Finanziato dall'Unione europea
NextGenerationEU

MINISTERO DELL'INTERNO

REGIONE BASILICATA

COMUNE DI BANZI

PROVINCIA DI POTENZA

Via delle Vittorie, 97 - 82021 Sant'Arcangelo Trimonte (BN) - tel 0824 923001 fax 0824923251- C.F. 81001490648
Cod. ISTAT 062078 - e-mail: protocollo@comune.santarcangelotrimonte.bn.it - pec: comune.santarcangelot@asmepec.it

PASQUALE NARCISO
ingegnere
Via Molise, 23 – 82020 Campolattaro (BN)
tel. 0824 858082 –fax 0824 063111 –
P.IVA 01042140622 – C.F. NRCPQL68R07Z133B
e-mail studio@ingcon.it - pec: pasquale.narciso@ingpec.eu

SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE
ing. Giuseppe Mario DEL RE
Via Puccini, 26 - 83045 Calitri (AV)
P.IVA 01886580644 - C.F. DLRGPP61T19B415W
mail: gmdelre@interfree.i - pec: giuseppemario.delre@ingpec.eu

N.	DATA	DA	DESCRIZIONE	CONTROLLATO	APPROVATO
1	NOVEMBRE 2022	P.N.	EMESSO PER APPROVAZIONE		

EDIZIONE

OGGETTO:
DECRETO MINISTERO INTERNO 23/02/2021, CONTRIBUTI LEGGE 30/12/2018, N. 145 ART. 1 COMMA 139 E SEGUENTI PER INTERVENTI DI INVESTIMENTI RELATIVI A OPERE PUBBLICHE DI MESSA IN SICUREZZA DEGLI EDIFICI E DEL TERRITORIO
LAVORI DI SISTEMAZIONE IDROGEOLOGICA DEL VERSANTE GROTTE NOTARGIACOMO
CUP: B34H20003670001

ELABORATO:
07

FASE:
PROGETTO ESECUTIVO

ELABORATO:
RELAZIONE DI CALCOLO GABBIONI 4 FILE, VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE

SCALA:

A TERMINE DELLE VIGENTI LEGGI, QUESTO ELABORATO NON POTRÀ ESSERE COPIATO, RIPRODOTTO O COMUNICATO AD ALTRE PERSONE E/O ENTI SENZA PREVENTIVA AUTORIZZAZIONE.

ARCHIVIO:

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:
Arch. Domenico DE BONIS

PROGETTO:

SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE
dott. ing. Giuseppe Mario DEL RE

TECNICO INCARICATO
dott. ing. Pasquale NARCISO

GABBIONI A 4 FILE

Progetto: DECRETO MINISTERO INTERNO 23/02/2021, CONTRIBUTI LEGGE 30/12/2018, N. 145 ART. 1 COMMA 139 E SEGUENTI PER INTERVENTI DI INVESTIMENTI RELATIVI A OPERE PUBBLICHE DI MESSA IN SICUREZZA DEGLI EDIFICI E DEL TERRITORIO – **LAVORI DI SISTEMAZIONE IDROGEOLOGICA DEL VERSANTE GROTTE NOTARGIACOMO – CUP: B34H20003670001**

Comune: **BANZI (PZ)**

Normative di riferimento

- Legge nr. 1086 del 05/11/1971.
Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Legge nr. 64 del 02/02/1974.
Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. LL.PP. del 11/03/1988.
Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- D.M. LL.PP. del 14/02/1992.
Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 9 Gennaio 1996
Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche
- D.M. 16 Gennaio 1996
Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'
- D.M. 16 Gennaio 1996
Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche
- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996
- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996
- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018)
- Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018

Richiami teorici

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

Se il muro è in calcestruzzo armato: Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.
Se il muro è a gravità: Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione e verifica in diverse sezioni al ribaltamento, allo scorrimento ed allo schiacciamento.

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 valodi 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 falda

Nel caso in cui a monte della parete sia presente la falda il diagramma delle pressioni 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 efficace

$$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$$

dove γ_{sat} è il peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori) e γ_w è il peso specifico 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 esercitata dall'acqua.

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 parte pari a

$$\varepsilon' = \varepsilon + \theta \qquad \beta' = \beta + \theta$$

dove $\theta = \mathrm{arctg}(k_h/(1 \pm k_v))$ 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

$$\theta = \arctan\left(\frac{\gamma_{sat}}{\gamma_{sat} - \gamma_w}\frac{k_h}{1 \pm k_v}\right)$$

Terreno a permeabilità elevata

$$\theta = \arctan\left(\frac{\gamma}{\gamma_{sat} - \gamma_w}\frac{k_h}{1 \pm k_v}\right)$$

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

$$F_{iH} = k_h W \qquad F_{iV} = \pm k_v W$$

dove *W* è il peso del muro, del terreno soprastante 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.
Deve quindi essere verificata la seguente diseguaglianza:

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

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 sisulta 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

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

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_f 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

$$F_r = N \tan \delta_f + c_a B_r$$

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

Verifica al carico limite

Il rapporto fra il carico limite in fondazione e la componente normaledella 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:

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

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

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

$$q_u = cN_c s_c d_c i_c + qN_q s_q d_q i_q + 0.5B\gamma N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

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
N fattori di capacità portante
d fattori di profondità del piano di posa
i fattori di inclinazione del carico

Fattori di capacità portante		$N_c = (N_q - 1)\cot\varphi$	$N_q = e^{\pi\tan\varphi}K_p$	$N_\gamma = (N_q - 1)\tan(1.4\varphi)$
Fattori di forma	$\varphi = 0$	$s_c = 1 + 0.2K_p\frac{B'}{L'}$	$s_q = 1$	$s_\gamma = 1$
	$\varphi > 0$	$s_c = 1 + 0.2K_p\frac{B'}{L'}$	$s_q = 1 + 0.1K_p\frac{B'}{L'}$	$s_\gamma = 1 + 0.1K_p\frac{B'}{L'}$
Fattori di profondità	$\varphi = 0$	$d_c = 1 + 0.2\frac{D}{B}\sqrt{K_p}$	$d_q = 1$	$d_\gamma = 1$
	$\varphi > 0$	$d_c = 1 + 0.2\frac{D}{B}\sqrt{K_p}$	$d_q = 1 + 0.1\frac{D}{B}\sqrt{K_p}$	$d_\gamma = 1 + 0.1\frac{D}{B}\sqrt{K_p}$
Fattori di inclinazione del carico	$\varphi = 0$	$i_c = \left(1 - \frac{\theta°}{90°}\right)^2$	$i_q = \left(1 - \frac{\theta°}{90°}\right)^2$	$i_\gamma = 0$
	$\varphi > 0$	$i_c = \left(1 - \frac{\theta°}{90°}\right)^2$	$i_q = \left(1 - \frac{\theta°}{90°}\right)^2$	$i_g = \left(1 - \frac{\theta°}{\varphi°}\right)^2$

Indichiamo con K_p il coefficiente di spinta passiva espresso da:

$$K_p = \tan^2\left(45° + \frac{\varphi}{2}\right)$$

Riduzione per eccentricità del carico

Nel caso in cui il carico al piano di posa della fondazione risulta eccentrico, Meyerhof propone di moltiplicare la capacità portante ultima per un fattore correttivo R_e

$R_e = 1.0 - 2.0\frac{e}{B}$	per terreni coesivi
$R_e = 1.0 - \sqrt{\frac{e}{B}}$	per terreni incoerenti

con e eccentricità del carico e B la dimensione minore della fondazione.

Riduzione per effetto piastra

Per valori elevati di B (dimensione minore della fondazione), Bowles propone di utilizzare un fattore correttivo r_γ del solo termine sul peso di volume (0.5 B γ N_γ) quando B supera i 2 m.

$$r_\gamma = 1.0 - 0.25\log\frac{B}{2{,}0}$$

Il termine sul peso di volume diventa:

$$0.5B\gamma N_\gamma r_\gamma$$

Verifica alla stabilità globale

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

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.
Il coefficiente di sicurezza fornito da Fellenius si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum_{i=0}^{n}\left[\frac{c_i b_i}{\cos\alpha_i} + (W_i\cos\alpha_i - u_i l_i)\tan\varphi_i\right]}{\sum_{i=0}^{n} W_i\sin\alpha_i}$$

dove *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} e c_i e ϕ_i sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia. Inoltre u_i ed l_i rappresentano la pressione neutra lungo la base della striscia e la lunghezza della base della striscia ($l_i = b_i/\cos\alpha_i$). Quindi, assunto un cerchio di tentativo si suddivide in *n* strisce e dalla formula precedente si ricava η. Questo procedimento è eseguito per il numero di centri prefissato ed è assunto come coefficiente di sicurezza della scarpata il minimo dei coefficienti così determinati.

Dati

Materiali

Simbologia adottata
n° Indice materiale
Descr Descrizione del materiale
Pietrame
γ Peso di volume, espresso in [kg/mc]
σ_{cp} Tensione di compressione, espresso in [kg/cmq]
ϕ Angolo di attrito interno, espresso in [°]
τ_p Resistenza a taglio, espressa in [kg/cmq]

Pietrame

n°	Descr	γ	σ_{cp}	ϕ	τ_p
		[kg/mc]	*[kg/cmq]*	*[°]*	*[kg/cmq]*
4	Pietrame	2000,00	30,00	45.00	0,00

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata
(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
	[m]	*[m]*	*[°]*
1	0,00	0,00	0.000
2	10,00	0,50	2.862

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.000 [°]

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro 10,00 [m]

Paramento
Materiale Pietrame
Altezza paramento 4,00 [m]
Altezza paramento libero 3,50 [m]

Geometria gradoni

Simbologia adottata
n° indice gradone (a partire dall'alto)
Bs, Bi Base superiore ed inferiore del gradone, espressa in [m]
H altezza del gradone, espressa in [m]
Ae, Ai inclinazione esterna ed interna del gradone espressa in [°]

n°	X	Bs	Bi	H	Ae	Ai
	[m]	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[°]*	*[°]*
1	0,00	1,00	1,00	1,00	0.00	0.00
2	0,00	2,00	2,00	1,00	0.00	0.00
3	0,00	3,00	3,00	1,00	0.00	0.00
4	0,00	4,00	4,00	1,00	0.00	0.00

Fondazione
Materiale Pietrame
Lunghezza mensola di valle 0,00 [m]
Lunghezza mensola di monte 0,00 [m]
Lunghezza totale 4,00 [m]
Inclinazione piano di posa 0,00 [°]
Spessore 0,00 [m]
Spessore magrone 0,00 [m]

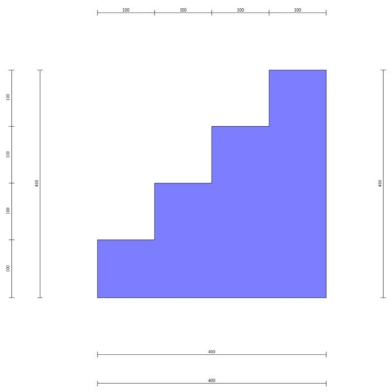

Fig. 1 - Sezione quotata del muro

Descrizione terreni

Parametri di resistenza

Simbologia adottata

n° Indice del terreno
Descr 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/cmq]
c_a Adesione terra-muro espressa in [kg/cmq]
Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix
Cesp Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
τl Tensione tangenziale limite, espressa in [kg/cmq]

n°	Descr	γ	γ_{sat}	ϕ	δ	c	ca	Cesp	τl	
		[kg/mc]	*[kg/mc]*	*[°]*	*[°]*	*[kg/cmq]*	*[kg/cmq]*		*[kg/cmq]*	
1	Sabbie ghiaiose	1650,00	1750,00	30.000	20.000	0,20	0,10	---	---	

Stratigrafia

Simbologia adottata

n° Indice dello strato
H Spessore dello strato espresso in [m]
α Inclinazione espressa in [°]
Terreno Terreno dello strato
Per calcolo pali (solo se presenti)
Kw Costante di Winkler orizzontale espressa in $Kg/cm^2/cm$
Ks Coefficiente di spinta
Cesp Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')
Kst_{sta}, Kst_{sis} Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H	α	Terreno	Kw	Ks	Cesp	Kst_{sta}	Kst_{sis}
	[m]	*[°]*		*[Kg/cm^3]*				
1	9,00	0.000	Sabbie ghiaiose	---	---	---	---	---

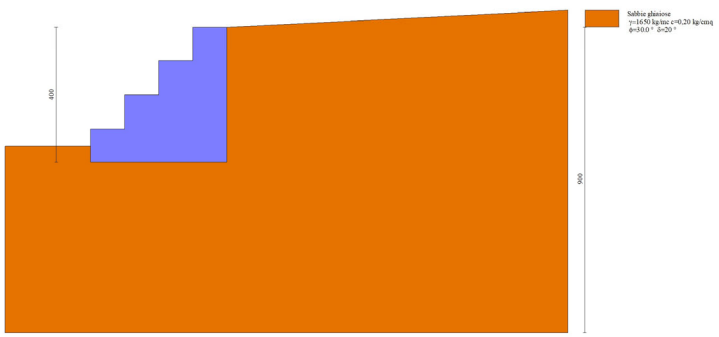

Fig. 2 - Stratigrafia

Condizioni di carico

Simbologia adottata
Carichi verticali positivi verso il basso.
Carichi orizzontali positivi verso sinistra.
Momento positivo senso antiorario.

X	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
F_x	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kg]
F_y	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kg]
M	Momento espresso in [kgm]
X_i	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
X_f	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
Q_i	Intensità del carico per $x=X_i$ espressa in [kg]
Q_f	Intensità del carico per $x=X_f$ espressa in [kg]

Condizione n° 1 (Condizione 1) - VARIABILE
Coeff. di combinazione Ψ_0=1.00 - Ψ_1=1.00 - Ψ_2=1.00

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X	Fx	Fy	M	Xi	Xf	Qi	Qf
		[m]	*[kg]*	*[kg]*	*[kgm]*	*[m]*	*[m]*	*[kg]*	*[kg]*
1	Distribuito					2,00	5,00	500,00	500,00

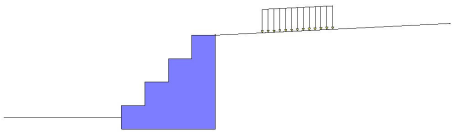

Fig. 3 - Carichi sul terreno

Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche	
			UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1,fav}$	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1,sfav}$	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2,fav}$	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2,sfav}$	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q,sfav}$	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT,sfav}$	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi')}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unita di volume	γ_{γ}	1.00	1.00	1.00	1.00

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

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Ribaltameno	--	--	1.15	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:
- Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + ...$$

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

$$G_1 + G_2 + Q_{k1} + \Psi_{0,2}\, Q_{k2} + \Psi_{0,3}\, Q_{k3} + \ldots$$

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

$$G_1 + G_2 + \Psi_{1,1}\, Q_{k1} + \Psi_{2,2}\, Q_{k2} + \Psi_{2,3}\, Q_{k3} + \ldots$$

- Combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti di lungo periodo:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{2,1}\, Q_{k1} + \Psi_{2,2}\, Q_{k2} + \Psi_{2,3}\, Q_{k3} + \ldots$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + \Psi_{2,1}\, Q_{k1} + \Psi_{2,2}\, Q_{k2} + \Psi_{2,3}\, Q_{k3} + \ldots$$

I valori dei coeff. $\Psi_{0,j}$, $\Psi_{1,j}$, $\Psi_{2,j}$ sono definiti nelle singole condizioni variabili.
I valori dei coeff. γ_G e γ_Q, sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

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

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.30	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2) H

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - EQU (A1-M1-R3) H

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - SLER

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - SLEF

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - SLEQ

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 10 - SLEQ_H

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole

Dati sismici

Comune	Banzi
Provincia	Potenza
Regione	Basilicata
Latitudine	40.861741
Longitudine	16.013926
Indice punti di interpolazione	33005 - 33006 - 32784 - 32783
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	III
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	75 anni

	Simbolo	U.M.		SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s^2]		1.527	0.606
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]		0.156	0.062
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0			2.614	2.608
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*			0.476	0.338
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		B	1.200	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000	

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh [%]	kv [%]
Ultimo	0.380	7.096	3.548
Ultimo - Ribaltamento	0.570	10.644	5.322
Esercizio	0.470	3.481	1.741

Nel calcolo non è stato portato in conto il sisma verticale
Forma diagramma incremento sismico **Stessa forma del diagramma statico**

Opzioni di calcolo

Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta attiva
Terreno a bassa permeabilità	SI
Superficie di spinta limitata	NO

Capacità portante

Metodo di calcolo della portanza	Meyerhof
Criterio di media calcolo del terreno equivalente (terreni stratificati)	Ponderata
Criterio di riduzione per eccentricità della portanza	Meyerhof
Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento)	Nessuna
Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite ($0.5B\gamma N_\gamma$)	Larghezza ridotta (B')
Fattori di forma e inclinazione del carico	Solo i fattori di inclinazione

Se la fondazione ha larghezza superiore a 2.0 m viene applicato il fattore di riduzione per comportamento a piastra

Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale	Fellenius

Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	0.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	NO
Considera terreno sulla fondazione di valle	NO

Considera spinta e peso acqua fondazione di valle NO
Sezioni verifica muri a gravità Tutte
Richiesto controllo eccentricità verifiche muro a gravità in cls
Spostamenti
Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti

Cedimenti
Non è stato richiesto il calcolo dei cedimenti

Risultati per combinazione

Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kg]
C_X, C_Y	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kg]
P_X, P_Y	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kg]	I [°]	C_X [kg]	C_Y [kg]	P_X [m]	P_Y [m]
1	Spinta statica	310	20,00	292	106	0,00	-3,74
	Peso/Inerzia muro			0	20000/0	-1,50	-2,50
2	Spinta statica	10	20,00	9	3	0,00	-3,93
	Incremento di spinta sismica		82	78	28	0,00	-2,67
	Peso/Inerzia muro			1419	20000/0	-1,50	-2,50
7	Spinta statica	10	20,00	9	3	0,00	-3,93
	Peso/Inerzia muro			0	20000/0	-1,50	-2,50
8	Spinta statica	10	20,00	9	3	0,00	-3,93
	Peso/Inerzia muro			0	20000/0	-1,50	-2,50
9	Spinta statica	10	20,00	9	3	0,00	-3,93
	Peso/Inerzia muro			0	20000/0	-1,50	-2,50

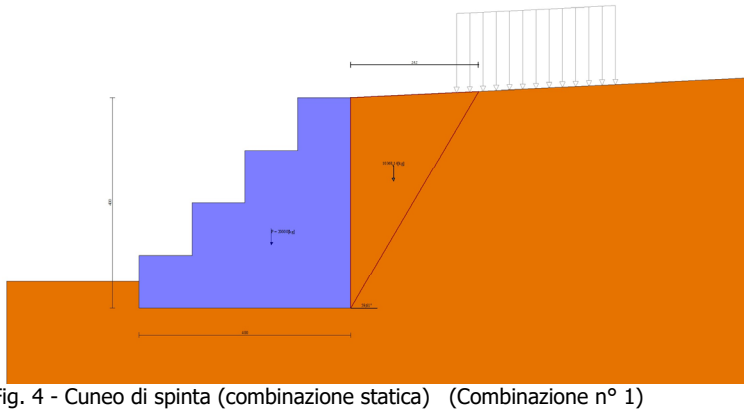

Fig. 4 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

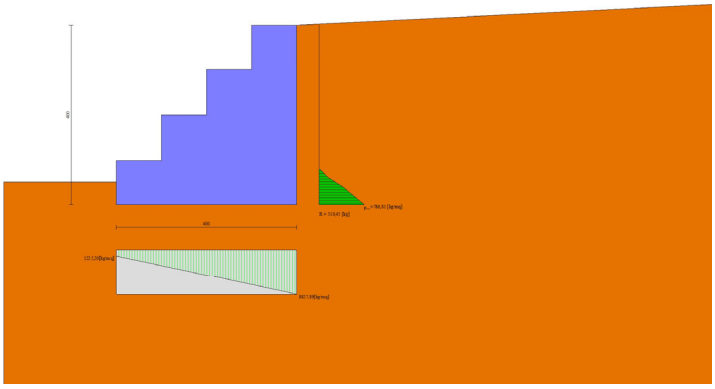

Fig. 5 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

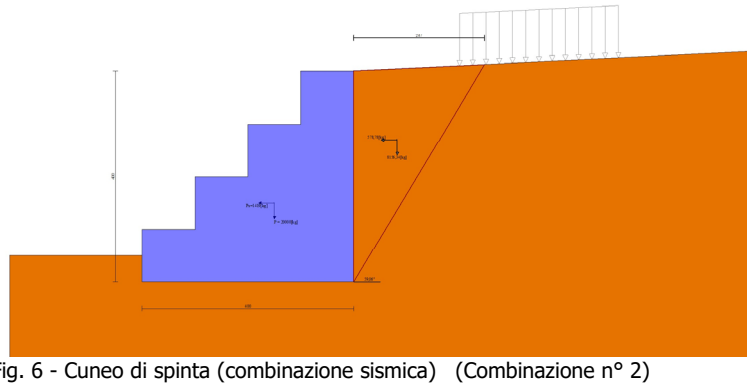

Fig. 6 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

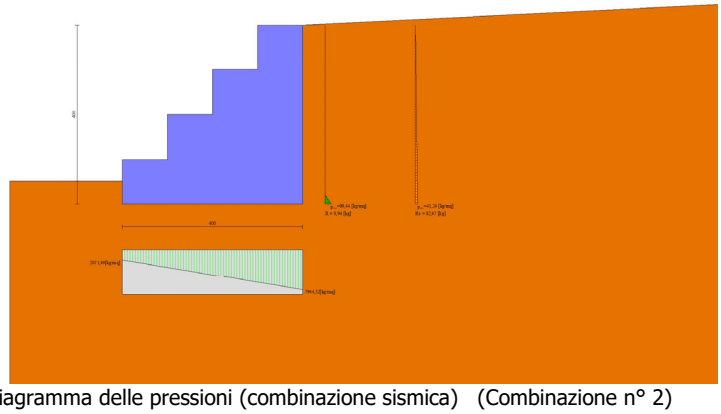

Fig. 7 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS_{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS_{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS_{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS_{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS_{HYD}	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS_{UPL}	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS_{SCO}	FS_{RIB}	FS_{QLIM}	FS_{STAB}	FS_{HYD}	FS_{UPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		38.797		15.800			
2 - STR (A1-M1-R3)	H	7.497		14.678			
3 - GEO (A2-M2-R2)					2.660		
4 - GEO (A2-M2-R2)	H				2.953		
5 - EQU (A1-M1-R3)			668.391				
6 - EQU (A1-M1-R3)	H		14.783				

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Rsa	Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kg]
Rpt	Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kg]
Rps	Resistenza passiva sperone, espresso in [kg]
Rp	Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kg]
Rt	Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kg]
R	Resistenza allo scorrimento (somma di Rsa+Rpt+Rps+Rp), espresso in [kg]
T	Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kg]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	
1 - STR (A1-M1-R3)	11318	0	0	--	--	11318	292	38.797
2 - STR (A1-M1-R3) H	11291	0	0	--	--	11291	1506	7.497

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

n° Indice combinazione
N Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kg]
Qu carico limite del terreno, espresso in [kg]
Qd Portanza di progetto, espresso in [kg]
FS Fattore di sicurezza (rapporto tra il carico limie e carico agente al piano di posa)

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kg]	[kg]	[kg]	
1 - STR (A1-M1-R3)	20106	317680	226914	15.800
2 - STR (A1-M1-R3) H	20032	294029	245024	14.678

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

n° Indice combinazione
Nc, Nq, N_γ Fattori di capacità portante
ic, iq, i_γ Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, d_γ Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, g_γ Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, b_γ Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, s_γ Fattori di forma della fondazione
pc, pq, p_γ Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
Re Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof
Ir, Irc Indici di rigidezza per punzonamento secondo Vesic
r_γ Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia $0.5B_\gamma N_\gamma$ viene moltiplicato per questo fattore
D Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
B' Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
H Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
γ Peso di volume del terreno medio, espresso in [kg/mc]
ϕ Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c Coesione del terreno medio, espresso in [kg/cmq]
Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).

n°	Nc Nq N_γ	ic iq i_γ	dc dq d_γ	gc gq g_γ	bc bq b_γ	sc sq s_γ	pc pq p_γ	Ir	Irc	Re	r_γ
1	30.140 18.401 15.668	0.982 0.982 0.945	1.043 1.022 1.022	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	--	--	0.645	0.925
2	30.140 18.401 15.668	0.907 0.907 0.734	1.043 1.022 1.022	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	--	--	0.687	0.925

n°	D	B'	H	γ	ϕ	c
	[m]	[m]	[m]	[°]	[kg/mc]	[kg/cmq]
1	0,50	4,00	3,46	1650	30.00	0,20
2	0,50	4,00	3,46	1650	30.00	0,20

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

n° Indice combinazione
Ms Momento stabilizzante, espresso in [kgm]
Mr Momento ribaltante, espresso in [kgm]
FS Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)
La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms	Mr	FS
	[kgm]	[kgm]	
5 - EQU (A1-M1-R3)	50425	75	668.391
6 - EQU (A1-M1-R3) H	50237	3398	14.783

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic Indice/Tipo combinazione
C Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R Raggio, espresso in [m]
FS Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
3 - GEO (A2-M2-R2)	-3,00; 1,50	6,27	2.660

Ic	C	R	FS
	[m]	*[m]*	
4 - GEO (A2-M2-R2) H	-3,00; 2,00	6,72	2.953

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

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]
Qy	carico sulla striscia espresso in [kg]
Qf	carico acqua sulla 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]
Tx; Ty	Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kg/cmq]

Combinazione n° 3 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W	Qy	Qf	b	α	ϕ	c	u	Tx; Ty
	[kg]	*[kg]*	*[kg]*	*[m]*	*[°]*	*[°]*	*[kg/cmq]*	*[kg/cmq]*	*[kg]*
1	383	259	0	3,14 - 0,40	71.483	24.791	0,16	0,000	
2	1009	259	0	0,40	62.305	24.791	0,16	0,000	
3	1432	224	0	0,40	55.209	24.791	0,16	0,000	
4	1759	0	0	0,40	49.242	24.791	0,16	0,000	
5	2023	0	0	0,40	43.937	24.791	0,16	0,000	
6	2241	0	0	0,40	39.074	24.791	0,16	0,000	
7	2424	0	0	0,40	34.529	24.791	0,16	0,000	
8	2637	0	0	0,40	30.222	24.791	0,16	0,000	
9	3269	0	0	0,40	26.097	24.791	0,16	0,000	
10	3386	0	0	0,40	22.114	24.791	0,16	0,000	
11	3010	0	0	0,40	18.240	24.791	0,16	0,000	
12	2763	0	0	0,40	14.452	24.791	0,16	0,000	
13	2758	0	0	0,40	10.728	24.791	0,16	0,000	
14	2067	0	0	0,40	7.049	24.791	0,16	0,000	
15	2091	0	0	0,40	3.399	24.791	0,16	0,000	
16	1648	0	0	0,40	-0.237	24.791	0,16	0,000	
17	1293	0	0	0,40	-3.874	24.791	0,16	0,000	
18	1243	0	0	0,40	-7.527	24.791	0,16	0,000	
19	756	0	0	0,40	-11.211	24.791	0,16	0,000	
20	695	0	0	0,40	-14.942	24.791	0,16	0,000	
21	616	0	0	0,40	-18.741	24.791	0,16	0,000	
22	518	0	0	0,40	-22.627	24.791	0,16	0,000	
23	398	0	0	0,40	-26.626	24.791	0,16	0,000	
24	255	0	0	0,40	-30.773	24.791	0,16	0,000	
25	85	0	0	-6,80 - 0,40	-34.106	24.791	0,16	0,000	

Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2) H

n°	W	Qy	Qf	b	α	ϕ	c	u	Tx; Ty
	[kg]	*[kg]*	*[kg]*	*[m]*	*[°]*	*[°]*	*[kg/cmq]*	*[kg/cmq]*	*[kg]*
1	358	207	0	3,48 - 0,41	68.857	30.000	0,20	0,000	
2	963	207	0	0,41	60.834	30.000	0,20	0,000	
3	1398	207	0	0,41	54.191	30.000	0,20	0,000	
4	1740	117	0	0,41	48.508	30.000	0,20	0,000	
5	2019	0	0	0,41	43.412	30.000	0,20	0,000	
6	2252	0	0	0,41	38.718	30.000	0,20	0,000	
7	2448	0	0	0,41	34.317	30.000	0,20	0,000	
8	2612	0	0	0,41	30.138	30.000	0,20	0,000	
9	3102	0	0	0,41	26.130	30.000	0,20	0,000	
10	3458	0	0	0,41	22.256	30.000	0,20	0,000	
11	3407	0	0	0,41	18.487	30.000	0,20	0,000	
12	2820	0	0	0,41	14.799	30.000	0,20	0,000	
13	2885	0	0	0,41	11.173	30.000	0,20	0,000	
14	2292	0	0	0,41	7.593	30.000	0,20	0,000	
15	2133	0	0	0,41	4.042	30.000	0,20	0,000	
16	1849	0	0	0,41	0.506	30.000	0,20	0,000	
17	1310	0	0	0,41	-3.027	30.000	0,20	0,000	
18	1286	0	0	0,41	-6.572	30.000	0,20	0,000	
19	787	0	0	0,41	-10.143	30.000	0,20	0,000	
20	698	0	0	0,41	-13.754	30.000	0,20	0,000	
21	619	0	0	0,41	-17.422	30.000	0,20	0,000	
22	520	0	0	0,41	-21.165	30.000	0,20	0,000	
23	400	0	0	0,41	-25.007	30.000	0,20	0,000	
24	255	0	0	0,41	-28.973	30.000	0,20	0,000	
25	85	0	0	-6,87 - 0,41	-32.048	30.000	0,20	0,000	

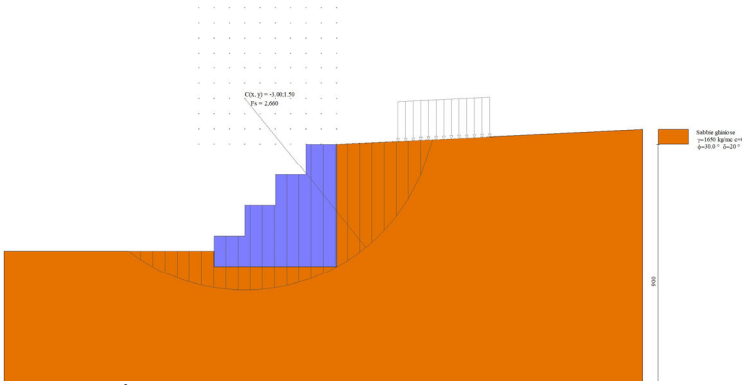

Fig. 8 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 3)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

n°	Indice della sezione
X	Posizione della sezione, espresso in [m]
N	Sforzo normale, espresso in [kg]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kg]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kgm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

La posizione delle sezioni di verifica fanno riferimento al sistema di riferimento globale la cui origine è nello spigolo in alto a destra del paramento.

Paramento

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X	N	T	M
	[m]	*[kg]*	*[kg]*	*[kgm]*
1	0,00	0	0	0
2	-0,10	200	0	0
3	-0,20	400	0	0
4	-0,30	599	0	0
5	-0,40	799	0	0
6	-0,50	999	0	0
7	-0,60	1199	0	0
8	-0,70	1399	0	0
9	-0,80	1598	0	0
10	-0,90	1798	0	0
11	-1,00	1998	0	0
12	-1,00	2004	0	-1000
13	-1,10	2403	0	-1000
14	-1,20	2802	0	-1000
15	-1,30	3202	0	-1000
16	-1,40	3601	0	-1000
17	-1,50	4000	0	-1000
18	-1,60	4399	0	-1000
19	-1,70	4798	0	-1000
20	-1,80	5198	0	-1000
21	-1,90	5597	0	-1000
22	-2,00	5996	0	-1000
23	-2,00	6006	0	-4000
24	-2,10	6605	0	-4000
25	-2,20	7204	0	-4000
26	-2,30	7802	0	-4000
27	-2,40	8401	0	-4000
28	-2,50	9000	0	-4000
29	-2,60	9599	0	-4000
30	-2,70	10198	0	-4000
31	-2,80	10796	0	-4000
32	-2,90	11395	0	-4000
33	-3,00	11994	0	-4000
34	-3,00	12008	0	-10000
35	-3,10	12805	0	-10000
36	-3,20	13602	0	-10000
37	-3,30	14398	4	-10000
38	-3,40	15195	14	-9999
39	-3,50	15992	35	-9997
40	-3,50	16008	35	-9997
41	-3,60	16806	68	-9992
42	-3,70	17605	110	-9983
43	-3,80	18403	162	-9969
44	-3,90	19202	222	-9950
45	-4,00	20000	292	-9925

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	0,00	0	0	0
2	-0,10	200	14	1
3	-0,20	400	29	3
4	-0,30	599	43	6
5	-0,40	799	57	11
6	-0,50	999	72	18
7	-0,60	1199	87	26
8	-0,70	1399	102	35
9	-0,80	1598	117	46
10	-0,90	1798	132	59
11	-1,00	1998	147	72
12	-1,00	2004	147	-927
13	-1,10	2403	176	-911
14	-1,20	2802	206	-892
15	-1,30	3202	235	-870
16	-1,40	3601	265	-845
17	-1,50	4000	295	-817
18	-1,60	4399	325	-786
19	-1,70	4798	354	-752
20	-1,80	5198	385	-715
21	-1,90	5597	415	-676
22	-2,00	5996	445	-633
23	-2,00	6006	446	-3632
24	-2,10	6605	490	-3585
25	-2,20	7204	535	-3534
26	-2,30	7802	579	-3478
27	-2,40	8401	624	-3418
28	-2,50	9000	669	-3354
29	-2,60	9599	714	-3285
30	-2,70	10198	759	-3211
31	-2,80	10796	804	-3133
32	-2,90	11395	849	-3051
33	-3,00	11994	895	-2964
34	-3,00	12008	896	-8962
35	-3,10	12805	955	-8870
36	-3,20	13602	1015	-8772
37	-3,30	14398	1074	-8668
38	-3,40	15195	1134	-8558
39	-3,50	15992	1194	-8442
40	-3,50	16008	1195	-8439
41	-3,60	16806	1255	-8317
42	-3,70	17605	1316	-8189
43	-3,80	18403	1376	-8055
44	-3,90	19202	1439	-7914
45	-4,00	20000	1506	-7767

Combinazione n° 7 - SLER

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	0,00	0	0	0
2	-0,10	200	0	0
3	-0,20	400	0	0
4	-0,30	599	0	0
5	-0,40	799	0	0
6	-0,50	999	0	0
7	-0,60	1199	0	0
8	-0,70	1399	0	0
9	-0,80	1598	0	0
10	-0,90	1798	0	0
11	-1,00	1998	0	0
12	-1,00	2004	0	-1000
13	-1,10	2403	0	-1000
14	-1,20	2802	0	-1000
15	-1,30	3202	0	-1000
16	-1,40	3601	0	-1000
17	-1,50	4000	0	-1000
18	-1,60	4399	0	-1000
19	-1,70	4798	0	-1000
20	-1,80	5198	0	-1000
21	-1,90	5597	0	-1000
22	-2,00	5996	0	-1000
23	-2,00	6006	0	-4000
24	-2,10	6605	0	-4000
25	-2,20	7204	0	-4000
26	-2,30	7802	0	-4000
27	-2,40	8401	0	-4000
28	-2,50	9000	0	-4000
29	-2,60	9599	0	-4000
30	-2,70	10198	0	-4000
31	-2,80	10796	0	-4000
32	-2,90	11395	0	-4000
33	-3,00	11994	0	-4000
34	-3,00	12008	0	-10000
35	-3,10	12805	0	-10000
36	-3,20	13602	0	-10000
37	-3,30	14398	0	-10000
38	-3,40	15195	0	-10000
39	-3,50	15992	0	-10000
40	-3,50	16008	0	-10000
41	-3,60	16806	0	-10000

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
42	-3,70	17605	0	-10000
43	-3,80	18403	0	-10000
44	-3,90	19202	2	-10000
45	-4,00	20000	9	-9999

Combinazione n° 8 - SLEF

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	0,00	0	0	0
2	-0,10	200	0	0
3	-0,20	400	0	0
4	-0,30	599	0	0
5	-0,40	799	0	0
6	-0,50	999	0	0
7	-0,60	1199	0	0
8	-0,70	1399	0	0
9	-0,80	1598	0	0
10	-0,90	1798	0	0
11	-1,00	1998	0	0
12	-1,00	2004	0	-1000
13	-1,10	2403	0	-1000
14	-1,20	2802	0	-1000
15	-1,30	3202	0	-1000
16	-1,40	3601	0	-1000
17	-1,50	4000	0	-1000
18	-1,60	4399	0	-1000
19	-1,70	4798	0	-1000
20	-1,80	5198	0	-1000
21	-1,90	5597	0	-1000
22	-2,00	5996	0	-1000
23	-2,00	6006	0	-4000
24	-2,10	6605	0	-4000
25	-2,20	7204	0	-4000
26	-2,30	7802	0	-4000
27	-2,40	8401	0	-4000
28	-2,50	9000	0	-4000
29	-2,60	9599	0	-4000
30	-2,70	10198	0	-4000
31	-2,80	10796	0	-4000
32	-2,90	11395	0	-4000
33	-3,00	11994	0	-4000
34	-3,00	12008	0	-10000
35	-3,10	12805	0	-10000
36	-3,20	13602	0	-10000
37	-3,30	14398	0	-10000
38	-3,40	15195	0	-10000
39	-3,50	15992	0	-10000
40	-3,50	16008	0	-10000
41	-3,60	16806	0	-10000
42	-3,70	17605	0	-10000
43	-3,80	18403	0	-10000
44	-3,90	19202	2	-10000
45	-4,00	20000	9	-9999

Combinazione n° 9 - SLEQ

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	0,00	0	0	0
2	-0,10	200	0	0
3	-0,20	400	0	0
4	-0,30	599	0	0
5	-0,40	799	0	0
6	-0,50	999	0	0
7	-0,60	1199	0	0
8	-0,70	1399	0	0
9	-0,80	1598	0	0
10	-0,90	1798	0	0
11	-1,00	1998	0	0
12	-1,00	2004	0	-1000
13	-1,10	2403	0	-1000
14	-1,20	2802	0	-1000
15	-1,30	3202	0	-1000
16	-1,40	3601	0	-1000
17	-1,50	4000	0	-1000
18	-1,60	4399	0	-1000
19	-1,70	4798	0	-1000
20	-1,80	5198	0	-1000
21	-1,90	5597	0	-1000
22	-2,00	5996	0	-1000
23	-2,00	6006	0	-4000
24	-2,10	6605	0	-4000
25	-2,20	7204	0	-4000
26	-2,30	7802	0	-4000
27	-2,40	8401	0	-4000
28	-2,50	9000	0	-4000
29	-2,60	9599	0	-4000
30	-2,70	10198	0	-4000
31	-2,80	10796	0	-4000
32	-2,90	11395	0	-4000

n°	X	N	T	M
	[m]	*[kg]*	*[kg]*	*[kgm]*
33	-3,00	11994	0	-4000
34	-3,00	12008	0	-10000
35	-3,10	12805	0	-10000
36	-3,20	13602	0	-10000
37	-3,30	14398	0	-10000
38	-3,40	15195	0	-10000
39	-3,50	15992	0	-10000
40	-3,50	16008	0	-10000
41	-3,60	16806	0	-10000
42	-3,70	17605	0	-10000
43	-3,80	18403	0	-10000
44	-3,90	19202	2	-10000
45	-4,00	20000	9	-9999

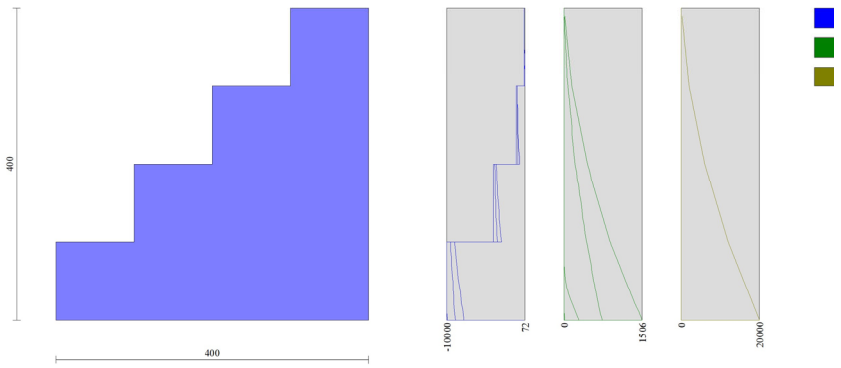

Fig. 9 - Paramento (Inviluppo)

Verifiche strutturali

Paramento in pietrame

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
As	area sezione reagente espresso in [cmq]
e	eccentricità espresso in [cm]
σ	tensione espressa in [kg/cmq]
Rt	resistenza ai carichi orizzontali espressa in [kg]
Et	Azione orizzontale espressa in [kg]
FSsco	fattore di sicurezza allo scorrimento (Rt/Et)
Ms	momento stabilizzante espresso in [kgm]
Mr	momento ribaltante espresso in [kgm]
FSrib	fattore di sicurezza a ribaltamento (Ms/Mr)

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	Y	As	e	σ	Rt	Et	FSsco	Ms	Mr	FSrib
	[m]	*[cmq]*	*[cm]*	*[kg/cmq]*	*[kg]*	*[kg]*		*[kgm]*	*[kgm]*	
1	0,00	10000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000	0,00	0,00	100.000
2	-0,10	10000	0,00	0,02	199,80	0,00	100.000	99,90	0,00	100.000
3	-0,20	10000	0,00	0,04	399,60	0,00	100.000	199,80	0,00	100.000
4	-0,30	10000	0,00	0,06	599,40	0,00	100.000	299,70	0,00	100.000
5	-0,40	10000	0,00	0,08	799,20	0,00	100.000	399,60	0,00	100.000
6	-0,50	10000	0,00	0,10	999,00	0,00	100.000	499,50	0,00	100.000
7	-0,60	10000	0,00	0,12	1198,80	0,00	100.000	599,40	0,00	100.000
8	-0,70	10000	0,00	0,14	1398,60	0,00	100.000	699,30	0,00	100.000
9	-0,80	10000	0,00	0,16	1598,40	0,00	100.000	799,20	0,00	100.000
10	-0,90	10000	0,00	0,18	1798,20	0,00	100.000	899,10	0,00	100.000
11	-1,00	10000	0,00	0,20	1998,00	0,00	100.000	999,00	0,00	100.000
12	-1,00	15030	-49,90	0,27	2004,00	0,00	100.000	3004,00	0,00	100.000
13	-1,10	17517	-41,61	0,27	2403,20	0,00	100.000	3403,20	0,00	100.000
14	-1,20	19295	-35,68	0,29	2802,40	0,00	100.000	3802,40	0,00	100.000
15	-1,30	20000	-31,23	0,31	3201,60	0,00	100.000	4201,60	0,00	100.000
16	-1,40	20000	-27,77	0,33	3600,80	0,00	100.000	4600,80	0,00	100.000
17	-1,50	20000	-25,00	0,35	4000,00	0,00	100.000	5000,00	0,00	100.000
18	-1,60	20000	-22,73	0,37	4399,20	0,00	100.000	5399,20	0,00	100.000
19	-1,70	20000	-20,84	0,39	4798,40	0,00	100.000	5798,40	0,00	100.000
20	-1,80	20000	-19,24	0,41	5197,60	0,00	100.000	6197,60	0,00	100.000
21	-1,90	20000	-17,87	0,43	5596,80	0,00	100.000	6596,80	0,00	100.000
22	-2,00	20000	-16,68	0,45	5996,00	0,00	100.000	6996,00	0,00	100.000
23	-2,00	25020	-66,60	0,48	6006,00	0,00	100.000	13009,00	0,00	100.000
24	-2,10	26831	-60,56	0,49	6604,80	0,00	100.000	13907,20	0,00	100.000
25	-2,20	28342	-55,53	0,51	7203,60	0,00	100.000	14805,40	0,00	100.000
26	-2,30	29620	-51,27	0,53	7802,40	0,00	100.000	15703,60	0,00	100.000
27	-2,40	30000	-47,61	0,55	8401,20	0,00	100.000	16601,80	0,00	100.000

n°	Y	As	e	σ	Rt	Et	FSsco	Ms	Mr	FSrib
	[m]	[cmq]	[cm]	[kg/cmq]	[kg]	[kg]		[kgm]	[kgm]	
28	-2,50	30000	-44,44	0,57	9000,00	0,00	100.000	17500,00	0,00	100.000
29	-2,60	30000	-41,67	0,59	9598,80	0,00	100.000	18398,20	0,00	100.000
30	-2,70	30000	-39,22	0,61	10197,60	0,00	100.000	19296,40	0,00	100.000
31	-2,80	30000	-37,05	0,63	10796,40	0,00	100.000	20194,60	0,00	100.000
32	-2,90	30000	-35,10	0,65	11395,20	0,00	100.000	21092,80	0,00	100.000
33	-3,00	30000	-33,35	0,67	11994,00	0,00	100.000	21991,00	0,00	100.000
34	-3,00	35017	-83,28	0,69	12008,00	0,00	100.000	34016,00	0,00	100.000
35	-3,10	36571	-78,10	0,70	12804,80	0,00	100.000	35609,60	0,00	100.000
36	-3,20	37944	-73,52	0,72	13601,60	0,00	100.000	37203,20	0,00	100.000
37	-3,30	39165	-69,45	0,74	14398,40	3,63	3966.792	38802,08	0,12	321344.531
38	-3,40	40000	-65,80	0,75	15195,20	14,49	1048.678	40411,50	0,96	41960.141
39	-3,50	40000	-62,51	0,77	15992,00	34,80	459.476	42034,67	3,32	12658.811
40	-3,50	40000	-62,45	0,78	16008,00	35,33	453.061	42067,44	3,39	12406.628
41	-3,60	40000	-59,45	0,79	16806,40	67,69	248.272	43711,35	8,43	5182.893
42	-3,70	40000	-56,70	0,81	17604,80	110,37	159.512	45370,28	17,25	2630.919
43	-3,80	40000	-54,17	0,83	18403,20	161,93	113.649	47042,15	30,76	1529.395
44	-3,90	40000	-51,82	0,85	19201,60	222,38	86.345	48726,96	49,86	977.238
45	-4,00	40000	-49,62	0,87	11279,40	291,73	38.664	50424,72	75,44	668.391

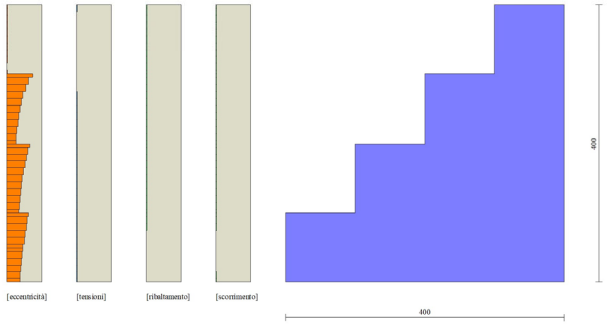

Fig. 10 - Verifiche paramento pietrame (Combinazione n° 1)

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H

n°	Y	As	e	σ	Rt	Et	FSsco	Ms	Mr	FSrib
	[m]	[cmq]	[cm]	[kg/cmq]	[kg]	[kg]		[kgm]	[kgm]	
1	0,00	10000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000	0,00	0,00	100.000
2	-0,10	10000	0,36	0,02	199,80	14,23	14.044	99,92	0,71	140.769
3	-0,20	10000	0,71	0,04	399,60	28,55	13.997	199,87	2,85	70.238
4	-0,30	10000	1,07	0,06	599,40	42,97	13.950	299,86	6,42	46.728
5	-0,40	10000	1,43	0,09	799,20	57,49	13.903	399,88	11,43	34.973
6	-0,50	10000	1,79	0,11	999,00	72,10	13.856	499,94	17,91	27.920
7	-0,60	10000	2,16	0,14	1198,80	86,81	13.810	600,03	25,84	23.219
8	-0,70	10000	2,52	0,16	1398,60	101,61	13.764	700,16	35,25	19.861
9	-0,80	10000	2,89	0,19	1598,40	116,52	13.718	800,33	46,15	17.343
10	-0,90	10000	3,26	0,21	1798,20	131,52	13.673	900,53	58,54	15.384
11	-1,00	10000	3,63	0,24	1998,00	146,61	13.628	1000,76	72,43	13.817
12	-1,00	16119	-46,27	0,25	2004,00	147,06	13.627	3007,53	72,72	41.356
13	-1,10	18626	-37,91	0,26	2403,20	176,40	13.623	3407,47	88,86	38.346
14	-1,20	20000	-31,83	0,27	2802,40	205,84	13.614	3807,48	107,94	35.276
15	-1,30	20000	-27,18	0,29	3201,60	235,38	13.602	4207,56	129,95	32.378
16	-1,40	20000	-23,47	0,31	3600,80	265,01	13.587	4607,71	154,92	29.743
17	-1,50	20000	-20,43	0,32	4000,00	294,74	13.571	5007,93	182,85	27.388
18	-1,60	20000	-17,87	0,34	4399,20	324,57	13.554	5408,22	213,75	25.301
19	-1,70	20000	-15,68	0,35	4798,40	354,49	13.536	5808,59	247,64	23.456
20	-1,80	20000	-13,77	0,37	5197,60	384,51	13.518	6209,02	284,51	21.823
21	-1,90	20000	-12,07	0,38	5596,80	414,62	13.498	6609,52	324,39	20.375
22	-2,00	20000	-10,55	0,39	5996,00	444,84	13.479	7010,09	367,28	19.087
23	-2,00	26859	-60,47	0,45	6006,00	445,58	13.479	13030,18	368,17	35.392
24	-2,10	28716	-54,28	0,46	6604,80	490,06	13.478	13930,54	414,85	33.579
25	-2,20	30000	-49,06	0,48	7203,60	534,63	13.474	14831,01	465,98	31.827
26	-2,30	30000	-44,58	0,49	7802,40	579,30	13.469	15731,59	521,57	30.162
27	-2,40	30000	-40,69	0,51	8401,20	624,06	13.462	16632,27	581,61	28.597
28	-2,50	30000	-37,27	0,52	9000,00	668,92	13.455	17533,06	646,13	27.135
29	-2,60	30000	-34,22	0,54	9598,80	713,88	13.446	18433,95	715,13	25.777
30	-2,70	30000	-31,49	0,55	10197,60	758,93	13.437	19334,95	788,63	24.517
31	-2,80	30000	-29,02	0,57	10796,40	804,08	13.427	20236,05	866,62	23.351
32	-2,90	30000	-26,77	0,58	11395,20	849,32	13.417	21137,26	949,12	22.270
33	-3,00	30000	-24,71	0,60	11994,00	894,67	13.406	22038,57	1036,15	21.270
34	-3,00	37610	-74,63	0,64	12008,00	895,72	13.406	34079,51	1037,94	32.834
35	-3,10	39219	-69,27	0,65	12804,80	955,20	13.405	35677,40	1130,11	31.570
36	-3,20	40000	-64,49	0,67	13601,60	1014,79	13.403	37275,42	1228,22	30.349
37	-3,30	40000	-60,20	0,69	14398,40	1074,46	13.401	38873,59	1332,26	29.179
38	-3,40	40000	-56,32	0,70	15195,20	1134,24	13.397	40471,89	1442,25	28.062
39	-3,50	40000	-52,79	0,72	15992,00	1194,11	13.392	42070,34	1558,21	26.999
40	-3,50	40000	-52,72	0,72	16008,00	1195,31	13.392	42102,44	1560,59	26.978
41	-3,60	40000	-49,49	0,73	16806,40	1255,40	13.387	43704,23	1682,88	25.970
42	-3,70	40000	-46,51	0,75	17604,80	1315,58	13.382	45306,17	1811,18	25.015
43	-3,80	40000	-43,77	0,76	18403,20	1375,86	13.376	46908,25	1945,48	24.111

n°	Y	As	e	σ	Rt	Et	FSsco	Ms	Mr	FSrib
	[m]	[cmq]	[cm]	[kg/cmq]	[kg]	[kg]		[kgm]	[kgm]	
44	-3,90	40000	-41,22	0,78	19201,60	1438,59	13.348	48513,89	2085,88	23.258
45	-4,00	40000	-38,84	0,79	11279,40	1506,06	7.489	50126,44	2232,78	22.450

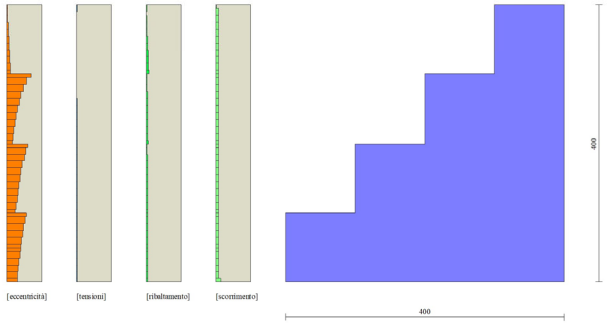

Fig. 11 - Verifiche paramento pietrame (Combinazione n° 2)

Combinazione n° 5 - EQU (A1-M1-R3)

n°	Y	As	e	σ	Rt	Et	FSsco	Ms	Mr	FSrib
	[m]	[cmq]	[cm]	[kg/cmq]	[kg]	[kg]		[kgm]	[kgm]	
1	0,00	10000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000	0,00	0,00	100.000
2	-0,10	10000	0,00	0,02	199,80	0,00	100.000	99,90	0,00	100.000
3	-0,20	10000	0,00	0,04	399,60	0,00	100.000	199,80	0,00	100.000
4	-0,30	10000	0,00	0,06	599,40	0,00	100.000	299,70	0,00	100.000
5	-0,40	10000	0,00	0,08	799,20	0,00	100.000	399,60	0,00	100.000
6	-0,50	10000	0,00	0,10	999,00	0,00	100.000	499,50	0,00	100.000
7	-0,60	10000	0,00	0,12	1198,80	0,00	100.000	599,40	0,00	100.000
8	-0,70	10000	0,00	0,14	1398,60	0,00	100.000	699,30	0,00	100.000
9	-0,80	10000	0,00	0,16	1598,40	0,00	100.000	799,20	0,00	100.000
10	-0,90	10000	0,00	0,18	1798,20	0,00	100.000	899,10	0,00	100.000
11	-1,00	10000	0,00	0,20	1998,00	0,00	100.000	999,00	0,00	100.000
12	-1,00	15030	-49,90	0,27	2004,00	0,00	100.000	3004,00	0,00	100.000
13	-1,10	17517	-41,61	0,27	2403,20	0,00	100.000	3403,20	0,00	100.000
14	-1,20	19295	-35,68	0,29	2802,40	0,00	100.000	3802,40	0,00	100.000
15	-1,30	20000	-31,23	0,31	3201,60	0,00	100.000	4201,60	0,00	100.000
16	-1,40	20000	-27,77	0,33	3600,80	0,00	100.000	4600,80	0,00	100.000
17	-1,50	20000	-25,00	0,35	4000,00	0,00	100.000	5000,00	0,00	100.000
18	-1,60	20000	-22,73	0,37	4399,20	0,00	100.000	5399,20	0,00	100.000
19	-1,70	20000	-20,84	0,39	4798,40	0,00	100.000	5798,40	0,00	100.000
20	-1,80	20000	-19,24	0,41	5197,60	0,00	100.000	6197,60	0,00	100.000
21	-1,90	20000	-17,87	0,43	5596,80	0,00	100.000	6596,80	0,00	100.000
22	-2,00	20000	-16,68	0,45	5996,00	0,00	100.000	6996,00	0,00	100.000
23	-2,00	25020	-66,60	0,48	6006,00	0,00	100.000	13009,00	0,00	100.000
24	-2,10	26831	-60,56	0,49	6604,80	0,00	100.000	13907,20	0,00	100.000
25	-2,20	28342	-55,53	0,51	7203,60	0,00	100.000	14805,40	0,00	100.000
26	-2,30	29620	-51,27	0,53	7802,40	0,00	100.000	15703,60	0,00	100.000
27	-2,40	30000	-47,61	0,55	8401,20	0,00	100.000	16601,80	0,00	100.000
28	-2,50	30000	-44,44	0,57	9000,00	0,00	100.000	17500,00	0,00	100.000
29	-2,60	30000	-41,67	0,59	9598,80	0,00	100.000	18398,20	0,00	100.000
30	-2,70	30000	-39,22	0,61	10197,60	0,00	100.000	19296,40	0,00	100.000
31	-2,80	30000	-37,05	0,63	10796,40	0,00	100.000	20194,60	0,00	100.000
32	-2,90	30000	-35,10	0,65	11395,20	0,00	100.000	21092,80	0,00	100.000
33	-3,00	30000	-33,35	0,67	11994,00	0,00	100.000	21991,00	0,00	100.000
34	-3,00	35017	-83,28	0,69	12008,00	0,00	100.000	34016,00	0,00	100.000
35	-3,10	36571	-78,10	0,70	12804,80	0,00	100.000	35609,60	0,00	100.000
36	-3,20	37944	-73,52	0,72	13601,60	0,00	100.000	37203,20	0,00	100.000
37	-3,30	39165	-69,45	0,74	14398,40	3,63	3966.792	38802,08	0,12	321344.531
38	-3,40	40000	-65,80	0,75	15195,20	14,49	1048.678	40411,50	0,96	41960.141
39	-3,50	40000	-62,51	0,77	15992,00	34,80	459.476	42034,67	3,32	12658.811
40	-3,50	40000	-62,45	0,78	16008,00	35,33	453.061	42067,44	3,39	12406.628
41	-3,60	40000	-59,45	0,79	16806,40	67,69	248.272	43711,35	8,43	5182.893
42	-3,70	40000	-56,70	0,81	17604,80	110,37	159.512	45370,28	17,25	2630.919
43	-3,80	40000	-54,17	0,83	18403,20	161,93	113.649	47042,15	30,76	1529.395
44	-3,90	40000	-51,82	0,85	19201,60	222,38	86.345	48726,96	49,86	977.238
45	-4,00	40000	-49,62	0,87	11279,40	291,73	38.664	50424,72	75,44	668.391

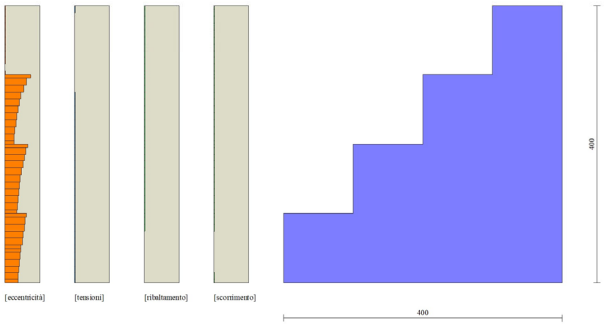

Fig. 12 - Verifiche paramento pietrame (Combinazione n° 5)

Combinazione n° 6 - EQU (A1-M1-R3) H

n°	Y	As	e	σ	Rt	Et	FSsco	Ms	Mr	FSrib
	[m]	*[cmq]*	*[cm]*	*[kg/cmq]*	*[kg]*	*[kg]*		*[kgm]*	*[kgm]*	
1	0,00	10000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000	0,00	0,00	100.000
2	-0,10	10000	0,53	0,02	199,80	21,36	9.353	99,93	1,07	93.794
3	-0,20	10000	1,07	0,04	399,60	42,92	9.311	199,94	4,27	46.774
4	-0,30	10000	1,61	0,07	599,40	64,66	9.270	300,01	9,65	31.101
5	-0,40	10000	2,15	0,09	799,20	86,60	9.229	400,16	17,20	23.264
6	-0,50	10000	2,70	0,12	999,00	108,73	9.188	500,37	26,96	18.563
7	-0,60	10000	3,25	0,14	1198,80	131,05	9.148	600,65	38,93	15.429
8	-0,70	10000	3,80	0,17	1398,60	153,56	9.108	701,01	53,14	13.191
9	-0,80	10000	4,36	0,20	1598,40	176,26	9.068	801,43	69,62	11.512
10	-0,90	10000	4,91	0,23	1798,20	199,15	9.029	901,92	88,37	10.206
11	-1,00	10000	5,48	0,27	1998,00	222,24	8.990	1002,48	109,41	9.162
12	-1,00	16675	-44,42	0,24	2004,00	222,91	8.990	3010,99	109,86	27.408
13	-1,10	19193	-36,02	0,25	2403,20	267,42	8.987	3411,66	134,33	25.398
14	-1,20	20000	-29,86	0,27	2802,40	312,11	8.979	3812,46	163,24	23.355
15	-1,30	20000	-25,09	0,28	3201,60	356,99	8.968	4213,40	196,63	21.428
16	-1,40	20000	-21,26	0,29	3600,80	402,07	8.956	4614,48	234,50	19.678
17	-1,50	20000	-18,08	0,31	4000,00	447,34	8.942	5015,70	276,89	18.115
18	-1,60	20000	-15,37	0,32	4399,20	492,79	8.927	5417,06	323,80	16.730
19	-1,70	20000	-13,02	0,33	4798,40	538,44	8.912	5818,56	375,26	15.506
20	-1,80	20000	-10,94	0,35	5197,60	584,28	8.896	6220,20	431,28	14.423
21	-1,90	20000	-9,08	0,36	5596,80	630,31	8.879	6621,97	491,89	13.462
22	-2,00	20000	-7,39	0,37	5996,00	676,53	8.863	7023,89	557,10	12.608
23	-2,00	27809	-57,30	0,43	6006,00	677,67	8.863	13050,92	558,45	23.370
24	-2,10	29690	-51,03	0,44	6604,80	745,34	8.862	13953,40	629,46	22.167
25	-2,20	30000	-45,71	0,46	7203,60	813,19	8.858	14856,10	707,23	21.006
26	-2,30	30000	-41,12	0,47	7802,40	881,23	8.854	15759,00	791,78	19.903
27	-2,40	30000	-37,10	0,49	8401,20	949,47	8.848	16662,11	883,13	18.867
28	-2,50	30000	-33,54	0,50	9000,00	1017,89	8.842	17565,43	981,30	17.900
29	-2,60	30000	-30,35	0,51	9598,80	1086,51	8.835	18468,96	1086,30	17.002
30	-2,70	30000	-27,48	0,53	10197,60	1155,32	8.827	19372,70	1198,17	16.169
31	-2,80	30000	-24,85	0,54	10796,40	1224,32	8.818	20276,64	1316,91	15.397
32	-2,90	30000	-22,44	0,55	11395,20	1293,51	8.810	21180,80	1442,55	14.683
33	-3,00	30000	-20,22	0,56	11994,00	1362,89	8.800	22085,16	1575,10	14.021
34	-3,00	38959	-70,14	0,62	12008,00	1364,49	8.800	34141,71	1577,83	21.638
35	-3,10	40000	-64,68	0,63	12804,80	1455,13	8.800	35743,80	1718,24	20.803
36	-3,20	40000	-59,79	0,65	13601,60	1545,96	8.798	37346,16	1867,70	19.996
37	-3,30	40000	-55,38	0,66	14398,40	1636,98	8.796	38948,79	2026,21	19.223
38	-3,40	40000	-51,37	0,67	15195,20	1728,19	8.793	40551,71	2193,79	18.485
39	-3,50	40000	-47,71	0,69	15992,00	1819,59	8.789	42154,90	2370,47	17.783
40	-3,50	40000	-47,64	0,69	16008,00	1821,43	8.789	42187,09	2374,11	17.770
41	-3,60	40000	-44,27	0,70	16806,40	1913,20	8.784	43793,79	2560,46	17.104
42	-3,70	40000	-41,15	0,71	17604,80	2005,17	8.780	45400,76	2755,99	16.473
43	-3,80	40000	-38,25	0,72	18403,20	2097,33	8.775	47008,01	2960,70	15.877
44	-3,90	40000	-35,55	0,74	19201,60	2192,03	8.760	48618,95	3174,70	15.314
45	-4,00	40000	-33,01	0,75	11279,40	2291,57	4.922	50236,95	3398,39	14.783

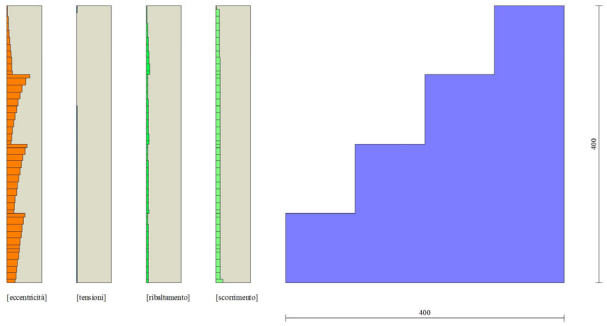

Fig. 13 - Verifiche paramento pietrame (Combinazione n° 6)

Combinazione n° 7 - SLER

n°	Y	As	e	σ	Rt	Et	FSsco	Ms	Mr	FSrib
	[m]	*[cmq]*	*[cm]*	*[kg/cmq]*	*[kg]*	*[kg]*		*[kgm]*	*[kgm]*	
1	0,00	10000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000	0,00	0,00	100.000
2	-0,10	10000	0,00	0,02	199,80	0,00	100.000	99,90	0,00	100.000
3	-0,20	10000	0,00	0,04	399,60	0,00	100.000	199,80	0,00	100.000
4	-0,30	10000	0,00	0,06	599,40	0,00	100.000	299,70	0,00	100.000
5	-0,40	10000	0,00	0,08	799,20	0,00	100.000	399,60	0,00	100.000
6	-0,50	10000	0,00	0,10	999,00	0,00	100.000	499,50	0,00	100.000
7	-0,60	10000	0,00	0,12	1198,80	0,00	100.000	599,40	0,00	100.000
8	-0,70	10000	0,00	0,14	1398,60	0,00	100.000	699,30	0,00	100.000
9	-0,80	10000	0,00	0,16	1598,40	0,00	100.000	799,20	0,00	100.000
10	-0,90	10000	0,00	0,18	1798,20	0,00	100.000	899,10	0,00	100.000
11	-1,00	10000	0,00	0,20	1998,00	0,00	100.000	999,00	0,00	100.000
12	-1,00	15030	-49,90	0,27	2004,00	0,00	100.000	3004,00	0,00	100.000
13	-1,10	17517	-41,61	0,27	2403,20	0,00	100.000	3403,20	0,00	100.000
14	-1,20	19295	-35,68	0,29	2802,40	0,00	100.000	3802,40	0,00	100.000
15	-1,30	20000	-31,23	0,31	3201,60	0,00	100.000	4201,60	0,00	100.000
16	-1,40	20000	-27,77	0,33	3600,80	0,00	100.000	4600,80	0,00	100.000
17	-1,50	20000	-25,00	0,35	4000,00	0,00	100.000	5000,00	0,00	100.000
18	-1,60	20000	-22,73	0,37	4399,20	0,00	100.000	5399,20	0,00	100.000
19	-1,70	20000	-20,84	0,39	4798,40	0,00	100.000	5798,40	0,00	100.000
20	-1,80	20000	-19,24	0,41	5197,60	0,00	100.000	6197,60	0,00	100.000
21	-1,90	20000	-17,87	0,43	5596,80	0,00	100.000	6596,80	0,00	100.000
22	-2,00	20000	-16,68	0,45	5996,00	0,00	100.000	6996,00	0,00	100.000
23	-2,00	25020	-66,60	0,48	6006,00	0,00	100.000	13009,00	0,00	100.000
24	-2,10	26831	-60,56	0,49	6604,80	0,00	100.000	13907,20	0,00	100.000
25	-2,20	28342	-55,53	0,51	7203,60	0,00	100.000	14805,40	0,00	100.000
26	-2,30	29620	-51,27	0,53	7802,40	0,00	100.000	15703,60	0,00	100.000
27	-2,40	30000	-47,61	0,55	8401,20	0,00	100.000	16601,80	0,00	100.000
28	-2,50	30000	-44,44	0,57	9000,00	0,00	100.000	17500,00	0,00	100.000
29	-2,60	30000	-41,67	0,59	9598,80	0,00	100.000	18398,20	0,00	100.000
30	-2,70	30000	-39,22	0,61	10197,60	0,00	100.000	19296,40	0,00	100.000
31	-2,80	30000	-37,05	0,63	10796,40	0,00	100.000	20194,60	0,00	100.000
32	-2,90	30000	-35,10	0,65	11395,20	0,00	100.000	21092,80	0,00	100.000
33	-3,00	30000	-33,35	0,67	11994,00	0,00	100.000	21991,00	0,00	100.000
34	-3,00	35017	-83,28	0,69	12008,00	0,00	100.000	34016,00	0,00	100.000
35	-3,10	36571	-78,10	0,70	12804,80	0,00	100.000	35609,60	0,00	100.000
36	-3,20	37944	-73,52	0,72	13601,60	0,00	100.000	37203,20	0,00	100.000
37	-3,30	39164	-69,45	0,74	14398,40	0,00	100.000	38796,80	0,00	100.000
38	-3,40	40000	-65,81	0,75	15195,20	0,00	100.000	40390,40	0,00	100.000
39	-3,50	40000	-62,53	0,77	15992,00	0,00	100.000	41984,00	0,00	100.000
40	-3,50	40000	-62,47	0,78	16008,00	0,00	100.000	42016,00	0,00	100.000
41	-3,60	40000	-59,50	0,80	16806,40	0,00	100.000	43612,80	0,00	100.000
42	-3,70	40000	-56,80	0,82	17604,80	0,00	100.000	45209,60	0,00	100.000
43	-3,80	40000	-54,34	0,84	18403,20	0,00	100.000	46806,40	0,00	100.000
44	-3,90	40000	-52,08	0,86	19201,60	2,35	8186.532	48406,61	0,08	617903.690
45	-4,00	40000	-50,00	0,87	11279,40	9,34	1207.047	50013,60	0,62	80281.857

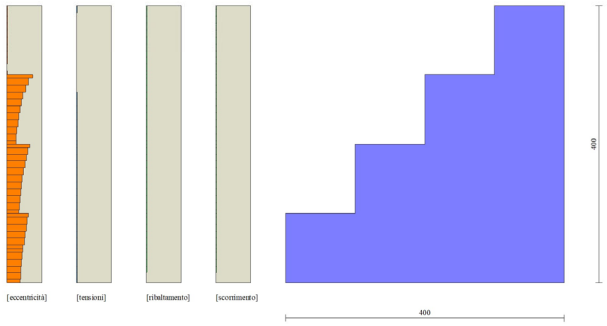

Fig. 14 - Verifiche paramento pietrame (Combinazione n° 7)

Combinazione n° 8 - SLEF

n°	Y	As	e	σ	Rt	Et	FSsco	Ms	Mr	FSrib
	[m]	*[cmq]*	*[cm]*	*[kg/cmq]*	*[kg]*	*[kg]*		*[kgm]*	*[kgm]*	
1	0,00	10000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000	0,00	0,00	100.000
2	-0,10	10000	0,00	0,02	199,80	0,00	100.000	99,90	0,00	100.000
3	-0,20	10000	0,00	0,04	399,60	0,00	100.000	199,80	0,00	100.000
4	-0,30	10000	0,00	0,06	599,40	0,00	100.000	299,70	0,00	100.000
5	-0,40	10000	0,00	0,08	799,20	0,00	100.000	399,60	0,00	100.000
6	-0,50	10000	0,00	0,10	999,00	0,00	100.000	499,50	0,00	100.000
7	-0,60	10000	0,00	0,12	1198,80	0,00	100.000	599,40	0,00	100.000
8	-0,70	10000	0,00	0,14	1398,60	0,00	100.000	699,30	0,00	100.000
9	-0,80	10000	0,00	0,16	1598,40	0,00	100.000	799,20	0,00	100.000
10	-0,90	10000	0,00	0,18	1798,20	0,00	100.000	899,10	0,00	100.000
11	-1,00	10000	0,00	0,20	1998,00	0,00	100.000	999,00	0,00	100.000
12	-1,00	15030	-49,90	0,27	2004,00	0,00	100.000	3004,00	0,00	100.000
13	-1,10	17517	-41,61	0,27	2403,20	0,00	100.000	3403,20	0,00	100.000
14	-1,20	19295	-35,68	0,29	2802,40	0,00	100.000	3802,40	0,00	100.000
15	-1,30	20000	-31,23	0,31	3201,60	0,00	100.000	4201,60	0,00	100.000
16	-1,40	20000	-27,77	0,33	3600,80	0,00	100.000	4600,80	0,00	100.000
17	-1,50	20000	-25,00	0,35	4000,00	0,00	100.000	5000,00	0,00	100.000
18	-1,60	20000	-22,73	0,37	4399,20	0,00	100.000	5399,20	0,00	100.000
19	-1,70	20000	-20,84	0,39	4798,40	0,00	100.000	5798,40	0,00	100.000
20	-1,80	20000	-19,24	0,41	5197,60	0,00	100.000	6197,60	0,00	100.000
21	-1,90	20000	-17,87	0,43	5596,80	0,00	100.000	6596,80	0,00	100.000
22	-2,00	20000	-16,68	0,45	5996,00	0,00	100.000	6996,00	0,00	100.000
23	-2,00	25020	-66,60	0,48	6006,00	0,00	100.000	13009,00	0,00	100.000
24	-2,10	26831	-60,56	0,49	6604,80	0,00	100.000	13907,20	0,00	100.000
25	-2,20	28342	-55,53	0,51	7203,60	0,00	100.000	14805,40	0,00	100.000
26	-2,30	29620	-51,27	0,53	7802,40	0,00	100.000	15703,60	0,00	100.000
27	-2,40	30000	-47,61	0,55	8401,20	0,00	100.000	16601,80	0,00	100.000
28	-2,50	30000	-44,44	0,57	9000,00	0,00	100.000	17500,00	0,00	100.000
29	-2,60	30000	-41,67	0,59	9598,80	0,00	100.000	18398,20	0,00	100.000
30	-2,70	30000	-39,22	0,61	10197,60	0,00	100.000	19296,40	0,00	100.000
31	-2,80	30000	-37,05	0,63	10796,40	0,00	100.000	20194,60	0,00	100.000
32	-2,90	30000	-35,10	0,65	11395,20	0,00	100.000	21092,80	0,00	100.000
33	-3,00	30000	-33,35	0,67	11994,00	0,00	100.000	21991,00	0,00	100.000
34	-3,00	35017	-83,28	0,69	12008,00	0,00	100.000	34016,00	0,00	100.000
35	-3,10	36571	-78,10	0,70	12804,80	0,00	100.000	35609,60	0,00	100.000
36	-3,20	37944	-73,52	0,72	13601,60	0,00	100.000	37203,20	0,00	100.000
37	-3,30	39164	-69,45	0,74	14398,40	0,00	100.000	38796,80	0,00	100.000
38	-3,40	40000	-65,81	0,75	15195,20	0,00	100.000	40390,40	0,00	100.000
39	-3,50	40000	-62,53	0,77	15992,00	0,00	100.000	41984,00	0,00	100.000
40	-3,50	40000	-62,47	0,78	16008,00	0,00	100.000	42016,00	0,00	100.000
41	-3,60	40000	-59,50	0,80	16806,40	0,00	100.000	43612,80	0,00	100.000
42	-3,70	40000	-56,80	0,82	17604,80	0,00	100.000	45209,60	0,00	100.000
43	-3,80	40000	-54,34	0,84	18403,20	0,00	100.000	46806,40	0,00	100.000
44	-3,90	40000	-52,08	0,86	19201,60	2,35	8186.532	48406,61	0,08	617903.690
45	-4,00	40000	-50,00	0,87	11279,40	9,34	1207.047	50013,60	0,62	80281.857

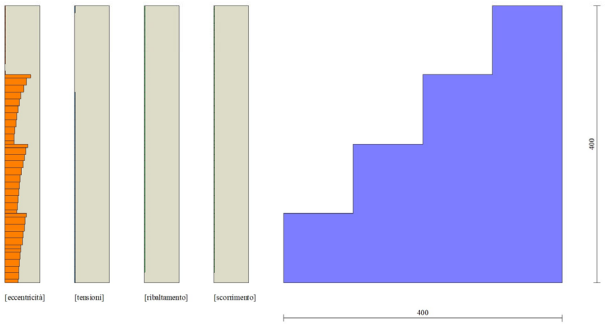

Fig. 15 - Verifiche paramento pietrame (Combinazione n° 8)

Combinazione n° 9 - SLEQ

n°	Y	As	e	σ	Rt	Et	FSsco	Ms	Mr	FSrib
	[m]	*[cmq]*	*[cm]*	*[kg/cmq]*	*[kg]*	*[kg]*		*[kgm]*	*[kgm]*	
1	0,00	10000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000	0,00	0,00	100.000
2	-0,10	10000	0,00	0,02	199,80	0,00	100.000	99,90	0,00	100.000
3	-0,20	10000	0,00	0,04	399,60	0,00	100.000	199,80	0,00	100.000
4	-0,30	10000	0,00	0,06	599,40	0,00	100.000	299,70	0,00	100.000
5	-0,40	10000	0,00	0,08	799,20	0,00	100.000	399,60	0,00	100.000
6	-0,50	10000	0,00	0,10	999,00	0,00	100.000	499,50	0,00	100.000
7	-0,60	10000	0,00	0,12	1198,80	0,00	100.000	599,40	0,00	100.000
8	-0,70	10000	0,00	0,14	1398,60	0,00	100.000	699,30	0,00	100.000
9	-0,80	10000	0,00	0,16	1598,40	0,00	100.000	799,20	0,00	100.000
10	-0,90	10000	0,00	0,18	1798,20	0,00	100.000	899,10	0,00	100.000
11	-1,00	10000	0,00	0,20	1998,00	0,00	100.000	999,00	0,00	100.000
12	-1,00	15030	-49,90	0,27	2004,00	0,00	100.000	3004,00	0,00	100.000
13	-1,10	17517	-41,61	0,27	2403,20	0,00	100.000	3403,20	0,00	100.000
14	-1,20	19295	-35,68	0,29	2802,40	0,00	100.000	3802,40	0,00	100.000
15	-1,30	20000	-31,23	0,31	3201,60	0,00	100.000	4201,60	0,00	100.000
16	-1,40	20000	-27,77	0,33	3600,80	0,00	100.000	4600,80	0,00	100.000
17	-1,50	20000	-25,00	0,35	4000,00	0,00	100.000	5000,00	0,00	100.000
18	-1,60	20000	-22,73	0,37	4399,20	0,00	100.000	5399,20	0,00	100.000
19	-1,70	20000	-20,84	0,39	4798,40	0,00	100.000	5798,40	0,00	100.000
20	-1,80	20000	-19,24	0,41	5197,60	0,00	100.000	6197,60	0,00	100.000
21	-1,90	20000	-17,87	0,43	5596,80	0,00	100.000	6596,80	0,00	100.000
22	-2,00	20000	-16,68	0,45	5996,00	0,00	100.000	6996,00	0,00	100.000
23	-2,00	25020	-66,60	0,48	6006,00	0,00	100.000	13009,00	0,00	100.000
24	-2,10	26831	-60,56	0,49	6604,80	0,00	100.000	13907,20	0,00	100.000
25	-2,20	28342	-55,53	0,51	7203,60	0,00	100.000	14805,40	0,00	100.000
26	-2,30	29620	-51,27	0,53	7802,40	0,00	100.000	15703,60	0,00	100.000
27	-2,40	30000	-47,61	0,55	8401,20	0,00	100.000	16601,80	0,00	100.000
28	-2,50	30000	-44,44	0,57	9000,00	0,00	100.000	17500,00	0,00	100.000
29	-2,60	30000	-41,67	0,59	9598,80	0,00	100.000	18398,20	0,00	100.000
30	-2,70	30000	-39,22	0,61	10197,60	0,00	100.000	19296,40	0,00	100.000
31	-2,80	30000	-37,05	0,63	10796,40	0,00	100.000	20194,60	0,00	100.000
32	-2,90	30000	-35,10	0,65	11395,20	0,00	100.000	21092,80	0,00	100.000
33	-3,00	30000	-33,35	0,67	11994,00	0,00	100.000	21991,00	0,00	100.000
34	-3,00	35017	-83,28	0,69	12008,00	0,00	100.000	34016,00	0,00	100.000
35	-3,10	36571	-78,10	0,70	12804,80	0,00	100.000	35609,60	0,00	100.000
36	-3,20	37944	-73,52	0,72	13601,60	0,00	100.000	37203,20	0,00	100.000
37	-3,30	39164	-69,45	0,74	14398,40	0,00	100.000	38796,80	0,00	100.000
38	-3,40	40000	-65,81	0,75	15195,20	0,00	100.000	40390,40	0,00	100.000
39	-3,50	40000	-62,53	0,77	15992,00	0,00	100.000	41984,00	0,00	100.000
40	-3,50	40000	-62,47	0,78	16008,00	0,00	100.000	42016,00	0,00	100.000
41	-3,60	40000	-59,50	0,80	16806,40	0,00	100.000	43612,80	0,00	100.000
42	-3,70	40000	-56,80	0,82	17604,80	0,00	100.000	45209,60	0,00	100.000
43	-3,80	40000	-54,34	0,84	18403,20	0,00	100.000	46806,40	0,00	100.000
44	-3,90	40000	-52,08	0,86	19201,60	2,35	8186.532	48406,61	0,08	617903.690
45	-4,00	40000	-50,00	0,87	11279,40	9,34	1207.047	50013,60	0,62	80281.857

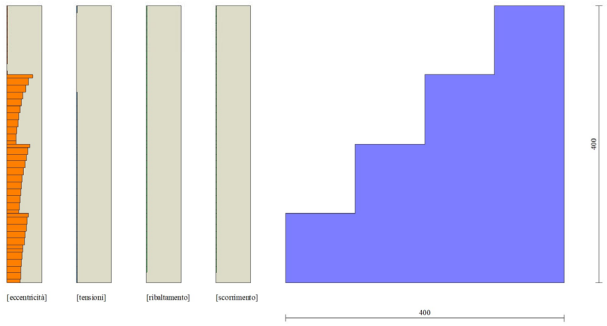

Fig. 16 - Verifiche paramento pietrame (Combinazione n° 9)

Combinazione n° 10 - SLEQ H

n°	Y	As	e	σ	Rt	Et	FSsco	Ms	Mr	FSrib
	[m]	*[cmq]*	*[cm]*	*[kg/cmq]*	*[kg]*	*[kg]*		*[kgm]*	*[kgm]*	
1	0,00	10000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000	0,00	0,00	100.000
2	-0,10	10000	0,17	0,02	199,80	6,97	28.652	99,91	0,35	287.071
3	-0,20	10000	0,35	0,04	399,60	13,98	28.580	199,83	1,39	143.303
4	-0,30	10000	0,52	0,06	599,40	21,03	28.508	299,76	3,14	95.381
5	-0,40	10000	0,70	0,08	799,20	28,10	28.437	399,70	5,60	71.420
6	-0,50	10000	0,88	0,11	999,00	35,22	28.366	499,66	8,76	57.044
7	-0,60	10000	1,05	0,13	1198,80	42,37	28.295	599,63	12,63	47.461
8	-0,70	10000	1,23	0,15	1398,60	49,55	28.225	699,61	17,23	40.615
9	-0,80	10000	1,41	0,17	1598,40	56,77	28.155	799,61	22,54	35.481
10	-0,90	10000	1,59	0,20	1798,20	64,03	28.085	899,62	28,57	31.489
11	-1,00	10000	1,77	0,22	1998,00	71,32	28.016	999,64	35,33	28.295
12	-1,00	15561	-48,13	0,26	2004,00	71,53	28.015	3005,29	35,47	84.721
13	-1,10	18057	-39,81	0,27	2403,20	85,80	28.009	3404,76	43,32	78.589
14	-1,20	19858	-33,81	0,28	2802,40	100,10	27.995	3804,25	52,60	72.325
15	-1,30	20000	-29,26	0,30	3201,60	114,44	27.976	4203,77	63,31	66.405
16	-1,40	20000	-25,68	0,32	3600,80	128,81	27.953	4603,32	75,44	61.017
17	-1,50	20000	-22,77	0,34	4000,00	143,22	27.929	5002,89	89,02	56.201
18	-1,60	20000	-20,37	0,35	4399,20	157,67	27.902	5402,49	104,03	51.931
19	-1,70	20000	-18,33	0,37	4798,40	172,14	27.874	5802,11	120,49	48.155
20	-1,80	20000	-16,58	0,39	5197,60	186,66	27.846	6201,76	138,39	44.813
21	-1,90	20000	-15,05	0,41	5596,80	201,21	27.816	6601,43	157,75	41.848
22	-2,00	20000	-13,70	0,42	5996,00	215,79	27.786	7001,13	178,56	39.210
23	-2,00	25914	-63,62	0,46	6006,00	216,15	27.786	13016,72	178,99	72.724
24	-2,10	27747	-57,51	0,48	6604,80	237,72	27.784	13915,70	201,63	69.014
25	-2,20	29285	-52,38	0,49	7203,60	259,32	27.778	14814,73	226,44	65.425
26	-2,30	30000	-48,02	0,51	7802,40	280,96	27.770	15713,80	253,40	62.012
27	-2,40	30000	-44,25	0,53	8401,20	302,64	27.760	16612,90	282,52	58.803
28	-2,50	30000	-40,96	0,55	9000,00	324,35	27.748	17512,04	313,81	55.805
29	-2,60	30000	-38,05	0,56	9598,80	346,09	27.735	18411,23	347,26	53.019
30	-2,70	30000	-35,47	0,58	10197,60	367,87	27.721	19310,44	382,89	50.434
31	-2,80	30000	-33,15	0,60	10796,40	389,68	27.705	20209,70	420,69	48.040
32	-2,90	30000	-31,06	0,62	11395,20	411,53	27.690	21109,00	460,67	45.823
33	-3,00	30000	-29,16	0,63	11994,00	433,42	27.673	22008,33	502,83	43.769
34	-3,00	36275	-79,08	0,66	12008,00	433,93	27.673	34039,14	503,70	67.578
35	-3,10	37856	-73,81	0,68	12804,80	462,74	27.672	35634,30	548,35	64.984
36	-3,20	39258	-69,14	0,69	13601,60	491,59	27.669	37229,51	595,88	62.478
37	-3,30	40000	-64,96	0,71	14398,40	520,47	27.664	38824,78	646,28	60.074
38	-3,40	40000	-61,21	0,73	15195,20	549,38	27.659	40420,09	699,56	57.780
39	-3,50	40000	-57,81	0,75	15992,00	578,34	27.652	42015,46	755,72	55.597
40	-3,50	40000	-57,74	0,75	16008,00	578,92	27.652	42047,49	756,87	55.554
41	-3,60	40000	-54,65	0,76	16806,40	607,96	27.644	43646,11	816,10	53.481
42	-3,70	40000	-51,81	0,78	17604,80	637,04	27.635	45244,79	878,22	51.519
43	-3,80	40000	-49,21	0,80	18403,20	666,16	27.626	46843,51	943,25	49.662
44	-3,90	40000	-46,81	0,82	19201,60	697,66	27.523	48445,70	1011,27	47.906
45	-4,00	40000	-44,59	0,83	11279,40	733,84	15.370	50054,72	1082,66	46.233

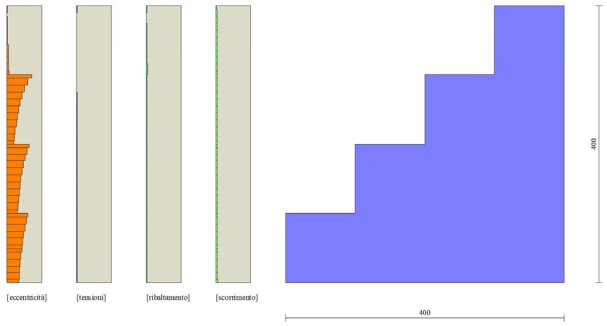

Fig. 17 - Verifiche paramento pietrame (Combinazione n° 10)

Risultati per inviluppo

Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kg]
C_X, C_Y	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kg]
P_X, P_Y	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V	I	C_X	C_Y	P_X	P_Y
		[kg]	[°]	[kg]	[kg]	[m]	[m]
1	Spinta statica	310	20,00	292	106	0,00	-3,74
	Peso/Inerzia muro			0	20000/0	-1,50	-2,50

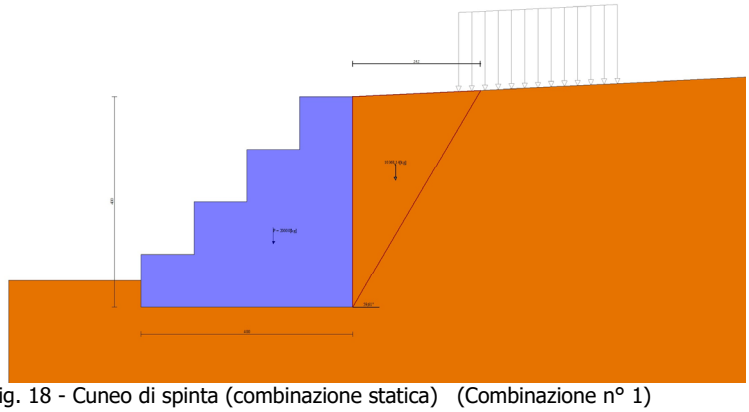

Fig. 18 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

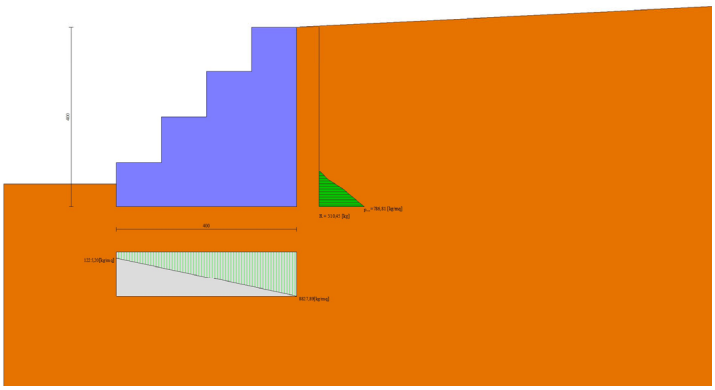

Fig. 19 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

Cmb Indice/Tipo combinazione
S Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS_{SCO} Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS_{RIB} Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS_{QLIM} Coeff. di sicurezza a carico limite
FS_{STAB} Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS_{HYD} Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS_{UPL} Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS_{SCO}	FS_{RIB}	FS_{QLIM}	FS_{STAB}	FS_{HYD}	FS_{UPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		38.797		15.800			
2 - STR (A1-M1-R3)	H	7.497		14.678			
3 - GEO (A2-M2-R2)					2.660		
4 - GEO (A2-M2-R2)	H				2.953		
5 - EQU (A1-M1-R3)			668.391				
6 - EQU (A1-M1-R3)	H		14.783				

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

n° Indice combinazione
Rsa Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kg]
Rpt Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kg]
Rps Resistenza passiva sperone, espresso in [kg]
Rp Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kg]
Rt Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kg]
R Resistenza allo scorrimento (somma di Rsa+Rpt+Rps+Rp), espresso in [kg]
T Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kg]
FS Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[kg]	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	
2 - STR (A1-M1-R3) H	11291	0	0	--	--	11291	1506	7.497

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

n° Indice combinazione
N Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kg]
Qu carico limite del terreno, espresso in [kg]
Qd Portanza di progetto, espresso in [kg]
FS Fattore di sicurezza (rapporto tra il carico limie e carico agente al piano di posa)

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kg]	*[kg]*	*[kg]*	
2 - STR (A1-M1-R3) H	20032	294029	245024	14.678

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

n° Indice combinazione
Nc, Nq, N_γ Fattori di capacità portante
ic, iq, i_γ Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, d_γ Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, g_γ Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, b_γ Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, s_γ Fattori di forma della fondazione
pc, pq, p_γ Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
Re Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof
Ir, Irc Indici di rigidezza per punzonamento secondo Vesic
r_γ Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia $0.5B_\gamma N_\gamma$ viene moltiplicato per questo fattore
D Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
B' Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
H Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
γ Peso di volume del terreno medio, espresso in [kg/mc]
ϕ Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c Coesione del terreno medio, espresso in [kg/cmq]
Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).

n°	Nc Nq N_γ	ic iq i_γ	dc dq d_γ	gc gq g_γ	bc bq b_γ	sc sq s_γ	pc pq p_γ	Ir	Irc	Re	r_γ
2	30.140 18.401 15.668	0.907 0.907 0.734	1.043 1.022 1.022	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	--	--	0.687	0.925

n°	D	B'	H	γ	ϕ	c
	[m]	*[m]*	*[m]*	*[°]*	*[kg/mc]*	*[kg/cmq]*
2	0,50	4,00	3,46	1650	30.00	0,20

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

n° Indice combinazione
Ms Momento stabilizzante, espresso in [kgm]
Mr Momento ribaltante, espresso in [kgm]
FS Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)
La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms	Mr	FS
	[kgm]	*[kgm]*	
6 - EQU (A1-M1-R3) H	50237	3398	14.783

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic Indice/Tipo combinazione
C Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R Raggio, espresso in [m]
FS Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	*[m]*	
3 - GEO (A2-M2-R2)	-3,00; 1,50	6,27	2.660

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

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]
Qy carico sulla striscia espresso in [kg]
Qf carico acqua sulla 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]
Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kg/cmq]

n°	W	Qy	Qf	b	α	ϕ	c	u	Tx; Ty
	[kg]	*[kg]*	*[kg]*	*[m]*	*[°]*	*[°]*	*[kg/cmq]*	*[kg/cmq]*	*[kg]*
1	383	259	0	3,14 - 0,40	71.483	24.791	0,16	0,000	
2	1009	259	0	0,40	62.305	24.791	0,16	0,000	
3	1432	224	0	0,40	55.209	24.791	0,16	0,000	
4	1759	0	0	0,40	49.242	24.791	0,16	0,000	
5	2023	0	0	0,40	43.937	24.791	0,16	0,000	
6	2241	0	0	0,40	39.074	24.791	0,16	0,000	
7	2424	0	0	0,40	34.529	24.791	0,16	0,000	
8	2637	0	0	0,40	30.222	24.791	0,16	0,000	
9	3269	0	0	0,40	26.097	24.791	0,16	0,000	
10	3386	0	0	0,40	22.114	24.791	0,16	0,000	
11	3010	0	0	0,40	18.240	24.791	0,16	0,000	
12	2763	0	0	0,40	14.452	24.791	0,16	0,000	
13	2758	0	0	0,40	10.728	24.791	0,16	0,000	
14	2067	0	0	0,40	7.049	24.791	0,16	0,000	
15	2091	0	0	0,40	3.399	24.791	0,16	0,000	
16	1648	0	0	0,40	-0.237	24.791	0,16	0,000	
17	1293	0	0	0,40	-3.874	24.791	0,16	0,000	
18	1243	0	0	0,40	-7.527	24.791	0,16	0,000	
19	756	0	0	0,40	-11.211	24.791	0,16	0,000	
20	695	0	0	0,40	-14.942	24.791	0,16	0,000	
21	616	0	0	0,40	-18.741	24.791	0,16	0,000	
22	518	0	0	0,40	-22.627	24.791	0,16	0,000	
23	398	0	0	0,40	-26.626	24.791	0,16	0,000	
24	255	0	0	0,40	-30.773	24.791	0,16	0,000	
25	85	0	0	-6,80 - 0,40	-34.106	24.791	0,16	0,000	

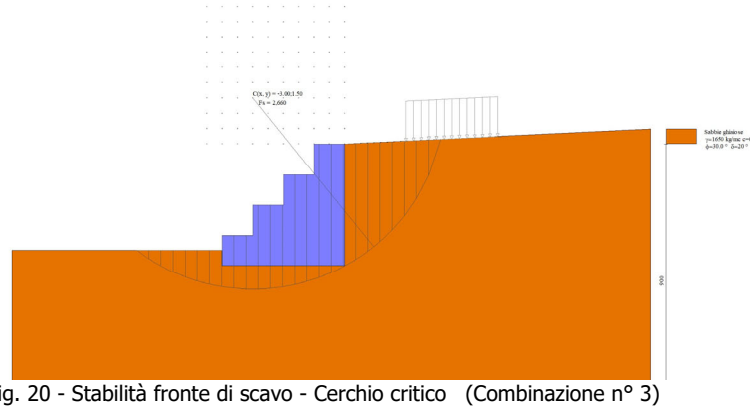

Fig. 20 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 3)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

n° Indice della sezione
X Posizione della sezione, espresso in [m]
N Sforzo normale, espresso in [kg]. Positivo se di compressione.
T Taglio, espresso in [kg]. Positivo se diretto da monte verso valle
M Momento, espresso in [kgm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)
La posizione delle sezioni di verifica fanno riferimento al sistema di riferimento globale la cui origine è nello spigolo in alto a destra del paramento.

Paramento

n°	X	N_{min}	N_{max}	T_{min}	T_{max}	M_{min}	M_{max}
	[m]	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kgm]*	*[kgm]*
1	0,00	0	0	0	0	0	0
2	-0,10	200	200	0	14	0	1
3	-0,20	400	400	0	29	0	3
4	-0,30	599	599	0	43	0	6
5	-0,40	799	799	0	57	0	11
6	-0,50	999	999	0	72	0	18
7	-0,60	1199	1199	0	87	0	26
8	-0,70	1399	1399	0	102	0	35
9	-0,80	1598	1598	0	117	0	46
10	-0,90	1798	1798	0	132	0	59
11	-1,00	1998	1998	0	147	0	72
12	-1,00	2004	2004	0	147	-1000	-927
13	-1,10	2403	2403	0	176	-1000	-911
14	-1,20	2802	2802	0	206	-1000	-892
15	-1,30	3202	3202	0	235	-1000	-870
16	-1,40	3601	3601	0	265	-1000	-845
17	-1,50	4000	4000	0	295	-1000	-817
18	-1,60	4399	4399	0	325	-1000	-786
19	-1,70	4798	4798	0	354	-1000	-752
20	-1,80	5198	5198	0	385	-1000	-715
21	-1,90	5597	5597	0	415	-1000	-676
22	-2,00	5996	5996	0	445	-1000	-633
23	-2,00	6006	6006	0	446	-4000	-3632
24	-2,10	6605	6605	0	490	-4000	-3585
25	-2,20	7204	7204	0	535	-4000	-3534
26	-2,30	7802	7802	0	579	-4000	-3478
27	-2,40	8401	8401	0	624	-4000	-3418
28	-2,50	9000	9000	0	669	-4000	-3354
29	-2,60	9599	9599	0	714	-4000	-3285
30	-2,70	10198	10198	0	759	-4000	-3211
31	-2,80	10796	10796	0	804	-4000	-3133
32	-2,90	11395	11395	0	849	-4000	-3051
33	-3,00	11994	11994	0	895	-4000	-2964
34	-3,00	12008	12008	0	896	-10000	-8962
35	-3,10	12805	12805	0	955	-10000	-8870
36	-3,20	13602	13602	0	1015	-10000	-8772
37	-3,30	14398	14398	0	1074	-10000	-8668
38	-3,40	15195	15195	0	1134	-10000	-8558
39	-3,50	15992	15992	0	1194	-10000	-8442
40	-3,50	16008	16008	0	1195	-10000	-8439
41	-3,60	16806	16806	0	1255	-10000	-8317
42	-3,70	17605	17605	0	1316	-10000	-8189
43	-3,80	18403	18403	0	1376	-10000	-8055
44	-3,90	19202	19202	2	1439	-10000	-7914
45	-4,00	20000	20000	9	1506	-9999	-7767

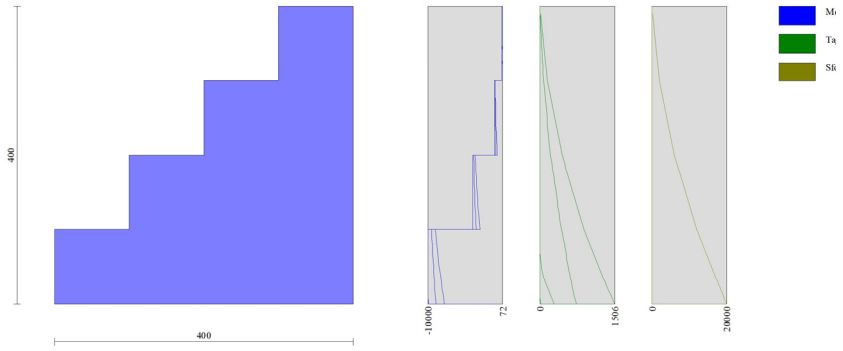

Fig. 21 - Paramento

Verifiche strutturali

Paramento in pietrame

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
As	area sezione reagente espresso in [cmq]
e	eccentricità espresso in [cm]
σ	tensione espressa in [kg/cmq]
Rt	resistenza ai carichi orizzontali espressa in [kg]
Et	Azione orizzontale espressa in [kg]
FSsco	fattore di sicurezza allo scorrimento (Rt/Et)
Ms	momento stabilizzante espresso in [kgm]
Mr	momento ribaltante espresso in [kgm]
FSrib	fattore di sicurezza a ribaltamento (Ms/Mr)

n°	Y	As	e	σ	Rt	Et	FSsco	Ms	Mr	FSrib
	[m]	*[cmq]*	*[cm]*	*[kg/cmq]*	*[kg]*	*[kg]*		*[kgm]*	*[kgm]*	
1	0,00	10000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000	0,00	0,00	100.000
2	-0,10	10000	0,53	0,02	199,80	21,36	9.353	99,93	1,07	93.794
3	-0,20	10000	1,07	0,04	399,60	42,92	9.311	199,94	4,27	46.774
4	-0,30	10000	1,61	0,06	599,40	64,66	9.270	300,01	9,65	31.101
5	-0,40	10000	2,15	0,08	799,20	86,60	9.229	400,16	17,20	23.264
6	-0,50	10000	2,70	0,10	999,00	108,73	9.188	500,37	26,96	18.563
7	-0,60	10000	3,25	0,12	1198,80	131,05	9.148	600,65	38,93	15.429
8	-0,70	10000	3,80	0,14	1398,60	153,56	9.108	701,01	53,14	13.191
9	-0,80	10000	4,36	0,16	1598,40	176,26	9.068	801,43	69,62	11.512
10	-0,90	10000	4,91	0,18	1798,20	199,15	9.029	901,92	88,37	10.206
11	-1,00	10000	5,48	0,20	1998,00	222,24	8.990	1002,48	109,41	9.162
12	-1,00	15030	-49,90	0,27	2004,00	222,91	8.990	3010,99	109,86	27.408
13	-1,10	17517	-41,61	0,27	2403,20	267,42	8.987	3411,66	134,33	25.398
14	-1,20	19295	-35,68	0,29	2802,40	312,11	8.979	3812,46	163,24	23.355
15	-1,30	20000	-31,23	0,31	3201,60	356,99	8.968	4213,40	196,63	21.428
16	-1,40	20000	-27,77	0,33	3600,80	402,07	8.956	4614,48	234,50	19.678
17	-1,50	20000	-25,00	0,35	4000,00	447,34	8.942	5015,70	276,89	18.115
18	-1,60	20000	-22,73	0,37	4399,20	492,79	8.927	5417,06	323,80	16.730
19	-1,70	20000	-20,84	0,39	4798,40	538,44	8.912	5818,56	375,26	15.506
20	-1,80	20000	-19,24	0,41	5197,60	584,28	8.896	6220,20	431,28	14.423
21	-1,90	20000	-17,87	0,43	5596,80	630,31	8.879	6621,97	491,89	13.462
22	-2,00	20000	-16,68	0,45	5996,00	676,53	8.863	7023,89	557,10	12.608
23	-2,00	25020	-66,60	0,48	6006,00	677,67	8.863	13050,92	558,45	23.370
24	-2,10	26831	-60,56	0,49	6604,80	745,34	8.862	13953,40	629,46	22.167
25	-2,20	28342	-55,53	0,51	7203,60	813,19	8.858	14856,10	707,23	21.006
26	-2,30	29620	-51,27	0,53	7802,40	881,23	8.854	15759,00	791,78	19.903
27	-2,40	30000	-47,61	0,55	8401,20	949,47	8.848	16662,11	883,13	18.867
28	-2,50	30000	-44,44	0,57	9000,00	1017,89	8.842	17565,43	981,30	17.900
29	-2,60	30000	-41,67	0,59	9598,80	1086,51	8.835	18468,96	1086,30	17.002
30	-2,70	30000	-39,22	0,61	10197,60	1155,32	8.827	19372,70	1198,17	16.169
31	-2,80	30000	-37,05	0,63	10796,40	1224,32	8.818	20276,64	1316,91	15.397
32	-2,90	30000	-35,10	0,65	11395,20	1293,51	8.810	21180,80	1442,55	14.683
33	-3,00	30000	-33,35	0,67	11994,00	1362,89	8.800	22085,16	1575,10	14.021
34	-3,00	35017	-83,28	0,69	12008,00	1364,49	8.800	34141,71	1577,83	21.638
35	-3,10	36571	-78,10	0,70	12804,80	1455,13	8.800	35743,80	1718,24	20.803
36	-3,20	37944	-73,52	0,72	13601,60	1545,96	8.798	37346,16	1867,70	19.996
37	-3,30	39165	-69,45	0,74	14398,40	1636,98	8.796	38948,79	2026,21	19.223
38	-3,40	40000	-65,81	0,75	15195,20	1728,19	8.793	40551,71	2193,79	18.485
39	-3,50	40000	-62,53	0,77	15992,00	1819,59	8.789	42154,90	2370,47	17.783
40	-3,50	40000	-62,47	0,78	16008,00	1821,43	8.789	42187,09	2374,11	17.770
41	-3,60	40000	-59,50	0,79	16806,40	1913,20	8.784	43793,79	2560,46	17.104
42	-3,70	40000	-56,80	0,81	17604,80	2005,17	8.780	45400,76	2755,99	16.473
43	-3,80	40000	-54,34	0,83	18403,20	2097,33	8.775	47008,01	2960,70	15.877
44	-3,90	40000	-52,08	0,85	19201,60	2192,03	8.760	48618,95	3174,70	15.314
45	-4,00	40000	-50,00	0,87	11279,40	2291,57	4.922	50236,95	3398,39	14.783

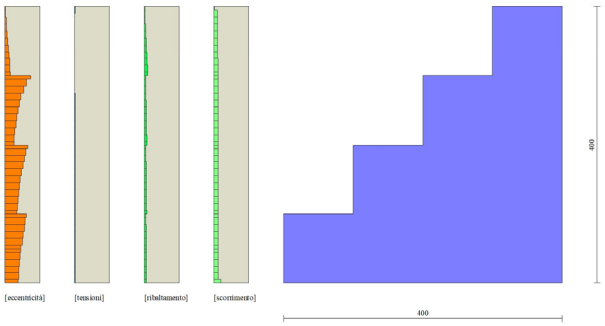

Fig. 22 - Verifiche paramento pietrame (Inviluppo)