

COMUNE DI SERRE
Provincia di Salerno

PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

**Progetto Lavori di Prevenzione del dissesto
idrogeologico della via Comunale Aliterno/Fontana
della Noce**

Elaborato:

- Relazione Specialistica: Calcolo Strutturale

TAV. 17

Data

Marzo 2021

Il Tecnico
Ing. Luigi Marra

STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA

Dott. Ing. Luigi Marra

Vicolo II Cesare Battisti, 12 - Serre (SA)

Cell. 3737520375 cell.333/3694119

e-mail: ing.luigimarra@gmail.com



Progetto: Lavori di Prevenzione del Dissesto Idrogeologico della via Comunale
Aliterno/Fontana della Noce

Ditta:

Comune: Serre (SA)

Progettista: Ing. Luigi Marra

Direttore dei Lavori: Ing. Luigi Marra

Impresa:



Relazione di Calcolo Gabbioni H = 2,00 m S01

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)

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 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 Culmann

Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb. La differenza sostanziale è che mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il coefficiente di spinta) il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente. Il metodo di Culmann, nato come metodo essenzialmente grafico, si è evoluto per essere trattato mediante analisi numerica (noto in questa forma come metodo del cuneo di tentativo). Come il metodo di Coulomb anche questo metodo considera una superficie di rottura rettilinea.

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

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

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima.

La convergenza non si raggiunge se il terrapieno risulta inclinato di un angolo maggiore dell'angolo d'attrito del terreno.

Nei casi in cui è applicabile il metodo di Coulomb (profilo a monte rettilineo e carico uniformemente distribuito) i risultati ottenuti col metodo di Culmann coincidono con quelli del metodo di Coulomb. Le pressioni sulla parete di spinta si ricavano derivando l'espressione della spinta S rispetto all'ordinata z . Noto il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta.

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 parete pari a

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

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

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

$$\theta = \arctg[(\gamma_{sat}/(\gamma_{sat}-\gamma_w)) * (k_h/(1 \pm k_v))]$$

Terreno a permeabilità elevata

$$\theta = \arctg[(\gamma/(\gamma_{sat}-\gamma_w)) * (k_h/(1 \pm k_v))]$$

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.

Il metodo di Culmann tiene conto automaticamente dell'incremento di spinta. Basta inserire nell'equazione risolutiva la forza d'inerzia del cuneo di spinta. La superficie di rottura nel caso di sisma risulta meno inclinata della corrispondente superficie in assenza di sisma.

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 . Eseguendo il calcolo mediante gli eurocodici si può impostare $\eta_r \geq 1.0$.

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 .

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_s \geq 1.0$

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

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 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_r , diversi autori suggeriscono di assumere un valore di δ_r 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:

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

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_q \geq 1,0$

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

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

$$Q_u = c N_c d_c i_c + q N_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

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.

I vari fattori che compaiono nella formula sono dati da:

$$A = e^{\pi \tan \phi}$$

$$N_q = A \tan^2(45^\circ + \phi/2)$$

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

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

Indichiamo con K_p il coefficiente di spinta passiva espresso da:

$$K_p = \tan^2(45^\circ + \phi/2)$$

I fattori d e i che compaiono nella formula sono rispettivamente i fattori di profondità ed i fattori di inclinazione del carico espressi dalle seguenti relazioni:

Fattori di profondità

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

$$d_q = d_r = 1 \quad \text{per } \phi = 0$$

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

Fattori di inclinazione

Indicando con θ l'angolo che la risultante dei carichi forma con la verticale (espresso in gradi) e con ϕ l'angolo d'attrito del terreno di posa abbiamo:

$$i_c = i_q = (1 - \theta^\circ/90)^\circ$$

$$i_r = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{\phi^\circ}\right)^\circ \quad \text{per } \phi > 0$$

$$i_r = 0 \quad \text{per } \phi = 0$$

Verifica alla stabilità globale

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

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_g \geq 1.0$

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 o con i pali di fondazione. 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 50.

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

$$\eta = \frac{\sum^n_i \left(\frac{c_i b_i}{\cos \alpha_i} + [W_i \cos \alpha_i - u_i l_i] \operatorname{tg} \phi_i \right)}{\sum^n_i W_i \sin \alpha_i}$$

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.

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
$\gamma_{tan\phi'}$	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_r	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniassiale delle rocce

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00	1,00	0,90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,30	1,00	1,30	1,10
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,50	1,30	1,50	1,50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1,00	1,25	1,25	1,00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25	1,25	1,00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,40	1,40	1,00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1,00	1,60	1,60	1,00
Peso dell'unità di volume	γ_r	1,00	1,00	1,00	1,00

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00	1,00	0,90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,00	1,00	1,00	1,10
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,00	1,00	1,00	1,50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1,00	1,00	1,00	1,00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1,00	1,00	1,00	1,00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,00	1,00	1,00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1,00	1,00	1,00	1,00

Peso dell'unità di volume	γ_r	1,00	1,00	1,00	1,00
---------------------------	------------	------	------	------	------

FONDAZIONE SUPERFICIALE**Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO***Verifica**Coefficienti parziali*

	R1	R2	R3
Capacità portante della fondazione	1,00	1,00	1,40
Scorrimento	1,00	1,00	1,10
Resistenza del terreno a valle	1,00	1,00	1,40
Stabilità globale		1,10	

Geometria muro e fondazione

Descrizione

Muro a gradoni in pietrame

Descrizione dei gradoni

Simbologia adottata

Nr.	numero d'ordine del gradone (a partire dall'alto)
Bs	base superiore del gradone espressa in [m]
Bi	base inferiore del gradone espressa in [m]
Hg	altezza del gradone espressa in [m]
α_e	inclinazione esterna del gradone espressa in [°]
α_i	inclinazione interna del gradone espressa in [°]

Nr.	Bs	Bi	Hg	α_e	α_i
1	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00
2	2,00	2,00	1,00	0,00	0,00

Altezza del paramento 2,00 [m]

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0,00 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	0,00 [m]
Lunghezza totale fondazione	2,00 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	0,00 [m]
Spessore magrone	0,00 [m]

Materiali utilizzati per la struttura

Pietrame

Peso specifico	2000,0 [kg/mc]
Tensione ammissibile a compressione σ_c	30,0 [kg/cmq]
Angolo di attrito interno ϕ_p	45,00 [°]
Resistenza a taglio τ_p	0,0 [kg/cmq]

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata e sistema di riferimento

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

N numero ordine del punto

X ascissa del punto espressa in [m]

Y ordinata del punto espressa in [m]

A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	2,80	0,00	0,00
2	4,00	0,00	0,00
3	6,80	0,20	4,09

Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale	0,00 [°]
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento	0,00 [m]

Falda

Quota della falda a valle del muro rispetto al piano di posa della fondazione	0,00 [m]
-------------------------------------------------------------------------------	----------

Descrizione terreni

Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]

ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kg/cmq]
c_a	Adesione terra-muro espressa in [kg/cmq]

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Terreno Vegetale	1600	1800	18.00	12.00	0,020	0,010
Limo Argilloso Sabb	1800	2000	20.00	13.33	0,100	0,066
Ghiaie e ciottoli	2000	2100	30.00	20.00	0,050	0,033
Argilla Limosa	1800	2000	20.00	13.33	0,100	0,066
Deposito Pelitico	2130	2200	23.80	15.87	0,210	0,140

Stratigrafia

Simbologia adottata

N	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
a	Inclinazione espressa in [°]
K_w	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
K_s	Coefficiente di spinta
<i>Terreno</i>	Terreno dello strato

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	1,40	0,00	0,00	0,00	Terreno Vegetale
2	1,20	0,00	0,84	0,50	Limo Argilloso Sabb
3	13,90	0,00	3,71	0,75	Deposito Pelitico

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

F/S Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)

γ Coefficiente di partecipazione della condizione

Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 2 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 3 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 4 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 5 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 6 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 7 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 8 - Frequente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 9 - Rara (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 10 - Quasi Permanente (SLE) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 11 - Quasi Permanente (SLE) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 12 - Frequente (SLE) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 13 - Frequente (SLE) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 14 - Rara (SLE) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 15 - Rara (SLE) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00

Impostazioni di analisi

Calcolo della portanza metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su N_y per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1,00

Coefficiente correttivo su N_y per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1,00

Impostazioni avanzate

Terreno a monte a elevata permeabilità

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

<i>C</i>	Identificativo della combinazione
<i>Tipo</i>	Tipo combinazione
<i>Sisma</i>	Combinazione sismica
<i>CS_{SCO}</i>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
<i>CS_{rib}</i>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
<i>CS_{qlim}</i>	Coeff. di sicurezza a carico limite
<i>CS_{stab}</i>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

C	Tipo	Sisma	CS_{SCO}	CS_{rib}	CS_{qlim}	CS_{stab}
1	A1-M1 - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	3,10	--	3,98	--
2	A1-M1 - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	3,25	--	4,23	--
3	EQU - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	--	7,52	--	--
4	EQU - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	--	5,96	--	--
5	STAB - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,96
6	STAB - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	2,02
7	SLEQ - [1]	--	6,38	--	4,46	--
8	SLEF - [1]	--	6,38	--	4,46	--
9	SLER - [1]	--	6,38	--	4,46	--
10	SLEQ - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	4,88	--	4,31	--
11	SLEQ - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	4,99	--	4,39	--
12	SLEF - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	4,88	--	4,31	--
13	SLEF - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	4,99	--	4,39	--
14	SLER - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	4,88	--	4,31	--
15	SLER - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	4,99	--	4,39	--

Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :

Origine in testa al muro (spigolo di monte)

Ascisse X (espresse in [m]) positive verso monte

Ordinate Y (espresse in [m]) positive verso l'alto

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle

Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

Tipo di analisi

Calcolo della spinta	metodo di Culmann
Calcolo del carico limite	metodo di Meyerhof
Calcolo della stabilità globale	metodo di Fellenius
Calcolo della spinta in condizioni di	Spinta attiva

Sisma

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo a_g	1.30 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione (β_m)	0.24
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 5.72$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 2.86$

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo a_g	0.51 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione (β_m)	0.18
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 1.68$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 0.84$

Forma diagramma incremento sismico Stessa forma diagramma statico

Partecipazione spinta passiva (percento) 0,0
Lunghezza del muro 10,00 [m]

Peso muro 6000,00 [kg]
Baricentro del muro X=-0,83 Y=-1,17

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta X = 0,00 Y = -2,00
Punto superiore superficie di spinta X = 0,00 Y = 0,00

Altezza della superficie di spinta	2,00	[m]
Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale)	0,00	[°]

COMBINAZIONE n° 1

Valore della spinta statica	442,84	[kg]	
Componente orizzontale della spinta statica	433,04	[kg]	
Componente verticale della spinta statica	92,65	[kg]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,10 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	12,08	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	53,12	[°]	

Incremento sismico della spinta	133,36	[kg]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,10 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	50,87	[°]	
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,00	[m]	Y = -2,00 [m]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00 [m]
Inerzia del muro	343,43	[kg]	
Inerzia verticale del muro	171,71	[kg]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	906,88	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	6292,26	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	6292,26	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	906,88	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,06	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	6357,28	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	8,20	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-354,20	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	25014,68	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2615	[kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,3677	[kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 14,83$	$N_q = 6,40$	$N_\gamma = 2,87$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,83$	$i_q = 0,83$	$i_\gamma = 0,35$
Fattori profondità	$d_c = 1,00$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$$N'_c = 12.25$$

$$N'_q = 5.29$$

$$N'_\gamma = 1.00$$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.10
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	3.98

Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 1

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro
Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [cm]
N	sforzo normale [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
σ_p	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0	0	0	--	0,00	--	--	0,00	--
2	0,10	100,00	200	1	11	--	0,02	--	--	17,47	--
3	0,20	100,00	400	2	23	--	0,04	--	--	17,47	--
4	0,30	100,00	600	5	34	--	0,06	--	--	17,46	--
5	0,40	100,00	800	9	48	--	0,09	--	--	16,68	--
6	0,50	100,00	1000	15	69	--	0,11	--	--	14,42	--
7	0,60	100,00	1200	23	100	--	0,13	--	--	11,97	--
8	0,70	100,00	1400	35	141	--	0,16	--	--	9,95	--
9	0,80	100,00	1600	52	191	--	0,19	--	--	8,39	--
10	0,90	100,00	1800	74	250	--	0,22	--	--	7,19	--
11	1,00	100,00	2000	102	319	--	0,26	--	--	6,26	--
12	1,00	200,00	2000	-898	319	--	0,24	--	--	6,26	--
13	1,10	200,00	2400	-861	410	--	0,25	--	--	5,86	--
14	1,20	200,00	2800	-816	509	--	0,26	--	--	5,50	--
15	1,30	200,00	3200	-759	619	--	0,27	--	--	5,17	--
16	1,40	200,00	3600	-692	736	--	0,28	--	--	4,89	--
17	1,50	200,00	4000	-615	777	--	0,29	--	--	5,15	--
18	1,60	200,00	4400	-537	800	--	0,30	--	--	5,50	--
19	1,70	200,00	4800	-455	823	--	0,31	--	--	5,83	--
20	1,80	200,00	5200	-372	848	--	0,32	--	--	6,13	--
21	1,90	200,00	5600	-286	882	--	0,32	--	--	6,35	--

COMBINAZIONE n° 2

Valore della spinta statica	442,84	[kg]	
Componente orizzontale della spinta statica	433,04	[kg]	
Componente verticale della spinta statica	92,65	[kg]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,10 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	12,08	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	53,12	[°]	
Incremento sismico della spinta	64,96	[kg]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,10 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	50,93	[°]	
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,00	[m]	Y = -2,00 [m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00 [m]
Inerzia del muro	343,43	[kg]	
Inerzia verticale del muro	-171,71	[kg]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	839,99	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	5934,52	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	5934,52	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	839,99	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,06	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	5993,68	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	8,06	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-343,05	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	25103,08	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2453	[kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,3482	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 14,83$	$N_q = 6,40$	$N_\gamma = 2,87$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,83$	$i_q = 0,83$	$i_\gamma = 0,36$
Fattori profondità	$d_c = 1,00$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 12,30$	$N'_q = 5,30$	$N'_\gamma = 1,02$
----------------	---------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.25
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	4.23

Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni**Combinazione n° 2**

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [cm]
N	sforzo normale [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
σ_p	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0	0	0	--	0,00	--	--	0,00	--
2	0,10	100,00	200	1	11	--	0,02	--	--	17,47	--
3	0,20	100,00	400	2	23	--	0,04	--	--	17,47	--
4	0,30	100,00	600	5	34	--	0,06	--	--	17,46	--
5	0,40	100,00	800	9	48	--	0,09	--	--	16,77	--
6	0,50	100,00	1000	15	68	--	0,11	--	--	14,72	--
7	0,60	100,00	1200	23	97	--	0,13	--	--	12,43	--
8	0,70	100,00	1400	35	134	--	0,16	--	--	10,48	--
9	0,80	100,00	1600	50	179	--	0,19	--	--	8,93	--
10	0,90	100,00	1800	71	233	--	0,22	--	--	7,73	--
11	1,00	100,00	2000	97	295	--	0,26	--	--	6,77	--
12	1,00	200,00	2000	-903	295	--	0,24	--	--	6,77	--
13	1,10	200,00	2400	-869	378	--	0,25	--	--	6,35	--
14	1,20	200,00	2800	-827	468	--	0,26	--	--	5,98	--
15	1,30	200,00	3200	-775	568	--	0,28	--	--	5,64	--
16	1,40	200,00	3600	-713	674	--	0,29	--	--	5,34	--
17	1,50	200,00	4000	-644	713	--	0,30	--	--	5,61	--
18	1,60	200,00	4400	-571	736	--	0,31	--	--	5,98	--
19	1,70	200,00	4800	-497	759	--	0,31	--	--	6,33	--
20	1,80	200,00	5200	-419	784	--	0,32	--	--	6,64	--
21	1,90	200,00	5600	-340	816	--	0,33	--	--	6,86	--

COMBINAZIONE n° 3

Valore della spinta statica	442,84	[kg]	
Componente orizzontale della spinta statica	433,04	[kg]	
Componente verticale della spinta statica	92,65	[kg]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,10 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	12,08	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	53,12	[°]	
Incremento sismico della spinta	211,52	[kg]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,10 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	49,68	[°]	
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,00	[m]	Y = -2,00 [m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00 [m]
Inerzia del muro	515,14	[kg]	
Inerzia verticale del muro	257,57	[kg]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1155,02	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	6394,47	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	1007,08	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	7574,30	[kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	6394,47	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1155,02	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,03	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	6497,95	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	10,24	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-172,75	[kgm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	7.52
------------------------------------------	------

Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni**Combinazione n° 3**

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [cm]
N	sforzo normale [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
σ_p	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cm ²]
M _s	momento stabilizzante [kgm]
M _r	momento ribaltante [kgm]
C _s	coeff. di sicurezza allo scorrimento

Cr coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	--	--	--	0,00	--	0	0	--	0,00
2	0,10	100,00	--	--	--	0,43	--	100	1	--	116,47
3	0,20	100,00	--	--	--	0,86	--	200	3	--	58,24
4	0,30	100,00	--	--	--	1,29	--	300	8	--	38,82
5	0,40	100,00	--	--	--	1,73	--	400	14	--	28,98
6	0,50	100,00	--	--	--	2,23	--	502	22	--	22,55
7	0,60	100,00	--	--	--	2,84	--	605	34	--	17,75
8	0,70	100,00	--	--	--	3,60	--	710	50	--	14,09
9	0,80	100,00	--	--	--	4,51	--	816	72	--	11,30
10	0,90	100,00	--	--	--	5,59	--	924	101	--	9,18
11	1,00	100,00	--	--	--	6,84	--	1034	137	--	7,55
12	1,00	200,00	--	--	--	43,16	--	3067	137	--	22,41
13	1,10	200,00	--	--	--	34,05	--	3489	183	--	19,09
14	1,20	200,00	--	--	--	27,14	--	3914	240	--	16,30
15	1,30	200,00	--	--	--	21,55	--	4343	310	--	13,99
16	1,40	200,00	--	--	--	16,83	--	4774	394	--	12,11
17	1,50	200,00	--	--	--	12,79	--	5180	488	--	10,61
18	1,60	200,00	--	--	--	9,39	--	5580	587	--	9,51
19	1,70	200,00	--	--	--	6,49	--	5980	688	--	8,69
20	1,80	200,00	--	--	--	3,97	--	6381	793	--	8,04
21	1,90	200,00	--	--	--	1,74	--	6785	903	--	7,52

COMBINAZIONE n° 4

Valore della spinta statica	442,84	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	433,04	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	92,65	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,10	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	12,08	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	53,12	[°]		
Incremento sismico della spinta	104,02	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,10	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	49,74	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,00	[m]	Y = -2,00	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inerzia del muro	515,14	[kg]		
Inerzia verticale del muro	-257,57	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1049,90	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	5856,84	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	1212,66	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	7228,82	[kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	5856,84	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1049,90	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,03	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	5950,20	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	10,16	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-159,32	[kgm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	5.96
------------------------------------------	------

Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 4

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [cm]
N	sforzo normale [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
σ_p	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	--	--	--	0,00	--	0	0	--	0,00
2	0,10	100,00	--	--	--	0,43	--	100	1	--	116,47
3	0,20	100,00	--	--	--	0,86	--	200	3	--	58,24
4	0,30	100,00	--	--	--	1,29	--	300	8	--	38,82
5	0,40	100,00	--	--	--	1,73	--	400	14	--	29,01
6	0,50	100,00	--	--	--	2,21	--	502	22	--	22,68
7	0,60	100,00	--	--	--	2,80	--	605	34	--	18,03
8	0,70	100,00	--	--	--	3,50	--	710	49	--	14,48
9	0,80	100,00	--	--	--	4,34	--	816	69	--	11,76
10	0,90	100,00	--	--	--	5,31	--	924	96	--	9,66
11	1,00	100,00	--	--	--	6,43	--	1034	129	--	8,04
12	1,00	200,00	--	--	--	43,57	--	3067	129	--	23,85
13	1,10	200,00	--	--	--	34,58	--	3489	170	--	20,52
14	1,20	200,00	--	--	--	27,79	--	3914	222	--	17,65
15	1,30	200,00	--	--	--	22,35	--	4343	285	--	15,25
16	1,40	200,00	--	--	--	17,78	--	4774	360	--	13,27

17	1,50	200,00	--	--	--	13,90	--	5180	444	--	11,67
18	1,60	200,00	--	--	--	10,63	--	5580	532	--	10,49
19	1,70	200,00	--	--	--	7,84	--	5980	624	--	9,59
20	1,80	200,00	--	--	--	5,41	--	6381	719	--	8,88
21	1,90	200,00	--	--	--	3,25	--	6785	818	--	8,30

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 5

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]
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]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1,51 Y[m]= 0,34

Raggio del cerchio R[m]= 2,78

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3,04

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 1,26

Larghezza della striscia dx[m]= 0,17

Coefficiente di sicurezza C= 1.96

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	α (°)	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u
1	91,49	75.55	88,59	0,69	18.00	0,02	0,00
2	232,93	64.74	210,66	0,40	18.00	0,02	0,00
3	319,63	57.32	269,01	0,32	18.00	0,02	0,00
4	386,69	51.21	301,42	0,27	19.04	0,06	0,00
5	446,16	45.85	320,13	0,25	20.00	0,10	0,00
6	496,51	40.97	325,53	0,23	20.00	0,10	0,00
7	539,11	36.43	320,12	0,21	20.00	0,10	0,00
8	654,80	32.14	348,34	0,20	20.00	0,10	0,00
9	720,41	28.05	338,72	0,19	20.00	0,10	0,01
10	745,08	24.10	304,28	0,19	20.00	0,10	0,02
11	765,88	20.28	265,47	0,18	20.00	0,10	0,03
12	783,00	16.55	223,03	0,18	20.00	0,10	0,03
13	796,59	12.89	177,70	0,18	20.00	0,10	0,04
14	517,64	9.28	83,50	0,17	20.00	0,10	0,04
15	476,53	5.71	47,44	0,17	20.00	0,10	0,04
16	480,31	2.17	18,15	0,17	20.00	0,10	0,04
17	480,69	-1.37	-11,52	0,17	20.00	0,10	0,04
18	477,67	-4.92	-40,95	0,17	20.00	0,10	0,04
19	461,13	-8.48	-68,01	0,17	20.00	0,10	0,04
20	131,27	-12.08	-27,47	0,18	20.00	0,10	0,04
21	116,67	-15.73	-31,62	0,18	20.00	0,10	0,03
22	97,97	-19.44	-32,61	0,18	20.00	0,10	0,03

23	74,92	-23,24	-29,56	0,19	20,00	0,10	0,02
24	47,16	-27,15	-21,52	0,19	20,00	0,10	0,01
25	14,21	-31,21	-7,36	0,20	20,00	0,10	0,00

$$\Sigma W_i = 10354,46 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 3371,47 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 3298,21 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 4413,13 \text{ [kg]}$$

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 6

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]

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]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1,51 Y[m]= 0,34

Raggio del cerchio R[m]= 2,78

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3,04

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 1,26

Larghezza della striscia dx[m]= 0,17

Coefficiente di sicurezza C= 2.02

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	α (°)	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u
1	91,49	75.55	88,59	0,69	18.00	0,02	0,00
2	232,93	64.74	210,66	0,40	18.00	0,02	0,00
3	319,63	57.32	269,01	0,32	18.00	0,02	0,00
4	386,69	51.21	301,42	0,27	19.04	0,06	0,00
5	446,16	45.85	320,13	0,25	20.00	0,10	0,00
6	496,51	40.97	325,53	0,23	20.00	0,10	0,00
7	539,11	36.43	320,12	0,21	20.00	0,10	0,00
8	654,80	32.14	348,34	0,20	20.00	0,10	0,00
9	720,41	28.05	338,72	0,19	20.00	0,10	0,01
10	745,08	24.10	304,28	0,19	20.00	0,10	0,02
11	765,88	20.28	265,47	0,18	20.00	0,10	0,03
12	783,00	16.55	223,03	0,18	20.00	0,10	0,03
13	796,59	12.89	177,70	0,18	20.00	0,10	0,04
14	517,64	9.28	83,50	0,17	20.00	0,10	0,04
15	476,53	5.71	47,44	0,17	20.00	0,10	0,04
16	480,31	2.17	18,15	0,17	20.00	0,10	0,04
17	480,69	-1.37	-11,52	0,17	20.00	0,10	0,04
18	477,67	-4.92	-40,95	0,17	20.00	0,10	0,04
19	461,13	-8.48	-68,01	0,17	20.00	0,10	0,04
20	131,27	-12.08	-27,47	0,18	20.00	0,10	0,04
21	116,67	-15.73	-31,62	0,18	20.00	0,10	0,03
22	97,97	-19.44	-32,61	0,18	20.00	0,10	0,03

23	74,92	-23,24	-29,56	0,19	20,00	0,10	0,02
24	47,16	-27,15	-21,52	0,19	20,00	0,10	0,01
25	14,21	-31,21	-7,36	0,20	20,00	0,10	0,00

$$\Sigma W_i = 10354,46 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 3371,47 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 3298,21 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 4413,13 \text{ [kg]}$$

COMBINAZIONE n° 7

Valore della spinta statica	442,84	[kg]	
Componente orizzontale della spinta statica	433,04	[kg]	
Componente verticale della spinta statica	92,65	[kg]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,10 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	12,08	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	53,12	[°]	
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,00	[m]	Y = -2,00 [m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	433,04	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	6092,65	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	6092,65	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	433,04	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,12	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	6108,02	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	4,07	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-701,62	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	27159,51	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,1994	[kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,4099	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 14,83$	$N_q = 6,40$	$N_\gamma = 2,87$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,91$	$i_q = 0,91$	$i_\gamma = 0,63$
Fattori profondità	$d_c = 1,00$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$$N'_c = 13.52$$

$$N'_q = 5.83$$

$$N'_\gamma = 1.82$$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	6.38
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	4.46

COMBINAZIONE n° 8

Valore della spinta statica	442,84	[kg]	
Componente orizzontale della spinta statica	433,04	[kg]	
Componente verticale della spinta statica	92,65	[kg]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,10 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	12,08	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	53,12	[°]	
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,00	[m]	Y = -2,00 [m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	433,04	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	6092,65	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	6092,65	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	433,04	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,12	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	6108,02	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	4,07	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-701,62	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	27159,51	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,1994	[kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,4099	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 14.83$	$N_q = 6.40$	$N_\gamma = 2.87$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,91$	$i_q = 0,91$	$i_\gamma = 0,63$
Fattori profondità	$d_c = 1,00$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 13.52$

$N'_q = 5.83$

$N'_\gamma = 1.82$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	6.38
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	4.46

COMBINAZIONE n° 9

Valore della spinta statica	442,84	[kg]	
Componente orizzontale della spinta statica	433,04	[kg]	
Componente verticale della spinta statica	92,65	[kg]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,10 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	12,08	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	53,12	[°]	
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,00	[m]	Y = -2,00 [m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	433,04	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	6092,65	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	6092,65	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	433,04	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,12	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	6108,02	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	4,07	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-701,62	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	27159,51	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,1994	[kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,4099	[kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N'_c = 14.83$	$N'_q = 6.40$	$N'_\gamma = 2.87$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,91$	$i_q = 0,91$	$i_\gamma = 0,63$
Fattori profondità	$d_c = 1,00$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 13.52$

$N'_q = 5.83$

$N'_\gamma = 1.82$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	6.38
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	4.46

COMBINAZIONE n° 10

Valore della spinta statica	442,84	[kg]	
Componente orizzontale della spinta statica	433,04	[kg]	
Componente verticale della spinta statica	92,65	[kg]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,10 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	12,08	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	53,12	[°]	

Incremento sismico della spinta	36,33	[kg]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,10 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	52,49	[°]	
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,00	[m]	Y = -2,00 [m]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00 [m]
Inerzia del muro	100,78	[kg]	
Inerzia verticale del muro	50,39	[kg]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	569,34	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	6150,64	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	6150,64	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	569,34	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,10	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	6176,93	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	5,29	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-601,56	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	26517,03	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2173	[kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,3978	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 14.83$	$N_q = 6.40$	$N_\gamma = 2.87$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$

Fattori inclinazione	$i_c = 0,89$	$i_q = 0,89$	$i_\gamma = 0,54$
Fattori profondità	$d_c = 1,00$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 13.14$	$N'_q = 5.67$	$N'_\gamma = 1.55$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	4.88
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	4.31

COMBINAZIONE n° 11

Valore della spinta statica	442,84	[kg]	
Componente orizzontale della spinta statica	433,04	[kg]	
Componente verticale della spinta statica	92,65	[kg]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,10 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	12,08	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	53,12	[°]	
Incremento sismico della spinta	17,84	[kg]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,10 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	52,55	[°]	
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,00	[m]	Y = -2,00 [m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00 [m]
Inerzia del muro	100,78	[kg]	
Inerzia verticale del muro	-50,39	[kg]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	551,27	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	6045,99	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	6045,99	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	551,27	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,10	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	6071,07	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	5,21	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-597,22	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	26562,58	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2127	[kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,3919	[kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 14.83$	$N_q = 6.40$	$N_\gamma = 2.87$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,89$	$i_q = 0,89$	$i_\gamma = 0,55$
Fattori profondità	$d_c = 1,00$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 13.17$	$N'_q = 5.68$	$N'_\gamma = 1.57$
----------------	---------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	4.99
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	4.39

COMBINAZIONE n° 12

Valore della spinta statica	442,84	[kg]	
Componente orizzontale della spinta statica	433,04	[kg]	
Componente verticale della spinta statica	92,65	[kg]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,10 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	12,08	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	53,12	[°]	
Incremento sismico della spinta	36,33	[kg]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,10 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	52,49	[°]	
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,00	[m]	Y = -2,00 [m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00 [m]
Inerzia del muro	100,78	[kg]	
Inerzia verticale del muro	50,39	[kg]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	569,34	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	6150,64	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	6150,64	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	569,34	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,10	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	6176,93	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	5,29	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-601,56	[kgm]

Carico ultimo della fondazione 26517,03 [kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 2,00 [m]
 Tensione terreno allo spigolo di valle 0,2173 [kg/cmq]
 Tensione terreno allo spigolo di monte 0,3978 [kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 14.83$	$N_q = 6.40$	$N_\gamma = 2.87$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,89$	$i_q = 0,89$	$i_\gamma = 0,54$
Fattori profondità	$d_c = 1,00$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 13.14$	$N'_q = 5.67$	$N'_\gamma = 1.55$
----------------	---------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 4.88
 Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 4.31

COMBINAZIONE n° 13

Valore della spinta statica	442,84	[kg]	
Componente orizzontale della spinta statica	433,04	[kg]	
Componente verticale della spinta statica	92,65	[kg]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,10 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	12,08	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	53,12	[°]	

Incremento sismico della spinta	17,84	[kg]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,10 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	52,55	[°]	
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,00	[m]	Y = -2,00 [m]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00 [m]
Inerzia del muro	100,78	[kg]	
Inerzia verticale del muro	-50,39	[kg]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	551,27	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	6045,99	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	6045,99	[kg]

Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	551,27	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,10	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	6071,07	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	5,21	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-597,22	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	26562,58	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2127	[kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,3919	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 14,83$	$N_q = 6,40$	$N_\gamma = 2,87$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,89$	$i_q = 0,89$	$i_\gamma = 0,55$
Fattori profondità	$d_c = 1,00$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 13,17$	$N'_q = 5,68$	$N'_\gamma = 1,57$
----------------	---------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	4,99
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	4,39

COMBINAZIONE n° 14

Valore della spinta statica	442,84	[kg]	
Componente orizzontale della spinta statica	433,04	[kg]	
Componente verticale della spinta statica	92,65	[kg]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,10 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	12,08	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	53,12	[°]	
Incremento sismico della spinta	36,33	[kg]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,10 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	52,49	[°]	
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,00	[m]	Y = -2,00 [m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00 [m]
Inerzia del muro	100,78	[kg]	
Inerzia verticale del muro	50,39	[kg]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	

Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte 0,00 [kg]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 569,34 [kg]
 Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 6150,64 [kg]
 Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 6150,64 [kg]
 Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 569,34 [kg]
 Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,10 [m]
 Lunghezza fondazione reagente 2,00 [m]
 Risultante in fondazione 6176,93 [kg]
 Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 5,29 [°]
 Momento rispetto al baricentro della fondazione -601,56 [kgm]
 Carico ultimo della fondazione 26517,03 [kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 2,00 [m]
 Tensione terreno allo spigolo di valle 0,2173 [kg/cmq]
 Tensione terreno allo spigolo di monte 0,3978 [kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 14.83$	$N_q = 6.40$	$N_\gamma = 2.87$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,89$	$i_q = 0,89$	$i_\gamma = 0,54$
Fattori profondità	$d_c = 1,00$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

	$N'_c = 13.14$	$N'_q = 5.67$	$N'_\gamma = 1.55$
--	----------------	---------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 4.88
 Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 4.31

COMBINAZIONE n° 15

Valore della spinta statica	442,84	[kg]	
Componente orizzontale della spinta statica	433,04	[kg]	
Componente verticale della spinta statica	92,65	[kg]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,10 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	12,08	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	53,12	[°]	
Incremento sismico della spinta	17,84	[kg]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,10 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	52,55	[°]	
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,00	[m]	Y = -2,00 [m]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00 [m]
Inerzia del muro	100,78	[kg]	
Inerzia verticale del muro	-50,39	[kg]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	551,27	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	6045,99	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	6045,99	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	551,27	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,10	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	6071,07	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	5,21	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-597,22	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	26562,58	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2127	[kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,3919	[kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 14.83$	$N_q = 6.40$	$N_\gamma = 2.87$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,89$	$i_q = 0,89$	$i_\gamma = 0,55$
Fattori profondità	$d_c = 1,00$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 13.17$	$N'_q = 5.68$	$N'_\gamma = 1.57$
----------------	---------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	4.99
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	4.39



Progetto: Lavori di Prevenzione del Dissesto Idrogeologico della via Comunale
Aliterno/Fontana della Noce

Ditta:
Comune: Serre (SA)
Progettista: Ing. Luigi Marra
Direttore dei Lavori: Ing. Luigi Marra
Impresa:



Relazione di Calcolo Gabbioni H= 2,00 m S03

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)

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 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 Culmann

Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb. La differenza sostanziale è che mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il coefficiente di spinta) il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente. Il metodo di Culmann, nato come metodo essenzialmente grafico, si è evoluto per essere trattato mediante analisi numerica (noto in questa forma come metodo del cuneo di tentativo). Come il metodo di Coulomb anche questo metodo considera una superficie di rottura rettilinea.

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

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

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima.

La convergenza non si raggiunge se il terrapieno risulta inclinato di un angolo maggiore dell'angolo d'attrito del terreno.

Nei casi in cui è applicabile il metodo di Coulomb (profilo a monte rettilineo e carico uniformemente distribuito) i risultati ottenuti col metodo di Culmann coincidono con quelli del metodo di Coulomb. Le pressioni sulla parete di spinta si ricavano derivando l'espressione della spinta S rispetto all'ordinata z . Noto il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta.

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 parete pari a

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

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

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

$$\theta = \arctg[(\gamma_{sat}/(\gamma_{sat} - \gamma_w)) * (k_h/(1 \pm k_v))]$$

Terreno a permeabilità elevata

$$\theta = \arctg[(\gamma/(\gamma_{sat} - \gamma_w)) * (k_h/(1 \pm k_v))]$$

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

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

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.

Il metodo di Culmann tiene conto automaticamente dell'incremento di spinta. Basta inserire nell'equazione risolutiva la forza d'inerzia del cuneo di spinta. La superficie di rottura nel caso di sisma risulta meno inclinata della corrispondente superficie in assenza di sisma.

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 .

Eseguendo il calcolo mediante gli eurocodici si può impostare $\eta_r \geq 1.0$.

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 .

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_s \geq 1.0$.

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

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 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_r , diversi autori suggeriscono di assumere un valore di δ_r 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:

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

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_q \geq 1.0$

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

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

$$Q_u = c N_c d_c i_c + q N_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

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.

I vari fattori che compaiono nella formula sono dati da:

$$A = e^{n\phi}$$

$$N_q = A \operatorname{tg}^2(45^\circ + \phi/2)$$

$$N_c = (N_q - 1) \operatorname{ctg}\phi$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \operatorname{tg}(1.4\phi)$$

Indichiamo con K_p il coefficiente di spinta passiva espresso da:

$$K_p = \operatorname{tg}^2(45^\circ + \phi/2)$$

I fattori d e i che compaiono nella formula sono rispettivamente i fattori di profondità ed i fattori di inclinazione del carico espressi dalle seguenti relazioni:

Fattori di profondità

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

$$d_q = d_\gamma = 1 \quad \text{per } \phi = 0$$

$$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1 \frac{D}{B} \sqrt{K_p} \quad \text{per } \phi > 0$$

Fattori di inclinazione

Indicando con θ l'angolo che la risultante dei carichi forma con la verticale (espresso in gradi) e con ϕ l'angolo d'attrito del terreno di posa abbiamo:

$$i_c = i_q = (1 - \theta^\circ/90)^\phi$$

$$i_\gamma = (1 - \frac{\theta^\circ}{\phi^\circ})^\phi \quad \text{per } \phi > 0$$

$$i_\gamma = 0 \quad \text{per } \phi = 0$$

Verifica alla stabilità globale

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

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_g \geq 1.0$

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 o con i pali di fondazione. 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 50.

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

$$\eta = \frac{\sum^n_i \left(\frac{c_i b_i}{\cos \alpha_i} + [W_i \cos \alpha_i - u_i l_i] \operatorname{tg} \phi_i \right)}{\sum^n_i W_i \sin \alpha_i}$$

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.

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
$\gamma_{tan\psi}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
γ_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	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniassiale delle rocce

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>EQU</i>	<i>HYD</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00	1,00	0,90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,30	1,00	1,30	1,10
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,50	1,30	1,50	1,50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>	<i>M2</i>	<i>M1</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\psi}$	1,00	1,25	1,25	1,00
Coesione efficace	γ_c	1,00	1,25	1,25	1,00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,40	1,40	1,00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1,00	1,60	1,60	1,00
Peso dell'unità di volume	γ	1,00	1,00	1,00	1,00

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>EQU</i>	<i>HYD</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00	1,00	0,90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,00	1,00	1,00	1,10
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,00	1,00	1,00	1,50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>	<i>M2</i>	<i>M1</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\psi}$	1,00	1,00	1,00	1,00
Coesione efficace	γ_c	1,00	1,00	1,00	1,00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,00	1,00	1,00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1,00	1,00	1,00	1,00

Peso dell'unità di volume	γ_r	1,00	1,00	1,00	1,00
---------------------------	------------	------	------	------	------

FONDAZIONE SUPERFICIALE**Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO**

<i>Verifica</i>	<i>Coefficienti parziali</i>		
	R1	R2	R3
Capacità portante della fondazione	1,00	1,00	1,40
Scorrimento	1,00	1,00	1,10
Resistenza del terreno a valle	1,00	1,00	1,40
Stabilità globale		1,10	

Geometria muro e fondazione

Descrizione

Muro a gradoni in pietrame

Descrizione dei gradoni

Simbologia adottata

Nr. numero d'ordine del gradone (a partire dall'alto)
 Bs base superiore del gradone espressa in [m]
 Bi base inferiore del gradone espressa in [m]
 Hg altezza del gradone espressa in [m]
 α_e inclinazione esterna del gradone espressa in [°]
 α_i inclinazione interna del gradone espressa in [°]

Nr.	Bs	Bi	Hg	α_e	α_i
1	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00
2	2,00	2,00	1,00	0,00	0,00

Altezza del paramento 2,00 [m]

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle 0,00 [m]
 Lunghezza mensola fondazione di monte 0,00 [m]
 Lunghezza totale fondazione 2,00 [m]
 Inclinazione piano di posa della fondazione 0,00 [°]
 Spessore fondazione 0,00 [m]
 Spessore magrone 0,00 [m]

Materiali utilizzati per la struttura

Pietrame

Peso specifico	2000,0 [kg/mc]
Tensione ammissibile a compressione σ_c	30,0 [kg/cm ²]
Angolo di attrito interno ϕ_p	45,00 [°]
Resistenza a taglio τ_p	0,0 [kg/cm ²]

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata e sistema di riferimento

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

N numero ordine del punto

X ascissa del punto espressa in [m]

Y ordinata del punto espressa in [m]

A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	2,80	0,00	0,00
2	4,00	0,00	0,00
3	6,80	0,20	4,09

Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale	0,00	[°]
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento	0,00	[m]

Falda

Quota della falda a valle del muro rispetto al piano di posa della fondazione	0,00	[m]
-------------------------------------------------------------------------------	------	-----

Descrizione terreni

Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]

δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kg/cmq]
c_u	Adesione terra-muro espressa in [kg/cmq]

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_u
Terreno Vegetale	1600	1800	18.00	12.00	0,020	0,010
Limo Argilloso Sabb	1800	2000	20.00	13.33	0,100	0,066
Ghiaie e ciottoli	2000	2100	30.00	20.00	0,050	0,033
Argilla Limosa	1800	2000	20.00	13.33	0,100	0,066
Deposito Pelitico	2130	2200	23.80	15.87	0,210	0,140
Asfalto Bituminoso	1650	1800	22.00	14.67	0,050	0,030

Stratigrafia

Simbologia adottata

N	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
α	Inclinazione espressa in [°]
K_w	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
K_s	Coefficiente di spinta
Terreno	Terreno dello strato

Nr.	H	α	K_w	K_s	Terreno
1	3,50	0,00	0,24	0,00	Terreno Vegetale
2	3,50	0,00	0,84	0,50	Limo Argilloso Sabb
3	1,00	0,00	0,84	0,75	Argilla Limosa
4	6,00	0,00	0,00	0,00	Deposito Pelitico

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

F/S Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)

γ Coefficiente di partecipazione della condizione

Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 2 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 3 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 4 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 5 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 6 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 7 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 8 - Frequente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 9 - Rara (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 10 - Quasi Permanente (SLE) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 11 - Quasi Permanente (SLE) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 12 - Frequente (SLE) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 13 - Frequente (SLE) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 14 - Rara (SLE) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 15 - Rara (SLE) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00

Impostazioni di analisi

Calcolo della portanza metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su N_y per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1,00

Coefficiente correttivo su N_y per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1,00

Impostazioni avanzate

Terreno a monte a elevata permeabilità

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

<i>C</i>	Identificativo della combinazione
<i>Tipo</i>	Tipo combinazione
<i>Sisma</i>	Combinazione sismica
CS_{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
CS_{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
CS_{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
CS_{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

C	Tipo	Sisma	CS_{SCO}	CS_{RIB}	CS_{QLIM}	CS_{STAB}
1	A1-M1 - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	1,03	--	0,59	--
2	A1-M1 - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	1,03	--	0,63	--
3	EQU - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	--	6,91	--	--
4	EQU - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	--	5,48	--	--
5	STAB - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,00
6	STAB - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,01
7	SLEQ - [1]	--	1,51	--	0,72	--
8	SLEF - [1]	--	1,51	--	0,72	--
9	SLER - [1]	--	1,51	--	0,72	--
10	SLEQ - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	1,32	--	0,68	--
11	SLEQ - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	1,33	--	0,69	--
12	SLEF - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	1,32	--	0,68	--
13	SLEF - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	1,33	--	0,69	--
14	SLER - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	1,32	--	0,68	--
15	SLER - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	1,33	--	0,69	--

Altezza della superficie di spinta	2,00	[m]
Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale)	0,00	[°]

COMBINAZIONE n° 1

Valore della spinta statica	1031,37	[kg]	
Componente orizzontale della spinta statica	1008,83	[kg]	
Componente verticale della spinta statica	214,43	[kg]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,45 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	12,00	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51,37	[°]	

Incremento sismico della spinta	178,74	[kg]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,45 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	48,37	[°]	
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,00	[m]	Y = -2,00 [m]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00 [m]
Inerzia del muro	343,43	[kg]	
Inerzia verticale del muro	171,71	[kg]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1527,10	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	6423,31	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	6423,31	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1527,10	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,05	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	6602,34	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	13,37	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-339,94	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	3799,00	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2702	[kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,3722	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 13,10$	$N_q = 5,26$	$N_\gamma = 2,00$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,72$	$i_q = 0,72$	$i_\gamma = 0,07$
Fattori profondità	$d_c = 1,00$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$$N'_c = 9.50$$

$$N'_q = 3.81$$

$$N'_\gamma = 0.13$$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento

1.03

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

0.59

Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 1

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [cm]
N	sforzo normale [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
σ_p	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cm ²]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0	0	0	--	0,00	--	--	0,00	--
2	0,10	100,00	200	1	11	--	0,02	--	--	17,47	--
3	0,20	100,00	400	2	23	--	0,04	--	--	17,47	--
4	0,30	100,00	600	5	34	--	0,06	--	--	17,46	--
5	0,40	100,00	800	9	48	--	0,09	--	--	16,76	--
6	0,50	100,00	1000	15	68	--	0,11	--	--	14,66	--
7	0,60	100,00	1200	23	97	--	0,13	--	--	12,34	--
8	0,70	100,00	1400	35	135	--	0,16	--	--	10,37	--
9	0,80	100,00	1600	50	181	--	0,19	--	--	8,83	--
10	0,90	100,00	1800	71	236	--	0,22	--	--	7,62	--
11	1,00	100,00	2000	98	300	--	0,26	--	--	6,67	--
12	1,00	200,00	2000	-902	300	--	0,24	--	--	6,67	--
13	1,10	200,00	2400	-868	384	--	0,25	--	--	6,25	--
14	1,20	200,00	2800	-825	476	--	0,26	--	--	5,88	--
15	1,30	200,00	3200	-772	577	--	0,28	--	--	5,54	--
16	1,40	200,00	3600	-709	687	--	0,29	--	--	5,24	--
17	1,50	200,00	4000	-635	806	--	0,30	--	--	4,97	--
18	1,60	200,00	4400	-548	933	--	0,30	--	--	4,72	--
19	1,70	200,00	4800	-448	1069	--	0,31	--	--	4,49	--
20	1,80	200,00	5200	-334	1213	--	0,31	--	--	4,29	--
21	1,90	200,00	5600	-205	1366	--	0,31	--	--	4,10	--

COMBINAZIONE n° 2

Valore della spinta statica	1031,37	[kg]	
Componente orizzontale della spinta statica	1008,83	[kg]	
Componente verticale della spinta statica	214,43	[kg]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,45 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	12,00	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51,37	[°]	

Incremento sismico della spinta	94,20	[kg]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,45 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	48,37	[°]	
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,00	[m]	Y = -2,00 [m]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00 [m]
Inerzia del muro	343,43	[kg]	
Inerzia verticale del muro	-171,71	[kg]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1444,40	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	6062,30	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	6062,30	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1444,40	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,05	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	6232,00	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	13,40	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-310,82	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	3800,56	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2565	[kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,3497	[kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 13,10$	$N_q = 5,26$	$N_\gamma = 2,00$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,72$	$i_q = 0,72$	$i_\gamma = 0,07$
Fattori profondità	$d_c = 1,00$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 9,49$	$N'_q = 3,81$	$N'_\gamma = 0,13$
---------------	---------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.03
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	0.63

Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni**Combinazione n° 2**

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [cm]
N	sforzo normale [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
σ_p	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0	0	0	--	0,00	--	--	0,00	--
2	0,10	100,00	200	1	11	--	0,02	--	--	17,47	--
3	0,20	100,00	400	2	23	--	0,04	--	--	17,47	--
4	0,30	100,00	600	5	34	--	0,06	--	--	17,46	--
5	0,40	100,00	800	9	48	--	0,09	--	--	16,80	--
6	0,50	100,00	1000	15	67	--	0,11	--	--	14,83	--
7	0,60	100,00	1200	23	95	--	0,13	--	--	12,60	--
8	0,70	100,00	1400	34	131	--	0,16	--	--	10,68	--
9	0,80	100,00	1600	49	175	--	0,19	--	--	9,14	--
10	0,90	100,00	1800	69	227	--	0,22	--	--	7,93	--
11	1,00	100,00	2000	95	287	--	0,26	--	--	6,97	--
12	1,00	200,00	2000	-905	287	--	0,24	--	--	6,97	--
13	1,10	200,00	2400	-872	366	--	0,25	--	--	6,55	--
14	1,20	200,00	2800	-831	454	--	0,26	--	--	6,17	--
15	1,30	200,00	3200	-781	550	--	0,28	--	--	5,82	--
16	1,40	200,00	3600	-721	653	--	0,29	--	--	5,51	--
17	1,50	200,00	4000	-650	765	--	0,30	--	--	5,23	--
18	1,60	200,00	4400	-568	885	--	0,31	--	--	4,97	--
19	1,70	200,00	4800	-473	1013	--	0,31	--	--	4,74	--
20	1,80	200,00	5200	-365	1149	--	0,31	--	--	4,53	--
21	1,90	200,00	5600	-243	1293	--	0,32	--	--	4,33	--

COMBINAZIONE n° 3

Valore della spinta statica	1031,37	[kg]	
Componente orizzontale della spinta statica	1008,83	[kg]	
Componente verticale della spinta statica	214,43	[kg]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,45 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	12,00	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51,37	[°]	
Incremento sismico della spinta	274,69	[kg]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,45 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	46,80	[°]	
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,00	[m]	Y = -2,00 [m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00 [m]
Inerzia del muro	515,14	[kg]	
Inerzia verticale del muro	257,57	[kg]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1792,66	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	6529,12	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	1135,23	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	7843,59	[kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	6529,12	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1792,66	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,03	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	6770,75	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15,35	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-179,24	[kgm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	6.91
------------------------------------------	------

Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni**Combinazione n° 3**

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [cm]
N	sforzo normale [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
σ_p	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cm ²]
M _s	momento stabilizzante [kgm]
M _r	momento ribaltante [kgm]
C _s	coeff. di sicurezza allo scorrimento

Cr coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	--	--	--	0,00	--	0	0	--	0,00
2	0,10	100,00	--	--	--	0,43	--	100	1	--	116,47
3	0,20	100,00	--	--	--	0,86	--	200	3	--	58,24
4	0,30	100,00	--	--	--	1,29	--	300	8	--	38,82
5	0,40	100,00	--	--	--	1,73	--	400	14	--	29,01
6	0,50	100,00	--	--	--	2,21	--	502	22	--	22,66
7	0,60	100,00	--	--	--	2,80	--	605	34	--	17,98
8	0,70	100,00	--	--	--	3,52	--	710	49	--	14,42
9	0,80	100,00	--	--	--	4,36	--	816	70	--	11,69
10	0,90	100,00	--	--	--	5,35	--	924	96	--	9,59
11	1,00	100,00	--	--	--	6,49	--	1034	130	--	7,96
12	1,00	200,00	--	--	--	43,51	--	3067	130	--	23,63
13	1,10	200,00	--	--	--	34,50	--	3489	172	--	20,29
14	1,20	200,00	--	--	--	27,70	--	3914	225	--	17,43
15	1,30	200,00	--	--	--	22,23	--	4343	289	--	15,05
16	1,40	200,00	--	--	--	17,64	--	4774	365	--	13,08
17	1,50	200,00	--	--	--	13,64	--	5209	455	--	11,46
18	1,60	200,00	--	--	--	10,04	--	5647	558	--	10,11
19	1,70	200,00	--	--	--	6,72	--	6088	677	--	8,99
20	1,80	200,00	--	--	--	3,61	--	6532	812	--	8,04
21	1,90	200,00	--	--	--	0,63	--	6979	965	--	7,23

COMBINAZIONE n° 4

Valore della spinta statica	1031,37	[kg]	
Componente orizzontale della spinta statica	1008,83	[kg]	
Componente verticale della spinta statica	214,43	[kg]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,45 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	12,00	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51,37	[°]	
Incremento sismico della spinta	148,16	[kg]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,45 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	46,68	[°]	
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,00	[m]	Y = -2,00 [m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00 [m]
Inerzia del muro	515,14	[kg]	
Inerzia verticale del muro	-257,57	[kg]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1668,89	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	5987,67	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	1367,34	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	7490,47	[kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	5987,67	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1668,89	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,02	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	6215,89	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15,57	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-135,47	[kgm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	5.48
------------------------------------------	------

Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 4

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [cm]
N	sforzo normale [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
σ_p	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	--	--	--	0,00	--	0	0	--	0,00
2	0,10	100,00	--	--	--	0,43	--	100	1	--	116,47
3	0,20	100,00	--	--	--	0,86	--	200	3	--	58,24
4	0,30	100,00	--	--	--	1,29	--	300	8	--	38,82
5	0,40	100,00	--	--	--	1,72	--	400	14	--	29,02
6	0,50	100,00	--	--	--	2,21	--	502	22	--	22,73
7	0,60	100,00	--	--	--	2,78	--	605	33	--	18,13
8	0,70	100,00	--	--	--	3,47	--	710	49	--	14,63
9	0,80	100,00	--	--	--	4,27	--	816	68	--	11,93
10	0,90	100,00	--	--	--	5,21	--	924	94	--	9,85
11	1,00	100,00	--	--	--	6,28	--	1034	126	--	8,23
12	1,00	200,00	--	--	--	43,72	--	3067	126	--	24,43
13	1,10	200,00	--	--	--	34,77	--	3489	165	--	21,09
14	1,20	200,00	--	--	--	28,03	--	3914	215	--	18,20
15	1,30	200,00	--	--	--	22,64	--	4343	275	--	15,77
16	1,40	200,00	--	--	--	18,14	--	4774	347	--	13,75

17	1,50	200,00	--	--	--	14,22	--	5209	431	--	12,08
18	1,60	200,00	--	--	--	10,72	--	5647	529	--	10,68
19	1,70	200,00	--	--	--	7,50	--	6088	640	--	9,51
20	1,80	200,00	--	--	--	4,50	--	6532	766	--	8,53
21	1,90	200,00	--	--	--	1,65	--	6979	908	--	7,69

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 5

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]

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]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1,51 Y[m]= 0,17

Raggio del cerchio R[m]= 2,64

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3,04

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 1,12

Larghezza della striscia dx[m]= 0,17

Coefficiente di sicurezza C= 1.00

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	α (°)	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u
1	112,17	76.98	109,29	0,74	18.00	0,02	0,00
2	254,72	64.72	230,33	0,39	18.00	0,02	0,00
3	335,86	57.16	282,20	0,31	18.00	0,02	0,00
4	397,45	50.97	308,74	0,26	18.00	0,02	0,00
5	447,28	45.53	319,18	0,24	18.00	0,02	0,00
6	488,78	40.58	317,94	0,22	18.00	0,02	0,00
7	557,49	35.97	327,46	0,21	18.00	0,02	0,00
8	686,63	31.62	360,03	0,20	18.00	0,02	0,01
9	712,12	27.47	328,51	0,19	18.00	0,02	0,02
10	733,72	23.47	292,24	0,18	18.00	0,02	0,03
11	751,72	19.59	252,04	0,18	18.00	0,02	0,03
12	766,34	15.80	208,66	0,17	18.00	0,02	0,04
13	698,00	12.08	146,08	0,17	18.00	0,02	0,04
14	455,31	8.41	66,60	0,17	18.00	0,02	0,04
15	460,77	4.78	38,37	0,17	18.00	0,02	0,05
16	463,22	1.16	9,40	0,17	18.00	0,02	0,05
17	462,69	-2.45	-19,76	0,17	18.00	0,02	0,05
18	459,17	-6.07	-48,54	0,17	18.00	0,02	0,05
19	377,69	-9.71	-63,72	0,17	18.00	0,02	0,04
20	119,89	-13.40	-27,78	0,17	18.00	0,02	0,04
21	106,28	-17.14	-31,32	0,17	18.00	0,02	0,04
22	89,07	-20.96	-31,86	0,18	18.00	0,02	0,03

23	67,99	-24.88	-28,60	0,18	18.00	0,02	0,02
24	42,69	-28.93	-20,65	0,19	18.00	0,02	0,01
25	12,69	-33.15	-6,94	0,20	18.00	0,02	0,00

$$\Sigma W_i = 10059,73 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 3317,89 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 2857,58 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 1108,56 \text{ [kg]}$$

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 6

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]

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]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1,51 Y[m]= 0,17

Raggio del cerchio R[m]= 2,64

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3,04

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 1,12

Larghezza della striscia dx[m]= 0,17

Coefficiente di sicurezza C= 1.01

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	α (°)	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u
1	112,17	76.98	109,29	0,74	18.00	0,02	0,00
2	254,72	64.72	230,33	0,39	18.00	0,02	0,00
3	335,86	57.16	282,20	0,31	18.00	0,02	0,00
4	397,45	50.97	308,74	0,26	18.00	0,02	0,00
5	447,28	45.53	319,18	0,24	18.00	0,02	0,00
6	488,78	40.58	317,94	0,22	18.00	0,02	0,00
7	557,49	35.97	327,46	0,21	18.00	0,02	0,00
8	686,63	31.62	360,03	0,20	18.00	0,02	0,01
9	712,12	27.47	328,51	0,19	18.00	0,02	0,02
10	733,72	23.47	292,24	0,18	18.00	0,02	0,03
11	751,72	19.59	252,04	0,18	18.00	0,02	0,03
12	766,34	15.80	208,66	0,17	18.00	0,02	0,04
13	698,00	12.08	146,08	0,17	18.00	0,02	0,04
14	455,31	8.41	66,60	0,17	18.00	0,02	0,04
15	460,77	4.78	38,37	0,17	18.00	0,02	0,05
16	463,22	1.16	9,40	0,17	18.00	0,02	0,05
17	462,69	-2.45	-19,76	0,17	18.00	0,02	0,05
18	459,17	-6.07	-48,54	0,17	18.00	0,02	0,05
19	377,69	-9.71	-63,72	0,17	18.00	0,02	0,04
20	119,89	-13.40	-27,78	0,17	18.00	0,02	0,04
21	106,28	-17.14	-31,32	0,17	18.00	0,02	0,04
22	89,07	-20.96	-31,86	0,18	18.00	0,02	0,03

23	67,99	-24,88	-28,60	0,18	18,00	0,02	0,02
24	42,69	-28,93	-20,65	0,19	18,00	0,02	0,01
25	12,69	-33,15	-6,94	0,20	18,00	0,02	0,00

$$\Sigma W_i = 10059,73 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 3317,89 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 2857,58 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 1108,56 \text{ [kg]}$$

COMBINAZIONE n° 7

Valore della spinta statica	1031,37	[kg]	
Componente orizzontale della spinta statica	1008,83	[kg]	
Componente verticale della spinta statica	214,43	[kg]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,45 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	12,00	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51,37	[°]	
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,00	[m]	Y = -2,00 [m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1008,83	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	6214,43	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	6214,43	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1008,83	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,11	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	6295,79	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	9,22	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-656,96	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	4458,04	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2122	[kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,4093	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 13,10$	$N_q = 5,26$	$N_\gamma = 2,00$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,81$	$i_q = 0,81$	$i_\gamma = 0,24$
Fattori profondità	$d_c = 1,00$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$$N'_c = 10.56$$

$$N'_q = 4.24$$

$$N'_\gamma = 0.48$$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento

1.51

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

0.72

COMBINAZIONE n° 8

Valore della spinta statica	1031,37	[kg]	
Componente orizzontale della spinta statica	1008,83	[kg]	
Componente verticale della spinta statica	214,43	[kg]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,45 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	12,00	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51,37	[°]	
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,00	[m]	Y = -2,00 [m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1008,83	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	6214,43	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	6214,43	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1008,83	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,11	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	6295,79	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	9,22	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-656,96	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	4458,04	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2122	[kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,4093	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 13.10$	$N_q = 5.26$	$N_\gamma = 2.00$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,81$	$i_q = 0,81$	$i_\gamma = 0,24$
Fattori profondità	$d_c = 1,00$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 10.56$

$N'_q = 4.24$

$N'_\gamma = 0.48$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento
 Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

1.51

0.72

COMBINAZIONE n° 9

Valore della spinta statica	1031,37	[kg]	
Componente orizzontale della spinta statica	1008,83	[kg]	
Componente verticale della spinta statica	214,43	[kg]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,45 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	12,00	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51,37	[°]	
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,00	[m]	Y = -2,00 [m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1008,83	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	6214,43	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	6214,43	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1008,83	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,11	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	6295,79	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	9,22	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-656,96	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	4458,04	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2122	[kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,4093	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N'_c = 13.10$	$N'_q = 5.26$	$N'_\gamma = 2.00$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,81$	$i_q = 0,81$	$i_\gamma = 0,24$
Fattori profondità	$d_c = 1,00$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 10.56$

$N'_q = 4.24$

$N'_\gamma = 0.48$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.51
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	0.72

COMBINAZIONE n° 10

Valore della spinta statica	1031,37	[kg]	
Componente orizzontale della spinta statica	1008,83	[kg]	
Componente verticale della spinta statica	214,43	[kg]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,45 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	12,00	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51,37	[°]	
Incremento sismico della spinta	50,74	[kg]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,45 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	50,49	[°]	
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,00	[m]	Y = -2,00 [m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00 [m]
Inerzia del muro	100,78	[kg]	
Inerzia verticale del muro	50,39	[kg]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1159,24	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	6275,37	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	6275,37	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1159,24	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,09	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	6381,55	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	10,47	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-564,50	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	4236,11	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2291	[kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,3984	[kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 13.10$	$N_q = 5.26$	$N_\gamma = 2.00$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$

Fattori inclinazione	$i_c = 0,78$	$i_q = 0,78$	$i_\gamma = 0,18$
Fattori profondità	$d_c = 1,00$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 10.23$	$N'_q = 4.11$	$N'_\gamma = 0.35$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.32
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	0.68

COMBINAZIONE n° 11

Valore della spinta statica	1031,37	[kg]	
Componente orizzontale della spinta statica	1008,83	[kg]	
Componente verticale della spinta statica	214,43	[kg]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,45 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	12,00	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51,37	[°]	
Incremento sismico della spinta	25,97	[kg]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,45 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	50,55	[°]	
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,00	[m]	Y = -2,00 [m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00 [m]
Inerzia del muro	100,78	[kg]	
Inerzia verticale del muro	-50,39	[kg]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1135,01	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	6169,44	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	6169,44	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1135,01	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,09	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	6272,98	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	10,42	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-555,94	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	4245,00	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2251	[kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,3919	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 13.10$	$N_q = 5.26$	$N_\gamma = 2.00$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,78$	$i_q = 0,78$	$i_\gamma = 0,18$
Fattori profondità	$d_c = 1,00$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 10.24$	$N'_q = 4.11$	$N'_\gamma = 0.35$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.33
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	0.69

COMBINAZIONE n° 12

Valore della spinta statica	1031,37	[kg]	
Componente orizzontale della spinta statica	1008,83	[kg]	
Componente verticale della spinta statica	214,43	[kg]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,45 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	12,00	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51,37	[°]	
Incremento sismico della spinta	50,74	[kg]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,45 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	50,49	[°]	
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,00	[m]	Y = -2,00 [m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00 [m]
Inerzia del muro	100,78	[kg]	
Inerzia verticale del muro	50,39	[kg]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1159,24	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	6275,37	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	6275,37	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1159,24	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,09	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	6381,55	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	10,47	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-564,50	[kgm]

Carico ultimo della fondazione 4236,11 [kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 2,00 [m]
 Tensione terreno allo spigolo di valle 0,2291 [kg/cmq]
 Tensione terreno allo spigolo di monte 0,3984 [kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 13.10$	$N_q = 5.26$	$N_\gamma = 2.00$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,78$	$i_q = 0,78$	$i_\gamma = 0,18$
Fattori profondità	$d_c = 1,00$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 10.23$	$N'_q = 4.11$	$N'_\gamma = 0.35$
----------------	---------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.32
 Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 0.68

COMBINAZIONE n° 13

Valore della spinta statica	1031,37	[kg]	
Componente orizzontale della spinta statica	1008,83	[kg]	
Componente verticale della spinta statica	214,43	[kg]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,45 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	12,00	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51,37	[°]	

Incremento sismico della spinta	25,97	[kg]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,45 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	50,55	[°]	
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,00	[m]	Y = -2,00 [m]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00 [m]
Inerzia del muro	100,78	[kg]	
Inerzia verticale del muro	-50,39	[kg]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1135,01	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	6169,44	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	6169,44	[kg]

Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1135,01	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,09	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	6272,98	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	10,42	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-555,94	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	4245,00	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2251	[kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,3919	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 13,10$	$N_q = 5,26$	$N_\gamma = 2,00$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,78$	$i_q = 0,78$	$i_\gamma = 0,18$
Fattori profondità	$d_c = 1,00$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 10,24$	$N'_q = 4,11$	$N'_\gamma = 0,35$
----------------	---------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1,33
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	0,69

COMBINAZIONE n° 14

Valore della spinta statica	1031,37	[kg]	
Componente orizzontale della spinta statica	1008,83	[kg]	
Componente verticale della spinta statica	214,43	[kg]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,45 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	12,00	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51,37	[°]	
Incremento sismico della spinta	50,74	[kg]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,45 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	50,49	[°]	
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,00	[m]	Y = -2,00 [m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00 [m]
Inerzia del muro	100,78	[kg]	
Inerzia verticale del muro	50,39	[kg]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	

Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte 0,00 [kg]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1159,24	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	6275,37	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	6275,37	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1159,24	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,09	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	6381,55	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	10,47	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-564,50	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	4236,11	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2291	[kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,3984	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 13,10$	$N_q = 5,26$	$N_\gamma = 2,00$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,78$	$i_q = 0,78$	$i_\gamma = 0,18$
Fattori profondità	$d_c = 1,00$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

	$N'_c = 10,23$	$N'_q = 4,11$	$N'_\gamma = 0,35$
--	----------------	---------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1,32
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	0,68

COMBINAZIONE n° 15

Valore della spinta statica	1031,37	[kg]	
Componente orizzontale della spinta statica	1008,83	[kg]	
Componente verticale della spinta statica	214,43	[kg]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,45 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	12,00	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51,37	[°]	
Incremento sismico della spinta	25,97	[kg]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,45 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	50,55	[°]	
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,00	[m]	Y = -2,00 [m]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00 [m]
Inerzia del muro	100,78	[kg]	
Inerzia verticale del muro	-50,39	[kg]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1135,01	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	6169,44	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	6169,44	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1135,01	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,09	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	6272,98	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	10,42	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-555,94	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	4245,00	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2251	[kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,3919	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 13.10$	$N_q = 5.26$	$N_\gamma = 2.00$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,78$	$i_q = 0,78$	$i_\gamma = 0,18$
Fattori profondità	$d_c = 1,00$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 10.24$	$N'_q = 4.11$	$N'_\gamma = 0.35$
----------------	---------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.33
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	0.69



Progetto: Lavori di Prevenzione del Dissesto Idrogeologico della via Comunale
Aliterno/Fontana della Noce

Ditta:
Comune: Serre (SA)
Progettista: Ing. Luigi Marra
Direttore dei Lavori: Ing. Luigi Marra
Impresa:



Relazione di Calcolo Gabbioni H= 2,00 m S03

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)

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 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 Culmann

Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb. La differenza sostanziale è che mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il coefficiente di spinta) il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente. Il metodo di Culmann, nato come metodo essenzialmente grafico, si è evoluto per essere trattato mediante analisi numerica (noto in questa forma come metodo del cuneo di tentativo). Come il metodo di Coulomb anche questo metodo considera una superficie di rottura rettilinea.

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

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

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima.

La convergenza non si raggiunge se il terrapieno risulta inclinato di un angolo maggiore dell'angolo d'attrito del terreno.

Nei casi in cui è applicabile il metodo di Coulomb (profilo a monte rettilineo e carico uniformemente distribuito) i risultati ottenuti col metodo di Culmann coincidono con quelli del metodo di Coulomb. Le pressioni sulla parete di spinta si ricavano derivando l'espressione della spinta S rispetto all'ordinata z . Noto il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta.

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 parete pari a

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

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

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

$$\theta = \arctg[(\gamma_{sat}/(\gamma_{sat} - \gamma_w)) * (k_h/(1 \pm k_v))]$$

Terreno a permeabilità elevata

$$\theta = \arctg[(\gamma/(\gamma_{sat} - \gamma_w)) * (k_h/(1 \pm k_v))]$$

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

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

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.

Il metodo di Culmann tiene conto automaticamente dell'incremento di spinta. Basta inserire nell'equazione risolutiva la forza d'inerzia del cuneo di spinta. La superficie di rottura nel caso di sisma risulta meno inclinata della corrispondente superficie in assenza di sisma.

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 .

Eseguendo il calcolo mediante gli eurocodici si può impostare $\eta_r \geq 1.0$.

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 .

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_s \geq 1.0$.

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

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 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:

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

Eseguito il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_q \geq 1.0$

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

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

$$Q_u = c N_c d_c i_c + q N_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

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.

I vari fattori che compaiono nella formula sono dati da:

$$A = e^{\pi \tan \phi}$$

$$N_q = A \tan^2(45^\circ + \phi/2)$$

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

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

Indichiamo con K_p il coefficiente di spinta passiva espresso da:

$$K_p = \tan^2(45^\circ + \phi/2)$$

I fattori d e i che compaiono nella formula sono rispettivamente i fattori di profondità ed i fattori di inclinazione del carico espressi dalle seguenti relazioni:

Fattori di profondità

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

$$d_q = d_\gamma = 1 \quad \text{per } \phi = 0$$

$$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1 \frac{D}{B} \sqrt{K_p} \quad \text{per } \phi > 0$$

Fattori di inclinazione

Indicando con θ l'angolo che la risultante dei carichi forma con la verticale (espresso in gradi) e con ϕ l'angolo d'attrito del terreno di posa abbiamo:

$$i_c = i_q = (1 - \theta^\circ/90)^\alpha$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{\phi^\circ}\right)^\alpha \quad \text{per } \phi > 0$$

$$i_\gamma = 0 \quad \text{per } \phi = 0$$

Verifica alla stabilità globale

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

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_g \geq 1.0$

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 o con i pali di fondazione. 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 50.

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

$$\eta = \frac{\sum^n_i \left(\frac{c_i b_i}{\cos \alpha_i} + [W_i \cos \alpha_i - u_i l_i] \operatorname{tg} \phi_i \right)}{\sum^n_i W_i \sin \alpha_i}$$

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.

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
$\gamma_{tan\phi}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
γ_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_r	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniassiale delle rocce

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00	1,00	0,90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,30	1,00	1,30	1,10
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,50	1,30	1,50	1,50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi}$	1,00	1,25	1,25	1,00
Coesione efficace	γ_c	1,00	1,25	1,25	1,00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,40	1,40	1,00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1,00	1,60	1,60	1,00
Peso dell'unità di volume	γ_r	1,00	1,00	1,00	1,00

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00	1,00	0,90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,00	1,00	1,00	1,10
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,00	1,00	1,00	1,50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi}$	1,00	1,00	1,00	1,00
Coesione efficace	γ_c	1,00	1,00	1,00	1,00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,00	1,00	1,00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1,00	1,00	1,00	1,00

Peso dell'unità di volume	γ_r	1,00	1,00	1,00	1,00
---------------------------	------------	------	------	------	------

FONDAZIONE SUPERFICIALE**Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO**

<i>Verifica</i>	<i>Coefficienti parziali</i>		
	R1	R2	R3
Capacità portante della fondazione	1,00	1,00	1,40
Scorrimento	1,00	1,00	1,10
Resistenza del terreno a valle	1,00	1,00	1,40
Stabilità globale		1,10	

Geometria muro e fondazione

Descrizione

Muro a gradoni in pietrame

Descrizione dei gradoni

Simbologia adottata

Nr.	numero d'ordine del gradone (a partire dall'alto)
Bs	base superiore del gradone espressa in [m]
Bi	base inferiore del gradone espressa in [m]
Hg	altezza del gradone espressa in [m]
α_e	inclinazione esterna del gradone espressa in [°]
α_i	inclinazione interna del gradone espressa in [°]

Nr.	Bs	Bi	Hg	α_e	α_i
1	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00
2	2,00	2,00	1,00	0,00	0,00

Altezza del paramento 2,00 [m]

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0,00 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	0,00 [m]
Lunghezza totale fondazione	2,00 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	0,00 [m]
Spessore magrone	0,00 [m]

Materiali utilizzati per la struttura

Pietrame

Peso specifico	2000,0 [kg/mc]
Tensione ammissibile a compressione σ_c	30,0 [kg/cm ²]
Angolo di attrito interno ϕ_p	45,00 [°]
Resistenza a taglio τ_p	0,0 [kg/cm ²]

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata e sistema di riferimento

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

N numero ordine del punto

X ascissa del punto espressa in [m]

Y ordinata del punto espressa in [m]

A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	2,80	0,00	0,00
2	4,00	0,00	0,00
3	6,80	0,20	4,09

Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale	0,00 [°]
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento	0,00 [m]

Falda

Quota della falda a valle del muro rispetto al piano di posa della fondazione	0,00 [m]
-------------------------------------------------------------------------------	----------

Descrizione terreni

Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]

δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kg/cmq]
c_a	Adesione terra-muro espressa in [kg/cmq]

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Terreno Vegetale	1600	1800	18.00	12.00	0,020	0,010
Limo Argilloso Sabb	1800	2000	20.00	13.33	0,100	0,066
Ghiaie e ciottoli	2000	2100	30.00	20.00	0,050	0,033
Argilla Limosa	1800	2000	20.00	13.33	0,100	0,066
Deposito Pelitico	2130	2200	23.80	15.87	0,210	0,140
Asfalto Bituminoso	1650	1800	22.00	14.67	0,050	0,030

Stratigrafia

Simbologia adottata

N	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
a	Inclinazione espressa in [°]
K_w	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
K_s	Coefficiente di spinta
<i>Terreno</i>	Terreno dello strato

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	3,50	0,00	0,24	0,00	Terreno Vegetale
2	3,50	0,00	0,84	0,50	Limo Argilloso Sabb
3	1,00	0,00	0,84	0,75	Argilla Limosa
4	6,00	0,00	0,00	0,00	Deposito Pelitico

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

F/S	Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)
γ	Coefficiente di partecipazione della condizione
Ψ	Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 2 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 3 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 4 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 5 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 6 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 7 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 8 - Frequente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 9 - Rara (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 10 - Quasi Permanente (SLE) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 11 - Quasi Permanente (SLE) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 12 - Frequente (SLE) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 13 - Frequente (SLE) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 14 - Rara (SLE) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 15 - Rara (SLE) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00

Impostazioni di analisi

Calcolo della portanza metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su N_y per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1,00

Coefficiente correttivo su N_y per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1,00

Impostazioni avanzate

Terreno a monte a elevata permeabilità

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

<i>C</i>	Identificativo della combinazione
<i>Tipo</i>	Tipo combinazione
<i>Sisma</i>	Combinazione sismica
<i>CS_{sco}</i>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
<i>CS_{rib}</i>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
<i>CS_{qlim}</i>	Coeff. di sicurezza a carico limite
<i>CS_{stab}</i>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

C	Tipo	Sisma	CS_{sco}	CS_{rib}	CS_{qlim}	CS_{stab}
1	A1-M1 - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	1,03	--	0,59	--
2	A1-M1 - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	1,03	--	0,63	--
3	EQU - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	--	6,91	--	--
4	EQU - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	--	5,48	--	--
5	STAB - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,00
6	STAB - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,01
7	SLEQ - [1]	--	1,51	--	0,72	--
8	SLEF - [1]	--	1,51	--	0,72	--
9	SLER - [1]	--	1,51	--	0,72	--
10	SLEQ - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	1,32	--	0,68	--
11	SLEQ - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	1,33	--	0,69	--
12	SLEF - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	1,32	--	0,68	--
13	SLEF - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	1,33	--	0,69	--
14	SLER - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	1,32	--	0,68	--
15	SLER - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	1,33	--	0,69	--

Altezza della superficie di spinta	2,00	[m]
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	0,00	[°]

COMBINAZIONE n° 1

Valore della spinta statica	1031,37	[kg]	
Componente orizzontale della spinta statica	1008,83	[kg]	
Componente verticale della spinta statica	214,43	[kg]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,45 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	12,00	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51,37	[°]	
Incremento sismico della spinta	178,74	[kg]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,45 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	48,37	[°]	
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,00	[m]	Y = -2,00 [m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00 [m]
Inerzia del muro	343,43	[kg]	
Inerzia verticale del muro	171,71	[kg]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1527,10	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	6423,31	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	6423,31	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1527,10	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,05	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	6602,34	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	13,37	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-339,94	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	3799,00	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2702	[kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,3722	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 13,10$	$N_q = 5,26$	$N_\gamma = 2,00$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,72$	$i_q = 0,72$	$i_\gamma = 0,07$
Fattori profondità	$d_c = 1,00$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$$N'_c = 9.50$$

$$N'_q = 3.81$$

$$N'_y = 0.13$$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.03
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	0.59

Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 1

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione $B=100$ cm

H	altezza della sezione espressa in [cm]
N	sforzo normale [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
σ_p	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0	0	0	--	0,00	--	--	0,00	--
2	0,10	100,00	200	1	11	--	0,02	--	--	17,47	--
3	0,20	100,00	400	2	23	--	0,04	--	--	17,47	--
4	0,30	100,00	600	5	34	--	0,06	--	--	17,46	--
5	0,40	100,00	800	9	48	--	0,09	--	--	16,76	--
6	0,50	100,00	1000	15	68	--	0,11	--	--	14,66	--
7	0,60	100,00	1200	23	97	--	0,13	--	--	12,34	--
8	0,70	100,00	1400	35	135	--	0,16	--	--	10,37	--
9	0,80	100,00	1600	50	181	--	0,19	--	--	8,83	--
10	0,90	100,00	1800	71	236	--	0,22	--	--	7,62	--
11	1,00	100,00	2000	98	300	--	0,26	--	--	6,67	--
12	1,00	200,00	2000	-902	300	--	0,24	--	--	6,67	--
13	1,10	200,00	2400	-868	384	--	0,25	--	--	6,25	--
14	1,20	200,00	2800	-825	476	--	0,26	--	--	5,88	--
15	1,30	200,00	3200	-772	577	--	0,28	--	--	5,54	--
16	1,40	200,00	3600	-709	687	--	0,29	--	--	5,24	--
17	1,50	200,00	4000	-635	806	--	0,30	--	--	4,97	--
18	1,60	200,00	4400	-548	933	--	0,30	--	--	4,72	--
19	1,70	200,00	4800	-448	1069	--	0,31	--	--	4,49	--
20	1,80	200,00	5200	-334	1213	--	0,31	--	--	4,29	--
21	1,90	200,00	5600	-205	1366	--	0,31	--	--	4,10	--

COMBINAZIONE n° 2

Valore della spinta statica	1031,37	[kg]	
Componente orizzontale della spinta statica	1008,83	[kg]	
Componente verticale della spinta statica	214,43	[kg]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,45 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	12,00	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51,37	[°]	
Incremento sismico della spinta	94,20	[kg]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,45 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	48,37	[°]	
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,00	[m]	Y = -2,00 [m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00 [m]
Inerzia del muro	343,43	[kg]	
Inerzia verticale del muro	-171,71	[kg]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1444,40	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	6062,30	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	6062,30	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1444,40	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,05	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	6232,00	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	13,40	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-310,82	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	3800,56	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2565	[kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,3497	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 13,10$	$N_q = 5,26$	$N_\gamma = 2,00$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,72$	$i_q = 0,72$	$i_\gamma = 0,07$
Fattori profondità	$d_c = 1,00$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$$N'_c = 9,49$$

$$N'_q = 3,81$$

$$N'_\gamma = 0,13$$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.03
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	0.63

Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni**Combinazione n° 2**

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [cm]
N	sforzo normale [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
σ_p	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cm ²]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0	0	0	--	0,00	--	--	0,00	--
2	0,10	100,00	200	1	11	--	0,02	--	--	17,47	--
3	0,20	100,00	400	2	23	--	0,04	--	--	17,47	--
4	0,30	100,00	600	5	34	--	0,06	--	--	17,46	--
5	0,40	100,00	800	9	48	--	0,09	--	--	16,80	--
6	0,50	100,00	1000	15	67	--	0,11	--	--	14,83	--
7	0,60	100,00	1200	23	95	--	0,13	--	--	12,60	--
8	0,70	100,00	1400	34	131	--	0,16	--	--	10,68	--
9	0,80	100,00	1600	49	175	--	0,19	--	--	9,14	--
10	0,90	100,00	1800	69	227	--	0,22	--	--	7,93	--
11	1,00	100,00	2000	95	287	--	0,26	--	--	6,97	--
12	1,00	200,00	2000	-905	287	--	0,24	--	--	6,97	--
13	1,10	200,00	2400	-872	366	--	0,25	--	--	6,55	--
14	1,20	200,00	2800	-831	454	--	0,26	--	--	6,17	--
15	1,30	200,00	3200	-781	550	--	0,28	--	--	5,82	--
16	1,40	200,00	3600	-721	653	--	0,29	--	--	5,51	--
17	1,50	200,00	4000	-650	765	--	0,30	--	--	5,23	--
18	1,60	200,00	4400	-568	885	--	0,31	--	--	4,97	--
19	1,70	200,00	4800	-473	1013	--	0,31	--	--	4,74	--
20	1,80	200,00	5200	-365	1149	--	0,31	--	--	4,53	--
21	1,90	200,00	5600	-243	1293	--	0,32	--	--	4,33	--

COMBINAZIONE n° 3

Valore della spinta statica	1031,37	[kg]	
Componente orizzontale della spinta statica	1008,83	[kg]	
Componente verticale della spinta statica	214,43	[kg]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,45 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	12,00	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51,37	[°]	
Incremento sismico della spinta	274,69	[kg]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,45 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	46,80	[°]	
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,00	[m]	Y = -2,00 [m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00 [m]
Inerzia del muro	515,14	[kg]	
Inerzia verticale del muro	257,57	[kg]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1792,66	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	6529,12	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	1135,23	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	7843,59	[kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	6529,12	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1792,66	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,03	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	6770,75	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15,35	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-179,24	[kgm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	6.91
------------------------------------------	------

Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni**Combinazione n° 3**

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [cm]
N	sforzo normale [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
σ_p	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento

Cr coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	--	--	--	0,00	--	0	0	--	0,00
2	0,10	100,00	--	--	--	0,43	--	100	1	--	116,47
3	0,20	100,00	--	--	--	0,86	--	200	3	--	58,24
4	0,30	100,00	--	--	--	1,29	--	300	8	--	38,82
5	0,40	100,00	--	--	--	1,73	--	400	14	--	29,01
6	0,50	100,00	--	--	--	2,21	--	502	22	--	22,66
7	0,60	100,00	--	--	--	2,80	--	605	34	--	17,98
8	0,70	100,00	--	--	--	3,52	--	710	49	--	14,42
9	0,80	100,00	--	--	--	4,36	--	816	70	--	11,69
10	0,90	100,00	--	--	--	5,35	--	924	96	--	9,59
11	1,00	100,00	--	--	--	6,49	--	1034	130	--	7,96
12	1,00	200,00	--	--	--	43,51	--	3067	130	--	23,63
13	1,10	200,00	--	--	--	34,50	--	3489	172	--	20,29
14	1,20	200,00	--	--	--	27,70	--	3914	225	--	17,43
15	1,30	200,00	--	--	--	22,23	--	4343	289	--	15,05
16	1,40	200,00	--	--	--	17,64	--	4774	365	--	13,08
17	1,50	200,00	--	--	--	13,64	--	5209	455	--	11,46
18	1,60	200,00	--	--	--	10,04	--	5647	558	--	10,11
19	1,70	200,00	--	--	--	6,72	--	6088	677	--	8,99
20	1,80	200,00	--	--	--	3,61	--	6532	812	--	8,04
21	1,90	200,00	--	--	--	0,63	--	6979	965	--	7,23

COMBINAZIONE n° 4

Valore della spinta statica	1031,37	[kg]	
Componente orizzontale della spinta statica	1008,83	[kg]	
Componente verticale della spinta statica	214,43	[kg]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,45 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	12,00	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51,37	[°]	
Incremento sismico della spinta	148,16	[kg]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,45 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	46,68	[°]	
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,00	[m]	Y = -2,00 [m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00 [m]
Inerzia del muro	515,14	[kg]	
Inerzia verticale del muro	-257,57	[kg]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1668,89	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	5987,67	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	1367,34	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	7490,47	[kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	5987,67	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1668,89	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,02	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	6215,89	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15,57	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-135,47	[kgm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	5.48
------------------------------------------	------

Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 4

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [cm]
N	sforzo normale [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
σ_p	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cm ²]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	--	--	--	0,00	--	0	0	--	0,00
2	0,10	100,00	--	--	--	0,43	--	100	1	--	116,47
3	0,20	100,00	--	--	--	0,86	--	200	3	--	58,24
4	0,30	100,00	--	--	--	1,29	--	300	8	--	38,82
5	0,40	100,00	--	--	--	1,72	--	400	14	--	29,02
6	0,50	100,00	--	--	--	2,21	--	502	22	--	22,73
7	0,60	100,00	--	--	--	2,78	--	605	33	--	18,13
8	0,70	100,00	--	--	--	3,47	--	710	49	--	14,63
9	0,80	100,00	--	--	--	4,27	--	816	68	--	11,93
10	0,90	100,00	--	--	--	5,21	--	924	94	--	9,85
11	1,00	100,00	--	--	--	6,28	--	1034	126	--	8,23
12	1,00	200,00	--	--	--	43,72	--	3067	126	--	24,43
13	1,10	200,00	--	--	--	34,77	--	3489	165	--	21,09
14	1,20	200,00	--	--	--	28,03	--	3914	215	--	18,20
15	1,30	200,00	--	--	--	22,64	--	4343	275	--	15,77
16	1,40	200,00	--	--	--	18,14	--	4774	347	--	13,75

17	1,50	200,00	--	--	--	14,22	--	5209	431	--	12,08
18	1,60	200,00	--	--	--	10,72	--	5647	529	--	10,68
19	1,70	200,00	--	--	--	7,50	--	6088	640	--	9,51
20	1,80	200,00	--	--	--	4,50	--	6532	766	--	8,53
21	1,90	200,00	--	--	--	1,65	--	6979	908	--	7,69

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 5

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]
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]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1,51 Y[m]= 0,17

Raggio del cerchio R[m]= 2,64

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3,04

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 1,12

Larghezza della striscia dx[m]= 0,17

Coefficiente di sicurezza C= 1.00

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u
1	112,17	76.98	109,29	0,74	18.00	0,02	0,00
2	254,72	64.72	230,33	0,39	18.00	0,02	0,00
3	335,86	57.16	282,20	0,31	18.00	0,02	0,00
4	397,45	50.97	308,74	0,26	18.00	0,02	0,00
5	447,28	45.53	319,18	0,24	18.00	0,02	0,00
6	488,78	40.58	317,94	0,22	18.00	0,02	0,00
7	557,49	35.97	327,46	0,21	18.00	0,02	0,00
8	686,63	31.62	360,03	0,20	18.00	0,02	0,01
9	712,12	27.47	328,51	0,19	18.00	0,02	0,02
10	733,72	23.47	292,24	0,18	18.00	0,02	0,03
11	751,72	19.59	252,04	0,18	18.00	0,02	0,03
12	766,34	15.80	208,66	0,17	18.00	0,02	0,04
13	698,00	12.08	146,08	0,17	18.00	0,02	0,04
14	455,31	8.41	66,60	0,17	18.00	0,02	0,04
15	460,77	4.78	38,37	0,17	18.00	0,02	0,05
16	463,22	1.16	9,40	0,17	18.00	0,02	0,05
17	462,69	-2.45	-19,76	0,17	18.00	0,02	0,05
18	459,17	-6.07	-48,54	0,17	18.00	0,02	0,05
19	377,69	-9.71	-63,72	0,17	18.00	0,02	0,04
20	119,89	-13.40	-27,78	0,17	18.00	0,02	0,04
21	106,28	-17.14	-31,32	0,17	18.00	0,02	0,04
22	89,07	-20.96	-31,86	0,18	18.00	0,02	0,03

23	67,99	-24,88	-28,60	0,18	18,00	0,02	0,02
24	42,69	-28,93	-20,65	0,19	18,00	0,02	0,01
25	12,69	-33,15	-6,94	0,20	18,00	0,02	0,00

$$\Sigma W_i = 10059,73 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 3317,89 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 2857,58 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 1108,56 \text{ [kg]}$$

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 6

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]
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]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1,51 Y[m]= 0,17

Raggio del cerchio R[m]= 2,64

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3,04

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 1,12

Larghezza della striscia dx[m]= 0,17

Coefficiente di sicurezza C= 1.01

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u
1	112,17	76.98	109,29	0,74	18.00	0,02	0,00
2	254,72	64.72	230,33	0,39	18.00	0,02	0,00
3	335,86	57.16	282,20	0,31	18.00	0,02	0,00
4	397,45	50.97	308,74	0,26	18.00	0,02	0,00
5	447,28	45.53	319,18	0,24	18.00	0,02	0,00
6	488,78	40.58	317,94	0,22	18.00	0,02	0,00
7	557,49	35.97	327,46	0,21	18.00	0,02	0,00
8	686,63	31.62	360,03	0,20	18.00	0,02	0,01
9	712,12	27.47	328,51	0,19	18.00	0,02	0,02
10	733,72	23.47	292,24	0,18	18.00	0,02	0,03
11	751,72	19.59	252,04	0,18	18.00	0,02	0,03
12	766,34	15.80	208,66	0,17	18.00	0,02	0,04
13	698,00	12.08	146,08	0,17	18.00	0,02	0,04
14	455,31	8.41	66,60	0,17	18.00	0,02	0,04
15	460,77	4.78	38,37	0,17	18.00	0,02	0,05
16	463,22	1.16	9,40	0,17	18.00	0,02	0,05
17	462,69	-2.45	-19,76	0,17	18.00	0,02	0,05
18	459,17	-6.07	-48,54	0,17	18.00	0,02	0,05
19	377,69	-9.71	-63,72	0,17	18.00	0,02	0,04
20	119,89	-13.40	-27,78	0,17	18.00	0,02	0,04
21	106,28	-17.14	-31,32	0,17	18.00	0,02	0,04
22	89,07	-20.96	-31,86	0,18	18.00	0,02	0,03

23	67,99	-24,88	-28,60	0,18	18,00	0,02	0,02
24	42,69	-28,93	-20,65	0,19	18,00	0,02	0,01
25	12,69	-33,15	-6,94	0,20	18,00	0,02	0,00

$$\Sigma W_i = 10059,73 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 3317,89 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 2857,58 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 1108,56 \text{ [kg]}$$

COMBINAZIONE n° 7

Valore della spinta statica	1031,37	[kg]	
Componente orizzontale della spinta statica	1008,83	[kg]	
Componente verticale della spinta statica	214,43	[kg]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,45 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	12,00	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51,37	[°]	
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,00	[m]	Y = -2,00 [m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1008,83	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	6214,43	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	6214,43	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1008,83	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,11	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	6295,79	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	9,22	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-656,96	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	4458,04	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2122	[kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,4093	[kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 13,10$	$N_q = 5,26$	$N_\gamma = 2,00$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,81$	$i_q = 0,81$	$i_\gamma = 0,24$
Fattori profondità	$d_c = 1,00$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$$N'_c = 10.56$$

$$N'_q = 4.24$$

$$N'_\gamma = 0.48$$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.51
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	0.72

COMBINAZIONE n° 8

Valore della spinta statica	1031,37	[kg]	
Componente orizzontale della spinta statica	1008,83	[kg]	
Componente verticale della spinta statica	214,43	[kg]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,45 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	12,00	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51,37	[°]	
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,00	[m]	Y = -2,00 [m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1008,83	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	6214,43	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	6214,43	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1008,83	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,11	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	6295,79	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	9,22	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-656,96	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	4458,04	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2122	[kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,4093	[kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 13.10$	$N_q = 5.26$	$N_\gamma = 2.00$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,81$	$i_q = 0,81$	$i_\gamma = 0,24$
Fattori profondità	$d_c = 1,00$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 10.56$

$N'_q = 4.24$

$N'_\gamma = 0.48$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento
 Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

1.51
 0.72

COMBINAZIONE n° 9

Valore della spinta statica	1031,37	[kg]	
Componente orizzontale della spinta statica	1008,83	[kg]	
Componente verticale della spinta statica	214,43	[kg]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,45 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	12,00	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51,37	[°]	
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,00	[m]	Y = -2,00 [m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1008,83	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	6214,43	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	6214,43	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1008,83	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,11	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	6295,79	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	9,22	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-656,96	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	4458,04	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2122	[kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,4093	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 13.10$	$N_q = 5.26$	$N_\gamma = 2.00$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,81$	$i_q = 0,81$	$i_\gamma = 0,24$
Fattori profondità	$d_c = 1,00$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 10.56$

$N'_q = 4.24$

$N'_\gamma = 0.48$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.51
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	0.72

COMBINAZIONE n° 10

Valore della spinta statica	1031,37	[kg]	
Componente orizzontale della spinta statica	1008,83	[kg]	
Componente verticale della spinta statica	214,43	[kg]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,45 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	12,00	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51,37	[°]	
Incremento sismico della spinta	50,74	[kg]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,45 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	50,49	[°]	
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,00	[m]	Y = -2,00 [m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00 [m]
Inerzia del muro	100,78	[kg]	
Inerzia verticale del muro	50,39	[kg]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1159,24	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	6275,37	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	6275,37	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1159,24	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,09	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	6381,55	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	10,47	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-564,50	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	4236,11	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2291	[kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,3984	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 13.10$	$N_q = 5.26$	$N_\gamma = 2.00$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$

Fattori inclinazione	$i_c = 0,78$	$i_q = 0,78$	$i_\gamma = 0,18$
Fattori profondità	$d_c = 1,00$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 10.23$	$N'_q = 4.11$	$N'_\gamma = 0.35$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.32
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	0.68

COMBINAZIONE n° 11

Valore della spinta statica	1031,37	[kg]	
Componente orizzontale della spinta statica	1008,83	[kg]	
Componente verticale della spinta statica	214,43	[kg]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,45 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	12,00	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51,37	[°]	
Incremento sismico della spinta	25,97	[kg]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,45 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	50,55	[°]	
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,00	[m]	Y = -2,00 [m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00 [m]
Inerzia del muro	100,78	[kg]	
Inerzia verticale del muro	-50,39	[kg]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1135,01	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	6169,44	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	6169,44	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1135,01	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,09	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	6272,98	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	10,42	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-555,94	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	4245,00	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2251	[kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,3919	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 13.10$	$N_q = 5.26$	$N_\gamma = 2.00$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,78$	$i_q = 0,78$	$i_\gamma = 0,18$
Fattori profondità	$d_c = 1,00$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 10.24$	$N'_q = 4.11$	$N'_\gamma = 0.35$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.33
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	0.69

COMBINAZIONE n° 12

Valore della spinta statica	1031,37	[kg]	
Componente orizzontale della spinta statica	1008,83	[kg]	
Componente verticale della spinta statica	214,43	[kg]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,45 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	12,00	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51,37	[°]	
Incremento sismico della spinta	50,74	[kg]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,45 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	50,49	[°]	
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,00	[m]	Y = -2,00 [m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00 [m]
Inerzia del muro	100,78	[kg]	
Inerzia verticale del muro	50,39	[kg]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1159,24	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	6275,37	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	6275,37	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1159,24	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,09	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	6381,55	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	10,47	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-564,50	[kgm]

Carico ultimo della fondazione 4236,11 [kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 2,00 [m]
 Tensione terreno allo spigolo di valle 0,2291 [kg/cmq]
 Tensione terreno allo spigolo di monte 0,3984 [kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 13.10$	$N_q = 5.26$	$N_\gamma = 2.00$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,78$	$i_q = 0,78$	$i_\gamma = 0,18$
Fattori profondità	$d_c = 1,00$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 10.23$	$N'_q = 4.11$	$N'_\gamma = 0.35$
----------------	---------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.32
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	0.68

COMBINAZIONE n° 13

Valore della spinta statica	1031,37	[kg]	
Componente orizzontale della spinta statica	1008,83	[kg]	
Componente verticale della spinta statica	214,43	[kg]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,45 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	12,00	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51,37	[°]	

Incremento sismico della spinta	25,97	[kg]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,45 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	50,55	[°]	
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,00	[m]	Y = -2,00 [m]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00 [m]
Inerzia del muro	100,78	[kg]	
Inerzia verticale del muro	-50,39	[kg]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1135,01	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	6169,44	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	6169,44	[kg]

Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1135,01	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,09	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	6272,98	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	10,42	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-555,94	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	4245,00	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2251	[kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,3919	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 13,10$	$N_q = 5,26$	$N_\gamma = 2,00$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,78$	$i_q = 0,78$	$i_\gamma = 0,18$
Fattori profondità	$d_c = 1,00$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 10,24$	$N'_q = 4,11$	$N'_\gamma = 0,35$
----------------	---------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1,33
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	0,69

COMBINAZIONE n° 14

Valore della spinta statica	1031,37	[kg]	
Componente orizzontale della spinta statica	1008,83	[kg]	
Componente verticale della spinta statica	214,43	[kg]	
Punto d'applicazione della spinta	$X = 0,00$	[m]	$Y = -1,45$ [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	12,00	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51,37	[°]	
Incremento sismico della spinta	50,74	[kg]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	$X = 0,00$	[m]	$Y = -1,45$ [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	50,49	[°]	
Punto d'applicazione della spinta della falda	$X = 0,00$	[m]	$Y = -2,00$ [m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	$X = 0,00$	[m]	$Y = 0,00$ [m]
Inerzia del muro	100,78	[kg]	
Inerzia verticale del muro	50,39	[kg]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	

Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte 0,00 [kg]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1159,24	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	6275,37	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	6275,37	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1159,24	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,09	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	6381,55	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	10,47	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-564,50	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	4236,11	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2291	[kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,3984	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 13.10$	$N_q = 5.26$	$N_\gamma = 2.00$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,78$	$i_q = 0,78$	$i_\gamma = 0,18$
Fattori profondità	$d_c = 1,00$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 10.23$	$N'_q = 4.11$	$N'_\gamma = 0.35$
----------------	---------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.32
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	0.68

COMBINAZIONE n° 15

Valore della spinta statica	1031,37	[kg]	
Componente orizzontale della spinta statica	1008,83	[kg]	
Componente verticale della spinta statica	214,43	[kg]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,45 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	12,00	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51,37	[°]	
Incremento sismico della spinta	25,97	[kg]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,45 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	50,55	[°]	
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,00	[m]	Y = -2,00 [m]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00 [m]
Inerzia del muro	100,78	[kg]	
Inerzia verticale del muro	-50,39	[kg]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1135,01	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	6169,44	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	6169,44	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1135,01	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,09	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	6272,98	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	10,42	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-555,94	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	4245,00	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2251	[kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,3919	[kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 13.10$	$N_q = 5.26$	$N_\gamma = 2.00$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,78$	$i_q = 0,78$	$i_\gamma = 0,18$
Fattori profondità	$d_c = 1,00$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$$N'_c = 10.24 \qquad N'_q = 4.11 \qquad N'_\gamma = 0.35$$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.33
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	0.69



Progetto: Lavori di Prevenzione del Dissesto Idrogeologico della via Comunale
Aliterno/Fontana della Noce

Ditta:

Comune: Serre (SA)

Progettista: Ing. Luigi Marra

Direttore dei Lavori: Ing. Luigi Marra

Impresa:



Relazione di Calcolo Gabbioni H = 4,00 m S03

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)

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 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 Culmann

Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb. La differenza sostanziale è che mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il coefficiente di spinta) il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente. Il metodo di Culmann, nato come metodo essenzialmente grafico, si è evoluto per essere trattato mediante analisi numerica (noto in questa forma come metodo del cuneo di tentativo). Come il metodo di Coulomb anche questo metodo considera una superficie di rottura rettilinea.

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

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

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima.

La convergenza non si raggiunge se il terrapieno risulta inclinato di un angolo maggiore dell'angolo d'attrito del terreno.

Nei casi in cui è applicabile il metodo di Coulomb (profilo a monte rettilineo e carico uniformemente distribuito) i risultati ottenuti col metodo di Culmann coincidono con quelli del metodo di Coulomb. Le pressioni sulla parete di spinta si ricavano derivando l'espressione della spinta S rispetto all'ordinata z . Noto il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta.

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 parete pari a

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

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

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

$$\theta = \arctg[(\gamma_{sat}/(\gamma_{sat} - \gamma_w)) * (k_h/(1 \pm k_v))]$$

Terreno a permeabilità elevata

$$\theta = \arctg[(\gamma/(\gamma_{sat} - \gamma_w)) * (k_h/(1 \pm k_v))]$$

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

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

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.

Il metodo di Culmann tiene conto automaticamente dell'incremento di spinta. Basta inserire nell'equazione risolutiva la forza d'inerzia del cuneo di spinta. La superficie di rottura nel caso di sisma risulta meno inclinata della corrispondente superficie in assenza di sisma.

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 .

Eseguendo il calcolo mediante gli eurocodici si può impostare $\eta_r \geq 1.0$.

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 .

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_s \geq 1.0$.

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

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 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_r , diversi autori suggeriscono di assumere un valore di δ_r 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:

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

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_q \geq 1.0$

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

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

$$Q_u = c N_c d_{c1c} + q N_q d_{q1q} + 0.5 \gamma B N_\gamma d_{\gamma1\gamma}$$

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.

I vari fattori che compaiono nella formula sono dati da:

$$A = e^{\pi \tan \phi}$$

$$N_q = A \tan^2(45^\circ + \phi/2)$$

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

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

Indichiamo con K_p il coefficiente di spinta passiva espresso da:

$$K_p = \tan^2(45^\circ + \phi/2)$$

I fattori d e i che compaiono nella formula sono rispettivamente i fattori di profondità ed i fattori di inclinazione del carico espressi dalle seguenti relazioni:

Fattori di profondità

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

$$d_q = d_\gamma = 1 \quad \text{per } \phi = 0$$

$$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1 \frac{D}{B} \sqrt{K_p} \quad \text{per } \phi > 0$$

Fattori di inclinazione

Indicando con θ l'angolo che la risultante dei carichi forma con la verticale (espresso in gradi) e con ϕ l'angolo d'attrito del terreno di posa abbiamo:

$$i_c = i_q = (1 - \theta^\circ/90)^\alpha$$

$$i_\gamma = (1 - \frac{\theta^\circ}{\phi^\circ})^\alpha \quad \text{per } \phi > 0$$

$$i_\gamma = 0 \quad \text{per } \phi = 0$$

Verifica alla stabilità globale

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

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_g \geq 1.0$

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 o con i pali di fondazione. 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 50.

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

$$\eta = \frac{\sum_i^n \left(\frac{c_i b_i}{\cos \alpha_i} + [W_i \cos \alpha_i - u_i l_i] \operatorname{tg} \phi_i \right)}{\sum_i^n W_i \sin \alpha_i}$$

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.

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
$\gamma_{tan\phi}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
γ_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_r	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniassiale delle rocce

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>EQU</i>	<i>HYD</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00	1,00	0,90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,30	1,00	1,30	1,10
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,50	1,30	1,50	1,50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>			<i>M1</i>	<i>M2</i>	<i>M2</i>	<i>M1</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi}$		1,00	1,25	1,25	1,00
Coesione efficace	γ_c		1,00	1,25	1,25	1,00
Resistenza non drenata	γ_{cu}		1,00	1,40	1,40	1,00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}		1,00	1,60	1,60	1,00
Peso dell'unità di volume	γ_r		1,00	1,00	1,00	1,00

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>EQU</i>	<i>HYD</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00	1,00	0,90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,00	1,00	1,00	1,10
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,00	1,00	1,00	1,50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>			<i>M1</i>	<i>M2</i>	<i>M2</i>	<i>M1</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi}$		1,00	1,00	1,00	1,00
Coesione efficace	γ_c		1,00	1,00	1,00	1,00
Resistenza non drenata	γ_{cu}		1,00	1,00	1,00	1,00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}		1,00	1,00	1,00	1,00

Peso dell'unità di volume	γ	1,00	1,00	1,00	1,00
---------------------------	----------	------	------	------	------

FONDAZIONE SUPERFICIALE**Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO***Verifica**Coefficienti parziali*

	R1	R2	R3
Capacità portante della fondazione	1,00	1,00	1,40
Scorrimento	1,00	1,00	1,10
Resistenza del terreno a valle	1,00	1,00	1,40
Stabilità globale		1,10	

Geometria muro e fondazione

Descrizione

Muro a gradoni in pietrame

Descrizione dei gradoni

Simbologia adottata

Nr. numero d'ordine del gradone (a partire dall'alto)
 Bs base superiore del gradone espressa in [m]
 Bi base inferiore del gradone espressa in [m]
 Hg altezza del gradone espressa in [m]
 α_e inclinazione esterna del gradone espressa in [°]
 α_i inclinazione interna del gradone espressa in [°]

Nr.	Bs	Bi	Hg	α_e	α_i
1	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00
2	2,00	2,00	1,00	0,00	0,00
3	3,00	3,00	1,00	0,00	0,00
4	4,00	4,00	1,00	0,00	0,00

Altezza del paramento 4,00 [m]

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle 0,00 [m]
 Lunghezza mensola fondazione di monte 0,00 [m]
 Lunghezza totale fondazione 4,00 [m]
 Inclinazione piano di posa della fondazione 0,00 [°]
 Spessore fondazione 0,00 [m]
 Spessore magrone 0,00 [m]

Materiali utilizzati per la struttura

Pietrame

Peso specifico	2000,0 [kg/mc]
Tensione ammissibile a compressione σ_c	30,0 [kg/cm ²]
Angolo di attrito interno ϕ_p	45,00 [°]
Resistenza a taglio τ_p	0,0 [kg/cm ²]

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata e sistema di riferimento

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

N numero ordine del punto

X ascissa del punto espressa in [m]

Y ordinata del punto espressa in [m]

A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	2,80	0,00	0,00
2	4,00	0,00	0,00
3	6,80	0,20	4,09

Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale	0,00 [°]
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento	0,00 [m]

Falda

Quota della falda a valle del muro rispetto al piano di posa della fondazione	0,00 [m]
-------------------------------------------------------------------------------	----------

Descrizione terreni

Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]

δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kg/cmq]
c_a	Adesione terra-muro espressa in [kg/cmq]

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Terreno Vegetale	1600	1800	18.00	12.00	0,020	0,010
Limo Argilloso Sabb	1800	2000	20.00	13.33	0,100	0,066
Ghiaie e ciottoli	2000	2100	30.00	20.00	0,050	0,033
Argilla Limosa	1800	2000	20.00	13.33	0,100	0,066
Deposito Pelitico	2130	2200	23.80	15.87	0,210	0,140
Asfalto Bituminoso	1650	1800	22.00	14.67	0,050	0,030

Stratigrafia

Simbologia adottata

N	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
a	Inclinazione espressa in [°]
K_w	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
K_s	Coefficiente di spinta
<i>Terreno</i>	Terreno dello strato

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	3,50	0,00	0,24	0,00	Terreno Vegetale
2	3,50	0,00	1,05	0,50	Limo Argilloso Sabb
3	1,00	0,00	0,84	0,75	Argilla Limosa
4	6,00	0,00	0,00	0,00	Deposito Pelitico

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

F/S Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)

γ Coefficiente di partecipazione della condizione

Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 2 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 3 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 4 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 5 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 6 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 7 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 8 - Frequente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 9 - Rara (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 10 - Quasi Permanente (SLE) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 11 - Quasi Permanente (SLE) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 12 - Frequente (SLE) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 13 - Frequente (SLE) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 14 - Rara (SLE) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 15 - Rara (SLE) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00

Impostazioni di analisi

Calcolo della portanza metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su $N\gamma$ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1,00

Coefficiente correttivo su $N\gamma$ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1,00

Impostazioni avanzate

Terreno a monte a elevata permeabilità

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

<i>C</i>	Identificativo della combinazione
<i>Tipo</i>	Tipo combinazione
<i>Sisma</i>	Combinazione sismica
<i>CS_{SCO}</i>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
<i>CS_{RIB}</i>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
<i>CS_{QLIM}</i>	Coeff. di sicurezza a carico limite
<i>CS_{STAB}</i>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

C	Tipo	Sisma	CS_{SCO}	CS_{RIB}	CS_{QLIM}	CS_{STAB}
1	A1-M1 - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	1,25	--	1,72	--
2	A1-M1 - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	1,27	--	1,82	--
3	EQU - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	--	5,72	--	--
4	EQU - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	--	4,76	--	--
5	STAB - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,29
6	STAB - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,31
7	SLEQ - [1]	--	1,75	--	2,00	--
8	SLEF - [1]	--	1,75	--	2,00	--
9	SLER - [1]	--	1,75	--	2,00	--
10	SLEQ - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	1,56	--	1,91	--
11	SLEQ - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	1,58	--	1,94	--
12	SLEF - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	1,56	--	1,91	--
13	SLEF - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	1,58	--	1,94	--
14	SLER - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	1,56	--	1,91	--
15	SLER - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	1,58	--	1,94	--

Altezza della superficie di spinta	4,00	[m]
Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale)	0,00	[°]

COMBINAZIONE n° 1

Valore della spinta statica	4450,89	[kg]	
Componente orizzontale della spinta statica	4350,76	[kg]	
Componente verticale della spinta statica	938,77	[kg]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,65 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	12,18	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	50,80	[°]	

Incremento sismico della spinta	733,79	[kg]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,65 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	47,62	[°]	
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,00	[m]	Y = -4,00 [m]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00 [m]
Inerzia del muro	1144,76	[kg]	
Inerzia verticale del muro	572,38	[kg]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	6212,81	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	21665,92	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	21665,92	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	6212,81	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,18	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4,00	[m]
Risultante in fondazione	22539,10	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	16,00	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-3917,62	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	37324,04	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,3947	[kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,6886	[kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 14.83$	$N_q = 6.40$	$N_\gamma = 2.87$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,68$	$i_q = 0,68$	$i_\gamma = 0,04$
Fattori profondità	$d_c = 1,00$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$$N'_c = 10.03$$

$$N'_q = 4.33$$

$$N'_r = 0.11$$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.25

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 1.72

Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 1

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [cm]
N	sforzo normale [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
σ_p	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0	0	0	--	0,00	--	--	0,00	--
2	0,20	100,00	400	2	23	--	0,04	--	--	17,39	--
3	0,40	100,00	800	10	52	--	-0,09	--	--	15,47	--
4	0,60	100,00	1200	24	102	--	0,13	--	--	11,74	--
5	0,80	100,00	1600	53	186	--	0,19	--	--	8,61	--
6	1,00	100,00	2000	101	304	--	0,26	--	--	6,59	--
7	1,00	200,00	2000	-899	304	--	0,24	--	--	6,59	--
8	1,20	200,00	2800	-821	479	--	0,26	--	--	5,85	--
9	1,40	200,00	3600	-705	688	--	0,29	--	--	5,23	--
10	1,60	200,00	4400	-544	932	--	0,30	--	--	4,72	--
11	1,80	200,00	5200	-330	1211	--	0,31	--	--	4,30	--
12	2,00	200,00	6000	-57	1523	--	0,31	--	--	3,94	--
13	2,00	300,00	6000	-3057	1523	--	0,40	--	--	3,94	--
14	2,20	300,00	7200	-2716	1894	--	0,42	--	--	3,80	--
15	2,40	300,00	8400	-2297	2298	--	0,43	--	--	3,65	--
16	2,60	300,00	9600	-1795	2737	--	0,44	--	--	3,51	--
17	2,80	300,00	10800	-1200	3211	--	0,44	--	--	3,36	--
18	3,00	300,00	12000	-508	3719	--	0,43	--	--	3,23	--
19	3,00	400,00	12000	-6508	3719	--	0,54	--	--	3,23	--
20	3,20	400,00	13600	-5708	4285	--	0,55	--	--	3,17	--
21	3,40	400,00	15200	-4792	4884	--	0,56	--	--	3,11	--
22	3,60	400,00	16800	-3757	5424	--	0,56	--	--	3,10	--

23 3,80 400,00 18400 -2632 5829 -- 0,56 -- -- 3,16 --

COMBINAZIONE n° 2

Valore della spinta statica	4450,89	[kg]	
Componente orizzontale della spinta statica	4350,76	[kg]	
Componente verticale della spinta statica	938,77	[kg]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,65 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	12,18	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	50,80	[°]	

Incremento sismico della spinta	394,76	[kg]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,65 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	47,55	[°]	
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,00	[m]	Y = -4,00 [m]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00 [m]
Inerzia del muro	1144,76	[kg]	
Inerzia verticale del muro	-572,38	[kg]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	5881,40	[kg]	
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	20449,65	[kg]	
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	20449,65	[kg]	
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	5881,40	[kg]	
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,18	[m]	
Lunghezza fondazione reagente	4,00	[m]	
Risultante in fondazione	21278,60	[kg]	
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	16,05	[°]	
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-3649,40	[kgm]	
Carico ultimo della fondazione	37309,42	[kg]	

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,3744	[kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,6481	[kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 14,83$	$N_q = 6,40$	$N_\gamma = 2,87$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,68$	$i_q = 0,68$	$i_\gamma = 0,04$
Fattori profondità	$d_c = 1,00$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$$N'_c = 10.02$$

$$N'_q = 4.32$$

$$N'_\gamma = 0.11$$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.27
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.82

Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 2

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [cm]
N	sforzo normale [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
σ_p	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cm ²]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0	0	0	--	0,00	--	--	0,00	--
2	0,20	100,00	400	2	23	--	0,04	--	--	17,40	--
3	0,40	100,00	800	10	51	--	0,09	--	--	15,59	--
4	0,60	100,00	1200	24	100	--	0,13	--	--	11,99	--
5	0,80	100,00	1600	52	180	--	0,19	--	--	8,91	--
6	1,00	100,00	2000	98	291	--	0,26	--	--	6,87	--
7	1,00	200,00	2000	-902	291	--	0,24	--	--	6,87	--
8	1,20	200,00	2800	-827	458	--	0,26	--	--	6,11	--
9	1,40	200,00	3600	-716	657	--	0,29	--	--	5,48	--
10	1,60	200,00	4400	-562	888	--	0,30	--	--	4,95	--
11	1,80	200,00	5200	-359	1151	--	0,31	--	--	4,52	--
12	2,00	200,00	6000	-100	1447	--	0,31	--	--	4,15	--
13	2,00	300,00	6000	-3100	1447	--	0,41	--	--	4,15	--
14	2,20	300,00	7200	-2776	1798	--	0,43	--	--	4,01	--
15	2,40	300,00	8400	-2379	2180	--	0,44	--	--	3,85	--
16	2,60	300,00	9600	-1902	2596	--	0,45	--	--	3,70	--
17	2,80	300,00	10800	-1338	3043	--	0,45	--	--	3,55	--
18	3,00	300,00	12000	-682	3523	--	0,45	--	--	3,41	--
19	3,00	400,00	12000	-6682	3523	--	0,55	--	--	3,41	--
20	3,20	400,00	13600	-5925	4057	--	0,56	--	--	3,35	--
21	3,40	400,00	15200	-5057	4623	--	0,57	--	--	3,29	--
22	3,60	400,00	16800	-4078	5134	--	0,57	--	--	3,27	--

23 3,80 400,00 18400 -3012 5519 -- 0,57 -- -- 3,33 --

COMBINAZIONE n° 3

Valore della spinta statica	4450,89	[kg]	
Componente orizzontale della spinta statica	4350,76	[kg]	
Componente verticale della spinta statica	938,77	[kg]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,65 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	12,18	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	50,80	[°]	
Incremento sismico della spinta	1129,21	[kg]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,65 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	45,93	[°]	
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,00	[m]	Y = -4,00 [m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00 [m]
Inerzia del muro	1717,15	[kg]	
Inerzia verticale del muro	858,57	[kg]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	7171,72	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	22035,51	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	9935,78	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	56854,19	[kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	22035,51	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	7171,72	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,13	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4,00	[m]
Risultante in fondazione	23173,20	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	18,03	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-2847,39	[kgm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 5.72

Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 3

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [cm]
N	sforzo normale [kg]
M	momento flettente [kgm]

T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
σ_p	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	--	--	--	0,00	--	0	0	--	0,00
2	0,20	100,00	--	--	--	0,86	--	200	3	--	58,22
3	0,40	100,00	--	--	--	1,77	--	401	14	--	28,29
4	0,60	100,00	--	--	--	2,92	--	606	35	--	17,29
5	0,80	100,00	--	--	--	4,51	--	817	72	--	11,31
6	1,00	100,00	--	--	--	6,65	--	1035	133	--	7,78
7	1,00	200,00	--	--	--	43,35	--	3069	133	--	23,08
8	1,20	200,00	--	--	--	27,56	--	3916	228	--	17,16
9	1,40	200,00	--	--	--	17,54	--	4776	369	--	12,96
10	1,60	200,00	--	--	--	9,96	--	5649	562	--	10,06
11	1,80	200,00	--	--	--	3,56	--	6534	815	--	8,02
12	2,00	200,00	--	--	--	2,26	--	7431	1136	--	6,54
13	2,00	300,00	--	--	--	47,74	--	13647	1136	--	12,02
14	2,20	300,00	--	--	--	34,24	--	15612	1535	--	10,17
15	2,40	300,00	--	--	--	23,54	--	17596	2023	--	8,70
16	2,60	300,00	--	--	--	14,50	--	19599	2608	--	7,52
17	2,80	300,00	--	--	--	6,51	--	21621	3296	--	6,56
18	3,00	300,00	--	--	--	0,81	--	23662	4097	--	5,78
19	3,00	400,00	--	--	--	49,19	--	36216	4097	--	8,84
20	3,20	400,00	--	--	--	36,62	--	39762	5019	--	7,92
21	3,40	400,00	--	--	--	25,82	--	43333	6075	--	7,13
22	3,60	400,00	--	--	--	16,28	--	46876	7266	--	6,45
23	3,80	400,00	--	--	--	7,82	--	50332	8562	--	5,88

COMBINAZIONE n° 4

Valore della spinta statica	4450,89	[kg]	
Componente orizzontale della spinta statica	4350,76	[kg]	
Componente verticale della spinta statica	938,77	[kg]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,65 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	12,18	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	50,80	[°]	
Incremento sismico della spinta	622,66	[kg]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,65 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	45,74	[°]	
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,00	[m]	Y = -4,00 [m]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00 [m]
Inerzia del muro	1717,15	[kg]	
Inerzia verticale del muro	-858,57	[kg]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	6676,56	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	20211,52	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	11414,07	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	54280,39	[kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	20211,52	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	6676,56	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,12	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4,00	[m]
Risultante in fondazione	21285,73	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	18,28	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-2443,27	[kgm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	4.76
------------------------------------------	------

Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni**Combinazione n° 4**

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [cm]
N	sforzo normale [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
σ_p	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cm ²]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	--	--	--	0,00	--	0	0	--	0,00
2	0,20	100,00	--	--	--	0,86	--	200	3	--	58,22
3	0,40	100,00	--	--	--	1,77	--	401	14	--	28,37
4	0,60	100,00	--	--	--	2,89	--	606	35	--	17,47
5	0,80	100,00	--	--	--	4,42	--	817	71	--	11,56
6	1,00	100,00	--	--	--	6,44	--	1035	129	--	8,04
7	1,00	200,00	--	--	--	43,56	--	3069	129	--	23,84
8	1,20	200,00	--	--	--	27,89	--	3916	219	--	17,88
9	1,40	200,00	--	--	--	18,00	--	4776	352	--	13,57

10	1,60	200,00	--	--	--	10,60	--	5649	534	--	10,58
11	1,80	200,00	--	--	--	4,39	--	6534	772	--	8,47
12	2,00	200,00	--	--	--	1,20	--	7431	1072	--	6,93
13	2,00	300,00	--	--	--	48,80	--	13647	1072	--	12,73
14	2,20	300,00	--	--	--	35,48	--	15612	1445	--	10,80
15	2,40	300,00	--	--	--	24,98	--	17596	1902	--	9,25
16	2,60	300,00	--	--	--	16,17	--	19599	2448	--	8,01
17	2,80	300,00	--	--	--	8,42	--	21621	3090	--	7,00
18	3,00	300,00	--	--	--	1,37	--	23662	3836	--	6,17
19	3,00	400,00	--	--	--	51,37	--	36216	3836	--	9,44
20	3,20	400,00	--	--	--	39,00	--	39762	4695	--	8,47
21	3,40	400,00	--	--	--	28,43	--	43333	5678	--	7,63
22	3,60	400,00	--	--	--	19,13	--	46876	6787	--	6,91
23	3,80	400,00	--	--	--	10,91	--	50332	7993	--	6,30

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 5

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]

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]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -2,78 Y[m]= 0,62

Raggio del cerchio R[m]= 5,39

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -5,59

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 2,58

Larghezza della striscia dx[m]= 0,33

Coefficiente di sicurezza C= 1,29

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	α (°)	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u
1	342,21	76.00	332,04	1,35	18.00	0,02	0,00
2	866,94	64.95	785,37	0,77	18.00	0,02	0,00
3	1183,93	57.61	999,68	0,61	18.00	0,02	0,00
4	1425,94	51.57	1117,07	0,53	18.00	0,02	0,00
5	1622,67	46.27	1172,53	0,47	18.00	0,02	0,00
6	1787,66	41.44	1183,20	0,44	18.45	0,04	0,00
7	1938,96	36.96	1165,70	0,41	20.00	0,10	0,00
8	2123,61	32.72	1147,92	0,39	20.00	0,10	0,00
9	2671,00	28.68	1281,87	0,37	20.00	0,10	0,01
10	2760,22	24.79	1157,38	0,36	20.00	0,10	0,03
11	2809,72	21.02	1007,84	0,35	20.00	0,10	0,04
12	2249,42	17.34	670,54	0,34	20.00	0,10	0,05
13	2301,12	13.74	546,51	0,34	20.00	0,10	0,06
14	2340,77	10.19	414,08	0,33	20.00	0,10	0,07
15	1738,54	6.68	202,20	0,33	20.00	0,10	0,07
16	1741,46	3.19	97,02	0,33	20.00	0,10	0,08
17	1746,40	-0.28	-8,52	0,33	20.00	0,10	0,08
18	1159,09	-3.75	-75,89	0,33	20.00	0,10	0,08
19	1087,51	-7.24	-137,10	0,33	20.00	0,10	0,07
20	1055,44	-10.76	-197,01	0,33	20.00	0,10	0,07
21	478,01	-14.32	-118,19	0,34	20.00	0,10	0,06
22	332,62	-17.93	-102,40	0,34	20.00	0,10	0,05

23	255,84	-21,62	-94,27	0,35	20,00	0,10	0,04
24	162,91	-25,41	-69,90	0,36	20,00	0,10	0,02
25	52,37	-29,32	-25,64	0,37	20,00	0,10	0,01

$$\Sigma W_i = 36234,36 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 12452,03 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 11347,60 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 7538,68 \text{ [kg]}$$

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 6

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]

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]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -2,78 Y[m]= 0,62

Raggio del cerchio R[m]= 5,39

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -5,59

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 2,58

Larghezza della striscia dx[m]= 0,33

Coefficiente di sicurezza C= 1.31

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u
1	342,21	76.00	332,04	1,35	18.00	0,02	0,00
2	866,94	64.95	785,37	0,77	18.00	0,02	0,00
3	1183,93	57.61	999,68	0,61	18.00	0,02	0,00
4	1425,94	51.57	1117,07	0,53	18.00	0,02	0,00
5	1622,67	46.27	1172,53	0,47	18.00	0,02	0,00
6	1787,66	41.44	1183,20	0,44	18.45	0,04	0,00
7	1938,96	36.96	1165,70	0,41	20.00	0,10	0,00
8	2123,61	32.72	1147,92	0,39	20.00	0,10	0,00
9	2671,00	28.68	1281,87	0,37	20.00	0,10	0,01
10	2760,22	24.79	1157,38	0,36	20.00	0,10	0,03
11	2809,72	21.02	1007,84	0,35	20.00	0,10	0,04
12	2249,42	17.34	670,54	0,34	20.00	0,10	0,05
13	2301,12	13.74	546,51	0,34	20.00	0,10	0,06
14	2340,77	10.19	414,08	0,33	20.00	0,10	0,07
15	1738,54	6.68	202,20	0,33	20.00	0,10	0,07
16	1741,46	3.19	97,02	0,33	20.00	0,10	0,08
17	1746,40	-0.28	-8,52	0,33	20.00	0,10	0,08
18	1159,09	-3.75	-75,89	0,33	20.00	0,10	0,08
19	1087,51	-7.24	-137,10	0,33	20.00	0,10	0,07
20	1055,44	-10.76	-197,01	0,33	20.00	0,10	0,07
21	478,01	-14.32	-118,19	0,34	20.00	0,10	0,06
22	332,62	-17.93	-102,40	0,34	20.00	0,10	0,05

23	255,84	-21,62	-94,27	0,35	20,00	0,10	0,04
24	162,91	-25,41	-69,90	0,36	20,00	0,10	0,02
25	52,37	-29,32	-25,64	0,37	20,00	0,10	0,01

$$\Sigma W_i = 36234,36 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 12452,03 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 11347,60 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 7538,68 \text{ [kg]}$$

COMBINAZIONE n° 7

Valore della spinta statica	4450,89	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	4350,76	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	938,77	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,65	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	12,18	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	50,80	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,00	[m]	Y = -4,00	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	4350,76	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	20938,77	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	20938,77	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	4350,76	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,29	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4,00	[m]
Risultante in fondazione	21386,00	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	11,74	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-6006,89	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	41790,75	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2982	[kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,7487	[kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 14,83$	$N_q = 6,40$	$N_\gamma = 2,87$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,76$	$i_q = 0,76$	$i_\gamma = 0,17$
Fattori profondità	$d_c = 1,00$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$$N'_c = 11.22$$

$$N'_q = 4.84$$

$$N'_\gamma = 0.49$$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.75
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.00

COMBINAZIONE n° 8

Valore della spinta statica	4450,89	[kg]	
Componente orizzontale della spinta statica	4350,76	[kg]	
Componente verticale della spinta statica	938,77	[kg]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,65 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	12,18	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	50,80	[°]	
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,00	[m]	Y = -4,00 [m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	4350,76	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	20938,77	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	20938,77	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	4350,76	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,29	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4,00	[m]
Risultante in fondazione	21386,00	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	11,74	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-6006,89	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	41790,75	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2982	[kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,7487	[kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 14.83$	$N_q = 6.40$	$N_\gamma = 2.87$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,76$	$i_q = 0,76$	$i_\gamma = 0,17$
Fattori profondità	$d_c = 1,00$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 11.22$

$N'_q = 4.84$

$N'_\gamma = 0.49$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.75
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.00

COMBINAZIONE n° 9

Valore della spinta statica	4450,89	[kg]	
Componente orizzontale della spinta statica	4350,76	[kg]	
Componente verticale della spinta statica	938,77	[kg]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,65 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	12,18	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	50,80	[°]	
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,00	[m]	Y = -4,00 [m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	4350,76	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	20938,77	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	20938,77	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	4350,76	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,29	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4,00	[m]
Risultante in fondazione	21386,00	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	11,74	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-6006,89	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	41790,75	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2982	[kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,7487	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N'_c = 14.83$	$N'_q = 6.40$	$N'_\gamma = 2.87$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,76$	$i_q = 0,76$	$i_\gamma = 0,17$
Fattori profondità	$d_c = 1,00$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 11.22$

$N'_q = 4.84$

$N'_\gamma = 0.49$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.75
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.00

COMBINAZIONE n° 10

Valore della spinta statica	4450,89	[kg]	
Componente orizzontale della spinta statica	4350,76	[kg]	
Componente verticale della spinta statica	938,77	[kg]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,65 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	12,18	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	50,80	[°]	
Incremento sismico della spinta	207,94	[kg]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,65 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	49,93	[°]	
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,00	[m]	Y = -4,00 [m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00 [m]
Inerzia del muro	335,93	[kg]	
Inerzia verticale del muro	167,96	[kg]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	4889,96	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	21150,59	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	21150,59	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	4889,96	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,26	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4,00	[m]
Risultante in fondazione	21708,50	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	13,02	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-5400,42	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	40313,61	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,3262	[kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,7313	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 14.83$	$N_q = 6.40$	$N_\gamma = 2.87$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$

Fattori inclinazione	$i_c = 0,73$	$i_q = 0,73$	$i_y = 0,12$
Fattori profondità	$d_c = 1,00$	$d_q = 1,00$	$d_y = 1,00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 10.85$	$N'_q = 4.68$	$N'_y = 0.35$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.56
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.91

COMBINAZIONE n° 11

Valore della spinta statica	4450,89	[kg]	
Componente orizzontale della spinta statica	4350,76	[kg]	
Componente verticale della spinta statica	938,77	[kg]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,65 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	12,18	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	50,80	[°]	
Incremento sismico della spinta	108,44	[kg]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,65 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	49,93	[°]	
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,00	[m]	Y = -4,00 [m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00 [m]
Inerzia del muro	335,93	[kg]	
Inerzia verticale del muro	-167,96	[kg]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	4792,69	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	20793,68	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	20793,68	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	4792,69	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,26	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4,00	[m]
Risultante in fondazione	21338,86	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	12,98	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-5321,73	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	40364,79	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,3203	[kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,7194	[kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 14.83$	$N_q = 6.40$	$N_\gamma = 2.87$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,73$	$i_q = 0,73$	$i_\gamma = 0,12$
Fattori profondità	$d_c = 1,00$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 10.86$	$N'_q = 4.69$	$N'_\gamma = 0.35$
----------------	---------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.58
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.94

COMBINAZIONE n° 12

Valore della spinta statica	4450,89	[kg]	
Componente orizzontale della spinta statica	4350,76	[kg]	
Componente verticale della spinta statica	938,77	[kg]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,65 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	12,18	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	50,80	[°]	

Incremento sismico della spinta	207,94	[kg]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,65 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	49,93	[°]	
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,00	[m]	Y = -4,00 [m]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00 [m]
Inerzia del muro	335,93	[kg]	
Inerzia verticale del muro	167,96	[kg]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	4889,96	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	21150,59	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	21150,59	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	4889,96	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,26	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4,00	[m]
Risultante in fondazione	21708,50	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	13,02	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-5400,42	[kgm]

Carico ultimo della fondazione 40313,61 [kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 4,00 [m]
 Tensione terreno allo spigolo di valle 0,3262 [kg/cmq]
 Tensione terreno allo spigolo di monte 0,7313 [kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 14.83$	$N_q = 6.40$	$N_\gamma = 2.87$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,73$	$i_q = 0,73$	$i_\gamma = 0,12$
Fattori profondità	$d_c = 1,00$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 10.85$	$N'_q = 4.68$	$N'_\gamma = 0.35$
----------------	---------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.56
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.91

COMBINAZIONE n° 13

Valore della spinta statica	4450,89	[kg]	
Componente orizzontale della spinta statica	4350,76	[kg]	
Componente verticale della spinta statica	938,77	[kg]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,65 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	12,18	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	50,80	[°]	

Incremento sismico della spinta	108,44	[kg]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,65 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	49,93	[°]	
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,00	[m]	Y = -4,00 [m]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00 [m]
Inerzia del muro	335,93	[kg]	
Inerzia verticale del muro	-167,96	[kg]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	4792,69	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	20793,68	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	20793,68	[kg]

Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	4792,69	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,26	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4,00	[m]
Risultante in fondazione	21338,86	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	12,98	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-5321,73	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	40364,79	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,3203	[kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,7194	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 14,83$	$N_q = 6,40$	$N_\gamma = 2,87$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,73$	$i_q = 0,73$	$i_\gamma = 0,12$
Fattori profondità	$d_c = 1,00$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 10,86$	$N'_q = 4,69$	$N'_\gamma = 0,35$
----------------	---------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1,58
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1,94

COMBINAZIONE n° 14

Valore della spinta statica	4450,89	[kg]	
Componente orizzontale della spinta statica	4350,76	[kg]	
Componente verticale della spinta statica	938,77	[kg]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,65 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	12,18	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	50,80	[°]	
Incremento sismico della spinta	207,94	[kg]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,65 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	49,93	[°]	
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,00	[m]	Y = -4,00 [m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00 [m]
Inerzia del muro	335,93	[kg]	
Inerzia verticale del muro	167,96	[kg]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	

Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte 0,00 [kg]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 4889,96 [kg]
 Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 21150,59 [kg]
 Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 21150,59 [kg]
 Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 4889,96 [kg]
 Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,26 [m]
 Lunghezza fondazione reagente 4,00 [m]
 Risultante in fondazione 21708,50 [kg]
 Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 13,02 [°]
 Momento rispetto al baricentro della fondazione -5400,42 [kgm]
 Carico ultimo della fondazione 40313,61 [kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 4,00 [m]
 Tensione terreno allo spigolo di valle 0,3262 [kg/cmq]
 Tensione terreno allo spigolo di monte 0,7313 [kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 14.83$	$N_q = 6.40$	$N_\gamma = 2.87$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,73$	$i_q = 0,73$	$i_\gamma = 0,12$
Fattori profondità	$d_c = 1,00$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 10.85$	$N'_q = 4.68$	$N'_\gamma = 0.35$
----------------	---------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.56
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.91

COMBINAZIONE n° 15

Valore della spinta statica	4450,89	[kg]	
Componente orizzontale della spinta statica	4350,76	[kg]	
Componente verticale della spinta statica	938,77	[kg]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,65 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	12,18	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	50,80	[°]	
Incremento sismico della spinta	108,44	[kg]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,65 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	49,93	[°]	
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,00	[m]	Y = -4,00 [m]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00 [m]
Inerzia del muro	335,93	[kg]	
Inerzia verticale del muro	-167,96	[kg]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	4792,69	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	20793,68	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	20793,68	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	4792,69	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,26	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4,00	[m]
Risultante in fondazione	21338,86	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	12,98	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-5321,73	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	40364,79	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,3203	[kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,7194	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 14.83$	$N_q = 6.40$	$N_\gamma = 2.87$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,73$	$i_q = 0,73$	$i_\gamma = 0,12$
Fattori profondità	$d_c = 1,00$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 10.86$	$N'_q = 4.69$	$N'_\gamma = 0.35$
----------------	---------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.58
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.94



Progetto: Piastra su Pali LAVORI DI PREVENZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO
DELLA VIA COMUNALE AUREANO/FANTANA DELLA NOCE

Ditta:

Comune: Serre (SA)

Progettista: Ing. Luigi Marra

Direttore dei Lavori: Ing. Luigi Marra

Impresa:



Relazione di Calcolo Piastra su pali S01

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 - Metodi di analisi

Calcolo - Analisi ad elementi finiti

Per l'analisi platea si utilizza il metodo degli elementi finiti (FEM). La struttura viene suddivisa in elementi connessi fra di loro in corrispondenza dei nodi. Il campo di spostamenti interno all'elemento viene approssimato in funzione degli spostamenti nodali mediante le funzioni di forma. Il programma utilizza, per l'analisi tipo piastra, elementi quadrangolari e triangolari. Nel problema di tipo piastra gli spostamenti nodali sono lo spostamento verticale w e le rotazioni intorno agli assi x e y , ϕ_x e ϕ_y , legati allo spostamento w tramite relazioni

$$\begin{aligned}\phi_x &= -dw/dy \\ \phi_y &= dw/dx\end{aligned}$$

Note le funzioni di forma che legano gli spostamenti nodali al campo di spostamenti sul singolo elemento è possibile costruire la matrice di rigidezza dell'elemento \mathbf{k}_e ed il vettore dei carichi nodali dell'elemento \mathbf{p}_e .

La fase di assemblaggio consente di ottenere la matrice di rigidezza globale della struttura \mathbf{K} ed il vettore dei carichi nodali \mathbf{p} . La soluzione del sistema

$$\mathbf{K} \mathbf{u} = \mathbf{p}$$

consente di ricavare il vettore degli spostamenti nodali \mathbf{u} .

Dagli spostamenti nodali è possibile risalire per ogni elemento al campo di spostamenti ed alle sollecitazioni M_x , M_y ed M_{xy} .

Il terreno di fondazione se presente viene modellato con delle molle disposte in corrispondenza dei nodi. La rigidezza delle molle è proporzionale alla costante di sottofondo k ed all'area dell'elemento.

I pali di fondazione sono modellati con molle verticali aventi rigidezza pari alla rigidezza verticale del palo.

Per l'analisi tipo lastra (analisi della piastra soggetta a carichi nel piano) vengono utilizzati elementi triangolari a 6 nodi a deformazione quadratica. Gli spostamenti nodali sono gli spostamenti u e v nel piano XY . L'analisi fornisce in tal caso il campo di spostamenti orizzontali e le tensioni nel piano della lastra σ_x , σ_y e τ_{xy} . Dalle tensioni è possibile ricavare, noto lo spessore, gli sforzi normali N_x , N_y e N_{xy} . Nell'analisi tipo lastra i pali di fondazione sono modellati con molle orizzontali in direzione X e Y aventi rigidezza pari alla rigidezza orizzontale del palo.

Nel caso di platea nervata le nervature sono modellate con elementi tipo trave (con eventuale rigidezza torsionale) connesse alla piastra in corrispondenza dei nodi degli elementi.

Analisi dei pali

Per l'analisi della capacità portante dei pali occorre determinare alcune caratteristiche del terreno in cui si va ad operare. In particolare bisogna conoscere l'angolo d'attrito ϕ e la coesione c . Per pali soggetti a carichi trasversali è necessario conoscere il modulo di reazione laterale o il modulo elastico laterale.

La capacità portante di un palo viene valutata come somma di due contributi: portata di base (o di punta) e portata per attrito laterale lungo il fusto. Cioè si assume valida l'espressione:

$$Q_T = Q_B + Q_L - W_P$$

dove:

Q_T	portanza totale del palo
Q_B	portanza di base del palo
Q_L	portanza per attrito laterale del palo
W_P	peso proprio del palo

e le due componenti Q_B e Q_L sono calcolate in modo indipendente fra loro.

Dalla capacità portante del palo si ricava il carico ammissibile del palo Q_A applicando il coefficiente di sicurezza della portanza alla punta η_B ed il coefficiente di sicurezza della portanza per attrito laterale η_L .

Palo compresso:

$$Q_A = Q_B / \eta_B + Q_L / \eta_L - W_P$$

Palo teso:

$$Q_A = Q_L / \eta_L + W_P$$

Capacità portante di punta

In generale la capacità portante di punta viene calcolata tramite l'espressione:

$$Q_B = A_p(cN_c + qN_q)$$

dove A_p è l'area portante efficace della punta del palo, c è la coesione, q è la pressione geostatica alla quota della punta del palo, γ è il peso di volume del terreno, D è il diametro del palo ed i coefficienti N'_c , N'_q sono i coefficienti delle formule della capacità portante corretti per tener conto degli effetti di forma e di profondità. Possono essere utilizzati sia i coefficienti di Hansen che quelli di Vesic con i corrispondenti fattori correttivi per la profondità e la forma.

Il parametro η che compare nell'espressione assume il valore:

$$\eta = \frac{1 + 2K_0}{3}$$

quando si usa la formula di Vesic e viene posto uguale ad 1 per le altre formule.

K_0 rappresenta il coefficiente di spinta a riposo che può essere espresso come: $K_0 = 1 - \sin\phi$.

Capacità portante per resistenza laterale

La resistenza laterale è data dall'integrale esteso a tutta la superficie laterale del palo delle tensioni tangenziali palo-terreno in condizioni limite:

$$Q_L = \int \tau_s dS$$

dove τ_s è dato dalla relazione di Coulomb

$$\tau_s = c_s + \sigma_s \tan\delta$$

dove c_s è l'adesione palo-terreno, δ è l'angolo di attrito palo-terreno, γ è il peso di volume del terreno, z è la generica quota a partire dalla testa del palo, L e P sono rispettivamente la lunghezza ed il perimetro del palo, K_0 è il coefficiente di spinta che dipende dalle caratteristiche meccaniche e fisiche del terreno dal suo stato di addensamento e dalle modalità di realizzazione del palo.

Portanza trasversale dei pali - Analisi ad elementi finiti

Nel modello di terreno alla Winkler il terreno viene schematizzato come una serie di molle elastiche indipendenti fra di loro. Le molle che schematizzano il terreno vengono caratterizzate tramite una costante elastica K espressa in $\text{Kg/cm}^2/\text{cm}$ che rappresenta la pressione (in Kg/cm^2) che bisogna applicare per ottenere lo spostamento di 1 cm.

Il palo viene suddiviso in un certo numero di elementi di eguale lunghezza. Ogni elemento è caratterizzato da una sezione avente area ed inerzia coincidente con quella del palo.

Il terreno viene schematizzato come una serie di molle orizzontali che reagiscono agli spostamenti nei due versi. La rigidità assiale della singola molla è proporzionale alla costante di Winkler orizzontale del terreno, al diametro del palo ed alla lunghezza dell'elemento. La molla, però, non viene vista come un elemento infinitamente elastico ma come un elemento con comportamento del tipo elastoplastico perfetto (diagramma sforzi-deformazioni di tipo bilatero). Essa presenta una resistenza crescente al crescere degli spostamenti fino a che l'entità degli spostamenti si mantiene al di sotto di un certo spostamento limite, X_{lim} oppure fino a quando non si raggiunge il valore della pressione limite. Superato tale limite non si ha un incremento di resistenza. E' evidente che assumendo un comportamento di questo tipo ci si addentra in un tipico problema non lineare che viene risolto mediante una analisi al passo.

Disposizione delle armature

Le armature vengono disposte secondo due direzioni, una principale ed una secondaria. Per il calcolo delle stesse si fa riferimento ai valori nodali delle sollecitazioni ottenute dall'analisi ad elementi finiti. Per la disposizione delle stesse occorre suddividere la piastra in un numero di strisce opportuno nelle due direzioni.

Il programma utilizza strisce della larghezza di circa un metro.

Dati

Materiali

Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descrizione	Descrizione materiale
TC	Tipo calcestruzzo
Rck	Resistenza cubica caratteristica, espresso in [kg/cm ²]
γ_{sa}	Peso specifico calcestruzzo, espresso in [kg/m ³]
E	Modulo elastico calcestruzzo, espresso in [kg/cm ²]
ν	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogeneizzazione
TA	Tipo acciaio

n°	Descrizione	TC	Rck [kg/cm ²]	γ_{sa} [kg/m ³]	E [kg/cm ²]	ν	n	TA
1	Materiale 1	C25/30	305,91	2500	320565,55	0,200	15,00	B450C

Geometria

Coordinate contorno esterno

n°	X [m]	Y [m]									
1	5,00	9,00	2	15,00	9,00	3	15,00	11,30	4	5,00	11,30

Spessori piastra

Spessore costante 50,00 [cm]

Tipologie pali

Simbologia adottata

n°	Indice tipologia
Descrizione	Descrizione tipologia
Geometria	Geometria tipologia (Pali in c.a. o Pali in acciaio)
Armatura	Tipologia armatura per pali in c.a.
Portanza	Aliquote contributi portanza (solo Punta, solo Laterale, Entrambe)
Vincolo	Grado di vincolo alla testa del palo (Incastro o Cerniera)
TC	Tipologia costruttiva del palo (Trivellato o Infisso)
Mat	Indice materiale tipologia palo
Pt	Pressione quota testa palo, espresso in [kg/cm ²]

n°	Descrizione	Geometria	Armatura	Portanza	Vincolo	TC	Mat	Pt [kg/cm ²]
1	Tipologia 1	Pali circolari in c.a.	Ferri longitudinali + spirale	Entrambe	Cerniera	Trivellato	1	0,00

Caratteristiche pali

Simbologia adottata

n°	Indice palo
X	Ascissa palo, espressa in [m]
Y	Ordinata palo, espressa in [m]
d	Diametro palo, espresso in [cm]
l	Lunghezza palo, espressa in [m]
nodo	Indice nodo su cui è posizionato il palo
It	Indice tipologia palo

n°	X [m]	Y [m]	D [cm]	L [m]	Nodo	It
1	5,00	9,40	40,00	8,00	2	1
2	7,00	9,40	40,00	8,00	8	1
3	8,40	9,40	40,00	8,00	17	1
4	9,80	9,40	40,00	8,00	23	1
5	11,20	9,40	40,00	8,00	33	1
6	12,60	9,40	40,00	8,00	38	1
7	14,00	9,40	40,00	8,00	45	1
8	6,20	10,80	40,00	8,00	9	1
9	7,60	10,80	40,00	8,00	16	1
10	9,00	10,80	40,00	8,00	24	1
11	10,40	10,80	40,00	8,00	30	1
12	11,80	10,80	40,00	8,00	35	1

n°	X [m]	Y [m]	D [cm]	L [m]	Nodo	It
13	13,20	10,80	40,00	8,00	44	1
14	14,60	10,80	40,00	8,00	51	1

Descrizione terreni

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/cmq]
ca	Adesione del terreno espressa in [kg/cmq]
τ	Tensione tangenziale, per calcolo portanza micropali con il metodo di Bustamante-Doix, espressa in [kg/cmq]
α	Coeff. di espansione laterale

Descrizione	γ [kg/mc]	γ_{sat} [kg/mc]	Parametri	ϕ [°]	δ [°]	c [kg/cmq]	ca [kg/cmq]	τ [kg/cmq]	α
Terreno di riporto	1600,0	1800,0	Caratteristici	18,00	12,00	0,020	0,010	0,000	1,00
			Minimi	18,00	12,00	0,020	0,010	0,000	
			Maxi	18,00	12,00	0,020	0,010	0,000	
Limo Argilloso Sabb	1800,0	2000,0	Caratteristici	20,00	13,33	0,100	0,050	0,000	1,00
			Minimi	20,00	13,33	0,100	0,050	0,000	
			Maxi	20,00	13,33	0,100	0,050	0,000	
Deposito Pellico	2100,0	2200,0	Caratteristici	30,00	20,00	0,210	0,105	0,000	1,00
			Minimi	30,00	20,00	0,210	0,105	0,000	
			Maxi	30,00	20,00	0,210	0,105	0,000	

Descrizione stratigrafia e falda

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 associato allo strato
K_s	Coefficiente di spinta
K_w	Costante di Winkler orizzontale espressa in [Kg/cm²/cm]
α	Coeff. di siltabilità

N	Z1 [m]	Z2 [m]	Z3 [m]	Terreno	K_s	K_w [Kg/cm²/cm]	α
1	-1,4	-1,4	-1,4	Terreno di riporto	0,000	1,000	1,000
2	-2,6	-2,6	-2,6	Limo Argilloso Sabb	0,000	1,000	1,000
3	-16,5	-16,5	-16,5	Deposito Pellico	0,000	1,000	1,000

Falda

Profondità dal piano campagna 0,00 [m]

Convenzioni adottate

Carichi e reazioni vincolari

F_z	Carico verticale positivo verso il basso
F_x	Forza orizzontale in direzione X positiva nel verso delle X crescenti.
F_y	Forza orizzontale in direzione Y positiva nel verso delle Y crescenti.
M_x	Momento con asse vettore parallelo all'asse X positivo antiorario.
M_y	Momento con asse vettore parallelo all'asse Y positivo antiorario.

Sollecitazioni

M_x	Momento flettente X con asse vettore parallelo all'asse Y (positivo se tende le fibre inferiori).
M_y	Momento flettente Y con asse vettore parallelo all'asse X (positivo se tende le fibre inferiori).
M_{xy}	Momento flettente XY.

Condizioni di carico

Linee di carico

Simbologia adottata

l_c	Indice carico
P_i	Punto iniziale carico espresso in [m]
P_f	Punto finale carico espresso in [m]
N	Carico verticale espresso in [kg]

M_x	Momento intorno all'asse X espresso in [kgm]
M_y	Momento intorno all'asse Y espresso in [kgm]
T_x	Forza orizzontale in direzione X espressa in [kg]
T_y	Forza orizzontale in direzione Y espressa in [kg]

Condizione n° 1 - Condizione 1 [Permanente - Partecipa al sisma]

Linee di carico

lc	PI [m]	PF [m]	N [kg]	M_x [kgm]	M_y [kgm]	T_x [kg]	T_y [kg]
1	5,00; 10,00	15,00; 10,00	6292,26	0,00	935,00	840,00	5935,00

Normativa - Coefficienti di sicurezza

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

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente parziale	(A1) - STR
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G,Str}$	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{G,Str}$	1.30
Permanenti non strutturali	Favorevole	$\gamma_{G,Str}$	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevole	$\gamma_{G,Str}$	1.50
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Q,Str}$	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Q,Str}$	1.50
Variabili traffico	Favorevole	$\gamma_{Q,Str}$	0.00
Variabili traffico	Sfavorevole	$\gamma_{Q,Str}$	1.35

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA	Coefficiente parziale	(M1)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'$	γ_ϕ	1.00
Coesione efficace	c'	γ_c	1.00
Resistenza non drenata	c_u	γ_u	1.00

Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche (Pali trivellati)

Resistenza	γ_R	(R1)	(R2)	(R3)
Base	γ_R	1.00	1.70	1.35
Laterale in compressione	γ_R	1.00	1.45	1.15
Totale	γ_R	1.00	1.60	1.30
Laterale in trazione	γ_R	1.00	1.60	1.25

Coefficienti parziali γ_V per le verifiche agli stati limite ultimi di pali soggetti a carichi trasversali

γ_V	(R1)	(R2)	(R3)
γ_V	1.00	1.60	1.30

Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate

Numero di verticali indagate	ξ_1	ξ_2
1		1.70

Coefficienti amplificativi γ_{M1} in funzione della classe di duttilità

γ_{M1}	Fondazione	Bicchieri
γ_{M1}	1.10	1.20

Elenco combinazioni di calcolo

Numero combinazioni definite 1

Simbologia adottata

CP Coefficiente di partecipazione della condizione

Combinazione n° 1 - - STR - A1-M1-R3

Condizione	CP
Peso proprio	1.30
Condizione 1	1.00

Impostazioni di analisi

Portanza verticale pali

Metodo calcolo portanza: Meyerhof

Andamento pressione verticale con la profondità per calcolo portanza di punta:

Pressione geostatica

Andamento pressione verticale con la profondità per calcolo portanza laterale:

Pressione geostatica

Portanza trasversale pali

Costante di Winkler: da strato

Rottura palo-terreno:

Pressione limite pari alla pressione passiva con moltiplicatore pari a 3.00

Cedimenti

Metodo calcolo cedimenti: Elementi finiti

Spostamento limite attrito laterale 0,50 [cm]

Spostamento limite punta 1,00 [cm]

Fattore di rigidità della sovrastruttura 0.00

Modello

Caratteristiche Mesh

Numero elementi	77
Numero nodi	52

Risultati involuppo

Spostamenti

Piastra

Spostamenti massimi e minimi della piastra

Simbologia adottata

ic	Indice della combinazione
w	Spostamento verticale, espresso in [cm]
u	Spostamento direzione X, espresso in [cm]
v	Spostamento direzione Y, espresso in [cm]
ϕ_x	Rotazione intorno all'asse X, espressa in [°]
ϕ_y	Rotazione intorno all'asse Y, espressa in [°]
p	Pressione sul terreno (solo per calcolo fondazione), espressa in [kg/cm ²]
kw	Costante di Winkler (solo per calcolo fondazione), espressa in [kg/cm ² /cm]. Il valore viene stampato solo se si è utilizzato il modello di interazione

Tra parentesi l'indice del nodo in cui si sono misurati i valori massimi e minimi

In	X [m]	Y [m]		Valore	UM	Cmb
50	15,00	9,00	w	0,188502	[cm]	1 MAX
32	11,00	11,30		0,123547		1 MIN
7	5,00	11,30	ux	0,167944	[cm]	1 MAX
1	5,00	9,00		0,139099		1 MIN
3	5,00	10,00	uy	1,143312	[cm]	1 MAX
52	15,00	11,30		1,021760		1 MIN
50	15,00	9,00	ϕ_x	0,000126	[°]	1 MAX
7	5,00	11,30		-0,000111		1 MIN
51	14,60	10,80	ϕ_y	0,000234	[°]	1 MAX
1	5,00	9,00		0,000038		1 MIN

Pali

Simbologia adottata

In	Indice sezione
Y	ordinata palo espressa in [m]
Ur	spostamento limite espresso in [cm]
Pr	pressione limite espressa in [kg/cm ²]
Ue	spostamento in esercizio espresso in [cm]
Pe	pressione in esercizio espressa in [kg/cm ²]

Palo n° 1

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cm ²]	Pr [kg/cm ²]
1	0,00	1,1447 (1)	2,7742 (1)	0,165 (1)	0,165 (1)
11	0,80	0,7965 (1)	1,9561 (1)	0,797 (1)	1,297 (1)
21	1,60	0,4959 (1)	1,2388 (1)	0,496 (1)	1,239 (1)
31	2,40	0,2642 (1)	0,6781 (1)	0,264 (1)	0,678 (1)
41	3,20	0,1025 (1)	0,2812 (1)	0,102 (1)	0,281 (1)
51	4,00	0,0004 (1)	0,0264 (1)	0,000 (1)	0,026 (1)
61	4,80	-0,0565 (1)	-0,1196 (1)	-0,057 (1)	-0,120 (1)
71	5,60	-0,0834 (1)	-0,1923 (1)	-0,083 (1)	-0,192 (1)
81	6,40	-0,0929 (1)	-0,2223 (1)	-0,093 (1)	-0,222 (1)
91	7,20	-0,0946 (1)	-0,2328 (1)	-0,095 (1)	-0,233 (1)
101	8,00	-0,0941 (1)	-0,2380 (1)	-0,094 (1)	-0,238 (1)

Palo n° 2

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cm ²]	Pr [kg/cm ²]
1	0,00	1,1273 (1)	2,7742 (1)	0,165 (1)	0,165 (1)
11	0,80	0,7844 (1)	1,9561 (1)	0,784 (1)	1,297 (1)
21	1,60	0,4883 (1)	1,2388 (1)	0,488 (1)	1,239 (1)
31	2,40	0,2602 (1)	0,6781 (1)	0,260 (1)	0,678 (1)
41	3,20	0,1009 (1)	0,2812 (1)	0,101 (1)	0,281 (1)
51	4,00	0,0004 (1)	0,0264 (1)	0,000 (1)	0,026 (1)
61	4,80	-0,0557 (1)	-0,1196 (1)	-0,056 (1)	-0,120 (1)
71	5,60	-0,0823 (1)	-0,1923 (1)	-0,082 (1)	-0,192 (1)
81	6,40	-0,0915 (1)	-0,2223 (1)	-0,091 (1)	-0,222 (1)
91	7,20	-0,0933 (1)	-0,2328 (1)	-0,093 (1)	-0,233 (1)
101	8,00	-0,0927 (1)	-0,2380 (1)	-0,093 (1)	-0,238 (1)

Palo n° 3

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cmq]	Pr [kg/cmq]
1	0,00	1,1102 (1)	2,7742 (1)	0,165 (1)	0,165 (1)
11	0,80	0,7725 (1)	1,9561 (1)	0,772 (1)	1,297 (1)
21	1,60	0,4808 (1)	1,2388 (1)	0,481 (1)	1,239 (1)
31	2,40	0,2562 (1)	0,6781 (1)	0,256 (1)	0,678 (1)
41	3,20	0,0993 (1)	0,2812 (1)	0,099 (1)	0,281 (1)
51	4,00	0,0004 (1)	0,0264 (1)	0,000 (1)	0,026 (1)
61	4,80	-0,0549 (1)	-0,1196 (1)	-0,055 (1)	-0,120 (1)
71	5,60	-0,0809 (1)	-0,1923 (1)	-0,081 (1)	-0,192 (1)
81	6,40	-0,0901 (1)	-0,2223 (1)	-0,090 (1)	-0,222 (1)
91	7,20	-0,0917 (1)	-0,2328 (1)	-0,092 (1)	-0,233 (1)
101	8,00	-0,0913 (1)	-0,2380 (1)	-0,091 (1)	-0,238 (1)

Palo n° 4

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cmq]	Pr [kg/cmq]
1	0,00	1,0933 (1)	2,7742 (1)	0,165 (1)	0,165 (1)
11	0,80	0,7607 (1)	1,9561 (1)	0,761 (1)	1,297 (1)
21	1,60	0,4735 (1)	1,2388 (1)	0,473 (1)	1,239 (1)
31	2,40	0,2512 (1)	0,6781 (1)	0,252 (1)	0,678 (1)
41	3,20	0,0978 (1)	0,2812 (1)	0,098 (1)	0,281 (1)
51	4,00	0,0003 (1)	0,0264 (1)	0,000 (1)	0,026 (1)
61	4,80	-0,0540 (1)	-0,1196 (1)	-0,054 (1)	-0,120 (1)
71	5,60	-0,0797 (1)	-0,1923 (1)	-0,080 (1)	-0,192 (1)
81	6,40	-0,0887 (1)	-0,2223 (1)	-0,089 (1)	-0,222 (1)
91	7,20	-0,0903 (1)	-0,2328 (1)	-0,090 (1)	-0,233 (1)
101	8,00	-0,0899 (1)	-0,2380 (1)	-0,090 (1)	-0,238 (1)

Palo n° 5

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cmq]	Pr [kg/cmq]
1	0,00	1,0766 (1)	2,7742 (1)	0,165 (1)	0,165 (1)
11	0,80	0,7490 (1)	1,9561 (1)	0,749 (1)	1,297 (1)
21	1,60	0,4662 (1)	1,2388 (1)	0,466 (1)	1,239 (1)
31	2,40	0,2483 (1)	0,6781 (1)	0,248 (1)	0,678 (1)
41	3,20	0,0962 (1)	0,2812 (1)	0,096 (1)	0,281 (1)
51	4,00	0,0001 (1)	0,0264 (1)	0,000 (1)	0,026 (1)
61	4,80	-0,0532 (1)	-0,1196 (1)	-0,053 (1)	-0,120 (1)
71	5,60	-0,0785 (1)	-0,1923 (1)	-0,078 (1)	-0,192 (1)
81	6,40	-0,0874 (1)	-0,2223 (1)	-0,087 (1)	-0,222 (1)
91	7,20	-0,0889 (1)	-0,2328 (1)	-0,089 (1)	-0,233 (1)
101	8,00	-0,0885 (1)	-0,2380 (1)	-0,088 (1)	-0,238 (1)

Palo n° 6

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cmq]	Pr [kg/cmq]
1	0,00	1,0601 (1)	2,7742 (1)	0,165 (1)	0,165 (1)
11	0,80	0,7375 (1)	1,9561 (1)	0,738 (1)	1,297 (1)
21	1,60	0,4590 (1)	1,2388 (1)	0,459 (1)	1,239 (1)
31	2,40	0,2445 (1)	0,6781 (1)	0,244 (1)	0,678 (1)
41	3,20	0,0947 (1)	0,2812 (1)	0,095 (1)	0,281 (1)
51	4,00	0,0003 (1)	0,0264 (1)	0,000 (1)	0,026 (1)
61	4,80	-0,0524 (1)	-0,1196 (1)	-0,052 (1)	-0,120 (1)
71	5,60	-0,0773 (1)	-0,1923 (1)	-0,077 (1)	-0,192 (1)
81	6,40	-0,0860 (1)	-0,2223 (1)	-0,086 (1)	-0,222 (1)
91	7,20	-0,0875 (1)	-0,2328 (1)	-0,088 (1)	-0,233 (1)
101	8,00	-0,0871 (1)	-0,2380 (1)	-0,087 (1)	-0,238 (1)

Palo n° 7

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cmq]	Pr [kg/cmq]
1	0,00	1,0437 (1)	2,7742 (1)	0,165 (1)	0,165 (1)
11	0,80	0,7261 (1)	1,9561 (1)	0,726 (1)	1,297 (1)
21	1,60	0,4519 (1)	1,2388 (1)	0,452 (1)	1,239 (1)
31	2,40	0,2406 (1)	0,6781 (1)	0,241 (1)	0,678 (1)
41	3,20	0,0932 (1)	0,2812 (1)	0,093 (1)	0,281 (1)
51	4,00	0,0002 (1)	0,0264 (1)	0,000 (1)	0,026 (1)
61	4,80	-0,0517 (1)	-0,1196 (1)	-0,052 (1)	-0,120 (1)
71	5,60	-0,0761 (1)	-0,1923 (1)	-0,076 (1)	-0,192 (1)
81	6,40	-0,0847 (1)	-0,2223 (1)	-0,085 (1)	-0,222 (1)

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cmq]	Pr [kg/cmq]
91	7,20	-0,0862 (1)	-0,2328 (1)	-0,086 (1)	-0,233 (1)
101	8,00	-0,0857 (1)	-0,2380 (1)	-0,086 (1)	-0,238 (1)

Palo n° 8

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cmq]	Pr [kg/cmq]
1	0,00	1,1396 (1)	2,7742 (1)	0,165 (1)	0,165 (1)
11	0,80	0,7930 (1)	1,9561 (1)	0,793 (1)	1,297 (1)
21	1,60	0,4936 (1)	1,2388 (1)	0,494 (1)	1,239 (1)
31	2,40	0,2630 (1)	0,6781 (1)	0,263 (1)	0,678 (1)
41	3,20	0,1070 (1)	0,2812 (1)	0,102 (1)	0,281 (1)
51	4,00	0,0004 (1)	0,0264 (1)	0,000 (1)	0,026 (1)
61	4,80	-0,0563 (1)	-0,1196 (1)	-0,056 (1)	-0,120 (1)
71	5,60	-0,0830 (1)	-0,1923 (1)	-0,083 (1)	-0,192 (1)
81	6,40	-0,0925 (1)	-0,2223 (1)	-0,092 (1)	-0,222 (1)
91	7,20	-0,0941 (1)	-0,2328 (1)	-0,094 (1)	-0,233 (1)
101	8,00	-0,0937 (1)	-0,2380 (1)	-0,094 (1)	-0,238 (1)

Palo n° 9

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cmq]	Pr [kg/cmq]
1	0,00	1,1223 (1)	2,7742 (1)	0,165 (1)	0,165 (1)
11	0,80	0,7809 (1)	1,9561 (1)	0,781 (1)	1,297 (1)
21	1,60	0,4861 (1)	1,2388 (1)	0,486 (1)	1,239 (1)
31	2,40	0,2590 (1)	0,6781 (1)	0,259 (1)	0,678 (1)
41	3,20	0,1004 (1)	0,2812 (1)	0,100 (1)	0,281 (1)
51	4,00	0,0004 (1)	0,0264 (1)	0,000 (1)	0,026 (1)
61	4,80	-0,0554 (1)	-0,1196 (1)	-0,055 (1)	-0,120 (1)
71	5,60	-0,0818 (1)	-0,1923 (1)	-0,082 (1)	-0,192 (1)
81	6,40	-0,0911 (1)	-0,2223 (1)	-0,091 (1)	-0,222 (1)
91	7,20	-0,0927 (1)	-0,2328 (1)	-0,093 (1)	-0,233 (1)
101	8,00	-0,0923 (1)	-0,2380 (1)	-0,092 (1)	-0,238 (1)

Palo n° 10

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cmq]	Pr [kg/cmq]
1	0,00	1,1053 (1)	2,7742 (1)	0,165 (1)	0,165 (1)
11	0,80	0,7690 (1)	1,9561 (1)	0,769 (1)	1,297 (1)
21	1,60	0,4787 (1)	1,2388 (1)	0,479 (1)	1,239 (1)
31	2,40	0,2550 (1)	0,6781 (1)	0,255 (1)	0,678 (1)
41	3,20	0,0988 (1)	0,2812 (1)	0,099 (1)	0,281 (1)
51	4,00	0,0004 (1)	0,0264 (1)	0,000 (1)	0,026 (1)
61	4,80	-0,0546 (1)	-0,1196 (1)	-0,055 (1)	-0,120 (1)
71	5,60	-0,0805 (1)	-0,1923 (1)	-0,081 (1)	-0,192 (1)
81	6,40	-0,0897 (1)	-0,2223 (1)	-0,090 (1)	-0,222 (1)
91	7,20	-0,0913 (1)	-0,2328 (1)	-0,091 (1)	-0,233 (1)
101	8,00	-0,0908 (1)	-0,2380 (1)	-0,091 (1)	-0,238 (1)

Palo n° 11

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cmq]	Pr [kg/cmq]
1	0,00	1,0894 (1)	2,7742 (1)	0,165 (1)	0,165 (1)
11	0,80	0,7573 (1)	1,9561 (1)	0,757 (1)	1,297 (1)
21	1,60	0,4714 (1)	1,2388 (1)	0,471 (1)	1,239 (1)
31	2,40	0,2511 (1)	0,6781 (1)	0,251 (1)	0,678 (1)
41	3,20	0,0973 (1)	0,2812 (1)	0,097 (1)	0,281 (1)
51	4,00	0,0003 (1)	0,0264 (1)	0,000 (1)	0,026 (1)
61	4,80	-0,0538 (1)	-0,1196 (1)	-0,054 (1)	-0,120 (1)
71	5,60	-0,0793 (1)	-0,1923 (1)	-0,079 (1)	-0,192 (1)
81	6,40	-0,0883 (1)	-0,2223 (1)	-0,088 (1)	-0,222 (1)
91	7,20	-0,0899 (1)	-0,2328 (1)	-0,090 (1)	-0,233 (1)
101	8,00	-0,0895 (1)	-0,2380 (1)	-0,089 (1)	-0,238 (1)

Palo n° 12

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cmq]	Pr [kg/cmq]
1	0,00	1,0719 (1)	2,7742 (1)	0,165 (1)	0,165 (1)
11	0,80	0,7457 (1)	1,9561 (1)	0,746 (1)	1,297 (1)
21	1,60	0,4641 (1)	1,2388 (1)	0,464 (1)	1,239 (1)

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cmq]	Pr [kg/cmq]
31	2,40	0,2472 (1)	0,6781 (1)	0,247 (1)	0,678 (1)
41	3,20	0,0958 (1)	0,2812 (1)	0,096 (1)	0,281 (1)
51	4,00	0,0003 (1)	0,0264 (1)	0,000 (1)	0,026 (1)
61	4,80	-0,0530 (1)	-0,1196 (1)	-0,053 (1)	-0,120 (1)
71	5,60	-0,0781 (1)	-0,1923 (1)	-0,078 (1)	-0,192 (1)
81	6,40	-0,0870 (1)	-0,2223 (1)	-0,087 (1)	-0,222 (1)
91	7,20	-0,0885 (1)	-0,2328 (1)	-0,089 (1)	-0,233 (1)
101	8,00	-0,0881 (1)	-0,2380 (1)	-0,088 (1)	-0,238 (1)

Palo n° 13

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cmq]	Pr [kg/cmq]
1	0,00	1,0554 (1)	2,7742 (1)	0,165 (1)	0,165 (1)
11	0,80	0,7343 (1)	1,9561 (1)	0,734 (1)	1,297 (1)
21	1,60	0,4570 (1)	1,2388 (1)	0,457 (1)	1,239 (1)
31	2,40	0,2434 (1)	0,6781 (1)	0,243 (1)	0,678 (1)
41	3,20	0,0943 (1)	0,2812 (1)	0,094 (1)	0,281 (1)
51	4,00	0,0003 (1)	0,0264 (1)	0,000 (1)	0,026 (1)
61	4,80	-0,0522 (1)	-0,1196 (1)	-0,052 (1)	-0,120 (1)
71	5,60	-0,0769 (1)	-0,1923 (1)	-0,077 (1)	-0,192 (1)
81	6,40	-0,0857 (1)	-0,2223 (1)	-0,086 (1)	-0,222 (1)
91	7,20	-0,0872 (1)	-0,2328 (1)	-0,087 (1)	-0,233 (1)
101	8,00	-0,0867 (1)	-0,2380 (1)	-0,087 (1)	-0,238 (1)

Palo n° 14

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cmq]	Pr [kg/cmq]
1	0,00	1,0391 (1)	2,7742 (1)	0,165 (1)	0,165 (1)
11	0,80	0,7228 (1)	1,9561 (1)	0,723 (1)	1,297 (1)
21	1,60	0,4498 (1)	1,2388 (1)	0,450 (1)	1,239 (1)
31	2,40	0,2396 (1)	0,6781 (1)	0,240 (1)	0,678 (1)
41	3,20	0,0928 (1)	0,2812 (1)	0,093 (1)	0,281 (1)
51	4,00	0,0002 (1)	0,0264 (1)	0,000 (1)	0,026 (1)
61	4,80	-0,0514 (1)	-0,1196 (1)	-0,051 (1)	-0,120 (1)
71	5,60	-0,0757 (1)	-0,1923 (1)	-0,076 (1)	-0,192 (1)
81	6,40	-0,0843 (1)	-0,2223 (1)	-0,084 (1)	-0,222 (1)
91	7,20	-0,0858 (1)	-0,2328 (1)	-0,086 (1)	-0,233 (1)
101	8,00	-0,0854 (1)	-0,2380 (1)	-0,085 (1)	-0,238 (1)

Sollecitazioni

Piastra

Sollecitazioni massime e minime piastra

Simbologia adottata

In	Indice nodo modello
Mx	Momento X espresso in [kgm]
My	Momento Y espresso in [kgm]
Mxy	Momento XY espresso in [kgm]
Tx	Taglio X, espresso in [kg]
Ty	Taglio Y, espresso in [kg]
Nx	Tensione normale X espressa in [kg/cmq]
Ny	Tensione normale Y espressa in [kg/cmq]
Nxy	Tensione tangenziale XY espressa in [kg/cmq]

In	X [m]	Y [m]		Valore	UM	Cmb
3	5,00	10,00	Mx	468,89	[kgm]	1 MAX
2	5,60	9,40		-2230,20		1 MIN
46	14,00	10,00	My	2477,19	[kgm]	1 MAX
2	5,60	9,40		-1123,40		1 MIN
4	6,00	9,00	Mxy	-73,73	[kgm]	1 MAX
52	15,00	11,30		-1088,36		1 MIN
15	7,00	11,30	Nx	0,35	[kg/cmq]	1 MAX
18	8,89	9,00		-0,36		1 MIN
51	14,60	10,80	Ny	0,42	[kg/cmq]	1 MAX
2	5,60	9,40		-0,34		1 MIN
6	5,64	10,68	Nxy	0,23	[kg/cmq]	1 MAX
50	15,00	9,00		-0,15		1 MIN

Pali

Simbologia adottata

n°	Identificativo sezione
Y	ordinata della sezione a partire dalla testa positiva verso il basso, espressa in [m]
Nr	sforzo normale a rottura, espresso in [kg]
Ne	sforzo normale in esercizio, espresso in [kg]
Tr	taglio a rottura, espresso in [kg]
Te	taglio in esercizio, espresso in [kg]
Mr	momento a rottura, espresso in [kgm]
Me	momento in esercizio, espresso in [kgm]

Palo n° 1

n°	Y [m]	Ne [kg]	Nr [kg]	Te [kg]	Tr [kg]	Me [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	7919 (1)	42732 (1)	4471 (1)	8826 (1)	0 (0)	0 (1)
11	0,80	8097 (1)	42431 (1)	2623 (1)	6441 (1)	-3089 (1)	-6508 (1)
21	1,60	8275 (1)	41928 (1)	620 (1)	1935 (1)	-4404 (1)	-10011 (1)
31	2,40	8219 (1)	40872 (1)	-540 (1)	-999 (1)	-8434 (1)	-10386 (1)
41	3,20	8213 (1)	39817 (1)	-1083 (1)	-2429 (1)	-3773 (1)	-8990 (1)
51	4,00	8207 (1)	38761 (1)	-1218 (1)	-2847 (1)	-2837 (1)	-6845 (1)
61	4,80	8201 (1)	37706 (1)	-1109 (1)	-2650 (1)	-1890 (1)	-4608 (1)
71	5,60	8195 (1)	36650 (1)	-875 (1)	-2125 (1)	-1082 (1)	-2662 (1)
81	6,40	8199 (1)	35595 (1)	-588 (1)	-1449 (1)	-483 (1)	-1200 (1)
91	7,20	8183 (1)	34539 (1)	-287 (1)	-716 (1)	-121 (1)	-303 (1)
101	8,00	8177 (1)	33589 (1)	-15 (1)	-38 (1)	0 (0)	0 (1)

Palo n° 2

n°	Y [m]	Ne [kg]	Nr [kg]	Te [kg]	Tr [kg]	Me [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	7908 (1)	42732 (1)	4409 (1)	8826 (1)	0 (0)	0 (1)
11	0,80	7688 (1)	42431 (1)	2583 (1)	6441 (1)	-3043 (1)	-6508 (1)
21	1,60	7822 (1)	41928 (1)	610 (1)	1935 (1)	-4338 (1)	-10011 (1)
31	2,40	7826 (1)	40872 (1)	-532 (1)	-999 (1)	-4367 (1)	-10386 (1)
41	3,20	7830 (1)	39817 (1)	-1067 (1)	-2429 (1)	-3716 (1)	-8990 (1)
51	4,00	7834 (1)	38761 (1)	-1199 (1)	-2847 (1)	-2794 (1)	-6845 (1)
61	4,80	7838 (1)	37706 (1)	-1092 (1)	-2650 (1)	-1861 (1)	-4608 (1)
71	5,60	7842 (1)	36650 (1)	-862 (1)	-2125 (1)	-1065 (1)	-2662 (1)
81	6,40	7846 (1)	35595 (1)	-579 (1)	-1449 (1)	-476 (1)	-1200 (1)
91	7,20	7851 (1)	34539 (1)	-282 (1)	-716 (1)	-119 (1)	-303 (1)
101	8,00	7855 (1)	33589 (1)	-15 (1)	-38 (1)	0 (0)	0 (1)

Palo n° 3

n°	Y [m]	Ne [kg]	Nr [kg]	Te [kg]	Tr [kg]	Me [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	7306 (1)	42732 (1)	4349 (1)	8826 (1)	0 (0)	0 (1)
11	0,80	7488 (1)	42431 (1)	2543 (1)	6441 (1)	-2998 (1)	-6508 (1)
21	1,60	7624 (1)	41928 (1)	600 (1)	1935 (1)	-4272 (1)	-10011 (1)
31	2,40	7633 (1)	40872 (1)	-525 (1)	-999 (1)	-4301 (1)	-10386 (1)
41	3,20	7642 (1)	39817 (1)	-1051 (1)	-2429 (1)	-3659 (1)	-8990 (1)
51	4,00	7651 (1)	38761 (1)	-1181 (1)	-2847 (1)	-2751 (1)	-6845 (1)
61	4,80	7660 (1)	37706 (1)	-1076 (1)	-2650 (1)	-1833 (1)	-4608 (1)
71	5,60	7669 (1)	36650 (1)	-848 (1)	-2125 (1)	-1049 (1)	-2662 (1)
81	6,40	7678 (1)	35595 (1)	-570 (1)	-1449 (1)	-468 (1)	-1200 (1)
91	7,20	7687 (1)	34539 (1)	-278 (1)	-716 (1)	-117 (1)	-303 (1)
101	8,00	7697 (1)	33589 (1)	-15 (1)	-38 (1)	0 (0)	0 (1)

Palo n° 4

n°	Y [m]	Ne [kg]	Nr [kg]	Te [kg]	Tr [kg]	Me [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	7279 (1)	42732 (1)	4289 (1)	8826 (1)	0 (0)	0 (1)
11	0,80	7461 (1)	42431 (1)	2503 (1)	6441 (1)	-2954 (1)	-6508 (1)
21	1,60	7597 (1)	41928 (1)	591 (1)	1935 (1)	-4208 (1)	-10011 (1)
31	2,40	7607 (1)	40872 (1)	-517 (1)	-999 (1)	-4236 (1)	-10386 (1)
41	3,20	7617 (1)	39817 (1)	-1035 (1)	-2429 (1)	-3604 (1)	-8990 (1)
51	4,00	7627 (1)	38761 (1)	-1163 (1)	-2847 (1)	-2709 (1)	-6845 (1)
61	4,80	7636 (1)	37706 (1)	-1059 (1)	-2650 (1)	-1805 (1)	-4608 (1)
71	5,60	7646 (1)	36650 (1)	-836 (1)	-2125 (1)	-1033 (1)	-2662 (1)
81	6,40	7656 (1)	35595 (1)	-562 (1)	-1449 (1)	-461 (1)	-1200 (1)
91	7,20	7666 (1)	34539 (1)	-274 (1)	-716 (1)	-115 (1)	-303 (1)
101	8,00	7675 (1)	33589 (1)	-14 (1)	-38 (1)	0 (0)	0 (1)

Palo n° 5

n°	Y [m]	Ne [kg]	Nr [kg]	Te [kg]	Tr [kg]	Me [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	7398 (1)	42732 (1)	4230 (1)	8826 (1)	0 (0)	0 (1)
11	0,80	7580 (1)	42431 (1)	2465 (1)	6441 (1)	-2910 (1)	-6508 (1)
21	1,60	7714 (1)	41928 (1)	581 (1)	1935 (1)	-4145 (1)	-10011 (1)
31	2,40	7721 (1)	40872 (1)	-509 (1)	-999 (1)	-4172 (1)	-10386 (1)
41	3,20	7728 (1)	39817 (1)	-1020 (1)	-2429 (1)	-3549 (1)	-8990 (1)
51	4,00	7735 (1)	38761 (1)	-1146 (1)	-2847 (1)	-2668 (1)	-6845 (1)
61	4,80	7742 (1)	37706 (1)	-1043 (1)	-2650 (1)	-1777 (1)	-4608 (1)
71	5,60	7748 (1)	36650 (1)	-823 (1)	-2125 (1)	-1017 (1)	-2662 (1)
81	6,40	7755 (1)	35595 (1)	-553 (1)	-1449 (1)	-454 (1)	-1200 (1)
91	7,20	7762 (1)	34539 (1)	-270 (1)	-716 (1)	-113 (1)	-303 (1)
101	8,00	7769 (1)	33589 (1)	-14 (1)	-38 (1)	0 (0)	0 (1)

Palo n° 6

n°	Y [m]	Ne [kg]	Nr [kg]	Te [kg]	Tr [kg]	Me [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	7683 (1)	42732 (1)	4171 (1)	8826 (1)	0 (0)	0 (1)
11	0,80	7862 (1)	42431 (1)	2426 (1)	6441 (1)	-2867 (1)	-6508 (1)
21	1,60	7994 (1)	41928 (1)	572 (1)	1935 (1)	-4082 (1)	-10011 (1)
31	2,40	7994 (1)	40872 (1)	-502 (1)	-999 (1)	-4108 (1)	-10386 (1)
41	3,20	7993 (1)	39817 (1)	-1004 (1)	-2429 (1)	-3495 (1)	-8990 (1)
51	4,00	7993 (1)	38761 (1)	-1128 (1)	-2847 (1)	-2627 (1)	-6845 (1)
61	4,80	7993 (1)	37706 (1)	-1027 (1)	-2650 (1)	-1750 (1)	-4608 (1)
71	5,60	7993 (1)	36650 (1)	-810 (1)	-2125 (1)	-1001 (1)	-2662 (1)
81	6,40	7992 (1)	35595 (1)	-545 (1)	-1449 (1)	-447 (1)	-1200 (1)
91	7,20	7992 (1)	34539 (1)	-266 (1)	-716 (1)	-112 (1)	-303 (1)
101	8,00	7992 (1)	33589 (1)	-14 (1)	-38 (1)	0 (0)	0 (1)

Palo n° 7

n°	Y [m]	Ne [kg]	Nr [kg]	Te [kg]	Tr [kg]	Me [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	8217 (1)	42732 (1)	4113 (1)	8826 (1)	0 (0)	0 (1)
11	0,80	8392 (1)	42431 (1)	2388 (1)	6441 (1)	-2824 (1)	-6508 (1)
21	1,60	8517 (1)	41928 (1)	562 (1)	1935 (1)	-4019 (1)	-10011 (1)
31	2,40	8504 (1)	40872 (1)	-494 (1)	-999 (1)	-4045 (1)	-10386 (1)
41	3,20	8491 (1)	39817 (1)	-989 (1)	-2429 (1)	-3441 (1)	-8990 (1)
51	4,00	8477 (1)	38761 (1)	-1111 (1)	-2847 (1)	-2586 (1)	-6845 (1)
61	4,80	8464 (1)	37706 (1)	-1011 (1)	-2650 (1)	-1723 (1)	-4608 (1)
71	5,60	8451 (1)	36650 (1)	-798 (1)	-2125 (1)	-986 (1)	-2662 (1)
81	6,40	8437 (1)	35595 (1)	-536 (1)	-1449 (1)	-440 (1)	-1200 (1)
91	7,20	8424 (1)	34539 (1)	-261 (1)	-716 (1)	-110 (1)	-303 (1)
101	8,00	8410 (1)	33589 (1)	-14 (1)	-38 (1)	0 (0)	0 (1)

Palo n° 8

n°	Y [m]	Ne [kg]	Nr [kg]	Te [kg]	Tr [kg]	Me [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	7205 (1)	42732 (1)	4453 (1)	8826 (1)	0 (0)	0 (1)
11	0,80	7387 (1)	42431 (1)	2611 (1)	6441 (1)	-3076 (1)	-6508 (1)
21	1,60	7525 (1)	41928 (1)	617 (1)	1935 (1)	-4384 (1)	-10011 (1)
31	2,40	7536 (1)	40872 (1)	-538 (1)	-999 (1)	-4414 (1)	-10386 (1)
41	3,20	7548 (1)	39817 (1)	-1079 (1)	-2429 (1)	-3756 (1)	-8990 (1)
51	4,00	7559 (1)	38761 (1)	-1212 (1)	-2847 (1)	-2824 (1)	-6845 (1)
61	4,80	7571 (1)	37706 (1)	-1104 (1)	-2650 (1)	-1881 (1)	-4608 (1)
71	5,60	7582 (1)	36650 (1)	-871 (1)	-2125 (1)	-1077 (1)	-2662 (1)
81	6,40	7594 (1)	35595 (1)	-585 (1)	-1449 (1)	-481 (1)	-1200 (1)
91	7,20	7606 (1)	34539 (1)	-286 (1)	-716 (1)	-120 (1)	-303 (1)
101	8,00	7617 (1)	33589 (1)	-15 (1)	-38 (1)	0 (0)	0 (1)

Palo n° 9

n°	Y [m]	Ne [kg]	Nr [kg]	Te [kg]	Tr [kg]	Me [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	6735 (1)	42732 (1)	4391 (1)	8826 (1)	0 (0)	0 (1)
11	0,80	6901 (1)	42431 (1)	2571 (1)	6441 (1)	-3030 (1)	-6508 (1)
21	1,60	7064 (1)	41928 (1)	607 (1)	1935 (1)	-4318 (1)	-10011 (1)
31	2,40	7087 (1)	40872 (1)	-530 (1)	-999 (1)	-4347 (1)	-10386 (1)
41	3,20	7110 (1)	39817 (1)	-1062 (1)	-2429 (1)	-3699 (1)	-8990 (1)
51	4,00	7133 (1)	38761 (1)	-1194 (1)	-2847 (1)	-2781 (1)	-6845 (1)
61	4,80	7157 (1)	37706 (1)	-1087 (1)	-2650 (1)	-1853 (1)	-4608 (1)
71	5,60	7180 (1)	36650 (1)	-858 (1)	-2125 (1)	-1060 (1)	-2662 (1)

n°	Y [m]	Ne [kg]	Nr [kg]	Te [kg]	Tr [kg]	Me [kgm]	Mr [kgm]
81	6,40	7203 (1)	35595 (1)	-577 (1)	-1449 (1)	-474 (1)	-1200 (1)
91	7,20	7226 (1)	34539 (1)	-281 (1)	-716 (1)	-118 (1)	-303 (1)
101	8,00	7249 (1)	33589 (1)	-15 (1)	-38 (1)	0 (0)	0 (1)

Palo n° 10

n°	Y [m]	Ne [kg]	Nr [kg]	Te [kg]	Tr [kg]	Me [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	6475 (1)	42732 (1)	4331 (1)	8826 (1)	0 (0)	0 (1)
11	0,80	6663 (1)	42431 (1)	2531 (1)	6441 (1)	-2905 (1)	-6508 (1)
21	1,60	6809 (1)	41928 (1)	597 (1)	1935 (1)	-4254 (1)	-10011 (1)
31	2,40	6839 (1)	40872 (1)	-522 (1)	-999 (1)	-4282 (1)	-10386 (1)
41	3,20	6868 (1)	39817 (1)	-1047 (1)	-2429 (1)	-3643 (1)	-8990 (1)
51	4,00	6898 (1)	38761 (1)	-1176 (1)	-2847 (1)	-2739 (1)	-6845 (1)
61	4,80	6927 (1)	37706 (1)	-1073 (1)	-2650 (1)	-1825 (1)	-4608 (1)
71	5,60	6957 (1)	36650 (1)	-845 (1)	-2125 (1)	-1044 (1)	-2662 (1)
81	6,40	6987 (1)	35595 (1)	-568 (1)	-1449 (1)	-466 (1)	-1200 (1)
91	7,20	7016 (1)	34539 (1)	-277 (1)	-716 (1)	-117 (1)	-303 (1)
101	8,00	7046 (1)	33589 (1)	-15 (1)	-38 (1)	0 (0)	0 (1)

Palo n° 11

n°	Y [m]	Ne [kg]	Nr [kg]	Te [kg]	Tr [kg]	Me [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	6377 (1)	42732 (1)	4272 (1)	8826 (1)	0 (0)	0 (1)
11	0,80	6566 (1)	42431 (1)	2492 (1)	6441 (1)	-2941 (1)	-6508 (1)
21	1,60	6713 (1)	41928 (1)	588 (1)	1935 (1)	-4190 (1)	-10011 (1)
31	2,40	6746 (1)	40872 (1)	-515 (1)	-999 (1)	-4217 (1)	-10386 (1)
41	3,20	6777 (1)	39817 (1)	-1031 (1)	-2429 (1)	-3588 (1)	-8990 (1)
51	4,00	6809 (1)	38761 (1)	-1158 (1)	-2847 (1)	-2697 (1)	-6845 (1)
61	4,80	6841 (1)	37706 (1)	-1055 (1)	-2650 (1)	-1797 (1)	-4608 (1)
71	5,60	6873 (1)	36650 (1)	-832 (1)	-2125 (1)	-1028 (1)	-2662 (1)
81	6,40	6905 (1)	35595 (1)	-559 (1)	-1449 (1)	-459 (1)	-1200 (1)
91	7,20	6937 (1)	34539 (1)	-273 (1)	-716 (1)	-115 (1)	-303 (1)
101	8,00	6968 (1)	33589 (1)	-14 (1)	-38 (1)	0 (0)	0 (1)

Palo n° 12

n°	Y [m]	Ne [kg]	Nr [kg]	Te [kg]	Tr [kg]	Me [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	6422 (1)	42732 (1)	4213 (1)	8826 (1)	0 (0)	0 (1)
11	0,80	6611 (1)	42431 (1)	2454 (1)	6441 (1)	-2898 (1)	-6508 (1)
21	1,60	6757 (1)	41928 (1)	578 (1)	1935 (1)	-4127 (1)	-10011 (1)
31	2,40	6788 (1)	40872 (1)	-507 (1)	-999 (1)	-4153 (1)	-10386 (1)
41	3,20	6819 (1)	39817 (1)	-1015 (1)	-2429 (1)	-3533 (1)	-8990 (1)
51	4,00	6850 (1)	38761 (1)	-1141 (1)	-2847 (1)	-2696 (1)	-6845 (1)
61	4,80	6880 (1)	37706 (1)	-1039 (1)	-2650 (1)	-1769 (1)	-4608 (1)
71	5,60	6911 (1)	36650 (1)	-819 (1)	-2125 (1)	-1013 (1)	-2662 (1)
81	6,40	6942 (1)	35595 (1)	-551 (1)	-1449 (1)	-452 (1)	-1200 (1)
91	7,20	6973 (1)	34539 (1)	-268 (1)	-716 (1)	-113 (1)	-303 (1)
101	8,00	7004 (1)	33589 (1)	-14 (1)	-38 (1)	0 (0)	0 (1)

Palo n° 13

n°	Y [m]	Ne [kg]	Nr [kg]	Te [kg]	Tr [kg]	Me [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	6654 (1)	42732 (1)	4155 (1)	8826 (1)	0 (0)	0 (1)
11	0,80	6841 (1)	42431 (1)	2415 (1)	6441 (1)	-2854 (1)	-6508 (1)
21	1,60	6985 (1)	41928 (1)	569 (1)	1935 (1)	-4054 (1)	-10011 (1)
31	2,40	7010 (1)	40872 (1)	-500 (1)	-999 (1)	-4090 (1)	-10386 (1)
41	3,20	7035 (1)	39817 (1)	-1000 (1)	-2429 (1)	-3479 (1)	-8990 (1)
51	4,00	7060 (1)	38761 (1)	-1123 (1)	-2847 (1)	-2615 (1)	-6845 (1)
61	4,80	7085 (1)	37706 (1)	-1023 (1)	-2650 (1)	-1742 (1)	-4608 (1)
71	5,60	7110 (1)	36650 (1)	-807 (1)	-2125 (1)	-997 (1)	-2662 (1)
81	6,40	7136 (1)	35595 (1)	-542 (1)	-1449 (1)	-446 (1)	-1200 (1)
91	7,20	7161 (1)	34539 (1)	-264 (1)	-716 (1)	-111 (1)	-303 (1)
101	8,00	7186 (1)	33589 (1)	-14 (1)	-38 (1)	0 (0)	0 (1)

Palo n° 14

n°	Y [m]	Ne [kg]	Nr [kg]	Te [kg]	Tr [kg]	Me [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	7120 (1)	42732 (1)	4097 (1)	8826 (1)	0 (0)	0 (1)
11	0,80	7304 (1)	42431 (1)	2377 (1)	6441 (1)	-2811 (1)	-6508 (1)

n°	Y [m]	Ne [kg]	Nr [kg]	Te [kg]	Tr [kg]	Me [kgm]	Mr [kgm]
21	1,60	7442 (1)	41928 (1)	560 (1)	1935 (1)	-8002 (1)	-10011 (1)
31	2,40	7456 (1)	40872 (1)	-492 (1)	-999 (1)	-4077 (1)	-10386 (1)
41	3,20	7469 (1)	39817 (1)	-985 (1)	-2429 (1)	-3425 (1)	-8990 (1)
51	4,00	7483 (1)	38761 (1)	-1476 (1)	-2847 (1)	-2575 (1)	-6945 (1)
61	4,80	7497 (1)	37705 (1)	-1967 (1)	-2650 (1)	-1715 (1)	-4608 (1)
71	5,60	7510 (1)	36650 (1)	-2458 (1)	-2125 (1)	-981 (1)	-2662 (1)
81	6,40	7524 (1)	35595 (1)	-2949 (1)	-1449 (1)	-438 (1)	-1200 (1)
91	7,20	7537 (1)	34539 (1)	-3440 (1)	-716 (1)	-109 (1)	-303 (1)
101	8,00	7551 (1)	33589 (1)	-3931 (1)	-38 (1)	0 (0)	0 (1)

Verifiche strutturali

Verifica a flessione

Piastra

Simbologia adottata

Is	Identificativo tratto-sezione-direzione (P: direzione principale, S: direzione secondaria)
As	Area di armatura lombo inferiore espressa in [cmq]
As	Area di armatura lombo superiore espressa in [cmq]
Ms	Momento ultimo espresso in [kgm]
Ns	Sforzo normale ultimo espresso in [kg]
FS	Fattore di sicurezza

Is	As [cmq]	As [cmq]	Ms [kgm]	Ns [kg]	FS
1-1-P	8,04	8,04	-10763	-16224	56,983
1-2-P	8,04	8,04	-12736	-7577	18,859
1-3-P	8,04	8,04	-12968	-6560	12,311
1-4-P	8,04	8,04	-12702	-7724	12,537
1-5-P	8,04	8,04	-10094	-19156	30,462
1-6-P	8,04	8,04	-10845	-15866	21,525
1-7-P	8,04	8,04	-11227	-14189	16,900
1-8-P	8,04	8,04	-11465	-13146	14,642
1-9-P	8,04	8,04	-11662	-12282	13,483
1-10-P	8,04	8,04	-11072	-14869	15,480
1-11-P	8,04	8,04	-10268	-18396	18,967
1-12-P	8,04	8,04	-8878	-24484	26,058
1-13-P	8,04	8,04	-7838	-29043	31,455
1-14-P	8,04	8,04	-10983	-15259	14,581
1-15-P	8,04	8,04	-11123	-14647	13,925
1-16-P	8,04	8,04	-9609	-21018	21,667
1-17-P	8,04	8,04	-4804	-42454	42,809
1-18-P	8,04	8,04	-9099	-23517	24,826
1-19-P	8,04	8,04	-10647	-16732	16,943
1-20-P	8,04	8,04	-11294	-13899	13,867
1-21-P	8,04	8,04	-10796	-16079	17,166
1-22-P	8,04	8,04	-9068	-23652	28,757
1-23-P	8,04	8,04	-6957	-32904	40,651
1-24-P	8,04	8,04	7445	-30850	46,192
1-25-P	8,04	8,04	-10338	-18087	22,730
1-26-P	8,04	8,04	-11430	-13303	14,875
1-27-P	8,04	8,04	-10937	-15460	18,208
1-28-P	8,04	8,04	-8716	-25197	34,166
1-29-P	8,04	8,04	-10759	-16244	23,069
1-30-P	8,04	8,04	-12153	-10131	14,702
1-31-P	8,04	8,04	-12743	-7546	11,522
1-32-P	8,04	8,04	-12610	-8128	12,743
1-33-P	8,04	8,04	-11810	-11638	19,570
1-34-P	8,04	8,04	-10716	-16429	29,385
1-35-P	8,04	8,04	-11853	-11445	19,236
1-36-P	8,04	8,04	-12471	-8736	14,460
1-37-P	8,04	8,04	-12867	-7003	12,128
1-38-P	8,04	8,04	-12690	-7780	13,255
1-39-P	8,04	8,04	-12158	-10111	17,944
1-40-P	8,04	8,04	-10937	-15462	30,349
1-41-P	8,04	8,04	6544	-34778	76,886
2-1-P	10,05	10,05	19945	9088	67,781
2-2-P	10,05	10,05	-22564	21500	176,414
2-3-P	10,05	10,05	-21617	17064	100,754
2-4-P	10,05	10,05	-18517	2535	85,900
2-5-P	10,05	10,05	-17986	45	55,685

Es	At	Ats	M _s	N _s	FS
	[cmq]	[cmq]	[kgm]	[kg]	
2-6-P	10,05	10,05	-18398	1975	44,144
2-7-P	10,05	10,05	-19377	6504	46,449
2-8-P	10,05	10,05	-20749	12995	59,058
2-9-P	10,05	10,05	-25871	37000	137,432
2-10-P	10,05	10,05	-20941	13894	59,575
2-11-P	10,05	10,05	-19753	8329	47,476
2-12-P	10,05	10,05	-18589	2871	51,977
2-13-P	10,05	10,05	-23083	23030	86,077
2-14-P	10,05	10,05	-21209	15149	152,142
2-15-P	10,05	10,05	20808	13067	189,090
2-16-P	10,05	10,05	-23456	25679	130,445
2-17-P	10,05	10,05	-21782	17837	59,236
2-18-P	10,05	10,05	-24593	31098	171,272
2-19-P	10,05	10,05	21032	14104	180,064
2-20-P	10,05	10,05	19838	8592	151,703
2-21-P	10,05	10,05	-20183	10342	121,424
2-22-P	10,05	10,05	-22017	18936	79,290
2-23-P	10,05	10,05	-23673	26698	93,660
2-24-P	10,05	10,05	-27771	46213	147,203
2-25-P	10,05	10,05	21441	15992	155,880
2-26-P	10,05	10,05	-20431	11504	98,052
2-27-P	10,05	10,05	-19084	5194	60,164
2-28-P	10,05	10,05	-18392	1951	53,255
2-29-P	10,05	10,05	-18463	2282	73,008
2-30-P	10,05	10,05	-18757	3658	94,190
2-31-P	10,05	10,05	-18268	1365	92,466
2-32-P	10,05	10,05	-18467	2300	68,825
2-33-P	10,05	10,05	-18291	1477	49,143
2-34-P	10,05	10,05	-18473	2329	40,147
2-35-P	10,05	10,05	-19014	4861	39,793
2-36-P	10,05	10,05	-19540	7328	45,163
2-37-P	10,05	10,05	-20388	11301	68,589
2-38-P	10,05	10,05	-18896	4310	35,098
2-39-P	10,05	10,05	-18246	1267	31,436
2-40-P	10,05	10,05	-17651	-1465	30,241
2-41-P	10,05	10,05	-15793	-9843	57,393
3-1-P	8,04	8,04	29727	73812	199,534
3-2-P	8,04	8,04	-39169	133728	269,254
3-3-P	8,04	8,04	-23952	44462	71,937
3-4-P	8,04	8,04	-20156	26718	38,813
3-5-P	8,04	8,04	-17934	16335	21,157
3-6-P	8,04	8,04	-17686	15173	17,612
3-7-P	8,04	8,04	-19074	21661	23,161
3-8-P	8,04	8,04	-22584	38070	39,063
3-9-P	8,04	8,04	-35928	110610	111,706
3-10-P	8,04	8,04	-22006	35369	34,038
3-11-P	8,04	8,04	-19411	23238	22,000
3-12-P	8,04	8,04	-19353	22968	22,383
3-13-P	8,04	8,04	-22161	36091	34,918
3-14-P	8,04	8,04	-29415	73054	71,083
3-15-P	8,04	8,04	-32938	91624	92,002
3-16-P	8,04	8,04	-22433	37365	39,986
3-17-P	8,04	8,04	-18081	17021	19,530
3-18-P	8,04	8,04	-22448	37435	41,385
3-19-P	8,04	8,04	-35609	108426	113,247
3-20-P	8,04	8,04	-37004	117977	117,639
3-21-P	8,04	8,04	-26834	59979	59,955
3-22-P	8,04	8,04	-21837	34679	35,792
3-23-P	8,04	8,04	-21729	34072	36,438
3-24-P	8,04	8,04	-27018	60419	69,504
3-25-P	8,04	8,04	-46812	285565	368,121
3-26-P	8,04	8,04	-24851	48998	62,531
3-27-P	8,04	8,04	-19358	22991	30,147
3-28-P	8,04	8,04	-17631	14915	21,161
3-29-P	8,04	8,04	-17621	14872	23,029
3-30-P	8,04	8,04	-18099	20424	32,844
3-31-P	8,04	8,04	-19583	24942	39,234
3-32-P	8,04	8,04	-18291	18003	29,827
3-33-P	8,04	8,04	-16924	11613	19,809
3-34-P	8,04	8,04	-16579	9999	17,286
3-35-P	8,04	8,04	-17024	12078	21,394
3-36-P	8,04	8,04	-17957	16439	31,251
3-37-P	8,04	8,04	-20552	28572	59,984
3-38-P	8,04	8,04	-16709	10609	22,404
3-39-P	8,04	8,04	-15882	6743	15,525
3-40-P	8,04	8,04	-15581	5334	17,279

Id	Aff [cmq]	Afv [cmq]	M ₀ [kgm]	N ₀ [kg]	FS
3-4-P	8,04	8,04	-14958	2424	31,325
4-1-S	10,05	10,05	-14893	-13997	56,644
4-2-S	10,05	10,05	-12795	-23187	26,443
4-3-S	10,05	10,05	11595	-28600	32,267
4-4-S	10,05	10,05	13412	-20651	18,636
4-5-S	10,05	10,05	16144	-8522	9,482
4-6-S	10,05	10,05	17371	-3075	9,704
4-7-S	10,05	10,05	18990	4298	14,858
4-8-S	10,05	10,05	23124	23257	28,689
4-9-S	10,05	10,05	32107	66884	66,910
4-10-S	10,05	10,05	45760	140846	171,131
4-11-S	10,05	10,05	-60435	301671	601,845
5-1-S	10,05	10,05	-17438	-2840	96,268
5-2-S	10,05	10,05	-9814	-36243	42,817
5-3-S	10,05	10,05	12812	-23297	25,461
5-4-S	10,05	10,05	15514	-11318	14,739
5-5-S	10,05	10,05	17684	-1688	8,851
5-6-S	10,05	10,05	18947	4058	10,309
5-7-S	10,05	10,05	21007	13527	18,976
5-8-S	10,05	10,05	29737	35062	60,192
5-9-S	10,05	10,05	24022	27387	50,382
5-10-S	10,05	10,05	23231	23748	81,503
5-11-S	10,05	10,05	-17267	-3571	107,497
6-1-S	10,05	10,05	-18786	3373	75,061
6-2-S	10,05	10,05	-11018	-30973	42,647
6-3-S	10,05	10,05	13719	-19288	24,609
6-4-S	10,05	10,05	15762	-10219	14,489
6-5-S	10,05	10,05	17844	-978	8,911
6-6-S	10,05	10,05	19049	4528	10,291
6-7-S	10,05	10,05	21170	14275	18,696
6-8-S	10,05	10,05	30778	60268	60,103
6-9-S	10,05	10,05	27069	41797	63,895
6-10-S	10,05	10,05	-34970	81360	132,208
6-11-S	10,05	10,05	-18260	916	69,681
7-1-S	10,05	10,05	-16309	-7796	75,194
7-2-S	10,05	10,05	-12864	-22886	42,650
7-3-S	10,05	10,05	15826	-9933	25,518
7-4-S	10,05	10,05	16116	8647	16,438
7-5-S	10,05	10,05	17570	-2194	9,223
7-6-S	10,05	10,05	18707	2954	9,913
7-7-S	10,05	10,05	21396	15315	18,094
7-8-S	10,05	10,05	43345	126124	93,321
7-9-S	10,05	10,05	61159	341231	256,923
7-10-S	10,05	10,05	50346	174638	246,442
7-11-S	10,05	10,05	-19936	8745	104,064
8-1-S	12,06	12,06	-27364	26967	168,630
8-2-S	12,06	12,06	-13348	-36529	48,886
8-3-S	12,06	12,06	14539	-31479	38,994
8-4-S	12,06	12,06	19010	-11567	18,745
8-5-S	12,06	12,06	21283	-1431	10,972
8-6-S	12,06	12,06	22655	4845	11,963
8-7-S	12,06	12,06	25991	18380	21,351
8-8-S	12,06	12,06	46287	122547	94,977
8-9-S	12,06	12,06	64419	317489	258,542
8-10-S	12,06	12,06	56574	198265	307,343
8-11-S	12,06	12,06	-23657	9611	183,898
9-1-S	10,05	10,05	-12484	-24552	47,714
9-2-S	10,05	10,05	11820	-27620	32,769
9-3-S	10,05	10,05	15846	-9044	18,225
9-4-S	10,05	10,05	17651	-1832	11,471
9-5-S	10,05	10,05	18358	1350	8,602
9-6-S	10,05	10,05	19147	4980	10,634
9-7-S	10,05	10,05	21194	14387	19,380
9-8-S	10,05	10,05	31117	61955	65,071
9-9-S	10,05	10,05	27973	46299	71,281
9-10-S	10,05	10,05	27223	42565	100,433
9-11-S	10,05	10,05	-19383	6163	90,866
10-1-S	10,05	10,05	-11352	-29507	89,304
10-2-S	10,05	10,05	13812	-18875	43,965
10-3-S	10,05	10,05	13806	-18903	28,409
10-4-S	10,05	10,05	15986	-9224	16,338
10-5-S	10,05	10,05	17734	-1466	9,324
10-6-S	10,05	10,05	18870	3705	10,453
10-7-S	10,05	10,05	20927	13161	18,627
10-8-S	10,05	10,05	28154	47200	49,686
10-9-S	10,05	10,05	31089	61816	81,612

Is	As	As	M _u	N _u	FS
	[cmq]	[cmq]	[kgm]	[kg]	
10-10-S	10,05	10,05	-39040	102845	145,744
10-11-S	10,05	10,05	-20847	13001	73,139
11-1-S	10,05	10,05	-22865	22428	131,009
11-2-S	10,05	10,05	-11638	-28255	30,120
11-3-S	10,05	10,05	11482	-29094	30,694
11-4-S	10,05	10,05	15021	-13509	15,366
11-5-S	10,05	10,05	17997	-4291	8,809
11-6-S	10,05	10,05	18305	1110	9,520
11-7-S	10,05	10,05	20676	12007	16,399
11-8-S	10,05	10,05	34220	77403	58,876
11-9-S	10,05	10,05	61179	340634	253,514
11-10-S	10,05	10,05	48534	161192	217,802
11-11-S	10,05	10,05	-22096	18836	129,810
12-1-S	10,05	10,05	-16101	-8705	69,889
12-2-S	10,05	10,05	13222	-21492	38,075
12-3-S	10,05	10,05	14844	-14295	27,391
12-4-S	10,05	10,05	16443	-7197	14,110
12-5-S	10,05	10,05	18066	11	8,828
12-6-S	10,05	10,05	19211	5274	10,140
12-7-S	10,05	10,05	21323	14979	18,293
12-8-S	10,05	10,05	30042	56690	55,443
12-9-S	10,05	10,05	27570	44289	50,723
12-10-S	10,05	10,05	-38405	99490	132,955
12-11-S	10,05	10,05	-27228	42814	166,882
13-1-S	10,05	10,05	-17923	-634	136,611
13-2-S	10,05	10,05	11938	-27109	45,394
13-3-S	10,05	10,05	15687	-10553	24,997
13-4-S	10,05	10,05	17796	-1588	15,145
13-5-S	10,05	10,05	19103	4774	9,156
13-6-S	10,05	10,05	20522	11296	11,060
13-7-S	10,05	10,05	24094	27714	22,064
13-8-S	10,05	10,05	44091	130667	93,788
13-9-S	10,05	10,05	-50691	177605	127,257
13-10-S	10,05	10,05	-34350	78089	64,819
13-11-S	10,05	10,05	-25452	34514	46,074

Pali in c.a.

Simbologia adottata

Y	ordinata della sezione a partire dalla testa positiva verso il basso, espresso in [m]
As	Area armatura, espresso in [cmq]
M _u	Momento ultimo, espresso in [kgm]
N _u	Sforzo normale ultimo, espresso in [kg]
FS	Fattore di sicurezza

Palo n° 1

Y	As	M _u	N _u	FS
[m]	[cmq]	[kgm]	[kg]	
0,00	20,11	0	223942	28,280
0,80	20,11	12289	32210	3,578
1,60	20,11	11752	21951	2,669
2,40	20,11	11742	21767	2,648
3,20	20,11	11967	26052	3,172
4,00	20,11	12496	36156	4,405
4,80	20,11	13207	57312	6,988
5,60	20,11	12973	98302	11,995
6,40	20,11	9731	164967	20,145
7,20	20,11	3301	223942	27,367
8,00	20,11	0	223942	27,387

Palo n° 2

Y	As	M _u	N _u	FS
[m]	[cmq]	[kgm]	[kg]	
0,00	20,11	0	223942	29,829
0,80	20,11	12219	30867	4,015
1,60	20,11	11708	21112	2,699
2,40	20,11	11700	20968	2,679
3,20	20,11	11917	25114	3,207
4,00	20,11	12428	34851	4,449
4,80	20,11	13152	55387	7,066
5,60	20,11	13043	96036	12,246
6,40	20,11	9873	162866	20,757
7,20	20,11	3390	223942	28,576

Y [m]	A _r [cm ²]	M _r [kgm]	N _r [kg]	FS
8,00	20,11	0	223942	28,511

Palo n° 3

Y [m]	A _r [cm ²]	M _r [kgm]	N _r [kg]	FS
0,00	20,11	0	223942	30,652
0,80	20,11	12198	30461	4,068
1,60	20,11	11695	20870	2,737
2,40	20,11	11688	20744	2,718
3,20	20,11	11904	24861	3,253
4,00	20,11	12410	34513	4,511
4,80	20,11	13138	54909	7,308
5,60	20,11	13060	95494	12,451
6,40	20,11	9906	162385	21,148
7,20	20,11	3409	223942	29,131
8,00	20,11	0	223942	29,096

Palo n° 4

Y [m]	A _r [cm ²]	M _r [kgm]	N _r [kg]	FS
0,00	20,11	0	223942	30,767
0,80	20,11	12219	30861	4,136
1,60	20,11	11709	21140	2,783
2,40	20,11	11703	21017	2,763
3,20	20,11	11922	25198	3,308
4,00	20,11	12436	35007	4,590
4,80	20,11	13160	55679	7,291
5,60	20,11	13030	96461	12,616
6,40	20,11	9841	163343	21,336
7,20	20,11	3367	223942	29,214
8,00	20,11	0	223942	29,177

Palo n° 5

Y [m]	A _r [cm ²]	M _r [kgm]	N _r [kg]	FS
0,00	20,11	0	223942	30,270
0,80	20,11	12277	31976	4,219
1,60	20,11	11747	21865	2,834
2,40	20,11	11740	21729	2,814
3,20	20,11	11967	26059	3,372
4,00	20,11	12501	36241	4,685
4,80	20,11	13214	57557	7,435
5,60	20,11	12960	98738	12,743
6,40	20,11	9693	165518	21,343
7,20	20,11	3274	223942	28,851
8,00	20,11	0	223942	28,826

Palo n° 6

Y [m]	A _r [cm ²]	M _r [kgm]	N _r [kg]	FS
0,00	20,11	0	223942	29,148
0,80	20,11	12381	33957	4,319
1,60	20,11	11814	23137	2,894
2,40	20,11	11805	22971	2,874
3,20	20,11	12045	27552	3,447
4,00	20,11	12612	38376	4,801
4,80	20,11	13306	60776	7,604
5,60	20,11	12844	102518	12,826
6,40	20,11	9456	169014	21,147
7,20	20,11	3130	223942	28,020
8,00	20,11	0	223942	28,021

Palo n° 7

Y [m]	A _r [cm ²]	M _r [kgm]	N _r [kg]	FS
0,00	20,11	0	223942	27,255
0,80	20,11	12557	37323	4,447
1,60	20,11	11926	25272	2,967
2,40	20,11	11914	25048	2,945

Y [m]	A _r [cmq]	M _s [kgm]	N _s [kg]	FS
3,20	20,11	12176	30046	3.539
4,00	20,11	12763	41830	4.934
4,80	20,11	13353	65596	7.750
5,60	20,11	12659	108517	12.841
6,40	20,11	9064	174112	20.636
7,20	20,11	2924	223942	26.585
8,00	20,11	0	223942	26.627

Palo n° 8

Y [m]	A _r [cmq]	M _s [kgm]	N _s [kg]	FS
0,00	20,11	0	223942	31.083
0,80	20,11	12128	29130	3.943
1,60	20,11	11649	19994	2.657
2,40	20,11	11643	19879	2.638
3,20	20,11	11849	23813	3.155
4,00	20,11	12131	33010	4.367
4,80	20,11	13072	52602	6.948
5,60	20,11	13149	92509	12.212
6,40	20,11	10301	159518	21.006
7,20	20,11	3538	223942	29.445
8,00	20,11	0	223942	29.400

Palo n° 9

Y [m]	A _r [cmq]	M _s [kgm]	N _s [kg]	FS
0,00	20,11	0	223942	33.250
0,80	20,11	12043	27507	3.974
1,60	20,11	11595	18968	2.685
2,40	20,11	11591	18896	2.666
3,20	20,11	11789	22660	3.187
4,00	20,11	12248	31415	4.404
4,80	20,11	13004	50226	7.018
5,60	20,11	13239	89648	12.466
6,40	20,11	10297	156628	21.745
7,20	20,11	3667	223942	30.991
8,00	20,11	0	223942	30.892

Palo n° 10

Y [m]	A _r [cmq]	M _s [kgm]	N _s [kg]	FS
0,00	20,11	0	223942	34.583
0,80	20,11	12006	26796	4.021
1,60	20,11	11572	18525	2.721
2,40	20,11	11570	18478	2.702
3,20	20,11	11763	22178	3.229
4,00	20,11	12213	30759	4.459
4,80	20,11	12976	49263	7.111
5,60	20,11	13276	88454	12.714
6,40	20,11	10376	155462	22.252
7,20	20,11	3719	223942	31.918
8,00	20,11	0	223942	31.785

Palo n° 11

Y [m]	A _r [cmq]	M _s [kgm]	N _s [kg]	FS
0,00	20,11	0	223942	35.117
0,80	20,11	12006	26800	4.082
1,60	20,11	11573	18542	2.762
2,40	20,11	11571	18506	2.744
3,20	20,11	11766	22223	3.279
4,00	20,11	12217	30840	4.530
4,80	20,11	12980	49414	7.224
5,60	20,11	13269	88687	12.905
6,40	20,11	10357	155739	22.556
7,20	20,11	3704	223942	32.285
8,00	20,11	0	223942	32.136

Palo n° 12

Y [m]	A _r [cm ²]	M _r [kgm]	N _r [kg]	FS
0,00	20,11	0	223942	34,870
0,80	20,11	12041	27470	4,155
1,60	20,11	11596	18988	2,810
2,40	20,11	11594	18949	2,792
3,20	20,11	11794	22780	3,338
4,00	20,11	12358	31609	4,615
4,80	20,11	13014	50605	7,395
5,60	20,11	13221	90245	13,058
6,40	20,11	10248	157347	22,605
7,20	20,11	3628	223942	32,115
8,00	20,11	0	223942	31,974

Palo n° 13

Y [m]	A _r [cm ²]	M _r [kgm]	N _r [kg]	FS
0,00	20,11	0	223942	33,653
0,80	20,11	12124	29058	4,247
1,60	20,11	11651	20024	2,867
2,40	20,11	11647	19962	2,848
3,20	20,11	11858	23976	3,408
4,00	20,11	12348	33332	4,721
4,80	20,11	13090	53232	7,513
5,60	20,11	13119	93568	13,159
6,40	20,11	10023	160659	22,515
7,20	20,11	3478	223942	31,274
8,00	20,11	0	223942	31,164

Palo n° 14

Y [m]	A _r [cm ²]	M _r [kgm]	N _r [kg]	FS
0,00	20,11	0	223942	31,451
0,80	20,11	12272	31882	4,365
1,60	20,11	11740	21844	2,935
2,40	20,11	11740	21736	2,915
3,20	20,11	11969	26098	3,494
4,00	20,11	12506	36342	4,857
4,80	20,11	13220	57780	7,708
5,60	20,11	12949	99091	13,194
6,40	20,11	9665	165932	22,054
7,20	20,11	3253	223942	29,711
8,00	20,11	0	223942	29,657

Verifica a taglio

Pali in c.a.

Simbologia adottata

Y	ordinata della sezione a partire dalla testa positiva verso il basso, espressa in [m]
V _{res}	Taglio resistente a compressione, espresso in [kg]
V _{tes}	Taglio resistente a trazione, espresso in [kg]
V _{ca}	Taglio resistente, espresso in [kg]
FS	Fattore di sicurezza

Palo n° 1

Y [m]	V _{res} [kg]	V _{tes} [kg]	V _{ca} [kg]	FS
0,00	17076	27856	17076	3,819
0,80	17100	27856	17100	6,519
1,60	17118	27856	17118	27,613
2,40	17117	27856	17117	31,695
3,20	17117	27856	17117	15,799
4,00	17116	27856	17116	14,054
4,80	17115	27856	17115	15,431
5,60	17114	27856	17114	19,562
6,40	17113	27856	17113	29,097
7,20	17112	27856	17112	59,655
8,00	17112	27856	17112	1136,306

Palo n° 2

Y [m]	V _{tot} [kg]	V _{tot} [kg]	V _{tot} [kg]	FS
0,00	17019	27856	17019	3.860
0,80	17044	27856	17044	6.599
1,60	17062	27856	17062	27.969
2,40	17063	27856	17063	32.059
3,20	17063	27856	17063	15.989
4,00	17064	27856	17064	14.226
4,80	17065	27856	17065	15.622
5,60	17065	27856	17065	19.807
6,40	17066	27856	17066	29.464
7,20	17066	27856	17066	60.416
8,00	17067	27856	17067	1150.938

Palo n° 3

Y [m]	V _{tot} [kg]	V _{tot} [kg]	V _{tot} [kg]	FS
0,00	16991	27856	16991	3.507
0,80	17016	27856	17016	6.692
1,60	17035	27856	17035	28.379
2,40	17036	27856	17036	32.480
3,20	17037	27856	17037	16.207
4,00	17039	27856	17039	14.423
4,80	17040	27856	17040	15.840
5,60	17041	27856	17041	20.085
6,40	17042	27856	17042	29.880
7,20	17044	27856	17044	61.272
8,00	17045	27856	17045	1167.352

Palo n° 4

Y [m]	V _{tot} [kg]	V _{tot} [kg]	V _{tot} [kg]	FS
0,00	16987	27856	16987	3.561
0,80	17012	27856	17012	6.796
1,60	17031	27856	17031	28.636
2,40	17032	27856	17032	32.953
3,20	17034	27856	17034	16.451
4,00	17035	27856	17035	14.642
4,80	17037	27856	17037	16.081
5,60	17038	27856	17038	20.392
6,40	17039	27856	17039	30.338
7,20	17041	27856	17041	62.215
8,00	17042	27856	17042	1185.363

Palo n° 5

Y [m]	V _{tot} [kg]	V _{tot} [kg]	V _{tot} [kg]	FS
0,00	17003	27856	17003	4.020
0,80	17029	27856	17029	6.909
1,60	17047	27856	17047	29.336
2,40	17048	27856	17048	33.471
3,20	17049	27856	17049	16.717
4,00	17050	27856	17050	14.880
4,80	17051	27856	17051	16.343
5,60	17052	27856	17052	20.725
6,40	17053	27856	17053	30.834
7,20	17054	27856	17054	63.234
8,00	17055	27856	17055	1204.799

Palo n° 6

Y [m]	V _{tot} [kg]	V _{tot} [kg]	V _{tot} [kg]	FS
0,00	17043	27856	17043	4.086
0,80	17068	27856	17068	7.035
1,60	17086	27856	17086	29.888
2,40	17086	27856	17086	34.044
3,20	17086	27856	17086	17.011
4,00	17086	27856	17086	15.142
4,80	17086	27856	17086	16.632
5,60	17086	27856	17086	21.090
6,40	17086	27856	17086	31.377
7,20	17086	27856	17086	64.347

Y [m]	V _{int} [kg]	V _{ext} [kg]	V _{sa} [kg]	FS
8,00	17086	27856	17086	1225,982

Palo n° 7

Y [m]	V _{int} [kg]	V _{ext} [kg]	V _{sa} [kg]	FS
0,00	17117	27856	17117	4,161
0,80	17141	27856	17141	7,178
1,60	17159	27856	17159	30,514
2,40	17157	27856	17157	34,696
3,20	17155	27856	17155	17,344
4,00	17153	27856	17153	15,439
4,80	17151	27856	17151	16,957
5,60	17149	27856	17149	21,501
6,40	17148	27856	17148	31,987
7,20	17146	27856	17146	66,592
8,00	17144	27856	17144	1249,624

Palo n° 8

Y [m]	V _{int} [kg]	V _{ext} [kg]	V _{sa} [kg]	FS
0,00	16977	27856	16977	3,813
0,80	17002	27856	17002	6,511
1,60	17021	27856	17021	27,587
2,40	17023	27856	17023	31,655
3,20	17024	27856	17024	15,783
4,00	17026	27856	17026	14,043
4,80	17027	27856	17027	15,422
5,60	17029	27856	17029	19,553
6,40	17031	27856	17031	29,087
7,20	17032	27856	17032	59,645
8,00	17034	27856	17034	1136,303

Palo n° 9

Y [m]	V _{int} [kg]	V _{ext} [kg]	V _{sa} [kg]	FS
0,00	16911	27856	16911	3,851
0,80	16937	27856	16937	6,588
1,60	16957	27856	16957	27,929
2,40	16960	27856	16960	32,003
3,20	16964	27856	16964	15,966
4,00	16967	27856	16967	14,209
4,80	16970	27856	16970	15,605
5,60	16973	27856	16973	19,789
6,40	16976	27856	16976	29,442
7,20	16980	27856	16980	60,381
8,00	16983	27856	16983	1150,478

Palo n° 10

Y [m]	V _{int} [kg]	V _{ext} [kg]	V _{sa} [kg]	FS
0,00	16875	27856	16875	3,896
0,80	16902	27856	16902	6,677
1,60	16922	27856	16922	28,324
2,40	16926	27856	16926	32,408
3,20	16930	27856	16930	16,176
4,00	16934	27856	16934	14,398
4,80	16938	27856	16938	15,816
5,60	16942	27856	16942	20,058
6,40	16946	27856	16946	29,845
7,20	16950	27856	16950	61,212
8,00	16955	27856	16955	1166,410

Palo n° 11

Y [m]	V _{int} [kg]	V _{ext} [kg]	V _{sa} [kg]	FS
0,00	16862	27856	16862	3,947
0,80	16888	27856	16888	6,777
1,60	16908	27856	16908	28,763
2,40	16913	27856	16913	32,861

Y [m]	V _{tot} [kg]	V _{tot} [kg]	V _{tot} [kg]	FS
3,20	16917	27856	16917	16,410
4,00	16922	27856	16922	14,608
4,80	16926	27856	16926	16,048
5,60	16931	27856	16931	20,353
6,40	16935	27856	16935	30,287
7,20	16939	27856	16939	62,123
8,00	16944	27856	16944	1183,831

Palo n° 12

Y [m]	V _{tot} [kg]	V _{tot} [kg]	V _{tot} [kg]	FS
0,00	16868	27856	16868	4,004
0,80	16894	27856	16894	6,886
1,60	16915	27856	16915	29,244
2,40	16919	27856	16919	33,357
3,20	16923	27856	16923	16,660
4,00	16927	27856	16927	14,838
4,80	16932	27856	16932	16,301
5,60	16936	27856	16936	20,675
6,40	16940	27856	16940	30,766
7,20	16945	27856	16945	63,108
8,00	16949	27856	16949	1202,654

Palo n° 13

Y [m]	V _{tot} [kg]	V _{tot} [kg]	V _{tot} [kg]	FS
0,00	16900	27856	16900	4,068
0,80	16926	27856	16926	7,068
1,60	16946	27856	16946	29,781
2,40	16950	27856	16950	33,914
3,20	16953	27856	16953	16,952
4,00	16957	27856	16957	15,093
4,80	16960	27856	16960	16,582
5,60	16964	27856	16964	21,032
6,40	16967	27856	16967	31,297
7,20	16971	27856	16971	64,106
8,00	16974	27856	16974	1223,382

Palo n° 14

Y [m]	V _{tot} [kg]	V _{tot} [kg]	V _{tot} [kg]	FS
0,00	16965	27856	16965	4,141
0,80	16990	27856	16990	7,147
1,60	17010	27856	17010	30,391
2,40	17011	27856	17011	34,548
3,20	17013	27856	17013	17,276
4,00	17015	27856	17015	15,382
4,80	17017	27856	17017	16,899
5,60	17019	27856	17019	21,433
6,40	17021	27856	17021	31,892
7,20	17023	27856	17023	65,415
8,00	17025	27856	17025	1246,529

Verifiche geotecniche**Carico limite****Piastra****Simbologia adottata**

Ic	Indice combinazione
N	Carico verticale trasmesso al terreno, espresso in [kg]
Np	Carico verticale trasmesso al palo, espresso in [kg]
Qu	Portanza ultima terreno, espressa in [kg]
Qp	Portanza ultima palo, espressa in [kg]. Solo per fondazione mista
Qd	Portanza di progetto ((Pu+Pup)/1), espressa in [kg]
Nt	Carico verticale trasmesso al terreno (N+Np), espresso in [kg]
FS	Fattore di sicurezza a carico limite (Pd/Nt). Tra parentesi viene riportato l'indice della combinazione con fattore di sicurezza minimo.

Ic	N [kg]	Np [kg]	Qu [kg]	Qup [kg]	Qd [kg]	Nt [kg]	FS
1	0	100298	0	0	0	100298	1000.000 (1)

Pali

Simbologia adottata

n°	Indice palo
Oggetto	Oggetto di appartenenza del palo (Piastra, Pianto o Trave)
N	Carico verticale agente alla testa del palo, espresso in [kg]
Nd	Portanza di progetto, espresso in [kg]
FSv	Fattore di sicurezza (Nd/N). Tra parentesi l'indice della combinazione con fattore di sicurezza minimo.
T	Carico orizzontale agente alla testa del palo, espresso in [kg]
Td	Portanza trasversale di progetto, espresso in [kg]
FSc	Fattore di sicurezza (Td/T). Tra parentesi l'indice della combinazione con fattore di sicurezza minimo.

n°	Oggetto	N [kg]	Nd [kg]	FSv	T [kg]	Td [kg]	FSc
1	Piastra 1	7919	16830	2.125 (1)	4471	6789	1.519 (1)
2	Piastra 1	7508	16830	2.242 (1)	4409	6789	1.540 (1)
3	Piastra 1	7306	16830	2.304 (1)	4349	6789	1.561 (1)
4	Piastra 1	7279	16830	2.312 (1)	4289	6789	1.583 (1)
5	Piastra 1	7398	16830	2.275 (1)	4230	6789	1.605 (1)
6	Piastra 1	7683	16830	2.191 (1)	4171	6789	1.628 (1)
7	Piastra 1	8217	16830	2.048 (1)	4113	6789	1.650 (1)
8	Piastra 1	7205	16830	2.336 (1)	4453	6789	1.525 (1)
9	Piastra 1	6735	16830	2.499 (1)	4391	6789	1.546 (1)
10	Piastra 1	6475	16830	2.599 (1)	4331	6789	1.567 (1)
11	Piastra 1	6377	16830	2.639 (1)	4272	6789	1.589 (1)
12	Piastra 1	6422	16830	2.621 (1)	4213	6789	1.611 (1)
13	Piastra 1	6654	16830	2.529 (1)	4155	6789	1.634 (1)
14	Piastra 1	7120	16830	2.364 (1)	4097	6789	1.657 (1)

Scorrimento

Piastra

Simbologia adottata

n°	Indice pianto
T	Carico orizzontale trasferito al terreno, espresso in [kg]
Tp	Carico orizzontale trasferito ai pali, espresso in [kg]
Ru	Resistenza ultima allo scorrimento, espressa in [kg]
Rd	Resistenza di progetto allo scorrimento, espressa in [kg]
FS	Fattore di sicurezza allo scorrimento (Rd/T). Tra parentesi viene riportato l'indice della combinazione con fattore di sicurezza minimo.

n°	T [kg]	Tp [kg]	Ru [kg]	Rd [kg]	FS
1	0	59941	0	0	100.0 (1)

Armature

Armature piastra

Direzione principale armature	0,00 [°]
Direzione secondaria armature	-90,00 [°]
Numero tratti complessivi	13
Ampiezza singolo tratto	1,00 [m]
Distanza fra le sezioni di calcolo del singolo tratto	0,25 [m]
Maglia superiore	(5 ϕ 16) x (5 ϕ 16)
Maglia inferiore	(5 ϕ 16) x (5 ϕ 16)

Armature pali

Pali circolari in c.a.

Ip	Indice palo
Tratto	Indice tratto
Ys, Yi	Quota superiore e inferiore ferro, espresso in [m]
Lf	Lunghezza ferro, espresso in [m]
Al	Armatura longitudinale, numero e diametro espresso in [mm]
At	Armatura trasversale, diametro espresso in [mm] e passo espresso in [cm]

Ip	Tratto	Ys [m]	Yi [m]	Lf [m]	Al [mm]	At [mm] / [cm]
1	1	0,48	-7,97	8,45	10 - ϕ 16	ϕ 10 / 13
2	1	0,48	-7,97	8,45	10 - ϕ 16	ϕ 10 / 13
3	1	0,48	-7,97	8,45	10 - ϕ 16	ϕ 10 / 13
4	1	0,48	-7,97	8,45	10 - ϕ 16	ϕ 10 / 13
5	1	0,48	-7,97	8,45	10 - ϕ 16	ϕ 10 / 13
6	1	0,48	-7,97	8,45	10 - ϕ 16	ϕ 10 / 13
7	1	0,48	-7,97	8,45	10 - ϕ 16	ϕ 10 / 13
8	1	0,48	-7,97	8,45	10 - ϕ 16	ϕ 10 / 13
9	1	0,48	-7,97	8,45	10 - ϕ 16	ϕ 10 / 13
10	1	0,48	-7,97	8,45	10 - ϕ 16	ϕ 10 / 13
11	1	0,48	-7,97	8,45	10 - ϕ 16	ϕ 10 / 13
12	1	0,48	-7,97	8,45	10 - ϕ 16	ϕ 10 / 13
13	1	0,48	-7,97	8,45	10 - ϕ 16	ϕ 10 / 13
14	1	0,48	-7,97	8,45	10 - ϕ 16	ϕ 10 / 13

Indice

Normative di riferimento	2
Richiami teorici - Metodi di analisi	3
Calcolo - Analisi ad elementi finiti	3
Analisi dei pali	3
Disposizione delle armature	4
Dati	5
Materiali	5
Geometria	5
Coordinate contorno esterno	5
Spessori piastra	5
Tipologie pali	5
Caratteristiche pali	5
Descrizione terreni	6
Caratteristiche fisico meccaniche	6
Descrizione stratigrafia e falda	6
Convenzioni adottate	6
Condizioni di carico	6
Condizione n° 1 - Condizione 1 [Permanente - Partecipa al sisma]	7
Linee di carico	7
Normativa - Coefficienti di sicurezza	7
Elenco combinazioni di calcolo	7
Impostazioni di analisi	8
Portanza verticale pali	8
Portanza trasversale pali	8
Cedimenti	8
Modello	9
Caratteristiche Mesh	9
Risultati involuppo	10
Spostamenti	10
Piastra	10
Spostamenti massimi e minimi della piastra	10
Pali	10
Sollecitazioni	13
Piastra	13
Sollecitazioni massime e minime piastra	13
Pali	14
Verifiche strutturali	17
Verifica a flessione	17
Piastra	17
Pali in c.a.	20
Verifica a taglio	23
Pali in c.a.	23
Verifiche geotecniche	26
Carico limite	26
Piastra	26
Pali	27
Scorrimento	27
Piastra	27
Armature	28
Armature piastra	28
Armature pali	28

Pali circolari in c.a.

28



Progetto: Lavori di Prevenzione del Dissesto Idrogeologico della via Comunale
Aliterno/Fontana della Noce

Ditta:

Comune: Serre (SA)

Progettista: Ing. Luigi Marra

Direttore dei Lavori: Ing. Luigi Marra

Impresa:



Relazione di Calcolo Piastra su pali S02

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 al '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 - Metodi di analisi

Calcolo - Analisi ad elementi finiti

Per l'analisi platea si utilizza il metodo degli elementi finiti (FEM). La struttura viene suddivisa in elementi connessi fra di loro in corrispondenza dei nodi. Il campo di spostamenti interno all'elemento viene approssimato in funzione degli spostamenti nodali mediante le funzioni di forma. Il programma utilizza, per l'analisi tipo piastra, elementi quadrangolari e triangolari. Nel problema di tipo piastra gli spostamenti nodali sono lo spostamento verticale w e le rotazioni intorno agli assi x e y , ϕ_x e ϕ_y , legati allo spostamento w tramite relazioni

$$\begin{aligned}\phi_x &= -dw/dy \\ \phi_y &= dw/dx\end{aligned}$$

Note le funzioni di forma che legano gli spostamenti nodali al campo di spostamenti sul singolo elemento è possibile costruire la matrice di rigidezza dell'elemento k_e ed il vettore dei carichi nodali dell'elemento p_e .

La fase di assemblaggio consente di ottenere la matrice di rigidezza globale della struttura K ed il vettore dei carichi nodali p . La soluzione del sistema

$$K u = p$$

consente di ricavare il vettore degli spostamenti nodali u .

Dagli spostamenti nodali è possibile risalire per ogni elemento al campo di spostamenti ed alle sollecitazioni M_x , M_y ed M_{xy} .

Il terreno di fondazione se presente viene modellato con delle molle disposte in corrispondenza dei nodi. La rigidezza delle molle è proporzionale alla costante di sottofondo k ed all'area dell'elemento.

I pali di fondazione sono modellati con molle verticali aventi rigidezza pari alla rigidezza verticale del palo.

Per l'analisi tipo lastra (analisi della piastra soggetta a carichi nel piano) vengono utilizzati elementi triangolari a 6 nodi a deformazione quadratica. Gli spostamenti nodali sono gli spostamenti u e v nel piano XY . L'analisi fornisce in tal caso il campo di spostamenti orizzontali e le tensioni nel piano della lastra σ_x , σ_y e τ_{xy} . Dalle tensioni è possibile ricavare, noto lo spessore, gli sforzi normali N_x , N_y e N_{xy} . Nell'analisi tipo lastra i pali di fondazione sono modellati con molle orizzontali in direzione X e Y aventi rigidezza pari alla rigidezza orizzontale del palo.

Nel caso di platea nervata le nervature sono modellate con elementi tipo trave (con eventuale rigidezza torsionale) connesse alla piastra in corrispondenza dei nodi degli elementi.

Analisi dei pali

Per l'analisi della capacità portante dei pali occorre determinare alcune caratteristiche del terreno in cui si va ad operare. In particolare bisogna conoscere l'angolo d'attrito ϕ e la coesione c . Per pali soggetti a carichi trasversali è necessario conoscere il modulo di reazione laterale o il modulo elastico laterale.

La capacità portante di un palo viene valutata come somma di due contributi: portata di base (o di punta) e portata per attrito laterale lungo il fusto. Cioè si assume valida l'espressione:

$$Q_T = Q_p + Q_s - W_p$$

dove:

Q_T	portanza totale del palo
Q_p	portanza di base del palo
Q_s	portanza per attrito laterale del palo
W_p	peso proprio del palo

e le due componenti Q_p e Q_s sono calcolate in modo indipendente fra loro.

Dalla capacità portante del palo si ricava il carico ammissibile del palo Q_A applicando il coefficiente di sicurezza della portanza alla punta η_p ed il coefficiente di sicurezza della portanza per attrito laterale η_s .

Palo compresso:

$$Q_A = Q_p / \eta_p + Q_s / \eta_s - W_p$$

Palo teso:

$$Q_A = Q_s / \eta_s + W_p$$

Capacità portante di punta

In generale la capacità portante di punta viene calcolata tramite l'espressione:

$$Q_p = A_p(cN'_c + qN'_q)$$

dove A_v è l'area portante efficace della punta del palo, c è la coesione, q è la pressione geostatica alla quota della punta del palo, γ è il peso di volume del terreno, D è il diametro del palo ed i coefficienti N' ; N'_q sono i coefficienti delle formule della capacità portante corretti per tener conto degli effetti di forma e di profondità. Possono essere utilizzati sia i coefficienti di Hansen che quelli di Vesic con i corrispondenti fattori correttivi per la profondità e la forma.

Il parametro η che compare nell'espressione assume il valore:

$$\eta = \frac{1 + 2K_0}{3}$$

quando si usa la formula di Vesic e viene posto uguale ad 1 per le altre formule.

K_0 rappresenta il coefficiente di spinta a riposo che può essere espresso come: $K_0 = 1 - \sin\phi$.

Capacità portante per resistenza laterale

La resistenza laterale è data dall'integrale esteso a tutta la superficie laterale del palo delle tensioni tangenziali palo-terreno in condizioni limite:

$$Q_L = \int \tau_{s,z} dS$$

dove $\tau_{s,z}$ è dato dalla relazione di Coulomb

$$\tau_{s,z} = c_s + \sigma_s \tan\delta$$

dove c_s è l'adesione palo-terreno, δ è l'angolo di attrito palo-terreno, γ è il peso di volume del terreno, z è la generica quota a partire dalla testa del palo, L e P sono rispettivamente la lunghezza ed il perimetro del palo, K_s è il coefficiente di spinta che dipende dalle caratteristiche meccaniche e fisiche del terreno dal suo stato di addensamento e dalle modalità di realizzazione del palo.

Portanza trasversale dei pali - Analisi ad elementi finiti

Nel modello di terreno alla Winkler il terreno viene schematizzato come una serie di molle elastiche indipendenti fra di loro. Le molle che schematizzano il terreno vengono caratterizzate tramite una costante elastica K espressa in $\text{Kg/cm}^2/\text{cm}$ che rappresenta la pressione (in Kg/cm^2) che bisogna applicare per ottenere lo spostamento di 1 cm.

Il palo viene suddiviso in un certo numero di elementi di eguale lunghezza. Ogni elemento è caratterizzato da una sezione avente area ed inerzia coincidente con quella del palo.

Il terreno viene schematizzato come una serie di molle orizzontali che reagiscono agli spostamenti nei due versi. La rigidità assiale della singola molla è proporzionale alla costante di Winkler orizzontale del terreno, al diametro del palo ed alla lunghezza dell'elemento. La molla, però, non viene vista come un elemento infinitamente elastico ma come un elemento con comportamento del tipo elastoplastico perfetto (diagramma sforzi-deformazioni di tipo bilatero). Essa presenta una resistenza crescente al crescere degli spostamenti fino a che l'entità degli spostamenti si mantiene al di sotto di un certo spostamento limite, X_{lim} oppure fino a quando non si raggiunge il valore della pressione limite. Superato tale limite non si ha un incremento di resistenza. È evidente che assumendo un comportamento di questo tipo ci si addentra in un tipico problema non lineare che viene risolto mediante una analisi al passo.

Disposizione delle armature

Le armature vengono disposte secondo due direzioni, una principale ed una secondaria. Per il calcolo delle stesse si fa riferimento ai valori nodali delle sollecitazioni ottenute dall'analisi ad elementi finiti. Per la disposizione delle stesse occorre suddividere la piastra in un numero di strisce opportuno nelle due direzioni.

Il programma utilizza strisce della larghezza di circa un metro.

Dati

Materiali

Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descrizione	Descrizione materiale
TC	Tipo calcestruzzo
Rck	Resistenza cubica caratteristica, espresso in [kg/cm ²]
γ _{sa}	Peso specifico calcestruzzo, espresso in [kg/mc]
E	Modulo elastico calcestruzzo, espresso in [kg/cm ²]
ν	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogeneizzazione
TA	Tipo acciaio

n°	Descrizione	TC	Rck [kg/cm ²]	γ _{sa} [kg/mc]	E [kg/cm ²]	ν	n	TA
1	Materiale 1	C25/30	305,91	2500	320665,55	0,200	15,00	B450C

Geometria

Coordinate contorno esterno

n°	X [m]	Y [m]									
1	5,00	9,00	2	15,00	9,00	3	15,00	11,30	4	5,00	11,30

Spessori piastra

Spessore costante 50,00 [cm]

Tipologie pali

Simbologia adottata

n°	Indice tipologia
Descrizione	Descrizione tipologia
Geometria	Geometria tipologia (Pali in c.a. o Pali in acciaio)
Armatura	Tipologia armatura per pali in c.a.
Portanza	Aliquote contributi portanza (solo Punta, solo Laterale, Entrambe)
Vincolo	Grado di vincolo alla testa del palo (Incastro o Cerniera)
TC	Tipologia costruttiva del palo (Trivellato o Infilato)
Mat	Indice materiale tipologia palo
Pt	Pressione quota testa palo, espressa in [kg/cm ²]

n°	Descrizione	Geometria	Armatura	Portanza	Vincolo	TC	Mat	Pt [kg/cm ²]
1	Tipologia 1	Pali circolari in c.a.	Fermi longitudinali + spirale	Entrambe	Cerniera	Trivellato	1	0,00

Caratteristiche pali

Simbologia adottata

n°	Indice palo
X	Ascissa palo, espressa in [m]
Y	Ordinata palo, espressa in [m]
d	Diametro palo, espresso in [cm]
l	Lunghezza palo, espressa in [m]
nodo	Indice nodo su cui è posizionato il palo
It	Indice tipologia palo

n°	X [m]	Y [m]	D [cm]	L [m]	Nodo	It
1	5,60	9,40	40,00	8,00	2	1
2	7,00	9,40	40,00	8,00	8	1
3	8,40	9,40	40,00	8,00	17	1
4	9,80	9,40	40,00	8,00	23	1
5	11,20	9,40	40,00	8,00	33	1
6	12,60	9,40	40,00	8,00	38	1
7	14,00	9,40	40,00	8,00	45	1
8	6,70	10,80	40,00	8,00	9	1
9	7,60	10,80	40,00	8,00	16	1
10	9,00	10,80	40,00	8,00	24	1
11	10,40	10,80	40,00	8,00	30	1
12	11,80	10,80	40,00	8,00	35	1

n°	X [m]	Y [m]	D [cm]	L [m]	Nodo	It
13	13,20	10,80	40,00	8,00	44	1
14	14,60	10,80	40,00	8,00	51	1

Descrizione terreni

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/cmq]
cd	Adesione del terreno espressa in [kg/cmq]
σ	Tensione tangenziale, per calcolo portanza micropali con il metodo di Bustamante-Dox, espressa in [kg/cmq]
α	Coeff. di espansione laterale

Descrizione	γ [kg/mc]	γ_{sat} [kg/mc]	Parametri	ϕ [°]	δ [°]	c [kg/cmq]	cd [kg/cmq]	σ [kg/cmq]	α
Terreno di riporto	1600,0	1800,0	Caratteristici	18,00	12,00	0,020	0,010	0,000	1,00
			Minimi	18,00	12,00	0,020	0,010	0,000	
			Medi	18,00	12,00	0,020	0,010	0,000	
Limo Argilloso Sabb	1800,0	2000,0	Caratteristici	20,00	13,33	0,100	0,050	0,000	1,00
			Minimi	20,00	13,33	0,100	0,050	0,000	
			Medi	20,00	13,33	0,100	0,050	0,000	
Deposito Pellico	2130,0	2200,0	Caratteristici	30,00	20,00	0,210	0,105	0,000	1,00
			Minimi	30,00	20,00	0,210	0,105	0,000	
			Medi	30,00	20,00	0,210	0,105	0,000	
Asfalto bituminoso	1600,0	1800,0	Caratteristici	22,00	14,67	0,050	0,030	0,000	1,00
			Minimi	22,00	14,67	0,050	0,030	0,000	
			Medi	22,00	14,67	0,050	0,030	0,000	

Descrizione stratigrafia e falda

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 associato allo strato
K_s	Coefficiente di spirita
K_w	Costante di Winkler orizzontale espressa in [Kg/cm²/cm]
α	Coeff. di sbruttatura

N	Z1 [m]	Z2 [m]	Z3 [m]	Terreno	K_s	K_w [Kg/cm²/cm]	α
1	-1,4	-1,4	-1,4	Terreno di riporto	0,000	1,000	1,000
2	-2,0	-2,0	-2,0	Asfalto bituminoso	0,000	1,000	1,000
3	-3,0	-3,0	-3,0	Terreno di riporto	0,000	1,000	1,000
4	-5,0	-5,0	-5,0	Limo Argilloso Sabb	0,000	1,000	1,000
5	-18,5	-18,5	-18,5	Deposito Pellico	0,000	0,000	1,000

Falda

Profondità dal piano campagna 0,00 [m]

Costante di Winkler

Direzione	Simbolo	K_w [Kg/cm²/cm]
verticale	K_{wv}	0,000
Orizzontale	K_{wo}	Calcolata dal programma ($K_{wo} = K_{wv} \cdot \tan^2(\phi)$)

Convenzioni adottate

Carichi e reazioni vincolari

F_z	Carico verticale positivo verso il basso
F_x	Forza orizzontale in direzione X positiva nel verso delle X crescenti.
F_y	Forza orizzontale in direzione Y positiva nel verso delle Y crescenti.
M_x	Momento con asse vettore parallelo all'asse X positivo antiorario.
M_y	Momento con asse vettore parallelo all'asse Y positivo antiorario.

Sollecitazioni

Mx Momento flettente X con asse vettore parallelo all'asse Y (positivo se tende le fibre inferiori).
 My Momento flettente Y con asse vettore parallelo all'asse X (positivo se tende le fibre inferiori).
 Mxy Momento flettente XY.

Condizioni di carico

Linee di carico

Simbologia adottata

ic Indice carico
 Pi Punto iniziale carico espresso in [m]
 Pf Punto finale carico espresso in [m]
 N Carico verticale espresso in [kg]
 Mx Momento intorno all'asse X espresso in [kgm]
 My Momento intorno all'asse Y espresso in [kgm]
 Tx Forza orizzontale in direzione X espressa in [kg]
 Ty Forza orizzontale in direzione Y espressa in [kg]

Condizione n° 1 - Condizione 1 [Permanente - Partecipa al sisma]

Linee di carico

ic	Pi [m]	Pf [m]	N [kg]	Mx [kgm]	My [kgm]	Tx [kg]	Ty [kg]
1	5,00; 10,00	15,00; 10,00	6371,75	0,00	370,00	1205,00	0,00

Normativa - Coefficienti di sicurezza*Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni*

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente parziale	(A1) - STR
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G,1}$	1,00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{G,2}$	1,30
Permanenti non strutturali	Favorevole	$\gamma_{G,3}$	0,80
Permanenti non strutturali	Sfavorevole	$\gamma_{G,4}$	1,50
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Q,1}$	0,00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Q,2}$	1,50
Variabili traffico	Favorevole	$\gamma_{Q,3}$	0,00
Variabili traffico	Sfavorevole	$\gamma_{Q,4}$	1,35

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA	Coefficiente parziale	(M1)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi$	γ_{ϕ}	1,00
Coesione efficace	c	γ_c	1,00
Resistenza non drenata	c_u	γ_{c_u}	1,00

Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche (Pali trivellati)

Resistenza	γ_R	(R1)	(R2)	(R3)
Base	γ_b	1,00	1,70	1,35
Laterale in compressione	γ_l	1,00	1,45	1,15
Totale	γ_T	1,00	1,60	1,30
Laterale in trazione	γ_{lt}	1,00	1,60	1,25

Coefficienti parziali γ_T per le verifiche agli stati limite ultimi di pali soggetti a carichi trasversali

γ_T	(R1)	(R2)	(R3)
γ_T	1,00	1,60	1,30

Fattori di correlazione ζ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate

Numero di verticali indagate	ζ_1	ζ_2
1	1,70	1,70

Coefficienti amplificativi γ_{M2} in funzione della classe di duttilità

γ _M	Fondazione	Bicchieri
γ _M	1.10	1.20

Elenco combinazioni di calcolo

Numero combinazioni definite 1

Simbologia adottata

CP Coefficiente di partecipazione della condizione

Combinazione n° 1 - - STR - A1-M1-R3

Condizione	CP
Peso proprio	1.30
Condizione 1	1.00

Impostazioni di analisi

Portanza verticale pali

Metodo calcolo portanza: Meyerhof

Andamento pressione verticale con la profondità per calcolo portanza di punta:

Pressione geostatica

Andamento pressione verticale con la profondità per calcolo portanza laterale:

Pressione geostatica

Portanza trasversale pali

Costante di Winkler: da strato

Rottura palo-terreno:

Pressione limite pari alla pressione passiva con moltiplicatore pari a 3.00

Cedimenti

Metodo calcolo cedimenti: Elementi finiti

Spostamento limite attrito laterale 0,50 [cm]

Spostamento limite punta 1,00 [cm]

Fattore di rigidezza della sovrastruttura 0.00

ModelloCaratteristiche Mesh

Numero elementi	77
Numero nodi	52

Risultati inviluppo

Spostamenti

Piastra

Spostamenti massimi e minimi della piastra

Simbologia adottata

ic	Indice della combinazione
w	Spostamento verticale, espresso in [cm]
u	Spostamento direzione X, espresso in [cm]
v	Spostamento direzione Y, espresso in [cm]
ϕ_x	Rotazione intorno all'asse X, espressa in [°]
ϕ_y	Rotazione intorno all'asse Y, espressa in [°]
p	Pressione sul terreno (solo per calcolo fondazione), espressa in [kg/cm ²]
kw	Costante di Winkler (solo per calcolo fondazione), espressa in [kg/cm ² /cm]. Il valore viene stampato solo se si è utilizzato il modello di interazione

Tra parentesi l'indice del nodo in cui si sono misurati i valori massimi e minimi

In	X [m]	Y [m]		Valore	UM	Cmb	
50	15,00	9,00	w	0,205475	[cm]	1	MAX
37	12,00	11,30		0,141967		1	MIN
50	15,00	9,00	ux	0,236152	[cm]	1	MAX
52	15,00	11,30		0,229557		1	MIN
52	15,00	11,30	uy	0,013775	[cm]	1	MAX
7	5,00	11,30		-0,014140		1	MIN
50	15,00	9,00	ϕ_x	0,000105	[°]	1	MAX
7	5,00	11,30		-0,000146		1	MIN
51	14,60	10,80	ϕ_y	0,000246	[°]	1	MAX
1	5,00	9,00		0,000048		1	MIN

Pali

Simbologia adottata

In	Indice sezione
Y	ordinata palo espressa in [m]
Ur	spostamento limite espresso in [cm]
Pr	pressione limite espressa in [kg/cm ²]
Ue	spostamento in esercizio espresso in [cm]
Pe	pressione in esercizio espressa in [kg/cm ²]

Palo n° 1

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cm ²]	Pr [kg/cm ²]
1	0,00	0,2328 (1)	91,5824 (1)	0,165 (1)	0,165 (1)
11	0,80	0,1544 (1)	68,5383 (1)	0,154 (1)	0,867 (1)
21	1,60	0,0828 (1)	45,5707 (1)	0,083 (1)	0,893 (1)
31	2,40	0,0188 (1)	22,7284 (1)	0,019 (1)	2,081 (1)
41	3,20	-0,0400 (1)	0,0181 (1)	-0,040 (1)	0,018 (1)
51	4,00	-0,0970 (1)	-22,6271 (1)	-0,097 (1)	-3,060 (1)
61	4,80	-0,1538 (1)	-45,2688 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
71	5,60	-0,2106 (1)	-67,9104 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
81	6,40	-0,2675 (1)	-90,5520 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
91	7,20	-0,3243 (1)	-113,1936 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
101	8,00	-0,3811 (1)	-135,8352 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)

Palo n° 2

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cm ²]	Pr [kg/cm ²]
1	0,00	0,2326 (1)	91,5824 (1)	0,165 (1)	0,165 (1)
11	0,80	0,1543 (1)	68,5383 (1)	0,154 (1)	0,867 (1)
21	1,60	0,0827 (1)	45,5707 (1)	0,083 (1)	0,893 (1)
31	2,40	0,0188 (1)	22,7284 (1)	0,019 (1)	2,081 (1)
41	3,20	-0,0400 (1)	0,0181 (1)	-0,040 (1)	0,018 (1)
51	4,00	-0,0969 (1)	-22,6271 (1)	-0,097 (1)	-3,060 (1)
61	4,80	-0,1537 (1)	-45,2688 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
71	5,60	-0,2105 (1)	-67,9104 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
81	6,40	-0,2673 (1)	-90,5520 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
91	7,20	-0,3240 (1)	-113,1936 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
101	8,00	-0,3808 (1)	-135,8352 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)

Palo n° 3

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cmq]	Pr [kg/cmq]
1	0,00	0,2325 (1)	91,5824 (1)	0,165 (1)	0,165 (1)
11	0,80	0,1542 (1)	68,5383 (1)	0,154 (1)	0,867 (1)
21	1,60	0,0827 (1)	45,5707 (1)	0,083 (1)	0,893 (1)
31	2,40	0,0188 (1)	22,7284 (1)	0,019 (1)	2,081 (1)
41	3,20	-0,0400 (1)	0,0181 (1)	-0,040 (1)	0,018 (1)
51	4,00	-0,0968 (1)	-22,6271 (1)	-0,097 (1)	-3,060 (1)
61	4,80	-0,1536 (1)	-45,2688 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
71	5,60	-0,2104 (1)	-67,9104 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
81	6,40	-0,2671 (1)	-90,5520 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
91	7,20	-0,3239 (1)	-113,1936 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
101	8,00	-0,3807 (1)	-135,8352 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)

Palo n° 4

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cmq]	Pr [kg/cmq]
1	0,00	0,2325 (1)	91,5824 (1)	0,165 (1)	0,165 (1)
11	0,80	0,1542 (1)	68,5383 (1)	0,154 (1)	0,867 (1)
21	1,60	0,0826 (1)	45,5707 (1)	0,083 (1)	0,893 (1)
31	2,40	0,0188 (1)	22,7284 (1)	0,019 (1)	2,081 (1)
41	3,20	-0,0400 (1)	0,0181 (1)	-0,040 (1)	0,018 (1)
51	4,00	-0,0968 (1)	-22,6271 (1)	-0,097 (1)	-3,060 (1)
61	4,80	-0,1536 (1)	-45,2688 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
71	5,60	-0,2103 (1)	-67,9104 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
81	6,40	-0,2671 (1)	-90,5520 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
91	7,20	-0,3238 (1)	-113,1936 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
101	8,00	-0,3806 (1)	-135,8352 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)

Palo n° 5

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cmq]	Pr [kg/cmq]
1	0,00	0,2325 (1)	91,5824 (1)	0,165 (1)	0,165 (1)
11	0,80	0,1542 (1)	68,5383 (1)	0,154 (1)	0,867 (1)
21	1,60	0,0827 (1)	45,5707 (1)	0,083 (1)	0,893 (1)
31	2,40	0,0188 (1)	22,7284 (1)	0,019 (1)	2,081 (1)
41	3,20	-0,0400 (1)	0,0181 (1)	-0,040 (1)	0,018 (1)
51	4,00	-0,0968 (1)	-22,6271 (1)	-0,097 (1)	-3,060 (1)
61	4,80	-0,1536 (1)	-45,2688 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
71	5,60	-0,2104 (1)	-67,9104 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
81	6,40	-0,2671 (1)	-90,5520 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
91	7,20	-0,3239 (1)	-113,1936 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
101	8,00	-0,3806 (1)	-135,8352 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)

Palo n° 6

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cmq]	Pr [kg/cmq]
1	0,00	0,2326 (1)	91,5824 (1)	0,165 (1)	0,165 (1)
11	0,80	0,1543 (1)	68,5383 (1)	0,154 (1)	0,867 (1)
21	1,60	0,0827 (1)	45,5707 (1)	0,083 (1)	0,893 (1)
31	2,40	0,0188 (1)	22,7284 (1)	0,019 (1)	2,081 (1)
41	3,20	-0,0400 (1)	0,0181 (1)	-0,040 (1)	0,018 (1)
51	4,00	-0,0969 (1)	-22,6271 (1)	-0,097 (1)	-3,060 (1)
61	4,80	-0,1537 (1)	-45,2688 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
71	5,60	-0,2104 (1)	-67,9104 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
81	6,40	-0,2672 (1)	-90,5520 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
91	7,20	-0,3240 (1)	-113,1936 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
101	8,00	-0,3808 (1)	-135,8352 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)

Palo n° 7

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cmq]	Pr [kg/cmq]
1	0,00	0,2328 (1)	91,5824 (1)	0,165 (1)	0,165 (1)
11	0,80	0,1544 (1)	68,5383 (1)	0,154 (1)	0,867 (1)
21	1,60	0,0827 (1)	45,5707 (1)	0,083 (1)	0,893 (1)
31	2,40	0,0188 (1)	22,7284 (1)	0,019 (1)	2,081 (1)
41	3,20	-0,0400 (1)	0,0181 (1)	-0,040 (1)	0,018 (1)
51	4,00	-0,0969 (1)	-22,6271 (1)	-0,097 (1)	-3,060 (1)
61	4,80	-0,1538 (1)	-45,2688 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
71	5,60	-0,2106 (1)	-67,9104 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
81	6,40	-0,2674 (1)	-90,5520 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cmq]	Pr [kg/cmq]
91	7,20	-0,3242 (1)	-113,1936 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
101	8,00	-0,3811 (1)	-135,8352 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)

Palo n° 8

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cmq]	Pr [kg/cmq]
1	0,00	0,2289 (1)	91,5824 (1)	0,165 (1)	0,165 (1)
11	0,80	0,1518 (1)	68,5383 (1)	0,152 (1)	0,867 (1)
21	1,60	0,0814 (1)	45,5707 (1)	0,081 (1)	0,893 (1)
31	2,40	0,0185 (1)	22,7284 (1)	0,018 (1)	2,081 (1)
41	3,20	-0,0393 (1)	0,0181 (1)	-0,039 (1)	0,018 (1)
51	4,00	-0,0953 (1)	-22,6271 (1)	-0,095 (1)	-3,060 (1)
61	4,80	-0,1512 (1)	-45,2688 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
71	5,60	-0,2071 (1)	-67,9104 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
81	6,40	-0,2630 (1)	-90,5520 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
91	7,20	-0,3188 (1)	-113,1936 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
101	8,00	-0,3747 (1)	-135,8352 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)

Palo n° 9

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cmq]	Pr [kg/cmq]
1	0,00	0,2287 (1)	91,5824 (1)	0,165 (1)	0,165 (1)
11	0,80	0,1517 (1)	68,5383 (1)	0,152 (1)	0,867 (1)
21	1,60	0,0813 (1)	45,5707 (1)	0,081 (1)	0,893 (1)
31	2,40	0,0185 (1)	22,7284 (1)	0,018 (1)	2,081 (1)
41	3,20	-0,0393 (1)	0,0181 (1)	-0,039 (1)	0,018 (1)
51	4,00	-0,0953 (1)	-22,6271 (1)	-0,095 (1)	-3,060 (1)
61	4,80	-0,1511 (1)	-45,2688 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
71	5,60	-0,2069 (1)	-67,9104 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
81	6,40	-0,2628 (1)	-90,5520 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
91	7,20	-0,3186 (1)	-113,1936 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
101	8,00	-0,3744 (1)	-135,8352 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)

Palo n° 10

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cmq]	Pr [kg/cmq]
1	0,00	0,2286 (1)	91,5824 (1)	0,165 (1)	0,165 (1)
11	0,80	0,1516 (1)	68,5383 (1)	0,152 (1)	0,867 (1)
21	1,60	0,0813 (1)	45,5707 (1)	0,081 (1)	0,893 (1)
31	2,40	0,0185 (1)	22,7284 (1)	0,018 (1)	2,081 (1)
41	3,20	-0,0393 (1)	0,0181 (1)	-0,039 (1)	0,018 (1)
51	4,00	-0,0952 (1)	-22,6271 (1)	-0,095 (1)	-3,060 (1)
61	4,80	-0,1510 (1)	-45,2688 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
71	5,60	-0,2068 (1)	-67,9104 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
81	6,40	-0,2627 (1)	-90,5520 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
91	7,20	-0,3185 (1)	-113,1936 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
101	8,00	-0,3743 (1)	-135,8352 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)

Palo n° 11

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cmq]	Pr [kg/cmq]
1	0,00	0,2286 (1)	91,5824 (1)	0,165 (1)	0,165 (1)
11	0,80	0,1516 (1)	68,5383 (1)	0,152 (1)	0,867 (1)
21	1,60	0,0813 (1)	45,5707 (1)	0,081 (1)	0,893 (1)
31	2,40	0,0185 (1)	22,7284 (1)	0,018 (1)	2,081 (1)
41	3,20	-0,0393 (1)	0,0181 (1)	-0,039 (1)	0,018 (1)
51	4,00	-0,0952 (1)	-22,6271 (1)	-0,095 (1)	-3,060 (1)
61	4,80	-0,1510 (1)	-45,2688 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
71	5,60	-0,2068 (1)	-67,9104 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
81	6,40	-0,2626 (1)	-90,5520 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
91	7,20	-0,3184 (1)	-113,1936 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
101	8,00	-0,3742 (1)	-135,8352 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)

Palo n° 12

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cmq]	Pr [kg/cmq]
1	0,00	0,2286 (1)	91,5824 (1)	0,165 (1)	0,165 (1)
11	0,80	0,1516 (1)	68,5383 (1)	0,152 (1)	0,867 (1)
21	1,60	0,0813 (1)	45,5707 (1)	0,081 (1)	0,893 (1)

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cmq]	Pr [kg/cmq]
31	2,40	0,0185 (1)	22,7284 (1)	0,018 (1)	2,081 (1)
41	3,20	-0,0393 (2)	0,0181 (1)	-0,039 (1)	0,018 (1)
51	4,00	-0,0952 (2)	-22,6271 (1)	-0,095 (1)	-3,060 (1)
61	4,80	-0,1510 (1)	-45,2688 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
71	5,60	-0,2068 (1)	-67,9104 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
81	6,40	-0,2627 (1)	-90,5520 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
91	7,20	-0,3185 (1)	-113,1936 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
101	8,00	-0,3743 (1)	-135,8352 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)

Palo n° 13

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cmq]	Pr [kg/cmq]
1	0,00	0,2287 (1)	91,5824 (1)	0,165 (1)	0,165 (1)
11	0,80	0,1517 (1)	68,5383 (1)	0,152 (1)	0,867 (1)
21	1,60	0,0813 (1)	45,5707 (1)	0,081 (1)	0,893 (1)
31	2,40	0,0185 (1)	22,7284 (1)	0,018 (1)	2,081 (1)
41	3,20	-0,0393 (1)	0,0181 (1)	-0,039 (1)	0,018 (1)
51	4,00	-0,0953 (1)	-22,6271 (1)	-0,095 (1)	-3,060 (1)
61	4,80	-0,1511 (1)	-45,2688 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
71	5,60	-0,2069 (1)	-67,9104 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
81	6,40	-0,2628 (1)	-90,5520 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
91	7,20	-0,3186 (1)	-113,1936 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
101	8,00	-0,3744 (1)	-135,8352 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)

Palo n° 14

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cmq]	Pr [kg/cmq]
1	0,00	0,2289 (1)	91,5824 (1)	0,165 (1)	0,165 (1)
11	0,80	0,1518 (1)	68,5383 (1)	0,152 (1)	0,867 (1)
21	1,60	0,0814 (1)	45,5707 (1)	0,081 (1)	0,893 (1)
31	2,40	0,0185 (1)	22,7284 (1)	0,018 (1)	2,081 (1)
41	3,20	-0,0393 (1)	0,0181 (1)	-0,039 (1)	0,018 (1)
51	4,00	-0,0953 (1)	-22,6271 (1)	-0,095 (1)	-3,060 (1)
61	4,80	-0,1512 (1)	-45,2688 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
71	5,60	-0,2071 (1)	-67,9104 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
81	6,40	-0,2630 (1)	-90,5520 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
91	7,20	-0,3188 (1)	-113,1936 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
101	8,00	-0,3747 (1)	-135,8352 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)

Sollecitazioni

Piastra

Sollecitazioni massime e minime piastra

Simbologia adottata

In	Indice nodo modello
Hx	Momento X espresso in [kgm]
Hy	Momento Y espresso in [kgm]
Hxy	Momento XY espresso in [kgm]
Tx	Taglio X, espresso in [kg]
Ty	Taglio Y, espresso in [kg]
Nx	Tensione normale X espressa in [kg/cmq]
Ny	Tensione normale Y espressa in [kg/cmq]
Nxy	Tensione tangenziale XY espressa in [kg/cmq]

In	X [m]	Y [m]		Valore	UM	Comb
31	11,00	10,00	Mx	309,39	[kgm]	1 MAX
2	5,60	9,40		-2428,25		1 MIN
11	7,00	10,00	My	2484,68	[kgm]	1 MAX
2	5,60	9,40		-1134,53		1 MIN
4	6,00	9,00	Hxy	-129,04	[kgm]	1 MAX
52	15,00	11,30		-985,64		1 MIN
42	13,00	11,30	Nx	0,10	[kg/cmq]	1 MAX
50	15,00	9,00		-0,06		1 MIN
3	5,00	10,00	Ny	0,05	[kg/cmq]	1 MAX
52	15,00	11,30		-0,06		1 MIN
27	9,57	10,70	Hxy	0,07	[kg/cmq]	1 MAX
33	11,20	9,40		-0,07		1 MIN

Pali

Simbologia adottata

n°	Identificativo sezione
Y	ordinata della sezione a partire dalla testa positiva verso il basso, espressa in [m]
Nr	sfuerzo normale a rottura, espresso in [kg]
Ne	sfuerzo normale in esercizio, espresso in [kg]
Tr	taglio a rottura, espresso in [kg]
Te	taglio in esercizio, espresso in [kg]
Mr	momento a rottura, espresso in [kgm]
Me	momento in esercizio, espresso in [kgm]

Palo n° 1

n°	Y [m]	Ne [kg]	Nr [kg]	Te [kg]	Tr [kg]	Me [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	8245 (1)	38754 (1)	868 (1)	6707 (1)	0 (0)	0 (1)
11	0,80	8440 (1)	38553 (1)	243 (1)	4990 (1)	-444 (1)	-4918 (1)
21	1,60	8650 (1)	38412 (1)	-122 (1)	2435 (1)	-492 (1)	-7996 (1)
31	2,40	8818 (1)	38110 (1)	-273 (1)	-2340 (1)	-327 (1)	-8561 (1)
41	3,20	8930 (1)	37608 (1)	-228 (1)	-8967 (1)	-113 (1)	-4092 (1)
51	4,00	9042 (1)	37105 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
61	4,80	9000 (1)	36049 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
71	5,60	8959 (1)	34994 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
81	6,40	8918 (1)	33938 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
91	7,20	8877 (1)	32883 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
101	8,00	8835 (1)	31933 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)

Palo n° 2

n°	Y [m]	Ne [kg]	Nr [kg]	Te [kg]	Tr [kg]	Me [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	7708 (1)	38754 (1)	868 (1)	6707 (1)	0 (0)	0 (1)
11	0,80	7906 (1)	38553 (1)	243 (1)	4990 (1)	-444 (1)	-4918 (1)
21	1,60	8118 (1)	38412 (1)	-122 (1)	2435 (1)	-492 (1)	-7996 (1)
31	2,40	8290 (1)	38110 (1)	-272 (1)	-2340 (1)	-327 (1)	-8561 (1)
41	3,20	8409 (1)	37608 (1)	-228 (1)	-8967 (1)	-112 (1)	-4092 (1)
51	4,00	8528 (1)	37105 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
61	4,80	8501 (1)	36049 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
71	5,60	8474 (1)	34994 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
81	6,40	8448 (1)	33938 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
91	7,20	8421 (1)	32883 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
101	8,00	8394 (1)	31933 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)

Palo n° 3

n°	Y [m]	Ne [kg]	Nr [kg]	Te [kg]	Tr [kg]	Me [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	7421 (1)	38754 (1)	867 (1)	6707 (1)	0 (0)	0 (1)
11	0,80	7621 (1)	38553 (1)	243 (1)	4990 (1)	-444 (1)	-4918 (1)
21	1,60	7833 (1)	38412 (1)	-122 (1)	2435 (1)	-492 (1)	-7996 (1)
31	2,40	8008 (1)	38110 (1)	-272 (1)	-2340 (1)	-327 (1)	-8561 (1)
41	3,20	8130 (1)	37608 (1)	-228 (1)	-8967 (1)	-112 (1)	-4092 (1)
51	4,00	8253 (1)	37105 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
61	4,80	8234 (1)	36049 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
71	5,60	8215 (1)	34994 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
81	6,40	8197 (1)	33938 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
91	7,20	8178 (1)	32883 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
101	8,00	8159 (1)	31933 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)

Palo n° 4

n°	Y [m]	Ne [kg]	Nr [kg]	Te [kg]	Tr [kg]	Me [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	7342 (1)	38754 (1)	867 (1)	6707 (1)	0 (0)	0 (1)
11	0,80	7542 (1)	38553 (1)	243 (1)	4990 (1)	-444 (1)	-4918 (1)
21	1,60	7755 (1)	38412 (1)	-122 (1)	2435 (1)	-492 (1)	-7996 (1)
31	2,40	7930 (1)	38110 (1)	-272 (1)	-2340 (1)	-327 (1)	-8561 (1)
41	3,20	8053 (1)	37608 (1)	-228 (1)	-8967 (1)	-112 (1)	-4092 (1)
51	4,00	8177 (1)	37105 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
61	4,80	8160 (1)	36049 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
71	5,60	8144 (1)	34994 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
81	6,40	8127 (1)	33938 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
91	7,20	8110 (1)	32883 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
101	8,00	8094 (1)	31933 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)

Palo n° 5

n°	Y [m]	Ne [kg]	Nr [kg]	Te [kg]	Tr [kg]	Me [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	7416 (1)	38754 (1)	867 (1)	6707 (1)	0 (0)	0 (1)
11	0,80	7616 (1)	38553 (1)	243 (1)	4990 (1)	-444 (1)	-4918 (1)
21	1,60	7829 (1)	38412 (1)	-122 (1)	2435 (1)	-492 (1)	-7996 (1)
31	2,40	8053 (1)	38110 (1)	-272 (1)	-2340 (1)	-327 (1)	-8561 (1)
41	3,20	8126 (1)	37608 (1)	-228 (1)	-8967 (1)	-112 (1)	-4092 (1)
51	4,00	8249 (1)	37105 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
61	4,80	8230 (1)	36049 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
71	5,60	8211 (1)	34994 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
81	6,40	8192 (1)	33938 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
91	7,20	8174 (1)	32883 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
101	8,00	8155 (1)	31933 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)

Palo n° 6

n°	Y [m]	Ne [kg]	Nr [kg]	Te [kg]	Tr [kg]	Me [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	7623 (1)	38754 (1)	868 (1)	6707 (1)	0 (0)	0 (1)
11	0,80	7822 (1)	38553 (1)	243 (1)	4990 (1)	-444 (1)	-4918 (1)
21	1,60	8034 (1)	38412 (1)	-122 (1)	2435 (1)	-492 (1)	-7996 (1)
31	2,40	8206 (1)	38110 (1)	-272 (1)	-2340 (1)	-327 (1)	-8561 (1)
41	3,20	8326 (1)	37608 (1)	-228 (1)	-8967 (1)	-112 (1)	-4092 (1)
51	4,00	8446 (1)	37105 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
61	4,80	8422 (1)	36049 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
71	5,60	8398 (1)	34994 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
81	6,40	8373 (1)	33938 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
91	7,20	8349 (1)	32883 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
101	8,00	8325 (1)	31933 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)

Palo n° 7

n°	Y [m]	Ne [kg]	Nr [kg]	Te [kg]	Tr [kg]	Me [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	8009 (1)	38754 (1)	868 (1)	6707 (1)	0 (0)	0 (1)
11	0,80	8206 (1)	38553 (1)	244 (1)	4990 (1)	-444 (1)	-4918 (1)
21	1,60	8416 (1)	38412 (1)	-122 (1)	2435 (1)	-492 (1)	-7996 (1)
31	2,40	8586 (1)	38110 (1)	-273 (1)	-2340 (1)	-327 (1)	-8561 (1)
41	3,20	8701 (1)	37608 (1)	-228 (1)	-8967 (1)	-112 (1)	-4092 (1)
51	4,00	8816 (1)	37105 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
61	4,80	8781 (1)	36049 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
71	5,60	8746 (1)	34994 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
81	6,40	8711 (1)	33938 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
91	7,20	8676 (1)	32883 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
101	8,00	8642 (1)	31933 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)

Palo n° 8

n°	Y [m]	Ne [kg]	Nr [kg]	Te [kg]	Tr [kg]	Me [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	7453 (1)	38754 (1)	855 (1)	6707 (1)	0 (0)	0 (1)
11	0,80	7653 (1)	38553 (1)	239 (1)	4990 (1)	-437 (1)	-4918 (1)
21	1,60	7866 (1)	38412 (1)	-120 (1)	2435 (1)	-484 (1)	-7996 (1)
31	2,40	8040 (1)	38110 (1)	-268 (1)	-2340 (1)	-322 (1)	-8561 (1)
41	3,20	8162 (1)	37608 (1)	-225 (1)	-8967 (1)	-111 (1)	-4092 (1)
51	4,00	8284 (1)	37105 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
61	4,80	8264 (1)	36049 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
71	5,60	8245 (1)	34994 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
81	6,40	8225 (1)	33938 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
91	7,20	8205 (1)	32883 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
101	8,00	8186 (1)	31933 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)

Palo n° 9

n°	Y [m]	Ne [kg]	Nr [kg]	Te [kg]	Tr [kg]	Me [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	6889 (1)	38754 (1)	855 (1)	6707 (1)	0 (0)	0 (1)
11	0,80	7092 (1)	38553 (1)	239 (1)	4990 (1)	-437 (1)	-4918 (1)
21	1,60	7307 (1)	38412 (1)	-120 (1)	2435 (1)	-484 (1)	-7996 (1)
31	2,40	7485 (1)	38110 (1)	-268 (1)	-2340 (1)	-321 (1)	-8561 (1)
41	3,20	7615 (1)	37608 (1)	-224 (1)	-8967 (1)	-111 (1)	-4092 (1)
51	4,00	7744 (1)	37105 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
61	4,80	7740 (1)	36049 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
71	5,60	7735 (1)	34994 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)

n°	Y [m]	Ne [kg]	Nr [kg]	Te [kg]	Tr [kg]	Me [kgm]	Mr [kgm]
81	6,40	7731 (1)	31938 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
91	7,20	7727 (1)	32883 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
101	8,00	7722 (1)	31933 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)

Palo n° 10

n°	Y [m]	Ne [kg]	Nr [kg]	Te [kg]	Tr [kg]	Me [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	6575 (1)	38754 (1)	854 (1)	6707 (1)	0 (0)	0 (1)
11	0,80	6779 (1)	38553 (1)	239 (1)	4990 (1)	-436 (1)	-4918 (1)
21	1,60	6995 (1)	38412 (1)	-120 (1)	2435 (1)	-484 (1)	-7996 (1)
31	2,40	7176 (1)	38110 (1)	-268 (1)	-2340 (1)	-321 (1)	-8561 (1)
41	3,20	7309 (1)	37608 (1)	-224 (1)	-8967 (1)	-110 (1)	-4092 (1)
51	4,00	7443 (1)	37105 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
61	4,80	7447 (1)	36049 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
71	5,60	7451 (1)	34994 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
81	6,40	7456 (1)	33938 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
91	7,20	7460 (1)	32883 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
101	8,00	7464 (1)	31933 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)

Palo n° 11

n°	Y [m]	Ne [kg]	Nr [kg]	Te [kg]	Tr [kg]	Me [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	6445 (1)	38754 (1)	854 (1)	6707 (1)	0 (0)	0 (1)
11	0,80	6650 (1)	38553 (1)	239 (1)	4990 (1)	-436 (1)	-4918 (1)
21	1,60	6867 (1)	38412 (1)	-120 (1)	2435 (1)	-484 (1)	-7996 (1)
31	2,40	7048 (1)	38110 (1)	-268 (1)	-2340 (1)	-321 (1)	-8561 (1)
41	3,20	7184 (1)	37608 (1)	-224 (1)	-8967 (1)	-110 (1)	-4092 (1)
51	4,00	7319 (1)	37105 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
61	4,80	7327 (1)	36049 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
71	5,60	7335 (1)	34994 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
81	6,40	7342 (1)	33938 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
91	7,20	7350 (1)	32883 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
101	8,00	7358 (1)	31933 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)

Palo n° 12

n°	Y [m]	Ne [kg]	Nr [kg]	Te [kg]	Tr [kg]	Me [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	6452 (1)	38754 (1)	854 (1)	6707 (1)	0 (0)	0 (1)
11	0,80	6657 (1)	38553 (1)	239 (1)	4990 (1)	-436 (1)	-4918 (1)
21	1,60	6873 (1)	38412 (1)	-120 (1)	2435 (1)	-484 (1)	-7996 (1)
31	2,40	7055 (1)	38110 (1)	-268 (1)	-2340 (1)	-321 (1)	-8561 (1)
41	3,20	7190 (1)	37608 (1)	-224 (1)	-8967 (1)	-110 (1)	-4092 (1)
51	4,00	7326 (1)	37105 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
61	4,80	7333 (1)	36049 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
71	5,60	7341 (1)	34994 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
81	6,40	7348 (1)	33938 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
91	7,20	7356 (1)	32883 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
101	8,00	7363 (1)	31933 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)

Palo n° 13

n°	Y [m]	Ne [kg]	Nr [kg]	Te [kg]	Tr [kg]	Me [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	6601 (1)	38754 (1)	855 (1)	6707 (1)	0 (0)	0 (1)
11	0,80	6805 (1)	38553 (1)	239 (1)	4990 (1)	-437 (1)	-4918 (1)
21	1,60	7021 (1)	38412 (1)	-120 (1)	2435 (1)	-484 (1)	-7996 (1)
31	2,40	7202 (1)	38110 (1)	-268 (1)	-2340 (1)	-321 (1)	-8561 (1)
41	3,20	7335 (1)	37608 (1)	-224 (1)	-8967 (1)	-111 (1)	-4092 (1)
51	4,00	7468 (1)	37105 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
61	4,80	7472 (1)	36049 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
71	5,60	7475 (1)	34994 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
81	6,40	7479 (1)	33938 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
91	7,20	7482 (1)	32883 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
101	8,00	7486 (1)	31933 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)

Palo n° 14

n°	Y [m]	Ne [kg]	Nr [kg]	Te [kg]	Tr [kg]	Me [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	6914 (1)	38754 (1)	855 (1)	6707 (1)	0 (0)	0 (1)
11	0,80	7117 (1)	38553 (1)	240 (1)	4990 (1)	-437 (1)	-4918 (1)

n°	Y [m]	Ne [kg]	Nr [kg]	Te [kg]	Tr [kg]	Me [kgm]	Mr [kgm]
21	1,00	7331 (1)	38412 (1)	-120 (1)	2435 (1)	-484 (1)	-7996 (1)
31	2,40	7509 (1)	38110 (1)	-268 (1)	-2340 (1)	-322 (1)	-8561 (1)
41	3,20	7639 (1)	37608 (1)	-225 (1)	-8667 (1)	-111 (1)	-4092 (1)
51	4,00	7768 (1)	37105 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (1)
61	4,80	7763 (1)	36049 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
71	5,60	7758 (1)	34994 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
81	6,40	7753 (1)	33938 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
91	7,20	7748 (1)	32883 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
101	8,00	7743 (1)	31933 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)

Verifiche strutturali

Verifica a flessione

Piastra

Simbologia adottata

Is	Identificativo tratto-sezione-direzione (P: direzione principale, S: direzione secondaria)
A _l	Area di armatura lembo inferiore espressa in [cmq]
A _u	Area di armatura lembo superiore espressa in [cmq]
M _l	Momento ultimo espresso in [kgm]
N _l	Sforzo normale ultimo espresso in [kg]
FS	Fattore di sicurezza

Is	A _l [cmq]	A _u [cmq]	M _l [kgm]	N _l [kg]	FS
1-1-P	8,04	8,04	-17088	12377	83,598
1-2-P	8,04	8,04	-14700	1218	18,955
1-3-P	8,04	8,04	-14429	-48	12,273
1-4-P	8,04	8,04	-14313	-570	12,370
1-5-P	8,04	8,04	-14095	-1546	29,131
1-6-P	8,04	8,04	-14259	-812	21,217
1-7-P	8,04	8,04	-14354	-383	16,888
1-8-P	8,04	8,04	-14418	-98	14,598
1-9-P	8,04	8,04	-14467	126	13,321
1-10-P	8,04	8,04	-14498	273	15,657
1-11-P	8,04	8,04	-14560	564	19,789
1-12-P	8,04	8,04	-14696	1199	28,322
1-13-P	8,04	8,04	-14806	1711	35,382
1-14-P	8,04	8,04	-14894	254	15,442
1-15-P	8,04	8,04	-14404	-159	14,802
1-16-P	8,04	8,04	-14238	-904	24,086
1-17-P	8,04	8,04	-13558	-3958	68,607
1-18-P	8,04	8,04	-14030	-1836	30,186
1-19-P	8,04	8,04	-14158	-1264	19,967
1-20-P	8,04	8,04	-14204	-1095	16,186
1-21-P	8,04	8,04	-14165	-1232	20,968
1-22-P	8,04	8,04	-14018	-1891	40,138
1-23-P	8,04	8,04	-13832	-2726	70,302
1-24-P	8,04	8,04	-14302	-614	83,295
1-25-P	8,04	8,04	-14163	-1240	31,299
1-26-P	8,04	8,04	-14065	-1682	18,918
1-27-P	8,04	8,04	-13743	-3127	25,335
1-28-P	8,04	8,04	-12048	-10591	71,636
1-29-P	8,04	8,04	-13143	-5794	36,678
1-30-P	8,04	8,04	-13725	-3209	19,496
1-31-P	8,04	8,04	-13908	-2387	14,307
1-32-P	8,04	8,04	-13856	-2618	16,249
1-33-P	8,04	8,04	-13499	-4221	28,062
1-34-P	8,04	8,04	-12914	-6799	49,404
1-35-P	8,04	8,04	-13672	-3443	27,618
1-36-P	8,04	8,04	-13955	-2173	19,347
1-37-P	8,04	8,04	-14094	-1549	15,445
1-38-P	8,04	8,04	-13990	-2196	17,017
1-39-P	8,04	8,04	-13591	-3806	23,912
1-40-P	8,04	8,04	-12599	-8178	43,851
1-41-P	8,04	8,04	9894	-20168	93,446
2-1-P	10,05	10,05	23714	26721	180,264
2-2-P	10,05	10,05	-22528	21330	137,948
2-3-P	10,05	10,05	-20418	11442	85,403
2-4-P	10,05	10,05	-19287	6145	57,007
2-5-P	10,05	10,05	-18695	3370	40,066

Is	Afi (cmg)	Afs (cmg)	M _c (kgm)	N _c (kg)	FS
2-6-P	10,05	10,05	-18584	2848	31.608
2-7-P	10,05	10,05	-18652	3166	30.955
2-8-P	10,05	10,05	-18753	3639	34.296
2-9-P	10,05	10,05	-18996	4781	49.269
2-10-P	10,05	10,05	-18597	2909	33.890
2-11-P	10,05	10,05	-18546	2669	35.612
2-12-P	10,05	10,05	-18534	2613	40.626
2-13-P	10,05	10,05	-18992	4763	68.534
2-14-P	10,05	10,05	-19403	6688	94.338
2-15-P	10,05	10,05	-19393	6641	108.141
2-16-P	10,05	10,05	-18887	4269	75.561
2-17-P	10,05	10,05	-18342	1712	49.183
2-18-P	10,05	10,05	-18485	2382	99.247
2-19-P	10,05	10,05	-18460	2268	132.516
2-20-P	10,05	10,05	-18302	1527	126.677
2-21-P	10,05	10,05	-18343	1718	85.556
2-22-P	10,05	10,05	-18675	3276	58.472
2-23-P	10,05	10,05	-19162	5556	68.009
2-24-P	10,05	10,05	-20202	10433	100.193
2-25-P	10,05	10,05	20756	12831	135.043
2-26-P	10,05	10,05	-19659	7887	112.535
2-27-P	10,05	10,05	-18524	2569	70.905
2-28-P	10,05	10,05	-17620	-252	67.097
2-29-P	10,05	10,05	-17947	-133	82.134
2-30-P	10,05	10,05	-17904	-323	125.639
2-31-P	10,05	10,05	-18229	1184	111.305
2-32-P	10,05	10,05	-18355	1775	98.732
2-33-P	10,05	10,05	-18265	1354	75.696
2-34-P	10,05	10,05	-18352	1762	55.988
2-35-P	10,05	10,05	-18507	2489	53.405
2-36-P	10,05	10,05	-18720	3485	61.900
2-37-P	10,05	10,05	-19406	6702	116.052
2-38-P	10,05	10,05	-18131	728	44.718
2-39-P	10,05	10,05	-17657	-1439	49.529
2-40-P	10,05	10,05	-17180	-3590	49.344
2-41-P	10,05	10,05	14013	-17709	111.630
3-1-P	8,04	8,04	21623	33505	248.259
3-2-P	8,04	8,04	-18342	18238	104.335
3-3-P	8,04	8,04	-16368	9015	42.344
3-4-P	8,04	8,04	-15730	6033	25.403
3-5-P	8,04	8,04	-15181	3473	14.990
3-6-P	8,04	8,04	-14994	2589	12.374
3-7-P	8,04	8,04	-15006	2645	14.509
3-8-P	8,04	8,04	-15069	2941	19.369
3-9-P	8,04	8,04	-15245	3763	30.738
3-10-P	8,04	8,04	-14850	1917	17.639
3-11-P	8,04	8,04	-14702	1224	13.560
3-12-P	8,04	8,04	-14663	1044	13.791
3-13-P	8,04	8,04	-14760	1499	18.035
3-14-P	8,04	8,04	-15004	2637	25.946
3-15-P	8,04	8,04	-15236	3723	29.976
3-16-P	8,04	8,04	-15019	2707	21.196
3-17-P	8,04	8,04	-14773	1556	13.818
3-18-P	8,04	8,04	-14959	2428	22.908
3-19-P	8,04	8,04	-15422	4594	38.927
3-20-P	8,04	8,04	-15732	6940	41.214
3-21-P	8,04	8,04	-15518	5040	30.338
3-22-P	8,04	8,04	-15286	3955	23.055
3-23-P	8,04	8,04	-15280	3926	24.225
3-24-P	8,04	8,04	-15722	5994	40.115
3-25-P	8,04	8,04	-15037	21487	143.965
3-26-P	8,04	8,04	-15636	5591	43.740
3-27-P	8,04	8,04	-15046	2834	25.820
3-28-P	8,04	8,04	-14809	1725	19.617
3-29-P	8,04	8,04	-14846	1901	21.911
3-30-P	8,04	8,04	-15240	3742	31.643
3-31-P	8,04	8,04	-15890	6778	39.986
3-32-P	8,04	8,04	-15914	6891	32.084
3-33-P	8,04	8,04	-15505	4980	21.334
3-34-P	8,04	8,04	-15324	4134	18.382
3-35-P	8,04	8,04	-15439	4671	22.859
3-36-P	8,04	8,04	-15811	6412	34.515
3-37-P	8,04	8,04	-17205	12927	75.107
3-38-P	8,04	8,04	-15146	3302	23.674
3-39-P	8,04	8,04	-14762	1508	15.891
3-40-P	8,04	8,04	-14534	443	17.605

Is	All (cmq)	Ala (cmq)	M _u (kgm)	N _u (kg)	FS
3-4-P	8,04	8,04	-13862	-2590	33,827
4-1-S	10,05	10,05	-19770	7971	73,062
4-2-S	10,05	10,05	-19061	4660	39,625
4-3-S	10,05	10,05	19293	5649	43,685
4-4-S	10,05	10,05	18734	3000	24,124
4-5-S	10,05	10,05	18353	1331	10,170
4-6-S	10,05	10,05	18347	1303	9,794
4-7-S	10,05	10,05	18468	1855	13,657
4-8-S	10,05	10,05	18711	2973	21,963
4-9-S	10,05	10,05	19136	4928	37,951
4-10-S	10,05	10,05	19951	8674	72,945
4-11-S	10,05	10,05	-26344	38684	369,031
5-1-S	10,05	10,05	-18143	399	30,290
5-2-S	10,05	10,05	-18138	251	19,435
5-3-S	10,05	10,05	18131	309	24,218
5-4-S	10,05	10,05	18098	159	12,684
5-5-S	10,05	10,05	18078	67	5,259
5-6-S	10,05	10,05	18060	-19	-1,456
5-7-S	10,05	10,05	18024	-176	-13,618
5-8-S	10,05	10,05	17945	-529	-40,841
5-9-S	10,05	10,05	17942	-543	-41,826
5-10-S	10,05	10,05	-17870	-868	-66,612
5-11-S	10,05	10,05	-17836	-1023	-78,166
6-1-S	10,05	10,05	-18385	1498	114,603
6-2-S	10,05	10,05	-18284	1030	79,310
6-3-S	10,05	10,05	18136	333	25,500
6-4-S	10,05	10,05	18069	25	1,933
6-5-S	10,05	10,05	18054	-43	-3,322
6-6-S	10,05	10,05	18058	-25	-1,912
6-7-S	10,05	10,05	18075	50	3,828
6-8-S	10,05	10,05	18127	291	22,389
6-9-S	10,05	10,05	18056	-36	-2,759
6-10-S	10,05	10,05	-18215	707	54,063
6-11-S	10,05	10,05	-18203	652	50,025
7-1-S	10,05	10,05	-18334	1262	96,590
7-2-S	10,05	10,05	-18222	739	56,964
7-3-S	10,05	10,05	18130	304	23,287
7-4-S	10,05	10,05	18099	160	12,417
7-5-S	10,05	10,05	18077	60	4,620
7-6-S	10,05	10,05	18089	116	8,977
7-7-S	10,05	10,05	18131	310	23,949
7-8-S	10,05	10,05	18293	1055	80,826
7-9-S	10,05	10,05	18599	2461	189,867
7-10-S	10,05	10,05	18465	1843	142,543
7-11-S	10,05	10,05	-18361	1389	106,362
8-1-S	12,06	12,06	-21815	987	136,522
8-2-S	12,06	12,06	-21979	1756	136,019
8-3-S	12,06	12,06	21897	1352	103,116
8-4-S	12,06	12,06	21698	432	33,049
8-5-S	12,06	12,06	21631	123	9,574
8-6-S	12,06	12,06	21600	-19	-1,462
8-7-S	12,06	12,06	21557	-210	-16,163
8-8-S	12,06	12,06	21418	-831	-63,452
8-9-S	12,06	12,06	21056	-2445	-188,964
8-10-S	12,06	12,06	21000	-2694	-207,397
8-11-S	12,06	12,06	-20814	-3554	-275,605
9-1-S	10,05	10,05	-18359	1381	106,242
9-2-S	10,05	10,05	18268	939	72,034
9-3-S	10,05	10,05	18130	302	23,243
9-4-S	10,05	10,05	18082	81	6,257
9-5-S	10,05	10,05	18062	-7	-0,533
9-6-S	10,05	10,05	18043	-94	-7,298
9-7-S	10,05	10,05	17999	-288	-22,223
9-8-S	10,05	10,05	17862	-897	-69,717
9-9-S	10,05	10,05	17853	-935	-72,444
9-10-S	10,05	10,05	17796	-1191	-92,586
9-11-S	10,05	10,05	-17531	-2388	-185,446
10-1-S	10,05	10,05	-18637	2679	206,850
10-2-S	10,05	10,05	18214	692	53,739
10-3-S	10,05	10,05	18044	-87	-6,784
10-4-S	10,05	10,05	18019	-198	-15,275
10-5-S	10,05	10,05	18036	-126	-9,717
10-6-S	10,05	10,05	18056	-34	-2,647
10-7-S	10,05	10,05	18092	129	10,050
10-8-S	10,05	10,05	18172	497	38,199
10-9-S	10,05	10,05	18141	355	27,444

Is	As [cm ²]	Afs [cm ²]	M _u [kgm]	N _u [kg]	FS
10-10-5	10,05	10,05	-18250	871	67,350
10-11-5	10,05	10,05	-18084	95	64,810
11-1-5	10,05	10,05	-18498	2030	100,146
11-2-5	10,05	10,05	-18172	504	48,575
11-3-5	10,05	10,05	18089	115	46,991
11-4-5	10,05	10,05	18047	-75	18,274
11-5-5	10,05	10,05	18041	-103	9,242
11-6-5	10,05	10,05	18046	-79	9,342
11-7-5	10,05	10,05	18061	-15	14,296
11-8-5	10,05	10,05	18105	188	30,952
11-9-5	10,05	10,05	18150	397	72,171
11-10-5	10,05	10,05	17996	-300	77,800
11-11-5	10,05	10,05	-17774	-1299	100,576
12-1-5	10,05	10,05	-18109	211	72,224
12-2-5	10,05	10,05	17892	-763	64,314
12-3-5	10,05	10,05	17949	-509	26,522
12-4-5	10,05	10,05	17972	-459	15,396
12-5-5	10,05	10,05	18024	-176	8,852
12-6-5	10,05	10,05	18026	-168	9,574
12-7-5	10,05	10,05	17989	-333	15,497
12-8-5	10,05	10,05	17872	-852	32,855
12-9-5	10,05	10,05	17584	-2131	57,391
12-10-5	10,05	10,05	-17485	-2594	63,559
12-11-5	10,05	10,05	-16861	-5379	106,046
13-1-5	10,05	10,05	-16825	-5536	117,930
13-2-5	10,05	10,05	16458	-7129	68,287
13-3-5	10,05	10,05	17318	-3313	29,409
13-4-5	10,05	10,05	17667	-1761	15,756
13-5-5	10,05	10,05	17849	-953	8,828
13-6-5	10,05	10,05	17825	-1061	9,895
13-7-5	10,05	10,05	17833	-1914	16,679
13-8-5	10,05	10,05	17015	-4656	37,785
13-9-5	10,05	10,05	-16762	-5810	43,222
13-10-5	10,05	10,05	-16967	-4914	32,695
13-11-5	10,05	10,05	-16817	-5570	32,105

Pali in c.a.

Simbologia adottata

Y	ordinata della sezione a partire dalla testa positiva verso il basso, espressa in [m]
As	Area armatura, espresso in [cm ²]
M _u	Momento ultimo, espresso in [kgm]
N _u	Sforzo normale ultimo, espresso in [kg]
FS	Fattore di sicurezza

Palo n° 1

Y [m]	As [cm ²]	M _u [kgm]	N _u [kg]	FS
0,00	20,11	0	223942	27,162
0,80	20,11	9133	173505	20,557
1,60	20,11	9546	167681	19,385
2,40	20,11	7258	195655	22,189
3,20	20,11	2822	223942	25,079
4,00	20,11	0	223942	24,768
4,80	20,11	0	223942	24,881
5,60	20,11	0	223942	24,996
6,40	20,11	0	223942	25,111
7,20	20,11	0	223942	25,228
8,00	20,11	0	223942	25,346

Palo n° 2

Y [m]	As [cm ²]	M _u [kgm]	N _u [kg]	FS
0,00	20,11	0	223942	29,054
0,80	20,11	9475	168731	21,342
1,60	20,11	9873	162871	20,064
2,40	20,11	7579	192215	23,187
3,20	20,11	2994	223942	26,632
4,00	20,11	0	223942	26,261
4,80	20,11	0	223942	26,343
5,60	20,11	0	223942	26,426
6,40	20,11	0	223942	26,509
7,20	20,11	0	223942	26,593

Y [m]	A _r [cmq]	M _r [kgm]	N _r [kg]	FS
0,00	20,11	0	223942	26,677

Palo n° 3

Y [m]	A _r [cmq]	M _r [kgm]	N _r [kg]	FS
0,00	20,11	0	223942	30,177
0,80	20,11	9664	165954	21,777
1,60	20,11	10057	160166	20,446
2,40	20,11	7762	190250	23,759
3,20	20,11	3095	223942	27,544
4,00	20,11	0	223942	27,135
4,80	20,11	0	223942	27,197
5,60	20,11	0	223942	27,259
6,40	20,11	0	223942	27,322
7,20	20,11	0	223942	27,385
8,00	20,11	0	223942	27,448

Palo n° 4

Y [m]	A _r [cmq]	M _r [kgm]	N _r [kg]	FS
0,00	20,11	0	223942	30,503
0,80	20,11	9717	165170	21,901
1,60	20,11	10108	159404	20,555
2,40	20,11	7814	189693	23,922
3,20	20,11	3124	223942	27,807
4,00	20,11	0	223942	27,387
4,80	20,11	0	223942	27,443
5,60	20,11	0	223942	27,499
6,40	20,11	0	223942	27,555
7,20	20,11	0	223942	27,612
8,00	20,11	0	223942	27,669

Palo n° 5

Y [m]	A _r [cmq]	M _r [kgm]	N _r [kg]	FS
0,00	20,11	0	223942	30,196
0,80	20,11	9666	165912	21,784
1,60	20,11	10059	160126	20,453
2,40	20,11	7764	190221	23,769
3,20	20,11	3097	223942	27,560
4,00	20,11	0	223942	27,149
4,80	20,11	0	223942	27,211
5,60	20,11	0	223942	27,273
6,40	20,11	0	223942	27,335
7,20	20,11	0	223942	27,398
8,00	20,11	0	223942	27,461

Palo n° 6

Y [m]	A _r [cmq]	M _r [kgm]	N _r [kg]	FS
0,00	20,11	0	223942	29,377
0,80	20,11	9530	167920	21,468
1,60	20,11	9927	162081	20,175
2,40	20,11	7632	191643	23,353
3,20	20,11	3023	223942	26,896
4,00	20,11	0	223942	26,513
4,80	20,11	0	223942	26,590
5,60	20,11	0	223942	26,667
6,40	20,11	0	223942	26,744
7,20	20,11	0	223942	26,822
8,00	20,11	0	223942	26,900

Palo n° 7

Y [m]	A _r [cmq]	M _r [kgm]	N _r [kg]	FS
0,00	20,11	0	223942	27,962
0,80	20,11	9286	171519	20,903
1,60	20,11	9688	165594	19,676
2,40	20,11	7396	194170	22,616

Y [m]	A _r [cmq]	M _r [kgm]	N _r [kg]	FS
3,20	20,11	2895	223942	25,739
4,00	20,11	0	223942	25,403
4,80	20,11	0	223942	25,503
5,60	20,11	0	223942	25,605
6,40	20,11	0	223942	25,707
7,20	20,11	0	223942	25,810
8,00	20,11	0	223942	25,914

Palo n° 8

Y [m]	A _r [cmq]	M _r [kgm]	N _r [kg]	FS
0,00	20,11	0	223942	30,045
0,80	20,11	9560	167475	21,883
1,60	20,11	9953	161689	20,556
2,40	20,11	7656	191387	23,805
3,20	20,11	3035	223942	27,437
4,00	20,11	0	223942	27,033
4,80	20,11	0	223942	27,097
5,60	20,11	0	223942	27,162
6,40	20,11	0	223942	27,227
7,20	20,11	0	223942	27,292
8,00	20,11	0	223942	27,358

Palo n° 9

Y [m]	A _r [cmq]	M _r [kgm]	N _r [kg]	FS
0,00	20,11	0	223942	32,506
0,80	20,11	9953	161687	22,799
1,60	20,11	10335	156068	21,380
2,40	20,11	8035	187130	25,001
3,20	20,11	3251	223942	29,410
4,00	20,11	0	223942	28,918
4,80	20,11	0	223942	28,934
5,60	20,11	0	223942	28,950
6,40	20,11	0	223942	28,967
7,20	20,11	0	223942	28,983
8,00	20,11	0	223942	28,999

Palo n° 10

Y [m]	A _r [cmq]	M _r [kgm]	N _r [kg]	FS
0,00	20,11	0	223942	34,061
0,80	20,11	10187	158247	23,344
1,60	20,11	10553	152619	21,818
2,40	20,11	8255	184397	25,697
3,20	20,11	3385	223942	30,638
4,00	20,11	0	223942	30,088
4,80	20,11	0	223942	30,071
5,60	20,11	0	223942	30,054
6,40	20,11	0	223942	30,037
7,20	20,11	0	223942	30,020
8,00	20,11	0	223942	30,003

Palo n° 11

Y [m]	A _r [cmq]	M _r [kgm]	N _r [kg]	FS
0,00	20,11	0	223942	34,745
0,80	20,11	10287	156781	23,575
1,60	20,11	10639	151074	22,001
2,40	20,11	8349	183225	25,995
3,20	20,11	3444	223942	31,173
4,00	20,11	0	223942	30,597
4,80	20,11	0	223942	30,565
5,60	20,11	0	223942	30,533
6,40	20,11	0	223942	30,501
7,20	20,11	0	223942	30,469
8,00	20,11	0	223942	30,437

Palo n° 12

Y [m]	A _r [cm ²]	M ₀ [kgm]	N ₀ [kg]	FS
0,00	20,11	0	223942	34,709
0,80	20,11	10267	156849	23,562
1,60	20,11	10635	151144	21,990
2,40	20,11	8345	183279	25,978
3,20	20,11	3441	223942	31,145
4,00	20,11	0	223942	30,570
4,80	20,11	0	223942	30,539
5,60	20,11	0	223942	30,508
6,40	20,11	0	223942	30,476
7,20	20,11	0	223942	30,445
8,00	20,11	0	223942	30,414

Palo n° 13

Y [m]	A _r [cm ²]	M ₀ [kgm]	N ₀ [kg]	FS
0,00	20,11	0	223942	33,925
0,80	20,11	10169	158514	23,293
1,60	20,11	10537	152859	21,777
2,40	20,11	8238	184608	25,634
3,20	20,11	3375	223942	30,531
4,00	20,11	0	223942	29,986
4,80	20,11	0	223942	29,972
5,60	20,11	0	223942	29,958
6,40	20,11	0	223942	29,944
7,20	20,11	0	223942	29,930
8,00	20,11	0	223942	29,917

Palo n° 14

Y [m]	A _r [cm ²]	M ₀ [kgm]	N ₀ [kg]	FS
0,00	20,11	0	223942	32,389
0,80	20,11	9939	161899	22,750
1,60	20,11	10321	156271	21,316
2,40	20,11	8021	187294	24,941
3,20	20,11	3243	223942	29,317
4,00	20,11	0	223942	28,829
4,80	20,11	0	223942	28,848
5,60	20,11	0	223942	28,867
6,40	20,11	0	223942	28,886
7,20	20,11	0	223942	28,904
8,00	20,11	0	223942	28,923

Verifica a taglio

Pali in c.a.

Simbologia adottata

Y	ordinata della sezione a partire dalla testa positiva verso il basso, espressa in [m]
V _{cut}	Taglio resistente a compressione, espresso in [kg]
V _{cut}	Taglio resistente a trazione, espresso in [kg]
V _{cut}	Taglio resistente, espresso in [kg]
FS	Fattore di sicurezza

Palo n° 1

Y [m]	V _{cut} [kg]	V _{cut} [kg]	V _{cut} [kg]	FS
0,00	17121	27856	17121	19,717
0,80	17148	27856	17148	20,386
1,60	17177	27856	17177	140,550
2,40	17200	27856	17200	63,081
3,20	17216	27856	17216	75,375
4,00	17231	27856	17231	100,000
4,80	17226	27856	17226	100,000
5,60	17220	27856	17220	100,000
6,40	17214	27856	17214	100,000
7,20	17209	27856	17209	100,000
8,00	17203	27856	17203	100,000

Palo n° 2

Y [m]	V _{tot} [kg]	V _{tot} [kg]	V _{tot} [kg]	FS
0,00	17046	27856	17046	19.644
0,80	17074	27856	17074	70.134
1,60	17103	27856	17103	140.048
2,40	17127	27856	17127	62.899
3,20	17144	27856	17144	75.114
4,00	17160	27856	17160	100.000
4,80	17156	27856	17156	100.000
5,60	17153	27856	17153	100.000
6,40	17149	27856	17149	100.000
7,20	17145	27856	17145	100.000
8,00	17142	27856	17142	100.000

Palo n° 3

Y [m]	V _{tot} [kg]	V _{tot} [kg]	V _{tot} [kg]	FS
0,00	17007	27856	17007	19.606
0,80	17034	27856	17034	70.004
1,60	17064	27856	17064	139.789
2,40	17088	27856	17088	62.744
3,20	17105	27856	17105	74.980
4,00	17122	27856	17122	100.000
4,80	17119	27856	17119	100.000
5,60	17117	27856	17117	100.000
6,40	17114	27856	17114	100.000
7,20	17112	27856	17112	100.000
8,00	17109	27856	17109	100.000

Palo n° 4

Y [m]	V _{tot} [kg]	V _{tot} [kg]	V _{tot} [kg]	FS
0,00	16996	27856	16996	19.597
0,80	17023	27856	17023	69.972
1,60	17053	27856	17053	139.725
2,40	17077	27856	17077	62.716
3,20	17094	27856	17094	74.947
4,00	17112	27856	17112	100.000
4,80	17109	27856	17109	100.000
5,60	17107	27856	17107	100.000
6,40	17105	27856	17105	100.000
7,20	17102	27856	17102	100.000
8,00	17100	27856	17100	100.000

Palo n° 5

Y [m]	V _{tot} [kg]	V _{tot} [kg]	V _{tot} [kg]	FS
0,00	17006	27856	17006	19.607
0,80	17034	27856	17034	70.007
1,60	17063	27856	17063	139.793
2,40	17087	27856	17087	62.746
3,20	17104	27856	17104	74.982
4,00	17121	27856	17121	100.000
4,80	17119	27856	17119	100.000
5,60	17116	27856	17116	100.000
6,40	17114	27856	17114	100.000
7,20	17111	27856	17111	100.000
8,00	17108	27856	17108	100.000

Palo n° 6

Y [m]	V _{tot} [kg]	V _{tot} [kg]	V _{tot} [kg]	FS
0,00	17035	27856	17035	19.633
0,80	17062	27856	17062	70.094
1,60	17092	27856	17092	139.968
2,40	17116	27856	17116	62.873
3,20	17132	27856	17132	75.077
4,00	17149	27856	17149	100.000
4,80	17146	27856	17146	100.000
5,60	17142	27856	17142	100.000
6,40	17139	27856	17139	100.000
7,20	17135	27856	17135	100.000

Y [m]	V _{int} [kg]	V _{ext} [kg]	V _{tot} [kg]	FS
8,00	17132	27856	17132	100,000

Palo n° 7

Y [m]	V _{int} [kg]	V _{ext} [kg]	V _{tot} [kg]	FS
0,00	17088	27856	17088	19,682
0,80	17115	27856	17115	70,263
1,60	17145	27856	17145	140,304
2,40	17168	27856	17168	62,972
3,20	17184	27856	17184	75,247
4,00	17200	27856	17200	100,000
4,80	17195	27856	17195	100,000
5,60	17190	27856	17190	100,000
6,40	17186	27856	17186	100,000
7,20	17181	27856	17181	100,000
8,00	17176	27856	17176	100,000

Palo n° 8

Y [m]	V _{int} [kg]	V _{ext} [kg]	V _{tot} [kg]	FS
0,00	17011	27856	17011	19,891
0,80	17039	27856	17039	71,144
1,60	17068	27856	17068	142,017
2,40	17092	27856	17092	63,753
3,20	17109	27856	17109	76,187
4,00	17126	27856	17126	100,000
4,80	17124	27856	17124	100,000
5,60	17121	27856	17121	100,000
6,40	17118	27856	17118	100,000
7,20	17115	27856	17115	100,000
8,00	17113	27856	17113	100,000

Palo n° 9

Y [m]	V _{int} [kg]	V _{ext} [kg]	V _{tot} [kg]	FS
0,00	16933	27856	16933	19,812
0,80	16961	27856	16961	70,870
1,60	16991	27856	16991	141,470
2,40	17016	27856	17016	63,511
3,20	17033	27856	17033	75,903
4,00	17051	27856	17051	100,000
4,80	17051	27856	17051	100,000
5,60	17050	27856	17050	100,000
6,40	17050	27856	17050	100,000
7,20	17049	27856	17049	100,000
8,00	17048	27856	17048	100,000

Palo n° 10

Y [m]	V _{int} [kg]	V _{ext} [kg]	V _{tot} [kg]	FS
0,00	16889	27856	16889	19,768
0,80	16918	27856	16918	70,719
1,60	16948	27856	16948	141,170
2,40	16973	27856	16973	63,378
3,20	16991	27856	16991	75,746
4,00	17010	27856	17010	100,000
4,80	17010	27856	17010	100,000
5,60	17011	27856	17011	100,000
6,40	17011	27856	17011	100,000
7,20	17012	27856	17012	100,000
8,00	17013	27856	17013	100,000

Palo n° 11

Y [m]	V _{int} [kg]	V _{ext} [kg]	V _{tot} [kg]	FS
0,00	16871	27856	16871	19,750
0,80	16900	27856	16900	70,654
1,60	16930	27856	16930	141,041
2,40	16955	27856	16955	63,321

Y [m]	V _{tot} [kg]	V _{tot} [kg]	V _{tot} [kg]	FS
3,20	16974	27856	16974	75,679
4,00	16993	27856	16993	100,000
4,80	16994	27856	16994	100,000
5,60	16995	27856	16995	100,000
6,40	16996	27856	16996	100,000
7,20	16997	27856	16997	100,000
8,00	16998	27856	16998	100,000

Palo n° 12

Y [m]	V _{tot} [kg]	V _{tot} [kg]	V _{tot} [kg]	FS
0,00	16872	27856	16872	19,749
0,80	16901	27856	16901	70,649
1,60	16931	27856	16931	141,031
2,40	16956	27856	16956	63,316
3,20	16975	27856	16975	75,673
4,00	16993	27856	16993	100,000
4,80	16994	27856	16994	100,000
5,60	16995	27856	16995	100,000
6,40	16997	27856	16997	100,000
7,20	16998	27856	16998	100,000
8,00	16999	27856	16999	100,000

Palo n° 13

Y [m]	V _{tot} [kg]	V _{tot} [kg]	V _{tot} [kg]	FS
0,00	16893	27856	16893	19,705
0,80	16921	27856	16921	70,705
1,60	16951	27856	16951	141,144
2,40	16976	27856	16976	63,366
3,20	16995	27856	16995	75,732
4,00	17013	27856	17013	100,000
4,80	17014	27856	17014	100,000
5,60	17014	27856	17014	100,000
6,40	17015	27856	17015	100,000
7,20	17015	27856	17015	100,000
8,00	17016	27856	17016	100,000

Palo n° 14

Y [m]	V _{tot} [kg]	V _{tot} [kg]	V _{tot} [kg]	FS
0,00	16936	27856	16936	19,803
0,80	16964	27856	16964	70,832
1,60	16994	27856	16994	141,398
2,40	17019	27856	17019	63,478
3,20	17037	27856	17037	75,863
4,00	17055	27856	17055	100,000
4,80	17054	27856	17054	100,000
5,60	17053	27856	17053	100,000
6,40	17053	27856	17053	100,000
7,20	17052	27856	17052	100,000
8,00	17051	27856	17051	100,000

Verifiche geotecniche

Carico limite

Piastra

Simbologia adottata

Ic	Indice combinazione
N	Carico verticale trasmesso al terreno, espresso in [kg]
Np	Carico verticale trasmesso al palo, espresso in [kg]
Qu	Portanza ultima terreno, espressa in [kg]
Qup	Portanza ultima palo, espressa in [kg]. Solo per fondazione mista
Qd	Portanza di progetto ((Pu+Pup)/n), espressa in [kg]
Nt	Carico verticale trasmesso al terreno (N+Np), espresso in [kg]
FS	Fattore di sicurezza a carico limite (Pd/Nt). Tra parentesi viene riportato l'indice della combinazione con fattore di sicurezza minimo.

Ic	N [kg]	Np [kg]	Qu [kg]	Qup [kg]	Qd [kg]	Nt [kg]	FS
1	0	101093	0	0	0	101093	1000.000 (1)

Pali

Simbologia adottata

n°	Indice palo
Oggetto	Oggetto di appartenenza del palo (Piastra, Pirlito o Trave)
N	Carico verticale agente alla testa del palo, espresso in [kg]
Pd	Portanza di progetto, espresso in [kg]
FSv	Fattore di sicurezza (Pd/N). Tra parentesi l'indice della combinazione con fattore di sicurezza minimo.
T	Carico orizzontale agente alla testa del palo, espresso in [kg]
Td	Portanza trasversale di progetto, espresso in [kg]
FSo	Fattore di sicurezza (Td/V). Tra parentesi l'indice della combinazione con fattore di sicurezza minimo.

n°	Oggetto	N [kg]	Pd [kg]	FSv	T [kg]	Td [kg]	FSo
1	Piastra 1	8245	14926	1.810 (1)	868	5159	5.941 (1)
2	Piastra 1	7708	14926	1.936 (1)	868	5159	5.945 (1)
3	Piastra 1	7421	14926	2.011 (1)	867	5159	5.948 (1)
4	Piastra 1	7342	14926	2.033 (1)	867	5159	5.949 (1)
5	Piastra 1	7416	14926	2.013 (1)	867	5159	5.948 (1)
6	Piastra 1	7623	14926	1.958 (1)	868	5159	5.946 (1)
7	Piastra 1	8009	14926	1.864 (1)	868	5159	5.942 (1)
8	Piastra 1	7453	14926	2.003 (1)	855	5159	6.032 (1)
9	Piastra 1	6889	14926	2.167 (1)	855	5159	6.036 (1)
10	Piastra 1	6575	14926	2.270 (1)	854	5159	6.039 (1)
11	Piastra 1	6445	14926	2.316 (1)	854	5159	6.039 (1)
12	Piastra 1	6452	14926	2.313 (1)	854	5159	6.039 (1)
13	Piastra 1	6601	14926	2.261 (1)	855	5159	6.036 (1)
14	Piastra 1	6914	14926	2.159 (1)	855	5159	6.032 (1)

Scorrimento

Piastra

Simbologia adottata

n°	Indice pirlito
T	Carico orizzontale trasferito al terreno, espresso in [kg]
Tp	Carico orizzontale trasferito al palo, espresso in [kg]
Ru	Resistenza ultima allo scorrimento, espressa in [kg]
Rd	Resistenza di progetto allo scorrimento, espressa in [kg]
FS	Fattore di sicurezza allo scorrimento (Rd/T). Tra parentesi viene riportato l'indice della combinazione con fattore di sicurezza minimo.

n°	T [kg]	Tp [kg]	Ru [kg]	Rd [kg]	FS
1	0	12050	0	0	100.0 (1)

Armature

Armature piastra

Direzione principale armature	0,00 [°]
Direzione secondaria armature	-90,00 [°]
Numero tratti compressivi	13
Amplezza singolo tratto	1,00 [m]
Distanza fra le sezioni di calcolo del singolo tratto	0,25 [m]
Maglia superiore	(5 ϕ 16) x (5 ϕ 16)
Maglia inferiore	(5 ϕ 16) x (5 ϕ 16)

Armature pali

Pali circolari in c.a.

Ip	Indice palo
Tratto	Indice tratto
Ys, Yi	Quota superiore e inferiore ferro, espresso in [m]
Lf	Lunghezza ferro, espresso in [m]
Al	Armatura longitudinale, numero e diametro espresso in [mm]
At	Armatura trasversale, diametro espresso in [mm] e passo espresso in [cm]

Ip	Tratto	Ys [m]	Yi [m]	Lf [m]	Al [mm]	At [mm] / [cm]
1	1	0,48	-7,97	8,45	10 - ϕ 16	ϕ 10 / 13
2	1	0,48	-7,97	8,45	10 - ϕ 16	ϕ 10 / 13
3	1	0,48	-7,97	8,45	10 - ϕ 16	ϕ 10 / 13
4	1	0,48	-7,97	8,45	10 - ϕ 16	ϕ 10 / 13
5	1	0,48	-7,97	8,45	10 - ϕ 16	ϕ 10 / 13
6	1	0,48	-7,97	8,45	10 - ϕ 16	ϕ 10 / 13
7	1	0,48	-7,97	8,45	10 - ϕ 16	ϕ 10 / 13
8	1	0,48	-7,97	8,45	10 - ϕ 16	ϕ 10 / 13
9	1	0,48	-7,97	8,45	10 - ϕ 16	ϕ 10 / 13
10	1	0,48	-7,97	8,45	10 - ϕ 16	ϕ 10 / 13
11	1	0,48	-7,97	8,45	10 - ϕ 16	ϕ 10 / 13
12	1	0,48	-7,97	8,45	10 - ϕ 16	ϕ 10 / 13
13	1	0,48	-7,97	8,45	10 - ϕ 16	ϕ 10 / 13
14	1	0,48	-7,97	8,45	10 - ϕ 16	ϕ 10 / 13

Indice

Normative di riferimento	2
Richiami teorici - Metodi di analisi	3
Calcolo - Analisi ad elementi finiti	3
Analisi dei pali	3
Disposizione delle armature	4
Dati	5
Materiali	5
Geometria	5
Coordinate contorno esterno	5
Spessori piastra	5
Tipologie pali	5
Caratteristiche pali	5
Descrizione terreni	6
Caratteristiche fisico meccaniche	6
Descrizione stratigrafia e falda	6
Costante di Winkler	6
Convenzioni adottate	6
Condizioni di carico	7
Condizione n° 1 - Condizione 1 [Permanente - Partecipa al sisma]	7
Linee di carico	7
Normativa - Coefficienti di sicurezza	7
Elenco combinazioni di calcolo	8
Impostazioni di analisi	8
Portanza verticale pali	8
Portanza trasversale pali	8
Cedimenti	8
Modello	9
Caratteristiche Mesh	9
Risultati inviluppo	10
Spostamenti	10
Piastra	10
Spostamenti massimi e minimi della piastra	10
Pali	10
Sollecitazioni	13
Piastra	13
Sollecitazioni massime e minime piastra	13
Pali	14
Verifiche strutturali	17
Verifica a flessione	17
Piastra	17
Pali in c.a.	20
Verifica a taglio	23
Pali in c.a.	23
Verifiche geotecniche	26
Carico limite	26
Piastra	26
Pali	27
Scorrimento	27
Piastra	27
Armature	28
Armature piastra	28

Armature pali	28
Pali circolari in c.a.	28



Progetto: - Lavori di Prevenzione del Dissesto Idrogeologico della via Comunale
Aliterno/Fontana della Noce

Ditta:

Comune: Serre (SA)

Progettista: Ing. Luigi Marra

Direttore dei Lavori: Ing. Luigi Marra

Impresa:



Relazione di Calcolo Piastra su pali S03

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 al '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 - Metodi di analisi

Calcolo - Analisi ad elementi finiti

Per l'analisi platea si utilizza il metodo degli elementi finiti (FEM). La struttura viene suddivisa in elementi connessi fra di loro in corrispondenza dei nodi. Il campo di spostamenti interno all'elemento viene approssimato in funzione degli spostamenti nodali mediante le funzioni di forma. Il programma utilizza, per l'analisi tipo piastra, elementi quadrangolari e triangolari. Nel problema di tipo piastra gli spostamenti nodali sono lo spostamento verticale w e le rotazioni intorno agli assi x e y , ϕ_x e ϕ_y , legati allo spostamento w tramite relazioni

$$\begin{aligned}\phi_x &= -dw/dy \\ \phi_y &= dw/dx\end{aligned}$$

Note le funzioni di forma che legano gli spostamenti nodali al campo di spostamenti sul singolo elemento è possibile costruire la matrice di rigidezza dell'elemento \mathbf{k}_e ed il vettore dei carichi nodali dell'elemento \mathbf{p}_e .

La fase di assemblaggio consente di ottenere la matrice di rigidezza globale della struttura \mathbf{K} ed il vettore dei carichi nodali \mathbf{p} . La soluzione del sistema

$$\mathbf{K} \mathbf{u} = \mathbf{p}$$

consente di ricavare il vettore degli spostamenti nodali \mathbf{u} .

Dagli spostamenti nodali è possibile risalire per ogni elemento al campo di spostamenti ed alle sollecitazioni M_x , M_y ed M_{xy} .

Il terreno di fondazione se presente viene modellato con delle molle disposte in corrispondenza dei nodi. La rigidezza delle molle è proporzionale alla costante di sottofondo k ed all'area dell'elemento.

I pali di fondazione sono modellati con molle verticali aventi rigidezza pari alla rigidezza verticale del palo.

Per l'analisi tipo lastra (analisi della piastra soggetta a carichi nel piano) vengono utilizzati elementi triangolari a 6 nodi a deformazione quadratica. Gli spostamenti nodali sono gli spostamenti u e v nel piano XY . L'analisi fornisce in tal caso il campo di spostamenti orizzontali e le tensioni nel piano della lastra σ_x , σ_y e τ_{xy} . Dalle tensioni è possibile ricavare, noto lo spessore, gli sforzi normali N_x , N_y e N_{xy} . Nell'analisi tipo lastra i pali di fondazione sono modellati con molle orizzontali in direzione X e Y aventi rigidezza pari alla rigidezza orizzontale del palo.

Nel caso di platea nervata le nervature sono modellate con elementi tipo trave (con eventuale rigidezza torsionale) connesse alla piastra in corrispondenza dei nodi degli elementi.

Analisi dei pali

Per l'analisi della capacità portante dei pali occorre determinare alcune caratteristiche del terreno in cui si va ad operare. In particolare bisogna conoscere l'angolo d'attrito ϕ e la coesione c . Per pali soggetti a carichi trasversali è necessario conoscere il modulo di reazione laterale o il modulo elastico laterale.

La capacità portante di un palo viene valutata come somma di due contributi: portata di base (o di punta) e portata per attrito laterale lungo il fusto. Cioè si assume valida l'espressione:

$$Q_T = Q_B + Q_L - W_P$$

dove:

Q_T	portanza totale del palo
Q_B	portanza di base del palo
Q_L	portanza per attrito laterale del palo
W_P	peso proprio del palo

e le due componenti Q_B e Q_L sono calcolate in modo indipendente fra loro.

Dalla capacità portante del palo si ricava il carico ammissibile del palo Q_A applicando il coefficiente di sicurezza della portanza alla punta η_B ed il coefficiente di sicurezza della portanza per attrito laterale η_L .

Palo compresso:

$$Q_A = Q_B / \eta_B + Q_L / \eta_L - W_P$$

Palo teso:

$$Q_A = Q_L / \eta_L + W_P$$

Capacità portante di punta

In generale la capacità portante di punta viene calcolata tramite l'espressione:

$$Q_B = A_p(cN'_c + qN'_q)$$

dove A_v è l'area portante efficace della punta del palo, c è la coesione, q è la pressione geostatica alla quota della punta del palo, γ è il peso di volume del terreno, D è il diametro del palo ed i coefficienti N_c , N_q sono i coefficienti delle formule della capacità portante corretti per tener conto degli effetti di forma e di profondità. Possono essere utilizzati sia i coefficienti di Hansen che quelli di Vesic con i corrispondenti fattori correttivi per la profondità e la forma.

Il parametro η che compare nell'espressione assume il valore:

$$\eta = \frac{1 + 2K_0}{3}$$

quando si usa la formula di Vesic e viene posto uguale ad 1 per le altre formule.

K_0 rappresenta il coefficiente di spinta a riposo che può essere espresso come: $K_0 = 1 - \sin\phi$.

Capacità portante per resistenza laterale

La resistenza laterale è data dall'integrale esteso a tutta la superficie laterale del palo delle tensioni tangenziali palo-terreno in condizioni limite:

$$Q_L = \int \tau_{s,z} dS$$

dove τ_s è dato dalla relazione di Coulomb

$$\tau_s = c_s + \sigma_s \tan\delta$$

dove c_s è l'adesione palo-terreno, δ è l'angolo di attrito palo-terreno, γ è il peso di volume del terreno, z è la generica quota a partire dalla testa del palo, L e P sono rispettivamente la lunghezza ed il perimetro del palo, K_s è il coefficiente di spinta che dipende dalle caratteristiche meccaniche e fisiche del terreno dal suo stato di addensamento e dalle modalità di realizzazione del palo.

Portanza trasversale dei pali - Analisi ad elementi finiti

Nel modello di terreno alla Winkler il terreno viene schematizzato come una serie di molle elastiche indipendenti fra di loro. Le molle che schematizzano il terreno vengono caratterizzate tramite una costante elastica K espressa in $\text{Kg/cm}^2/\text{cm}$ che rappresenta la pressione (in Kg/cm^2) che bisogna applicare per ottenere lo spostamento di 1 cm.

Il palo viene suddiviso in un certo numero di elementi di eguale lunghezza. Ogni elemento è caratterizzato da una sezione avente area ed inerzia coincidente con quella del palo.

Il terreno viene schematizzato come una serie di molle orizzontali che reagiscono agli spostamenti nei due versi. La rigidità assiale della singola molla è proporzionale alla costante di Winkler orizzontale del terreno, al diametro del palo ed alla lunghezza dell'elemento. La molla, però, non viene vista come un elemento infinitamente elastico ma come un elemento con comportamento del tipo elastoplastico perfetto (diagramma sforzi-deformazioni di tipo bilatero). Essa presenta una resistenza crescente al crescere degli spostamenti fino a che l'entità degli spostamenti si mantiene al di sotto di un certo spostamento limite, X_{lim} , oppure fino a quando non si raggiunge il valore della pressione limite. Superato tale limite non si ha un incremento di resistenza. È evidente che assumendo un comportamento di questo tipo ci si addentra in un tipico problema non lineare che viene risolto mediante una analisi al passo.

Disposizione delle armature

Le armature vengono disposte secondo due direzioni, una principale ed una secondaria. Per il calcolo delle stesse si fa riferimento ai valori nodali delle sollecitazioni ottenute dall'analisi ad elementi finiti. Per la disposizione delle stesse occorre suddividere la piastra in un numero di strisce opportuno nelle due direzioni.

Il programma utilizza strisce della larghezza di circa un metro.

Dati**Materiali****Simbologia adottata**

n°	Indice materiale
Descrizione	Descrizione materiale
TC	Tipo calcestruzzo
R_{ck}	Resistenza cubica caratteristica, espresso in [kg/cm ²]
γ_{wk}	Peso specifico calcestruzzo, espresso in [kg/m ³]
E	Modulo elastico calcestruzzo, espresso in [kg/cm ²]
ν	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogeneizzazione
TA	Tipo acciaio

n°	Descrizione	TC	R_{ck} [kg/cm ²]	γ_{wk} [kg/m ³]	E [kg/cm ²]	ν	n	TA
1	Materiale 1	Rck 250	250,00	2500	306658,85	0,200	15,00	B450C

Geometria**Coordinate contorno esterno**

n°	X [m]	Y [m]									
1	5,00	9,00	2	15,00	9,00	3	15,00	11,30	4	5,00	11,30

Spessori piastra

Spessore costante 50,00 [cm]

Tipologie pali**Simbologia adottata**

n°	Indice tipologia
Descrizione	Descrizione tipologia
Geometria	Geometria tipologia (Pali in c.a. o Pali in acciaio)
Armatura	Tipologia armatura per pali in c.a.
Portanza	Algoritmi contributi portanza (solo Punta, solo Laterale, Entrambe)
Vincolo	Grado di vincolo alla testa del palo (Incastro o Cerniera)
TC	Tipologia costruttiva del palo (Trivellato o Infilato)
Mat	Indice materiale tipologia palo
Pt	Pressione quota testa palo, espressa in [kg/cm ²]

n°	Descrizione	Geometria	Armatura	Portanza	Vincolo	TC	Mat	Pt [kg/cm ²]
1	Tipologia 1	Pali circolari in c.a.	Ferri longitudinali + spirale	Entrambe	Cerniera	Trivellato	1	0,00

Caratteristiche pali**Simbologia adottata**

n°	Indice palo
X	Ascissa palo, espressa in [m]
Y	Ordinata palo, espressa in [m]
d	Diametro palo, espresso in [cm]
l	Lunghezza palo, espressa in [m]
nodo	Indice nodo su cui è posizionato il palo
It	Indice tipologia palo

n°	X [m]	Y [m]	D [cm]	L [m]	Nodo	It
1	5,00	9,40	40,00	8,00	2	1
2	7,00	9,40	40,00	8,00	8	1
3	8,40	9,40	40,00	8,00	17	1
4	9,80	9,40	40,00	8,00	23	1
5	12,60	9,40	40,00	8,00	38	1
6	11,20	9,40	40,00	8,00	33	1
7	14,00	9,40	40,00	8,00	45	1
8	6,20	10,80	40,00	8,00	9	1
9	7,60	10,80	40,00	8,00	16	1
10	9,00	10,80	40,00	8,00	24	1
11	10,40	10,80	40,00	8,00	30	1
12	11,80	10,80	40,00	8,00	35	1

n°	X [m]	Y [m]	D [cm]	L [m]	Nodo	It
13	13,20	10,80	40,00	8,00	44	1
14	14,60	10,80	40,00	8,00	51	1

Descrizione terreni

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 espresso in [kg/cmq]
ca	Adesione del terreno espressa in [kg/cmq]
τ	Tensione tangenziale, per calcolo portanza micropali con il metodo di Bustamante-Doik, espressa in [kg/cmq]
α	Coeff. di espansione laterale

Descrizione	γ [kg/mc]	γ_{sat} [kg/mc]	Parametri	ϕ [°]	δ [°]	c [kg/cmq]	ca [kg/cmq]	τ [kg/cmq]	α
Terreno di riporto	1600,0	1800,0	Caratteristici Minimi Medi	18,00 18,00 18,00	12,00 12,00 12,00	0,020 0,020 0,020	0,010 0,010 0,010	0,000 0,000 0,000	1,00
Limo Argilloso Sabb	1800,0	2000,0	Caratteristici Minimi Medi	20,00 20,00 20,00	13,33 13,33 13,33	0,100 0,100 0,100	0,050 0,050 0,050	0,000 0,000 0,000	1,00
Argilla Limosa	1800,0	2000,0	Caratteristici Minimi Medi	20,00 20,00 20,00	13,33 13,33 13,33	0,100 0,100 0,100	0,050 0,050 0,050	0,000 0,000 0,000	1,00
Deposito Pellico	2130,0	2200,0	Caratteristici Minimi Medi	30,00 30,00 30,00	20,00 20,00 20,00	0,210 0,210 0,210	0,105 0,105 0,105	0,000 0,000 0,000	1,00

Descrizione stratigrafia e falda

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 associato allo strato
K_s	Coefficiente di spinta
K_w	Costante di Winkler orizzontale espressa in [Kg/cm²/cm]
α	Coeff. di sballatura

N	Z1 [m]	Z2 [m]	Z3 [m]	Terreno	K_s	K_w [Kg/cm²/cm]	α
1	-3,5	-3,5	-3,5	Terreno di riporto	0,000	1,000	1,000
2	-7,0	-7,0	-7,0	Limo Argilloso Sabb	0,000	0,000	1,000
3	-8,0	-8,0	-8,0	Argilla Limosa	0,000	0,000	1,000
4	-14,0	-14,0	-14,0	Deposito Pellico	0,000	0,000	1,000

Falda

Profondità dal piano campagna 0,00 [m]

Costante di Winkler

Direzione	Simbolo	K_w [Kg/cm²/cm]
Verticale	K_{wv}	0,000
Orizzontale	K_{wo}	Calcolata dal programma ($K_{wo} = K_{wv} \cdot \tan(\delta)$)

Convenzioni adottate

Carichi e reazioni vincolari

F_z	Carico verticale positivo verso il basso
F_x	Forza orizzontale in direzione X positiva nel verso delle X crescenti.
F_y	Forza orizzontale in direzione Y positiva nel verso delle Y crescenti.
M_x	Momento con asse vettore parallelo all'asse X positivo arbitrario.
M_y	Momento con asse vettore parallelo all'asse Y positivo arbitrario.

Sollecitazioni

Mx Momento flettente X con asse vettore parallelo all'asse Y (positivo se tende le fibre inferiori).
 My Momento flettente Y con asse vettore parallelo all'asse X (positivo se tende le fibre inferiori).
 Mxy Momento flettente XY.

Condizioni di carico

Linee di carico

Simbologia adottata

Ic Indice carico
 Pi Punto iniziale carico espresso in [m]
 Pf Punto finale carico espresso in [m]
 N Carico verticale espresso in [kg]
 Mx Momento intorno all'asse X espresso in [kgm]
 My Momento intorno all'asse Y espresso in [kgm]
 Tx Forza orizzontale in direzione X espressa in [kg]
 Ty Forza orizzontale in direzione Y espressa in [kg]

Condizione n° 1 - Condizione 1 [Permanente - Partecipa al sisma]

Linee di carico

Ic	PI [m]	PF [m]	N [kg]	Mx [kgm]	My [kgm]	Tx [kg]	Ty [kg]
1	5,00; 10,00	15,00; 10,00	6423,30	0,00	340,00	1527,10	0,00

Normativa - Coefficienti di sicurezzaCoefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente parziale	(A1) - STR
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G,STR}$	1,00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{G,STR}$	1,30
Permanenti non strutturali	Favorevole	$\gamma_{G,STR}$	0,80
Permanenti non strutturali	Sfavorevole	$\gamma_{G,STR}$	1,50
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Q,STR}$	0,00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Q,STR}$	1,50
Variabili traffico	Favorevole	$\gamma_{Q,STR}$	0,00
Variabili traffico	Sfavorevole	$\gamma_{Q,STR}$	1,35

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA	Coefficiente parziale	(M1)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'$	$\gamma_{\phi'}$	1,00
Coesione efficace	c'	γ_c	1,00
Resistenza non drenata	c_u	γ_{c_u}	1,00

Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche (Pali trivellati)

Resistenza	γ_R	(R1)	(R2)	(R3)
Base	γ_R	1,00	1,70	1,35
Laterale in compressione	γ_R	1,00	1,45	1,15
Totale	γ_R	1,00	1,60	1,30
Laterale in trazione	γ_R	1,00	1,60	1,25

Coefficienti parziali γ_T per le verifiche agli stati limite ultimi di pali soggetti a carichi trasversali

γ_T	(R1)	(R2)	(R3)
γ_T	1,00	1,60	1,30

Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate

Numero di verticali indagate	ξ_1	ξ_2
1	1,70	1,70

Coefficienti amplificativi γ_{M2} in funzione della classe di duttilità

γ_{M2}	Fondazione	Bicchieri
γ_{M2}	1,10	1,20

Elenco combinazioni di calcolo

Numero combinazioni definite 1

Simbologia adottata

CP Coefficiente di partecipazione della condizione

Combinazione n° 1 - - STR - A1-M1-R3

Condizione	CP
Peso proprio	1.30
Condizione 1	1.00

Impostazioni di analisi

Portanza verticale pali

Metodo calcolo portanza: Meyerhof

Andamento pressione verticale con la profondità per calcolo portanza di punta:

Pressione geostatica

Andamento pressione verticale con la profondità per calcolo portanza laterale:

Pressione geostatica

Portanza trasversale pali

Costante di Winkler: da strato

Rottura palo-terreno:

Pressione limite pari alla pressione passiva con moltiplicatore pari a 3.00

Cedimenti

Metodo calcolo cedimenti: Elementi finiti

Spostamento limite attrito laterale 0,50 [cm]

Spostamento limite punta 1,00 [cm]

Fattore di rigidità della sovrastruttura 0.00

ModelloCaratteristiche Mesh

Numero elementi	77
Numero nodi	52

Risultati involuppo

Spostamenti

Piastra

Spostamenti massimi e minimi della piastra

Simbologia adottata

lc	Indice della combinazione
w	Spostamento verticale, espresso in [cm]
u	Spostamento direzione X, espresso in [cm]
v	Spostamento direzione Y, espresso in [cm]
ϕx	Rotazione intorno all'asse X, espressa in [°]
ϕy	Rotazione intorno all'asse Y, espressa in [°]
p	Pressione sul terreno (solo per calcolo fondazione), espressa in [kg/cm²]
kw	Costante di Winkler (solo per calcolo fondazione), espressa in [kg/cm³/cm]. Il valore viene stampato solo se si è utilizzato il modello di interazione

Tra parentesi l'indice del nodo in cui si sono misurati i valori massimi e minimi

In	X [m]	Y [m]		Valore	UM	Cmb
50	15,00	9,00	w	0,236810	[cm]	1 MAX
37	12,00	11,30		0,165512		1 MIN
50	15,00	9,00	ux	0,631158	[cm]	1 MAX
52	15,00	11,30		0,613445		1 MIN
52	15,00	11,30	uy	0,037359	[cm]	1 MAX
7	5,00	11,30		-0,038637		1 MIN
50	15,00	9,00	ϕx	0,000112	[°]	1 MAX
7	5,00	11,30		-0,000160		1 MIN
51	14,60	10,80	ϕy	0,000276	[°]	1 MAX
1	5,00	9,00		0,000067		1 MIN

Pali

Simbologia adottata

In	Indice sezione
Y	ordinata palo espressa in [m]
Ur	spostamento limite espresso in [cm]
Pr	pressione limite espressa in [kg/cm²]
Ue	spostamento in esercizio espresso in [cm]
Pe	pressione in esercizio espressa in [kg/cm²]

Palo n° 1

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cm²]	Pr [kg/cm²]
1	0,00	0,6155 (1)	43,0209 (1)	0,165 (1)	0,165 (1)
11	0,80	0,3207 (1)	25,4794 (1)	0,321 (1)	0,529 (1)
21	1,60	0,0338 (1)	7,9601 (1)	0,034 (1)	0,893 (1)
31	2,40	-0,2479 (1)	-9,5374 (1)	-0,248 (1)	-1,256 (1)
41	3,20	-0,5292 (1)	-27,0321 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
51	4,00	-0,8105 (1)	-44,5268 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
61	4,80	-1,0917 (1)	-62,0215 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
71	5,60	-1,3730 (1)	-79,5162 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
81	6,40	-1,6543 (1)	-97,0109 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
91	7,20	-1,9355 (1)	-114,5056 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
101	8,00	-2,2168 (1)	-132,0003 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)

Palo n° 2

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cm²]	Pr [kg/cm²]
1	0,00	0,6150 (1)	43,0209 (1)	0,165 (1)	0,165 (1)
11	0,80	0,3204 (1)	25,4794 (1)	0,320 (1)	0,529 (1)
21	1,60	0,0338 (1)	7,9601 (1)	0,034 (1)	0,893 (1)
31	2,40	-0,2478 (1)	-9,5374 (1)	-0,248 (1)	-1,256 (1)
41	3,20	-0,5288 (1)	-27,0321 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
51	4,00	-0,8098 (1)	-44,5268 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
61	4,80	-1,0909 (1)	-62,0215 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
71	5,60	-1,3719 (1)	-79,5162 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
81	6,40	-1,6530 (1)	-97,0109 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
91	7,20	-1,9340 (1)	-114,5056 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
101	8,00	-2,2151 (1)	-132,0003 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)

Palo n° 3

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cm²]	Pr [kg/cm²]
1	0,00	0,6147 (1)	43,0209 (1)	0,165 (1)	0,165 (1)
11	0,80	0,3202 (1)	25,4794 (1)	0,320 (1)	0,529 (1)
21	1,60	0,0338 (1)	7,9601 (1)	0,034 (1)	0,893 (1)
31	2,40	-0,2476 (1)	-9,5374 (1)	-0,248 (1)	-1,256 (1)
41	3,20	-0,5285 (1)	-27,0321 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
51	4,00	-0,8095 (1)	-44,5268 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
61	4,80	-1,0904 (1)	-62,0215 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
71	5,60	-1,3713 (1)	-79,5162 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
81	6,40	-1,6522 (1)	-97,0109 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
91	7,20	-1,9331 (1)	-114,5056 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
101	8,00	-2,2140 (1)	-132,0003 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)

Palo n° 4

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cm²]	Pr [kg/cm²]
1	0,00	0,6146 (1)	43,0209 (1)	0,165 (1)	0,165 (1)
11	0,80	0,3202 (1)	25,4794 (1)	0,320 (1)	0,529 (1)
21	1,60	0,0338 (1)	7,9601 (1)	0,034 (1)	0,893 (1)
31	2,40	-0,2476 (1)	-9,5374 (1)	-0,248 (1)	-1,256 (1)
41	3,20	-0,5284 (1)	-27,0321 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
51	4,00	-0,8093 (1)	-44,5268 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
61	4,80	-1,0902 (1)	-62,0215 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
71	5,60	-1,3710 (1)	-79,5162 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
81	6,40	-1,6519 (1)	-97,0109 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
91	7,20	-1,9327 (1)	-114,5056 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
101	8,00	-2,2136 (1)	-132,0003 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)

Palo n° 5

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cm²]	Pr [kg/cm²]
1	0,00	0,6149 (1)	43,0209 (1)	0,165 (1)	0,165 (1)
11	0,80	0,3203 (1)	25,4794 (1)	0,320 (1)	0,529 (1)
21	1,60	0,0338 (1)	7,9601 (1)	0,034 (1)	0,893 (1)
31	2,40	-0,2477 (1)	-9,5374 (1)	-0,248 (1)	-1,256 (1)
41	3,20	-0,5287 (1)	-27,0321 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
51	4,00	-0,8097 (1)	-44,5268 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
61	4,80	-1,0907 (1)	-62,0215 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
71	5,60	-1,3717 (1)	-79,5162 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
81	6,40	-1,6527 (1)	-97,0109 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
91	7,20	-1,9337 (1)	-114,5056 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
101	8,00	-2,2147 (1)	-132,0003 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)

Palo n° 6

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cm²]	Pr [kg/cm²]
1	0,00	0,6146 (1)	43,0209 (1)	0,165 (1)	0,165 (1)
11	0,80	0,3202 (1)	25,4794 (1)	0,320 (1)	0,529 (1)
21	1,60	0,0338 (1)	7,9601 (1)	0,034 (1)	0,893 (1)
31	2,40	-0,2476 (1)	-9,5374 (1)	-0,248 (1)	-1,256 (1)
41	3,20	-0,5285 (1)	-27,0321 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
51	4,00	-0,8094 (1)	-44,5268 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
61	4,80	-1,0903 (1)	-62,0215 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
71	5,60	-1,3712 (1)	-79,5162 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
81	6,40	-1,6520 (1)	-97,0109 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
91	7,20	-1,9329 (1)	-114,5056 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
101	8,00	-2,2138 (1)	-132,0003 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)

Palo n° 7

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cm²]	Pr [kg/cm²]
1	0,00	0,6153 (1)	43,0209 (1)	0,165 (1)	0,165 (1)
11	0,80	0,3206 (1)	25,4794 (1)	0,321 (1)	0,529 (1)
21	1,60	0,0338 (1)	7,9601 (1)	0,034 (1)	0,893 (1)
31	2,40	-0,2479 (1)	-9,5374 (1)	-0,248 (1)	-1,256 (1)
41	3,20	-0,5291 (1)	-27,0321 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
51	4,00	-0,8102 (1)	-44,5268 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
61	4,80	-1,0914 (1)	-62,0215 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
71	5,60	-1,3726 (1)	-79,5162 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
81	6,40	-1,6538 (1)	-97,0109 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cm²]	Pr [kg/cm²]
91	7,20	-1,9350 (1)	-114,5056 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
101	8,00	-2,2162 (1)	-132,0003 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)

Palo n° 8

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cm²]	Pr [kg/cm²]
1	0,00	0,6047 (1)	43,0209 (1)	0,165 (1)	0,165 (1)
11	0,80	0,3149 (1)	25,4794 (1)	0,315 (1)	0,529 (1)
21	1,60	0,0330 (1)	7,9601 (1)	0,033 (1)	0,893 (1)
31	2,40	-0,2439 (1)	-9,5374 (1)	-0,244 (1)	-1,256 (1)
41	3,20	-0,5204 (1)	-27,0321 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
51	4,00	-0,7968 (1)	-44,5268 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
61	4,80	-1,0732 (1)	-62,0215 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
71	5,60	-1,3497 (1)	-79,5162 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
81	6,40	-1,6261 (1)	-97,0109 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
91	7,20	-1,9025 (1)	-114,5056 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
101	8,00	-2,1790 (1)	-132,0003 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)

Palo n° 9

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cm²]	Pr [kg/cm²]
1	0,00	0,6043 (1)	43,0209 (1)	0,165 (1)	0,165 (1)
11	0,80	0,3147 (1)	25,4794 (1)	0,315 (1)	0,529 (1)
21	1,60	0,0330 (1)	7,9601 (1)	0,033 (1)	0,893 (1)
31	2,40	-0,2438 (1)	-9,5374 (1)	-0,244 (1)	-1,256 (1)
41	3,20	-0,5200 (1)	-27,0321 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
51	4,00	-0,7962 (1)	-44,5268 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
61	4,80	-1,0725 (1)	-62,0215 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
71	5,60	-1,3487 (1)	-79,5162 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
81	6,40	-1,6250 (1)	-97,0109 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
91	7,20	-1,9012 (1)	-114,5056 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
101	8,00	-2,1775 (1)	-132,0003 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)

Palo n° 10

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cm²]	Pr [kg/cm²]
1	0,00	0,6040 (1)	43,0209 (1)	0,165 (1)	0,165 (1)
11	0,80	0,3146 (1)	25,4794 (1)	0,315 (1)	0,529 (1)
21	1,60	0,0330 (1)	7,9601 (1)	0,033 (1)	0,893 (1)
31	2,40	-0,2437 (1)	-9,5374 (1)	-0,244 (1)	-1,256 (1)
41	3,20	-0,5198 (1)	-27,0321 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
51	4,00	-0,7959 (1)	-44,5268 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
61	4,80	-1,0721 (1)	-62,0215 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
71	5,60	-1,3482 (1)	-79,5162 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
81	6,40	-1,6243 (1)	-97,0109 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
91	7,20	-1,9004 (1)	-114,5056 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
101	8,00	-2,1766 (1)	-132,0003 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)

Palo n° 11

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cm²]	Pr [kg/cm²]
1	0,00	0,6040 (1)	43,0209 (1)	0,165 (1)	0,165 (1)
11	0,80	0,3145 (1)	25,4794 (1)	0,315 (1)	0,529 (1)
21	1,60	0,0330 (1)	7,9601 (1)	0,033 (1)	0,893 (1)
31	2,40	-0,2436 (1)	-9,5374 (1)	-0,244 (1)	-1,256 (1)
41	3,20	-0,5197 (1)	-27,0321 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
51	4,00	-0,7958 (1)	-44,5268 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
61	4,80	-1,0719 (1)	-62,0215 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
71	5,60	-1,3480 (1)	-79,5162 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
81	6,40	-1,6241 (1)	-97,0109 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
91	7,20	-1,9002 (1)	-114,5056 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
101	8,00	-2,1763 (1)	-132,0003 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)

Palo n° 12

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cm²]	Pr [kg/cm²]
1	0,00	0,6041 (1)	43,0209 (1)	0,165 (1)	0,165 (1)
11	0,80	0,3146 (1)	25,4794 (1)	0,315 (1)	0,529 (1)
21	1,60	0,0330 (1)	7,9601 (1)	0,033 (1)	0,893 (1)

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cmq]	Pr [kg/cmq]
31	2,40	-0,2437 (1)	-9,5374 (1)	-0,244 (1)	-1,256 (1)
41	3,20	-0,5198 (1)	-27,0321 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
51	4,00	-0,7960 (1)	-44,5268 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
61	4,80	-1,0721 (1)	-62,0215 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
71	5,60	-1,3483 (1)	-79,5162 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
81	6,40	-1,6244 (1)	-97,0109 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
91	7,20	-1,9006 (1)	-114,5056 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
101	8,00	-2,1767 (1)	-132,0003 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)

Palo n° 13

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cmq]	Pr [kg/cmq]
1	0,00	0,6044 (1)	43,0209 (1)	0,165 (1)	0,165 (1)
11	0,80	0,3147 (1)	25,4794 (1)	0,315 (1)	0,529 (1)
21	1,60	0,0330 (1)	7,9601 (1)	0,033 (1)	0,893 (1)
31	2,40	-0,2438 (1)	-9,5374 (1)	-0,244 (1)	-1,256 (1)
41	3,20	-0,5201 (1)	-27,0321 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
51	4,00	-0,7963 (1)	-44,5268 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
61	4,80	-1,0726 (1)	-62,0215 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
71	5,60	-1,3489 (1)	-79,5162 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
81	6,40	-1,6252 (1)	-97,0109 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
91	7,20	-1,9014 (1)	-114,5056 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
101	8,00	-2,1777 (1)	-132,0003 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)

Palo n° 14

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cmq]	Pr [kg/cmq]
1	0,00	0,6048 (1)	43,0209 (1)	0,165 (1)	0,165 (1)
11	0,80	0,3150 (1)	25,4794 (1)	0,315 (1)	0,529 (1)
21	1,60	0,0330 (1)	7,9601 (1)	0,033 (1)	0,893 (1)
31	2,40	-0,2440 (1)	-9,5374 (1)	-0,244 (1)	-1,256 (1)
41	3,20	-0,5205 (1)	-27,0321 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
51	4,00	-0,7970 (1)	-44,5268 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
61	4,80	-1,0735 (1)	-62,0215 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
71	5,60	-1,3499 (1)	-79,5162 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
81	6,40	-1,6264 (1)	-97,0109 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
91	7,20	-1,9029 (1)	-114,5056 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
101	8,00	-2,1794 (1)	-132,0003 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)

Sollecitazioni

Piastra

Sollecitazioni massime e minime piastra

Simbologia adottata

In	Indice nodo modello
Hx	Momento X espresso in [kgm]
Hy	Momento Y espresso in [kgm]
Hxy	Momento XY espresso in [kgm]
Tx	Taglio X, espresso in [kg]
Ty	Taglio Y, espresso in [kg]
Nx	Tensione normale X espresso in [kg/cmq]
Ny	Tensione normale Y espresso in [kg/cmq]
Nxy	Tensione tangenziale XY espresso in [kg/cmq]

In	X [m]	Y [m]		Valore	UM	Cmb
36	12,00	10,00	Hx	289,38	[kgm]	1 MAX
2	5,60	9,40		-2449,80		1 MIN
11	7,00	10,00	Hy	2503,84	[kgm]	1 MAX
2	5,60	9,40		-1135,92		1 MIN
4	6,00	9,00	Hxy	-131,57	[kgm]	1 MAX
52	15,00	11,30		-984,68		1 MIN
42	13,00	11,30	Nx	0,12	[kg/cmq]	1 MAX
50	15,00	9,00		-0,08		1 MIN
3	5,00	10,00	Ny	0,06	[kg/cmq]	1 MAX
52	15,00	11,30		-0,07		1 MIN
30	10,40	10,80	Nxy	0,09	[kg/cmq]	1 MAX
33	11,30	9,40		-0,09		1 MIN

Pali

Simbologia adottata

n°	Identificativo sezione
Y	ordinata della sezione a partire dalla testa positive verso il basso, espressa in [m]
Nr	sforzo normale a rottura, espresso in [kg]
Ne	sforzo normale in esercizio, espresso in [kg]
Tr	taglio a rottura, espresso in [kg]
Te	taglio in esercizio, espresso in [kg]
Mr	momento a rottura, espresso in [kgm]
Me	momento in esercizio, espresso in [kgm]

Palo n° 1

n°	Y [m]	Ne [kg]	Nr [kg]	Te [kg]	Tr [kg]	Me [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	8290 (1)	34877 (1)	1097 (1)	2201 (1)	0 (0)	0 (1)
11	0,80	8510 (1)	34776 (1)	43 (1)	1006 (1)	-521 (1)	-1396 (1)
21	1,60	8730 (1)	34676 (1)	-476 (1)	-1326 (1)	-308 (1)	-1438 (1)
31	2,40	8950 (1)	34575 (1)	-88 (1)	-414 (1)	-7 (1)	-33 (1)
41	3,20	9062 (1)	34113 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
51	4,00	9157 (1)	33610 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
61	4,80	9253 (1)	33107 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
71	5,60	9349 (1)	32605 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
81	6,40	9445 (1)	32102 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
91	7,20	9497 (1)	31434 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
101	8,00	9432 (1)	30484 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)

Palo n° 2

n°	Y [m]	Ne [kg]	Nr [kg]	Te [kg]	Tr [kg]	Me [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	7768 (1)	34877 (1)	1097 (1)	2201 (1)	0 (0)	0 (1)
11	0,80	7990 (1)	34776 (1)	43 (1)	1006 (1)	-521 (1)	-1396 (1)
21	1,60	8212 (1)	34676 (1)	-476 (1)	-1326 (1)	-308 (1)	-1438 (1)
31	2,40	8434 (1)	34575 (1)	-88 (1)	-414 (1)	-7 (1)	-33 (1)
41	3,20	8552 (1)	34113 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
51	4,00	8655 (1)	33610 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
61	4,80	8758 (1)	33107 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
71	5,60	8861 (1)	32605 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
81	6,40	8964 (1)	32102 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
91	7,20	9027 (1)	31434 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
101	8,00	8967 (1)	30484 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)

Palo n° 3

n°	Y [m]	Ne [kg]	Nr [kg]	Te [kg]	Tr [kg]	Me [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	7482 (1)	34877 (1)	1096 (1)	2201 (1)	0 (0)	0 (1)
11	0,80	7704 (1)	34776 (1)	43 (1)	1006 (1)	-521 (1)	-1396 (1)
21	1,60	7927 (1)	34676 (1)	-476 (1)	-1326 (1)	-308 (1)	-1438 (1)
31	2,40	8149 (1)	34575 (1)	-88 (1)	-414 (1)	-7 (1)	-33 (1)
41	3,20	8271 (1)	34113 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
51	4,00	8379 (1)	33610 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
61	4,80	8486 (1)	33107 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
71	5,60	8593 (1)	32605 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
81	6,40	8701 (1)	32102 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
91	7,20	8768 (1)	31434 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
101	8,00	8717 (1)	30484 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)

Palo n° 4

n°	Y [m]	Ne [kg]	Nr [kg]	Te [kg]	Tr [kg]	Me [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	7395 (1)	34877 (1)	1096 (1)	2201 (1)	0 (0)	0 (1)
11	0,80	7618 (1)	34776 (1)	43 (1)	1006 (1)	-521 (1)	-1396 (1)
21	1,60	7841 (1)	34676 (1)	-476 (1)	-1326 (1)	-308 (1)	-1438 (1)
31	2,40	8063 (1)	34575 (1)	-88 (1)	-414 (1)	-7 (1)	-33 (1)
41	3,20	8186 (1)	34113 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
51	4,00	8295 (1)	33610 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
61	4,80	8404 (1)	33107 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
71	5,60	8512 (1)	32605 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
81	6,40	8621 (1)	32102 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
91	7,20	8690 (1)	31434 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
101	8,00	8642 (1)	30484 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)

Palo n° 5

n°	Y [m]	Ne [kg]	Nr [kg]	Te [kg]	Tr [kg]	Me [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	7652 (1)	34677 (1)	1097 (1)	2201 (1)	0 (0)	0 (1)
11	0,80	7674 (1)	34776 (1)	43 (1)	1006 (1)	-521 (1)	-1396 (1)
21	1,60	8096 (1)	34676 (1)	-476 (1)	-1326 (1)	-308 (1)	-1438 (1)
31	2,40	8318 (1)	34575 (1)	-88 (1)	-414 (1)	-7 (1)	-33 (1)
41	3,20	8438 (1)	34113 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
51	4,00	8543 (1)	33610 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
61	4,80	8648 (1)	33107 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
71	5,60	8752 (1)	32605 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
81	6,40	8857 (1)	32102 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
91	7,20	8922 (1)	31434 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
101	8,00	8966 (1)	30484 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)

Palo n° 6

n°	Y [m]	Ne [kg]	Nr [kg]	Te [kg]	Tr [kg]	Me [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	7460 (1)	34877 (1)	1096 (1)	2201 (1)	0 (0)	0 (1)
11	0,80	7682 (1)	34776 (1)	43 (1)	1006 (1)	-521 (1)	-1396 (1)
21	1,60	7905 (1)	34676 (1)	-476 (1)	-1326 (1)	-308 (1)	-1438 (1)
31	2,40	8128 (1)	34575 (1)	-88 (1)	-414 (1)	-7 (1)	-33 (1)
41	3,20	8250 (1)	34113 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
51	4,00	8357 (1)	33610 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
61	4,80	8465 (1)	33107 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
71	5,60	8573 (1)	32605 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
81	6,40	8680 (1)	32102 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
91	7,20	8748 (1)	31434 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
101	8,00	8698 (1)	30484 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)

Palo n° 7

n°	Y [m]	Ne [kg]	Nr [kg]	Te [kg]	Tr [kg]	Me [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	8010 (1)	34877 (1)	1097 (1)	2201 (1)	0 (0)	0 (1)
11	0,80	8231 (1)	34776 (1)	43 (1)	1006 (1)	-521 (1)	-1396 (1)
21	1,60	8452 (1)	34676 (1)	-476 (1)	-1326 (1)	-308 (1)	-1438 (1)
31	2,40	8673 (1)	34575 (1)	-88 (1)	-414 (1)	-7 (1)	-33 (1)
41	3,20	8788 (1)	34113 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
51	4,00	8888 (1)	33610 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
61	4,80	8987 (1)	33107 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
71	5,60	9087 (1)	32605 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
81	6,40	9187 (1)	32102 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
91	7,20	9245 (1)	31434 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
101	8,00	9178 (1)	30484 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)

Palo n° 8

n°	Y [m]	Ne [kg]	Nr [kg]	Te [kg]	Tr [kg]	Me [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	7469 (1)	34877 (1)	1087 (1)	2201 (1)	0 (0)	0 (1)
11	0,80	7692 (1)	34776 (1)	40 (1)	1006 (1)	-514 (1)	-1396 (1)
21	1,60	7915 (1)	34676 (1)	-469 (1)	-1326 (1)	-303 (1)	-1438 (1)
31	2,40	8137 (1)	34575 (1)	-87 (1)	-414 (1)	-7 (1)	-33 (1)
41	3,20	8259 (1)	34113 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
51	4,00	8367 (1)	33610 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
61	4,80	8474 (1)	33107 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
71	5,60	8582 (1)	32605 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
81	6,40	8689 (1)	32102 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
91	7,20	8757 (1)	31434 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
101	8,00	8706 (1)	30484 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)

Palo n° 9

n°	Y [m]	Ne [kg]	Nr [kg]	Te [kg]	Tr [kg]	Me [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	6925 (1)	34877 (1)	1096 (1)	2201 (1)	0 (0)	0 (1)
11	0,80	7145 (1)	34776 (1)	40 (1)	1006 (1)	-513 (1)	-1396 (1)
21	1,60	7374 (1)	34676 (1)	-469 (1)	-1326 (1)	-303 (1)	-1438 (1)
31	2,40	7598 (1)	34575 (1)	-87 (1)	-414 (1)	-7 (1)	-33 (1)
41	3,20	7727 (1)	34113 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
51	4,00	7842 (1)	33610 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
61	4,80	7957 (1)	33107 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
71	5,60	8073 (1)	32605 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)

n°	Y [m]	Ne [kg]	Nr [kg]	Te [kg]	Tr [kg]	Me [kgm]	Mr [kgm]
81	6,40	8188 (1)	32102 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
91	7,20	8266 (1)	31434 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
101	8,00	8232 (1)	30484 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)

Palo n° 10

n°	Y [m]	Ne [kg]	Nr [kg]	Te [kg]	Tr [kg]	Me [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	6617 (1)	34877 (1)	1086 (1)	2201 (1)	0 (0)	0 (1)
11	0,80	6842 (1)	34776 (1)	40 (1)	1006 (1)	-513 (1)	-1396 (1)
21	1,60	7067 (1)	34676 (1)	-469 (1)	-1326 (1)	-303 (1)	-1438 (1)
31	2,40	7292 (1)	34575 (1)	-87 (1)	-414 (1)	-7 (1)	-33 (1)
41	3,20	7425 (1)	34113 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
51	4,00	7545 (1)	33610 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
61	4,80	7664 (1)	33107 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
71	5,60	7784 (1)	32605 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
81	6,40	7904 (1)	32102 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
91	7,20	7988 (1)	31434 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
101	8,00	7963 (1)	30484 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)

Palo n° 11

n°	Y [m]	Ne [kg]	Nr [kg]	Te [kg]	Tr [kg]	Me [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	6488 (1)	34877 (1)	1086 (1)	2201 (1)	0 (0)	0 (1)
11	0,80	6713 (1)	34776 (1)	40 (1)	1006 (1)	-513 (1)	-1396 (1)
21	1,60	6939 (1)	34676 (1)	-469 (1)	-1326 (1)	-303 (1)	-1438 (1)
31	2,40	7164 (1)	34575 (1)	-87 (1)	-414 (1)	-7 (1)	-33 (1)
41	3,20	7299 (1)	34113 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
51	4,00	7420 (1)	33610 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
61	4,80	7542 (1)	33107 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
71	5,60	7664 (1)	32605 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
81	6,40	7785 (1)	32102 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
91	7,20	7871 (1)	31434 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
101	8,00	7850 (1)	30484 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)

Palo n° 12

n°	Y [m]	Ne [kg]	Nr [kg]	Te [kg]	Tr [kg]	Me [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	6493 (1)	34877 (1)	1086 (1)	2201 (1)	0 (0)	0 (1)
11	0,80	6718 (1)	34776 (1)	40 (1)	1006 (1)	-513 (1)	-1396 (1)
21	1,60	6944 (1)	34676 (1)	-469 (1)	-1326 (1)	-303 (1)	-1438 (1)
31	2,40	7169 (1)	34575 (1)	-87 (1)	-414 (1)	-7 (1)	-33 (1)
41	3,20	7304 (1)	34113 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
51	4,00	7425 (1)	33610 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
61	4,80	7547 (1)	33107 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
71	5,60	7668 (1)	32605 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
81	6,40	7790 (1)	32102 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
91	7,20	7876 (1)	31434 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
101	8,00	7855 (1)	30484 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)

Palo n° 13

n°	Y [m]	Ne [kg]	Nr [kg]	Te [kg]	Tr [kg]	Me [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	6634 (1)	34877 (1)	1086 (1)	2201 (1)	0 (0)	0 (1)
11	0,80	6859 (1)	34776 (1)	40 (1)	1006 (1)	-513 (1)	-1396 (1)
21	1,60	7084 (1)	34676 (1)	-469 (1)	-1326 (1)	-303 (1)	-1438 (1)
31	2,40	7309 (1)	34575 (1)	-87 (1)	-414 (1)	-7 (1)	-33 (1)
41	3,20	7441 (1)	34113 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
51	4,00	7561 (1)	33610 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
61	4,80	7680 (1)	33107 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
71	5,60	7800 (1)	32605 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
81	6,40	7920 (1)	32102 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
91	7,20	8003 (1)	31434 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
101	8,00	7977 (1)	30484 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)

Palo n° 14

n°	Y [m]	Ne [kg]	Nr [kg]	Te [kg]	Tr [kg]	Me [kgm]	Mr [kgm]
1	0,00	6925 (1)	34877 (1)	1087 (1)	2201 (1)	0 (0)	0 (1)
11	0,80	7149 (1)	34776 (1)	40 (1)	1006 (1)	-514 (1)	-1396 (1)

n°	Y [m]	Ne [kg]	Nr [kg]	Te [kg]	Tr [kg]	Me [kgm]	Mr [kgm]
21	1,60	7373 (1)	34575 (1)	-469 (1)	-1326 (1)	-303 (1)	-1438 (1)
31	2,40	7597 (1)	34575 (1)	-87 (1)	-414 (1)	-7 (1)	-33 (1)
41	3,20	7726 (1)	34113 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
51	4,00	7842 (1)	33610 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
61	4,80	7957 (1)	33107 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
71	5,60	8072 (1)	32605 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
81	6,40	8188 (1)	32102 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
91	7,20	8266 (1)	31434 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)
101	8,00	8231 (1)	30494 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (1)

Verifiche strutturali

Verifica a flessione

Piastra

Simbologia adottata

Is	Identificativo tratto-sezione-direzione (P: direzione principale, S: direzione secondaria)
As	Area di armatura lento inferiore espressa in [cmq]
As	Area di armatura lento superiore espressa in [cmq]
M _u	Momento ultimo espresso in [kgm]
N _u	Sforzo normale ultimo espresso in [kg]
FS	Fattore di sicurezza

Is	As [cmq]	As [cmq]	M _u [kgm]	N _u [kg]	FS
1-1-P	8,04	8,04	-17803	16006	85,212
1-2-P	8,04	8,04	-14714	1537	18,754
1-3-P	8,04	8,04	-14375	-49	12,096
1-4-P	8,04	8,04	-14232	-695	12,147
1-5-P	8,04	8,04	-13977	-1847	28,108
1-6-P	8,04	8,04	-14173	-963	20,523
1-7-P	8,04	8,04	-14288	-843	16,354
1-8-P	8,04	8,04	-14305	-96	14,134
1-9-P	8,04	8,04	-14424	176	12,887
1-10-P	8,04	8,04	-14462	356	15,056
1-11-P	8,04	8,04	-14538	710	18,867
1-12-P	8,04	8,04	-14699	1463	26,569
1-13-P	8,04	8,04	-14822	2043	32,649
1-14-P	8,04	8,04	-14456	325	14,704
1-15-P	8,04	8,04	-14348	-173	14,068
1-16-P	8,04	8,04	-14157	-1035	22,313
1-17-P	8,04	8,04	-13475	-4108	57,023
1-18-P	8,04	8,04	-13923	-2097	27,494
1-19-P	8,04	8,04	-14056	-1487	18,684
1-20-P	8,04	8,04	-14107	-1260	15,307
1-21-P	8,04	8,04	-14063	-1457	19,628
1-22-P	8,04	8,04	-13907	-2161	36,211
1-23-P	8,04	8,04	-13745	-2889	74,811
1-24-P	8,04	8,04	14194	-858	88,509
1-25-P	8,04	8,04	-14059	-1477	29,079
1-26-P	8,04	8,04	-13933	-2042	17,992
1-27-P	8,04	8,04	-13555	-3746	21,831
1-28-P	8,04	8,04	-11766	-11733	62,360
1-29-P	8,04	8,04	-12862	-6872	34,172
1-30-P	8,04	8,04	-13514	-2933	18,759
1-31-P	8,04	8,04	-13730	-2959	13,916
1-32-P	8,04	8,04	-13666	-3249	15,820
1-33-P	8,04	8,04	-13233	-5197	27,108
1-34-P	8,04	8,04	-12947	-8089	47,295
1-35-P	8,04	8,04	-13434	-4292	27,048
1-36-P	8,04	8,04	-13780	-2735	19,137
1-37-P	8,04	8,04	-13952	-1959	15,351
1-38-P	8,04	8,04	-13772	-2768	16,882
1-39-P	8,04	8,04	-13329	-4765	23,597
1-40-P	8,04	8,04	-12141	-10083	42,646
1-41-P	8,04	8,04	9169	-23252	85,062
2-1-P	10,05	10,05	26290	40023	212,986
2-2-P	10,05	10,05	-23658	26977	137,505
2-3-P	10,05	10,05	-20977	14386	84,495
2-4-P	10,05	10,05	-19558	7725	56,257
2-5-P	10,05	10,05	-18814	4230	39,363

Is	AR [cmq]	AR [cmq]	M _s [kgm]	N _s [kg]	FS
2-6-P	10,05	10,05	-18670	3556	31,014
2-7-P	10,05	10,05	-18749	3926	30,140
2-8-P	10,05	10,05	-18865	4470	33,113
2-9-P	10,05	10,05	-19136	5242	46,535
2-10-P	10,05	10,05	-18664	3526	32,287
2-11-P	10,05	10,05	-18507	3212	33,657
2-12-P	10,05	10,05	-18575	3108	37,892
2-13-P	10,05	10,05	-19064	5405	61,005
2-14-P	10,05	10,05	-19459	7261	80,288
2-15-P	10,05	10,05	-19409	7027	89,586
2-16-P	10,05	10,05	-19008	5141	80,916
2-17-P	10,05	10,05	-18336	1986	44,389
2-18-P	10,05	10,05	-18456	2551	82,311
2-19-P	10,05	10,05	-18409	2328	104,578
2-20-P	10,05	10,05	-18254	1602	101,123
2-21-P	10,05	10,05	-18319	1906	73,061
2-22-P	10,05	10,05	-18695	3670	69,836
2-23-P	10,05	10,05	-19258	6317	60,794
2-24-P	10,05	10,05	-20352	11453	86,550
2-25-P	10,05	10,05	22283	20541	170,363
2-26-P	10,05	10,05	-19765	8698	97,673
2-27-P	10,05	10,05	-18550	2990	64,781
2-28-P	10,05	10,05	-17851	-281	61,784
2-29-P	10,05	10,05	-17886	-124	75,495
2-30-P	10,05	10,05	-17839	-334	113,577
2-31-P	10,05	10,05	-18171	1211	137,485
2-32-P	10,05	10,05	-18379	2187	94,451
2-33-P	10,05	10,05	-18274	1697	73,843
2-34-P	10,05	10,05	-18388	2232	55,417
2-35-P	10,05	10,05	-18590	3181	53,378
2-36-P	10,05	10,05	-18872	4502	62,589
2-37-P	10,05	10,05	-19822	8962	121,447
2-38-P	10,05	10,05	-18116	951	45,138
2-39-P	10,05	10,05	-17512	-1818	40,692
2-40-P	10,05	10,05	-16910	-4541	40,346
2-41-P	10,05	10,05	13221	-21066	104,825
3-1-P	8,04	8,04	24941	50810	297,073
3-2-P	8,04	8,04	-19656	24222	109,282
3-3-P	8,04	8,04	-16862	11600	42,962
3-4-P	8,04	8,04	-16025	7678	25,492
3-5-P	8,04	8,04	-15322	4381	14,874
3-6-P	8,04	8,04	-15080	3250	12,255
3-7-P	8,04	8,04	-15091	3301	14,795
3-8-P	8,04	8,04	-15163	3636	18,919
3-9-P	8,04	8,04	-15362	4572	29,532
3-10-P	8,04	8,04	-14887	2346	17,674
3-11-P	8,04	8,04	-14706	1499	13,146
3-12-P	8,04	8,04	-14658	1272	13,320
3-13-P	8,04	8,04	-14773	1810	17,246
3-14-P	8,04	8,04	-15057	3142	24,434
3-15-P	8,04	8,04	-15328	4410	28,018
3-16-P	8,04	8,04	-15081	3254	20,004
3-17-P	8,04	8,04	-14791	1896	13,262
3-18-P	8,04	8,04	-15007	2906	21,587
3-19-P	8,04	8,04	-15532	5367	35,771
3-20-P	8,04	8,04	-15894	7064	37,895
3-21-P	8,04	8,04	-15668	6005	28,410
3-22-P	8,04	8,04	-15407	4780	21,893
3-23-P	8,04	8,04	-15400	4749	23,011
3-24-P	8,04	8,04	-15910	7138	37,495
3-25-P	8,04	8,04	-20793	30018	162,692
3-26-P	8,04	8,04	-15824	6734	41,293
3-27-P	8,04	8,04	-15130	3484	24,838
3-28-P	8,04	8,04	-14844	2142	19,015
3-29-P	8,04	8,04	-14892	2367	21,282
3-30-P	8,04	8,04	-15382	4665	30,833
3-31-P	8,04	8,04	-16207	8531	39,418
3-32-P	8,04	8,04	-16258	8767	32,006
3-33-P	8,04	8,04	-15742	6351	21,344
3-34-P	8,04	8,04	-15513	5277	18,410
3-35-P	8,04	8,04	-15604	5987	22,989
3-36-P	8,04	8,04	-16159	8305	35,079
3-37-P	8,04	8,04	-18106	17425	79,443
3-38-P	8,04	8,04	-15293	4250	23,903
3-39-P	8,04	8,04	-14798	1926	15,867
3-40-P	8,04	8,04	-14508	570	17,571

Is	At [cmq]	Ats [cmq]	M _s [kgm]	N _s [kg]	FS
3-1-P	8,04	8,04	-13666	-3246	33,513
4-1-S	10,05	10,05	-20194	10291	74,482
4-2-S	10,05	10,05	-19274	5983	40,108
4-3-S	10,05	10,05	19297	8290	48,088
4-4-S	10,05	10,05	18837	3875	23,909
4-5-S	10,05	10,05	18359	1672	10,065
4-6-S	10,05	10,05	18352	1636	9,606
4-7-S	10,05	10,05	18502	2330	13,530
4-8-S	10,05	10,05	18808	3740	21,801
4-9-S	10,05	10,05	19347	6226	37,845
4-10-S	10,05	10,05	20401	11085	73,572
4-11-S	10,05	10,05	-29898	56770	427,333
5-1-S	10,05	10,05	-18092	444	97,905
5-2-S	10,05	10,05	-18063	312	74,686
5-3-S	10,05	10,05	18081	389	34,849
5-4-S	10,05	10,05	18040	200	15,897
5-5-S	10,05	10,05	18015	84	8,653
5-6-S	10,05	10,05	17993	-24	9,401
5-7-S	10,05	10,05	17948	-220	15,567
5-8-S	10,05	10,05	17850	-656	35,026
5-9-S	10,05	10,05	17846	-672	37,264
5-10-S	10,05	10,05	-17754	-1093	57,611
5-11-S	10,05	10,05	-17717	-1262	132,928
6-1-S	10,05	10,05	-18399	1883	78,058
6-2-S	10,05	10,05	-18271	1785	68,841
6-3-S	10,05	10,05	18087	416	32,257
6-4-S	10,05	10,05	18094	31	16,259
6-5-S	10,05	10,05	17985	-54	8,772
6-6-S	10,05	10,05	17990	-32	9,500
6-7-S	10,05	10,05	18010	63	15,640
6-8-S	10,05	10,05	18076	366	35,665
6-9-S	10,05	10,05	17988	-38	43,541
6-10-S	10,05	10,05	-18190	904	67,671
6-11-S	10,05	10,05	-18179	855	82,319
7-1-S	10,05	10,05	-18339	1602	62,364
7-2-S	10,05	10,05	-18193	917	57,590
7-3-S	10,05	10,05	18079	380	29,043
7-4-S	10,05	10,05	18040	200	18,243
7-5-S	10,05	10,05	18013	75	9,268
7-6-S	10,05	10,05	18028	146	9,372
7-7-S	10,05	10,05	18081	389	14,979
7-8-S	10,05	10,05	18284	1324	39,445
7-9-S	10,05	10,05	18673	3119	83,770
7-10-S	10,05	10,05	18605	2341	79,422
7-11-S	10,05	10,05	-18377	1779	108,523
8-1-S	12,06	12,06	-21793	1252	136,227
8-2-S	12,06	12,06	-21995	2200	79,245
8-3-S	12,06	12,06	21894	1701	57,787
8-4-S	12,06	12,06	21643	541	20,829
8-5-S	12,06	12,06	21560	154	10,848
8-6-S	12,06	12,06	21521	-24	11,105
8-7-S	12,06	12,06	21467	-264	17,422
8-8-S	12,06	12,06	21295	-1039	42,750
8-9-S	12,06	12,06	20845	-3055	83,572
8-10-S	12,06	12,06	20772	-3382	119,961
8-11-S	12,06	12,06	-20532	-4495	188,776
9-1-S	10,05	10,05	-18367	1735	67,695
9-2-S	10,05	10,05	18250	1168	46,257
9-3-S	10,05	10,05	18079	-377	19,906
9-4-S	10,05	10,05	18019	102	11,419
9-5-S	10,05	10,05	17995	-8	8,272
9-6-S	10,05	10,05	17970	-118	9,780
9-7-S	10,05	10,05	17916	-361	16,011
9-8-S	10,05	10,05	17745	-1122	36,157
9-9-S	10,05	10,05	17734	-1173	45,264
9-10-S	10,05	10,05	17660	-1505	68,770
9-11-S	10,05	10,05	-17324	-3029	89,012
10-1-S	10,05	10,05	-18712	3348	120,849
10-2-S	10,05	10,05	18185	868	56,914
10-3-S	10,05	10,05	17972	-109	36,421
10-4-S	10,05	10,05	17941	-248	18,044
10-5-S	10,05	10,05	17961	-158	9,308
10-6-S	10,05	10,05	17987	-41	9,837
10-7-S	10,05	10,05	18032	163	15,868
10-8-S	10,05	10,05	18132	624	31,636
10-9-S	10,05	10,05	18083	443	47,264

Is	Af [cmq]	Afa [cmq]	M _u [kgm]	N _u [kg]	FS
10-10-5	10,05	10,05	-18232	1101	67,472
10-11-5	10,05	10,05	-18020	110	64,595
11-1-5	10,05	10,05	-18547	2577	99,031
11-2-5	10,05	10,05	-18135	647	48,512
11-3-5	10,05	10,05	18029	148	46,109
11-4-5	10,05	10,05	17976	-92	18,022
11-5-5	10,05	10,05	17968	-128	9,133
11-6-5	10,05	10,05	17975	-99	9,238
11-7-5	10,05	10,05	17993	-18	14,133
11-8-5	10,05	10,05	18049	240	30,607
11-9-5	10,05	10,05	18106	505	71,573
11-10-5	10,05	10,05	17912	-379	77,123
11-11-5	10,05	10,05	-17631	-1649	99,835
12-1-5	10,05	10,05	-18059	293	70,792
12-2-5	10,05	10,05	17790	-922	62,507
12-3-5	10,05	10,05	17856	-630	26,058
12-4-5	10,05	10,05	17882	-510	15,174
12-5-5	10,05	10,05	17948	-220	8,751
12-6-5	10,05	10,05	17950	-209	9,469
12-7-5	10,05	10,05	17904	-415	15,318
12-8-5	10,05	10,05	17759	-1063	32,410
12-9-5	10,05	10,05	17401	-2656	56,424
12-10-5	10,05	10,05	-17277	-3241	62,523
12-11-5	10,05	10,05	-16506	-6713	104,063
13-1-5	10,05	10,05	-16496	-6796	113,787
13-2-5	10,05	10,05	16041	-8727	65,900
13-3-5	10,05	10,05	17076	-4108	28,774
13-4-5	10,05	10,05	17505	-2195	15,503
13-5-5	10,05	10,05	17730	-1191	8,719
13-6-5	10,05	10,05	17700	-1324	9,768
13-7-5	10,05	10,05	17463	-2380	16,404
13-8-5	10,05	10,05	16712	-5731	36,760
13-9-5	10,05	10,05	-16398	-7199	42,320
13-10-5	10,05	10,05	-16642	-6100	32,044
13-11-5	10,05	10,05	-16463	-6907	31,403

Pali in c.a.

Simbologia adottata

Y	ordinata della sezione a partire dalla testa positiva verso il basso, espressa in [m]
Af	Area armatura, espresso in [cmq]
M _u	Momento ultimo, espresso in [kgm]
N _u	Sforzo normale ultimo, espresso in [kg]
FS	Fattore di sicurezza

Palo n° 1

Y [m]	Af [cmq]	M _u [kgm]	N _u [kg]	FS
0,00	20,11	0	195732	23,611
0,80	20,11	8676	141660	16,646
1,60	20,11	6108	173132	19,831
2,40	20,11	155	195775	21,873
3,20	20,11	0	195732	21,600
4,00	20,11	0	195732	21,374
4,80	20,11	0	195732	21,153
5,60	20,11	0	195732	20,937
6,40	20,11	0	195732	20,724
7,20	20,11	0	195732	20,609
8,00	20,11	0	195732	20,774

Palo n° 2

Y [m]	Af [cmq]	M _u [kgm]	N _u [kg]	FS
0,00	20,11	0	195732	25,196
0,80	20,11	8964	137502	17,209
1,60	20,11	6379	170204	20,727
2,40	20,11	164	195778	23,214
3,20	20,11	0	195732	22,888
4,00	20,11	0	195732	22,616
4,80	20,11	0	195732	22,349
5,60	20,11	0	195732	22,089
6,40	20,11	0	195732	21,834
7,20	20,11	0	195732	21,683

Y [m]	A _r [cm ²]	M _r [kgm]	N _r [kg]	FS
6,00	20,11	0	195732	21.828

Palo n° 3

Y [m]	A _r [cm ²]	M _r [kgm]	N _r [kg]	FS
0,00	20,11	0	195732	26.161
0,80	20,11	9130	135097	17.535
1,60	20,11	6539	168482	21.255
2,40	20,11	170	195779	24.024
3,20	20,11	0	195732	23.664
4,00	20,11	0	195732	23.361
4,80	20,11	0	195732	23.066
5,60	20,11	0	195732	22.778
6,40	20,11	0	195732	22.497
7,20	20,11	0	195732	22.323
8,00	20,11	0	195732	22.454

Palo n° 4

Y [m]	A _r [cm ²]	M _r [kgm]	N _r [kg]	FS
0,00	20,11	0	195732	26.468
0,80	20,11	9181	134355	17.637
1,60	20,11	6588	167946	21.420
2,40	20,11	171	195780	24.280
3,20	20,11	0	195732	23.910
4,00	20,11	0	195732	23.597
4,80	20,11	0	195732	23.292
5,60	20,11	0	195732	22.995
6,40	20,11	0	195732	22.705
7,20	20,11	0	195732	22.524
8,00	20,11	0	195732	22.650

Palo n° 5

Y [m]	A _r [cm ²]	M _r [kgm]	N _r [kg]	FS
0,00	20,11	0	195732	25.579
0,80	20,11	9030	136537	17.340
1,60	20,11	6443	169516	20.938
2,40	20,11	166	195778	23.536
3,20	20,11	0	195732	23.197
4,00	20,11	0	195732	22.912
4,80	20,11	0	195732	22.634
5,60	20,11	0	195732	22.363
6,40	20,11	0	195732	22.098
7,20	20,11	0	195732	21.938
8,00	20,11	0	195732	22.077

Palo n° 6

Y [m]	A _r [cm ²]	M _r [kgm]	N _r [kg]	FS
0,00	20,11	0	195732	26.238
0,80	20,11	9143	134912	17.561
1,60	20,11	6551	168349	21.297
2,40	20,11	170	195779	24.088
3,20	20,11	0	195732	23.726
4,00	20,11	0	195732	23.421
4,80	20,11	0	195732	23.123
5,60	20,11	0	195732	22.833
6,40	20,11	0	195732	22.549
7,20	20,11	0	195732	22.374
8,00	20,11	0	195732	22.503

Palo n° 7

Y [m]	A _r [cm ²]	M _r [kgm]	N _r [kg]	FS
0,00	20,11	0	195732	24.436
0,80	20,11	8829	139454	16.943
1,60	20,11	6251	171586	20.301
2,40	20,11	159	195777	22.573

Y [m]	A _r [cmq]	M _s [kgm]	N _s [kg]	PS
3,20	20,11	0	195732	22,273
4,00	20,11	0	195732	22,023
4,80	20,11	0	195732	21,779
5,60	20,11	0	195732	21,540
6,40	20,11	0	195732	21,306
7,20	20,11	0	195732	21,172
8,00	20,11	0	195732	21,327

Palo n° 8

Y [m]	A _r [cmq]	M _s [kgm]	N _s [kg]	PS
0,00	20,11	0	195732	26,204
0,80	20,11	9075	135887	17,666
1,60	20,11	6478	169138	21,371
2,40	20,11	167	195779	24,060
3,20	20,11	0	195732	23,699
4,00	20,11	0	195732	23,395
4,80	20,11	0	195732	23,098
5,60	20,11	0	195732	22,808
6,40	20,11	0	195732	22,526
7,20	20,11	0	195732	22,351
8,00	20,11	0	195732	22,481

Palo n° 9

Y [m]	A _r [cmq]	M _s [kgm]	N _s [kg]	PS
0,00	20,11	0	195732	28,263
0,80	20,11	9397	130860	18,304
1,60	20,11	6804	169617	22,461
2,40	20,11	179	195782	25,768
3,20	20,11	0	195732	25,332
4,00	20,11	0	195732	24,960
4,80	20,11	0	195732	24,598
5,60	20,11	0	195732	24,246
6,40	20,11	0	195732	23,905
7,20	20,11	0	195732	23,679
8,00	20,11	0	195732	23,778

Palo n° 10

Y [m]	A _r [cmq]	M _s [kgm]	N _s [kg]	PS
0,00	20,11	0	195732	29,582
0,80	20,11	9581	127719	18,668
1,60	20,11	7003	163436	23,127
2,40	20,11	185	195784	26,850
3,20	20,11	0	195732	26,362
4,00	20,11	0	195732	25,944
4,80	20,11	0	195732	25,536
5,60	20,11	0	195732	25,145
6,40	20,11	0	195732	24,764
7,20	20,11	0	195732	24,505
8,00	20,11	0	195732	24,581

Palo n° 11

Y [m]	A _r [cmq]	M _s [kgm]	N _s [kg]	PS
0,00	20,11	0	195732	30,169
0,80	20,11	9660	126367	18,823
1,60	20,11	7087	162404	23,406
2,40	20,11	190	195785	27,329
3,20	20,11	0	195732	26,818
4,00	20,11	0	195732	26,378
4,80	20,11	0	195732	25,952
5,60	20,11	0	195732	25,540
6,40	20,11	0	195732	25,141
7,20	20,11	0	195732	24,867
8,00	20,11	0	195732	24,933

Palo n° 12

Y [m]	A _r [cm ²]	M _r [kgm]	N _r [kg]	FS
0,00	20,11	0	195732	30,146
0,80	20,11	9558	126410	18,616
1,60	20,11	7094	162436	23,393
2,40	20,11	190	195785	27,310
3,20	20,11	0	195732	26,799
4,00	20,11	0	195732	26,361
4,80	20,11	0	195732	25,936
5,60	20,11	0	195732	25,525
6,40	20,11	0	195732	25,126
7,20	20,11	0	195732	24,852
8,00	20,11	0	195732	24,919

Palo n° 13

Y [m]	A _r [cm ²]	M _r [kgm]	N _r [kg]	FS
0,00	20,11	0	195732	29,506
0,80	20,11	9573	127865	18,643
1,60	20,11	6995	163544	23,068
2,40	20,11	186	195784	26,788
3,20	20,11	0	195732	26,303
4,00	20,11	0	195732	25,887
4,80	20,11	0	195732	25,485
5,60	20,11	0	195732	25,094
6,40	20,11	0	195732	24,715
7,20	20,11	0	195732	24,458
8,00	20,11	0	195732	24,536

Palo n° 14

Y [m]	A _r [cm ²]	M _r [kgm]	N _r [kg]	FS
0,00	20,11	0	195732	28,265
0,80	20,11	9401	130802	18,296
1,60	20,11	6808	165572	22,456
2,40	20,11	179	195782	25,770
3,20	20,11	0	195732	25,333
4,00	20,11	0	195732	24,961
4,80	20,11	0	195732	24,599
5,60	20,11	0	195732	24,247
6,40	20,11	0	195732	23,906
7,20	20,11	0	195732	23,680
8,00	20,11	0	195732	23,779

Verifica a taglio

Pali in c.a.

Simbologia adottata

Y	ordinata della sezione a partire dalla testa positiva verso il basso, espressa in [m]
V _{max}	Taglio resistente a compressione, espresso in [kg]
V _{min}	Taglio resistente a trazione, espresso in [kg]
V _{sc}	Taglio resistente, espresso in [kg]
FS	Fattore di sicurezza

Palo n° 1

Y [m]	V _{max} [kg]	V _{min} [kg]	V _{sc} [kg]	FS
0,00	14207	27856	14207	12,948
0,80	14238	27856	14238	333,203
1,60	14268	27856	14268	29,944
2,40	14299	27856	14299	161,865
3,20	14314	27856	14314	100,000
4,00	14327	27856	14327	100,000
4,80	14341	27856	14341	100,000
5,60	14354	27856	14354	100,000
6,40	14367	27856	14367	100,000
7,20	14375	27856	14375	100,000
8,00	14364	27856	14364	100,000

Palo n° 2

Y [m]	V _{max} [kg]	V _{min} [kg]	V _{me} [kg]	FS
0,00	14135	27856	14135	12.888
0,80	14165	27856	14165	332.348
1,60	14196	27856	14196	29.814
2,40	14227	27856	14227	161.171
3,20	14243	27856	14243	100.000
4,00	14258	27856	14258	100.000
4,80	14272	27856	14272	100.000
5,60	14286	27856	14286	100.000
6,40	14301	27856	14301	100.000
7,20	14309	27856	14309	100.000
8,00	14301	27856	14301	100.000

Palo n° 3

Y [m]	V _{max} [kg]	V _{min} [kg]	V _{me} [kg]	FS
0,00	14095	27856	14095	12.855
0,80	14126	27856	14126	331.942
1,60	14157	27856	14157	29.744
2,40	14188	27856	14188	160.798
3,20	14204	27856	14204	100.000
4,00	14219	27856	14219	100.000
4,80	14234	27856	14234	100.000
5,60	14249	27856	14249	100.000
6,40	14264	27856	14264	100.000
7,20	14273	27856	14273	100.000
8,00	14266	27856	14266	100.000

Palo n° 4

Y [m]	V _{max} [kg]	V _{min} [kg]	V _{me} [kg]	FS
0,00	14083	27856	14083	12.846
0,80	14114	27856	14114	331.872
1,60	14145	27856	14145	29.724
2,40	14176	27856	14176	160.693
3,20	14193	27856	14193	100.000
4,00	14208	27856	14208	100.000
4,80	14223	27856	14223	100.000
5,60	14238	27856	14238	100.000
6,40	14253	27856	14253	100.000
7,20	14263	27856	14263	100.000
8,00	14256	27856	14256	100.000

Palo n° 5

Y [m]	V _{max} [kg]	V _{min} [kg]	V _{me} [kg]	FS
0,00	14119	27856	14119	12.874
0,80	14149	27856	14149	332.171
1,60	14180	27856	14180	29.785
2,40	14211	27856	14211	161.018
3,20	14228	27856	14228	100.000
4,00	14242	27856	14242	100.000
4,80	14257	27856	14257	100.000
5,60	14271	27856	14271	100.000
6,40	14286	27856	14286	100.000
7,20	14295	27856	14295	100.000
8,00	14287	27856	14287	100.000

Palo n° 6

Y [m]	V _{max} [kg]	V _{min} [kg]	V _{me} [kg]	FS
0,00	14092	27856	14092	12.853
0,80	14123	27856	14123	331.976
1,60	14154	27856	14154	29.740
2,40	14185	27856	14185	160.779
3,20	14201	27856	14201	100.000
4,00	14216	27856	14216	100.000
4,80	14231	27856	14231	100.000
5,60	14246	27856	14246	100.000
6,40	14261	27856	14261	100.000
7,20	14271	27856	14271	100.000

Y [m]	V _{int} [kg]	V _{int} [kg]	V _{int} [kg]	FS
0,00	14264	27856	14264	100,000

Palo n° 7

Y [m]	V _{int} [kg]	V _{int} [kg]	V _{int} [kg]	FS
0,00	14168	27856	14168	12,915
0,80	14199	27856	14199	332,584
1,60	14230	27856	14230	29,870
2,40	14260	27856	14260	161,470
3,20	14276	27856	14276	100,000
4,00	14290	27856	14290	100,000
4,80	14304	27856	14304	100,000
5,60	14318	27856	14318	100,000
6,40	14331	27856	14331	100,000
7,20	14340	27856	14340	100,000
8,00	14330	27856	14330	100,000

Palo n° 8

Y [m]	V _{int} [kg]	V _{int} [kg]	V _{int} [kg]	FS
0,00	14093	27856	14093	12,971
0,80	14124	27856	14124	350,054
1,60	14155	27856	14155	30,170
2,40	14186	27856	14186	163,244
3,20	14203	27856	14203	100,000
4,00	14218	27856	14218	100,000
4,80	14233	27856	14233	100,000
5,60	14248	27856	14248	100,000
6,40	14262	27856	14262	100,000
7,20	14272	27856	14272	100,000
8,00	14265	27856	14265	100,000

Palo n° 9

Y [m]	V _{int} [kg]	V _{int} [kg]	V _{int} [kg]	FS
0,00	14018	27856	14018	12,906
0,80	14049	27856	14049	349,016
1,60	14080	27856	14080	30,028
2,40	14111	27856	14111	162,491
3,20	14129	27856	14129	100,000
4,00	14145	27856	14145	100,000
4,80	14161	27856	14161	100,000
5,60	14177	27856	14177	100,000
6,40	14193	27856	14193	100,000
7,20	14204	27856	14204	100,000
8,00	14199	27856	14199	100,000

Palo n° 10

Y [m]	V _{int} [kg]	V _{int} [kg]	V _{int} [kg]	FS
0,00	13975	27856	13975	12,870
0,80	14006	27856	14006	348,442
1,60	14037	27856	14037	29,949
2,40	14069	27856	14069	162,065
3,20	14087	27856	14087	100,000
4,00	14104	27856	14104	100,000
4,80	14120	27856	14120	100,000
5,60	14137	27856	14137	100,000
6,40	14154	27856	14154	100,000
7,20	14165	27856	14165	100,000
8,00	14162	27856	14162	100,000

Palo n° 11

Y [m]	V _{int} [kg]	V _{int} [kg]	V _{int} [kg]	FS
0,00	13957	27856	13957	12,854
0,80	13988	27856	13988	348,131
1,60	14020	27856	14020	29,914
2,40	14051	27856	14051	161,878

Y [m]	V _{tot} [kg]	V _{tot} [kg]	V _{tot} [kg]	FS
3,20	14070	27856	14070	100,000
4,00	14086	27856	14086	100,000
4,80	14103	27856	14103	100,000
5,60	14120	27856	14120	100,000
6,40	14137	27856	14137	100,000
7,20	14149	27856	14149	100,000
8,00	14146	27856	14146	100,000

Palo n° 12

Y [m]	V _{tot} [kg]	V _{tot} [kg]	V _{tot} [kg]	FS
0,00	13958	27856	13958	12,854
0,80	13989	27856	13989	347,944
1,60	14020	27856	14020	29,911
2,40	14052	27856	14052	161,860
3,20	14070	27856	14070	100,000
4,00	14087	27856	14087	100,000
4,80	14104	27856	14104	100,000
5,60	14121	27856	14121	100,000
6,40	14138	27856	14138	100,000
7,20	14150	27856	14150	100,000
8,00	14147	27856	14147	100,000

Palo n° 13

Y [m]	V _{tot} [kg]	V _{tot} [kg]	V _{tot} [kg]	FS
0,00	13977	27856	13977	12,868
0,80	14009	27856	14009	347,876
1,60	14040	27856	14040	29,940
2,40	14071	27856	14071	162,011
3,20	14089	27856	14089	100,000
4,00	14106	27856	14106	100,000
4,80	14123	27856	14123	100,000
5,60	14139	27856	14139	100,000
6,40	14156	27856	14156	100,000
7,20	14167	27856	14167	100,000
8,00	14164	27856	14164	100,000

Palo n° 14

Y [m]	V _{tot} [kg]	V _{tot} [kg]	V _{tot} [kg]	FS
0,00	14018	27856	14018	12,900
0,80	14049	27856	14049	347,946
1,60	14080	27856	14080	30,004
2,40	14111	27856	14111	162,350
3,20	14129	27856	14129	100,000
4,00	14145	27856	14145	100,000
4,80	14161	27856	14161	100,000
5,60	14177	27856	14177	100,000
6,40	14193	27856	14193	100,000
7,20	14204	27856	14204	100,000
8,00	14199	27856	14199	100,000

Verifiche geotecniche**Carico limite****Piastra****Simbologia adottata**

ic	Indice combinazione
N	Carico verticale trasmesso al terreno, espresso in [kg]
Np	Carico verticale trasmesso ai pali, espresso in [kg]
Q ₀	Portanza ultima terreno, espressa in [kg]
Q _{0p}	Portanza ultima pali, espressa in [kg]. Solo per fondazione mista
Q _d	Portanza di progetto ((P _u +P _{0p})/s _c), espressa in [kg]
Nt	Carico verticale trasmesso al terreno (N+Np), espresso in [kg]
FS	Fattore di sicurezza a carico limite (Pd/Nt). Tra parentesi viene riportato l'indice della combinazione con fattore di sicurezza minimo.

lc	N [kg]	Np [kg]	Qa [kg]	Qap [kg]	Qd [kg]	Nt [kg]	FS
1	0	101608	0	0	0	101608	1000,000 (1)

Pali

Simbologia adottata

n°	Indice palo
Oggetto	Oggetto di appartenenza del palo (Piastra, Pianto o Trave)
N	Carico verticale agente alla testa del palo, espresso in [kg]
Pd	Portanza di progetto, espresso in [kg]
FSv	Fattore di sicurezza (Pd/N). Tra parentesi l'indice della combinazione con fattore di sicurezza minimo.
T	Carico orizzontale agente alla testa del palo, espresso in [kg]
Td	Portanza trasversale di progetto, espresso in [kg]
FSo	Fattore di sicurezza (Td/V). Tra parentesi l'indice della combinazione con fattore di sicurezza minimo.

n°	Oggetto	N [kg]	Pd [kg]	FSv	T [kg]	Td [kg]	FSo
1	Piastra 1	8290	13028	1,572 (1)	1097	1693	1,543 (1)
2	Piastra 1	7768	13028	1,677 (1)	1097	1693	1,544 (1)
3	Piastra 1	7452	13028	1,741 (1)	1096	1693	1,544 (1)
4	Piastra 1	7395	13028	1,762 (1)	1096	1693	1,545 (1)
5	Piastra 1	7652	13028	1,703 (1)	1097	1693	1,544 (1)
6	Piastra 1	7460	13028	1,746 (1)	1096	1693	1,544 (1)
7	Piastra 1	8010	13028	1,626 (1)	1097	1693	1,544 (1)
8	Piastra 1	7469	13028	1,744 (1)	1087	1693	1,558 (1)
9	Piastra 1	6925	13028	1,881 (1)	1086	1693	1,559 (1)
10	Piastra 1	6617	13028	1,969 (1)	1086	1693	1,559 (1)
11	Piastra 1	6488	13028	2,008 (1)	1086	1693	1,560 (1)
12	Piastra 1	6493	13028	2,007 (1)	1086	1693	1,559 (1)
13	Piastra 1	6534	13028	1,964 (1)	1086	1693	1,559 (1)
14	Piastra 1	6925	13028	1,881 (1)	1087	1693	1,558 (1)

Scorrimento

Piastra

Simbologia adottata

n°	Indice pianto
T	Carico orizzontale trasferito al terreno, espresso in [kg]
Tp	Carico orizzontale trasferito ai pali, espresso in [kg]
Ru	Resistenza ultima allo scorrimento, espressa in [kg]
Rd	Resistenza di progetto allo scorrimento, espressa in [kg]
FS	Fattore di sicurezza allo scorrimento (Rd/T). Tra parentesi viene riportato l'indice della combinazione con fattori di sicurezza minimo.

n°	T [kg]	Tp [kg]	Ru [kg]	Rd [kg]	FS
1	0	15271	0	0	100,0 (1)

Armature

Armature piastra

Direzione principale armature	0,00 [°]
Direzione secondaria armature	-90,00 [°]
Numero tratti complessivi	13
Ampiezza singolo tratto	1,00 [m]
Distanza fra le sezioni di calcolo del singolo tratto	0,25 [m]
Maglia superiore	(5 ϕ 16) x (5 ϕ 16)
Maglia inferiore	(5 ϕ 16) x (5 ϕ 16)

Armature pali

Pali circolari in c.a.

Ip	Indice palo
Tratto	Indice tratto
Ys, Yl	Quota superiore e inferiore ferro, espresso in [m]
Lf	Lunghezza ferro, espresso in [m]
Al	Armatura longitudinale, numero e diametro espresso in [mm]
At	Armatura trasversale, diametro espresso in [mm] e passo espresso in [cm]

Ip	Tratto	Ys [m]	Yl [m]	Lf [m]	Al [mm]	At [mm] / [cm]
1	1	0,48	-7,97	8,45	10 - ϕ 16	ϕ 10 / 13
2	1	0,48	-7,97	8,45	10 - ϕ 16	ϕ 10 / 13
3	1	0,48	-7,97	8,45	10 - ϕ 16	ϕ 10 / 13
4	1	0,48	-7,97	8,45	10 - ϕ 16	ϕ 10 / 13
5	1	0,48	-7,97	8,45	10 - ϕ 16	ϕ 10 / 13
6	1	0,48	-7,97	8,45	10 - ϕ 16	ϕ 10 / 13
7	1	0,48	-7,97	8,45	10 - ϕ 16	ϕ 10 / 13
8	1	0,48	-7,97	8,45	10 - ϕ 16	ϕ 10 / 13
9	1	0,48	-7,97	8,45	10 - ϕ 16	ϕ 10 / 13
10	1	0,48	-7,97	8,45	10 - ϕ 16	ϕ 10 / 13
11	1	0,48	-7,97	8,45	10 - ϕ 16	ϕ 10 / 13
12	1	0,48	-7,97	8,45	10 - ϕ 16	ϕ 10 / 13
13	1	0,48	-7,97	8,45	10 - ϕ 16	ϕ 10 / 13
14	1	0,48	-7,97	8,45	10 - ϕ 16	ϕ 10 / 13

Indice

Normative di riferimento	2
Richiami teorici - Metodi di analisi	3
Calcolo - Analisi ad elementi finiti	3
Analisi dei pali	3
Disposizione delle armature	4
Dati	5
Materiali	5
Geometria	5
Coordinate contorno esterno	5
Spessori piastra	5
Tipologie pali	5
Caratteristiche pali	5
Descrizione terreni	6
Caratteristiche fisico meccaniche	6
Descrizione stratigrafia e falda	6
Costante di Winkler	6
Convenzioni adottate	6
Condizioni di carico	7
Condizione n° 1 - Condizione 1 [Permanente - Partecipa al sisma]	7
Linee di carico	7
Normativa - Coefficienti di sicurezza	7
Elenco combinazioni di calcolo	8
Impostazioni di analisi	8
Portanza verticale pali	8
Portanza trasversale pali	8
Cedimenti	8
Modello	9
Caratteristiche Mesh	9
Risultati inviluppo	10
Spostamenti	10
Piastra	10
Spostamenti massimi e minimi della piastra	10
Pali	10
Sollecitazioni	13
Piastra	13
Sollecitazioni massime e minime piastra	13
Pali	14
Verifiche strutturali	17
Verifica a flessione	17
Piastra	17
Pali in c.a.	20
Verifica a taglio	23
Pali in c.a.	23
Verifiche geotecniche	26
Carico limite	26
Piastra	26
Pali	27
Scorrimento	27
Piastra	27
Armature	28
Armature piastra	28

Armature pali	28
Pali circolari in c.a.	28

