

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.Moscattelli
Dott. Ing. A.Belà
Dott. Arch. E.A.E.Crimi
Dott. Ing. M.Panfilì
Dott. Arch. P.Ghirelli
Dott. Ing. D.Pelle
Dott. Ing. D.Carlaccini
Dott. Ing. S.Sacconi
Dott. Ing. C.Consorti
Dott. Ing. V.Rotisciani
Dott. Ing. G.Pulli
Dott. Ing. F.Macchioni
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 9+025 al km 9+089 - Carr. SX
Relazione di calcolo

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.	T01OS12STRRE01B		
L O 4 0 8 Z	E	2 1 0 1	CODICE ELAB. T 0 1 O S 1 2 S T R R E 0 1	B	-
D					
C					
B	REVISIONE A SEGUITO DI RAPPORTO DI VERIFICA	NOVEMBRE 2021	RAGNACCI	PELLE	GRANIERI
A	EMISSIONE	GIUGNO 2021	RAGNACCI	PELLE	GRANIERI
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

INDICE

1	PREMESSA	4
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
2.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
2.2	DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	5
2.3	SOFTWARE UTILIZZATI	5
3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	6
3.1	CALCESTRUZZO	6
3.2	ACCIAIO	7
4	VITA NOMINALE, CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO	9
5	OPERE DI SOSTEGNO - MURI	10
5.1	COMBINAZIONI DI CARICO	10
5.2	AZIONI DI CALCOLO	11
5.2.1	Peso proprio della struttura	11
5.2.2	Peso del terreno a monte dell'opera	12
5.2.3	Spinta del carico variabile stradale	12
5.2.4	Spinta statica del terreno a monte del muro	12
5.2.5	Incremento di spinta sul muro dovuto al sisma	13
5.2.6	Azione dei veicoli in svio	15
6	VERIFICHE GEOTECNICHE E STRUTTURALI	16
6.1	VERIFICA A RIBALTAMENTO	16
6.2	VERIFICA A SCORRIMENTO	17
6.3	CAPACITÀ PORTANTE DEL TERRENO DI FONDAZIONE	17
6.4	VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE	19
6.5	VERIFICA STRUTTURALI DEL MURO	22

7	DATI GENERALI DI CALCOLO	23
7.1	DESCRIZIONE DELLE OPERE	23
7.2	INPUT DI CALCOLO	25
7.2.1	DATI DI CALCOLO	25
7.2.2	COEFFICIENTI PARZIALI	26
7.2.3	DATI GEOMETRICI MURO H=8.00m	27
7.2.4	DATI GEOMETRICI MURO H=7.00m	27
7.2.5	DATI GEOMETRICI MURO H=5.50m	29
7.2.6	DATI GEOMETRICI MURO H=4.50m	29
7.3	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DELL'AMMASSO	30
7.4	AZIONE SISMICA DI RIFERIMENTO	31
7.5	CORDOLO BARRIERA DI SICUREZZA	32
7.6	RISULTATI VERIFICHE MURO H=8M	41
7.6.1	Verifiche geotecniche	41
7.6.2	Verifiche strutturali	58
7.6.3	Verifiche tensionali	65
7.7	RISULTATI VERIFICHE MURO H=7.00M	66
7.7.1	Verifiche geotecniche	66
7.7.2	Verifiche strutturali	83
7.7.3	Verifiche tensionali	91
7.8	RISULTATI VERIFICA MURO H=5.50M	92
7.8.1	Verifiche geotecniche	92
7.8.2	Verifiche strutturali	109
7.8.3	Verifiche tensionali	117
7.9	RISULTATI VERIFICA MURO H=4.50M	118

7.9.1 Verifiche geotecniche	118
7.9.2 Verifiche strutturali.....	134
7.9.3 Verifiche tensionali	142

1 PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto il calcolo ed il dimensionamento del muro dal km 10+561 al km 10+623 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 $f_{yk} = 450 \text{ MPa}$

RELAZIONE DI CALCOLO

- 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):

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{12} \cdot Q_{k2} + \psi_{13} \cdot Q_{k3} + \dots$$

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	$\text{tang } \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	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;

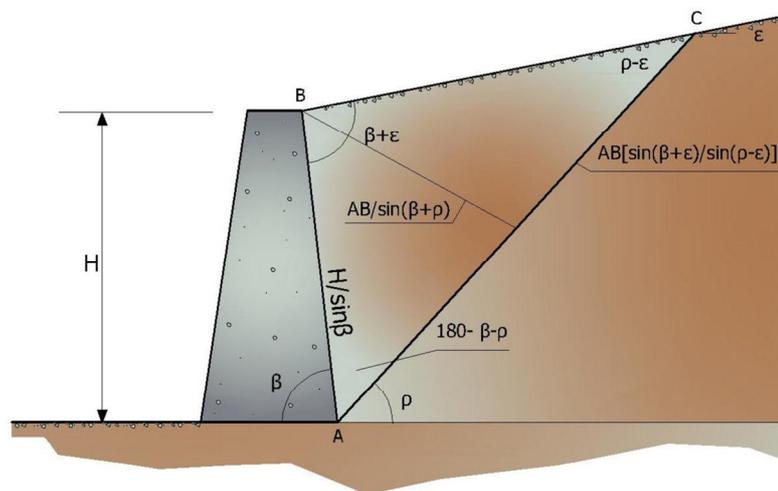
β = Inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede;

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

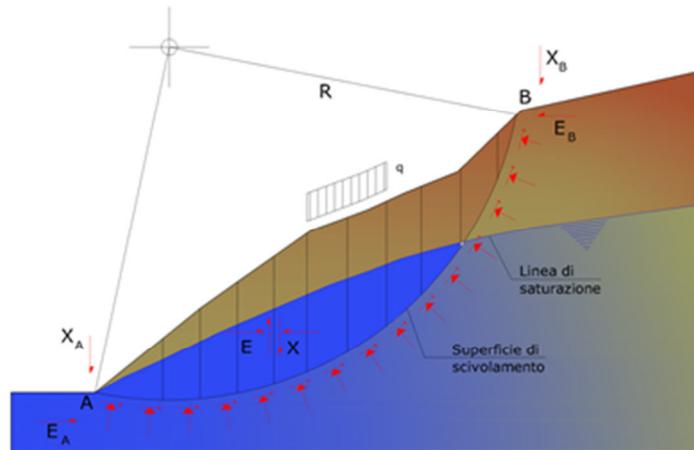
Il metodo dell'equilibrio limite consiste nello studiare l'equilibrio di un corpo rigido, costituito dal pendio e da una superficie di scorrimento di forma qualsiasi (linea retta, arco di cerchio, spirale logaritmica); da tale equilibrio vengono calcolate le tensioni da taglio (t) e confrontate con la

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.

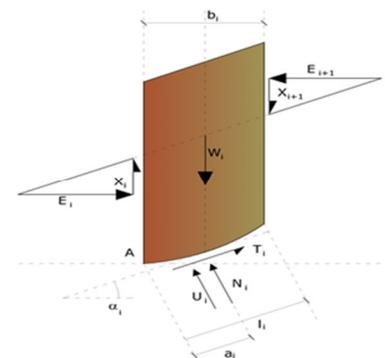
L'analisi delle condizioni di equilibrio viene svolta con ricorso al codice di calcolo Slope 2021 (Geostru).

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.

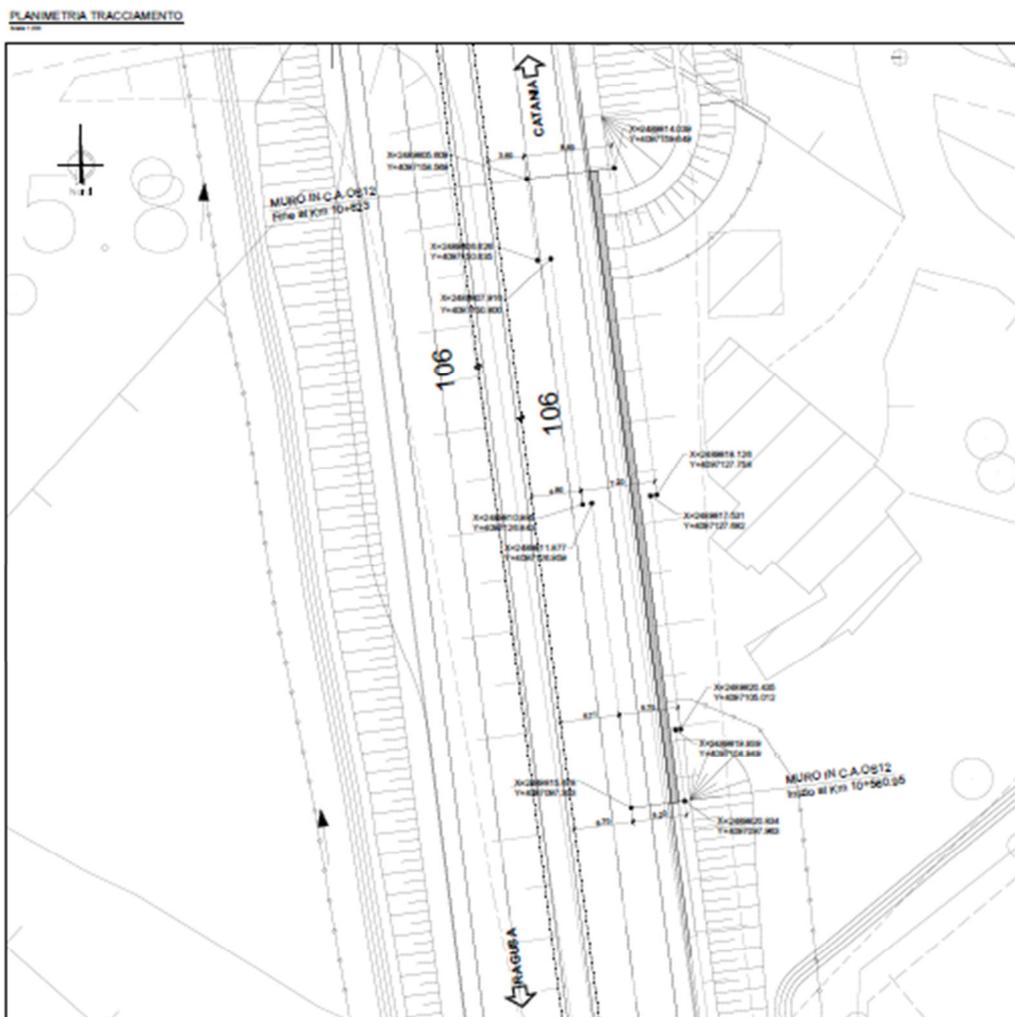
Le verifiche sono state condotte sui seguenti elementi strutturali costituenti il muro:

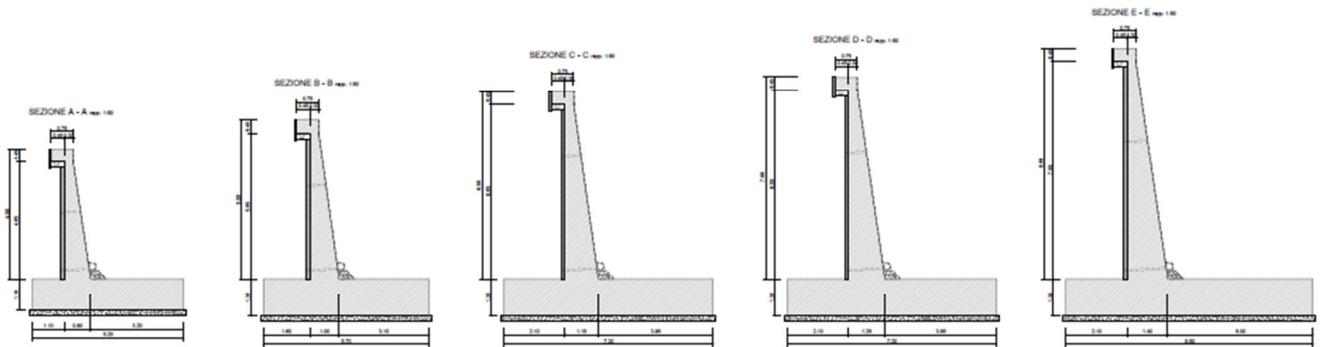
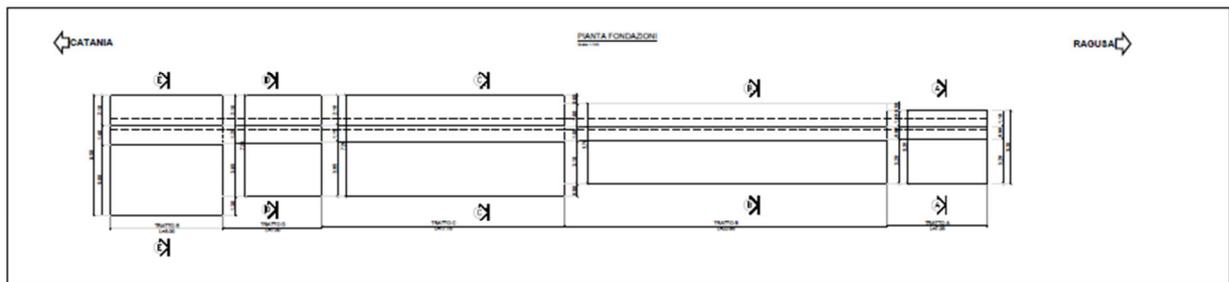
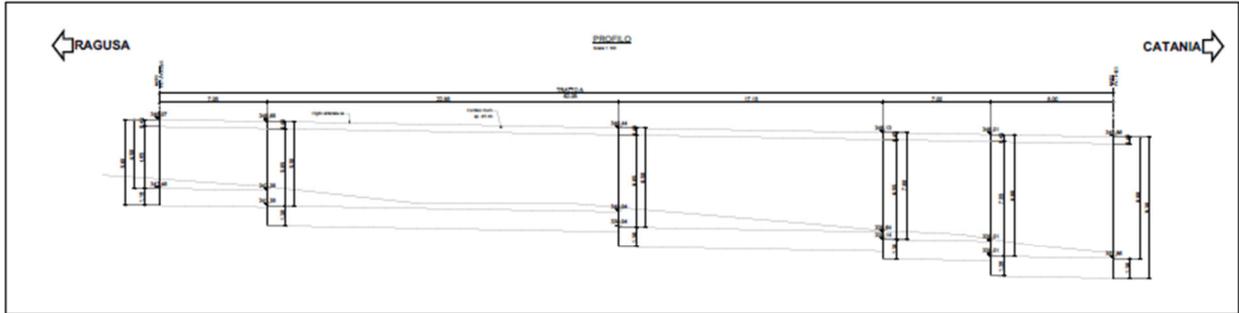
- Paramento verticale;
- Zattera di fondazione.

7 DATI GENERALI DI CALCOLO

7.1 DESCRIZIONE DELLE OPERE

Il muro in oggetto viene realizzato mediante paramento in c.a. gettato in opera con pannello rivestito in pietra locale e presenta una fondazione di tipo diretta. L'opera in oggetto, presenta uno sviluppo complessivo pari a 62.05 m. Il muro presenta una fondazione diretta gettata in opera di spessore variabile tra 1.10÷1.30 m, larghezza variabile tra 5.20÷8.00 m e paramento di altezza variabile tra 4.50÷8.00 m.





7.2 INPUT DI CALCOLO

7.2.1 DATI DI CALCOLO

				valori caratteristici SLE	valori di progetto	
					STR/GEO	EQU
Dati Geotecnici						
Dati Terrapieno	Angolo di attrito del terrapieno	(°)	φ'	35,00	35,00	29,26
	Peso Unità di Volume del terrapieno	(kN/m ³)	γ'	19,00	19,00	19,00
	Angolo di attrito terreno-superficie ideale	(°)	δ	21,00	21,00	17,55
Dati Terreno Fondazione	Condizioni		\square			
	Coesione Terreno di Fondazione	(kPa)	$c1'$	0,00	0,00	0,00
	Angolo di attrito del Terreno di Fondazione	(°)	$\varphi1'$	23,00	23,00	18,76
	Peso Unità di Volume del Terreno di Fondazione	(kN/m ³)	$\gamma1$	19,00	19,00	19,00
	Peso Unità di Volume del Rinterro della Fondazione	(kN/m ³)	γd	19,00	19,00	19,00
	Modulo di deformazione	(kN/m ²)	E	22600		

			SLE		STR/GEO		EQU	
Coefficienti di Spinta	Coeff. di Spinta Attiva Statico	ka	0,247		0,247		0,311	
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sisma +	kas+	0,349		0,349		0,428	
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sisma -	kas-	0,372		0,372		0,454	
	Coeff. Di Spinta Passiva	kp	2,283		2,283		1,948	
	Coeff. Di Spinta Passiva Sismica sisma +	kps+	2,032		2,032		1,709	
	Coeff. Di Spinta Passiva Sismica sisma -	kps-	1,981		1,981		1,659	

				valori caratteristici SLE - sisma	valori di progetto	
					STR/GEO	EQU
Carichi Agenti						
Carichi permanenti	Sovraccarico permanente	(kN/m ²)	qp	0,00	0,00	0,00
	Sovraccarico su zattera di monte <input type="radio"/> si <input checked="" type="radio"/> no					
	Forza Orizzontale in Testa permanente	(kN/m)	fp	0,00	0,00	0,00
	Forza Verticale in Testa permanente	(kN/m)	vp	0,00	0,00	0,00
Condizioni Statiche	Momento in Testa permanente	(kNm/m)	mp	0,00	0,00	0,00
	Sovraccarico Accidentale in condizioni statiche	(kN/m ²)	q	20,00	27,00	30,00
	Forza Orizzontale in Testa accidentale in condizioni statiche	(kN/m)	f	12,50	12,50	18,75
	Forza Verticale in Testa accidentale in condizioni statiche	(kN/m)	v	0,00	0,00	0,00
	Momento in Testa accidentale in condizioni statiche	(kNm/m)	m	12,50	12,50	18,75
Coefficienti di combinazione condizione rara $\psi1$				1,00	condizione quasi permanente $\psi2$ 0,00	
Condizioni Sismiche	Sovraccarico Accidentale in condizioni sismiche	(kN/m ²)	qs	0,00		
	Forza Orizzontale in Testa accidentale in condizioni sismiche	(kN/m)	fs	0,00		
	Forza Verticale in Testa accidentale in condizioni sismiche	(kN/m)	vs	0,00		
	Momento in Testa accidentale in condizioni sismiche	(kNm/m)	ms	0,00		

q: carico variabile stradale (cap. 5.2.3)

f: forza orizzontale applicata in testa al muro dovuta all'azione di svio dei veicoli (cap.5.2.3)

m: momento applicato in testa al muro dovuto all'azione di svio dei veicoli (cap.5.2.3)

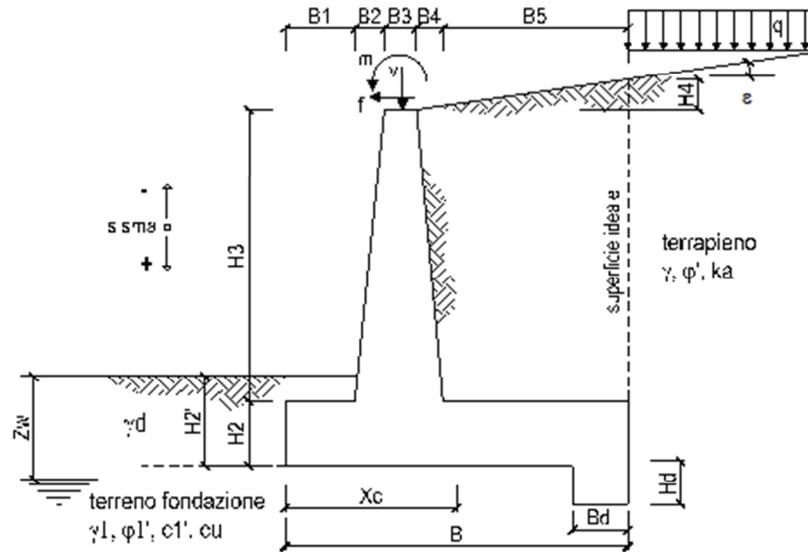
7.2.2 COEFFICIENTI PARZIALI

Carichi	Effetto	Coeff. Parziale	EQU	A1 (STR)	A2 (GEO)	SLE	altro
Permanenti	favorevole	γ_G	0,90	1,00	1,00	1,00	1,10
	sfavorevole		1,10	1,30	1,00	1,00	1,10
Variabili	favorevole	γ_Q	0,00	0,00	0,00	0,00	1,10
	sfavorevole		1,50	1,50	1,30	1,00	1,10

Parametro		Coeff. Parziale	M1	M2	SLE	altro
angolo d'attrito	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,00	1,25	1,00	1,00
coesione	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25	1,00	1,00
resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,00	1,40	1,00	1,00
peso unità di volume	γ	γ_γ	1,00	1,00	1,00	1,00

Verifica	Coeff. Parziale	R1	R2	R3	SLE	altro
Capacità portante fondazione	γ_R	1,00	1,00	1,40	2,00	1,00
Scorrimento		1,00	1,00	1,10	1,30	1,00
Ribaltamento		1,00	1,00	1,00	1,50	1,00

7.2.3 DATI GEOMETRICI MURO H=8.00m



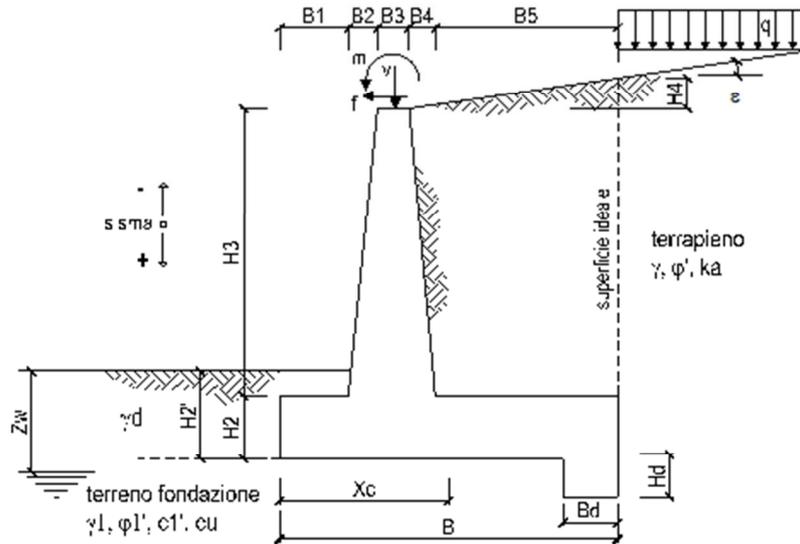
Geometria del Muro

Elevazione	H3 =	8,00	(m)
Aggetto Valle	B2 =	0,00	(m)
Spessore del Muro in Testa	B3 =	0,30	(m)
Aggetto monte	B4 =	1,08	(m)

Geometria della Fondazione

Larghezza Fondazione	B =	8,50	(m)
Spessore Fondazione	H2 =	1,15	(m)
Suola Lato Valle	B1 =	2,10	(m)
Suola Lato Monte	B5 =	5,02	(m)
Altezza dente	Hd =	0,00	(m)
Larghezza dente	Bd =	0,00	(m)
Mezzeria Sezione	Xc =	4,25	(m)

7.2.4 DATI GEOMETRICI MURO H=7.00m



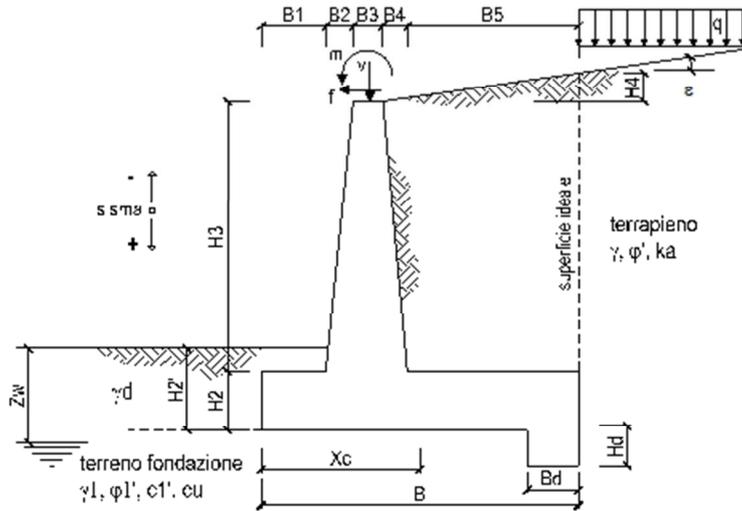
Geometria del Muro

Elevazione	H3 =	7,00	(m)
Aggetto Valle	B2 =	0,00	(m)
Spessore del Muro in Testa	B3 =	0,30	(m)
Aggetto monte	B4 =	0,94	(m)

Geometria della Fondazione

Larghezza Fondazione	B =	7,20	(m)
Spessore Fondazione	H2 =	1,15	(m)
Suola Lato Valle	B1 =	2,10	(m)
Suola Lato Monte	B5 =	3,86	(m)
Altezza dente	Hd =	0,00	(m)
Larghezza dente	Bd =	0,00	(m)
Mezzeria Sezione	Xc =	3,60	(m)

7.2.5 DATI GEOMETRICI MURO H=5.50m



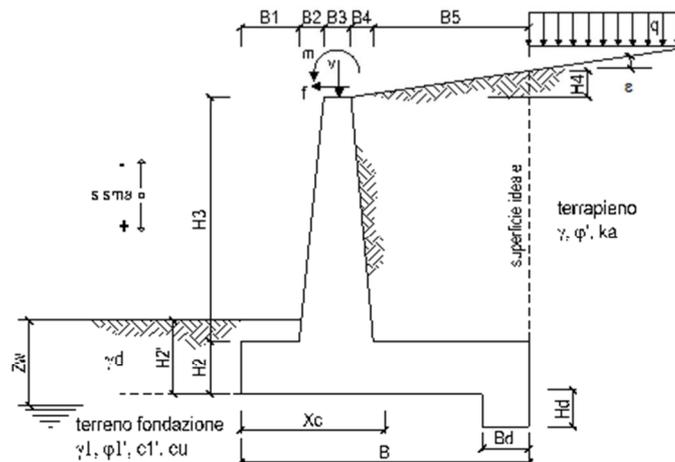
Geometria del Muro

Elevazione	H3 =	5,50	(m)
Aggetto Valle	B2 =	0,00	(m)
Spessore del Muro in Testa	B3 =	0,30	(m)
Aggetto monte	B4 =	0,72	(m)

Geometria della Fondazione

Larghezza Fondazione	B =	5,70	(m)
Spessore Fondazione	H2 =	1,15	(m)
Suola Lato Valle	B1 =	1,50	(m)
Suola Lato Monte	B5 =	3,18	(m)
Altezza dente	Hd =	0,00	(m)
Larghezza dente	Bd =	0,00	(m)
Mezzeria Sezione	Xc =	2,85	(m)

7.2.6 DATI GEOMETRICI MURO H=4.50m



Geometria del Muro

Elevazione	H3 =	4,50	(m)
Aggetto Valle	B2 =	0,00	(m)
Spessore del Muro in Testa	B3 =	0,30	(m)
Aggetto monte	B4 =	0,58	(m)

Geometria della Fondazione

Larghezza Fondazione	B =	5,20	(m)
Spessore Fondazione	H2 =	1,15	(m)
Suola Lato Valle	B1 =	1,00	(m)
Suola Lato Monte	B5 =	3,32	(m)
Altezza dente	Hd =	0,00	(m)
Larghezza dente	Bd =	0,00	(m)
Mezzeria Sezione	Xc =	2,60	(m)

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	ϕ'	c'
	[kN/m ³]	[°]	[kPa]
Rilevato di nuova realizzazione (materiale di riempimento)	19	35	0.00
Litologia al di sotto dell'intradosso platea			
Qm	19	23	20
Falda assente			

7.4 AZIONE SISMICA DI RIFERIMENTO

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

Longitudine 37.0119

Latitudine 14.6661

L'elaborato di riferimento da cui sono stati desunti i dati della RSL è T01GE03GEORE01

Dati Sismici	Accelerazione sismica	a_g/g	0,48774636	(-)
	Coefficiente Amplificazione Stratigrafico	S_S	1,1	(-)
	Coefficiente Amplificazione Topografico	S_T	1	(-)
	Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima	β_s	0,31	(-)
	Coefficiente sismico orizzontale	kh	0,1663	(-)
	Coefficiente sismico verticale	kv	0,0832	(-)
	Muro libero di traslare o ruotare	<input checked="" type="radio"/> si <input type="radio"/> no		

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.

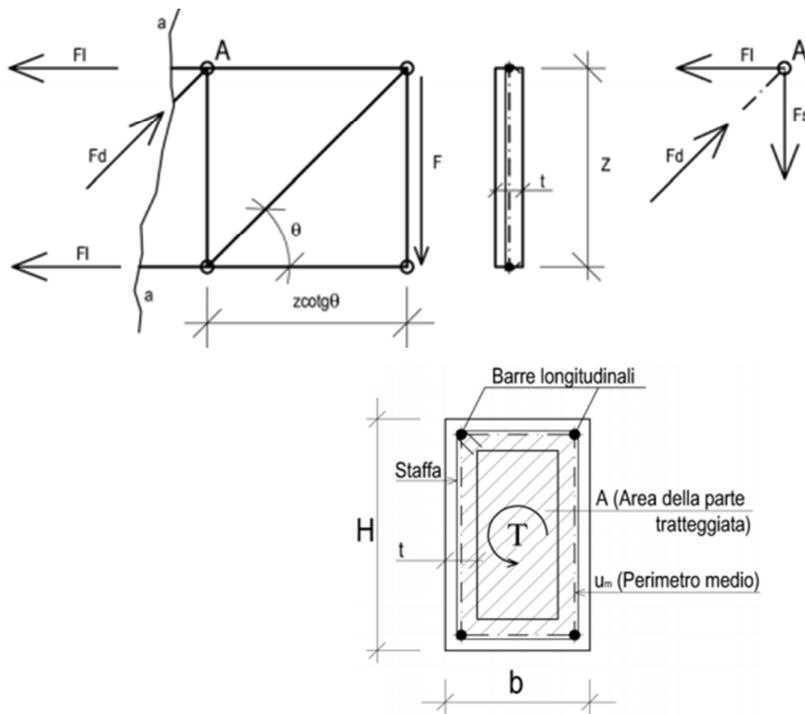
I valori della torsione di calcolo interna TR_d sono dunque tre:

- 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.



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

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

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	
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 mm² 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
altezza utile	d	444 mm
	n°braccia	2
area armatura trasversale	φ	10 mm
	A_{sw}	157,08 mm²
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	$1+\sigma_{cp}/f_{cd}$	$0<\sigma_{cp}<0.25f_{cd}$	4,7033333
1,25	1,25	$0.25<\sigma_{cp}<0.50f_{cd}$	9,4066667
2,5	$2.5(1-\sigma_{cp}/f_{cd})$	$0.50<\sigma_{cp}<f_{cd}$	
$\text{sen}^2 \vartheta =$	0,05808263		
$\text{sen} \vartheta =$	0,241003382		
$\vartheta =$	0,243399574	rad	
$\text{ctg} \vartheta =$	4,027015176		
$\text{ctg} \vartheta$ effettivo=	2,5		

Resistenza di calcolo a taglio trazione

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

Resistenza di calcolo a taglio compressione

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

Resistenza di taglio

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

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

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

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

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

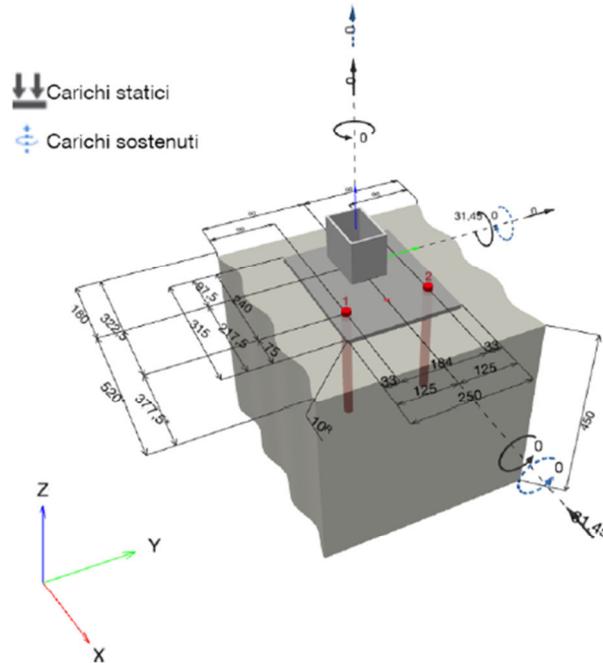
la verifica risulta essere dunque soddisfatta.

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.

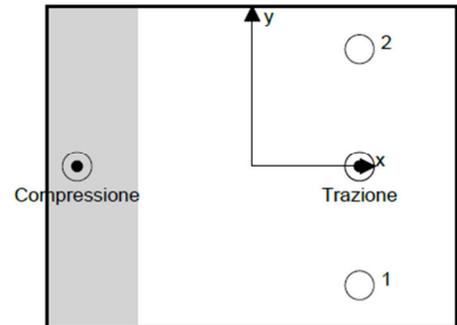
Schematizzazione e modellazione delle azioni

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

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]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,sp}$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
11,000	245,487	1,500	363,162	31,450		
ID gruppo ancoranti						
1, 2						

RELAZIONE DI CALCOLO

Rottura del calcestruzzo in direzione x-

l_f [mm]	d_{nom} [mm]	k_g	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:

N_{Sk} = 53,644 [kN]	δ_N = 0,2049 [mm]
V_{Sk} = 11,648 [kN]	δ_V = 0,4659 [mm]
	δ_{NV} = 0,5090 [mm]

Carichi a lungo termine:

N_{Sk} = 53,644 [kN]	δ_N = 0,5123 [mm]
V_{Sk} = 11,648 [kN]	δ_V = 0,6989 [mm]
	δ_{NV} = 0,8665 [mm]

7.6 RISULTATI VERIFICHE MURO H=8M

7.6.1 Verifiche geotecniche

FORZE VERTICALI

		SLE	STR/GEO	EQU
- Peso del Muro (Pm)				
Pm1 =	$(B2 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})/2$	(kN/m)	0,00	0,00
Pm2 =	$(B3 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	60,00	60,00
Pm3 =	$(B4 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})/2$	(kN/m)	107,90	107,90
Pm4 =	$(B \cdot H2 \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	244,38	244,38
Pm5 =	$(Bd \cdot Hd \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	0,00	0,00
Pm =	Pm1 + Pm2 + Pm3 + Pm4 + Pm5	(kN/m)	412,28	412,28
- Peso del terreno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro (Pt)				
Pt1 =	$(B5 \cdot H3 \cdot \gamma')$	(kN/m)	763,19	763,19
Pt2 =	$(0,5 \cdot (B4+B5) \cdot H4 \cdot \gamma')$	(kN/m)	6,17	6,17
Pt3 =	$(B4 \cdot H3 \cdot \gamma')/2$	(kN/m)	82,00	82,00
Sovr =	$q_p \cdot (B4+B5)$	(kN/m)	0,00	0,00
Pt =	Pt1 + Pt2 + Pt3 + Sovr	(kN/m)	851,37	851,37
- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro				
Sovr acc. Stat	$q \cdot (B4+B5)$	(kN/m)	0	0
Sovr acc. Sism	$q_s \cdot (B4+B5)$	(kN/m)	0	0

MOMENTI DELLE FORZE VERT. RISPETTO AL PIEDE DI VALLE DEL MURO

		SLE	STR/GEO	EQU
- Muro (Mm)				
Mm1 =	$Pm1 \cdot (B1+2/3 B2)$	(kNm/m)	0,00	0,00
Mm2 =	$Pm2 \cdot (B1+B2+0,5 \cdot B3)$	(kNm/m)	135,00	135,00
Mm3 =	$Pm3 \cdot (B1+B2+B3+1/3 B4)$	(kNm/m)	297,77	297,77
Mm4 =	$Pm4 \cdot (B/2)$	(kNm/m)	1038,59	1038,59
Mm5 =	$Pm5 \cdot (B - Bd/2)$	(kNm/m)	0,00	0,00
Mm =	Mm1 + Mm2 + Mm3 + Mm4 + Mm5	(kNm/m)	1471,36	1471,36
- Terrapieno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro				
Mt1 =	$Pt1 \cdot (B1+B2+B3+B4+0,5 \cdot B5)$	(kNm/m)	4571,14	4571,14
Mt2 =	$Pt2 \cdot (B1+B2+B3+2/3 \cdot (B4+B5))$	(kNm/m)	39,90	39,90
Mt3 =	$Pt3 \cdot (B1+B2+B3+2/3 \cdot B4)$	(kNm/m)	255,80	255,80
Msovr =	$Sovr \cdot (B1+B2+B3+1/2 \cdot (B4+B5))$	(kNm/m)	0,00	0,00
Mt =	Mt1 + Mt2 + Mt3 + Msovr	(kNm/m)	4866,84	4866,84
- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro				
Sovr acc. Stat	$q \cdot (B1+B2+B3+1/2 \cdot (B4+B5))$	(kNm/m)	0	0
Sovr acc. Sism	$q_s \cdot (B1+B2+B3+1/2 \cdot (B4+B5))$	(kNm/m)	0	0

INERZIA DEL MURO E DEL TERRAPIENO

- Inerzia orizzontale e verticale del muro (Ps)				
Ps h =	$Pm \cdot kh$	(kN/m)		68,57
Ps v =	$Pm \cdot kv$	(kN/m)		34,29
- Inerzia orizzontale e verticale del terrapieno a tergo del muro (Pts)				
Ptsh =	$Pt \cdot kh$	(kN/m)		141,60
Ptsv =	$Pt \cdot kv$	(kN/m)		70,80

RELAZIONE DI CALCOLO

- Incremento orizzontale di momento dovuto all'inerzia del muro (MPs h)

MPs1 h=	$kh \cdot Pm1 \cdot (H2 + H3/3)$	(kNm/m)	0,00
MPs2 h=	$kh \cdot Pm2 \cdot (H2 + H3/2)$	(kNm/m)	51,39
MPs3 h=	$kh \cdot Pm3 \cdot (H2 + H3/3)$	(kNm/m)	68,49
MPs4 h=	$kh \cdot Pm4 \cdot (H2/2)$	(kNm/m)	23,37
MPs5 h=	$-kh \cdot Pm5 \cdot (Hd/2)$	(kNm/m)	0,00
MPs h=	$MPs1 + MPs2 + MPs3 + MPs4 + MPs5$	(kNm/m)	143,26

- Incremento verticale di momento dovuto all'inerzia del muro (MPs v)

MPs1 v=	$kv \cdot Pm1 \cdot (B1 + 2/3 \cdot B2)$	(kNm/m)	0,00
MPs2 v=	$kv \cdot Pm2 \cdot (B1 + B2 + B3/2)$	(kNm/m)	11,23
MPs3 v=	$kv \cdot Pm3 \cdot (B1 + B2 + B3 + B4/3)$	(kNm/m)	24,76
MPs4 v=	$kv \cdot Pm4 \cdot (B/2)$	(kNm/m)	86,37
MPs5 v=	$kv \cdot Pm5 \cdot (B - Bd/2)$	(kNm/m)	0,00
MPs v=	$MPs1 + MPs2 + MPs3 + MPs4 + MPs5$	(kNm/m)	122,36

- Incremento orizzontale di momento dovuto all'inerzia del terrapieno (MPts h)

MPts1 h=	$kh \cdot Pt1 \cdot (H2 + H3/2)$	(kNm/m)	653,72
MPts2 h=	$kh \cdot Pt2 \cdot (H2 + H3 + H4/3)$	(kNm/m)	16,97
MPts3 h=	$kh \cdot Pt3 \cdot (H2 + H3 \cdot 2/3)$	(kNm/m)	88,43
MPts h=	$MPts1 + MPts2 + MPts3$	(kNm/m)	759,11

- Incremento verticale di momento dovuto all'inerzia del terrapieno (MPts v)

MPts1 v=	$kv \cdot Pt1 \cdot ((H2 + H3/2) - (B - B5/2) \cdot 0.5)$	(kNm/m)	380,14
MPts2 v=	$kv \cdot Pt2 \cdot ((H2 + H3 + H4/3) - (B - B5/3) \cdot 0.5)$	(kNm/m)	3,50
MPts3 v=	$kv \cdot Pt3 \cdot ((H2 + H3 \cdot 2/3) - (B1 + B2 + B3 + 2/3 \cdot B4) \cdot 0.5)$	(kNm/m)	27,40
MPts v=	$MPts1 + MPts2 + MPts3$	(kNm/m)	411,05

CONDIZIONE STATICA

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

		SLE	STR/GEO	EQU	
- Spinta totale condizione statica					
St =	$0,5 \cdot \gamma \cdot (H2 + H3 + H4 + Hd) \cdot ka$	(kN/m)	201,32	271,78	278,62
Sq perm =	$q \cdot (H2 + H3 + H4 + Hd) \cdot ka$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Sq acc =	$q \cdot (H2 + H3 + H4 + Hd) \cdot ka$	(kN/m)	45,79	61,81	86,41
- Componente orizzontale condizione statica					
Sth =	$St \cdot \cos \delta$	(kN/m)	187,95	253,73	265,65
Sqh perm =	$Sq \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Sqh acc =	$Sq \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	42,75	57,71	82,39
- Componente verticale condizione statica					
Stv =	$St \cdot \sin \delta$	(kN/m)	72,15	97,40	84,03
Sqv perm =	$Sq \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Sqv acc =	$Sq \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	16,41	22,15	26,06
- Spinta passiva sul dente					
Sp =	$\frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot Hd^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot Hd^2 \cdot kp + (2 \cdot c_1 \cdot kp^{0.5} + \gamma_1 \cdot kp \cdot H2) \cdot Hd$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

		SLE	STR/GEO	EQU	
MSt1 =	$St_h \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 3 - H_d)$	(kNm/m)	579,90	782,87	819,66
MSt2 =	$St_v \cdot B$	(kNm/m)	613,24	827,87	714,27
MSq1 perm =	$Sq_h \text{ perm} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 2 - H_d)$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MSq1 acc =	$Sq_h \text{ acc} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 2 - H_d)$	(kNm/m)	197,84	267,08	381,31
MSq2 perm =	$Sq_v \text{ perm} \cdot B$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MSq2 acc =	$Sq_v \text{ acc} \cdot B$	(kNm/m)	139,47	188,29	221,53
MSp =	$\gamma_1 \cdot H_d^3 \cdot k_p / 3 + (2 \cdot c_1 \cdot k_p^{0.5} + \gamma_1 \cdot k_p \cdot H_2) \cdot H_d^2 / 2$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 =	$mp + m$	(kNm/m)	12,50	12,50	18,75
Mfext2 =	$(fp + f) \cdot (H_3 + H_2)$	(kNm/m)	114,38	114,38	171,56
Mfext3 =	$(vp + v) \cdot (B_1 + B_2 + B_3 / 2)$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO (STR/GEO)

Risultante forze verticali (N)				
N =	$P_m + P_t + v + St_v + Sq_v \text{ perm} + Sq_v \text{ acc}$		1383,19	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
T =	$St_h + Sq_h + f$		323,93	(kN/m)
Coefficiente di attrito alla base (f)				
f =	$tg \phi_1'$		0,42	(-)
Fs scorr.	$(N \cdot f + Sp) / T$		1,81	> 1

VERIFICA AL RIBALTAMENTO (EQU)

Momento stabilizzante (Ms)				
Ms =	$M_m + M_t + M_{fext3}$		6640,18	(kNm/m)
Momento ribaltante (Mr)				
Mr =	$M_{St} + M_{Sq} + M_{fext1} + M_{fext2} + M_{Sp}$		1391,28	(kNm/m)
Fs ribaltamento	Ms / Mr		4,77	> 1

VERIFICA CARICO LIMITE DELLA FONDAZIONE (STR/GEO)

Risultante forze verticali (N)		Nmin	Nmax	
N =	$P_m + P_t + v + St_v + Sq_v (+ \text{Sovr acc})$	1383,19	1383,19	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
T =	$St_h + Sq_h + f - Sp$	323,93	323,93	(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
MM =	ΣM	6177,53	6177,53	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)				
M =	$X_c \cdot N - MM$	-298,98	-298,98	(kNm/m)

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c'N_c i_c + q_0 N_q i_q + 0,5 \gamma_1 B N_\gamma i_\gamma$$

c1'	coesione terreno di fondaz.	0,00		(kPa)
$\phi 1'$	angolo di attrito terreno di fondaz.	23,00		(°)
γ_1	peso unità di volume terreno fondaz.	19,00		(kN/m ³)
$q_0 = \gamma d H_2'$	sovraccarico stabilizzante	24,70		(kN/m ²)
e = M / N	eccentricità	-0,22	-0,22	(m)
B* = B - 2e	larghezza equivalente	8,07	8,07	(m)

I valori di Nc, Nq e Ng sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$N_q = \text{tg}^2(45 + \phi/2) e^{(\pi \text{tg}(\phi))}$	(1 in cond. nd)	8,66		(-)
$N_c = (N_q - 1) / \text{tg}(\phi)$	(2+ π in cond. nd)	18,05		(-)
$N_\gamma = 2(N_q + 1) \text{tg}(\phi)$	(0 in cond. nd)	8,20		(-)

I valori di ic, iq e i γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$i_q = (1 - T / (N + B^* c' \cot \phi))^m$	(1 in cond. nd)	0,59	0,59	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$		0,53	0,53	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B^* c' \cot \phi))^{m+1}$		0,45	0,45	(-)

(fondazione nastriforme m = 2)

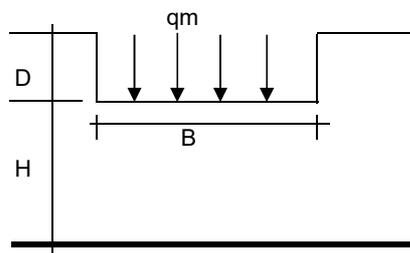
q _{lim}	(carico limite unitario)	407,78	407,78	(kN/m ²)
------------------	--------------------------	--------	--------	----------------------

FS carico limite

$$F = q_{lim} \cdot B^* / N$$

N _{min}	2,38	>	1
N _{max}	2,38	>	

CEDIMENTO DELLA FONDAZIONE



$$\delta = \mu_0 \cdot \mu_1 \cdot q_m \cdot B^* / E \quad (\text{Christian e Carrier, 1976})$$

N	1352,20	(kN/m)
M	-439,46	(kNm/m)
e=M/N	-0,32	(m)
B*	7,85	(m)

Profondità Piano di Posa della Fondazione

D =	1,30	(m)
D/B* =	0,17	(m)
Hs/B* =	1,53	(m)

Carico unitario medio (qm)

$$q_m = N / (B - 2^*e) = N / B^* = 176,20 \quad (\text{kN/mq})$$

RELAZIONE DI CALCOLO

Coefficiente di forma $\mu_0 = f(D/B)$	$\mu_0 =$	0,955	(-)
Coefficiente di profondità $\mu_1 = f(H/B)$	$\mu_1 =$	0,54	(-)
Cedimento della fondazione	$\delta = \mu_0 * \mu_1 * q_m * B^* / E =$	31,64	(mm)

CONDIZIONE SISMICA +

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta condizione sismica +

		SLE	STR/GEO	EQU
Sst1 stat = $0,5 * \gamma' * (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 * k_a$	(kN/m)	201,32	201,32	253,29
Sst1 sism = $0,5 * \gamma' * (1 + k_v) * (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 * k_{as}^+ - Sst1 \text{ stat}$	(kN/m)	106,37	106,37	123,68
Ssq1 perm = $q_p * (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) * k_{as}^+$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Ssq1 acc = $q_s * (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) * k_{as}^+$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00

- Componente orizzontale condizione sismica +

Sst1h stat = $Sst1 \text{ stat} * \cos \delta$	(kN/m)	187,95	187,95	241,50
Sst1h sism = $Sst1 \text{ sism} * \cos \delta$	(kN/m)	99,30	99,30	117,93
Ssq1h perm = $Ssq1 \text{ perm} * \cos \delta$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Ssq1h acc = $Ssq1 \text{ acc} * \cos \delta$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00

- Componente verticale condizione sismica +

Sst1v stat = $Sst1 \text{ stat} * \sin \delta$	(kN/m)	72,15	72,15	76,39
Sst1v sism = $Sst1 \text{ sism} * \sin \delta$	(kN/m)	38,12	38,12	37,30
Ssq1v perm = $Ssq1 \text{ perm} * \sin \delta$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Ssq1v acc = $Ssq1 \text{ acc} * \sin \delta$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00

- Spinta passiva sul dente

$Sp = \frac{1}{2} * \gamma_1' * (1 + k_v) * H_d^2 * k_{ps}^+ + (2 * c_1 * k_{ps}^{+0.5} + \gamma_1' * (1 + k_v) * k_{ps}^+ * H_2) * H_d$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
--	--------	------	------	------

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Condizione sismica +

		SLE	STR/GEO	EQU
MSst1 stat = $Sst1h \text{ stat} * ((H_2 + H_3 + H_4 + h_d) / 3 - h_d)$	(kNm/m)	579,90	579,90	745,14
MSst1 sism = $Sst1h \text{ sism} * ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 3 - H_d)$	(kNm/m)	306,40	306,40	363,86
MSst2 stat = $Sst1v \text{ stat} * B$	(kNm/m)	613,24	613,24	649,34
MSst2 sism = $Sst1v \text{ sism} * B$	(kNm/m)	324,01	324,01	317,08
MSsq1 = $Ssq1h * ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 2 - H_d)$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MSsq2 = $Ssq1v * B$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MSp = $\gamma_1' * H_d^3 * k_{ps}^+ / 3 + (2 * c_1 * k_{ps}^{+0.5} + \gamma_1' * k_{ps}^+ * H_2) * H_d^2 / 2$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 = $mp + ms$	(kNm/m)		0,00	
Mfext2 = $(fp + fs) * (H_3 + H_2)$	(kNm/m)		0,00	
Mfext3 = $(vp + vs) * (B_1 + B_2 + B_3 / 2)$	(kNm/m)		0,00	

RELAZIONE DI CALCOLO

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO

Risultante forze verticali (N)				
N	=	$P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv}$	1478,99	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
T	=	$S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh}$	497,42	(kN/m)
Coefficiente di attrito alla base (f)				
f	=	$tg\phi_1'$	0,42	(-)
Fs	=	$(N \cdot f + S_p) / T$	1,26	> 1

VERIFICA AL RIBALTAMENTO

Momento stabilizzante (Ms)				
Ms	=	$M_m + M_t + M_{fext3}$	6338,20	(kNm/m)
Momento ribaltante (Mr)				
Mr	=	$M_{Sst} + M_{Ssq} + M_{fext1} + M_{fext2} + M_{Sp} + M_{Ps} + M_{pts}$	511,55	(kNm/m)
Fr	=	Ms / Mr	12,39	> 1

VERIFICA A CARICO LIMITE DELLA FONDAZIONE

Risultante forze verticali (N)		Nmin	Nmax	
N	=	$P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv} + (Sovr\ acc)$	1478,99	1478,99 (kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
T	=	$S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh} - S_p$	497,42	(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
MM	=	$\sum M$	6020,18	6020,18 (kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)				
M	=	$X_c \cdot N - MM$	265,53	265,53 (kNm/m)

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c'N_c i_c + q_0 N_q i_q + 0,5 \gamma_1 B N_\gamma i_\gamma$$

c1'	coesione terreno di fondaz.	0,00	(kN/mq)
φ1'	angolo di attrito terreno di fondaz.	23,00	(°)
γ1	peso unità di volume terreno fondaz.	19,00	(kN/m³)
q0 = γd * H2'	sovraccarico stabilizzante	24,70	(kN/m²)
e = M / N	eccentricità	0,18	(m)
B* = B - 2e	larghezza equivalente	8,14	(m)

RELAZIONE DI CALCOLO

I valori di N_c , N_q e N_g sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$N_q = \text{tg}^2(45 + \varphi/2) \cdot e^{(\pi \cdot \text{tg}(\varphi))}$ (1 in cond. nd)	8,66	(-)
$N_c = (N_q - 1)/\text{tg}(\varphi)$ ($2 + \pi$ in cond. nd)	18,05	(-)
$N_g = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \text{tg}(\varphi)$ (0 in cond. nd)	8,20	(-)

I valori di i_c , i_q e i_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$i_q = (1 - T/(N + B \cdot c \cdot \cotg(\varphi)))^m$ (1 in cond. nd)	0,44	0,44	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q)/(N_q - 1)$	0,37	0,37	(-)
$i_\gamma = (1 - T/(N + B \cdot c \cdot \cotg(\varphi)))^{m+1}$	0,29	0,29	(-)

(fondazione nastriforme $m = 2$)

q_{lim} (carico limite unitario)	279,66	279,66	(kN/m ²)
------------------------------------	--------	--------	----------------------

FS carico limite	$F = q_{lim} \cdot B / N$	N_{min}	1,54	>	1
		N_{max}	1,54	>	

CONDIZIONE SISMICA -

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta condizione sismica -

		SLE	STR/GEO	EQU
$Sst1_{stat} = 0,5 \cdot \gamma \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 \cdot k_a$	(kN/m)	201,32	201,32	253,29
$Sst1_{sism} = 0,5 \cdot \gamma \cdot (1 - k_v) \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 \cdot k_{as}^- - Sst1_{stat}$	(kN/m)	76,11	76,11	85,60
$Ssq1_{perm} = q_p \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_{as}^-$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
$Ssq1_{acc} = q_s \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_{as}^-$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00

- Componente orizzontale condizione sismica -

$Sst1h_{stat} = Sst1_{stat} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	187,95	187,95	241,50
$Sst1h_{sism} = Sst1_{sism} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	71,06	71,06	81,62
$Ssq1h_{perm} = Ssq1_{perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
$Ssq1h_{acc} = Ssq1_{acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00

- Componente verticale condizione sismica -

$Sst1v_{stat} = Sst1_{stat} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	72,15	72,15	76,39
$Sst1v_{sism} = Sst1_{sism} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	27,28	27,28	25,82
$Ssq1v_{perm} = Ssq1_{perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
$Ssq1v_{acc} = Ssq1_{acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00

- Spinta passiva sul dente

$Sp = \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot (1 - k_v) \cdot H_d^2 \cdot k_{ps}^- + (2 \cdot c_1 \cdot k_{ps}^{-0,5} + \gamma_1 \cdot (1 - k_v) \cdot k_{ps}^- \cdot H_2) \cdot H_d$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
--	--------	------	------	------

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Condizione sismica -

		SLE	STR/GEO	EQU
$MSst1_{stat} = Sst1h_{stat} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + h_d)/3 - h_d)$	(kNm/m)	579,90	579,90	745,14
$MSst1_{sism} = Sst1h_{sism} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + h_d)/3 - h_d)$	(kNm/m)	219,24	219,24	251,83

RELAZIONE DI CALCOLO

MSst2 stat =	Sst1v stat* B	(kNm/m)	613,24	613,24	649,34
MSst2 sism =	Sst1v sism* B	(kNm/m)	231,85	231,85	219,45
MSsq1 =	Ssq1h * ((H2+H3+H4+Hd)/2-Hd)	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MSsq2 =	Ssq1v * B	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MSp =	$\gamma_1 * Hd^3 * kps^+ / 3 + (2 * c_1 * kps^{+0.5} + \gamma_1 * kps^{**} * H_2') * Hd^2 / 2$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 =	mp+ms	(kNm/m)		0,00	
Mfext2 =	(fp+fs)*(H3 + H2)	(kNm/m)		0,00	
Mfext3 =	(vp+vs)*(B1 + B2 + B3/2)	(kNm/m)		0,00	

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO

Risultante forze verticali (N)

$$N = Pm + Pt + vp + vs + Sst1v + Ssq1v + Ps v + Ptsv \quad 1257,98 \quad (\text{kN/m})$$

Risultante forze orizzontali (T)

$$T = Sst1h + Ssq1h + fp + fs + Ps h + Ptsh \quad 469,17 \quad (\text{kN/m})$$

Coefficiente di attrito alla base (f)

$$f = \text{tg}\phi_1' \quad 0,42 \quad (-)$$

$$F_s = (N * f + Sp) / T \quad 1,14 \quad > \quad 1$$

VERIFICA AL RIBALTAMENTO

Momento stabilizzante (Ms)

$$M_s = M_m + M_t + M_{fext3} \quad 7206,99^{\color{red}\blacktriangledown} \quad (\text{kNm/m})$$

Momento ribaltante (Mr)

$$M_r = MSst + MSsq + M_{fext1} + M_{fext2} + MSp + MP_s + M_{pts} \quad 2432,75^{\color{red}\blacktriangledown} \quad (\text{kNm/m})$$

$$F_r = M_s / M_r \quad 2,96 \quad > \quad 1$$

VERIFICA A CARICO LIMITE DELLA FONDAZIONE

Risultante forze verticali (N)

$$N = Pm + Pt + vp + vs + Sst1v + Ssq1v + Ps v + Ptsv \quad N_{min} \quad N_{max}^{\color{red}\blacktriangledown} \quad (\text{kN/m})$$

Risultante forze orizzontali (T)

$$T = Sst1h + Ssq1h + fp + fs + Ps h + Ptsh - Sp \quad 469,17 \quad (\text{kN/m})$$

Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)

$$MM = \sum M \quad 4948,36 \quad 4948,36 \quad (\text{kNm/m})$$

Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)

$$M = X_c * N - MM \quad 398,05 \quad 398,05 \quad (\text{kNm/m})$$

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c'N_c i_c + q_0 N_q i_q + 0,5 \gamma_1 B^* N_\gamma i_\gamma$$

c1'	coesione terreno di fondaz.	0,00		(kN/mq)
$\phi 1'$	angolo di attrito terreno di fondaz.	23,00		(°)
γ_1	peso unità di volume terreno fondaz.	19,00		(kN/m ³)
$q_0 = \gamma d H_2'$	sovraccarico stabilizzante	24,70		(kN/m ²)
$e = M / N$	eccentricità	0,32	0,32	(m)
$B^* = B - 2e$	larghezza equivalente	7,87	7,87	(m)

I valori di N_c , N_q e N_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$N_q = \text{tg}^2(45 + \phi/2) e^{(\pi \text{tg}(\phi))}$	(1 in cond. nd)	8,66		(-)
$N_c = (N_q - 1) / \text{tg}(\phi)$	($2 + \pi$ in cond. nd)	18,05		(-)
$N_\gamma = 2 * (N_q + 1) * \text{tg}(\phi)$	(0 in cond. nd)	8,20		(-)

I valori di i_c , i_q e i_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$i_q = (1 - T / (N + B^* c' \cot \phi))^m$	(1 in cond. nd)	0,39	0,39	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$		0,31	0,31	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B^* c' \cot \phi))^{m+1}$		0,25	0,25	(-)

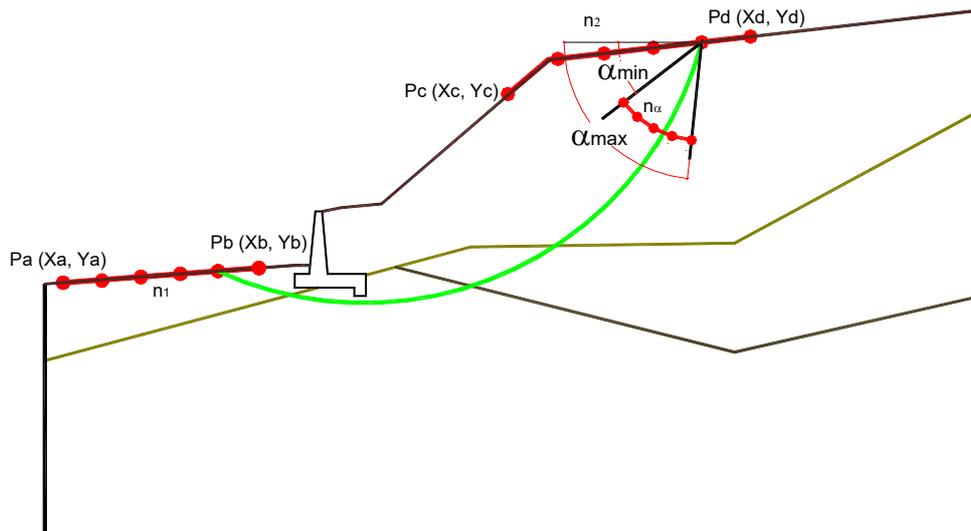
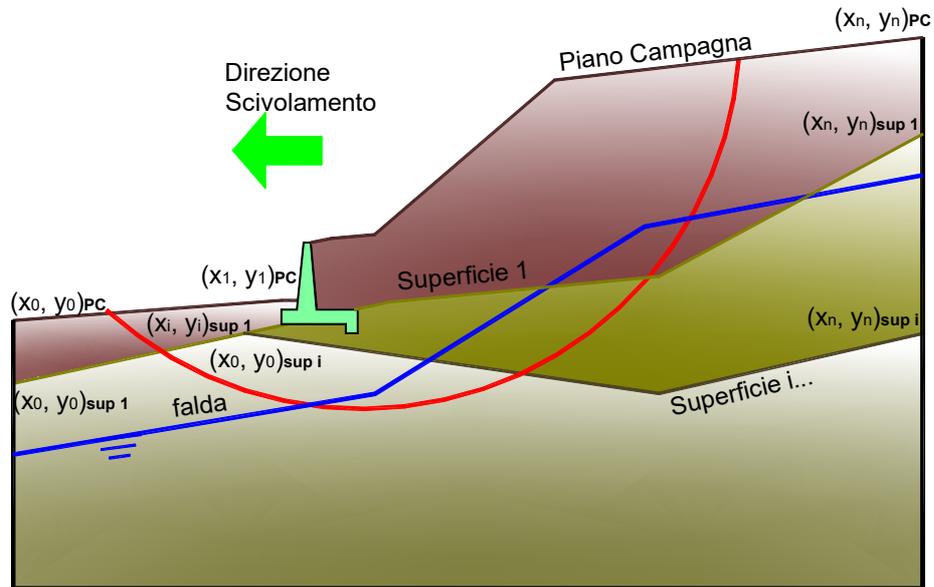
(fondazione nastriforme $m = 2$)

q_{lim}	(carico limite unitario)	235,24	235,24	(kN/m ²)
-----------	--------------------------	--------	--------	----------------------

FS carico limite	$F = q_{lim} * B^* / N$	Nmin	1,47	>	
		Nmax	1,47	>	1

VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE

	γ [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kPa]	Descrizione
materiale 1	19	23,00	20	fondazione
materiale 2	19	35,00	0	terrapieno



RELAZIONE DI CALCOLO

Limiti ricerca superfici

Xa	75
Xb	90
n1	10

Xc	120
Xd	135
n2	10

alfa min	40
alfa max	70
n alfa	10

# superfici massimo	1331
------------------------	------

RISULTATO VERIFICA

Nel seguente tabulato si riportano le superfici più significative

N. superficie	Xc (m)	Yc (m)	R (m)	Xv (m)	Xm (m)	FS (statico)	FS (sismico)
1	101,832	122,032	23,192	90,000	121,500	2,476	1,608
2	101,225	122,411	23,908	88,500	121,500	2,522	1,630
3	100,551	127,316	28,488	87,000	123,000	2,614	1,632
4	99,586	125,087	26,752	85,500	121,500	2,575	1,636
5	102,211	124,333	25,379	90,000	123,000	2,609	1,650
6	99,942	127,792	29,261	85,500	123,000	2,676	1,660
7	100,605	122,799	24,638	87,000	121,500	2,586	1,661
8	101,610	124,754	26,112	88,500	123,000	2,643	1,665
9	102,222	120,428	22,041	90,000	121,500	2,561	1,670
10	98,923	125,551	27,562	84,000	121,500	2,669	1,679
11	101,740	129,268	30,158	88,500	124,500	2,758	1,679
12	100,996	125,184	26,861	87,000	123,000	2,694	1,689
13	101,142	129,787	30,950	87,000	124,500	2,792	1,694
14	101,601	120,772	22,751	88,500	121,500	2,612	1,695
15	99,283	128,306	30,097	84,000	123,000	2,756	1,695
16	99,975	123,192	25,382	85,500	121,500	2,667	1,699
17	102,638	122,500	24,010	90,000	123,000	2,692	1,709
18	100,532	130,317	31,757	85,500	124,500	2,842	1,715
19	100,372	125,621	27,623	85,500	123,000	2,762	1,719
20	97,326	132,095	34,019	81,000	123,000	2,866	1,721
21	102,827	126,415	27,504	90,000	124,500	2,808	1,722
22	98,624	134,471	35,972	82,500	124,500	2,911	1,723
23	102,022	122,885	24,737	88,500	123,000	2,729	1,726
24	100,969	121,123	23,474	87,000	121,500	2,682	1,729
25	98,183	126,069	28,465	82,500	121,500	2,781	1,729
26	102,223	126,887	28,270	88,500	124,500	2,829	1,731
27	98,541	128,886	31,038	82,500	123,000	2,855	1,738
28	102,576	118,972	21,055	90,000	121,500	2,657	1,740
29	99,872	130,891	32,633	84,000	124,500	2,906	1,742

RELAZIONE DI CALCOLO

30	99,304	123,612	26,174	84,000	121,500	2,767	1,746
31	101,608	127,368	29,050	87,000	124,500	2,868	1,747
32	101,395	123,277	25,477	87,000	123,000	2,786	1,752
33	97,874	135,195	37,015	81,000	124,500	2,996	1,757
34	99,704	126,089	28,439	84,000	123,000	2,849	1,757
35	96,580	132,744	35,007	79,500	123,000	2,969	1,763
36	96,274	129,451	32,012	79,500	121,500	2,916	1,764
37	101,943	119,281	21,759	88,500	121,500	2,713	1,767
38	100,327	121,478	24,208	85,500	121,500	2,769	1,770
39	100,983	127,856	29,844	85,500	124,500	2,922	1,770
40	100,014	139,498	40,427	84,000	126,000	3,108	1,770
41	103,023	120,850	22,841	90,000	123,000	2,785	1,775
42	99,123	131,542	33,624	82,500	124,500	2,991	1,776
43	102,425	133,811	34,568	88,500	126,000	3,068	1,777
44	103,011	133,183	33,709	90,000	126,000	3,067	1,777
45	103,270	124,348	25,917	90,000	124,500	2,888	1,779
46	97,441	126,589	29,371	81,000	121,500	2,899	1,780
47	97,797	129,468	31,983	81,000	123,000	2,959	1,781
48	101,827	134,452	35,445	87,000	126,000	3,084	1,782
49	100,758	123,675	26,227	85,500	123,000	2,859	1,785
50	102,651	124,781	26,673	88,500	124,500	2,912	1,789
51	97,121	135,922	38,061	79,500	124,500	3,087	1,792
52	99,251	140,407	41,613	82,500	126,000	3,169	1,792
53	101,218	135,105	36,337	85,500	126,000	3,113	1,794
54	102,394	121,199	23,560	88,500	123,000	2,827	1,795
55	98,563	124,075	27,047	82,500	121,500	2,886	1,799
56	100,312	128,380	30,695	84,000	124,500	2,993	1,800
57	98,961	126,609	29,346	82,500	123,000	2,953	1,802
58	101,301	119,594	22,474	87,000	121,500	2,789	1,804
59	95,831	133,395	35,999	78,000	123,000	3,078	1,806
60	102,021	125,222	27,441	87,000	124,500	2,955	1,808
61	100,553	135,818	37,312	84,000	126,000	3,163	1,812
62	98,373	132,195	34,619	81,000	124,500	3,082	1,812
63	95,528	130,034	32,959	78,000	121,500	3,037	1,813
64	98,486	141,319	42,804	81,000	126,000	3,235	1,816
65	102,901	117,637	20,206	90,000	121,500	2,765	1,818
66	99,649	121,855	24,984	84,000	121,500	2,877	1,820
67	103,541	130,217	31,221	90,000	126,000	3,121	1,821
68	102,935	130,803	32,065	88,500	126,000	3,123	1,821
69	101,755	121,553	24,291	87,000	123,000	2,889	1,823
70	97,050	130,052	32,932	79,500	123,000	3,068	1,825

RELAZIONE DI CALCOLO

71	100,082	124,098	27,025	84,000	123,000	2,952	1,826
72	96,367	136,650	39,110	78,000	124,500	3,183	1,828
73	102,318	131,399	32,923	87,000	126,000	3,143	1,828
74	96,695	127,110	30,281	79,500	121,500	3,022	1,831
75	101,383	125,669	28,220	85,500	124,500	3,015	1,833
76	99,790	136,636	38,431	82,500	126,000	3,228	1,836
77	93,628	142,588	45,267	76,500	124,500	3,275	1,836
78	99,563	128,965	31,645	82,500	124,500	3,083	1,837
79	101,692	132,004	33,793	85,500	126,000	3,176	1,840
80	97,719	142,233	43,997	79,500	126,000	3,308	1,842
81	103,666	122,501	24,567	90,000	124,500	2,980	1,844
82	98,215	127,131	30,256	81,000	123,000	3,063	1,848
83	102,258	117,910	20,904	88,500	121,500	2,827	1,848
84	100,649	119,912	23,198	85,500	121,500	2,884	1,849
85	97,620	132,849	35,617	79,500	124,500	3,178	1,849
86	103,373	119,350	21,837	90,000	123,000	2,891	1,850
87	97,820	124,539	27,923	81,000	121,500	3,010	1,852
88	103,034	122,896	25,313	88,500	124,500	3,007	1,855
89	101,107	121,912	25,031	85,500	123,000	2,968	1,859
90	101,016	132,656	34,731	84,000	126,000	3,230	1,860
91	99,025	137,456	39,552	81,000	126,000	3,299	1,861
92	100,704	126,144	29,049	84,000	124,500	3,091	1,865
93	96,951	143,149	45,193	78,000	126,000	3,386	1,868
94	96,300	130,637	33,883	78,000	123,000	3,182	1,870
95	104,000	127,653	29,150	90,000	126,000	3,188	1,871
96	102,733	119,662	22,550	88,500	123,000	2,937	1,871
97	103,377	128,196	29,976	88,500	126,000	3,192	1,872
98	99,338	124,562	27,902	82,500	123,000	3,063	1,874
99	98,812	129,552	32,599	81,000	124,500	3,179	1,875
100	93,920	135,056	38,531	76,500	123,000	3,267	1,875
101	102,392	123,297	26,069	87,000	124,500	3,055	1,876
102	98,908	122,265	25,831	82,500	121,500	3,003	1,876
103	102,744	128,745	30,814	87,000	126,000	3,215	1,880
104	95,948	127,634	31,193	78,000	121,500	3,149	1,883
105	100,254	133,392	35,792	82,500	126,000	3,300	1,886
106	96,865	133,505	36,617	78,000	124,500	3,279	1,887
107	101,606	118,187	21,612	87,000	121,500	2,910	1,888
108	94,361	138,587	41,898	76,500	124,500	3,357	1,888
109	98,259	138,278	40,676	79,500	126,000	3,377	1,889
110	93,722	131,445	35,251	76,500	121,500	3,248	1,893
111	102,104	129,301	31,662	85,500	126,000	3,251	1,894

RELAZIONE DI CALCOLO

112	97,468	127,655	31,169	79,500	123,000	3,178	1,894
113	99,965	120,246	23,960	84,000	121,500	2,999	1,902
114	102,084	119,978	23,271	87,000	123,000	3,004	1,902
115	100,424	122,291	25,812	84,000	123,000	3,068	1,903
116	101,743	123,702	26,834	85,500	124,500	3,120	1,904
117	99,955	126,669	29,964	82,500	124,500	3,187	1,904
118	103,201	116,403	19,474	90,000	121,500	2,887	1,906
119	97,074	125,005	28,802	79,500	121,500	3,140	1,906
120	94,724	145,803	48,657	76,500	126,000	3,527	1,913
121	98,059	130,141	33,554	79,500	124,500	3,280	1,914
122	99,489	134,130	36,854	81,000	126,000	3,377	1,914
123	101,420	129,896	32,568	84,000	126,000	3,311	1,916
124	104,024	120,833	23,412	90,000	124,500	3,085	1,916
125	97,491	139,102	41,802	78,000	126,000	3,460	1,917
126	98,592	125,028	28,781	81,000	123,000	3,179	1,922
127	104,403	125,403	27,407	90,000	126,000	3,268	1,929
128	103,380	121,189	24,147	88,500	124,500	3,115	1,930
129	103,766	125,901	28,216	88,500	126,000	3,273	1,930
130	98,164	122,677	26,681	81,000	121,500	3,134	1,932
131	103,694	117,972	20,974	90,000	123,000	3,010	1,933
132	100,946	118,467	22,329	85,500	121,500	3,012	1,936
133	103,078	136,682	37,994	87,000	127,500	3,542	1,937
134	101,058	124,131	27,643	84,000	124,500	3,202	1,938
135	94,511	132,035	36,154	76,500	123,000	3,369	1,938
136	102,549	116,640	20,167	88,500	121,500	2,954	1,939
137	103,693	135,948	37,036	88,500	127,500	3,548	1,940
138	103,121	126,405	29,034	87,000	126,000	3,299	1,940
139	101,427	120,299	24,002	85,500	123,000	3,090	1,941
140	96,718	128,180	32,084	78,000	123,000	3,298	1,941
141	102,455	137,424	38,964	85,500	127,500	3,558	1,941
142	98,724	134,870	37,918	79,500	126,000	3,459	1,943
143	100,659	130,558	33,578	82,500	126,000	3,386	1,944
144	99,204	127,195	30,881	81,000	124,500	3,288	1,944
145	94,995	135,131	39,095	76,500	124,500	3,451	1,947
146	104,300	135,226	36,093	90,000	127,500	3,569	1,948
147	101,776	138,233	40,019	84,000	127,500	3,592	1,952
148	102,729	121,550	24,892	87,000	124,500	3,167	1,952
149	99,681	122,703	26,662	82,500	123,000	3,185	1,953
150	97,304	130,730	34,512	78,000	124,500	3,387	1,954
151	102,469	126,914	29,861	85,500	126,000	3,340	1,955
152	103,044	118,248	21,679	88,500	123,000	3,061	1,957

RELAZIONE DI CALCOLO

153	96,327	125,472	29,684	78,000	121,500	3,273	1,960
154	99,223	120,607	24,785	82,500	121,500	3,132	1,961
155	95,436	141,305	44,815	76,500	126,000	3,600	1,961
156	94,250	128,823	33,267	76,500	121,500	3,359	1,961
157	100,999	139,159	41,228	82,500	127,500	3,641	1,967
158	97,845	125,496	29,663	79,500	123,000	3,300	1,971
159	97,957	135,610	38,984	78,000	126,000	3,547	1,973
160	99,895	131,222	34,589	81,000	126,000	3,467	1,973
161	103,524	133,288	35,156	87,000	127,500	3,591	1,980
162	100,308	124,599	28,526	82,500	124,500	3,304	1,980
163	101,778	127,454	30,738	84,000	126,000	3,405	1,980
164	104,156	132,610	34,229	88,500	127,500	3,595	1,982
165	101,889	116,880	20,869	87,000	121,500	3,044	1,982
166	102,070	121,915	25,645	85,500	124,500	3,238	1,982
167	100,221	140,086	42,439	81,000	127,500	3,697	1,985
168	102,885	133,973	36,093	85,500	127,500	3,610	1,985
169	98,451	127,722	31,800	79,500	124,500	3,395	1,986
170	100,739	120,634	24,768	84,000	123,000	3,197	1,989
171	97,419	123,091	27,534	79,500	121,500	3,270	1,989
172	104,781	131,940	33,313	90,000	127,500	3,616	1,990
173	102,387	118,527	22,393	87,000	123,000	3,134	1,991
174	100,256	118,760	23,078	84,000	121,500	3,135	1,993
175	104,761	123,401	25,927	90,000	126,000	3,361	1,995
176	104,113	123,855	26,720	88,500	126,000	3,368	1,997
177	102,197	134,710	37,101	84,000	127,500	3,648	1,997
178	104,350	119,310	22,419	90,000	124,500	3,204	1,998
179	99,131	131,886	35,602	79,500	126,000	3,555	2,004
180	99,442	141,015	43,651	79,500	127,500	3,760	2,004
181	98,935	123,116	27,515	81,000	123,000	3,308	2,004
182	103,457	124,314	27,520	87,000	126,000	3,398	2,008
183	95,034	129,359	34,140	76,500	123,000	3,483	2,009
184	101,017	128,048	31,704	82,500	126,000	3,485	2,010
185	103,697	119,629	23,145	88,500	124,500	3,237	2,013
186	95,550	132,101	36,738	76,500	124,500	3,557	2,013
187	101,422	135,542	38,237	82,500	127,500	3,702	2,014
188	96,046	137,456	41,641	76,500	126,000	3,687	2,017
189	101,379	122,299	26,435	84,000	124,500	3,326	2,020
190	97,095	125,964	30,547	78,000	123,000	3,426	2,020
191	98,480	120,970	25,612	81,000	121,500	3,271	2,021
192	99,557	125,068	29,412	81,000	124,500	3,411	2,022
193	98,662	141,944	44,864	78,000	127,500	3,828	2,025

RELAZIONE DI CALCOLO

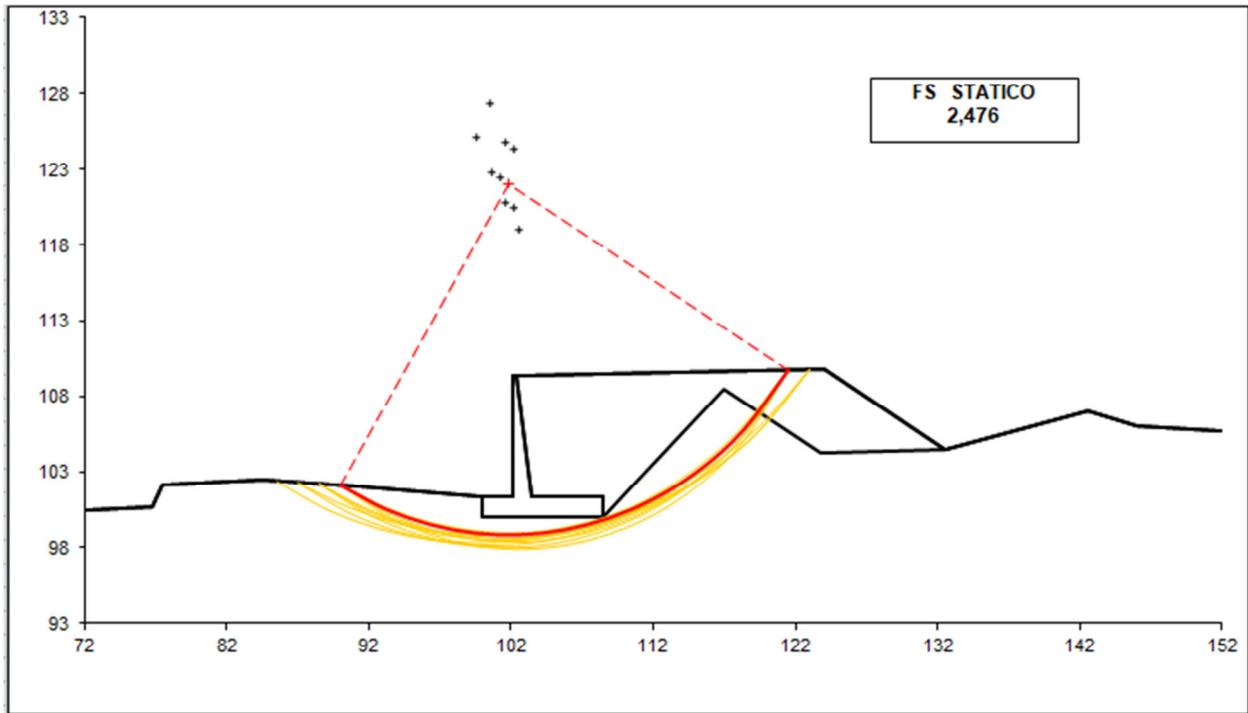
194	102,796	124,777	28,327	85,500	126,000	3,443	2,025
195	103,991	116,695	20,229	90,000	123,000	3,144	2,026
196	97,696	128,250	32,721	78,000	124,500	3,507	2,028
197	103,908	130,359	32,796	87,000	127,500	3,656	2,030
198	104,555	129,735	31,898	88,500	127,500	3,658	2,032
199	101,723	118,809	23,115	85,500	123,000	3,227	2,033
200	100,646	136,374	39,375	81,000	127,500	3,763	2,034
201	101,223	117,122	21,579	85,500	121,500	3,155	2,034
202	98,365	132,552	36,616	78,000	126,000	3,647	2,036
203	103,257	130,988	33,702	85,500	127,500	3,678	2,037
204	103,037	119,951	23,880	87,000	124,500	3,294	2,037
205	94,722	126,475	31,576	76,500	121,500	3,482	2,038
206	105,194	129,117	31,009	90,000	127,500	3,679	2,040
207	100,255	128,644	32,671	81,000	126,000	3,571	2,041
208	99,995	120,997	25,595	82,500	123,000	3,321	2,042
209	96,671	123,505	28,388	78,000	121,500	3,411	2,046

#strisce
30

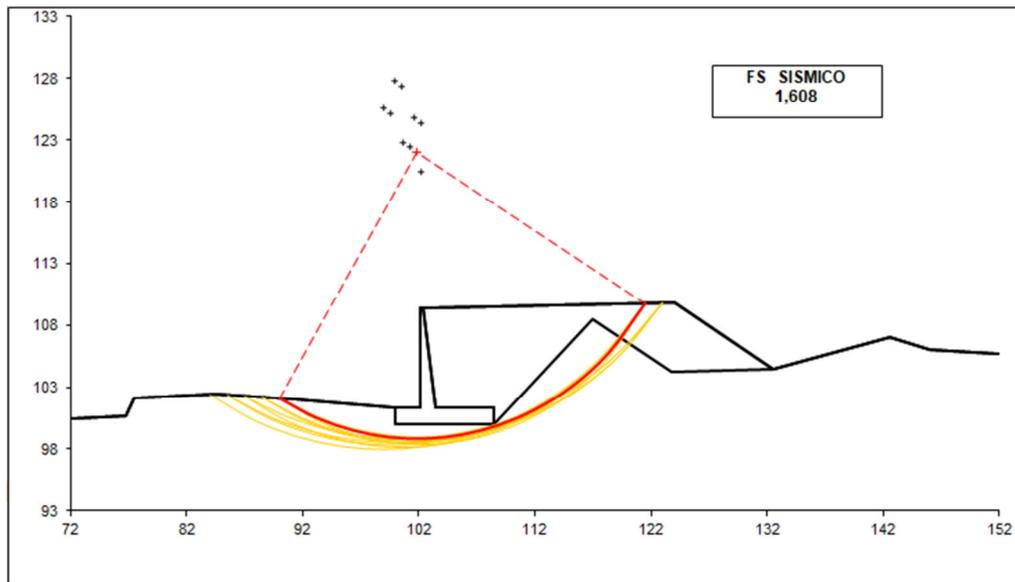
# Superfici Calcolate	FS Bishop	
983	STATICO	2,476
	SISMICO	1,608

Condizione statica

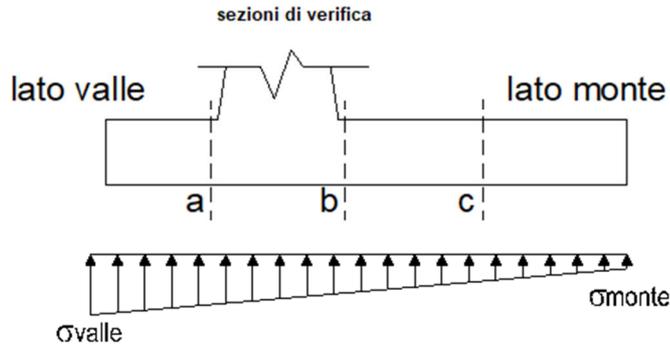
RELAZIONE DI CALCOLO



Condizione sismica



7.6.2 Verifiche strutturali

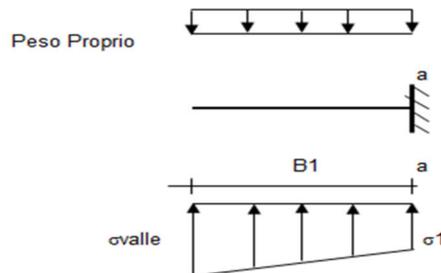


Reazioni del terreno

caso	N	M	σ_{valle}	σ_{monte}
	[kN]	[kNm]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
statico	1383,19	-298,98	137,90	187,56
	1383,19	-298,98	137,90	187,56
sisma+	1478,99	265,53	196,05	151,95
	1478,99	265,53	196,05	151,95
sisma-	1257,98	398,05	181,05	114,94
	1257,98	398,05	181,05	114,94

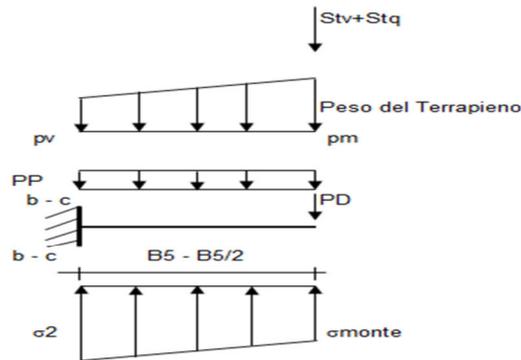
Mensola lato valle

caso	σ_{valle}	σ_1	Ma	Va
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN]
statico	137,90	150,17	241,42	234,22
	137,90	150,17	241,42	234,22
sisma+	196,05	185,15	346,66	320,35
	196,05	185,15	352,62	320,35
sisma-	181,05	164,72	321,51	280,15
	181,05	164,72	315,55	280,15

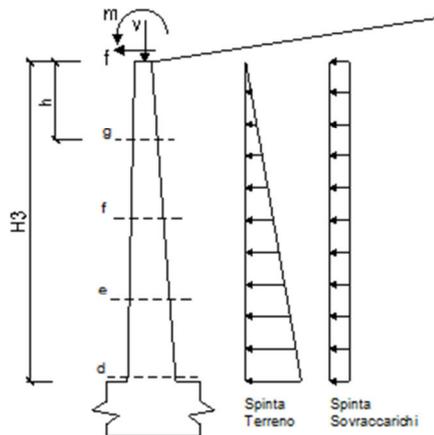


Mensola lato monte

caso	σ_{monte}	σ_{2b}	M_b	V_b	σ_{2c}	M_c	V_c
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN]
statico	187,56	158,22	-703,47	-183,82	172,89	-311,40	-134,68
	187,56	158,22	-1043,81	-319,38	172,89	-396,48	-202,47
sisma+	151,95	178,00	-1067,95	-291,82	164,97	-420,03	-218,52
	151,95	178,00	-1067,95	-291,82	164,97	-420,03	-218,52
sisma-	114,94	153,99	-1035,47	-279,08	134,47	-404,98	-214,72
	114,94	153,99	-1035,47	-279,08	134,47	-404,98	-214,72



Calcolo sollecitazioni paramento verticale del muro



condizione statica

sezione	h	Mt	Mq	M _{ext}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	8,00	505,38	199,49	112,50	817,38	0,00	167,90	167,90

RELAZIONE DI CALCOLO

e-e	6,00	213,21	112,22	87,50	412,92	0,00	105,69	105,69
f-f	4,00	63,17	49,87	62,50	175,55	0,00	56,98	56,98
g-g	2,00	7,90	12,47	37,50	57,87	0,00	21,74	21,74

sezione	h	Vt	Vq	V _{ext}	V _{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	8,00	189,52	49,87	12,50	251,89
e-e	6,00	106,60	37,41	12,50	156,51
f-f	4,00	47,38	24,94	12,50	84,82
g-g	2,00	11,84	12,47	12,50	36,81

condizione sismica +

sezione	h	M _{t stat}	M _{t sism}	M _q	M _{ext}	M _{inerzia}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp+inerzia}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	8,00	374,36	211,87	0,00	0,00	87,77	674,00	0,00	181,86	181,86
e-e	6,00	157,93	89,38	0,00	0,00	42,64	289,96	0,00	114,48	114,48
f-f	4,00	46,79	26,48	0,00	0,00	15,96	89,24	0,00	61,71	61,71
g-g	2,00	5,85	3,31	0,00	0,00	3,24	12,40	0,00	23,55	23,55

sezione	h	V _{t stat}	V _{t sism}	V _q	V _{ext}	V _{inerzia}	V _{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	8,00	140,38	79,45	0,00	0,00	27,93	247,76
e-e	6,00	78,97	44,69	0,00	0,00	17,58	141,24
f-f	4,00	35,10	19,86	0,00	0,00	9,48	64,44
g-g	2,00	8,77	4,97	0,00	0,00	3,62	17,36

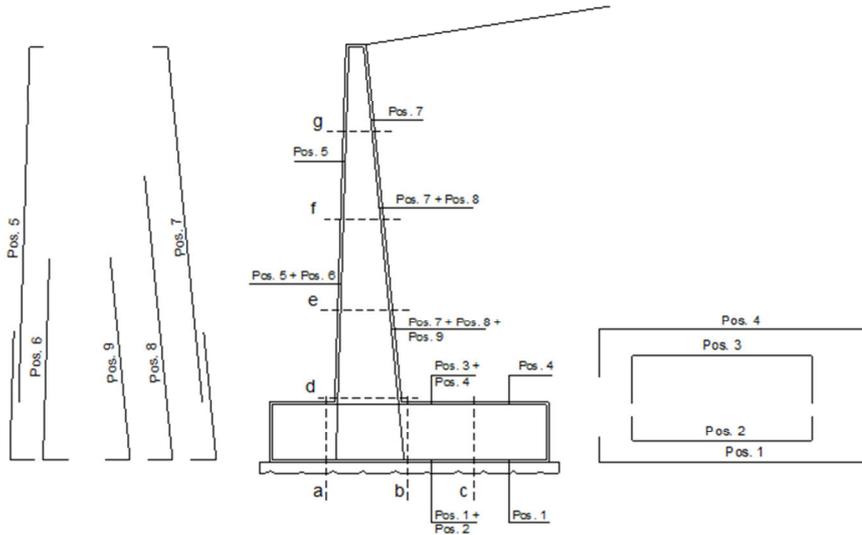
condizione sismica -

sezione	h	M _{t stat}	M _{t sism}	M _q	M _{ext}	M _{inerzia}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp+inerzia}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	8,00	374,36	151,60	0,00	0,00	87,77	613,74	0,00	153,94	153,94
e-e	6,00	157,93	63,96	0,00	0,00	42,64	264,53	0,00	96,90	96,90
f-f	4,00	46,79	18,95	0,00	0,00	15,96	81,71	0,00	52,24	52,24
g-g	2,00	5,85	2,37	0,00	0,00	3,24	11,46	0,00	19,94	19,94

sezione	h	V _{t stat}	V _{t sism}	V _q	V _{ext}	V _{inerzia}	V _{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	8,00	140,38	56,85	0,00	0,00	27,93	225,16
e-e	6,00	78,97	31,98	0,00	0,00	17,58	128,52
f-f	4,00	35,10	14,21	0,00	0,00	9,48	58,79
g-g	2,00	8,77	3,55	0,00	0,00	3,62	15,94

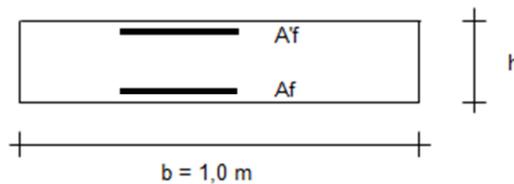
SCHEMA DELLE ARMATURE

RELAZIONE DI CALCOLO



pos	n°/ml	φ	Il strato	pos	n°/ml	φ	Il strato
1	5,0	20		5	5,0	20	
2	0,0	0	<input type="checkbox"/>	6	0,0	0	<input type="checkbox"/>
3	6,0	20	<input type="checkbox"/>	7	5,0	20	
4	6,0	20		8	0,0	0	<input type="checkbox"/>
				9	3,0	20	<input type="checkbox"/>

VERIFICA



Sez.	M	N	h	Af	A'f	Mu
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(kNm)
a - a	352,62	0,00	1,30	15,71	37,70	750,47
b - b	-1067,95	0,00	1,30	37,70	15,71	1762,45
c - c	-420,03	0,00	1,30	18,85	15,71	895,26
d - d	817,38	167,90	1,38	25,13	15,71	1368,41
e - e	412,92	105,69	1,11	25,13	15,71	1049,83
f - f	175,55	56,98	0,84	15,71	15,71	487,72
g - g	57,87	21,74	0,57	15,71	15,71	306,20

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

VERIFICA A TAGLIO

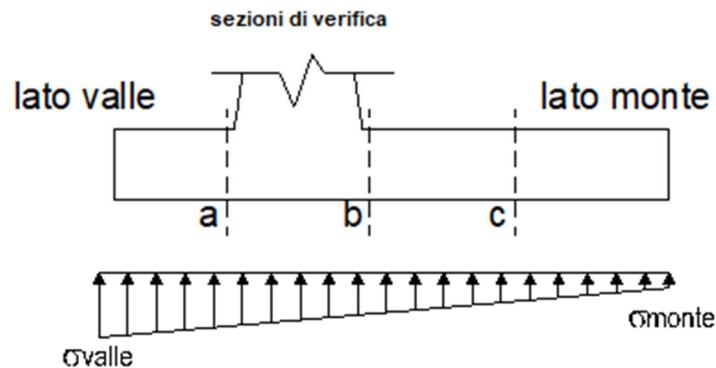
RELAZIONE DI CALCOLO

Sez.	V_{Ed}	h	V_{rd}
(-)	(kN)	(m)	(kN)
a - a	320,35	1,30	406,87
b - b	319,38	1,30	444,85
c - c	218,52	1,30	406,87
d - d	251,89	1,38	451,23
e - e	156,51	1,11	372,14
f - f	84,82	0,84	292,75
g - g	36,81	0,57	215,85

VERIFICA A FESSURAZIONE

Calcolo sollecitazione soletta di fondazione

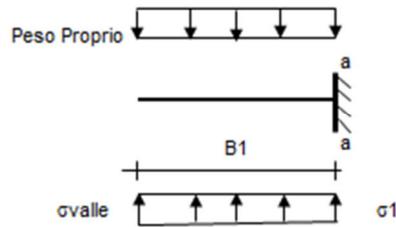
caso	N	M	σ_{valle}	σ_{monte}
	[kN]	[kNm]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
Freq.	1352,20	-439,46	122,59	195,58
	1352,20	-439,46	122,59	195,58
Q.P.	1335,79	-567,56	110,02	204,28
	1335,79	-567,56	110,02	204,28



Mensola lato valle

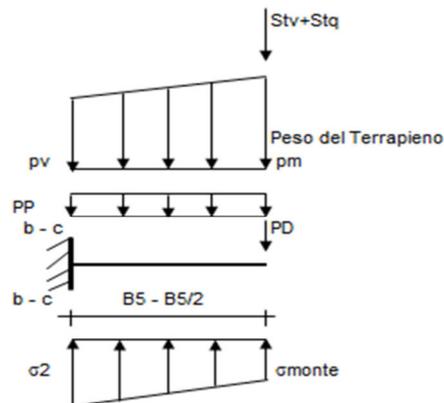
caso	σ_{valle}	σ_1	Ma
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]
Freq.	122,59	140,62	211,90
	122,59	140,62	211,90
Q.P.	110,02	133,31	188,05
	110,02	133,31	188,05

RELAZIONE DI CALCOLO



Mensola lato monte

caso	σ_{monte}	σ_{2b}	M_b	σ_{2c}	M_c
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN/m ²]	[kNm]
Freq.	195,58	152,46	-504,67	174,02	-215,55
	195,58	152,46	-756,77	174,02	-278,58
Q.P.	204,28	148,60	-365,32	176,44	-153,52
	204,28	148,60	-365,32	176,44	-153,52



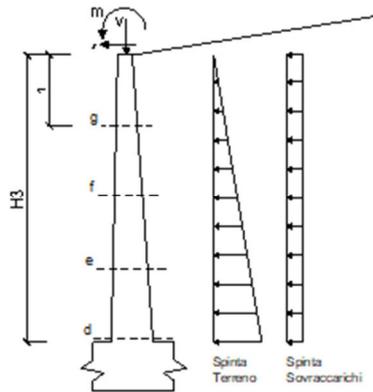
Azioni sul parameno verticale

condizione Frequente

sezione	h	Mt	Mq	M _{ext}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	8,00	374,36	147,77	112,50	634,63	0,00	167,90	167,90
e-e	6,00	157,93	83,12	87,50	328,56	0,00	105,69	105,69
f-f	4,00	46,79	36,94	62,50	146,24	0,00	56,98	56,98
g-g	2,00	5,85	9,24	37,50	52,59	0,00	21,74	21,74

condizione Quasi Permanente

sezione	h	Mt	Mq	M _{ext}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	8,00	374,36	0,00	0,00	374,36	0,00	167,90	167,90
e-e	6,00	157,93	0,00	0,00	157,93	0,00	105,69	105,69
f-f	4,00	46,79	0,00	0,00	46,79	0,00	56,98	56,98
g-g	2,00	5,85	0,00	0,00	5,85	0,00	21,74	21,74



Verifica

RELAZIONE DI CALCOLO

condizione Frequente

Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ^c	σ^f	wk	w _{amm}
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(mm)	(mm)
a - a	211,90	0,00	1,30	15,71	37,70	1,37	114,75	0,168	0,200
b - b	-756,77	0,00	1,30	37,70	15,71	3,86	176,05	0,179	0,200
c - c	-278,58	0,00	1,30	18,85	15,71	1,86	126,83	0,165	0,200
d - d	634,63	167,90	1,38	25,13	15,71	3,53	174,68	0,193	0,200
e - e	328,56	105,69	1,11	25,13	15,71	2,62	115,41	0,127	0,200
f - f	146,24	56,98	0,84	15,71	15,71	2,22	111,55	0,163	0,200
g - g	52,59	21,74	0,57	15,71	15,71	1,57	65,58	0,092	0,200

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

condizione Quasi Permanente

Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ^c	σ^f	wk	w _{amm}
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(mm)	(mm)
a - a	188,05	0,00	1,30	15,71	37,70	1,21	101,83	0,149	0,200
b - b	-365,32	0,00	1,30	37,70	15,71	1,86	84,98	0,077	0,200
c - c	-153,52	0,00	1,30	18,85	15,71	1,02	69,89	0,091	0,200
d - d	374,36	167,90	1,38	25,13	15,71	2,10	91,04	0,101	0,200
e - e	157,93	105,69	1,11	25,13	15,71	1,28	46,00	0,051	0,200
f - f	46,79	56,98	0,84	15,71	15,71	0,71	24,70	0,036	0,200
g - g	5,85	21,74	0,57	15,71	15,71	0,17	2,28	0,003	0,200

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

7.6.3 Verifiche tensionali

Condizione Statica

Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ^c	σ^f
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)
a - a	211,90	0,00	1,30	15,71	37,70	1,37	114,75
b - b	-756,77	0,00	1,30	37,70	15,71	3,86	176,05
c - c	-278,58	0,00	1,30	18,85	15,71	1,86	126,83
d - d	634,63	167,90	1,38	25,13	15,71	3,53	174,68
e - e	328,56	105,69	1,11	25,13	15,71	2,62	115,41
f - f	146,24	56,98	0,84	15,71	15,71	2,22	111,55
g - g	52,59	21,74	0,57	15,71	15,71	1,57	65,58

7.7 RISULTATI VERIFICHE MURO H=7.00M

7.7.1 Verifiche geotecniche

FORZE VERTICALI

		SLE	STR/GEO	EQU
- Peso del Muro (Pm)				
Pm1 =	$(B2 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})/2$	(kN/m)	0,00	0,00
Pm2 =	$(B3 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	52,50	52,50
Pm3 =	$(B4 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})/2$	(kN/m)	81,90	81,90
Pm4 =	$(B \cdot H2 \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	207,00	207,00
Pm5 =	$(Bd \cdot Hd \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	0,00	0,00
Pm =	Pm1 + Pm2 + Pm3 + Pm4 + Pm5	(kN/m)	341,40	341,40
- Peso del terreno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro (Pt)				
Pt1 =	$(B5 \cdot H3 \cdot \gamma')$	(kN/m)	513,91	513,91
Pt2 =	$(0,5 \cdot (B4+B5) \cdot H4 \cdot \gamma')$	(kN/m)	3,82	3,82
Pt3 =	$(B4 \cdot H3 \cdot \gamma')/2$	(kN/m)	62,24	62,24
Sovr =	$q_p \cdot (B4+B5)$	(kN/m)	0,00	0,00
Pt =	Pt1 + Pt2 + Pt3 + Sovr	(kN/m)	579,98	579,98
- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro				
Sovr acc. Stat	$q \cdot (B4+B5)$	(kN/m)	0	0
Sovr acc. Sism	$q_s \cdot (B4+B5)$	(kN/m)	0	0

MOMENTI DELLE FORZE VERT. RISPETTO AL PIEDE DI VALLE DEL MURO

		SLE	STR/GEO	EQU
- Muro (Mm)				
Mm1 =	$Pm1 \cdot (B1+2/3 B2)$	(kNm/m)	0,00	0,00
Mm2 =	$Pm2 \cdot (B1+B2+0,5 \cdot B3)$	(kNm/m)	118,13	118,13
Mm3 =	$Pm3 \cdot (B1+B2+B3+1/3 B4)$	(kNm/m)	222,11	222,11
Mm4 =	$Pm4 \cdot (B/2)$	(kNm/m)	745,20	745,20
Mm5 =	$Pm5 \cdot (B - Bd/2)$	(kNm/m)	0,00	0,00
Mm =	Mm1 + Mm2 + Mm3 + Mm4 + Mm5	(kNm/m)	1085,44	1085,44
- Terrapieno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro				
Mt1 =	$Pt1 \cdot (B1+B2+B3+B4+0,5 \cdot B5)$	(kNm/m)	2707,29	2707,29
Mt2 =	$Pt2 \cdot (B1+B2+B3+2/3 \cdot (B4+B5))$	(kNm/m)	21,40	21,40
Mt3 =	$Pt3 \cdot (B1+B2+B3+2/3 \cdot B4)$	(kNm/m)	188,23	188,23
Msovr =	$Sovr \cdot (B1+B2+B3+1/2 \cdot (B4+B5))$	(kNm/m)	0,00	0,00
Mt =	Mt1 + Mt2 + Mt3 + Msovr	(kNm/m)	2916,91	2916,91
- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro				
Sovr acc. Stat	$q \cdot (B1+B2+B3+1/2 \cdot (B4+B5))$	(kNm/m)	0	0
Sovr acc. Sism	$q_s \cdot (B1+B2+B3+1/2 \cdot (B4+B5))$	(kNm/m)	0	0

INERZIA DEL MURO E DEL TERRAPIENO

- Inerzia orizzontale e verticale del muro (Ps)				
Ps h =	$Pm \cdot kh$	(kN/m)		56,78
Ps v =	$Pm \cdot kv$	(kN/m)		28,39
- Inerzia orizzontale e verticale del terrapieno a tergo del muro (Pts)				
Ptsh =	$Pt \cdot kh$	(kN/m)		96,46
Ptsv =	$Pt \cdot kv$	(kN/m)		48,23

- Incremento orizzontale di momento dovuto all'inerzia del muro (MPs h)

MPs1 h=	$kh \cdot Pm1 \cdot (H2 + H3/3)$	(kNm/m)	0,00
MPs2 h=	$kh \cdot Pm2 \cdot (H2 + H3/2)$	(kNm/m)	40,60
MPs3 h=	$kh \cdot Pm3 \cdot (H2 + H3/3)$	(kNm/m)	47,45
MPs4 h=	$kh \cdot Pm4 \cdot (H2/2)$	(kNm/m)	19,80
MPs5 h=	$-kh \cdot Pm5 \cdot (Hd/2)$	(kNm/m)	0,00
MPs h=	$MPs1 + MPs2 + MPs3 + MPs4 + MPs5$	(kNm/m)	107,85

- Incremento verticale di momento dovuto all'inerzia del muro (MPs v)

MPs1 v=	$kv \cdot Pm1 \cdot (B1 + 2/3 \cdot B2)$	(kNm/m)	0,00
MPs2 v=	$kv \cdot Pm2 \cdot (B1 + B2 + B3/2)$	(kNm/m)	9,82
MPs3 v=	$kv \cdot Pm3 \cdot (B1 + B2 + B3 + B4/3)$	(kNm/m)	18,47
MPs4 v=	$kv \cdot Pm4 \cdot (B/2)$	(kNm/m)	61,97
MPs5 v=	$kv \cdot Pm5 \cdot (B - Bd/2)$	(kNm/m)	0,00
MPs v=	$MPs1 + MPs2 + MPs3 + MPs4 + MPs5$	(kNm/m)	90,27

- Incremento orizzontale di momento dovuto all'inerzia del terrapieno (MPts h)

MPts1 h=	$kh \cdot Pt1 \cdot (H2 + H3/2)$	(kNm/m)	397,46
MPts2 h=	$kh \cdot Pt2 \cdot (H2 + H3 + H4/3)$	(kNm/m)	9,04
MPts3 h=	$kh \cdot Pt3 \cdot (H2 + H3 \cdot 2/3)$	(kNm/m)	60,22
MPts h=	$MPts1 + MPts2 + MPts3$	(kNm/m)	466,72

- Incremento verticale di momento dovuto all'inerzia del terrapieno (MPts v)

MPts1 v=	$kv \cdot Pt1 \cdot ((H2 + H3/2) - (B - B5/2) \cdot 0.5)$	(kNm/m)	225,14
MPts2 v=	$kv \cdot Pt2 \cdot ((H2 + H3 + H4/3) - (B - B5/3) \cdot 0.5)$	(kNm/m)	1,88
MPts3 v=	$kv \cdot Pt3 \cdot ((H2 + H3 \cdot 2/3) - (B1 + B2 + B3 + 2/3 \cdot B4) \cdot 0.5)$	(kNm/m)	19,69
MPts v=	$MPts1 + MPts2 + MPts3$	(kNm/m)	246,71

CONDIZIONE STATICA

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta totale condizione statica

		SLE	STR/GEO	EQU	
St =	$0,5 \cdot \gamma \cdot (H2 + H3 + H4 + Hd) \cdot ka$	(kN/m)	159,29	215,04	220,46
Sq perm =	$q \cdot (H2 + H3 + H4 + Hd) \cdot ka$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Sq acc =	$q \cdot (H2 + H3 + H4 + Hd) \cdot ka$	(kN/m)	40,73	54,98	76,87

- Componente orizzontale condizione statica

Sth =	$St \cdot \cos \delta$	(kN/m)	148,71	200,76	210,19
Sqh perm =	$Sq \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Sqh acc =	$Sq \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	38,02	51,33	73,29

- Componente verticale condizione statica

Stv =	$St \cdot \sin \delta$	(kN/m)	57,08	77,06	66,49
Sqv perm =	$Sq \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Sqv acc =	$Sq \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	14,60	19,70	23,18

- Spinta passiva sul dente

Sp =	$\frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot Hd^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot Hd^2 \cdot kp + (2 \cdot c_1 \cdot kp^{0.5} + \gamma_1 \cdot kp \cdot H2) \cdot Hd$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
------	---	--------	------	------	------

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

			SLE	STR/GEO	EQU
MSt1 =	$Sth * ((H2+H3+H4+Hd)/3-Hd)$	(kNm/m)	408,15	551,00	576,89
MSt2 =	$Stv * B$	(kNm/m)	411,01	554,86	478,73
MSq1 perm=	$Sqh \text{ perm} * ((H2+H3+H4+Hd)/2-Hd)$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MSq1 acc =	$Sqh \text{ acc} * ((H2+H3+H4+Hd)/2-Hd)$	(kNm/m)	156,54	211,32	301,71
MSq2 perm=	$Sqv \text{ perm} * B$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MSq2 acc =	$Sqv \text{ acc} * B$	(kNm/m)	105,09	141,87	166,91
MSp =	$\gamma_1 * Hd^3 * kp / 3 + (2 * c_1 * kp^{0.5} + \gamma_1 * kp * H2) * Hd^2 / 2$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 =	$mp + m$	(kNm/m)	12,50	12,50	18,75
Mfext2 =	$(fp + f) * (H3 + H2)$	(kNm/m)	101,88	101,88	152,81
Mfext3 =	$(vp+v) * (B1 + B2 + B3/2)$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO (STR/GEO)

Risultante forze verticali (N)					
N =	$Pm + Pt + v + Stv + Sqv \text{ perm} + Sqv \text{ acc}$		1018,14	(kN/m)	
Risultante forze orizzontali (T)					
T =	$Sth + Sqh + f$		264,59	(kN/m)	
Coefficiente di attrito alla base (f)					
f =	$tg \phi_1'$		0,42	(-)	
Fs scorr.	$(N * f + Sp) / T$		1,63	>	1

VERIFICA AL RIBALTAMENTO (EQU)

Momento stabilizzante (Ms)					
Ms =	$Mm + Mt + Mfext3$		4247,75	(kNm/m)	
Momento ribaltante (Mr)					
Mr =	$MSt + MSq + Mfext1 + Mfext2 + MSp$		1050,16	(kNm/m)	
Fs ribaltamento	Ms / Mr		4,04	>	1

VERIFICA CARICO LIMITE DELLA FONDAZIONE (STR/GEO)

Risultante forze verticali (N)			Nmin	Nmax	
N =	$Pm + Pt + v + Stv + Sqv (+ Sovr \text{ acc})$		1018,14	1018,14	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)					
T =	$Sth + Sqh + f - Sp$		264,59	264,59	(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)					
MM =	ΣM		3822,38	3822,38	(kNm/m)

Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)

$$M = X_c \cdot N - MM \quad -157,06 \quad -157,06 \quad (\text{kNm/m})$$

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c'N_c i_c + q_0 N_q i_q + 0,5 \gamma_1 B N_\gamma i_\gamma$$

c1'	coesione terreno di fondaz.	0,00		(kPa)
$\phi 1'$	angolo di attrito terreno di fondaz.	23,00		(°)
$\gamma 1$	peso unità di volume terreno fondaz.	19,00		(kN/m ³)
$q_0 = \gamma d H_2'$	sovraccarico stabilizzante	24,70		(kN/m ²)
$e = M / N$	eccentricità	-0,15	-0,15	(m)
$B^* = B - 2e$	larghezza equivalente	6,89	6,89	(m)

I valori di N_c , N_q e N_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$N_q = \text{tg}^2(45 + \phi/2) e^{(\pi \cdot \text{tg}(\phi))}$	(1 in cond. nd)	8,66		(-)
$N_c = (N_q - 1) / \text{tg}(\phi)$	(2+ π in cond. nd)	18,05		(-)
$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \text{tg}(\phi)$	(0 in cond. nd)	8,20		(-)

I valori di i_c , i_q e i_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$i_q = (1 - T / (N + B \cdot c' \cdot \cot \phi))^m$	(1 in cond. nd)	0,55	0,55	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$		0,49	0,49	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B \cdot c' \cdot \cot \phi))^{m+1}$		0,41	0,41	(-)

(fondazione nastriforme $m = 2$)

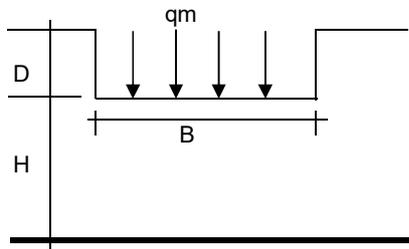
q_{lim}	(carico limite unitario)	334,89	334,89	(kN/m ²)
-----------	--------------------------	--------	--------	----------------------

FS carico limite

$$F = q_{lim} \cdot B^* / N$$

N_{min}	2,27	>	1
N_{max}	2,27	>	

CEDIMENTO DELLA FONDAZIONE



$$\delta = \mu_0 \cdot \mu_1 \cdot q_m \cdot B^* / E \quad (\text{Christian e Carrier, 1976})$$

N	993,06	(kN/m)
M	-264,38	(kNm/m)
$e = M / N$	-0,27	(m)
B^*	6,67	(m)

Profondità Piano di Posa della Fondazione

D	1,30	(m)
D / B^*	0,19	(m)
H_s / B^*	1,80	(m)

RELAZIONE DI CALCOLO

Carico unitario medio (qm)	$qm = N / (B - 2 \cdot e) = N / B^* =$	152,70	(kN/mq)
Coefficiente di forma $\mu_0 = f(D/B)$	$\mu_0 =$	0,953	(-)
Coefficiente di profondità $\mu_1 = f(H/B)$	$\mu_1 =$	0,61	(-)
Cedimento della fondazione	$\delta = \mu_0 \cdot \mu_1 \cdot qm \cdot B^* / E =$	26,34	(mm)

CONDIZIONE SISMICA +

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta condizione sismica +

		SLE	STR/GEO	EQU
Sst1 stat = $0,5 \cdot \gamma \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 \cdot ka$	(kN/m)	159,29	159,29	200,42
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma \cdot (1 + kv) \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 \cdot kas^+ - Sst1 \text{ stat}$	(kN/m)	84,16	84,16	97,86
Ssq1 perm = $qp \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot kas^+$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Ssq1 acc = $qs \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot kas^+$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00

- Componente orizzontale condizione sismica +

Sst1h stat = $Sst1 \text{ stat} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	148,71	148,71	191,08
Sst1h sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	78,57	78,57	93,31
Ssq1h perm = $Ssq1 \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Ssq1h acc = $Ssq1 \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00

- Componente verticale condizione sismica +

Sst1v stat = $Sst1 \text{ stat} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	57,08	57,08	60,45
Sst1v sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	30,16	30,16	29,52
Ssq1v perm = $Ssq1 \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Ssq1v acc = $Ssq1 \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00

- Spinta passiva sul dente

$Sp = \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot (1 + kv) \cdot H_d^2 \cdot kps^+ + (2 \cdot c_1 \cdot kps^{+0.5} + \gamma_1 \cdot (1 + kv) \cdot kps^+ \cdot H_2) \cdot H_d$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
---	--------	------	------	------

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Condizione sismica +

		SLE	STR/GEO	EQU
MSst1 stat = $Sst1h \text{ stat} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + h_d) / 3 - h_d)$	(kNm/m)	408,15	408,15	524,45
MSst1 sism = $Sst1h \text{ sism} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 3 - H_d)$	(kNm/m)	215,65	215,65	256,09
MSst2 stat = $Sst1v \text{ stat} \cdot B$	(kNm/m)	411,01	411,01	435,20
MSst2 sism = $Sst1v \text{ sism} \cdot B$	(kNm/m)	217,16	217,16	212,51
MSsq1 = $Ssq1h \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 2 - H_d)$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MSsq2 = $Ssq1v \cdot B$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MSp = $\gamma_1 \cdot H_d^3 \cdot kps^+ / 3 + (2 \cdot c_1 \cdot kps^{+0.5} + \gamma_1 \cdot kps^+ \cdot H_2) \cdot H_d^2 / 2$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 = $mp + ms$	(kNm/m)	0,00
Mfext2 = $(fp + fs) \cdot (H_3 + H_2)$	(kNm/m)	0,00
Mfext3 = $(vp + vs) \cdot (B_1 + B_2 + B_3 / 2)$	(kNm/m)	0,00

RELAZIONE DI CALCOLO

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO

Risultante forze verticali (N)				
$N = P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv}$		1085,24	(kN/m)	
Risultante forze orizzontali (T)				
$T = S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh}$		380,53	(kN/m)	
Coefficiente di attrito alla base (f)				
$f = \text{tg}\phi_1'$		0,42	(-)	
Fs = (N*f + Sp) / T		1,21	>	1

VERIFICA AL RIBALTAMENTO

Momento stabilizzante (Ms)				
$M_s = M_m + M_t + M_{fext3}$		4002,35	(kNm/m)	
Momento ribaltante (Mr)				
$M_r = M_{Sst} + M_{Ssq} + M_{fext1} + M_{fext2} + M_{Sp} + M_{Ps} + M_{pts}$		370,41	(kNm/m)	
Fr = Ms / Mr		10,81	>	1

VERIFICA A CARICO LIMITE DELLA FONDAZIONE

Risultante forze verticali (N)		Nmin	Nmax	
$N = P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv} + (Sovr\ acc)$		1085,24	1085,24	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
$T = S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh} - Sp$		380,53		(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
$MM = \sum M$		3769,13	3769,13	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)				
$M = X_c * N - MM$		137,75	137,75	(kNm/m)

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c'N_c i_c + q_0 N_q i_q + 0,5 \gamma_1 B N_\gamma i_\gamma$$

c_1'	coesione terreno di fondaz.	0,00	(kN/mq)
ϕ_1'	angolo di attrito terreno di fondaz.	23,00	(°)
γ_1	peso unità di volume terreno fondaz.	19,00	(kN/m ³)
$q_0 = \gamma_d H_2'$	sovraccarico stabilizzante	24,70	(kN/m ²)

RELAZIONE DI CALCOLO

$e = M / N$	eccentricità	0,13	0,13	(m)
$B^* = B - 2e$	larghezza equivalente	6,95	6,95	(m)

I valori di N_c , N_q e N_g sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$N_q = \text{tg}^2(45 + \varphi/2) \cdot e^{(\pi \cdot \text{tg}(\varphi))}$	(1 in cond. nd)	8,66		(-)
$N_c = (N_q - 1) / \text{tg}(\varphi)$	($2 + \pi$ in cond. nd)	18,05		(-)
$N_g = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \text{tg}(\varphi)$	(0 in cond. nd)	8,20		(-)

I valori di i_c , i_q e i_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$i_q = (1 - T / (N + B^* \cdot c \cdot \cotg(\varphi)))^m$	(1 in cond. nd)	0,42	0,42	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$		0,35	0,35	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B^* \cdot c \cdot \cotg(\varphi)))^{m+1}$		0,27	0,27	(-)

(fondazione nastriforme $m = 2$)

q_{lim}	(carico limite unitario)	238,41	238,41	(kN/m ²)
-----------	--------------------------	--------	--------	----------------------

FS carico limite	$F = q_{lim} \cdot B^* / N$	N_{min}	1,53	>	1
		N_{max}	1,53	>	

CONDIZIONE SISMICA -

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta condizione sismica -

		SLE	STR/GEO	EQU
$Sst1_{stat} = 0,5 \cdot \gamma^* \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 \cdot k_a$	(kN/m)	159,29	159,29	200,42
$Sst1_{sism} = 0,5 \cdot \gamma^* \cdot (1 - k_v) \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 \cdot k_{as}^- - Sst1_{stat}$	(kN/m)	60,22	60,22	67,73
$Ssq1_{perm} = q_p \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_{as}^-$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
$Ssq1_{acc} = q_s \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_{as}^-$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00

- Componente orizzontale condizione sismica -

$Sst1h_{stat} = Sst1_{stat} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	148,71	148,71	191,08
$Sst1h_{sism} = Sst1_{sism} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	56,22	56,22	64,58
$Ssq1h_{perm} = Ssq1_{perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
$Ssq1h_{acc} = Ssq1_{acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00

- Componente verticale condizione sismica -

$Sst1v_{stat} = Sst1_{stat} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	57,08	57,08	60,45
$Sst1v_{sism} = Sst1_{sism} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	21,58	21,58	20,43
$Ssq1v_{perm} = Ssq1_{perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
$Ssq1v_{acc} = Ssq1_{acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00

- Spinta passiva sul dente

$Sp = \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot (1 - k_v) \cdot H_d^2 \cdot k_{ps}^- + (2 \cdot c_1 \cdot k_{ps}^{-0.5} + \gamma_1 \cdot (1 - k_v) \cdot k_{ps} \cdot H_2) \cdot H_d$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
--	--------	------	------	------

RELAZIONE DI CALCOLO

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Condizione sismica -

		SLE	STR/GEO	EQU	
MSst1 stat =	$Sst1h \text{ stat} * ((H2+H3+H4+hd)/3-hd)$	(kNm/m)	408,15	408,15	524,45
MSst1 sism=	$Sst1h \text{ sism} * ((H2+H3+H4+Hd)/3-Hd)$	(kNm/m)	154,31	154,31	177,24
MSst2 stat =	$Sst1v \text{ stat} * B$	(kNm/m)	411,01	411,01	435,20
MSst2 sism =	$Sst1v \text{ sism} * B$	(kNm/m)	155,39	155,39	147,08
MSsq1 =	$Ssq1h * ((H2+H3+H4+Hd)/2-Hd)$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MSsq2 =	$Ssq1v * B$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MSp =	$\gamma_1 * Hd^3 * kps^{\dagger} / 3 + (2 * c_1 * kps^{+0.5} + \gamma_1 * kps * H_2) * Hd^2 / 2$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 =	$mp+ms$	(kNm/m)		0,00
Mfext2 =	$(fp+fs) * (H3 + H2)$	(kNm/m)		0,00
Mfext3 =	$(vp+vs) * (B1 + B2 + B3/2)$	(kNm/m)		0,00

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO

Risultante forze verticali (N)

$$N = Pm + Pt + vp + vs + Sst1v + Ssq1v + Ps v + Ptsv \quad 923,42 \quad (\text{kN/m})$$

Risultante forze orizzontali (T)

$$T = Sst1h + Ssq1h + fp + fs + Ps h + Ptsh \quad 358,18 \quad (\text{kN/m})$$

Coefficiente di attrito alla base (f)

$$f = \text{tg}\phi_1' \quad 0,42 \quad (-)$$

$$F_s = (N * f + S_p) / T \quad \mathbf{1,09} \quad > \quad \mathbf{1}$$

VERIFICA AL RIBALTAMENTO

Momento stabilizzante (Ms)

$$M_s = M_m + M_t + M_{fext3} \quad 4584,64^* \quad (\text{kNm/m})$$

Momento ribaltante (Mr)

$$M_r = MSst + MSsq + Mfext1 + Mfext2 + MSp + MP_s + Mpt_s \quad 1613,23^* \quad (\text{kNm/m})$$

$$F_r = M_s / M_r \quad \mathbf{2,84} \quad > \quad \mathbf{1}$$

VERIFICA A CARICO LIMITE DELLA FONDAZIONE

Risultante forze verticali (N)

$$N = Pm + Pt + vp + vs + Sst1v + Ssq1v + Ps v + Ptsv \quad N_{min} \quad N_{max}^* \quad 923,42 \quad 923,42 \quad (\text{kN/m})$$

Risultante forze orizzontali (T)

$$T = Sst1h + Ssq1h + fp + fs + Ps h + Ptsh - S_p \quad 358,18 \quad (\text{kN/m})$$

RELAZIONE DI CALCOLO

Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)

$$MM = \sum M \quad 3094,75 \quad 3094,75 \quad (\text{kNm/m})$$

Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)

$$M = X_c \cdot N - MM \quad 229,56 \quad 229,56 \quad (\text{kNm/m})$$

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c'N_c \cdot i_c + q_0 \cdot N_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot N_\gamma \cdot i_\gamma$$

c'	coesione terreno di fondaz.	0,00		(kN/mq)
φ_1'	angolo di attrito terreno di fondaz.	23,00		(°)
γ_1	peso unità di volume terreno fondaz.	19,00		(kN/m ³)
$q_0 = \gamma_d \cdot H_2'$	sovraccarico stabilizzante	24,70		(kN/m ²)
$e = M / N$	eccentricità	0,25	0,25	(m)
$B^* = B - 2e$	larghezza equivalente	6,70	6,70	(m)

I valori di N_c , N_q e N_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$N_q = \text{tg}^2(45 + \varphi/2) \cdot e^{(\pi \cdot \text{tg}(\varphi))}$	(1 in cond. nd)	8,66		(-)
$N_c = (N_q - 1) / \text{tg}(\varphi)$	(2+ π in cond. nd)	18,05		(-)
$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \text{tg}(\varphi)$	(0 in cond. nd)	8,20		(-)

I valori di i_c , i_q e i_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$i_q = (1 - T / (N + B \cdot c' \cdot \text{cotg}(\varphi)))^m$	(1 in cond. nd)	0,37	0,37	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$		0,29	0,29	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B \cdot c' \cdot \text{cotg}(\varphi)))^{m+1}$		0,23	0,23	(-)

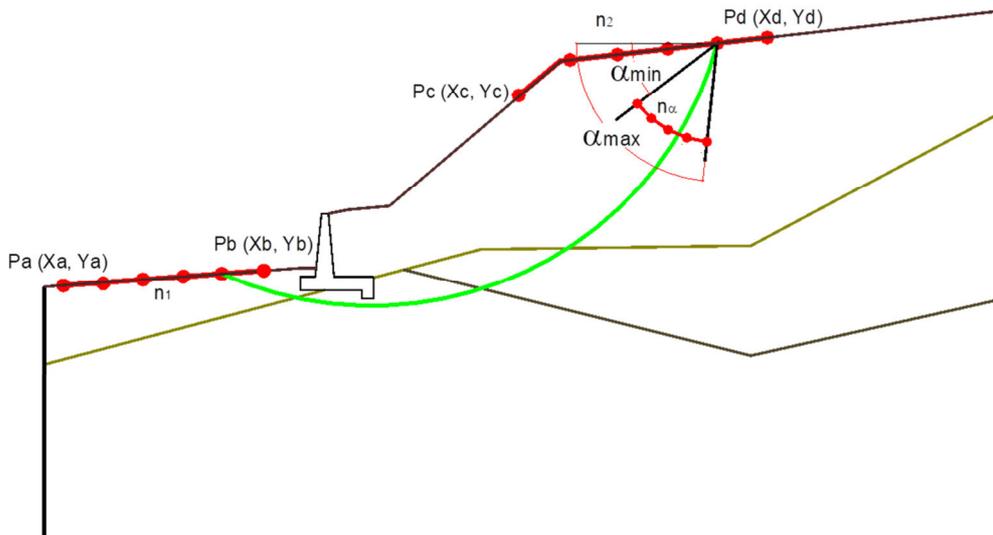
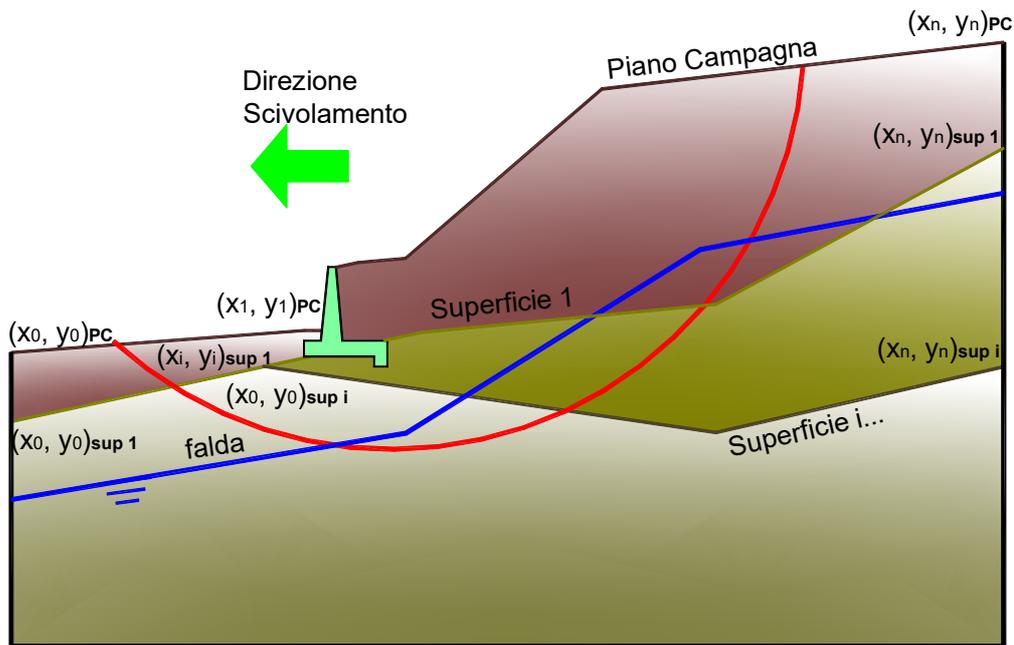
(fondazione nastriforme $m = 2$)

$$q_{lim} \quad (\text{carico limite unitario}) \quad 199,94 \quad 199,94 \quad (\text{kN/m}^2)$$

FS carico limite	$F = q_{lim} \cdot B^* / N$	Nmin	1,45	>	1
		Nmax	1,45	>	

VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE

	γ [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kPa]	Descrizione
materiale 1	19	23,00	20	fondazione
materiale 2	19	35,00	0	terrapieno



RELAZIONE DI CALCOLO

Limiti ricerca superfici

Xa	80
Xb	97
n1	10

Xc	105
Xd	125
n2	10

alfa min	40
alfa max	70
n alfa	10

# superfici massimo	1331
---------------------	------

RISULTATO VERIFICA

Nel seguente tabulato si riportano le superfici più significative

N. superficie	Xc (m)	Yc (m)	R (m)	Xv (m)	Xm (m)	FS (statico)	FS (sismico)
1	101,577	116,114	17,159	91,900	117,000	2,292	1,557
2	102,004	119,252	20,041	91,900	119,000	2,410	1,578
3	103,177	114,460	15,017	95,300	117,000	2,316	1,591
4	100,026	121,918	23,163	88,500	119,000	2,479	1,592
5	102,537	114,731	15,712	93,600	117,000	2,327	1,597
6	99,666	118,201	19,819	88,500	117,000	2,413	1,599
7	100,812	116,487	18,010	90,200	117,000	2,388	1,607
8	101,241	119,729	20,941	90,200	119,000	2,474	1,610
9	100,289	113,906	15,655	90,200	115,000	2,318	1,613
10	101,538	123,878	24,698	90,200	121,000	2,577	1,618
11	99,368	127,476	28,663	86,800	121,000	2,635	1,624
12	103,001	117,500	18,292	93,600	119,000	2,464	1,625
13	101,869	115,015	16,438	91,900	117,000	2,384	1,627
14	103,627	117,154	17,577	95,300	119,000	2,477	1,632
15	99,176	122,513	24,201	86,800	119,000	2,575	1,636
16	102,347	117,863	19,041	91,900	119,000	2,492	1,639
17	100,686	124,543	25,779	88,500	121,000	2,636	1,645
18	100,396	120,257	21,937	88,500	119,000	2,562	1,652
19	103,344	121,035	21,554	93,600	121,000	2,614	1,655
20	97,445	125,473	27,354	83,400	119,000	2,665	1,656
21	97,635	120,692	22,834	85,100	117,000	2,577	1,657
22	102,712	121,478	22,326	91,900	121,000	2,618	1,657
23	98,506	128,225	29,804	85,100	121,000	2,714	1,658
24	98,823	118,668	20,782	86,800	117,000	2,541	1,661
25	103,478	113,514	14,390	95,300	117,000	2,411	1,665
26	99,976	116,895	18,941	88,500	117,000	2,510	1,670
27	102,821	113,753	15,089	93,600	117,000	2,424	1,671
28	101,945	122,014	23,262	90,200	121,000	2,651	1,672
29	101,576	118,290	19,922	90,200	119,000	2,562	1,673
30	99,828	125,213	26,867	86,800	121,000	2,709	1,677

RELAZIONE DI CALCOLO

31	98,071	128,604	30,381	83,400	121,000	2,766	1,681
32	101,097	115,343	17,277	90,200	117,000	2,488	1,682
33	98,321	123,111	25,244	85,100	119,000	2,681	1,684
34	99,771	133,210	34,061	86,800	123,000	2,858	1,685
35	103,331	116,274	17,434	93,600	119,000	2,553	1,691
36	103,977	115,959	16,714	95,300	119,000	2,566	1,699
37	99,546	120,788	22,939	86,800	119,000	2,664	1,699
38	99,461	114,208	16,536	88,500	115,000	2,482	1,700
39	102,058	128,523	29,112	90,200	123,000	2,847	1,700
40	101,093	122,611	24,302	88,500	121,000	2,715	1,701
41	97,116	121,017	23,447	83,400	117,000	2,676	1,703
42	98,359	115,616	18,078	86,800	115,000	2,538	1,704
43	102,137	114,002	15,817	91,900	117,000	2,487	1,705
44	98,893	134,151	35,347	85,100	123,000	2,912	1,706
45	102,658	116,603	18,182	91,900	119,000	2,584	1,707
46	101,190	129,361	30,319	88,500	123,000	2,878	1,712
47	98,967	125,886	27,961	85,100	121,000	2,793	1,713
48	103,739	119,458	20,354	93,600	121,000	2,693	1,713
49	103,084	119,867	21,126	91,900	121,000	2,699	1,716
50	100,731	118,759	20,888	88,500	119,000	2,656	1,719
51	98,523	134,548	35,890	83,400	123,000	2,945	1,719
52	97,819	123,463	25,857	83,400	119,000	2,761	1,720
53	96,670	126,078	28,338	81,700	119,000	2,814	1,722
54	97,976	119,137	21,751	85,100	117,000	2,679	1,727
55	100,317	130,204	31,532	86,800	123,000	2,918	1,728
56	104,367	119,065	19,613	95,300	121,000	2,727	1,729
57	102,309	120,352	22,040	90,200	121,000	2,737	1,733
58	97,298	129,276	31,406	81,700	121,000	2,893	1,734
59	100,235	123,211	25,349	86,800	121,000	2,793	1,735
60	99,133	117,306	19,879	86,800	117,000	2,646	1,736
61	98,487	126,261	28,570	83,400	121,000	2,855	1,739
62	103,301	125,424	26,101	91,900	123,000	2,897	1,742
63	101,880	116,982	19,048	90,200	119,000	2,661	1,745
64	102,530	126,095	27,123	90,200	123,000	2,910	1,747
65	100,260	115,698	18,186	88,500	117,000	2,619	1,748
66	98,692	121,322	23,947	85,100	119,000	2,777	1,750
67	103,922	124,884	25,279	93,600	123,000	2,917	1,751
68	99,441	131,051	32,751	85,100	123,000	2,976	1,751
69	97,754	135,373	37,018	81,700	123,000	3,047	1,758
70	101,662	126,849	28,274	88,500	123,000	2,944	1,761
71	101,359	114,285	16,644	90,200	117,000	2,600	1,764

RELAZIONE DI CALCOLO

72	101,456	120,884	23,045	88,500	121,000	2,806	1,765
73	103,631	115,156	16,696	93,600	119,000	2,653	1,766
74	99,014	131,463	33,345	83,400	123,000	3,018	1,767
75	99,881	119,230	21,860	86,800	119,000	2,765	1,769
76	104,296	114,873	15,974	95,300	119,000	2,667	1,773
77	99,375	123,814	26,400	85,100	121,000	2,884	1,774
78	97,425	119,443	22,382	83,400	117,000	2,790	1,778
79	100,790	127,607	29,429	86,800	123,000	2,989	1,778
80	104,093	118,044	19,330	93,600	121,000	2,784	1,779
81	103,419	118,417	20,101	91,900	121,000	2,792	1,782
82	102,943	115,448	17,444	91,900	119,000	2,689	1,783
83	96,332	121,507	24,371	81,700	117,000	2,863	1,787
84	97,036	124,011	26,813	81,700	119,000	2,919	1,789
85	98,156	121,657	24,579	83,400	119,000	2,867	1,790
86	98,627	114,511	17,424	86,800	115,000	2,659	1,790
87	97,520	115,972	18,990	85,100	115,000	2,716	1,791
88	101,035	117,394	19,988	88,500	119,000	2,762	1,793
89	103,723	123,361	24,463	91,900	123,000	2,969	1,795
90	97,705	126,872	29,562	81,700	121,000	2,989	1,796
91	104,743	117,683	18,587	95,300	121,000	2,821	1,797
92	102,942	123,971	25,454	90,200	123,000	2,985	1,801
93	100,600	121,419	24,055	86,800	121,000	2,889	1,802
94	102,637	118,851	20,995	90,200	121,000	2,834	1,802
95	99,915	128,368	30,588	85,100	123,000	3,051	1,803
96	104,370	122,855	23,642	93,600	123,000	2,990	1,804
97	98,857	124,177	27,032	83,400	121,000	2,954	1,804
98	98,286	117,719	20,821	85,100	117,000	2,792	1,805
99	98,234	132,216	34,429	81,700	123,000	3,125	1,809
100	102,075	124,649	26,555	88,500	123,000	3,023	1,816
101	99,418	116,055	19,100	86,800	117,000	2,763	1,818
102	99,441	128,780	31,216	83,400	123,000	3,101	1,822
103	99,028	119,703	22,835	85,100	119,000	2,885	1,823
104	102,159	115,780	18,295	90,200	119,000	2,772	1,825
105	100,523	114,589	17,534	88,500	117,000	2,740	1,835
106	101,204	125,329	27,659	86,800	123,000	3,071	1,835
107	101,785	119,323	21,969	88,500	121,000	2,908	1,836
108	99,740	121,957	25,069	85,100	121,000	2,986	1,843
109	100,187	117,808	20,932	86,800	119,000	2,878	1,847
110	103,908	114,125	16,060	93,600	119,000	2,766	1,850
111	104,414	116,761	18,453	93,600	121,000	2,887	1,853
112	104,095	121,537	23,078	91,900	123,000	3,054	1,855

RELAZIONE DI CALCOLO

113	103,724	117,098	19,221	91,900	121,000	2,897	1,857
114	104,589	113,877	15,336	95,300	119,000	2,780	1,858
115	103,307	122,089	24,041	90,200	123,000	3,071	1,862
116	100,331	126,011	28,767	85,100	123,000	3,139	1,862
117	97,707	118,002	21,465	83,400	117,000	2,915	1,862
118	96,930	116,222	19,630	83,400	115,000	2,866	1,863
119	97,366	122,150	25,510	81,700	119,000	3,035	1,863
120	104,764	121,069	22,262	93,600	123,000	3,075	1,864
121	98,068	124,729	27,995	81,700	121,000	3,097	1,864
122	98,653	129,465	32,261	81,700	123,000	3,216	1,867
123	96,635	119,880	23,284	81,700	117,000	2,987	1,867
124	98,461	120,017	23,483	83,400	119,000	2,985	1,868
125	103,206	114,380	16,807	91,900	119,000	2,806	1,870
126	105,083	116,435	17,709	95,300	121,000	2,927	1,872
127	100,930	119,797	22,947	86,800	121,000	2,998	1,875
128	99,190	122,301	25,718	83,400	121,000	3,065	1,877
129	101,315	116,139	19,212	88,500	119,000	2,880	1,877
130	102,441	122,695	25,098	88,500	123,000	3,113	1,879
131	102,936	117,482	20,098	90,200	121,000	2,944	1,879
132	97,788	114,817	18,317	85,100	115,000	2,848	1,882
133	95,879	117,878	21,274	81,700	115,000	2,966	1,882
134	99,817	126,412	29,419	83,400	123,000	3,195	1,884
135	98,572	116,414	20,019	85,100	117,000	2,918	1,891
136	105,411	120,616	21,472	95,300	123,000	3,141	1,892
137	105,242	113,640	14,641	97,000	119,000	2,861	1,898
138	101,572	123,304	26,158	86,800	123,000	3,166	1,900
139	99,334	118,224	21,880	85,100	119,000	3,005	1,904
140	102,634	133,622	34,796	88,500	125,000	3,467	1,908
141	99,682	114,895	18,429	86,800	117,000	2,893	1,909
142	101,727	134,702	36,206	86,800	125,000	3,474	1,909
143	102,418	114,667	17,646	90,200	119,000	2,897	1,914
144	100,818	135,785	37,620	85,100	125,000	3,497	1,915
145	102,086	117,897	21,044	88,500	121,000	3,024	1,916
146	103,539	132,543	33,388	90,200	125,000	3,486	1,916
147	100,072	120,273	23,929	85,100	121,000	3,100	1,919
148	104,429	119,904	21,898	91,900	123,000	3,151	1,922
149	100,404	136,279	38,265	83,400	125,000	3,521	1,923
150	100,701	123,914	27,222	85,100	123,000	3,238	1,928
151	104,332	131,598	32,154	91,900	125,000	3,520	1,929
152	103,634	120,401	22,835	90,200	123,000	3,171	1,931
153	99,022	127,033	30,428	81,700	123,000	3,318	1,932

RELAZIONE DI CALCOLO

154	105,116	119,475	21,088	93,600	123,000	3,173	1,932
155	100,468	116,498	20,133	86,800	119,000	3,004	1,934
156	104,708	115,587	17,699	93,600	121,000	3,004	1,935
157	104,004	115,886	18,463	91,900	121,000	3,015	1,941
158	98,395	122,797	26,656	81,700	121,000	3,217	1,941
159	97,666	120,457	24,392	81,700	119,000	3,163	1,945
160	102,770	120,941	23,854	88,500	123,000	3,217	1,949
161	103,077	130,477	32,146	88,500	125,000	3,515	1,950
162	99,608	137,227	39,502	81,700	125,000	3,603	1,951
163	102,175	131,444	33,468	86,800	125,000	3,525	1,952
164	97,968	116,670	20,675	83,400	117,000	3,054	1,953
165	98,742	118,513	22,540	83,400	119,000	3,117	1,954
166	100,154	124,297	27,890	83,400	123,000	3,303	1,954
167	96,913	118,389	22,349	81,700	117,000	3,124	1,955
168	105,393	115,297	16,954	95,300	121,000	3,047	1,956
169	103,977	129,511	30,826	90,200	125,000	3,532	1,957
170	99,493	120,594	24,591	83,400	121,000	3,189	1,958
171	101,232	118,314	21,994	86,800	121,000	3,120	1,958
172	97,176	115,040	18,968	83,400	115,000	3,013	1,960
173	101,272	132,412	34,793	85,100	125,000	3,553	1,960
174	105,784	119,058	20,301	95,300	123,000	3,246	1,964
175	103,212	116,223	19,324	90,200	121,000	3,067	1,966
176	100,806	132,912	35,475	83,400	125,000	3,582	1,970
177	101,575	114,974	18,543	88,500	119,000	3,013	1,970
178	104,779	128,651	29,650	91,900	125,000	3,567	1,970
179	101,904	121,482	24,876	86,800	123,000	3,274	1,973
180	96,138	116,559	20,491	81,700	115,000	3,113	1,976
181	98,838	115,203	19,328	85,100	117,000	3,058	1,986
182	105,429	127,954	28,696	93,600	125,000	3,633	1,994
183	99,617	116,860	21,057	85,100	119,000	3,139	1,995
184	104,731	118,427	20,888	91,900	123,000	3,261	1,999
185	100,003	133,772	36,652	81,700	125,000	3,671	1,999
186	103,458	127,770	29,947	88,500	125,000	3,579	2,000
187	102,561	128,636	31,194	86,800	125,000	3,592	2,003
188	101,035	122,025	25,901	85,100	123,000	3,352	2,003
189	102,362	116,583	20,247	88,500	121,000	3,154	2,005
190	100,375	118,732	22,948	85,100	121,000	3,229	2,005
191	99,353	124,858	28,867	81,700	123,000	3,434	2,005
192	104,354	126,904	28,702	90,200	125,000	3,594	2,006
193	103,932	118,870	21,802	90,200	123,000	3,285	2,008
194	105,434	118,037	20,084	93,600	123,000	3,284	2,009

RELAZIONE DI CALCOLO

195	106,054	115,016	16,236	97,000	121,000	3,160	2,009
196	101,662	129,504	32,443	85,100	125,000	3,623	2,012
197	105,162	126,124	27,578	91,900	125,000	3,628	2,020
198	101,154	129,994	33,150	83,400	125,000	3,659	2,024
199	98,693	121,037	25,505	81,700	121,000	3,351	2,025
200	104,980	114,503	17,048	93,600	121,000	3,134	2,027
201	103,069	119,348	22,788	88,500	123,000	3,334	2,029
202	100,729	115,282	19,444	86,800	119,000	3,145	2,031
203	100,458	122,386	26,581	83,400	123,000	3,424	2,032
204	104,264	114,763	17,810	91,900	121,000	3,148	2,034
205	97,942	118,903	23,429	81,700	119,000	3,306	2,036
206	106,119	117,657	19,301	95,300	123,000	3,364	2,043
207	105,837	125,472	26,640	93,600	125,000	3,700	2,046
208	99,771	119,026	23,620	83,400	121,000	3,328	2,047
209	99,001	117,121	21,726	83,400	119,000	3,263	2,049
210	101,510	116,945	21,173	86,800	121,000	3,256	2,050
211	105,679	114,248	16,305	95,300	121,000	3,182	2,050
212	97,170	117,009	21,542	81,700	117,000	3,276	2,053
213	102,205	119,827	23,776	86,800	123,000	3,396	2,054
214	98,212	115,430	19,994	83,400	117,000	3,208	2,054
215	100,346	130,775	34,273	81,700	125,000	3,754	2,056
216	103,791	125,403	28,102	88,500	125,000	3,657	2,057
217	102,898	126,179	29,285	86,800	125,000	3,674	2,062
218	103,468	115,053	18,658	90,200	121,000	3,206	2,062
219	104,683	124,628	26,920	90,200	125,000	3,671	2,064
220	102,005	126,956	30,469	85,100	125,000	3,709	2,072
221	105,496	123,921	25,842	91,900	125,000	3,705	2,077
222	96,379	115,330	19,816	81,700	115,000	3,274	2,080
223	105,007	117,076	20,019	91,900	123,000	3,386	2,084
224	101,460	127,429	31,190	83,400	125,000	3,750	2,086
225	99,653	122,889	27,530	81,700	123,000	3,563	2,086
226	101,338	120,307	24,767	85,100	123,000	3,479	2,086
227	106,494	124,838	25,727	95,300	125,000	3,824	2,091
228	105,723	116,727	19,222	93,600	123,000	3,410	2,095
229	99,880	115,591	20,347	85,100	119,000	3,289	2,095
230	104,204	117,468	20,913	90,200	123,000	3,413	2,095
231	100,655	117,308	22,102	85,100	121,000	3,372	2,099
232	102,620	115,362	19,560	88,500	121,000	3,299	2,104
233	106,191	123,317	24,922	93,600	125,000	3,782	2,106
234	106,356	114,002	15,584	97,000	121,000	3,308	2,109
235	103,343	117,887	21,870	88,500	123,000	3,467	2,117

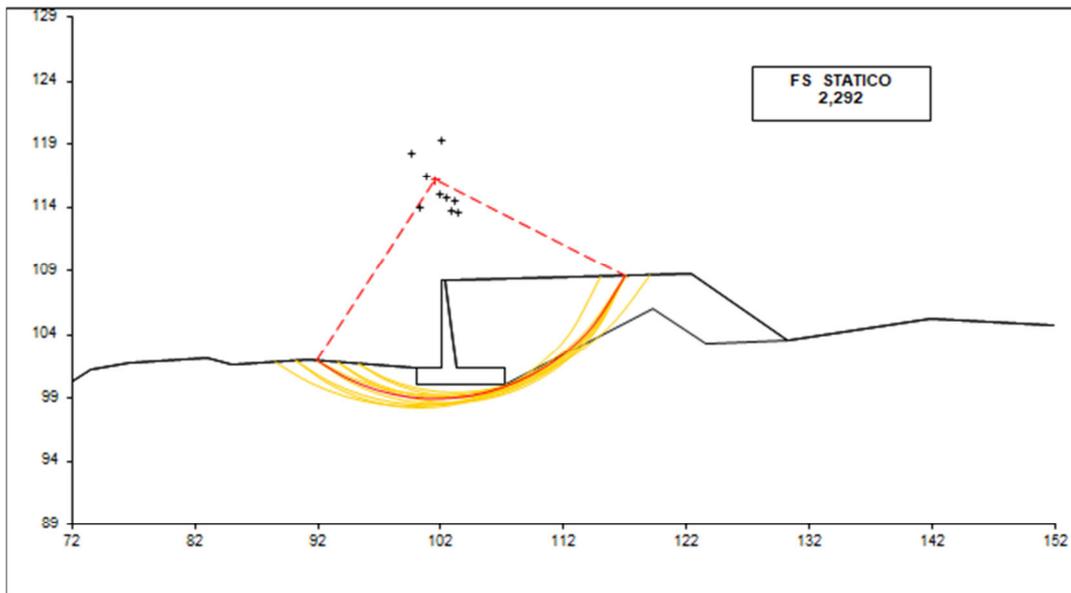
RELAZIONE DI CALCOLO

236	100,735	120,641	25,456	83,400	123,000	3,560	2,118
237	98,967	119,418	24,514	81,700	121,000	3,499	2,119
238	100,647	128,136	32,267	81,700	125,000	3,852	2,120
239	104,087	123,306	26,539	88,500	125,000	3,751	2,124
240	103,198	124,000	27,667	86,800	125,000	3,771	2,129
241	104,974	122,612	25,413	90,200	125,000	3,762	2,129
242	106,423	116,385	18,443	95,300	123,000	3,498	2,133
243	98,198	117,462	22,599	81,700	119,000	3,463	2,136
244	102,308	124,695	28,796	85,100	125,000	3,809	2,141
245	105,792	121,974	24,375	91,900	125,000	3,796	2,143
246	102,481	118,308	22,829	86,800	123,000	3,534	2,145
247	100,028	117,574	22,783	83,400	121,000	3,481	2,146

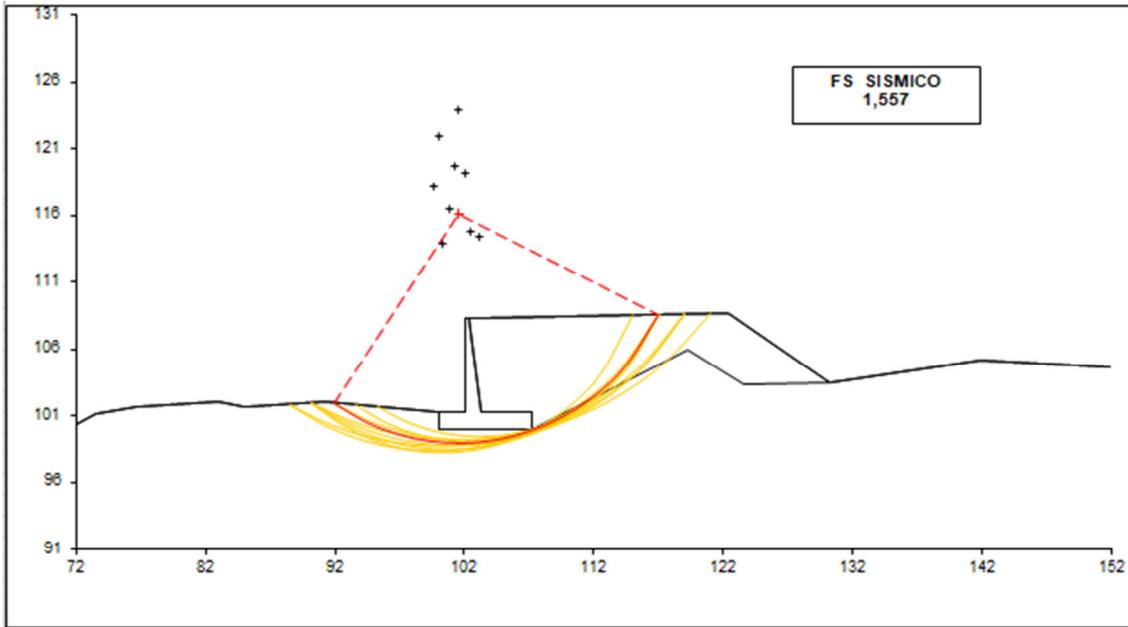
#strisce
30

# Superfici Calcolate	FS Bishop	
	STATICO	2,292
345	SISMICO	1,557

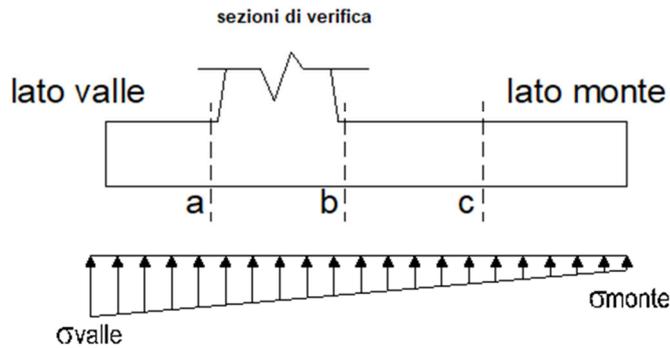
Condizione statica



Condizione sismica



7.7.2 Verifiche strutturali

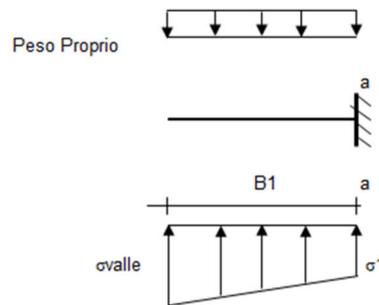


Reazioni del terreno

caso	N	M	σ_{valle}	σ_{monte}
	[kN]	[kNm]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
statico	1018,14	-157,06	123,23	159,59
	1018,14	-157,06	123,23	159,59
sisma+	1085,24	137,75	166,67	134,78
	1085,24	137,75	166,67	134,78
sisma-	923,42	229,56	154,82	101,68
	923,42	229,56	154,82	101,68

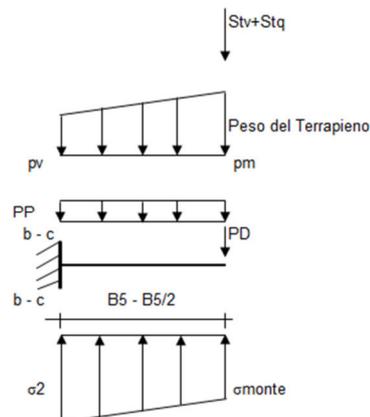
Mensola lato valle

caso	σ_{valle}	σ_1	Ma	Va
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN]
statico	123,23	133,83	207,86	201,67
	123,23	133,83	207,86	201,67
sisma+	166,67	157,37	283,05	261,20
	166,67	157,37	289,01	261,20
sisma-	154,82	139,32	264,29	226,40
	154,82	139,32	258,33	226,40

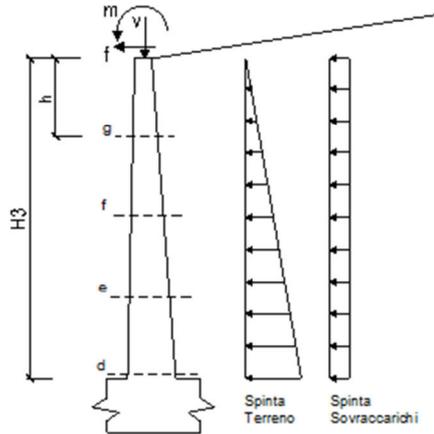


Mensola lato monte

caso	σ_{monte}	σ_{2b}	Mb	Vb	σ_{2c}	Mc	Vc
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN]
statico	159,59	140,08	-475,30	-160,99	149,83	-206,63	-120,29
	159,59	140,08	-676,86	-265,31	149,83	-257,02	-172,45
sisma+	134,78	151,90	-635,99	-230,03	143,34	-249,03	-167,57
	134,78	151,90	-635,99	-230,03	143,34	-249,03	-167,57
sisma-	101,68	130,20	-614,64	-220,35	115,94	-238,89	-163,85
	101,68	130,20	-614,64	-220,35	115,94	-238,89	-163,85



Calcolo sollecitazioni paramento verticale del muro



condizione statica

sezione	h	Mt	Mq	M _{ext}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	7,00	338,57	152,74	100,00	591,31	0,00	134,40	134,40
e-e	5,25	142,83	85,91	78,13	306,87	0,00	85,44	85,44
f-f	3,50	42,32	38,18	56,25	136,76	0,00	46,73	46,73
g-g	1,75	5,29	9,55	34,38	49,21	0,00	18,24	18,24

sezione	h	Vt	Vq	V _{ext}	V _{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	7,00	145,10	43,64	12,50	201,24
e-e	5,25	81,62	32,73	12,50	126,85
f-f	3,50	36,28	21,82	12,50	70,59
g-g	1,75	9,07	10,91	12,50	32,48

condizione sismica +

sezione	h	Mt _{stat}	Mt _{sism}	Mq	M _{ext}	M _{inerzia}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp+inerzia}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	7,00	250,79	141,94	0,00	0,00	62,35	455,07	0,00	145,58	145,58
e-e	5,25	105,80	59,88	0,00	0,00	30,60	196,28	0,00	92,55	92,55
f-f	3,50	31,35	17,74	0,00	0,00	11,61	60,70	0,00	50,61	50,61
g-g	1,75	3,92	2,22	0,00	0,00	2,41	8,54	0,00	19,76	19,76

sezione	h	Vt _{stat}	Vt _{sism}	Vq	V _{ext}	V _{inerzia}	V _{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	7,00	107,48	60,83	0,00	0,00	22,35	190,67
e-e	5,25	60,46	34,22	0,00	0,00	14,21	108,89
f-f	3,50	26,87	15,21	0,00	0,00	7,77	49,85
g-g	1,75	6,72	3,80	0,00	0,00	3,03	13,55

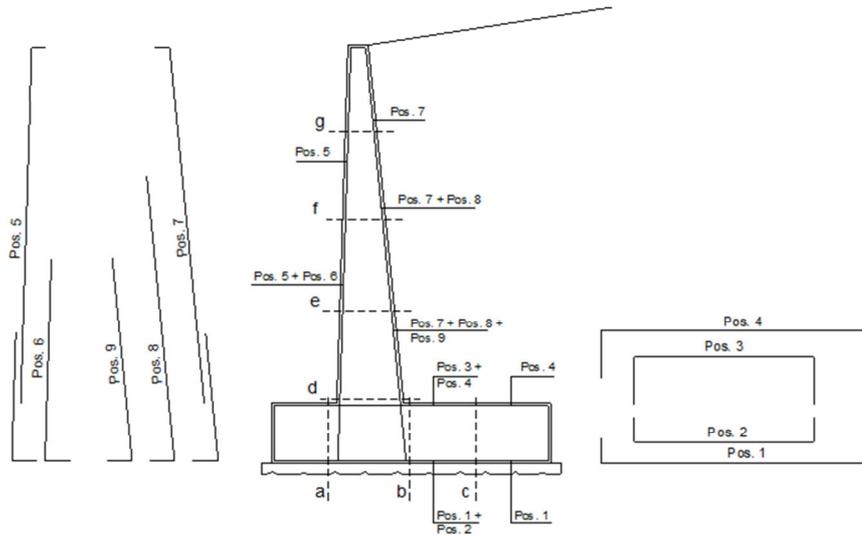
RELAZIONE DI CALCOLO

condizione sismica -

sezione	h	Mt _{stat}	Mt _{sism}	Mq	M _{ext}	M _{inerzia}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp+inerzia}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	7,00	250,79	101,56	0,00	0,00	62,35	414,70	0,00	123,22	123,22
e-e	5,25	105,80	42,85	0,00	0,00	30,60	179,25	0,00	78,34	78,34
f-f	3,50	31,35	12,70	0,00	0,00	11,61	55,66	0,00	42,84	42,84
g-g	1,75	3,92	1,59	0,00	0,00	2,41	7,91	0,00	16,73	16,73

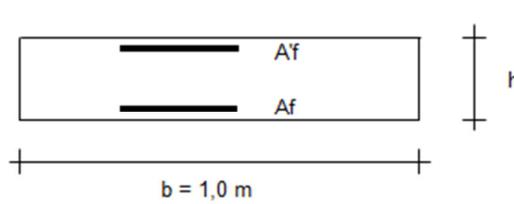
sezione	h	Vt _{stat}	Vt _{sism}	Vq	V _{ext}	V _{inerzia}	V _{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	7,00	107,48	43,53	0,00	0,00	22,35	173,36
e-e	5,25	60,46	24,48	0,00	0,00	14,21	99,15
f-f	3,50	26,87	10,88	0,00	0,00	7,77	45,52
g-g	1,75	6,72	2,72	0,00	0,00	3,03	12,47

SCHEMA DELLE ARMATURE



pos	n°/ml	φ	II strato	pos	n°/ml	φ	II strato
1	5,0	20		5	5,0	20	
2	0,0	0	<input type="checkbox"/>	6	0,0	0	<input type="checkbox"/>
3	3,0	20	<input type="checkbox"/>	7	5,0	20	
4	5,0	20		8	0,0	0	<input type="checkbox"/>
				9	2,0	20	<input type="checkbox"/>

VERIFICA



Sez.	M	N	h	Af	A'f	Mu
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(kNm)
a - a	289,01	0,00	1,30	15,71	25,13	750,32
b - b	-676,86	0,00	1,30	25,13	15,71	1185,22
c - c	-257,02	0,00	1,30	15,71	15,71	750,10
d - d	591,31	134,40	1,24	21,99	15,71	1060,33
e - e	306,87	85,44	1,00	21,99	15,71	821,64
f - f	136,76	46,73	0,77	15,71	15,71	438,38
g - g	49,21	18,24	0,53	15,71	15,71	283,10

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

VERIFICA A TAGLIO

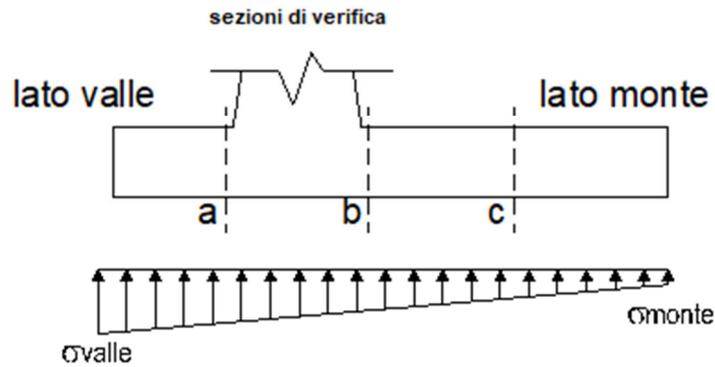
Sez.	V _{Ed}	h	V _{rd}
(-)	(kN)	(m)	(kN)
a - a	261,20	1,30	406,87
b - b	265,31	1,30	406,87
c - c	172,45	1,30	406,87
d - d	201,24	1,24	409,46
e - e	126,85	1,00	340,77
f - f	70,59	0,77	271,56
g - g	32,48	0,53	208,15

Armatura a taglio non necessaria

VERIFICA A FESSURAZIONE

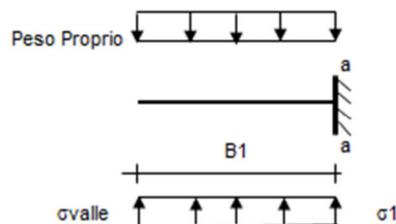
Calcolo sollecitazione soletta di fondazione

caso	N	M	σ_{valle}	σ_{monte}
	[kN]	[kNm]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
Freq.	993,06	-264,38	107,32	168,52
	993,06	-264,38	107,32	168,52
Q.P.	978,46	-368,37	93,26	178,53
	978,46	-368,37	93,26	178,53



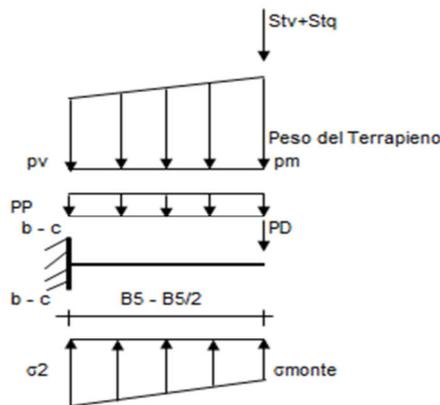
Mensola lato valle

caso	σ_{valle}	σ_1	Ma
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]
Freq.	107,32	125,17	178,11
	107,32	125,17	178,11
Q.P.	93,26	118,13	152,26
	93,26	118,13	152,26



Mensola lato monte

caso	σ_{monte}	σ_{2b}	M_b	σ_{2c}	M_c
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN/m ²]	[kNm]
Freq.	168,52	135,68	-344,82	152,10	-145,63
	168,52	135,68	-494,12	152,10	-182,96
Q.P.	178,53	132,77	-245,85	155,65	-102,77
	178,53	132,77	-245,85	155,65	-102,77



Azioni sul parameno verticale

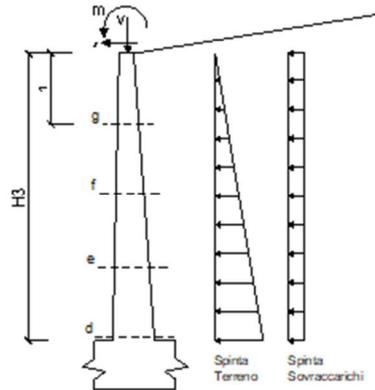
condizione Frequente

sezione	h	Mt	Mq	M _{ext}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	7,00	250,79	113,14	100,00	463,93	0,00	134,40	134,40
e-e	5,25	105,80	63,64	78,13	247,57	0,00	85,44	85,44
f-f	3,50	31,35	28,28	56,25	115,88	0,00	46,73	46,73
g-g	1,75	3,92	7,07	34,38	45,36	0,00	18,24	18,24

condizione Quasi Permanente

sezione	h	Mt	Mq	M _{ext}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	7,00	250,79	0,00	0,00	250,79	0,00	134,40	134,40
e-e	5,25	105,80	0,00	0,00	105,80	0,00	85,44	85,44
f-f	3,50	31,35	0,00	0,00	31,35	0,00	46,73	46,73
g-g	1,75	3,92	0,00	0,00	3,92	0,00	18,24	18,24

RELAZIONE DI CALCOLO



Verifica

condizione Frequente

Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ^c	σ^f	wk	w _{amm}
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(mm)	(mm)
a - a	178,11	0,00	1,30	15,71	25,13	1,22	96,66	0,141	0,200
b - b	-494,12	0,00	1,30	25,13	15,71	2,94	170,10	0,188	0,200
c - c	-182,96	0,00	1,30	15,71	15,71	1,32	99,50	0,146	0,200
d - d	463,93	134,40	1,24	21,99	15,71	3,25	164,08	0,195	0,200
e - e	247,57	85,44	1,00	21,99	15,71	2,46	111,17	0,132	0,200
f - f	115,88	46,73	0,77	15,71	15,71	2,05	98,64	0,144	0,200
g - g	45,36	18,24	0,53	15,71	15,71	1,52	61,69	0,083	0,200

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

condizione Quasi Permanente

Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ^c	σ^f	wk	w _{amm}
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(mm)	(mm)
a - a	152,26	0,00	1,30	15,71	25,13	1,04	82,63	0,121	0,200
b - b	-245,85	0,00	1,30	25,13	15,71	1,46	84,63	0,093	0,200
c - c	-102,77	0,00	1,30	15,71	15,71	0,74	55,89	0,082	0,200
d - d	250,79	134,40	1,24	21,99	15,71	1,77	76,30	0,091	0,200
e - e	105,80	85,44	1,00	21,99	15,71	1,07	37,78	0,045	0,200
f - f	31,35	46,73	0,77	15,71	15,71	0,55	17,07	0,025	0,200
g - g	3,92	18,24	0,53	15,71	15,71	0,12	1,21	0,001	0,200

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

7.7.3 Verifiche tensionali

Condizione Statica							
Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ^c	σ^f
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)
a - a	178,11	0,00	1,30	15,71	25,13	1,22	96,66
b - b	-494,12	0,00	1,30	25,13	15,71	2,94	170,10
c - c	-182,96	0,00	1,30	15,71	15,71	1,32	99,50
d - d	463,93	134,40	1,24	21,99	15,71	3,25	164,08
e - e	247,57	85,44	1,00	21,99	15,71	2,46	111,17
f - f	115,88	46,73	0,77	15,71	15,71	2,05	98,64
g - g	45,36	18,24	0,53	15,71	15,71	1,52	61,69

7.8 RISULTATI VERIFICA MURO H=5.50M

7.8.1 Verifiche geotecniche

FORZE VERTICALI

		SLE	STR/GEO	EQU
- Peso del Muro (Pm)				
Pm1 =	$(B2 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})/2$	(kN/m)	0,00	0,00
Pm2 =	$(B3 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	41,25	41,25
Pm3 =	$(B4 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})/2$	(kN/m)	49,50	49,50
Pm4 =	$(B \cdot H2 \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	163,88	163,88
Pm5 =	$(Bd \cdot Hd \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	0,00	0,00
Pm =	Pm1 + Pm2 + Pm3 + Pm4 + Pm5	(kN/m)	254,63	254,63
- Peso del terreno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro (Pt)				
Pt1 =	$(B5 \cdot H3 \cdot \gamma')$	(kN/m)	332,31	332,31
Pt2 =	$(0,5 \cdot (B4+B5) \cdot H4 \cdot \gamma')$	(kN/m)	2,52	2,52
Pt3 =	$(B4 \cdot H3 \cdot \gamma')/2$	(kN/m)	37,62	37,62
Sovr =	$q_p \cdot (B4+B5)$	(kN/m)	0,00	0,00
Pt =	Pt1 + Pt2 + Pt3 + Sovr	(kN/m)	372,45	372,45
- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro				
Sovr acc. Stat	$q \cdot (B4+B5)$	(kN/m)	0	0
Sovr acc. Sism	$q_s \cdot (B4+B5)$	(kN/m)	0	0

MOMENTI DELLE FORZE VERT. RISPETTO AL PIEDE DI VALLE DEL MURO

		SLE	STR/GEO	EQU
- Muro (Mm)				
Mm1 =	$Pm1 \cdot (B1+2/3 B2)$	(kNm/m)	0,00	0,00
Mm2 =	$Pm2 \cdot (B1+B2+0,5 \cdot B3)$	(kNm/m)	68,06	68,06
Mm3 =	$Pm3 \cdot (B1+B2+B3+1/3 B4)$	(kNm/m)	100,98	100,98
Mm4 =	$Pm4 \cdot (B/2)$	(kNm/m)	467,04	467,04
Mm5 =	$Pm5 \cdot (B - Bd/2)$	(kNm/m)	0,00	0,00
Mm =	Mm1 + Mm2 + Mm3 + Mm4 + Mm5	(kNm/m)	636,09	636,09
- Terrapieno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro				
Mt1 =	$Pt1 \cdot (B1+B2+B3+B4+0,5 \cdot B5)$	(kNm/m)	1365,79	1365,79
Mt2 =	$Pt2 \cdot (B1+B2+B3+2/3 \cdot (B4+B5))$	(kNm/m)	11,10	11,10
Mt3 =	$Pt3 \cdot (B1+B2+B3+2/3 \cdot B4)$	(kNm/m)	85,77	85,77
Msovr =	$Sovr \cdot (B1+B2+B3+1/2 \cdot (B4+B5))$	(kNm/m)	0,00	0,00
Mt =	Mt1 + Mt2 + Mt3 + Msovr	(kNm/m)	1462,67	1462,67
- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro				
Sovr acc. Stat	$q \cdot (B1+B2+B3+1/2 \cdot (B4+B5))$	(kNm/m)	0	0
Sovr acc. Sism	$q_s \cdot (B1+B2+B3+1/2 \cdot (B4+B5))$	(kNm/m)	0	0

INERZIA DEL MURO E DEL TERRAPIENO

- Inerzia orizzontale e verticale del muro (Ps)				
Ps h =	$Pm \cdot kh$	(kN/m)		42,35
Ps v =	$Pm \cdot kv$	(kN/m)		21,17
- Inerzia orizzontale e verticale del terrapieno a tergo del muro (Pts)				
Ptsh =	$Pt \cdot kh$	(kN/m)		61,95
Ptstv =	$Pt \cdot kv$	(kN/m)		30,97

RELAZIONE DI CALCOLO

- Incremento orizzontale di momento dovuto all'inerzia del muro (MPs h)

MPs1 h=	$kh \cdot Pm1 \cdot (H2 + H3/3)$	(kNm/m)	0,00
MPs2 h=	$kh \cdot Pm2 \cdot (H2 + H3/2)$	(kNm/m)	26,76
MPs3 h=	$kh \cdot Pm3 \cdot (H2 + H3/3)$	(kNm/m)	24,56
MPs4 h=	$kh \cdot Pm4 \cdot (H2/2)$	(kNm/m)	15,67
MPs5 h=	$-kh \cdot Pm5 \cdot (Hd/2)$	(kNm/m)	0,00
MPs h=	MPs1+MPs2+MPs3+MPs4+MPs5	(kNm/m)	66,99

- Incremento verticale di momento dovuto all'inerzia del muro (MPs v)

MPs1 v=	$kv \cdot Pm1 \cdot (B1 + 2/3 \cdot B2)$	(kNm/m)	0,00
MPs2 v=	$kv \cdot Pm2 \cdot (B1 + B2 + B3/2)$	(kNm/m)	5,66
MPs3 v=	$kv \cdot Pm3 \cdot (B1 + B2 + B3 + B4/3)$	(kNm/m)	8,40
MPs4 v=	$kv \cdot Pm4 \cdot (B/2)$	(kNm/m)	38,84
MPs5 v=	$kv \cdot Pm5 \cdot (B - Bd/2)$	(kNm/m)	0,00
MPs v=	MPs1+MPs2+MPs3+MPs4+MPs5	(kNm/m)	52,90

- Incremento orizzontale di momento dovuto all'inerzia del terrapieno (MPts h)

MPts1 h=	$kh \cdot Pt1 \cdot (H2 + H3/2)$	(kNm/m)	215,55
MPts2 h=	$kh \cdot Pt2 \cdot (H2 + H3 + H4/3)$	(kNm/m)	4,71
MPts3 h=	$kh \cdot Pt3 \cdot (H2 + H3 \cdot 2/3)$	(kNm/m)	30,14
MPts h=	MPts1 + MPts2 + MPts3	(kNm/m)	250,40

- Incremento verticale di momento dovuto all'inerzia del terrapieno (MPts v)

MPts1 v=	$kv \cdot Pt1 \cdot ((H2 + H3/2) - (B - B5/2) \cdot 0.5)$	(kNm/m)	113,58
MPts2 v=	$kv \cdot Pt2 \cdot ((H2 + H3 + H4/3) - (B - B5/3) \cdot 0.5)$	(kNm/m)	0,97
MPts3 v=	$kv \cdot Pt3 \cdot ((H2 + H3 \cdot 2/3) - (B1 + B2 + B3 + 2/3 \cdot B4) \cdot 0.5)$	(kNm/m)	9,01
MPts v=	MPts1 + MPts2 + MPts3	(kNm/m)	123,56

CONDIZIONE STATICA

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

		SLE	STR/GEO	EQU	
- Spinta totale condizione statica					
St	$0,5 \cdot \gamma \cdot (H2 + H3 + H4 + Hd)^2 \cdot ka$	(kN/m)	106,04	143,16	146,76
Sq perm	$q \cdot (H2 + H3 + H4 + Hd) \cdot ka$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Sq acc	$q \cdot (H2 + H3 + H4 + Hd) \cdot ka$	(kN/m)	33,23	44,86	62,72
- Componente orizzontale condizione statica					
Sth	$St \cdot \cos \delta$	(kN/m)	99,00	133,65	139,93
Sqh perm	$Sq \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Sqh acc	$Sq \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	31,02	41,88	59,80
- Componente verticale condizione statica					
Stv	$St \cdot \sin \delta$	(kN/m)	38,00	51,30	44,26
Sqv perm	$Sq \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Sqv acc	$Sq \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	11,91	16,08	18,91
- Spinta passiva sul dente					
Sp	$1/2 \cdot g \cdot 1 \cdot Hd^2 \cdot 1/2 \cdot \gamma_1 \cdot 1 \cdot Hd^2 \cdot kp + (2 \cdot c_1 \cdot kp^{0.5} + \gamma_1 \cdot 1 \cdot kp \cdot H2) \cdot Hd$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

		SLE	STR/GEO	EQU	
MSt1 =	$St_h \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 3 - H_d)$	(kNm/m)	221,69	299,29	313,35
MSt2 =	$St_v \cdot B$	(kNm/m)	216,61	292,43	252,30
MSq1 perm =	$Sq_h \text{ perm} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 2 - H_d)$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MSq1 acc =	$Sq_h \text{ acc} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 2 - H_d)$	(kNm/m)	104,21	140,68	200,85
MSq2 perm =	$Sq_v \text{ perm} \cdot B$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MSq2 acc =	$Sq_v \text{ acc} \cdot B$	(kNm/m)	67,88	91,64	107,82
MSp =	$\gamma_1 \cdot H_d^3 \cdot k_p / 3 + (2 \cdot c_1 \cdot k_p^{0.5} + \gamma_1 \cdot k_p \cdot H_2) \cdot H_d^2 / 2$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 =	$mp + m$	(kNm/m)	12,50	12,50	18,75
Mfext2 =	$(fp + f) \cdot (H_3 + H_2)$	(kNm/m)	83,13	83,13	124,69
Mfext3 =	$(vp + v) \cdot (B_1 + B_2 + B_3 / 2)$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO (STR/GEO)

Risultante forze verticali (N)				
N =	$P_m + P_t + v + St_v + Sq_v \text{ perm} + Sq_v \text{ acc}$		694,46	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
T =	$St_h + Sq_h + f$		188,03	(kN/m)
Coefficiente di attrito alla base (f)				
f =	$tg \phi_1'$		0,42	(-)
Fs scorr.	$(N \cdot f + Sp) / T$		1,57	> 1

VERIFICA AL RIBALTAMENTO (EQU)

Momento stabilizzante (Ms)				
Ms =	$M_m + M_t + M_{fext3}$		2248,99	(kNm/m)
Momento ribaltante (Mr)				
Mr =	$M_{St} + M_{Sq} + M_{fext1} + M_{fext2} + M_{Sp}$		657,64	(kNm/m)
Fs ribaltamento	Ms / Mr		3,42	> 1

VERIFICA CARICO LIMITE DELLA FONDAZIONE (STR/GEO)

Risultante forze verticali (N)		Nmin	Nmax	
N =	$P_m + P_t + v + St_v + Sq_v (+ \text{Sovr acc})$	694,46	694,46	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
T =	$St_h + Sq_h + f - Sp$	188,03	188,03	(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
MM =	ΣM	1947,22	1947,22	(kNm/m)

RELAZIONE DI CALCOLO

Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)
M = $X_c \cdot N - MM$ 31,98 31,98 (kNm/m)

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c'N_c i_c + q_0 N_q i_q + 0,5 \gamma_1 B^* N_\gamma i_\gamma$$

c1'	coesione terreno di fondaz.	0,00		(kPa)
$\phi 1'$	angolo di attrito terreno di fondaz.	23,00		(°)
γ_1	peso unità di volume terreno fondaz.	19,00		(kN/m ³)
$q_0 = \gamma d H_2'$	sovraccarico stabilizzante	24,70		(kN/m ²)
e = M / N	eccentricità	0,05	0,05	(m)
B* = B - 2e	larghezza equivalente	5,61	5,61	(m)

I valori di Nc, Nq e N γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

Nq = $tg^2(45 + \phi/2) e^{(\pi \cdot tg(\phi))}$	(1 in cond. nd)	8,66		(-)
Nc = (Nq - 1)/tg(ϕ')	(2+ π in cond. nd)	18,05		(-)
N γ = 2*(Nq + 1)*tg(ϕ')	(0 in cond. nd)	8,20		(-)

I valori di ic, iq e i γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

iq = $(1 - T/(N + B \cdot c' \cotg \phi))^m$	(1 in cond. nd)	0,53	0,53	(-)
ic = iq - (1 - iq)/(Nq - 1)		0,47	0,47	(-)
i γ = $(1 - T/(N + B \cdot c' \cotg \phi))^{m+1}$		0,39	0,39	(-)

(fondazione nastriforme m = 2)

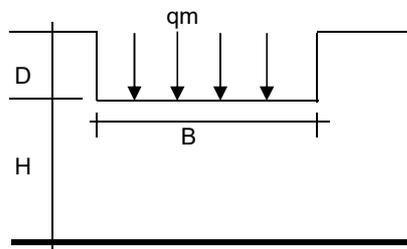
qlim (carico limite unitario) 283,22 283,22 (kN/m²)

FS carico limite

$$F = q_{lim} \cdot B^* / N$$

Nmin	2,29	>	1
Nmax	2,29	>	

CEDIMENTO DELLA FONDAZIONE



$$\delta = \mu_0 \cdot \mu_1 \cdot q_m \cdot B^* / E \quad (\text{Christian e Carrier, 1976})$$

N	676,99	(kN/m)
M	-32,30	(kNm/m)
e=M/N	-0,05	(m)
B*	5,60	(m)

Profondità Piano di Posa della Fondazione

D =	1,30	(m)
D/B*	0,23	(m)
Hs/B*	2,14	(m)

RELAZIONE DI CALCOLO

Carico unitario medio (qm)	$q_m = N / (B - 2 \cdot e) = N / B^* =$	123,91	(kN/mq)
Coefficiente di forma $\mu_0 = f(D/B)$	$\mu_0 =$	0,951	(-)
Coefficiente di profondità $\mu_1 = f(H/B)$	$\mu_1 =$	0,69	(-)
Cedimento della fondazione	$\delta = \mu_0 \cdot \mu_1 \cdot q_m \cdot B^* / E =$	20,23	(mm)

CONDIZIONE SISMICA +

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta condizione sismica +

		SLE	STR/GEO	EQU
Sst1 stat = $0,5 \cdot \gamma' \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 \cdot k_a$	(kN/m)	106,04	106,04	133,42
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma' \cdot (1 + k_v) \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 \cdot k_{as}^+ - Sst1 \text{ stat}$	(kN/m)	56,03	56,03	65,15
Ssq1 perm = $q_p \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_{as}^+$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Ssq1 acc = $q_s \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_{as}^+$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00

- Componente orizzontale condizione sismica +

Sst1h stat = $Sst1 \text{ stat} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	99,00	99,00	127,21
Sst1h sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	52,31	52,31	62,12
Ssq1h perm = $Ssq1 \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Ssq1h acc = $Ssq1 \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00

- Componente verticale condizione sismica +

Sst1v stat = $Sst1 \text{ stat} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	38,00	38,00	40,24
Sst1v sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	20,08	20,08	19,65
Ssq1v perm = $Ssq1 \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Ssq1v acc = $Ssq1 \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00

- Spinta passiva sul dente

$Sp = \frac{1}{2} \cdot \gamma_1' \cdot (1 + k_v) \cdot H_d^2 \cdot k_{ps}^+ + (2 \cdot c_1 \cdot k_{ps}^{+0.5} + \gamma_1' \cdot (1 + k_v) \cdot k_{ps}^+ \cdot H_2) \cdot H_d$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
--	--------	------	------	------

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Condizione sismica +

		SLE	STR/GEO	EQU
MSst1 stat = $Sst1h \text{ stat} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + h_d) / 3 - h_d)$	(kNm/m)	221,69	221,69	284,86
MSst1 sism = $Sst1h \text{ sism} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + h_d) / 3 - h_d)$	(kNm/m)	117,14	117,14	139,10
MSst2 stat = $Sst1v \text{ stat} \cdot B$	(kNm/m)	216,61	216,61	229,36
MSst2 sism = $Sst1v \text{ sism} \cdot B$	(kNm/m)	114,45	114,45	112,00
MSsq1 = $Ssq1h \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 2 - H_d)$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MSsq2 = $Ssq1v \cdot B$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MSp = $\gamma_1' \cdot H_d^3 \cdot k_{ps}^+ / 3 + (2 \cdot c_1 \cdot k_{ps}^{+0.5} + \gamma_1' \cdot k_{ps}^+ \cdot H_2) \cdot H_d^2 / 2$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 = $m_p + m_s$	(kNm/m)	0,00
Mfext2 = $(f_p + f_s) \cdot (H_3 + H_2)$	(kNm/m)	0,00
Mfext3 = $(v_p + v_s) \cdot (B_1 + B_2 + B_3 / 2)$	(kNm/m)	0,00

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO

Risultante forze verticali (N)				
$N = P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv}$		737,31	(kN/m)	
Risultante forze orizzontali (T)				
$T = S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh}$		255,60	(kN/m)	
Coefficiente di attrito alla base (f)				
$f = \operatorname{tg}\varphi_1'$		0,42	(-)	
$F_s = (N \cdot f + S_p) / T$		1,22	>	1

VERIFICA AL RIBALTAMENTO

Momento stabilizzante (Ms)				
$M_s = M_m + M_t + M_{fext3}$		2098,75	(kNm/m)	
Momento ribaltante (Mr)				
$M_r = M_{Sst} + M_{Ssq} + M_{fext1} + M_{fext2} + M_{Sp} + M_{Ps} + M_{pts}$		223,53	(kNm/m)	
$F_r = M_s / M_r$		9,39	>	1

VERIFICA A CARICO LIMITE DELLA FONDAZIONE

Risultante forze verticali (N)		Nmin	Nmax	
$N = P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv} + (S_{ovr acc})$		737,31	737,31	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
$T = S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh} - S_p$		255,60		(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
$MM = \sum M$		1950,06	1950,06	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)				
$M = X_c \cdot N - MM$		151,27	151,27	(kNm/m)

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c' N_c i_c + q_0 N_q i_q + 0,5 \gamma_1 B N_\gamma i_\gamma$$

c_1'	coesione terreno di fondaz.	0,00		(kN/mq)
φ_1'	angolo di attrito terreno di fondaz.	23,00		(°)
γ_1	peso unità di volume terreno fondaz.	19,00		(kN/m ³)
$q_0 = \gamma_d H_2'$	sovraccarico stabilizzante	24,70		(kN/m ²)
$e = M / N$	eccentricità	0,21	0,21	(m)
$B^* = B - 2e$	larghezza equivalente	5,29	5,29	(m)

RELAZIONE DI CALCOLO

I valori di N_c , N_q e N_g sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$N_q = \text{tg}^2(45 + \varphi/2) \cdot e^{(\pi \cdot \text{tg}(\varphi))}$ (1 in cond. nd)	8,66	(-)
$N_c = (N_q - 1)/\text{tg}(\varphi)$ (2+ π in cond. nd)	18,05	(-)
$N_g = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \text{tg}(\varphi)$ (0 in cond. nd)	8,20	(-)

I valori di i_c , i_q e i_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$i_q = (1 - T/(N + B \cdot c' \cdot \cotg(\varphi)))^m$ (1 in cond. nd)	0,43	0,43	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q)/(N_q - 1)$	0,35	0,35	(-)
$i_\gamma = (1 - T/(N + B \cdot c' \cdot \cotg(\varphi)))^{m+1}$	0,28	0,28	(-)

(fondazione nastriforme $m = 2$)

q_{lim} (carico limite unitario)	206,25	206,25	(kN/m ²)
------------------------------------	--------	--------	----------------------

FS carico limite	$F = q_{lim} \cdot B / N$	N_{min}	1,48	>	1
		N_{max}	1,48	>	

CONDIZIONE SISMICA -

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta condizione sismica -

		SLE	STR/GEO	EQU
$Sst1 \text{ stat} = 0,5 \cdot \gamma' \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 \cdot k_a$	(kN/m)	106,04	106,04	133,42
$Sst1 \text{ sism} = 0,5 \cdot \gamma' \cdot (1 - k_v) \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 \cdot k_{as}^- \cdot Sst1 \text{ stat}$	(kN/m)	40,09	40,09	45,09
$Ssq1 \text{ perm} = q_p \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_{as}^-$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
$Ssq1 \text{ acc} = q_s \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_{as}^-$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00

- Componente orizzontale condizione sismica -

$Sst1h \text{ stat} = Sst1 \text{ stat} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	99,00	99,00	127,21
$Sst1h \text{ sism} = Sst1 \text{ sism} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	37,43	37,43	42,99
$Ssq1h \text{ perm} = Ssq1 \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
$Ssq1h \text{ acc} = Ssq1 \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00

- Componente verticale condizione sismica -

$Sst1v \text{ stat} = Sst1 \text{ stat} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	38,00	38,00	40,24
$Sst1v \text{ sism} = Sst1 \text{ sism} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	14,37	14,37	13,60
$Ssq1v \text{ perm} = Ssq1 \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
$Ssq1v \text{ acc} = Ssq1 \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00

- Spinta passiva sul dente

$Sp = \frac{1}{2} \cdot \gamma_1' \cdot (1 - k_v) \cdot H_d^2 \cdot k_{ps}^- + (2 \cdot c_1' \cdot k_{ps}^{-0.5} + \gamma_1' \cdot (1 - k_v) \cdot k_{ps}^- \cdot H_2') \cdot H_d$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
--	--------	------	------	------

RELAZIONE DI CALCOLO

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Condizione sismica -

		SLE	STR/GEO	EQU	
MSst1 stat =	$Sst1h \text{ stat} * ((H2+H3+H4+hd)/3-hd)$	(kNm/m)	221,69	221,69	284,86
MSst1 sism=	$Sst1h \text{ sism} * ((H2+H3+H4+Hd)/3-Hd)$	(kNm/m)	83,82	83,82	96,27
MSst2 stat =	$Sst1v \text{ stat} * B$	(kNm/m)	216,61	216,61	229,36
MSst2 sism =	$Sst1v \text{ sism} * B$	(kNm/m)	81,89	81,89	77,52
MSsq1 =	$Ssq1h * ((H2+H3+H4+Hd)/2-Hd)$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MSsq2 =	$Ssq1v * B$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MSp =	$\gamma_1 * Hd^3 * kps^+ / 3 + (2 * c1 * kps^{+0.5} + \gamma_1 * kps^{+} * H2') * Hd^2 / 2$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 =	$mp+ms$	(kNm/m)		0,00
Mfext2 =	$(fp+fs) * (H3 + H2)$	(kNm/m)		0,00
Mfext3 =	$(vp+vs) * (B1 + B2 + B3/2)$	(kNm/m)		0,00

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO

Risultante forze verticali (N)				
N =	$Pm + Pt + vp + vs + Sst1v + Ssq1v + Ps v + Ptsv$		627,30	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
T =	$Sst1h + Ssq1h + fp + fs + Ps h + Ptsh$		240,72	(kN/m)
Coefficiente di attrito alla base (f)				
f =	$tg\phi_1'$		0,42	(-)
Fs =	$(N * f + Sp) / T$		1,11	>
				1

VERIFICA AL RIBALTAMENTO

Momento stabilizzante (Ms)				
Ms =	$Mm + Mt + Mfext3$		2405,63 [■]	(kNm/m)
Momento ribaltante (Mr)				
Mr =	$MSst+MSsq+Mfext1+Mfext2+MSp+MPs+Mpts$		874,99 [■]	(kNm/m)
Fr =	Ms / Mr		2,75	>
				1

VERIFICA A CARICO LIMITE DELLA FONDAZIONE

Risultante forze verticali (N)		Nmin	Nmax [■]	
N =	$Pm + Pt + vp + vs + Sst1v + Ssq1v + Ps v + Ptsv$	627,30	627,30	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
T =	$Sst1h + Ssq1h + fp + fs + Ps h + Ptsh - Sp$	240,72		(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
MM =	ΣM	1597,90	1597,90	(kNm/m)

RELAZIONE DI CALCOLO

Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)
 $M = X_c \cdot N - MM$ 189,90 189,90 (kNm/m)

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c'N_c i_c + q_0 N_q i_q + 0,5 \gamma_1 B^* N_\gamma i_\gamma$$

c'	coesione terreno di fondaz.	0,00		(kN/mq)
ϕ'	angolo di attrito terreno di fondaz.	23,00		(°)
γ_1	peso unità di volume terreno fondaz.	19,00		(kN/m ³)
$q_0 = \gamma d H_2'$	sovraccarico stabilizzante	24,70		(kN/m ²)
$e = M / N$	eccentricità	0,30	0,30	(m)
$B^* = B - 2e$	larghezza equivalente	5,09	5,09	(m)

I valori di N_c , N_q e N_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$N_q = \text{tg}^2(45 + \phi'/2) \cdot e^{(\pi \cdot \text{tg}(\phi'))}$	(1 in cond. nd)	8,66		(-)
$N_c = (N_q - 1) / \text{tg}(\phi')$	(2+ π in cond. nd)	18,05		(-)
$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \text{tg}(\phi')$	(0 in cond. nd)	8,20		(-)

I valori di i_c , i_q e i_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$i_q = (1 - T / (N + B^* c' \cotg(\phi')))^m$	(1 in cond. nd)	0,38	0,38	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$		0,30	0,30	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B^* c' \cotg(\phi')))^{m+1}$		0,23	0,23	(-)

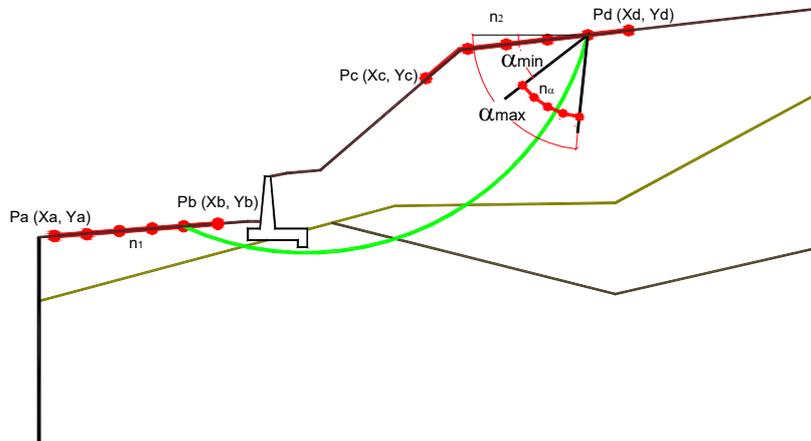
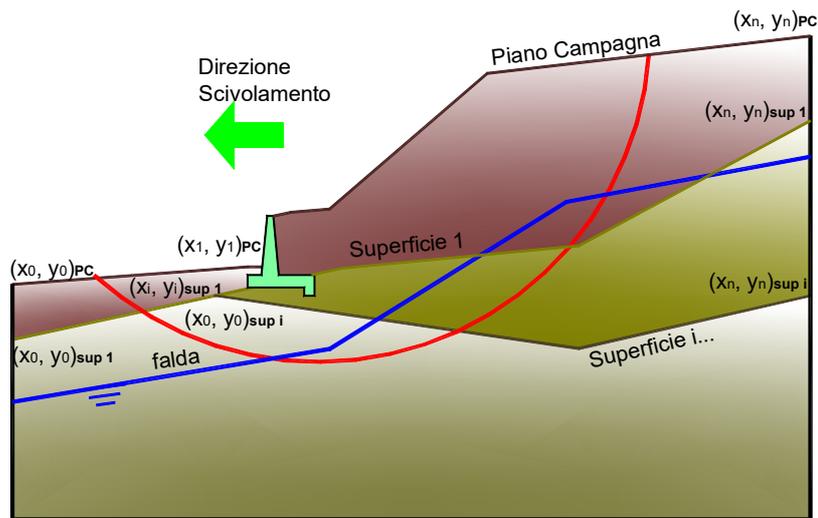
(fondazione nastriforme $m = 2$)

q_{lim} (carico limite unitario) 174,15 174,15 (kN/m²)

FS carico limite $F = q_{lim} \cdot B^* / N$ Nmin **1,41** > 1
 Nmax **1,41** >

VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE

	γ [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kPa]	Descrizione
materiale 1	19	23,00	20	fondazione
materiale 2	19	35,00	0	terrapieno



Limiti ricerca superfici

Xa	75
Xb	90
n1	10

Xc	115
Xd	130
n2	10

alfa min	40
alfa max	70
n alfa	10

# superfici massimo	1331
----------------------------	------

RISULTATO VERIFICA

Nel seguente tabulato si riportano le superfici più significative.

N. superficie	Xc (m)	Yc (m)	R (m)	Xv (m)	Xm (m)	FS (statico)	FS (sismico)
1	99,994	120,024	20,946	90,000	116,500	2,723	1,683
2	98,292	122,957	24,126	87,000	116,500	2,795	1,693
3	99,322	120,550	21,799	88,500	116,500	2,790	1,712
4	98,682	125,818	26,855	87,000	118,000	2,900	1,716
5	100,424	122,441	23,288	90,000	118,000	2,856	1,719
6	97,611	123,548	25,028	85,500	116,500	2,898	1,735
7	99,754	123,023	24,176	88,500	118,000	2,905	1,738
8	99,017	129,162	30,034	87,000	119,500	3,012	1,740
9	100,320	118,458	19,752	90,000	116,500	2,805	1,741
10	98,004	126,472	27,797	85,500	118,000	2,983	1,749
11	98,641	121,082	22,664	87,000	116,500	2,879	1,749
12	100,808	125,247	25,985	90,000	119,500	2,992	1,753
13	99,282	133,113	33,788	87,000	121,000	3,132	1,765
14	100,140	125,891	26,913	88,500	119,500	3,026	1,766
15	98,344	129,883	31,021	85,500	119,500	3,081	1,766
16	99,075	123,614	25,076	87,000	118,000	2,976	1,767
17	99,639	118,935	20,583	88,500	116,500	2,878	1,772
18	100,787	120,611	21,844	90,000	118,000	2,932	1,772
19	96,924	124,146	25,939	84,000	116,500	3,018	1,783
20	98,615	133,907	34,825	85,500	121,000	3,184	1,784
21	101,134	128,534	29,129	90,000	121,000	3,134	1,786
22	99,464	126,544	27,853	87,000	119,500	3,081	1,787
23	97,320	127,133	28,749	84,000	118,000	3,084	1,788
24	100,471	129,244	30,101	88,500	121,000	3,153	1,793
25	100,107	121,142	22,707	88,500	118,000	2,986	1,794
26	97,952	121,619	23,537	85,500	116,500	2,988	1,794
27	97,663	130,613	32,019	84,000	119,500	3,164	1,797
28	101,216	123,090	24,227	90,000	119,500	3,063	1,803
29	98,388	124,210	25,986	85,500	118,000	3,066	1,803
30	100,611	117,057	18,736	90,000	116,500	2,899	1,806
31	99,799	129,965	31,086	87,000	121,000	3,192	1,807
32	97,940	134,711	35,874	84,000	121,000	3,252	1,808
33	98,951	119,417	21,424	87,000	116,500	2,973	1,812
34	98,781	127,204	28,803	85,500	119,500	3,155	1,815

RELAZIONE DI CALCOLO

35	100,538	123,680	25,125	88,500	119,500	3,101	1,817
36	95,806	135,434	36,862	81,000	119,500	3,290	1,822
37	95,519	131,271	32,964	81,000	118,000	3,236	1,823
38	99,420	121,679	23,579	87,000	118,000	3,064	1,826
39	99,120	130,693	32,082	85,500	121,000	3,249	1,828
40	96,629	127,800	29,709	82,500	118,000	3,199	1,831
41	101,599	125,965	26,971	90,000	121,000	3,199	1,832
42	96,977	131,349	33,025	82,500	119,500	3,263	1,833
43	101,108	118,990	20,622	90,000	118,000	3,021	1,834
44	96,230	124,749	26,858	82,500	116,500	3,152	1,836
45	97,259	135,523	36,934	82,500	121,000	3,334	1,836
46	99,924	117,486	19,546	88,500	116,500	2,978	1,840
47	100,924	126,617	27,909	88,500	121,000	3,221	1,840
48	99,853	124,275	26,033	87,000	119,500	3,161	1,840
49	97,696	124,813	26,903	84,000	118,000	3,174	1,845
50	97,258	122,162	24,419	84,000	116,500	3,117	1,846
51	98,091	127,870	29,761	84,000	119,500	3,245	1,848
52	98,435	131,428	33,087	84,000	121,000	3,323	1,854
53	100,242	127,276	28,857	87,000	121,000	3,264	1,856
54	100,420	119,472	21,461	88,500	118,000	3,080	1,858
55	101,573	121,202	22,750	90,000	119,500	3,147	1,860
56	98,256	119,903	22,272	85,500	116,500	3,091	1,861
57	95,118	136,254	37,932	79,500	119,500	3,408	1,862
58	98,726	122,221	24,459	85,500	118,000	3,160	1,864
59	96,572	136,341	38,002	81,000	121,000	3,429	1,869
60	94,826	132,014	33,980	79,500	118,000	3,370	1,870
61	99,161	124,876	26,950	85,500	119,500	3,241	1,871
62	96,285	132,091	34,040	81,000	119,500	3,374	1,872
63	100,887	121,738	23,621	88,500	119,500	3,188	1,876
64	100,875	115,790	17,865	90,000	116,500	3,005	1,879
65	99,553	127,941	29,814	85,500	121,000	3,327	1,879
66	95,934	128,472	30,676	81,000	118,000	3,330	1,879
67	99,229	117,920	20,365	87,000	116,500	3,080	1,883
68	102,001	123,745	25,174	90,000	121,000	3,277	1,885
69	97,744	132,169	34,100	82,500	121,000	3,411	1,885
70	94,470	128,402	30,625	79,500	116,500	3,354	1,887
71	97,397	128,541	30,727	82,500	119,500	3,350	1,887
72	101,193	132,248	33,148	88,500	122,500	3,471	1,889
73	101,863	131,449	32,105	90,000	122,500	3,472	1,890
74	96,998	125,419	27,828	82,500	118,000	3,296	1,891
75	99,726	119,958	22,308	87,000	118,000	3,164	1,892

RELAZIONE DI CALCOLO

76	95,532	125,356	27,783	81,000	116,500	3,304	1,893
77	101,317	124,340	26,081	88,500	121,000	3,301	1,894
78	100,514	133,056	34,204	87,000	122,500	3,492	1,896
79	100,194	122,280	24,500	87,000	119,500	3,254	1,901
80	96,558	122,709	25,307	82,500	116,500	3,259	1,902
81	101,395	117,538	19,580	90,000	118,000	3,122	1,902
82	94,425	137,079	39,010	78,000	119,500	3,536	1,905
83	95,881	137,166	39,079	79,500	121,000	3,536	1,905
84	98,464	125,482	27,873	84,000	119,500	3,337	1,907
85	98,859	128,611	30,779	84,000	121,000	3,406	1,907
86	99,830	133,872	35,269	85,500	122,500	3,532	1,909
87	98,027	122,767	25,346	84,000	118,000	3,276	1,909
88	100,626	124,941	26,996	87,000	121,000	3,349	1,912
89	95,588	132,838	35,061	79,500	119,500	3,499	1,915
90	100,182	116,174	18,658	88,500	116,500	3,090	1,915
91	97,556	120,393	23,127	84,000	116,500	3,227	1,916
92	97,048	132,915	35,120	81,000	121,000	3,513	1,920
93	94,128	132,762	35,003	78,000	118,000	3,519	1,921
94	101,890	119,527	21,498	90,000	119,500	3,243	1,924
95	99,139	134,695	36,343	84,000	122,500	3,589	1,927
96	100,702	117,971	20,397	88,500	118,000	3,186	1,929
97	96,697	129,217	31,700	81,000	119,500	3,468	1,929
98	95,233	129,148	31,649	79,500	118,000	3,472	1,929
99	99,027	120,447	23,162	85,500	118,000	3,267	1,933
100	101,661	129,202	30,556	88,500	122,500	3,533	1,933
101	102,343	128,470	29,555	90,000	122,500	3,532	1,934
102	99,496	122,825	25,386	85,500	119,500	3,340	1,934
103	98,529	118,358	21,191	85,500	116,500	3,206	1,935
104	99,930	125,546	27,918	85,500	121,000	3,417	1,936
105	98,161	129,285	31,750	82,500	121,000	3,501	1,940
106	100,972	129,940	31,565	87,000	122,500	3,557	1,941
107	96,296	126,030	28,759	81,000	118,000	3,435	1,942
108	101,197	120,012	22,344	88,500	119,500	3,288	1,942
109	95,185	137,995	40,162	78,000	121,000	3,654	1,943
110	93,816	137,805	39,957	76,500	119,500	3,662	1,945
111	102,354	121,798	23,663	90,000	121,000	3,367	1,945
112	93,769	129,079	31,599	78,000	116,500	3,524	1,946
113	97,763	126,092	28,802	82,500	119,500	3,450	1,948
114	98,444	135,523	37,424	82,500	122,500	3,662	1,951
115	94,829	125,967	28,715	79,500	116,500	3,467	1,952
116	101,662	122,338	24,541	88,500	121,000	3,395	1,955

RELAZIONE DI CALCOLO

117	100,279	130,685	32,583	85,500	122,500	3,601	1,956
118	97,323	123,317	26,239	82,500	118,000	3,406	1,958
119	96,348	133,665	36,146	79,500	121,000	3,627	1,958
120	94,888	133,590	36,089	78,000	119,500	3,635	1,960
121	101,116	114,632	17,116	90,000	116,500	3,124	1,960
122	95,854	123,259	26,200	81,000	116,500	3,420	1,962
123	99,482	116,562	19,457	87,000	116,500	3,200	1,962
124	100,003	118,408	21,222	87,000	118,000	3,276	1,965
125	99,229	126,155	28,846	84,000	121,000	3,502	1,967
126	93,506	133,429	35,916	76,500	118,000	3,661	1,968
127	100,498	120,501	23,197	87,000	119,500	3,359	1,970
128	98,793	123,374	26,278	84,000	119,500	3,442	1,972
129	95,994	129,896	32,678	79,500	119,500	3,602	1,974
130	100,965	122,883	25,425	87,000	121,000	3,447	1,975
131	96,851	120,887	23,987	82,500	116,500	3,379	1,975
132	99,580	131,434	33,607	84,000	122,500	3,663	1,976
133	97,458	129,964	32,727	81,000	121,000	3,609	1,978
134	97,745	136,357	38,512	81,000	122,500	3,747	1,978
135	94,571	138,726	41,116	76,500	121,000	3,768	1,979
136	101,656	116,222	18,687	90,000	118,000	3,237	1,980
137	98,323	120,940	24,021	84,000	118,000	3,390	1,981
138	94,529	129,828	32,628	78,000	118,000	3,628	1,983
139	102,754	125,924	27,450	90,000	122,500	3,606	1,984
140	102,063	126,591	28,411	88,500	122,500	3,608	1,985
141	97,057	126,705	29,737	81,000	119,500	3,575	1,992
142	97,824	118,798	22,022	84,000	116,500	3,351	1,993
143	101,366	127,264	29,380	87,000	122,500	3,636	1,994
144	95,590	126,643	29,694	79,500	118,000	3,585	1,995
145	102,174	118,022	20,430	90,000	119,500	3,352	1,997
146	95,645	134,420	37,178	78,000	121,000	3,752	1,999
147	100,418	114,972	17,893	88,500	116,500	3,217	2,000
148	93,136	129,691	32,480	76,500	116,500	3,688	2,001
149	100,262	123,432	26,316	85,500	121,000	3,520	2,002
150	98,877	132,187	34,638	82,500	122,500	3,742	2,002
151	98,525	126,767	29,780	82,500	121,000	3,603	2,003
152	94,261	134,261	37,007	76,500	119,500	3,770	2,004
153	99,795	120,994	24,056	85,500	119,500	3,452	2,005
154	100,958	116,609	19,485	88,500	118,000	3,306	2,008
155	97,042	137,194	39,605	79,500	122,500	3,846	2,009
156	99,298	118,848	22,053	85,500	118,000	3,387	2,009
157	100,665	127,941	30,355	85,500	122,500	3,685	2,010

RELAZIONE DI CALCOLO

158	96,616	123,869	27,137	81,000	118,000	3,552	2,012
159	102,667	120,067	22,380	90,000	121,000	3,471	2,014
160	94,122	126,582	29,651	78,000	116,500	3,646	2,014
161	98,086	123,926	27,174	82,500	119,500	3,562	2,016
162	101,476	118,459	21,254	88,500	119,500	3,402	2,016
163	98,778	116,952	20,263	85,500	116,500	3,334	2,018
164	96,752	130,646	33,709	79,500	121,000	3,730	2,018
165	95,287	130,579	33,661	78,000	119,500	3,745	2,022
166	95,146	123,812	27,099	79,500	116,500	3,591	2,024
167	101,969	120,555	23,232	88,500	121,000	3,502	2,025
168	98,171	132,945	35,673	81,000	122,500	3,834	2,031
169	99,960	128,622	31,335	84,000	122,500	3,752	2,032
170	93,892	130,443	33,514	76,500	118,000	3,780	2,033
171	97,615	121,436	24,886	82,500	118,000	3,528	2,033
172	99,556	123,983	27,212	84,000	121,000	3,611	2,035
173	95,015	135,096	38,102	76,500	121,000	3,875	2,038
174	96,142	121,383	24,853	81,000	116,500	3,548	2,038
175	96,348	127,322	30,676	79,500	119,500	3,716	2,041
176	96,336	138,036	40,704	78,000	122,500	3,955	2,042
177	97,816	127,383	30,719	81,000	121,000	3,718	2,042
178	103,111	123,710	25,691	90,000	122,500	3,694	2,043
179	102,412	124,317	26,616	88,500	122,500	3,698	2,044
180	101,267	121,047	24,090	87,000	121,000	3,558	2,046
181	99,087	121,489	24,919	84,000	119,500	3,561	2,046
182	100,772	118,898	22,083	87,000	119,500	3,478	2,046
183	100,254	116,999	20,290	87,000	118,000	3,403	2,047
184	99,714	115,315	18,676	87,000	116,500	3,334	2,050
185	94,880	127,260	30,634	78,000	118,000	3,750	2,051
186	101,338	113,564	16,472	90,000	116,500	3,259	2,051
187	101,709	124,928	27,548	87,000	122,500	3,729	2,054
188	97,115	119,242	22,858	82,500	116,500	3,511	2,056
189	99,251	129,306	32,320	82,500	122,500	3,836	2,060
190	98,590	119,291	22,888	84,000	118,000	3,518	2,060
191	96,042	131,331	34,695	78,000	121,000	3,863	2,061
192	97,376	124,481	28,076	81,000	119,500	3,695	2,063
193	97,462	133,705	36,713	79,500	122,500	3,939	2,064
194	101,895	115,017	17,919	90,000	118,000	3,366	2,066
195	95,905	124,425	28,039	79,500	118,000	3,711	2,068
196	94,646	131,197	34,551	76,500	119,500	3,889	2,068
197	101,002	125,543	28,485	85,500	122,500	3,782	2,072
198	93,476	127,143	30,508	76,500	116,500	3,820	2,073

RELAZIONE DI CALCOLO

199	98,847	124,538	28,113	82,500	121,000	3,719	2,073
200	95,709	138,783	41,679	76,500	122,500	4,064	2,074
201	100,560	121,542	24,953	85,500	121,000	3,637	2,075
202	102,433	116,657	19,514	90,000	119,500	3,476	2,079
203	98,069	117,345	21,073	84,000	116,500	3,488	2,080
204	100,065	119,341	22,918	85,500	119,500	3,578	2,084
205	97,105	128,001	31,661	79,500	121,000	3,846	2,085
206	94,434	124,368	28,002	78,000	116,500	3,780	2,089
207	96,903	121,935	25,755	81,000	118,000	3,683	2,089
208	102,949	118,509	21,285	90,000	121,000	3,590	2,090
209	95,636	127,940	31,620	78,000	119,500	3,867	2,091
210	98,539	129,994	33,309	81,000	122,500	3,934	2,091
211	98,376	121,987	25,788	82,500	119,500	3,689	2,093
212	100,636	113,862	17,234	88,500	116,500	3,358	2,094
213	99,546	117,392	21,100	85,500	118,000	3,521	2,095
214	100,292	126,160	29,426	84,000	122,500	3,855	2,096
215	101,192	115,360	18,701	88,500	118,000	3,441	2,097
216	96,750	134,469	37,757	78,000	122,500	4,055	2,099
217	101,730	117,046	20,318	88,500	119,500	3,531	2,100
218	95,399	131,953	35,590	76,500	121,000	3,994	2,102
219	102,246	118,948	22,114	88,500	121,000	3,624	2,103
220	95,430	121,882	25,722	79,500	116,500	3,729	2,104
221	94,230	127,825	31,495	76,500	118,000	3,912	2,104
222	99,006	115,661	19,464	85,500	116,500	3,477	2,109
223	103,425	121,758	24,206	90,000	122,500	3,797	2,109
224	99,849	122,040	25,820	84,000	121,000	3,735	2,110
225	102,721	122,308	25,099	88,500	122,500	3,802	2,111
226	96,663	125,038	28,981	79,500	119,500	3,844	2,114
227	98,134	125,095	29,017	81,000	121,000	3,841	2,115
228	97,878	119,736	23,728	82,500	118,000	3,665	2,116
229	102,301	131,728	33,758	87,000	124,000	4,143	2,117
230	103,008	130,885	32,659	88,500	124,000	4,151	2,120
231	101,590	132,575	34,864	85,500	124,000	4,160	2,121
232	102,013	122,861	25,998	87,000	122,500	3,836	2,122
233	96,402	119,687	23,699	81,000	116,500	3,690	2,123
234	99,579	126,780	30,371	82,500	122,500	3,945	2,125
235	101,539	119,390	22,948	87,000	121,000	3,685	2,126
236	97,825	130,683	34,302	79,500	122,500	4,046	2,126
237	95,191	124,982	28,945	78,000	118,000	3,885	2,127
238	99,353	119,785	23,757	84,000	119,500	3,694	2,128
239	96,391	128,622	32,607	78,000	121,000	3,986	2,131

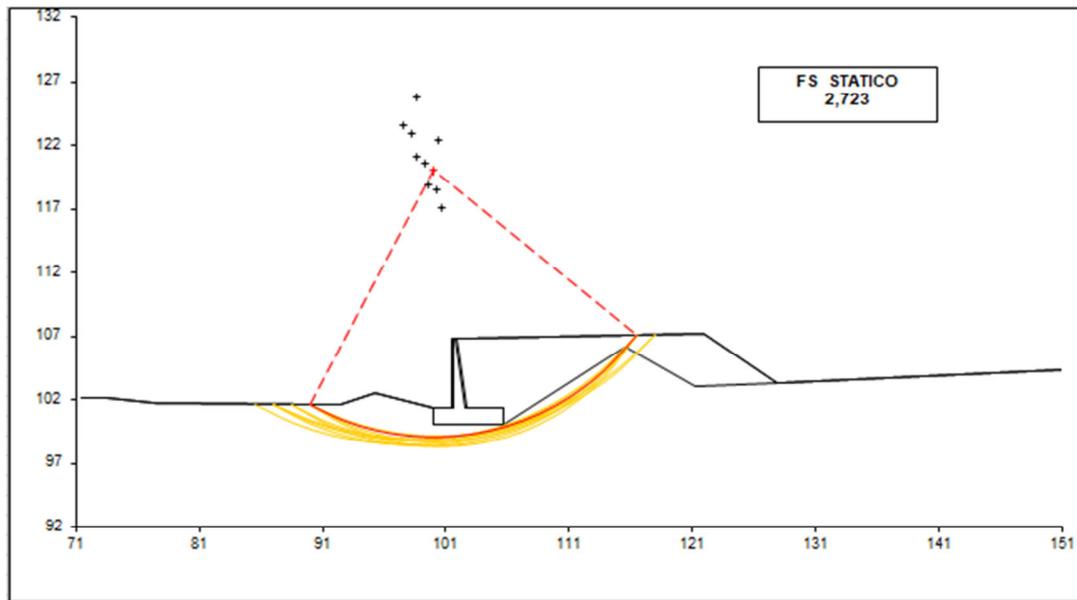
RELAZIONE DI CALCOLO

240	100,877	133,425	35,973	84,000	124,000	4,199	2,132
241	101,022	117,438	21,127	87,000	119,500	3,613	2,132
242	103,711	130,047	31,565	90,000	124,000	4,189	2,132
243	96,108	135,157	38,698	76,500	122,500	4,172	2,133
244	100,485	115,705	19,488	87,000	118,000	3,546	2,139
245	94,984	128,508	32,484	76,500	119,500	4,020	2,140
246	101,302	123,417	26,901	85,500	122,500	3,894	2,142
247	97,662	122,487	26,659	81,000	119,500	3,829	2,143
248	97,356	117,740	21,888	82,500	116,500	3,658	2,146
249	100,161	134,278	37,087	82,500	124,000	4,255	2,147
250	99,929	114,162	18,002	87,000	116,500	3,484	2,148
251	96,188	122,435	26,627	79,500	118,000	3,851	2,148
252	98,834	117,786	21,914	84,000	118,000	3,661	2,149

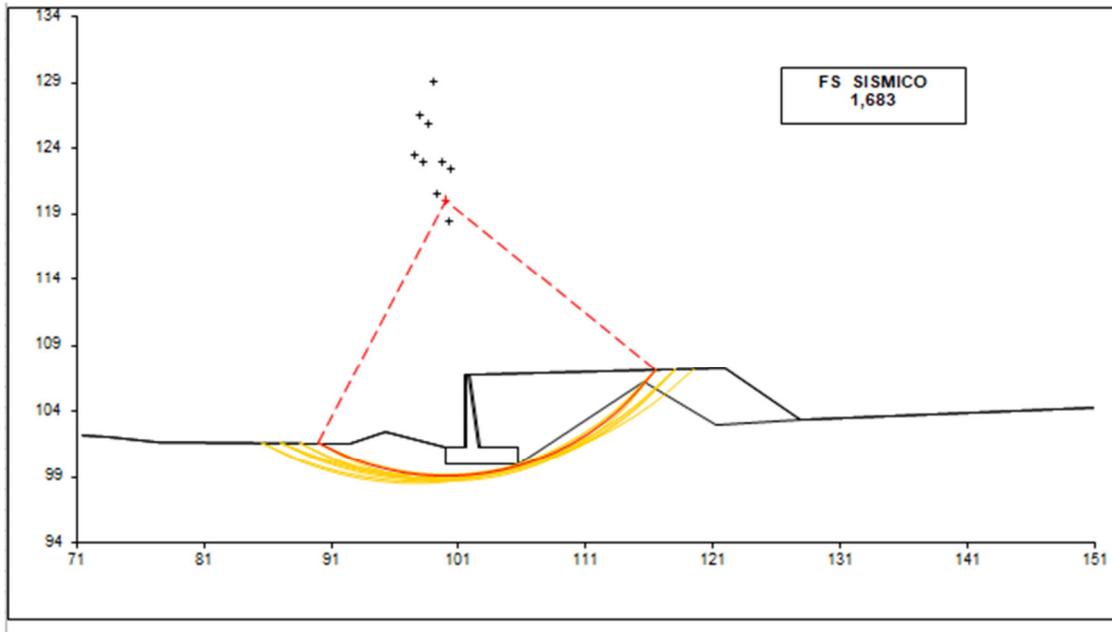
#strisce
30

# Superfici Calcolate	FS Bishop	
1043	STATICO	2,723
	SISMICO	1,683

Condizione statica



Condizione sismica

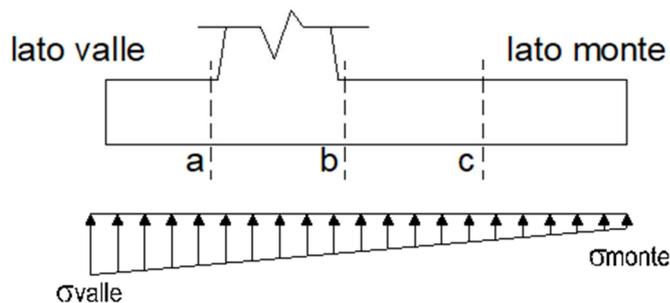


7.8.2 Verifiche strutturali

Reazioni del terreno

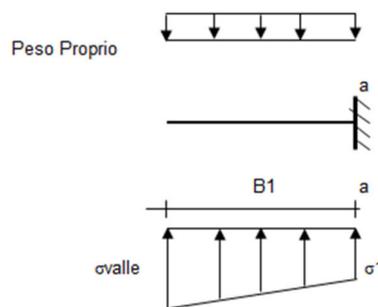
caso	N	M	σ_{valle}	σ_{monte}
	[kN]	[kNm]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
statico	694,46	31,98	127,74	115,93
	694,46	31,98	127,74	115,93
sisma+	737,31	151,27	157,29	101,42
	737,31	151,27	157,29	101,42
sisma-	627,30	189,90	145,12	74,98
	627,30	189,90	145,12	74,98

sezioni di verifica



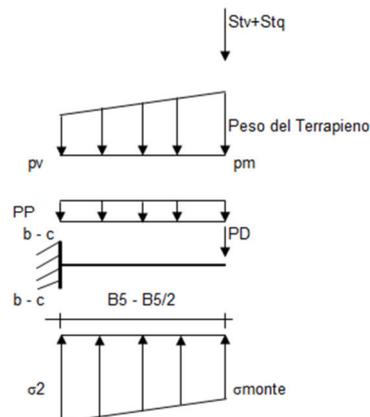
Mensola lato valle

caso	σ_{valle}	σ_1	Ma	Va
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN]
statico	127,74	124,63	105,98	140,53
	127,74	124,63	105,98	140,53
sisma+	157,29	142,58	131,83	168,42
	157,29	142,58	134,87	168,42
sisma-	145,12	126,66	122,82	146,42
	145,12	126,66	119,78	146,42

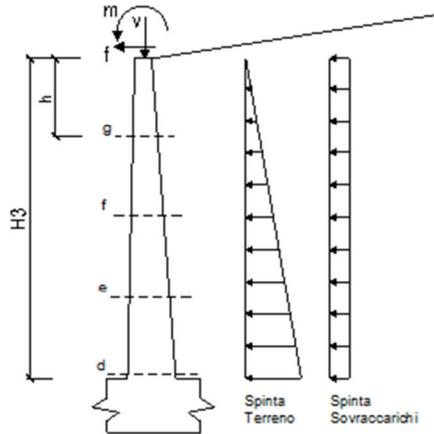


Mensola lato monte

caso	σ_{monte}	σ_{2b}	Mb	Vb	σ_{2c}	Mc	Vc
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN]
statico	115,93	122,52	-314,46	-126,34	119,22	-133,79	-100,05
	115,93	122,52	-450,98	-212,20	119,22	-167,92	-142,98
sisma+	101,42	132,59	-374,84	-160,54	117,00	-146,69	-122,16
	101,42	132,59	-374,84	-160,54	117,00	-146,69	-122,16
sisma-	74,98	114,11	-360,92	-153,37	94,55	-140,31	-118,81
	74,98	114,11	-360,92	-153,37	94,55	-140,31	-118,81



Calcolo sollecitazioni paramento verticale del muro



condizione statica

sezione	h	Mt	Mq	M _{ext}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	5,50	164,23	94,29	81,25	339,77	0,00	90,75	90,75
e-e	4,13	69,28	53,04	64,06	186,38	0,00	58,78	58,78
f-f	2,75	20,53	23,57	46,88	90,98	0,00	33,00	33,00
g-g	1,38	2,57	5,89	29,69	38,15	0,00	13,41	13,41

sezione	h	Vt	Vq	V _{ext}	V _{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	5,50	89,58	34,29	12,50	136,37
e-e	4,13	50,39	25,72	12,50	88,60
f-f	2,75	22,39	17,14	12,50	52,04
g-g	1,38	5,60	8,57	12,50	26,67

condizione sismica +

sezione	h	Mt _{stat}	Mt _{sism}	Mq	M _{ext}	M _{inerzia}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp+inerzia}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	5,50	121,65	68,85	0,00	0,00	33,96	224,46	0,00	98,30	98,30
e-e	4,13	51,32	29,05	0,00	0,00	16,98	97,35	0,00	63,67	63,67
f-f	2,75	15,21	8,61	0,00	0,00	6,60	30,42	0,00	35,74	35,74
g-g	1,38	1,90	1,08	0,00	0,00	1,42	4,39	0,00	14,52	14,52

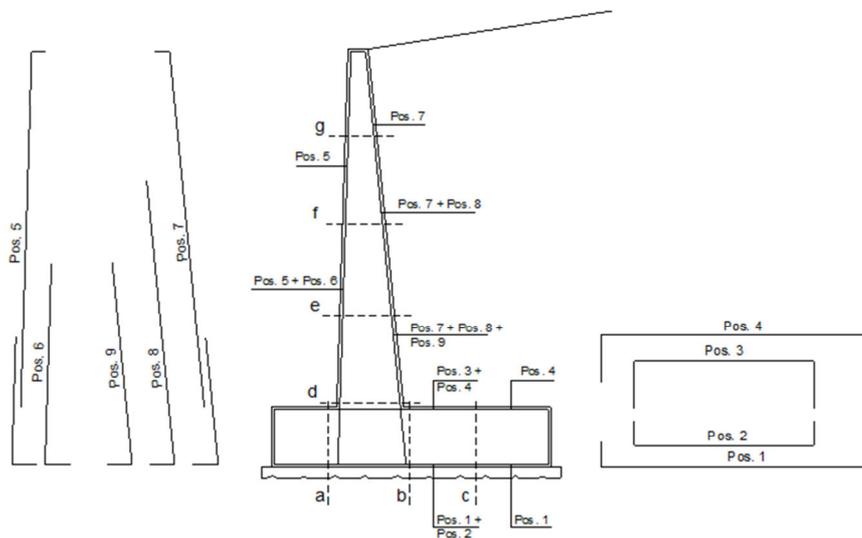
sezione	h	Vt _{stat}	Vt _{sism}	Vq	V _{ext}	V _{inerzia}	V _{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	5,50	66,35	37,55	0,00	0,00	15,09	119,00
e-e	4,13	37,32	21,12	0,00	0,00	9,78	68,22
f-f	2,75	16,59	9,39	0,00	0,00	5,49	31,47
g-g	1,38	4,15	2,35	0,00	0,00	2,23	8,72

condizione sismica -

sezione	h	Mt _{stat}	Mt _{sism}	Mq	M _{ext}	M _{inerzia}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp+inerzia}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	5,50	121,65	49,26	0,00	0,00	33,96	204,87	0,00	83,20	83,20
e-e	4,13	51,32	20,78	0,00	0,00	16,98	89,08	0,00	53,89	53,89
f-f	2,75	15,21	6,16	0,00	0,00	6,60	27,97	0,00	30,26	30,26
g-g	1,38	1,90	0,77	0,00	0,00	1,42	4,09	0,00	12,29	12,29

sezione	h	Vt _{stat}	Vt _{sism}	Vq	V _{ext}	V _{inerzia}	V _{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	5,50	66,35	26,87	0,00	0,00	15,09	108,32
e-e	4,13	37,32	15,12	0,00	0,00	9,78	62,22
f-f	2,75	16,59	6,72	0,00	0,00	5,49	28,79
g-g	1,38	4,15	1,68	0,00	0,00	2,23	8,06

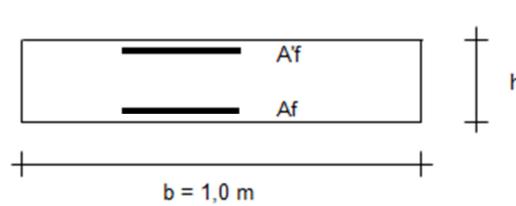
SCHEMA DELLE ARMATURE



RELAZIONE DI CALCOLO

pos	n°/ml	ϕ	II strato	pos	n°/ml	ϕ	II strato
1	5,0	20		5	5,0	20	
2	0,0	0	<input type="checkbox"/>	6	0,0	0	<input type="checkbox"/>
3	2,0	20	<input type="checkbox"/>	7	5,0	20	
4	5,0	20		8	0,0	0	<input type="checkbox"/>
				9	2,0	20	<input type="checkbox"/>

VERIFICA



Sez.	M	N	h	Af	A'f	Mu
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(kNm)
a - a	134,87	0,00	1,30	15,71	21,99	750,26
b - b	-450,98	0,00	1,30	21,99	15,71	1040,32
c - c	-167,92	0,00	1,30	15,71	15,71	750,10
d - d	339,77	90,75	1,02	21,99	15,71	840,29
e - e	186,38	58,78	0,84	21,99	15,71	665,70
f - f	90,98	33,00	0,66	15,71	15,71	365,73
g - g	38,15	13,41	0,48	15,71	15,71	248,53

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

VERIFICA A TAGLIO

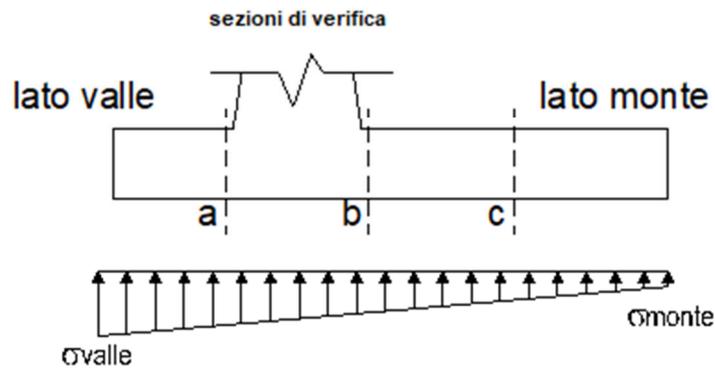
Sez.	V _{Ed}	h	V _{rd}
(-)	(kN)	(m)	(kN)
a - a	168,42	1,30	406,87
b - b	212,20	1,30	406,87
c - c	142,98	1,30	406,87
d - d	136,37	1,02	346,33
e - e	88,60	0,84	301,31
f - f	52,04	0,66	239,25
g - g	26,67	0,48	196,16

Armatura a taglio non necessaria

VERIFICA A FESSURAZIONE

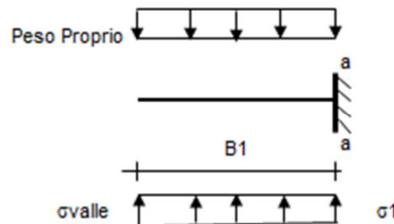
Calcolo sollecitazione soletta di fondazione

caso	N	M	σ_{valle}	σ_{monte}
	[kN]	[kNm]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
Freq.	676,99	-32,30	112,80	124,73
	676,99	-32,30	112,80	124,73
Q.P.	665,08	-102,57	97,74	135,62
	665,08	-102,57	97,74	135,62



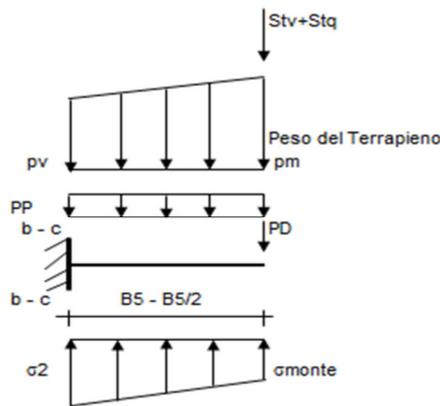
Mensola lato valle

caso	σ_{valle}	σ_1	Ma
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]
Freq.	112,80	115,94	91,52
	112,80	115,94	91,52
Q.P.	97,74	107,71	77,13
	97,74	107,71	77,13



Mensola lato monte

caso	σ_{monte}	σ_{2b}	M_b	σ_{2c}	M_c
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN/m ²]	[kNm]
Freq.	124,73	118,08	-236,71	121,41	-97,68
	124,73	118,08	-337,84	121,41	-122,96
Q.P.	135,62	114,49	-168,20	125,05	-68,03
	135,62	114,49	-168,20	125,05	-68,03



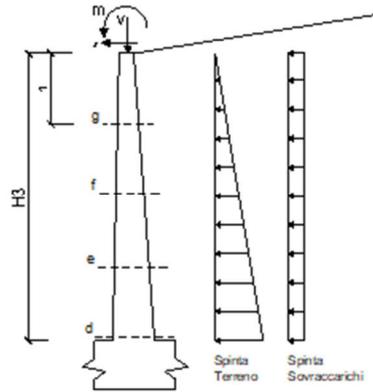
Azioni sul parameno verticale

condizione Frequente

sezione	h	Mt	Mq	M _{ext}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	5,50	121,65	69,85	81,25	272,74	0,00	90,75	90,75
e-e	4,13	51,32	39,29	64,06	154,67	0,00	58,78	58,78
f-f	2,75	15,21	17,46	46,88	79,54	0,00	33,00	33,00
g-g	1,38	1,90	4,37	29,69	35,95	0,00	13,41	13,41

condizione Quasi Permanente

sezione	h	Mt	Mq	M _{ext}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	5,50	121,65	0,00	0,00	121,65	0,00	90,75	90,75
e-e	4,13	51,32	0,00	0,00	51,32	0,00	58,78	58,78
f-f	2,75	15,21	0,00	0,00	15,21	0,00	33,00	33,00
g-g	1,38	1,90	0,00	0,00	1,90	0,00	13,41	13,41



Verifica

condizione Frequente

Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ^c	σ^f	wk	w _{amm}
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(mm)	(mm)
a - a	91,52	0,00	1,30	15,71	21,99	0,64	49,70	0,073	0,200
b - b	-337,84	0,00	1,30	21,99	15,71	2,12	132,39	0,158	0,200
c - c	-122,96	0,00	1,30	15,71	15,71	0,88	66,87	0,098	0,200
d - d	272,74	90,75	1,02	21,99	15,71	2,63	120,41	0,143	0,200
e - e	154,67	58,78	0,84	21,99	15,71	2,07	85,79	0,102	0,200
f - f	79,54	33,00	0,66	15,71	15,71	1,83	82,01	0,120	0,200
g - g	35,95	13,41	0,48	15,71	15,71	1,47	56,49	0,071	0,200

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

condizione Quasi Permanente

Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ^c	σ^f	wk	w _{amm}
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(mm)	(mm)
a - a	77,13	0,00	1,30	15,71	21,99	0,54	41,89	0,061	0,200
b - b	-168,20	0,00	1,30	21,99	15,71	1,06	65,91	0,078	0,200
c - c	-68,03	0,00	1,30	15,71	15,71	0,49	37,00	0,054	0,200
d - d	121,65	90,75	1,02	21,99	15,71	1,19	43,67	0,052	0,200
e - e	51,32	58,78	0,84	21,99	15,71	0,70	20,70	0,025	0,200
f - f	15,21	33,00	0,66	15,71	15,71	0,35	8,27	0,011	0,200
g - g	1,90	13,41	0,48	15,71	15,71	0,07	0,26	0,000	0,200

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

7.8.3 Verifiche tensionali

Condizione Statica							
Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ^c	σ^f
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)
a - a	91,52	0,00	1,30	15,71	21,99	0,64	49,70
b - b	-337,84	0,00	1,30	21,99	15,71	2,12	132,39
c - c	-122,96	0,00	1,30	15,71	15,71	0,88	66,87
d - d	272,74	90,75	1,02	21,99	15,71	2,63	120,41
e - e	154,67	58,78	0,84	21,99	15,71	2,07	85,79
f - f	79,54	33,00	0,66	15,71	15,71	1,83	82,01
g - g	35,95	13,41	0,48	15,71	15,71	1,47	56,49

7.9 RISULTATI VERIFICA MURO H=4.50M

7.9.1 Verifiche geotecniche

FORZE VERTICALI

		SLE	STR/GEO	EQU
- Peso del Muro (Pm)				
Pm1 =	$(B2 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})/2$	(kN/m)	0,00	0,00
Pm2 =	$(B3 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	33,75	30,38
Pm3 =	$(B4 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})/2$	(kN/m)	32,63	29,36
Pm4 =	$(B \cdot H2 \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	149,50	134,55
Pm5 =	$(Bd \cdot Hd \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	0,00	0,00
Pm =	Pm1 + Pm2 + Pm3 + Pm4 + Pm5	(kN/m)	215,88	194,29
- Peso del terreno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro (Pt)				
Pt1 =	$(B5 \cdot H3 \cdot \gamma')$	(kN/m)	283,86	255,47
Pt2 =	$(0,5 \cdot (B4+B5) \cdot H4 \cdot \gamma')$	(kN/m)	2,52	2,27
Pt3 =	$(B4 \cdot H3 \cdot \gamma')/2$	(kN/m)	24,80	22,32
Sovr =	$q_p \cdot (B4+B5)$	(kN/m)	0,00	0,00
Pt =	Pt1 + Pt2 + Pt3 + Sovr	(kN/m)	311,18	280,06
- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro				
Sovr acc. Stat	$q \cdot (B4+B5)$	(kN/m)	0	0
Sovr acc. Sism	$q_s \cdot (B4+B5)$	(kN/m)	0	0

MOMENTI DELLE FORZE VERT. RISPETTO AL PIEDE DI VALLE DEL MURO

		SLE	STR/GEO	EQU
- Muro (Mm)				
Mm1 =	$Pm1 \cdot (B1+2/3 B2)$	(kNm/m)	0,00	0,00
Mm2 =	$Pm2 \cdot (B1+B2+0,5 \cdot B3)$	(kNm/m)	38,81	34,93
Mm3 =	$Pm3 \cdot (B1+B2+B3+1/3 B4)$	(kNm/m)	48,72	43,85
Mm4 =	$Pm4 \cdot (B/2)$	(kNm/m)	388,70	349,83
Mm5 =	$Pm5 \cdot (B - Bd/2)$	(kNm/m)	0,00	0,00
Mm =	Mm1 + Mm2 + Mm3 + Mm4 + Mm5	(kNm/m)	476,23	428,61
- Terrapieno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro				
Mt1 =	$Pt1 \cdot (B1+B2+B3+B4+0,5 \cdot B5)$	(kNm/m)	1004,86	904,38
Mt2 =	$Pt2 \cdot (B1+B2+B3+2/3 \cdot (B4+B5))$	(kNm/m)	9,84	8,85
Mt3 =	$Pt3 \cdot (B1+B2+B3+2/3 \cdot B4)$	(kNm/m)	41,82	37,64
Msovr =	$Sovr \cdot (B1+B2+B3+1/2 \cdot (B4+B5))$	(kNm/m)	0,00	0,00
Mt =	Mt1 + Mt2 + Mt3 + Msovr	(kNm/m)	1056,52	950,87
- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro				
Sovr acc. Stat	$q \cdot (B1+B2+B3+1/2 \cdot (B4+B5))$	(kNm/m)	0	0
Sovr acc. Sism	$q_s \cdot (B1+B2+B3+1/2 \cdot (B4+B5))$	(kNm/m)	0	0

INERZIA DEL MURO E DEL TERRAPIENO

- Inerzia orizzontale e verticale del muro (Ps)				
Ps h =	$Pm \cdot kh$	(kN/m)		35,90
Ps v =	$Pm \cdot kv$	(kN/m)		17,95
- Inerzia orizzontale e verticale del terrapieno a tergo del muro (Pts)				
Ptsh =	$Pt \cdot kh$	(kN/m)		51,76
Ptsv =	$Pt \cdot kv$	(kN/m)		25,88

RELAZIONE DI CALCOLO

- Incremento orizzontale di momento dovuto all'inerzia del muro (MPs h)

MPs1 h=	$kh \cdot Pm1 \cdot (H2 + H3/3)$	(kNm/m)	0,00
MPs2 h=	$kh \cdot Pm2 \cdot (H2 + H3/2)$	(kNm/m)	19,09
MPs3 h=	$kh \cdot Pm3 \cdot (H2 + H3/3)$	(kNm/m)	14,38
MPs4 h=	$kh \cdot Pm4 \cdot (H2/2)$	(kNm/m)	14,30
MPs5 h=	$-kh \cdot Pm5 \cdot (Hd/2)$	(kNm/m)	0,00
MPs h=	$MPs1 + MPs2 + MPs3 + MPs4 + MPs5$	(kNm/m)	47,76

- Incremento verticale di momento dovuto all'inerzia del muro (MPs v)

MPs1 v=	$kv \cdot Pm1 \cdot (B1 + 2/3 \cdot B2)$	(kNm/m)	0,00
MPs2 v=	$kv \cdot Pm2 \cdot (B1 + B2 + B3/2)$	(kNm/m)	3,23
MPs3 v=	$kv \cdot Pm3 \cdot (B1 + B2 + B3 + B4/3)$	(kNm/m)	4,05
MPs4 v=	$kv \cdot Pm4 \cdot (B/2)$	(kNm/m)	32,32
MPs5 v=	$kv \cdot Pm5 \cdot (B - Bd/2)$	(kNm/m)	0,00
MPs v=	$MPs1 + MPs2 + MPs3 + MPs4 + MPs5$	(kNm/m)	39,60

- Incremento orizzontale di momento dovuto all'inerzia del terrapieno (MPts h)

MPts1 h=	$kh \cdot Pt1 \cdot (H2 + H3/2)$	(kNm/m)	160,52
MPts2 h=	$kh \cdot Pt2 \cdot (H2 + H3 + H4/3)$	(kNm/m)	4,08
MPts3 h=	$kh \cdot Pt3 \cdot (H2 + H3 \cdot 2/3)$	(kNm/m)	17,11
MPts h=	$MPts1 + MPts2 + MPts3$	(kNm/m)	181,71

- Incremento verticale di momento dovuto all'inerzia del terrapieno (MPts v)

MPts1 v=	$kv \cdot Pt1 \cdot ((H2 + H3/2) - (B - B5/2) \cdot 0.5)$	(kNm/m)	83,57
MPts2 v=	$kv \cdot Pt2 \cdot ((H2 + H3 + H4/3) - (B - B5/3) \cdot 0.5)$	(kNm/m)	0,86
MPts3 v=	$kv \cdot Pt3 \cdot ((H2 + H3 \cdot 2/3) - (B1 + B2 + B3 + 2/3 \cdot B4) \cdot 0.5)$	(kNm/m)	4,47
MPts v=	$MPts1 + MPts2 + MPts3$	(kNm/m)	88,90

CONDIZIONE STATICA

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta totale condizione statica

		SLE	STR/GEO	EQU	
St =	$0,5 \cdot \gamma \cdot (H2 + H3 + H4 + Hd)^2 \cdot ka$	(kN/m)	76,82	103,71	106,32
Sq perm =	$q \cdot (H2 + H3 + H4 + Hd) \cdot ka$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Sq acc =	$q \cdot (H2 + H3 + H4 + Hd) \cdot ka$	(kN/m)	28,28	38,18	53,38

- Componente orizzontale condizione statica

Sth =	$St \cdot \cos \delta$	(kN/m)	71,72	96,82	101,37
Sqh perm =	$Sq \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Sqh acc =	$Sq \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	26,41	35,65	50,89

- Componente verticale condizione statica

Stv =	$St \cdot \sin \delta$	(kN/m)	27,53	37,17	32,07
Sqv perm =	$Sq \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Sqv acc =	$Sq \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	10,14	13,68	16,10

- Spinta passiva sul dente

Sp =	$\frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot Hd^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot Hd^2 \cdot kp + (2 \cdot c_1 \cdot kp^{0.5} + \gamma_1 \cdot kp \cdot H2) \cdot Hd$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
------	---	--------	------	------	------

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

		SLE	STR/GEO	EQU	
MSt1 =	$St_h \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 3 - H_d)$	(kNm/m)	136,70	184,54	193,22
MSt2 =	$St_v \cdot B$	(kNm/m)	143,16	193,27	166,75
MSq1 perm =	$Sq_h \text{ perm} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 2 - H_d)$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MSq1 acc =	$Sq_h \text{ acc} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 2 - H_d)$	(kNm/m)	75,49	101,92	145,51
MSq2 perm =	$Sq_v \text{ perm} \cdot B$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MSq2 acc =	$Sq_v \text{ acc} \cdot B$	(kNm/m)	52,71	71,16	83,72
MSp =	$\gamma_1 \cdot H_d^3 \cdot k_p / 3 + (2 \cdot c_1 \cdot k_p^{0.5} + \gamma_1 \cdot k_p \cdot H_2) \cdot H_d^2 / 2$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 =	$mp + m$	(kNm/m)	12,50	12,50	18,75
Mfext2 =	$(fp + f) \cdot (H_3 + H_2)$	(kNm/m)	70,63	70,63	105,94
Mfext3 =	$(vp + v) \cdot (B_1 + B_2 + B_3 / 2)$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO (STR/GEO)

Risultante forze verticali (N)				
N =	$P_m + P_t + v + St_v + Sq_v \text{ perm} + Sq_v \text{ acc}$		577,90	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
T =	$St_h + Sq_h + f$		144,97	(kN/m)
Coefficiente di attrito alla base (f)				
f =	$tg \varphi_1'$		0,42	(-)
Fs scorr.	$(N \cdot f + Sp) / T$		1,69	> 1

VERIFICA AL RIBALTAMENTO (EQU)

Momento stabilizzante (Ms)				
Ms =	$M_m + M_t + M_{fext3}$		1629,94	(kNm/m)
Momento ribaltante (Mr)				
Mr =	$M_{St} + M_{Sq} + M_{fext1} + M_{fext2} + M_{Sp}$		463,41	(kNm/m)
Fs ribaltamento	Ms / Mr		3,52	> 1

VERIFICA CARICO LIMITE DELLA FONDAZIONE (STR/GEO)

Risultante forze verticali (N)		Nmin	Nmax	
N =	$P_m + P_t + v + St_v + Sq_v (+ \text{Sovr acc})$	577,90	577,90	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
T =	$St_h + Sq_h + f - Sp$	144,97	144,97	(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
MM =	ΣM	1427,59	1427,59	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)				
M =	$X_c \cdot N - MM$	74,96	74,96	(kNm/m)

RELAZIONE DI CALCOLO

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c'N_c i_c + q_0 N_q i_q + 0,5 \gamma_1 B^* N_\gamma i_\gamma$$

c1'	coesione terreno di fondaz.	0,00		(kPa)
$\varphi 1'$	angolo di attrito terreno di fondaz.	23,00		(°)
$\gamma 1$	peso unità di volume terreno fondaz.	19,00		(kN/m ³)
$q_0 = \gamma d^* H 2'$	sovraccarico stabilizzante	20,90		(kN/m ²)
e = M / N	eccentricità	0,13	0,13	(m)
B* = B - 2e	larghezza equivalente	4,94	4,94	(m)

I valori di Nc, Nq e N γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$N_q = \text{tg}^2(45 + \varphi/2) e^{(\pi \text{tg}(\varphi))}$	(1 in cond. nd)	8,66		(-)
$N_c = (N_q - 1) / \text{tg}(\varphi')$	(2+ π in cond. nd)	18,05		(-)
$N_\gamma = 2 * (N_q + 1) * \text{tg}(\varphi')$	(0 in cond. nd)	8,20		(-)

I valori di ic, iq e i γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$i_q = (1 - T / (N + B^* c' \cotg(\varphi)))^m$	(1 in cond. nd)	0,56	0,56	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$		0,50	0,50	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B^* c' \cotg(\varphi)))^{m+1}$		0,42	0,42	(-)

(fondazione nastriforme m = 2)

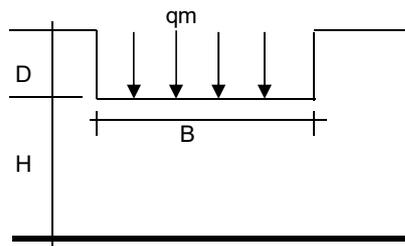
q _{lim}	(carico limite unitario)	263,44	263,44	(kN/m ²)
------------------	--------------------------	--------	--------	----------------------

FS carico limite

$$F = q_{lim} * B^* / N$$

N _{min}	2,25	>	1
N _{max}	2,25	>	

CEDIMENTO DELLA FONDAZIONE



$$\delta = \mu_0 * \mu_1 * q_m * B^* / E \quad (\text{Christian e Carrier, 1976})$$

N	564,72	(kN/m)
M	34,97	(kNm/m)
e=M/N	0,06	(m)
B*	5,08	(m)

Profondità Piano di Posa della Fondazione

D =	1,10	(m)
D/B*	0,22	(m)
Hs/B*	2,36	(m)

Carico unitario medio (qm)

$$q_m = N / (B - 2 * e) = N / B^* = 113,85 \quad (\text{kN/mq})$$

Coefficiente di forma $\mu_0 = f(D/B)$

$$\mu_0 = 0,952 \quad (-)$$

Coefficiente di profondità $\mu_1 = f(H/B)$

$$\mu_1 = 0,74 \quad (-)$$

Cedimento della fondazione $\delta = \mu_0 * \mu_1 * q_m * B^* / E = 17,95$ (mm)

CONDIZIONE SISMICA +

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta condizione sismica +

		SLE	STR/GEO	EQU
Sst1 stat = $0,5 * \gamma^* (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 * k_a$	(kN/m)	76,82	76,82	96,66
Sst1 sism = $0,5 * \gamma^* (1 + k_v) * (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 * k_{as}^+ - Sst1 \text{ stat}$	(kN/m)	40,59	40,59	47,20
Ssq1 perm = $q_p * (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) * k_{as}^+$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Ssq1 acc = $q_s * (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) * k_{as}^+$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00

- Componente orizzontale condizione sismica +

Sst1h stat = $Sst1 \text{ stat} * \cos \delta$	(kN/m)	71,72	71,72	92,16
Sst1h sism = $Sst1 \text{ sism} * \cos \delta$	(kN/m)	37,89	37,89	45,00
Ssq1h perm = $Ssq1 \text{ perm} * \cos \delta$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Ssq1h acc = $Ssq1 \text{ acc} * \cos \delta$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00

- Componente verticale condizione sismica +

Sst1v stat = $Sst1 \text{ stat} * \sin \delta$	(kN/m)	27,53	27,53	29,15
Sst1v sism = $Sst1 \text{ sism} * \sin \delta$	(kN/m)	14,55	14,55	14,23
Ssq1v perm = $Ssq1 \text{ perm} * \sin \delta$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Ssq1v acc = $Ssq1 \text{ acc} * \sin \delta$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00

- Spinta passiva sul dente

$Sp = \frac{1}{2} * \gamma_1' * (1 + k_v) * H_d^2 * k_{ps}^+ + (2 * c_1 * k_{ps}^{+0.5} + \gamma_1' * (1 + k_v) * k_{ps}^+ * H_2') * H_d$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
---	--------	------	------	------

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Condizione sismica +

		SLE	STR/GEO	EQU
MSst1 stat = $Sst1h \text{ stat} * ((H_2 + H_3 + H_4 + h_d) / 3 - h_d)$	(kNm/m)	136,70	136,70	175,65
MSst1 sism = $Sst1h \text{ sism} * ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 3 - H_d)$	(kNm/m)	72,23	72,23	85,77
MSst2 stat = $Sst1v \text{ stat} * B$	(kNm/m)	143,16	143,16	151,59
MSst2 sism = $Sst1v \text{ sism} * B$	(kNm/m)	75,64	75,64	74,02
MSsq1 = $Ssq1h * ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 2 - H_d)$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MSsq2 = $Ssq1v * B$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MSp = $\gamma_1' * H_d^3 * k_{ps}^+ / 3 + (2 * c_1 * k_{ps}^{+0.5} + \gamma_1' * k_{ps}^+ * H_2') * H_d^2 / 2$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 = $mp + ms$	(kNm/m)		0,00	
Mfext2 = $(fp + fs) * (H_3 + H_2)$	(kNm/m)		0,00	
Mfext3 = $(vp + vs) * (B_1 + B_2 + B_3 / 2)$	(kNm/m)		0,00	

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO

Risultante forze verticali (N)				
$N = P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv}$		612,96	(kN/m)	
Risultante forze orizzontali (T)				
$T = S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh}$		197,27	(kN/m)	
Coefficiente di attrito alla base (f)				
$f = \tan \varphi_1'$		0,42	(-)	
$F_s = (N \cdot f + S_p) / T$		1,32	>	1

VERIFICA AL RIBALTAMENTO

Momento stabilizzante (Ms)				
$M_s = M_m + M_t + M_{fext3}$		1532,75	(kNm/m)	
Momento ribaltante (Mr)				
$M_r = M_{Sst} + M_{Ssq} + M_{fext1} + M_{fext2} + M_{Sp} + M_{Ps} + M_{pts}$		136,79	(kNm/m)	
$F_r = M_s / M_r$		11,21	>	1

VERIFICA A CARICO LIMITE DELLA FONDAZIONE

Risultante forze verticali (N)		N _{min}	N _{max}	
$N = P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv} + (S_{ovr acc})$		612,96	612,96	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
$T = S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh} - S_p$		197,27		(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
$MM = \sum M$		1441,65	1441,65	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)				
$M = X_c \cdot N - MM$		152,04	152,04	(kNm/m)

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c_1' \cdot N_c \cdot i_c + q_0 \cdot N_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot N_\gamma \cdot i_\gamma$$

c_1'	coesione terreno di fondaz.	0,00		(kN/mq)
φ_1'	angolo di attrito terreno di fondaz.	23,00		(°)
γ_1	peso unità di volume terreno fondaz.	19,00		(kN/m ³)
$q_0 = \gamma_d \cdot H_2'$	sovraccarico stabilizzante	20,90		(kN/m ²)
$e = M / N$	eccentricità	0,25	0,25	(m)
$B^* = B - 2e$	larghezza equivalente	4,70	4,70	(m)

RELAZIONE DI CALCOLO

I valori di N_c , N_q e N_g sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$N_q = \text{tg}^2(45 + \varphi'/2) * e^{(\pi * \text{tg}(\varphi'))}$ (1 in cond. nd)	8,66	(-)
$N_c = (N_q - 1) / \text{tg}(\varphi')$ (2+ π in cond. nd)	18,05	(-)
$N_g = 2 * (N_q + 1) * \text{tg}(\varphi')$ (0 in cond. nd)	8,20	(-)

I valori di i_c , i_q e i_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$i_q = (1 - T / (N + B * c' * \text{cotg}(\varphi')))^m$ (1 in cond. nd)	0,46	0,46	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$	0,39	0,39	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B * c' * \text{cotg}(\varphi')))^{m+1}$	0,31	0,31	(-)

(fondazione nastriforme $m = 2$)

q_{lim} (carico limite unitario)	197,56	197,56	(kN/m ²)
------------------------------------	--------	--------	----------------------

FS carico limite	F = $q_{lim} * B / N$	N_{min}	1,52	>	
		N_{max}	1,52	>	1

CONDIZIONE SISMICA -

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta condizione sismica -

		SLE	STR/GEO	EQU
$Sst1 \text{ stat} = 0,5 * \gamma' * (H2 + H3 + H4 + Hd)^2 * ka$ (kN/m)		76,82	76,82	96,66
$Sst1 \text{ sism} = 0,5 * \gamma' * (1 - kv) * (H2 + H3 + H4 + Hd)^2 * ka_s - Sst1 \text{ stat}$ (kN/m)		29,04	29,04	32,67
$Ssq1 \text{ perm} = qp * (H2 + H3 + H4 + Hd) * ka_s^-$ (kN/m)		0,00	0,00	0,00
$Ssq1 \text{ acc} = qs * (H2 + H3 + H4 + Hd) * ka_s^-$ (kN/m)		0,00	0,00	0,00

- Componente orizzontale condizione sismica -

$Sst1h \text{ stat} = Sst1 \text{ stat} * \cos \delta$ (kN/m)		71,72	71,72	92,16
$Sst1h \text{ sism} = Sst1 \text{ sism} * \cos \delta$ (kN/m)		27,12	27,12	31,15
$Ssq1h \text{ perm} = Ssq1 \text{ perm} * \cos \delta$ (kN/m)		0,00	0,00	0,00
$Ssq1h \text{ acc} = Ssq1 \text{ acc} * \cos \delta$ (kN/m)		0,00	0,00	0,00

- Componente verticale condizione sismica -

$Sst1v \text{ stat} = Sst1 \text{ stat} * \sin \delta$ (kN/m)		27,53	27,53	29,15
$Sst1v \text{ sism} = Sst1 \text{ sism} * \sin \delta$ (kN/m)		10,41	10,41	9,85
$Ssq1v \text{ perm} = Ssq1 \text{ perm} * \sin \delta$ (kN/m)		0,00	0,00	0,00
$Ssq1v \text{ acc} = Ssq1 \text{ acc} * \sin \delta$ (kN/m)		0,00	0,00	0,00

- Spinta passiva sul dente

$Sp = \frac{1}{2} * \gamma_1' * (1 - kv) * Hd^2 * kps^+ + (2 * c_1 * kps^{-0.5} + \gamma_1' * (1 - kv) * kps^- * H2) * Hd$ (kN/m)		0,00	0,00	0,00
---	--	------	------	------

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Condizione sismica -

		SLE	STR/GEO	EQU
$MSst1 \text{ stat} = Sst1h \text{ stat} * ((H2 + H3 + H4 + Hd) / 3 - Hd)$ (kNm/m)		136,70	136,70	175,65
$MSst1 \text{ sism} = Sst1h \text{ sism} * ((H2 + H3 + H4 + Hd) / 3 - Hd)$ (kNm/m)		51,68	51,68	59,36
$MSst2 \text{ stat} = Sst1v \text{ stat} * B$ (kNm/m)		143,16	143,16	151,59
$MSst2 \text{ sism} = Sst1v \text{ sism} * B$ (kNm/m)		54,12	54,12	51,23
$MSsq1 = Ssq1h * ((H2 + H3 + H4 + Hd) / 2 - Hd)$ (kNm/m)		0,00	0,00	0,00
$MSsq2 = Ssq1v * B$ (kNm/m)		0,00	0,00	0,00
$MSp = \gamma_1' * Hd^3 * kps^+ / 3 + (2 * c_1 * kps^{+0.5} + \gamma_1' * kps^+ * H2) * Hd^2 / 2$ (kNm/m)		0,00	0,00	0,00

RELAZIONE DI CALCOLO

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 =	mp+ms	(kNm/m)	0,00
Mfext2 =	(fp+fs)*(H3 + H2)	(kNm/m)	0,00
Mfext3 =	(vp+vs)*(B1 +B2 + B3/2)	(kNm/m)	0,00

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO

Risultante forze verticali (N)			
N =	Pm+ Pt + vp + vs + Sst1v + Ssq1v + Ps v + Ptsv	521,16	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)			
T =	Sst1h + Ssq1h + fp + fs +Ps h + Ptsh	186,50	(kN/m)
Coefficiente di attrito alla base (f)			
f =	tgφ1'	0,42	(-)
Fs =	(N*f + Sp) / T	1,19	> 1

VERIFICA AL RIBALTAMENTO

Momento stabilizzante (Ms)			
Ms =	Mm + Mt + Mfext3	1735,57 [■]	(kNm/m)
Momento ribaltante (Mr)			
Mr =	MSst+MSsq+Mfext1+Mfext2+MSp+MPs+Mpts	592,99 [■]	(kNm/m)
Fr =	Ms / Mr	2,93	> 1

VERIFICA A CARICO LIMITE DELLA FONDAZIONE

Risultante forze verticali (N)			
N =	Pm+ Pt + vp + vs + Sst1v + Ssq1v + Ps v + Ptsv	Nmin 521,16	Nmax [■] 521,16 (kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)			
T =	Sst1h + Ssq1h + fp + fs +Ps h + Ptsh - Sp	186,50	(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)			
MM =	ΣM	1183,68	1183,68 (kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)			
M =	Xc*N - MM	171,34	171,34 (kNm/m)

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c'N_c i_c + q_0 N_q i_q + 0,5 \gamma_1 B N_\gamma i_\gamma$$

c1'	coesione terreno di fondaz.	0,00	(kN/mq)
φ1'	angolo di attrito terreno di fondaz.	23,00	(°)
γ1	peso unità di volume terreno fondaz.	19,00	(kN/m ³)
q0 =γd*H2'	sovraccarico stabilizzante	20,90	(kN/m ²)

RELAZIONE DI CALCOLO

$e = M / N$	eccentricità	0,33	0,33	(m)
$B^* = B - 2e$	larghezza equivalente	4,54	4,54	(m)

I valori di N_c , N_q e N_g sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$N_q = \text{tg}^2(45 + \varphi/2) * e^{(\pi * \text{tg}(\varphi))}$	(1 in cond. nd)	8,66		(-)
$N_c = (N_q - 1) / \text{tg}(\varphi)$	(2+ π in cond. nd)	18,05		(-)
$N_g = 2 * (N_q + 1) * \text{tg}(\varphi)$	(0 in cond. nd)	8,20		(-)

I valori di i_c , i_q e i_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$i_q = (1 - T / (N + B * c' * \text{cotg}(\varphi)))^m$	(1 in cond. nd)	0,41	0,41	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$		0,34	0,34	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B * c' * \text{cotg}(\varphi)))^{m+1}$		0,26	0,26	(-)

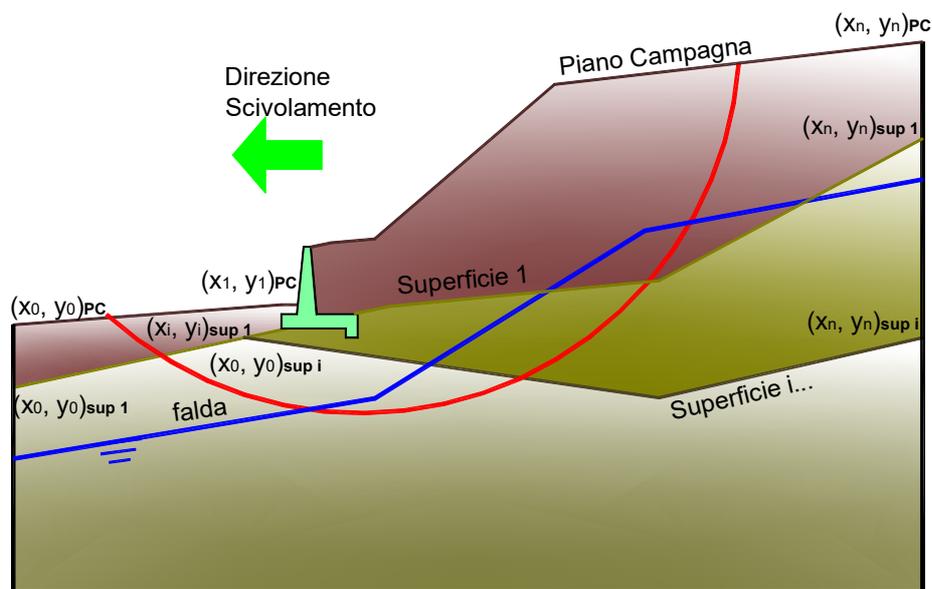
(fondazione nastroforme $m = 2$)

q_{lim}	(carico limite unitario)	168,37	168,37	(kN/m ²)
-----------	--------------------------	--------	--------	----------------------

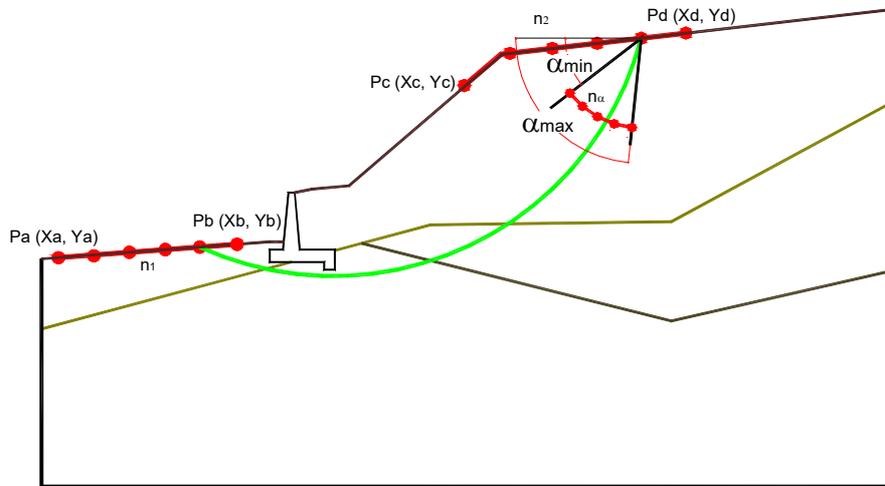
FS carico limite	$F = q_{lim} * B^* / N$	N_{min}	1,47	>	1
		N_{max}	1,47	>	

VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE

	γ [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kPa]	Descrizione
materiale 1	19	23,00	20	fondazione
materiale 2	19	35,00	0	terrapieno



RELAZIONE DI CALCOLO



Limiti ricerca superfici

Xa	80
Xb	97
n1	10

Xc	105
Xd	125
n2	10

alfa min	40
alfa max	70
n alfa	10

# superfici massimo	1331
----------------------------	------

RISULTATO VERIFICA

Nel seguente tabulato si riportano le superfici più significative.

N. superficie	Xc (m)	Yc (m)	R (m)	Xv (m)	Xm (m)	FS (statico)	FS (sismico)
1	100,187	114,804	15,641	91,900	113,000	2,613	1,658
2	101,215	113,196	13,896	93,600	113,000	2,586	1,666
3	100,731	110,151	11,156	93,600	111,000	2,459	1,671
4	101,669	109,188	9,930	95,300	111,000	2,423	1,675
5	102,195	111,821	12,354	95,300	113,000	2,607	1,698
6	100,713	118,291	18,930	91,900	115,000	2,805	1,700
7	100,412	113,698	14,843	91,900	113,000	2,700	1,720
8	99,379	115,370	16,629	90,200	113,000	2,757	1,723
9	101,795	116,189	16,757	93,600	115,000	2,818	1,727
10	101,423	112,249	13,236	93,600	113,000	2,675	1,732
11	98,320	117,302	18,630	88,500	113,000	2,837	1,735
12	98,783	121,533	22,544	88,500	115,000	2,948	1,738
13	99,904	118,995	20,002	90,200	115,000	2,900	1,740
14	100,896	109,469	10,752	93,600	111,000	2,568	1,752

RELAZIONE DI CALCOLO

15	100,990	116,818	17,779	91,900	115,000	2,879	1,753
16	100,290	123,831	24,501	90,200	117,000	3,075	1,767
17	102,391	111,006	11,804	95,300	113,000	2,701	1,768
18	99,930	110,491	12,026	91,900	111,000	2,650	1,769
19	102,817	114,402	14,872	95,300	115,000	2,886	1,780
20	102,257	120,149	20,495	93,600	117,000	3,060	1,782
21	102,045	114,943	15,815	93,600	115,000	2,897	1,784
22	101,452	120,926	21,614	91,900	117,000	3,080	1,789
23	100,616	112,697	14,159	91,900	113,000	2,799	1,790
24	99,600	114,205	15,801	90,200	113,000	2,855	1,790
25	99,086	119,705	21,086	88,500	115,000	3,027	1,791
26	98,258	128,248	29,158	86,800	117,000	3,205	1,793
27	97,963	122,324	23,684	86,800	115,000	3,091	1,794
28	98,946	111,671	13,411	90,200	111,000	2,760	1,796
29	100,175	117,454	18,813	90,200	115,000	2,982	1,796
30	99,475	124,706	25,697	88,500	117,000	3,161	1,799
31	98,562	115,942	17,626	88,500	113,000	2,934	1,800
32	101,613	111,386	12,670	93,600	113,000	2,776	1,805
33	100,639	121,712	22,745	90,200	117,000	3,141	1,813
34	101,235	115,510	16,804	91,900	115,000	2,965	1,814
35	97,499	117,943	19,671	86,800	113,000	3,030	1,815
36	97,945	113,029	14,927	88,500	111,000	2,887	1,828
37	101,740	126,521	26,851	91,900	119,000	3,304	1,829
38	102,571	118,455	19,118	93,600	117,000	3,128	1,831
39	100,931	127,486	28,111	90,200	119,000	3,330	1,838
40	97,435	129,229	30,438	85,100	117,000	3,330	1,838
41	98,652	125,588	26,903	86,800	117,000	3,273	1,839
42	101,760	119,160	20,193	91,900	117,000	3,152	1,840
43	103,340	117,787	18,100	95,300	117,000	3,159	1,843
44	103,050	113,339	14,092	95,300	115,000	2,975	1,843
45	102,571	110,259	11,330	95,300	113,000	2,808	1,846
46	99,818	122,505	23,886	88,500	117,000	3,234	1,848
47	102,270	113,827	15,011	93,600	115,000	2,989	1,849
48	98,262	120,422	22,178	86,800	115,000	3,180	1,851
49	99,354	118,096	19,855	88,500	115,000	3,118	1,851
50	97,137	123,122	24,832	85,100	115,000	3,257	1,856
51	100,113	128,461	29,383	88,500	119,000	3,387	1,857
52	100,092	109,762	11,608	91,900	111,000	2,774	1,857
53	100,417	116,083	17,803	90,200	115,000	3,076	1,860
54	103,238	109,976	10,605	97,000	113,000	2,839	1,862
55	99,800	113,149	15,092	90,200	113,000	2,964	1,865

RELAZIONE DI CALCOLO

56	95,947	126,304	27,937	83,400	115,000	3,350	1,866
57	100,941	119,871	21,278	90,200	117,000	3,219	1,866
58	100,802	111,781	13,571	91,900	113,000	2,910	1,868
59	102,147	124,025	24,711	91,900	119,000	3,359	1,869
60	98,780	114,718	16,768	88,500	113,000	3,043	1,872
61	102,955	123,158	23,526	93,600	119,000	3,370	1,873
62	101,330	124,901	25,909	90,200	119,000	3,389	1,880
63	101,456	114,336	15,971	91,900	115,000	3,064	1,882
64	99,118	110,835	12,908	90,200	111,000	2,885	1,882
65	97,738	116,518	18,631	86,800	113,000	3,139	1,884
66	99,289	129,443	30,665	86,800	119,000	3,471	1,885
67	97,824	126,476	28,118	85,100	117,000	3,407	1,886
68	102,847	116,970	17,961	93,600	117,000	3,209	1,887
69	96,580	130,248	31,768	83,400	117,000	3,477	1,887
70	101,787	110,592	12,181	93,600	113,000	2,891	1,888
71	98,991	123,303	25,036	86,800	117,000	3,354	1,891
72	102,031	117,607	18,996	91,900	117,000	3,236	1,898
73	96,673	118,588	20,719	85,100	113,000	3,244	1,899
74	103,625	116,362	16,974	95,300	117,000	3,240	1,900
75	100,506	125,784	27,117	88,500	119,000	3,453	1,902
76	100,116	120,589	22,371	88,500	117,000	3,319	1,904
77	98,129	112,070	14,320	88,500	111,000	3,015	1,913
78	103,259	112,380	13,424	95,300	115,000	3,077	1,915
79	98,527	118,743	20,905	86,800	115,000	3,281	1,915
80	97,433	121,143	23,277	85,100	115,000	3,356	1,917
81	95,560	120,992	23,108	83,400	113,000	3,365	1,918
82	102,494	121,891	22,946	91,900	119,000	3,428	1,918
83	99,592	116,661	18,809	88,500	115,000	3,222	1,919
84	98,459	130,432	31,956	85,100	119,000	3,577	1,920
85	103,310	121,104	21,812	93,600	119,000	3,437	1,921
86	102,473	112,816	14,323	93,600	115,000	3,094	1,923
87	96,285	123,945	26,017	83,400	115,000	3,446	1,923
88	101,208	118,250	20,040	90,200	117,000	3,310	1,927
89	101,672	122,685	24,089	90,200	119,000	3,462	1,930
90	95,091	127,222	29,192	81,700	115,000	3,539	1,930
91	100,634	114,849	16,940	90,200	115,000	3,184	1,932
92	99,677	126,673	28,333	86,800	119,000	3,543	1,933
93	102,737	109,567	10,921	95,300	113,000	2,929	1,935
94	95,720	131,272	33,106	81,700	117,000	3,634	1,939
95	96,968	127,394	29,372	83,400	117,000	3,562	1,939
96	98,159	124,107	26,192	85,100	117,000	3,496	1,942

RELAZIONE DI CALCOLO

97	101,968	128,673	29,609	90,200	121,000	3,645	1,943
98	97,123	113,484	15,866	86,800	111,000	3,158	1,945
99	102,787	127,697	28,335	91,900	121,000	3,662	1,948
100	99,984	112,180	14,481	90,200	113,000	3,087	1,948
101	99,286	121,310	23,471	86,800	117,000	3,448	1,951
102	103,420	109,319	10,194	97,000	113,000	2,961	1,951
103	103,918	112,015	12,670	97,000	115,000	3,160	1,951
104	103,091	115,651	16,979	93,600	117,000	3,302	1,952
105	98,978	113,605	16,032	88,500	113,000	3,165	1,952
106	101,143	129,657	30,892	88,500	121,000	3,681	1,954
107	100,844	123,485	25,240	88,500	119,000	3,532	1,954
108	100,974	110,937	13,064	91,900	113,000	3,035	1,956
109	101,656	113,269	15,257	91,900	115,000	3,176	1,958
110	97,954	115,234	17,742	86,800	113,000	3,259	1,961
111	97,600	131,456	33,293	83,400	119,000	3,704	1,961
112	103,598	126,731	27,073	93,600	121,000	3,705	1,962
113	103,877	115,101	16,020	95,300	117,000	3,334	1,964
114	102,272	116,225	17,980	91,900	117,000	3,334	1,964
115	100,380	118,897	21,091	88,500	117,000	3,418	1,968
116	98,843	127,567	29,555	85,100	119,000	3,657	1,971
117	96,909	117,099	19,643	85,100	113,000	3,364	1,973
118	102,796	120,038	21,470	91,900	119,000	3,510	1,973
119	100,312	130,647	32,185	86,800	121,000	3,744	1,974
120	103,616	119,325	20,384	93,600	119,000	3,518	1,976
121	99,278	110,058	12,474	90,200	111,000	3,024	1,978
122	101,949	109,854	11,760	93,600	113,000	3,020	1,980
123	97,695	119,392	21,961	85,100	115,000	3,467	1,985
124	98,763	117,242	19,822	86,800	115,000	3,395	1,987
125	96,580	121,884	24,406	83,400	115,000	3,554	1,987
126	101,970	120,756	22,565	90,200	119,000	3,549	1,987
127	100,012	124,289	26,397	86,800	119,000	3,630	1,988
128	95,824	119,251	21,796	83,400	113,000	3,484	1,988
129	102,360	125,981	27,331	90,200	121,000	3,712	1,989
130	95,429	124,772	27,207	81,700	115,000	3,645	1,991
131	103,185	125,096	26,122	91,900	121,000	3,727	1,993
132	96,108	128,316	30,634	81,700	117,000	3,728	1,993
133	99,807	115,365	17,915	88,500	115,000	3,339	1,995
134	101,446	116,803	18,988	90,200	117,000	3,414	1,995
135	103,450	111,505	12,850	95,300	115,000	3,193	1,996
136	97,303	124,933	27,383	83,400	117,000	3,660	1,997
137	99,477	131,642	33,484	85,100	121,000	3,829	2,000

RELAZIONE DI CALCOLO

138	104,398	118,645	19,348	95,300	119,000	3,588	2,001
139	101,530	126,871	28,548	88,500	121,000	3,752	2,002
140	94,708	121,733	24,237	81,700	113,000	3,608	2,003
141	98,452	122,036	24,577	85,100	117,000	3,599	2,004
142	96,736	132,485	34,637	81,700	119,000	3,843	2,004
143	102,658	111,891	13,731	93,600	115,000	3,213	2,005
144	98,299	111,183	13,798	88,500	111,000	3,156	2,006
145	104,003	124,219	24,922	93,600	121,000	3,772	2,007
146	100,832	113,725	16,199	90,200	115,000	3,305	2,013
147	101,139	121,478	23,666	88,500	119,000	3,625	2,014
148	97,984	128,489	30,816	83,400	119,000	3,792	2,014
149	99,547	119,547	22,148	86,800	117,000	3,555	2,018
150	100,696	127,765	29,771	86,800	121,000	3,821	2,024
151	103,311	114,466	16,142	93,600	117,000	3,410	2,024
152	99,175	125,097	27,560	85,100	119,000	3,751	2,028
153	98,614	132,671	34,827	83,400	121,000	3,939	2,034
154	97,306	112,471	15,236	86,800	111,000	3,301	2,035
155	104,127	111,175	12,097	97,000	115,000	3,284	2,036
156	104,103	113,971	15,208	95,300	117,000	3,443	2,037
157	103,062	118,404	20,225	91,900	119,000	3,607	2,037
158	102,489	114,980	17,111	91,900	117,000	3,446	2,039
159	103,886	117,760	19,180	93,600	119,000	3,613	2,039
160	100,616	117,384	20,001	88,500	117,000	3,530	2,039
161	99,160	112,582	15,399	88,500	113,000	3,301	2,041
162	100,154	111,285	13,955	90,200	113,000	3,225	2,041
163	102,698	123,666	25,443	90,200	121,000	3,794	2,042
164	101,839	112,291	14,643	91,900	115,000	3,302	2,044
165	103,526	122,866	24,291	91,900	121,000	3,807	2,046
166	98,150	114,063	16,979	86,800	113,000	3,394	2,046
167	100,304	122,204	24,772	86,800	119,000	3,729	2,050
168	102,233	119,052	21,277	90,200	119,000	3,650	2,052
169	99,858	128,664	31,000	85,100	121,000	3,913	2,053
170	101,134	110,151	12,627	91,900	113,000	3,176	2,053
171	96,443	125,764	28,578	81,700	117,000	3,835	2,054
172	97,123	115,753	18,722	85,100	113,000	3,497	2,054
173	101,864	124,471	26,602	88,500	121,000	3,839	2,057
174	95,724	122,628	25,541	81,700	115,000	3,763	2,058
175	96,842	120,058	23,043	83,400	115,000	3,675	2,059
176	97,120	129,415	32,082	81,700	119,000	3,939	2,060
177	97,929	117,825	20,840	85,100	115,000	3,591	2,060
178	104,350	122,071	23,147	93,600	121,000	3,853	2,061

RELAZIONE DI CALCOLO

179	97,596	122,780	25,711	83,400	117,000	3,772	2,063
180	96,296	113,942	16,811	85,100	111,000	3,455	2,065
181	104,676	117,143	18,178	95,300	119,000	3,687	2,065
182	96,061	117,693	20,679	83,400	113,000	3,616	2,066
183	98,976	115,885	18,895	86,800	115,000	3,522	2,067
184	97,747	133,704	36,176	81,700	121,000	4,058	2,069
185	101,661	115,497	18,087	90,200	117,000	3,533	2,072
186	98,315	125,927	28,755	83,400	119,000	3,893	2,074
187	98,711	120,201	23,209	85,100	117,000	3,715	2,075
188	94,972	119,917	22,878	81,700	113,000	3,738	2,077
189	100,004	114,185	17,146	88,500	115,000	3,470	2,080
190	101,027	125,280	27,766	86,800	121,000	3,913	2,081
191	101,400	119,703	22,335	88,500	119,000	3,732	2,081
192	103,626	110,700	12,356	95,300	115,000	3,324	2,086
193	98,995	129,590	32,266	83,400	121,000	4,029	2,088
194	104,766	113,556	14,426	97,000	117,000	3,573	2,088
195	95,255	115,630	18,566	83,400	111,000	3,615	2,093
196	99,465	122,933	25,883	85,100	119,000	3,858	2,093
197	99,781	117,969	21,020	86,800	117,000	3,676	2,093
198	105,133	121,314	22,058	95,300	121,000	3,962	2,096
199	102,830	111,038	13,221	93,600	115,000	3,348	2,097
200	101,014	112,693	15,561	90,200	115,000	3,441	2,102
201	102,992	121,646	23,861	90,200	121,000	3,891	2,104
202	103,511	113,389	15,423	93,600	117,000	3,533	2,106
203	103,824	120,923	22,759	91,900	121,000	3,903	2,107
204	103,300	116,945	19,166	91,900	119,000	3,718	2,109
205	98,458	110,357	13,347	88,500	111,000	3,312	2,109
206	104,126	116,367	18,157	93,600	119,000	3,723	2,110
207	100,187	126,091	28,934	85,100	121,000	4,012	2,112
208	104,308	112,947	14,512	95,300	117,000	3,566	2,118
209	100,829	116,017	19,069	88,500	117,000	3,657	2,120
210	100,563	120,356	23,397	86,800	119,000	3,844	2,120
211	102,156	122,373	24,968	88,500	121,000	3,941	2,120
212	104,651	120,204	21,663	93,600	121,000	3,949	2,122
213	97,453	126,760	29,954	81,700	119,000	4,047	2,122
214	102,686	113,846	16,366	91,900	117,000	3,574	2,122
215	96,736	123,527	26,850	81,700	117,000	3,955	2,123
216	98,128	130,519	33,536	81,700	121,000	4,155	2,125
217	102,469	117,527	20,181	90,200	119,000	3,766	2,126
218	104,318	110,406	11,605	97,000	115,000	3,423	2,130
219	95,986	120,727	24,129	81,700	115,000	3,894	2,133

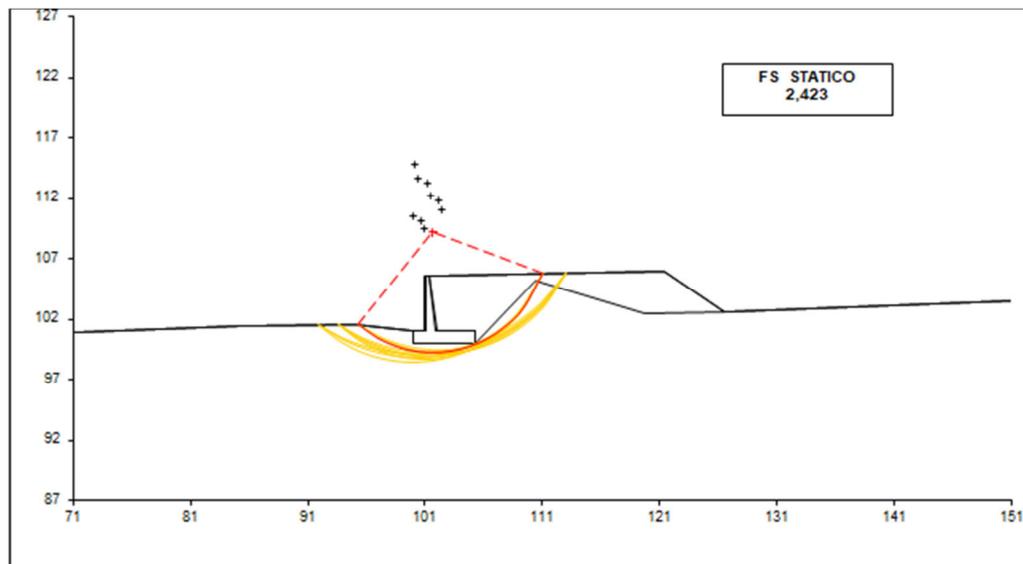
RELAZIONE DI CALCOLO

220	97,475	111,533	14,694	86,800	111,000	3,459	2,136
221	97,855	120,869	24,295	83,400	117,000	3,897	2,137
222	104,922	115,809	17,186	95,300	119,000	3,800	2,138
223	97,077	118,422	21,880	83,400	115,000	3,811	2,138
224	99,328	111,635	14,852	88,500	113,000	3,452	2,140
225	102,009	111,386	14,113	91,900	115,000	3,445	2,140
226	98,331	112,987	16,321	86,800	113,000	3,544	2,141
227	98,606	123,680	27,022	83,400	119,000	4,009	2,141
228	97,318	114,525	17,930	85,100	113,000	3,645	2,145
229	98,141	116,407	19,880	85,100	115,000	3,730	2,145
230	100,313	110,450	13,502	90,200	113,000	3,379	2,145
231	101,317	123,102	26,080	86,800	121,000	4,021	2,146
232	99,324	126,924	30,133	83,400	121,000	4,135	2,150

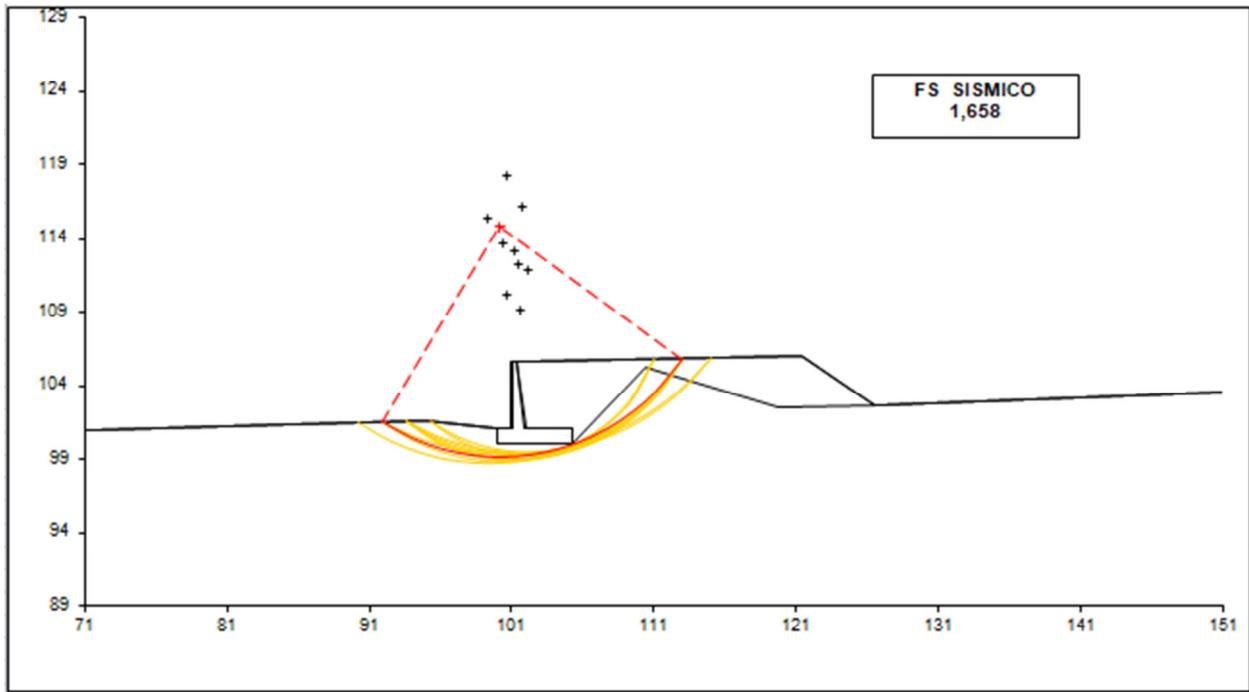
#strisce
30

# Superfici Calcolate	FS Bishop	
	690	STATICO
	SISMICO	1,658

Condizione statica



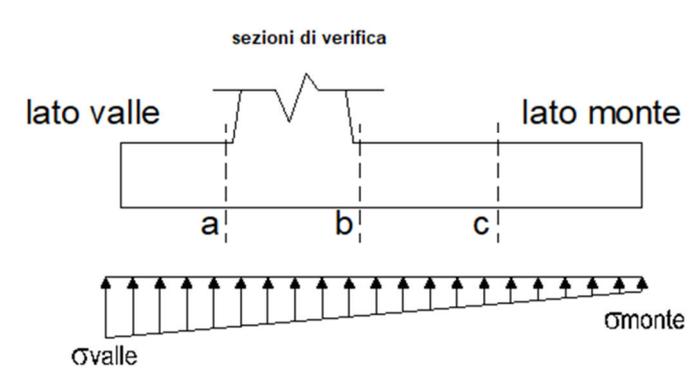
Condizione sismica



7.9.2 Verifiche strutturali

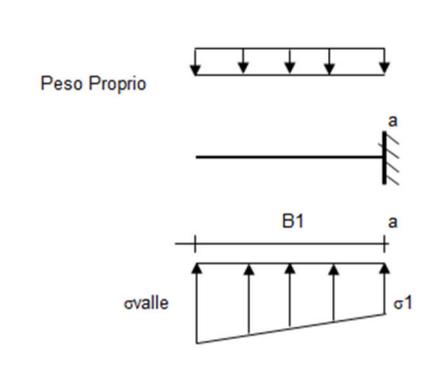
Reazioni del terreno

caso	N	M	σ_{valle}	σ_{monte}
	[kN]	[kNm]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
statico	577,90	74,96	127,77	94,50
	577,90	74,96	127,77	94,50
sisma+	612,96	152,04	151,61	84,14
	612,96	152,04	151,61	84,14
sisma-	521,16	171,34	138,24	62,20
	521,16	171,34	138,24	62,20



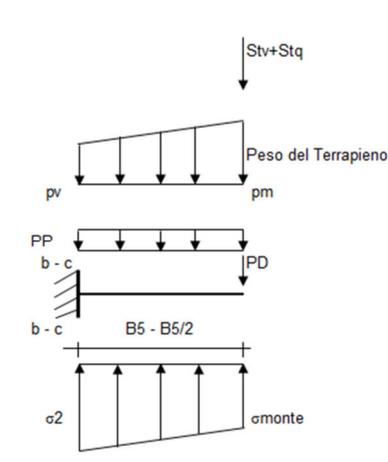
Mensola lato valle

caso	σ_{valle}	σ_1	Ma	Va
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN]
statico	127,77	121,37	49,07	97,07
	127,77	121,37	49,07	97,07
sisma+	151,61	138,64	58,75	115,34
	151,61	138,64	59,89	115,34
sisma-	138,24	123,62	54,08	101,14
	138,24	123,62	52,93	101,14

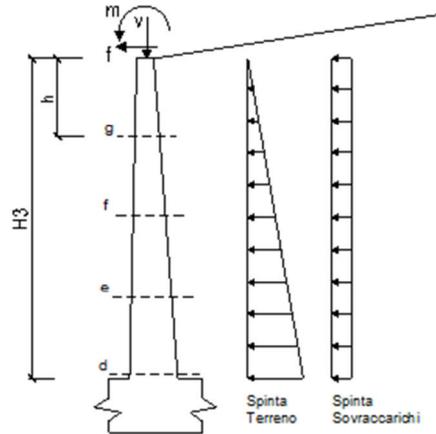


Mensola lato monte

caso	σ_{monte}	σ_{2b}	Mb	Vb	σ_{2c}	Mc	Vc
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN]
statico	94,50	115,74	-236,86	-79,47	105,12	-106,55	-74,59
	94,50	115,74	-385,66	-169,11	105,12	-143,75	-119,41
sisma+	84,14	127,22	-276,93	-100,25	105,68	-114,32	-89,54
	84,14	127,22	-276,93	-100,25	105,68	-114,32	-89,54
sisma-	62,20	110,75	-269,61	-97,06	86,48	-110,27	-88,06
	62,20	110,75	-269,61	-97,06	86,48	-110,27	-88,06



Calcolo sollecitazioni paramento verticale del muro



condizione statica

sezione	h	Mt	Mq	M _{ext}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	4,50	89,95	63,12	68,75	221,82	0,00	66,38	66,38
e-e	3,38	37,95	35,51	54,69	128,14	0,00	43,66	43,66
f-f	2,25	11,24	15,78	40,63	67,65	0,00	25,03	25,03
g-g	1,13	1,41	3,95	26,56	31,91	0,00	10,48	10,48

sezione	h	Vt	Vq	V _{ext}	V _{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	4,50	59,97	28,05	12,50	100,52
e-e	3,38	33,73	21,04	12,50	67,27
f-f	2,25	14,99	14,03	12,50	41,52
g-g	1,13	3,75	7,01	12,50	23,26

condizione sismica +

sezione	h	Mt _{stat}	Mt _{sism}	Mq	M _{ext}	M _{inerzia}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp+inerzia}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	4,50	66,63	37,71	0,00	0,00	20,77	125,11	0,00	71,89	71,89
e-e	3,38	28,11	15,91	0,00	0,00	10,54	54,56	0,00	47,30	47,30
f-f	2,25	8,33	4,71	0,00	0,00	4,17	17,22	0,00	27,11	27,11
g-g	1,13	1,04	0,59	0,00	0,00	0,92	2,55	0,00	11,35	11,35

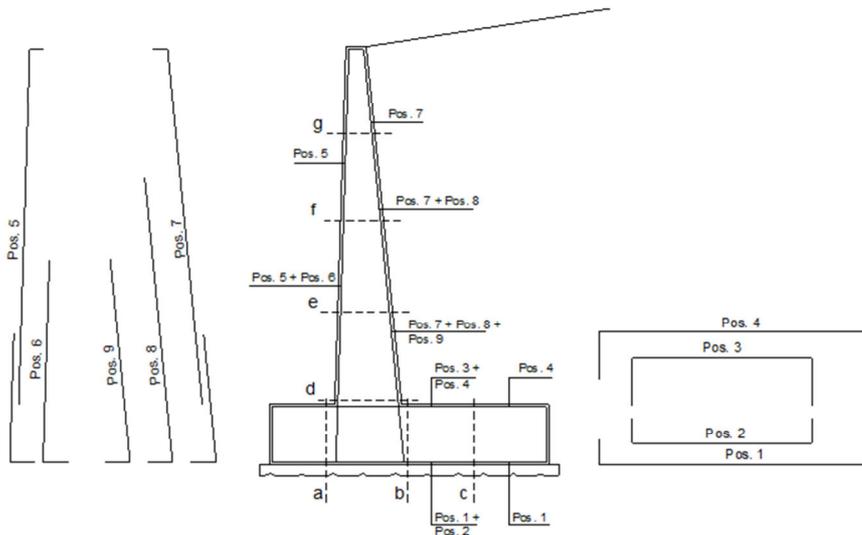
sezione	h	Vt _{stat}	Vt _{sism}	Vq	V _{ext}	V _{inerzia}	V _{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	4,50	44,42	25,14	0,00	0,00	11,04	80,60
e-e	3,38	24,99	14,14	0,00	0,00	7,26	46,39
f-f	2,25	11,10	6,28	0,00	0,00	4,16	21,55
g-g	1,13	2,78	1,57	0,00	0,00	1,74	6,09

condizione sismica -

sezione	h	Mt _{stat}	Mt _{sism}	Mq	M _{ext}	M _{inerzia}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp+inerzia}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	4,50	66,63	26,98	0,00	0,00	20,77	114,38	0,00	60,86	60,86
e-e	3,38	28,11	11,38	0,00	0,00	10,54	50,03	0,00	40,03	40,03
f-f	2,25	8,33	3,37	0,00	0,00	4,17	15,88	0,00	22,95	22,95
g-g	1,13	1,04	0,42	0,00	0,00	0,92	2,38	0,00	9,61	9,61

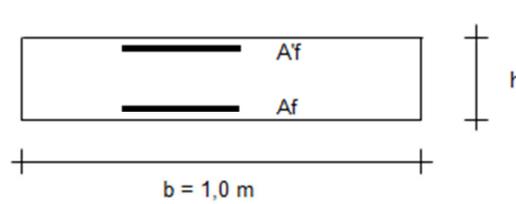
sezione	h	Vt _{stat}	Vt _{sism}	Vq	V _{ext}	V _{inerzia}	V _{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	4,50	44,42	17,99	0,00	0,00	11,04	73,45
e-e	3,38	24,99	10,12	0,00	0,00	7,26	42,37
f-f	2,25	11,10	4,50	0,00	0,00	4,16	19,76
g-g	1,13	2,78	1,12	0,00	0,00	1,74	5,64

SCHEMA DELLE ARMATURE



pos	n°/ml	φ	II strato	pos	n°/ml	φ	II strato
1	5,0	20		5	5,0	20	
2	0,0	0	<input type="checkbox"/>	6	0,0	0	<input type="checkbox"/>
3	2,0	20	<input type="checkbox"/>	7	5,0	20	
4	5,0	20		8	0,0	0	<input type="checkbox"/>
				9	0,0	20	<input type="checkbox"/>

VERIFICA



Sez.	M	N	h	Af	A'f	Mu
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(kNm)
a - a	59,89	0,00	1,10	15,71	21,99	627,33
b - b	-385,66	0,00	1,10	21,99	15,71	868,21
c - c	-143,75	0,00	1,10	15,71	15,71	627,16
d - d	221,82	66,38	0,88	15,71	15,71	517,37
e - e	128,14	43,66	0,74	15,71	15,71	416,38
f - f	67,65	25,03	0,59	15,71	15,71	319,65
g - g	31,91	10,48	0,45	15,71	15,71	226,30

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

VERIFICA A TAGLIO

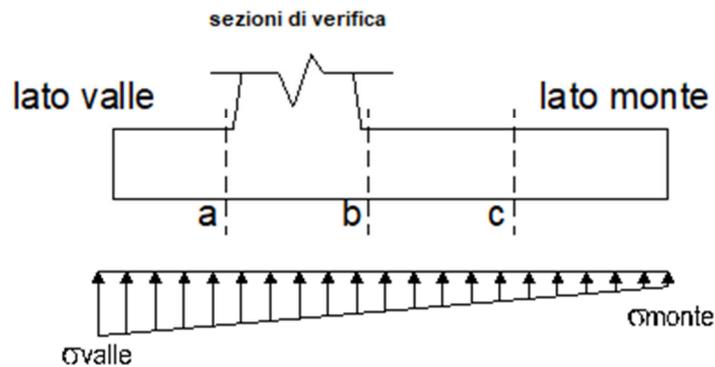
Sez.	V _{Ed}	h	V _{rd}
(-)	(kN)	(m)	(kN)
a - a	115,34	1,10	354,74
b - b	169,11	1,10	354,74
c - c	119,41	1,10	354,74
d - d	100,52	0,88	305,14
e - e	67,27	0,74	261,92
f - f	41,52	0,59	220,29
g - g	23,26	0,45	188,10

Armatura a taglio non necessaria

VERIFICA A FESSURAZIONE

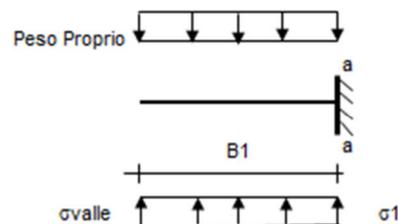
Calcolo sollecitazione soletta di fondazione

caso	N	M	σ_{valle}	σ_{monte}
	[kN]	[kNm]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
Freq.	564,72	34,97	116,36	100,84
	564,72	34,97	116,36	100,84
Q.P.	554,58	-14,17	103,51	109,80
	554,58	-14,17	103,51	109,80



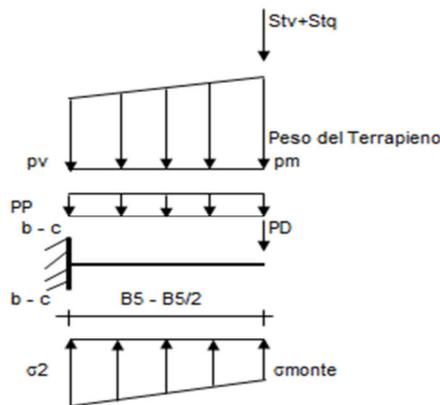
Mensola lato valle

caso	σ_{valle}	σ_1	Ma
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]
Freq.	116,36	113,37	43,93
	116,36	113,37	43,93
Q.P.	103,51	104,72	38,20
	103,51	104,72	38,20



Mensola lato monte

caso	σ_{monte}	σ_{2b}	M_b	σ_{2c}	M_c
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN/m ²]	[kNm]
Freq.	100,84	110,75	-178,97	105,79	-78,53
	100,84	110,75	-289,19	105,79	-106,09
Q.P.	109,80	105,78	-121,55	107,79	-52,57
	109,80	105,78	-121,55	107,79	-52,57



Azioni sul parameno verticale

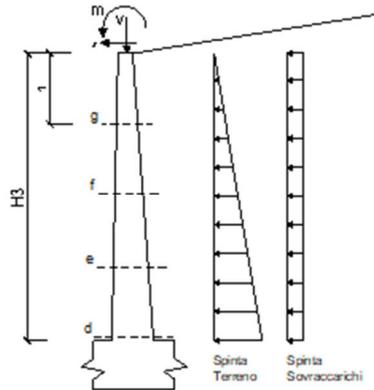
condizione Frequente

sezione	h	Mt	Mq	M _{ext}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	4,50	66,63	46,76	68,75	182,13	0,00	66,38	66,38
e-e	3,38	28,11	26,30	54,69	109,10	0,00	43,66	43,66
f-f	2,25	8,33	11,69	40,63	60,64	0,00	25,03	25,03
g-g	1,13	1,04	2,92	26,56	30,53	0,00	10,48	10,48

condizione Quasi Permanente

sezione	h	Mt	Mq	M _{ext}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	4,50	66,63	0,00	0,00	66,63	0,00	66,38	66,38
e-e	3,38	28,11	0,00	0,00	28,11	0,00	43,66	43,66
f-f	2,25	8,33	0,00	0,00	8,33	0,00	25,03	25,03
g-g	1,13	1,04	0,00	0,00	1,04	0,00	10,48	10,48

RELAZIONE DI CALCOLO



Verifica

condizione Frequente

Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ^c	σ^f	wk	w _{amm}
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(mm)	(mm)
a - a	43,93	0,00	1,10	15,71	21,99	0,40	28,61	0,042	0,200
b - b	-289,19	0,00	1,10	21,99	15,71	2,39	135,97	0,162	0,200
c - c	-106,09	0,00	1,10	15,71	15,71	1,00	69,19	0,101	0,200
d - d	182,13	66,38	0,88	15,71	15,71	2,55	132,09	0,193	0,200
e - e	109,10	43,66	0,74	15,71	15,71	2,08	98,36	0,144	0,200
f - f	60,64	25,03	0,59	15,71	15,71	1,70	72,30	0,104	0,200
g - g	30,53	10,48	0,45	15,71	15,71	1,44	53,24	0,064	0,200

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

condizione Quasi Permanente

Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ^c	σ^f	wk	w _{amm}
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(mm)	(mm)
a - a	38,20	0,00	1,10	15,71	21,99	0,35	24,88	0,036	0,200
b - b	-121,55	0,00	1,10	21,99	15,71	1,00	57,15	0,068	0,200
c - c	-52,57	0,00	1,10	15,71	15,71	0,50	34,28	0,050	0,200
d - d	66,63	66,38	0,88	15,71	15,71	0,94	36,26	0,053	0,200
e - e	28,11	43,66	0,74	15,71	15,71	0,54	16,17	0,024	0,200
f - f	8,33	25,03	0,59	15,71	15,71	0,23	4,09	0,005	0,200
g - g	1,04	10,48	0,45	15,71	15,71	0,05	-0,01	0,000	0,200

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

7.9.3 Verifiche tensionali

Condizione Statica							
Sez.	M	N	h	A _f	A' _f	σ ^c	σ ^f
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)
a - a	43,93	0,00	1,10	15,71	21,99	0,40	28,61
b - b	-289,19	0,00	1,10	21,99	15,71	2,39	135,97
c - c	-106,09	0,00	1,10	15,71	15,71	1,00	69,19
d - d	182,13	66,38	0,88	15,71	15,71	2,55	132,09
e - e	109,10	43,66	0,74	15,71	15,71	2,08	98,36
f - f	60,64	25,03	0,59	15,71	15,71	1,70	72,30
g - g	30,53	10,48	0,45	15,71	15,71	1,44	53,24