

COMUNE DI SUBIACO

P.zza S.Andrea, 1 00028 Subiaco (RM) Tel. 07748161 Fax 0774822370
P.IVA 02300621006 C.F. 86000560580 info@comunesubiaco.com
PEC: areaamministrativa@pec.comunesubiaco.com



Città Metropolitana di Roma Capitale



PROGETTAZIONE ESECUTIVA DEL CENTRO DI RACCOLTA - ISOLA ECOLOGICA PROGETTO ESECUTIVO

ELABORATO:

17

RELAZIONE GEOTECNICA SULLE FONDAZIONI

SCALA:

PROGETTISTA: Arch. Roberto Simonelli

IL RUP: Arch. Daniele Cardoli

Collaboratrice: Arch. Laura Rosella

DATA:

Novembre 2019

VISTI E ANNOTAZIONI:

Comune di Subiaco
Provincia di Roma

**RELAZIONE GEOTECNICA GENERALE
E DELLE FONDAZIONI**

OGGETTO: Relazione geotecnica relativa al progetto "Realizzazione di pensiline
in acciaio per l'isola ecologica di Subiaco"

...

COMMITTENTE: Comune di Subiaco

Subiaco, 24/10/2019

Il Progettista

(Arch. Roberto Simonelli)

Il Direttore dei Lavori

Il Collaudatore

(Arch. Roberto Simonelli)

(Da nominare)

Arch. Roberto Simonelli
Via Abruzzo 32 - Guidonia Montecelio
3394638008 - arch.rsimonelli@gmail.com

...

1 - DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA

La presente relazione geotecnica riguarda le indagini, la caratterizzazione e modellazione geotecnica del "volume significativo" per l'opera in esame e valuta l'interazione opera/terreno ai fini del dimensionamento delle relative fondazioni.

Questa relazione è stata redatta sulla base dei dati risultanti dalle prove di campagna e/o di laboratorio.

2 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le fasi di analisi e verifica della struttura sono state condotte in accordo alle seguenti disposizioni normative, per quanto applicabili in relazione al criterio di calcolo adottato dal progettista, evidenziato nel prosieguo della presente relazione:

Legge 5 novembre 1971 n. 1086 (G. U. 21 dicembre 1971 n. 321)

"Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica".

Legge 2 febbraio 1974 n. 64 (G. U. 21 marzo 1974 n. 76)

"Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"

Indicazioni progettuali per le nuove costruzioni in zone sismiche a cura del Ministero per la Ricerca scientifica - Roma 1981.

D. M. Infrastrutture Trasporti 17/01/2018 (G.U. 20/02/2018 n. 42 - Suppl. Ord. n. 8)

"Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni".

Inoltre, in mancanza di specifiche indicazioni, ad integrazione della norma precedente e per quanto con esse non in contrasto, sono state utilizzate le indicazioni contenute nella:

Circolare 2 febbraio 2009 n. 617 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (G.U. 26 febbraio 2009 n. 27 – Suppl. Ord.)

"Istruzioni per l'applicazione delle 'Norme Tecniche delle Costruzioni' di cui al D.M. 14 gennaio 2008".

Eurocodice 7 - "Progettazione geotecnica" - EN 1997-1 per quanto non in contrasto con le disposizioni del D.M. 2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni".

3 - INDAGINI E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Sulla base di quanto dettagliato nella relazione geologica dell'area di sito, si è proceduto alla progettazione della campagna di indagini geognostiche finalizzate alla determinazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni interessati dal "volume significativo" dell'opera in esame.

3.1 Prove effettuate e Caratterizzazione geotecnica

Al fine della determinazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni coinvolti nel "volume significativo" dell'opera in esame, sono state condotte delle prove geotecniche, riassunte nella relazione geologica.

Le indagini realizzate hanno permesso di ricostruire le seguenti stratigrafie per ognuna delle quali sono state definite le proprietà geotecniche dei singoli terreni coinvolti.

Non ci sono risultati di calcolo per la tabella selezionata!

NB: Nel caso di fondazioni dirette con stratigrafia, il calcolo del carico limite (q_{lim}) viene fatto su un terreno "equivalente" con parametri geotecnici calcolati come media pesata degli strati compresi tra la quota del piano di posa e la quota della profondità "significativa" (stabilita come "Multiplo della dimensione

Significativa della fondazione").

$$\text{Parametro "J"} = \frac{\sum_i^n [\text{Parametro "J"} (\text{strato}, i) \cdot \text{Spessore} (\text{strato}, i)]}{\text{Profondità significativa}}$$

con $i = 1, \dots, n$ (numero di strati compresi tra la quota del piano di posa e la quota della profondità significativa).

3.2 Idrogeologia

Non è stata riscontrata la presenza di falde acquifere a profondità di interesse relativamente al "volume significativo" investigato.

3.3 Problematiche riscontrate

Durante l'esecuzione delle prove e dall'elaborazione dei dati non sono emerse problematiche rilevanti alla realizzazione delle opere di fondazione.

4 - MODELLAZIONE GEOTECNICA E PERICOLOSITA' SISMICA DEL SITO

Le indagini effettuate, permettono di classificare il profilo stratigrafico, ai fini della determinazione dell'azione sismica, di categoria:

B [B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti], basandosi sulla valutazione della velocità delle onde di taglio (V_{S30}) e/o del numero di colpi dello Standard Penetration Test (N_{SPT}) e/o della resistenza non drenata equivalente ($c_{u,30}$).

Tutti i parametri che caratterizzano i terreni di fondazione sono riportati nei successivi paragrafi.

4.1 Modellazione geotecnica

Ai fini del calcolo strutturale, il terreno sottostante l'opera viene modellato secondo lo schema di Winkler, cioè un sistema costituito da un letto di molle elastiche mutuamente indipendenti. Ciò consente di ricavare le rigidezze offerte dai manufatti di fondazione, siano queste profonde o superficiali, che sono state introdotte direttamente nel modello strutturale per tener conto dell'interazione opera/terreno.

4.2 Pericolosità sismica

Ai fini della pericolosità sismica sono stati analizzati i dati relativi alla sismicità dell'area di interesse e ad eventuali effetti di amplificazione stratigrafica e topografica. Si sono tenute in considerazione anche la classe dell'edificio e la vita nominale.

Per tale caratterizzazione si riportano di seguito i dati di pericolosità come da normativa:

DATI GENERALI ANALISI SISMICA

Dati generali analisi sismica											
Ang	NV	CD	MP	Dir	TS	EcA	IrTmp	C.S.T.	RP	RH	ξ
[°]											[%]
0	15	B	ac	X Y	[T +C] [T 1C]	S	N	B	NO	NO	5

LEGENDA:

- Ang** Direzione di una componente dell'azione sismica rispetto all'asse X (sistema di riferimento globale); la seconda componente dell'azione sismica e' assunta con direzione ruotata di 90 gradi rispetto alla prima.
- NV** Nel caso di analisi dinamica, indica il numero di modi di vibrazione considerati.
- CD** Classe di duttilità: [A] = Alta - [B] = Bassa - [ND] = Non Dissipativa - [-] = Nessuna.
- MP** Tipo di struttura sismo-resistente prevalente: [ca] = calcestruzzo armato - [caOld] = calcestruzzo armato esistente - [muOld] = muratura esistente - [muNew] = muratura nuova - [muArm] = muratura armata - [ac] = acciaio.
- Dir** Direzione del sisma.
- TS** Tipologia della struttura:
Cemento armato: [T 1C] = Telai ad una sola campata - [T+C] = Telai a più campate - [P] = Pareti accoppiate o miste equivalenti a pareti - [2P NC] = Due pareti per direzione non accoppiate - [P NC] = Pareti non accoppiate - [DT] = Deformabili torsionalmente - [PI] = Pendolo inverso - [PM] = Pendolo inverso intelaiate monopiano;
Muratura: [P] = un solo piano - [PP] = più di un piano;
Acciaio: [T 1C] = Telai ad una sola campata - [T+C] = Telai a più campate - [CT] = controventi concentrici diagonale tesa - [CV] = controventi concentrici a V - [M] = mensola o pendolo inverso - [TT] = telaio con tamponature.
- EcA** Eccentricità accidentale: [S] = considerata come condizione di carico statica aggiuntiva - [N] = Considerata come incremento delle sollecitazioni.
- IrTmp** Per piani con distribuzione dei tamponamenti in pianta fortemente irregolare, l'eccentricità accidentale è stata incrementata di un fattore pari a 2: [SI] = Distribuzione tamponamenti irregolare fortemente - [NO] = Distribuzione tamponamenti regolare.
- C.S.T.** Categoria di sottosuolo: [A] = Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi - [B] = Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti - [C] = Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti - [D] = Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti - [E] = Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D.
- RP** Regolarità in pianta: [SI] = Struttura regolare - [NO] = Struttura non regolare.
- RH** Regolarità in altezza: [SI] = Struttura regolare - [NO] = Struttura non regolare.
- ξ Coefficiente viscoso equivalente.
- NOTE** [-] = Parametro non significativo per il tipo di calcolo effettuato.

DATI GENERALI ANALISI SISMICA - FATTORI DI COMPORTAMENTO

Fattori di comportamento						
Dir	q	q ₀	k _R	α_u/α_1	K _w	
X	3,200	4,00	0,8	1,00	-	
Y	3,200	4,00	0,8	1,00	-	
Z	1,500	-	-	-	-	

LEGENDA:

- q** Fattore di riduzione dello spettro di risposta sismico allo SLU (Fattore di comportamento).
- q₀** Valore di base (comprensivo di K_w).
- k_R** Fattore riduttivo funzione della regolarità in altezza.
- α_u/α_1 Rapporto di sovraresistenza.
- K_w** Fattore di riduzione di q₀.

Stato Limite	T _r	a _g /g	Amplif. Stratigrafica		F ₀	T* _c	T _B	T _c	T _D
			S _s	C _c					
	[t]					[s]	[s]	[s]	[s]
SLO	30	0,0556	1,200	1,429	2,507	0,270	0,129	0,386	1,822
SLD	50	0,0684	1,200	1,419	2,499	0,280	0,132	0,397	1,874
SLV	475	0,1592	1,200	1,380	2,479	0,322	0,148	0,444	2,237
SLC	975	0,1988	1,200	1,366	2,491	0,338	0,154	0,462	2,395

LEGENDA:

- T_r** Periodo di ritorno dell'azione sismica. [t] = anni.
- a_g/g** Coefficiente di accelerazione al suolo.
- S_s** Coefficienti di Amplificazione Stratigrafica allo SLO/SLD/SLV/SLC.
- C_c** Coefficienti di Amplificazione di T_c allo SLO/SLD/SLV/SLC.
- F₀** 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.
- T_B** Periodo di inizio del tratto accelerazione costante dello spettro di progetto.
- T_c** Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro di progetto.
- T_D** Periodo di inizio del tratto a spostamento costante dello spettro di progetto.

Cl Ed	V _N [t]	V _R [t]	Lat. [°ssdc]	Long. [°ssdc]	Q _g [m]	CTop	S _T
2	50	50	41.9267	13.0950	408	T1	1,00

LEGENDA:**Cl Ed** Classe dell'edificio**Lat.** Latitudine geografica del sito.**Long.** Longitudine geografica del sito.**Q_g** Altitudine geografica del sito.**CTop** Categoria topografica (Vedi NOTE).**S_T** Coefficiente di amplificazione topografica.**NOTE** [-] = Parametro non significativo per il tipo di calcolo effettuato.

Categoria topografica.

T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$.T2: Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$.T3: Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$.T4: Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$.**5 - SCELTA TIPOLOGICA DELLE OPERE DI FONDAZIONE**

La tipologia delle opere di fondazione sono consone alle caratteristiche meccaniche del terreno definite in base ai risultati delle indagini geonostiche.

Nel caso in esame, la struttura di fondazione è costituita da:

- fondazioni dirette.

6 - VERIFICHE DI SICUREZZA

Nelle verifiche allo stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove:

E_d è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione;

R_d è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico.

Le verifiche strutturali e geotecniche delle fondazioni, sono state effettuate con l'**Approccio 2** come definito al §2.6.1 del D.M. 2018, attraverso la combinazione **A1+M1+R3**. Le azioni sono state amplificate tramite i coefficienti della colonna A1 (STR) definiti nella tabella 6.2.I del D.M. 2018.

Tabella 6.2.I - Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni [cfr. D.M. 2018]

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente parziale γ_F (o γ_E)	A1 (STR)	A2 (GEO)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	1,00	1,00
	Sfavorevole		1,30	1,00
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,80	0,80
	Sfavorevole		1,50	1,30
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_{Qi}	0,00	0,00
	Sfavorevole		1,50	1,30

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

I valori di resistenza del terreno sono stati ridotti tramite i coefficienti della colonna M1 definiti nella tabella 6.2.II del D.M. 2018.

Tabella 6.2.II - Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno [cfr. D.M. 2018]

PARAMETRO GEOTECNICO	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	M1	M2
Tangente dell'angolo di resistenza a taglio	$\tan\phi_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,00	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,00	1,40
Peso dell'unità di volume	γ_r	γ_r	1,00	1,00

I valori calcolati delle resistenze totali dell'elemento strutturale sono stati divisi per i coefficienti R3 della tabella 6.4.I del D.M. 2018 per le fondazioni superficiali.

Tabella 6.4.I - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali.

Verifica	Coefficiente Parziale (R3)
Carico limite	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$

Per le varie tipologie di fondazioni sono di seguito elencate le metodologie ed i modelli usati per il calcolo del carico limite ed i risultati di tale calcolo.

6.1 Carico limite fondazioni dirette

La formula del carico limite esprime l'equilibrio fra il carico applicato alla fondazione e la resistenza limite del terreno. Il carico limite è dato dalla seguente espressione:

$$q_{lim} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c \cdot \Psi_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot b_q \cdot \Psi_q + \frac{B'}{2} \cdot \gamma_f \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot g_\gamma \cdot b_\gamma \cdot \Psi_\gamma \cdot r_\gamma$$

in cui:

c = coesione del terreno al disotto del piano di posa della fondazione;

$q = \gamma \cdot D$ = pressione geostatica in corrispondenza del piano di posa della fondazione;

γ = peso unità di volume del terreno al di sopra del piano di posa della fondazione;

D = profondità del piano di posa della fondazione;

B' = larghezza ridotta della suola di fondazione (vedi **NB**);

L = lunghezza della fondazione;

γ_f = peso unità di volume del terreno al disotto del piano di posa della fondazione;

N_c, N_q, N_γ = fattori di capacità portante;

s, d, i, g, b, ψ, r = coefficienti correttivi.

NB: Se la risultante dei carichi verticali è eccentrica, B e L saranno ridotte rispettivamente di:

$$B' = B - 2 \cdot e_B$$

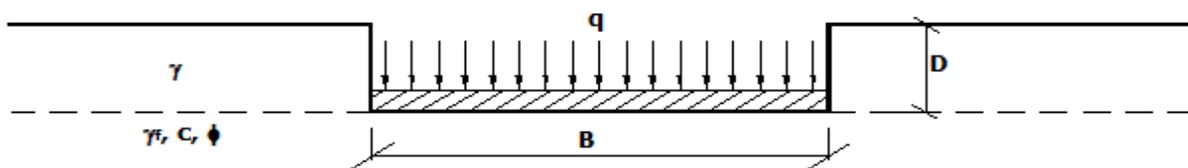
e_B = eccentricità parallela al lato di dimensione B ;

$$L' = L - 2 \cdot e_L$$

e_L = eccentricità parallela al lato di dimensione L ;

con $B' \square L'$.

dove:



Calcolo dei fattori N_c, N_q, N_γ

Terreni puramente coesivi ($c \neq 0, \phi = 0$)	Terreni dotati di attrito e coesione ($c \neq 0, \phi \neq 0$)
$N_c = 2 + \pi$	$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \phi$
$N_q = 1$	$N_q = K_p \cdot e^{\pi \cdot \tan \phi}$
$N_\gamma = 0$ se $\omega = 0$ $N_\gamma = -2 \cdot \sin \omega$ se $\omega \neq 0$	$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \phi$

dove:

$k_p = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)$ è il coefficiente di spinta passiva di Rankine;

ϕ = angolo di attrito del terreno al disotto del piano di posa della fondazione;

ω = angolo di inclinazione del piano campagna.

Calcolo dei fattori di forma s_c, s_q, s_γ

Terreni puramente coesivi ($c \neq 0, \phi = 0$)	Terreni dotati di attrito e coesione ($c \neq 0, \phi \neq 0$)
$s_c = 1 + \frac{B'}{(2 + \pi) \cdot L'}$	$s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B'}{L'}$
$s_q = 1$	$s_q = 1 + \frac{B'}{L'} \cdot \tan \phi$
$s_\gamma = 1 - 0.40 \cdot \frac{B'}{L'}$	$s_\gamma = 1 - 0.40 \cdot \frac{B'}{L'}$

con $B'/L' < 1$.

Calcolo dei fattori di profondità del piano di posa d_c, d_q, d_γ

Si definisce il seguente parametro:

$$K = \frac{D}{B'} \quad \text{se} \quad \frac{D}{B'} \leq 1;$$

$$K = \arctg\left(\frac{D}{B'}\right) \quad \text{se} \quad \frac{D}{B'} > 1.$$

Terreni puramente coesivi ($c \neq 0, \phi = 0$)	Terreni dotati di attrito e coesione ($c \neq 0, \phi \neq 0$)
$d_c = 1 + 0,4 \cdot K$	$d_c = d_q - \frac{1 - d_q}{N_c \cdot \tan \phi}$
$d_q = 1$	$d_q = 1 + 2 \cdot \tan \phi \cdot (1 - \sin \phi)^2 \cdot K$
$d_\gamma = 1$	$d_\gamma = 1$

Calcolo dei fattori di inclinazione del carico i_c, i_q, i_γ

Si definisce il seguente parametro:

$$m = m_B = \frac{2 + B/L}{1 + B/L} \quad \text{se la forza H è parallela alla direzione trasversale della fondazione}$$

$$m = m_L = \frac{2 + L/B}{1 + L/B} \quad \text{se la forza H è parallela alla direzione longitudinale della fondazione}$$

$$m = m^\theta = m^L \cdot \cos^2 \theta + m^B \cdot \sin^2 \theta \quad \text{se la forza H forma un angolo } \theta \text{ con la direzione longitudinale della fondazione}$$

Terreni coesivi ($c \neq 0, \phi = 0$)	Terreni incoerenti ($c = 0, \phi = 0$)	Terreni dotati di attrito e coesione ($c \neq 0, \phi \neq 0$)
$i_c = 1 - \frac{m \cdot H}{c \cdot N_c \cdot B \cdot L}$	$i_c = 0$	$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_c \cdot \tan \phi}$
$i_q = 1$	$i_q = \left(1 - \frac{H}{V}\right)^m$	$i_q = \left(1 - \frac{H}{V + B \cdot L \cdot c \cdot \cot \phi}\right)^m$
$i_\gamma = 0$	$i_\gamma = \left(1 - \frac{H}{V}\right)^{m+1}$	$i_\gamma = \left(1 - \frac{H}{V + B \cdot L \cdot c \cdot \cot \phi}\right)^{m+1}$

dove:

H = componente orizzontale dei carichi agente sul piano di posa della fondazione;

V = componente verticale dei carichi agente sul piano di posa della fondazione.

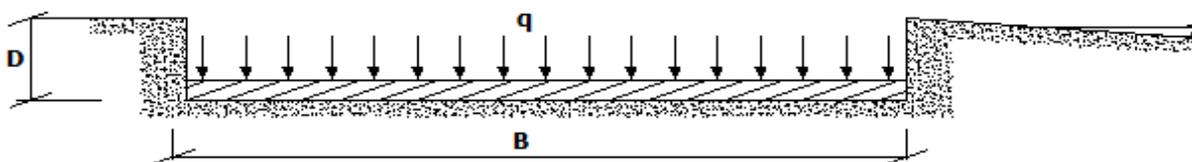
Calcolo dei fattori di inclinazione del piano di campagna b_c, b_q, b_γ

Indicando con ω la pendenza del piano campagna, si ha:

Terreni puramente coesivi ($c \neq 0, \phi = 0$)	Terreni dotati di attrito e coesione ($c \neq 0, \phi \neq 0$)
$b_c = 1 - \frac{2 \cdot \omega}{(2 + \pi)}$	$b_c = b_q - \frac{1 - b_q}{N_c \cdot \tan \phi}$
$b_q = (1 - \tan \omega)^2 \cdot \cos \omega$	$b_q = (1 - \tan \omega)^2 \cdot \cos \omega$
$b_\gamma = b_q / \cos \omega$	$b_\gamma = b_q / \cos \omega$

Per poter applicare tali coefficienti correttivi deve essere verificata la seguente condizione:

$$\omega < \phi; \quad \omega < 45^\circ.$$

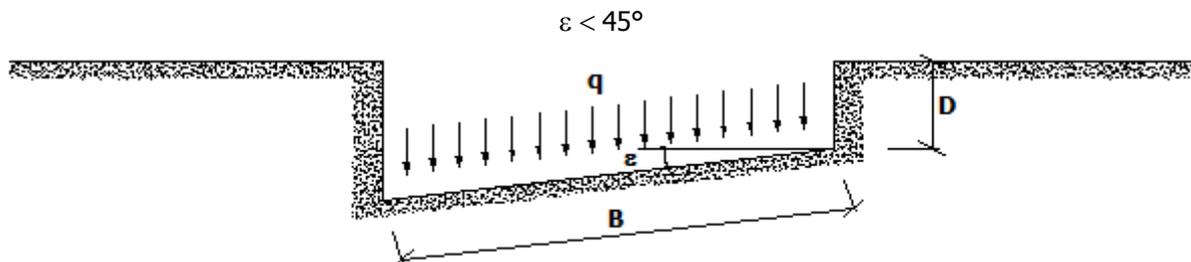


Calcolo dei fattori di inclinazione del piano di posa g_c, g_q, g_γ

Indicando con ε la pendenza del piano di posa della fondazione, si ha:

Terreni puramente coesivi ($c \neq 0, \phi = 0$)	Terreni dotati di attrito e coesione ($c \neq 0, \phi \neq 0$)
$g_c = 1 - \frac{2 \cdot \varepsilon}{(2 + \pi)}$	$g_c = g_q - \frac{1 - g_q}{N_c \cdot \tan \phi}$
$g_q = 1$	$g_q = (1 - \varepsilon \cdot \tan \phi)^2$
$g_\gamma = 1$	$g_\gamma = g_q$

Per poter applicare tali coefficienti correttivi deve essere verificata la seguente condizione:



Calcolo dei fattori di riduzione per rottura a punzonamento $\psi_c, \psi_q, \psi_\gamma$

Si definisce l'indice di rigidità del terreno come:

$$I_r = \frac{G}{c + \sigma \cdot \tan \phi}$$

dove:

$$G = \frac{E}{2 \cdot (1 + \nu)}$$

= modulo d'elasticità tangenziale del terreno;

E= modulo elastico del terreno (nei calcoli è utilizzato il modulo edometrico);

ν = modulo di Poisson. Sia in condizioni non drenate che drenate è assunto pari a 0,5 (a vantaggio di sicurezza);

σ = tensione litostatica alla profondità $D+B/2$.

La rottura a punzonamento si verifica quando i coefficienti di punzonamento $\psi_c, \psi_q, \psi_\gamma$ sono inferiori all'unità; ciò accade quando l'indice di rigidità I_r si mantiene inferiore al valore critico:

$$I_r < I_{r,crit} = \frac{1}{2} \cdot e^{\left[\left(3,3 - 0,45 \cdot \frac{B}{L} \right) \cdot \cot \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) \right]}$$

Terreni puramente coesivi ($c \neq 0, \phi = 0$)	Terreni dotati di attrito e coesione ($c \neq 0, \phi \neq 0$)
$\psi_c = 0,32 + 0,12 \cdot \frac{B'}{L'} + 0,6 \cdot \text{Log}(I_r)$	$\psi_c = \psi_q - \frac{1 - \psi_q}{N_c \cdot \tan \phi}$
$\psi_q = 1$	$\psi_q = e^{\left\{ \left(0,6 \cdot \frac{B'}{L'} - 4,4 \right) \tan \phi + \frac{3,07 \cdot \sin \phi \cdot \text{Log}(2 \cdot I_r)}{1 + \sin \phi} \right\}}$
$\psi_\gamma = 1$	$\psi_\gamma = \psi_q$

Correzione per fondazione tipo piastra

Bowles, al fine di limitare il contributo del termine " $B \cdot N_\gamma$ ", che per valori elevati di B porterebbe ad ottenere valori del carico limite prossimi a quelli di una fondazione profonda, propone il seguente fattore di riduzione r_γ :

$$r_\gamma = 1 - 0,25 \cdot \text{Log}(B/2) \quad \text{con } B \leq 2 \text{ m}$$

Nella tabella sottostante sono riportati una serie di valori del coefficiente r_γ al variare della larghezza dell'elemento di fondazione.

B [m]	2	2,5	3	3,5	4	5	10	20	100
r_γ	1,00	0,97	0,95	0,93	0,92	0,90	0,82	0,75	0,57

Questo coefficiente assume particolare importanza per fondazioni larghe con rapporto D/B basso, caso nel quale il termine " $B \cdot N_\gamma$ " è predominante.

Calcolo del carico limite in condizioni non drenate

L'espressione generale del carico limite, valutato in termini di *tensioni totale*, diventa:

$$q_{lim} = c_u \cdot (2 + \pi) \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c + q + \frac{B'}{2} \cdot \gamma_{sat} \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot r_\gamma$$

dove:

c_u = coesione non drenata;

γ_{sat} = peso unità di volume del terreno in condizioni di saturazione.

N.B: Nel calcolo in condizioni non drenate (situazione molto rara per un terreno incoerente) si assume, sempre e comunque, che l'angolo di attrito ϕ sia nullo ($\phi = 0$).

6.2 Fattori correttivi al carico limite in presenza di sisma

L'azione del sisma si traduce in accelerazioni nel sottosuolo (**effetto cinematico**) e nella fondazione, per l'azione delle forze d'inerzia generate nella struttura in elevazione (**effetto inerziale**).

Nell'analisi pseudo-statica, modellando l'azione sismica attraverso la sola componente orizzontale, tali effetti possono essere portati in conto mediante l'introduzione di coefficienti sismici rispettivamente denominati K_{hi} e K_{hk} , il primo definito dal rapporto tra le componenti orizzontale e verticale dei carichi trasmessi in fondazione ed il secondo funzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

La formula generale del carico limite si modifica nel seguente modo:

$$q_{lim} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c \cdot \Psi_c \cdot Z_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot b_q \cdot \Psi_q \cdot Z_q + \frac{B'}{2} \cdot \gamma_f \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot g_\gamma \cdot b_\gamma \cdot \Psi_\gamma \cdot r_\gamma \cdot Z_\gamma \cdot c_\gamma$$

in cui, oltre ai termini già precedentemente indicati, si sono introdotti i seguenti termini:

Z_c, Z_q, Z_γ = coefficienti correttivi dovuti all'effetto inerziale;

c_γ = coefficiente correttivo dovuto all'effetto cinematico.

Calcolo del fattore correttivo dovuto all'effetto cinematico c_γ

L'effetto cinematico modifica il solo coefficiente N_γ in funzione del coefficiente sismico K_{hk} che è pari a:

$$K_{hk} = \beta_s \cdot S_s \cdot S_T \cdot a_g / g;$$

dove:

β_s = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

g = accelerazione di gravità;

S_s = coefficiente di amplificazione stratigrafica;

S_T = coefficiente di amplificazione topografica;

a_g = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

I valori di β_s sono riportati nella seguente tabella:

	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	
	A	B,C,D,E
	β_s	β_s
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,30	0,28
$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0,27	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,20

Il fattore correttivo dovuto all'effetto cinematico c_γ è stato, pertanto, determinato con la seguente relazione:

Terreni puramente coesivi ($c \neq 0, \phi = 0$)	Terreni dotati di attrito e coesione ($c \neq 0, \phi \neq 0$)
$c_\gamma = 1$	$c_\gamma = \left(1 - \frac{K_{hk}}{\tan \phi}\right)^{0,45}$ se $\frac{K_{hk}}{\tan \phi} < 1$, altrimenti $c_\gamma = 0$

Calcolo dei fattori correttivi dovuti all'effetto inerziale Z_c, Z_q, Z_γ

L'effetto inerziale produce variazioni di tutti i coefficienti di capacità portante del carico limite in funzione del coefficiente sismico K_{hi} .

Tali effetti correttivi vengono valutati con la teoria di **Paolucci - Pecker** attraverso le seguenti relazioni:

Terreni puramente coesivi ($c=0, \phi=0$)	Terreni dotati di attrito e coesione ($c \neq 0, \phi \neq 0$)	
$Z_c = Z_q = Z_\gamma = 1$	$Z_c = 1 - 0,32 \cdot K_{hi}$ se $z_c > 0$	altrimenti $z_c = 0$
	$z_\gamma = z_q = \left(1 - \frac{K_{hi}}{\tan \phi}\right)^{0.35}$ se $\frac{K_{hi}}{\tan \phi} < 1$	altrimenti $z_\gamma = z_q = 0$

dove:

K_{hi} è ricavato dallo spettro di progetto allo SLV attraverso la relazione:

$$K_{hi} = S_S \cdot S_T \cdot a_g / g;$$

i cui termini sono stati precedentemente precisati.

Si fa notare che il coefficiente sismico K_{hi} coincide con l'ordinata dello spettro di progetto allo SLU per $T = 0$ ed è indipendente dalle combinazioni di carico.

Verifiche nei confronti degli stati limite ultimi (SLU)

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa relativa alla verifica dello stato limite di collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno.

Si precisa che il valore relativo alla colonna $Q_{d,Rd}$, di cui nella tabella seguente, è da intendersi come il valore di progetto della resistenza R_d , ossia il rapporto fra il carico limite q_{lim} (calcolato come sopra esposto) ed il valore del coefficiente parziale di sicurezza γ_R relativo alla capacità portante del complesso terreno-fondazione, in relazione all'approccio utilizzato. Nel caso in esame il coefficiente parziale di sicurezza γ_R è stato assunto pari a 2,3 (tabella 6.4.I del D.M. 2018).

Si precisa che, nella sottostante tabella:

- la coppia Q_{Ed} e $Q_{d,Rd}$ è relativa alla combinazione di carico, fra tutte quelle esaminate, che da luogo al minimo coefficiente di sicurezza (CS);
- nelle colonne "**per N_q , per N_c e per N_γ** ", relative ai "**Coef. Cor. Terzaghi**", viene riportato il prodotto tra i vari coefficienti correttivi presenti nell'espressione generale del carico limite. Ad esempio si è posto:

$$\text{Coef. Cor. Terzaghi per } N_q = s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot b_q \cdot \psi_q \cdot Z_q$$

$$\text{Coef. Cor. Terzaghi per } N_c = s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c \cdot \psi_c \cdot Z_c$$

$$\text{Coef. Cor. Terzaghi per } N_\gamma = s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot g_\gamma \cdot b_\gamma \cdot \psi_\gamma \cdot r_\gamma \cdot Z_\gamma \cdot C_\gamma$$

VERIFICHE CARICO LIMITE FONDAZIONI DIRETTE ALLO SLU (Fondazione)

Verifiche Carico Limite fondazioni dirette allo SLU

Id _{Fnd}	CS	L _x	L _y	R _{tz}	Z _{p,cmp}	Z _{Fid}	Cmp T	C. Terzaghi						Q _{Ed}	Q _{Rd}	R _f
								per N _q	per N _c	per N _γ	N _q	N _c	N _γ			
Trave 19-20	9,17	2,57	0,80	0,00	0,45	-	NON Coesivo	1,38	0,00	0,85	11,85	22,25	12,54	0,010	0,091	NO
Trave 17-18	9,04	2,57	0,80	0,00	0,45	-	NON Coesivo	1,38	0,00	0,85	11,85	22,25	12,54	0,010	0,091	NO
Trave 18-19	9,31	2,57	0,80	0,00	0,45	-	NON Coesivo	1,35	0,00	0,87	11,85	22,25	12,54	0,010	0,091	NO
Trave 5-6	6,73	2,57	0,80	0,00	0,45	-	NON Coesivo	1,36	0,00	0,82	11,85	22,25	12,54	0,013	0,089	NO
Trave 6-7	6,98	2,57	0,80	0,00	0,45	-	NON Coesivo	1,33	0,00	0,85	11,85	22,25	12,54	0,013	0,089	NO
Trave 6-18	8,20	3,68	0,80	0,00	0,45	-	NON Coesivo	1,31	0,00	0,90	11,85	22,25	12,54	0,011	0,090	NO
Trave 7-19	8,20	3,68	0,80	0,00	0,45	-	NON Coesivo	1,31	0,00	0,90	11,85	22,25	12,54	0,011	0,090	NO
Trave 7-8	6,63	2,57	0,80	0,00	0,45	-	NON Coesivo	1,37	0,00	0,82	11,85	22,25	12,54	0,014	0,090	NO
Trave 8-20	11,04	3,68	0,80	0,00	0,45	-	NON Coesivo	1,30	0,00	0,90	11,85	22,25	12,54	0,008	0,090	NO
Trave 5-17	10,96	3,68	0,80	0,00	0,45	-	NON Coesivo	1,31	0,00	0,91	11,85	22,25	12,54	0,008	0,090	NO

LEGENDA:

Id_{Fnd}	Descrizione dell'oggetto di fondazione al quale è riferita la verifica.
CS	Coefficiente di sicurezza ([NS] = Non Significativo se CS = 100; [VNR]= Verifica Non Richiesta; Informazioni aggiuntive sulla condizione: [V] = statica; [E] = eccezionale; [S] = sismica; [N] = sismica non lineare).
L_{x/y}	Dimensioni dell'elemento di fondazione.
R_{tz}	Angolo compreso tra l'asse X e il lato più lungo del minimo rettangolo che delimita il poligono della platea.
Z_{p,cmp}	Profondità di posa dell'elemento di fondazione dal piano campagna.
Z_{Fid}	Profondità della falda dal piano campagna.
Cmp T	Classificazione del comportamento del terreno ai fini del calcolo.
C.	Coefficienti correttivi per la formula di Terzaghi.
Terzaghi	
Q_{Ed}	Carico di progetto sul terreno.
Q_{Rd}	Resistenza di progetto del terreno.
R_f	[SI] = elemento con presenza di rinforzo; [NO] = elemento senza rinforzo.

VERIFICHE CARICO LIMITE FONDAZIONI DIRETTE ALLO SLD (Fondazione)

Verifiche Carico Limite fondazioni dirette allo SLD

Id _{Fnd}	CS	L _x	L _y	R _{tz}	Z _{p,cmp}	Z _{Fid}	Cmp T	C. Terzaghi						Q _{Ed}	Q _{Rd}	R _f
								per N _q	per N _c	per N _γ	N _q	N _c	N _γ			
Trave 19-20	20,24	2,57	0,80	0,00	0,45	-	NON Coesivo	1,27	0,00	0,81	11,85	22,25	12,54	0,005	0,108	NO
Trave 17-18	20,24	2,57	0,80	0,00	0,45	-	NON Coesivo	1,27	0,00	0,81	11,85	22,25	12,54	0,005	0,108	NO
Trave 18-19	19,50	2,57	0,80	0,00	0,45	-	NON Coesivo	1,27	0,00	0,81	11,85	22,25	12,54	0,006	0,108	NO
Trave 5-6	16,93	2,57	0,80	0,00	0,45	-	NON Coesivo	1,27	0,00	0,79	11,85	22,25	12,54	0,006	0,107	NO
Trave 6-7	16,97	2,57	0,80	0,00	0,45	-	NON Coesivo	1,25	0,00	0,80	11,85	22,25	12,54	0,006	0,107	NO
Trave 6-18	18,40	3,68	0,80	0,00	0,45	-	NON Coesivo	1,22	0,00	0,84	11,85	22,25	12,54	0,006	0,107	NO
Trave 7-19	18,40	3,68	0,80	0,00	0,45	-	NON Coesivo	1,22	0,00	0,84	11,85	22,25	12,54	0,006	0,107	NO
Trave 7-8	16,92	2,57	0,80	0,00	0,45	-	NON Coesivo	1,27	0,00	0,79	11,85	22,25	12,54	0,006	0,107	NO
Trave 8-20	20,79	3,68	0,80	0,00	0,45	-	NON Coesivo	1,21	0,00	0,84	11,85	22,25	12,54	0,005	0,107	NO
Trave 5-17	20,78	3,68	0,80	0,00	0,45	-	NON Coesivo	1,21	0,00	0,84	11,85	22,25	12,54	0,005	0,107	NO

LEGENDA:

Id_{Fnd}	Descrizione dell'oggetto di fondazione al quale è riferita la verifica.
CS	Coefficiente di sicurezza ([NS] = Non Significativo se CS = 100; [VNR]= Verifica Non Richiesta; Informazioni aggiuntive sulla condizione: [V] = statica; [E] = eccezionale; [S] = sismica; [N] = sismica non lineare).
L_{x/y}	Dimensioni dell'elemento di fondazione.
R_{tz}	Angolo compreso tra l'asse X e il lato più lungo del minimo rettangolo che delimita il poligono della platea.
Z_{p,cmp}	Profondità di posa dell'elemento di fondazione dal piano campagna.
Z_{Fid}	Profondità della falda dal piano campagna.
Cmp T	Classificazione del comportamento del terreno ai fini del calcolo.
C.	Coefficienti correttivi per la formula di Terzaghi.
Terzaghi	
Q_{Ed}	Carico di progetto sul terreno.
Q_{Rd}	Resistenza di progetto del terreno.
R_f	[SI] = elemento con presenza di rinforzo; [NO] = elemento senza rinforzo.

Subiaco, 24/10/2019

Il progettista strutturale

Arch. Roberto Simonelli

Per presa visione, il direttore dei lavori

Arch. Roberto Simonelli

Per presa visione, il collaudatore

Da nominare

Comune di Subiaco
Provincia di Città Metropolitana di Roma Capitale

Geotecnica sulle Fondazioni
Muri Contro-Terra

OGGETTO: Muri contro terra dell'isola Ecologica del Comune di Subiaco
...

COMMITTENTE: Comune di Subiaco
Subiaco, 20/10/2019

Il Progettista

(Arch. Roberto Simonelli)

Il Direttore dei Lavori

Il Collaudatore

(Arch. Roberto Simonelli)

(Da Nominare)

Arch. Roberto Simonelli
Via Abruzzo 32 - Guidonia Montecelio
339-4638008 - arch.rsimonelli@gmail.com

...

Muro C.A. $h=150$ cm

Dati generali

Lat./Long. [WGS84]	41,939562/13,067433
Normativa GEO	NTC 2018
Normativa STR	NTC 2018
Spinta	Mononobe & Okabe [M.O. 1929]

Dati generali muro

Altezza muro	150,0 cm
Spessore testa muro	20,0 cm
Risega muro lato valle	0,0 cm
Risega muro lato monte	0,0 cm
Sporgenza mensola a valle	20,0 cm
Sporgenza mensola a monte	150,0 cm
Svaso mensola a valle	0,0 cm
Altezza estremità mensola a valle	30,0 cm
Altezza estremità mensola a monte	30,0 cm

Stratigrafia

Ns	Spessore strato (cm)	Inclinazione dello strato. (°)	Peso unità di volume (KN/m ³)	Angolo di resistenza a taglio (°)	Coesione (kPa)	Angolo di attrito terra muro (°)	Presenza di falda (Si/No)	Litologia	Descrizione
1	330	0	16,00	23	0,00	10	No		
2	200	0	19,00	26	60,00	0	No		

FATTORI DI COMBINAZIONE

A1+M1+R3

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,00
2	Spinta terreno	1,30
3	Peso terreno mensola	1,30
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	1,00
7	Sovraccarico	0,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1,4
2	Scorrimento	1,1
3	Partecipazione spinta passiva	1,4
	Ribaltamento	1,15

A Unitari+M1+RSLV

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,00
2	Spinta terreno	1,00
3	Peso terreno mensola	1,00
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	1,00
7	Sovraccarico	0,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coazione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1,2
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1,2
	Ribaltamento	1

A Unitari+M1+RSLV+Beta (+50%)

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,00
2	Spinta terreno	1,00
3	Peso terreno mensola	1,00
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	1,00
7	Sovraccarico	0,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coazione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1
Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1,2
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1,2
	Ribaltamento	1

A1+M1+R3 [GEO+STR]

Coefficiente sismico orizzontale K_h	,0725
Coefficiente sismico verticale K_v	,0363

Carico limite verticale HANSEN

Somma forze in direzione x (F_x)	13,88 kN
Somma forze in direzione y (F_y)	68,27 kN
Somma momenti	-63,07 kNm
Larghezza fondazione	190,0 cm
Lunghezza	4000,0 cm
Eccentricità su B	2,62 cm
Peso unità di volume	16,0 kN/m ³
Angolo di resistenza al taglio	23,0 °
Coesione	0,0 kPa
Terreno sulla fondazione	30,0 cm
Peso terreno sul piano di posa	16,0 kN/m ³
N_q	8,66
N_c	18,05
N_g	4,88
Fattori di forma	
s_q	1,02
s_c	1,02
s_g	0,98
Inclinazione carichi	
i_q	0,59
i_c	0,53
i_g	0,46
Fattori di profondità	
d_q	1,05
d_c	1,06
d_g	1,0
Carico limite verticale (Q_{lim})	108,8 kN
Fattore sicurezza ($C_{sq}=Q_{lim}/F_y$)	1,14

Carico limite verificato $C_{sq}>1$

Tensioni sul terreno

Ascissa centro sollecitazione	92,38 cm
Larghezza della fondazione	190,0 cm
x = 0,0 cm	38,91 kPa
x = 190,0 cm	32,96 kPa

A_Unitari+M1+RSLV [GEO+STR]

Coefficiente sismico orizzontale Kh	,0725
Coefficiente sismico verticale Kv	,0363

Carico limite verticale HANSEN

Somma forze in direzione x (Fx)	11,57 kN
Somma forze in direzione y (Fy)	57,6 kN
Somma momenti	-51,34 kNm
Larghezza fondazione	190,0 cm
Lunghezza	4000,0 cm
Eccentricità su B	5,87 cm
Peso unità di volume	16,0 kN/m ³
Angolo di resistenza al taglio	23,0 °
Coesione	0,0 kPa
Terreno sulla fondazione	30,0 cm
Peso terreno sul piano di posa	16,0 kN/m ³
Nq	8,66
Nc	18,05
Ng	4,88
Fattori di forma	
sq	1,02
sc	1,02
sg	0,98
Inclinazione carichi	
iq	0,59
ic	0,54
ig	0,47
Fattori di profondità	
dq	1,05
dc	1,07
dg	1,0
Carico limite verticale (Qlim)	103,86 kN
Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy)	1,5

Carico limite verificato Csq>1

Tensioni sul terreno

Ascissa centro sollecitazione	89,13 cm
Larghezza della fondazione	190,0 cm
x = 0,0 cm	35,93 kPa
x = 190,0 cm	24,70 kPa

A_Unitari+M1+RSLV+Beta (+50%) [GEO]

Coefficiente sismico orizzontale Kh	,0725
Coefficiente sismico verticale Kv	,0363

Muro C.A. $h=200$ cm

Dati generali

Lat./Long. [WGS84]	41,939562/13,067433
Normativa GEO	NTC 2018
Normativa STR	NTC 2018
Spinta	Mononobe & Okabe [M.O. 1929]

Dati generali muro

Altezza muro	200,0 cm
Spessore testa muro	30,0 cm
Risega muro lato valle	0,0 cm
Risega muro lato monte	0,0 cm
Sporgenza mensola a valle	1,0 cm
Sporgenza mensola a monte	150,0 cm
Svaso mensola a valle	0,0 cm
Altezza estremità mensola a valle	40,0 cm
Altezza estremità mensola a monte	40,0 cm

Stratigrafia

Ns	Spessore strato (cm)	Inclinazione dello strato. (°)	Peso unità di volume (KN/m ³)	Angolo di resistenza a taglio (°)	Coesione (kPa)	Angolo di attrito terra muro (°)	Presenza di falda (Si/No)	Litologia	Descrizione
1	290	0	16,00	23	38,00	0	No		
2	300	0	19,00	26	60,00	0	No		

FATTORI DI COMBINAZIONE

A1+M1+R3

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,00
2	Spinta terreno	1,30
3	Peso terreno mensola	1,30
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	1,00
7	Sovraccarico	0,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1,4
2	Scorrimento	1,1
3	Partecipazione spinta passiva	1,4
	Ribaltamento	1,15

A Unitari+M1+RSLV

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,00
2	Spinta terreno	1,00
3	Peso terreno mensola	1,00
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	1,00
7	Sovraccarico	0,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coazione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1,2
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1,2
	Ribaltamento	1

A Unitari+M1+RSLV+Beta (+50%)

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,00
2	Spinta terreno	1,00
3	Peso terreno mensola	1,00
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	1,00
7	Sovraccarico	0,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coazione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1,2
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1,2
	Ribaltamento	1

A1+M1+R3 [GEO+STR]

Coefficiente sismico orizzontale K_h	,0725
Coefficiente sismico verticale K_v	,0363

Carico limite verticale HANSEN

Somma forze in direzione x (F_x)	-40,31 kN
Somma forze in direzione y (F_y)	93,43 kN
Somma momenti	-83,82 kNm
Larghezza fondazione	181,0 cm
Lunghezza	4000,0 cm
Eccentricità su B	0,78 cm
Peso unità di volume	16,0 kN/m ³
Angolo di resistenza al taglio	23,0 °
Coesione	38,0 kPa
Terreno sulla fondazione	40,0 cm
Peso terreno sul piano di posa	16,0 kN/m ³
N_q	8,66
N_c	18,05
N_g	4,88
Fattori di forma	
s_q	1,02
s_c	1,02
s_g	0,98
Inclinazione carichi	
i_q	0,66
i_c	0,62
i_g	0,56
Fattori di profondità	
d_q	1,07
d_c	1,09
d_g	1,0
Carico limite verticale (Q_{lim})	985,39 kN
Fattore sicurezza ($C_{sq}=Q_{lim}/F_y$)	7,53

Carico limite verificato $C_{sq}>1$

Tensioni sul terreno

Ascissa centro sollecitazione	89,72 cm
Larghezza della fondazione	181,0 cm
x = 0,0 cm	52,95 kPa
x = 181,0 cm	50,28 kPa

A_Unitari+M1+RSLV [GEO+STR]

Coefficiente sismico orizzontale Kh	,0725
Coefficiente sismico verticale Kv	,0363

Carico limite verticale HANSEN

Somma forze in direzione x (Fx)	-40,31 kN
Somma forze in direzione y (Fy)	80,11 kN
Somma momenti	-69,7 kNm
Larghezza fondazione	181,0 cm
Lunghezza	4000,0 cm
Eccentricità su B	3,49 cm
Peso unità di volume	16,0 KN/m ³
Angolo di resistenza al taglio	23,0 °
Coesione	38,0 kPa
Terreno sulla fondazione	40,0 cm
Peso terreno sul piano di posa	16,0 KN/m ³
Nq	8,66
Nc	18,05
Ng	4,88
Fattori di forma	
sq	1,02
sc	1,02
sg	0,98
Inclinazione carichi	
iq	0,64
ic	0,59
ig	0,53
Fattori di profondità	
dq	1,07
dc	1,09
dg	1,0
Carico limite verticale (Qlim)	917,46 kN
Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy)	9,54

Carico limite verificato Csq>1

Tensioni sul terreno

Ascissa centro sollecitazione	87,01 cm
Larghezza della fondazione	181,0 cm
x = 0,0 cm	49,38 kPa
x = 181,0 cm	39,14 kPa

A_Unitari+M1+RSLV+Beta (+50%) [GEO]

Coefficiente sismico orizzontale Kh	,0725
Coefficiente sismico verticale Kv	,0363

Muro C.A. $h=250$ cm

Dati generali

Descrizione	Muro Controterra Isola Ecologica
Comune di	Subiaco
Tecnico	Arch. Roberto Simonelli
Data	28/10/19
Condizioni ambientali	Ordinarie
Zona	Contrada Minnone
Lat./Long. [WGS84]	41,939583/13,067458
Normativa GEO	NTC 2018
Normativa STR	NTC 2018
Spinta	Mononobe & Okabe [M.O. 1929]

Dati generali muro

Altezza muro	250,0 cm
Spessore testa muro	30,0 cm
Risega muro lato valle	0,0 cm
Risega muro lato monte	0,0 cm
Sporgenza mensola a valle	120,0 cm
Sporgenza mensola a monte	1,0 cm
Svaso mensola a valle	0,0 cm
Altezza estremità mensola a valle	40,0 cm
Altezza estremità mensola a monte	40,0 cm

Stratigrafia

Ns	Spessore strato (cm)	Inclinazione dello strato. (°)	Peso unità di volume (KN/m ³)	Angolo di resistenza a taglio (°)	Coesione (kPa)	Angolo di attrito terra muro (°)	Presenza di falda (Si/No)	Litologia	Descrizione
1	240	0	16,00	23	0,00	10	No		
2	400	0	19,00	26	60,00	0	No		

FATTORI DI COMBINAZIONE

A1+M1+R3

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,00
2	Spinta terreno	1,30
3	Peso terreno mensola	1,30
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	1,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1,4
2	Scorrimento	1,1
3	Partecipazione spinta passiva	1,4
	Ribaltamento	1,15

A Unitari+M1+RSLV

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,00
2	Spinta terreno	1,00
3	Peso terreno mensola	1,00
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	1,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1,2
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1,2
	Ribaltamento	1

A Unitari+M1+RSLV+Beta (+50%)

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,00
2	Spinta terreno	1,00
3	Peso terreno mensola	1,00
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	1,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1,2
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1,2
	Ribaltamento	1

A1+M1+R3 [GEO+STR]

Coefficiente sismico orizzontale Kh ,0725

Coefficiente sismico verticale Kv ,0363

Carico limite verticale HANSEN

Somma forze in direzione x (Fx)	-30,55 kN
Somma forze in direzione y (Fy)	58,49 kN
Somma momenti	-25,15 kNm
Larghezza fondazione	151,0 cm
Lunghezza	300,0 cm
Eccentricità su B	32,5 cm
Peso unità di volume	19,0 KN/m ³
Angolo di resistenza al taglio	26,0 °
Coesione	60,0 kPa
Terreno sulla fondazione	40,0 cm
Peso terreno sul piano di posa	19,0 KN/m ³
Nq	11,85
Nc	22,25
Ng	7,94
Fattori di forma	
sq	1,13
sc	1,15
sg	0,89
Inclinazione carichi	
iq	0,61
ic	0,58
ig	0,5
Fattori di profondità	
dq	1,14
dc	1,19
dg	1,0
Carico limite verticale (Qlim)	993,89 kN
Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy)	12,14

Carico limite verificato Csq>1

Tensioni sul terreno

Ascissa centro sollecitazione	43,0 cm
Larghezza della fondazione	151,0 cm
x = 0,0 cm	90,68 kPa
x = 129,01 cm	0,00 kPa

A_Unitari+M1+RSLV [GEO+STR]

Coefficiente sismico orizzontale Kh	,0725
Coefficiente sismico verticale Kv	,0363

Carico limite verticale HANSEN

Somma forze in direzione x (Fx)	-40,17 kN
Somma forze in direzione y (Fy)	54,3 kN
Somma momenti	-30,68 kNm
Larghezza fondazione	151,0 cm
Lunghezza	300,0 cm
Eccentricità su B	19,0 cm
Peso unità di volume	19,0 KN/m ³
Angolo di resistenza al taglio	26,0 °
Coesione	60,0 kPa
Terreno sulla fondazione	40,0 cm
Peso terreno sul piano di posa	19,0 KN/m ³
Nq	11,85
Nc	22,25
Ng	7,94
Fattori di forma	
sq	1,17
sc	1,2
sg	0,85
Inclinazione carichi	
iq	0,58
ic	0,54
ig	0,46
Fattori di profondità	
dq	1,11
dc	1,14
dg	1,0
Carico limite verticale (Qlim)	1227,74 kN
Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy)	18,84

Carico limite verificato Csq>1

Tensioni sul terreno

Ascissa centro sollecitazione	56,5 cm
Larghezza della fondazione	151,0 cm
x = 0,0 cm	63,11 kPa
x = 151,0 cm	8,81 kPa

A_Unitari+M1+RSLV+Beta (+50%) [GEO]

Coefficiente sismico orizzontale Kh	,0725
Coefficiente sismico verticale Kv	,0363

Muro C.A. $h=250A$ cm

Dati generali

Descrizione	Muro Controterra Isola Ecologica
Comune di	Subiaco
Tecnico	Arch. Roberto Simonelli
Data	28/10/19
Condizioni ambientali	Ordinarie
Zona	Contrada Minnone
Lat./Long. [WGS84]	41,939583/13,067458
Normativa GEO	NTC 2018
Normativa STR	NTC 2018
Spinta	Mononobe & Okabe [M.O. 1929]

Dati generali muro

Altezza muro	250,0 cm
Spessore testa muro	30,0 cm
Risega muro lato valle	0,0 cm
Risega muro lato monte	0,0 cm
Sporgenza mensola a valle	120,0 cm
Sporgenza mensola a monte	1,0 cm
Svaso mensola a valle	0,0 cm
Altezza estremità mensola a valle	40,0 cm
Altezza estremità mensola a monte	40,0 cm

Stratigrafia

Ns	Spessore strato (cm)	Inclinazione dello strato. (°)	Peso unità di volume (KN/m³)	Angolo di resistenza a taglio (°)	Coesione (kPa)	Angolo di attrito terra muro (°)	Presenza di falda (Si/No)	Litologia	Descrizione
1	240	0	16,00	23	0,00	10	No		
2	400	0	19,00	26	60,00	0	No		

FATTORI DI COMBINAZIONE

A1+M1+R3

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,00
2	Spinta terreno	1,30
3	Peso terreno mensola	1,30
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	1,00
7	Sovraccarico	0,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coazione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1,4
2	Scorrimento	1,1
3	Partecipazione spinta passiva	1,4
	Ribaltamento	1,15

A Unitari+M1+RSLV

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,00
2	Spinta terreno	1,00
3	Peso terreno mensola	1,00
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	1,00
7	Sovraccarico	0,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coazione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1,2
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1,2
	Ribaltamento	1

A Unitari+M1+RSLV+Beta (+50%)

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,00
2	Spinta terreno	1,00
3	Peso terreno mensola	1,00
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	1,00
7	Sovraccarico	0,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coazione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1,2
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1,2
	Ribaltamento	1

A1+M1+R3 [GEO+STR]

Coefficiente sismico orizzontale K_h ,0725

Coefficiente sismico verticale K_v ,0363

Carico limite verticale HANSEN

Somma forze in direzione x (F_x)	-56,23 kN
Somma forze in direzione y (F_y)	44,73 kN
Somma momenti	-37,24 kNm
Larghezza fondazione	151,0 cm
Lunghezza	300,0 cm
Eccentricità su B	7,74 cm
Peso unità di volume	19,0 kN/m ³
Angolo di resistenza al taglio	26,0 °
Coesione	60,0 kPa
Terreno sulla fondazione	40,0 cm
Peso terreno sul piano di posa	19,0 kN/m ³
N_q	11,85
N_c	22,25
N_g	7,94
Fattori di forma	
s_q	1,2
s_c	1,24
s_g	0,82
Inclinazione carichi	
i_q	0,49
i_c	0,44
i_g	0,36
Fattori di profondità	
d_q	1,09
d_c	1,12
d_g	1,0
Carico limite verticale (Q_{lim})	1230,53 kN
Fattore sicurezza ($C_{sq}=Q_{lim}/F_y$)	19,65

Carico limite verificato $C_{sq}>1$

Tensioni sul terreno

Ascissa centro sollecitazione	83,24 cm
Larghezza della fondazione	151,0 cm
x = 0,0 cm	20,51 kPa
x = 151,0 cm	38,74 kPa

A_Unitari+M1+RSLV [GEO+STR]

Coefficiente sismico orizzontale Kh	,0725
Coefficiente sismico verticale Kv	,0363

Carico limite verticale HANSEN

Somma forze in direzione x (Fx)	-60,31 kN
Somma forze in direzione y (Fy)	42,89 kN
Somma momenti	-39,49 kNm
Larghezza fondazione	151,0 cm
Lunghezza	300,0 cm
Eccentricità su B	16,57 cm
Peso unità di volume	19,0 KN/m ³
Angolo di resistenza al taglio	26,0 °
Coesione	60,0 kPa
Terreno sulla fondazione	40,0 cm
Peso terreno sul piano di posa	19,0 KN/m ³
Nq	11,85
Nc	22,25
Ng	7,94
Fattori di forma	
sq	1,17
sc	1,21
sg	0,84
Inclinazione carichi	
iq	0,42
ic	0,36
ig	0,28
Fattori di profondità	
dq	1,1
dc	1,14
dg	1,0
Carico limite verticale (Qlim)	867,04 kN
Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy)	16,85

Carico limite verificato Csq>1

Tensioni sul terreno

Ascissa centro sollecitazione	92,07 cm
Larghezza della fondazione	151,0 cm
x = 0,0 cm	9,70 kPa
x = 151,0 cm	47,10 kPa

A_Unitari+M1+RSLV+Beta (+50%) [GEO]

Coefficiente sismico orizzontale Kh	,0725
Coefficiente sismico verticale Kv	,0363

Muro C.A. $h=300$ cm

FASCICOLO DEI CALCOLI

Dati generali

Descrizione	Muro Controterra Isola Ecologica
Comune di	Subiaco
Tecnico	Arch. Roberto Simonelli
Data	28/10/19
Condizioni ambientali	Ordinarie
Zona	Contrada Minnone
Lat./Long. [WGS84]	41,939583/13,067458
Normativa GEO	NTC 2018
Normativa STR	NTC 2018
Spinta	Mononobe & Okabe [M.O. 1929]

Dati generali muro

Altezza muro	300,0 cm
Spessore testa muro	30,0 cm
Risega muro lato valle	0,0 cm
Risega muro lato monte	0,0 cm
Sporgenza mensola a valle	150,0 cm
Sporgenza mensola a monte	1,0 cm
Svaso mensola a valle	0,0 cm
Altezza estremità mensola a valle	40,0 cm
Altezza estremità mensola a monte	40,0 cm

Coefficientsi smici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	50,0 [anni]

Parametri smici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	B
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,54	2,51	0,27
S.L.D.	50,0	0,67	2,5	0,28
S.L.V.	475,0	1,56	2,48	0,32
S.L.C.	975,0	1,94	2,49	0,34

Coefficientsi smici orizzontali e verticali

Opera:	Classe II
--------	-----------

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,648	1,0	0,0661	0,033
S.L.D.	0,804	0,47	0,0385	0,0193
S.L.V.	1,872	0,38	0,0725	0,0363
S.L.C.	2,328	1,0	0,2374	0,1187

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

Conglomerati

Nr.	Classe Calcestruzzo	fck,cubi [Mpa]	Ec [Mpa]	fck [Mpa]	fcd [Mpa]	fctd [Mpa]	fctm [Mpa]
1	C20/25	25	29960	20	11,33	1,03	2,21
2	C25/30	30	31470	25	14,16	1,19	2,56
3	C28/35	35	32300	28	15,86	1,28	2,76
4	C40/50	50	35220	40	19,83	1,49	3,2

Acciai:

Nr.	Classe acciaio	Es [Mpa]	fyk [Mpa]	fyd [Mpa]	ftk [Mpa]	ftd [Mpa]	ep_tk	epd_ult	$\beta 1*\beta 2$ iniziale	$\beta 1*\beta 2$ finale
1	B450C	200000	450	391,3	540	391,3	.075	.0675	1	,5
2	B450C*	200000	450	391,3	540	450	.075	.0675	1	,5
3	B450C**	200000	450	391,3	458,3	398,5	.012	.01	1	,5
4	S235H	200000	240	210	360	210	.012	.01	1	,5
5	S275H	200000	280	243	460	244	.012	.01	1	,5
6	S355H	200000	360	312	510	360	.012	.01	1	,5

Materiali impiegati realizzazione muro C25/30 B450C

Copriferro, Elevazione 3,5 cm
Copriferro, Fondazione 3,5 cm
Copriferro, Dente di fondazione 3,0 cm

Stratigrafia

Ns	Spessore strato (cm)	Inclinazione e dello strato. (°)	Peso unità di volume (KN/m³)	Angolo di resistenza a taglio (°)	Coesione (kPa)	Angolo di attrito terra muro (°)	Presenza di falda (Si/No)	Litologia	Descrizione
1	290	0	16,00	23	38,00	10	No		
2	400	0	19,00	26	60,00	0	No		

FATTORI DI COMBINAZIONE

A1+M1+R3

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,00
2	Spinta terreno	1,30
3	Peso terreno mensola	1,30
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	1,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1,4
2	Scorrimento	1,1
3	Partecipazione spinta passiva	1,4
	Ribaltamento	1,15

A Unitari+M1+RSLV

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,00
2	Spinta terreno	1,00

3	Peso terreno mensola	1,00
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	1,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1,2
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1,2
	Ribaltamento	1

A Unitari+M1+RSLV+Beta (+50%)

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,00
2	Spinta terreno	1,00
3	Peso terreno mensola	1,00
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	1,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1,2
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1,2
	Ribaltamento	1

A1+M1+R3 [GEO+STR]

Coefficiente sismico orizzontale Kh ,0725
 Coefficiente sismico verticale Kv ,0363

CALCOLO SPINTE

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
G	Peso unità di volume (KN/m ³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
340,0	319,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
319,0	280,0	16,0	35,0	23,0	10,0	38,0	0,0	

280,0	220,0	16,0	35,0	23,0	10,0	38,0	0,0
220,0	160,0	16,0	35,0	23,0	10,0	38,0	0,0
160,0	100,0	16,0	35,0	23,0	10,0	38,0	0,0
100,0	50,0	16,0	35,0	23,0	10,0	38,0	0,0
50,0	40,0	19,0	0,0	26,0	0,0	60,0	0,0

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10,0	0,84	0,91	0,1	0,83	0,15	0,1	0,02
10,0	0,84	0,91	0,1	0,83	0,15	0,1	0,02
10,0	0,84	0,91	0,1	0,83	0,15	0,1	0,02
10,0	0,84	0,91	0,1	0,83	0,15	0,1	0,02
10,0	0,84	0,91	0,1	0,83	0,15	0,1	0,02
0,0	0,39	0,44	0,07	0,39	0,0	0,07	0,0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	340,0	319,0	0,0	0,0	329,5	329,5
2	319,0	280,0	1,58	0,27	299,99	300,01
3	280,0	220,0	1,96	0,33	251,44	251,5
4	220,0	160,0	1,4	0,23	192,03	192,14
5	160,0	100,0	0,83	0,13	133,41	133,75
6	100,0	50,0	0,26	0,03	81,31	83,33
7	50,0	40,0	0,01	0,63	46,67	45,0

CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzi a)

Py	Peso del muro (kN);
Px	Forza inerziale (kN);
Xp, Yp	Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	Px	Py	Xp	Yp
319,0	0,11	1,54	165,0	329,5
280,0	0,32	4,41	165,0	310,0
220,0	0,64	8,83	165,0	280,0
160,0	0,96	13,24	165,0	250,0
100,0	1,28	17,65	165,0	220,0
50,0	1,55	21,33	165,0	195,0
40,0	1,6	22,06	165,0	190,0

Sollecitazioni sul muro

Quota	Origine ordinata minima del muro (cm).
Fx	Forza in direzione x (kN);
Fy	Forza in direzione y (kN);
M	Momento (kNm);
H	Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
319,0	0,11	1,54	0,01	30,0
280,0	1,9	4,68	0,37	30,0
220,0	4,18	9,43	2,17	30,0
160,0	5,9	14,07	5,19	30,0
100,0	7,05	18,62	9,09	30,0
50,0	7,58	22,33	12,76	30,0
40,0	7,64	23,7	13,42	30,0

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per $(x_{r1}, y_{r1}) = (181,0/0,0)$

Piano di rottura passante per $(x_{r2}, y_{r2}) = (181,0/319,7)$

Centro di rotazione $(x_{ro}, y_{ro}) = (0,0/0,0)$

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
G	Peso unità di volume (KN/m ³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
319,7	280,0	16,0	35,0	23,0	23,0	38,0	0,0	
280,0	220,0	16,0	35,0	23,0	23,0	38,0	0,0	
220,0	160,0	16,0	35,0	23,0	23,0	38,0	0,0	
160,0	100,0	16,0	35,0	23,0	23,0	38,0	0,0	
100,0	50,0	16,0	35,0	23,0	23,0	38,0	0,0	
50,0	40,0	19,0	0,0	26,0	26,0	60,0	0,0	
40,0	0,0	19,0	0,0	26,0	0,0	60,0	0,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
23,0	0,9	1,0	0,13	0,83	0,35	0,12	0,05
23,0	0,9	1,0	0,13	0,83	0,35	0,12	0,05
23,0	0,9	1,0	0,13	0,83	0,35	0,12	0,05
23,0	0,9	1,0	0,13	0,83	0,35	0,12	0,05
23,0	0,9	1,0	0,13	0,83	0,35	0,12	0,05

26,0	0,34	0,4	0,07	0,31	0,15	0,07	0,03
0,0	0,39	0,44	0,07	0,39	0,0	0,07	0,0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	319,7	280,0	2,1	0,81	300,31	300,36
2	280,0	220,0	2,61	0,98	251,28	251,44
3	220,0	160,0	1,94	0,7	191,73	192,03
4	160,0	100,0	1,27	0,42	132,63	133,42
5	100,0	50,0	0,55	0,13	78,54	81,36
6	50,0	40,0	0,06	0,0	45,18	46,67
7	40,0	0,0	0,1	6,2	26,67	20,0

SPINTE IN FONDAZIONE**Discretizzazione terreno**

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
G	Peso unità di volume (KN/m ³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
40,0	0,0	19,0	180,0	26,0	0,0	60,0	180,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Kp	Coefficiente di resistenza passiva.
Kpx, Kpy	Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

μ	Kp	Kpx	Kpy
180,0	2,56	-2,56	0,0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	40,0	0,0	-80,71	0,0	19,68	0,0

Sollecitazioni total i

Fx Forza in direzione x (kN);
 Fy Forza in direzione y (kN);
 M Momento (kNm);

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	8,62	9,24	2,02
Peso muro	1,6	22,06	-33,37
Peso fondazione	1,29	17,75	-15,81
Sovraccarico	0,0	0,0	0,0
Terr. fondazione	0,03	0,59	-1,0
Spinte fondazione	-80,71	0,0	-15,88
	-69,17	49,64	-64,04

Momento stabilizzante -70,25 kNm
 Momento ribaltante 6,21 kNm

Verifica alla traslazione

Sommatoria forze orizzontali	11,54 kN
Sommatoria forze verticali	49,64 kN
Coefficiente di attrito	0,49
Adesione	60,0 kPa
Angolo piano di scorrimento	-360,0 °
Forze normali al piano di scorrimento	49,64 kN
Forze parall. al piano di scorrimento	11,54 kN
Resistenza terreno	213,52 kN
Coeff. sicurezza traslazione Csd	16,82
Traslazione verificata Csd>1	

Verifica al ribaltamento

Momento stabilizzante	-70,25 kNm
Momento ribaltante	6,21 kNm
Coeff. sicurezza ribaltamento Csv	9,83
Muro verificato a ribaltamento Csv>1	

Carico limite verticale HANSEN

Somma forze in direzione x (Fx)	-69,17 kN
Somma forze in direzione y (Fy)	49,64 kN
Somma momenti	-64,04 kNm
Larghezza fondazione	181,0 cm
Lunghezza	300,0 cm
Eccentricità su B	38,5 cm
Peso unità di volume	19,0 KN/m ³
Angolo di resistenza al taglio	26,0 °
Coesione	60,0 kPa
Terreno sulla fondazione	40,0 cm
Peso terreno sul piano di posa	19,0 KN/m ³
Nq	11,85
Nc	22,25
Ng	7,94
Fattori di forma	
sq	1,15
sc	1,18
sg	0,86
Inclinazione carichi	

iq	0,34
ic	0,28
ig	0,2
Fattori di profondità	
dq	1,12
dc	1,15
dg	1,0
Carico limite verticale (Qlim)	582,11 kN
Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy)	8,38

Carico limite verificato $Csq > 1$

Tensioni sul terreno

Ascissa centro sollecitazione	129,0 cm
Larghezza della fondazione	181,0 cm
x = 25,01 cm	0,00 kPa
x = 181,0 cm	63,65 kPa

MENSOLA A VALLE

Xprogr.	Ascissa progressiva (cm);
Fx	Forza in direzione x (kN);
Fy	Forza in direzione y (kN);
M	Momento (kNm);
H	Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
25,01	-80,71	2,45	0,57	40,0
150,0	-80,71	-17,16	-2,0	40,0

MENSOLA A MONTE

Xprogr.	Ascissa progressiva (cm);
Fx	Forza in direzione x (kN);
Fy	Forza in direzione y (kN);
M	Momento (kNm);
H	Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
180,0	0,1	9,15	-0,09	40,0

A_Unitari+M1+RSLV [GEO+STR]

Coefficiente sismico orizzontale Kh	,0725
Coefficiente sismico verticale Kv	,0363

CALCOLO SPINTE

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
G	Peso unità di volume (KN/m ³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);

Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
340,0	319,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
319,0	280,0	16,0	35,0	23,0	10,0	38,0	0,0	
280,0	220,0	16,0	35,0	23,0	10,0	38,0	0,0	
220,0	160,0	16,0	35,0	23,0	10,0	38,0	0,0	
160,0	100,0	16,0	35,0	23,0	10,0	38,0	0,0	
100,0	50,0	16,0	35,0	23,0	10,0	38,0	0,0	
50,0	40,0	19,0	0,0	26,0	0,0	60,0	0,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10,0	0,84	0,91	0,1	0,83	0,15	0,1	0,02
10,0	0,84	0,91	0,1	0,83	0,15	0,1	0,02
10,0	0,84	0,91	0,1	0,83	0,15	0,1	0,02
10,0	0,84	0,91	0,1	0,83	0,15	0,1	0,02
10,0	0,84	0,91	0,1	0,83	0,15	0,1	0,02
0,0	0,39	0,44	0,07	0,39	0,0	0,07	0,0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	340,0	319,0	0,0	0,0	329,5	329,5
2	319,0	280,0	1,58	0,27	299,99	300,01
3	280,0	220,0	1,96	0,33	251,44	251,5
4	220,0	160,0	1,4	0,23	192,03	192,14
5	160,0	100,0	0,83	0,13	133,41	133,75
6	100,0	50,0	0,26	0,03	81,31	83,33
7	50,0	40,0	0,01	0,63	46,67	45,0

CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzi a)

Py	Peso del muro (kN);
Px	Forza inerziale (kN);
Xp, Yp	Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	Px	Py	Xp	Yp

319,0	0,11	1,54	165,0	329,5
280,0	0,32	4,41	165,0	310,0
220,0	0,64	8,83	165,0	280,0
160,0	0,96	13,24	165,0	250,0
100,0	1,28	17,65	165,0	220,0
50,0	1,55	21,33	165,0	195,0
40,0	1,6	22,06	165,0	190,0

Sollecitazioni sul muro

Quota	Origine ordinata minima del muro (cm).
Fx	Forza in direzione x (kN);
Fy	Forza in direzione y (kN);
M	Momento (kNm);
H	Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
319,0	0,11	1,54	0,01	30,0
280,0	1,9	4,68	0,37	30,0
220,0	4,18	9,43	2,17	30,0
160,0	5,9	14,07	5,19	30,0
100,0	7,05	18,62	9,09	30,0
50,0	7,58	22,33	12,76	30,0
40,0	7,64	23,7	13,42	30,0

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per $(xr1, yr1) = (181,0/0,0)$

Piano di rottura passante per $(xr2, yr2) = (181,0/319,7)$

Centro di rotazione $(xro, yro) = (0,0/0,0)$

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
G	Peso unità di volume (KN/m ³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
319,7	280,0	16,0	35,0	23,0	23,0	38,0	0,0	
280,0	220,0	16,0	35,0	23,0	23,0	38,0	0,0	
220,0	160,0	16,0	35,0	23,0	23,0	38,0	0,0	
160,0	100,0	16,0	35,0	23,0	23,0	38,0	0,0	
100,0	50,0	16,0	35,0	23,0	23,0	38,0	0,0	
50,0	40,0	19,0	0,0	26,0	26,0	60,0	0,0	
40,0	0,0	19,0	0,0	26,0	0,0	60,0	0,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.

Kax, Kay Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
23,0	0,9	1,0	0,13	0,83	0,35	0,12	0,05
23,0	0,9	1,0	0,13	0,83	0,35	0,12	0,05
23,0	0,9	1,0	0,13	0,83	0,35	0,12	0,05
23,0	0,9	1,0	0,13	0,83	0,35	0,12	0,05
23,0	0,9	1,0	0,13	0,83	0,35	0,12	0,05
26,0	0,34	0,4	0,07	0,31	0,15	0,07	0,03
0,0	0,39	0,44	0,07	0,39	0,0	0,07	0,0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota inizio strato.
Qf Quota fine strato.
Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	319,7	280,0	2,1	0,81	300,31	300,36
2	280,0	220,0	2,61	0,98	251,28	251,44
3	220,0	160,0	1,94	0,7	191,73	192,03
4	160,0	100,0	1,27	0,42	132,63	133,42
5	100,0	50,0	0,55	0,13	78,54	81,36
6	50,0	40,0	0,06	0,0	45,18	46,67
7	40,0	0,0	0,1	6,2	26,67	20,0

SPINTE IN FONDAZIONE

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);
Qf Quota finale strato
G Peso unità di volume (KN/m³);
Eps Inclinazione dello strato. (°);
Fi Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta Angolo attrito terra muro;
c Coesione (kPa);
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
40,0	0,0	19,0	180,0	26,0	0,0	60,0	180,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.
Kp Coefficiente di resistenza passiva.
Kpx, Kpy Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

μ	Kp	Kpx	Kpy
180,0	2,56	-2,56	0,0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota inizio strato.

Qf Quota inizio strato.
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	40,0	0,0	-80,71	0,0	19,68	0,0

Sollecitazioni total i

Fx Forza in direzione x (kN);
 Fy Forza in direzione y (kN);
 M Momento (kNm);

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	8,62	9,24	2,02
Peso muro	1,6	22,06	-33,37
Peso fondazione	1,29	17,75	-15,81
Sovraccarico	0,0	0,0	0,0
Terr. fondazione	0,03	0,45	-0,76
Spinte fondazione	-80,71	0,0	-15,88
	-69,17	49,5	-63,79

Momento stabilizzante -70,01 kNm
 Momento ribaltante 6,21 kNm

Verifica alla traslazione

Sommatoria forze orizzontali	11,54 kN
Sommatoria forze verticali	49,5 kN
Coefficiente di attrito	0,49
Adesione	60,0 kPa
Angolo piano di scorrimento	-360,0 °
Forze normali al piano di scorrimento	49,5 kN
Forze parall. al piano di scorrimento	11,54 kN
Resistenza terreno	213,45 kN
Coeff. sicurezza traslazione Csd	18,49
Traslazione verificata Csd>1	

Verifica al ribaltamento

Momento stabilizzante	-70,01 kNm
Momento ribaltante	6,21 kNm
Coeff. sicurezza ribaltamento Csv	11,27
Muro verificato a ribaltamento Csv>1	

Carico limite verticale HANSEN

Somma forze in direzione x (Fx)	-69,17 kN
Somma forze in direzione y (Fy)	49,5 kN
Somma momenti	-63,79 kNm
Larghezza fondazione	181,0 cm
Lunghezza	300,0 cm
Eccentricità su B	38,36 cm
Peso unità di volume	19,0 KN/m ³
Angolo di resistenza al taglio	26,0 °
Coesione	60,0 kPa

Terreno sulla fondazione	40,0 cm
Peso terreno sul piano di posa	19,0 KN/m ³
Nq	11,85
Nc	22,25
Ng	7,94
Fattori di forma	
sq	1,15
sc	1,19
sg	0,86
Inclinazione carichi	
iq	0,34
ic	0,28
ig	0,2
Fattori di profondità	
dq	1,12
dc	1,15
dg	1,0
Carico limite verticale (Qlim)	584,86 kN
Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy)	9,85

Carico limite verificato $Csq > 1$

Tensioni sul terreno

Ascissa centro sollecitazione	128,86 cm
Larghezza della fondazione	181,0 cm
x = 24,59 cm	0,00 kPa
x = 181,0 cm 63,30	kPa

MENSOLA A VALLE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);
 Fx Forza in direzione x (kN);
 Fy Forza in direzione y (kN);
 M Momento (kNm);
 H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
24,59	-80,71	2,4	0,55	40,0
150,0	-80,71	-17,12	-2,01	40,0

MENSOLA A MONTE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);
 Fx Forza in direzione x (kN);
 Fy Forza in direzione y (kN);
 M Momento (kNm);
 H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
180,0	0,1	9,16	-0,09	40,0

A_Unitari+M1+RSLV+Beta (+50%) [GEO]

Coefficiente sismico orizzontale Kh ,0725

Coefficiente sismico verticale K_v ,0363**CALCOLO SPINTE****Discretizzazione terreno**

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
G	Peso unità di volume (KN/m ³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
340,0	319,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
319,0	280,0	16,0	35,0	23,0	10,0	38,0	0,0	
280,0	220,0	16,0	35,0	23,0	10,0	38,0	0,0	
220,0	160,0	16,0	35,0	23,0	10,0	38,0	0,0	
160,0	100,0	16,0	35,0	23,0	10,0	38,0	0,0	
100,0	50,0	16,0	35,0	23,0	10,0	38,0	0,0	
50,0	40,0	19,0	0,0	26,0	0,0	60,0	0,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10,0	0,84	0,95	0,16	0,83	0,15	0,15	0,03
10,0	0,84	0,95	0,16	0,83	0,15	0,15	0,03
10,0	0,84	0,95	0,16	0,83	0,15	0,15	0,03
10,0	0,84	0,95	0,16	0,83	0,15	0,15	0,03
10,0	0,84	0,95	0,16	0,83	0,15	0,15	0,03
0,0	0,39	0,47	0,11	0,39	0,0	0,11	0,0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	340,0	319,0	0,0	0,0	329,5	329,5
2	319,0	280,0	2,46	0,42	299,99	300,01
3	280,0	220,0	3,05	0,52	251,44	251,5
4	220,0	160,0	2,17	0,36	192,02	192,14
5	160,0	100,0	1,29	0,21	133,4	133,75
6	100,0	50,0	0,41	0,05	81,27	83,33

7	50,0	40,0	0,01	0,63	46,67	45,0
---	------	------	------	------	-------	------

CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzi a)

Py Peso del muro (kN);
 Px Forza inerziale (kN);
 Xp, Yp Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	Px	Py	Xp	Yp
319,0	0,17	1,54	165,0	329,5
280,0	0,48	4,41	165,0	310,0
220,0	0,96	8,83	165,0	280,0
160,0	1,44	13,24	165,0	250,0
100,0	1,92	17,65	165,0	220,0
50,0	2,32	21,33	165,0	195,0
40,0	2,4	22,06	165,0	190,0

Sollecitazioni sul muro

Quota Origine ordinata minima del muro (cm).
 Fx Forza in direzione x (kN);
 Fy Forza in direzione y (kN);
 M Momento (kNm);
 H Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
319,0	0,17	1,54	0,02	30,0
280,0	2,94	4,83	0,57	30,0
220,0	6,47	9,76	3,36	30,0
160,0	9,13	14,54	8,03	30,0
100,0	10,9	19,16	14,05	30,0
50,0	11,71	22,89	19,72	30,0
40,0	11,8	24,25	20,8	30,0

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per $(x_{r1}, y_{r1}) = (181,0/0,0)$

Piano di rottura passante per $(x_{r2}, y_{r2}) = (181,0/319,7)$

Centro di rotazione $(x_{ro}, y_{ro}) = (0,0/0,0)$

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);
 Qf Quota finale strato
 G Peso unità di volume (KN/m³);
 Eps Inclinazione dello strato. (°);
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);
 Delta Angolo attrito terra muro;
 c Coesione (kPa);
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
319,7	280,0	16,0	35,0	23,0	23,0	38,0	0,0	
280,0	220,0	16,0	35,0	23,0	23,0	38,0	0,0	
220,0	160,0	16,0	35,0	23,0	23,0	38,0	0,0	
160,0	100,0	16,0	35,0	23,0	23,0	38,0	0,0	

100,0	50,0	16,0	35,0	23,0	23,0	38,0	0,0
50,0	40,0	19,0	0,0	26,0	26,0	60,0	0,0
40,0	0,0	19,0	0,0	26,0	0,0	60,0	0,0

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
23,0	0,9	1,05	0,2	0,83	0,35	0,18	0,08
23,0	0,9	1,05	0,2	0,83	0,35	0,18	0,08
23,0	0,9	1,05	0,2	0,83	0,35	0,18	0,08
23,0	0,9	1,05	0,2	0,83	0,35	0,18	0,08
23,0	0,9	1,05	0,2	0,83	0,35	0,18	0,08
26,0	0,34	0,44	0,12	0,31	0,15	0,11	0,05
0,0	0,39	0,47	0,11	0,39	0,0	0,11	0,0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	319,7	280,0	3,29	1,27	300,31	300,36
2	280,0	220,0	4,11	1,55	251,28	251,44
3	220,0	160,0	3,06	1,1	191,72	192,03
4	160,0	100,0	2,01	0,65	132,62	133,41
5	100,0	50,0	0,87	0,2	78,49	81,31
6	50,0	40,0	0,09	0,0	45,19	46,67
7	40,0	0,0	0,16	6,2	26,67	20,0

SPINTE IN FONDAZIONE**Discretizzazione terreno**

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
G	Peso unità di volume (KN/m ³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
40,0	0,0	19,0	180,0	26,0	0,0	60,0	180,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
-------	-----------------------------------

Kp Coefficiente di resistenza passiva.
Kpx, Kpy Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

μ	Kp	Kpx	Kpy
180,0	2,56	-2,56	0,0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota inizio strato.
Qf Quota inizio strato.
Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	40,0	0,0	-80,71	0,0	19,68	0,0

Sollecitazioni total i

Fx Forza in direzione x (kN);
Fy Forza in direzione y (kN);
M Momento (kNm);

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	13,58	10,97	9,63
Peso muro	2,4	22,06	-31,85
Peso fondazione	1,93	17,75	-15,68
Sovraccarico	0,0	0,0	0,0
Terr. fondazione	0,05	0,45	-0,73
Spinte fondazione	-80,71	0,0	-15,88
	-62,75	51,24	-54,51

Momento stabilizzante -73,15 kNm
Momento ribaltante 18,64 kNm

Verifica al ribaltamento

Momento stabilizzante -73,15 kNm
Momento ribaltante 18,64 kNm
Coeff. sicurezza ribaltamento Csv 3,92

Muro verificato a ribaltamento Csv>1

MENSOLA A VALLE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);
Fx Forza in direzione x (kN);
Fy Forza in direzione y (kN);
M Momento (kNm);
H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
150,0	-80,71	-23,93	-13,05	40,0

MENSOLA A MONTE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);
Fx Forza in direzione x (kN);
Fy Forza in direzione y (kN);
M Momento (kNm);
H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
180,0	0,16	11,09	-0,1	40,0

Indice

1.Dati generali	1
2.CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI	1
3.Stratigrafia	2
4.Fattori combinazione	2
5.A1+M1+R3 [GEO+STR]	3
5.1.1-(Peso, Baricentro, Inerzia)	4
5.2.1-Sollecitazioni totali	7
5.3.1-Verifica alla traslazione	7
5.4.1-Verifica al ribaltamento	7
5.5.1-Carico limite	7
5.6.1-Tensioni sul terreno	8
6.A_Unitari+M1+RSLV [GEO+STR]	8
6.1.2-(Peso, Baricentro, Inerzia)	10
6.2.2-Sollecitazioni totali	12
6.3.2-Verifica alla traslazione	12
6.4.2-Verifica al ribaltamento	12
6.5.2-Carico limite	13
6.6.2-Tensioni sul terreno	13
7.A_Unitari+M1+RSLV+Beta (+50%) [GEO]	14
7.1.3-(Peso, Baricentro, Inerzia)	15
7.2.3-Sollecitazioni totali	17
7.3.3-Verifica al ribaltamento	17
Indice	19

Muro C.A. $h=440$ cm

Dati generali

Descrizione	Muro Controterra Isola Ecologica
Comune di	Subiaco
Tecnico	Arch. Roberto Simonelli
Data	28/10/19
Condizioni ambientali	Ordinarie
Zona	Contrada Minnone
Lat./Long. [WGS84]	41,939583/13,067458
Normativa GEO	NTC 2018
Normativa STR	NTC 2018
Spinta	Mononobe & Okabe [M.O. 1929]

Dati generali muro

Altezza muro	440,0 cm
Spessore testa muro	30,0 cm
Risega muro lato valle	0,0 cm
Risega muro lato monte	0,0 cm
Sporgenza mensola a valle	1,0 cm
Sporgenza mensola a monte	150,0 cm
Svaso mensola a valle	0,0 cm
Altezza estremità mensola a valle	40,0 cm
Altezza estremità mensola a monte	40,0 cm

Stratigrafia

Ns	Spessore strato (cm)	Inclinazione dello strato. (°)	Peso unità di volume (KN/m³)	Angolo di resistenza a taglio (°)	Coesione (kPa)	Angolo di attrito terra muro (°)	Presenza di falda (Si/No)	Litologia	Descrizione
1	430	0	16,00	23	38,00	10	No		
2	400	0	19,00	26	60,00	0	No		

FATTORI DI COMBINAZIONE

A1+M1+R3

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,00
2	Spinta terreno	1,30
3	Peso terreno mensola	1,30
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	1,00
7	Sovraccarico	0,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1,4
2	Scorrimento	1,1
3	Partecipazione spinta passiva	1,4
	Ribaltamento	1,15

A Unitari+M1+RSLV

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,00
2	Spinta terreno	1,00
3	Peso terreno mensola	1,00
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	1,00
7	Sovraccarico	0,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1,2
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1,2
	Ribaltamento	1

A Unitari+M1+RSLV+Beta (+50%)

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,00
2	Spinta terreno	1,00
3	Peso terreno mensola	1,00
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	1,00
7	Sovraccarico	0,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1,2
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1,2
	Ribaltamento	1

A1+M1+R3 [GEO+STR]

Coefficiente sismico orizzontale Kh ,0725

Coefficiente sismico verticale Kv ,0363

Carico limite verticale HANSEN

Somma forze in direzione x (Fx)	-62,58 kN
Somma forze in direzione y (Fy)	162,93 kN
Somma momenti	-120,96 kNm
Larghezza fondazione	181,0 cm
Lunghezza	300,0 cm
Eccentricità su B	16,26 cm
Peso unità di volume	19,0 KN/m ³
Angolo di resistenza al taglio	26,0 °
Coesione	60,0 kPa
Terreno sulla fondazione	40,0 cm
Peso terreno sul piano di posa	19,0 KN/m ³
Nq	11,85
Nc	22,25
Ng	7,94
Fattori di forma	
sq	1,22
sc	1,26
sg	0,8
Inclinazione carichi	
iq	0,62
ic	0,59
ig	0,51
Fattori di profondità	
dq	1,08
dc	1,11
dg	1,0
Carico limite verticale (Qlim)	1807,54 kN
Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy)	7,92

Carico limite verificato Csq>1

Tensioni sul terreno

Ascissa centro sollecitazione	74,24 cm
Larghezza della fondazione	181,0 cm
x = 0,0 cm	138,53 kPa
x = 181,0 cm	41,50 kPa

A_Unitari+M1+RSLV [GEO+STR]

Coefficiente sismico orizzontale Kh	,0725
Coefficiente sismico verticale Kv	,0363

Carico limite verticale HANSEN

Somma forze in direzione x (Fx)	-62,58 kN
Somma forze in direzione y (Fy)	138,31 kN
Somma momenti	-94,86 kNm
Larghezza fondazione	181,0 cm
Lunghezza	300,0 cm
Eccentricità su B	21,91 cm
Peso unità di volume	19,0 KN/m ³
Angolo di resistenza al taglio	26,0 °
Coesione	60,0 kPa
Terreno sulla fondazione	40,0 cm
Peso terreno sul piano di posa	19,0 KN/m ³
Nq	11,85
Nc	22,25
Ng	7,94
Fattori di forma	
sq	1,2
sc	1,24
sg	0,82
Inclinazione carichi	
iq	0,58
ic	0,55
ig	0,46
Fattori di profondità	
dq	1,09
dc	1,12
dg	1,0
Carico limite verticale (Qlim)	1536,9 kN
Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy)	9,26

Carico limite verificato Csq>1

Tensioni sul terreno

Ascissa centro sollecitazione	68,59 cm
Larghezza della fondazione	181,0 cm
x = 0,0 cm	131,92 kPa
x = 181,0 cm	20,91 kPa

A_Unitari+M1+RSLV+Beta (+50%) [GEO]

Coefficiente sismico orizzontale Kh	,0725
Coefficiente sismico verticale Kv	,0363

Il progettista strutturale

Arch. Roberto Simonelli

Per presa visione, *il direttore dei lavori*

Arch. Roberto Simonelli

Per presa visione, *il collaudatore*

Da Nominare