

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



## INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA      Tratta MILANO – VERONA  
Lotto funzionale Brescia-Verona

### PROGETTO ESECUTIVO

IV35 - CAVALCAFERROVIA CASCINA PERGOLA VECCHIA –

PK 125+738,979

Relazione tecnica e di calcolo tombini

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE LAVORI
Consorzio Cepav due	
Data: _____	Data: _____

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERAV/DISCIPLINA	PROGR	REV
I N O R	1 1	E	E 2	C L	I V 3 5 C 8	0 0 1	B

PROGETTAZIONE								IL PROGETTISTA
Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	
A	Emissione	Romilio <i>Francesco Romilio</i>	28/03/19	Piacentini <i>Luca Piacentini</i>	28/03/19	Liani	28/03/19	
B	Revisione generale per richieste di enti e privati	Montecroci <i>Roberto Montecroci</i>	28/05/21	Piacentini <i>Luca Piacentini</i>	28/05/21	Liani	28/05/21	
C								

CIG. 751447334A

File: INOR11EE2CLIV35C8001B\_10.docx



Progetto cofinanziato  
dalla Unione Europea

CUP: F81H9100000008

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

Doc. N.	Progetto INOR	Lotto 11	Codifica Documento E E2 CL IV 35C 8 001	Rev. B	Foglio 2 di 62
---------	------------------	-------------	--	-----------	-------------------

**INDICE**

1	PREMESSA E DESCRIZIONE DELL'OPERA .....	5
2	ELABORATI DI RIFERIMENTO .....	8
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	9
3.1	OPERE IN C.A. E STRUTTURE METALLICHE .....	9
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	10
4.1	CALCESTRUZZO.....	10
4.2	ACCIAIO.....	11
4.2.1	Armatore per c.a. – Acciaio B 450 C.....	11
5	CRITERI DI CALCOLO.....	12
5.1	COMBINAZIONI DI CARICO.....	12
5.1.1	Descrizione combinazioni di carico.....	14
5.2	METODI DI CALCOLO .....	17
5.2.1	Calcolo della spinta sul muro.....	17
5.2.2	Verifica a ribaltamento .....	19
5.2.3	Verifica a scorrimento .....	19
5.2.4	Verifica al carico limite .....	20
5.2.5	Verifica di stabilità globale.....	20
5.3	VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI .....	22
5.4	CONDIZIONI AMBIENTALI E VERIFICHE ALLO S.L.E.....	22
5.4.1	Stati limite di fessurazione .....	22
6	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	24
6.1	STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI.....	24
6.2	PARAMETRI SISMICI .....	24
7	ANALISI MURO DI TESTATA $\Phi 400$ .....	26
7.1	GEOMETRIA DEL MURO .....	26
7.2	SOLLECITAZIONI.....	27



Doc. N.	Progetto INOR	Lotto 11	Codifica Documento E E2 CL IV 35C 8 001	Rev. B	Foglio 3 di 62
---------	------------------	-------------	--	-----------	-------------------

7.3	VERIFICHE STRUTTURALI .....	29
7.3.1	<i>Verifica a flessione</i> .....	29
7.3.2	<i>Verifica a taglio</i> .....	30
7.3.3	<i>Verifica tensionale</i> .....	31
7.3.4	<i>Verifica a fessurazione</i> .....	32
7.4	VERIFICHE GEOTECNICHE .....	34
8	ANALISI MURO DI TESTATA $\Phi 800$ .....	35
8.1	GEOMETRIA DEL MURO .....	35
8.2	SOLLECITAZIONI.....	37
8.3	VERIFICHE STRUTTURALI .....	39
8.3.1	<i>Verifica a flessione</i> .....	39
8.3.2	<i>Verifica a taglio</i> .....	40
8.3.3	<i>Verifica tensionale</i> .....	42
8.3.4	<i>Verifica a fessurazione</i> .....	43
8.4	VERIFICHE GEOTECNICHE .....	45
9	ANALISI MURO DI TESTATA DELLO SCATOLARE .....	46
9.1	GEOMETRIA DEL MURO .....	46
9.2	SOLLECITAZIONI.....	47
9.3	VERIFICHE STRUTTURALI .....	49
9.3.1	<i>Verifica a flessione</i> .....	49
9.3.2	<i>Verifica a taglio</i> .....	50
9.3.3	<i>Verifica tensionale</i> .....	51
9.3.4	<i>Verifica a fessurazione</i> .....	52
9.4	VERIFICHE GEOTECNICHE .....	54
10	VERIFICA STATICA TOMBINI CIRCOLARI .....	55
10.1	CARICO DI PROGETTO QT.....	55
10.1.1	<i>Carico da terreno sovrastante 'QST'</i> .....	55

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 CL IV 35C 8 001

Rev.  
B

Foglio  
4 di 62

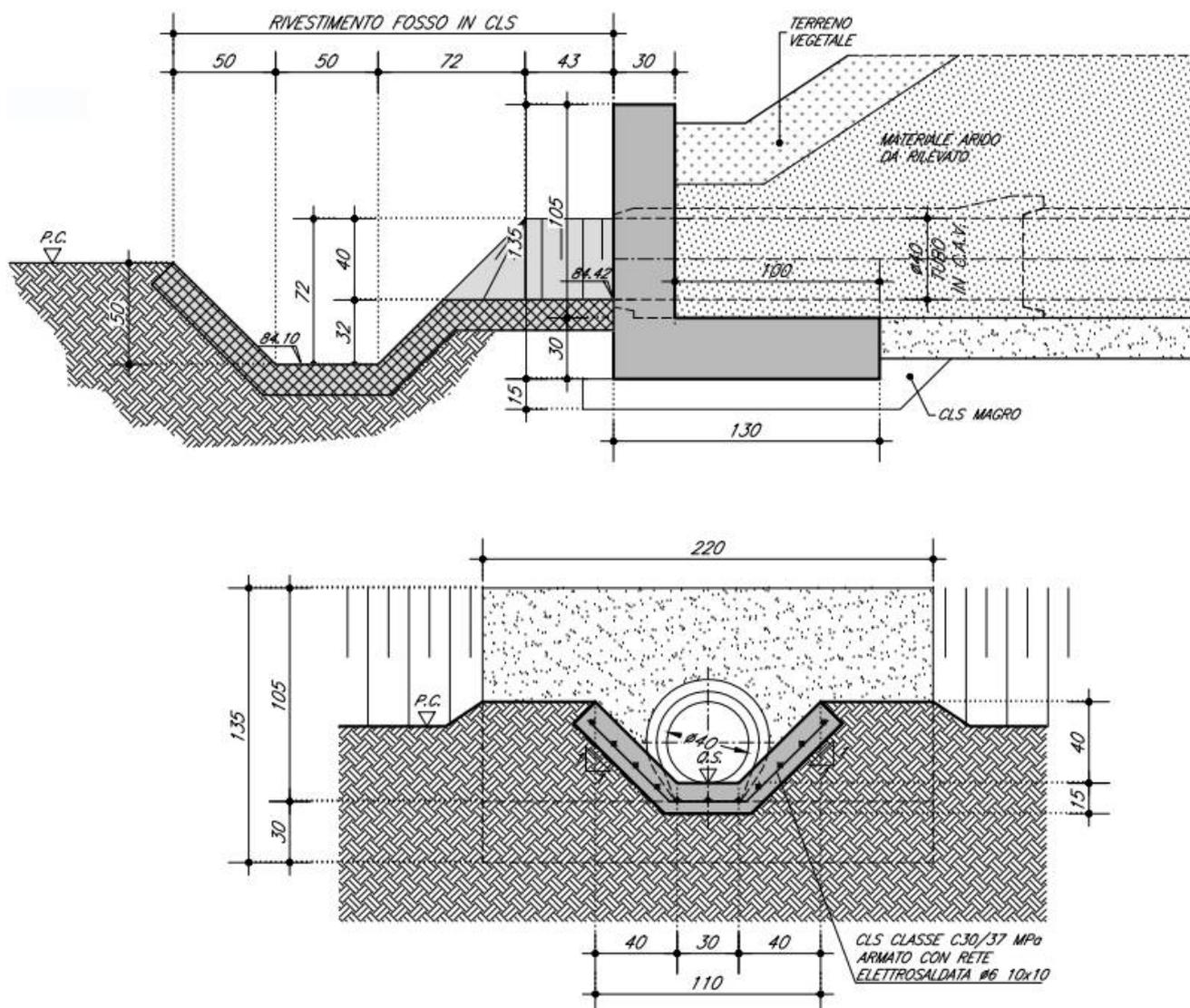
10.1.2	Carico da acqua contenuta 'P <sub>w</sub> ' .....	56
10.1.3	Carico da azioni variabili (carichi mobili) 'PVC' .....	56
10.2	CLASSE DI RESISTENZA Q.....	57
10.2.1	IN10Q51 - Tombino circolare DN800.....	58
10.2.2	IN15050 - Tombino circolare DN400.....	59
11	TOMBINO SCATOLARE.....	61
12	ALLEGATI .....	62

## 1 PREMESSA E DESCRIZIONE DELL'OPERA

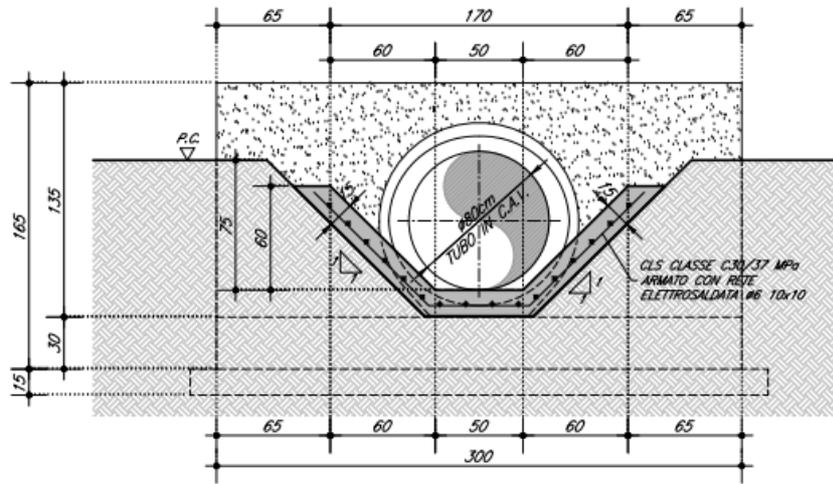
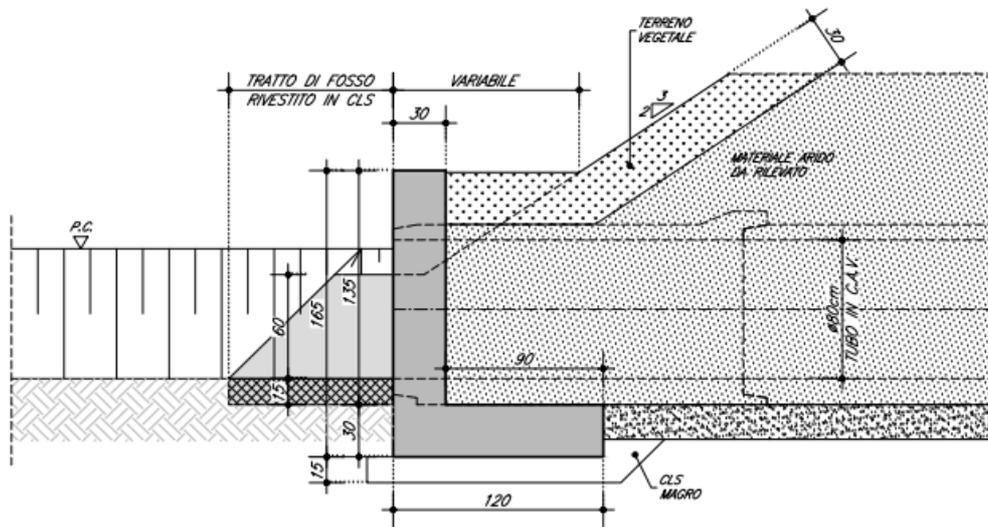
La presente relazione riguarda il dimensionamento dei muri di testata dei tombini, relativi al cavalcaferrovia denominato "Cavalcaferrovia Cascina Pergola Vecchia 247 – IV35" che sovrappassa la futura linea AV/AC Milano-Verona in prossimità della progressiva 125+738,979.

Nei capitoli seguenti si riportano le analisi e le verifiche strutturali e geotecniche dei muri di testata dei tombini circolari IN15050 e IN10Q51 (rispettivamente di diametro  $\Phi 400$  e  $\Phi 800$ ) e del tombino scatolare IN10Q52.

Nelle figure seguenti si riportano le sezioni longitudinali e trasversali dei muri in esame.

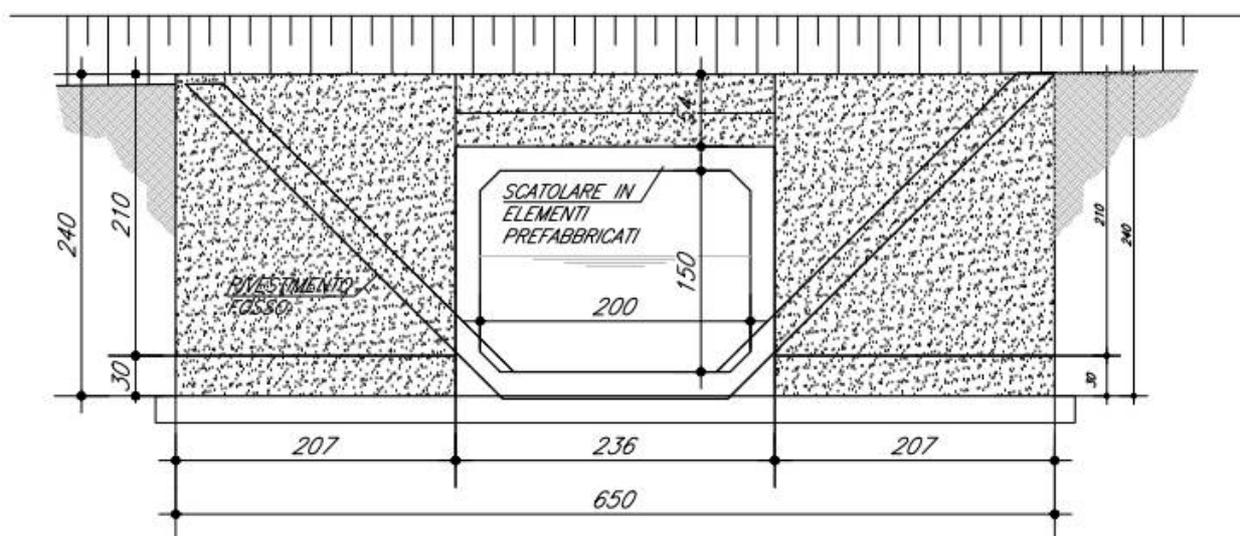
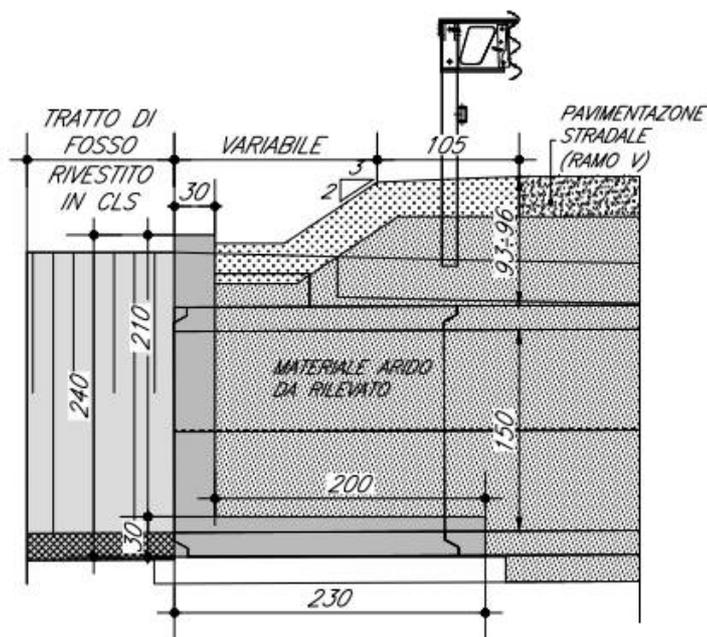


*Sezione longitudinale e trasversale muro di testa del tombino IN15050*



Sezione longitudinale e trasversale muro di testa IN10Q51

angolare



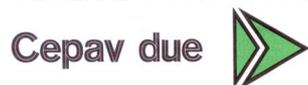
*Sezione longitudinale e trasversale muro di testa IN10Q52*

Per quanto riguarda la caratterizzazione geotecnica, a tergo del muro è stato considerato un terreno costituito da materiale da rilevato, mentre in fondazione, vista la diversità dei siti interessati dalle opere in oggetto, è stato considerato a favore di sicurezza un terreno dalle caratteristiche meccaniche più scadenti. I parametri geotecnici adottati per i due terreni in questione sono riportati nel capitolo specifico.

L'analisi sismica è stata eseguita considerando i parametri sismici più gravosi tra quelli relativi ai comuni interessati.

I calcoli delle sollecitazioni sulla struttura, così come le verifiche di tipo geotecnico, sono stati eseguiti con l'ausilio del programma di calcolo MAX 10.0, prodotto dalla "Aztec Informatica Srl". MAX 10.0 è un software di calcolo particolarmente evoluto dedicato al calcolo delle opere di sostegno.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 CL IV 35C 8 001

Rev.  
B

Foglio  
8 di 62

## 2 ELABORATI DI RIFERIMENTO

### IV00 - CAVALCAFERROVIA TIPOLOGICO

INOR11EE24TIV0000001      Prescrizioni materiali e note generali

### IV35 - CAVALCAFERROVIA CASCINA PERGOLA VECCHIA - PK 125+738,979

INOR11EE2P7IV3500001      Planimetria stato di fatto  
INOR11EE2P7IV3500002      Planimetria di progetto  
INOR11EE2PZIV3500001      Planimetria di tracciamento  
INOR11EE2F7IV3500001      Profilo longitudinale. Asse principale  
INOR11EE2F7IV35C0001      Profilo longitudinale. Ramo V  
INOR11EE2RIIV3508001      Smaltimento acque meteoriche. Relazione idrologica e idraulica  
INOR11EE2PZIV3508001      Smaltimento acque meteoriche. Planimetria e dettagli  
INOR11EE2CLIV35C2001      Opera di sostegno IN50Q31. Relazione di calcolo  
INOR11EE2BZIV35C2001      Opera di sostegno IN50Q31. Planimetria, prospetto, sezioni e dati di tracciamento  
INOR11EE2BZIV35C8001      Tombino circolare IN15050. Carpenteria, armatura e dati di tracciamento  
INOR11EE2BZIV35C8003      Tombino circolare IN10Q51. Carpenteria, armatura e dati di tracciamento  
INOR11EE2BZIV35C8004      Tombino scatolare IN10Q52. Carpenteria, armatura e dati di tracciamento

### 3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il progetto delle strutture e le disposizioni esecutive sono conformi alle norme attualmente in vigore ed in particolare:

#### 3.1 Opere in c.a. e strutture metalliche

- D. M. Min. II. TT. del 14 gennaio 2008 – Norme tecniche per le costruzioni
- CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n.617 “Istruzione per l’applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008
- UNI EN 1990 (Eurocodice 0) – Aprile 2006: “Criteri generali di progettazione strutturale”
- UNI EN 1991-2-4 (Eurocodice 1) – Agosto 2004 – Azioni in generale: “Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici”
- UNI EN 1991-1-1 (Eurocodice 1) – Agosto 2004 – Azioni in generale- Parte 1-1: “Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici”
- UNI EN 1991-2 (Eurocodice 1) – Marzo 2005 – Azioni sulle strutture- Parte 2: “Carico da traffico sui ponti”
- UNI EN 1992-1-1 (Eurocodice 2) – Novembre 2005: “Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-1: “Regole generali e regole per gli edifici”
- UNI EN 1992-2 (Eurocodice 2) – Gennaio 2006: “Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 2: “Ponti in calcestruzzo - progettazione e dettagli costruttivi”
- UNI EN 1993-1-1 (Eurocodice 3) – Ottobre 1993: “Progettazione delle strutture in acciaio – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici”
- UNI EN 1997-1 (Eurocodice 7) – Febbraio 2005: “Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali”
- UNI EN 1998-1 (Eurocodice 8) – Marzo 2005: “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 1: Regole generali – Azioni sismiche e regole per gli edifici”
- UNI EN 1998-2 (Eurocodice 8) – Febbraio 2006: “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 2: Ponti”
- UNI EN 1998-5 (Eurocodice 8) – Gennaio 2005: “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 2: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”
- UNI EN 197-1 giugno 2001 – “Cemento: composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni
- UNI EN 11104 marzo 2004 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”, Istruzioni complementari per l’applicazione delle EN 206-1
- UNI EN 206-1 ottobre 2006 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”
- Linee guida sul calcestruzzo strutturale - Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale

#### 4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Per la realizzazione dell'opera si prevede l'impiego dei materiali indicati nei paragrafi che seguono. Si indicheranno le caratteristiche prestazionali di resistenza minime e, con particolare riferimento ai calcestruzzi, anche le prescrizioni o caratteristiche da assicurare per garantire i requisiti di durabilità.

##### 4.1 Calcestruzzo

Per garantire la durabilità delle strutture in calcestruzzo armato ordinario, esposte all'azione dell'ambiente, si devono adottare i provvedimenti atti a limitare gli effetti di degrado indotti dall'attacco chimico, fisico e derivante dalla corrosione delle armature e dai cicli di gelo e disgelo.

Al fine di ottenere la prestazione richiesta in funzione delle condizioni ambientali, nonché per la definizione della relativa classe, si fa riferimento alle indicazioni contenute nelle Linee Guida sul calcestruzzo strutturale edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ovvero alle norme UNI EN 206-1:2016 ed UNI 11104:2016.

Ai fini di preservare le armature dai fenomeni di aggressione ambientale, dovrà essere previsto un idoneo copriferro; il suo valore, misurato tra la parete interna del cassero e la generatrice dell'armatura metallica più vicina, individua il cosiddetto "copriferro nominale".

Il copriferro nominale  $c_{nom}$  è somma di due contributi, il copriferro minimo  $c_{min}$  e la tolleranza di posizionamento  $h$ . Vale pertanto:  $c_{nom} = c_{min} + h$ .

La tolleranza di posizionamento delle armature "h", per le strutture gettate in opera, viene assunta pari ad 5 mm in quanto si prescrive che l'esecuzione sia sottoposta ad un sistema di assicurazione della qualità, nella quale siano incluse le misure dei copriferri.

Si utilizzano i seguenti tipi di calcestruzzo e copriferri minimi.

Per i muri di testata si utilizzano i seguenti tipi di calcestruzzo e copri ferri minimi:

Campi di impiego	Classe di esposizione ambientale	Classe di resistenza minima [C(f <sub>ck</sub> /R <sub>ck</sub> ) <sub>min</sub> ]	Classe di resistenza adottata [C(f <sub>ck</sub> /R <sub>ck</sub> ) <sub>min</sub> ]	Classe strutturale	Copriferro minimo	Copriferro nominale	Copriferro adottato
					$c_{min,dur}$ (da EC2)	$c_{nom} = c_{min} + h$ (mm)	(mm)
Imbocchi tombini circolari	XA1	C30/37	C32/40	S4	25	30	<b>40</b>

**Tabella 4.1 – Classi di cls e copri ferri minimi**

In conformità a quanto sopra, le caratteristiche meccaniche del calcestruzzo utilizzate nell'analisi/verifiche sono le seguenti:

Grandezza		u.m.	C32/40
resistenza caratteristica a compressione	$f_{ck}$	N/mm <sup>2</sup>	32,00
resistenza di progetto a compressione	$f_{cd}$	N/mm <sup>2</sup>	18,13
resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk}$	N/mm <sup>2</sup>	2,12
tensione di aderenza cls-armatura	$f_{bd}$	N/mm <sup>2</sup>	3,18
tensione massima di compressione (comb. rara)	$\sigma_c$	N/mm <sup>2</sup>	19,20
tensione massima di compressione (comb. quasi perm.)	$\sigma_c$	N/mm <sup>2</sup>	14,40
modulo elastico medio istantaneo	$E_m$	N/mm <sup>2</sup>	33346

Tabella 4.2 - grandezze meccaniche relative al cls

## 4.2 Acciaio

### 4.2.1 Armature per c.a. – Acciaio B 450 C

Si utilizzano per le armature degli elementi in c.a. la seguente tipologia di acciaio:

Acciaio tipo: B450 C Saldabile controllato in stabilimento

In conformità a quanto sopra, le caratteristiche meccaniche dell'acciaio d'armatura utilizzate nell'analisi/verifiche sono le seguenti:

Proprietà		Requisito
Limite di snervamento	$f_y$	$\geq 450$ MPa
Limite di rottura	$f_t$	$\geq 540$ MPa
Allungamento totale al carico massimo	$A_{gt}$	$\geq 7.5\%$
Rapporto	$f_t/f_y$	$1,15 \leq R_m/R_e \leq 1,35$
Rapporto	$f_y \text{ misurato} / f_y \text{ nom}$	$\leq 1,25$



## 5 CRITERI DI CALCOLO

### 5.1 Combinazioni di carico

In ottemperanza al D.M. del 14.01.2008 (Norme tecniche per le costruzioni), le verifiche sono state condotte con il metodo semi-probabilistico agli Stati Limite.

Le combinazioni di carico, considerate ai fini delle verifiche, sono stabilite in modo da garantire la sicurezza in conformità a quanto prescritto al cap. 2 del sopracitato *D.M. 14/01/2008*.

Le verifiche agli stati limite ultimi devono essere eseguiti in riferimento ai seguenti stati limite:

- SLU di tipo geotecnico (GEO), di stabilità globale (STAB) e di equilibrio di corpo rigido (EQU) stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno (STAB);
- scorrimento sul piano di posa (GEO);
- collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno (GEO);
- ribaltamento (EQU).
- SLU di tipo strutturale (STR)
- raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

Le verifiche saranno condotte secondo l'approccio progettuale "Approccio 2", che prevede, per le verifiche STR e GEO, un'unica combinazione di calcolo:

combinazione A1+M1+R3                      STR e GEO

per la quale valgono i coefficienti parziali di seguito riportati.

La verifica al ribaltamento viene seguita secondo la combinazione EQU, i cui coefficienti di sicurezza sono di seguito riportati, adottando per il calcolo delle spinte i coefficienti parziali del gruppo (M2).

La verifica di stabilità globale viene eseguita secondo la seguente combinazione di calcolo:

combinazione A2+M2+R2                      STAB

per la quale valgono i coefficienti parziali di seguito riportati.

#### *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>EQU</i>	<i>AI</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	0.90	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.10	1.30	1.00
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.50	1.50	1.30

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>			<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$		1.00	1.25
Coazione efficace	$\gamma_{c'}$		1.00	1.25
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$		1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$		1.00	1.60
Peso dell'unità di volume	$\gamma_{\gamma}$		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>EQU</i>	<i>AI</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.00	1.00	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

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

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

<i>Verifica</i>	<i>Coefficienti parziali</i>		
	R1	R2	R3
Capacità portante della fondazione	1.00	1.00	1.40
Scorrimento	1.00	1.00	1.10
Resistenza del terreno a valle	1.00	1.00	1.40
Stabilità globale		1.10	

Coeff. di combinazione  $\Psi_0=0.70$        $\Psi_1=0.50$        $\Psi_2=0.20$

Ai fini delle verifiche degli stati limite ultimi si definiscono le seguenti combinazioni:

$$SLU \Rightarrow \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$$

Ai fini delle verifiche degli stati limite di esercizio si definiscono le seguenti combinazioni:

$$\text{Rara} \Rightarrow G_1 + G_2 + Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$$

$$\text{Frequente} \Rightarrow G_1 + G_2 + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

$$\text{Quasi permanente} \Rightarrow G_1 + G_2 + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

### 5.1.1 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 condizione

#### Combinazione 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

#### Combinazione n° 2 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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

#### Combinazione n° 3 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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

#### Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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

#### Combinazione n° 5 - Caso EQU (SLU)

	<b>S/F</b>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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

Combinazione n° 6 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

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

Combinazione n° 7 - Caso A1-M1 (STR)

	<b>S/F</b>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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
Traffico	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 8 - Caso A1-M1 (STR)

	<b>S/F</b>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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
Traffico	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 9 - Caso A1-M1 (STR)

	<b>S/F</b>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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
Traffico	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 10 - Caso A1-M1 (STR)

	<b>S/F</b>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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
Traffico	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 11 - Caso EQU (SLU)

	<b>S/F</b>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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
Traffico	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 12 - 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
Traffico	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 13 - 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	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 14 - 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

Combinazione n° 15 - 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

Combinazione n° 16 - 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

Combinazione n° 17 - 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

Combinazione n° 18 - 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

Combinazione n° 19 - 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

Combinazione n° 20 - 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

Combinazione n° 21 - Frequente (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
Traffico	SFAV	1.00	0.75	0.75

Combinazione n° 22 - Rara (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
Traffico	SFAV	1.00	1.00	1.00

**5.2 Metodi di calcolo****5.2.1 Calcolo della spinta sul muro**

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

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

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

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

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

Nei casi in cui è applicabile il metodo di Coulomb (profilo a monte rettilineo e carico uniformemente distribuito) i risultati ottenuti col metodo di Culmann coincidono con quelli del metodo di Coulomb.

Le pressioni sulla parete di spinta si ricavano derivando l'espressione della spinta  $S$  rispetto all'ordinata  $z$ . Noto il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta.

Per tener conto dell'incremento di spinta dovuta al sisma si fa riferimento al metodo di Mononobe-Okabe (cui fa riferimento la Normativa Italiana).

La Normativa Italiana suggerisce di tener conto di un incremento di spinta dovuto al sisma nel modo seguente.

Detta  $\varepsilon$  l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e  $\beta$  l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta  $S'$  considerando un'inclinazione del terrapieno e della parte pari a

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

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

dove  $\theta = \arctg(k_h/(1 \pm k_v))$  essendo  $k_h$  il coefficiente sismico orizzontale e  $k_v$  il coefficiente sismico verticale, definito in funzione di  $k_h$ .

In presenza di falda a monte,  $\theta$  assume le seguenti espressioni:

Terreno a bassa permeabilità

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

Terreno a permeabilità elevata

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

Detta  $S$  la spinta calcolata in condizioni statiche l'incremento di spinta da applicare è espresso da

$$\Delta S = AS' - S$$

dove il coefficiente  $A$  vale

$$A = \frac{\cos^2(\beta + \theta)}{\cos^2\beta \cos\theta}$$

In presenza di falda a monte, nel coefficiente  $A$  si tiene conto dell'influenza dei pesi di volume nel calcolo di  $\theta$ .

Adottando il metodo di Mononobe-Okabe per il calcolo della spinta, il coefficiente  $A$  viene posto pari a 1.

Tale incremento di spinta è applicato a metà altezza della parete di spinta nel caso di forma rettangolare del diagramma di incremento sismico, allo stesso punto di applicazione della spinta statica nel caso in cui la forma del diagramma di incremento sismico è uguale a quella del diagramma statico.

Oltre a questo incremento bisogna tener conto delle forze d'inerzia orizzontali e verticali che si destano per effetto del sisma. Tali forze vengono valutate come

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

dove  $W$  è il peso del muro, del terreno soprastante la mensola di monte ed i relativi sovraccarichi e va applicata nel baricentro dei pesi.

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

### 5.2.2 Verifica a ribaltamento

La verifica a ribaltamento consiste nel determinare il momento risultante di tutte le forze che tendono a fare ribaltare il muro (momento ribaltante  $M_r$ ) ed il momento risultante di tutte le forze che tendono a stabilizzare il muro (momento stabilizzante  $M_s$ ) rispetto allo spigolo a valle della fondazione e verificare che il rapporto  $M_s/M_r$  sia maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza  $\eta_r$ .

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

Deve quindi essere verificata la seguente disequaglianza

$$\frac{M_s}{M_r} \geq \eta_r$$

Il momento ribaltante  $M_r$  è dato dalla componente orizzontale della spinta  $S$ , dalle forze di inerzia del muro e del terreno gravante sulla fondazione di monte (caso di presenza di sisma) per i rispettivi bracci. Nel momento stabilizzante interviene il peso del muro (applicato nel baricentro) ed il peso del terreno gravante sulla fondazione di monte. Per quanto riguarda invece la componente verticale della spinta essa sarà stabilizzante se l'angolo d'attrito terra-muro  $\delta$  è positivo, ribaltante se  $\delta$  è negativo.  $\delta$  è positivo quando è il terrapieno che scorre rispetto al muro, negativo quando è il muro che tende a scorrere rispetto al terrapieno (questo può essere il caso di una spalla da ponte gravata da carichi notevoli). Se sono presenti dei tiranti essi contribuiscono al momento stabilizzante.

Questa verifica ha significato solo per fondazione superficiale e non per fondazione su pali.

### 5.2.3 Verifica a scorrimento

Per la verifica a scorrimento del muro lungo il piano di fondazione deve risultare che la somma di tutte le forze parallele al piano di posa che tendono a fare scorrere il muro deve essere minore di tutte le forze, parallele al piano di scorrimento, che si oppongono allo scivolamento, secondo un certo coefficiente di sicurezza. La verifica a scorrimento risulta soddisfatta se il rapporto fra la risultante delle forze resistenti allo scivolamento  $F_r$  e la risultante delle forze che tendono a fare scorrere il muro  $F_s$  risulta maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza  $\eta_s$ .

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

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

Le forze che intervengono nella  $F_s$  sono: la componente della spinta parallela al piano di fondazione e la componente delle forze d'inerzia parallela al piano di fondazione.

La forza resistente è data dalla resistenza d'attrito e dalla resistenza per adesione lungo la base della fondazione. Detta  $N$  la componente normale al piano di fondazione del carico totale gravante in fondazione e indicando con  $\delta_f$  l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con  $c_a$  l'adesione terreno-fondazione e con  $B_f$  la larghezza della fondazione reagenti, la forza resistente può esprimersi come

$$F_r = N \operatorname{tg} \delta_f + c_a B_r$$

La Normativa consente di computare, nelle forze resistenti, una aliquota dell'eventuale spinta dovuta al terreno posto a valle del muro. In tal caso, però, il coefficiente di sicurezza deve essere aumentato opportunamente. L'aliquota di spinta passiva che si può considerare ai fini della verifica a scorrimento non può comunque superare il 50 per cento.

Per quanto riguarda l'angolo d'attrito terra-fondazione,  $\delta_f$ , diversi autori suggeriscono di assumere un valore di  $\delta_f$  pari all'angolo d'attrito del terreno di fondazione.

#### 5.2.4 Verifica al carico limite

Il rapporto fra il carico limite in fondazione e la componente normale della risultante dei carichi trasmessi dal muro sul terreno di fondazione deve essere superiore a  $\eta_q$ . Cioè, detto  $Q_u$ , il carico limite ed  $R$  la risultante verticale dei carichi in fondazione, deve essere:

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

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

Le espressioni di Hansen per il calcolo della capacità portante si differenziano a seconda se siamo in presenza di un terreno puramente coesivo ( $\phi=0$ ) o meno e si esprimono nel modo seguente:

Caso generale

$$q_u = c N_c s_c d_c i_c g_c b_c + q N_q s_q d_q i_q g_q b_q + 0.5 B \gamma N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma g_\gamma b_\gamma$$

Caso di terreno puramente coesivo  $\phi=0$

$$q_u = 5.14 c (1 + s_c + d_c - i_c - g_c - b_c) + q$$

in cui  $d_c, d_q, d_\gamma$ , sono i fattori di profondità;  $s_c, s_q, s_\gamma$ , sono i fattori di forma;  $i_c, i_q, i_\gamma$ , sono i fattori di inclinazione del carico;  $b_c, b_q, b_\gamma$ , sono i fattori di inclinazione del piano di posa;  $g_c, g_q, g_\gamma$ , sono i fattori che tengono conto del fatto che la fondazione poggia su un terreno in pendenza.

I fattori  $N_c, N_q, N_\gamma$  sono espressi come:

$$N_q = e^{\pi \operatorname{tg} \phi} K_p$$

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

$$N_\gamma = 1.5 (N_q - 1) \operatorname{tg} \phi$$

#### 5.2.5 Verifica di stabilità globale

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

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

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento viene supposta circolare e determinata in modo tale da non avere intersezione con il profilo del muro o con i pali di fondazione. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri di dimensioni 10x10 posta in prossimità della sommità del muro. Il numero di strisce è pari a 50.

Si adotta per la verifica di stabilità globale il metodo di Bishop.

Il coefficiente di sicurezza nel metodo di Bishop si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum_i \left( \frac{c_i b_i + (W_i - u_i b_i) \operatorname{tg} \phi_i}{m} \right)}{\sum_i W_i \sin \alpha_i}$$

dove il termine  $m$  è espresso da

$$m = \left( 1 + \frac{\operatorname{tg} \phi_i \operatorname{tg} \alpha_i}{\eta} \right) \cos \alpha_i$$

In questa espressione  $n$  è il numero delle strisce considerate,  $b_i$  e  $\alpha_i$  sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia  $i$ -esima rispetto all'orizzontale,  $W_i$  è il peso della striscia  $i$ -esima,  $c_i$  e  $\phi_i$  sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed  $u_i$  è la pressione neutra lungo la base della striscia.

L'espressione del coefficiente di sicurezza di Bishop contiene al secondo membro il termine  $m$  che è funzione di  $\eta$ . Quindi essa viene risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per  $\eta$  da inserire nell'espressione di  $m$  ed iterare fino a quando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

### 5.3 Verifiche degli elementi strutturali

Gli elementi strutturali dei muri (elevazione e fondazione) verranno verificati per i seguenti Stati Limite:

- Stato Limite Ultimo (flessione e taglio)
- Stato Limite di Fessurazione

### 5.4 Condizioni ambientali e verifiche allo S.L.E.

Per assicurare la funzionalità e la durabilità delle strutture, nell'arco temporale coperto dalla vita utile della struttura, la normativa di riferimento prescrive di eseguire le verifiche strutturali allo stato limite di esercizio, che si concretizzano in verifiche allo stato limite di fessurazione ed allo stato limite delle tensioni.

#### 5.4.1 Stati limite di fessurazione

Per le verifiche in oggetto si prendono in considerazione le seguenti combinazioni di azioni:

- Quasi permanenti;
- Frequenti.

I limiti di apertura delle fessure sono stabiliti dalla norma e sono funzione delle condizioni ambientali (classe di esposizione) e della combinazione delle azioni considerata. Per ogni elemento strutturale, nel capitolo "Prescrizioni Materiali" sono state definite le rispettive classi di esposizione e ad esso si rimanda per ogni chiarimento.

Di seguito si riporta la tabella 4.1.III contenuta nel DM14.01.2008 relativa alle condizioni ambientali e delle corrispondenti classi di esposizione da prescrivere in progetto.

Condizioni ambientali	Classe di esposizione
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

**Tabella 4.1.I: Descrizione delle condizioni ambientali**

Nella tabella 4.1.IV sono indicati i criteri di scelta dello stato limite di fessurazione con riferimento alle condizioni ambientale e al tipo di armatura.

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	$w_d$	Stato limite	$w_d$
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 CL IV 35C 8 001

Rev.  
B

Foglio  
23 di 62

#### **Tabella 4.1.II: Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione**

Dove per i valori limite di aperture delle fessure valgono i seguenti valori nominali:

$w_1 = 0.2\text{mm}$

$w_2 = 0.3\text{mm}$

$w_3 = 0.4\text{mm}$

Le armature che si impiegano nei getti di c.c.a. sono armature in acciaio ordinario e pertanto risultano appartenere al secondo gruppo, ossia al gruppo di armature poco sensibili.

## 6 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

### 6.1 Stratigrafia e parametri geotecnici

Nello schema seguente si riportano i parametri geotecnici dei terreni considerati.

#### *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 [kPa]
$c_a$	Adesione terra-muro espressa in [kPa]
$H$	Spessore dello strato espresso in [m]

### MURO DI TESTATA

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	$c$	$c_a$
Terreno_ripporto	20.00	20.00	35.00	23.33	0.0	0.0
Terreno_fondazione	20.00	20.00	28.00	28.00	10.0	0.0

### 6.2 Parametri sismici

Per l'analisi sismica si assumono i parametri sismici più gravosi tra tutte le opere.

Per la definizione dell'azione sismica, occorre definire il periodo di riferimento  $P_{VR}$  in funzione dello stato limite considerato.

La vita nominale ( $V_N$ ) dell'opera è stata assunta pari a 100 anni. La classe d'uso assunta è la III.

Il periodo di riferimento ( $V_R$ ) per l'azione sismica, data la vita nominale e la classe d'uso vale:

$$V_R = V_N \cdot C_u = 150 \text{ anni}$$

I valori di probabilità di superamento del periodo di riferimento  $P_{VR}$ , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente è:

$$P_{VR}(SLV) = 10\%$$

Il periodo di ritorno dell'azione sismica  $T_R$  espresso in anni, vale:

$$T_R(SLV) = -V_R / \ln(1 - P_{VR}) = 949 \text{ anni}$$

Dato il valore del periodo di ritorno suddetto, tramite le tabelle riportate nell'Allegato B della norma, è possibile definire i parametri che caratterizzano il sisma.

$a_g$	accelerazione orizzontale massima del terreno su suolo di categoria A, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità;	0.234 g
$F_0$	valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale	2.441
$T^*_c$	periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale	0.283 s
$S_s$	coefficiente di amplificazione stratigrafica	Cat D 1.542

Per il sottosuolo si può adottare il coefficiente d'amplificazione stratigrafica  $S_s$  della categoria **D**, considerando l'opera ubicata in pianura:

$$S_s = 1.542$$

$$S_t = 1$$

$$S = S_s \times S_t = 1.542$$

L'accelerazione massima risulta quindi:

$$a_{\max}(\text{SLV}) = 1.542 \times 0.234 \text{ g} = 0.361 \text{ g}$$

Nelle verifiche allo stato limite ultimo i valori dei coefficienti sismici orizzontali  $k_h$  e verticale  $k_v$  si possono valutare come

$$k_h = \beta_m \times (a_{\max} / g)$$

$$k_v = \pm 0.5 k_h$$

Nel caso in esame il coefficiente  $\beta_m$  può essere assunto pari a 0.31. Pertanto si ottengono i seguenti coefficienti sismici:

$$k_h = 0.31 \times 0.361 = 0.112$$

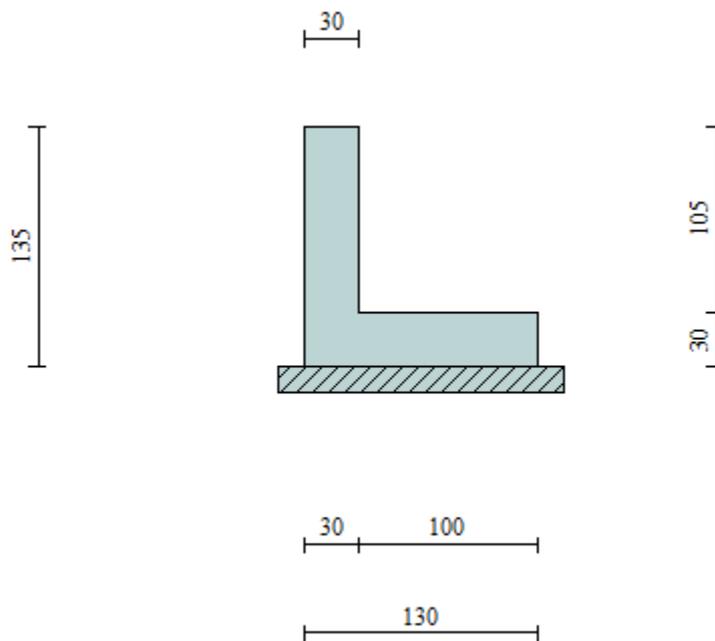
$$k_v = \pm 0.5 \times 0.112 = 0.056$$

## 7 ANALISI MURO DI TESTATA $\Phi 400$

Di seguito si riportano i risultati dell'analisi e le verifiche strutturali e geotecniche del muro di testata relativo al tombino circolare  $\Phi 400$  (IN15050).

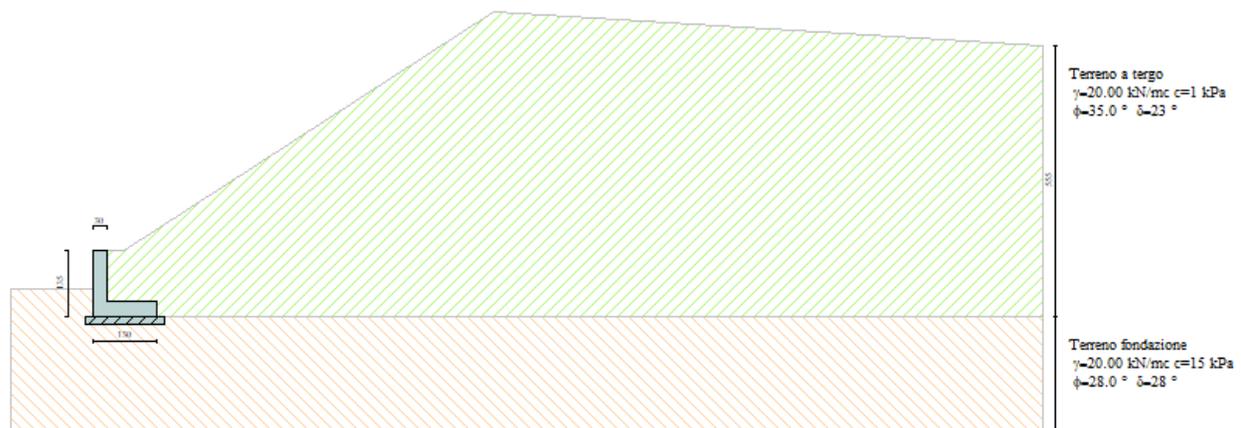
### 7.1 Geometria del muro

Il muro analizzato presenta la seguente geometria.



Nella figura seguente si mostra il profilo stratigrafico considerato.

A valle del muro è stata considerata inoltre un'altezza di rinterro equivalente, rispetto all'attacco fondazione-paramento.

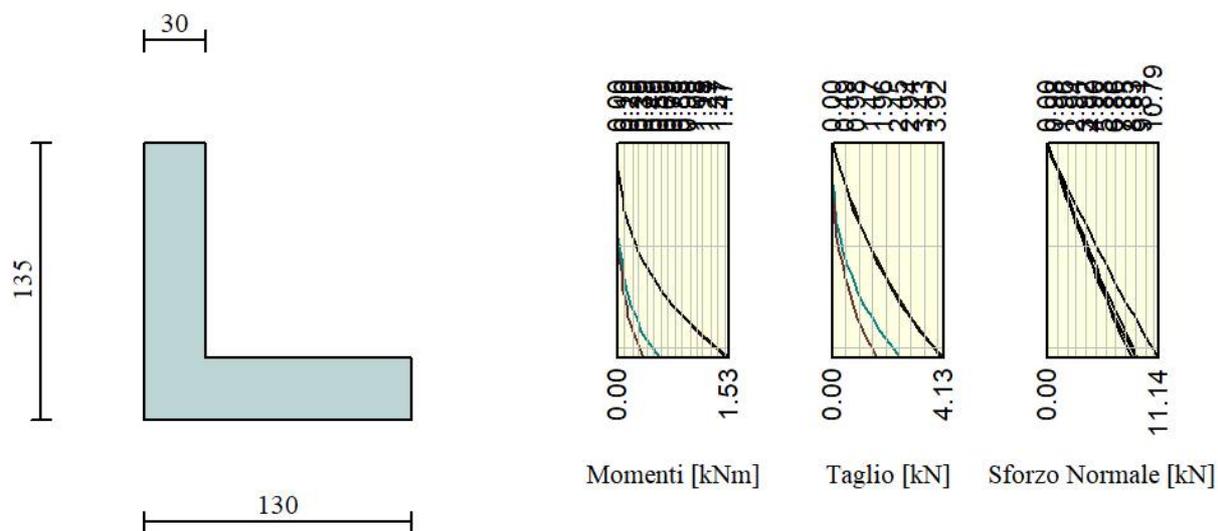


## 7.2 Sollecitazioni

In tabella si riassumono le sollecitazioni agenti sul paramento ed in fondazione del muro, per le combinazioni più significative.

COMBINAZIONE	PARAMENTO			FONDAZIONE		
	$M_{MAX}$ (kNm/m)	$T_{MAX}$ (kN/m)	$N_{MAX}$ (kN/m)	$M_{MAX}$ (kNm/m)	$T_{MAX}$ (kN/m)	$N_{MAX}$ (kN/m)
SLU - SLV	1.53	4.13	11.14	8.6	11.99	-

A titolo di esempio si riportano i grafici del momento, del taglio e dello sforzo normale agenti lungo il paramento e sulla fondazione.



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

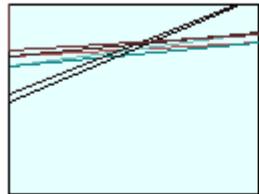
Codifica Documento  
E E2 CL IV 35C 8 001

Rev.  
B

Foglio  
28 di 62

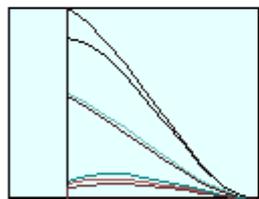


175.3



Pressioni sul terreno

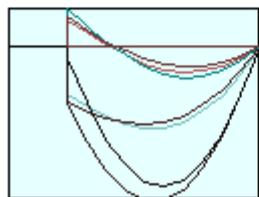
-8.6039



Momento

0.0000

2.9952



Taglio

-11.9929

### 7.3 Verifiche strutturali

Il paramento e la fondazione del muro sono caratterizzati dalla stessa sezione:

$$h = 30\text{cm}$$

$$A_{\text{tesa}} = \Phi 14/20$$

$$A_{\text{comp}} = \Phi 12/20$$

$$c = 4\text{cm}$$

Pertanto, verrà eseguita un'unica verifica strutturale valida sia per il paramento che per la fondazione, considerando il massimo tra le sollecitazioni ottenute per i due elementi strutturali.

#### 7.3.1 Verifica a flessione

$$M_{S,d} = 2.71 \text{ kNm/m}$$

$$N_{S,d} = 0 \text{ kN/m}$$

**Titolo :**

**N° figure elementari**  **Zoom** **N° strati barre**  **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	30

N°	As [cm²]	d [cm]
1	5,65	6,6
2	7,7	23,3

**Tipo Sezione**  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U.  Metodo n

**N** Ed   kN  
**M** xEd   kNm  
**M** yEd

**P.to applicazione N**  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN  yN

**Tipo rottura**  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Metodo di calcolo**  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

**Tipo flessione**  
 Retta  Deviata

**Materiali**

B450C		C32/40	
$\epsilon_{su}$	67,5 ‰	$\epsilon_{c2}$	2 ‰
$f_{yd}$	391,3 N/mm²	$\epsilon_{cu}$	3,5 ‰
$E_s$	200.000 N/mm²	$f_{cd}$	18,13
$E_s/E_c$	15	$f_{cc}/f_{cd}$	0,8 ?
$\epsilon_{syd}$	1,957 ‰	$\sigma_{c,adm}$	12,25
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm²	$\tau_{co}$	0,7333
		$\tau_{c1}$	2,114

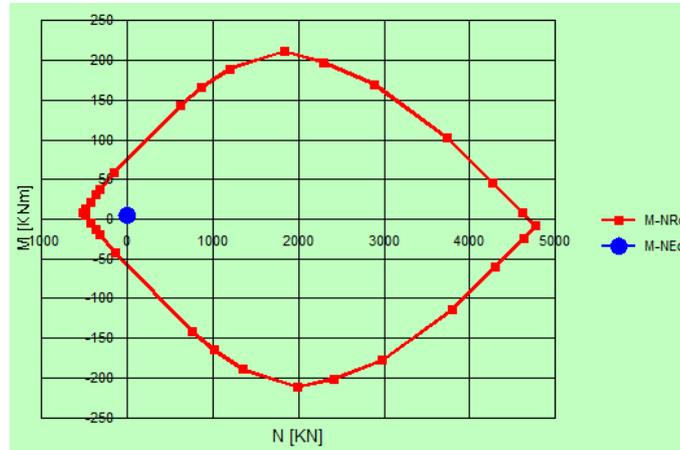
**M** xRd  kN m

$\sigma_c$   N/mm²  
 $\sigma_s$   N/mm²  
 $\epsilon_c$   ‰  
 $\epsilon_s$   ‰  
 d  cm  
 x  x/d   
 $\delta$

**N° rett.**

**Calcola MRd** **Dominio M-N**  
 L<sub>0</sub>  cm **Col. modello**

Precompresso



Essendo  $M_{R,d} = 76.26 \text{ kNm/m} > M_{S,d} = 8.60 \text{ kNm/m}$  la verifica risulta soddisfatta.

### 7.3.2 Verifica a taglio

$$T_{S,d} = 11.99 \text{ kN/m}$$

$V_{sdu}$	11.99	kN
$N_{sdu}$	0	kN
$R_{ck}$	40	N/mm <sup>2</sup>
$f_{ck}$	32	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_c$	1.50	
$f_{yk}$	450	N/mm <sup>2</sup>
$b_w$	100	cm
$d$	24	cm
$A_{sl}$	7.7	cm <sup>2</sup>
$c$	6.00	cm
$\alpha$	90	gradi
$\alpha$	1.57	rad
$\theta$	21.80	gradi
$\text{ctg}\theta$	2.50	
$\theta_{\text{imposto}}$	21.80	gradi
$A_{sw}$	0.00	cm <sup>2</sup>
passo	20	cm
$f_{cd}$	18.13	N/mm <sup>2</sup>
$f_{yd}$	391.30	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{cp}$	0.00	N/mm <sup>2</sup>
<i>Verifica senza armatura resistente a taglio</i>		
$V_{Rd}$	126	kN

La verifica risulta soddisfatta senza armatura a taglio.



### 7.3.4 Verifica a fessurazione

Ampliamente a favore di sicurezza si esegue la verifica a fessurazione considerando le sollecitazioni allo SLU. In particolare, per condizioni ambientali aggressive (XA1) e per armature poco sensibili si ha  $w_2 = 0.3\text{mm}$  per la combinazione frequente e  $w_1 = 0.2\text{mm}$  per la combinazione quasi permanente.

$$M_{S,d} = 8.60 \text{ kNm/m}$$

$$N_{S,d} = 0 \text{ kN/m}$$

**Titolo :**

**N° figure elementari**  **Zoom** **N° strati barre**  **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	30

N°	As [cm²]	d [cm]
1	5,65	6,6
2	7,7	23,3

**Tipo Sezione**  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U.  Metodo n

N <sub>Ed</sub>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/> kN
M <sub>xEd</sub>	<input type="text" value="8,6"/>	<input type="text" value="8,6"/> kNm
M <sub>yEd</sub>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

**P.to applicazione N**  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN   
 yN

**Metodo di calcolo**  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

**Materiali**  
 B450C  C32/40

$\epsilon_{su}$	<input type="text" value="67,5"/> ‰	$\epsilon_{c2}$	<input type="text" value="2"/> ‰
$f_{yd}$	<input type="text" value="391,3"/> N/mm²	$\epsilon_{cu}$	<input type="text" value="3,5"/> ‰
$E_s$	<input type="text" value="200.000"/> N/mm²	$f_{cd}$	<input type="text" value="18,13"/>
$E_s/E_c$	<input type="text" value="15"/>	$f_{cc}/f_{cd}$	<input type="text" value="0,8"/> ?
$\epsilon_{syd}$	<input type="text" value="1,957"/> ‰	$\sigma_{c,adm}$	<input type="text" value="12,25"/>
$\sigma_{s,adm}$	<input type="text" value="255"/> N/mm²	$\tau_{co}$	<input type="text" value="0,7333"/>
		$\tau_{c1}$	<input type="text" value="2,114"/>

$\sigma_c$   N/mm²  
 $\sigma_s$   N/mm²  
 $\epsilon_s$   ‰  
 d  cm  
 x  x/d   
 $\delta$

**Verifica**  
 N° iterazioni:   
 Precompresso

Caratteristiche dei materiali			
Classe cls	$f_{ck} =$	32	N/mm²
Modulo elastico acciaio	$E_s =$	210000	N/mm²
Modulo elastico del calcestruzzo	$E_{cm0} =$	33346	N/mm²
Resistenza a trazione media	$f_{ctm} =$	3,02	N/mm²
Coefficiente di omogeneizzazione	$n0 =$	15	
Caratteristiche della sezione			
Altezza	H =	30	cm

Larghezza	B =	100	cm
Momento di fessurazione	$M_{fess}$	45	kNm
Copriferro baricentrico acciaio teso	cb =	6,00	cm
Area acciaio teso	$A_s$ =	7,70	cm <sup>2</sup>
Ricoprimento barre esterne tese	c =	4,0	cm
Diametro massimo barre tese	$\Phi$ =	1,4	cm
Diametro medio equivalente	$\Phi_m$ =	1,40	cm
<b>Sezione fessurata: apertura fessure</b>			
Tensione media barre	$\sigma_{sm}$ =	52,55	N/mm <sup>2</sup>
Asse neutro	x =	6,31	cm
Altezza utile	d =	24,00	cm
Deformazione media barre	$\varepsilon_1$ =	3,35E-04	
<b>Distanza media fra due fessure successive</b>			
Coefficiente $k_2$	$k_2$ =	0,50	
Coefficiente $k_3$	$k_3$ =	3,400	
Larghezza efficace	$b_{eff}$ =	100,0	cm
Altezza efficace	$h_{c,eff}$ =	7,9	cm
Area efficace	$A_{ceff}$ =	789,8	cm <sup>2</sup>
Area armature poste in $A_{ceff}$	$A_s$ =	7,70	cm <sup>2</sup>
Distanza massima fra due fessure	$\Delta s_{max}$ =	38,01	cm
Coefficiente $k_t$	$k_t$ =	0,4	
Coefficiente $k_1$	$k_1$ =	0,8	
Coefficiente $k_4$	$k_4$ =	0,425	
<b>Deformazione unitaria media</b>	$\epsilon_{sm}$ =	1,50E-04	
<b>Ampiezza fessura</b>	<b><math>w_k</math> =</b>	<b>0,057</b>	<b>mm</b>

La verifica risulta pertanto soddisfatta considerando la condizione più gravosa che prevede  $w_1=0.2\text{mm}$ .

## 7.4 Verifiche geotecniche

Le verifiche geotecniche del muro di testata vengono riassunte nello schema seguente. Tutte le verifiche sono soddisfatte in quanto i coefficienti di sicurezza calcolati risultano maggiori di quelli limite imposti dalla normativa.

### Simbologia adottata

*C* Identificativo della combinazione

*Tipo* Tipo combinazione

*Sisma* Combinazione sismica

$CS_{SCO}$  Coeff. di sicurezza allo scorrimento

$CS_{RIB}$  Coeff. di sicurezza al ribaltamento

$CS_{QLIM}$  Coeff. di sicurezza a carico limite

$CS_{STAB}$  Coeff. di sicurezza a stabilità globale

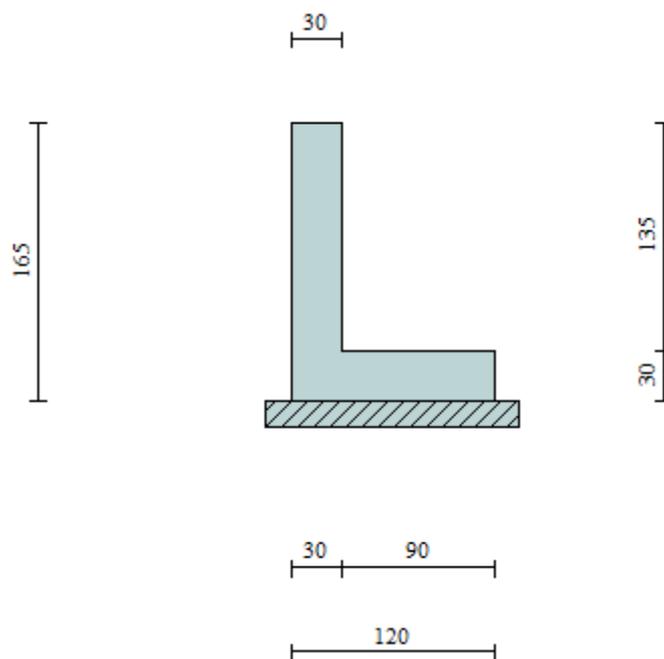
<b>C</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sisma</b>	<b>CS<sub>sco</sub></b>	<b>CS<sub>rib</sub></b>	<b>CS<sub>qlim</sub></b>	<b>CS<sub>stab</sub></b>
1	A1-M1 - [1]	--	2.03	--	9.07	--
2	A1-M1 - [1]	--	2.48	--	8.62	--
3	A1-M1 - [1]	--	2.29	--	9.19	--
4	A1-M1 - [1]	--	2.22	--	8.58	--
5	EQU - [1]	--	--	2.60	--	--
6	STAB - [1]	--	--	--	--	2.17
7	A1-M1 - [2]	--	2.29	--	9.19	--
8	A1-M1 - [2]	--	2.22	--	8.58	--
9	A1-M1 - [2]	--	2.03	--	9.07	--
10	A1-M1 - [2]	--	2.48	--	8.62	--
11	EQU - [2]	--	--	2.22	--	--
12	STAB - [2]	--	--	--	--	2.17
13	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	1.15	--	2.74	--
14	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	1.10	--	2.62	--
15	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	1.37	--	--
16	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	1.33	--	--
17	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1.78
18	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1.79
19	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	1.15	--	2.74	--
20	SLEQ - [1]	--	2.76	--	11.92	--
21	SLEF - [1]	--	2.76	--	11.92	--
22	SLER - [1]	--	2.76	--	11.92	--

## 8 ANALISI MURO DI TESTATA $\Phi 800$

Di seguito si riportano i risultati dell'analisi e le verifiche strutturali e geotecniche del muro di testata relativo al tombino circolare  $\Phi 800$  (IN10Q51).

### 8.1 Geometria del muro

Il muro analizzato presenta la seguente geometria.



Nella figura seguente si mostra il profilo stratigrafico considerato.

A valle del muro è stata considerata inoltre un'altezza di rinterro equivalente, rispetto all'attacco fondazione-paramento.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

Doc. N.

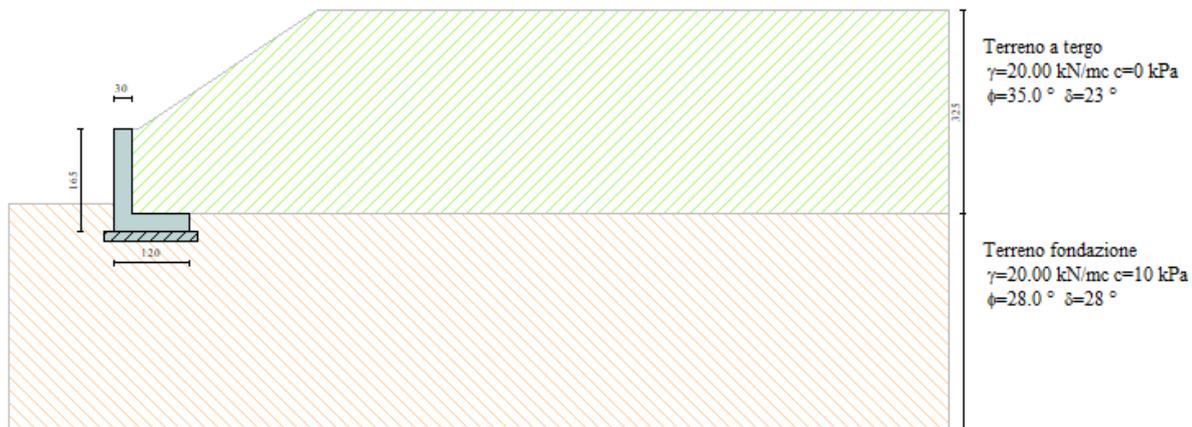
Progetto  
INOR

Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 CL IV 35C 8 001

Rev.  
B

Foglio  
36 di 62

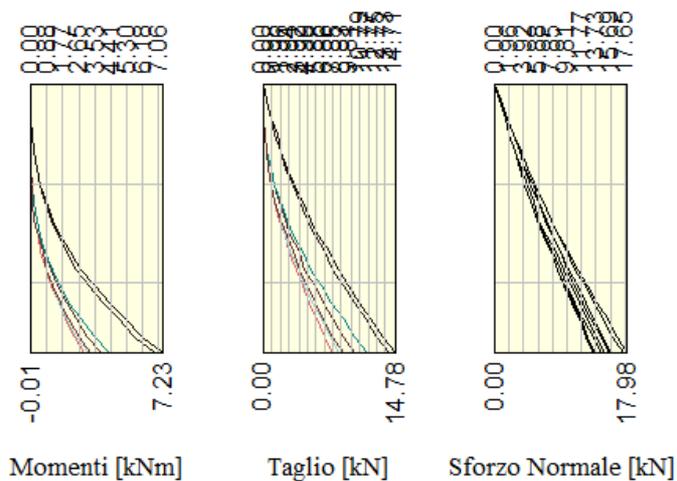
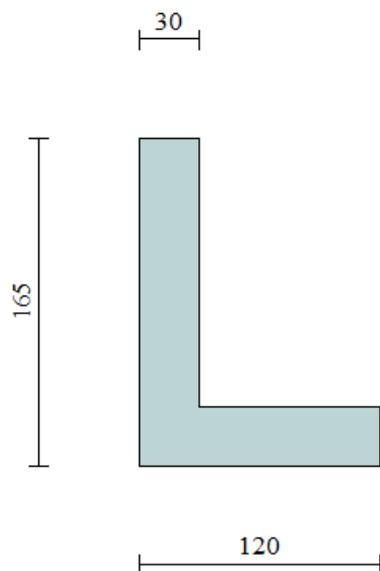


## 8.2 Sollecitazioni

In tabella si riassumono le sollecitazioni agenti sul paramento ed in fondazione del muro, per le combinazioni più significative.

COMBINAZIONE	PARAMENTO			FONDAZIONE		
	$M_{MAX}$ (kNm/m)	$T_{MAX}$ (kN/m)	$N_{MAX}$ (kN/m)	$M_{MAX}$ (kNm/m)	$T_{MAX}$ (kN/m)	$N_{MAX}$ (kN/m)
SLU - SLV	7.23	14.78	17.98	13.84	22.97	-

A titolo di esempio si riportano i grafici del momento, del taglio e dello sforzo normale agenti lungo il paramento e sulla fondazione.



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

Doc. N.

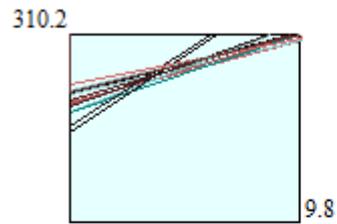
Progetto  
INOR

Lotto  
11

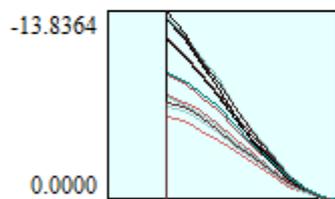
Codifica Documento  
E E2 CL IV 35C 8 001

Rev.  
B

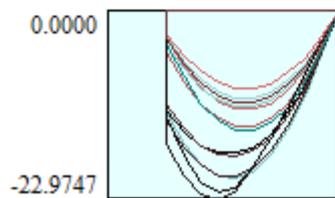
Foglio  
38 di 62



Pressioni sul terreno



Momento



Taglio

### 8.3 Verifiche strutturali

Il paramento e la fondazione del muro sono caratterizzati dalla stessa sezione:

$h = 30\text{cm}$   
 $A_{\text{tesa}} = \Phi 14/20$   
 $A_{\text{comp}} = \Phi 12/20$   
 $c = 4\text{cm}$

Pertanto, verrà eseguita un'unica verifica strutturale valida sia per il paramento che per la fondazione, considerando il massimo tra le sollecitazioni ottenute per i due elementi strutturali.

#### 8.3.1 Verifica a flessione

$M_{S,d} = 13.84\text{ kNm/m}$   
 $N_{S,d} = 0\text{ kN/m}$

**Titolo :**

**N\* figure elementari**  **Zoom** **N\* strati barre**  **Zoom**

N*	b [cm]	h [cm]
1	100	30

N*	As [cm²]	d [cm]
1	5,65	6,6
2	7,7	23,3

**Tipo Sezione**  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U.  Metodo n

$N_{Ed}$	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	kN
$M_{xEd}$	<input type="text" value="13,84"/>	<input type="text" value="13,84"/>	kNm
$M_{yEd}$	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	

**P.to applicazione N**  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN  yN

**Tipo rottura**  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Metodo di calcolo**  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

**Tipo flessione**  
 Retta  Deviata

**Materiali**

<b>B450C</b>	<b>C32/40</b>
$\epsilon_{su}$ <input type="text" value="67,5"/> ‰	$\epsilon_{c2}$ <input type="text" value="2"/> ‰
$f_{yd}$ <input type="text" value="391,3"/> N/mm²	$\epsilon_{cu}$ <input type="text" value="3,5"/> ‰
$E_s$ <input type="text" value="200.000"/> N/mm²	$f_{cd}$ <input type="text" value="18,13"/>
$E_s/E_c$ <input type="text" value="15"/>	$f_{cc}/f_{cd}$ <input type="text" value="0,8"/> ?
$\epsilon_{syd}$ <input type="text" value="1.957"/> ‰	$\sigma_{c,adm}$ <input type="text" value="12,25"/>
$\sigma_{s,adm}$ <input type="text" value="255"/> N/mm²	$\tau_{co}$ <input type="text" value="0,7333"/>
	$\tau_{c1}$ <input type="text" value="2,114"/>

$M_{xRd}$   kN m

$\sigma_c$   N/mm²

$\sigma_s$   N/mm²

$\epsilon_c$   ‰

$\epsilon_s$   ‰

d  cm

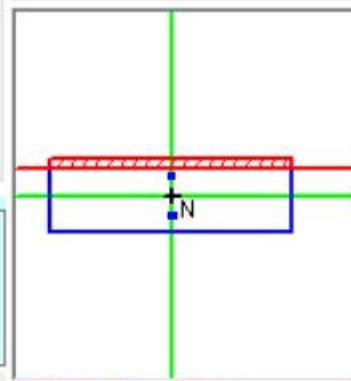
x  x/d

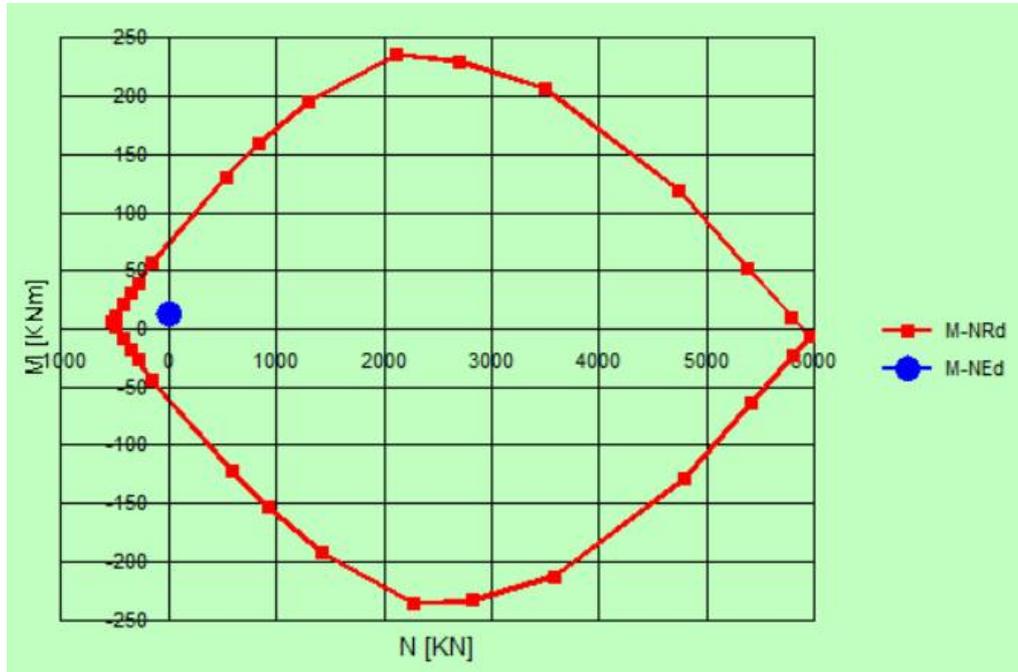
$\delta$

**Calcola MRd** **Dominio M-N**

$L_0$   cm **Col. modello**

Precompresso





Essendo  $M_{R,d} = 77.05 \text{ kNm/m} > M_{S,d} = 13.84 \text{ kNm/m}$  la verifica risulta soddisfatta.

### 8.3.2 Verifica a taglio

$$T_{S,d} = 22.97 \text{ kN/m}$$

$$N_{S,d} = 0 \text{ kN/m}$$

$V_{sdu}$	22.97	kN
$N_{sdu}$	0	kN
$R_{ck}$	40	$\text{N/mm}^2$
$f_{ck}$	32	$\text{N/mm}^2$
$\gamma_c$	1.50	
$f_{yk}$	450	$\text{N/mm}^2$
$b_w$	100	cm
$d$	24	cm
$A_{sl}$	7.7	$\text{cm}^2$
$c$	6.00	cm
$\alpha$	90	gradi
$\alpha$	1.57	rad
$\theta$	21.80	gradi
$\text{ctg}\theta$	2.50	
$\theta_{\text{imposto}}$	21.80	gradi
$A_{sw}$	0.00	$\text{cm}^2$
passo	20	cm

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 CL IV 35C 8 001

Rev.  
B

Foglio  
41 di 62

$f_{cd}$	18.13	N/mm <sup>2</sup>
$f_{yd}$	391.30	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{cp}$	0.00	N/mm <sup>2</sup>
<i>Verifica senza armatura resistente a taglio</i>		
$V_{Rd}$	126	kN

La verifica risulta soddisfatta senza armatura a taglio.



### 8.3.4 Verifica a fessurazione

Ampliamente a favore di sicurezza si esegue la verifica a fessurazione considerando le sollecitazioni allo SLU. In particolare, per condizioni ambientali aggressive (XA1) e per armature poco sensibili si ha  $w_2 = 0.3\text{mm}$  per la combinazione frequente e  $w_1 = 0.2\text{mm}$  per la combinazione quasi permanente.

$$M_{S,d} = 29.9 \text{ kNm/m}$$

$$N_{S,d} = 0 \text{ kN/m}$$

**Titolo :**

N° figure elementari  Zoom  N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	30

N°	As [cm²]	d [cm]
1	5,65	6,6
2	7,7	23,3

**Tipo Sezione**

Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

**Sollecitazioni**

S.L.U.  Metodo n

N <sub>Ed</sub>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	kN
M <sub>xEd</sub>	<input type="text" value="13,84"/>	<input type="text" value="22,97"/>	kNm
M <sub>yEd</sub>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	

**P.to applicazione N**

Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN  yN

**Metodo di calcolo**

S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

**Materiali**

**B450C** **C32/40**

$\epsilon_{su}$	<input type="text" value="67,5"/>	%	$\epsilon_{c2}$	<input type="text" value="2"/>	%
$f_{yd}$	<input type="text" value="391,3"/>	N/mm²	$\epsilon_{cu}$	<input type="text" value="3,5"/>	
$E_s$	<input type="text" value="200.000"/>	N/mm²	$f_{cd}$	<input type="text" value="18,13"/>	
$E_s/E_c$	<input type="text" value="15"/>		$f_{cc}/f_{cd}$	<input type="text" value="0,8"/>	?
$\epsilon_{syd}$	<input type="text" value="1,957"/>	%	$\sigma_{c,adm}$	<input type="text" value="12,25"/>	
$\sigma_{s,adm}$	<input type="text" value="255"/>	N/mm²	$\tau_{co}$	<input type="text" value="0,7333"/>	
			$\tau_{c1}$	<input type="text" value="2,114"/>	

$\sigma_c$   N/mm²  
 $\sigma_s$   N/mm²  
 $\epsilon_s$   %  
 d  cm  
 x  x/d   
 $\delta$

**Verifica**

N° iterazioni:

Precompresso

Caratteristiche dei materiali			
Classe cls	$f_{ck} =$	32	N/mm²
Modulo elastico acciaio	$E_s =$	210000	N/mm²
Modulo elastico del calcestruzzo	$E_{cm0} =$	33346	N/mm²
Resistenza a trazione media	$f_{ctm} =$	3,02	N/mm²
Coefficiente di omogeneizzazione	$n0 =$	15	
Caratteristiche della sezione			
Altezza	H =	30	cm

Larghezza	B =	100	cm
Momento di fessurazione	$M_{fess}$	45	kNm
Copriferro baricentrico acciaio teso	cb =	6,00	cm
Area acciaio teso	$A_s$ =	7,70	cm <sup>2</sup>
Ricoprimento barre esterne tese	c =	4,0	cm
Diametro massimo barre tese	$\Phi$ =	1,4	cm
Diametro medio equivalente	$\Phi_m$ =	1,40	cm
<b>Sezione fessurata: apertura fessure</b>			
Tensione media barre	$\sigma_{sm}$ =	140,30	N/mm <sup>2</sup>
Asse neutro	x =	6,31	cm
Altezza utile	d =	24,00	cm
Deformazione media barre	$\varepsilon_1$ =	8,95E-04	
<b>Distanza media fra due fessure successive</b>			
Coefficiente $k_2$	$k_2$ =	0,50	
Coefficiente $k_3$	$k_3$ =	3,400	
Larghezza efficace	$b_{eff}$ =	100,0	cm
Altezza efficace	$h_{c,eff}$ =	7,9	cm
Area efficace	$A_{ceff}$ =	789,8	cm <sup>2</sup>
Area armature poste in $A_{ceff}$	$A_s$ =	7,70	cm <sup>2</sup>
Distanza massima fra due fessure	$\Delta s_{max}$ =	38,01	cm
Coefficiente $k_t$	$k_t$ =	0,4	
Coefficiente $k_1$	$k_1$ =	0,8	
Coefficiente $k_4$	$k_4$ =	0,425	
<b>Deformazione unitaria media</b>	$e_{sm}$ =	4,01E-04	
<b>Ampiezza fessura</b>	<b><math>w_k</math> =</b>	<b>0,152</b>	<b>mm</b>

La verifica risulta pertanto soddisfatta considerando la condizione più gravosa che prevede  $w_1=0.2\text{mm}$ .

#### 8.4 Verifiche geotecniche

Le verifiche geotecniche del muro di testata vengono riassunte nello schema seguente. Tutte le verifiche sono soddisfatte in quanto i coefficienti di sicurezza calcolati risultano maggiori di quelli limite imposti dalla normativa.

##### Simbologia adottata

*C* Identificativo della combinazione

*Tipo* Tipo combinazione

*Sisma* Combinazione sismica

$CS_{SCO}$  Coeff. di sicurezza allo scorrimento

$CS_{RIB}$  Coeff. di sicurezza al ribaltamento

$CS_{QLIM}$  Coeff. di sicurezza a carico limite

$CS_{STAB}$  Coeff. di sicurezza a stabilità globale

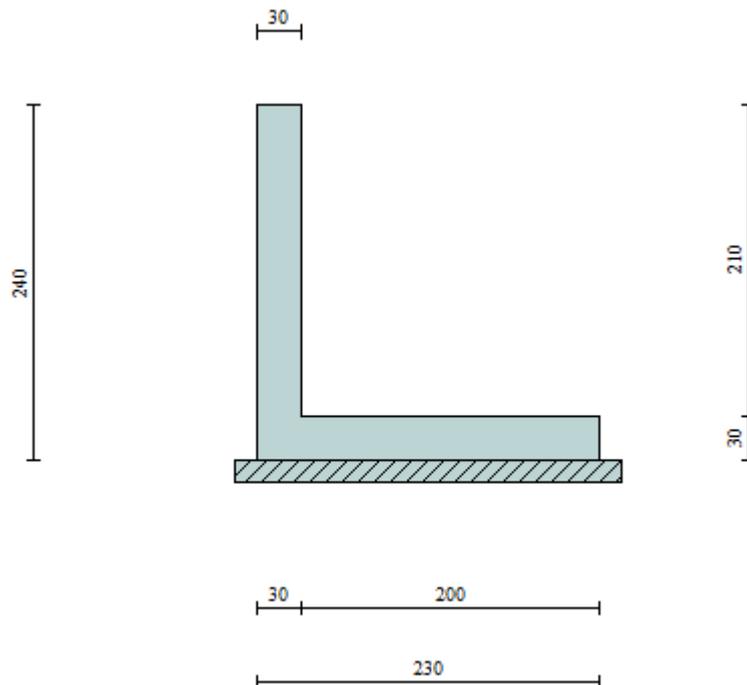
<b>C</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sisma</b>	<b>CS<sub>sco</sub></b>	<b>CS<sub>rib</sub></b>	<b>CS<sub>qlim</sub></b>	<b>CS<sub>stab</sub></b>
1	A1-M1 - [1]	--	1.45	--	3.44	--
2	A1-M1 - [1]	--	1.78	--	3.85	--
3	A1-M1 - [1]	--	1.65	--	3.94	--
4	A1-M1 - [1]	--	1.58	--	3.46	--
5	EQU - [1]	--	--	1.62	--	--
6	STAB - [1]	--	--	--	--	1.79
7	A1-M1 - [2]	--	1.35	--	2.76	--
8	A1-M1 - [2]	--	1.29	--	2.35	--
9	A1-M1 - [2]	--	1.19	--	2.23	--
10	A1-M1 - [2]	--	1.45	--	2.79	--
11	EQU - [2]	--	--	1.28	--	--
12	STAB - [2]	--	--	--	--	1.73
13	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	1.15	--	1.51	--
14	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	1.12	--	1.53	--
15	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	1.22	--	--
16	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	1.20	--	--
17	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1.51
18	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1.54
19	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	1.15	--	1.51	--
20	SLEQ - [1]	--	1.88	--	5.15	--
21	SLEF - [1]	--	1.64	--	4.23	--
22	SLER - [1]	--	1.56	--	3.92	--

## 9 ANALISI MURO DI TESTATA DELLO SCATOLARE

Il tombino scatolare IN10Q52, di sezione interna 200x150cm, interseca il Ramo V in corrispondenza della progressiva 117.604. Di seguito si riportano i risultati dell'analisi e le verifiche strutturali e geotecniche del suo muro di testata.

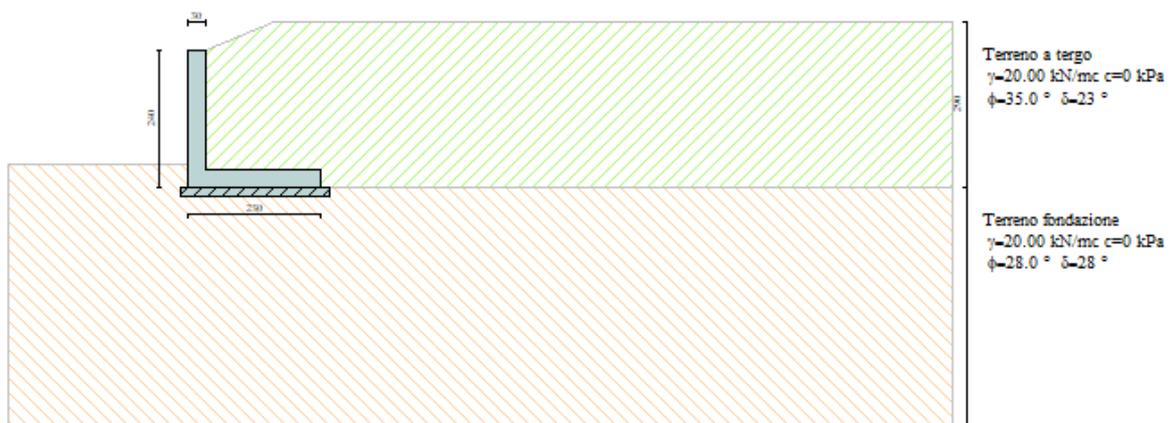
### 9.1 Geometria del muro

Il muro analizzato presenta la seguente geometria.



Nella figura seguente si mostra il profilo stratigrafico considerato.

A valle del muro è stata considerata inoltre un'altezza di rinterro equivalente, rispetto all'attacco fondazione-paramento.

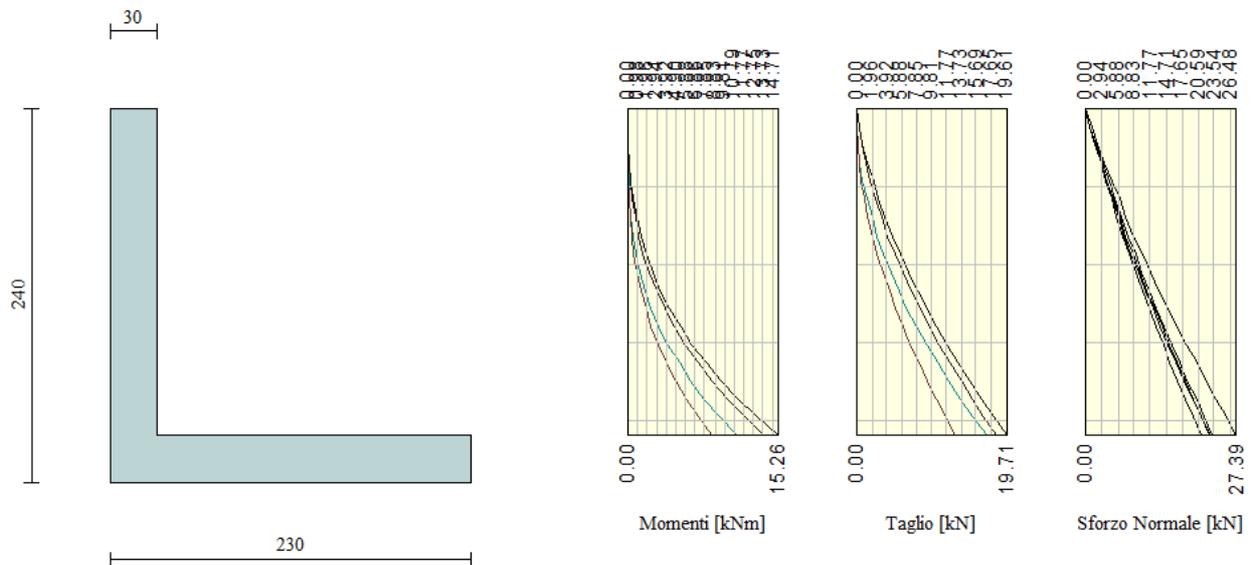


## 9.2 Sollecitazioni

In tabella si riassumono le sollecitazioni agenti sul paramento ed in fondazione del muro, per le combinazioni più significative.

COMBINAZIONE	PARAMENTO			FONDAZIONE		
	$M_{MAX}$ (kNm/m)	$T_{MAX}$ (kN/m)	$N_{MAX}$ (kN/m)	$M_{MAX}$ (kNm/m)	$T_{MAX}$ (kN/m)	$N_{MAX}$ (kN/m)
SLU - SLV	15.26	19.71	27.39	39.03	26.50	-

A titolo di esempio si riportano i grafici del momento, del taglio e dello sforzo normale agenti lungo il paramento e sulla fondazione.



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

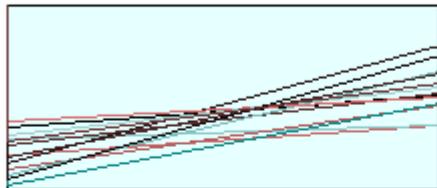
Codifica Documento  
E E2 CL IV 35C 8 001

Rev.  
B

Foglio  
48 di 62



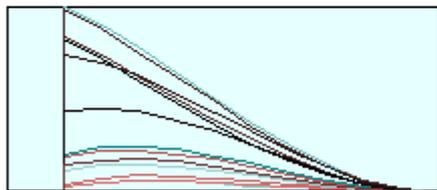
108.1



70.4

Pressioni sul terreno

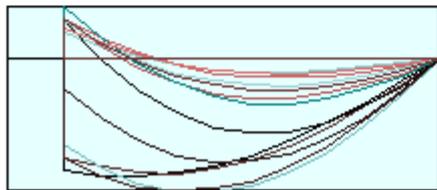
-39.0334



0.0000

Momento

10.1637



-26.5046

Taglio

### 9.3 Verifiche strutturali

Il paramento e la fondazione del muro sono caratterizzati dalla stessa sezione:

$$h = 30\text{cm}$$

$$A_{\text{tesa}} = \Phi 16/20$$

$$A_{\text{comp}} = \Phi 14/20$$

$$c = 4\text{cm}$$

Pertanto, verrà eseguita un'unica verifica strutturale valida sia per il paramento che per la fondazione, considerando il massimo tra le sollecitazioni ottenute per i due elementi strutturali.

#### 9.3.1 Verifica a flessione

$$M_{s,d} = 39.03 \text{ kNm/m}$$

$$N_{s,d} = 0 \text{ kN/m}$$

**Titolo :**

**N° figure elementari**  **Zoom** **N° strati barre**  **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	30

N°	As [cm²]	d [cm]
1	7,70	6,6
2	10,05	23,3

**Sollecitazioni**  
 S.L.U.  Metodo n

**N<sub>Ed</sub>**   kN  
**M<sub>xEd</sub>**   kNm  
**M<sub>yEd</sub>**

**P.to applicazione N**  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN  yN

**Tipo rottura**  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Metodo di calcolo**  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

**Tipo flessione**  
 Retta  Deviata

**Materiali**

**M<sub>xRd</sub>**  kN m

**σ<sub>c</sub>**  N/mm<sup>2</sup>  
**σ<sub>s</sub>**  N/mm<sup>2</sup>  
**ε<sub>c</sub>**  ‰  
**ε<sub>s</sub>**  ‰  
**d**  cm  
**x**  **x/d**   
**δ**

**ε<sub>su</sub>**  ‰ **ε<sub>c2</sub>**  ‰  
**f<sub>yd</sub>**  N/mm<sup>2</sup> **ε<sub>cu</sub>**  ‰  
**E<sub>s</sub>**  N/mm<sup>2</sup> **f<sub>cd</sub>**  ‰  
**E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>**  **f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>**  ?  
**ε<sub>syd</sub>**  ‰ **σ<sub>c,adm</sub>**  ‰  
**σ<sub>s,adm</sub>**  N/mm<sup>2</sup> **τ<sub>co</sub>**  ‰  
**τ<sub>c1</sub>**  ‰

**Tipo Sezione**  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

**Metodo di calcolo**  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

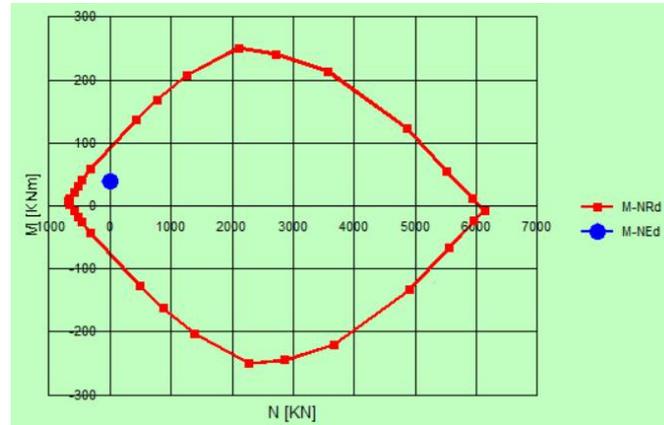
**Tipo flessione**  
 Retta  Deviata

**N° rett.**

**Calcola MRd** **Dominio M-N**

**L<sub>0</sub>**  cm **Col. modello**

Precompresso



Essendo  $M_{R,d} = 96.69 \text{ kNm/m} > M_{S,d} = 39.03 \text{ kNm/m}$  la verifica risulta soddisfatta.

### 9.3.2 Verifica a taglio

$$T_{S,d} = 26.5 \text{ kN/m}$$

$$N_{S,d} = 0 \text{ kN/m}$$

$V_{sdu}$	26.5	kN
$N_{sdu}$	0	kN
$R_{ck}$	40	$\text{N/mm}^2$
$f_{ck}$	32	$\text{N/mm}^2$
$\gamma_c$	1.50	
$f_{yk}$	450	$\text{N/mm}^2$
$b_w$	100	cm
$d$	24	cm
$A_{sl}$	7.7	$\text{cm}^2$
$c$	6.00	cm
$\alpha$	90	gradi
$\alpha$	1.57	rad
$\theta$	21.80	gradi
$\text{ctg}\theta$	2.50	
$\theta_{\text{imposto}}$	21.80	gradi
$A_{sw}$	0.00	$\text{cm}^2$
passo	20	cm
$f_{cd}$	18.13	$\text{N/mm}^2$
$f_{yd}$	391.30	$\text{N/mm}^2$
$\sigma_{cp}$	0.00	$\text{N/mm}^2$
<i>Verifica senza armatura resistente a taglio</i>		
$V_{Rd}$	126	kN

La verifica risulta soddisfatta senza armatura a taglio.

### 9.3.3 Verifica tensionale

Ampiamente a favore di sicurezza si esegue la verifica tensionale considerando le sollecitazioni allo SLU. La massima tensione di compressione del calcestruzzo ( $\sigma_c$ ) deve rispettare la seguente condizione:

$$\sigma_c < 0.6 \cdot f_{ck} \text{ per la combinazione caratteristica (rara)}$$

$$\sigma_c < 0.45 \cdot f_{ck} \text{ per la combinazione quasi permanente}$$

La massima tensione dell'acciaio ( $\sigma_s$ ), per effetto delle azioni dovute alla combinazione caratteristica, deve rispettare:

$$\sigma_s < 0.8 \cdot f_{yk}$$

In accordo con i materiali impiegati, tali limitazioni risulteranno essere:

$$\sigma_c < 0.6 \cdot f_{ck} = 0.6 \cdot 32 = 19.2 \text{ MPa}$$

$$\sigma_c < 0.45 \cdot f_{ck} = 0.45 \cdot 32 = 14.4 \text{ MPa}$$

$$\sigma_s < 0.8 \cdot f_{yk} = 0.8 \cdot 450 = 360 \text{ MPa}$$

$$M_{s,d} = 39.03 \text{ kNm/m}$$

$$N_{s,d} = 0 \text{ kN/m}$$

**Titolo :**

**N° figure elementari**  **Zoom** **N° strati barre**  **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	30

N°	As [cm²]	d [cm]
1	7,70	6,6
2	10,05	23,3

**Tipo Sezione**  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U.  Metodo n

N <sub>Ed</sub>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/> kN
M <sub>xEd</sub>	<input type="text" value="39,03"/>	<input type="text" value="39,03"/> kNm
M <sub>yEd</sub>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

**P.to applicazione N**  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN   
 yN

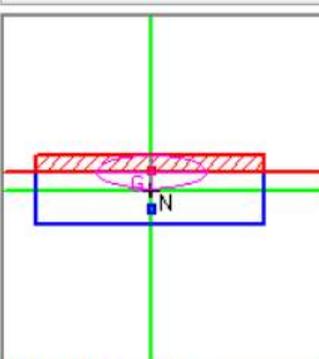
**Metodo di calcolo**  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

**Materiali**

B450C		C32/40	
$\epsilon_{su}$	<input type="text" value="67.5"/> ‰	$\epsilon_{c2}$	<input type="text" value="2"/> ‰
$f_{yd}$	<input type="text" value="391.3"/> N/mm²	$\epsilon_{cu}$	<input type="text" value="3.5"/> ‰
$E_s$	<input type="text" value="200.000"/> N/mm²	$f_{cd}$	<input type="text" value="18.13"/>
$E_s/E_c$	<input type="text" value="15"/>	$f_{cc}/f_{cd}$	<input type="text" value="0.8"/> ?
$\epsilon_{syd}$	<input type="text" value="1.957"/> ‰	$\sigma_{c,adm}$	<input type="text" value="12.25"/>
$\sigma_{s,adm}$	<input type="text" value="255"/> N/mm²	$\tau_{co}$	<input type="text" value="0.7333"/>
		$\tau_{c1}$	<input type="text" value="2.114"/>

$\sigma_c$   N/mm²  
 $\sigma_s$   N/mm²  
 $\epsilon_s$   ‰  
 d  cm  
 x  w/d   
 $\delta$

**Verifica**  
 N° iterazioni:   
 Precompresso



Essendo le tensioni calcolate, sia nel calcestruzzo che nell'acciaio, inferiori ai limiti prescritti per entrambe le combinazioni, la verifica risulta soddisfatta.

### 9.3.4 Verifica a fessurazione

Ampiamente a favore di sicurezza si esegue la verifica a fessurazione considerando le sollecitazioni allo SLU. In particolare, per condizioni ambientali aggressive (XA1) e per armature poco sensibili si ha  $w_2 = 0.3\text{mm}$  per la combinazione frequente e  $w_1 = 0.2\text{mm}$  per la combinazione quasi permanente.

$$M_{S,d} = 39.03 \text{ kNm/m}$$

$$N_{S,d} = 0 \text{ kN/m}$$

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° figure elementari  Zoom N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	30

N°	As [cm²]	d [cm]
1	7,70	6,6
2	10,05	23,3

**Tipo Sezione**  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. Metodo n

N <sub>Ed</sub>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/> kN
M <sub>xEd</sub>	<input type="text" value="39,03"/>	<input type="text" value="39,03"/> kNm
M <sub>yEd</sub>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

**P.to applicazione N**  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN  yN

**Metodo di calcolo**  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

**Materiali**

B450C		C32/40	
$\epsilon_{su}$	<input type="text" value="67.5"/> ‰	$\epsilon_{c2}$	<input type="text" value="2"/> ‰
$f_{yd}$	<input type="text" value="391.3"/> N/mm²	$\epsilon_{cu}$	<input type="text" value="3.5"/>
$E_s$	<input type="text" value="200.000"/> N/mm²	$f_{cd}$	<input type="text" value="18.13"/>
$E_s/E_c$	<input type="text" value="15"/>	$f_{cc}/f_{cd}$	<input type="text" value="0.8"/> ?
$\epsilon_{syd}$	<input type="text" value="1.957"/> ‰	$\sigma_{c,adm}$	<input type="text" value="12.25"/>
$\sigma_{s,adm}$	<input type="text" value="255"/> N/mm²	$\tau_{co}$	<input type="text" value="0.7333"/>
		$\tau_{c1}$	<input type="text" value="2.114"/>

$\sigma_c$   N/mm²  
 $\sigma_s$   N/mm²  
 $\epsilon_s$   ‰  
 d  cm  
 x  x/d   
 $\delta$

**Verifica**  
 N° iterazioni:   
 Precompresso

Caratteristiche dei materiali			
Classe cls	$f_{ck} =$	32	N/mm²
Modulo elastico acciaio	$E_s =$	210000	N/mm²
Modulo elastico del calcestruzzo	$E_{cm0} =$	33346	N/mm²
Resistenza a trazione media	$f_{ctm} =$	3,02	N/mm²
Coefficiente di omogeneizzazione	$n0 =$	15	
Caratteristiche della sezione			

Altezza	H =	30	cm
Larghezza	B =	100	cm
Momento di fessurazione	M <sub>fess</sub>	45	kNm
Copriferro baricentrico acciaio teso	cb =	6,00	cm
Area acciaio teso	A <sub>s</sub> =	10,05	cm <sup>2</sup>
Ricoprimento barre esterne tese	c =	4,0	cm
Diametro massimo barre tese	Φ =	1,6	cm
Diametro medio equivalente	Φ <sub>m</sub> =	1,60	cm
<b>Sezione fessurata: apertura fessure</b>			
Tensione media barre	σ <sub>sm</sub> =	185,70	N/mm <sup>2</sup>
Asse neutro	x =	6,96	cm
Altezza utile	d =	24,00	cm
Deformazione media barre	ε <sub>1</sub> =	1,20E-03	
<b>Distanza media fra due fessure successive</b>			
Coefficiente k <sub>2</sub>	k <sub>2</sub> =	0,50	
Coefficiente k <sub>3</sub>	k <sub>3</sub> =	3,400	
Larghezza efficace	b <sub>eff</sub> =	100,0	cm
Altezza efficace	h <sub>c,eff</sub> =	7,7	cm
Area efficace	A <sub>ceff</sub> =	768,0	cm <sup>2</sup>
Area armature poste in A <sub>ceff</sub>	A <sub>s</sub> =	10,05	cm <sup>2</sup>
Distanza massima fra due fessure	Δs <sub>max</sub> =	34,39	cm
Coefficiente kt	kt =	0,4	
Coefficiente k <sub>1</sub>	k <sub>1</sub> =	0,8	
Coefficiente k <sub>4</sub>	k <sub>4</sub> =	0,425	
<b>Deformazione unitaria media</b>	ε <sub>sm</sub> =	5,31E-04	
<b>Ampiezza fessura</b>	w <sub>k</sub> =	<b>0,182</b>	<b>mm</b>

La verifica risulta pertanto soddisfatta considerando la condizione più gravosa che prevede w<sub>1</sub>=0.2mm.

#### 9.4 Verifiche geotecniche

Le verifiche geotecniche del muro di testata vengono riassunte nello schema seguente. Tutte le verifiche sono soddisfatte in quanto i coefficienti di sicurezza calcolati risultano maggiori di quelli limite imposti dalla normativa.

##### Simbologia adottata

*C* Identificativo della combinazione

*Tipo* Tipo combinazione

*Sisma* Combinazione sismica

$CS_{SCO}$  Coeff. di sicurezza allo scorrimento

$CS_{RIB}$  Coeff. di sicurezza al ribaltamento

$CS_{QLIM}$  Coeff. di sicurezza a carico limite

$CS_{STAB}$  Coeff. di sicurezza a stabilità globale

<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]	--	3.15	--	5.32	--
2	A1-M1 - [1]	--	4.00	--	4.63	--
3	A1-M1 - [1]	--	3.78	--	4.91	--
4	A1-M1 - [1]	--	3.36	--	4.98	--
5	EQU - [1]	--	--	6.13	--	--
6	STAB - [1]	--	--	--	--	1.58
7	A1-M1 - [2]	--	2.34	--	3.54	--
8	A1-M1 - [2]	--	2.09	--	3.42	--
9	A1-M1 - [2]	--	1.96	--	3.55	--
10	A1-M1 - [2]	--	2.46	--	3.40	--
11	EQU - [2]	--	--	3.23	--	--
12	STAB - [2]	--	--	--	--	1.30
13	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	2.04	--	3.41	--
14	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	1.93	--	3.59	--
15	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	3.46	--	--
16	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	3.00	--	--
17	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1.25
18	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1.22
19	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	2.04	--	3.41	--
20	SLEQ - [1]	--	4.02	--	6.02	--
21	SLEF - [1]	--	2.85	--	4.92	--
22	SLER - [1]	--	2.61	--	4.60	--

## 10 VERIFICA STATICA TOMBINI CIRCOLARI

Si riportano nel seguito le ipotesi da assumere e la procedura da applicare al fine di determinare la classe di resistenza delle tubature circolari, conformemente a quanto riportato dalla norma UNI 7517.

Con riferimento alla norma suddetta, le ipotesi assunte alla base del calcolo sono:

- tubazione “rigida”;
- tubazione non “in pressione”.

### 10.1 Carico di progetto QT

Le tubazioni risultano assoggettate ai carichi verticali costituiti dal peso del terreno di ricoprimento, dal peso dell’acqua contenuta nello stesso tubo e dai sovraccarichi accidentali.

Il carico di progetto  $Q_t$  risulta pertanto definito dalla seguente espressione:

$$Q_t = Q_{st} + P_{vc} + P_w$$

dove:

- $Q_{st}$  = Carico dovuto al rinterro (kN/m)
- $P_{vc}$  = Carico dovuto all’acqua contenuta nel collettore (kN/m)
- $P_w$  = Carico dovuto ad azioni mobili variabili (kN/m)

Lo stato tensionale risulta quindi dipendere dal sistema di forze agenti sul tubo: distribuzione dei carichi e reazione di vincolo definite dal sistema di posa.

#### 10.1.1 Carico da terreno sovrastante ‘QST’

La norma UNI 7517 distingue due diverse tipologie di calcolo nella stima del carico da terreno sovrastante a seconda delle condizioni di posa della tubazione: una per il caso di “trincea stretta” e una per il caso di “trincea larga”.

La tubazione è considerata posata in trincea stretta nel caso sia verificata una delle seguenti condizioni:

- $B \leq 2D$  e  $H \geq 1,5B$
- $2D < B < 3D$  e  $H \geq 3,5B$

dove B rappresenta la larghezza della trincea a livello della generatrice del tubo, H l’altezza di ricoprimento e D il diametro esterno.

In caso di condizioni di posa in trincea stretta, il carico verticale dovuto al rinterro  $Q_{st}$  (kN/m) è calcolato come:

$$Q_{st} = C_t \cdot \gamma_t \cdot B^2$$

dove:

- $\gamma_t$  = Peso specifico del materiale di rinterro (kN/mc)
- B = Larghezza della trincea a livello della generatrice del tubo (m)

- $C_t$  = Coefficiente di carico del terreno nella posa in trincea stretta. Il coefficiente è funzione del rapporto  $H/B$ , dell'angolo di attrito interno del terreno di rinterro  $\varphi$  e dell'angolo di attrito  $\varphi'$  tra terreno di rinterro e terreno naturale. È calcolato secondo la seguente espressione:

$$C_t = 1 - e^{-2k(H/B)\tan\varphi'} / 2k\tan\varphi \text{ con } k = \tan^2(45^\circ - \varphi/2)$$

In caso di condizioni di posa di trincea larga il carico verticale dovuto al rinterro  $Q_{st}$  (kN/m) è calcolato come:

$$Q_{st} = C_e \cdot \gamma_t \cdot D^2$$

dove:

- $\gamma_t$  = Peso specifico del materiale di rinterro (kN/mc)
- $D$  = Diametro esterno del tubo (m)
- $C_t$  = Coefficiente di carico del terreno nella posa in trincea larga, stimato in funzione del rapporto  $H/D$  (indicando con  $H$  l'altezza del ricoprimento da estradosso tubo), delle caratteristiche del terreno e delle modalità di posa. Cautelativamente viene valutato tramite le seguenti espressioni:

$$C_e = 0.1 + 0.85 \cdot (H/D) + 0.33 \cdot (H/D)^2 \quad \text{per } H/D \leq 2.66$$

$$C_e = 0.1 + 1.68 \cdot (H/D) \quad \text{per } H/D > 2.66$$

### 10.1.2 Carico da acqua contenuta ' $P_w$ '

Il carico dovuto all'acqua contenuta all'interno della tubazione viene valutato secondo la norma UNI 7517 come:

$$P_w = 5.788 \cdot d^2$$

con  $d$  diametro interno del tubo (m).

### 10.1.3 Carico da azioni variabili (carichi mobili) ' $P_{vc}$ '

Il carico mobile viene valutato secondo la norma UNI 7517 come:

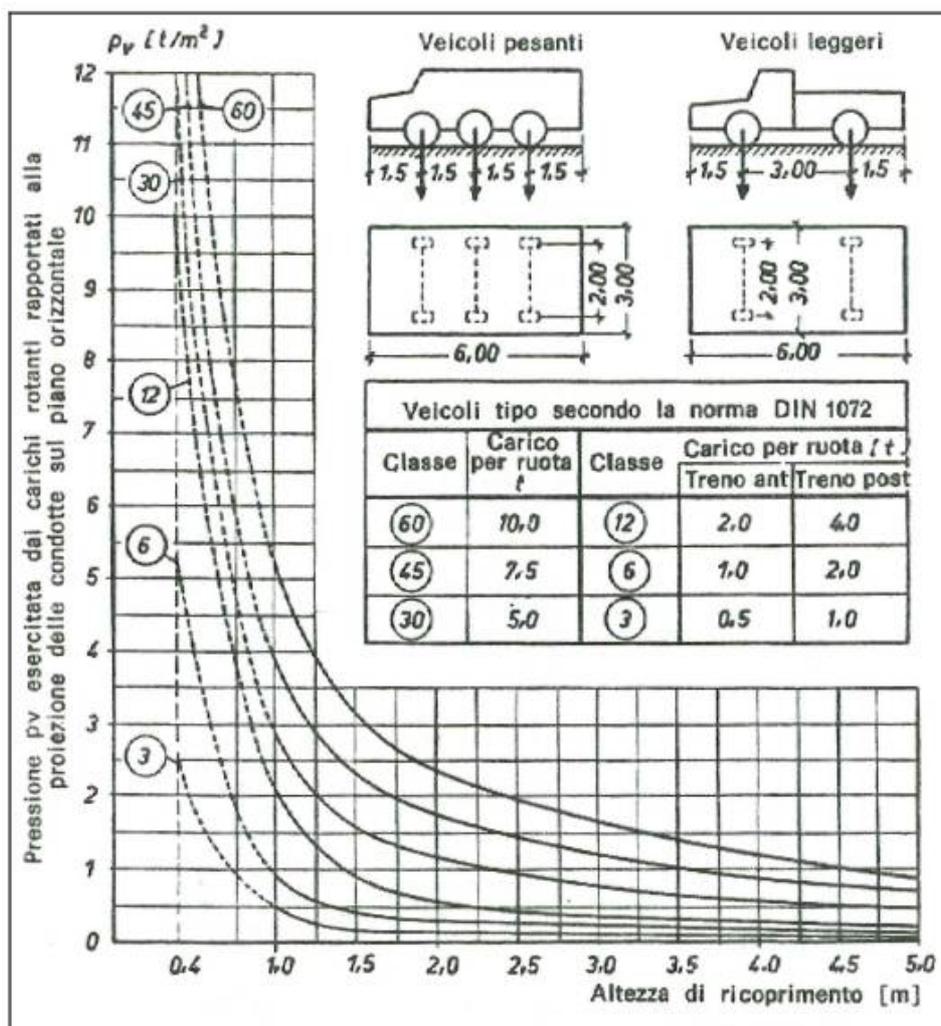
$$P_{vc} = p_v \cdot D \cdot \varphi$$

dove:

- $P_{vc}$  = Carico verticale sulla generatrice superiore del tubo, dovuti ai carichi mobili concentrati (kN/m);
- $D$  = Diametro esterno del tubo (m);
- $\varphi$  = Fattore dinamico che può essere calcolato come:
  - $\varphi = 1 + 0.3/H$  per strade e autostrade;
  - $\varphi = 1 + 0.6/H$  per ferrovie.
- $p_v$  = Pressione verticale al livello della generatrice superiore del tubo, dovuta ai carichi mobili concentrati (kN/m<sup>2</sup>). Il valore del carico  $p_v$  è valutato in funzione del tipo di convoglio e dell'altezza di ricoprimento  $H$ , secondo le seguenti espressioni:
  - $p_v = 0,5281 \cdot P \cdot H^{-1.0461}$  Per veicoli pesanti (Tipo HT)
  - $p_v = 0,8743 \cdot P \cdot H^{-1.5194}$  Per veicoli leggeri (Tipo LT)
 dove  $P$  rappresenta il carico per ruota in kN.

Nel grafico seguente sono riportati gli andamenti di  $p_v$  in funzione del tipo di veicolo considerato e dell'altezza di ricoprimento.

Per i casi in esame, è stato sempre assunto il carico pertinente alla classe HT60, che prevede un carico per ruota P, pari a 100 kN, equivalente alla configurazione di carico da mezzo convenzionale per ponti di 1° categoria.



## 10.2 Classe di resistenza Q

L'espressione che governa la progettazione del tubo è la seguente:

$$\mu \leq \frac{Q \cdot K}{Q_t}$$

dove:

- $\mu$  = Coefficiente di sicurezza posto pari a 2,5 per il sifone, in cui abbiamo pressione interna, e 1,3 in tutti gli altri casi analizzati;

- K =Coefficiente che aumenta la capacità di resistenza della tubazione e che è funzione del tipo di posa. I tombini esaminati sono posati su una soletta in calcestruzzo armato e rinfiancati con materiale da rilevato: per tale modalità di posa la normativa UNI 7517 utilizza un valore di K variabile a partire da un minimo di 2,2 che pertanto è stato assunto in modo cautelativo.

### 10.2.1 IN10Q51 - Tombino circolare DN800

Il tombino circolare Ø800 IN10Q51 interseca l'asse principale in corrispondenza della progressiva 372.885. Il ricoprimento del tombino varia da 1,88m a 2,02m circa.

Nel tabulato viene riportato il calcolo della classe minima di resistenza per il ricoprimento di 2,02m che risulta essere la condizione più gravosa.

DN800			
<b>VERIFICA CONDIZIONI DI POSA DELLA CONDOTTA</b>			
Diametro interno	Di	0.800	m
Spessore	sp	0.090	m
Diametro esterno	De	0.980	m
Altezza di ricoprimento	H	2.020	m
Larghezza dello scavo in corrispondenza estradosso tubo	B	3.490	m
Condizione di posa		trincea larga o rilevato	
<b>CARICO VERTICALE DOVUTO AL RINTERRO</b>			
Peso specifico materiale di rinterro	$\gamma_t$	20	kN/m <sup>3</sup>
	H/D	2.061	-
Coefficiente di carico del terreno	$C_e$	3.254	-
Carico da rinterro	$Q_{st}$	62.505	kN/m
<b>CARICO VERTICALE DOVUTO ALL'ACQUA CONTENUTA NEL COLLETTORE</b>			
Carico da acqua contenuta	$P_a$	3.704	kN/m
<b>CARICO VERTICALE DA AZIONI MOBILI VARIABILI</b>			
	$\varphi$	1.149	-
Categoria Veicolo	-	HT	-
Carico per ruota	P	100	kN
Pressione verticale	$p_v$	25.310	-
Carico da azioni variabili	$P_{vc}$	28.487	kN/m
<b>CLASSE DI RESISTENZA MINIMA</b>			
Carico di progetto	$Q_t$	94.696	kN/m
Coefficiente di posa	K	2.200	-
Coefficiente di sicurezza	$\mu$	1.300	-
Carico minimo di rottura	F	55.957	kN/m
Classe minima di resistenza	Q	69.946	kN/mq

La classe minima di resistenza teorica ottenuta è pari a circa 70 kN/mq, per cui adottando un tubo con classe di resistenza di 135 kN/mq la verificata risulta soddisfatta.

### 10.2.2 IN15050 - Tombino circolare DN400

Il tombino circolare Ø400 IN15050 interseca l'asse principale in corrispondenza della progressiva 113.250. Il ricoprimento del tombino varia da 4.66m a 5,40m circa.

Nel tabulato viene riportato il calcolo della classe minima di resistenza per il ricoprimento di 5,40 m che risulta essere la condizione più gravosa.

DN400			
<b>VERIFICA CONDIZIONI DI POSA DELLA CONDOTTA</b>			
Diametro interno	Di	0.400	m
Spessore	sp	0.050	m
Diametro esterno	De	0.500	m
Altezza di ricoprimento	H	5.400	m
Larghezza dello scavo in corrispondenza estradosso tubo	B	2.080	m
Condizione di posa		trincea larga o rilevato	
<b>CARICO VERTICALE DOVUTO AL RINTERRO</b>			
Peso specifico materiale di rinterro	$\gamma_t$	20	kN/m <sup>3</sup>
	H/D	10.800	-
Coefficiente di carico del terreno	$C_e$	18.244	-
Carico da rinterro	$Q_{st}$	91.220	kN/m
<b>CARICO VERTICALE DOVUTO ALL'ACQUA CONTENUTA NEL COLLETTORE</b>			
Carico da acqua contenuta	$P_a$	0.926	kN/m
<b>CARICO VERTICALE DA AZIONI MOBILI VARIABILI</b>			
	$\varphi$	1.056	-
Categoria Veicolo	-	HT	-
Carico per ruota	P	100	kN
Pressione verticale	$p_v$	9.048	-
Carico da azioni variabili	$P_{vc}$	4.775	kN/m
<b>CLASSE DI RESISTENZA MINIMA</b>			
Carico di progetto	$Q_t$	96.921	kN/m
Coefficiente di posa	K	2.200	-
Coefficiente di sicurezza	$\mu$	1.300	-
Carico minimo di rottura	F	57.272	kN/m
Classe minima di resistenza	Q	143.179	kN/mq

La classe minima di resistenza teorica ottenuta, per un ricoprimento pari a 5,40m, è di circa 143 kN/mq, per cui adottando un tubo con classe di resistenza di 135 kN/mq la verificata non risulta soddisfatta.

È stato quindi calcolato il ricoprimento massimo della tubazione in corrispondenza del quale si ottiene una classe minima di resistenza di 135 kN/mq; per valori di ricoprimento inferiori la tubazione risulterà verificata mentre per valori superiori sarà necessario prevedere una soletta armata di ripartizione.

**DN400 - Ricoprimento massimo****VERIFICA CONDIZIONI DI POSA DELLA CONDOTTA**

Diametro interno	Di	0.400	m
Spessore	sp	0.050	m
Diametro esterno	De	0.500	m
Altezza di ricoprimento max	H	5.000	m
Larghezza dello scavo in corrispondenza estradosso tubo	B	2.080	m
Condizione di posa		trincea larga o rilevato	

**CARICO VERTICALE DOVUTO AL RINTERRO**

Peso specifico materiale di rinterro	$\gamma_t$	20	kN/m <sup>3</sup>
	H/D	10.000	-
Coefficiente di carico del terreno	$C_e$	16.900	-
Carico da rinterro	$Q_{st}$	84.500	kN/m

**CARICO VERTICALE DOVUTO ALL'ACQUA CONTENUTA NEL COLLETTORE**

Carico da acqua contenuta	$P_a$	0.926	kN/m
---------------------------	-------	-------	------

**CARICO VERTICALE DA AZIONI MOBILI VARIABILI**

	$\varphi$	1.060	-
Categoria Veicolo	-	HT	-
Carico per ruota	P	100	kN
Pressione verticale	$p_v$	9.807	-
Carico da azioni variabili	$P_{vc}$	5.198	kN/m

**CLASSE DI RESISTENZA MINIMA**

Carico di progetto	$Q_t$	90.624	kN/m
Coefficiente di posa	K	2.200	-
Coefficiente di sicurezza	$\mu$	1.300	-
Carico minimo di rottura	F	53.550	kN/m
Classe minima di resistenza	Q	133.876	kN/mq

Adottando quindi un tubo Ø400 con classe di resistenza 135 kN/mq sarà necessario prevedere una soletta di ripartizione per ricoprimenti maggiori di 5 m.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 CL IV 35C 8 001

Rev.  
B

Foglio  
61 di 62

## 11 TOMBINO SCATOLARE

Il tombino scatolare IN10Q52 è costituito da elementi prefabbricati, di dimensione interna 200cm di base per 150cm di altezza, realizzati in calcestruzzo vibrocompresso, Rck 55 N/mm<sup>2</sup> (classe C55/60) con armatura in acciaio B450C e B450A calcolati per carichi di prima categoria, secondo NTC2008 D.M. 14.01.2008, considerando un ricoprimento sull'estradosso variabile circa da 90cm a 100cm.

Si realizza la tenuta del giunto a incastro con guarnizione in gomma.

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 CL IV 35C 8 001

Rev.  
B

Foglio  
62 di 62

**12 ALLEGATI**

**COMBINAZIONE n° 1****Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	15.7700	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	14.4802	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	6.2462	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.00	[m]	Y = -0.82 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23.33	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	49.01	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	23.7603	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.53	[m]	Y = -0.45 [m]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	14.4802	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	47.2910	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-4.1894	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	47.2910	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	14.4802	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.07	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1.30	[m]
Risultante in fondazione	49.4582	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	17.02	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	3.0800	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	429.0487	[kN]

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	1.30	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	47.31	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	25.44	[kPa]

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 16.72$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.56$	$i_q = 0.59$	$i_\gamma = 0.41$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.17$	$d_q = 1.13$	$d_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1.00$	$g_q = 1.00$	$g_\gamma = 1.00$

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

$N'_c = 16.96$	$N'_q = 9.82$	$N'_\gamma = 6.86$
----------------	---------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.03
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	9.07

## 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	0.07	0.4827	0.0000	0.0000
3	0.13	0.9654	0.0000	0.0000
4	0.20	1.4516	-0.0004	0.0081
5	0.26	1.9475	-0.0009	0.0389
6	0.33	2.4542	-0.0003	0.0946
7	0.39	2.9717	0.0032	0.1754
8	0.46	3.5001	0.0112	0.2812
9	0.53	4.0392	0.0253	0.4122
10	0.59	4.5892	0.0473	0.5682
11	0.66	5.1482	0.0788	0.7452
12	0.72	5.7123	0.1216	0.9339
13	0.79	6.2897	0.1757	1.1535
14	0.85	6.8900	0.2424	1.4261
15	0.92	7.5133	0.3253	1.7522
16	0.98	8.1594	0.4279	2.1310
17	1.05	8.8257	0.5540	2.5567

## 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	0.10	-0.0956	-1.8563
3	0.20	-0.3600	-3.3746
4	0.30	-0.7593	-4.5547
5	0.40	-1.2597	-5.3967
6	0.50	-1.8274	-5.9007
7	0.60	-2.4285	-6.0665
8	0.70	-3.0297	-5.9155

---

9	0.80	-3.6057	-5.5750
10	0.90	-4.1391	-5.0663
11	1.00	-4.6133	-4.3893

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

Valore della spinta statica	15.7700	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	14.4802	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	6.2462	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.00	[m]	Y = -0.82 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23.33	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	49.01	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	30.8884	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.53	[m]	Y = -0.45 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	14.4802	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	59.6044	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-4.1894	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	59.6044	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	14.4802	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.05	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1.30	[m]
Risultante in fondazione	61.3381	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	13.65	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	2.9346	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	514.0849	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1.30	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	56.27	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	35.43	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 16.72$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.65$	$i_q = 0.67$	$i_\gamma = 0.51$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.17$	$d_q = 1.13$	$d_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1.00$	$g_q = 1.00$	$g_\gamma = 1.00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 19.51$	$N'_q = 11.12$	$N'_\gamma = 8.49$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.48
---	------

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

8.62

## 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	0.07	0.6275	0.0000	0.0000
3	0.13	1.2550	0.0000	0.0000
4	0.20	1.8860	-0.0004	0.0081
5	0.26	2.5267	-0.0009	0.0389
6	0.33	3.1782	-0.0003	0.0946
7	0.39	3.8405	0.0032	0.1754
8	0.46	4.5137	0.0112	0.2812
9	0.53	5.1977	0.0253	0.4122
10	0.59	5.8924	0.0473	0.5682
11	0.66	6.5963	0.0788	0.7452
12	0.72	7.3051	0.1216	0.9339
13	0.79	8.0274	0.1757	1.1535
14	0.85	8.7724	0.2424	1.4261
15	0.92	9.5406	0.3253	1.7522
16	0.98	10.3314	0.4279	2.1310
17	1.05	11.1426	0.5540	2.5567

## 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	0.10	-0.0569	-1.0821
3	0.20	-0.2054	-1.8341
4	0.30	-0.4127	-2.2560
5	0.40	-0.6456	-2.3476
6	0.50	-0.8712	-2.1092

---

7	0.60	-1.0564	-1.5405
8	0.70	-1.1687	-0.6630
9	0.80	-1.1833	0.3961
10	0.90	-1.0841	1.6155
11	1.00	-0.8549	2.9952

COMBINAZIONE n° 3**Peso muro favorevole e Peso terrapieno sfavorevole**

Valore della spinta statica	15.7700	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	14.4802	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	6.2462	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.00	[m]	Y = -0.82 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23.33	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	49.01	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	30.8884	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.53	[m]	Y = -0.45 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	14.4802	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	54.4191	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-4.1894	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	54.4191	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	14.4802	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.03	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1.30	[m]
Risultante in fondazione	56.3127	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	14.90	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	1.7762	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	500.0966	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1.30	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	48.17	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	35.55	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 16.72$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.62$	$i_q = 0.64$	$i_\gamma = 0.47$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.17$	$d_q = 1.13$	$d_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1.00$	$g_q = 1.00$	$g_\gamma = 1.00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 18.57$	$N'_q = 10.64$	$N'_\gamma = 7.87$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.29
---	------

---

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 9.19

## 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	0.07	0.4827	0.0000	0.0000
3	0.13	0.9654	0.0000	0.0000
4	0.20	1.4516	-0.0004	0.0081
5	0.26	1.9475	-0.0009	0.0389
6	0.33	2.4542	-0.0003	0.0946
7	0.39	2.9717	0.0032	0.1754
8	0.46	3.5001	0.0112	0.2812
9	0.53	4.0392	0.0253	0.4122
10	0.59	4.5892	0.0473	0.5682
11	0.66	5.1482	0.0788	0.7452
12	0.72	5.7123	0.1216	0.9339
13	0.79	6.2897	0.1757	1.1535
14	0.85	6.8900	0.2424	1.4261
15	0.92	7.5133	0.3253	1.7522
16	0.98	8.1594	0.4279	2.1310
17	1.05	8.8257	0.5540	2.5567

## 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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.10	-0.0463	-0.8807
3	0.20	-0.1672	-1.4946
4	0.30	-0.3363	-1.8415
5	0.40	-0.5267	-1.9216
6	0.50	-0.7117	-1.7348
7	0.60	-0.8647	-1.2811
8	0.70	-0.9594	-0.5818

9	0.80	-0.9775	0.2358
10	0.90	-0.9090	1.1504
11	1.00	-0.7442	2.1621

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

Valore della spinta statica	15.7700	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	14.4802	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	6.2462	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.00	[m]	Y = -0.82 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23.33	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	49.01	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	23.7603	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.53	[m]	Y = -0.45 [m]

***Risultanti***

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	14.4802	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	52.4763	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-4.1894	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	52.4763	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	14.4802	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.08	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1.30	[m]
Risultante in fondazione	54.4375	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15.43	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	4.2385	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	450.2401	[kN]

***Tensioni sul terreno***

Lunghezza fondazione reagente	1.30	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	55.41	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	25.32	[kPa]

***Fattori per il calcolo della capacità portante***

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 16.72$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.60$	$i_q = 0.63$	$i_\gamma = 0.46$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.17$	$d_q = 1.13$	$d_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1.00$	$g_q = 1.00$	$g_\gamma = 1.00$

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

$$N'_c = 18.17 \qquad N'_q = 10.44 \qquad N'_\gamma = 7.62$$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.22
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	8.58

## 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

<b>Nr.</b>	<b>Y</b>	<b>N</b>	<b>M</b>	<b>T</b>
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.07	0.6275	0.0000	0.0000
3	0.13	1.2550	0.0000	0.0000
4	0.20	1.8860	-0.0004	0.0081
5	0.26	2.5267	-0.0009	0.0389
6	0.33	3.1782	-0.0003	0.0946
7	0.39	3.8405	0.0032	0.1754
8	0.46	4.5137	0.0112	0.2812
9	0.53	5.1977	0.0253	0.4122
10	0.59	5.8924	0.0473	0.5682
11	0.66	6.5963	0.0788	0.7452
12	0.72	7.3051	0.1216	0.9339
13	0.79	8.0274	0.1757	1.1535
14	0.85	8.7724	0.2424	1.4261
15	0.92	9.5406	0.3253	1.7522
16	0.98	10.3314	0.4279	2.1310
17	1.05	11.1426	0.5540	2.5567

## 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

<b>Nr.</b>	<b>X</b>	<b>M</b>	<b>T</b>
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.10	-0.1062	-2.0578
3	0.20	-0.3982	-3.7141
4	0.30	-0.8357	-4.9691
5	0.40	-1.3786	-5.8228
6	0.50	-1.9869	-6.2750
7	0.60	-2.6203	-6.3259

8	0.70	-3.2390	-5.9967
9	0.80	-3.8115	-5.4147
10	0.90	-4.3142	-4.6012
11	1.00	-4.7240	-3.5562

**COMBINAZIONE n° 5**

Valore della spinta statica	26.2388	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	24.8035	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	8.5593	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.00	[m]	Y = -0.80 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19.04	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	39.44	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	21.3843	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.53	[m]	Y = -0.45 [m]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	24.8035	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	45.4997	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-3.1123	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	13.6866	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	35.5746	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	45.4997	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	24.8035	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.17	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1.30	[m]
Risultante in fondazione	51.8212	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	28.60	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	7.6868	[kNm]

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.60
--	------

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 6

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [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 [kPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

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

### Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= 0.00 Y[m]= 1.27

Raggio del cerchio R[m]= 2.80

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -1.90

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 2.79

Larghezza della striscia dx[m]= 0.19

Coefficiente di sicurezza C= 2.17

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	3.3897	76.75	3.2994	0.0080	29.26	1	0
2	5.1474	63.95	4.6247	0.0042	29.26	1	0
3	5.9334	56.13	4.9263	0.0033	29.26	1	0
4	6.4137	49.70	4.8918	0.0028	29.26	1	0
5	6.7100	44.06	4.6659	0.0026	29.26	1	0
6	6.8751	38.91	4.3184	0.0024	29.26	1	0
7	6.9379	34.12	3.8917	0.0022	29.26	1	0
8	6.9163	29.59	3.4151	0.0021	29.26	1	0
9	6.8221	25.25	2.9105	0.0020	29.26	1	0
10	6.7829	21.07	2.4384	0.0020	26.51	4	0
11	6.7009	17.00	1.9591	0.0019	23.04	8	0
12	6.4295	13.02	1.4483	0.0019	23.04	8	0
13	6.1068	9.10	0.9657	0.0019	23.04	8	0
14	5.9685	5.22	0.5433	0.0018	23.04	8	0
15	6.1370	1.37	0.1468	0.0018	23.04	8	0
16	6.8930	-2.48	-0.2977	0.0018	23.04	8	0
17	4.5734	-6.33	-0.5044	0.0019	23.04	8	0
18	2.5864	-10.22	-0.4588	0.0019	23.04	8	0
19	2.4339	-14.15	-0.5951	0.0019	23.04	8	0
20	2.2293	-18.16	-0.6947	0.0019	23.04	8	0
21	1.9694	-22.26	-0.7459	0.0020	28.22	2	0

22	1.6494	-26.48	-0.7355	0.0021	29.26	1	0
23	1.2630	-30.87	-0.6480	0.0021	29.26	1	0
24	0.8010	-35.47	-0.4648	0.0023	29.26	1	0
25	0.2503	-40.35	-0.1621	0.0024	29.26	1	0

$\Sigma W_i = 117.9203$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 39.1385$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 58.8444$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 5.42$

### COMBINAZIONE n° 7

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

Valore della spinta statica	15.7700	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	14.4802	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	6.2462	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.00	[m]	Y = -0.82 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23.33	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	49.01	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	30.8884	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.53	[m]	Y = -0.45 [m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	14.4802	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	54.4191	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-4.1894	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	54.4191	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	14.4802	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.03	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1.30	[m]
Risultante in fondazione	56.3127	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	14.90	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	1.7762	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	500.0966	[kN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1.30	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	48.17	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	35.55	[kPa]

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 16.72$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.62$	$i_q = 0.64$	$i_\gamma = 0.47$

<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.17$	$d_q = 1.13$	$d_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1.00$	$g_q = 1.00$	$g_\gamma = 1.00$

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

$N'_c = 18.57$	$N'_q = 10.64$	$N'_\gamma = 7.87$
----------------	----------------	--------------------

### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.29
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	9.19

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 7

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	0.07	0.4827	0.0000	0.0000
3	0.13	0.9654	0.0000	0.0000
4	0.20	1.4516	-0.0004	0.0081
5	0.26	1.9475	-0.0009	0.0389
6	0.33	2.4542	-0.0003	0.0946
7	0.39	2.9717	0.0032	0.1754
8	0.46	3.5001	0.0112	0.2812
9	0.53	4.0392	0.0253	0.4122
10	0.59	4.5892	0.0473	0.5682
11	0.66	5.1482	0.0788	0.7452
12	0.72	5.7123	0.1216	0.9339
13	0.79	6.2897	0.1757	1.1535
14	0.85	6.8900	0.2424	1.4261
15	0.92	7.5133	0.3253	1.7522
16	0.98	8.1594	0.4279	2.1310
17	1.05	8.8257	0.5540	2.5567

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 7

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	0.10	-0.0463	-0.8807
3	0.20	-0.1672	-1.4946
4	0.30	-0.3363	-1.8415
5	0.40	-0.5267	-1.9216
6	0.50	-0.7117	-1.7348
7	0.60	-0.8647	-1.2811
8	0.70	-0.9594	-0.5818
9	0.80	-0.9775	0.2358
10	0.90	-0.9090	1.1504
11	1.00	-0.7442	2.1621

#### COMBINAZIONE n° 8

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

Valore della spinta statica	15.7700	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	14.4802	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	6.2462	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.00	[m]	Y = -0.82 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23.33	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	49.01	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	23.7603	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.53	[m]	Y = -0.45 [m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	14.4802	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	52.4763	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-4.1894	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	52.4763	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	14.4802	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.08	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1.30	[m]
Risultante in fondazione	54.4375	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15.43	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	4.2385	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	450.2401	[kN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1.30	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	55.41	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	25.32	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 16.72$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.60$	$i_q = 0.63$	$i_\gamma = 0.46$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.17$	$d_q = 1.13$	$d_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1.00$	$g_q = 1.00$	$g_\gamma = 1.00$

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

$N'_c = 18.17$	$N'_q = 10.44$	$N'_\gamma = 7.62$
----------------	----------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.22
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	8.58

## 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

<b>Nr.</b>	<b>Y</b>	<b>N</b>	<b>M</b>	<b>T</b>
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.07	0.6275	0.0000	0.0000
3	0.13	1.2550	0.0000	0.0000
4	0.20	1.8860	-0.0004	0.0081
5	0.26	2.5267	-0.0009	0.0389
6	0.33	3.1782	-0.0003	0.0946
7	0.39	3.8405	0.0032	0.1754
8	0.46	4.5137	0.0112	0.2812
9	0.53	5.1977	0.0253	0.4122
10	0.59	5.8924	0.0473	0.5682
11	0.66	6.5963	0.0788	0.7452
12	0.72	7.3051	0.1216	0.9339
13	0.79	8.0274	0.1757	1.1535
14	0.85	8.7724	0.2424	1.4261
15	0.92	9.5406	0.3253	1.7522
16	0.98	10.3314	0.4279	2.1310
17	1.05	11.1426	0.5540	2.5567

## 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	0.10	-0.1062	-2.0578
3	0.20	-0.3982	-3.7141
4	0.30	-0.8357	-4.9691
5	0.40	-1.3786	-5.8228
6	0.50	-1.9869	-6.2750
7	0.60	-2.6203	-6.3259
8	0.70	-3.2390	-5.9967

9	0.80	-3.8115	-5.4147
10	0.90	-4.3142	-4.6012
11	1.00	-4.7240	-3.5562

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

Valore della spinta statica	15.7700	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	14.4802	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	6.2462	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.00	[m]	Y = -0.82 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23.33	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	49.01	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	23.7603	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.53	[m]	Y = -0.45 [m]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	14.4802	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	47.2910	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-4.1894	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	47.2910	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	14.4802	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.07	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1.30	[m]
Risultante in fondazione	49.4582	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	17.02	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	3.0800	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	429.0487	[kN]

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	1.30	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	47.31	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	25.44	[kPa]

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 16.72$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.56$	$i_q = 0.59$	$i_\gamma = 0.41$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.17$	$d_q = 1.13$	$d_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1.00$	$g_q = 1.00$	$g_\gamma = 1.00$

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

$N'_c = 16.96$	$N'_q = 9.82$	$N'_\gamma = 6.86$
----------------	---------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.03
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

<b>Nr.</b>	<b>Y</b>	<b>N</b>	<b>M</b>	<b>T</b>
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.07	0.4827	0.0000	0.0000
3	0.13	0.9654	0.0000	0.0000
4	0.20	1.4516	-0.0004	0.0081
5	0.26	1.9475	-0.0009	0.0389
6	0.33	2.4542	-0.0003	0.0946
7	0.39	2.9717	0.0032	0.1754
8	0.46	3.5001	0.0112	0.2812
9	0.53	4.0392	0.0253	0.4122
10	0.59	4.5892	0.0473	0.5682
11	0.66	5.1482	0.0788	0.7452
12	0.72	5.7123	0.1216	0.9339
13	0.79	6.2897	0.1757	1.1535
14	0.85	6.8900	0.2424	1.4261
15	0.92	7.5133	0.3253	1.7522
16	0.98	8.1594	0.4279	2.1310
17	1.05	8.8257	0.5540	2.5567

## 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

<b>Nr.</b>	<b>X</b>	<b>M</b>	<b>T</b>
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.10	-0.0956	-1.8563
3	0.20	-0.3600	-3.3746
4	0.30	-0.7593	-4.5547
5	0.40	-1.2597	-5.3967
6	0.50	-1.8274	-5.9007
7	0.60	-2.4285	-6.0665

8	0.70	-3.0297	-5.9155
9	0.80	-3.6057	-5.5750
10	0.90	-4.1391	-5.0663
11	1.00	-4.6133	-4.3893

COMBINAZIONE n° 10**Peso muro sfavorevole e Peso terrapieno sfavorevole**

Valore della spinta statica	15.7700	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	14.4802	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	6.2462	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.00	[m]	Y = -0.82 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23.33	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	49.01	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	30.8884	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.53	[m]	Y = -0.45 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	14.4802	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	59.6044	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-4.1894	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	59.6044	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	14.4802	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.05	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1.30	[m]
Risultante in fondazione	61.3381	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	13.65	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	2.9346	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	514.0849	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1.30	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	56.27	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	35.43	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 16.72$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.65$	$i_q = 0.67$	$i_\gamma = 0.51$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.17$	$d_q = 1.13$	$d_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1.00$	$g_q = 1.00$	$g_\gamma = 1.00$

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

$N'_c = 19.51$	$N'_q = 11.12$	$N'_\gamma = 8.49$
----------------	----------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.48
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	8.62

**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

<b>Nr.</b>	<b>Y</b>	<b>N</b>	<b>M</b>	<b>T</b>
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.07	0.6275	0.0000	0.0000
3	0.13	1.2550	0.0000	0.0000
4	0.20	1.8860	-0.0004	0.0081
5	0.26	2.5267	-0.0009	0.0389
6	0.33	3.1782	-0.0003	0.0946
7	0.39	3.8405	0.0032	0.1754
8	0.46	4.5137	0.0112	0.2812
9	0.53	5.1977	0.0253	0.4122
10	0.59	5.8924	0.0473	0.5682
11	0.66	6.5963	0.0788	0.7452
12	0.72	7.3051	0.1216	0.9339
13	0.79	8.0274	0.1757	1.1535
14	0.85	8.7724	0.2424	1.4261
15	0.92	9.5406	0.3253	1.7522
16	0.98	10.3314	0.4279	2.1310
17	1.05	11.1426	0.5540	2.5567

**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

<b>Nr.</b>	<b>X</b>	<b>M</b>	<b>T</b>
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.10	-0.0569	-1.0821

3	0.20	-0.2054	-1.8341
4	0.30	-0.4127	-2.2560
5	0.40	-0.6456	-2.3476
6	0.50	-0.8712	-2.1092
7	0.60	-1.0564	-1.5405
8	0.70	-1.1687	-0.6630
9	0.80	-1.1833	0.3961
10	0.90	-1.0841	1.6155
11	1.00	-0.8549	2.9952

**COMBINAZIONE n° 11**

Valore della spinta statica	30.6300	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	28.9544	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	9.9918	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.00	[m]	Y = -0.77 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19.04	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	38.12	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	21.3843	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.53	[m]	Y = -0.45 [m]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	28.9544	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	46.9321	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-3.1123	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	16.8268	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	37.4368	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	46.9321	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	28.9544	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.21	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1.30	[m]
Risultante in fondazione	55.1451	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	31.67	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	9.8959	[kNm]

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.22
--	------

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 12

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 [kPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

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

### Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= 0.00 Y[m]= 1.27

Raggio del cerchio R[m]= 2.80

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -1.90

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 2.79

Larghezza della striscia dx[m]= 0.19

Coefficiente di sicurezza C= 2.17

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	3.3897	76.75	3.2994	0.0080	29.26	1	0
2	5.1474	63.95	4.6247	0.0042	29.26	1	0
3	5.9334	56.13	4.9263	0.0033	29.26	1	0
4	6.4137	49.70	4.8918	0.0028	29.26	1	0
5	6.7100	44.06	4.6659	0.0026	29.26	1	0
6	6.8751	38.91	4.3184	0.0024	29.26	1	0
7	6.9379	34.12	3.8917	0.0022	29.26	1	0
8	6.9163	29.59	3.4151	0.0021	29.26	1	0
9	6.8221	25.25	2.9105	0.0020	29.26	1	0
10	6.7829	21.07	2.4384	0.0020	26.51	4	0
11	6.7009	17.00	1.9591	0.0019	23.04	8	0
12	6.4295	13.02	1.4483	0.0019	23.04	8	0
13	6.1068	9.10	0.9657	0.0019	23.04	8	0
14	5.9685	5.22	0.5433	0.0018	23.04	8	0
15	6.1370	1.37	0.1468	0.0018	23.04	8	0
16	6.8930	-2.48	-0.2977	0.0018	23.04	8	0
17	4.5734	-6.33	-0.5044	0.0019	23.04	8	0
18	2.5864	-10.22	-0.4588	0.0019	23.04	8	0
19	2.4339	-14.15	-0.5951	0.0019	23.04	8	0
20	2.2293	-18.16	-0.6947	0.0019	23.04	8	0
21	1.9694	-22.26	-0.7459	0.0020	28.22	2	0

22	1.6494	-26.48	-0.7355	0.0021	29.26	1	0
23	1.2630	-30.87	-0.6480	0.0021	29.26	1	0
24	0.8010	-35.47	-0.4648	0.0023	29.26	1	0
25	0.2503	-40.35	-0.1621	0.0024	29.26	1	0

$\Sigma W_i = 117.9203$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 39.1385$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 58.8444$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 5.42$

### COMBINAZIONE n° 13

Valore della spinta statica	11.1789	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	10.2647	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	4.4278	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.00	[m]	Y = -0.84 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23.33	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	50.26	[°]	
Incremento sismico della spinta	14.8325	[kN]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1.00	[m]	Y = -0.46 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	39.13	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	23.7603	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.53	[m]	Y = -0.45 [m]
Inerzia del muro	1.9363	[kN]	
Inerzia verticale del muro	0.9681	[kN]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	2.6617	[kN]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	1.3309	[kN]	

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	28.4821	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	53.6464	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-4.1894	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	53.6464	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	28.4821	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.25	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1.20	[m]
Risultante in fondazione	60.7385	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	27.96	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	13.3925	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	146.7254	[kN]

### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	89.33	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.00	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 16.72$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.29$	$i_q = 0.34$	$i_\gamma = 0.16$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.17$	$d_q = 1.13$	$d_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1.00$	$g_q = 1.00$	$g_\gamma = 1.00$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 8.73$	$N'_q = 5.60$	$N'_\gamma = 2.65$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.15
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.74

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 13

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

<b>Nr.</b>	<b>Y</b>	<b>N</b>	<b>M</b>	<b>T</b>
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.07	0.5238	-0.0013	0.1494
3	0.13	1.0476	0.0073	0.2989
4	0.20	1.5718	0.0256	0.4492
5	0.26	2.1004	0.0533	0.6097
6	0.33	2.6371	0.0910	0.7889
7	0.39	3.1820	0.1399	0.9873
8	0.46	3.7353	0.2011	1.2050
9	0.53	4.2969	0.2760	1.4420
10	0.59	4.8668	0.3659	1.6983
11	0.66	5.4441	0.4720	1.9717
12	0.72	6.0249	0.5959	2.2533
13	0.79	6.6107	0.7378	2.5464
14	0.85	7.2107	0.8978	2.8726
15	0.92	7.8280	1.0779	3.2387
16	0.98	8.4624	1.2808	3.6444
17	1.05	9.1119	1.5093	4.0853

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 13

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	0.10	-0.1821	-3.6195
3	0.20	-0.7067	-6.7285
4	0.30	-1.4986	-8.9631
5	0.40	-2.4702	-10.3232
6	0.50	-3.5341	-10.8089
7	0.60	-4.6028	-10.4202
8	0.70	-5.5893	-9.1734

9	0.80	-6.4125	-7.1665
10	0.90	-6.9978	-4.4158
11	1.00	-7.2708	-0.9214

COMBINAZIONE n° 14

Valore della spinta statica	11.1789	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	10.2647	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	4.4278	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.00	[m]	Y = -0.84 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23.33	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	50.26	[°]	

Incremento sismico della spinta	13.4053	[kN]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1.00	[m]	Y = -0.46 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	38.69	[°]	

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	23.7603	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.53	[m]	Y = -0.45 [m]
Inerzia del muro	1.9363	[kN]	
Inerzia verticale del muro	-0.9681	[kN]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	2.6617	[kN]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-1.3309	[kN]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	27.1716	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	48.4832	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-4.1894	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	48.4832	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	27.1716	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.26	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1.17	[m]
Risultante in fondazione	55.5780	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	29.27	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	12.6514	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	126.8342	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1.17	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	83.08	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.00	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 16.72$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.26$	$i_q = 0.31$	$i_\gamma = 0.14$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.17$	$d_q = 1.13$	$d_\gamma = 1.00$

<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1.00$	$g_q = 1.00$	$g_\gamma = 1.00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 7.75$	$N'_q = 5.10$	$N'_\gamma = 2.26$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.10
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.62

**Sollecitazioni paramento****Combinazione n° 14**

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

<b>Nr.</b>	<b>Y</b>	<b>N</b>	<b>M</b>	<b>T</b>
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.07	0.5251	-0.0014	0.1525
3	0.13	1.0502	0.0073	0.3049
4	0.20	1.5757	0.0259	0.4582
5	0.26	2.1056	0.0541	0.6218
6	0.33	2.6436	0.0925	0.8040
7	0.39	3.1898	0.1423	1.0054
8	0.46	3.7444	0.2046	1.2261
9	0.53	4.3073	0.2808	1.4661
10	0.59	4.8785	0.3721	1.7254
11	0.66	5.4571	0.4800	2.0019
12	0.72	6.0392	0.6058	2.2865
13	0.79	6.6263	0.7497	2.5826
14	0.85	7.2276	0.9120	2.9118
15	0.92	7.8462	1.0946	3.2810
16	0.98	8.4819	1.3002	3.6896
17	1.05	9.1327	1.5315	4.1335

**Sollecitazioni fondazione di monte****Combinazione n° 14**

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	0.10	-0.1821	-3.6195
3	0.20	-0.7160	-6.9478
4	0.30	-1.5440	-9.4720
5	0.40	-2.5823	-11.1537
6	0.50	-3.7466	-11.9929
7	0.60	-4.9528	-11.9897
8	0.70	-6.1167	-11.1604
9	0.80	-7.1608	-9.6030
10	0.90	-8.0136	-7.3337
11	1.00	-8.6039	-4.3527

### COMBINAZIONE n° 15

Valore della spinta statica	23.2403	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	21.9690	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	7.5812	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.00	[m]	Y = -0.81 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19.04	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	39.44	[°]	
Incremento sismico della spinta	24.6336	[kN]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1.00	[m]	Y = -0.46 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	35.31	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	23.7603	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.53	[m]	Y = -0.45 [m]
Inerzia del muro	1.9363	[kN]	
Inerzia verticale del muro	0.9681	[kN]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	2.6617	[kN]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	1.3309	[kN]	

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	49.8531	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	58.9607	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-3.4581	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	35.7677	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	48.9873	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	58.9607	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	49.8531	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.43	[m]
Lunghezza fondazione reagente	0.67	[m]
Risultante in fondazione	77.2120	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	40.22	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	25.1048	[kNm]

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 1.37

**COMBINAZIONE n° 16**

Valore della spinta statica	23.2403	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	21.9690	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	7.5812	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.00	[m]	Y = -0.81 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19.04	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	39.44	[°]	
Incremento sismico della spinta	21.7540	[kN]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1.00	[m]	Y = -0.46 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	34.81	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	23.7603	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.53	[m]	Y = -0.45 [m]
Inerzia del muro	1.9363	[kN]	
Inerzia verticale del muro	-0.9681	[kN]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	2.6617	[kN]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-1.3309	[kN]	

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	47.1310	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	53.4234	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-3.4581	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	34.8737	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	46.2447	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	53.4234	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	47.1310	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.44	[m]
Lunghezza fondazione reagente	0.64	[m]
Risultante in fondazione	71.2418	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	41.42	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	23.3543	[kNm]

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 1.33

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 17

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 [kPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

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

### Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= 0.00 Y[m]= 1.27

Raggio del cerchio R[m]= 2.80

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -1.90

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 2.79

Larghezza della striscia dx[m]= 0.19

Coefficiente di sicurezza C= 1.78

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	3.3897	76.75	3.2994	0.0080	29.26	1	0
2	5.1474	63.95	4.6247	0.0042	29.26	1	0
3	5.9334	56.13	4.9263	0.0033	29.26	1	0
4	6.4137	49.70	4.8918	0.0028	29.26	1	0
5	6.7100	44.06	4.6659	0.0026	29.26	1	0
6	6.8751	38.91	4.3184	0.0024	29.26	1	0
7	6.9379	34.12	3.8917	0.0022	29.26	1	0
8	6.9163	29.59	3.4151	0.0021	29.26	1	0
9	6.8221	25.25	2.9105	0.0020	29.26	1	0
10	6.7829	21.07	2.4384	0.0020	26.51	4	0
11	6.7009	17.00	1.9591	0.0019	23.04	8	0
12	6.4295	13.02	1.4483	0.0019	23.04	8	0
13	6.1068	9.10	0.9657	0.0019	23.04	8	0
14	5.9685	5.22	0.5433	0.0018	23.04	8	0
15	6.1370	1.37	0.1468	0.0018	23.04	8	0
16	6.8930	-2.48	-0.2977	0.0018	23.04	8	0
17	4.5734	-6.33	-0.5044	0.0019	23.04	8	0
18	2.5864	-10.22	-0.4588	0.0019	23.04	8	0
19	2.4339	-14.15	-0.5951	0.0019	23.04	8	0
20	2.2293	-18.16	-0.6947	0.0019	23.04	8	0
21	1.9694	-22.26	-0.7459	0.0020	28.22	2	0

---

22	1.6494	-26.48	-0.7355	0.0021	29.26	1	0
23	1.2630	-30.87	-0.6480	0.0021	29.26	1	0
24	0.8010	-35.47	-0.4648	0.0023	29.26	1	0
25	0.2503	-40.35	-0.1621	0.0024	29.26	1	0

$\Sigma W_i = 117.9203$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 39.1385$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 58.8444$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 5.42$

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 18

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 [kPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

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

### Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= 0.00 Y[m]= 1.27

Raggio del cerchio R[m]= 2.80

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -1.90

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 2.79

Larghezza della striscia dx[m]= 0.19

Coefficiente di sicurezza C= 1.79

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	3.3897	76.75	3.2994	0.0080	29.26	1	0
2	5.1474	63.95	4.6247	0.0042	29.26	1	0
3	5.9334	56.13	4.9263	0.0033	29.26	1	0
4	6.4137	49.70	4.8918	0.0028	29.26	1	0
5	6.7100	44.06	4.6659	0.0026	29.26	1	0
6	6.8751	38.91	4.3184	0.0024	29.26	1	0
7	6.9379	34.12	3.8917	0.0022	29.26	1	0
8	6.9163	29.59	3.4151	0.0021	29.26	1	0
9	6.8221	25.25	2.9105	0.0020	29.26	1	0
10	6.7829	21.07	2.4384	0.0020	26.51	4	0
11	6.7009	17.00	1.9591	0.0019	23.04	8	0
12	6.4295	13.02	1.4483	0.0019	23.04	8	0
13	6.1068	9.10	0.9657	0.0019	23.04	8	0
14	5.9685	5.22	0.5433	0.0018	23.04	8	0
15	6.1370	1.37	0.1468	0.0018	23.04	8	0
16	6.8930	-2.48	-0.2977	0.0018	23.04	8	0
17	4.5734	-6.33	-0.5044	0.0019	23.04	8	0
18	2.5864	-10.22	-0.4588	0.0019	23.04	8	0
19	2.4339	-14.15	-0.5951	0.0019	23.04	8	0
20	2.2293	-18.16	-0.6947	0.0019	23.04	8	0
21	1.9694	-22.26	-0.7459	0.0020	28.22	2	0

22	1.6494	-26.48	-0.7355	0.0021	29.26	1	0
23	1.2630	-30.87	-0.6480	0.0021	29.26	1	0
24	0.8010	-35.47	-0.4648	0.0023	29.26	1	0
25	0.2503	-40.35	-0.1621	0.0024	29.26	1	0

$\Sigma W_i = 117.9203$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 39.1385$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 58.8444$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 5.42$

### COMBINAZIONE n° 19

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

Valore della spinta statica	11.1789	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	10.2647	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	4.4278	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.00	[m]	Y = -0.84	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	50.26	[°]		
Incremento sismico della spinta	14.8325	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1.00	[m]	Y = -0.46	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	39.13	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	23.7603	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.53	[m]	Y = -0.45	[m]
Inerzia del muro	1.9363	[kN]		
Inerzia verticale del muro	0.9681	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	2.6617	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	1.3309	[kN]		

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	28.4821	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	53.6464	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-4.1894	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	53.6464	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	28.4821	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.25	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1.20	[m]
Risultante in fondazione	60.7385	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	27.96	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	13.3925	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	146.7254	[kN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	89.33	[kPa]

Tensione terreno allo spigolo di monte 0.00 [kPa]

*Fattori per il calcolo della capacità portante*

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 16.72$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.29$	$i_q = 0.34$	$i_\gamma = 0.16$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.17$	$d_q = 1.13$	$d_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1.00$	$g_q = 1.00$	$g_\gamma = 1.00$

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

$N'_c = 8.73$	$N'_q = 5.60$	$N'_\gamma = 2.65$
---------------	---------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.15
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.74

## 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

<b>Nr.</b>	<b>Y</b>	<b>N</b>	<b>M</b>	<b>T</b>
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.07	0.5238	-0.0013	0.1494
3	0.13	1.0476	0.0073	0.2989
4	0.20	1.5718	0.0256	0.4492
5	0.26	2.1004	0.0533	0.6097
6	0.33	2.6371	0.0910	0.7889
7	0.39	3.1820	0.1399	0.9873
8	0.46	3.7353	0.2011	1.2050
9	0.53	4.2969	0.2760	1.4420
10	0.59	4.8668	0.3659	1.6983
11	0.66	5.4441	0.4720	1.9717
12	0.72	6.0249	0.5959	2.2533
13	0.79	6.6107	0.7378	2.5464
14	0.85	7.2107	0.8978	2.8726
15	0.92	7.8280	1.0779	3.2387
16	0.98	8.4624	1.2808	3.6444
17	1.05	9.1119	1.5093	4.0853

## 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

<b>Nr.</b>	<b>X</b>	<b>M</b>	<b>T</b>
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.10	-0.1821	-3.6195
3	0.20	-0.7067	-6.7285
4	0.30	-1.4986	-8.9631
5	0.40	-2.4702	-10.3232
6	0.50	-3.5341	-10.8089
7	0.60	-4.6028	-10.4202
8	0.70	-5.5893	-9.1734

9	0.80	-6.4125	-7.1665
10	0.90	-6.9978	-4.4158
11	1.00	-7.2708	-0.9214

COMBINAZIONE n° 20

Valore della spinta statica	11.1789	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	10.2647	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	4.4278	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.00	[m]	Y = -0.84 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23.33	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	50.26	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	23.7603	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.53	[m]	Y = -0.45 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	10.2647	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	45.4726	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-4.1894	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	45.4726	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	10.2647	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.04	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1.30	[m]
Risultante in fondazione	46.6167	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	12.72	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	1.8769	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	541.9962	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1.30	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	41.64	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	28.32	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 16.72$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.67$	$i_q = 0.69$	$i_\gamma = 0.54$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.17$	$d_q = 1.13$	$d_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1.00$	$g_q = 1.00$	$g_\gamma = 1.00$

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

$N'_c = 20.22$	$N'_q = 11.49$	$N'_\gamma = 8.97$
----------------	----------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.76
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	11.92

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 20

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	0.07	0.4827	0.0000	0.0000
3	0.13	0.9654	0.0000	0.0000
4	0.20	1.4484	0.0000	0.0008
5	0.26	1.9359	-0.0004	0.0119
6	0.33	2.4314	-0.0007	0.0417
7	0.39	2.9352	0.0004	0.0907
8	0.46	3.4473	0.0040	0.1589
9	0.53	3.9677	0.0116	0.2464
10	0.59	4.4965	0.0242	0.3532
11	0.66	5.0327	0.0434	0.4772
12	0.72	5.5723	0.0705	0.6094
13	0.79	6.1170	0.1057	0.7530
14	0.85	6.6759	0.1493	0.9298
15	0.92	7.2520	0.2032	1.1465
16	0.98	7.8452	0.2700	1.4027
17	1.05	8.4536	0.3527	1.6941

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 20

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	0.10	-0.0388	-0.7367
3	0.20	-0.1396	-1.2402
4	0.30	-0.2791	-1.5106
5	0.40	-0.4339	-1.5477
6	0.50	-0.5808	-1.3517
7	0.60	-0.6965	-0.9225
8	0.70	-0.7578	-0.2765

9	0.80	-0.7481	0.4884
10	0.90	-0.6567	1.3558
11	1.00	-0.4735	2.3258

COMBINAZIONE n° 21

Valore della spinta statica	11.1789	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	10.2647	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	4.4278	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.00	[m]	Y = -0.84 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23.33	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	50.26	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	23.7603	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.53	[m]	Y = -0.45 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	10.2647	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	45.4726	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-4.1894	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	45.4726	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	10.2647	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.04	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1.30	[m]
Risultante in fondazione	46.6167	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	12.72	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	1.8769	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	541.9962	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1.30	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	41.64	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	28.32	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 16.72$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.67$	$i_q = 0.69$	$i_\gamma = 0.54$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.17$	$d_q = 1.13$	$d_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1.00$	$g_q = 1.00$	$g_\gamma = 1.00$

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

$$N'_c = 20.22 \qquad N'_q = 11.49 \qquad N'_\gamma = 8.97$$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.76
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	11.92

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 21

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

<b>Nr.</b>	<b>Y</b>	<b>N</b>	<b>M</b>	<b>T</b>
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.07	0.4827	0.0000	0.0000
3	0.13	0.9654	0.0000	0.0000
4	0.20	1.4484	0.0000	0.0008
5	0.26	1.9359	-0.0004	0.0119
6	0.33	2.4314	-0.0007	0.0417
7	0.39	2.9352	0.0004	0.0907
8	0.46	3.4473	0.0040	0.1589
9	0.53	3.9677	0.0116	0.2464
10	0.59	4.4965	0.0242	0.3532
11	0.66	5.0327	0.0434	0.4772
12	0.72	5.5723	0.0705	0.6094
13	0.79	6.1170	0.1057	0.7530
14	0.85	6.6759	0.1493	0.9298
15	0.92	7.2520	0.2032	1.1465
16	0.98	7.8452	0.2700	1.4027
17	1.05	8.4536	0.3527	1.6941

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 21

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	0.10	-0.0388	-0.7367
3	0.20	-0.1396	-1.2402
4	0.30	-0.2791	-1.5106
5	0.40	-0.4339	-1.5477
6	0.50	-0.5808	-1.3517
7	0.60	-0.6965	-0.9225

8	0.70	-0.7578	-0.2765
9	0.80	-0.7481	0.4884
10	0.90	-0.6567	1.3558
11	1.00	-0.4735	2.3258

COMBINAZIONE n° 22

Valore della spinta statica	11.1789	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	10.2647	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	4.4278	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.00	[m]	Y = -0.84 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23.33	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	50.26	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	23.7603	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.53	[m]	Y = -0.45 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	10.2647	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	45.4726	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-4.1894	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	45.4726	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	10.2647	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.04	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1.30	[m]
Risultante in fondazione	46.6167	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	12.72	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	1.8769	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	541.9962	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1.30	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	41.64	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	28.32	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 16.72$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.67$	$i_q = 0.69$	$i_\gamma = 0.54$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.17$	$d_q = 1.13$	$d_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1.00$	$g_q = 1.00$	$g_\gamma = 1.00$

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

$N'_c = 20.22$	$N'_q = 11.49$	$N'_\gamma = 8.97$
----------------	----------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento

2.76

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

11.92

## 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	0.07	0.4827	0.0000	0.0000
3	0.13	0.9654	0.0000	0.0000
4	0.20	1.4484	0.0000	0.0008
5	0.26	1.9359	-0.0004	0.0119
6	0.33	2.4314	-0.0007	0.0417
7	0.39	2.9352	0.0004	0.0907
8	0.46	3.4473	0.0040	0.1589
9	0.53	3.9677	0.0116	0.2464
10	0.59	4.4965	0.0242	0.3532
11	0.66	5.0327	0.0434	0.4772
12	0.72	5.5723	0.0705	0.6094
13	0.79	6.1170	0.1057	0.7530
14	0.85	6.6759	0.1493	0.9298
15	0.92	7.2520	0.2032	1.1465
16	0.98	7.8452	0.2700	1.4027
17	1.05	8.4536	0.3527	1.6941

## 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	0.10	-0.0388	-0.7367
3	0.20	-0.1396	-1.2402
4	0.30	-0.2791	-1.5106
5	0.40	-0.4339	-1.5477
6	0.50	-0.5808	-1.3517
7	0.60	-0.6965	-0.9225
8	0.70	-0.7578	-0.2765

9	0.80	-0.7481	0.4884
10	0.90	-0.6567	1.3558
11	1.00	-0.4735	2.3258

**COMBINAZIONE n° 1****Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	25.1708	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	22.9922	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	10.2435	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.90	[m]	Y = -0.82 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	24.01	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	47.99	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	28.5667	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.48	[m]	Y = -0.55 [m]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	22.9922	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	57.5657	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-2.8044	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	57.5657	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	22.9922	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.22	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1.15	[m]
Risultante in fondazione	61.9875	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	21.77	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	12.3859	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	198.2772	[kN]

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	1.15	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	99.72	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.00	[kPa]

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 16.72$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.44$	$i_q = 0.48$	$i_\gamma = 0.29$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.15$	$d_q = 1.11$	$d_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1.00$	$g_q = 1.00$	$g_\gamma = 1.00$

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

$N'_c = 13.00$	$N'_q = 7.80$	$N'_\gamma = 4.78$
----------------	---------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.45
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	3.44

## 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	0.08	0.6295	-0.0008	0.0208
3	0.17	1.2799	-0.0010	0.0897
4	0.25	1.9663	0.0024	0.2424
5	0.34	2.6946	0.0166	0.4920
6	0.42	3.4629	0.0498	0.8345
7	0.51	4.2711	0.1097	1.2695
8	0.59	5.1192	0.2043	1.7968
9	0.67	6.0071	0.3413	2.4166
10	0.76	6.9348	0.5285	3.1286
11	0.84	7.9008	0.7739	3.9294
12	0.93	8.9013	1.0851	4.8100
13	1.01	9.9340	1.4689	5.7654
14	1.10	10.9978	1.9317	6.7929
15	1.18	12.0916	2.4797	7.8900
16	1.27	13.2145	3.1187	9.0543
17	1.35	14.3626	3.8548	10.2774

## 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	0.09	-0.2247	-4.9132
3	0.18	-0.8605	-9.0757
4	0.27	-1.8331	-12.3981
5	0.36	-3.0670	-14.8805
6	0.45	-4.4864	-16.5228
7	0.54	-6.0159	-17.3251
8	0.63	-7.5797	-17.2873

9	0.72	-9.1024	-16.4095
10	0.81	-10.5083	-14.6926
11	0.90	-11.7246	-12.2204

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

Valore della spinta statica	25.1708	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	22.9922	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	10.2435	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.90	[m]	Y = -0.82 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	24.01	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	47.99	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	37.1367	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.48	[m]	Y = -0.55 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	22.9922	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	71.7624	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-2.8044	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	71.7624	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	22.9922	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.17	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1.20	[m]
Risultante in fondazione	75.3557	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	17.77	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	12.2062	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	276.5555	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	110.66	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	8.94	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 16.72$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.54$	$i_q = 0.57$	$i_\gamma = 0.39$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.15$	$d_q = 1.11$	$d_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1.00$	$g_q = 1.00$	$g_\gamma = 1.00$

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

$N'_c = 15.99$	$N'_q = 9.34$	$N'_\gamma = 6.48$
----------------	---------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.78
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	3.85

**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

<b>Nr.</b>	<b>Y</b>	<b>N</b>	<b>M</b>	<b>T</b>
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.08	0.8157	-0.0008	0.0208
3	0.17	1.6522	-0.0010	0.0897
4	0.25	2.5249	0.0024	0.2424
5	0.34	3.4393	0.0166	0.4920
6	0.42	4.3938	0.0498	0.8345
7	0.51	5.3882	0.1097	1.2695
8	0.59	6.4224	0.2043	1.7968
9	0.67	7.4965	0.3413	2.4166
10	0.76	8.6104	0.5285	3.1286
11	0.84	9.7626	0.7739	3.9294
12	0.93	10.9492	1.0851	4.8100
13	1.01	12.1681	1.4689	5.7654
14	1.10	13.4181	1.9317	6.7929
15	1.18	14.6981	2.4797	7.8900
16	1.27	16.0071	3.1187	9.0543
17	1.35	17.3414	3.8548	10.2774

**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

<b>Nr.</b>	<b>X</b>	<b>M</b>	<b>T</b>
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.09	-0.1884	-4.0492
3	0.18	-0.7040	-7.2714

4	0.27	-1.4725	-9.6666
5	0.36	-2.4192	-11.2348
6	0.45	-3.4699	-11.9760
7	0.54	-4.5501	-11.8902
8	0.63	-5.5854	-10.9774
9	0.72	-6.5012	-9.2376
10	0.81	-7.2233	-6.6717
11	0.90	-7.6801	-3.3637

**COMBINAZIONE n° 3****Peso muro favorevole e Peso terrapieno sfavorevole**

Valore della spinta statica	25.1708	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	22.9922	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	10.2435	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.90	[m]	Y = -0.82 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	24.01	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	47.99	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	37.1367	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.48	[m]	Y = -0.55 [m]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	22.9922	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	66.1357	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-2.8044	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	66.1357	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	22.9922	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.16	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1.20	[m]
Risultante in fondazione	70.0184	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19.17	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	10.8658	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	260.4340	[kN]

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	1.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	100.39	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	9.84	[kPa]

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 16.72$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.50$	$i_q = 0.54$	$i_\gamma = 0.35$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.15$	$d_q = 1.11$	$d_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1.00$	$g_q = 1.00$	$g_\gamma = 1.00$

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

$$N'_c = 14.94$$

$$N'_q = 8.80$$

$$N'_\gamma = 5.86$$

### **COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.65
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	3.94

## 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

<b>Nr.</b>	<b>Y</b>	<b>N</b>	<b>M</b>	<b>T</b>
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.08	0.6295	-0.0008	0.0208
3	0.17	1.2799	-0.0010	0.0897
4	0.25	1.9663	0.0024	0.2424
5	0.34	2.6946	0.0166	0.4920
6	0.42	3.4629	0.0498	0.8345
7	0.51	4.2711	0.1097	1.2695
8	0.59	5.1192	0.2043	1.7968
9	0.67	6.0071	0.3413	2.4166
10	0.76	6.9348	0.5285	3.1286
11	0.84	7.9008	0.7739	3.9294
12	0.93	8.9013	1.0851	4.8100
13	1.01	9.9340	1.4689	5.7654
14	1.10	10.9978	1.9317	6.7929
15	1.18	12.0916	2.4797	7.8900
16	1.27	13.2145	3.1187	9.0543
17	1.35	14.3626	3.8548	10.2774

## 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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.09	-0.1770	-3.8076
3	0.18	-0.6628	-6.8637
4	0.27	-1.3899	-9.1681
5	0.36	-2.2905	-10.7210
6	0.45	-3.2971	-11.5222
7	0.54	-4.3420	-11.5719
8	0.63	-5.3575	-10.8699
9	0.72	-6.2760	-9.4164
10	0.81	-7.0299	-7.2121
11	0.90	-7.5544	-4.3411

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

Valore della spinta statica	25.1708	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	22.9922	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	10.2435	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.90	[m]	Y = -0.82 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	24.01	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	47.99	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	28.5667	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.48	[m]	Y = -0.55 [m]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	22.9922	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	63.1924	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-2.8044	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	63.1924	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	22.9922	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.22	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1.15	[m]
Risultante in fondazione	67.2452	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19.99	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	13.7264	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	218.7049	[kN]

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	1.15	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	110.06	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.00	[kPa]

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 16.72$
---------------------------------	---------------	---------------	--------------------

<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.48$	$i_q = 0.52$	$i_\gamma = 0.33$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.15$	$d_q = 1.11$	$d_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1.00$	$g_q = 1.00$	$g_\gamma = 1.00$

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

$$N'_c = 14.33$$

$$N'_q = 8.48$$

$$N'_\gamma = 5.51$$

### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.58
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	3.46

## 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	0.08	0.8157	-0.0008	0.0208
3	0.17	1.6522	-0.0010	0.0897
4	0.25	2.5249	0.0024	0.2424
5	0.34	3.4393	0.0166	0.4920
6	0.42	4.3938	0.0498	0.8345
7	0.51	5.3882	0.1097	1.2695
8	0.59	6.4224	0.2043	1.7968
9	0.67	7.4965	0.3413	2.4166
10	0.76	8.6104	0.5285	3.1286
11	0.84	9.7626	0.7739	3.9294
12	0.93	10.9492	1.0851	4.8100
13	1.01	12.1681	1.4689	5.7654
14	1.10	13.4181	1.9317	6.7929
15	1.18	14.6981	2.4797	7.8900
16	1.27	16.0071	3.1187	9.0543
17	1.35	17.3414	3.8548	10.2774

## 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	0.09	-0.2340	-5.1269
3	0.18	-0.8975	-9.4649
4	0.27	-1.9102	-12.8862
5	0.36	-3.1895	-15.3907
6	0.45	-4.6530	-16.9786
7	0.54	-6.2182	-17.6498
8	0.63	-7.8025	-17.4043
9	0.72	-9.3235	-16.2421
10	0.81	-10.6986	-14.1641
11	0.90	-11.8482	-11.2543

**COMBINAZIONE n° 5**

Valore della spinta statica	28.6019	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	26.9395	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	9.6089	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.90	[m]	Y = -0.79 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19.63	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	44.55	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	25.7100	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.48	[m]	Y = -0.55 [m]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	26.9395	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	52.1989	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-2.0835	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	23.2556	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	37.6238	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	52.1989	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	26.9395	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.32	[m]
Lunghezza fondazione reagente	0.83	[m]
Risultante in fondazione	58.7406	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	27.30	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	16.9511	[kNm]

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	1.62
--	------

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 6

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [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 [kPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

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

### Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= 0.00 Y[m]= 1.38

Raggio del cerchio R[m]= 3.16

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -1.84

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 3.12

Larghezza della striscia dx[m]= 0.20

Coefficiente di sicurezza C= 1.79

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	5.3662	74.65	5.1747	0.0074	29.26	0	0
2	7.2740	63.76	6.5243	0.0044	29.26	0	0
3	8.1411	56.43	6.7829	0.0035	29.26	0	0
4	8.6844	50.35	6.6863	0.0030	29.26	0	0
5	9.0280	44.98	6.3814	0.0028	29.26	0	0
6	9.2278	40.08	5.9414	0.0025	29.26	0	0
7	9.3152	35.51	5.4112	0.0024	29.26	0	0
8	9.3096	31.20	4.8222	0.0023	27.57	2	0
9	9.2243	27.07	4.1978	0.0022	23.04	8	0
10	9.0684	23.09	3.5565	0.0021	23.04	8	0
11	8.8485	19.23	2.9138	0.0021	23.04	8	0
12	8.7841	15.45	2.3403	0.0020	23.04	8	0
13	8.5042	11.74	1.7310	0.0020	23.04	8	0
14	8.1169	8.09	1.1419	0.0020	23.04	8	0
15	7.6785	4.46	0.5974	0.0020	23.04	8	0
16	7.6927	0.86	0.1149	0.0019	23.04	8	0
17	8.5270	-2.75	-0.4087	0.0019	23.04	8	0
18	3.7788	-6.36	-0.4187	0.0020	23.04	8	0
19	2.1090	-10.00	-0.3663	0.0020	23.04	8	0
20	1.9437	-13.68	-0.4598	0.0020	23.04	8	0
21	1.7243	-17.42	-0.5163	0.0020	23.04	8	0

22	1.4476	-21.24	-0.5245	0.0021	23.04	8	0
23	1.1095	-25.16	-0.4717	0.0022	23.04	8	0
24	0.7043	-29.21	-0.3437	0.0022	23.04	8	0
25	0.2240	-33.44	-0.1234	0.0023	29.26	0	0

$\Sigma W_i = 155.8321$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 60.6849$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 74.9062$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 5.94$

### COMBINAZIONE n° 7

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

Valore della spinta statica	32.0765	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	29.2857	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	13.0864	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.90	[m]	Y = -0.83 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	24.08	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	44.68	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	37.1367	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.48	[m]	Y = -0.55 [m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	29.2857	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	68.9785	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-2.8044	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	68.9785	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	29.2857	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.20	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1.20	[m]
Risultante in fondazione	74.9379	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	23.00	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	13.9019	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	190.0691	[kN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	115.41	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.00	[kPa]

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 16.72$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.41$	$i_q = 0.45$	$i_\gamma = 0.26$

<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.15$	$d_q = 1.11$	$d_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1.00$	$g_q = 1.00$	$g_\gamma = 1.00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 12.09$	$N'_q = 7.33$	$N'_\gamma = 4.31$

### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.35
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.76

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 7

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	0.08	0.6295	-0.0008	0.0208
3	0.17	1.2799	-0.0010	0.0897
4	0.25	1.9663	0.0024	0.2424
5	0.34	2.6946	0.0166	0.4920
6	0.42	3.4632	0.0497	0.8353
7	0.51	4.2835	0.1087	1.2981
8	0.59	5.1674	0.2036	1.9086
9	0.67	6.0991	0.3477	2.6299
10	0.76	7.0750	0.5503	3.4536
11	0.84	8.0932	0.8203	4.3753
12	0.93	9.1519	1.1659	5.3910
13	1.01	10.2497	1.5953	6.4972
14	1.10	11.3850	2.1160	7.6905
15	1.18	12.5566	2.7355	8.9678
16	1.27	13.7632	3.4611	10.3265
17	1.35	15.0004	4.2998	11.7560

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 7

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	0.09	-0.2160	-4.6468
3	0.18	-0.8088	-8.3723
4	0.27	-1.6953	-11.1753
5	0.36	-2.7927	-13.0560
6	0.45	-4.0177	-14.0142
7	0.54	-5.2875	-14.0500
8	0.63	-6.5191	-13.1634
9	0.72	-7.6293	-11.3543
10	0.81	-8.5352	-8.6237
11	0.90	-9.1566	-5.0557

#### COMBINAZIONE n° 8

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

Valore della spinta statica	32.0765	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	29.2857	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	13.0864	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.90	[m]	Y = -0.83 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	24.08	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	44.68	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	28.5667	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.48	[m]	Y = -0.55 [m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	29.2857	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	66.0352	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-2.8044	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	66.0352	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	29.2857	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.25	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1.04	[m]
Risultante in fondazione	72.2378	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	23.92	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	16.7625	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	155.4498	[kN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1.04	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	127.18	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.00	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 16.72$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.38$	$i_q = 0.43$	$i_\gamma = 0.24$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.15$	$d_q = 1.11$	$d_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1.00$	$g_q = 1.00$	$g_\gamma = 1.00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 11.41$	$N'_q = 6.98$	$N'_\gamma = 3.97$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.29
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.35

**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	0.08	0.8157	-0.0008	0.0208
3	0.17	1.6522	-0.0010	0.0897
4	0.25	2.5249	0.0024	0.2424
5	0.34	3.4393	0.0166	0.4920
6	0.42	4.3941	0.0497	0.8353
7	0.51	5.4005	0.1087	1.2981
8	0.59	6.4706	0.2036	1.9086
9	0.67	7.5885	0.3477	2.6299
10	0.76	8.7506	0.5503	3.4536
11	0.84	9.9549	0.8203	4.3753
12	0.93	11.1999	1.1659	5.3910
13	1.01	12.4838	1.5953	6.4972
14	1.10	13.8053	2.1160	7.6905
15	1.18	15.1630	2.7355	8.9678
16	1.27	16.5559	3.4611	10.3265
17	1.35	17.9792	4.2998	11.7560

## 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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.09	-0.2349	-5.1973
3	0.18	-0.9312	-10.2334
4	0.27	-2.0504	-14.4503
5	0.36	-3.4983	-17.5349
6	0.45	-5.1728	-19.4871
7	0.54	-6.9720	-20.3069
8	0.63	-8.7940	-19.9944
9	0.72	-10.5370	-18.5495
10	0.81	-12.0990	-15.9731
11	0.90	-13.3809	-12.3492

### COMBINAZIONE n° 9

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

Valore della spinta statica	32.0765	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	29.2857	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	13.0864	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.90	[m]	Y = -0.83 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	24.08	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	44.68	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	28.5667	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.48	[m]	Y = -0.55 [m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	29.2857	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	60.4085	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-2.8044	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	60.4085	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	29.2857	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.26	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1.03	[m]
Risultante in fondazione	67.1330	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	25.86	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	15.4220	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	134.6107	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1.03	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	116.83	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.00	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 16.72$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.34$	$i_q = 0.38$	$i_\gamma = 0.20$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.15$	$d_q = 1.11$	$d_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1.00$	$g_q = 1.00$	$g_\gamma = 1.00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 9.97$	$N'_q = 6.24$	$N'_\gamma = 3.28$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.19
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.23

## 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

<b>Nr.</b>	<b>Y</b>	<b>N</b>	<b>M</b>	<b>T</b>
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.08	0.6295	-0.0008	0.0208
3	0.17	1.2799	-0.0010	0.0897
4	0.25	1.9663	0.0024	0.2424
5	0.34	2.6946	0.0166	0.4920
6	0.42	3.4632	0.0497	0.8353
7	0.51	4.2835	0.1087	1.2981
8	0.59	5.1674	0.2036	1.9086
9	0.67	6.0991	0.3477	2.6299
10	0.76	7.0750	0.5503	3.4536
11	0.84	8.0932	0.8203	4.3753
12	0.93	9.1519	1.1659	5.3910
13	1.01	10.2497	1.5953	6.4972
14	1.10	11.3850	2.1160	7.6905
15	1.18	12.5566	2.7355	8.9678
16	1.27	13.7632	3.4611	10.3265
17	1.35	15.0004	4.2998	11.7560

## 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

<b>Nr.</b>	<b>X</b>	<b>M</b>	<b>T</b>
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.09	-0.2260	-4.9988
3	0.18	-0.8955	-9.8459
4	0.27	-1.9748	-13.9628
5	0.36	-3.3771	-17.0242
6	0.45	-5.0075	-19.0300
7	0.54	-6.7709	-19.9804
8	0.63	-8.5723	-19.8752

9	0.72	-10.3168	-18.7145
10	0.81	-11.9092	-16.4991
11	0.90	-13.2577	-13.3132

COMBINAZIONE n° 10**Peso muro sfavorevole e Peso terrapieno sfavorevole**

Valore della spinta statica	32.0765	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	29.2857	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	13.0864	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.90	[m]	Y = -0.83 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	24.08	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	44.68	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	37.1367	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.48	[m]	Y = -0.55 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	29.2857	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	74.6052	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-2.8044	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	74.6052	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	29.2857	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.20	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1.19	[m]
Risultante in fondazione	80.1473	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	21.43	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	15.2423	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	208.0817	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1.19	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	125.70	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.00	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 16.72$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.45$	$i_q = 0.48$	$i_\gamma = 0.29$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.15$	$d_q = 1.11$	$d_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1.00$	$g_q = 1.00$	$g_\gamma = 1.00$

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

$N'_c = 13.26$	$N'_q = 7.93$	$N'_\gamma = 4.92$
----------------	---------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.45
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.79

**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

<b>Nr.</b>	<b>Y</b>	<b>N</b>	<b>M</b>	<b>T</b>
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.08	0.8157	-0.0008	0.0208
3	0.17	1.6522	-0.0010	0.0897
4	0.25	2.5249	0.0024	0.2424
5	0.34	3.4393	0.0166	0.4920
6	0.42	4.3941	0.0497	0.8353
7	0.51	5.4005	0.1087	1.2981
8	0.59	6.4706	0.2036	1.9086
9	0.67	7.5885	0.3477	2.6299
10	0.76	8.7506	0.5503	3.4536
11	0.84	9.9549	0.8203	4.3753
12	0.93	11.1999	1.1659	5.3910
13	1.01	12.4838	1.5953	6.4972
14	1.10	13.8053	2.1160	7.6905
15	1.18	15.1630	2.7355	8.9678
16	1.27	16.5559	3.4611	10.3265
17	1.35	17.9792	4.2998	11.7560

**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

<b>Nr.</b>	<b>X</b>	<b>M</b>	<b>T</b>
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.09	-0.2269	-4.8828

3	0.18	-0.8490	-8.7764
4	0.27	-1.7767	-11.6718
5	0.36	-2.9200	-13.5692
6	0.45	-4.1892	-14.4686
7	0.54	-5.4944	-14.3698
8	0.63	-6.7458	-13.2730
9	0.72	-7.8536	-11.1781
10	0.81	-8.7279	-8.0859
11	0.90	-9.2818	-4.0807

**COMBINAZIONE n° 11**

Valore della spinta statica	39.9775	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	37.6472	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	13.4494	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.90	[m]	Y = -0.78 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19.66	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	40.92	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	25.7100	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.48	[m]	Y = -0.55 [m]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	37.6472	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	56.0394	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-2.0835	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	32.8994	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	42.2324	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	56.0394	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	37.6472	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.43	[m]
Lunghezza fondazione reagente	0.50	[m]
Risultante in fondazione	67.5110	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	33.89	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	24.2907	[kNm]

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	1.28
--	------

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 12

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 [kPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

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

### Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= 0.00 Y[m]= 1.38

Raggio del cerchio R[m]= 3.16

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -1.84

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 3.12

Larghezza della striscia dx[m]= 0.20

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	9.8669	74.65	9.5148	0.0074	29.26	0	0
2	7.2740	63.76	6.5243	0.0044	29.26	0	0
3	8.1411	56.43	6.7829	0.0035	29.26	0	0
4	8.6844	50.35	6.6863	0.0030	29.26	0	0
5	9.0280	44.98	6.3814	0.0028	29.26	0	0
6	9.2278	40.08	5.9414	0.0025	29.26	0	0
7	9.3152	35.51	5.4112	0.0024	29.26	0	0
8	9.3096	31.20	4.8222	0.0023	27.57	2	0
9	9.2243	27.07	4.1978	0.0022	23.04	8	0
10	9.0684	23.09	3.5565	0.0021	23.04	8	0
11	8.8485	19.23	2.9138	0.0021	23.04	8	0
12	8.7841	15.45	2.3403	0.0020	23.04	8	0
13	8.5042	11.74	1.7310	0.0020	23.04	8	0
14	8.1169	8.09	1.1419	0.0020	23.04	8	0
15	7.6785	4.46	0.5974	0.0020	23.04	8	0
16	7.6927	0.86	0.1149	0.0019	23.04	8	0
17	8.5270	-2.75	-0.4087	0.0019	23.04	8	0
18	3.7788	-6.36	-0.4187	0.0020	23.04	8	0
19	2.1090	-10.00	-0.3663	0.0020	23.04	8	0
20	1.9437	-13.68	-0.4598	0.0020	23.04	8	0
21	1.7243	-17.42	-0.5163	0.0020	23.04	8	0

22	1.4476	-21.24	-0.5245	0.0021	23.04	8	0
23	1.1095	-25.16	-0.4717	0.0022	23.04	8	0
24	0.7043	-29.21	-0.3437	0.0022	23.04	8	0
25	0.2240	-33.44	-0.1234	0.0023	29.26	0	0

$\Sigma W_i = 160.3328$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 65.0250$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 77.4274$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 5.94$

### COMBINAZIONE n° 13

Valore della spinta statica	18.5443	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	16.9580	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	7.5045	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.90	[m]	Y = -0.79 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23.87	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	48.18	[°]	
Incremento sismico della spinta	9.2973	[kN]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0.90	[m]	Y = -0.55 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	43.24	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	28.5667	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.48	[m]	Y = -0.55 [m]
Inerzia del muro	2.1011	[kN]	
Inerzia verticale del muro	1.0505	[kN]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	3.2001	[kN]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	1.6001	[kN]	

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	30.7612	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	61.2397	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-2.8044	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	61.2397	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	30.7612	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.35	[m]
Lunghezza fondazione reagente	0.76	[m]
Risultante in fondazione	68.5314	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	26.67	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	21.2887	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	92.5398	[kN]

### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	0.76	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	161.77	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.00	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 16.72$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.32$	$i_q = 0.36$	$i_\gamma = 0.18$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.15$	$d_q = 1.11$	$d_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1.00$	$g_q = 1.00$	$g_\gamma = 1.00$

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

$N'_c = 9.38$	$N'_q = 5.93$	$N'_\gamma = 3.02$
---------------	---------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.15
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.51

**Sollecitazioni paramento**Combinazione n° 13

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

<b>Nr.</b>	<b>Y</b>	<b>N</b>	<b>M</b>	<b>T</b>
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.08	0.7828	-0.0058	0.4456
3	0.17	1.5816	0.0251	0.9282
4	0.25	2.4082	0.0951	1.4753
5	0.34	3.2669	0.2096	2.0969
6	0.42	4.1565	0.3749	2.7900
7	0.51	5.0767	0.5971	3.5542
8	0.59	6.0276	0.8822	4.3895
9	0.67	7.0092	1.2361	5.2958
10	0.76	8.0214	1.6650	6.2732
11	0.84	9.0630	2.1748	7.3187
12	0.93	10.1311	2.7714	8.4257
13	1.01	11.2241	3.4602	9.5903
14	1.10	12.3409	4.2461	10.8103
15	1.18	13.4809	5.1336	12.0839
16	1.27	14.6431	6.1275	13.4091
17	1.35	15.8249	7.2323	14.7795

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 13

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	0.09	-0.1807	-3.9980
3	0.18	-0.7164	-7.8879
4	0.27	-1.5973	-11.6699
5	0.36	-2.8137	-15.3438
6	0.45	-4.3559	-18.9044
7	0.54	-6.1816	-21.3602
8	0.63	-8.1456	-21.9773
9	0.72	-10.0824	-20.7557
10	0.81	-11.8265	-17.6960
11	0.90	-13.2146	-12.8630

### COMBINAZIONE n° 14

Valore della spinta statica	18.5443	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	16.9580	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	7.5045	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.90	[m]	Y = -0.79 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23.87	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	48.18	[°]	
Incremento sismico della spinta	6.8959	[kN]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0.90	[m]	Y = -0.55 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	42.74	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	28.5667	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.48	[m]	Y = -0.55 [m]
Inerzia del muro	2.1011	[kN]	
Inerzia verticale del muro	-1.0505	[kN]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	3.2001	[kN]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-1.6001	[kN]	
<b><u>Risultanti</u></b>			
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	28.5652	[kN]	
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	54.9667	[kN]	
Resistenza passiva a valle del muro	-2.8044	[kN]	
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	54.9667	[kN]	

Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	28.5652	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.36	[m]
Lunghezza fondazione reagente	0.73	[m]
Risultante in fondazione	61.9460	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	27.46	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	19.5322	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	84.0709	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	0.73	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	149.78	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.00	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 16.72$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.30$	$i_q = 0.34$	$i_\gamma = 0.17$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.15$	$d_q = 1.11$	$d_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1.00$	$g_q = 1.00$	$g_\gamma = 1.00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 8.79$	$N'_q = 5.63$	$N'_\gamma = 2.76$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.12
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.53

**Sollecitazioni paramento**Combinazione n° 14

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	0.08	0.7624	-0.0047	0.3984
3	0.17	1.5408	0.0233	0.8338
4	0.25	2.3471	0.0863	1.3336
5	0.34	3.1854	0.1899	1.9080
6	0.42	4.0546	0.3404	2.5538
7	0.51	4.9545	0.5437	3.2708

8	0.59	5.8850	0.8059	4.0588
9	0.67	6.8462	1.1330	4.9179
10	0.76	7.8380	1.5310	5.8480
11	0.84	8.8592	2.0060	6.8464
12	0.93	9.9070	2.5639	7.9061
13	1.01	10.9795	3.2099	9.0235
14	1.10	12.0760	3.9490	10.1963
15	1.18	13.1956	4.7858	11.4225
16	1.27	14.3375	5.7250	12.7006
17	1.35	15.4988	6.7711	14.0237

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 14

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	0.09	-0.1807	-3.9980
3	0.18	-0.7164	-7.8879
4	0.27	-1.5973	-11.6699
5	0.36	-2.8137	-15.3438
6	0.45	-4.3560	-18.9098
7	0.54	-6.2005	-21.8096
8	0.63	-8.2290	-22.9747
9	0.72	-10.2831	-22.3788
10	0.81	-12.2044	-20.0226
11	0.90	-13.8364	-15.9707

**COMBINAZIONE n° 15**

Valore della spinta statica	25.7196	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	24.2293	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	8.6278	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.90	[m]	Y = -0.78 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19.60	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	44.61	[°]	
Incremento sismico della spinta	10.7964	[kN]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0.90	[m]	Y = -0.56 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	39.24	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	28.5667	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.48	[m]	Y = -0.55 [m]
Inerzia del muro	2.1011	[kN]	
Inerzia verticale del muro	1.0505	[kN]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	3.2001	[kN]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	1.6001	[kN]	

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	39.7014	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	62.2222	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-2.3150	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	36.9947	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	45.3156	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	62.2222	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	39.7014	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.47	[m]
Lunghezza fondazione reagente	0.40	[m]
Risultante in fondazione	73.8093	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	32.54	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	29.0125	[kNm]

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	1.22
--	------

**COMBINAZIONE n° 16**

Valore della spinta statica	25.7196	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	24.2293	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	8.6278	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.90	[m]	Y = -0.78 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19.60	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	44.61	[°]	
Incremento sismico della spinta	7.6858	[kN]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0.90	[m]	Y = -0.56 [m]

Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	38.67	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	28.5667	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.48	[m]	Y = -0.55 [m]
Inerzia del muro	2.1011	[kN]	
Inerzia verticale del muro	-1.0505	[kN]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	3.2001	[kN]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-1.6001	[kN]	

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	36.7709	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	55.8776	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-2.3150	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	35.4109	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	42.4395	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	55.8776	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	36.7709	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.47	[m]
Lunghezza fondazione reagente	0.38	[m]
Risultante in fondazione	66.8910	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	33.35	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	26.4980	[kNm]

### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	1.20
--	------

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 17

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 [kPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

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

### Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= 0.00 Y[m]= 1.38

Raggio del cerchio R[m]= 3.16

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -1.84

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 3.12

Larghezza della striscia dx[m]= 0.20

Coefficiente di sicurezza C= 1.51

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	5.3662	74.65	5.1747	0.0074	29.26	0	0
2	7.2740	63.76	6.5243	0.0044	29.26	0	0
3	8.1411	56.43	6.7829	0.0035	29.26	0	0
4	8.6844	50.35	6.6863	0.0030	29.26	0	0
5	9.0280	44.98	6.3814	0.0028	29.26	0	0
6	9.2278	40.08	5.9414	0.0025	29.26	0	0
7	9.3152	35.51	5.4112	0.0024	29.26	0	0
8	9.3096	31.20	4.8222	0.0023	27.57	2	0
9	9.2243	27.07	4.1978	0.0022	23.04	8	0
10	9.0684	23.09	3.5565	0.0021	23.04	8	0
11	8.8485	19.23	2.9138	0.0021	23.04	8	0
12	8.7841	15.45	2.3403	0.0020	23.04	8	0
13	8.5042	11.74	1.7310	0.0020	23.04	8	0
14	8.1169	8.09	1.1419	0.0020	23.04	8	0
15	7.6785	4.46	0.5974	0.0020	23.04	8	0
16	7.6927	0.86	0.1149	0.0019	23.04	8	0
17	8.5270	-2.75	-0.4087	0.0019	23.04	8	0
18	3.7788	-6.36	-0.4187	0.0020	23.04	8	0
19	2.1090	-10.00	-0.3663	0.0020	23.04	8	0
20	1.9437	-13.68	-0.4598	0.0020	23.04	8	0
21	1.7243	-17.42	-0.5163	0.0020	23.04	8	0

---

22	1.4476	-21.24	-0.5245	0.0021	23.04	8	0
23	1.1095	-25.16	-0.4717	0.0022	23.04	8	0
24	0.7043	-29.21	-0.3437	0.0022	23.04	8	0
25	0.2240	-33.44	-0.1234	0.0023	29.26	0	0

$\Sigma W_i = 155.8321$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 60.6849$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 74.9062$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 5.94$

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 18

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 [kPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

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

### Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= 0.00 Y[m]= 1.38

Raggio del cerchio R[m]= 3.16

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -1.84

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 3.12

Larghezza della striscia dx[m]= 0.20

Coefficiente di sicurezza C= 1.54

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	5.3662	74.65	5.1747	0.0074	29.26	0	0
2	7.2740	63.76	6.5243	0.0044	29.26	0	0
3	8.1411	56.43	6.7829	0.0035	29.26	0	0
4	8.6844	50.35	6.6863	0.0030	29.26	0	0
5	9.0280	44.98	6.3814	0.0028	29.26	0	0
6	9.2278	40.08	5.9414	0.0025	29.26	0	0
7	9.3152	35.51	5.4112	0.0024	29.26	0	0
8	9.3096	31.20	4.8222	0.0023	27.57	2	0
9	9.2243	27.07	4.1978	0.0022	23.04	8	0
10	9.0684	23.09	3.5565	0.0021	23.04	8	0
11	8.8485	19.23	2.9138	0.0021	23.04	8	0
12	8.7841	15.45	2.3403	0.0020	23.04	8	0
13	8.5042	11.74	1.7310	0.0020	23.04	8	0
14	8.1169	8.09	1.1419	0.0020	23.04	8	0
15	7.6785	4.46	0.5974	0.0020	23.04	8	0
16	7.6927	0.86	0.1149	0.0019	23.04	8	0
17	8.5270	-2.75	-0.4087	0.0019	23.04	8	0
18	3.7788	-6.36	-0.4187	0.0020	23.04	8	0
19	2.1090	-10.00	-0.3663	0.0020	23.04	8	0
20	1.9437	-13.68	-0.4598	0.0020	23.04	8	0
21	1.7243	-17.42	-0.5163	0.0020	23.04	8	0

22	1.4476	-21.24	-0.5245	0.0021	23.04	8	0
23	1.1095	-25.16	-0.4717	0.0022	23.04	8	0
24	0.7043	-29.21	-0.3437	0.0022	23.04	8	0
25	0.2240	-33.44	-0.1234	0.0023	29.26	0	0

$\Sigma W_i = 155.8321$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 60.6849$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 74.9062$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 5.94$

### COMBINAZIONE n° 19

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

Valore della spinta statica	18.5443	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	16.9580	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	7.5045	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.90	[m]	Y = -0.79	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23.87	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	48.18	[°]		
Incremento sismico della spinta	9.2973	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0.90	[m]	Y = -0.55	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	43.24	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	28.5667	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.48	[m]	Y = -0.55	[m]
Inerzia del muro	2.1011	[kN]		
Inerzia verticale del muro	1.0505	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	3.2001	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	1.6001	[kN]		

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	30.7612	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	61.2397	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-2.8044	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	61.2397	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	30.7612	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.35	[m]
Lunghezza fondazione reagente	0.76	[m]
Risultante in fondazione	68.5314	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	26.67	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	21.2887	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	92.5398	[kN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	0.76	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	161.77	[kPa]

Tensione terreno allo spigolo di monte 0.00 [kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 16.72$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.32$	$i_q = 0.36$	$i_\gamma = 0.18$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.15$	$d_q = 1.11$	$d_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1.00$	$g_q = 1.00$	$g_\gamma = 1.00$

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

$N'_c = 9.38$	$N'_q = 5.93$	$N'_\gamma = 3.02$
---------------	---------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.15
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.51

## 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	0.08	0.7828	-0.0058	0.4456
3	0.17	1.5816	0.0251	0.9282
4	0.25	2.4082	0.0951	1.4753
5	0.34	3.2669	0.2096	2.0969
6	0.42	4.1565	0.3749	2.7900
7	0.51	5.0767	0.5971	3.5542
8	0.59	6.0276	0.8822	4.3895
9	0.67	7.0092	1.2361	5.2958
10	0.76	8.0214	1.6650	6.2732
11	0.84	9.0630	2.1748	7.3187
12	0.93	10.1311	2.7714	8.4257
13	1.01	11.2241	3.4602	9.5903
14	1.10	12.3409	4.2461	10.8103
15	1.18	13.4809	5.1336	12.0839
16	1.27	14.6431	6.1275	13.4091
17	1.35	15.8249	7.2323	14.7795

## 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

<b>Nr.</b>	<b>X</b>	<b>M</b>	<b>T</b>
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.09	-0.1807	-3.9980
3	0.18	-0.7164	-7.8879
4	0.27	-1.5973	-11.6699
5	0.36	-2.8137	-15.3438
6	0.45	-4.3559	-18.9044
7	0.54	-6.1816	-21.3602
8	0.63	-8.1456	-21.9773
9	0.72	-10.0824	-20.7557
10	0.81	-11.8265	-17.6960
11	0.90	-13.2146	-12.8630

COMBINAZIONE n° 20

Valore della spinta statica	18.5443	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	16.9580	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	7.5045	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.90	[m]	Y = -0.79 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23.87	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	48.18	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	28.5667	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.48	[m]	Y = -0.55 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	16.9580	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	54.8267	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-2.8044	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	54.8267	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	16.9580	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.17	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1.20	[m]
Risultante in fondazione	57.3893	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	17.19	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	9.5015	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	282.5791	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	85.28	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	6.10	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 16.72$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.55$	$i_q = 0.58$	$i_\gamma = 0.40$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.15$	$d_q = 1.11$	$d_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1.00$	$g_q = 1.00$	$g_\gamma = 1.00$

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

$N'_c = 16.42$	$N'_q = 9.56$	$N'_\gamma = 6.74$
----------------	---------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.88
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	5.15

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 20

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

<b>Nr.</b>	<b>Y</b>	<b>N</b>	<b>M</b>	<b>T</b>
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.08	0.6275	-0.0006	0.0160
3	0.17	1.2709	-0.0008	0.0690
4	0.25	1.9422	0.0019	0.1865
5	0.34	2.6456	0.0128	0.3785
6	0.42	3.3798	0.0383	0.6419
7	0.51	4.1447	0.0844	0.9765
8	0.59	4.9403	0.1572	1.3822
9	0.67	5.7666	0.2626	1.8589
10	0.76	6.6234	0.4066	2.4066
11	0.84	7.5097	0.5953	3.0226
12	0.93	8.4225	0.8347	3.7000
13	1.01	9.3601	1.1299	4.4349
14	1.10	10.3216	1.4859	5.2253
15	1.18	11.3062	1.9074	6.0692
16	1.27	12.3132	2.3990	6.9649
17	1.35	13.3396	2.9653	7.9057

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 20

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	0.09	-0.1480	-3.1818
3	0.18	-0.5535	-5.7212
4	0.27	-1.1585	-7.6180
5	0.36	-1.9054	-8.8725
6	0.45	-2.7363	-9.4844
7	0.54	-3.5933	-9.4539
8	0.63	-4.4187	-8.7810

9	0.72	-5.1546	-7.4655
10	0.81	-5.7433	-5.5083
11	0.90	-6.1290	-2.9740

COMBINAZIONE n° 21

Valore della spinta statica	21.8248	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	19.9482	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	8.8539	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.90	[m]	Y = -0.81 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23.93	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	45.61	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	28.5667	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.48	[m]	Y = -0.55 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	19.9482	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	56.1761	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-2.8044	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	56.1761	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	19.9482	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.19	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1.20	[m]
Risultante in fondazione	59.6128	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19.55	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	10.9171	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	237.5281	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	92.30	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	1.33	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 16.72$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.49$	$i_q = 0.53$	$i_\gamma = 0.34$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.15$	$d_q = 1.11$	$d_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1.00$	$g_q = 1.00$	$g_\gamma = 1.00$

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

$N'_c = 14.66$	$N'_q = 8.65$	$N'_\gamma = 5.70$
----------------	---------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.64
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	4.23

**Sollecitazioni paramento****Combinazione n° 21**

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

<b>Nr.</b>	<b>Y</b>	<b>N</b>	<b>M</b>	<b>T</b>
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.08	0.6275	-0.0006	0.0160
3	0.17	1.2709	-0.0008	0.0690
4	0.25	1.9422	0.0019	0.1865
5	0.34	2.6456	0.0128	0.3785
6	0.42	3.3798	0.0383	0.6419
7	0.51	4.1451	0.0844	0.9774
8	0.59	4.9508	0.1564	1.4065
9	0.67	5.7976	0.2627	1.9309
10	0.76	6.6768	0.4116	2.5304
11	0.84	7.5866	0.6096	3.2008
12	0.93	8.5257	0.8625	3.9394
13	1.01	9.4931	1.1764	4.7433
14	1.10	10.4878	1.5566	5.6105
15	1.18	11.5087	2.0087	6.5386
16	1.27	12.5551	2.5377	7.5257
17	1.35	13.6236	3.1491	8.5642

**Sollecitazioni fondazione di monte****Combinazione n° 21**

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	0.09	-0.1661	-3.5716
3	0.18	-0.6212	-6.4212
4	0.27	-1.3003	-8.5486

5	0.36	-2.1383	-9.9540
6	0.45	-3.0703	-10.6372
7	0.54	-4.0314	-10.5984
8	0.63	-4.9564	-9.8375
9	0.72	-5.7804	-8.3545
10	0.81	-6.4385	-6.1501
11	0.90	-6.8679	-3.2890

COMBINAZIONE n° 22

Valore della spinta statica	23.0377	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	21.0540	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	9.3523	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.90	[m]	Y = -0.81 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23.95	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	45.11	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	28.5667	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.48	[m]	Y = -0.55 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	21.0540	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	56.6745	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-2.8044	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	56.6745	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	21.0540	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.20	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1.19	[m]
Risultante in fondazione	60.4588	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	20.38	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	11.4834	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	222.1664	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1.19	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	95.08	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.00	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 16.72$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.47$	$i_q = 0.51$	$i_\gamma = 0.32$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.15$	$d_q = 1.11$	$d_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1.00$	$g_q = 1.00$	$g_\gamma = 1.00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 14.04$	$N'_q = 8.33$	$N'_\gamma = 5.35$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.56
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	3.92

**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

<b>Nr.</b>	<b>Y</b>	<b>N</b>	<b>M</b>	<b>T</b>
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.08	0.6275	-0.0006	0.0160
3	0.17	1.2709	-0.0008	0.0690
4	0.25	1.9422	0.0019	0.1865
5	0.34	2.6456	0.0128	0.3785
6	0.42	3.3798	0.0383	0.6419
7	0.51	4.1498	0.0839	0.9881
8	0.59	4.9663	0.1564	1.4425
9	0.67	5.8212	0.2653	1.9857
10	0.76	6.7093	0.4183	2.6058
11	0.84	7.6292	0.6221	3.2997
12	0.93	8.5796	0.8828	4.0642
13	1.01	9.5593	1.2065	4.8967
14	1.10	10.5673	1.5990	5.7948
15	1.18	11.6025	2.0658	6.7561
16	1.27	12.6642	2.6124	7.7786
17	1.35	13.7488	3.2443	8.8545

**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

<b>Nr.</b>	<b>X</b>	<b>M</b>	<b>T</b>
1	0.00	0.0000	0.0000

---

2	0.09	-0.1734	-3.7289
3	0.18	-0.6486	-6.7063
4	0.27	-1.3579	-8.9296
5	0.36	-2.2333	-10.3989
6	0.45	-3.2070	-11.1142
7	0.54	-4.2112	-11.0754
8	0.63	-5.1780	-10.2827
9	0.72	-6.0395	-8.7359
10	0.81	-6.7278	-6.4357
11	0.90	-7.1774	-3.4469

COMBINAZIONE n° 1**Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	26.6999	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	24.5163	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	10.5753	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.00	[m]	Y = -1.43 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23.33	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.94	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	98.0000	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.04	[m]	Y = -0.87 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	24.5163	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	140.9378	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-2.2159	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	140.9378	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	24.5163	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.06	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2.30	[m]
Risultante in fondazione	143.0542	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	9.87	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	8.7014	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	749.1062	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2.30	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	71.15	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	51.41	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 16.72$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.76$	$i_q = 0.78$	$i_\gamma = 0.64$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.07$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1.00$	$g_q = 1.00$	$g_\gamma = 1.00$

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

$$N'_c = 21.07 \qquad N'_q = 12.07 \qquad N'_\gamma = 10.77$$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.15
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	5.32

## 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	0.12	0.8820	-0.0014	0.0554
3	0.23	1.8118	0.0029	0.2216
4	0.35	2.7893	0.0259	0.4986
5	0.47	3.8147	0.0805	0.8864
6	0.58	4.8879	0.1797	1.3849
7	0.70	6.0088	0.3363	1.9943
8	0.82	7.1776	0.5633	2.7145
9	0.93	8.3941	0.8736	3.5454
10	1.05	9.6582	1.2802	4.4865
11	1.17	10.9663	1.7961	5.5299
12	1.28	12.3135	2.4331	6.6637
13	1.40	13.6979	3.2020	7.8838
14	1.52	15.1188	4.1126	9.1886
15	1.63	16.5759	5.1750	10.5771
16	1.75	18.0687	6.3988	12.0486
17	1.87	19.5970	7.7938	13.6023
18	1.98	21.1605	9.3695	15.2377
19	2.10	22.7547	11.1359	16.9440

## 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	-0.4595	-4.5378
3	0.40	-1.7922	-8.7323
4	0.60	-3.9295	-12.5835
5	0.80	-6.8027	-16.0914
6	1.00	-10.3288	-19.0394

7	1.20	-14.3667	-21.2108
8	1.40	-18.7613	-22.6056
9	1.60	-23.3572	-23.2238
10	1.80	-27.9991	-23.0653
11	2.00	-32.5316	-22.1302

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

Valore della spinta statica	26.6999	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	24.5163	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	10.5753	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.00	[m]	Y = -1.43 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23.33	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.94	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	127.4000	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.04	[m]	Y = -0.87 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	24.5163	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	180.0465	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-2.2159	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	180.0465	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	24.5163	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.04	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2.30	[m]
Risultante in fondazione	181.7080	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	7.75	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	7.8451	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	833.8820	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2.30	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	87.18	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	69.38	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 16.72$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.81$	$i_q = 0.83$	$i_\gamma = 0.71$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.07$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1.00$	$g_q = 1.00$	$g_\gamma = 1.00$

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

$N'_c = 22.46$	$N'_q = 12.80$	$N'_\gamma = 11.93$
----------------	----------------	---------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	4.00
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	4.63

**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

<b>Nr.</b>	<b>Y</b>	<b>N</b>	<b>M</b>	<b>T</b>
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.12	1.1394	-0.0014	0.0554
3	0.23	2.3266	0.0029	0.2216
4	0.35	3.5616	0.0259	0.4986
5	0.47	4.8444	0.0805	0.8864
6	0.58	6.1750	0.1797	1.3849
7	0.70	7.5534	0.3363	1.9943
8	0.82	8.9796	0.5633	2.7145
9	0.93	10.4535	0.8736	3.5454
10	1.05	11.9750	1.2802	4.4865
11	1.17	13.5406	1.7961	5.5299
12	1.28	15.1452	2.4331	6.6637
13	1.40	16.7870	3.2020	7.8838
14	1.52	18.4654	4.1126	9.1886
15	1.63	20.1799	5.1750	10.5771
16	1.75	21.9301	6.3988	12.0486
17	1.87	23.7158	7.7938	13.6023
18	1.98	25.5368	9.3695	15.2377
19	2.10	27.3884	11.1359	16.9440

**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

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

1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.20	-0.1453	-1.4010
3	0.40	-0.5398	-2.4925
4	0.60	-1.1216	-3.2744
5	0.80	-1.8289	-3.7469
6	1.00	-2.5853	-3.6932
7	1.20	-3.2567	-2.8967
8	1.40	-3.6945	-1.3574
9	1.60	-3.7501	0.9248
10	1.80	-3.2750	3.9498
11	2.00	-2.1206	7.7177

**COMBINAZIONE n° 3****Peso muro favorevole e Peso terrapieno sfavorevole**

Valore della spinta statica	26.6999	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	24.5163	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	10.5753	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.00	[m]	Y = -1.43 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23.33	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.94	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	127.4000	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.04	[m]	Y = -0.87 [m]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	24.5163	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	170.3378	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-2.2159	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	170.3378	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	24.5163	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.02	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2.30	[m]
Risultante in fondazione	172.0930	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	8.19	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	3.2114	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	837.0324	[kN]

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	2.30	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	77.70	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	70.42	[kPa]

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 16.72$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.80$	$i_q = 0.82$	$i_\gamma = 0.70$

<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.07$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1.00$	$g_q = 1.00$	$g_\gamma = 1.00$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 22.17$	$N'_q = 12.65$	$N'_\gamma = 11.69$

### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.78
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	4.91

## 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	0.12	0.8820	-0.0014	0.0554
3	0.23	1.8118	0.0029	0.2216
4	0.35	2.7893	0.0259	0.4986
5	0.47	3.8147	0.0805	0.8864
6	0.58	4.8879	0.1797	1.3849
7	0.70	6.0088	0.3363	1.9943
8	0.82	7.1776	0.5633	2.7145
9	0.93	8.3941	0.8736	3.5454
10	1.05	9.6582	1.2802	4.4865
11	1.17	10.9663	1.7961	5.5299
12	1.28	12.3135	2.4331	6.6637
13	1.40	13.6979	3.2020	7.8838
14	1.52	15.1188	4.1126	9.1886
15	1.63	16.5759	5.1750	10.5771
16	1.75	18.0687	6.3988	12.0486
17	1.87	19.5970	7.7938	13.6023
18	1.98	21.1605	9.3695	15.2377
19	2.10	22.7547	11.1359	16.9440

## 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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.20	-0.0865	-0.8442
3	0.40	-0.3292	-1.5617
4	0.60	-0.7028	-2.1525
5	0.80	-1.1818	-2.6166
6	1.00	-1.7265	-2.7373
7	1.20	-2.2394	-2.2980
8	1.40	-2.6084	-1.2987
9	1.60	-2.7215	0.2606
10	1.80	-2.4668	2.3800
11	2.00	-1.7322	5.0594

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

Valore della spinta statica	26.6999	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	24.5163	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	10.5753	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.00	[m]	Y = -1.43 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23.33	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.94	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	98.0000	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.04	[m]	Y = -0.87 [m]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	24.5163	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	150.6465	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-2.2159	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	150.6465	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	24.5163	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.09	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2.30	[m]
Risultante in fondazione	152.6284	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	9.24	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	13.3351	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	750.8799	[kN]

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	2.30	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	80.62	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	50.37	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 16.72$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.78$	$i_q = 0.79$	$i_\gamma = 0.66$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.07$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1.00$	$g_q = 1.00$	$g_\gamma = 1.00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 21.48$	$N'_q = 12.29$	$N'_\gamma = 11.10$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.36
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	4.98

**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

<b>Nr.</b>	<b>Y</b>	<b>N</b>	<b>M</b>	<b>T</b>
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.12	1.1394	-0.0014	0.0554
3	0.23	2.3266	0.0029	0.2216
4	0.35	3.5616	0.0259	0.4986
5	0.47	4.8444	0.0805	0.8864
6	0.58	6.1750	0.1797	1.3849
7	0.70	7.5534	0.3363	1.9943
8	0.82	8.9796	0.5633	2.7145
9	0.93	10.4535	0.8736	3.5454
10	1.05	11.9750	1.2802	4.4865
11	1.17	13.5406	1.7961	5.5299
12	1.28	15.1452	2.4331	6.6637
13	1.40	16.7870	3.2020	7.8838
14	1.52	18.4654	4.1126	9.1886
15	1.63	20.1799	5.1750	10.5771
16	1.75	21.9301	6.3988	12.0486
17	1.87	23.7158	7.7938	13.6023
18	1.98	25.5368	9.3695	15.2377
19	2.10	27.3884	11.1359	16.9440

## 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	-0.5182	-5.0946
3	0.40	-2.0028	-9.6631
4	0.60	-4.3484	-13.7055
5	0.80	-7.4499	-17.2218
6	1.00	-11.1876	-19.9954
7	1.20	-15.3841	-21.8095
8	1.40	-19.8474	-22.6643
9	1.60	-24.3858	-22.5596
10	1.80	-28.8073	-21.4955
11	2.00	-32.9200	-19.4720

### COMBINAZIONE n° 5

Valore della spinta statica	28.3163	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	26.7673	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	9.2370	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.00	[m]	Y = -1.43 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19.04	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55.62	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	88.2000	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.04	[m]	Y = -0.87 [m]

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	26.7673	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	126.5633	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-1.6462	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	25.8950	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	158.7392	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	126.5633	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	26.7673	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.10	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2.30	[m]
Risultante in fondazione	129.3629	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	11.94	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	12.7035	[kNm]

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento

6.13

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 6

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [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 [kPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

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

### Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0.50 Y[m]= 1.50

Raggio del cerchio R[m]= 4.63

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3.55

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4.03

Larghezza della striscia dx[m]= 0.30

Coefficiente di sicurezza C= 1.58

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	2.7069	71.26	2.5633	0.0092	29.26	0	0
2	7.1355	61.92	6.2957	0.0063	29.26	0	0
3	10.1538	54.69	8.2855	0.0051	29.26	0	0
4	12.4922	48.60	9.3708	0.0045	29.26	0	0
5	14.3963	43.19	9.8531	0.0041	29.26	0	0
6	15.9820	38.23	9.8894	0.0038	29.26	0	0
7	17.4397	33.59	9.6476	0.0036	27.49	0	0
8	18.8490	29.19	9.1914	0.0034	23.04	0	0
9	19.7896	24.97	8.3529	0.0033	23.04	0	0
10	20.3994	20.89	7.2734	0.0032	23.04	0	0
11	20.3074	16.92	5.9098	0.0031	23.04	0	0
12	20.0340	13.03	4.5176	0.0031	23.04	0	0
13	19.6300	9.21	3.1403	0.0030	23.04	0	0
14	21.3125	5.42	2.0131	0.0030	23.04	0	0
15	11.2491	1.66	0.3256	0.0030	23.04	0	0
16	6.8300	-2.10	-0.2498	0.0030	23.04	0	0
17	6.7021	-5.86	-0.6842	0.0030	23.04	0	0
18	6.4517	-9.65	-1.0814	0.0030	23.04	0	0
19	6.0753	-13.48	-1.4163	0.0031	23.04	0	0
20	5.5677	-17.38	-1.6628	0.0031	23.04	0	0
21	4.9211	-21.36	-1.7922	0.0032	23.04	0	0

22	4.1249	-25.45	-1.7726	0.0033	23.04	0	0
23	3.1642	-29.69	-1.5671	0.0034	23.04	0	0
24	2.0184	-34.11	-1.1320	0.0036	28.18	0	0
25	0.6581	-38.79	-0.4122	0.0038	29.26	0	0

$\Sigma W_i = 278.3908$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 84.8589$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 128.8587$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 4.60$

### COMBINAZIONE n° 7

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

Valore della spinta statica	44.9851	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	41.3061	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	17.8177	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.00	[m]	Y = -1.31 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23.33	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.88	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	127.4000	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.04	[m]	Y = -0.87 [m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	41.3061	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	177.5802	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-2.2159	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	177.5802	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	41.3061	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.09	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2.30	[m]
Risultante in fondazione	182.3209	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	13.09	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	16.2291	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	628.1971	[kN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2.30	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	95.62	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	58.80	[kPa]

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 16.72$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.69$	$i_q = 0.71$	$i_\gamma = 0.54$

<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.07$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1.00$	$g_q = 1.00$	$g_\gamma = 1.00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 18.96$	$N'_q = 10.97$	$N'_\gamma = 9.09$

### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.34
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	3.54

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 7

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	0.12	0.8820	-0.0014	0.0554
3	0.23	1.8118	0.0029	0.2216
4	0.35	2.7893	0.0259	0.4986
5	0.47	3.8147	0.0805	0.8864
6	0.58	4.8879	0.1797	1.3849
7	0.70	6.0088	0.3363	1.9943
8	0.82	7.1776	0.5633	2.7145
9	0.93	8.3941	0.8736	3.5454
10	1.05	9.6582	1.2802	4.4865
11	1.17	10.9663	1.7961	5.5299
12	1.28	12.3135	2.4331	6.6637
13	1.40	13.6979	3.2020	7.8838
14	1.52	15.1188	4.1126	9.1886
15	1.63	16.5759	5.1750	10.5771
16	1.75	18.0687	6.3988	12.0486
17	1.87	19.5970	7.7938	13.6023
18	1.98	21.1605	9.3695	15.2377
19	2.10	22.7547	11.1359	16.9440

## Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 7

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	-0.3017	-2.9106
3	0.40	-1.1216	-5.1810
4	0.60	-2.3314	-6.8111
5	0.80	-3.8033	-7.8009
6	1.00	-5.3947	-7.9338
7	1.20	-6.9053	-6.9932
8	1.40	-8.1204	-4.9789
9	1.60	-8.8252	-1.8911
10	1.80	-8.8052	2.2704
11	2.00	-7.8455	7.5054

COMBINAZIONE n° 8**Peso muro sfavorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	44.9851	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	41.3061	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	17.8177	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.00	[m]	Y = -1.31 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23.33	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.88	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	98.0000	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.04	[m]	Y = -0.87 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	41.3061	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	157.8889	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-2.2159	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	157.8889	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	41.3061	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.17	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2.30	[m]
Risultante in fondazione	163.2026	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	14.66	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	26.3529	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	540.0425	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2.30	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	98.54	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	38.76	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 16.72$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.65$	$i_q = 0.67$	$i_\gamma = 0.50$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.07$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1.00$	$g_q = 1.00$	$g_\gamma = 1.00$

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

$N'_c = 17.93$	$N'_q = 10.43$	$N'_\gamma = 8.31$
----------------	----------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.09
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	3.42

**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

<b>Nr.</b>	<b>Y</b>	<b>N</b>	<b>M</b>	<b>T</b>
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.12	1.1394	-0.0014	0.0554
3	0.23	2.3266	0.0029	0.2216
4	0.35	3.5616	0.0259	0.4986
5	0.47	4.8444	0.0805	0.8864
6	0.58	6.1750	0.1797	1.3849
7	0.70	7.5534	0.3363	1.9943
8	0.82	8.9796	0.5633	2.7145
9	0.93	10.4535	0.8736	3.5454
10	1.05	11.9750	1.2802	4.4865
11	1.17	13.5406	1.7961	5.5299
12	1.28	15.1452	2.4331	6.6637
13	1.40	16.7870	3.2020	7.8838
14	1.52	18.4654	4.1126	9.1886
15	1.63	20.1799	5.1750	10.5771
16	1.75	21.9301	6.3988	12.0486
17	1.87	23.7158	7.7938	13.6023
18	1.98	25.5368	9.3695	15.2377
19	2.10	27.3884	11.1359	16.9440

## 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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.20	-0.7334	-7.1610
3	0.40	-2.7951	-13.2824
4	0.60	-5.9771	-18.3641
5	0.80	-10.0714	-22.4061
6	1.00	-14.8558	-25.1919
7	1.20	-20.0500	-26.5046
8	1.40	-25.3594	-26.3444
9	1.60	-30.4895	-24.7112
10	1.80	-35.1457	-21.6051
11	2.00	-39.0334	-17.0259

### COMBINAZIONE n° 9

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

Valore della spinta statica	44.9851	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	41.3061	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	17.8177	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.00	[m]	Y = -1.31 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23.33	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.88	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	98.0000	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.04	[m]	Y = -0.87 [m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	41.3061	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	148.1802	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-2.2159	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	148.1802	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	41.3061	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.15	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2.30	[m]
Risultante in fondazione	153.8296	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15.58	[°]

Momento rispetto al baricentro della fondazione	21.7191	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	525.9587	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2.30	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	89.06	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	39.79	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 16.72$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.63$	$i_q = 0.65$	$i_\gamma = 0.47$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.07$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1.00$	$g_q = 1.00$	$g_\gamma = 1.00$

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

$N'_c = 17.33$	$N'_q = 10.12$	$N'_\gamma = 7.88$
----------------	----------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.96
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	3.55

**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	0.12	0.8820	-0.0014	0.0554
3	0.23	1.8118	0.0029	0.2216
4	0.35	2.7893	0.0259	0.4986
5	0.47	3.8147	0.0805	0.8864
6	0.58	4.8879	0.1797	1.3849
7	0.70	6.0088	0.3363	1.9943
8	0.82	7.1776	0.5633	2.7145
9	0.93	8.3941	0.8736	3.5454
10	1.05	9.6582	1.2802	4.4865
11	1.17	10.9663	1.7961	5.5299
12	1.28	12.3135	2.4331	6.6637

13	1.40	13.6979	3.2020	7.8838
14	1.52	15.1188	4.1126	9.1886
15	1.63	16.5759	5.1750	10.5771
16	1.75	18.0687	6.3988	12.0486
17	1.87	19.5970	7.7938	13.6023
18	1.98	21.1605	9.3695	15.2377
19	2.10	22.7547	11.1359	16.9440

## 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

<b>Nr.</b>	<b>X</b>	<b>M</b>	<b>T</b>
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.20	-0.6747	-6.6042
3	0.40	-2.5846	-12.3516
4	0.60	-5.5582	-17.2421
5	0.80	-9.4243	-21.2758
6	1.00	-13.9970	-24.2360
7	1.20	-19.0326	-25.9060
8	1.40	-24.2733	-26.2858
9	1.60	-29.4609	-25.3754
10	1.80	-34.3375	-23.1749
11	2.00	-38.6449	-19.6842

**COMBINAZIONE n° 10****Peso muro sfavorevole e Peso terrapieno sfavorevole**

Valore della spinta statica	44.9851	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	41.3061	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	17.8177	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.00	[m]	Y = -1.31 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23.33	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.88	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	127.4000	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.04	[m]	Y = -0.87 [m]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	41.3061	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	187.2889	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-2.2159	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	187.2889	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	41.3061	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.11	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2.30	[m]
Risultante in fondazione	191.7898	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	12.44	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	20.8629	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	635.9357	[kN]

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	2.30	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	105.09	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	57.77	[kPa]

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 16.72$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.70$	$i_q = 0.72$	$i_\gamma = 0.56$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.07$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1.00$	$g_q = 1.00$	$g_\gamma = 1.00$

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

$N'_c = 19.39$	$N'_q = 11.19$	$N'_\gamma = 9.42$
----------------	----------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.46
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	3.40

## 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

<b>Nr.</b>	<b>Y</b>	<b>N</b>	<b>M</b>	<b>T</b>
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.12	1.1394	-0.0014	0.0554
3	0.23	2.3266	0.0029	0.2216
4	0.35	3.5616	0.0259	0.4986
5	0.47	4.8444	0.0805	0.8864
6	0.58	6.1750	0.1797	1.3849
7	0.70	7.5534	0.3363	1.9943
8	0.82	8.9796	0.5633	2.7145
9	0.93	10.4535	0.8736	3.5454
10	1.05	11.9750	1.2802	4.4865
11	1.17	13.5406	1.7961	5.5299
12	1.28	15.1452	2.4331	6.6637
13	1.40	16.7870	3.2020	7.8838
14	1.52	18.4654	4.1126	9.1886
15	1.63	20.1799	5.1750	10.5771
16	1.75	21.9301	6.3988	12.0486
17	1.87	23.7158	7.7938	13.6023
18	1.98	25.5368	9.3695	15.2377
19	2.10	27.3884	11.1359	16.9440

## 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

<b>Nr.</b>	<b>X</b>	<b>M</b>	<b>T</b>
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.20	-0.3605	-3.4674
3	0.40	-1.3321	-6.1117
4	0.60	-2.7503	-7.9330
5	0.80	-4.4504	-8.9312
6	1.00	-6.2535	-8.8897

7	1.20	-7.9226	-7.5918
8	1.40	-9.2064	-5.0376
9	1.60	-9.8538	-1.2269
10	1.80	-9.6134	3.8402
11	2.00	-8.2340	10.1637

**COMBINAZIONE n° 11**

Valore della spinta statica	51.6899	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	48.8623	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	16.8617	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.00	[m]	Y = -1.28 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19.04	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.37	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	88.2000	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.04	[m]	Y = -0.87 [m]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	48.8623	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	134.1879	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-1.6462	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	54.5227	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	176.2759	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	134.1879	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	48.8623	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.24	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2.30	[m]
Risultante in fondazione	142.8073	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	20.01	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	32.5628	[kNm]

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.23
--	------

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 12

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 [kPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

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

### Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0.25 Y[m]= 1.75

Raggio del cerchio R[m]= 4.72

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3.13

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4.31

Larghezza della striscia dx[m]= 0.30

Coefficiente di sicurezza C= 1.30

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	10.0585	69.15	9.3999	0.0082	29.26	0	0
2	13.9686	60.84	12.1986	0.0060	29.26	0	0
3	16.7753	54.05	13.5804	0.0050	29.26	0	0
4	18.9875	48.26	14.1672	0.0044	29.26	0	0
5	20.8065	43.07	14.2078	0.0040	29.26	0	0
6	22.3324	38.29	13.8380	0.0037	29.26	0	0
7	22.9579	33.81	12.7751	0.0035	29.26	0	0
8	17.0827	29.56	8.4270	0.0034	27.83	0	0
9	18.3104	25.48	7.8764	0.0032	23.04	0	0
10	19.0813	21.53	7.0034	0.0031	23.04	0	0
11	19.5986	17.69	5.9562	0.0031	23.04	0	0
12	19.4355	13.93	4.6798	0.0030	23.04	0	0
13	19.0773	10.23	3.3895	0.0030	23.04	0	0
14	18.6016	6.58	2.1310	0.0029	23.04	0	0
15	19.5880	2.95	1.0078	0.0029	23.04	0	0
16	13.1057	-0.67	-0.1528	0.0029	23.04	0	0
17	5.6844	-4.29	-0.4250	0.0029	23.04	0	0
18	5.4949	-7.93	-0.7577	0.0029	23.04	0	0
19	5.1901	-11.60	-1.0432	0.0030	23.04	0	0
20	4.7661	-15.31	-1.2588	0.0030	23.04	0	0
21	4.2173	-19.10	-1.3801	0.0031	23.04	0	0

22	3.5356	-22.98	-1.3802	0.0032	23.04	0	0
23	2.7100	-26.97	-1.2290	0.0033	23.87	0	0
24	1.7257	-31.11	-0.8916	0.0034	29.26	0	0
25	0.5619	-35.44	-0.3258	0.0036	29.26	0	0

$\Sigma W_i = 323.6539$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 121.7940$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 156.7462$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 4.69$

### COMBINAZIONE n° 13

Valore della spinta statica	20.5384	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	18.8587	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	8.1348	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.00	[m]	Y = -1.43 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23.33	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.94	[°]	
Incremento sismico della spinta	7.0011	[kN]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.00	[m]	Y = -0.95 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	53.63	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	98.0000	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.04	[m]	Y = -0.87 [m]
Inerzia del muro	3.6253	[kN]	
Inerzia verticale del muro	1.8127	[kN]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	10.9783	[kN]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	5.4891	[kN]	

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	39.8908	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	148.5721	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-2.2159	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	148.5721	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	39.8908	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.21	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2.30	[m]
Risultante in fondazione	153.8341	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15.03	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	31.4309	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	505.9639	[kN]

### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2.30	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	100.25	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	28.95	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 16.72$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.64$	$i_q = 0.67$	$i_\gamma = 0.49$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.07$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1.00$	$g_q = 1.00$	$g_\gamma = 1.00$

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

$N'_c = 17.69$	$N'_q = 10.30$	$N'_\gamma = 8.14$
----------------	----------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.04
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	3.41

## Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 13

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	0.12	0.9950	0.0028	0.4135
3	0.23	2.0267	0.0532	0.9122
4	0.35	3.0953	0.1613	1.4961
5	0.47	4.2005	0.3370	2.1653
6	0.58	5.3426	0.5902	2.9196
7	0.70	6.5214	0.9308	3.7593
8	0.82	7.7369	1.3689	4.6841
9	0.93	8.9893	1.9144	5.6942
10	1.05	10.2781	2.5771	6.7890
11	1.17	11.6009	3.3672	7.9624
12	1.28	12.9538	4.2938	9.2055
13	1.40	14.3352	5.3650	10.5148
14	1.52	15.7448	6.5886	11.8894
15	1.63	17.1821	7.9721	13.3284
16	1.75	18.6470	9.5231	14.8311
17	1.87	20.1391	11.2490	16.3971
18	1.98	21.6584	13.1572	18.0260
19	2.10	23.2012	15.2554	19.7094

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 13

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	-0.5668	-5.4616
3	0.40	-2.1020	-9.6832
4	0.60	-4.3574	-12.6648
5	0.80	-7.0852	-14.4065
6	1.00	-10.0263	-14.7415
7	1.20	-12.8770	-13.5032
8	1.40	-15.3227	-10.6916
9	1.60	-17.0487	-6.3067
10	1.80	-17.7405	-0.3485
11	2.00	-17.0832	7.1831

### COMBINAZIONE n° 14

Valore della spinta statica	20.5384	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	18.8587	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	8.1348	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.00	[m]	Y = -1.43 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23.33	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.94	[°]	
Incremento sismico della spinta	4.7897	[kN]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.00	[m]	Y = -0.95 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	52.94	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	98.0000	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.04	[m]	Y = -0.87 [m]
Inerzia del muro	3.6253	[kN]	
Inerzia verticale del muro	-1.8127	[kN]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	10.9783	[kN]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-5.4891	[kN]	
<u>Risultanti</u>			
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	37.8603	[kN]	
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	133.0926	[kN]	

Resistenza passiva a valle del muro	-2.2159	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	133.0926	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	37.8603	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.22	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2.30	[m]
Risultante in fondazione	138.3729	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15.88	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	29.8136	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	477.7405	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2.30	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	91.68	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	24.05	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 16.72$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.62$	$i_q = 0.65$	$i_\gamma = 0.46$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.07$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1.00$	$g_q = 1.00$	$g_\gamma = 1.00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 17.13$	$N'_q = 10.01$	$N'_\gamma = 7.73$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.93
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	3.59

## Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 14

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	0.12	0.9616	0.0032	0.3361
3	0.23	1.9600	0.0452	0.7575
4	0.35	2.9951	0.1357	1.2640
5	0.47	4.0670	0.2848	1.8558

6	0.58	5.1757	0.5024	2.5328
7	0.70	6.3211	0.7984	3.2951
8	0.82	7.5033	1.1828	4.1426
9	0.93	8.7223	1.6656	5.0753
10	1.05	9.9778	2.2566	6.0927
11	1.17	11.2672	2.9660	7.1888
12	1.28	12.5867	3.8028	8.3545
13	1.40	13.9348	4.7752	9.5865
14	1.52	15.3110	5.8910	10.8837
15	1.63	16.7149	7.1577	12.2453
16	1.75	18.1464	8.5828	13.6707
17	1.87	19.6052	10.1739	15.1593
18	1.98	21.0911	11.9382	16.7109
19	2.10	22.6005	13.8834	18.3169

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 14

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	-0.6669	-6.4727
3	0.40	-2.5107	-11.7692
4	0.60	-5.2961	-15.8895
5	0.80	-8.7881	-18.8337
6	1.00	-12.7401	-20.4350
7	1.20	-16.8614	-20.5268
8	1.40	-20.8501	-19.1090
9	1.60	-24.4044	-16.1818
10	1.80	-27.2222	-11.7451
11	2.00	-29.0018	-5.7988

### COMBINAZIONE n° 15

Valore della spinta statica	25.7421	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	24.3340	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	8.3973	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.00	[m]	Y = -1.43 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19.04	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55.62	[°]	

Incremento sismico della spinta	8.0350	[kN]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.00	[m]	Y = -0.95 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	49.75	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	98.0000	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.04	[m]	Y = -0.87 [m]
Inerzia del muro	3.6253	[kN]	
Inerzia verticale del muro	1.8127	[kN]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	10.9783	[kN]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	5.4891	[kN]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	46.5330	[kN]	
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	148.6827	[kN]	
Resistenza passiva a valle del muro	-1.8291	[kN]	
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	53.9779	[kNm]	
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	186.6704	[kNm]	
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	148.6827	[kN]	
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	46.5330	[kN]	
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.26	[m]	
Lunghezza fondazione reagente	2.30	[m]	
Risultante in fondazione	155.7943	[kN]	
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	17.38	[°]	
Momento rispetto al baricentro della fondazione	38.2926	[kNm]	

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.46	
--	------	--

COMBINAZIONE n° 16

Valore della spinta statica	25.7421	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	24.3340	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	8.3973	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.00	[m]	Y = -1.43 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19.04	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55.62	[°]	
Incremento sismico della spinta	5.2571	[kN]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.00	[m]	Y = -0.95 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	48.94	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	98.0000	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.04	[m]	Y = -0.87 [m]
Inerzia del muro	3.6253	[kN]	
Inerzia verticale del muro	-1.8127	[kN]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	10.9783	[kN]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-5.4891	[kN]	

Risultanti

---

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	43.9071	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	133.1729	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-1.8291	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	58.7273	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	176.0293	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	133.1729	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	43.9071	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.27	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2.30	[m]
Risultante in fondazione	140.2243	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	18.25	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	35.8469	[kNm]

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.00
--	------

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 17

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 [kPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

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

### Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0.50 Y[m]= 2.24

Raggio del cerchio R[m]= 5.27

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3.64

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4.48

Larghezza della striscia dx[m]= 0.33

Coefficiente di sicurezza C= 1.25

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	2.3657	65.93	2.1600	0.0078	29.26	0	0
2	6.4662	58.65	5.5224	0.0061	29.26	0	0
3	9.5713	52.36	7.5796	0.0052	29.26	0	0
4	12.0703	46.89	8.8113	0.0047	29.26	0	0
5	14.1480	41.93	9.4535	0.0043	29.26	0	0
6	15.9029	37.33	9.6439	0.0040	29.26	0	0
7	17.3951	33.00	9.4749	0.0038	29.26	0	0
8	18.8212	28.88	9.0902	0.0036	27.16	0	0
9	20.1784	24.92	8.5008	0.0035	23.04	0	0
10	21.0765	21.07	7.5789	0.0034	23.04	0	0
11	21.4605	17.33	6.3932	0.0033	23.04	0	0
12	21.1715	13.66	5.0012	0.0033	23.04	0	0
13	20.7351	10.05	3.6193	0.0032	23.04	0	0
14	20.8083	6.48	2.3487	0.0032	23.04	0	0
15	18.5174	2.93	0.9481	0.0032	23.04	0	0
16	6.6751	-0.60	-0.0699	0.0032	23.04	0	0
17	6.5876	-4.14	-0.4753	0.0032	23.04	0	0
18	6.3685	-7.69	-0.8522	0.0032	23.04	0	0
19	6.0152	-11.27	-1.1759	0.0033	23.04	0	0
20	5.5233	-14.90	-1.4204	0.0033	23.04	0	0
21	4.8866	-18.59	-1.5581	0.0034	23.04	0	0

---

22	4.0963	-22.37	-1.5588	0.0034	23.04	0	0
23	3.1405	-26.25	-1.3888	0.0036	23.04	0	0
24	2.0030	-30.26	-1.0094	0.0037	29.16	0	0
25	0.6616	-34.45	-0.3743	0.0039	29.26	0	0

$\Sigma W_i = 286.6462$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 86.2427$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 134.4386$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 4.29$

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 18

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 [kPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

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

### Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0.50 Y[m]= 2.24

Raggio del cerchio R[m]= 5.27

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3.64

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4.48

Larghezza della striscia dx[m]= 0.33

Coefficiente di sicurezza C= 1.22

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	2.3657	65.93	2.1600	0.0078	29.26	0	0
2	6.4662	58.65	5.5224	0.0061	29.26	0	0
3	9.5713	52.36	7.5796	0.0052	29.26	0	0
4	12.0703	46.89	8.8113	0.0047	29.26	0	0
5	14.1480	41.93	9.4535	0.0043	29.26	0	0
6	15.9029	37.33	9.6439	0.0040	29.26	0	0
7	17.3951	33.00	9.4749	0.0038	29.26	0	0
8	18.8212	28.88	9.0902	0.0036	27.16	0	0
9	20.1784	24.92	8.5008	0.0035	23.04	0	0
10	21.0765	21.07	7.5789	0.0034	23.04	0	0
11	21.4605	17.33	6.3932	0.0033	23.04	0	0
12	21.1715	13.66	5.0012	0.0033	23.04	0	0
13	20.7351	10.05	3.6193	0.0032	23.04	0	0
14	20.8083	6.48	2.3487	0.0032	23.04	0	0
15	18.5174	2.93	0.9481	0.0032	23.04	0	0
16	6.6751	-0.60	-0.0699	0.0032	23.04	0	0
17	6.5876	-4.14	-0.4753	0.0032	23.04	0	0
18	6.3685	-7.69	-0.8522	0.0032	23.04	0	0
19	6.0152	-11.27	-1.1759	0.0033	23.04	0	0
20	5.5233	-14.90	-1.4204	0.0033	23.04	0	0
21	4.8866	-18.59	-1.5581	0.0034	23.04	0	0

22	4.0963	-22.37	-1.5588	0.0034	23.04	0	0
23	3.1405	-26.25	-1.3888	0.0036	23.04	0	0
24	2.0030	-30.26	-1.0094	0.0037	29.16	0	0
25	0.6616	-34.45	-0.3743	0.0039	29.26	0	0

$\Sigma W_i = 286.6462$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 86.2427$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 134.4386$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 4.29$

### COMBINAZIONE n° 19

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

Valore della spinta statica	20.5384	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	18.8587	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	8.1348	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.00	[m]	Y = -1.43 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23.33	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.94	[°]	
Incremento sismico della spinta	7.0011	[kN]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.00	[m]	Y = -0.95 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	53.63	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	98.0000	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.04	[m]	Y = -0.87 [m]
Inerzia del muro	3.6253	[kN]	
Inerzia verticale del muro	1.8127	[kN]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	10.9783	[kN]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	5.4891	[kN]	

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	39.8908	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	148.5721	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-2.2159	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	148.5721	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	39.8908	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.21	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2.30	[m]
Risultante in fondazione	153.8341	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15.03	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	31.4309	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	505.9639	[kN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2.30	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	100.25	[kPa]

Tensione terreno allo spigolo di monte 28.95 [kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 16.72$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.64$	$i_q = 0.67$	$i_\gamma = 0.49$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.07$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1.00$	$g_q = 1.00$	$g_\gamma = 1.00$

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

$$N'_c = 17.69 \qquad N'_q = 10.30 \qquad N'_\gamma = 8.14$$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.04
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	3.41

## 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	0.12	0.9950	0.0028	0.4135
3	0.23	2.0267	0.0532	0.9122
4	0.35	3.0953	0.1613	1.4961
5	0.47	4.2005	0.3370	2.1653
6	0.58	5.3426	0.5902	2.9196
7	0.70	6.5214	0.9308	3.7593
8	0.82	7.7369	1.3689	4.6841
9	0.93	8.9893	1.9144	5.6942
10	1.05	10.2781	2.5771	6.7890
11	1.17	11.6009	3.3672	7.9624
12	1.28	12.9538	4.2938	9.2055
13	1.40	14.3352	5.3650	10.5148
14	1.52	15.7448	6.5886	11.8894
15	1.63	17.1821	7.9721	13.3284
16	1.75	18.6470	9.5231	14.8311
17	1.87	20.1391	11.2490	16.3971
18	1.98	21.6584	13.1572	18.0260

19    2.10            23.2012            15.2554            19.7094

## 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	-0.5668	-5.4616
3	0.40	-2.1020	-9.6832
4	0.60	-4.3574	-12.6648
5	0.80	-7.0852	-14.4065
6	1.00	-10.0263	-14.7415
7	1.20	-12.8770	-13.5032
8	1.40	-15.3227	-10.6916
9	1.60	-17.0487	-6.3067
10	1.80	-17.7405	-0.3485
11	2.00	-17.0832	7.1831

### COMBINAZIONE n° 20

Valore della spinta statica	20.5384	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	18.8587	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	8.1348	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.00	[m]	Y = -1.43 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23.33	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.94	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	98.0000	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.04	[m]	Y = -0.87 [m]

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	18.8587	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	138.4973	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-2.2159	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	138.4973	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	18.8587	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.04	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2.30	[m]
Risultante in fondazione	139.7754	[kN]

Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	7.75	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	6.0347	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	833.8820	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2.30	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	67.06	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	53.37	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 16.72$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.81$	$i_q = 0.83$	$i_\gamma = 0.71$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.07$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1.00$	$g_q = 1.00$	$g_\gamma = 1.00$

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

$N'_c = 22.46$	$N'_q = 12.80$	$N'_\gamma = 11.93$
----------------	----------------	---------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	4.02
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	6.02

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 20

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	0.12	0.8765	-0.0011	0.0426
3	0.23	1.7897	0.0022	0.1705
4	0.35	2.7397	0.0199	0.3835
5	0.47	3.7265	0.0619	0.6818
6	0.58	4.7500	0.1382	1.0653
7	0.70	5.8103	0.2587	1.5341
8	0.82	6.9074	0.4333	2.0880
9	0.93	8.0412	0.6720	2.7272
10	1.05	9.2116	0.9848	3.4512
11	1.17	10.4158	1.3816	4.2538
12	1.28	11.6502	1.8716	5.1260
13	1.40	12.9131	2.4631	6.0644
14	1.52	14.2041	3.1636	7.0682
15	1.63	15.5230	3.9807	8.1363
16	1.75	16.8693	4.9221	9.2681
17	1.87	18.2429	5.9952	10.4633
18	1.98	19.6437	7.2073	11.7213
19	2.10	21.0680	8.5661	13.0339

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 20

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	-0.1117	-1.0777
3	0.40	-0.4152	-1.9173
4	0.60	-0.8628	-2.5188
5	0.80	-1.4068	-2.8822
6	1.00	-1.9887	-2.8409

7	1.20	-2.5051	-2.2282
8	1.40	-2.8419	-1.0441
9	1.60	-2.8847	0.7114
10	1.80	-2.5192	3.0383
11	2.00	-1.6313	5.9367

COMBINAZIONE n° 21

Valore della spinta statica	29.6735	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	27.2467	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	11.7531	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.00	[m]	Y = -1.34 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23.33	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.13	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	98.0000	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.04	[m]	Y = -0.87 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	27.2467	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	142.1155	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-2.2159	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	142.1155	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	27.2467	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.09	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2.30	[m]
Risultante in fondazione	144.7039	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	10.85	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	12.5108	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	699.5854	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2.30	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	75.98	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	47.60	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 16.72$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.74$	$i_q = 0.76$	$i_\gamma = 0.61$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.07$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1.00$	$g_q = 1.00$	$g_\gamma = 1.00$

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

$$N'_c = 20.43$$

$$N'_q = 11.74$$

$$N'_\gamma = 10.24$$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.85
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	4.92

**Sollecitazioni paramento****Combinazione n° 21**

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

<b>Nr.</b>	<b>Y</b>	<b>N</b>	<b>M</b>	<b>T</b>
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.12	0.8765	-0.0011	0.0426
3	0.23	1.7897	0.0022	0.1705
4	0.35	2.7397	0.0199	0.3835
5	0.47	3.7265	0.0619	0.6818
6	0.58	4.7500	0.1382	1.0653
7	0.70	5.8103	0.2587	1.5341
8	0.82	6.9074	0.4333	2.0880
9	0.93	8.0412	0.6720	2.7272
10	1.05	9.2116	0.9848	3.4512
11	1.17	10.4158	1.3816	4.2538
12	1.28	11.6502	1.8716	5.1260
13	1.40	12.9131	2.4631	6.0644
14	1.52	14.2041	3.1636	7.0682
15	1.63	15.5230	3.9807	8.1363
16	1.75	16.8693	4.9221	9.2681
17	1.87	18.2429	5.9952	10.4633
18	1.98	19.6437	7.2073	11.7213
19	2.10	21.0680	8.5661	13.0339

**Sollecitazioni fondazione di monte****Combinazione n° 21**

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	-0.2187	-2.1044
3	0.40	-0.8088	-3.7151
4	0.60	-1.6718	-4.8324
5	0.80	-2.7089	-5.4560
6	1.00	-3.8102	-5.4195
7	1.20	-4.8215	-4.5560
8	1.40	-5.5775	-2.8657
9	1.60	-5.9127	-0.3484
10	1.80	-5.6617	2.9957
11	2.00	-4.6593	7.1668

COMBINAZIONE n° 22

Valore della spinta statica	32.7251	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	30.0487	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	12.9618	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.00	[m]	Y = -1.32 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23.33	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.94	[°]	

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	98.0000	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.04	[m]	Y = -0.87 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	30.0487	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	143.3242	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-2.2159	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	143.3242	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	30.0487	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.10	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2.30	[m]
Risultante in fondazione	146.4403	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	11.84	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	14.6993	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	659.5030	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2.30	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	78.99	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	45.64	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 16.72$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.72$	$i_q = 0.74$	$i_\gamma = 0.58$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.07$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1.00$	$g_q = 1.00$	$g_\gamma = 1.00$

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

$$N'_c = 19.78$$

$$N'_q = 11.40$$

$$N'_\gamma = 9.72$$

### **COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.61
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	4.60

## 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

<b>Nr.</b>	<b>Y</b>	<b>N</b>	<b>M</b>	<b>T</b>
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.12	0.8765	-0.0011	0.0426
3	0.23	1.7897	0.0022	0.1705
4	0.35	2.7397	0.0199	0.3835
5	0.47	3.7265	0.0619	0.6818
6	0.58	4.7500	0.1382	1.0653
7	0.70	5.8103	0.2587	1.5341
8	0.82	6.9074	0.4333	2.0880
9	0.93	8.0412	0.6720	2.7272
10	1.05	9.2116	0.9848	3.4512
11	1.17	10.4158	1.3816	4.2538
12	1.28	11.6502	1.8716	5.1260
13	1.40	12.9131	2.4631	6.0644
14	1.52	14.2041	3.1636	7.0682
15	1.63	15.5230	3.9807	8.1363
16	1.75	16.8693	4.9221	9.2681
17	1.87	18.2429	5.9952	10.4633
18	1.98	19.6437	7.2073	11.7213
19	2.10	21.0680	8.5661	13.0339

## 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

<b>Nr.</b>	<b>X</b>	<b>M</b>	<b>T</b>
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.20	-0.2549	-2.4525
3	0.40	-0.9424	-4.3252
4	0.60	-1.9463	-5.6179
5	0.80	-3.1509	-6.3307
6	1.00	-4.4288	-6.2970
7	1.20	-5.6088	-5.3500
8	1.40	-6.5080	-3.4898
9	1.60	-6.9438	-0.7163
10	1.80	-6.7336	2.9704
11	2.00	-5.6948	7.5703