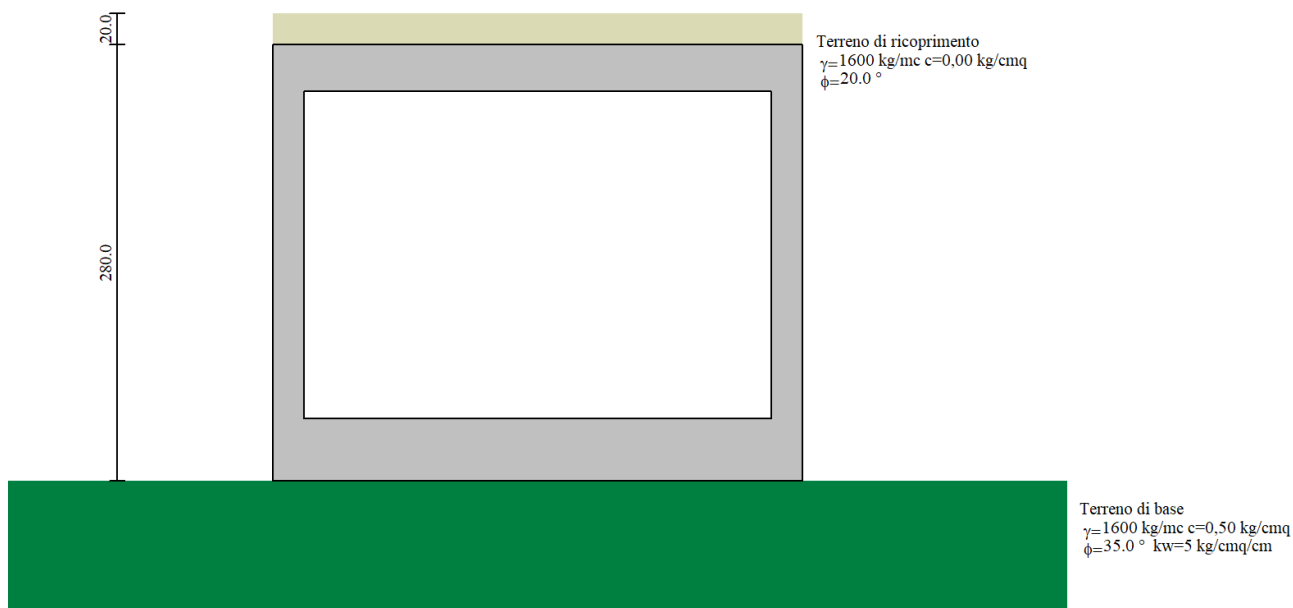
E-mail: utc@comune.lauro.av.it - P.E.C.: utc.lauro@asmepec.it

Sito web: <http://www.comune.lauro.av.it>

Cod. Fisc.: 80012300648 - P.IVA: 00550240642

C.A.P. 83023

LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCIARIELLO/CANALONE PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F



Condizioni di carico

Convenzioni adottate

Origine in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro della struttura

Carichi verticali positivi se diretti verso il basso

Carichi orizzontali positivi se diretti verso destra

Coppie concentrate positive se antiorarie

Ascisse X (esprese in m) positive verso destra

Ordinate Y (esprese in m) positive verso l'alto

Carichi concentrati espressi in kg

Coppie concentrate espressi in kgm

Carichi distribuiti espressi in kg/m

Simbologia adottata e unità di misura

Forze concentrate

X	ascissa del punto di applicazione dei carichi verticali concentrati
Y	ordinata del punto di applicazione dei carichi orizzontali concentrati
F_y	componente Y del carico concentrato
F_x	componente X del carico concentrato
M	momento

Forze distribuite

X_i, X_f	ascisse del punto iniziale e finale per carichi distribuiti verticali
Y_i, Y_f	ordinate del punto iniziale e finale per carichi distribuiti orizzontali
V_{ni}	componente normale del carico distribuito nel punto iniziale
V_{nf}	componente normale del carico distribuito nel punto finale
V_{bi}	componente tangenziale del carico distribuito nel punto iniziale
V_{bf}	componente tangenziale del carico distribuito nel punto finale
D_{te}	variazione termica lembo esterno espressa in gradi centigradi
D_{bi}	variazione termica lembo interno espressa in gradi centigradi

Condizione di carico n°1 (Peso Proprio)

Condizione di carico n°2 (Spinta terreno sinistra)

Condizione di carico n°3 (Spinta terreno destra)



LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCIARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

Condizione di carico n°4 (Sisma da sinistra)

Condizione di carico n°5 (Sisma da destra)

Condizione di carico n° 7 (Condizione 1: Carico su terrapieno)

Distr Terreno $X_I = 0,00$ $X_I = 3,40$ $V_{ni} = 1200$ $V_{nf} = 1200$

Impostazioni di progetto

Verifica materiali:

Stato Limite Ultimo

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo γ_c	1.50
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

Verifica Taglio - Metodo dell'inclinazione variabile del traliccio

$$V_{Rd} = [0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d > (v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot A_{sw} / s \cdot f_{yd} \cdot (\cot \alpha + \cot \theta) \cdot \sin \alpha$$

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot (\cot \theta) + \cot \theta \cdot (\alpha) / (1.0 + \cot \theta^2)$$

con:

d	altezza utile sezione [mm]
b_w	larghezza minima sezione [mm]
σ_{cp}	tensione media di compressione [N/mm ²]
ρ_l	rapporto geometrico di armatura
A_{sw}	area armatura trasversale [mm ²]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]
α_c	coefficiente maggiorativo, funzione di fcd e σ_{cp}

$$f_{cd} = 0.5 \cdot f_{cd}$$

$$k = 1 + (200/d)^{1/2}$$

$$v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$$

Stato Limite di Esercizio

Criteri di scelta per verifiche tensioni di esercizio:

Ambiente poco aggressivo

Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. rare) 0.60 f_{ck}

Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. quasi perm.) 0.45 f_{ck}

Limite tensioni di trazione nell'acciaio (comb. rare) 0.80 f_{yk}

Criteri verifiche a fessurazione:

Armatura poco sensibile

Apertura limite fessure espresse in [mm]

Apertura limite fessure $w_1 = 0,20$ $w_2 = 0,30$ $w_3 = 0,40$

Verifiche secondo :

Norme Tecniche 2018 - Approccio 2



LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

Copriferro sezioni 4,00 [cm]

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

γ	Coefficiente di partecipazione della condizione
ψ	Coefficiente di combinazione della condizione
C	Coefficiente totale di partecipazione della condizione

Norme Tecniche 2018

Simbologia adottata

γ_{G1sfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
γ_{G1fav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
γ_{G2sfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti non strutturali
γ_{G2fav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti non strutturali
γ_Q	Coefficiente parziale sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
γ_c	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
γ_{cu}	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
γ_{qu}	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto		A1	A2
Permanenti	Favorevole	γ_{G1fav}	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G1sfav}	1,30	1,00
Permanenti non strutturali	Favorevole	γ_{G2fav}	0,80	0,80
Permanenti non strutturali	Sfavorevole	γ_{G2sfav}	1,50	1,30
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,50	1,30
Variabili da traffico	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00
Variabili da traffico	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,35	1,15
Termici	Favorevole	γ_{sfav}	0,00	0,00
Termici	Sfavorevole	γ_{csfav}	1,20	1,20

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1,00	1,25
Coesione efficace	γ_c	1,00	1,25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1,00	1,60
Peso dell'unità di volume	γ_γ	1,00	1,00

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto	A1	A2
---------	---------	----	----



LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCIARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

Permanenti	Favorevole	γ_{G1fav}	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G1sfav}	1,00	1,00
Permanenti	Favorevole	γ_{G2fav}	0,00	0,00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G2sfav}	1,00	1,00
Variabili	Favorevole	γ_{Q1fav}	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Q1sfav}	1,00	1,00
Variabili da traffico	Favorevole	γ_{Q1fav}	0,00	0,00
Variabili da traffico	Sfavorevole	γ_{Q1sfav}	1,00	1,00
Termici	Favorevole	γ_{cfav}	0,00	0,00
Termici	Sfavorevole	γ_{csfav}	1,00	1,00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1,00	1,00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1,00	1,00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1,00	1,00
Peso dell'unità di volume	γ_f	1,00	1,00

Combinazione n° 1 SLU (Approccio 2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 2 SLU (Approccio 2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Condizione 1	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35

Combinazione n° 3 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 4 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00



LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCIARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

Combinazione n° 5 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Condizione 1	Sfavorevole	1.00	0.30	0.30
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 6 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Condizione 1	Sfavorevole	1.00	0.30	0.30
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 7 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Condizione 1	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 8 SLE (Frequente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Condizione 1	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50

Combinazione n° 9 SLE (Quasi Permanente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Condizione 1	Sfavorevole	1.00	0.30	0.30

Analisi della spinta e verifiche

Simbologia adottata ed unità di misura

Origine in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro della struttura

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti verso destra

Le forze verticali sono considerate positive se agenti verso il basso

X ascisse (esprese in m) positive verso destra

Y ordinate (esprese in m) positive verso l'alto

M momento espresso in kgm

V taglio espresso in kg

SN sforzo normale espresso in kg

ux spostamento direzione X espresso in cm

uy spostamento direzione Y espresso in cm



LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCIARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

σ_t pressione sul terreno espressa in kg/cmq

Tipo di analisi

Pressione in calotta

Pressione geostatica

I carichi applicati sul terreno sono stati diffusi secondo **angolo di attrito**

Spinta sui piedritti

a Riposo [combinazione 1]
a Riposo [combinazione 2]
a Riposo [combinazione 3]
a Riposo [combinazione 4]
a Riposo [combinazione 5]
a Riposo [combinazione 6]
a Riposo [combinazione 7]
a Riposo [combinazione 8]
a Riposo [combinazione 9]

Sisma

Identificazione del sito

Latitudine 40.879222
Longitudine 14.633130
Comune Lauro
Provincia Avellino
Regione Campania

Punti di interpolazione del reticolo 32984 - 32985 - 32763 - 32762

Tipo di opera

Tipo di costruzione Opera ordinaria
Vita nominale 50 anni
Classe d'uso II - Normali affollamenti e industrie non pericolose
Vita di riferimento 50 anni

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo $a_g =$ 1.78 [m/s²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) 1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St) 1.00
Coefficiente riduzione (β_m) 0.38
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale 0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento) $k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S_s) = 8.29$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento) $k_v = 0.50 * k_h = 4.15$

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo $a_g =$ 0.65 [m/s²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) 1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St) 1.00
Coefficiente riduzione (β_m) 0.47



LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCIARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (per cento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*Ss) = 3.76$
Coefficiente di intensità sismica verticale (per cento)	$k_v=0.50 * k_h = 1.88$
Forma diagramma incremento sismico	Rettangolare
Spinta sismica	Wood
Angolo diffusione sovraccarico	20,00 [°]

Coefficienti di spinta

N°combinazione	Statico	Sismico
1	0,000	0,000
2	0,000	0,000
3	0,000	0,000
4	0,000	0,000
5	0,000	0,000
6	0,000	0,000
7	0,000	0,000
8	0,000	0,000
9	0,000	0,000

Discretizzazione strutturale

Numero elementi fondazione	34
Numero elementi trasverso	18
Numero elementi piedritto sinistro	26
Numero elementi piedritto destro	26
Numero molle fondazione	35
Numero molle piedritto sinistro	27
Numero molle piedritto destro	27

Inviluppo spostamenti nodali

Inviluppo spostamenti fondazione

X [m]	u_{Xmin} [cm]	u_{Xmax} [cm]	u_{Ymin} [cm]	u_{Ymax} [cm]
0,10	0,0000	0,0270	0,0543	0,1245
0,86	0,0000	0,0270	0,0497	0,1035
1,70	0,0000	0,0270	0,0497	0,0937
2,54	0,0000	0,0270	0,0584	0,1035
3,20	0,0000	0,0270	0,0722	0,1245

Inviluppo spostamenti trasverso

X [m]	u_{Xmin} [cm]	u_{Xmax} [cm]	u_{Ymin} [cm]	u_{Ymax} [cm]
0,10	0,0000	0,0533	0,0552	0,1269
0,95	0,0000	0,0533	0,0727	0,1607
1,70	0,0000	0,0533	0,0810	0,1730
2,45	0,0000	0,0533	0,0804	0,1607
3,30	0,0000	0,0533	0,0732	0,1269

Inviluppo spostamenti piedritto sinistro



COMUNE DI LAURO

(PROVINCIA DI AVELLINO)

Piazza Municipio n°1, 83023 - Lauro (AV) Tel.:

+39 081/824.02.65 - Fax: +39 081/824.02.96

E-mail: utc@comune.lauro.av.it - P.E.C.: utc.lauro@asmepec.it

Sito web: <http://www.comune.lauro.av.it>

Cod. Fisc.: 80012300648 - P.IVA: 00550240642

C.A.P. 83023

LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCIARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

Y [m]	u _{Xmin} [cm]	u _{Xmax} [cm]	u _{Ymin} [cm]	u _{Ymax} [cm]
0,20	0,0000	0,0270	0,0543	0,1245
1,43	-0,0222	0,0315	0,0548	0,1258
2,65	0,0000	0,0533	0,0552	0,1269

Inviluppo spostamenti piedritto destro

Y [m]	u _{Xmin} [cm]	u _{Xmax} [cm]	u _{Ymin} [cm]	u _{Ymax} [cm]
0,20	0,0000	0,0270	0,0722	0,1245
1,43	0,0114	0,0519	0,0728	0,1258
2,65	0,0000	0,0533	0,0732	0,1269

Inviluppo sollecitazioni nodali

Inviluppo sollecitazioni fondazione

X [m]	M _{min} [kgm]	M _{max} [kgm]	V _{min} [kg]	V _{max} [kg]	N _{min} [kg]	N _{max} [kg]
0,10	-407	-193	-5992	-2600	-219	-52
0,86	1210	3172	-2754	-1385	-219	-52
1,70	1945	4406	-124	220	-219	-40
2,54	1566	3172	1339	3239	-219	30
3,30	-292	35	2756	5992	-219	93

Inviluppo sollecitazioni traverso

X [m]	M _{min} [kgm]	M _{max} [kgm]	V _{min} [kg]	V _{max} [kg]	N _{min} [kg]	N _{max} [kg]
0,10	-830	-110	1562	4711	-59	220
0,95	842	2111	679	2208	-7	220
1,70	1059	2939	-100	0	40	220
2,45	692	2111	-2208	-879	52	220
3,30	-830	-362	-4711	-1763	52	220

Inviluppo sollecitazioni piedritto sinistro

Y [m]	M _{min} [kgm]	M _{max} [kgm]	V _{min} [kg]	V _{max} [kg]	N _{min} [kg]	N _{max} [kg]
0,20	-407	-193	-220	161	2736	6304
1,43	-561	-214	-220	110	2149	5507
2,65	-830	-110	-220	59	1562	4711

Inviluppo sollecitazioni piedritto destro

Y [m]	M _{min} [kgm]	M _{max} [kgm]	V _{min} [kg]	V _{max} [kg]	N _{min} [kg]	N _{max} [kg]
0,20	-292	35	52	279	2937	6304
1,43	-561	-229	52	228	2350	5507
2,65	-830	-362	52	220	1763	4711

Inviluppo pressioni terreno

Inviluppo pressioni sul terreno di fondazione

X [m]	σ_{tmin} [kg/cm ²]	σ_{tmax} [kg/cm ²]
0,10	0,27	0,62



COMUNE DI LAURO

(PROVINCIA DI AVELLINO)

Piazza Municipio n°1, 83023 - Lauro (AV) Tel.:

+39 081/824.02.65 - Fax: +39 081/824.02.96

E-mail: utc@comune.lauro.av.it - P.E.C.: utc.lauro@asmepec.it

Sito web: <http://www.comune.lauro.av.it>

Cod. Fisc.: 80012300648 - P.IVA: 00550240642

C.A.P. 83023

LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCIARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

0,86	0,25	0,52
1,70	0,25	0,47
2,54	0,29	0,52
3,30	0,36	0,62

Inviluppo verifiche stato limite ultimo (SLU)

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40,00 cm

X	A _{fi}	A _{fs}	CS
0,10	10,05	10,05	29,44
0,86	10,05	10,05	3,18
1,70	10,05	10,05	2,94
2,54	10,05	10,05	3,06
3,30	10,05	10,05	11,59

X	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0,10	13812	0	0	0,00
0,86	13812	0	0	0,00
1,70	13812	0	0	0,00
2,54	13812	0	0	0,00
3,30	13812	0	0	0,00

Verifica sezioni traverso (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 30,00 cm

X	A _{fi}	A _{fs}	CS
0,10	10,05	10,05	11,51
0,95	10,05	10,05	3,56
1,70	10,05	10,05	3,18
2,45	10,05	10,05	3,56
3,30	10,05	10,05	11,51

X	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0,10	11970	0	0	0,00
0,95	11970	0	0	0,00
1,70	11970	0	0	0,00
2,45	11970	0	0	0,00
3,30	11970	0	0	0,00

Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 20,00 cm

Y	A _{fi}	A _{fs}	CS
0,20	6,79	6,79	17,99
1,43	6,79	6,79	13,73
2,65	6,79	6,79	7,34

Y	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0,20	8548	0	0	0,00

**COMUNE DI LAURO**

(PROVINCIA DI AVELLINO)

Piazza Municipio n°1, 83023 - Lauro (AV) Tel.:
 +39 081/824.02.65 - Fax: +39 081/824.02.96
 E-mail: utc@comune.lauro.av.it - P.E.C.: utc.lauro@asmepec.it
 Sito web: <http://www.comune.lauro.av.it>
 Cod. Fisc.: 80012300648 - P.IVA: 00550240642

LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

1,43	8452	0	0	0,00
2,65	8357	0	0	0,00

Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 20,00 cm

Y	A _{fi}	A _{fs}	CS		
0,20	6,79	6,79	23,60		
1,43	6,79	6,79	13,73		
2,65	6,79	6,79	7,34		
Y	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}	
0,20	8548	0	0	0,00	
1,43	8452	0	0	0,00	
2,65	8357	0	0	0,00	

Inviluppo verifiche stato limite esercizio (SLE)**Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40,00 cm

X	A _{fi}	A _{fs}	σ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
0,10	10,05	10,05	1,32	75,14	9,30
0,86	10,05	10,05	14,60	113,38	731,92
1,70	10,05	10,05	20,30	158,00	1013,70
2,54	10,05	10,05	14,60	113,38	731,92
3,30	10,05	10,05	1,32	75,14	9,30
X	τ _c	A _{sw}			
0,10	-1,5	0,00			
0,86	-0,7	0,00			
1,70	0,1	0,00			
2,54	0,8	0,00			
3,30	1,5	0,00			

Verifica sezioni traverso (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 30,00 cm

X	A _{fi}	A _{fs}	σ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
0,10	10,05	10,05	6,50	42,90	257,50
0,95	10,05	10,05	16,52	668,50	106,88
1,70	10,05	10,05	22,99	933,80	148,17
2,45	10,05	10,05	16,52	668,50	106,88
3,30	10,05	10,05	6,50	42,90	257,50
X	τ _c	A _{sw}			
0,10	1,6	0,00			
0,95	0,8	0,00			
1,70	0,0	0,00			
2,45	-0,8	0,00			
3,30	-1,6	0,00			



COMUNE DI LAURO

(PROVINCIA DI AVELLINO)

Piazza Municipio n°1, 83023 - Lauro (AV) Tel.:
+39 081/824.02.65 - Fax: +39 081/824.02.96
E-mail: utc@comune.lauro.av.it - P.E.C.: utc.lauro@asmepec.it
Sito web: <http://www.comune.lauro.av.it>
Cod. Fisc.: 80012300648 - P.IVA: 00550240642

C.A.P. 83023

LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCIARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 20,00 cm

Y	A _{fi}	A _{fs}	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
0,20	6,79	6,79	5,34	60,50	8,57
1,43	6,79	6,79	10,88	85,66	146,75
2,65	6,79	6,79	17,06	96,65	380,91
Y	τ_c	A _{sw}			
0,20	-0,1	0,00			
1,43	-0,1	0,00			
2,65	-0,1	0,00			

Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 20,00 cm

Y	A _{fi}	A _{fs}	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
0,20	6,79	6,79	5,34	60,50	8,57
1,43	6,79	6,79	10,88	85,66	146,75
2,65	6,79	6,79	17,06	96,65	380,91
Y	τ_c	A _{sw}			
0,20	0,1	0,00			
1,43	0,1	0,00			
2,65	0,1	0,00			



LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCIARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

7. DICHIARAZIONI SECONDO N.T.C. 2018 (PUNTO 10.2)

Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo

Il sottoscritto, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni. L'analisi strutturale è condotta con l'analisi statica non-lineare, utilizzando il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato limite indotto dai carichi statici. L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 17/01/2018.

L'analisi strutturale viene effettuata con il metodo degli elementi finiti, schematizzando la struttura in elementi lineari e nodi. Le incognite del problema sono le componenti di spostamento in corrispondenza di ogni nodo (2 spostamenti e 1 rotazioni).

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	PAC - Analisi e Calcolo Paratie
Versione	14.0
Produttore	Aztec Informatica srl, Casali del Manco - Loc. Casole Bruzio (CS)
Utente	VITRUVIUS ENGINEERING S.A.S.
Licenza	AIU3367A3

Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica srl ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i



LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE PISCIARIELLO/CANALONE
PROGETTO DEFINITIVO- CUP: I27C20000090001 - CIG: 848745556F

risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

Informazioni generali sull'elaborazione

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

Il progettista