

STRADA STATALE 4 "VIA SALARIA"
**Adeguamento della piattaforma stradale e messa in
sicurezza dal km 56+000 al km 64+000**
Stralcio 1 (pk 0+000 – 1+900)

PROGETTO ESECUTIVO

COD. **RM368**

PROGETTAZIONE: R.T.I.: PROGER S.p.A. (capogruppo mandataria)
PROGIN S.p.A.
S.I.N.A. S.p.A. – BRENG S.r.l.

RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:
Dott. Ing. Antonio GRIMALDI (Progin S.p.A.)
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Napoli n. 23799

CAPOGRUPPO MANDATARIA:



IL GEOLOGO:
Dott. Geol. Gianluca PANDOLFI ELMI (Progin S.p.A.)
Ordine dei Geologi Regione Umbria n. 467



Direttore Tecnico:
Dott. Ing. Lorenzo INFANTE

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:
Dott. Ing. Michele CURIALE (Progin S.p.A.)



VISTO: IL RESPONSABILE UNICO DEL PROGETTO
Dott. Ing. Paolo NARDOCCI



PROTOCOLLO DATA _____ 202_

PROGETTO INFRASTRUTTURA – OPERE D'ARTE MINORI
Relazione tecnica e di calcolo Muro OS04

CODICE PROGETTO		NOME FILE	REVISIONE	SCALA:															
<table border="1"> <tr> <td>D</td><td>P</td><td>R</td><td>M</td><td>3</td><td>6</td><td>8</td><td>E</td><td>2</td><td>3</td> </tr> </table>		D	P	R	M	3	6	8	E	2	3	T01OS04STRRE02B							
D	P	R	M	3	6	8	E	2	3										
		CODICE ELAB.																	
		<table border="1"> <tr> <td>T</td><td>0</td><td>1</td><td>O</td><td>S</td><td>0</td><td>4</td><td>S</td><td>T</td><td>R</td><td>R</td><td>E</td><td>0</td><td>2</td> </tr> </table>	T	0	1	O	S	0	4	S	T	R	R	E	0	2	<table border="1"> <tr> <td>B</td> </tr> </table>	B	-
T	0	1	O	S	0	4	S	T	R	R	E	0	2						
B																			
B	Emissione a seguito di validazione e istruttoria ANAS	02-2024	M. Boccardi	P. Valente	L. Infante														
A	Prima emissione	12-2022	M. Boccardi	P. Valente	L. Infante														
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO														

Sommario

1	PREMESSA	3
2	DOCUMENTI E NORMATIVE DI RIFERIMENTO	4
3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI	4
3.1	Calcestruzzo per Muri.....	4
4	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E SISMICA	5
4.1	Terreno di riempimento e rinterro.....	6
4.2	Terreno di fondazione.....	6
4.3	Parametri di pericolosità sismica.....	7
5	CRITERI GENERALI DI VERIFICA DELLE OPERE	8
5.1	Metodo agli stati limite ed approcci di progetto.....	8
5.2	Criteri di analisi e verifica dei muri di sostegno.....	10
5.3	Prescrizioni generali per le verifiche in fase sismica.....	12
5.4	Prescrizioni generali per le verifiche dovute a carichi eccezionali.....	13
6	CRITERI DI ANALISI E VERIFICHE DELLE OPERE	14
6.1	Verifiche geotecniche.....	14
6.1.1	Verifica allo scorrimento.....	14
6.1.2	Verifica a ribaltamento.....	15
6.1.3	Verifica di stabilità globale.....	15
6.1.4	Verifica a carico limite per fondazioni superficiali.....	16
6.2	Verifiche Strutturali SLU.....	18
6.2.1	Pressoflessione.....	18
6.2.2	Taglio.....	19
6.3	Verifiche strutturali SLE.....	21
6.3.1	Stato limite di limitazione delle tensioni.....	21
6.3.2	Stato limite di fessurazione.....	21
7	ANALISI DEI CARICHI E COMBINAZIONI	23
7.1	Pesi propri e carichi permanenti.....	23

7.2	Carichi permanenti non strutturali	23
7.3	Carichi variabili da traffico.....	23
7.4	Azione eccezionale dovuta all’urto dell’autoveicolo in fase di svio	24
7.5	Spinte del terreno in fase statica	27
7.6	Spinta del terreno in presenza di falda.....	28
7.7	Coefficienti sismici.....	29
7.8	Spinte del terreno in fase sismica.....	29
7.9	Combinazioni di carico	30
8	<i>CODICI DI CALCOLO</i>	34
8.1	Affidabilità dei codici di calcolo.....	34
8.2	Informazioni generali sull'elaborazione	34
8.3	Giudizio motivato di accettabilità dei risultati	34
9	<i>ANALISI E VERIFICHE DEL MURO DI SOSTEGNO</i>	35
9.1	MURO TIPOLOGICO A0	35
9.1.1	Risultati e Sollecitazioni	36
9.1.2	Armatura paramento e piastra di fondazione	37
9.1.3	Verifiche allo SLU.....	37
9.1.4	Verifiche allo SLE.....	38
9.1.5	Verifiche locali della mensola per azioni d’urto.....	39
9.2	MURO TIPOLOGICO B.....	42
9.2.1	Risultati e Sollecitazioni	43
9.2.2	Armatura paramento e piastra di fondazione	44
9.2.3	Verifiche allo SLU.....	44
9.2.4	Verifiche allo SLE.....	45
9.2.5	Verifiche locali della mensola per azioni d’urto.....	46
10	<i>TABULATO DI CALCOLO - TIPOLOGICO A0</i>	49
10.1	Combinazione statica e sismica.....	49
10.2	Combinazione eccezionale d’urto.....	64
11	<i>TABULATO DI CALCOLO - TIPOLOGICO B</i>	76

11.1	Combinazione statica e sismica.....	76
11.2	Combinazione eccezionale d’urto.....	94

1 PREMESSA

Il presente documento viene emesso nell’ambito della redazione degli elaborati tecnici del Progetto esecutivo “Strada Statale 4 via Salaria: adeguamento della piattaforma stradale e messa in sicurezza dal km 56+000 al km 64+000”, è prevista la realizzazione delle opere di sostegno necessarie al potenziamento della strada statale S.S.4 “Via Salaria” mediante l’adeguamento della piattaforma esistente ad una piattaforma assimilabile, per caratteristiche tecniche, alla cat. B. In particolare, nel presente documento è affrontato il dimensionamento del *MURO DI SOSTEGNO OS04*. I muri di sostegno previsti nel progetto definitivo presentano tratti di sviluppo variabile. Essi sono ricondotti a diverse sezioni tipologiche individuate in funzione dell’altezza massima del paramento di elevazione e della tipologia di fondazione. In particolare, si individuano le seguenti sezioni tipologiche:

- **Tipologico A0:** con altezza del paramento variabile tra 0,65m e 1,50m e fondazione diretta
- **Tipologico B:** con altezza del paramento variabile tra 1,30m e 3,35m e fondazione diretta

Si riporta in seguito una tabella riepilogativa delle caratteristiche geometriche dei muri tipologici per l’opera oggetto della seguente relazione di calcolo.

OPERA	TIPO	Paramento		Fondazione				Tipologia di Fondazione
		Hmin	Hmax	B	S	Mensola		
		[m]	[m]	[m]	[m]	Monte [m]	Valle [m]	
	Tipo A0	0.65	1.50	2.30	0.60	1.60	0.00	<i>Diretta</i>
	Tipo B	1.30	3.35	3.08	0.70	1.75	0.55	<i>Diretta</i>

Quanto riportato di seguito consentirà di verificare che il dimensionamento delle strutture è stato effettuato nel rispetto dei requisiti di resistenza e deformabilità richiesti all’opera.

2 DOCUMENTI E NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Di seguito è riportato l'elenco delle Normative e dei Documenti assunti come riferimento per il progetto delle opere trattate nell'ambito del presente documento.

- D.M. 17/01/2018 (NTC18): "Norme tecniche per le costruzioni";
- Circolare 21/01/2019, n.7 CSLLP
- Norma Europea UNI ENV 1990: "Eurocodice 0 – Basi di calcolo";
- Norma Europea UNI ENV 1991: "Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture";
- Norma Europea UNI ENV 1992: "Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture in calcestruzzo";
- Norma Europea UNI ENV 1997: "Eurocodice 7 – Progettazione Geotecnica";
- Norma Europea UNI EN 1198: "Eurocodice 8 – Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture".

3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI

Di seguito sono riportati per ciascun materiale, i valori delle resistenze e parametri generali da adottare in sede di calcolo secondo quanto stabilito dalla normativa vigente:

3.1 Calcestruzzo per Muri

Di seguito sono illustrati i materiali di calcestruzzo e acciaio, insieme alla classe di esposizione, relativamente all'opera oggetto della presente relazione:

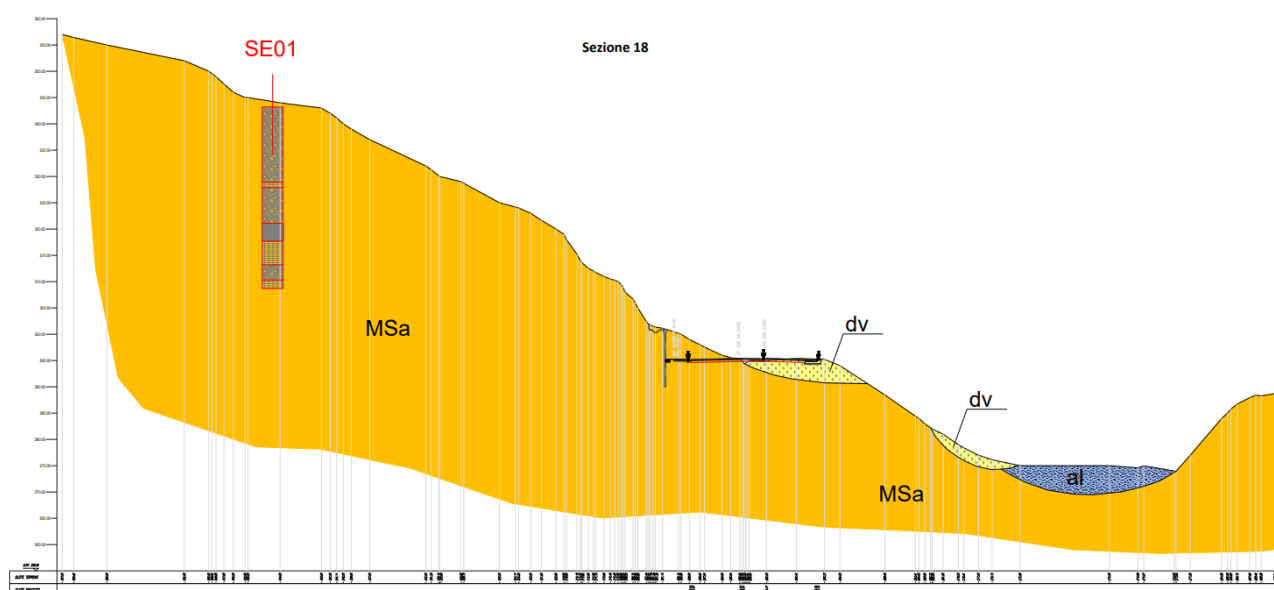
Valutazione della classe di calcestruzzo	
Classe di Esposizione	Resistenza Minima
XC4	$R_{ck} \geq 37 \text{ MPa}$

Riepilogo dei dati del calcestruzzo			
Tipologia di calcestruzzo		C32/40	
Resistenza caratteristica cubica a 28 giorni	R_{ck}	40.00	MPa
Resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	33.20	MPa
Valore medio della resistenza cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	41.20	MPa
Resistenza di calcolo breve durata	$f_{cd} (\text{Breve Durata}) = f_{ck} / 1.5$	22.13	MPa
Resistenza di calcolo lunga durata	$f_{cd} (\text{Lunga Durata}) = 0,85 f_{cd}$	18.81	MPa
Resistenza media a trazione assiale	$f_{ctm} = 0.3 (f_{ck})^{2/3} [R_{ck} < 50/60]$	3.10	MPa
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk} = 0.7 f_{ctm}$	2.17	MPa
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{cfm} = 1.2 f_{ctm}$	3.72	MPa
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd} = f_{ctk} / 1.5$	1.45	MPa
Modulo di Young	$E = 22000 (f_{cm} / 10)^{0.3}$	33643	MPa

Riepilogo dei dati delle armature ordinarie			
Tipologia di Acciaio		B450C	
Tensione caratteristica di snervamento	f_{yk}	450	MPa
Tensione caratteristica di calcolo	f_{yd}	391.30	MPa
Modulo Elastico	E_s	210000	MPa

4 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E SISMICA

Le caratteristiche geotecniche del volume di terreno che interagisce con l'opera sono state desunte tenendo conto di quanto risultante nel profilo geologico con particolare riferimento alla sezione 18, e dalla caratterizzazione dei litotipi riportati nella relazione geotecnica generale:



Dalla scheda stratigrafica si desume la stratigrafia di progetto con i relativi parametri caratteristici:

Unità Geotecnica di riferimento	Profondità da p.c.
Unità MS	-
Profondità della falda rilevata da p.c.	4,50 m

Unità MS (conglomerati)

Peso di volume naturale	19 kN/m ³
Coazione drenata	15 kPa
Angolo di Attrito	38°
Modulo Elastico operativo	70 MPa

Il livello di falda da utilizzare nelle analisi deve tenere conto della relativa variabilità lungo i tratti interessati dalla realizzazione delle opere, nonché del livello medio di approfondimento del piano di posa delle fondazioni dei muri in funzione del tipologico di riferimento rispetto al piano campagna. Si precisa che per il modello di calcolo in esame la profondità della falda è tale da non interagire con il volume significativo mobilitato dall'opera.

4.1 Terreno di riempimento e rinterro

Il terreno di rinterro dell'opera è costituito da terreno di rilevato stradale per il quale sono state assunte le seguenti caratteristiche geotecniche:

Rilevato Artificiale	
Peso di volume naturale	20 kN/m ³
Coazione drenata	0 kPa
Angolo di Attrito	35°
Modulo Elastico operativo	30 MPa

4.2 Terreno di fondazione

Dall'analisi del profilo geotecnico emerge che per il terreno di fondazione dell'opera sono state assunte le seguenti caratteristiche geotecniche:

Unità MS (conglomerati)	
Peso di volume naturale	19 kN/m ³
Coazione drenata	15 kPa
Angolo di Attrito	38°
Modulo Elastico operativo	70 MPa

A vantaggio di sicurezza si considera come terreno di fondazione ugualmente il terreno di rinterro (rilevato stradale) dotato di caratteristiche geomeccaniche più scadenti rispetto all'unità geotecnica MS.

Tipologico A0, B

Rilevato Artificiale	
Peso di volume naturale	20 kN/m ³
Coazione drenata	0 kPa
Angolo di Attrito	35°

Modulo Elastico operativo	30 MPa
---------------------------	--------

4.3 Parametri di pericolosità sismica

L'opera in oggetto è progettata per una vita nominale VN pari a 50 anni. Gli si attribuisce inoltre una classe d'uso IV ("Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità.") ai sensi del D. Min. 17/01/2018, da cui scaturisce un coefficiente d'uso CU = 2.0.

L'azione sismica di progetto è valutata a partire dalla pericolosità sismica di base del sito su cui l'opera insiste, descritta in termini geografici e temporali:

- attraverso i valori di accelerazione orizzontale di picco a_g (attesa in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale) e le espressioni che definiscono le ordinate del relativo spettro di risposta elastico in accelerazione $S_e(T)$;
- in corrispondenza del punto del reticolo che individua la posizione geografica dell'opera;
- con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR

In particolare, la forma spettrale prevista dalla normativa è definita, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione di 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.

I suddetti parametri sono calcolati come media pesata dei valori assunti nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il punto caratterizzante la posizione dell'opera, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici. L'area di studio è indicativamente ubicata alle coordinate (WGS84) Lat: 42.242518° Long: 12,826850°. In particolare, si può notare come F_0 descriva la pericolosità sismica locale del sito su cui l'opera insiste. Infatti, da quest'ultimo, attraverso le espressioni fornite dalla normativa, sono valutati i valori d'amplificazione stratigrafica e topografica. Di seguito sono riassunti i valori dei parametri assunti per l'opera in oggetto.

Vita nominale VN	= 50 anni;
Classe d'uso	= IV;
Coefficiente d'uso Cu	= 2.0;
Periodo di riferimento VR	= 100 anni;
TR,SLV	= 949 anni;

I parametri di progetto utilizzati per la valutazione degli spettri di risposta sono riepilogati di seguito..

a_g,SLV	= 0.207 g;
F_0,SLV	= 2.481;
T_c^*,SLV	= 0.34 sec.

Lo spettro di risposta elastico per la descrizione della componente orizzontale del moto sismico è infine costruito a partire dai parametri seguenti.

Categoria di suolo	= B;
Categoria topografica	= T1;
Ss, fattore stratigrafico	= 1.19;
ST, fattore topografico	= 1.00;
Cc, fattore correttivo del periodo TC*	= 1.37.

5 CRITERI GENERALI DI VERIFICA DELLE OPERE

Nel seguente paragrafo si riporta una descrizione riguardante procedure e criteri di calcolo adottati per l’effettuazione di tutte le verifiche prescritte dalla normativa vigente.

5.1 Metodo agli stati limite ed approcci di progetto

Il progetto di opere strutturali e geotecniche va effettuato, come prescritto dalle NTC 2018, con i criteri del metodo semiprobabilistico agli stati limite basati sull’impiego dei coefficienti parziali di sicurezza. Nel metodo semiprobabilistico agli stati limite, la sicurezza strutturale è verificata tramite il confronto tra la resistenza e l’effetto delle azioni. La normativa distingue inoltre tra Stati Limite Ultimi e Stati Limite di Esercizio. La verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi di resistenza è stata effettuata con il “metodo dei coefficienti parziali” di sicurezza espresso dalla equazione formale:

$$R_d \geq E_d$$

R_d è la resistenza di progetto

E_d è il valore di progetto dell’effetto delle azioni

$$R_d = \frac{R}{\gamma_R} \left[\gamma_F F_k ; \frac{X_k}{\gamma_M} ; \alpha_d \right]$$

$$E_d = E \cdot \left[\gamma_F F_k ; \frac{X_k}{\gamma_M} ; \alpha_d \right]$$

$$E_d = \gamma_E E \cdot \left[F_k ; \frac{X_k}{\gamma_M} ; \alpha_d \right]$$

- *Il coefficiente γ_R opera direttamente sulla resistenza del sistema*
- *I coefficienti parziali di sicurezza, γ_{Mi} e $\gamma_{Fj} = \gamma_{Ej}$, associati rispettivamente al materiale *i*-esimo e all’azione *j*-esima, tengono in conto la variabilità delle rispettive grandezze e le incertezze relative alle tolleranze geometriche e all’affidabilità del modello di calcolo*

In accordo a quanto stabilito al §2.6.1 delle NTC 2018, la verifica della condizione $R_d \geq E_d$ deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3). I diversi gruppi di coefficienti di sicurezza parziali sono scelti nell’ambito di due approcci progettuali distinti e alternativi.

Nel primo Approccio progettuale (Approccio 1) le verifiche si eseguono con due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti ognuna delle quali può essere critica per differenti aspetti dello stesso progetto, convenzionalmente indicate come di seguito:

A1+M1+R1

A2+M2+R2

Nel secondo approccio progettuale (Approccio 2) le verifiche si eseguono con un'unica combinazione di gruppi di coefficienti.

Gli stati limite di verifica si distinguono in genere in:

- **EQU** perdita di equilibrio della struttura fuori terra, considerata come corpo rigido
- **STR** raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali
- **GEO** raggiungimento della resistenza del terreno interagente con la struttura con sviluppo di meccanismi di collasso dell'insieme terreno-struttura
- **UPL** perdita di equilibrio della struttura o del terreno, dovuta alla spinta dell'acqua (sollevamento per galleggiamento)
- **HYD** erosione e sifonamento del terreno dovuta ai gradienti idraulici

I coefficienti parziali da applicare alle azioni sono quelli definiti alla Tab 2.6.I delle NTC 2018 di seguito riportata per chiarezza espositiva:

Tipologia di carichi		γ_F	EQU	A1	A2
Carichi Permanenti G_1	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi Permanenti non strutturali G_2	Favorevoli	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni Variabili Q	Favorevoli	γ_{Qk}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

I valori dei coefficienti parziali da applicare ai materiali e/o alle caratteristiche dei terreni (M) sono definiti nelle specifiche sezioni della norma, ed in particolare al Cap. 4 per ciò che concerne i coefficienti parziali da applicare ai materiali strutturali, mentre al Cap.6 sono indicati quelli da applicare alle caratteristiche meccaniche dei terreni. I coefficienti parziali da applicare alle resistenze (R) sono infine unitari sulle capacità resistenti degli elementi strutturali, mentre assumono in genere valore diverso da 1 per ciò che concerne verifiche che attengono il controllo di meccanismi di stabilità locale o globale; i valori da adottare per ciascun meccanismo di verifica, sono definiti nelle specifiche sezioni di normativa dedicate al calcolo delle diverse opere geotecniche. La verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite di esercizio viene effettuata invece

controllando gli aspetti di funzionalità e lo stato tensionale e/o deformativo delle opere, con riferimento ad una combinazione di verifica caratterizzata da coefficienti parziali sulle azioni e sui materiali tutti unitari.

Al §2.5.3 delle NTC 2018, sono infine definiti i criteri con cui le diverse azioni presenti vanno combinate per ciascuno stato limite di verifica previsto dalla Normativa. Nell'ambito della progettazione geotecnica, la normativa definisce inoltre nella Tab 6.2.II, i valori dei coefficienti parziali M1/M2 da applicare ai parametri caratteristici dei terreni nell'ambito delle diverse combinazioni contemplate dai due approcci di progetto:

Parametro	Simbolo	γ_M	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito caratteristico	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,00	1,25
Coesione efficace caratteristica	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25
Resistenza non drenata caratteristica	c_{uk}	γ_{cu}	1,00	1,40
Peso dell'unità di volume	γ	γ_γ	1,00	1,00

Tali valori agiscono sulle proprietà dei terreni, condizionando sia le azioni (spinte ed incrementi di spinta), sia le resistenze nei riguardi delle verifiche di stabilità dell'insieme terreno-opera interagente (Paratie, Muri, Pali di Fondazione ecc.). Inoltre, ribadisce i valori dei coefficienti da applicare alle azioni nella Tab 6.2.I di seguito riportata:

Tipologia di carichi		γ_F	EQU	A1	A2
Carichi Permanenti G_1	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi Permanenti non strutturali G_2	Favorevoli	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni Variabili Q	Favorevoli	γ_{Qk}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

5.2 Criteri di analisi e verifica dei muri di sostegno

Per i muri di sostegno o per altre strutture miste ad essi assimilabili devono essere effettuate le verifiche con riferimento almeno ai seguenti stati limite, accertando che la condizione $R_d \geq E_d$ sia soddisfatta per ogni stato limite considerato:

SLU di tipo geotecnica (GEO)

- Scorrimento sul piano di posa
- Collasso per carico limite del complesso fondazione-terreno

- Ribaltamento
- Stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno

SLU di tipo strutturale (STR)

- raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali

In condizioni statiche, la verifica di stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno deve essere effettuata secondo la Combinazione 2 (A2+M2+R2) dell'Approccio 1, tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I delle NTC 2018; in aggiunta a quanto già mostrato in precedenza nel documento, si riporta anche la Tab 6.8.I appena menzionata:

Coefficiente	R2
γ_R	1,10

Le rimanenti verifiche, in condizioni statiche, devono essere effettuate secondo l'Approccio 2, con la combinazione (A1+M1+R3), tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.5.I di seguito riportata.

Verifica	Coeff. Parziale R3
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1,40$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,10$
Ribaltamento	$\gamma_R = 1,15$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1,40$

Nella verifica a ribaltamento, i coefficienti R3 della Tab. 6.5.I, si applicano agli effetti delle azioni stabilizzanti. Come già specificato al paragrafo precedente, trattandosi nel caso specifico di opere soggette ad azioni da traffico veicolare, in luogo dei coefficienti generici di cui alle Tab 6.2.I, si è fatto riferimento a quelli di cui alle Tab. 5.I.V e 5.I.VI del già citato DM.

Tab. 5.1.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

		Coefficiente	EQU ^m	A1	A2
Azioni permanenti g_1 e g_3	favorevoli sfavorevoli	γ_{G1} e γ_{G3}	0,90 1,10	1,00 1,35	1,00 1,00
Azioni permanenti non strutturali ⁽²⁾ g_2	favorevoli sfavorevoli	γ_{G2}	0,00 1,50	0,00 1,50	0,00 1,30
Azioni variabili da traffico	favorevoli sfavorevoli	γ_Q	0,00 1,35	0,00 1,35	0,00 1,15
Azioni variabili	favorevoli sfavorevoli	γ_{Qi}	0,00 1,50	0,00 1,50	0,00 1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli sfavorevoli	γ_{e1}	0,90 1,00 ⁽³⁾	1,00 1,00 ⁽⁴⁾	1,00 1,00
Ritiro e viscosità, Cedimenti vincolari	favorevoli sfavorevoli	γ_{e2} , γ_{e3} , γ_{e4}	0,00 1,20	0,00 1,20	0,00 1,00

Tab. 5.1.VI - Coefficienti ψ per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali

Azioni	Gruppo di azioni (Tab. 5.1.IV)	Coefficiente ψ_0 di combinazione	Coefficiente ψ_1 (valori frequenti)	Coefficiente ψ_2 (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tab. 5.1.IV)	Schema 1 (carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
Vento	4 (folla)	--	0,75	0,0
	5	0,0	0,0	0,0
	a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	in esecuzione	0,8	0,0	0,0
	a ponte carico SLU e SLE	0,6	0,0	0,0
Neve	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	in esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	SLU e SLE	0,6	0,6	0,5

Le spinte devono tenere conto del sovraccarico e dell'inclinazione del piano campagna, dell'inclinazione del paramento rispetto alla verticale, delle pressioni interstiziali e degli effetti della filtrazione nel terreno; nel calcolo della spinta si può tenere conto dell'attrito che si sviluppa fra parete e terreno. Ai fini della verifica alla traslazione sul piano di posa di muri di sostegno con fondazioni superficiali, non si deve in generale considerare il contributo della resistenza passiva del terreno antistante il muro, salvo casi particolari in cui, in relazione caratteristiche meccaniche dei terreni ed alle modalità costruttive, è possibile portare in conto un'aliquota di tale resistenza, nella misura massima del 50% del valore teorico.

5.3 Prescrizioni generali per le verifiche in fase sismica

Sotto l'effetto dell'azione sismica di progetto, le verifiche agli stati limite ultimi di opere e sistemi geotecnici si riferiscono al solo stato limite di salvaguardia della vita (SLV); quelle agli stati limite di esercizio si riferiscono al solo stato limite di danno (SLD). Le verifiche devono essere eseguite ponendo pari a 1 i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici e impiegando le resistenze di progetto con i coefficienti parziali γ_R indicati nella tabella 7.11.III riportata in seguito:

Verifica	Coeff. Parziale γ_R
Carico limite	1,20
Scorrimento	1,00
Ribaltamento	1,00
Resistenza del terreno di valle	1,20

Per i muri di sostegno ubicati in corrispondenza di versanti o in prossimità di pendii naturali devono essere soddisfatte le condizioni di stabilità del pendio, in presenza della nuova opera, con i metodi di analisi riportati al §7.11.3.5. delle NTC2018. Deve inoltre essere soddisfatta la verifica di stabilità del complesso muro-terreno con i criteri indicati al §7.11.4. ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri

geotecnici e impiegando le resistenze di progetto calcolate con un coefficiente $\gamma_R=1.2$. Il §7.11.6.2.1 delle NTC 2018, precisa che l’analisi della sicurezza dei muri di sostegno in condizioni sismiche, può essere eseguite mediante i metodi pseudo-statici o i metodi degli spostamenti. Nell’analisi pseudo-statica, l’azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico. Nelle verifiche, i valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v , possono essere valutati mediante le espressioni:

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{max}}{g} \qquad k_v = \pm 0,5 \cdot k_h$$

Dove

- g : accelerazione di gravità;
- $a_{max} = S_S S_T a_g$ accelerazione massima attesa sul suolo di riferimento (a_g è l’accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido, S_S e S_T sono i coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica, come già definiti nell’ambito del precedente paragrafo §40);
- Per muri di sostegno liberi di traslare o di ruotare intorno al piede, β_m coefficiente di riduzione dell’accelerazione massima attesa al sito assume il valore di 0,38 nelle verifiche allo stato limite ultimo (SLV) e 0,47 nelle verifiche allo stato limite di esercizio (SLD). Inoltre, si può assumere che l’incremento di spinta dovuta al sisma agisca nello stesso punto di quella statica con distribuzione triangolare.

5.4 Prescrizioni generali per le verifiche dovute a carichi eccezionali

Con riferimento al § 5.1.3.13 del D.M. 17.01.2018 “Norme Tecniche per le Costruzioni”, si puntualizza che le azioni d’urto agenti sugli elementi strutturali orizzontali al disopra della strada, sono da impiegarsi per la verifica di sicurezza globale dell’impalcato nel suo insieme inteso come corpo rigido (sollevamento / ribaltamento). Occorre pertanto verificare la resistenza del muro di sostegno cui sono collegate le barriere di sicurezza nei confronti delle azioni da urto veicolare. Tali azioni, si ricorda, sono azioni eccezionali, quindi caratterizzate da coefficienti di sicurezza dei materiali e da coefficienti di amplificazione dei carichi unitari. Per le verifiche strutturali e geotecniche relative alla struttura si fa riferimento a quanto riportato nel capitolo nel D.M. 17.01.2018 “Norme Tecniche per le Costruzioni”, par. 2.5.3. Sulla base di ciò è stata individuata la combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali A:

$$F_d = \sum_{j=1}^m (G_{Kj}) + P + A_d + \sum_{i=2}^n (\psi_{2i} \gamma_{Qi} Q_{Ki})$$

dove:

- γ_G e γ_Q rappresentano i coefficienti parziali di amplificazione dei carichi
- G_{Kj} rappresenta il valore caratteristico della j -esima azione permanente
- Q_{Ki} rappresenta il valore caratteristico dell’azione variabile di base in ogni combinazione
- Q_{Ki} rappresenta il valore caratteristico della i -esima azione variabile
- Ψ_{0i} rappresentano i coefficienti di combinazione per tener conto della ridotta probabilità di concomitanza delle azioni variabili con i loro valori caratteristici

6 CRITERI DI ANALISI E VERIFICHE DELLE OPERE

Nel seguente paragrafo si riporta una descrizione riguardante le procedure e i criteri di calcolo adottati per l'effettuazione di tutte le verifiche prescritte dalla normativa vigente suddividendole in:

- Verifiche geotecniche
- Verifiche strutturali

6.1 Verifiche geotecniche

Le verifiche geotecniche sono quelle che coinvolgono la resistenza del terreno nell'ambito di quelle prescritte dalla normativa. Esse sono:

- Verifica allo scorrimento
- Verifica a carico limite
- Verifica a ribaltamento
- Verifica di stabilità globale

6.1.1 Verifica allo 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, sia minore di tutte le forze resistenti lungo la stessa direzione. La verifica a scorrimento risulta in particolare soddisfatta se il rapporto fra la risultante delle forze resistenti allo scivolamento (F_r) fattorizzata secondo un opportuno coefficiente parziale γ_r stabilito dalla normativa e la risultante delle forze mobilitanti (F_s) risulti non inferiore all'unità, ovvero che il rapporto F_r/F_s risulti non inferiore di γ_r , fissato dalla normativa pari ad 1,1 in condizioni statiche e 1 in condizioni sismiche.

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

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 lungo la base della fondazione. Detta N la componente normale al piano di fondazione del carico totale gravante in fondazione e indicando con δ_f l'angolo d'attrito terreno-fondazione, la forza resistente può esprimersi come:

$$F_r = N \cdot tg\varphi$$

In casi particolari specificati dalla normativa è possibile eventualmente tener conto della resistenza passiva S_p del terreno a valle del muro. La valutazione delle azioni resistenti e di quelle mobilitanti, dovrà tener conto dei

coefficienti A ed M fissati dalla normativa per la combinazione di verifica specifica. In condizioni sismiche, la forza mobilitante per muri di sostegno diretti viene calcolata secondo il metodo pseudostatico considerando un coefficiente di riduzione dell’accelerazione massima attesa al sito β_m pari a 0,38 allo SLV.

6.1.2 Verifica a ribaltamento

La verifica al ribaltamento di un muro di sostegno, prevede la valutazione del coefficiente di sicurezza nei confronti del meccanismo di rotazione dell’opera rispetto al vertice esterno della fondazione. Nella fattispecie, detti M_{rib} , momento delle azioni ribaltanti, e M_{sta} , momento delle azioni stabilizzanti, occorrerà verificare quanto segue:

$$\frac{M_{sta}}{R} \geq M_{rib}$$

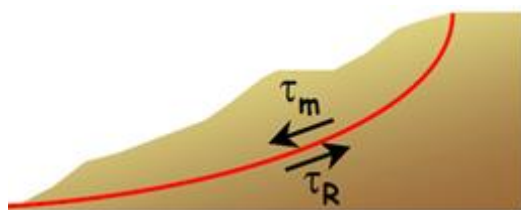
In accordo a quanto prescritto dalla normativa vigente, la verifica a ribaltamento deve essere effettuata in condizioni statiche secondo l’approccio 2 (A1+ M1+R3) in cui i coefficienti parziali γ_R pari a 1.15 si applicano alle azioni stabilizzanti. In condizioni sismiche, la verifica deve essere effettuata ponendo pari all’unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici e impiegando un coefficiente parziale di sicurezza sulle azioni stabilizzanti γ_R pari a 1.0. Lo stato limite di ribaltamento in condizioni sismiche deve essere trattato impiegando valori di β_m incrementati del 50% rispetto a quelli indicati al par. 7.3. delle NTC2018 e comunque non superiori all’unità.

6.1.3 Verifica di stabilità globale

Le NTC 2018 affrontano il tema della Stabilità Globale distinguendo tra il caso dei Pendii Naturali (§ 6.3) e quello delle opere in terra in Materiali sciolti e Fronti di scavo (§ 6.8) fornendo prescrizioni differenti circa i criteri di verifica da adottare nei due casi. Trattandosi nel caso in esame di valutare la Stabilità Globale di Opere a sostegno di scavi, si ricade nel caso dei “Fronti di Scavo e rilevati”. Il punto 6.8 delle NTC 2018 e relativa circolare applicativa, tratta l’argomento della verifica di Stabilità di Materiali Sciolti e fronti di scavo, nella fattispecie, al punto 6.8.2 “Verifiche di Sicurezza (SLU)” viene prescritto quanto di seguito: Le verifiche devono essere effettuate secondo l’Approccio 1 - Combinazione 2 (A2+M2+R2) tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I. In aggiunta a quanto già riportato nei precedenti paragrafi, si riporta di seguito la Tab. 6.8.I, in cui è definito il valore del coefficiente parziale “R2” da applicare al valore della resistenza caratteristica calcolata per la generica superficie di potenziale scivolamento analizzata in condizioni statiche:

Coefficiente	R2
γ_R	1,10

In condizioni sismiche in accordo alle prescrizioni al § 7.11.4. le resistenze di progetto devono essere calcolate con un coefficiente parziale pari a $\gamma_R=1.2$. Nel presente paragrafo sono illustrati i Criteri generali adottati per l'effettuazione delle Verifiche di Stabilità Globale prescritte dalla normativa. In generale, ciascuno metodo va alla ricerca del potenziali superfici di scivolamento, generalmente di forma circolare, in qualche caso anche di forma diversa, rispetto a cui effettuare un equilibrio alla rotazione (o roto-traslazione) della potenziale massa di terreno coinvolta nel possibile movimento e quindi alla determinazione di un coefficiente di sicurezza disponibile, espresso in via generale tra la resistenza al taglio disponibile lungo la superficie S e quella effettivamente mobilitata lungo la stessa superficie, ovvero:



$$FS = \frac{\int \tau_{rott}}{\int \tau_{mob}}$$

Si procede generalmente suddividendo la massa di terreno coinvolta nella verifica in una serie di conci di dimensione b, interessati da azioni taglianti e normali sulle superfici di delimitazione dello stesso come di seguito rappresentato. Per il caso in esame, le verifiche sono state effettuate rispetto a superfici di forma circolare, utilizzando il metodo di Bishop, per i cui dettagli si rimanda a quanto esposto a riguarda nella letteratura tecnica. Le verifiche sono state effettuate rispetto a famiglie di superfici potenziali di rottura disegnate in maniera tale da non intersecare le opere, escludendo quindi ai fini della stabilità la resistenza al taglio locale offerta dalle opere, fermo restando tutte le prescrizioni definite dalla normativa per questo tipo di verifica.

6.1.4 Verifica a carico limite per fondazioni superficiali

Si riporta nel presente paragrafo una trattazione teorica della valutazione del carico limite delle fondazioni dirette secondo il criterio di Brinch-Hansen.

Nomenclatura Parametri	
Coesione	<i>c</i>
Azione tagliante	<i>V</i>
Angolo d'attrito	<i>φ</i>
Angolo di attrito terreno fondazione	<i>δ</i>
Peso specifico del terreno	<i>γ</i>
Larghezza della fondazione	<i>B</i>
Lunghezza della fondazione	<i>L</i>

Profondità del piano di posa della fondazione	D
inclinazione piano posa della fondazione	η
Pressione geostatica in corrispondenza del piano di posa della fondazione	P
Carico ultimo della fondazione	q_{ult}

La formulazione da applicare per il calcolo del carico ultimo della fondazione in condizioni generali assume la seguente forma:

$$q_{ult} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot b_q + 0,5 \cdot B \cdot \gamma \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot g_\gamma \cdot b_\gamma$$

Nel caso di terreno puramente coesivo la formulazione degenera nella seguente:

$$q_{ult} = 5,14 \cdot c \cdot (1 + s_c + d_c - i_c - g_c - b_c) + q$$

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, i_c , i_q e i_γ sono i fattori di inclinazione del carico, b_c , b_q e b_γ , sono i fattori di inclinazione del piano di posa e g_c , g_q e g_γ sono fattori che tengono conto del fatto che la fondazione poggia su un terreno in pendenza. I fattori N_c , N_q , N_γ sono espressi come:

$$N_q = \text{tg}(45 + \varphi/2)^2 e^{\pi \text{tg} \varphi} \quad N_c = (N_q - 1) \text{ctg} \varphi \quad N_\gamma = 1,5(N_q - 1) \text{tg} \varphi$$

Fattori di capacità portante		$N_c = (N_q - 1) \cot \varphi$	$N_q = e^{\pi \tan \varphi} K_p$	$N_\gamma = (N_q - 1) \tan(1,4\varphi)$
Fattori di forma	$\varphi = 0$	$s_c = 1 + 0,2 K_p \frac{B'}{L'}$	$s_q = 1$	$s_\gamma = 1$
	$\varphi > 0$	$s_c = 1 + 0,2 K_p \frac{B'}{L'}$	$s_q = 1 + 0,1 K_p \frac{B'}{L'}$	$s_\gamma = 1 + 0,1 K_p \frac{B'}{L'}$
Fattori di profondità	$\varphi = 0$	$d_c = 1 + 0,2 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$	$d_q = 1$	$d_\gamma = 1$
	$\varphi > 0$	$d_c = 1 + 0,2 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$	$d_q = 1 + 0,1 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$	$d_\gamma = 1 + 0,1 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$
Fattori di inclinazione del carico	$\varphi = 0$	$i_c = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{90^\circ}\right)^2$	$i_q = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{90^\circ}\right)^2$	$i_\gamma = 0$
	$\varphi > 0$	$i_c = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{90^\circ}\right)^2$	$i_q = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{90^\circ}\right)^2$	$i_\gamma = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{\varphi^\circ}\right)^2$
Fattori di inclinazione	$\varphi = 0$	$b_c = \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$	$b_q = 1$	$b_\gamma = 1$

del piano di posa	$\varphi > 0$	$b_c = 1 - \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$	$b_q = e^{-2\eta \cdot tg\varphi}$	$b_\gamma = e^{-2,7 \eta \cdot tg\varphi}$
Fattori di inclinazione del terreno	$\varphi = 0$	$g_c = \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$	$g_q = 1$	$g_\gamma = 1$
	$\varphi > 0$	$g_c = 1 - \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$	$g_q = (1 - 0,5 \cdot tg\beta)^\circ$	$g_\gamma = (1 - 0,5 \cdot tg\beta)^\circ$

Si precisa infine che, in relazione alle specifiche di normativa, al valore di q_{ult} determinato con i criteri di cui sopra, va applicato un coefficiente parziale di sicurezza γ_R pari ad 1.4 per le verifiche in fase statica ovvero pari ad 1.2 per le verifiche in fase sismica, ovvero, equivalentemente, i coefficienti di sicurezza q_{ult}/q_d , dovranno risultare non inferiori ai predetti valori nelle due fasi di verifica citate.

6.2 Verifiche Strutturali SLU

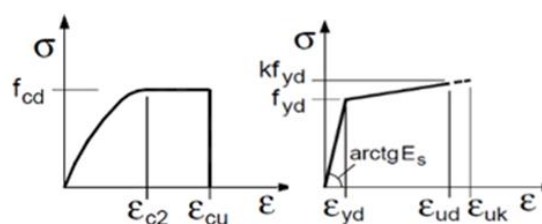
Le verifiche strutturali allo SLU (Stato Limite Ultimo) sono quelle che riguardano l'attingimento della resistenza degli elementi strutturali. Esse sono:

- Verifica a pressoflessione
- Verifica a taglio

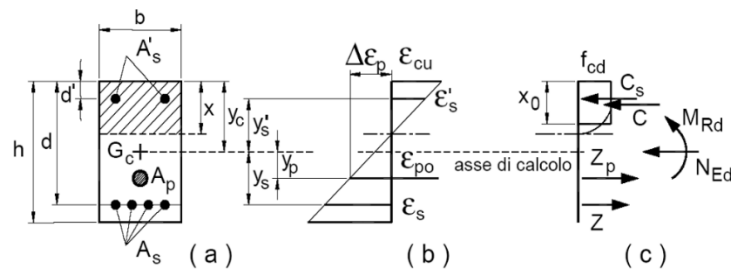
Come tutte le verifiche geotecniche (ad eccezione della verifica di stabilità globale), esse devono essere condotte secondo l'approccio 2 (A1+M1+R3).

6.2.1 Pressoflessione

La determinazione della capacità resistente a flessione/pressoflessione della generica sezione, viene effettuata con i criteri di cui al punto 4.1.2.1.2.4 delle NTC 2018, secondo quanto riportato schematicamente nelle figure seguito, tenendo conto dei valori delle resistenze e deformazioni di calcolo riportate al paragrafo dedicato alle caratteristiche dei materiali:



Legami costitutivi calcestruzzo e acciaio



Schema di riferimento per la valutazione della capacità resistente a pressoflessione della generica sezione

La verifica consisterà nel controllare il soddisfacimento della seguente condizione:

$$M_{rd} = M_{rd}(N_{ed}) \geq M_{ed}$$

- M_{rd} è il valore di calcolo del momento resistente soggetto a N_{ed}
- N_{ed} è il valore di calcolo della componente assiale dell'azione (sforzo normale)
- M_{ed} è il valore di calcolo della componente flettente dell'azione

6.2.2 Taglio

La resistenza a taglio V_{Rd} della membratura priva di armatura specifica risulta pari a:

$$V_{Rd} = \left\{ 0,18 \cdot k \cdot \frac{(100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp}} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \cdot b_w \cdot d$$

$$v_{min} = 0,0035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$$

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

$$\rho_l = \frac{A_{sw}}{b_w \cdot d}$$

Dove:

- d è l'altezza utile per piedritti soletta superiore ed inferiore
- b_w pari a 1000mm è la larghezza utile della sezione ai fini del taglio

In presenza di armatura, invece, la resistenza a taglio V_{Rd} è il minimo tra la resistenza a taglio trazione V_{Rsd} e la resistenza a taglio compressione V_{Rcd} , secondo le seguenti formule:

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

$$V_{Rcd} = 0,90 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot \frac{ctg\alpha + ctg\theta}{1 + ctg\theta^2}$$

Essendo:

$$1 \leq ctg \theta \leq 2,5$$

Per quanto riguarda in particolare le verifiche a taglio per elementi armati a taglio, si è fatto riferimento al metodo del traliccio ad inclinazione variabile, in accordo a quanto prescritto al punto 4.1.2.1.3 delle NTC 2018, considerando ai fini delle verifiche, un angolo θ di inclinazione delle bielle compresse del traliccio resistente tale da rispettare la condizione.

$$1 \leq ctg \theta \leq 2,5 \quad \rightarrow \quad 45^\circ \geq \theta \geq 21.8^\circ$$

L'angolo effettivo di inclinazione delle bielle (θ) assunto nelle verifiche è stato in particolare valutato, nell'ambito di un problema di verifica, tenendo conto di quanto di seguito indicato:

$$cot\theta^* = \sqrt{\frac{v \cdot \alpha_c}{\omega_{sw}} - 1} \quad \omega_{sw} = \frac{A_{sw} f_{yd}}{b s f_{cd}} \quad v = \frac{f'_{cd}}{f_{cd}} = 0,5$$

Dove:

- θ^* angolo di inclinazione delle bielle cui corrisponde la crisi contemporanea di bielle compresse ed armature)
- f'_{cd} resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima
- f_{cd} resistenza a compressione di calcolo del calcestruzzo d'anima
- ω_{sw} percentuale meccanica di armatura trasversale
- α_c coefficiente maggiorativo (pari ad 1 per membrature non compresse, pari a $1 + \sigma_{cp}/f_{cd}$ per valori di σ_{cp} compresi tra lo 0% ed il 25% di f_{cd} , pari ad 1,25 per valori compresi tra il 25% ed il 50% di f_{cd} , pari a $2,5(1 - \sigma_{cp}/f_{cd})$ per valori compresi tra il 50% ed il 100% di f_{cd})

Inoltre si precisa che se $ctg\theta^*$ è compresa tra 1,0 e 2,5 è possibile valutare il taglio resistente in modo tale da eguagliare il taglio resistente lato compressione con il taglio resistente lato trazione. Nel caso di $ctg\theta^*$ maggiore di 2,5 la crisi è da attribuirsi all'armatura trasversale e il taglio resistente coincide con il massimo taglio sopportato dalle armature valutabile con $ctg\theta$ pari a 2,5. Infine nel caso in cui $ctg\theta^*$ risulta minore di 1,0 la crisi è da attribuirsi alle bielle compresse di calcestruzzo ed il taglio coincide con il massimo valore resistente sopportabile dal calcestruzzo valutabile con $ctg\theta$ pari a 1,0.

6.3 Verifiche strutturali SLE

La verifica nei confronti degli Stati limite di esercizio, consiste nel controllare, con riferimento alle sollecitazioni di calcolo corrispondenti alle Combinazioni di Esercizio il tasso di Lavoro nei Materiali e l’ampiezza delle fessure attesa, secondo quanto di seguito specificato.

6.3.1 Stato limite di limitazione delle tensioni

La verifica delle tensioni in esercizio consiste nel controllare il rispetto dei limiti tensionali previsti per il calcestruzzo e per l’acciaio per ciascuna delle combinazioni di carico caratteristiche *Rara* e *Quasi Permanente*. I valori tensionali nei materiali sono valutati secondo le note teorie di analisi delle sezioni in c.a. in campo elastico e con calcestruzzo non reagente a trazione adottando come limiti di riferimento quelli di seguito indicati, in accordo alle prescrizioni della normativa vigente:

Calcestruzzo C32/40			
Combinazione Quasi Permanente	$\sigma_{c,max,Q.P.} = 0,45 f_{cK}$	14.40	MPa
Combinazione Rara	$\sigma_{c,max,R.} = 0,60 f_{cK}$	19.20	MPa

Acciaio B450C			
Combinazione Rara	$\sigma_{f,max} = 0,80 f_{yK}$	360	MPa

6.3.2 Stato limite di fessurazione

La verifica di fessurazione consiste nel controllare l’ampiezza dell’apertura delle fessure sotto combinazione di carico *Frequente* e combinazione *Quasi Permanente*. Essendo la struttura a contatto col terreno si

considerano condizioni ambientali aggressive di tipo XC4-XF1; le armature di acciaio ordinario sono ritenute poco sensibili [NTC – Tabella 4.1.IV].

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

In relazione all'aggressività ambientale e alla sensibilità dell'acciaio, l'apertura limite delle fessure è riportato nel prospetto seguente.

Gruppi di esigenza	Condizioni ambientali	Combinazione di azione	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	wd	Stato limite	wd
a	Ordinarie	Frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		Quasi Permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
b	Aggressive	Frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		Quasi Permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
c	Molto Aggressive	Frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		Quasi Permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

Risultando i valori di w_1 , w_2 , w_3 rispettivamente pari a 0,2mm 0,3mm e 0,4mm. Pertanto dovrà risultare nel nostro progetto:

Combinazione	Ap. fessure
Combinazione Quasi permanente	$w \leq w_1 = 0.2\text{mm}$
Combinazione Frequente	$w \leq w_2 = 0.3\text{mm}$

Riguardo infine il valore di calcolo delle fessure da confrontare con i valori limite fissati dalla norma, si è utilizzata la procedura riportata al C4.1.2.2.4.5 della Circolare n. 7/2019.

7 ANALISI DEI CARICHI E COMBINAZIONI

Nel presente paragrafo si descrivono i criteri di valutazione delle azioni sollecitanti le opere di sostegno e relative combinazioni di calcolo adottate.

7.1 Pesì propri e carichi permanenti

I pesi propri relativi alla struttura ed al terreno eventualmente gravante sulla fondazione, sono valutati tenendo conto dei pesi dell'unità di volume specifici γ come di seguito definiti:

Materiale	Peso nell'unità di volume
Calcestruzzo strutturale	$\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$
Terreno di rinterro	$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$

7.2 Carichi permanenti non strutturali

Le opere di sostegno oggetto di dimensionamento prevedono anche un carico permanente non strutturale dovuto alla pavimentazione stradale. Si considera uno spessore del pacchetto stradale pari a 0,20m con γ pari a 24 kN/m^3 . Pertanto, tale carico è schematizzato, ai fini del calcolo, come un carico uniforme agente sul profilo del terreno, di valore pari a $4,80 \text{ kN/m}$, agente su una larghezza che dipende dalla geometria dell'asse stradale.

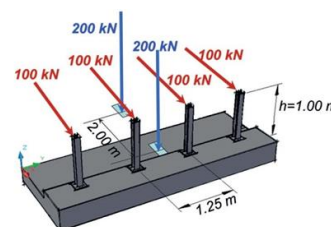
7.3 Carichi variabili da traffico

Le opere di sostegno oggetto di dimensionamento sono soggette alle azioni accidentali da traffico stradale. I carichi variabili associati al passaggio dei veicoli sono schematizzati, ai fini del calcolo, con dei carichi uniformi, su una larghezza complessiva pari alla dimensione della pavimentazione stradale e con valore corrispondente a 20 kN/m .

7.4 Azione eccezionale dovuta all'urto dell'autoveicolo in fase di svio

Al fine di quantificare il valore del momento flettente e del carico orizzontale equivalente da applicare alla sommità dell'opera d'arte per tener conto dell'eventuale collisione accidentale di veicoli in svio sulle barriere collegate al muro di sostegno si possono seguire 2 differenti approcci:

- 1) *Attraverso una forza orizzontale equivalente di collisione pari a 100 kN*: Essa rappresenta l'effetto dell'impatto da trasmettere ai vincoli e deve essere considerata agente trasversalmente ed orizzontalmente 10cm sotto la sommità della barriera o 1,0m sopra il livello del piano di marcia, a seconda di quale valore sia più piccolo (§3.6.3.3.2, NTC2018).
- 2) *Considerando il momento plastico che il montante della barriera metallica di sicurezza utilizzata può fornire*: tale approccio ottempera quanto previsto dal § 4.7.3.3 della UNI EN 1991.2 così come emendato dall'appendice nazionale (G.U. 27 Marzo 2013, DM 31/07/2012)



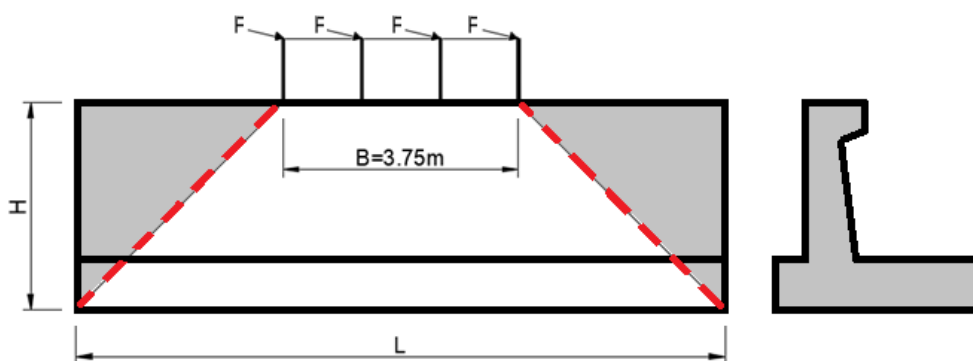
Il primo approccio è da utilizzare in assenza di specifiche prescrizioni, ovvero quando non si conoscono in fase di progetto del muro di sostegno le caratteristiche geometriche della barriera che dovrà essere installata ovvero in caso di condizioni di progettazione "non ordinarie". In alternativa, a discrezione del progettista è possibile utilizzare come azione di progetto il momento di plasticizzazione del montante (cfr UNI EN 1991.2). È tuttavia necessario sottolineare che tale metodologia è applicabile quando in fase di progetto si conosce già il dispositivo di ritenuta da installare e le sue caratteristiche geometriche e meccaniche. Inoltre planimetricamente, si considera una redistribuzione delle azioni sollecitanti secondo un angolo di diffusione pari a 45°. Nel caso in esame, è stato applicato il secondo approccio, più idoneo e realistico, in quanto, pur non conoscendo ancora il tipo di barriera da installare e tutte le caratteristiche geometriche e statiche utili (comprensivi del sistema di fissaggio sul supporto in calcestruzzo, in conformità a quanto adottato in sede di prova di crash), cautelativamente è stata scelta nella gamma delle barriere indicate nelle linee guida Anas S.p.A. quella che consente lo sviluppo dei calcoli e delle verifiche con maggiore cautela, in quanto caratterizzata da momento plastico più alto e, quindi, trasmettente maggiori sollecitazioni sul muro di sostegno. In particolare, si è fatto riferimento a barriere *H4 - Bordo Ponte* con montanti costituiti da paletti verticali con sezione a C in acciaio S275 R, posti ad un interasse di 1,25m e ancorati al cordolo mediante piastra saldata e tirafondi. Si riportano le caratteristiche geometriche e meccaniche di tale barriera.

Barriera H4 – Bordo Ponte – Sezione a C						
B	H	C	S	W _{pl}	M _{pl}	M _{pl,ampl}
mm	mm	mm	mm	cm ³	kNm	kNm
160	120	40	5,50	154,22	42,41	63,62

L'azione derivante dal momento plastico della barriera può essere determinata considerando che la massima sollecitazione che tale sezione può trasmettere al muro di sostegno è quella che determina la formazione della prima cerniera plastica. Essa si forma con sufficiente approssimazione in corrispondenza dell'irrigidimento della barriera ipotizzato ad un'altezza di 20cm dalla base del paletto. Pertanto, considerando che la forza d'urto è applicata ad una quota di 1,00m dal piano viabile, la distanza b_f tra la cerniera plastica e il punto di applicazione della forza è pari a 0.80m. La forza d'urto associata alla formazione della prima cerniera plastica è quindi pari a:

$$F_{urto} = \frac{M_{ampl}}{b_f} = \frac{63,62}{0,80} = 79.53 \text{ KN}$$

Dove M_{ampl} è il momento plastico amplificato per un coefficiente di sicurezza pari a 1,50. In accordo con gli schemi statici forniti dalle NTC2018, si considera che tale azione d'urto sia esercitata singolarmente su 4 paletti consecutivi posti ad un interasse di 1,25m, pertanto lo sviluppo lineare di barriera coinvolta dall'azione d'urto è pari a 3,75m.



Per tener conto della redistribuzione dell'azione d'urto lungo l'altezza del muro di sostegno, essa è schematizzata come un carico distribuito ottenuto dividendo la forza d'urto totale agente sui 4 paletti per la lunghezza d'azione del concio di muro L secondo la seguente espressione:

$$F_{urto,distr} = \frac{4 \cdot H_{urto}}{L}$$

A tale carico orizzontale occorre aggiungere il momento flettente distribuito generato dal trasporto dell'azione d'urto orizzontale dalla sommità della barriera alla sommità del muro di sostegno, pari a:

$$M_{urto} = F_{urto,distr} \cdot d$$

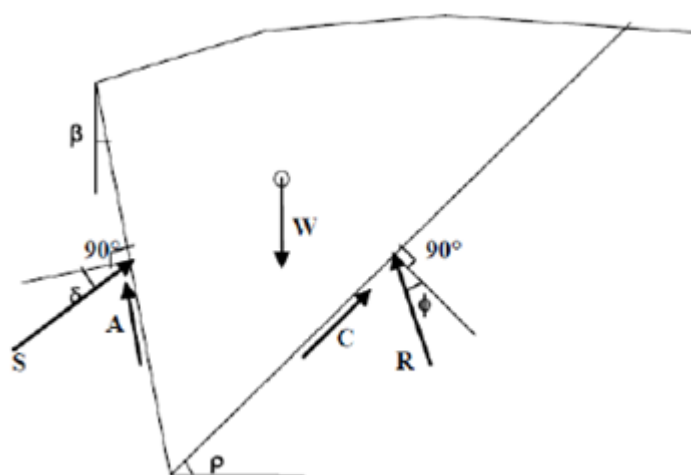
Si riporta in seguito la tabella contenente le sollecitazioni dovute all'urto per i tipologici, considerando come altezza del muro l'altezza minima del paramento lungo il suo sviluppo longitudinale ed ignorando lo spessore della fondazione che tende a ridurre ulteriormente le sollecitazioni:

Sollecitazioni d'urto				
Tipologico	L _{diff}	d (H _{Parapetto})	Q _{urto}	M _{urto}
	m	m	kN/m	kNm/m
A0 (H = 2,20m)	9,00	1,00	35,34	35,34
D (H = 3,35m)	10,45	1,00	30,44	30,44

Per le verifiche strutturali e geotecniche, i coefficienti di amplificazione dei carichi (γ_A) e i coefficienti riduttivi (γ_M) sono tutti unitari mentre i coefficienti riduttivi sulle resistenze sono quelli previsti dalle verifiche strutturali e geotecniche in funzione dello stato limite considerato.

7.5 Spinte del terreno in fase statica

Le spinte esercitate dal terrapieno e dagli eventuali carichi presenti su di esso sono state valutate con il metodo di Culmann. Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb. La differenza sostanziale è che mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il coefficiente di spinta) il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente.



Schema metodo di Culmann per calcolo della spinta

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 di seguito descritti:

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

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima. La convergenza non si raggiunge se il terrapieno risulta inclinato di un angolo maggiore dell'angolo d'attrito del terreno. Nei casi in cui è applicabile il metodo di Coulomb (profilo a monte rettilineo e carico uniformemente distribuito) i risultati ottenuti col metodo di Culmann coincidono con quelli del metodo di Coulomb. Il metodo, per come è stato descritto, non permette di ricavare il diagramma delle pressioni agente sulla parete (e quindi le sollecitazioni lungo la parete) e inoltre risulta di difficile determinazione il punto di applicazione della spinta. Nell'ambito dello specifico Software utilizzato il procedimento è stato implementato suddividendo l'altezza della parete in tanti tratti di ampiezza dz , al fine di ricavare l'andamento delle pressioni lungo l'altezza del muro; in corrispondenza di ogni ordinata z_i si trova il cuneo di rottura e la spinta S_i ottenendo la distribuzione della spinta $S(z)$ lungo l'altezza della parete. Nota la distribuzione delle spinte lungo l'altezza della parete, la pressione ad una generica profondità z , rispetto alla sommità della parete, è espressa da:

$$\sigma(z) = \frac{dS}{dz}$$

Noto il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta. Inoltre dal diagramma delle pressioni è facile ricavare l'andamento delle sollecitazioni lungo la parete, con gli usuali metodi della scienza delle costruzioni. Per l'attrito *paramento – terreno* si utilizza il valore $\delta = 2/3\varphi'$ mentre, per quanto riguarda l'attrito *fondazione muro – terreno* l'attrito è stato posto pari all'angolo attrito del terreno di fondazione. Infine, l'adesione c_a *terra-opera* sarà considerata nulla.

7.6 Spinta del terreno in presenza di falda

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

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

Dove

- γ_{sat} è il peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori)
- γ_w è il peso di volume dell'acqua.

Quindi il diagramma delle pressioni al di sotto della linea di falda ha una pendenza minore. Al diagramma così ottenuto va sommato il diagramma triangolare legato alla pressione idrostatica esercitata dall'acqua.

7.7 Coefficienti sismici

Il §7.11.6.2.1 delle NTC 2018, precisa che l'analisi della sicurezza dei muri di sostegno in condizioni sismiche, può essere eseguita mediante i metodi pseudo-statici o i metodi degli spostamenti. Nell'analisi pseudo-statica, l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico. Nelle verifiche, i valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le espressioni:

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{max}}{g} \qquad k_v = \pm 0,5 \cdot k_h$$

Dove

- g : accelerazione di gravità;
- $a_{max} = S_S S_T a_g$ accelerazione massima attesa sul suolo di riferimento (a_g è l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido, S_S e S_T sono i coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica, come già definiti nell'ambito del precedente paragrafo §40);
- Per muri di sostegno liberi di traslare o di ruotare intorno al piede, β_m coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito assume il valore di 0,38 nelle verifiche allo stato limite ultimo (SLV) e 0,47 nelle verifiche allo stato limite di esercizio (SLD).

7.8 Spinte del terreno in fase sismica

In condizioni sismiche si adotta la formulazione di Culmann come già illustrata per le condizioni statiche, inserendo nell'equazione risolutiva anche la forza di inerzia del cuneo di spinta. In accordo con quanto definito al paragrafo 7.11.6.2.1 delle NTC 2018 nel caso di muri di sostegno liberi di traslare o di ruotare intorno al piede, si può assumere che l'incremento di spinta dovuta al sisma agisca nello stesso punto di quella statica. Negli altri casi, in assenza di specifici studi, si deve assumere che tale incremento sia applicato a metà altezza del muro. Pertanto nel caso di tali tipologici, che presentano una fondazione superficiale si considera un β_m pari a 0.38, mentre una distribuzione triangolare dell'incremento di spinta.

7.9 Combinazioni di carico

Si riporta nel seguito il riepilogo delle combinazioni di carico esaminate per l'analisi e la verifica del muro di sostegno. In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni con tale simbologia adottata:

- γ : Coefficiente di partecipazione della condizione
- ψ : Coefficiente di combinazione della condizione
- Per le combinazioni d'urto il coefficiente di partecipazione dei carichi stradali è pari a zero

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
Pacchetto Stradale	1.50	--	Sfavorevole
Traffico	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - 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
Pacchetto Stradale	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - 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
Pacchetto Stradale	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Pacchetto Stradale	1.50	--	Sfavorevole
Traffico	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Pacchetto Stradale	1.50	--	Sfavorevole
Traffico	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Pacchetto Stradale	1.50	--	Sfavorevole
Traffico	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pacchetto Stradale	1.30	--	Sfavorevole
Traffico	1.15	1.00	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
Pacchetto Stradale	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - 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
Pacchetto Stradale	1.00	--	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
Pacchetto Stradale	1.50	--	Sfavorevole
Traffico	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
Pacchetto Stradale	1.00	--	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
Pacchetto Stradale	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 13 - SLER

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pacchetto Stradale	1.00	--	Sfavorevole
Traffico	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
Pacchetto Stradale	1.00	--	Sfavorevole
Traffico	1.00	0.75	Sfavorevole

Combinazione n° 15 - SLEQ

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

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3) - URTO

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

Combinazione n° 2 - GEO (A2-M2-R2) - URTO

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

Combinazione n° 3 - EQU (A1-M1-R3) - URTO

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pacchetto Stradale	1.00	--	Sfavorevole
URTO	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - ECC - URTO

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

8 CODICI DI CALCOLO

Tutte le Analisi e Verifiche esposte nel presente documento sono state effettuate con l'Ausilio dei seguenti Software di calcolo:

- *MAX - ver 16 (Analisi e Calcolo Muri di Sostegno) prodotto e distribuito dalla Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS) specifico da licenza n° AIU5041GP intestata a PROGIN SPA - CENTRO DIREZIONALE DI NAPOLI ISOLA F4 - 80143 NAPOLI)*
- *Fogli di Calcolo Excel Autoprodotti*

8.1 Affidabilità dei codici di calcolo

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

8.2 Informazioni generali sull'elaborazione

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

8.3 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni. In base a quanto sopra, si asserisce che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

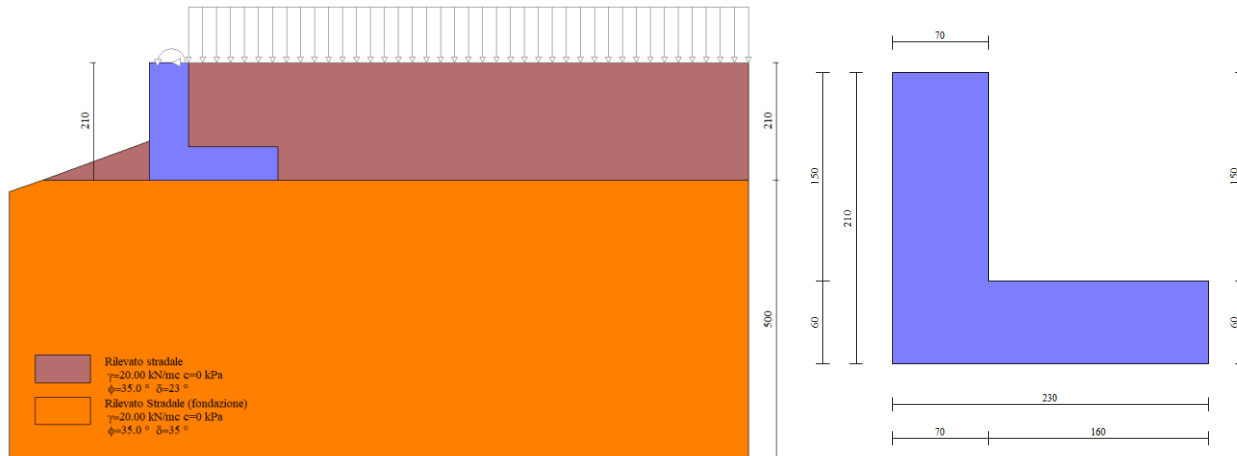
9 ANALISI E VERIFICHE DEL MURO DI SOSTEGNO

Nei paragrafi seguenti si riportano i risultati dei calcoli relativi ai muri di sostegno oggetto della presente relazione, ma prima si riporta un quadro riepilogativo dei tipologici considerati:

OPERA	TIPO	Paramento		Fondazione				Tipologia di Fondazione
		Hmin	Hmax	B	S	Mensola		
		[m]	[m]	[m]	[m]	Monte [m]	Valle [m]	
	Tipo A0	0.65	1.50	2.30	0.60	1.60	0.00	Diretta
	Tipo B	1.30	3.35	3.08	0.70	1.75	0.55	Diretta

9.1 MURO TIPOLOGICO A0

Di seguito si riporta una rappresentazione grafica del modello di calcolo adottato per il muro tipologico A0 avente un'altezza del paramento pari a 1,50m.



Modello di calcolo muro tipologico A0

Geometria del muro

9.1.1 Risultati e Sollecitazioni

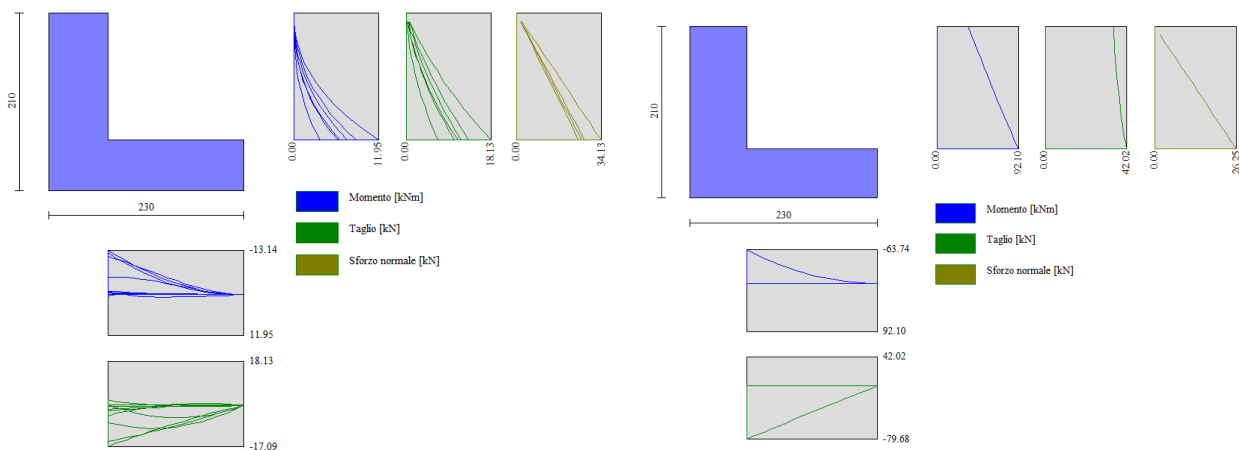
Si riportano i risultati delle verifiche geotecniche e le sollecitazioni per le combinazioni statiche/sismiche e per la combinazione eccezionale d'urto.

n°	Combinazione	Sismica	FSsco	FSqlim	FSrib	FSstab	FShyd	FSupl
1	STR (A1-M1-R3)		4.236	5.379	--	--	--	--
2	STR (A1-M1-R3)	H + V	3.407	6.523	--	--	--	--
3	STR (A1-M1-R3)	H - V	3.243	6.925	--	--	--	--
4	STR (A1-M1-R3)		5.022	4.891	--	--	--	--
5	STR (A1-M1-R3)		4.583	5.157	--	--	--	--
6	STR (A1-M1-R3)		4.675	5.100	--	--	--	--
7	GEO (A2-M2-R2)		--	--	--	1.341	--	--
8	GEO (A2-M2-R2)	H + V	--	--	--	1.615	--	--
9	GEO (A2-M2-R2)	H - V	--	--	--	1.585	--	--
10	EQU (A1-M1-R3)		--	--	8.896	--	--	--
11	EQU (A1-M1-R3)	H + V	--	--	5.307	--	--	--
12	EQU (A1-M1-R3)	H - V	--	--	3.890	--	--	--

Fattori di sicurezza verifiche statiche e sismiche

n°	Combinazione	Sismica	FSsco	FSqlim	FSrib	FSstab	FShyd	FSupl
1	STR (A1-M1-R3)		1.791	3.628	--	--	--	--
2	GEO (A2-M2-R2)		--	--	--	1.586	--	--
3	EQU (A1-M1-R3)		--	--	1.214	--	--	--
4	ECC		1.791	3.628	1.214	1.982	--	--

Fattori di sicurezza in condizioni d'urto



Inviluppo sollecitazioni in condizioni statiche e sismiche

Inviluppo sollecitazioni in condizioni d'urto

9.1.2 Armatura paramento e piastra di fondazione

Di seguito si riportano le armature di progetto previste per le sezioni di calcolo del paramento e della piastra di fondazione. Sia le verifiche a pressoflessione che a taglio sono state eseguite manualmente attraverso l'ausilio di fogli di calcolo strutturati sulla base delle NTC2018 e mediante software di calcolo VcaSLU sulla base dell'involuppo dei diagrammi delle sollecitazioni. Le verifiche a taglio sono condotte con riferimento ad elementi in c.a. non armati a taglio, tuttavia si prevedono ganci $\Phi 12/20 \times 40$ per legare le armature nel paramento e in fondazione, ripartitori $\Phi 12/20$ cm ed una opportuna staffatura per la mensola portabarriera di testa.

Elemento		Armatura a Flessione		Armatura a Taglio	
		Longitudinale	Ripartitori	Spilli	Staffe
Paramento	Lato Monte	$\Phi 18/20$	$\Phi 12/20$	$\Phi 12/20 \times 40$	-
	Lato Valle	$\Phi 18/20$	$\Phi 12/20$	$\Phi 12/20 \times 40$	
Fondazione	Lato Superiore	$\Phi 12/20$	$\Phi 12/20$	$\Phi 12/20 \times 40$	-
	Lato Inferiore	$\Phi 12/20$	$\Phi 12/20$	$\Phi 12/20 \times 40$	

9.1.3 Verifiche allo SLU

Si riportano i risultati delle verifiche a pressoflessione e taglio per la sezione di base del paramento e per la fondazione. Nelle verifiche è stato considerato un copriferro (distanza tra il bordo e l'asse del ferro longitudinale) pari a 60mm.

GEOMETRIA			VERIFICA A PRESSOFLESSIONE					FS
Elemento	b	h	M_{ed}	Armature	c	d	M_{Rd}	
	[mm]	[mm]	[kNm]		[mm]	[mm]	[kNm]	
Paramento	Superiore	1000	700	92.1	$\phi 18/20$	60	640	317.0
	Inferiore				$\phi 18/20$	60		
Fondazione	Superiore	1000	600	63.7	$\phi 12/20$	60	540	127.1
	Inferiore				$\phi 12/20$	60		

Le verifiche a taglio sono condotte con riferimento ad elementi in c.a. non armati a taglio, tuttavia si prevedono ganci $\Phi 12/20 \times 40$ nel paramento e in fondazione:

Elemento	Geometrie		Sollecitazioni		TAGLIO RESISTENTE			FS
	b_w	H	N_{sd} (KN)	V_{sd} (KN)	v_{min}	V_{Rdmin} (KN)	V_{Rct} (KN)	
	(mm)	(mm)						
Paramento	1000	700	0	42.02	0.39	251.24	224.56	5.34
Fondazione	1000	600	0	80.00	0.41	222.17	157.88	1.97

9.1.4 Verifiche allo SLE

Ai fini delle verifiche agli stati limite di esercizio si è provveduto a verificare che le tensioni massime nel calcestruzzo e nell'acciaio siano inferiori ai valori limite e di verificare che l'apertura delle fessure sia inferiore al valore limite (Classe di esposizione XC4 ed armature poco sensibili):

Verifica delle tensioni		C32/40				ACCIAIO B450C		
Combinazione/Elemento		M_{ed}	σ_c	$0,60 f_{ck}$	FS	σ_f	$0,8 f_{yk}$	FS
		[kNm]	[Mpa]	[Mpa]	[-]	[Mpa]	[Mpa]	[-]
Comb. rara	Paramento	8.8	0.2	19.9	99.60	11.6	360.0	30.93
	Fondazione	3.3	0.1	19.9	142.29	11.5	360.0	31.41
Combinazione/Elemento		M_{ed}	σ_c	$0,45 f_{ck}$	FS	σ_f	$0,8 f_{yk}$	FS
		[kNm]	[Mpa]	[Mpa]	[-]	[Mpa]	[Mpa]	[-]
Comb. Q. Perm.	Paramento	3.8	0.1	14.9	149.40	-	-	-
	Fondazione	1.5	0.1	14.9	149.40	-	-	-

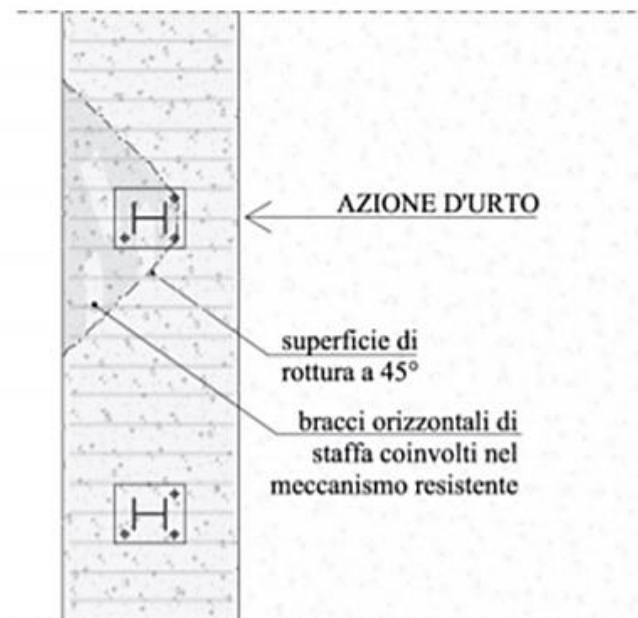
Verifica a fessurazione							
Combinazione/Elemento		M_{ed}	σ_f	$\Delta s, max$	w_f	w_1	FS
		[kNm]	[Mpa]	mm	[mm]	[mm]	[-]
Comb. Q. Perm.	Paramento	3.8	5.03	534.2	0.013	0.200	15.33
	Fondazione	1.5	5.21	724.7	0.018	0.200	10.91
Comb. Freq.	Paramento	7.6	10.05	534.2	0.026	0.300	11.51
	Fondazione	2.8	9.72	724.7	0.034	0.300	8.77

9.1.5 Verifiche locali della mensola per azioni d'urto

In questo paragrafo sono riportati i risultati ottenuti dalle verifiche locali dei cordoli che ospitano le barriere di sicurezza. Il carico di progetto come definito al paragrafo 7.4. è costituito dalla forza orizzontale di plasticizzazione della barriera pari a $F = 79,5 \text{ kN}$, applicata alla quota di 1,0 m sopra il piano di marcia. e 100 mm sotto la sommità della barriera. Nel caso in esame si assume che la forza agisca ad una distanza $d = 1,00 \text{ m}$ dalla base della barriera. Il paramento presenta uno spessore pari a 0,70m per il quale si dispone una staffatura di $\Phi 18/20$. La funzione di tali staffe è duplice:

- *Equilibrare l'azione orizzontale F*
- *Equilibrare la trazione dei tirafondi della barriera nel meccanismo di pull out*

Per il primo punto il cono di rottura che determina il numero di staffe resistenti si determina secondo quanto riportato nella figura seguente, ipotizzando una diffusione a 45° della sollecitazione agente a partire dalla posizione dei tirafondi tesi. Si considera una larghezza della piastra di 0,30m posizionata a 0,10m dal bordo del muro. La forza orizzontale F è equilibrata dalle barre $\Phi 18/20$ che sono sempre presenti all'interno del cono di rottura evidenziato nella seguente figura.



Cono di diffusione verifica staffe orizzontali

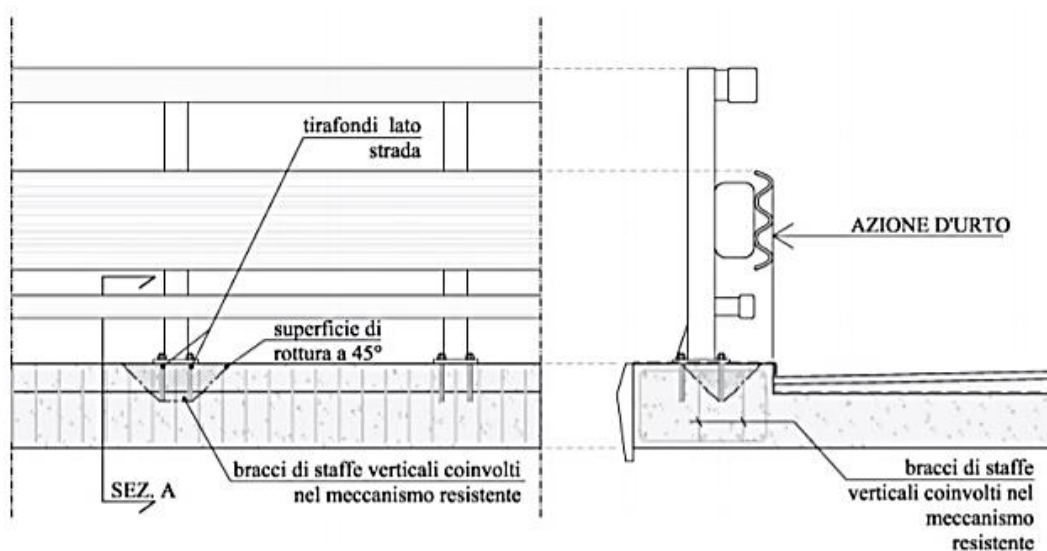
In dettaglio la forza orizzontale rappresenta l'azione di urto, che è pari a $F=79,5$ kN. Le barre $\Phi 18/20$ oppongono una resistenza a tale forza espressa dalla seguente relazione:

$$F_R = n \cdot \frac{A_s f_{yk}}{\gamma_d}$$

Dove A_s è l'area della staffa e n è il numero di bracci presenti nel cono di diffusione. Nel caso in esame è stata assunta, in maniera cautelativa, come base del cono di rottura la larghezza della piastra pari a 0,3m che permette di individuare in una larghezza collaborante pari a 0,9m, 4 ferri e 4 bracci. Conseguentemente si ha:

Verifiche Locali della Mensola in condizioni d'Urto - Azioni Orizzontali							
F_{Urto}	$L_{diffusa}$	Passo Ferri	$N^{\circ}_{bracci,TOT}$	ϕ	A_s	F_{Rd}	FS
[KN]	[m]	[m]					
79.52	0.90	0.20	4	18	1017.88	398.30	5.01

Per il secondo punto il cono di rottura che determina il numero di staffe e quindi di bracci verticali resistenti si determina secondo quanto riportato nella seguente figura, ipotizzando una diffusione a 45° a partire dall'interasse dei tirafondi tesi. La trazione agente nei tirafondi è equilibrata dai bracci verticali delle staffe e da eventuali legature.



Cono di diffusione verifica staffe verticali

Ipotizzando un braccio di leva delle forze interne della piastra di base della barriera pari a $l = 0,22\text{m}$ e un'altezza h della barriera sopra tale piastra di 1m , si stima T_d come:

$$T_{ed} = \frac{N \cdot h}{l}$$

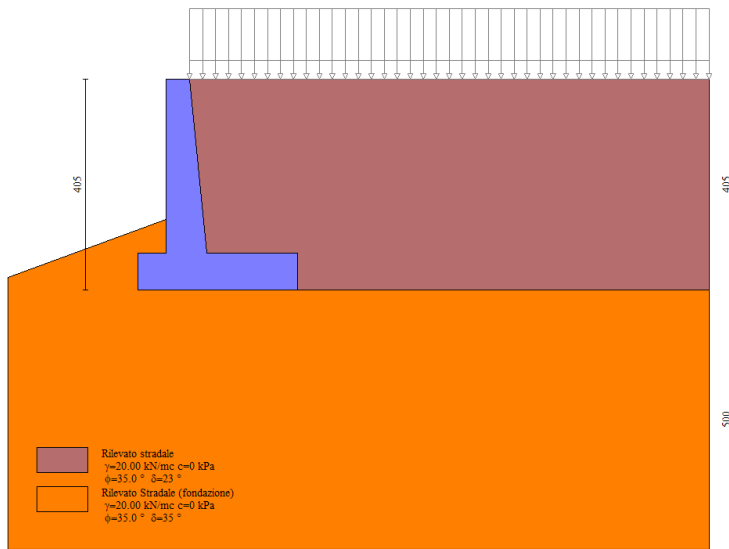
Si dispongono delle staffe $\Phi 18/20$. Ipotizzando una lunghezza dei tirafondi di almeno 19cm (nonché l'interasse tra i due tirafondi tesi di $0,22\text{m}$), risulta una lunghezza di diffusione trasversale pari a $0,38\text{m}$ e longitudinale di $0,60\text{m}$. I bracci verticali compresi nel cono di diffusione sono quindi 3. Pertanto si calcola la trazione resistente secondo la formula seguente:

$$T_{rd} = n \cdot A_s \cdot f_{yd}$$

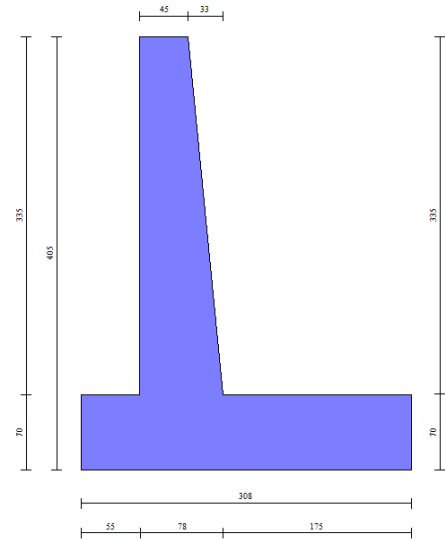
Verifiche Locali della Mensola in condizioni d'Urto - Azioni Verticali							
$M_{pl,d}$	$b_{\text{tirafondi}}$	$L_{\text{tirafondi}}$	B_{diff}	Ferri	T_{ed}	T_{rd}	FS
[KNm]	[m]	[m]	[m]		[KN]	[KN]	[-]
63.62	0.22	0.19	0.38	3 Φ 18	289.16	343.53	1.19

9.2 MURO TIPOLOGICO B

Di seguito si riporta una rappresentazione grafica del modello di calcolo adottato per il muro tipologico B avente un'altezza del paramento pari a 3,35m.



Modello di calcolo muro tipologico B



Geometria del muro

9.2.1 Risultati e Sollecitazioni

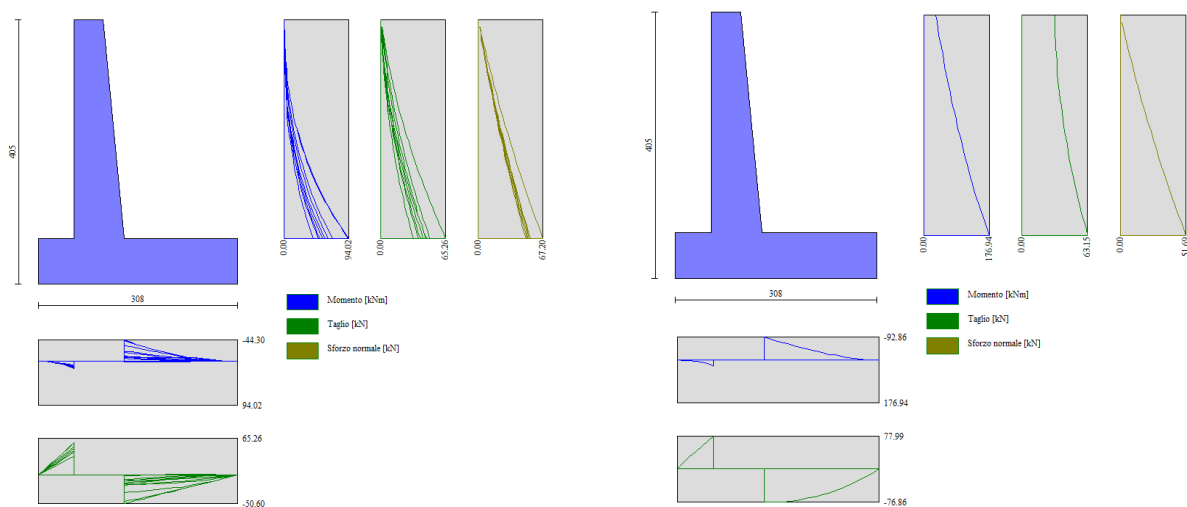
Si riportano i risultati delle verifiche geotecniche e le sollecitazioni per le combinazioni statiche/sismiche e per la combinazione eccezionale d'urto.

n°	Combinazione	Sismica	FSsco	FSqlim	FSrib	FSstab	FShyd	FSupl
1	STR (A1-M1-R3)		2.999	4.422	--	--	--	--
2	STR (A1-M1-R3)	H + V	2.579	4.794	--	--	--	--
3	STR (A1-M1-R3)	H - V	2.477	5.068	--	--	--	--
4	STR (A1-M1-R3)		3.621	4.126	--	--	--	--
5	STR (A1-M1-R3)		3.340	4.264	--	--	--	--
6	STR (A1-M1-R3)		3.280	4.294	--	--	--	--
7	GEO (A2-M2-R2)		--	--	--	1.285	--	--
8	GEO (A2-M2-R2)	H + V	--	--	--	1.505	--	--
9	GEO (A2-M2-R2)	H - V	--	--	--	1.480	--	--
10	EQU (A1-M1-R3)		--	--	5.087	--	--	--
11	EQU (A1-M1-R3)	H + V	--	--	3.559	--	--	--
12	EQU (A1-M1-R3)	H - V	--	--	2.884	--	--	--

Fattori di sicurezza verifiche statiche e sismiche

n°	Combinazione	Sismica	FSsco	FSqlim	FSrib	FSstab	FShyd	FSupl
1	STR (A1-M1-R3)		2.535	5.014	--	--	--	--
2	GEO (A2-M2-R2)		--	--	--	1.445	--	--
3	EQU (A1-M1-R3)		--	--	2.208	--	--	--
4	ECC		2.535	5.014	2.208	1.806	--	--

Fattori di sicurezza in condizioni d'urto



Involuppo sollecitazioni in condizioni statiche e sismiche

Involuppo sollecitazioni in condizioni d'urto

9.2.2 Armatura paramento e piastra di fondazione

Di seguito si riportano le armature di progetto previste per le sezioni di calcolo del paramento e della piastra di fondazione. Sia le verifiche a pressoflessione che a taglio sono state eseguite manualmente attraverso l'ausilio di fogli di calcolo strutturati sulla base delle NTC2018 e mediante software di calcolo VcaSLU sulla base dell'involuppo dei diagrammi delle sollecitazioni. Le verifiche a taglio sono condotte con riferimento ad elementi in c.a. non armati a taglio, tuttavia si prevedono ganci $\Phi 12/20 \times 40$ per legare le armature nel paramento e in fondazione, ripartitori $\Phi 12/20$ cm ed una opportuna staffatura per la mensola portabarriera di testa.

Elemento		Armatura a Flessione		Armatura a Taglio	
		Longitudinale	Ripartitori	Spilli	Staffe
Paramento	Lato Monte	$\Phi 18/20$	$\Phi 12/20$	$\Phi 12/20 \times 40$	-
	Lato Valle	$\Phi 18/20$	$\Phi 12/20$	$\Phi 12/20 \times 40$	
Fondazione	Lato Superiore	$\Phi 12/20$	$\Phi 12/20$	$\Phi 12/20 \times 40$	-
	Lato Inferiore	$\Phi 12/20$	$\Phi 12/20$	$\Phi 12/20 \times 40$	

9.2.3 Verifiche allo SLU

Si riportano i risultati delle verifiche a pressoflessione e taglio per la sezione di base del paramento e per la fondazione. Nelle verifiche è stato considerato un copriferro (distanza tra il bordo e l'asse del ferro longitudinale) pari a 60mm.

GEOMETRIA			VERIFICA A PRESSOFLESSIONE					FS	
Elemento	b	h	M_{ed}	Armature	c	d	M_{Rd}		
	[mm]	[mm]	[kNm]		[mm]	[mm]	[kNm]		
Paramento	Superiore	1000	700	176.9	$\phi 18/20$	60	640	317.0	1.79
	Inferiore				$\phi 18/20$	60			
Fondazione	Superiore	1000	700	92.9	$\phi 12/20$	60	640	149.1	1.61
	Inferiore				$\phi 12/20$	60			

Le verifiche a taglio sono condotte con riferimento ad elementi in c.a. non armati a taglio, tuttavia si prevedono ganci $\Phi 12/20 \times 40$ nel paramento e in fondazione:

Elemento	Geometrie		Sollecitazioni		TAGLIO RESISTENTE			FS
	b_w	H	N_{sd} (KN)	V_{sd} (KN)	v_{min}	V_{Rdmin} (KN)	V_{Rct} (KN)	
	(mm)	(mm)						
Paramento	1000	700	0	65.26	0.39	251.24	224.56	3.44
Fondazione	1000	700	0	77.99	0.39	251.24	171.37	2.20

9.2.4 Verifiche allo SLE

Ai fini delle verifiche agli stati limite di esercizio si è provveduto a verificare che le tensioni massime nel calcestruzzo e nell'acciaio siano inferiori ai valori limite e di verificare che l'apertura delle fessure sia inferiore al valore limite (Classe di esposizione XC4 ed armature poco sensibili):

Verifica delle tensioni		C32/40				ACCIAIO B450C		
Combinazione/Elemento		M_{ed}	σ_c	$0,60 f_{ck}$	FS	σ_f	$0,8 f_{yk}$	FS
		[kNm]	[Mpa]	[Mpa]	[-]	[Mpa]	[Mpa]	[-]
Comb. rara	Paramento	70.2	1.6	19.9	12.69	92.8	360.0	3.88
	Fondazione	18.3	0.6	19.9	32.66	53.4	360.0	6.75
Combinazione/Elemento		M_{ed}	σ_c	$0,45 f_{ck}$	FS	σ_f	$0,8 f_{yk}$	FS
		[kNm]	[Mpa]	[Mpa]	[-]	[Mpa]	[Mpa]	[-]
Comb. Q. Perm.	Paramento	51.3	1.2	14.9	12.99	-	-	-
	Fondazione	18.3	0.6	14.9	24.49	-	-	-

Verifica a fessurazione							
Combinazione/Elemento		M_{ed}	σ_f	Δs_{max}	w_f	w_1	FS
		[kNm]	[Mpa]	mm	[mm]	[mm]	[-]
Comb. Q. Perm.	Paramento	51.3	67.84	534.2	0.176	0.200	1.14
	Fondazione	18.3	53.35	724.7	0.188	0.200	1.06
Comb. Freq.	Paramento	63.2	83.58	534.2	0.217	0.300	1.38
	Fondazione	18.3	53.35	724.7	0.188	0.300	1.60

9.2.5 Verifiche locali della mensola per azioni d'urto

In questo paragrafo sono riportati i risultati ottenuti dalle verifiche locali dei cordoli che ospitano le barriere di sicurezza. Il carico di progetto come definito al paragrafo 7.4. è costituito dalla forza orizzontale di plasticizzazione della barriera pari a $F= 79,5\text{kN}$, applicata alla quota di 1,0 m sopra il piano di marcia. e 100 mm sotto la sommità della barriera. Nel caso in esame si assume che la forza agisca ad una distanza $d= 1.00$ m dalla base della barriera. Il paramento presenta uno spessore pari a 0,70m per il quale si dispone una staffatura di $\Phi 18/20$. La funzione di tali staffe è duplice:

- *Equilibrare l'azione orizzontale F*
- *Equilibrare la trazione dei tirafondi della barriera nel meccanismo di pull out*

Per il primo punto il cono di rottura che determina il numero di staffe resistenti si determina secondo quanto riportato nella figura seguente, ipotizzando una diffusione a 45° della sollecitazione agente a partire dalla posizione dei tirafondi tesi. Si considera una larghezza della piastra di 0,30m posizionata a 0,10m dal bordo del muro. La forza orizzontale F è equilibrata dalle barre $\Phi 18/20$ che sono sempre presenti all'interno del cono di rottura evidenziato nella seguente figura.



Cono di diffusione verifica staffe orizzontali

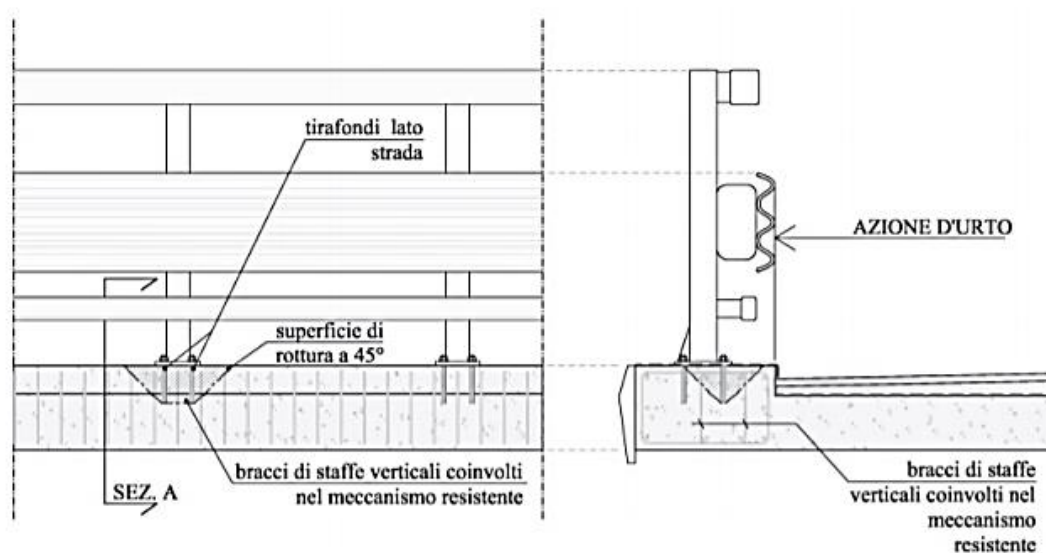
In dettaglio la forza orizzontale rappresenta l'azione di urto, che è pari a $F=79,5$ kN. Le barre $\Phi 18/20$ oppongono una resistenza a tale forza espressa dalla seguente relazione:

$$F_R = n \cdot \frac{A_s f_{yk}}{\gamma_d}$$

Dove A_s è l'area della staffa e n è il numero di bracci presenti nel cono di diffusione. Nel caso in esame è stata assunta, in maniera cautelativa, come base del cono di rottura la larghezza della piastra pari a 0,3m che permette di individuare in una larghezza collaborante pari a 0,9m, 4 ferri e 4 bracci. Conseguentemente si ha:

Verifiche Locali della Mensola in condizioni d'Urto - Azioni Orizzontali							
F_{Urto}	$L_{diffusa}$	Passo Ferri	N° bracci,TOT	ϕ [mm]	A_s	F_{Rd}	FS
[KN]	[m]	[m]			[mm ²]	[KN]	[-]
79.52	0.90	0.20	4	18	1017.88	398.30	5.01

Per il secondo punto il cono di rottura che determina il numero di staffe e quindi di bracci verticali resistenti si determina secondo quanto riportato nella seguente figura, ipotizzando una diffusione a 45° a partire dall'interasse dei tirafondi tesi. La trazione agente nei tirafondi è equilibrata dai bracci verticali delle staffe e da eventuali legature.



Cono di diffusione verifica staffe verticali

Ipotizzando un braccio di leva delle forze interne della piastra di base della barriera pari a $l = 0,22\text{m}$ e un'altezza h della barriera sopra tale piastra di 1m , si stima T_d come:

$$T_{ed} = \frac{N \cdot h}{l}$$

Si dispongono delle staffe $\Phi 18/20$. Ipotizzando una lunghezza dei tirafondi di almeno 19cm (nonché l'interasse tra i due tirafondi tesi di $0,22\text{m}$), risulta una lunghezza di diffusione trasversale pari a $0,38\text{m}$ e longitudinale di $0,60\text{m}$. I bracci verticali compresi nel cono di diffusione sono quindi 3. Pertanto si calcola la trazione resistente secondo la formula seguente:

$$T_{rd} = n \cdot A_s \cdot f_{yd}$$

Verifiche Locali della Mensola in condizioni d'Urto - Azioni Verticali							
$M_{pl,d}$	$b_{\text{tirafondi}}$	$L_{\text{tirafondi}}$	B_{diff}	Ferri	T_{ed}	T_{rd}	FS
[KNm]	[m]	[m]	[m]		[KN]	[KN]	[-]
63.62	0.22	0.19	0.38	3 Φ 18	289.16	343.53	1.19

10 TABULATO DI CALCOLO - TIPOLOGICO A0

10.1 Combinazione statica e sismica

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 [kN/mc]
R_{ck}	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
ν	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls tesoro/compresso

Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	γ [kN/mc]	R_{ck} [kPa]	E [kPa]	ν	n	ntc
1	C32/40	C32/40	B450C	25.0000	40000	33642648	0.30	15.00	0.50

Acciai

Descr	f_{yk} [kPa]	f_{uk} [kPa]
B450C	450000	540000

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 [m]	Y [m]	A [°]
1	0.00	0.00	0.000
2	10.00	0.00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 20.000 [°]

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro 10.00 [m]

Paramento

Materiale C32/40
 Altezza paramento 1.50 [m]
 Altezza paramento libero 1.40 [m]
 Spessore in sommità 0.70 [m]
 Spessore all'attacco con la fondazione 0.70 [m]
 Inclinazione paramento esterno 0.00 [°]
 Inclinazione paramento interno 0.00 [°]

Fondazione

Materiale C32/40
 Lunghezza mensola di valle 0.00 [m]
 Lunghezza mensola di monte 1.60 [m]
 Lunghezza totale 2.30 [m]
 Inclinazione piano di posa 0.00 [°]

Spessore	0.60	[m]
Spessore magrone	0.00	[m]

Descrizione terreni

Parametri di resistenza

Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]
ca	Adesione terra-muro espressa in [kPa]
<i>Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix</i>	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
τ_l	Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	γ [kN/mc]	γ_{sat} [kN/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kPa]	ca [kPa]	Cesp	τ_l [kPa]
1	Rilevato stradale	20.0000	20.0000	35.000	23.000	0	0	---	---
2	R_rapporto	20.0000	20.0000	35.000	35.000	0	0	---	---
3	Rilevato Stradale (fondazione)	20.0000	20.0000	35.000	35.000	0	0	---	---

Parametri di deformabilità

Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
ν	Coeff. di Poisson
Ed	Modulo edometrico, espresso in [kPa]
CR	Rapporto di compressione
RR	Rapporto di ricomprensione
OCR	Grado di sovraconsolidazione

n°	Descr	E [kPa]	ν	Ed [kPa]	CR	RR	OCR
1	Rilevato stradale	30000	0.300	30000	0.000	0.000	1.000
2	R_rapporto	0	0.000	0	0.000	0.000	1.000
3	Rilevato Stradale (fondazione)	30000	0.300	30000	0.000	0.000	1.000

Stratigrafia

Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
α	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
<i>Per calcolo pali (solo se presenti)</i>	
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')
Kststa, Kstsis Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	α [°]	Terreno	Kw [Kg/cm ²]	Ks	Cesp	Kststa	Kstsis
1	2.10	0.000	Rilevato stradale	---	---	---	---	---
2	5.00	0.000	Rilevato Stradale (fondazione)	---	---	---	---	---

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 [kN]
F _y	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
M	Momento espresso in [kNm]
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 [kN]
Q_r Intensità del carico per x=X_r espressa in [kN]

Condizione n° 1 (Pavimentazione) - PERMANENTE NS

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F _x [kN]	F _y [kN]	M [kNm]	X _i [m]	X _f [m]	Q _i [kN]	Q _f [kN]
1	Distribuito					0.00	10.00	4.8000	4.8000

Condizione n° 2 (Carichi stradali) - VARIABILE TF

Coeff. di combinazione Ψ₀=0.75 - Ψ₁=0.75 - Ψ₂=0.00

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F _x [kN]	F _y [kN]	M [kNm]	X _i [m]	X _f [m]	Q _i [kN]	Q _f [kN]
1	Distribuito					0.00	10.00	20.0000	20.0000

Normativa

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

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

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

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	γ _{tan(φ)}	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 _γ	1.00	1.00	1.00	1.00

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

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
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.

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
Pavimentazione	1.50	--	Sfavorevole
Carichi stradali	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - 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
Pavimentazione	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - 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
Pavimentazione	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Pavimentazione	1.50	--	Sfavorevole
Carichi stradali	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Pavimentazione	1.50	--	Sfavorevole
Carichi stradali	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Pavimentazione	1.50	--	Sfavorevole
Carichi stradali	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pavimentazione	1.30	--	Sfavorevole
Carichi stradali	1.15	1.00	Sfavorevole

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

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

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pavimentazione	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - 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
Pavimentazione	1.00	--	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
Pavimentazione	1.50	--	Sfavorevole
Carichi stradali	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
Pavimentazione	1.00	--	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
Pavimentazione	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 13 - SLER

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pavimentazione	1.00	--	Sfavorevole
Carichi stradali	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
Pavimentazione	1.00	--	Sfavorevole
Carichi stradali	1.00	0.75	Sfavorevole

Combinazione n° 15 - SLEQ

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

Dati sismici

Comune	Poggio San Lorenzo
Provincia	Rieti
Regione	Lazio
Latitudine	42.252955
Longitudine	12.845236
Indice punti di interpolazione	26963 - 26964 - 26742 - 26741
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	IV
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	100 anni

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s ²]	2.000	0.905
Accelerazione al suolo	\bar{a}_g/g	[%]	0.204	0.092
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.452	2.437
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.336	0.296
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		B	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh [%]	kv [%]
Ultimo	0.380	9.297	4.648
Ultimo - Ribaltamento	0.570	13.945	6.972
Esercizio	0.470	5.204	2.602

Forma diagramma incremento sismico **Stessa forma del diagramma statico**

Opzioni di calcolo

Spinta

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

Capacità portante

Metodo di calcolo della portanza	Vesic
Criterio di media calcolo del terreno equivalente (terreni stratificati)	Ponderata
Criterio di riduzione per eccentricità della portanza	Nessuna
Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento)	Nessuna
Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite ($0.5B\gamma N_c$)	Larghezza ridotta (B')
Fattori di forma e inclinazione del carico	Solo i fattori di inclinazione
Se la fondazione ha larghezza superiore a 2.0 m viene applicato	il fattore di riduzione per comportamento a piastra

Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale	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

Metodo di calcolo delle tensioni	Boussinesq
Metodo di calcolo dei cedimenti	Elastico
Profondità calcolo cedimenti	Automatica
ΔH massimo suddivisione strati	0.50 [m]

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 [kN]
C _x , C _y	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
P _x , P _y	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	C _x [kN]	C _y [kN]	P _x [m]	P _y [m]
1	Spinta statica	31.57	23.00	29.06	12.34	1.60	-1.21
	Peso/Inerzia muro			0.00	60.75/0.00	0.10	-1.35
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	102.72/0.00	0.80	-0.75
2	Spinta statica	13.25	23.00	12.19	5.18	1.60	-1.33
	Incremento di spinta sismica		3.68	3.38	1.44	1.60	-1.40
	Peso/Inerzia muro			5.65	60.75/2.82	0.10	-1.35
	Peso/Inerzia terrapieno			5.18	55.68/2.59	0.80	-0.75
3	Spinta statica	13.25	23.00	12.19	5.18	1.60	-1.33
	Incremento di spinta sismica		2.48	2.28	0.97	1.60	-1.40
	Peso/Inerzia muro			5.65	60.75/-2.82	0.10	-1.35
	Peso/Inerzia terrapieno			5.18	55.68/-2.59	0.80	-0.75
4	Spinta statica	31.57	23.00	29.06	12.34	1.60	-1.21
	Peso/Inerzia muro			0.00	78.98/0.00	0.10	-1.35
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	117.12/0.00	0.80	-0.75
5	Spinta statica	31.57	23.00	29.06	12.34	1.60	-1.21
	Peso/Inerzia muro			0.00	60.75/0.00	0.10	-1.35
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	117.12/0.00	0.80	-0.75
6	Spinta statica	31.57	23.00	29.06	12.34	1.60	-1.21
	Peso/Inerzia muro			0.00	78.98/0.00	0.10	-1.35
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	102.72/0.00	0.80	-0.75
13	Spinta statica	23.51	23.00	21.64	9.19	1.60	-1.21
	Peso/Inerzia muro			0.00	60.75/0.00	0.10	-1.35
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	87.68/0.00	0.80	-0.75
14	Spinta statica	20.95	23.00	19.28	8.18	1.60	-1.23
	Peso/Inerzia muro			0.00	60.75/0.00	0.10	-1.35
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	79.68/0.00	0.80	-0.75
15	Spinta statica	13.25	23.00	12.19	5.18	1.60	-1.33
	Peso/Inerzia muro			0.00	60.75/0.00	0.10	-1.35
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	55.68/0.00	0.80	-0.75

Risultanti globali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
M _r	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
M _s	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	M _r [kNm]	M _s [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	175.81	29.06	26.00	231.31	-0.018
2 - STR (A1-M1-R3)	128.45	26.40	22.94	153.74	0.132
3 - STR (A1-M1-R3)	117.16	25.30	28.32	146.51	0.141
4 - STR (A1-M1-R3)	208.43	29.06	26.00	267.57	-0.009
5 - STR (A1-M1-R3)	190.21	29.06	26.00	252.91	-0.043
6 - STR (A1-M1-R3)	194.03	29.06	26.00	245.97	0.016
7 - GEO (A2-M2-R2)	165.93	30.63	27.68	214.96	0.021
8 - GEO (A2-M2-R2)	128.45	26.40	22.94	153.74	0.132
9 - GEO (A2-M2-R2)	117.16	25.30	28.32	146.51	0.141
10 - EQU (A1-M1-R3)	175.81	29.06	26.00	231.31	-0.018
11 - EQU (A1-M1-R3)	131.97	33.72	29.90	158.68	0.174
12 - EQU (A1-M1-R3)	115.06	32.13	38.02	147.90	0.195
13 - SLEP	157.62	21.64	19.25	201.51	-0.006
14 - SLEF	148.61	19.28	16.77	187.21	0.003
15 - SLEQ	121.61	12.19	9.33	144.29	0.040

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)		4.236		5.379			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	3.407		6.523			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	3.243		6.925			
4 - STR (A1-M1-R3)		5.022		4.891			
5 - STR (A1-M1-R3)		4.583		5.157			
6 - STR (A1-M1-R3)		4.675		5.100			
7 - GEO (A2-M2-R2)					1.341		
8 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.615		
9 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.585		
10 - EQU (A1-M1-R3)			8.896				
11 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		5.307				
12 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		3.890				

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

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

n°	Rsa [kN]	Rpt [kN]	Rps [kN]	Rp [kN]	Rt [kN]	R [kN]	T [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	123.10	0.00	0.00	--	--	123.10	29.06	4.236
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	89.94	0.00	0.00	--	--	89.94	26.40	3.407
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	82.04	0.00	0.00	--	--	82.04	25.30	3.243
4 - STR (A1-M1-R3)	145.94	0.00	0.00	--	--	145.94	29.06	5.022
5 - STR (A1-M1-R3)	133.18	0.00	0.00	--	--	133.18	29.06	4.583
6 - STR (A1-M1-R3)	135.86	0.00	0.00	--	--	135.86	29.06	4.675

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

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

n°	N [kN]	Qu [kN]	Qd [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	175.81	945.66	675.47	5.379
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	128.45	837.85	698.21	6.523
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	117.16	811.34	676.12	6.925
4 - STR (A1-M1-R3)	208.43	1019.43	728.16	4.891
5 - STR (A1-M1-R3)	190.21	980.90	700.65	5.157
6 - STR (A1-M1-R3)	194.03	989.51	706.79	5.100

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
Re	Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof
Ir, Irc	Indici di rigidità per punzonamento secondo Vesic
ry	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia 0.5ByN, 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 [kN/mc]
 ϕ Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
 c Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]

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

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	Ir	Irc	Re	ry
1	46.124	0.712	1.122	0.864	1.000	--	--	--	--	--	0.985
	33.296	0.721	1.078	0.405	1.000	--	--				
	48.029	0.602	1.000	0.405	1.000	--	--				
2	46.124	0.648	1.122	0.864	1.000	--	--	--	--	--	0.985
	33.296	0.659	1.078	0.405	1.000	--	--				
	48.029	0.524	1.000	0.405	1.000	--	--				
3	46.124	0.632	1.122	0.864	1.000	--	--	--	--	--	0.985
	33.296	0.643	1.078	0.405	1.000	--	--				
	48.029	0.504	1.000	0.405	1.000	--	--				
4	46.124	0.754	1.122	0.864	1.000	--	--	--	--	--	0.985
	33.296	0.762	1.078	0.405	1.000	--	--				
	48.029	0.655	1.000	0.405	1.000	--	--				
5	46.124	0.732	1.122	0.864	1.000	--	--	--	--	--	0.985
	33.296	0.740	1.078	0.405	1.000	--	--				
	48.029	0.627	1.000	0.405	1.000	--	--				
6	46.124	0.737	1.122	0.864	1.000	--	--	--	--	--	0.985
	33.296	0.745	1.078	0.405	1.000	--	--				
	48.029	0.634	1.000	0.405	1.000	--	--				

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	γ [°]	ϕ [kN/mc]	c [kPa]
1	0.70	2.30	2.21	20.00	35.00	0
2	0.70	2.30	2.21	20.00	35.00	0
3	0.70	2.30	2.21	20.00	35.00	0
4	0.70	2.30	2.21	20.00	35.00	0
5	0.70	2.30	2.21	20.00	35.00	0
6	0.70	2.30	2.21	20.00	35.00	0

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

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

n°	Ms [kNm]	Mr [kNm]	FS
10 - EQU (A1-M1-R3)	231.31	26.00	8.896
11 - EQU (A1-M1-R3) H + V	158.68	29.90	5.307
12 - EQU (A1-M1-R3) H - V	147.90	38.02	3.890

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
7 - GEO (A2-M2-R2)	-3.50; 4.50	8.35	1.341
8 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-4.00; 4.50	8.67	1.615
9 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-4.00; 4.50	8.67	1.585

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 [kN]
 Qy carico sulla striscia espresso in [kN]
 Qf carico acqua sulla striscia espresso in [kN]
 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 [kPa]
 b larghezza della striscia espressa in [m]
 u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]
 Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

Combinazione n° 7 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	2.12	11.41	0.00	3.55 - 0.39	54.288	29.256	0	0.0	
2	6.10	11.41	0.00	0.39	50.736	29.256	0	0.0	
3	9.58	11.41	0.00	0.39	46.668	29.256	0	0.0	
4	12.61	11.41	0.00	0.39	42.889	29.256	0	0.0	
5	15.29	11.41	0.00	0.39	39.330	29.256	0	0.0	
6	18.80	11.41	0.00	0.39	35.945	29.256	0	0.0	
7	20.88	11.41	0.00	0.39	32.699	29.256	0	0.0	
8	22.72	11.41	0.00	0.39	29.568	29.256	0	0.0	
9	24.35	11.41	0.00	0.39	26.532	29.256	0	0.0	
10	28.44	0.99	0.00	0.39	23.574	29.256	0	0.0	
11	28.13	0.00	0.00	0.39	20.682	29.256	0	0.0	
12	15.29	0.00	0.00	0.39	17.844	29.256	0	0.0	
13	15.08	0.00	0.00	0.39	15.051	29.256	0	0.0	
14	14.71	0.00	0.00	0.39	12.293	29.256	0	0.0	
15	14.19	0.00	0.00	0.39	9.565	29.256	0	0.0	
16	13.52	0.00	0.00	0.39	6.858	29.256	0	0.0	
17	12.71	0.00	0.00	0.39	4.167	29.256	0	0.0	
18	11.75	0.00	0.00	0.39	1.485	29.256	0	0.0	
19	10.65	0.00	0.00	0.39	-1.194	29.256	0	0.0	
20	9.41	0.00	0.00	0.39	-3.875	29.256	0	0.0	
21	8.02	0.00	0.00	0.39	-6.565	29.256	0	0.0	
22	6.49	0.00	0.00	0.39	-9.270	29.256	0	0.0	
23	4.80	0.00	0.00	0.39	-11.996	29.256	0	0.0	
24	2.97	0.00	0.00	0.39	-14.749	29.256	0	0.0	
25	0.98	0.00	0.00	-6.21 - 0.39	-16.576	29.256	0	0.0	

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

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	2.50	1.99	0.00	3.42 - 0.41	55.555	35.000	0	0.0	
2	7.16	1.99	0.00	0.41	51.713	35.000	0	0.0	
3	11.19	1.99	0.00	0.41	47.481	35.000	0	0.0	
4	14.69	1.99	0.00	0.41	43.569	35.000	0	0.0	
5	18.50	1.99	0.00	0.41	39.898	35.000	0	0.0	
6	21.68	1.99	0.00	0.41	36.415	35.000	0	0.0	
7	24.06	1.99	0.00	0.41	33.082	35.000	0	0.0	
8	26.16	1.99	0.00	0.41	29.872	35.000	0	0.0	
9	30.30	0.52	0.00	0.41	26.763	35.000	0	0.0	
10	31.96	0.00	0.00	0.41	23.736	35.000	0	0.0	
11	17.52	0.00	0.00	0.41	20.779	35.000	0	0.0	
12	17.47	0.00	0.00	0.41	17.879	35.000	0	0.0	
13	17.24	0.00	0.00	0.41	15.025	35.000	0	0.0	
14	16.82	0.00	0.00	0.41	12.210	35.000	0	0.0	
15	16.23	0.00	0.00	0.41	9.423	35.000	0	0.0	
16	15.47	0.00	0.00	0.41	6.660	35.000	0	0.0	
17	14.54	0.00	0.00	0.41	3.912	35.000	0	0.0	
18	13.44	0.00	0.00	0.41	1.172	35.000	0	0.0	
19	12.19	0.00	0.00	0.41	-1.564	35.000	0	0.0	
20	10.76	0.00	0.00	0.41	-4.304	35.000	0	0.0	
21	9.18	0.00	0.00	0.41	-7.054	35.000	0	0.0	
22	7.42	0.00	0.00	0.41	-9.821	35.000	0	0.0	
23	5.50	0.00	0.00	0.41	-12.611	35.000	0	0.0	
24	3.40	0.00	0.00	0.41	-15.431	35.000	0	0.0	
25	1.11	0.00	0.00	-6.93 - 0.41	-17.145	35.000	0	0.0	

Combinazione n° 9 - GEO (A2-M2-R2) H - V

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	2.50	1.99	0.00	3.42 - 0.41	55.555	35.000	0	0.0	
2	7.16	1.99	0.00	0.41	51.713	35.000	0	0.0	
3	11.19	1.99	0.00	0.41	47.481	35.000	0	0.0	
4	14.69	1.99	0.00	0.41	43.569	35.000	0	0.0	
5	18.50	1.99	0.00	0.41	39.898	35.000	0	0.0	
6	21.68	1.99	0.00	0.41	36.415	35.000	0	0.0	
7	24.06	1.99	0.00	0.41	33.082	35.000	0	0.0	
8	26.16	1.99	0.00	0.41	29.872	35.000	0	0.0	
9	30.30	0.52	0.00	0.41	26.763	35.000	0	0.0	
10	31.96	0.00	0.00	0.41	23.736	35.000	0	0.0	
11	17.52	0.00	0.00	0.41	20.779	35.000	0	0.0	
12	17.47	0.00	0.00	0.41	17.879	35.000	0	0.0	
13	17.24	0.00	0.00	0.41	15.025	35.000	0	0.0	
14	16.82	0.00	0.00	0.41	12.210	35.000	0	0.0	
15	16.23	0.00	0.00	0.41	9.423	35.000	0	0.0	
16	15.47	0.00	0.00	0.41	6.660	35.000	0	0.0	
17	14.54	0.00	0.00	0.41	3.912	35.000	0	0.0	
18	13.44	0.00	0.00	0.41	1.172	35.000	0	0.0	
19	12.19	0.00	0.00	0.41	-1.564	35.000	0	0.0	
20	10.76	0.00	0.00	0.41	-4.304	35.000	0	0.0	
21	9.18	0.00	0.00	0.41	-7.054	35.000	0	0.0	
22	7.42	0.00	0.00	0.41	-9.821	35.000	0	0.0	
23	5.50	0.00	0.00	0.41	-12.611	35.000	0	0.0	

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
24	3.40	0.00	0.00	0.41	-15.431	35.000	0	0.0	
25	1.11	0.00	0.00	-6.93 - 0.41	-17.145	35.000	0	0.0	

Cedimenti

Simbologia adottata

Ic	Indice combinazione
X, Y	Punto di calcolo del cedimento, espressa in [m]
w	Cedimento, espressa in [cm]
dw	Cedimento differenziale, espressa in [cm]

Ic	X; Y [m]	w [cm]	dw [cm]
13	-0.70; -2.10	0.663	0.000
13	0.45; -2.10	0.891	0.228
13	1.60; -2.10	0.668	0.005
14	-0.70; -2.10	0.629	0.003
14	0.45; -2.10	0.840	0.214
14	1.60; -2.10	0.626	0.000
15	-0.70; -2.10	0.526	0.026
15	0.45; -2.10	0.687	0.187
15	1.60; -2.10	0.500	0.000

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

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

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

Paramento

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	1.75	0.80	0.04
3	-0.20	3.50	1.66	0.16
4	-0.30	5.25	2.57	0.37
5	-0.40	7.00	3.55	0.68
6	-0.50	8.75	4.58	1.08
7	-0.60	10.50	5.67	1.60
8	-0.70	12.25	6.82	2.22
9	-0.80	14.00	8.03	2.96
10	-0.90	15.75	9.30	3.83
11	-1.00	17.50	10.62	4.82
12	-1.10	19.25	12.01	5.96
13	-1.20	21.00	13.45	7.23
14	-1.30	22.75	14.95	8.65
15	-1.40	24.50	16.51	10.22
16	-1.50	26.25	18.13	11.95

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	1.83	0.30	0.01
3	-0.20	3.66	0.67	0.06
4	-0.30	5.49	1.09	0.15
5	-0.40	7.33	1.58	0.28
6	-0.50	9.16	2.12	0.47
7	-0.60	10.99	2.73	0.71
8	-0.70	12.82	3.40	1.02
9	-0.80	14.65	4.14	1.39
10	-0.90	16.48	4.93	1.84
11	-1.00	18.31	5.78	2.38
12	-1.10	20.14	6.70	3.00
13	-1.20	21.98	7.68	3.72
14	-1.30	23.81	8.72	4.54
15	-1.40	25.64	9.82	5.47
16	-1.50	27.47	10.98	6.51

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

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	1.67	0.30	0.01
3	-0.20	3.34	0.65	0.06
4	-0.30	5.01	1.07	0.15
5	-0.40	6.67	1.53	0.28
6	-0.50	8.34	2.06	0.46
7	-0.60	10.01	2.64	0.69
8	-0.70	11.68	3.27	0.98
9	-0.80	13.35	3.96	1.35
10	-0.90	15.02	4.71	1.78
11	-1.00	16.69	5.51	2.29
12	-1.10	18.36	6.37	2.88
13	-1.20	20.02	7.29	3.57
14	-1.30	21.69	8.26	4.34
15	-1.40	23.36	9.29	5.22
16	-1.50	25.03	10.37	6.20

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	2.27	0.80	0.04
3	-0.20	4.55	1.66	0.16
4	-0.30	6.82	2.57	0.37
5	-0.40	9.10	3.55	0.68
6	-0.50	11.38	4.58	1.08
7	-0.60	13.65	5.67	1.60
8	-0.70	15.92	6.82	2.22
9	-0.80	18.20	8.03	2.96
10	-0.90	20.47	9.30	3.83
11	-1.00	22.75	10.62	4.82
12	-1.10	25.03	12.01	5.96
13	-1.20	27.30	13.45	7.23
14	-1.30	29.58	14.95	8.65
15	-1.40	31.85	16.51	10.22
16	-1.50	34.13	18.13	11.95

Combinazione n° 5 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	1.75	0.80	0.04
3	-0.20	3.50	1.66	0.16
4	-0.30	5.25	2.57	0.37
5	-0.40	7.00	3.55	0.68
6	-0.50	8.75	4.58	1.08
7	-0.60	10.50	5.67	1.60
8	-0.70	12.25	6.82	2.22
9	-0.80	14.00	8.03	2.96
10	-0.90	15.75	9.30	3.83
11	-1.00	17.50	10.62	4.82
12	-1.10	19.25	12.01	5.96
13	-1.20	21.00	13.45	7.23
14	-1.30	22.75	14.95	8.65
15	-1.40	24.50	16.51	10.22
16	-1.50	26.25	18.13	11.95

Combinazione n° 6 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	2.27	0.80	0.04
3	-0.20	4.55	1.66	0.16
4	-0.30	6.82	2.57	0.37
5	-0.40	9.10	3.55	0.68
6	-0.50	11.38	4.58	1.08
7	-0.60	13.65	5.67	1.60
8	-0.70	15.92	6.82	2.22
9	-0.80	18.20	8.03	2.96
10	-0.90	20.47	9.30	3.83
11	-1.00	22.75	10.62	4.82
12	-1.10	25.03	12.01	5.96
13	-1.20	27.30	13.45	7.23
14	-1.30	29.58	14.95	8.65
15	-1.40	31.85	16.51	10.22
16	-1.50	34.13	18.13	11.95

Combinazione n° 13 - SLER

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	1.75	0.58	0.03
3	-0.20	3.50	1.21	0.12
4	-0.30	5.25	1.88	0.27
5	-0.40	7.00	2.59	0.49
6	-0.50	8.75	3.35	0.79
7	-0.60	10.50	4.16	1.17
8	-0.70	12.25	5.01	1.63
9	-0.80	14.00	5.91	2.17
10	-0.90	15.75	6.85	2.81
11	-1.00	17.50	7.83	3.54
12	-1.10	19.25	8.86	4.38
13	-1.20	21.00	9.94	5.32
14	-1.30	22.75	11.06	6.37
15	-1.40	24.50	12.22	7.53
16	-1.50	26.25	13.43	8.81

Combinazione n° 14 - SLEF

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	1.75	0.47	0.02
3	-0.20	3.50	0.98	0.10
4	-0.30	5.25	1.54	0.22
5	-0.40	7.00	2.14	0.40
6	-0.50	8.75	2.79	0.65
7	-0.60	10.50	3.49	0.96
8	-0.70	12.25	4.22	1.35
9	-0.80	14.00	5.01	1.81
10	-0.90	15.75	5.83	2.35
11	-1.00	17.50	6.71	2.98
12	-1.10	19.25	7.63	3.70
13	-1.20	21.00	8.59	4.51
14	-1.30	22.75	9.60	5.41
15	-1.40	24.50	10.65	6.43
16	-1.50	26.25	11.75	7.55

Combinazione n° 15 - SLEQ

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	1.75	0.13	0.01
3	-0.20	3.50	0.31	0.03
4	-0.30	5.25	0.53	0.07
5	-0.40	7.00	0.79	0.13
6	-0.50	8.75	1.10	0.23
7	-0.60	10.50	1.46	0.36
8	-0.70	12.25	1.86	0.52
9	-0.80	14.00	2.31	0.73
10	-0.90	15.75	2.80	0.99
11	-1.00	17.50	3.33	1.29
12	-1.10	19.25	3.91	1.65
13	-1.20	21.00	4.54	2.08
14	-1.30	22.75	5.21	2.56
15	-1.40	24.50	5.92	3.12
16	-1.50	26.25	6.68	3.75

Fondazione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	-17.09	-12.61
2	0.10	0.00	-15.79	-10.97
3	0.20	0.00	-14.52	-9.46
4	0.30	0.00	-13.28	-8.07
5	0.40	0.00	-12.07	-6.80
6	0.50	0.00	-10.90	-5.65
7	0.60	0.00	-9.75	-4.62
8	0.70	0.00	-8.64	-3.70
9	0.80	0.00	-7.55	-2.89
10	0.90	0.00	-6.50	-2.19
11	1.00	0.00	-5.48	-1.59
12	1.10	0.00	-4.49	-1.09
13	1.20	0.00	-3.53	-0.69
14	1.30	0.00	-2.60	-0.38
15	1.40	0.00	-1.70	-0.17
16	1.50	0.00	-0.84	-0.04

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
17	1.60	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.33	-5.43
2	0.10	0.00	-0.94	-5.40
3	0.20	0.00	-2.05	-5.25
4	0.30	0.00	-2.98	-5.00
5	0.40	0.00	-3.76	-4.66
6	0.50	0.00	-4.36	-4.25
7	0.60	0.00	-4.80	-3.79
8	0.70	0.00	-5.07	-3.30
9	0.80	0.00	-5.18	-2.78
10	0.90	0.00	-5.11	-2.27
11	1.00	0.00	-4.88	-1.77
12	1.10	0.00	-4.49	-1.30
13	1.20	0.00	-3.92	-0.87
14	1.30	0.00	-3.19	-0.52
15	1.40	0.00	-2.30	-0.24
16	1.50	0.00	-1.23	-0.06
17	1.60	0.00	0.00	0.00

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

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	-7.32	-11.42
2	0.10	0.00	-8.08	-10.65
3	0.20	0.00	-8.69	-9.81
4	0.30	0.00	-9.13	-8.92
5	0.40	0.00	-9.40	-7.99
6	0.50	0.00	-9.52	-7.05
7	0.60	0.00	-9.47	-6.09
8	0.70	0.00	-9.26	-5.16
9	0.80	0.00	-8.88	-4.25
10	0.90	0.00	-8.34	-3.39
11	1.00	0.00	-7.64	-2.59
12	1.10	0.00	-6.77	-1.86
13	1.20	0.00	-5.75	-1.24
14	1.30	0.00	-4.55	-0.72
15	1.40	0.00	-3.20	-0.33
16	1.50	0.00	-1.68	-0.09
17	1.60	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	-2.29	-1.20
2	0.10	0.00	-2.01	-0.98
3	0.20	0.00	-1.74	-0.80
4	0.30	0.00	-1.50	-0.64
5	0.40	0.00	-1.27	-0.50
6	0.50	0.00	-1.06	-0.38
7	0.60	0.00	-0.88	-0.28
8	0.70	0.00	-0.70	-0.20
9	0.80	0.00	-0.55	-0.14
10	0.90	0.00	-0.42	-0.09
11	1.00	0.00	-0.30	-0.06
12	1.10	0.00	-0.21	-0.03
13	1.20	0.00	-0.13	-0.02
14	1.30	0.00	-0.07	-0.01
15	1.40	0.00	-0.03	0.00
16	1.50	0.00	0.00	0.00
17	1.60	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 5 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	-4.29	-0.68
2	0.10	0.00	-3.41	-0.29
3	0.20	0.00	-2.62	0.01
4	0.30	0.00	-1.91	0.23
5	0.40	0.00	-1.28	0.39
6	0.50	0.00	-0.73	0.49
7	0.60	0.00	-0.26	0.54
8	0.70	0.00	0.13	0.55
9	0.80	0.00	0.44	0.52
10	0.90	0.00	0.66	0.46
11	1.00	0.00	0.81	0.39
12	1.10	0.00	0.88	0.30
13	1.20	0.00	0.86	0.22

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
14	1.30	0.00	0.77	0.13
15	1.40	0.00	0.59	0.06
16	1.50	0.00	0.34	0.02
17	1.60	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 6 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	-15.09	-13.14
2	0.10	0.00	-14.38	-11.66
3	0.20	0.00	-13.64	-10.26
4	0.30	0.00	-12.87	-8.94
5	0.40	0.00	-12.07	-7.69
6	0.50	0.00	-11.23	-6.52
7	0.60	0.00	-10.37	-5.44
8	0.70	0.00	-9.47	-4.45
9	0.80	0.00	-8.54	-3.55
10	0.90	0.00	-7.58	-2.74
11	1.00	0.00	-6.59	-2.03
12	1.10	0.00	-5.57	-1.43
13	1.20	0.00	-4.52	-0.92
14	1.30	0.00	-3.44	-0.52
15	1.40	0.00	-2.32	-0.23
16	1.50	0.00	-1.18	-0.06
17	1.60	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 13 - SLER

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	-1.48	-0.85
2	0.10	0.00	-1.32	-0.71
3	0.20	0.00	-1.16	-0.59
4	0.30	0.00	-1.01	-0.48
5	0.40	0.00	-0.87	-0.38
6	0.50	0.00	-0.75	-0.30
7	0.60	0.00	-0.63	-0.23
8	0.70	0.00	-0.52	-0.18
9	0.80	0.00	-0.43	-0.13
10	0.90	0.00	-0.34	-0.09
11	1.00	0.00	-0.26	-0.06
12	1.10	0.00	-0.19	-0.04
13	1.20	0.00	-0.13	-0.02
14	1.30	0.00	-0.09	-0.01
15	1.40	0.00	-0.05	0.00
16	1.50	0.00	-0.02	0.00
17	1.60	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 14 - SLEF

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	-0.56	-0.61
2	0.10	0.00	-0.56	-0.55
3	0.20	0.00	-0.55	-0.49
4	0.30	0.00	-0.54	-0.44
5	0.40	0.00	-0.53	-0.39
6	0.50	0.00	-0.51	-0.33
7	0.60	0.00	-0.49	-0.28
8	0.70	0.00	-0.46	-0.24
9	0.80	0.00	-0.43	-0.19
10	0.90	0.00	-0.39	-0.15
11	1.00	0.00	-0.35	-0.11
12	1.10	0.00	-0.30	-0.08
13	1.20	0.00	-0.25	-0.05
14	1.30	0.00	-0.20	-0.03
15	1.40	0.00	-0.14	-0.01
16	1.50	0.00	-0.07	0.00
17	1.60	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 15 - SLEQ

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	2.21	0.12
2	0.10	0.00	1.71	-0.07
3	0.20	0.00	1.26	-0.22
4	0.30	0.00	0.86	-0.33
5	0.40	0.00	0.50	-0.39
6	0.50	0.00	0.20	-0.43
7	0.60	0.00	-0.06	-0.43
8	0.70	0.00	-0.27	-0.42
9	0.80	0.00	-0.44	-0.38
10	0.90	0.00	-0.55	-0.33

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
11	1.00	0.00	-0.62	-0.27
12	1.10	0.00	-0.63	-0.21
13	1.20	0.00	-0.60	-0.15
14	1.30	0.00	-0.53	-0.09
15	1.40	0.00	-0.40	-0.04
16	1.50	0.00	-0.22	-0.01
17	1.60	0.00	0.00	0.00

10.2 Combinazione eccezionale d'urto

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 [kN/mc]
R _{ck}	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
ν	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls tesolo/compresso

Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	γ [kN/mc]	R _{ck} [kPa]	E [kPa]	ν	n	ntc
1	C32/40	C32/40	B450C	25.0000	40000	33642648	0.30	15.00	0.50

Acciai

Descr	f _{yk} [kPa]	f _{uk} [kPa]
B450C	450000	540000

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 [m]	Y [m]	A [°]
1	0.00	0.00	0.000
2	10.00	0.00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 20.000 [°]

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro	10.00	[m]
<u>Paramento</u>		
Materiale	C32/40	
Altezza paramento	1.50	[m]
Altezza paramento libero	1.40	[m]
Spessore in sommità	0.70	[m]

Spessore all'attacco con la fondazione	0.70	[m]
Inclinazione paramento esterno	0.00	[°]
Inclinazione paramento interno	0.00	[°]

Fondazione

Materiale	C32/40	
Lunghezza mensola di valle	0.00	[m]
Lunghezza mensola di monte	1.60	[m]
Lunghezza totale	2.30	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	0.60	[m]
Spessore magrone	0.00	[m]

Descrizione terreni

Parametri di resistenza

Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]
ca	Adesione terra-muro espressa in [kPa]
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 [kPa]

n°	Descr	γ [kN/mc]	γ_{sat} [kN/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kPa]	ca [kPa]	Cesp	τ_l [kPa]
1	Rilevato stradale	20.0000	20.0000	35.000	23.000	0	0	---	---
2	R. riporto	20.0000	20.0000	35.000	35.000	0	0	---	---
3	Rilevato Stradale (fondazione)	20.0000	20.0000	35.000	35.000	0	0	---	---

Stratigrafia

Simbologia adottata

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

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

n°	H [m]	α [°]	Terreno	Kw [Kg/cm ²]	Ks	Cesp	KSt _{sta}	KSt _{sis}
1	2.10	0.000	Rilevato stradale	---	---	---	---	---
2	5.00	0.000	Rilevato Stradale (fondazione)	---	---	---	---	---

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 [kN]
F _y	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
M	Momento espresso in [kNm]
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 [kN]
Q _f	Intensità del carico per x=X _f espressa in [kN]

Condizione n° 1 (Pavimentazione) - PERMANENTE NS

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	Fx [kN]	Fy [kN]	M [kNm]	Xi [m]	Xf [m]	Qi [kN]	Qf [kN]
1	Distribuito					0.00	10.00	4.8000	4.8000

Condizione n° 2 (URTO) - ECCEZIONALE

Carichi sul muro

n°	Tipo	Dest	X; Y [m]	Fx [kN]	Fy [kN]	M [kNm]	Xi [m]	Xf [m]	Qi [kN]	Qf [kN]
1	Concentrato	Paramento	-0.30; 0.00	35.3400	0.0000	35.3400				

Normativa

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

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

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche				Combinazioni sismiche		
			UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1, fav}$	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1, sfav}$	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2, fav}$	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2, sfav}$	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q, sfav}$	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT, sfav}$	1.50	1.00	1.00	1.00	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 eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali Ad:

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

I valori dei coeff. $\Psi_{0,j}$, $\Psi_{1,j}$, $\Psi_{2,j}$ sono definiti nelle singole condizioni variabili.
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	1.00	--	Sfavorevole
Pavimentazione	1.00	--	Sfavorevole

Condizione	γ	Ψ	Effetto
URTO	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - GEO (A2-M2-R2)

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

Combinazione n° 3 - EQU (A1-M1-R3)

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

Combinazione n° 4 - ECC

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

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	Vesic
Criterio di media calcolo del terreno equivalente (terreni stratificati)	Ponderata
Criterio di riduzione per eccentricità della portanza	Nessuna
Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento)	Nessuna
Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite ($0.5B\gamma N_c$)	Larghezza ridotta (B')
Fattori di forma e inclinazione del carico	Solo i fattori di inclinazione
Se la fondazione ha larghezza superiore a 2.0 m viene applicato il fattore di riduzione per comportamento a piastra	

Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale	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

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 [kN]
Cx, Cy	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
Px, Py	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	13.25	23.00	12.19	5.18	1.60	-1.33
	Peso/Inerzia muro			0.00	60.75/0.00	0.10	-1.35
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	55.68/0.00	0.80	-0.75
	Risultante forze sul muro			35.34	0.00	--	--
4	Spinta statica	13.25	23.00	12.19	5.18	1.60	-1.33
	Peso/Inerzia muro			0.00	60.75/0.00	0.10	-1.35
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	55.68/0.00	0.80	-0.75
	Risultante forze sul muro			35.34	0.00	--	--

Risultanti globali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	Mr [kNm]	Ms [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	121.61	47.53	118.89	144.29	0.941
2 - GEO (A2-M2-R2)	121.77	51.07	121.59	144.67	0.960
3 - EQU (A1-M1-R3)	121.61	47.53	118.89	144.29	0.941
4 - ECC	121.61	47.53	118.89	144.29	0.941

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)		1.791		3.628			
2 - GEO (A2-M2-R2)					1.586		
3 - EQU (A1-M1-R3)			1.214				
4 - ECC		1.791	1.214	3.628	1.982		

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

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

n°	Rsa [kN]	Rpt [kN]	Rps [kN]	Rp [kN]	Rt [kN]	R [kN]	T [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	85.15	0.00	0.00	--	--	85.15	47.53	1.791

n°	Rsa [kN]	Rpt [kN]	Rps [kN]	Rp [kN]	Rt [kN]	R [kN]	T [kN]	FS
4 - ECC	85.15	0.00	0.00	--	--	85.15	47.53	1.791

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

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

n°	N [kN]	Qu [kN]	Qd [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	121.61	441.22	315.16	3.628
4 - ECC	121.61	441.22	441.22	3.628

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
Re	Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof
Ir, Irc	Indici di rigidità per punzonamento secondo Vesic
ry	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia 0.5ByN _y 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 [kN/mc]
φ	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c	Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]

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

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	Ir	Irc	Re	ry
1	46.124	0.389	1.122	0.864	1.000	--	--	--	--	--	0.985
	33.296	0.407	1.078	0.405	1.000	--	--	--	--	--	
	48.029	0.248	1.000	0.405	1.000	--	--	--	--	--	
4	46.124	0.389	1.122	0.864	1.000	--	--	--	--	--	0.985
	33.296	0.407	1.078	0.405	1.000	--	--	--	--	--	
	48.029	0.248	1.000	0.405	1.000	--	--	--	--	--	

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	γ [°]	φ [kN/mc]	c [kPa]
1	0.70	2.30	2.21	20.00	35.00	0
4	0.70	2.30	2.21	20.00	35.00	0

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)

La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms [kNm]	Mr [kNm]	FS
3 - EQU (A1-M1-R3)	144.29	118.89	1.214
4 - ECC	144.29	118.89	1.214

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]	
2 - GEO (A2-M2-R2)	-4.00; 4.50	8.67	1.586
4 - ECC	-4.00; 4.50	8.67	1.982

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 [kN]

Qy carico sulla striscia espresso in [kN]

Qf carico acqua sulla striscia espresso in [kN]

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 [kPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

Combinazione n° 2 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	2.50	1.99	0.00	3.42 - 0.41	55.555	29.256	0	0.0	
2	7.16	1.99	0.00	0.41	51.713	29.256	0	0.0	
3	11.19	1.99	0.00	0.41	47.481	29.256	0	0.0	
4	14.69	1.99	0.00	0.41	43.569	29.256	0	0.0	
5	18.50	1.99	0.00	0.41	39.898	29.256	0	0.0	
6	21.68	1.99	0.00	0.41	36.415	29.256	0	0.0	
7	24.06	1.99	0.00	0.41	33.082	29.256	0	0.0	
8	26.16	1.99	0.00	0.41	29.872	29.256	0	0.0	
9	30.30	0.52	0.00	0.41	26.763	29.256	0	0.0	
10	31.96	0.00	0.00	0.41	23.736	29.256	0	0.0	
11	17.52	0.00	0.00	0.41	20.779	29.256	0	0.0	
12	17.47	0.00	0.00	0.41	17.879	29.256	0	0.0	
13	17.24	0.00	0.00	0.41	15.025	29.256	0	0.0	
14	16.82	0.00	0.00	0.41	12.210	29.256	0	0.0	
15	16.23	0.00	0.00	0.41	9.423	29.256	0	0.0	
16	15.47	0.00	0.00	0.41	6.660	29.256	0	0.0	
17	14.54	0.00	0.00	0.41	3.912	29.256	0	0.0	
18	13.44	0.00	0.00	0.41	1.172	29.256	0	0.0	
19	12.19	0.00	0.00	0.41	-1.564	29.256	0	0.0	
20	10.76	0.00	0.00	0.41	-4.304	29.256	0	0.0	
21	9.18	0.00	0.00	0.41	-7.054	29.256	0	0.0	
22	7.42	0.00	0.00	0.41	-9.821	29.256	0	0.0	
23	5.50	0.00	0.00	0.41	-12.611	29.256	0	0.0	
24	3.40	0.00	0.00	0.41	-15.431	29.256	0	0.0	
25	1.11	0.00	0.00	-6.93 - 0.41	-17.145	29.256	0	0.0	

Combinazione n° 4 - ECC

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	2.50	1.99	0.00	3.42 - 0.41	55.555	35.000	0	0.0	
2	7.16	1.99	0.00	0.41	51.713	35.000	0	0.0	
3	11.19	1.99	0.00	0.41	47.481	35.000	0	0.0	
4	14.69	1.99	0.00	0.41	43.569	35.000	0	0.0	
5	18.50	1.99	0.00	0.41	39.898	35.000	0	0.0	
6	21.68	1.99	0.00	0.41	36.415	35.000	0	0.0	
7	24.06	1.99	0.00	0.41	33.082	35.000	0	0.0	
8	26.16	1.99	0.00	0.41	29.872	35.000	0	0.0	
9	30.30	0.52	0.00	0.41	26.763	35.000	0	0.0	
10	31.96	0.00	0.00	0.41	23.736	35.000	0	0.0	
11	17.52	0.00	0.00	0.41	20.779	35.000	0	0.0	
12	17.47	0.00	0.00	0.41	17.879	35.000	0	0.0	
13	17.24	0.00	0.00	0.41	15.025	35.000	0	0.0	
14	16.82	0.00	0.00	0.41	12.210	35.000	0	0.0	
15	16.23	0.00	0.00	0.41	9.423	35.000	0	0.0	
16	15.47	0.00	0.00	0.41	6.660	35.000	0	0.0	
17	14.54	0.00	0.00	0.41	3.912	35.000	0	0.0	
18	13.44	0.00	0.00	0.41	1.172	35.000	0	0.0	
19	12.19	0.00	0.00	0.41	-1.564	35.000	0	0.0	
20	10.76	0.00	0.00	0.41	-4.304	35.000	0	0.0	
21	9.18	0.00	0.00	0.41	-7.054	35.000	0	0.0	
22	7.42	0.00	0.00	0.41	-9.821	35.000	0	0.0	
23	5.50	0.00	0.00	0.41	-12.611	35.000	0	0.0	
24	3.40	0.00	0.00	0.41	-15.431	35.000	0	0.0	
25	1.11	0.00	0.00	-6.93 - 0.41	-17.145	35.000	0	0.0	

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

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

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

Paramento

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	35.34	35.34
2	-0.10	1.75	35.47	38.88
3	-0.20	3.50	35.65	42.44
4	-0.30	5.25	35.87	46.01
5	-0.40	7.00	36.13	49.61
6	-0.50	8.75	36.44	53.24
7	-0.60	10.50	36.80	56.90
8	-0.70	12.25	37.20	60.60
9	-0.80	14.00	37.65	64.34
10	-0.90	15.75	38.14	68.13
11	-1.00	17.50	38.67	71.97
12	-1.10	19.25	39.25	75.87
13	-1.20	21.00	39.88	79.82
14	-1.30	22.75	40.55	83.84
15	-1.40	24.50	41.26	87.93
16	-1.50	26.25	42.02	92.10

Combinazione n° 4 - ECC

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	35.34	35.34
2	-0.10	1.75	35.47	38.88
3	-0.20	3.50	35.65	42.44
4	-0.30	5.25	35.87	46.01
5	-0.40	7.00	36.13	49.61
6	-0.50	8.75	36.44	53.24
7	-0.60	10.50	36.80	56.90
8	-0.70	12.25	37.20	60.60
9	-0.80	14.00	37.65	64.34
10	-0.90	15.75	38.14	68.13
11	-1.00	17.50	38.67	71.97
12	-1.10	19.25	39.25	75.87
13	-1.20	21.00	39.88	79.82
14	-1.30	22.75	40.55	83.84
15	-1.40	24.50	41.26	87.93
16	-1.50	26.25	42.02	92.10

Fondazione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	-79.68	-63.74
2	0.10	0.00	-74.70	-56.03
3	0.20	0.00	-69.72	-48.80
4	0.30	0.00	-64.74	-42.08
5	0.40	0.00	-59.76	-35.86
6	0.50	0.00	-54.78	-30.13
7	0.60	0.00	-49.80	-24.90
8	0.70	0.00	-44.82	-20.17
9	0.80	0.00	-39.84	-15.94
10	0.90	0.00	-34.86	-12.20
11	1.00	0.00	-29.88	-8.96
12	1.10	0.00	-24.90	-6.23
13	1.20	0.00	-19.92	-3.98
14	1.30	0.00	-14.94	-2.24
15	1.40	0.00	-9.96	-1.00
16	1.50	0.00	-4.98	-0.25
17	1.60	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 4 - ECC

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	-79.68	-63.74
2	0.10	0.00	-74.70	-56.03
3	0.20	0.00	-69.72	-48.80

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
4	0.30	0.00	-64.74	-42.08
5	0.40	0.00	-59.76	-35.86
6	0.50	0.00	-54.78	-30.13
7	0.60	0.00	-49.80	-24.90
8	0.70	0.00	-44.82	-20.17
9	0.80	0.00	-39.84	-15.94
10	0.90	0.00	-34.86	-12.20
11	1.00	0.00	-29.88	-8.96
12	1.10	0.00	-24.90	-6.23
13	1.20	0.00	-19.92	-3.98
14	1.30	0.00	-14.94	-2.24
15	1.40	0.00	-9.96	-1.00
16	1.50	0.00	-4.98	-0.25
17	1.60	0.00	0.00	0.00

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 [kN]
Cx, Cy	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
Px, Py	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	13.25	23.00	12.19	5.18	1.60	-1.33
	Peso/Inerzia muro			0.00	60.75/0.00	0.10	-1.35
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	55.68/0.00	0.80	-0.75
	Risultante forze sul muro			35.34	0.00	--	--

Risultanti globali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	Mr [kNm]	Ms [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	121.61	47.53	118.89	144.29	0.941
2 - GEO (A2-M2-R2)	121.77	51.07	121.59	144.67	0.960
3 - EQU (A1-M1-R3)	121.61	47.53	118.89	144.29	0.941
4 - ECC	121.61	47.53	118.89	144.29	0.941

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)		1.791		3.628			
2 - GEO (A2-M2-R2)					1.586		
3 - EQU (A1-M1-R3)			1.214				
4 - ECC		1.791	1.214	3.628	1.982		

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

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

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

n°	Rsa [kN]	Rpt [kN]	Rps [kN]	Rp [kN]	Rt [kN]	R [kN]	T [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	85.15	0.00	0.00	--	--	85.15	47.53	1.791

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

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

n°	N [kN]	Qu [kN]	Qd [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	121.61	441.22	315.16	3.628

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
Re	Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof
Ir, Irc	Indici di rigidezza per punzonamento secondo Vesic
ry	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia 0.5ByNy, 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 [kN/mc]
φ	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c	Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]

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

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	Ir	Irc	Re	ry
1	46.124 33.296 48.029	0.389 0.407 0.248	1.122 1.078 1.000	0.864 0.405 0.405	1.000 1.000 1.000	-- -- --	-- -- --	--	--	--	0.985

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	γ [°]	φ [kN/mc]	c [kPa]
1	0.70	2.30	2.21	20.00	35.00	0

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)

La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms [kNm]	Mr [kNm]	FS
3 - EQU (A1-M1-R3)	144.29	118.89	1.214

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
2 - GEO (A2-M2-R2)	[m]	[m]	
	-4.00; 4.50	8.67	1.586

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 [kN]

Qy carico sulla striscia espresso in [kN]

Qf carico acqua sulla striscia espresso in [kN]

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 [kPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	2.50	1.99	0.00	3.42 - 0.41	55.555	29.256	0	0.0	
2	7.16	1.99	0.00	0.41	51.713	29.256	0	0.0	
3	11.19	1.99	0.00	0.41	47.481	29.256	0	0.0	
4	14.69	1.99	0.00	0.41	43.569	29.256	0	0.0	
5	18.50	1.99	0.00	0.41	39.898	29.256	0	0.0	
6	21.68	1.99	0.00	0.41	36.415	29.256	0	0.0	
7	24.06	1.99	0.00	0.41	33.082	29.256	0	0.0	
8	26.16	1.99	0.00	0.41	29.872	29.256	0	0.0	
9	30.30	0.52	0.00	0.41	26.763	29.256	0	0.0	
10	31.96	0.00	0.00	0.41	23.736	29.256	0	0.0	
11	17.52	0.00	0.00	0.41	20.779	29.256	0	0.0	
12	17.47	0.00	0.00	0.41	17.879	29.256	0	0.0	
13	17.24	0.00	0.00	0.41	15.025	29.256	0	0.0	
14	16.82	0.00	0.00	0.41	12.210	29.256	0	0.0	
15	16.23	0.00	0.00	0.41	9.423	29.256	0	0.0	
16	15.47	0.00	0.00	0.41	6.660	29.256	0	0.0	
17	14.54	0.00	0.00	0.41	3.912	29.256	0	0.0	
18	13.44	0.00	0.00	0.41	1.172	29.256	0	0.0	
19	12.19	0.00	0.00	0.41	-1.564	29.256	0	0.0	
20	10.76	0.00	0.00	0.41	-4.304	29.256	0	0.0	
21	9.18	0.00	0.00	0.41	-7.054	29.256	0	0.0	
22	7.42	0.00	0.00	0.41	-9.821	29.256	0	0.0	
23	5.50	0.00	0.00	0.41	-12.611	29.256	0	0.0	
24	3.40	0.00	0.00	0.41	-15.431	29.256	0	0.0	
25	1.11	0.00	0.00	-6.93 - 0.41	-17.145	29.256	0	0.0	

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

n° Indice della sezione

X Posizione della sezione, espresso in [m]

N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.

T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle

M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

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

Paramento

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	35.34	35.34	35.34	35.34
2	-0.10	1.75	1.75	35.47	35.47	38.88	38.88
3	-0.20	3.50	3.50	35.65	35.65	42.44	42.44
4	-0.30	5.25	5.25	35.87	35.87	46.01	46.01
5	-0.40	7.00	7.00	36.13	36.13	49.61	49.61
6	-0.50	8.75	8.75	36.44	36.44	53.24	53.24
7	-0.60	10.50	10.50	36.80	36.80	56.90	56.90
8	-0.70	12.25	12.25	37.20	37.20	60.60	60.60
9	-0.80	14.00	14.00	37.65	37.65	64.34	64.34
10	-0.90	15.75	15.75	38.14	38.14	68.13	68.13
11	-1.00	17.50	17.50	38.67	38.67	71.97	71.97
12	-1.10	19.25	19.25	39.25	39.25	75.87	75.87
13	-1.20	21.00	21.00	39.88	39.88	79.82	79.82
14	-1.30	22.75	22.75	40.55	40.55	83.84	83.84
15	-1.40	24.50	24.50	41.26	41.26	87.93	87.93
16	-1.50	26.25	26.25	42.02	42.02	92.10	92.10

Fondazione

n°	X [m]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]	T _{min} [kN]	T _{max} [kN]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	-79.68	-79.68	-63.74	-63.74
2	0.10	0.00	0.00	-74.70	-74.70	-56.03	-56.03
3	0.20	0.00	0.00	-69.72	-69.72	-48.80	-48.80
4	0.30	0.00	0.00	-64.74	-64.74	-42.08	-42.08
5	0.40	0.00	0.00	-59.76	-59.76	-35.86	-35.86
6	0.50	0.00	0.00	-54.78	-54.78	-30.13	-30.13
7	0.60	0.00	0.00	-49.80	-49.80	-24.90	-24.90
8	0.70	0.00	0.00	-44.82	-44.82	-20.17	-20.17
9	0.80	0.00	0.00	-39.84	-39.84	-15.94	-15.94
10	0.90	0.00	0.00	-34.86	-34.86	-12.20	-12.20
11	1.00	0.00	0.00	-29.88	-29.88	-8.96	-8.96
12	1.10	0.00	0.00	-24.90	-24.90	-6.23	-6.23
13	1.20	0.00	0.00	-19.92	-19.92	-3.98	-3.98
14	1.30	0.00	0.00	-14.94	-14.94	-2.24	-2.24
15	1.40	0.00	0.00	-9.96	-9.96	-1.00	-1.00
16	1.50	0.00	0.00	-4.98	-4.98	-0.25	-0.25
17	1.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

11 TABULATO DI CALCOLO - TIPOLOGICO B

11.1 Combinazione statica e sismica

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 [kN/mc]
R _{ck}	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
ν	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls teso/compresso

Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	γ [kN/mc]	R _{ck} [kPa]	E [kPa]	ν	n	ntc
1	C32/40	C32/40	B450C	25.0000	40000	33642648	0.30	15.00	0.50

Acciai

Descr	f _{yk} [kPa]	f _{uk} [kPa]
B450C	450000	540000

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 [m]	Y [m]	A [°]
1	0.00	0.00	0.000
2	10.00	0.00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 20.000 [°]

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro 10.00 [m]

Paramento

Materiale	C32/40	
Altezza paramento	3.35	[m]
Altezza paramento libero	2.70	[m]
Spessore in sommità	0.45	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.78	[m]
Inclinazione paramento esterno	0.00	[°]
Inclinazione paramento interno	5.70	[°]

Fondazione

Materiale	C32/40	
Lunghezza mensola di valle	0.55	[m]
Lunghezza mensola di monte	1.75	[m]
Lunghezza totale	3.08	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	0.70	[m]
Spessore magrone	0.00	[m]

Descrizione terreni

Parametri di resistenza

Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]
ca	Adesione terra-muro espressa in [kPa]
<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 [kPa]

n°	Descr	γ [kN/mc]	γ_{sat} [kN/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kPa]	ca [kPa]	Cesp	τ_l [kPa]
1	Rilevato stradale	20.0000	20.0000	35.000	23.000	0	0	---	---
2	R_rapporto	20.0000	20.0000	35.000	35.000	0	0	---	---
3	Rilevato Stradale (fondazione)	20.0000	20.0000	35.000	35.000	0	0	---	---

Parametri di deformabilità

Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
ν	Coeff. di Poisson
Ed	Modulo edometrico, espresso in [kPa]
CR	Rapporto di compressione
RR	Rapporto di ricomprensione
OCR	Grado di sovraconsolidazione

n°	Descr	E [kPa]	ν	Ed [kPa]	CR	RR	OCR
1	Rilevato stradale	30000	0.300	30000	0.000	0.000	1.000
2	R_rapporto	0	0.000	0	0.000	0.000	1.000
3	Rilevato Stradale (fondazione)	30000	0.300	30000	0.000	0.000	1.000

Stratigrafia

Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
α	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
<u>Per calcolo pali (solo se presenti)</u>	
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')

Kststa, Kstsis Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	α [°]	Terreno	Kw [Kg/cm ²]	Ks	Cesp	Kststa	Kstsis
1	4.05	0.000	Rilevato stradale	---	---	---	---	---
2	5.00	0.000	Rilevato Stradale (fondazione)	---	---	---	---	---

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 [kN]
F _y	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
M	Momento espresso in [kNm]
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 [kN]
Q _f	Intensità del carico per x=X _f espressa in [kN]

Condizione n° 1 (Pavimentazione) - PERMANENTE NS

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F _x [kN]	F _y [kN]	M [kNm]	X _i [m]	X _f [m]	Q _i [kN]	Q _f [kN]
1	Distribuito					0.00	10.00	4.8000	4.8000

Condizione n° 2 (Carichi stradali) - VARIABILE TF

Coeff. di combinazione $\Psi_0=0.75 - \Psi_1=0.75 - \Psi_2=0.00$

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F _x [kN]	F _y [kN]	M [kNm]	X _i [m]	X _f [m]	Q _i [kN]	Q _f [kN]
1	Distribuito					0.00	10.00	20.0000	20.0000

Normativa

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

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

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

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi)}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	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_γ	1.00	1.00	1.00	1.00

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

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
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.

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
Pavimentazione	1.50	--	Sfavorevole
Carichi stradali	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - 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
Pavimentazione	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - 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
Pavimentazione	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Pavimentazione	1.50	--	Sfavorevole
Carichi stradali	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Pavimentazione	1.50	--	Sfavorevole
Carichi stradali	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Pavimentazione	1.50	--	Sfavorevole
Carichi stradali	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pavimentazione	1.30	--	Sfavorevole
Carichi stradali	1.15	1.00	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
Pavimentazione	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - 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
Pavimentazione	1.00	--	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
Pavimentazione	1.50	--	Sfavorevole
Carichi stradali	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
Pavimentazione	1.00	--	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
Pavimentazione	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 13 - SLER

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pavimentazione	1.00	--	Sfavorevole
Carichi stradali	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
Pavimentazione	1.00	--	Sfavorevole
Carichi stradali	1.00	0.75	Sfavorevole

Combinazione n° 15 - SLEQ

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

Combinazione n° 16 - SLEQ H + V

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

Combinazione n° 17 - SLEQ H - V

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

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pavimentazione	1.00	--	Sfavorevole

Dati sismici

Comune	Poggio San Lorenzo
Provincia	Rieti
Regione	Lazio
Latitudine	42.252955
Longitudine	12.845236
Indice punti di interpolazione	26963 - 26964 - 26742 - 26741
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	IV
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	100 anni

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_a	[m/s ²]	2.000	0.905
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]	0.204	0.092
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.452	2.437
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.336	0.296
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		B	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh [%]	kv [%]
Ultimo	0.380	9.297	4.648
Ultimo - Ribaltamento	0.570	13.945	6.972
Esercizio	0.470	5.204	2.602

Forma diagramma incremento sismico **Stessa forma del diagramma statico**

Opzioni di calcolo

Spinta

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

Capacità portante

Metodo di calcolo della portanza	Vesic
Criterio di media calcolo del terreno equivalente (terreni stratificati)	Ponderata
Criterio di riduzione per eccentricità della portanza	Nessuna
Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento)	Nessuna
Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite ($0.5B\gamma N_c$)	Larghezza ridotta (B')
Fattori di forma e inclinazione del carico	Solo i fattori di inclinazione
Se la fondazione ha larghezza superiore a 2.0 m viene applicato	il fattore di riduzione per comportamento a piastra
<u>Stabilità globale</u>	
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

Metodo di calcolo delle tensioni	Boussinesq
Metodo di calcolo dei cedimenti	Elastico
Profondità calcolo cedimenti	Automatica
ΔH massima suddivisione strati	0.50 [m]

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 [kN]
C _x , C _y	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
P _x , P _y	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	C _x [kN]	C _y [kN]	P _x [m]	P _y [m]
1	Spinta statica	85.98	23.00	79.14	33.59	2.08	-2.43
	Peso/Inerzia muro			0.00	105.67/0.00	0.21	-2.78
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	199.74/0.00	1.10	-1.61
2	Spinta statica	44.85	23.00	41.28	17.52	2.08	-2.63
	Incremento di spinta sismica		12.45	11.46	4.86	2.08	-2.70
	Peso/Inerzia muro			9.82	105.67/4.91	0.21	-2.78
	Peso/Inerzia terrapieno			12.87	138.46/6.44	1.12	-1.62
3	Spinta statica	44.85	23.00	41.28	17.52	2.08	-2.63
	Incremento di spinta sismica		8.38	7.72	3.28	2.08	-2.70
	Peso/Inerzia muro			9.82	105.67/-4.91	0.21	-2.78
	Peso/Inerzia terrapieno			12.87	138.46/-6.44	1.12	-1.62
4	Spinta statica	85.98	23.00	79.14	33.59	2.08	-2.43
	Peso/Inerzia muro			0.00	137.37/0.00	0.21	-2.78
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	238.27/0.00	1.10	-1.61
5	Spinta statica	85.98	23.00	79.14	33.59	2.08	-2.43
	Peso/Inerzia muro			0.00	105.67/0.00	0.21	-2.78
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	238.27/0.00	1.10	-1.61
6	Spinta statica	85.98	23.00	79.14	33.59	2.08	-2.43
	Peso/Inerzia muro			0.00	137.37/0.00	0.21	-2.78
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	199.74/0.00	1.10	-1.61
13	Spinta statica	64.65	23.00	59.51	25.26	2.08	-2.44
	Peso/Inerzia muro			0.00	105.67/0.00	0.21	-2.78
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	180.14/0.00	1.10	-1.61
14	Spinta statica	59.70	23.00	54.95	23.32	2.08	-2.48
	Peso/Inerzia muro			0.00	105.67/0.00	0.21	-2.78
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	169.72/0.00	1.11	-1.62
15	Spinta statica	44.85	23.00	41.28	17.52	2.08	-2.63
	Peso/Inerzia muro			0.00	105.67/0.00	0.21	-2.78
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	138.46/0.00	1.12	-1.62

Risultanti globali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
M _r	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
M _s	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	M _r [kNm]	M _s [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	339.00	79.14	127.89	650.59	0.000
2 - STR (A1-M1-R3)	277.86	75.43	117.83	509.91	0.131
3 - STR (A1-M1-R3)	253.57	71.69	132.37	485.43	0.150
4 - STR (A1-M1-R3)	409.23	79.14	127.89	770.82	-0.029
5 - STR (A1-M1-R3)	377.53	79.14	127.89	732.42	-0.059
6 - STR (A1-M1-R3)	370.70	79.14	127.89	689.00	0.029
7 - GEO (A2-M2-R2)	322.90	81.98	133.89	611.64	0.063
8 - GEO (A2-M2-R2)	277.86	75.43	117.83	509.91	0.131
9 - GEO (A2-M2-R2)	253.57	71.69	132.37	485.43	0.150
10 - EQU (A1-M1-R3)	339.00	79.14	127.89	650.59	0.000
11 - EQU (A1-M1-R3)	286.27	93.24	148.39	528.16	0.216
12 - EQU (A1-M1-R3)	249.94	87.85	170.49	491.73	0.257
13 - SLEP	311.07	59.51	95.59	584.70	-0.030
14 - SLEF	298.71	54.95	86.37	557.35	-0.035
15 - SLEQ	261.65	41.28	58.69	475.33	-0.050
16 - SLEQ	270.62	60.17	91.49	494.39	0.053
17 - SLEQ	257.01	58.04	99.57	480.63	0.060

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 _{SUPL}	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{SUPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		2.999		4.422			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	2.579		4.794			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	2.477		5.068			
4 - STR (A1-M1-R3)		3.621		4.126			
5 - STR (A1-M1-R3)		3.340		4.264			
6 - STR (A1-M1-R3)		3.280		4.294			
7 - GEO (A2-M2-R2)					1.285		
8 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.505		
9 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.480		
10 - EQU (A1-M1-R3)			5.087				
11 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		3.559				
12 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		2.884				

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

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

n°	Rsa [kN]	Rpt [kN]	Rps [kN]	Rp [kN]	Rt [kN]	R [kN]	T [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	237.37	0.00	0.00	--	--	237.37	79.14	2.999
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	194.56	0.00	0.00	--	--	194.56	75.43	2.579
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	177.55	0.00	0.00	--	--	177.55	71.69	2.477
4 - STR (A1-M1-R3)	286.55	0.00	0.00	--	--	286.55	79.14	3.621
5 - STR (A1-M1-R3)	264.35	0.00	0.00	--	--	264.35	79.14	3.340
6 - STR (A1-M1-R3)	259.57	0.00	0.00	--	--	259.57	79.14	3.280

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

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

n°	N [kN]	Qu [kN]	Qd [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	339.00	1499.06	1070.76	4.422
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	277.86	1332.09	1110.07	4.794
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	253.57	1284.99	1070.82	5.068
4 - STR (A1-M1-R3)	409.23	1688.36	1205.97	4.126
5 - STR (A1-M1-R3)	377.53	1609.97	1149.98	4.264
6 - STR (A1-M1-R3)	370.70	1591.65	1136.89	4.294

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
Re	Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof
Ir, Irc	Indici di rigidità per punzonamento secondo Vesic

r_y Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia $0.5B_r N_r$ 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 [kN/mc]
 ϕ Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
 c Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]
 Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo "--" sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Vesic).

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	Ir	Irc	Re	r_y
1	46.124	0.614	1.149	0.864	1.000	--	--	--	--	--	0.953
	33.296	0.626	1.095	0.405	1.000	--	--	--	--	--	
	48.029	0.480	1.000	0.405	1.000	--	--	--	--	--	
2	46.124	0.559	1.149	0.864	1.000	--	--	--	--	--	0.953
	33.296	0.572	1.095	0.405	1.000	--	--	--	--	--	
	48.029	0.417	1.000	0.405	1.000	--	--	--	--	--	
3	46.124	0.543	1.149	0.864	1.000	--	--	--	--	--	0.953
	33.296	0.556	1.095	0.405	1.000	--	--	--	--	--	
	48.029	0.399	1.000	0.405	1.000	--	--	--	--	--	
4	46.124	0.675	1.149	0.864	1.000	--	--	--	--	--	0.953
	33.296	0.684	1.095	0.405	1.000	--	--	--	--	--	
	48.029	0.552	1.000	0.405	1.000	--	--	--	--	--	
5	46.124	0.650	1.149	0.864	1.000	--	--	--	--	--	0.953
	33.296	0.660	1.095	0.405	1.000	--	--	--	--	--	
	48.029	0.522	1.000	0.405	1.000	--	--	--	--	--	
6	46.124	0.644	1.149	0.864	1.000	--	--	--	--	--	0.953
	33.296	0.655	1.095	0.405	1.000	--	--	--	--	--	
	48.029	0.515	1.000	0.405	1.000	--	--	--	--	--	

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	γ [°]	ϕ [kN/mc]	c [kPa]
1	1.15	3.08	2.96	20.00	35.00	0
2	1.15	3.08	2.96	20.00	35.00	0
3	1.15	3.08	2.96	20.00	35.00	0
4	1.15	3.08	2.96	20.00	35.00	0
5	1.15	3.08	2.96	20.00	35.00	0
6	1.15	3.08	2.96	20.00	35.00	0

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

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

n°	Ms [kNm]	Mr [kNm]	FS
10 - EQU (A1-M1-R3)	650.59	127.89	5.087
11 - EQU (A1-M1-R3) H + V	528.16	148.39	3.559
12 - EQU (A1-M1-R3) H - V	491.73	170.49	2.884

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
7 - GEO (A2-M2-R2)		-4.50; 4.50	1.285
8 - GEO (A2-M2-R2) H + V		-4.50; 4.50	1.505
9 - GEO (A2-M2-R2) H - V		-4.50; 4.50	1.480

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 [kN]
 Qy carico sulla striscia espresso in [kN]
 Qf carico acqua sulla striscia espresso in [kN]
 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 [kPa]
 b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]
Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

Combinazione n° 7 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	5.62	16.04	0.00	5.33 - 0.55	61.829	29.256	0	0.0	
2	15.81	16.04	0.00	0.55	56.595	29.256	0	0.0	
3	24.17	16.04	0.00	0.55	51.607	29.256	0	0.0	
4	31.21	16.04	0.00	0.55	47.124	29.256	0	0.0	
5	37.26	16.04	0.00	0.55	42.995	29.256	0	0.0	
6	42.68	16.04	0.00	0.55	39.128	29.256	0	0.0	
7	49.03	16.04	0.00	0.55	35.465	29.256	0	0.0	
8	53.06	16.04	0.00	0.55	31.963	29.256	0	0.0	
9	56.57	16.04	0.00	0.55	28.590	29.256	0	0.0	
10	65.06	11.47	0.00	0.55	25.322	29.256	0	0.0	
11	53.20	0.00	0.00	0.55	22.141	29.256	0	0.0	
12	31.92	0.00	0.00	0.55	19.030	29.256	0	0.0	
13	30.60	0.00	0.00	0.55	15.976	29.256	0	0.0	
14	29.96	0.00	0.00	0.55	12.969	29.256	0	0.0	
15	28.99	0.00	0.00	0.55	9.998	29.256	0	0.0	
16	27.71	0.00	0.00	0.55	7.054	29.256	0	0.0	
17	26.10	0.00	0.00	0.55	4.128	29.256	0	0.0	
18	24.19	0.00	0.00	0.55	1.213	29.256	0	0.0	
19	21.98	0.00	0.00	0.55	-1.699	29.256	0	0.0	
20	19.45	0.00	0.00	0.55	-4.615	29.256	0	0.0	
21	16.62	0.00	0.00	0.55	-7.543	29.256	0	0.0	
22	13.47	0.00	0.00	0.55	-10.491	29.256	0	0.0	
23	10.00	0.00	0.00	0.55	-13.468	29.256	0	0.0	
24	6.20	0.00	0.00	0.55	-16.482	29.256	0	0.0	
25	2.05	0.00	0.00	-8.39 - 0.55	-18.557	29.256	0	0.0	

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

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	5.62	2.63	0.00	5.33 - 0.55	61.829	35.000	0	0.0	
2	15.81	2.63	0.00	0.55	56.595	35.000	0	0.0	
3	24.17	2.63	0.00	0.55	51.607	35.000	0	0.0	
4	31.21	2.63	0.00	0.55	47.124	35.000	0	0.0	
5	37.26	2.63	0.00	0.55	42.995	35.000	0	0.0	
6	42.68	2.63	0.00	0.55	39.128	35.000	0	0.0	
7	49.03	2.63	0.00	0.55	35.465	35.000	0	0.0	
8	53.06	2.63	0.00	0.55	31.963	35.000	0	0.0	
9	56.57	2.63	0.00	0.55	28.590	35.000	0	0.0	
10	65.06	1.88	0.00	0.55	25.322	35.000	0	0.0	
11	53.20	0.00	0.00	0.55	22.141	35.000	0	0.0	
12	31.92	0.00	0.00	0.55	19.030	35.000	0	0.0	
13	30.60	0.00	0.00	0.55	15.976	35.000	0	0.0	
14	29.96	0.00	0.00	0.55	12.969	35.000	0	0.0	
15	28.99	0.00	0.00	0.55	9.998	35.000	0	0.0	
16	27.71	0.00	0.00	0.55	7.054	35.000	0	0.0	
17	26.10	0.00	0.00	0.55	4.128	35.000	0	0.0	
18	24.19	0.00	0.00	0.55	1.213	35.000	0	0.0	
19	21.98	0.00	0.00	0.55	-1.699	35.000	0	0.0	
20	19.45	0.00	0.00	0.55	-4.615	35.000	0	0.0	
21	16.62	0.00	0.00	0.55	-7.543	35.000	0	0.0	
22	13.47	0.00	0.00	0.55	-10.491	35.000	0	0.0	
23	10.00	0.00	0.00	0.55	-13.468	35.000	0	0.0	
24	6.20	0.00	0.00	0.55	-16.482	35.000	0	0.0	
25	2.05	0.00	0.00	-8.39 - 0.55	-18.557	35.000	0	0.0	

Combinazione n° 9 - GEO (A2-M2-R2) H - V

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	5.62	2.63	0.00	5.33 - 0.55	61.829	35.000	0	0.0	
2	15.81	2.63	0.00	0.55	56.595	35.000	0	0.0	
3	24.17	2.63	0.00	0.55	51.607	35.000	0	0.0	
4	31.21	2.63	0.00	0.55	47.124	35.000	0	0.0	
5	37.26	2.63	0.00	0.55	42.995	35.000	0	0.0	
6	42.68	2.63	0.00	0.55	39.128	35.000	0	0.0	
7	49.03	2.63	0.00	0.55	35.465	35.000	0	0.0	
8	53.06	2.63	0.00	0.55	31.963	35.000	0	0.0	
9	56.57	2.63	0.00	0.55	28.590	35.000	0	0.0	
10	65.06	1.88	0.00	0.55	25.322	35.000	0	0.0	
11	53.20	0.00	0.00	0.55	22.141	35.000	0	0.0	
12	31.92	0.00	0.00	0.55	19.030	35.000	0	0.0	
13	30.60	0.00	0.00	0.55	15.976	35.000	0	0.0	
14	29.96	0.00	0.00	0.55	12.969	35.000	0	0.0	
15	28.99	0.00	0.00	0.55	9.998	35.000	0	0.0	
16	27.71	0.00	0.00	0.55	7.054	35.000	0	0.0	
17	26.10	0.00	0.00	0.55	4.128	35.000	0	0.0	
18	24.19	0.00	0.00	0.55	1.213	35.000	0	0.0	
19	21.98	0.00	0.00	0.55	-1.699	35.000	0	0.0	
20	19.45	0.00	0.00	0.55	-4.615	35.000	0	0.0	
21	16.62	0.00	0.00	0.55	-7.543	35.000	0	0.0	

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
22	13.47	0.00	0.00	0.55	-10.491	35.000	0	0.0	
23	10.00	0.00	0.00	0.55	-13.468	35.000	0	0.0	
24	6.20	0.00	0.00	0.55	-16.482	35.000	0	0.0	
25	2.05	0.00	0.00	-8.39 - 0.55	-18.557	35.000	0	0.0	

Cedimenti

Simbologia adottata

Ic	Indice combinazione
X, Y	Punto di calcolo del cedimento, espressa in [m]
w	Cedimento, espressa in [cm]
dw	Cedimento differenziale, espressa in [cm]

Ic	X; Y [m]	w [cm]	dw [cm]
13	-1.00; -4.05	1.120	0.000
13	0.54; -4.05	1.579	0.459
13	2.08; -4.05	1.157	0.037
14	-1.00; -4.05	1.073	0.000
14	0.54; -4.05	1.516	0.443
14	2.08; -4.05	1.114	0.041
15	-1.00; -4.05	0.932	0.000
15	0.54; -4.05	1.328	0.396
15	2.08; -4.05	0.984	0.052

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

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

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

Paramento

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	1.12	0.88	0.05
3	-0.20	2.27	1.82	0.19
4	-0.30	3.43	2.82	0.43
5	-0.39	4.63	3.89	0.78
6	-0.49	5.85	5.02	1.24
7	-0.59	7.09	6.21	1.83
8	-0.69	8.35	7.46	2.54
9	-0.79	9.64	8.78	3.38
10	-0.89	10.96	10.16	4.36
11	-0.99	12.30	11.61	5.49
12	-1.08	13.66	13.12	6.77
13	-1.18	15.05	14.69	8.21
14	-1.28	16.46	16.32	9.82
15	-1.38	17.89	18.02	11.59
16	-1.48	19.35	19.78	13.55
17	-1.58	20.84	21.61	15.69
18	-1.67	22.34	23.49	18.01
19	-1.77	23.88	25.45	20.54
20	-1.87	25.43	27.46	23.26
21	-1.97	27.01	29.54	26.20
22	-2.07	28.62	31.68	29.35
23	-2.17	30.25	33.88	32.73
24	-2.27	31.90	36.15	36.33
25	-2.36	33.58	38.48	40.17
26	-2.46	35.28	40.87	44.24
27	-2.56	37.01	43.33	48.57
28	-2.66	38.76	45.85	53.15
29	-2.76	40.53	48.43	57.99
30	-2.86	42.33	51.08	63.09
31	-2.96	44.15	53.79	68.47
32	-3.05	46.00	56.56	74.13
33	-3.15	47.87	59.40	80.07
34	-3.25	49.77	62.30	86.31
35	-3.35	51.69	65.26	92.84

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	1.17	0.25	0.01
3	-0.20	2.37	0.57	0.06
4	-0.30	3.59	0.96	0.15
5	-0.39	4.84	1.41	0.29
6	-0.49	6.12	1.93	0.48
7	-0.59	7.42	2.51	0.73
8	-0.69	8.74	3.15	1.05
9	-0.79	10.09	3.86	1.44
10	-0.89	11.47	4.64	1.91
11	-0.99	12.87	5.48	2.47
12	-1.08	14.29	6.39	3.12
13	-1.18	15.75	7.36	3.87
14	-1.28	17.22	8.40	4.73
15	-1.38	18.72	9.50	5.70
16	-1.48	20.25	10.67	6.79
17	-1.58	21.80	11.90	8.00
18	-1.67	23.38	13.20	9.35
19	-1.77	24.99	14.56	10.84
20	-1.87	26.62	15.99	12.47
21	-1.97	28.27	17.49	14.25
22	-2.07	29.95	19.05	16.19
23	-2.17	31.65	20.67	18.30
24	-2.27	33.38	22.36	20.58
25	-2.36	35.14	24.12	23.04
26	-2.46	36.92	25.94	25.68
27	-2.56	38.73	27.82	28.52
28	-2.66	40.56	29.78	31.55
29	-2.76	42.42	31.79	34.79
30	-2.86	44.30	33.87	38.23
31	-2.96	46.21	36.02	41.90
32	-3.05	48.14	38.23	45.79
33	-3.15	50.10	40.51	49.91
34	-3.25	52.08	42.85	54.27
35	-3.35	54.09	45.26	58.87

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

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	1.07	0.25	0.01
3	-0.20	2.16	0.56	0.06
4	-0.30	3.27	0.94	0.15
5	-0.39	4.41	1.37	0.28
6	-0.49	5.57	1.86	0.46
7	-0.59	6.76	2.42	0.71
8	-0.69	7.96	3.03	1.01
9	-0.79	9.19	3.70	1.38
10	-0.89	10.45	4.43	1.83
11	-0.99	11.72	5.23	2.36
12	-1.08	13.02	6.08	2.98
13	-1.18	14.35	7.00	3.69
14	-1.28	15.69	7.97	4.50
15	-1.38	17.06	9.00	5.42
16	-1.48	18.45	10.10	6.44
17	-1.58	19.87	11.25	7.59
18	-1.67	21.31	12.47	8.86
19	-1.77	22.77	13.74	10.26
20	-1.87	24.25	15.08	11.79
21	-1.97	25.76	16.47	13.47
22	-2.07	27.29	17.93	15.29
23	-2.17	28.84	19.44	17.27
24	-2.27	30.42	21.02	19.41
25	-2.36	32.02	22.66	21.72
26	-2.46	33.64	24.35	24.19
27	-2.56	35.29	26.11	26.85
28	-2.66	36.96	27.93	29.69
29	-2.76	38.65	29.80	32.72
30	-2.86	40.36	31.74	35.94
31	-2.96	42.10	33.74	39.37
32	-3.05	43.86	35.80	43.01
33	-3.15	45.65	37.91	46.86
34	-3.25	47.46	40.09	50.93
35	-3.35	49.29	42.33	55.23

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	1.46	0.88	0.05
3	-0.20	2.94	1.82	0.19
4	-0.30	4.46	2.82	0.44
5	-0.39	6.02	3.89	0.79

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
6	-0.49	7.60	5.02	1.26
7	-0.59	9.21	6.21	1.86
8	-0.69	10.86	7.46	2.58
9	-0.79	12.54	8.78	3.44
10	-0.89	14.24	10.16	4.43
11	-0.99	15.98	11.61	5.58
12	-1.08	17.76	13.12	6.88
13	-1.18	19.56	14.69	8.34
14	-1.28	21.39	16.32	9.97
15	-1.38	23.26	18.02	11.77
16	-1.48	25.16	19.78	13.75
17	-1.58	27.09	21.61	15.92
18	-1.67	29.05	23.49	18.28
19	-1.77	31.04	25.45	20.84
20	-1.87	33.06	27.46	23.60
21	-1.97	35.12	29.54	26.58
22	-2.07	37.20	31.68	29.77
23	-2.17	39.32	33.88	33.19
24	-2.27	41.47	36.15	36.83
25	-2.36	43.65	38.48	40.72
26	-2.46	45.87	40.87	44.85
27	-2.56	48.11	43.33	49.23
28	-2.66	50.39	45.85	53.86
29	-2.76	52.69	48.43	58.76
30	-2.86	55.03	51.08	63.93
31	-2.96	57.40	53.79	69.37
32	-3.05	59.80	56.56	75.09
33	-3.15	62.24	59.40	81.11
34	-3.25	64.70	62.30	87.41
35	-3.35	67.20	65.26	94.02

Combinazione n° 5 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	1.12	0.88	0.05
3	-0.20	2.27	1.82	0.19
4	-0.30	3.43	2.82	0.43
5	-0.39	4.63	3.89	0.78
6	-0.49	5.85	5.02	1.24
7	-0.59	7.09	6.21	1.83
8	-0.69	8.35	7.46	2.54
9	-0.79	9.64	8.78	3.38
10	-0.89	10.96	10.16	4.36
11	-0.99	12.30	11.61	5.49
12	-1.08	13.66	13.12	6.77
13	-1.18	15.05	14.69	8.21
14	-1.28	16.46	16.32	9.82
15	-1.38	17.89	18.02	11.59
16	-1.48	19.35	19.78	13.55
17	-1.58	20.84	21.61	15.69
18	-1.67	22.34	23.49	18.01
19	-1.77	23.88	25.45	20.54
20	-1.87	25.43	27.46	23.26
21	-1.97	27.01	29.54	26.20
22	-2.07	28.62	31.68	29.35
23	-2.17	30.25	33.88	32.73
24	-2.27	31.90	36.15	36.33
25	-2.36	33.58	38.48	40.17
26	-2.46	35.28	40.87	44.24
27	-2.56	37.01	43.33	48.57
28	-2.66	38.76	45.85	53.15
29	-2.76	40.53	48.43	57.99
30	-2.86	42.33	51.08	63.09
31	-2.96	44.15	53.79	68.47
32	-3.05	46.00	56.56	74.13
33	-3.15	47.87	59.40	80.07
34	-3.25	49.77	62.30	86.31
35	-3.35	51.69	65.26	92.84

Combinazione n° 6 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	1.46	0.88	0.05
3	-0.20	2.94	1.82	0.19
4	-0.30	4.46	2.82	0.44
5	-0.39	6.02	3.89	0.79
6	-0.49	7.60	5.02	1.26
7	-0.59	9.21	6.21	1.86
8	-0.69	10.86	7.46	2.58
9	-0.79	12.54	8.78	3.44
10	-0.89	14.24	10.16	4.43
11	-0.99	15.98	11.61	5.58
12	-1.08	17.76	13.12	6.88

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
13	-1.18	19.56	14.69	8.34
14	-1.28	21.39	16.32	9.97
15	-1.38	23.26	18.02	11.77
16	-1.48	25.16	19.78	13.75
17	-1.58	27.09	21.61	15.92
18	-1.67	29.05	23.49	18.28
19	-1.77	31.04	25.45	20.84
20	-1.87	33.06	27.46	23.60
21	-1.97	35.12	29.54	26.58
22	-2.07	37.20	31.68	29.77
23	-2.17	39.32	33.88	33.19
24	-2.27	41.47	36.15	36.83
25	-2.36	43.65	38.48	40.72
26	-2.46	45.87	40.87	44.85
27	-2.56	48.11	43.33	49.23
28	-2.66	50.39	45.85	53.86
29	-2.76	52.69	48.43	58.76
30	-2.86	55.03	51.08	63.93
31	-2.96	57.40	53.79	69.37
32	-3.05	59.80	56.56	75.09
33	-3.15	62.24	59.40	81.11
34	-3.25	64.70	62.30	87.41
35	-3.35	67.20	65.26	94.02

Combinazione n° 13 - SLER

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	1.12	0.64	0.03
3	-0.20	2.27	1.32	0.14
4	-0.30	3.43	2.06	0.32
5	-0.39	4.63	2.84	0.58
6	-0.49	5.85	3.67	0.93
7	-0.59	7.09	4.55	1.36
8	-0.69	8.35	5.48	1.89
9	-0.79	9.64	6.46	2.53
10	-0.89	10.96	7.48	3.26
11	-0.99	12.30	8.56	4.11
12	-1.08	13.66	9.68	5.07
13	-1.18	15.05	10.85	6.15
14	-1.28	16.46	12.07	7.36
15	-1.38	17.89	13.34	8.70
16	-1.48	19.35	14.66	10.17
17	-1.58	20.84	16.03	11.78
18	-1.67	22.34	17.44	13.53
19	-1.77	23.88	18.90	15.43
20	-1.87	25.43	20.42	17.49
21	-1.97	27.01	21.98	19.71
22	-2.07	28.62	23.59	22.09
23	-2.17	30.25	25.24	24.64
24	-2.27	31.90	26.95	27.36
25	-2.36	33.58	28.71	30.27
26	-2.46	35.28	30.51	33.35
27	-2.56	37.01	32.36	36.63
28	-2.66	38.76	34.27	40.10
29	-2.76	40.53	36.22	43.76
30	-2.86	42.33	38.21	47.63
31	-2.96	44.15	40.26	51.71
32	-3.05	46.00	42.36	56.00
33	-3.15	47.87	44.50	60.51
34	-3.25	49.77	46.70	65.24
35	-3.35	51.69	48.94	70.20

Combinazione n° 14 - SLEF

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	1.12	0.51	0.03
3	-0.20	2.27	1.08	0.11
4	-0.30	3.43	1.69	0.26
5	-0.39	4.63	2.35	0.48
6	-0.49	5.85	3.05	0.77
7	-0.59	7.09	3.81	1.14
8	-0.69	8.35	4.62	1.60
9	-0.79	9.64	5.47	2.14
10	-0.89	10.96	6.37	2.77
11	-0.99	12.30	7.32	3.50
12	-1.08	13.66	8.32	4.34
13	-1.18	15.05	9.37	5.28
14	-1.28	16.46	10.47	6.33
15	-1.38	17.89	11.61	7.50
16	-1.48	19.35	12.81	8.80
17	-1.58	20.84	14.05	10.22
18	-1.67	22.34	15.34	11.77
19	-1.77	23.88	16.68	13.46

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
20	-1.87	25.43	18.07	15.30
21	-1.97	27.01	19.51	17.28
22	-2.07	28.62	20.99	19.41
23	-2.17	30.25	22.53	21.70
24	-2.27	31.90	24.11	24.15
25	-2.36	33.58	25.74	26.76
26	-2.46	35.28	27.43	29.55
27	-2.56	37.01	29.15	32.52
28	-2.66	38.76	30.93	35.66
29	-2.76	40.53	32.76	38.99
30	-2.86	42.33	34.63	42.52
31	-2.96	44.15	36.56	46.24
32	-3.05	46.00	38.53	50.16
33	-3.15	47.87	40.55	54.28
34	-3.25	49.77	42.62	58.62
35	-3.35	51.69	44.74	63.17

Combinazione n° 15 - SLEQ

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	1.12	0.14	0.01
3	-0.20	2.27	0.34	0.04
4	-0.30	3.43	0.58	0.10
5	-0.39	4.63	0.87	0.19
6	-0.49	5.85	1.20	0.32
7	-0.59	7.09	1.59	0.49
8	-0.69	8.35	2.02	0.70
9	-0.79	9.64	2.51	0.97
10	-0.89	10.96	3.04	1.29
11	-0.99	12.30	3.62	1.68
12	-1.08	13.66	4.25	2.13
13	-1.18	15.05	4.93	2.65
14	-1.28	16.46	5.65	3.25
15	-1.38	17.89	6.43	3.93
16	-1.48	19.35	7.25	4.69
17	-1.58	20.84	8.13	5.55
18	-1.67	22.34	9.05	6.50
19	-1.77	23.88	10.02	7.55
20	-1.87	25.43	11.03	8.71
21	-1.97	27.01	12.10	9.98
22	-2.07	28.62	13.22	11.36
23	-2.17	30.25	14.38	12.87
24	-2.27	31.90	15.60	14.50
25	-2.36	33.58	16.86	16.26
26	-2.46	35.28	18.17	18.15
27	-2.56	37.01	19.53	20.18
28	-2.66	38.76	20.93	22.36
29	-2.76	40.53	22.39	24.69
30	-2.86	42.33	23.90	27.18
31	-2.96	44.15	25.45	29.82
32	-3.05	46.00	27.05	32.63
33	-3.15	47.87	28.70	35.60
34	-3.25	49.77	30.40	38.76
35	-3.35	51.69	32.15	42.09

Fondazione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-1.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.91	0.00	8.48	0.39
3	-0.82	0.00	16.95	1.55
4	-0.73	0.00	25.43	3.50
5	-0.63	0.00	33.90	6.22
6	-0.54	0.00	42.38	9.71
7	-0.45	0.00	50.85	13.98
8	0.33	0.00	-50.60	-44.30
9	0.43	0.00	-47.80	-39.51
10	0.53	0.00	-44.99	-35.00
11	0.63	0.00	-42.18	-30.76
12	0.72	0.00	-39.37	-26.80
13	0.82	0.00	-36.56	-23.11
14	0.92	0.00	-33.75	-19.69
15	1.01	0.00	-30.94	-16.55
16	1.11	0.00	-28.13	-13.68
17	1.21	0.00	-25.32	-11.08
18	1.31	0.00	-22.51	-8.75
19	1.40	0.00	-19.69	-6.70
20	1.50	0.00	-16.88	-4.92
21	1.60	0.00	-14.07	-3.42
22	1.70	0.00	-11.26	-2.19

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
23	1.79	0.00	-8.44	-1.23
24	1.89	0.00	-5.63	-0.55
25	1.99	0.00	-2.81	-0.14
26	2.08	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-1.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.91	0.00	8.70	0.40
3	-0.82	0.00	17.27	1.59
4	-0.73	0.00	25.72	3.56
5	-0.63	0.00	34.04	6.30
6	-0.54	0.00	42.23	9.80
7	-0.45	0.00	50.30	14.04
8	0.33	0.00	-16.02	-20.67
9	0.43	0.00	-16.33	-19.10
10	0.53	0.00	-16.49	-17.50
11	0.63	0.00	-16.52	-15.89
12	0.72	0.00	-16.40	-14.29
13	0.82	0.00	-16.15	-12.71
14	0.92	0.00	-15.75	-11.16
15	1.01	0.00	-15.21	-9.65
16	1.11	0.00	-14.53	-8.21
17	1.21	0.00	-13.71	-6.83
18	1.31	0.00	-12.75	-5.54
19	1.40	0.00	-11.65	-4.36
20	1.50	0.00	-10.41	-3.28
21	1.60	0.00	-9.03	-2.34
22	1.70	0.00	-7.50	-1.53
23	1.79	0.00	-5.84	-0.88
24	1.89	0.00	-4.03	-0.40
25	1.99	0.00	-2.09	-0.10
26	2.08	0.00	0.00	0.00

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

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-1.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.91	0.00	8.06	0.37
3	-0.82	0.00	16.00	1.47
4	-0.73	0.00	23.80	3.30
5	-0.63	0.00	31.47	5.83
6	-0.54	0.00	39.01	9.06
7	-0.45	0.00	46.42	12.98
8	0.33	0.00	-30.54	-33.67
9	0.43	0.00	-30.10	-30.72
10	0.53	0.00	-29.50	-27.82
11	0.63	0.00	-28.76	-24.98
12	0.72	0.00	-27.87	-22.23
13	0.82	0.00	-26.83	-19.57
14	0.92	0.00	-25.65	-17.02
15	1.01	0.00	-24.32	-14.59
16	1.11	0.00	-22.84	-12.29
17	1.21	0.00	-21.22	-10.15
18	1.31	0.00	-19.45	-8.17
19	1.40	0.00	-17.53	-6.37
20	1.50	0.00	-15.47	-4.77
21	1.60	0.00	-13.26	-3.37
22	1.70	0.00	-10.90	-2.20
23	1.79	0.00	-8.39	-1.26
24	1.89	0.00	-5.74	-0.57
25	1.99	0.00	-2.95	-0.14
26	2.08	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-1.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.91	0.00	9.41	0.43
3	-0.82	0.00	18.87	1.73
4	-0.73	0.00	28.36	3.89
5	-0.63	0.00	37.90	6.93
6	-0.54	0.00	47.48	10.84
7	-0.45	0.00	57.09	15.63
8	0.33	0.00	-14.25	-10.31
9	0.43	0.00	-13.07	-8.99
10	0.53	0.00	-11.94	-7.77
11	0.63	0.00	-10.85	-6.66
12	0.72	0.00	-9.81	-5.66
13	0.82	0.00	-8.81	-4.75
14	0.92	0.00	-7.86	-3.94
15	1.01	0.00	-6.95	-3.22

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
16	1.11	0.00	-6.09	-2.59
17	1.21	0.00	-5.28	-2.04
18	1.31	0.00	-4.51	-1.56
19	1.40	0.00	-3.78	-1.16
20	1.50	0.00	-3.11	-0.83
21	1.60	0.00	-2.47	-0.56
22	1.70	0.00	-1.89	-0.34
23	1.79	0.00	-1.35	-0.19
24	1.89	0.00	-0.85	-0.08
25	1.99	0.00	-0.40	-0.02
26	2.08	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 5 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-1.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.91	0.00	8.36	0.38
3	-0.82	0.00	16.81	1.54
4	-0.73	0.00	25.32	3.47
5	-0.63	0.00	33.92	6.18
6	-0.54	0.00	42.59	9.69
7	-0.45	0.00	51.34	13.99
8	0.33	0.00	-18.05	-11.72
9	0.43	0.00	-16.31	-10.05
10	0.53	0.00	-14.66	-8.54
11	0.63	0.00	-13.10	-7.19
12	0.72	0.00	-11.62	-5.99
13	0.82	0.00	-10.23	-4.93
14	0.92	0.00	-8.93	-4.00
15	1.01	0.00	-7.71	-3.19
16	1.11	0.00	-6.58	-2.50
17	1.21	0.00	-5.53	-1.91
18	1.31	0.00	-4.57	-1.42
19	1.40	0.00	-3.70	-1.02
20	1.50	0.00	-2.91	-0.70
21	1.60	0.00	-2.21	-0.45
22	1.70	0.00	-1.60	-0.27
23	1.79	0.00	-1.07	-0.14
24	1.89	0.00	-0.63	-0.06
25	1.99	0.00	-0.27	-0.01
26	2.08	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 6 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-1.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.91	0.00	9.52	0.44
3	-0.82	0.00	19.01	1.75
4	-0.73	0.00	28.47	3.92
5	-0.63	0.00	37.88	6.96
6	-0.54	0.00	47.26	10.87
7	-0.45	0.00	56.60	15.63
8	0.33	0.00	-46.81	-42.89
9	0.43	0.00	-44.56	-38.45
10	0.53	0.00	-42.26	-34.23
11	0.63	0.00	-39.93	-30.23
12	0.72	0.00	-37.55	-26.47
13	0.82	0.00	-35.14	-22.93
14	0.92	0.00	-32.68	-19.64
15	1.01	0.00	-30.18	-16.58
16	1.11	0.00	-27.64	-13.77
17	1.21	0.00	-25.06	-11.21
18	1.31	0.00	-22.44	-8.90
19	1.40	0.00	-19.78	-6.84
20	1.50	0.00	-17.08	-5.05
21	1.60	0.00	-14.33	-3.52
22	1.70	0.00	-11.55	-2.27
23	1.79	0.00	-8.72	-1.28
24	1.89	0.00	-5.86	-0.57
25	1.99	0.00	-2.95	-0.14
26	2.08	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 13 - SLER

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-1.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.91	0.00	7.11	0.33
3	-0.82	0.00	14.26	1.31
4	-0.73	0.00	21.44	2.94
5	-0.63	0.00	28.65	5.24
6	-0.54	0.00	35.90	8.20
7	-0.45	0.00	43.17	11.82
8	0.33	0.00	-10.31	-7.30

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
9	0.43	0.00	-9.42	-6.35
10	0.53	0.00	-8.58	-5.47
11	0.63	0.00	-7.77	-4.68
12	0.72	0.00	-7.00	-3.96
13	0.82	0.00	-6.26	-3.31
14	0.92	0.00	-5.57	-2.74
15	1.01	0.00	-4.90	-2.23
16	1.11	0.00	-4.28	-1.78
17	1.21	0.00	-3.68	-1.40
18	1.31	0.00	-3.13	-1.07
19	1.40	0.00	-2.61	-0.79
20	1.50	0.00	-2.13	-0.56
21	1.60	0.00	-1.68	-0.37
22	1.70	0.00	-1.28	-0.23
23	1.79	0.00	-0.90	-0.12
24	1.89	0.00	-0.57	-0.05
25	1.99	0.00	-0.26	-0.01
26	2.08	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 14 - SLEF

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-1.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.91	0.00	6.69	0.31
3	-0.82	0.00	13.43	1.23
4	-0.73	0.00	20.19	2.77
5	-0.63	0.00	26.99	4.93
6	-0.54	0.00	33.83	7.72
7	-0.45	0.00	40.70	11.13
8	0.33	0.00	-8.12	-5.22
9	0.43	0.00	-7.33	-4.47
10	0.53	0.00	-6.58	-3.79
11	0.63	0.00	-5.87	-3.19
12	0.72	0.00	-5.20	-2.65
13	0.82	0.00	-4.57	-2.18
14	0.92	0.00	-3.98	-1.76
15	1.01	0.00	-3.43	-1.40
16	1.11	0.00	-2.91	-1.09
17	1.21	0.00	-2.44	-0.83
18	1.31	0.00	-2.01	-0.62
19	1.40	0.00	-1.62	-0.44
20	1.50	0.00	-1.27	-0.30
21	1.60	0.00	-0.96	-0.19
22	1.70	0.00	-0.69	-0.11
23	1.79	0.00	-0.46	-0.06
24	1.89	0.00	-0.26	-0.02
25	1.99	0.00	-0.11	-0.01
26	2.08	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 15 - SLEQ

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-1.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.91	0.00	5.44	0.25
3	-0.82	0.00	10.92	1.00
4	-0.73	0.00	16.44	2.25
5	-0.63	0.00	22.01	4.01
6	-0.54	0.00	27.63	6.29
7	-0.45	0.00	33.29	9.08
8	0.33	0.00	-1.55	1.04
9	0.43	0.00	-1.03	1.17
10	0.53	0.00	-0.57	1.24
11	0.63	0.00	-0.15	1.28
12	0.72	0.00	0.21	1.27
13	0.82	0.00	0.53	1.24
14	0.92	0.00	0.79	1.17
15	1.01	0.00	1.01	1.09
16	1.11	0.00	1.17	0.98
17	1.21	0.00	1.28	0.86
18	1.31	0.00	1.34	0.73
19	1.40	0.00	1.35	0.60
20	1.50	0.00	1.31	0.47
21	1.60	0.00	1.22	0.35
22	1.70	0.00	1.08	0.24
23	1.79	0.00	0.88	0.14
24	1.89	0.00	0.64	0.07
25	1.99	0.00	0.35	0.02
26	2.08	0.00	0.00	0.00

11.2 Combinazione eccezionale d'urto

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 [kN/mc]
R _{ck}	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
ν	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls tesoro/compresso

Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	γ [kN/mc]	R _{ck} [kPa]	E [kPa]	ν	n	ntc
1	C32/40	C32/40	B450C	25.0000	40000	33642648	0.30	15.00	0.50

Acciai

Descr	f _{yk} [kPa]	f _{uk} [kPa]
B450C	450000	540000

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 [m]	Y [m]	A [°]
1	0.00	0.00	0.000
2	10.00	0.00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 20.000 [°]

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro 10.00 [m]

Paramento

Materiale	C32/40	
Altezza paramento	3.35	[m]
Altezza paramento libero	2.70	[m]
Spessore in sommità	0.45	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.78	[m]
Inclinazione paramento esterno	0.00	[°]
Inclinazione paramento interno	5.70	[°]

Fondazione

Materiale	C32/40	
Lunghezza mensola di valle	0.55	[m]
Lunghezza mensola di monte	1.75	[m]

Lunghezza totale	3.08	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	0.70	[m]
Spessore magrone	0.00	[m]

Descrizione terreni

Parametri di resistenza

Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]
ca	Adesione terra-muro espressa in [kPa]
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 [kPa]

n°	Descr	γ [kN/mc]	γ_{sat} [kN/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kPa]	ca [kPa]	Cesp	τ_l [kPa]
1	Rilevato stradale	20.0000	20.0000	35.000	23.000	0	0	---	---
2	R_rapporto	20.0000	20.0000	35.000	35.000	0	0	---	---
3	Rilevato artificiale (fondazione)	20.0000	20.0000	35.000	35.000	0	0	---	---

Parametri di deformabilità

Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
ν	Coeff. di Poisson
Ed	Modulo edometrico, espresso in [kPa]
CR	Rapporto di compressione
RR	Rapporto di ricomprensione
OCR	Grado di sovraconsolidazione

n°	Descr	E [kPa]	ν	Ed [kPa]	CR	RR	OCR
1	Rilevato stradale	30000	0.300	30000	0.000	0.000	1.000
2	R_rapporto	0	0.000	0	0.000	0.000	1.000
3	Rilevato artificiale (fondazione)	30000	0.300	30000	0.000	0.000	1.000

Stratigrafia

Simbologia adottata

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

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')
Kststa, Kstsis Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	α [°]	Terreno	Kw [Kg/cm ²]	Ks	Cesp	Kststa	Kstsis
1	4.05	0.000	Rilevato stradale	---	---	---	---	---
2	5.00	0.000	Rilevato artificiale (fondazione)	---	---	---	---	---

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]
Fx	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
Fy	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
M	Momento espresso in [kNm]

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 [kN]
 Q_f Intensità del carico per $x=X_f$ espressa in [kN]

Condizione n° 1 (Pavimentazione) - PERMANENTE NS

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	Fx [kN]	Fy [kN]	M [kNm]	Xi [m]	Xf [m]	Qi [kN]	Qf [kN]
1	Distribuito					0.00	10.00	4.8000	4.8000

Condizione n° 2 (URTO) - ECCEZIONALE

Carichi sul muro

n°	Tipo	Dest	X; Y [m]	Fx [kN]	Fy [kN]	M [kNm]	Xi [m]	Xf [m]	Qi [kN]	Qf [kN]
1	Concentrato	Paramento	-0.30; 0.00	31.0000	0.0000	31.0000				

Normativa

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

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

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

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

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
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 eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali Ad:

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

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

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	1.00	--	Sfavorevole
Pavimentazione	1.00	--	Sfavorevole
URTO	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - GEO (A2-M2-R2)

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

Combinazione n° 3 - EQU (A1-M1-R3)

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

Combinazione n° 4 - ECC

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

Dati sismici

Comune	Poggio San Lorenzo
Provincia	Rieti
Regione	Lazio
Latitudine	42.252955
Longitudine	12.845236
Indice punti di interpolazione	26963 - 26964 - 26742 - 26741
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	IV
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	100 anni

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_a	[m/s ²]	2.000	0.905
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]	0.204	0.092
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.452	2.437
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.336	0.296
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		B	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh [%]	kv [%]
Ultimo	0.380	9.297	4.648
Ultimo - Ribaltamento	0.570	13.945	6.972
Esercizio	0.470	5.204	2.602

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

Opzioni di calcolo

Spinta

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

Capacità portante

Metodo di calcolo della portanza	Vesic
Criterio di media calcolo del terreno equivalente (terreni stratificati)	Ponderata
Criterio di riduzione per eccentricità della portanza	Nessuna
Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento)	Nessuna
Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite ($0.5B\gamma N_c$)	Larghezza ridotta (B')
Fattori di forma e inclinazione del carico	Solo i fattori di inclinazione
Se la fondazione ha larghezza superiore a 2.0 m viene applicato il fattore di riduzione per comportamento a piastra	

Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale	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

Metodo di calcolo delle tensioni	Boussinesq
Metodo di calcolo dei cedimenti	Elastico
Profondità calcolo cedimenti	Automatica
ΔH massimo suddivisione strati	0.50 [m]

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 [kN]
Cx, Cy	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
Px, Py	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	44.85	23.00	41.28	17.52	2.08	-2.63
	Peso/Inerzia muro			0.00	105.67/0.00	0.21	-2.78
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	138.46/0.00	1.12	-1.62
	Risultante forze sul muro			31.00	0.00	--	--
4	Spinta statica	44.85	23.00	41.28	17.52	2.08	-2.63
	Peso/Inerzia muro			0.00	105.67/0.00	0.21	-2.78
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	138.46/0.00	1.12	-1.62
	Risultante forze sul muro			31.00	0.00	--	--

Risultanti globali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	Mr [kNm]	Ms [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	261.65	72.28	215.24	475.33	0.548
2 - GEO (A2-M2-R2)	262.21	84.25	232.26	477.06	0.609
3 - EQU (A1-M1-R3)	261.65	72.28	215.24	475.33	0.548
4 - ECC	261.65	72.28	215.24	475.33	0.548

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)		2.535		5.014			
2 - GEO (A2-M2-R2)					1.445		
3 - EQU (A1-M1-R3)			2.208				
4 - ECC		2.535	2.208	5.014	1.806		

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

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

n°	Rsa [kN]	Rpt [kN]	Rps [kN]	Rp [kN]	Rt [kN]	R [kN]	T [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	183.21	0.00	0.00	--	--	183.21	72.28	2.535

n°	Rsa [kN]	Rpt [kN]	Rps [kN]	Rp [kN]	Rt [kN]	R [kN]	T [kN]	FS
4 - ECC	183.21	0.00	0.00	--	--	183.21	72.28	2.535

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

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

n°	N [kN]	Qu [kN]	Qd [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	261.65	1311.97	937.12	5.014
4 - ECC	261.65	1311.97	1311.97	5.014

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
Re	Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof
Ir, Irc	Indici di rigidezza per punzonamento secondo Vesic
ry	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia 0.5B _y N _y 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 [kN/mc]
φ	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c	Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]

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

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	Ir	Irc	Re	ry
1	46.124	0.552	1.149	0.864	1.000	--	--	--	--	--	0.953
	33.296	0.565	1.095	0.405	1.000	--	--	--	--	--	
	48.029	0.409	1.000	0.405	1.000	--	--	--	--	--	
4	46.124	0.552	1.149	0.864	1.000	--	--	--	--	--	0.953
	33.296	0.565	1.095	0.405	1.000	--	--	--	--	--	
	48.029	0.409	1.000	0.405	1.000	--	--	--	--	--	

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	γ [°]	φ [kN/mc]	c [kPa]
1	1.15	3.08	2.96	20.00	35.00	0
4	1.15	3.08	2.96	20.00	35.00	0

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)

La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms [kNm]	Mr [kNm]	FS
3 - EQU (A1-M1-R3)	475.33	215.24	2.208
4 - ECC	475.33	215.24	2.208

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]	
2 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 4.50	10.80	1.445
4 - ECC	-4.50; 4.50	10.80	1.806

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 [kN]

Qy carico sulla striscia espresso in [kN]

Qf carico acqua sulla striscia espresso in [kN]

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 [kPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

Combinazione n° 2 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	5.62	2.63	0.00	5.33 - 0.55	61.829	29.256	0	0.0	
2	15.81	2.63	0.00	0.55	56.595	29.256	0	0.0	
3	24.17	2.63	0.00	0.55	51.607	29.256	0	0.0	
4	31.21	2.63	0.00	0.55	47.124	29.256	0	0.0	
5	37.26	2.63	0.00	0.55	42.995	29.256	0	0.0	
6	42.68	2.63	0.00	0.55	39.128	29.256	0	0.0	
7	49.03	2.63	0.00	0.55	35.465	29.256	0	0.0	
8	53.06	2.63	0.00	0.55	31.963	29.256	0	0.0	
9	56.57	2.63	0.00	0.55	28.590	29.256	0	0.0	
10	65.06	1.88	0.00	0.55	25.322	29.256	0	0.0	
11	53.20	0.00	0.00	0.55	22.141	29.256	0	0.0	
12	31.92	0.00	0.00	0.55	19.030	29.256	0	0.0	
13	30.60	0.00	0.00	0.55	15.976	29.256	0	0.0	
14	29.96	0.00	0.00	0.55	12.969	29.256	0	0.0	
15	28.99	0.00	0.00	0.55	9.998	29.256	0	0.0	
16	27.71	0.00	0.00	0.55	7.054	29.256	0	0.0	
17	26.10	0.00	0.00	0.55	4.128	29.256	0	0.0	
18	24.19	0.00	0.00	0.55	1.213	29.256	0	0.0	
19	21.98	0.00	0.00	0.55	-1.699	29.256	0	0.0	
20	19.45	0.00	0.00	0.55	-4.615	29.256	0	0.0	
21	16.62	0.00	0.00	0.55	-7.543	29.256	0	0.0	
22	13.47	0.00	0.00	0.55	-10.491	29.256	0	0.0	
23	10.00	0.00	0.00	0.55	-13.468	29.256	0	0.0	
24	6.20	0.00	0.00	0.55	-16.482	29.256	0	0.0	
25	2.05	0.00	0.00	-8.39 - 0.55	-18.557	29.256	0	0.0	

Combinazione n° 4 - ECC

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	5.62	2.63	0.00	5.33 - 0.55	61.829	35.000	0	0.0	
2	15.81	2.63	0.00	0.55	56.595	35.000	0	0.0	
3	24.17	2.63	0.00	0.55	51.607	35.000	0	0.0	
4	31.21	2.63	0.00	0.55	47.124	35.000	0	0.0	
5	37.26	2.63	0.00	0.55	42.995	35.000	0	0.0	
6	42.68	2.63	0.00	0.55	39.128	35.000	0	0.0	
7	49.03	2.63	0.00	0.55	35.465	35.000	0	0.0	
8	53.06	2.63	0.00	0.55	31.963	35.000	0	0.0	
9	56.57	2.63	0.00	0.55	28.590	35.000	0	0.0	
10	65.06	1.88	0.00	0.55	25.322	35.000	0	0.0	
11	53.20	0.00	0.00	0.55	22.141	35.000	0	0.0	
12	31.92	0.00	0.00	0.55	19.030	35.000	0	0.0	
13	30.60	0.00	0.00	0.55	15.976	35.000	0	0.0	
14	29.96	0.00	0.00	0.55	12.969	35.000	0	0.0	
15	28.99	0.00	0.00	0.55	9.998	35.000	0	0.0	
16	27.71	0.00	0.00	0.55	7.054	35.000	0	0.0	
17	26.10	0.00	0.00	0.55	4.128	35.000	0	0.0	
18	24.19	0.00	0.00	0.55	1.213	35.000	0	0.0	
19	21.98	0.00	0.00	0.55	-1.699	35.000	0	0.0	
20	19.45	0.00	0.00	0.55	-4.615	35.000	0	0.0	
21	16.62	0.00	0.00	0.55	-7.543	35.000	0	0.0	
22	13.47	0.00	0.00	0.55	-10.491	35.000	0	0.0	
23	10.00	0.00	0.00	0.55	-13.468	35.000	0	0.0	
24	6.20	0.00	0.00	0.55	-16.482	35.000	0	0.0	
25	2.05	0.00	0.00	-8.39 - 0.55	-18.557	35.000	0	0.0	

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

n° Indice della sezione

X Posizione della sezione, espresso in [m]

N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.

T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle

M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

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

Paramento

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	31.00	31.00
2	-0.10	1.12	31.14	34.06
3	-0.20	2.27	31.34	37.15
4	-0.30	3.43	31.58	40.26
5	-0.39	4.63	31.87	43.41
6	-0.49	5.85	32.20	46.59
7	-0.59	7.09	32.59	49.81
8	-0.69	8.35	33.02	53.08
9	-0.79	9.64	33.51	56.40
10	-0.89	10.96	34.04	59.78
11	-0.99	12.30	34.62	63.22
12	-1.08	13.66	35.25	66.73
13	-1.18	15.05	35.93	70.30
14	-1.28	16.46	36.65	73.96
15	-1.38	17.89	37.43	77.69
16	-1.48	19.35	38.25	81.51
17	-1.58	20.84	39.13	85.42
18	-1.67	22.34	40.05	89.43
19	-1.77	23.88	41.02	93.53
20	-1.87	25.43	42.03	97.74
21	-1.97	27.01	43.10	102.07
22	-2.07	28.62	44.22	106.51
23	-2.17	30.25	45.38	111.06
24	-2.27	31.90	46.60	115.75
25	-2.36	33.58	47.86	120.56
26	-2.46	35.28	49.17	125.51
27	-2.56	37.01	50.53	130.60
28	-2.66	38.76	51.93	135.83
29	-2.76	40.53	53.39	141.22
30	-2.86	42.33	54.90	146.75
31	-2.96	44.15	56.45	152.45
32	-3.05	46.00	58.05	158.31
33	-3.15	47.87	59.70	164.35
34	-3.25	49.77	61.40	170.55
35	-3.35	51.69	63.15	176.94

Combinazione n° 4 - ECC

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	31.00	31.00
2	-0.10	1.12	31.14	34.06
3	-0.20	2.27	31.34	37.15
4	-0.30	3.43	31.58	40.26
5	-0.39	4.63	31.87	43.41
6	-0.49	5.85	32.20	46.59
7	-0.59	7.09	32.59	49.81
8	-0.69	8.35	33.02	53.08
9	-0.79	9.64	33.51	56.40
10	-0.89	10.96	34.04	59.78
11	-0.99	12.30	34.62	63.22
12	-1.08	13.66	35.25	66.73
13	-1.18	15.05	35.93	70.30
14	-1.28	16.46	36.65	73.96
15	-1.38	17.89	37.43	77.69
16	-1.48	19.35	38.25	81.51
17	-1.58	20.84	39.13	85.42
18	-1.67	22.34	40.05	89.43
19	-1.77	23.88	41.02	93.53
20	-1.87	25.43	42.03	97.74
21	-1.97	27.01	43.10	102.07
22	-2.07	28.62	44.22	106.51
23	-2.17	30.25	45.38	111.06
24	-2.27	31.90	46.60	115.75
25	-2.36	33.58	47.86	120.56
26	-2.46	35.28	49.17	125.51
27	-2.56	37.01	50.53	130.60
28	-2.66	38.76	51.93	135.83
29	-2.76	40.53	53.39	141.22
30	-2.86	42.33	54.90	146.75
31	-2.96	44.15	56.45	152.45
32	-3.05	46.00	58.05	158.31
33	-3.15	47.87	59.70	164.35

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
34	-3.25	49.77	61.40	170.55
35	-3.35	51.69	63.15	176.94

Fondazione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-1.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.91	0.00	14.23	0.66
3	-0.82	0.00	27.97	2.59
4	-0.73	0.00	41.22	5.77
5	-0.63	0.00	53.97	10.14
6	-0.54	0.00	66.22	15.65
7	-0.45	0.00	77.99	22.26
8	0.33	0.00	-76.39	-92.86
9	0.43	0.00	-76.86	-85.41
10	0.53	0.00	-76.77	-77.94
11	0.63	0.00	-76.12	-70.50
12	0.72	0.00	-74.92	-63.15
13	0.82	0.00	-73.16	-55.95
14	0.92	0.00	-70.85	-48.95
15	1.01	0.00	-67.98	-42.19
16	1.11	0.00	-64.55	-35.75
17	1.21	0.00	-60.57	-29.66
18	1.31	0.00	-56.03	-23.99
19	1.40	0.00	-50.93	-18.78
20	1.50	0.00	-45.28	-14.10
21	1.60	0.00	-39.07	-10.00
22	1.70	0.00	-32.31	-6.52
23	1.79	0.00	-24.99	-3.73
24	1.89	0.00	-17.11	-1.68
25	1.99	0.00	-8.68	-0.42
26	2.08	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 4 - ECC

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-1.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.91	0.00	14.23	0.66
3	-0.82	0.00	27.97	2.59
4	-0.73	0.00	41.22	5.77
5	-0.63	0.00	53.97	10.14
6	-0.54	0.00	66.22	15.65
7	-0.45	0.00	77.99	22.26
8	0.33	0.00	-76.39	-92.86
9	0.43	0.00	-76.86	-85.41
10	0.53	0.00	-76.77	-77.94
11	0.63	0.00	-76.12	-70.50
12	0.72	0.00	-74.92	-63.15
13	0.82	0.00	-73.16	-55.95
14	0.92	0.00	-70.85	-48.95
15	1.01	0.00	-67.98	-42.19
16	1.11	0.00	-64.55	-35.75
17	1.21	0.00	-60.57	-29.66
18	1.31	0.00	-56.03	-23.99
19	1.40	0.00	-50.93	-18.78
20	1.50	0.00	-45.28	-14.10
21	1.60	0.00	-39.07	-10.00
22	1.70	0.00	-32.31	-6.52
23	1.79	0.00	-24.99	-3.73
24	1.89	0.00	-17.11	-1.68
25	1.99	0.00	-8.68	-0.42
26	2.08	0.00	0.00	0.00