

Completamento della Tangenziale di Vicenza
1° Stralcio Completamento

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTAZIONE: ANAS DPRL

I PROGETTISTI:

ing. Antonio Scalamandrè
Ordine Ing. di Frosinone n.1063

ing. Angela Maria Carbone
Ordine Ing. di Roma n. 35599

IL GEOLOGO:

geol. Serena Majetta
Ordine Geol. del Lazio n.928

IL RESPONSABILE DEL SIA:

arch. Giovanni Magarò
Ordine Arch. di Roma n.16183

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

geom. FABIO QUONDAM

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

ing. Anna Maria Nosari

ASSISTENZA AL GRUPPO DI PROGETTAZIONE ANAS



ing. FILIPPO VIARO – *Strade e Idraulica*
Ordine Ing. di Parma n. 827A

ing. PIER PAOLO CORCHIA – *Strutture*
Ordine Ing. di Parma n. 751A

arch. SERGIO BECCARELLI – *Ambiente*
Ordine Arch. di Parma n. 377

PROTOCOLLO

DATA

OPERE D'ARTE MINORI
MURI

MURI DI SOTTOSCARPA – RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE

CODICE PROGETTO

PROGETTO LIV. PROG. N. PROG.

DPVE08 D 1401

NOME FILE

T00S00GETRE01_A

CODICE ELAB. T00 OS00 GET RE01

REVISIONE

A

SCALA:

–

C

B

A

EMISSIONE

Ottobre 2019

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

INDICE

1.	PREMESSE	3
2.	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	8
3.	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	10
3.1.	CONGLOMERATI CEMENTIZI	10
3.1.1.	CONGLOMERATO CEMENTIZIO MAGRO	10
3.1.2.	CONGLOMERATO CEMENTIZIO MURI (FONDAZIONI ED ELEVAZIONI)	10
3.2.	ACCIAI	11
3.2.1.	ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO	11
4.	CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO	12
4.1.	VITA NOMINALE	12
4.2.	CLASSE D'USO	12
4.3.	PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA	13
4.4.	PARAMETRI DI PROGETTO	13
4.5.	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	14
4.6.	CONDIZIONI TOPOGRAFICHE	15
4.7.	SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO IN ACCELERAZIONE	15
4.7.1.	SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO IN ACCELERAZIONE, COMPONENTI ORIZZONTALI	15
4.7.2.	SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO IN ACCELERAZIONE, COMPONENTE VERTICALE	17
5.	CRITERI E MODALITA' DI VERIFICA	19
5.1.	VERIFICHE DI SICUREZZA (SLU)	19
5.2.	VERIFICHE DI STATO LIMITE ULTIMO DI TIPO GEOTECNICO	21
5.2.1.	VERIFICA A SCORRIMENTO	21
5.2.2.	VERIFICA A RIBALTAMENTO	22
5.2.3.	VERIFICA AL CARICO LIMITE	22
5.2.4.	VERIFICA ALLA STABILITÀ GLOBALE	24
5.3.	VERIFICHE DI STATO LIMITE ULTIMO DI TIPO STRUTTURALE	26
5.3.1.	VERIFICHE A PRESSO-FLESSIONE	26
5.3.2.	VERIFICHE A TAGLIO	26
5.4.	VERIFICHE DI STATO LIMITE DI ESERCIZIO	28
5.4.1.	LIMITAZIONE DELLE TENSIONI	28
5.4.2.	CALCOLO DELL'AMPIEZZA DELLE FESSURE	28

6.	CODICI DI CALCOLO.....	29
7.	MURI DI SOTTOSCARPA M1-M2-M3-M4-M5.....	31
7.1.	DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA.....	31
7.2.	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI.....	32
7.3.	ANALISI DEI CARICHI	33
7.3.1.	PESI PROPRI STRUTTURE.....	33
7.3.2.	PESO PROPRIO TERRAPIENO.....	33
7.3.3.	SPINTA DELLE TERRE	33
7.3.4.	ACCIDENTALI TIPO 1	34
7.3.5.	AZIONI SISMICHE	35
7.4.	COMBINAZIONI DI CARICO.....	37
7.5.	RISULTATI DELL'ANALISI E VERIFICHE	40
8.	MURI DI SOTTOSCARPA IN ADIACENZA ALLE SPALLE DEI PONTI.....	74
8.1.	DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA.....	74
8.2.	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI.....	77
8.3.	ANALISI DEI CARICHI	78
8.3.1.	PESI PROPRI STRUTTURE.....	78
8.3.2.	PESO PROPRIO TERRAPIENO.....	78
8.3.3.	SPINTA DELLE TERRE	78
8.3.4.	ACCIDENTALI TIPO 1	79
8.3.5.	AZIONI SISMICHE	80
8.3.6.	AZIONI AGGIUNTIVE IN PRESENZA DELLO SBALZO LATERALE.....	82
8.4.	COMBINAZIONI DI CARICO.....	84
8.4.1.	COMBINAZIONI IN ASSENZA DI SBALZO LATERALE (MURI TIPO 1 E 2).....	84
8.4.2.	COMBINAZIONI IN PRESENZA DI SBALZO LATERALE (MURI TIPO 1* E 2*)	87
8.5.	RISULTATI DELL'ANALISI E VERIFICHE – MURO TIPO 1	90
8.6.	RISULTATI DELL'ANALISI E VERIFICHE – MURO TIPO 1*.....	128
8.7.	RISULTATI DELL'ANALISI E VERIFICHE – MURO TIPO 2	167
8.8.	RISULTATI DELL'ANALISI E VERIFICHE – MURO TIPO 2*	202

1. PREMESSE

La presente relazione afferisce al progetto definitivo del tratto di completamento del 1° stralcio del più ampio progetto denominato "Completamento della Tangenziale di Vicenza", avente la finalità di conseguire la chiusura dell'anello di circonvallazione del capoluogo, collegandosi all'esistente Tangenziale Sud.

L'intervento progettuale, che interessa il territorio dei Comuni di Vicenza e Caldogno, riguarda la realizzazione di un tratto di viabilità categoria C1 – strada extraurbana secondaria di 1.200 m, così come definita dal D.M. 5.11.2001 " Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", caratterizzata da una corsia per ogni senso di marcia di larghezza pari a 3,75 m e banchine laterali di 1,50 m, per un'ampiezza complessiva della piattaforma stradale pari a di 10,50 m: l'intervallo di velocità è compreso tra 60 e 100 km/h.

Oltre alla viabilità di completamento suddetta è prevista la costruzione di una bretella di collegamento alla base militare "Del Din", che con uno sviluppo di circa 370 m si attesta sulla spalla lato est del nuovo Ponte sul Fiume Bacchiglione; lungo la bretella è collocato il Gate di accesso alla base militare.

Nell'ambito del suddetto intervento sono previsti i seguenti muri di sostegno:

- Muri di sottoscarpa M1, M2, M3, M4 ed M5, ubicati in prossimità della bretella di collegamento alla base militare, con funzione di contenimento dell'impronta planimetrica del rilevato stradale e di raccordo tra le opere d'imbocco dei manufatti di trasparenza idraulica (fornici). Tali opere di sostegno, sebbene siano state codificate nelle tavole di progetto con numerazione progressiva in funzione della posizione lungo il tracciato stradale, rientrano tutte nella medesima tipologia di calcolo, in quanto le caratteristiche geometriche delle stesse sono sostanzialmente costanti, come pure le caratteristiche geotecniche dei terreni a tergo dei paramenti murari, costituiti dal rilevato stradale. L'altezza massima del paramento dei suddetti muri è pari a 1.95 m da quota estradosso fondazione; lo sviluppo planimetrico varia con la tipologia di muro, in funzione delle distanze reciproche dei fornicati.
- Muri di sottoscarpa adiacenti alle spalle dei tre ponti di progetto (ponte Torrente Orolo, ponte Roggia Zubana e ponte Fiume Bacchiglione). Tali muri, posti alla base dei quarti di cono del rilevato stradale adiacente le spalle dei ponti ed in continuità geometrica con le stesse (ma resi strutturalmente indipendenti tramite la realizzazione di specifici giunti), presentano andamento planimetrico curvilineo ed altezza variabile, con valore massimo in corrispondenza delle spalle dei ponti.

Si riportano a seguire alcune immagini rappresentanti l'ubicazione planimetrica dei muri M1, M2, M3, M4 ed M5, nonché dei muri di sottoscarpa adiacenti alle spalle dei ponti di progetto, rimandando agli elaborati grafici progettuali per maggiori dettagli.

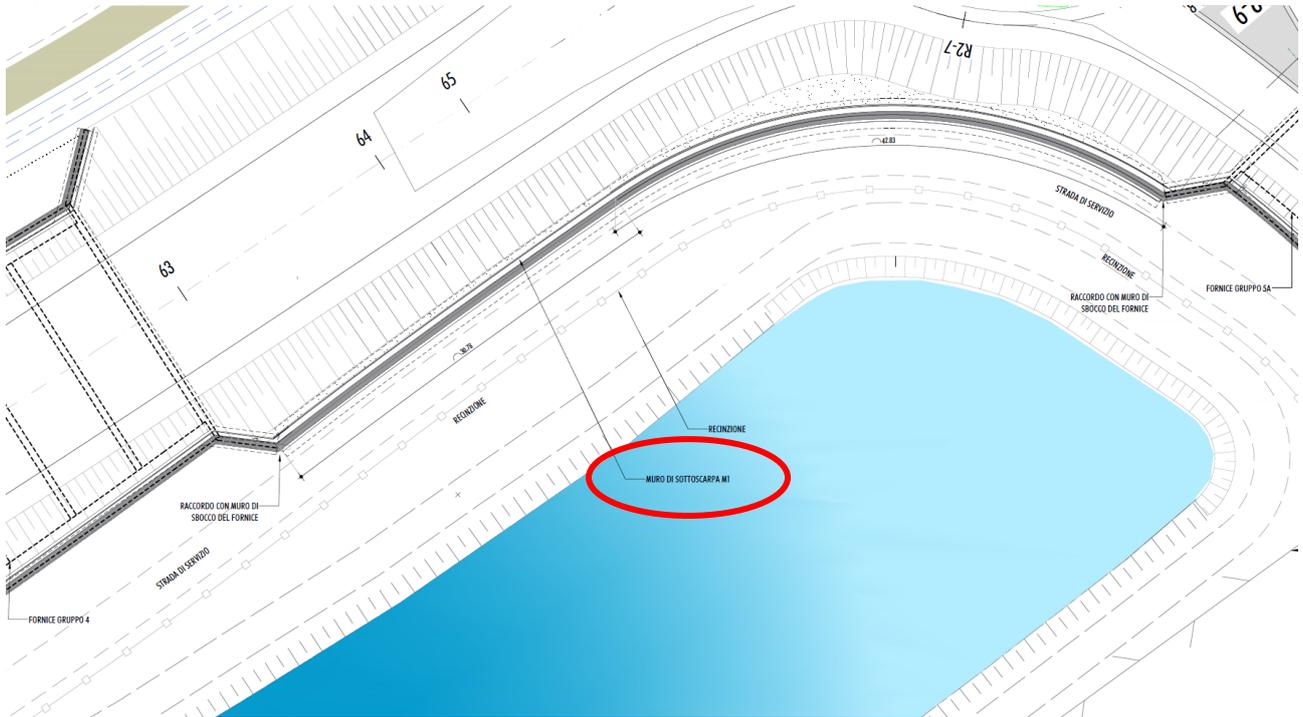


FIGURA 1 – UBICAZIONE PLANIMETRICA DEL MURO M1

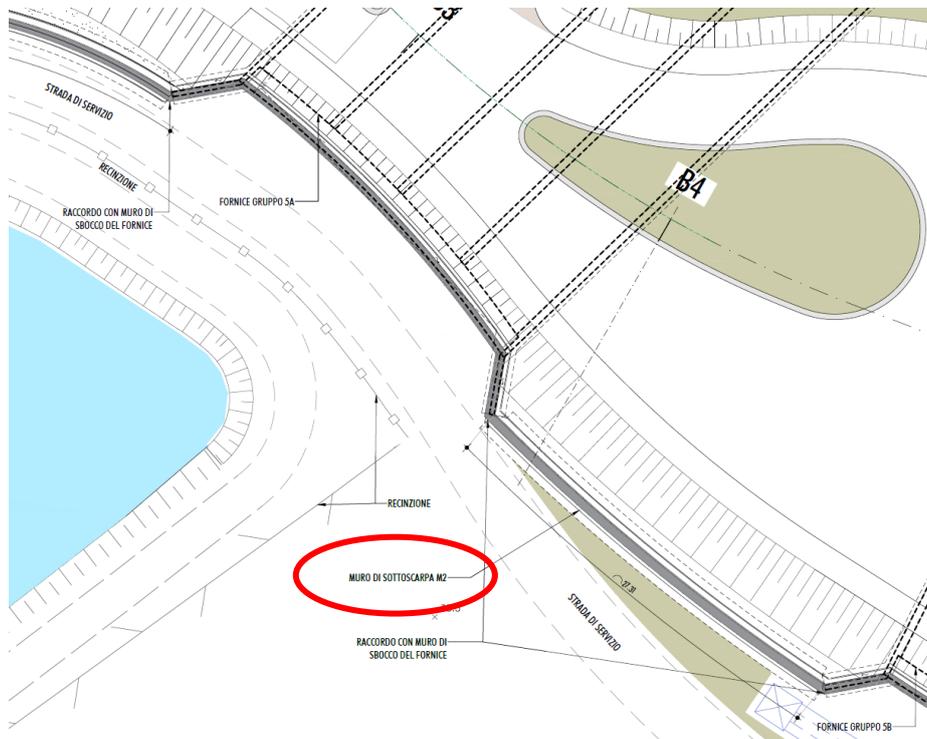


FIGURA 2 – UBICAZIONE PLANIMETRICA DEL MURO M2

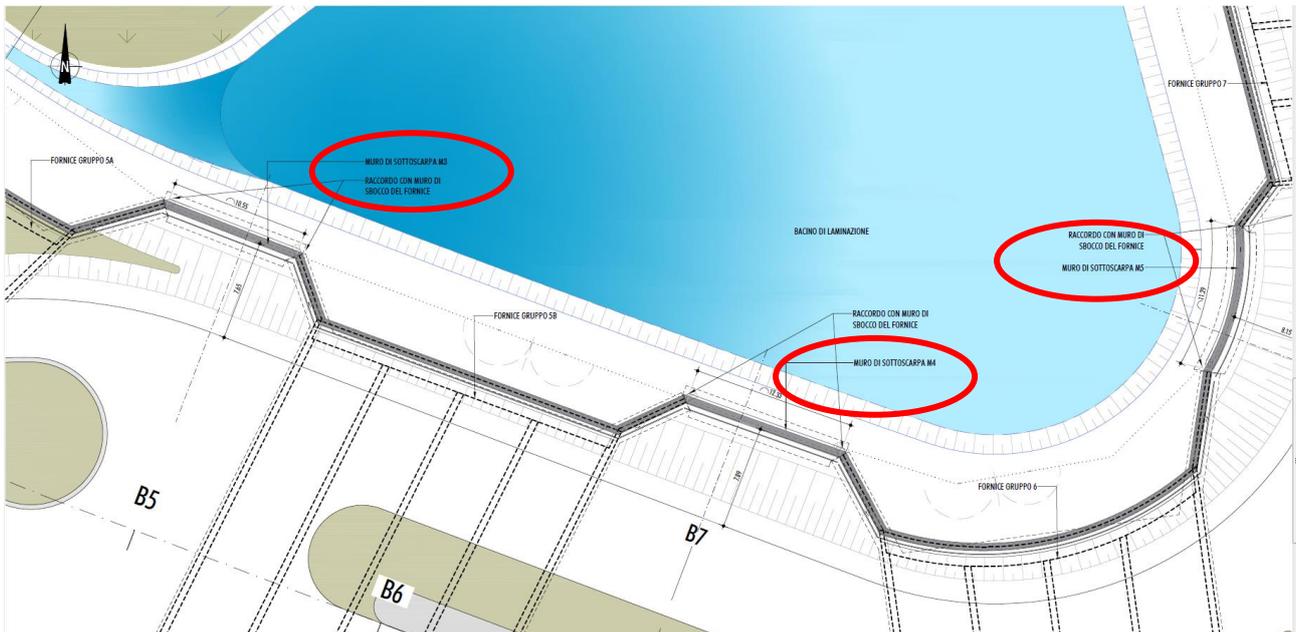


FIGURA 3 – UBICAZIONE PLANIMETRICA DEI MURI M3, M4 ED M5

MURO DI SOTTOSCARPA - PONTE OROLO scala 1:200
SPALLA SP1

SPALLA SP2

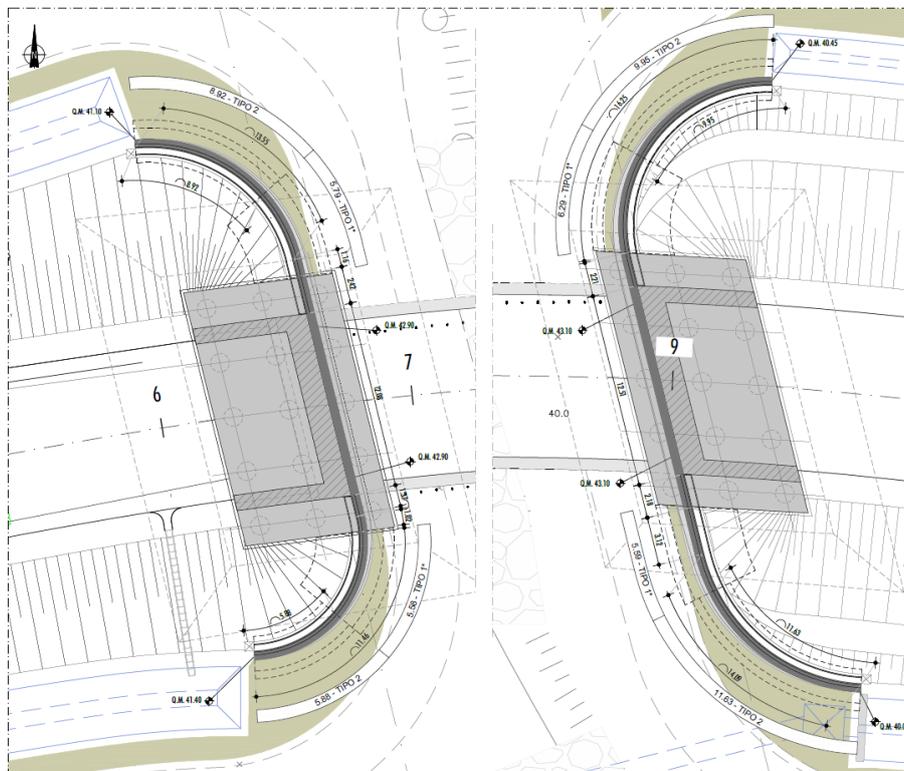


FIGURA 4 – MURI DI SOTTOSCARPA – PONTE OROLO

MURO DI SOTTOSCARPA - PONTE ZUBANA scala 1:200
SPALLA SP1

SPALLA SP2

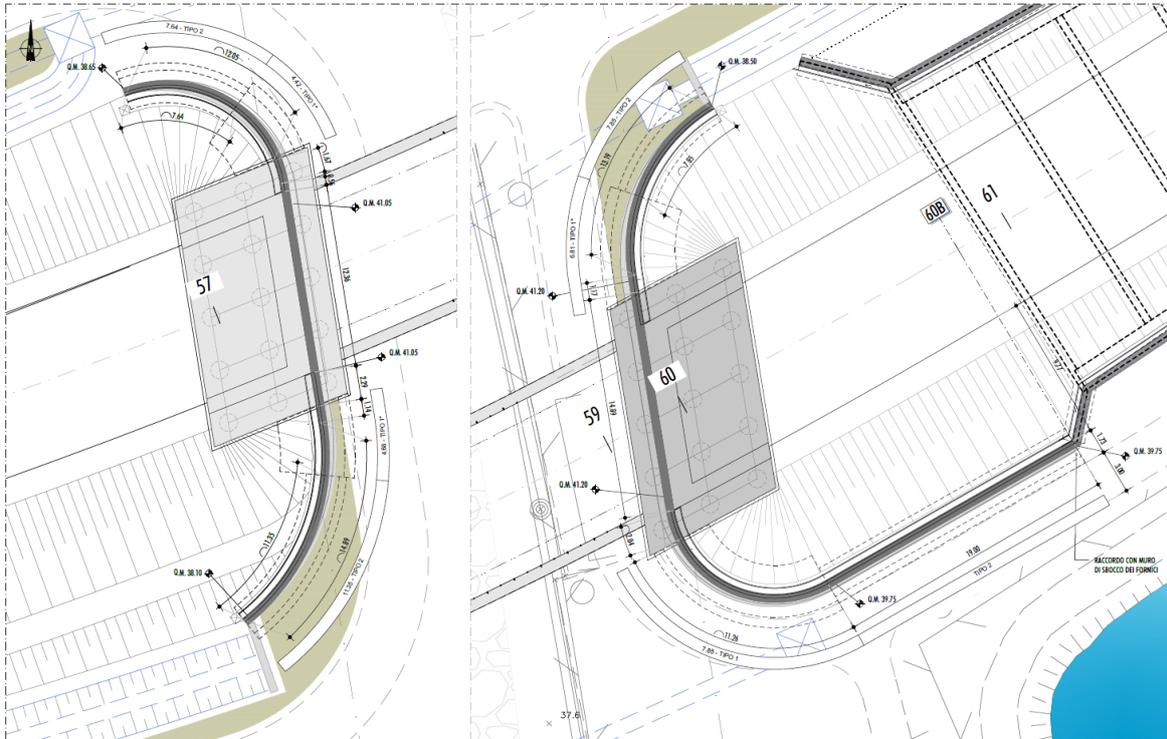


FIGURA 5 – MURI DI SOTTOSCARPA – PONTE ZUBANA

MURO DI SOTTOSCARPA - PONTE BACCHIGLIONE scala 1:200
SPALLA SP1

SPALLA SP2

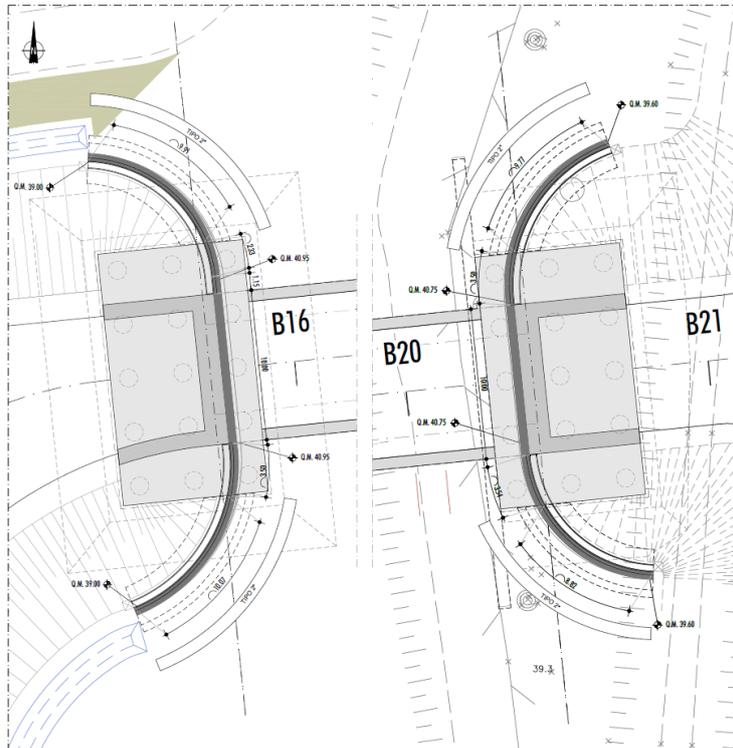


FIGURA 6 – MURI DI SOTTOSCARPA – PONTE BACCHIGLIONE

Per tutti i muri precedentemente descritti, analogamente ai muri d'imbocco e sbocco dei fornicci, è stato previsto un rivestimento con pietra locale e laterizio, riprendendo lo stile e i cromatismi delle opere presenti nel territorio vicentino. Le spalle dei ponti saranno anch'esse rivestite, mediante lastre tralicciate prefabbricate in cls fissate meccanicamente al paramento frontale, con posa in opera del rivestimento in pietra locale e laterizio.

Si riporta a seguire un particolare del rivestimento previsto, rimandando agli elaborati grafici di progetto per maggiori approfondimenti.

PARTICOLARE RIVESTIMENTO IN PIETRA E MATTONI
scala 1:50

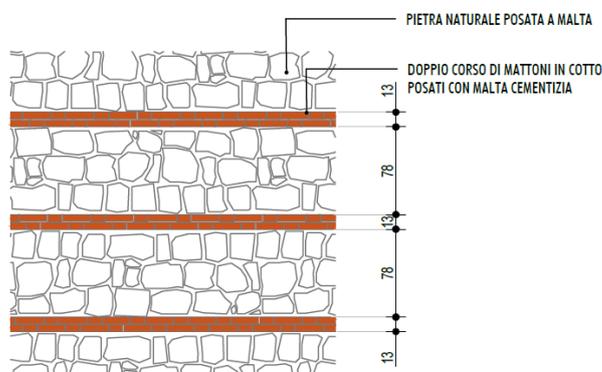


FIGURA 7 – PARTICOLARE RIVESTIMENTO IN PIETRA LOCALE E LATERIZIO DEI MURI DI SOSTEGNO

2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

L'analisi delle azioni e le verifiche di sicurezza sono state condotte facendo riferimento alle seguenti normative:

- Legge 05.11.1971 n.1086 “Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”;
- Legge 2 febbraio 1974, n. 64 “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”;
- D.M. del 17 gennaio 2018 «Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni».
- Circolare 21 gennaio 2019, n.7 C.S.LL.PP. «Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni” di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018».

Per quanto non specificato nelle normative soprastanti si è fatto riferimento alle norme sotto riportate:

- EC0: UNI EN 1990: 2006: “Criteri generali di progettazione strutturale”.
- EC1: UNI EN 1991-1-4:2010: “Azioni sulle strutture - Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento”;
- EC1: UNI EN 1991-1-5:2004: “Azioni sulle strutture - Parte 1-5: Azioni in generale - Azioni termiche”;
- EC2: UNI EN 1992-1-1:2015: “Progettazione di strutture di calcestruzzo – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici”;
- EC4: UNI EN 1994-02: 2006: “Progettazione delle strutture composte acciaio – calcestruzzo – Parte 2: Regole generali e regole per i ponti”;
- EC7: UNI EN 1997-1:2013: “Progettazione geotecnica – Parte 1: regole generali”;
- EC8: UNI EN 1998-1:2013: “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici”;
- EC8: UNI EN 1998-2:2011: “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 2: Ponti”;
- EC8: UNI EN 1998-5:2005: “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”;

Norme relative ai materiali strutturali:

- UNI EN 206:2016 «Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità».

- UNI 11104:2016 «Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206».
- UNI EN 10025-1:2005 «Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali», Parte 1 «Condizioni tecniche generali di fornitura».
- UNI EN 10025-2:2005 «Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali», Parte 2 «Condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali».
- UNI EN 1090-1:2012 «Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio - Parte 1: Requisiti per la valutazione di conformità dei componenti strutturali».
- UNI EN 1090-2:2018 «Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio - Parte 2: Requisiti tecnici per strutture di acciaio».

Appendici nazionali per l'applicazione degli Eurocodici

- Decreto 31 luglio 2012 «Approvazione delle Appendici nazionali recanti i parametri tecnici per l'applicazione degli Eurocodici».

3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

3.1. CONGLOMERATI CEMENTIZI

I conglomerati cementizi dovranno essere realizzati in accordo con le normative UNI 11104 e UNI EN 206.

3.1.1. Conglomerato cementizio magro

- Classe di esposizione X0
- Classe di resistenza minima C12/15

3.1.2. Conglomerato cementizio muri (fondazioni ed elevazioni)

- Classe di esposizione XC2
- Classe di resistenza minima C25/30
 - Resistenza caratteristica cilindrica $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$
 - Resistenza di calcolo a compressione $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 0,85 \cdot f_{ck} / 1,5 = 14,167 \text{ MPa}$
 - Resistenza a trazione media $f_{ctm} = 0,30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 2,565 \text{ MPa}$
 - Resistenza a trazione (frattile 5%) $f_{ctk(0,05)} = 0,7 \cdot f_{ctm} = 1,795 \text{ MPa}$
 - Resistenza a trazione di calcolo $f_{ctd} = f_{ctk(0,05)} / \gamma_c = 1,197 \text{ MPa}$
 - Modulo d'elasticità $E_{cm} = 22000 \cdot [(f_{ck} + 8) / 10]^{0,30} = 31476 \text{ MPa}$
 - Tensione massima per comb. rara $\sigma_{c,rara} = 0,60 \cdot f_{ck} = 15,00 \text{ MPa}$
 - Tensione massima per comb. quasi perm. $\sigma_{c,qp} = 0,45 \cdot f_{ck} = 11,25 \text{ MPa}$
- Classe di consistenza S4
- Rapporto A/C massimo 0.60
- Dosaggio minimo di cemento 300 kg/m^3
- Inerte max 32 mm
- Copriferro nominale 50 mm

3.2. ACCIAI

3.2.1. Acciaio per cemento armato

Per le armature metalliche si adottano tondini in acciaio del tipo B450C controllato in stabilimento che presentano le seguenti caratteristiche:

- Tensione di snervamento caratteristica $f_{yk} \geq 450 \text{ MPa}$
- Tensione caratteristica a rottura $f_{tk} \geq 540 \text{ MPa}$
- Resistenza di calcolo $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 450 / 1,15 = 391,30 \text{ MPa}$
- Deformazione caratteristica al carico massimo $\varepsilon_{uk} = 7,5 \%$
- Deformazione di progetto $\varepsilon_{ud} = 6,75 \%$
- Tensione massima per comb. rara: $\sigma_{s,rara} = 0,80 \cdot f_{yk} = 360,00 \text{ MPa}$
- Modulo d'elasticità $E_S = 210000 \text{ MPa}$

4. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione, che costituisce l’elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale di categoria A, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R .

4.1. VITA NOMINALE

La vita nominale di un’opera strutturale è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, mantenga specifici livelli prestazionali. Nel caso in oggetto, l’opera ricade all’interno del tipo di costruzione: “Costruzione con livelli di prestazione elevati” (paragrafo 2.4.1 – Tab. 2.4.I - delle ‘Norme tecniche per le costruzioni – D.M. 17 gennaio 2018”).

La vita nominale si assume pertanto pari a $V_N = 100$ anni.

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

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

4.2. CLASSE D’USO

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un’eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d’uso.

Nel caso in oggetto si fa riferimento alla **Classe IV**: costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importante, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità (omissis). Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico.”

Il coefficiente d’uso si assume pertanto pari a $C_U = 2,0$.

Si riportano a seguire uno stralcio del § 2.4.2 delle NTC 2018 relativo alla definizione delle classi d’uso e la tabella 2.4.II, che fornisce i valori dei coefficienti d’uso.

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

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

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

4.3. PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA

Le azioni sismiche sulle costruzioni vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U . Tale coefficiente è funzione della classe d'uso.

$$V_R = V_N \times C_U = 100 \text{ anni} \times 2 = 200 \text{ anni}$$

4.4. PARAMETRI DI PROGETTO

Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle NTC 2018, dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali. Le forme spettrali previste dalle NTC sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- a_g accelerazione orizzontale massima del terreno;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_C^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno T_R considerati dalla pericolosità sismica, i tre parametri si ricavano riferendosi ai valori corrispondenti al 50esimo percentile ed attribuendo ad:

- a_g il valore previsto dalla pericolosità sismica;

- F_0 e T_C^* i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica.

Le forme spettrali previste dalle NTC sono caratterizzate da prescelte probabilità di superamento e vite di riferimento. A tal fine occorre fissare:

- la vita di riferimento V_R della costruzione;
- le probabilità di superamento nella vita di riferimento P_{VR} associate agli stati limite considerati, per individuare infine, a partire dai dati di pericolosità sismica disponibili, le corrispondenti azioni sismiche.

A tal fine è conveniente utilizzare, come parametro caratterizzante la pericolosità sismica, il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R , espresso in anni. Fissata la vita di riferimento V_R , i due parametri T_R e P_{VR} sono immediatamente esprimibili, l'uno in funzione dell'altro, mediante l'espressione:

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

4.5. CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Per la definizione dell'azione sismica si può far riferimento all'approccio che si basa sull'individuazione delle categorie di sottosuolo di riferimento (cfr tab 3.2.II DM 17/01/2018):

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

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

TABELLA 1 - CATEGORIE DI SUOLO DI FONDAZIONE

La classificazione si effettua sulla base dei valori della velocità equivalente $V_{s,30}$ di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità e sulla base della resistenza penetrometrica dinamica equivalente $N_{SPT,30}$.

In base alle indagini geologico-tecniche effettuate, i terreni di fondazione interessati dall'opera oggetto di questa relazione possono essere classificati nella **categoria "C"**.

4.6. CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Per le condizioni topografiche si fa riferimento alla seguente classificazione (cfr. tab 3.2.III DM 17/01/2018):

Tab. 3.2.III – *Categorie topografiche*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

TABELLA 2 - CATEGORIE TOPOGRAFICHE

La morfologia del territorio in cui ricade l'opera, è tale per cui ricade nella **categoria topografica T1**.

4.7. SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO IN ACCELERAZIONE

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione è espresso da una forma spettrale (spettro normalizzato) riferita ad uno smorzamento convenzionale del 5%, moltiplicata per il valore della accelerazione orizzontale massima a_g su sito di riferimento rigido orizzontale. Sia la forma spettrale che il valore di a_g variano al variare della probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} .

4.7.1. Spettro di risposta elastico in accelerazione, componenti orizzontali

Lo spettro di risposta elastico della componente orizzontale è definito dalle espressioni seguenti:

$$0 \leq T \leq T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \cdot \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T \leq T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T \leq T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \frac{T_C}{T}$$

$$T_D \leq T$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

nelle quali T ed S_e sono, rispettivamente, periodo di vibrazione ed accelerazione spettrale orizzontale. Inoltre:

- S : è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente: $S = S_S \cdot S_T$; essendo S_S il coefficiente di amplificazione stratigrafica e S_T il coefficiente di amplificazione topografica riportati nelle tabelle seguenti;
- η : è il fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali diversi dal 5%, mediante la relazione:

$$\eta = \sqrt{\frac{10}{5 + \xi}} \geq 0,55$$

dove ξ (espresso in percentuale) è valutato sulla base di materiali, tipologia strutturale e terreno di fondazione;

- F_0 : è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale, ed ha valore minimo pari a 2,2;
- T_C : è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro, dato da: $T_C = C_C \cdot T^*_C$; dove C_C è un coefficiente funzione della categoria di sottosuolo;
- T_B : è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante;
 $T_B = T_C / 3$;
- T_D : è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro, espresso in secondi mediante la relazione:

$$T_D = 4,0 \cdot \frac{a_g}{g} + 1,6.$$

Tab. 3.2.IV – Espressioni di S_s e di C_c

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

TABELLA 3 - VALORI S_s E C_c

Tab. 3.2.V – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

TABELLA 4 - VALORI S_T

4.7.2. Spettro di risposta elastico in accelerazione, componente verticale

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione della componente verticale è definito dalle espressioni seguenti:

$$0 \leq T \leq T_B \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_V \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \cdot \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T \leq T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_V$$

$$T_C \leq T \leq T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_V \cdot \frac{T_C}{T}$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_V \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

nelle quali T e S_{ve} sono, rispettivamente, periodo di vibrazione ed accelerazione spettrale verticale e F_V è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno a_g su sito di riferimento rigido orizzontale, mediante la relazione:

$$F_V = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5}$$

I valori di a_g , F_0 , S_T , S , η sono quelli già definiti per le componenti orizzontali; i valori di S_S , T_B , T_C e T_D , sono invece quelli riportati nella tabella seguente.

Tab. 3.2.VI - Valori dei parametri dello spettro di risposta elastico della componente verticale

Categoria di sottosuolo	S_S	T_B	T_C	T_D
A, B, C, D, E	1,0	0,05 s	0,15 s	1,0 s

TABELLA 5 - VALORI DEI PARAMETRI DELLO SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO DELLA COMPONENTE VERTICALE

5. CRITERI E MODALITA' DI VERIFICA

In accordo al § 6.2.4 delle NTC 2018, le verifiche di sicurezza relative agli stati limite ultimi (SLU) e le analisi relative alle condizioni di esercizio (SLE) devono essere effettuate nel rispetto delle procedure seguenti.

5.1. VERIFICHE DI SICUREZZA (SLU)

Occorre rispettare, per ogni stato limite, la condizione:

$$Ed \leq Rd$$

essendo E_d il valore di progetto dell'azione ed R_d il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico.

La verifica della suddetta condizione deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definite per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3).

I coefficienti parziali delle azioni sono riportati nella tabella 6.2.I delle NTC 2018:

Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_Q	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ Per i carichi permanenti G_2 si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti γ_{G1}

I coefficienti parziali dei parametri geotecnici sono riportati nella tabella 6.2.II delle NTC 2018:

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

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

I coefficienti parziali di sicurezza per le verifiche dei muri di sostegno sono riportati nella tabella 6.5.I delle NTC 2018:

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

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

Per i muri di sostegno devono essere effettuate le verifiche con riferimento ai seguenti stati limite (§ 6.5.3.1.1 NTC 2018):

- SLU di tipo geotecnico (GEO)
 - Scorrimento sul piano di posa;
 - Ribaltamento;
 - Collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno;
 - Stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno.
- SLU di tipo strutturale (STR)
 - Raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali, accertando che la condizione $E_d \leq R_d$ sia soddisfatta per ogni stato limite considerato.

La verifica di stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno deve essere effettuata secondo l'Approccio 1 - Combinazione 2: (A2+M2+R2) tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle tabelle.

Le rimanenti verifiche devono essere effettuate secondo l'Approccio 2: (A1+M1+R3) tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle tabelle.

5.2. VERIFICHE DI STATO LIMITE ULTIMO DI TIPO GEOTECNICO

5.2.1. 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. In particolare, la Normativa Italiana richiede che 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 sia:

$$\frac{F_r}{F_s} \geq FS_{SCOR}$$

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 l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con ca l'adesione terreno-fondazione e con Br la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come:

$$Fr = N \cdot \operatorname{tg}(\delta) + ca \cdot Br$$

La Normativa consente di computare, nelle forze resistenti, una aliquota dell'eventuale spinta passiva 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 quanto riguarda l'angolo d'attrito terra-fondazione δ , diversi autori suggeriscono di assumere un valore di δ compreso fra i 2/3 dell'angolo d'attrito del terreno di fondazione ed il valore dell'angolo d'attrito del terreno di fondazione.

Nel caso di fondazione con dente, viene calcolata la resistenza passiva sviluppatasi lungo il cuneo passante per lo spigolo inferiore del dente, inclinato dell'angolo Q (rispetto all'orizzontale). Tale cuneo viene individuato attraverso un procedimento iterativo volto a determinare il coefficiente di sicurezza a scorrimento minimo. In dipendenza della geometria della fondazione e del dente, dei parametri geotecnici del terreno e del carico risultante in fondazione, tale cuneo può avere forma triangolare o trapezoidale. Detta N la componente normale del carico agente sul piano di posa della fondazione, Q l'aliquota di carico gravante sul cuneo passivo, Sp la resistenza passiva, Lc l'ampiezza del cuneo e indicando con δ_f l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con ca l'adesione terreno-fondazione e con Br la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come:

$$Fr = (N - Q) \cdot \operatorname{tg}(\delta_i) + Sp + ca \cdot Lr$$

con $Lr = Br - Lc$



5.2.2. 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 di Normativa FS_{RIB} .

Deve quindi essere verificata la seguente disequaglianza:

$$\frac{M_s}{M_r} \geq FS_{RIB}$$

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 M_s 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).

5.2.3. Verifica al carico limite

Il terreno di fondazione deve essere in grado di sopportare il carico che gli viene trasmesso dalle strutture sovrastanti senza che si verifichi rottura e senza che i cedimenti della struttura siano eccessivi.

Per la determinazione della resistenza limite a taglio (carico ultimo o carico limite) della fondazione dei muri di progetto è stato utilizzato il metodo proposto da **Meyerhof**.

Nella scrittura delle formule seguenti verrà utilizzato il seguente simbolismo:

c	Coesione
ca	Adesione lungo la base della fondazione ($ca \leq c$)
ϕ	Angolo d'attrito
δ	Angolo di attrito terreno fondazione
γ	Peso specifico del terreno
K_p	Coefficiente di spinta passiva espresso da $K_p = \tan^2(45^\circ + \phi/2)$
B	Larghezza della fondazione
L	Lunghezza della fondazione
D	Profondità del piano di posa della fondazione
P	Pressione geostatica in corrispondenza del piano di posa della fondazione
q_{ult}	Carico ultimo della fondazione

Meyerhof propone per il calcolo della capacità portante la seguente espressione:

Carico verticale:

$$q_{ult} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q + 0.5 \cdot B \cdot \gamma \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma$$

Carico inclinato:

$$q_{ult} = c \cdot N_c \cdot i_c \cdot d_c + q \cdot N_q \cdot i_q \cdot d_q + 0.5 \cdot B \cdot \gamma \cdot N_\gamma \cdot i_\gamma \cdot d_\gamma$$

in cui d_c , d_q e d_γ sono i fattori di profondità, s_c , s_q e s_γ sono i fattori di forma e i_c , i_q e i_γ sono i fattori di inclinazione del carico.

I fattori N_c , N_q , N_γ sono dati dalle espressioni seguenti:

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} K_p$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \tan(1.4\phi)$$

Per i fattori di forma (s_c , s_q e s_γ), di profondità (d_c , d_q e d_γ) di inclinazione (i_c , i_q e i_γ) abbiamo:

Fattori di forma:

$$s_c = 1 + 0.2 K_p \frac{B}{L}$$

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$
$s_q = s_\gamma = 1$	$s_q = s_\gamma = 1 + 0.1 K_p \frac{B}{L}$

Fattori di profondità:

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

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$
$d_q = d_y = 1$	$d_q = d_y = 1 + 0.1 \sqrt{K_p} \frac{D}{B}$

Fattori di inclinazione del carico:

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

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$
$i_y = 0$	$i_y = \left(1 - \frac{\theta}{\phi}\right)^2$

Nelle espressioni dei fattori di inclinazione θ rappresenta l'angolo che la retta d'azione del carico forma con la verticale.

Si rimanda alla letteratura tecnica per maggiori approfondimenti.

5.2.4. Verifica alla stabilità globale

La verifica alla stabilità globale del complesso muro + terreno deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore al valore proposto dalla Normativa.

Nel caso specifico dei muri di progetto si è adottato il metodo di **Bishop**.

Tale metodo usa 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 dimensioni 10x10 posta in prossimità della sommità del muro. Il numero di strisce è pari a 25.

Il coefficiente di sicurezza, con il metodo di Bishop, si esprime mediante la relazione:

$$\eta = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{b_i c_i + W_i \operatorname{tg} \phi_i}{m} \right)}{\sum_{i=1}^n W_i \sin \alpha_i}$$

con:

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

dove n è il numero delle strisce considerate, b_i ed 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.

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

5.3. VERIFICHE DI STATO LIMITE ULTIMO DI TIPO STRUTTURALE

5.3.1. Verifiche a presso-flessione

Le verifiche a presso-flessione sono condotte confrontando le resistenze ultime e le sollecitazioni massime agenti, valutando il corrispondente fattore di sicurezza (F_s) come rapporto tra la sollecitazione resistente e quella agente.

Si verifica che le coppie di sollecitazioni (N_{Ed} , M_{Ed}) ottenute per la combinazione fondamentale verifichino la disuguaglianza:

$$M_{Rd} = M_{Rd}(N_{Ed}) \geq M_{Ed}$$

ovvero siano interne al dominio di resistenza della sezione esaminata.

Le verifiche flessionali allo SLU delle opere in cemento armato sono state eseguite adottando le seguenti ipotesi:

- Conservazione delle sezioni piane;
- Perfetta aderenza tra acciaio e calcestruzzo;
- Resistenza a trazione del calcestruzzo nulla;
- Rottura del calcestruzzo determinata dal raggiungimento della sua capacità di deformazione ultima a compressione;
- Rottura dell'armatura tesa determinata dal raggiungimento della sua capacità di deformazione ultima;

Le tensioni nel calcestruzzo e nell'armatura sono state dedotte a partire dalle relative deformazioni utilizzando i rispettivi diagrammi tensione-deformazione. Per quanto attiene la legge σ - ϵ del calcestruzzo si è utilizzata una curva parabola-rettangolo, considerando solo la porzione compressa con $\epsilon_{c2} = 0.2\%$ ed $\epsilon_{cu} = 0.35\%$.

5.3.2. Verifiche a taglio

Si verifica che risulti:

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

Il taglio resistente in assenza di specifica armatura si ottiene dall'espressione:

$$V_{Rd} = \max \left\{ \left[0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right] b_w \cdot d; (v_{\min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w d \right\} \quad [4.1.23]$$

con:

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

$$v_{\min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$$

d = altezza utile della sezione in mm

$\rho_l = A_{sl} / (b_w \cdot d)$ rapporto geometrico di armatura longitudinale tesa ($\leq 0,02$) che si estende per non meno di $(l_{bd} + d)$ oltre la sezione considerata, dove l_{bd} è la lunghezza di ancoraggio;

$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c$ [Mpa] tensione media di compressione nella sezione ($\leq 0,2f_{cd}$)

b_w = larghezza della membratura resistente a taglio in mm

Il taglio resistente in presenza di specifica armatura si ottiene dall'espressione:

$$V_{Rd} = \min (V_{Rsd} ; V_{Rcd})$$

dove:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin \alpha \quad [4.1.27]$$

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot v \cdot f_{cd} (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2 \theta) \quad [4.1.28]$$

A_{sw} area armatura trasversale

s interasse tra due armature trasversali consecutive;

α angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave;

θ angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse trave;

$v f_{cd}$ resistenza di progetto a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima ($v = 0,5$);

α_c coefficiente amplificativo pari a:

1 per membrature non compresse

$1 + \sigma_{cp} / f_{cd}$ per $0 \leq \sigma_{cp} \leq 0,25f_{cd}$

1.25 per $0,25 f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0,50f_{cd}$

$2.5(1 - \sigma_{cp}/f_{cd})$ per $0,50 f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq f_{cd}$

5.4. VERIFICHE DI STATO LIMITE DI ESERCIZIO

Le verifiche allo stato limite di esercizio riguardano:

- Controllo delle tensioni nei materiali;
- Limitazione dell'ampiezza delle fessure nel calcestruzzo.

5.4.1. Limitazione delle tensioni

le verifiche si eseguono per la condizione di carico Quasi Permanente e Rara, verificando rispettivamente che le tensioni di lavoro siano inferiori ai seguenti limiti:

- per la condizione QP si verifica che le massime tensioni presenti nel calcestruzzo siano inferiori a $\sigma_c < 0,45 f_{ck}$;
- per la condizione rara si verifica che le massime tensioni presenti nel calcestruzzo siano inferiori a $\sigma_c < 0,60 f_{ck}$, mentre quelle dell'acciaio $\sigma_s < 0,80 f_{yk}$.

5.4.2. Calcolo dell'ampiezza delle fessure

L'apertura convenzionale delle fessure è calcolata con le modalità indicate dal D. M. del 17 gennaio 2018, e valutata con le sollecitazioni relative alle Combinazioni FR e QP della normativa vigente.

La verifica a fessurazione viene eseguita in condizione di ambiente ordinario ed armature poco sensibili assumendo i seguenti limiti di apertura fessure:

- combinazione di carico Frequente: $w_k \leq w_3 = 0,40\text{mm}$
- combinazione di carico quasi permanente: $w_k \leq w_2 = 0,30\text{mm}$

Le condizioni ambientali sono definite, con riferimento alle classi di esposizione del cls, in accordo alla tabella 4.1.III del D.M. 17.01.2018.

Tabella 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

6. CODICI DI CALCOLO

Per i calcoli e le modellazioni di cui alla presente relazione sono impiegati i codici di calcolo descritti di seguito. Tutti i codici di calcolo automatico utilizzati per l'analisi e la verifica delle strutture sono di sicura ed accertata validità e sono impiegati conformemente alle loro caratteristiche.

Software utilizzato

Max ver. 15.0 prodotto dalla Aztec Informatica con sede a Casole Bruzio (CS).

Caratteristiche del software

Le diverse tipologie di muri di sostegno che è possibile analizzare con il software sono:

- muri a gravità,
- muri a semi-gravità;
- muri a mensola.

In funzione della tipologia e del materiale costituente il muro (calcestruzzo o pietrame) possono essere considerati i seguenti elementi:

- gradoni (a monte, a valle o su entrambi i lati);
- contrafforti (a monte o a valle) gettati in opera o prefabbricati;
- mensole di marciapiede e/o di contrappeso;
- pali o micropali di fondazione anche inclinati;
- tiranti di ancoraggio anche inclinati (attivi o passivi);
- sperone (o dente) con posizione a scelta tra le posizioni di monte, centro e valle.

Per il profilo del terrapieno a monte del muro, il software consente la definizione per punti con possibilità di inserire sovraccarichi (concentrati e/o distribuiti) in qualsiasi punto o tratto del profilo stesso. Il programma consente, inoltre, di inserire dei carichi lungo l'altezza del muro e di tener conto del peso dell'eventuale rivestimento. I carichi sono gestiti per condizioni e combinazioni di carico.

La caratterizzazione del terreno avviene fornendo i valori dei parametri fisici e meccanici più comuni (peso di volume naturale, peso di volume saturo, angolo di attrito, attrito terra-muro, coesione e adesione) per i vari terreni che costituiscono la stratigrafia. Il terreno di fondazione e quello del terrapieno possono essere stratificati secondo superfici rettilinee aventi pendenza generica. La falda può essere messa in conto con quote differenziate a monte e a valle del muro.

Il metodo di calcolo della spinta, sia in condizioni statiche sia in condizioni sismiche, può essere scelto tra Rankine, Coulomb, Culmann e Mononobe-Okabe.

Per il calcolo della portanza della fondazione superficiale sono a disposizione i metodi di Terzaghi, Meyerhof, Hansen e Vesic. In presenza di pali di fondazione il software permette di scegliere la geometria dei pali (pali circolari in c.a. o pali a sezione generica), il tipo di armatura da disporre (armatura a tubolare o

ferri longitudinali con staffe o spirale), la tipologia dei pali (infissi o trivellati). E' possibile selezionare il tipo di portanza (portanza di punta, portanza laterale), la modalità di rottura del sistema palo-terreno e l'andamento della pressione geostatica.

L'analisi di stabilità del pendio nei pressi dell'opera, così come prescrive la Normativa vigente, può essere eseguita con il metodo di Fellenius o di Bishop.

Per il progetto delle armature, il software consente di impostare i seguenti parametri:

- copriferro;
- diametro dei ferri del paramento e della fondazione;
- percentuale di armatura tesa e compressa.

L'analisi viene eseguita per tutte le combinazioni di carico definite dall'Utente e, per ogni combinazione, vengono riportate le verifiche globali con i relativi coefficienti di sicurezza.

Il calcolo delle sollecitazioni, nei casi di muri con contrafforti gettati in opera, tiranti e/o pali, vista la disposizione generica che possono avere questi elementi, viene effettuato considerando il paramento e/o la fondazione come una piastra ed analizzata con il metodo degli elementi finiti (FEM).

Nel caso, invece, di muro senza gli elementi menzionati, il calcolo delle sollecitazioni viene eseguito considerando il muro come una mensola.

Il calcolo delle armature e la verifica delle sezioni possono essere eseguiti con il metodo delle tensioni ammissibili o con il metodo degli stati limite. Nell'ambito della verifica agli stati limite è possibile effettuare sia la verifica allo stato limite ultimo (S.L.U.) sia la verifica allo stato limite di esercizio (S.L.E.). In particolare per quest'ultima verifica verranno presi in considerazione i seguenti stati limite:

- - lo stato limite di fessurazione;
- - lo stato limite delle tensioni di esercizio.

Grado di affidabilità del codice

Il codice di calcolo utilizzato è ritenuto dallo scrivente affidabile e idoneo all'uso nelle calcolazioni eseguite per il caso in oggetto.

Il giudizio di affidabilità si basa sull'analisi sia della documentazione fornita dal produttore (costituita da manuali teorici e d'uso, esempi svolti e commentati, nonché numerosi test risolti e confrontati di casistiche note in letteratura), sia da test eseguiti in proprio su casistiche ricorrenti e su esempi tratti da letteratura specifica.

Inoltre si sottolinea l'utilizzo pregresso nella progettazione di decine di strutture a varia destinazione e dalle diverse configurazioni. In tutti i casi i codici di calcolo hanno dimostrato affidabilità nei risultati, flessibilità nell'uso e trasparenza nell'analisi dei risultati.

7.2. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

In accordo alla documentazione geotecnica, si sono assunti per il terreno i seguenti parametri geotecnici.

n°	Descr	γ [kg/mc]	γ_{sat} [kg/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kg/cm ²]	c _a [kg/cm ²]
1	RILEVATO	1900.00	1900.00	35.000	23.330	0.00	0.00
2	Ug1 - LIMI ARGILLOSI-SABBIOSI	1850.00	1850.00	29.000	29.000	0.05	0.03
3	Ug2 - LIMO SABBIOSO E SABBIA	1900.00	2000.00	31.000	31.000	0.00	0.00

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/cm ²]
c _a	Adesione terra-muro espressa in [kg/cm ²]

Il valore dell'angolo di attrito terreno/muro a tergo del paramento verticale è stato assunto pari a $(2/3) \cdot \phi$.

All'interfaccia terreno/fondazione il valore dell'angolo di attrito è stato assunto pari a ϕ . Tale valore è giustificabile in quanto la cementazione creata dalla pasta di cemento con l'interfaccia rende praticamente solidale al calcestruzzo una porzione di terreno in prossimità della superficie di posa: in tal caso lo scorrimento avviene entro il terreno e rende quindi lecito assumere nella verifica il coefficiente di attrito interno del terreno per intero.

7.3. ANALISI DEI CARICHI

Il presente paragrafo descrive i criteri per la valutazione delle azioni sui muri di sostegno. Le azioni suddette vengono di seguito esplicitate.

7.3.1. Pesi propri strutture

I pesi propri delle strutture vengono determinati sulla base delle masse specifiche assunte per i materiali strutturali pari a 25 kN/m^3 per i conglomerati cementizi e pari a $78,50 \text{ kN/m}^3$ per gli acciai.

Il peso proprio della struttura viene calcolato dal programma in automatico in relazione allo spessore delle membrature (vedasi tavole di progetto).

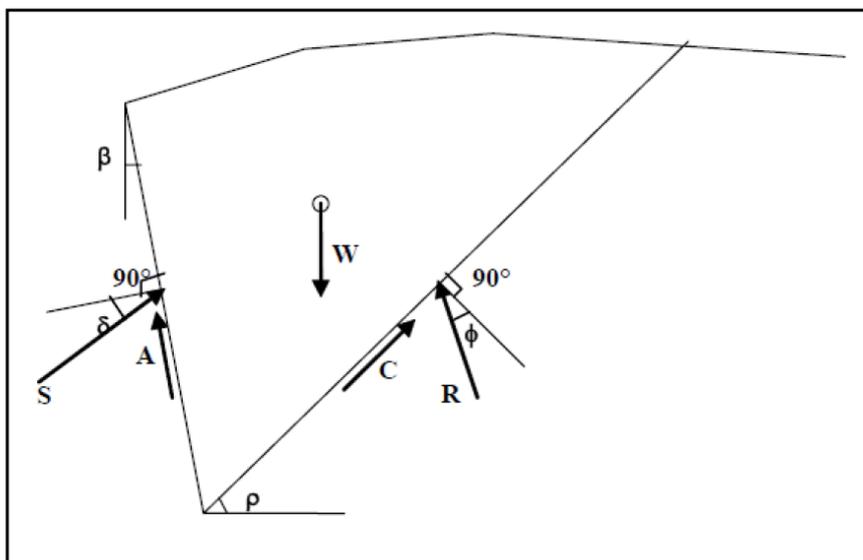
7.3.2. Peso proprio terrapieno

I pesi propri dei terrapieni vengono determinati sulla base delle masse specifiche assunte per i terreni, secondo la stratigrafia prevista.

Il peso proprio del terrapieno viene calcolato dal programma in automatico in relazione alla geometria del muro (vedasi tavole di progetto).

7.3.3. Spinta delle terre

La spinta delle terre viene calcolata in automatico dal programma tramite il **metodo di Culmann**, sulla base della stratigrafia inserita.



Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb.

Quest'ultimo considera l'ipotesi di un cuneo di spinta a monte della parete che si muove rigidamente lungo una superficie di rottura rettilinea o spezzata (nel caso di terreno stratificato). Dall'equilibrio del cuneo si ricava la spinta che il terreno esercita sull'opera di sostegno. In particolare Coulomb ammette, l'esistenza di attrito fra il terreno e la parete, e quindi la retta di spinta risulta inclinata rispetto alla normale alla parete stessa di un angolo di attrito terra-parete.

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. 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 (inclinata di un angolo 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 agenti sulla superficie del terreno, resistenza per attrito (R) e per coesione (C) lungo la superficie di rottura e resistenza per coesione lungo la parete (A);
- dalle equazioni di equilibrio si ricava il valore della **spinta S** sulla parete (inclinata dell'angolo d'attrito terreno-muro δ rispetto alla normale alla 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.

7.3.4. Accidentali tipo 1

Si è applicato, sul profilo a monte del paramento, un sovraccarico accidentale pari a 20 kN/m^2 . Tale carico è stato applicato in corrispondenza della viabilità di progetto, al di sopra della scarpata.

7.3.5. Azioni sismiche

Per i muri in oggetto sono ragionevolmente adottate le seguenti ipotesi di calcolo, in accordo a quanto riportato al § 7.11.6.2.1 del D.M. 17-01-2018:

- Si conduce un'analisi pseudostatica, in cui l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto della forza di gravità per un opportuno coefficiente sismico;
- Nelle verifiche allo stato limite ultimo, i valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le espressioni:

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

$$k_v = \pm 0.5 * k_h$$

Per le analisi in condizioni sismiche del muro in oggetto sono utilizzati i seguenti valori:

- Vita nominale V_n : 100 anni;
- Classe d'uso: IV;
- Coefficiente d'uso C_U : 2;
- categoria di suolo C;
- massima accelerazione orizzontale al suolo: $a_g/g = 0.249$;
- coefficiente di amplificazione stratigrafica: $S_S = 1.342$;
- coefficiente di amplificazione topografica: $S_T = 1$;
- coefficiente di riduzione di β_m : $\beta_m = 0.38$;
- accelerazione orizzontale massima a_{\max} : $a_{\max} = 0.334 \text{ g}$;
- coefficiente di intensità sismica orizzontale $k_h = 0.127$;
- coefficiente di intensità sismica verticale $k_v = 0.063$.

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 una inclinazione del terrapieno e della parete pari a:

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

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

L'espressione di θ è la seguente:

$$\theta = \operatorname{arctg} \frac{k_h}{1 \pm k_v}$$

essendo k_h il coefficiente sismico orizzontale e k_v il coefficiente sismico verticale, definito in funzione di k_h .

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

$$\Delta S = A \cdot S' - S$$

dove il coefficiente A vale:

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

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 in cui agisce la spinta statica nel caso in cui la forma del diagramma di incremento sismico è uguale a quella del diagramma statico.

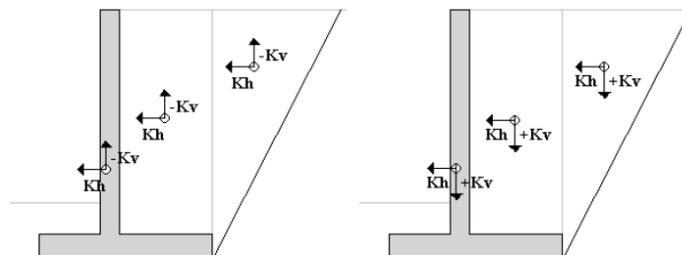
Oltre a questo incremento bisogna tener conto delle forze d'inerzia che si destano per effetto del sisma.

Le forze d'inerzia orizzontale e verticale assumono le seguenti espressioni:

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

W è il peso del muro, del terreno soprastante la zattera di fondazione a monte del muro e degli eventuali sovraccarichi. Tali forze vanno applicate 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, rispetto all'orizzontale, della corrispondente superficie in assenza di sisma.



7.4. COMBINAZIONI DI CARICO

Ai fini delle verifiche degli stati limite si fa riferimento alle seguenti combinazioni di carico, secondo quanto prescritto al par. 2.5.3 del D. Min. del 17 Gennaio 2018:

- Combinazione fondamentale (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione caratteristica (SLE rara):

$$G_1 + G_2 + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione frequente (SLE):

$$G_1 + G_2 + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione quasi permanente (SLE):

$$G_1 + G_2 + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione sismica (stati limite connessi all'azione sismica):

$$E + G_1 + G_2 + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

Si riepilogano a seguire le combinazioni di carico considerate nell'analisi.

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

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - GEO (A2-M2-R2)

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

Combinazione n° 6 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.15	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - EQU (A1-M1-R3)

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

Combinazione n° 10 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - EQU (A1-M1-R3) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 12 - EQU (A1-M1-R3) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 13 - SLER

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

Combinazione n° 14 - SLEF

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

Combinazione n° 15 - SLEQ

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

7.5. RISULTATI DELL'ANALISI E VERIFICHE

Dati

Materiali

Simbologia adottata

n° Indice materiale
Descr Descrizione del materiale

Calcestruzzo armato

C Classe di resistenza del cls
A Classe di resistenza dell'acciaio
 γ Peso specifico, espresso in [kg/mc]
 R_{ck} Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kg/cm²]
E Modulo elastico, espresso in [kg/cm²]
 ν Coeff. di Poisson
n Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc Coeff. di omogenizzazione cls tesolo/compresso

Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	γ	R_{ck}	E	ν	n	ntc
				[kg/mc]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]			
1	C25/30 fondazione	C25/30	B450C	2500.00	305.91	320666	0.30	15.00	0.50

Acciai

Descr	f_{yk}	f_{uk}
	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]
B450C	4588.00	5506.00

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	1.00	0.00	0.000
3	8.00	4.67	33.709
4	16.00	4.67	0.000

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

Falda

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	-3.50	-2.50	0.000
2	16.00	-2.50	0.000

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Paramento

Materiale	C25/30 fondazione	
Altezza paramento	2.00	[m]
Altezza paramento libero	1.80	[m]
Spessore in sommità	0.20	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.60	[m]
Inclinazione paramento esterno	11.30	[°]
Inclinazione paramento interno	0.00	[°]
Spessore rivestimento	0.20	[m]
Peso sp. rivestimento	2500.00	[kg/mc]

Fondazione

Materiale	C25/30 fondazione	
Lunghezza mensola di valle	0.60	[m]
Lunghezza mensola di monte	1.00	[m]
Lunghezza totale	2.20	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	0.50	[m]
Spessore magrone	0.10	[m]

Sperone

Posizione	Valle	
Distanza dal tacco della fondazione	1.70	[m]
Altezza	0.70	[m]
Spessore	0.50	[m]

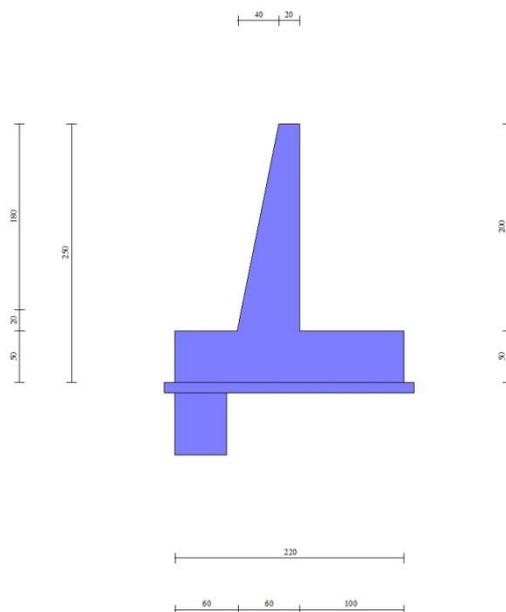


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

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/cm ²]
c_a	Adesione terra-muro espressa in [kg/cm ²]
Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
τ_l	Tensione tangenziale limite, espressa in [kg/cm ²]

n°	Descr	γ [kg/mc]	γ_{sat} [kg/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kg/cm ²]	c_a [kg/cm ²]	Cesp	τ_l [kg/cm ²]
1	RILEVATO	1900.00	1900.00	35.000	23.330	0.00	0.00		
2	Ug1 - LIMI ARGILLOSI-SABBIOSI	1850.00	1850.00	29.000	29.000	0.05	0.03		
3	Ug2 - LIMO SABBIOSO E SABBIA	1900.00	2000.00	31.000	31.000	0.00	0.00		

Stratigrafia

Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
α	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
Kwn, Kwt	Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm ² /cm

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 [m]	α [°]	Terreno	Kwn [Kg/cm ²]	Kwt [Kg/cm ²]	Kw [Kg/cm ²]	Ks	Cesp	Kst _{sta}	Kst _{sis}
1	2.50	0.000	RILEVATO	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
2	4.00	0.000	Ug1 - LIMI ARGILLOSI-SABBIOSI	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	6.00	0.000	Ug2 - LIMO SABBIOSO E SABBIA	0.000	0.000	7.000	0.750	1.000	0.000	0.000

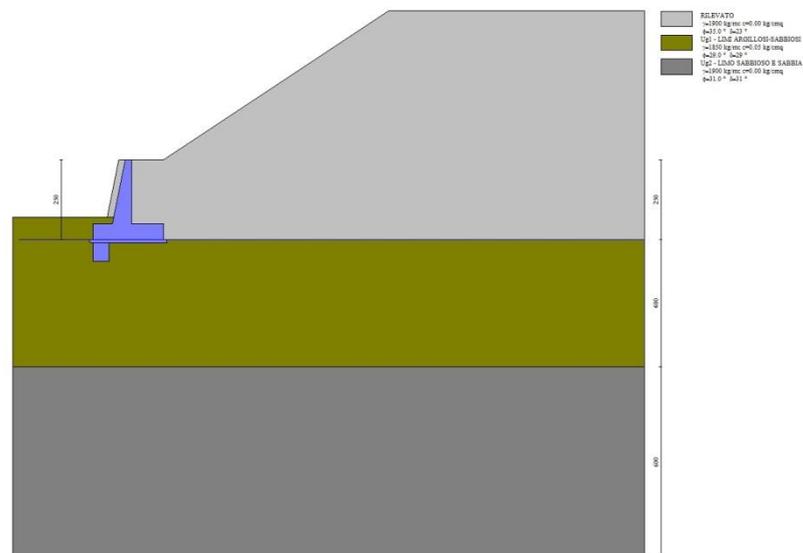


Fig. 2 - Stratigrafia

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 (CARICO STRADALE) - VARIABILE TF

Coeff. di combinazione $\Psi_0=1.00$ - $\Psi_1=1.00$ - $\Psi_2=1.00$

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X	F _x	F _y	M	X _i	X _f	Q _i	Q _f
		[m]	[kg]	[kg]	[kgm]	[m]	[m]	[kg]	[kg]
1	Distribuito					8.00	16.00	2000.00	2000.00

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			
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1, fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1, sfav}$	1.00	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2, fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{O, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{O, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{OT, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{OT, sfav}$	1.00	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	γ_c	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	γ_v	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
Ribaltamento	--	--	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):

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

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

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

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

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

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

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

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

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

I valori dei coeff. $\Psi_{0,j}$, $\Psi_{1,j}$, $\Psi_{2,j}$ sono definiti nelle singole condizioni variabili, per 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

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - GEO (A2-M2-R2)

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

Combinazione n° 6 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.15	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - EQU (A1-M1-R3)

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

Combinazione n° 10 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - EQU (A1-M1-R3) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 12 - EQU (A1-M1-R3) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 13 - SLER

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

Combinazione n° 14 - SLEF

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

Combinazione n° 15 - SLEQ

Condizione	γ	Ψ	Effetto
------------	----------	--------	---------

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

Dati sismici

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s ²]	2.440	0.000
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]	0.249	0.000
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.398	0.000
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.295	0.000
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		C	1.500
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh	kv
Ultimo	0.380	12.685	6.343
Ultimo - Ribaltamento	0.570	19.028	9.514
Esercizio	0.470	0.000	0.000

Forma diagramma incremento sismico **Rettangolare**

Opzioni di calcolo

Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta attiva
Terreno a bassa permeabilità	NO
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	Bowles
Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento)	Nessuna
Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite ($0.5B\gamma N_v$)	Larghezza effettiva (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	Bishop
---	--------

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

Spostamenti

Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti

Cedimenti

Non è stato richiesto il calcolo dei cedimenti

Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite Ultimo (SLU)

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

Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite di Esercizio (SLE)

Paramento e fondazione muro

Condizioni ambientali Ordinarie

Armatura ad aderenza migliorata SI

Verifica a fessurazione

Sensibilità armatura Poco sensibile

Metodo di calcolo aperture delle fessure Circ. Min. 252 (15/10/96) - NTC 2008 I Formulazione

Valori limite aperture delle fessure:

$$w_1=0.20$$

$$w_2=0.30$$

$$w_3=0.40$$

Verifica delle tensioni

Valori limite delle tensioni nei materiali:

Combinazione	Calcestruzzo	Acciaio
Rara	$0.60 f_{ck}$	$0.80 f_{yk}$
Frequente	$1.00 f_{ck}$	$1.00 f_{yk}$
Quasi permanente	$0.45 f_{ck}$	$1.00 f_{yk}$

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	I	C _x	C _y	P _x	P _y
		[kg]	[°]	[kg]	[kg]	[m]	[m]
1	Spinta statica	4123	23.33	3786	1633	1.00	-1.66
	Peso/Inerzia muro			0	5624/0	-0.27	-1.96
	Peso/Inerzia rivestimento			0	900	0.00	0.00
	Peso/Inerzia terrapieno			0	3800/0	0.50	-1.00
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0	0.00	0.00
	Resistenza passiva sperone			-597			
2	Spinta statica	4286	23.33	3935	1697	1.00	-1.67
	Peso/Inerzia muro			0	5624/0	-0.27	-1.96
	Peso/Inerzia rivestimento			0	900	0.00	0.00
	Peso/Inerzia terrapieno			0	3800/0	0.50	-1.00
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0	0.00	0.00
	Resistenza passiva sperone			-597			
3	Spinta statica	3188	23.33	2927	1262	1.00	-1.66
	Incremento di spinta sismica		2995	2750	1186	1.00	-1.25
	Peso/Inerzia muro			713	5624/357	-0.27	-1.96
	Peso/Inerzia rivestimento			114	900	0.00	0.00
	Peso/Inerzia terrapieno			482	3800/241	0.50	-1.00
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0	0.00	0.00
	Resistenza passiva sperone			-597			
4	Spinta statica	3188	23.33	2927	1262	1.00	-1.66
	Incremento di spinta sismica		2640	2424	1046	1.00	-1.25
	Peso/Inerzia muro			713	5624/357	-0.27	-1.96
	Peso/Inerzia rivestimento			114	900	0.00	0.00
	Peso/Inerzia terrapieno			482	3800/241	0.50	-1.00
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0	0.00	0.00
	Resistenza passiva sperone			-597			
13	Spinta statica	3291	23.33	3022	1303	1.00	-1.67
	Peso/Inerzia muro			0	5624/0	-0.27	-1.96
	Peso/Inerzia rivestimento			0	900	0.00	0.00
	Peso/Inerzia terrapieno			0	3800/0	0.50	-1.00
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0	0.00	0.00
	Resistenza passiva sperone			-597			
14	Spinta statica	3291	23.33	3022	1303	1.00	-1.67
	Peso/Inerzia muro			0	5624/0	-0.27	-1.96
	Peso/Inerzia rivestimento			0	900	0.00	0.00
	Peso/Inerzia terrapieno			0	3800/0	0.50	-1.00
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0	0.00	0.00
	Resistenza passiva sperone			-597			
15	Spinta statica	3291	23.33	3022	1303	1.00	-1.67
	Peso/Inerzia muro			0	5624/0	-0.27	-1.96
	Peso/Inerzia rivestimento			0	900	0.00	0.00
	Peso/Inerzia terrapieno			0	3800/0	0.50	-1.00
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0	0.00	0.00
	Resistenza passiva sperone			-597			

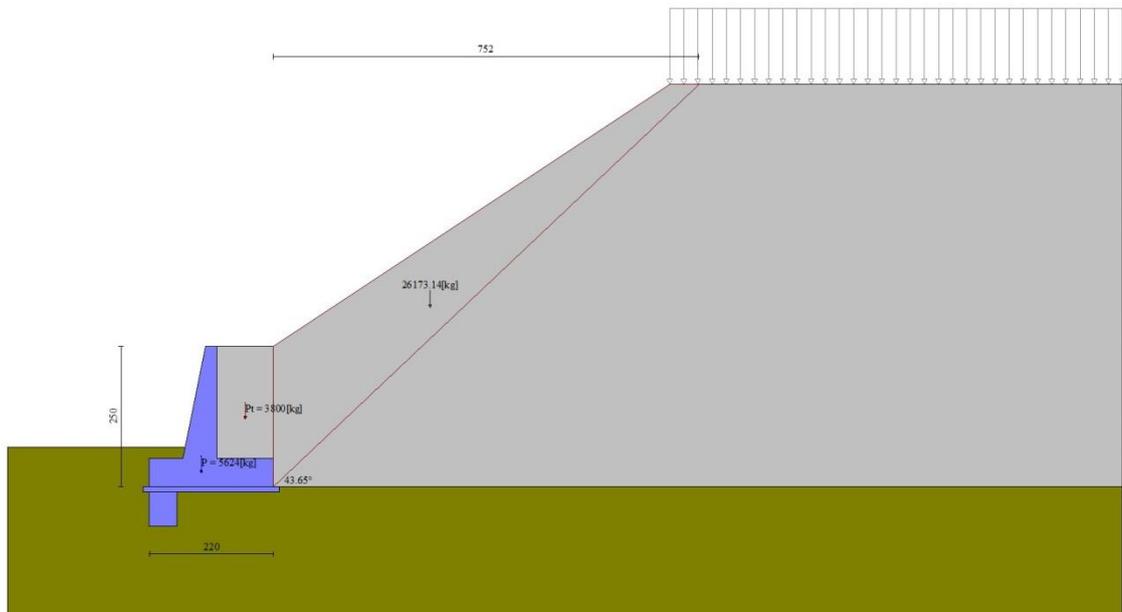


Fig. 3 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 2)

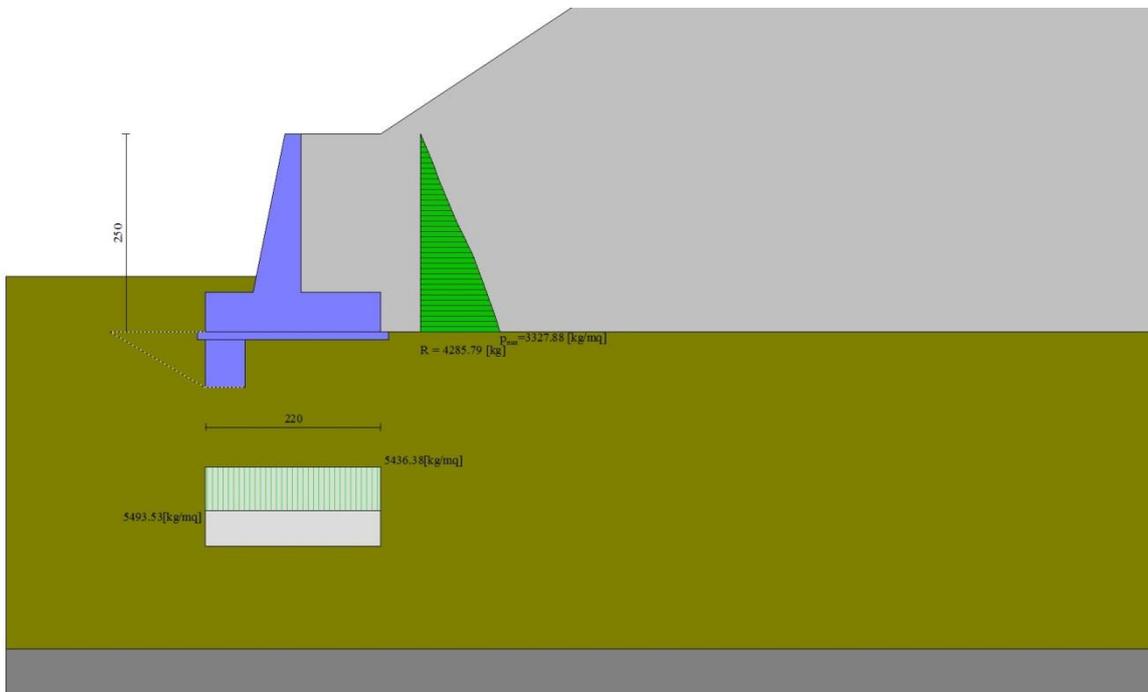


Fig. 4 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 2)

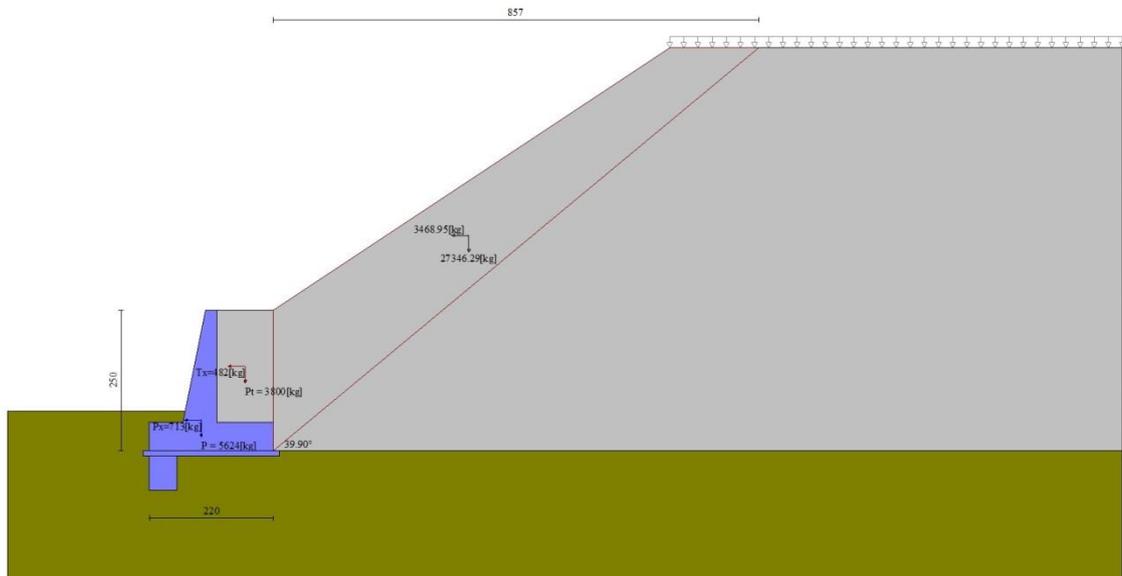


Fig. 5 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 3)

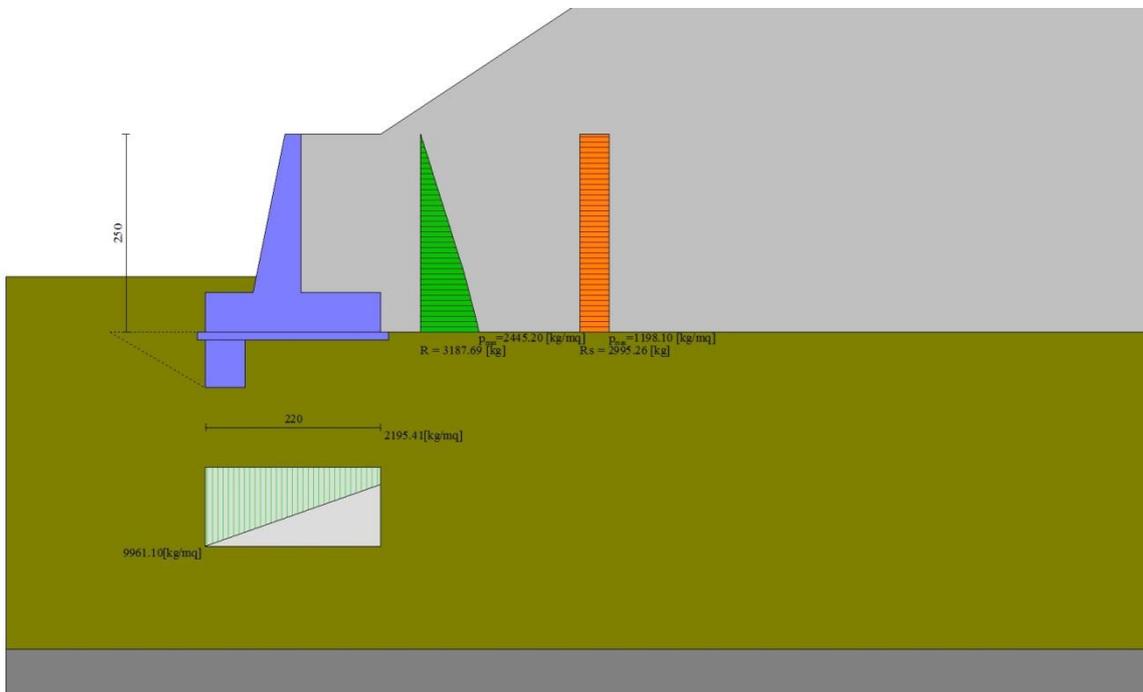


Fig. 6 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 3)

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 _{OLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{UPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		2.053		4.879			
2 - STR (A1-M1-R3)		1.985		4.744			
3 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.225		2.363			
4 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.174		2.452			
5 - GEO (A2-M2-R2)					1.415		
6 - GEO (A2-M2-R2)					1.345		
7 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.389		
8 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.363		
9 - EQU (A1-M1-R3)			5.109				
10 - EQU (A1-M1-R3)			5.021				
11 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		2.075				
12 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		1.813				

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 [kg]	Rpt [kg]	Rps [kg]	Rp [kg]	Rt [kg]	R [kg]	T [kg]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	7178	0	597	--	--	7775	3786	2.053
2 - STR (A1-M1-R3)	7213	0	597	--	--	7810	3935	1.985
3 - STR (A1-M1-R3) H + V	7961	0	597	--	--	8558	6987	1.225
4 - STR (A1-M1-R3) H - V	7220	0	597	--	--	7818	6661	1.174

Dettagli verifica a scorrimento

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Ncss	Carico sul cuneo di spinta passiva, espresso in [kg]
ϕ_{Rp}	Angolo di rottura passivo, espresso in [°]
Nrpp	Carico residuo sul piano di posa, espresso in [kg]
Lr	Lunghezza base residua, espresso in [m]

n°	Ncss [kg]	ϕ_{Rp}	Nrpp [kg]	Lr [m]
1	0	30.500	11957	2.20
2	0	30.500	12021	2.20
3	0	30.500	13370	2.20
4	0	30.500	12034	2.20

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 portanza di progetto e carico agente al piano di posa)

n°	N [kg]	Qu [kg]	Qd [kg]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	11957	58331	41665	4.879
2 - STR (A1-M1-R3)	12021	57029	40735	4.744
3 - STR (A1-M1-R3) H + V	13370	31587	26322	2.363
4 - STR (A1-M1-R3) H - V	12034	29508	24590	2.452

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
r γ	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia $0.5B\gamma N_c$, 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/cm ²]

Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '-' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	ry	D	B' H	γ	φ	c
									[m]	[m]	[kg/mc]	[°]	[kg/cm ²]
1	27.860 16.443 13.237	0.648 0.648 0.155	1.108 1.054 1.054	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	0.990	0.70	2.20 1.87	850	29.00	0.05
2	27.860 16.443 13.237	0.638 0.638 0.141	1.108 1.054 1.054	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	0.990	0.70	2.20 1.87	850	29.00	0.05
3	27.860 16.443 13.237	0.481 0.481 0.002	1.108 1.054 1.054	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	0.990	0.70	2.20 1.87	850	29.00	0.05
4	27.860 16.443 13.237	0.460 0.460 0.000	1.108 1.054 1.054	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	0.990	0.70	2.20 1.87	850	29.00	0.05

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 [kgm]	Mr [kgm]	FS
9 - EQU (A1-M1-R3)	16338	3198	5.109
10 - EQU (A1-M1-R3)	16480	3282	5.021
11 - EQU (A1-M1-R3) H + V	20772	10012	2.075
12 - EQU (A1-M1-R3) H - V	19300	10644	1.813

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 [m]	R [m]	FS
5 - GEO (A2-M2-R2)	-0.76; 6.82	10.04	1.415
6 - GEO (A2-M2-R2)	0.00; 6.82	10.10	1.345
7 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-0.76; 6.82	10.04	1.389
8 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-0.76; 6.82	10.04	1.363

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]
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° 5 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W [kg]	Qy [kg]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cmq]	u [kg/cmq]	Tx; Ty [kg]
1	1044	0	9.06 - 0.60	71.903	29.256	0.00	0.000	
2	2740	0	0.60	62.870	29.256	0.00	0.000	
3	3591	0	0.60	56.055	29.256	0.00	0.000	
4	4053	0	0.60	50.313	29.256	0.00	0.000	
5	4353	0	0.60	45.207	29.256	0.00	0.000	
6	4533	0	0.60	40.530	29.256	0.00	0.000	
7	4619	0	0.60	36.162	29.256	0.00	0.000	
8	4626	0	0.60	32.026	29.256	0.00	0.000	
9	4566	0	0.60	28.071	29.256	0.00	0.000	
10	4447	0	0.60	24.257	29.256	0.00	0.000	
11	4271	0	0.60	20.556	23.915	0.04	0.008	
12	4042	0	0.60	16.942	23.915	0.04	0.028	
13	3767	0	0.60	13.396	23.915	0.04	0.044	
14	3550	0	0.60	9.902	23.915	0.04	0.057	
15	3748	0	0.60	6.446	23.915	0.04	0.065	
16	3758	0	0.60	3.012	23.915	0.04	0.070	
17	1976	0	0.60	-0.410	23.915	0.04	0.072	
18	1618	0	0.60	-3.834	23.915	0.04	0.069	
19	1500	0	0.60	-7.271	23.915	0.04	0.063	
20	1395	0	0.60	-10.736	23.915	0.04	0.054	
21	1248	0	0.60	-14.241	23.915	0.04	0.041	
22	1057	0	0.60	-17.801	23.915	0.04	0.023	
23	819	0	0.60	-21.434	23.915	0.04	0.002	
24	526	0	0.60	-25.160	23.915	0.04	0.000	
25	177	0	-5.92 - 0.60	-28.216	23.915	0.04	0.000	

Combinazione n° 6 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W [kg]	Qy [kg]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cmq]	u [kg/cmq]	Tx; Ty [kg]
1	1073	1395	9.88 - 0.61	71.970	29.256	0.00	0.000	
2	2826	1395	0.61	62.825	29.256	0.00	0.000	
3	4024	1395	0.61	55.982	29.256	0.00	0.000	
4	4770	133	0.61	50.219	29.256	0.00	0.000	
5	5076	0	0.61	45.094	29.256	0.00	0.000	
6	5258	0	0.61	40.399	29.256	0.00	0.000	
7	5343	0	0.61	36.014	29.256	0.00	0.000	
8	5348	0	0.61	31.862	29.256	0.00	0.000	
9	5284	0	0.61	27.891	29.256	0.00	0.000	
10	5159	0	0.61	24.062	29.256	0.00	0.000	
11	4974	0	0.61	20.344	23.915	0.04	0.015	
12	4736	0	0.61	16.714	23.915	0.04	0.035	
13	4452	0	0.61	13.152	23.915	0.04	0.051	
14	4123	0	0.61	9.642	23.915	0.04	0.063	
15	3774	0	0.61	6.168	23.915	0.04	0.072	
16	3921	0	0.61	2.716	23.915	0.04	0.077	
17	4116	0	0.61	-0.726	23.915	0.04	0.078	
18	2105	0	0.61	-4.170	23.915	0.04	0.075	
19	1700	0	0.61	-7.630	23.915	0.04	0.069	
20	1465	0	0.61	-11.117	23.915	0.04	0.059	
21	1310	0	0.61	-14.648	23.915	0.04	0.045	
22	1109	0	0.61	-18.236	23.915	0.04	0.027	
23	860	0	0.61	-21.900	23.915	0.04	0.005	
24	553	0	0.61	-25.662	23.915	0.04	0.000	

n°	W [kg]	Qy [kg]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kg/cmq]	u [kg/cmq]	Tx; Ty [kg]
25	187	0	-5.28 - 0.61	-28.880	23.915	0.04	0.000	

Combinazione n° 7 - GEO (A2-M2-R2) H + V

n°	W [kg]	Qy [kg]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kg/cmq]	u [kg/cmq]	Tx; Ty [kg]
1	1044	240	9.06 - 0.60	71.903	35.000	0.00	0.000	
2	2740	183	0.60	62.870	35.000	0.00	0.000	
3	3591	0	0.60	56.055	35.000	0.00	0.000	
4	4053	0	0.60	50.313	35.000	0.00	0.000	
5	4353	0	0.60	45.207	35.000	0.00	0.000	
6	4533	0	0.60	40.530	35.000	0.00	0.000	
7	4619	0	0.60	36.162	35.000	0.00	0.000	
8	4626	0	0.60	32.026	35.000	0.00	0.000	
9	4566	0	0.60	28.071	35.000	0.00	0.000	
10	4447	0	0.60	24.257	35.000	0.00	0.000	
11	4271	0	0.60	20.556	29.000	0.05	0.008	
12	4042	0	0.60	16.942	29.000	0.05	0.028	
13	3767	0	0.60	13.396	29.000	0.05	0.044	
14	3550	0	0.60	9.902	29.000	0.05	0.057	
15	3748	0	0.60	6.446	29.000	0.05	0.065	
16	3758	0	0.60	3.012	29.000	0.05	0.070	
17	1976	0	0.60	-0.410	29.000	0.05	0.072	
18	1618	0	0.60	-3.834	29.000	0.05	0.069	
19	1500	0	0.60	-7.271	29.000	0.05	0.063	
20	1395	0	0.60	-10.736	29.000	0.05	0.054	
21	1248	0	0.60	-14.241	29.000	0.05	0.041	
22	1057	0	0.60	-17.801	29.000	0.05	0.023	
23	819	0	0.60	-21.434	29.000	0.05	0.002	
24	526	0	0.60	-25.160	29.000	0.05	0.000	
25	177	0	-5.92 - 0.60	-28.216	29.000	0.05	0.000	

Combinazione n° 8 - GEO (A2-M2-R2) H - V

n°	W [kg]	Qy [kg]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kg/cmq]	u [kg/cmq]	Tx; Ty [kg]
1	1044	240	9.06 - 0.60	71.903	35.000	0.00	0.000	
2	2740	183	0.60	62.870	35.000	0.00	0.000	
3	3591	0	0.60	56.055	35.000	0.00	0.000	
4	4053	0	0.60	50.313	35.000	0.00	0.000	
5	4353	0	0.60	45.207	35.000	0.00	0.000	
6	4533	0	0.60	40.530	35.000	0.00	0.000	
7	4619	0	0.60	36.162	35.000	0.00	0.000	
8	4626	0	0.60	32.026	35.000	0.00	0.000	
9	4566	0	0.60	28.071	35.000	0.00	0.000	
10	4447	0	0.60	24.257	35.000	0.00	0.000	
11	4271	0	0.60	20.556	29.000	0.05	0.008	
12	4042	0	0.60	16.942	29.000	0.05	0.028	
13	3767	0	0.60	13.396	29.000	0.05	0.044	
14	3550	0	0.60	9.902	29.000	0.05	0.057	
15	3748	0	0.60	6.446	29.000	0.05	0.065	
16	3758	0	0.60	3.012	29.000	0.05	0.070	
17	1976	0	0.60	-0.410	29.000	0.05	0.072	
18	1618	0	0.60	-3.834	29.000	0.05	0.069	
19	1500	0	0.60	-7.271	29.000	0.05	0.063	
20	1395	0	0.60	-10.736	29.000	0.05	0.054	
21	1248	0	0.60	-14.241	29.000	0.05	0.041	
22	1057	0	0.60	-17.801	29.000	0.05	0.023	
23	819	0	0.60	-21.434	29.000	0.05	0.002	
24	526	0	0.60	-25.160	29.000	0.05	0.000	
25	177	0	-5.92 - 0.60	-28.216	29.000	0.05	0.000	

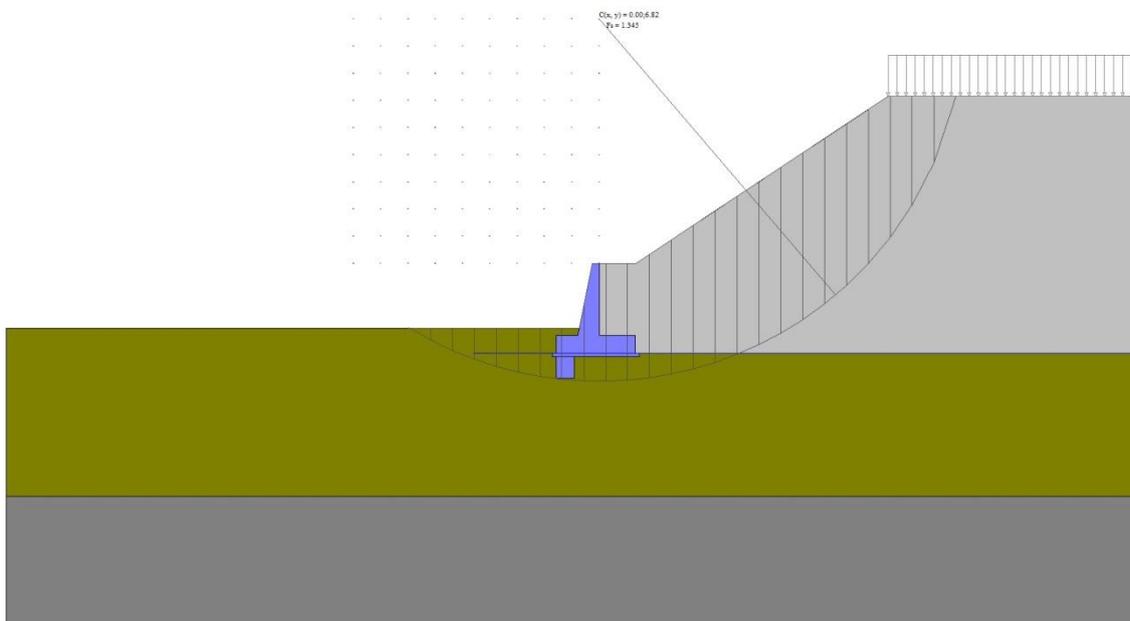


Fig. 7 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 6)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

- 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)

Paramento

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	0.00	0	0	0
2	-0.10	52	3	0
3	-0.20	110	11	0
4	-0.30	172	25	0
5	-0.40	240	45	1
6	-0.50	312	70	4
7	-0.60	390	100	9
8	-0.70	472	136	17
9	-0.80	560	178	27
10	-0.90	652	225	41
11	-1.00	750	277	59
12	-1.10	852	336	82
13	-1.20	960	399	110
14	-1.30	1072	469	143
15	-1.40	1190	544	182
16	-1.50	1312	626	228

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
17	-1.60	1439	716	281
18	-1.70	1572	819	343
19	-1.80	1709	938	414
20	-1.90	1852	1072	497
21	-2.00	1999	1223	592

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3)

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	0.00	0	0	0
2	-0.10	52	3	0
3	-0.20	110	11	0
4	-0.30	172	25	0
5	-0.40	240	45	1
6	-0.50	312	70	4
7	-0.60	390	100	9
8	-0.70	472	136	17
9	-0.80	560	178	27
10	-0.90	652	225	41
11	-1.00	750	277	59
12	-1.10	852	336	82
13	-1.20	960	399	110
14	-1.30	1072	469	143
15	-1.40	1190	544	182
16	-1.50	1312	626	228
17	-1.60	1439	716	281
18	-1.70	1572	819	343
19	-1.80	1709	938	414
20	-1.90	1852	1072	497
21	-2.00	1999	1223	592

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	0.00	0	0	0
2	-0.10	52	97	5
3	-0.20	110	199	19
4	-0.30	172	306	42
5	-0.40	240	418	76
6	-0.50	312	535	121
7	-0.60	390	656	177
8	-0.70	472	783	245
9	-0.80	560	914	325
10	-0.90	652	1051	417
11	-1.00	750	1192	522
12	-1.10	852	1338	640
13	-1.20	960	1489	773
14	-1.30	1072	1645	919
15	-1.40	1190	1806	1080
16	-1.50	1312	1973	1257
17	-1.60	1439	2147	1449
18	-1.70	1572	2331	1658
19	-1.80	1709	2528	1884
20	-1.90	1852	2738	2130
21	-2.00	1999	2961	2395

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	0.00	0	0	0
2	-0.10	52	96	4

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
3	-0.20	110	196	18
4	-0.30	172	302	42
5	-0.40	240	412	75
6	-0.50	312	528	120
7	-0.60	390	648	175
8	-0.70	472	773	241
9	-0.80	560	903	320
10	-0.90	652	1038	411
11	-1.00	750	1177	515
12	-1.10	852	1322	632
13	-1.20	960	1471	762
14	-1.30	1072	1626	907
15	-1.40	1190	1785	1066
16	-1.50	1312	1951	1240
17	-1.60	1439	2124	1430
18	-1.70	1572	2307	1637
19	-1.80	1709	2502	1861
20	-1.90	1852	2711	2103
21	-2.00	1999	2932	2366

Combinazione n° 13 - SLER

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	0.00	0	0	0
2	-0.10	52	2	0
3	-0.20	110	9	0
4	-0.30	172	19	-1
5	-0.40	240	34	0
6	-0.50	312	54	2
7	-0.60	390	77	5
8	-0.70	472	105	9
9	-0.80	560	137	16
10	-0.90	652	173	26
11	-1.00	750	213	38
12	-1.10	852	258	53
13	-1.20	960	307	73
14	-1.30	1072	361	96
15	-1.40	1190	418	123
16	-1.50	1312	481	156
17	-1.60	1439	551	194
18	-1.70	1572	630	238
19	-1.80	1709	722	289
20	-1.90	1852	825	348
21	-2.00	1999	940	417

Combinazione n° 14 - SLEF

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	0.00	0	0	0
2	-0.10	52	2	0
3	-0.20	110	9	0
4	-0.30	172	19	-1
5	-0.40	240	34	0
6	-0.50	312	54	2
7	-0.60	390	77	5
8	-0.70	472	105	9
9	-0.80	560	137	16
10	-0.90	652	173	26
11	-1.00	750	213	38
12	-1.10	852	258	53
13	-1.20	960	307	73
14	-1.30	1072	361	96
15	-1.40	1190	418	123
16	-1.50	1312	481	156
17	-1.60	1439	551	194

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
18	-1.70	1572	630	238
19	-1.80	1709	722	289
20	-1.90	1852	825	348
21	-2.00	1999	940	417

Combinazione n° 15 - SLEQ

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	0.00	0	0	0
2	-0.10	52	2	0
3	-0.20	110	9	0
4	-0.30	172	19	-1
5	-0.40	240	34	0
6	-0.50	312	54	2
7	-0.60	390	77	5
8	-0.70	472	105	9
9	-0.80	560	137	16
10	-0.90	652	173	26
11	-1.00	750	213	38
12	-1.10	852	258	53
13	-1.20	960	307	73
14	-1.30	1072	361	96
15	-1.40	1190	418	123
16	-1.50	1312	481	156
17	-1.60	1439	551	194
18	-1.70	1572	630	238
19	-1.80	1709	722	289
20	-1.90	1852	825	348
21	-2.00	1999	940	417

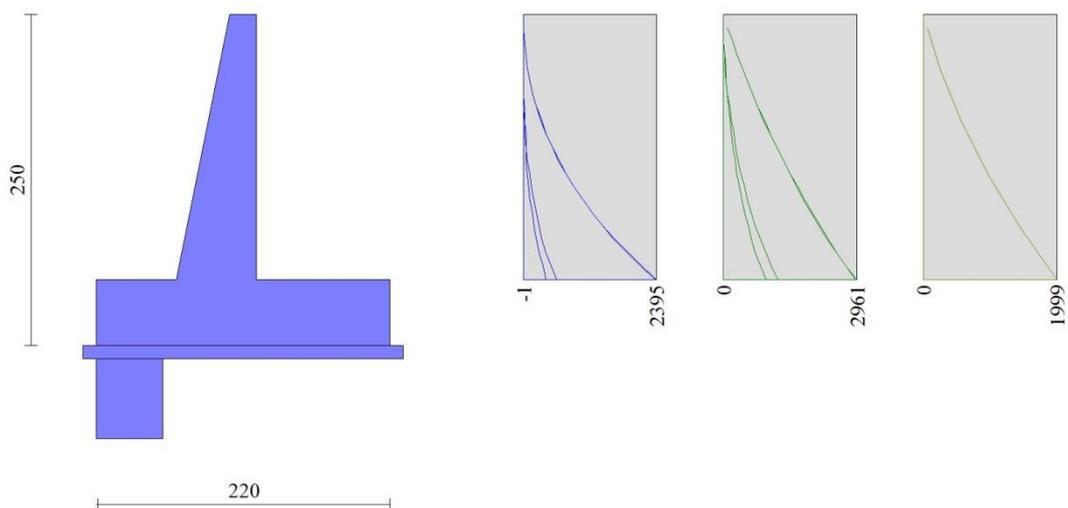


Fig. 8 - Paramento (Inviluppo)

Fondazione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	-1.20	0	0	0
2	-1.10	0	245	12
3	-1.00	0	489	49
4	-0.90	0	734	110
5	-0.80	0	978	196
6	-0.70	0	1222	306
7	-0.60	0	1642	449
8	0.00	0	-761	-381
9	0.10	0	-685	-309
10	0.20	0	-610	-244
11	0.30	0	-534	-187
12	0.40	0	-458	-138
13	0.50	0	-382	-96
14	0.60	0	-306	-61
15	0.70	0	-229	-34
16	0.80	0	-153	-15
17	0.90	0	-77	-4
18	1.00	0	0	0

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	-1.20	0	0	0
2	-1.10	0	249	12
3	-1.00	0	498	50
4	-0.90	0	747	112
5	-0.80	0	995	199
6	-0.70	0	1244	311
7	-0.60	0	1666	457
8	0.00	0	-741	-372
9	0.10	0	-668	-302
10	0.20	0	-595	-239
11	0.30	0	-521	-183
12	0.40	0	-447	-135
13	0.50	0	-374	-94
14	0.60	0	-299	-60
15	0.70	0	-225	-34
16	0.80	0	-150	-15
17	0.90	0	-75	-4
18	1.00	0	0	0

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	-1.20	0	0	0
2	-1.10	0	678	34
3	-1.00	0	1322	135
4	-0.90	0	1929	297
5	-0.80	0	2502	519
6	-0.70	0	3039	797
7	-0.60	0	3716	1135
8	0.00	0	-1089	-839
9	0.10	0	-1139	-727
10	0.20	0	-1154	-612
11	0.30	0	-1133	-498
12	0.40	0	-1077	-387
13	0.50	0	-986	-283
14	0.60	0	-859	-191

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
15	0.70	0	-698	-113
16	0.80	0	-500	-52
17	0.90	0	-268	-14
18	1.00	0	0	0

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	-1.20	0	0	0
2	-1.10	0	607	31
3	-1.00	0	1180	120
4	-0.90	0	1719	266
5	-0.80	0	2223	463
6	-0.70	0	2694	709
7	-0.60	0	3304	1009
8	0.00	0	-1637	-1105
9	0.10	0	-1628	-941
10	0.20	0	-1585	-780
11	0.30	0	-1507	-625
12	0.40	0	-1394	-480
13	0.50	0	-1248	-348
14	0.60	0	-1067	-232
15	0.70	0	-852	-135
16	0.80	0	-602	-62
17	0.90	0	-318	-16
18	1.00	0	0	0

Combinazione n° 13 - SLER

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	-1.20	0	0	0
2	-1.10	0	193	10
3	-1.00	0	388	39
4	-0.90	0	588	87
5	-0.80	0	791	156
6	-0.70	0	997	246
7	-0.60	0	1382	365
8	0.00	0	442	250
9	0.10	0	413	207
10	0.20	0	381	167
11	0.30	0	345	131
12	0.40	0	306	98
13	0.50	0	264	70
14	0.60	0	218	45
15	0.70	0	169	26
16	0.80	0	116	12
17	0.90	0	60	3
18	1.00	0	0	0

Combinazione n° 14 - SLEF

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	-1.20	0	0	0
2	-1.10	0	193	10
3	-1.00	0	388	39
4	-0.90	0	588	87
5	-0.80	0	791	156
6	-0.70	0	997	246
7	-0.60	0	1382	365
8	0.00	0	442	250
9	0.10	0	413	207

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
10	0.20	0	381	167
11	0.30	0	345	131
12	0.40	0	306	98
13	0.50	0	264	70
14	0.60	0	218	45
15	0.70	0	169	26
16	0.80	0	116	12
17	0.90	0	60	3
18	1.00	0	0	0

Combinazione n° 15 - SLEQ

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	-1.20	0	0	0
2	-1.10	0	193	10
3	-1.00	0	388	39
4	-0.90	0	588	87
5	-0.80	0	791	156
6	-0.70	0	997	246
7	-0.60	0	1382	365
8	0.00	0	442	250
9	0.10	0	413	207
10	0.20	0	381	167
11	0.30	0	345	131
12	0.40	0	306	98
13	0.50	0	264	70
14	0.60	0	218	45
15	0.70	0	169	26
16	0.80	0	116	12
17	0.90	0	60	3
18	1.00	0	0	0

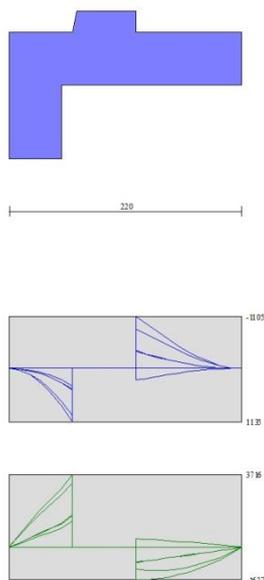


Fig. 9 - Fondazione (Inviluppo)

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 [kg]	I [°]	C _x [kg]	C _y [kg]	P _x [m]	P _y [m]
3	Spinta statica	3188	23.33	2927	1262	1.00	-1.66
	Incremento di spinta sismica		2995	2750	1186	1.00	-1.25
	Peso/Inerzia muro			713	5624/357	-0.27	-1.96
	Peso/Inerzia rivestimento			114	900	0.00	0.00
	Peso/Inerzia terrapieno			482	3800/241	0.50	-1.00
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0	0.00	0.00
	Resistenza passiva sperone			-597			

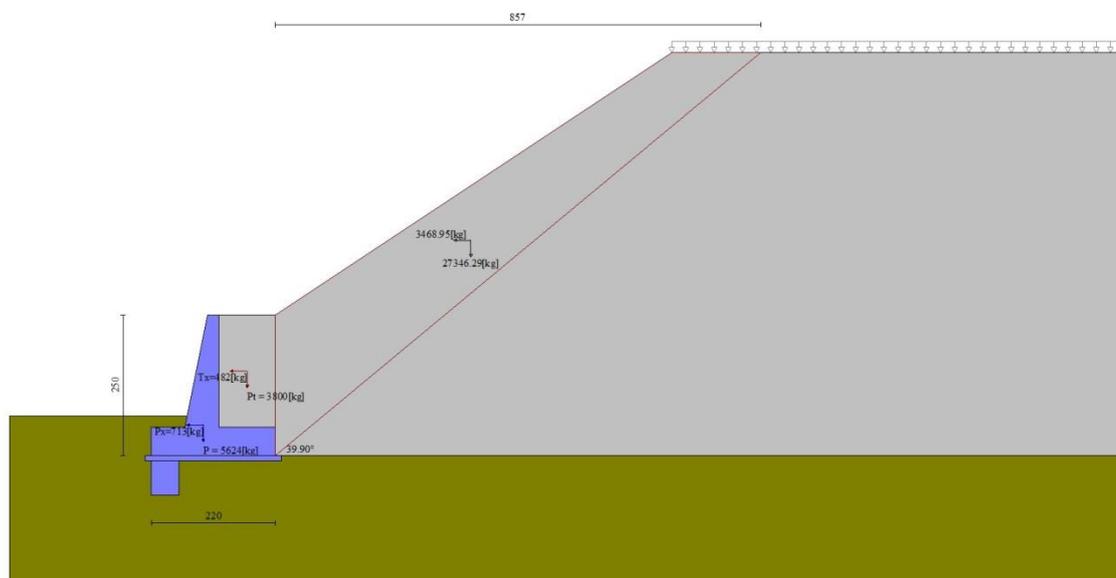


Fig. 12 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 3)

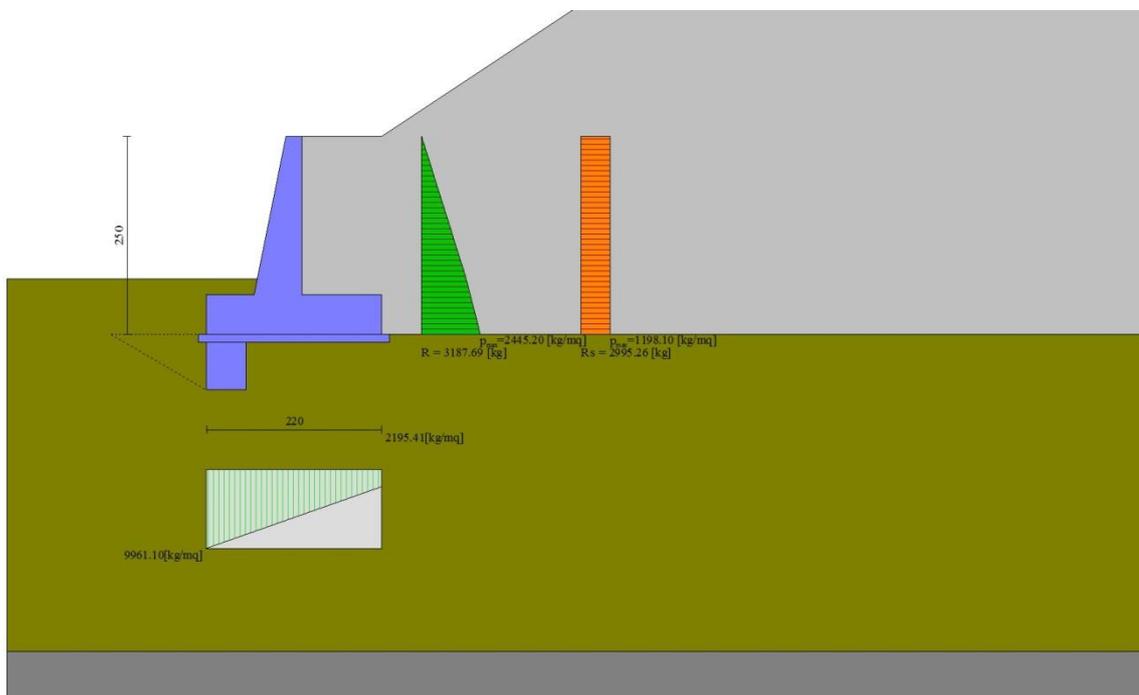


Fig. 13 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 3)

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)		2.053		4.879			
2 - STR (A1-M1-R3)		1.985		4.744			
3 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.225		2.363			
4 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.174		2.452			
5 - GEO (A2-M2-R2)					1.415		
6 - GEO (A2-M2-R2)					1.345		
7 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.389		
8 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.363		
9 - EQU (A1-M1-R3)			5.109				
10 - EQU (A1-M1-R3)			5.021				
11 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		2.075				
12 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		1.813				

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 [kg]	Rpt [kg]	Rps [kg]	Rp [kg]	Rt [kg]	R [kg]	T [kg]	FS
4 - STR (A1-M1-R3) H - V	7220	0	597	--	--	7818	6661	1.174

Dettagli verifica a scorrimento

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Ncss	Carico sul cuneo di spinta passiva, espresso in [kg]
ϕ_{Rp}	Angolo di rottura passivo, espresso in [°]
Nrpp	Carico residuo sul piano di posa, espresso in [kg]
Lr	Lunghezza base residua, espresso in [m]

n°	Ncss [kg]	ϕ_{Rp}	Nrpp [kg]	Lr [m]
4	0	30.500	12034	2.20

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 portanza di progetto e carico agente al piano di posa)

n°	N [kg]	Qu [kg]	Qd [kg]	FS
3 - STR (A1-M1-R3) H + V	13370	31587	26322	2.363

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
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 _γ N _γ , 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/cm ^q]

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	r _γ	D	B' H	γ	φ	c
									[m]	[m]	[kg/mc]	[°]	[kg/cm ^q]
3	27.860 16.443 13.237	0.481 0.481 0.002	1.108 1.054 1.054	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	0.990	0.70	2.20 1.87	850	29.00	0.05

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
M _s	Momento stabilizzante, espresso in [kgm]
M _r	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°	M _s	M _r	FS
	[kgm]	[kgm]	
12 - EQU (A1-M1-R3) H - V	19300	10644	1.813

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

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

I _c	C	R	FS
	[m]	[m]	
6 - GEO (A2-M2-R2)	0.00; 6.82	10.10	1.345

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]

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 [kg]	Qy [kg]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cmq]	u [kg/cmq]	Tx; Ty [kg]
1	1073	1395	9.88 - 0.61	71.970	29.256	0.00	0.000	
2	2826	1395	0.61	62.825	29.256	0.00	0.000	
3	4024	1395	0.61	55.982	29.256	0.00	0.000	
4	4770	133	0.61	50.219	29.256	0.00	0.000	
5	5076	0	0.61	45.094	29.256	0.00	0.000	
6	5258	0	0.61	40.399	29.256	0.00	0.000	
7	5343	0	0.61	36.014	29.256	0.00	0.000	
8	5348	0	0.61	31.862	29.256	0.00	0.000	
9	5284	0	0.61	27.891	29.256	0.00	0.000	
10	5159	0	0.61	24.062	29.256	0.00	0.000	
11	4974	0	0.61	20.344	23.915	0.04	0.015	
12	4736	0	0.61	16.714	23.915	0.04	0.035	
13	4452	0	0.61	13.152	23.915	0.04	0.051	
14	4123	0	0.61	9.642	23.915	0.04	0.063	
15	3774	0	0.61	6.168	23.915	0.04	0.072	
16	3921	0	0.61	2.716	23.915	0.04	0.077	
17	4116	0	0.61	-0.726	23.915	0.04	0.078	
18	2105	0	0.61	-4.170	23.915	0.04	0.075	
19	1700	0	0.61	-7.630	23.915	0.04	0.069	
20	1465	0	0.61	-11.117	23.915	0.04	0.059	
21	1310	0	0.61	-14.648	23.915	0.04	0.045	
22	1109	0	0.61	-18.236	23.915	0.04	0.027	
23	860	0	0.61	-21.900	23.915	0.04	0.005	
24	553	0	0.61	-25.662	23.915	0.04	0.000	
25	187	0	-5.28 - 0.61	-28.880	23.915	0.04	0.000	

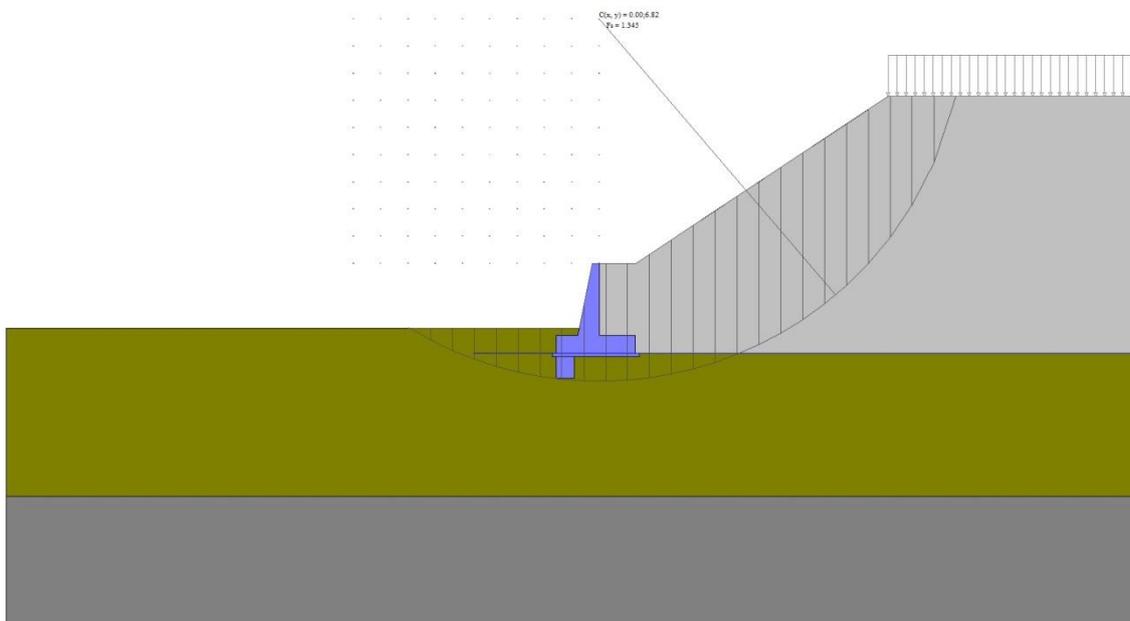


Fig. 14 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 6)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

- 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)

Paramento

n°	X [m]	N _{min} [kg]	N _{max} [kg]	T _{min} [kg]	T _{max} [kg]	M _{min} [kgm]	M _{max} [kgm]
1	0.00	0	0	0	0	0	0
2	-0.10	52	52	2	97	0	5
3	-0.20	110	110	9	199	0	19
4	-0.30	172	172	19	306	-1	42
5	-0.40	240	240	34	418	0	76
6	-0.50	312	312	54	535	2	121
7	-0.60	390	390	77	656	5	177
8	-0.70	472	472	105	783	9	245
9	-0.80	560	560	137	914	16	325
10	-0.90	652	652	173	1051	26	417
11	-1.00	750	750	213	1192	38	522
12	-1.10	852	852	258	1338	53	640
13	-1.20	960	960	307	1489	73	773
14	-1.30	1072	1072	361	1645	96	919
15	-1.40	1190	1190	418	1806	123	1080
16	-1.50	1312	1312	481	1973	156	1257
17	-1.60	1439	1439	551	2147	194	1449
18	-1.70	1572	1572	630	2331	238	1658
19	-1.80	1709	1709	722	2528	289	1884
20	-1.90	1852	1852	825	2738	348	2130

n°	X	N _{min}	N _{max}	T _{min}	T _{max}	M _{min}	M _{max}
	[m]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kgm]	[kgm]
21	-2.00	1999	1999	940	2961	417	2395

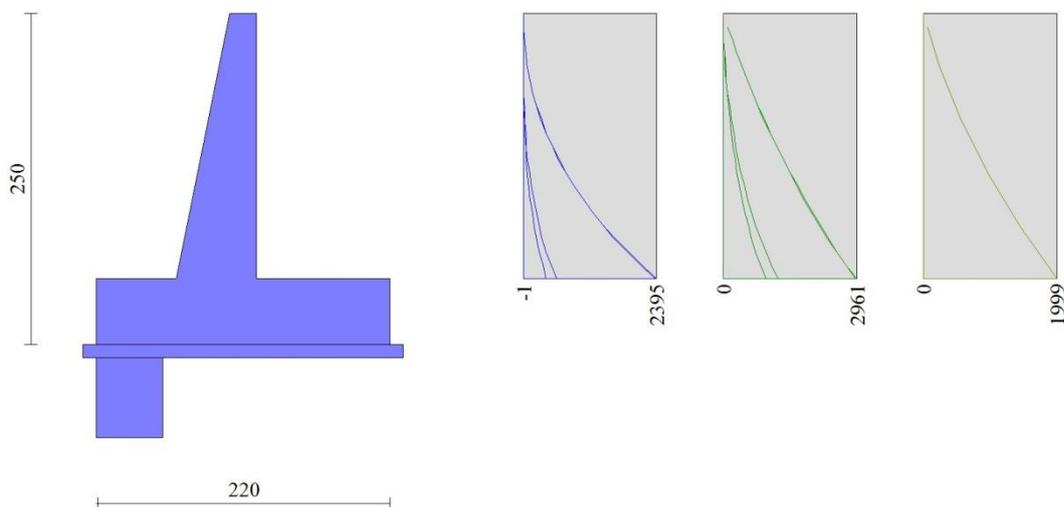


Fig. 15 - Paramento

Fondazione

n°	X	N _{min}	N _{max}	T _{min}	T _{max}	M _{min}	M _{max}
	[m]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kgm]	[kgm]
1	-1.20	0	0	0	0	0	0
2	-1.10	0	0	193	678	10	34
3	-1.00	0	0	388	1322	39	135
4	-0.90	0	0	588	1929	87	297
5	-0.80	0	0	791	2502	156	519
6	-0.70	0	0	997	3039	246	797
7	-0.60	0	0	1382	3716	365	1135
8	0.00	0	0	-1637	442	-1105	250
9	0.10	0	0	-1628	413	-941	207
10	0.20	0	0	-1585	381	-780	167
11	0.30	0	0	-1507	345	-625	131
12	0.40	0	0	-1394	306	-480	98
13	0.50	0	0	-1248	264	-348	70
14	0.60	0	0	-1067	218	-232	45
15	0.70	0	0	-852	169	-135	26
16	0.80	0	0	-602	116	-62	12
17	0.90	0	0	-318	60	-16	3
18	1.00	0	0	0	0	0	0

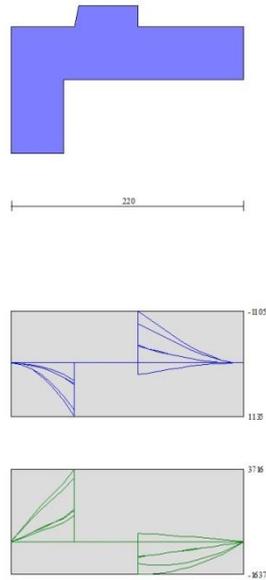


Fig. 16 - Fondazione

8. MURI DI SOTTOSCARPA IN ADIACENZA ALLE SPALLE DEI PONTI

8.1. DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

I muri di sottoscarpa ubicati in adiacenza alle spalle dei ponti presentano andamento planimetrico curvilineo, con lunghezze ed altezze variabili, decrescenti dal valore massimo posto in corrispondenza alla spalla di ciascun ponte.

Si riportano a seguire un'immagine di un prospetto tipologico frontale (sezione trasversale ponte) e un prospetto tipologico laterale (prospetto longitudinale ponte).

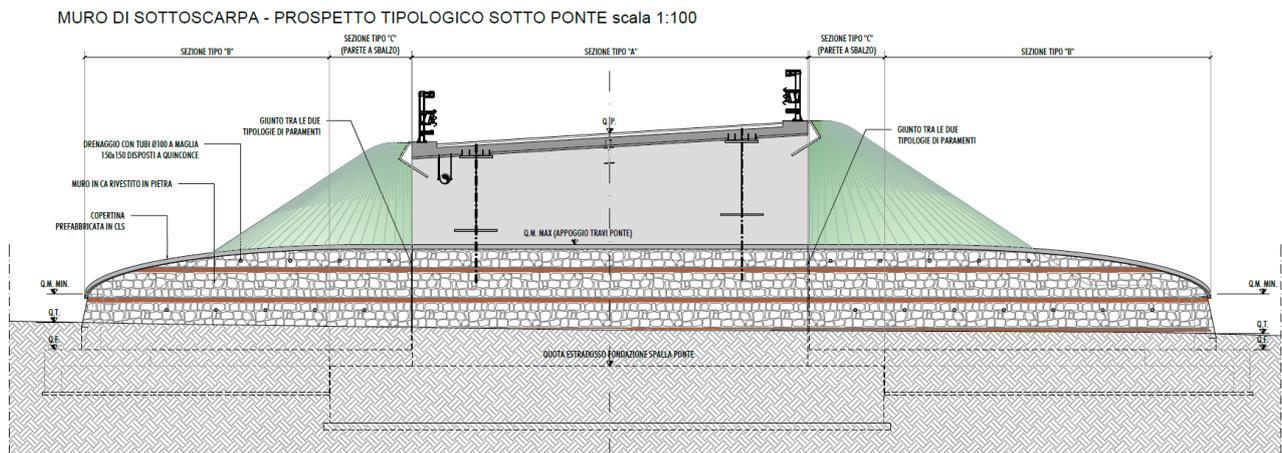


FIGURA 9 –MURI DI SOTTOSCARPA ADIACENTI AI PONTI – PROSPETTO FRONTALE.

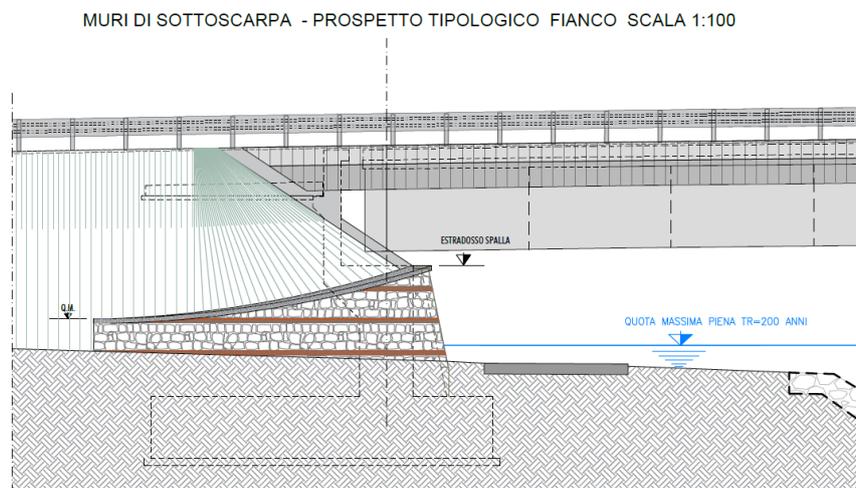


FIGURA 10 –MURI DI SOTTOSCARPA ADIACENTI AI PONTI – PROSPETTO LATERALE.

Le caratteristiche geometriche dei suddetti muri sono riassunte nella tabella riportata a seguire:

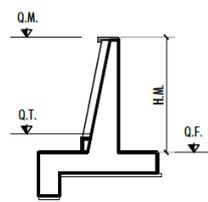
	PONTE SU TORRENTE OROLO		Q.T. QUOTA TERRENO	Q.F. QUOTA FONDAZIONE	Q.M. QUOTA TESTA MURO		H.M. ALTEZZA MURO	
	SPALLA SP1 (Destra idrografica)	NORD	+40.61	+39.70	Minima	Massima	Minima	Massima
		SUD	+40.94	+39.70	+41.10	+42.90	1.40m	3.20m
	SPALLA SP2 (Sinistra idrografica)	NORD	+40.13	+39.30	Minima	Massima	Minima	Massima
		SUD	+39.63	+39.30	+40.45	+43.10	1.15m	3.80m
	PONTE SU ROGGIA ZUBANA		Q.T. QUOTA TERRENO	Q.F. QUOTA FONDAZIONE	Q.M. QUOTA TESTA MURO		H.M. ALTEZZA MURO	
	SPALLA SP1 (Destra idrografica)	NORD	+38.15	+37.35	Minima	Massima	Minima	Massima
		SUD	+37.59	+37.35	+38.65	+41.05	1.30m	3.70m
	SPALLA SP2 (Sinistra idrografica)	NORD	+37.94	+37.20	Minima	Massima	Minima	Massima
		SUD	+37.80	+37.20	+38.50	+41.20	1.30m	4.00m
	PONTE SU FIUME BACCHIGLIONE		Q.T. QUOTA TERRENO	Q.F. QUOTA FONDAZIONE	Q.M. QUOTA TESTA MURO		H.M. ALTEZZA MURO	
	SPALLA SP1 (Destra idrografica)	NORD	+38.40	+38.15	Minima	Massima	Minima	Massima
		SUD	+38.50	+38.15	+39.00	+40.95	0.85m	2.80m
	SPALLA SP2 (Sinistra idrografica)	NORD	+39.04	+38.75	Minima	Massima	Minima	Massima
		SUD	+39.19	+38.75	+39.60	+40.75	0.85m	2.00m

FIGURA 11 – TABELLA RIEPILOGATIVA MURI DI SOTTOSCARPA ADIACENTI AI PONTI.

I muri di sottoscarpa presentano, in corrispondenza delle fondazioni delle spalle, un tratto di paramento a sbalzo; tale accorgimento progettuale è stato adottato per consentire di mantenere le membrature delle spalle, caratterizzate da fondazioni indirette, strutturalmente indipendenti dai muri di sottoscarpa, che presentano invece fondazioni dirette. La porzione a sbalzo del paramento non appoggia conseguentemente sul plinto di fondazione delle spalle e presenta un giunto strutturale verticale in corrispondenza dei muri di risvolto delle spalle.

Per quanto concerne la modellazione strutturale dei suddetti muri di sottoscarpa sono state analizzate quattro differenti tipologie di calcolo, secondo il seguente criterio:

- muri con altezza max. del paramento pari a 4 m: tipologia di calcolo "1";
- muri con altezza max. del paramento pari a 4 m + tratto a sbalzo: tipologia di calcolo "1*";
- muri con altezza max. del paramento pari a 2.5 m: tipologia di calcolo "2";
- muri con altezza max. del paramento pari a 2.5 m + tratto a sbalzo: tipologia di calcolo "2*".

Affinché un concio rientri in una delle due tipologie classificate "a sbalzo" (ovvero la "1*" e la "2*"), si è assunto che la lunghezza del tratto a sbalzo sia almeno pari al 25-30% della lunghezza totale del concio.

Tale classificazione riguarda nello specifico il muro di sottoscarpa vero e proprio, rappresentato nell'elaborato grafico dalla sezione tipo "B" riportata a seguire:

SEZIONE TIPO "B" - MURO DI SOSTEGNO (Vedi tipologie 1, 1*, 2 e 2*) - scala 1:50

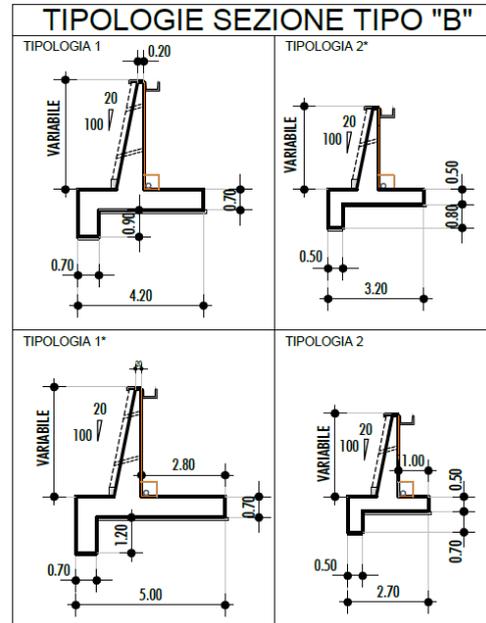
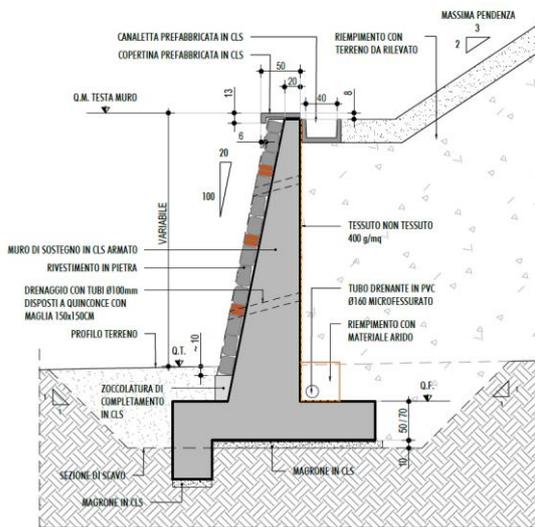
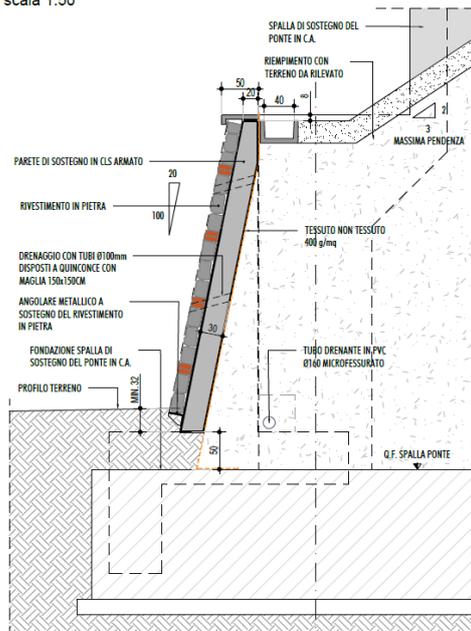


FIGURA 12 –SEZIONE TIPO “B” E RELATIVE CASISTICHE DI CALCOLO (1, 1*, 2, 2*)

Il tratto di paramento a sbalzo è rappresentato graficamente nella sezione tipo “C” dell’elaborato grafico, mentre il rivestimento del muro frontale delle spalle dei ponti, realizzato mediante lastre tralicciate in cls (con posa in opera della pietra), è rappresentato graficamente dalla sezione tipo “A” dell’elaborato grafico.

SEZIONE TIPO "C" - PARETE A SBALZO - scala 1:50



SEZIONE TIPO "A" - PANNELLI IN CORRISPONDENZA MURO SPALLA - scala 1:50

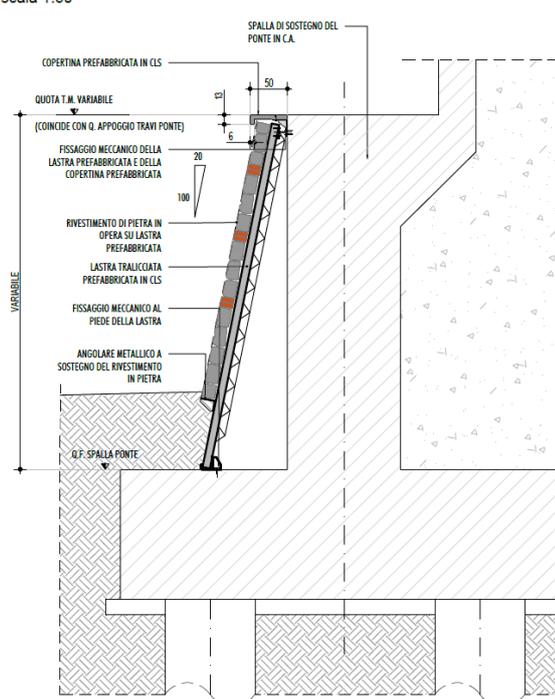


FIGURA 13 –SEZIONI TIPO “C” E TIPO “A”

8.2. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

In accordo alla documentazione geotecnica, si sono assunti per il terreno i seguenti parametri geotecnici.

n°	Descr	γ [kg/mc]	γ_{sat} [kg/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kg/cm ^q]	ca [kg/cm ^q]
1	RILEVATO	1900.00	1900.00	35.000	23.330	0.00	0.00
2	Ug1 - LIMI ARGILLOSI-SABBIOSI	1850.00	1850.00	29.000	29.000	0.05	0.03
3	Ug2 - LIMO SABBIOSO E SABBIA	1900.00	2000.00	31.000	31.000	0.00	0.00

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/cm ^q]
c _a	Adesione terra-muro espressa in [kg/cm ^q]

Il valore dell'angolo di attrito terreno/muro a tergo del paramento verticale è stato assunto pari a $(2/3)*\phi$.

All'interfaccia terreno/fondazione il valore dell'angolo di attrito è stato assunto pari a ϕ . Tale valore è giustificabile in quanto la cementazione creata dalla pasta di cemento con l'interfaccia rende praticamente solidale al calcestruzzo una porzione di terreno in prossimità della superficie di posa: in tal caso lo scorrimento avviene entro il terreno e rende quindi lecito assumere nella verifica il coefficiente di attrito interno del terreno per intero.

8.3. ANALISI DEI CARICHI

Il presente paragrafo descrive i criteri per la valutazione delle azioni sui muri di sostegno. Le azioni suddette vengono di seguito esplicitate.

8.3.1. Pesi propri strutture

I pesi propri delle strutture vengono determinati sulla base delle masse specifiche assunte per i materiali strutturali pari a 25 kN/m^3 per i conglomerati cementizi e pari a $78,50 \text{ kN/m}^3$ per gli acciai.

Il peso proprio della struttura viene calcolato dal programma in automatico in relazione allo spessore delle membrature (vedasi tavole di progetto).

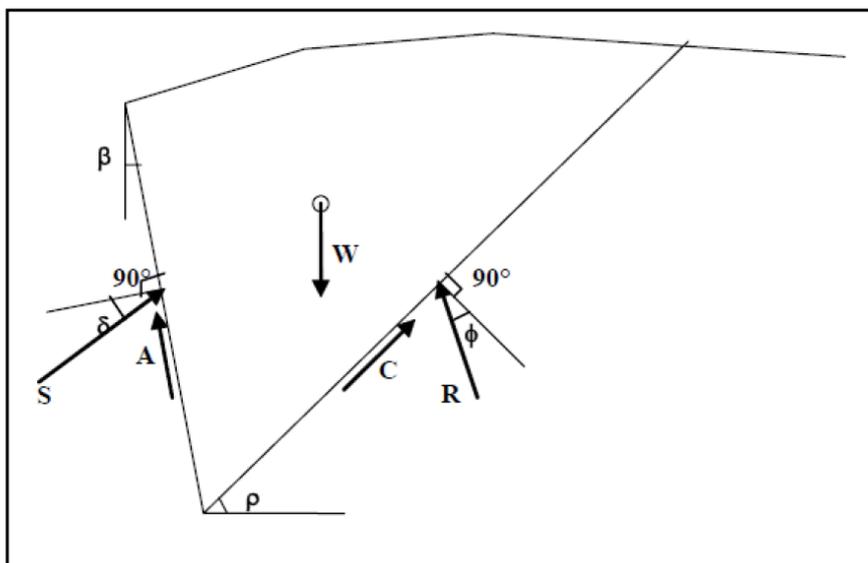
8.3.2. Peso proprio terrapieno

I pesi propri dei terrapieni vengono determinati sulla base delle masse specifiche assunte per i terreni, secondo la stratigrafia prevista.

Il peso proprio del terrapieno viene calcolato dal programma in automatico in relazione alla geometria del muro (vedasi tavole di progetto).

8.3.3. Spinta delle terre

La spinta delle terre viene calcolata in automatico dal programma tramite il **metodo di Culmann**, sulla base della stratigrafia inserita.



Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb.

Quest'ultimo considera l'ipotesi di un cuneo di spinta a monte della parete che si muove rigidamente lungo una superficie di rottura rettilinea o spezzata (nel caso di terreno stratificato). Dall'equilibrio del cuneo si ricava la spinta che il terreno esercita sull'opera di sostegno. In particolare Coulomb ammette, l'esistenza di attrito fra il terreno e la parete, e quindi la retta di spinta risulta inclinata rispetto alla normale alla parete stessa di un angolo di attrito terra-parete.

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. 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 (inclinata di un angolo 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 agenti sulla superficie del terreno, resistenza per attrito (R) e per coesione (C) lungo la superficie di rottura e resistenza per coesione lungo la parete (A);
- dalle equazioni di equilibrio si ricava il valore della **spinta S** sulla parete (inclinata dell'angolo d'attrito terreno-muro δ rispetto alla normale alla 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.

8.3.4. Accidentali tipo 1

Si è applicato, sul profilo a monte del paramento, un sovraccarico accidentale pari a 20 kN/m^2 . Tale carico è stato applicato in corrispondenza della viabilità di progetto, al di sopra della scarpata.

8.3.5. Azioni sismiche

Per i muri in oggetto sono ragionevolmente adottate le seguenti ipotesi di calcolo, in accordo a quanto riportato al § 7.11.6.2.1 del D.M. 17-01-2018:

- Si conduce un'analisi pseudostatica, in cui l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto della forza di gravità per un opportuno coefficiente sismico;
- Nelle verifiche allo stato limite ultimo, i valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le espressioni:

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

$$k_v = \pm 0.5 * k_h$$

Per le analisi in condizioni sismiche del muro in oggetto sono utilizzati i seguenti valori:

- Vita nominale V_n : 100 anni;
- Classe d'uso: IV;
- Coefficiente d'uso C_U : 2;
- categoria di suolo C;
- massima accelerazione orizzontale al suolo: $a_g/g = 0.249$;
- coefficiente di amplificazione stratigrafica: $S_S = 1.342$;
- coefficiente di amplificazione topografica: $S_T = 1$;
- coefficiente di riduzione di β_m : $\beta_m = 0.38$;
- accelerazione orizzontale massima a_{\max} : $a_{\max} = 0.334 g$;
- coefficiente di intensità sismica orizzontale $k_h = 0.127$;
- coefficiente di intensità sismica verticale $k_v = 0.063$.

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 una inclinazione del terrapieno e della parete pari a:

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

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

L'espressione di θ è la seguente:

$$\theta = \operatorname{arctg} \frac{k_h}{1 \pm k_v}$$

essendo k_h il coefficiente sismico orizzontale e k_v il coefficiente sismico verticale, definito in funzione di k_h .

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

$$\Delta S = A \cdot S' - S$$

dove il coefficiente A vale:

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

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 in cui agisce la spinta statica nel caso in cui la forma del diagramma di incremento sismico è uguale a quella del diagramma statico.

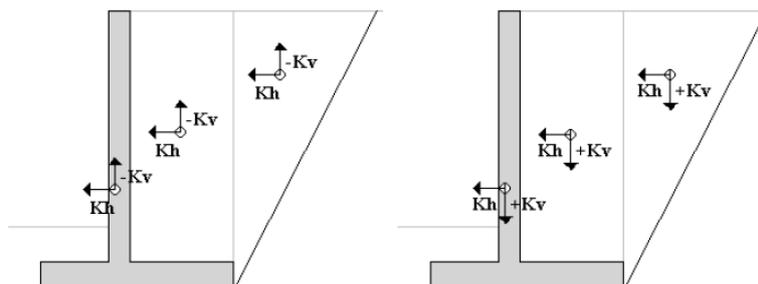
Oltre a questo incremento bisogna tener conto delle forze d'inerzia che si destano per effetto del sisma.

Le forze d'inerzia orizzontale e verticale assumono le seguenti espressioni:

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

W è il peso del muro, del terreno soprastante la zattera di fondazione a monte del muro e degli eventuali sovraccarichi. Tali forze vanno applicate 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, rispetto all'orizzontale, della corrispondente superficie in assenza di sisma.

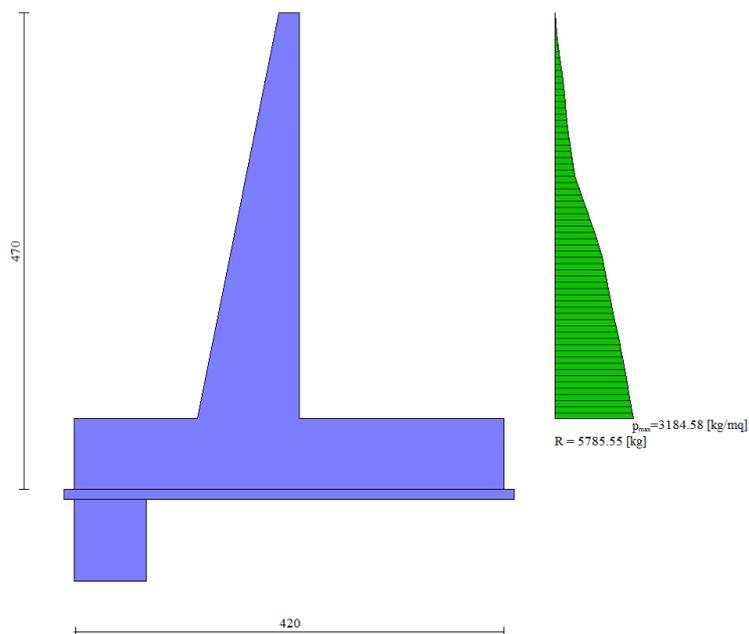


8.3.6. Azioni aggiuntive in presenza dello sbalzo laterale

Per considerare la presenza dello sbalzo (definito come “orecchia”), che determina un incremento di spinta sul muro, è stato considerato un carico aggiuntivo nominale pari al diagramma delle pressioni sul paramento in combinazione Rara, ridotto forfettariamente del 50%.

MURI TIPOLOGIA 1*

Il diagramma delle pressioni sul paramento in combinazione Rara nel muro Tipologia 1 è il seguente:



Pertanto, il carico aggiuntivo sul paramento del muro Tipologia 1* presenta la stessa forma triangolare con valore massimo pari a: $3184/2 = 1592 \text{ kg/m}^2$.

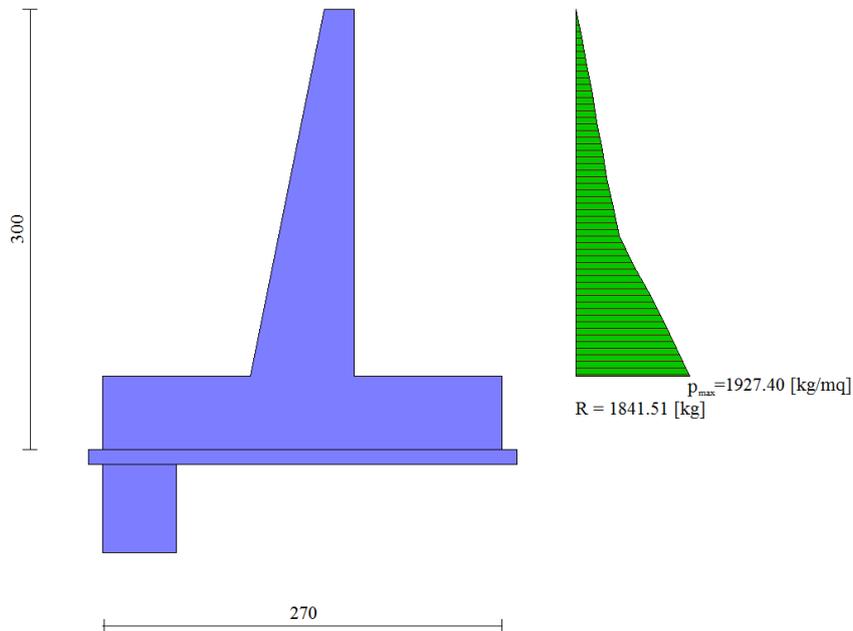
Condizione n° 2 (CARICO DA ORECCHIA) - PERMANENTE NS

Carichi sul muro

n°	Tipo	Dest	X; Y [m]	Fx [kg]	Fy [kg]	M [kgm]	Xi [m]	Xf [m]	Qi [kg]	Qf [kg]
1	Distribuito	Paramento					-4.00	0.00	1592.00	0.00

MURI TIPOLOGIA 2*

Il diagramma delle pressioni sul paramento in combinazione Rara nel muro Tipologia 2 è il seguente:



Pertanto, il carico aggiuntivo sul paramento del muro Tipologia 2* presenta la stessa forma triangolare con valore massimo pari a: $1927/2 = 963$ kg/m².

Condizione n° 2 (CARICO ORECCHIA) - PERMANENTE NS

Carichi sul muro

n°	Tipo	Dest	X; Y [m]	Fx [kg]	Fy [kg]	M [kgm]	Xi [m]	Xf [m]	Qi [kg]	Qf [kg]
1	Distribuito	Paramento					-2.50	0.00	963.00	0.00

8.4. COMBINAZIONI DI CARICO

Ai fini delle verifiche degli stati limite si fa riferimento alle seguenti combinazioni di carico, secondo quanto prescritto al par. 2.5.3 del D. Min. del 17 Gennaio 2018:

- Combinazione fondamentale (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione caratteristica (SLE rara):

$$G_1 + G_2 + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione frequente (SLE):

$$G_1 + G_2 + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione quasi permanente (SLE):

$$G_1 + G_2 + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione sismica (stati limite connessi all'azione sismica):

$$E + G_1 + G_2 + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

8.4.1. Combinazioni in assenza di sbalzo laterale (muri tipo 1 e 2)

Si riepilogano a seguire le combinazioni di carico considerate nell'analisi.

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

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - GEO (A2-M2-R2)

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

Combinazione n° 6 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.15	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - EQU (A1-M1-R3)

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

Combinazione n° 10 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - EQU (A1-M1-R3) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 12 - EQU (A1-M1-R3) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 13 - SLER

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

Combinazione n° 14 - SLEF

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

Combinazione n° 15 - SLEQ

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

8.4.2. Combinazioni in presenza di sbalzo laterale (muri tipo 1* e 2*)

Si riepilogano a seguire le combinazioni di carico considerate nell'analisi.

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
CARICO DA ORECCHIA	1.50	--	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
CARICO DA ORECCHIA	1.50	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO DA ORECCHIA	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO DA ORECCHIA	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO DA ORECCHIA	1.30	--	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
------------	----------	--------	---------

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO DA ORECCHIA	1.30	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.15	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO DA ORECCHIA	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO DA ORECCHIA	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
CARICO DA ORECCHIA	1.50	--	Sfavorevole

Combinazione n° 10 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
CARICO DA ORECCHIA	1.50	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - EQU (A1-M1-R3) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO DA ORECCHIA	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 12 - EQU (A1-M1-R3) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO DA ORECCHIA	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 13 - SLER

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO DA ORECCHIA	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 14 - SLEF

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO DA ORECCHIA	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 15 - SLEQ

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO DA ORECCHIA	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.00	1.00	Sfavorevole

8.5. RISULTATI DELL'ANALISI E VERIFICHE – MURO TIPO 1

Dati

Materiali

Simbologia adottata

n° Indice materiale
Descr Descrizione del materiale

Calcestruzzo armato

C Classe di resistenza del cls
A Classe di resistenza dell'acciaio
 γ Peso specifico, espresso in [kg/mc]
 R_{ck} Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kg/cm²]
E Modulo elastico, espresso in [kg/cm²]
 ν Coeff. di Poisson
n Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc Coeff. di omogenizzazione cls tesoro/compresso

Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	γ	R_{ck}	E	ν	n	ntc
				[kg/mc]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]			
1	C25/30 fondazione	C25/30	B450C	2500.00	305.91	320666	0.30	15.00	0.50
4	C25/30 elevazione	C25/30	B450C	2500.00	305.91	320666	0.30	15.00	0.50

Acciai

Descr	f_{yk}	f_{uk}
	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]
B450C	4588.00	5506.00

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	1.00	0.00	0.000
3	6.40	3.60	33.690
4	16.00	3.60	0.000

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

Falda

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	-3.00	-4.70	0.000
2	16.00	-4.70	0.000

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Paramento

Materiale	C25/30 elevazione	
Altezza paramento	4.00	[m]
Altezza paramento libero	3.50	[m]
Spessore in sommità	0.20	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	1.00	[m]
Inclinazione paramento esterno	11.30	[°]
Inclinazione paramento interno	0.00	[°]
Spessore rivestimento	0.20	[m]
Peso sp. rivestimento	2500.00	[kg/mc]

Fondazione

Materiale	C25/30 fondazione	
Lunghezza mensola di valle	1.20	[m]
Lunghezza mensola di monte	2.00	[m]
Lunghezza totale	4.20	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	0.70	[m]
Spessore magrone	0.10	[m]

Sperone

Posizione	Valle	
Distanza dal tacco della fondazione	3.50	[m]
Altezza	0.90	[m]
Spessore	0.70	[m]

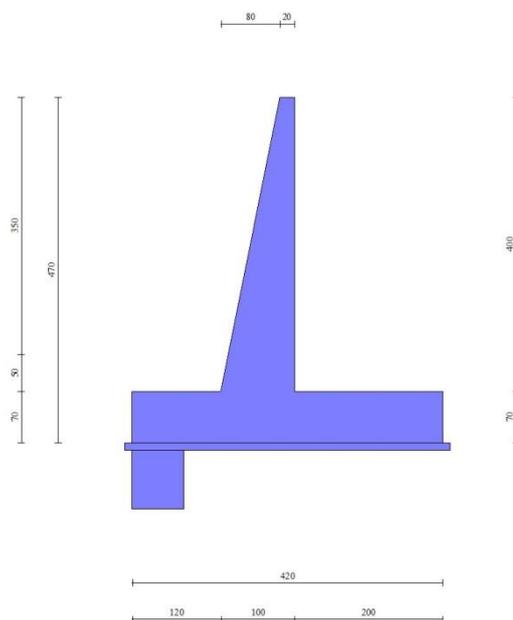


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

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/cm ²]
c_a	Adesione terra-muro espressa in [kg/cm ²]
<u>Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix</u>	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
τ_l	Tensione tangenziale limite, espressa in [kg/cm ²]

n°	Descr	γ [kg/mc]	γ_{sat} [kg/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kg/cm ²]	c_a [kg/cm ²]	Cesp	τ_l [kg/cm ²]
1	RILEVATO	1900.00	1900.00	35.000	23.330	0.00	0.00		
2	Ug1 - LIMI ARGILLOSI-SABBIOSI	1850.00	1850.00	29.000	29.000	0.05	0.03		
3	Ug2 - LIMO SABBIOSO E SABBIA	1900.00	2000.00	31.000	31.000	0.00	0.00		

Stratigrafia

Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
α	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
Kwn, Kwt	Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm ² /cm

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 [m]	α [°]	Terreno	Kwn [Kg/cm ²]	Kwt [Kg/cm ²]	Kw [Kg/cm ²]	Ks	Cesp	Kst _{sta}	Kst _{sis}
1	4.70	0.000	RILEVATO	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
2	4.00	0.000	Ug1 - LIMI ARGILLOSI-SABBIOSI	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	6.00	0.000	Ug2 - LIMO SABBIOSO E SABBIA	0.000	0.000	7.000	0.750	1.000	0.000	0.000

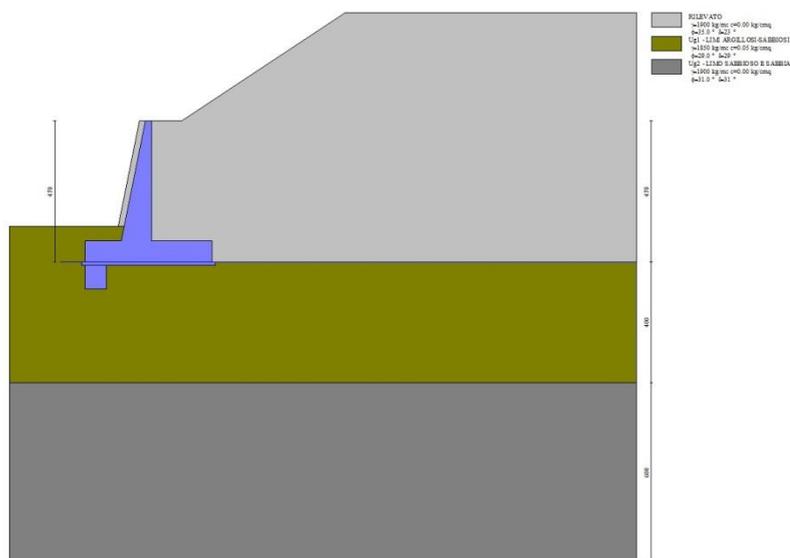


Fig. 2 - Stratigrafia

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 (CARICO STRADALE) - VARIABILE TF

Coeff. di combinazione $\Psi_0=1.00$ - $\Psi_1=1.00$ - $\Psi_2=1.00$

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F _x [kg]	F _y [kg]	M [kgm]	X _i [m]	X _f [m]	Q _i [kg]	Q _f [kg]
1	Distribuito					6.40	16.00	2000.00	2000.00

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			
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1, fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1, sfav}$	1.00	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2, fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{O, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{O, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{OT, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{OT, sfav}$	1.00	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	γ_c	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	γ_v	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
Ribaltamento	--	--	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):

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

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

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

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

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

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

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

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

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

I valori dei coeff. $\Psi_{0,j}$, $\Psi_{1,j}$, $\Psi_{2,j}$ sono definiti nelle singole condizioni variabili. Per 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

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - GEO (A2-M2-R2)

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

Combinazione n° 6 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.15	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - EQU (A1-M1-R3)

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

Combinazione n° 10 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - EQU (A1-M1-R3) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 12 - EQU (A1-M1-R3) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 13 - SLER

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

Combinazione n° 14 - SLEF

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

Combinazione n° 15 - SLEQ

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

Dati sismici

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s ²]	2.440	0.000
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]	0.249	0.000
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.398	0.000
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.295	0.000
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		C	1.342
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh	kv
Ultimo	0.380	12.685	6.343
Ultimo - Ribaltamento	1.000	19.028	9.514
Esercizio	0.470	0.000	0.000

Forma diagramma incremento sismico **Rettangolare**

Opzioni di calcolo

Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta attiva
Terreno a bassa permeabilità	NO
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	Bowles
Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento)	Nessuna
Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite ($0.5B\gamma N_v$)	Larghezza effettiva (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	Bishop
---	--------

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

Spostamenti

Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti

Cedimenti

Non è stato richiesto il calcolo dei cedimenti

Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite Ultimo (SLU)

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

Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite di Esercizio (SLE)

Paramento e fondazione muro

Condizioni ambientali Ordinarie

Armatura ad aderenza migliorata SI

Verifica a fessurazione

Sensibilità armatura Poco sensibile

Metodo di calcolo aperture delle fessure Circ. Min. 252 (15/10/96) - NTC 2008 I Formulazione

Valori limite aperture delle fessure:

$$w_1=0.20$$

$$w_2=0.30$$

$$w_3=0.40$$

Verifica delle tensioni

Valori limite delle tensioni nei materiali:

Combinazione	Calcestruzzo	Acciaio
Rara	0.60 f_{ck}	0.80 f_{yk}
Frequente	1.00 f_{ck}	1.00 f_{yk}
Quasi permanente	0.45 f_{ck}	1.00 f_{yk}

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	I	C _x	C _y	P _x	P _y
		[kg]	[°]	[kg]	[kg]	[m]	[m]
1	Spinta statica	14972	23.33	13748	5929	2.00	-2.77
	Peso/Inerzia muro			0	14920/0	-0.38	-3.67
	Peso/Inerzia rivestimento			0	1750	0.00	0.00
	Peso/Inerzia terrapieno			0	15833/0	1.03	-1.91
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0	0.00	0.00
	Resistenza passiva sperone			-878			
2	Spinta statica	16518	23.33	15167	6542	2.00	-2.77
	Peso/Inerzia muro			0	14920/0	-0.38	-3.67
	Peso/Inerzia rivestimento			0	1750	0.00	0.00
	Peso/Inerzia terrapieno			0	15833/0	1.03	-1.91
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0	0.00	0.00
	Resistenza passiva sperone			-878			
3	Spinta statica	11734	23.33	10774	4647	2.00	-2.77
	Incremento di spinta sismica		5833	5356	2310	2.00	-2.02
	Peso/Inerzia muro			1893	14920/946	-0.38	-3.67
	Peso/Inerzia rivestimento			222	1750	0.00	0.00
	Peso/Inerzia terrapieno			2009	15833/1004	1.03	-1.91
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0	0.00	0.00
	Resistenza passiva sperone			-878			
4	Spinta statica	11734	23.33	10774	4647	2.00	-2.77
	Incremento di spinta sismica		4441	4078	1759	2.00	-2.02
	Peso/Inerzia muro			1893	14920/-946	-0.38	-3.67
	Peso/Inerzia rivestimento			222	1750	0.00	0.00
	Peso/Inerzia terrapieno			2009	15833/-1004	1.03	-1.91
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0	0.00	0.00
	Resistenza passiva sperone			-878			
13	Spinta statica	12660	23.33	11625	5014	2.00	-2.77
	Peso/Inerzia muro			0	14920/0	-0.38	-3.67
	Peso/Inerzia rivestimento			0	1750	0.00	0.00
	Peso/Inerzia terrapieno			0	15833/0	1.03	-1.91
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0	0.00	0.00
	Resistenza passiva sperone			-878			
14	Spinta statica	12660	23.33	11625	5014	2.00	-2.77
	Peso/Inerzia muro			0	14920/0	-0.38	-3.67
	Peso/Inerzia rivestimento			0	1750	0.00	0.00
	Peso/Inerzia terrapieno			0	15833/0	1.03	-1.91
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0	0.00	0.00
	Resistenza passiva sperone			-878			
15	Spinta statica	12660	23.33	11625	5014	2.00	-2.77
	Peso/Inerzia muro			0	14920/0	-0.38	-3.67
	Peso/Inerzia rivestimento			0	1750	0.00	0.00
	Peso/Inerzia terrapieno			0	15833/0	1.03	-1.91
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0	0.00	0.00
	Resistenza passiva sperone			-878			

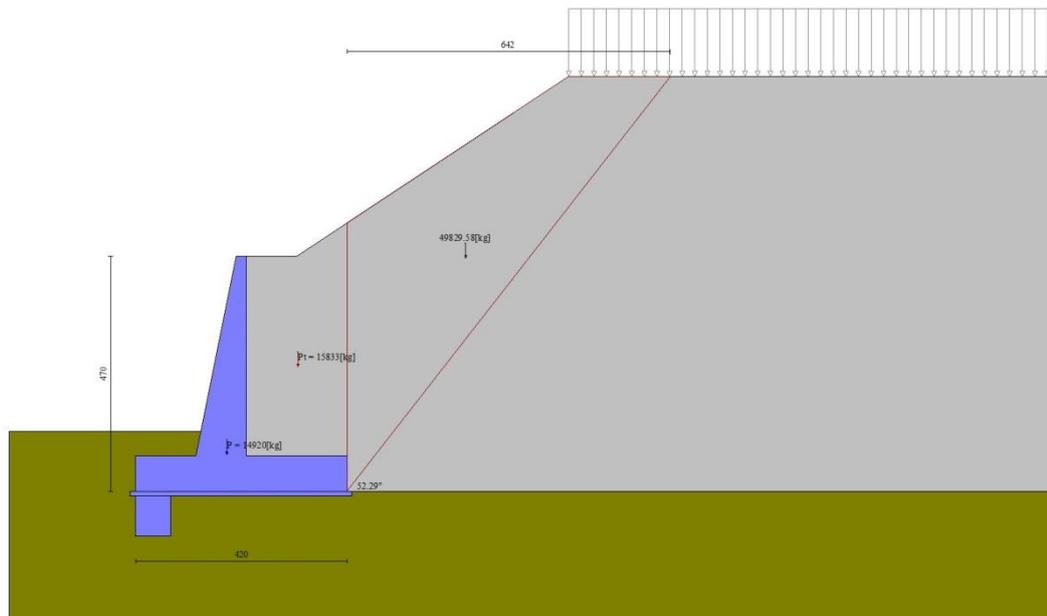


Fig. 3 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 2)

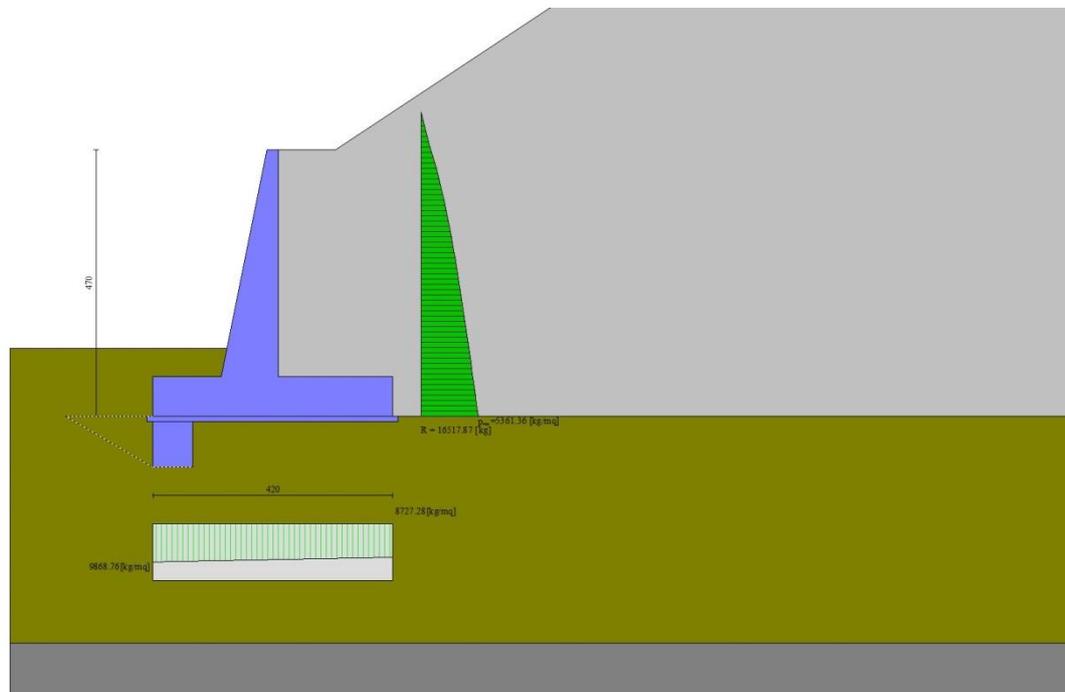


Fig. 4 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 2)

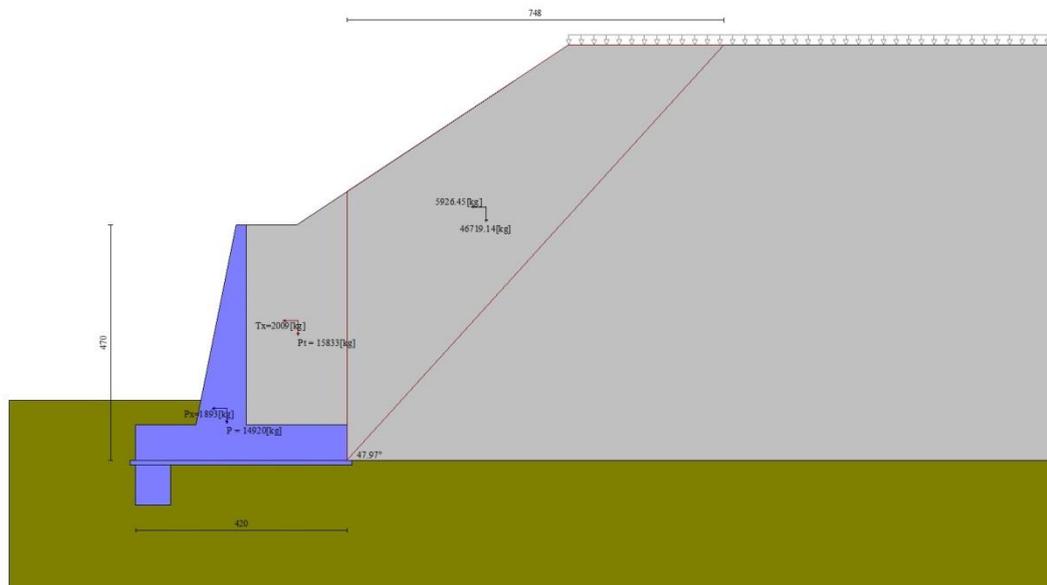


Fig. 5 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 3)

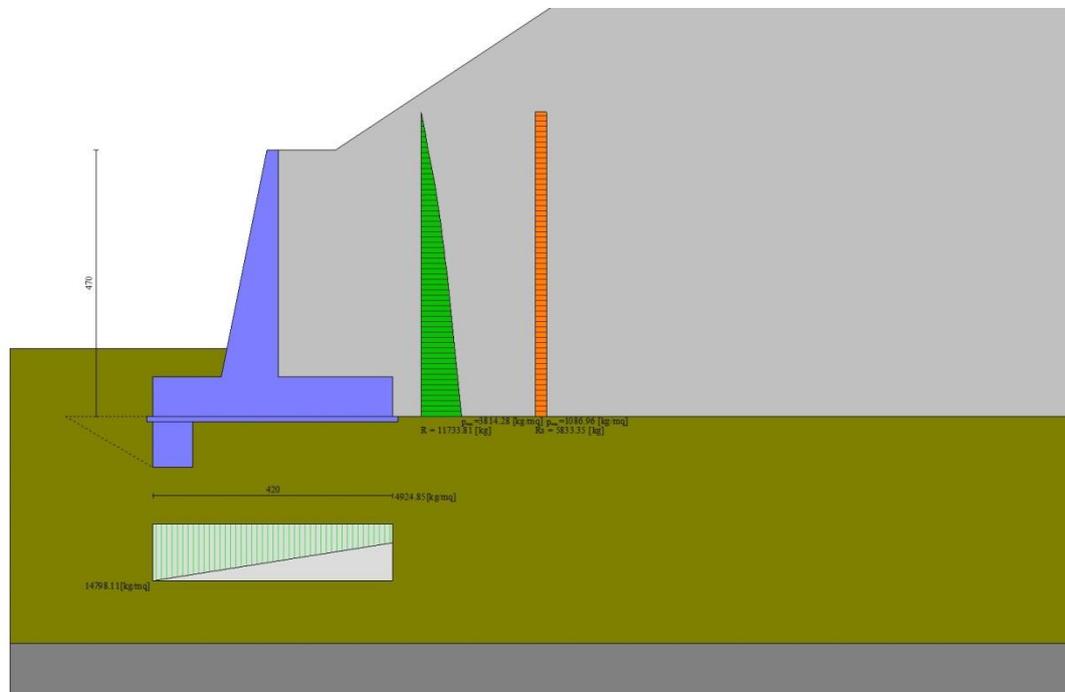


Fig. 6 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 3)

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 _{OLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{UPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		1.690		3.812			
2 - STR (A1-M1-R3)		1.554		3.467			
3 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.229		2.303			
4 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.181		2.440			
5 - GEO (A2-M2-R2)					1.436		
6 - GEO (A2-M2-R2)					1.353		
7 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.413		
8 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.383		
9 - EQU (A1-M1-R3)			4.022				
10 - EQU (A1-M1-R3)			3.750				
11 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		2.201				
12 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		1.918				

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)	22353	0	878	--	--	23231	13748	1.690
2 - STR (A1-M1-R3)	22693	0	878	--	--	23571	15167	1.554
3 - STR (A1-M1-R3) H + V	24004	0	878	--	--	24882	20254	1.229
4 - STR (A1-M1-R3) H - V	21536	0	878	--	--	22414	18976	1.181

Dettagli verifica a scorrimento

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Ncss	Carico sul cuneo di spinta passiva, espresso in [kg]
ϕ_{Rp}	Angolo di rottura passivo, espresso in [°]
Nrpp	Carico residuo sul piano di posa, espresso in [kg]
Lr	Lunghezza base residua, espresso in [m]

n°	Ncss [kg]	ϕ_{Rp}	Nrpp [kg]	Lr [m]
1	0	30.500	38433	4.20
2	0	30.500	39045	4.20
3	0	30.500	41411	4.20
4	0	30.500	36959	4.20

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 portanza di progetto e carico agente al piano di posa)

n°	N [kg]	Qu [kg]	Qd [kg]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	38433	146523	104659	3.812
2 - STR (A1-M1-R3)	39045	135355	96682	3.467
3 - STR (A1-M1-R3) H + V	41411	95381	79484	2.303
4 - STR (A1-M1-R3) H - V	36959	90173	75144	2.440

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
r γ	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia $0.5B\gamma N_c$, 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/cm ²]

Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '-' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	r _y	D	B' H	γ	φ	c
									[m]	[m]	[kg/mc]	[°]	[kg/cm ²]
1	27.860 16.443 13.237	0.610 0.610 0.103	1.097 1.049 1.049	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	0.919	1.20	4.20 3.56	850	29.00	0.05
2	27.860 16.443 13.237	0.584 0.584 0.072	1.097 1.049 1.049	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	0.919	1.20	4.20 3.56	850	29.00	0.05
3	27.860 16.443 13.237	0.505 0.505 0.010	1.097 1.049 1.049	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	0.919	1.20	4.20 3.56	850	29.00	0.05
4	27.860 16.443 13.237	0.487 0.487 0.004	1.097 1.049 1.049	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	0.919	1.20	4.20 3.56	850	29.00	0.05

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 [kgm]	Mr [kgm]	FS
9 - EQU (A1-M1-R3)	106929	26584	4.022
10 - EQU (A1-M1-R3)	109501	29198	3.750
11 - EQU (A1-M1-R3) H + V	124380	56503	2.201
12 - EQU (A1-M1-R3) H - V	113858	59372	1.918

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 [m]	R [m]	FS
5 - GEO (A2-M2-R2)	-2.27; 5.30	10.94	1.436
6 - GEO (A2-M2-R2)	-2.27; 6.06	11.70	1.353
7 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-2.27; 6.06	11.70	1.413
8 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-2.27; 6.06	11.70	1.383

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]
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° 5 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W [kg]	Qy [kg]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cmq]	u [kg/cmq]	Tx; Ty [kg]
1	1611	0	8.54 - 0.69	74.184	29.256	0.00	0.000	
2	4143	0	0.69	63.615	29.256	0.00	0.000	
3	5746	0	0.69	56.259	29.256	0.00	0.000	
4	6726	0	0.69	50.156	29.256	0.00	0.000	
5	7120	0	0.69	44.766	29.256	0.00	0.000	
6	7345	0	0.69	39.844	29.256	0.00	0.000	
7	7440	0	0.69	35.257	29.256	0.00	0.000	
8	7427	0	0.69	30.918	29.256	0.00	0.000	
9	7322	0	0.69	26.769	29.256	0.00	0.000	
10	7124	0	0.69	22.767	23.915	0.04	0.008	
11	7158	0	0.69	18.881	23.915	0.04	0.034	
12	7193	0	0.69	15.082	23.915	0.04	0.055	
13	8076	0	0.69	11.351	23.915	0.04	0.072	
14	4252	0	0.69	7.668	23.915	0.04	0.083	
15	3240	0	0.69	4.017	23.915	0.04	0.091	
16	3122	0	0.69	0.382	23.915	0.04	0.093	
17	2753	0	0.69	-3.251	23.915	0.04	0.091	
18	2674	0	0.69	-6.897	23.915	0.04	0.085	
19	2537	0	0.69	-10.572	23.915	0.04	0.075	
20	2341	0	0.69	-14.292	23.915	0.04	0.059	
21	2083	0	0.69	-18.074	23.915	0.04	0.039	
22	1759	0	0.69	-21.940	23.915	0.04	0.014	
23	1358	0	0.69	-25.915	23.915	0.04	0.000	
24	872	0	0.69	-30.030	23.915	0.04	0.000	
25	297	0	-8.79 - 0.69	-33.680	23.915	0.04	0.000	

Combinazione n° 6 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W [kg]	Qy [kg]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cmq]	u [kg/cmq]	Tx; Ty [kg]
1	1543	1674	9.17 - 0.73	71.932	29.256	0.00	0.000	
2	4051	1674	0.73	62.484	29.256	0.00	0.000	
3	5749	1674	0.73	55.477	29.256	0.00	0.000	
4	7059	1348	0.73	49.580	29.256	0.00	0.000	
5	7688	0	0.73	44.337	29.256	0.00	0.000	
6	7924	0	0.73	39.532	29.256	0.00	0.000	
7	8022	0	0.73	35.043	29.256	0.00	0.000	
8	8004	0	0.73	30.790	29.256	0.00	0.000	
9	7886	0	0.73	26.719	29.256	0.00	0.000	
10	7527	0	0.73	22.789	23.915	0.04	0.002	
11	7688	0	0.73	18.970	23.915	0.04	0.029	
12	7521	0	0.73	15.237	23.915	0.04	0.052	
13	8386	0	0.73	11.570	23.915	0.04	0.069	
14	5568	0	0.73	7.950	23.915	0.04	0.082	
15	3317	0	0.73	4.362	23.915	0.04	0.090	
16	3364	0	0.73	0.791	23.915	0.04	0.093	
17	2893	0	0.73	-2.777	23.915	0.04	0.092	
18	2815	0	0.73	-6.355	23.915	0.04	0.086	
19	2674	0	0.73	-9.959	23.915	0.04	0.075	
20	2470	0	0.73	-13.603	23.915	0.04	0.060	
21	2198	0	0.73	-17.305	23.915	0.04	0.040	
22	1857	0	0.73	-21.083	23.915	0.04	0.015	
23	1434	0	0.73	-24.960	23.915	0.04	0.000	
24	921	0	0.73	-28.964	23.915	0.04	0.000	

n°	W [kg]	Qy [kg]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kg/cmq]	u [kg/cmq]	Tx; Ty [kg]
25	314	0	-9.03 - 0.73	-32.552	23.915	0.04	0.000	

Combinazione n° 7 - GEO (A2-M2-R2) H + V

n°	W [kg]	Qy [kg]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kg/cmq]	u [kg/cmq]	Tx; Ty [kg]
1	1543	291	9.17 - 0.73	71.932	35.000	0.00	0.000	
2	4051	291	0.73	62.484	35.000	0.00	0.000	
3	5749	291	0.73	55.477	35.000	0.00	0.000	
4	7059	234	0.73	49.580	35.000	0.00	0.000	
5	7688	0	0.73	44.337	35.000	0.00	0.000	
6	7924	0	0.73	39.532	35.000	0.00	0.000	
7	8022	0	0.73	35.043	35.000	0.00	0.000	
8	8004	0	0.73	30.790	35.000	0.00	0.000	
9	7886	0	0.73	26.719	35.000	0.00	0.000	
10	7527	0	0.73	22.789	29.000	0.05	0.002	
11	7688	0	0.73	18.970	29.000	0.05	0.029	
12	7521	0	0.73	15.237	29.000	0.05	0.052	
13	8386	0	0.73	11.570	29.000	0.05	0.069	
14	5568	0	0.73	7.950	29.000	0.05	0.082	
15	3317	0	0.73	4.362	29.000	0.05	0.090	
16	3364	0	0.73	0.791	29.000	0.05	0.093	
17	2893	0	0.73	-2.777	29.000	0.05	0.092	
18	2815	0	0.73	-6.355	29.000	0.05	0.086	
19	2674	0	0.73	-9.959	29.000	0.05	0.075	
20	2470	0	0.73	-13.603	29.000	0.05	0.060	
21	2198	0	0.73	-17.305	29.000	0.05	0.040	
22	1857	0	0.73	-21.083	29.000	0.05	0.015	
23	1434	0	0.73	-24.960	29.000	0.05	0.000	
24	921	0	0.73	-28.964	29.000	0.05	0.000	
25	314	0	-9.03 - 0.73	-32.552	29.000	0.05	0.000	

Combinazione n° 8 - GEO (A2-M2-R2) H - V

n°	W [kg]	Qy [kg]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kg/cmq]	u [kg/cmq]	Tx; Ty [kg]
1	1543	291	9.17 - 0.73	71.932	35.000	0.00	0.000	
2	4051	291	0.73	62.484	35.000	0.00	0.000	
3	5749	291	0.73	55.477	35.000	0.00	0.000	
4	7059	234	0.73	49.580	35.000	0.00	0.000	
5	7688	0	0.73	44.337	35.000	0.00	0.000	
6	7924	0	0.73	39.532	35.000	0.00	0.000	
7	8022	0	0.73	35.043	35.000	0.00	0.000	
8	8004	0	0.73	30.790	35.000	0.00	0.000	
9	7886	0	0.73	26.719	35.000	0.00	0.000	
10	7527	0	0.73	22.789	29.000	0.05	0.002	
11	7688	0	0.73	18.970	29.000	0.05	0.029	
12	7521	0	0.73	15.237	29.000	0.05	0.052	
13	8386	0	0.73	11.570	29.000	0.05	0.069	
14	5568	0	0.73	7.950	29.000	0.05	0.082	
15	3317	0	0.73	4.362	29.000	0.05	0.090	
16	3364	0	0.73	0.791	29.000	0.05	0.093	
17	2893	0	0.73	-2.777	29.000	0.05	0.092	
18	2815	0	0.73	-6.355	29.000	0.05	0.086	
19	2674	0	0.73	-9.959	29.000	0.05	0.075	
20	2470	0	0.73	-13.603	29.000	0.05	0.060	
21	2198	0	0.73	-17.305	29.000	0.05	0.040	
22	1857	0	0.73	-21.083	29.000	0.05	0.015	
23	1434	0	0.73	-24.960	29.000	0.05	0.000	
24	921	0	0.73	-28.964	29.000	0.05	0.000	
25	314	0	-9.03 - 0.73	-32.552	29.000	0.05	0.000	

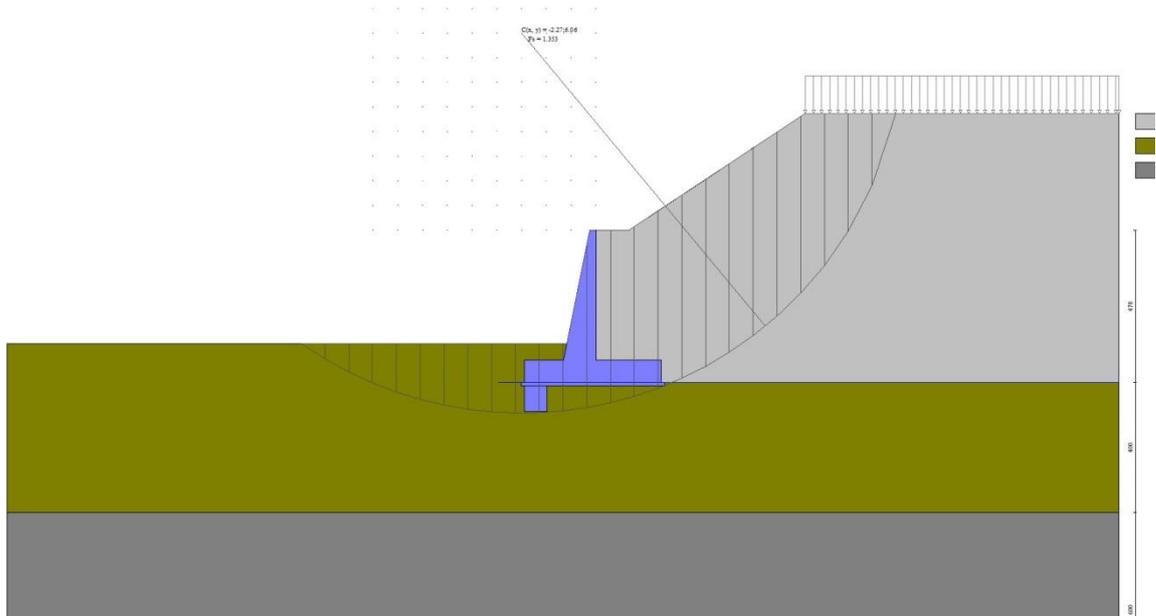


Fig. 7 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 6)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

- 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)

Paramento

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	0.00	0	0	0
2	-0.10	52	3	0
3	-0.20	110	11	0
4	-0.30	172	25	0
5	-0.40	240	45	1
6	-0.50	312	70	4
7	-0.60	390	100	9
8	-0.70	472	136	17
9	-0.80	560	178	27
10	-0.90	652	225	41
11	-1.00	750	277	59
12	-1.10	852	336	82
13	-1.20	960	399	110
14	-1.30	1072	469	143
15	-1.40	1190	544	182
16	-1.50	1312	626	228

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
17	-1.60	1439	716	281
18	-1.70	1572	819	343
19	-1.80	1709	938	414
20	-1.90	1852	1072	497
21	-2.00	1999	1224	592
22	-2.10	2152	1390	702
23	-2.20	2309	1570	828
24	-2.30	2471	1763	970
25	-2.40	2639	1969	1131
26	-2.50	2811	2187	1312
27	-2.60	2988	2416	1513
28	-2.70	3171	2655	1736
29	-2.80	3358	2904	1981
30	-2.90	3551	3163	2250
31	-3.00	3748	3431	2543
32	-3.10	3950	3708	2861
33	-3.20	4158	3993	3206
34	-3.30	4370	4288	3577
35	-3.40	4587	4591	3976
36	-3.50	4810	4902	4404
37	-3.60	5037	5221	4861
38	-3.70	5269	5549	5348
39	-3.80	5507	5885	5865
40	-3.90	5749	6229	6415
41	-4.00	5996	6581	6997

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	0.00	0	0	0
2	-0.10	52	3	0
3	-0.20	110	11	0
4	-0.30	172	25	0
5	-0.40	240	45	1
6	-0.50	312	70	4
7	-0.60	390	100	9
8	-0.70	472	136	17
9	-0.80	560	178	27
10	-0.90	652	225	41
11	-1.00	750	277	59
12	-1.10	852	336	82
13	-1.20	960	399	110
14	-1.30	1072	469	143
15	-1.40	1190	544	182
16	-1.50	1312	626	228
17	-1.60	1439	716	281
18	-1.70	1572	819	343
19	-1.80	1709	938	414
20	-1.90	1852	1073	497
21	-2.00	1999	1227	592
22	-2.10	2152	1398	703
23	-2.20	2309	1587	830
24	-2.30	2471	1791	974
25	-2.40	2639	2010	1139
26	-2.50	2811	2242	1324
27	-2.60	2988	2485	1531
28	-2.70	3171	2738	1762
29	-2.80	3358	3002	2016
30	-2.90	3551	3276	2295
31	-3.00	3748	3560	2601
32	-3.10	3950	3855	2933
33	-3.20	4158	4158	3293
34	-3.30	4370	4472	3682
35	-3.40	4587	4795	4100
36	-3.50	4810	5127	4549
37	-3.60	5037	5468	5030
38	-3.70	5269	5818	5543
39	-3.80	5507	6177	6088

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
40	-3.90	5749	6545	6668
41	-4.00	5996	6921	7283

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	0.00	0	0	0
2	-0.10	52	104	5
3	-0.20	110	214	20
4	-0.30	172	328	46
5	-0.40	240	447	82
6	-0.50	312	571	130
7	-0.60	390	700	190
8	-0.70	472	834	263
9	-0.80	560	972	348
10	-0.90	652	1116	446
11	-1.00	750	1264	558
12	-1.10	852	1418	684
13	-1.20	960	1576	825
14	-1.30	1072	1739	980
15	-1.40	1190	1907	1151
16	-1.50	1312	2081	1338
17	-1.60	1439	2263	1541
18	-1.70	1572	2454	1762
19	-1.80	1709	2658	2001
20	-1.90	1852	2876	2260
21	-2.00	1999	3106	2540
22	-2.10	2152	3349	2842
23	-2.20	2309	3603	3167
24	-2.30	2471	3868	3517
25	-2.40	2639	4144	3892
26	-2.50	2811	4430	4293
27	-2.60	2988	4725	4722
28	-2.70	3171	5030	5179
29	-2.80	3358	5343	5665
30	-2.90	3551	5664	6180
31	-3.00	3748	5993	6727
32	-3.10	3950	6329	7304
33	-3.20	4158	6673	7914
34	-3.30	4370	7025	8556
35	-3.40	4587	7383	9232
36	-3.50	4810	7749	9941
37	-3.60	5037	8123	10686
38	-3.70	5269	8503	11465
39	-3.80	5507	8890	12281
40	-3.90	5749	9284	13134
41	-4.00	5996	9685	14023

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	0.00	0	0	0
2	-0.10	52	91	4
3	-0.20	110	186	17
4	-0.30	172	287	39
5	-0.40	240	392	71
6	-0.50	312	502	113
7	-0.60	390	617	166
8	-0.70	472	737	229
9	-0.80	560	862	304
10	-0.90	652	992	390
11	-1.00	750	1127	489
12	-1.10	852	1266	601
13	-1.20	960	1411	726
14	-1.30	1072	1560	864

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
15	-1.40	1190	1714	1016
16	-1.50	1312	1875	1183
17	-1.60	1439	2042	1365
18	-1.70	1572	2220	1563
19	-1.80	1709	2411	1778
20	-1.90	1852	2614	2012
21	-2.00	1999	2831	2265
22	-2.10	2152	3060	2538
23	-2.20	2309	3301	2834
24	-2.30	2471	3552	3153
25	-2.40	2639	3814	3495
26	-2.50	2811	4086	3863
27	-2.60	2988	4368	4257
28	-2.70	3171	4659	4677
29	-2.80	3358	4958	5125
30	-2.90	3551	5265	5602
31	-3.00	3748	5580	6108
32	-3.10	3950	5902	6643
33	-3.20	4158	6233	7209
34	-3.30	4370	6570	7807
35	-3.40	4587	6915	8436
36	-3.50	4810	7268	9098
37	-3.60	5037	7627	9794
38	-3.70	5269	7994	10523
39	-3.80	5507	8367	11288
40	-3.90	5749	8748	12087
41	-4.00	5996	9135	12922

Combinazione n° 13 - SLER

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	0.00	0	0	0
2	-0.10	52	2	0
3	-0.20	110	9	0
4	-0.30	172	19	-1
5	-0.40	240	34	0
6	-0.50	312	54	2
7	-0.60	390	77	5
8	-0.70	472	105	9
9	-0.80	560	137	16
10	-0.90	652	173	26
11	-1.00	750	213	38
12	-1.10	852	258	53
13	-1.20	960	307	73
14	-1.30	1072	361	96
15	-1.40	1190	418	123
16	-1.50	1312	481	156
17	-1.60	1439	551	194
18	-1.70	1572	630	238
19	-1.80	1709	721	289
20	-1.90	1852	825	348
21	-2.00	1999	943	417
22	-2.10	2152	1074	497
23	-2.20	2309	1219	590
24	-2.30	2471	1376	695
25	-2.40	2639	1544	816
26	-2.50	2811	1722	952
27	-2.60	2988	1908	1104
28	-2.70	3171	2103	1274
29	-2.80	3358	2305	1462
30	-2.90	3551	2516	1668
31	-3.00	3748	2734	1894
32	-3.10	3950	2959	2140
33	-3.20	4158	3192	2407
34	-3.30	4370	3433	2696
35	-3.40	4587	3681	3007
36	-3.50	4810	3935	3340
37	-3.60	5037	4197	3698

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
38	-3.70	5269	4466	4079
39	-3.80	5507	4741	4486
40	-3.90	5749	5023	4918
41	-4.00	5996	5313	5376

Combinazione n° 14 - SLEF

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	0.00	0	0	0
2	-0.10	52	2	0
3	-0.20	110	9	0
4	-0.30	172	19	-1
5	-0.40	240	34	0
6	-0.50	312	54	2
7	-0.60	390	77	5
8	-0.70	472	105	9
9	-0.80	560	137	16
10	-0.90	652	173	26
11	-1.00	750	213	38
12	-1.10	852	258	53
13	-1.20	960	307	73
14	-1.30	1072	361	96
15	-1.40	1190	418	123
16	-1.50	1312	481	156
17	-1.60	1439	551	194
18	-1.70	1572	630	238
19	-1.80	1709	721	289
20	-1.90	1852	825	348
21	-2.00	1999	943	417
22	-2.10	2152	1074	497
23	-2.20	2309	1219	590
24	-2.30	2471	1376	695
25	-2.40	2639	1544	816
26	-2.50	2811	1722	952
27	-2.60	2988	1908	1104
28	-2.70	3171	2103	1274
29	-2.80	3358	2305	1462
30	-2.90	3551	2516	1668
31	-3.00	3748	2734	1894
32	-3.10	3950	2959	2140
33	-3.20	4158	3192	2407
34	-3.30	4370	3433	2696
35	-3.40	4587	3681	3007
36	-3.50	4810	3935	3340
37	-3.60	5037	4197	3698
38	-3.70	5269	4466	4079
39	-3.80	5507	4741	4486
40	-3.90	5749	5023	4918
41	-4.00	5996	5313	5376

Combinazione n° 15 - SLEQ

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	0.00	0	0	0
2	-0.10	52	2	0
3	-0.20	110	9	0
4	-0.30	172	19	-1
5	-0.40	240	34	0
6	-0.50	312	54	2
7	-0.60	390	77	5
8	-0.70	472	105	9
9	-0.80	560	137	16
10	-0.90	652	173	26
11	-1.00	750	213	38
12	-1.10	852	258	53

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
13	-1.20	960	307	73
14	-1.30	1072	361	96
15	-1.40	1190	418	123
16	-1.50	1312	481	156
17	-1.60	1439	551	194
18	-1.70	1572	630	238
19	-1.80	1709	721	289
20	-1.90	1852	825	348
21	-2.00	1999	943	417
22	-2.10	2152	1074	497
23	-2.20	2309	1219	590
24	-2.30	2471	1376	695
25	-2.40	2639	1544	816
26	-2.50	2811	1722	952
27	-2.60	2988	1908	1104
28	-2.70	3171	2103	1274
29	-2.80	3358	2305	1462
30	-2.90	3551	2516	1668
31	-3.00	3748	2734	1894
32	-3.10	3950	2959	2140
33	-3.20	4158	3192	2407
34	-3.30	4370	3433	2696
35	-3.40	4587	3681	3007
36	-3.50	4810	3935	3340
37	-3.60	5037	4197	3698
38	-3.70	5269	4466	4079
39	-3.80	5507	4741	4486
40	-3.90	5749	5023	4918
41	-4.00	5996	5313	5376

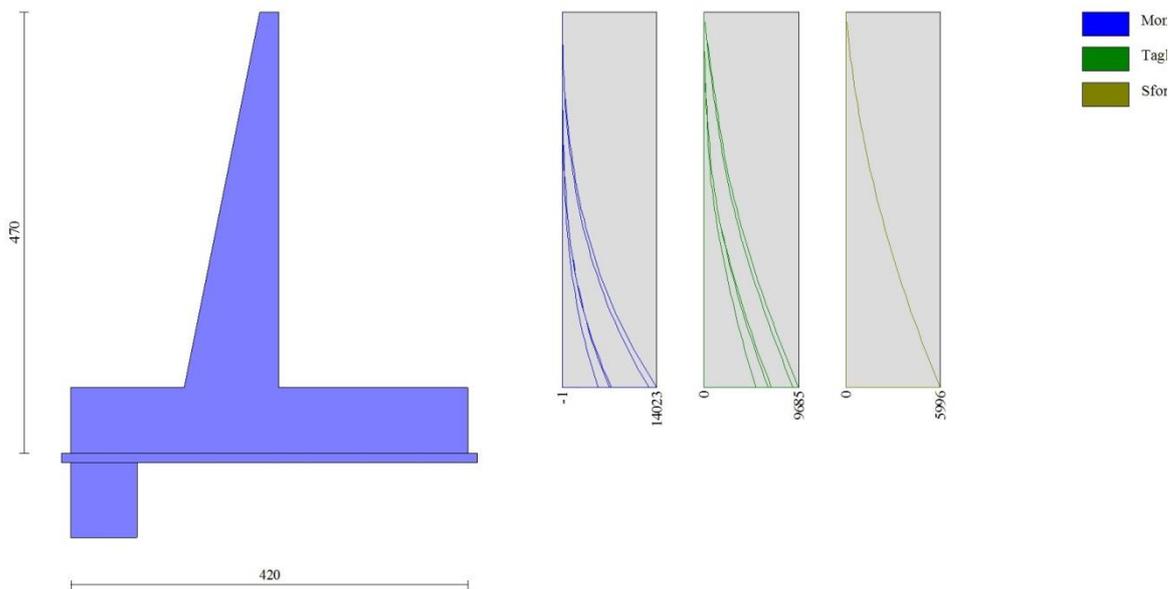


Fig. 8 - Paramento (Inviluppo)

Fondazione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	-2.20	0	0	0
2	-2.10	0	527	26
3	-2.00	0	1053	105
4	-1.90	0	1579	237
5	-1.80	0	2104	421
6	-1.70	0	2628	658
7	-1.60	0	3152	947
8	-1.50	0	3676	1288
9	-1.40	0	4424	1693
10	-1.30	0	5171	2173
11	-1.20	0	5918	2727
12	-1.10	0	6664	3356
13	-1.00	0	7410	4060
14	0.00	0	-5903	-6490
15	0.10	0	-5655	-5912
16	0.20	0	-5406	-5359
17	0.30	0	-5156	-4831
18	0.40	0	-4906	-4328
19	0.50	0	-4655	-3850
20	0.60	0	-4403	-3397
21	0.70	0	-4151	-2969
22	0.80	0	-3899	-2567
23	0.90	0	-3645	-2190
24	1.00	0	-3392	-1838
25	1.10	0	-3129	-1512
26	1.20	0	-2850	-1213
27	1.30	0	-2553	-942
28	1.40	0	-2239	-702
29	1.50	0	-1909	-495
30	1.60	0	-1561	-321
31	1.70	0	-1196	-183
32	1.80	0	-815	-83
33	1.90	0	-416	-21
34	2.00	0	0	0

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	-2.20	0	0	0
2	-2.10	0	586	29
3	-2.00	0	1168	117
4	-1.90	0	1748	263
5	-1.80	0	2326	467
6	-1.70	0	2900	728
7	-1.60	0	3472	1047
8	-1.50	0	4042	1422
9	-1.40	0	4833	1866
10	-1.30	0	5622	2389
11	-1.20	0	6408	2990
12	-1.10	0	7191	3670
13	-1.00	0	7972	4428
14	0.00	0	-6085	-6815
15	0.10	0	-5848	-6219
16	0.20	0	-5608	-5646
17	0.30	0	-5365	-5097
18	0.40	0	-5120	-4573
19	0.50	0	-4872	-4073
20	0.60	0	-4621	-3599
21	0.70	0	-4367	-3149
22	0.80	0	-4111	-2725
23	0.90	0	-3852	-2327
24	1.00	0	-3590	-1955
25	1.10	0	-3317	-1609
26	1.20	0	-3026	-1292
27	1.30	0	-2715	-1005

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
28	1.40	0	-2384	-750
29	1.50	0	-2035	-529
30	1.60	0	-1666	-343
31	1.70	0	-1278	-196
32	1.80	0	-872	-88
33	1.90	0	-445	-22
34	2.00	0	0	0

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	-2.20	0	0	0
2	-2.10	0	1068	54
3	-2.00	0	2113	213
4	-1.90	0	3134	475
5	-1.80	0	4131	839
6	-1.70	0	5105	1301
7	-1.60	0	6056	1859
8	-1.50	0	6983	2511
9	-1.40	0	8111	3266
10	-1.30	0	9216	4133
11	-1.20	0	10298	5108
12	-1.10	0	11355	6191
13	-1.00	0	12390	7379
14	0.00	0	-4781	-6771
15	0.10	0	-4797	-6292
16	0.20	0	-4790	-5812
17	0.30	0	-4759	-5335
18	0.40	0	-4704	-4861
19	0.50	0	-4626	-4395
20	0.60	0	-4524	-3937
21	0.70	0	-4399	-3491
22	0.80	0	-4251	-3058
23	0.90	0	-4079	-2641
24	1.00	0	-3883	-2243
25	1.10	0	-3657	-1866
26	1.20	0	-3396	-1513
27	1.30	0	-3098	-1188
28	1.40	0	-2764	-894
29	1.50	0	-2394	-636
30	1.60	0	-1987	-417
31	1.70	0	-1545	-240
32	1.80	0	-1066	-109
33	1.90	0	-551	-28
34	2.00	0	0	0

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	-2.20	0	0	0
2	-2.10	0	944	47
3	-2.00	0	1865	188
4	-1.90	0	2764	420
5	-1.80	0	3640	740
6	-1.70	0	4493	1147
7	-1.60	0	5324	1638
8	-1.50	0	6132	2211
9	-1.40	0	7143	2875
10	-1.30	0	8131	3639
11	-1.20	0	9096	4500
12	-1.10	0	10038	5457
13	-1.00	0	10958	6507
14	0.00	0	-6707	-8638
15	0.10	0	-6619	-7972
16	0.20	0	-6507	-7315

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
17	0.30	0	-6373	-6671
18	0.40	0	-6217	-6041
19	0.50	0	-6037	-5428
20	0.60	0	-5836	-4835
21	0.70	0	-5611	-4262
22	0.80	0	-5364	-3713
23	0.90	0	-5094	-3190
24	1.00	0	-4802	-2695
25	1.10	0	-4480	-2231
26	1.20	0	-4124	-1800
27	1.30	0	-3732	-1407
28	1.40	0	-3305	-1055
29	1.50	0	-2842	-747
30	1.60	0	-2344	-488
31	1.70	0	-1811	-280
32	1.80	0	-1243	-127
33	1.90	0	-639	-32
34	2.00	0	0	0

Combinazione n° 13 - SLER

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	-2.20	0	0	0
2	-2.10	0	429	21
3	-2.00	0	861	86
4	-1.90	0	1297	194
5	-1.80	0	1735	345
6	-1.70	0	2177	541
7	-1.60	0	2622	781
8	-1.50	0	3070	1066
9	-1.40	0	3746	1406
10	-1.30	0	4425	1815
11	-1.20	0	5108	2291
12	-1.10	0	5793	2836
13	-1.00	0	6482	3450
14	0.00	0	-776	-989
15	0.10	0	-739	-913
16	0.20	0	-705	-841
17	0.30	0	-674	-772
18	0.40	0	-647	-706
19	0.50	0	-622	-643
20	0.60	0	-601	-581
21	0.70	0	-583	-522
22	0.80	0	-568	-465
23	0.90	0	-556	-408
24	1.00	0	-548	-353
25	1.10	0	-536	-299
26	1.20	0	-514	-246
27	1.30	0	-483	-196
28	1.40	0	-443	-150
29	1.50	0	-393	-108
30	1.60	0	-333	-72
31	1.70	0	-264	-42
32	1.80	0	-186	-19
33	1.90	0	-98	-5
34	2.00	0	0	0

Combinazione n° 14 - SLEF

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	-2.20	0	0	0
2	-2.10	0	429	21
3	-2.00	0	861	86
4	-1.90	0	1297	194
5	-1.80	0	1735	345

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
6	-1.70	0	2177	541
7	-1.60	0	2622	781
8	-1.50	0	3070	1066
9	-1.40	0	3746	1406
10	-1.30	0	4425	1815
11	-1.20	0	5108	2291
12	-1.10	0	5793	2836
13	-1.00	0	6482	3450
14	0.00	0	-776	-989
15	0.10	0	-739	-913
16	0.20	0	-705	-841
17	0.30	0	-674	-772
18	0.40	0	-647	-706
19	0.50	0	-622	-643
20	0.60	0	-601	-581
21	0.70	0	-583	-522
22	0.80	0	-568	-465
23	0.90	0	-556	-408
24	1.00	0	-548	-353
25	1.10	0	-536	-299
26	1.20	0	-514	-246
27	1.30	0	-483	-196
28	1.40	0	-443	-150
29	1.50	0	-393	-108
30	1.60	0	-333	-72
31	1.70	0	-264	-42
32	1.80	0	-186	-19
33	1.90	0	-98	-5
34	2.00	0	0	0

Combinazione n° 15 - SLEQ

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	-2.20	0	0	0
2	-2.10	0	429	21
3	-2.00	0	861	86
4	-1.90	0	1297	194
5	-1.80	0	1735	345
6	-1.70	0	2177	541
7	-1.60	0	2622	781
8	-1.50	0	3070	1066
9	-1.40	0	3746	1406
10	-1.30	0	4425	1815
11	-1.20	0	5108	2291
12	-1.10	0	5793	2836
13	-1.00	0	6482	3450
14	0.00	0	-776	-989
15	0.10	0	-739	-913
16	0.20	0	-705	-841
17	0.30	0	-674	-772
18	0.40	0	-647	-706
19	0.50	0	-622	-643
20	0.60	0	-601	-581
21	0.70	0	-583	-522
22	0.80	0	-568	-465
23	0.90	0	-556	-408
24	1.00	0	-548	-353
25	1.10	0	-536	-299
26	1.20	0	-514	-246
27	1.30	0	-483	-196
28	1.40	0	-443	-150
29	1.50	0	-393	-108
30	1.60	0	-333	-72
31	1.70	0	-264	-42
32	1.80	0	-186	-19
33	1.90	0	-98	-5
34	2.00	0	0	0

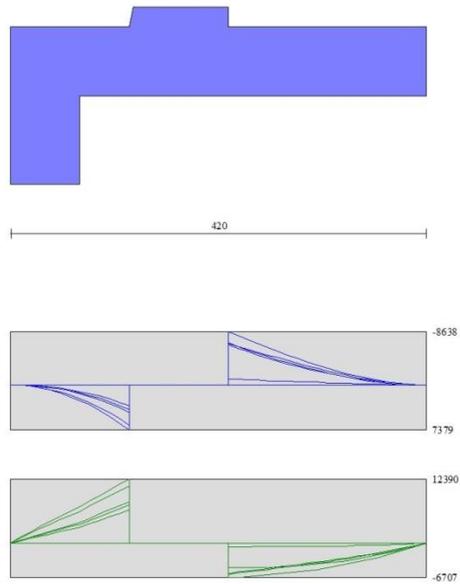


Fig. 9 - Fondazione (Inviluppo)

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]
3	Spinta statica	11734	23.33	10774	4647	2.00	-2.77
	Incremento di spinta sismica		5833	5356	2310	2.00	-2.02
	Peso/Inerzia muro			1893	14920/946	-0.38	-3.67
	Peso/Inerzia rivestimento			222	1750	0.00	0.00
	Peso/Inerzia terrapieno			2009	15833/1004	1.03	-1.91
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0	0.00	0.00
	Resistenza passiva sperone			-878			

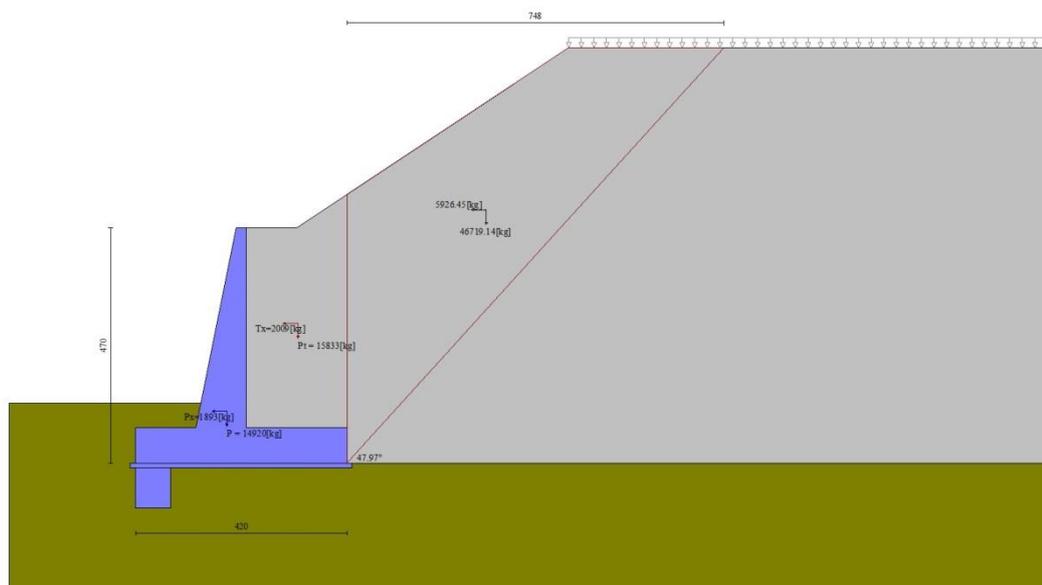


Fig. 12 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 3)

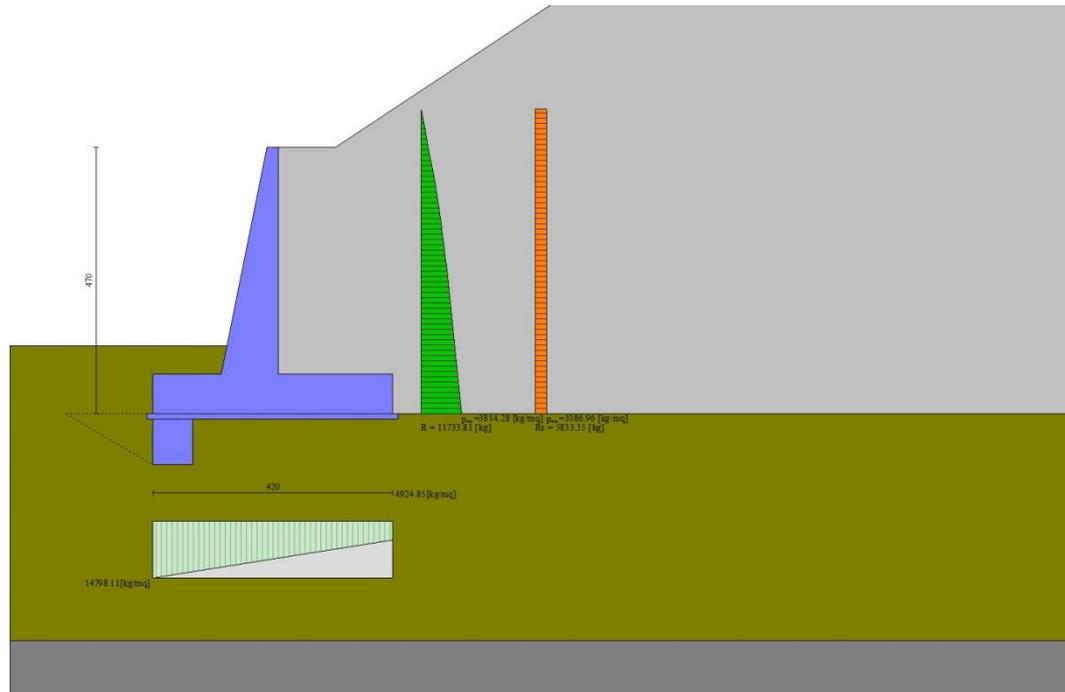


Fig. 13 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 3)

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)		1.690		3.812			
2 - STR (A1-M1-R3)		1.554		3.467			
3 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.229		2.303			
4 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.181		2.440			
5 - GEO (A2-M2-R2)					1.436		
6 - GEO (A2-M2-R2)					1.353		
7 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.413		
8 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.383		
9 - EQU (A1-M1-R3)			4.022				
10 - EQU (A1-M1-R3)			3.750				
11 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		2.201				
12 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		1.918				

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 [kg]	Rpt [kg]	Rps [kg]	Rp [kg]	Rt [kg]	R [kg]	T [kg]	FS
4 - STR (A1-M1-R3) H - V	21536	0	878	--	--	22414	18976	1.181

Dettagli verifica a scorrimento

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Ncss	Carico sul cuneo di spinta passiva, espresso in [kg]
ϕ_{Rp}	Angolo di rottura passivo, espresso in [°]
Nrpp	Carico residuo sul piano di posa, espresso in [kg]
Lr	Lunghezza base residua, espresso in [m]

n°	Ncss [kg]	ϕ_{Rp}	Nrpp [kg]	Lr [m]
4	0	30.500	36959	4.20

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 portanza di progetto e carico agente al piano di posa)

n°	N [kg]	Qu [kg]	Qd [kg]	FS
3 - STR (A1-M1-R3) H + V	41411	95381	79484	2.303

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
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 _γ N _γ , 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/cm ^q]

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	r _γ	D	B' H	γ	φ	c
									[m]	[m]	[kg/mc]	[°]	[kg/cm ^q]
3	27.860 16.443 13.237	0.505 0.505 0.010	1.097 1.049 1.049	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	0.919	1.20	4.20 3.56	850	29.00	0.05

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]	
12 - EQU (A1-M1-R3) H - V	113858	59372	1.918

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]	
6 - GEO (A2-M2-R2)	-2.27; 6.06	11.70	1.353

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]

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 [kg]	Qy [kg]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cmq]	u [kg/cmq]	Tx; Ty [kg]
1	1543	1674	9.17 - 0.73	71.932	29.256	0.00	0.000	
2	4051	1674	0.73	62.484	29.256	0.00	0.000	
3	5749	1674	0.73	55.477	29.256	0.00	0.000	
4	7059	1348	0.73	49.580	29.256	0.00	0.000	
5	7688	0	0.73	44.337	29.256	0.00	0.000	
6	7924	0	0.73	39.532	29.256	0.00	0.000	
7	8022	0	0.73	35.043	29.256	0.00	0.000	
8	8004	0	0.73	30.790	29.256	0.00	0.000	
9	7886	0	0.73	26.719	29.256	0.00	0.000	
10	7527	0	0.73	22.789	23.915	0.04	0.002	
11	7688	0	0.73	18.970	23.915	0.04	0.029	
12	7521	0	0.73	15.237	23.915	0.04	0.052	
13	8386	0	0.73	11.570	23.915	0.04	0.069	
14	5568	0	0.73	7.950	23.915	0.04	0.082	
15	3317	0	0.73	4.362	23.915	0.04	0.090	
16	3364	0	0.73	0.791	23.915	0.04	0.093	
17	2893	0	0.73	-2.777	23.915	0.04	0.092	
18	2815	0	0.73	-6.355	23.915	0.04	0.086	
19	2674	0	0.73	-9.959	23.915	0.04	0.075	
20	2470	0	0.73	-13.603	23.915	0.04	0.060	
21	2198	0	0.73	-17.305	23.915	0.04	0.040	
22	1857	0	0.73	-21.083	23.915	0.04	0.015	
23	1434	0	0.73	-24.960	23.915	0.04	0.000	
24	921	0	0.73	-28.964	23.915	0.04	0.000	
25	314	0	-9.03 - 0.73	-32.552	23.915	0.04	0.000	

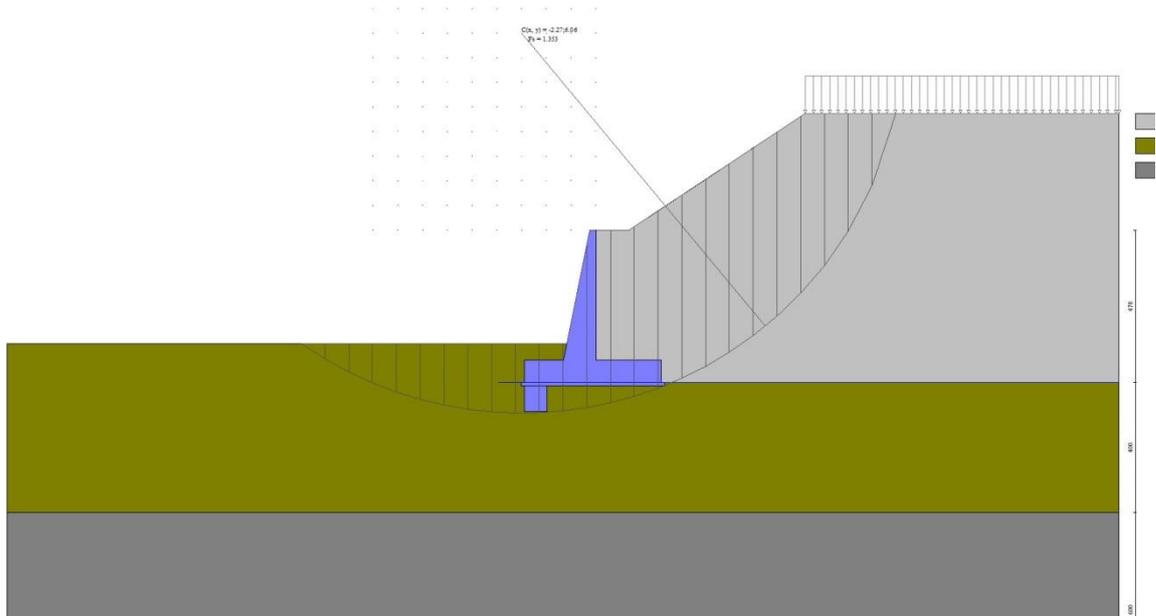


Fig. 14 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 6)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

- 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)

Paramento

n°	X [m]	N _{min} [kg]	N _{max} [kg]	T _{min} [kg]	T _{max} [kg]	M _{min} [kgm]	M _{max} [kgm]
1	0.00	0	0	0	0	0	0
2	-0.10	52	52	2	104	0	5
3	-0.20	110	110	9	214	0	20
4	-0.30	172	172	19	328	-1	46
5	-0.40	240	240	34	447	0	82
6	-0.50	312	312	54	571	2	130
7	-0.60	390	390	77	700	5	190
8	-0.70	472	472	105	834	9	263
9	-0.80	560	560	137	972	16	348
10	-0.90	652	652	173	1116	26	446
11	-1.00	750	750	213	1264	38	558
12	-1.10	852	852	258	1418	53	684
13	-1.20	960	960	307	1576	73	825
14	-1.30	1072	1072	361	1739	96	980
15	-1.40	1190	1190	418	1907	123	1151
16	-1.50	1312	1312	481	2081	156	1338
17	-1.60	1439	1439	551	2263	194	1541
18	-1.70	1572	1572	630	2454	238	1762
19	-1.80	1709	1709	721	2658	289	2001
20	-1.90	1852	1852	825	2876	348	2260

n°	X [m]	N _{min} [kg]	N _{max} [kg]	T _{min} [kg]	T _{max} [kg]	M _{min} [kgm]	M _{max} [kgm]
21	-2.00	1999	1999	943	3106	417	2540
22	-2.10	2152	2152	1074	3349	497	2842
23	-2.20	2309	2309	1219	3603	590	3167
24	-2.30	2471	2471	1376	3868	695	3517
25	-2.40	2639	2639	1544	4144	816	3892
26	-2.50	2811	2811	1722	4430	952	4293
27	-2.60	2988	2988	1908	4725	1104	4722
28	-2.70	3171	3171	2103	5030	1274	5179
29	-2.80	3358	3358	2305	5343	1462	5665
30	-2.90	3551	3551	2516	5664	1668	6180
31	-3.00	3748	3748	2734	5993	1894	6727
32	-3.10	3950	3950	2959	6329	2140	7304
33	-3.20	4158	4158	3192	6673	2407	7914
34	-3.30	4370	4370	3433	7025	2696	8556
35	-3.40	4587	4587	3681	7383	3007	9232
36	-3.50	4810	4810	3935	7749	3340	9941
37	-3.60	5037	5037	4197	8123	3698	10686
38	-3.70	5269	5269	4466	8503	4079	11465
39	-3.80	5507	5507	4741	8890	4486	12281
40	-3.90	5749	5749	5023	9284	4918	13134
41	-4.00	5996	5996	5313	9685	5376	14023

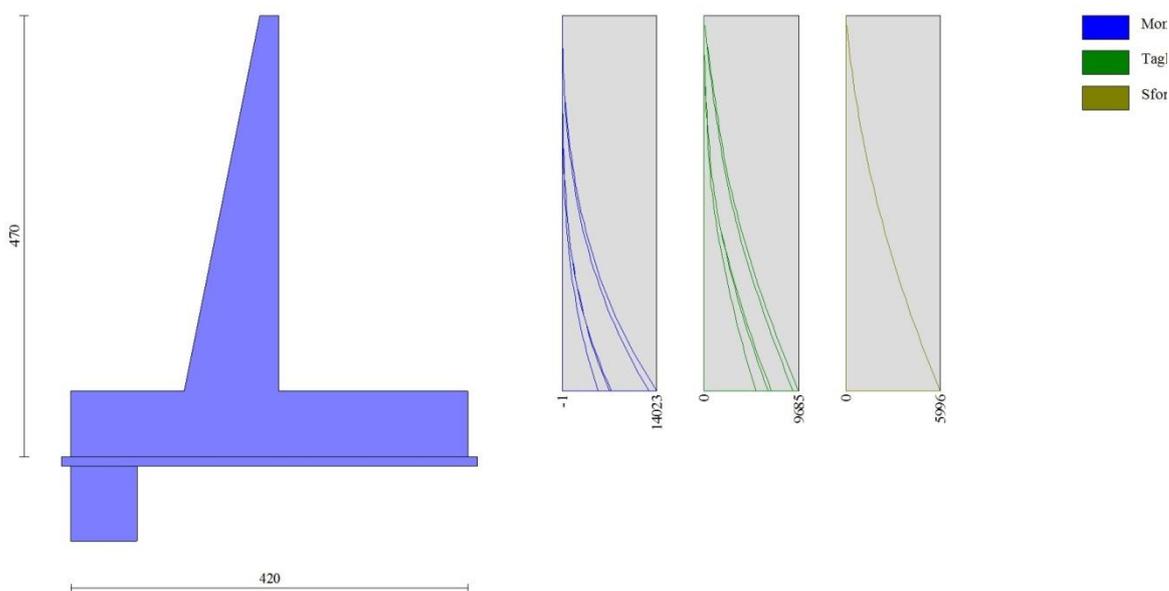


Fig. 15 - Paramento

Fondazione

n°	X [m]	N _{min} [kg]	N _{max} [kg]	T _{min} [kg]	T _{max} [kg]	M _{min} [kgm]	M _{max} [kgm]
1	-2.20	0	0	0	0	0	0
2	-2.10	0	0	429	1068	21	54
3	-2.00	0	0	861	2113	86	213
4	-1.90	0	0	1297	3134	194	475
5	-1.80	0	0	1735	4131	345	839
6	-1.70	0	0	2177	5105	541	1301
7	-1.60	0	0	2622	6056	781	1859

n°	X [m]	N _{min} [kg]	N _{max} [kg]	T _{min} [kg]	T _{max} [kg]	M _{min} [kgm]	M _{max} [kgm]
8	-1.50	0	0	3070	6983	1066	2511
9	-1.40	0	0	3746	8111	1406	3266
10	-1.30	0	0	4425	9216	1815	4133
11	-1.20	0	0	5108	10298	2291	5108
12	-1.10	0	0	5793	11355	2836	6191
13	-1.00	0	0	6482	12390	3450	7379
14	0.00	0	0	-6707	-776	-8638	-989
15	0.10	0	0	-6619	-739	-7972	-913
16	0.20	0	0	-6507	-705	-7315	-841
17	0.30	0	0	-6373	-674	-6671	-772
18	0.40	0	0	-6217	-647	-6041	-706
19	0.50	0	0	-6037	-622	-5428	-643
20	0.60	0	0	-5836	-601	-4835	-581
21	0.70	0	0	-5611	-583	-4262	-522
22	0.80	0	0	-5364	-568	-3713	-465
23	0.90	0	0	-5094	-556	-3190	-408
24	1.00	0	0	-4802	-548	-2695	-353
25	1.10	0	0	-4480	-536	-2231	-299
26	1.20	0	0	-4124	-514	-1800	-246
27	1.30	0	0	-3732	-483	-1407	-196
28	1.40	0	0	-3305	-443	-1055	-150
29	1.50	0	0	-2842	-393	-747	-108
30	1.60	0	0	-2344	-333	-488	-72
31	1.70	0	0	-1811	-264	-280	-42
32	1.80	0	0	-1243	-186	-127	-19
33	1.90	0	0	-639	-98	-32	-5
34	2.00	0	0	0	0	0	0

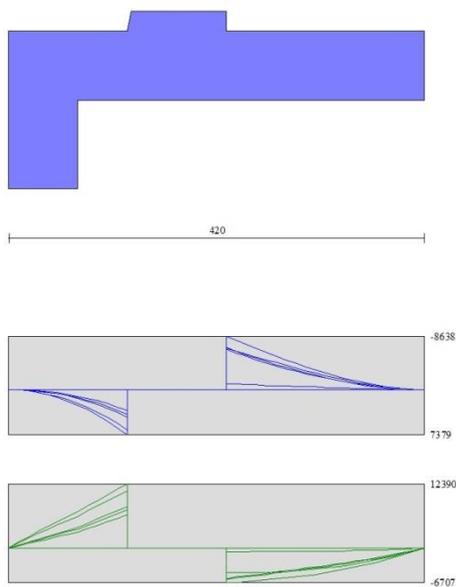


Fig. 16 - Fondazione

8.6. RISULTATI DELL'ANALISI E VERIFICHE – MURO TIPO 1*

Dati

Materiali

Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
<u>Calcestruzzo armato</u>	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
γ	Peso specifico, espresso in [kg/mc]
R_{ck}	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kg/cm ²]
E	Modulo elastico, espresso in [kg/cm ²]
ν	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls tesoro/compresso

Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	γ	R_{ck}	E	ν	n	ntc
				[kg/mc]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]			
1	C25/30 fondazione	C25/30	B450C	2500.00	305.91	320666	0.30	15.00	0.50
4	C25/30 elevazioni	C25/30	B450C	2500.00	305.91	320666	0.30	15.00	0.50

Acciai

Descr	f_{yk}	f_{uk}
	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]
B450C	4588.00	5506.00

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	1.00	0.00	0.000
3	6.40	3.60	33.690
4	16.00	3.60	0.000

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

Falda

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 [m]	Y [m]	A [°]
1	-3.00	-4.70	0.000
2	16.00	-4.70	0.000

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Paramento

Materiale	C25/30 elevazioni	
Altezza paramento	4.00	[m]
Altezza paramento libero	3.50	[m]
Spessore in sommità	0.20	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	1.00	[m]
Inclinazione paramento esterno	11.30	[°]
Inclinazione paramento interno	0.00	[°]
Spessore rivestimento	0.20	[m]
Peso sp. rivestimento	2500.00	[kg/mc]

Fondazione

Materiale	C25/30 fondazione	
Lunghezza mensola di valle	1.20	[m]
Lunghezza mensola di monte	2.80	[m]
Lunghezza totale	5.00	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	0.70	[m]
Spessore magrone	0.10	[m]

Sperone

Posizione	Valle	
Distanza dal tacco della fondazione	4.30	[m]
Altezza	1.20	[m]
Spessore	0.70	[m]

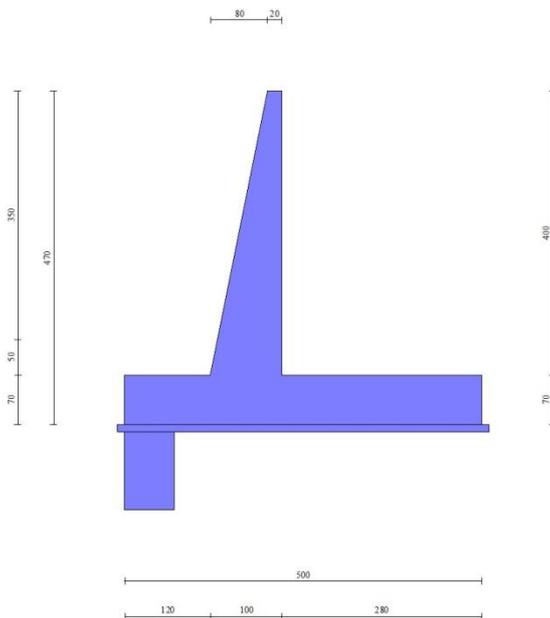


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

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/cm ²]
c_a	Adesione terra-muro espressa in [kg/cm ²]
Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
τ_l	Tensione tangenziale limite, espressa in [kg/cm ²]

n°	Descr	γ [kg/mc]	γ_{sat} [kg/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kg/cm ²]	c_a [kg/cm ²]	Cesp	τ_l [kg/cm ²]
1	RILEVATO	1900.00	1900.00	35.000	23.330	0.00	0.00		
2	Ug1 - LIMI ARGILLOSI-SABBIOSI	1850.00	1850.00	29.000	29.000	0.05	0.03		
3	Ug2 - LIMO SABBIOSO E SABBIA	1900.00	2000.00	31.000	31.000	0.00	0.00		

Stratigrafia

Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
α	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
Kwn, Kwt	Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm ² /cm

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 [m]	α [°]	Terreno	Kwn [Kg/cm ²]	Kwt [Kg/cm ²]	Kw [Kg/cm ²]	Ks	Cesp	Kst _{sta}	Kst _{sis}
1	4.70	0.000	RILEVATO	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
2	4.00	0.000	Ug1 - LIMI ARGILLOSI-SABBIOSI	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	6.00	0.000	Ug2 - LIMO SABBIOSO E SABBIA	0.000	0.000	7.000	0.750	1.000	0.000	0.000

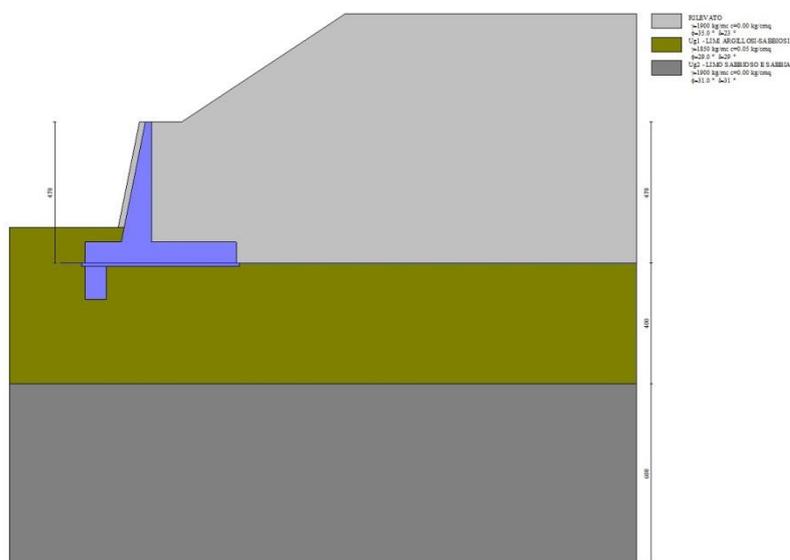


Fig. 2 - Stratigrafia

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 (CARICO STRADALE) - VARIABILE TF

Coeff. di combinazione $\Psi_0=1.00$ - $\Psi_1=1.00$ - $\Psi_2=1.00$

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X	F _x	F _y	M	X _i	X _f	Q _i	Q _f
		[m]	[kg]	[kg]	[kgm]	[m]	[m]	[kg]	[kg]
1	Distribuito					6.40	16.00	2000.00	2000.00

Condizione n° 2 (CARICO DA ORECCHIA) - PERMANENTE NS

Carichi sul muro

n°	Tipo	Dest	X; Y	F _x	F _y	M	X _i	X _f	Q _i	Q _f
			[m]	[kg]	[kg]	[kgm]	[m]	[m]	[kg]	[kg]
1	Distribuito	Paramento					-4.00	0.00	1592.00	0.00

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			
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1, fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1, sfav}$	1.00	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2, fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{O, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{O, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{OT, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{OT, sfav}$	1.00	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	γ_c	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	γ_r	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
Ribaltamento	--	--	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):

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

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

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

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

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

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

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

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

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

I valori dei coeff. $\Psi_{0,j}$, $\Psi_{1,j}$, $\Psi_{2,j}$ sono definiti nelle singole condizioni variabili. Per 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
CARICO DA ORECCHIA	1.50	--	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
CARICO DA ORECCHIA	1.50	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO DA ORECCHIA	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO DA ORECCHIA	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO DA ORECCHIA	1.30	--	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO DA ORECCHIA	1.30	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.15	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO DA ORECCHIA	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO DA ORECCHIA	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
CARICO DA ORECCHIA	1.50	--	Sfavorevole

Combinazione n° 10 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
CARICO DA ORECCHIA	1.50	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - EQU (A1-M1-R3) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO DA ORECCHIA	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 12 - EQU (A1-M1-R3) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO DA ORECCHIA	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 13 - SLER

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO DA ORECCHIA	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 14 - SLEF

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO DA ORECCHIA	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 15 - SLEQ

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO DA ORECCHIA	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.00	1.00	Sfavorevole

Dati sismici

	Simbolo	U.M.		SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_a	[m/s ²]		2.440	0.000
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]		0.249	0.000
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0			2.398	0.000
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*			0.295	0.000
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		C	1.342	1.500
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000	

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh	kv
Ultimo	0.380	12.685	6.343
Ultimo - Ribaltamento	1.000	19.028	9.514
Esercizio	0.470	0.000	0.000

Forma diagramma incremento sismico **Rettangolare**

Opzioni di calcolo

Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta attiva
Terreno a bassa permeabilità	NO
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	Bowles
Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento)	Nessuna
Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite ($0.5B\gamma N_v$)	Larghezza effettiva (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	Bishop
---	--------

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

Spostamenti

Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti

Cedimenti

Non è stato richiesto il calcolo dei cedimenti

Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite Ultimo (SLU)

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

Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite di Esercizio (SLE)

Paramento e fondazione muro

Condizioni ambientali Ordinarie

Armatura ad aderenza migliorata SI

Verifica a fessurazione

Sensibilità armatura Poco sensibile

Metodo di calcolo aperture delle fessure Circ. Min. 252 (15/10/96) - NTC 2008 I Formulazione

Valori limite aperture delle fessure:

$$w_1=0.20$$

$$w_2=0.30$$

$$w_3=0.40$$

Verifica delle tensioni

Valori limite delle tensioni nei materiali:

Combinazione	Calcestruzzo	Acciaio
Rara	0.60 f_{ck}	0.80 f_{yk}
Frequente	1.00 f_{ck}	1.00 f_{yk}
Quasi permanente	0.45 f_{ck}	1.00 f_{yk}

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	I	C _x	C _y	P _x	P _y
		[kg]	[°]	[kg]	[kg]	[m]	[m]
1	Spinta statica	16755	23.33	15385	6635	2.80	-2.56
	Peso/Inerzia muro			0	16845/0	-0.20	-3.79
	Peso/Inerzia rivestimento			0	1750	0.00	0.00
	Peso/Inerzia terrapieno			0	23332/0	1.47	-1.79
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0	0.00	0.00
	Resistenza passiva sperone			-1391			
	Risultante forze sul muro			4776	0	--	--
2	Spinta statica	18835	23.33	17295	7459	2.80	-2.56
	Peso/Inerzia muro			0	16845/0	-0.20	-3.79
	Peso/Inerzia rivestimento			0	1750	0.00	0.00
	Peso/Inerzia terrapieno			0	23332/0	1.47	-1.79
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0	0.00	0.00
	Resistenza passiva sperone			-1391			
	Risultante forze sul muro			4776	0	--	--
3	Spinta statica	13186	23.33	12108	5222	2.80	-2.56
	Incremento di spinta sismica		6072	5575	2405	2.80	-1.75
	Peso/Inerzia muro			2137	16845/1068	-0.20	-3.79
	Peso/Inerzia rivestimento			222	1750	0.00	0.00
	Peso/Inerzia terrapieno			2960	23332/1480	1.47	-1.79
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0	0.00	0.00
	Resistenza passiva sperone			-1391			
	Risultante forze sul muro			3184	0	--	--
4	Spinta statica	13186	23.33	12108	5222	2.80	-2.56
	Incremento di spinta sismica		4500	4132	1782	2.80	-1.75
	Peso/Inerzia muro			2137	16845/-1068	-0.20	-3.79
	Peso/Inerzia rivestimento			222	1750	0.00	0.00
	Peso/Inerzia terrapieno			2960	23332/-1480	1.47	-1.79
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0	0.00	0.00
	Resistenza passiva sperone			-1391			
	Risultante forze sul muro			3184	0	--	--
13	Spinta statica	14427	23.33	13248	5714	2.80	-2.56
	Peso/Inerzia muro			0	16845/0	-0.20	-3.79
	Peso/Inerzia rivestimento			0	1750	0.00	0.00
	Peso/Inerzia terrapieno			0	23332/0	1.47	-1.79
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0	0.00	0.00
	Resistenza passiva sperone			-1391			
	Risultante forze sul muro			3184	0	--	--
14	Spinta statica	14427	23.33	13248	5714	2.80	-2.56
	Peso/Inerzia muro			0	16845/0	-0.20	-3.79
	Peso/Inerzia rivestimento			0	1750	0.00	0.00
	Peso/Inerzia terrapieno			0	23332/0	1.47	-1.79
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0	0.00	0.00
	Resistenza passiva sperone			-1391			
	Risultante forze sul muro			3184	0	--	--
15	Spinta statica	14427	23.33	13248	5714	2.80	-2.56

Ic	A	V [kg]	I [°]	C _x [kg]	C _y [kg]	P _x [m]	P _y [m]
	Peso/Inerzia muro			0	16845/0	-0.20	-3.79
	Peso/Inerzia rivestimento			0	1750	0.00	0.00
	Peso/Inerzia terrapieno			0	23332/0	1.47	-1.79
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0	0.00	0.00
	Resistenza passiva sperone			-1391			
	Risultante forze sul muro			3184	0	--	--

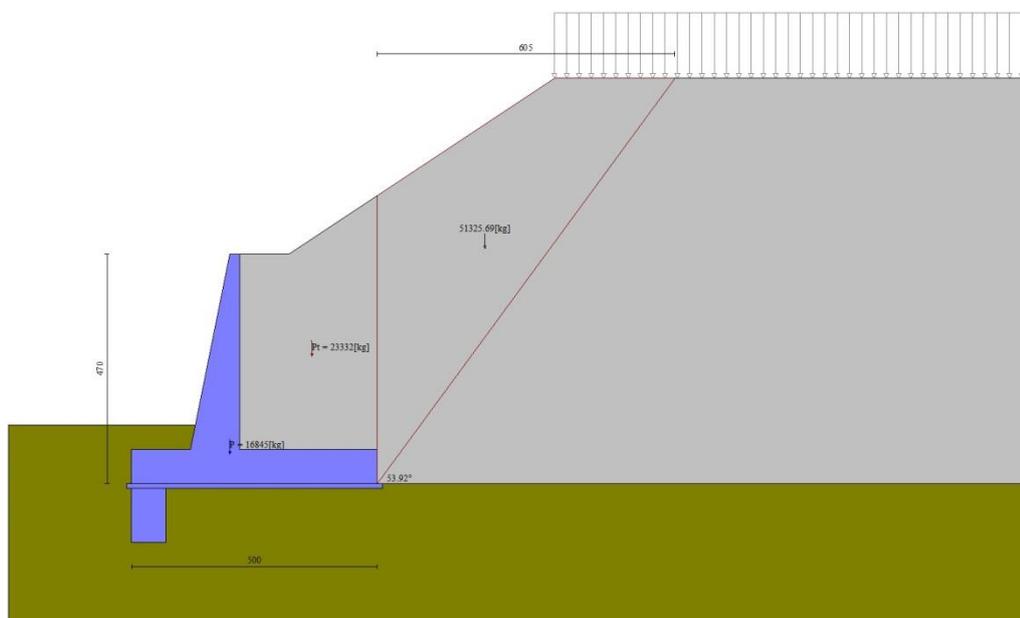


Fig. 3 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 2)

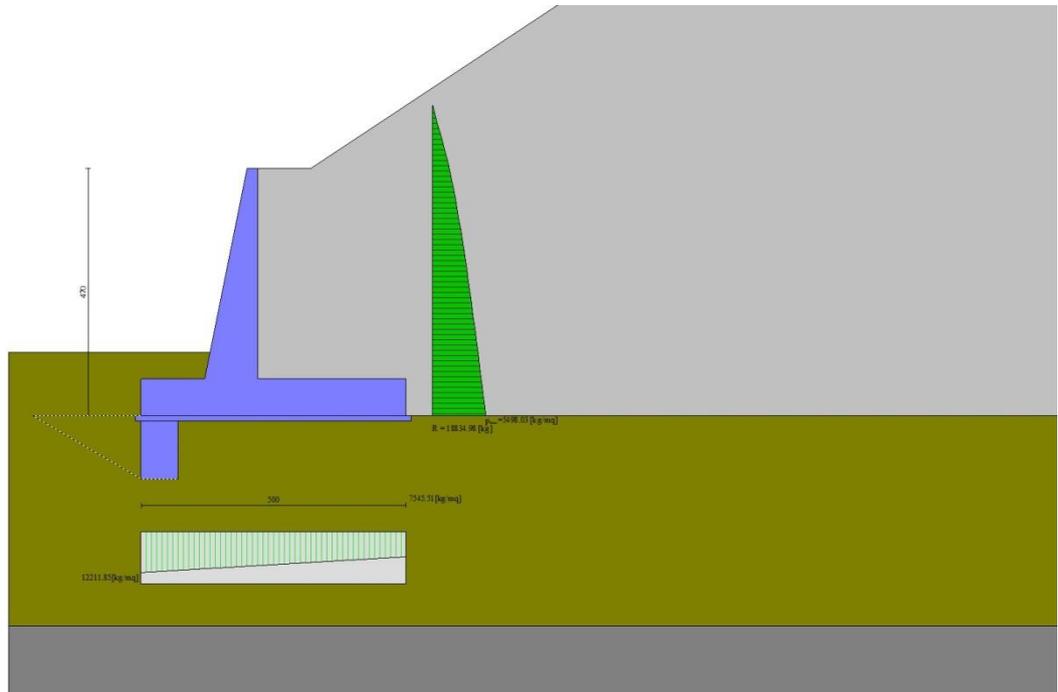


Fig. 4 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 2)

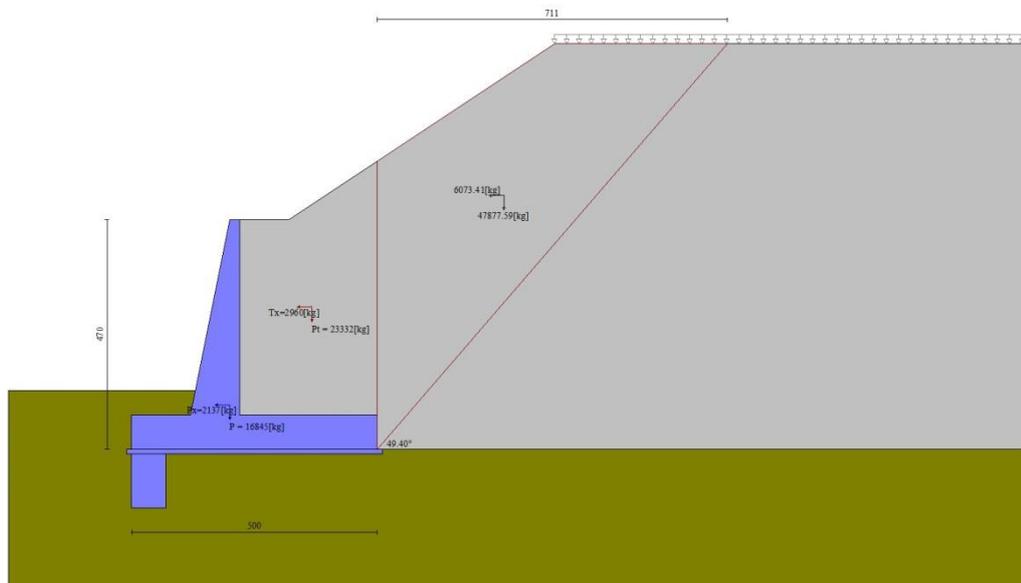


Fig. 5 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 3)

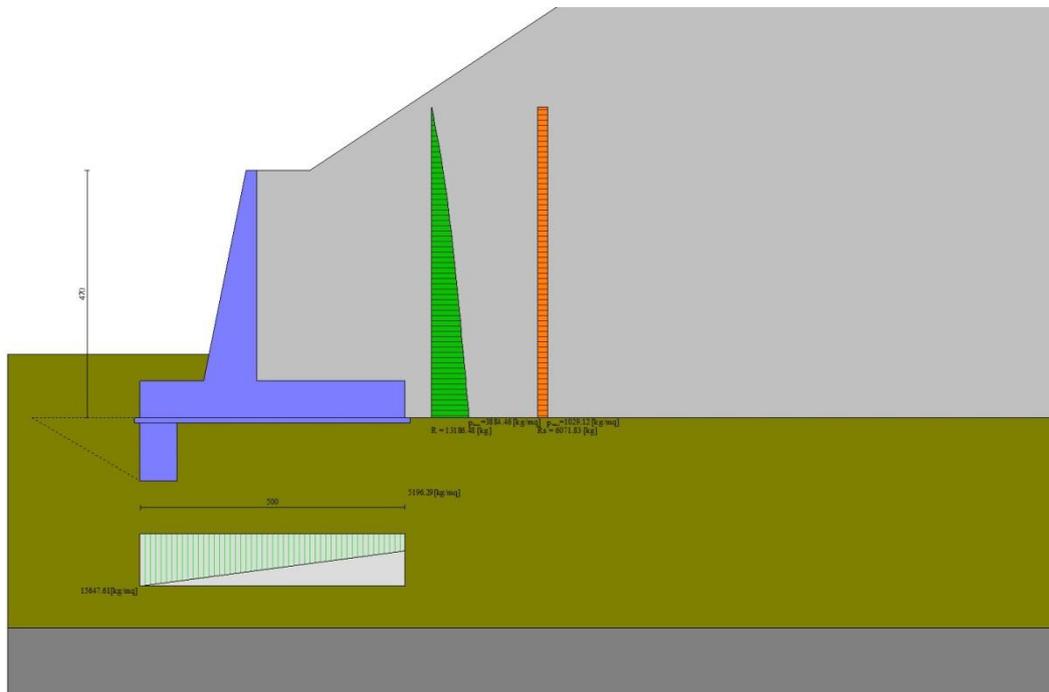


Fig. 6 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 3)

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)		1.466		2.994			
2 - STR (A1-M1-R3)		1.360		2.718			
3 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.204		2.104			
4 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.146		2.199			
5 - GEO (A2-M2-R2)					1.466		
6 - GEO (A2-M2-R2)					1.386		
7 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.443		
8 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.405		
9 - EQU (A1-M1-R3)			3.666				
10 - EQU (A1-M1-R3)			3.432				
11 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		2.368				
12 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		2.014				

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 [kg]	Rpt [kg]	Rps [kg]	Rp [kg]	Rt [kg]	R [kg]	T [kg]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	28169	0	1391	--	--	29560	20161	1.466
2 - STR (A1-M1-R3)	28625	0	1391	--	--	30016	22071	1.360
3 - STR (A1-M1-R3) H + V	30131	0	1391	--	--	31522	26186	1.204
4 - STR (A1-M1-R3) H - V	26960	0	1391	--	--	28352	24743	1.146

Dettagli verifica a scorrimento

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Ncss	Carico sul cuneo di spinta passiva, espresso in [kg]
ϕ_{Rp}	Angolo di rottura passivo, espresso in [°]
Nrpp	Carico residuo sul piano di posa, espresso in [kg]
Lr	Lunghezza base residua, espresso in [m]

n°	Ncss [kg]	ϕ_{Rp}	Nrpp [kg]	Lr [m]
1	0	30.500	48563	5.00
2	0	30.500	49386	5.00
3	0	30.500	52102	5.00
4	0	30.500	46383	5.00

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 portanza di progetto e carico agente al piano di posa)

n°	N [kg]	Qu [kg]	Qd [kg]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	48563	145413	103866	2.994
2 - STR (A1-M1-R3)	49386	134229	95878	2.718
3 - STR (A1-M1-R3) H + V	52102	109616	91347	2.104
4 - STR (A1-M1-R3) H - V	46383	101978	84982	2.199

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, Ny	Fattori di capacità portante
ic, iq, iy	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, dy	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, gy	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, by	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, sy	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, py	Fattori di riduzione 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/cm ^q]

Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	r_γ	D	B' H	γ	ϕ	c
									[m]	[m]	[kg/mc]	[°]	[kg/cm ^q]
1	28.121 16.664 13.506	0.562 0.562 0.051	1.082 1.041 1.041	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	0.901	1.20	5.00 4.25	859	29.12	0.05
2	28.121 16.664 13.506	0.536 0.536 0.030	1.082 1.041 1.041	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	0.901	1.20	5.00 4.25	859	29.12	0.05
3	28.121 16.664 13.506	0.495 0.495 0.007	1.082 1.041 1.041	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	0.901	1.20	5.00 4.25	859	29.12	0.05
4	28.121 16.664 13.506	0.473 0.473 0.001	1.082 1.041 1.041	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	0.901	1.20	5.00 4.25	859	29.12	0.05

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]	
9 - EQU (A1-M1-R3)	156369	42651	3.666
10 - EQU (A1-M1-R3)	160486	46757	3.432
11 - EQU (A1-M1-R3) H + V	179742	75890	2.368
12 - EQU (A1-M1-R3) H - V	164202	81518	2.014

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]	
5 - GEO (A2-M2-R2)	-2.27; 5.30	11.24	1.466
6 - GEO (A2-M2-R2)	-1.52; 5.30	11.24	1.386
7 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-2.27; 6.82	12.75	1.443
8 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-3.03; 6.82	12.92	1.405

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]
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° 5 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W	Qy	b	α	ϕ	c	u	Tx; Ty
	[kg]	[kg]	[m]	[°]	[°]	[kg/cmq]	[kg/cmq]	[kg]
1	1771	0	8.85 - 0.72	74.254	29.256	0.00	0.000	
2	4543	0	0.72	63.500	29.256	0.00	0.000	
3	6285	0	0.72	56.047	29.256	0.00	0.000	
4	7490	0	0.72	49.870	29.256	0.00	0.000	
5	7953	0	0.72	44.415	29.256	0.00	0.000	
6	8187	0	0.72	39.435	29.256	0.00	0.000	
7	8279	0	0.72	34.793	29.256	0.00	0.000	
8	8253	0	0.72	30.400	29.256	0.00	0.000	
9	8128	0	0.72	26.198	23.915	0.04	0.008	
10	8199	0	0.72	22.144	23.915	0.04	0.040	
11	7901	0	0.72	18.204	23.915	0.04	0.067	
12	7958	0	0.72	14.352	23.915	0.04	0.088	
13	8671	0	0.72	10.565	23.915	0.04	0.104	
14	4268	0	0.72	6.825	23.915	0.04	0.115	
15	3996	0	0.72	3.113	23.915	0.04	0.121	
16	3511	0	0.72	-0.585	23.915	0.04	0.123	
17	3261	0	0.72	-4.286	23.915	0.04	0.120	
18	3157	0	0.72	-8.005	23.915	0.04	0.112	
19	2987	0	0.72	-11.758	23.915	0.04	0.099	
20	2750	0	0.72	-15.563	23.915	0.04	0.082	
21	2444	0	0.72	-19.441	23.915	0.04	0.059	
22	2061	0	0.72	-23.414	23.915	0.04	0.030	

n°	W [kg]	Qy [kg]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kg/cmq]	u [kg/cmq]	Tx; Ty [kg]
23	1595	0	0.72	-27.511	23.915	0.04	0.000	
24	1027	0	0.72	-31.767	23.915	0.04	0.000	
25	352	0	-9.27 - 0.72	-35.724	23.915	0.04	0.000	

Combinazione n° 6 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W [kg]	Qy [kg]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kg/cmq]	u [kg/cmq]	Tx; Ty [kg]
1	1768	1666	9.60 - 0.72	74.251	29.256	0.00	0.000	
2	4536	1666	0.72	63.501	29.256	0.00	0.000	
3	6276	1666	0.72	56.048	29.256	0.00	0.000	
4	7608	1666	0.72	49.872	29.256	0.00	0.000	
5	8575	695	0.72	44.418	29.256	0.00	0.000	
6	8867	0	0.72	39.438	29.256	0.00	0.000	
7	8959	0	0.72	34.796	29.256	0.00	0.000	
8	8933	0	0.72	30.404	29.256	0.00	0.000	
9	8803	0	0.72	26.202	23.915	0.04	0.007	
10	8566	0	0.72	22.149	23.915	0.04	0.040	
11	8572	0	0.72	18.209	23.915	0.04	0.066	
12	8197	0	0.72	14.357	23.915	0.04	0.087	
13	8160	0	0.72	10.571	23.915	0.04	0.103	
14	8877	0	0.72	6.831	23.915	0.04	0.115	
15	4495	0	0.72	3.120	23.915	0.04	0.121	
16	3981	0	0.72	-0.578	23.915	0.04	0.122	
17	3501	0	0.72	-4.278	23.915	0.04	0.119	
18	3147	0	0.72	-7.997	23.915	0.04	0.112	
19	2978	0	0.72	-11.749	23.915	0.04	0.099	
20	2742	0	0.72	-15.554	23.915	0.04	0.081	
21	2435	0	0.72	-19.431	23.915	0.04	0.058	
22	2054	0	0.72	-23.403	23.915	0.04	0.030	
23	1589	0	0.72	-27.499	23.915	0.04	0.000	
24	1021	0	0.72	-31.755	23.915	0.04	0.000	
25	348	0	-8.51 - 0.72	-35.562	23.915	0.04	0.000	

Combinazione n° 7 - GEO (A2-M2-R2) H + V

n°	W [kg]	Qy [kg]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kg/cmq]	u [kg/cmq]	Tx; Ty [kg]
1	1644	318	10.08 - 0.79	69.973	35.000	0.00	0.000	
2	4381	318	0.79	61.242	35.000	0.00	0.000	
3	6312	318	0.79	54.460	35.000	0.00	0.000	
4	7833	318	0.79	48.686	35.000	0.00	0.000	
5	9029	199	0.79	43.521	35.000	0.00	0.000	
6	9437	0	0.79	38.771	35.000	0.00	0.000	
7	9529	0	0.79	34.321	35.000	0.00	0.000	
8	9486	0	0.79	30.097	35.000	0.00	0.000	
9	9326	0	0.79	26.048	35.000	0.00	0.000	
10	9130	0	0.79	22.136	29.000	0.05	0.029	
11	9019	0	0.79	18.329	29.000	0.05	0.058	
12	8697	0	0.79	14.605	29.000	0.05	0.082	
13	9475	0	0.79	10.944	29.000	0.05	0.100	
14	6638	0	0.79	7.327	29.000	0.05	0.112	
15	4173	0	0.79	3.739	29.000	0.05	0.120	
16	4047	0	0.79	0.167	29.000	0.05	0.123	
17	3581	0	0.79	-3.405	29.000	0.05	0.120	
18	3475	0	0.79	-6.991	29.000	0.05	0.113	
19	3294	0	0.79	-10.604	29.000	0.05	0.101	
20	3037	0	0.79	-14.261	29.000	0.05	0.083	
21	2699	0	0.79	-17.978	29.000	0.05	0.060	
22	2277	0	0.79	-21.776	29.000	0.05	0.032	
23	1760	0	0.79	-25.678	29.000	0.05	0.000	
24	1131	0	0.79	-29.713	29.000	0.05	0.000	
25	386	0	-9.78 - 0.79	-33.359	29.000	0.05	0.000	

Combinazione n° 8 - GEO (A2-M2-R2) H - V

n°	W [kg]	Qy [kg]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cmq]	u [kg/cmq]	Tx; Ty [kg]
1	1733	325	9.49 - 0.81	70.101	35.000	0.00	0.000	
2	4608	325	0.81	61.234	35.000	0.00	0.000	
3	6627	325	0.81	54.393	35.000	0.00	0.000	
4	8197	261	0.81	48.574	35.000	0.00	0.000	
5	8934	0	0.81	43.371	35.000	0.00	0.000	
6	9191	0	0.81	38.587	35.000	0.00	0.000	
7	9280	0	0.81	34.105	35.000	0.00	0.000	
8	9228	0	0.81	29.852	35.000	0.00	0.000	
9	9100	0	0.81	25.773	29.000	0.05	0.011	
10	9095	0	0.81	21.832	29.000	0.05	0.047	
11	8829	0	0.81	17.996	29.000	0.05	0.076	
12	9699	0	0.81	14.243	29.000	0.05	0.100	
13	6727	0	0.81	10.551	29.000	0.05	0.118	
14	4451	0	0.81	6.904	29.000	0.05	0.130	
15	4295	0	0.81	3.284	29.000	0.05	0.137	
16	3950	0	0.81	-0.322	29.000	0.05	0.140	
17	3904	0	0.81	-3.930	29.000	0.05	0.136	
18	3782	0	0.81	-7.554	29.000	0.05	0.128	
19	3580	0	0.81	-11.208	29.000	0.05	0.115	
20	3296	0	0.81	-14.909	29.000	0.05	0.096	
21	2927	0	0.81	-18.676	29.000	0.05	0.071	
22	2467	0	0.81	-22.528	29.000	0.05	0.041	
23	1908	0	0.81	-26.492	29.000	0.05	0.004	
24	1227	0	0.81	-30.599	29.000	0.05	0.000	
25	419	0	-10.82 - 0.81	-34.321	29.000	0.05	0.000	

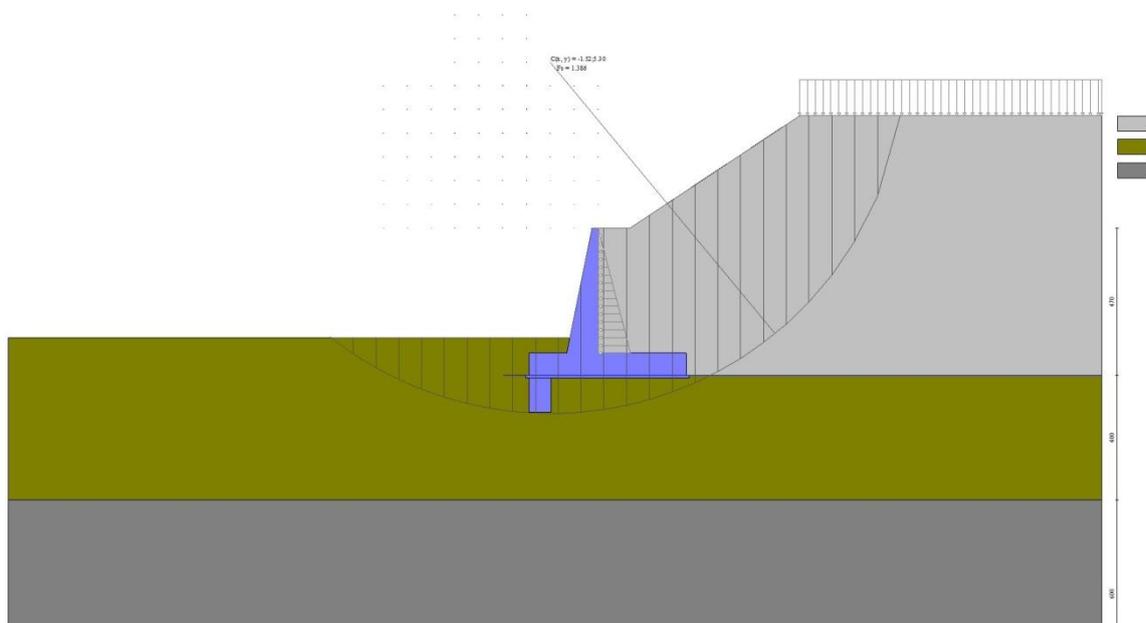


Fig. 7 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 6)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

- 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)

Paramento

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	0.00	0	0	0
2	-0.10	52	6	0
3	-0.20	110	23	0
4	-0.30	172	52	3
5	-0.40	240	92	8
6	-0.50	312	144	17
7	-0.60	390	208	31
8	-0.70	472	282	51
9	-0.80	560	369	78
10	-0.90	652	467	114
11	-1.00	750	576	159
12	-1.10	852	697	214
13	-1.20	960	829	282
14	-1.30	1072	973	361
15	-1.40	1190	1129	455
16	-1.50	1312	1297	564
17	-1.60	1439	1480	689
18	-1.70	1572	1682	832
19	-1.80	1709	1905	994
20	-1.90	1852	2150	1179
21	-2.00	1999	2418	1388
22	-2.10	2152	2707	1624
23	-2.20	2309	3015	1887
24	-2.30	2471	3342	2181
25	-2.40	2639	3688	2507
26	-2.50	2811	4052	2867
27	-2.60	2988	4433	3262
28	-2.70	3171	4831	3694
29	-2.80	3358	5245	4165
30	-2.90	3551	5673	4676
31	-3.00	3748	6117	5229
32	-3.10	3950	6576	5825
33	-3.20	4158	7050	6466
34	-3.30	4370	7538	7153
35	-3.40	4587	8041	7887
36	-3.50	4810	8558	8670
37	-3.60	5037	9090	9503
38	-3.70	5269	9636	10388
39	-3.80	5507	10195	11325
40	-3.90	5749	10769	12317
41	-4.00	5996	11357	13365

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	0.00	0	0	0
2	-0.10	52	6	0
3	-0.20	110	23	0
4	-0.30	172	52	3
5	-0.40	240	92	8
6	-0.50	312	144	17
7	-0.60	390	208	31
8	-0.70	472	282	51
9	-0.80	560	369	78

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
10	-0.90	652	467	114
11	-1.00	750	576	159
12	-1.10	852	697	214
13	-1.20	960	829	282
14	-1.30	1072	973	361
15	-1.40	1190	1129	455
16	-1.50	1312	1297	564
17	-1.60	1439	1480	689
18	-1.70	1572	1682	832
19	-1.80	1709	1905	994
20	-1.90	1852	2151	1179
21	-2.00	1999	2421	1388
22	-2.10	2152	2714	1624
23	-2.20	2309	3031	1889
24	-2.30	2471	3370	2185
25	-2.40	2639	3730	2514
26	-2.50	2811	4108	2879
27	-2.60	2988	4503	3280
28	-2.70	3171	4914	3720
29	-2.80	3358	5342	4200
30	-2.90	3551	5787	4722
31	-3.00	3748	6247	5287
32	-3.10	3950	6723	5897
33	-3.20	4158	7215	6553
34	-3.30	4370	7722	7258
35	-3.40	4587	8245	8011
36	-3.50	4810	8783	8815
37	-3.60	5037	9336	9672
38	-3.70	5269	9904	10582
39	-3.80	5507	10487	11548
40	-3.90	5749	11085	12570
41	-4.00	5996	11697	13651

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	0.00	0	0	0
2	-0.10	52	106	5
3	-0.20	110	222	21
4	-0.30	172	346	47
5	-0.40	240	479	87
6	-0.50	312	621	139
7	-0.60	390	771	205
8	-0.70	472	931	285
9	-0.80	560	1100	382
10	-0.90	652	1277	494
11	-1.00	750	1463	624
12	-1.10	852	1658	772
13	-1.20	960	1862	939
14	-1.30	1072	2075	1126
15	-1.40	1190	2297	1333
16	-1.50	1312	2529	1562
17	-1.60	1439	2772	1813
18	-1.70	1572	3029	2088
19	-1.80	1709	3303	2388
20	-1.90	1852	3594	2715
21	-2.00	1999	3902	3071
22	-2.10	2152	4227	3456
23	-2.20	2309	4566	3873
24	-2.30	2471	4921	4324
25	-2.40	2639	5290	4809
26	-2.50	2811	5673	5330
27	-2.60	2988	6071	5888
28	-2.70	3171	6481	6484
29	-2.80	3358	6903	7121
30	-2.90	3551	7337	7798
31	-3.00	3748	7784	8518
32	-3.10	3950	8241	9280

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
33	-3.20	4158	8711	10087
34	-3.30	4370	9192	10940
35	-3.40	4587	9684	11839
36	-3.50	4810	10187	12785
37	-3.60	5037	10702	13781
38	-3.70	5269	11227	14825
39	-3.80	5507	11764	15921
40	-3.90	5749	12311	17068
41	-4.00	5996	12869	18269

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	0.00	0	0	0
2	-0.10	52	93	4
3	-0.20	110	194	18
4	-0.30	172	305	41
5	-0.40	240	424	76
6	-0.50	312	552	121
7	-0.60	390	689	180
8	-0.70	472	835	252
9	-0.80	560	990	338
10	-0.90	652	1153	439
11	-1.00	750	1326	556
12	-1.10	852	1507	689
13	-1.20	960	1697	840
14	-1.30	1072	1896	1010
15	-1.40	1190	2104	1198
16	-1.50	1312	2322	1407
17	-1.60	1439	2552	1637
18	-1.70	1572	2795	1889
19	-1.80	1709	3055	2165
20	-1.90	1852	3333	2467
21	-2.00	1999	3627	2795
22	-2.10	2152	3938	3153
23	-2.20	2309	4264	3540
24	-2.30	2471	4604	3960
25	-2.40	2639	4960	4412
26	-2.50	2811	5329	4899
27	-2.60	2988	5713	5423
28	-2.70	3171	6109	5983
29	-2.80	3358	6518	6581
30	-2.90	3551	6938	7220
31	-3.00	3748	7371	7899
32	-3.10	3950	7815	8619
33	-3.20	4158	8270	9383
34	-3.30	4370	8738	10191
35	-3.40	4587	9216	11043
36	-3.50	4810	9706	11943
37	-3.60	5037	10206	12889
38	-3.70	5269	10718	13883
39	-3.80	5507	11241	14927
40	-3.90	5749	11774	16022
41	-4.00	5996	12319	17168

Combinazione n° 13 - SLER

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	0.00	0	0	0
2	-0.10	52	4	0
3	-0.20	110	17	0
4	-0.30	172	37	1
5	-0.40	240	66	4
6	-0.50	312	103	10
7	-0.60	390	149	19

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
8	-0.70	472	202	32
9	-0.80	560	264	50
10	-0.90	652	334	74
11	-1.00	750	412	104
12	-1.10	852	499	142
13	-1.20	960	594	187
14	-1.30	1072	697	242
15	-1.40	1190	808	306
16	-1.50	1312	929	380
17	-1.60	1439	1060	465
18	-1.70	1572	1205	564
19	-1.80	1709	1366	676
20	-1.90	1852	1544	803
21	-2.00	1999	1739	948
22	-2.10	2152	1952	1112
23	-2.20	2309	2182	1296
24	-2.30	2471	2429	1502
25	-2.40	2639	2690	1733
26	-2.50	2811	2966	1988
27	-2.60	2988	3253	2270
28	-2.70	3171	3553	2580
29	-2.80	3358	3865	2918
30	-2.90	3551	4189	3286
31	-3.00	3748	4525	3685
32	-3.10	3950	4872	4116
33	-3.20	4158	5230	4581
34	-3.30	4370	5600	5080
35	-3.40	4587	5981	5614
36	-3.50	4810	6373	6184
37	-3.60	5037	6776	6793
38	-3.70	5269	7190	7439
39	-3.80	5507	7615	8126
40	-3.90	5749	8050	8853
41	-4.00	5996	8497	9621

Combinazione n° 14 - SLEF

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	0.00	0	0	0
2	-0.10	52	4	0
3	-0.20	110	17	0
4	-0.30	172	37	1
5	-0.40	240	66	4
6	-0.50	312	103	10
7	-0.60	390	149	19
8	-0.70	472	202	32
9	-0.80	560	264	50
10	-0.90	652	334	74
11	-1.00	750	412	104
12	-1.10	852	499	142
13	-1.20	960	594	187
14	-1.30	1072	697	242
15	-1.40	1190	808	306
16	-1.50	1312	929	380
17	-1.60	1439	1060	465
18	-1.70	1572	1205	564
19	-1.80	1709	1366	676
20	-1.90	1852	1544	803
21	-2.00	1999	1739	948
22	-2.10	2152	1952	1112
23	-2.20	2309	2182	1296
24	-2.30	2471	2429	1502
25	-2.40	2639	2690	1733
26	-2.50	2811	2966	1988
27	-2.60	2988	3253	2270
28	-2.70	3171	3553	2580
29	-2.80	3358	3865	2918
30	-2.90	3551	4189	3286

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
31	-3.00	3748	4525	3685
32	-3.10	3950	4872	4116
33	-3.20	4158	5230	4581
34	-3.30	4370	5600	5080
35	-3.40	4587	5981	5614
36	-3.50	4810	6373	6184
37	-3.60	5037	6776	6793
38	-3.70	5269	7190	7439
39	-3.80	5507	7615	8126
40	-3.90	5749	8050	8853
41	-4.00	5996	8497	9621

Combinazione n° 15 - SLEQ

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	0.00	0	0	0
2	-0.10	52	4	0
3	-0.20	110	17	0
4	-0.30	172	37	1
5	-0.40	240	66	4
6	-0.50	312	103	10
7	-0.60	390	149	19
8	-0.70	472	202	32
9	-0.80	560	264	50
10	-0.90	652	334	74
11	-1.00	750	412	104
12	-1.10	852	499	142
13	-1.20	960	594	187
14	-1.30	1072	697	242
15	-1.40	1190	808	306
16	-1.50	1312	929	380
17	-1.60	1439	1060	465
18	-1.70	1572	1205	564
19	-1.80	1709	1366	676
20	-1.90	1852	1544	803
21	-2.00	1999	1739	948
22	-2.10	2152	1952	1112
23	-2.20	2309	2182	1296
24	-2.30	2471	2429	1502
25	-2.40	2639	2690	1733
26	-2.50	2811	2966	1988
27	-2.60	2988	3253	2270
28	-2.70	3171	3553	2580
29	-2.80	3358	3865	2918
30	-2.90	3551	4189	3286
31	-3.00	3748	4525	3685
32	-3.10	3950	4872	4116
33	-3.20	4158	5230	4581
34	-3.30	4370	5600	5080
35	-3.40	4587	5981	5614
36	-3.50	4810	6373	6184
37	-3.60	5037	6776	6793
38	-3.70	5269	7190	7439
39	-3.80	5507	7615	8126
40	-3.90	5749	8050	8853
41	-4.00	5996	8497	9621

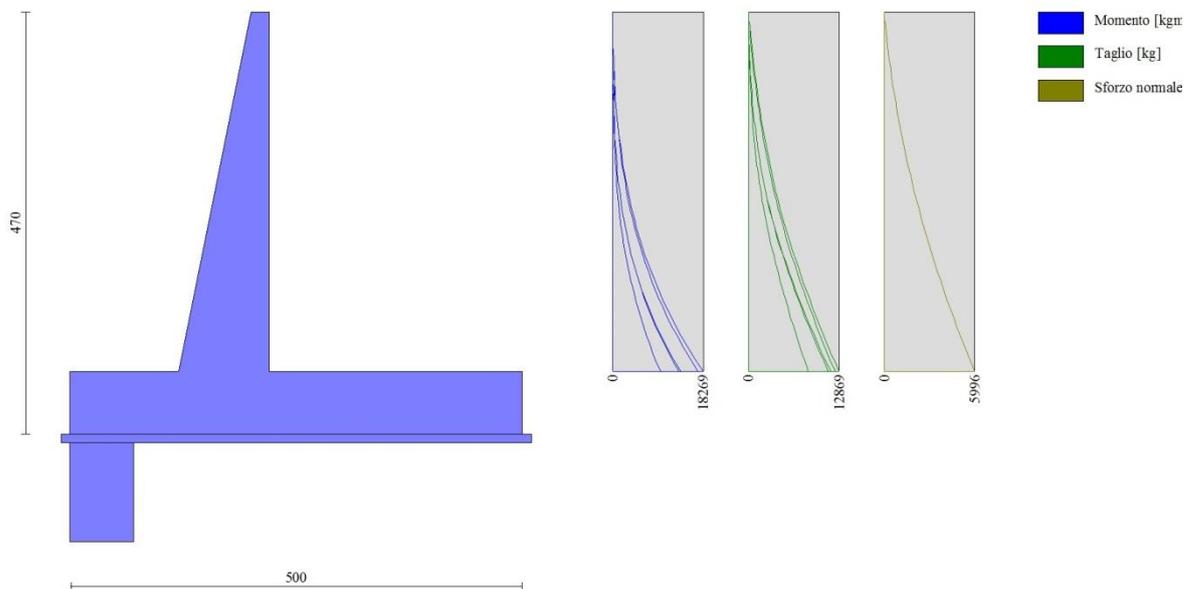


Fig. 8 - Paramento (Inviluppo)

Fondazione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	-2.20	0	0	0
2	-2.10	0	677	34
3	-2.00	0	1346	135
4	-1.90	0	2008	303
5	-1.80	0	2663	537
6	-1.70	0	3311	835
7	-1.60	0	3951	1198
8	-1.50	0	4583	1625
9	-1.40	0	5509	2130
10	-1.30	0	6427	2727
11	-1.20	0	7337	3415
12	-1.10	0	8240	4194
13	-1.00	0	9136	5063
14	0.00	0	-10301	-17903
15	0.10	0	-10128	-16882
16	0.20	0	-9947	-15878
17	0.30	0	-9759	-14892
18	0.40	0	-9564	-13926
19	0.50	0	-9361	-12980
20	0.60	0	-9151	-12054
21	0.70	0	-8934	-11150
22	0.80	0	-8709	-10268
23	0.90	0	-8477	-9408
24	1.00	0	-8238	-8572
25	1.10	0	-7983	-7761
26	1.20	0	-7704	-6977
27	1.30	0	-7401	-6221
28	1.40	0	-7075	-5497
29	1.50	0	-6724	-4807
30	1.60	0	-6350	-4153
31	1.70	0	-5952	-3538

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
32	1.80	0	-5530	-2964
33	1.90	0	-5084	-2433
34	2.00	0	-4615	-1948
35	2.10	0	-4121	-1511
36	2.20	0	-3604	-1124
37	2.30	0	-3063	-791
38	2.40	0	-2498	-512
39	2.50	0	-1909	-292
40	2.60	0	-1297	-131
41	2.70	0	-660	-33
42	2.80	0	0	0

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3)

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	-2.20	0	0	0
2	-2.10	0	742	37
3	-2.00	0	1474	148
4	-1.90	0	2197	332
5	-1.80	0	2910	587
6	-1.70	0	3614	913
7	-1.60	0	4309	1310
8	-1.50	0	4995	1775
9	-1.40	0	5971	2323
10	-1.30	0	6938	2969
11	-1.20	0	7895	3710
12	-1.10	0	8843	4547
13	-1.00	0	9782	5479
14	0.00	0	-10445	-18465
15	0.10	0	-10293	-17428
16	0.20	0	-10132	-16407
17	0.30	0	-9962	-15402
18	0.40	0	-9782	-14414
19	0.50	0	-9593	-13446
20	0.60	0	-9395	-12496
21	0.70	0	-9187	-11567
22	0.80	0	-8970	-10659
23	0.90	0	-8743	-9773
24	1.00	0	-8508	-8911
25	1.10	0	-8254	-8072
26	1.20	0	-7975	-7261
27	1.30	0	-7670	-6478
28	1.40	0	-7339	-5728
29	1.50	0	-6983	-5011
30	1.60	0	-6601	-4332
31	1.70	0	-6192	-3692
32	1.80	0	-5758	-3094
33	1.90	0	-5299	-2541
34	2.00	0	-4813	-2035
35	2.10	0	-4302	-1579
36	2.20	0	-3765	-1176
37	2.30	0	-3202	-827
38	2.40	0	-2613	-536
39	2.50	0	-1998	-306
40	2.60	0	-1358	-138
41	2.70	0	-692	-35
42	2.80	0	0	0

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	-2.20	0	0	0
2	-2.10	0	1079	54
3	-2.00	0	2138	215
4	-1.90	0	3175	481

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
5	-1.80	0	4192	850
6	-1.70	0	5187	1319
7	-1.60	0	6162	1886
8	-1.50	0	7116	2550
9	-1.40	0	8349	3324
10	-1.30	0	9561	4220
11	-1.20	0	10752	5235
12	-1.10	0	11923	6369
13	-1.00	0	13072	7619
14	0.00	0	-5487	-13148
15	0.10	0	-5647	-12591
16	0.20	0	-5786	-12020
17	0.30	0	-5903	-11435
18	0.40	0	-6000	-10840
19	0.50	0	-6076	-10236
20	0.60	0	-6131	-9625
21	0.70	0	-6165	-9010
22	0.80	0	-6178	-8393
23	0.90	0	-6171	-7775
24	1.00	0	-6142	-7159
25	1.10	0	-6086	-6548
26	1.20	0	-5997	-5943
27	1.30	0	-5874	-5349
28	1.40	0	-5717	-4770
29	1.50	0	-5527	-4207
30	1.60	0	-5303	-3665
31	1.70	0	-5046	-3148
32	1.80	0	-4755	-2657
33	1.90	0	-4431	-2198
34	2.00	0	-4073	-1772
35	2.10	0	-3681	-1384
36	2.20	0	-3256	-1037
37	2.30	0	-2797	-734
38	2.40	0	-2305	-479
39	2.50	0	-1779	-274
40	2.60	0	-1220	-124
41	2.70	0	-627	-32
42	2.80	0	0	0

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	-2.20	0	0	0
2	-2.10	0	958	48
3	-2.00	0	1895	191
4	-1.90	0	2812	426
5	-1.80	0	3708	752
6	-1.70	0	4583	1167
7	-1.60	0	5438	1668
8	-1.50	0	6272	2254
9	-1.40	0	7385	2937
10	-1.30	0	8478	3730
11	-1.20	0	9550	4632
12	-1.10	0	10602	5640
13	-1.00	0	11633	6752
14	0.00	0	-8601	-17455
15	0.10	0	-8646	-16592
16	0.20	0	-8669	-15726
17	0.30	0	-8673	-14859
18	0.40	0	-8655	-13992
19	0.50	0	-8617	-13129
20	0.60	0	-8558	-12270
21	0.70	0	-8479	-11418
22	0.80	0	-8379	-10574
23	0.90	0	-8259	-9742
24	1.00	0	-8118	-8923
25	1.10	0	-7950	-8120
26	1.20	0	-7748	-7335

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
27	1.30	0	-7514	-6571
28	1.40	0	-7246	-5833
29	1.50	0	-6944	-5123
30	1.60	0	-6610	-4445
31	1.70	0	-6242	-3802
32	1.80	0	-5841	-3198
33	1.90	0	-5407	-2635
34	2.00	0	-4939	-2118
35	2.10	0	-4438	-1649
36	2.20	0	-3904	-1231
37	2.30	0	-3337	-869
38	2.40	0	-2736	-565
39	2.50	0	-2102	-323
40	2.60	0	-1434	-146
41	2.70	0	-734	-37
42	2.80	0	0	0

Combinazione n° 13 - SLER

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	-2.20	0	0	0
2	-2.10	0	529	26
3	-2.00	0	1056	106
4	-1.90	0	1581	238
5	-1.80	0	2104	422
6	-1.70	0	2624	658
7	-1.60	0	3143	947
8	-1.50	0	3659	1287
9	-1.40	0	4474	1693
10	-1.30	0	5286	2181
11	-1.20	0	6096	2751
12	-1.10	0	6905	3401
13	-1.00	0	7711	4131
14	0.00	0	-2191	-5091
15	0.10	0	-2214	-4870
16	0.20	0	-2235	-4648
17	0.30	0	-2254	-4423
18	0.40	0	-2271	-4197
19	0.50	0	-2286	-3969
20	0.60	0	-2299	-3740
21	0.70	0	-2310	-3509
22	0.80	0	-2318	-3278
23	0.90	0	-2325	-3046
24	1.00	0	-2329	-2813
25	1.10	0	-2325	-2580
26	1.20	0	-2306	-2349
27	1.30	0	-2273	-2120
28	1.40	0	-2225	-1895
29	1.50	0	-2162	-1675
30	1.60	0	-2084	-1463
31	1.70	0	-1991	-1259
32	1.80	0	-1884	-1065
33	1.90	0	-1762	-883
34	2.00	0	-1625	-713
35	2.10	0	-1474	-558
36	2.20	0	-1307	-419
37	2.30	0	-1126	-297
38	2.40	0	-931	-194
39	2.50	0	-720	-111
40	2.60	0	-495	-50
41	2.70	0	-255	-13
42	2.80	0	0	0

Combinazione n° 14 - SLEF

n°	X	N	T	M
----	---	---	---	---

	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	-2.20	0	0	0
2	-2.10	0	529	26
3	-2.00	0	1056	106
4	-1.90	0	1581	238
5	-1.80	0	2104	422
6	-1.70	0	2624	658
7	-1.60	0	3143	947
8	-1.50	0	3659	1287
9	-1.40	0	4474	1693
10	-1.30	0	5286	2181
11	-1.20	0	6096	2751
12	-1.10	0	6905	3401
13	-1.00	0	7711	4131
14	0.00	0	-2191	-5091
15	0.10	0	-2214	-4870
16	0.20	0	-2235	-4648
17	0.30	0	-2254	-4423
18	0.40	0	-2271	-4197
19	0.50	0	-2286	-3969
20	0.60	0	-2299	-3740
21	0.70	0	-2310	-3509
22	0.80	0	-2318	-3278
23	0.90	0	-2325	-3046
24	1.00	0	-2329	-2813
25	1.10	0	-2325	-2580
26	1.20	0	-2306	-2349
27	1.30	0	-2273	-2120
28	1.40	0	-2225	-1895
29	1.50	0	-2162	-1675
30	1.60	0	-2084	-1463
31	1.70	0	-1991	-1259
32	1.80	0	-1884	-1065
33	1.90	0	-1762	-883
34	2.00	0	-1625	-713
35	2.10	0	-1474	-558
36	2.20	0	-1307	-419
37	2.30	0	-1126	-297
38	2.40	0	-931	-194
39	2.50	0	-720	-111
40	2.60	0	-495	-50
41	2.70	0	-255	-13
42	2.80	0	0	0

Combinazione n° 15 - SLEQ

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	-2.20	0	0	0
2	-2.10	0	529	26
3	-2.00	0	1056	106
4	-1.90	0	1581	238
5	-1.80	0	2104	422
6	-1.70	0	2624	658
7	-1.60	0	3143	947
8	-1.50	0	3659	1287
9	-1.40	0	4474	1693
10	-1.30	0	5286	2181
11	-1.20	0	6096	2751
12	-1.10	0	6905	3401
13	-1.00	0	7711	4131
14	0.00	0	-2191	-5091
15	0.10	0	-2214	-4870
16	0.20	0	-2235	-4648
17	0.30	0	-2254	-4423
18	0.40	0	-2271	-4197
19	0.50	0	-2286	-3969
20	0.60	0	-2299	-3740
21	0.70	0	-2310	-3509
22	0.80	0	-2318	-3278
23	0.90	0	-2325	-3046

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
24	1.00	0	-2329	-2813
25	1.10	0	-2325	-2580
26	1.20	0	-2306	-2349
27	1.30	0	-2273	-2120
28	1.40	0	-2225	-1895
29	1.50	0	-2162	-1675
30	1.60	0	-2084	-1463
31	1.70	0	-1991	-1259
32	1.80	0	-1884	-1065
33	1.90	0	-1762	-883
34	2.00	0	-1625	-713
35	2.10	0	-1474	-558
36	2.20	0	-1307	-419
37	2.30	0	-1126	-297
38	2.40	0	-931	-194
39	2.50	0	-720	-111
40	2.60	0	-495	-50
41	2.70	0	-255	-13
42	2.80	0	0	0

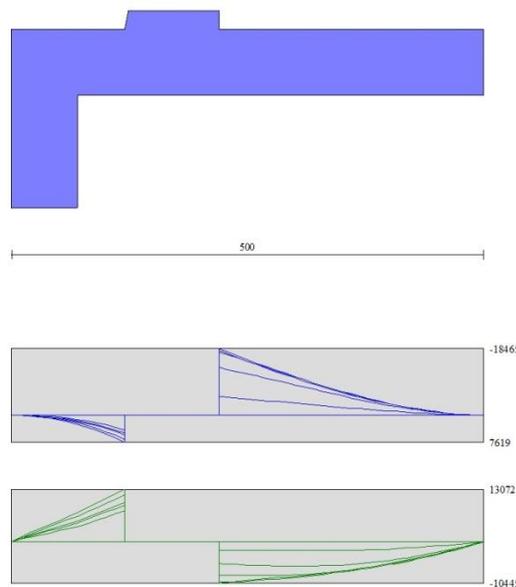


Fig. 9 - Fondazione (Inviluppo)

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]
3	Spinta statica	13186	23.33	12108	5222	2.80	-2.56
	Incremento di spinta sismica		6072	5575	2405	2.80	-1.75
	Peso/Inerzia muro			2137	16845/1068	-0.20	-3.79
	Peso/Inerzia rivestimento			222	1750	0.00	0.00
	Peso/Inerzia terrapieno			2960	23332/1480	1.47	-1.79
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0	0.00	0.00
	Resistenza passiva sperone			-1391			
	Risultante forze sul muro			3184	0	--	--

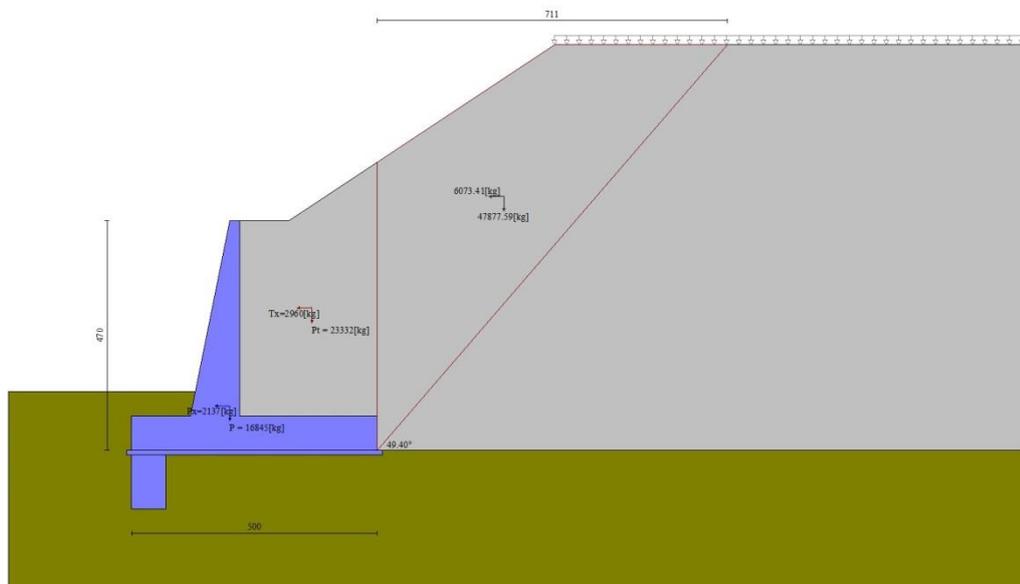


Fig. 12 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 3)

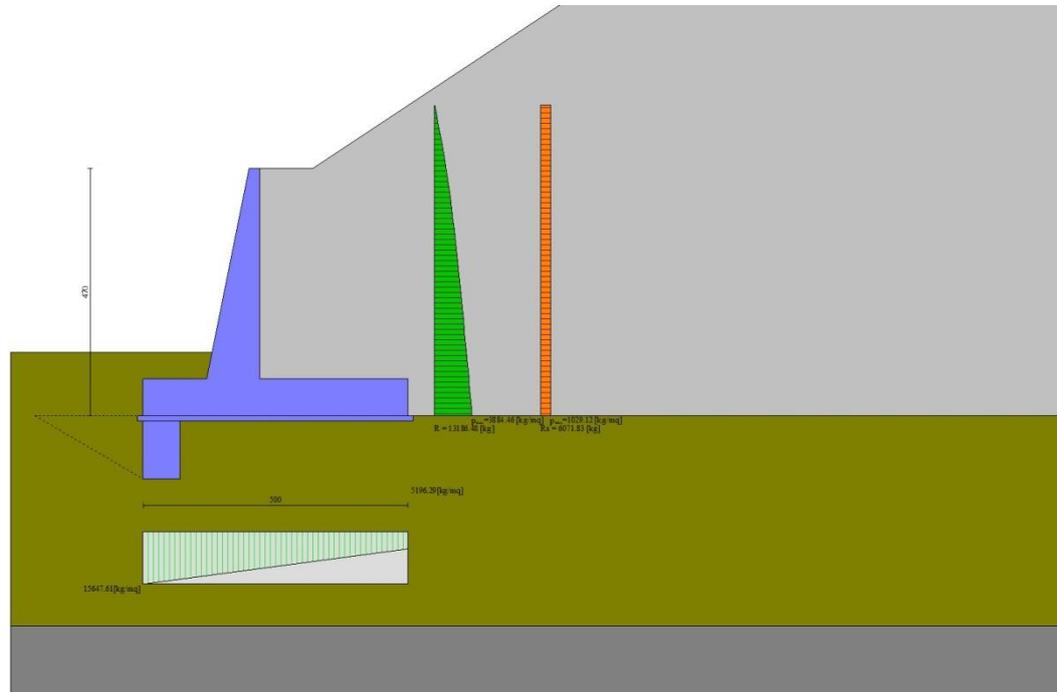


Fig. 13 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 3)

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)		1.466		2.994			
2 - STR (A1-M1-R3)		1.360		2.718			
3 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.204		2.104			
4 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.146		2.199			
5 - GEO (A2-M2-R2)					1.466		
6 - GEO (A2-M2-R2)					1.386		
7 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.443		
8 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.405		
9 - EQU (A1-M1-R3)			3.666				
10 - EQU (A1-M1-R3)			3.432				
11 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		2.368				
12 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		2.014				

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 [kg]	Rpt [kg]	Rps [kg]	Rp [kg]	Rt [kg]	R [kg]	T [kg]	FS
4 - STR (A1-M1-R3) H - V	26960	0	1391	--	--	28352	24743	1.146

Dettagli verifica a scorrimento

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Ncss	Carico sul cuneo di spinta passiva, espresso in [kg]
ϕ_{Rp}	Angolo di rottura passivo, espresso in [°]
Nrpp	Carico residuo sul piano di posa, espresso in [kg]
Lr	Lunghezza base residua, espresso in [m]

n°	Ncss [kg]	ϕ_{Rp}	Nrpp [kg]	Lr [m]
4	0	30.500	46383	5.00

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 portanza di progetto e carico agente al piano di posa)

n°	N [kg]	Qu [kg]	Qd [kg]	FS
3 - STR (A1-M1-R3) H + V	52102	109616	91347	2.104

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
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 _γ N _γ , 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/cm ^q]

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	r _γ	D	B' H	γ	φ	c
									[m]	[m]	[kg/mc]	[°]	[kg/cm ^q]
3	28.121 16.664 13.506	0.495 0.495 0.007	1.082 1.041 1.041	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	0.901	1.20	5.00 4.25	859	29.12	0.05

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
M _s	Momento stabilizzante, espresso in [kgm]
M _r	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°	M _s	M _r	FS
	[kgm]	[kgm]	
12 - EQU (A1-M1-R3) H - V	164202	81518	2.014

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

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

I _c	C	R	FS
	[m]	[m]	
6 - GEO (A2-M2-R2)	-1.52; 5.30	11.24	1.386

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]

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 [kg]	Qy [kg]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cmq]	u [kg/cmq]	Tx; Ty [kg]
1	1768	1666	9.60 - 0.72	74.251	29.256	0.00	0.000	
2	4536	1666	0.72	63.501	29.256	0.00	0.000	
3	6276	1666	0.72	56.048	29.256	0.00	0.000	
4	7608	1666	0.72	49.872	29.256	0.00	0.000	
5	8575	695	0.72	44.418	29.256	0.00	0.000	
6	8867	0	0.72	39.438	29.256	0.00	0.000	
7	8959	0	0.72	34.796	29.256	0.00	0.000	
8	8933	0	0.72	30.404	29.256	0.00	0.000	
9	8803	0	0.72	26.202	23.915	0.04	0.007	
10	8566	0	0.72	22.149	23.915	0.04	0.040	
11	8572	0	0.72	18.209	23.915	0.04	0.066	
12	8197	0	0.72	14.357	23.915	0.04	0.087	
13	8160	0	0.72	10.571	23.915	0.04	0.103	
14	8877	0	0.72	6.831	23.915	0.04	0.115	
15	4495	0	0.72	3.120	23.915	0.04	0.121	
16	3981	0	0.72	-0.578	23.915	0.04	0.122	
17	3501	0	0.72	-4.278	23.915	0.04	0.119	
18	3147	0	0.72	-7.997	23.915	0.04	0.112	
19	2978	0	0.72	-11.749	23.915	0.04	0.099	
20	2742	0	0.72	-15.554	23.915	0.04	0.081	
21	2435	0	0.72	-19.431	23.915	0.04	0.058	
22	2054	0	0.72	-23.403	23.915	0.04	0.030	
23	1589	0	0.72	-27.499	23.915	0.04	0.000	
24	1021	0	0.72	-31.755	23.915	0.04	0.000	
25	348	0	-8.51 - 0.72	-35.562	23.915	0.04	0.000	

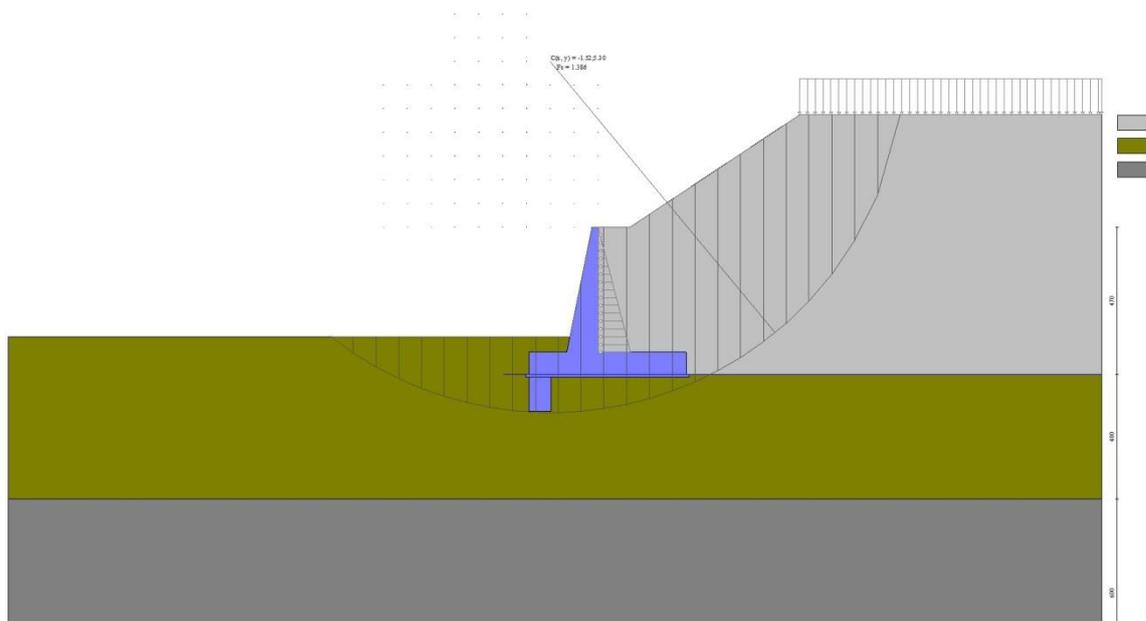


Fig. 14 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 6)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

- 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)

Paramento

n°	X [m]	N _{min} [kg]	N _{max} [kg]	T _{min} [kg]	T _{max} [kg]	M _{min} [kgm]	M _{max} [kgm]
1	0.00	0	0	0	0	0	0
2	-0.10	52	52	4	106	0	5
3	-0.20	110	110	17	222	0	21
4	-0.30	172	172	37	346	1	47
5	-0.40	240	240	66	479	4	87
6	-0.50	312	312	103	621	10	139
7	-0.60	390	390	149	771	19	205
8	-0.70	472	472	202	931	32	285
9	-0.80	560	560	264	1100	50	382
10	-0.90	652	652	334	1277	74	494
11	-1.00	750	750	412	1463	104	624
12	-1.10	852	852	499	1658	142	772
13	-1.20	960	960	594	1862	187	939
14	-1.30	1072	1072	697	2075	242	1126
15	-1.40	1190	1190	808	2297	306	1333
16	-1.50	1312	1312	929	2529	380	1562
17	-1.60	1439	1439	1060	2772	465	1813
18	-1.70	1572	1572	1205	3029	564	2088
19	-1.80	1709	1709	1366	3303	676	2388
20	-1.90	1852	1852	1544	3594	803	2715

n°	X [m]	N _{min} [kg]	N _{max} [kg]	T _{min} [kg]	T _{max} [kg]	M _{min} [kgm]	M _{max} [kgm]
21	-2.00	1999	1999	1739	3902	948	3071
22	-2.10	2152	2152	1952	4227	1112	3456
23	-2.20	2309	2309	2182	4566	1296	3873
24	-2.30	2471	2471	2429	4921	1502	4324
25	-2.40	2639	2639	2690	5290	1733	4809
26	-2.50	2811	2811	2966	5673	1988	5330
27	-2.60	2988	2988	3253	6071	2270	5888
28	-2.70	3171	3171	3553	6481	2580	6484
29	-2.80	3358	3358	3865	6903	2918	7121
30	-2.90	3551	3551	4189	7337	3286	7798
31	-3.00	3748	3748	4525	7784	3685	8518
32	-3.10	3950	3950	4872	8241	4116	9280
33	-3.20	4158	4158	5230	8711	4581	10087
34	-3.30	4370	4370	5600	9192	5080	10940
35	-3.40	4587	4587	5981	9684	5614	11839
36	-3.50	4810	4810	6373	10187	6184	12785
37	-3.60	5037	5037	6776	10702	6793	13781
38	-3.70	5269	5269	7190	11227	7439	14825
39	-3.80	5507	5507	7615	11764	8126	15921
40	-3.90	5749	5749	8050	12311	8853	17068
41	-4.00	5996	5996	8497	12869	9621	18269

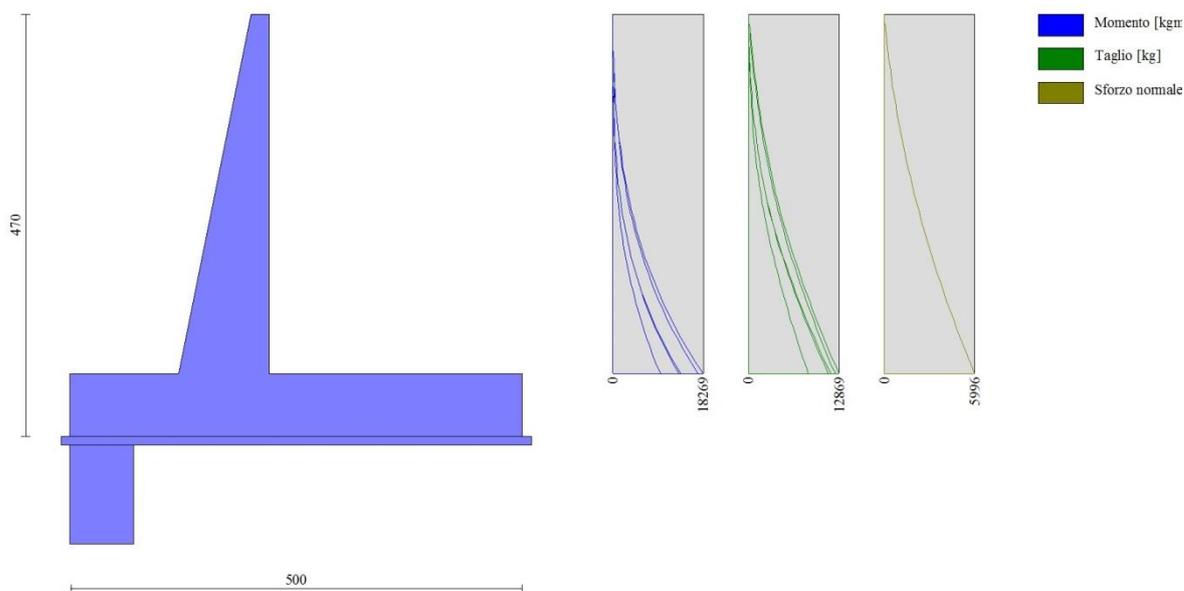


Fig. 15 - Paramento

Fondazione

n°	X [m]	N _{min} [kg]	N _{max} [kg]	T _{min} [kg]	T _{max} [kg]	M _{min} [kgm]	M _{max} [kgm]
1	-2.20	0	0	0	0	0	0
2	-2.10	0	0	529	1079	26	54
3	-2.00	0	0	1056	2138	106	215
4	-1.90	0	0	1581	3175	238	481
5	-1.80	0	0	2104	4192	422	850
6	-1.70	0	0	2624	5187	658	1319
7	-1.60	0	0	3143	6162	947	1886

n°	X [m]	N _{min} [kg]	N _{max} [kg]	T _{min} [kg]	T _{max} [kg]	M _{min} [kgm]	M _{max} [kgm]
8	-1.50	0	0	3659	7116	1287	2550
9	-1.40	0	0	4474	8349	1693	3324
10	-1.30	0	0	5286	9561	2181	4220
11	-1.20	0	0	6096	10752	2751	5235
12	-1.10	0	0	6905	11923	3401	6369
13	-1.00	0	0	7711	13072	4131	7619
14	0.00	0	0	-10445	-2191	-18465	-5091
15	0.10	0	0	-10293	-2214	-17428	-4870
16	0.20	0	0	-10132	-2235	-16407	-4648
17	0.30	0	0	-9962	-2254	-15402	-4423
18	0.40	0	0	-9782	-2271	-14414	-4197
19	0.50	0	0	-9593	-2286	-13446	-3969
20	0.60	0	0	-9395	-2299	-12496	-3740
21	0.70	0	0	-9187	-2310	-11567	-3509
22	0.80	0	0	-8970	-2318	-10659	-3278
23	0.90	0	0	-8743	-2325	-9773	-3046
24	1.00	0	0	-8508	-2329	-8923	-2813
25	1.10	0	0	-8254	-2325	-8120	-2580
26	1.20	0	0	-7975	-2306	-7335	-2349
27	1.30	0	0	-7670	-2273	-6571	-2120
28	1.40	0	0	-7339	-2225	-5833	-1895
29	1.50	0	0	-6983	-2162	-5123	-1675
30	1.60	0	0	-6610	-2084	-4445	-1463
31	1.70	0	0	-6242	-1991	-3802	-1259
32	1.80	0	0	-5841	-1884	-3198	-1065
33	1.90	0	0	-5407	-1762	-2635	-883
34	2.00	0	0	-4939	-1625	-2118	-713
35	2.10	0	0	-4438	-1474	-1649	-558
36	2.20	0	0	-3904	-1307	-1231	-419
37	2.30	0	0	-3337	-1126	-869	-297
38	2.40	0	0	-2736	-931	-565	-194
39	2.50	0	0	-2102	-720	-323	-111
40	2.60	0	0	-1434	-495	-146	-50
41	2.70	0	0	-734	-255	-37	-13
42	2.80	0	0	0	0	0	0

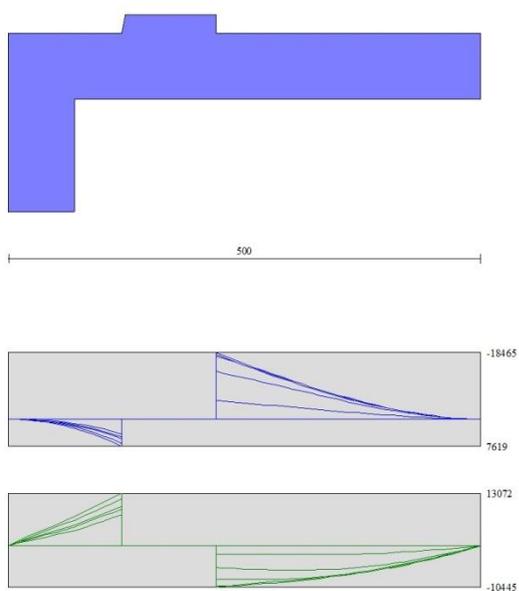


Fig. 16 - Fondazione

8.7. RISULTATI DELL'ANALISI E VERIFICHE – MURO TIPO 2

Dati

Materiali

Simbologia adottata

n° Indice materiale
Descr Descrizione del materiale

Calcestruzzo armato

C Classe di resistenza del cls
A Classe di resistenza dell'acciaio
 γ Peso specifico, espresso in [kg/mc]
 R_{ck} Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kg/cm²]
E Modulo elastico, espresso in [kg/cm²]
 ν Coeff. di Poisson
n Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc Coeff. di omogenizzazione cls tesoro/compresso

Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	γ	R_{ck}	E	ν	n	ntc
				[kg/mc]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]			
1	C25/30 fondazione	C25/30	B450C	2500.00	305.91	320666	0.30	15.00	0.50

Acciai

Descr	f_{yk}	f_{uk}
	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]
B450C	4588.00	5506.00

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	1.00	0.00	0.000
3	8.00	4.67	33.709
4	16.00	4.67	0.000

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

Falda

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	-3.00	-3.00	0.000
2	16.00	-3.00	0.000

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Paramento

Materiale	C25/30	fondazione	
Altezza paramento	2.50		[m]
Altezza paramento libero	1.60		[m]
Spessore in sommità	0.20		[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.70		[m]
Inclinazione paramento esterno	11.30		[°]
Inclinazione paramento interno	0.00		[°]
Spessore rivestimento	0.20		[m]
Peso sp. rivestimento	2500.00		[kg/mc]

Fondazione

Materiale	C25/30	fondazione	
Lunghezza mensola di valle	1.00		[m]
Lunghezza mensola di monte	1.00		[m]
Lunghezza totale	2.70		[m]
Inclinazione piano di posa	0.00		[°]
Spessore	0.50		[m]
Spessore magrone	0.10		[m]

Sperone

Posizione	Valle		
Distanza dal tacco della fondazione	2.20		[m]
Altezza	0.70		[m]
Spessore	0.50		[m]

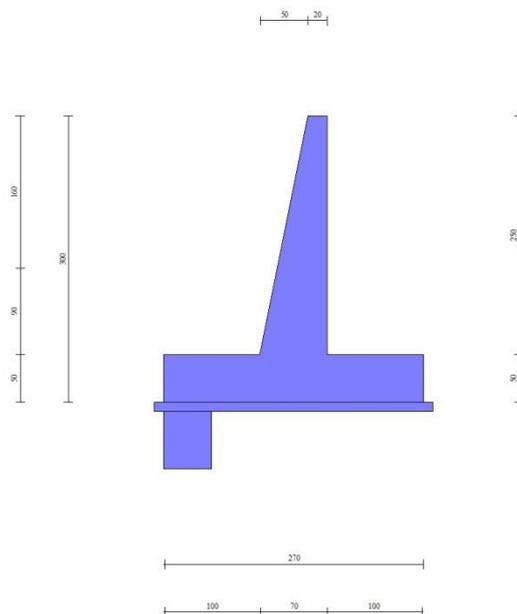


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

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/cm ²]
c_a	Adesione terra-muro espressa in [kg/cm ²]
Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
τ_l	Tensione tangenziale limite, espressa in [kg/cm ²]

n°	Descr	γ [kg/mc]	γ_{sat} [kg/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kg/cm ²]	c_a [kg/cm ²]	Cesp	τ_l [kg/cm ²]
1	RILEVATO	1900.00	1900.00	35.000	23.330	0.00	0.00		
2	Ug1 - LIMI ARGILLOSI-SABBIOSI	1850.00	1850.00	29.000	29.000	0.05	0.03		
3	Ug2 - LIMO SABBIOSO E SABBIA	1900.00	2000.00	31.000	31.000	0.00	0.00		

Stratigrafia

Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
α	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
Kwn, Kwt	Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm ² /cm

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 [m]	α [°]	Terreno	Kwn [Kg/cm ²]	Kwt [Kg/cm ²]	Kw [Kg/cm ²]	Ks	Cesp	Kst _{sta}	Kst _{sis}
1	3.00	0.000	RILEVATO	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
2	4.00	0.000	Ug1 - LIMI ARGILLOSI-SABBIOSI	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	6.00	0.000	Ug2 - LIMO SABBIOSO E SABBIA	0.000	0.000	7.000	0.750	1.000	0.000	0.000

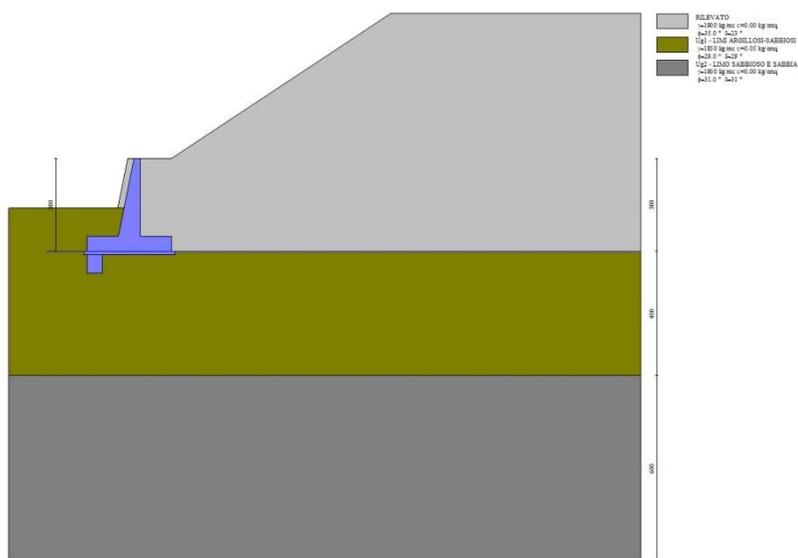


Fig. 2 - Stratigrafia

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 (CARICO STRADALE) - VARIABILE TF

Coeff. di combinazione $\Psi_0=1.00$ - $\Psi_1=1.00$ - $\Psi_2=1.00$

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X	F _x	F _y	M	X _i	X _f	Q _i	Q _f
		[m]	[kg]	[kg]	[kgm]	[m]	[m]	[kg]	[kg]
1	Distribuito					8.00	16.00	2000.00	2000.00

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			
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1, fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1, sfav}$	1.00	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2, fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{O, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{O, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{OT, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{OT, sfav}$	1.00	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	γ_c	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	γ_v	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
Ribaltamento	--	--	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):

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

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

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

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

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

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

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

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

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

I valori dei coeff. $\Psi_{0,j}$, $\Psi_{1,j}$, $\Psi_{2,j}$ sono definiti nelle singole condizioni variabili, per 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

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - GEO (A2-M2-R2)

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

Combinazione n° 6 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.15	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - EQU (A1-M1-R3)

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

Combinazione n° 10 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - EQU (A1-M1-R3) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 12 - EQU (A1-M1-R3) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 13 - SLER

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

Combinazione n° 14 - SLEF

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

Combinazione n° 15 - SLEQ

Condizione	γ	Ψ	Effetto
------------	----------	--------	---------

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

Dati sismici

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s ²]	2.440	0.000
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]	0.249	0.000
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.398	0.000
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.295	0.000
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		C	1.500
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh	kv
Ultimo	0.380	12.685	6.343
Ultimo - Ribaltamento	1.000	19.028	9.514
Esercizio	0.470	0.000	0.000

Forma diagramma incremento sismico **Rettangolare**

Opzioni di calcolo

Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta attiva
Terreno a bassa permeabilità	NO
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	Bowles
Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento)	Nessuna
Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite ($0.5B\gamma N_v$)	Larghezza effettiva (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	Bishop
---	--------

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

Spostamenti

Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti

Cedimenti

Non è stato richiesto il calcolo dei cedimenti

Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite Ultimo (SLU)

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

Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite di Esercizio (SLE)

Paramento e fondazione muro

Condizioni ambientali Ordinarie

Armatura ad aderenza migliorata SI

Verifica a fessurazione

Sensibilità armatura Poco sensibile

Metodo di calcolo aperture delle fessure Circ. Min. 252 (15/10/96) - NTC 2008 I Formulazione

Valori limite aperture delle fessure:

$$w_1=0.20$$

$$w_2=0.30$$

$$w_3=0.40$$

Verifica delle tensioni

Valori limite delle tensioni nei materiali:

Combinazione	Calcestruzzo	Acciaio
Rara	0.60 f_{ck}	0.80 f_{yk}
Frequente	1.00 f_{ck}	1.00 f_{yk}
Quasi permanente	0.45 f_{ck}	1.00 f_{yk}

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	I	C _x	C _y	P _x	P _y
		[kg]	[°]	[kg]	[kg]	[m]	[m]
1	Spinta statica	5818	23.33	5342	2304	1.00	-1.98
	Peso/Inerzia muro			0	7061/0	-0.45	-2.32
	Peso/Inerzia rivestimento			0	800	0.00	0.00
	Peso/Inerzia terrapieno			0	4750/0	0.50	-1.25
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0	0.00	0.00
	Resistenza passiva sperone			-597			
2	Spinta statica	6081	23.33	5584	2408	1.00	-1.99
	Peso/Inerzia muro			0	7061/0	-0.45	-2.32
	Peso/Inerzia rivestimento			0	800	0.00	0.00
	Peso/Inerzia terrapieno			0	4750/0	0.50	-1.25
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0	0.00	0.00
	Resistenza passiva sperone			-597			
3	Spinta statica	4505	23.33	4137	1784	1.00	-1.98
	Incremento di spinta sismica		3714	3410	1471	1.00	-1.50
	Peso/Inerzia muro			896	7061/448	-0.45	-2.32
	Peso/Inerzia rivestimento			101	800	0.00	0.00
	Peso/Inerzia terrapieno			603	4750/301	0.50	-1.25
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0	0.00	0.00
	Resistenza passiva sperone			-597			
4	Spinta statica	4505	23.33	4137	1784	1.00	-1.98
	Incremento di spinta sismica		3204	2942	1269	1.00	-1.50
	Peso/Inerzia muro			896	7061/-448	-0.45	-2.32
	Peso/Inerzia rivestimento			101	800	0.00	0.00
	Peso/Inerzia terrapieno			603	4750/-301	0.50	-1.25
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0	0.00	0.00
	Resistenza passiva sperone			-597			
13	Spinta statica	4669	23.33	4287	1849	1.00	-1.99
	Peso/Inerzia muro			0	7061/0	-0.45	-2.32
	Peso/Inerzia rivestimento			0	800	0.00	0.00
	Peso/Inerzia terrapieno			0	4750/0	0.50	-1.25
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0	0.00	0.00
	Resistenza passiva sperone			-597			
14	Spinta statica	4669	23.33	4287	1849	1.00	-1.99
	Peso/Inerzia muro			0	7061/0	-0.45	-2.32
	Peso/Inerzia rivestimento			0	800	0.00	0.00
	Peso/Inerzia terrapieno			0	4750/0	0.50	-1.25
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0	0.00	0.00
	Resistenza passiva sperone			-597			
15	Spinta statica	4669	23.33	4287	1849	1.00	-1.99
	Peso/Inerzia muro			0	7061/0	-0.45	-2.32
	Peso/Inerzia rivestimento			0	800	0.00	0.00
	Peso/Inerzia terrapieno			0	4750/0	0.50	-1.25
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0	0.00	0.00
	Resistenza passiva sperone			-597			

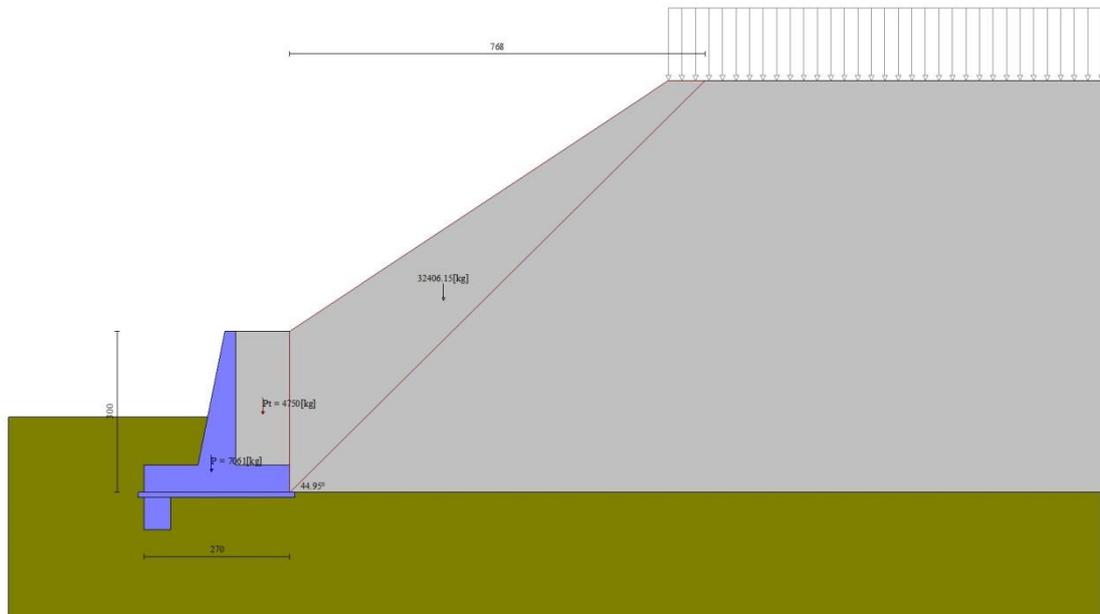


Fig. 3 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 2)

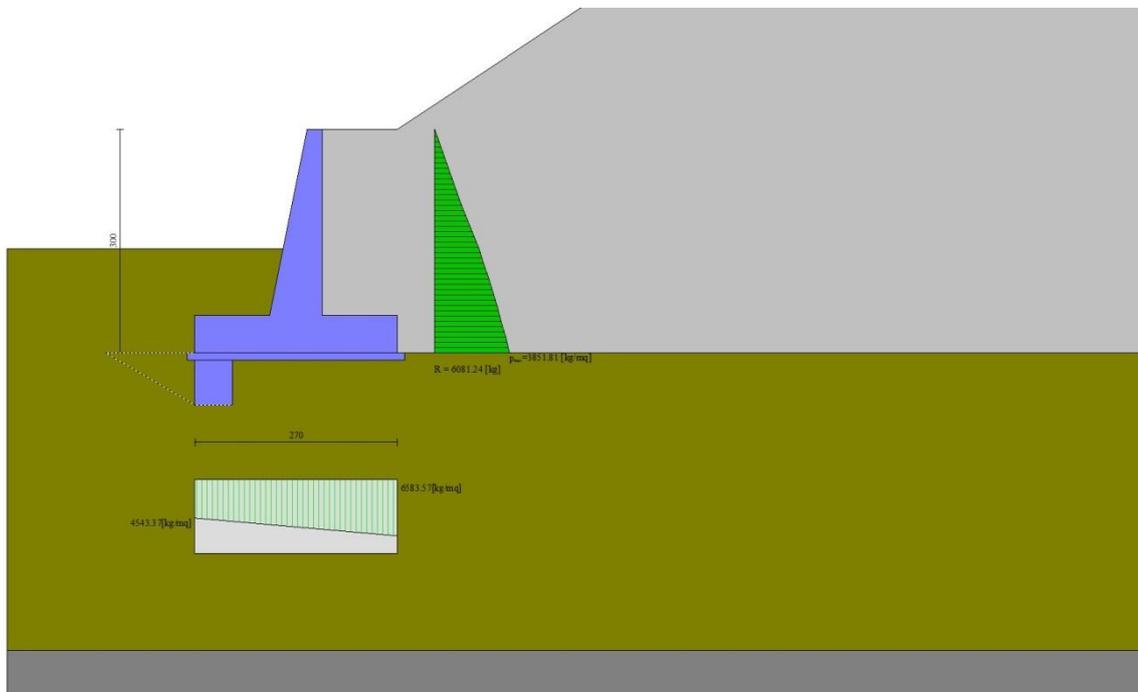


Fig. 4 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 2)

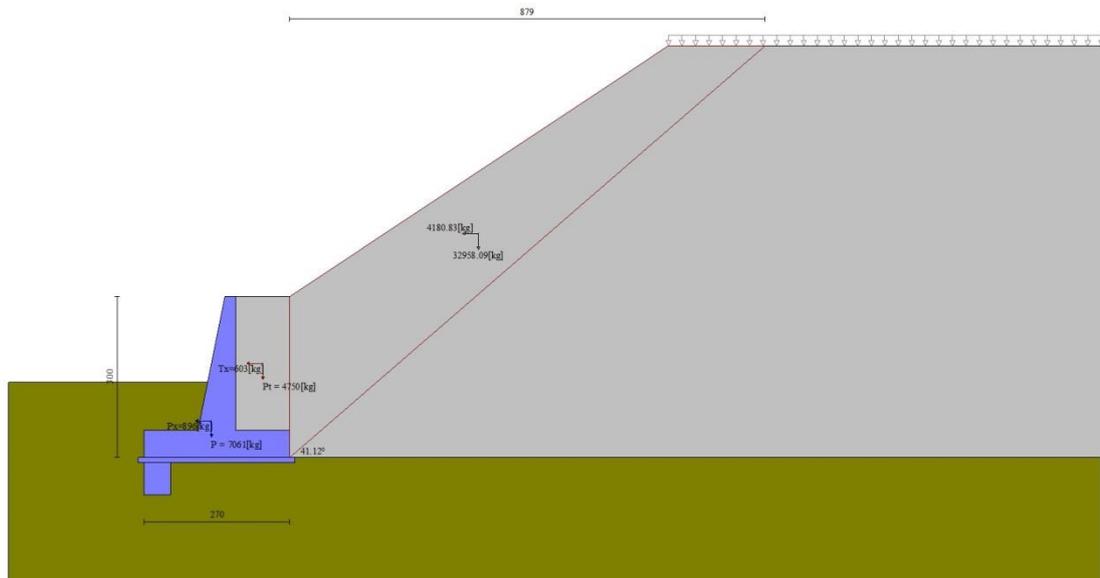


Fig. 5 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 3)

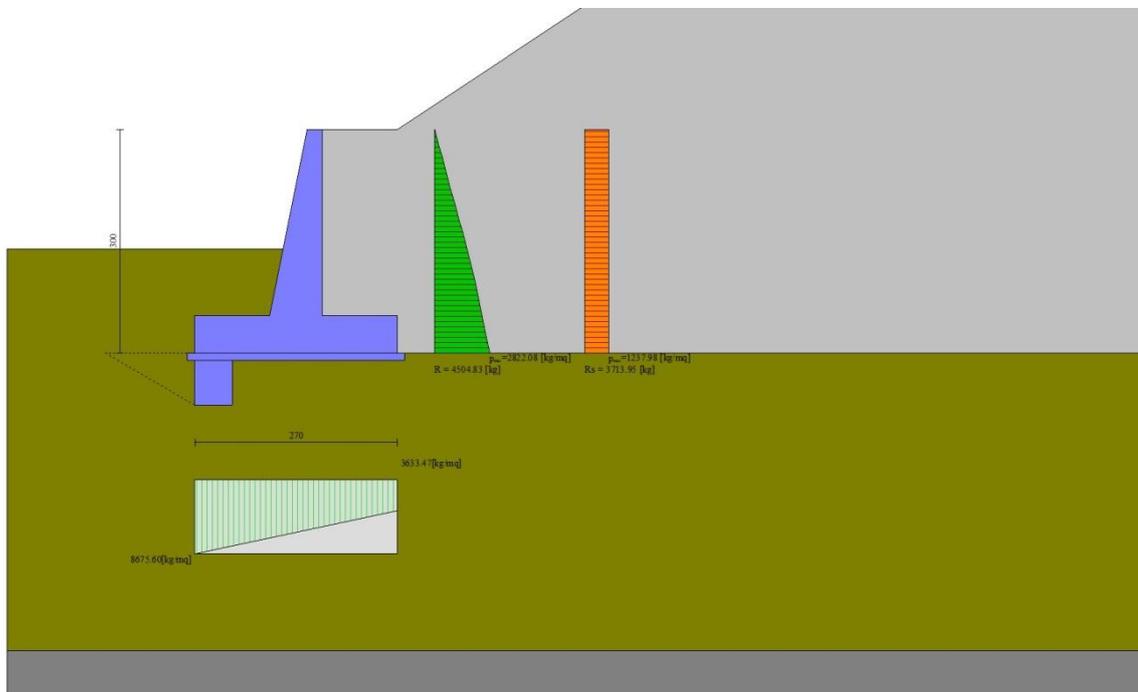


Fig. 6 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 3)

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)		1.786		6.763			
2 - STR (A1-M1-R3)		1.719		6.568			
3 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.146		4.065			
4 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.099		4.256			
5 - GEO (A2-M2-R2)					1.645		
6 - GEO (A2-M2-R2)					1.534		
7 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.585		
8 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.550		
9 - EQU (A1-M1-R3)			4.914				
10 - EQU (A1-M1-R3)			4.806				
11 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		2.198				
12 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		1.912				

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)	8942	0	597	--	--	9539	5342	1.786
2 - STR (A1-M1-R3)	9000	0	597	--	--	9597	5584	1.719
3 - STR (A1-M1-R3) H + V	9884	0	597	--	--	10482	9146	1.146
4 - STR (A1-M1-R3) H - V	8942	0	597	--	--	9539	8678	1.099

Dettagli verifica a scorrimento

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
----	---------------------

Ncss	Carico sul cuneo di spinta passiva, espresso in [kg]
ϕ_{Rp}	Angolo di rottura passivo, espresso in [°]
Nrpp	Carico residuo sul piano di posa, espresso in [kg]
Lr	Lunghezza base residua, espresso in [m]

n°	Ncss [kg]	ϕ_{Rp}	Nrpp [kg]	Lr [m]
1	0	30.500	14915	2.70
2	0	30.500	15019	2.70
3	0	30.500	16614	2.70
4	0	30.500	14914	2.70

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 portanza di progetto e carico agente al piano di posa)

n°	N [kg]	Qu [kg]	Qd [kg]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	14915	100869	72049	6.763
2 - STR (A1-M1-R3)	15019	98651	70465	6.568
3 - STR (A1-M1-R3) H + V	16614	67530	56275	4.065
4 - STR (A1-M1-R3) H - V	14914	63472	52893	4.256

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, Ny	Fattori di capacità portante
ic, iq, iy	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, dy	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, gy	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, by	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, sy	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, py	Fattori di riduzione 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/cm ^q]

Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '-' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	r_γ	D	B' H	γ	ϕ	c
----	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	------------	---	---------	----------	--------	---

										[m]	[m]	[kg/mc]	[°]	[kg/cmq]
1	27.860	0.610	1.176	--	--	--	--	0.967	1.40	2.70	850	29.00	0.05	
	16.443	0.610	1.088	--	--	--	--			2.29				
	13.237	0.103	1.088	--	--	--	--							
2	27.860	0.598	1.176	--	--	--	--	0.967	1.40	2.70	850	29.00	0.05	
	16.443	0.598	1.088	--	--	--	--			2.29				
	13.237	0.088	1.088	--	--	--	--							
3	27.860	0.462	1.176	--	--	--	--	0.967	1.40	2.70	850	29.00	0.05	
	16.443	0.462	1.088	--	--	--	--			2.29				
	13.237	0.000	1.088	--	--	--	--							
4	27.860	0.442	1.176	--	--	--	--	0.967	1.40	2.70	850	29.00	0.05	
	16.443	0.442	1.088	--	--	--	--			2.29				
	13.237	0.002	1.088	--	--	--	--							

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 [kgm]	Mr [kgm]	FS
9 - EQU (A1-M1-R3)	26882	5471	4.914
10 - EQU (A1-M1-R3)	27163	5652	4.806
11 - EQU (A1-M1-R3) H + V	33612	15292	2.198
12 - EQU (A1-M1-R3) H - V	31112	16274	1.912

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 [m]	R [m]	FS
5 - GEO (A2-M2-R2)	0.00; 6.82	10.67	1.645
6 - GEO (A2-M2-R2)	0.00; 6.82	10.67	1.534
7 - GEO (A2-M2-R2) H + V	0.00; 6.82	10.67	1.585
8 - GEO (A2-M2-R2) H - V	0.00; 6.82	10.67	1.550

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]

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° 5 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W [kg]	Qy [kg]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cmq]	u [kg/cmq]	Tx; Ty [kg]
1	1369	0	10.46 - 0.68	72.174	29.256	0.00	0.000	
2	3582	0	0.68	62.461	29.256	0.00	0.000	
3	5062	0	0.68	55.291	29.256	0.00	0.000	
4	6164	0	0.68	49.275	29.256	0.00	0.000	
5	6621	0	0.68	43.932	29.256	0.00	0.000	
6	6815	0	0.68	39.038	29.256	0.00	0.000	
7	6887	0	0.68	34.466	29.256	0.00	0.000	
8	6857	0	0.68	30.133	29.256	0.00	0.000	
9	6740	0	0.68	25.985	29.256	0.00	0.000	
10	6542	0	0.68	21.978	23.915	0.04	0.007	
11	6268	0	0.68	18.083	23.915	0.04	0.031	
12	5929	0	0.68	14.272	23.915	0.04	0.051	
13	5531	0	0.68	10.526	23.915	0.04	0.066	
14	4993	0	0.68	6.824	23.915	0.04	0.077	
15	5123	0	0.68	3.151	23.915	0.04	0.082	
16	5450	0	0.68	-0.509	23.915	0.04	0.084	
17	3178	0	0.68	-4.171	23.915	0.04	0.081	
18	3146	0	0.68	-7.850	23.915	0.04	0.074	
19	2597	0	0.68	-11.563	23.915	0.04	0.062	
20	2392	0	0.68	-15.325	23.915	0.04	0.046	
21	2126	0	0.68	-19.157	23.915	0.04	0.025	
22	1792	0	0.68	-23.081	23.915	0.04	0.000	
23	1380	0	0.68	-27.123	23.915	0.04	0.000	
24	887	0	0.68	-31.318	23.915	0.04	0.000	
25	303	0	-6.56 - 0.68	-35.118	23.915	0.04	0.000	

Combinazione n° 6 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W [kg]	Qy [kg]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cmq]	u [kg/cmq]	Tx; Ty [kg]
1	1369	1566	10.46 - 0.68	72.174	29.256	0.00	0.000	
2	3582	1566	0.68	62.461	29.256	0.00	0.000	
3	5062	1566	0.68	55.291	29.256	0.00	0.000	
4	6164	953	0.68	49.275	29.256	0.00	0.000	
5	6621	0	0.68	43.932	29.256	0.00	0.000	
6	6815	0	0.68	39.038	29.256	0.00	0.000	
7	6887	0	0.68	34.466	29.256	0.00	0.000	
8	6857	0	0.68	30.133	29.256	0.00	0.000	
9	6740	0	0.68	25.985	29.256	0.00	0.000	
10	6542	0	0.68	21.978	23.915	0.04	0.007	
11	6268	0	0.68	18.083	23.915	0.04	0.031	
12	5929	0	0.68	14.272	23.915	0.04	0.051	
13	5531	0	0.68	10.526	23.915	0.04	0.066	
14	4993	0	0.68	6.824	23.915	0.04	0.077	
15	5123	0	0.68	3.151	23.915	0.04	0.082	
16	5450	0	0.68	-0.509	23.915	0.04	0.084	
17	3178	0	0.68	-4.171	23.915	0.04	0.081	
18	3146	0	0.68	-7.850	23.915	0.04	0.074	
19	2597	0	0.68	-11.563	23.915	0.04	0.062	
20	2392	0	0.68	-15.325	23.915	0.04	0.046	
21	2126	0	0.68	-19.157	23.915	0.04	0.025	
22	1792	0	0.68	-23.081	23.915	0.04	0.000	
23	1380	0	0.68	-27.123	23.915	0.04	0.000	
24	887	0	0.68	-31.318	23.915	0.04	0.000	
25	303	0	-6.56 - 0.68	-35.118	23.915	0.04	0.000	

Combinazione n° 7 - GEO (A2-M2-R2) H + V

n°	W [kg]	Qy [kg]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kg/cmq]	u [kg/cmq]	Tx; Ty [kg]
1	1369	272	10.46 - 0.68	72.174	35.000	0.00	0.000	
2	3582	272	0.68	62.461	35.000	0.00	0.000	
3	5062	272	0.68	55.291	35.000	0.00	0.000	
4	6164	166	0.68	49.275	35.000	0.00	0.000	
5	6621	0	0.68	43.932	35.000	0.00	0.000	
6	6815	0	0.68	39.038	35.000	0.00	0.000	
7	6887	0	0.68	34.466	35.000	0.00	0.000	
8	6857	0	0.68	30.133	35.000	0.00	0.000	
9	6740	0	0.68	25.985	35.000	0.00	0.000	
10	6542	0	0.68	21.978	29.000	0.05	0.007	
11	6268	0	0.68	18.083	29.000	0.05	0.031	
12	5929	0	0.68	14.272	29.000	0.05	0.051	
13	5531	0	0.68	10.526	29.000	0.05	0.066	
14	4993	0	0.68	6.824	29.000	0.05	0.077	
15	5123	0	0.68	3.151	29.000	0.05	0.082	
16	5450	0	0.68	-0.509	29.000	0.05	0.084	
17	3178	0	0.68	-4.171	29.000	0.05	0.081	
18	3146	0	0.68	-7.850	29.000	0.05	0.074	
19	2597	0	0.68	-11.563	29.000	0.05	0.062	
20	2392	0	0.68	-15.325	29.000	0.05	0.046	
21	2126	0	0.68	-19.157	29.000	0.05	0.025	
22	1792	0	0.68	-23.081	29.000	0.05	0.000	
23	1380	0	0.68	-27.123	29.000	0.05	0.000	
24	887	0	0.68	-31.318	29.000	0.05	0.000	
25	303	0	-6.56 - 0.68	-35.118	29.000	0.05	0.000	

Combinazione n° 8 - GEO (A2-M2-R2) H - V

n°	W [kg]	Qy [kg]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kg/cmq]	u [kg/cmq]	Tx; Ty [kg]
1	1369	272	10.46 - 0.68	72.174	35.000	0.00	0.000	
2	3582	272	0.68	62.461	35.000	0.00	0.000	
3	5062	272	0.68	55.291	35.000	0.00	0.000	
4	6164	166	0.68	49.275	35.000	0.00	0.000	
5	6621	0	0.68	43.932	35.000	0.00	0.000	
6	6815	0	0.68	39.038	35.000	0.00	0.000	
7	6887	0	0.68	34.466	35.000	0.00	0.000	
8	6857	0	0.68	30.133	35.000	0.00	0.000	
9	6740	0	0.68	25.985	35.000	0.00	0.000	
10	6542	0	0.68	21.978	29.000	0.05	0.007	
11	6268	0	0.68	18.083	29.000	0.05	0.031	
12	5929	0	0.68	14.272	29.000	0.05	0.051	
13	5531	0	0.68	10.526	29.000	0.05	0.066	
14	4993	0	0.68	6.824	29.000	0.05	0.077	
15	5123	0	0.68	3.151	29.000	0.05	0.082	
16	5450	0	0.68	-0.509	29.000	0.05	0.084	
17	3178	0	0.68	-4.171	29.000	0.05	0.081	
18	3146	0	0.68	-7.850	29.000	0.05	0.074	
19	2597	0	0.68	-11.563	29.000	0.05	0.062	
20	2392	0	0.68	-15.325	29.000	0.05	0.046	
21	2126	0	0.68	-19.157	29.000	0.05	0.025	
22	1792	0	0.68	-23.081	29.000	0.05	0.000	
23	1380	0	0.68	-27.123	29.000	0.05	0.000	
24	887	0	0.68	-31.318	29.000	0.05	0.000	
25	303	0	-6.56 - 0.68	-35.118	29.000	0.05	0.000	

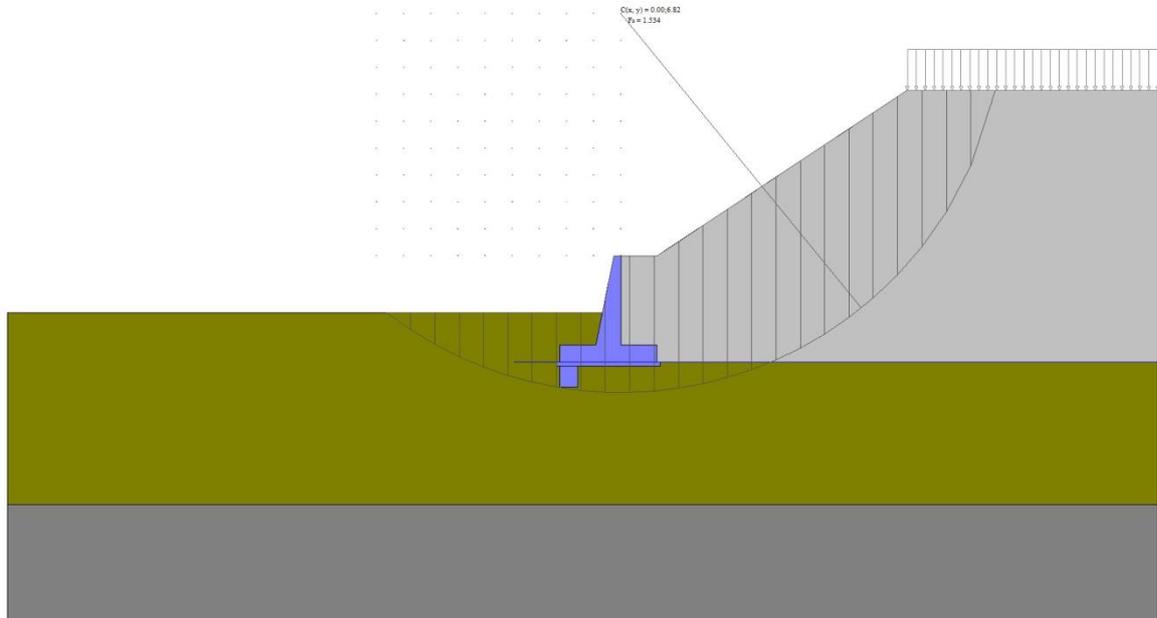


Fig. 7 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 6)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

- 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)

Paramento

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	0.00	0	0	0
2	-0.10	52	3	0
3	-0.20	110	11	0
4	-0.30	172	25	0
5	-0.40	240	45	1
6	-0.50	312	70	4
7	-0.60	390	100	9
8	-0.70	472	136	17
9	-0.80	560	178	27
10	-0.90	652	225	41
11	-1.00	750	277	59
12	-1.10	852	336	82
13	-1.20	960	399	110
14	-1.30	1072	469	143
15	-1.40	1190	544	182
16	-1.50	1312	625	228

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
17	-1.60	1439	715	281
18	-1.70	1572	818	343
19	-1.80	1709	936	414
20	-1.90	1852	1072	496
21	-2.00	1999	1224	592
22	-2.10	2152	1391	702
23	-2.20	2309	1571	827
24	-2.30	2471	1764	970
25	-2.40	2639	1971	1131
26	-2.50	2811	2190	1312

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3)

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	0.00	0	0	0
2	-0.10	52	3	0
3	-0.20	110	11	0
4	-0.30	172	25	0
5	-0.40	240	45	1
6	-0.50	312	70	4
7	-0.60	390	100	9
8	-0.70	472	136	17
9	-0.80	560	178	27
10	-0.90	652	225	41
11	-1.00	750	277	59
12	-1.10	852	336	82
13	-1.20	960	399	110
14	-1.30	1072	469	143
15	-1.40	1190	544	182
16	-1.50	1312	625	228
17	-1.60	1439	715	281
18	-1.70	1572	818	343
19	-1.80	1709	936	414
20	-1.90	1852	1072	496
21	-2.00	1999	1224	592
22	-2.10	2152	1391	702
23	-2.20	2309	1572	827
24	-2.30	2471	1767	970
25	-2.40	2639	1976	1132
26	-2.50	2811	2200	1313

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	0.00	0	0	0
2	-0.10	52	107	5
3	-0.20	110	218	20
4	-0.30	172	335	47
5	-0.40	240	456	84
6	-0.50	312	582	133
7	-0.60	390	713	194
8	-0.70	472	849	268
9	-0.80	560	990	355
10	-0.90	652	1136	455
11	-1.00	750	1287	569
12	-1.10	852	1442	698
13	-1.20	960	1603	841
14	-1.30	1072	1768	999
15	-1.40	1190	1939	1173
16	-1.50	1312	2115	1363
17	-1.60	1439	2297	1570
18	-1.70	1572	2491	1794
19	-1.80	1709	2698	2037
20	-1.90	1852	2918	2300
21	-2.00	1999	3152	2584

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
22	-2.10	2152	3397	2891
23	-2.20	2309	3653	3221
24	-2.30	2471	3921	3576
25	-2.40	2639	4198	3956
26	-2.50	2811	4487	4363

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	0.00	0	0	0
2	-0.10	52	102	5
3	-0.20	110	209	19
4	-0.30	172	320	44
5	-0.40	240	437	80
6	-0.50	312	558	127
7	-0.60	390	685	186
8	-0.70	472	816	257
9	-0.80	560	952	340
10	-0.90	652	1093	436
11	-1.00	750	1239	546
12	-1.10	852	1390	669
13	-1.20	960	1546	807
14	-1.30	1072	1706	959
15	-1.40	1190	1872	1127
16	-1.50	1312	2043	1310
17	-1.60	1439	2221	1509
18	-1.70	1572	2411	1726
19	-1.80	1709	2612	1960
20	-1.90	1852	2828	2214
21	-2.00	1999	3057	2489
22	-2.10	2152	3297	2786
23	-2.20	2309	3549	3106
24	-2.30	2471	3811	3450
25	-2.40	2639	4084	3819
26	-2.50	2811	4368	4215

Combinazione n° 13 - SLER

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	0.00	0	0	0
2	-0.10	52	2	0
3	-0.20	110	9	0
4	-0.30	172	19	-1
5	-0.40	240	34	0
6	-0.50	312	54	2
7	-0.60	390	77	5
8	-0.70	472	105	9
9	-0.80	560	137	16
10	-0.90	652	173	26
11	-1.00	750	213	38
12	-1.10	852	258	53
13	-1.20	960	307	73
14	-1.30	1072	361	96
15	-1.40	1190	418	123
16	-1.50	1312	481	156
17	-1.60	1439	550	194
18	-1.70	1572	629	237
19	-1.80	1709	720	288
20	-1.90	1852	824	348
21	-2.00	1999	942	417
22	-2.10	2152	1070	496
23	-2.20	2309	1209	588
24	-2.30	2471	1359	692
25	-2.40	2639	1519	811
26	-2.50	2811	1691	944

Combinazione n° 14 - SLEF

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	0.00	0	0	0
2	-0.10	52	2	0
3	-0.20	110	9	0
4	-0.30	172	19	-1
5	-0.40	240	34	0
6	-0.50	312	54	2
7	-0.60	390	77	5
8	-0.70	472	105	9
9	-0.80	560	137	16
10	-0.90	652	173	26
11	-1.00	750	213	38
12	-1.10	852	258	53
13	-1.20	960	307	73
14	-1.30	1072	361	96
15	-1.40	1190	418	123
16	-1.50	1312	481	156
17	-1.60	1439	550	194
18	-1.70	1572	629	237
19	-1.80	1709	720	288
20	-1.90	1852	824	348
21	-2.00	1999	942	417
22	-2.10	2152	1070	496
23	-2.20	2309	1209	588
24	-2.30	2471	1359	692
25	-2.40	2639	1519	811
26	-2.50	2811	1691	944

Combinazione n° 15 - SLEQ

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	0.00	0	0	0
2	-0.10	52	2	0
3	-0.20	110	9	0
4	-0.30	172	19	-1
5	-0.40	240	34	0
6	-0.50	312	54	2
7	-0.60	390	77	5
8	-0.70	472	105	9
9	-0.80	560	137	16
10	-0.90	652	173	26
11	-1.00	750	213	38
12	-1.10	852	258	53
13	-1.20	960	307	73
14	-1.30	1072	361	96
15	-1.40	1190	418	123
16	-1.50	1312	481	156
17	-1.60	1439	550	194
18	-1.70	1572	629	237
19	-1.80	1709	720	288
20	-1.90	1852	824	348
21	-2.00	1999	942	417
22	-2.10	2152	1070	496
23	-2.20	2309	1209	588
24	-2.30	2471	1359	692
25	-2.40	2639	1519	811
26	-2.50	2811	1691	944

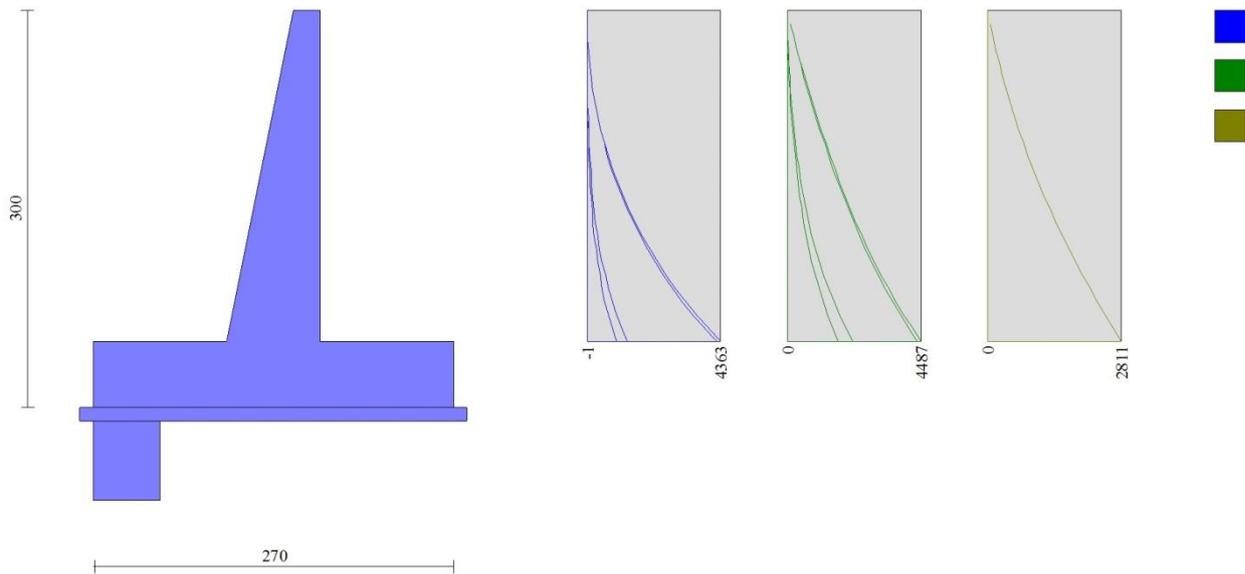


Fig. 8 - Paramento (Inviluppo)

Fondazione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	-1.70	0	0	0
2	-1.60	0	151	7
3	-1.50	0	310	30
4	-1.40	0	477	70
5	-1.30	0	651	126
6	-1.20	0	833	200
7	-1.10	0	1198	302
8	-1.00	0	1571	440
9	-0.90	0	1952	616
10	-0.80	0	2340	831
11	-0.70	0	2737	1085
12	0.00	0	-1237	-553
13	0.10	0	-1078	-438
14	0.20	0	-927	-338
15	0.30	0	-784	-252
16	0.40	0	-648	-180
17	0.50	0	-521	-122
18	0.60	0	-401	-76
19	0.70	0	-289	-42
20	0.80	0	-185	-18
21	0.90	0	-89	-4
22	1.00	0	0	0

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	-1.70	0	0	0

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
2	-1.60	0	158	8
3	-1.50	0	324	32
4	-1.40	0	497	73
5	-1.30	0	678	132
6	-1.20	0	866	209
7	-1.10	0	1237	314
8	-1.00	0	1616	456
9	-0.90	0	2002	637
10	-0.80	0	2395	857
11	-0.70	0	2796	1116
12	0.00	0	-1219	-547
13	0.10	0	-1063	-433
14	0.20	0	-915	-334
15	0.30	0	-774	-249
16	0.40	0	-641	-179
17	0.50	0	-515	-121
18	0.60	0	-397	-75
19	0.70	0	-286	-41
20	0.80	0	-183	-18
21	0.90	0	-88	-4
22	1.00	0	0	0

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	-1.70	0	0	0
2	-1.60	0	558	28
3	-1.50	0	1098	111
4	-1.40	0	1619	247
5	-1.30	0	2121	434
6	-1.20	0	2604	671
7	-1.10	0	3244	963
8	-1.00	0	3865	1319
9	-0.90	0	4468	1736
10	-0.80	0	5052	2212
11	-0.70	0	5617	2745
12	0.00	0	-1433	-872
13	0.10	0	-1373	-732
14	0.20	0	-1296	-598
15	0.30	0	-1199	-473
16	0.40	0	-1084	-359
17	0.50	0	-950	-257
18	0.60	0	-797	-169
19	0.70	0	-626	-98
20	0.80	0	-436	-45
21	0.90	0	-227	-12
22	1.00	0	0	0

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	-1.70	0	0	0
2	-1.60	0	495	25
3	-1.50	0	971	98
4	-1.40	0	1429	219
5	-1.30	0	1868	384
6	-1.20	0	2288	591
7	-1.10	0	2865	849
8	-1.00	0	3423	1164
9	-0.90	0	3962	1533
10	-0.80	0	4483	1956
11	-0.70	0	4985	2429
12	0.00	0	-2060	-1186
13	0.10	0	-1938	-986
14	0.20	0	-1798	-799

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
15	0.30	0	-1638	-627
16	0.40	0	-1460	-472
17	0.50	0	-1263	-335
18	0.60	0	-1048	-220
19	0.70	0	-814	-126
20	0.80	0	-561	-57
21	0.90	0	-290	-15
22	1.00	0	0	0

Combinazione n° 13 - SLER

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	-1.70	0	0	0
2	-1.60	0	93	5
3	-1.50	0	198	19
4	-1.40	0	313	44
5	-1.30	0	439	82
6	-1.20	0	576	133
7	-1.10	0	899	206
8	-1.00	0	1233	313
9	-0.90	0	1578	453
10	-0.80	0	1934	629
11	-0.70	0	2301	840
12	0.00	0	287	235
13	0.10	0	307	205
14	0.20	0	317	174
15	0.30	0	316	142
16	0.40	0	303	111
17	0.50	0	280	81
18	0.60	0	246	55
19	0.70	0	201	33
20	0.80	0	145	15
21	0.90	0	78	4
22	1.00	0	0	0

Combinazione n° 14 - SLEF

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	-1.70	0	0	0
2	-1.60	0	93	5
3	-1.50	0	198	19
4	-1.40	0	313	44
5	-1.30	0	439	82
6	-1.20	0	576	133
7	-1.10	0	899	206
8	-1.00	0	1233	313
9	-0.90	0	1578	453
10	-0.80	0	1934	629
11	-0.70	0	2301	840
12	0.00	0	287	235
13	0.10	0	307	205
14	0.20	0	317	174
15	0.30	0	316	142
16	0.40	0	303	111
17	0.50	0	280	81
18	0.60	0	246	55
19	0.70	0	201	33
20	0.80	0	145	15
21	0.90	0	78	4
22	1.00	0	0	0

Combinazione n° 15 - SLEQ

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	-1.70	0	0	0
2	-1.60	0	93	5
3	-1.50	0	198	19
4	-1.40	0	313	44
5	-1.30	0	439	82
6	-1.20	0	576	133
7	-1.10	0	899	206
8	-1.00	0	1233	313
9	-0.90	0	1578	453
10	-0.80	0	1934	629
11	-0.70	0	2301	840
12	0.00	0	287	235
13	0.10	0	307	205
14	0.20	0	317	174
15	0.30	0	316	142
16	0.40	0	303	111
17	0.50	0	280	81
18	0.60	0	246	55
19	0.70	0	201	33
20	0.80	0	145	15
21	0.90	0	78	4
22	1.00	0	0	0

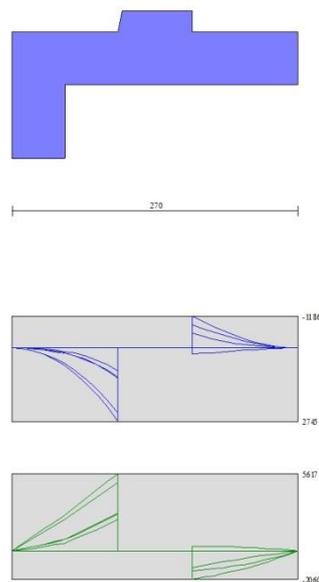


Fig. 9 - Fondazione (Inviluppo)

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 [kg]	I [°]	C _x [kg]	C _y [kg]	P _x [m]	P _y [m]
3	Spinta statica	4505	23.33	4137	1784	1.00	-1.98
	Incremento di spinta sismica		3714	3410	1471	1.00	-1.50
	Peso/Inerzia muro			896	7061/448	-0.45	-2.32
	Peso/Inerzia rivestimento			101	800	0.00	0.00
	Peso/Inerzia terrapieno			603	4750/301	0.50	-1.25
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0	0.00	0.00
	Resistenza passiva sperone			-597			

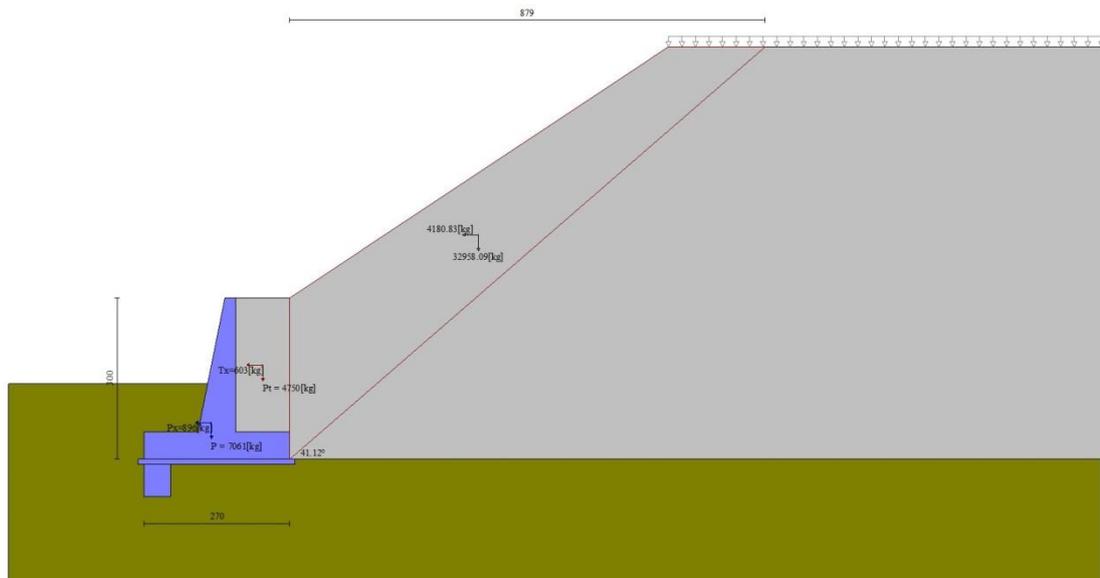


Fig. 12 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 3)

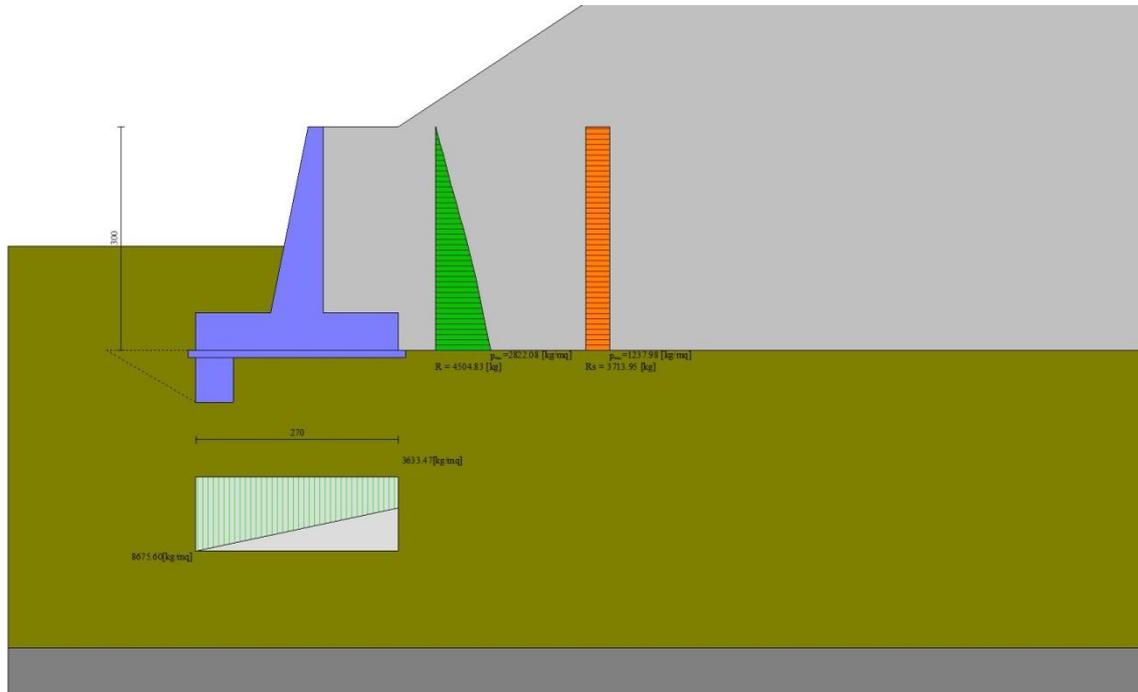


Fig. 13 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 3)

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)		1.786		6.763			
2 - STR (A1-M1-R3)		1.719		6.568			
3 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.146		4.065			
4 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.099		4.256			
5 - GEO (A2-M2-R2)					1.645		
6 - GEO (A2-M2-R2)					1.534		
7 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.585		
8 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.550		
9 - EQU (A1-M1-R3)			4.914				
10 - EQU (A1-M1-R3)			4.806				
11 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		2.198				
12 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		1.912				

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 [kg]	Rpt [kg]	Rps [kg]	Rp [kg]	Rt [kg]	R [kg]	T [kg]	FS
4 - STR (A1-M1-R3) H - V	8942	0	597	--	--	9539	8678	1.099

Dettagli verifica a scorrimento

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Ncss	Carico sul cuneo di spinta passiva, espresso in [kg]
ϕ_{Rp}	Angolo di rottura passivo, espresso in [°]
Nrpp	Carico residuo sul piano di posa, espresso in [kg]
Lr	Lunghezza base residua, espresso in [m]

n°	Ncss [kg]	ϕ_{Rp}	Nrpp [kg]	Lr [m]
4	0	30.500	14914	2.70

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 portanza di progetto e carico agente al piano di posa)

n°	N [kg]	Qu [kg]	Qd [kg]	FS
3 - STR (A1-M1-R3) H + V	16614	67530	56275	4.065

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
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 _γ N _γ , 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/cm ^q]

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	r _γ	D	B' H	γ	φ	c
									[m]	[m]	[kg/mc]	[°]	[kg/cm ^q]
3	27.860 16.443 13.237	0.462 0.462 0.000	1.176 1.088 1.088	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	0.967	1.40	2.70 2.29	850	29.00	0.05

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
M _s	Momento stabilizzante, espresso in [kgm]
M _r	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°	M _s	M _r	FS
	[kgm]	[kgm]	
12 - EQU (A1-M1-R3) H - V	31112	16274	1.912

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

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

I _c	C	R	FS
	[m]	[m]	
6 - GEO (A2-M2-R2)	0.00; 6.82	10.67	1.534

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]

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 [kg]	Qy [kg]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cmq]	u [kg/cmq]	Tx; Ty [kg]
1	1369	1566	10.46 - 0.68	72.174	29.256	0.00	0.000	
2	3582	1566	0.68	62.461	29.256	0.00	0.000	
3	5062	1566	0.68	55.291	29.256	0.00	0.000	
4	6164	953	0.68	49.275	29.256	0.00	0.000	
5	6621	0	0.68	43.932	29.256	0.00	0.000	
6	6815	0	0.68	39.038	29.256	0.00	0.000	
7	6887	0	0.68	34.466	29.256	0.00	0.000	
8	6857	0	0.68	30.133	29.256	0.00	0.000	
9	6740	0	0.68	25.985	29.256	0.00	0.000	
10	6542	0	0.68	21.978	23.915	0.04	0.007	
11	6268	0	0.68	18.083	23.915	0.04	0.031	
12	5929	0	0.68	14.272	23.915	0.04	0.051	
13	5531	0	0.68	10.526	23.915	0.04	0.066	
14	4993	0	0.68	6.824	23.915	0.04	0.077	
15	5123	0	0.68	3.151	23.915	0.04	0.082	
16	5450	0	0.68	-0.509	23.915	0.04	0.084	
17	3178	0	0.68	-4.171	23.915	0.04	0.081	
18	3146	0	0.68	-7.850	23.915	0.04	0.074	
19	2597	0	0.68	-11.563	23.915	0.04	0.062	
20	2392	0	0.68	-15.325	23.915	0.04	0.046	
21	2126	0	0.68	-19.157	23.915	0.04	0.025	
22	1792	0	0.68	-23.081	23.915	0.04	0.000	
23	1380	0	0.68	-27.123	23.915	0.04	0.000	
24	887	0	0.68	-31.318	23.915	0.04	0.000	
25	303	0	-6.56 - 0.68	-35.118	23.915	0.04	0.000	

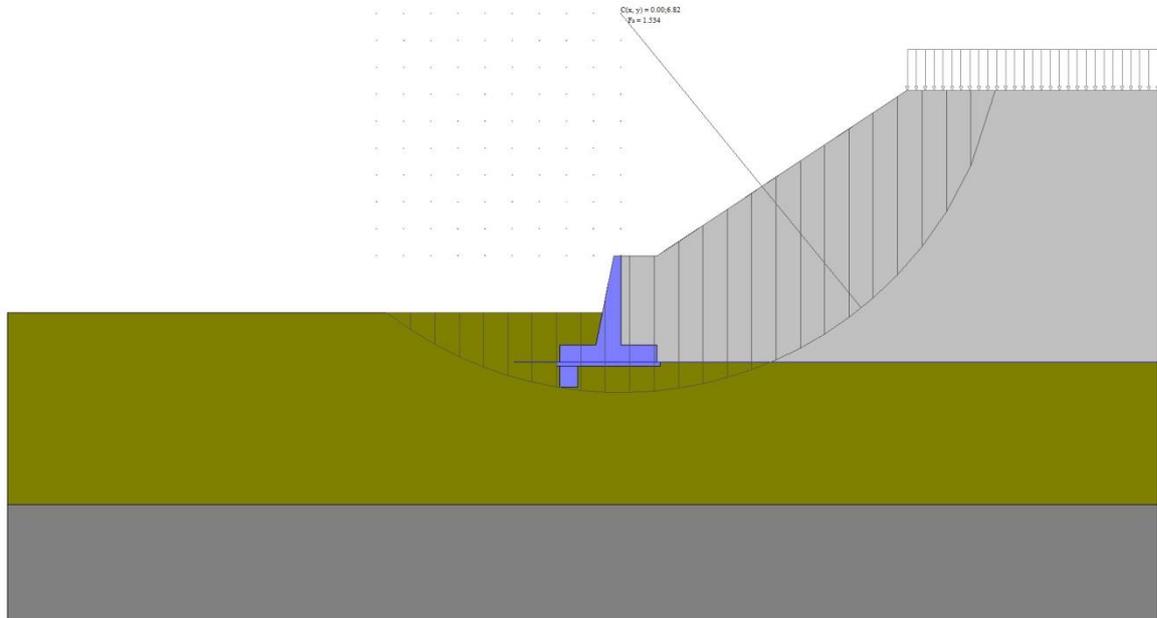


Fig. 14 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 6)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

- 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)

Paramento

n°	X [m]	N _{min} [kg]	N _{max} [kg]	T _{min} [kg]	T _{max} [kg]	M _{min} [kgm]	M _{max} [kgm]
1	0.00	0	0	0	0	0	0
2	-0.10	52	52	2	107	0	5
3	-0.20	110	110	9	218	0	20
4	-0.30	172	172	19	335	-1	47
5	-0.40	240	240	34	456	0	84
6	-0.50	312	312	54	582	2	133
7	-0.60	390	390	77	713	5	194
8	-0.70	472	472	105	849	9	268
9	-0.80	560	560	137	990	16	355
10	-0.90	652	652	173	1136	26	455
11	-1.00	750	750	213	1287	38	569
12	-1.10	852	852	258	1442	53	698
13	-1.20	960	960	307	1603	73	841
14	-1.30	1072	1072	361	1768	96	999
15	-1.40	1190	1190	418	1939	123	1173
16	-1.50	1312	1312	481	2115	156	1363
17	-1.60	1439	1439	550	2297	194	1570
18	-1.70	1572	1572	629	2491	237	1794
19	-1.80	1709	1709	720	2698	288	2037
20	-1.90	1852	1852	824	2918	348	2300

n°	X [m]	N _{min} [kg]	N _{max} [kg]	T _{min} [kg]	T _{max} [kg]	M _{min} [kgm]	M _{max} [kgm]
21	-2.00	1999	1999	942	3152	417	2584
22	-2.10	2152	2152	1070	3397	496	2891
23	-2.20	2309	2309	1209	3653	588	3221
24	-2.30	2471	2471	1359	3921	692	3576
25	-2.40	2639	2639	1519	4198	811	3956
26	-2.50	2811	2811	1691	4487	944	4363

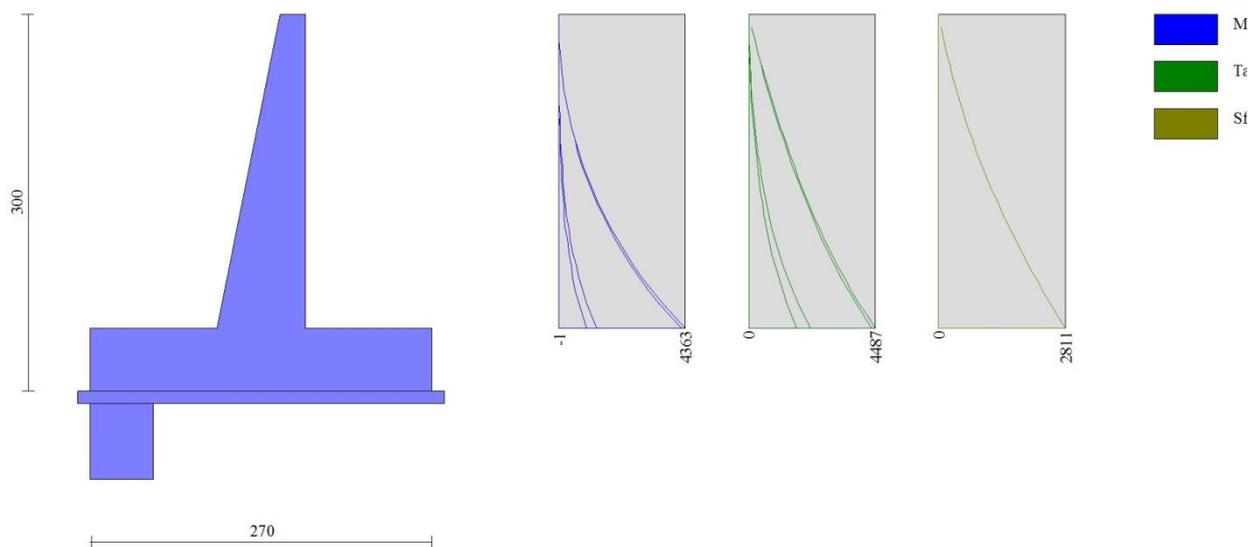


Fig. 15 - Paramento

Fondazione

n°	X [m]	N _{min} [kg]	N _{max} [kg]	T _{min} [kg]	T _{max} [kg]	M _{min} [kgm]	M _{max} [kgm]
1	-1.70	0	0	0	0	0	0
2	-1.60	0	0	93	558	5	28
3	-1.50	0	0	198	1098	19	111
4	-1.40	0	0	313	1619	44	247
5	-1.30	0	0	439	2121	82	434
6	-1.20	0	0	576	2604	133	671
7	-1.10	0	0	899	3244	206	963
8	-1.00	0	0	1233	3865	313	1319
9	-0.90	0	0	1578	4468	453	1736
10	-0.80	0	0	1934	5052	629	2212
11	-0.70	0	0	2301	5617	840	2745
12	0.00	0	0	-2060	287	-1186	235
13	0.10	0	0	-1938	307	-986	205
14	0.20	0	0	-1798	317	-799	174
15	0.30	0	0	-1638	316	-627	142
16	0.40	0	0	-1460	303	-472	111
17	0.50	0	0	-1263	280	-335	81
18	0.60	0	0	-1048	246	-220	55
19	0.70	0	0	-814	201	-126	33
20	0.80	0	0	-561	145	-57	15
21	0.90	0	0	-290	78	-15	4
22	1.00	0	0	0	0	0	0

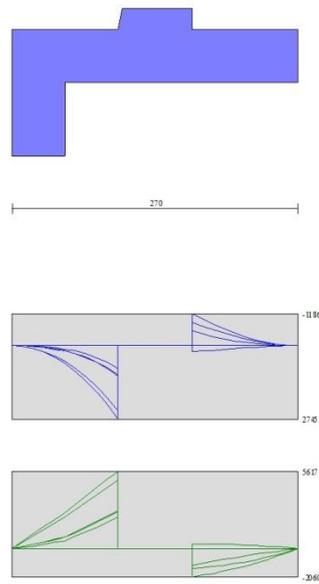


Fig. 16 - Fondazione

8.8. RISULTATI DELL'ANALISI E VERIFICHE – MURO TIPO 2*

Dati

Materiali

Simbologia adottata

n° Indice materiale

Descr Descrizione del materiale

Calcestruzzo armato

C Classe di resistenza del cls

A Classe di resistenza dell'acciaio

γ Peso specifico, espresso in [kg/mc]

R_{ck} Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kg/cm²]

E Modulo elastico, espresso in [kg/cm²]

ν Coeff. di Poisson

n Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls

ntc Coeff. di omogenizzazione cls tesoro/compresso

Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	γ	R_{ck}	E	ν	n	ntc
				[kg/mc]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]			
1	C25/30 fondazione	C25/30	B450C	2500.00	305.91	320666	0.30	15.00	0.50

Acciai

Descr	f_{yk}	f_{uk}
	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]
B450C	4588.00	5506.00

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	1.00	0.00	0.000
3	8.00	4.67	33.709
4	16.00	4.67	0.000

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

Falda

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	-3.00	-3.00	0.000
2	16.00	-3.00	0.000

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Paramento

Materiale	C25/30	fondazione	
Altezza paramento	2.50		[m]
Altezza paramento libero	1.60		[m]
Spessore in sommità	0.20		[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.70		[m]
Inclinazione paramento esterno	11.30		[°]
Inclinazione paramento interno	0.00		[°]
Spessore rivestimento	0.20		[m]
Peso sp. rivestimento	2500.00		[kg/mc]

Fondazione

Materiale	C25/30	fondazione	
Lunghezza mensola di valle	1.00		[m]
Lunghezza mensola di monte	1.50		[m]
Lunghezza totale	3.20		[m]
Inclinazione piano di posa	0.00		[°]
Spessore	0.50		[m]
Spessore magrone	0.10		[m]

Sperone

Posizione	Valle		
Distanza dal tacco della fondazione	2.70		[m]
Altezza	0.80		[m]
Spessore	0.50		[m]

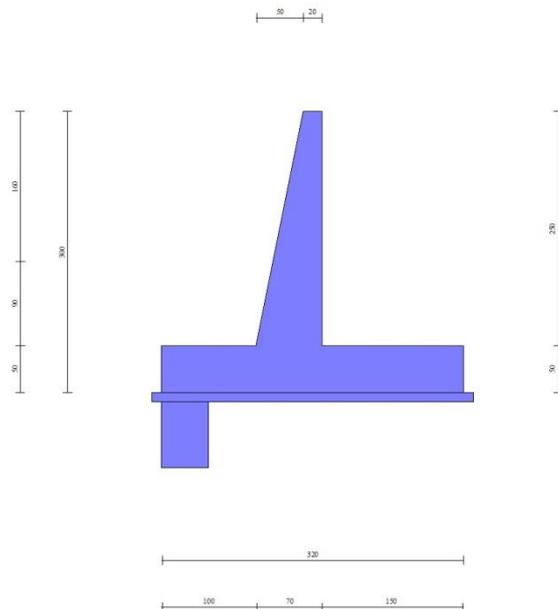


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

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/cm ²]
c_a	Adesione terra-muro espressa in [kg/cm ²]
Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
τ_l	Tensione tangenziale limite, espressa in [kg/cm ²]

n°	Descr	γ [kg/mc]	γ_{sat} [kg/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kg/cm ²]	c_a [kg/cm ²]	Cesp	τ_l [kg/cm ²]
1	RILEVATO	1900.00	1900.00	35.000	23.330	0.00	0.00		
2	Ug1 - LIMI ARGILLOSI-SABBIOSI	1850.00	1850.00	29.000	29.000	0.05	0.03		
3	Ug2 - LIMO SABBIOSO E SABBIA	1900.00	2000.00	31.000	31.000	0.00	0.00		

Stratigrafia

Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
α	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
Kwn, Kwt	Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm ² /cm

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 [m]	α [°]	Terreno	Kwn [Kg/cm ²]	Kwt [Kg/cm ²]	Kw [Kg/cm ²]	Ks	Cesp	Kst _{sta}	Kst _{sis}
1	3.00	0.000	RILEVATO	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
2	4.00	0.000	Ug1 - LIMI ARGILLOSI-SABBIOSI	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	6.00	0.000	Ug2 - LIMO SABBIOSO E SABBIA	0.000	0.000	7.000	0.750	1.000	0.000	0.000

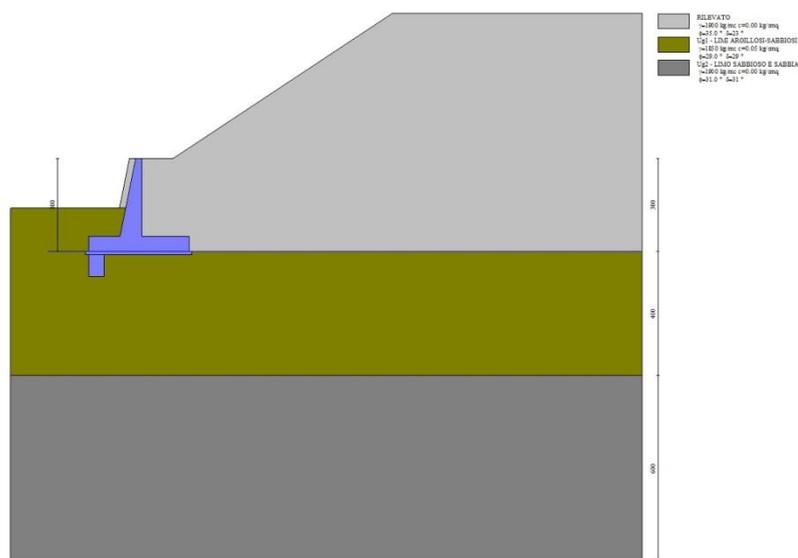


Fig. 2 - Stratigrafia

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 (CARICO STRADALE) - VARIABILE TF

Coeff. di combinazione $\Psi_0=1.00$ - $\Psi_1=1.00$ - $\Psi_2=1.00$

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X	F _x	F _y	M	X _i	X _f	Q _i	Q _f
		[m]	[kg]	[kg]	[kgm]	[m]	[m]	[kg]	[kg]
1	Distribuito					8.00	16.00	2000.00	2000.00

Condizione n° 2 (CARICO ORECCHIA) - PERMANENTE NS

Carichi sul muro

n°	Tipo	Dest	X; Y	F _x	F _y	M	X _i	X _f	Q _i	Q _f
			[m]	[kg]	[kg]	[kgm]	[m]	[m]	[kg]	[kg]
1	Distribuito	Paramento					-2.50	0.00	963.00	0.00

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			
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1, fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1, sfav}$	1.00	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2, fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{O, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{O, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{OT, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{OT, sfav}$	1.00	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	γ_c	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	γ_r	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
Ribaltamento	--	--	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):

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

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

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

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

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

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

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

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

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

I valori dei coeff. $\Psi_{0,j}$, $\Psi_{1,j}$, $\Psi_{2,j}$ sono definiti nelle singole condizioni variabili. per 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
CARICO ORECCHIA	1.50	--	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
CARICO ORECCHIA	1.50	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO ORECCHIA	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO ORECCHIA	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - GEO (A2-M2-R2)

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

Combinazione n° 6 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO ORECCHIA	1.30	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.15	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO ORECCHIA	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO ORECCHIA	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - EQU (A1-M1-R3)

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

Combinazione n° 10 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
CARICO ORECCHIA	1.50	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - EQU (A1-M1-R3) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO ORECCHIA	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 12 - EQU (A1-M1-R3) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO ORECCHIA	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 13 - SLER

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO ORECCHIA	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 14 - SLEF

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO ORECCHIA	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 15 - SLEQ

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
CARICO ORECCHIA	1.00	--	Sfavorevole
CARICO STRADALE	1.00	1.00	Sfavorevole

Dati sismici

	Simbolo	U.M.		SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_n	[m/s ²]		2.440	0.000
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]		0.249	0.000
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0			2.398	0.000
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*			0.295	0.000
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		C	1.342	1.500
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000	

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh	kv
Ultimo	0.380	12.685	6.343
Ultimo - Ribaltamento	1.000	19.028	9.514
Esercizio	0.470	0.000	0.000

Forma diagramma incremento sismico **Rettangolare**

Opzioni di calcolo

Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta attiva
Terreno a bassa permeabilità	NO
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	Bowles
Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento)	Nessuna
Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite ($0.5B\gamma N_v$)	Larghezza effettiva (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	Bishop
---	--------

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

Spostamenti

Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti

Cedimenti

Non è stato richiesto il calcolo dei cedimenti

Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite Ultimo (SLU)

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

Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite di Esercizio (SLE)

Paramento e fondazione muro

Condizioni ambientali Ordinarie

Armatura ad aderenza migliorata SI

Verifica a fessurazione

Sensibilità armatura Poco sensibile

Metodo di calcolo aperture delle fessure Circ. Min. 252 (15/10/96) - NTC 2008 I Formulazione

Valori limite aperture delle fessure:

$$w_1=0.20$$

$$w_2=0.30$$

$$w_3=0.40$$

Verifica delle tensioni

Valori limite delle tensioni nei materiali:

Combinazione	Calcestruzzo	Acciaio
Rara	0.60 f_{ck}	0.80 f_{yk}
Frequente	1.00 f_{ck}	1.00 f_{yk}
Quasi permanente	0.45 f_{ck}	1.00 f_{yk}

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	I	C _x	C _y	P _x	P _y
		[kg]	[°]	[kg]	[kg]	[m]	[m]
1	Spinta statica	6997	23.33	6425	2771	1.50	-1.85
	Peso/Inerzia muro			0	7811/0	-0.33	-2.38
	Peso/Inerzia rivestimento			0	800	0.00	0.00
	Peso/Inerzia terrapieno			0	7283/0	0.76	-1.22
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0	0.00	0.00
	Resistenza passiva sperone			-731			
	Risultante forze sul muro			1806	0	--	--
2	Spinta statica	7382	23.33	6778	2923	1.50	-1.86
	Peso/Inerzia muro			0	7811/0	-0.33	-2.38
	Peso/Inerzia rivestimento			0	800	0.00	0.00
	Peso/Inerzia terrapieno			0	7283/0	0.76	-1.22
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0	0.00	0.00
	Resistenza passiva sperone			-731			
	Risultante forze sul muro			1806	0	--	--
3	Spinta statica	5429	23.33	4985	2150	1.50	-1.85
	Incremento di spinta sismica		3990	3664	1580	1.50	-1.33
	Peso/Inerzia muro			991	7811/495	-0.33	-2.38
	Peso/Inerzia rivestimento			101	800	0.00	0.00
	Peso/Inerzia terrapieno			924	7283/462	0.76	-1.22
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0	0.00	0.00
	Resistenza passiva sperone			-731			
	Risultante forze sul muro			1204	0	--	--
4	Spinta statica	5429	23.33	4985	2150	1.50	-1.85
	Incremento di spinta sismica		3367	3092	1333	1.50	-1.33
	Peso/Inerzia muro			991	7811/-495	-0.33	-2.38
	Peso/Inerzia rivestimento			101	800	0.00	0.00
	Peso/Inerzia terrapieno			924	7283/-462	0.76	-1.22
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0	0.00	0.00
	Resistenza passiva sperone			-731			
	Risultante forze sul muro			1204	0	--	--
13	Spinta statica	5665	23.33	5202	2244	1.50	-1.86
	Peso/Inerzia muro			0	7811/0	-0.33	-2.38
	Peso/Inerzia rivestimento			0	800	0.00	0.00
	Peso/Inerzia terrapieno			0	7283/0	0.76	-1.22
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0	0.00	0.00
	Resistenza passiva sperone			-731			
	Risultante forze sul muro			1204	0	--	--
14	Spinta statica	5665	23.33	5202	2244	1.50	-1.86
	Peso/Inerzia muro			0	7811/0	-0.33	-2.38
	Peso/Inerzia rivestimento			0	800	0.00	0.00
	Peso/Inerzia terrapieno			0	7283/0	0.76	-1.22
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0	0.00	0.00
	Resistenza passiva sperone			-731			
	Risultante forze sul muro			1204	0	--	--
15	Spinta statica	5665	23.33	5202	2244	1.50	-1.86

Ic	A	V [kg]	I [°]	C _x [kg]	C _y [kg]	P _x [m]	P _y [m]
	Peso/Inerzia muro			0	7811/0	-0.33	-2.38
	Peso/Inerzia rivestimento			0	800	0.00	0.00
	Peso/Inerzia terrapieno			0	7283/0	0.76	-1.22
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0	0.00	0.00
	Resistenza passiva sperone			-731			
	Risultante forze sul muro			1204	0	--	--

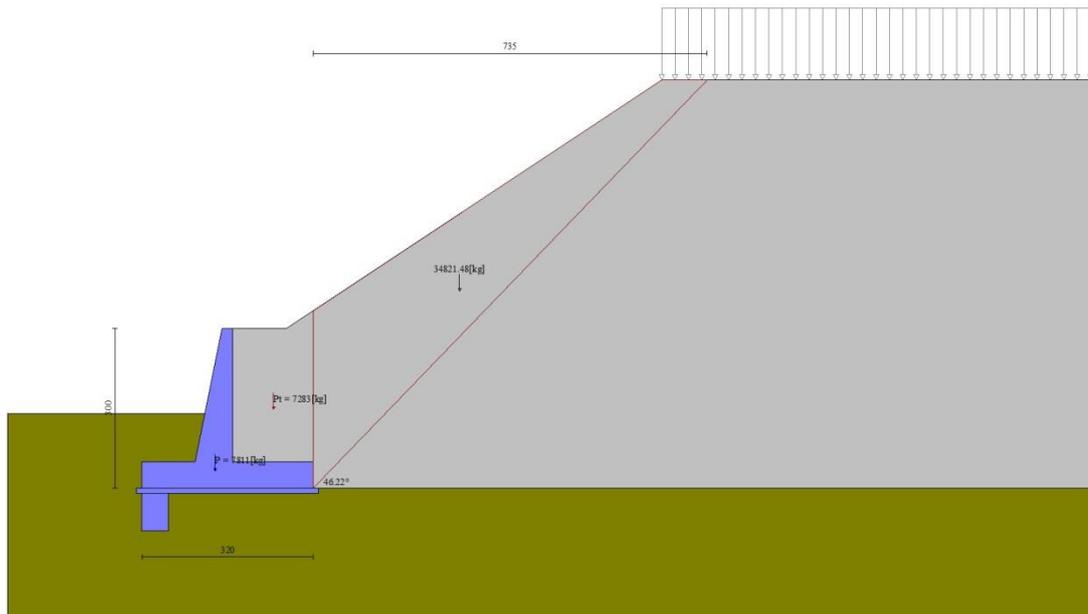


Fig. 3 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 2)

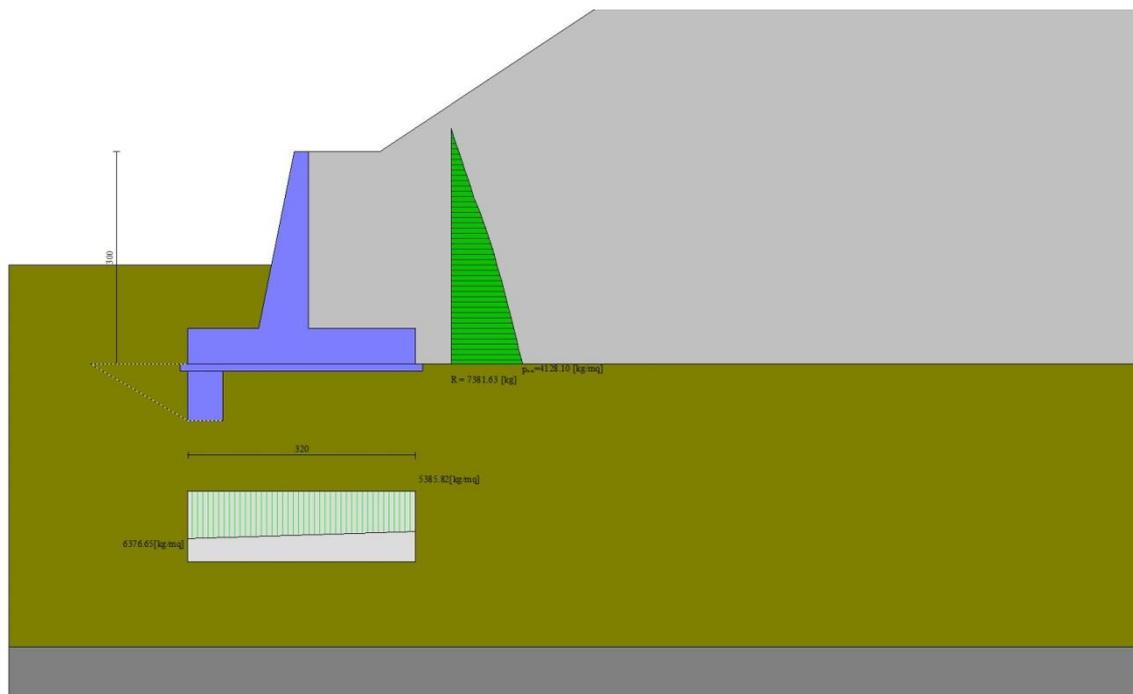


Fig. 4 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 2)

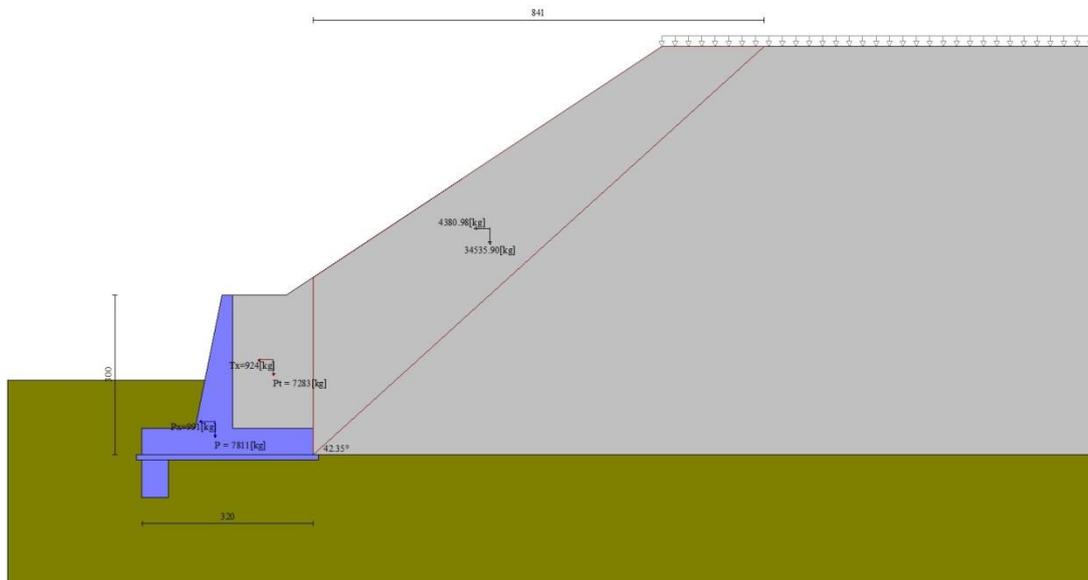


Fig. 5 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 3)

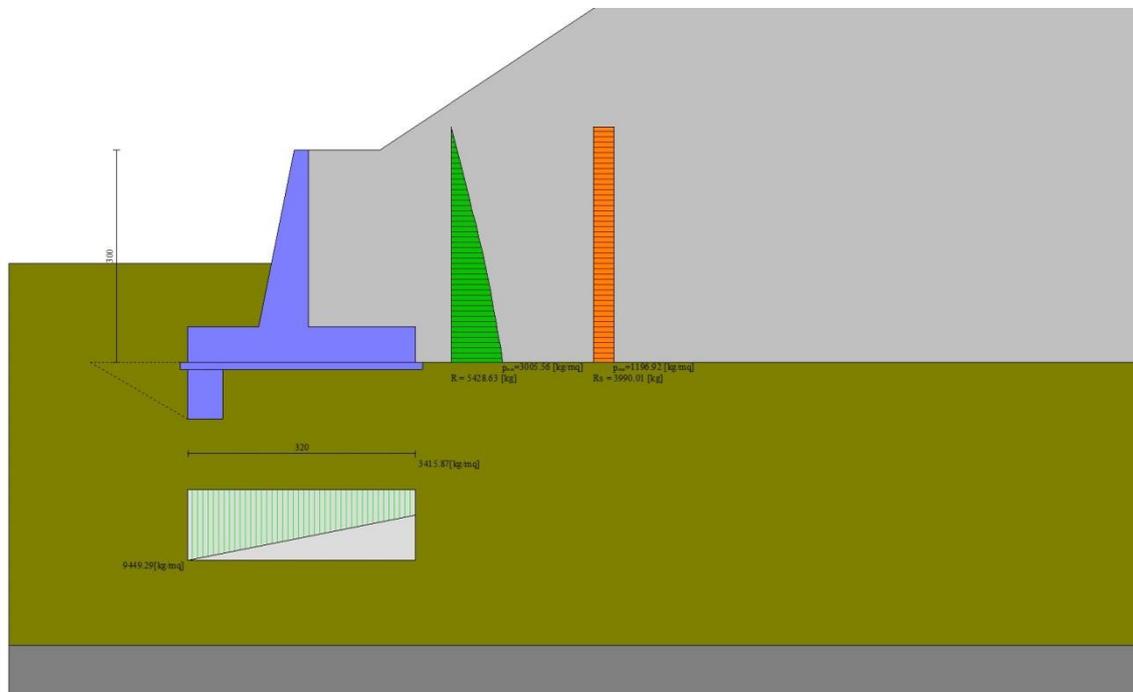


Fig. 6 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 3)

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 _{OLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{UPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		1.443		5.679			
2 - STR (A1-M1-R3)		1.394		5.474			
3 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.090		3.606			
4 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.039		3.755			
5 - GEO (A2-M2-R2)					1.661		
6 - GEO (A2-M2-R2)					1.547		
7 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.596		
8 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.560		
9 - EQU (A1-M1-R3)			3.969				
10 - EQU (A1-M1-R3)			3.892				
11 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		2.284				
12 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		1.962				

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 [kg]	Rpt [kg]	Rps [kg]	Rp [kg]	Rt [kg]	R [kg]	T [kg]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	11146	0	731	--	--	11878	8231	1.443
2 - STR (A1-M1-R3)	11230	0	731	--	--	11962	8584	1.394
3 - STR (A1-M1-R3) H + V	12208	0	731	--	--	12940	11869	1.090
4 - STR (A1-M1-R3) H - V	11010	0	731	--	--	11742	11296	1.039

Dettagli verifica a scorrimento

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Ncss	Carico sul cuneo di spinta passiva, espresso in [kg]
ϕ_{Rp}	Angolo di rottura passivo, espresso in [°]
Nrpp	Carico residuo sul piano di posa, espresso in [kg]
Lr	Lunghezza base residua, espresso in [m]

n°	Ncss [kg]	ϕ_{Rp}	Nrpp [kg]	Lr [m]
1	0	30.500	18665	3.20
2	0	30.500	18817	3.20
3	0	30.500	20581	3.20
4	0	30.500	18420	3.20

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 portanza di progetto e carico agente al piano di posa)

n°	N [kg]	Qu [kg]	Qd [kg]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	18665	105996	75712	5.679
2 - STR (A1-M1-R3)	18817	103008	73577	5.474
3 - STR (A1-M1-R3) H + V	20581	74213	61844	3.606
4 - STR (A1-M1-R3) H - V	18420	69176	57646	3.755

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
r γ	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia $0.5B\gamma_N$, 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/cm ²]

Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '-' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	r _y	D	B' H	γ	φ	c
									[m]	[m]	[kg/mc]	[°]	[kg/cm ²]
1	27.860 16.443 13.237	0.541 0.541 0.032	1.149 1.074 1.074	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	0.949	1.40	3.20 2.72	850	29.00	0.05
2	27.860 16.443 13.237	0.529 0.529 0.024	1.149 1.074 1.074	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	0.949	1.40	3.20 2.72	850	29.00	0.05
3	27.860 16.443 13.237	0.445 0.445 0.001	1.149 1.074 1.074	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	0.949	1.40	3.20 2.72	850	29.00	0.05
4	27.860 16.443 13.237	0.422 0.422 0.008	1.149 1.074 1.074	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	0.949	1.40	3.20 2.72	850	29.00	0.05

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]	
9 - EQU (A1-M1-R3)	38888	9798	3.969
10 - EQU (A1-M1-R3)	39375	10117	3.892
11 - EQU (A1-M1-R3) H + V	47648	20860	2.284
12 - EQU (A1-M1-R3) H - V	43935	22396	1.962

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]	
5 - GEO (A2-M2-R2)	0.00; 6.82	10.77	1.661
6 - GEO (A2-M2-R2)	0.00; 6.82	10.77	1.547
7 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-0.76; 6.82	10.67	1.596
8 - GEO (A2-M2-R2) H - V	0.00; 6.82	10.77	1.560

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]
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° 5 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W [kg]	Qy [kg]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cmq]	u [kg/cmq]	Tx; Ty [kg]
1	1419	0	10.56 - 0.69	72.268	29.256	0.00	0.000	
2	3706	0	0.69	62.417	29.256	0.00	0.000	
3	5227	0	0.69	55.217	29.256	0.00	0.000	
4	6378	0	0.69	49.178	29.256	0.00	0.000	
5	6881	0	0.69	43.814	29.256	0.00	0.000	
6	7077	0	0.69	38.901	29.256	0.00	0.000	
7	7147	0	0.69	34.311	29.256	0.00	0.000	
8	7113	0	0.69	29.961	29.256	0.00	0.000	
9	6988	0	0.69	25.795	29.256	0.00	0.000	
10	6777	0	0.69	21.772	23.915	0.04	0.017	
11	6491	0	0.69	17.859	23.915	0.04	0.042	
12	6138	0	0.69	14.031	23.915	0.04	0.062	
13	5723	0	0.69	10.266	23.915	0.04	0.077	
14	5350	0	0.69	6.545	23.915	0.04	0.087	
15	5330	0	0.69	2.852	23.915	0.04	0.093	
16	5530	0	0.69	-0.829	23.915	0.04	0.094	
17	3265	0	0.69	-4.513	23.915	0.04	0.091	
18	3310	0	0.69	-8.216	23.915	0.04	0.083	
19	2741	0	0.69	-11.954	23.915	0.04	0.071	
20	2523	0	0.69	-15.745	23.915	0.04	0.054	
21	2241	0	0.69	-19.609	23.915	0.04	0.031	
22	1890	0	0.69	-23.568	23.915	0.04	0.004	
23	1457	0	0.69	-27.651	23.915	0.04	0.000	
24	937	0	0.69	-31.894	23.915	0.04	0.000	
25	320	0	-6.72 - 0.69	-35.795	23.915	0.04	0.000	

Combinazione n° 6 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W [kg]	Qy [kg]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cmq]	u [kg/cmq]	Tx; Ty [kg]
1	1419	1589	10.56 - 0.69	72.268	29.256	0.00	0.000	
2	3706	1589	0.69	62.417	29.256	0.00	0.000	
3	5227	1589	0.69	55.217	29.256	0.00	0.000	
4	6378	1109	0.69	49.178	29.256	0.00	0.000	
5	6881	0	0.69	43.814	29.256	0.00	0.000	
6	7077	0	0.69	38.901	29.256	0.00	0.000	
7	7147	0	0.69	34.311	29.256	0.00	0.000	
8	7113	0	0.69	29.961	29.256	0.00	0.000	
9	6988	0	0.69	25.795	29.256	0.00	0.000	
10	6777	0	0.69	21.772	23.915	0.04	0.017	
11	6491	0	0.69	17.859	23.915	0.04	0.042	
12	6138	0	0.69	14.031	23.915	0.04	0.062	
13	5723	0	0.69	10.266	23.915	0.04	0.077	
14	5350	0	0.69	6.545	23.915	0.04	0.087	
15	5330	0	0.69	2.852	23.915	0.04	0.093	
16	5530	0	0.69	-0.829	23.915	0.04	0.094	
17	3265	0	0.69	-4.513	23.915	0.04	0.091	
18	3310	0	0.69	-8.216	23.915	0.04	0.083	
19	2741	0	0.69	-11.954	23.915	0.04	0.071	
20	2523	0	0.69	-15.745	23.915	0.04	0.054	
21	2241	0	0.69	-19.609	23.915	0.04	0.031	
22	1890	0	0.69	-23.568	23.915	0.04	0.004	
23	1457	0	0.69	-27.651	23.915	0.04	0.000	
24	937	0	0.69	-31.894	23.915	0.04	0.000	

n°	W [kg]	Qy [kg]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kg/cmq]	u [kg/cmq]	Tx; Ty [kg]
25	320	0	-6.72 - 0.69	-35.795	23.915	0.04	0.000	

Combinazione n° 7 - GEO (A2-M2-R2) H + V

n°	W [kg]	Qy [kg]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kg/cmq]	u [kg/cmq]	Tx; Ty [kg]
1	1372	273	9.70 - 0.68	72.179	35.000	0.00	0.000	
2	3589	273	0.68	62.458	35.000	0.00	0.000	
3	4999	137	0.68	55.286	35.000	0.00	0.000	
4	5633	0	0.68	49.268	35.000	0.00	0.000	
5	5981	0	0.68	43.924	35.000	0.00	0.000	
6	6175	0	0.68	39.028	35.000	0.00	0.000	
7	6247	0	0.68	34.454	35.000	0.00	0.000	
8	6217	0	0.68	30.121	35.000	0.00	0.000	
9	6099	0	0.68	25.971	35.000	0.00	0.000	
10	5900	0	0.68	21.963	29.000	0.05	0.007	
11	5625	0	0.68	18.066	29.000	0.05	0.032	
12	5286	0	0.68	14.255	29.000	0.05	0.052	
13	5007	0	0.68	10.507	29.000	0.05	0.067	
14	5060	0	0.68	6.804	29.000	0.05	0.077	
15	5284	0	0.68	3.129	29.000	0.05	0.083	
16	3133	0	0.68	-0.532	29.000	0.05	0.085	
17	3254	0	0.68	-4.196	29.000	0.05	0.082	
18	2752	0	0.68	-7.877	29.000	0.05	0.075	
19	2605	0	0.68	-11.591	29.000	0.05	0.063	
20	2399	0	0.68	-15.356	29.000	0.05	0.047	
21	2131	0	0.68	-19.190	29.000	0.05	0.025	
22	1797	0	0.68	-23.116	29.000	0.05	0.000	
23	1384	0	0.68	-27.161	29.000	0.05	0.000	
24	888	0	0.68	-31.360	29.000	0.05	0.000	
25	302	0	-7.33 - 0.68	-35.090	29.000	0.05	0.000	

Combinazione n° 8 - GEO (A2-M2-R2) H - V

n°	W [kg]	Qy [kg]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kg/cmq]	u [kg/cmq]	Tx; Ty [kg]
1	1419	276	10.56 - 0.69	72.268	35.000	0.00	0.000	
2	3706	276	0.69	62.417	35.000	0.00	0.000	
3	5227	276	0.69	55.217	35.000	0.00	0.000	
4	6378	193	0.69	49.178	35.000	0.00	0.000	
5	6881	0	0.69	43.814	35.000	0.00	0.000	
6	7077	0	0.69	38.901	35.000	0.00	0.000	
7	7147	0	0.69	34.311	35.000	0.00	0.000	
8	7113	0	0.69	29.961	35.000	0.00	0.000	
9	6988	0	0.69	25.795	35.000	0.00	0.000	
10	6777	0	0.69	21.772	29.000	0.05	0.017	
11	6491	0	0.69	17.859	29.000	0.05	0.042	
12	6138	0	0.69	14.031	29.000	0.05	0.062	
13	5723	0	0.69	10.266	29.000	0.05	0.077	
14	5350	0	0.69	6.545	29.000	0.05	0.087	
15	5330	0	0.69	2.852	29.000	0.05	0.093	
16	5530	0	0.69	-0.829	29.000	0.05	0.094	
17	3265	0	0.69	-4.513	29.000	0.05	0.091	
18	3310	0	0.69	-8.216	29.000	0.05	0.083	
19	2741	0	0.69	-11.954	29.000	0.05	0.071	
20	2523	0	0.69	-15.745	29.000	0.05	0.054	
21	2241	0	0.69	-19.609	29.000	0.05	0.031	
22	1890	0	0.69	-23.568	29.000	0.05	0.004	
23	1457	0	0.69	-27.651	29.000	0.05	0.000	
24	937	0	0.69	-31.894	29.000	0.05	0.000	
25	320	0	-6.72 - 0.69	-35.795	29.000	0.05	0.000	

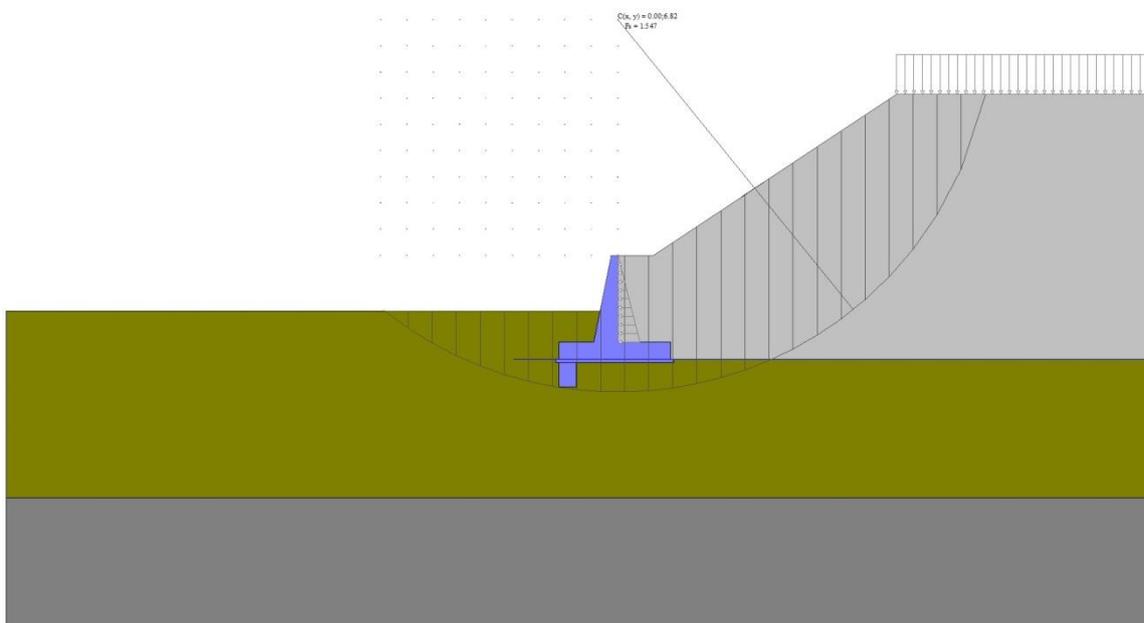


Fig. 7 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 6)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

- 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)

Paramento

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	0.00	0	0	0
2	-0.10	52	6	0
3	-0.20	110	23	0
4	-0.30	172	51	3
5	-0.40	240	91	8
6	-0.50	312	142	16
7	-0.60	390	204	30
8	-0.70	472	278	50
9	-0.80	560	363	77
10	-0.90	652	459	111
11	-1.00	750	566	156
12	-1.10	852	685	210
13	-1.20	960	815	276
14	-1.30	1072	957	354
15	-1.40	1190	1110	446
16	-1.50	1312	1275	553

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
17	-1.60	1439	1454	676
18	-1.70	1572	1653	816
19	-1.80	1709	1872	975
20	-1.90	1852	2115	1157
21	-2.00	1999	2380	1362
22	-2.10	2152	2665	1593
23	-2.20	2309	2969	1853
24	-2.30	2471	3293	2142
25	-2.40	2639	3635	2462
26	-2.50	2811	3996	2817

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3)

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	0.00	0	0	0
2	-0.10	52	6	0
3	-0.20	110	23	0
4	-0.30	172	51	3
5	-0.40	240	91	8
6	-0.50	312	142	16
7	-0.60	390	204	30
8	-0.70	472	278	50
9	-0.80	560	363	77
10	-0.90	652	459	111
11	-1.00	750	566	156
12	-1.10	852	685	210
13	-1.20	960	815	276
14	-1.30	1072	957	354
15	-1.40	1190	1110	446
16	-1.50	1312	1275	553
17	-1.60	1439	1454	676
18	-1.70	1572	1653	816
19	-1.80	1709	1872	975
20	-1.90	1852	2115	1157
21	-2.00	1999	2380	1362
22	-2.10	2152	2665	1593
23	-2.20	2309	2970	1853
24	-2.30	2471	3295	2142
25	-2.40	2639	3640	2463
26	-2.50	2811	4006	2818

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	0.00	0	0	0
2	-0.10	52	109	5
3	-0.20	110	226	21
4	-0.30	172	352	48
5	-0.40	240	487	88
6	-0.50	312	630	141
7	-0.60	390	783	208
8	-0.70	472	944	290
9	-0.80	560	1113	388
10	-0.90	652	1292	502
11	-1.00	750	1479	633
12	-1.10	852	1675	783
13	-1.20	960	1880	952
14	-1.30	1072	2094	1140
15	-1.40	1190	2316	1349
16	-1.50	1312	2548	1580
17	-1.60	1439	2791	1833
18	-1.70	1572	3048	2110
19	-1.80	1709	3322	2412
20	-1.90	1852	3613	2741
21	-2.00	1999	3922	3098

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
22	-2.10	2152	4246	3486
23	-2.20	2309	4586	3905
24	-2.30	2471	4939	4357
25	-2.40	2639	5308	4844
26	-2.50	2811	5690	5366

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	0.00	0	0	0
2	-0.10	52	104	5
3	-0.20	110	216	20
4	-0.30	172	338	46
5	-0.40	240	468	84
6	-0.50	312	607	135
7	-0.60	390	754	200
8	-0.70	472	910	279
9	-0.80	560	1075	373
10	-0.90	652	1249	483
11	-1.00	750	1432	610
12	-1.10	852	1623	754
13	-1.20	960	1823	918
14	-1.30	1072	2032	1100
15	-1.40	1190	2250	1303
16	-1.50	1312	2477	1527
17	-1.60	1439	2715	1772
18	-1.70	1572	2967	2041
19	-1.80	1709	3236	2335
20	-1.90	1852	3523	2655
21	-2.00	1999	3827	3003
22	-2.10	2152	4146	3381
23	-2.20	2309	4481	3790
24	-2.30	2471	4830	4231
25	-2.40	2639	5194	4707
26	-2.50	2811	5572	5218

Combinazione n° 13 - SLER

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	0.00	0	0	0
2	-0.10	52	4	0
3	-0.20	110	16	0
4	-0.30	172	37	1
5	-0.40	240	65	4
6	-0.50	312	102	10
7	-0.60	390	146	19
8	-0.70	472	199	31
9	-0.80	560	260	49
10	-0.90	652	329	72
11	-1.00	750	406	102
12	-1.10	852	491	139
13	-1.20	960	585	184
14	-1.30	1072	686	237
15	-1.40	1190	796	300
16	-1.50	1312	914	373
17	-1.60	1439	1043	457
18	-1.70	1572	1186	553
19	-1.80	1709	1344	663
20	-1.90	1852	1520	788
21	-2.00	1999	1712	930
22	-2.10	2152	1919	1091
23	-2.20	2309	2141	1272
24	-2.30	2471	2378	1474
25	-2.40	2639	2629	1698
26	-2.50	2811	2895	1947

Combinazione n° 14 - SLEF

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	0.00	0	0	0
2	-0.10	52	4	0
3	-0.20	110	16	0
4	-0.30	172	37	1
5	-0.40	240	65	4
6	-0.50	312	102	10
7	-0.60	390	146	19
8	-0.70	472	199	31
9	-0.80	560	260	49
10	-0.90	652	329	72
11	-1.00	750	406	102
12	-1.10	852	491	139
13	-1.20	960	585	184
14	-1.30	1072	686	237
15	-1.40	1190	796	300
16	-1.50	1312	914	373
17	-1.60	1439	1043	457
18	-1.70	1572	1186	553
19	-1.80	1709	1344	663
20	-1.90	1852	1520	788
21	-2.00	1999	1712	930
22	-2.10	2152	1919	1091
23	-2.20	2309	2141	1272
24	-2.30	2471	2378	1474
25	-2.40	2639	2629	1698
26	-2.50	2811	2895	1947

Combinazione n° 15 - SLEQ

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	0.00	0	0	0
2	-0.10	52	4	0
3	-0.20	110	16	0
4	-0.30	172	37	1
5	-0.40	240	65	4
6	-0.50	312	102	10
7	-0.60	390	146	19
8	-0.70	472	199	31
9	-0.80	560	260	49
10	-0.90	652	329	72
11	-1.00	750	406	102
12	-1.10	852	491	139
13	-1.20	960	585	184
14	-1.30	1072	686	237
15	-1.40	1190	796	300
16	-1.50	1312	914	373
17	-1.60	1439	1043	457
18	-1.70	1572	1186	553
19	-1.80	1709	1344	663
20	-1.90	1852	1520	788
21	-2.00	1999	1712	930
22	-2.10	2152	1919	1091
23	-2.20	2309	2141	1272
24	-2.30	2471	2378	1474
25	-2.40	2639	2629	1698
26	-2.50	2811	2895	1947

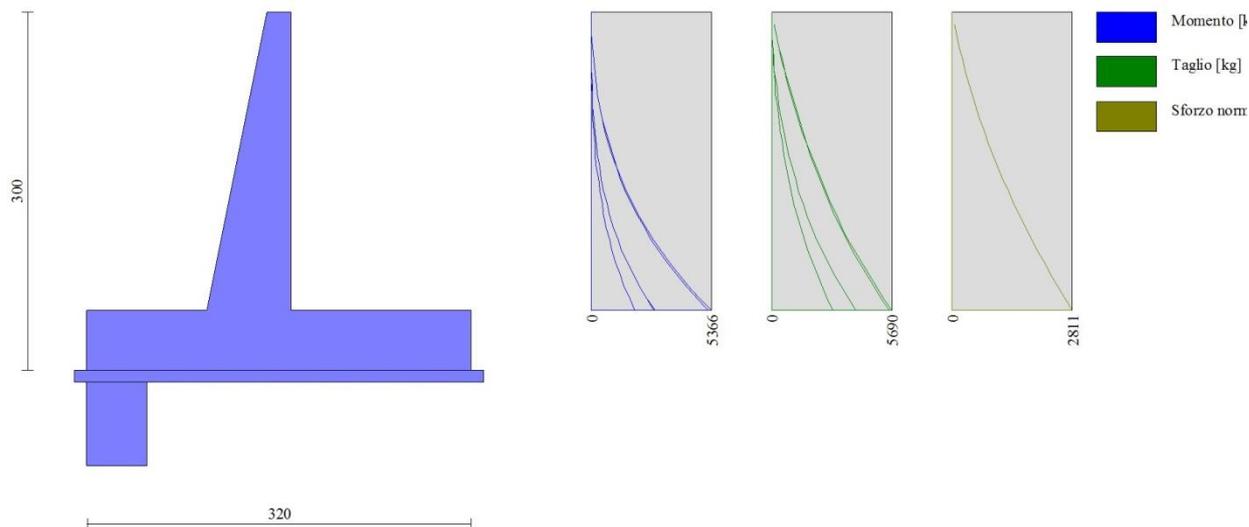


Fig. 8 - Paramento (Inviluppo)

Fondazione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	-1.70	0	0	0
2	-1.60	0	302	15
3	-1.50	0	601	60
4	-1.40	0	898	135
5	-1.30	0	1191	240
6	-1.20	0	1482	373
7	-1.10	0	1970	546
8	-1.00	0	2455	767
9	-0.90	0	2938	1037
10	-0.80	0	3417	1355
11	-0.70	0	3894	1720
12	0.00	0	-2952	-2414
13	0.10	0	-2789	-2127
14	0.20	0	-2623	-1856
15	0.30	0	-2454	-1602
16	0.40	0	-2282	-1365
17	0.50	0	-2107	-1146
18	0.60	0	-1930	-944
19	0.70	0	-1750	-760
20	0.80	0	-1567	-594
21	0.90	0	-1381	-447
22	1.00	0	-1192	-318
23	1.10	0	-992	-209
24	1.20	0	-773	-120
25	1.30	0	-535	-55
26	1.40	0	-277	-14
27	1.50	0	0	0

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	-1.70	0	0	0
2	-1.60	0	311	16
3	-1.50	0	619	62
4	-1.40	0	924	139
5	-1.30	0	1226	247
6	-1.20	0	1525	384
7	-1.10	0	2020	562
8	-1.00	0	2513	788
9	-0.90	0	3002	1064
10	-0.80	0	3489	1389
11	-0.70	0	3972	1762
12	0.00	0	-2916	-2395
13	0.10	0	-2757	-2111
14	0.20	0	-2595	-1843
15	0.30	0	-2430	-1592
16	0.40	0	-2262	-1357
17	0.50	0	-2090	-1140
18	0.60	0	-1916	-939
19	0.70	0	-1738	-757
20	0.80	0	-1558	-592
21	0.90	0	-1374	-445
22	1.00	0	-1187	-317
23	1.10	0	-989	-208
24	1.20	0	-771	-120
25	1.30	0	-533	-55
26	1.40	0	-277	-14
27	1.50	0	0	0

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	-1.70	0	0	0
2	-1.60	0	611	31
3	-1.50	0	1202	121
4	-1.40	0	1775	270
5	-1.30	0	2329	476
6	-1.20	0	2864	736
7	-1.10	0	3580	1058
8	-1.00	0	4278	1451
9	-0.90	0	4956	1913
10	-0.80	0	5616	2442
11	-0.70	0	6256	3035
12	0.00	0	-1913	-2058
13	0.10	0	-1928	-1865
14	0.20	0	-1924	-1673
15	0.30	0	-1902	-1481
16	0.40	0	-1860	-1293
17	0.50	0	-1800	-1110
18	0.60	0	-1720	-934
19	0.70	0	-1622	-766
20	0.80	0	-1505	-610
21	0.90	0	-1369	-466
22	1.00	0	-1215	-337
23	1.10	0	-1035	-224
24	1.20	0	-823	-131
25	1.30	0	-581	-60
26	1.40	0	-306	-16
27	1.50	0	0	0

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	-1.70	0	0	0

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
2	-1.60	0	544	27
3	-1.50	0	1069	108
4	-1.40	0	1574	240
5	-1.30	0	2062	422
6	-1.20	0	2530	652
7	-1.10	0	3179	938
8	-1.00	0	3809	1287
9	-0.90	0	4420	1699
10	-0.80	0	5013	2171
11	-0.70	0	5587	2701
12	0.00	0	-2933	-2824
13	0.10	0	-2880	-2533
14	0.20	0	-2809	-2249
15	0.30	0	-2718	-1972
16	0.40	0	-2609	-1705
17	0.50	0	-2481	-1451
18	0.60	0	-2334	-1210
19	0.70	0	-2168	-985
20	0.80	0	-1983	-777
21	0.90	0	-1779	-589
22	1.00	0	-1556	-422
23	1.10	0	-1308	-278
24	1.20	0	-1028	-161
25	1.30	0	-717	-74
26	1.40	0	-374	-19
27	1.50	0	0	0

Combinazione n° 13 - SLER

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	-1.70	0	0	0
2	-1.60	0	204	10
3	-1.50	0	411	41
4	-1.40	0	620	93
5	-1.30	0	832	165
6	-1.20	0	1046	259
7	-1.10	0	1462	384
8	-1.00	0	1881	552
9	-0.90	0	2303	761
10	-0.80	0	2726	1012
11	-0.70	0	3153	1306
12	0.00	0	-347	-284
13	0.10	0	-317	-251
14	0.20	0	-290	-221
15	0.30	0	-265	-193
16	0.40	0	-243	-168
17	0.50	0	-223	-144
18	0.60	0	-206	-123
19	0.70	0	-191	-103
20	0.80	0	-178	-85
21	0.90	0	-168	-67
22	1.00	0	-161	-51
23	1.10	0	-149	-35
24	1.20	0	-127	-21
25	1.30	0	-95	-10
26	1.40	0	-53	-3
27	1.50	0	0	0

Combinazione n° 14 - SLEF

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	-1.70	0	0	0
2	-1.60	0	204	10
3	-1.50	0	411	41
4	-1.40	0	620	93

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
5	-1.30	0	832	165
6	-1.20	0	1046	259
7	-1.10	0	1462	384
8	-1.00	0	1881	552
9	-0.90	0	2303	761
10	-0.80	0	2726	1012
11	-0.70	0	3153	1306
12	0.00	0	-347	-284
13	0.10	0	-317	-251
14	0.20	0	-290	-221
15	0.30	0	-265	-193
16	0.40	0	-243	-168
17	0.50	0	-223	-144
18	0.60	0	-206	-123
19	0.70	0	-191	-103
20	0.80	0	-178	-85
21	0.90	0	-168	-67
22	1.00	0	-161	-51
23	1.10	0	-149	-35
24	1.20	0	-127	-21
25	1.30	0	-95	-10
26	1.40	0	-53	-3
27	1.50	0	0	0

Combinazione n° 15 - SLEQ

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	-1.70	0	0	0
2	-1.60	0	204	10
3	-1.50	0	411	41
4	-1.40	0	620	93
5	-1.30	0	832	165
6	-1.20	0	1046	259
7	-1.10	0	1462	384
8	-1.00	0	1881	552
9	-0.90	0	2303	761
10	-0.80	0	2726	1012
11	-0.70	0	3153	1306
12	0.00	0	-347	-284
13	0.10	0	-317	-251
14	0.20	0	-290	-221
15	0.30	0	-265	-193
16	0.40	0	-243	-168
17	0.50	0	-223	-144
18	0.60	0	-206	-123
19	0.70	0	-191	-103
20	0.80	0	-178	-85
21	0.90	0	-168	-67
22	1.00	0	-161	-51
23	1.10	0	-149	-35
24	1.20	0	-127	-21
25	1.30	0	-95	-10
26	1.40	0	-53	-3
27	1.50	0	0	0

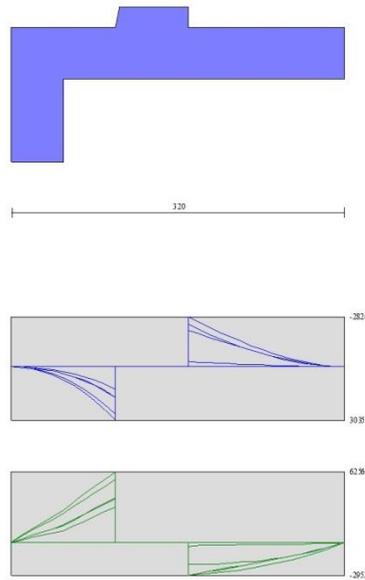


Fig. 9 - Fondazione (Inviluppo)

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 [kg]	I [°]	C _x [kg]	C _y [kg]	P _x [m]	P _y [m]
3	Spinta statica	5429	23.33	4985	2150	1.50	-1.85
	Incremento di spinta sismica		3990	3664	1580	1.50	-1.33
	Peso/Inerzia muro			991	7811/495	-0.33	-2.38
	Peso/Inerzia rivestimento			101	800	0.00	0.00
	Peso/Inerzia terrapieno			924	7283/462	0.76	-1.22
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0	0.00	0.00
	Resistenza passiva sperone			-731			
	Risultante forze sul muro			1204	0	--	--

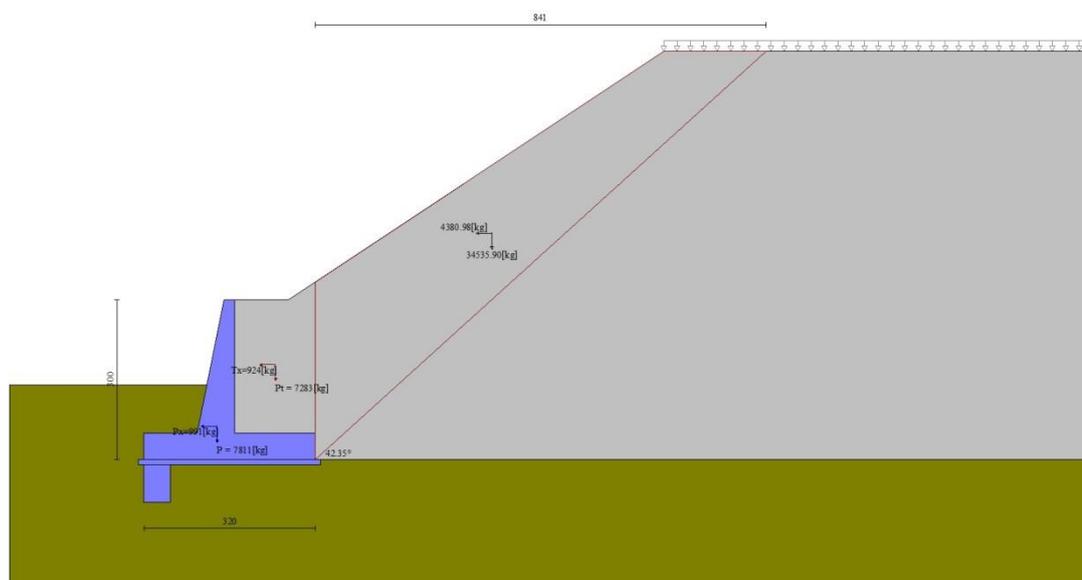


Fig. 12 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 3)

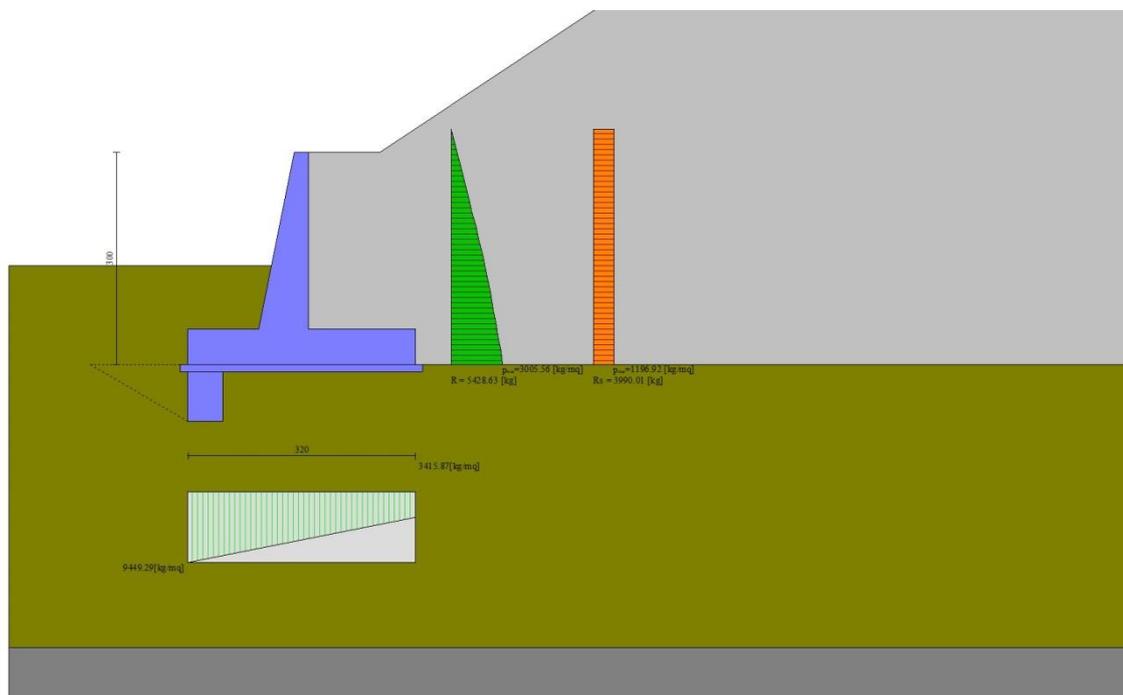


Fig. 13 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 3)

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)		1.443		5.679			
2 - STR (A1-M1-R3)		1.394		5.474			
3 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.090		3.606			
4 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.039		3.755			
5 - GEO (A2-M2-R2)					1.661		
6 - GEO (A2-M2-R2)					1.547		
7 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.596		
8 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.560		
9 - EQU (A1-M1-R3)			3.969				
10 - EQU (A1-M1-R3)			3.892				
11 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		2.284				
12 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		1.962				

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 [kg]	Rpt [kg]	Rps [kg]	Rp [kg]	Rt [kg]	R [kg]	T [kg]	FS
4 - STR (A1-M1-R3) H - V	11010	0	731	--	--	11742	11296	1.039

Dettagli verifica a scorrimento

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Ncss	Carico sul cuneo di spinta passiva, espresso in [kg]
ϕ_{Rp}	Angolo di rottura passivo, espresso in [°]
Nrpp	Carico residuo sul piano di posa, espresso in [kg]
Lr	Lunghezza base residua, espresso in [m]

n°	Ncss [kg]	ϕ_{Rp}	Nrpp [kg]	Lr [m]
4	0	30.500	18420	3.20

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 portanza di progetto e carico agente al piano di posa)

n°	N [kg]	Qu [kg]	Qd [kg]	FS
3 - STR (A1-M1-R3) H + V	20581	74213	61844	3.606

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
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 _γ N _γ , 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/cm ^q]

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	r _γ	D	B' H	γ	φ	c
									[m]	[m]	[kg/mc]	[°]	[kg/cm ^q]
3	27.860 16.443 13.237	0.445 0.445 0.001	1.149 1.074 1.074	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	0.949	1.40	3.20 2.72	850	29.00	0.05

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
M _s	Momento stabilizzante, espresso in [kgm]
M _r	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°	M _s	M _r	FS
	[kgm]	[kgm]	
12 - EQU (A1-M1-R3) H - V	43935	22396	1.962

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

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

I _c	C	R	FS
	[m]	[m]	
6 - GEO (A2-M2-R2)	0.00; 6.82	10.77	1.547

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]

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 [kg]	Qy [kg]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cmq]	u [kg/cmq]	Tx; Ty [kg]
1	1419	1589	10.56 - 0.69	72.268	29.256	0.00	0.000	
2	3706	1589	0.69	62.417	29.256	0.00	0.000	
3	5227	1589	0.69	55.217	29.256	0.00	0.000	
4	6378	1109	0.69	49.178	29.256	0.00	0.000	
5	6881	0	0.69	43.814	29.256	0.00	0.000	
6	7077	0	0.69	38.901	29.256	0.00	0.000	
7	7147	0	0.69	34.311	29.256	0.00	0.000	
8	7113	0	0.69	29.961	29.256	0.00	0.000	
9	6988	0	0.69	25.795	29.256	0.00	0.000	
10	6777	0	0.69	21.772	23.915	0.04	0.017	
11	6491	0	0.69	17.859	23.915	0.04	0.042	
12	6138	0	0.69	14.031	23.915	0.04	0.062	
13	5723	0	0.69	10.266	23.915	0.04	0.077	
14	5350	0	0.69	6.545	23.915	0.04	0.087	
15	5330	0	0.69	2.852	23.915	0.04	0.093	
16	5530	0	0.69	-0.829	23.915	0.04	0.094	
17	3265	0	0.69	-4.513	23.915	0.04	0.091	
18	3310	0	0.69	-8.216	23.915	0.04	0.083	
19	2741	0	0.69	-11.954	23.915	0.04	0.071	
20	2523	0	0.69	-15.745	23.915	0.04	0.054	
21	2241	0	0.69	-19.609	23.915	0.04	0.031	
22	1890	0	0.69	-23.568	23.915	0.04	0.004	
23	1457	0	0.69	-27.651	23.915	0.04	0.000	
24	937	0	0.69	-31.894	23.915	0.04	0.000	
25	320	0	-6.72 - 0.69	-35.795	23.915	0.04	0.000	

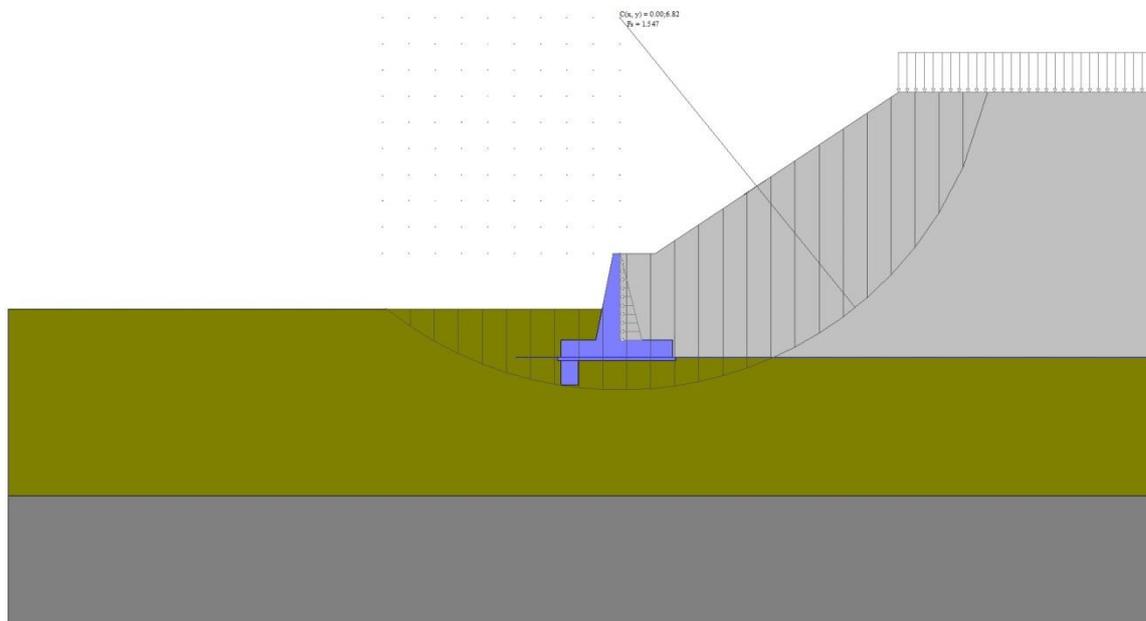


Fig. 14 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 6)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

- 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)

Paramento

n°	X [m]	N _{min} [kg]	N _{max} [kg]	T _{min} [kg]	T _{max} [kg]	M _{min} [kgm]	M _{max} [kgm]
1	0.00	0	0	0	0	0	0
2	-0.10	52	52	4	109	0	5
3	-0.20	110	110	16	226	0	21
4	-0.30	172	172	37	352	1	48
5	-0.40	240	240	65	487	4	88
6	-0.50	312	312	102	630	10	141
7	-0.60	390	390	146	783	19	208
8	-0.70	472	472	199	944	31	290
9	-0.80	560	560	260	1113	49	388
10	-0.90	652	652	329	1292	72	502
11	-1.00	750	750	406	1479	102	633
12	-1.10	852	852	491	1675	139	783
13	-1.20	960	960	585	1880	184	952
14	-1.30	1072	1072	686	2094	237	1140
15	-1.40	1190	1190	796	2316	300	1349
16	-1.50	1312	1312	914	2548	373	1580
17	-1.60	1439	1439	1043	2791	457	1833
18	-1.70	1572	1572	1186	3048	553	2110
19	-1.80	1709	1709	1344	3322	663	2412
20	-1.90	1852	1852	1520	3613	788	2741

n°	X [m]	N _{min} [kg]	N _{max} [kg]	T _{min} [kg]	T _{max} [kg]	M _{min} [kgm]	M _{max} [kgm]
21	-2.00	1999	1999	1712	3922	930	3098
22	-2.10	2152	2152	1919	4246	1091	3486
23	-2.20	2309	2309	2141	4586	1272	3905
24	-2.30	2471	2471	2378	4939	1474	4357
25	-2.40	2639	2639	2629	5308	1698	4844
26	-2.50	2811	2811	2895	5690	1947	5366

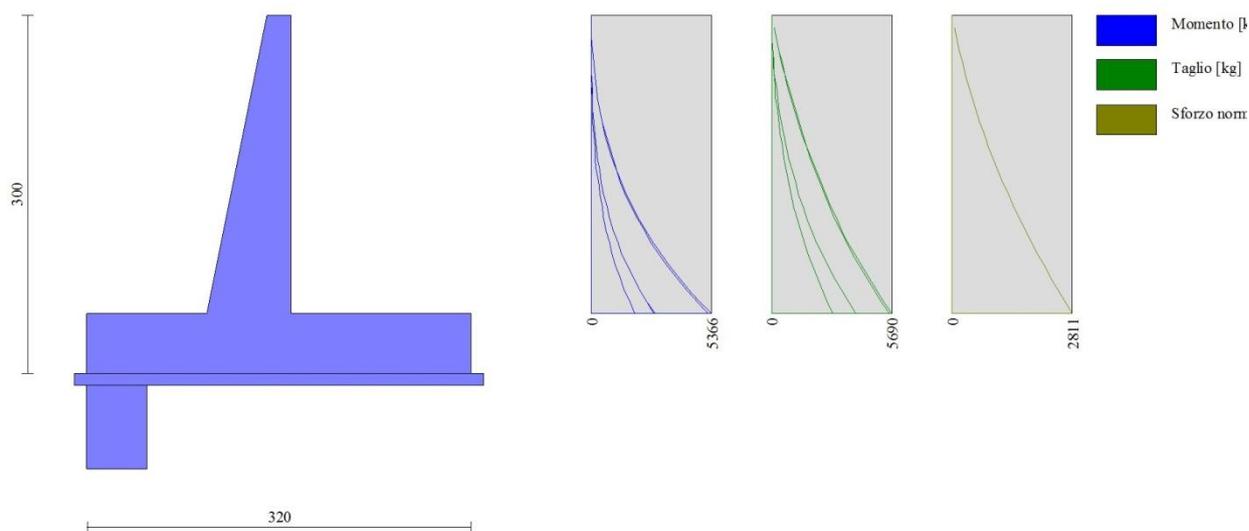


Fig. 15 - Paramento

Fondazione

n°	X [m]	N _{min} [kg]	N _{max} [kg]	T _{min} [kg]	T _{max} [kg]	M _{min} [kgm]	M _{max} [kgm]
1	-1.70	0	0	0	0	0	0
2	-1.60	0	0	204	611	10	31
3	-1.50	0	0	411	1202	41	121
4	-1.40	0	0	620	1775	93	270
5	-1.30	0	0	832	2329	165	476
6	-1.20	0	0	1046	2864	259	736
7	-1.10	0	0	1462	3580	384	1058
8	-1.00	0	0	1881	4278	552	1451
9	-0.90	0	0	2303	4956	761	1913
10	-0.80	0	0	2726	5616	1012	2442
11	-0.70	0	0	3153	6256	1306	3035
12	0.00	0	0	-2952	-347	-2824	-284
13	0.10	0	0	-2880	-317	-2533	-251
14	0.20	0	0	-2809	-290	-2249	-221
15	0.30	0	0	-2718	-265	-1972	-193
16	0.40	0	0	-2609	-243	-1705	-168
17	0.50	0	0	-2481	-223	-1451	-144
18	0.60	0	0	-2334	-206	-1210	-123
19	0.70	0	0	-2168	-191	-985	-103
20	0.80	0	0	-1983	-178	-777	-85
21	0.90	0	0	-1779	-168	-589	-67
22	1.00	0	0	-1556	-161	-422	-51

n°	X [m]	N _{min} [kg]	N _{max} [kg]	T _{min} [kg]	T _{max} [kg]	M _{min} [kgm]	M _{max} [kgm]
23	1.10	0	0	-1308	-149	-278	-35
24	1.20	0	0	-1028	-127	-161	-21
25	1.30	0	0	-717	-95	-74	-10
26	1.40	0	0	-374	-53	-19	-3
27	1.50	0	0	0	0	0	0

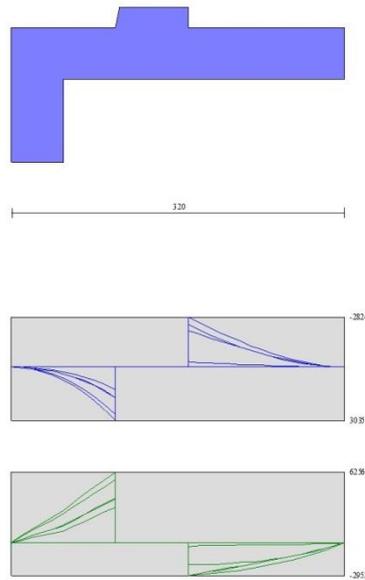


Fig. 16 - Fondazione