Comune di Calopezzati

PROGETTO DEFINITIVO

PROGRAMMA DEGLI INTERVENTI PER LA DIFESA DEL SUOLO DI CUI ALLA D.G.R. N.160/2016 "PATTO PER LO SVILUPPO DELLA REGIONE CALABRIA" - DELIBERA CIPE N.26/2016 "FSC 2010/2020: PIANO PER IL MEZZOGIORNO" - D.G.R. N.355/2017 E D.G.R. N.3/2018.INTERVENTO DI: DIFESA DEL SUOLO E MESSA IN SICUREZZA DEL CIMETERO COMUNALE. CODICE RENDIS 18IR001/G1

Committente
Amministrazione Comunale di Calopezzati

codice elaborato	scala
CS.07	-

Titolo elaborato

RELAZIONE GEOTENICA
MURI DI CONTENIMENTO 2, 3, 4

Località : Granato

Progettista e D.L.: Ing. Antonino Costantino

Geologo: Dott. Giuseppe Cufari

R.U.P. - CSP - CSE: Geom. Antonio Monteforte

Data

11.07.2019

Visti e approvazioni

Dati

Materiali

Simbologia adottata

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

Calcestruzzo armato

n°	Descr	Tipo	Tipo acciaio	γ	R_{ck}	E	ν	n	ntc
				[kg/mc]	*[kg/cmq]*	*[kg/cmq]*			
1	C25/30	C25/30	B450C	2500,00	305,91	320666	0.30	15.00	0.50

Tipologie pali

Simbologia adottata

n° Indice tipologia palo
Descr Descrizione tipologia palo
Portanza Contributo portanza palo (laterale e/o punta)
Tecnologia Tecnologia costruttiva (trivellato, infisso o elica continua)
Vincolo Vincolo palo-fondazione: Cerniera o Incastro (libero o impedito di ruotare in testa)
Imat Indice materiale che lo costituisce
BD usa metodo di Bustamante-Doix

n°	Descr	Portanza	Tecnologia	Vincolo	Imat	BD
1	Tipologia palo	Laterale + Punta	Trivellato	Trivellato	1	NO

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata

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

N numero ordine del punto
X ascissa del punto espressa in [m]
Y ordinata del punto espressa in [m]
A inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X	Y	A
	[m]	*[m]*	*[°]*
1	0,00	0,00	0.000
2	20,00	1,00	2.862

Terreno a valle del muro

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

Falda

Simbologia adottata

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

N numero ordine del punto
X ascissa del punto espressa in [m]
Y ordinata del punto espressa in [m]
A inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X	Y	A
	[m]	*[m]*	*[°]*
1	-3,00	-10,00	0.000
2	-2,00	-10,00	0.000
3	0,00	-10,00	0.000
4	2,00	-10,00	0.000
5	3,00	-10,00	0.000

n°	X	Y	A
	[m]	*[m]*	*[°]*
6	4,00	-10,00	0.000
7	6,00	-10,00	0.000
8	8,00	-10,00	0.000
9	10,00	-10,00	0.000
10	12,00	-10,00	0.000
11	14,00	-10,00	0.000

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Paramento

Materiale	C25/30	
Altezza paramento	2,50	[m]
Altezza paramento libero	2,00	[m]
Spessore in sommità	0,30	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,30	[m]
Inclinazione paramento esterno	0,00	[°]
Inclinazione paramento interno	0,00	[°]

Fondazione

Materiale	C25/30	
Lunghezza mensola di valle	0,80	[m]
Lunghezza mensola di monte	0,10	[m]
Lunghezza totale	1,20	[m]
Inclinazione piano di posa	0,00	[°]
Spessore	0,50	[m]
Spessore magrone	0,00	[m]

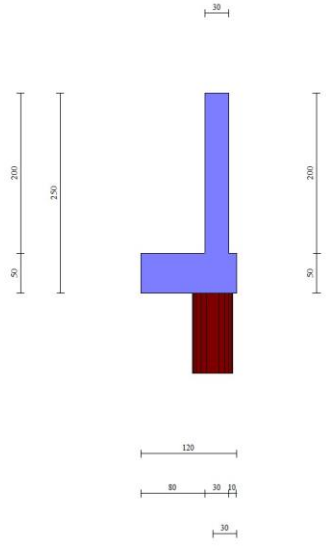


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

Descrizione pali di fondazione

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della fila
X	ascissa della fila misurata dallo spigolo di monte della fondazione espressa in [m]
I	interasse tra i pali, espressa in [m]
f	franco laterale (distanza minima dal bordo laterale), espressa in [m]
Np	Numero di pali della fila
D	diametro dei pali della fila espresso in [cm]
L	lunghezza dei pali della fila espressa in [m]
α	inclinazione dei pali della fila rispetto alla verticale espressa in [°]
ALL	allineamento dei pali della fila rispetto al baricentro della fondazione (CENTRATI o SFALSATI)

n°	Tipologia	X	I	f	Np	D	L	α	ALL
		[m]	*[m]*	*[m]*		*[cm]*	*[m]*	*[°]*	
1	Tipologia palo	0,30	3,00	0,40	5	50,00	20,00	0,00	Centrati

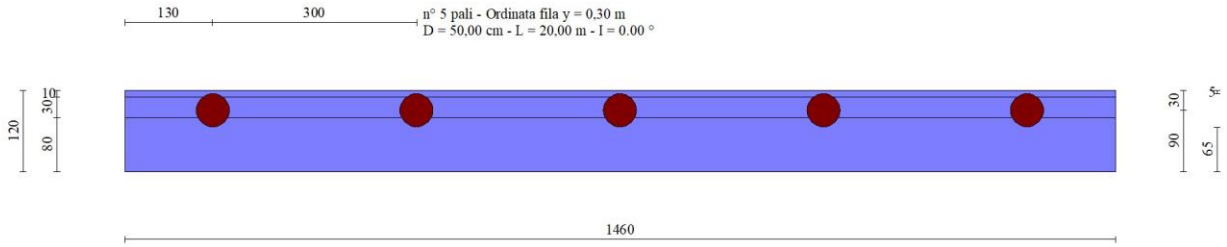


Fig. 2 - Pianta pali

Descrizione terreni

Parametri di resistenza

Simbologia adottata

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

n°	Descr	γ	γ_{sat}	ϕ	δ	c	ca	Cesp	τl	
		[kg/mc]	*[kg/mc]*	*[°]*	*[°]*	*[kg/cmq]*	*[kg/cmq]*		*[kg/cmq]*	
1	Terreno 1	1720,00	1800,00	27.000	18.000	0,50	0,25	1.800	0,00	(CAR)
				27.000	18.000	0,50	0,25		0,00	(MIN)
				27.000	18.000	0,50	0,25		0,00	(MED)
2	Terreno 2	1690,00	2080,00	26.000	17.330	1,75	0,88	1.800	0,00	(CAR)
				26.000	17.333	1,75	0,88		0,00	(MIN)
				26.000	17.333	1,75	0,88		0,00	(MED)
3	Terreno 3	2000,00	2080,00	22.000	14.667	3,00	1,50	1.000	0,00	(CAR)
				22.000	14.667	3,00	1,50		0,00	(MIN)
				22.000	14.667	3,00	1,50		0,00	(MED)

Stratigrafia

Simbologia adottata

n° Indice dello strato
H Spessore dello strato espresso in [m]
α Inclinazione espressa in [°]
Terreno Terreno dello strato
Kwn, Kwt Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm^2/cm
Per calcolo pali (solo se presenti)
Kw Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm^2/cm
Ks Coefficiente di spinta
Cesp Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)
Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')
Kst_{sta}, Kst_{sis} Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H	α	Terreno	Kwn	Kwt	Kw	Ks	Cesp	Kst_{sta}	Kst_{sis}
	[m]	*[°]*		*[Kg/cm^3]*	*[Kg/cm^3]*	*[Kg/cm^3]*				
1	5,50	0.000	Terreno 1	2.000	0.000	2.000	0.000	1.000	0.000	0.000

n°	H	α	Terreno	Kwn	Kwt	Kw	Ks	Cesp	Kst_{sta}	Kst_{sis}
	[m]	*[°]*		*[Kg/cm³]*	*[Kg/cm³]*	*[Kg/cm³]*				
2	6,00	0.000	Terreno 2	6.000	1.980	6.000	0.000	1.000	0.000	0.000
3	13,50	0.000	Terreno 3	2.000	0.660	2.000	0.000	1.000	0.000	0.000

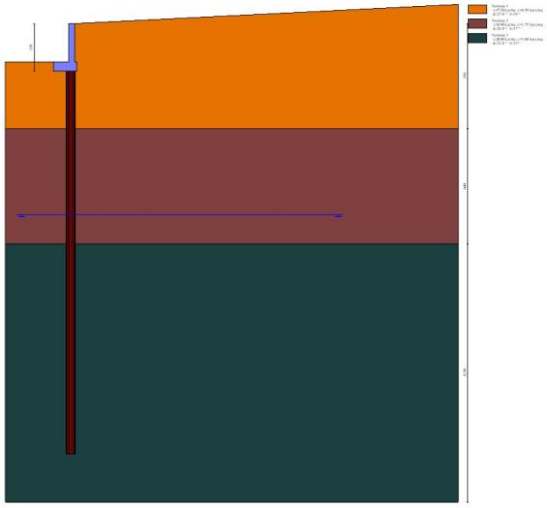


Fig. 3 - Stratigrafia

Condizioni di carico

Simbologia adottata

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

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

Condizione n° 1 (Condizione 1) - PERMANENTE

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X	Fx	Fy	M	Xi	Xf	Qi	Qf
		[m]	*[kg]*	*[kg]*	*[kgm]*	*[m]*	*[m]*	*[kg]*	*[kg]*
1	Distribuito					0,50	20,00	400,00	400,00

Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018)**

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

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

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

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

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

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

Carichi verticali. Coeff. parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche

Resistenza		Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Punta	γ_b	--	--	1.15	--	--	1.35	--	--	1.30
Laterale compressione	γ_s	--	--	1.15	--	--	1.15	--	--	1.15
Totale compressione	γ_t	--	--	1.15	--	--	1.30	--	--	1.25
Laterale trazione	γ_{st}	--	--	1.25	--	--	1.25	--	--	1.25

Carichi trasversali. Coeff. parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche

		R1	R2	R3
Trasversale	γ_t	--	--	1.30

Coefficienti di riduzione ζ per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali
Numero di verticali indagate 1
ζ_3=1.70 ζ_4=1.70

Dati sismici

Comune	Calopezzati
Provincia	Cosenza
Regione	Calabria
Latitudine	39.562350
Longitudine	16.802885
Indice punti di interpolazione	38568 - 38790 - 38791 - 38569
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	II
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	50 anni

	Simbolo	U.M.		SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s^2]		1.936	0.661
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]		0.197	0.067
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0			2.374	2.336
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*			0.367	0.312
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		E	1.485	1.600
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000	
Coeff. di riduzione	β_m			1.000	1.000
Coeff. di riduzione verifica a ribaltamento	β_m			0.000	0.000
Coeff. di intensità sismica orizzontale	k_h	[%]		29.300	10.781
Coeff. di intensità sismica verticale	k_v=0.50 k_h	[%]		14.650	5.391

Forma diagramma incremento sismico **Rettangolare**

Opzioni di calcolo

Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta attiva
Terreno a bassa permeabilità	Non attiva
Superficie di spinta limitata	Non attiva

Capacità portante

Metodo di calcolo della portanza	Hansen
Criterio di media calcolo del terreno equivalente (terreni stratificati)	Ponderata

Criterio di riduzione per eccentricità della portanza	Meyerhof
Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento)	Terzaghi
Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite ($0.5B\gamma N_\gamma$)	Larghezza ridotta (B')
Fattori di forma e inclinazione del carico	Solo i fattori di inclinazione
Calcolo fondazioni mista	Solo carichi verticali
Calcolo fondazioni mista	Fondazione mista

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
Calcolo percorso filtrazione nella verifica a sifonamento	Bligh

Spostamenti

Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti

Cedimenti

Non è stato richiesto il calcolo dei cedimenti

Opzioni calcolo pali

Portanza verticale

Metodo di calcolo della portanza alla punta	Hansen
Metodo di calcolo della portanza alla laterale	Integrazione delle tensioni tangenziali (ks σ_v tan(δ)+ca)
Correzione angolo di attrito in funzione del tipo di palo (infisso/trivellato)	Attiva
Andamento pressione verticale nel calcolo della portanza alla punta σ_v con la profondità	Pressione geostatica
Andamento pressione verticale nel calcolo della portanza laterale	Pressione geostatica

Portanza trasversale

Criterio rottura palo-terreno

- Spostamento limite	Non attivo
- Pressione limite	Pressione passiva con moltiplicatore M=3,00
- Palo infinitamente elastico	Non attivo

Cedimenti

Metodo di calcolo	Metodo agli elementi finiti
Spostamento limite alla punta	1,00 [cm]
Spostamento limite laterale	0,50 [cm]

Risultati per combinazione (peggiore tra le statiche e peggiore tra le sismiche)

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

C	Indice della combinazione
Tipo	Tipo combinazione
Sisma	Combinazione sismica
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

n°	Tipo	Sismica	FS_{SCO}	FS_{RIB}	FS_{QLIM}	FS_{STAB}	FS_{HYD}	FS_{UPL}
1	STR A1-M1-R3		99.900		48.296			
2	STR A1-M1-R3	H + V	3.076		47.590			
3	STR A1-M1-R3	H - V	3.127		60.278			
4	STR A1-M1-R3		99.900		37.151			
5	STR A1-M1-R3		99.900		46.472			
6	STR A1-M1-R3		99.900		38.304			
7	GEO A2-M2-R2					9.166		
8	GEO A2-M2-R2	H + V				5.753		
9	GEO A2-M2-R2	H - V				6.386		
15	HYD						0.000	
16	UPL							100.000

Verifica a carico limite fondazione mista

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
N	Carico verticale totale, espresso in [kg]
$Q_{U,FOND}$	carico limite del terreno afferente alla fondazione, espresso in [kg]
$Q_{U,PALI}$	carico limite del terreno afferente alla palificata, espresso in [kg]
Q_U	carico limite ($Q_{U,FOND}$+$Q_{U,PALI}$), espresso in [kg]
Qd	Portanza di progetto, espresso in [kg]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra Qd/N)

La portanza ultima dei pali $Q_{U,PALI}$ è riferita ad un metro di muro. Si ricava come: $\Sigma_{n° file pali}[(Pp + Pl - A - Wp) * Np] / L$
dove:
- Pp, portanza alla punta
- Pl, portanza laterale
- A, attrito negativo
- Wp, peso del palo
- Np, numero di pali della fila
- L, lunghezza del muro

I valori sopra elencati sono riportati nei dettagli della portanza verticale dei pali.

n°	N	$Q_{U,FOND}$	$Q_{U,PALI}$	Q_U	Qd	FS
	[kg]	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	
4	4348	46856	114667	161523	115374	37.151
2	3834	67810	114667	182477	152064	47.590

Dettagli calcolo portanza (fondazione superficiale)

Simbologia adottata

n°	Indece combinazione
Nc, Nq, N_γ	Fattori di capacità portante
ic, iq, i_γ	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, d_γ	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, g_γ	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, b_γ	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, s_γ	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, p_γ	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
r_γ	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia $0.5B\gamma N_\gamma$ viene moltiplicato per questo fattore
D	Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
B'	Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
H	Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
γ	Peso di volume del terreno medio, espresso in [kg/mc]
ϕ	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c	Coesione del terreno medio, espresso in [kg/cmq]

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

n°	Nc Nq Nγ	ic iq iγ	dc dq dγ	gc gq gγ	bc bq bγ	sc sq sγ	pc pq pγ	rγ	D B' H	γ	ϕ	c
									[m]	*[kg/mc]*	*[°]*	*[kg/cmq]*

n°	Nc Nq Nγ	ic iq iγ	dc dq dγ	gc gq gγ	bc bq bγ	sc sq sγ	pc pq pγ	rγ	D	B' H	γ	ϕ	c
									[m]	*[m]*	*[kg/mc]*	*[°]*	*[kg/cmq]*
4	13.730 5.664 2.376	1.000 1.000 1.000	1.167 1.130 1.000	0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000	-- -- --	-- -- --	1.000	0,50	0,77 0,98	1720	27.00	0,50
2	13.730 5.664 2.376	0.977 0.981 0.973	1.167 1.130 1.000	0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000	-- -- --	-- -- --	1.000	0,50	1,15 0,98	1720	27.00	0,50

Dettagli calcolo portanza verticale (pali)

Simbologia adottata

n°	Indice palo
Nc, Nq	Coeff. di capacità portante
N'c, N'q	Coeff. di capacità portante corretti
Zc	Profondità andamento pressione geostatica, espressa in [m]
Pp, Pl	Portanza di punta e laterale caratteristica, espresse in [kg]
A	Attrito negativo, espresso in [kg]
Wp	Peso palo, espresso in [kg]

n°	Nc	N'c	Nq	N'q	Zc	Pp	Pl	A	Wp
					[m]	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*
1	13.934	31.932	5.798	8.605	--	232469 232469	353429 353429	0	9817

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

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

Ic	C	R	FS
	[m]	*[m]*	
7	-0,50; 1,50	4,05	9.166
8	0,00; 4,50	7,10	5.753

Indice

Dati	1
Materiali	1
Calcestruzzo armato	1
Tipologie pali	1
Geometria profilo terreno a monte del muro	1
Terreno a valle del muro	1
Falda	1
Geometria muro	2
Geometria paramento e fondazione	2
Descrizione pali di fondazione	2
Descrizione terreni	3
Stratigrafia	3
Condizioni di carico	4
Normativa	4
Dati sismici	5
Opzioni di calcolo	5
Opzioni calcolo pali	6
Portanza verticale	6
Portanza trasversale	6
Cedimenti	6
Risultati per combinazione (peggiore tra le statiche e peggiore tra le sismiche)	7
Verifiche geotecniche	7
Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati	7
Verifica a carico limite fondazione mista	7
Dettagli calcolo portanza (fondazione superficiale)	7
Dettagli calcolo portanza verticale (pali)	8
Verifica stabilità globale muro + terreno	8