

ITINERARIO RAGUSA-CATANIA

Collegamento viario compreso tra lo Svincolo della S.S. 514 "di Chiaramonte"
con la S.S. 115 e lo Svincolo della S.S. 194 "Ragusana"
LOTTO 1 - Dallo svincolo n. 1 sulla S.S. 115 (compreso) allo svincolo n. 3 sulla S.P. 5 (escluso)

PROGETTO ESECUTIVO

COD. **PA895**

PROGETTAZIONE: ATI SINTAGMA - GP INGEGNERIA - COOPROGETTI - GDG - ICARIA - OMNISERVICE

PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Nando Granieri
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A351



IL GEOLOGO:

Dott. Geol. Marco Leonardi
Ordine dei Geologi della Regione Lazio n° 1541

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Ambrogio Signorelli
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma n° A35111

VISTO IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Luigi Mupo

IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

Sintagma
Dott. Ing. N. Granieri
Dott. Ing. F. Durastanti
Dott. Ing. V. Truffini
Dott. Arch. A. Bracchini
Dott. Ing. L. Nani
Dott. Ing. M. Abram
Dott. Ing. F. Pambianco
Dott. Ing. M. Briganti Botta
Dott. Ing. L. Gagliardini
Dott. Geol. G. Cerquiglini

MANDANTI:

GP INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA s.r.l.
Dott. Ing. G. Guiducci
Dott. Ing. A. Signorelli
Dott. Ing. E. Moscatelli
Dott. Ing. A. Belà
Dott. Arch. E. A. E. Crimi
Dott. Ing. M. Panfilì
Dott. Arch. P. Ghirelli
Dott. Ing. D. Pelle
GEOTECHNICAL DESIGN GROUP
Dott. Ing. D. Carlacchini
Dott. Ing. S. Sacconi
Dott. Ing. C. Consorti
ICARIA
società di ingegneria
Dott. Ing. V. Rotisciani
Dott. Ing. G. Pulli
Dott. Ing. F. Macchioni
OMNISERVICE
ENGINEERING
Dott. Ing. P. Agnello
Dott. Ing. G. Lucibello
Dott. Arch. G. Guastella
Dott. Geol. M. Leonardi
Dott. Ing. G. Parente
Dott. Ing. L. Ragnacci
Dott. Arch. A. Strati
Archeol. M. G. Liseno
Dott. Ing. F. Aloe
Dott. Ing. A. Salvemini
Dott. Ing. G. Verini Supplizi
Dott. Ing. V. Piunno
Geom. C. Sugaroni

IL RESPONSABILE DI PROGETTO:

Dott. Ing. Danilo PELLE
Iscrizione all'Albo n° A 3536
alla Sezione degli Ingegneri (Sez. A)
- Settore civile e ambientale
ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI REGGIO CALABRIA

OPERE DI SOSTEGNO

MURI IN C.A. - Muro di sostegno dal km 4+340 al km 4+354 - Carr. SX
Relazione di calcolo

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.	T01OS05STRRE01C		
L O 4 0 8 Z	E	2 1 0 1	CODICE ELAB. T 0 1 O S 0 5 S T R R E 0 1	C	-
D					
C	REVISIONE A SEGUITO DI RAPPORTO DI VERIFICA		NOVEMBRE 2021	RAGNACCI	PELLE GRANIERI
B	REVISIONE A SEGUITO ISTRUTTORIA ANAS		SETTEMBRE 2021	RAGNACCI	PELLE GRANIERI
A	EMISSIONE		GIUGNO 2021	RAGNACCI	PELLE GRANIERI
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO APPROVATO

INDICE

1	PREMESSA	3
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
2.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
2.2	DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	4
2.3	SOFTWARE UTILIZZATI	4
3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	5
3.1	CALCESTRUZZO	5
3.2	ACCIAIO	6
4	VITA NOMINALE, CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO	7
5	OPERE DI SOSTEGNO - MURI	8
5.1	COMBINAZIONI DI CARICO	8
5.2	AZIONI DI CALCOLO	10
5.2.1	Peso proprio della struttura	10
5.2.2	Peso del terreno a monte dell'opera	10
5.2.3	Spinta del carico variabile stradale	10
5.2.4	Spinta statica del terreno a monte del muro	10
5.2.5	Incremento di spinta sul muro dovuto al sisma	11
5.2.6	Azione dei veicoli in svio	13
6	VERIFICHE GEOTECNICHE E STRUTTURALI	14
6.1	VERIFICA A RIBALTAMENTO	14
6.2	VERIFICA A SCORRIMENTO	15
6.3	CAPACITÀ PORTANTE DEL TERRENO DI FONDAZIONE	15
6.4	VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE	17
6.5	VERIFICA STRUTTURALI DEL MURO	20

7	DATI GENERALI DI CALCOLO	21
7.1	DESCRIZIONE DELLE OPERE	21
7.2	INPUT DI CALCOLO	23
7.2.1	DATI DI CALCOLO	23
7.2.2	COEFFICIENTI PARZIALI	23
7.2.3	DATI GEOMETRICI MURO H=7.20m	26
7.3	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DELL'AMMASSO	27
7.4	AZIONE SISMICA DI RIFERIMENTO	27
7.5	CORDOLO BARRIERA DI SICUREZZA	29
7.6	RISULTATI VERIFICHE MURO H=7.20M	38
7.6.1	Verifiche geotecniche	38
7.6.2	Verifiche strutturali	84

1 PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto il calcolo ed il dimensionamento del muro dal km 4+341 al km 4+354 previsti relativi alla progettazione del Lotto 1 del "Collegamento autostradale Ragusa-Catania: ammodernamento a n° 4 corsie della s.s. 514 "di Chiaromonte" e della s.s. 194 Ragusana dallo svincolo con la s.s. 115 allo svincolo con la s.s. 114", lotto funzionale dal Km 0 al Km 17+911.01 (lotto 1).

I muri in oggetto vengono realizzati mediante paramenti in c.a. con pannello in pietra locale e presentano una fondazione di tipo diretta.

Le azioni considerate nel calcolo sono quelle tipiche di una struttura interrata determinate dall'interazione terreno – struttura con l'aggiunta dei sovraccarichi stradali e delle azioni sismiche derivanti dall'applicazione della Normativa D.M. del 14 gennaio 2008 – Norme tecniche per le costruzioni. Le verifiche eseguite nel presente elaborato fanno riferimento allo stesso D.M. del 2008.

2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

2.1 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

La normativa cui viene fatto riferimento, nelle fasi di calcolo e progettazione, è la seguente:

- D.M. 14 gennaio 2008 – pubblicato su S.O. n. 30 alla G.U. 4 febbraio 2008, n. 29 – “Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni”;
- Circolare n.ro 617 del 2 febbraio 2009 – “Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008”;
- UNI EN 1992-1-1:2005: “Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – parte 1 – Regole generali e regole per edifici”;
- UNI EN 206-1 ottobre 2006 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”;
- UNI EN 11104 marzo 2004 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”, Istruzioni complementari per l'applicazione delle EN 206-1;
- Model Code 1990, CEB-FIP.

2.2 **DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO**

Per il progetto delle opere in esame si è fatto riferimento ai seguenti elaborati progettuali:

- Relazione geologica;
- Relazione Geotecnica Generale;
- Profilo Geologico;
- Profilo Geotecnico;
- Sezioni Geologiche.

2.3 **SOFTWARE UTILIZZATI**

I software utilizzati per i calcoli delle opere in esame sono di seguito indicati:

- Microsoft Excel (fogli di calcolo proprietari per i muri a fondazione diretta);
- MDC Geostru (versione 2021) per le verifiche muri su pali.
- Slope Geostru (versione 2021) per le analisi di stabilità globale muri su pali.

3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Salvo indicazioni diverse espressamente indicate negli elaborati grafici, per la realizzazione delle opere di sostegno in oggetto sono previsti i materiali di seguito descritti.

Il copriferro è stato determinato facendo riferimento al C. 4.1.6.1.3 NTC2008

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{min} = \text{MAX} (c_{min,b} ; c_{min,dur} ; 10 \text{ mm})$$

CLASSE STRUTTURALE E DI ESPOSIZIONE	S4	XA2
Tolleranza di esecuzione relativa al copriferro Δc_{dev}	10 mm	
Copriferro minimo del garantire l'aderenza $c_{min,b}$	24 mm	
Copriferro minimo per garantire la durabilità $c_{min,dur}$	25 mm	
Copriferro minimo adottato c_{min}	25 mm	
Copriferro nominale c_{nom}	35 mm	

CLASSI DI ESPOSIZIONE XA (UNI 11104-2004)

Classe di esp.	Terreno		Max a/c	Min R_{28} (MPa)	Cemento (kg/m ³)	Copr. (mm)
	Acidità (Bauman Gully)	Ione SO ₄ (mg/kg)				
XA1	> 200	> 2000 < 3000	0.55	35	320	25
XA2	--	> 3000 < 12000	0.50	40	340	25
XA3	--	> 12000 < 24000	0.45	45	360	25

3.1 CALCESTRUZZO

Magrone di pulizia e livellamento (non strutturale)

- Classe di resistenza C12/15

Elevazione muri e pannelli prefabbricati

- Classe di resistenza C32/40
- Resistenza a compressione caratteristiche $f_{ck} = 0.83 R_{ck} = 33.20 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione semplice $f_{ctm} = 0.30 \sqrt[3]{f_{ck}^2} = 3.10 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione semplice $f_{ctk} = 0.70 f_{ctm} = 2.17 \text{ N/mm}^2$
- Classe di consistenza Slump S4

RELAZIONE DI CALCOLO

- Max dimensione dell'aggregato 25 mm
- Classe di esposizione XA2
- Copriferro 40 mm

Fondazioni e cordoli di testata

- Classe di resistenza C32/40
- Resistenza a compressione caratteristiche $f_{ck} = 0.83 R_{ck} = 33.20 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione semplice $f_{ctm} = 0.30 \sqrt[3]{f_{ck}^2} = 3.10 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione semplice $f_{ctk} = 0.70 f_{ctm} = 2.17 \text{ N/mm}^2$
- Classe di consistenza Slump S4
- Max dimensione dell'aggregato 30 mm
- Classe di esposizione XA2
- Copriferro 40 mm

Pali di fondazione

- Classe di resistenza C32/40
- Resistenza a compressione caratteristiche $f_{ck} = 0.83 R_{ck} = 33.20 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione semplice $f_{ctm} = 0.30 \sqrt[3]{f_{ck}^2} = 3.10 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione semplice $f_{ctk} = 0.70 f_{ctm} = 2.17 \text{ N/mm}^2$
- Classe di consistenza Slump S4
- Max dimensione dell'aggregato 25 mm
- Classe di esposizione XA2
- Copriferro 60 mm
-

3.2 ACCIAIO

Acciaio per armature ordinarie

- Tipo B450C
- Tensione caratteristica $f_{yk} = 450 \text{ MPa}$
- Tensione di snervamento di calcolo $f_{yd} = 391.30 \text{ MPa}$
- Modulo elastico $E_s = 200000 \text{ MPa}$

4 VITA NOMINALE, CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

Al punto 2.4.1 delle NTC2008, la vita nominale di un'opera strutturale VN viene definita "come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata".

La costruzione in oggetto è classificabile, secondo il DM 2008, come "Opera ordinaria, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale", per la quale viene prevista una vita nominale ≥ 50 anni.

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, la costruzione è definita di Classe IV, ossia afferente a "Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n.6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica."

In virtù di quanto affermato, il periodo di riferimento per la valutazione delle azioni sismiche risulta dal prodotto della vita nominale per la classe d'uso:

$$V_R = V_N \cdot C_U = 50 \cdot 2.0 = 100 \quad \text{anni}$$

cui compete un valore del tempo di ritorno pari a:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{V_R})} = -\frac{100}{\ln(1 - 0.10)} = 949 \quad \text{anni.}$$

5 OPERE DI SOSTEGNO - MURI

5.1 COMBINAZIONI DI CARICO

Per le verifiche dei muri sono state considerate le sollecitazioni risultanti dalle azioni applicate direttamente sull'opera proveniente dalla spinta delle terre e gli eventuali carichi dovuti al traffico.

Le combinazioni di calcolo sono state effettuate secondo quanto disposto dal D. M. 14.01. 2008; in particolare sono state considerate:

combinazione fondamentale (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_p \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

combinazione sismica:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

combinazione Frequente (SLE reversibile):

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

combinazione quasi permanente (SLE per gli effetti a lungo termine):

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

La normativa prevede che i diversi set di coefficienti di sicurezza parziali siano scelti nell'ambito di due approcci progettuali distinti ed alternativi definiti, rispettivamente, dalla normativa: "Approccio 1" ed "Approccio 2".

Nella presente progettazione si è adottato l'Approccio 1 che prevede due diverse combinazioni di set di coefficienti: la prima combinazione risulta più severa nei confronti del dimensionamento strutturale delle opere a contatto con il terreno; la seconda combinazione risulta più gravosa nei riguardi del dimensionamento geotecnico. Le combinazioni sono le seguenti:

Combinazione 1: A1+M1+R1 (STR)

Combinazione 2: A2+M2+R2 (GEO).

Le verifiche geotecniche nei confronti delle azioni sismiche sono effettuate impiegando i parametri geotecnici e le resistenze di progetto con i valori dei coefficienti parziali dell'Approccio 1, Combinazione 2 e ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni.

RELAZIONE DI CALCOLO

I coefficienti parziali di sicurezza delle azioni, adottati nelle combinazioni, sono differenti a seconda che le azioni si debbano combinare per verifiche strutturali o geotecniche (rispettivamente A1, A2 e EQU).

Tabella 5.1: Coefficienti parziali di sicurezza per le azioni

		Coefficiente parziale γ_F	EQU ¹	A1 (STR)	A2 (GEO)
carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0.90	1.00	1.00
	sfavorevoli		1.10	1.35	1.00
carichi perm. non strutturali ²	favorevoli	γ_{G2}	0.00	0.00	0.00
	sfavorevoli		1.50	1.50	1.30
carichi da traffico	favorevoli	γ_Q	0.00	0.00	0.00
	sfavorevoli		1.35	1.35	1.15
carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0.00	0.00	0.00
	sfavorevoli		1.50	1.50	1.30
distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	γ_{e1}	0.90	1.00	1.00
	sfavorevoli		1.00 ³	1.00 ⁴	1.00
ritiro, viscosità, ΔT , cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{e2}, \gamma_{e3}, \gamma_{e4}$	0.00	0.00	0.00
	sfavorevoli		1.20	1.20	1.00

¹ se l'equilibrio non coinvolge il terreno, altrimenti si applica GEO

² se risultano compiutamente definiti si possono considerare permanenti

³ 1.30 per instabilità delle strutture precomprese

⁴ 1.20 per effetti locali

Ai fini delle verifiche delle fondazioni, sono definiti dei coefficienti parziali per i parametri geotecnici (M1 ed M2) riassunte di seguito:

Tabella 5.2: Coefficienti parziali di sicurezza per i parametri geotecnici

		Coefficiente parziale γ_M	M1	M2
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1.0	1.25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1.0	1.25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1.0	1.4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_{γ}	1.0	1.0

Le opere in oggetto presentano una fondazione diretta, per cui deve essere effettuata la verifica di equilibrio di corpo rigido (EQU).

5.2 AZIONI DI CALCOLO

5.2.1 Peso proprio della struttura

Il peso dei vari elementi strutturali sono stati calcolato considerando:

Peso specifico calcestruzzo $\gamma_{cls} = 25 \text{ kN/m}^3$

5.2.2 Peso del terreno a monte dell'opera

Sulla platea di fondazione a monte viene considerato il peso del terreno di riempimento che in questo caso è costituito dal materiale del rilevato stradale le cui caratteristiche sono:

- Peso per unità di volume è pari a $\gamma_t = 19 \text{ kN/m}^3$.
- Angolo di attrito pari a $\varphi = 35^\circ$

5.2.3 Spinta del carico variabile stradale

Intendendo per q il carico variabile per metro lineare di proiezione orizzontale, si determina la spinta orizzontale sulla parete come risultante delle pressioni orizzontali in ogni concio, calcolate come:

$$\sigma_h = q \cdot K$$

Nella progettazione in oggetto, si considera un sovraccarico stradale pari a 20 kN/m^2 .

Tale carico viene desunto considerando un carico tandem secondo il cap. 5.1.3.3.4 delle NTC'08 distribuito sull'intera lunghezza del mezzo autoarticolato (18.0 m) e sui 3 m di corsi convenzionale, pertanto:

$$q_1 = 150 \text{ kN} \cdot 4 / (18 \cdot 3) \text{ mq} + 9 \text{ kN/mq} = 20 \text{ kN/mq}$$

5.2.4 Spinta statica del terreno a monte del muro

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;

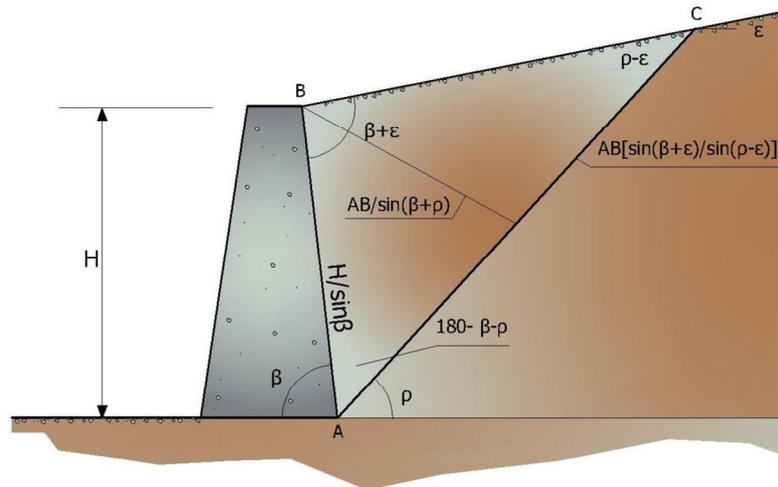
β = Inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede;

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.

5.2.5 Incremento di spinta sul muro dovuto al sisma

In condizioni sismiche l'entità e la distribuzione delle spinte del terreno sul muro dipendono dall'intensità del sisma, dalla risposta locale del terreno di fondazione e dalla deformabilità dell'opera.

Le NTC2008 consentono l'utilizzo di metodi pseudo-statici per il calcolo dell'incremento di spinta sull'opera dovuto al sisma. Il metodo applicato in sede di progettazione è quello di Mononobe-Okabe, basato sull'equilibrio limite globale di un cuneo di terreno soggetto alle forze indotte dal sisma,

ipotizzando che l'opera possa subire movimenti tali da produrre nel terreno retrostante un regime di spinta attiva e che il terreno interno al cuneo di spinta si comporta come un corpo rigido.

Le componenti verticali ed orizzontali dell'azione sismica sono considerate costanti in tutti i punti della massa.

La spinta sismica (statica + dinamica) vale:

$$S_s = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot (1 \pm k_v) \cdot K'_a$$

dove, se $\beta \leq \phi - \vartheta$:

$$K'_a = \frac{\sin^2(\beta + \phi - \vartheta)}{\cos \vartheta \cdot \sin^2 \beta \cdot \sin(\beta - \delta - \vartheta) \cdot \left[1 + \left(\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \varepsilon - \vartheta)}{\sin(\phi - \delta - \vartheta) \cdot \sin(\beta + \varepsilon)} \right)^{0.5} \right]^2}$$

altrimenti, se $\beta > \phi - \vartheta$:

$$K'_a = \frac{\sin^2(\beta + \phi - \vartheta)}{\cos \vartheta \cdot \sin^2 \beta \cdot \sin(\beta - \vartheta - \delta)}$$

Nelle relazioni sopra elencate, i simboli hanno i seguenti significati:

β = angolo tra intradosso parete e la verticale

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

ϑ = angolo definito come:

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{\max}}{g}, \text{ coefficiente di intensità sismica orizzontale}$$

$$k_v = 0.5 \cdot k_h = \text{coefficiente di intensità sismica verticale}$$

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

g = accelerazione di gravità

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

Quest'ultimo parametro assume i valori riportati nella tabella seguente.

Tabella 7.11.II - Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_m	β_m
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,31	0,31
$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0,29	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,18

Tabella estratta dalla NTC2008 p.7.11.6.2.1

La normativa prescrive di applicare separatamente la spinta statica e dinamica, quest'ultima come incremento di spinta.

Per quanto concerne l'incremento di spinta, si calcola la differenza tra la spinta sismica totale e la spinta statica attiva. Si ricava un diagramma delle pressioni del terreno costante, per cui il punto di applicazione della spinta si trova in corrispondenza di $0.5 \cdot H$ rispetto alla base della platea.

In presenza di sisma l'opera è soggetta alle forze di inerzia della parete e del terreno a monte solidale con la stessa:

$$F_i = a_g/g \cdot W$$

5.2.6 Azione dei veicoli in svio

L'azione di svio dei veicoli è stata considerata secondo le indicazioni fornite al punto 3.6.3.3.2 del DM 14/01/2008, nel quale si dichiara che in assenza di dati specifici "si può tener conto delle forze causate da collisioni accidentali sugli elementi di sicurezza attraverso una forza orizzontale equivalente di collisione di 100 kN". La forza, agente nel piano orizzontale in direzione trasversale a quella di sviluppo del muro, è stata considerata applicata alla quota di 1.0 m dal piano di marcia, equivalenti a 0.90 m da estradosso cordolo.

Considerando che per determinare la sezione resistente di paramento è lecito diffondere tale forza in direzione verticale con inclinazione di 45°, e che a favore di sicurezza si prende il muro di sostegno più basso dei Lotti 1 e 2, che ha paramento alto circa 2.0 m, risulta che la larghezza collaborante per la forza di normativa sia pari a 4 m. Le azioni da considerare nelle verifiche, da applicare in testa al muro sono l'azione orizzontale pari a $H=100/4 = 25$ kN e un momento di trasporto pari a $M=25\text{kN} \times 1\text{m}=25$ kN*m.

6 VERIFICHE GEOTECNICHE E STRUTTURALI

Il presente paragrafo illustra i criteri generali di verifica adottati per le verifiche geotecniche e strutturali condotte nel progetto. Ulteriori dettagli di carattere specifico, laddove impiegati, sono dichiarati e motivati nelle relative risultanze delle verifiche. Tutte le tipologie di muro sono state verificate: i singoli calcoli hanno riguardato quelle sezioni trasversali che in generale appaiono più onerose nei confronti delle singole verifiche (altezze massime) e quelle più rappresentative.

6.1 VERIFICA A RIBALTAMENTO

La verifica al ribaltamento si effettua in sostanza come equilibrio alla rotazione di un corpo rigido sollecitato da un sistema di forze, ciascuna delle quali definita da un'intensità, una direzione e un punto di applicazione.

Le forze che vengono prese in conto sono le seguenti:

- Spinta attiva complessiva del terrapieno a monte.
- Spinta passiva complessiva del terrapieno a valle.
- Spinta idrostatica dell'acqua della falda a monte, a valle e sul fondo.
- Forze esplicite applicate sul muro in testa, sulla mensola area a valle e sulla mensola di fondazione a valle.
- Peso proprio del muro composto con l'eventuale componente sismica.
- Peso proprio della parte di terrapieno solidale con il muro composto con l'eventuale componente sismica.

Di ciascuna di queste forze verrà calcolato il momento, ribaltante o stabilizzante, rispetto ad un punto che è quello più in basso dell'estremità esterna della fondazione a valle.

Ai fini del calcolo del momento stabilizzante o ribaltante, esso per ciascuna forza è ottenuto dal prodotto dell'intensità della forza per la distanza minima tra la linea d'azione della forza e il punto di rotazione.

Il coefficiente di sicurezza al ribaltamento è dato dal rapporto tra il momento stabilizzante complessivo e quello ribaltante.

6.2 VERIFICA A SCORRIMENTO

La verifica allo scorrimento è effettuata come equilibrio alla traslazione di un corpo rigido, sollecitato dalle stesse forze prese in esame nel caso della verifica a ribaltamento.

Ciascuna forza ha una componente parallela al piano di scorrimento dell'opera, che a seconda della direzione ha un effetto stabilizzante o instabilizzante, e una componente ad esso normale che, se di compressione, genera una reazione di attrito che si oppone allo scorrimento. Una ulteriore parte dell'azione stabilizzante è costituita dall'eventuale forza di adesione che si suscita tra il terreno e la fondazione.

Il coefficiente di sicurezza allo scorrimento è dato dal rapporto tra l'azione stabilizzante complessiva e quella instabilizzante.

6.3 CAPACITÀ PORTANTE DEL TERRENO DI FONDAZIONE

Nel caso di fondazione diretta, si assume quale carico limite che provoca la rottura del terreno di fondazione quello espresso dalla formula di Brinch-Hansen.

Tale formula fornisce il valore della pressione media limite sulla superficie d'impronta della fondazione, eventualmente parzializzata in base all'eccentricità.

Esiste un tipo di pressione limite a lungo termine, in condizioni drenate, e un altro a breve termine in eventuali condizioni non drenate.

Le espressioni complete utilizzate sono le seguenti:

In condizioni drenate:

$$Q_{lim} = 1/2 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_g \cdot i_g \cdot d_g \cdot b_g \cdot s_g \cdot g_g + C \cdot N_c \cdot i_c \cdot d_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot g_c + Q \cdot N_q \cdot i_q \cdot d_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot g_q$$

In condizioni non drenate:

$$Q_{lim} = C_u \cdot N_c' \cdot i_c' \cdot d_c' \cdot b_c' \cdot s_c' \cdot g_c' + Q \cdot i_q' \cdot d_q' \cdot b_q' \cdot s_q' \cdot g_q' (\pi \cdot \tan \phi)$$

Fattori di portanza:

$$N_q = \tan^2(45^\circ + \phi/2) \cdot e \quad (\phi \text{ in gradi})$$

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

$$N_c' = 2 + \pi$$

$$N_g = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \phi$$

Fattori di forma:

$$s_q = 1 + 0,1 \cdot (B/L) \cdot (1 + \sin \phi) / (1 - \sin \phi)$$

$$s'_q = 1$$

$$s_c = 1 + 0,2 \cdot (B/L) \cdot (1 + \sin \phi) / (1 - \sin \phi)$$

$$s'_c = 1 + 0,2 \cdot (B/L)$$

$$s_g = s_q$$

Fattori di profondità:

$$d_q = 1 + 2 \cdot \tan \phi \cdot (1 - \sin \phi)^2 \cdot k$$

$$d'_q = 1$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \cdot \tan \phi)$$

$$d'_c = 1 + 0,4 \cdot k$$

$$d_g = 1$$

$k = D/B$ se $D/B \leq 1$; altrimenti $k = \arctan(D/B)$, espresso in radianti.

Fattori di inclinazione dei carichi:

$$i_q = \left(1 - \frac{H}{V + B \cdot L \cdot C_\alpha \cdot \cot g \phi} \right)^m$$

$$i'_q = 1$$

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

$$i'_c = 1 - \frac{m \cdot H}{B \cdot L \cdot C_u \cdot N_c}$$

$$i_g = \left(1 - \frac{H}{V + B \cdot L \cdot C_\alpha \cdot \cot g \phi} \right)^{m+1}$$

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

Fattori di inclinazione del piano di posa:

$$b_q = (1 - \varepsilon \cdot \tan \phi)^2 \quad (\varepsilon \text{ in radianti})$$

$$b'_q = 1$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \cdot \tan \phi)$$

$$b'_c = 1 - 2 \cdot \varepsilon / Nc' \quad (\varepsilon \text{ in radianti})$$

$$b_g = b_q$$

Fattori di inclinazione del terreno:

$$g_q = (1 - \tan\beta)^2$$

$$g'_q = 1$$

$$g_c = g_q - (1 - g_q) / (Nc \cdot \tan\phi)$$

$$g'_c = 1 - 2 \cdot \beta / Nc' \quad (\beta \text{ in radianti})$$

$$g_g = g_q$$

essendo:

γ = peso specifico del terreno di fondazione

Q = sovraccarico verticale agente ai bordi della fondazione

e = eccentricità della risultante (M/N) in valore assoluto

B = $B_t - 2 \cdot e$, larghezza della fondazione parzializzata

B_t = larghezza totale della fondazione

C = coesione del terreno di fondazione

D = profondità del piano di posa

L = sviluppo della fondazione

H = componente del carico parallela alla fondazione

V = componente del carico ortogonale alla fondazione

C_u = coesione non drenata del terreno di fondazione

C_α = adesione alla base tra terreno e muro

ε = angolo di inclinazione del piano di posa

β = inclinazione terrapieno a valle, se verso il basso (quindi ≥ 0)

6.4 VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE

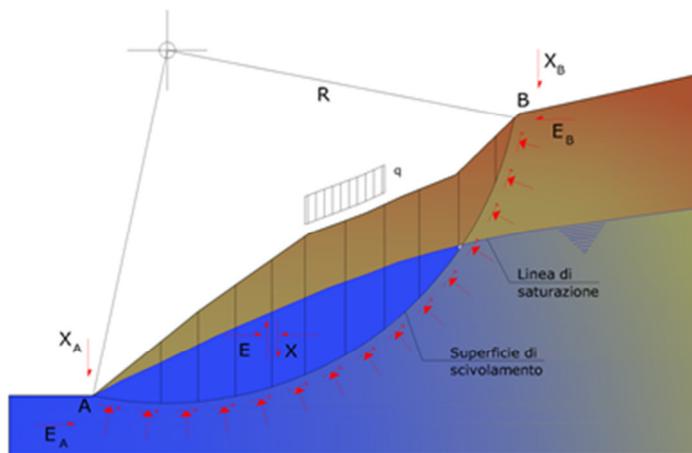
Il metodo dell'equilibrio limite consiste nello studiare l'equilibrio di un corpo rigido, costituito dal pendio e da una superficie di scorrimento di forma qualsiasi (linea retta, arco di cerchio, spirale logaritmica); da tale equilibrio vengono calcolate le tensioni da taglio (t) e confrontate con la

resistenza disponibile (τ_f), valutata secondo il criterio di rottura di Coulomb, da tale confronto ne scaturisce la prima indicazione sulla stabilità attraverso il coefficiente di sicurezza:

$$F = \tau_f / \tau$$

Tra i metodi dell'equilibrio limite alcuni considerano l'equilibrio globale del corpo rigido (Culman), altri a causa della non omogeneità dividono il corpo in conci considerando l'equilibrio di ciascuno (Fellenius, Bishop, Janbu ecc.).

Di seguito vengono discussi i metodi dell'equilibrio limite dei conci.



Come prescritto dalla normativa la verifica viene effettuata secondo la "Combinazione 2" (A2+M2+R2). Altresì in accordo con la normativa vigente per la verifica in condizione sismica si considera il set dei coefficienti relativi alla resistenza del terreno M2 e il coefficiente allo scorrimento secondo la combinazione R2; non si tiene conto in tale combinazione del sovraccarico stradale.

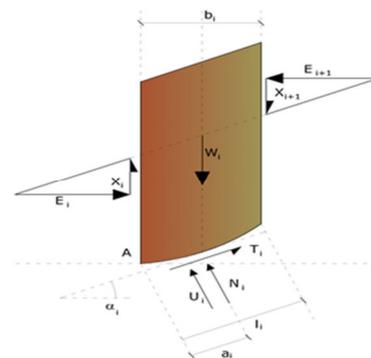
L'analisi delle condizioni di equilibrio viene svolta con ricorso al codice di calcolo Slope 2021 (Geostru).

Il metodo utilizzato è quello di Bishop.

Con tale metodo non viene trascurato nessun contributo di forze agenti sui blocchi.

Le ipotesi alla base dell'espressione di Bishop del coefficiente di sicurezza sono date da:

- superficie di scivolamento circolare;
- uguaglianza delle reazioni normali alle facce laterali dei conci.



Le equazioni usate per risolvere il problema sono:

$$\sum F_y = 0, \quad \sum M_0 = 0 \quad \text{Criterio di rottura}$$

$$F = \frac{\sum \{c_i \times b_i + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan \varphi_i\} \times \frac{\sec \alpha_i}{1 + \tan \alpha_i \times \tan \varphi_i / F}}{\sum W_i \times \sin \alpha_i}$$

I valori di F e di ΔX per ogni elemento che soddisfano questa equazione danno una soluzione rigorosa al problema. Come prima approssimazione conviene porre $\Delta X = 0$ ed iterare per il calcolo del fattore di sicurezza, tale procedimento è noto come metodo di **Bishop ordinario**, gli errori commessi rispetto al metodo completo sono di circa 1 %.

Valutazione dell'azione sismica

La stabilità dei pendii nei confronti dell'azione sismica viene verificata con il metodo pseudo-statico. Per i terreni che sotto l'azione di un carico ciclico possono sviluppare pressioni interstiziali elevate viene considerato un aumento in percento delle pressioni neutre che tiene conto di questo fattore di perdita di resistenza.

Ai fini della valutazione dell'azione sismica vengono considerate le seguenti forze:

$$F_H = K_h W$$

$$F_V = K_v W$$

Essendo:

- **F_H** e **F_V** rispettivamente la componente orizzontale e verticale della forza d'inerzia applicata al baricentro del concio;
- **W** peso concio;
- **K_h** coefficiente sismico orizzontale;
- **K_v** coefficiente sismico verticale.

Il coefficiente β_s in questo caso denominato β_s , assume i valori indicati nella tabella 7.11.I della normativa vigente e qui di seguito riprodotta.

Tabella 6.1: Coefficiente di accelerazione massima attesa al suolo

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_s	β_s
$0.2 < a_g \leq 0.4$	0.30	0.28
$0.1 < a_g \leq 0.2$	0.27	0.24
$a_g \leq 0.1$	0.20	0.20

Ricerca della superficie di scorrimento critica

In presenza di mezzi omogenei non si hanno a disposizione metodi per individuare la superficie di scorrimento critica ed occorre esaminarne un numero elevato di potenziali superfici.

Nel caso vengano ipotizzate superfici di forma circolare, la ricerca diventa più semplice, in quanto dopo aver posizionato una maglia dei centri costituita da m righe e n colonne saranno esaminate tutte le superfici aventi per centro il generico nodo della maglia $m \times n$ e raggio variabile in un determinato range di valori tale da esaminare superfici cinematicamente ammissibili.

6.5 VERIFICA STRUTTURALI DEL MURO

Le verifiche strutturali sono state eseguite allo SLU e allo SLE con riferimento alle azioni normali (sforzo N e momento flettente M) e alle azioni taglianti della combinazione di calcolo più gravosa ricavata dall'analisi geotecnica condotta sul muro.

Le verifiche sono state condotte sui seguenti elementi strutturali costituenti il muro:

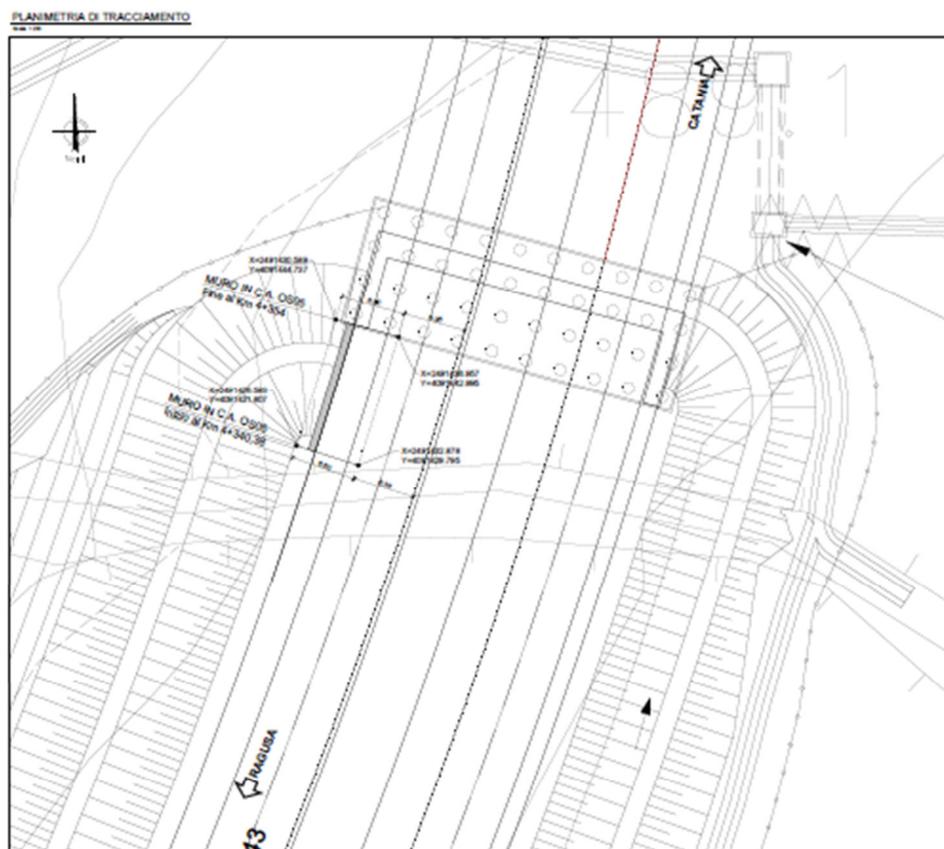
- Paramento verticale;
- Zattera di fondazione.
- Pali di fondazione

7 DATI GENERALI DI CALCOLO

7.1 DESCRIZIONE DELLE OPERE

L'opera esaminata è il muro andatore della spalla Sp1, lato carreggiata sinistra, del viadotto Vallone delle Coste. Il paramento del muro è gettato in opera, e rifinito superficialmente mediante l'utilizzo di pannelli prefabbricati rivestiti con pietra locale con funzione di cassero in fase di getto.

Il muro, lungo circa 14 m, è realizzato da una zattera spessa 1.40 m, larga 6.60 m e da un paramento con altezza compresa tra 6.65÷7.20 m. Le fondazioni del muro sono realizzate da pali di grande diametro ($\varnothing 800$) disposti con interasse longitudinale di 2.40 m lungo 3 allineamenti trasversali distanti 2.40 m l'uno dall'altro.



7.2 INPUT DI CALCOLO

7.2.1 DATI DI CALCOLO

Ns	Spessore strato (cm)	Inclinazione dello strato. (°)	Peso unità di volume (KN/m ³)	Angolo di resistenza a taglio (°)	Coesione (kPa)	Angolo di attrito terra muro (°)	Presenza di falda (Si/No)	Litologia	Descrizione
1	1290	7	19,00	35	0,00	23	No		Rilevato stradale
2	29570	0	23,00	30	200,00	20	No		Mc Litoide

Descrizione	Posizione x (cm)	Posizione y (cm)	Fx (kN/m)	Fy (kN/m)	Mz (kNm/m)
Carico svio o urto	175,0	860,0	100,0	0,0	100,0

Descrizione	Ascissa iniziale (cm)	Ascissa finale (cm)	Valore iniziale (kPa)	Valore finale (kPa)	Profondità (cm)
Carico viabile	10,0	1150,0	20,0	20,0	0,0

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

- μ Angolo di direzione della spinta.
 K_a Coefficiente di spinta attiva.
 K_d Coefficiente di spinta dinamica.
 D_k Coefficiente di incremento dinamico.
 K_{ax}, K_{ay} Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
 D_{kx}, D_{ky} Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μK_a	K_d	D_k	K_{ax}	K_{ay}	D_{kx}	D_{ky}	
31,34	0,37	1,17	0,75	0,31	0,19	0,64	0,39
31,34	0,37	1,17	0,75	0,31	0,19	0,64	0,39
31,34	0,37	1,17	0,75	0,31	0,19	0,64	0,39
31,34	0,37	1,17	0,75	0,31	0,19	0,64	0,39
31,34	0,37	1,17	0,75	0,31	0,19	0,64	0,39

7.2.2 COEFFICIENTI PARZIALI

A1+M1+R1

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,30
2	Spinta terreno	1,30
3	Peso terreno mensola	1,30

RELAZIONE DI CALCOLO

4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	0,00
6	Spinta sismica in y	0,00
7	Carico viabile	1,35
8	Carico svio o urto	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

A2+M2+R2 - SISMA

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,00
2	Spinta terreno	1,00
3	Peso terreno mensola	1,00
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	1,00
7	Carico viabile	0,00
8	Carico svio o urto	0,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1,25
2	Coesione efficace	1,25
3	Resistenza non drenata	1,4
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 - SISMA

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,00
2	Spinta terreno	1,00
3	Peso terreno mensola	1,00
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	1,00
7	Carico viabile	1,00
8	Carico svio o urto	1,00

RELAZIONE DI CALCOLO

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	1,35
2	Laterale compressione	1,15
3	Coefficiente totale	1,3
4	Laterale (trazione)	1,25
5	Orizzontale	1,3
	Riduzione resistenza	Parziale

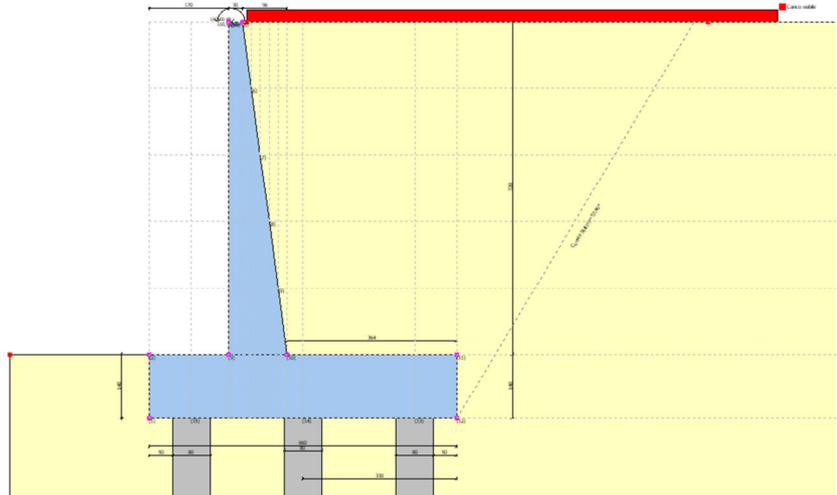
A1+M1+R3

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,30
2	Spinta terreno	1,30
3	Peso terreno mensola	1,30
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	0,00
6	Spinta sismica in y	0,00
7	Carico viabile	1,35
8	Carico svio o urto	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	1,35
2	Laterale compressione	1,15
3	Coefficiente totale	1,3
4	Laterale (trazione)	1,25
5	Orizzontale	1,3
	Riduzione resistenza	Parziale

7.2.3 DATI GEOMETRICI MURO H=7.20m



Altezza muro

Spessore testa muro	H= 720,0cm
Risega muro lato valle	St=30,0cm
Risega muro lato monte	Sv=0,0 cm
Sporgenza mensola a valle	Sm=96,0cm
Sporgenza mensola a monte	Lv=170,0 cm
Altezza estremità mensola a valle	Lm=364,0 cm
Altezza estremità mensola a monte	Hv=140,0 cm
	Hm=140,0 cm

Pali

Sezione dei pali	D=80,0cm
Lunghezza dei pali	L=2200,0 cm
Distanza asse da estremità mensola	i=90,0cm
Interasse longitudinale	d=240,0 cm
Disposizione in pianta	Allineati

Verticali indagate

Numero verticali indagate	2,0
Fattore correlazione verticali indagate (xi3)	1,65
Fattore correlazione verticali indagate (xi4)	1,55

7.3 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DELL'AMMASSO

Le stratigrafie ed il complesso delle indagini eseguite hanno portato alla definizione e caratterizzazione geotecnica delle seguenti unità litologiche:

- Formazione di Ragusa membro Irminio: Alternanza di calcareniti di colore grigio – giallastre e marne siltose friabili (Mcm sciolta);

I parametri geotecnici, desunti dalle indagini eseguite nell'ultima campagna di sondaggi, sono riassunti nella tabella seguente.

Tabella 7.1: Parametri geotecnici modello di calcolo

Litotipo	γ [kN/m ³]	ϕ' [°]	c' [kPa]
Rilevato di nuova realizzazione (materiale di riempimento)	19	35	0.00
Litologia al di sotto dell'intradosso platea			
Qsa	23	30	200
Falda a 24 m dal p.c.			

7.4 AZIONE SISMICA DI RIFERIMENTO

Per la caratterizzazione dell'azione sismica sull' opera si è fatto riferimento alle seguenti coordinate geografiche:

Longitudine 36.969912

Latitudine 14.679435

Dati generali

Tipo opera: 2 - Opere ordinarie

Classe d'uso: Classe IV

Vita nominale: 50,0 [anni]

Vita di riferimento: 100,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica: T1

L'elaborato di riferimento da cui è stata desunta la categoria di sottosuolo è T01GE03GEORE01.

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	60,0	0,58	2,5	0,27
S.L.D.	101,0	0,82	2,44	0,29
S.L.V.	949,0	3,05	2,36	0,46
S.L.C.	1950,0	4,38	2,34	0,52

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera:

Opere di sostegno

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,696	1,0	0,071	0,0355
S.L.D.	0,984	1,0	0,1003	0,0502
S.L.V.	3,3745	1,0	0,3441	0,1721
S.L.C.	4,38	1,0	0,4467	0,2233

7.5 CORDOLO BARRIERA DI SICUREZZA

Con riferimento al paragrafo 5.2.6 relativo all'urto dei veicoli in svio sugli elementi di sicurezza bordoponte si osserva il seguente stato di sollecitazione relativo al cordolo in analisi:

- $V_{ed} = 100 \text{ kN}$;
- $M_{t-ed} = 100 \text{ kNm}$;

Il modello del traliccio di Morh è di riferimento per la determinazione della resistenza a torsione e a taglio dell'elemento in analisi, cui si ipotizza per semplicità essere sottoposto a momento costante.

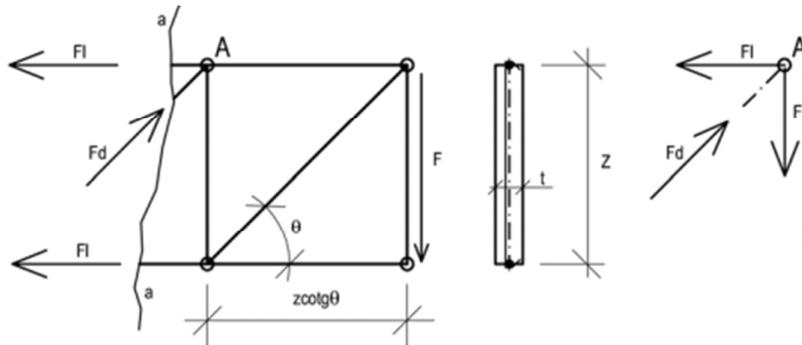
I valori della torsione di calcolo interna TR_d sono dunque tre:

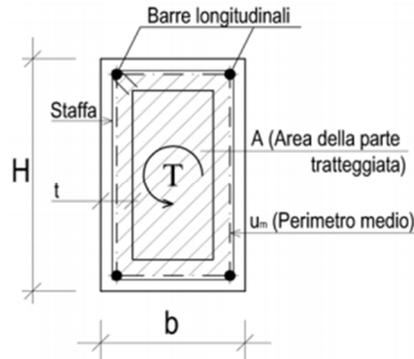
- a) quella dovuta all'armatura longitudinale tesa che ha raggiunto lo snervamento;
- b) quella dovuta all'armatura trasversale tesa che ha raggiunto lo snervamento;
- c) quella dovuta alle bielle oblique di calcestruzzo compresso, considerato alla soglia dello stato limite ultimo.

Utilizzando la simbologia della Normativa Italiana, la torsione di calcolo esterna TE_d deve essere confrontata separatamente con ognuno dei valori di calcolo interni TR_{sd} , TR_{ld} e TR_{cd} , rispettivamente corrispondenti all'armatura trasversale, all'armatura longitudinale ed alle bielle di calcestruzzo:

- $TE_d \leq TR_{sd}$ (armatura trasversale);
- $TE_d \leq TR_{ld}$ (armatura longitudinale);
- $TE_d \leq TR_{cd}$ (calcestruzzo delle bielle);

La trattazione teorica di tale modellazione è rimandata alla relativa trattazione, mentre si esplicitano in seguito i valori di resistenza precedentemente illustrati.





$$T_{Rld} = 2A \frac{\sum A_l}{u_m} \cdot f_{yd} \cot g \theta \quad T_{Rsd} = 2 \cdot A \frac{A_s}{s} f_{yd} \cdot \cot g \theta$$

$$T_{Rcd} = A \cdot t \cdot f_{cd} \cdot \cot g \theta / (1 + \cot g^2 \theta)$$

A favore di sicurezza si è considerato reagente a torsione solamente la parte periferica della sezione di calcestruzzo di spessore $t = A/u$, con tali valori riferiti all'area e al perimetro della carpenteria.

Si riporta in seguito il calcolo della resistenza a torsione sotto l'ipotesi di staffe verticali ($\alpha = 90^\circ$) e angolo di inclinazione delle bielle di calcestruzzo $\theta = 45^\circ$.

Mt ed	100	kNm	momento torcente agente
CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO			
Rck	40	N/mm ²	resistenza caratteristica cubica del calcestruzzo
fck	33,2	N/mm ²	resistenza caratteristica cilindrica del calcestruzzo
γc	1,5		coef parziale di sicurezza del calcestruzzo
fcd	18,8	N/mm ²	resistenza di progetto cilindrica del calcestruzzo
θ	45	°	angolo di inclinazione delle bielle compresse
	0,7854	rad	
CARATTERISTICHE ACCIAIO DA ARMATURA			
fyk	450	N/mm ²	tensione di snervamento caratteristica dell'acciaio da armatura
γs	1,15		coef parziale di sicurezza acciaio da armatura
fyd	391,30	N/mm ²	tensione di snervamento di progetto dell'acciaio da armatura
CARATTERISTICHE CARPENTERIA			
b	750	mm	larghezza della sezione
h	450	mm	altezza della sezione
CARATTERISTICHE ARMATURA LONGITUDINALE			
Correnti superiori			
0	Φ	12	
	0	mm ²	
5	Φ	16	
	1004,8	mm ²	

RELAZIONE DI CALCOLO

0	Φ	16	
	0		mm ²
Al sup	1004,8		mm ²
Correnti inferiori			
0	Φ	12	
	0		mm ²
4	Φ	16	
	803,84		mm ²
0	Φ	16	
	0		mm ²
Al inf	803,84		mm ²
Correnti centrali			
0	Φ	10	
	0		mm ²
0	Φ	14	
	0		mm ²
0	Φ	16	
	0		mm ²
Al centr	0		mm ²
Σ Al	1808,64		mm ² armatura longitudinale totale

CARATTERISTICHE STAFFE

2	Φ	10	diametro delle staffe
As	157	mm ²	area staffa
s	150	mm	passo staffe

PARAMETRI DI CALCOLO

A	188525,4	mm ²	area della sezione racchiusa dal perimetro medio
um	1837,5	mm	perimetro medio
Ac	337500	mm ²	area della sezione di carpenteria
u	2400	mm	perimetro esterno della sezione
t	140,625	mm	spessore della crosta reagente

RISULTATI DI CALCOLO

Trsd	1,54E+08	Nmm	momento torcente resistente delle staffe
------	----------	-----	--

	154,4269	kNm	
Trld	1,45E+08	Nmm	momento torcente resistente delle armature longitudinali
	145,2243	kNm	
Trcd	2,49E+08	Nmm	momento torcente resistente del calcestruzzo
	249,3837	kNm	
Trd	145,2243	kNm	momento torcente resistente
Tasso di lavoro	0,69		

Per quanto detto i tagli di calcolo interni VRd sono dunque due:

- quello dovuto alla resistenza dell'armatura trasversale tesa che ha raggiunto lo snervamento, VRsd;
- quello dovuto alla resistenza delle bielle compresse oblique di calcestruzzo, considerata alla soglia dello stato limite ultimo, VRcd.

Il taglio di calcolo esterno VEd deve essere confrontato separatamente con ognuno dei due tagli di calcolo interni VRsd e VRcd, rispettivamente corrispondenti all'armatura trasversale ed al calcestruzzo delle bielle: $V_{Ed} \leq V_{Rsd}$ (armatura trasversale) $V_{Ed} \leq V_{Rcd}$ (calcestruzzo delle bielle).

Si riportano rispettivamente i due valori di resistenza rimandando in letteratura la trattazione teorica di tali resistenze nel caso di staffe disposte verticalmente.

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd}$$

$$V_{Rcd} = 0,9 d b_w \alpha_c f_{cd} \cotg \theta \sin^2 \theta = 0,9 d b_w \alpha_c f_{cd} \sin \theta \cos \theta$$

Verifica a taglio

par. 4.1.2.1.3.2 NTC2008

valore di calcolo dello sforzo normale	N_{Ed}	0 KN
Valore di calcolo dello sforzo di taglio	V_{Ed}	100 KN
resistenza calcestruzzo	R_{ck}	40 N/mm²
	f_{ck}	33 N/mm²
coeff. parziale di sicurezza del cls	γ_c	1,50
	f_{cd}	18,81 N/mm²
resistenza calcestruzzo ridotta	f'_{cd}=v/f_{cd}	9,41 N/mm²
resistenza acciaio	f_{yd}	391,30 N/mm²
sezione calcestruzzo	A_c	375000 mm²
larghezza minima sezione	b_w	750 mm

RELAZIONE DI CALCOLO

altezza utile	d	444 mm
	n°braccia	2
area armatura trasversale	ϕ	10 mm
	Asw	157,08 mm ²
interasse fra armature trasversali	s	150 mm
	σ_{cp}	0,00
inclin. arm. trasv. rispetto asse trave	α	90 °
inclin. puntoni cls	θ	13,95 °
coefficiente maggiorativo	α_c	1,00

1		membrature non compresse
1	1+ σ_{cp}/f_{cd}	0< σ_{cp} <0.25f _{cd} 4,7033333
1,25	1,25	0.25< σ_{cp} <0.50f _{cd} 9,4066667
2,5	2.5(1- σ_{cp}/f_{cd})	0.50< σ_{cp} <f _{cd}

sen ² ϑ =	0,05808263	
sen ϑ =	0,241003382	
ϑ =	0,243399574	rad
ctg ϑ =	4,027015176	
ctg ϑ effettivo=	2,5	

Resistenza di calcolo a taglio trazione

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot f_{yd} \cdot (ctg\alpha + ctg\theta) \cdot \sin\alpha = 409,49 \text{ KN}$$

Resistenza di calcolo a taglio compressione

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot (ctg\alpha + ctg\theta) / (1 + ctg^2\theta) = 972,44 \text{ KN}$$

Resistenza di taglio

$$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd}) = 409,49 \text{ KN}$$

$$V_{Rd} > V_{Ed} \quad \text{VERIFICATA}$$

$$\text{Tasso di lavoro} = 0,244$$

Essendo l'elemento sottoposto al regime di **taglio-torsione** si verifica:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd}} + \frac{T_{Ed}}{T_{Rd}} = 0.69 + 0.224 = 0.914 \leq 1$$

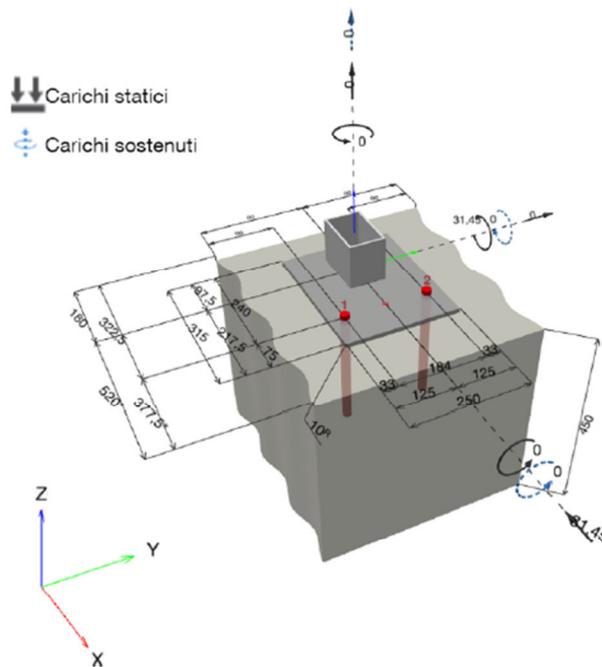
la verifica risulta essere dunque soddisfatta.

VERIFICA ANCORAGGIO BARRIERA STRADALE

Per la verifica dell'ancoraggio chimico della barriera al cordolo si procede con l'approccio del momento plastico, cioè si considera il momento plastico che il montante della barriera metallica di sicurezza può fornire. Tale approccio ottempera quanto previsto dal § 4.7.3.3 della UNI EN 19912 così come emendato dall'appendice nazionale (G.U. 27 Marzo 2013, DM 31/07/2012).

Considerando la barriera tipo H3 Bordo Ponte si è proceduto alla verifica di ancoraggi chimici costituiti da barre filettate M20 8.8, in acciaio zincato, ancorate al supporto con resina ad iniezione con profondità di posa 250 mm.

Le azioni sollecitanti sono il momento plastico del montante di una delle barriere commerciali di tipo H3 Bordo Ponte (montante 120x80x5) o equivalenti.



Considerando la sezione retta della piastra di base, sono stati considerati i seguenti meccanismi di rottura, in relazione alle condizioni di carico.

Carico da trazione:

- Rottura a trazione dei tirafondi;
- Rottura conica a trazione del calcestruzzo;
- Rottura combinata conica a trazione del calcestruzzo e per sfilamento della barra;
- Flessione della piastra di base.

Carico da taglio:

- Rottura a taglio dei tirafondi in acciaio;
- Rottura per fenomeno del pry-out nel calcestruzzo.

Carichi combinati di trazione e di taglio

- Rottura per taglio-trazione dei tirafondi in acciaio.

La resistenza di progetto corrisponde a quella minima tra tutte le differenti modalità di rottura.

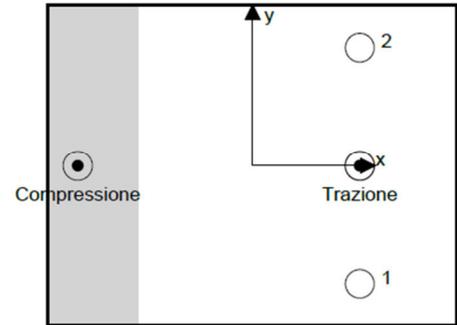
Schematizzazione e modellazione delle azioni

Carichi sull'ancorante [kN]

Trazione: (+ Trazione, - Compressione)

Ancorante	Trazione	Taglio	Taglio in dir. x	Taglio in dir. y
1	72,419	15,725	-15,725	0,000
2	72,419	15,725	-15,725	0,000

Compressione max. nel calcestruzzo: 0,56 [‰]
Max. sforzo di compressione nel calcestruzzo: 16,89 [N/mm²]
risultante delle forze di trazione nel (x/y)=(82,5/0,0): 144,838 [kN]
risultante delle forze di compressione (x/y)=(-134,6/0,0): 144,838 [kN]



Le forze di ancoraggio vengono calcolate presupponendo una piastra di ancoraggio rigida.

Carico di trazione (EN 1992-4)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_N [%]	Stato
Rottura dell'acciaio*	72,419	130,667	56	OK
Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento**	144,838	230,855	63	OK
Rottura conica del calcestruzzo**	144,838	181,581	80	OK
Fessurazione**	144,838	264,913	55	OK

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti sollecitati)

Rottura dell'acciaio

$N_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
196,000	1,500	130,667	72,419

Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento

$A_{p,N}$ [mm ²]	$A_{p,N}^0$ [mm ²]	$\tau_{Rk,ucr,20}$ [N/mm ²]	$s_{cr,Np}$ [mm]	$c_{cr,Np}$ [mm]	c_{min} [mm]	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]
448,512	341,056	16,00	584,0	292,0	322,5	31,88
ψ_c	$\tau_{Rk,ucr}$ [N/mm ²]	k_3	$\tau_{Rk,c}$ [N/mm ²]	$\psi_{g,Np}^0$	$\psi_{g,Np}$	
1,048	16,76	11,000	15,63	1,000	1,000	
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,Np}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,Np}$	$\psi_{s,Np}$	$\psi_{re,Np}$	
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	
ψ_{sus}^0	α_{sus}	ψ_{sus}				
0,880	0,000	1,000				
$N_{Rk,p}^0$ [kN]	$N_{Rk,p}$ [kN]	$\gamma_{M,p}$	$N_{Rd,p}$ [kN]	N_{Ed} [kN]		
263,319	346,282	1,500	230,855	144,838		

ID gruppo ancoranti

1, 2

RELAZIONE DI CALCOLO

Rottura conica del calcestruzzo

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]		
651,465	562,500	375,0	750,0	31,88		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\Psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\Psi_{ec2,N}$	$\Psi_{s,N}$	$\Psi_{re,N}$	
0,0	1,000	0,0	1,000	0,958	1,000	
z [mm]	$\Psi_{M,N}$	k_1	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c}$	$N_{Rd,c}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
217,1	1,000	11,000	245,487	1,500	181,581	144,838
ID gruppo ancoranti						
1, 2						

Fessurazione

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,sp}$ [mm]	$s_{cr,sp}$ [mm]	$\Psi_{h,sp}$	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]	
572,400	462,400	340,0	680,0	1,328	31,88	
$e_{c1,N}$ [mm]	$\Psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\Psi_{ec2,N}$	$\Psi_{s,N}$	$\Psi_{re,N}$	k_1
0,0	1,000	0,0	1,000	0,985	1,000	11,000
$N_{Rk,sp}^0$ [kN]	$\gamma_{M,sp}$	$N_{Rd,sp}$ [kN]	N_{Ed} [kN]			
245,487	1,500	264,913	144,838			
ID gruppo ancoranti						
1, 2						

Carico di taglio (EN 1992-4, sez. 7.2.2)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_v [%]	Stato
Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)*	15,725	78,400	21	OK
Rottura dell'acciaio (con braccio di leva)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura per pryout**	31,450	363,162	9	OK
Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione x-**	31,450	106,482	30	OK

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti specifici)

Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)

$V_{Rk,s}^0$ [kN]	k_7	$V_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
98,000	1,000	98,000	1,250	78,400	15,725

RELAZIONE DI CALCOLO

Rottura per pryout (cono del calcestruzzo)

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k_8	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]	
651.465	562.500	375,0	750,0	2,000	31,88	
$e_{c1,V}$ [mm]	$\Psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\Psi_{ec2,N}$	$\Psi_{s,N}$	$\Psi_{re,N}$	$\Psi_{M,N}$
0,0	1,000	0,0	1,000	0,958	1,000	1,000
k_1	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
11,000	245,487	1,500	363,162	31,450		
ID gruppo ancoranti						
1, 2						

Rottura del calcestruzzo in direzione x-

l_f [mm]	d_{nom} [mm]	k_9	α	β	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]
240,0	20,00	2,400	0,086	0,057	31,88
c_1 [mm]	$A_{c,V}$ [mm ²]	$A_{c,V}^0$ [mm ²]			
322,5	518.175	468.028			
$\Psi_{s,V}$	$\Psi_{h,V}$	$\Psi_{\alpha,V}$	$e_{c,V}$ [mm]	$\Psi_{ec,V}$	$\Psi_{r_{p,V}}$
1,000	1,037	1,000	0,0	1,000	1,000
$V_{Rk,c}^0$ [kN]	k_T	$\gamma_{M,c}$	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Ed} [kN]	
139,143	1,0	1,500	106,482	31,450	

Carichi combinati di trazione e di taglio (EN 1992-4, sez. 7.2.3)

Rottura dell'acciaio

β_N	β_V	α	Utilizzo $\beta_{N,V}$ [%]	Stato
0,554	0,201	2,000	35	OK

$$\beta_N^\alpha + \beta_V^\alpha \leq 1,0$$

Rottura del calcestruzzo

β_N	β_V	α	Utilizzo $\beta_{N,V}$ [%]	Stato
0,798	0,295	1,500	88	OK

$$\beta_N^\alpha + \beta_V^\alpha \leq 1,0$$

Spostamenti (ancorante più sollecitato)

Carichi a breve termine:

$$\begin{aligned} N_{Sk} &= 53,644 \text{ [kN]} & \delta_N &= 0,2049 \text{ [mm]} \\ V_{Sk} &= 11,648 \text{ [kN]} & \delta_V &= 0,4659 \text{ [mm]} \\ & & \delta_{NV} &= 0,5090 \text{ [mm]} \end{aligned}$$

Carichi a lungo termine:

$$\begin{aligned} N_{Sk} &= 53,644 \text{ [kN]} & \delta_N &= 0,5123 \text{ [mm]} \\ V_{Sk} &= 11,648 \text{ [kN]} & \delta_V &= 0,6989 \text{ [mm]} \\ & & \delta_{NV} &= 0,8665 \text{ [mm]} \end{aligned}$$

7.6 RISULTATI VERIFICHE MURO H=7.20M

7.6.1 Verifiche geotecniche

A1+M1+R1 [GEO]

CALCOLO SPINTE

Discretizzazione terreno

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

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β
860,0	716,0	19,0	0,0	35,0	23,34	0,0	8,0
716,0	572,0	19,0	0,0	35,0	23,34	0,0	8,0
572,0	428,0	19,0	0,0	35,0	23,34	0,0	8,0
428,0	284,0	19,0	0,0	35,0	23,34	0,0	8,0
284,0	140,0	19,0	0,0	35,0	23,34	0,0	8,0

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.

RELAZIONE DI CALCOLO

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
31,34	0,31	0,0	0,0	0,26	0,16	0,0	0,0
31,34	0,31	0,0	0,0	0,26	0,16	0,0	0,0
31,34	0,31	0,0	0,0	0,26	0,16	0,0	0,0
31,34	0,31	0,0	0,0	0,26	0,16	0,0	0,0
31,34	0,31	0,0	0,0	0,26	0,16	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	860,0	716,0	16,86	10,27	778,47	778,47
2	716,0	572,0	30,25	18,42	638,69	638,69
3	572,0	428,0	43,64	26,57	496,32	496,32
4	428,0	284,0	57,03	34,73	353,18	353,18
5	284,0	140,0	70,42	42,88	209,72	209,72

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
716,0	0,0	18,53	190,2	782,2
572,0	0,0	46,05	195,8	697,3
428,0	0,0	82,55	201,8	608,7
284,0	0,0	128,05	207,8	518,1
140,0	0,0	182,52	213,9	426,2

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
-------	----	----	---	---

716,0	116,86	28,79	253,67	49,2
572,0	147,11	74,74	440,52	68,4
428,0	190,75	137,81	678,98	87,6
284,0	247,77	218,04	987,83	106,8
140,0	318,19	315,39	1385,58	126,0

Discretizzazione terreno

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

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
860,0	716,0	19,0	0,0	35,0	35,0	0,0	0,0	
716,0	572,0	19,0	0,0	35,0	35,0	0,0	0,0	
572,0	428,0	19,0	0,0	35,0	35,0	0,0	0,0	
428,0	284,0	19,0	0,0	35,0	35,0	0,0	0,0	
284,0	140,0	19,0	0,0	35,0	35,0	0,0	0,0	
140,0	0,0	19,0	0,0	35,0	23,34	0,0	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
35,0	0,25	0,0	0,0	0,2	0,14	0,0	0,0
35,0	0,25	0,0	0,0	0,2	0,14	0,0	0,0
35,0	0,25	0,0	0,0	0,2	0,14	0,0	0,0
35,0	0,25	0,0	0,0	0,2	0,14	0,0	0,0
35,0	0,25	0,0	0,0	0,2	0,14	0,0	0,0
23,34	0,24	0,0	0,0	0,22	0,1	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	860,0	716,0	13,19	9,24	778,47	778,47
2	716,0	572,0	23,67	16,57	638,69	638,69
3	572,0	428,0	34,15	23,91	496,32	496,32
4	428,0	284,0	44,62	31,25	353,18	353,18
5	284,0	140,0	55,1	38,58	209,72	209,72
6	140,0	0,0	64,84	41,67	68,05	68,69

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
140,0	0,0	19,0	180,0	35,0	23,34	0,0	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
203,34	3,69	-3,39	-1,46

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)
----	----	-----	-----	--------	--------

140,0 0,0 -63,09 -27,23 46,67 46,67

Sollecitazioni total i

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

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	235,57	161,21	-323,38
Carichi esterni	100,0	0,0	960,0
Peso muro	0,0	182,52	-390,41
Peso fondazione	0,0	300,3	-990,99
Sovraccarico	0,0	124,2	-534,06
Terr. fondazione	0,0	732,7	-3319,87
Spinte fondazione	-63,09	-27,23	-29,44
	272,49	1473,71	-4628,15

Momento stabilizzante -6299,32 kNm
Momento ribaltante 1671,17 kN m

Verifica palo max sollecitato

Forza orizzontale 187,92 kN
Forza verticale (P) 2460,37 kN

Dati palo

Lunghezza 2200,0 cm
Diametro 80,0 cm
Copriferro 6,0 cm
Palo trivellato
Numero verticali indagate 2
Fattore correlazione verticali indagate [xi3] 1,65
Fattore correlazione verticali indagate [xi4] 1,55

Stratigrafia palo

Strato N° 1

Spessore strato 430,0 cm
Peso unità di volume 19,0 KN/m³
Angolo di attrito 35,0 °
Coesione 0,0 kPa
Modulo di elasticità 50000,0 kPa
Modulo di reaz. orizzontale 294199,5 KN/m³

Strato N° 2

Spessore strato	1770,0 cm
Peso unità di volume	23,0 KN/m ³
Angolo di attrito	30,0 °
Coesione	200,0 kPa
Modulo di elasticità	50000,0 kPa

Spostamenti e rotazioni in testa al palo di valle

Lunghezza d'onda	184,16 cm
Cedimento del palo	0,31 cm
Spostamento in x	0,43 cm
Rotazione in testa	0,09 °

Pressione limite orizzontale in corrispondenza della lunghezza d'onda 387,32 kPa

Carico limite verticale

Carico limite di punta (Qp)	9504,29 kN
Carico limite laterale (Qs)	7510,84 kN
Coefficiente di sicurezza punta (FsP)	1
Coefficiente di sicurezza laterale (FsL)	1
$R=(Qp/Xi3)/FsP+(Qs/Xi3)/FsL$	10312,2 kN
Peso palo (W)	28191,09 Kg
Fattore di sicurezza $Fs=R/(P+W)$	3,77

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
90,0	-63,09	13,72	8,64	140,0
170,0	-141,39	374,85	348,77	140,0

MENSOLA A MONTE

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

RELAZIONE DI CALCOLO

M	Momento (kNm);			
H	Altezza sezione (cm);			
Xprogr.	Fx	Fy	M	H
296,0	-91,76	-452,31	1062,97	140,0
330,0	-13,46	-173,25	842,28	140,0
570,0	64,84	349,58	-231,12	140,0

A2+M2+R2 - SISMA [GEO+STR]

Coefficiente sismico orizzontale Kh	0,3441
Coefficiente sismico verticale Kv	0,1721

CALCOLO SPINTE

Discretizzazione terreno

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

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
860,0	716,0	19,0	0,0	29,26	23,34	0,0	8,0	
716,0	572,0	19,0	0,0	29,26	23,34	0,0	8,0	
572,0	428,0	19,0	0,0	29,26	23,34	0,0	8,0	
428,0	284,0	19,0	0,0	29,26	23,34	0,0	8,0	
284,0	140,0	19,0	0,0	29,26	23,34	0,0	8,0	

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
---	----	----	----	-----	-----	-----	-----

RELAZIONE DI CALCOLO

31,34	0,37	1,17	0,75	0,31	0,19	0,64	0,39
31,34	0,37	1,17	0,75	0,31	0,19	0,64	0,39
31,34	0,37	1,17	0,75	0,31	0,19	0,64	0,39
31,34	0,37	1,17	0,75	0,31	0,19	0,64	0,39
31,34	0,37	1,17	0,75	0,31	0,19	0,64	0,39

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	860,0	716,0	18,9	11,51	764,0	764,0
2	716,0	572,0	56,7	34,53	636,0	636,0
3	572,0	428,0	94,5	57,55	495,2	495,2
4	428,0	284,0	132,31	80,57	352,57	352,57
5	284,0	140,0	170,11	103,59	209,33	209,33

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
716,0	4,9	14,25	190,2	782,2
572,0	12,19	35,43	195,8	697,3
428,0	21,85	63,5	201,8	608,7
284,0	33,89	98,5	207,8	518,1
140,0	48,31	140,4	213,9	426,2

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
716,0	23,8	25,76	10,85	49,2
572,0	87,79	81,46	79,86	68,4
428,0	191,96	167,09	261,06	87,6
284,0	336,31	282,66	608,66	106,8

140,0 520,83 428,15 1176,72 126,0

Discretizzazione terreno

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

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
860,0	716,0	19,0	0,0	29,26	29,26	0,0	0,0	
716,0	572,0	19,0	0,0	29,26	29,26	0,0	0,0	
572,0	428,0	19,0	0,0	29,26	29,26	0,0	0,0	
428,0	284,0	19,0	0,0	29,26	29,26	0,0	0,0	
284,0	140,0	19,0	0,0	29,26	29,26	0,0	0,0	
140,0	0,0	19,0	0,0	29,26	23,34	0,0	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
29,26	0,31	0,95	0,73	0,27	0,15	0,63	0,36
29,26	0,31	0,95	0,73	0,27	0,15	0,63	0,36
29,26	0,31	0,95	0,73	0,27	0,15	0,63	0,36
29,26	0,31	0,95	0,73	0,27	0,15	0,63	0,36
29,26	0,31	0,95	0,73	0,27	0,15	0,63	0,36
23,34	0,3	0,89	0,66	0,28	0,12	0,61	0,26

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	860,0	716,0	17,74	9,94	764,0	764,0

RELAZIONE DI CALCOLO

2	716,0	572,0	53,23	29,82	636,0	636,0
3	572,0	428,0	88,72	49,7	495,2	495,2
4	428,0	284,0	124,2	69,57	352,57	352,57
5	284,0	140,0	159,69	89,45	209,33	209,33
6	140,0	0,0	189,02	103,76	67,96	68,4

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
140,0	0,0	19,0	180,0	29,26	23,34	0,0	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
203,34	2,91	-2,67	-1,15

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	140,0	0,0	-49,78	-21,48	46,67	46,67

Sollecitazioni totali

Fx	Forza in direzione x (kN);
Fy	Forza in direzione y (kN);

M	Momento (kNm);		
	Fx	Fy	M
Spinta terreno	632,6	352,23	-510,7
Peso muro	48,31	140,4	-94,41
Peso fondazione	79,49	231,0	-706,66
Sovraccarico	0,0	0,0	0,0
Terr. fondazione	193,94	563,62	-1556,89
Spinte fondazione	-49,78	-21,48	-23,23
	904,55	1265,77	-2891,89

Momento stabilizzante -5941,11 kNm
Momento ribaltante 3049,21 kN m

Verifica palo max sollecitato

Forza orizzontale 534,43 kN
Forza verticale (P) 1733,02 kN

Dati palo

Lunghezza 2200,0 cm
Diametro 80,0 cm
Copriferro 6,0 cm
Palo trivellato
Numero verticali indagate 2
Fattore correlazione verticali indagate [xi3] 1,65
Fattore correlazione verticali indagate [xi4] 1,55

Stratigrafia palo

Strato N° 1

Spessore strato 430,0 cm
Peso unità di volume 19,0 KN/m³
Angolo di attrito 35,0 °
Coesione 0,0 kPa
Modulo di elasticità 50000,0 kPa
Modulo di reaz. orizzontale 294199,5 KN/m³

Strato N° 2

Spessore strato 1770,0 cm
Peso unità di volume 23,0 KN/m³
Angolo di attrito 30,0 °
Coesione 200,0 kPa
Modulo di elasticità 50000,0 kPa

RELAZIONE DI CALCOLO

Spostamenti e rotazioni in testa al palo di valle

Lunghezza d'onda	184,16 cm
Cedimento del palo	0,23 cm
Spostamento in x	1,23 cm
Rotazione in testa	0,25 °

Pressione limite orizzontale in corrispondenza della lunghezza d'onda 387,32 kPa

Carico limite verticale

Carico limite di punta (Qp)	9504,29 kN
Carico limite laterale (Qs)	7510,84 kN
Coefficiente di sicurezza punta (FsP)	1
Coefficiente di sicurezza laterale (FsL)	1
$R=(Qp/Xi3)/FsP+(Qs/Xi3)/FsL$	10312,2 kN
Peso palo (W)	28191,09 Kg
Fattore di sicurezza $Fs=R/(P+W)$	5,13

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
90,0	-49,78	10,02	6,46	140,0
170,0	-272,46	159,4	278,65	140,0

MENSOLA A MONTE

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

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
296,0	-256,33	-44,86	-31,72	140,0
330,0	-33,66	197,08	-212,78	140,0
570,0	189,02	506,85	-390,44	140,0

A1+M1+R3 - SISMA [GEO+STR]

Coefficiente sismico orizzontale Kh	0,3441
Coefficiente sismico verticale Kv	0,1721

CALCOLO SPINTE

Discretizzazione terreno

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

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
860,0	716,0	19,0	0,0	35,0	23,34	0,0	8,0	
716,0	572,0	19,0	0,0	35,0	23,34	0,0	8,0	
572,0	428,0	19,0	0,0	35,0	23,34	0,0	8,0	
428,0	284,0	19,0	0,0	35,0	23,34	0,0	8,0	
284,0	140,0	19,0	0,0	35,0	23,34	0,0	8,0	

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
31,34	0,31	0,93	0,59	0,26	0,16	0,5	0,31
31,34	0,31	0,93	0,59	0,26	0,16	0,5	0,31
31,34	0,31	0,93	0,59	0,26	0,16	0,5	0,31
31,34	0,31	0,93	0,59	0,26	0,16	0,5	0,31
31,34	0,31	0,93	0,59	0,26	0,16	0,5	0,31

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);

RELAZIONE DI CALCOLO

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	860,0	716,0	37,16	22,63	778,25	778,25
2	716,0	572,0	67,34	41,01	638,62	638,62
3	572,0	428,0	97,53	59,39	496,29	496,29
4	428,0	284,0	127,71	77,77	353,16	353,16
5	284,0	140,0	157,9	96,15	209,71	209,71

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
716,0	4,9	14,25	190,2	782,2
572,0	12,19	35,43	195,8	697,3
428,0	21,85	63,5	201,8	608,7
284,0	33,89	98,5	207,8	518,1
140,0	48,31	140,4	213,9	426,2

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
716,0	142,06	36,88	267,32	49,2
572,0	216,69	99,06	513,69	68,4
428,0	323,88	186,53	883,01	87,6
284,0	463,63	299,3	1419,49	106,8
140,0	635,94	437,35	2167,11	126,0

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);
Qf Quota finale strato
G Peso unità di volume (KN/m³);
Eps Inclinazione dello strato. (°);

RELAZIONE DI CALCOLO

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
860,0	716,0	19,0	0,0	35,0	35,0	0,0	0,0	
716,0	572,0	19,0	0,0	35,0	35,0	0,0	0,0	
572,0	428,0	19,0	0,0	35,0	35,0	0,0	0,0	
428,0	284,0	19,0	0,0	35,0	35,0	0,0	0,0	
284,0	140,0	19,0	0,0	35,0	35,0	0,0	0,0	
140,0	0,0	19,0	0,0	35,0	23,34	0,0	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
35,0	0,25	0,8	0,62	0,2	0,14	0,51	0,35
35,0	0,25	0,8	0,62	0,2	0,14	0,51	0,35
35,0	0,25	0,8	0,62	0,2	0,14	0,51	0,35
35,0	0,25	0,8	0,62	0,2	0,14	0,51	0,35
35,0	0,25	0,8	0,62	0,2	0,14	0,51	0,35
23,34	0,24	0,7	0,52	0,22	0,1	0,47	0,2

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	860,0	716,0	34,42	24,1	778,25	778,25
2	716,0	572,0	62,38	43,68	638,62	638,62
3	572,0	428,0	90,34	63,25	496,29	496,29
4	428,0	284,0	118,29	82,83	353,16	353,16
5	284,0	140,0	146,25	102,41	209,71	209,71
6	140,0	0,0	168,44	109,2	68,2	68,8

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
140,0	0,0	19,0	180,0	35,0	23,34	0,0	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
203,34	3,69	-3,39	-1,46

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	140,0	0,0	-63,09	-27,23	46,67	46,67

Sollecitazioni total i

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

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	620,11	425,47	-854,22

RELAZIONE DI CALCOLO

Carichi esterni	100,0	0,0	960,0
Peso muro	48,31	140,4	-94,41
Peso fondazione	79,49	231,0	-706,66
Sovraccarico	31,66	92,0	-123,35
Terr. fondazione	193,94	563,62	-1556,89
Spinte fondazione	-63,09	-27,23	-29,44
	1010,42	1425,26	-2404,97

Momento stabilizzante	-6820,06 kNm
Momento ribaltante	4415,09 kN m

Verifica palo max sollecitato

Forza orizzontale	601,17 kN
Forza verticale (P)	1655,13 kN

Dati palo

Lunghezza	2200,0 cm
Diametro	80,0 cm
Copriferro	6,0 cm
Palo trivellato	
Numero verticali indagate	2
Fattore correlazione verticali indagate [xi3]	1,65
Fattore correlazione verticali indagate [xi4]	1,55

Stratigrafia palo

Strato N° 1

Spessore strato	430,0 cm
Peso unità di volume	19,0 KN/m ³
Angolo di attrito	35,0 °
Coesione	0,0 kPa
Modulo di elasticità	50000,0 kPa
Modulo di reaz. orizzontale	294199,5 KN/m ³

Strato N° 2

Spessore strato	1770,0 cm
Peso unità di volume	23,0 KN/m ³
Angolo di attrito	30,0 °
Coesione	200,0 kPa
Modulo di elasticità	50000,0 kPa

Spostamenti e rotazioni in testa al palo di valle

RELAZIONE DI CALCOLO

Lunghezza d'onda	184,16 cm
Cedimento del palo	0,22 cm
Spostamento in x	1,39 cm
Rotazione in testa	0,28 °

Pressione limite orizzontale in corrispondenza della lunghezza d'onda 387,32 kPa

Carico limite verticale

Carico limite di punta (Qp)	9504,29 kN
Carico limite laterale (Qs)	7510,84 kN
Coefficiente di sicurezza punta (FsP)	1,35
Coefficiente di sicurezza laterale (FsL)	1,15
$R=(Qp/Xi3)/FsP+(Qs/Xi3)/FsL$	8225,08 kN
Peso palo (W)	28191,09 Kg
Fattore di sicurezza $Fs=R/(P+W)$	4,26

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
90,0	-63,09	4,27	4,39	140,0
170,0	-313,57	44,09	203,8	140,0

MENSOLA A MONTE

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

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
296,0	-332,54	95,07	-466,86	140,0
330,0	-82,05	368,77	-620,96	140,0
570,0	168,44	598,09	-463,63	140,0

A1+M1+R3 [GEO+STR]

CALCOLO SPINTE

Discretizzazione terreno

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

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β
860,0	716,0	19,0	0,0	35,0	23,34	0,0	8,0
716,0	572,0	19,0	0,0	35,0	23,34	0,0	8,0
572,0	428,0	19,0	0,0	35,0	23,34	0,0	8,0
428,0	284,0	19,0	0,0	35,0	23,34	0,0	8,0
284,0	140,0	19,0	0,0	35,0	23,34	0,0	8,0

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
31,34	0,31	0,0	0,0	0,26	0,16	0,0	0,0
31,34	0,31	0,0	0,0	0,26	0,16	0,0	0,0
31,34	0,31	0,0	0,0	0,26	0,16	0,0	0,0
31,34	0,31	0,0	0,0	0,26	0,16	0,0	0,0
31,34	0,31	0,0	0,0	0,26	0,16	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	860,0	716,0	16,86	10,27	778,47	778,47

RELAZIONE DI CALCOLO

2	716,0	572,0	30,25	18,42	638,69	638,69
3	572,0	428,0	43,64	26,57	496,32	496,32
4	428,0	284,0	57,03	34,73	353,18	353,18
5	284,0	140,0	70,42	42,88	209,72	209,72

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
716,0	0,0	18,53	190,2	782,2
572,0	0,0	46,05	195,8	697,3
428,0	0,0	82,55	201,8	608,7
284,0	0,0	128,05	207,8	518,1
140,0	0,0	182,52	213,9	426,2

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
716,0	116,86	28,79	253,67	49,2
572,0	147,11	74,74	440,52	68,4
428,0	190,75	137,81	678,98	87,6
284,0	247,77	218,04	987,83	106,8
140,0	318,19	315,39	1385,58	126,0

Discretizzazione terreno

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

RELAZIONE DI CALCOLO

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
860,0	716,0	19,0	0,0	35,0	35,0	0,0	0,0	
716,0	572,0	19,0	0,0	35,0	35,0	0,0	0,0	
572,0	428,0	19,0	0,0	35,0	35,0	0,0	0,0	
428,0	284,0	19,0	0,0	35,0	35,0	0,0	0,0	
284,0	140,0	19,0	0,0	35,0	35,0	0,0	0,0	
140,0	0,0	19,0	0,0	35,0	23,34	0,0	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
35,0	0,25	0,0	0,0	0,2	0,14	0,0	0,0
35,0	0,25	0,0	0,0	0,2	0,14	0,0	0,0
35,0	0,25	0,0	0,0	0,2	0,14	0,0	0,0
35,0	0,25	0,0	0,0	0,2	0,14	0,0	0,0
35,0	0,25	0,0	0,0	0,2	0,14	0,0	0,0
23,34	0,24	0,0	0,0	0,22	0,1	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	860,0	716,0	13,19	9,24	778,47	778,47
2	716,0	572,0	23,67	16,57	638,69	638,69
3	572,0	428,0	34,15	23,91	496,32	496,32
4	428,0	284,0	44,62	31,25	353,18	353,18
5	284,0	140,0	55,1	38,58	209,72	209,72
6	140,0	0,0	64,84	41,67	68,05	68,69

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
140,0	0,0	19,0	180,0	35,0	23,34	0,0	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
203,34	3,69	-3,39	-1,46

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	140,0	0,0	-63,09	-27,23	46,67	46,67

Sollecitazioni total i

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

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	235,57	161,21	-323,38
Carichi esterni	100,0	0,0	960,0
Peso muro	0,0	182,52	-390,41
Peso fondazione	0,0	300,3	-990,99
Sovraccarico	0,0	124,2	-534,06

RELAZIONE DI CALCOLO

Terr. fondazione	0,0	732,7	-3319,87
Spinte fondazione	-63,09	-27,23	-29,44
	272,49	1473,71	-4628,15

Momento stabilizzante	-6299,32 kNm
Momento ribaltante	1671,17 kN m

Verifica palo max sollecitato

Forza orizzontale	187,92 kN
Forza verticale (P)	2460,37 kN

Dati palo

Lunghezza	2200,0 cm
Diametro	80,0 cm
Copriferro	6,0 cm
Palo trivellato	
Numero verticali indagate	2
Fattore correlazione verticali indagate [xi3]	1,65
Fattore correlazione verticali indagate [xi4]	1,55

Stratigrafia palo

Strato N° 1

Spessore strato	430,0 cm
Peso unità di volume	19,0 KN/m ³
Angolo di attrito	35,0 °
Coesione	0,0 kPa
Modulo di elasticità	50000,0 kPa
Modulo di reaz. orizzontale	294199,5 KN/m ³

Strato N° 2

Spessore strato	1770,0 cm
Peso unità di volume	23,0 KN/m ³
Angolo di attrito	30,0 °
Coesione	200,0 kPa
Modulo di elasticità	50000,0 kPa

Spostamenti e rotazioni in testa al palo di valle

Lunghezza d'onda	184,16 cm
Cedimento del palo	0,31 cm
Spostamento in x	0,43 cm
Rotazione in testa	0,09 °

Pressione limite orizzontale in corrispondenza della lunghezza d'onda 387,32 kPa

Carico limite verticale

Carico limite di punta (Qp)	9504,29 kN
Carico limite laterale (Qs)	7510,84 kN
Coefficiente di sicurezza punta (FsP)	1,35
Coefficiente di sicurezza laterale (FsL)	1,15
$R=(Qp/Xi3)/FsP+(Qs/Xi3)/FsL$	8225,08 kN
Peso palo (W)	28191,09 Kg
Fattore di sicurezza $Fs=R/(P+W)$	3,01

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
90,0	-63,09	13,72	8,64	140,0
170,0	-141,39	374,85	348,77	140,0

MENSOLA A MONTE

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

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
296,0	-91,76	-452,31	1062,97	140,0
330,0	-13,46	-173,25	842,28	140,0
570,0	64,84	349,58	-231,12	140,0

CARICO LIMITE

A1+M1+R1 [GEO]

Verifica palo max sollecitato

Forza orizzontale	187,92 kN
Forza verticale (P)	2460,37 kN

Dati palo

Lunghezza	2200,0 cm
Diametro	80,0 cm
Copriferro	6,0 cm
Palo trivellato	
Numero verticali indagate	2
Fattore correlazione verticali indagate [xi3]	1,65
Fattore correlazione verticali indagate [xi4]	1,55

Stratigrafia palo

Strato N° 1

Spessore strato	430,0 cm
Peso unità di volume	19,0 KN/m ³
Angolo di attrito	35,0 °
Coesione	0,0 kPa
Modulo di elasticità	50000,0 kPa
Modulo di reaz. orizzontale	294199,5 KN/m ³

Strato N° 2

Spessore strato	1770,0 cm
Peso unità di volume	23,0 KN/m ³
Angolo di attrito	30,0 °
Coesione	200,0 kPa
Modulo di elasticità	50000,0 kPa

Spostamenti e rotazioni in testa al palo di valle

Lunghezza d'onda	184,16 cm
Cedimento del palo	0,31 cm
Spostamento in x	0,43 cm
Rotazione in testa	0,09 °

Pressione limite orizzontale in corrispondenza della lunghezza d'onda 387,32 kPa

Carico limite verticale

Carico limite di punta (Qp)	9504,29 kN
Carico limite laterale (Qs)	7510,84 kN
Coefficiente di sicurezza punta (FsP)	1
Coefficiente di sicurezza laterale (FsL)	1
$R=(Qp/Xi3)/FsP+(Qs/Xi3)/FsL$	10312,2 kN
Peso palo (W)	28191,09 Kg
Fattore di sicurezza $Fs=R/(P+W)$	3,77

A2+M2+R2 - SISMA [GEO+STR]

Coefficiente sismico orizzontale Kh	0,3441
Coefficiente sismico verticale Kv	0,1721

Verifica palo max sollecitato

Forza orizzontale	534,43 kN
Forza verticale (P)	1733,02 kN

Dati palo

Lunghezza	2200,0 cm
Diametro	80,0 cm
Copriferro	6,0 cm
Palo trivellato	
Numero verticali indagate	2
Fattore correlazione verticali indagate [xi3]	1,65
Fattore correlazione verticali indagate [xi4]	1,55

Stratigrafia palo

Strato N° 1

Spessore strato	430,0 cm
Peso unità di volume	19,0 KN/m ³
Angolo di attrito	35,0 °
Coesione	0,0 kPa
Modulo di elasticità	50000,0 kPa
Modulo di reaz. orizzontale	294199,5 KN/m ³

Strato N° 2

Spessore strato	1770,0 cm
Peso unità di volume	23,0 KN/m ³
Angolo di attrito	30,0 °
Coesione	200,0 kPa
Modulo di elasticità	50000,0 kPa

Spostamenti e rotazioni in testa al palo di valle

Lunghezza d'onda	184,16 cm
Cedimento del palo	0,23 cm
Spostamento in x	1,23 cm
Rotazione in testa	0,25 °

Pressione limite orizzontale in corrispondenza della lunghezza d'onda 387,32 kPa

Carico limite verticale

Carico limite di punta (Qp)	9504,29 kN
Carico limite laterale (Qs)	7510,84 kN
Coefficiente di sicurezza punta (FsP)	1
Coefficiente di sicurezza laterale (FsL)	1
$R=(Qp/Xi3)/FsP+(Qs/Xi3)/FsL$	10312,2 kN
Peso palo (W)	28191,09 Kg
Fattore di sicurezza $Fs=R/(P+W)$	5,13

A1+M1+R3 - SISMA [GEO+STR]

Coefficiente sismico orizzontale Kh	0,3441
Coefficiente sismico verticale Kv	0,1721

Verifica palo max sollecitato

Forza orizzontale	601,17 kN
Forza verticale (P)	1655,13 kN

Dati palo

Lunghezza	2200,0 cm
Diametro	80,0 cm
Copriferro	6,0 cm
Palo trivellato	
Numero verticali indagate	2
Fattore correlazione verticali indagate [xi3]	1,65
Fattore correlazione verticali indagate [xi4]	1,55

Stratigrafia palo

Strato N° 1

Spessore strato	430,0 cm
-----------------	----------

RELAZIONE DI CALCOLO

Peso unità di volume	19,0 KN/m ³
Angolo di attrito	35,0 °
Coesione	0,0 kPa
Modulo di elasticità	50000,0 kPa
Modulo di reaz. orizzontale	294199,5 KN/m ³

Strato N° 2

Spessore strato	1770,0 cm
Peso unità di volume	23,0 KN/m ³
Angolo di attrito	30,0 °
Coesione	200,0 kPa
Modulo di elasticità	50000,0 kPa

Spostamenti e rotazioni in testa al palo di valle

Lunghezza d'onda	184,16 cm
Cedimento del palo	0,22 cm
Spostamento in x	1,39 cm
Rotazione in testa	0,28 °

Pressione limite orizzontale in corrispondenza della lunghezza d'onda 387,32 kPa

Carico limite verticale

Carico limite di punta (Qp)	9504,29 kN
Carico limite laterale (Qs)	7510,84 kN
Coefficiente di sicurezza punta (FsP)	1,35
Coefficiente di sicurezza laterale (FsL)	1,15
$R=(Qp/Xi3)/FsP+(Qs/Xi3)/FsL$	8225,08 kN
Peso palo (W)	28191,09 Kg
Fattore di sicurezza $Fs=R/(P+W)$	4,26

A1+M1+R3 [GEO+STR]

Verifica palo max sollecitato

Forza orizzontale	187,92 kN
Forza verticale (P)	2460,37 kN

Dati palo

Lunghezza	2200,0 cm
-----------	-----------

RELAZIONE DI CALCOLO

Diametro	80,0 cm
Copriferro	6,0 cm
Palo trivellato	
Numero verticali indagate	2
Fattore correlazione verticali indagate [xi3]	1,65
Fattore correlazione verticali indagate [xi4]	1,55

Stratigrafia palo

Strato N° 1

Spessore strato	430,0 cm
Peso unità di volume	19,0 KN/m ³
Angolo di attrito	35,0 °
Coesione	0,0 kPa
Modulo di elasticità	50000,0 kPa
Modulo di reaz. orizzontale	294199,5 KN/m ³

Strato N° 2

Spessore strato	1770,0 cm
Peso unità di volume	23,0 KN/m ³
Angolo di attrito	30,0 °
Coesione	200,0 kPa
Modulo di elasticità	50000,0 kPa

Spostamenti e rotazioni in testa al palo di valle

Lunghezza d'onda	184,16 cm
Cedimento del palo	0,31 cm
Spostamento in x	0,43 cm
Rotazione in testa	0,09 °

Pressione limite orizzontale in corrispondenza della lunghezza d'onda 387,32 kPa

Carico limite verticale

Carico limite di punta (Qp)	9504,29 kN
Carico limite laterale (Qs)	7510,84 kN
Coefficiente di sicurezza punta (FsP)	1,35
Coefficiente di sicurezza laterale (FsL)	1,15
$R=(Qp/Xi3)/FsP+(Qs/Xi3)/FsL$	8225,08 kN
Peso palo (W)	28191,09 Kg
Fattore di sicurezza $Fs=R/(P+W)$	3,01

VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE

Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)

Numero di strati	2,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-9,54 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	17,34 m
Ascissa vertice destro superiore xs	16,47 m
Ordinata vertice destro superiore ys	30,9 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	20,0
Numero di celle lungo y	20,0

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,165
Coefficiente azione sismica verticale	0,083

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	-22,1	-6,8
2	-17,1	-6,2
3	-8,1	3,7
4	-6,1	3,7
5	4,6	9,8
6	5,0	9,8
7	6,7	9,8
8	6,7	13,6
9	6,7	13,6
10	35,0	17,4

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	-22,1	-6,8
2	-17,1	-6,2
3	1,9	0,0
4	6,9	0,7
5	35,0	4,2

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia	
1	0		35	1900	1937,461	Rilevato stradale	
2	2,039		30	2300	2345,347	Mc Litoide	

Pali...

N°	x (m)	y (m)	Diametro (m)	Lunghezza (m)	Inclinazione (°)	Interasse (m)	Resistenza al taglio (kg/cm ²)	Momento plasticizzazione (kN*m)	Metodo stabilizzazione
1	5,5	5	0,8	22	90	2,4	20	--	Tensione tangenziale
2	7,9	5	0,8	22	90	2,4	20	--	Tensione tangenziale
3	10,3	5	0,8	22	90	2,4	20	--	Tensione tangenziale

Carichi concentrati

N°	x (m)	y (m)	Fx (Kg)	Fy (Kg)	M (Kg m)
1	6,75	13,6	2500	0	-2500

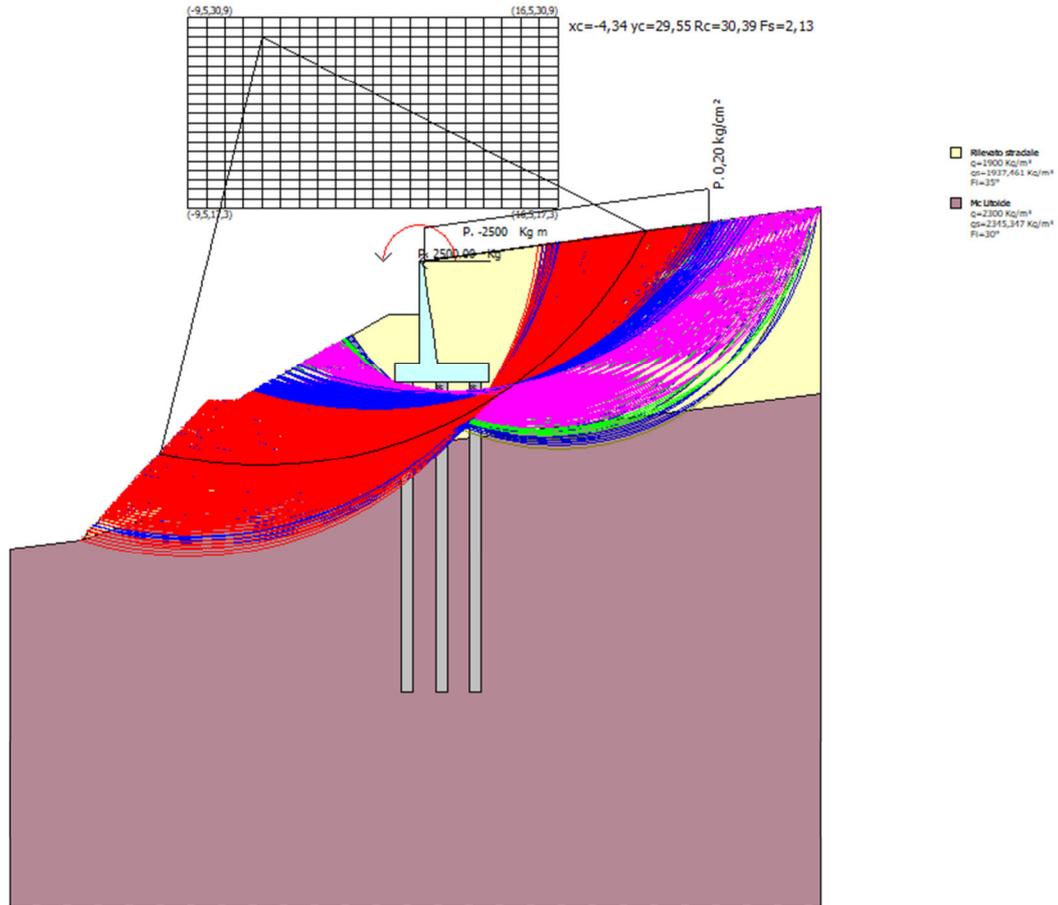
Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm ²)
1	7,1	13,65	27,1	16,33551	0,2

Risultati analisi pendio [

Fs minimo individuato	2,13
Ascissa centro superficie	-4,34 m
Ordinata centro superficie	29,55 m
Raggio superficie	30,39 m

Numero di superfici esaminate....(773)



RELAZIONE DI CALCOLO

14	-1,1	17,7	19,4	4,20
15	-0,4	17,3	18,8	4,41
16	0,2	17,7	18,6	4,18
17	0,9	17,3	18,0	4,24
18	1,5	17,7	17,9	4,04
19	2,2	17,3	17,3	4,31
20	2,8	17,7	17,1	3,66
21	3,5	17,3	16,5	4,00
22	4,1	17,7	16,3	4,28
23	4,8	17,3	15,7	4,75
24	5,4	17,7	15,7	5,50
25	6,1	17,3	15,1	6,28
26	6,7	17,7	15,1	6,83
27	7,4	17,3	14,5	8,02
28	8,0	17,7	14,6	8,79
29	8,7	17,3	14,2	9,92
30	9,3	17,7	14,6	8,94
31	10,0	17,3	14,5	8,85
32	10,6	17,7	14,9	8,10
33	11,3	17,3	14,8	8,04
34	11,9	17,7	15,3	7,36
35	12,6	17,3	15,3	7,45
36	13,2	17,7	15,8	7,18
37	13,9	17,3	15,8	8,72
38	14,5	17,7	16,3	8,29
39	15,2	17,3	16,4	9,75
40	15,8	17,7	16,9	9,05
41	16,5	17,3	17,0	9,59
42	-9,5	18,0	25,1	3,43
43	-8,9	18,4	24,9	3,57
44	-8,2	18,0	24,2	3,67
45	-7,6	18,4	23,9	3,52
46	-6,9	18,0	23,3	3,63
47	-6,3	18,4	23,1	3,80
48	-5,6	18,0	22,4	3,62
49	-5,0	18,4	22,2	3,51
50	-4,3	18,0	21,6	3,67
51	-3,7	18,4	21,4	3,67
52	-3,0	18,0	20,8	3,79
53	-2,4	18,4	20,6	4,24
54	-1,7	18,0	20,0	4,02
55	-1,1	18,4	19,9	4,20
56	-0,4	18,0	19,2	3,97
57	0,2	18,4	19,2	3,98
58	0,9	18,0	18,6	4,14
59	1,5	18,4	18,4	3,95
60	2,2	18,0	17,8	3,42
61	2,8	18,4	17,6	3,59
62	3,5	18,0	17,0	3,91
63	4,1	18,4	16,9	4,16
64	4,8	18,0	16,3	4,83
65	5,4	18,4	16,2	5,27
66	6,1	18,0	15,6	5,94
67	6,7	18,4	15,6	6,42
68	7,4	18,0	15,1	7,40

RELAZIONE DI CALCOLO

69	8,0	18,4	15,1	8,39
70	8,7	18,0	14,8	8,97
71	9,3	18,4	15,2	8,21
72	10,0	18,0	15,0	8,16
73	10,6	18,4	15,5	7,56
74	11,3	18,0	15,4	7,44
75	11,9	18,4	15,8	7,07
76	12,6	18,0	15,8	7,15
77	13,2	18,4	16,3	6,93
78	13,9	18,0	16,3	6,92
79	14,5	18,4	16,8	8,07
80	15,2	18,0	16,8	8,84
81	15,8	18,4	17,4	8,90
82	16,5	18,0	17,5	8,74
83	-9,5	18,7	25,5	3,48
84	-8,9	19,0	25,2	3,61
85	-8,2	18,7	24,6	3,43
86	-7,6	19,0	24,4	3,57
87	-6,9	18,7	23,7	3,68
88	-6,3	19,0	23,5	3,54
89	-5,6	18,7	22,8	3,65
90	-5,0	19,0	22,7	3,53
91	-4,3	18,7	22,0	3,68
92	-3,7	19,0	21,8	3,65
93	-3,0	18,7	21,2	4,07
94	-2,4	19,0	21,1	4,25
95	-1,7	18,7	20,5	4,02
96	-1,1	19,0	20,4	3,78
97	-0,4	18,7	19,8	3,97
98	0,2	19,0	19,7	4,07
99	0,9	18,7	19,1	4,24
100	1,5	19,0	18,9	3,14
101	2,2	18,7	18,3	3,36
102	2,8	19,0	18,1	3,53
103	3,5	18,7	17,5	3,81
104	4,1	19,0	17,4	4,05
105	4,8	18,7	16,8	4,68
106	5,4	19,0	16,8	5,07
107	6,1	18,7	16,2	5,67
108	6,7	19,0	16,2	6,09
109	7,4	18,7	15,7	6,92
110	8,0	19,0	15,7	7,77
111	8,7	18,7	15,4	8,24
112	9,3	19,0	15,8	7,63
113	10,0	18,7	15,6	7,61
114	10,6	19,0	16,0	7,13
115	11,3	18,7	15,9	7,03
116	11,9	19,0	16,4	6,83
117	12,6	18,7	16,3	6,90
118	13,2	19,0	16,8	6,71
119	13,9	18,7	16,8	6,69
120	14,5	19,0	17,3	7,16
121	15,2	18,7	17,3	7,54
122	15,8	19,0	17,9	8,78
123	16,5	18,7	17,9	8,60

RELAZIONE DI CALCOLO

124	-9,5	19,4	25,9	3,53
125	-8,9	19,7	25,7	3,66
126	-8,2	19,4	25,0	3,47
127	-7,6	19,7	24,8	3,33
128	-6,9	19,4	24,1	3,43
129	-6,3	19,7	23,9	3,55
130	-5,6	19,4	23,3	3,39
131	-5,0	19,7	23,1	3,54
132	-4,3	19,4	22,5	3,69
133	-3,7	19,7	22,3	3,94
134	-3,0	19,4	21,7	4,09
135	-2,4	19,7	21,6	3,48
136	-1,7	19,4	21,0	3,62
137	-1,1	19,7	20,9	3,79
138	-0,4	19,4	20,3	3,78
139	0,2	19,7	20,2	4,00
140	0,9	19,4	19,6	3,68
141	1,5	19,7	19,4	3,10
142	2,2	19,4	18,8	3,32
143	2,8	19,7	18,6	3,48
144	3,5	19,4	18,0	3,73
145	4,1	19,7	18,0	4,15
146	4,8	19,4	17,4	4,59
147	5,4	19,7	17,3	4,90
148	6,1	19,4	16,8	5,45
149	6,7	19,7	16,8	5,81
150	7,4	19,4	16,3	6,53
151	8,0	19,7	16,3	7,28
152	8,7	19,4	16,0	7,67
153	9,3	19,7	16,4	7,17
154	10,0	19,4	16,2	7,16
155	10,6	19,7	16,6	6,76
156	11,3	19,4	16,5	6,75
157	11,9	19,7	16,9	6,62
158	12,6	19,4	16,9	6,69
159	13,2	19,7	17,4	6,52
160	13,9	19,4	17,3	6,49
161	14,5	19,7	17,8	6,26
162	15,2	19,4	17,8	7,40
163	15,8	19,7	18,4	7,33
164	16,5	19,4	18,4	8,49
165	-9,5	20,0	26,3	3,57
166	-8,9	20,4	26,1	3,15
167	-8,2	20,0	25,4	3,23
168	-7,6	20,4	25,2	3,38
169	-6,9	20,0	24,6	3,58
170	-6,3	20,4	24,4	3,56
171	-5,6	20,0	23,7	3,41
172	-5,0	20,4	23,6	3,56
173	-4,3	20,0	22,9	3,53
174	-3,7	20,4	22,8	3,96
175	-3,0	20,0	22,2	3,77
176	-2,4	20,4	22,1	3,48
177	-1,7	20,0	21,5	3,63
178	-1,1	20,4	21,4	3,61

RELAZIONE DI CALCOLO

179	-0,4	20,0	20,8	3,86
180	0,2	20,4	20,7	3,46
181	0,9	20,0	20,1	3,25
182	1,5	20,4	19,9	3,11
183	2,2	20,0	19,3	3,27
184	2,8	20,4	19,2	3,45
185	3,5	20,0	18,6	3,67
186	4,1	20,4	18,5	4,07
187	4,8	20,0	17,9	4,47
188	5,4	20,4	17,9	4,76
189	6,1	20,0	17,3	5,24
190	6,7	20,4	17,4	5,58
191	7,4	20,0	16,8	6,43
192	8,0	20,4	16,9	6,87
193	8,7	20,0	16,6	7,20
194	9,3	20,4	17,0	6,79
195	10,0	20,0	16,8	6,79
196	10,6	20,4	17,2	6,48
197	11,3	20,0	17,1	6,55
198	11,9	20,4	17,5	6,44
199	12,6	20,0	17,4	6,50
200	13,2	20,4	17,9	6,35
201	13,9	20,0	17,9	6,31
202	14,5	20,4	18,4	6,10
203	15,2	20,0	18,3	7,27
204	15,8	20,4	18,9	7,21
205	-9,5	20,7	26,7	3,62
206	-8,9	21,1	26,5	3,19
207	-8,2	20,7	25,9	3,28
208	-7,6	21,1	25,7	3,52
209	-6,9	20,7	25,0	3,47
210	-6,3	21,1	24,8	3,31
211	-5,6	20,7	24,2	3,43
212	-5,0	21,1	24,1	3,84
213	-4,3	20,7	23,4	3,83
214	-3,7	21,1	23,3	3,64
215	-3,0	20,7	22,7	3,75
216	-2,4	21,1	22,6	3,50
217	-1,7	20,7	22,0	3,64
218	-1,1	21,1	21,9	3,70
219	-0,4	20,7	21,3	3,81
220	0,2	21,1	21,2	3,07
221	0,9	20,7	20,6	2,90
222	1,5	21,1	20,4	3,08
223	2,2	20,7	19,8	3,23
224	2,8	21,1	19,7	3,38
225	3,5	20,7	19,1	3,76
226	4,1	21,1	19,1	4,00
227	4,8	20,7	18,5	4,37
228	5,4	21,1	18,5	4,65
229	6,1	20,7	17,9	5,07
230	6,7	21,1	18,0	5,39
231	7,4	20,7	17,4	6,14
232	8,0	21,1	17,5	6,54
233	8,7	20,7	17,2	6,83

RELAZIONE DI CALCOLO

234	9,3	21,1	17,6	6,47
235	10,0	20,7	17,4	6,48
236	10,6	21,1	17,8	6,31
237	11,3	20,7	17,6	6,38
238	11,9	21,1	18,1	6,22
239	12,6	20,7	18,0	6,34
240	13,2	21,1	18,5	6,21
241	13,9	20,7	18,4	6,15
242	14,5	21,1	18,9	5,97
243	15,2	20,7	18,9	5,80
244	15,8	21,1	19,4	7,11
245	-9,5	21,4	27,2	3,40
246	-8,9	21,7	27,0	3,24
247	-8,2	21,4	26,3	3,42
248	-7,6	21,7	26,1	3,40
249	-6,9	21,4	25,5	3,48
250	-6,3	21,7	25,3	3,33
251	-5,6	21,4	24,7	3,44
252	-5,0	21,7	24,5	3,62
253	-4,3	21,4	23,9	3,55
254	-3,7	21,7	23,8	3,63
255	-3,0	21,4	23,2	3,37
256	-2,4	21,7	23,1	3,52
257	-1,7	21,4	22,5	3,76
258	-1,1	21,7	22,5	3,65
259	-0,4	21,4	21,9	3,76
260	0,2	21,7	21,7	2,73
261	0,9	21,4	21,1	2,91
262	1,5	21,7	21,0	3,06
263	2,2	21,4	20,3	3,20
264	2,8	21,7	20,3	3,47
265	3,5	21,4	19,7	3,71
266	4,1	21,7	19,6	3,97
267	4,8	21,4	19,0	4,28
268	5,4	21,7	19,1	4,55
269	6,1	21,4	18,5	4,93
270	6,7	21,7	18,6	5,38
271	7,4	21,4	18,0	5,95
272	8,0	21,7	18,1	6,26
273	8,7	21,4	17,8	6,50
274	9,3	21,7	18,2	6,23
275	10,0	21,4	18,0	6,21
276	10,6	21,7	18,4	6,16
277	11,3	21,4	18,2	6,22
278	11,9	21,7	18,7	6,18
279	12,6	21,4	18,5	6,19
280	13,2	21,7	19,0	6,06
281	13,9	21,4	18,9	6,01
282	14,5	21,7	19,4	5,74
283	15,2	21,4	19,4	5,68
284	-9,5	22,1	27,6	3,16
285	-8,9	22,4	27,4	3,37
286	-8,2	22,1	26,8	3,47
287	-7,6	22,4	26,6	3,42
288	-6,9	22,1	26,0	3,49

RELAZIONE DI CALCOLO

289	-6,3	22,4	25,8	3,35
290	-5,6	22,1	25,2	3,49
291	-5,0	22,4	25,0	3,45
292	-4,3	22,1	24,4	3,54
293	-3,7	22,4	24,3	3,27
294	-3,0	22,1	23,7	3,39
295	-2,4	22,4	23,6	3,64
296	-1,7	22,1	23,0	3,56
297	-1,1	22,4	23,0	3,61
298	-0,4	22,1	22,4	2,93
299	0,2	22,4	22,2	2,75
300	0,9	22,1	21,6	2,90
301	1,5	22,4	21,5	2,96
302	2,2	22,1	20,9	3,17
303	2,8	22,4	20,8	3,43
304	3,5	22,1	20,2	3,66
305	4,1	22,4	20,2	3,91
306	4,8	22,1	19,6	4,20
307	5,4	22,4	19,6	4,46
308	6,1	22,1	19,1	4,80
309	6,7	22,4	19,2	5,23
310	7,4	22,1	18,6	5,74
311	8,0	22,4	18,8	6,01
312	8,7	22,1	18,4	6,23
313	9,3	22,4	18,8	6,00
314	10,0	22,1	18,6	6,06
315	10,6	22,4	19,0	6,03
316	11,3	22,1	18,8	6,09
317	11,9	22,4	19,2	6,04
318	12,6	22,1	19,1	6,05
319	13,2	22,4	19,6	5,93
320	13,9	22,1	19,5	5,88
321	14,5	22,4	20,0	5,63
322	15,2	22,1	19,9	5,57
323	-9,5	22,8	28,1	3,28
324	-8,9	23,1	27,9	3,27
325	-8,2	22,8	27,2	3,34
326	-7,6	23,1	27,1	3,43
327	-6,9	22,8	26,4	3,24
328	-6,3	23,1	26,3	3,39
329	-5,6	22,8	25,7	3,51
330	-5,0	23,1	25,5	3,45
331	-4,3	22,8	24,9	3,53
332	-3,7	23,1	24,8	3,29
333	-3,0	22,8	24,2	3,41
334	-2,4	23,1	24,2	3,44
335	-1,7	22,8	23,6	3,52
336	-1,1	23,1	23,5	3,27
337	-0,4	22,8	22,9	2,90
338	0,2	23,1	22,8	2,74
339	0,9	22,8	22,1	2,88
340	1,5	23,1	22,0	3,03
341	2,2	22,8	21,4	3,15
342	2,8	23,1	21,4	3,41
343	3,5	22,8	20,8	3,63

RELAZIONE DI CALCOLO

344	4,1	23,1	20,8	3,86
345	4,8	22,8	20,2	4,13
346	5,4	23,1	20,2	4,36
347	6,1	22,8	19,7	4,69
348	6,7	23,1	19,8	5,09
349	7,4	22,8	19,3	5,55
350	8,0	23,1	19,4	5,81
351	8,7	22,8	19,0	5,99
352	9,3	23,1	19,4	5,85
353	10,0	22,8	19,2	5,96
354	10,6	23,1	19,6	5,91
355	11,3	22,8	19,4	5,97
356	11,9	23,1	19,8	5,92
357	12,6	22,8	19,7	5,93
358	13,2	23,1	20,1	5,82
359	13,9	22,8	20,0	5,77
360	14,5	23,1	20,5	5,53
361	15,2	22,8	20,5	5,47
362	-9,5	23,4	28,5	3,34
363	-8,9	23,8	28,3	3,29
364	-8,2	23,4	27,7	3,36
365	-7,6	23,8	27,5	3,17
366	-6,9	23,4	26,9	3,28
367	-6,3	23,8	26,8	3,42
368	-5,6	23,4	26,2	3,53
369	-5,0	23,8	26,1	3,45
370	-4,3	23,4	25,4	3,56
371	-3,7	23,8	25,4	3,32
372	-3,0	23,4	24,8	3,53
373	-2,4	23,8	24,7	3,41
374	-1,7	23,4	24,1	3,49
375	-1,1	23,8	24,1	2,78
376	-0,4	23,4	23,4	2,61
377	0,2	23,8	23,3	2,74
378	0,9	23,4	22,7	2,87
379	1,5	23,8	22,6	3,02
380	2,2	23,4	22,0	3,11
381	2,8	23,8	21,9	3,38
382	3,5	23,4	21,4	3,62
383	4,1	23,8	21,3	3,82
384	4,8	23,4	20,8	4,08
385	5,4	23,8	20,8	4,29
386	6,1	23,4	20,3	4,72
387	6,7	23,8	20,4	4,97
388	7,4	23,4	19,9	5,39
389	8,0	23,8	20,0	5,63
390	8,7	23,4	19,6	5,79
391	9,3	23,8	20,0	5,74
392	10,0	23,4	19,8	5,85
393	10,6	23,8	20,2	5,81
394	11,3	23,4	20,0	5,86
395	11,9	23,8	20,4	5,82
396	12,6	23,4	20,3	5,82
397	13,2	23,8	20,7	5,71
398	13,9	23,4	20,6	5,67

RELAZIONE DI CALCOLO

399	14,5	23,8	21,1	5,44
400	-9,5	24,1	29,0	3,23
401	-8,9	24,5	28,8	3,31
402	-8,2	24,1	28,2	3,37
403	-7,6	24,5	28,0	3,21
404	-6,9	24,1	27,4	3,31
405	-6,3	24,5	27,3	3,44
406	-5,6	24,1	26,7	3,37
407	-5,0	24,5	26,6	3,48
408	-4,3	24,1	26,0	3,21
409	-3,7	24,5	25,9	3,43
410	-3,0	24,1	25,3	3,34
411	-2,4	24,5	25,3	3,39
412	-1,7	24,1	24,7	3,16
413	-1,1	24,5	24,6	2,50
414	-0,4	24,1	23,9	2,61
415	0,2	24,5	23,8	2,73
416	0,9	24,1	23,2	2,87
417	1,5	24,5	23,1	3,02
418	2,2	24,1	22,5	3,20
419	2,8	24,5	22,5	3,36
420	3,5	24,1	21,9	3,59
421	4,1	24,5	21,9	3,78
422	4,8	24,1	21,4	4,03
423	5,4	24,5	21,4	4,33
424	6,1	24,1	20,9	4,63
425	6,7	24,5	21,0	4,87
426	7,4	24,1	20,5	5,25
427	8,0	24,5	20,6	5,46
428	8,7	24,1	20,2	5,64
429	9,3	24,5	20,6	5,69
430	10,0	24,1	20,4	5,75
431	10,6	24,5	20,8	5,71
432	11,3	24,1	20,6	5,74
433	11,9	24,5	21,0	5,72
434	12,6	24,1	20,8	5,72
435	13,2	24,5	21,3	5,61
436	13,9	24,1	21,2	5,57
437	14,5	24,5	21,7	5,35
438	-9,5	24,8	29,5	3,24
439	-8,9	25,1	29,3	3,32
440	-8,2	24,8	28,7	3,39
441	-7,6	25,1	28,5	3,24
442	-6,9	24,8	27,9	3,33
443	-6,3	25,1	27,8	3,46
444	-5,6	24,8	27,2	3,38
445	-5,0	25,1	27,1	3,14
446	-4,3	24,8	26,5	3,32
447	-3,7	25,1	26,4	3,25
448	-3,0	24,8	25,8	3,32
449	-2,4	25,1	25,8	3,07
450	-1,7	24,8	25,2	2,68
451	-1,1	25,1	25,1	2,50
452	-0,4	24,8	24,5	2,61
453	0,2	25,1	24,4	2,73

RELAZIONE DI CALCOLO

454	0,9	24,8	23,8	2,86
455	1,5	25,1	23,7	3,01
456	2,2	24,8	23,1	3,18
457	2,8	25,1	23,1	3,36
458	3,5	24,8	22,5	3,56
459	4,1	25,1	22,5	3,74
460	4,8	24,8	22,0	3,99
461	5,4	25,1	22,0	4,27
462	6,1	24,8	21,5	4,55
463	6,7	25,1	21,6	4,81
464	7,4	24,8	21,1	5,12
465	8,0	25,1	21,2	5,34
466	8,7	24,8	20,9	5,55
467	9,3	25,1	21,2	5,60
468	10,0	24,8	21,0	5,66
469	10,6	25,1	21,4	5,63
470	11,3	24,8	21,2	5,64
471	11,9	25,1	21,6	5,63
472	12,6	24,8	21,4	5,63
473	13,2	25,1	21,9	5,52
474	13,9	24,8	21,8	5,41
475	-9,5	25,5	29,9	3,26
476	-8,9	25,8	29,8	3,35
477	-8,2	25,5	29,2	3,14
478	-7,6	25,8	29,0	3,26
479	-6,9	25,5	28,4	3,36
480	-6,3	25,8	28,3	3,32
481	-5,6	25,5	27,7	3,42
482	-5,0	25,8	27,6	3,24
483	-4,3	25,5	27,0	3,35
484	-3,7	25,8	27,0	3,23
485	-3,0	25,5	26,4	3,02
486	-2,4	25,8	26,4	2,60
487	-1,7	25,5	25,8	2,40
488	-1,1	25,8	25,6	2,51
489	-0,4	25,5	25,0	2,61
490	0,2	25,8	24,9	2,73
491	0,9	25,5	24,3	2,87
492	1,5	25,8	24,3	3,09
493	2,2	25,5	23,7	3,17
494	2,8	25,8	23,7	3,35
495	3,5	25,5	23,1	3,54
496	4,1	25,8	23,1	3,72
497	4,8	25,5	22,6	3,92
498	5,4	25,8	22,6	4,21
499	6,1	25,5	22,1	4,48
500	6,7	25,8	22,2	4,72
501	7,4	25,5	21,7	5,01
502	8,0	25,8	21,8	5,27
503	8,7	25,5	21,5	5,49
504	9,3	25,8	21,8	5,53
505	10,0	25,5	21,6	5,58
506	10,6	25,8	22,0	5,55
507	11,3	25,5	21,8	5,56
508	11,9	25,8	22,2	5,55

RELAZIONE DI CALCOLO

509	12,6	25,5	22,0	5,55
510	13,2	25,8	22,5	5,43
511	13,9	25,5	22,3	5,32
512	-9,5	26,2	30,4	3,28
513	-8,9	26,5	30,3	3,37
514	-8,2	26,2	29,7	3,17
515	-7,6	26,5	29,6	3,29
516	-6,9	26,2	28,9	3,38
517	-6,3	26,5	28,9	3,35
518	-5,6	26,2	28,2	3,45
519	-5,0	26,5	28,2	2,89
520	-4,3	26,2	27,6	3,17
521	-3,7	26,5	27,5	2,95
522	-3,0	26,2	27,0	3,00
523	-2,4	26,5	26,9	2,31
524	-1,7	26,2	26,3	2,41
525	-1,1	26,5	26,2	2,51
526	-0,4	26,2	25,6	2,61
527	0,2	26,5	25,5	2,74
528	0,9	26,2	24,9	2,87
529	1,5	26,5	24,8	3,06
530	2,2	26,2	24,2	3,16
531	2,8	26,5	24,2	3,34
532	3,5	26,2	23,7	3,51
533	4,1	26,5	23,7	3,69
534	4,8	26,2	23,2	3,97
535	5,4	26,5	23,2	4,16
536	6,1	26,2	22,7	4,41
537	6,7	26,5	22,8	4,63
538	7,4	26,2	22,3	4,94
539	8,0	26,5	22,5	5,21
540	8,7	26,2	22,1	5,41
541	9,3	26,5	22,5	5,46
542	10,0	26,2	22,2	5,51
543	10,6	26,5	22,6	5,47
544	11,3	26,2	22,4	5,48
545	11,9	26,5	22,8	5,47
546	12,6	26,2	22,6	5,48
547	13,2	26,5	23,1	5,35
548	-9,5	26,8	30,9	3,31
549	-8,9	27,2	30,8	3,11
550	-8,2	26,8	30,2	3,20
551	-7,6	27,2	30,1	3,31
552	-6,9	26,8	29,5	3,42
553	-6,3	27,2	29,4	3,39
554	-5,6	26,8	28,8	3,17
555	-5,0	27,2	28,7	3,11
556	-4,3	26,8	28,1	2,90
557	-3,7	27,2	28,1	2,93
558	-3,0	26,8	27,5	2,98
559	-2,4	27,2	27,5	2,32
560	-1,7	26,8	26,8	2,41
561	-1,1	27,2	26,7	2,51
562	-0,4	26,8	26,1	2,62
563	0,2	27,2	26,0	2,75

RELAZIONE DI CALCOLO

564	0,9	26,8	25,4	2,94
565	1,5	27,2	25,4	3,02
566	2,2	26,8	24,8	3,16
567	2,8	27,2	24,8	3,33
568	3,5	26,8	24,3	3,50
569	4,1	27,2	24,3	3,67
570	4,8	26,8	23,8	3,94
571	5,4	27,2	23,8	4,12
572	6,1	26,8	23,3	4,35
573	6,7	27,2	23,4	4,60
574	7,4	26,8	22,9	4,89
575	8,0	27,2	23,1	5,16
576	8,7	26,8	22,7	5,40
577	9,3	27,2	23,1	5,39
578	10,0	26,8	22,8	5,44
579	10,6	27,2	23,2	5,41
580	11,3	26,8	23,0	5,41
581	11,9	27,2	23,4	5,40
582	12,6	26,8	23,2	5,40
583	13,2	27,2	23,7	5,28
584	-9,5	27,5	31,4	3,33
585	-8,9	27,9	31,3	3,14
586	-8,2	27,5	30,7	3,22
587	-7,6	27,9	30,6	3,35
588	-6,9	27,5	30,0	3,30
589	-6,3	27,9	29,9	2,78
590	-5,6	27,5	29,3	2,83
591	-5,0	27,9	29,3	2,84
592	-4,3	27,5	28,7	2,88
593	-3,7	27,9	28,7	2,91
594	-3,0	27,5	28,1	2,24
595	-2,4	27,9	28,0	2,33
596	-1,7	27,5	27,4	2,42
597	-1,1	27,9	27,3	2,52
598	-0,4	27,5	26,7	2,63
599	0,2	27,9	26,6	2,82
600	0,9	27,5	26,0	2,95
601	1,5	27,9	26,0	3,02
602	2,2	27,5	25,4	3,17
603	2,8	27,9	25,4	3,31
604	3,5	27,5	24,9	3,48
605	4,1	27,9	24,9	3,73
606	4,8	27,5	24,4	3,90
607	5,4	27,9	24,4	4,08
608	6,1	27,5	23,9	4,32
609	6,7	27,9	24,0	4,57
610	7,4	27,5	23,6	4,85
611	8,0	27,9	23,7	5,11
612	8,7	27,5	23,3	5,34
613	9,3	27,9	23,7	5,34
614	10,0	27,5	23,4	5,37
615	10,6	27,9	23,8	5,34
616	11,3	27,5	23,6	5,35
617	11,9	27,9	24,0	5,34
618	12,6	27,5	23,8	5,32

RELAZIONE DI CALCOLO

619	-9,5	28,2	32,0	3,34
620	-8,9	28,5	31,9	3,17
621	-8,2	28,2	31,2	3,25
622	-7,6	28,5	31,1	3,40
623	-6,9	28,2	30,5	3,34
624	-6,3	28,5	30,5	2,78
625	-5,6	28,2	29,9	2,83
626	-5,0	28,5	29,8	2,83
627	-4,3	28,2	29,2	2,87
628	-3,7	28,5	29,2	2,18
629	-3,0	28,2	28,6	2,25
630	-2,4	28,5	28,5	2,34
631	-1,7	28,2	27,9	2,43
632	-1,1	28,5	27,8	2,53
633	-0,4	28,2	27,2	2,64
634	0,2	28,5	27,2	2,82
635	0,9	28,2	26,6	2,92
636	1,5	28,5	26,6	3,01
637	2,2	28,2	26,0	3,16
638	2,8	28,5	26,0	3,30
639	3,5	28,2	25,5	3,47
640	4,1	28,5	25,5	3,68
641	4,8	28,2	25,0	3,87
642	5,4	28,5	25,1	4,05
643	6,1	28,2	24,5	4,30
644	6,7	28,5	24,7	4,55
645	7,4	28,2	24,2	4,81
646	8,0	28,5	24,3	5,07
647	8,7	28,2	24,0	5,29
648	9,3	28,5	24,3	5,28
649	10,0	28,2	24,1	5,31
650	10,6	28,5	24,5	5,28
651	11,3	28,2	24,2	5,29
652	11,9	28,5	24,6	5,27
653	12,6	28,2	24,4	5,25
654	-9,5	28,9	32,5	3,09
655	-8,9	29,2	32,4	3,19
656	-8,2	28,9	31,8	3,29
657	-7,6	29,2	31,7	2,97
658	-6,9	28,9	31,1	3,12
659	-6,3	29,2	31,0	2,78
660	-5,6	28,9	30,4	2,79
661	-5,0	29,2	30,4	2,82
662	-4,3	28,9	29,8	2,86
663	-3,7	29,2	29,8	2,18
664	-3,0	28,9	29,2	2,26
665	-2,4	29,2	29,1	2,35
666	-1,7	28,9	28,5	2,43
667	-1,1	29,2	28,4	2,54
668	-0,4	28,9	27,8	2,70
669	0,2	29,2	27,8	2,83
670	0,9	28,9	27,2	2,92
671	1,5	29,2	27,2	3,00
672	2,2	28,9	26,6	3,16
673	2,8	29,2	26,6	3,30

RELAZIONE DI CALCOLO

674	3,5	28,9	26,1	3,46
675	4,1	29,2	26,1	3,66
676	4,8	28,9	25,6	3,84
677	5,4	29,2	25,7	4,06
678	6,1	28,9	25,2	4,30
679	6,7	29,2	25,3	4,53
680	7,4	28,9	24,8	4,78
681	8,0	29,2	25,0	5,08
682	8,7	28,9	24,6	5,24
683	9,3	29,2	25,0	5,23
684	10,0	28,9	24,7	5,26
685	10,6	29,2	25,1	5,23
686	11,3	28,9	24,8	5,27
687	11,9	29,2	25,3	5,21
688	12,6	28,9	25,1	5,18
689	-9,5	29,5	33,0	3,11
690	-8,9	29,9	32,9	3,23
691	-8,2	29,5	32,3	3,34
692	-7,6	29,9	32,2	3,07
693	-6,9	29,5	31,6	2,74
694	-6,3	29,9	31,6	2,74
695	-5,6	29,5	31,0	2,78
696	-5,0	29,9	31,0	2,80
697	-4,3	29,5	30,4	2,13
698	-3,7	29,9	30,4	2,19
699	-3,0	29,5	29,7	2,27
700	-2,4	29,9	29,6	2,36
701	-1,7	29,5	29,0	2,44
702	-1,1	29,9	29,0	2,61
703	-0,4	29,5	28,4	2,72
704	0,2	29,9	28,3	2,81
705	0,9	29,5	27,7	2,92
706	1,5	29,9	27,7	3,02
707	2,2	29,5	27,2	3,16
708	2,8	29,9	27,2	3,29
709	3,5	29,5	26,7	3,52
710	4,1	29,9	26,7	3,64
711	4,8	29,5	26,2	3,83
712	5,4	29,9	26,3	4,05
713	6,1	29,5	25,8	4,29
714	6,7	29,9	25,9	4,50
715	7,4	29,5	25,4	4,75
716	8,0	29,9	25,6	5,04
717	8,7	29,5	25,2	5,19
718	9,3	29,9	25,6	5,18
719	10,0	29,5	25,3	5,22
720	10,6	29,9	25,7	5,18
721	11,3	29,5	25,5	5,22
722	11,9	29,9	25,9	5,16
723	-9,5	30,2	33,5	3,14
724	-8,9	30,6	33,4	3,29
725	-8,2	30,2	32,8	3,17
726	-7,6	30,6	32,8	3,08
727	-6,9	30,2	32,2	2,74
728	-6,3	30,6	32,1	2,73

RELAZIONE DI CALCOLO

729	-5,6	30,2	31,5	2,77
730	-5,0	30,6	31,5	2,51
731	-4,3	30,2	31,0	2,13
732	-3,7	30,6	30,9	2,20
733	-3,0	30,2	30,3	2,28
734	-2,4	30,6	30,2	2,37
735	-1,7	30,2	29,6	2,46
736	-1,1	30,6	29,5	2,62
737	-0,4	30,2	28,9	2,73
738	0,2	30,6	28,9	2,81
739	0,9	30,2	28,3	2,93
740	1,5	30,6	28,3	3,02
741	2,2	30,2	27,8	3,15
742	2,8	30,6	27,8	3,29
743	3,5	30,2	27,3	3,51
744	4,1	30,6	27,3	3,65
745	4,8	30,2	26,8	3,84
746	5,4	30,6	26,9	4,05
747	6,1	30,2	26,4	4,28
748	6,7	30,6	26,5	4,49
749	7,4	30,2	26,1	4,73
750	8,0	30,6	26,2	5,01
751	8,7	30,2	25,9	5,14
752	9,3	30,6	26,2	5,13
753	10,0	30,2	26,0	5,17
754	10,6	30,6	26,3	5,13
755	11,3	30,2	26,1	5,17
756	11,9	30,6	26,5	5,10
757	-9,5	30,9	34,1	3,18
758	-8,2	30,9	33,4	2,64
759	-6,9	30,9	32,7	2,70
760	-5,6	30,9	32,1	2,76
761	-4,3	30,9	31,5	2,14
762	-3,0	30,9	30,8	2,29
763	-1,7	30,9	30,1	2,52
764	-0,4	30,9	29,5	2,71
765	0,9	30,9	28,9	2,93
766	2,2	30,9	28,4	3,15
767	3,5	30,9	27,9	3,48
768	4,8	30,9	27,4	3,84
769	6,1	30,9	27,0	4,27
770	7,4	30,9	26,7	4,75
771	8,7	30,9	26,5	5,10
772	10,0	30,9	26,6	5,12
773	11,3	30,9	26,7	5,11

7.6.2 Verifiche strutturali

A2+M2+R2 - SISMA [GEO+STR]

Coefficiente sismico orizzontale K_h 0,3441
Coefficiente sismico verticale K_v 0,1721

CALCOLO SPINTE

Discretizzazione terreno

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

Q_i	Q_f	G	Eps	F_i	Δ	c	β
860,0	716,0	19,0	0,0	29,26	23,34	0,0	8,0
716,0	572,0	19,0	0,0	29,26	23,34	0,0	8,0
572,0	428,0	19,0	0,0	29,26	23,34	0,0	8,0
428,0	284,0	19,0	0,0	29,26	23,34	0,0	8,0
284,0	140,0	19,0	0,0	29,26	23,34	0,0	8,0

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.
 K_a Coefficiente di spinta attiva.
 K_d Coefficiente di spinta dinamica.
 D_k Coefficiente di incremento dinamico.
 K_{ax}, K_{ay} Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
 D_{kx}, D_{ky} Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	K_a	K_d	D_k	K_{ax}	K_{ay}	D_{kx}	D_{ky}
31,34	0,37	1,17	0,75	0,31	0,19	0,64	0,39
31,34	0,37	1,17	0,75	0,31	0,19	0,64	0,39
31,34	0,37	1,17	0,75	0,31	0,19	0,64	0,39
31,34	0,37	1,17	0,75	0,31	0,19	0,64	0,39
31,34	0,37	1,17	0,75	0,31	0,19	0,64	0,39

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	860,0	716,0	18,9	11,51	764,0	764,0
2	716,0	572,0	56,7	34,53	636,0	636,0
3	572,0	428,0	94,5	57,55	495,2	495,2
4	428,0	284,0	132,31	80,57	352,57	352,57
5	284,0	140,0	170,11	103,59	209,33	209,33

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
716,0	4,9	14,25	190,2	782,2
572,0	12,19	35,43	195,8	697,3
428,0	21,85	63,5	201,8	608,7
284,0	33,89	98,5	207,8	518,1
140,0	48,31	140,4	213,9	426,2

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
716,0	23,8	25,76	10,85	49,2
572,0	87,79	81,46	79,86	68,4
428,0	191,96	167,09	261,06	87,6
284,0	336,31	282,66	608,66	106,8
140,0	520,83	428,15	1176,72	126,0

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
5Ø24 (22,62)	5Ø24 (22,62)	26,2	392,92	S	250,46	0,0	10,32
5Ø24 (22,62)	5Ø24 (22,62)	83,16	585,97	S	304,02	0,0	3,4
5Ø24 (22,62)	8Ø24 (36,19)	170,65	1231,64	S	413,4	0,0	2,11
5Ø24 (22,62)	8Ø24 (36,19)	288,11	1582,49	S	473,71	0,0	1,38
5Ø24 (22,62)	8Ø24 (36,19)	436,61	1973,61	S	535,59	0,0	1,01

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
860,0	716,0	19,0	0,0	29,26	29,26	0,0	0,0
716,0	572,0	19,0	0,0	29,26	29,26	0,0	0,0
572,0	428,0	19,0	0,0	29,26	29,26	0,0	0,0
428,0	284,0	19,0	0,0	29,26	29,26	0,0	0,0
284,0	140,0	19,0	0,0	29,26	29,26	0,0	0,0
140,0	0,0	19,0	0,0	29,26	23,34	0,0	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.

RELAZIONE DI CALCOLO

Dkx, Dky Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
29,26	0,31	0,95	0,73	0,27	0,15	0,63	0,36
29,26	0,31	0,95	0,73	0,27	0,15	0,63	0,36
29,26	0,31	0,95	0,73	0,27	0,15	0,63	0,36
29,26	0,31	0,95	0,73	0,27	0,15	0,63	0,36
29,26	0,31	0,95	0,73	0,27	0,15	0,63	0,36
23,34	0,3	0,89	0,66	0,28	0,12	0,61	0,26

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	860,0	716,0	17,74	9,94	764,0	764,0
2	716,0	572,0	53,23	29,82	636,0	636,0
3	572,0	428,0	88,72	49,7	495,2	495,2
4	428,0	284,0	124,2	69,57	352,57	352,57
5	284,0	140,0	159,69	89,45	209,33	209,33
6	140,0	0,0	189,02	103,76	67,96	68,4

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
----	----	---	-----	----	-------	---	---------

RELAZIONE DI CALCOLO

140,0 0,0 19,0 180,0 29,26 23,34 0,0 180,0

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.
 K_p Coefficiente di resistenza passiva.
 K_{px}, K_{py} Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

μ	K_p	K_{px}	K_{py}
203,34	2,91	-2,67	-1,15

Spinte risultanti e punto di applicazione

Q_i Quota inizio strato.
 Q_f Quota inizio strato.
 R_{px}, R_{py} Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
 $Z(R_{px})$ Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
 $Z(R_{py})$ Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

Q_i	Q_f	R_{px}	R_{py}	$z(R_{px})$	$z(R_{py})$
140,0	0,0	-49,78	-21,48	46,67	46,67

Sollecitazioni totali

F_x Forza in direzione x (kN);
 F_y Forza in direzione y (kN);
 M Momento (kNm);

	F_x	F_y	M
Spinta terreno	632,6	352,23	-510,7
Peso muro	48,31	140,4	-94,41
Peso fondazione	79,49	231,0	-706,66
Sovraccarico	0,0	0,0	0,0
Terr. fondazione	193,94	563,62	-1556,89
Spinte fondazione	-49,78	-21,48	-23,23
	904,55	1265,77	-2891,89

Momento stabilizzante -5941,11 kNm

Momento ribaltante 3049,21 kN m

Verifica palo max sollecitato

Forza orizzontale	534,43 kN
Forza verticale (P)	1733,02 kN

Dati palo

Lunghezza	2200,0 cm
Diametro	80,0 cm
Copriferro	6,0 cm
Palo trivellato	
Numero verticali indagate	2
Fattore correlazione verticali indagate [xi3]	1,65
Fattore correlazione verticali indagate [xi4]	1,55

Stratigrafia palo

Strato N° 1

Spessore strato	430,0 cm
Peso unità di volume	19,0 KN/m ³
Angolo di attrito	35,0 °
Coesione	0,0 kPa
Modulo di elasticità	50000,0 kPa
Modulo di reaz. orizzontale	294199,5 KN/m ³

Strato N° 2

Spessore strato	1770,0 cm
Peso unità di volume	23,0 KN/m ³
Angolo di attrito	30,0 °
Coesione	200,0 kPa
Modulo di elasticità	50000,0 kPa

Spostamenti e rotazioni in testa al palo di valle

Lunghezza d'onda	184,16 cm
Cedimento del palo	0,23 cm
Spostamento in x	1,23 cm
Rotazione in testa	0,25 °

Pressione limite orizzontale in corrispondenza della lunghezza d'onda 387,32 kPa

Carico limite verticale

Carico limite di punta (Qp)	9504,29 kN
Carico limite laterale (Qs)	7510,84 kN
Coefficiente di sicurezza punta (FsP)	1
Coefficiente di sicurezza laterale (FsL)	1
$R=(Qp/Xi3)/FsP+(Qs/Xi3)/FsL$	10312,2 kN
Peso palo (W)	28191,09 Kg
Fattore di sicurezza $Fs=R/(P+W)$	5,13

Verifica palo in testa

Momento	0,0 kNm
Sforzo normale	1733,02 kN
Taglio	534,43 kN
Area ferri	54,29 cm ²
Sforzo normale ultimo (Nu)	1733,03 kN
Momento flettente ultimo (Mu)	982,11 kNm
Stato verifica a flessione	Verificata
Resistenza a taglio congl. (Vcd)	1434,46 kN
Resistenza a taglio staffe (Vwd)	275,22 kN
Misura Sicurezza Taglio	1,94

Verifica palo alla profondità di cm 147,33

Momento	757,82 kNm
Sforzo normale	1751,18 kN
Taglio	-160,33 kN
Area ferri	54,29 cm ²
Sforzo normale ultimo (Nu)	1751,18 kN
Momento flettente ultimo (Mu)	984,45 kNm
Stato verifica a flessione	Verificata
Resistenza a taglio congl. (Vcd)	1435,54 kN
Resistenza a taglio staffe (Vwd)	275,0 kN
Misura Sicurezza Taglio	0,58

Verifiche palo alla profondità di cm 368,31

Momento	620,04 kNm
Sforzo normale	1778,37 kN
Taglio	0,0 kN
Area ferri	54,29 cm ²
Sforzo normale ultimo (Nu)	1778,38 kN

RELAZIONE DI CALCOLO

Momento flettente ultimo (Mu)	987,93 kNm
Stato verifica a flessione	Verificata
Resistenza a taglio congl. (Vcd)	1435,54 kN
Resistenza a taglio staffe (Vwd)	275,0 kN
Misura Sicurezza Taglio	0,58

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
90,0	-49,78	10,02	6,46	140,0
170,0	-272,46	159,4	278,65	140,0

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
5Ø28 (30,79)	5Ø28 (30,79)	50,95	1688,25	S	498,32	0,0	48,77
5Ø28 (30,79)	5Ø28 (30,79)	277,71	1839,57	S	516,3	0,0	3,18

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);

RELAZIONE DI CALCOLO

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
296,0	-256,33	-44,86	-31,72	140,0
330,0	-33,66	197,08	-212,78	140,0
570,0	189,02	506,85	-390,44	140,0

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
5Ø28 (30,79)	5Ø28 (30,79)	261,35	1828,67	S	513,88	0,0	11,23
5Ø28 (30,79)	5Ø28 (30,79)	34,24	1677,09	S	498,07	0,0	2,48
5Ø28 (30,79)	6Ø28 (36,95)	192,93	2111,34	S	533,6	0,0	1,03

A1+M1+R3 - SISMA [GEO+STR]

Coefficiente sismico orizzontale Kh	0,3441
Coefficiente sismico verticale Kv	0,1721

CALCOLO SPINTE

Discretizzazione terreno

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

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β
----	----	---	-----	----	-------	---	---

RELAZIONE DI CALCOLO

860,0	716,0	19,0	0,0	35,0	23,34	0,0	8,0
716,0	572,0	19,0	0,0	35,0	23,34	0,0	8,0
572,0	428,0	19,0	0,0	35,0	23,34	0,0	8,0
428,0	284,0	19,0	0,0	35,0	23,34	0,0	8,0
284,0	140,0	19,0	0,0	35,0	23,34	0,0	8,0

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

- μ Angolo di direzione della spinta.
- K_a Coefficiente di spinta attiva.
- K_d Coefficiente di spinta dinamica.
- D_k Coefficiente di incremento dinamico.
- K_{ax}, K_{ay} Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
- D_{kx}, D_{ky} Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	K_a	K_d	D_k	K_{ax}	K_{ay}	D_{kx}	D_{ky}
31,34	0,31	0,93	0,59	0,26	0,16	0,5	0,31
31,34	0,31	0,93	0,59	0,26	0,16	0,5	0,31
31,34	0,31	0,93	0,59	0,26	0,16	0,5	0,31
31,34	0,31	0,93	0,59	0,26	0,16	0,5	0,31
31,34	0,31	0,93	0,59	0,26	0,16	0,5	0,31

Spinte risultanti e punto di applicazione

- Q_i Quota inizio strato.
- Q_f Quota inizio strato.
- R_{px}, R_{py} Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
- $Z(R_{px})$ Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
- $Z(R_{py})$ Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Q_i	Q_f	R_{px}	R_{py}	$z(R_{px})$	$z(R_{py})$
1	860,0	716,0	37,16	22,63	778,25	778,25
2	716,0	572,0	67,34	41,01	638,62	638,62
3	572,0	428,0	97,53	59,39	496,29	496,29
4	428,0	284,0	127,71	77,77	353,16	353,16
5	284,0	140,0	157,9	96,15	209,71	209,71

CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzi a)

- P_y Peso del muro (kN);
- P_x Forza inerziale (kN);
- X_p, Y_p Coordinate baricentro dei pesi (cm);

RELAZIONE DI CALCOLO

Quota	Px	Py	Xp	Yp
716,0	4,9	14,25	190,2	782,2
572,0	12,19	35,43	195,8	697,3
428,0	21,85	63,5	201,8	608,7
284,0	33,89	98,5	207,8	518,1
140,0	48,31	140,4	213,9	426,2

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
716,0	142,06	36,88	267,32	49,2
572,0	216,69	99,06	513,69	68,4
428,0	323,88	186,53	883,01	87,6
284,0	463,63	299,3	1419,49	106,8
140,0	635,94	437,35	2167,11	126,0

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
5Ø24 (22,62)	5Ø24 (22,62)	37,43	395,24	S	252,02	0,0	1,74
5Ø24 (22,62)	5Ø24 (22,62)	100,97	591,35	S	306,55	0,0	1,39
5Ø24 (22,62)	8Ø24 (36,19)	190,06	1239,25	S	416,24	0,0	1,26
5Ø24 (22,62)	8Ø24 (36,19)	304,95	1590,66	S	476,16	0,0	1,01

Discretizzazione terreno

RELAZIONE DI CALCOLO

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
860,0	716,0	19,0	0,0	35,0	35,0	0,0	0,0
716,0	572,0	19,0	0,0	35,0	35,0	0,0	0,0
572,0	428,0	19,0	0,0	35,0	35,0	0,0	0,0
428,0	284,0	19,0	0,0	35,0	35,0	0,0	0,0
284,0	140,0	19,0	0,0	35,0	35,0	0,0	0,0
140,0	0,0	19,0	0,0	35,0	23,34	0,0	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
35,0	0,25	0,8	0,62	0,2	0,14	0,51	0,35
35,0	0,25	0,8	0,62	0,2	0,14	0,51	0,35
35,0	0,25	0,8	0,62	0,2	0,14	0,51	0,35
35,0	0,25	0,8	0,62	0,2	0,14	0,51	0,35
35,0	0,25	0,8	0,62	0,2	0,14	0,51	0,35
23,34	0,24	0,7	0,52	0,22	0,1	0,47	0,2

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)
----	----	-----	-----	--------	--------

RELAZIONE DI CALCOLO

1	860,0	716,0	34,42	24,1	778,25	778,25
2	716,0	572,0	62,38	43,68	638,62	638,62
3	572,0	428,0	90,34	63,25	496,29	496,29
4	428,0	284,0	118,29	82,83	353,16	353,16
5	284,0	140,0	146,25	102,41	209,71	209,71
6	140,0	0,0	168,44	109,2	68,2	68,8

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
140,0	0,0	19,0	180,0	35,0	23,34	0,0	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
203,34	3,69	-3,39	-1,46

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)
----	----	-----	-----	--------	--------

RELAZIONE DI CALCOLO

140,0 0,0 -63,09 -27,23 46,67 46,67

Sollecitazioni totali

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

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	620,11	425,47	-854,22
Carichi esterni	100,0	0,0	960,0
Peso muro	48,31	140,4	-94,41
Peso fondazione	79,49	231,0	-706,66
Sovraccarico	31,66	92,0	-123,35
Terr. fondazione	193,94	563,62	-1556,89
Spinte fondazione	-63,09	-27,23	-29,44
	1010,42	1425,26	-2404,97

Momento stabilizzante -6820,06 kNm

Momento ribaltante 4415,09 kN m

Verifica palo max sollecitato

Forza orizzontale 601,17 kN
Forza verticale (P) 1655,13 kN

Dati palo

Lunghezza 2200,0 cm
Diametro 80,0 cm
Copriferro 6,0 cm
Palo trivellato
Numero verticali indagate 2
Fattore correlazione verticali indagate [xi3] 1,65
Fattore correlazione verticali indagate [xi4] 1,55

Stratigrafia palo

Strato N° 1

Spessore strato 430,0 cm
Peso unità di volume 19,0 KN/m³
Angolo di attrito 35,0 °

RELAZIONE DI CALCOLO

Coesione	0,0 kPa
Modulo di elasticità	50000,0 kPa
Modulo di reaz. orizzontale	294199,5 KN/m ³

Strato N° 2

Spessore strato	1770,0 cm
Peso unità di volume	23,0 KN/m ³
Angolo di attrito	30,0 °
Coesione	200,0 kPa
Modulo di elasticità	50000,0 kPa

Spostamenti e rotazioni in testa al palo di valle

Lunghezza d'onda	184,16 cm
Cedimento del palo	0,22 cm
Spostamento in x	1,39 cm
Rotazione in testa	0,28 °

Pressione limite orizzontale in corrispondenza della lunghezza d'onda 387,32 kPa

Carico limite verticale

Carico limite di punta (Qp)	9504,29 kN
Carico limite laterale (Qs)	7510,84 kN
Coefficiente di sicurezza punta (FsP)	1,35
Coefficiente di sicurezza laterale (FsL)	1,15
$R=(Qp/Xi3)/FsP+(Qs/Xi3)/FsL$	8225,08 kN
Peso palo (W)	28191,09 Kg
Fattore di sicurezza $Fs=R/(P+W)$	4,26

Verifica palo in testa

Momento	0,0 kNm
Sforzo normale	1655,13 kN
Taglio	601,17 kN
Area ferri	54,29 cm ²
Sforzo normale ultimo (Nu)	1655,13 kN
Momento flettente ultimo (Mu)	971,98 kNm
Stato verifica a flessione	Verificata
Resistenza a taglio congl. (Vcd)	1429,77 kN
Resistenza a taglio staffe (Vwd)	276,2 kN

RELAZIONE DI CALCOLO

Misura Sicurezza Taglio 2,18

Verifica palo alla profondità di cm 147,33

Momento	852,46 kNm
Sforzo normale	1673,29 kN
Taglio	-180,35 kN
Area ferri	54,29 cm ²
Sforzo normale ultimo (Nu)	1673,28 kN
Momento flettente ultimo (Mu)	974,35 kNm
Stato verifica a flessione	Verificata
Resistenza a taglio congl. (Vcd)	1430,88 kN
Resistenza a taglio staffe (Vwd)	275,97 kN
Misura Sicurezza Taglio	0,65

Verifiche palo alla profondità di cm 368,31

Momento	697,46 kNm
Sforzo normale	1700,48 kN
Taglio	0,0 kN
Area ferri	54,29 cm ²
Sforzo normale ultimo (Nu)	1700,48 kN
Momento flettente ultimo (Mu)	977,89 kNm
Stato verifica a flessione	Verificata
Resistenza a taglio congl. (Vcd)	1430,88 kN
Resistenza a taglio staffe (Vwd)	275,97 kN
Misura Sicurezza Taglio	0,65

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
90,0	-63,09	4,27	4,39	140,0
170,0	-313,57	44,09	203,8	140,0

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

RELAZIONE DI CALCOLO

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
5Ø28 (30,79)	5Ø28 (30,79)	64,34	1697,2	S	498,51	0,0	114,36
5Ø28 (30,79)	5Ø28 (30,79)	319,76	1867,6	S	522,45	0,0	11,62

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
296,0	-332,54	95,07	-466,86	140,0
330,0	-82,05	368,77	-620,96	140,0
570,0	168,44	598,09	-463,63	140,0

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);

RELAZIONE DI CALCOLO

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
5Ø28 (30,79)	5Ø28 (30,79)	338,95	1880,38	S	525,29	0,0	5,42
5Ø28 (30,79)	5Ø28 (30,79)	83,52	1710,02	S	498,8	0,0	1,33
5Ø28 (30,79)	10Ø28 (61,58)	171,92	3399,61	S	624,32	0,0	1,02

A1+M1+R3 [GEO+STR]

CALCOLO SPINTE

Discretizzazione terreno

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

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
860,0	716,0	19,0	0,0	35,0	23,34	0,0	8,0	
716,0	572,0	19,0	0,0	35,0	23,34	0,0	8,0	
572,0	428,0	19,0	0,0	35,0	23,34	0,0	8,0	
428,0	284,0	19,0	0,0	35,0	23,34	0,0	8,0	
284,0	140,0	19,0	0,0	35,0	23,34	0,0	8,0	

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
31,34	0,31	0,0	0,0	0,26	0,16	0,0	0,0
31,34	0,31	0,0	0,0	0,26	0,16	0,0	0,0
31,34	0,31	0,0	0,0	0,26	0,16	0,0	0,0

RELAZIONE DI CALCOLO

31,34	0,31	0,0	0,0	0,26	0,16	0,0	0,0
31,34	0,31	0,0	0,0	0,26	0,16	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	860,0	716,0	16,86	10,27	778,47	778,47
2	716,0	572,0	30,25	18,42	638,69	638,69
3	572,0	428,0	43,64	26,57	496,32	496,32
4	428,0	284,0	57,03	34,73	353,18	353,18
5	284,0	140,0	70,42	42,88	209,72	209,72

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
716,0	0,0	18,53	190,2	782,2
572,0	0,0	46,05	195,8	697,3
428,0	0,0	82,55	201,8	608,7
284,0	0,0	128,05	207,8	518,1
140,0	0,0	182,52	213,9	426,2

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
716,0	116,86	28,79	253,67	49,2
572,0	147,11	74,74	440,52	68,4

RELAZIONE DI CALCOLO

428,0	190,75	137,81	678,98	87,6
284,0	247,77	218,04	987,83	106,8
140,0	318,19	315,39	1385,58	126,0

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
5Ø24 (22,62)	5Ø24 (22,62)	29,27	393,56	S	250,88	0,0	2,11
5Ø24 (22,62)	5Ø24 (22,62)	76,33	583,9	S	303,05	0,0	2,02
5Ø24 (22,62)	8Ø24 (36,19)	140,76	1219,93	S	409,13	0,0	2,1
5Ø24 (22,62)	8Ø24 (36,19)	222,31	1550,47	S	464,19	0,0	1,84

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
860,0	716,0	19,0	0,0	35,0	35,0	0,0	0,0
716,0	572,0	19,0	0,0	35,0	35,0	0,0	0,0
572,0	428,0	19,0	0,0	35,0	35,0	0,0	0,0
428,0	284,0	19,0	0,0	35,0	35,0	0,0	0,0
284,0	140,0	19,0	0,0	35,0	35,0	0,0	0,0
140,0	0,0	19,0	0,0	35,0	23,34	0,0	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
35,0	0,25	0,0	0,0	0,2	0,14	0,0	0,0
35,0	0,25	0,0	0,0	0,2	0,14	0,0	0,0
35,0	0,25	0,0	0,0	0,2	0,14	0,0	0,0
35,0	0,25	0,0	0,0	0,2	0,14	0,0	0,0
35,0	0,25	0,0	0,0	0,2	0,14	0,0	0,0
23,34	0,24	0,0	0,0	0,22	0,1	0,0	0,0

Spinte risultanti e punto di applicazione

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

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	860,0	716,0	13,19	9,24	778,47	778,47
2	716,0	572,0	23,67	16,57	638,69	638,69
3	572,0	428,0	34,15	23,91	496,32	496,32
4	428,0	284,0	44,62	31,25	353,18	353,18
5	284,0	140,0	55,1	38,58	209,72	209,72
6	140,0	0,0	64,84	41,67	68,05	68,69

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

RELAZIONE DI CALCOLO

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β
140,0	0,0	19,0	180,0	35,0	23,34	0,0	180,0

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.
 K_p Coefficiente di resistenza passiva.
 K_{px}, K_{py} Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

μ	K_p	K_{px}	K_{py}
203,34	3,69	-3,39	-1,46

Spinte risultanti e punto di applicazione

Q_i Quota inizio strato.
 Q_f Quota inizio strato.
 R_{px}, R_{py} Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
 $Z(R_{px})$ Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
 $Z(R_{py})$ Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
140,0	0,0	-63,09	-27,23	46,67	46,67

Sollecitazioni totali

F_x Forza in direzione x (kN);
 F_y Forza in direzione y (kN);
 M Momento (kNm);

	F_x	F_y	M
Spinta terreno	235,57	161,21	-323,38
Carichi esterni	100,0	0,0	960,0
Peso muro	0,0	182,52	-390,41
Peso fondazione	0,0	300,3	-990,99
Sovraccarico	0,0	124,2	-534,06
Terr. fondazione	0,0	732,7	-3319,87
Spinte fondazione	-63,09	-27,23	-29,44
	272,49	1473,71	-4628,15

Momento stabilizzante -6299,32 kNm

RELAZIONE DI CALCOLO

Momento ribaltante 1671,17 kN m

Verifica palo max sollecitato

Forza orizzontale	187,92 kN
Forza verticale (P)	2460,37 kN

Dati palo

Lunghezza	2200,0 cm
Diametro	80,0 cm
Copriferro	6,0 cm
Palo trivellato	
Numero verticali indagate	2
Fattore correlazione verticali indagate [xi3]	1,65
Fattore correlazione verticali indagate [xi4]	1,55

Stratigrafia palo

Strato N° 1

Spessore strato	430,0 cm
Peso unità di volume	19,0 KN/m ³
Angolo di attrito	35,0 °
Coesione	0,0 kPa
Modulo di elasticità	50000,0 kPa
Modulo di reaz. orizzontale	294199,5 KN/m ³

Strato N° 2

Spessore strato	1770,0 cm
Peso unità di volume	23,0 KN/m ³
Angolo di attrito	30,0 °
Coesione	200,0 kPa
Modulo di elasticità	50000,0 kPa

Spostamenti e rotazioni in testa al palo di valle

Lunghezza d'onda	184,16 cm
Cedimento del palo	0,31 cm
Spostamento in x	0,43 cm
Rotazione in testa	0,09 °

Pressione limite orizzontale in corrispondenza della lunghezza d'onda 387,32 kPa

Carico limite verticale

Carico limite di punta (Qp)	9504,29 kN
Carico limite laterale (Qs)	7510,84 kN
Coefficiente di sicurezza punta (FsP)	1,35
Coefficiente di sicurezza laterale (FsL)	1,15
$R=(Qp/Xi3)/FsP+(Qs/Xi3)/FsL$	8225,08 kN
Peso palo (W)	28191,09 Kg
Fattore di sicurezza $Fs=R/(P+W)$	3,01

Verifica palo in testa

Momento	0,0 kNm
Sforzo normale	2460,37 kN
Taglio	187,92 kN
Area ferri	54,29 cm ²
Sforzo normale ultimo (Nu)	2460,37 kN
Momento flettente ultimo (Mu)	1067,94 kNm
Stato verifica a flessione	Verificata
Resistenza a taglio congl. (Vcd)	1460,11 kN
Resistenza a taglio staffe (Vwd)	264,38 kN
Misura Sicurezza Taglio	0,71

Verifica palo alla profondità di cm 147,33

Momento	266,47 kNm
Sforzo normale	2478,53 kN
Taglio	-56,38 kN
Area ferri	54,29 cm ²
Sforzo normale ultimo (Nu)	2478,54 kN
Momento flettente ultimo (Mu)	1069,86 kNm
Stato verifica a flessione	Verificata
Resistenza a taglio congl. (Vcd)	1458,59 kN
Resistenza a taglio staffe (Vwd)	264,14 kN
Misura Sicurezza Taglio	0,21

Verifiche palo alla profondità di cm 368,31

Momento	218,02 kNm
Sforzo normale	2505,72 kN
Taglio	0,0 kN
Area ferri	54,29 cm ²

RELAZIONE DI CALCOLO

Sforzo normale ultimo (Nu)	2505,73 kN
Momento flettente ultimo (Mu)	1072,7 kNm
Stato verifica a flessione	Verificata
Resistenza a taglio congl. (Vcd)	1458,59 kN
Resistenza a taglio staffe (Vwd)	264,14 kN
Misura Sicurezza Taglio	0,21

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
90,0	-63,09	13,72	8,64	140,0
170,0	-141,39	374,85	348,77	140,0

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
5Ø28 (30,79)	5Ø28 (30,79)	64,34	1697,2	S	498,51	0,0	35,62
5Ø28 (30,79)	5Ø28 (30,79)	144,12	1750,47	S	499,69	0,0	1,31

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
---------	----	----	---	---

296,0	-91,76	-452,31	1062,97	140,0
330,0	-13,46	-173,25	842,28	140,0
570,0	64,84	349,58	-231,12	140,0

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
5Ø28 (30,79)	5Ø28 (30,79)	93,58	1716,74	S	498,94	0,0	1,08
5Ø28 (30,79)	5Ø28 (30,79)	13,61	1663,3	S	497,77	0,0	2,82
5Ø28 (30,79)	10Ø28 (61,58)	66,14	3332,81	S	608,82	0,0	1,71