

**NUOVA LINEA TORINO LIONE - NOUVELLE LIGNE LYON TURIN  
PARTE COMUNE ITALO-FRANCESE - PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE  
SEZIONE TRANSFRONTALIERA PARTE IN TERRITORIO ITALIANO  
SECTION TRANSFRONTALIERE PARTIE EN TERRITOIRE ITALIEN**

**LOTTO COSTRUTTIVO 1 / LOT DE CONSTRUCTION 1  
CANTIERE OPERATIVO 04C/CHANTIER DE CONSTRUCTION 04C  
SVINCOLO DI CHIOMONTE IN FASE DI CANTIERE  
ECHANGEUR DE CHIOMONTE DANS LA PHASE DE CHANTIER  
PROGETTO ESECUTIVO - ETUDES D'EXECUTION  
CUP C11J05000030001 - CIG 6823295927**

**SECURITY**

**RELAZIONE DI CALCOLO – SPALLE PONTE BAILEY**

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etablish par / Concepito da	Vérifié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	30/04/2017	Première diffusion / Prima emissione	C.BELTRAMI (-)	L.BARBERIS (MUSINET ENG.)	C.GIOVANNETTI (MUSINET ENG.)
A	30/09/2017	Révision suite aux commentaires TELT/ Revisione a seguito commenti TELT	C.BELTRAMI (-)	L.BARBERIS (MUSINET ENG.)	C.GIOVANNETTI (MUSINET ENG.)
B	29/06/2018	Modifica titolo progetto/ Modifications titre du project	P.LESCE (MUSINET ENG.)	P.D'ALOISIO (MUSINET ENG.)	L.BARBERIS (MUSINET ENG.)

<b>1</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>C</b>	<b>C</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>N</b>	<b>V</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>C</b>	<b>0</b>
Cat.Lav. Cat.Trav.	Lotto/Lot	Contratto/Contrat				Opera/Oeuvre			Tratto Tronçon	Parte Partie					

<b>E</b>	<b>C</b>	<b>L</b>	<b>O</b>	<b>C</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>B</b>
Fase Phase	Tipo documento Type de document		Oggetto Object		Numero documento Numéro de document			Indice Index	

**INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE/  
/INTEGRATION SPECIALISTE**



Dott. Ing. Piero D'ALOISIO  
Albo di Torino  
N° 5193 S



**SCALA / ÉCHELLE**  
-

**IL PROGETTISTA/LE DESIGNER**



Dott. Arch. Corrado GIOVANNETTI  
Albo di Torino  
N° 2736

**L'APPALTATORE/L'ENTREPRENEUR**



**IL DIRETTORE DEI LAVORI/LE MAÎTRE D'ŒUVRE**



## SOMMAIRE / INDICE

1. INTRODUZIONE .....	5
2. INDIVIDUAZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO .....	5
2.1 Descrizione generale dell'opera .....	5
3. NORMATIVE DI RIFERIMENTO .....	6
4. SOFTWARE DI CALCOLO .....	7
5. PRESTAZIONI ATTESE .....	7
6. MATERIALI .....	9
6.1 Calcestruzzo.....	9
6.2 Acciaio per cemento armato .....	9
7. STRATIGRAFIA TERRENO.....	10
8. GEOMETRIA DELLA SPALLA .....	12
9. ANALISI CARICHI.....	12
9.1 Peso proprio e permanenti portati impalcato .....	12
9.2 Variabili Impalcato .....	13
9.3 Azione longitudinale di frenamento o di accelerazione .....	14
9.4 Azioni orizzontali longitudinali – Attrito .....	14
9.5 Azione del vento su impalcato.....	14
9.5.1 Vento a ponte scarico.....	15
9.5.2 Vento a ponte carico .....	15
9.6 Azione sismica.....	16
9.1 Spinta delle terre e sovraccarico variabile a tergo della spalla.....	17
9.2 Sovrappinta sismica spalla .....	17
9.3 Inerzie sismiche .....	17
10. ANALISI AZIONI AGENTI SULLE SPALLE.....	18
10.1 Azioni verticali agenti sulle spalle.....	18
10.2 Azioni orizzontali agenti sulla spalla fissa .....	18
11. CALCOLO SOLLECITAZIONI SPALLA FISSA.....	20
12. VERIFICHE ARMATURE SPALLE .....	114
12.1 Paramento .....	114
12.1.1 Armature minima.....	114
12.1.2 Verifica a flessione SLU.....	114
12.1.3 Verifica a flessione SLE .....	115
12.1.4 Verifica a taglio SLU.....	116
12.2 Paraghiaia .....	116
12.2.1 Armature minima.....	116
12.2.2 Verifica a flessione SLU.....	117
12.2.3 Verifica a flessione SLE .....	117
12.2.4 Verifica a taglio SLU.....	118
12.3 Fondazione.....	119
12.3.1 Armature minima.....	119
12.3.2 Verifica a flessione SLU.....	119

12.3.3	Verifica a flessione SLE .....	120
12.3.4	Verifica a taglio SLU .....	120
13.	STIMA DEI CEDIMENTI .....	122
13.1	Cedimento per soli carichi permanenti .....	123
13.2	Cedimento per soli carichi accidentali .....	124
13.3	Cedimento totale (perm + acc ) .....	125
14.	VERIFICA PIASTRA DI FISSAGGIO .....	126

**LISTE DES FIGURES / INDICE DELLE FIGURE**

Figura 1 – Sezione trasversale.....	5
Figura 2 profilo geotecnico in corrispondenza del Ponte Bailey .....	10
Figura 3 Schema corsie convenzionali.....	13
Figura 4 Schemi di azioni variabili da traffico.....	13
Figura 5 Tabella con le azioni sulle spalle .....	18
Figura 6 sollecitazioni paramento – Inviluppo SLU .....	109
Figura 7 sollecitazioni paramento – SLE rara .....	110
Figura 8 sollecitazioni fondazione – Inviluppo SLU .....	111
Figura 9 sollecitazioni fondazione – SLE rara .....	112

## 1. INTRODUZIONE

La presente relazione descrive i calcoli di dimensionamento delle spalle del ponte temporaneo in acciaio, tipo Bailey, che serve alla viabilità di cantiere per sovrappassare il torrente Clarea.

La posizione in planimetria del ponte è indicata sulle tavole di progetto.

## 2. INDIVIDUAZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO

### 2.1 Descrizione generale dell'opera

Il ponte viene realizzato a circa 35 m dalla pila IP6 del ponte autostradale.

L'opera, classificabile ai sensi del DM2008 come ponte di prima categoria, è a campata unica caratterizzata da una lunghezza complessiva di circa 27.70 m (piano carrabile), una distanza tra le travate di 8.35 m e una carreggiata di larghezza 7.35 m (2 corsie).

Il piano carrabile è anch'esso previsto in acciaio.

Nello specifico la relazione di calcolo riguarda le strutture in c.a. (spalle), mentre per la parte d'impalcato si fa riferimento alle schede tecniche dei produttori.

In particolare, il produttore che è stato contattato, in sede di stesura del progetto esecutivo, è la Janson Bridging ([www.jansonbridging.it](http://www.jansonbridging.it)), che ha fornito il disegno tipologico per un ponte prefabbricato, di dimensioni standard (costituito da blocchi modulari in acciaio), in funzione della luce che più si adattasse alle esigenze di progetto (27.70m di piano carrabile).

Le spalle da realizzare ex-novo sono state calcolate come fondazioni dirette. Sullo strato di fondazione è previsto un trattamento con posa di strato di ghiaia (di spessore circa 100cm).

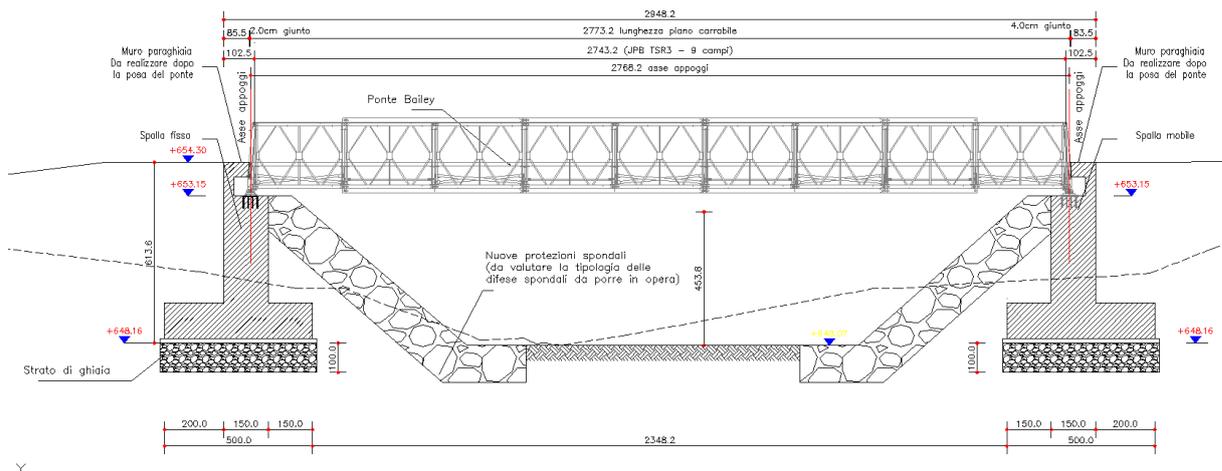


Figura 1 – Sezione trasversale

### 3. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

L'analisi della struttura in oggetto è stata effettuata applicando i metodi usuali della Scienza delle Costruzioni ed in conformità alle normative e leggi vigenti:

<b>L. 05/11/1971 n. 1086:</b>	“Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica”;
<b>D.M. 14 gennaio 2008:</b>	“Norme Tecniche per le Costruzioni”;
<b>Circ. Min. 02/02/2009 n.617:</b>	“Istruzione per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008”;
<b>UNI EN 1992-2005:</b>	EC2 - “Progettazione delle strutture in calcestruzzo”;
<b>UNI EN 1997-2005:</b>	EC7 - “Progettazione geotecnica”;
<b>UNI EN 1998-2005:</b> sismica”;	EC8 - “Progettazione delle strutture per la resistenza
<b>UNI EN 206-1-2006:</b>	“Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità”;
<b>UNI 11104-2004:</b>	“Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità – istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1”;

## 4. SOFTWARE DI CALCOLO

Titolo           MAX - Analisi e Calcolo Muri di Sostegno  
 Versione        10.10  
 Produttore     Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)

## 5. PRESTAZIONI ATTESE

### Classe di esposizione ambientale

Le condizioni di esposizione sono le condizioni chimiche e fisiche alle quali la struttura è esposta, in aggiunta alle azioni meccaniche. Le condizioni ambientali sono classificate secondo il prospetto 4.1 dell'Eurocodice 2, basato sulla EN 206-1.

Le strutture di fondazione sono soggette a corrosione indotta da carbonatazione per contatto con acqua in condizioni di bagnato-raramente asciutto. Condizioni queste che corrispondono alla classe XC2.

La norma UNI 206-1 e la UNI 11104:2004 indicano che la classe di resistenza minima corrispondente ad una classe di esposizione XC2 è C25/30.

	Nessun rischio di corrosione dell'armatura		Corrosione delle armature indotta dalla carbonatazione		
	X0	XC1	XC2	XC3	XC4
Massimo rapporto $a/c$	-	0,60		0,55	0,50
Minima classe di resistenza <sup>1)</sup>	C12/15	C25/30		C28/35	C32/40
Minimo contenuto in cemento (kg/m <sup>3</sup> )	-	300		320	340
Contenuto minimo in aria (%)					
Altri requisiti					

### Copriferro

Il copriferro è inteso come la distanza fra la superficie dell'armatura più vicina alla superficie del calcestruzzo (incluso moiette e staffe) e la più vicina superficie libera di calcestruzzo.

In accordo con l'EC2, il copriferro nominale di progetto connesso alla durabilità dell'opera vale:

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

dove:

- $c_{min}$  rappresenta il massimo copriferro tra quello associato alla tensione di aderenza barra-calcestruzzo e quello associato alla durabilità;
- $\Delta c_{dev}$  rappresenta la tolleranza di posa delle barre di armatura.

	spalle	elemento strutturale		
	trave	tipo elemento strutturale		
	C25/30	Classe di resistenza strutturale		
	XC2	Classe di esposizione		
$F_{max}$ [mm]	26	Massimo diametro barre di armatura		
$c_{min,b}$	26	Copriferro minimo per aderenza		
VN	50	Vita nominale		
S	4	Classe strutturale base		
$\Delta S1$	0	Variazione classe strutturale per classe di resistenza		
$\Delta S2$	0	Variazione di classe strutturale per elemento a piastra		
$\Delta S3$	0	Variazione di classe strutturale per controllo speciale su produzione cis		
$\Delta S4$	0	Variazione classe strutturale per vita nominale 100anni		
$S_{eff}$	4	Classe strutturale effettiva		
$c_{min,dur}$ [mm]	25	Copriferro minimo per classe di esposizione e VN		
$\Delta c_{dur}$ [mm]	0	Incrmeento per maggiore livello di protezione		
$\Delta c_{dur,rt}$ [mm]	0	Riduzione per uso di acciaio inox		
$\Delta c_{dur,add}$ [mm]	0	Riduzione per uso di protezioni aggiuntive		
$\Delta c_{dev}$ [mm]	10	Tolleranza di posa delle barre		
$c_{dur}$ [mm]	35	Copriferro minimo per durabilità		
$c_{fuoco}$ [mm]	-	Copriferro minimo per resistenza al fuoco		
$c_{min,d}$ [mm]	50	Copriferro minimo di progetto		

## 6. MATERIALI

### 6.1 Calcestruzzo

*Per sottofondazioni*

Classe di resistenza:	C12/15
Contenuto minimo di cemento:	150 kg/m <sup>3</sup>

*Fondazioni e muri*

Classe di resistenza:	C25/30
Classe di esposizione:	XC2
Modulo elastico:	$E_c = 31.447 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica:	$f_{ck} = 24,90 \text{ N/mm}^2$
Resistenza media a compressione cilindrica:	$f_{cm} = 32,90 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di calcolo a compressione:	$f_{cd} = 14,11 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione (valore medio):	$f_{ctm} = 2,56 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica a trazione:	$f_{ctk} = 1,79 \text{ N/mm}^2$
Copriferro:	$c = 50 \text{ mm}$

### 6.2 Acciaio per cemento armato

Si utilizzano barre ad aderenza migliorata in acciaio con le seguenti caratteristiche meccaniche:

	B450C
Tensione caratteristica di snervamento:	$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$
Tensione caratteristica di rottura:	$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di calcolo a trazione:	$f_{yd} = 391,30 \text{ N/mm}^2$
Modulo elastico	$E_s = 210.000 \text{ N/mm}^2$

## 7. STRATIGRAFIA TERRENO

Si riporta la stratigrafia del terreno in corrispondenza del nuovo ponte tipo Bailey, per il quale si è fatto riferimento al sondaggio in prossimità della nuova pila IP3.

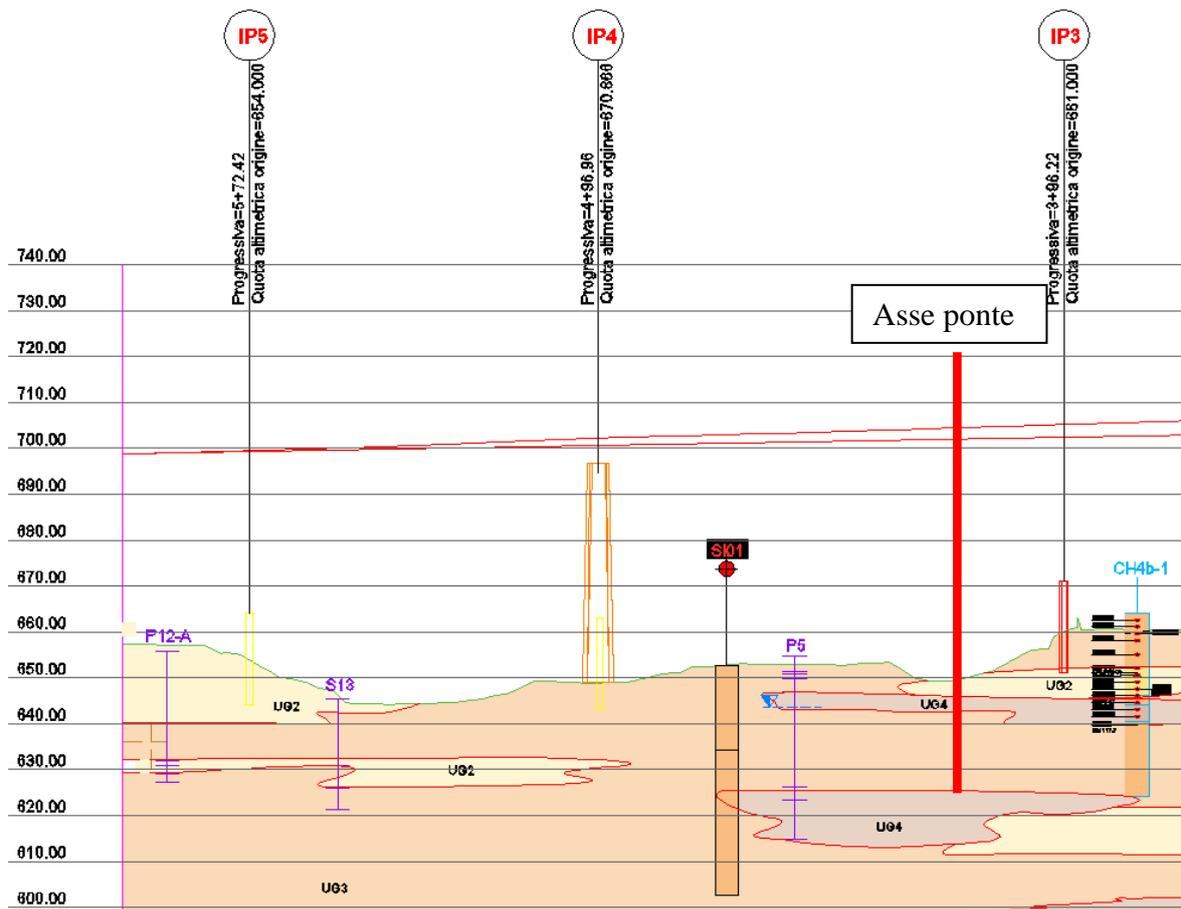


Figura 2 profilo geotecnico in corrispondenza del Ponte Bailey

La fondazione, a quota di intradosso di circa +648.30m, poggia, in sinistra orografica, sull'unità litografica UG2, i cui parametri geotecnici di riferimento, assunti nel calcolo, sono i seguenti:

### Strato Ug2 (terreno di posa) ( da q.ta +648 a +645.80)

Peso dell'unità di volume	$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$
Angolo di attrito interno	$\varphi' = 33^\circ$
Coazione	$c' = 0 \text{ kN/m}^2$
Angolo di attrito terra-fondazione	$\delta = 22^\circ$

In destra orografica invece la fondazione poggia sullo strato UG3, che presenta tuttavia caratteristiche migliori dello strato UG2: pertanto il calcolo viene effettuato considerando la condizione più sfavorevole.

In ogni caso, si è avuto cura di posizionare la spalla mobile del ponte, che è sottoposta ad azioni minori rispetto alla spalla fissa, in sinistra orografica, dove il terreno presenta le caratteristiche meno prestanti.

Al di sotto dello strato di posa, si ha invece:

**Strato Ug4 (da q.ta +645.80 a q.ta +642.80)**

Peso dell'unità di volume	$\gamma =$	20 kN/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito interno	$\varphi' =$	28°
Coesione	$c' =$	0 kN/m <sup>2</sup>
Angolo di attrito terra-fondazione	$\delta =$	17°

**Strato Ug3 (da q.ta +642.80 a q.ta +625.30)**

Peso dell'unità di volume	$\gamma =$	20 kN/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito interno	$\varphi' =$	35°
Coesione	$c' =$	0 kN/m <sup>2</sup>
Angolo di attrito terra-fondazione	$\delta =$	30°

Per il terreno di riporto a tergo muro, si assumono invece i seguenti parametri:

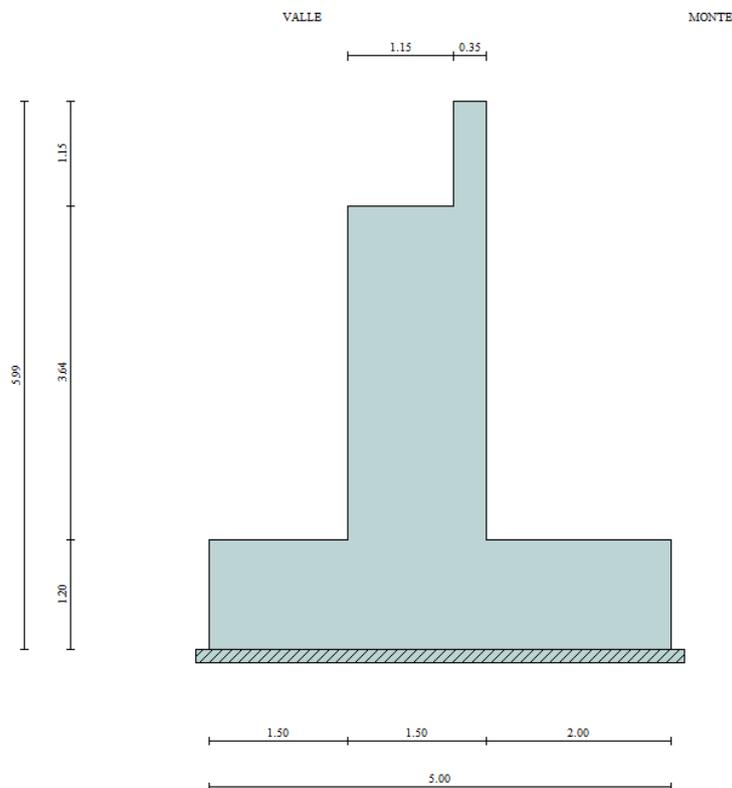
**Terreno di rinterro**

Peso dell'unità di volume	$\gamma =$	20 kN/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito interno	$\varphi' =$	35°
Coesione	$c' =$	0 kN/m <sup>2</sup>
Angolo di attrito terra-muro	$\delta =$	21°

Si avrà cura di fornire un terreno di riporto con le caratteristiche prescritte, opportunamente selezionato e costipato in sito.

## 8. GEOMETRIA DELLA SPALLA

Per la spalla si assume la seguente geometria:



## 9. ANALISI CARICHI

Le azioni considerate per la valutazione dei carichi trasferiti dal ponte stradale alle spalle sono:

- peso proprio ( $g_1$ ) e permanenti portati ( $g_2$ )
- spinta delle terre ( $g_3$ )
- variabili da traffico ( $q_1$ )
- azione longitudinale di frenamento o di accelerazione ( $q_3$ )
- vento ( $q_5$ )
- neve (trascurabile a fronte del carico variabile)
- azioni sismiche ( $q_6$ )

### 9.1 Peso proprio e permanenti portati impalcato

I carichi di peso proprio e permanenti portati sono quelli forniti dal produttore del ponte prefabbricato (vedi Figura 5).

## 9.2 Variabili Impalcato

Ai fini della determinazione degli effetti prodotti dalle azioni variabili da traffico, l'asse viario di 1a Categoria è stato suddiviso in corsie convenzionali di larghezza pari a 3 m, e un'area rimanente.

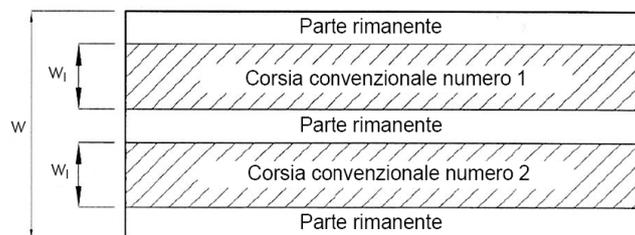


Figura 3 Schema corsie convenzionali

In funzione della larghezza della carreggiata dei singoli viadotti in progetto, si è stabilito il numero di corsie convenzionali di larghezza pari a 3m da considerare nel calcolo:

La posizione e la numerazione delle corsie è stata determinata in modo da indurre le più sfavorevoli condizioni di progetto. I carichi da considerare per ponti di 1<sup>a</sup> Categoria sono quelli indicati dalla normativa vigente e schematizzati nel modo seguente:

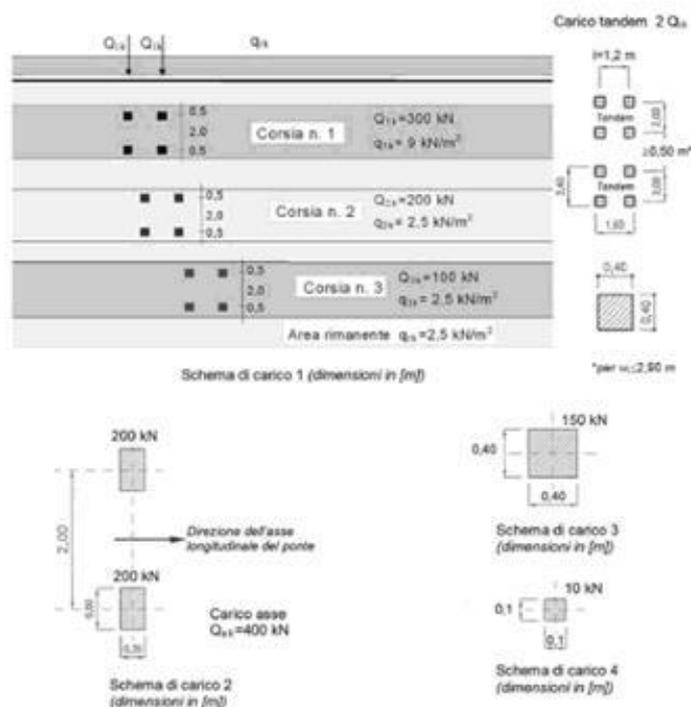


Figura 4 Schemi di azioni variabili da traffico

Sono stati applicati i carichi definiti dagli Schemi di carico 1-5 così come indicato al par. 5.1.3.3.3 del D.M. 14/01/2008:

Gli schemi adottati per le verifiche globali sono i seguenti:

Corsia	Carico asse Q <sub>ik</sub> [kN]	Numero assi	Carico distribuito q <sub>ik</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]
1	300	2	9.00
2	200	2	2.50
3	100	2	2.50
4	100	2	2.50
5	100	2	2.50
Area rimanente	-	-	2.50
Marciapiede	-	-	2.50

**Tabella 1.** Schema di carico 1

Corsia	Carico asse Q <sub>ik</sub> [kN]	Numero assi	Carico distribuito q <sub>ik</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]
1-2-3-4-5	-	-	-
Area rimanente	-	-	-
Marciapiede	-	-	5.00

**Tabella 2.** Schema di carico 5 (folla compatta)

### 9.3 Azione longitudinale di frenamento o di accelerazione

La forza di frenamento o di accelerazione  $q_3$  è funzione del carico verticale totale agente sulla corsia convenzionale n. 1 ed è uguale a:

$$180 \text{ kN} \leq q_3 = 0,6 (2Q_{1k}) + 0,10q_{1k} \times w_1 \times L \leq 900 \text{ kN}$$

La forza, applicata a livello della pavimentazione ed agente lungo l'asse della corsia, è assunta uniformemente distribuita sulla lunghezza caricata e include gli effetti di interazione.

### 9.4 Azioni orizzontali longitudinali – Attrito

Si assume un coefficiente di attrito pari a 0,25 per i soli carichi permanenti.

### 9.5 Azione del vento su impalcato

Il presente capitolo consiste nella valutazione dell'azione del vento come da normativa di riferimento DM2008. L'azione del vento può essere convenzionalmente assimilata ad un carico orizzontale statico, diretto ortogonalmente all'asse del ponte e/o diretto nelle direzioni più sfavorevoli per alcuni dei suoi elementi. Tale azione si considera agente sulla proiezione nel piano verticale delle superfici direttamente investite.

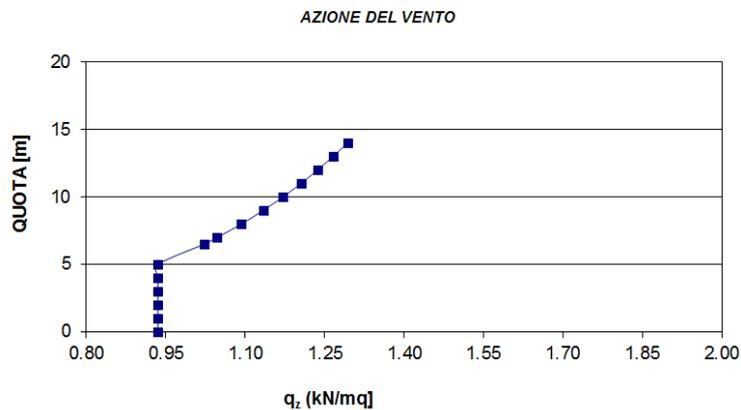
La superficie dei carichi transitanti sul ponte esposta al vento si assimila ad una parete rettangolare continua dell'altezza di 3 m a partire dal piano stradale.

Quota sito	660 m
Zona appartenenza sito	1 (Piemonte)
Periodo di ritorno	50 anni

Classe di rugosità del terreno D (aree prive di ostacoli)  
 Categoria di esposizione sito III  
 $C_p = 1.4$

La pressione del vento è funzione della quota  $z$  e vale:

$z$	$c_e(z)$	$q(z)$
0	1.708	0.935
1	1.708	0.935
2	1.708	0.935
3	1.708	0.935
4	1.708	0.935
5	1.708	0.935
6.5	1.866	1.022
7	1.912	1.047
8	1.995	1.093
9	2.070	1.134
10	2.138	1.171
11	2.200	1.205
12	2.257	1.236
13	2.311	1.265
14	2.360	1.293



**Tabella 3.** Pressioni del vento

### 9.5.1 Vento a ponte scarico

A favore di sicurezza, si considera per tutti gli impalcati il valore massimo della pressione del vento a circa 6.50m di altezza del piano campagna

$$q \approx 1.00 \text{ kN/m}^2$$

### 9.5.2 Vento a ponte carico

L'azione del vento viene considerata agente su una altezza comprensiva della trave, per circa 3m di altezza sopra la quota di estradosso impalcato (+654.30):

$$h = 9.5\text{m}$$

$$q \approx 1.15 \text{ kN/m}^2$$

## 9.6 Azione sismica

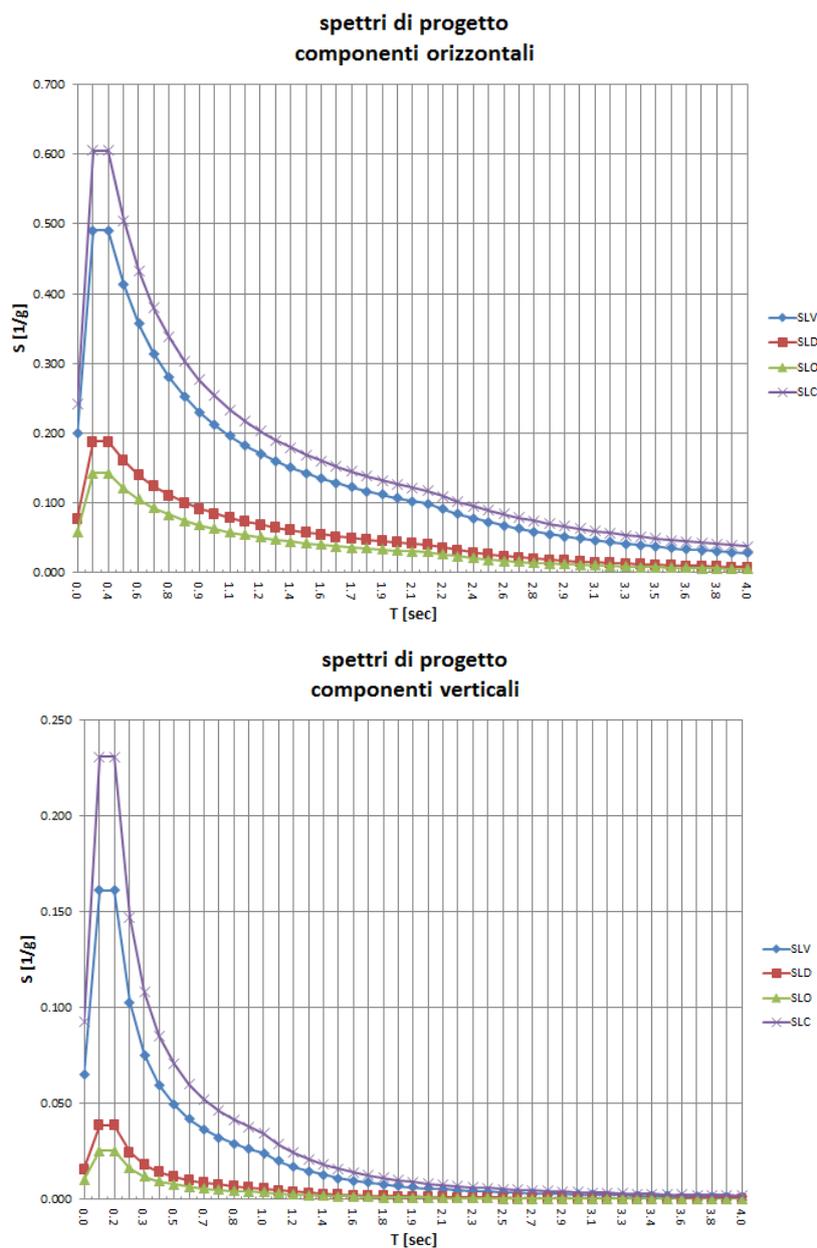
Si considera l'azione sismica in quanto l'opera anche se provvisoria avrà una vita nominale superiore ai due anni.

### Dati progetto



- Ponte sito in località CHIOMONTE (lat 45.129205 N, long 6.992417 E)
- Vita nominale dell'opera  $VN = 50$  anni
- Classe d'uso II
- Coefficiente d'uso  $C_U = 1,0$
- Categoria del suolo di fondazione = C
- Coeff. di amplificazione stratigrafica  $S_s = 1,5$
- Coeff. di amplificazione topografica  $S_T = 1,0$
- $S = 1,5$

STATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_C$ [s]
SLO	30	0.039	2.436	0.207
SLD	50	0.052	2.412	0.228
SLV	475	0.133	2.460	0.265
SLC	975	0.168	2.491	0.273



### 9.1 Spinta delle terre e sovraccarico variabile a tergo della spalla

### 9.2 Sovrappinta sismica spalla

### 9.3 Inerzie sismiche

Le masse strutturali vengono moltiplicate per l'accelerazione sismica, dove l'accelerazione di picco  $a_{max}$  è valutata come:

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

$$\text{SLD: } a_{max} = a_g \times S_T \times S_s = 0.052g \times 1.5 \times 1.0 = 0.078g$$

$$\text{SLV: } a_{max} = a_g \times S_T \times S_s = 0.133g \times 1.5 \times 1.0 = 0.199g$$

## 10. ANALISI AZIONI AGENTI SULLE SPALLE

Il ponte Bailey è calcolato come trave in semplice appoggio. Le azioni sugli apparecchi d'appoggio, in corrispondenza della spalla fissa e di quella mobile, sono stati trasmessi direttamente dal fornitore contattato in sede di PE( Janson Bridging) e sono riportati nella tabella sottostante ( valori caratteristici SLE) .

Una spalla del ponte sarà quella che costituisce il vincolo fisso, l'altra spalla costituisce invece il vincolo mobile.

Sulla spalla fissa graveranno le sollecitazioni orizzontali longitudinali e trasversali.

Carichi sugli appoggi	appoggi fissi		appoggi scorrevoli	
	A [kN]	B [kN]	C [kN]	D [kN]
Reazione verticale CARICHI PERMANENTI	215	215	215	215
Reazione verticale CARICHI MOBILI	915	915	915	915
Reazione orizzontale longitudinale FRENAMENTO	263	263	–	–
Reazione orizzontale longitudinale ATTRITO	–	–	65	65
Reazione orizzontale trasversale VENTO	50	50	50	50

**Figura 5 Tabella con le azioni sulle spalle**

### 10.1 Azioni verticali agenti sulle spalle

Si effettua il calcolo della spalla fissa, che è soggetta al maggior carico.

Il calcolo delle spalle viene effettuato per metro di profondità delle stesse e pertanto i carichi agenti devono essere divisi per la larghezza del ponte:

- a) Peso proprio + permanente ponte Bailey:  $430 / 8,00 = 53.75 \text{ kN/m}$  (SLE)
- b) Var da traffico:  $1.830 / 8,00 = 229 \text{ kN/m}$  (SLE)

Si determinano gli stessi carichi a SLU:

- a) Peso proprio + permanente ponte Bailey:  $53.75 \times 1,35 = 73,0 \text{ kN/m}$  (SLU)
- b) Var da traffico:  $229 \times 1,35 = 310 \text{ kN/m}$  (SLU)

### 10.2 Azioni orizzontali agenti sulla spalla fissa

- a) Frenamento o accelerazione:  $526 \text{ kN}$  (SLE)
- b) Attrito dei vincoli:  $130 \text{ kN}$  (SLE)
- c) Vento trasversale impalcato carico:  $100 \text{ kN}$  (SLE)
- d) Sisma SLD:  $860 \text{ kN} \times 0,052 \times 1,5 = 67 \text{ kN}$  (SLD)

e) Sisma SLV:  $860 \text{ kN} \times 0,133 \times 1,5 = 171 \text{ kN}$  (SLV)

Il calcolo delle spalle viene effettuato per metro di profondità delle stesse e pertanto i carichi agenti devono essere divisi per la larghezza del ponte:

a) Frenamento o accelerazione:  $526 / 8,00 = 66 \text{ kN/m}$  (SLE)

b) Attrito dei vincoli:  $130/8.0 = 16.5 \text{ kN/m}$  (SLE)

c) Vento trasversale impalcato carico:  $100/8.0 = 12.5 \text{ kN/m}$  (SLE)

d) Sisma SLD:  $67 / 8,0 = 8,5 \text{ kN/m}$  (SLD)

Si determinano gli stessi carichi a SLU:

e) Frenamento o accelerazione:  $66 \times 1,35 = 89.1 \text{ kN/m}$  (SLU)

f) Attrito dei vincoli:  $16.5 \text{ kN/m}$  (SLU)

g) Vento :  $12.5 \text{ kN/m} \times 1.5 = 18.75 \text{ kN/m}$  (SLU)

h) Sisma SLV:  $171 / 8,0 = 21,4 \text{ kN/m}$  (SLV)

Si riassumono i carichi derivanti dall'impalcato ed agenti sulla spalla fissa, di cui verrà fatto il calcolo:

<i>carico</i>	<i>SLE</i>					<i>SLU</i>				
	Fx [long]	Fy [trasv]	Fz	Mx	My	Fx	Fy	Fz	Mx	My
<i>PP+ perm impalcato</i>	-	-	54	-	-	-	-	73	-	-
<i>Var da traffico</i>	-	-	229	-	-	-	-	310	-	-
<i>Frenamento</i>	66	-	-	-	-	89	-	-	-	-
<i>Attrito vincoli</i>	16.5	-	-	-	-	16.5	-	-	-	-
<i>Vento</i>	-	12.5	-	-	-	-	18.7	-	-	-
<i>Sisma SLD</i>	8.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sisma SLV</i>	-	-	-	-	-	21.4	-	-	-	-

## 11. CALCOLO SOLLECITAZIONI SPALLA FISSA

### N.T.C. 2008 - Approccio 1

#### Simbologia adottata

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

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>EQU</i>	<i>HYD</i>
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00	0.90	0.90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.30	1.00	1.10	1.30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.50	1.30	1.50	1.50

##### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>			<i>M1</i>	<i>M2</i>	<i>M2</i>	<i>M1</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$		1.00	1.25	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$		1.00	1.25	1.25	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$		1.00	1.40	1.40	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$		1.00	1.60	1.60	1.00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_{\gamma}$		1.00	1.00	1.00	1.00

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>EQU</i>	<i>HYD</i>
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00	1.00	0.90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.00	1.00	1.00	1.30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.00	1.00	1.00	1.50

##### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>			<i>M1</i>	<i>M2</i>	<i>M2</i>	<i>M1</i>
------------------	--	--	-----------	-----------	-----------	-----------

Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1.00	1.25	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25	1.25	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40	1.40	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1.00	1.60	1.60	1.00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_{\gamma}$	1.00	1.00	1.00	1.00

### **FONDAZIONE SUPERFICIALE**

#### **Coefficienti parziali $\gamma_R$ per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO**

*Verifica*

*Coefficienti parziali*

	R1	R2	R3
Capacità portante della fondazione	1.00	1.00	1.40
Scorrimento	1.00	1.00	1.10
Resistenza del terreno a valle	1.00	1.00	1.40
Stabilità globale		1.10	

Geometria muro e fondazione

Descrizione

**Muro a gradoni in c.a.**

#### Descrizione dei gradoni

*Simbologia adottata*

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

Nr.	Bs	Bi	Hg	$\alpha_e$	$\alpha_i$
1	0.35	0.35	1.15	0.00	0.00
2	1.50	1.50	3.64	0.00	0.00

Altezza del paramento 4.79 [m]

#### Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	1.50 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	2.00 [m]
Lunghezza totale fondazione	5.00 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	1.20 [m]
Spessore magrone	0.15 [m]

## Materiali utilizzati per la struttura

*Calcestruzzo*

Peso specifico	24.517 [kN/mc]
Classe di Resistenza	C25/30
Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck}$	30.00 [MPa]
Modulo elastico E	31447.048 [MPa]

*Acciaio*

Tipo	B450C
Tensione di snervamento $\sigma_{fa}$	449.94 [MPa]

## Geometria profilo terreno a monte del muro

*Simbologia adottata e sistema di riferimento*

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

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

N	X	Y	A
1	15.00	0.00	0.00

## Terreno a valle del muro

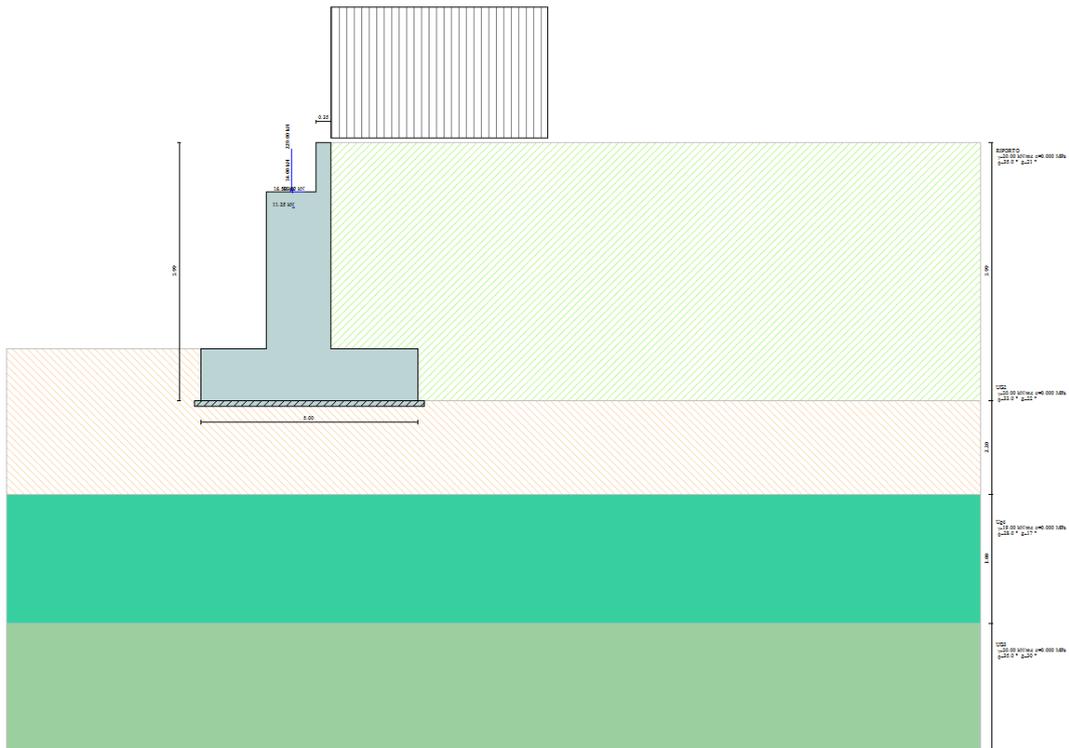
Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale	0.00	[°]
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento	0.00	[m]

## Descrizione terreni

*Simbologia adottata*

<i>Nr.</i>	Indice del terreno
<i>Descrizione</i>	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
$c$	Coesione espressa in [MPa]
$c_a$	Adesione terra-muro espressa in [MPa]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	$c$	$c_a$
RIPORTO	20.00	20.00	35.00	21.00	0.0000	0.0000
UG2	20.00	20.00	33.00	22.00	0.0000	0.0000
UG3	20.00	20.00	35.00	30.00	0.0000	0.0000
Ug4	19.00	19.00	28.00	16.67	0.0000	0.0000



### Stratigrafia

#### Simbologia adottata

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

Nr.	H	a	K <sub>w</sub>	K <sub>s</sub>	Terreno
1	5.99	0.00	0.00	0.00	RIPORTO
2	2.20	0.00	0.00	0.00	UG2
3	3.00	0.00	0.00	0.00	Ug4
4	8.50	0.00	0.00	0.00	UG3

## Condizioni di carico

*Simbologia e convenzioni di segno adottate*

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

 $X$  Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m] $F_x$  Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN] $F_y$  Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN] $M$  Momento espresso in [kNm] $X_i$  Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m] $X_f$  Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m] $Q_i$  Intensità del carico per  $x=X_i$  espressa in [kN/m] $Q_f$  Intensità del carico per  $x=X_f$  espressa in [kN/m] $D / C$  Tipo carico : D=distribuito C=concentratoCondizione n° 1 (Pp+ perm impalcato)C Paramento  $X=-0.90$   $Y=-1.15$   $F_x=0.0000$   $F_y=54.0000$   $M=0.0000$ Condizione n° 2 (Var traffico)C Paramento  $X=-0.90$   $Y=-1.15$   $F_x=0.0000$   $F_y=229.0000$   $M=0.0000$ Condizione n° 3 (frenamento)C Paramento  $X=-0.90$   $Y=-1.15$   $F_x=66.0000$   $F_y=0.0000$   $M=0.0000$ Condizione n° 4 (sisma impalcato SLD)C Paramento  $X=-0.90$   $Y=-1.15$   $F_x=8.5000$   $F_y=0.0000$   $M=0.0000$ Condizione n° 5 (sisma impalcato SLV)C Paramento  $X=-0.90$   $Y=-1.15$   $F_x=21.4000$   $F_y=0.0000$   $M=0.0000$ Condizione n° 6 (Var.traffico a monte)D Profilo  $X_i=0.00$   $X_f=5.00$   $Q_i=20.0000$   $Q_f=20.0000$ Condizione n° 7 (Attrito vincoli)C Paramento  $X=-0.90$   $Y=-1.15$   $F_x=16.5000$   $F_y=0.0000$   $M=0.0000$ Condizione n° 8 (vento)C Paramento  $X=-0.90$   $Y=-1.50$   $F_x=11.2500$   $F_y=0.0000$   $M=0.0000$ 

## Descrizione combinazioni di carico

*Simbologia adottata* $F/S$  Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole) $\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione $\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizioneCombinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00

Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Pp+ perm impalcato	SFAV	1.30	1.00	1.30
Var traffico	SFAV	1.50	1.00	1.50
frenamento	SFAV	1.50	1.00	1.50
Var.traffico a monte	SFAV	1.50	1.00	1.50
vento	SFAV	1.50	1.00	1.50
Attrito vincoli	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 2 - Caso A1-M1 (STR)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.30	1.00	1.30
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Pp+ perm impalcato	SFAV	1.30	1.00	1.30
Var traffico	SFAV	1.50	1.00	1.50
frenamento	SFAV	1.50	1.00	1.50
Var.traffico a monte	SFAV	1.50	1.00	1.50
vento	SFAV	1.50	1.00	1.50
Attrito vincoli	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 3 - Caso A1-M1 (STR)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.30	1.00	1.30
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Pp+ perm impalcato	SFAV	1.30	1.00	1.30
Var traffico	SFAV	1.50	1.00	1.50
frenamento	SFAV	1.50	1.00	1.50
Var.traffico a monte	SFAV	1.50	1.00	1.50
vento	SFAV	1.50	1.00	1.50
Attrito vincoli	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Pp+ perm impalcato	SFAV	1.30	1.00	1.30
Var traffico	SFAV	1.50	1.00	1.50
frenamento	SFAV	1.50	1.00	1.50
Var.traffico a monte	SFAV	1.50	1.00	1.50
vento	SFAV	1.50	1.00	1.50
Attrito vincoli	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 5 - Caso A2-M2 (GEO)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Pp+ perm impalcato	SFAV	1.00	1.00	1.00
Var traffico	SFAV	1.30	1.00	1.30
frenamento	SFAV	1.30	1.00	1.30
Var.traffico a monte	SFAV	1.30	1.00	1.30
vento	SFAV	1.30	1.00	1.30
Attrito vincoli	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 6 - Caso EQU (SLU)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
Pp+ perm impalcato	SFAV	1.10	1.00	1.10
Var traffico	SFAV	1.50	1.00	1.50
frenamento	SFAV	1.50	1.00	1.50
Var.traffico a monte	SFAV	1.50	1.00	1.50
vento	SFAV	1.50	1.00	1.50
Attrito vincoli	SFAV	1.10	1.00	1.10

Combinazione n° 7 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Pp+ perm impalcato	SFAV	1.00	1.00	1.00
Var traffico	SFAV	1.30	1.00	1.30
frenamento	SFAV	1.30	1.00	1.30
Var.traffico a monte	SFAV	1.30	1.00	1.30
vento	SFAV	1.30	1.00	1.30
Attrito vincoli	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 8 - Caso A1-M1 (STR)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Pp+ perm impalcato	SFAV	1.30	1.00	1.30
Var traffico	SFAV	1.50	1.00	1.50
frenamento	SFAV	1.50	1.00	1.50
Var.traffico a monte	SFAV	1.50	1.00	1.50
Attrito vincoli	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 9 - Caso A1-M1 (STR)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Pp+ perm impalcato	SFAV	1.30	1.00	1.30

Var traffico	SFAV	1.50	1.00	1.50
frenamento	SFAV	1.50	1.00	1.50
Var.traffico a monte	SFAV	1.50	1.00	1.50
Attrito vincoli	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 10 - Caso A1-M1 (STR)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.30	1.00	1.30
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Pp+ perm impalcato	SFAV	1.30	1.00	1.30
Var traffico	SFAV	1.50	1.00	1.50
frenamento	SFAV	1.50	1.00	1.50
Var.traffico a monte	SFAV	1.50	1.00	1.50
Attrito vincoli	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 11 - Caso A1-M1 (STR)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.30	1.00	1.30
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Pp+ perm impalcato	SFAV	1.30	1.00	1.30
Var traffico	SFAV	1.50	1.00	1.50
frenamento	SFAV	1.50	1.00	1.50
Var.traffico a monte	SFAV	1.50	1.00	1.50
Attrito vincoli	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 12 - Caso A2-M2 (GEO)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Pp+ perm impalcato	SFAV	1.00	1.00	1.00
Var traffico	SFAV	1.30	1.00	1.30
frenamento	SFAV	1.30	1.00	1.30
Var.traffico a monte	SFAV	1.30	1.00	1.30
Attrito vincoli	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 13 - Caso EQU (SLU)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
Pp+ perm impalcato	SFAV	1.10	1.00	1.10
Var traffico	SFAV	1.50	1.00	1.50
frenamento	SFAV	1.50	1.00	1.50
Var.traffico a monte	SFAV	1.50	1.00	1.50
Attrito vincoli	SFAV	1.10	1.00	1.10

Combinazione n° 14 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Pp+ perm impalcato	SFAV	1.00	1.00	1.00
Var traffico	SFAV	1.30	1.00	1.30
frenamento	SFAV	1.30	1.00	1.30
Var.traffico a monte	SFAV	1.30	1.00	1.30
Attrito vincoli	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 15 - Caso A1-M1 (STR)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.30	1.00	1.30
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Pp+ perm impalcato	SFAV	1.30	1.00	1.30
Var.traffico a monte	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 16 - Caso A1-M1 (STR)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Pp+ perm impalcato	SFAV	1.30	1.00	1.30
Var.traffico a monte	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 17 - Caso A1-M1 (STR)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Pp+ perm impalcato	SFAV	1.30	1.00	1.30
Var.traffico a monte	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 18 - Caso A1-M1 (STR)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.30	1.00	1.30
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Pp+ perm impalcato	SFAV	1.30	1.00	1.30
Var.traffico a monte	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 19 - Caso A2-M2 (GEO)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Pp+ perm impalcato	SFAV	1.00	1.00	1.00

Var.traffico a monte	SFAV	1.30	1.00	1.30
----------------------	------	------	------	------

Combinazione n° 20 - Caso EQU (SLU)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
Pp+ perm impalcato	SFAV	1.10	1.00	1.10
Var.traffico a monte	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 21 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Pp+ perm impalcato	SFAV	1.00	1.00	1.00
Var.traffico a monte	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 22 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Pp+ perm impalcato	SFAV	1.00	1.00	1.00
sisma impalcato SLV	SFAV	1.00	1.00	1.00
Attrito vincoli	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 23 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Pp+ perm impalcato	SFAV	1.00	1.00	1.00
sisma impalcato SLV	SFAV	1.00	1.00	1.00
Attrito vincoli	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 24 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Pp+ perm impalcato	SFAV	1.00	1.00	1.00
sisma impalcato SLV	SFAV	1.00	1.00	1.00
Attrito vincoli	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 25 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Pp+ perm impalcato	SFAV	1.00	1.00	1.00
sisma impalcato SLV	SFAV	1.00	1.00	1.00
Attrito vincoli	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 26 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Pp+ perm impalcato	SFAV	1.00	1.00	1.00
sisma impalcato SLV	SFAV	1.00	1.00	1.00
Attrito vincoli	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 27 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Pp+ perm impalcato	SFAV	1.00	1.00	1.00
sisma impalcato SLV	SFAV	1.00	1.00	1.00
Attrito vincoli	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 28 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Pp+ perm impalcato	SFAV	1.00	1.00	1.00
sisma impalcato SLV	SFAV	1.00	1.00	1.00
Attrito vincoli	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 29 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Pp+ perm impalcato	SFAV	1.00	1.00	1.00
sisma impalcato SLV	SFAV	1.00	1.00	1.00
Attrito vincoli	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 30 - Rara (SLE)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Pp+ perm impalcato	SFAV	1.00	1.00	1.00
Var traffico	SFAV	1.00	1.00	1.00
frenamento	SFAV	1.00	1.00	1.00

Var.traffico a monte	SFAV	1.00	1.00	1.00
vento	SFAV	1.00	0.60	0.60
Attrito vincoli	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 31 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Pp+ perm impalcato	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 32 - Rara (SLE) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Pp+ perm impalcato	SFAV	1.00	1.00	1.00
sisma impalcato SLD	SFAV	1.00	1.00	1.00
Var.traffico a monte	SFAV	1.00	1.00	1.00
Attrito vincoli	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 33 - Rara (SLE) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Pp+ perm impalcato	SFAV	1.00	1.00	1.00
sisma impalcato SLD	SFAV	1.00	1.00	1.00
Var.traffico a monte	SFAV	1.00	1.00	1.00
Attrito vincoli	SFAV	1.00	1.00	1.00

Impostazioni di analisi  
Metodo verifica sezioni

**Stato limite**

***Impostazioni verifiche SLU***Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

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

***Impostazioni verifiche SLE***

Condizioni ambientali  
Armatura ad aderenza migliorata

Ordinarie

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature	Poco sensibile
Valori limite delle aperture delle fessure	$w_1 = 2.00$ $w_2 = 3.00$ $w_3 = 4.00$
Metodo di calcolo aperture delle fessure	Circ. Min. 252 (15/10/1996)
<u>Verifica delle tensioni</u>	
Combinazione di carico	Rara $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$ - $\sigma_f < 0.80 f_{yk}$ Quasi permanente $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

Calcolo della portanza          metodo di Terzaghi

Coefficiente correttivo su  $N\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1.00

Coefficiente correttivo su  $N\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1.00

### **Impostazioni avanzate**

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

### **Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati**

*Simbologia adottata*

*C*      Identificativo della combinazione

*Tipo*   Tipo combinazione

*Sisma*   Combinazione sismica

*CS<sub>SCO</sub>*   Coeff. di sicurezza allo scorrimento

*CS<sub>RIB</sub>*   Coeff. di sicurezza al ribaltamento

*CS<sub>QLIM</sub>*   Coeff. di sicurezza a carico limite

*CS<sub>STAB</sub>*   Coeff. di sicurezza a stabilità globale

<b>C</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sisma</b>	<b>CS<sub>sco</sub></b>	<b>CS<sub>rib</sub></b>	<b>CS<sub>qlim</sub></b>	<b>CS<sub>stab</sub></b>
1	A1-M1 - [1]	--	1.45	--	8.71	--
2	A1-M1 - [1]	--	1.66	--	8.24	--
3	A1-M1 - [1]	--	1.53	--	8.77	--
4	A1-M1 - [1]	--	1.57	--	8.22	--
5	A2-M2 - [1]	--	1.15	--	4.09	--
6	EQU - [1]	--	--	2.58	--	--
7	STAB - [1]	--	--	--	--	1.73
8	A1-M1 - [2]	--	1.67	--	8.52	--
9	A1-M1 - [2]	--	1.54	--	9.07	--
10	A1-M1 - [2]	--	1.76	--	8.52	--
11	A1-M1 - [2]	--	1.63	--	9.09	--
12	A2-M2 - [2]	--	1.22	--	4.25	--
13	EQU - [2]	--	--	2.78	--	--
14	STAB - [2]	--	--	--	--	1.73
15	A1-M1 - [3]	--	2.03	--	14.64	--
16	A1-M1 - [3]	--	2.11	--	14.94	--
17	A1-M1 - [3]	--	1.86	--	16.65	--
18	A1-M1 - [3]	--	2.27	--	13.32	--
19	A2-M2 - [3]	--	1.42	--	7.70	--

20	EQU - [3]	--	--	5.00	--	--
21	STAB - [3]	--	--	--	--	1.69
22	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	1.50	--	19.02	--
23	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	1.48	--	19.66	--
24	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	1.04	--	7.82	--
25	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	1.02	--	8.08	--
26	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	3.38	--	--
27	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	3.64	--	--
28	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1.69
29	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1.68
30	SLER - [1]	--	1.74	--	11.72	--
31	SLEQ - [3]	--	2.80	--	18.91	--
32	SLER - [5]	Orizzontale + Verticale positivo	1.75	--	19.20	--
33	SLER - [5]	Orizzontale + Verticale negativo	1.74	--	19.48	--

### Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :

Origine in testa al muro (spigolo di monte)

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

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

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

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

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

#### Tipo di analisi

Calcolo della spinta	metodo di Culmann
Calcolo del carico limite	metodo di Terzaghi
Calcolo della stabilità globale	metodo di Bishop
Calcolo della spinta in condizioni di	Spinta attiva

#### Sisma

##### **Combinazioni SLU**

Accelerazione al suolo $a_g$	1.31 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.24
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 4.81$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 2.40$

##### **Combinazioni SLE**

Accelerazione al suolo $a_g$	0.51 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.18
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 1.40$		
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 0.70$		
Forma diagramma incremento sismico	Stessa forma diagramma statico		
Partecipazione spinta passiva (percento)	0.0		
Lunghezza del muro	12.20 [m]		
Peso muro	290.8331 [kN]		
Baricentro del muro	X=-0.60 Y=-4.11		
<u>Superficie di spinta</u>			
Punto inferiore superficie di spinta	X = 2.00	Y = -5.99	
Punto superiore superficie di spinta	X = 2.00	Y = 0.00	
Altezza della superficie di spinta	5.99 [m]		
Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale)	0.00 [°]		
<u>COMBINAZIONE n° 1</u>			
<b>Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole</b>			
Valore della spinta statica	155.0861	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	144.7853	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	55.5779	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.00	[m]	Y = -3.68
	[m]		
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.00	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	63.38	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	251.6000	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.00	[m]	Y = -2.39
	[m]		
<u>Risultanti carichi esterni</u>			
Componente dir. X	137.32	[kN]	
Componente dir. Y	413.70	[kN]	
<u>Risultanti</u>			
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	282.1103	[kN]	
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1011.7110	[kN]	
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1011.7110	[kN]	
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	282.1103	[kN]	
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.67	[m]	
Lunghezza fondazione reagente	5.00	[m]	
Risultante in fondazione	1050.3073	[kN]	
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15.58	[°]	
Momento rispetto al baricentro della fondazione	672.9159	[kNm]	
Carico ultimo della fondazione	8814.1017	[kN]	
<u>Tensioni sul terreno</u>			
Lunghezza fondazione reagente	5.00	[m]	
Tensione terreno allo spigolo di valle	0.36384	[MPa]	
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.04084	[MPa]	

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 48.09$	$N_q = 32.23$	$N_\gamma = 32.57$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 48.09$	$N'_q = 32.23$	$N'_\gamma = 32.57$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.45
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	8.71

Sollecitazioni paramento

**Combinazione n° 1**

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.23	1.9736	0.1926	1.7280
3	0.46	3.9472	0.8193	3.7748
4	0.69	5.9209	1.9532	6.1371
5	0.92	7.8945	3.6665	8.8136
6	1.15	9.8681	6.0315	11.8044
7	1.15	423.5681	62.4124	132.2543
8	1.50	436.4395	109.5821	137.4085
9	1.50	436.4395	109.5821	154.2835
10	1.74	445.0818	146.2869	158.1525
11	1.97	453.7240	183.9395	162.3496
12	2.21	462.3663	222.6169	166.8747
13	2.44	471.0085	262.3963	171.7279
14	2.68	479.6508	303.3547	176.9093
15	2.91	488.2930	345.5693	182.4186
16	3.15	496.9353	389.1172	188.2561
17	3.38	505.5775	434.0754	194.4216
18	3.62	514.2198	480.5211	200.9153
19	3.85	522.8620	528.5313	207.7370
20	4.08	531.5043	578.1831	214.8867
21	4.32	540.1465	629.5538	222.3646
22	4.56	548.7888	682.7202	230.1705
23	4.79	557.4310	737.7596	238.3045

## Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 1

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.15	3.7259	49.4365
3	0.30	14.7583	97.4195
4	0.45	32.8791	143.9490
5	0.60	57.8703	189.0250
6	0.75	89.5139	232.6475
7	0.90	127.5919	274.8165
8	1.05	171.8862	315.5320
9	1.20	222.1788	354.7940
10	1.35	278.2517	392.6025
11	1.50	339.8868	428.9575

## Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 1

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.20	-2.7762	-27.3316
3	0.40	-10.7604	-52.0792
4	0.60	-23.4357	-74.2428
5	0.80	-40.2852	-93.8225
6	1.00	-60.7924	-110.8181
7	1.20	-84.4402	-125.2297
8	1.40	-110.7120	-137.0573
9	1.60	-139.0909	-146.3010
10	1.80	-169.0601	-152.9606
11	2.00	-200.1029	-157.0362

**COMBINAZIONE n° 2****Peso muro sfavorevole e Peso terrapieno sfavorevole**

Valore della spinta statica	155.0861	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	144.7853	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	55.5779	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.00	[m]	Y =	-3.68
	[m]			
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	63.38	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	309.0800	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.00	[m]	Y =	-2.39
	[m]			

**Risultanti carichi esterni**

Componente dir. X	137.32	[kN]
Componente dir. Y	413.70	[kN]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	282.1103	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1156.4409	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1156.4409	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	282.1103	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.52	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.00	[m]
Risultante in fondazione	1190.3536	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	13.71	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	595.7735	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	9534.4010	[kN]

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	5.00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0.37427	[MPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.08830	[MPa]

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 48.09$	$N_q = 32.23$	$N_\gamma = 32.57$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 48.09$	$N'_q = 32.23$	$N'_\gamma = 32.57$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.66
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	8.24

## Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 2

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.23	2.5657	0.1926	1.7280
3	0.46	5.1314	0.8193	3.7748
4	0.69	7.6971	1.9532	6.1371
5	0.92	10.2628	3.6665	8.8136
6	1.15	12.8285	6.0315	11.8044
7	1.15	426.5285	60.7101	132.2543
8	1.50	443.2614	107.8799	137.4085
9	1.50	443.2614	107.8799	154.2835
10	1.74	454.4963	144.5847	158.1525
11	1.97	465.7312	182.2372	162.3496
12	2.21	476.9662	220.9147	166.8747
13	2.44	488.2011	260.6941	171.7279
14	2.68	499.4360	301.6525	176.9093
15	2.91	510.6709	343.8671	182.4186
16	3.15	521.9058	387.4150	188.2561
17	3.38	533.1408	432.3732	194.4216
18	3.62	544.3757	478.8188	200.9153
19	3.85	555.6106	526.8290	207.7370
20	4.08	566.8455	576.4809	214.8867
21	4.32	578.0805	627.8515	222.3646
22	4.56	589.3154	681.0179	230.1705
23	4.79	600.5503	736.0573	238.3045

## Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 2

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.15	3.7481	49.7607
3	0.30	14.8639	98.2344
4	0.45	33.1541	145.4214

5	0.60	58.4259	191.3214
6	0.75	90.4862	235.9346
7	0.90	129.1419	279.2609
8	1.05	174.2001	321.3003
9	1.20	225.4677	362.0529
10	1.35	282.7516	401.5186
11	1.50	345.8589	439.6974

Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 2

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.20	-2.0134	-19.7529
3	0.40	-7.7486	-37.2181
4	0.60	-16.7481	-52.3954
5	0.80	-28.5543	-65.2850
6	1.00	-42.7096	-75.8869
7	1.20	-58.7565	-84.2009
8	1.40	-76.2375	-90.2272
9	1.60	-94.6949	-93.9658
10	1.80	-113.6713	-95.4165
11	2.00	-132.7090	-94.5795

### COMBINAZIONE n° 3

#### **Peso muro favorevole e Peso terrapieno sfavorevole**

Valore della spinta statica	155.0861	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	144.7853	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	55.5779	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.00	[m]	Y =	-3.68
	[m]			
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	63.38	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	309.0800	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.00	[m]	Y =	-2.39
	[m]			

#### Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	137.32	[kN]
Componente dir. Y	413.70	[kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	282.1103	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1069.1910	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1069.1910	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	282.1103	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.55	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.00	[m]
Risultante in fondazione	1105.7828	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	14.78	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	586.6959	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	9373.2367	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0.35465	[MPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.07303	[MPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 48.09$	$N_q = 32.23$	$N_\gamma = 32.57$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 48.09$	$N'_q = 32.23$	$N'_\gamma = 32.57$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.53
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	8.77

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 3

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.23	1.9736	0.1926	1.7280
3	0.46	3.9472	0.8193	3.7748
4	0.69	5.9209	1.9532	6.1371
5	0.92	7.8945	3.6665	8.8136
6	1.15	9.8681	6.0315	11.8044
7	1.15	423.5681	62.4124	132.2543
8	1.50	436.4395	109.5821	137.4085
9	1.50	436.4395	109.5821	154.2835
10	1.74	445.0818	146.2869	158.1525
11	1.97	453.7240	183.9395	162.3496

12	2.21	462.3663	222.6169	166.8747
13	2.44	471.0085	262.3963	171.7279
14	2.68	479.6508	303.3547	176.9093
15	2.91	488.2930	345.5693	182.4186
16	3.15	496.9353	389.1172	188.2561
17	3.38	505.5775	434.0754	194.4216
18	3.62	514.2198	480.5211	200.9153
19	3.85	522.8620	528.5313	207.7370
20	4.08	531.5043	578.1831	214.8867
21	4.32	540.1465	629.5538	222.3646
22	4.56	548.7888	682.7202	230.1705
23	4.79	557.4310	737.7596	238.3045

## Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 3

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>Nr.</b>	<b>X</b>	<b>M</b>	<b>T</b>
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.15	3.6271	48.1501
3	0.30	14.3817	95.0329
4	0.45	32.0736	140.6485
5	0.60	56.5128	184.9968
6	0.75	87.5093	228.0778
7	0.90	124.8728	269.8916
8	1.05	168.4134	310.4381
9	1.20	217.9409	349.7173
10	1.35	273.2652	387.7293
11	1.50	334.1963	424.4740

## Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 3

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>Nr.</b>	<b>X</b>	<b>M</b>	<b>T</b>
------------	----------	----------	----------

1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.20	-2.1435	-21.0594
3	0.40	-8.2736	-39.8659
4	0.60	-17.9396	-56.4194
5	0.80	-30.6911	-70.7201
6	1.00	-46.0775	-82.7678
7	1.20	-63.6481	-92.5627
8	1.40	-82.9524	-100.1046
9	1.60	-103.5397	-105.3936
10	1.80	-124.9596	-108.4297
11	2.00	-146.7614	-109.2129

**COMBINAZIONE n° 4****Peso muro sfavorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	155.0861	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	144.7853	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	55.5779	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.00	[m]	Y =	-3.68
	[m]			
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	63.38	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	251.6000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.00	[m]	Y =	-2.39
	[m]			

**Risultanti carichi esterni**

Componente dir. X	137.32	[kN]
Componente dir. Y	413.70	[kN]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	282.1103	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1098.9609	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1098.9609	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	282.1103	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.62	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.00	[m]
Risultante in fondazione	1134.5930	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	14.40	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	681.9935	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	9028.0869	[kN]

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	5.00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0.38347	[MPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.05611	[MPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 48.09$	$N_q = 32.23$	$N_\gamma = 32.57$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 48.09$	$N'_q = 32.23$	$N'_\gamma = 32.57$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.57
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	8.22

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 4

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.23	2.5657	0.1926	1.7280
3	0.46	5.1314	0.8193	3.7748
4	0.69	7.6971	1.9532	6.1371
5	0.92	10.2628	3.6665	8.8136
6	1.15	12.8285	6.0315	11.8044
7	1.15	426.5285	60.7101	132.2543
8	1.50	443.2614	107.8799	137.4085
9	1.50	443.2614	107.8799	154.2835
10	1.74	454.4963	144.5847	158.1525
11	1.97	465.7312	182.2372	162.3496
12	2.21	476.9662	220.9147	166.8747
13	2.44	488.2011	260.6941	171.7279
14	2.68	499.4360	301.6525	176.9093
15	2.91	510.6709	343.8671	182.4186
16	3.15	521.9058	387.4150	188.2561
17	3.38	533.1408	432.3732	194.4216
18	3.62	544.3757	478.8188	200.9153
19	3.85	555.6106	526.8290	207.7370
20	4.08	566.8455	576.4809	214.8867
21	4.32	578.0805	627.8515	222.3646
22	4.56	589.3154	681.0179	230.1705
23	4.79	600.5503	736.0573	238.3045

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 4

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.15	3.8469	51.0471
3	0.30	15.2405	100.6210
4	0.45	33.9596	148.7219
5	0.60	59.7834	195.3496
6	0.75	92.4908	240.5042
7	0.90	131.8610	284.1858
8	1.05	177.6729	326.3942
9	1.20	229.7056	367.1295
10	1.35	287.7381	406.3917
11	1.50	351.5494	444.1808

Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 4

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.20	-2.6462	-26.0251
3	0.40	-10.2355	-49.4314
4	0.60	-22.2441	-70.2188
5	0.80	-38.1484	-88.3874
6	1.00	-57.4245	-103.9371
7	1.20	-79.5487	-116.8680
8	1.40	-103.9971	-127.1800
9	1.60	-130.2461	-134.8731
10	1.80	-157.7718	-139.9474
11	2.00	-186.0504	-142.4029

#### COMBINAZIONE n° 5

Valore della spinta statica	151.1912	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	144.5298	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	44.3838	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.00	[m]	Y = -3.61
		[m]	
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.07	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	63.35	[°]	

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	243.6000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.00	[m]	Y =	-2.39
		[m]		

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	116.92	[kN]
Componente dir. Y	351.70	[kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	261.4548	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	930.5169	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	930.5169	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	261.4548	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.64	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.00	[m]
Risultante in fondazione	966.5508	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15.69	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	599.8418	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	3806.5649	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0.33007	[MPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.04214	[MPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 30.28$	$N_q = 16.73$	$N_\gamma = 12.48$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 30.28$	$N'_q = 16.73$	$N'_\gamma = 12.48$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.15
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	4.09

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 5

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000

2	0.23	1.9736	0.2135	1.9094
3	0.46	3.9472	0.9026	4.1355
4	0.69	5.9209	2.1398	6.6742
5	0.92	7.8945	3.9966	9.5243
6	1.15	9.8681	6.5449	12.6859
7	1.15	361.5681	53.6257	114.9859
8	1.50	374.4395	94.7962	120.3944
9	1.50	374.4395	94.7962	135.0194
10	1.74	383.0818	126.9936	139.0555
11	1.97	391.7240	160.1777	143.4167
12	2.21	400.3663	194.4249	148.1030
13	2.44	409.0085	229.8116	153.1144
14	2.68	417.6508	266.4142	158.4509
15	2.91	426.2930	304.3090	164.1125
16	3.15	434.9353	343.5725	170.0992
17	3.38	443.5775	384.2811	176.4110
18	3.62	452.2198	426.5111	183.0479
19	3.85	460.8620	470.3391	190.0099
20	4.08	469.5043	515.8413	197.2970
21	4.32	478.1465	563.0942	204.9093
22	4.56	486.7888	612.1741	212.8466
23	4.79	495.4310	663.1575	221.1090

Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 5

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.15	3.3499	44.4489
3	0.30	13.2699	87.6022
4	0.45	29.5657	129.4598
5	0.60	52.0430	170.0217
6	0.75	80.5075	209.2880
7	0.90	114.7647	247.2587
8	1.05	154.6203	283.9336
9	1.20	199.8800	319.3129
10	1.35	250.3494	353.3966
11	1.50	305.8342	386.1846

Sollecitazioni fondazione di monte

**Combinazione n° 5**

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.20	-2.1048	-20.6641
3	0.40	-8.1121	-39.0248
4	0.60	-17.5612	-55.0822
5	0.80	-29.9914	-68.8361
6	1.00	-44.9421	-80.2867
7	1.20	-61.9525	-89.4338
8	1.40	-80.5620	-96.2776
9	1.60	-100.3100	-100.8179
10	1.80	-120.7357	-103.0549
11	2.00	-141.3784	-102.9885

**COMBINAZIONE n° 6**

Valore della spinta statica	168.7724	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	161.3363	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	49.5450	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.00	[m]	Y = -3.60
	[m]		
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.07	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	63.35	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	232.4400	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.00	[m]	Y = -2.39
	[m]		

**Risultanti carichi esterni**

Componente dir. X	134.02	[kN]
Componente dir. Y	402.90	[kN]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	295.3613	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	946.6347	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	1029.0128	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	2650.7166	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	946.6347	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	295.3613	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.79	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.00	[m]
Risultante in fondazione	991.6429	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	17.33	[°]

Momento rispetto al baricentro della fondazione 744.8831 [kNm]

### **COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 2.58

Stabilità globale muro + terreno

### **Combinazione n° 7**

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]

$\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

$\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [MPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [MPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -3.38 Y[m]= 0.48

Raggio del cerchio R[m]= 8.42

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -9.95

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 5.03

Larghezza della striscia dx[m]= 0.60

Coefficiente di sicurezza C= 1.73

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	$\phi$	c	u
1	30.8036	77.31	30.0513	0.0267	29.26	0.000	0.000
2	54.6453	63.49	48.9014	0.0132	29.26	0.000	0.000
3	67.0291	55.33	55.1292	0.0103	29.26	0.000	0.000
4	76.2959	48.66	57.2801	0.0089	29.26	0.000	0.000
5	83.6957	42.79	56.8535	0.0080	29.26	0.000	0.000
6	92.8375	37.44	56.4375	0.0074	27.56	0.000	0.000
7	98.0408	32.45	52.6088	0.0070	27.45	0.000	0.000
8	102.2090	27.73	47.5596	0.0066	27.45	0.000	0.000
9	103.6508	23.21	40.8440	0.0064	27.45	0.000	0.000
10	440.5930	18.83	142.2249	0.0062	27.45	0.000	0.000
11	85.5111	14.57	21.5114	0.0061	27.45	0.000	0.000
12	39.1816	10.39	7.0655	0.0060	27.45	0.000	0.000
13	40.2333	6.26	4.3893	0.0059	27.45	0.000	0.000
14	38.8164	2.17	1.4699	0.0059	27.45	0.000	0.000
15	37.5323	-1.91	-1.2521	0.0059	27.45	0.000	0.000

16	37.0352	-6.00	-3.8735	0.0059	27.45	0.000	0.000
17	36.0169	-10.13	-6.3325	0.0060	27.45	0.000	0.000
18	34.4611	-14.30	-8.5138	0.0061	27.45	0.000	0.000
19	32.3414	-18.56	-10.2941	0.0062	27.45	0.000	0.000
20	29.6189	-22.93	-11.5379	0.0064	27.45	0.000	0.000
21	26.2381	-27.44	-12.0907	0.0066	27.45	0.000	0.000
22	22.1199	-32.15	-11.7697	0.0069	27.45	0.000	0.000
23	17.1496	-37.11	-10.3481	0.0074	27.45	0.000	0.000
24	11.1536	-42.44	-7.5261	0.0080	29.24	0.000	0.000
25	3.8502	-48.27	-2.8732	0.0088	29.26	0.000	0.000

$\Sigma W_i = 1641.0603$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 535.9150$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 866.0952$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 4.47$

### **COMBINAZIONE n° 8**

#### **Peso muro sfavorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	155.0861	[kN]			
Componente orizzontale della spinta statica	144.7853	[kN]			
Componente verticale della spinta statica	55.5779	[kN]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.00	[m]	Y =	-3.68	
	[m]				
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.00	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	63.38	[°]			
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	251.6000	[kN]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.00	[m]	Y =	-2.39	
	[m]				

#### **Risultanti carichi esterni**

Componente dir. X	120.45	[kN]
Componente dir. Y	413.70	[kN]

#### **Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	265.2353	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1098.9609	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1098.9609	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	265.2353	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.55	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.00	[m]
Risultante in fondazione	1130.5153	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	13.57	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	606.2247	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	9359.2789	[kN]

#### **Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	5.00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0.36529	[MPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.07430	[MPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 48.09$	$N_q = 32.23$	$N_\gamma = 32.57$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 48.09$	$N'_q = 32.23$	$N'_\gamma = 32.57$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.67
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	8.52

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 8

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.23	2.5657	0.1926	1.7280
3	0.46	5.1314	0.8193	3.7748
4	0.69	7.6971	1.9532	6.1371
5	0.92	10.2628	3.6665	8.8136
6	1.15	12.8285	6.0315	11.8044
7	1.15	426.5285	60.7101	132.2543
8	1.50	443.2614	107.8799	137.4085
9	1.50	443.2614	107.8799	137.4085
10	1.74	454.4963	140.6190	141.2775
11	1.97	465.7312	174.3060	145.4746
12	2.21	476.9662	209.0178	149.9997
13	2.44	488.2011	244.8316	154.8529
14	2.68	499.4360	281.8244	160.0343
15	2.91	510.6709	320.0734	165.5436
16	3.15	521.9058	359.6556	171.3811
17	3.38	533.1408	400.6482	177.5466
18	3.62	544.3757	443.1282	184.0403
19	3.85	555.6106	487.1728	190.8620
20	4.08	566.8455	532.8590	198.0117
21	4.32	578.0805	580.2640	205.4896
22	4.56	589.3154	629.4648	213.2955
23	4.79	600.5503	680.5386	221.4295

## Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 8

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>Nr.</b>	<b>X</b>	<b>M</b>	<b>T</b>
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.15	3.6465	48.4012
3	0.30	14.4549	95.4930
4	0.45	32.2289	141.2753
5	0.60	56.7720	185.7482
6	0.75	87.8879	228.9116
7	0.90	125.3800	270.7656
8	1.05	169.0521	311.3101
9	1.20	218.7076	350.5452
10	1.35	274.1502	388.4709
11	1.50	335.1834	425.0871

## Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 8

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>Nr.</b>	<b>X</b>	<b>M</b>	<b>T</b>
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.20	-2.2922	-22.5337
3	0.40	-8.8583	-42.7395
4	0.60	-19.2328	-60.6174
5	0.80	-32.9501	-76.1674
6	1.00	-49.5446	-89.3895
7	1.20	-68.5507	-100.2837
8	1.40	-89.5028	-108.8500
9	1.60	-111.9355	-115.0884
10	1.80	-135.3830	-118.9989
11	2.00	-159.3798	-120.5815

**COMBINAZIONE n° 9****Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	155.0861	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	144.7853	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	55.5779	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.00	[m]	Y =	-3.68
	[m]			
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	63.38	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	251.6000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.00	[m]	Y =	-2.39
	[m]			

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	120.45	[kN]
Componente dir. Y	413.70	[kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	265.2353	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1011.7110	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1011.7110	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	265.2353	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.59	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.00	[m]
Risultante in fondazione	1045.9010	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	14.69	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	597.1472	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	9173.8557	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0.34566	[MPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.05903	[MPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 48.09$	$N_q = 32.23$	$N_\gamma = 32.57$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 48.09$	$N'_q = 32.23$	$N'_\gamma = 32.57$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.54
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	9.07

## Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 9

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.23	1.9736	0.1926	1.7280
3	0.46	3.9472	0.8193	3.7748
4	0.69	5.9209	1.9532	6.1371
5	0.92	7.8945	3.6665	8.8136
6	1.15	9.8681	6.0315	11.8044
7	1.15	423.5681	62.4124	132.2543
8	1.50	436.4395	109.5821	137.4085
9	1.50	436.4395	109.5821	137.4085
10	1.74	445.0818	142.3213	141.2775
11	1.97	453.7240	176.0082	145.4746
12	2.21	462.3663	210.7200	149.9997
13	2.44	471.0085	246.5338	154.8529
14	2.68	479.6508	283.5266	160.0343
15	2.91	488.2930	321.7756	165.5436
16	3.15	496.9353	361.3578	171.3811
17	3.38	505.5775	402.3504	177.5466
18	3.62	514.2198	444.8305	184.0403
19	3.85	522.8620	488.8750	190.8620
20	4.08	531.5043	534.5613	198.0117
21	4.32	540.1465	581.9663	205.4896
22	4.56	548.7888	631.1671	213.2955
23	4.79	557.4310	682.2408	221.4295

## Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 9

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.15	3.5254	46.7906
3	0.30	13.9727	92.2915
4	0.45	31.1484	136.5024
5	0.60	54.8589	179.4236
6	0.75	84.9109	221.0548

7	0.90	121.1109	261.3963
8	1.05	163.2653	300.4479
9	1.20	211.1808	338.2097
10	1.35	264.6638	374.6816
11	1.50	323.5208	409.8638

Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 9

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.20	-2.4222	-23.8402
3	0.40	-9.3832	-45.3873
4	0.60	-20.4243	-64.6414
5	0.80	-35.0869	-81.6025
6	1.00	-52.9124	-96.2705
7	1.20	-73.4422	-108.6454
8	1.40	-96.2177	-118.7274
9	1.60	-120.7803	-126.5162
10	1.80	-146.6713	-132.0121
11	2.00	-173.4323	-135.2148

#### COMBINAZIONE n° 10

##### **Peso muro sfavorevole e Peso terrapieno sfavorevole**

Valore della spinta statica	155.0861	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	144.7853	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	55.5779	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.00	[m]	Y =	-3.68
	[m]			
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	63.38	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	309.0800	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.00	[m]	Y =	-2.39
	[m]			

#### Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	120.45	[kN]
-------------------	--------	------

Componente dir. Y 413.70 [kN]

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 265.2353 [kN]  
 Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 1156.4409 [kN]  
 Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 1156.4409 [kN]  
 Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 265.2353 [kN]  
 Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione 0.45 [m]  
 Lunghezza fondazione reagente 5.00 [m]  
 Risultante in fondazione 1186.4676 [kN]  
 Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 12.92 [°]  
 Momento rispetto al baricentro della fondazione 520.0047 [kNm]  
 Carico ultimo della fondazione 9849.1314 [kN]

### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 5.00 [m]  
 Tensione terreno allo spigolo di valle 0.35609 [MPa]  
 Tensione terreno allo spigolo di monte 0.10649 [MPa]

### Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**  $N_c = 48.09$   $N_q = 32.23$   $N_\gamma = 32.57$   
**Fattori forma**  $s_c = 1.00$   $s_q = 1.00$   $s_\gamma = 1.00$   
 I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.  
 $N'_c = 48.09$   $N'_q = 32.23$   $N'_\gamma = 32.57$

### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.76  
 Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 8.52

Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 10

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
 Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
 Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
 Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.23	2.5657	0.1926	1.7280
3	0.46	5.1314	0.8193	3.7748
4	0.69	7.6971	1.9532	6.1371
5	0.92	10.2628	3.6665	8.8136
6	1.15	12.8285	6.0315	11.8044

7	1.15	426.5285	60.7101	132.2543
8	1.50	443.2614	107.8799	137.4085
9	1.50	443.2614	107.8799	137.4085
10	1.74	454.4963	140.6190	141.2775
11	1.97	465.7312	174.3060	145.4746
12	2.21	476.9662	209.0178	149.9997
13	2.44	488.2011	244.8316	154.8529
14	2.68	499.4360	281.8244	160.0343
15	2.91	510.6709	320.0734	165.5436
16	3.15	521.9058	359.6556	171.3811
17	3.38	533.1408	400.6482	177.5466
18	3.62	544.3757	443.1282	184.0403
19	3.85	555.6106	487.1728	190.8620
20	4.08	566.8455	532.8590	198.0117
21	4.32	578.0805	580.2640	205.4896
22	4.56	589.3154	629.4648	213.2955
23	4.79	600.5503	680.5386	221.4295

## Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 10

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.15	3.5477	47.1148
3	0.30	14.0783	93.1064
4	0.45	31.4234	137.9748
5	0.60	55.4146	181.7200
6	0.75	85.8832	224.3420
7	0.90	122.6610	265.8407
8	1.05	165.5793	306.2163
9	1.20	214.4697	345.4686
10	1.35	269.1637	383.5977
11	1.50	329.4929	420.6037

## Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 10

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.20	-1.6594	-16.2615
3	0.40	-6.3715	-30.5262
4	0.60	-13.7368	-42.7940
5	0.80	-23.3560	-53.0651
6	1.00	-34.8297	-61.3393
7	1.20	-47.7586	-67.6167
8	1.40	-61.7432	-71.8973
9	1.60	-76.3843	-74.1810
10	1.80	-91.2825	-74.4680
11	2.00	-106.0384	-72.7581

**COMBINAZIONE n° 11****Peso muro favorevole e Peso terrapieno sfavorevole**

Valore della spinta statica	155.0861	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	144.7853	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	55.5779	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.00	[m]	Y =	-3.68
	[m]			
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	63.38	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	309.0800	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.00	[m]	Y =	-2.39
	[m]			

**Risultanti carichi esterni**

Componente dir. X	120.45	[kN]
Componente dir. Y	413.70	[kN]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	265.2353	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1069.1910	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1069.1910	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	265.2353	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.48	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.00	[m]
Risultante in fondazione	1101.5984	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	13.93	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	510.9272	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	9713.6503	[kN]

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	5.00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0.33646	[MPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.09122	[MPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 48.09$	$N_q = 32.23$	$N_\gamma = 32.57$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 48.09$	$N'_q = 32.23$	$N'_\gamma = 32.57$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.63
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	9.09

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 11

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.23	1.9736	0.1926	1.7280
3	0.46	3.9472	0.8193	3.7748
4	0.69	5.9209	1.9532	6.1371
5	0.92	7.8945	3.6665	8.8136
6	1.15	9.8681	6.0315	11.8044
7	1.15	423.5681	62.4124	132.2543
8	1.50	436.4395	109.5821	137.4085
9	1.50	436.4395	109.5821	137.4085
10	1.74	445.0818	142.3213	141.2775
11	1.97	453.7240	176.0082	145.4746
12	2.21	462.3663	210.7200	149.9997
13	2.44	471.0085	246.5338	154.8529
14	2.68	479.6508	283.5266	160.0343
15	2.91	488.2930	321.7756	165.5436
16	3.15	496.9353	361.3578	171.3811
17	3.38	505.5775	402.3504	177.5466
18	3.62	514.2198	444.8305	184.0403
19	3.85	522.8620	488.8750	190.8620
20	4.08	531.5043	534.5613	198.0117
21	4.32	540.1465	581.9663	205.4896
22	4.56	548.7888	631.1671	213.2955
23	4.79	557.4310	682.2408	221.4295

Sollecitazioni fondazione di valle

**Combinazione n° 11**

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.15	3.4266	45.5042
3	0.30	13.5961	89.9049
4	0.45	30.3429	133.2019
5	0.60	53.5015	175.3954
6	0.75	82.9063	216.4852
7	0.90	118.3919	256.4714
8	1.05	159.7926	295.3540
9	1.20	206.9429	333.1331
10	1.35	259.6773	369.8085
11	1.50	317.8303	405.3803

Sollecitazioni fondazione di monte

**Combinazione n° 11**

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.20	-1.7895	-17.5680
3	0.40	-6.8964	-33.1740
4	0.60	-14.9283	-46.8180
5	0.80	-25.4928	-58.5001
6	1.00	-38.1975	-68.2202
7	1.20	-52.6501	-75.9784
8	1.40	-68.4581	-81.7746
9	1.60	-85.2291	-85.6089
10	1.80	-102.5708	-87.4811
11	2.00	-120.0908	-87.3915

**COMBINAZIONE n° 12**

Valore della spinta statica	151.1912	[kN]
Componente orizzontale della spinta statica	144.5298	[kN]
Componente verticale della spinta statica	44.3838	[kN]

Punto d'applicazione della spinta	X = 2.00 [m]	Y = -3.61 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.07 [°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	63.35 [°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	243.6000 [kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.00 [m]	Y = -2.39 [m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	102.30 [kN]
Componente dir. Y	351.70 [kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	246.8298 [kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	930.5169 [kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	930.5169 [kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	246.8298 [kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.57 [m]
Lunghezza fondazione reagente	5.00 [m]
Risultante in fondazione	962.6976 [kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	14.86 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	534.1756 [kNm]
Carico ultimo della fondazione	3951.3492 [kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.00 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0.31431 [MPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.05790 [MPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 30.28$	$N_q = 16.73$	$N_\gamma = 12.48$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 30.28$	$N'_q = 16.73$	$N'_\gamma = 12.48$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.22
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	4.25

## Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 12

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.23	1.9736	0.2135	1.9094
3	0.46	3.9472	0.9026	4.1355
4	0.69	5.9209	2.1398	6.6742
5	0.92	7.8945	3.9966	9.5243
6	1.15	9.8681	6.5449	12.6859
7	1.15	361.5681	53.6257	114.9859
8	1.50	374.4395	94.7962	120.3944
9	1.50	374.4395	94.7962	120.3944
10	1.74	383.0818	123.5568	124.4305
11	1.97	391.7240	153.3040	128.7917
12	2.21	400.3663	184.1143	133.4780
13	2.44	409.0085	216.0641	138.4894
14	2.68	417.6508	249.2298	143.8259
15	2.91	426.2930	283.6877	149.4875
16	3.15	434.9353	319.5144	155.4742
17	3.38	443.5775	356.7861	161.7860
18	3.62	452.2198	395.5793	168.4229
19	3.85	460.8620	435.9703	175.3849
20	4.08	469.5043	478.0357	182.6720
21	4.32	478.1465	521.8517	190.2843
22	4.56	486.7888	567.4947	198.2216
23	4.79	495.4310	615.0413	206.4840

## Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 12

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.15	3.1761	42.1559
3	0.30	12.5891	83.1579
4	0.45	28.0658	123.0061
5	0.60	49.4332	161.7005

6	0.75	76.5183	199.2411
7	0.90	109.1478	235.6278
8	1.05	147.1489	270.8608
9	1.20	190.3484	304.9399
10	1.35	238.5732	337.8652
11	1.50	291.6503	369.6367

Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 12

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.20	-1.7980	-17.6382
3	0.40	-6.9185	-33.2252
4	0.60	-14.9513	-46.7609
5	0.80	-25.4862	-58.2455
6	1.00	-38.1128	-67.6787
7	1.20	-52.4209	-75.0608
8	1.40	-68.0003	-80.3916
9	1.60	-84.4408	-83.6712
10	1.80	-101.3321	-84.8995
11	2.00	-118.2639	-84.0766

### COMBINAZIONE n° 13

Valore della spinta statica	168.7724	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	161.3363	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	49.5450	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.00	[m]	Y =	-3.60
	[m]			
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.07	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	63.35	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	232.4400	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.00	[m]	Y =	-2.39
	[m]			

### Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	117.15	[kN]
Componente dir. Y	402.90	[kN]

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	278.4863	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	946.6347	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	953.2440	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	2650.7166	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	946.6347	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	278.4863	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.71	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.00	[m]
Risultante in fondazione	986.7482	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	16.39	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	669.1143	[kNm]

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 2.78

Stabilità globale muro + terreno

**Combinazione n° 14**

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kN]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [MPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [MPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -3.38 Y[m]= 0.48

Raggio del cerchio R[m]= 8.42

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -9.95

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 5.03

Larghezza della striscia dx[m]= 0.60

Coefficiente di sicurezza C= 1.73

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	$\phi$	c	u
1	30.8036	77.31	30.0513	0.0267	29.26	0.000	0.000
2	54.6453	63.49	48.9014	0.0132	29.26	0.000	0.000
3	67.0291	55.33	55.1292	0.0103	29.26	0.000	0.000
4	76.2959	48.66	57.2801	0.0089	29.26	0.000	0.000

5	83.6957	42.79	56.8535	0.0080	29.26	0.000	0.000
6	92.8375	37.44	56.4375	0.0074	27.56	0.000	0.000
7	98.0408	32.45	52.6088	0.0070	27.45	0.000	0.000
8	102.2090	27.73	47.5596	0.0066	27.45	0.000	0.000
9	103.6508	23.21	40.8440	0.0064	27.45	0.000	0.000
10	440.5930	18.83	142.2249	0.0062	27.45	0.000	0.000
11	85.5111	14.57	21.5114	0.0061	27.45	0.000	0.000
12	39.1816	10.39	7.0655	0.0060	27.45	0.000	0.000
13	40.2333	6.26	4.3893	0.0059	27.45	0.000	0.000
14	38.8164	2.17	1.4699	0.0059	27.45	0.000	0.000
15	37.5323	-1.91	-1.2521	0.0059	27.45	0.000	0.000
16	37.0352	-6.00	-3.8735	0.0059	27.45	0.000	0.000
17	36.0169	-10.13	-6.3325	0.0060	27.45	0.000	0.000
18	34.4611	-14.30	-8.5138	0.0061	27.45	0.000	0.000
19	32.3414	-18.56	-10.2941	0.0062	27.45	0.000	0.000
20	29.6189	-22.93	-11.5379	0.0064	27.45	0.000	0.000
21	26.2381	-27.44	-12.0907	0.0066	27.45	0.000	0.000
22	22.1199	-32.15	-11.7697	0.0069	27.45	0.000	0.000
23	17.1496	-37.11	-10.3481	0.0074	27.45	0.000	0.000
24	11.1536	-42.44	-7.5261	0.0080	29.24	0.000	0.000
25	3.8502	-48.27	-2.8732	0.0088	29.26	0.000	0.000

$\Sigma W_i = 1641.0603$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 535.9150$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 866.0952$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 4.47$

### **COMBINAZIONE n° 15**

#### **Peso muro favorevole e Peso terrapieno sfavorevole**

Valore della spinta statica	155.0861	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	144.7853	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	55.5779	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.00	[m]	Y =	-3.68
		[m]		
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	63.38	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	309.0800	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.00	[m]	Y =	-2.39
		[m]		

#### **Risultanti carichi esterni**

Componente dir. Y	70.20	[kN]
-------------------	-------	------

#### **Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	144.7853	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	725.6910	[kN]

Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	725.6910	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	144.7853	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.29	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.00	[m]
Risultante in fondazione	739.9934	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	11.28	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-209.4508	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	10622.6977	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0.09487	[MPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.19541	[MPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 48.09$	$N_q = 32.23$	$N_\gamma = 32.57$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 48.09$	$N'_q = 32.23$	$N'_\gamma = 32.57$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.03
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	14.64

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 15

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.23	1.9736	0.1926	1.7280
3	0.46	3.9472	0.8193	3.7748
4	0.69	5.9209	1.9532	6.1371
5	0.92	7.8945	3.6665	8.8136
6	1.15	9.8681	6.0315	11.8044
7	1.15	80.0681	10.8874	11.8043
8	1.50	92.9395	15.8996	16.9585
9	1.50	92.9395	15.8996	16.9585

10	1.74	101.5818	20.3330	20.8275
11	1.97	110.2240	25.7142	25.0246
12	2.21	118.8663	32.1203	29.5497
13	2.44	127.5085	39.6283	34.4029
14	2.68	136.1508	48.3154	39.5843
15	2.91	144.7930	58.2586	45.0936
16	3.15	153.4353	69.5351	50.9311
17	3.38	162.0775	82.2219	57.0966
18	3.62	170.7198	96.3962	63.5903
19	3.85	179.3620	112.1350	70.4120
20	4.08	188.0043	129.5155	77.5617
21	4.32	196.6465	148.6148	85.0396
22	4.56	205.2888	169.5098	92.8455
23	4.79	213.9310	192.2778	100.9795

## Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 15

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.15	0.7476	10.0436
3	0.30	3.0357	20.5397
4	0.45	6.9321	31.4882
5	0.60	12.5048	42.8891
6	0.75	19.8215	54.7424
7	0.90	28.9501	67.0481
8	1.05	39.9585	79.8062
9	1.20	52.9146	93.0167
10	1.35	67.8862	106.6797
11	1.50	84.9411	120.7951

## Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 15

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
-----	---	---	---

1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.20	0.2021	1.8870
3	0.40	0.7012	2.9698
4	0.60	1.3364	3.2483
5	0.80	1.9469	2.7225
6	1.00	2.3718	1.3923
7	1.20	2.4502	-0.7421
8	1.40	2.0213	-3.6808
9	1.60	0.9243	-7.4238
10	1.80	-1.0018	-11.9710
11	2.00	-3.9178	-17.3226

**COMBINAZIONE n° 16****Peso muro sfavorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	155.0861	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	144.7853	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	55.5779	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.00	[m]	Y =	-3.68
	[m]			
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	63.38	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	251.6000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.00	[m]	Y =	-2.39
	[m]			

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	70.20	[kN]
-------------------	-------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	144.7853	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	755.4609	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	755.4609	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	144.7853	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.15	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.00	[m]
Risultante in fondazione	769.2100	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	10.85	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-114.1533	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	11283.2894	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0.12370	[MPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.17849	[MPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 48.09$	$N_q = 32.23$	$N_\gamma = 32.57$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 48.09$	$N'_q = 32.23$	$N'_\gamma = 32.57$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.11
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	14.94

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 16

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.23	2.5657	0.1926	1.7280
3	0.46	5.1314	0.8193	3.7748
4	0.69	7.6971	1.9532	6.1371
5	0.92	10.2628	3.6665	8.8136
6	1.15	12.8285	6.0315	11.8044
7	1.15	83.0285	9.1851	11.8043
8	1.50	99.7614	14.1974	16.9585
9	1.50	99.7614	14.1974	16.9585
10	1.74	110.9963	18.6308	20.8275
11	1.97	122.2312	24.0120	25.0246
12	2.21	133.4662	30.4180	29.5497
13	2.44	144.7011	37.9261	34.4029
14	2.68	155.9360	46.6131	39.5843
15	2.91	167.1709	56.5564	45.0936
16	3.15	178.4058	67.8328	50.9311
17	3.38	189.6408	80.5197	57.0966
18	3.62	200.8757	94.6940	63.5903
19	3.85	212.1106	110.4328	70.4120
20	4.08	223.3455	127.8133	77.5617
21	4.32	234.5805	146.9125	85.0396
22	4.56	245.8154	167.8076	92.8455
23	4.79	257.0503	190.5756	100.9795

## Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 16

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.15	0.9675	12.9406
3	0.30	3.8945	26.1278
4	0.45	8.8181	39.5616
5	0.60	15.7753	53.2419
6	0.75	24.8030	67.1688
7	0.90	35.9383	81.3422
8	1.05	49.2180	95.7623
9	1.20	64.6793	110.4289
10	1.35	82.3590	125.3421
11	1.50	102.2942	140.5018

## Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 16

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.20	-0.3006	-3.0787
3	0.40	-1.2607	-6.5957
4	0.60	-2.9681	-10.5511
5	0.80	-5.5104	-14.9449
6	1.00	-8.9752	-19.7769
7	1.20	-13.4504	-25.0474
8	1.40	-19.0234	-30.7562
9	1.60	-25.7821	-36.9033
10	1.80	-33.8140	-43.4888
11	2.00	-43.2068	-50.5126

**COMBINAZIONE n° 17****Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	155.0861	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	144.7853	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	55.5779	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.00	[m]	Y =	-3.68
	[m]			
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	63.38	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	251.6000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.00	[m]	Y =	-2.39
	[m]			

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	70.20	[kN]
-------------------	-------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	144.7853	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	668.2110	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	668.2110	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	144.7853	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.18	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.00	[m]
Risultante in fondazione	683.7168	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	12.23	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-123.2308	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	11123.2559	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0.10407	[MPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.16322	[MPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 48.09$	$N_q = 32.23$	$N_\gamma = 32.57$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 48.09$	$N'_q = 32.23$	$N'_\gamma = 32.57$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.86
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	16.65

## Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 17

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.23	1.9736	0.1926	1.7280
3	0.46	3.9472	0.8193	3.7748
4	0.69	5.9209	1.9532	6.1371
5	0.92	7.8945	3.6665	8.8136
6	1.15	9.8681	6.0315	11.8044
7	1.15	80.0681	10.8874	11.8043
8	1.50	92.9395	15.8996	16.9585
9	1.50	92.9395	15.8996	16.9585
10	1.74	101.5818	20.3330	20.8275
11	1.97	110.2240	25.7142	25.0246
12	2.21	118.8663	32.1203	29.5497
13	2.44	127.5085	39.6283	34.4029
14	2.68	136.1508	48.3154	39.5843
15	2.91	144.7930	58.2586	45.0936
16	3.15	153.4353	69.5351	50.9311
17	3.38	162.0775	82.2219	57.0966
18	3.62	170.7198	96.3962	63.5903
19	3.85	179.3620	112.1350	70.4120
20	4.08	188.0043	129.5155	77.5617
21	4.32	196.6465	148.6148	85.0396
22	4.56	205.2888	169.5098	92.8455
23	4.79	213.9310	192.2778	100.9795

## Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 17

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.15	0.8464	11.3300
3	0.30	3.4123	22.9263

4	0.45	7.7376	34.7887
5	0.60	13.8622	46.9173
6	0.75	21.8261	59.3120
7	0.90	31.6691	71.9730
8	1.05	43.4313	84.9001
9	1.20	57.1525	98.0934
10	1.35	72.8726	111.5528
11	1.50	90.6316	125.2785

Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 17

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.20	-0.4306	-4.3852
3	0.40	-1.7856	-9.2435
4	0.60	-4.1596	-14.5751
5	0.80	-7.6472	-20.3799
6	1.00	-12.3431	-26.6579
7	1.20	-18.3419	-33.4091
8	1.40	-25.7383	-40.6335
9	1.60	-34.6269	-48.3311
10	1.80	-45.1023	-56.5019
11	2.00	-57.2592	-65.1460

#### COMBINAZIONE n° 18

##### **Peso muro sfavorevole e Peso terrapieno sfavorevole**

Valore della spinta statica	155.0861	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	144.7853	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	55.5779	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.00	[m]	Y =	-3.68
	[m]			
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	63.38	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	309.0800	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.00	[m]	Y =	-2.39
	[m]			

#### Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	70.20	[kN]
-------------------	-------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	144.7853	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	812.9409	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	812.9409	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	144.7853	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.25	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.00	[m]
Risultante in fondazione	825.7334	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	10.10	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-200.3733	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	10825.1389	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0.11450	[MPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.21068	[MPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 48.09$	$N_q = 32.23$	$N_\gamma = 32.57$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 48.09$	$N'_q = 32.23$	$N'_\gamma = 32.57$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.27
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	13.32

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 18

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.23	2.5657	0.1926	1.7280
3	0.46	5.1314	0.8193	3.7748
4	0.69	7.6971	1.9532	6.1371
5	0.92	10.2628	3.6665	8.8136

6	1.15	12.8285	6.0315	11.8044
7	1.15	83.0285	9.1851	11.8043
8	1.50	99.7614	14.1974	16.9585
9	1.50	99.7614	14.1974	16.9585
10	1.74	110.9963	18.6308	20.8275
11	1.97	122.2312	24.0120	25.0246
12	2.21	133.4662	30.4180	29.5497
13	2.44	144.7011	37.9261	34.4029
14	2.68	155.9360	46.6131	39.5843
15	2.91	167.1709	56.5564	45.0936
16	3.15	178.4058	67.8328	50.9311
17	3.38	189.6408	80.5197	57.0966
18	3.62	200.8757	94.6940	63.5903
19	3.85	212.1106	110.4328	70.4120
20	4.08	223.3455	127.8133	77.5617
21	4.32	234.5805	146.9125	85.0396
22	4.56	245.8154	167.8076	92.8455
23	4.79	257.0503	190.5756	100.9795

#### Sollecitazioni fondazione di valle

##### Combinazione n° 18

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>Nr.</b>	<b>X</b>	<b>M</b>	<b>T</b>
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.15	0.8687	11.6542
3	0.30	3.5179	23.7412
4	0.45	8.0127	36.2611
5	0.60	14.4179	49.2137
6	0.75	22.7984	62.5991
7	0.90	33.2192	76.4174
8	1.05	45.7453	90.6684
9	1.20	60.4414	105.3523
10	1.35	77.3726	120.4689
11	1.50	96.6037	136.0184

#### Sollecitazioni fondazione di monte

##### Combinazione n° 18

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.20	0.3322	3.1935
3	0.40	1.2261	5.6176
4	0.60	2.5279	7.2723
5	0.80	4.0837	8.1575
6	1.00	5.7396	8.2733
7	1.20	7.3418	7.6197
8	1.40	8.7362	6.1966
9	1.60	9.7691	4.0041
10	1.80	10.2865	1.0421
11	2.00	10.1347	-2.6892

### **COMBINAZIONE n° 19**

Valore della spinta statica	151.1912	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	144.5298	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	44.3838	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.00	[m]	Y =	-3.61
	[m]			
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.07	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	63.35	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	243.6000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.00	[m]	Y =	-2.39
	[m]			

### **Risultanti carichi esterni**

Componente dir. Y	54.00	[kN]
-------------------	-------	------

### **Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	144.5298	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	632.8169	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	632.8169	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	144.5298	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.13	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.00	[m]
Risultante in fondazione	649.1118	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	12.87	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-80.0364	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	4869.6409	[kN]

### **Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	5.00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0.10735	[MPa]

Tensione terreno allo spigolo di monte 0.14577 [MPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**  $N_c = 30.28$   $N_q = 16.73$   $N_\gamma = 12.48$   
**Fattori forma**  $s_c = 1.00$   $s_q = 1.00$   $s_\gamma = 1.00$   
 I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.  
 $N'_c = 30.28$   $N'_q = 16.73$   $N'_\gamma = 12.48$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.42  
 Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 7.70

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 19

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.23	1.9736	0.2135	1.9094
3	0.46	3.9472	0.9026	4.1355
4	0.69	5.9209	2.1398	6.6742
5	0.92	7.8945	3.9966	9.5243
6	1.15	9.8681	6.5449	12.6859
7	1.15	63.8681	8.9707	12.6859
8	1.50	76.7395	14.3362	18.0944
9	1.50	76.7395	14.3362	18.0944
10	1.74	85.3818	19.0563	22.1305
11	1.97	94.0240	24.7630	26.4917
12	2.21	102.6663	31.5328	31.1780
13	2.44	111.3085	39.4421	36.1894
14	2.68	119.9508	48.5673	41.5259
15	2.91	128.5930	58.9847	47.1875
16	3.15	137.2353	70.7709	53.1742
17	3.38	145.8775	84.0021	59.4860
18	3.62	154.5198	98.7548	66.1229
19	3.85	163.1620	115.1053	73.0849
20	4.08	171.8043	133.1302	80.3720
21	4.32	180.4465	152.9057	87.9843
22	4.56	189.0888	174.5082	95.9216
23	4.79	197.7310	198.0143	104.1840

Sollecitazioni fondazione di valle

**Combinazione n° 19**

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.15	0.8811	11.7766
3	0.30	3.5416	23.7260
4	0.45	8.0075	35.8484
5	0.60	14.3048	48.1436
6	0.75	22.4592	60.6117
7	0.90	32.4969	73.2526
8	1.05	44.4437	86.0665
9	1.20	58.3255	99.0532
10	1.35	74.1683	112.2128
11	1.50	91.9980	125.5453

Sollecitazioni fondazione di monte

**Combinazione n° 19**

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.20	-0.1192	-1.2433
3	0.40	-0.5178	-2.7940
4	0.60	-1.2573	-4.6520
5	0.80	-2.3991	-6.8174
6	1.00	-4.0047	-9.2900
7	1.20	-6.1356	-12.0701
8	1.40	-8.8532	-15.1574
9	1.60	-12.2191	-18.5521
10	1.80	-16.2946	-22.2542
11	2.00	-21.1412	-26.2636

**COMBINAZIONE n° 20**

Valore della spinta statica	168.7724	[kN]
Componente orizzontale della spinta statica	161.3363	[kN]
Componente verticale della spinta statica	49.5450	[kN]

Punto d'applicazione della spinta	X = 2.00 [m]	Y = -3.60 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.07 [°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	63.35 [°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	232.4400 [kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.00 [m]	Y = -2.39 [m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	59.40 [kN]
-------------------	------------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	161.3363 [kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	603.1347 [kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	386.2380 [kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	1929.3666 [kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	603.1347 [kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	161.3363 [kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.06 [m]
Lunghezza fondazione reagente	5.00 [m]
Risultante in fondazione	624.3404 [kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	14.98 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-35.2917 [kNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	5.00
--	------

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 21

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]

$\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

$\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [MPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [MPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -2.41 Y[m]= 0.97

Raggio del cerchio R[m]= 8.24

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -8.31

Ascissa a monte del cerchio  $X_s[m]= 5.77$   
 Larghezza della striscia  $dx[m]= 0.56$   
 Coefficiente di sicurezza  $C= 1.69$   
 Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	$\phi$	c	u
1	12.1410	75.34	11.7458	0.0218	29.26	0.000	0.000
2	39.7948	63.37	35.5730	0.0123	29.26	0.000	0.000
3	56.2278	55.53	46.3537	0.0098	29.26	0.000	0.000
4	64.5161	49.07	48.7417	0.0084	29.26	0.000	0.000
5	71.1796	43.38	48.8868	0.0076	29.26	0.000	0.000
6	76.6787	38.19	47.4040	0.0070	29.26	0.000	0.000
7	82.1926	33.34	45.1791	0.0066	28.74	0.000	0.000
8	88.1543	28.76	42.4163	0.0063	27.45	0.000	0.000
9	91.3364	24.37	37.6915	0.0061	27.45	0.000	0.000
10	93.9395	20.13	32.3327	0.0059	27.45	0.000	0.000
11	92.0428	16.00	25.3775	0.0057	27.45	0.000	0.000
12	133.2501	11.96	27.6158	0.0056	27.45	0.000	0.000
13	75.7085	7.98	10.5073	0.0056	27.45	0.000	0.000
14	30.7438	4.03	2.1621	0.0055	27.45	0.000	0.000
15	30.9736	0.11	0.0579	0.0055	27.45	0.000	0.000
16	29.4510	-3.82	-1.9612	0.0055	27.45	0.000	0.000
17	27.0680	-7.76	-3.6555	0.0056	27.45	0.000	0.000
18	25.9749	-11.74	-5.2862	0.0056	27.45	0.000	0.000
19	24.4171	-15.78	-6.6409	0.0057	27.45	0.000	0.000
20	22.3695	-19.90	-7.6157	0.0059	27.45	0.000	0.000
21	19.7964	-24.14	-8.0953	0.0061	27.45	0.000	0.000
22	16.6475	-28.52	-7.9479	0.0063	27.45	0.000	0.000
23	12.8523	-33.09	-7.0165	0.0066	28.65	0.000	0.000
24	8.3091	-37.91	-5.1058	0.0070	29.26	0.000	0.000
25	2.8651	-43.08	-1.9571	0.0076	29.26	0.000	0.000

$\Sigma W_i= 1228.6306$  [kN]

$\Sigma W_i\sin\alpha_i= 406.7632$  [kN]

$\Sigma W_i\tan\phi_i= 654.5089$  [kN]

$\Sigma\tan\alpha_i\tan\phi_i= 4.75$

### **COMBINAZIONE n° 22**

#### **Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	87.7447	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	81.9168	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	31.4449	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.00	[m]	Y =	-3.99
		[m]		
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.00	[°]		

Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	59.26	[°]		
Incremento sismico della spinta	11.9609	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.00	[m]	Y =	-3.99
	[m]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	57.01	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	191.6000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.00	[m]	Y =	-2.39
	[m]			
Inerzia del muro	13.9813	[kN]		
Inerzia verticale del muro	6.9907	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	9.2109	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	4.6054	[kN]		

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	40.50	[kN]		
Componente dir. Y	54.00	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	156.7714	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	583.7605	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	583.7605	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	156.7714	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.19	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	5.00	[m]		
Risultante in fondazione	604.4449	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15.03	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	110.3084	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	11101.4345		[kN]	

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.00	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	0.14323	[MPa]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.09028	[MPa]		

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 48.09$	$N_q = 32.23$	$N_\gamma = 32.57$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 48.09$	$N'_q = 32.23$	$N'_\gamma = 32.57$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.50
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	19.02

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 22

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.23	1.9736	0.0214	0.2322
3	0.46	3.9472	0.1279	0.7391
4	0.69	5.9209	0.3825	1.5208
5	0.92	7.8945	0.8485	2.5771
6	1.15	9.8681	1.5890	3.9081
7	1.15	63.8681	4.0149	44.4040
8	1.50	76.7395	20.0674	47.4309
9	1.50	76.7395	20.0674	47.4309
10	1.74	85.3818	31.4888	49.8202
11	1.97	94.0240	43.5054	52.4963
12	2.21	102.6663	56.1845	55.4591
13	2.44	111.3085	69.5936	58.7087
14	2.68	119.9508	83.8001	62.2450
15	2.91	128.5930	98.8712	66.0682
16	3.15	137.2353	114.8746	70.1780
17	3.38	145.8775	131.8774	74.5747
18	3.62	154.5198	149.9471	79.2581
19	3.85	163.1620	169.1512	84.2283
20	4.08	171.8043	189.5569	89.4853
21	4.32	180.4465	211.2317	95.0290
22	4.56	189.0888	234.2430	100.8595
23	4.79	197.7310	258.6582	106.9768

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 22

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.15	1.2744	16.9517
3	0.30	5.0736	33.6652
4	0.45	11.3620	50.1404
5	0.60	20.1038	66.3773
6	0.75	31.2633	82.3759
7	0.90	44.8047	98.1363
8	1.05	60.6923	113.6585

9	1.20	78.8903	128.9423
10	1.35	99.3630	143.9879
11	1.50	122.0748	158.7952

Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 22

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.20	-0.6847	-6.7767
3	0.40	-2.6824	-13.1298
4	0.60	-5.9084	-19.0593
5	0.80	-10.2779	-24.5652
6	1.00	-15.7062	-29.6475
7	1.20	-22.1087	-34.3063
8	1.40	-29.4005	-38.5414
9	1.60	-37.4970	-42.3530
10	1.80	-46.3135	-45.7410
11	2.00	-55.7652	-48.7054

### COMBINAZIONE n° 23

Valore della spinta statica	87.7447	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	81.9168	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	31.4449	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.00	[m]	Y =	-3.99
	[m]			
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	59.26	[°]		
Incremento sismico della spinta	7.7681	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.00	[m]	Y =	-3.99
	[m]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	56.94	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	191.6000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.00	[m]	Y =	-2.39
	[m]			
Inerzia del muro	13.9813	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-6.9907	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	9.2109	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-4.6054	[kN]		

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	40.50	[kN]
Componente dir. Y	54.00	[kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	152.8570	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	559.0657	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	559.0657	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	152.8570	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.21	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.00	[m]
Risultante in fondazione	579.5858	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15.29	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	118.6048	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	10990.0545	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0.14028	[MPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.08335	[MPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 48.09$	$N_q = 32.23$	$N_\gamma = 32.57$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 48.09$	$N'_q = 32.23$	$N'_\gamma = 32.57$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.48
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	19.66

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 23

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.23	1.9736	0.0210	0.2264
3	0.46	3.9472	0.1243	0.7160
4	0.69	5.9209	0.3706	1.4688
5	0.92	7.8945	0.8202	2.4847
6	1.15	9.8681	1.5337	3.7637
7	1.15	63.8681	3.9595	44.2596

8	1.50	76.7395	19.9446	47.1853
9	1.50	76.7395	19.9446	47.1853
10	1.74	85.3818	31.2987	49.4915
11	1.97	94.0240	43.2271	52.0725
12	2.21	102.6663	55.7944	54.9282
13	2.44	111.3085	69.0649	58.0586
14	2.68	119.9508	83.1034	61.4637
15	2.91	128.5930	97.9744	65.1436
16	3.15	137.2353	113.7424	69.0981
17	3.38	145.8775	130.4720	73.3273
18	3.62	154.5198	148.2278	77.8313
19	3.85	163.1620	167.0743	82.6100
20	4.08	171.8043	187.0760	87.6633
21	4.32	180.4465	208.2976	92.9914
22	4.56	189.0888	230.8035	98.5942
23	4.79	197.7310	254.6583	104.4717

Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 23

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.15	1.2407	16.5006
3	0.30	4.9374	32.7450
4	0.45	11.0514	48.7332
5	0.60	19.5445	64.4652
6	0.75	30.3782	79.9411
7	0.90	43.5140	95.1607
8	1.05	58.9136	110.1242
9	1.20	76.5385	124.8315
10	1.35	96.3502	139.2826
11	1.50	118.3105	153.4775

Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 23

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.20	-0.8223	-8.1468

---

3	0.40	-3.2283	-15.8381
4	0.60	-7.1271	-23.0740
5	0.80	-12.4276	-29.8544
6	1.00	-19.0385	-36.1794
7	1.20	-26.8690	-42.0489
8	1.40	-35.8278	-47.4631
9	1.60	-45.8238	-52.4217
10	1.80	-56.7661	-56.9249
11	2.00	-68.5634	-60.9727

COMBINAZIONE n° 24

Valore della spinta statica	110.3896	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	105.5259	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	32.4061	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.00	[m]	Y =	-3.99
	[m]			
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.07	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55.98	[°]		
Incremento sismico della spinta	13.7613	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.00	[m]	Y =	-3.99
	[m]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	53.54	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	191.6000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.00	[m]	Y =	-2.39
	[m]			
Inerzia del muro	13.9813	[kN]		
Inerzia verticale del muro	6.9907	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	9.2109	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	4.6054	[kN]		

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	40.50	[kN]
Componente dir. Y	54.00	[kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	182.3691	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	584.4751	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	584.4751	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	182.3691	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.27	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.00	[m]
Risultante in fondazione	612.2659	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	17.33	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	159.6713	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	4568.6410	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0.15522	[MPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.07857	[MPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 30.28$	$N_q = 16.73$	$N_\gamma = 12.48$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 30.28$	$N'_q = 16.73$	$N'_\gamma = 12.48$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.04
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	7.82

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 24

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.23	1.9736	0.0243	0.2700
3	0.46	3.9472	0.1510	0.8902
4	0.69	5.9209	0.4607	1.8607
5	0.92	7.8945	1.0338	3.1814
6	1.15	9.8681	1.9510	4.8523
7	1.15	63.8681	4.3768	45.3483
8	1.50	76.7395	20.8707	49.0374
9	1.50	76.7395	20.8707	49.0374
10	1.74	85.3818	32.7318	51.9695
11	1.97	94.0240	45.3250	55.2672
12	2.21	102.6663	58.7360	58.9305
13	2.44	111.3085	73.0510	62.9595
14	2.68	119.9508	88.3556	67.3541
15	2.91	128.5930	104.7360	72.1143
16	3.15	137.2353	122.2780	77.2402
17	3.38	145.8775	141.0675	82.7316
18	3.62	154.5198	161.1905	88.5888
19	3.85	163.1620	182.7329	94.8115
20	4.08	171.8043	205.7806	101.3999
21	4.32	180.4465	230.4195	108.3539
22	4.56	189.0888	256.7355	115.6735
23	4.79	197.7310	284.8146	123.3587

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 24

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>Nr.</b>	<b>X</b>	<b>M</b>	<b>T</b>
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.15	1.4066	18.6969
3	0.30	5.5918	37.0489
4	0.45	12.5040	55.0561
5	0.60	22.0914	72.7183
6	0.75	34.3023	90.0357
7	0.90	49.0849	107.0081
8	1.05	66.3874	123.6357
9	1.20	86.1583	139.9184
10	1.35	108.3457	155.8562
11	1.50	132.8979	171.4491

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 24

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>Nr.</b>	<b>X</b>	<b>M</b>	<b>T</b>
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.20	-0.9125	-9.0227
3	0.40	-3.5682	-17.4323
4	0.60	-7.8445	-25.2288
5	0.80	-13.6189	-32.4121
6	1.00	-20.7685	-38.9823
7	1.20	-29.1709	-44.9393
8	1.40	-38.7034	-50.2832
9	1.60	-49.2433	-55.0140
10	1.80	-60.6681	-59.1316
11	2.00	-72.8551	-62.6361

**COMBINAZIONE n° 25**

Valore della spinta statica	110.3896	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	105.5259	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	32.4061	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.00	[m]	Y =	-3.99
	[m]			
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.07	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55.98	[°]		
Incremento sismico della spinta	8.4840	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.00	[m]	Y =	-3.99
	[m]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	53.42	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	191.6000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.00	[m]	Y =	-2.39
	[m]			
Inerzia del muro	13.9813	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-6.9907	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	9.2109	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-4.6054	[kN]		
<i><u>Risultanti carichi esterni</u></i>				
Componente dir. X	40.50	[kN]		
Componente dir. Y	54.00	[kN]		
<i><u>Risultanti</u></i>				
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	177.3243	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	559.7336	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	559.7336	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	177.3243	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.30	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	5.00	[m]		
Risultante in fondazione	587.1504	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	17.58	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	165.8254	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	4521.3090	[kN]		
<i><u>Tensioni sul terreno</u></i>				
Lunghezza fondazione reagente	5.00	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	0.15174	[MPa]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.07215	[MPa]		

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 30.28$	$N_q = 16.73$	$N_\gamma = 12.48$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
$N'_c = 30.28$	$N'_q = 16.73$	$N'_\gamma = 12.48$	

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.02
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	8.08

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 25

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.23	1.9736	0.0238	0.2626
3	0.46	3.9472	0.1465	0.8605
4	0.69	5.9209	0.4453	1.7937
5	0.92	7.8945	0.9973	3.0623
6	1.15	9.8681	1.8797	4.6662
7	1.15	63.8681	4.3055	45.1622
8	1.50	76.7395	20.7124	48.7208
9	1.50	76.7395	20.7124	48.7208
10	1.74	85.3818	32.4868	51.5459
11	1.97	94.0240	44.9664	54.7211
12	2.21	102.6663	58.2332	58.2464
13	2.44	111.3085	72.3696	62.1217
14	2.68	119.9508	87.4578	66.3472
15	2.91	128.5930	103.5802	70.9227
16	3.15	137.2353	120.8189	75.8483
17	3.38	145.8775	139.2563	81.1241
18	3.62	154.5198	158.9747	86.7499
19	3.85	163.1620	180.0562	92.7257
20	4.08	171.8043	202.5832	99.0517
21	4.32	180.4465	226.6379	105.7278
22	4.56	189.0888	252.3027	112.7539
23	4.79	197.7310	279.6597	120.1302

## Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 25

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.15	1.3672	18.1696
3	0.30	5.4330	35.9810
4	0.45	12.1436	53.4342
5	0.60	21.4453	70.5292
6	0.75	33.2844	87.2660
7	0.90	47.6072	103.6447
8	1.05	64.3599	119.6651
9	1.20	83.4888	135.3274
10	1.35	104.9402	150.6315
11	1.50	128.6604	165.5775

## Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 25

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.20	-1.0402	-10.2960
3	0.40	-4.0759	-19.9552
4	0.60	-8.9798	-28.9776
5	0.80	-15.6245	-37.3633
6	1.00	-23.8827	-45.1122
7	1.20	-33.6269	-52.2243
8	1.40	-44.7300	-58.6996
9	1.60	-57.0644	-64.5382
10	1.80	-70.5028	-69.7401
11	2.00	-84.9179	-74.3051

COMBINAZIONE n° 26

Valore della spinta statica

110.3896 [kN]

Componente orizzontale della spinta statica	105.5259	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	32.4061	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.00	[m]	Y =	-3.99
	[m]			
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.07	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55.98	[°]		
Incremento sismico della spinta	8.4840	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.00	[m]	Y =	-3.99
	[m]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	53.42	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	191.6000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.00	[m]	Y =	-2.39
	[m]			
Inerzia del muro	13.9813	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-6.9907	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	9.2109	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-4.6054	[kN]		

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	40.50	[kN]		
Componente dir. Y	54.00	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	177.3243	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	559.7336	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	517.5987	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	1751.1074	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	559.7336	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	177.3243	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.30	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	5.00	[m]		
Risultante in fondazione	587.1504	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	17.58	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	165.8254	[kNm]		

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.38			
--	------	--	--	--

**COMBINAZIONE n° 27**

Valore della spinta statica	110.3896	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	105.5259	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	32.4061	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.00	[m]	Y =	-3.99
	[m]			
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.07	[°]		

Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55.98	[°]		
Incremento sismico della spinta	13.7613	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.00	[m]	Y =	-3.99
	[m]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	53.54	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	191.6000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.00	[m]	Y =	-2.39
	[m]			
Inerzia del muro	13.9813	[kN]		
Inerzia verticale del muro	6.9907	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	9.2109	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	4.6054	[kN]		
<i><u>Risultanti carichi esterni</u></i>				
Componente dir. X	40.50	[kN]		
Componente dir. Y	54.00	[kN]		
<i><u>Risultanti</u></i>				
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	182.3691	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	584.4751	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	492.5082	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	1794.0246	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	584.4751	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	182.3691	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.27	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	5.00	[m]		
Risultante in fondazione	612.2659	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	17.33	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	159.6713	[kNm]		
<b><u>COEFFICIENTI DI SICUREZZA</u></b>				
Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.64			

Stabilità globale muro + terreno

### **Combinazione n° 28**

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]

$\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

$\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [MPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [MPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -2.41 Y[m]= 3.38

Raggio del cerchio R[m]= 10.36

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -8.79

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 7.38

Larghezza della striscia dx[m]= 0.65

Coefficiente di sicurezza C= 1.69

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	$\phi$	c	u
1	9.5366	66.30	8.7322	0.0158	29.26	0.000	0.000
2	25.9374	58.62	22.1437	0.0122	29.26	0.000	0.000
3	38.2096	52.26	30.2141	0.0104	29.26	0.000	0.000
4	48.0631	46.72	34.9894	0.0093	29.26	0.000	0.000
5	56.2397	41.71	37.4181	0.0085	29.26	0.000	0.000
6	63.1332	37.07	38.0522	0.0080	29.26	0.000	0.000
7	68.9826	32.69	37.2615	0.0075	29.26	0.000	0.000
8	73.9456	28.53	35.3168	0.0072	29.26	0.000	0.000
9	80.5208	24.52	33.4213	0.0070	28.06	0.000	0.000
10	85.1258	20.64	30.0097	0.0068	27.45	0.000	0.000
11	87.9716	16.86	25.5126	0.0066	27.45	0.000	0.000
12	97.5818	13.15	22.1988	0.0065	27.45	0.000	0.000
13	141.6533	9.50	23.3688	0.0064	27.45	0.000	0.000
14	73.0795	5.88	7.4875	0.0064	27.45	0.000	0.000
15	31.6406	2.29	1.2638	0.0064	27.45	0.000	0.000
16	31.7135	-1.29	-0.7158	0.0063	27.45	0.000	0.000
17	27.9165	-4.88	-2.3752	0.0064	27.45	0.000	0.000
18	26.7720	-8.49	-3.9515	0.0064	27.45	0.000	0.000
19	25.2475	-12.13	-5.3049	0.0065	27.45	0.000	0.000
20	23.1614	-15.82	-6.3146	0.0066	27.45	0.000	0.000

21	20.4858	-19.58	-6.8659	0.0067	27.45	0.000	0.000
22	17.1819	-23.43	-6.8330	0.0069	27.53	0.000	0.000
23	13.1970	-27.40	-6.0736	0.0071	29.26	0.000	0.000
24	8.4594	-31.52	-4.4223	0.0074	29.26	0.000	0.000
25	2.8696	-35.83	-1.6797	0.0078	29.26	0.000	0.000

$\Sigma W_i = 1178.6261$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 342.8541$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 630.0576$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 4.14$

Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 29

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]

$\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

$\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [MPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [MPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -2.41 Y[m]= 3.38

Raggio del cerchio R[m]= 10.36

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -8.79

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 7.38

Larghezza della striscia dx[m]= 0.65

Coefficiente di sicurezza C= 1.68

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W \sin \alpha$	$b / \cos \alpha$	$\phi$	c	u
1	9.5366	66.30	8.7322	0.0158	29.26	0.000	0.000
2	25.9374	58.62	22.1437	0.0122	29.26	0.000	0.000
3	38.2096	52.26	30.2141	0.0104	29.26	0.000	0.000
4	48.0631	46.72	34.9894	0.0093	29.26	0.000	0.000
5	56.2397	41.71	37.4181	0.0085	29.26	0.000	0.000
6	63.1332	37.07	38.0522	0.0080	29.26	0.000	0.000
7	68.9826	32.69	37.2615	0.0075	29.26	0.000	0.000
8	73.9456	28.53	35.3168	0.0072	29.26	0.000	0.000

9	80.5208	24.52	33.4213	0.0070	28.06	0.000	0.000
10	85.1258	20.64	30.0097	0.0068	27.45	0.000	0.000
11	87.9716	16.86	25.5126	0.0066	27.45	0.000	0.000
12	97.5818	13.15	22.1988	0.0065	27.45	0.000	0.000
13	141.6533	9.50	23.3688	0.0064	27.45	0.000	0.000
14	73.0795	5.88	7.4875	0.0064	27.45	0.000	0.000
15	31.6406	2.29	1.2638	0.0064	27.45	0.000	0.000
16	31.7135	-1.29	-0.7158	0.0063	27.45	0.000	0.000
17	27.9165	-4.88	-2.3752	0.0064	27.45	0.000	0.000
18	26.7720	-8.49	-3.9515	0.0064	27.45	0.000	0.000
19	25.2475	-12.13	-5.3049	0.0065	27.45	0.000	0.000
20	23.1614	-15.82	-6.3146	0.0066	27.45	0.000	0.000
21	20.4858	-19.58	-6.8659	0.0067	27.45	0.000	0.000
22	17.1819	-23.43	-6.8330	0.0069	27.53	0.000	0.000
23	13.1970	-27.40	-6.0736	0.0071	29.26	0.000	0.000
24	8.4594	-31.52	-4.4223	0.0074	29.26	0.000	0.000
25	2.8696	-35.83	-1.6797	0.0078	29.26	0.000	0.000

$\Sigma W_i = 1178.6261$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 342.8541$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 630.0576$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 4.14$

### **COMBINAZIONE n° 30**

Valore della spinta statica	114.8732	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	107.2434	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	41.1669	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.00	[m]	Y =	-3.71
		[m]		
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	63.38	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	231.6000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.00	[m]	Y =	-2.39
		[m]		

### **Risultanti carichi esterni**

Componente dir. X	89.25	[kN]
Componente dir. Y	283.00	[kN]

### **Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	196.4934	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	846.6000	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	846.6000	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	196.4934	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.43	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.00	[m]
Risultante in fondazione	869.1037	[kN]

Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	13.07	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	367.6879	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	9922.8594	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0.25757	[MPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.08107	[MPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 48.09$	$N_q = 32.23$	$N_\gamma = 32.57$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 48.09$	$N'_q = 32.23$	$N'_\gamma = 32.57$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.74
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	11.72

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 30

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.23	1.9736	0.1296	1.1681
3	0.46	3.9472	0.5561	2.5810
4	0.69	5.9209	1.3355	4.2364
5	0.92	7.8945	2.5234	6.1336
6	1.15	9.8681	4.1755	8.2725
7	1.15	292.8681	40.9513	90.7725
8	1.50	305.7395	73.3561	94.4911
9	1.50	305.7395	73.3561	101.2411
10	1.74	314.3818	97.4731	104.0521
11	1.97	323.0240	122.2803	107.1154
12	2.21	331.6663	147.8371	110.4310
13	2.44	340.3085	174.2027	113.9991
14	2.68	348.9508	201.4364	117.8195
15	2.91	357.5930	229.5976	121.8923
16	3.15	366.2353	258.7456	126.2174

17	3.38	374.8775	288.9396	130.7949
18	3.62	383.5198	320.2389	135.6248
19	3.85	392.1620	352.7030	140.7070
20	4.08	400.8043	386.3910	146.0416
21	4.32	409.4465	421.3623	151.6286
22	4.56	418.0888	457.6762	157.4679
23	4.79	426.7310	495.3920	163.5597

Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 30

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.15	2.5468	33.8246
3	0.30	10.1077	66.8550
4	0.45	22.5636	99.0912
5	0.60	39.7953	130.5332
6	0.75	61.6838	161.1809
7	0.90	88.1099	191.0345
8	1.05	118.9544	220.0939
9	1.20	154.0983	248.3590
10	1.35	193.4224	275.8300
11	1.50	236.8076	302.5067

Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 30

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.20	-1.2358	-12.1231
3	0.40	-4.7551	-22.8344
4	0.60	-10.2755	-32.1337
5	0.80	-17.5145	-40.0210
6	1.00	-26.1898	-46.4965
7	1.20	-36.0189	-51.5600
8	1.40	-46.7196	-55.2117
9	1.60	-58.0095	-57.4513

10	1.80	-69.6061	-58.2791
11	2.00	-81.2270	-57.6950

**COMBINAZIONE n° 31**

Valore della spinta statica	87.7447	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	81.9168	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	31.4449	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.00	[m]	Y =	-3.99
	[m]			
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	59.26	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	191.6000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.00	[m]	Y =	-2.39
	[m]			

**Risultanti carichi esterni**

Componente dir. Y	54.00	[kN]
-------------------	-------	------

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	81.9168	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	567.8780	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	567.8780	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	81.9168	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.26	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.00	[m]
Risultante in fondazione	573.7558	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	8.21	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-150.4675	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	10736.3436	[kN]

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	5.00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0.07746	[MPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.14969	[MPa]

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 48.09$	$N_q = 32.23$	$N_\gamma = 32.57$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 48.09$	$N'_q = 32.23$	$N'_\gamma = 32.57$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.80
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	18.91

Sollecitazioni paramento

**Combinazione n° 31**

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.23	1.9736	0.0093	0.1209
3	0.46	3.9472	0.0741	0.4835
4	0.69	5.9209	0.2502	1.0878
5	0.92	7.8945	0.5931	1.9339
6	1.15	9.8681	1.1583	3.0218
7	1.15	63.8681	3.5842	3.0218
8	1.50	76.7395	4.9963	5.1410
9	1.50	76.7395	4.9963	5.1410
10	1.74	85.3818	6.4036	6.8780
11	1.97	94.0240	8.2488	8.8674
12	2.21	102.6663	10.5911	11.1092
13	2.44	111.3085	13.4899	13.6033
14	2.68	119.9508	17.0044	16.3499
15	2.91	128.5930	21.1941	19.3487
16	3.15	137.2353	26.1181	22.6000
17	3.38	145.8775	31.8358	26.1036
18	3.62	154.5198	38.4066	29.8595
19	3.85	163.1620	45.8896	33.8679
20	4.08	171.8043	54.3442	38.1286
21	4.32	180.4465	63.8298	42.6417
22	4.56	189.0888	74.4056	47.4071
23	4.79	197.7310	86.1309	52.4249

Sollecitazioni fondazione di valle

**Combinazione n° 31**

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.15	0.5486	7.3690
3	0.30	2.2269	15.0629
4	0.45	5.0837	23.0819

5	0.60	9.1678	31.4259
6	0.75	14.5277	40.0949
7	0.90	21.2125	49.0889
8	1.05	29.2707	58.4079
9	1.20	38.7511	68.0519
10	1.35	49.7025	78.0209
11	1.50	62.1736	88.3150

Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 31

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.20	0.4701	4.6046
3	0.40	1.8033	8.6314
4	0.60	3.8841	12.0803
5	0.80	6.5969	14.9515
6	1.00	9.8262	17.2449
7	1.20	13.4564	18.9605
8	1.40	17.3719	20.0983
9	1.60	21.4572	20.6584
10	1.80	25.5967	20.6406
11	2.00	29.6749	20.0450

### COMBINAZIONE n° 32

Valore della spinta statica	114.8732	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	107.2434	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	41.1669	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.00	[m]	Y =	-3.71
	[m]			
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	63.38	[°]		
Incremento sismico della spinta	3.7902	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.00	[m]	Y =	-3.71
	[m]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	63.38	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	231.6000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.00	[m]	Y =	-2.39
	[m]			
Inerzia del muro	4.0823	[kN]		

Inerzia verticale del muro	2.0412	[kN]
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	3.2509	[kN]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	1.6254	[kN]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	25.76	[kN]
Componente dir. Y	54.00	[kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	143.8730	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	622.6249	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	622.6249	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	143.8730	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.01	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.00	[m]
Risultante in fondazione	639.0314	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	13.01	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-7.0403	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	11954.8244	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0.12284	[MPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.12621	[MPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 48.09$	$N_q = 32.23$	$N_\gamma = 32.57$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 48.09$	$N'_q = 32.23$	$N'_\gamma = 32.57$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.75
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	19.20

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 32

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.23	1.9736	0.1378	1.2409

3	0.46	3.9472	0.5903	2.7362
4	0.69	5.9209	1.4157	4.4832
5	0.92	7.8945	2.6719	6.4814
6	1.15	9.8681	4.4164	8.7306
7	1.15	63.8681	6.8423	34.4886
8	1.50	76.7395	19.6038	38.5316
9	1.50	76.7395	19.6038	38.5316
10	1.74	85.3818	29.0109	41.5725
11	1.97	94.0240	39.1634	44.8754
12	2.21	102.6663	50.1229	48.4405
13	2.44	111.3085	61.9510	52.2677
14	2.68	119.9508	74.7093	56.3571
15	2.91	128.5930	88.4594	60.7085
16	3.15	137.2353	103.2628	65.3221
17	3.38	145.8775	119.1813	70.1978
18	3.62	154.5198	136.2763	75.3356
19	3.85	163.1620	154.6095	80.7355
20	4.08	171.8043	174.2425	86.3975
21	4.32	180.4465	195.2369	92.3217
22	4.56	189.0888	217.6542	98.5079
23	4.79	197.7310	241.5562	104.9563

Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 32

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.15	1.0513	14.0198
3	0.30	4.2067	28.0549
4	0.45	9.4685	42.1051
5	0.60	16.8390	56.1706
6	0.75	26.3205	70.2512
7	0.90	37.9151	84.3471
8	1.05	51.6254	98.4582
9	1.20	67.4534	112.5845
10	1.35	85.4015	126.7260
11	1.50	105.4719	140.8827

Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 32

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>Nr.</b>	<b>X</b>	<b>M</b>	<b>T</b>
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.20	-0.3810	-3.8147
3	0.40	-1.5277	-7.6564
4	0.60	-3.4454	-11.5251
5	0.80	-6.1395	-15.4209
6	1.00	-9.6155	-19.3437
7	1.20	-13.8788	-23.2935
8	1.40	-18.9347	-27.2704
9	1.60	-24.7888	-31.2743
10	1.80	-31.4463	-35.3053
11	2.00	-38.9127	-39.3633

COMBINAZIONE n° 33

Valore della spinta statica	114.8732	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	107.2434	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	41.1669	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.00	[m]	Y =	-3.71
	[m]			
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	63.38	[°]		
Incremento sismico della spinta	2.1777	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.00	[m]	Y =	-3.71
	[m]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	63.38	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	231.6000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.00	[m]	Y =	-2.39
	[m]			
Inerzia del muro	4.0823	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-2.0412	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	3.2509	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-1.6254	[kN]		

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	25.76	[kN]	
Componente dir. Y	54.00	[kN]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	142.3677	[kN]	
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	614.7138	[kN]	
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	614.7138	[kN]	
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	142.3677	[kN]	
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.01	[m]	
Lunghezza fondazione reagente	5.00	[m]	
Risultante in fondazione	630.9846	[kN]	
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	13.04	[°]	
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-4.5822	[kNm]	
Carico ultimo della fondazione	11973.3341		[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0.12184	[MPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.12404	[MPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 48.09$	$N_q = 32.23$	$N_\gamma = 32.57$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 48.09$	$N'_q = 32.23$	$N'_\gamma = 32.57$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.74
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	19.48

Sollecitazioni paramento

**Combinazione n° 33**

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.23	1.9736	0.1360	1.2245
3	0.46	3.9472	0.5825	2.6999
4	0.69	5.9209	1.3970	4.4238
5	0.92	7.8945	2.6365	6.3953
6	1.15	9.8681	4.3578	8.6146
7	1.15	63.8681	6.7837	34.3725
8	1.50	76.7395	19.4957	38.3634
9	1.50	76.7395	19.4957	38.3634
10	1.74	85.3818	28.8587	41.3648
11	1.97	94.0240	38.9574	44.6248
12	2.21	102.6663	49.8526	48.1434
13	2.44	111.3085	61.6051	51.9205
14	2.68	119.9508	74.2755	55.9562
15	2.91	128.5930	87.9248	60.2505
16	3.15	137.2353	102.6135	64.8034
17	3.38	145.8775	118.4026	69.6149
18	3.62	154.5198	135.3528	74.6849
19	3.85	163.1620	153.5248	80.0135
20	4.08	171.8043	172.9794	85.6007
21	4.32	180.4465	193.7774	91.4465
22	4.56	189.0888	215.9795	97.5508
23	4.79	197.7310	239.6465	103.9137

Sollecitazioni fondazione di valle

**Combinazione n° 33**

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>Nr.</b>	<b>X</b>	<b>M</b>	<b>T</b>
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.15	1.0400	13.8683
3	0.30	4.1610	27.7466
4	0.45	9.3645	41.6347
5	0.60	16.6519	55.5327
6	0.75	26.0248	69.4407
7	0.90	37.4846	83.3585
8	1.05	51.0328	97.2862
9	1.20	66.6710	111.2238
10	1.35	84.4005	125.1714
11	1.50	104.2229	139.1288

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 33

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>Nr.</b>	<b>X</b>	<b>M</b>	<b>T</b>
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.20	-0.4241	-4.2444
3	0.40	-1.6989	-8.5064
4	0.60	-3.8279	-12.7859
5	0.80	-6.8145	-17.0831
6	1.00	-10.6623	-21.3979
7	1.20	-15.3748	-25.7302
8	1.40	-20.9555	-30.0802
9	1.60	-27.4080	-34.4477
10	1.80	-34.7358	-38.8329
11	2.00	-42.9424	-43.2356

## Inviluppo Sollecitazioni paramento

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in [kNm]

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in [kN]

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in [kN]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.23	1.9736	2.5657	0.0210	0.2135	0.2264	1.9094
3	0.46	3.9472	5.1314	0.1243	0.9026	0.7160	4.1355
4	0.69	5.9209	7.6971	0.3706	2.1398	1.4688	6.6742
5	0.92	7.8945	10.2628	0.8202	3.9966	2.4847	9.5243
6	1.15	9.8681	12.8285	1.5337	6.5449	3.7637	12.6859
7	1.15	63.8681	426.5285	3.9595	62.4124	11.8043	132.2543
8	1.50	76.7395	443.2614	14.1974	109.5821	16.9585	137.4085
9	1.50	76.7395	443.2614	14.1974	109.5821	16.9585	154.2835
10	1.74	85.3818	454.4963	18.6308	146.2869	20.8275	158.1525
11	1.97	94.0240	465.7312	24.0120	183.9395	25.0246	162.3496
12	2.21	102.6663	476.9662	30.4180	222.6169	29.5497	166.8747
13	2.44	111.3085	488.2011	37.9261	262.3963	34.4029	171.7279
14	2.68	119.9508	499.4360	46.6131	303.3547	39.5843	176.9093
15	2.91	128.5930	510.6709	56.5564	345.5693	45.0936	182.4186
16	3.15	137.2353	521.9058	67.8328	389.1172	50.9311	188.2561
17	3.38	145.8775	533.1408	80.5197	434.0754	57.0966	194.4216
18	3.62	154.5198	544.3757	94.6940	480.5211	63.5903	200.9153
19	3.85	163.1620	555.6106	110.4328	528.5313	70.4120	207.7370
20	4.08	171.8043	566.8455	127.8133	578.1831	77.5617	214.8867
21	4.32	180.4465	578.0805	146.9125	629.5538	85.0396	222.3646
22	4.56	189.0888	589.3154	167.8076	682.7202	92.8455	230.1705
23	4.79	197.7310	600.5503	190.5756	737.7596	100.9795	238.3045

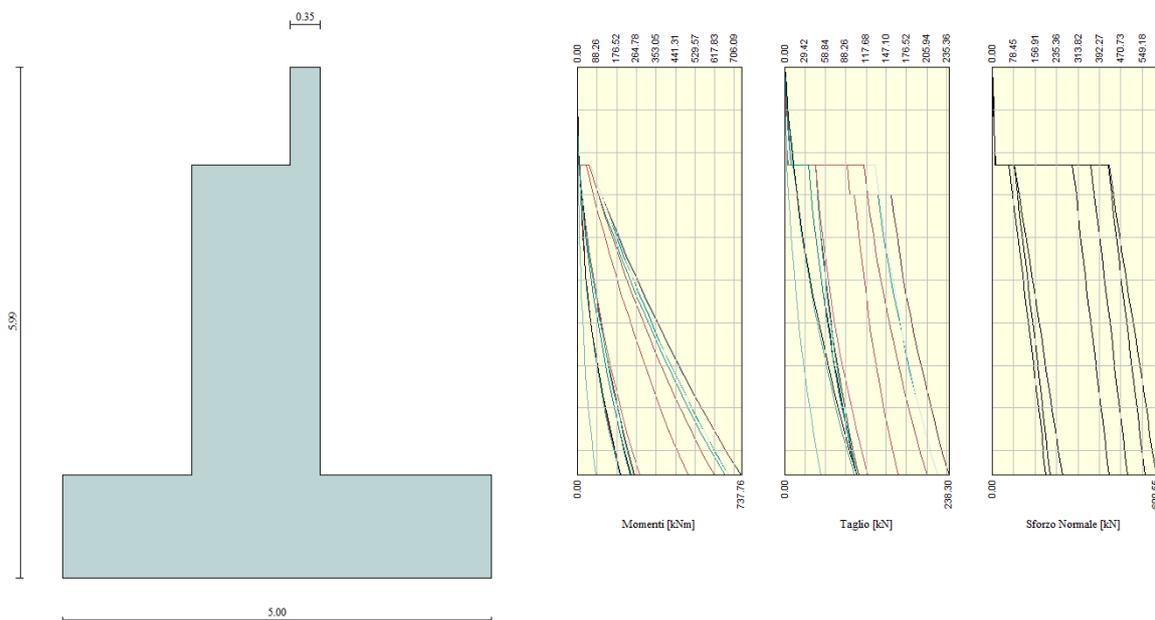
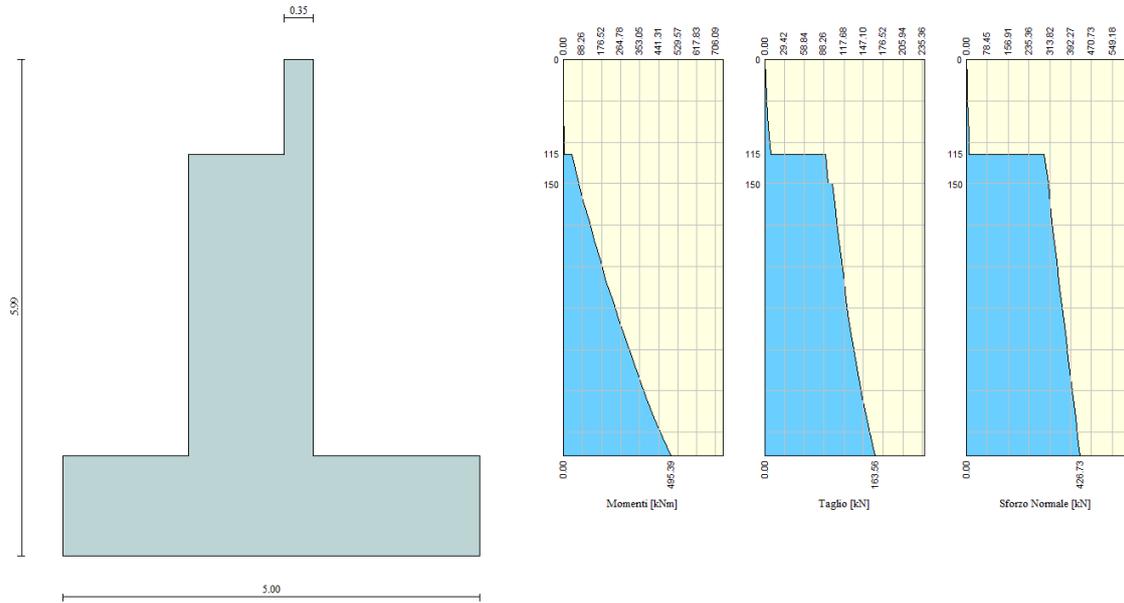


Figura 6 sollecitazioni paramento – Involuppo SLU

### Involuppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.23	1.9736	1.9736	0.0093	0.1378	0.1209	1.2409
3	0.46	3.9472	3.9472	0.0741	0.5903	0.4835	2.7362
4	0.69	5.9209	5.9209	0.2502	1.4157	1.0878	4.4832
5	0.92	7.8945	7.8945	0.5931	2.6719	1.9339	6.4814
6	1.15	9.8681	9.8681	1.1583	4.4164	3.0218	8.7306
7	1.15	63.8681	292.8681	3.5842	40.9513	3.0218	90.7725
8	1.50	76.7395	305.7395	4.9963	73.3561	5.1410	94.4911
9	1.50	76.7395	305.7395	4.9963	73.3561	5.1410	101.2411
10	1.74	85.3818	314.3818	6.4036	97.4731	6.8780	104.0521
11	1.97	94.0240	323.0240	8.2488	122.2803	8.8674	107.1154
12	2.21	102.6663	331.6663	10.5911	147.8371	11.1092	110.4310
13	2.44	111.3085	340.3085	13.4899	174.2027	13.6033	113.9991
14	2.68	119.9508	348.9508	17.0044	201.4364	16.3499	117.8195
15	2.91	128.5930	357.5930	21.1941	229.5976	19.3487	121.8923
16	3.15	137.2353	366.2353	26.1181	258.7456	22.6000	126.2174
17	3.38	145.8775	374.8775	31.8358	288.9396	26.1036	130.7949
18	3.62	154.5198	383.5198	38.4066	320.2389	29.8595	135.6248
19	3.85	163.1620	392.1620	45.8896	352.7030	33.8679	140.7070
20	4.08	171.8043	400.8043	54.3442	386.3910	38.1286	146.0416
21	4.32	180.4465	409.4465	63.8298	421.3623	42.6417	151.6286
22	4.56	189.0888	418.0888	74.4056	457.6762	47.4071	157.4679
23	4.79	197.7310	426.7310	86.1309	495.3920	52.4249	163.5597



**Figura 7 sollecitazioni paramento – SLE rara**

#### Inviluppo Sollecitazioni fondazione di valle

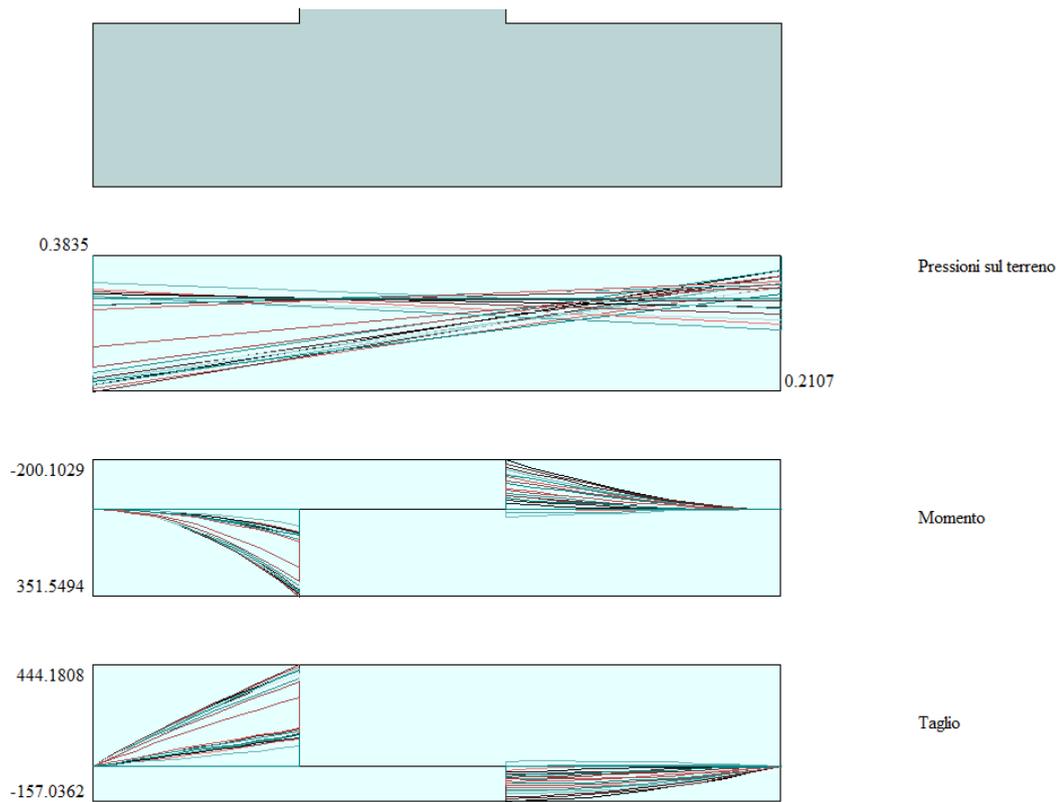
L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kNm]

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kN]

#### Inviluppo combinazioni SLU

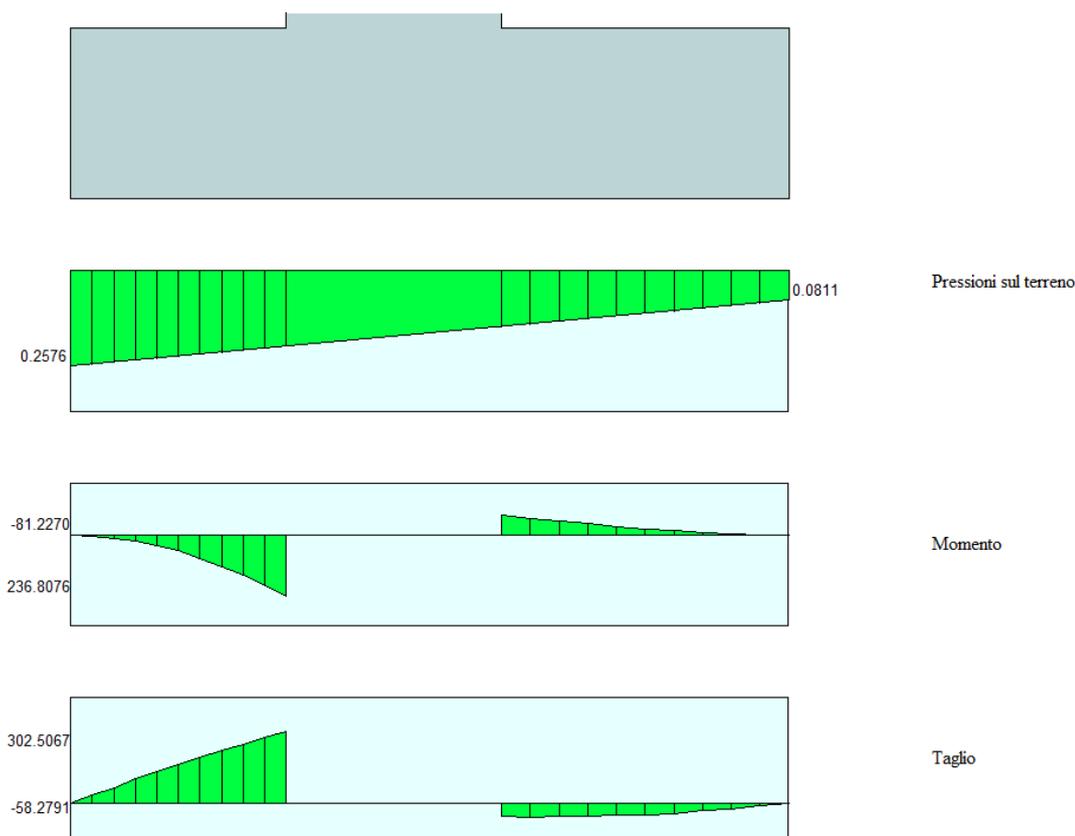
Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.15	0.7476	3.8469	10.0436	51.0471
3	0.30	3.0357	15.2405	20.5397	100.6210
4	0.45	6.9321	33.9596	31.4882	148.7219
5	0.60	12.5048	59.7834	42.8891	195.3496
6	0.75	19.8215	92.4908	54.7424	240.5042
7	0.90	28.9501	131.8610	67.0481	284.1858
8	1.05	39.9585	177.6729	79.8062	326.3942
9	1.20	52.9146	229.7056	93.0167	367.1295
10	1.35	67.8862	287.7381	106.6797	406.3917
11	1.50	84.9411	351.5494	120.7951	444.1808



**Figura 8 sollecitazioni fondazione – Inviluppo SLU**

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.15	0.5486	2.5468	7.3690	33.8246
3	0.30	2.2269	10.1077	15.0629	66.8550
4	0.45	5.0837	22.5636	23.0819	99.0912
5	0.60	9.1678	39.7953	31.4259	130.5332
6	0.75	14.5277	61.6838	40.0949	161.1809
7	0.90	21.2125	88.1099	49.0889	191.0345
8	1.05	29.2707	118.9544	58.4079	220.0939
9	1.20	38.7511	154.0983	68.0519	248.3590
10	1.35	49.7025	193.4224	78.0209	275.8300
11	1.50	62.1736	236.8076	88.3150	302.5067



**Figura 9 sollecitazioni fondazione – SLE rara**

#### Inviluppo Sollecitazioni fondazione di monte

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kNm]

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kN]

#### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.20	-2.7762	0.3322	-27.3316	3.1935
3	0.40	-10.7604	1.2261	-52.0792	5.6176
4	0.60	-23.4357	2.5279	-74.2428	7.2723
5	0.80	-40.2852	4.0837	-93.8225	8.1575
6	1.00	-60.7924	5.7396	-110.8181	8.2733
7	1.20	-84.4402	7.3418	-125.2297	7.6197
8	1.40	-110.7120	8.7362	-137.0573	6.1966
9	1.60	-139.0909	9.7691	-146.3010	4.0041
10	1.80	-169.0601	10.2865	-152.9606	1.0421
11	2.00	-200.1029	10.1347	-157.0362	-2.6892

#### Inviluppo combinazioni SLE

<b>Nr.</b>	<b>X</b>	<b>Mmin</b>	<b>Mmax</b>	<b>Tmin</b>	<b>Tmax</b>
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.20	-1.2358	0.4701	-12.1231	4.6046
3	0.40	-4.7551	1.8033	-22.8344	8.6314
4	0.60	-10.2755	3.8841	-32.1337	12.0803
5	0.80	-17.5145	6.5969	-40.0210	14.9515
6	1.00	-26.1898	9.8262	-46.4965	17.2449
7	1.20	-36.0189	13.4564	-51.5600	18.9605
8	1.40	-46.7196	17.3719	-55.2117	20.0983
9	1.60	-58.0095	21.4572	-57.4513	20.6584
10	1.80	-69.6061	25.5967	-58.2791	20.6406
11	2.00	-81.2270	29.6749	-57.6950	20.0450

## 12. VERIFICHE ARMATURE SPALLE

### 12.1 Paramento

#### 12.1.1 Armature minima

Considerando un comportamento della struttura interrata di tipo elastico-lineare, l'armatura minima verticale rispetta i minimi normativi degli Eurocodici (EC2 par. 9.6.2) pari a:

$$\rho_{\min} = 0.2\% \leq \rho$$

$$A_c = 1500 \times 1000 = 1500000 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,v} = 5+5\Phi 24 / \text{m} \text{ (armatura verticale sez.corrente)}$$

$$\rho = 4520/1500000 = 0.301\% > 0.2\%$$

L'armatura minima orizzontale totale deve invece verificare i minimi normativi degli Eurocodici (EC2 par. 9.6.3) pari a:

$$\rho_{\min} = 0.1\% \leq \rho$$

$$A_{s,o} = 5+5\Phi 16 / \text{m} \text{ (armatura orizzontale)}$$

$$\rho = 2010/1500000 = 0.134\% > 0.1\%$$

In particolare l'armatura disposta in direzione orizzontale deve essere  $A_{s,o} > 25\% A_{s,v}$ ; nel nostro caso:

$$A_{s,o} = 2010 \text{ mm}^2/\text{m} > 25\% A_{s,v} = 1130 \text{ mm}^2/\text{m}$$

#### 12.1.2 Verifica a flessione SLU

Sollecitazioni:

$$M_{Sd} = 737 \text{ kNm/m} \text{ (Comb.1)}$$

$$N_{Sd} = 600 \text{ kN/m} \text{ (Comb.1)}$$

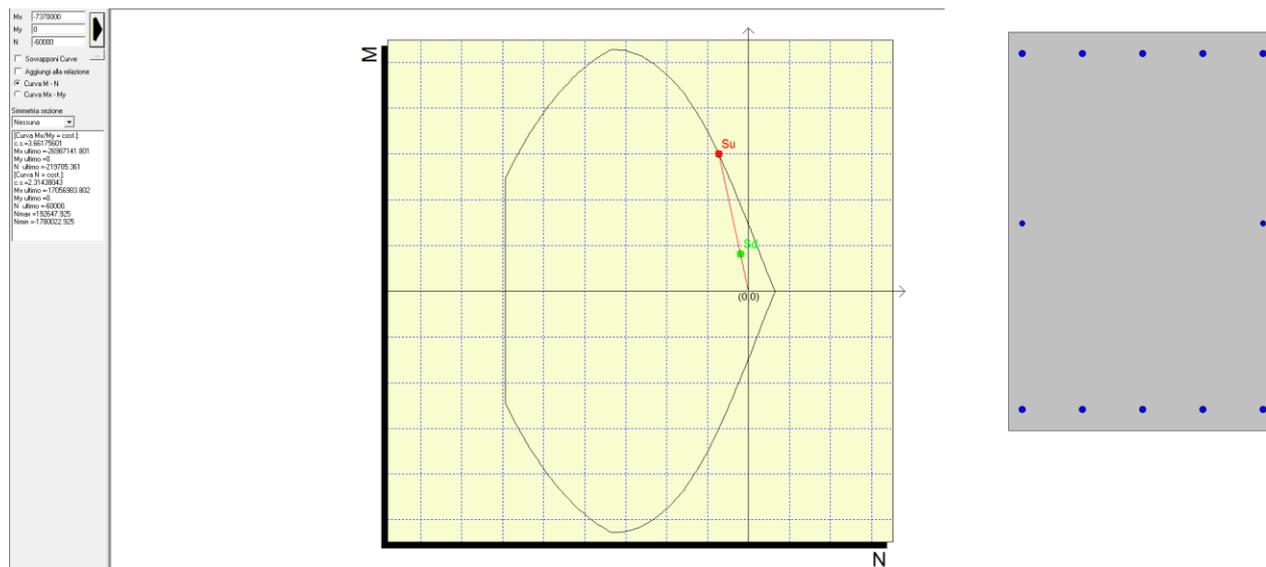
Si verifica una sezione di lunghezza 100cm e larghezza 150cm.

Si dispone un'armatura verticale costituita da 1+1 $\Phi$ 24/20 ed uno strato intermedio di armature verticali costituite da  $\Phi$  20/40.

$$M_{Rd} = 1705 \text{ kNm/m}$$

$$N_{Rd} = 600 \text{ kN/m}$$

$$c.s. = 2.31$$



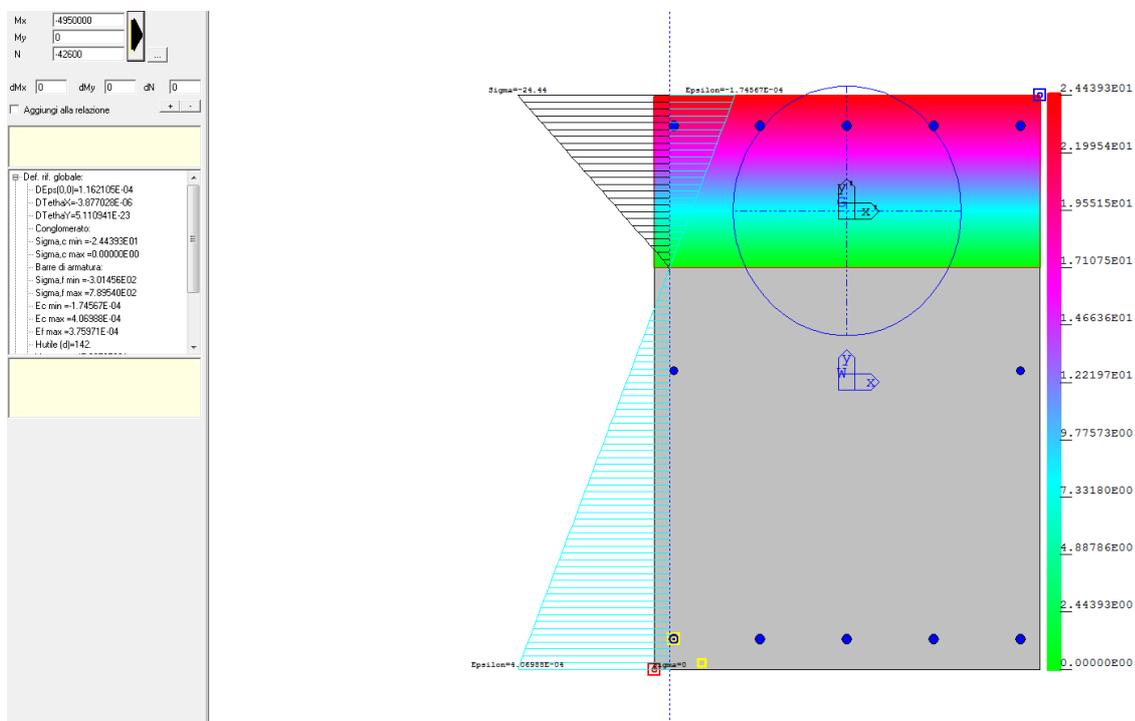
### 12.1.3 Verifica a flessione SLE

Sollecitazioni Comb. RARA:

$$M_{Sd} = 495 \text{ kNm/m (Comb.30)}$$

$$N_{Sd} = 426 \text{ kN/m (Comb.30)}$$

Si dispone un'armatura verticale costituita da 1+1 $\Phi$ 24/20 ed uno strato intermedio di armature verticali costituite da  $\Phi$  20/40.



$$\sigma_s = 79 \text{ N/mm}^2$$

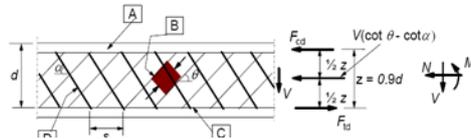
$$\sigma_c = -2.44 \text{ N/mm}^2$$

Sezione non fessurata.

### 12.1.4 Verifica a taglio SLU

$V_{sd} = 238 \text{ kN/m}$

VERIFICA A TAGLIO (par. 6.2)			
PROPRIETA' CALCESTRUZZO		PROPRIETA' ACCIAIO	
$\gamma_c$	1.5	$f_{yk}$	450 N/mm <sup>2</sup>
$R_{ck}$	30 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_s$	1.15
$f_{ck}$	24.9 N/mm <sup>2</sup>	$f_{ywd}$	391.304 N/mm <sup>2</sup>
$f_{cd} =$	14.11 N/mm <sup>2</sup>		
$f_{ctm}$	2.558119 N/mm <sup>2</sup>		
$f_{ctk}$	1.790684 N/mm <sup>2</sup>		
$f_{ctd}$	1.193789 N/mm <sup>2</sup>		
$V_{Ed}$	238 kN	$N_{sd}$	600 kN > 0 compression
		$\sigma_{cp}$	0.4
b	1000 mm		
h	1500 mm		
c	50 mm		
d	1450 mm		
$A_{sl}$	2260 mm <sup>2</sup>		
$\rho$	0.0016		
$C_{Rd,c}$	0.12		
k	1.37		
$v_{min}$	0.28048491		
$k_1$	0.15		
$V_{Rd,c}$	494 kN	> $V_{ed}$ no shear reinforcement required	
$V_{Rd,c,min}$	494 kN		
v	0.54024		
$V_{ed}$	5527 kN	> $V_{ed}$ satisfied	



Non è necessaria armature specifica a taglio.

## 12.2 Paraghiaia

### 12.2.1 Armature minima

Considerando un comportamento della struttura interrata di tipo elastico-lineare, l'armatura minima verticale rispetta i minimi normativi degli Eurocodici (EC2 par. 9.6.2) pari a:

$$\rho_{min} = 0.2\% \leq \rho$$

$$A_c = 350 \times 1000 = 350000 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,v} = 5+5\Phi 12/\text{m} \text{ (armatura verticale sez.corrente)}$$

$$\rho = 1130/350000 = 0.322\% > 0.2\%$$

L'armatura minima orizzontale totale deve invece verificare i minimi normativi degli Eurocodici (EC2 par. 9.6.3) pari a:

$$\rho_{\min} = 0.1\% \leq \rho$$

$$A_{s,o} = 5+5\Phi 12 /m \text{ (armatura orizzontale)}$$

$$\rho = 1130/350000 = 0.322\% > 0.1\%$$

In particolare l'armatura disposta in direzione orizzontale deve essere  $A_{s,o} > 25\% A_{s,v}$ ; nel nostro caso:

$$A_{s,o} = 1130 \text{ mm}^2/m > 25\% A_{s,v} = 283 \text{ mm}^2/m$$

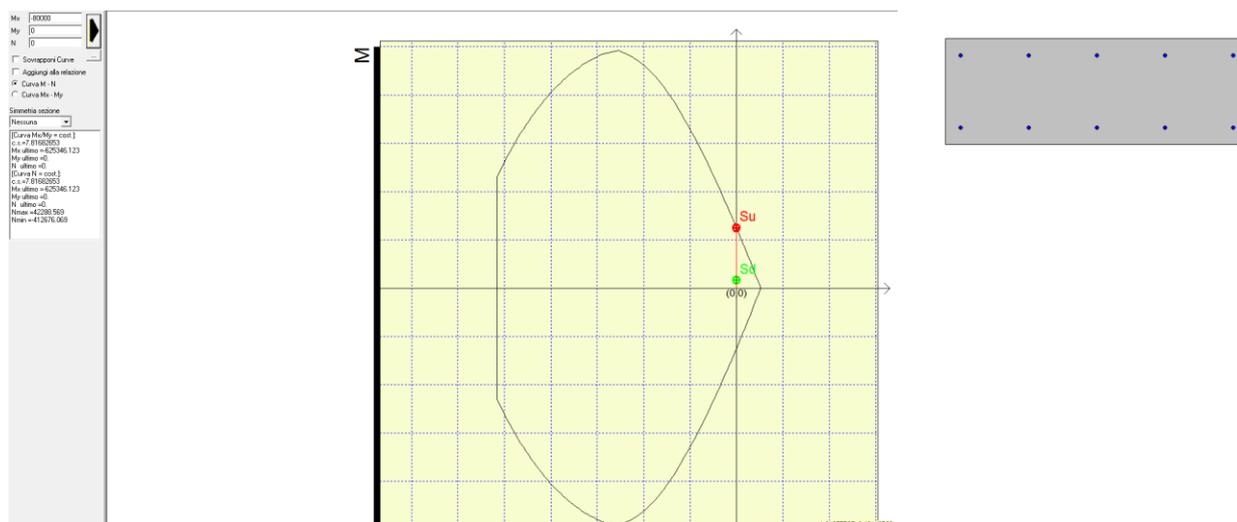
### 12.2.2 Verifica a flessione SLU

Sollecitazioni:

$$M_{Sd} = 8 \text{ kNm/m (Comb.1)}$$

Si verifica una sezione di lunghezza 100cm e larghezza 35cm.

Si dispone un'armatura verticale costituita da 1+1 $\Phi$ 12/20.



$$M_{Rd} = 62 \text{ kNm/m (Comb.1)}$$

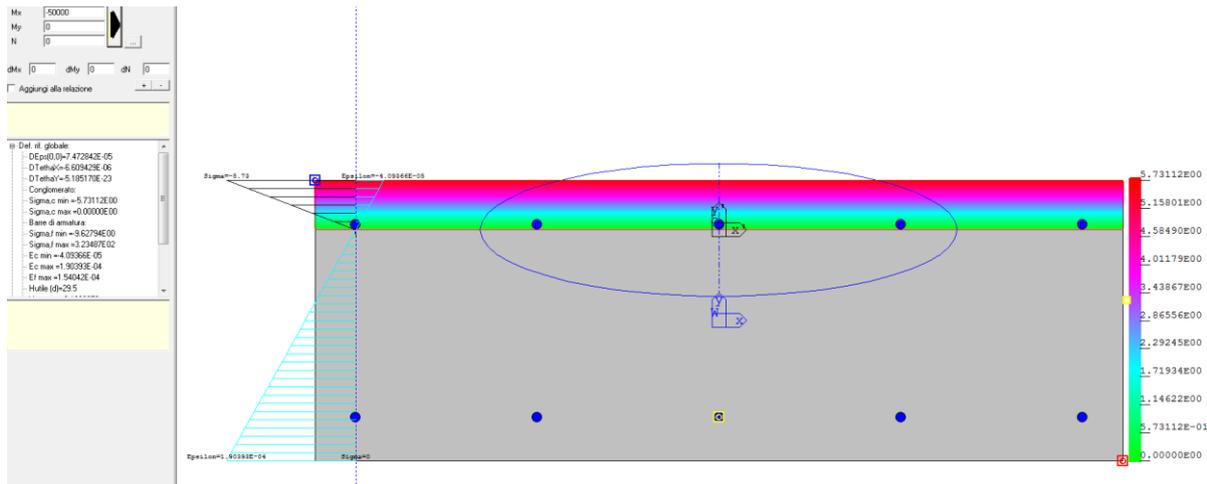
$$c.s. = 7.80$$

### 12.2.3 Verifica a flessione SLE

Sollecitazioni Comb. RARA:

$$M_{Sd} = 5 \text{ kNm/m}$$

Si dispone un'armatura verticale costituita da 1+1 $\Phi$ 12/20.



$$\sigma_s = 32 \text{ N/mm}^2$$

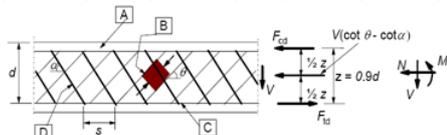
$$\sigma_c = -0.60 \text{ N/mm}^2$$

Sezione non fessurata.

### 12.2.4 Verifica a taglio SLU

$$V_{sd} = 15 \text{ kN/m}$$

VERIFICA A TAGLIO (par. 6.2)				
PROPRIETA' CALCESTRUZZO			PROPRIETA' ACCIAIO	
$\gamma_c$	1.5		$f_{yk}$	450 N/mm <sup>2</sup>
$R_{ck}$	30	N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_s$	1.15
$f_{ck}$	24.9	N/mm <sup>2</sup>	$f_{ywd}$	391.304 N/mm <sup>2</sup>
$f_{cd} =$	14.11	N/mm <sup>2</sup>		
$f_{ctm}$	2.558119	N/mm <sup>2</sup>		
$f_{ctk}$	1.790684	N/mm <sup>2</sup>		
$f_{ctd}$	1.193789	N/mm <sup>2</sup>		
$V_{Ed}$	15	kN	$N_{sd}$	0 kN > 0 compression
			$\alpha_{cp}$	0
$b$	1000	mm		
$h$	350	mm		
$c$	50	mm		
$d$	300	mm		
$A_{sl}$	565	mm <sup>2</sup>		
$\rho$	0.0019			
$C_{Rd,c}$	0.12			
$k$	1.82			
$v_{min}$	0.42758218			
$k_1$	0.15			
$V_{Rd,c}$	128	kN	> $V_{Ed}$ no shear reinforcement required	
$V_{Rd,c,min}$	128	kN		
$v$	0.54024			
$V_{cd}$	1143	kN	> $V_{Ed}$ satisfied	



Non è necessaria armature specifica a taglio.

## 12.3 Fondazione

### 12.3.1 Armature minima

Considerando un comportamento della struttura interrata di tipo elastico-lineare, l'armatura minima di trazione rispetta i minimi normativi degli Eurocodici (EC2 par. 9.3.1) pari a:

$$A_{s,min} = 0.26 f_{ctm}/f_{yk} b_t d > 0.13\% b_t d$$

risultando, per l'armatura di trazione disposta nella sezione corrente:

$$d = 1150\text{mm}$$

$$b = 1000\text{mm}$$

$$A_{s,min} = 1700 \text{ mm}^2 > 1495 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,eff} = 5\Phi 24 = 2260 \text{ mm}^2 > 1700 \text{ mm}^2$$

La verifica è soddisfatta.

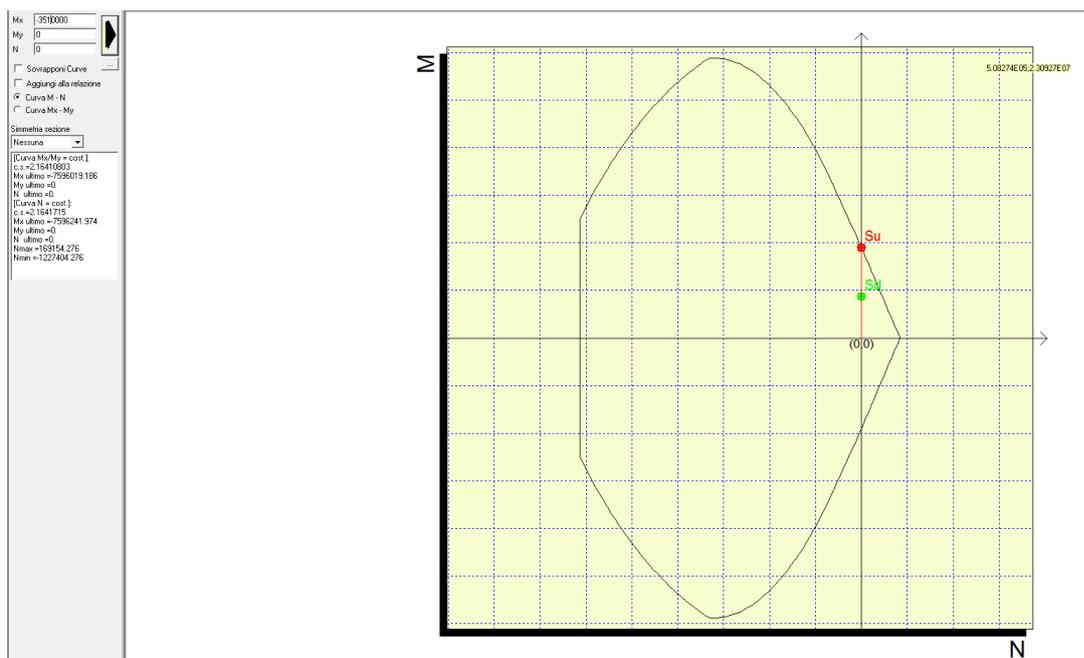
### 12.3.2 Verifica a flessione SLU

Sollecitazioni:

$$M_{sd} = 351 \text{ kNm/m (Comb.1)}$$

Si verifica una sezione di lunghezza 100cm e altezza 120cm.

Si dispone un'armatura costituita da 1+1Φ24/20.



$$M_{Rd} = 759 \text{ kNm/m}$$

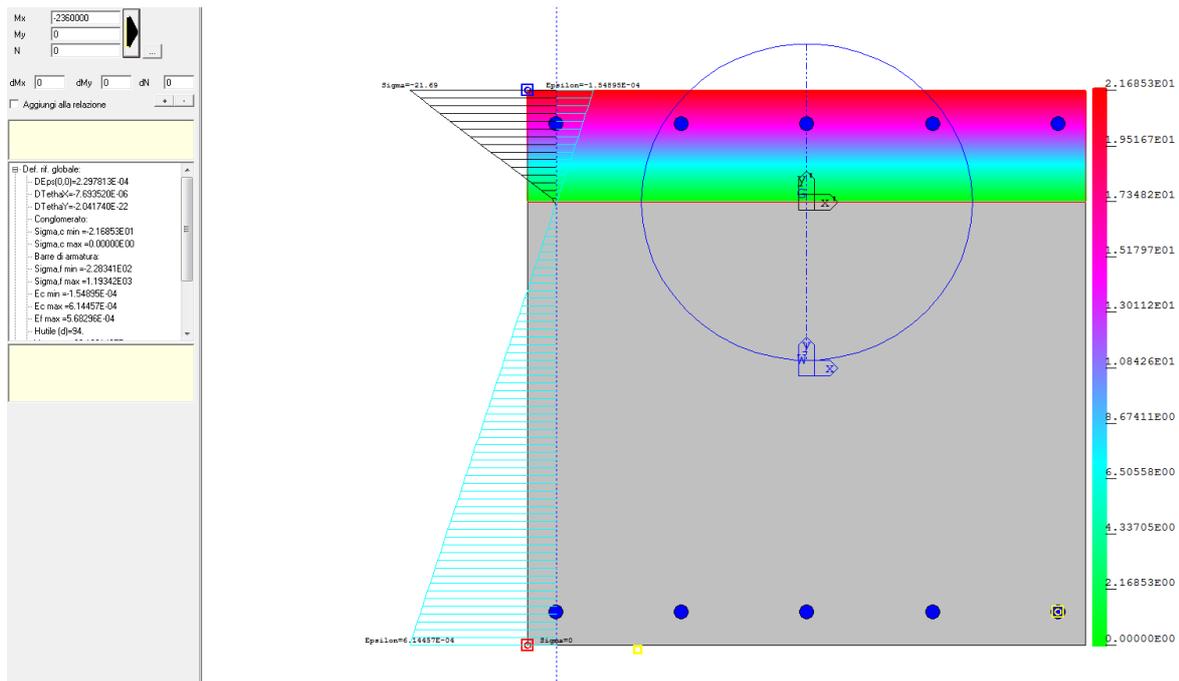
$$c.s. = 2.16$$

### 12.3.3 Verifica a flessione SLE

Sollecitazioni Comb. RARA:

$$M_{Sd} = 236 \text{ kNm/m}$$

Si dispone un'armatura costituita da 1+1 $\Phi$ 24/20.



$$\sigma_s = 119 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_c = -2.16 \text{ N/mm}^2$$

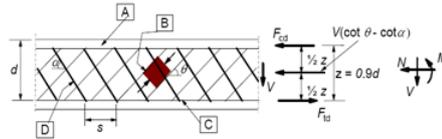
Sezione non fessurata.

### 12.3.4 Verifica a taglio SLU

$$V_{Sd} = 302 \text{ kN/m}$$

## VERIFICA A TAGLIO (par. 6.2)

PROPRIETA' CALCESTRUZZO			PROPRIETA' ACCIAIO		
$\gamma_c$	1.5		$f_{yk}$	450	N/mm <sup>2</sup>
$R_{ok}$	30	N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_s$	1.15	
$f_{ok}$	24.9	N/mm <sup>2</sup>	$f_{ywd}$	391.304	N/mm <sup>2</sup>
$f_{cd} =$	14.11	N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ctm}$	2.558119	N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ctk}$	1.790684	N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ctd}$	1.193789	N/mm <sup>2</sup>			
$V_{Ed}$	302	kN	$N_{Sd}$	0	kN > 0 compression
			$\sigma_{cp}$	0	
b	1000	mm			
h	1200	mm			
c	50	mm			
d	1150	mm			
Asl	2260	mm <sup>2</sup>			
$\rho$	0.0020				
$C_{Rd,c}$	0.12				
k	1.42				
$v_{min}$	0.29460204				
$k_1$	0.15				
$V_{Rd,c}$	339	kN	> $V_{Ed}$ no shear reinforcement required		
$V_{Rd,c,min}$	339	kN			
v	0.54024				
$V_{Ed}$	4383	kN	> $V_{Ed}$ satisfied		



Non è necessaria armature specifica a taglio.

### 13.STIMA DEI CEDIMENTI

La stima dei cedimenti al piede della spalla, viene effettuata considerando la seguente stratigrafia per lo strato di posa:

#### **Strato Ug2 (terreno di posa) ( da q.ta +648 a +645.80)**

Peso dell'unità di volume	$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$
Angolo di attrito interno	$\varphi' = 33^\circ$
Coesione	$c' = 0 \text{ kN/m}^2$
Modulo di elasticità	$E = 35'000 \text{ kN/m}^2$ (cautelativo)

#### **Strato Ug4 (da q.ta +645.80 a q.ta +642.80)**

Peso dell'unità di volume	$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$
Angolo di attrito interno	$\varphi' = 28^\circ$
Coesione	$c' = 0 \text{ kN/m}^2$
Modulo di elasticità	$E = 25'000 \text{ kN/m}^2$ (cautelativo)

#### **Strato Ug3 (da q.ta +642.80 a q.ta +625.30)**

Peso dell'unità di volume	$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$
Angolo di attrito interno	$\varphi' = 35^\circ$
Coesione	$c' = 0 \text{ kN/m}^2$
Modulo di elasticità	$E = 35'000 \text{ kN/m}^2$ (cautelativo)

Per quanto riguarda i carichi al piede, si riassumono:

#### peso proprio struttura

peso proprio paramento spalla N= 1665 kN  
 peso proprio paraghiaia spalla N= 345 kN  
 peso proprio plinto N = 1830 kN

#### peso proprio impalcato

N=430 kN

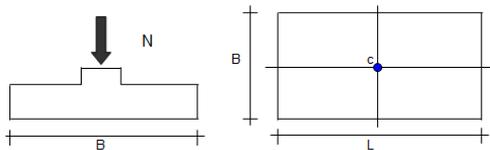
#### Carichi variabili impalcato

N = 1830 kN

### 13.1 Cedimento per soli carichi permanenti

#### CEDIMENTI DI UNA FONDAZIONE RETTANGOLARE

LAVORO:



z (m)	$\Delta z_i$ (m)	Terreno (-)	R1 (-)	R2 (-)	R3 (-)	$\Delta \sigma_{zi}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\Delta \sigma_{xi}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\Delta \sigma_{yi}$ (kN/m <sup>2</sup> )	E (kN/m <sup>2</sup> )	v (-)	$\delta_i$ (cm)	$\Sigma \delta_i$ (cm)
0.00	1.0	1							35000	0.20		
1.00	1.0	1	6.12	2.55	6.61	61.05	50.40	43.86	35000	0.20	0.12	0.12
2.00	1.0	1	6.28	2.92	6.76	50.29	6.23	2.75	35000	0.20	0.14	0.26
3.00	1.0	2	6.59	3.54	7.05	43.02	3.16	-0.27	25000	0.25	0.17	0.43
4.00	1.0	2	7.03	4.30	7.46	36.32	1.55	-1.14	25000	0.25	0.14	0.57
5.00	1.0	2	7.58	5.15	7.98	30.45	0.66	-1.28	25000	0.25	0.12	0.70
6.00	1.0	3	8.21	6.04	8.59	25.52	0.17	-1.20	35000	0.25	0.07	0.77
7.00	1.0	3	8.91	6.96	9.26	21.46	-0.10	-1.06	35000	0.25	0.06	0.83
8.00	1.0	3	9.67	7.91	9.99	18.15	-0.23	-0.91	35000	0.25	0.05	0.88
9.00	1.0	3	10.46	8.86	10.76	15.45	-0.30	-0.78	35000	0.25	0.04	0.93
10.00	1.0	3	11.29	9.82	11.56	13.25	-0.32	-0.67	35000	0.25	0.04	0.97
11.00	1.0	3	12.14	10.79	12.40	11.45	-0.32	-0.58	35000	0.25	0.03	1.00
12.00	1.0	3	13.02	11.77	13.26	9.96	-0.31	-0.51	35000	0.25	0.03	1.03
13.00	1.0	3	13.91	12.75	14.13	8.73	-0.30	-0.44	35000	0.25	0.03	1.06
14.00	1.0	3	14.81	13.73	15.02	7.70	-0.28	-0.39	35000	0.25	0.02	1.08
15.00	1.0	3	15.73	14.71	15.93	6.83	-0.26	-0.35	35000	0.25	0.02	1.10
16.00	1.0	3	16.66	15.70	16.84	6.09	-0.24	-0.31	35000	0.25	0.02	1.12
17.00	1.0	3	17.59	16.69	17.77	5.46	-0.22	-0.28	35000	0.25	0.02	1.13
18.00	1.0	3	18.53	17.68	18.70	4.92	-0.20	-0.25	35000	0.25	0.01	1.15
19.00	1.0	3	19.48	18.67	19.64	4.46	-0.19	-0.23	35000	0.25	0.01	1.16
20.00	1.0	3	20.43	19.66	20.58	4.05	-0.17	-0.20	35000	0.25	0.01	1.17
21.00	1.0	3	21.39	20.65	21.53	3.70	-0.16	-0.19	35000	0.25	0.01	1.18
22.00	1.0	3	22.35	21.64	22.49	3.39	-0.15	-0.17	35000	0.25	0.01	1.19

Formulazione Teorica (H.G. Poulos, E.H. Davis: 1974)

$$\Delta \sigma_{zi} = (q/2\pi) * (\tan^{-1}((L/2)(B/2)/(zR_3)) + (L/2)(B/2)z/R_3(1/R_1^2 + 1/R_2^2))$$

$$\Delta \sigma_{xi} = (q/2\pi) * (\tan^{-1}((L/2)(B/2)/(zR_3)) - (L/2)(B/2)z/R_3R_1^2)$$

$$\Delta \sigma_{yi} = (q/2\pi) * (\tan^{-1}((L/2)(B/2)/(zR_3)) - (L/2)(B/2)z/R_3R_2^2)$$

$$R1 = ((L/2)^2 + z^2)^{0.5}$$

$$R2 = ((B/2)^2 + z^2)^{0.5}$$

$$R3 = ((L/2)^2 + (B/2)^2 + z^2)^{0.5}$$

$$\delta_{tot} = \Sigma \delta_i = \Sigma (((\Delta \sigma_{zi} - v_i(\Delta \sigma_{xi} + \Delta \sigma_{yi})) \Delta z_i / E_i)$$

DATI DI INPUT:

B = 5.00 (m) (Larghezza della Fondazione)

L = 12.20 (m) (Lunghezza della Fondazione)

N = 4270 (kN) (Carico Verticale Agente)

q = 70.00 (kN/mq) (Pressione Agente (q = N/(B\*L)))

ns = 3 (-) (numero strati) (massimo 6)

Strato (-)	Litologia (-)	Spessore (m)	da (m)	z <sub>i</sub> (m)	a (m)	z <sub>i-1</sub> (m)	$\Delta z_i$ (m)	E (kN/m <sup>2</sup> )	v (-)	$\delta_i$ (cm)
1		2.00	0.0	2.0	1.0		1.0	35000	0.20	0.26
2		3.00	2.0	5.0	1.0		1.0	25000	0.25	0.44
3		17.00	5.0	22.0	1.0		1.0	35000	0.25	0.50
-		0.00	0.0	0.0	1.0		1.0	8000	0.25	-
-		0.00	0.0	0.0	1.0		1.0	8000	0.00	-
-		0.00	0.0	0.0	1.0		1.0	8000	0.00	-

$$\delta_{tot} = 1.19 \text{ (cm)}$$

z (m)	$\Delta z_i$ (m)	Terreno (-)	R1 (-)	R2 (-)	R3 (-)	$\Delta \sigma_{zi}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\Delta \sigma_{xi}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\Delta \sigma_{yi}$ (kN/m <sup>2</sup> )	E (kN/m <sup>2</sup> )	v (-)	$\delta_i$ (cm)	$\Sigma \delta_i$ (cm)
----------	---------------------	----------------	-----------	-----------	-----------	--	--	--	---------------------------	----------	--------------------	---------------------------

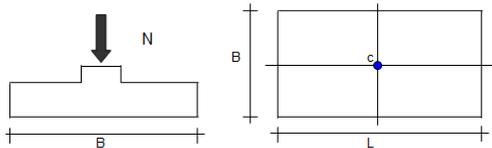
Il cedimento dovuto ai soli carichi permanenti del peso della spalla e dell'impalcato è pari a:

$$\delta = 1.19 \text{ cm.}$$

## 13.2 Cedimento per soli carichi accidentali

## CEDIMENTI DI UNA FONDAZIONE RETTANGOLARE

LAVORO:



z (m)	$\Delta z_i$ (m)	Terreno (-)	R1 (-)	R2 (-)	R3 (-)	$\Delta \sigma_{zi}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\Delta \sigma_{xi}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\Delta \sigma_{yi}$ (kN/m <sup>2</sup> )	E (kN/m <sup>2</sup> )	$\nu$ (-)	$\delta_i$ (cm)	$\Sigma \delta_i$ (cm)
0.00	1.0	1							35000	0.20		
1.00	1.0	1	6.12	2.55	6.61	26.16	21.60	18.80	35000	0.20	0.05	0.05
2.00	1.0	1	6.28	2.92	6.76	21.55	2.67	1.18	35000	0.20	0.06	0.11
3.00	1.0	2	6.59	3.54	7.05	18.44	1.36	-0.12	25000	0.25	0.07	0.18
4.00	1.0	2	7.03	4.30	7.46	15.57	0.67	-0.49	25000	0.25	0.06	0.25
5.00	1.0	2	7.58	5.15	7.98	13.05	0.28	-0.55	25000	0.25	0.05	0.30
6.00	1.0	3	8.21	6.04	8.59	10.94	0.07	-0.51	35000	0.25	0.03	0.33
7.00	1.0	3	8.91	6.96	9.26	9.20	-0.04	-0.45	35000	0.25	0.03	0.36
8.00	1.0	3	9.67	7.91	9.99	7.78	-0.10	-0.39	35000	0.25	0.02	0.38
9.00	1.0	3	10.46	8.86	10.76	6.62	-0.13	-0.34	35000	0.25	0.02	0.40
10.00	1.0	3	11.29	9.82	11.56	5.68	-0.14	-0.29	35000	0.25	0.02	0.41
11.00	1.0	3	12.14	10.79	12.40	4.91	-0.14	-0.25	35000	0.25	0.01	0.43
12.00	1.0	3	13.02	11.77	13.26	4.27	-0.13	-0.22	35000	0.25	0.01	0.44
13.00	1.0	3	13.91	12.75	14.13	3.74	-0.13	-0.19	35000	0.25	0.01	0.45
14.00	1.0	3	14.81	13.73	15.02	3.30	-0.12	-0.17	35000	0.25	0.01	0.46
15.00	1.0	3	15.73	14.71	15.93	2.93	-0.11	-0.15	35000	0.25	0.01	0.47
16.00	1.0	3	16.66	15.70	16.84	2.61	-0.10	-0.13	35000	0.25	0.01	0.48
17.00	1.0	3	17.59	16.69	17.77	2.34	-0.09	-0.12	35000	0.25	0.01	0.48
18.00	1.0	3	18.53	17.68	18.70	2.11	-0.09	-0.11	35000	0.25	0.01	0.49
19.00	1.0	3	19.48	18.67	19.64	1.91	-0.08	-0.10	35000	0.25	0.01	0.50
20.00	1.0	3	20.43	19.66	20.58	1.74	-0.07	-0.09	35000	0.25	0.01	0.50
21.00	1.0	3	21.39	20.65	21.53	1.59	-0.07	-0.08	35000	0.25	0.00	0.51
22.00	1.0	3	22.35	21.64	22.49	1.45	-0.06	-0.07	35000	0.25	0.00	0.51

Formulazione Teorica (H.G. Poulos, E.H. Davis: 1974)

$$\Delta \sigma_{zi} = (q/2\pi) * (\tan^{-1}((L/2)(B/2)/(zR_3)) + (L/2)(B/2)z/R_3) / (1/R_1^2 + 1/R_2^2)$$

$$\Delta \sigma_{xi} = (q/2\pi) * (\tan^{-1}((L/2)(B/2)/(zR_3)) - (L/2)(B/2)z/R_3) / R_3 R_1^2$$

$$\Delta \sigma_{yi} = (q/2\pi) * (\tan^{-1}((L/2)(B/2)/(zR_3)) - (L/2)(B/2)z/R_3) / R_3 R_2^2$$

$$R1 = ((L/2)^2 + z^2)^{0.5}$$

$$R2 = ((B/2)^2 + z^2)^{0.5}$$

$$R3 = ((L/2)^2 + (B/2)^2 + z^2)^{0.5}$$

$$\delta_{tot} = \Sigma \delta_i = \Sigma ((\Delta \sigma_{zi} - \nu(\Delta \sigma_{xi} + \Delta \sigma_{yi})) \Delta z_i / E_i)$$

DATI DI INPUT:

B = 5.00 (m) (Larghezza della Fondazione)

L = 12.20 (m) (Lunghezza della Fondazione)

N = 1830 (kN) (Carico Verticale Agente)

q = 30.00 (kN/mq) (Pressione Agente (q = N/(B\*L)))

ns = 3 (-) (numero strati) (massimo 6)

Strato (-)	Litologia (-)	Spessore (m)	da (m)	z <sub>i</sub> (m)	a (m)	z <sub>i-1</sub> (m)	$\Delta z_i$ (m)	E (kN/m <sup>2</sup> )	$\nu$ (-)	$\delta_i$ (cm)
1		2.00	0.0	2.0	1.0		1.0	35000	0.20	0.11
2		3.00	2.0	5.0	1.0		1.0	25000	0.25	0.19
3		17.00	5.0	22.0	1.0		1.0	35000	0.25	0.21
-		0.00	0.0	0.0	1.0		1.0	8000	0.25	-
-		0.00	0.0	0.0	1.0		1.0	8000	0.00	-
-		0.00	0.0	0.0	1.0		1.0	8000	0.00	-

$$\delta_{tot} = 0.51 \text{ (cm)}$$

z (m)	$\Delta z_i$ (m)	Terreno (-)	R1 (-)	R2 (-)	R3 (-)	$\Delta \sigma_{zi}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\Delta \sigma_{xi}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\Delta \sigma_{yi}$ (kN/m <sup>2</sup> )	E (kN/m <sup>2</sup> )	$\nu$ (-)	$\delta_i$ (cm)	$\Sigma \delta_i$ (cm)
----------	---------------------	----------------	-----------	-----------	-----------	--	--	--	---------------------------	--------------	--------------------	---------------------------

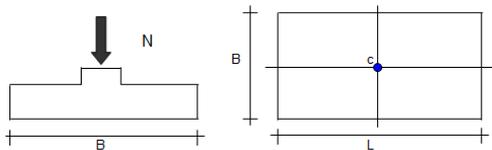
Il cedimento dovuto ai soli carichi variabili in transito sull'impalcato è pari a:

$$\delta = 0.51 \text{ cm.}$$

## 13.3 Cedimento totale (perm + acc)

## CEDIMENTI DI UNA FONDAZIONE RETTANGOLARE

LAVORO:



z (m)	$\Delta z_i$ (m)	Terreno (-)	R1 (-)	R2 (-)	R3 (-)	$\Delta \sigma_{zi}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\Delta \sigma_{xi}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\Delta \sigma_{yi}$ (kN/m <sup>2</sup> )	E (kN/m <sup>2</sup> )	v (-)	$\delta_i$ (cm)	$\Sigma \delta_i$ (cm)
0.00	1.0	1							35000	0.20		
1.00	1.0	1	6.12	2.55	6.61	87.21	72.00	62.66	35000	0.20	0.17	0.17
2.00	1.0	1	6.28	2.92	6.76	71.84	8.90	3.93	35000	0.20	0.20	0.37
3.00	1.0	2	6.59	3.54	7.05	61.45	4.52	-0.39	25000	0.25	0.24	0.61
4.00	1.0	2	7.03	4.30	7.46	51.89	2.22	-1.63	25000	0.25	0.21	0.82
5.00	1.0	2	7.58	5.15	7.98	43.50	0.95	-1.83	25000	0.25	0.17	0.99
6.00	1.0	3	8.21	6.04	8.59	36.45	0.24	-1.71	35000	0.25	0.11	1.10
7.00	1.0	3	8.91	6.96	9.26	30.66	-0.14	-1.51	35000	0.25	0.09	1.19
8.00	1.0	3	9.67	7.91	9.99	25.93	-0.34	-1.30	35000	0.25	0.08	1.26
9.00	1.0	3	10.46	8.86	10.76	22.08	-0.43	-1.12	35000	0.25	0.06	1.33
10.00	1.0	3	11.29	9.82	11.56	18.93	-0.46	-0.96	35000	0.25	0.06	1.38
11.00	1.0	3	12.14	10.79	12.40	16.36	-0.46	-0.83	35000	0.25	0.05	1.43
12.00	1.0	3	13.02	11.77	13.26	14.23	-0.45	-0.72	35000	0.25	0.04	1.47
13.00	1.0	3	13.91	12.75	14.13	12.47	-0.42	-0.63	35000	0.25	0.04	1.51
14.00	1.0	3	14.81	13.73	15.02	11.00	-0.40	-0.56	35000	0.25	0.03	1.54
15.00	1.0	3	15.73	14.71	15.93	9.75	-0.37	-0.50	35000	0.25	0.03	1.57
16.00	1.0	3	16.66	15.70	16.84	8.70	-0.34	-0.44	35000	0.25	0.03	1.59
17.00	1.0	3	17.59	16.69	17.77	7.81	-0.31	-0.40	35000	0.25	0.02	1.62
18.00	1.0	3	18.53	17.68	18.70	7.04	-0.29	-0.36	35000	0.25	0.02	1.64
19.00	1.0	3	19.48	18.67	19.64	6.37	-0.27	-0.32	35000	0.25	0.02	1.66
20.00	1.0	3	20.43	19.66	20.58	5.79	-0.25	-0.29	35000	0.25	0.02	1.67
21.00	1.0	3	21.39	20.65	21.53	5.29	-0.23	-0.27	35000	0.25	0.02	1.69
22.00	1.0	3	22.35	21.64	22.49	4.84	-0.21	-0.24	35000	0.25	0.01	1.70

Formulazione Teorica (H.G. Poulos, E.H. Davis: 1974)

$$\Delta \sigma_{zi} = (q/2\pi) * (\tan^{-1}((L/2)(B/2)/(zR_3)) + ((L/2)(B/2)z)/R_3(1/R_1^2 + 1/R_2^2))$$

$$\Delta \sigma_{xi} = (q/2\pi) * (\tan^{-1}((L/2)(B/2)/(zR_3)) - ((L/2)(B/2)z)/R_3R_1^2)$$

$$\Delta \sigma_{yi} = (q/2\pi) * (\tan^{-1}((L/2)(B/2)/(zR_3)) - ((L/2)(B/2)z)/R_3R_2^2)$$

$$R1 = ((L/2)^2 + z^2)^{0.5}$$

$$R2 = ((B/2)^2 + z^2)^{0.5}$$

$$R3 = (((L/2)^2 + (B/2)^2 + z^2)^{0.5})$$

$$\delta_{tot} = \Sigma \delta_i = \Sigma (((\Delta \sigma_{zi} - v_i(\Delta \sigma_{xi} + \Delta \sigma_{yi})) \Delta z_i / E_i)$$

DATI DI INPUT:

B = 5.00 (m) (Larghezza della Fondazione)

L = 12.20 (m) (Lunghezza della Fondazione)

N = 6100 (kN) (Carico Verticale Agente)

q = 100.00 (kN/mq) (Pressione Agente (q = N/(B\*L)))

ns = 3 (-) (numero strati) (massimo 6)

Strato (-)	Litologia (-)	Spessore (m)	da (m)	z <sub>i</sub> (m)	a (m)	z <sub>i-1</sub> (m)	$\Delta z_i$ (m)	E (kN/m <sup>2</sup> )	v (-)	$\delta_i$ (cm)
1		2.00	0.0	2.0	1.0		1.0	35000	0.20	0.37
2		3.00	2.0	5.0	1.0		1.0	25000	0.25	0.62
3		17.00	5.0	22.0	1.0		1.0	35000	0.25	0.71
-		0.00	0.0	0.0	1.0		1.0	8000	0.25	-
-		0.00	0.0	0.0	1.0		1.0	8000	0.00	-
-		0.00	0.0	0.0	1.0		1.0	8000	0.00	-

 $\delta_{tot} = 1.70$  (cm)

z (m)	$\Delta z_i$ (m)	Terreno (-)	R1 (-)	R2 (-)	R3 (-)	$\Delta \sigma_{zi}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\Delta \sigma_{xi}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\Delta \sigma_{yi}$ (kN/m <sup>2</sup> )	E (kN/m <sup>2</sup> )	v (-)	$\delta_i$ (cm)	$\Sigma \delta_i$ (cm)
----------	---------------------	----------------	-----------	-----------	-----------	--	--	--	---------------------------	----------	--------------------	---------------------------

Il cedimento totale, dovuto alla somma dei carichi permanenti e variabili è pari a:  $\delta = 1.70$ cm.

Si osserva pertanto che il 70% del valore complessivo del cedimento è dovuto ai carichi permanenti e viene quindi scontato subito all'atto della costruzione della spalla e della posa dell'impalcato.

## 14. VERIFICA PIASTRA DI FISSAGGIO

I tirafondi di fissaggio sulla spalla fissa sono quelli sottoposti alle maggiori sollecitazioni 8 forse orizzontali di frenamento, attrito, sisma...).

In particolare, si verificano gli 8 M24, in acciaio S355, annegati nel calcestruzzo, che sono sottoposti alla seguente azione di taglio massimo allo SLU (per ogni piastra di appoggio sulla spalla) :

$$V = 756/2 = 378 \text{ kN}$$

Si effettua una verifica a taglio resistente nella singola barra:

$$\text{M24 acciaio S355} \rightarrow A_{\text{res}} = 452 \text{ mm}^2$$

$$\text{Resistenza di progetto a taglio della singola barra} \rightarrow V_{d,0} = 452 \times 355 / (1.15 \times \sqrt{3}) = 80 \text{ kN}$$

$$V_{sd} = 378/8 = 47 \text{ kN} < 80 \text{ kN}$$

La verifica è soddisfatta.