



COMUNE DI SANTA MARIA A MONTE

Spazio insieme zerocentoventi San Sebastiano - Lotto 1

PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

(redatto ai sensi del D.Lgs. 50/2016 e s.m.i.)

Strutturale

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:

Ing. Maurizio Iannotta

PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA:

COLUCCI&PARTNERS Architettura
Arch. Giuseppe Colucci

COLLABORATORI ALLA PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA:

Arch. Giulio COLUCCI
Arch. Eleonora LENZINI
Arch. Matteo BECUCCI
Ing. Federico BENVENUTI

PROGETTAZIONE STRUTTURALE:

STUDIO CECCONI
Ing. Lorianò CECCONI

COLLABORATORI ALLA PROGETTAZIONE STRUTTURALE:

Ing. Filippo CECCONI
Ing. Giacomo MAIANO

PROGETTAZIONE IMPIANTI:

STUDIO MPS

Progettazione impianti TERMOMECCANICI:

P.I. Luca POLLARI

Progettazione impianti ELETTRICI E SPECIALI:

P.I. Yuri DEMI

CODICE FILE

ES_18_06_DE_L1_S_D04

CONTENUTO FILE:

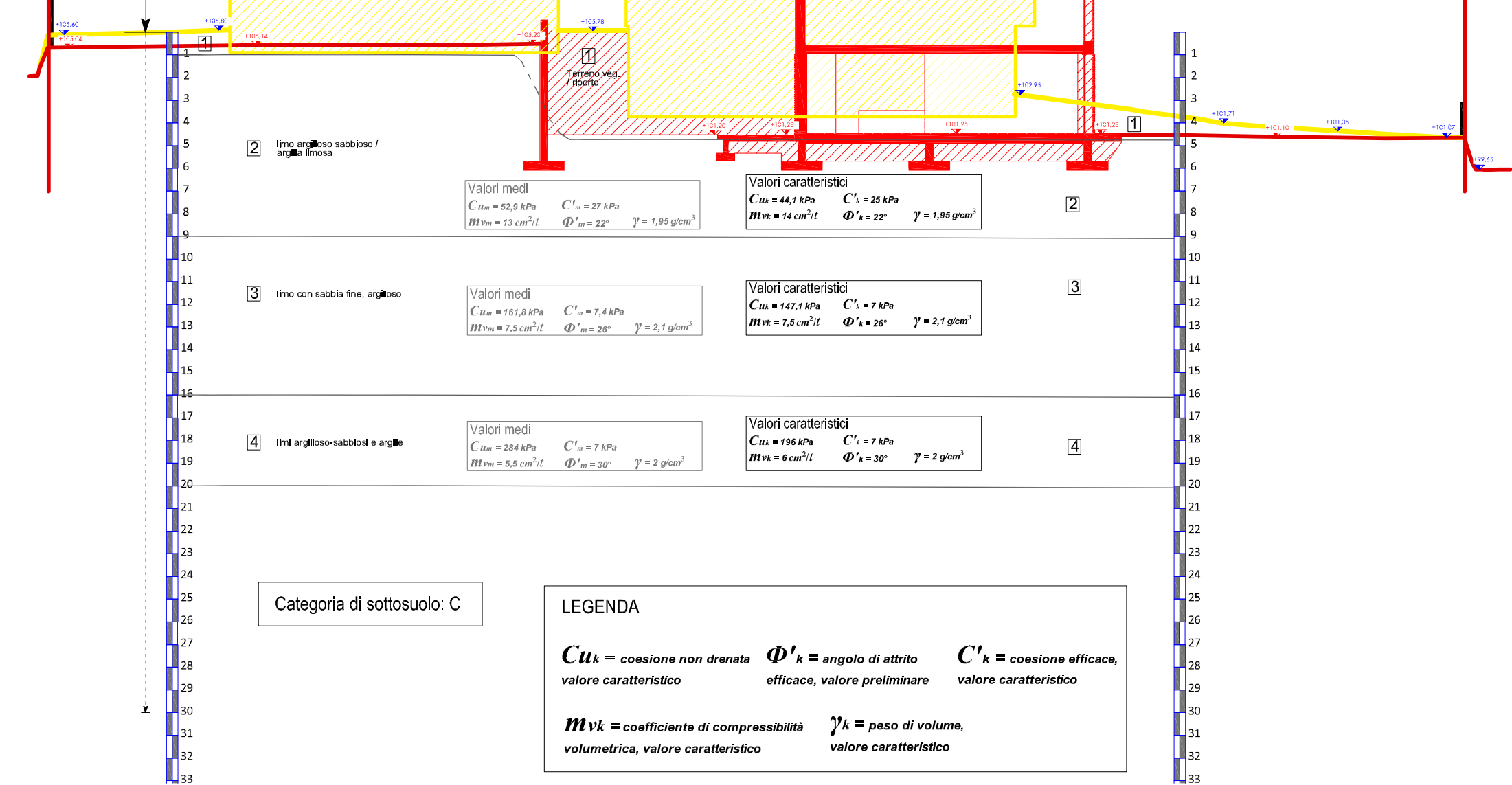
Relazione Geotecnica

DATA :

OTTOBRE 2020

SEZIONE 2

Sondaggio - luglio 2020



Valori medi

$C_{um} = 52,9 \text{ kPa}$	$C'_m = 27 \text{ kPa}$
$mv_m = 13 \text{ cm}^2/\text{l}$	$\Phi'_m = 22^\circ$
$\gamma = 1,95 \text{ g/cm}^3$	

Valori caratteristici

$C_{uk} = 44,1 \text{ kPa}$	$C'_k = 25 \text{ kPa}$
$mv_k = 14 \text{ cm}^2/\text{l}$	$\Phi'_k = 22^\circ$
$\gamma = 1,95 \text{ g/cm}^3$	

Valori medi

$C_{um} = 161,8 \text{ kPa}$	$C'_m = 7,4 \text{ kPa}$
$mv_m = 7,5 \text{ cm}^2/\text{l}$	$\Phi'_m = 26^\circ$
$\gamma = 2,1 \text{ g/cm}^3$	

Valori caratteristici

$C_{uk} = 147,1 \text{ kPa}$	$C'_k = 7 \text{ kPa}$
$mv_k = 7,5 \text{ cm}^2/\text{l}$	$\Phi'_k = 26^\circ$
$\gamma = 2,1 \text{ g/cm}^3$	

Valori medi

$C_{um} = 284 \text{ kPa}$	$C'_m = 7 \text{ kPa}$
$mv_m = 5,5 \text{ cm}^2/\text{l}$	$\Phi'_m = 30^\circ$
$\gamma = 2 \text{ g/cm}^3$	

Valori caratteristici

$C_{uk} = 196 \text{ kPa}$	$C'_k = 7 \text{ kPa}$
$mv_k = 6 \text{ cm}^2/\text{l}$	$\Phi'_k = 30^\circ$
$\gamma = 2 \text{ g/cm}^3$	

Categoria di sottosuolo: C

LEGENDA

C_{uk} = coesione non drenata, valore caratteristico Φ'_k = angolo di attrito efficace, valore preliminare C'_k = coesione efficace, valore caratteristico

mv_k = coefficiente di compressibilità volumetrica, valore caratteristico γ_k = peso di volume, valore caratteristico

Progetto: Carico Limite e Cedimenti
Ditta:
Comune: S. Maria a Monte
Progettista: ing. L. Cecconi
Direttore dei Lavori: ing. L. Cecconi
Impresa:

Fondazione con terreno Drenato

Normative di riferimento

- Legge nr. 1086 del 05/11/1971.

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

- Legge nr. 64 del 02/02/1974.

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

- D.M. LL.PP. del 11/03/1988.

Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

- D.M. LL.PP. del 14/02/1992.

Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

- D.M. 9 Gennaio 1996

Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche

- D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'

- D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche

- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996

- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018)

- CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP.

Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

Richiami teorici

Verifica al carico limite

Il rapporto fra il carico limite in fondazione e la componente normale della risultante dei carichi trasmessi sul terreno di fondazione deve essere superiore a η_q . Cioè, detto Q_u , il carico limite ed R la risultante verticale dei carichi in fondazione, deve essere:

$$Q_u / R \geq \eta_q$$

Terzaghi ha proposto la seguente espressione per il calcolo della capacità portante di una fondazione superficiale.

$$q_u = cN_c s_c + qN_q + 0.5B\gamma N_\gamma s_\gamma$$

La simbologia adottata è la seguente:

c	coesione del terreno in fondazione;
ϕ	angolo di attrito del terreno in fondazione;
γ	peso di volume del terreno in fondazione;
B	larghezza della fondazione;
D	profondità del piano di posa;
q	pressione geostatica alla quota del piano di posa.

I fattori di capacità portante sono espressi dalle seguenti relazioni:

$$N_q = \frac{e^{2(0.75\pi - \phi/2)\text{tg}(\phi)}}{2\cos^2(45 + \phi/2)}$$

$$c = (N_q - 1)\text{ctg}\phi$$

$$N_\gamma = \frac{\text{tg}\phi}{2} \left(\frac{K_{p\gamma}}{\cos^2\phi} - 1 \right)$$

I fattori di forma s_c e s_γ , che compaiono nella espressione di q_u dipendono dalla forma della fondazione. In particolare valgono 1 per fondazioni nastrofornite o rettangolari allungate e valgono rispettivamente 1.3 e 0.8 per fondazioni quadrate.

termine $K_{p\gamma}$ che compare nell'espressione di N_γ non ha un'espressione analitica. Pertanto si assume per N_γ l'espressione proposta da Vesic

$$N_\gamma = 2(N_q + 1)\text{tg}\phi$$

Per tenere conto del sisma, si può ridurre l'angolo d'attrito del terreno secondo il criterio di Vesic. Il valore che propone Vesic è $d\phi = 2,00^\circ$. Questo valore può però variare in funzione dell'esperienza.

Verifica allo scorrimento

Per la verifica a scorrimento lungo il piano di fondazione deve risultare che la somma di tutte le forze parallele al piano di posa che tendono a fare scorrere la fondazione deve essere minore di tutte le forze, parallele al piano di scorrimento, che si oppongono allo scivolamento, secondo un certo coefficiente di sicurezza. La verifica a scorrimento risulta soddisfatta se il rapporto fra la risultante delle forze resistenti allo scivolamento F_r e la risultante delle forze che tendono a fare scorrere la fondazione F_s risulta maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza η_s

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

Le forze che intervengono nella F_s sono: la componente della spinta parallela al piano di fondazione e la componente delle forze d'inerzia parallela al piano di fondazione.

La forza resistente è data dalla resistenza d'attrito e dalla resistenza per adesione lungo la base della fondazione. Detta N la componente normale al piano di fondazione del carico totale gravante in fondazione e indicando con δ_f l'angolo d'attrito

terreno-fondazione, con c_a l'adesione terreno-fondazione e con B_f la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

$$F_r = N \operatorname{tg} \delta_f + c_a B_f$$

La Normativa consente di computare, nelle forze resistenti, una aliquota dell'eventuale spinta dovuta al terreno posto a valle della fondazione. In tal caso, però, il coefficiente di sicurezza deve essere aumentato opportunamente. L'aliquota di spinta passiva che si può considerare ai fini della verifica a scorrimento non può comunque superare il 30 per cento.

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

Cedimenti della fondazione

Metodo Edometrico

Il metodo edometrico è il classico procedimento per il calcolo dei cedimenti in terreni a grana fina, proposto da Terzaghi negli anni '20. L'ipotesi edometrica è verificata con approssimazione tanto migliore quanto più ridotto è il valore del rapporto tra lo spessore dello strato compressibile e la dimensione in pianta della fondazione.

Tuttavia il metodo risulta dotato di ottima approssimazione anche nei casi di strati deformabili di grande spessore.

L'implementazione del metodo è espressa secondo la seguente espressione:

$$\Delta H = \sum_{i=1}^n \frac{\Delta \sigma_i}{E_{ed,i}} \Delta z_i$$

dove:

$\Delta \sigma$ è la tensione indotta nel terreno, alla profondità z , dalla pressione di contatto della fondazione;

E_{ed} è il modulo elastico determinato attraverso la prova edometrica e relativa allo strato i -esimo;

Δz rappresenta lo spessore dello strato i -esimo in cui è stato suddiviso lo strato compressibile e per il quale si conosce il modulo elastico.

Calcolo delle tensioni indotte

Metodo di Boussinesq

Il metodo di Boussinesq considera il terreno come un mezzo omogeneo elastico ed isotropo. Dato un carico concentrato Q , applicato in superficie, la relazione di Boussinesq fornisce la seguente espressione della tensione verticale indotta in un punto $P(x,y,z)$ posto alla profondità z :

$$q_v = \frac{3Qz^3}{2\pi R^5}$$

dove: $R = (x^2 + y^2 + z^2)^{1/2}$;

Per ottenere la pressione indotta da un carico distribuito occorre integrare tale espressione su tutta l'area di carico, considerando il carico Q come un carico infinitesimo agente su una areola dA . L'integrazione analitica di questa espressione si presenta estremamente complessa specialmente nel caso di carichi distribuiti in modo non uniforme. Pertanto si ricorre a metodi di soluzione numerica. Dato il carico agente sulla fondazione, si calcola il diagramma delle pressioni indotte sul piano di posa della fondazione. Si divide l'area di carico in un elevato numero di areole rettangolari a ciascuna delle quali compete un carico dQ . la tensione indotta in un punto $P(x,y,z)$, posto alla profondità z , si otterrà sommando i contributi di tutte le areole di carico calcolati come nella formula di Boussinesq.

DatiGeometria della fondazione*Simbologia adottata*

<i>Descrizione</i>	Descrizione della fondazione
<i>Forma</i>	Forma della fondazione (N=Nastriforme, R=Rettangolare, C=Circolare)
<i>X</i>	Ascissa del baricentro della fondazione espressa in [m]
<i>Y</i>	Ordinata del baricentro della fondazione espressa in [m]
<i>B</i>	Base/Diametro della fondazione espressa in [m]
<i>L</i>	Lunghezza della fondazione espressa in [m]
<i>D</i>	Profondità del piano di posa in [m]
<i>α</i>	Inclinazione del piano di posa espressa in [°]
<i>ω</i>	Inclinazione del piano campagna espressa in [°]

Descrizione	Forma	X	Y	B	L	D	α	ω
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]
Fondazione	(R)	0.00	0.00	1.80	29.00	1.00	0.00	0.00

Descrizione terreni e falda*Caratteristiche fisico-meccaniche**Simbologia adottata*

<i>Descrizione</i>	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ_{sat}	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
ϕ	Angolo di attrito interno del terreno espresso in gradi
δ	Angolo di attrito palo-terreno espresso in gradi
<i>c</i>	Coesione del terreno espressa in [kg/cm ²]
<i>ca</i>	Adesione del terreno espressa in [kg/cm ²]

Descr	γ	γ_{sat}	ϕ	δ	<i>c</i>	<i>ca</i>
	[kg/mc]	[kg/mc]	[°]	[°]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]
Terreno 2	1900.0	1950.0	22.00	20.00	0.250	0.250
Terreno 3	2000.0	2100.0	26.00	20.00	0.070	0.070
Terreno 4	2000.0	2140.0	30.00	25.00	0.070	0.070

*Caratteristiche di deformabilità**Simbologia adottata*

<i>Descr</i>	Descrizione terreno
<i>E_{ed}</i>	Modulo edometrico espresso in [kg/cm ²]

Descrizione	<i>E_{ed}</i>
	[kg/cm ²]
Terreno 2	70.00
Terreno 3	130.00
Terreno 4	160.00

Descrizione stratigrafia*Simbologia adottata*

<i>n°</i>	Identificativo strato
<i>Z1</i>	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°1 espressa in [m]
<i>Z2</i>	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°2 espressa in [m]
<i>Z3</i>	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°3 espressa in [m]
<i>Terreno</i>	Terreno dello strato
<i>kh</i>	Coefficiente per calcolo resistenza superfici laterali

Punto di sondaggio n° 1:	X = 0.0 [m]	Y = 0.0 [m]
Punto di sondaggio n° 2:	X = 3.0 [m]	Y = 0.0 [m]
Punto di sondaggio n° 3:	X = 0.0 [m]	Y = 3.0 [m]

n°	Z1	Z2	Z3	Terreno	kh
	[m]	[m]	[m]		
1	-4.0	-4.0	-4.0	Terreno 2	0.00
2	-16.0	-16.0	-16.0	Terreno 3	0.00
3	-20.0	-20.0	-20.0	Terreno 4	0.00

Normativa

N.T.C. 2018

Simbologia adottata

γ_{Gsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
γ_{Gfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
γ_{Qsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
γ_{Qfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\delta'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
$\gamma_{c'}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
γ_{cu}	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
γ_{qu}	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
γ_{γ}	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniaxiale delle rocce

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto		Statici		Sismici	
			A1	A2	A1	A2
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.50	1.30	1.00	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		Statici		Sismici	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\delta'}$	1.00	1.25	1.00	1.25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25	1.00	1.25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.40
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1.00	1.00	1.00	1.00

Coefficienti parziali γ_R per le verifiche geotecniche:

		R1	R2	R3	R3sism
Capacità portante	γ_r	1.00	1.80	2.30	1.80
Scorrimento	γ_r	1.00	1.10	1.10	

Condizioni di carico

Le condizioni di carico definite rappresentano le combinazioni di calcolo

Simbologia e convenzioni di segno adottate

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

<i>Fondazione</i>	Nome identificativo della fondazione
<i>N</i>	Sforzo normale totale espressa in [kg]
<i>Mx</i>	Momento in direzione X espressa in [kgm]
<i>My</i>	Momento in direzione Y espresso in [kgm]
<i>ex</i>	Eccentricità del carico lungo X espressa in [m]
<i>ey</i>	Eccentricità del carico lungo Y espressa in [m]
<i>β</i>	Inclinazione del taglio nel piano espressa in [°]
<i>T</i>	Forza di taglio espressa in [kg]

Condizione n° 1 - Condizione n° 1 - A1-M1-R3

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
	[kg]	[kgm]	[kgm]	[m]	[m]		[kg]
Fondazione	678000.0	0.0	0.0	0.0	0.0	90.0	0.0

Condizione n° 2 - Condizione n° 2 - A1-M1-R3 - Sismica

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
	[kg]	[kgm]	[kgm]	[m]	[m]		[kg]
Fondazione	417600.0	19750.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12050.0

Condizione n° 3 - Condizione n° 3 - SLEQ

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
	[kg]	[kgm]	[kgm]	[m]	[m]		[kg]

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
	[kg]	[kgm]	[kgm]	[m]	[m]		[kg]
Fondazione	417600.0	0.0	0.0	0.0	0.0	90.0	0.0

Condizione n° 4 - Condizione n° 4 - SLEF

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
	[kg]	[kgm]	[kgm]	[m]	[m]		[kg]
Fondazione	417600.0	0.0	0.0	0.0	0.0	90.0	0.0

Condizione n° 5 - Condizione n° 5 - SLER

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
	[kg]	[kgm]	[kgm]	[m]	[m]		[kg]
Fondazione	417600.0	0.0	0.0	0.0	0.0	90.0	0.0

Descrizione combinazioni di carico*Simbologia adottata*

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

Combinazione n° 1 A1-M1-R3

Nome	γ	Ψ
Condizione n° 1	1.00	1.00

Combinazione n° 2 A1-M1-R3

Nome	γ	Ψ
Condizione n° 2	1.00	1.00

Combinazione n° 3 SLEQ

Nome	γ	Ψ
Condizione n° 3	1.00	1.00

Combinazione n° 4 SLEF

Nome	γ	Ψ
Condizione n° 4	1.00	1.00

Combinazione n° 5 SLER

Nome	γ	Ψ
Condizione n° 5	1.00	1.00

Opzioni di calcolo**Analisi in condizioni drenate***Verifica al carico limite*

Metodo di calcolo della portanza:

Terzaghi

Altezza del cuneo di rottura:

AUTOMATICA

Criterio per il calcolo del macrostrato equivalente:

MEDIA ARITMETICA

Nel calcolo della portanza sono state richieste le seguenti opzioni:

Riduzione sismica:

VESIC [2.00°]

Coefficiente correttivo su N_y per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1.00Coefficiente correttivo su N_y per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1.00

Riduzione per carico eccentrico:

MEYERHOF

Verifica allo scorrimento

Partecipazione spinta passiva terreno di rinfiaccio:

0.00 (%)

Cedimenti

Il calcolo dei cedimenti è stato eseguito con il **metodo Edometrico** utilizzando il modulo edometrico.

Per il calcolo dei cedimenti, è stata impostata un'altezza dello strato compressibile legato alla percentuale tensionale.
In particolare la percentuale impostata è: 0.05 (%)

E' stato richiesto di tenere in conto della fondazione compensata.

Risultati

Verifica della portanza per carichi verticali

Simbologia adottata

<i>Cmb</i>	Indice della combinazione
<i>Fnd</i>	Indice della fondazione
<i>PF</i>	Rottura per punzonamento in presenza di falda
<i>q_u</i>	Portanza ultima, espressa in [kg/cm ²]
<i>q_d</i>	Portanza di progetto, espressa in [kg/cm ²]
<i>P_u</i>	Portanza ultima, espressa in [kg]
<i>P_d</i>	Portanza di progetto, espressa in [kg]
<i>V</i>	Carico ortogonale al piano di posa, espresso in [kg]
<i>η</i>	Fattore di sicurezza a carico limite ($\eta = P_d/V$)

<i>Cmb</i>	<i>Fnd</i>	<i>PF</i>	<i>q_u</i> [kg/cm ²]	<i>q_d</i> [kg/cm ²]	<i>P_u</i> [kg]	<i>P_d</i> [kg]	<i>V</i> [kg]	<i>η</i>
1	1	NO	9.46	4.11	4938700	2147261	678000	3.17
2	1	NO	6.89	2.99	3582957	1557808	417600	3.73

Caratteristiche terreno e fondazione di progetto

Simbologia adottata

<i>Cmb</i>	Indice della combinazione
<i>Fnd</i>	Indice della fondazione
<i>H</i>	Altezza del cono di rottura, espressa in [m]
<i>γ</i>	Peso di volume, espressa in [kg/mc]
<i>φ</i>	Angolo di attrito, espressa in [°]
<i>c</i>	Coesione, espressa in [kg/cm ²]
<i>G</i>	Modulo di taglio, espresso in [kg/cm ²]
<i>B'</i>	Base ridotta per effetto dell'eccentricità del carico ($B'=B-2e_x$), espressa in [m]
<i>L'</i>	Lunghezza ridotta per effetto dell'eccentricità del carico ($L'=L-2e_y$), espressa in [m]
<i>R_{ex}</i>	Fattore di riduzione per carico eccentrico lungo X
<i>R_{ey}</i>	Fattore di riduzione per carico eccentrico lungo Y
<i>I_R</i>	Indice di rigidità
<i>I_{RC}</i>	Indice di rigidità critico

<i>Cmb</i>	<i>Fnd</i>	<i>H</i> [m]	<i>γ</i> [kg/mc]	<i>φ</i> [°]	<i>c</i> [kg/cm ²]	<i>G</i> [kg/cm ²]	<i>B'</i> [m]	<i>L'</i> [m]	<i>R_{ex}</i>	<i>R_{ey}</i>	<i>I_C</i>	<i>I_{RC}</i>
1	1	0.36	1900.00	22.00	0.25	0.00	1.80	29.00	--	--	1.00	63.94
2	1	0.36	1900.00	20.00	0.25	0.00	1.80	28.91	--	--	1.00	63.94

Fattori correttivi verifica capacità portante

Combinazione n° 1

Fondazione n° 1

Fattori di capacità portante	N _c = 20.27	N _q = 9.19	N _γ = 8.23
Fattori di forma	S _c = 1.30	S _q = 1.00	S _γ = 0.80
Fattori per effetto del punzonamento	Ψ _c = 1.00	Ψ _q = 1.00	Ψ _γ = 1.00

Combinazione n° 2

Fondazione n° 1

Fattori di capacità portante	N _c = 17.69	N _q = 7.44	N _γ = 6.14
Fattori di forma	S _c = 1.00	S _q = 1.00	S _γ = 1.00
Fattori per effetto del punzonamento	Ψ _c = 1.00	Ψ _q = 1.00	Ψ _γ = 1.00

Verifica allo scorrimento

Simbologia adottata

<i>Cmb</i>	Identificativo della combinazione
<i>R_{ult1}</i>	Resistenza offerta dal piano di posa per attrito ed adesione espressa in [kg]
<i>R_{ult2}</i>	Resistenza passiva offerta dall'affondamento del piano di posa espressa in [kg]
<i>R_{ult3}</i>	Resistenza offerta dalle superfici laterali espressa in [kg]
<i>R</i>	Somma di <i>R_{ult1}</i> e <i>R_{ult2}</i>
<i>R_d</i>	Resistenza di progetto allo scorrimento espressa in [kg]
<i>H</i>	Forza di taglio agente al piano di posa espresso in [kg]
<i>η</i>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento ($\eta = R_d/H$)

Cmb	Fnd	R _{ult1} [kg]	R _{ult2} [kg]	R _{ult3} [kg]	R [kg]	R _{amm} [kg]	H [kg]	η
1	1	377272	0	0	377272	342974	0	100.00
2	1	282068	0	0	282068	256426	12050	21.28

Cedimenti

Cedimento complessivo

Simbologia adottata

cmb	Identificativo della combinazione
w _f	cedimento finale espresso in [cm]
H	spessore strato compressibile espresso in [m]
X	coordinata X punto di calcolo cedimento espressa in [m]
Y	coordinata Y punto di calcolo cedimento espressa in [m]

Fondazione

cmb	w _f [cm]	H [m]	X [m]	Y [m]
3	2.23	8.90	0.00	0.00
4	2.23	8.90	0.00	0.00
5	2.23	8.90	0.00	0.00

Cedimento dei singoli strati

Simbologia adottata

Strato	Identificativo dello strato
Terreno	Terreno dello strato
ΔH	Spessore dello strato espresso in [m]
Δw	Cedimento dello strato espresso in [cm]

Combinazione n° 3 (Fondazione n° 1)

Strato	Terreno	ΔH [cm]	Δw [cm]
1	Terreno 2	3.00	1.7304
2	Terreno 3	4.90	0.5040
		7.90	2.2344

Combinazione n° 4 (Fondazione n° 1)

Strato	Terreno	ΔH [cm]	Δw [cm]
1	Terreno 2	3.00	1.7304
2	Terreno 3	4.90	0.5040
		7.90	2.2344

Combinazione n° 5 (Fondazione n° 1)

Strato	Terreno	ΔH [cm]	Δw [cm]
1	Terreno 2	3.00	1.7304
2	Terreno 3	4.90	0.5040
		7.90	2.2344

Dettagli sui cedimenti dei singoli strati

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine dell'i-esimo strato
z	quota media dell'i-esimo strato espresso in [m]
ΔH	spessore dello strato i-esimo espresso in [m]
Δσ _v	incremento di tensione verticale dell'i-esimo strato espresso in [kg/cmq]
E _{ed}	modulo edometrico dell'i-esimo strato espresso in [kg/cmq]
Δw	cedimento dell'i-esimo strato espresso in [cm]

Combinazione n° 3 (Fondazione n° 1)

n°	z	ΔH	Δσ _v	E _{ed}	Δw
----	---	----	-----------------	-----------------	----

	[m]	[m]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[cm]
1	-1.10	0.20	0.61	70.00	0.1742
2	-1.30	0.20	0.60	70.00	0.1719
3	-1.50	0.20	0.58	70.00	0.1651
4	-1.70	0.20	0.54	70.00	0.1547
5	-1.90	0.20	0.50	70.00	0.1426
6	-2.10	0.20	0.46	70.00	0.1305
7	-2.30	0.20	0.42	70.00	0.1191
8	-2.50	0.20	0.38	70.00	0.1089
9	-2.70	0.20	0.35	70.00	0.0999
10	-2.90	0.20	0.32	70.00	0.0920
11	-3.10	0.20	0.30	70.00	0.0851
12	-3.30	0.20	0.28	70.00	0.0790
13	-3.50	0.20	0.26	70.00	0.0737
14	-3.70	0.20	0.24	70.00	0.0690
15	-3.90	0.20	0.23	70.00	0.0648
16	-4.16	0.33	0.21	130.00	0.0527
17	-4.49	0.33	0.19	130.00	0.0482
18	-4.82	0.33	0.18	130.00	0.0443
19	-5.14	0.33	0.16	130.00	0.0410
20	-5.47	0.33	0.15	130.00	0.0382
21	-5.80	0.33	0.14	130.00	0.0356
22	-6.12	0.33	0.13	130.00	0.0334
23	-6.45	0.33	0.13	130.00	0.0315
24	-6.78	0.33	0.12	130.00	0.0297
25	-7.10	0.33	0.11	130.00	0.0281
26	-7.43	0.33	0.11	130.00	0.0267
27	-7.76	0.33	0.10	130.00	0.0254
28	-8.08	0.33	0.10	130.00	0.0242
29	-8.41	0.33	0.09	130.00	0.0231
30	-8.74	0.33	0.09	130.00	0.0220
		7.90			2.2344

Combinazione n° 4 (Fondazione n° 1)

n°	z	ΔH	$\Delta\sigma_v$	E_{ed}	Δw
	[m]	[m]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[cm]
1	-1.10	0.20	0.61	70.00	0.1742
2	-1.30	0.20	0.60	70.00	0.1719
3	-1.50	0.20	0.58	70.00	0.1651
4	-1.70	0.20	0.54	70.00	0.1547
5	-1.90	0.20	0.50	70.00	0.1426
6	-2.10	0.20	0.46	70.00	0.1305
7	-2.30	0.20	0.42	70.00	0.1191
8	-2.50	0.20	0.38	70.00	0.1089
9	-2.70	0.20	0.35	70.00	0.0999
10	-2.90	0.20	0.32	70.00	0.0920
11	-3.10	0.20	0.30	70.00	0.0851
12	-3.30	0.20	0.28	70.00	0.0790
13	-3.50	0.20	0.26	70.00	0.0737
14	-3.70	0.20	0.24	70.00	0.0690
15	-3.90	0.20	0.23	70.00	0.0648
16	-4.16	0.33	0.21	130.00	0.0527
17	-4.49	0.33	0.19	130.00	0.0482
18	-4.82	0.33	0.18	130.00	0.0443
19	-5.14	0.33	0.16	130.00	0.0410
20	-5.47	0.33	0.15	130.00	0.0382
21	-5.80	0.33	0.14	130.00	0.0356
22	-6.12	0.33	0.13	130.00	0.0334
23	-6.45	0.33	0.13	130.00	0.0315
24	-6.78	0.33	0.12	130.00	0.0297
25	-7.10	0.33	0.11	130.00	0.0281
26	-7.43	0.33	0.11	130.00	0.0267
27	-7.76	0.33	0.10	130.00	0.0254
28	-8.08	0.33	0.10	130.00	0.0242
29	-8.41	0.33	0.09	130.00	0.0231
30	-8.74	0.33	0.09	130.00	0.0220
		7.90			2.2344

Combinazione n° 5 (Fondazione n° 1)

n°	z	ΔH	$\Delta\sigma_v$	E_{ed}	Δw
	[m]	[m]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[cm]
1	-1.10	0.20	0.61	70.00	0.1742
2	-1.30	0.20	0.60	70.00	0.1719
3	-1.50	0.20	0.58	70.00	0.1651
4	-1.70	0.20	0.54	70.00	0.1547

n°	z	ΔH	$\Delta\sigma_v$	E_{ed}	Δw
	[m]	[m]	[kg/cmq]	[kg/cmq]	[cm]
5	-1.90	0.20	0.50	70.00	0.1426
6	-2.10	0.20	0.46	70.00	0.1305
7	-2.30	0.20	0.42	70.00	0.1191
8	-2.50	0.20	0.38	70.00	0.1089
9	-2.70	0.20	0.35	70.00	0.0999
10	-2.90	0.20	0.32	70.00	0.0920
11	-3.10	0.20	0.30	70.00	0.0851
12	-3.30	0.20	0.28	70.00	0.0790
13	-3.50	0.20	0.26	70.00	0.0737
14	-3.70	0.20	0.24	70.00	0.0690
15	-3.90	0.20	0.23	70.00	0.0648
16	-4.16	0.33	0.21	130.00	0.0527
17	-4.49	0.33	0.19	130.00	0.0482
18	-4.82	0.33	0.18	130.00	0.0443
19	-5.14	0.33	0.16	130.00	0.0410
20	-5.47	0.33	0.15	130.00	0.0382
21	-5.80	0.33	0.14	130.00	0.0356
22	-6.12	0.33	0.13	130.00	0.0334
23	-6.45	0.33	0.13	130.00	0.0315
24	-6.78	0.33	0.12	130.00	0.0297
25	-7.10	0.33	0.11	130.00	0.0281
26	-7.43	0.33	0.11	130.00	0.0267
27	-7.76	0.33	0.10	130.00	0.0254
28	-8.08	0.33	0.10	130.00	0.0242
29	-8.41	0.33	0.09	130.00	0.0231
30	-8.74	0.33	0.09	130.00	0.0220
		7.90			2.2344

Dichiarazioni secondo N.T.C. 2018

Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo

Il sottoscritto ing. L. Cecconi, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

Tipo di analisi svolta

L'analisi e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico.

La verifica a carico limite viene eseguita secondo le seguenti fasi:

- Calcolo delle caratteristiche del terreno equivalente di progetto;
- Calcolo della fondazione di progetto;
- Calcolo del carico limite.

Il calcolo dei cedimenti viene eseguita secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della distribuzione dei carichi al piano di posa;
- Calcolo delle pressioni indotte nel terreno dal carico applicato;
- Calcolo dei cedimenti.

Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	CARL - Carico Limite e Cedimenti
Versione	14.0
Produttore	Aztec Informatica srl, Casali del Manco - Loc. Casole Bruzio (CS)
Utente	Ing. Cecconi Lorianò
Licenza	AIU5376AL

Affidabilità dei codici di calcolo

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

Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

Informazioni generali sull'elaborazione

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

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

Luogo e data

Il progettista
(ing. L. Cecconi)

Progetto: Carico Limite e Cedimenti
Ditta:
Comune: S. Maria a Monte
Progettista: ing. L. Cecconi
Direttore dei Lavori: ing. L. Cecconi
Impresa:

Fondazione con terreno non drenato

Richiami teorici

Verifica al carico limite

Il rapporto fra il carico limite in fondazione e la componente normale della risultante dei carichi trasmessi sul terreno di fondazione deve essere superiore a η_q . Cioè, detto Q_u , il carico limite ed R la risultante verticale dei carichi in fondazione, deve essere:

$$Q_u / R \geq \eta_q$$

Terzaghi ha proposto la seguente espressione per il calcolo della capacità portante di una fondazione superficiale.

$$q_u = cN_c s_c + qN_q + 0.5B\gamma N_\gamma s_\gamma$$

La simbologia adottata è la seguente:

c	coesione del terreno in fondazione;
ϕ	angolo di attrito del terreno in fondazione;
γ	peso di volume del terreno in fondazione;
B	larghezza della fondazione;
D	profondità del piano di posa;
q	pressione geostatica alla quota del piano di posa.

I fattori di capacità portante sono espressi dalle seguenti relazioni:

$$N_q = \frac{e^{2(0.75\pi - \phi/2)\text{tg}(\phi)}}{2\cos^2(45 + \phi/2)}$$

$$c = (N_q - 1)\text{ctg}\phi$$

$$N_\gamma = \frac{\text{tg}\phi}{2} \left(\frac{K_{p\gamma}}{\cos^2\phi} - 1 \right)$$

I fattori di forma s_c e s_γ , che compaiono nella espressione di q_u dipendono dalla forma della fondazione. In particolare valgono 1 per fondazioni nastrofornite o rettangolari allungate e valgono rispettivamente 1.3 e 0.8 per fondazioni quadrate.

termine $K_{p\gamma}$ che compare nell'espressione di N_γ non ha un'espressione analitica. Pertanto si assume per N_γ l'espressione proposta da Vesic

$$N_\gamma = 2(N_q + 1)\text{tg}\phi$$

Per tenere conto del sisma, si può ridurre l'angolo d'attrito del terreno secondo il criterio di Vesic. Il valore che propone Vesic è $d\phi = 2,00^\circ$. Questo valore può però variare in funzione dell'esperienza.

Verifica allo scorrimento

Per la verifica a scorrimento lungo il piano di fondazione deve risultare che la somma di tutte le forze parallele al piano di posa che tendono a fare scorrere la fondazione deve essere minore di tutte le forze, parallele al piano di scorrimento, che si oppongono allo scivolamento, secondo un certo coefficiente di sicurezza. La verifica a scorrimento risulta soddisfatta se il rapporto fra la risultante delle forze resistenti allo scivolamento F_r e la risultante delle forze che tendono a fare scorrere la fondazione F_s risulta maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza η_s

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

Le forze che intervengono nella F_s sono: la componente della spinta parallela al piano di fondazione e la componente delle forze d'inerzia parallela al piano di fondazione.

La forza resistente è data dalla resistenza d'attrito e dalla resistenza per adesione lungo la base della fondazione. Detta N la componente normale al piano di fondazione del carico totale gravante in fondazione e indicando con δ_f l'angolo d'attrito

terreno-fondazione, con c_a l'adesione terreno-fondazione e con B_f la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

$$F_r = N \operatorname{tg} \delta_f + c_a B_f$$

La Normativa consente di computare, nelle forze resistenti, una aliquota dell'eventuale spinta dovuta al terreno posto a valle della fondazione. In tal caso, però, il coefficiente di sicurezza deve essere aumentato opportunamente. L'aliquota di spinta passiva che si può considerare ai fini della verifica a scorrimento non può comunque superare il 30 per cento.

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

Cedimenti della fondazione

Metodo Edometrico

Il metodo edometrico è il classico procedimento per il calcolo dei cedimenti in terreni a grana fina, proposto da Terzaghi negli anni '20. L'ipotesi edometrica è verificata con approssimazione tanto migliore quanto più ridotto è il valore del rapporto tra lo spessore dello strato compressibile e la dimensione in pianta della fondazione.

Tuttavia il metodo risulta dotato di ottima approssimazione anche nei casi di strati deformabili di grande spessore.

L'implementazione del metodo è espressa secondo la seguente espressione:

$$\Delta H = \sum_{i=1}^n \frac{\Delta \sigma_i}{E_{ed,i}} \Delta z_i$$

dove:

$\Delta \sigma$ è la tensione indotta nel terreno, alla profondità z , dalla pressione di contatto della fondazione;

E_{ed} è il modulo elastico determinato attraverso la prova edometrica e relativa allo strato i -esimo;

Δz rappresenta lo spessore dello strato i -esimo in cui è stato suddiviso lo strato compressibile e per il quale si conosce il modulo elastico.

Calcolo delle tensioni indotte

Metodo di Boussinesq

Il metodo di Boussinesq considera il terreno come un mezzo omogeneo elastico ed isotropo. Dato un carico concentrato Q , applicato in superficie, la relazione di Boussinesq fornisce la seguente espressione della tensione verticale indotta in un punto $P(x,y,z)$ posto alla profondità z :

$$q_v = \frac{3Qz^3}{2\pi R^5}$$

dove: $R = (x^2 + y^2 + z^2)^{1/2}$;

Per ottenere la pressione indotta da un carico distribuito occorre integrare tale espressione su tutta l'area di carico, considerando il carico Q come un carico infinitesimo agente su una areola dA . L'integrazione analitica di questa espressione si presenta estremamente complessa specialmente nel caso di carichi distribuiti in modo non uniforme. Pertanto si ricorre a metodi di soluzione numerica. Dato il carico agente sulla fondazione, si calcola il diagramma delle pressioni indotte sul piano di posa della fondazione. Si divide l'area di carico in un elevato numero di areole rettangolari a ciascuna delle quali compete un carico dQ . la tensione indotta in un punto $P(x,y,z)$, posto alla profondità z , si otterrà sommando i contributi di tutte le areole di carico calcolati come nella formula di Boussinesq.

DatiGeometria della fondazione*Simbologia adottata**Descrizione* Descrizione della fondazione*Forma* Forma della fondazione (N=Nastriforme, R=Rettangolare, C=Circolare)*X* Ascissa del baricentro della fondazione espressa in [m]*Y* Ordinata del baricentro della fondazione espressa in [m]*B* Base/Diametro della fondazione espressa in [m]*L* Lunghezza della fondazione espressa in [m]*D* Profondità del piano di posa in [m] *α* Inclinazione del piano di posa espressa in [°] *ω* Inclinazione del piano campagna espressa in [°]

Descrizione	Forma	X	Y	B	L	D	α	ω
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]
Fondazione	(R)	0.00	0.00	1.80	29.00	1.00	0.00	0.00

Descrizione terreni e falda*Caratteristiche fisico-meccaniche**Simbologia adottata**Descrizione* Descrizione terreno *γ* Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc] *γ_{sat}* Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc] *ϕ* Angolo di attrito interno del terreno espresso in gradi *δ* Angolo di attrito palo-terreno espresso in gradi*c* Coesione del terreno espressa in [kg/cm²]*ca* Adesione del terreno espressa in [kg/cm²]

Descr	γ	γ_{sat}	ϕ	δ	c	ca
	[kg/mc]	[kg/mc]	[°]	[°]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]
Terreno 2	1900.0	1950.0	0.00	0.00	0.441	0.441
Terreno 3	2000.0	2100.0	0.00	0.00	1.471	1.471
Terreno 4	2000.0	2140.0	0.00	0.00	1.960	1.960

*Caratteristiche di deformabilità**Simbologia adottata**Descr* Descrizione terreno*E_{ed}* Modulo edometrico espresso in [kg/cm²]

Descrizione	E _{ed}
	[kg/cm ²]
Terreno 2	70.00
Terreno 3	130.00
Terreno 4	160.00

Descrizione stratigrafia*Simbologia adottata**n°* Identificativo strato*Z1* Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°1 espressa in [m]*Z2* Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°2 espressa in [m]*Z3* Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°3 espressa in [m]*Terreno* Terreno dello strato*kh* Coefficiente per calcolo resistenza superfici laterali

Punto di sondaggio n° 1: X = 0.0 [m] Y = 0.0 [m]

Punto di sondaggio n° 2: X = 3.0 [m] Y = 0.0 [m]

Punto di sondaggio n° 3: X = 0.0 [m] Y = 3.0 [m]

n°	Z1	Z2	Z3	Terreno	kh
	[m]	[m]	[m]		
1	-4.0	-4.0	-4.0	Terreno 2	0.00
2	-16.0	-16.0	-16.0	Terreno 3	0.00
3	-20.0	-20.0	-20.0	Terreno 4	0.00

Condizioni di carico

Le condizioni di carico definite rappresentano le combinazioni di calcolo

Simbologia e convenzioni di segno adottate

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

<i>Fondazione</i>	Nome identificativo della fondazione
<i>N</i>	Sforzo normale totale espressa in [kg]
<i>Mx</i>	Momento in direzione X espressa in [kgm]
<i>My</i>	Momento in direzione Y espressa in [kgm]
<i>ex</i>	Eccentricità del carico lungo X espressa in [m]
<i>ey</i>	Eccentricità del carico lungo Y espressa in [m]
<i>β</i>	Inclinazione del taglio nel piano espressa in [°]
<i>T</i>	Forza di taglio espressa in [kg]

Condizione n° 1 - Condizione n° 1 - A1-M1-R3

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
	[kg]	[kgm]	[kgm]	[m]	[m]		[kg]
Fondazione	678000.0	0.0	0.0	0.0	0.0	90.0	0.0

Condizione n° 2 - Condizione n° 2 - A1-M1-R3 - Sismica

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
	[kg]	[kgm]	[kgm]	[m]	[m]		[kg]
Fondazione	417600.0	19750.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12050.0

Condizione n° 3 - Condizione n° 3 - SLEQ

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
	[kg]	[kgm]	[kgm]	[m]	[m]		[kg]
Fondazione	417600.0	0.0	0.0	0.0	0.0	90.0	0.0

Condizione n° 4 - Condizione n° 4 - SLEF

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
	[kg]	[kgm]	[kgm]	[m]	[m]		[kg]
Fondazione	417600.0	0.0	0.0	0.0	0.0	90.0	0.0

Condizione n° 5 - Condizione n° 5 - SLER

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
	[kg]	[kgm]	[kgm]	[m]	[m]		[kg]
Fondazione	417600.0	0.0	0.0	0.0	0.0	90.0	0.0

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

γ Coefficiente di partecipazione della condizione
 ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 A1-M1-R3

Nome	γ	Ψ
Condizione n° 1	1.00	1.00

Combinazione n° 2 A1-M1-R3

Nome	γ	Ψ
Condizione n° 2	1.00	1.00

Combinazione n° 3 SLEQ

Nome	γ	Ψ
Condizione n° 3	1.00	1.00

Combinazione n° 4 SLEF

Nome	γ	Ψ
Condizione n° 4	1.00	1.00

Combinazione n° 5 SLER

Nome	γ	Ψ
Condizione n° 5	1.00	1.00

Opzioni di calcolo**Analisi in condizioni non drenate***Verifica al carico limite*

Metodo di calcolo della portanza: Terzaghi
 Altezza del cuneo di rottura: AUTOMATICA
 Criterio per il calcolo del macrostrato equivalente: MEDIA ARITMETICA
 Nel calcolo della portanza sono state richieste le seguenti opzioni:
 Riduzione sismica: VESIC [2.00°]

Coefficiente correttivo su N_γ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1.00
 Coefficiente correttivo su N_γ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1.00

Riduzione per carico eccentrico: MEYERHOF

Verifica allo scorrimento

Partecipazione spinta passiva terreno di rinfiango: 0.00 (%)

Cedimenti

Il calcolo dei cedimenti è stato eseguito con il **metodo Edometrico** utilizzando il modulo edometrico.

Per il calcolo dei cedimenti, è stata impostata un'altezza dello strato compressibile legato alla percentuale tensionale.
 In particolare la percentuale impostata è: 0.05 (%)
 E' stato richiesto di tenere in conto della fondazione compensata.

Risultati

Verifica della portanza per carichi verticali

Simbologia adottata

<i>Cmb</i>	Indice della combinazione
<i>Fnd</i>	Indice della fondazione
<i>PF</i>	Rottura per punzonamento in presenza di falda
<i>q_u</i>	Portanza ultima, espressa in [kg/cm ²]
<i>q_d</i>	Portanza di progetto, espressa in [kg/cm ²]
<i>P_u</i>	Portanza ultima, espressa in [kg]
<i>P_d</i>	Portanza di progetto, espressa in [kg]
<i>V</i>	Carico ortogonale al piano di posa, espresso in [kg]
<i>η</i>	Fattore di sicurezza a carico limite ($\eta = P_d/V$)

<i>Cmb</i>	<i>Fnd</i>	<i>PF</i>	<i>q_u</i> [kg/cm ²]	<i>q_d</i> [kg/cm ²]	<i>P_u</i> [kg]	<i>P_d</i> [kg]	<i>V</i> [kg]	<i>η</i>
1	1	NO	3.46	1.50	1804977	784773	678000	1.16
2	1	NO	2.70	1.18	1406728	611621	417600	1.46

Caratteristiche terreno e fondazione di progetto

Simbologia adottata

<i>Cmb</i>	Indice della combinazione
<i>Fnd</i>	Indice della fondazione
<i>H</i>	Altezza del cono di rottura, espressa in [m]
<i>γ</i>	Peso di volume, espressa in [kg/mc]
<i>φ</i>	Angolo di attrito, espressa in [°]
<i>c</i>	Coesione, espressa in [kg/cm ²]
<i>G</i>	Modulo di taglio, espresso in [kg/cm ²]
<i>B'</i>	Base ridotta per effetto dell'eccentricità del carico ($B'=B-2e_x$), espressa in [m]
<i>L'</i>	Lunghezza ridotta per effetto dell'eccentricità del carico ($L'=L-2e_y$), espressa in [m]
<i>R_{ex}</i>	Fattore di riduzione per carico eccentrico lungo X
<i>R_{ey}</i>	Fattore di riduzione per carico eccentrico lungo Y
<i>I_R</i>	Indice di rigidità
<i>I_{RC}</i>	Indice di rigidità critico

<i>Cmb</i>	<i>Fnd</i>	<i>H</i> [m]	<i>γ</i> [kg/mc]	<i>φ</i> [°]	<i>c</i> [kg/cm ²]	<i>G</i> [kg/cm ²]	<i>B'</i> [m]	<i>L'</i> [m]	<i>R_{ex}</i>	<i>R_{ey}</i>	<i>I_C</i>	<i>I_{RC}</i>
1	1	0.90	1900.00	0.00	0.44	0.00	1.80	29.00	--	--	1.00	13.18
2	1	0.90	1900.00	0.00	0.44	0.00	1.80	28.91	--	--	1.00	13.18

Fattori correttivi verifica capacità portante

Combinazione n° 1

Fondazione n° 1

Fattori di capacità portante	N _c = 5.70	N _q = 1.00	N _γ = 0.00
Fattori di forma	S _c = 1.30	S _q = 1.00	S _γ = 0.80
Fattori per effetto del punzonamento	Ψ _c = 1.00	Ψ _q = 1.00	Ψ _γ = 1.00

Combinazione n° 2

Fondazione n° 1

Fattori di capacità portante	N _c = 5.70	N _q = 1.00	N _γ = 0.00
Fattori di forma	S _c = 1.00	S _q = 1.00	S _γ = 1.00
Fattori per effetto del punzonamento	Ψ _c = 1.00	Ψ _q = 1.00	Ψ _γ = 1.00

Verifica allo scorrimento

Simbologia adottata

<i>Cmb</i>	Identificativo della combinazione
<i>R_{ult1}</i>	Resistenza offerta dal piano di posa per attrito ed adesione espressa in [kg]
<i>R_{ult2}</i>	Resistenza passiva offerta dall'affondamento del piano di posa espressa in [kg]
<i>R_{ult3}</i>	Resistenza offerta dalle superfici laterali espressa in [kg]
<i>R</i>	Somma di <i>R_{ult1}</i> e <i>R_{ult2}</i>
<i>R_d</i>	Resistenza di progetto allo scorrimento espressa in [kg]
<i>H</i>	Forza di taglio agente al piano di posa espresso in [kg]
<i>η</i>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento ($\eta = R_d/H$)

Cmb	Fnd	R _{ult1} [kg]	R _{ult2} [kg]	R _{ult3} [kg]	R [kg]	R _{amm} [kg]	H [kg]	η
1	1	230202	0	0	230202	209275	0	100.00
2	1	229451	0	0	229451	208592	12050	17.31

Cedimenti

Cedimento complessivo

Simbologia adottata

cmb	Identificativo della combinazione
w _f	cedimento finale espresso in [cm]
H	spessore strato compressibile espresso in [m]
X	coordinata X punto di calcolo cedimento espressa in [m]
Y	coordinata Y punto di calcolo cedimento espressa in [m]

Fondazione

cmb	w _f [cm]	H [m]	X [m]	Y [m]
3	2.23	8.90	0.00	0.00
4	2.23	8.90	0.00	0.00
5	2.23	8.90	0.00	0.00

Cedimento dei singoli strati

Simbologia adottata

Strato	Identificativo dello strato
Terreno	Terreno dello strato
ΔH	Spessore dello strato espresso in [m]
Δw	Cedimento dello strato espresso in [cm]

Combinazione n° 3 (Fondazione n° 1)

Strato	Terreno	ΔH [cm]	Δw [cm]
1	Terreno 2	3.00	1.7304
2	Terreno 3	4.90	0.5040
		7.90	2.2344

Combinazione n° 4 (Fondazione n° 1)

Strato	Terreno	ΔH [cm]	Δw [cm]
1	Terreno 2	3.00	1.7304
2	Terreno 3	4.90	0.5040
		7.90	2.2344

Combinazione n° 5 (Fondazione n° 1)

Strato	Terreno	ΔH [cm]	Δw [cm]
1	Terreno 2	3.00	1.7304
2	Terreno 3	4.90	0.5040
		7.90	2.2344

Dettagli sui cedimenti dei singoli strati

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine dell'i-esimo strato
z	quota media dell'i-esimo strato espresso in [m]
ΔH	spessore dello strato i-esimo espresso in [m]
Δσ _v	incremento di tensione verticale dell'i-esimo strato espresso in [kg/cmq]
E _{ed}	modulo edometrico dell'i-esimo strato espresso in [kg/cmq]
Δw	cedimento dell'i-esimo strato espresso in [cm]

Combinazione n° 3 (Fondazione n° 1)

n°	z	ΔH	Δσ _v	E _{ed}	Δw
----	---	----	-----------------	-----------------	----

	[m]	[m]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[cm]
1	-1.10	0.20	0.61	70.00	0.1742
2	-1.30	0.20	0.60	70.00	0.1719
3	-1.50	0.20	0.58	70.00	0.1651
4	-1.70	0.20	0.54	70.00	0.1547
5	-1.90	0.20	0.50	70.00	0.1426
6	-2.10	0.20	0.46	70.00	0.1305
7	-2.30	0.20	0.42	70.00	0.1191
8	-2.50	0.20	0.38	70.00	0.1089
9	-2.70	0.20	0.35	70.00	0.0999
10	-2.90	0.20	0.32	70.00	0.0920
11	-3.10	0.20	0.30	70.00	0.0851
12	-3.30	0.20	0.28	70.00	0.0790
13	-3.50	0.20	0.26	70.00	0.0737
14	-3.70	0.20	0.24	70.00	0.0690
15	-3.90	0.20	0.23	70.00	0.0648
16	-4.16	0.33	0.21	130.00	0.0527
17	-4.49	0.33	0.19	130.00	0.0482
18	-4.82	0.33	0.18	130.00	0.0443
19	-5.14	0.33	0.16	130.00	0.0410
20	-5.47	0.33	0.15	130.00	0.0382
21	-5.80	0.33	0.14	130.00	0.0356
22	-6.12	0.33	0.13	130.00	0.0334
23	-6.45	0.33	0.13	130.00	0.0315
24	-6.78	0.33	0.12	130.00	0.0297
25	-7.10	0.33	0.11	130.00	0.0281
26	-7.43	0.33	0.11	130.00	0.0267
27	-7.76	0.33	0.10	130.00	0.0254
28	-8.08	0.33	0.10	130.00	0.0242
29	-8.41	0.33	0.09	130.00	0.0231
30	-8.74	0.33	0.09	130.00	0.0220
		7.90			2.2344

Combinazione n° 4 (Fondazione n° 1)

n°	z	ΔH	$\Delta\sigma_v$	E_{ed}	Δw
	[m]	[m]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[cm]
1	-1.10	0.20	0.61	70.00	0.1742
2	-1.30	0.20	0.60	70.00	0.1719
3	-1.50	0.20	0.58	70.00	0.1651
4	-1.70	0.20	0.54	70.00	0.1547
5	-1.90	0.20	0.50	70.00	0.1426
6	-2.10	0.20	0.46	70.00	0.1305
7	-2.30	0.20	0.42	70.00	0.1191
8	-2.50	0.20	0.38	70.00	0.1089
9	-2.70	0.20	0.35	70.00	0.0999
10	-2.90	0.20	0.32	70.00	0.0920
11	-3.10	0.20	0.30	70.00	0.0851
12	-3.30	0.20	0.28	70.00	0.0790
13	-3.50	0.20	0.26	70.00	0.0737
14	-3.70	0.20	0.24	70.00	0.0690
15	-3.90	0.20	0.23	70.00	0.0648
16	-4.16	0.33	0.21	130.00	0.0527
17	-4.49	0.33	0.19	130.00	0.0482
18	-4.82	0.33	0.18	130.00	0.0443
19	-5.14	0.33	0.16	130.00	0.0410
20	-5.47	0.33	0.15	130.00	0.0382
21	-5.80	0.33	0.14	130.00	0.0356
22	-6.12	0.33	0.13	130.00	0.0334
23	-6.45	0.33	0.13	130.00	0.0315
24	-6.78	0.33	0.12	130.00	0.0297
25	-7.10	0.33	0.11	130.00	0.0281
26	-7.43	0.33	0.11	130.00	0.0267
27	-7.76	0.33	0.10	130.00	0.0254
28	-8.08	0.33	0.10	130.00	0.0242
29	-8.41	0.33	0.09	130.00	0.0231
30	-8.74	0.33	0.09	130.00	0.0220
		7.90			2.2344

Combinazione n° 5 (Fondazione n° 1)

n°	z	ΔH	$\Delta\sigma_v$	E_{ed}	Δw
	[m]	[m]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[cm]
1	-1.10	0.20	0.61	70.00	0.1742
2	-1.30	0.20	0.60	70.00	0.1719
3	-1.50	0.20	0.58	70.00	0.1651
4	-1.70	0.20	0.54	70.00	0.1547

n°	z	ΔH	$\Delta \sigma_v$	E_{ed}	Δw
	[m]	[m]	[kg/cmq]	[kg/cmq]	[cm]
5	-1.90	0.20	0.50	70.00	0.1426
6	-2.10	0.20	0.46	70.00	0.1305
7	-2.30	0.20	0.42	70.00	0.1191
8	-2.50	0.20	0.38	70.00	0.1089
9	-2.70	0.20	0.35	70.00	0.0999
10	-2.90	0.20	0.32	70.00	0.0920
11	-3.10	0.20	0.30	70.00	0.0851
12	-3.30	0.20	0.28	70.00	0.0790
13	-3.50	0.20	0.26	70.00	0.0737
14	-3.70	0.20	0.24	70.00	0.0690
15	-3.90	0.20	0.23	70.00	0.0648
16	-4.16	0.33	0.21	130.00	0.0527
17	-4.49	0.33	0.19	130.00	0.0482
18	-4.82	0.33	0.18	130.00	0.0443
19	-5.14	0.33	0.16	130.00	0.0410
20	-5.47	0.33	0.15	130.00	0.0382
21	-5.80	0.33	0.14	130.00	0.0356
22	-6.12	0.33	0.13	130.00	0.0334
23	-6.45	0.33	0.13	130.00	0.0315
24	-6.78	0.33	0.12	130.00	0.0297
25	-7.10	0.33	0.11	130.00	0.0281
26	-7.43	0.33	0.11	130.00	0.0267
27	-7.76	0.33	0.10	130.00	0.0254
28	-8.08	0.33	0.10	130.00	0.0242
29	-8.41	0.33	0.09	130.00	0.0231
30	-8.74	0.33	0.09	130.00	0.0220
		7.90			2.2344

MURO A RETTA

RESEDE

Progetto: Muri a retta non drenato
Ditta:
Comune: S. Maria a Monte
Progettista: ing. Lorianò Cecconi
Direttore dei Lavori:
Impresa:

Normative di riferimento

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

Richiami teorici

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità globale

Se il muro è in calcestruzzo armato: Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

Se il muro è a gravità: Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione e verifica in diverse sezioni al ribaltamento, allo scorrimento ed allo schiacciamento.

Calcolo della spinta sul muro

Valori caratteristici e valori di calcolo

Effettuando il calcolo tramite gli Eurocodici è necessario fare la distinzione fra i parametri caratteristici ed i valori di calcolo (o di progetto) sia delle azioni che delle resistenze.

I valori di calcolo si ottengono dai valori caratteristici mediante l'applicazione di opportuni coefficienti di sicurezza parziali γ . In particolare si distinguono combinazioni di carico di tipo **A1-M1** nelle quali vengono incrementati i carichi e lasciati inalterati i parametri di resistenza del terreno e combinazioni di carico di tipo **A2-M2** nelle quali vengono ridotti i parametri di resistenza del terreno e incrementati i soli carichi variabili.

Metodo di Rankine

La teoria di Rankine o del masso illimitato considera il terreno in uno stato di equilibrio limite e suppone che non ci sia attrito fra il terreno e la parete del muro.

Considerando il caso di un terreno incoerente con angolo di attrito ϕ e peso divolume γ ed indicando con β l'inclinazione che il terreno a monte del muro forma con l'orizzontale il coefficiente di spinta attiva è espresso da

$$K_a = \cos \beta \sqrt{\frac{\cos \beta - (\cos^2 \beta - \cos^2 \phi)}{\cos \beta + (\cos^2 \beta - \cos^2 \phi)}}$$

e quindi la pressione laterale, ad una generica profondità z e la spinta totale sulla parete di altezza H valgono

$$\sigma_a = \gamma z k_a$$

$$S = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_a$$

Il diagramma delle pressioni del terreno sulla parete risulta triangolare con il vertice in alto. La spinta risultante così calcolata viene considerata applicata ad un'altezza pari ad $H/3$ dalla base del muro e risulta inclinata di un angolo β rispetto all'orizzontale.

Nel caso in cui il terrapieno sia gravato di un sovraccarico uniforme Q l'espressione della pressione e della spinta diventano

$$\sigma_a = (\gamma z + q) k_a$$

$$S = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_a$$

Al carico Q corrisponde un diagramma delle pressioni rettangolare con risultante applicata a $1/2H$.

Nel caso di terreno dotato di coesione c l'espressione della pressione esercitata sulla parete, alla generica profondità z , diventa

$$\sigma_a = \gamma z k_a - 2c \sqrt{k_a}$$

Al diagramma triangolare, espresso dal termine $\gamma z k_a$, si sottrae il diagramma rettangolare legato al termine con la coesione. La pressione σ_a risulta negativa per valori di z minori di

$$h_c = \frac{2c}{\gamma \sqrt{k_a}}$$

La grandezza h_c è detta altezza critica e rappresenta la profondità di potenziale frattura del terreno. E' chiaro che se l'altezza della parete è inferiore ad h_c non abbiamo nessuna spinta sulla parete.

Spinta in presenza di falda

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

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

dove γ_{sat} è il peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori) e γ_w è il peso specifico dell'acqua. Quindi il diagramma delle pressioni al di sotto della linea di falda ha una pendenza minore. Al diagramma così ottenuto va sommato il diagramma triangolare legato alla pressione idrostatica esercitata dall'acqua.

Spinta in presenza di sisma

Per tener conto dell'incremento di spinta dovuta al sisma si fa riferimento al metodo di Mononobe-Okabe (cui fa riferimento la Normativa Italiana).

La Normativa Italiana suggerisce di tener conto di un incremento di spinta dovuto al sisma nel modo seguente.

Detta ε l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e β l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta S' considerando un'inclinazione del terrapieno e della parte pari a

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

dove $\theta = \arctg(k_h/(1 \pm k_v))$ essendo k_h il coefficiente sismico orizzontale e k_v il coefficiente sismico verticale, definito in funzione di k_h . In presenza di falda a monte, θ assume le seguenti espressioni:

Terreno a bassa permeabilità

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

Terreno a permeabilità elevata

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

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

$$\Delta S = AS' - S$$

dove il coefficiente A vale

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

In presenza di falda a monte, nel coefficiente A si tiene conto dell'influenza dei pesi di volume nel calcolo di θ .

Adottando il metodo di Mononobe-Okabe per il calcolo della spinta, il coefficiente A viene posto pari a 1.

Tale incremento di spinta è applicato a metà altezza della parete di spinta nel caso di forma rettangolare del diagramma di incremento sismico, allo stesso punto di applicazione della spinta statica nel caso in cui la forma del diagramma di incremento sismico è uguale a quella del diagramma statico.

Oltre a questo incremento bisogna tener conto delle forze d'inerzia orizzontali e verticali che si destano per effetto del sisma. Tali forze vengono valutate come

$$F_{IH} = k_h W \quad F_{IV} = \pm k_v W$$

dove W è il peso del muro, del terreno soprastante la mensola di monte ed i relativi sovraccarichi e va applicata nel baricentro dei pesi.

Verifica a ribaltamento

La verifica a ribaltamento consiste nel determinare il momento risultante di tutte le forze che tendono a fare ribaltare il muro (momento ribaltante M_r) ed il momento risultante di tutte le forze che tendono a stabilizzare il muro (momento stabilizzante M_s) rispetto allo spigolo a valle della fondazione e verificare che il rapporto M_s/M_r sia maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza η_r .

Deve quindi essere verificata la seguente disequaglianza:

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

Il momento ribaltante M_r è dato dalla componente orizzontale della spinta S , dalle forze di inerzia del muro e del terreno gravante sulla fondazione di monte (caso di presenza di sisma) per i rispettivi bracci. Nel momento stabilizzante interviene il peso del muro (applicato nel baricentro) ed il peso del terreno gravante sulla fondazione di monte. Per quanto riguarda invece la componente verticale della

spinta essa sarà stabilizzante se l'angolo d'attrito terra-muro δ è positivo, ribaltante se δ è negativo. δ è positivo quando è il terrapieno che scorre rispetto al muro, negativo quando è il muro che tende a scorrere rispetto al terrapieno (questo può essere il caso di una spalla da ponte gravata da carichi notevoli). Se sono presenti dei tiranti essi contribuiscono al momento stabilizzante. Questa verifica ha significato solo per fondazione superficiale e non per fondazione su pali.

Verifica a scorrimento

Per la verifica a scorrimento del muro lungo il piano di fondazione deve risultare che la somma di tutte le forze parallele al piano di posa che tendono a fare scorrere il muro deve essere minore di tutte le forze, parallele al piano di scorrimento, che si oppongono allo scivolamento, secondo un certo coefficiente di sicurezza. La verifica a scorrimento risulta soddisfatta se il rapporto fra la risultante delle forze resistenti allo scivolamento F_r e la risultante delle forze che tendono a fare scorrere il muro F_s risulta maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza η_s

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

Le forze che intervengono nella F_s sono: la componente della spinta parallela al piano di fondazione e la componente delle forze d'inerzia parallela al piano di fondazione.

La forza resistente è data dalla resistenza d'attrito e dalla resistenza per adesione lungo la base della fondazione. Detta N la componente normale al piano di fondazione del carico totale gravante in fondazione e indicando con δ_f l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con c_a l'adesione terreno-fondazione e con B_r la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

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

La Normativa consente di computare, nelle forze resistenti, una aliquota dell'eventuale spinta dovuta al terreno posto a valle del muro. In tal caso, però, il coefficiente di sicurezza deve essere aumentato opportunamente. L'aliquota di spinta passiva che si può considerare ai fini della verifica a scorrimento non può comunque superare il 50 per cento.

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

Verifica al carico limite

Il rapporto fra il carico limite in fondazione e la componente normale della risultante dei carichi trasmessi dal muro sul terreno di fondazione deve essere superiore a η_q . Cioè, detto Q_u , il carico limite ed R la risultante verticale dei carichi in fondazione, deve essere:

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

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

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

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

In questa espressione:

c	coesione del terreno in fondazione
ϕ	angolo di attrito del terreno in fondazione
γ	peso di volume del terreno in fondazione
B	larghezza della fondazione
D	profondità del piano di posa
q	pressione geostatica alla quota del piano di posa
N	fattori di capacità portante
d	fattori di profondità del piano di posa
i	fattori di inclinazione del carico

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

	$\varphi > 0$	$i_c = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{90^\circ}\right)^2$	$i_q = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{90^\circ}\right)^2$	$i_g = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{\varphi^\circ}\right)^2$
--	---------------	--	--	---

Indichiamo con K_p il coefficiente di spinta passiva espresso da:

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

Riduzione per effetto piastra

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

$$r_\gamma = 1.0 + 0.25 \log \frac{B}{2.0}$$

Il termine sul peso di volume diventa:

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

Verifica alla stabilità globale

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

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento viene supposta circolare e determinata in modo tale da non avere intersezione con il profilo del muro. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri di dimensioni 10x10 posta in prossimità della sommità del muro. Il numero di strisce è pari a 25.

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

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

dove n è il numero delle strisce considerate, b_i e α_i sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia i_{esima} rispetto all'orizzontale, W_i è il peso della striscia i_{esima} e c_i e φ_i sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia. Inoltre u_i ed l_i rappresentano la pressione neutra lungo la base della striscia e la lunghezza della base della striscia ($l_i = b_i / \cos \alpha_i$). Quindi, assunto un cerchio di tentativo lo si suddivide in n strisce e dalla formula precedente si ricava η . Questo procedimento viene eseguito per il numero di centri prefissato e viene assunto come coefficiente di sicurezza della scarpata il minimo dei coefficienti così determinati.

Dati

Materiali

Simbologia adottata

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

Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	γ [kg/mc]	R _{ck} [kg/cm ²]	E [kg/cm ²]	ν	n	ntc
1	C28/35	C28/35	B450C	2500.00	356.90	332300	0.30	15.00	0.50
2	Materiale tiranti	Rck 250	Precomp	2500.00	250.00	306659	0.30	15.00	0.50

Acciai

Descr	f _{yk} [kg/cm ²]	f _{uk} [kg/cm ²]
B450C	4588.65	5506.38

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata

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

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

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

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

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro	10.00	[m]
<u>Paramento</u>		
Materiale	C28/35	
Altezza paramento	3.80	[m]
Altezza paramento libero	3.50	[m]
Spessore in sommità	0.35	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.35	[m]
Inclinazione paramento esterno	0.00	[°]
Inclinazione paramento interno	0.00	[°]
<u>Fondazione</u>		
Materiale	C28/35	
Lunghezza mensola di valle	1.20	[m]
Lunghezza mensola di monte	1.80	[m]
Lunghezza totale	3.35	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	0.35	[m]
Spessore magrone	0.10	[m]

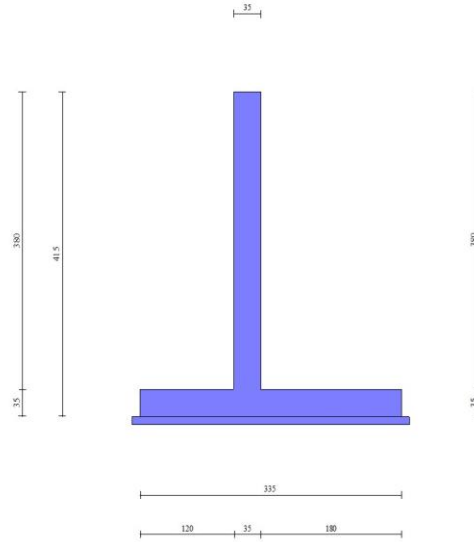


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

Descrizione terreni

Parametri di resistenza

Simbologia adottata

- n° Indice del terreno
- Descr Descrizione terreno
- γ Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
- γ_s Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
- ϕ Angolo d'attrito interno espresso in [°]
- δ Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
- c Coesione espressa in [kg/cm²]
- c_a Adesione terra-muro espressa in [kg/cm²]
- Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix
- Cesp Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
- τ_l Tensione tangenziale limite, espressa in [kg/cm²]

n°	Descr	γ [kg/mc]	γ_{sat} [kg/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kg/cm ²]	c_a [kg/cm ²]	Cesp	τ_l [kg/cm ²]
1	Terreno 1	1600.00	1800.00	10.000	6.670	0.00	0.00	---	---
2	Terreno 2	1950.00	2050.00	0.000	0.000	0.44	0.22	---	---
3	Terreno 3	2000.00	2100.00	0.000	0.000	1.47	1.00	---	---
4	Terreno 4	2000.00	2140.00	0.000	0.000	1.96	1.20	---	---

Stratigrafia

Simbologia adottata

- n° Indice dello strato
- H Spessore dello strato espresso in [m]
- α Inclinazione espressa in [°]
- Terreno Terreno dello strato
- Per calcolo pali (solo se presenti)
- Kw Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm²/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')
 $K_{st_{sta}}$, $K_{st_{sis}}$ Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	α [°]	Terreno	Kw [Kg/cm ²]	Ks	Cesp	$K_{st_{sta}}$	$K_{st_{sis}}$
1	1.00	0.000	Terreno 1	---	---	---	---	---
2	8.00	0.000	Terreno 2	---	---	---	---	---
3	7.00	0.000	Terreno 3	---	---	---	---	---
4	4.00	0.000	Terreno 4	---	---	---	---	---

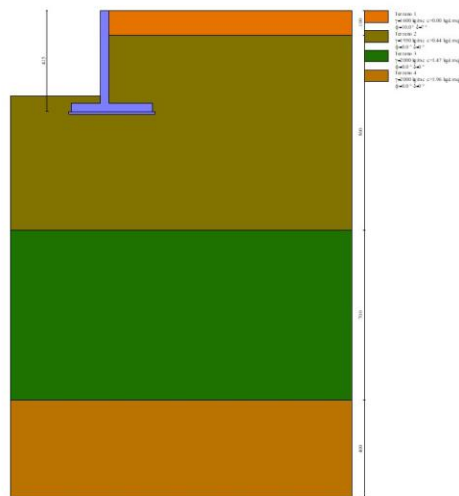


Fig. 2 - Stratigrafia

Condizioni di carico

Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

X	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
F _x	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kg]
F _y	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kg]
M	Momento espresso in [kgm]
X _i	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
X _f	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
Q _i	Intensità del carico per x=X _i espressa in [kg]
Q _f	Intensità del carico per x=X _f espressa in [kg]

Condizione n° 1 (Condizione 1) - VARIABILE

Coeff. di combinazione $\Psi_0=0.70 - \Psi_1=0.70 - \Psi_2=0.60$

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F _x [kg]	F _y [kg]	M [kgm]	X _i [m]	X _f [m]	Q _i [kg]	Q _f [kg]
1	Distribuito					0.00	10.00	300.00	300.00

Condizione n° 2 (Condizione 2) - PERMANENTE NS

Carichi sul muro

n°	Tipo	Dest	X; Y [m]	F _x [kg]	F _y [kg]	M [kgm]	X _i [m]	X _f [m]	Q _i [kg]	Q _f [kg]
1	Concentrato	Paramento	-0.20; 0.00	0.00	800.00	0.00				

Normativa

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

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

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

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Combinazioni statiche	Combinazioni sismiche
-----------	-----------------------	-----------------------

		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi)}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	γ_c	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	γ_r	1.00	1.00	1.00	1.00

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

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

Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

- Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

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

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

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

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

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

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

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Condizione 2	1.50	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.50	1.00	Sfavorevole

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

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	0.60	Sfavorevole
Condizione 2	1.00	--	Sfavorevole

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

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	0.60	Sfavorevole
Condizione 2	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 2	1.30	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.30	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	0.60	Sfavorevole
Condizione 2	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	0.60	Sfavorevole
Condizione 2	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Condizione 2	1.50	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - EQU (A1-M1-R3) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	0.60	Sfavorevole
Condizione 2	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - EQU (A1-M1-R3) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	0.60	Sfavorevole
Condizione 2	1.00	--	Sfavorevole

Dati sismici

Comune	Santa Maria A Monte
Provincia	Pisa
Regione	Toscana
Latitudine	43.700944
Longitudine	10.690000
Indice punti di interpolazione	20273 - 20272 - 20494 - 20495
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	III
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	75 anni

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_a	[m/s ²]	1.384	0.605
Accelerazione al suolo	a_d/g	[%]	0.141	0.062
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.493	2.563
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.285	0.261
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		C	1.489
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T2	1.200

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh	kv
Ultimo	0.380	9.576	4.788
Ultimo - Ribaltamento	0.570	14.364	7.182
Esercizio	0.470	5.220	2.610

Forma diagramma incremento sismico **Rettangolare**

Opzioni di calcolo

Spinta

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

Capacità portante

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

Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale	Fellenius
---	-----------

Altro

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

Spostamenti

Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti

Cedimenti

Non è stato richiesto il calcolo dei cedimenti

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

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

Risultati per combinazione

Spinta e forze

Simbologia adottata

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

Ic	A	V [kg]	I [°]	C _x [kg]	C _y [kg]	P _x [m]	P _y [m]
1	Spinta statica	1657	4.22	1652	122	1.80	-1.80
	Peso/Inerzia muro			0	6256/0	-0.03	-2.87
	Peso/Inerzia terrapieno			0	13518/0	0.90	-1.90
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			0	702	-0.95	-3.65
	Resistenza passiva terreno antistante			-3066			
	Risultante forze sul muro			0	1200	--	--
2	Spinta statica	702	6.55	698	80	1.80	-0.64
	Incremento di spinta sismica		73	73	8	1.80	-2.07
	Peso/Inerzia muro			599	6256/300	-0.03	-2.87
	Peso/Inerzia terrapieno			1248	13032/624	0.90	-1.90
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			67	702	-0.95	-3.65
	Resistenza passiva terreno antistante			-3066			
	Risultante forze sul muro			0	800	--	--
3	Spinta statica	702	6.55	698	80	1.80	-0.64
	Incremento di spinta sismica		13	13	1	1.80	-2.07
	Peso/Inerzia muro			599	6256/-300	-0.03	-2.87
	Peso/Inerzia terrapieno			1248	13032/-624	0.90	-1.90
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			67	702	-0.95	-3.65
	Resistenza passiva terreno antistante			-3066			
	Risultante forze sul muro			0	800	--	--

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

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

	Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{UPL}
1 - STR (A1-M1-R3)			6.316		3.448			
2 - STR (A1-M1-R3)		H + V	3.887		3.234			
3 - STR (A1-M1-R3)		H - V	3.975		3.494			
4 - GEO (A2-M2-R2)						2.164		
5 - GEO (A2-M2-R2)		H + V				2.639		
6 - GEO (A2-M2-R2)		H - V				2.869		
7 - EQU (A1-M1-R3)				11.594				
8 - EQU (A1-M1-R3)		H + V		5.638				
9 - EQU (A1-M1-R3)		H - V		3.915				

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

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

n°	Rsa [kg]	Rpt [kg]	Rps [kg]	Rp [kg]	Rt [kg]	R [kg]	T [kg]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	7370	3066	0	--	--	10436	1652	6.316
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	7370	3066	0	--	--	10436	2685	3.887
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	7370	3066	0	--	--	10436	2625	3.975

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

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

n°	N [kg]	Qu [kg]	Qd [kg]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	21798	75152	53680	3.448
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	21802	70514	58762	3.234
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	19948	69706	58088	3.494

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, N _γ	Fattori di capacità portante
ic, iq, i _γ	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, d _γ	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, g _γ	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, b _γ	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, s _γ	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, p _γ	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
Re	Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof
Ir, Irc	Indici di rigidità 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 _N viene moltiplicato per questo fattore
D	Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
B'	Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
H	Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
γ	Peso di volume del terreno medio, espresso in [kg/mc]
φ	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c	Coesione del terreno medio, espresso in [kg/cm ^q]

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

n°	Nc Nq N _γ	ic iq i _γ	dc dq d _γ	gc gq g _γ	bc bq b _γ	sc sq s _γ	pc pq p _γ	Ir	Irc	Re	r _γ
1	5.140 1.000 -0.000	0.906 0.906 0.000	1.039 1.000 1.000	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	--	--	--	0.944
2	5.140 1.000 -0.000	0.850 0.850 0.000	1.039 1.000 1.000	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	--	--	--	0.944
3	5.140 1.000 -0.000	0.840 0.840 0.000	1.039 1.000 1.000	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	--	--	--	0.944

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	γ [°]	φ [kg/mc]	c [kg/cm ^q]
1	0.65	3.35	1.68	1950	0.00	0.44
2	0.65	3.35	1.68	1950	0.00	0.44
3	0.65	3.35	1.68	1950	0.00	0.44

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

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

La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms [kgm]	Mr [kgm]	FS
7 - EQU (A1-M1-R3)	45050	3886	11.594
8 - EQU (A1-M1-R3) H + V	46217	8198	5.638
9 - EQU (A1-M1-R3) H - V	43218	11040	3.915

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

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

Ic	C [m]	R [m]	FS
4 - GEO (A2-M2-R2)		-0.50; 0.00	4.75
5 - GEO (A2-M2-R2) H + V		-0.50; 0.00	4.75
6 - GEO (A2-M2-R2) H - V		-0.50; 0.00	4.75

Dettagli strisce verifiche stabilità**Simbologia adottata**

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kg]

Qy carico sulla striscia espresso in [kg]

Qf carico acqua sulla striscia espresso in [kg]

 α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario) ϕ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

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

Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W [kg]	Qy [kg]	Qf [kg]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cm ²]	u [kg/cm ²]	Tx; Ty [kg]
1	455	125	0	4.25 - 0.32	79.438	8.029	0.00	0.000	
2	1164	125	0	0.32	64.414	0.000	0.31	0.000	
3	1522	125	0	0.32	56.465	0.000	0.31	0.000	
4	1790	125	0	0.32	49.983	0.000	0.31	0.000	
5	2006	125	0	0.32	44.297	0.000	0.31	0.000	
6	2184	125	0	0.32	39.124	0.000	0.31	0.000	
7	2333	125	0	0.32	34.310	0.000	0.31	0.000	
8	2477	125	0	0.32	29.761	0.000	0.31	0.000	
9	2624	125	0	0.32	25.411	0.000	0.31	0.000	
10	2710	125	0	0.32	21.214	0.000	0.31	0.000	
11	2779	125	0	0.32	17.133	0.000	0.31	0.000	
12	2833	125	0	0.32	13.141	0.000	0.31	0.000	
13	2872	125	0	0.32	9.213	0.000	0.31	0.000	
14	3431	1079	0	0.32	5.329	0.000	0.31	0.000	
15	2014	0	0	0.32	1.469	0.000	0.31	0.000	
16	839	0	0	0.32	-2.384	0.000	0.31	0.000	
17	824	0	0	0.32	-6.248	0.000	0.31	0.000	
18	795	0	0	0.32	-10.141	0.000	0.31	0.000	
19	701	0	0	0.32	-14.083	0.000	0.31	0.000	
20	634	0	0	0.32	-18.093	0.000	0.31	0.000	
21	560	0	0	0.32	-22.199	0.000	0.31	0.000	
22	470	0	0	0.32	-26.429	0.000	0.31	0.000	
23	361	0	0	0.32	-30.821	0.000	0.31	0.000	
24	231	0	0	0.32	-35.427	0.000	0.31	0.000	
25	76	0	0	-3.73 - 0.32	-38.865	0.000	0.31	0.000	

Combinazione n° 5 - GEO (A2-M2-R2) H + V

n°	W [kg]	Qy [kg]	Qf [kg]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cm ²]	u [kg/cm ²]	Tx; Ty [kg]
1	455	58	0	4.25 - 0.32	79.438	10.000	0.00	0.000	
2	1164	58	0	0.32	64.414	0.000	0.44	0.000	
3	1522	58	0	0.32	56.465	0.000	0.44	0.000	
4	1790	58	0	0.32	49.983	0.000	0.44	0.000	
5	2006	58	0	0.32	44.297	0.000	0.44	0.000	
6	2184	58	0	0.32	39.124	0.000	0.44	0.000	
7	2333	58	0	0.32	34.310	0.000	0.44	0.000	
8	2477	58	0	0.32	29.761	0.000	0.44	0.000	
9	2624	58	0	0.32	25.411	0.000	0.44	0.000	
10	2710	58	0	0.32	21.214	0.000	0.44	0.000	
11	2779	58	0	0.32	17.133	0.000	0.44	0.000	
12	2833	58	0	0.32	13.141	0.000	0.44	0.000	
13	2872	58	0	0.32	9.213	0.000	0.44	0.000	
14	3431	818	0	0.32	5.329	0.000	0.44	0.000	
15	2014	0	0	0.32	1.469	0.000	0.44	0.000	
16	839	0	0	0.32	-2.384	0.000	0.44	0.000	
17	824	0	0	0.32	-6.248	0.000	0.44	0.000	
18	795	0	0	0.32	-10.141	0.000	0.44	0.000	
19	701	0	0	0.32	-14.083	0.000	0.44	0.000	
20	634	0	0	0.32	-18.093	0.000	0.44	0.000	
21	560	0	0	0.32	-22.199	0.000	0.44	0.000	
22	470	0	0	0.32	-26.429	0.000	0.44	0.000	
23	361	0	0	0.32	-30.821	0.000	0.44	0.000	
24	231	0	0	0.32	-35.427	0.000	0.44	0.000	
25	76	0	0	-3.73 - 0.32	-38.865	0.000	0.44	0.000	

Combinazione n° 6 - GEO (A2-M2-R2) H - V

n°	W [kg]	Qy [kg]	Qf [kg]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cm ²]	u [kg/cm ²]	Tx; Ty [kg]
1	455	58	0	4.25 - 0.32	79.438	10.000	0.00	0.000	
2	1164	58	0	0.32	64.414	0.000	0.44	0.000	
3	1522	58	0	0.32	56.465	0.000	0.44	0.000	
4	1790	58	0	0.32	49.983	0.000	0.44	0.000	
5	2006	58	0	0.32	44.297	0.000	0.44	0.000	
6	2184	58	0	0.32	39.124	0.000	0.44	0.000	
7	2333	58	0	0.32	34.310	0.000	0.44	0.000	
8	2477	58	0	0.32	29.761	0.000	0.44	0.000	
9	2624	58	0	0.32	25.411	0.000	0.44	0.000	

n°	W [kg]	Qy [kg]	Qf [kg]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kg/cm²]	u [kg/cm²]	Tx; Ty [kg]
10	2710	58	0	0.32	21.214	0.000	0.44	0.000	
11	2779	58	0	0.32	17.133	0.000	0.44	0.000	
12	2833	58	0	0.32	13.141	0.000	0.44	0.000	
13	2872	58	0	0.32	9.213	0.000	0.44	0.000	
14	3431	818	0	0.32	5.329	0.000	0.44	0.000	
15	2014	0	0	0.32	1.469	0.000	0.44	0.000	
16	839	0	0	0.32	-2.384	0.000	0.44	0.000	
17	824	0	0	0.32	-6.248	0.000	0.44	0.000	
18	795	0	0	0.32	-10.141	0.000	0.44	0.000	
19	701	0	0	0.32	-14.083	0.000	0.44	0.000	
20	634	0	0	0.32	-18.093	0.000	0.44	0.000	
21	560	0	0	0.32	-22.199	0.000	0.44	0.000	
22	470	0	0	0.32	-26.429	0.000	0.44	0.000	
23	361	0	0	0.32	-30.821	0.000	0.44	0.000	
24	231	0	0	0.32	-35.427	0.000	0.44	0.000	
25	76	0	0	-3.73 - 0.32	-38.865	0.000	0.44	0.000	

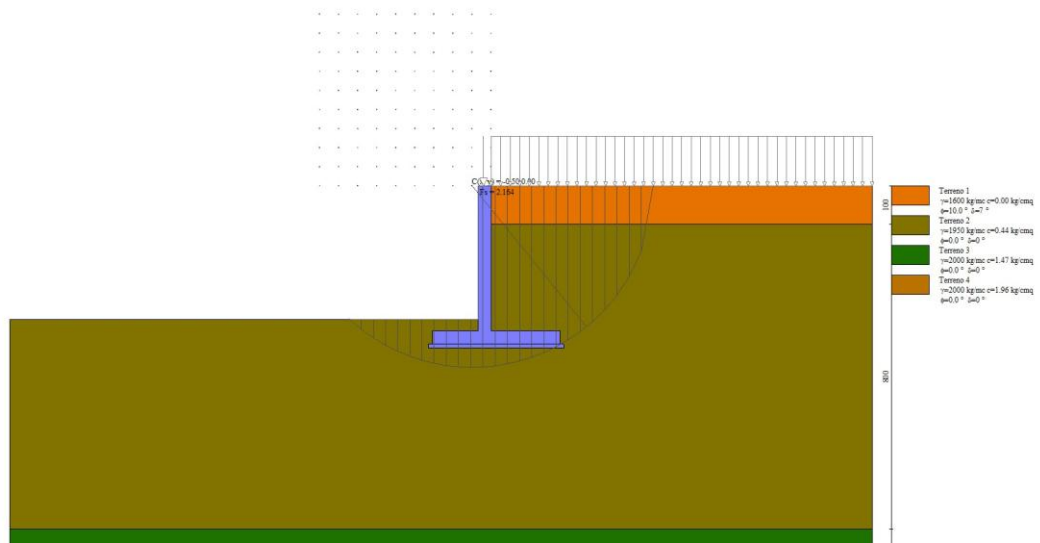


Fig. 3 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 4)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

- N Sforzo normale, espresso in [kg]. Positivo se di compressione.
- T Taglio, espresso in [kg]. Positivo se diretto da monte verso valle
- M Momento, espresso in [kgm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

Paramento

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	0.00	1200	0	30
2	-0.10	1292	39	31
3	-0.20	1386	92	36
4	-0.30	1481	160	47
5	-0.40	1578	242	66
6	-0.50	1677	339	93
7	-0.60	1778	451	130
8	-0.70	1880	577	178
9	-0.80	1984	717	240
10	-0.90	2090	872	316
11	-1.00	2197	1042	408
12	-1.10	2286	1060	514
13	-1.20	2374	1060	620
14	-1.30	2461	1060	726
15	-1.40	2549	1060	832
16	-1.50	2636	1060	938
17	-1.60	2724	1060	1044
18	-1.70	2811	1060	1150
19	-1.80	2899	1060	1256
20	-1.90	2986	1060	1362
21	-2.00	3074	1060	1468

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
22	-2.10	3161	1060	1574
23	-2.20	3249	1060	1680
24	-2.30	3336	1060	1786
25	-2.40	3424	1060	1892
26	-2.50	3511	1060	1998
27	-2.60	3599	1060	2103
28	-2.70	3686	1060	2209
29	-2.80	3774	1060	2315
30	-2.90	3861	1060	2421
31	-3.00	3949	1060	2527
32	-3.10	4036	1060	2633
33	-3.20	4124	1060	2739
34	-3.30	4211	1060	2845
35	-3.40	4299	1060	2951
36	-3.50	4386	1068	3057
37	-3.60	4474	1092	3165
38	-3.70	4561	1137	3276
39	-3.80	4649	1207	3393

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

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	0.00	800	0	20
2	-0.10	890	28	21
3	-0.20	981	68	25
4	-0.30	1073	119	33
5	-0.40	1167	181	47
6	-0.50	1262	254	68
7	-0.60	1359	339	96
8	-0.70	1456	434	132
9	-0.80	1555	541	179
10	-0.90	1656	659	237
11	-1.00	1757	788	306
12	-1.10	1840	812	388
13	-1.20	1921	823	471
14	-1.30	2003	833	555
15	-1.40	2086	844	640
16	-1.50	2170	855	726
17	-1.60	2254	865	813
18	-1.70	2338	876	901
19	-1.80	2423	886	990
20	-1.90	2508	897	1079
21	-2.00	2594	907	1170
22	-2.10	2679	918	1262
23	-2.20	2765	928	1355
24	-2.30	2851	938	1448
25	-2.40	2937	949	1543
26	-2.50	3023	959	1639
27	-2.60	3109	970	1736
28	-2.70	3195	980	1833
29	-2.80	3282	990	1932
30	-2.90	3368	1001	2032
31	-3.00	3455	1011	2133
32	-3.10	3541	1021	2235
33	-3.20	3628	1032	2338
34	-3.30	3715	1042	2441
35	-3.40	3802	1052	2546
36	-3.50	3888	1063	2652
37	-3.60	3975	1073	2759
38	-3.70	4061	1083	2867
39	-3.80	4149	1093	2976

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

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	0.00	800	0	20
2	-0.10	890	27	21
3	-0.20	981	65	25
4	-0.30	1073	114	33
5	-0.40	1167	175	46
6	-0.50	1261	246	66
7	-0.60	1358	329	93
8	-0.70	1455	423	129
9	-0.80	1554	529	174
10	-0.90	1654	645	231
11	-1.00	1756	773	299
12	-1.10	1838	794	379
13	-1.20	1919	804	460
14	-1.30	2001	813	542
15	-1.40	2084	822	625
16	-1.50	2168	831	709
17	-1.60	2252	840	793
18	-1.70	2336	849	879
19	-1.80	2421	858	965
20	-1.90	2506	867	1051
21	-2.00	2592	876	1139
22	-2.10	2677	885	1228
23	-2.20	2763	893	1317
24	-2.30	2849	902	1407

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
25	-2.40	2935	911	1498
26	-2.50	3021	920	1590
27	-2.60	3107	929	1683
28	-2.70	3193	937	1776
29	-2.80	3280	946	1871
30	-2.90	3366	955	1966
31	-3.00	3453	964	2062
32	-3.10	3540	972	2160
33	-3.20	3626	981	2257
34	-3.30	3713	990	2356
35	-3.40	3800	999	2456
36	-3.50	3886	1007	2556
37	-3.60	3973	1016	2658
38	-3.70	4060	1025	2760
39	-3.80	4147	1034	2863

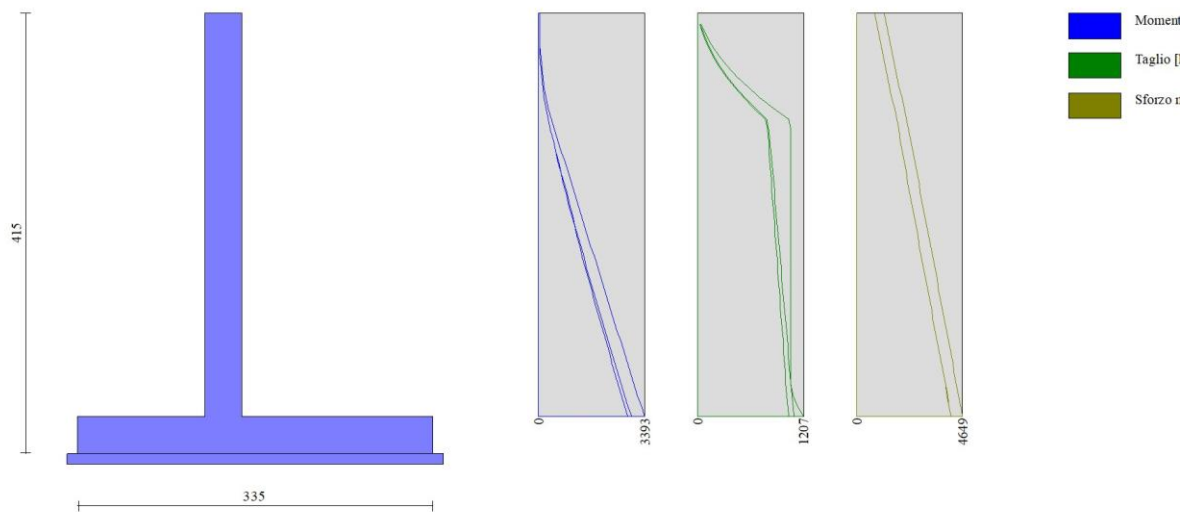


Fig. 4 - Paramento (Inviluppo)

Fondazione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	-1.55	0	0	0
2	-1.45	0	246	12
3	-1.35	0	506	50
4	-1.25	0	782	114
5	-1.15	0	1072	207
6	-1.05	0	1378	329
7	-0.95	0	1698	483
8	-0.85	0	2033	669
9	-0.75	0	2382	890
10	-0.65	0	2747	1146
11	-0.55	0	3126	1439
12	-0.45	0	3521	1772
13	-0.35	0	3930	2144
14	0.00	0	-5121	-3887
15	0.10	0	-4710	-3396
16	0.20	0	-4315	-2945
17	0.30	0	-3934	-2532
18	0.40	0	-3567	-2158
19	0.50	0	-3216	-1819
20	0.60	0	-2880	-1514
21	0.70	0	-2558	-1242
22	0.80	0	-2251	-1002
23	0.90	0	-1959	-791
24	1.00	0	-1682	-609
25	1.10	0	-1420	-454
26	1.20	0	-1172	-325
27	1.30	0	-940	-220
28	1.40	0	-722	-137
29	1.50	0	-519	-75
30	1.60	0	-331	-32
31	1.70	0	-158	-8
32	1.80	0	0	0

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

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	-1.55	0	0	0
2	-1.45	0	377	19
3	-1.35	0	762	76
4	-1.25	0	1154	171
5	-1.15	0	1555	307
6	-1.05	0	1963	483
7	-0.95	0	2379	700
8	-0.85	0	2804	959
9	-0.75	0	3236	1261
10	-0.65	0	3675	1606
11	-0.55	0	4123	1996
12	-0.45	0	4579	2431
13	-0.35	0	5042	2912
14	0.00	0	-1794	-1232
15	0.10	0	-1628	-1061
16	0.20	0	-1469	-906
17	0.30	0	-1318	-767
18	0.40	0	-1175	-642
19	0.50	0	-1040	-532
20	0.60	0	-913	-434
21	0.70	0	-793	-349
22	0.80	0	-682	-275
23	0.90	0	-578	-212
24	1.00	0	-483	-159
25	1.10	0	-395	-116
26	1.20	0	-315	-80
27	1.30	0	-243	-52
28	1.40	0	-178	-31
29	1.50	0	-122	-17
30	1.60	0	-73	-7
31	1.70	0	-33	-2
32	1.80	0	0	0

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

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	-1.55	0	0	0
2	-1.45	0	361	18
3	-1.35	0	727	72
4	-1.25	0	1099	164
5	-1.15	0	1476	292
6	-1.05	0	1859	459
7	-0.95	0	2247	664
8	-0.85	0	2641	909
9	-0.75	0	3040	1193
10	-0.65	0	3445	1517
11	-0.55	0	3855	1882
12	-0.45	0	4270	2288
13	-0.35	0	4691	2736
14	0.00	0	-3129	-2551
15	0.10	0	-2908	-2249
16	0.20	0	-2694	-1969
17	0.30	0	-2485	-1710
18	0.40	0	-2281	-1472
19	0.50	0	-2082	-1254
20	0.60	0	-1890	-1055
21	0.70	0	-1702	-876
22	0.80	0	-1520	-715
23	0.90	0	-1344	-572
24	1.00	0	-1173	-446
25	1.10	0	-1007	-337
26	1.20	0	-847	-244
27	1.30	0	-692	-167
28	1.40	0	-543	-106
29	1.50	0	-399	-59
30	1.60	0	-260	-26
31	1.70	0	-127	-6
32	1.80	0	0	0

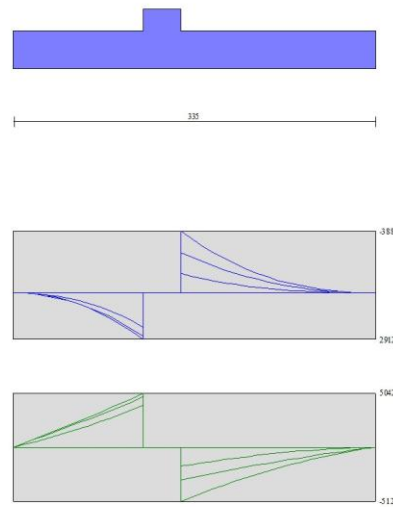


Fig. 5 - Fondazione (Inviluppo)

Verifiche strutturali

Verifiche a flessione

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Afi	area ferri inferiori espresso in [cmq]
Afs	area ferri superiori espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kgm]
N	sfuerzo normale agente espressa in [kg]
Mu	momento ultimi espresso in [kgm]
Nu	sfuerzo normale ultimo espressa in [kg]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

Paramento

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kgm]	N [kg]	Mu [kgm]	Nu [kg]	FS
1	0.00	100	35	4.52	5.65	30	1200	7155	1200	238.512
2	-0.10	100	35	4.52	5.65	31	1292	7169	1292	231.094
3	-0.20	100	35	4.52	5.65	36	1386	7183	1386	197.618
4	-0.30	100	35	4.52	5.65	47	1481	7198	1481	151.739
5	-0.40	100	35	4.52	5.65	66	1578	7212	1578	109.723
6	-0.50	100	35	4.52	5.65	93	1677	7227	1677	77.966
7	-0.60	100	35	4.52	5.65	130	1778	7243	1778	55.803
8	-0.70	100	35	4.52	5.65	178	1880	7258	1880	40.672
9	-0.80	100	35	4.52	5.65	240	1984	7274	1984	30.288
10	-0.90	100	35	4.52	5.65	316	2090	7290	2090	23.044
11	-1.00	100	35	4.52	5.65	408	2197	7306	2197	17.887
12	-1.10	100	35	4.52	5.65	514	2286	7319	2286	14.242
13	-1.20	100	35	4.52	5.65	620	2374	7333	2374	11.828
14	-1.30	100	35	4.52	5.65	726	2461	7346	2461	10.120
15	-1.40	100	35	4.52	5.65	832	2549	7359	2549	8.847
16	-1.50	100	35	4.52	5.65	938	2636	7372	2636	7.861
17	-1.60	100	35	4.52	5.65	1044	2724	7385	2724	7.076
18	-1.70	100	35	4.52	5.65	1150	2811	7399	2811	6.435
19	-1.80	100	35	4.52	5.65	1256	2899	7412	2899	5.902
20	-1.90	100	35	4.52	5.65	1362	2986	7425	2986	5.453
21	-2.00	100	35	4.52	5.65	1468	3074	7438	3074	5.068
22	-2.10	100	35	4.52	5.65	1574	3161	7452	3161	4.735
23	-2.20	100	35	4.52	5.65	1680	3249	7465	3249	4.444
24	-2.30	100	35	4.52	5.65	1786	3336	7478	3336	4.188
25	-2.40	100	35	4.52	5.65	1892	3424	7491	3424	3.960
26	-2.50	100	35	4.52	5.65	1998	3511	7504	3511	3.757
27	-2.60	100	35	4.52	5.65	2103	3599	7518	3599	3.574
28	-2.70	100	35	4.52	5.65	2209	3686	7531	3686	3.408
29	-2.80	100	35	4.52	5.65	2315	3774	7544	3774	3.258
30	-2.90	100	35	4.52	5.65	2421	3861	7557	3861	3.121

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kgm]	N [kg]	Mu [kgm]	Nu [kg]	FS
31	-3.00	100	35	4.52	5.65	2527	3949	7570	3949	2.995
32	-3.10	100	35	4.52	5.65	2633	4036	7584	4036	2.880
33	-3.20	100	35	4.52	5.65	2739	4124	7597	4124	2.773
34	-3.30	100	35	4.52	5.65	2845	4211	7610	4211	2.675
35	-3.40	100	35	4.52	5.65	2951	4299	7623	4299	2.583
36	-3.50	100	35	4.52	5.65	3057	4386	7636	4386	2.498
37	-3.60	100	35	4.52	5.65	3165	4474	7650	4474	2.417
38	-3.70	100	35	4.52	5.65	3276	4561	7663	4561	2.339
39	-3.80	100	35	4.52	5.65	3393	4649	7676	4649	2.262

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

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kgm]	N [kg]	Mu [kgm]	Nu [kg]	FS
1	0.00	100	35	4.52	5.65	20	800	7095	800	354.748
2	-0.10	100	35	4.52	5.65	21	890	7109	890	339.810
3	-0.20	100	35	4.52	5.65	25	981	7122	981	284.713
4	-0.30	100	35	4.52	5.65	33	1073	7136	1073	213.605
5	-0.40	100	35	4.52	5.65	47	1167	7150	1167	151.437
6	-0.50	100	35	4.52	5.65	68	1262	7165	1262	106.051
7	-0.60	100	35	4.52	5.65	96	1359	7179	1359	75.133
8	-0.70	100	35	4.52	5.65	132	1456	7194	1456	54.368
9	-0.80	100	35	4.52	5.65	179	1555	7209	1555	40.278
10	-0.90	100	35	4.52	5.65	237	1656	7224	1656	30.527
11	-1.00	100	35	4.52	5.65	306	1757	7240	1757	23.624
12	-1.10	100	35	4.52	5.65	388	1840	7252	1840	18.682
13	-1.20	100	35	4.52	5.65	471	1921	7264	1921	15.413
14	-1.30	100	35	4.52	5.65	555	2003	7277	2003	13.103
15	-1.40	100	35	4.52	5.65	640	2086	7289	2086	11.384
16	-1.50	100	35	4.52	5.65	726	2170	7302	2170	10.055
17	-1.60	100	35	4.52	5.65	813	2254	7314	2254	8.997
18	-1.70	100	35	4.52	5.65	901	2338	7327	2338	8.134
19	-1.80	100	35	4.52	5.65	990	2423	7340	2423	7.417
20	-1.90	100	35	4.52	5.65	1079	2508	7353	2508	6.812
21	-2.00	100	35	4.52	5.65	1170	2594	7366	2594	6.295
22	-2.10	100	35	4.52	5.65	1262	2679	7379	2679	5.847
23	-2.20	100	35	4.52	5.65	1355	2765	7392	2765	5.457
24	-2.30	100	35	4.52	5.65	1448	2851	7405	2851	5.112
25	-2.40	100	35	4.52	5.65	1543	2937	7418	2937	4.807
26	-2.50	100	35	4.52	5.65	1639	3023	7431	3023	4.534
27	-2.60	100	35	4.52	5.65	1736	3109	7444	3109	4.289
28	-2.70	100	35	4.52	5.65	1833	3195	7457	3195	4.067
29	-2.80	100	35	4.52	5.65	1932	3282	7470	3282	3.866
30	-2.90	100	35	4.52	5.65	2032	3368	7483	3368	3.682
31	-3.00	100	35	4.52	5.65	2133	3455	7496	3455	3.514
32	-3.10	100	35	4.52	5.65	2235	3541	7509	3541	3.360
33	-3.20	100	35	4.52	5.65	2338	3628	7522	3628	3.218
34	-3.30	100	35	4.52	5.65	2441	3715	7535	3715	3.086
35	-3.40	100	35	4.52	5.65	2546	3802	7548	3802	2.964
36	-3.50	100	35	4.52	5.65	2652	3888	7561	3888	2.851
37	-3.60	100	35	4.52	5.65	2759	3975	7574	3975	2.745
38	-3.70	100	35	4.52	5.65	2867	4062	7588	4062	2.646
39	-3.80	100	35	4.52	5.65	2976	4149	7601	4149	2.554

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

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kgm]	N [kg]	Mu [kgm]	Nu [kg]	FS
1	0.00	100	35	4.52	5.65	20	800	7095	800	354.748
2	-0.10	100	35	4.52	5.65	21	890	7108	890	340.562
3	-0.20	100	35	4.52	5.65	25	981	7122	981	287.575
4	-0.30	100	35	4.52	5.65	33	1073	7136	1073	217.566
5	-0.40	100	35	4.52	5.65	46	1167	7150	1167	155.131
6	-0.50	100	35	4.52	5.65	66	1261	7165	1261	108.948
7	-0.60	100	35	4.52	5.65	93	1358	7179	1358	77.255
8	-0.70	100	35	4.52	5.65	129	1455	7194	1455	55.892
9	-0.80	100	35	4.52	5.65	174	1554	7209	1554	41.376
10	-0.90	100	35	4.52	5.65	231	1654	7224	1654	31.327
11	-1.00	100	35	4.52	5.65	299	1756	7239	1756	24.217
12	-1.10	100	35	4.52	5.65	379	1838	7252	1838	19.132
13	-1.20	100	35	4.52	5.65	460	1919	7264	1919	15.779
14	-1.30	100	35	4.52	5.65	542	2001	7276	2001	13.414
15	-1.40	100	35	4.52	5.65	625	2084	7289	2084	11.657
16	-1.50	100	35	4.52	5.65	709	2168	7302	2168	10.300
17	-1.60	100	35	4.52	5.65	793	2252	7314	2252	9.220
18	-1.70	100	35	4.52	5.65	879	2336	7327	2336	8.340
19	-1.80	100	35	4.52	5.65	965	2421	7340	2421	7.610
20	-1.90	100	35	4.52	5.65	1051	2506	7353	2506	6.993
21	-2.00	100	35	4.52	5.65	1139	2592	7366	2592	6.466
22	-2.10	100	35	4.52	5.65	1228	2677	7379	2677	6.010
23	-2.20	100	35	4.52	5.65	1317	2763	7392	2763	5.612
24	-2.30	100	35	4.52	5.65	1407	2849	7404	2849	5.262
25	-2.40	100	35	4.52	5.65	1498	2935	7417	2935	4.951
26	-2.50	100	35	4.52	5.65	1590	3021	7430	3021	4.673
27	-2.60	100	35	4.52	5.65	1683	3107	7443	3107	4.423
28	-2.70	100	35	4.52	5.65	1776	3193	7456	3193	4.197
29	-2.80	100	35	4.52	5.65	1871	3280	7469	3280	3.992
30	-2.90	100	35	4.52	5.65	1966	3366	7482	3366	3.805
31	-3.00	100	35	4.52	5.65	2062	3453	7496	3453	3.634
32	-3.10	100	35	4.52	5.65	2160	3540	7509	3540	3.477
33	-3.20	100	35	4.52	5.65	2257	3626	7522	3626	3.332

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kgm]	N [kg]	Mu [kgm]	Nu [kg]	FS
34	-3.30	100	35	4.52	5.65	2356	3713	7535	3713	3.198
35	-3.40	100	35	4.52	5.65	2456	3800	7548	3800	3.073
36	-3.50	100	35	4.52	5.65	2556	3886	7561	3886	2.958
37	-3.60	100	35	4.52	5.65	2658	3973	7574	3973	2.850
38	-3.70	100	35	4.52	5.65	2760	4060	7587	4060	2.749
39	-3.80	100	35	4.52	5.65	2863	4147	7600	4147	2.655

Fondazione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kgm]	N [kg]	Mu [kgm]	Nu [kg]	FS
1	-1.55	100	35	5.65	5.65	0	0	0	0	100000.000
2	-1.45	100	35	5.65	5.65	12	0	6974	0	573.180
3	-1.35	100	35	5.65	5.65	50	0	6974	0	140.438
4	-1.25	100	35	5.65	5.65	114	0	6974	0	61.197
5	-1.15	100	35	5.65	5.65	207	0	6974	0	33.763
6	-1.05	100	35	5.65	5.65	329	0	6974	0	21.202
7	-0.95	100	35	5.65	5.65	483	0	6974	0	14.452
8	-0.85	100	35	5.65	5.65	669	0	6974	0	10.425
9	-0.75	100	35	5.65	5.65	890	0	6974	0	7.840
10	-0.65	100	35	5.65	5.65	1146	0	6974	0	6.086
11	-0.55	100	35	5.65	5.65	1439	0	6974	0	4.845
12	-0.45	100	35	5.65	5.65	1772	0	6974	0	3.936
13	-0.35	100	35	5.65	5.65	2144	0	6974	0	3.253
14	0.00	100	35	5.65	5.65	-3887	0	-6974	0	1.794
15	0.10	100	35	5.65	5.65	-3396	0	-6974	0	2.054
16	0.20	100	35	5.65	5.65	-2945	0	-6974	0	2.368
17	0.30	100	35	5.65	5.65	-2532	0	-6974	0	2.754
18	0.40	100	35	5.65	5.65	-2158	0	-6974	0	3.232
19	0.50	100	35	5.65	5.65	-1819	0	-6974	0	3.835
20	0.60	100	35	5.65	5.65	-1514	0	-6974	0	4.607
21	0.70	100	35	5.65	5.65	-1242	0	-6974	0	5.614
22	0.80	100	35	5.65	5.65	-1002	0	-6974	0	6.961
23	0.90	100	35	5.65	5.65	-791	0	-6974	0	8.812
24	1.00	100	35	5.65	5.65	-609	0	-6974	0	11.442
25	1.10	100	35	5.65	5.65	-454	0	-6974	0	15.344
26	1.20	100	35	5.65	5.65	-325	0	-6974	0	21.457
27	1.30	100	35	5.65	5.65	-220	0	-6974	0	31.770
28	1.40	100	35	5.65	5.65	-137	0	-6974	0	51.080
29	1.50	100	35	5.65	5.65	-75	0	-6974	0	93.522
30	1.60	100	35	5.65	5.65	-32	0	-6974	0	216.906
31	1.70	100	35	5.65	5.65	-8	0	-6974	0	895.190
32	1.80	100	35	5.65	5.65	0	0	0	0	100000.000

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

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kgm]	N [kg]	Mu [kgm]	Nu [kg]	FS
1	-1.55	100	35	5.65	5.65	0	0	0	0	100000.000
2	-1.45	100	35	5.65	5.65	19	0	6974	0	371.358
3	-1.35	100	35	5.65	5.65	76	0	6974	0	92.195
4	-1.25	100	35	5.65	5.65	171	0	6974	0	40.693
5	-1.15	100	35	5.65	5.65	307	0	6974	0	22.733
6	-1.05	100	35	5.65	5.65	483	0	6974	0	14.450
7	-0.95	100	35	5.65	5.65	700	0	6974	0	9.967
8	-0.85	100	35	5.65	5.65	959	0	6974	0	7.274
9	-0.75	100	35	5.65	5.65	1261	0	6974	0	5.532
10	-0.65	100	35	5.65	5.65	1606	0	6974	0	4.342
11	-0.55	100	35	5.65	5.65	1996	0	6974	0	3.494
12	-0.45	100	35	5.65	5.65	2431	0	6974	0	2.869
13	-0.35	100	35	5.65	5.65	2912	0	6974	0	2.395
14	0.00	100	35	5.65	5.65	-1232	0	-6974	0	5.660
15	0.10	100	35	5.65	5.65	-1061	0	-6974	0	6.572
16	0.20	100	35	5.65	5.65	-906	0	-6974	0	7.694
17	0.30	100	35	5.65	5.65	-767	0	-6974	0	9.091
18	0.40	100	35	5.65	5.65	-642	0	-6974	0	10.854
19	0.50	100	35	5.65	5.65	-532	0	-6974	0	13.113
20	0.60	100	35	5.65	5.65	-434	0	-6974	0	16.059
21	0.70	100	35	5.65	5.65	-349	0	-6974	0	19.981
22	0.80	100	35	5.65	5.65	-275	0	-6974	0	25.329
23	0.90	100	35	5.65	5.65	-212	0	-6974	0	32.835
24	1.00	100	35	5.65	5.65	-159	0	-6974	0	43.746
25	1.10	100	35	5.65	5.65	-116	0	-6974	0	60.315
26	1.20	100	35	5.65	5.65	-80	0	-6974	0	86.929
27	1.30	100	35	5.65	5.65	-52	0	-6974	0	133.009
28	1.40	100	35	5.65	5.65	-31	0	-6974	0	221.697
29	1.50	100	35	5.65	5.65	-17	0	-6974	0	422.313
30	1.60	100	35	5.65	5.65	-7	0	-6974	0	1023.388
31	1.70	100	35	5.65	5.65	-2	0	-6974	0	4435.138
32	1.80	100	35	5.65	5.65	0	0	0	0	100000.000

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

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kgm]	N [kg]	Mu [kgm]	Nu [kg]	FS
1	-1.55	100	35	5.65	5.65	0	0	0	0	100000.000
2	-1.45	100	35	5.65	5.65	18	0	6974	0	387.386
3	-1.35	100	35	5.65	5.65	72	0	6974	0	96.361
4	-1.25	100	35	5.65	5.65	164	0	6974	0	42.613
5	-1.15	100	35	5.65	5.65	292	0	6974	0	23.851
6	-1.05	100	35	5.65	5.65	459	0	6974	0	15.189
7	-0.95	100	35	5.65	5.65	664	0	6974	0	10.496
8	-0.85	100	35	5.65	5.65	909	0	6974	0	7.674
9	-0.75	100	35	5.65	5.65	1193	0	6974	0	5.846
10	-0.65	100	35	5.65	5.65	1517	0	6974	0	4.597
11	-0.55	100	35	5.65	5.65	1882	0	6974	0	3.706
12	-0.45	100	35	5.65	5.65	2288	0	6974	0	3.048
13	-0.35	100	35	5.65	5.65	2736	0	6974	0	2.549
14	0.00	100	35	5.65	5.65	-2551	0	-6974	0	2.734
15	0.10	100	35	5.65	5.65	-2249	0	-6974	0	3.101
16	0.20	100	35	5.65	5.65	-1969	0	-6974	0	3.542
17	0.30	100	35	5.65	5.65	-1710	0	-6974	0	4.078
18	0.40	100	35	5.65	5.65	-1472	0	-6974	0	4.738
19	0.50	100	35	5.65	5.65	-1254	0	-6974	0	5.562
20	0.60	100	35	5.65	5.65	-1055	0	-6974	0	6.608
21	0.70	100	35	5.65	5.65	-876	0	-6974	0	7.963
22	0.80	100	35	5.65	5.65	-715	0	-6974	0	9.758
23	0.90	100	35	5.65	5.65	-572	0	-6974	0	12.202
24	1.00	100	35	5.65	5.65	-446	0	-6974	0	15.644
25	1.10	100	35	5.65	5.65	-337	0	-6974	0	20.703
26	1.20	100	35	5.65	5.65	-244	0	-6974	0	28.556
27	1.30	100	35	5.65	5.65	-167	0	-6974	0	41.679
28	1.40	100	35	5.65	5.65	-106	0	-6974	0	66.019
29	1.50	100	35	5.65	5.65	-59	0	-6974	0	119.004
30	1.60	100	35	5.65	5.65	-26	0	-6974	0	271.546
31	1.70	100	35	5.65	5.65	-6	0	-6974	0	1101.764
32	1.80	100	35	5.65	5.65	0	0	0	0	100000.000

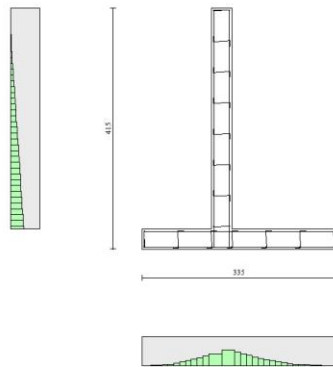


Fig. 6 - Paramento (Inviluppo)

Verifiche a taglio

Simbologia adottata

Is	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espressa in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
A _{sw}	area ferri a taglio espressa in [cmq]
cotgθ	inclinazione delle bielle compresse, θ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
V _{Rcd}	resistenza di progetto a 'taglio compressione' espressa in [kg]
V _{Rsd}	resistenza di progetto a 'taglio trazione' espressa in [kg]
V _{Rd}	resistenza di progetto a taglio espressa in [kg]. Per elementi con armature trasversali resistenti al taglio (A _{sw} >0.0) V _{Rd} =min(V _{Rcd} , V _{Rsd}).
T	taglio agente espressa in [kg]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione resistente e sollecitazione agente)

Paramento

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{Rcd} [kg]	V _{Rsd} [kg]	V _{Rd} [kg]	T [kg]	FS
1	0.00	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15068	0	100.000
2	-0.10	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15081	39	389.257
3	-0.20	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15094	92	164.006
4	-0.30	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15107	160	94.497
5	-0.40	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15120	242	62.416
6	-0.50	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15134	339	44.619
7	-0.60	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15147	451	33.613
8	-0.70	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15161	577	26.292
9	-0.80	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15176	717	21.159
10	-0.90	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15190	872	17.413
11	-1.00	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15205	1042	14.592
12	-1.10	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15217	1060	14.360
13	-1.20	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15229	1060	14.371
14	-1.30	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15241	1060	14.383
15	-1.40	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15253	1060	14.394
16	-1.50	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15265	1060	14.405
17	-1.60	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15277	1060	14.417
18	-1.70	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15289	1060	14.428
19	-1.80	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15301	1060	14.439
20	-1.90	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15313	1060	14.451
21	-2.00	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15325	1060	14.462
22	-2.10	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15337	1060	14.473
23	-2.20	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	1060	14.485
24	-2.30	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15361	1060	14.496
25	-2.40	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15373	1060	14.507
26	-2.50	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15385	1060	14.519
27	-2.60	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15397	1060	14.530
28	-2.70	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15409	1060	14.541
29	-2.80	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15421	1060	14.553
30	-2.90	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15433	1060	14.564
31	-3.00	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15445	1060	14.575
32	-3.10	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15457	1060	14.587
33	-3.20	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15469	1060	14.598
34	-3.30	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15481	1060	14.609
35	-3.40	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15493	1060	14.621
36	-3.50	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15505	1068	14.522
37	-3.60	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15517	1092	14.213
38	-3.70	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15529	1137	13.663
39	-3.80	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15541	1207	12.879

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

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{Rcd} [kg]	V _{Rsd} [kg]	V _{Rd} [kg]	T [kg]	FS
1	0.00	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15013	0	100.000
2	-0.10	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15026	28	527.771
3	-0.20	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15038	68	220.730
4	-0.30	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15051	119	126.501
5	-0.40	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15064	181	83.218
6	-0.50	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15077	254	59.301
7	-0.60	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15090	339	44.558
8	-0.70	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15103	434	34.779
9	-0.80	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15117	541	27.940
10	-0.90	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15131	659	22.959
11	-1.00	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15145	788	19.214
12	-1.10	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15156	812	18.672
13	-1.20	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15167	823	18.437
14	-1.30	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15178	833	18.212
15	-1.40	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15190	844	17.994
16	-1.50	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15201	855	17.784
17	-1.60	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15213	865	17.580
18	-1.70	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15224	876	17.383
19	-1.80	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15236	886	17.190
20	-1.90	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15248	897	17.003
21	-2.00	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15259	907	16.820
22	-2.10	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15271	918	16.642
23	-2.20	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15283	928	16.468
24	-2.30	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15295	938	16.298
25	-2.40	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15306	949	16.133
26	-2.50	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15318	959	15.971
27	-2.60	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15330	970	15.812
28	-2.70	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15342	980	15.657
29	-2.80	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15354	990	15.506
30	-2.90	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15366	1001	15.357
31	-3.00	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15377	1011	15.212
32	-3.10	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15389	1021	15.069
33	-3.20	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15401	1032	14.930
34	-3.30	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15413	1042	14.793
35	-3.40	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15425	1052	14.660
36	-3.50	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15437	1063	14.528
37	-3.60	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15449	1073	14.400
38	-3.70	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15461	1083	14.273
39	-3.80	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15473	1093	14.150

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

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{Rcd} [kg]	V _{Rsd} [kg]	V _{Rd} [kg]	T [kg]	FS
----	----------	-----------	-----------	--------------------------	-----------	------	--------------------------	--------------------------	-------------------------	-----------	----

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{Rcd} [kg]	V _{Rsd} [kg]	V _{Rd} [kg]	T [kg]	FS
1	0.00	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15013	0	100.000
2	-0.10	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15026	27	558.498
3	-0.20	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15038	65	231.368
4	-0.30	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15051	114	131.703
5	-0.40	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15064	175	86.201
6	-0.50	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15077	246	61.185
7	-0.60	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15090	329	45.830
8	-0.70	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15103	423	35.680
9	-0.80	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15117	529	28.602
10	-0.90	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15130	645	23.460
11	-1.00	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15144	773	19.603
12	-1.10	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15156	794	19.077
13	-1.20	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15167	804	18.868
14	-1.30	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15178	813	18.668
15	-1.40	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15189	822	18.475
16	-1.50	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15201	831	18.288
17	-1.60	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15212	840	18.106
18	-1.70	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15224	849	17.929
19	-1.80	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15236	858	17.756
20	-1.90	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15247	867	17.588
21	-2.00	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15259	876	17.424
22	-2.10	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15271	885	17.263
23	-2.20	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15283	893	17.105
24	-2.30	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15294	902	16.951
25	-2.40	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15306	911	16.801
26	-2.50	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15318	920	16.653
27	-2.60	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15330	929	16.508
28	-2.70	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15342	937	16.366
29	-2.80	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15353	946	16.227
30	-2.90	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15365	955	16.091
31	-3.00	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15377	964	15.957
32	-3.10	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15389	972	15.825
33	-3.20	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15401	981	15.696
34	-3.30	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15413	990	15.569
35	-3.40	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15425	999	15.445
36	-3.50	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15437	1007	15.323
37	-3.60	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15449	1016	15.202
38	-3.70	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15460	1025	15.084
39	-3.80	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15472	1034	14.968

Fondazione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{Rcd} [kg]	V _{Rsd} [kg]	V _{Rd} [kg]	T [kg]	FS
1	-1.55	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	0	100.000
2	-1.45	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-246	62.442
3	-1.35	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-506	30.306
4	-1.25	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-782	19.628
5	-1.15	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-1072	14.313
6	-1.05	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-1378	11.142
7	-0.95	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-1698	9.041
8	-0.85	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-2033	7.552
9	-0.75	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-2382	6.443
10	-0.65	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-2747	5.588
11	-0.55	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-3126	4.909
12	-0.45	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-3521	4.360
13	-0.35	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-3930	3.906
14	0.00	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-5121	2.997
15	0.10	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-4710	3.258
16	0.20	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-4315	3.557
17	0.30	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-3934	3.902
18	0.40	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-3567	4.303
19	0.50	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-3216	4.773
20	0.60	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-2880	5.330
21	0.70	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-2558	6.001
22	0.80	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-2251	6.818
23	0.90	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-1959	7.834
24	1.00	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-1682	9.125
25	1.10	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-1420	10.810
26	1.20	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-1172	13.091
27	1.30	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-940	16.330
28	1.40	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-722	21.252
29	1.50	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-519	29.552
30	1.60	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-331	46.314
31	1.70	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-158	96.973
32	1.80	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	0	100.000

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

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{Rcd} [kg]	V _{Rsd} [kg]	V _{Rd} [kg]	T [kg]	FS
1	-1.55	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	0	100.000
2	-1.45	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-377	40.725
3	-1.35	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-762	20.152
4	-1.25	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-1154	13.297
5	-1.15	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-1555	9.872
6	-1.05	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-1963	7.818

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{Rcd} [kg]	V _{Rsd} [kg]	V _{Rd} [kg]	T [kg]	FS
7	-0.95	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-2379	6.451
8	-0.85	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-2804	5.475
9	-0.75	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-3236	4.744
10	-0.65	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-3675	4.176
11	-0.55	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-4123	3.723
12	-0.45	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-4579	3.352
13	-0.35	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-5042	3.044
14	0.00	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-1794	8.555
15	0.10	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-1628	9.431
16	0.20	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-1469	10.450
17	0.30	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-1318	11.646
18	0.40	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-1175	13.063
19	0.50	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-1040	14.760
20	0.60	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-913	16.817
21	0.70	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-793	19.347
22	0.80	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-682	22.510
23	0.90	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-578	26.544
24	1.00	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-483	31.811
25	1.10	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-395	38.893
26	1.20	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-315	48.781
27	1.30	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-243	63.288
28	1.40	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-178	86.097
29	1.50	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-122	125.917
30	1.60	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-73	209.136
31	1.70	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-33	468.529
32	1.80	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	0	100.000

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

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{Rcd} [kg]	V _{Rsd} [kg]	V _{Rd} [kg]	T [kg]	FS
1	-1.55	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	0	100.000
2	-1.45	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-361	42.524
3	-1.35	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-727	21.103
4	-1.25	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-1099	13.964
5	-1.15	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-1476	10.396
6	-1.05	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-1859	8.256
7	-0.95	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-2247	6.830
8	-0.85	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-2641	5.812
9	-0.75	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-3040	5.049
10	-0.65	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-3445	4.456
11	-0.55	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-3855	3.982
12	-0.45	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-4270	3.595
13	-0.35	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-4691	3.272
14	0.00	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-3129	4.906
15	0.10	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-2908	5.277
16	0.20	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-2694	5.698
17	0.30	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-2485	6.178
18	0.40	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-2281	6.730
19	0.50	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-2082	7.371
20	0.60	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-1890	8.123
21	0.70	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-1702	9.017
22	0.80	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-1520	10.097
23	0.90	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-1344	11.423
24	1.00	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-1173	13.090
25	1.10	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-1007	15.244
26	1.20	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-847	18.127
27	1.30	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-692	22.181
28	1.40	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-543	28.283
29	1.50	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-399	38.483
30	1.60	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-260	58.933
31	1.70	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-127	120.383
32	1.80	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	0	100.000

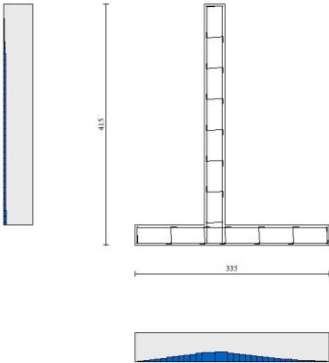


Fig. 7 - Paramento (Inviluppo)

Risultati per inviluppo

Spinta e forze

Simbologia adottata

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

Ic	A	V [kg]	I [°]	C _x [kg]	C _y [kg]	P _x [m]	P _y [m]
1	Spinta statica	1657	4.22	1652	122	1.80	-1.80
	Peso/Inerzia muro			0	6256/0	-0.03	-2.87
	Peso/Inerzia terrapieno			0	13518/0	0.90	-1.90
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			0	702	-0.95	-3.65
	Resistenza passiva terreno antistante			-3066			
	Risultante forze sul muro			0	1200	--	--

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

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

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{OLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{UPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		6.316		3.448			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	3.887		3.234			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	3.975		3.494			
4 - GEO (A2-M2-R2)					2.164		
5 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				2.639		
6 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				2.869		
7 - EQU (A1-M1-R3)			11.594				
8 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		5.638				
9 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		3.915				

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

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

n°	Rsa [kg]	Rpt [kg]	Rps [kg]	Rp [kg]	Rt [kg]	R [kg]	T [kg]	FS
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	7370	3066	0	--	--	10436	2685	3.887

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

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

n°	N [kg]	Qu [kg]	Qd [kg]	FS
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	21802	70514	58762	3.234

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, Ny	Fattori di capacità portante
ic, iq, iy	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, dy	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, gy	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, by	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, sy	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, py	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
Re	Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof
Ir, Irc	Indici di rigidità per punzonamento secondo Vesic
ry	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia $0.5B_y N_y$ viene moltiplicato per questo fattore
D	Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
B'	Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
H	Altezza del cono di rottura, espresso in [m]
γ	Peso di volume del terreno medio, espresso in [kg/mc]
ϕ	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c	Coesione del terreno medio, espresso in [kg/cm ^q]

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

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	Ir	Irc	Re	ry
2	5.140 1.000 -0.000	0.850 0.850 0.000	1.039 1.000 1.000	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	--	--	--	0.944

n°	D	B'	H	γ	ϕ	c
	[m]	[m]	[m]	[°]	[kg/mc]	[kg/cm ^q]
2	0.65	3.35	1.68	1950	0.00	0.44

Verifica a ribaltamento**Simbologia adottata**

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

La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms	Mr	FS
	[kgm]	[kgm]	
9 - EQU (A1-M1-R3) H - V	43218	11040	3.915

Verifica stabilità globale muro + terreno**Simbologia adottata**

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

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
4 - GEO (A2-M2-R2)	-0.50; 0.00	4.75	2.164

Dettagli strisce verifiche stabilità**Simbologia adottata**

Le ascisse X sono considerate positive verso monte	
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto	
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)	
W	peso della striscia espresso in [kg]
Qy	carico sulla striscia espresso in [kg]
Qf	carico acqua sulla striscia espresso in [kg]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cm ^q]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cm ^q]
Tx; Ty	Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kg/cm ^q]

n°	W	Qy	Qf	b	α	ϕ	c	u	Tx; Ty
	[kg]	[kg]	[kg]	[m]	[°]	[°]	[kg/cm ^q]	[kg/cm ^q]	[kg]
1	455	125	0	4.25 - 0.32	79.438	8.029	0.00	0.000	
2	1164	125	0	0.32	64.414	0.000	0.31	0.000	
3	1522	125	0	0.32	56.465	0.000	0.31	0.000	
4	1790	125	0	0.32	49.983	0.000	0.31	0.000	
5	2006	125	0	0.32	44.297	0.000	0.31	0.000	
6	2184	125	0	0.32	39.124	0.000	0.31	0.000	
7	2333	125	0	0.32	34.310	0.000	0.31	0.000	
8	2477	125	0	0.32	29.761	0.000	0.31	0.000	
9	2624	125	0	0.32	25.411	0.000	0.31	0.000	
10	2710	125	0	0.32	21.214	0.000	0.31	0.000	
11	2779	125	0	0.32	17.133	0.000	0.31	0.000	

n°	W [kg]	Qy [kg]	Qf [kg]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kg/cm²]	u [kg/cm²]	Tx; Ty [kg]
12	2833	125	0	0.32	13.141	0.000	0.31	0.000	
13	2872	125	0	0.32	9.213	0.000	0.31	0.000	
14	3431	1079	0	0.32	5.329	0.000	0.31	0.000	
15	2014	0	0	0.32	1.469	0.000	0.31	0.000	
16	839	0	0	0.32	-2.384	0.000	0.31	0.000	
17	824	0	0	0.32	-6.248	0.000	0.31	0.000	
18	795	0	0	0.32	-10.141	0.000	0.31	0.000	
19	701	0	0	0.32	-14.083	0.000	0.31	0.000	
20	634	0	0	0.32	-18.093	0.000	0.31	0.000	
21	560	0	0	0.32	-22.199	0.000	0.31	0.000	
22	470	0	0	0.32	-26.429	0.000	0.31	0.000	
23	361	0	0	0.32	-30.821	0.000	0.31	0.000	
24	231	0	0	0.32	-35.427	0.000	0.31	0.000	
25	76	0	0	-3.73 - 0.32	-38.865	0.000	0.31	0.000	

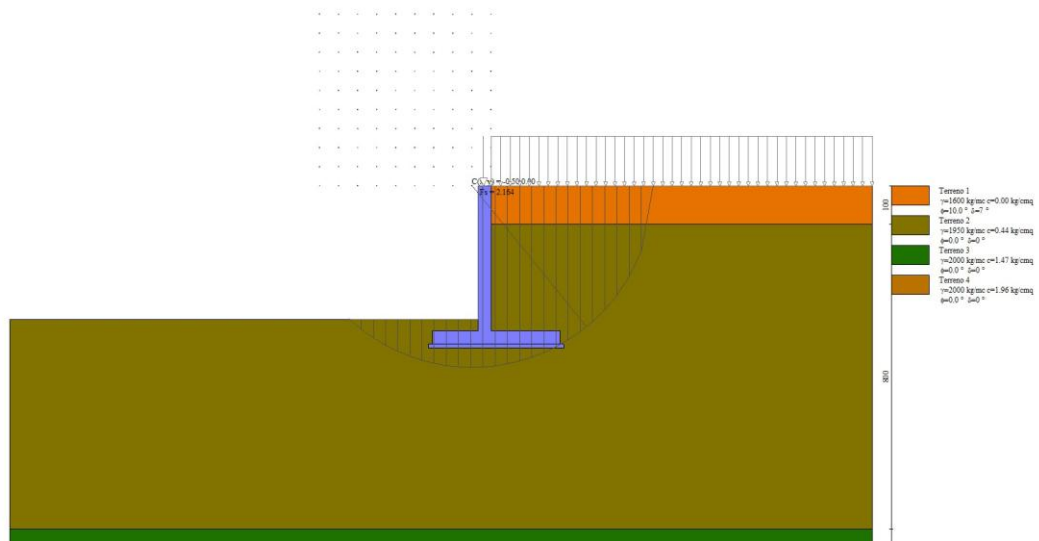


Fig. 8 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 4)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

- N Sforzo normale, espresso in [kg]. Positivo se di compressione.
- T Taglio, espresso in [kg]. Positivo se diretto da monte verso valle
- M Momento, espresso in [kgm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

Paramento

n°	X [m]	N _{min} [kg]	N _{max} [kg]	T _{min} [kg]	T _{max} [kg]	M _{min} [kgm]	M _{max} [kgm]
1	0.00	800	1200	0	0	20	30
2	-0.10	890	1292	27	39	21	31
3	-0.20	981	1386	65	92	25	36
4	-0.30	1073	1481	114	160	33	47
5	-0.40	1167	1578	175	242	46	66
6	-0.50	1261	1677	246	339	66	93
7	-0.60	1358	1778	329	451	93	130
8	-0.70	1455	1880	423	577	129	178
9	-0.80	1554	1984	529	717	174	240
10	-0.90	1654	2090	645	872	231	316
11	-1.00	1756	2197	773	1042	299	408
12	-1.10	1838	2286	794	1060	379	514
13	-1.20	1919	2374	804	1060	460	620
14	-1.30	2001	2461	813	1060	542	726
15	-1.40	2084	2549	822	1060	625	832
16	-1.50	2168	2636	831	1060	709	938
17	-1.60	2252	2724	840	1060	793	1044
18	-1.70	2336	2811	849	1060	879	1150
19	-1.80	2421	2899	858	1060	965	1256
20	-1.90	2506	2986	867	1060	1051	1362
21	-2.00	2592	3074	876	1060	1139	1468
22	-2.10	2677	3161	885	1060	1228	1574
23	-2.20	2763	3249	893	1060	1317	1680
24	-2.30	2849	3336	902	1060	1407	1786
25	-2.40	2935	3424	911	1060	1498	1892
26	-2.50	3021	3511	920	1060	1590	1998

n°	X [m]	N _{min} [kg]	N _{max} [kg]	T _{min} [kg]	T _{max} [kg]	M _{min} [kgm]	M _{max} [kgm]
27	-2.60	3107	3599	929	1060	1683	2103
28	-2.70	3193	3686	937	1060	1776	2209
29	-2.80	3280	3774	946	1060	1871	2315
30	-2.90	3366	3861	955	1060	1966	2421
31	-3.00	3453	3949	964	1060	2062	2527
32	-3.10	3540	4036	972	1060	2160	2633
33	-3.20	3626	4124	981	1060	2257	2739
34	-3.30	3713	4211	990	1060	2356	2845
35	-3.40	3800	4299	999	1060	2456	2951
36	-3.50	3886	4386	1007	1068	2556	3057
37	-3.60	3973	4474	1016	1092	2658	3165
38	-3.70	4060	4561	1025	1137	2760	3276
39	-3.80	4147	4649	1034	1207	2863	3393

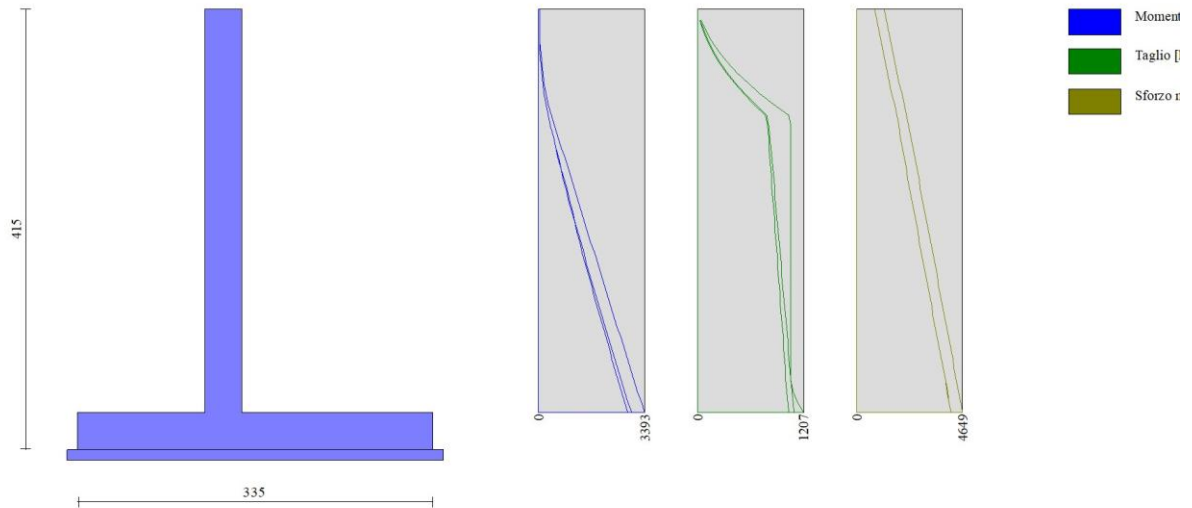


Fig. 9 - Paramento

Fondazione

n°	X [m]	N _{min} [kg]	N _{max} [kg]	T _{min} [kg]	T _{max} [kg]	M _{min} [kgm]	M _{max} [kgm]
1	-1.55	0	0	0	0	0	0
2	-1.45	0	0	246	377	12	19
3	-1.35	0	0	506	762	50	76
4	-1.25	0	0	782	1154	114	171
5	-1.15	0	0	1072	1555	207	307
6	-1.05	0	0	1378	1963	329	483
7	-0.95	0	0	1698	2379	483	700
8	-0.85	0	0	2033	2804	669	959
9	-0.75	0	0	2382	3236	890	1261
10	-0.65	0	0	2747	3675	1146	1606
11	-0.55	0	0	3126	4123	1439	1996
12	-0.45	0	0	3521	4579	1772	2431
13	-0.35	0	0	3930	5042	2144	2912
14	0.00	0	0	-5121	-1794	-3887	-1232
15	0.10	0	0	-4710	-1628	-3396	-1061
16	0.20	0	0	-4315	-1469	-2945	-906
17	0.30	0	0	-3934	-1318	-2532	-767
18	0.40	0	0	-3567	-1175	-2158	-642
19	0.50	0	0	-3216	-1040	-1819	-532
20	0.60	0	0	-2880	-913	-1514	-434
21	0.70	0	0	-2558	-793	-1242	-349
22	0.80	0	0	-2251	-682	-1002	-275
23	0.90	0	0	-1959	-578	-791	-212
24	1.00	0	0	-1682	-483	-609	-159
25	1.10	0	0	-1420	-395	-454	-116
26	1.20	0	0	-1172	-315	-325	-80
27	1.30	0	0	-940	-243	-220	-52
28	1.40	0	0	-722	-178	-137	-31
29	1.50	0	0	-519	-122	-75	-17
30	1.60	0	0	-331	-73	-32	-7
31	1.70	0	0	-158	-33	-8	-2
32	1.80	0	0	0	0	0	0

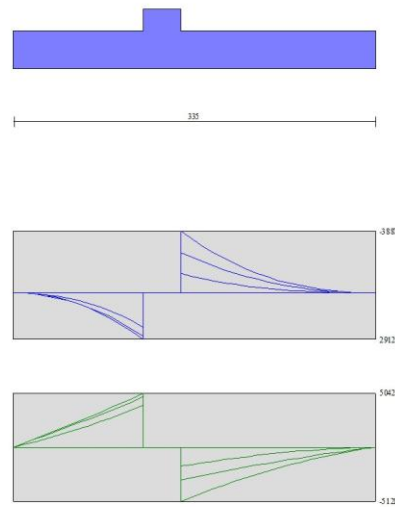


Fig. 10 - Fondazione

Verifiche strutturali

Verifiche a flessione

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Afi	area ferri inferiori espresso in [cmq]
Afs	area ferri superiori espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kgm]
N	sfuerzo normale agente espressa in [kg]
Mu	momento ultimi espresso in [kgm]
Nu	sfuerzo normale ultimo espressa in [kg]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

Paramento

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kgm]	N [kg]	Mu [kgm]	Nu [kg]	FS
1	100	35	4.52	5.65	30	1200	7155	1200	238.512
2	100	35	4.52	5.65	31	1292	7169	1292	231.094
3	100	35	4.52	5.65	36	1386	7183	1386	197.618
4	100	35	4.52	5.65	47	1481	7198	1481	151.739
5	100	35	4.52	5.65	66	1578	7212	1578	109.723
6	100	35	4.52	5.65	93	1677	7227	1677	77.966
7	100	35	4.52	5.65	130	1778	7243	1778	55.803
8	100	35	4.52	5.65	178	1880	7258	1880	40.672
9	100	35	4.52	5.65	240	1984	7274	1984	30.288
10	100	35	4.52	5.65	316	2090	7290	2090	23.044
11	100	35	4.52	5.65	408	2197	7306	2197	17.887
12	100	35	4.52	5.65	514	2286	7319	2286	14.242
13	100	35	4.52	5.65	620	2374	7333	2374	11.828
14	100	35	4.52	5.65	726	2461	7346	2461	10.120
15	100	35	4.52	5.65	832	2549	7359	2549	8.847
16	100	35	4.52	5.65	938	2636	7372	2636	7.861
17	100	35	4.52	5.65	1044	2724	7385	2724	7.076
18	100	35	4.52	5.65	1150	2811	7399	2811	6.435
19	100	35	4.52	5.65	1256	2899	7412	2899	5.902
20	100	35	4.52	5.65	1362	2986	7425	2986	5.453
21	100	35	4.52	5.65	1468	3074	7438	3074	5.068
22	100	35	4.52	5.65	1574	3161	7452	3161	4.735
23	100	35	4.52	5.65	1680	3249	7465	3249	4.444
24	100	35	4.52	5.65	1786	3336	7478	3336	4.188
25	100	35	4.52	5.65	1892	3424	7491	3424	3.960
26	100	35	4.52	5.65	1998	3511	7504	3511	3.757
27	100	35	4.52	5.65	2103	3599	7518	3599	3.574
28	100	35	4.52	5.65	2209	3686	7531	3686	3.408
29	100	35	4.52	5.65	2315	3774	7544	3774	3.258
30	100	35	4.52	5.65	2421	3861	7557	3861	3.121
31	100	35	4.52	5.65	2527	3949	7570	3949	2.995
32	100	35	4.52	5.65	2633	4036	7584	4036	2.880
33	100	35	4.52	5.65	2739	4124	7597	4124	2.773

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kgm]	N [kg]	Mu [kgm]	Nu [kg]	FS
34	100	35	4.52	5.65	2845	4211	7610	4211	2.675
35	100	35	4.52	5.65	2951	4299	7623	4299	2.583
36	100	35	4.52	5.65	3057	4386	7636	4386	2.498
37	100	35	4.52	5.65	3165	4474	7650	4474	2.417
38	100	35	4.52	5.65	3276	4561	7663	4561	2.339
39	100	35	4.52	5.65	3393	4649	7676	4649	2.262

Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kgm]	N [kg]	Mu [kgm]	Nu [kg]	FS
1	100	35	5.65	5.65	0	0	0	0	100000.000
2	100	35	5.65	5.65	19	0	6974	0	371.358
3	100	35	5.65	5.65	76	0	6974	0	92.195
4	100	35	5.65	5.65	171	0	6974	0	40.693
5	100	35	5.65	5.65	307	0	6974	0	22.733
6	100	35	5.65	5.65	483	0	6974	0	14.450
7	100	35	5.65	5.65	700	0	6974	0	9.967
8	100	35	5.65	5.65	959	0	6974	0	7.274
9	100	35	5.65	5.65	1261	0	6974	0	5.532
10	100	35	5.65	5.65	1606	0	6974	0	4.342
11	100	35	5.65	5.65	1996	0	6974	0	3.494
12	100	35	5.65	5.65	2431	0	6974	0	2.869
13	100	35	5.65	5.65	2912	0	6974	0	2.395
14	100	35	5.65	5.65	-3887	0	-6974	0	1.794
15	100	35	5.65	5.65	-3396	0	-6974	0	2.054
16	100	35	5.65	5.65	-2945	0	-6974	0	2.368
17	100	35	5.65	5.65	-2532	0	-6974	0	2.754
18	100	35	5.65	5.65	-2158	0	-6974	0	3.232
19	100	35	5.65	5.65	-1819	0	-6974	0	3.835
20	100	35	5.65	5.65	-1514	0	-6974	0	4.607
21	100	35	5.65	5.65	-1242	0	-6974	0	5.614
22	100	35	5.65	5.65	-1002	0	-6974	0	6.961
23	100	35	5.65	5.65	-791	0	-6974	0	8.812
24	100	35	5.65	5.65	-609	0	-6974	0	11.442
25	100	35	5.65	5.65	-454	0	-6974	0	15.344
26	100	35	5.65	5.65	-325	0	-6974	0	21.457
27	100	35	5.65	5.65	-220	0	-6974	0	31.770
28	100	35	5.65	5.65	-137	0	-6974	0	51.080
29	100	35	5.65	5.65	-75	0	-6974	0	93.522
30	100	35	5.65	5.65	-32	0	-6974	0	216.906
31	100	35	5.65	5.65	-8	0	-6974	0	895.190
32	100	35	5.65	5.65	0	0	0	0	100000.000

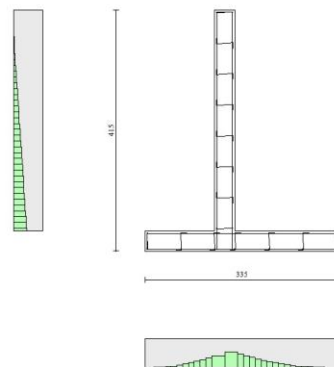


Fig. 11 - Paramento (Inviluppo)

Verifiche a taglio

Simbologia adottata

Is	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]

A_{sw}	area ferri a taglio espresso in [cmq]
$\cot\theta$	inclinazione delle bielle compresse, θ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
V_{Rcd}	resistenza di progetto a 'taglio compressione' espressa in [kg]
V_{Rsd}	resistenza di progetto a 'taglio trazione' espressa in [kg]
V_{Rd}	resistenza di progetto a taglio espresso in [kg]. Per elementi con armature trasversali resistenti al taglio ($A_{sw}>0.0$) $V_{Rd}=\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$.
T	taglio agente espressa in [kg]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione resistente e sollecitazione agente)

Paramento

n°	B [cm]	H [cm]	A_{sw} [cmq]	$\cot\theta$	V_{Rcd} [kg]	V_{Rsd} [kg]	V_{Rd} [kg]	T [kg]	FS
1	100	35	0.00	--	0	0	15013	0	100.000
2	100	35	0.00	--	0	0	15081	39	389.257
3	100	35	0.00	--	0	0	15094	92	164.006
4	100	35	0.00	--	0	0	15107	160	94.497
5	100	35	0.00	--	0	0	15120	242	62.416
6	100	35	0.00	--	0	0	15134	339	44.619
7	100	35	0.00	--	0	0	15147	451	33.613
8	100	35	0.00	--	0	0	15161	577	26.292
9	100	35	0.00	--	0	0	15176	717	21.159
10	100	35	0.00	--	0	0	15190	872	17.413
11	100	35	0.00	--	0	0	15205	1042	14.592
12	100	35	0.00	--	0	0	15217	1060	14.360
13	100	35	0.00	--	0	0	15229	1060	14.371
14	100	35	0.00	--	0	0	15241	1060	14.383
15	100	35	0.00	--	0	0	15253	1060	14.394
16	100	35	0.00	--	0	0	15265	1060	14.405
17	100	35	0.00	--	0	0	15277	1060	14.417
18	100	35	0.00	--	0	0	15289	1060	14.428
19	100	35	0.00	--	0	0	15301	1060	14.439
20	100	35	0.00	--	0	0	15313	1060	14.451
21	100	35	0.00	--	0	0	15325	1060	14.462
22	100	35	0.00	--	0	0	15337	1060	14.473
23	100	35	0.00	--	0	0	15349	1060	14.485
24	100	35	0.00	--	0	0	15361	1060	14.496
25	100	35	0.00	--	0	0	15373	1060	14.507
26	100	35	0.00	--	0	0	15385	1060	14.519
27	100	35	0.00	--	0	0	15397	1060	14.530
28	100	35	0.00	--	0	0	15409	1060	14.541
29	100	35	0.00	--	0	0	15421	1060	14.553
30	100	35	0.00	--	0	0	15433	1060	14.564
31	100	35	0.00	--	0	0	15445	1060	14.575
32	100	35	0.00	--	0	0	15457	1060	14.587
33	100	35	0.00	--	0	0	15469	1060	14.598
34	100	35	0.00	--	0	0	15481	1060	14.609
35	100	35	0.00	--	0	0	15493	1060	14.621
36	100	35	0.00	--	0	0	15505	1068	14.522
37	100	35	0.00	--	0	0	15517	1092	14.213
38	100	35	0.00	--	0	0	15529	1137	13.663
39	100	35	0.00	--	0	0	15541	1207	12.879

Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	A_{sw} [cmq]	$\cot\theta$	V_{Rcd} [kg]	V_{Rsd} [kg]	V_{Rd} [kg]	T [kg]	FS
1	100	35	0.00	--	0	0	15349	0	100.000
2	100	35	0.00	--	0	0	15349	-377	40.725
3	100	35	0.00	--	0	0	15349	-762	20.152
4	100	35	0.00	--	0	0	15349	-1154	13.297
5	100	35	0.00	--	0	0	15349	-1555	9.872
6	100	35	0.00	--	0	0	15349	-1963	7.818
7	100	35	0.00	--	0	0	15349	-2379	6.451
8	100	35	0.00	--	0	0	15349	-2804	5.475
9	100	35	0.00	--	0	0	15349	-3236	4.744
10	100	35	0.00	--	0	0	15349	-3675	4.176
11	100	35	0.00	--	0	0	15349	-4123	3.723
12	100	35	0.00	--	0	0	15349	-4579	3.352
13	100	35	0.00	--	0	0	15349	-5042	3.044
14	100	35	0.00	--	0	0	15349	-5121	2.997
15	100	35	0.00	--	0	0	15349	-4710	3.258
16	100	35	0.00	--	0	0	15349	-4315	3.557
17	100	35	0.00	--	0	0	15349	-3934	3.902
18	100	35	0.00	--	0	0	15349	-3567	4.303
19	100	35	0.00	--	0	0	15349	-3216	4.773
20	100	35	0.00	--	0	0	15349	-2880	5.330
21	100	35	0.00	--	0	0	15349	-2558	6.001
22	100	35	0.00	--	0	0	15349	-2251	6.818
23	100	35	0.00	--	0	0	15349	-1959	7.834
24	100	35	0.00	--	0	0	15349	-1682	9.125
25	100	35	0.00	--	0	0	15349	-1420	10.810
26	100	35	0.00	--	0	0	15349	-1172	13.091
27	100	35	0.00	--	0	0	15349	-940	16.330
28	100	35	0.00	--	0	0	15349	-722	21.252
29	100	35	0.00	--	0	0	15349	-519	29.552
30	100	35	0.00	--	0	0	15349	-331	46.314
31	100	35	0.00	--	0	0	15349	-158	96.973
32	100	35	0.00	--	0	0	15349	0	100.000

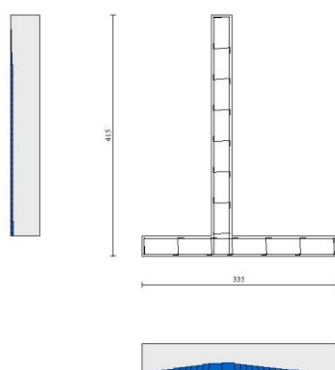


Fig. 12 - Paramento (Inviluppo)

Elenco ferri

Simbologia adottata

n°	Indice del ferro
nf	numero ferri
D	diametro ferro espresso in [mm]
L	Lunghezza ferro espresso in [m]
P _{ferro}	Peso ferro espresso in [kg]

Paramento

n°	Tipo	nf	D [mm]	L [m]	P _f [kg]	P _{af} [kg]	V _{cls} [mc]
1	Diritto inferiore	4	12.00	4.12	3.66	14.65	
2	Diritto superiore	5	12.00	4.12	3.66	18.31	
3	Diritto superiore	5	12.00	1.12	0.99	4.95	
4	Diritto inferiore	4	12.00	1.12	0.99	3.96	
5	Ripartitore	8	10.00	1.00	0.62	4.93	
6	Gancio	15	10.00	0.25	0.15	2.30	
Totale al metro						52.04	1.33
Totale						491.00	13.30

Fondazione

n°	Tipo	nf	D [mm]	L [m]	P _f [kg]	P _{af} [kg]	V _{cls} [mc]
1	Diritto superiore	5	12.00	4.00	3.55	17.75	
2	Diritto inferiore	5	12.00	4.00	3.55	17.75	
3	Ripartitore	7	10.00	1.00	0.62	4.32	
4	Gancio	13	10.00	0.25	0.15	2.01	
Totale al metro						44.44	1.17
Totale						418.22	11.72

Computo metrico

	U.M.	Quantità	Prezzo unitario [Euro]	Importo [Euro]
Calcestruzzo in elevazione	[mc]	1.33	72.30	96.16
Calcestruzzo in fondazione	[mc]	1.17	61.97	72.66
Calcestruzzo magro	[mc]	3.55	46.48	165.00
Acciaio per armatura	[kg]	96.48	0.90	86.83
Casseformi	[mq]	76.00	13.94	1059.44
Scavo a sezione obbligata	[mc]	21.77	9.30	202.51
Totale muro				1682.60
Totale				1682.60

Dichiarazioni secondo N.T.C. 2018 (punto 10.2)

Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo

Il sottoscritto ing. Lorianò Ceconi, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità globale
- Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del D.M. 17/01/2018.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	MAX - Analisi e Calcolo Muri di Sostegno
Versione	15.0
Produttore	Aztec Informatica srl, Casali del Manco - loc. Casole Bruzio (CS)
Utente	Ing. Ceconi Lorianò
Licenza	AIU5376AL

Affidabilità dei codici di calcolo

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

Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

Informazioni generali sull'elaborazione

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

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

Luogo e data

Il progettista
(ing. Lorianò Ceconi)

Indice

Normative di riferimento	2
Richiami teorici	3
Calcolo della spinta sul muro	3
Valori caratteristici e valori di calcolo	3
Metodo di Rankine	3
Spinta in presenza di falda	4
Spinta in presenza di sisma	4
Verifica a ribaltamento	4
Verifica a scorrimento	5
Verifica al carico limite	5
Riduzione per effetto piastra	6
Verifica alla stabilità globale	6
Dati	7
Materiali	7
Calcestruzzo armato	7
Acciai	7
Geometria profilo terreno a monte del muro	7
Geometria muro	7
Geometria paramento e fondazione	7
Descrizione terreni	8
Stratigrafia	8
Condizioni di carico	9
Normativa	9
Descrizione combinazioni di carico	10
Dati sismici	11
Opzioni di calcolo	12
Risultati per combinazione	13
Spinta e forze	13
Verifiche geotecniche	13
Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati	13
Verifica a scorrimento fondazione	13
Verifica a carico limite	14
Dettagli calcolo portanza	14
Verifica a ribaltamento	14
Verifica stabilità globale muro + terreno	14
Dettagli strisce verifiche stabilità	15
Sollecitazioni	16
Paramento	16
Fondazione	18
Verifiche strutturali	20
Verifiche a flessione	20
Paramento	20
Fondazione	22
Verifiche a taglio	23
Paramento	23
Fondazione	25
Risultati per inviluppo	28
Spinta e forze	28
Verifiche geotecniche	28
Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati	28
Verifica a scorrimento fondazione	28

Verifica a carico limite	28
Dettagli calcolo portanza	28
Verifica a ribaltamento	29
Verifica stabilità globale muro + terreno	29
Dettagli strisce verifiche stabilità	29
Sollecitazioni	30
Paramento	30
Fondazione	31
Verifiche strutturali	32
Verifiche a flessione	32
Paramento	32
Fondazione	33
Verifiche a taglio	33
Paramento	34
Fondazione	34
Elenco ferri	36
Paramento	36
Fondazione	36
Computo metrico	36
Dichiarazioni secondo N.T.C. 2018 (punto 10.2)	37

Progetto: Muri a retta Drenato
Ditta:
Comune: S. Maria a Monte
Progettista: ing. Lorian Cecconi
Direttore dei Lavori:
Impresa:

Normative di riferimento

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

Richiami teorici

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità globale

Se il muro è in calcestruzzo armato: Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

Se il muro è a gravità: Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione e verifica in diverse sezioni al ribaltamento, allo scorrimento ed allo schiacciamento.

Calcolo della spinta sul muro

Valori caratteristici e valori di calcolo

Effettuando il calcolo tramite gli Eurocodici è necessario fare la distinzione fra i parametri caratteristici ed i valori di calcolo (o di progetto) sia delle azioni che delle resistenze.

I valori di calcolo si ottengono dai valori caratteristici mediante l'applicazione di opportuni coefficienti di sicurezza parziali γ . In particolare si distinguono combinazioni di carico di tipo **A1-M1** nelle quali vengono incrementati i carichi e lasciati inalterati i parametri di resistenza del terreno e combinazioni di carico di tipo **A2-M2** nelle quali vengono ridotti i parametri di resistenza del terreno e incrementati i soli carichi variabili.

Metodo di Rankine

La teoria di Rankine o del masso illimitato considera il terreno in uno stato di equilibrio limite e suppone che non ci sia attrito fra il terreno e la parete del muro.

Considerando il caso di un terreno incoerente con angolo di attrito ϕ e peso divolume γ ed indicando con β l'inclinazione che il terreno a monte del muro forma con l'orizzontale il coefficiente di spinta attiva è espresso da

$$K_a = \cos \beta \sqrt{\frac{\cos \beta - (\cos^2 \beta - \cos^2 \phi)}{\cos \beta + (\cos^2 \beta - \cos^2 \phi)}}$$

e quindi la pressione laterale, ad una generica profondità z e la spinta totale sulla parete di altezza H valgono

$$\sigma_a = \gamma z k_a$$

$$S = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_a$$

Il diagramma delle pressioni del terreno sulla parete risulta triangolare con il vertice in alto. La spinta risultante così calcolata viene considerata applicata ad un'altezza pari ad $H/3$ dalla base del muro e risulta inclinata di un angolo β rispetto all'orizzontale.

Nel caso in cui il terrapieno sia gravato di un sovraccarico uniforme Q l'espressione della pressione e della spinta diventano

$$\sigma_a = (\gamma z + q) k_a$$

$$S = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_a$$

Al carico Q corrisponde un diagramma delle pressioni rettangolare con risultante applicata a $1/2H$.

Nel caso di terreno dotato di coesione c l'espressione della pressione esercitata sulla parete, alla generica profondità z , diventa

$$\sigma_a = \gamma z k_a - 2c \sqrt{k_a}$$

Al diagramma triangolare, espresso dal termine $\gamma z k_a$, si sottrae il diagramma rettangolare legato al termine con la coesione. La pressione σ_a risulta negativa per valori di z minori di

$$h_c = \frac{2c}{\gamma \sqrt{k_a}}$$

La grandezza h_c è detta altezza critica e rappresenta la profondità di potenziale frattura del terreno. E' chiaro che se l'altezza della parete è inferiore ad h_c non abbiamo nessuna spinta sulla parete.

Spinta in presenza di falda

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

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

dove γ_{sat} è il peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori) e γ_w è il peso specifico dell'acqua. Quindi il diagramma delle pressioni al di sotto della linea di falda ha una pendenza minore. Al diagramma così ottenuto va sommato il diagramma triangolare legato alla pressione idrostatica esercitata dall'acqua.

Spinta in presenza di sisma

Per tener conto dell'incremento di spinta dovuta al sisma si fa riferimento al metodo di Mononobe-Okabe (cui fa riferimento la Normativa Italiana).

La Normativa Italiana suggerisce di tener conto di un incremento di spinta dovuto al sisma nel modo seguente.

Detta ε l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e β l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta S' considerando un'inclinazione del terrapieno e della parte pari a

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

dove $\theta = \arctg(k_h/(1 \pm k_v))$ essendo k_h il coefficiente sismico orizzontale e k_v il coefficiente sismico verticale, definito in funzione di k_h . In presenza di falda a monte, θ assume le seguenti espressioni:

Terreno a bassa permeabilità

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

Terreno a permeabilità elevata

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

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

$$\Delta S = AS' - S$$

dove il coefficiente A vale

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

In presenza di falda a monte, nel coefficiente A si tiene conto dell'influenza dei pesi di volume nel calcolo di θ .

Adottando il metodo di Mononobe-Okabe per il calcolo della spinta, il coefficiente A viene posto pari a 1.

Tale incremento di spinta è applicato a metà altezza della parete di spinta nel caso di forma rettangolare del diagramma di incremento sismico, allo stesso punto di applicazione della spinta statica nel caso in cui la forma del diagramma di incremento sismico è uguale a quella del diagramma statico.

Oltre a questo incremento bisogna tener conto delle forze d'inerzia orizzontali e verticali che si destano per effetto del sisma. Tali forze vengono valutate come

$$F_{IH} = k_h W \quad F_{IV} = \pm k_v W$$

dove W è il peso del muro, del terreno soprastante la mensola di monte ed i relativi sovraccarichi e va applicata nel baricentro dei pesi.

Verifica a ribaltamento

La verifica a ribaltamento consiste nel determinare il momento risultante di tutte le forze che tendono a fare ribaltare il muro (momento ribaltante M_r) ed il momento risultante di tutte le forze che tendono a stabilizzare il muro (momento stabilizzante M_s) rispetto allo spigolo a valle della fondazione e verificare che il rapporto M_s/M_r sia maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza η_r .

Deve quindi essere verificata la seguente disequaglianza:

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

Il momento ribaltante M_r è dato dalla componente orizzontale della spinta S , dalle forze di inerzia del muro e del terreno gravante sulla fondazione di monte (caso di presenza di sisma) per i rispettivi bracci. Nel momento stabilizzante interviene il peso del muro (applicato nel baricentro) ed il peso del terreno gravante sulla fondazione di monte. Per quanto riguarda invece la componente verticale della

spinta essa sarà stabilizzante se l'angolo d'attrito terra-muro δ è positivo, ribaltante se δ è negativo. δ è positivo quando è il terrapieno che scorre rispetto al muro, negativo quando è il muro che tende a scorrere rispetto al terrapieno (questo può essere il caso di una spalla da ponte gravata da carichi notevoli). Se sono presenti dei tiranti essi contribuiscono al momento stabilizzante. Questa verifica ha significato solo per fondazione superficiale e non per fondazione su pali.

Verifica a scorrimento

Per la verifica a scorrimento del muro lungo il piano di fondazione deve risultare che la somma di tutte le forze parallele al piano di posa che tendono a fare scorrere il muro deve essere minore di tutte le forze, parallele al piano di scorrimento, che si oppongono allo scivolamento, secondo un certo coefficiente di sicurezza. La verifica a scorrimento risulta soddisfatta se il rapporto fra la risultante delle forze resistenti allo scivolamento F_r e la risultante delle forze che tendono a fare scorrere il muro F_s risulta maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza η_s

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

Le forze che intervengono nella F_s sono: la componente della spinta parallela al piano di fondazione e la componente delle forze d'inerzia parallela al piano di fondazione.

La forza resistente è data dalla resistenza d'attrito e dalla resistenza per adesione lungo la base della fondazione. Detta N la componente normale al piano di fondazione del carico totale gravante in fondazione e indicando con δ_f l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con c_a l'adesione terreno-fondazione e con B_r la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

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

La Normativa consente di computare, nelle forze resistenti, una aliquota dell'eventuale spinta dovuta al terreno posto a valle del muro. In tal caso, però, il coefficiente di sicurezza deve essere aumentato opportunamente. L'aliquota di spinta passiva che si può considerare ai fini della verifica a scorrimento non può comunque superare il 50 per cento.

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

Verifica al carico limite

Il rapporto fra il carico limite in fondazione e la componente normale della risultante dei carichi trasmessi dal muro sul terreno di fondazione deve essere superiore a η_q . Cioè, detto Q_u , il carico limite ed R la risultante verticale dei carichi in fondazione, deve essere:

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

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

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

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

In questa espressione:

c	coesione del terreno in fondazione
ϕ	angolo di attrito del terreno in fondazione
γ	peso di volume del terreno in fondazione
B	larghezza della fondazione
D	profondità del piano di posa
q	pressione geostatica alla quota del piano di posa
N	fattori di capacità portante
d	fattori di profondità del piano di posa
i	fattori di inclinazione del carico

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

	$\varphi > 0$	$i_c = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{90^\circ}\right)^2$	$i_q = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{90^\circ}\right)^2$	$i_g = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{\varphi^\circ}\right)^2$
--	---------------	--	--	---

Indichiamo con K_p il coefficiente di spinta passiva espresso da:

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

Riduzione per effetto piastra

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

$$r_\gamma = 1.0 + 0.25 \log \frac{B}{2.0}$$

Il termine sul peso di volume diventa:

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

Verifica alla stabilità globale

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

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento viene supposta circolare e determinata in modo tale da non avere intersezione con il profilo del muro. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri di dimensioni 10x10 posta in prossimità della sommità del muro. Il numero di strisce è pari a 25.

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

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

dove n è il numero delle strisce considerate, b_i e α_i sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia i_{esima} rispetto all'orizzontale, W_i è il peso della striscia i_{esima} e c_i e φ_i sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia. Inoltre u_i ed l_i rappresentano la pressione neutra lungo la base della striscia e la lunghezza della base della striscia ($l_i = b_i / \cos \alpha_i$). Quindi, assunto un cerchio di tentativo lo si suddivide in n strisce e dalla formula precedente si ricava η . Questo procedimento viene eseguito per il numero di centri prefissato e viene assunto come coefficiente di sicurezza della scarpata il minimo dei coefficienti così determinati.

Dati

Materiali

Simbologia adottata

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

Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	γ [kg/mc]	R _{ck} [kg/cm ²]	E [kg/cm ²]	ν	n	ntc
1	C28/35	C28/35	B450C	2500.00	356.90	332300	0.30	15.00	0.50
2	Materiale tiranti	Rck 250	Precomp	2500.00	250.00	306659	0.30	15.00	0.50

Acciai

Descr	f _{yk} [kg/cm ²]	f _{uk} [kg/cm ²]
B450C	4588.65	5506.38

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata

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

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

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

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

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro	10.00	[m]
<u>Paramento</u>		
Materiale	C28/35	
Altezza paramento	3.80	[m]
Altezza paramento libero	3.50	[m]
Spessore in sommità	0.35	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.35	[m]
Inclinazione paramento esterno	0.00	[°]
Inclinazione paramento interno	0.00	[°]
<u>Fondazione</u>		
Materiale	C28/35	
Lunghezza mensola di valle	1.20	[m]
Lunghezza mensola di monte	1.80	[m]
Lunghezza totale	3.35	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	0.35	[m]
Spessore magrone	0.10	[m]

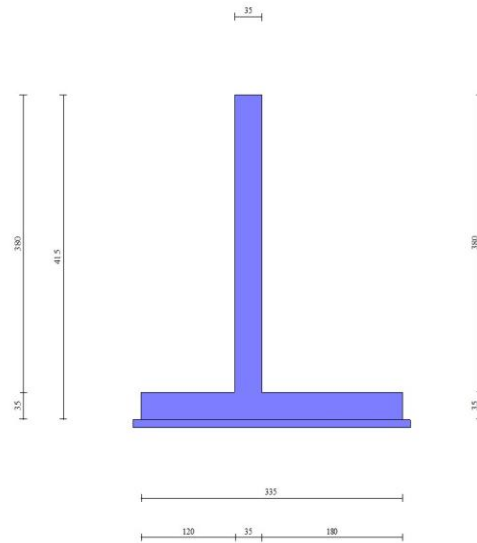


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

Descrizione terreni

Parametri di resistenza

Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kg/cm ²]
c_a	Adesione terra-muro espressa in [kg/cm ²]
<u>Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix</u>	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
τ_l	Tensione tangenziale limite, espressa in [kg/cm ²]

n°	Descr	γ [kg/mc]	γ_{sat} [kg/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kg/cm ²]	c_a [kg/cm ²]	Cesp	τ_l [kg/cm ²]
1	Terreno 1	1600.00	1800.00	10.000	6.670	0.00	0.00	---	---
2	Terreno 2	1950.00	2050.00	22.000	14.667	0.25	0.13	---	---
3	Terreno 3	2000.00	2100.00	26.000	17.330	0.07	0.04	---	---
4	Terreno 4	2000.00	2100.00	30.000	20.000	0.07	0.04	---	---

Stratigrafia

Simbologia adottata

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

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')

$K_{st_{sta}}$, $K_{st_{sis}}$ Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	α [°]	Terreno	Kw [Kg/cm ²]	Ks	Cesp	$K_{st_{sta}}$	$K_{st_{sis}}$
1	1.00	0.000	Terreno 1	---	---	---	---	---
2	7.00	0.000	Terreno 2	---	---	---	---	---
3	7.00	0.000	Terreno 3	---	---	---	---	---
4	4.00	0.000	Terreno 4	---	---	---	---	---

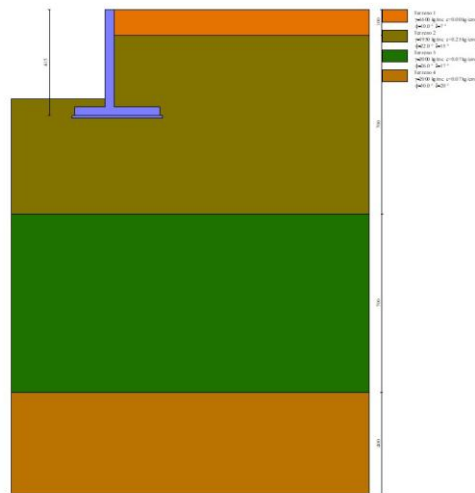


Fig. 2 - Stratigrafia

Condizioni di carico

Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

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

Condizione n° 1 (Condizione 1) - VARIABILE

Coeff. di combinazione $\Psi_0=0.70 - \Psi_1=0.70 - \Psi_2=0.60$

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F_x [kg]	F_y [kg]	M [kgm]	X_i [m]	X_f [m]	Q_i [kg]	Q_f [kg]
1	Distribuito					0.00	10.00	300.00	300.00

Condizione n° 2 (Condizione 2) - PERMANENTE NS

Carichi sul muro

n°	Tipo	Dest	X; Y [m]	F_x [kg]	F_y [kg]	M [kgm]	X_i [m]	X_f [m]	Q_i [kg]	Q_f [kg]
1	Concentrato	Paramento	-0.20; 0.00	0.00	800.00	0.00				

Normativa

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

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

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

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Combinazioni statiche	Combinazioni sismiche
-----------	-----------------------	-----------------------

		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi)}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	γ_c	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	γ_r	1.00	1.00	1.00	1.00

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

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

Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

- Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

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

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

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

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

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

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

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Condizione 2	1.50	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.50	1.00	Sfavorevole

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

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	0.60	Sfavorevole
Condizione 2	1.00	--	Sfavorevole

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

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	0.60	Sfavorevole
Condizione 2	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 2	1.30	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.30	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	0.60	Sfavorevole
Condizione 2	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	0.60	Sfavorevole
Condizione 2	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Condizione 2	1.50	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - EQU (A1-M1-R3) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	0.60	Sfavorevole
Condizione 2	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - EQU (A1-M1-R3) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	0.60	Sfavorevole
Condizione 2	1.00	--	Sfavorevole

Dati sismici

Comune	Santa Maria A Monte
Provincia	Pisa
Regione	Toscana
Latitudine	43.700944
Longitudine	10.690000
Indice punti di interpolazione	20273 - 20272 - 20494 - 20495
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	III
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	75 anni

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_a	[m/s ²]	1.384	0.605
Accelerazione al suolo	a_d/g	[%]	0.141	0.062
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.493	2.563
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.285	0.261
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		C	1.489
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T2	1.200

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh	kv
Ultimo	0.380	9.576	4.788
Ultimo - Ribaltamento	0.570	14.364	7.182
Esercizio	0.470	5.220	2.610

Forma diagramma incremento sismico **Rettangolare**

Opzioni di calcolo

Spinta

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

Capacità portante

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

Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale	Fellenius
---	-----------

Altro

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

Spostamenti

Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti

Cedimenti

Non è stato richiesto il calcolo dei cedimenti

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

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

Risultati per combinazione

Spinta e forze

Simbologia adottata

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

Ic	A	V [kg]	I [°]	C _x [kg]	C _y [kg]	P _x [m]	P _y [m]
1	Spinta statica	1930	10.33	1898	346	1.80	-2.02
	Peso/Inerzia muro			0	6256/0	-0.03	-2.87
	Peso/Inerzia terrapieno			0	13518/0	0.90	-1.90
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			0	702	-0.95	-3.65
	Resistenza passiva terreno antistante			-453			
	Risultante forze sul muro			0	1200	--	--
	2	Spinta statica	736	7.47	730	96	1.80
Incremento di spinta sismica			110	109	14	1.80	-2.07
Peso/Inerzia muro				599	6256/300	-0.03	-2.87
Peso/Inerzia terrapieno				1248	13032/624	0.90	-1.90
Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle				67	702	-0.95	-3.65
Resistenza passiva terreno antistante				-453			
Risultante forze sul muro				0	800	--	--
3	Spinta statica	736	7.53	730	96	1.80	-0.80
	Incremento di spinta sismica		52	52	7	1.80	-2.07
	Peso/Inerzia muro			599	6256/-300	-0.03	-2.87
	Peso/Inerzia terrapieno			1248	13032/-624	0.90	-1.90
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			67	702	-0.95	-3.65
	Resistenza passiva terreno antistante			-453			
	Risultante forze sul muro			0	800	--	--

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

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

	Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{UPL}
1 - STR (A1-M1-R3)			5.480		8.635			
2 - STR (A1-M1-R3)		H + V	3.760		8.023			
3 - STR (A1-M1-R3)		H - V	3.660		8.610			
4 - GEO (A2-M2-R2)						2.234		
5 - GEO (A2-M2-R2)		H + V				2.445		
6 - GEO (A2-M2-R2)		H - V				2.564		
7 - EQU (A1-M1-R3)				11.327				
8 - EQU (A1-M1-R3)		H + V		5.520				
9 - EQU (A1-M1-R3)		H - V		3.844				

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

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

n°	Rsa [kg]	Rpt [kg]	Rps [kg]	Rp [kg]	Rt [kg]	R [kg]	T [kg]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	9951	453	0	--	--	10404	1898	5.480
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	9899	453	0	--	--	10352	2753	3.760
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	9414	453	0	--	--	9867	2696	3.660

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

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

n°	N [kg]	Qu [kg]	Qd [kg]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	22022	190153	135824	8.635
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	21824	175099	145916	8.023
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	19970	171936	143280	8.610

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, N _γ	Fattori di capacità portante
ic, iq, i _γ	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, d _γ	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, g _γ	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, b _γ	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, s _γ	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, p _γ	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
Re	Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof
Ir, Irc	Indici di rigidità per punzonamento secondo Vesic
r _γ	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia 0.5B _γ N _γ viene moltiplicato per questo fattore
D	Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
B'	Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
H	Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
γ	Peso di volume del terreno medio, espresso in [kg/mc]
φ	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c	Coesione del terreno medio, espresso in [kg/cm ^q]

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

n°	Nc Nq N _γ	ic iq i _γ	dc dq d _γ	gc gq g _γ	bc bq b _γ	sc sq s _γ	pc pq p _γ	Ir	Irc	Re	r _γ
1	16.883	0.894	1.058	--	--	--	--	--	--	--	0.944
	7.821	0.894	1.029	--	--	--	--	--	--		
	4.066	0.602	1.029	--	--	--	--	--	--		
2	16.883	0.847	1.058	--	--	--	--	--	--	--	0.944
	7.821	0.847	1.029	--	--	--	--	--	--		
	4.066	0.453	1.029	--	--	--	--	--	--		
3	16.883	0.836	1.058	--	--	--	--	--	--	--	0.944
	7.821	0.836	1.029	--	--	--	--	--	--		
	4.066	0.423	1.029	--	--	--	--	--	--		

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	γ [°]	φ [kg/mc]	c [kg/cm ^q]
1	0.65	3.35	2.48	1950	22.00	0.25
2	0.65	3.35	2.48	1950	22.00	0.25
3	0.65	3.35	2.48	1950	22.00	0.25

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

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

La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms [kgm]	Mr [kgm]	FS
7 - EQU (A1-M1-R3)	45801	4044	11.327
8 - EQU (A1-M1-R3) H + V	46344	8395	5.520
9 - EQU (A1-M1-R3) H - V	43361	11280	3.844

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

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

Ic	C [m]	R [m]	FS
4 - GEO (A2-M2-R2)		-1.00; 0.00	5.02
5 - GEO (A2-M2-R2) H + V		-1.00; 0.00	5.02
6 - GEO (A2-M2-R2) H - V		-1.00; 0.00	5.02

Dettagli strisce verifiche stabilità**Simbologia adottata**

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kg]

Qy carico sulla striscia espresso in [kg]

Qf carico acqua sulla striscia espresso in [kg]

 α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario) ϕ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

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

Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W [kg]	Qy [kg]	Qf [kg]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cm ²]	u [kg/cm ²]	Tx; Ty [kg]
1	527	135	0	4.02 - 0.34	79.314	8.029	0.00	0.000	
2	1348	135	0	0.34	64.112	17.912	0.20	0.000	
3	1759	135	0	0.34	56.064	17.912	0.20	0.000	
4	2068	135	0	0.34	49.498	17.912	0.20	0.000	
5	2314	135	0	0.34	43.736	17.912	0.20	0.000	
6	2518	135	0	0.34	38.491	17.912	0.20	0.000	
7	2725	135	0	0.34	33.607	17.912	0.20	0.000	
8	2895	135	0	0.34	28.988	17.912	0.20	0.000	
9	3012	135	0	0.34	24.569	17.912	0.20	0.000	
10	3108	135	0	0.34	20.302	17.912	0.20	0.000	
11	3185	135	0	0.34	16.149	17.912	0.20	0.000	
12	3543	87	0	0.34	12.083	17.912	0.20	0.000	
13	3074	1040	0	0.34	8.078	17.912	0.20	0.000	
14	1076	0	0	0.34	4.112	17.912	0.20	0.000	
15	1084	0	0	0.34	0.166	17.912	0.20	0.000	
16	1077	0	0	0.34	-3.779	17.912	0.20	0.000	
17	996	0	0	0.34	-7.742	17.912	0.20	0.000	
18	947	0	0	0.34	-11.743	17.912	0.20	0.000	
19	890	0	0	0.34	-15.803	17.912	0.20	0.000	
20	815	0	0	0.34	-19.947	17.912	0.20	0.000	
21	721	0	0	0.34	-24.204	17.912	0.20	0.000	
22	606	0	0	0.34	-28.609	17.912	0.20	0.000	
23	466	0	0	0.34	-33.208	17.912	0.20	0.000	
24	300	0	0	0.34	-38.067	17.912	0.20	0.000	
25	100	0	0	-4.61 - 0.34	-41.984	17.912	0.20	0.000	

Combinazione n° 5 - GEO (A2-M2-R2) H + V

n°	W [kg]	Qy [kg]	Qf [kg]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cm ²]	u [kg/cm ²]	Tx; Ty [kg]
1	527	62	0	4.02 - 0.34	79.314	10.000	0.00	0.000	
2	1348	62	0	0.34	64.112	22.000	0.25	0.000	
3	1759	62	0	0.34	56.064	22.000	0.25	0.000	
4	2068	62	0	0.34	49.498	22.000	0.25	0.000	
5	2314	62	0	0.34	43.736	22.000	0.25	0.000	
6	2518	62	0	0.34	38.491	22.000	0.25	0.000	
7	2725	62	0	0.34	33.607	22.000	0.25	0.000	
8	2895	62	0	0.34	28.988	22.000	0.25	0.000	
9	3012	62	0	0.34	24.569	22.000	0.25	0.000	
10	3108	62	0	0.34	20.302	22.000	0.25	0.000	
11	3185	62	0	0.34	16.149	22.000	0.25	0.000	
12	3543	40	0	0.34	12.083	22.000	0.25	0.000	
13	3074	800	0	0.34	8.078	22.000	0.25	0.000	
14	1076	0	0	0.34	4.112	22.000	0.25	0.000	
15	1084	0	0	0.34	0.166	22.000	0.25	0.000	
16	1077	0	0	0.34	-3.779	22.000	0.25	0.000	
17	996	0	0	0.34	-7.742	22.000	0.25	0.000	
18	947	0	0	0.34	-11.743	22.000	0.25	0.000	
19	890	0	0	0.34	-15.803	22.000	0.25	0.000	
20	815	0	0	0.34	-19.947	22.000	0.25	0.000	
21	721	0	0	0.34	-24.204	22.000	0.25	0.000	
22	606	0	0	0.34	-28.609	22.000	0.25	0.000	
23	466	0	0	0.34	-33.208	22.000	0.25	0.000	
24	300	0	0	0.34	-38.067	22.000	0.25	0.000	
25	100	0	0	-4.61 - 0.34	-41.984	22.000	0.25	0.000	

Combinazione n° 6 - GEO (A2-M2-R2) H - V

n°	W [kg]	Qy [kg]	Qf [kg]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cm ²]	u [kg/cm ²]	Tx; Ty [kg]
1	527	62	0	4.02 - 0.34	79.314	10.000	0.00	0.000	
2	1348	62	0	0.34	64.112	22.000	0.25	0.000	
3	1759	62	0	0.34	56.064	22.000	0.25	0.000	
4	2068	62	0	0.34	49.498	22.000	0.25	0.000	
5	2314	62	0	0.34	43.736	22.000	0.25	0.000	
6	2518	62	0	0.34	38.491	22.000	0.25	0.000	
7	2725	62	0	0.34	33.607	22.000	0.25	0.000	
8	2895	62	0	0.34	28.988	22.000	0.25	0.000	
9	3012	62	0	0.34	24.569	22.000	0.25	0.000	

n°	W [kg]	Qy [kg]	Qf [kg]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cm ²]	u [kg/cm ²]	Tx; Ty [kg]
10	3108	62	0	0.34	20.302	22.000	0.25	0.000	
11	3185	62	0	0.34	16.149	22.000	0.25	0.000	
12	3543	40	0	0.34	12.083	22.000	0.25	0.000	
13	3074	800	0	0.34	8.078	22.000	0.25	0.000	
14	1076	0	0	0.34	4.112	22.000	0.25	0.000	
15	1084	0	0	0.34	0.166	22.000	0.25	0.000	
16	1077	0	0	0.34	-3.779	22.000	0.25	0.000	
17	996	0	0	0.34	-7.742	22.000	0.25	0.000	
18	947	0	0	0.34	-11.743	22.000	0.25	0.000	
19	890	0	0	0.34	-15.803	22.000	0.25	0.000	
20	815	0	0	0.34	-19.947	22.000	0.25	0.000	
21	721	0	0	0.34	-24.204	22.000	0.25	0.000	
22	606	0	0	0.34	-28.609	22.000	0.25	0.000	
23	466	0	0	0.34	-33.208	22.000	0.25	0.000	
24	300	0	0	0.34	-38.067	22.000	0.25	0.000	
25	100	0	0	-4.61 - 0.34	-41.984	22.000	0.25	0.000	



Fig. 3 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 4)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

- N Sforzo normale, espresso in [kg]. Positivo se di compressione.
T Taglio, espresso in [kg]. Positivo se diretto da monte verso valle
M Momento, espresso in [kgm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

Paramento

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	0.00	1200	0	30
2	-0.10	1292	39	31
3	-0.20	1386	92	36
4	-0.30	1481	160	47
5	-0.40	1578	242	66
6	-0.50	1677	339	93
7	-0.60	1778	451	130
8	-0.70	1880	577	178
9	-0.80	1984	717	240
10	-0.90	2090	872	316
11	-1.00	2197	1042	408
12	-1.10	2286	1060	514
13	-1.20	2374	1060	620
14	-1.30	2461	1060	726
15	-1.40	2549	1060	832
16	-1.50	2636	1060	938
17	-1.60	2724	1060	1044
18	-1.70	2811	1060	1150
19	-1.80	2899	1060	1256
20	-1.90	2986	1060	1362
21	-2.00	3074	1060	1468

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
22	-2.10	3161	1060	1574
23	-2.20	3249	1060	1680
24	-2.30	3336	1060	1786
25	-2.40	3424	1060	1892
26	-2.50	3511	1060	1998
27	-2.60	3599	1060	2103
28	-2.70	3686	1060	2209
29	-2.80	3774	1060	2315
30	-2.90	3862	1062	2421
31	-3.00	3951	1068	2528
32	-3.10	4042	1082	2634
33	-3.20	4136	1107	2742
34	-3.30	4233	1143	2853
35	-3.40	4333	1190	2968
36	-3.50	4436	1249	3087
37	-3.60	4542	1318	3212
38	-3.70	4650	1399	3344
39	-3.80	4762	1491	3484

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

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	0.00	800	0	20
2	-0.10	890	28	21
3	-0.20	981	68	25
4	-0.30	1073	119	33
5	-0.40	1167	181	47
6	-0.50	1262	254	68
7	-0.60	1359	339	96
8	-0.70	1456	434	132
9	-0.80	1555	541	179
10	-0.90	1656	659	237
11	-1.00	1757	788	306
12	-1.10	1855	810	385
13	-1.20	1950	819	464
14	-1.30	2044	829	545
15	-1.40	2138	838	627
16	-1.50	2230	848	710
17	-1.60	2323	857	793
18	-1.70	2414	867	878
19	-1.80	2505	876	964
20	-1.90	2596	886	1051
21	-2.00	2687	896	1139
22	-2.10	2777	906	1228
23	-2.20	2867	916	1318
24	-2.30	2957	925	1409
25	-2.40	3047	935	1501
26	-2.50	3136	945	1594
27	-2.60	3226	955	1688
28	-2.70	3315	965	1783
29	-2.80	3404	975	1880
30	-2.90	3494	985	1977
31	-3.00	3583	995	2075
32	-3.10	3672	1005	2174
33	-3.20	3761	1015	2274
34	-3.30	3850	1025	2376
35	-3.40	3939	1035	2478
36	-3.50	4027	1045	2581
37	-3.60	4116	1056	2686
38	-3.70	4205	1066	2791
39	-3.80	4293	1076	2897

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

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	0.00	800	0	20
2	-0.10	890	27	21
3	-0.20	981	65	25
4	-0.30	1073	114	33
5	-0.40	1167	175	46
6	-0.50	1261	247	66
7	-0.60	1358	329	93
8	-0.70	1455	424	129
9	-0.80	1554	529	174
10	-0.90	1654	645	231
11	-1.00	1756	773	299
12	-1.10	1853	793	376
13	-1.20	1948	801	454
14	-1.30	2041	809	533
15	-1.40	2134	817	612
16	-1.50	2227	825	693
17	-1.60	2318	833	774
18	-1.70	2410	841	857
19	-1.80	2500	849	940
20	-1.90	2591	857	1024
21	-2.00	2681	865	1109
22	-2.10	2771	874	1195
23	-2.20	2861	882	1282
24	-2.30	2950	890	1370

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
25	-2.40	3039	899	1458
26	-2.50	3129	907	1548
27	-2.60	3218	916	1638
28	-2.70	3307	924	1729
29	-2.80	3396	933	1821
30	-2.90	3484	941	1914
31	-3.00	3573	950	2008
32	-3.10	3662	958	2102
33	-3.20	3750	967	2198
34	-3.30	3839	975	2294
35	-3.40	3927	984	2392
36	-3.50	4016	992	2490
37	-3.60	4104	1001	2589
38	-3.70	4192	1010	2689
39	-3.80	4281	1018	2790

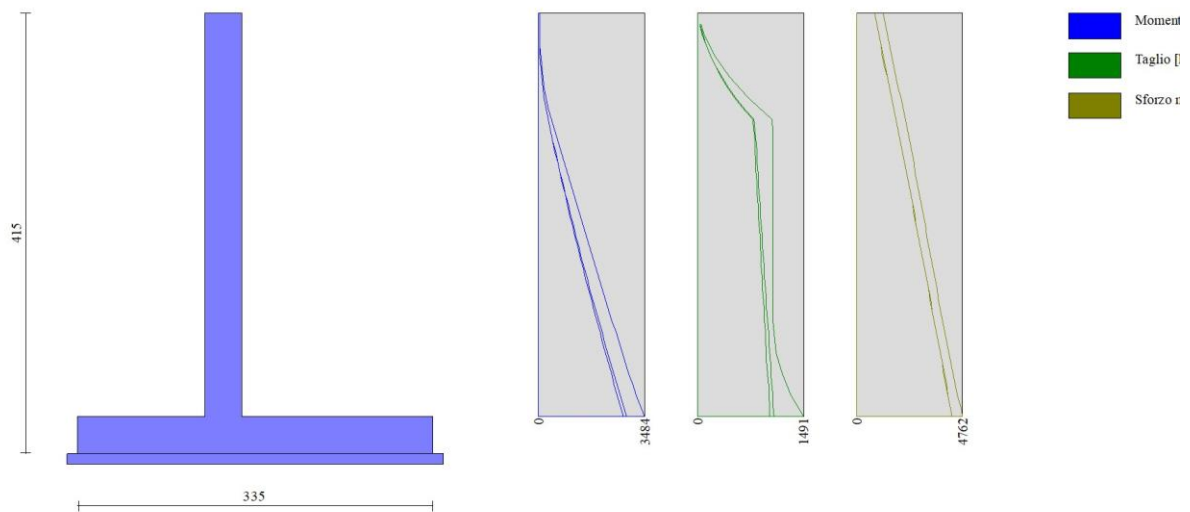


Fig. 4 - Paramento (Inviluppo)

Fondazione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	-1.55	0	0	0
2	-1.45	0	241	12
3	-1.35	0	498	49
4	-1.25	0	770	112
5	-1.15	0	1058	203
6	-1.05	0	1362	324
7	-0.95	0	1681	476
8	-0.85	0	2015	661
9	-0.75	0	2365	880
10	-0.65	0	2731	1134
11	-0.55	0	3112	1426
12	-0.45	0	3508	1757
13	-0.35	0	3921	2129
14	0.00	0	-4904	-3658
15	0.10	0	-4499	-3188
16	0.20	0	-4110	-2758
17	0.30	0	-3737	-2365
18	0.40	0	-3379	-2010
19	0.50	0	-3037	-1689
20	0.60	0	-2710	-1402
21	0.70	0	-2398	-1147
22	0.80	0	-2103	-922
23	0.90	0	-1822	-726
24	1.00	0	-1558	-557
25	1.10	0	-1309	-414
26	1.20	0	-1075	-295
27	1.30	0	-857	-198
28	1.40	0	-655	-123
29	1.50	0	-468	-67
30	1.60	0	-296	-29
31	1.70	0	-140	-7
32	1.80	0	0	0

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

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	-1.55	0	0	0
2	-1.45	0	379	19
3	-1.35	0	767	76
4	-1.25	0	1162	172
5	-1.15	0	1564	309
6	-1.05	0	1975	486
7	-0.95	0	2393	704
8	-0.85	0	2819	964
9	-0.75	0	3253	1268
10	-0.65	0	3694	1615
11	-0.55	0	4143	2007
12	-0.45	0	4600	2444
13	-0.35	0	5065	2927
14	0.00	0	-1799	-1242
15	0.10	0	-1633	-1071
16	0.20	0	-1475	-915
17	0.30	0	-1325	-775
18	0.40	0	-1182	-650
19	0.50	0	-1047	-539
20	0.60	0	-920	-440
21	0.70	0	-801	-354
22	0.80	0	-689	-280
23	0.90	0	-585	-216
24	1.00	0	-489	-163
25	1.10	0	-401	-118
26	1.20	0	-321	-82
27	1.30	0	-248	-54
28	1.40	0	-183	-32
29	1.50	0	-125	-17
30	1.60	0	-76	-7
31	1.70	0	-34	-2
32	1.80	0	0	0

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

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	-1.55	0	0	0
2	-1.45	0	364	18
3	-1.35	0	733	73
4	-1.25	0	1107	165
5	-1.15	0	1487	295
6	-1.05	0	1872	462
7	-0.95	0	2262	669
8	-0.85	0	2658	915
9	-0.75	0	3059	1201
10	-0.65	0	3465	1527
11	-0.55	0	3877	1894
12	-0.45	0	4293	2302
13	-0.35	0	4716	2753
14	0.00	0	-3135	-2563
15	0.10	0	-2916	-2261
16	0.20	0	-2702	-1980
17	0.30	0	-2493	-1720
18	0.40	0	-2290	-1481
19	0.50	0	-2092	-1262
20	0.60	0	-1899	-1063
21	0.70	0	-1711	-882
22	0.80	0	-1529	-720
23	0.90	0	-1352	-576
24	1.00	0	-1181	-450
25	1.10	0	-1015	-340
26	1.20	0	-854	-247
27	1.30	0	-698	-169
28	1.40	0	-548	-107
29	1.50	0	-403	-59
30	1.60	0	-263	-26
31	1.70	0	-129	-6
32	1.80	0	0	0

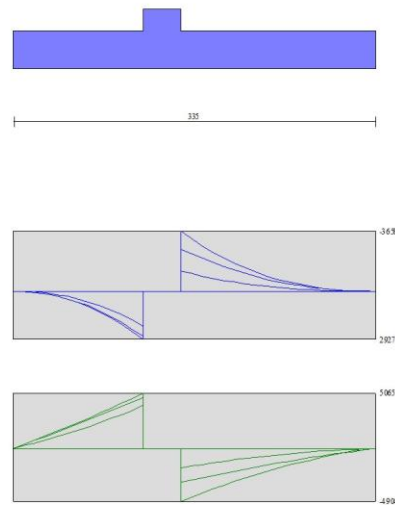


Fig. 5 - Fondazione (Inviluppo)

Verifiche strutturali

Verifiche a flessione

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Afi	area ferri inferiori espresso in [cmq]
Afs	area ferri superiori espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kgm]
N	sfuerzo normale agente espressa in [kg]
Mu	momento ultimi espresso in [kgm]
Nu	sfuerzo normale ultimo espressa in [kg]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

Paramento

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kgm]	N [kg]	Mu [kgm]	Nu [kg]	FS
1	0.00	100	35	4.52	5.65	30	1200	7155	1200	238.512
2	-0.10	100	35	4.52	5.65	31	1292	7169	1292	231.094
3	-0.20	100	35	4.52	5.65	36	1386	7183	1386	197.618
4	-0.30	100	35	4.52	5.65	47	1481	7198	1481	151.739
5	-0.40	100	35	4.52	5.65	66	1578	7212	1578	109.723
6	-0.50	100	35	4.52	5.65	93	1677	7227	1677	77.966
7	-0.60	100	35	4.52	5.65	130	1778	7243	1778	55.803
8	-0.70	100	35	4.52	5.65	178	1880	7258	1880	40.672
9	-0.80	100	35	4.52	5.65	240	1984	7274	1984	30.288
10	-0.90	100	35	4.52	5.65	316	2090	7290	2090	23.044
11	-1.00	100	35	4.52	5.65	408	2197	7306	2197	17.887
12	-1.10	100	35	4.52	5.65	514	2286	7319	2286	14.242
13	-1.20	100	35	4.52	5.65	620	2374	7333	2374	11.828
14	-1.30	100	35	4.52	5.65	726	2461	7346	2461	10.120
15	-1.40	100	35	4.52	5.65	832	2549	7359	2549	8.847
16	-1.50	100	35	4.52	5.65	938	2636	7372	2636	7.861
17	-1.60	100	35	4.52	5.65	1044	2724	7385	2724	7.076
18	-1.70	100	35	4.52	5.65	1150	2811	7399	2811	6.435
19	-1.80	100	35	4.52	5.65	1256	2899	7412	2899	5.902
20	-1.90	100	35	4.52	5.65	1362	2986	7425	2986	5.453
21	-2.00	100	35	4.52	5.65	1468	3074	7438	3074	5.068
22	-2.10	100	35	4.52	5.65	1574	3161	7452	3161	4.735
23	-2.20	100	35	4.52	5.65	1680	3249	7465	3249	4.444
24	-2.30	100	35	4.52	5.65	1786	3336	7478	3336	4.188
25	-2.40	100	35	4.52	5.65	1892	3424	7491	3424	3.960
26	-2.50	100	35	4.52	5.65	1998	3511	7504	3511	3.757
27	-2.60	100	35	4.52	5.65	2103	3599	7518	3599	3.574
28	-2.70	100	35	4.52	5.65	2209	3686	7531	3686	3.408
29	-2.80	100	35	4.52	5.65	2315	3774	7544	3774	3.258
30	-2.90	100	35	4.52	5.65	2421	3862	7557	3862	3.121

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kgm]	N [kg]	Mu [kgm]	Nu [kg]	FS
31	-3.00	100	35	4.52	5.65	2528	3951	7571	3951	2.995
32	-3.10	100	35	4.52	5.65	2634	4042	7585	4042	2.879
33	-3.20	100	35	4.52	5.65	2742	4136	7599	4136	2.771
34	-3.30	100	35	4.52	5.65	2853	4233	7613	4233	2.668
35	-3.40	100	35	4.52	5.65	2968	4333	7628	4333	2.571
36	-3.50	100	35	4.52	5.65	3087	4436	7644	4436	2.476
37	-3.60	100	35	4.52	5.65	3212	4542	7660	4542	2.385
38	-3.70	100	35	4.52	5.65	3344	4650	7676	4650	2.296
39	-3.80	100	35	4.52	5.65	3484	4762	7693	4762	2.208

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

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kgm]	N [kg]	Mu [kgm]	Nu [kg]	FS
1	0.00	100	35	4.52	5.65	20	800	7095	800	354.748
2	-0.10	100	35	4.52	5.65	21	890	7109	890	339.805
3	-0.20	100	35	4.52	5.65	25	981	7122	981	284.693
4	-0.30	100	35	4.52	5.65	33	1073	7136	1073	213.578
5	-0.40	100	35	4.52	5.65	47	1167	7150	1167	151.412
6	-0.50	100	35	4.52	5.65	68	1262	7165	1262	106.032
7	-0.60	100	35	4.52	5.65	96	1359	7179	1359	75.118
8	-0.70	100	35	4.52	5.65	132	1456	7194	1456	54.357
9	-0.80	100	35	4.52	5.65	179	1555	7209	1555	40.271
10	-0.90	100	35	4.52	5.65	237	1656	7224	1656	30.521
11	-1.00	100	35	4.52	5.65	306	1757	7240	1757	23.620
12	-1.10	100	35	4.52	5.65	385	1855	7254	1855	18.850
13	-1.20	100	35	4.52	5.65	464	1950	7269	1950	15.651
14	-1.30	100	35	4.52	5.65	545	2044	7283	2044	13.361
15	-1.40	100	35	4.52	5.65	627	2138	7297	2138	11.642
16	-1.50	100	35	4.52	5.65	710	2230	7311	2230	10.303
17	-1.60	100	35	4.52	5.65	793	2323	7325	2323	9.232
18	-1.70	100	35	4.52	5.65	878	2414	7339	2414	8.356
19	-1.80	100	35	4.52	5.65	964	2505	7352	2505	7.626
20	-1.90	100	35	4.52	5.65	1051	2596	7366	2596	7.008
21	-2.00	100	35	4.52	5.65	1139	2687	7380	2687	6.479
22	-2.10	100	35	4.52	5.65	1228	2777	7393	2777	6.021
23	-2.20	100	35	4.52	5.65	1318	2867	7407	2867	5.620
24	-2.30	100	35	4.52	5.65	1409	2957	7421	2957	5.266
25	-2.40	100	35	4.52	5.65	1501	3047	7434	3047	4.953
26	-2.50	100	35	4.52	5.65	1594	3136	7448	3136	4.672
27	-2.60	100	35	4.52	5.65	1688	3226	7461	3226	4.419
28	-2.70	100	35	4.52	5.65	1783	3315	7475	3315	4.191
29	-2.80	100	35	4.52	5.65	1880	3404	7488	3404	3.984
30	-2.90	100	35	4.52	5.65	1977	3494	7502	3494	3.795
31	-3.00	100	35	4.52	5.65	2075	3583	7515	3583	3.622
32	-3.10	100	35	4.52	5.65	2174	3672	7529	3672	3.463
33	-3.20	100	35	4.52	5.65	2274	3761	7542	3761	3.316
34	-3.30	100	35	4.52	5.65	2376	3850	7555	3850	3.180
35	-3.40	100	35	4.52	5.65	2478	3939	7569	3939	3.055
36	-3.50	100	35	4.52	5.65	2581	4027	7582	4027	2.937
37	-3.60	100	35	4.52	5.65	2686	4116	7596	4116	2.828
38	-3.70	100	35	4.52	5.65	2791	4205	7609	4205	2.726
39	-3.80	100	35	4.52	5.65	2897	4293	7622	4293	2.631

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

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kgm]	N [kg]	Mu [kgm]	Nu [kg]	FS
1	0.00	100	35	4.52	5.65	20	800	7095	800	354.748
2	-0.10	100	35	4.52	5.65	21	890	7108	890	340.547
3	-0.20	100	35	4.52	5.65	25	981	7122	981	287.517
4	-0.30	100	35	4.52	5.65	33	1073	7136	1073	217.485
5	-0.40	100	35	4.52	5.65	46	1167	7150	1167	155.055
6	-0.50	100	35	4.52	5.65	66	1261	7165	1261	108.888
7	-0.60	100	35	4.52	5.65	93	1358	7179	1358	77.211
8	-0.70	100	35	4.52	5.65	129	1455	7194	1455	55.861
9	-0.80	100	35	4.52	5.65	174	1554	7209	1554	41.354
10	-0.90	100	35	4.52	5.65	231	1654	7224	1654	31.311
11	-1.00	100	35	4.52	5.65	299	1756	7239	1756	24.204
12	-1.10	100	35	4.52	5.65	376	1853	7254	1853	19.299
13	-1.20	100	35	4.52	5.65	454	1948	7268	1948	16.018
14	-1.30	100	35	4.52	5.65	533	2041	7282	2041	13.675
15	-1.40	100	35	4.52	5.65	612	2134	7296	2134	11.917
16	-1.50	100	35	4.52	5.65	693	2227	7310	2227	10.550
17	-1.60	100	35	4.52	5.65	774	2318	7324	2318	9.458
18	-1.70	100	35	4.52	5.65	857	2410	7338	2410	8.564
19	-1.80	100	35	4.52	5.65	940	2500	7352	2500	7.820
20	-1.90	100	35	4.52	5.65	1024	2591	7365	2591	7.191
21	-2.00	100	35	4.52	5.65	1109	2681	7379	2681	6.652
22	-2.10	100	35	4.52	5.65	1195	2771	7393	2771	6.185
23	-2.20	100	35	4.52	5.65	1282	2861	7406	2861	5.777
24	-2.30	100	35	4.52	5.65	1370	2950	7420	2950	5.417
25	-2.40	100	35	4.52	5.65	1458	3039	7433	3039	5.097
26	-2.50	100	35	4.52	5.65	1548	3129	7447	3129	4.812
27	-2.60	100	35	4.52	5.65	1638	3218	7460	3218	4.555
28	-2.70	100	35	4.52	5.65	1729	3307	7473	3307	4.322
29	-2.80	100	35	4.52	5.65	1821	3396	7487	3396	4.111
30	-2.90	100	35	4.52	5.65	1914	3484	7500	3484	3.919
31	-3.00	100	35	4.52	5.65	2008	3573	7514	3573	3.742
32	-3.10	100	35	4.52	5.65	2102	3662	7527	3662	3.580
33	-3.20	100	35	4.52	5.65	2198	3750	7540	3750	3.431

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kgm]	N [kg]	Mu [kgm]	Nu [kg]	FS
34	-3.30	100	35	4.52	5.65	2294	3839	7554	3839	3.292
35	-3.40	100	35	4.52	5.65	2392	3927	7567	3927	3.164
36	-3.50	100	35	4.52	5.65	2490	4016	7581	4016	3.045
37	-3.60	100	35	4.52	5.65	2589	4104	7594	4104	2.933
38	-3.70	100	35	4.52	5.65	2689	4192	7607	4192	2.829
39	-3.80	100	35	4.52	5.65	2790	4281	7621	4281	2.732

Fondazione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kgm]	N [kg]	Mu [kgm]	Nu [kg]	FS
1	-1.55	100	35	5.65	5.65	0	0	0	0	100000.000
2	-1.45	100	35	5.65	5.65	12	0	6974	0	584.466
3	-1.35	100	35	5.65	5.65	49	0	6974	0	143.011
4	-1.25	100	35	5.65	5.65	112	0	6974	0	62.238
5	-1.15	100	35	5.65	5.65	203	0	6974	0	34.295
6	-1.05	100	35	5.65	5.65	324	0	6974	0	21.510
7	-0.95	100	35	5.65	5.65	476	0	6974	0	14.645
8	-0.85	100	35	5.65	5.65	661	0	6974	0	10.553
9	-0.75	100	35	5.65	5.65	880	0	6974	0	7.927
10	-0.65	100	35	5.65	5.65	1134	0	6974	0	6.148
11	-0.55	100	35	5.65	5.65	1426	0	6974	0	4.889
12	-0.45	100	35	5.65	5.65	1757	0	6974	0	3.969
13	-0.35	100	35	5.65	5.65	2129	0	6974	0	3.276
14	0.00	100	35	5.65	5.65	-3658	0	-6974	0	1.906
15	0.10	100	35	5.65	5.65	-3188	0	-6974	0	2.187
16	0.20	100	35	5.65	5.65	-2758	0	-6974	0	2.529
17	0.30	100	35	5.65	5.65	-2365	0	-6974	0	2.948
18	0.40	100	35	5.65	5.65	-2010	0	-6974	0	3.470
19	0.50	100	35	5.65	5.65	-1689	0	-6974	0	4.128
20	0.60	100	35	5.65	5.65	-1402	0	-6974	0	4.974
21	0.70	100	35	5.65	5.65	-1147	0	-6974	0	6.081
22	0.80	100	35	5.65	5.65	-922	0	-6974	0	7.565
23	0.90	100	35	5.65	5.65	-726	0	-6974	0	9.610
24	1.00	100	35	5.65	5.65	-557	0	-6974	0	12.525
25	1.10	100	35	5.65	5.65	-414	0	-6974	0	16.861
26	1.20	100	35	5.65	5.65	-295	0	-6974	0	23.677
27	1.30	100	35	5.65	5.65	-198	0	-6974	0	35.210
28	1.40	100	35	5.65	5.65	-123	0	-6974	0	56.875
29	1.50	100	35	5.65	5.65	-67	0	-6974	0	104.650
30	1.60	100	35	5.65	5.65	-29	0	-6974	0	243.999
31	1.70	100	35	5.65	5.65	-7	0	-6974	0	1012.718
32	1.80	100	35	5.65	5.65	0	0	0	0	100000.000

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

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kgm]	N [kg]	Mu [kgm]	Nu [kg]	FS
1	-1.55	100	35	5.65	5.65	0	0	0	0	100000.000
2	-1.45	100	35	5.65	5.65	19	0	6974	0	368.832
3	-1.35	100	35	5.65	5.65	76	0	6974	0	91.582
4	-1.25	100	35	5.65	5.65	172	0	6974	0	40.429
5	-1.15	100	35	5.65	5.65	309	0	6974	0	22.589
6	-1.05	100	35	5.65	5.65	486	0	6974	0	14.361
7	-0.95	100	35	5.65	5.65	704	0	6974	0	9.907
8	-0.85	100	35	5.65	5.65	964	0	6974	0	7.231
9	-0.75	100	35	5.65	5.65	1268	0	6974	0	5.500
10	-0.65	100	35	5.65	5.65	1615	0	6974	0	4.317
11	-0.55	100	35	5.65	5.65	2007	0	6974	0	3.475
12	-0.45	100	35	5.65	5.65	2444	0	6974	0	2.853
13	-0.35	100	35	5.65	5.65	2927	0	6974	0	2.382
14	0.00	100	35	5.65	5.65	-1242	0	-6974	0	5.614
15	0.10	100	35	5.65	5.65	-1071	0	-6974	0	6.513
16	0.20	100	35	5.65	5.65	-915	0	-6974	0	7.618
17	0.30	100	35	5.65	5.65	-775	0	-6974	0	8.993
18	0.40	100	35	5.65	5.65	-650	0	-6974	0	10.726
19	0.50	100	35	5.65	5.65	-539	0	-6974	0	12.944
20	0.60	100	35	5.65	5.65	-440	0	-6974	0	15.833
21	0.70	100	35	5.65	5.65	-354	0	-6974	0	19.673
22	0.80	100	35	5.65	5.65	-280	0	-6974	0	24.904
23	0.90	100	35	5.65	5.65	-216	0	-6974	0	32.233
24	1.00	100	35	5.65	5.65	-163	0	-6974	0	42.869
25	1.10	100	35	5.65	5.65	-118	0	-6974	0	58.992
26	1.20	100	35	5.65	5.65	-82	0	-6974	0	84.839
27	1.30	100	35	5.65	5.65	-54	0	-6974	0	129.499
28	1.40	100	35	5.65	5.65	-32	0	-6974	0	215.258
29	1.50	100	35	5.65	5.65	-17	0	-6974	0	408.773
30	1.60	100	35	5.65	5.65	-7	0	-6974	0	987.038
31	1.70	100	35	5.65	5.65	-2	0	-6974	0	4259.852
32	1.80	100	35	5.65	5.65	0	0	0	0	100000.000

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

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kgm]	N [kg]	Mu [kgm]	Nu [kg]	FS
1	-1.55	100	35	5.65	5.65	0	0	0	0	100000.000
2	-1.45	100	35	5.65	5.65	18	0	6974	0	384.383
3	-1.35	100	35	5.65	5.65	73	0	6974	0	95.629
4	-1.25	100	35	5.65	5.65	165	0	6974	0	42.296
5	-1.15	100	35	5.65	5.65	295	0	6974	0	23.677
6	-1.05	100	35	5.65	5.65	462	0	6974	0	15.081
7	-0.95	100	35	5.65	5.65	669	0	6974	0	10.423
8	-0.85	100	35	5.65	5.65	915	0	6974	0	7.621
9	-0.75	100	35	5.65	5.65	1201	0	6974	0	5.807
10	-0.65	100	35	5.65	5.65	1527	0	6974	0	4.567
11	-0.55	100	35	5.65	5.65	1894	0	6974	0	3.682
12	-0.45	100	35	5.65	5.65	2302	0	6974	0	3.029
13	-0.35	100	35	5.65	5.65	2753	0	6974	0	2.533
14	0.00	100	35	5.65	5.65	-2563	0	-6974	0	2.720
15	0.10	100	35	5.65	5.65	-2261	0	-6974	0	3.084
16	0.20	100	35	5.65	5.65	-1980	0	-6974	0	3.522
17	0.30	100	35	5.65	5.65	-1720	0	-6974	0	4.054
18	0.40	100	35	5.65	5.65	-1481	0	-6974	0	4.708
19	0.50	100	35	5.65	5.65	-1262	0	-6974	0	5.525
20	0.60	100	35	5.65	5.65	-1063	0	-6974	0	6.562
21	0.70	100	35	5.65	5.65	-882	0	-6974	0	7.904
22	0.80	100	35	5.65	5.65	-720	0	-6974	0	9.682
23	0.90	100	35	5.65	5.65	-576	0	-6974	0	12.102
24	1.00	100	35	5.65	5.65	-450	0	-6974	0	15.509
25	1.10	100	35	5.65	5.65	-340	0	-6974	0	20.516
26	1.20	100	35	5.65	5.65	-247	0	-6974	0	28.285
27	1.30	100	35	5.65	5.65	-169	0	-6974	0	41.265
28	1.40	100	35	5.65	5.65	-107	0	-6974	0	65.333
29	1.50	100	35	5.65	5.65	-59	0	-6974	0	117.710
30	1.60	100	35	5.65	5.65	-26	0	-6974	0	268.461
31	1.70	100	35	5.65	5.65	-6	0	-6974	0	1088.698
32	1.80	100	35	5.65	5.65	0	0	0	0	100000.000

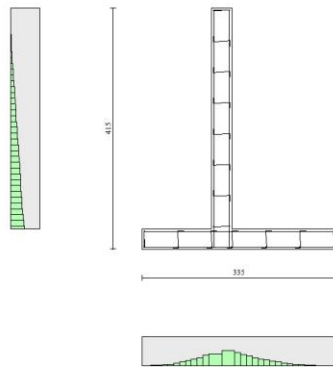


Fig. 6 - Paramento (Inviluppo)

Verifiche a taglio

Simbologia adottata

Is	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espressa in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
A _{sw}	area ferri a taglio espressa in [cmq]
cotgθ	inclinazione delle bielle compresse, θ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
V _{Rcd}	resistenza di progetto a 'taglio compressione' espressa in [kg]
V _{Rsd}	resistenza di progetto a 'taglio trazione' espressa in [kg]
V _{Rd}	resistenza di progetto a taglio espressa in [kg]. Per elementi con armature trasversali resistenti al taglio (A _{sw} >0.0) V _{Rd} =min(V _{Rcd} , V _{Rsd}).
T	taglio agente espressa in [kg]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione resistente e sollecitazione agente)

Paramento

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{Rcd} [kg]	V _{Rsd} [kg]	V _{Rd} [kg]	T [kg]	FS
1	0.00	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15068	0	100.000
2	-0.10	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15081	39	389.257
3	-0.20	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15094	92	164.006
4	-0.30	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15107	160	94.497
5	-0.40	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15120	242	62.416
6	-0.50	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15134	339	44.619
7	-0.60	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15147	451	33.613
8	-0.70	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15161	577	26.292
9	-0.80	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15176	717	21.159
10	-0.90	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15190	872	17.413
11	-1.00	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15205	1042	14.592
12	-1.10	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15217	1060	14.360
13	-1.20	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15229	1060	14.371
14	-1.30	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15241	1060	14.383
15	-1.40	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15253	1060	14.394
16	-1.50	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15265	1060	14.405
17	-1.60	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15277	1060	14.417
18	-1.70	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15289	1060	14.428
19	-1.80	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15301	1060	14.439
20	-1.90	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15313	1060	14.451
21	-2.00	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15325	1060	14.462
22	-2.10	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15337	1060	14.473
23	-2.20	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	1060	14.485
24	-2.30	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15361	1060	14.496
25	-2.40	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15373	1060	14.507
26	-2.50	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15385	1060	14.519
27	-2.60	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15397	1060	14.530
28	-2.70	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15409	1060	14.541
29	-2.80	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15421	1060	14.553
30	-2.90	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15433	1062	14.536
31	-3.00	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15445	1068	14.463
32	-3.10	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15458	1082	14.290
33	-3.20	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15471	1107	13.979
34	-3.30	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15484	1143	13.549
35	-3.40	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15498	1190	13.022
36	-3.50	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15512	1249	12.424
37	-3.60	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15526	1318	11.779
38	-3.70	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15541	1399	11.109
39	-3.80	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15557	1491	10.435

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

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{Rcd} [kg]	V _{Rsd} [kg]	V _{Rd} [kg]	T [kg]	FS
1	0.00	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15013	0	100.000
2	-0.10	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15026	28	527.569
3	-0.20	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15038	68	220.659
4	-0.30	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15051	119	126.467
5	-0.40	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15064	181	83.198
6	-0.50	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15077	254	59.288
7	-0.60	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15090	339	44.550
8	-0.70	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15103	434	34.773
9	-0.80	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15117	541	27.935
10	-0.90	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15131	659	22.955
11	-1.00	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15145	788	19.211
12	-1.10	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15158	810	18.712
13	-1.20	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15171	819	18.517
14	-1.30	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15184	829	18.324
15	-1.40	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15197	838	18.133
16	-1.50	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15209	848	17.945
17	-1.60	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15222	857	17.759
18	-1.70	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15235	867	17.576
19	-1.80	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15247	876	17.396
20	-1.90	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15260	886	17.219
21	-2.00	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15272	896	17.045
22	-2.10	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15284	906	16.874
23	-2.20	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15297	916	16.707
24	-2.30	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15309	925	16.542
25	-2.40	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15321	935	16.380
26	-2.50	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15334	945	16.221
27	-2.60	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15346	955	16.065
28	-2.70	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15358	965	15.912
29	-2.80	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15370	975	15.761
30	-2.90	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15383	985	15.614
31	-3.00	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15395	995	15.469
32	-3.10	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15407	1005	15.327
33	-3.20	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15419	1015	15.187
34	-3.30	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15432	1025	15.050
35	-3.40	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15444	1035	14.916
36	-3.50	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15456	1045	14.784
37	-3.60	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15468	1056	14.654
38	-3.70	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15480	1066	14.527
39	-3.80	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15492	1076	14.402

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

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{Rcd} [kg]	V _{Rsd} [kg]	V _{Rd} [kg]	T [kg]	FS
----	----------	-----------	-----------	--------------------------	-----------	------	--------------------------	--------------------------	-------------------------	-----------	----

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{Rcd} [kg]	V _{Rsd} [kg]	V _{Rd} [kg]	T [kg]	FS
1	0.00	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15013	0	100.000
2	-0.10	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15026	27	557.844
3	-0.20	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15038	65	231.144
4	-0.30	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15051	114	131.594
5	-0.40	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15064	175	86.139
6	-0.50	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15077	247	61.146
7	-0.60	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15090	329	45.803
8	-0.70	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15103	424	35.661
9	-0.80	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15117	529	28.588
10	-0.90	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15130	645	23.450
11	-1.00	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15144	773	19.595
12	-1.10	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15158	793	19.112
13	-1.20	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15171	801	18.944
14	-1.30	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15184	809	18.776
15	-1.40	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15196	817	18.609
16	-1.50	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15209	825	18.444
17	-1.60	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15222	833	18.281
18	-1.70	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15234	841	18.119
19	-1.80	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15246	849	17.959
20	-1.90	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15259	857	17.801
21	-2.00	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15271	865	17.646
22	-2.10	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15284	874	17.492
23	-2.20	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15296	882	17.341
24	-2.30	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15308	890	17.191
25	-2.40	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15320	899	17.045
26	-2.50	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15333	907	16.900
27	-2.60	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15345	916	16.758
28	-2.70	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15357	924	16.617
29	-2.80	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15369	933	16.479
30	-2.90	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15381	941	16.344
31	-3.00	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15394	950	16.210
32	-3.10	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15406	958	16.079
33	-3.20	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15418	967	15.949
34	-3.30	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15430	975	15.822
35	-3.40	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15442	984	15.697
36	-3.50	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15454	992	15.573
37	-3.60	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15466	1001	15.452
38	-3.70	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15479	1010	15.333
39	-3.80	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15491	1018	15.215

Fondazione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{Rcd} [kg]	V _{Rsd} [kg]	V _{Rd} [kg]	T [kg]	FS
1	-1.55	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	0	100.000
2	-1.45	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-241	63.628
3	-1.35	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-498	30.821
4	-1.25	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-770	19.925
5	-1.15	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-1058	14.505
6	-1.05	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-1362	11.273
7	-0.95	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-1681	9.133
8	-0.85	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-2015	7.617
9	-0.75	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-2365	6.490
10	-0.65	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-2731	5.621
11	-0.55	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-3112	4.932
12	-0.45	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-3508	4.375
13	-0.35	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-3921	3.915
14	0.00	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-4904	3.130
15	0.10	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-4499	3.411
16	0.20	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-4110	3.734
17	0.30	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-3737	4.107
18	0.40	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-3379	4.542
19	0.50	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-3037	5.055
20	0.60	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-2710	5.664
21	0.70	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-2398	6.400
22	0.80	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-2103	7.300
23	0.90	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-1822	8.422
24	1.00	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-1558	9.853
25	1.10	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-1309	11.729
26	1.20	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-1075	14.277
27	1.30	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-857	17.910
28	1.40	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-655	23.450
29	1.50	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-468	32.826
30	1.60	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-296	51.824
31	1.70	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-140	109.390
32	1.80	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	0	100.000

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

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{Rcd} [kg]	V _{Rsd} [kg]	V _{Rd} [kg]	T [kg]	FS
1	-1.55	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	0	100.000
2	-1.45	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-379	40.451
3	-1.35	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-767	20.021
4	-1.25	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-1162	13.214
5	-1.15	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-1564	9.812
6	-1.05	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-1975	7.772

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{Rcd} [kg]	V _{Rsd} [kg]	V _{Rd} [kg]	T [kg]	FS
7	-0.95	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-2393	6.414
8	-0.85	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-2819	5.445
9	-0.75	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-3253	4.719
10	-0.65	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-3694	4.155
11	-0.55	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-4143	3.704
12	-0.45	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-4600	3.336
13	-0.35	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-5065	3.030
14	0.00	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-1799	8.531
15	0.10	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-1633	9.398
16	0.20	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-1475	10.405
17	0.30	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-1325	11.586
18	0.40	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-1182	12.984
19	0.50	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-1047	14.656
20	0.60	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-920	16.680
21	0.70	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-801	19.165
22	0.80	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-689	22.267
23	0.90	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-585	26.216
24	1.00	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-489	31.362
25	1.10	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-401	38.268
26	1.20	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-321	47.887
27	1.30	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-248	61.961
28	1.40	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-183	84.028
29	1.50	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-125	122.432
30	1.60	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-76	202.431
31	1.70	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-34	450.985
32	1.80	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	0	100.000

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

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{Rcd} [kg]	V _{Rsd} [kg]	V _{Rd} [kg]	T [kg]	FS
1	-1.55	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	0	100.000
2	-1.45	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-364	42.197
3	-1.35	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-733	20.946
4	-1.25	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-1107	13.863
5	-1.15	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-1487	10.323
6	-1.05	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-1872	8.200
7	-0.95	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-2262	6.785
8	-0.85	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-2658	5.775
9	-0.75	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-3059	5.018
10	-0.65	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-3465	4.430
11	-0.55	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-3877	3.959
12	-0.45	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-4293	3.575
13	-0.35	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-4716	3.255
14	0.00	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-3135	4.895
15	0.10	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-2916	5.264
16	0.20	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-2702	5.681
17	0.30	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-2493	6.156
18	0.40	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-2290	6.703
19	0.50	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-2092	7.338
20	0.60	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-1899	8.083
21	0.70	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-1711	8.969
22	0.80	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-1529	10.037
23	0.90	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-1352	11.350
24	1.00	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-1181	12.998
25	1.10	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-1015	15.128
26	1.20	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-854	17.979
27	1.30	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-698	21.985
28	1.40	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-548	28.015
29	1.50	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-403	38.092
30	1.60	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-263	58.292
31	1.70	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	-129	118.986
32	1.80	100	35	0.00	0.00	--	0	0	15349	0	100.000

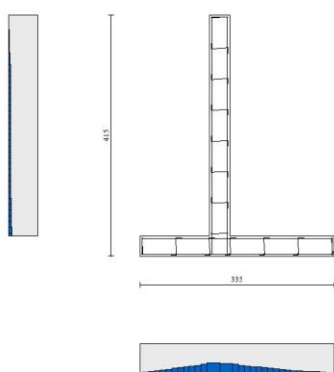


Fig. 7 - Paramento (Inviluppo)

Risultati per inviluppo

Spinta e forze

Simbologia adottata

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

Ic	A	V [kg]	I [°]	C _x [kg]	C _y [kg]	P _x [m]	P _y [m]
1	Spinta statica	1930	10.33	1898	346	1.80	-2.02
	Peso/Inerzia muro			0	6256/0	-0.03	-2.87
	Peso/Inerzia terrapieno			0	13518/0	0.90	-1.90
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			0	702	-0.95	-3.65
	Resistenza passiva terreno antistante			-453			
	Risultante forze sul muro			0	1200	--	--

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

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

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{OLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{UPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		5.480		8.635			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	3.760		8.023			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	3.660		8.610			
4 - GEO (A2-M2-R2)					2.234		
5 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				2.445		
6 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				2.564		
7 - EQU (A1-M1-R3)			11.327				
8 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		5.520				
9 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		3.844				

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

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

n°	Rsa [kg]	Rpt [kg]	Rps [kg]	Rp [kg]	Rt [kg]	R [kg]	T [kg]	FS
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	9414	453	0	--	--	9867	2696	3.660

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

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

n°	N [kg]	Qu [kg]	Qd [kg]	FS
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	21824	175099	145916	8.023

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, Ny	Fattori di capacità portante
ic, iq, iy	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, dy	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, gy	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, by	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, sy	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, py	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
Re	Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof
Ir, Irc	Indici di rigidità per punzonamento secondo Vesic
ry	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia $0.5B_y N_y$ viene moltiplicato per questo fattore
D	Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
B'	Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
H	Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
γ	Peso di volume del terreno medio, espresso in [kg/mc]
ϕ	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c	Coesione del terreno medio, espresso in [kg/cm ^q]

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

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	Ir	Irc	Re	ry
2	16.883	0.847	1.058	--	--	--	--	--	--	--	0.944
	7.821	0.847	1.029	--	--	--	--	--	--	--	
	4.066	0.453	1.029	--	--	--	--	--	--	--	

n°	D	B'	H	γ	ϕ	c
	[m]	[m]	[m]	[°]	[kg/mc]	[kg/cm ^q]
2	0.65	3.35	2.48	1950	22.00	0.25

Verifica a ribaltamento**Simbologia adottata**

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

La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms	Mr	FS
	[kgm]	[kgm]	
9 - EQU (A1-M1-R3) H - V	43361	11280	3.844

Verifica stabilità globale muro + terreno**Simbologia adottata**

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

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
4 - GEO (A2-M2-R2)	-1.00; 0.00	5.02	2.234

Dettagli strisce verifiche stabilità**Simbologia adottata**

Le ascisse X sono considerate positive verso monte	
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto	
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)	
W	peso della striscia espresso in [kg]
Qy	carico sulla striscia espresso in [kg]
Qf	carico acqua sulla striscia espresso in [kg]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cm ^q]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cm ^q]
Tx; Ty	Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kg/cm ^q]

n°	W	Qy	Qf	b	α	ϕ	c	u	Tx; Ty
	[kg]	[kg]	[kg]	[m]	[°]	[°]	[kg/cm ^q]	[kg/cm ^q]	[kg]
1	527	135	0	4.02 - 0.34	79.314	8.029	0.00	0.000	
2	1348	135	0	0.34	64.112	17.912	0.20	0.000	
3	1759	135	0	0.34	56.064	17.912	0.20	0.000	
4	2068	135	0	0.34	49.498	17.912	0.20	0.000	
5	2314	135	0	0.34	43.736	17.912	0.20	0.000	
6	2518	135	0	0.34	38.491	17.912	0.20	0.000	
7	2725	135	0	0.34	33.607	17.912	0.20	0.000	
8	2895	135	0	0.34	28.988	17.912	0.20	0.000	
9	3012	135	0	0.34	24.569	17.912	0.20	0.000	
10	3108	135	0	0.34	20.302	17.912	0.20	0.000	
11	3185	135	0	0.34	16.149	17.912	0.20	0.000	

n°	W [kg]	Qy [kg]	Qf [kg]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kg/cm²]	u [kg/cm²]	Tx; Ty [kg]
12	3543	87	0	0.34	12.083	17.912	0.20	0.000	
13	3074	1040	0	0.34	8.078	17.912	0.20	0.000	
14	1076	0	0	0.34	4.112	17.912	0.20	0.000	
15	1084	0	0	0.34	0.166	17.912	0.20	0.000	
16	1077	0	0	0.34	-3.779	17.912	0.20	0.000	
17	996	0	0	0.34	-7.742	17.912	0.20	0.000	
18	947	0	0	0.34	-11.743	17.912	0.20	0.000	
19	890	0	0	0.34	-15.803	17.912	0.20	0.000	
20	815	0	0	0.34	-19.947	17.912	0.20	0.000	
21	721	0	0	0.34	-24.204	17.912	0.20	0.000	
22	606	0	0	0.34	-28.609	17.912	0.20	0.000	
23	466	0	0	0.34	-33.208	17.912	0.20	0.000	
24	300	0	0	0.34	-38.067	17.912	0.20	0.000	
25	100	0	0	-4.61 - 0.34	-41.984	17.912	0.20	0.000	

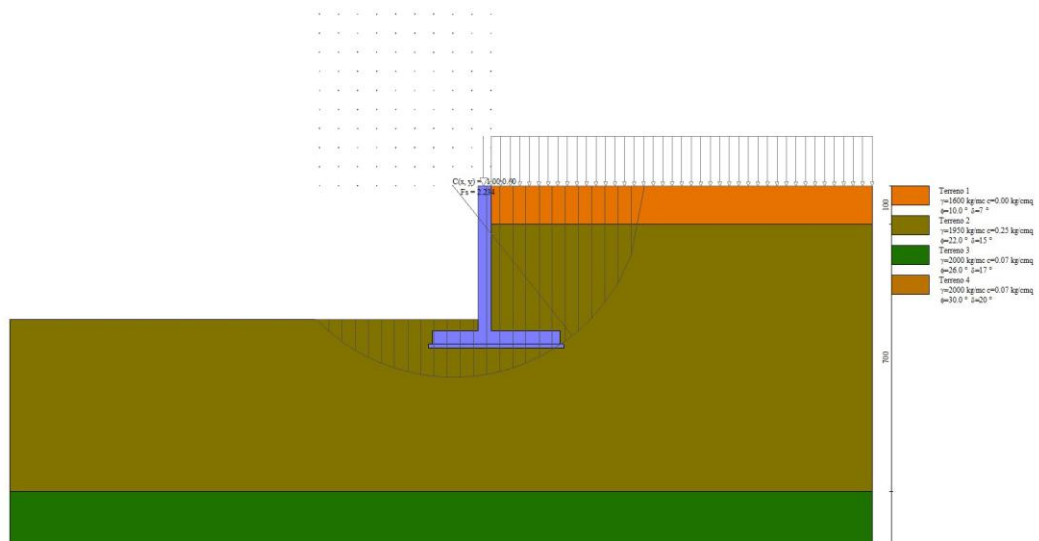


Fig. 8 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 4)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

- N Sforzo normale, espresso in [kg]. Positivo se di compressione.
- T Taglio, espresso in [kg]. Positivo se diretto da monte verso valle
- M Momento, espresso in [kgm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

Paramento

n°	X [m]	N _{min} [kg]	N _{max} [kg]	T _{min} [kg]	T _{max} [kg]	M _{min} [kgm]	M _{max} [kgm]
1	0.00	800	1200	0	0	20	30
2	-0.10	890	1292	27	39	21	31
3	-0.20	981	1386	65	92	25	36
4	-0.30	1073	1481	114	160	33	47
5	-0.40	1167	1578	175	242	46	66
6	-0.50	1261	1677	247	339	66	93
7	-0.60	1358	1778	329	451	93	130
8	-0.70	1455	1880	424	577	129	178
9	-0.80	1554	1984	529	717	174	240
10	-0.90	1654	2090	645	872	231	316
11	-1.00	1756	2197	773	1042	299	408
12	-1.10	1853	2286	793	1060	376	514
13	-1.20	1948	2374	801	1060	454	620
14	-1.30	2041	2461	809	1060	533	726
15	-1.40	2134	2549	817	1060	612	832
16	-1.50	2227	2636	825	1060	693	938
17	-1.60	2318	2724	833	1060	774	1044
18	-1.70	2410	2811	841	1060	857	1150
19	-1.80	2500	2899	849	1060	940	1256
20	-1.90	2591	2986	857	1060	1024	1362
21	-2.00	2681	3074	865	1060	1109	1468
22	-2.10	2771	3161	874	1060	1195	1574
23	-2.20	2861	3249	882	1060	1282	1680
24	-2.30	2950	3336	890	1060	1370	1786
25	-2.40	3039	3424	899	1060	1458	1892
26	-2.50	3129	3511	907	1060	1548	1998

n°	X [m]	N _{min} [kg]	N _{max} [kg]	T _{min} [kg]	T _{max} [kg]	M _{min} [kgm]	M _{max} [kgm]
27	-2.60	3218	3599	916	1060	1638	2103
28	-2.70	3307	3686	924	1060	1729	2209
29	-2.80	3396	3774	933	1060	1821	2315
30	-2.90	3484	3862	941	1062	1914	2421
31	-3.00	3573	3951	950	1068	2008	2528
32	-3.10	3662	4042	958	1082	2102	2634
33	-3.20	3750	4136	967	1107	2198	2742
34	-3.30	3839	4233	975	1143	2294	2853
35	-3.40	3927	4333	984	1190	2392	2968
36	-3.50	4016	4436	992	1249	2490	3087
37	-3.60	4104	4542	1001	1318	2589	3212
38	-3.70	4192	4650	1010	1399	2689	3344
39	-3.80	4281	4762	1018	1491	2790	3484

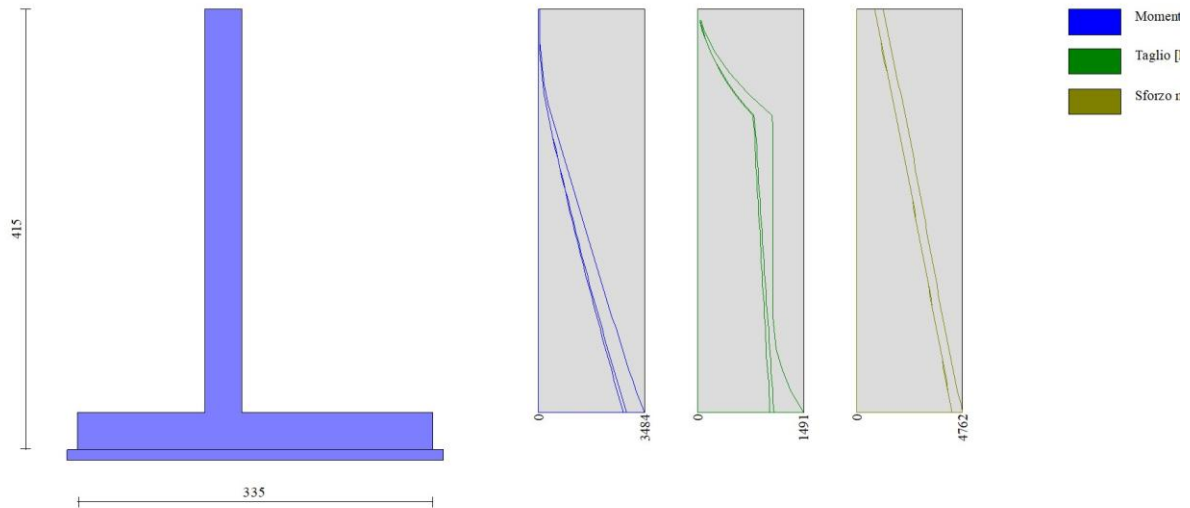


Fig. 9 - Paramento

Fondazione

n°	X [m]	N _{min} [kg]	N _{max} [kg]	T _{min} [kg]	T _{max} [kg]	M _{min} [kgm]	M _{max} [kgm]
1	-1.55	0	0	0	0	0	0
2	-1.45	0	0	241	379	12	19
3	-1.35	0	0	498	767	49	76
4	-1.25	0	0	770	1162	112	172
5	-1.15	0	0	1058	1564	203	309
6	-1.05	0	0	1362	1975	324	486
7	-0.95	0	0	1681	2393	476	704
8	-0.85	0	0	2015	2819	661	964
9	-0.75	0	0	2365	3253	880	1268
10	-0.65	0	0	2731	3694	1134	1615
11	-0.55	0	0	3112	4143	1426	2007
12	-0.45	0	0	3508	4600	1757	2444
13	-0.35	0	0	3921	5065	2129	2927
14	0.00	0	0	-4904	-1799	-3658	-1242
15	0.10	0	0	-4499	-1633	-3188	-1071
16	0.20	0	0	-4110	-1475	-2758	-915
17	0.30	0	0	-3737	-1325	-2365	-775
18	0.40	0	0	-3379	-1182	-2010	-650
19	0.50	0	0	-3037	-1047	-1689	-539
20	0.60	0	0	-2710	-920	-1402	-440
21	0.70	0	0	-2398	-801	-1147	-354
22	0.80	0	0	-2103	-689	-922	-280
23	0.90	0	0	-1822	-585	-726	-216
24	1.00	0	0	-1558	-489	-557	-163
25	1.10	0	0	-1309	-401	-414	-118
26	1.20	0	0	-1075	-321	-295	-82
27	1.30	0	0	-857	-248	-198	-54
28	1.40	0	0	-655	-183	-123	-32
29	1.50	0	0	-468	-125	-67	-17
30	1.60	0	0	-296	-76	-29	-7
31	1.70	0	0	-140	-34	-7	-2
32	1.80	0	0	0	0	0	0

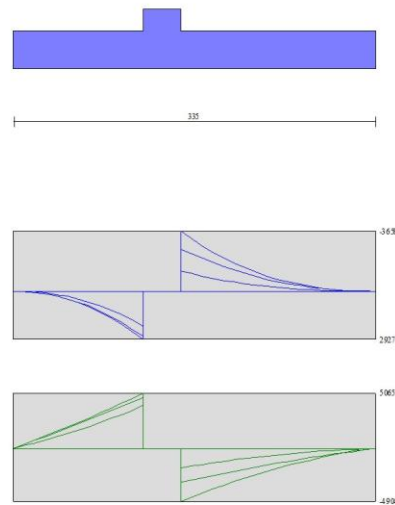


Fig. 10 - Fondazione

Verifiche strutturali

Verifiche a flessione

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Afi	area ferri inferiori espresso in [cmq]
Afs	area ferri superiori espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kgm]
N	sfuerzo normale agente espressa in [kg]
Mu	momento ultimi espresso in [kgm]
Nu	sfuerzo normale ultimo espressa in [kg]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

Paramento

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kgm]	N [kg]	Mu [kgm]	Nu [kg]	FS
1	100	35	4.52	5.65	30	1200	7155	1200	238.512
2	100	35	4.52	5.65	31	1292	7169	1292	231.094
3	100	35	4.52	5.65	36	1386	7183	1386	197.618
4	100	35	4.52	5.65	47	1481	7198	1481	151.739
5	100	35	4.52	5.65	66	1578	7212	1578	109.723
6	100	35	4.52	5.65	93	1677	7227	1677	77.966
7	100	35	4.52	5.65	130	1778	7243	1778	55.803
8	100	35	4.52	5.65	178	1880	7258	1880	40.672
9	100	35	4.52	5.65	240	1984	7274	1984	30.288
10	100	35	4.52	5.65	316	2090	7290	2090	23.044
11	100	35	4.52	5.65	408	2197	7306	2197	17.887
12	100	35	4.52	5.65	514	2286	7319	2286	14.242
13	100	35	4.52	5.65	620	2374	7333	2374	11.828
14	100	35	4.52	5.65	726	2461	7346	2461	10.120
15	100	35	4.52	5.65	832	2549	7359	2549	8.847
16	100	35	4.52	5.65	938	2636	7372	2636	7.861
17	100	35	4.52	5.65	1044	2724	7385	2724	7.076
18	100	35	4.52	5.65	1150	2811	7399	2811	6.435
19	100	35	4.52	5.65	1256	2899	7412	2899	5.902
20	100	35	4.52	5.65	1362	2986	7425	2986	5.453
21	100	35	4.52	5.65	1468	3074	7438	3074	5.068
22	100	35	4.52	5.65	1574	3161	7452	3161	4.735
23	100	35	4.52	5.65	1680	3249	7465	3249	4.444
24	100	35	4.52	5.65	1786	3336	7478	3336	4.188
25	100	35	4.52	5.65	1892	3424	7491	3424	3.960
26	100	35	4.52	5.65	1998	3511	7504	3511	3.757
27	100	35	4.52	5.65	2103	3599	7518	3599	3.574
28	100	35	4.52	5.65	2209	3686	7531	3686	3.408
29	100	35	4.52	5.65	2315	3774	7544	3774	3.258
30	100	35	4.52	5.65	2421	3862	7557	3862	3.121
31	100	35	4.52	5.65	2528	3951	7571	3951	2.995
32	100	35	4.52	5.65	2634	4042	7585	4042	2.879
33	100	35	4.52	5.65	2742	4136	7599	4136	2.771

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kgm]	N [kg]	Mu [kgm]	Nu [kg]	FS
34	100	35	4.52	5.65	2853	4233	7613	4233	2.668
35	100	35	4.52	5.65	2968	4333	7628	4333	2.571
36	100	35	4.52	5.65	3087	4436	7644	4436	2.476
37	100	35	4.52	5.65	3212	4542	7660	4542	2.385
38	100	35	4.52	5.65	3344	4650	7676	4650	2.296
39	100	35	4.52	5.65	3484	4762	7693	4762	2.208

Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kgm]	N [kg]	Mu [kgm]	Nu [kg]	FS
1	100	35	5.65	5.65	0	0	0	0	100000.000
2	100	35	5.65	5.65	19	0	6974	0	368.832
3	100	35	5.65	5.65	76	0	6974	0	91.582
4	100	35	5.65	5.65	172	0	6974	0	40.429
5	100	35	5.65	5.65	309	0	6974	0	22.589
6	100	35	5.65	5.65	486	0	6974	0	14.361
7	100	35	5.65	5.65	704	0	6974	0	9.907
8	100	35	5.65	5.65	964	0	6974	0	7.231
9	100	35	5.65	5.65	1268	0	6974	0	5.500
10	100	35	5.65	5.65	1615	0	6974	0	4.317
11	100	35	5.65	5.65	2007	0	6974	0	3.475
12	100	35	5.65	5.65	2444	0	6974	0	2.853
13	100	35	5.65	5.65	2927	0	6974	0	2.382
14	100	35	5.65	5.65	-3658	0	-6974	0	1.906
15	100	35	5.65	5.65	-3188	0	-6974	0	2.187
16	100	35	5.65	5.65	-2758	0	-6974	0	2.529
17	100	35	5.65	5.65	-2365	0	-6974	0	2.948
18	100	35	5.65	5.65	-2010	0	-6974	0	3.470
19	100	35	5.65	5.65	-1689	0	-6974	0	4.128
20	100	35	5.65	5.65	-1402	0	-6974	0	4.974
21	100	35	5.65	5.65	-1147	0	-6974	0	6.081
22	100	35	5.65	5.65	-922	0	-6974	0	7.565
23	100	35	5.65	5.65	-726	0	-6974	0	9.610
24	100	35	5.65	5.65	-557	0	-6974	0	12.525
25	100	35	5.65	5.65	-414	0	-6974	0	16.861
26	100	35	5.65	5.65	-295	0	-6974	0	23.677
27	100	35	5.65	5.65	-198	0	-6974	0	35.210
28	100	35	5.65	5.65	-123	0	-6974	0	56.875
29	100	35	5.65	5.65	-67	0	-6974	0	104.650
30	100	35	5.65	5.65	-29	0	-6974	0	243.999
31	100	35	5.65	5.65	-7	0	-6974	0	1012.718
32	100	35	5.65	5.65	0	0	0	0	100000.000

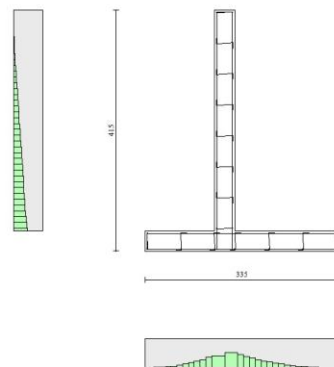


Fig. 11 - Paramento (Inviluppo)

Verifiche a taglio

Simbologia adottata

Is	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]

A_{sw}	area ferri a taglio espresso in [cmq]
$\cot\theta$	inclinazione delle bielle compresse, θ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
V_{Rcd}	resistenza di progetto a 'taglio compressione' espressa in [kg]
V_{Rsd}	resistenza di progetto a 'taglio trazione' espressa in [kg]
V_{Rd}	resistenza di progetto a taglio espresso in [kg]. Per elementi con armature trasversali resistenti al taglio ($A_{sw}>0.0$) $V_{Rd}=\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$.
T	taglio agente espressa in [kg]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione resistente e sollecitazione agente)

Paramento

n°	B [cm]	H [cm]	A_{sw} [cmq]	$\cot\theta$	V_{Rcd} [kg]	V_{Rsd} [kg]	V_{Rd} [kg]	T [kg]	FS
1	100	35	0.00	--	0	0	15013	0	100.000
2	100	35	0.00	--	0	0	15081	39	389.257
3	100	35	0.00	--	0	0	15094	92	164.006
4	100	35	0.00	--	0	0	15107	160	94.497
5	100	35	0.00	--	0	0	15120	242	62.416
6	100	35	0.00	--	0	0	15134	339	44.619
7	100	35	0.00	--	0	0	15147	451	33.613
8	100	35	0.00	--	0	0	15161	577	26.292
9	100	35	0.00	--	0	0	15176	717	21.159
10	100	35	0.00	--	0	0	15190	872	17.413
11	100	35	0.00	--	0	0	15205	1042	14.592
12	100	35	0.00	--	0	0	15217	1060	14.360
13	100	35	0.00	--	0	0	15229	1060	14.371
14	100	35	0.00	--	0	0	15241	1060	14.383
15	100	35	0.00	--	0	0	15253	1060	14.394
16	100	35	0.00	--	0	0	15265	1060	14.405
17	100	35	0.00	--	0	0	15277	1060	14.417
18	100	35	0.00	--	0	0	15289	1060	14.428
19	100	35	0.00	--	0	0	15301	1060	14.439
20	100	35	0.00	--	0	0	15313	1060	14.451
21	100	35	0.00	--	0	0	15325	1060	14.462
22	100	35	0.00	--	0	0	15337	1060	14.473
23	100	35	0.00	--	0	0	15349	1060	14.485
24	100	35	0.00	--	0	0	15361	1060	14.496
25	100	35	0.00	--	0	0	15373	1060	14.507
26	100	35	0.00	--	0	0	15385	1060	14.519
27	100	35	0.00	--	0	0	15397	1060	14.530
28	100	35	0.00	--	0	0	15409	1060	14.541
29	100	35	0.00	--	0	0	15421	1060	14.553
30	100	35	0.00	--	0	0	15433	1062	14.536
31	100	35	0.00	--	0	0	15445	1068	14.463
32	100	35	0.00	--	0	0	15458	1082	14.290
33	100	35	0.00	--	0	0	15471	1107	13.979
34	100	35	0.00	--	0	0	15484	1143	13.549
35	100	35	0.00	--	0	0	15498	1190	13.022
36	100	35	0.00	--	0	0	15512	1249	12.424
37	100	35	0.00	--	0	0	15526	1318	11.779
38	100	35	0.00	--	0	0	15541	1399	11.109
39	100	35	0.00	--	0	0	15557	1491	10.435

Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	A_{sw} [cmq]	$\cot\theta$	V_{Rcd} [kg]	V_{Rsd} [kg]	V_{Rd} [kg]	T [kg]	FS
1	100	35	0.00	--	0	0	15349	0	100.000
2	100	35	0.00	--	0	0	15349	-379	40.451
3	100	35	0.00	--	0	0	15349	-767	20.021
4	100	35	0.00	--	0	0	15349	-1162	13.214
5	100	35	0.00	--	0	0	15349	-1564	9.812
6	100	35	0.00	--	0	0	15349	-1975	7.772
7	100	35	0.00	--	0	0	15349	-2393	6.414
8	100	35	0.00	--	0	0	15349	-2819	5.445
9	100	35	0.00	--	0	0	15349	-3253	4.719
10	100	35	0.00	--	0	0	15349	-3694	4.155
11	100	35	0.00	--	0	0	15349	-4143	3.704
12	100	35	0.00	--	0	0	15349	-4600	3.336
13	100	35	0.00	--	0	0	15349	-5065	3.030
14	100	35	0.00	--	0	0	15349	-4904	3.130
15	100	35	0.00	--	0	0	15349	-4499	3.411
16	100	35	0.00	--	0	0	15349	-4110	3.734
17	100	35	0.00	--	0	0	15349	-3737	4.107
18	100	35	0.00	--	0	0	15349	-3379	4.542
19	100	35	0.00	--	0	0	15349	-3037	5.055
20	100	35	0.00	--	0	0	15349	-2710	5.664
21	100	35	0.00	--	0	0	15349	-2398	6.400
22	100	35	0.00	--	0	0	15349	-2103	7.300
23	100	35	0.00	--	0	0	15349	-1822	8.422
24	100	35	0.00	--	0	0	15349	-1558	9.853
25	100	35	0.00	--	0	0	15349	-1309	11.729
26	100	35	0.00	--	0	0	15349	-1075	14.277
27	100	35	0.00	--	0	0	15349	-857	17.910
28	100	35	0.00	--	0	0	15349	-655	23.450
29	100	35	0.00	--	0	0	15349	-468	32.826
30	100	35	0.00	--	0	0	15349	-296	51.824
31	100	35	0.00	--	0	0	15349	-140	109.390
32	100	35	0.00	--	0	0	15349	0	100.000

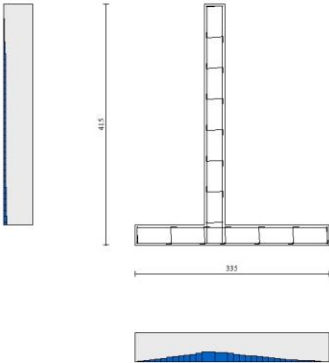


Fig. 12 - Paramento (Inviluppo)

Elenco ferri

Simbologia adottata

n°	Indice del ferro
nf	numero ferri
D	diametro ferro espresso in [mm]
L	Lunghezza ferro espresso in [m]
P _{ferro}	Peso ferro espresso in [kg]

Paramento

n°	Tipo	nf	D [mm]	L [m]	P _f [kg]	P _{af} [kg]	V _{cls} [mc]
1	Diritto inferiore	4	12.00	4.12	3.66	14.65	
2	Diritto superiore	5	12.00	4.12	3.66	18.31	
3	Diritto superiore	5	12.00	1.12	0.99	4.95	
4	Diritto inferiore	4	12.00	1.12	0.99	3.96	
5	Ripartitore	8	10.00	1.00	0.62	4.93	
6	Gancio	15	10.00	0.25	0.15	2.30	
Totale al metro						52.04	1.33
Totale						491.00	13.30

Fondazione

n°	Tipo	nf	D [mm]	L [m]	P _f [kg]	P _{af} [kg]	V _{cls} [mc]
1	Diritto superiore	5	12.00	4.00	3.55	17.75	
2	Diritto inferiore	5	12.00	4.00	3.55	17.75	
3	Ripartitore	7	10.00	1.00	0.62	4.32	
4	Gancio	13	10.00	0.25	0.15	2.01	
Totale al metro						44.44	1.17
Totale						418.22	11.72

Computo metrico

	U.M.	Quantità	Prezzo unitario [Euro]	Importo [Euro]
Calcestruzzo in elevazione	[mc]	1.33	72.30	96.16
Calcestruzzo in fondazione	[mc]	1.17	61.97	72.66
Calcestruzzo magro	[mc]	3.55	46.48	165.00
Acciaio per armatura	[kg]	96.48	0.90	86.83
Casseformi	[mq]	76.00	13.94	1059.44
Scavo a sezione obbligata	[mc]	21.77	9.30	202.51
Totale muro				1682.60
Totale				1682.60

Dichiarazioni secondo N.T.C. 2018 (punto 10.2)

Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo

Il sottoscritto ing. Lorianò Ceconi, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità globale
- Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del D.M. 17/01/2018.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	MAX - Analisi e Calcolo Muri di Sostegno
Versione	15.0
Produttore	Aztec Informatica srl, Casali del Manco - loc. Casole Bruzio (CS)
Utente	Ing. Ceconi Lorianò
Licenza	AIU5376AL

Affidabilità dei codici di calcolo

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

Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

Informazioni generali sull'elaborazione

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

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

Luogo e data

Il progettista
(ing. Lorianò Ceconi)

Indice

Normative di riferimento	2
Richiami teorici	3
Calcolo della spinta sul muro	3
Valori caratteristici e valori di calcolo	3
Metodo di Rankine	3
Spinta in presenza di falda	4
Spinta in presenza di sisma	4
Verifica a ribaltamento	4
Verifica a scorrimento	5
Verifica al carico limite	5
Riduzione per effetto piastra	6
Verifica alla stabilità globale	6
Dati	7
Materiali	7
Calcestruzzo armato	7
Acciai	7
Geometria profilo terreno a monte del muro	7
Geometria muro	7
Geometria paramento e fondazione	7
Descrizione terreni	8
Stratigrafia	8
Condizioni di carico	9
Normativa	9
Descrizione combinazioni di carico	10
Dati sismici	11
Opzioni di calcolo	12
Risultati per combinazione	13
Spinta e forze	13
Verifiche geotecniche	13
Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati	13
Verifica a scorrimento fondazione	13
Verifica a carico limite	14
Dettagli calcolo portanza	14
Verifica a ribaltamento	14
Verifica stabilità globale muro + terreno	14
Dettagli strisce verifiche stabilità	15
Sollecitazioni	16
Paramento	16
Fondazione	18
Verifiche strutturali	20
Verifiche a flessione	20
Paramento	20
Fondazione	22
Verifiche a taglio	23
Paramento	23
Fondazione	25
Risultati per inviluppo	28
Spinta e forze	28
Verifiche geotecniche	28
Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati	28
Verifica a scorrimento fondazione	28

Verifica a carico limite	28
Dettagli calcolo portanza	28
Verifica a ribaltamento	29
Verifica stabilità globale muro + terreno	29
Dettagli strisce verifiche stabilità	29
Sollecitazioni	30
Paramento	30
Fondazione	31
Verifiche strutturali	32
Verifiche a flessione	32
Paramento	32
Fondazione	33
Verifiche a taglio	33
Paramento	34
Fondazione	34
Elenco ferri	36
Paramento	36
Fondazione	36
Computo metrico	36
Dichiarazioni secondo N.T.C. 2018 (punto 10.2)	37