 CITTÀ METROPOLITANA DI BOLOGNA	PROGETTO DI MESSA IN SICUREZZA PER MOVIMENTI FRANOSI	Rev: 00 Data: luglio 2021.
AREA SERVIZI TERRITORIALI METROPOLITANI		Pag: 1 di 91

A043 – I.I.S. “L. Fantini”

Via Bologna, 240 - Vergato (BO)

**Intervento di messa in sicurezza per movimenti franosi
“I.T.C. Fantini” di Vergato (BO)**

R.9_FASCICOLO DI CALCOLO


Progettista e Dirigente :

Ing. Massimo Biagetti

R.U.P.


Ing. Marco Ferrarini

Luglio 2021

 CITTÀ METROPOLITANA DI BOLOGNA	PROGETTO DI MESSA IN SICUREZZA PER MOVIMENTI FRANOSI	Rev: 00 Data: luglio 2021.
AREA SERVIZI TERRITORIALI METROPOLITANI		Pag: 2 di 91

PREMESSA AL FASCICOLO DI CALCOLO

- 1 Viene di seguito riportato il medesimo documento oggetto di deposito sismico presso il Comune di Vergato; deposito avvenuto con trasmissione eseguita, in data 18/06/2021 , mediante 3 invii (in atti al fasc. 9.3.1.1/7/2020) indirizzati al Comune di Vergato .
- 2 Il documento è stato firmato dall'Ing. Davide Grablovitz (residente a Brescia ed iscritto all'Ordine degli Ingegneri di Cremona al n° 1255) quale progettista strutturale e progettista architettonico facente parte della Società Delta Engineering Services Srl (Mandataria) Sede a Ferrara in via Bertok n. 29/G che in RTP con S.S.T.- Studio Servizi Tecnici del Dott. Geol. Thomas Veronese (Mandante), è stata incaricata delle progettazione dell'intervento di messa in sicurezza per movimenti franosi dell' Istituto "ITC Fantini" in Via Bologna,n. 240 – Vergato (BO). (Codice edificio 370591000 - CUP C29E19000280002); incarico contemplante l'elaborazione della documentazione necessaria per l'assolvimento degli obblighi di legge ai fini sismici in riferimento al rispetto di quanto prescritto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 e relativa Circolare per la costruzione del nuovo tratto di muro di sostegno..
- 3 Per quanto sopra indicato, preso atto delle risultanze e degli esiti positivi delle verifiche, si allega il fascicolo di calcolo dell'intervento di messa in sicurezza per movimenti franosi dell' Istituto "ITC Fantini" in Via Bologna,n. 240 – Vergato (BO).

 <p>CITTÀ METROPOLITANA DI BOLOGNA</p>	<p>PROGETTO DI MESSA IN SICUREZZA PER MOVIMENTI FRANOSI</p>	<p>Rev: 00 Data: luglio 2021.</p>
<p>AREA SERVIZI TERRITORIALI METROPOLITANI</p>		

I.T.C. Fantini di Vergato

Pag: 3 di 91

ALLEGATO FASCICOLO DI CALCOLO

PROGETTO DEFINITIVO

Intervento di messa in sicurezza per movimenti franosi

"I.T.C. FANTINI "

Via Bologna, 10 - Vergato (BO)

CUP C29E19000280002 (MUTUO BEI 2019)

oggetto: Fascicolo di calcolo

relazione n°:

1

scala elab.to: --

data: 12/04/2021

codice: DES-694

revisione: 00

Prima emissione

Archivio:

DES-694-I-FASCICOLO_CALCULO-RO

PROPRIETA':

CITTA' METROPOLITANA di BOLOGNA

Dirigente d'Area per il Dirigente del Servizio Edilizia Scolastica,
Istituzionale, Prevenzione e Protezione : Ing. Massimo Biagetti

RUP Ing. Marco Ferrarini

PROGETTISTI

Mandataria



DELTA ENGINEERING SERVICES s.r.l.

Ing. Davide Grablovitz (incaricato dell'integrazione tra le varie prestazioni nonché delle attività rilievi manufatti e planoaltimetrici, relaz. geotecnica, verifica sismica, progettazione definitiva)

Ing. Alberto Bassi (relazione idrologica e relazione idraulica)

Ing. Linda Cremon (relazione generale e tecnica, elaborati grafici, calcolo delle strutture e impianti, relazione sismica e sulle strutture , progettazione definitiva)

Geom. Matteo Ghirelli (rilevazioni topografiche, tracciamenti GPS e supporto grafico)

Arch. Alice Merlante (relazione archeologica preliminare)

Mandante



Dott. Geol. Thomas Veronese (relazione geologica)

CITTA' METROPOLITANA di BOLOGNA - Via Zamboni, 13 - 40126 Bologna - Tel. 051/6598111

In base alle leggi vigenti dei diritti d'autore è vietata la copia o la riproduzione, anche parziale, di questo elaborato senza esplicita preventiva autorizzazione, ogni diritto è espressamente riservato ed esclusivo.

KEY MAP



CLIENTE

Città Metropolitana di Bologna

PROGETTO

Intervento di messa in sicurezza per movimenti
franosì "I.T.C. Fantini" di Vergato (BO)

PROGETTO DEFINITIVO

TITOLO

FASCICOLO DI CALCOLO

Paratia

INDICE DI REVISIONE

00	12/04/2021	Prima emissione	Davide Grablovitz	Davide Grablovitz	Davide Grablovitz
R	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	CONTROLLATO	APPROVATO
	DATA	SCALA	COMMESSA		
	12/04/2021	-	DES-694		
DISEGNO DES-694-I-FASCICOLO_CALCULO-R0				REV 00	ID. DOC. 1.1
<small> NOTA GENERALE: IL PRESENTE ELABORATO PROGETTUALE E' DI PROPRIETA' DI DELTA ENGINEERING S.r.l. E' FATTO DIVIETO A CHIUNQUE DI PROCEDERE, IN QUALSIASI MODO E SOTTO QUALSIASI FORMA, ALLA SUA RIPRODUZIONE, ANCHE PARZIALE, OVVERO DI DIVULGARE A TERZI QUALSIASI INFORMAZIONE IN MERITO, SENZA PREVENTIVA AUTORIZZAZIONE RILASCIATA PER ISCRITTO DA DELTA ENGINEERING S.r.l. </small>					

DELTA ENGINEERING SERVICES S.r.l.

 Via Béla Bartók 29/g-44124, Ferrara
 Tel. +39 0532 718417 – fax +39 0532 1711059
 e-mail: info@deltaes.it
 C.F. e P.I. 01798950380

 Direttore Tecnico: Ing. Alberto Bassi
 Progettista Strutturale: Ing. Linda Cremon
 Progettista Architettonico:

 SISTEMA DI GESTIONE
 QUALITÀ CERTIFICATO
 CERTQUALITY
 E MEMBRO DELLA
 FEDERAZIONE CISO
DELTA ENGINEERING
SERVICES S.R.L.

RELAZIONE DI CALCOLO

Introduzione.

Le paratie sono opere di ingegneria civile che trovano molta applicazione in problemi legati alla stabilizzazione di versanti o al sostegno di rilevati di terreno. Tuttavia è anche facile sentire parlare di paratie che sono utilizzate per l'ormeggio di grandi imbarcazioni, o per puntellare pareti di trincee e altri scavi o per realizzare cassoni a tenuta stagna per lavori subacquei. Come si può quindi intuire grande importanza deve essere data alla progettazione di una simile opera, soprattutto per quanto riguarda il progetto strutturale e geotecnico. Per quanto riguarda l'aspetto del calcolo vale la pena sottolineare che non esistono, ad oggi, metodi esatti, e questo è anche dovuto alla complessa interazione tra la profondità di scavo, la rigidità del materiale costituente la paratia e la resistenza dovuta alla pressione passiva. In ogni caso, i metodi correntemente utilizzati possono essere classificati in due categorie:

1. Metodi che si basano su una discretizzazione del modello di paratia (si parla di differenze finite o di elementi finiti);
2. Metodi che si basano su congetture di tipo semplicistico, al fine di poter affrontare il problema con il semplice studio dell'equilibrio di un corpo rigido.

Tra le due classi di metodi esposti all'elenco precedente, quello degli elementi finiti è quello che più di tutti risulta razionale, in quanto basato su considerazioni che coinvolgono sia la statica del problema (equilibrio) sia la cinematica (congruenza).

Tipi di paratie.

I tipi di paratie maggiormente utilizzate allo stato attuale possono essere classificati come segue:

1. Paratie in calcestruzzo armato, costruite per mezzo di pali o per mezzo di setti (entrambi armati);
2. Paratie di legno;
3. Paratie in acciaio.

Analisi della paratia.

Alcune considerazioni preliminari.

Gli elementi che concorrono al calcolo di una paratia sono vari. Si coinvolgono infatti concetti legati alla flessibilità dei pali, al calcolo della spinta del terrapieno, alla rigidità del terreno ecc. Si osservi la seguente figura:

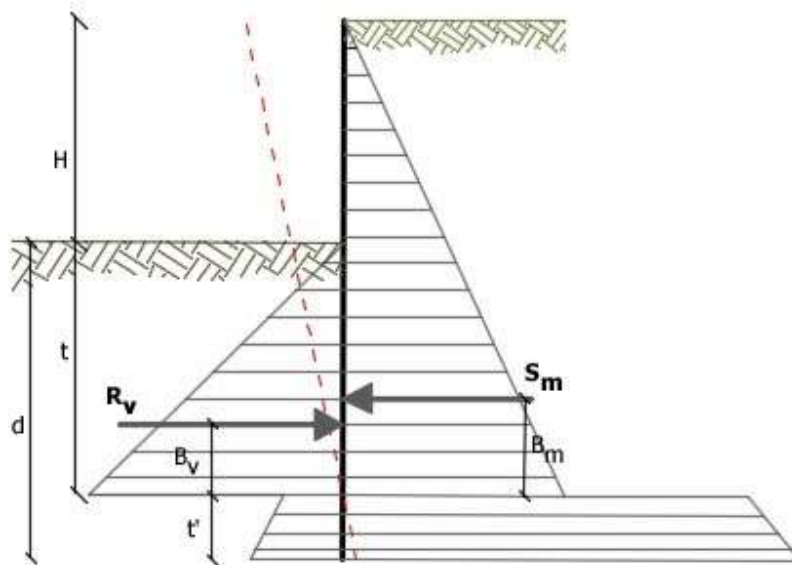


Figura 1: Schema delle pressioni agenti sulla paratia

Si vede che le pressioni laterali che sono chiamate a concorrere nell'equilibrio sono la pressione attiva sviluppata a tergo della paratia e la pressione passiva che si sviluppa nella parte anteriore della paratia (Parte di valle della paratia). Il calcolo, sia nell'ambito dei metodi semplificati che nell'ambito di metodi numerici, della spinta a tergo ed a valle della paratia viene solitamente condotto sia con il metodo di Rankine che con il metodo di Coulomb. Si rileva però che il metodo di Coulomb fornisce risultati più accurati in quanto essendo la paratia un'opera solitamente flessibile, e manifestando quindi spostamenti maggiori si generano fenomeni di attrito all'interfaccia paratia-terreno che possono essere tenuti in conto solo attraverso i coefficienti di spinta di Coulomb. Nell'utilizzo del metodo degli elementi finiti si deve calcolare anche un coefficiente di reazione del terreno k_s , oltre che la spinta attiva e passiva del terreno. Se si parla di analisi in condizioni non drenate è inoltre necessario conoscere il valore della coesione non drenata. E' inoltre opportuno considerare che se si vuole tenere debitamente in conto l'attrito tra terreno e opera si deve essere a conoscenza dell'angolo di attrito tra terreno e opera (appunto). In conclusione i parametri (in termini di proprietà del terreno) di cui si deve disporre per effettuare l'analisi sono i seguenti:

1. Angolo di attrito interno del terreno;
2. Coesione del terreno;
3. Peso dell'unità di volume del terreno;
4. Angolo di attrito tra il terreno ed il materiale che costituisce l'opera.

Calcolo delle spinte.

Come accennato in uno dei paragrafi precedenti, deve in ogni caso essere effettuato il calcolo della spinta attiva e passiva. Si espone quindi in questa sezione il calcolo delle spinte con il metodo di Coulomb.

Calcolo della spinta attiva.

La spinta attiva può essere calcolata con il metodo di Coulomb o alternativamente utilizzando la Teoria di Caquot.

Metodo di Coulomb.

Il metodo di Coulomb è capace di tenere in conto le variabili più significative, soprattutto con riguardo al fenomeno attritivo che si genera all'interfaccia paratia-terreno. Per terreno omogeneo ed asciutto il diagramma delle pressioni si presenta lineare con distribuzione (valutata alla profondità z):

$$\sigma_h(z) = k_a \cdot \gamma_t \cdot z$$

La spinta totale, che è l'integrale della relazione precedente su tutta l'altezza, è applicata ad $1/3$ di H e si calcola con la seguente espressione:

$$S_t(z) = \frac{1}{2} k_a \cdot \gamma_t \cdot H^2$$

Avendo indicato con k_a il valore del coefficiente di pressione attiva, determinabile con la seguente relazione:

$$\left\{ \begin{array}{l} k_a = \frac{\sin^2(\phi + \beta)}{\sin^2 \beta \cdot \sin(\beta - \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \varepsilon)}{\sin(\beta - \delta) \cdot \sin(\beta + \varepsilon)}} \right]^2} \\ \text{con } \delta < (\beta - \phi - \varepsilon) \text{ secondo Muller - Breslau} \end{array} \right.$$

γ_t = Peso unità di volume del terreno;

β = Inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede;

ϕ = Angolo di resistenza al taglio del terreno;

δ = Angolo di attrito terreno-paratia positivo se antiorario;

ε = Inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale positiva se antioraria;

Metodo di Caquot.

Il metodo di Coulomb risulta essere un metodo sufficientemente accurato per la valutazione dei coefficienti di pressione allo stato limite. Tuttavia soffre dell'ipotesi riguardante la planarità della superficie di scorrimento. Tale ipotesi è rimossa applicando la teoria di Caquot la quale si basa sull'utilizzo di una superficie di scorrimento a forma di spirale logaritmica. Secondo questa teoria il coefficiente di pressione attiva si determina utilizzando la seguente formula:

$$K_a = \rho \cdot K_a^{\text{Coulomb}}$$

Dove i simboli hanno il seguente significato:

- K_a^{Coulomb} è il coefficiente di pressione attiva calcolato con la teoria di Coulomb;
- ρ è un coefficiente moltiplicativo calcolato con la seguente formula:

$$\rho = \left([1 - 0.9 \cdot \lambda^2 - 0.1 \cdot \lambda] \cdot [1 - 0.3 \cdot \lambda^3] \right)^{-n}$$

Dove i simboli sono calcolati con le seguenti formule:

$$\lambda = \frac{\Delta + \beta - \Gamma}{4 \cdot \varphi - 2 \cdot \pi \cdot (\Delta + \beta - \Gamma)}$$

$$\Delta = 2 \cdot \tan^{-1} \left(\frac{|\cot(\delta)| - \sqrt{\cot^2(\delta) - \cot^2(\varphi)}}{1 + \operatorname{cosec}(\varphi)} \right)$$

$$\Gamma = \sin^{-1} \left(\frac{\sin(\beta)}{\sin(\varphi)} \right)$$

Dove i simboli hanno il seguente significato (vedere anche figura seguente):

- β è l'inclinazione del profilo di monte misurata rispetto all'orizzontale;
- φ è l'angolo di attrito interno del terreno spingente;
- δ è l'angolo di attrito all'interfaccia opera-terreno;

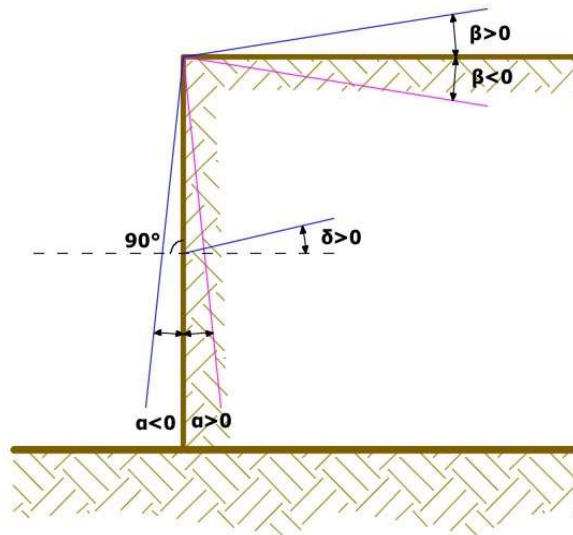


Figura 2: Convenzione utilizzata per il calcolo del coefficiente di pressione secondo la teoria di Caquot

Carico uniforme sul terrapieno

Un carico Q , uniformemente distribuito sul piano campagna induce delle pressioni costanti pari:

$$\sigma_q(z) = k_a \cdot Q \cdot \frac{\sin(\beta)}{\sin(\beta + \varepsilon)}$$

Integrando la tensione riportata alla formula precedente si ottiene la spinta totale dovuta al sovraccarico:

$$S_q = k_a \cdot Q \cdot \frac{\sin(\beta)}{\sin(\beta + \varepsilon)} \cdot H$$

Con punto di applicazione ad $H/2$ (essendo la distribuzione delle tensioni costante). Nelle precedenti formule i simboli hanno il seguente significato:

β = Inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede

ε = Inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale positiva se antioraria

k_a = Coefficiente di pressione attiva calcolato al paragrafo precedente

Striscia di carico su pc inclinato

Il carico agente viene decomposto in un carico ortogonale ed in uno tangenziale al terrapieno, le pressioni indotte sulla parete saranno calcolate come illustrato nei due paragrafi che seguono.

Striscia di carico ortogonale al piano di azione

Un carico ripartito in modo parziale di ascissa iniziale x_1 ed ascissa finale x_2 genera un diagramma di pressioni sulla parete i cui valori sono stati determinati secondo la formulazione di Terzaghi, che esprime la pressione alla generica profondità z come segue:

$$\sigma_q(z) = \frac{Q}{2\pi \times (2\Delta\theta + A)}$$
$$\tau_{xz} = -\frac{Q}{2\pi B}$$

Con:

$$\Delta\theta = \theta_1 - \theta_2;$$

$$A = \sin(2\theta_1) - \sin(2\theta_2)$$

$$B = \cos(2\theta_1) - \cos(2\theta_2)$$

$$\theta_1 = \arctg(z/x_1)$$

$$\theta_2 = \arctg(z/x_2)$$

Per integrazione si otterrà la risultante ed il relativo braccio.

Striscia di carico tangenziale al p.c.

$$\sigma_x = \frac{t}{2\pi \times (D - 2E)}$$

T = Intensità del carico $[F/L^2]$

$$D = 4 \cdot \log[\sin\theta_1 / \sin\theta_2]$$

$$E = \sin^2\theta_1 - \sin^2\theta_2$$

Linee di carico sul terrapieno

Le linee di carico generano un incremento di pressioni sulla parete che secondo BOUSSINESQ, alla profondità z , possono essere espresse come segue:

$$\sigma_x(x, z) = \frac{2V}{\pi \cdot x^2 \cdot z \cdot (x^2 + z^2)^2}$$

$$\tau_{xz}(x, z) = \frac{2V}{\pi \cdot x \cdot z^2 \cdot (x^2 + z^2)^2}$$

Dove i simboli hanno il seguente significato:

V= Intensità del carico espressa in [F/L];

X= Distanza, in proiezione orizzontale, del punto di applicazione del carico dalla parete;

Se il piano di azione è inclinato di ε viene ruotato il sistema di riferimento xz in XZ, attraverso la seguente trasformazione:

$$\begin{cases} X = x \cdot \cos(\varepsilon) - z \cdot \sin(\varepsilon) \\ Z = z \cdot \cos(\varepsilon) + x \cdot \sin(\varepsilon) \end{cases}$$

Spinta in presenza di falda acquifera

La falda con superficie distante H_w dalla base della struttura, induce delle pressioni idrostatiche normali alla parete che, alla profondità z sono espresse come segue:

$$u(z) = \gamma_w \cdot z$$

La spinta idrostatica totale si ottiene per integrazione su tutta l'altezza della relazione precedente:

$$S_w = \frac{1}{2} \gamma_w \cdot H^2$$

Avendo indicato con H l'altezza totale di spinta e con γ_w il peso dell'unità di volume dell'acqua. La spinta del terreno immerso si ottiene sostituendo γ_t con γ'_t ($\gamma'_t = \gamma_{\text{saturato}} - \gamma_w$), peso specifico del materiale immerso in acqua. In condizioni sismiche la sovraspinta esercitata dall'acqua viene valutata nel seguente modo:

$$\Delta S_w = \frac{7}{12} \gamma_w \cdot H_w^2 \cdot C$$

applicata a 2/3 dell'altezza della falda H_w [Matsuo O'Hara (1960) *Geotecnica*, R. Lancellotta]

Effetto dovuto alla presenza di coesione

La coesione induce delle pressioni negative costanti pari a:

$$P_c = -\frac{2 \cdot c}{\sqrt{k_a}}$$

Non essendo possibile stabilire a priori quale sia il decremento indotto della spinta per effetto della coesione. E' stata calcolata l'altezza critica Z_c come segue:

$$Z_c = \frac{2c}{\gamma_t \cdot \sqrt{ka}} - \left\{ \frac{\left[Q \cdot \frac{\sin \beta}{\sin(\beta + \varepsilon)} \right]}{\gamma_t} \right\}$$

Dove i simboli hanno il seguente significato

Q = Carico agente sul terrapieno eventualmente presente.

γ_t = Peso unità di volume del terreno

β = Inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede

ε = Inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale positiva se antioraria

C = Coesione del materiale

k_a = Coefficiente di pressione attiva, come calcolato ai passi precedenti

Nel caso in cui si verifichi la circostanza che la Z_c , calcolata con la formula precedente, sia minore di zero è possibile sovrapporre direttamente gli effetti dei diagrammi, imponendo un decremento al diagramma di spinta originario valutato come segue:

$$S_c = P_c \cdot H$$

Dove si è indicata con il simbolo H l'altezza totale di spinta.

Sisma

Spinta attiva in condizioni sismiche

In presenza di sisma la forza di calcolo esercitata dal terrapieno sulla parete è data da:

$$E_d = \frac{1}{2} \gamma \cdot (1 \pm k_v) K H^2 + E_{ws} + E_{wd}$$

Dove i simboli hanno il seguente significato:

H = altezza di scavo

k_v = coefficiente sismico verticale

γ = peso per unità di volume del terreno

K = coefficienti di spinta attiva totale (statico + dinamico) (vedi Mononobe & Okabe)

E_{ws} = spinta idrostatica dell'acqua

E_{wd} = spinta idrodinamica.

Per terreni impermeabili la spinta idrodinamica $E_{wd} = 0$, ma viene effettuata una correzione sulla valutazione dell'angolo β della formula di Mononobe & Okabe così come di seguito:

$$\operatorname{tg} \vartheta = \frac{\gamma_{\text{sat}}}{\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w} \frac{k_h}{1 \mu k_v}$$

Nei terreni ad elevata permeabilità in condizioni dinamiche continua a valere la correzione di cui sopra, ma la spinta idrodinamica assume la seguente espressione:

$$E_{wd} = \frac{7}{12} k_h \gamma_w H^2$$

Con H' altezza del livello di falda (riportata nella sezione relativa al calcolo della spinta idrostatica).

Resistenza passiva

Anche per il calcolo della resistenza passiva si possono utilizzare i due metodi usati nel calcolo della pressione allo stato limite attivo (metodo di Coulomb e metodo di Caquot).

Metodo di Coulomb

Per terreno omogeneo il diagramma delle pressioni in condizioni di stato limite passivo risulta lineare con legge del tipo del tipo:

$$\sigma_p(z) = k_p \cdot \gamma_t \cdot z$$

Ancora una volta integrando la precedente relazione sull'altezza di spinta (che per le paratie deve essere valutata attentamente) si ottiene la spinta passiva totale:

$$S_t = \frac{1}{2} k_p \cdot \gamma_t \cdot H^2$$

Avendo indicato al solito con H l'altezza di spinta, γ_t il peso dell'unità di volume di terreno e con k_p il coefficiente di pressione passiva (in condizioni di stato limite passivo). Il valore di questo coefficiente è determinato con la seguente formula:

$$\left\{ \begin{array}{l} k_p = \frac{\sin^2(\beta - \phi)}{\sin^2 \beta \cdot \sin(\beta + \delta) \cdot \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi + \varepsilon)}{\sin(\beta + \delta) \cdot \sin(\beta + \varepsilon)}} \right]^2} \\ \text{con } \delta < \beta - \phi - \varepsilon \text{ secondo Muller - Breslau} \end{array} \right.$$

con valori limite pari a: $\delta < \beta - \phi - \varepsilon$ (Muller-Breslau).

Metodo di Caquot

Il metodo di Caquot differisce dal metodo di Coulomb per il calcolo del coefficiente di pressione allo stato limite passivo. Il coefficiente di pressione passiva viene calcolato, con questo metodo, interpolando i valori della seguente tabella:

Coefficient of passive earth pressure K_p for $\delta = -\phi$											
α [°]	ϕ [°]	K_p when β°									
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
	10	1,17	1,41	1,53							
	15	1,30	1,70	1,92	2,08						
	20	1,71	2,08	2,42	2,71	2,92					
	25	2,14	2,81	2,98	3,88	4,22	4,43				
-30	30	2,78	3,42	4,18	5,01	5,98	8,94	7,40			
	35	3,75	4,73	5,87	7,21	8,78	10,80	12,50	13,80		

	40	5,31	8,87	8,77	11,00	13,70	17,20	24,80	25,40	28,40	
	45	8,05	10,70	14,20	18,40	23,80	90,60	38,90	49,10	60,70	69,10
	10	1,36	1,58	1,70							
	15	1,68	1,97	2,20	2,38						
	20	2,13	2,52	2,92	3,22	3,51					
	25	2,78	3,34	3,99	4,80	5,29	5,57				
-20	30	3,78	4,81	8,58	8,81	7,84	9,12	9,77			
	35	5,38	8,89	8,28	10,10	12,20	14,80	17,40	19,00		
	40	8,07	10,40	12,00	18,50	20,00	25,50	38,50	37,80	42,20	
	45	13,2	17,50	22,90	29,80	38,30	48,90	82,30	78,80	97,30	111,04
	10	1,52	1,72	1,83							.
	15	1,95	2,23	2,57	2,88						
	20	2,57	2,98	3,42	3,75	4,09					
	25	3,50	4,14	4,90	5,82	8,45	8,81				
-10	30	4,98	8,01	7,19	8,51	10,10	11,70	12,80			
	35	7,47	9,24	11,30	13,80	18,70	20,10	23,70	26,00		
	40	12,0	15,40	19,40	24,10	29,80	37,10	53,20	55,10	61,80	
	45	21,2	27,90	38,50	47,20	80,80	77,30	908,20	124,00	153,00	178,00
	10	1,84	1,81	1,93							
	15	2,19	2,46	2,73	2,91						
	20	3,01	3,44	3,91	4,42	4,66					
	25	4,28	5,02	5,81	8,72	7,71	8,16				
0	30	8,42	7,69	9,19	10,80	12,70	14,80	15,90			
	35	10,2	12,60	15,30	18,80	22,30	28,90	31,70	34,90		
	40	17,5	22,30	28,00	34,80	42,90	53,30	78,40	79,10	88,70	
	45	33,5	44,10	57,40	74,10	94,70	120,00	153,00	174,00	240,00	275,00
	10	1,73	1,87	1,98							
	15	2,40	2,65	2,93	3,12						
	20	3,45	3,90	4,40	4,96	5,23					
10	25	5,17	5,99	6,90	7,95	9,11	9,67				
	30	8,17	9,69	11,40	13,50	15,90	18,50	19,90			
	35	13,8	16,90	20,50	24,80	29,80	35,80	42,30	46,60		
	40	25,5	32,20	40,40	49,90	61,70	76,40	110,00	113,00	127,00	
	45	52,9	69,40	90,90	116,00	148,00	188,00	239,00	303,00	375,00	431,00
	10	1,78	1,89 I	2,01							
	15	2,58	2,821	3,11	3,30						
	20	3,90	4,38	4,92	5,53	5,83					
20	25	6,18	7,12	8,17	9,39	10,70	11,40				

	30	10,4	12,30	14,40	16,90	20,00	23,20	25,00			
	35	18,7	22,80	27,60	33,30	40,00	48,00	56,80	62,50		
	40	37,2	46,90	58,60	72,50	89,30	111,00	158,00	164,00	185,00	
	45	84,0	110,00	143,00	184,00	234,00	297,00	378,00	478,00	592,00	680,00

Tabella: Valutazione del coefficiente di pressione passiva con la teoria di Caquot

Carico uniforme sul terrapieno

La resistenza indotta da un carico uniformemente distribuito S_q vale:

$$S_q = k_p \cdot Q \cdot H \cdot \frac{\sin \beta}{\sin(\beta + \varepsilon)}$$

Con punto di applicazione pari a $H/2$ (essendo il diagramma delle tensioni orizzontali costante per tutta l'altezza). Nella precedente formula k_p è il coefficiente di spinta passiva valutato al paragrafo precedente.

Coesione

La coesione determina un incremento di resistenza pari a:

$$P_c = 2c \cdot \sqrt{k_p}$$

Tale incremento va a sommarsi direttamente al diagramma principale di spinta.

Metodo dell'equilibrio limite (LEM)

Il metodo dell'equilibrio limite consiste nel ricercare soluzioni, al problema di verifica o di progetto, che siano compatibili con il solo aspetto statico del problema. In sostanza si ragiona in termini di equilibrio di un corpo rigido, senza preoccuparsi della congruenza cinematica degli spostamenti. I principali schemi di calcolo cui si farà riferimento sono i seguenti:

1. Paratia a sbalzo;
2. Paratia tirantata ad estremo libero;
3. Paratia tirantata ad estremo fisso;

Paratia a sbalzo: calcolo della profondità d'infissione limite

Per paratia non tirantata, la stabilità è assicurata dalla resistenza passiva del terreno che si trova a valle della stessa; dall'equilibrio dei momenti rispetto al centro di rotazione si ottiene:

$$S_m \cdot B_m - R_v \cdot B_v = 0$$

Dove i simboli hanno il seguente significato:

S_m = componente orizzontale della spinta attiva;

B_m = braccio di S_m rispetto ad O centro di rotazione;

R_v = componente orizzontale della resistenza passiva;

B_v = braccio di R_v rispetto ad O centro di rotazione;

ogni termine risulta funzione di t dove t è la profondità del centro di rotazione rispetto al piano di riferimento di valle (piano campagna a valle). La lunghezza necessaria per assicurare l'equilibrio alla traslazione orizzontale si ottiene aumentando t come segue:

$$t' = a \cdot t \quad d = t \cdot (1 + a) \quad \text{dove } a = 0.2 \text{ (Metodo di Blum)}$$

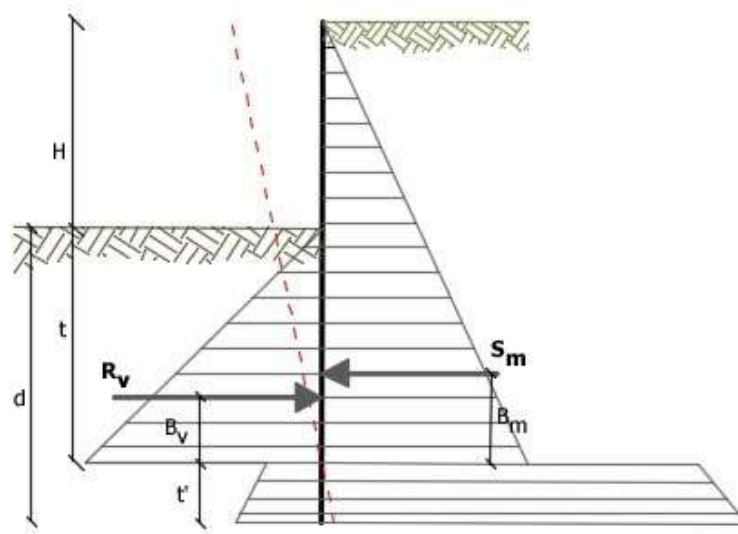


Figura 32: Schema di riferimento per il calcolo dell'equilibrio della paratia

Coefficiente di sicurezza sulla resistenza passiva

La lunghezza d'infissione d come sopra determinata è relativa alla condizione limite di incipiente collasso, tramite un coefficiente F . E' possibile introdurre un margine di sicurezza sulle resistenze passive; la riduzione si effettua come segue:

$$S_m \cdot B_m - \frac{R_v}{F} \cdot B_v = 0$$

Paratia tirantata ad estremo libero: calcolo della profondità d'infissione limite

La stabilità dell'opera è assicurata anche dai tiranti ancorati sulla paratia. Per utilizzare lo schema di calcolo ad estremo libero, la paratia deve essere sufficientemente corta e rigida. La lunghezza di infissione, sarà determinata imponendo l'equilibrio alla rotazione sull'origine del tirante indicato B1

$$S_m \cdot (H + t - B_m - t_m) - R_v \cdot (H + t - B_v - t_m) = 0$$

Dove i simboli hanno il seguente significato:

S_m = componente orizzontale spinta attiva;

H = altezza terreno da sostenere;

t = profondità di infissione calcolata;

B_m = braccio di S_m rispetto alla base della paratia;

P_m = ordinata del punto di applicazione del tirante a monte;

R_v = componente orizzontale della resistenza passiva;

B_v = braccio di R_v .

Noto t , si determinano S_m ed R_v ed il relativo sforzo del tirante.

Coefficiente di sicurezza F sulle resistenze passive

La lunghezza d'infissione sarà ulteriormente aumentata per avere margine di sicurezza in condizioni di esercizio tramite il coefficiente di sicurezza F:

$$S_m \cdot (H + t - B_m - t_m) - \frac{R_v}{F} \cdot (H + t - B_v - t_m) = 0$$

Paratia tirantata ad estremo fisso: calcolo della profondità d'infissione limite

Se la sezione più profonda della paratia non trasla e non ruota può essere assimilata ad un incastro, in tal caso la paratia si definisce ad estremo fisso. Un procedimento elaborato da BLUM consente di ricavare la profondità d'infissione ($t+t'$), imponendo le condizioni cinematiche di spostamenti nulli alla base dell'opera ed all'origine del tirante (B_1), e le condizioni statiche di momento e taglio nullo alla base della paratia. Si perviene ad una equazione di 5° grado in ($t+t'$) che può essere risolta in modo agevole.

Coefficiente di sicurezza F sulle resistenze

Per aumentare il fattore di sicurezza sono stati introdotti negli sviluppi numerici, valori delle resistenze passive ridotte.

Metodo degli elementi finiti (FEM)

Il metodo degli elementi finiti è il metodo che più di tutti si fonda su basi teoriche solide e razionali. Di fatti tutto il metodo presuppone che il problema sia affrontato tenendo in conto sia l'aspetto statico (e quindi l'equilibrio del problema, sia l'aspetto cinematica (e quindi la congruenza degli spostamenti o meglio delle deformazioni). In questo approccio la paratia è modellata come un insieme di travi, con vincolo di continuità tra loro (elementi beam) vincolati al terreno mediante molle elastiche, la cui rigidezza è valutata in funzione delle proprietà elastiche del terreno. Nella figura che segue è mostrato schematicamente il modello utilizzato per l'analisi ad elementi finiti:

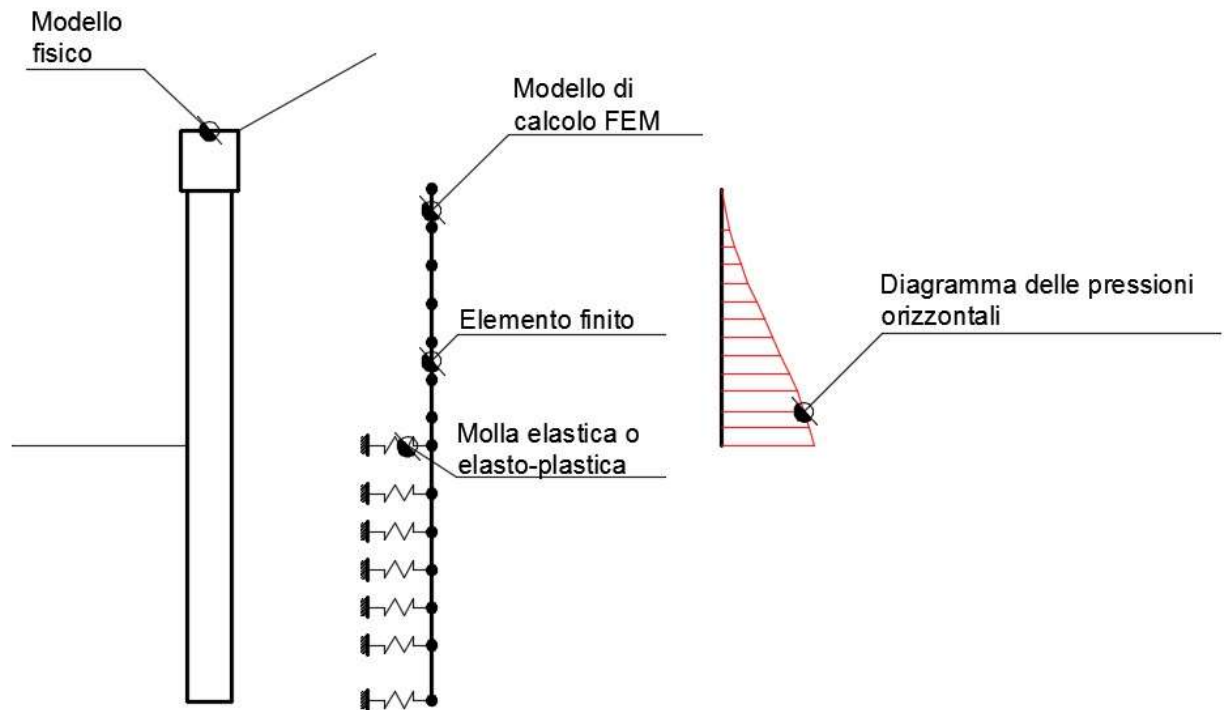


Figura 4: Schematizzazione della paratia ad elementi finiti

Vari aspetti hanno importanza centrale in questo metodo di calcolo. Si riportano nel seguito gli aspetti essenziali.

Calcolo del modulo di rigidezza K_s del terreno

Come già detto in precedenza, il terreno viene schematizzato con delle molle di rigidezza K_s applicate sui nodi dei conci compresi tra il nodo di fondo scavo e l'estremità di infissione. La stima della rigidezza K_s è stata effettuata sulla base della capacità portante delle fondazioni secondo la seguente formula:

$$k_s = A_s + B_s \cdot z^n$$

Dove i simboli hanno il seguente significato:

- A_s = costante, calcolata come segue $A_s = C \cdot (c \cdot N_c + 0.5 \cdot G \cdot B \cdot N_g)$
- B_s = coefficiente funzione della profondità $B_s = C \cdot G \cdot N_q$
- Z = Profondità in esame
- C = 40 nel sistema internazionale SI
- n = $\pi \cdot \tan \varphi$

$$N_q = \exp[n \cdot (\tan^2(45^\circ + \varphi/2))]$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \varphi$$

$$N_g = 1.5 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan \varphi$$

Tiranti

I tiranti vengono schematizzati come elementi elastici, con sezione trasversale di area pari ad A modulo di elasticità E e lunghezza L. Per un tratto di paratia di larghezza unitaria, l'azione dei tiranti inclinati di un angolo β vale:

$$F = \frac{A \cdot E}{S \cdot L} \cdot \cos(\beta)$$

Sifonamento

Il sifonamento è un fenomeno che in una fase iniziale si localizza al piede della paratia, e poi rapidamente si estende nell'intorno del volume resistente. Si verifica quando, per una elevata pressione idrodinamica o di infiltrazione, si annullano le pressioni passive efficaci, con la conseguente perdita di resistenza del terreno. Si assume di norma un fattore di sicurezza $F_{sif} = 3.5-4$ Indicando con:

i_c = Gradiente Idraulico critico;

i_e = Gradiente Idraulico in condizioni di esercizio;

Il margine di sicurezza è definito come rapporto tra i_c ed i_e , se $i_e < i_c$ la paratie è stabile.

Verifica di sollevamento del fondo scavo.

Nel caso di un diaframma infisso nel terreno, la presenza della falda in posizioni tali da innescare un moto di filtrazione comporta l'instaurarsi di una forza di filtrazione che, se diretta verso l'alto, può annullare il peso del terreno il quale, in assenza di coesione, può essere trascinato dal flusso dell'acqua e compromettere la stabilità dell'opera. Il fenomeno della stabilità del fondo scavo, analogo a quello del sifonamento, è stato affrontato per la prima volta da Terzaghi (1943). A differenza del sifonamento, che è un fenomeno localizzato nel punto di sbocco della prima linea di flusso, quello del sollevamento del fondo scavo si estende per una profondità pari a quella d'infissione della paratia per una larghezza pari a metà di tale infissione.

$$N_d = N' \cdot i; M_d = M' \cdot i; T_d = T' \cdot i$$

Dove M', M', T' rappresentano il momento il taglio e lo sforzo normale relativi ad una striscia unitaria di calcolo mentre i è l'interasse tra i pali per paratia costituita da pali o micropali (o larghezza setti per paratia costituita da setti).

Archivio materiali

CONGLOMERATI

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

Acciai:

Nr.	Classe acciaio	Es [MPa]	fyk [MPa]	fyd [MPa]	ftk [MPa]	ftd [MPa]	ep_tk	epd_ult	B1*B2 in.	B1*B2 fin.
1	B450C	200000	450	391,3	540	391,3	.075	.0675	1	0,5
2	B450C*	200000	450	391,3	540	450	.05	.04	1	0,5
3	S235H	210000	235	204,35	360	204,35	0,05	0,04	1	0,5
4	S275H	210000	275	239,13	430	239,13	0,05	0,04	1	0,5
5	S355H	210000	355	308,7	510	308,7	0,05	0,04	1	0,5
6	C1860	200205	1600	1116	1860	1116	0.05	0.04	1	0.5

GEOMETRIA SEZIONE

Sezione	Circolare Barre
Calcestruzzo	C25/30
Acciaio	B450C
Nome	d.600-i=1.00
Diametro	0,6 m
Disposizione	Singola fila
Interasse Iy	1 m

Dati generali FEM

Massimo spostamento lineare terreno	1,5 cm
Fattore tolleranza spostamento	0,03 cm
Tipo analisi	Lineare
Massimo numero di iterazioni	10
Fattore riduzione molla fondo scavo	1
Profondità infissione iniziale	13,8 m
Incremento profondità infissione	0,2 m
Numero di elementi	36
Numero nodo di fondo scavo	16

Stratigrafia

Fase: 1

Nr.	Peso specifico	Peso specifico saturo	Coesione [kN/m²]	Angolo attrito [°]	O.C.R.	Modulo edometrico	Attrito terra muro	Attrito terra muro	Spessore [m]	Inclinazione [°]	Descrizione
-----	----------------	-----------------------	------------------	--------------------	--------	-------------------	--------------------	--------------------	--------------	------------------	-------------

	[kN/m³]	[kN/m³]				[kN/m²]	monte [°]	valle [°]			
1	19,0	20,0	13,0	17,0	1,0	0,0	11,0	8,0	6,6	0,0	
2	19,4	20,4	16,0	17,0	1,0	0,0	11,0	8,0	9,0	0,0	
3	19,7	20,7	24,0	20,0	1,0	0,0	13,0	10,0	20,0	0,0	

Analisi Paratia Metodo calcolo: FEM

Profondità massima di infissione

14 [m]

Fase: 1 Analisi geotecnica Fase: 1 - Combinazione: 1

Altezza scavo

2,63 [m]

Tipo:

S.L.U. [GEO-STR]

Nome:

A1+M1+R1_SLU

Coefficienti sismici:

Kh = 0, Kv = 0

Coefficienti parziali azioni

Nr.	Azioni	Fattori combinazione
1	Peso proprio	1
2	Spinta terreno	1,3
3	Spinta falda	1,5
4	Spinta sismica x	1,5
5	Spinta sismica y	1

Coefficienti parziali terreno

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo resistenza taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1
5	Angolo di attrito terra parete	1

Coefficienti resistenze capacità portante verticale

Nr.	Capacità portante	Coefficienti resistenze
1	Punta	1
2	Laterale compressione	1
3	Totale	1
4	Laterale trazione	1
5	Orizzontale	1

Profondità di infissione

14,00 [m]

Pressione massima terreno

22,18 [kPa]

Momento massimo

17,72 [kNm/m]

Taglio massimo

12,73 [kN/m]

Sollecitazioni

Z [m]	Pressioni totali terreno [kPa]	Sforzo normale [kN/m]	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]	Spostamento [cm]	Modulo reazione [kN/m³]
0,18	--	2,22	0,00	0,04	0,2096	--
0,35	--	4,43	0,01	-0,01	0,2026	--
0,53	--	6,65	0,01	0,01	0,1956	--

0,70	--	8,86	0,01	0,03	0,1885	--
0,88	--	11,08	0,00	0,13	0,1815	--
1,05	--	13,29	0,02	0,20	0,1744	--
1,23	--	15,51	0,06	0,12	0,1674	--
1,40	--	17,72	0,07	0,11	0,1604	--
1,58	--	19,94	0,08	0,13	0,1533	--
1,75	--	22,15	0,10	0,18	0,1463	--
1,93	--	24,37	0,12	-0,36	0,1393	--
2,10	17,75	26,58	0,07	-3,03	0,1322	--
2,28	19,23	28,80	-0,46	-6,39	0,1252	--
2,45	20,70	31,02	-1,58	-9,84	0,1181	--
2,63	22,18	34,23	-3,31	-12,73	0,1111	10700,03
3,30	--	41,85	-11,79	-6,65	0,0852	10700,03
3,96	-6,61	50,47	-16,23	-2,24	0,0618	10700,03
4,63	-4,48	59,09	-17,72	0,75	0,0419	10700,03
5,30	-2,76	67,72	-17,23	2,59	0,0258	10700,03
5,96	-1,45	76,34	-15,50	3,56	0,0135	10700,03
6,63	-0,57	84,96	-13,13	3,94	0,0047	12270,79
7,30	0,16	89,58	-10,50	3,84	-0,0013	12270,79
7,96	0,61	94,20	-7,94	3,43	-0,0049	12270,79
8,63	0,83	98,82	-5,65	2,88	-0,0068	12270,79
9,30	0,91	103,44	-3,74	2,27	-0,0074	12270,79
9,96	0,88	108,07	-2,22	1,69	-0,0071	12270,79
10,63	0,78	112,69	-1,10	1,17	-0,0064	12270,79
11,30	0,66	117,31	-0,32	0,73	-0,0054	12270,79
11,96	0,52	121,93	0,17	0,38	-0,0043	12270,79
12,63	0,39	126,55	0,42	0,12	-0,0032	12270,79
13,30	0,27	131,17	0,50	-0,06	-0,0022	12270,79
13,96	0,16	135,79	0,46	-0,17	-0,0013	12270,79
14,63	0,07	140,41	0,35	-0,22	-0,0006	12270,79
15,30	-0,02	145,04	0,20	-0,20	0,0001	12270,79
15,96	-0,16	149,66	0,07	-0,10	0,0008	20445,49

Fase: 1 - Combinazione: 2

Altezza scavo

Tipo:

Nome:

Coefficienti sismici:

Coefficienti parziali azioni

2,63 [m]

S.L.U. [GEO]

A2+M2+R1_SLU

Kh = 0, Kv = 0

Nr.	Azioni	Fattori combinazione
1	Peso proprio	1
2	Spinta terreno	1,3
3	Spinta falda	1,3
4	Spinta sismica x	1,3
5	Spinta sismica y	1

Coefficienti parziali terreno

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo resistenza taglio	1,25
2	Coesione efficace	1,25
3	Resistenza non drenata	1,4
4	Peso unità volume	1
5	Angolo di attrito terra parete	1

Coefficienti resistenze capacità portante verticale

Nr.	Capacità portante	Coefficienti resistenze
1	Punta	1
2	Laterale compressione	1
3	Totale	1
4	Laterale trazione	1
5	Orizzontale	1

Profondità di infissione	14,00 [m]
Pressione massima terreno	27,12 [kPa]
Momento massimo	38,27 [kNm/m]
Taglio massimo	22,78 [KN/m]

Sollecitazioni

Z [m]	Pressioni totali terreno [kPa]	Sforzo normale [kN/m]	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]	Spostamento [cm]	Modulo reazione [kN/m³]
0,18	--	2,22	0,00	0,29	0,5091	--
0,35	--	4,43	0,04	-0,11	0,4922	--
0,53	--	6,65	0,03	-0,03	0,4754	--
0,70	--	9,86	0,00	0,22	0,4586	--
0,88	--	12,08	0,00	0,42	0,4417	--
1,05	--	14,29	0,06	0,42	0,4249	--
1,23	--	16,51	0,15	0,11	0,4081	--
1,40	--	18,72	0,16	-0,18	0,3912	--
1,58	16,27	20,94	0,13	-2,67	0,3744	--
1,75	18,08	23,15	-0,35	-5,64	0,3575	--
1,93	19,89	26,37	-1,37	-9,04	0,3407	--
2,10	21,70	28,58	-2,97	-12,91	0,3239	--
2,28	23,51	30,80	-5,24	-17,10	0,3071	--
2,45	25,32	33,02	-8,24	-21,19	0,2905	--
2,63	27,12	35,23	-11,95	-22,78	0,2739	7406,46
3,30	--	44,85	-27,14	-12,25	0,2132	7406,46
3,96	-11,72	53,47	-35,30	-4,44	0,1582	7406,46
4,63	-8,21	62,09	-38,27	1,03	0,1109	7406,46
5,30	-5,33	71,72	-37,58	4,58	0,0719	7406,46
5,96	-3,05	80,34	-34,52	6,64	0,0412	7406,46
6,63	-1,53	88,96	-30,09	7,65	0,0181	8467,10
7,30	-0,14	93,58	-24,99	7,74	0,0016	8467,10
7,96	0,78	98,20	-19,83	7,22	-0,0093	8467,10
8,63	1,33	102,82	-15,02	6,33	-0,0157	8467,10
9,30	1,60	107,44	-10,79	5,27	-0,0189	8467,10
9,96	1,66	112,07	-7,28	4,16	-0,0196	8467,10
10,63	1,58	116,69	-4,51	3,11	-0,0186	8467,10
11,30	1,41	121,31	-2,43	2,17	-0,0167	8467,10
11,96	1,20	125,93	-0,99	1,37	-0,0141	8467,10
12,63	0,96	130,55	-0,08	0,73	-0,0114	8467,10
13,30	0,73	135,17	0,41	0,24	-0,0086	8467,10
13,96	0,50	139,79	0,57	-0,09	-0,0059	8467,10
14,63	0,28	144,41	0,51	-0,27	-0,0033	8467,10
15,30	0,06	149,04	0,33	-0,32	-0,0008	8467,10
15,96	-0,21	153,66	0,12	-0,18	0,0017	12913,78

Fase: 1 - Combinazione: 3**Altezza scavo****2,63 [m]**

Tipo:

S.L.U. [GEO-STR]

Nome:

A_unitari+M1+R3_SLV

Coefficienti sismici:

Kh = 0,523, Kv = 0,262

Coefficienti parziali azioni

Nr.	Azioni	Fattori combinazione
1	Peso proprio	1
2	Spinta terreno	1
3	Spinta falda	1
4	Spinta sismica x	1
5	Spinta sismica y	1

Coefficienti parziali terreno

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo resistenza taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1
5	Angolo di attrito terra parete	1

Coefficienti resistenze capacità portante verticale

Nr.	Capacità portante	Coefficienti resistenze
1	Punta	1,35
2	Laterale compressione	1,15
3	Totale	1,3
4	Laterale trazione	1,25
5	Orizzontale	1,3

Profondità di infissione

14,00 [m]

Pressione massima terreno

30,98 [kPa]

Momento massimo

103,52 [kNm/m]

Taglio massimo

47,13 [KN/m]

Sollecitazioni

Z [m]	Pressioni totali terreno [kPa]	Sforzo normale [kN/m]	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]	Spostamento [cm]	Modulo reazione [kN/m³]
0,18	28,92	2,22	-0,47	-7,26	1,0699	--
0,35	26,85	4,43	-1,74	-12,60	1,0260	--
0,53	24,79	6,65	-3,93	-17,02	0,9822	--
0,70	22,72	8,86	-6,95	-20,20	0,9385	--
0,88	20,66	11,08	-10,57	-23,77	0,8949	--
1,05	18,59	13,29	-14,73	-26,84	0,8514	--
1,23	16,52	15,51	-19,44	-30,09	0,8082	--
1,40	14,46	17,72	-24,71	-32,71	0,7652	--
1,58	12,39	19,94	-30,45	-34,65	0,7227	--
1,75	10,33	22,15	-36,54	-36,29	0,6806	--
1,93	8,26	24,37	-42,92	-37,99	0,6391	--
2,10	19,85	26,58	-49,60	-41,20	0,5982	--
2,28	18,92	28,80	-56,83	-44,61	0,5581	--
2,45	17,99	31,02	-64,64	-47,13	0,5189	--

2,63	17,06	34,23	-72,91	-35,31	0,4806	10700,03
3,30	--	41,85	-96,45	-10,62	0,3462	10700,03
3,96	-24,89	50,47	-103,52	5,98	0,2327	10700,03
4,63	-15,16	59,09	-99,54	16,08	0,1417	10700,03
5,30	-7,76	67,72	-88,82	21,25	0,0725	10700,03
5,96	-2,45	76,34	-74,65	22,91	0,0229	10700,03
6,63	1,24	84,96	-59,37	22,09	-0,0101	12270,79
7,30	3,67	89,58	-44,64	19,64	-0,0299	12270,79
7,96	4,88	94,20	-31,55	16,39	-0,0398	12270,79
8,63	5,22	98,82	-20,62	12,91	-0,0426	12270,79
9,30	4,99	103,44	-12,02	9,58	-0,0407	12270,79
9,96	4,42	108,07	-5,64	6,63	-0,0361	12270,79
10,63	3,69	112,69	-1,22	4,16	-0,0301	12270,79
11,30	2,92	117,31	1,56	2,22	-0,0238	12270,79
11,96	2,19	121,93	3,04	0,76	-0,0178	12270,79
12,63	1,53	126,55	3,54	-0,26	-0,0125	12270,79
13,30	0,97	131,17	3,37	-0,90	-0,0079	12270,79
13,96	0,49	135,79	2,76	-1,23	-0,0040	12270,79
14,63	0,09	140,41	1,94	-1,29	-0,0008	12270,79
15,30	-0,25	145,04	1,08	-1,12	0,0021	12270,79
15,96	-0,95	149,66	0,34	-0,50	0,0047	20445,49

Fase: 1 - Combinazione: 4

Altezza scavo

Tipo:

Nome:

Coefficienti sismici:

Coefficienti parziali azioni

2,63 [m]

S.L.U. [GEO-STR]

A_unitari+M1+R3_SLC

Kh = 0,562, Kv = 0,281

Nr.	Azioni	Fattori combinazione
1	Peso proprio	1
2	Spinta terreno	1
3	Spinta falda	1
4	Spinta sismica x	1
5	Spinta sismica y	1

Coefficienti parziali terreno

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo resistenza taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1
5	Angolo di attrito terra parete	1

Coefficienti resistenze capacità portante verticale

Nr.	Capacità portante	Coefficienti resistenze
1	Punta	1,35
2	Laterale compressione	1,15
3	Totale	1,3
4	Laterale trazione	1,25
5	Orizzontale	1,3

Profondità di infissione

14,00 [m]

Pressione massima terreno

31,06 [kPa]

Momento massimo

103,75 [kNm/m]

Taglio massimo

47,12 [kN/m]

Sollecitazioni

Z [m]	Pressioni totali terreno [kPa]	Sforzo normale [kN/m]	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]	Spostamento [cm]	Modulo reazione [kN/m³]
0,18	28,99	2,22	-0,46	-7,40	1,0721	--
0,35	26,92	4,43	-1,78	-12,54	1,0282	--
0,53	24,85	6,65	-3,93	-17,01	0,9843	--
0,70	22,78	8,86	-6,96	-20,47	0,9405	--
0,88	20,71	11,08	-10,58	-23,86	0,8968	--
1,05	18,64	13,29	-14,76	-26,93	0,8532	--
1,23	16,57	15,51	-19,49	-30,07	0,8099	--
1,40	14,49	17,72	-24,79	-32,70	0,7668	--
1,58	12,42	19,94	-30,52	-34,66	0,7242	--
1,75	10,35	22,15	-36,62	-36,45	0,6820	--
1,93	8,28	24,37	-43,03	-38,07	0,6404	--
2,10	19,86	26,58	-49,75	-41,14	0,5994	--
2,28	18,93	28,80	-56,97	-44,69	0,5592	--
2,45	18,00	31,02	-64,81	-47,12	0,5199	--
2,63	17,06	34,23	-73,08	-35,38	0,4816	10700,03
3,30	--	41,85	-96,67	-10,63	0,3469	10700,03
3,96	-24,94	50,47	-103,75	6,00	0,2331	10700,03
4,63	-15,19	59,09	-99,75	16,12	0,1419	10700,03
5,30	-7,77	67,72	-89,01	21,30	0,0726	10700,03
5,96	-2,46	76,34	-74,80	22,96	0,0230	10700,03
6,63	1,24	84,96	-59,50	22,14	-0,0101	12270,79
7,30	3,68	89,58	-44,74	19,69	-0,0300	12270,79
7,96	4,89	94,20	-31,61	16,42	-0,0399	12270,79
8,63	5,24	98,82	-20,66	12,93	-0,0427	12270,79
9,30	5,00	103,44	-12,04	9,60	-0,0408	12270,79
9,96	4,43	108,07	-5,64	6,64	-0,0361	12270,79
10,63	3,70	112,69	-1,22	4,17	-0,0302	12270,79
11,30	2,93	117,31	1,56	2,22	-0,0239	12270,79
11,96	2,19	121,93	3,04	0,76	-0,0179	12270,79
12,63	1,53	126,55	3,55	-0,26	-0,0125	12270,79
13,30	0,97	131,17	3,38	-0,91	-0,0079	12270,79
13,96	0,49	135,79	2,77	-1,24	-0,0040	12270,79
14,63	0,09	140,41	1,95	-1,30	-0,0008	12270,79
15,30	-0,25	145,04	1,08	-1,12	0,0021	12270,79
15,96	-0,95	149,66	0,34	-0,50	0,0047	20445,49

Fase: 1 - Combinazione: 5

Altezza scavo

2,63 [m]

Tipo:

S.L.U. [GEO-STR]

Nome:

A_unitari+M1+R3_SLD

Coefficienti sismici:

Kh = 0,339, Kv = 0,17

Coefficienti parziali azioni

Nr.	Azioni	Fattori combinazione
1	Peso proprio	1
2	Spinta terreno	1
3	Spinta falda	1

4	Spinta sismica x	1
5	Spinta sismica y	1

Coefficienti parziali terreno

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo resistenza taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1
5	Angolo di attrito terra parete	1

Coefficienti resistenze capacità portante verticale

Nr.	Capacità portante	Coefficienti resistenze
1	Punta	1,35
2	Laterale compressione	1,15
3	Totale	1,3
4	Laterale trazione	1,25
5	Orizzontale	1,3

Profondità di infissione	14,00 [m]
Pressione massima terreno	29,32 [kPa]
Momento massimo	98,65 [kNm/m]
Taglio massimo	44,98 [KN/m]

Sollecitazioni

Z [m]	Pressioni totali terreno [kPa]	Sforzo normale [kN/m]	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]	Spostamento [cm]	Modulo reazione [kN/m³]
0,18	27,37	2,22	-0,45	-6,84	1,0212	--
0,35	25,41	4,43	-1,67	-11,80	0,9794	--
0,53	23,46	6,65	-3,72	-16,00	0,9376	--
0,70	21,50	8,86	-6,56	-19,25	0,8960	--
0,88	19,55	11,08	-9,99	-22,54	0,8544	--
1,05	17,59	13,29	-13,92	-25,49	0,8130	--
1,23	15,64	15,51	-18,35	-28,64	0,7718	--
1,40	13,68	17,72	-23,40	-30,90	0,7308	--
1,58	11,73	19,94	-28,81	-32,77	0,6903	--
1,75	9,77	22,15	-34,56	-34,42	0,6501	--
1,93	7,82	24,37	-40,62	-36,08	0,6105	--
2,10	19,52	26,58	-46,94	-39,05	0,5716	--
2,28	18,70	28,80	-53,82	-42,44	0,5333	--
2,45	17,88	31,02	-61,25	-44,98	0,4959	--
2,63	17,06	34,23	-69,13	-33,94	0,4594	10700,03
3,30	--	41,85	-91,76	-10,32	0,3312	10700,03
3,96	-23,83	50,47	-98,65	5,57	0,2227	10700,03
4,63	-14,53	59,09	-94,93	15,25	0,1358	10700,03
5,30	-7,46	67,72	-84,77	20,22	0,0697	10700,03
5,96	-2,38	76,34	-71,28	21,83	0,0223	10700,03
6,63	1,15	84,96	-56,73	21,07	-0,0094	12270,79
7,30	3,48	89,58	-42,68	18,75	-0,0284	12270,79
7,96	4,65	94,20	-30,18	15,65	-0,0379	12270,79
8,63	4,98	98,82	-19,75	12,33	-0,0406	12270,79
9,30	4,76	103,44	-11,53	9,16	-0,0388	12270,79

9,96	4,22	108,07	-5,42	6,34	-0,0344	12270,79
10,63	3,53	112,69	-1,20	3,99	-0,0287	12270,79
11,30	2,79	117,31	1,46	2,13	-0,0228	12270,79
11,96	2,09	121,93	2,88	0,73	-0,0170	12270,79
12,63	1,46	126,55	3,37	-0,24	-0,0119	12270,79
13,30	0,93	131,17	3,21	-0,86	-0,0075	12270,79
13,96	0,47	135,79	2,64	-1,17	-0,0039	12270,79
14,63	0,09	140,41	1,85	-1,23	-0,0007	12270,79
15,30	-0,24	145,04	1,03	-1,06	0,0020	12270,79
15,96	-0,91	149,66	0,32	-0,48	0,0044	20445,49

Fase: 1 - Combinazione: 6

Altezza scavo

2,63 [m]

Tipo:

S.L.E. [GEO-STR]

Nome:

A_unitari+M1+R3_SLO

Coefficienti sismici:

Kh = 0,112, Kv = 0,056

Coefficienti parziali azioni

Nr.	Azioni	Fattori combinazione
1	Peso proprio	1
2	Spinta terreno	1
3	Spinta falda	1
4	Spinta sismica x	1
5	Spinta sismica y	1

Coefficienti parziali terreno

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo resistenza taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1
5	Angolo di attrito terra parete	1

Coefficienti resistenze capacità portante verticale

Nr.	Capacità portante	Coefficienti resistenze
1	Punta	1,35
2	Laterale compressione	1,15
3	Totale	1,3
4	Laterale trazione	1,25
5	Orizzontale	1,3

Profondità di infissione

14,00 [m]

Pressione massima terreno

17,06 [kPa]

Momento massimo

26,82 [kNm/m]

Taglio massimo

13,71 [KN/m]

Sollecitazioni

Z [m]	Pressioni totali terreno [kPa]	Sforzo normale [kN/m]	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]	Spostamento [cm]	Modulo reazione [kN/m³]
0,18	4,44	2,22	-0,07	-1,10	0,3008	--
0,35	4,12	4,43	-0,27	-1,86	0,2894	--

0,53	3,81	6,65	-0,59	-2,60	0,2781	--
0,70	3,49	8,86	-1,06	-3,08	0,2668	--
0,88	3,17	11,08	-1,62	-3,58	0,2556	--
1,05	2,85	13,29	-2,24	-4,05	0,2443	--
1,23	2,54	15,51	-2,94	-4,58	0,2331	--
1,40	2,22	17,72	-3,75	-4,95	0,2219	--
1,58	1,90	19,94	-4,61	-5,24	0,2108	--
1,75	1,59	22,15	-5,54	-5,45	0,1997	--
1,93	1,27	24,37	-6,51	-6,09	0,1888	--
2,10	14,60	26,58	-7,58	-8,28	0,1779	--
2,28	15,42	28,80	-9,03	-10,98	0,1672	--
2,45	16,24	31,02	-10,95	-13,65	0,1566	--
2,63	17,06	34,23	-13,35	-13,71	0,1461	10700,03
3,30	--	41,85	-22,49	-5,96	0,1087	10700,03
3,96	-8,13	50,47	-26,46	-0,54	0,0760	10700,03
4,63	-5,25	59,09	-26,82	2,95	0,0490	10700,03
5,30	-2,99	67,72	-24,85	4,95	0,0279	10700,03
5,96	-1,32	76,34	-21,55	5,84	0,0123	10700,03
6,63	-0,18	84,96	-17,66	5,96	0,0015	12270,79
7,30	0,67	89,58	-13,69	5,51	-0,0054	12270,79
7,96	1,14	94,20	-10,01	4,75	-0,0093	12270,79
8,63	1,34	98,82	-6,85	3,85	-0,0110	12270,79
9,30	1,36	103,44	-4,28	2,95	-0,0111	12270,79
9,96	1,25	108,07	-2,31	2,12	-0,0102	12270,79
10,63	1,08	112,69	-0,90	1,40	-0,0088	12270,79
11,30	0,88	117,31	0,03	0,81	-0,0071	12270,79
11,96	0,68	121,93	0,58	0,36	-0,0055	12270,79
12,63	0,49	126,55	0,82	0,04	-0,0040	12270,79
13,30	0,32	131,17	0,84	-0,18	-0,0026	12270,79
13,96	0,18	135,79	0,72	-0,30	-0,0015	12270,79
14,63	0,06	140,41	0,52	-0,34	-0,0005	12270,79
15,30	-0,05	145,04	0,30	-0,30	0,0004	12270,79
15,96	-0,25	149,66	0,10	-0,14	0,0012	20445,49

Fase: 1 - Combinazione: 7

Altezza scavo

Tipo:

Nome:

Coefficienti sismici:

Coefficienti parziali azioni

2,63 [m]

S.L.U. [GEO]

SLE

Kh = 0, Kv = 0

Nr.	Azioni	Fattori combinazione
1	Peso proprio	1
2	Spinta terreno	1
3	Spinta falda	1
4	Spinta sismica x	1
5	Spinta sismica y	1

Coefficienti parziali terreno

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo resistenza taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1
5	Angolo di attrito terra parete	1

Coefficienti resistenze capacità portante verticale

Nr.	Capacità portante	Coefficienti resistenze
1	Punta	1
2	Laterale compressione	1
3	Totale	1
4	Laterale trazione	1
5	Orizzontale	1

Profondità di infissione	14,00 [m]
Pressione massima terreno	17,06 [kPa]
Momento massimo	13,63 [kNm/m]
Taglio massimo	9,79 [kN/m]

Sollecitazioni

Z [m]	Pressioni totali terreno [kPa]	Sforzo normale [kN/m]	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]	Spostamento [cm]	Modulo reazione [kN/m³]
0,18	--	2,22	0,00	0,08	0,1613	--
0,35	--	4,43	0,01	0,01	0,1558	--
0,53	--	6,65	0,01	0,01	0,1504	--
0,70	--	8,86	0,00	0,04	0,1450	--
0,88	--	11,08	0,00	0,10	0,1396	--
1,05	--	13,29	0,02	0,15	0,1342	--
1,23	--	15,51	0,04	0,12	0,1288	--
1,40	--	17,72	0,06	0,06	0,1234	--
1,58	--	19,94	0,06	0,09	0,1179	--
1,75	--	22,15	0,08	0,10	0,1125	--
1,93	--	24,37	0,09	-0,24	0,1071	--
2,10	13,65	26,58	0,05	-2,29	0,1017	--
2,28	14,79	28,80	-0,36	-4,89	0,0963	--
2,45	15,93	31,02	-1,21	-7,59	0,0909	--
2,63	17,06	34,23	-2,54	-9,79	0,0855	10700,03
3,30	--	41,85	-9,07	-5,12	0,0656	10700,03
3,96	-5,09	50,47	-12,48	-1,72	0,0475	10700,03
4,63	-3,45	59,09	-13,63	0,57	0,0322	10700,03
5,30	-2,13	67,72	-13,25	1,99	0,0199	10700,03
5,96	-1,11	76,34	-11,92	2,74	0,0104	10700,03
6,63	-0,44	84,96	-10,10	3,03	0,0036	12270,79
7,30	0,12	89,58	-8,07	2,95	-0,0010	12270,79
7,96	0,47	94,20	-6,11	2,64	-0,0038	12270,79
8,63	0,64	98,82	-4,35	2,21	-0,0052	12270,79
9,30	0,70	103,44	-2,87	1,75	-0,0057	12270,79
9,96	0,67	108,07	-1,71	1,30	-0,0055	12270,79
10,63	0,60	112,69	-0,84	0,90	-0,0049	12270,79
11,30	0,51	117,31	-0,24	0,56	-0,0041	12270,79
11,96	0,40	121,93	0,13	0,29	-0,0033	12270,79
12,63	0,30	126,55	0,32	0,09	-0,0025	12270,79
13,30	0,21	131,17	0,39	-0,05	-0,0017	12270,79
13,96	0,13	135,79	0,35	-0,13	-0,0010	12270,79
14,63	0,05	140,41	0,27	-0,17	-0,0004	12270,79
15,30	-0,01	145,04	0,16	-0,16	0,0001	12270,79
15,96	-0,12	149,66	0,05	-0,08	0,0006	20445,49

Risultati analisi strutturale

Fase: 1 Risultati analisi strutturale

Fase: 1 - Combinazione: 1

Z [m]	Nome sezione	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	Nr.Barre Diametro	Nu [kN]	Mu [kNm]	Cond. Verifica Flessione	Ver. Flessione
0,18	d.600- i=1.00	2,22	0,00	0,035	8Ø20	2,22	150,54	1505,36	Verificata
0,35	d.600- i=1.00	4,43	0,01	-0,005	8Ø20	4,43	150,92	12411,07	Verificata
0,53	d.600- i=1.00	6,65	0,01	0,008	8Ø20	6,65	151,30	1512,98	Verificata
0,70	d.600- i=1.00	8,86	0,01	0,029	8Ø20	8,86	151,68	1516,78	Verificata
0,88	d.600- i=1.00	11,08	0,00	0,126	8Ø20	11,07	152,06	1520,58	Verificata
1,05	d.600- i=1.00	13,29	0,02	0,204	8Ø20	13,29	152,44	6586,66	Verificata
1,23	d.600- i=1.00	15,51	0,06	0,118	8Ø20	15,51	152,82	2725,53	Verificata
1,40	d.600- i=1.00	17,72	0,07	0,108	8Ø20	17,71	153,20	2295,83	Verificata
1,58	d.600- i=1.00	19,94	0,08	0,130	8Ø20	19,94	153,58	1865,80	Verificata
1,75	d.600- i=1.00	22,15	0,10	0,181	8Ø20	22,15	153,96	1549,56	Verificata
1,93	d.600- i=1.00	24,37	0,12	-0,356	8Ø20	24,36	154,34	1235,41	Verificata
2,10	d.600- i=1.00	26,58	0,07	-3,033	8Ø20	26,58	154,72	2254,63	Verificata
2,28	d.600- i=1.00	28,80	-0,46	-6,390	8Ø20	28,80	-155,10	337,68	Verificata
2,45	d.600- i=1.00	31,02	-1,58	-9,842	8Ø20	31,02	-155,48	98,37	Verificata
2,63	d.600- i=1.00	34,23	-3,31	-12,732	8Ø20	34,22	-156,03	47,20	Verificata
3,30	d.600- i=1.00	41,85	-11,79	-6,651	8Ø20	41,85	-157,34	13,34	Verificata
3,96	d.600- i=1.00	50,47	-16,23	-2,242	8Ø20	50,48	-158,80	9,79	Verificata
4,63	d.600- i=1.00	59,09	-17,72	0,745	8Ø20	59,09	-160,26	9,04	Verificata
5,30	d.600- i=1.00	67,72	-17,23	2,587	8Ø20	67,71	-161,72	9,39	Verificata
5,96	d.600- i=1.00	76,34	-15,50	3,564	8Ø20	76,34	-163,18	10,53	Verificata
6,63	d.600- i=1.00	84,96	-13,13	3,942	8Ø20	84,97	-164,63	12,54	Verificata
7,30	d.600- i=1.00	89,58	-10,50	3,835	8Ø20	89,58	-165,40	15,76	Verificata
7,96	d.600- i=1.00	94,20	-7,94	3,432	8Ø20	94,20	-166,17	20,93	Verificata
8,63	d.600- i=1.00	98,82	-5,65	2,876	8Ø20	98,82	-166,95	29,54	Verificata

9,30	d.600- i=1.00	103,44	-3,74	2,272	8Ø20	103,45	-167,72	44,90	Verificata
9,96	d.600- i=1.00	108,06	-2,22	1,688	8Ø20	108,07	-168,49	75,88	Verificata
10,63	d.600- i=1.00	112,69	-1,10	1,167	8Ø20	112,68	-169,27	154,57	Verificata
11,30	d.600- i=1.00	117,31	-0,32	0,729	8Ø20	117,31	-170,03	536,26	Verificata
11,96	d.600- i=1.00	121,93	0,17	0,380	8Ø20	121,93	170,80	1011,67	Verificata
12,63	d.600- i=1.00	126,55	0,42	0,119	8Ø20	126,54	171,56	406,08	Verificata
13,30	d.600- i=1.00	131,17	0,50	-0,061	8Ø20	131,17	172,32	343,19	Verificata
13,96	d.600- i=1.00	135,79	0,46	-0,171	8Ø20	135,79	173,09	375,25	Verificata
14,63	d.600- i=1.00	140,41	0,35	-0,216	8Ø20	140,42	173,85	500,18	Verificata
15,30	d.600- i=1.00	145,04	0,20	-0,205	8Ø20	145,03	174,61	858,89	Verificata
15,96	d.600- i=1.00	149,66	0,07	-0,100	8Ø20	149,66	175,37	2619,83	Verificata

Z [m]	Def.Max calcestruzz o	Def.Max acciaio	Asse neutro [cm]	Passo staffe [cm]	Resistenza taglio kN	Misura sicurezza taglio OK<=1	Verifica a taglio	Angolo inclinazion e puntoni [°]
0,18	9,84E-04	-1,96E-03	12,27	15,9Ø12	Calcestruzz o=504,05 Staffe=552, 42	0,00	Verificata	21,80
0,35	9,86E-04	-1,96E-03	12,23	15,9Ø12	Calcestruzz o=503,88 Staffe=552, 25	0,00	Verificata	21,80
0,53	9,89E-04	-1,96E-03	12,20	15,9Ø12	Calcestruzz o=503,72 Staffe=552, 08	0,00	Verificata	21,80
0,70	9,92E-04	-1,96E-03	12,17	15,9Ø12	Calcestruzz o=503,56 Staffe=551, 92	0,00	Verificata	21,80
0,88	9,94E-04	-1,96E-03	12,14	15,9Ø12	Calcestruzz o=504,79 Staffe=551, 75	0,00	Verificata	21,80
1,05	9,97E-04	-1,96E-03	12,11	15,9Ø12	Calcestruzz o=504,90 Staffe=551, 59	0,00	Verificata	21,80
1,23	9,99E-04	-1,96E-03	12,08	15,9Ø12	Calcestruzz o=505,01 Staffe=551, 42	0,00	Verificata	21,80
1,40	1,00E-03	-1,96E-03	12,05	15,9Ø12	Calcestruzz	0,00	Verificata	21,80

					o=505,13 Staffe=551, 26			
1,58	1,00E-03	-1,96E-03	12,02	15,9Ø12	Calcestruzz o=505,24 Staffe=551, 09	0,00	Verificata	21,80
1,75	1,01E-03	-1,96E-03	11,99	15,9Ø12	Calcestruzz o=513,69 Staffe=545, 82	0,00	Verificata	21,80
1,93	1,01E-03	-1,96E-03	11,96	15,9Ø12	Calcestruzz o=513,81 Staffe=545, 65	0,00	Verificata	21,80
2,10	1,01E-03	-1,96E-03	11,93	15,9Ø12	Calcestruzz o=513,92 Staffe=545, 49	0,01	Verificata	21,80
2,28	1,02E-03	-1,96E-03	-11,89	15,9Ø12	Calcestruzz o=514,03 Staffe=545, 33	0,01	Verificata	21,80
2,45	1,02E-03	-1,96E-03	-11,86	15,9Ø12	Calcestruzz o=514,14 Staffe=545, 16	0,02	Verificata	21,80
2,63	1,02E-03	-1,96E-03	-11,82	15,9Ø12	Calcestruzz o=514,31 Staffe=544, 93	0,02	Verificata	21,80
3,30	1,03E-03	-1,96E-03	-11,71	15,9Ø12	Calcestruzz o=514,70 Staffe=544, 38	0,01	Verificata	21,80
3,96	1,04E-03	-1,96E-03	-11,60	15,9Ø12	Calcestruzz o=515,16 Staffe=543, 76	0,00	Verificata	21,80
4,63	1,05E-03	-1,96E-03	-11,48	15,9Ø12	Calcestruzz o=515,61 Staffe=543, 15	0,00	Verificata	21,80
5,30	1,06E-03	-1,96E-03	-11,37	15,9Ø12	Calcestruzz o=516,07 Staffe=542, 55	0,01	Verificata	21,80
5,96	1,07E-03	-1,96E-03	-11,25	15,9Ø12	Calcestruzz o=516,52 Staffe=541, 94	0,01	Verificata	21,80
6,63	1,08E-03	-1,96E-03	-11,14	15,9Ø12	Calcestruzz o=516,99 Staffe=541, 35	0,01	Verificata	21,80
7,30	1,09E-03	-1,96E-03	-11,08	15,9Ø12	Calcestruzz o=517,24	0,01	Verificata	21,80

					Staffe=541,04			
7,96	1,09E-03	-1,96E-03	-11,02	15,9Ø12	Calcestruzzo=517,49 Staffe=540,72	0,01	Verificata	21,80
8,63	1,10E-03	-1,96E-03	-10,96	15,9Ø12	Calcestruzzo=517,75 Staffe=540,41	0,01	Verificata	21,80
9,30	1,10E-03	-1,96E-03	-10,90	15,9Ø12	Calcestruzzo=518,00 Staffe=540,10	0,00	Verificata	21,80
9,96	1,11E-03	-1,96E-03	-10,85	15,9Ø12	Calcestruzzo=518,25 Staffe=539,78	0,00	Verificata	21,80
10,63	1,11E-03	-1,96E-03	-10,79	15,9Ø12	Calcestruzzo=518,50 Staffe=539,47	0,00	Verificata	21,80
11,30	1,12E-03	-1,96E-03	-10,73	15,9Ø12	Calcestruzzo=518,75 Staffe=539,16	0,00	Verificata	21,80
11,96	1,12E-03	-1,96E-03	10,67	15,9Ø12	Calcestruzzo=519,01 Staffe=538,86	0,00	Verificata	21,80
12,63	1,13E-03	-1,96E-03	10,61	15,9Ø12	Calcestruzzo=519,27 Staffe=538,56	0,00	Verificata	21,80
13,30	1,13E-03	-1,96E-03	10,56	15,9Ø12	Calcestruzzo=519,53 Staffe=538,26	0,00	Verificata	21,80
13,96	1,14E-03	-1,96E-03	10,50	15,9Ø12	Calcestruzzo=519,79 Staffe=537,96	0,00	Verificata	21,80
14,63	1,14E-03	-1,96E-03	10,44	15,9Ø12	Calcestruzzo=520,04 Staffe=537,66	0,00	Verificata	21,80
15,30	1,15E-03	-1,96E-03	10,39	15,9Ø12	Calcestruzzo=520,30 Staffe=537,36	0,00	Verificata	21,80
15,96	1,15E-03	-1,96E-03	10,33	15,9Ø12	Calcestruzzo=520,56 Staffe=537,06	0,00	Verificata	21,80

Fase: 1 - Combinazione: 3

Z [m]	Nome sezione	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	Nr.Barre Diametro	Nu [kN]	Mu [kNm]	Cond. Verifica Flessione	Ver. Flessione
0,18	d.600- i=1.00	2,22	-0,47	-7,262	8Ø20	2,22	-150,54	318,40	Verificata
0,35	d.600- i=1.00	4,43	-1,74	-12,596	8Ø20	4,43	-150,92	86,76	Verificata
0,53	d.600- i=1.00	6,65	-3,93	-17,021	8Ø20	6,65	-151,30	38,50	Verificata
0,70	d.600- i=1.00	8,86	-6,95	-20,197	8Ø20	8,86	-151,68	21,83	Verificata
0,88	d.600- i=1.00	11,08	-10,57	-23,768	8Ø20	11,07	-152,06	14,38	Verificata
1,05	d.600- i=1.00	13,29	-14,73	-26,839	8Ø20	13,29	-152,44	10,35	Verificata
1,23	d.600- i=1.00	15,51	-19,44	-30,094	8Ø20	15,51	-152,82	7,86	Verificata
1,40	d.600- i=1.00	17,72	-24,71	-32,715	8Ø20	17,71	-153,20	6,20	Verificata
1,58	d.600- i=1.00	19,94	-30,45	-34,653	8Ø20	19,94	-153,58	5,04	Verificata
1,75	d.600- i=1.00	22,15	-36,54	-36,292	8Ø20	22,15	-153,96	4,21	Verificata
1,93	d.600- i=1.00	24,37	-42,92	-37,993	8Ø20	24,36	-154,34	3,60	Verificata
2,10	d.600- i=1.00	26,58	-49,60	-41,204	8Ø20	26,58	-154,72	3,12	Verificata
2,28	d.600- i=1.00	28,80	-56,83	-44,613	8Ø20	28,80	-155,10	2,73	Verificata
2,45	d.600- i=1.00	31,02	-64,64	-47,127	8Ø20	31,02	-155,48	2,41	Verificata
2,63	d.600- i=1.00	34,23	-72,91	-35,314	8Ø20	34,22	-156,03	2,14	Verificata
3,30	d.600- i=1.00	41,85	-96,45	-10,618	8Ø20	41,85	-157,34	1,63	Verificata
3,96	d.600- i=1.00	50,47	-103,52	5,979	8Ø20	50,48	-158,80	1,53	Verificata
4,63	d.600- i=1.00	59,09	-99,54	16,083	8Ø20	59,09	-160,26	1,61	Verificata
5,30	d.600- i=1.00	67,72	-88,82	21,255	8Ø20	67,71	-161,72	1,82	Verificata
5,96	d.600- i=1.00	76,34	-74,65	22,911	8Ø20	76,34	-163,18	2,19	Verificata
6,63	d.600- i=1.00	84,96	-59,37	22,093	8Ø20	84,97	-164,63	2,77	Verificata
7,30	d.600- i=1.00	89,58	-44,64	19,644	8Ø20	89,58	-165,40	3,70	Verificata
7,96	d.600- i=1.00	94,20	-31,55	16,389	8Ø20	94,20	-166,17	5,27	Verificata
8,63	d.600- i=1.00	98,82	-20,62	12,905	8Ø20	98,82	-166,95	8,10	Verificata
9,30	d.600- i=1.00	103,44	-12,02	9,576	8Ø20	103,45	-167,72	13,95	Verificata
9,96	d.600- i=1.00	108,06	-5,64	6,627	8Ø20	108,07	-168,49	29,90	Verificata
10,63	d.600- i=1.00	112,69	-1,22	4,164	8Ø20	112,68	-169,27	139,04	Verificata

11,30	d.600- i=1.00	117,31	1,56	2,216	8Ø20	117,31	170,03	109,10	Verificata
11,96	d.600- i=1.00	121,93	3,04	0,759	8Ø20	121,93	170,80	56,26	Verificata
12,63	d.600- i=1.00	126,55	3,54	-0,261	8Ø20	126,54	171,56	48,44	Verificata
13,30	d.600- i=1.00	131,17	3,37	-0,905	8Ø20	131,17	172,32	51,17	Verificata
13,96	d.600- i=1.00	135,79	2,76	-1,233	8Ø20	135,79	173,09	62,61	Verificata
14,63	d.600- i=1.00	140,41	1,94	-1,295	8Ø20	140,42	173,85	89,49	Verificata
15,30	d.600- i=1.00	145,04	1,08	-1,116	8Ø20	145,03	174,61	161,77	Verificata
15,96	d.600- i=1.00	149,66	0,34	-0,503	8Ø20	149,66	175,37	522,91	Verificata

Z [m]	Def.Max calcestruzz o	Def.Max acciaio	Asse neutro [cm]	Passo staffe [cm]	Resistenza taglio kN	Misura sicurezza taglio OK<=1	Verifica a taglio	Angolo inclinazion e puntoni [°]
0,18	9,84E-04	-1,96E-03	-12,27	15,9Ø12	Calcestruzz o=504,05 Staffe=552, 42	0,01	Verificata	21,80
0,35	9,86E-04	-1,96E-03	-12,23	15,9Ø12	Calcestruzz o=503,88 Staffe=552, 25	0,02	Verificata	21,80
0,53	9,89E-04	-1,96E-03	-12,20	15,9Ø12	Calcestruzz o=503,72 Staffe=552, 08	0,03	Verificata	21,80
0,70	9,92E-04	-1,96E-03	-12,17	15,9Ø12	Calcestruzz o=503,56 Staffe=551, 92	0,04	Verificata	21,80
0,88	9,94E-04	-1,96E-03	-12,14	15,9Ø12	Calcestruzz o=504,79 Staffe=551, 75	0,05	Verificata	21,80
1,05	9,97E-04	-1,96E-03	-12,11	15,9Ø12	Calcestruzz o=504,90 Staffe=551, 59	0,05	Verificata	21,80
1,23	9,99E-04	-1,96E-03	-12,08	15,9Ø12	Calcestruzz o=505,01 Staffe=551, 42	0,06	Verificata	21,80
1,40	1,00E-03	-1,96E-03	-12,05	15,9Ø12	Calcestruzz o=505,13 Staffe=551, 26	0,06	Verificata	21,80
1,58	1,00E-03	-1,96E-03	-12,02	15,9Ø12	Calcestruzz o=505,24 Staffe=551,	0,07	Verificata	21,80

					09			
1,75	1,01E-03	-1,96E-03	-11,99	15,9Ø12	Calcestruzzo=513,69 Staffe=545,82	0,07	Verificata	21,80
1,93	1,01E-03	-1,96E-03	-11,96	15,9Ø12	Calcestruzzo=513,81 Staffe=545,65	0,07	Verificata	21,80
2,10	1,01E-03	-1,96E-03	-11,93	15,9Ø12	Calcestruzzo=513,92 Staffe=545,49	0,08	Verificata	21,80
2,28	1,02E-03	-1,96E-03	-11,89	15,9Ø12	Calcestruzzo=514,03 Staffe=545,33	0,09	Verificata	21,80
2,45	1,02E-03	-1,96E-03	-11,86	15,9Ø12	Calcestruzzo=514,14 Staffe=545,16	0,09	Verificata	21,80
2,63	1,02E-03	-1,96E-03	-11,82	15,9Ø12	Calcestruzzo=514,31 Staffe=544,93	0,07	Verificata	21,80
3,30	1,03E-03	-1,96E-03	-11,71	15,9Ø12	Calcestruzzo=514,70 Staffe=544,38	0,02	Verificata	21,80
3,96	1,04E-03	-1,96E-03	-11,60	15,9Ø12	Calcestruzzo=515,16 Staffe=543,76	0,01	Verificata	21,80
4,63	1,05E-03	-1,96E-03	-11,48	15,9Ø12	Calcestruzzo=515,61 Staffe=543,15	0,03	Verificata	21,80
5,30	1,06E-03	-1,96E-03	-11,37	15,9Ø12	Calcestruzzo=516,07 Staffe=542,55	0,04	Verificata	21,80
5,96	1,07E-03	-1,96E-03	-11,25	15,9Ø12	Calcestruzzo=516,52 Staffe=541,94	0,04	Verificata	21,80
6,63	1,08E-03	-1,96E-03	-11,14	15,9Ø12	Calcestruzzo=516,99 Staffe=541,35	0,04	Verificata	21,80
7,30	1,09E-03	-1,96E-03	-11,08	15,9Ø12	Calcestruzzo=517,24 Staffe=541,04	0,04	Verificata	21,80
7,96	1,09E-03	-1,96E-03	-11,02	15,9Ø12	Calcestruzzo=517,49 Staffe=540,72	0,03	Verificata	21,80

8,63	1,10E-03	-1,96E-03	-10,96	15,9Ø12	Calcestruzz o=517,75 Staffe=540, 41	0,02	Verificata	21,80
9,30	1,10E-03	-1,96E-03	-10,90	15,9Ø12	Calcestruzz o=518,00 Staffe=540, 10	0,02	Verificata	21,80
9,96	1,11E-03	-1,96E-03	-10,85	15,9Ø12	Calcestruzz o=518,25 Staffe=539, 78	0,01	Verificata	21,80
10,63	1,11E-03	-1,96E-03	-10,79	15,9Ø12	Calcestruzz o=518,50 Staffe=539, 47	0,01	Verificata	21,80
11,30	1,12E-03	-1,96E-03	10,73	15,9Ø12	Calcestruzz o=518,75 Staffe=539, 16	0,00	Verificata	21,80
11,96	1,12E-03	-1,96E-03	10,67	15,9Ø12	Calcestruzz o=519,01 Staffe=538, 86	0,00	Verificata	21,80
12,63	1,13E-03	-1,96E-03	10,61	15,9Ø12	Calcestruzz o=519,27 Staffe=538, 56	0,00	Verificata	21,80
13,30	1,13E-03	-1,96E-03	10,56	15,9Ø12	Calcestruzz o=519,53 Staffe=538, 26	0,00	Verificata	21,80
13,96	1,14E-03	-1,96E-03	10,50	15,9Ø12	Calcestruzz o=519,79 Staffe=537, 96	0,00	Verificata	21,80
14,63	1,14E-03	-1,96E-03	10,44	15,9Ø12	Calcestruzz o=520,04 Staffe=537, 66	0,00	Verificata	21,80
15,30	1,15E-03	-1,96E-03	10,39	15,9Ø12	Calcestruzz o=520,30 Staffe=537, 36	0,00	Verificata	21,80
15,96	1,15E-03	-1,96E-03	10,33	15,9Ø12	Calcestruzz o=520,56 Staffe=537, 06	0,00	Verificata	21,80

Fase: 1 - Combinazione: 4

Z [m]	Nome sezione	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	Nr.Barre Diametro	Nu [kN]	Mu [kNm]	Cond. Verifica Flessione	Ver. Flessione
0,18	d.600- i=1.00	2,22	-0,46	-7,397	8Ø20	2,22	-150,54	326,60	Verificata
0,35	d.600-	4,43	-1,78	-12,539	8Ø20	4,43	-150,92	84,99	Verificata

	i=1.00								
0,53	d.600- i=1.00	6,65	-3,93	-17,011	8Ø20	6,65	-151,30	38,49	Verificata
0,70	d.600- i=1.00	8,86	-6,96	-20,473	8Ø20	8,86	-151,68	21,81	Verificata
0,88	d.600- i=1.00	11,08	-10,58	-23,858	8Ø20	11,07	-152,06	14,37	Verificata
1,05	d.600- i=1.00	13,29	-14,76	-26,927	8Ø20	13,29	-152,44	10,32	Verificata
1,23	d.600- i=1.00	15,51	-19,49	-30,067	8Ø20	15,51	-152,82	7,84	Verificata
1,40	d.600- i=1.00	17,72	-24,79	-32,699	8Ø20	17,71	-153,20	6,18	Verificata
1,58	d.600- i=1.00	19,94	-30,52	-34,658	8Ø20	19,94	-153,58	5,03	Verificata
1,75	d.600- i=1.00	22,15	-36,62	-36,447	8Ø20	22,15	-153,96	4,20	Verificata
1,93	d.600- i=1.00	24,37	-43,03	-38,075	8Ø20	24,36	-154,34	3,59	Verificata
2,10	d.600- i=1.00	26,58	-49,75	-41,139	8Ø20	26,58	-154,72	3,11	Verificata
2,28	d.600- i=1.00	28,80	-56,97	-44,686	8Ø20	28,80	-155,10	2,72	Verificata
2,45	d.600- i=1.00	31,02	-64,81	-47,120	8Ø20	31,02	-155,48	2,40	Verificata
2,63	d.600- i=1.00	34,23	-73,08	-35,379	8Ø20	34,22	-156,03	2,14	Verificata
3,30	d.600- i=1.00	41,85	-96,67	-10,630	8Ø20	41,85	-157,34	1,63	Verificata
3,96	d.600- i=1.00	50,47	-103,75	6,000	8Ø20	50,48	-158,80	1,53	Verificata
4,63	d.600- i=1.00	59,09	-99,75	16,121	8Ø20	59,09	-160,26	1,61	Verificata
5,30	d.600- i=1.00	67,72	-89,01	21,303	8Ø20	67,71	-161,72	1,82	Verificata
5,96	d.600- i=1.00	76,34	-74,80	22,961	8Ø20	76,34	-163,18	2,18	Verificata
6,63	d.600- i=1.00	84,96	-59,50	22,141	8Ø20	84,97	-164,63	2,77	Verificata
7,30	d.600- i=1.00	89,58	-44,74	19,686	8Ø20	89,58	-165,40	3,70	Verificata
7,96	d.600- i=1.00	94,20	-31,61	16,422	8Ø20	94,20	-166,17	5,26	Verificata
8,63	d.600- i=1.00	98,82	-20,66	12,932	8Ø20	98,82	-166,95	8,08	Verificata
9,30	d.600- i=1.00	103,44	-12,04	9,596	8Ø20	103,45	-167,72	13,93	Verificata
9,96	d.600- i=1.00	108,06	-5,64	6,640	8Ø20	108,07	-168,49	29,85	Verificata
10,63	d.600- i=1.00	112,69	-1,22	4,172	8Ø20	112,68	-169,27	138,92	Verificata
11,30	d.600- i=1.00	117,31	1,56	2,220	8Ø20	117,31	170,03	108,78	Verificata
11,96	d.600- i=1.00	121,93	3,04	0,760	8Ø20	121,93	170,80	56,12	Verificata
12,63	d.600- i=1.00	126,55	3,55	-0,262	8Ø20	126,54	171,56	48,33	Verificata

13,30	d.600- i=1.00	131,17	3,38	-0,907	8Ø20	131,17	172,32	51,05	Verificata
13,96	d.600- i=1.00	135,79	2,77	-1,236	8Ø20	135,79	173,09	62,47	Verificata
14,63	d.600- i=1.00	140,41	1,95	-1,298	8Ø20	140,42	173,85	89,30	Verificata
15,30	d.600- i=1.00	145,04	1,08	-1,118	8Ø20	145,03	174,61	161,43	Verificata
15,96	d.600- i=1.00	149,66	0,34	-0,504	8Ø20	149,66	175,37	521,79	Verificata

Z [m]	Def.Max calcestruzz o	Def.Max acciaio	Asse neutro [cm]	Passo staffe [cm]	Resistenza taglio kN	Misura sicurezza taglio OK<=1	Verifica a taglio	Angolo inclinazion e puntoni [°]
0,18	9,84E-04	-1,96E-03	-12,27	15,9Ø12	Calcestruzz o=504,05 Staffe=552, 42	0,01	Verificata	21,80
0,35	9,86E-04	-1,96E-03	-12,23	15,9Ø12	Calcestruzz o=503,88 Staffe=552, 25	0,02	Verificata	21,80
0,53	9,89E-04	-1,96E-03	-12,20	15,9Ø12	Calcestruzz o=503,72 Staffe=552, 08	0,03	Verificata	21,80
0,70	9,92E-04	-1,96E-03	-12,17	15,9Ø12	Calcestruzz o=503,56 Staffe=551, 92	0,04	Verificata	21,80
0,88	9,94E-04	-1,96E-03	-12,14	15,9Ø12	Calcestruzz o=504,79 Staffe=551, 75	0,05	Verificata	21,80
1,05	9,97E-04	-1,96E-03	-12,11	15,9Ø12	Calcestruzz o=504,90 Staffe=551, 59	0,05	Verificata	21,80
1,23	9,99E-04	-1,96E-03	-12,08	15,9Ø12	Calcestruzz o=505,01 Staffe=551, 42	0,06	Verificata	21,80
1,40	1,00E-03	-1,96E-03	-12,05	15,9Ø12	Calcestruzz o=505,13 Staffe=551, 26	0,06	Verificata	21,80
1,58	1,00E-03	-1,96E-03	-12,02	15,9Ø12	Calcestruzz o=505,24 Staffe=551, 09	0,07	Verificata	21,80
1,75	1,01E-03	-1,96E-03	-11,99	15,9Ø12	Calcestruzz o=513,69 Staffe=545, 82	0,07	Verificata	21,80
1,93	1,01E-03	-1,96E-03	-11,96	15,9Ø12	Calcestruzz	0,07	Verificata	21,80

					o=513,81 Staffe=545, 65			
2,10	1,01E-03	-1,96E-03	-11,93	15,9Ø12	Calcestruzz o=513,92 Staffe=545, 49	0,08	Verificata	21,80
2,28	1,02E-03	-1,96E-03	-11,89	15,9Ø12	Calcestruzz o=514,03 Staffe=545, 33	0,09	Verificata	21,80
2,45	1,02E-03	-1,96E-03	-11,86	15,9Ø12	Calcestruzz o=514,14 Staffe=545, 16	0,09	Verificata	21,80
2,63	1,02E-03	-1,96E-03	-11,82	15,9Ø12	Calcestruzz o=514,31 Staffe=544, 93	0,07	Verificata	21,80
3,30	1,03E-03	-1,96E-03	-11,71	15,9Ø12	Calcestruzz o=514,70 Staffe=544, 38	0,02	Verificata	21,80
3,96	1,04E-03	-1,96E-03	-11,60	15,9Ø12	Calcestruzz o=515,16 Staffe=543, 76	0,01	Verificata	21,80
4,63	1,05E-03	-1,96E-03	-11,48	15,9Ø12	Calcestruzz o=515,61 Staffe=543, 15	0,03	Verificata	21,80
5,30	1,06E-03	-1,96E-03	-11,37	15,9Ø12	Calcestruzz o=516,07 Staffe=542, 55	0,04	Verificata	21,80
5,96	1,07E-03	-1,96E-03	-11,25	15,9Ø12	Calcestruzz o=516,52 Staffe=541, 94	0,04	Verificata	21,80
6,63	1,08E-03	-1,96E-03	-11,14	15,9Ø12	Calcestruzz o=516,99 Staffe=541, 35	0,04	Verificata	21,80
7,30	1,09E-03	-1,96E-03	-11,08	15,9Ø12	Calcestruzz o=517,24 Staffe=541, 04	0,04	Verificata	21,80
7,96	1,09E-03	-1,96E-03	-11,02	15,9Ø12	Calcestruzz o=517,49 Staffe=540, 72	0,03	Verificata	21,80
8,63	1,10E-03	-1,96E-03	-10,96	15,9Ø12	Calcestruzz o=517,75 Staffe=540, 41	0,02	Verificata	21,80
9,30	1,10E-03	-1,96E-03	-10,90	15,9Ø12	Calcestruzz o=518,00	0,02	Verificata	21,80

					Staffe=540,10			
9,96	1,11E-03	-1,96E-03	-10,85	15,9Ø12	Calcestruzzo=518,25 Staffe=539,78	0,01	Verificata	21,80
10,63	1,11E-03	-1,96E-03	-10,79	15,9Ø12	Calcestruzzo=518,50 Staffe=539,47	0,01	Verificata	21,80
11,30	1,12E-03	-1,96E-03	10,73	15,9Ø12	Calcestruzzo=518,75 Staffe=539,16	0,00	Verificata	21,80
11,96	1,12E-03	-1,96E-03	10,67	15,9Ø12	Calcestruzzo=519,01 Staffe=538,86	0,00	Verificata	21,80
12,63	1,13E-03	-1,96E-03	10,61	15,9Ø12	Calcestruzzo=519,27 Staffe=538,56	0,00	Verificata	21,80
13,30	1,13E-03	-1,96E-03	10,56	15,9Ø12	Calcestruzzo=519,53 Staffe=538,26	0,00	Verificata	21,80
13,96	1,14E-03	-1,96E-03	10,50	15,9Ø12	Calcestruzzo=519,79 Staffe=537,96	0,00	Verificata	21,80
14,63	1,14E-03	-1,96E-03	10,44	15,9Ø12	Calcestruzzo=520,04 Staffe=537,66	0,00	Verificata	21,80
15,30	1,15E-03	-1,96E-03	10,39	15,9Ø12	Calcestruzzo=520,30 Staffe=537,36	0,00	Verificata	21,80
15,96	1,15E-03	-1,96E-03	10,33	15,9Ø12	Calcestruzzo=520,56 Staffe=537,06	0,00	Verificata	21,80

Fase: 1 - Combinazione: 5

Z [m]	Nome sezione	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	Nr.Barre Diametro	Nu [kN]	Mu [kNm]	Cond. Verifica Flessione	Ver. Flessione
0,18	d.600-i=1.00	2,22	-0,45	-6,840	8Ø20	2,22	-150,54	336,62	Verificata
0,35	d.600-i=1.00	4,43	-1,67	-11,798	8Ø20	4,43	-150,92	90,43	Verificata
0,53	d.600-i=1.00	6,65	-3,72	-15,997	8Ø20	6,65	-151,30	40,64	Verificata
0,70	d.600-i=1.00	8,86	-6,56	-19,255	8Ø20	8,86	-151,68	23,11	Verificata
0,88	d.600-i=1.00	11,08	-9,99	-22,538	8Ø20	11,07	-152,06	15,22	Verificata

	i=1.00								
1,05	d.600- i=1.00	13,29	-13,92	-25,489	8Ø20	13,29	-152,44	10,95	Verificata
1,23	d.600- i=1.00	15,51	-18,35	-28,639	8Ø20	15,51	-152,82	8,33	Verificata
1,40	d.600- i=1.00	17,72	-23,40	-30,897	8Ø20	17,71	-153,20	6,55	Verificata
1,58	d.600- i=1.00	19,94	-28,81	-32,769	8Ø20	19,94	-153,58	5,33	Verificata
1,75	d.600- i=1.00	22,15	-34,56	-34,418	8Ø20	22,15	-153,96	4,45	Verificata
1,93	d.600- i=1.00	24,37	-40,62	-36,076	8Ø20	24,36	-154,34	3,80	Verificata
2,10	d.600- i=1.00	26,58	-46,94	-39,055	8Ø20	26,58	-154,72	3,30	Verificata
2,28	d.600- i=1.00	28,80	-53,82	-42,442	8Ø20	28,80	-155,10	2,88	Verificata
2,45	d.600- i=1.00	31,02	-61,25	-44,979	8Ø20	31,02	-155,48	2,54	Verificata
2,63	d.600- i=1.00	34,23	-69,13	-33,944	8Ø20	34,22	-156,03	2,26	Verificata
3,30	d.600- i=1.00	41,85	-91,76	-10,321	8Ø20	41,85	-157,34	1,71	Verificata
3,96	d.600- i=1.00	50,47	-98,65	5,568	8Ø20	50,48	-158,80	1,61	Verificata
4,63	d.600- i=1.00	59,09	-94,93	15,252	8Ø20	59,09	-160,26	1,69	Verificata
5,30	d.600- i=1.00	67,72	-84,77	20,222	8Ø20	67,71	-161,72	1,91	Verificata
5,96	d.600- i=1.00	76,34	-71,28	21,829	8Ø20	76,34	-163,18	2,29	Verificata
6,63	d.600- i=1.00	84,96	-56,73	21,072	8Ø20	84,97	-164,63	2,90	Verificata
7,30	d.600- i=1.00	89,58	-42,68	18,750	8Ø20	89,58	-165,40	3,87	Verificata
7,96	d.600- i=1.00	94,20	-30,18	15,651	8Ø20	94,20	-166,17	5,51	Verificata
8,63	d.600- i=1.00	98,82	-19,75	12,332	8Ø20	98,82	-166,95	8,45	Verificata
9,30	d.600- i=1.00	103,44	-11,53	9,156	8Ø20	103,45	-167,72	14,55	Verificata
9,96	d.600- i=1.00	108,06	-5,42	6,341	8Ø20	108,07	-168,49	31,06	Verificata
10,63	d.600- i=1.00	112,69	-1,20	3,989	8Ø20	112,68	-169,27	141,37	Verificata
11,30	d.600- i=1.00	117,31	1,46	2,128	8Ø20	117,31	170,03	116,31	Verificata
11,96	d.600- i=1.00	121,93	2,88	0,734	8Ø20	121,93	170,80	59,30	Verificata
12,63	d.600- i=1.00	126,55	3,37	-0,242	8Ø20	126,54	171,56	50,92	Verificata
13,30	d.600- i=1.00	131,17	3,21	-0,859	8Ø20	131,17	172,32	53,72	Verificata
13,96	d.600- i=1.00	135,79	2,64	-1,174	8Ø20	135,79	173,09	65,68	Verificata
14,63	d.600- i=1.00	140,41	1,85	-1,234	8Ø20	140,42	173,85	93,83	Verificata

15,30	d.600- i=1.00	145,04	1,03	-1,065	8Ø20	145,03	174,61	169,54	Verificata
15,96	d.600- i=1.00	149,66	0,32	-0,480	8Ø20	149,66	175,37	547,76	Verificata

Z [m]	Def.Max calcestruzzo	Def.Max acciaio	Asse neutro [cm]	Passo staffe [cm]	Resistenza taglio kN	Misura sicurezza taglio OK<=1	Verifica a taglio	Angolo inclinazione e puntoni [°]
0,18	9,84E-04	-1,96E-03	-12,27	15,9Ø12	Calcestruzzo=504,05 Staffe=552,42	0,01	Verificata	21,80
0,35	9,86E-04	-1,96E-03	-12,23	15,9Ø12	Calcestruzzo=503,88 Staffe=552,25	0,02	Verificata	21,80
0,53	9,89E-04	-1,96E-03	-12,20	15,9Ø12	Calcestruzzo=503,72 Staffe=552,08	0,03	Verificata	21,80
0,70	9,92E-04	-1,96E-03	-12,17	15,9Ø12	Calcestruzzo=503,56 Staffe=551,92	0,04	Verificata	21,80
0,88	9,94E-04	-1,96E-03	-12,14	15,9Ø12	Calcestruzzo=504,79 Staffe=551,75	0,04	Verificata	21,80
1,05	9,97E-04	-1,96E-03	-12,11	15,9Ø12	Calcestruzzo=504,90 Staffe=551,59	0,05	Verificata	21,80
1,23	9,99E-04	-1,96E-03	-12,08	15,9Ø12	Calcestruzzo=505,01 Staffe=551,42	0,06	Verificata	21,80
1,40	1,00E-03	-1,96E-03	-12,05	15,9Ø12	Calcestruzzo=505,13 Staffe=551,26	0,06	Verificata	21,80
1,58	1,00E-03	-1,96E-03	-12,02	15,9Ø12	Calcestruzzo=505,24 Staffe=551,09	0,06	Verificata	21,80
1,75	1,01E-03	-1,96E-03	-11,99	15,9Ø12	Calcestruzzo=513,69 Staffe=545,82	0,07	Verificata	21,80
1,93	1,01E-03	-1,96E-03	-11,96	15,9Ø12	Calcestruzzo=513,81 Staffe=545,65	0,07	Verificata	21,80
2,10	1,01E-03	-1,96E-03	-11,93	15,9Ø12	Calcestruzzo=513,92 Staffe=545,	0,08	Verificata	21,80

					49			
2,28	1,02E-03	-1,96E-03	-11,89	15,9Ø12	Calcestruzz o=514,03 Staffe=545, 33	0,08	Verificata	21,80
2,45	1,02E-03	-1,96E-03	-11,86	15,9Ø12	Calcestruzz o=514,14 Staffe=545, 16	0,09	Verificata	21,80
2,63	1,02E-03	-1,96E-03	-11,82	15,9Ø12	Calcestruzz o=514,31 Staffe=544, 93	0,07	Verificata	21,80
3,30	1,03E-03	-1,96E-03	-11,71	15,9Ø12	Calcestruzz o=514,70 Staffe=544, 38	0,02	Verificata	21,80
3,96	1,04E-03	-1,96E-03	-11,60	15,9Ø12	Calcestruzz o=515,16 Staffe=543, 76	0,01	Verificata	21,80
4,63	1,05E-03	-1,96E-03	-11,48	15,9Ø12	Calcestruzz o=515,61 Staffe=543, 15	0,03	Verificata	21,80
5,30	1,06E-03	-1,96E-03	-11,37	15,9Ø12	Calcestruzz o=516,07 Staffe=542, 55	0,04	Verificata	21,80
5,96	1,07E-03	-1,96E-03	-11,25	15,9Ø12	Calcestruzz o=516,52 Staffe=541, 94	0,04	Verificata	21,80
6,63	1,08E-03	-1,96E-03	-11,14	15,9Ø12	Calcestruzz o=516,99 Staffe=541, 35	0,04	Verificata	21,80
7,30	1,09E-03	-1,96E-03	-11,08	15,9Ø12	Calcestruzz o=517,24 Staffe=541, 04	0,04	Verificata	21,80
7,96	1,09E-03	-1,96E-03	-11,02	15,9Ø12	Calcestruzz o=517,49 Staffe=540, 72	0,03	Verificata	21,80
8,63	1,10E-03	-1,96E-03	-10,96	15,9Ø12	Calcestruzz o=517,75 Staffe=540, 41	0,02	Verificata	21,80
9,30	1,10E-03	-1,96E-03	-10,90	15,9Ø12	Calcestruzz o=518,00 Staffe=540, 10	0,02	Verificata	21,80
9,96	1,11E-03	-1,96E-03	-10,85	15,9Ø12	Calcestruzz o=518,25 Staffe=539, 78	0,01	Verificata	21,80

10,63	1,11E-03	-1,96E-03	-10,79	15,9Ø12	Calcestruzz o=518,50 Staffe=539, 47	0,01	Verificata	21,80
11,30	1,12E-03	-1,96E-03	10,73	15,9Ø12	Calcestruzz o=518,75 Staffe=539, 16	0,00	Verificata	21,80
11,96	1,12E-03	-1,96E-03	10,67	15,9Ø12	Calcestruzz o=519,01 Staffe=538, 86	0,00	Verificata	21,80
12,63	1,13E-03	-1,96E-03	10,61	15,9Ø12	Calcestruzz o=519,27 Staffe=538, 56	0,00	Verificata	21,80
13,30	1,13E-03	-1,96E-03	10,56	15,9Ø12	Calcestruzz o=519,53 Staffe=538, 26	0,00	Verificata	21,80
13,96	1,14E-03	-1,96E-03	10,50	15,9Ø12	Calcestruzz o=519,79 Staffe=537, 96	0,00	Verificata	21,80
14,63	1,14E-03	-1,96E-03	10,44	15,9Ø12	Calcestruzz o=520,04 Staffe=537, 66	0,00	Verificata	21,80
15,30	1,15E-03	-1,96E-03	10,39	15,9Ø12	Calcestruzz o=520,30 Staffe=537, 36	0,00	Verificata	21,80
15,96	1,15E-03	-1,96E-03	10,33	15,9Ø12	Calcestruzz o=520,56 Staffe=537, 06	0,00	Verificata	21,80

Fase: 1 - Combinazione: 6

Z [m]	Nome sezione	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	Nr.Barre Diametro	Nu [kN]	Mu [kNm]	Cond. Verifica Flessione	Ver. Flessione
0,18	d.600- i=1.00	2,22	-0,07	-1,101	8Ø20	2,22	-150,54	2228,09	Verificata
0,35	d.600- i=1.00	4,43	-0,27	-1,861	8Ø20	4,43	-150,92	550,06	Verificata
0,53	d.600- i=1.00	6,65	-0,59	-2,596	8Ø20	6,65	-151,30	255,24	Verificata
0,70	d.600- i=1.00	8,86	-1,06	-3,080	8Ø20	8,86	-151,68	142,82	Verificata
0,88	d.600- i=1.00	11,08	-1,62	-3,577	8Ø20	11,07	-152,06	93,86	Verificata
1,05	d.600- i=1.00	13,29	-2,24	-4,047	8Ø20	13,29	-152,44	68,09	Verificata
1,23	d.600- i=1.00	15,51	-2,94	-4,581	8Ø20	15,51	-152,82	52,01	Verificata
1,40	d.600-	17,72	-3,75	-4,952	8Ø20	17,71	-153,20	40,82	Verificata

	i=1.00								
1,58	d.600- i=1.00	19,94	-4,61	-5,241	8Ø20	19,94	-153,58	33,28	Verificata
1,75	d.600- i=1.00	22,15	-5,54	-5,452	8Ø20	22,15	-153,96	27,78	Verificata
1,93	d.600- i=1.00	24,37	-6,51	-6,088	8Ø20	24,36	-154,34	23,73	Verificata
2,10	d.600- i=1.00	26,58	-7,58	-8,278	8Ø20	26,58	-154,72	20,42	Verificata
2,28	d.600- i=1.00	28,80	-9,03	-10,982	8Ø20	28,80	-155,10	17,18	Verificata
2,45	d.600- i=1.00	31,02	-10,95	-13,650	8Ø20	31,02	-155,48	14,19	Verificata
2,63	d.600- i=1.00	34,23	-13,35	-13,711	8Ø20	34,22	-156,03	11,69	Verificata
3,30	d.600- i=1.00	41,85	-22,49	-5,961	8Ø20	41,85	-157,34	7,00	Verificata
3,96	d.600- i=1.00	50,47	-26,46	-0,542	8Ø20	50,48	-158,80	6,00	Verificata
4,63	d.600- i=1.00	59,09	-26,82	2,955	8Ø20	59,09	-160,26	5,97	Verificata
5,30	d.600- i=1.00	67,72	-24,85	4,948	8Ø20	67,71	-161,72	6,51	Verificata
5,96	d.600- i=1.00	76,34	-21,55	5,838	8Ø20	76,34	-163,18	7,57	Verificata
6,63	d.600- i=1.00	84,96	-17,66	5,959	8Ø20	84,97	-164,63	9,32	Verificata
7,30	d.600- i=1.00	89,58	-13,69	5,513	8Ø20	89,58	-165,40	12,08	Verificata
7,96	d.600- i=1.00	94,20	-10,01	4,751	8Ø20	94,20	-166,17	16,59	Verificata
8,63	d.600- i=1.00	98,82	-6,85	3,854	8Ø20	98,82	-166,95	24,38	Verificata
9,30	d.600- i=1.00	103,44	-4,28	2,949	8Ø20	103,45	-167,72	39,21	Verificata
9,96	d.600- i=1.00	108,06	-2,31	2,117	8Ø20	108,07	-168,49	72,91	Verificata
10,63	d.600- i=1.00	112,69	-0,90	1,399	8Ø20	112,68	-169,27	188,08	Verificata
11,30	d.600- i=1.00	117,31	0,03	0,815	8Ø20	117,31	170,03	5178,38	Verificata
11,96	d.600- i=1.00	121,93	0,58	0,364	8Ø20	121,93	170,80	296,49	Verificata
12,63	d.600- i=1.00	126,55	0,82	0,038	8Ø20	126,54	171,56	209,50	Verificata
13,30	d.600- i=1.00	131,17	0,84	-0,179	8Ø20	131,17	172,32	204,17	Verificata
13,96	d.600- i=1.00	135,79	0,72	-0,300	8Ø20	135,79	173,09	238,81	Verificata
14,63	d.600- i=1.00	140,41	0,52	-0,340	8Ø20	140,42	173,85	331,42	Verificata
15,30	d.600- i=1.00	145,04	0,30	-0,305	8Ø20	145,03	174,61	585,76	Verificata
15,96	d.600- i=1.00	149,66	0,10	-0,143	8Ø20	149,66	175,37	1844,50	Verificata

Z [m]	Def.Max calcestruzzo	Def.Max acciaio	Asse neutro [cm]	Passo staffe [cm]	Resistenza taglio kN	Misura sicurezza taglio OK<=1	Verifica a taglio	Angolo inclinazione e puntoni [°]
0,18	9,84E-04	-1,96E-03	-12,27	15,9Ø12	Calcestruzzo=504,05 Staffe=552,42	0,00	Verificata	21,80
0,35	9,86E-04	-1,96E-03	-12,23	15,9Ø12	Calcestruzzo=503,88 Staffe=552,25	0,00	Verificata	21,80
0,53	9,89E-04	-1,96E-03	-12,20	15,9Ø12	Calcestruzzo=503,72 Staffe=552,08	0,01	Verificata	21,80
0,70	9,92E-04	-1,96E-03	-12,17	15,9Ø12	Calcestruzzo=503,56 Staffe=551,92	0,01	Verificata	21,80
0,88	9,94E-04	-1,96E-03	-12,14	15,9Ø12	Calcestruzzo=504,79 Staffe=551,75	0,01	Verificata	21,80
1,05	9,97E-04	-1,96E-03	-12,11	15,9Ø12	Calcestruzzo=504,90 Staffe=551,59	0,01	Verificata	21,80
1,23	9,99E-04	-1,96E-03	-12,08	15,9Ø12	Calcestruzzo=505,01 Staffe=551,42	0,01	Verificata	21,80
1,40	1,00E-03	-1,96E-03	-12,05	15,9Ø12	Calcestruzzo=505,13 Staffe=551,26	0,01	Verificata	21,80
1,58	1,00E-03	-1,96E-03	-12,02	15,9Ø12	Calcestruzzo=505,24 Staffe=551,09	0,01	Verificata	21,80
1,75	1,01E-03	-1,96E-03	-11,99	15,9Ø12	Calcestruzzo=513,69 Staffe=545,82	0,01	Verificata	21,80
1,93	1,01E-03	-1,96E-03	-11,96	15,9Ø12	Calcestruzzo=513,81 Staffe=545,65	0,01	Verificata	21,80
2,10	1,01E-03	-1,96E-03	-11,93	15,9Ø12	Calcestruzzo=513,92 Staffe=545,49	0,02	Verificata	21,80
2,28	1,02E-03	-1,96E-03	-11,89	15,9Ø12	Calcestruzzo=514,03 Staffe=545,33	0,02	Verificata	21,80
2,45	1,02E-03	-1,96E-03	-11,86	15,9Ø12	Calcestruzzo	0,03	Verificata	21,80

					o=514,14 Staffe=545, 16			
2,63	1,02E-03	-1,96E-03	-11,82	15,9Ø12	Calcestruzz o=514,31 Staffe=544, 93	0,03	Verificata	21,80
3,30	1,03E-03	-1,96E-03	-11,71	15,9Ø12	Calcestruzz o=514,70 Staffe=544, 38	0,01	Verificata	21,80
3,96	1,04E-03	-1,96E-03	-11,60	15,9Ø12	Calcestruzz o=515,16 Staffe=543, 76	0,00	Verificata	21,80
4,63	1,05E-03	-1,96E-03	-11,48	15,9Ø12	Calcestruzz o=515,61 Staffe=543, 15	0,01	Verificata	21,80
5,30	1,06E-03	-1,96E-03	-11,37	15,9Ø12	Calcestruzz o=516,07 Staffe=542, 55	0,01	Verificata	21,80
5,96	1,07E-03	-1,96E-03	-11,25	15,9Ø12	Calcestruzz o=516,52 Staffe=541, 94	0,01	Verificata	21,80
6,63	1,08E-03	-1,96E-03	-11,14	15,9Ø12	Calcestruzz o=516,99 Staffe=541, 35	0,01	Verificata	21,80
7,30	1,09E-03	-1,96E-03	-11,08	15,9Ø12	Calcestruzz o=517,24 Staffe=541, 04	0,01	Verificata	21,80
7,96	1,09E-03	-1,96E-03	-11,02	15,9Ø12	Calcestruzz o=517,49 Staffe=540, 72	0,01	Verificata	21,80
8,63	1,10E-03	-1,96E-03	-10,96	15,9Ø12	Calcestruzz o=517,75 Staffe=540, 41	0,01	Verificata	21,80
9,30	1,10E-03	-1,96E-03	-10,90	15,9Ø12	Calcestruzz o=518,00 Staffe=540, 10	0,01	Verificata	21,80
9,96	1,11E-03	-1,96E-03	-10,85	15,9Ø12	Calcestruzz o=518,25 Staffe=539, 78	0,00	Verificata	21,80
10,63	1,11E-03	-1,96E-03	-10,79	15,9Ø12	Calcestruzz o=518,50 Staffe=539, 47	0,00	Verificata	21,80
11,30	1,12E-03	-1,96E-03	10,73	15,9Ø12	Calcestruzz o=518,75	0,00	Verificata	21,80

					Staffe=539, 16			
11,96	1,12E-03	-1,96E-03	10,67	15,9Ø12	Calcestruzz o=519,01 Staffe=538, 86	0,00	Verificata	21,80
12,63	1,13E-03	-1,96E-03	10,61	15,9Ø12	Calcestruzz o=519,27 Staffe=538, 56	0,00	Verificata	21,80
13,30	1,13E-03	-1,96E-03	10,56	15,9Ø12	Calcestruzz o=519,53 Staffe=538, 26	0,00	Verificata	21,80
13,96	1,14E-03	-1,96E-03	10,50	15,9Ø12	Calcestruzz o=519,79 Staffe=537, 96	0,00	Verificata	21,80
14,63	1,14E-03	-1,96E-03	10,44	15,9Ø12	Calcestruzz o=520,04 Staffe=537, 66	0,00	Verificata	21,80
15,30	1,15E-03	-1,96E-03	10,39	15,9Ø12	Calcestruzz o=520,30 Staffe=537, 36	0,00	Verificata	21,80
15,96	1,15E-03	-1,96E-03	10,33	15,9Ø12	Calcestruzz o=520,56 Staffe=537, 06	0,00	Verificata	21,80

Index

1.Archivio materiali	17
2.Archivio sezioni...	17
3.Dati generali FEM	17
4.Fase: 1 Analisi geotecnica	18
4.1.Fase: 1 - Combinazione: 1	18
4.2.Fase: 1 - Combinazione: 2	19
4.3.Fase: 1 - Combinazione: 3	21
4.4.Fase: 1 - Combinazione: 4	22
4.5.Fase: 1 - Combinazione: 5	24
4.6.Fase: 1 - Combinazione: 6	25
4.7.Fase: 1 - Combinazione: 7	26
5.Fase: 1 Risultati analisi strutturale	28
5.1.Fase: 1 - Combinazione: 1	28
5.2.Fase: 1 - Combinazione: 3	32
5.3.Fase: 1 - Combinazione: 4	36
5.4.Fase: 1 - Combinazione: 5	40
5.5.Fase: 1 - Combinazione: 6	44
Index	49

KEY MAP



CLIENTE

Città Metropolitana di Bologna

PROGETTO

Intervento di messa in sicurezza per movimenti
franosì "I.T.C. Fantini" di Vergato (BO)

PROGETTO DEFINITIVO

TITOLO

FASCICOLO DI CALCOLO
Muro di contenimento su pali

INDICE DI REVISIONE

00	12/04/2021	Prima emissione	Davide Grablovitz	Davide Grablovitz	Davide Grablovitz
R	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	CONTROLLATO	APPROVATO
	DATA	SCALA	COMMESSA		
	12/04/2021	-	DES-694		
DISEGNO DES-694-I-FASCICOLO_CALCULO-R0				REV 00	ID. DOC. 1.2
<small> NOTA GENERALE: IL PRESENTE ELABORATO PROGETTUALE E' DI PROPRIETA' DI DELTA ENGINEERING S.r.l. E' FATTO DIVIETO A CHIUNQUE DI PROCEDERE, IN QUALSIASI MODO E SOTTO QUALSIASI FORMA, ALLA SUA RIPRODUZIONE, ANCHE PARZIALE, OVVERO DI DIVULGARE A TERZI QUALSIASI INFORMAZIONE IN MERITO, SENZA PREVENTIVA AUTORIZZAZIONE RILASCIATA PER ISCRITTO DA DELTA ENGINEERING S.r.l. </small>					

DELTA ENGINEERING SERVICES S.r.l.

 Via Béla Bartók 29/g-44124, Ferrara
 Tel. +39 0532 718417 – fax +39 0532 1711059
 e-mail: info@deltaes.it
 C.F. e P.I. 01798950380

 Direttore Tecnico: Ing. Alberto Bassi
 Progettista Strutturale: Ing. Linda Cremon
 Progettista Architettonico:

 SISTEMA DI GESTIONE
 QUALITÀ CERTIFICATO
DELTA ENGINEERING
SERVICES S.R.L.

RELAZIONE DI CALCOLO

Normative di riferimento:

NTC 2018 - Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» - D.M. 17 gennaio 2018

NTC 2008 - Norme tecniche per le costruzioni - D.M. 14 Gennaio 2008.

CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle 'Nuove norme tecniche per le costruzioni' di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008. (GU n. 47 del 26-2-2009 - Suppl. Ordinario n.27).

Calcolo della spinta attiva con Coulomb

Il calcolo della spinta attiva con il metodo di *Coulomb* è basato sullo studio dell'equilibrio limite globale del sistema formato dal muro e dal prisma di terreno omogeneo retrostante l'opera e coinvolto nella rottura nell'ipotesi di parete ruvida.

Per terreno omogeneo ed asciutto il diagramma delle pressioni si presenta lineare con distribuzione:

$$P_t = K_a \cdot \gamma_t \cdot z$$

La spinta S_t è applicata ad $1/3 H$ di valore

$$S_t = \frac{1}{2} \gamma_t \cdot H^2 \cdot K_a$$

Avendo indicato con:

$$K_a = \frac{\sin^2(\beta - \varphi)}{\sin^2\beta \cdot \sin(\beta + \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \varphi) \cdot \sin(\varphi - \varepsilon)}{\sin(\beta + \delta) \cdot \sin(\beta - \varepsilon)}} \right]^2}$$

Valori limite di K_a :

$\delta < (\beta - \varphi - \varepsilon)$ secondo Muller-Breslau

γ_t = Peso unità di volume del terreno;

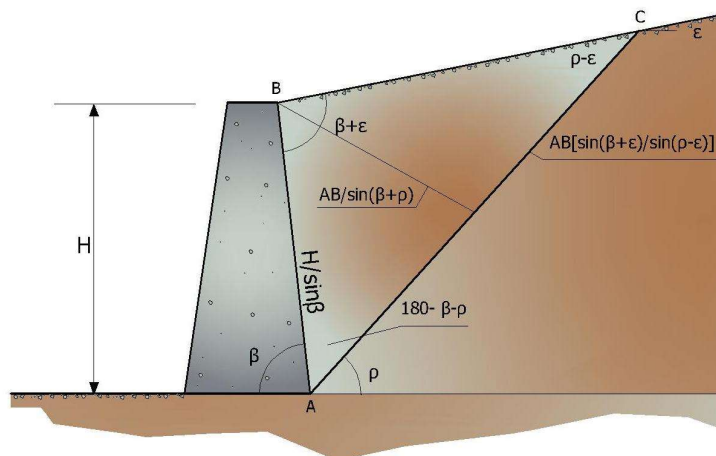
β = Inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede;

φ = Angolo di resistenza al taglio del terreno;

δ = Angolo di attrito terra-muro;

ε = Inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale, positiva se antioraria;

H = Altezza della parete.



Cuneo di rottura usato per la derivazione dell'equazione di Coulomb relativa alla pressione attiva.

Calcolo della spinta attiva con Rankine

Se $\varepsilon = \delta = 0$ e $\beta = 90^\circ$ (muro con parete verticale liscia e terrapieno con superficie orizzontale) la spinta S_t si semplifica nella forma:

$$S_t = \frac{\gamma \cdot H^2}{2} \frac{(1 - \sin\varphi)}{(1 + \sin\varphi)} = \frac{\gamma \cdot H^2}{2} \tan^2\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)$$

che coincide con l'equazione di Rankine per il calcolo della spinta attiva del terreno con terrapieno orizzontale. In effetti Rankine adottò essenzialmente le stesse ipotesi fatte da Coulomb, ad eccezione del fatto che trascurò l'attrito terra-muro e la presenza di coesione. Nella sua formulazione generale l'espressione di K_a di Rankine si presenta come segue:

$$K_a = \cos\varepsilon \frac{\cos\varepsilon - \sqrt{\cos^2\varepsilon - \cos^2\varphi}}{\cos\varepsilon + \sqrt{\cos^2\varepsilon - \cos^2\varphi}}$$

Calcolo della spinta attiva con Mononobe & Okabe

Il calcolo della spinta attiva con il metodo di *Mononobe & Okabe* riguarda la valutazione della spinta in condizioni sismiche con il metodo pseudo-statico. Esso è basato sullo studio dell'equilibrio limite globale del sistema formato dal muro e dal prisma di terreno omogeneo retrostante l'opera e coinvolto nella rottura in una configurazione fittizia di calcolo nella quale l'angolo ε , di inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale, e l'angolo β , di inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede, vengono aumentati di una quantità ϑ tale che:

$$\tan\vartheta = \left(\frac{k_h}{1 \pm k_h} \right)$$

con k_h coefficiente sismico orizzontale e k_v verticale.

Calcolo coefficienti sismici

Nelle verifiche, i valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le espressioni (NTC 2018):

$$k_h = \beta_m \cdot \left(\frac{a_{\max}}{g} \right); \quad k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

dove

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

a_{\max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g = accelerazione di gravità.

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima può essere valutata con la relazione:

$$a_{\max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

dove

S = coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_S) e dell'amplificazione topografica (S_T), di cui al § 3.2.3.2;

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

Nella precedente espressione, il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito è pari a:

$\beta_m = 0.38$ nelle verifiche allo stato limite ultimo (SLV)

$\beta_m = 0.47$ nelle verifiche allo stato limite di esercizio (SLD).

Per muri non liberi di subire spostamenti relativi rispetto al terreno, il coefficiente β_m assume valore unitario. I valori del coefficiente β_m possono essere incrementati in ragione di particolari caratteristiche prestazionali del muro, prendendo a riferimento il diagramma di Figura 7.11.3 di cui al successivo § 7.11.6.3.2.

Nel caso di muri di sostegno liberi di traslare o di ruotare intorno al piede, si può assumere che l'incremento di spinta dovuta al sisma agisca nello stesso punto di quella statica. Negli altri casi, in assenza di specifici studi, si deve assumere che tale incremento sia applicato a metà altezza del muro.

Lo stato limite di ribaltamento deve essere trattato impiegando coefficienti parziali unitari sulle azioni e sui parametri geotecnici (§ 7.11.1) e utilizzando valori di β_m incrementati del 50% rispetto a quelli innanzi indicati e comunque non superiori all'unità.

Le **NTC 2008** calcolano i coefficienti k_h e k_v in dipendenza di vari fattori:

$$k_h = \beta_m \cdot \left(\frac{a_{\max}}{g} \right); k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

β_m coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito; per i muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno il coefficiente β_m assume valore unitario. Per i muri liberi di traslare o ruotare intorno al piede, si può assumere che l'incremento di spinta dovuto al sisma agisca nello stesso punto di quella statica. Negli altri casi, in assenza di studi specifici, si assume che tale incremento sia applicato a metà altezza del muro.

a_{\max} = Accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g = Accelerazione di gravità.

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{\max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

S = coefficiente comprendente l'effetto di amplificazione stratigrafica S_S e di amplificazione topografica S_T .

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

Questi valori sono calcolati come funzione del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$T_R = - \frac{V_R}{\ln(1 - PVR)}$$

Con V_R vita di riferimento della costruzione e PVR probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso V_R dovrà essere maggiore o uguale a 35 anni.

Per l'applicazione dell'**Eurocodice 8** (progettazione geotecnica in campo sismico) il coefficiente sismico orizzontale viene così definito:

$$k_h = \frac{a_{gR} \cdot \gamma_I \cdot S}{g}$$

a_{gR} = Accelerazione di picco di riferimento su suolo rigido affiorante;

γ_I = Fattore di importanza;

S = Soil factor e dipende dal tipo di terreno (da A ad E);

$a_g = a_{gR} \gamma_I$ è la "design ground acceleration on type A ground".

Il coefficiente sismico verticale k_v è definito in funzione di k_h , e vale:

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

Effetto dovuto alla coesione

La coesione induce delle pressioni negative costanti pari a:

$$P_c = -2 \cdot c \cdot \sqrt{K_a}$$

Non essendo possibile stabilire a priori quale sia il decremento indotto nella spinta per effetto della coesione, è stata calcolata un'altezza critica Z_c come segue:

$$Z_c = \frac{2 \cdot c}{\gamma} \cdot \frac{1}{\sqrt{K_a}} - \frac{Q \cdot \frac{\sin \beta}{\sin(\beta + \epsilon)}}{\gamma}$$

dove

Q = Carico agente sul terrapieno.

Se $Z_c < 0$ è possibile sovrapporre direttamente gli effetti, con decremento pari a:

$$S_c = P_c \cdot H$$

con punto di applicazione pari a $H/2$.

Carico uniforme sul terrapieno

Un carico Q , uniformemente distribuito sul piano campagna induce delle pressioni costanti pari a:

$$P_q = K_a \cdot Q \cdot \frac{\sin \beta}{\sin(\beta + \epsilon)}$$

Per integrazione, una spinta pari a S_q :

$$S_q = K_a \cdot Q \cdot H \cdot \frac{\sin \beta}{\sin(\beta + \epsilon)}$$

Con punto di applicazione ad $H/2$, avendo indicato con K_a il coefficiente di spinta attiva secondo *Muller-Breslau*.

Spinta attiva in condizioni sismiche

In presenza di sisma la forza di calcolo esercitata dal terrapieno sul muro è data da:

$$E_d = \frac{1}{2} \gamma \cdot (1 \pm k_v) \cdot K H^2 + E_{ws} + E_{wd}$$

Dove:

H= Altezza muro;

k_v = Coefficiente sismico verticale;

γ = Peso per unità di volume del terreno;

K= Coefficienti di spinta attiva totale (statico + dinamico);

E_{ws} = Spinta idrostatica dell'acqua;

E_{wd} = Spinta idrodinamica.

Per terreni impermeabili la spinta idrodinamica $E_{wd} = 0$, ma viene effettuata una correzione sulla valutazione dell'angolo θ della formula di Mononobe & Okabe così come di seguito:

$$\tan \theta = \frac{\gamma_{sat}}{\gamma_{sat} - \gamma_w} \frac{k_h}{1 + k_v}$$

Nei terreni ad elevata permeabilità in condizioni dinamiche continua a valere la correzione di cui sopra, ma la spinta idrodinamica assume la seguente espressione:

$$E_{wd} = \frac{7}{12} k_h \gamma_w H^2$$

Con H' altezza del livello di falda misurato a partire dalla base del muro.

Spinta idrostatica

La falda con superficie distante H_w dalla base del muro induce delle pressioni idrostatiche normali alla parete che, alla profondità z, sono espresse come segue:

$$P_w(z) = \gamma_w \cdot z$$

Con risultante pari a:

$$S_w = \frac{1}{2} \gamma_w \cdot H^2$$

La spinta del terreno immerso si ottiene sostituendo γ_t con γ'_t ($\gamma'_t = \gamma_{saturo} - \gamma_w$), peso efficace del materiale immerso in acqua.

Resistenza passiva

Per terreno omogeneo il diagramma delle pressioni risulta lineare del tipo:

$$P_t = K_p \cdot \gamma_t \cdot z$$

per integrazione si ottiene la spinta passiva:

$$S_p = \frac{1}{2} \cdot \gamma_t \cdot H^2 \cdot K_p$$

Avendo indicato con:

$$K_p = \frac{\sin^2(\varphi + \beta)}{\sin^2\beta \cdot \sin(\beta - \delta) \cdot \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\delta + \varphi) \cdot \sin(\varphi + \varepsilon)}{\sin(\beta - \delta) \cdot \sin(\beta - \varepsilon)}} \right]^2}$$

(Muller-Breslau) con valori limiti di δ pari a:

$$\delta < \beta - \varphi - \varepsilon$$

L'espressione di K_p secondo la formulazione di Rankine assume la seguente forma:

$$K_p = \frac{\cos \varepsilon + \sqrt{\cos^2 \varepsilon - \cos^2 \varphi}}{\cos \varepsilon - \sqrt{\cos^2 \varepsilon - \cos^2 \varphi}}$$

Carico limite di fondazioni superficiali su terreni

VESIC - Analisi a breve termine

Affinché la fondazione di un muro possa resistere il carico di progetto con sicurezza nei riguardi della rottura generale deve essere soddisfatta la seguente disuguaglianza:

$$V_d \leq R_d$$

Dove V_d è il carico di progetto, normale alla base della fondazione, comprendente anche il peso del muro; mentre R_d è il carico limite di progetto della fondazione nei confronti di carichi normali, tenendo conto anche dell'effetto di carichi inclinati o eccentrici.

Nella valutazione analitica del carico limite di progetto R_d si devono considerare le situazioni a breve e a lungo termine nei terreni a grana fine. Il carico limite di progetto in condizioni non drenate si calcola come:

$$\frac{R}{A'} \leq (2 + \pi) \cdot c_u \cdot s_c \cdot i_c \cdot d_c + q$$

Dove:

$A' = B' \cdot L'$ area della fondazione efficace di progetto, intesa, in caso di carico eccentrico, come l'area ridotta al cui centro viene applicata la risultante del carico.

c_u = Coesione non drenata;

q = Pressione litostatica totale sul piano di posa;

s_c = Fattore di forma;

$s_c = 0.2 \cdot \left(\frac{B'}{L'} \right)$ per fondazioni rettangolari, il valore di s_c viene assunto pari ad 1 per fondazioni nastriformi

d_c = Fattore di profondità;

$d_c = 0.4 \cdot K$ con $K = \frac{D}{B}$ se $\frac{D}{B} \leq 1$ altrimenti $K = \arctan \frac{D}{B}$

i_c = Fattore correttivo per l'inclinazione del carico dovuta ad un carico H ;

$$i_c = 1 - \frac{2H}{A_f \cdot c_a \cdot N_c}$$

A_f = Area efficace della fondazione;

c_a = Aderenza alla base, pari alla coesione o ad una sua frazione.

VESIC - Analisi a lungo termine

Per le condizioni drenate il carico limite di progetto è calcolato come segue.

$$\frac{R}{A'} \leq c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot i_c \cdot d_c + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot i_q \cdot d_q + 0.5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma \cdot d_\gamma$$

Dove:

$$N_q = e^{\pi \tan \varphi'} \tan^2 \left(45 + \frac{\varphi'}{2} \right)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \varphi'$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \varphi'$$

Fattori di forma

$$s_q = 1 + \left(\frac{B'}{L'} \right) \cdot \tan \varphi' \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot \left(\frac{B'}{L'} \right) \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B'}{L'} \quad \text{per forma rettangolare, quadrata o circolare}$$

Fattori inclinazione risultante dovuta ad un carico orizzontale H parallelo a B'

$$i_q = \left(1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cot \varphi'} \right)^m$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cot \varphi'} \right)^{m+1}$$

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_c \cdot \tan \varphi'}$$

$$m = \frac{2 + \frac{B'}{L'}}{1 + \frac{B'}{L'}}$$

Fattori di profondità

$$d_c = 1 + 0.4K$$

$$d_q = 1 + 2 \tan \varphi \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot K$$

$$\text{con } K = \frac{D}{B} \text{ se } \frac{D}{B} \leq 1 \text{ altrimenti } K = \arctan \frac{D}{B}$$

$$d_\gamma = 1$$

HANSEN - Analisi a breve termine

$$\frac{R}{A'} \leq (2 + \pi) \cdot c_u (1 + s_c + d_c - i_c) + q$$

Dove:

$A' = B' \cdot L'$ area della fondazione efficace di progetto, intesa, in caso di carico eccentrico, come l'area ridotta al cui centro viene applicata la risultante del carico.

c_u = Coesione non drenata;

q = Pressione litostatica totale sul piano di posa;

s_c = Fattore di forma, $s_c = 0$ per fondazioni nastriformi;

d_c = Fattore di profondità;

$d_c = 0.4 \cdot K$ con $K = \frac{D}{B}$ se $\frac{D}{B} \leq 1$ altrimenti $K = \arctan \frac{D}{B}$

i_c = Fattore correttivo di inclinazione del carico;

$$i_c = 0.5 - 0.5 \sqrt{1 - \frac{H}{A_f c_a}}$$

A_f = Area efficace della fondazione;

c_a = Aderenza alla base, pari alla coesione o ad una sua frazione.

HANSEN- Analisi a lungo termine

Per le condizioni drenate il carico limite di progetto è calcolato come segue.

$$\frac{R}{A'} \leq c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot i_c \cdot d_c + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot i_q \cdot d_q + 0.5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma \cdot d_\gamma$$

Dove:

$$N_q = e^{\pi \tan \varphi'} \tan^2 \left(45 + \frac{\varphi'}{2} \right)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \varphi'$$

$$N_\gamma = 1.5 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan \varphi'$$

Fattori di forma

$$s_q = 1 + \left(\frac{B'}{L'} \right) \cdot \tan \varphi'$$

per forma rettangolare

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot \left(\frac{B'}{L'} \right)$$

per forma rettangolare

$$s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B'}{L'}$$

per forma rettangolare, quadrata o circolare.

$$s_c = s_q = s_\gamma = 1$$

per fondazione nastriforme

Fattori inclinazione risultante dovuta ad un carico orizzontale H parallelo a B'

$$i_q = \left(1 - \frac{0.5 \cdot H}{V + A_f \cdot c_a \cot \varphi'} \right)^5$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{0.7 \cdot H}{V + A_f \cdot c_a \cot \varphi'} \right)^5$$

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$$

Fattori di profondità

$$d_c = 1 + 0.4K$$

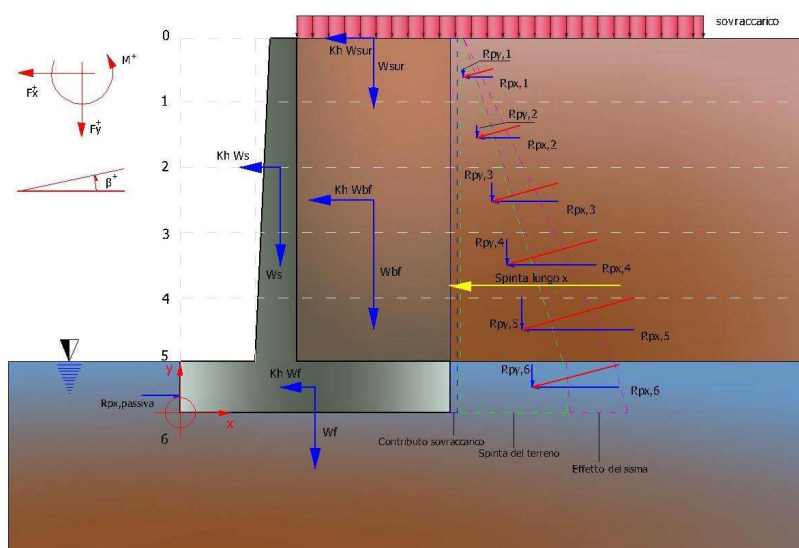
$$d_q = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \sin \varphi) \cdot K$$

$$\text{con } K = \frac{D}{B} \text{ se } \frac{D}{B} \leq 1 \text{ altrimenti } K = \arctan \frac{D}{B}$$

$$d_\gamma = 1$$

Sollecitazioni muro

Per il calcolo delle sollecitazioni il muro è stato discretizzato in n -tratti in funzione delle sezioni significative e per ogni tratto sono state calcolate le spinte del terreno (valutate secondo un piano di rottura passante per il paramento lato monte), le risultanti delle forze orizzontali e verticali e le forze inerziali.



Schema delle forze agenti su un muro e convenzioni sui segni

Calcolo delle spinte per le verifiche globali

Le spinte sono state valutate ipotizzando un piano di rottura passante per l'estradosso della mensola di fondazione lato monte, tale piano è stato discretizzato in n -tratti.

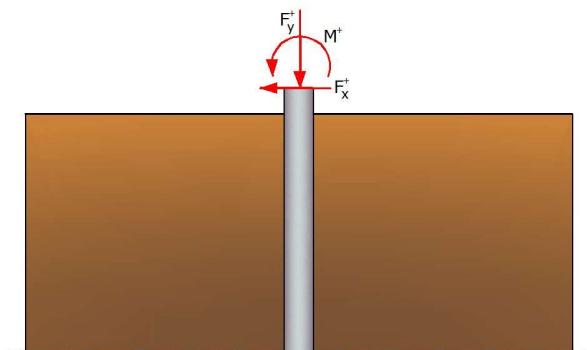
Convenzione segni

Forze verticali	positive se dirette dall'alto verso il basso;
Forze orizzontali	positive se dirette da monte verso valle;
Coppie	positive se antiorarie;
Angoli	positivi se antiorari.

CALCOLO DEI PALI DI FONDAZIONE

Convenzioni sui segni

- a) La forza verticale F_y , positiva se diretta verso il basso.
- b) La forza orizzontale F_x positiva da sinistra verso destra.
- c) La coppia M è positiva se produce spostamenti concordi con quelli della forza orizzontale F_x .



Convenzione sui segni

Analisi del palo in condizioni di esercizio: Modello di Winkler

Il modello di *Winkler* consente di tenere conto in modo semplice della variabilità delle proprietà meccaniche del terreno e delle stratificazioni.

In presenza di mezzo omogeneo (K costante) è stata adottata la classifica di Hetényi che distingue tre possibili comportamenti del palo su mezzo alla Winkler, in funzione del valore che assume la rigidità relativa (λ) terreno palo ossia: palo di tipo corto o rigido, palo relativamente flessibile, palo infinitamente flessibile.

Carico limite verticale

Il carico limite verticale è stato calcolato con le formule statiche, che esprimono il medesimo in funzione della geometria del palo e delle caratteristiche del terreno e dell'interfaccia palo-terreno.

Ai fini del calcolo, il carico limite Q_{lim} viene convenzionalmente suddiviso in due aliquote, la resistenza alla punta Q_p e la resistenza laterale Q_s .

Resistenza unitaria alla punta

La resistenza unitaria q_p alla punta, per il caso di terreno dotato di attrito (φ) e di coesione (c), è data dall'espressione:

$$q_p = c \cdot N_c + \gamma \cdot D \cdot N_q$$

Avendo indicato con:

γ Peso unità di volume del terreno;

D Lunghezza del palo;

N_c e N_q Fattori di capacità portante già comprensivi dell'effetto forma (circolare).

Il fattore N_q è stato calcolato secondo la teoria di *Berezantzev*.

Resistenza del fusto

Il contributo alla resistenza di fusto viene calcolato utilizzando una combinazione di sforzi totali ed efficaci. Sono previsti tre procedimenti di calcolo di uso corrente. Due dei quali di validità generale per la resistenza laterale di pali collocati in terreni coesivi. Questi metodi prendono il nome di α , β e λ dai coefficienti moltiplicativi usati nel termine della capacità portante laterale

Metodo utilizzato per il calcolo della capacità portante laterale metodo α , proposto da *Tomlinson (1971)*; la resistenza laterale viene calcolata nel seguente modo:

$$f_s = \alpha \cdot c + q \cdot K \cdot \tan \delta$$

c	Valore medio della coesione o della resistenza a taglio in condizioni non drenate;
q	Pressione verticale del terreno;
K	Coefficiente di spinta orizzontale dipendente dalla tecnologia del palo e dal precedente stato di addensamento calcolato come segue:

Per pali infissi

$$K = 1 + \tan^2 \varphi$$

Per pali trivellati

$$K = 1 - \tan^2 \varphi$$

δ attrito palo-terreno, funzione della scabrezza della superficie del palo.

Per pali infissi

$$\delta = \frac{3}{4} \cdot \tan \varphi$$

Per pali trivellati

$$\delta = \tan \varphi$$

α è un coefficiente ricavato come di seguito riportato:

Coefficiente α per palo infisso

$c < 0.25$	$\alpha = 1.00$
$0.25 < c < 0.5$	$\alpha = 0.85$
$0.5 < c < 0.75$	$\alpha = 0.65$
$0.75 < c < 2.4$	$\alpha = 0.50$
$c > 2.4$	$\alpha = 1.2 / c$

Coefficiente α per palo trivellato

$c < 0.25$	$\alpha = 0.9$
$0.25 < c < 0.5$	$\alpha = 0.8$
$0.5 < c < 0.75$	$\alpha = 0.6$
$0.75 < c < 2$	$\alpha = 0.4$
$c > 2$	$\alpha = 0.8 / c$

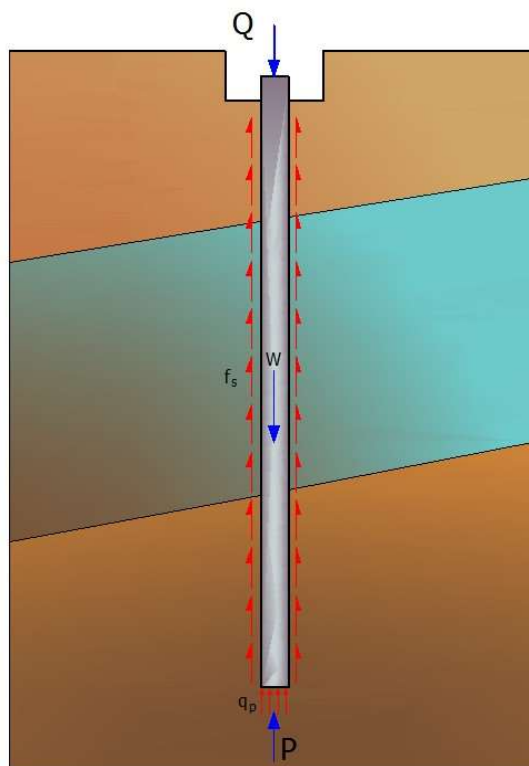
Inoltre:

Secondo le indicazioni di Okamoto in presenza di effetti sismici la resistenza laterale viene ridotta in funzione del coefficiente sismico k_h come segue:

$$C_{\text{reduct_coeff}} = 1 - k_h$$

Infine

- Per i pali trivellati sia le caratteristiche di resistenza (c , φ) sia il coefficiente del modulo orizzontale del terreno sono stati ridotti del 10%.
- In caso azioni di trazione il carico alla punta è nullo mentre quello laterale è stato ridotto al 70%.
- Nel coefficiente di sicurezza verticale si è tenuto in debito conto anche del peso palo.



Schema delle aliquote di resistenza del carico limite

Cedimenti

Il cedimento verticale è stato calcolato con il metodo Davis-Poulos, secondo il quale il palo viene considerato rigido (indeformabile) immerso in un mezzo elastico, semispazio o strato di spessore finito.

Si ipotizza che l'interazione palo terreno sia costante a tratti lungo n superfici cilindriche in cui viene suddivisa la superficie laterale del palo. Il cedimento della generica superficie i per effetto del carico trasmesso dal palo al terreno lungo la superficie j esima può essere espresso:

$$W_{i,j} = \left(\frac{\tau_j}{E} \right) \cdot B \cdot I_{i,j}$$

Avendo indicato con:

- τ_j Incremento di tensione relativo al punto medio della striscia;
- E Modulo elastico del terreno;
- B Diametro del palo;
- $I_{i,j}$ Coefficiente di influenza.

Il cedimento complessivo si ottiene sommando $W_{i,j}$ per tutte le j aree.

Dati generali

Data
Condizioni ambientali
Zona
Lat./Long. [WGS84]

08/04/2021
Ordinarie
via bologna 240 vergato
44,287524/11,109973

Normativa GEO NTC 2018
 Normativa STR NTC 2018
 Spinta Mononobe & Okabe [M.O. 1929]

Dati generali muro

Altezza muro	334,0 cm
Spessore testa muro	35,0 cm
Risega muro lato valle	0,0 cm
Risega muro lato monte	0,0 cm
Sporgenza mensola a valle	65,0 cm
Sporgenza mensola a monte	125,0 cm
Svaso mensola a valle	0,0 cm
Altezza estremità mensola a valle	50,0 cm
Altezza estremità mensola a monte	50,0 cm
Pali	
Sezione dei pali	60,0 cm
Lunghezza dei pali	1400,0 cm
Distanza asse da estremità mensola	30,0 cm
Interasse longitudinale	200,0 cm
Disposizione in pianta	Sfalsati
Verticali indagate	
Numero verticali indagate	1,0
Fattore correlazione verticali indagate (xi3)	1,7
Fattore correlazione verticali indagate (xi4)	1,7

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	75,0 [anni]
Vita di riferimento:	113,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	B
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	68,0	0,78	2,5	0,27
S.L.D.	114,0	0,95	2,49	0,28
S.L.V.	1073,0	2,03	2,55	0,31
S.L.C.	2203,0	2,48	2,58	0,32

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Classe III

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,936	1,0	0,0955	0,0477
S.L.D.	1,14	0,47	0,0546	0,0273

S.L.V.	2,4134	0,38	0,0935	0,0468
S.L.C.	2,8247	1,0	0,2881	0,144

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

Conglomerati

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

Acciai:

Nr.	Classe acciaio	Es [Mpa]	fyk [Mpa]	fyd [Mpa]	ftk [Mpa]	ftd [Mpa]	ep_tk	epd_ult	β1*β2 iniziale	β1*β2 finale
1	B450C	200000	450	391,3	540	391,3	.075	.0675	1	0,5
2	B450C*	200000	450	391,3	540	450	.075	.0675	1	0,5
3	B450C**	200000	450	391,3	458,3	398,5	.012	.01	1	0,5
4	S235H	200000	240	210	360	210	0,012	0,01	1	0,5
5	S275H	200000	280	243	460	244	0,012	0,01	1	0,5
6	S355H	200000	360	312	510	360	0,012	0,01	1	0,5

Materiali impiegati realizzazione muro

C25/30 B450C

Materiali impiegati realizzazione pali

C25/30 B450C

Copriferro, Elevazione

7,0 cm

Copriferro, Fondazione

3,0 cm

Copriferro, Dente di fondazione

3,0 cm

Stratigrafia

Ns	Spessore strato (cm)	Inclinazio ne dello strato. (°)	Peso unità di volume (KN/m³)	Angolo di resistenza a taglio (°)	Coesione (kPa)	Angolo di attrito terra muro (°)	Presenza di falda (Si/No)	Litologia	Descrizio ne
1	384	15	19,00	17	13,00	0	No		
2	400	15	19,00	17	16,00	0	No		
3	200	15	19,40	17	16,00	0	No		
4	1400	15	19,70	0	240,00	0	No		

FATTORI DI COMBINAZIONE

A1+M1+R3

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

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

4	Peso unità volume	1
---	-------------------	---

Nr.	Carico limite	Coefficienti resistenze
1	Punta	1,3
2	Laterale compressione	1,15
3	Coefficiente totale	1,25
4	Laterale (trazione)	1,25
5	Orizzontale	1,3
	Riduzione resistenza	Parziale

A Unitari+M1+RSLV

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

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

Nr.	Carico limite	Coefficienti resistenze
1	Punta	1,3
2	Laterale compressione	1,15
3	Coefficiente totale	1,25
4	Laterale (trazione)	1,25
5	Orizzontale	1,3
	Riduzione resistenza	Parziale

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

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

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

Nr.	Carico limite	Coefficienti resistenze
1	Punta	1,3
2	Laterale compressione	1,15
3	Coefficiente totale	1,25
4	Laterale (trazione)	1,25
5	Orizzontale	1,3
	Riduzione resistenza	Parziale

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

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

Nr.	Carico limite	Coefficienti resistenze
1	Punta	1
2	Laterale compressione	1
3	Coefficiente totale	1
4	Laterale (trazione)	1
5	Orizzontale	1
	Riduzione resistenza	Parziale

A1+M1+R3 [GEO+STR]

CALCOLO SPINTE

Discretizzazione terreno

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

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
384,0	317,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
317,2	314,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
314,0	250,4	19,0	17,0	17,2	0,0	13,0	0,0	
250,4	183,6	19,0	17,0	17,2	0,0	13,0	0,0	
183,6	116,8	19,0	17,0	17,2	0,0	13,0	0,0	
116,8	50,0	19,0	17,0	17,2	0,0	13,0	0,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

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

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,86	0,0	0,0	0,86	0,0	0,0	0,0
0,0	0,86	0,0	0,0	0,86	0,0	0,0	0,0
0,0	0,86	0,0	0,0	0,86	0,0	0,0	0,0
0,0	0,86	0,0	0,0	0,86	0,0	0,0	0,0

Spinte risultanti e punto di applicazione

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

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	384,0	317,2	0,0	0,0	350,6	350,6
2	317,2	314,0	0,0	0,0	315,6	315,6
3	314,0	250,4	0,0	0,0	282,2	282,2
4	250,4	183,6	0,0	0,0	217,0	217,0
5	183,6	116,8	2,56	0,0	133,22	116,8
6	116,8	50,0	11,66	0,0	78,9	50,0

CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzi a)

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

Quota	Px	Py	Xp	Yp
317,2	0,0	5,85	82,5	350,6
314,0	0,0	6,13	82,5	349,0
250,4	0,0	11,7	82,5	317,2
183,6	0,0	17,53	82,5	283,8
116,8	0,0	23,38	82,5	250,4
50,0	0,0	29,23	82,5	217,0

Sollecitazioni sul muro

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

Quota	Fx	Fy	M	H
317,2	0,0	5,85	0,0	35,0
314,0	0,0	6,13	0,0	35,0
250,4	0,0	11,7	0,0	35,0
183,6	0,0	17,53	0,0	35,0
116,8	2,56	23,38	0,42	35,0
50,0	14,23	29,23	5,5	35,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afv	Area dei ferri lato valle.
Afm	Area dei ferri lato monte.
Nu	Sforzo normale ultimo (kN);
Mu	Momento flettente ultimo (kNm);
Vrd	Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kN);
Sic. VT	$\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$
Vsdu	Taglio di calcolo (kN);

Afv	Afm	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
8Ø20 (25,13)	8Ø20 (25,13)	6,13	235,57	S	223,93	0,0	4,85
8Ø20 (25,13)	8Ø20 (25,13)	6,13	235,57	S	223,93	0,0	4,85
8Ø20 (25,13)	8Ø20 (25,13)	12,07	236,24	S	223,93	0,0	4,85
8Ø20 (25,13)	8Ø20 (25,13)	18,01	236,91	S	223,93	0,0	4,85
8Ø20 (25,13)	8Ø20 (25,13)	23,93	237,58	S	178,87	0,0	68,47
8Ø20 (25,13)	8Ø20 (25,13)	29,84	238,24	S	179,59	0,0	12,38

Discretizzazione terreno

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

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
352,2	317,2	19,0	17,0	17,2	17,2	13,0	0,0	
317,2	250,4	19,0	17,0	17,2	17,2	13,0	0,0	
250,4	183,6	19,0	17,0	17,2	17,2	13,0	0,0	
183,6	116,8	19,0	17,0	17,2	17,2	13,0	0,0	
116,8	50,0	19,0	17,0	17,2	17,2	13,0	0,0	
50,0	34,5	19,0	17,0	17,2	0,0	13,0	0,0	
34,5	0,0	19,0	15,0	17,2	0,0	16,0	0,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

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

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
17,2	0,87	0,0	0,0	0,83	0,26	0,0	0,0
17,2	0,87	0,0	0,0	0,83	0,26	0,0	0,0
17,2	0,87	0,0	0,0	0,83	0,26	0,0	0,0

17,2	0,87	0,0	0,0	0,83	0,26	0,0	0,0
17,2	0,87	0,0	0,0	0,83	0,26	0,0	0,0
0,0	0,86	0,0	0,0	0,86	0,0	0,0	0,0
0,0	0,74	0,0	0,0	0,74	0,0	0,0	0,0

Spinte risultanti e punto di applicazione

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

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	352,2	317,2	0,0	0,0	334,7	334,7
2	317,2	250,4	0,0	0,0	283,8	283,8
3	250,4	183,6	0,5	0,12	190,96	190,96
4	183,6	116,8	7,63	1,82	143,5	143,5
5	116,8	50,0	16,81	4,0	80,36	80,36
6	50,0	34,5	5,05	2,3	42,12	42,25
7	34,5	0,0	11,31	5,11	16,7	17,25

SPINTE IN FONDAZIONE

Discretizzazione terreno

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

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
50,0	0,0	19,0	195,0	17,2	0,0	16,0	180,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

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

μ	Kp	Kpx	Kpy
180,0	1,4	-1,4	0,0

Spinte risultanti e punto di applicazione

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

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	50,0	0,0	-22,3	0,0	23,75	0,0

Sollecitazioni total i

	Fx	Forza in direzione x (kN);			
	Fy	Forza in direzione y (kN);			
	M	Momento (kNm);			
	Fx		Fy		M
Spinta terreno	41,31		13,35		-0,59
Peso muro	0,0		29,23		-24,11
Peso fondazione	0,0		28,13		-31,64
Sovraccarico	0,0		0,0		0,0
Terr. fondazione	0,0		87,41		-143,27
Spinte fondazione	-22,3		0,0		-5,3
	19,01		158,11		-204,91

Momento stabilizzante -229,05 kNm
Momento ribaltante 24,14 kN m

Verifica palo max sollecitato

Forza orizzontale	28,91 kN
Forza verticale (P)	284,54 kN

Dati palo

Lunghezza	1400,0 cm
Diametro	60,0 cm
Copriferro	7,0 cm
Palo trivellato	
Numero verticali indagate	1
Fattore correlazione verticali indagate [xi3]	1,7
Fattore correlazione verticali indagate [xi4]	1,7

Stratigrafia palo**Strato N° 1**

Spessore strato	400,0 cm
Peso unità di volume	19,0 KN/m³
Angolo di attrito	17,2 °
Coesione	16,0 kPa
Modulo di elasticità	15300,0 kPa
Modulo di reaz. orizzontale	147099,8 KN/m³

Strato N° 2

Spessore strato	200,0 cm
Peso unità di volume	19,4 KN/m³

Angolo di attrito	17,2 °
Coesione	16,0 kPa
Modulo di elasticità	5100,0 kPa

Strato N° 3

Spessore strato	800,0 cm
Peso unità di volume	19,7 KN/m³
Angolo di attrito	0,0 °
Coesione	240,0 kPa
Modulo di elasticità	15300,0 kPa

Spostamenti e rotazioni in testa al palo di valle

Lunghezza d'onda	173,57 cm
Cedimento del palo	0,2 cm
Spostamento in x	0,04 cm
Rotazione in testa	0,01 °

Pressione limite orizzontale in corrispondenza della lunghezza d'onda 326 kPa

Carico limite verticale

Carico limite di punta (Qp)	687,74 kN
Carico limite laterale (Qs)	1497,23 kN
Coefficiente di sicurezza punta (FsP)	1,3
Coefficiente di sicurezza laterale (FsL)	1,15
$R=(Qp/Xi3)/FsP+(Qs/Xi3)/FsL$	1077,04 kN
Peso palo (W)	10091,13 Kg
Fattore di sicurezza $Fs=R/(P+W)$	2,81

Verifica palo in testa

Momento	0,0 kNm
Sforzo normale	284,54 kN
Taglio	28,91 kN
Area ferri	25,13 cm²
Sforzo normale ultimo (Nu)	284,54 kN
Momento flettente ultimo (Mu)	197,0 kNm
Stato verifica a flessione	Verificata
Resistenza a taglio congl. (Vcd)	534,43 kN
Resistenza a taglio staffe (Vwd)	524,75 kN
Misura Sicurezza Taglio	0,06

Verifica palo alla profondità di cm 217,00

Momento	16,56 kNm
Sforzo normale	299,58 kN
Taglio	0,0 kN
Area ferri	25,13 cm²
Sforzo normale ultimo (Nu)	299,59 kN
Momento flettente ultimo (Mu)	199,35 kNm
Stato verifica a flessione	Verificata
Resistenza a taglio congl. (Vcd)	534,43 kN

Resistenza a taglio staffe (Vwd)	524,75 kN
Misura Sicurezza Taglio	0,06

Verifiche palo alla profondità di cm 347,13

Momento	6,52 kNm
Sforzo normale	308,6 kN
Taglio	0,0 kN
Area ferri	25,13 cm ²
Sforzo normale ultimo (Nu)	308,59 kN
Momento flettente ultimo (Mu)	200,75 kNm
Stato verifica a flessione	Verificata
Resistenza a taglio congl. (Vcd)	534,43 kN
Resistenza a taglio staffe (Vwd)	524,75 kN
Misura Sicurezza Taglio	0,06

MENSOLA A VALLE

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

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
30,0	-22,3	3,75	0,84	50,0
65,0	-36,76	39,72	17,59	50,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi	Area dei ferri inferiori.
Afs	Area dei ferri superiori.
Nu	Sforzo normale ultimo (kN);
Mu	Momento flettente ultimo (kNm);
Vrd	Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kN);
Sic. VT	min {Vrd; Vwd}/Vsdu
Vsdu	Taglio di calcolo (kN);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
8Ø20 (25,13)	8Ø20 (25,13)	22,67	433,79	S	225,82	0,0	59,06
8Ø20 (25,13)	8Ø20 (25,13)	37,54	436,61	S	227,9	0,0	5,63

MENSOLA A MONTE

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

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
100,0	-3,15	-46,06	68,42	50,0
195,0	11,31	35,01	-8,26	50,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi	Area dei ferri inferiori.
Afs	Area dei ferri superiori.
Nu	Sforzo normale ultimo (kN);
Mu	Momento flettente ultimo (kNm);
Vrd	Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kN);
Sic. VT	$\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$
Vsdu	Taglio di calcolo (kN);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
8Ø20 (25,13)	8Ø20 (25,13)	2,96	430,04	S	223,07	0,0	4,75
8Ø20 (25,13)	8Ø20 (25,13)	11,73	431,71	S	224,24	0,0	6,28

A_Unitari+M1+RSLV [GEO+STR]

Coefficiente sismico orizzontale Kh	0,2555
Coefficiente sismico verticale Kv	0,128

CALCOLO SPINTE

Discretizzazione terreno

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

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
384,0	317,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
317,2	314,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
314,0	250,4	19,0	17,0	17,2	0,0	13,0	0,0	
250,4	183,6	19,0	17,0	17,2	0,0	13,0	0,0	
183,6	116,8	19,0	17,0	17,2	0,0	13,0	0,0	
116,8	50,0	19,0	17,0	17,2	0,0	13,0	0,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

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

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,86	1,11	0,35	0,86	0,0	0,35	0,0
0,0	0,86	1,11	0,35	0,86	0,0	0,35	0,0
0,0	0,86	1,11	0,35	0,86	0,0	0,35	0,0
0,0	0,86	1,11	0,35	0,86	0,0	0,35	0,0

Spinte risultanti e punto di applicazione

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

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	384,0	317,2	0,0	0,0	350,6	350,6
2	317,2	314,0	0,0	0,0	315,6	315,6
3	314,0	250,4	9,68	0,0	283,65	250,4
4	250,4	183,6	7,31	0,0	219,23	183,6
5	183,6	116,8	6,36	0,0	147,5	116,8
6	116,8	50,0	10,44	0,0	81,09	50,0

CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzi a)

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

Quota	Px	Py	Xp	Yp
317,2	1,49	5,85	82,5	350,6
314,0	1,56	6,13	82,5	349,0
250,4	2,99	11,7	82,5	317,2
183,6	4,48	17,53	82,5	283,8
116,8	5,97	23,38	82,5	250,4
50,0	7,47	29,23	82,5	217,0

Sollecitazioni sul muro

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

Quota	Fx	Fy	M	H
317,2	1,49	5,85	0,5	35,0
314,0	1,56	6,13	0,55	35,0
250,4	12,67	11,7	5,22	35,0
183,6	21,47	17,53	16,78	35,0
116,8	29,32	23,38	33,57	35,0

50,0 41,25 29,23 56,91 35,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afv	Area dei ferri lato valle.
Afm	Area dei ferri lato monte.
Nu	Sforzo normale ultimo (kN);
Mu	Momento flettente ultimo (kNm);
Vrd	Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kN);
Sic. VT	$\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$
Vsdu	Taglio di calcolo (kN);

Afv	Afm	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
8Ø20 (25,13)	8Ø20 (25,13)	6,13	235,57	S	176,73	0,0	115,95
8Ø20 (25,13)	8Ø20 (25,13)	6,13	235,57	S	176,76	0,0	110,77
8Ø20 (25,13)	8Ø20 (25,13)	12,07	236,24	S	177,44	0,0	13,73
8Ø20 (25,13)	8Ø20 (25,13)	18,01	236,91	S	178,15	0,0	8,14
8Ø20 (25,13)	8Ø20 (25,13)	23,93	237,58	S	178,87	0,0	5,98
8Ø20 (25,13)	8Ø20 (25,13)	29,84	238,24	S	179,59	0,0	4,27

Discretizzazione terreno

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

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
352,2	317,2	19,0	17,0	17,2	17,2	13,0	0,0	
317,2	250,4	19,0	17,0	17,2	17,2	13,0	0,0	
250,4	183,6	19,0	17,0	17,2	17,2	13,0	0,0	
183,6	116,8	19,0	17,0	17,2	17,2	13,0	0,0	
116,8	50,0	19,0	17,0	17,2	17,2	13,0	0,0	
50,0	34,5	19,0	17,0	17,2	0,0	13,0	0,0	
34,5	0,0	19,0	15,0	17,2	0,0	16,0	0,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

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

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
17,2	0,87	1,28	0,51	0,83	0,26	0,49	0,15
17,2	0,87	1,28	0,51	0,83	0,26	0,49	0,15

17,2	0,87	1,28	0,51	0,83	0,26	0,49	0,15
17,2	0,87	1,28	0,51	0,83	0,26	0,49	0,15
17,2	0,87	1,28	0,51	0,83	0,26	0,49	0,15
0,0	0,86	1,11	0,35	0,86	0,0	0,35	0,0
0,0	0,74	1,11	0,46	0,74	0,0	0,46	0,0

Spinte risultanti e punto di applicazione

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

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	352,2	317,2	10,62	2,85	335,01	335,06
2	317,2	250,4	17,13	4,47	285,14	285,39
3	250,4	183,6	13,39	3,31	217,97	218,21
4	183,6	116,8	14,74	3,73	149,09	148,84
5	116,8	50,0	17,68	4,64	82,48	82,31
6	50,0	34,5	4,43	2,3	42,18	42,25
7	34,5	0,0	9,22	5,11	17,05	17,25

SPINTE IN FONDAZIONE

Discretizzazione terreno

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

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
50,0	0,0	19,0	195,0	17,2	0,0	16,0	180,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

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

μ	Kp	Kpx	Kpy
180,0	1,4	-1,4	0,0

Spinte risultanti e punto di applicazione

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

Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);						
	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	50,0	0,0	-22,3	0,0	23,75	0,0

Sollecitazioni total i

	Fx	Fy	M
	Forza in direzione x (kN);	Forza in direzione y (kN);	Momento (kNm);
	Fx	Fy	M
Spinta terreno	87,21	26,42	94,17
Peso muro	7,47	29,23	-7,91
Peso fondazione	7,19	28,13	-29,84
Sovraccarico	0,0	0,0	0,0
Terr. fondazione	17,18	67,24	-77,26
Spinte fondazione	-22,3	0,0	-5,3
	96,74	151,01	-26,14

Momento stabilizzante -225,41 kNm

Momento ribaltante 199,27 kN m

Verifica palo max sollecitato

Forza orizzontale	83,33 kN
Forza verticale (P)	127,89 kN

Dati palo

Lunghezza	1400,0 cm
Diametro	60,0 cm
Copriferro	7,0 cm
Palo trivellato	
Numero verticali indagate	1
Fattore correlazione verticali indagate [xi3]	1,7
Fattore correlazione verticali indagate [xi4]	1,7

Stratigrafia palo**Strato N° 1**

Spessore strato	400,0 cm
Peso unità di volume	19,0 KN/m³
Angolo di attrito	17,2 °
Coesione	16,0 kPa
Modulo di elasticità	15300,0 kPa
Modulo di reaz. orizzontale	147099,8 KN/m³

Strato N° 2

Spessore strato	200,0 cm
-----------------	----------

Peso unità di volume	19,4 KN/m ³
Angolo di attrito	17,2 °
Coesione	16,0 kPa
Modulo di elasticità	5100,0 kPa

Strato N° 3

Spessore strato	800,0 cm
Peso unità di volume	19,7 KN/m ³
Angolo di attrito	0,0 °
Coesione	240,0 kPa
Modulo di elasticità	15300,0 kPa

Spostamenti e rotazioni in testa al palo di valle

Lunghezza d'onda	173,57 cm
Cedimento del palo	0,12 cm
Spostamento in x	0,11 cm
Rotazione in testa	0,04 °

Pressione limite orizzontale in corrispondenza della lunghezza d'onda 326 kPa

Carico limite verticale

Carico limite di punta (Qp)	687,74 kN
Carico limite laterale (Qs)	1497,23 kN
Coefficiente di sicurezza punta (FsP)	1,3
Coefficiente di sicurezza laterale (FsL)	1,15
$R=(Qp/Xi3)/FsP+(Qs/Xi3)/FsL$	1077,04 kN
Peso palo (W)	10091,13 Kg
Fattore di sicurezza $Fs=R/(P+W)$	4,75

Verifica palo in testa

Momento	0,0 kNm
Sforzo normale	127,89 kN
Taglio	83,33 kN
Area ferri	25,13 cm ²
Sforzo normale ultimo (Nu)	127,9 kN
Momento flettente ultimo (Mu)	171,78 kNm
Stato verifica a flessione	Verificata
Resistenza a taglio congl. (Vcd)	519,34 kN
Resistenza a taglio staffe (Vwd)	538,46 kN
Misura Sicurezza Taglio	0,16

Verifica palo alla profondità di cm 217,00

Momento	47,73 kNm
Sforzo normale	142,93 kN
Taglio	0,0 kN
Area ferri	25,13 cm ²
Sforzo normale ultimo (Nu)	142,93 kN
Momento flettente ultimo (Mu)	174,26 kNm
Stato verifica a flessione	Verificata

Resistenza a taglio congl. (Vcd)	519,34 kN
Resistenza a taglio staffe (Vwd)	538,46 kN
Misura Sicurezza Taglio	0,16

Verifiche palo alla profondità di cm 347,13

Momento	18,8 kNm
Sforzo normale	151,94 kN
Taglio	0,0 kN
Area ferri	25,13 cm ²
Sforzo normale ultimo (Nu)	151,94 kN
Momento flettente ultimo (Mu)	175,75 kNm
Stato verifica a flessione	Verificata
Resistenza a taglio congl. (Vcd)	519,34 kN
Resistenza a taglio staffe (Vwd)	538,46 kN
Misura Sicurezza Taglio	0,16

MENSOLA A VALLE

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

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
30,0	-22,3	3,75	0,84	50,0
51,93	-63,96	-35,27	3,22	50,0
65,0	-63,96	-33,64	-1,28	50,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi	Area dei ferri inferiori.
Afs	Area dei ferri superiori.
Nu	Sforzo normale ultimo (kN);
Mu	Momento flettente ultimo (kNm);
Vrd	Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kN);
Sic. VT	min{Vrd; Vwd}/Vsdu
Vsdu	Taglio di calcolo (kN);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
8Ø20 (25,13)	8Ø20 (25,13)	22,67	433,79	S	225,82	0,0	59,06
8Ø20 (25,13)	8Ø20 (25,13)	65,28	441,86	S	231,81	0,0	6,45
8Ø20 (25,13)	8Ø20 (25,13)	65,28	441,86	S	231,81	0,0	6,76

MENSOLA A MONTE

Xprogr.	Ascissa progressiva (cm);
Fx	Forza in direzione x (kN);
Fy	Forza in direzione y (kN);

M	Momento (kNm);			
H	Altezza sezione (cm);			
Xprogr.	Fx	Fy	M	H
100,0	-32,45	45,34	-15,33	50,0
195,0	9,22	48,09	-11,97	50,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi	Area dei ferri inferiori.						
Afs	Area dei ferri superiori.						
Nu	Sforzo normale ultimo (kN);						
Mu	Momento flettente ultimo (kNm);						
Vrd	Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);						
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kN);						
Sic. VT	$\min\{Vrd; Vwd\}/V_{sdu}$						
Vsdu	Taglio di calcolo (kN);						
Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
8Ø20 (25,13)	8Ø20 (25,13)	33,14	435,78	S	227,28	0,0	4,92
8Ø20 (25,13)	8Ø20 (25,13)	9,54	431,29	S	223,94	0,0	4,57

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

Coefficiente sismico orizzontale Kh 0,2555

Coefficiente sismico verticale Kv 0,128

CALCOLO SPINTE

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);							
Qf	Quota finale strato							
G	Peso unità di volume (KN/m³);							
Eps	Inclinazione dello strato. (°);							
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);							
Delta	Angolo attrito terra muro;							
c	Coesione (kPa);							
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);							
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda							
Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
384,0	317,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
317,2	314,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
314,0	250,4	19,0	17,0	17,2	0,0	13,0	0,0	
250,4	183,6	19,0	17,0	17,2	0,0	13,0	0,0	
183,6	116,8	19,0	17,0	17,2	0,0	13,0	0,0	
116,8	50,0	19,0	17,0	17,2	0,0	13,0	0,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

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

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

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,86	1,3	0,55	0,86	0,0	0,55	0,0
0,0	0,86	1,3	0,55	0,86	0,0	0,55	0,0
0,0	0,86	1,3	0,55	0,86	0,0	0,55	0,0
0,0	0,86	1,3	0,55	0,86	0,0	0,55	0,0

Spinte risultanti e punto di applicazione

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

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	384,0	317,2	0,0	0,0	350,6	350,6
2	317,2	314,0	0,0	0,0	315,6	315,6
3	314,0	250,4	15,35	0,0	283,65	250,4
4	250,4	183,6	11,59	0,0	219,23	183,6
5	183,6	116,8	8,93	0,0	149,34	116,8
6	116,8	50,0	11,29	0,0	82,11	50,0

CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzi a)

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

Quota	Px	Py	Xp	Yp
317,2	2,24	5,85	82,5	350,6
314,0	2,35	6,13	82,5	349,0
250,4	4,48	11,7	82,5	317,2
183,6	6,72	17,53	82,5	283,8
116,8	8,96	23,38	82,5	250,4
50,0	11,2	29,23	82,5	217,0

SOLLECITAZIONI SUL MURO

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

Quota	Fx	Fy	M	H
317,2	2,24	5,85	0,75	35,0
314,0	2,35	6,13	0,82	35,0

250,4	19,83	11,7	8,1	35,0
183,6	33,66	17,53	26,22	35,0
116,8	44,83	23,38	52,36	35,0
50,0	58,36	29,23	86,68	35,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afv	Area dei ferri lato valle.
Afm	Area dei ferri lato monte.
Nu	Sforzo normale ultimo (kN);
Mu	Momento flettente ultimo (kNm);
Vrd	Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kN);
Sic. VT	$\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$
Vsdu	Taglio di calcolo (kN);

Afv	Afm	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
8Ø20 (25,13)	8Ø20 (25,13)	6,13	235,57	S	176,73	0,0	77,3
8Ø20 (25,13)	8Ø20 (25,13)	6,13	235,57	S	176,76	0,0	73,84
8Ø20 (25,13)	8Ø20 (25,13)	12,07	236,24	S	177,44	0,0	8,77
8Ø20 (25,13)	8Ø20 (25,13)	18,01	236,91	S	178,15	0,0	5,19
8Ø20 (25,13)	8Ø20 (25,13)	23,93	237,58	S	178,87	0,0	3,91
8Ø20 (25,13)	8Ø20 (25,13)	29,84	238,24	S	179,59	0,0	3,02

Discretizzazione terreno

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

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
352,2	317,2	19,0	17,0	17,2	17,2	13,0	0,0	
317,2	250,4	19,0	17,0	17,2	17,2	13,0	0,0	
250,4	183,6	19,0	17,0	17,2	17,2	13,0	0,0	
183,6	116,8	19,0	17,0	17,2	17,2	13,0	0,0	
116,8	50,0	19,0	17,0	17,2	17,2	13,0	0,0	
50,0	34,5	19,0	17,0	17,2	0,0	13,0	0,0	
34,5	0,0	19,0	15,0	17,2	0,0	16,0	0,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

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

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
---	----	----	----	-----	-----	-----	-----

17,2	0,87	1,6	0,85	0,83	0,26	0,81	0,25
17,2	0,87	1,6	0,85	0,83	0,26	0,81	0,25
17,2	0,87	1,6	0,85	0,83	0,26	0,81	0,25
17,2	0,87	1,6	0,85	0,83	0,26	0,81	0,25
17,2	0,87	1,6	0,85	0,83	0,26	0,81	0,25
0,0	0,86	1,3	0,55	0,86	0,0	0,55	0,0
0,0	0,74	1,3	0,66	0,74	0,0	0,66	0,0

Spinte risultanti e punto di applicazione

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

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	352,2	317,2	17,42	4,75	335,02	335,06
2	317,2	250,4	28,01	7,44	285,17	285,39
3	250,4	183,6	21,53	5,44	218,31	218,61
4	183,6	116,8	20,14	5,01	150,15	150,13
5	116,8	50,0	20,33	5,07	83,35	83,33
6	50,0	34,5	4,68	2,3	42,21	42,25
7	34,5	0,0	9,45	5,11	17,19	17,25

SPINTE IN FONDAZIONE

Discretizzazione terreno

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

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
50,0	0,0	19,0	195,0	17,2	0,0	16,0	180,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

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

μ	Kp	Kpx	Kpy
180,0	1,4	-1,4	0,0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
----	----------------------

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

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	50,0	0,0	-22,3	0,0	23,75	0,0

Sollecitazioni total i

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

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	121,57	35,11	157,04
Peso muro	11,2	29,23	0,19
Peso fondazione	10,78	28,13	-28,95
Sovraccarico	0,0	0,0	0,0
Terr. fondazione	25,77	67,24	-60,78
Spinte fondazione	-22,3	0,0	-5,3
	147,02	159,7	62,21

Momento stabilizzante -244,96 kNm
 Momento ribaltante 307,17 kN m

Verifica palo max sollecitato

Forza orizzontale	118,52 kN
Forza verticale (P)	164,58 kN

Dati palo

Lunghezza	1400,0 cm
Diametro	60,0 cm
Copriferro	7,0 cm
Palo trivellato	
Numero verticali indagate	1
Fattore correlazione verticali indagate [xi3]	1,7
Fattore correlazione verticali indagate [xi4]	1,7

Stratigrafia palo

Strato N° 1

Spessore strato	400,0 cm
Peso unità di volume	19,0 kN/m³
Angolo di attrito	17,2 °
Coesione	16,0 kPa
Modulo di elasticità	15300,0 kPa
Modulo di reaz. orizzontale	147099,8 kN/m³

Strato N° 2

Spessore strato	200,0 cm
Peso unità di volume	19,4 kN/m ³
Angolo di attrito	17,2 °
Coesione	16,0 kPa
Modulo di elasticità	5100,0 kPa

Strato N° 3

Spessore strato	800,0 cm
Peso unità di volume	19,7 kN/m ³
Angolo di attrito	0,0 °
Coesione	240,0 kPa
Modulo di elasticità	15300,0 kPa

Spostamenti e rotazioni in testa al palo di valle

Lunghezza d'onda	173,57 cm
Cedimento del palo	0,13 cm
Spostamento in x	0,15 cm
Rotazione in testa	0,05 °

Pressione limite orizzontale in corrispondenza della lunghezza d'onda 326 kPa

Carico limite verticale

Carico limite di punta (Qp)	687,74 kN
Carico limite laterale (Qs)	1497,23 kN
Coefficiente di sicurezza punta (FsP)	1,3
Coefficiente di sicurezza laterale (FsL)	1,15
$R=(Qp/Xi3)/FsP+(Qs/Xi3)/FsL$	1077,04 kN
Peso palo (W)	10091,13 Kg
Fattore di sicurezza $Fs=R/(P+W)$	4,09

Verifica palo in testa

Momento	0,0 kNm
Sforzo normale	164,58 kN
Taglio	118,52 kN
Area ferri	25,13 cm ²
Sforzo normale ultimo (Nu)	164,57 kN
Momento flettente ultimo (Mu)	177,81 kNm
Stato verifica a flessione	Verificata
Resistenza a taglio congl. (Vcd)	521,4 kN
Resistenza a taglio staffe (Vwd)	536,1 kN
Misura Sicurezza Taglio	0,23

Verifica palo alla profondità di cm 217,00

Momento	67,89 kNm
Sforzo normale	179,62 kN
Taglio	0,0 kN
Area ferri	25,13 cm ²

Sforzo normale ultimo (Nu)	179,62 kN
Momento flettente ultimo (Mu)	180,26 kNm
Stato verifica a flessione	Verificata
Resistenza a taglio congl. (Vcd)	521,4 kN
Resistenza a taglio staffe (Vwd)	536,1 kN
Misura Sicurezza Taglio	0,23

Verifiche palo alla profondità di cm 347,13

Momento	26,74 kNm
Sforzo normale	188,63 kN
Taglio	0,0 kN
Area ferri	25,13 cm ²
Sforzo normale ultimo (Nu)	188,64 kN
Momento flettente ultimo (Mu)	181,73 kNm
Stato verifica a flessione	Verificata
Resistenza a taglio congl. (Vcd)	521,4 kN
Resistenza a taglio staffe (Vwd)	536,1 kN
Misura Sicurezza Taglio	0,23

MENSOLA A VALLE

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

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
30,0	-22,3	3,75	0,84	50,0
65,0	-81,56	-74,16	-11,07	50,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi	Area dei ferri inferiori.
Afs	Area dei ferri superiori.
Nu	Sforzo normale ultimo (kN);
Mu	Momento flettente ultimo (kNm);
Vrd	Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kN);
Sic. VT	min{Vrd; Vwd}/Vsdu
Vsdu	Taglio di calcolo (kN);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
8Ø20 (25,13)	8Ø20 (25,13)	22,67	433,79	S	225,82	0,0	59,06
8Ø20 (25,13)	8Ø20 (25,13)	82,93	445,18	S	234,34	0,0	3,1

MENSOLA A MONTE

Xprogr.	Ascissa progressiva (cm);
Fx	Forza in direzione x (kN);

Fy	Forza in direzione y (kN);			
M	Momento (kNm);			
H	Altezza sezione (cm);			
Xprogr.	Fx	Fy	M	H
100,0	-49,81	88,48	-54,52	50,0
195,0	9,45	56,78	-14,59	50,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi	Area dei ferri inferiori.						
Afs	Area dei ferri superiori.						
Nu	Sforzo normale ultimo (kN);						
Mu	Momento flettente ultimo (kNm);						
Vrd	Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);						
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kN);						
Sic. VT	min{Vrd; Vwd}/Vsdu						
Vsdu	Taglio di calcolo (kN);						
Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
8Ø20 (25,13)	8Ø20 (25,13)	50,77	439,11	S	229,78	0,0	2,55
8Ø20 (25,13)	8Ø20 (25,13)	9,54	431,29	S	223,98	0,0	3,87

Verifica fessurazione

SLD [Quasi perm.]

Elevazione

Verifica fessurazione	Apertura fessure mm	Apertura fessure Limite mm	Distanza fessure mm	Area Cls efficace cm2	Verifica tensioni Normali daN/cm²	Sigma C(+compr.) daN/cm²	SigmaC Lim daN/cm²	SigmaF Max daN/cm²
Si	0,000	0,300	215,604	86	Si	0,30	114,72	-0,62
Si	0,000	0,300	219,619	115	Si	0,33	114,72	-0,55
Si	0,004	0,300	302,059	725	Si	2,83	114,72	47,26
Si	0,017	0,300	309,475	780	Si	9,03	114,72	191,12
Si	0,037	0,300	311,430	794	Si	18,03	114,72	407,06
Si	0,067	0,300	312,460	802	Si	30,99	114,72	723,91

Fondazione valle

Verifica fessurazione	Apertura fessure mm	Apertura fessure Limite mm	Distanza fessure mm	Area Cls efficace cm2	Verifica tensioni Normali daN/cm²	Sigma C(+compr.) daN/cm²	SigmaC Lim daN/cm²	SigmaF Max daN/cm²
Si	--	0,300	--	--	Si	3,60	114,72	-37,49
Si	--	0,300	--	--	Si	9,29	114,72	-97,59

Fondazione monte

Verifica fessurazione	Apertura fessure mm	Apertura fessure Limite mm	Distanza fessure mm	Area Cls efficace cm2	Verifica tensioni Normali daN/cm²	Sigma C(+compr.) daN/cm²	SigmaC Lim daN/cm²	SigmaF Max daN/cm²
Si	--	0,300	--	--	Si	4,79	114,72	-37,06
Si	0,004	0,300	169,461	750	Si	2,92	114,72	88,51

[Quasi perm.]

1.Dati generali	13
2.CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI	15
3.Stratigrafia	15
4.Fattori combinazione	15
5.A1+M1+R3 [GEO+STR]	17
5.1.1-(Peso, Baricentro, Inerzia)	18
5.2.1-Armatura elevazione	19
5.3.1-Sollecitazioni totali	21
5.4.1-Verifica pali	21
5.5.1-Armatura in fondazione	23
6.A_Unitari+M1+RSLV [GEO+STR]	24
6.1.2-(Peso, Baricentro, Inerzia)	25
6.2.2-Armatura elevazione	26
6.3.2-Sollecitazioni totali	28
6.4.2-Verifica pali	28
6.5.2-Armatura in fondazione	31
7.A_Unitari+M1+RSLV+Beta (+50%) [GEO+STR]	31
7.1.3-(Peso, Baricentro, Inerzia)	33
7.2.3-Armatura elevazione	33
7.3.3-Sollecitazioni totali	35
7.4.3-Verifica pali	36
7.5.3-Armatura in fondazione	38
8.Verifica fessurazione	39
8.1.SLD [Quasi perm.]	39
[Quasi perm.]	40