

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA  
LEGGE OBIETTIVO N. 443/01e s.m.i.**



Progetto cofinanziato  
dalla Unione Europea

CUP: J94F04000020001

**U.O. CORPO STRADALE E GEOTECNICA**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**ASSE FERROVIARIO MONACO - VERONA**

**ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO  
QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA**

**LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA**

Interconnessione di Fortezza – Deviazione Rio della Chiesa

Relazione di calcolo briglie

SCALA:

-

COMMESSA    LOTTO    FASE    ENTE    TIPO DOC.    OPERA/DISCIPLINA    PROGR.    REV.\*

IBL1    10    D    11    CL    ID0202    002    A


Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	M.Coccatto	Marzo 2013	P.Tascone	Marzo 2013	C. Mazzocchi	Marzo 2013	F. Sacchi Marzo 2013



## INDICE

1	PREMESSA .....	4
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	5
3	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO .....	6
4	SICUREZZA E PRESTAZIONI ATTESE .....	7
4.1	VITA NOMINALE (§ 2.4.1 NTC) .....	7
4.2	CLASSE D'USO (§ 2.4.2 NTC) .....	8
4.3	PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA (§ 2.4.3 NTC).....	9
4.4	STATI LIMITE .....	9
4.4.1	<i>Stati limite ultimi (§ 2.6.1 NTC)</i> .....	10
4.4.2	<i>Stati limite di esercizio (§ 4.1.2.2.1 NTC)</i> .....	11
4.5	VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA (§ 3.2 NTC).....	13
4.5.1	<i>Inquadramento normativo</i> .....	13
4.5.2	<i>Accelerazione massima al suolo</i> .....	14
4.5.3	<i>Categoria di sottosuolo</i> .....	16
4.5.4	<i>Condizioni topografiche</i> .....	17
5	MATERIALI UTILIZZATI .....	18
6	MODELLO GEOTECNICO E IPOTESI DI CARICO.....	19
6.1	SPINTA DEL TERRENO IN CONDIZIONI STATICHE.....	21
6.2	SPINTA DEL TERRENO IN CONDIZIONI SISMICHE .....	23
7	COMBINAZIONI DI CARICO .....	26
7.1	COMBINAZIONI SLU .....	26
7.2	COMBINAZIONI SLE .....	28

8	MODELLAZIONE ADOTTATA.....	30
8.1	MODELLAZIONE DEL TERRENO .....	30
8.2	RESISTENZA LIMITE DEL PALO .....	30
8.3	DETERMINAZIONE DEGLI SCARICHI SUL PALO.....	31
8.4	CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI .....	31
9	VERIFICHE .....	33
9.1	VERIFICHE DI RESISTENZA ALLO SLU: FLESSIONE E PRESSOFLESSIONE .....	33
9.1.1	<i>Briglia filtrante</i> .....	33
9.1.2	<i>Briglia 1</i> .....	35
9.1.3	<i>Briglia 4</i> .....	37
9.2	VERIFICHE DI RESISTENZA ALLO SLU: TAGLIO .....	39
9.2.1	<i>Briglia filtrante</i> .....	40
9.2.2	<i>Briglia 1</i> .....	40
9.2.3	<i>Briglia 4</i> .....	40
9.3	VERIFICHE GEOTECNICHE .....	41
9.3.1	<i>Briglia filtrante</i> .....	44
9.3.2	<i>Briglia 1</i> .....	45
9.3.3	<i>Briglia 4</i> .....	45
9.4	VERIFICHE SLE .....	46
	APPENDICE A: TABULATI DI CALCOLO BRIGLIA FILTRANTE .....	47
	APPENDICE B: TABULATI DI CALCOLO BRIGLIA 1 .....	48
	APPENDICE C: TABULATI DI CALCOLO BRIGLIA 4 .....	49

	<b>QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA</b> <b>ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA</b> <b>LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA</b>					
	Relazione di calcolo briglie	COMMESSA IBL1	LOTTO 10	CODIFICA D 11 CL	DOCUMENTO ID 02 02 002	REV. A

## 1 PREMESSA

L'asse ferroviario Berlino-Verona / Milano-Bologna-Napoli-Messina-Palermo rappresenta, come da decisione n. 884/2004/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 29 aprile 2004, il Progetto Prioritario TEN n° 1.

Il potenziamento di questo asse della rete ferroviaria transeuropea dovrà avvenire per fasi funzionali, da attivare in tempi diversi, secondo un programma di priorità degli interventi che dovrà essere definito in fase di progettazione definitiva, finalizzato ad un progressivo aumento della potenzialità dell'asse ferroviario Monaco – Verona in grado di corrispondere adeguatamente alla crescente domanda di traffico prevista. Tale strategia garantisce che gli alti investimenti necessari non rimangano inutilizzati per lunghi periodi.

La parte centrale, alpina, di questo Progetto Prioritario, è costituita dalla Linea di accesso Nord Monaco-Innsbruck, dalla Galleria di Base del Brennero e dalla Linea di accesso Sud Fortezza-Verona. Mentre nella Linea di accesso Nord e nella Galleria di Base del Brennero sono presenti tratti transfrontalieri, la Linea di accesso Sud è ubicata interamente in territorio italiano. Nell'ambito della Linea di accesso Sud le tratte Prioritarie, da potenziare con il quadruplicamento, nel territorio della Provincia Autonoma di Bolzano, sono le seguenti:

- a) Fortezza – Ponte Gardena;
- b) Prato Isarco – Bronzolo (Circonvallazione di Bolzano).


Italferr ha affidato a BETA Studio l'incarico di supporto nella redazione di elaborati tecnici relativi allo studio idrologico ed idraulico nell'ambito del "Progetto Definitivo - Lotto 1 Fortezza – Ponte Gardena".

Nell'ambito della progettazione delle opere idrauliche di difesa/regimazione delle acque, la zona della diramazione dell'interconnessione pari e dell'interconnessione dispari a binario singolo dalla linea esistente, a sud della Stazione di Fortezza, assume un particolare rilievo. In questa zona, il rischio è rappresentato dai probabili volumi di colate detritiche lungo il Rio della Chiusa.

Il corso inferiore del Rio della Chiusa, proprio prima dell'immissione nel lago artificiale di Fortezza, è attraversato dalla linea ferroviaria esistente Fortezza-Ponte Gardena e dall'Autostrada del Brennero, nonché da una pista ciclabile e dalla SS12. Le sezioni libere di deflusso e quelle di accumulo sono ridotte per cui le eventuali colate detritiche rappresentano un rischio per gli impianti esistenti. Anche i portali delle progettate interconnessioni dispari e pari vengono a trovarsi nella zona a rischio.

La presente relazione tecnica e di calcolo riguarda gli aspetti legati alle verifiche strutturali e geotecniche relative alle briglie disposte sul versante in corrispondenza dell'alveo del Rio della Chiusa.

La relazione è stata redatta in conformità con quanto indicato nelle vigenti Norme tecniche per le costruzioni (NTC 2008), basandosi sul metodo agli stati limite e sull'impiego dei coefficienti parziali di sicurezza.

	<p>QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA  <b>ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO</b>  QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA  <b>LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA</b></p>												
Relazione di calcolo briglie	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IBL1</td> <td>10</td> <td>D 11 CL</td> <td>ID 02 02 002</td> <td>A</td> <td>5 di 49</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IBL1	10	D 11 CL	ID 02 02 002	A	5 di 49
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IBL1	10	D 11 CL	ID 02 02 002	A	5 di 49								

## 2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono state effettuate in accordo con le prescrizioni contenute nelle seguenti normative:

- D. M. Min. Il. TT. del 14 gennaio 2008 – Norme tecniche per le costruzioni;
- CIRCOLARE 2 febbraio 2009 , n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008;
- RFI DTC INC PO SP IFS 001 A Specifica per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario;
- RFI DTC INC CS SP IFS 001 A Specifica per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie;
- RFI DTC INC PO SP IFS 002 A Specifica per la progettazione e l'esecuzione di cavalcavia e passerelle pedonali sulla sede ferroviaria.

### 3 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

La realizzazione del bacino di raccolta nella zona dei portali delle interconnessioni Sud di Fortezza rientra nel progetto del quadruplicamento dell'Accesso Sud Verona-Fortezza. La funzione del bacino, ubicato alla quota del portale della Galleria Scaleres, a monte dell'interconnessione dispari, tra il km 0+115,00 IC BD ed il km 0+ 215,00 IC BD, è quella di raccogliere un volume fino a 10 000 m<sup>3</sup> di materiale.

Immediatamente a valle dell'invaso sono previsti, nello stato di progetto, una serie di salti realizzati mediante briglie fondate su micropali; a tergo di queste opere vengono realizzati dei riempimenti con terreno proveniente dagli scavi opportunamente costipato, mentre il fondo viene stabilizzato mediante posa di massi cementati.

La **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** riporta la rappresentazione schematica del profilo del versante oggetto di studio, con indicazione della stratigrafia dei terreni interessati dall'intervento e l'ubicazione delle opere stabilizzanti previste dal progetto.

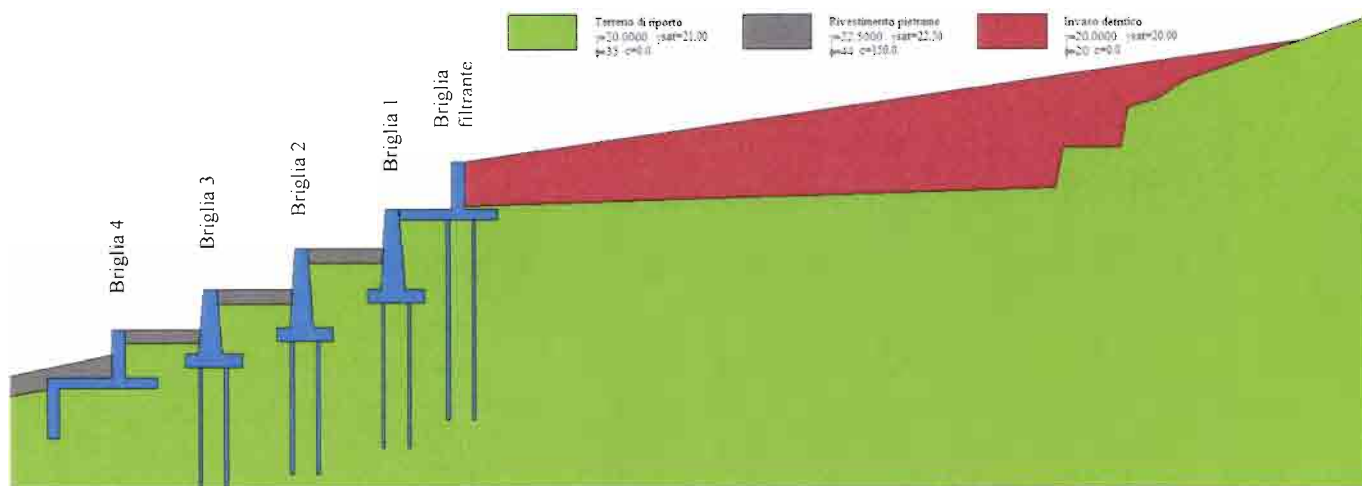



Figura 1: profilo del versante con stratigrafia dei terreni e ubicazione degli interventi stabilizzanti

In particolare nella presente relazione si sviluppano le verifiche di resistenza strutturale e di tipo geotecnico della briglia filtrante, della briglia 1 (avente altezza pari a 8.90 m) e della briglia 4; per le briglie 2 e 3, caratterizzate da altezze inferiori a quelle della briglia 1 (pari rispettivamente a 7.80 m e a 5.80 m), le verifiche si considereranno implicitamente soddisfatte.

	QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA					
	Relazione di calcolo briglie	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	IBL1	10	D 11 CL	ID 02 02 002	A	7 di 49

#### 4 SICUREZZA E PRESTAZIONI ATTESE

L'analisi e le verifiche strutturali del manufatto sono redatte secondo quanto previsto nel D.M. 14 Gennaio 2008 secondo il metodo semiprobabilistico agli stati limite. Secondo tale metodologia la sicurezza strutturale deve essere verificata tramite il confronto tra la resistenza e l'effetto delle azioni.

Per la sicurezza strutturale, la resistenza dei materiali e le azioni sono rappresentate dai valori caratteristici,  $R_{ki}$  e  $F_{kj}$  definiti, rispettivamente, come il frattile inferiore delle resistenze e il frattile (superiore o inferiore) delle azioni che minimizzano la sicurezza. In genere, i frattili sono assunti pari al 5%. Per le grandezze con piccoli coefficienti di variazione, ovvero per grandezze che non riguardino univocamente resistenze o azioni, si possono considerare frattili al 50% (valori mediani). Per la sicurezza di opere e sistemi geotecnici, i valori caratteristici dei parametri fisico-meccanici dei terreni sono definiti nel § 6.2.2 delle NTC.

La verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi di resistenza si effettua con il "metodo dei coefficienti parziali" di sicurezza espresso dall'equazione formale:

$$R_d \geq E_d$$

nella quale:

- $R_d$  è la resistenza di progetto, valutata in base ai valori di progetto della resistenza dei materiali e ai valori nominali delle grandezze geometriche interessate;
- $E_d$  è il valore di progetto dell'effetto delle azioni, valutato in base ai valori di progetto  $F_{dj} = F_{kj} \cdot \gamma_{Fj}$  delle azioni come indicato nel § 2.5.3, o direttamente  $E_{dj} = E_{kj} \cdot \gamma_{Ej}$ .


I coefficienti parziali di sicurezza,  $\gamma_{Mi}$  e  $\gamma_{Fj}$ , associati rispettivamente al materiale i-esimo e all'azione j-esima, tengono in conto la variabilità delle rispettive grandezze e le incertezze relative alle tolleranze geometriche e alla affidabilità del modello di calcolo. La verifica della sicurezza, nei riguardi degli stati limite di esercizio, si esprime controllando aspetti di funzionalità e stato tensionale.

##### 4.1 Vita nominale (§ 2.4.1 NTC)

La vita nominale di un'opera strutturale  $V_N$  è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale  $V_N$  dei diversi tipi di opere può, di norma, assumersi come indicato nella seguente tabella

Tabella 4.I.:



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA <b>ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO</b> QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA  <b>LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA</b>					
	Relazione di calcolo briglie	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	IBL1	10	D 11 CL	ID 02 02 002	A	8 di 49

**Tabella 4.I - Vita nominale delle infrastrutture ferroviarie**

	<i>Tipi di costruzione</i>	<i>Vita nominale <math>V_n</math> in anni</i>
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva	$\leq 10$
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	$\geq 50$
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	$\geq 100$

Per la valutazione della sicurezza dei manufatti in progetto è stata assunta una vita utile di 75 anni.

#### 4.2 Classe d'uso (§ 2.4.2 NTC)

Il DM 14.1.2008 attribuisce alle costruzioni, in funzione della loro destinazione d'uso e quindi delle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso in conseguenza di un evento sismico, diverse classi d'uso; a ciascuna classe corrisponde un coefficiente d'uso  $C_U$ . la classe d'uso delle costruzioni può, di norma, assumersi come indicato nella seguente Tabella 4.II:


**Tabella 4.II – Classi d'uso per le infrastrutture ferroviarie**

<i>Classi d'uso</i>	
<b>Classe I</b>	Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
<b>Classe II</b>	Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
<b>Classe III</b>	Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
<b>Classe IV</b>	Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

**Tabella 4.III – Coefficienti d'uso per le infrastrutture ferroviarie**

<i>Classe d'uso</i>	I	II	III	IV
<i>Coefficiente <math>C_U</math></i>	0.7	1.0	1.5	2.0

Le opere in progetto ricadono nella classe III, a cui corrisponde un coefficiente d'uso  $C_U = 1.5$ .

	QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA					
	Relazione di calcolo briglie	COMMESSA IBL1	LOTTO 10	CODIFICA D 11 CL	DOCUMENTO ID 02 02 002	REV. A

### 4.3 Periodo di riferimento per l'azione sismica (§ 2.4.3 NTC)

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione devono essere valutate in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $C_U$ . Poiché le opere in progetto ricadono nella classe III, il coefficiente d'uso  $C_U$  assume il valore di 1.5 ed il periodo di riferimento è dunque:

$$V_R = C_U V_N = 1.5 \times 75 \text{ anni} = 113 \text{ anni.}$$

### 4.4 Stati limite

Il metodo di verifica adottato è il "metodo agli Stati Limite" come specificato nel D.M. 14 Gennaio 2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni".

Si definisce "stato limite" uno stato raggiunto il quale la struttura, o uno dei suoi elementi costitutivi, non può più assolvere la sua funzione o non soddisfa più le condizioni per cui è stata concepita. Secondo il metodo agli stati limite, la sicurezza nei riguardi delle condizioni ritenute pregiudizievoli (stati limite) viene garantita, per quanto possibile, su basi statistiche.

Gli stati limite si suddividono in due categorie:

a) stati limite ultimi: capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone ovvero comportare la perdita di beni, ovvero provocare gravi danni ambientali e sociali, ovvero mettere fuori servizio l'opera:

1. perdita di equilibrio della struttura o di una sua parte;
2. spostamenti o deformazioni eccessive;
3. raggiungimento della massima capacità di resistenza di parti di strutture, collegamenti, fondazioni;
4. raggiungimento della massima capacità di resistenza della struttura nel suo insieme;
5. raggiungimento di meccanismi di collasso nei terreni;
6. rottura di membrature e collegamenti per fatica;
7. rottura di membrature e collegamenti per altri effetti dipendenti dal tempo;

8. instabilità di parti della struttura o del suo insieme;

b) stati limite di esercizio: capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio:

1. danneggiamenti locali (ad es. eccessiva fessurazione del calcestruzzo) che possano ridurre la durabilità della struttura, la sua efficienza o il suo aspetto;
2. spostamenti e deformazioni che possano limitare l'uso della costruzione, la sua efficienza e il suo aspetto;
3. spostamenti e deformazioni che possano compromettere l'efficienza e l'aspetto di elementi non strutturali, impianti, macchinari;
4. vibrazioni che possano compromettere l'uso della costruzione;
5. danni per fatica che possano compromettere la durabilità;
6. corrosione e/o eccessivo degrado dei materiali in funzione dell'ambiente di esposizione.

Nel seguito si indicherà con “S” una generica sollecitazione (intendendo per essa ogni “effetto” indotto dalle “azioni” sulla struttura, quali le sollecitazioni interne, momento flettente, forza normale, taglio, le deformazioni, ecc.) e con “F” una generica azione (intesa come ogni causa o insieme di cause -carichi permanenti, carichi variabili, deformazioni impresse, agenti chimico-fisici - capaci di indurre stati limite in una struttura). Gli elementi strutturali devono verificare la condizione:  $\frac{R_d}{S_d} \geq 1.0$  nella quale  $R_d$  è la resistenza di calcolo dell'elemento ed  $S_d$  è la sollecitazione di calcolo.

#### **4.4.1 Stati limite ultimi (§ 2.6.1 NTC)**

Le strutture in progetto, data la loro tipologia di opere di sostegno in calcestruzzo, dovranno essere compatibili con i seguenti stati limite ultimi (SLU):

- EQU: stato limite di equilibrio come corpo rigido;
- STR: stato limite di resistenza della struttura compresi gli elementi di fondazione - rottura della struttura o di elementi strutturali, comprese le fondazioni, dove la resistenza delle componenti strutturali risulta significativa nel fornire resistenza;
- GEO: stato limite di resistenza del terreno - rottura del terreno dove la resistenza del terreno è significativa nel fornire resistenza.

Come precisato nel § 2.6.1 delle NTC, nelle verifiche STR e GEO possono essere adottati, in alternativa, due diversi approcci progettuali: l'approccio A1 e l'approccio A2.

Nell'Approccio 1 si impiegano due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A), per la resistenza dei materiali (M) e, eventualmente, per la resistenza globale del sistema (R).

Nella Combinazione 1 dell'Approccio 1, per le azioni si impiegano i coefficienti  $\gamma_F$  riportati nella colonna A1.

Nella Combinazione 2 dell'Approccio 1, si impiegano invece i coefficienti  $\gamma_F$  riportati nella colonna A2.

Nell'Approccio 2 si impiega un'unica combinazione dei gruppi di coefficienti parziali definiti per le Azioni (A), per la resistenza dei materiali (M) e, eventualmente, per la resistenza globale (R). In tale approccio, per le azioni si impiegano i coefficienti  $\gamma_F$  riportati nella colonna A1.

**Tabella 4.IV – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU**

	Coefficiente $\gamma_F$	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	$\gamma_{F1}$	0.90	1.00	1.00
		1.10	1.30	1.00
Carichi permanenti non strutturali	$\gamma_{F2}$	0.00	0.00	0.00
		1.50	1.50	1.30
Carichi variabili	$\gamma_{F1}$	0.0	0.0	0.0
		1.50	1.50	1.30

I coefficienti parziali per le azioni utilizzati nelle verifiche agli stati limite ultimi sono quelli riportati in Tabella 4.IV, in accordo con quanto indicato al § 2.6.1 delle NTC 2008.

#### 4.4.2 Stati limite di esercizio (§ 4.1.2.2.1 NTC)

Le opere in calcestruzzo devono essere verificate nei confronti degli stati limite di esercizio. A tale scopo, il progetto deve esplicitare le prescrizioni relative agli spostamenti compatibili e le prestazioni attese per l'opera stessa. Per ciascun stato limite di esercizio deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq C_d$$

dove  $E_d$  è il valore di progetto dell'effetto delle azioni e  $C_d$  è il prescritto valore limite dell'effetto delle azioni. Quest'ultimo deve essere stabilito in funzione del comportamento della struttura in elevazione.

La struttura in progetto, data la sua tipologia di opera di fondazione in calcestruzzo, dovrà essere oggetto delle seguenti verifiche agli SLE:

- verifica di fessurazione;
- verifica delle tensioni di esercizio.

##### Verifica di fessurazione

In ordine di severità decrescente si distinguono i seguenti stati limite:

Relazione di calcolo briglie

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IBL1	10	D 11 CL	ID 02 02 002	A	12 di 49

- stato limite di decompressione nel quale, per la combinazione di azioni prescelta, la tensione normale è ovunque di compressione ed al più uguale a 0;
- stato limite di formazione delle fessure, nel quale, per la combinazione di azioni prescelta, la tensione normale di trazione nella fibra più sollecitata è:  $\sigma_t = \frac{f_{ctm}}{1.2}$  ;
- stato limite di apertura delle fessure, nel quale, per la combinazione di azioni prescelta, il valore limite di apertura della fessura calcolato al livello considerato è pari ad uno dei seguenti valori nominali:  $w_1 = 0.2$  mm;  $w_2 = 0.3$  mm;  $w_3 = 0.4$  mm.

Lo stato limite di fessurazione deve essere fissato in funzione delle condizioni ambientali e della sensibilità delle armature alla corrosione. Si prendono in considerazione le combinazioni quasi permanenti e le combinazioni frequenti. Le condizioni ambientali, ai fini della protezione contro la corrosione delle armature metalliche, possono essere suddivise in ordinarie, aggressive e molto aggressive in relazione a quanto indicato nella Tabella 4.V con riferimento alle classi di esposizione definite nelle Linee Guida per il calcestruzzo strutturale emesse dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

**Tabella 4.V – Descrizione delle condizioni ambientali**

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD1, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Nel caso specifico si tratta di parti di strutture di contenimento liquidi e fondazioni prevalentemente immerse in acqua o terreno non aggressivo . Pertanto il grado di esposizione sarà XC2 (UNI EN 206-1) . Facendo riferimento alla Tabella 4.V, le condizioni ambientali di riferimento saranno quelle “ordinarie”. Nella Tabella 4.VI sono indicati i criteri di scelta dello stato limite di fessurazione con riferimento alle esigenze sopra riportate.

**Tabella 4.VI – Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione**

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	$\leq w_1$

$w_1, w_2, w_3$  sono definiti al § 4.1.2.2.4.1, il valore di calcolo  $w_d$ , è definito al § 4.1.2.2.4.6.

 <b>ITOLFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA <b>ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO</b> QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA <b>LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA</b>					
	Relazione di calcolo briglie	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	IBL1	10	D 11 CL	ID 02 02 002	A	13 di 49

Nel caso in esame, essendo le armature di tipo poco sensibile, le aperture delle fessure risultanti dal calcolo dovranno essere inferiori a  $w_2 = 0.3$  mm e a  $w_3 = 0.4$  mm rispettivamente nelle combinazioni allo SLE quasi permanente ed allo SLE frequente.

### Verifica delle tensioni di esercizio

Valutate le azioni interne nelle varie parti della struttura, dovute alle combinazioni caratteristica e quasi permanente delle azioni, si calcolano le massime tensioni sia nel calcestruzzo sia nelle armature; si deve verificare che tali tensioni siano inferiori ai massimi valori consentiti di seguito riportati. La massima tensione di compressione del calcestruzzo  $\sigma_c$ , deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_c < 0.60 f_{ck} \text{ per combinazione caratteristica (rara) (§ 4.1.40)}$$

$$\sigma_c < 0.45 f_{ck} \text{ per combinazione quasi permanente. (§ 4.1.41)}$$

Per l'acciaio la tensione massima  $\sigma_s$ , per effetto delle azioni dovute alla combinazione caratteristica deve rispettare la limitazione seguente:

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

## **4.5 Valutazione dell'azione sismica (§ 3.2 NTC)**

### **4.5.1 Inquadramento normativo**

Ai sensi del D.lgs. 31 marzo 1998, n. 112, art. 93, comma 1, lettera g), rientrano nelle attribuzioni dello Stato la definizione dei criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche, nonché l'emanazione delle norme tecniche per le costruzioni nell'ambito delle stesse. Alla Regione competono, ai sensi dell'art. 94, comma 2, lett. a) dello stesso decreto, l'individuazione della relativa zonizzazione e suo aggiornamento, sulla base dei criteri stabiliti dallo Stato.

Ai sensi dell' Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003, n. 3274, tutti i comuni italiani risultano classificati in zona sismica, ripartiti in quattro ambiti riferiti a diversi livelli di rischio decrescente da 1 a 4.

Relazione di calcolo briglie

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IBL1	10	D 11 CL	ID 02 02 002	A	14 di 49

Le successive modifiche al quadro normativo in materia hanno portato una nuova definizione delle zone sismiche nazionali e la mappa di pericolosità di riferimento. Sulla base di quanto riportato nella OPCM 3519/06 oltre alla proposta di nuova classificazione sismica del territori in 12 fasce, gli ambiti amministrativi comunali non risultano

più necessariamente caratterizzati integralmente da un unico ed omogeneo livello di rischio bensì possono essere contraddistinti dall'appartenenza a più fasce e a più zone con differenti valori di rischio.

Recentemente, le disposizioni in merito alle verifiche di resistenza delle costruzioni sottoposte all'azione sismica sono state riviste con il Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni", in ottemperanza del quale le verifiche sono state condotte con il metodo semi-probabilistico agli stati limite.

Il rispetto degli stati limite si considera conseguito quando:

- nei confronti degli stati limite di esercizio siano rispettate le verifiche relative allo Stato Limite di Danno;
- nei confronti degli stati limite ultimi siano rispettate le verifiche relative allo Stato Limite di salvaguardia della Vita.

Gli stati limite, sia di esercizio sia ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni che l'opera deve assolvere durante un evento sismico; nel caso di specie per la funzione che l'opera deve espletare nella sua vita utile, è significativo calcolare lo Stato Limite di Danno (SLD) per l'esercizio e lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) per lo stato limite ultimo.

#### 4.5.2 Accelerazione massima al suolo

L'attuale mappatura della pericolosità sismica del territorio nazionale italiano è quella elaborata dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (Meletti e Montaldo, 2007), redatta secondo le indicazioni metodologiche dell'OPCM n. 3519 dei valori dell'accelerazione massima al suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni.

La mappatura dell'INGV è stata adottata, a livello normativo, con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008, il quale prevede che la pericolosità sismica, intesa come "accelerazione massima attesa  $a_g$  su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (cat. A -  $V_{S30} > 800$  m/s)", venga definita funzione del sito e non più in relazione alla zona sismica del comune cui appartiene l'area oggetto dell'intervento. La stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto (allegato A del D.M. 14 gennaio 2008) deve, quindi, essere effettuata direttamente per il sito in esame sulla base delle informazioni disponibili nel reticolo di riferimento riportato nella Tabella 1 nell'allegato B del D.M. 14 gennaio 2008.

Il reticolo di riferimento è costituito da 10.751 nodi (distanziati di non più di 10 km) e copre l'intero territorio nazionale ad esclusione delle isole (tranne Sicilia, Ischia, Procida e Capri) dove vengono forniti parametri spettrali costanti per tutto il territorio (Tabella 2 nell'allegato B del D.M. 14 gennaio 2008).

Per ciascuno dei nodi, e per 9 differenti valori del periodo di ritorno compresi tra 30 e 2 475 anni, sono forniti i valori dei parametri  $a_g$  (espresso in g/10),  $F_0$  (adimensionale) e  $T^*_c$  (espresso in secondi) necessari per la

Relazione di calcolo briglie	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IBL1	10	D 11 CL	ID 02 02 002	A	15 di 49

definizione dell'azione sismica. Una volta individuate le coordinate del sito oggetto d'intervento il calcolo di ciascuno dei relativi parametri spettrali sopra indicati può essere effettuato attraverso la media pesata dei corrispondenti valori nei 4 punti della griglia di accelerazioni (Tabella 1 in Allegato B del D.M. 14 gennaio 2008) che circondano il sito in esame secondo la seguente formula:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{\rho_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}} \quad (\text{Eq. 4.1})$$

dove:

- p è il parametro di interesse nel punto in esame;
- pi è il valore del parametro di interesse nell'i-esimo punto della maglia elementare contenente il punto in esame;
- di è la distanza del punto in esame dall'i-esimo punto della maglia suddetta.

Qualora il tempo di ritorno considerato non coincida con nessuno dei 9 tempi di ritorno forniti in tabella, per ricavare il valore del parametro di interesse sarà necessario effettuare un'ulteriore interpolazione (tra i valori dei parametri corrispondenti ai due tempi di ritorno che comprendono quello di calcolo) con la formula seguente:

$$\log(p) = \log(p_i) + \log(p_2 / p_1) \log(T_R / T_{R1}) / \log(T_{R2} / T_{R1}) \quad (\text{Eq. 4.2})$$

dove:

- p è il valore del parametro di interesse corrispondente al periodo di ritorno TR considerato;
- TR1 e TR2 sono i valori del tempo di ritorno più prossimi a TR per i quali si dispone dei valori di p1 e p2.

Al fine di ricavare i parametri sismici per la caratterizzazione dell'area di progetto si è fatto riferimento ai quattro punti del reticolo di riferimento più vicini all'area di intervento (Figura 2). I parametri relativi ai quattro punti sono riportati nell'allegato S del D.M. 14 gennaio 2008.






 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA  <b>LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA</b>					
	Relazione di calcolo briglie	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	IBL1	10	D 11 CL	ID 02 02 002	A	16 di 49

Figura 2: Area di intervento e punti del reticolo di riferimento più vicini all'area di intervento

Applicando la formulazione sopra descritta sono stati ottenuti i seguenti valori di accelerazione al suolo, classificati in base al tempo di ritorno del sisma atteso ed allo stato limite corrispondente secondo le NTC 2008:

Tabella 4.VII – accelerazione al suolo attesa in funzione dello stato limite e del tempo di ritorno

Stato Limite	Tr [anni]	$a_g$ [g]	F <sub>0</sub>	T <sub>c</sub> ' [s]
Operatività (SLO)	68	0,024	2,486	0,193
Danno (SLD)	113	0,029	2,460	0,226
Salvaguardia vita (SLV)	1068	0,058	2,723	0,387
Prevenzione collasso (SLC)	2193	0,070	2,821	0,412
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	113			

#### 4.5.3 Categoria di sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto si definiscono le categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione riportate in Tabella 4.VIII, dove  $V_{s30}$  è la velocità media di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio,  $N_{spt}$  è la resistenza penetrometrica standardizzata e  $c_u$  è la coesione non drenata.

Tabella 4.VIII - Categorie di suolo di fondazione

Tipo terreno	Descrizione	$V_{s30}$ [m/s]	$N_{spt}$	$c_u$ [kPa]
A	Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo 5 m	>800		
B	Depositi di sabbie e ghiaie molto addensati o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con l'aumentare della profondità e da valori di $V_{s30}$ compresi tra 360 e 800 m/s ovvero resistenza penetrometrica $N_{spt}>50$ o coesione non drenata $c_u>250$ kPa	360 - 800	>50	>250
C	Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensati o di argille di media consistenza, con spessori variabili tra diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di $V_{s30}$ compresi tra 180 e 360 m/s, ovvero resistenza penetrometrica $15<N_{spt}<50$ o coesione non drenata $c_u<250$ kPa	180 - 360	15 - 50	<250
D	Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco e mediamente consistenti caratterizzati da valori di $V_{s30}<180$ m/s, ovvero resistenza penetrometrica $N_{spt}<15$ o coesione non drenata $c_u<70$ kPa	<180	<15	<70
E	Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di $V_{s30}$ simili a quelli dei terreni C e D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su un substrato di terreno più rigido con $V_{s30}>800$ m/s			

La natura del suolo dedotta dalle indagini e prove condotte nell'area oggetto di intervento ha permesso di far rientrare la categoria di sottosuolo nella categoria A, come definita dalle Norme per le Costruzioni di cui al DM

14/01/2008: categoria di sottosuolo A – Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo 5 m.

#### **4.5.4 Condizioni topografiche**

La giacitura topografica del sito interessato dalle opere di progetto è assimilabile alla categoria T1 definita dalle Norme per le Costruzioni di cui al DM 14/01/2008:

Categoria T1: superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ .

## 5 MATERIALI UTILIZZATI

Per la realizzazione delle briglie si prevede l'utilizzo dei seguenti materiali:

calcestruzzo per fondazioni e muri in elevazione:

- classe di resistenza C28/35 N/mm<sup>2</sup>;
- classe di esposizione XC2;
- resistenza cilindrica caratteristica  $f_{ck} = 28$  N/mm<sup>2</sup>;
- fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica = 0.83;
- fattore di riduzione per carichi di lungo periodo = 0.85;
- coefficiente di sicurezza calcestruzzo  $\gamma_c = 1.5$ ;
- resistenza di calcolo a compressione semplice  $f_{cd} = 15.87$  N/mm<sup>2</sup>;
- resistenza di calcolo a trazione semplice  $f_{ctd} = 1.29$  N/mm<sup>2</sup>;
- modulo elastico  $E_c = 32300$  N/mm<sup>2</sup>;
- modulo di Poisson  $\nu = 0.20$ ;
- peso specifico  $\gamma = 25$  KN/m<sup>3</sup>;
- coefficiente di espansione termica  $\alpha = 1.00E-05$  m/°C

Acciaio da cemento armato normale per barre sagomate ad aderenza migliorata:

- tipo B450 C
- resistenza a rottura  $f_{tk} = 540$  N/mm<sup>2</sup>;
- resistenza a snervamento  $f_{yk} = 450$  N/mm<sup>2</sup>;
- coefficiente di sicurezza acciaio  $\gamma_s = 1.15$ ;
- resistenza di calcolo  $f_{yd} = 391$  N/mm<sup>2</sup>;
- allungamento  $D_1 \geq 12\%$ ;
- modulo di elasticità  $E_s = 206000$  N/mm<sup>2</sup>;
- copriferro 4 cm.

## 6 MODELLO GEOTECNICO E IPOTESI DI CARICO

Il peso proprio delle strutture e del terreno che interagisce con esse è un carico di tipo automatico nel software utilizzato. Le strutture sono costituite da calcestruzzo armato, per il quale si assume un peso specifico pari a 25 KN/m<sup>3</sup>.

Per le proprietà fisiche e meccaniche dei terreni interessati dall'intervento, necessarie alla definizione del modello geotecnico, si è fatto riferimento ai valori di seguito riassunti:

**Tabella 6.I: valori caratteristici dei parametri geotecnici utilizzati nelle verifiche**

Simboli	Grandezze	Valori caratteristici
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	Peso specifico del terreno di riporto	20
$\varphi'_t$ (°)	Angolo di attrito del terreno di riporto	35
$c'_t$ (kPa)	Coesione del terreno di riporto	0
$\delta_t$ (°)	Angolo di attrito terreno di riporto-muro	35
$\gamma_{in}$ (kN/m <sup>3</sup> )	Peso specifico dell'invaso detritico	20
$\varphi'_{in}$ (°)	Angolo di attrito dell'invaso detritico	20
$c'_{in}$ (kPa)	Coesione dell'invaso detritico	0
$\delta_{in}$ (°)	Angolo di attrito vaso detritico-muro	$2/3 \varphi'_{in} = 13.33$

Per quanto riguarda la briglia filtrante, al fine di valutare le sollecitazioni massime agenti su di essa e per le verifiche di tipo geotecnico, è stato considerato lo scenario di carico maggiormente gravoso al quale l'opera sarà soggetta durante la sua vita utile, che si verifica quando il bacino di vaso a tergo della briglia è colmo di detriti. Volendo seguire un approccio cautelativo, a tale scenario che simula l'evento di colata vengono applicate anche le sollecitazioni sismiche; nei paragrafi successivi vengono analizzate con maggior dettaglio le forze di tipo statico e sismico agenti sulle opere di sostegno.

La briglia 1, posta immediatamente a valle della briglia filtrante, si considera caricata esclusivamente dal cuneo di terreno posto a tergo di essa, in quanto le sollecitazioni dovute alla presenza dell'invaso detritico sono interamente assorbite dalla briglia filtrante (Figura 3); questa configurazione è rappresentativa anche delle briglie 2 e 3, caratterizzate da un'altezza inferiore a quella della briglia 1. A favore di sicurezza, si considera un'altezza libera del paramento di valle delle briglie incrementata di un metro, per tenere conto di eventuali erosioni del fondo che dovessero verificarsi durante la vita utile.

Nelle seguenti figure si riportano le rappresentazioni schematiche dei modelli delle 3 briglie analizzate:

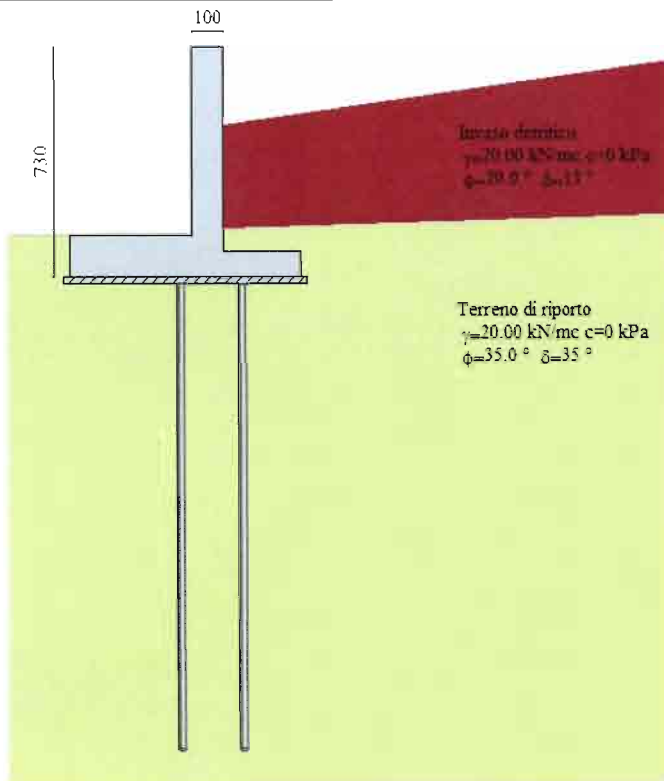


Figura 3: modello geotecnico e strutturale della briglia filtrante

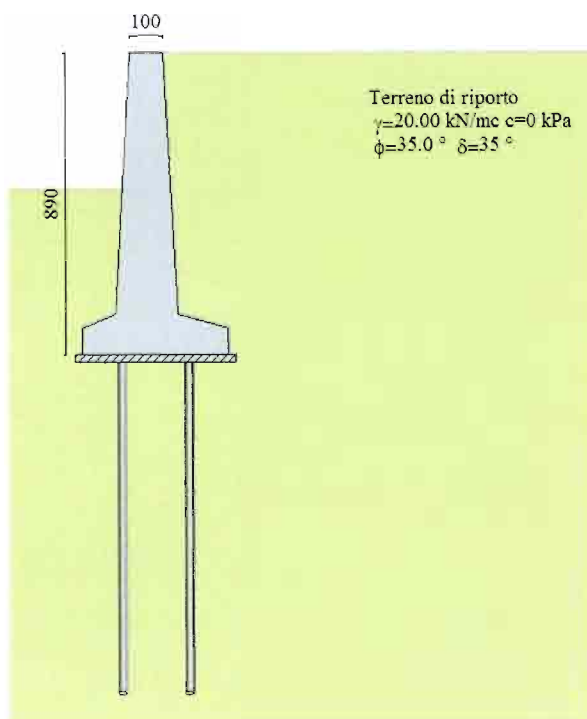


Figura 4: modello geotecnico e strutturale della briglia 1

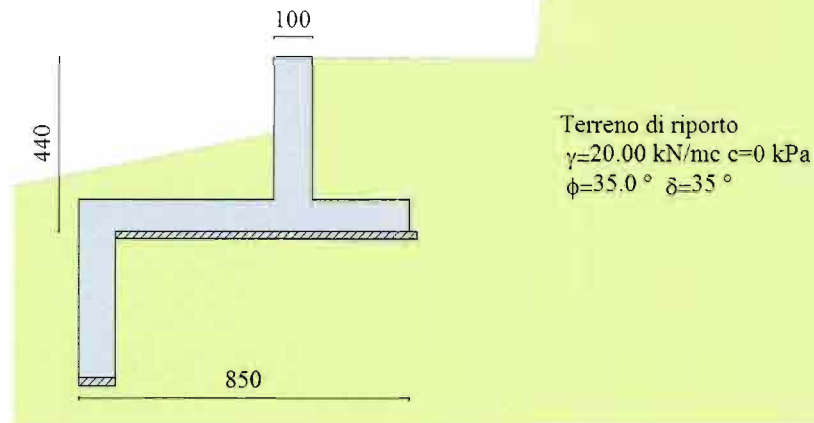


Figura 5: modello geotecnico e strutturale della briglia 4

## 6.1 Spinta del terreno in condizioni statiche

Le forze agenti sul muro di sostegno sono sia statiche che dinamiche. In condizioni statiche le azioni sono:

- il peso del muro (peso della parete  $W_1$  e della fondazione  $W_2$ );
- il peso del terrapieno  $W_3$  che grava sulla mensola di fondazione a monte del muro;
- la spinta attiva del terreno di monte  $S_t$ .

Per la valutazione di quest'ultima si ricorre alla teoria di Coulomb, la quale considera l'ipotesi di un cuneo di spinta a monte del muro che si muove rigidamente lungo una superficie di rottura rettilinea. Dall'equilibrio del cuneo si ricava la spinta che il terreno esercita sull'opera di sostegno. In particolare Coulomb ammette, al contrario della teoria di Rankine, l'esistenza di attrito fra il terreno e il paramento del muro, e quindi la retta di spinta risulta inclinata rispetto alla normale al paramento stesso di un angolo di attrito terra-muro.

L'espressione della spinta esercitata da un terrapieno, di peso di volume  $\gamma$ , su una parete di altezza  $H$ , risulta espressa secondo la teoria di Coulomb dalla seguente relazione:

$$S = 1/2\gamma H^2 K_a$$

dove  $K_a$  rappresenta il coefficiente di spinta attiva di Coulomb nella versione riveduta da Muller-Breslau, espresso come:

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

dove  $\phi$  è l'angolo d'attrito del terreno,  $\alpha$  rappresenta l'angolo che la parete forma con l'orizzontale ( $\alpha = 90^\circ$  per parete verticale),  $\delta$  è l'angolo d'attrito terreno-parete,  $\beta$  è l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale.

La spinta risulta inclinata dell'angolo d'attrito terreno-parete  $\delta$  rispetto alla normale alla parete.

Il diagramma delle pressioni del terreno sulla parete risulta triangolare con il vertice in alto. Il punto di applicazione della spinta si trova in corrispondenza del baricentro del diagramma delle pressioni ( $1/3 H$  rispetto alla base della parete).

Qualora il profilo a monte dell'opera non abbia una pendenza costante, il metodo di Coulomb viene sostituito dal metodo di Culmann, il quale adotta le stesse ipotesi di base, ma consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica.

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.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA <b>LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA</b>					
	Relazione di calcolo briglie	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	IBL1	10	D 11 CL	ID 02 02 002	A	23 di 49

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.

## 6.2 Spinta del terreno in condizioni sismiche

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 14/01/2008.

Per il calcolo dell'azione sismica si utilizza il metodo dell'analisi pseudostatica, in cui l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico  $k$ . Le forze sismiche sono pertanto le seguenti:

$$\text{forza sismica orizzontale} \quad F_h = k_h * W$$

$$\text{forza sismica verticale} \quad F_v = k_v * W$$

I valori dei coefficienti sismici orizzontale  $k_h$  e verticale  $k_v$  possono essere valutati mediante le espressioni:

$$k_h = \beta_m * a_{\max} / g \quad k_v = \pm 0.5 k_h$$

dove

$\beta_m$  = coefficiente di riduzione dell' accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

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

$g$  = accelerazione di gravità.

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

$$a_{\max} = S * a_g = S_s * S_t * a_g$$

dove:

$S$  = coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica ( $S_s$ ) e dell'amplificazione topografica ( $S_t$ );

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



Relazione di calcolo briglie

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IBL1	10	D 11 CL	ID 02 02 002	A	24 di 49

Nel caso di muri su pali, secondo il documento RFI DTC INC CS SP IFS 001 A “*Specifiche per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie*”, le espressioni dei coefficienti sismici orizzontale e verticale nelle verifiche allo stato limite ultimo si modificano come segue:

$$k_h = 2 \cdot \beta_m \cdot a_{max} / g \quad k_v = \pm 0.5 k_h$$

Ai fini del calcolo dell’azione sismica secondo il DM 14/01/2008 è stata assegnata alle opere una vita nominale  $V_N = 75$  anni, una classe d’uso III, coefficiente d’uso  $C_U = 1.5$ , una categoria di sottosuolo di tipo A ed una categoria topografica T1. A seguito di tali assunzioni si ottengono, in funzione della latitudine e della longitudine del sito in esame, i valori dei coefficienti sismici riportati nella seguente tabella:

**Tabella 6.II – Parametri sismici in funzione dello stato limite**

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
$k_h$	0,005	0,006	0,012	0,014
$k_v$	0,002	0,003	0,006	0,007
$A_{max}$ [m/s <sup>2</sup> ]	0,231	0,286	0,570	0,682
Beta	0,200	0,200	0,200	0,200

Per quanto riguarda le spinte delle terre in condizioni sismiche, si fa riferimento al metodo di Mononobe-Okabe, il quale adotta le stesse ipotesi della teoria di Coulomb: un cuneo di spinta a monte del muro che si muove rigidamente lungo una superficie di rottura rettilinea. Mette in conto inoltre l'inerzia sismica del cuneo in direzione orizzontale e verticale. Dall'equilibrio del cuneo si ricava la spinta che il terreno esercita sull'opera di sostegno in condizioni sismiche. Viene messo in conto, come nella teoria di Coulomb, l'esistenza dell'attrito fra il terreno e il paramento del muro, e quindi la retta di spinta risulta inclinata rispetto alla normale al paramento stesso di un angolo di attrito terra-muro.

L'espressione della spinta totale (statica più sismica) esercitata da un terrapieno, di peso di volume  $\gamma$ , su una parete di altezza  $H$ , risulta espressa secondo la teoria di Mononobe-Okabe dalla seguente relazione:

$$S = 1/2(1 \pm k_v) \gamma H^2 K_a$$

dove  $K_a$  rappresenta il coefficiente di spinta attiva espresso da:

$$K_a = \frac{\sin(\alpha + \phi - \theta)}{\sin^2 \alpha \sin(\alpha - \delta - \theta) \left[ 1 + \frac{\sqrt{[\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta - \theta)]}}{\sqrt{[\sin(\alpha - \delta - \theta) \sin(\alpha + \beta)]}} \right]^2}$$

L'angolo  $\theta$ , inclinazione della risultante del peso del cuneo di spinta attiva e delle forze d'inerzia indotte dal sisma, è legato al coefficiente sismico dalla seguente espressione:

$$\tan(\theta) = k_h / (1 \pm k_v)$$

dove  $k_h$  e  $k_v$  rappresentano i già citati coefficienti di intensità sismica orizzontale e verticale.

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.

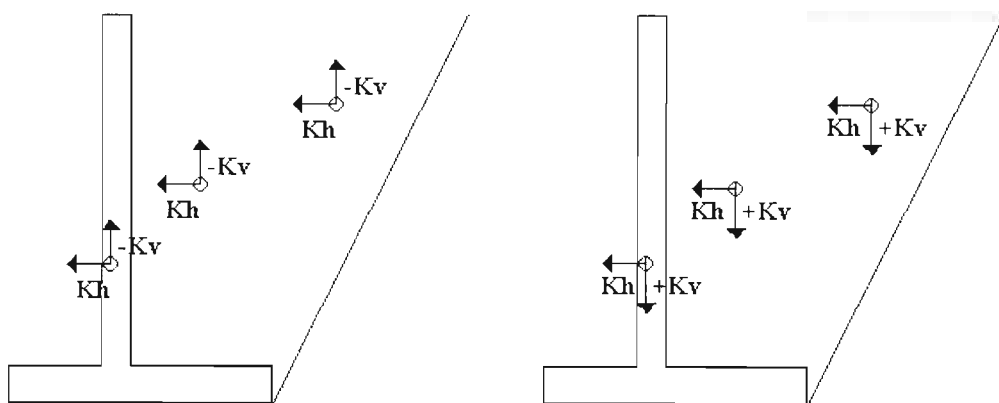



Figura 6: forze d'inerzia applicate alle masse in condizioni sismiche

	QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA					
	Relazione di calcolo briglie	COMMESSA IBL1	LOTTO 10	CODIFICA D 11 CL	DOCUMENTO ID 02 02 002	REV. A

## 7 COMBINAZIONI DI CARICO

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

Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\bullet \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{K1} + \gamma_{Q2} \cdot Q_{K2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{K3} + \dots$$

Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$\bullet G_1 + G_2 + P + Q_{K1} + \psi_{02} \cdot Q_{K2} + \psi_{03} \cdot Q_{K3} + \dots$$

Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$\bullet G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{K1} + \psi_{22} \cdot Q_{K2} + \psi_{23} \cdot Q_{K3} + \dots$$

Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$\bullet G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{K1} + \psi_{22} \cdot Q_{K2} + \psi_{23} \cdot Q_{K3} + \dots$$

Combinazione sismica, impegnata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica:

$$\bullet E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{K1} + \psi_{22} \cdot Q_{K2} + \dots$$

Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto  $A_d$ :

$$\bullet A_d + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{K1} + \psi_{22} \cdot Q_{K2} + \dots$$

Nelle combinazioni per SLE, si intende che vengono omessi i carichi  $Q_{kj}$  che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi  $G_2$ .

Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente allo scenario di carico più gravoso cui le opere saranno soggette.

### 7.1 Combinazioni SLU

Le azioni descritte nei paragrafi precedenti ed utilizzate nelle combinazioni di carico vengono di seguito riassunte:

- Condizione di carico n°1 (Peso proprio muro e terrapieno)
- Condizione di carico n°2 (Spinta terreno)
- Condizione di carico n°3 (Sisma)

Si riportano di seguito le combinazioni allo SLU di carico ritenute più significative, si rimanda alle Appendici per la visualizzazione completa di tutte le combinazioni utilizzate.

Relazione di calcolo briglie

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IBL1	10	D 11 CL	ID 02 02 002	A	27 di 49

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 A2-M2 (GEO)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
• 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° 6 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
• Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
• Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90

Relazione di calcolo briglie	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IBL1	10	D 11 CL	ID 02 02 002	A	28 di 49

- Spinta terreno SFAV 1.10 1.00 1.10

## 7.2 Combinazioni SLE

Si riportano di seguito le combinazioni allo SLE di carico ritenute più significative.

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° 16 - Quasi Permanente (SLE) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
• Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
• Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
• Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00

### Combinazione n° 17 - Quasi Permanente (SLE) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
• Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
• Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
• Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00

### Combinazione n° 18 - Frequente (SLE) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
• Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
• Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
• Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00

### Combinazione n° 19 - Frequente (SLE) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
• Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
• Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
• Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00

### Combinazione n° 20 - Rara (SLE) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
• Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
• Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
• Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00

Relazione di calcolo briglie	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IBL1	10	D 11 CL	ID 02 02 002	A	29 di 49

Combinazione n° 21 - Rara (SLE) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
• Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
• Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
• Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00

Relazione di calcolo briglie	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IBL1	10	D 11 CL	ID 02 02 002	A	30 di 49

## 8 MODELLAZIONE ADOTTATA

### 8.1 Modellazione del terreno

L'analisi strutturale e le verifiche sono state condotte avvalendosi del programma di analisi e calcolo di muri di sostegno MAX 10.10 prodotto da Aztec Informatica.

Il terreno di fondazione è schematizzato, con il modello di Winkler, come una serie di molle elastiche indipendenti fra di loro. Le molle che schematizzano il terreno sono caratterizzate tramite una costante di rigidezza elastica,  $K_h$ , espressa in  $\text{Kg/cm}^2/\text{cm}$  che rappresenta la pressione (in  $\text{Kg/cm}^2$ ) che bisogna applicare per ottenere lo spostamento di 1 cm. La determinazione di questa costante può essere fatta o tramite prove di carico su piastra o mediante metodi analitici (convenzionali). La variazione della costante di Winkler con la profondità dipende dal tipo di terreno in cui il palo è immerso.


Il programma utilizza il modello di Winkler anche per l'analisi di pali caricati trasversalmente. Il palo è suddiviso in un determinato numero di elementi tipo trave aventi area ed inerzia pari a quella della sezione trasversale del palo. In corrispondenza di ogni nodo di separazione fra i vari elementi è inserita una molla orizzontale di opportuna rigidezza che schematizza il terreno. Il comportamento delle molle che schematizzano il terreno non è infinitamente elastico ma è di tipo elastoplastico. La singola molla reagisce fino ad un valore limite di spostamento o di reazione; una volta che è stato superato tale limite la molla non offre ulteriori incrementi di resistenza (diagramma tipo elastoplastico perfetto).

Indicando con  $d_{ye}$  la lunghezza del tratto di influenza della molla, con  $D$  il diametro del palo la molla avrà una rigidezza pari a:

$$K_m = d_{ye} \times D \times K_h$$

### 8.2 Resistenza limite del palo

Il palo viene modellato come una trave a sezione circolare con comportamento del tipo elastoplastico perfetto con momento ultimo pari a  $M_u$ . Il momento ultimo del palo  $M_u$ , dipende dal quantitativo di armatura presente nella sezione. Il taglio ultimo viene determinato con un processo elasto-plastico incrementale: il palo, considerato immerso nel terreno, viene sottoposto ad un sistema crescente di azioni, composto da una forza orizzontale ed un momento. Il valore limite del taglio,  $T_u$ , del palo viene attinto o per raggiungimento del momento ultimo del palo in qualche sezione o per rottura del terreno.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA <b>LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA</b>					
	Relazione di calcolo briglie	COMMESSA IBL1	LOTTO 10	CODIFICA D 11 CL	DOCUMENTO ID 02 02 002	REV. A

### 8.3 Determinazione degli scarichi sul palo

Gli scarichi sui pali vengono determinati mediante il metodo delle rigidzze. La piastra di fondazione viene considerata infinitamente rigida (3 gradi di libertà) ed i pali vengono considerati incastrati o incernierati a tale piastra. Viene effettuata una prima analisi di ogni palo di ciascuna fila (i pali di ogni fila hanno le stesse caratteristiche) per costruire una curva carichi-spostamenti del palo. Questa curva viene costruita considerando il palo elastico. Si tratta, in definitiva, della matrice di rigidzza del palo  $K_e$ , costruita imponendo traslazioni e rotazioni unitarie per determinare le corrispondenti sollecitazioni in testa al palo.

Nota la matrice di rigidzza di ogni palo si assembla la matrice globale (di dimensioni  $3 \times 3$ ) della palificata,  $K_G$ , facendo uso di una opportuna matrice di rotazione  $A_e$  che dipende dall'inclinazione del palo.

$$K_G = \sum_1^{n_p} A_e K_e A_e^T$$

A questo punto, note le forze agenti in fondazione (N, T, M) si possono ricavare gli spostamenti della piastra (abbassamento, traslazione e rotazione) e le forze che si scaricano su ciascun palo. Infatti indicando con  $p$  il vettore dei carichi e con  $u$  il vettore degli spostamenti della piastra abbiamo:

$$u = K_G^{-1} p$$

Noti gli spostamenti della piastra, e quindi della testa dei pali, abbiamo gli scarichi su ciascun palo. Allora per ciascun palo viene effettuata un'analisi elasto-plastica incrementale (tramite il metodo degli elementi finiti) che, tenendo conto della plasticizzazione del terreno, calcola le sollecitazioni nelle sezioni del palo.

Se le caratteristiche del terreno (rappresentate da  $K_h$ ) sono tali che non è possibile raggiungere l'equilibrio si ha collasso per "rottura" del terreno. Note le sollecitazioni vengono calcolate le armature nel palo (tranne nel caso di palo a sezione generica e palo armato con tubolare per i quali viene eseguita solo la verifica).

### 8.4 Calcolo delle sollecitazioni

Il calcolo delle sollecitazioni viene eseguito in due modi diversi a seconda della tipologia di muro scelta.

Nel caso in esame avremo:




Relazione di calcolo briglie

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IBL1	10	D 11 CL	ID 02 02 002	A	32 di 49

- Muro con fondazione superficiale senza pali: viene eseguito il calcolo a mensola classico considerando una striscia di un metro sia per il paramento del muro che per la fondazione di monte e di valle.

- Muro con fondazione su pali: viene eseguito il calcolo a mensola per il paramento mentre per la fondazione viene eseguito il calcolo a piastra, mediante il metodo degli elementi finiti (FEM).

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA <b>ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO</b> QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA <b>LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA</b>					
	Relazione di calcolo briglie	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	IBL1	10	D 11 CL	ID 02 02 002	A	33 di 49

## 9 VERIFICHE

L'analisi e le verifiche strutturali sono redatte secondo quanto previsto dal Decreto Ministeriale 14 Gennaio 2008 e vengono considerati i seguenti stati limite ultimi (SLU):

- EQU: stato limite di equilibrio come corpo rigido;
- GEO: rottura del terreno dove la resistenza del terreno è significativa nel fornire resistenza;
- STR: rottura della struttura o di elementi strutturali, comprese le fondazioni, dove la resistenza delle componenti strutturali risulta significativa nel fornire resistenza.

Gli stati limite devono essere esaminati attraverso uno dei due possibili approcci alternativi denominati Approccio1 e Approccio2 (D.M.14/01/2008). L'approccio progettuale adottato è l'Approccio1. Tale approccio prevede due analisi distinte per verificare che non si determini uno SLU:

1. A1M1: vengono incrementati i carichi permanenti e lasciati inalterati i parametri di resistenza del terreno;
2. A2M2: vengono ridotti i parametri di resistenza del terreno e lasciati inalterati i carichi.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

Per quanto riguarda le verifiche di stabilità da effettuare sui muri di sostegno in esame, esse sono verifiche di tipo geotecnico rispetto alle condizioni di equilibrio limite ultimo di:

- scorrimento;
- ribaltamento;
- carico limite della fondazione.

Tali verifiche vengono condotte mediante analisi pseudostatiche, che riconducono, attraverso opportuni coefficienti sismici moltiplicativi delle masse in gioco ( $k_h$  e  $k_v$ ), le azioni indotte dal terremoto a forze statiche equivalenti.

Le verifiche di stabilità nelle condizioni di equilibrio limite ultimo vengono effettuate con riferimento ai valori di progetto delle azioni e delle resistenze dei materiali, ottenuti moltiplicando i corrispondenti valori caratteristici per i coefficienti parziali  $\gamma_F$ , amplificativi delle azioni, e  $\gamma_M$  e  $\gamma_R$ , decurtativi dei parametri geotecnici del terreno e delle resistenze geotecniche globali.

### 9.1 Verifiche di resistenza allo SLU: flessione e pressoflessione

#### 9.1.1 Briglia filtrante

La verifica delle sezioni viene eseguita secondo il metodo degli stati limite basato sulle seguenti ipotesi:

- conservazione delle sezioni piane;
- calcestruzzo non resistente a trazione;
- perfetta aderenza acciaio-calcestruzzo.

Relazione di calcolo briglie	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IBL1	10	D 11 CL	ID 02 02 002	A	34 di 49

Affinchè le verifiche siano soddisfatte dovrà risultare in ogni sezione  $M_{sd} < M_{rd}$ , ovvero momento sollecitante di calcolo inferiore al momento resistente della sezione.

La combinazione di carico maggiormente gravosa ai fini del massimo momento alla base del muro è risultata essere la n. 8.

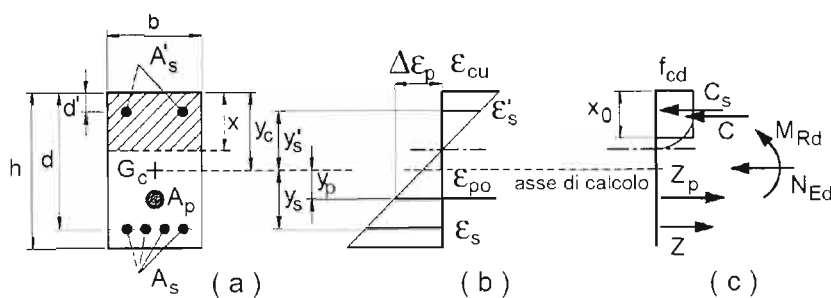


Figura 7: verifica di pressoflessione allo SLU

Sezione di base del paramento

Caratteristiche della sezione resistente:

- $b = 100 \text{ cm}$
- $h = 100 \text{ cm}$
- $d' = d'' = 5 \text{ cm}$
- $A_s = 31.42 \text{ cm}^2 = 10 \text{ } \varnothing 20$
- $A_s' = 15.71 \text{ cm}^2 = 5 \text{ } \varnothing 20$

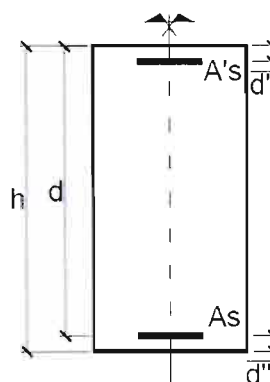
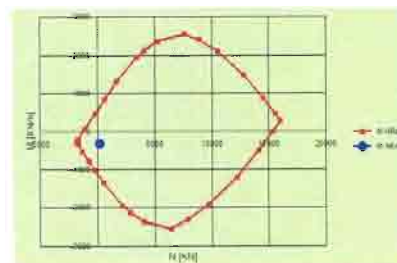


Figura 8: sezione di verifica

Si riporta il diagramma di interazione M-N (dominio di rottura) delle sezioni con individuati il seguente punto:

1)  $M_{max} = -308.54 \text{ KN m}$        $N_{ass} = 162.50 \text{ KN}$



Domínio di rottura

Relazione di calcolo briglie	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IBL1	10	D 11 CL	ID 02 02 002	A	35 di 49

Fondazione

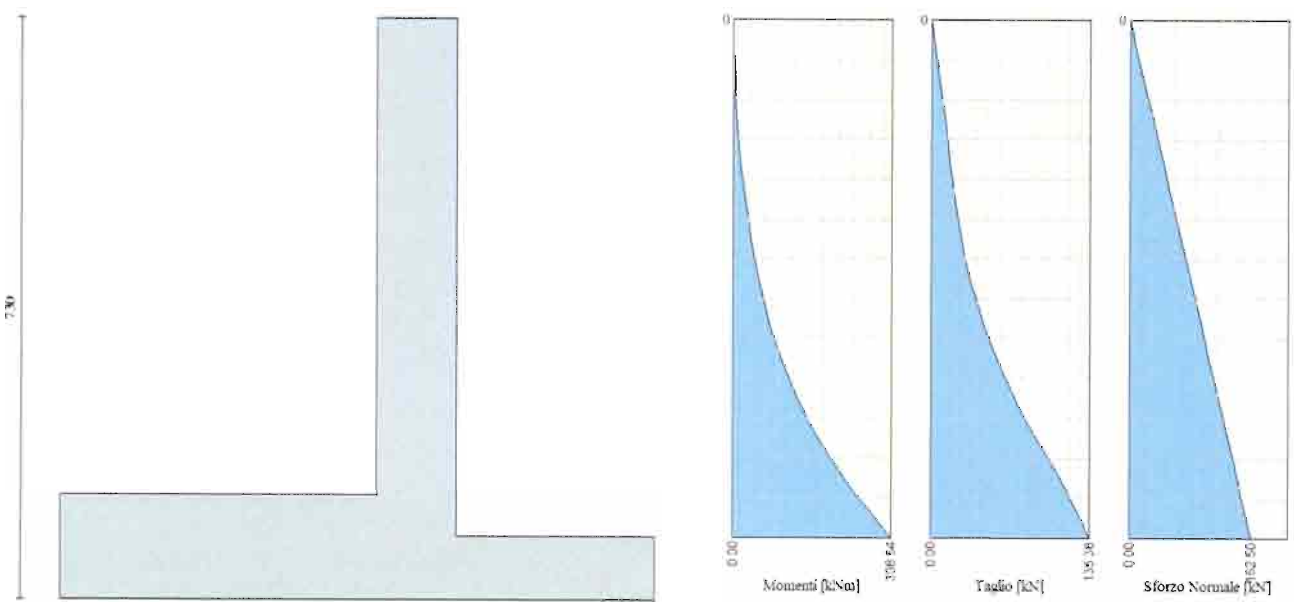
Le caratteristiche della sezione resistente maggiormente sollecitata sono:

- $b = 100 \text{ cm}$
- $h = 80 \text{ cm}$
- $d' = d'' = 5 \text{ cm}$
- $A_s = A_{s'} = 18.85 \text{ cm}^2 = 6 \text{ } \varnothing 20$

Si ottiene un momento resistente  $M_{rd}$  che risulta maggiore del massimo momento sollecitante  $M_{sd}$ :

$$M_{sd} = 314.90 \text{ KN m} < M_{rd} = 538.52 \text{ KN m}$$

Si riportano di seguito i diagrammi del momento flettente, dello sforzo normale e del taglio, del paramento del muro per la combinazione 8:



**Figura 9: diagrammi delle sollecitazioni del paramento della briglia filtrante nella combinazione di carico più gravosa**

**9.1.2 Briglia 1**

La verifica delle sezioni viene eseguita secondo il metodo degli stati limite basato sulle seguenti ipotesi:

- conservazione delle sezioni piane;
- calcestruzzo non resistente a trazione;
- perfetta aderenza acciaio-calcestruzzo.

Affinchè le verifiche siano soddisfatte dovrà risultare in ogni sezione  $M_{sd} < M_{rd}$ , ovvero momento sollecitante di calcolo inferiore al momento resistente della sezione.

La combinazione di carico maggiormente gravosa ai fini del massimo momento alla base del muro è risultata essere la n. 8.

### Sezione di base del paramento

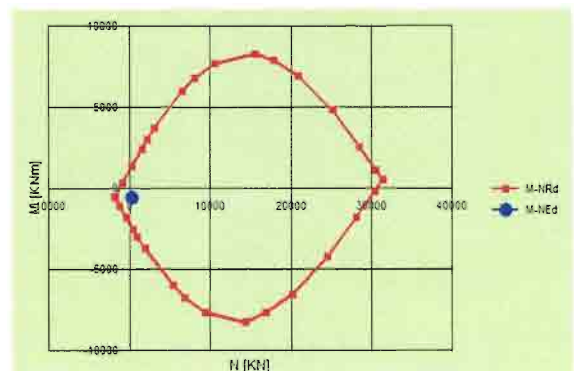
Con riferimento alla sezioni resistenti sono:

- $b = 100$  cm
- $h = 186$  cm
- $d' = d'' = 5$  cm
- $A_s = 31.42$  cm<sup>2</sup> = 10  $\emptyset 20$
- $A_s' = 15.71$  cm<sup>2</sup> = 5  $\emptyset 20$

Figura 8, le caratteristiche delle

Si riporta il diagramma di interazione M-N (dominio di rottura) della sezione con individuati i seguenti punti:

1)  $M_{max} = -655.72$  KN m       $N_{ass} = 275.54$  KN



**Dominio di rottura**

### Fondazione

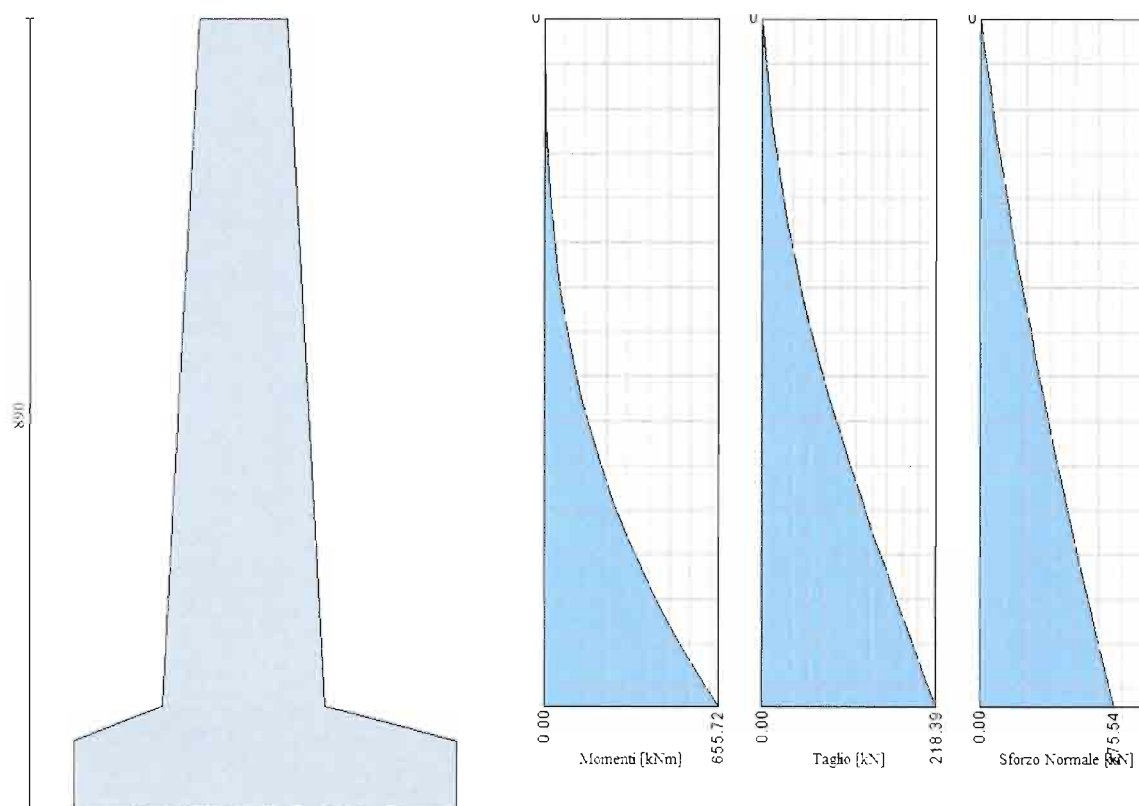
Le caratteristiche della sezione resistente sono:

- $b = 100$  cm
- $h = 120$  cm
- $d' = d'' = 5$  cm
- $A_s = A_s' = 18.85$  cm<sup>2</sup> = 6  $\emptyset 20$

Si ottiene un momento resistente  $M_{rd}$  che risulta maggiore del massimo momento sollecitante  $M_{sd}$ :

$M_{sd} = 252.41$  KN m <  $M_{rd} = 831.11$  KN m

Si riportano di seguito i diagrammi del momento flettente, dello sforzo normale e del taglio, del paramento del muro per la combinazione 8:



**Figura 10: diagrammi delle sollecitazioni del paramento della briglia 1 nella combinazione di carico più gravosa**

### 9.1.3 Briglia 4

La verifica delle sezioni viene eseguita secondo il metodo degli stati limite basato sulle seguenti ipotesi:

- conservazione delle sezioni piane;
- calcestruzzo non resistente a trazione;
- perfetta aderenza acciaio-calcestruzzo.

Affinchè le verifiche siano soddisfatte dovrà risultare in ogni sezione  $M_{sd} < M_{rd}$ , ovvero momento sollecitante di calcolo inferiore al momento resistente della sezione.

La combinazione di carico maggiormente gravosa ai fini del massimo momento alla base del muro è risultata essere la n. 9.

Sezione di base del paramento

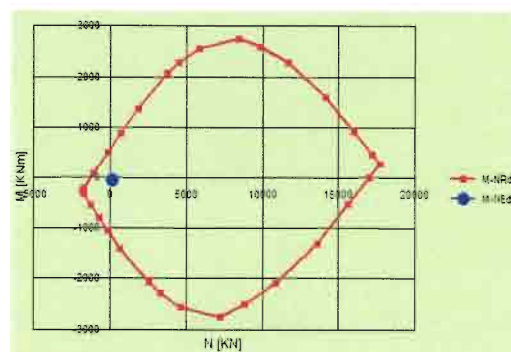
Con riferimento alla  
sezioni resistenti sono:

Figura 8, le caratteristiche delle

- $b = 100 \text{ cm}$
- $h = 100 \text{ cm}$
- $d' = d'' = 5 \text{ cm}$
- $A_s = 31.42 \text{ cm}^2 = 10 \text{ } \varnothing 20$
- $A_{s'} = 15.71 \text{ cm}^2 = 5 \text{ } \varnothing 20$

Si riporta il diagramma di interazione M-N (dominio di rottura) della sezione con individuati i seguenti punti:

2)  $M_{\max} = -48.94 \text{ KN m}$        $N_{\text{ass}} = 90.00 \text{ KN}$



**Dominio di rottura**

Fondazione

Le caratteristiche delle sezioni resistenti sono:

- $b = 100 \text{ cm}$
- $h = 80 \text{ cm}$
- $d' = d'' = 5 \text{ cm}$
- $A_s = A_{s'} = 18.85 \text{ cm}^2 = 6 \text{ } \varnothing 20$

Si ottiene un momento resistente  $M_{rd}$  che risulta maggiore del massimo momento sollecitante  $M_{sd}$ :

$M_{sd} = 126.15 \text{ KN m} < M_{rd} = 535.30 \text{ KN m}$

Si riportano di seguito i diagrammi del momento flettente, dello sforzo normale e del taglio, del paramento del muro per la combinazione 9:

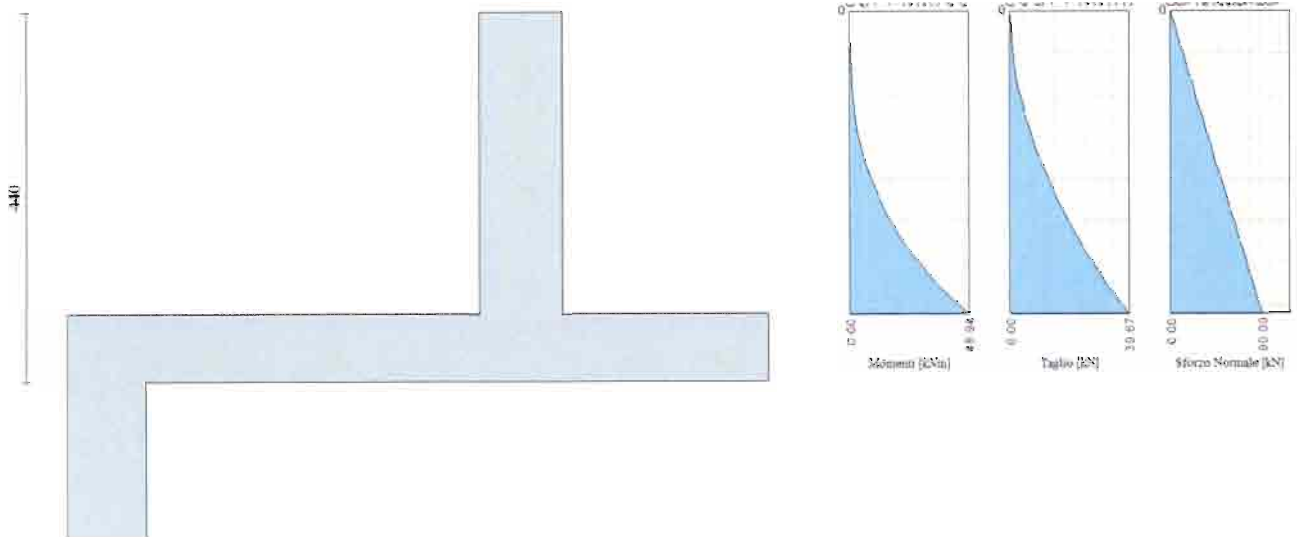


Figura 11: diagrammi delle sollecitazioni del paramento della briglia 4 nella combinazione di carico più gravosa

## 9.2 Verifiche di resistenza allo SLU: taglio

Per la verifica di resistenza allo SLU si pone  $V_{Ed} < V_{Rd}$ , dove  $V_{Ed}$  è il valore di calcolo dello sforzo di taglio agente, e  $V_{Rd}$  è la resistenza a taglio senza armatura specifica che risulta pari a:

$$V_{Rd} = [0.18 \cdot k \cdot (100.0 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d > (v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

Dove:

- $v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$ ;
- $k = 1 + (200/d)^{1/2}$
- $\rho_l \equiv A_{sw} / (b_w \cdot d)$  rapporto geometrico di armatura
- $d$  altezza utile sezione
- $b_w$  larghezza minima sezione
- $\sigma_{cp}$  tensione media di compressione [N/mm<sup>2</sup>]

Nel caso risulti  $V_{Ed} > V_{Rd}$  occorre predisporre dell'armatura a taglio. La resistenza a taglio di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio deve essere valutata sulla base di una adeguata schematizzazione a traliccio, dove gli elementi resistenti dell'ideale traliccio sono le armature trasversali, le armature longitudinali, il corrente compresso di calcestruzzo e i puntoni d'anima inclinati. In presenza di armatura  $V_{Rd}$  è il minimo tra la resistenza a taglio trazione  $V_{Rsd}$  e la resistenza a taglio compressione  $V_{Rcd}$ , date dalle seguenti espressioni:



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

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot (\text{ctg}(\theta) + \text{ctg}(\alpha)) / (1.0 + \text{ctg} \theta^2)$$

con

- $f_{cd} = 0.5 \cdot f_{cd}$
- $\alpha_c$  coefficiente maggiorativo, funzione di  $f_{cd}$  e  $\sigma_{cp}$
- $s$  interasse tra due armature trasversali consecutive

L'inclinazione  $\theta$  dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave deve rispettare i limiti seguenti:

$$1 \leq \text{ctg} \theta \leq 2.5$$

### 9.2.1 Briglia filtrante

Nella combinazione di carico che fornisce la massima sollecitazione tagliante nella sezione di attacco tra il paramento e la fondazione del muro si ha:

$$V_{Ed \max} = 135.38 \text{ KN} < V_{Rd} = 381.40 \text{ KN}$$

### 9.2.2 Briglia 1

Nella combinazione di carico che fornisce la massima sollecitazione tagliante nella sezione di attacco tra il paramento e la fondazione del muro si ha:

$$V_{Ed \max} = 218.39 \text{ KN} < V_{Rd} = 574.36 \text{ KN}$$

### 9.2.3 Briglia 4

Nella combinazione di carico che fornisce la massima sollecitazione tagliante nella sezione di attacco tra il paramento e la fondazione del muro si ha:

$$V_{Ed \max} = 40.00 \text{ KN} < V_{Rd} = 371.00 \text{ KN}$$

Nella combinazione di carico che fornisce la massima sollecitazione tagliante in fondazione si ha:

$$V_{Ed \max} = 83.90 \text{ KN} < V_{Rd} = 269.62 \text{ KN}$$

### 9.3 Verifiche geotecniche

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.

Deve quindi essere verificata la seguente disequaglianza:

$$\frac{M_s}{M_r} \geq FS_{RIB}$$

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.

Il meccanismo limite del ribaltamento viene considerato come uno stato di equilibrio limite di corpo rigido, utilizzando per le azioni i coefficienti parziali del gruppo EQU. In particolare, per le azioni verticali che danno un contributo stabilizzante ( $W_1$ ,  $W_2$  e  $W_3$ ) viene adottato un coefficiente parziale  $\gamma_{G1, fav} = 0.90$ ; di contro per le azioni che danno un contributo instabilizzante vengono adottati i coefficienti parziali  $\gamma_{G1, sfav} = 1.10$ .

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. In particolare, la Normativa Italiana richiede che il rapporto fra la risultante delle forze resistenti allo scivolamento  $F_r$  e la risultante delle forze che tendono a fare scorrere il muro  $F_s$  sia:

$$\frac{F_r}{F_s} \geq FS_{SCOR}$$

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  $\delta$

Relazione di calcolo briglie	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IBL1	10	D 11 CL	ID 02 02 002	A	42 di 49

l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con  $c_a$  l'adesione terreno-fondazione e con  $B_r$  la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come:

$$F_r = N \cdot \operatorname{tg}(\delta) + c_a \cdot B_r$$

La Normativa consente di computare, nelle forze resistenti, una aliquota dell'eventuale spinta passiva dovuta al terreno posto a valle del muro. L'aliquota di spinta passiva che si può considerare ai fini della verifica a scorrimento non può comunque superare il 50%.

Il meccanismo limite dello scorrimento viene verificato utilizzando per le azioni i coefficienti parziali del gruppo A2. In particolare, per le azioni verticali che danno un contributo stabilizzante ( $W_1$ ,  $W_2$  e  $W_3$ ) viene adottato un coefficiente parziale  $\gamma_{G1, fav} = 1.00$ ; di contro per le azioni che danno un contributo instabilizzante vengono adottati i coefficienti parziali  $\gamma_{G1, sfav} = 1.00$ .

Per la verifica al carico limite dell'insieme fondazione-terreno il rapporto fra il carico ultimo in fondazione e la risultante dei carichi indotta dal muro sul terreno di fondazione deve essere superiore ad un certo fattore di sicurezza.

Detto  $q$  il carico gravante in fondazione e  $q_{ult}$  il carico ultimo, deve risultare:

$$q_{ult} / q \geq FS$$

Il programma di calcolo utilizzato determina la tensione massima e minima sul piano di fondazione secondo la relazione della pressoflessione per sezione non reagente a trazione. Se il centro di pressione è interno al nocciolo centrale d'inerzia della sezione d'impronta della fondazione, la sezione è tutta reagente ed il valore massimo e minimo sono dati da:

$$\sigma_t = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{I} y$$

dove  $A$  ed  $I$  sono rispettivamente l'area e l'inerzia della sezione di impronta ed  $y$  è la distanza dal baricentro dei bordi,  $N$  ed  $M$  sono lo sforzo normale ed il momento rispetto al baricentro. Nel caso di sezione di impronta rettangolare (dimensioni  $B \times L$ ) sarà  $y = L / 2$ .

Se il centro di pressione è esterno al nocciolo la sezione risulta parzializzata. In tal caso detta  $e$  l'eccentricità del carico rispetto al baricentro ed  $u$  la distanza dal centro di pressione rispetto al bordo più compresso ( $u = L / 2 - e$ ) la tensione massima risulta data da:

$$\sigma_t = \frac{2N}{3uB}$$

Relazione di calcolo briglie

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IBL1	10	D 11 CL	ID 02 02 002	A	43 di 49

Il meccanismo del carico limite viene verificato utilizzando per le azioni i coefficienti parziali del gruppo A2. In particolare, per le azioni verticali che danno un contributo stabilizzante ( $W_1$ ,  $W_2$  e  $W_3$ ) viene adottato un coefficiente parziale  $\gamma_{G1, fav} = 1.00$ ; di contro per le azioni che danno un contributo instabilizzante vengono adottati i coefficienti parziali  $\gamma_{G1, sfav} = 1.00$ .

Per l'analisi della capacità portante dei pali occorre determinare alcune caratteristiche del terreno in cui si va ad operare. In particolare bisogna conoscere l'angolo d'attrito  $\phi$  e la coesione  $c$ . Per pali soggetti a carichi trasversali è necessario conoscere il modulo di reazione laterale o il modulo elastico laterale.

La capacità portante di un palo solitamente viene valutata come somma di due contributi: portata di base (o di punta) e portata per attrito laterale lungo il fusto. Cioè si assume valida l'espressione:

$$Q_T = Q_P + Q_L - W_P$$

dove:

- $Q_T$  portanza totale del palo;
- $Q_P$  portanza di base del palo;
- $Q_L$  portanza per attrito laterale del palo;
- $W_P$  peso proprio del palo

e le due componenti  $Q_P$  e  $Q_L$  sono calcolate in modo indipendente fra loro.

Dalla capacità portante del palo si ricava il carico ammissibile del palo  $Q_A$  applicando il coefficiente di sicurezza della portanza alla punta  $\eta_p$  ed il coefficiente di sicurezza della portanza per attrito laterale  $\eta_l$ .

Palo compresso:

$$Q_A = Q_P / \eta_p + Q_L / \eta_l - W_P$$

Palo teso:

$$Q_A = Q_L / \eta_l + W_p$$

### Capacità portante di punta

In generale la capacità portante di punta viene calcolata tramite l'espressione:

$$Q_P = A_P(cN'_c + qN'_q + 1/2B\gamma N'_\gamma)$$

dove  $A_P$  è l'area portante efficace della punta del palo,  $c$  è la coesione,  $q$  è la pressione geostatica alla quota della punta del palo,  $\gamma$  è il peso specifico del terreno,  $D$  è il diametro del palo ed i coefficienti  $N'_c$   $N'_q$   $N'_\gamma$  sono i

coefficienti delle formule della capacità portante corretti per tener conto degli effetti di forma e di profondità. Possono essere utilizzati sia i coefficienti di Hansen che quelli di Vesic con i corrispondenti fattori correttivi per la profondità e la forma.

Il parametro  $\eta$  che compare nell'espressione assume il valore:

$$\eta = \frac{1 + 2K_0}{3}$$

quando si usa la formula di Vesic e viene posto uguale ad 1 per le altre formule.

$K_0$  rappresenta il coefficiente di spinta a riposo che può essere espresso come:  $K_0 = 1 - \sin\phi$ .

### Capacità portante per resistenza laterale

La resistenza laterale è data dall'integrale esteso a tutta la superficie laterale del palo delle tensioni tangenziali palo-terreno in condizioni limite:

$$Q_L = \int \tau_a dS$$

dove  $\tau_a$  è dato dalla nota relazione di Coulomb:

$$\tau_a = c_a + \sigma_v \tan\delta$$

dove  $c_a$  è l'adesione palo-terreno,  $\delta$  è l'angolo di attrito palo-terreno,  $\gamma$  è il peso specifico del terreno,  $z$  è la generica quota a partire dalla testa del palo,  $L$  e  $P$  sono rispettivamente la lunghezza ed il perimetro del palo,  $K_s$  è il coefficiente di spinta che dipende dalle caratteristiche meccaniche e fisiche del terreno, dal suo stato di addensamento e dalle modalità di realizzazione del palo.

#### **9.3.1 Briglia filtrante**

Le verifiche geotecniche dei pali della briglia filtrante, nelle combinazioni di carico maggiormente gravose, forniscono i seguenti risultati:

singolo palo fila 1:  $N_d = 307.66 \text{ KN} < P_d = 1106.62 \text{ KN}$  (combinazione 2 caso A1M1)

$N_d = 216.02 \text{ KN} < P_d = 718.96 \text{ KN}$  (combinazione 5 caso A2M2)

singolo palo fila 2:  $N_d = 528.17 \text{ KN} < P_d = 912.65 \text{ KN}$  (combinazione 8 caso A2M2 sisma vert. positivo)

$N_d = 361.61 \text{ KN} < P_d = 718.96 \text{ KN}$  (combinazione 5 caso A2M2)

Relazione di calcolo briglie	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IBL1	10	D 11 CL	ID 02 02 002	A	45 di 49

gruppo di pali:  $N_d = 4782.21 \text{ KN} < P_d = 14386.11 \text{ KN}$  (combinazione 2 caso A1M1)

$N_d = 3681.81 \text{ KN} < P_d = 9346.54 \text{ KN}$  (combinazione 5 caso A2M2)

$N_d = 3977.04 \text{ KN} < P_d = 11864.44 \text{ KN}$  (combinazione 8 caso A2M2 sisma vert. positivo)

$T_d = 1406.78 \text{ KN} < T_u = 1970.78 \text{ KN}$  (combinazione 8 caso A2M2 sisma vert. positivo)

dove  $N_d$  e  $T_d$  sono rispettivamente le azioni normali e taglianti di calcolo,  $P_d$  la portanza ammissibile e  $T_u$  lo sforzo di taglio in condizioni limiti.

### 9.3.2 Briglia 1

Le verifiche geotecniche dei pali della briglia 1, nelle combinazioni di carico maggiormente gravose, forniscono i seguenti risultati:

singolo palo fila 1:  $N_d = 498.75 \text{ KN} < P_d = 802.85 \text{ KN}$  (combinazione 2 caso A1M1)

$N_d = 333.72 \text{ KN} < P_d = 521.23 \text{ KN}$  (combinazione 5 caso A2M2)

singolo palo fila 2:  $N_d = 542.37 \text{ KN} < P_d = 661.26 \text{ KN}$  (combinazione 8 caso A2M2 sisma vert. positivo)

$N_d = 346.51 \text{ KN} < P_d = 521.23 \text{ KN}$  (combinazione 5 caso A2M2)

gruppo di pali:  $N_d = 5763.85 \text{ KN} < P_d = 10437.07 \text{ KN}$  (combinazione 2 caso A1M1)

$N_d = 4427.93 \text{ KN} < P_d = 6776.03 \text{ KN}$  (combinazione 5 caso A2M2)

$N_d = 4731.03 \text{ KN} < P_d = 8596.44 \text{ KN}$  (combinazione 8 caso A2M2 sisma vert. positivo)

$T_d = 1336.75 \text{ KN} < T_u = 2014.65 \text{ KN}$  (combinazione 8 caso A2M2 sisma vert. positivo)

dove  $N_d$  e  $T_d$  sono rispettivamente le azioni normali e taglianti di calcolo,  $P_d$  la portanza ammissibile e  $T_u$  lo sforzo di taglio in condizioni limiti.

### 9.3.3 Briglia 4

Si riporta di seguito la tabella riassuntiva dei coefficienti di sicurezza delle verifiche geotecniche, eseguite per la briglia 4, per tutte le combinazioni di carico analizzate; in grassetto vengono indicati i valori minimi di tali

Relazione di calcolo briglie

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IBL1	10	D 11 CL	ID 02 02 002	A	46 di 49

coefficienti. Le verifiche risultano tutte soddisfatte, essendo i valori ottenuti superiori ai limiti imposti dalla Normativa.

Tabella 9.II – Coefficienti di sicurezza per le verifiche geotecniche, briglia 4

Comb.	Tipo comb.	Sisma	FS (ribalt)	FS (scorr)	FS (qult)
1	A1-M1 - [1]	--	--	5.46	15.67
2	A1-M1 - [1]	--	--	6.40	13.57
3	A1-M1 - [1]	--	--	5.84	14.12
4	A1-M1 - [1]	--	--	6.02	14.97
5	A2-M2 - [1]	--	--	3.95	6.30
6	EQU - [1]	--	20.26	--	--
7	A1-M1 - [2]	SismaH + SismaV positivo	--	6.09	16.64
8	A1-M1 - [2]	SismaH + SismaV negativo	--	6.12	16.82
9	A2-M2 - [2]	SismaH + SismaV positivo	--	<b>3.54</b>	<b>5.92</b>
10	A2-M2 - [2]	SismaH + SismaV negativo	--	3.56	5.99
11	EQU - [2]	SismaH + SismaV negativo	<b>19.69</b>	--	--
12	EQU - [2]	SismaH + SismaV positivo	21.60	--	--
13	SLEQ - [1]	--	--	7.04	17.65
14	SLEF - [1]	--	--	7.04	17.65
15	SLER - [1]	--	--	7.04	17.65
16	SLEQ - [1]	SismaH + SismaV positivo	--	6.53	17.13
17	SLEQ - [1]	SismaH + SismaV negativo	--	6.55	17.23
18	SLEF - [1]	SismaH + SismaV positivo	--	6.53	17.13
19	SLEF - [1]	SismaH + SismaV negativo	--	6.55	17.23
20	SLER - [1]	SismaH + SismaV positivo	--	6.53	17.13
21	SLER - [1]	SismaH + SismaV negativo	--	6.55	17.23

## 9.4 Verifiche SLE

Per le verifiche delle tensioni sui materiali agli stati limite di esercizio e per la verifica a fessurazione si rimanda agli appositi paragrafi riportati nelle seguenti Appendici.

Nelle verifiche a fessurazione si è tenuto conto di condizioni ambientali ordinarie e armatura poco sensibile.

Per quanto riguarda la briglia filtrante l'ampiezza di fessura massima è risultata essere pari a  $w_{max} = 0.141$  mm, in fondazione, valore inferiore a tutte le ampiezze limite delle varie combinazioni di esercizio.

Per quanto riguarda le briglie 1 e 4, risulta che per ciascuna combinazione di esercizio i massimi momenti sollecitanti risultano inferiori ai momenti di prima fessurazione, pertanto non si sviluppano stati fessurativi.







QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA  
ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO  
QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA  
LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA

Relazione di calcolo briglie

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IBL1	10	D 11 CL	ID 02 02 002	A	47 di 49

## APPENDICE A: TABULATI DI CALCOLO BRIGLIA FILTRANTE



## Normativa

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

#### Simbologia adottata

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

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

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

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

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

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

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

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

<i>Parametri</i>			<i>M1</i>	<i>M2</i>	<i>M2</i>	<i>M1</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi}$	1.00	1.00	1.25	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.00	1.25	1.25	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.00	1.40	1.40	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1.00	1.00	1.60	1.60	1.00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	1.00	1.00	1.00	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>		
	<i>R1</i>	<i>R2</i>	<i>R3</i>
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	

**PALI DI FONDAZIONE**

CARICHI VERTICALI. Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche dei pali

**Pali trivellati**

		R1	R2	R3
Punta	$\gamma_b$	1.00	1.70	1.35
Laterale compressione	$\gamma_s$	1.00	1.45	1.15
Totale compressione	$\gamma_t$	1.00	1.60	1.30
Laterale trazione	$\gamma_{st}$	1.00	1.60	1.25

CARICHI TRASVERSALI. Coefficienti parziali  $\gamma_T$  per le verifiche dei pali.

		R1	R2	R3
	$\gamma_T$	1.00	1.60	1.30

Coefficienti di riduzione  $\xi$  per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali

Numero di verticali indagate	1	$\xi_3=1.70$	$\xi_4=1.70$
------------------------------	---	--------------	--------------

## Geometria muro e fondazione

Descrizione	<b>Muro a mensola in c.a.</b>
Altezza del paramento	5.98 [m]
Spessore in sommità	1.00 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	1.00 [m]
Inclinazione paramento esterno	0.00 [°]
Inclinazione paramento interno	0.00 [°]
Lunghezza del muro	6.00 [m]
 <u>Fondazione</u>	
Lunghezza mensola fondazione di valle	4.00 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	2.50 [m]
Lunghezza totale fondazione	7.50 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore estremità fondazione di valle	1.32 [m]
Spessore all'incastro fondazione di valle	1.32 [m]
Spessore all'incastro fondazione di monte	0.80 [m]
Spessore estremità fondazione di monte	0.80 [m]
Spessore magrone	0.20 [m]

## Descrizione pali di fondazione

Pali armati con profilato tubolare	
Numero di file di pali	2
Vincolo pali/fondazione	Incastro
Tipo di portanza	Portanza laterale e portanza di punta

### *Simbologia adottata*

N	numero d'ordine della fila
X	ascissa della fila misurata dallo spigolo di monte della fondazione espressa in [m]
nr.	Numero di pali della fila
D	diametro dei pali della fila espresso in [cm]
L	lunghezza dei pali della fila espressa in [m]
alfa	inclinazione dei pali della fila rispetto alla verticale espressa in [°]
ALL	allineamento dei pali della fila rispetto al baricentro della fondazione (CENTRATI o SFALSATI)
Dt	diametro esterno del tubolare espresso in [mm]
St	spessore del tubolare espresso in [mm]

<b>N</b>	<b>X</b>	<b>nr.</b>	<b>D</b>	<b>L</b>	<b>alfa</b>	<b>ALL</b>	<b>Dt</b>	<b>St</b>
1	1.90	7	25.00	15.00	0.00	Centrati	168.30	20.00
2	3.90	6	25.00	15.00	0.00	Sfalsati	168.30	20.00

## Materiali utilizzati per la struttura

### Calcestruzzo

Peso specifico	25.000 [kN/mc]
Classe di Resistenza	C28/35
Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck}$	35000 [kPa]
Modulo elastico E	32587986 [kPa]

### Acciaio

Tipo	B450C
Tensione di snervamento $\sigma_{fa}$	449936 [kPa]

### Calcestruzzo utilizzato per i pali

Classe di Resistenza	C25/30
Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck}$	30000 [kPa]
Modulo elastico E	31447048 [kPa]

### Acciaio utilizzato per i pali

Tipo	Fe 510
Tensione ammissibile $\sigma_{fa}$	235363 [kPa]
Tensione di snervamento $\sigma_{fa}$	353045 [kPa]

## Geometria profilo terreno a monte del muro

### Simbologia adottata e sistema di riferimento

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

N numero ordine del punto

X ascissa del punto espressa in [m]

Y ordinata del punto espressa in [m]

A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	0.01	-2.46	-89.77
2	45.39	3.92	8.00

## Terreno a valle del muro

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

## Descrizione terreni

### Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	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]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	$c_a$
Terreno di riporto	20.00	21.00	35.00	35.00	0.0	0.0
Invaso detritico	20.00	20.00	20.00	13.33	0.0	0.0

*Parametri medi*

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	$c$	$c_a$
Terreno di riporto	20.00	21.00	36.00	36.00	0.0	0.0
Invaso detritico	20.00	20.00	30.00	20.00	0.0	0.0

*Parametri minimi*

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	$c$	$c_a$
Terreno di riporto	20.00	21.00	34.00	34.00	0.0	0.0
Invaso detritico	20.00	20.00	20.00	13.33	0.0	0.0

## Stratigrafia

*Simbologia adottata*

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

Nr.	H	a	K <sub>w</sub>	K <sub>s</sub>	Terreno
1	5.75	1.70	0.00	0.00	Invaso detritico
2	25.00	0.00	30.00	1.10	Terreno di riporto

**Descrizione combinazioni di carico**

*Simbologia adottata*

<i>F/S</i>	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)

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

Combinazione n° 2 - Caso A1-M1 (STR)

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

Combinazione n° 3 - Caso A1-M1 (STR)

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

Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR)

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

Combinazione n° 5 - Caso A2-M2 (GEO)

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

Combinazione n° 6 - 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° 7 - 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° 8 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo

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

Combinazione n° 9 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo

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



Combinazione n° 10 - Quasi Permanente (SLE)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma^* \Psi</math></b>
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 11 - Frequente (SLE)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma^* \Psi</math></b>
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 12 - Rara (SLE)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma^* \Psi</math></b>
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 13 - Quasi Permanente (SLE) - 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	--	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° 14 - Quasi Permanente (SLE) - 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	--	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° 15 - Frequente (SLE) - 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	--	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° 16 - Frequente (SLE) - 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	--	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° 17 - Rara (SLE) - 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	--	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° 18 - Rara (SLE) - 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	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00

## Impostazioni analisi pali

<u>Numero elementi palo</u>	40
<u>Tipo carico palo</u>	Distribuito
<u>Calcolo della portanza</u>	metodo di Hansen

Criterio di rottura del sistema terreno-palo  
Pressione limite Brich-Hansen

Andamento pressione verticale  
Geostatica

## Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

**Stato limite**

### *Impostazioni verifiche SLU*

#### Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

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

### *Impostazioni verifiche SLE*

Condizioni ambientali  
Armatura ad aderenza migliorata  
Verifica fessurazione  
Sensibilità delle armature  
Valori limite delle aperture delle fessure

Ordinarie

Poco sensibile

$w_1 = 0.20$

$w_2 = 0.30$

$w_3 = 0.40$

Circ. Min. 252 (15/10/1996)

Metodo di calcolo aperture delle fessure

#### Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

Rara  $\sigma_c < 0.55 f_{ck}$  -  $\sigma_f < 0.75 f_{yk}$

Quasi permanente  $\sigma_c < 0.40 f_{ck}$

## Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :

Origine in testa al muro (spigolo di monte)

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

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

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

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

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

### Tipo di analisi

Calcolo della spinta

metodo di Culmann

Calcolo della spinta in condizioni di

Spinta attiva

### Sisma

#### **Combinazioni SLU**

Accelerazione al suolo  $a_g$

0.57 [m/s<sup>2</sup>]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)

1.00

Coefficiente di amplificazione topografica (St)

1.00

Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )

2.00

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale

0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)

$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 11.70$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

$k_v=0.50 * k_h = 5.85$

#### **Combinazioni SLE**

Accelerazione al suolo  $a_g$

0.29 [m/s<sup>2</sup>]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)

1.00

Coefficiente di amplificazione topografica (St)

1.00

Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )

1.00

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale

0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)

$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 2.94$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

$k_v=0.50 * k_h = 1.47$

Forma diagramma incremento sismico

Rettangolare

Partecipazione spinta passiva (percento)

0.0

Lunghezza del muro

6.00 [m]

Peso muro

364.5000 [kN]

Baricentro del muro

X=-1.17 Y=-5.18

### Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta

X = 2.50 Y = -7.30

Punto superiore superficie di spinta

X = 2.50 Y = -2.11

Altezza della superficie di spinta

5.19 [m]

Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale)

0.00 [°]

COMBINAZIONE n° 1

**Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	134.2647	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	125.0303	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	48.9328	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.50	[m]	Y = -5.21	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.37	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	46.32	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	210.9628	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.27	[m]	Y = -4.39	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	125.0303	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	624.3956	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	624.3956	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	125.0303	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.78	[m]
Lunghezza fondazione reagente	7.50	[m]
Risultante in fondazione	636.7907	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	11.32	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-483.9516	[kNm]

**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	0.59	14.7727	0.0039	0.0196
2	2.07	51.7045	0.1652	0.2396
3	3.55	88.6364	3.3984	7.7637
4	5.02	125.5682	33.2806	36.6460
5	6.50	162.5000	119.0063	76.7210

## Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

### Combinazione n° 1

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 6.00 Altezza(m) = 7.50

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

### Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M <sub>ymin</sub>	M <sub>ymax</sub>	T <sub>ymin</sub>	T <sub>ymax</sub>
1	0.00	0.0000	0.1846	-1.5580	0.0500
2	0.25	-1.2033	0.0000	-9.0496	0.0000
3	0.50	-4.3740	0.0000	-16.8671	0.0000
4	0.74	-9.5076	0.0000	-25.1334	0.0000
5	0.99	-16.6157	0.0000	-33.4921	0.0000
6	1.24	-25.6980	0.0000	-41.8906	0.0000
7	1.49	-36.7422	0.0000	-50.3247	0.0000
8	1.74	-50.1412	0.0000	-58.8120	0.0000
9	1.99	-65.8047	0.0000	-67.4231	0.0000
10	2.23	-83.6376	0.0000	-76.2386	0.0000
11	2.48	-103.6575	0.0000	-86.0206	0.0000
12	2.73	-125.9632	0.0000	-96.8035	0.0000
13	2.98	-151.0475	0.0000	-114.0477	0.0000
14	3.23	-180.1596	0.0000	-197.2751	0.0000
15	3.48	-212.9889	0.0000	-283.3812	55.3994
16	3.60	-224.6236	0.0000	-48.0075	202.5144
17	3.73	-196.2549	0.0000	-67.6453	557.1338
18	4.00	-223.1565	0.0000	-74.1314	418.7965
19	5.00	-302.2692	0.0000	-141.3513	0.0000
20	5.24	-256.6441	0.0000	-115.5281	38.2518
21	5.48	-242.9872	0.0000	-110.3836	51.1926
22	5.60	-240.8585	0.0000	-174.7491	0.0000
23	5.73	-214.0612	0.0000	-391.0019	0.0000
24	5.98	-156.4012	0.0000	-246.7432	0.0000
25	6.23	-107.8005	0.0000	-174.1185	0.0000
26	6.49	-68.7937	0.0000	-136.9389	0.0000
27	6.74	-38.6412	0.0000	-102.7443	0.0000
28	6.99	-16.9746	0.0000	-68.6463	0.0000
29	7.25	-3.8426	0.0000	-34.8600	0.0000
30	7.50	0.0000	0.7483	-2.5844	0.0000

### Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M <sub>xmin</sub>	M <sub>xmax</sub>	T <sub>xmin</sub>	T <sub>xmax</sub>
1	0.00	-0.3193	2.8508	-57.3152	51.1078
2	0.47	-11.0438	8.7276	-275.5370	74.2863
3	0.60	-22.5309	8.0570	-94.7644	70.8305
4	0.72	-12.3429	5.3305	-204.6824	269.9339
5	0.87	-20.0405	6.0902	-344.4096	114.5541
6	1.00	-33.0187	8.8266	-63.7807	60.3393
7	1.12	-17.1432	7.1073	-112.8340	352.8443
8	1.28	-10.1095	10.9739	-301.8121	193.8646
9	1.40	-19.2252	14.7897	-119.2342	127.6581
10	1.53	-9.5796	12.2436	-179.7019	306.2657
11	1.68	-14.2887	8.2924	-359.5597	117.0557
12	1.80	-28.5590	10.6180	-80.3030	83.1500
13	1.93	-13.8016	8.5458	-113.4695	377.5562

---

14	2.08	-9.0069	13.3646	-296.3815	190.1751
15	2.20	-18.3501	16.5461	-115.6627	118.3990
16	2.33	-8.8885	13.5577	-183.9657	298.9466
17	2.48	-13.3562	8.8139	-370.7205	115.7572
18	2.60	-27.8644	11.0256	-85.4301	86.3957
19	2.73	-13.2862	8.8615	-114.6558	375.3291
20	2.88	-8.7810	13.7189	-296.8026	186.8219
21	3.00	-18.1872	16.7945	-116.1075	116.1075
22	3.13	-8.7810	13.7189	-186.8219	296.8026
23	3.27	-13.2862	8.8615	-375.3291	114.6558
24	3.40	-27.8644	11.0256	-86.3957	85.4301
25	3.52	-13.3562	8.8139	-115.7572	370.7205
26	3.68	-8.8885	13.5577	-298.9466	183.9657
27	3.80	-18.3501	16.5461	-118.3990	115.6627
28	3.93	-9.0069	13.3646	-190.1751	296.3815
29	4.08	-13.8016	8.5458	-377.5562	113.4695
30	4.20	-28.5590	10.6180	-83.1500	80.3030
31	4.33	-14.2887	8.2924	-117.0557	359.5597
32	4.48	-9.5796	12.2436	-306.2657	179.7019
33	4.60	-19.2252	14.7897	-127.6581	119.2342
34	4.73	-10.1095	10.9739	-193.8646	301.8121
35	4.88	-17.1432	7.1073	-352.8443	112.8340
36	5.00	-33.0187	8.8266	-60.3393	63.7807
37	5.13	-20.0405	6.0902	-114.5541	344.4096
38	5.28	-12.3429	5.3305	-269.9339	204.6824
39	5.40	-22.5309	8.0570	-70.8305	94.7644
40	5.53	-11.0438	8.7276	-74.2863	275.5370
41	6.00	-0.3193	2.8508	-51.1078	57.3152

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 1

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

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.59	100, 100	31.42	15.71	15010.19	-3.91	1016.07	360.12	--	--
2	2.07	100, 100	31.42	15.71	14978.03	-47.86	289.68	365.44	--	--
3	3.55	100, 100	31.42	15.71	14603.27	-559.91	164.75	370.76	--	--
4	5.02	100, 100	31.42	15.71	9553.39	-2532.03	76.08	376.08	--	--
5	6.50	100, 100	31.42	15.71	3103.43	-2272.79	19.10	381.40	--	--

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 1

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.50	100, 132	28.27	28.27	0.00	-1372.32	313.75	402.15	--	--
2	1.74	100, 132	28.27	28.27	0.00	-1372.32	27.37	402.15	--	--
3	2.98	100, 132	28.27	28.27	0.00	-1372.32	9.09	402.15	--	--
4	4.00	100, 132	28.27	40.84	0.00	-1374.17	6.16	402.15	--	--

### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.25	100, 80	18.85	18.85	0.00	-538.52	140.14	307.28	--	--
2	1.52	100, 80	18.85	18.85	0.00	-538.52	3.44	2813.36	3446.87	2813.36
3	2.50	100, 80	18.85	18.85	0.00	-538.52	1.78	307.28	--	--

## Analisi dei pali

### Combinazione n° 1

#### Risultanti sulla base della fondazione (per metro lineare di muro)

Orizzontale	[kN]	125.030
Verticale	[kN]	624.396
Momento	[kNm]	483.952

#### Spostamenti della piastra di fondazione

Orizzontale	[cm]	0.08700
Verticale	[cm]	0.08893
Rotazione	[°]	-0.00998

#### Scarichi in testa ai pali

Fila nr.	N.pali	N [kN]	T [kN]	M [kNm]	Tu [kN]	Mu [kNm]
1	7	224.52	57.71	24.80	154.47	66.39
2	6	362.46	57.71	24.80	154.47	66.39

#### Calcolo della portanza

$\tau_m$	tensione tangenziale media palo-terreno in [kPa]
$\sigma_p$	tensione sul terreno alla punta del palo in [kPa]
$N_c, N_q, N_\gamma$	fattori di capacità portante
$N'_c, N'_q, N'_\gamma$	fattori di capacità portante corretti
$P_l$	portanza caratteristica per attrito e aderenza laterale in [kN]
$P_p$	portanza caratteristica di punta in [kN]
$P_t$	portanza caratteristica totale in [kN]
$P_{d,s}$	portanza di progetto, con applicazione dei coeff. parziali alle singole aliquote della portanza, in [kN]
$P_{d,c}$	portanza di progetto, con applicazione del coeff. parziale alla portanza totale, in [kN]
PT	Parametri Terreno utilizzati

Fila	$N_c$	$N'_c$	$N_q$	$N'_q$	$N_\gamma$	$N'_\gamma$	$\tau_m$	$\sigma_p$
1	42.16	116.12	29.44	41.43	28.77	17.26	0.23	-8.23
2	42.16	116.12	29.44	41.43	28.77	17.26	0.37	-12.78

Fila	$P_l$	$P_p$	$P_t$	$P_{d,s}$	$P_{d,c}$	PT
1	830.76	454.26	2159.73	1260.22	1260.22	MEDI
1	771.26	360.16	1898.62	1106.62	1106.62	MINIMI
2	830.76	454.26	2159.73	1260.22	1260.22	MEDI
2	771.26	360.16	1898.62	1106.62	1106.62	MINIMI



## Verifica a punzonamento della fondazione

D	diametro dei pali della fila espresso in [cm]
H <sub>f</sub>	altezza della fondazione in corrispondenza della fila espressa in [cm]
S <sub>f</sub>	superficie di aderenza palo-fondazione (H <sub>f</sub> D) espressa in [cm <sup>2</sup> ]
N	sforzo normale trasmesso dal palo alla fondazione espresso in [kN]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale palo-fondazione espressa in [kPa]

Fila	D	H <sub>f</sub>	S <sub>f</sub>	N	τ <sub>c</sub>
1	25.0	80.0	6283.2	224.52	357
2	25.0	132.0	10367.3	362.46	350

## Sollecitazioni nei pali e verifiche delle sezioni

### Combinazione n° 1

Nr.	numero d'ordine della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione
Y	ordinata della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione positiva verso il basso (in [m])
M	momento flettente espresso in [kNm]
N	sforzo normale espresso in [kN]
T	taglio espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
T <sub>u</sub>	taglio ultimo espresso in [kN]
CS	coefficiente di sicurezza

### Sollecitazioni e tensioni per la fila di pali nr. 1

Nr.	Y	M	N	T	A <sub>f</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0.00	24.80	224.52	57.71	93.18	119.55	1082.20	1430.29	4.82
2	0.38	3.16	224.96	51.31	93.18	40.98	2915.46	1430.29	12.96
3	0.75	-16.08	225.04	35.56	93.18	105.44	1475.71	1430.29	6.56
4	1.13	-29.41	224.75	7.50	93.18	124.14	948.60	1430.29	4.22
5	1.50	-32.23	224.11	-13.09	93.18	126.51	879.73	1430.29	3.93
6	1.88	-27.32	223.10	-20.28	93.18	122.39	999.55	1430.29	4.48
7	2.25	-19.71	221.74	-19.75	93.18	112.95	1270.44	1430.29	5.73
8	2.63	-12.31	220.01	-15.68	93.18	96.17	1719.13	1430.29	7.81
9	3.00	-6.43	217.92	-10.72	93.18	69.44	2353.64	1430.29	10.80
10	3.38	-2.41	215.47	-6.30	93.18	33.97	3036.90	1430.29	14.09
11	3.75	-0.05	212.66	-3.00	93.18	0.74	3410.04	1430.29	16.04
12	4.13	1.08	209.49	-0.86	93.18	17.04	3307.70	1430.29	15.79
13	4.50	1.40	205.95	0.32	93.18	22.00	3233.74	1430.29	15.70
14	4.88	1.28	202.06	0.81	93.18	20.66	3255.09	1430.29	16.11
15	5.25	0.98	197.80	0.89	93.18	16.37	3311.87	1430.29	16.74
16	5.63	0.64	193.19	0.75	93.18	11.17	3344.57	1430.29	17.31
17	6.00	0.36	188.21	0.54	93.18	6.51	3373.82	1430.29	17.93
18	6.38	0.16	182.87	0.34	93.18	2.96	3396.07	1430.29	18.57
19	6.75	0.03	177.17	0.18	93.18	0.63	3410.73	1430.29	19.25
20	7.13	-0.03	171.11	0.07	93.18	0.67	3410.47	1430.29	19.93
21	7.50	-0.06	164.69	0.00	93.18	1.21	3407.09	1430.29	20.69
22	7.88	-0.06	157.90	-0.03	93.18	1.27	3406.71	1430.29	21.57
23	8.25	-0.05	150.76	-0.04	93.18	1.08	3407.92	1430.29	22.61
24	8.63	-0.03	143.25	-0.04	93.18	0.79	3409.73	1430.29	23.80
25	9.00	-0.02	135.39	-0.03	93.18	0.50	3411.53	1430.29	25.20
26	9.38	-0.01	127.16	-0.02	93.18	0.26	3413.03	1430.29	26.84
27	9.75	0.00	118.57	-0.01	93.18	0.09	3414.11	1430.29	28.79
28	10.13	0.00	109.62	0.00	93.18	0.02	3414.55	1430.29	31.15
29	10.50	0.00	100.31	0.00	93.18	0.08	3414.19	1430.29	34.04
30	10.88	0.00	90.63	0.00	93.18	0.10	3414.05	1430.29	37.67
31	11.25	0.00	80.60	0.00	93.18	0.10	3414.07	1430.29	42.36
32	11.63	0.00	70.20	0.00	93.18	0.08	3414.17	1430.29	48.63
33	12.00	0.00	59.45	0.00	93.18	0.06	3414.29	1430.29	57.43

34	12.38	0.00	48.33	0.00	93.18	0.04	3414.42	1430.29	70.65
35	12.75	0.00	36.85	0.00	93.18	0.02	3414.54	1430.29	92.66
36	13.13	0.00	25.01	0.00	93.18	0.00	3414.64	1430.29	136.52
37	13.50	0.00	12.81	0.00	93.18	0.01	3414.58	1430.29	266.53
38	13.88	0.00	0.25	0.00	93.18	0.98	3408.55	1430.29	1000.00
39	14.25	0.00	-12.67	0.00	93.18	0.01	-2860.34	1430.29	225.68
40	14.63	0.00	-25.96	0.00	93.18	0.00	-2860.53	1430.29	110.20
41	15.00	0.00	-39.60	0.00	93.18	0.00	-2860.57	1430.29	72.23

**Sollecitazioni e tensioni per la fila di pali nr. 2**

Nr.	Y	M	N	T	A <sub>r</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0.00	24.80	362.46	57.71	93.18	103.88	1518.12	1430.29	4.19
2	0.38	3.16	362.80	51.31	93.18	27.42	3146.10	1430.29	8.67
3	0.75	-16.08	362.58	35.56	93.18	86.72	1955.60	1430.29	5.39
4	1.13	-29.41	361.79	7.50	93.18	109.96	1352.54	1430.29	3.74
5	1.50	-32.23	360.45	-13.09	93.18	113.13	1265.37	1430.29	3.51
6	1.88	-27.32	358.55	-20.28	93.18	107.72	1413.76	1430.29	3.94
7	2.25	-19.71	356.08	-19.75	93.18	95.76	1729.70	1430.29	4.86
8	2.63	-12.31	353.05	-15.68	93.18	76.56	2196.01	1430.29	6.22
9	3.00	-6.43	349.47	-10.72	93.18	50.44	2741.49	1430.29	7.84
10	3.38	-2.41	345.32	-6.30	93.18	22.51	3225.63	1430.29	9.34
11	3.75	-0.05	340.61	-3.00	93.18	0.46	3411.78	1430.29	10.02
12	4.13	1.08	335.34	-0.86	93.18	10.77	3347.05	1430.29	9.98
13	4.50	1.40	329.51	0.32	93.18	14.14	3325.87	1430.29	10.09
14	4.88	1.28	323.12	0.81	93.18	13.22	3331.66	1430.29	10.31
15	5.25	0.98	316.16	0.89	93.18	10.36	3349.62	1430.29	10.59
16	5.63	0.64	308.65	0.75	93.18	7.04	3370.45	1430.29	10.92
17	6.00	0.36	300.57	0.54	93.18	4.09	3388.98	1430.29	11.28
18	6.38	0.16	291.94	0.34	93.18	1.86	3403.00	1430.29	11.66
19	6.75	0.03	282.74	0.18	93.18	0.39	3412.20	1430.29	12.07
20	7.13	-0.03	272.98	0.07	93.18	0.42	3412.04	1430.29	12.50
21	7.50	-0.06	262.66	0.00	93.18	0.76	3409.92	1430.29	12.98
22	7.88	-0.06	251.79	-0.03	93.18	0.80	3409.68	1430.29	13.54
23	8.25	-0.05	240.34	-0.04	93.18	0.68	3410.43	1430.29	14.19
24	8.63	-0.03	228.34	-0.04	93.18	0.49	3411.57	1430.29	14.94
25	9.00	-0.02	215.78	-0.03	93.18	0.31	3412.70	1430.29	15.82
26	9.38	-0.01	202.66	-0.02	93.18	0.16	3413.64	1430.29	16.84
27	9.75	0.00	188.97	-0.01	93.18	0.06	3414.32	1430.29	18.07
28	10.13	0.00	174.73	0.00	93.18	0.01	3414.59	1430.29	19.54
29	10.50	0.00	159.92	0.00	93.18	0.05	3414.37	1430.29	21.35
30	10.88	0.00	144.55	0.00	93.18	0.06	3414.29	1430.29	23.62
31	11.25	0.00	128.62	0.00	93.18	0.06	3414.30	1430.29	26.54
32	11.63	0.00	112.13	0.00	93.18	0.05	3414.36	1430.29	30.45
33	12.00	0.00	95.08	0.00	93.18	0.04	3414.44	1430.29	35.91
34	12.38	0.00	77.47	0.00	93.18	0.02	3414.52	1430.29	44.07
35	12.75	0.00	59.30	0.00	93.18	0.01	3414.59	1430.29	57.58
36	13.13	0.00	40.57	0.00	93.18	0.00	3414.65	1430.29	84.18
37	13.50	0.00	21.27	0.00	93.18	0.01	3414.62	1430.29	160.53
38	13.88	0.00	1.42	0.00	93.18	0.17	3413.59	1430.29	1000.00
39	14.25	0.00	-19.00	0.00	93.18	0.01	-2860.42	1430.29	150.55
40	14.63	0.00	-39.98	0.00	93.18	0.00	-2860.55	1430.29	71.55
41	15.00	0.00	-61.52	0.00	93.18	0.00	-2860.57	1430.29	46.50

COMBINAZIONE n° 8

Valore della spinta statica	124.7498	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	118.7663	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	38.1717	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.50	[m]	Y = -5.26	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.82	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	42.71	[°]		
Incremento sismico della spinta	50.8282	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.50	[m]	Y = -4.64	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	30.71	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	210.9628	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.27	[m]	Y = -4.39	[m]
Inerzia del muro	42.6321	[kN]		
Inerzia verticale del muro	21.3160	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	24.6743	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	12.3372	[kN]		
<u>Risultanti</u>				
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	234.4630	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	662.8404	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	662.8404	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	234.4630	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.40	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	7.50	[m]		
Risultante in fondazione	703.0862	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19.48	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-262.5893	[kNm]		

**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	0.59	14.7727	1.5871	5.3774
2	2.07	51.7045	19.5427	18.9663
3	3.55	88.6364	60.1038	39.2752
4	5.02	125.5682	146.8706	81.4297
5	6.50	162.5000	308.5403	135.3813

## Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

### Combinazione n° 8

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 6.00 Altezza(m) = 7.50

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

### Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M <sub>ymin</sub>	M <sub>ymax</sub>	T <sub>ymin</sub>	T <sub>ymax</sub>
1	0.00	0.0000	0.1914	-1.9612	0.0713
2	0.25	-1.3633	0.0000	-9.3691	0.0000
3	0.50	-4.5881	0.0000	-17.0637	0.0000
4	0.74	-9.7442	0.0000	-25.3805	0.0000
5	0.99	-16.8481	0.0000	-33.8183	0.0000
6	1.24	-25.8995	0.0000	-42.3116	0.0000
7	1.49	-36.8803	0.0000	-50.8567	0.0000
8	1.74	-50.3704	0.0000	-59.4784	0.0000
9	1.99	-66.2231	0.0000	-68.2780	0.0000
10	2.23	-84.3074	0.0000	-77.3728	0.0000
11	2.48	-104.6490	0.0000	-87.8762	0.0000
12	2.73	-127.3919	0.0000	-99.8316	0.0000
13	2.98	-153.2541	0.0000	-121.1760	0.0000
14	3.23	-184.0561	0.0000	-238.2331	0.0000
15	3.48	-219.2875	0.0000	-314.1484	133.8634
16	3.60	-229.5677	0.0000	-15.3616	349.9074
17	3.73	-181.3198	0.0000	-42.1079	880.5133
18	4.00	-204.7993	8.7820	-46.8027	670.3082
19	5.00	-273.6488	0.0000	-168.8519	0.0000
20	5.24	-229.3789	0.0000	-146.1006	0.0000
21	5.48	-203.1981	0.0000	-133.9251	0.0000
22	5.60	-192.8295	0.0000	-162.0051	0.0000
23	5.73	-170.3253	0.0000	-277.9300	0.0000
24	5.98	-124.6122	0.0000	-185.1534	0.0000
25	6.23	-86.1171	0.0000	-138.0969	0.0000
26	6.49	-54.9790	0.0000	-109.3588	0.0000
27	6.74	-30.8290	0.0000	-82.1302	0.0000
28	6.99	-13.4940	0.0000	-54.8949	0.0000
29	7.25	-3.0262	0.0000	-27.7793	0.0000
30	7.50	0.0000	0.5932	-1.4660	0.0000

### Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M <sub>xmin</sub>	M <sub>xmax</sub>	T <sub>xmin</sub>	T <sub>xmax</sub>
1	0.00	-0.7356	2.1486	-29.7625	75.4247
2	0.47	-5.7920	12.7772	-96.3947	106.6635
3	0.60	-11.6915	11.8045	-139.0566	103.8119
4	0.72	-6.4277	7.8014	-298.8255	92.4479
5	0.87	-29.1858	3.1011	-548.2776	59.4874
6	1.00	-48.1042	4.5031	-135.9357	120.6609
7	1.12	-24.9747	3.6404	-57.9086	564.4526
8	1.28	-6.8650	15.9953	-85.7956	283.1362
9	1.40	-9.8970	21.5555	-59.8266	83.9648
10	1.53	-5.9230	17.8443	-263.4112	91.2145
11	1.68	-20.8186	4.2663	-587.3523	60.1374
12	1.80	-41.6129	5.4501	-179.6430	184.5698
13	1.93	-20.1090	4.3958	-58.2818	612.7952

---

14	2.08	-4.6388	19.4776	-87.9661	278.5989
15	2.20	-9.4423	24.1142	-65.9305	74.7969
16	2.33	-4.5778	19.7590	-269.5366	90.1302
17	2.48	-19.4599	4.5342	-605.9768	59.4623
18	2.60	-40.6007	5.6603	-189.8871	191.6644
19	2.73	-19.3578	4.5586	-58.8964	612.3244
20	2.88	-4.5226	19.9940	-89.1507	273.6896
21	3.00	-9.3585	24.4762	-70.2448	70.2448
22	3.13	-4.5226	19.9940	-273.6896	89.1507
23	3.27	-19.3578	4.5586	-612.3244	58.8964
24	3.40	-40.6007	5.6603	-191.6644	189.8871
25	3.52	-19.4599	4.5342	-59.4623	605.9768
26	3.68	-4.5778	19.7590	-90.1302	269.5366
27	3.80	-9.4423	24.1142	-74.7969	65.9305
28	3.93	-4.6388	19.4776	-278.5989	87.9661
29	4.08	-20.1090	4.3958	-612.7952	58.2818
30	4.20	-41.6129	5.4501	-184.5698	179.6430
31	4.33	-20.8186	4.2663	-60.1374	587.3523
32	4.48	-5.9230	17.8443	-91.2145	263.4112
33	4.60	-9.8970	21.5555	-83.9648	59.8266
34	4.73	-6.8650	15.9953	-283.1362	85.7956
35	4.88	-24.9747	3.6404	-564.4526	57.9086
36	5.00	-48.1042	4.5031	-120.6609	135.9357
37	5.13	-29.1858	3.1011	-59.4874	548.2776
38	5.28	-6.4277	7.8014	-92.4479	298.8255
39	5.40	-11.6915	11.8045	-103.8119	139.0566
40	5.53	-5.7920	12.7772	-106.6635	96.3947
41	6.00	-0.7356	2.1486	-75.4247	29.7625

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 8

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

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.59	100, 100	31.42	15.71	13695.14	-1471.37	927.06	360.12	--	--
2	2.07	100, 100	31.42	15.71	7470.38	-2823.57	144.48	365.44	--	--
3	3.55	100, 100	31.42	15.71	3490.35	-2366.79	39.38	370.76	--	--
4	5.02	100, 100	31.42	15.71	1475.49	-1725.80	11.75	376.08	--	--
5	6.50	100, 100	31.42	15.71	756.14	-1435.70	4.65	381.40	--	--

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 8

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.50	100, 132	28.27	28.27	0.00	-1372.32	299.11	402.15	--	--
2	1.74	100, 132	28.27	28.27	0.00	-1372.32	27.24	402.15	--	--
3	2.98	100, 132	28.27	28.27	0.00	-1372.32	8.95	402.15	--	--
4	4.00	100, 132	28.27	40.84	0.00	1971.57	6.71	402.15	--	--

### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.25	100, 80	18.85	18.85	0.00	-538.52	177.96	307.28	--	--
2	1.52	100, 80	18.85	18.85	0.00	-538.52	4.32	2813.36	3446.87	2813.36
3	2.50	100, 80	18.85	18.85	0.00	-538.52	1.97	307.28	--	--

## Analisi dei pali

### Combinazione n° 8

#### Risultanti sulla base della fondazione (per metro lineare di muro)

Orizzontale	[kN]	234.463
Verticale	[kN]	662.840
Momento	[kNm]	262.589

#### Spostamenti della piastra di fondazione

Orizzontale	[cm]	0.17264
Verticale	[cm]	0.12558
Rotazione	[°]	-0.02986

#### Scarichi in testa ai pali

Fila nr.	N.pali	N [kN]	T [kN]	M [kNm]	Tu [kN]	Mu [kNm]
1	7	115.43	108.21	42.78	151.60	59.93
2	6	528.17	108.21	42.78	151.60	59.93

#### Calcolo della portanza

$\tau_m$	tensione tangenziale media palo-terreno in [kPa]
$\sigma_p$	tensione sul terreno alla punta del palo in [kPa]
$N_c, N_q, N_\gamma$	fattori di capacità portante
$N'_c, N'_q, N'_\gamma$	fattori di capacità portante corretti
$P_l$	portanza caratteristica per attrito e aderenza laterale in [kN]
$P_p$	portanza caratteristica di punta in [kN]
$P_t$	portanza caratteristica totale in [kN]
$P_{d,s}$	portanza di progetto, con applicazione dei coeff. parziali alle singole aliquote della portanza, in [kN]
$P_{d,c}$	portanza di progetto, con applicazione del coeff. parziale alla portanza totale, in [kN]
PT	Parametri Terreno utilizzati

Fila	$N_c$	$N'_c$	$N_q$	$N'_q$	$N_\gamma$	$N'_\gamma$	$\tau_m$	$\sigma_p$
1	42.16	116.12	29.44	41.43	28.77	17.26	0.12	-4.63
2	42.16	116.12	29.44	41.43	28.77	17.26	0.53	-18.25

Fila	$P_l$	$P_p$	$P_t$	$P_{d,s}$	$P_{d,c}$	PT
1	830.76	454.26	2159.73	1034.09	1260.22	MEDI
1	771.26	360.16	1898.62	912.65	1106.62	MINIMI
2	830.76	454.26	2159.73	1034.09	1260.22	MEDI
2	771.26	360.16	1898.62	912.65	1106.62	MINIMI

## Verifica a punzonamento della fondazione

D	diametro dei pali della fila espresso in [cm]
H <sub>f</sub>	altezza della fondazione in corrispondenza della fila espressa in [cm]
S <sub>f</sub>	superficie di aderenza palo-fondazione (H <sub>f</sub> ΠD) espressa in [cmq]
N	sforzo normale trasmesso dal palo alla fondazione espresso in [kN]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale palo-fondazione espressa in [kPa]

Fila	D	H <sub>f</sub>	S <sub>f</sub>	N	τ <sub>c</sub>
1	25.0	80.0	6283.2	115.43	184
2	25.0	132.0	10367.3	528.17	509

## Sollecitazioni nei pali e verifiche delle sezioni

### Combinazione n° 8

Nr.	numero d'ordine della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione
Y	ordinata della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione positiva verso il basso (in [m])
M	momento flettente espresso in [kNm]
N	sforzo normale espresso in [kN]
T	taglio espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
T <sub>u</sub>	taglio ultimo espresso in [kN]
CS	coefficiente di sicurezza

### Sollecitazioni e tensioni per la fila di pali nr. 1

Nr.	Y	M	N	T	A <sub>r</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0.00	42.78	115.43	108.21	93.18	138.29	373.15	1430.29	3.23
2	0.38	2.20	115.95	101.82	93.18	51.53	2720.54	1430.29	23.46
3	0.75	-35.98	116.26	86.07	93.18	137.51	444.29	1430.29	3.82
4	1.13	-68.26	116.37	58.01	93.18	139.32	237.53	1430.29	2.04
5	1.50	-90.01	116.28	15.82	93.18	139.39	180.07	1430.29	1.55
6	1.88	-95.95	115.99	-42.05	93.18	139.38	168.49	1430.29	1.45
7	2.25	-80.18	115.49	-61.23	93.18	139.41	200.81	1430.29	1.74
8	2.63	-57.22	114.79	-58.44	93.18	139.06	278.99	1430.29	2.43
9	3.00	-35.30	113.89	-45.81	93.18	137.52	443.66	1430.29	3.90
10	3.38	-18.12	112.78	-30.98	93.18	129.07	803.13	1430.29	7.12
11	3.75	-6.51	111.47	-17.98	93.18	97.85	1676.35	1430.29	15.04
12	4.13	0.24	109.96	-8.37	93.18	7.28	3368.97	1430.29	30.64
13	4.50	3.38	108.24	-2.21	93.18	71.79	2302.10	1430.29	21.27
14	4.88	4.20	106.32	1.13	93.18	81.89	2071.11	1430.29	19.48
15	5.25	3.78	104.20	2.48	93.18	78.25	2156.42	1430.29	20.69
16	5.63	2.85	101.88	2.64	93.18	67.21	2402.56	1430.29	23.58
17	6.00	1.86	99.35	2.21	93.18	51.07	2729.49	1430.29	27.47
18	6.38	1.03	96.62	1.57	93.18	32.65	3059.35	1430.29	31.66
19	6.75	0.44	93.68	0.97	93.18	15.60	3316.72	1430.29	35.40
20	7.13	0.08	90.54	0.50	93.18	2.88	3396.61	1430.29	37.51
21	7.50	-0.11	87.20	0.18	93.18	4.27	3387.84	1430.29	38.85
22	7.88	-0.18	83.66	-0.01	93.18	7.12	3369.95	1430.29	40.28
23	8.25	-0.17	79.91	-0.09	93.18	7.34	3368.58	1430.29	42.15
24	8.63	-0.14	75.96	-0.12	93.18	6.19	3375.83	1430.29	44.44
25	9.00	-0.10	71.81	-0.10	93.18	4.52	3386.32	1430.29	47.16
26	9.38	-0.06	67.45	-0.08	93.18	2.86	3396.74	1430.29	50.36
27	9.75	-0.03	62.89	-0.05	93.18	1.48	3405.39	1430.29	54.15
28	10.13	-0.01	58.13	-0.03	93.18	0.48	3411.67	1430.29	58.69
29	10.50	0.00	53.16	-0.01	93.18	0.16	3413.67	1430.29	64.21
30	10.88	0.01	47.99	0.00	93.18	0.50	3411.54	1430.29	71.08
31	11.25	0.01	42.62	0.00	93.18	0.62	3410.76	1430.29	80.03
32	11.63	0.01	37.04	0.00	93.18	0.61	3410.83	1430.29	92.07
33	12.00	0.00	31.27	0.00	93.18	0.53	3411.37	1430.29	109.11



34	12.38	0.00	25.28	0.00	93.18	0.41	3412.10	1430.29	134.95
35	12.75	0.00	19.10	0.00	93.18	0.29	3412.86	1430.29	178.69
36	13.13	0.00	12.71	0.00	93.18	0.18	3413.56	1430.29	268.54
37	13.50	0.00	6.12	0.00	93.18	0.07	3414.25	1430.29	557.84
38	13.88	0.00	-0.67	0.00	93.18	0.42	-2851.85	1430.29	1000.00
39	14.25	0.00	-7.67	0.00	93.18	0.05	-2859.64	1430.29	372.78
40	14.63	0.00	-14.87	0.00	93.18	0.01	-2860.36	1430.29	192.34
41	15.00	0.00	-22.28	0.00	93.18	0.00	-2860.57	1430.29	128.42

**Sollecitazioni e tensioni per la fila di pali nr. 2**

Nr.	Y	M	N	T	A <sub>r</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0.00	42.78	528.17	108.21	93.18	109.83	1356.09	1430.29	2.57
2	0.38	2.20	528.39	101.82	93.18	13.83	3327.83	1430.29	6.30
3	0.75	-35.98	527.81	86.07	93.18	103.75	1521.72	1430.29	2.88
4	1.13	-68.26	526.43	58.01	93.18	123.90	955.56	1430.29	1.82
5	1.50	-90.01	524.25	15.82	93.18	130.46	759.83	1430.29	1.45
6	1.88	-95.95	521.26	-42.05	93.18	131.74	715.74	1430.29	1.37
7	2.25	-80.18	517.48	-61.23	93.18	128.24	827.69	1430.29	1.60
8	2.63	-57.22	512.89	-58.44	93.18	119.83	1074.11	1430.29	2.09
9	3.00	-35.30	507.50	-45.81	93.18	104.48	1501.90	1430.29	2.96
10	3.38	-18.12	501.31	-30.98	93.18	78.10	2160.06	1430.29	4.31
11	3.75	-6.51	494.32	-17.98	93.18	38.87	2952.88	1430.29	5.97
12	4.13	0.24	486.53	-8.37	93.18	1.66	3404.24	1430.29	7.00
13	4.50	3.38	477.94	-2.21	93.18	22.76	3221.80	1430.29	6.74
14	4.88	4.20	468.55	1.13	93.18	28.12	3134.50	1430.29	6.69
15	5.25	3.78	458.35	2.48	93.18	26.13	3167.30	1430.29	6.91
16	5.63	2.85	447.36	2.64	93.18	20.73	3253.95	1430.29	7.27
17	6.00	1.86	435.56	2.21	93.18	14.19	3325.57	1430.29	7.64
18	6.38	1.03	422.97	1.57	93.18	8.20	3363.20	1430.29	7.95
19	6.75	0.44	409.57	0.97	93.18	3.65	3391.76	1430.29	8.28
20	7.13	0.08	395.37	0.50	93.18	0.66	3410.52	1430.29	8.63
21	7.50	-0.11	380.37	0.18	93.18	0.99	3408.48	1430.29	8.96
22	7.88	-0.18	364.57	-0.01	93.18	1.65	3404.31	1430.29	9.34
23	8.25	-0.17	347.97	-0.09	93.18	1.70	3403.98	1430.29	9.78
24	8.63	-0.14	330.56	-0.12	93.18	1.43	3405.67	1430.29	10.30
25	9.00	-0.10	312.36	-0.10	93.18	1.04	3408.11	1430.29	10.91
26	9.38	-0.06	293.36	-0.08	93.18	0.66	3410.53	1430.29	11.63
27	9.75	-0.03	273.55	-0.05	93.18	0.34	3412.53	1430.29	12.47
28	10.13	-0.01	252.94	-0.03	93.18	0.11	3413.98	1430.29	13.50
29	10.50	0.00	231.54	-0.01	93.18	0.04	3414.44	1430.29	14.75
30	10.88	0.01	209.33	0.00	93.18	0.11	3413.95	1430.29	16.31
31	11.25	0.01	186.32	0.00	93.18	0.14	3413.78	1430.29	18.32
32	11.63	0.01	162.51	0.00	93.18	0.14	3413.80	1430.29	21.01
33	12.00	0.00	137.89	0.00	93.18	0.12	3413.92	1430.29	24.76
34	12.38	0.00	112.48	0.00	93.18	0.09	3414.09	1430.29	30.35
35	12.75	0.00	86.27	0.00	93.18	0.06	3414.27	1430.29	39.58
36	13.13	0.00	59.25	0.00	93.18	0.04	3414.43	1430.29	57.63
37	13.50	0.00	31.43	0.00	93.18	0.01	3414.59	1430.29	108.62
38	13.88	0.00	2.82	0.00	93.18	0.12	3413.91	1430.29	1000.00
39	14.25	0.00	-26.60	0.00	93.18	0.01	-2860.30	1430.29	107.53
40	14.63	0.00	-56.82	0.00	93.18	0.00	-2860.52	1430.29	50.34
41	15.00	0.00	-87.84	0.00	93.18	0.00	-2860.57	1430.29	32.57

COMBINAZIONE n° 9

Valore della spinta statica	124.7498	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	118.7663	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	38.1717	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.50	[m]	Y = -5.26	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.82	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	42.71	[°]		
Incremento sismico della spinta	38.5121	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.50	[m]	Y = -4.64	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	28.58	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	210.9628	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.27	[m]	Y = -4.39	[m]
Inerzia del muro	42.6321	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-21.3160	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	24.6743	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-12.3372	[kN]		
<i>Risultanti</i>				
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	222.7376	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	591.7654	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	591.7654	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	222.7376	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.36	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	7.50	[m]		
Risultante in fondazione	632.2961	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	20.63	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-213.9259	[kNm]		

**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	0.59	14.7727	1.4583	4.9412
2	2.07	51.7045	17.9639	17.4395
3	3.55	88.6364	55.4640	36.6598
4	5.02	125.5682	137.6512	77.8453
5	6.50	162.5000	293.3104	130.8285

## Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

Combinazione n° 9

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 6.00 Altezza(m) = 7.50

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

### Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M <sub>ymin</sub>	M <sub>ymax</sub>	T <sub>ymin</sub>	T <sub>ymax</sub>
1	0.00	0.0000	0.1896	-1.8649	0.0657
2	0.25	-1.3211	0.0000	-9.2879	0.0000
3	0.50	-4.5315	0.0000	-17.0130	0.0000
4	0.74	-9.6818	0.0000	-25.3157	0.0000
5	0.99	-16.7868	0.0000	-33.7325	0.0000
6	1.24	-25.8463	0.0000	-42.2007	0.0000
7	1.49	-36.8438	0.0000	-50.7165	0.0000
8	1.74	-50.3099	0.0000	-59.3027	0.0000
9	1.99	-66.1126	0.0000	-68.0527	0.0000
10	2.23	-84.1306	0.0000	-77.0734	0.0000
11	2.48	-104.3873	0.0000	-87.3873	0.0000
12	2.73	-127.0148	0.0000	-99.0337	0.0000
13	2.98	-152.6717	0.0000	-119.2972	0.0000
14	3.23	-183.0277	0.0000	-227.4317	0.0000
15	3.48	-217.6250	0.0000	-307.0639	113.1818
16	3.60	-228.2627	0.0000	-24.0251	311.0115
17	3.73	-185.2618	0.0000	-48.8224	795.3047
18	4.00	-209.6445	0.0000	-54.0416	603.9208
19	5.00	-284.6121	0.0000	-188.5079	0.0000
20	5.24	-237.6300	0.0000	-165.3010	0.0000
21	5.48	-205.9924	0.0000	-150.0739	0.0000
22	5.60	-192.5137	0.0000	-175.6923	0.0000
23	5.73	-169.6697	0.0000	-262.5504	0.0000
24	5.98	-124.1976	0.0000	-180.3255	0.0000
25	6.23	-85.9160	0.0000	-137.3980	0.0000
26	6.49	-54.8608	0.0000	-109.0860	0.0000
27	6.74	-30.7448	0.0000	-81.9579	0.0000
28	6.99	-13.4399	0.0000	-54.7900	0.0000
29	7.25	-3.0042	0.0000	-27.6919	0.0000
30	7.50	0.0000	0.5902	-1.2247	0.0000

### Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M <sub>xmin</sub>	M <sub>xmax</sub>	T <sub>xmin</sub>	T <sub>xmax</sub>
1	0.00	-0.6257	2.0959	-23.8429	68.9620
2	0.47	-4.6802	11.7083	-67.8176	98.0893
3	0.60	-9.3787	10.8154	-127.2773	95.1353
4	0.72	-5.1689	7.1493	-273.9629	84.7203
5	0.87	-26.7720	2.4548	-493.4325	47.5928
6	1.00	-44.1225	3.5695	-114.3825	101.2439
7	1.12	-22.9077	2.8999	-46.1124	507.4256
8	1.28	-6.2961	14.6700	-57.9830	259.5835
9	1.40	-7.8953	19.7697	-54.7682	76.9539
10	1.53	-5.4331	16.3660	-241.3611	62.0084
11	1.68	-19.0951	3.4070	-525.5031	47.9228
12	1.80	-38.1675	4.3388	-151.7934	156.0755
13	1.93	-18.4442	3.5107	-46.4339	549.0764

---

14	2.08	-4.2429	17.8641	-59.4110	255.2996
15	2.20	-7.5302	22.1167	-60.3735	68.4986
16	2.33	-4.1002	18.1222	-246.9906	61.0180
17	2.48	-17.8489	3.6212	-542.0853	47.3783
18	2.60	-37.2391	4.5068	-160.5523	162.0819
19	2.73	-17.7553	3.6406	-46.9266	548.0075
20	2.88	-4.1044	18.3377	-60.2628	250.8005
21	3.00	-7.4634	22.4487	-64.3285	64.3285
22	3.13	-4.1044	18.3377	-250.8005	60.2628
23	3.27	-17.7553	3.6406	-548.0075	46.9266
24	3.40	-37.2391	4.5068	-162.0819	160.5523
25	3.52	-17.8489	3.6212	-47.3783	542.0853
26	3.68	-4.1002	18.1222	-61.0180	246.9906
27	3.80	-7.5302	22.1167	-68.4986	60.3735
28	3.93	-4.2429	17.8641	-255.2996	59.4110
29	4.08	-18.4442	3.5107	-549.0764	46.4339
30	4.20	-38.1675	4.3388	-156.0755	151.7934
31	4.33	-19.0951	3.4070	-47.9228	525.5031
32	4.48	-5.4331	16.3660	-62.0084	241.3611
33	4.60	-7.8953	19.7697	-76.9539	54.7682
34	4.73	-6.2961	14.6700	-259.5835	57.9830
35	4.88	-22.9077	2.8999	-507.4256	46.1124
36	5.00	-44.1225	3.5695	-101.2439	114.3825
37	5.13	-26.7720	2.4548	-47.5928	493.4325
38	5.28	-5.1689	7.1493	-84.7203	273.9629
39	5.40	-9.3787	10.8154	-95.1353	127.2773
40	5.53	-4.6802	11.7083	-98.0893	67.8176
41	6.00	-0.6257	2.0959	-68.9620	23.8429

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 9

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

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V <sub>Rcd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V <sub>Rsd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.59	100, 100	31.42	15.71	13975.50	-1379.56	946.03	360.12	--	--
2	2.07	100, 100	31.42	15.71	8038.52	-2792.85	155.47	365.44	--	--
3	3.55	100, 100	31.42	15.71	3967.64	-2482.74	44.76	370.76	--	--
4	5.02	100, 100	31.42	15.71	1631.83	-1788.85	13.00	376.08	--	--
5	6.50	100, 100	31.42	15.71	806.70	-1456.09	4.96	381.40	--	--

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 9

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V <sub>Rcd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V <sub>Rsd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.50	100, 132	28.27	28.27	0.00	-1372.32	302.84	402.15	--	--
2	1.74	100, 132	28.27	28.27	0.00	-1372.32	27.28	402.15	--	--
3	2.98	100, 132	28.27	28.27	0.00	-1372.32	8.99	402.15	--	--
4	4.00	100, 132	28.27	40.84	0.00	-1374.17	6.55	402.15	--	--

### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.25	100, 80	18.85	18.85	0.00	-538.52	179.26	307.28	--	--
2	1.52	100, 80	18.85	18.85	0.00	-538.52	4.34	2813.36	3446.87	2813.36
3	2.50	100, 80	18.85	18.85	0.00	-538.52	1.89	307.28	--	--

## Analisi dei pali

### Combinazione n° 9

#### Risultanti sulla base della fondazione (per metro lineare di muro)

Orizzontale	[kN]	222.738
Verticale	[kN]	591.765
Momento	[kNm]	213.926

#### Spostamenti della piastra di fondazione

Orizzontale	[cm]	0.16402
Verticale	[cm]	0.11492
Rotazione	[°]	-0.02839

#### Scarichi in testa ai pali

Fila nr.	N.pali	N [kN]	T [kN]	M [kNm]	Tu [kN]	Mu [kNm]
1	7	92.00	102.80	40.63	151.59	59.91
2	6	484.43	102.80	40.63	151.59	59.91

#### Calcolo della portanza

$\tau_m$	tensione tangenziale media palo-terreno in [kPa]
$\sigma_p$	tensione sul terreno alla punta del palo in [kPa]
$N_c, N_q, N_\gamma$	fattori di capacità portante
$N'_c, N'_q, N'_\gamma$	fattori di capacità portante corretti
$P_l$	portanza caratteristica per attrito e aderenza laterale in [kN]
$P_p$	portanza caratteristica di punta in [kN]
$P_t$	portanza caratteristica totale in [kN]
$P_{d,s}$	portanza di progetto, con applicazione dei coeff. parziali alle singole aliquote della portanza, in [kN]
$P_{d,c}$	portanza di progetto, con applicazione del coeff. parziale alla portanza totale, in [kN]
PT	Parametri Terreno utilizzati

Fila	$N_c$	$N'_c$	$N_q$	$N'_q$	$N_\gamma$	$N'_\gamma$	$\tau_m$	$\sigma_p$
1	42.16	116.12	29.44	41.43	28.77	17.26	0.10	-3.85
2	42.16	116.12	29.44	41.43	28.77	17.26	0.49	-16.80

Fila	$P_l$	$P_p$	$P_t$	$P_{d,s}$	$P_{d,c}$	PT
1	830.76	454.26	2159.73	1034.09	1260.22	MEDI
1	771.26	360.16	1898.62	912.65	1106.62	MINIMI
2	830.76	454.26	2159.73	1034.09	1260.22	MEDI
2	771.26	360.16	1898.62	912.65	1106.62	MINIMI

### Verifica a punzonamento della fondazione

D	diametro dei pali della fila espresso in [cm]
H <sub>f</sub>	altezza della fondazione in corrispondenza della fila espressa in [cm]
S <sub>f</sub>	superficie di aderenza palo-fondazione (H <sub>f</sub> πD) espressa in [cmq]
N	sforzo normale trasmesso dal palo alla fondazione espresso in [kN]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale palo-fondazione espressa in [kPa]

Fila	D	H <sub>f</sub>	S <sub>f</sub>	N	τ <sub>c</sub>
1	25.0	80.0	6283.2	92.00	146
2	25.0	132.0	10367.3	484.43	467

### Sollecitazioni nei pali e verifiche delle sezioni

#### Combinazione n° 9

Nr.	numero d'ordine della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione
Y	ordinata della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione positiva verso il basso (in [m])
M	momento flettente espresso in [kNm]
N	sforzo normale espresso in [kN]
T	taglio espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
T <sub>u</sub>	taglio ultimo espresso in [kN]
CS	coefficiente di sicurezza

#### Sollecitazioni e tensioni per la fila di pali nr. 1

Nr.	Y	M	N	T	A <sub>f</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0.00	40.63	92.00	102.80	93.18	138.84	314.37	1430.29	3.42
2	0.38	2.08	92.53	96.40	93.18	58.17	2590.04	1430.29	27.99
3	0.75	-34.07	92.90	80.65	93.18	138.25	376.92	1430.29	4.06
4	1.13	-64.32	93.10	52.60	93.18	139.41	201.79	1430.29	2.17
5	1.50	-84.04	93.12	10.41	93.18	139.36	154.42	1430.29	1.66
6	1.88	-87.95	92.98	-40.47	93.18	139.35	147.33	1430.29	1.58
7	2.25	-72.77	92.67	-56.66	93.18	139.38	177.51	1430.29	1.92
8	2.63	-51.52	92.19	-53.34	93.18	139.25	249.18	1430.29	2.70
9	3.00	-31.52	91.54	-41.45	93.18	137.99	400.81	1430.29	4.38
10	3.38	-15.97	90.73	-27.81	93.18	130.93	743.66	1430.29	8.20
11	3.75	-5.54	89.74	-15.99	93.18	100.05	1619.41	1430.29	18.05
12	4.13	0.45	88.58	-7.32	93.18	16.92	3308.44	1430.29	37.35
13	4.50	3.20	87.26	-1.80	93.18	78.65	2147.00	1430.29	24.61
14	4.88	3.87	85.76	1.15	93.18	87.48	1937.09	1430.29	22.59
15	5.25	3.44	84.10	2.32	93.18	83.36	2036.11	1430.29	24.21
16	5.63	2.57	82.26	2.42	93.18	71.93	2299.11	1430.29	27.95
17	6.00	1.67	80.26	2.00	93.18	55.04	2653.15	1430.29	33.06
18	6.38	0.91	78.09	1.42	93.18	35.28	3014.69	1430.29	38.61
19	6.75	0.38	75.75	0.87	93.18	16.71	3309.78	1430.29	43.69
20	7.13	0.06	73.24	0.44	93.18	2.66	3397.95	1430.29	46.40
21	7.50	-0.11	70.56	0.15	93.18	5.13	3382.44	1430.29	47.94
22	7.88	-0.16	67.71	-0.01	93.18	8.15	3363.51	1430.29	49.67
23	8.25	-0.16	64.69	-0.09	93.18	8.27	3362.72	1430.29	51.98
24	8.63	-0.13	61.51	-0.11	93.18	6.91	3371.29	1430.29	54.81
25	9.00	-0.09	58.15	-0.09	93.18	5.01	3383.24	1430.29	58.18
26	9.38	-0.05	54.63	-0.07	93.18	3.14	3394.97	1430.29	62.15
27	9.75	-0.02	50.93	-0.05	93.18	1.60	3404.63	1430.29	66.85
28	10.13	-0.01	47.07	-0.03	93.18	0.49	3411.59	1430.29	72.48
29	10.50	0.00	43.04	-0.01	93.18	0.21	3413.36	1430.29	79.31
30	10.88	0.01	38.83	0.00	93.18	0.58	3411.05	1430.29	87.84
31	11.25	0.01	34.46	0.00	93.18	0.71	3410.23	1430.29	98.95
32	11.63	0.01	29.92	0.00	93.18	0.69	3410.35	1430.29	113.97
33	12.00	0.00	25.21	0.00	93.18	0.59	3410.98	1430.29	135.29

34	12.38	0.00	20.33	0.00	93.18	0.46	3411.82	1430.29	167.79
35	12.75	0.00	15.29	0.00	93.18	0.32	3412.67	1430.29	223.25
36	13.13	0.00	10.07	0.00	93.18	0.19	3413.46	1430.29	338.99
37	13.50	0.00	4.68	0.00	93.18	0.07	3414.26	1430.29	729.01
38	13.88	0.00	-0.87	0.00	93.18	0.33	-2853.72	1430.29	1000.00
39	14.25	0.00	-6.60	0.00	93.18	0.05	-2859.54	1430.29	433.49
40	14.63	0.00	-12.49	0.00	93.18	0.01	-2860.33	1430.29	229.00
41	15.00	0.00	-18.55	0.00	93.18	0.00	-2860.57	1430.29	154.18

**Sollecitazioni e tensioni per la fila di pali nr. 2**

Nr.	Y	M	N	T	A <sub>r</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0.00	40.63	484.43	102.80	93.18	111.02	1323.68	1430.29	2.73
2	0.38	2.08	484.69	96.40	93.18	14.26	3325.15	1430.29	6.86
3	0.75	-34.07	484.20	80.65	93.18	104.89	1490.58	1430.29	3.08
4	1.13	-64.32	482.98	52.60	93.18	124.59	935.56	1430.29	1.94
5	1.50	-84.04	481.01	10.41	93.18	130.79	748.57	1430.29	1.56
6	1.88	-87.95	478.31	-40.47	93.18	131.72	716.41	1430.29	1.50
7	2.25	-72.77	474.88	-56.66	93.18	127.99	835.25	1430.29	1.76
8	2.63	-51.52	470.70	-53.34	93.18	119.28	1089.82	1430.29	2.32
9	3.00	-31.52	465.79	-41.45	93.18	103.47	1529.20	1430.29	3.28
10	3.38	-15.97	460.14	-27.81	93.18	76.38	2200.17	1430.29	4.78
11	3.75	-5.54	453.75	-15.99	93.18	36.57	2992.85	1430.29	6.60
12	4.13	0.45	446.63	-7.32	93.18	3.44	3393.07	1430.29	7.60
13	4.50	3.20	438.76	-1.80	93.18	23.40	3211.60	1430.29	7.32
14	4.88	3.87	430.16	1.15	93.18	28.21	3133.06	1430.29	7.28
15	5.25	3.44	420.82	2.32	93.18	25.94	3170.42	1430.29	7.53
16	5.63	2.57	410.75	2.42	93.18	20.42	3258.88	1430.29	7.93
17	6.00	1.67	399.93	2.00	93.18	13.85	3327.69	1430.29	8.32
18	6.38	0.91	388.38	1.42	93.18	7.92	3364.96	1430.29	8.66
19	6.75	0.38	376.09	0.87	93.18	3.45	3393.02	1430.29	9.02
20	7.13	0.06	363.07	0.44	93.18	0.54	3411.29	1430.29	9.40
21	7.50	-0.11	349.30	0.15	93.18	1.04	3408.11	1430.29	9.76
22	7.88	-0.16	334.80	-0.01	93.18	1.67	3404.20	1430.29	10.17
23	8.25	-0.16	319.56	-0.09	93.18	1.70	3404.03	1430.29	10.65
24	8.63	-0.13	303.58	-0.11	93.18	1.41	3405.79	1430.29	11.22
25	9.00	-0.09	286.87	-0.09	93.18	1.02	3408.25	1430.29	11.88
26	9.38	-0.05	269.42	-0.07	93.18	0.64	3410.66	1430.29	12.66
27	9.75	-0.02	251.23	-0.05	93.18	0.33	3412.63	1430.29	13.58
28	10.13	-0.01	232.30	-0.03	93.18	0.10	3414.05	1430.29	14.70
29	10.50	0.00	212.63	-0.01	93.18	0.04	3414.41	1430.29	16.06
30	10.88	0.01	192.23	0.00	93.18	0.12	3413.94	1430.29	17.76
31	11.25	0.01	171.09	0.00	93.18	0.14	3413.78	1430.29	19.95
32	11.63	0.01	149.21	0.00	93.18	0.14	3413.80	1430.29	22.88
33	12.00	0.00	126.59	0.00	93.18	0.12	3413.94	1430.29	26.97
34	12.38	0.00	103.24	0.00	93.18	0.09	3414.11	1430.29	33.07
35	12.75	0.00	79.15	0.00	93.18	0.06	3414.29	1430.29	43.14
36	13.13	0.00	54.32	0.00	93.18	0.04	3414.45	1430.29	62.86
37	13.50	0.00	28.75	0.00	93.18	0.01	3414.60	1430.29	118.76
38	13.88	0.00	2.45	0.00	93.18	0.14	3413.78	1430.29	1000.00
39	14.25	0.00	-24.59	0.00	93.18	0.01	-2860.30	1430.29	116.30
40	14.63	0.00	-52.37	0.00	93.18	0.00	-2860.52	1430.29	54.62
41	15.00	0.00	-80.89	0.00	93.18	0.00	-2860.57	1430.29	35.36



COMBINAZIONE n° 17

Valore della spinta statica	103.2805	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	96.1772	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	37.6407	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.50	[m]	Y = -5.21	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.37	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	46.32	[°]		
Incremento sismico della spinta	8.8464	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.50	[m]	Y = -4.62	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	44.20	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	210.9628	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.27	[m]	Y = -4.39	[m]
Inerzia del muro	10.7099	[kN]		
Inerzia verticale del muro	5.3550	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	6.1986	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	3.0993	[kN]		
<u>Risultanti</u>				
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	121.3236	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	624.7817	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	624.7817	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	121.3236	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.74	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	7.50	[m]		
Risultante in fondazione	636.4524	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	10.99	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-459.3402	[kNm]		

**Sollecitazioni paramento**

Combinazione n° 17

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.59	14.7727	0.3039	1.0336
2	2.07	51.7045	3.8137	3.7494
3	3.55	88.6364	13.4598	12.1066
4	5.02	125.5682	49.7407	39.4454
5	6.50	162.5000	136.2891	75.5723

## Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

### Combinazione n° 17

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 6.00 Altezza(m) = 7.50

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

### Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M <sub>ymin</sub>	M <sub>ymax</sub>	T <sub>ymin</sub>	T <sub>ymax</sub>
1	0.00	0.0000	0.1851	-1.5890	0.0514
2	0.25	-1.2142	0.0000	-9.0723	0.0000
3	0.50	-4.3885	0.0000	-16.8808	0.0000
4	0.74	-9.5236	0.0000	-25.1502	0.0000
5	0.99	-16.6314	0.0000	-33.5143	0.0000
6	1.24	-25.7116	0.0000	-41.9192	0.0000
7	1.49	-36.7516	0.0000	-50.3607	0.0000
8	1.74	-50.1567	0.0000	-58.8572	0.0000
9	1.99	-65.8330	0.0000	-67.4811	0.0000
10	2.23	-83.6829	0.0000	-76.3153	0.0000
11	2.48	-103.7246	0.0000	-86.1465	0.0000
12	2.73	-126.0599	0.0000	-97.0090	0.0000
13	2.98	-151.1969	0.0000	-114.5313	0.0000
14	3.23	-180.4235	0.0000	-200.0520	0.0000
15	3.48	-213.4153	0.0000	-285.8582	60.7270
16	3.60	-224.9584	0.0000	-45.8051	212.4977
17	3.73	-195.2436	0.0000	-65.9085	579.0946
18	4.00	-221.9135	0.0000	-72.2886	435.8251
19	5.00	-226.9513	0.0000	-84.2189	21.2011
20	5.24	-194.2340	0.0000	-65.2273	78.5814
21	5.48	-191.2959	0.0000	-64.6931	113.7799
22	5.60	-194.1748	0.0000	-129.2505	0.0000
23	5.73	-173.1179	0.0000	-330.8785	0.0000
24	5.98	-126.3784	0.0000	-205.4999	0.0000
25	6.23	-86.9733	0.0000	-141.0592	0.0000
26	6.49	-55.4821	0.0000	-110.5163	0.0000
27	6.74	-31.1876	0.0000	-82.8585	0.0000
28	6.99	-13.7243	0.0000	-55.3357	0.0000
29	7.25	-3.1280	0.0000	-28.1433	0.0000
30	7.50	0.0000	0.6058	-2.3755	0.0000

### Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M <sub>xmin</sub>	M <sub>xmax</sub>	T <sub>xmin</sub>	T <sub>xmax</sub>
1	0.00	-0.3475	2.3733	-54.6920	52.7411
2	0.47	-10.5274	9.0018	-291.7194	76.4649
3	0.60	-21.5425	8.3108	-97.7004	86.9868
4	0.72	-11.7895	5.4978	-211.0516	246.6066
5	0.87	-20.6598	5.8540	-357.8201	109.1363
6	1.00	-34.0401	8.4797	-65.7406	62.1872
7	1.12	-17.6734	6.8259	-108.2375	366.7280
8	1.28	-9.6826	11.3139	-224.4579	199.9136
9	1.40	-18.4232	15.2479	-53.5561	59.1726
10	1.53	-9.1777	12.6228	-185.3916	232.8184
11	1.68	-14.7308	7.9544	-374.3418	112.2553
12	1.80	-29.4429	10.1835	-86.4200	89.3754
13	1.93	-14.2287	8.1968	-108.8193	392.8751

---

14	2.08	-8.6300	13.7785	-223.8739	196.1814
15	2.20	-17.5867	17.0586	-51.9170	53.2551
16	2.33	-8.5165	13.9776	-189.7790	227.6106
17	2.48	-13.7695	8.4536	-385.9814	111.0117
18	2.60	-28.7268	10.5738	-91.8460	92.8551
19	2.73	-13.6973	8.4992	-109.9545	390.7193
20	2.88	-8.4135	14.1438	-225.3741	192.7226
21	3.00	-17.4306	17.3146	-52.1589	52.1589
22	3.13	-8.4135	14.1438	-192.7226	225.3741
23	3.27	-13.6973	8.4992	-390.7193	109.9545
24	3.40	-28.7268	10.5738	-92.8551	91.8460
25	3.52	-13.7695	8.4536	-111.0117	385.9814
26	3.68	-8.5165	13.9776	-227.6106	189.7790
27	3.80	-17.5867	17.0586	-53.2551	51.9170
28	3.93	-8.6300	13.7785	-196.1814	223.8739
29	4.08	-14.2287	8.1968	-392.8751	108.8193
30	4.20	-29.4429	10.1835	-89.3754	86.4200
31	4.33	-14.7308	7.9544	-112.2553	374.3418
32	4.48	-9.1777	12.6228	-232.8184	185.3916
33	4.60	-18.4232	15.2479	-59.1726	53.5561
34	4.73	-9.6826	11.3139	-199.9136	224.4579
35	4.88	-17.6734	6.8259	-366.7280	108.2375
36	5.00	-34.0401	8.4797	-62.1872	65.7406
37	5.13	-20.6598	5.8540	-109.1363	357.8201
38	5.28	-11.7895	5.4978	-246.6066	211.0516
39	5.40	-21.5425	8.3108	-86.9868	97.7004
40	5.53	-10.5274	9.0018	-76.4649	291.7194
41	6.00	-0.3475	2.3733	-52.7411	54.6920

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 17

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

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0.59	100, 100	31.42	15.71	16	1	-176	-240
2	2.07	100, 100	31.42	15.71	71	5	-426	-1036
3	3.55	100, 100	31.42	15.71	157	15	-255	-2273
4	5.02	100, 100	31.42	15.71	439	48	4181	-6143
5	6.50	100, 100	31.42	15.71	1198	93	27930	-16053

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 17

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa]

### Fondazione di valle

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

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0.50	100, 132	28.27	28.27	22	-16	-279	1290
2	1.74	100, 132	28.27	28.27	251	-54	-3186	14742
3	2.98	100, 132	28.27	28.27	757	-105	-9605	44439
4	4.00	100, 132	28.27	40.84	1044	401	-13136	64884

### Fondazione di monte

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

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0.25	100, 80	18.85	18.85	43	-44	-485	2342
2	1.52	100, 80	18.85	18.85	1730	-318	-19599	94631
3	2.50	100, 80	18.85	18.85	3106	-130	-35196	169940

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 17

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

$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
$A_{fv}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
$M_{pf}$	Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
$M$	Momento agente nella sezione espressa in [kNm]
$\epsilon_m$	deformazione media espressa in [%]
$s_m$	Distanza media tra le fessure espressa in [mm]
$w$	Apertura media della fessura espressa in [mm]

### Verifica fessurazione paramento

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fv}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$s_m$	w
1	0.00	31.42	15.71	-298.68	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	0.30	31.42	15.71	-298.68	-0.08	0.0000	0.00	0.000
3	0.59	31.42	15.71	-298.68	-0.30	0.0000	0.00	0.000
4	0.89	31.42	15.71	-298.68	-0.69	0.0000	0.00	0.000
5	1.18	31.42	15.71	-298.68	-1.23	0.0000	0.00	0.000
6	1.48	31.42	15.71	-298.68	-1.93	0.0000	0.00	0.000
7	1.77	31.42	15.71	-298.68	-2.79	0.0000	0.00	0.000
8	2.07	31.42	15.71	-298.68	-3.81	0.0000	0.00	0.000
9	2.36	31.42	15.71	-298.68	-5.01	0.0000	0.00	0.000
10	2.66	31.42	15.71	-298.68	-6.39	0.0000	0.00	0.000
11	2.95	31.42	15.71	-298.68	-8.10	0.0000	0.00	0.000
12	3.25	31.42	15.71	-298.68	-10.36	0.0000	0.00	0.000
13	3.55	31.42	15.71	-298.68	-13.46	0.0000	0.00	0.000
14	3.84	31.42	15.71	-298.68	-17.70	0.0000	0.00	0.000
15	4.14	31.42	15.71	-298.68	-23.23	0.0000	0.00	0.000
16	4.43	31.42	15.71	-298.68	-30.27	0.0000	0.00	0.000
17	4.73	31.42	15.71	-298.68	-39.03	0.0000	0.00	0.000
18	5.02	31.42	15.71	-298.68	-49.74	0.0000	0.00	0.000
19	5.32	31.42	15.71	-298.68	-62.62	0.0000	0.00	0.000
20	5.61	31.42	15.71	-298.68	-77.89	0.0000	0.00	0.000
21	5.91	31.42	15.71	-298.68	-95.57	0.0000	0.00	0.000
22	6.20	31.42	15.71	-298.68	-115.07	0.0000	0.00	0.000
23	6.50	31.42	15.71	-298.68	-136.29	0.0000	0.00	0.000

### Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fv}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$s_m$	w
1	-5.00	28.27	28.27	506.09	0.19	0.0000	0.00	0.000
2	-4.75	28.27	28.27	-506.09	-1.21	0.0000	0.00	0.000
3	-4.50	28.27	28.27	-506.09	-4.39	0.0000	0.00	0.000
4	-4.26	28.27	28.27	-506.09	-9.52	0.0000	0.00	0.000
5	-4.01	28.27	28.27	-506.09	-16.63	0.0000	0.00	0.000
6	-3.76	28.27	28.27	-506.09	-25.71	0.0000	0.00	0.000
7	-3.51	28.27	28.27	-506.09	-36.75	0.0000	0.00	0.000
8	-3.26	28.27	28.27	-506.09	-50.16	0.0000	0.00	0.000
9	-3.01	28.27	28.27	-506.09	-65.83	0.0000	0.00	0.000
10	-2.77	28.27	28.27	-506.09	-83.68	0.0000	0.00	0.000
11	-2.52	28.27	28.27	-506.09	-103.72	0.0000	0.00	0.000
12	-2.27	28.27	28.27	-506.09	-126.06	0.0000	0.00	0.000
13	-2.02	28.27	28.27	-506.09	-151.20	0.0000	0.00	0.000
14	-1.77	28.27	28.27	-506.09	-180.42	0.0000	0.00	0.000
15	-1.52	28.27	28.27	-506.09	-213.42	0.0000	0.00	0.000
16	-1.40	28.27	28.27	-506.09	-224.96	0.0000	0.00	0.000
17	-1.27	28.27	28.27	-506.09	-195.24	0.0000	0.00	0.000
18	-1.00	28.27	40.84	-510.48	-221.91	0.0000	0.00	0.000
19	0.00	18.85	18.85	-186.21	-226.95	0.0557	145.05	0.137

---

20	0.24	18.85	18.85	-186.21	-194.23	0.0424	145.05	0.104
21	0.48	18.85	18.85	-186.21	-191.30	0.0417	145.05	0.103
22	0.60	18.85	18.85	-186.21	-194.17	0.0424	145.05	0.104
23	0.73	31.42	18.85	-196.74	-173.12	0.0000	0.00	0.000
24	0.98	18.85	18.85	-186.21	-126.38	0.0000	0.00	0.000
25	1.23	18.85	18.85	-186.21	-86.97	0.0000	0.00	0.000
26	1.49	18.85	18.85	-186.21	-55.48	0.0000	0.00	0.000
27	1.74	18.85	18.85	-186.21	-31.19	0.0000	0.00	0.000
28	1.99	18.85	18.85	-186.21	-13.72	0.0000	0.00	0.000
29	2.25	18.85	18.85	-186.21	-3.13	0.0000	0.00	0.000
30	2.50	18.85	18.85	186.21	0.61	0.0000	0.00	0.000

COMBINAZIONE n° 18

Valore della spinta statica	103.2805	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	96.1772	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	37.6407	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.50	[m]	Y = -5.21	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.37	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	46.32	[°]		
Incremento sismico della spinta	5.8681	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.50	[m]	Y = -4.62	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	44.13	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	210.9628	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.27	[m]	Y = -4.39	[m]
Inerzia del muro	10.7099	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-5.3550	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	6.1986	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-3.0993	[kN]		
<u>Risultanti</u>				
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	118.5502	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	606.7878	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	606.7878	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	118.5502	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.74	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	7.50	[m]		
Risultante in fondazione	618.2601	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	11.05	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-446.2121	[kNm]		

**Sollecitazioni paramento**

Combinazione n° 18

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.59	14.7727	0.2500	0.8512
2	2.07	51.7045	3.1533	3.1108
3	3.55	88.6364	11.5192	11.0130
4	5.02	125.5682	45.9005	37.9675
5	6.50	162.5000	129.9820	73.7104

## Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

Combinazione n° 18

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 6.00 Altezza(m) = 7.50

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

### Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M <sub>ymin</sub>	M <sub>ymax</sub>	T <sub>ymin</sub>	T <sub>ymax</sub>
1	0.00	0.0000	0.1846	-1.5597	0.0501
2	0.25	-1.2039	0.0000	-9.0508	0.0000
3	0.50	-4.3747	0.0000	-16.8678	0.0000
4	0.74	-9.5084	0.0000	-25.1342	0.0000
5	0.99	-16.6165	0.0000	-33.4933	0.0000
6	1.24	-25.6987	0.0000	-41.8920	0.0000
7	1.49	-36.7427	0.0000	-50.3265	0.0000
8	1.74	-50.1420	0.0000	-58.8144	0.0000
9	1.99	-65.8061	0.0000	-67.4261	0.0000
10	2.23	-83.6399	0.0000	-76.2425	0.0000
11	2.48	-103.6609	0.0000	-86.0271	0.0000
12	2.73	-125.9682	0.0000	-96.8141	0.0000
13	2.98	-151.0552	0.0000	-114.0726	0.0000
14	3.23	-180.1732	0.0000	-197.4182	0.0000
15	3.48	-213.0108	0.0000	-283.5105	55.6739
16	3.60	-224.6409	0.0000	-47.8941	203.0287
17	3.73	-196.2028	0.0000	-67.5558	558.2655
18	4.00	-223.0925	0.0000	-74.0365	419.6737
19	5.00	-229.8996	0.0000	-89.6428	13.9105
20	5.24	-196.4529	0.0000	-70.2527	69.7288
21	5.48	-192.0474	0.0000	-69.1054	97.6061
22	5.60	-194.0898	0.0000	-131.3148	0.0000
23	5.73	-172.9415	0.0000	-328.0496	0.0000
24	5.98	-126.2669	0.0000	-204.2238	0.0000
25	6.23	-86.9192	0.0000	-140.8728	0.0000
26	6.49	-55.4503	0.0000	-110.4434	0.0000
27	6.74	-31.1650	0.0000	-82.8128	0.0000
28	6.99	-13.7098	0.0000	-55.3082	0.0000
29	7.25	-3.1208	0.0000	-28.1211	0.0000
30	7.50	0.0000	0.6050	-2.3232	0.0000

### Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M <sub>xmin</sub>	M <sub>xmax</sub>	T <sub>xmin</sub>	T <sub>xmax</sub>
1	0.00	-0.3208	2.3591	-53.1347	51.1919
2	0.47	-10.2285	8.7417	-293.7632	74.3985
3	0.60	-20.9206	8.0701	-94.9157	95.0012
4	0.72	-11.4510	5.3392	-205.0105	248.9477
5	0.87	-20.0724	5.6802	-345.0987	106.0682
6	1.00	-33.0713	8.2286	-63.8816	60.4345
7	1.12	-17.1705	6.6241	-105.0561	353.5575
8	1.28	-9.4005	10.9914	-224.9932	194.1762
9	1.40	-17.8849	14.8133	-58.7937	62.9038
10	1.53	-8.9099	12.2631	-179.9951	232.8131
11	1.68	-14.3114	7.7207	-360.3184	108.9608
12	1.80	-28.6046	9.8846	-80.6155	83.4680
13	1.93	-13.8236	7.9562	-105.6253	378.3427



---

14	2.08	-8.3780	13.3859	-224.0258	190.4847
15	2.20	-17.0725	16.5725	-57.0125	58.4018
16	2.33	-8.2678	13.5793	-184.2653	227.5639
17	2.48	-13.3775	8.2055	-371.5038	107.7535
18	2.60	-27.9088	10.2636	-85.7578	86.7256
19	2.73	-13.3074	8.2497	-106.7275	376.1191
20	2.88	-8.1678	13.7408	-225.3951	187.1260
21	3.00	-16.9210	16.8213	-57.2501	57.2501
22	3.13	-8.1678	13.7408	-187.1260	225.3951
23	3.27	-13.3074	8.2497	-376.1191	106.7275
24	3.40	-27.9088	10.2636	-86.7256	85.7578
25	3.52	-13.3775	8.2055	-107.7535	371.5038
26	3.68	-8.2678	13.5793	-227.5639	184.2653
27	3.80	-17.0725	16.5725	-58.4018	57.0125
28	3.93	-8.3780	13.3859	-190.4847	224.0258
29	4.08	-13.8236	7.9562	-378.3427	105.6253
30	4.20	-28.6046	9.8846	-83.4680	80.6155
31	4.33	-14.3114	7.7207	-108.9608	360.3184
32	4.48	-8.9099	12.2631	-232.8131	179.9951
33	4.60	-17.8849	14.8133	-62.9038	58.7937
34	4.73	-9.4005	10.9914	-194.1762	224.9932
35	4.88	-17.1705	6.6241	-353.5575	105.0561
36	5.00	-33.0713	8.2286	-60.4345	63.8816
37	5.13	-20.0724	5.6802	-106.0682	345.0987
38	5.28	-11.4510	5.3392	-248.9477	205.0105
39	5.40	-20.9206	8.0701	-95.0012	94.9157
40	5.53	-10.2285	8.7417	-74.3985	293.7632
41	6.00	-0.3208	2.3591	-51.1919	53.1347

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 18

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

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$
1	0.59	100, 100	31.42	15.71	16	1	-179	-236
2	2.07	100, 100	31.42	15.71	67	4	-472	-988
3	3.55	100, 100	31.42	15.71	147	13	-388	-2134
4	5.02	100, 100	31.42	15.71	407	47	3278	-5707
5	6.50	100, 100	31.42	15.71	1144	90	25778	-15366

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 18

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa]

### Fondazione di valle

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

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.50	100, 132	28.27	28.27	22	-16	-278	1286
2	1.74	100, 132	28.27	28.27	251	-54	-3185	14738
3	2.98	100, 132	28.27	28.27	756	-105	-9596	44398
4	4.00	100, 132	28.27	40.84	1049	386	-13206	65229

### Fondazione di monte

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

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.25	100, 80	18.85	18.85	43	-44	-484	2337
2	1.52	100, 80	18.85	18.85	1728	-316	-19582	94548
3	2.50	100, 80	18.85	18.85	3147	-139	-35654	172148

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 18

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

$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
$M_{pr}$	Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
$M$	Momento agente nella sezione espressa in [kNm]
$\epsilon_m$	deformazione media espressa in [%]
$s_m$	Distanza media tra le fessure espressa in [mm]
$w$	Apertura media della fessura espressa in [mm]

### Verifica fessurazione paramento

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pr}$	M	$\epsilon_m$	$s_m$	w
1	0.00	31.42	15.71	-298.68	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	0.30	31.42	15.71	-298.68	-0.06	0.0000	0.00	0.000
3	0.59	31.42	15.71	-298.68	-0.25	0.0000	0.00	0.000
4	0.89	31.42	15.71	-298.68	-0.57	0.0000	0.00	0.000
5	1.18	31.42	15.71	-298.68	-1.01	0.0000	0.00	0.000
6	1.48	31.42	15.71	-298.68	-1.59	0.0000	0.00	0.000
7	1.77	31.42	15.71	-298.68	-2.30	0.0000	0.00	0.000
8	2.07	31.42	15.71	-298.68	-3.15	0.0000	0.00	0.000
9	2.36	31.42	15.71	-298.68	-4.14	0.0000	0.00	0.000
10	2.66	31.42	15.71	-298.68	-5.30	0.0000	0.00	0.000
11	2.95	31.42	15.71	-298.68	-6.75	0.0000	0.00	0.000
12	3.25	31.42	15.71	-298.68	-8.73	0.0000	0.00	0.000
13	3.55	31.42	15.71	-298.68	-11.52	0.0000	0.00	0.000
14	3.84	31.42	15.71	-298.68	-15.43	0.0000	0.00	0.000
15	4.14	31.42	15.71	-298.68	-20.60	0.0000	0.00	0.000
16	4.43	31.42	15.71	-298.68	-27.26	0.0000	0.00	0.000
17	4.73	31.42	15.71	-298.68	-35.62	0.0000	0.00	0.000
18	5.02	31.42	15.71	-298.68	-45.90	0.0000	0.00	0.000
19	5.32	31.42	15.71	-298.68	-58.33	0.0000	0.00	0.000
20	5.61	31.42	15.71	-298.68	-73.13	0.0000	0.00	0.000
21	5.91	31.42	15.71	-298.68	-90.32	0.0000	0.00	0.000
22	6.20	31.42	15.71	-298.68	-109.30	0.0000	0.00	0.000
23	6.50	31.42	15.71	-298.68	-129.98	0.0000	0.00	0.000

### Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pr}$	M	$\epsilon_m$	$s_m$	w
1	-5.00	28.27	28.27	506.09	0.18	0.0000	0.00	0.000
2	-4.75	28.27	28.27	-506.09	-1.20	0.0000	0.00	0.000
3	-4.50	28.27	28.27	-506.09	-4.37	0.0000	0.00	0.000
4	-4.26	28.27	28.27	-506.09	-9.51	0.0000	0.00	0.000
5	-4.01	28.27	28.27	-506.09	-16.62	0.0000	0.00	0.000
6	-3.76	28.27	28.27	-506.09	-25.70	0.0000	0.00	0.000
7	-3.51	28.27	28.27	-506.09	-36.74	0.0000	0.00	0.000
8	-3.26	28.27	28.27	-506.09	-50.14	0.0000	0.00	0.000
9	-3.01	28.27	28.27	-506.09	-65.81	0.0000	0.00	0.000
10	-2.77	28.27	28.27	-506.09	-83.64	0.0000	0.00	0.000
11	-2.52	28.27	28.27	-506.09	-103.66	0.0000	0.00	0.000
12	-2.27	28.27	28.27	-506.09	-125.97	0.0000	0.00	0.000
13	-2.02	28.27	28.27	-506.09	-151.06	0.0000	0.00	0.000
14	-1.77	28.27	28.27	-506.09	-180.17	0.0000	0.00	0.000
15	-1.52	28.27	28.27	-506.09	-213.01	0.0000	0.00	0.000
16	-1.40	28.27	28.27	-506.09	-224.64	0.0000	0.00	0.000
17	-1.27	28.27	28.27	-506.09	-196.20	0.0000	0.00	0.000
18	-1.00	28.27	40.84	-510.48	-223.09	0.0000	0.00	0.000
19	0.00	18.85	18.85	-186.21	-229.90	0.0571	145.05	0.141

---

20	0.24	18.85	18.85	-186.21	-196.45	0.0429	145.05	0.106
21	0.48	18.85	18.85	-186.21	-192.05	0.0419	145.05	0.103
22	0.60	18.85	18.85	-186.21	-194.09	0.0423	145.05	0.104
23	0.73	31.42	18.85	-196.74	-172.94	0.0000	0.00	0.000
24	0.98	18.85	18.85	-186.21	-126.27	0.0000	0.00	0.000
25	1.23	18.85	18.85	-186.21	-86.92	0.0000	0.00	0.000
26	1.49	18.85	18.85	-186.21	-55.45	0.0000	0.00	0.000
27	1.74	18.85	18.85	-186.21	-31.16	0.0000	0.00	0.000
28	1.99	18.85	18.85	-186.21	-13.71	0.0000	0.00	0.000
29	2.25	18.85	18.85	-186.21	-3.12	0.0000	0.00	0.000
30	2.50	18.85	18.85	186.21	0.61	0.0000	0.00	0.000

## Inviluppo Sollecitazioni paramento

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in [kN]

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

### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.59	14.7727	19.2045	0.0033	1.5871	0.0166	5.3774
2	2.07	51.7045	67.2159	0.1404	19.5427	0.2036	18.9663
3	3.55	88.6364	115.2273	3.0760	60.1038	7.1053	39.2752
4	5.02	125.5682	163.2386	31.0940	146.8706	34.5445	81.4297
5	6.50	162.5000	211.2500	112.4081	308.5403	73.5352	135.3813

### Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.59	14.7727	14.7727	0.0030	0.3039	0.0150	1.0336
2	2.07	51.7045	51.7045	0.1271	3.8137	0.1843	3.7494
3	3.55	88.6364	88.6364	2.6142	13.4598	5.9721	12.1066
4	5.02	125.5682	125.5682	25.6005	49.7407	28.1892	39.4454
5	6.50	162.5000	162.5000	91.5433	136.2891	59.0162	75.5723

## Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro

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

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]
$N_u$	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
$M_u$	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
$V_{Rcd}$	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
$V_{Rsd}$	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0.59	100, 100	31.42	15.71	13695.14	-3.01	781.63	360.12	--	--
2	2.07	100, 100	31.42	15.71	7470.38	-36.83	144.48	365.44	--	--
3	3.55	100, 100	31.42	15.71	3490.35	-433.43	39.38	370.76	--	--
4	5.02	100, 100	31.42	15.71	1475.49	-1725.80	11.75	376.08	--	--
5	6.50	100, 100	31.42	15.71	756.14	-1435.70	4.65	381.40	--	--

### Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$
1	0.59	100, 100	31.42	15.71	16	1	-196	-240
2	2.07	100, 100	31.42	15.71	71	5	-680	-1036
3	3.55	100, 100	31.42	15.71	157	15	-1000	-2273
4	5.02	100, 100	31.42	15.71	439	48	4181	-6143
5	6.50	100, 100	31.42	15.71	1198	93	27930	-16053

## Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cm <sup>2</sup> ]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cm <sup>2</sup> ]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa]
$N_u$	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
$M_u$	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
$V_{Rcd}$	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
$V_{Rsd}$	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
$V_{Rd}$	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

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

#### Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0.50	100, 132	28.27	28.27	0.00	-1372.32	242.13	402.15	--	--
2	1.74	100, 132	28.27	28.27	0.00	-1372.32	21.06	402.15	--	--
3	2.98	100, 132	28.27	28.27	0.00	-1372.32	7.00	402.15	--	--
4	4.00	100, 132	28.27	40.84	0.00	-1374.17	4.68	402.15	--	--

#### Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
5	0.50	100, 132	28.27	28.27	22	0	-279	1290
6	1.74	100, 132	28.27	28.27	251	0	-3186	14742
7	2.98	100, 132	28.27	28.27	757	0	-9605	44439
8	4.00	100, 132	28.27	40.84	1063	401	-13377	66072

### Fondazione di monte

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

#### Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0.25	100, 80	18.85	18.85	0.00	-538.52	131.40	402.15	--	--
2	1.52	100, 80	18.85	18.85	0.00	-538.52	3.27	2813.36	3446.87	2813.36
3	2.50	100, 80	18.85	18.85	0.00	-538.52	1.71	402.15	--	--

#### Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
4	0.25	100, 80	18.85	18.85	43	0	-489	2361
5	1.52	100, 80	18.85	18.85	1735	0	-19658	94915
6	2.50	100, 80	18.85	18.85	3147	74	-35654	172148

## Inviluppo sollecitazioni nei pali e verifiche delle sezioni

Nr.	numero d'ordine della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione
Y	ordinata della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione positiva verso il basso (in [m])
M	momento flettente espresso in [kNm]
N	sforzo normale espresso in [kN]
T	taglio espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
T <sub>u</sub>	taglio ultimo espresso in [kN]
CS	coefficiente di sicurezza

### Inviluppo sollecitazioni fila di pali nr. 1

Nr.	Y	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax	Nmin	Nmax
1	0.00	19.2178	42.7763	44.3895	108.2137	91.9976	307.6575
2	0.38	1.1861	5.3189	37.9910	101.8152	92.5330	308.0367
3	0.75	-35.9845	-11.6749	22.2411	86.0652	92.8993	307.9343
4	1.13	-68.2590	-20.0153	0.1704	58.0105	93.0963	307.3504
5	1.50	-90.0129	-20.0792	-14.1094	15.8230	93.1241	306.2848
6	1.88	-95.9466	-16.2233	-42.0476	-13.2272	92.9828	304.7377
7	2.25	-80.1787	-11.2631	-61.2313	-12.0576	92.6723	302.7090
8	2.63	-57.2170	-6.7415	-58.4376	-9.1718	92.1926	300.1987
9	3.00	-35.3029	-3.3020	-45.8089	-6.0343	91.5436	297.2068
10	3.38	-18.1245	-1.0392	-30.9810	-3.3852	90.7255	293.7333
11	3.75	-6.5067	0.2303	-17.9846	-1.4794	89.7383	289.7783
12	4.13	0.2376	1.1567	-8.3681	-0.2933	88.5818	285.3416
13	4.50	0.8950	3.3756	-2.2086	0.3578	87.2561	280.4234
14	4.88	0.7737	4.2038	0.5520	1.1966	85.7613	275.0236
15	5.25	0.5667	3.7812	0.5531	2.4835	84.0972	269.1422
16	5.63	0.3593	2.8499	0.4465	2.6433	82.2640	262.7792
17	6.00	0.1918	1.8587	0.3098	2.2072	80.2616	255.9346
18	6.38	0.0757	1.0310	0.1853	1.5741	78.0899	248.6085
19	6.75	0.0062	0.4407	0.0907	0.9706	75.7491	240.8007
20	7.13	-0.0363	0.0767	0.0284	0.4978	73.2392	232.5114
21	7.50	-0.1100	-0.0385	-0.0064	0.1783	70.5600	223.7405
22	7.88	-0.1768	-0.0361	-0.0320	-0.0071	67.7116	214.4880
23	8.25	-0.1742	-0.0280	-0.0932	-0.0247	64.6941	204.7539
24	8.63	-0.1392	-0.0187	-0.1159	-0.0213	61.5073	194.5382
25	9.00	-0.0958	-0.0107	-0.1041	-0.0156	58.1514	187.3766
26	9.38	-0.0567	-0.0049	-0.0784	-0.0099	54.6262	182.5383
27	9.75	-0.0273	-0.0012	-0.0511	-0.0053	50.9319	177.4772
28	10.13	-0.0081	0.0008	-0.0283	-0.0021	47.0684	172.1933
29	10.50	0.0016	0.0031	-0.0121	-0.0002	43.0357	166.6866
30	10.88	0.0016	0.0070	-0.0021	0.0010	38.8339	160.9572
31	11.25	0.0014	0.0078	0.0011	0.0030	34.4628	155.0049
32	11.63	0.0010	0.0067	0.0010	0.0049	29.9225	148.8298
33	12.00	0.0006	0.0048	0.0008	0.0048	25.2131	142.4320
34	12.38	0.0003	0.0030	0.0005	0.0038	20.3344	135.8114
35	12.75	0.0001	0.0016	0.0003	0.0026	15.2866	128.9680
36	13.13	0.0000	0.0007	0.0001	0.0014	10.0696	121.9018
37	13.50	-0.0001	0.0001	0.0000	0.0006	4.6834	114.6128
38	13.88	-0.0001	0.0000	-0.0001	0.0001	-0.8720	107.1010
39	14.25	-0.0001	0.0000	-0.0002	-0.0001	-16.4871	99.3664
40	14.63	-0.0001	0.0000	-0.0001	0.0000	-34.4082	91.4091
41	15.00	0.0000	0.0000	-0.0001	0.0000	-52.8108	83.2289



**Inviluppo verifiche fila di pali nr. 1**

Nr.	Y	A <sub>r</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0.00	93.18	109.92	314.37	1430.29	3.23
2	0.38	93.18	16.52	2590.04	1430.29	9.34
3	0.75	93.18	89.29	376.92	1430.29	3.82
4	1.13	93.18	111.18	201.79	1430.29	2.04
5	1.50	93.18	111.30	154.42	1430.29	1.55
6	1.88	93.18	103.90	147.33	1430.29	1.45
7	2.25	93.18	89.72	177.51	1430.29	1.74
8	2.63	93.18	68.17	249.18	1430.29	2.43
9	3.00	93.18	41.04	400.81	1430.29	3.90
10	3.38	93.18	14.80	743.66	1430.29	7.12
11	3.75	93.18	0.34	1619.41	1430.29	11.77
12	4.13	93.18	7.28	3139.75	1430.29	11.69
13	4.50	93.18	13.08	2147.00	1430.29	11.81
14	4.88	93.18	11.45	1937.09	1430.29	12.06
15	5.25	93.18	8.52	2036.11	1430.29	12.41
16	5.63	93.18	5.50	2299.11	1430.29	12.80
17	6.00	93.18	2.99	2653.15	1430.29	13.22
18	6.38	93.18	1.20	3014.69	1430.29	13.68
19	6.75	93.18	0.10	3309.78	1430.29	14.17
20	7.13	93.18	0.19	3396.61	1430.29	14.67
21	7.50	93.18	0.64	3382.44	1430.29	15.24
22	7.88	93.18	0.61	3363.51	1430.29	15.89
23	8.25	93.18	0.49	3362.72	1430.29	16.65
24	8.63	93.18	0.33	3371.29	1430.29	17.53
25	9.00	93.18	0.20	3383.24	1430.29	18.22
26	9.38	93.18	0.09	3394.97	1430.29	18.70
27	9.75	93.18	0.02	3404.63	1430.29	19.24
28	10.13	93.18	0.01	3411.59	1430.29	19.83
29	10.50	93.18	0.03	3413.36	1430.29	20.48
30	10.88	93.18	0.03	3411.05	1430.29	21.21
31	11.25	93.18	0.03	3410.23	1430.29	22.03
32	11.63	93.18	0.02	3410.35	1430.29	22.94
33	12.00	93.18	0.01	3410.98	1430.29	23.97
34	12.38	93.18	0.01	3411.82	1430.29	25.14
35	12.75	93.18	0.00	3412.67	1430.29	26.48
36	13.13	93.18	0.00	3413.46	1430.29	28.01
37	13.50	93.18	0.00	3414.25	1430.29	29.79
38	13.88	93.18	0.00	-2845.24	1430.29	31.88
39	14.25	93.18	0.00	-2859.54	1430.29	34.36
40	14.63	93.18	0.00	-2860.33	1430.29	37.36
41	15.00	93.18	0.00	-2860.57	1430.29	41.03

**Inviluppo sollecitazioni fila di pali nr. 2**

Nr.	Y	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax	Nmin	Nmax
1	0.00	19.2178	42.7763	44.3895	108.2137	337.0005	528.1737
2	0.38	1.1861	5.3189	37.9910	101.8152	337.4664	528.3932
3	0.75	-35.9845	-11.6749	22.2411	86.0652	337.6240	527.8117
4	1.13	-68.2590	-20.0153	0.1704	58.0105	337.4733	526.4292
5	1.50	-90.0129	-20.0792	-14.1094	15.8230	337.0143	524.2456
6	1.88	-95.9466	-16.2233	-42.0476	-13.2272	336.2470	521.2611
7	2.25	-80.1787	-11.2631	-61.2313	-12.0576	335.1714	517.4755
8	2.63	-57.2170	-6.7415	-58.4376	-9.1718	333.7875	512.8889
9	3.00	-35.3029	-3.3020	-45.8089	-6.0343	331.6009	507.5012
10	3.38	-18.1245	-1.0392	-30.9810	-3.3852	327.6834	501.3126
11	3.75	-6.5067	0.2303	-17.9846	-1.4794	323.2320	494.3230
12	4.13	0.2376	1.1567	-8.3681	-0.2933	318.2468	486.5323
13	4.50	0.8950	3.3756	-2.2086	0.3578	312.7278	477.9406

14	4.88	0.7737	4.2038	0.5520	1.1966	306.6749	468.5479
15	5.25	0.5667	3.7812	0.5531	2.4835	300.0882	458.3542
16	5.63	0.3593	2.8499	0.4465	2.6433	292.9677	447.3594
17	6.00	0.1918	1.8587	0.3098	2.2072	285.3134	435.5637
18	6.38	0.0757	1.0310	0.1853	1.5741	277.1252	422.9669
19	6.75	0.0062	0.4407	0.0907	0.9706	268.4032	409.5691
20	7.13	-0.0363	0.0767	0.0284	0.4978	259.1473	395.3703
21	7.50	-0.1100	-0.0385	-0.0064	0.1783	249.3577	380.3705
22	7.88	-0.1768	-0.0361	-0.0320	-0.0071	239.0342	364.5696
23	8.25	-0.1742	-0.0280	-0.0932	-0.0247	228.1768	347.9677
24	8.63	-0.1392	-0.0187	-0.1159	-0.0213	216.7857	330.5649
25	9.00	-0.0958	-0.0107	-0.1041	-0.0156	204.8607	312.3610
26	9.38	-0.0567	-0.0049	-0.0784	-0.0099	192.4019	293.3561
27	9.75	-0.0273	-0.0012	-0.0511	-0.0053	179.4093	275.0340
28	10.13	-0.0081	0.0008	-0.0283	-0.0021	165.8828	266.6562
29	10.50	0.0016	0.0031	-0.0121	-0.0002	151.8225	257.9388
30	10.88	0.0016	0.0070	-0.0021	0.0010	137.2283	248.8818
31	11.25	0.0014	0.0078	0.0011	0.0030	122.1004	239.4853
32	11.63	0.0010	0.0067	0.0010	0.0049	106.4386	229.7493
33	12.00	0.0006	0.0048	0.0008	0.0048	90.2430	219.6737
34	12.38	0.0003	0.0030	0.0005	0.0038	73.5135	209.2586
35	12.75	0.0001	0.0016	0.0003	0.0026	56.2502	198.5039
36	13.13	0.0000	0.0007	0.0001	0.0014	38.4531	187.4097
37	13.50	-0.0001	0.0001	0.0000	0.0006	20.1222	175.9759
38	13.88	-0.0001	0.0000	-0.0001	0.0001	1.2574	164.2026
39	14.25	-0.0001	0.0000	-0.0002	-0.0001	-26.6004	152.0898
40	14.63	-0.0001	0.0000	-0.0001	0.0000	-56.8195	139.6374
41	15.00	0.0000	0.0000	-0.0001	0.0000	-87.8397	126.8455

**Inviluppo verifiche fila di pali nr. 2**

Nr.	Y	A <sub>r</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0.00	93.18	91.65	1323.68	1430.29	2.57
2	0.38	93.18	8.72	2858.24	1430.29	6.30
3	0.75	93.18	76.21	1490.58	1430.29	2.88
4	1.13	93.18	98.47	935.56	1430.29	1.82
5	1.50	93.18	98.65	748.57	1430.29	1.45
6	1.88	93.18	90.23	715.74	1430.29	1.37
7	2.25	93.18	74.98	827.69	1430.29	1.60
8	2.63	93.18	53.99	1074.11	1430.29	2.09
9	3.00	93.18	30.74	1501.90	1430.29	2.96
10	3.38	93.18	10.54	2160.06	1430.29	4.31
11	3.75	93.18	0.18	2952.88	1430.29	5.97
12	4.13	93.18	1.66	3347.05	1430.29	7.00
13	4.50	93.18	9.32	3211.60	1430.29	6.74
14	4.88	93.18	8.16	3133.06	1430.29	6.69
15	5.25	93.18	6.07	3167.30	1430.29	6.91
16	5.63	93.18	3.91	3253.95	1430.29	7.27
17	6.00	93.18	2.12	3325.57	1430.29	7.64
18	6.38	93.18	0.85	3363.20	1430.29	7.95
19	6.75	93.18	0.07	3391.76	1430.29	8.28
20	7.13	93.18	0.05	3410.52	1430.29	8.63
21	7.50	93.18	0.46	3408.11	1430.29	8.96
22	7.88	93.18	0.44	3404.20	1430.29	9.34
23	8.25	93.18	0.35	3403.98	1430.29	9.78
24	8.63	93.18	0.24	3405.67	1430.29	10.30
25	9.00	93.18	0.14	3408.11	1430.29	10.91
26	9.38	93.18	0.07	3410.53	1430.29	11.63
27	9.75	93.18	0.02	3412.53	1430.29	12.41
28	10.13	93.18	0.01	3413.98	1430.29	12.81
29	10.50	93.18	0.02	3414.34	1430.29	13.24

---

30	10.88	93.18	0.02	3413.94	1430.29	13.72
31	11.25	93.18	0.02	3413.78	1430.29	14.26
32	11.63	93.18	0.02	3413.80	1430.29	14.86
33	12.00	93.18	0.01	3413.92	1430.29	15.54
34	12.38	93.18	0.01	3414.09	1430.29	16.32
35	12.75	93.18	0.00	3414.27	1430.29	17.20
36	13.13	93.18	0.00	3414.43	1430.29	18.22
37	13.50	93.18	0.00	3414.59	1430.29	19.40
38	13.88	93.18	0.00	3413.55	1430.29	20.80
39	14.25	93.18	0.00	-2860.30	1430.29	22.45
40	14.63	93.18	0.00	-2860.52	1430.29	24.45
41	15.00	93.18	0.00	-2860.57	1430.29	26.92





QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA  
ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO  
QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA  
**LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA**

Relazione di calcolo briglie

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IBL1	10	D 11 CL	ID 02 02 002	A	48 di 49

## APPENDICE B: TABULATI DI CALCOLO BRIGLIA 1



## Normativa

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

#### Simbologia adottata

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

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

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

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

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

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

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

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

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>	<i>M2</i>	<i>M1</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi}$	1.00	1.25	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.25	1.25	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40	1.40	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1.00	1.60	1.60	1.00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_r$	1.00	1.00	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>		
	<i>R1</i>	<i>R2</i>	<i>R3</i>
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	

**PALI DI FONDAZIONE**

CARICHI VERTICALI. Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche dei pali

**Pali trivellati**

		R1	R2	R3
Punta	$\gamma_b$	1.00	1.70	1.35
Laterale compressione	$\gamma_s$	1.00	1.45	1.15
Totale compressione	$\gamma_t$	1.00	1.60	1.30
Laterale trazione	$\gamma_{st}$	1.00	1.60	1.25

CARICHI TRASVERSALI. Coefficienti parziali  $\gamma_T$  per le verifiche dei pali.

		R1	R2	R3
	$\gamma_T$	1.00	1.60	1.30

Coefficienti di riduzione  $\xi$  per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali

Numero di verticali indagate	1	$\xi_3=1.70$	$\xi_4=1.70$
------------------------------	---	--------------	--------------



## Geometria muro e fondazione

Descrizione	Muro a mensola in c.a.
Altezza del paramento	7.70 [m]
Spessore in sommità	1.00 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	1.86 [m]
Inclinazione paramento esterno	3.21 [°]
Inclinazione paramento interno	3.21 [°]
Lunghezza del muro	6.00 [m]

### Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	1.02 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	1.52 [m]
Lunghezza totale fondazione	4.40 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore estremità fondazione di valle	0.80 [m]
Spessore all'incastro fondazione di valle	1.20 [m]
Spessore all'incastro fondazione di monte	1.20 [m]
Spessore estremità fondazione di monte	0.80 [m]
Spessore magrone	0.20 [m]

## Descrizione pali di fondazione

Pali armati con profilato tubolare	
Numero di file di pali	2
Vincolo pali/fondazione	Incastro
Tipo di portanza	Portanza laterale e portanza di punta

### Simbologia adottata

N	numero d'ordine della fila
X	ascissa della fila misurata dallo spigolo di monte della fondazione espressa in [m]
nr.	Numero di pali della fila
D	diametro dei pali della fila espresso in [cm]
L	lunghezza dei pali della fila espressa in [m]
alfa	inclinazione dei pali della fila rispetto alla verticale espressa in [°]
ALL	allineamento dei pali della fila rispetto al baricentro della fondazione (CENTRATI o SFALSATI)
Dt	diametro esterno del tubolare espresso in [mm]
St	spessore del tubolare espresso in [mm]

N	X	nr.	D	L	alfa	ALL	Dt	St
1	1.20	6	25.00	10.00	0.00	Sfalsati	168.30	20.00
2	3.20	7	25.00	10.00	0.00	Centrati	168.30	20.00

## Materiali utilizzati per la struttura

### Calcestruzzo

Peso specifico	25.000 [kN/mc]
Classe di Resistenza	C28/35
Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck}$	35000 [kPa]
Modulo elastico E	32587986 [kPa]

### Acciaio

Tipo	B450C
Tensione di snervamento $\sigma_{fa}$	449936 [kPa]

### Calcestruzzo utilizzato per i pali

Classe di Resistenza	C25/30
Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck}$	30000 [kPa]
Modulo elastico E	31447048 [kPa]

### Acciaio utilizzato per i pali

Tipo	Fe 510
Tensione ammissibile $\sigma_{fa}$	235363 [kPa]
Tensione di snervamento $\sigma_{fa}$	353045 [kPa]

## Geometria profilo terreno a monte del muro

### Simbologia adottata e sistema di riferimento

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

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

N	X	Y	A
1	3.99	0.00	0.00
2	15.00	0.00	0.00

## Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale	0.00	[°]
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz. valle-paramento	3.70	[m]

## Descrizione terreni

### Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	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]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	$c_a$
Terreno di riporto	20.00	21.00	35.00	35.00	0.0	0.0
Invaso detritico	20.00	20.00	20.00	13.33	0.0	0.0

*Parametri medi*

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	$c_a$
Terreno di riporto	20.00	21.00	36.00	36.00	0.0	0.0
Invaso detritico	20.00	20.00	30.00	20.00	0.0	0.0

*Parametri minimi*

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	$c_a$
Terreno di riporto	20.00	21.00	35.00	35.00	0.0	0.0
Invaso detritico	20.00	20.00	20.00	13.33	0.0	0.0

## Stratigrafia

*Simbologia adottata*

N	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
a	Inclinazione espressa in [°]
$K_w$	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
$K_s$	Coefficiente di spinta
Terreno	Terreno dello strato

Nr.	H	a	$K_w$	$K_s$	Terreno
1	0.01	0.00	0.00	0.00	Invaso detritico
2	25.00	0.00	29.93	1.70	Terreno di riporto

## 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 A2-M2 (GEO)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 6 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 8 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 9 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 10 - Quasi Permanente (SLE)

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

Combinazione n° 11 - Frequente (SLE)

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

Combinazione n° 12 - Rara (SLE)

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

Combinazione n° 13 - Quasi Permanente (SLE) - 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	--	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° 14 - Quasi Permanente (SLE) - 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	--	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° 15 - Frequente (SLE) - 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	--	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° 16 - Frequente (SLE) - 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	--	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° 17 - Rara (SLE) - 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	--	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° 18 - Rara (SLE) - 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	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00

## Impostazioni analisi pali

<u>Numero elementi palo</u>	40
<u>Tipo carico palo</u>	Distribuito
<u>Calcolo della portanza</u>	metodo di Hansen

Criterio di rottura del sistema terreno-palo  
Pressione limite Brich-Hansen

Andamento pressione verticale  
Geostatica  
Andamento pressione verticale utilizzato anche nel calcolo della portanza laterale

## Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

**Stato limite**

### *Impostazioni verifiche SLU*

#### Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

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

### *Impostazioni verifiche SLE*

Condizioni ambientali  
Armatura ad aderenza migliorata  
Verifica fessurazione  
Sensibilità delle armature  
Valori limite delle aperture delle fessure

Ordinarie

Poco sensibile

$w_1 = 0.20$

$w_2 = 0.30$

$w_3 = 0.40$

Circ. Min. 252 (15/10/1996)

Metodo di calcolo aperture delle fessure

#### Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

Rara  $\sigma_c < 0.55 f_{ck}$  -  $\sigma_f < 0.75 f_{yk}$

Quasi permanente  $\sigma_c < 0.40 f_{ck}$

## Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :

Origine in testa al muro (spigolo di monte)

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

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

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

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

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

### Tipo di analisi

Calcolo della spinta

metodo di Culmann

Calcolo della spinta in condizioni di

Spinta attiva

### Sisma

#### **Combinazioni SLU**

Accelerazione al suolo  $a_g$

0.57 [m/s<sup>2</sup>]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)

1.00

Coefficiente di amplificazione topografica (St)

1.00

Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )

2.00

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale

0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)

$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 11.70$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

$k_v=0.50 * k_h = 5.85$

#### **Combinazioni SLE**

Accelerazione al suolo  $a_g$

0.29 [m/s<sup>2</sup>]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)

1.00

Coefficiente di amplificazione topografica (St)

1.00

Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )

1.00

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale

0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)

$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 2.94$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

$k_v=0.50 * k_h = 1.47$

Forma diagramma incremento sismico

Rettangolare

Partecipazione spinta passiva (percento)

0.0

Lunghezza del muro

6.00 [m]

Peso muro

395.0409 [kN]

Baricentro del muro

X=-0.43 Y=-5.48

### Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta

X = 1.95 Y = -8.90

Punto superiore superficie di spinta

X = 1.95 Y = 0.00

Altezza della superficie di spinta

8.90 [m]

Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale)

0.00 [°]

COMBINAZIONE n° 1

**Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	159.8493	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	130.9644	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	91.6522	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.95	[m]	Y = -5.26	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	34.99	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	69.51	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	273.4121	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.09	[m]	Y = -3.78	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	130.9644	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	760.1051	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	760.1051	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	130.9644	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.02	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4.40	[m]
Risultante in fondazione	771.3051	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	9.78	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-18.9128	[kNm]

**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	1.93	53.3152	6.8183	10.5044
3	3.85	117.0108	53.8306	41.8189
4	5.78	191.0868	181.2157	93.9951
5	7.70	275.5432	424.6521	159.5006



## Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

### Combinazione n° 1

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 6.00 Altezza(m) = 4.40

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

### Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M <sub>ymin</sub>	M <sub>ymax</sub>	T <sub>ymin</sub>	T <sub>ymax</sub>
1	0.00	0.0000	0.0373	-0.1144	0.0002
2	0.15	-0.1911	0.0000	-3.0726	0.0000
3	0.29	-0.8605	0.0000	-6.3622	0.0000
4	0.44	-2.0200	0.0000	-9.8006	0.0000
5	0.58	-3.6904	0.0000	-13.4021	0.0000
6	0.73	-5.8997	0.0000	-17.3509	0.0000
7	0.87	-8.6966	0.0000	-21.8788	0.0000
8	1.02	-12.1530	0.0000	-26.1692	0.0000
9	2.88	-246.7150	0.0000	-351.9774	257.9467
10	3.08	-179.7818	0.0000	-310.4817	340.9348
11	3.20	-176.1643	0.0000	-247.7407	27.9289
12	3.33	-147.3961	0.0000	-445.4502	0.0000
13	3.48	-102.9873	0.0000	-311.8050	0.0000
14	3.64	-70.7045	0.0000	-208.1302	0.0000
15	3.79	-44.8698	0.0000	-153.3511	0.0000
16	3.94	-25.0663	0.0000	-111.1179	0.0000
17	4.10	-11.0032	0.0000	-73.2223	0.0000
18	4.25	-2.5300	0.0000	-36.7807	0.0000
19	4.40	0.0000	0.4658	-2.7024	1.1656

### Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M <sub>xmin</sub>	M <sub>xmax</sub>	T <sub>xmin</sub>	T <sub>xmax</sub>
1	0.00	0.0000	1.4632	-0.7607	35.0964
2	0.24	0.0000	4.6629	-8.1632	65.3210
3	0.47	-0.0629	7.1426	-28.8560	92.4416
4	0.60	-0.0249	7.7803	-62.2720	105.7658
5	0.72	-1.8635	6.9762	-175.6798	89.7724
6	0.87	-17.2754	0.0089	-271.7497	61.0044
7	1.00	-30.7192	0.0000	-60.6332	63.1021
8	1.12	-14.8340	0.0095	-4.1696	334.0583
9	1.28	-2.5651	12.1716	-2.6428	185.8135
10	1.40	-2.2479	14.7184	-32.9550	49.6770
11	1.53	-2.1626	12.9146	-168.4046	23.9038
12	1.68	-13.0277	0.0102	-281.9454	16.9368
13	1.80	-27.7320	0.0000	-54.9788	63.6919
14	1.93	-12.7600	0.0102	-5.3567	300.7316
15	2.08	-1.3609	13.5460	-7.9740	178.6735
16	2.20	-1.2272	15.7188	-38.2674	43.3025
17	2.33	-1.1333	13.6541	-173.1985	15.2292
18	2.48	-12.5141	0.0102	-289.6478	10.5028
19	2.60	-27.3501	0.0000	-58.3679	60.6024
20	2.73	-12.4752	0.0102	-8.4587	293.4933
21	2.88	-0.9071	13.7444	-12.3978	175.5244
22	3.00	-0.8859	15.8568	-40.6550	40.6550
23	3.13	-0.9071	13.7444	-175.5244	12.3978
24	3.27	-12.4752	0.0102	-293.4933	8.4587

---

25	3.40	-27.3501	0.0000	-60.6024	58.3679
26	3.52	-12.5141	0.0102	-10.5028	289.6478
27	3.68	-1.1333	13.6541	-15.2292	173.1985
28	3.80	-1.2272	15.7188	-43.3025	38.2674
29	3.93	-1.3609	13.5460	-178.6735	7.9740
30	4.08	-12.7600	0.0102	-300.7316	5.3567
31	4.20	-27.7320	0.0000	-63.6919	54.9788
32	4.33	-13.0277	0.0102	-16.9368	281.9454
33	4.48	-2.1626	12.9146	-23.9038	168.4046
34	4.60	-2.2479	14.7184	-49.6770	32.9550
35	4.73	-2.5651	12.1716	-185.8135	2.6428
36	4.88	-14.8340	0.0095	-334.0583	4.1696
37	5.00	-30.7192	0.0000	-63.1021	60.6332
38	5.13	-17.2754	0.0089	-61.0044	271.7497
39	5.28	-1.8635	6.9762	-89.7724	175.6798
40	5.40	-0.0249	7.7803	-105.7658	62.2720
41	5.53	-0.0629	7.1426	-92.4416	28.8560
42	5.76	0.0000	4.6629	-65.3210	8.1632
43	6.00	0.0000	1.4632	-35.0964	0.7607

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 1

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

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V <sub>Rcd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V <sub>Rsd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 100	31.42	15.71	0.00	0.00	1000.00	358.00	--	--
2	1.93	100, 122	31.42	15.71	16521.41	-2112.86	309.88	405.19	--	--
3	3.85	100, 143	31.42	15.71	11487.07	-5284.61	98.17	451.29	--	--
4	5.78	100, 165	31.42	15.71	5657.66	-5365.40	29.61	510.14	--	--
5	7.70	100, 186	31.42	15.71	2877.29	-4434.32	10.44	574.36	--	--

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 1

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V <sub>Rcd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V <sub>Rsd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.29	100, 91	18.85	18.85	0.00	-621.92	722.75	299.55	--	--
2	1.02	100, 120	18.85	18.85	0.00	-830.55	68.34	372.29	--	--

### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 80	18.85	18.85	0.00	538.52	1000.00	269.62	--	--
2	0.77	100, 100	18.85	18.85	0.00	-686.00	9.70	4363.32	4363.32	5880.40
3	1.52	100, 120	18.85	31.42	0.00	-831.11	3.37	372.29	--	--

## Analisi dei pali

### Combinazione n° 1

#### Risultanti sulla base della fondazione (per metro lineare di muro)

Orizzontale	[kN]	130.964
Verticale	[kN]	760.105
Momento	[kNm]	18.913

#### Spostamenti della piastra di fondazione

Orizzontale	[cm]	0.08196
Verticale	[cm]	0.05913
Rotazione	[°]	0.00049

#### Scarichi in testa ai pali

Fila nr.	N.pali	N [kN]	T [kN]	M [kNm]	Tu [kN]	Mu [kNm]
1	6	356.24	60.45	30.06	161.35	80.24
2	7	346.17	60.45	30.06	161.35	80.24

#### Calcolo della portanza

$\tau_m$	tensione tangenziale media palo-terreno in [kPa]
$\sigma_p$	tensione sul terreno alla punta del palo in [kPa]
$N_c, N_q, N_\gamma$	fattori di capacità portante
$N'_c, N'_q, N'_\gamma$	fattori di capacità portante corretti
$P_l$	portanza caratteristica per attrito e aderenza laterale in [kN]
$P_p$	portanza caratteristica di punta in [kN]
$P_t$	portanza caratteristica totale in [kN]
$P_{d,s}$	portanza di progetto, con applicazione dei coeff. parziali alle singole aliquote della portanza, in [kN]
$P_{d,c}$	portanza di progetto, con applicazione del coeff. parziale alla portanza totale, in [kN]
PT	Parametri Terreno utilizzati

Fila	$N_c$	$N'_c$	$N_q$	$N'_q$	$N_\gamma$	$N'_\gamma$	$\tau_m$	$\sigma_p$
1	46.12	128.53	33.30	46.40	33.92	20.35	0.53	-10.92
2	46.12	128.53	33.30	46.40	33.92	20.35	0.52	-10.62

Fila	$P_l$	$P_p$	$P_t$	$P_{d,s}$	$P_{d,c}$	PT
1	570.63	302.97	1468.57	857.06	857.06	MEDI
1	549.94	269.44	1376.42	802.85	802.85	MINIMI
2	570.63	302.97	1468.57	857.06	857.06	MEDI
2	549.94	269.44	1376.42	802.85	802.85	MINIMI

## Verifica a punzonamento della fondazione

D	di diametro dei pali della fila espresso in [cm]
H <sub>f</sub>	altezza della fondazione in corrispondenza della fila espressa in [cm]
S <sub>i</sub>	superficie di aderenza palo-fondazione (H <sub>f</sub> ΠD) espressa in [cmq]
N	sforzo normale trasmesso dal palo alla fondazione espresso in [kN]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale palo-fondazione espressa in [kPa]

Fila	D	H <sub>f</sub>	S <sub>i</sub>	N	τ <sub>c</sub>
1	25.0	111.6	8763.4	356.24	407
2	25.0	890.0	69900.4	346.17	50

## Sollecitazioni nei pali e verifiche delle sezioni

### Combinazione n° 1

Nr.	numero d'ordine della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione
Y	ordinata della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione positiva verso il basso (in [m])
M	momento flettente espresso in [kNm]
N	sforzo normale espresso in [kN]
T	taglio espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
T <sub>u</sub>	taglio ultimo espresso in [kN]
CS	coefficiente di sicurezza

### Sollecitazioni e tensioni per la fila di pali nr. 1

Nr.	Y	M	N	T	A <sub>r</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0.00	30.06	356.24	60.45	93.18	111.22	1318.12	1430.29	3.70
2	0.25	14.95	356.39	57.82	93.18	84.38	2011.90	1430.29	5.65
3	0.50	0.49	356.01	51.70	93.18	4.68	3385.29	1430.29	9.51
4	0.75	-12.43	355.09	41.20	93.18	76.74	2191.84	1430.29	6.17
5	1.00	-22.73	353.64	25.45	93.18	101.55	1579.96	1430.29	4.47
6	1.25	-29.09	351.67	4.10	93.18	110.55	1336.36	1430.29	3.80
7	1.50	-30.12	349.15	-9.24	93.18	111.95	1297.90	1430.29	3.72
8	1.75	-27.81	346.11	-16.44	93.18	109.55	1363.65	1430.29	3.94
9	2.00	-23.70	342.54	-19.20	93.18	104.28	1507.35	1430.29	4.40
10	2.25	-18.90	338.43	-19.00	93.18	96.10	1721.10	1430.29	5.09
11	2.50	-14.15	333.79	-17.04	93.18	84.82	2001.50	1430.29	6.00
12	2.75	-9.89	328.63	-14.18	93.18	70.27	2335.67	1430.29	7.11
13	3.00	-6.34	322.92	-11.07	93.18	52.90	2694.23	1430.29	8.34
14	3.25	-3.57	316.69	-8.11	93.18	34.21	3032.76	1430.29	9.58
15	3.50	-1.55	309.93	-5.52	93.18	16.52	3310.96	1430.29	10.68
16	3.75	-0.17	302.63	-3.41	93.18	1.87	3402.91	1430.29	11.24
17	4.00	0.69	294.80	-1.80	93.18	7.84	3365.48	1430.29	11.42
18	4.25	1.14	286.45	-0.65	93.18	13.22	3331.66	1430.29	11.63
19	4.50	1.30	277.55	0.11	93.18	15.53	3317.18	1430.29	11.95
20	4.75	1.27	268.13	0.56	93.18	15.72	3315.96	1430.29	12.37
21	5.00	1.13	258.18	0.78	93.18	14.55	3323.31	1430.29	12.87
22	5.25	0.93	247.69	0.84	93.18	12.59	3335.62	1430.29	13.47
23	5.50	0.73	236.68	0.79	93.18	10.27	3350.21	1430.29	14.16
24	5.75	0.53	225.13	0.69	93.18	7.89	3365.16	1430.29	14.95
25	6.00	0.36	213.05	0.55	93.18	5.65	3379.20	1430.29	15.86
26	6.25	0.22	200.43	0.42	93.18	3.68	3391.55	1430.29	16.92
27	6.50	0.11	187.29	0.30	93.18	2.04	3401.86	1430.29	18.16
28	6.75	0.04	173.61	0.20	93.18	0.74	3410.03	1430.29	19.64
29	7.00	-0.01	159.41	0.11	93.18	0.24	3413.15	1430.29	21.41
30	7.25	-0.04	144.67	0.05	93.18	0.94	3408.79	1430.29	23.56
31	7.50	-0.05	129.40	0.01	93.18	1.40	3405.91	1430.29	26.32
32	7.75	-0.06	113.59	-0.02	93.18	1.67	3404.19	1430.29	29.97
33	8.00	-0.05	97.26	-0.03	93.18	1.81	3403.33	1430.29	34.99

34	8.25	-0.04	80.39	-0.04	93.18	1.85	3403.04	1430.29	42.33
35	8.50	-0.03	63.00	-0.04	93.18	1.86	3403.01	1430.29	54.02
36	8.75	-0.02	45.07	-0.03	93.18	1.88	3402.84	1430.29	75.51
37	9.00	-0.02	26.61	-0.03	93.18	2.10	3401.48	1430.29	127.85
38	9.25	-0.01	7.61	-0.02	93.18	4.20	3388.30	1430.29	445.04
39	9.50	0.00	-11.91	-0.01	93.18	1.02	-2839.69	1430.29	238.42
40	9.75	0.00	-31.97	0.00	93.18	0.10	-2858.58	1430.29	89.42
41	10.00	0.00	-52.55	0.00	93.18	0.00	-2860.57	1430.29	54.43

**Sollecitazioni e tensioni per la fila di pali nr. 2**

Nr.	Y	M	N	T	A <sub>r</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0.00	30.06	346.17	60.45	93.18	112.17	1291.82	1430.29	3.73
2	0.25	14.95	346.32	57.82	93.18	85.59	1983.12	1430.29	5.73
3	0.50	0.49	345.96	51.70	93.18	4.81	3384.44	1430.29	9.78
4	0.75	-12.43	345.08	41.20	93.18	77.94	2163.59	1430.29	6.27
5	1.00	-22.73	343.68	25.45	93.18	102.63	1551.73	1430.29	4.52
6	1.25	-29.09	341.77	4.10	93.18	111.51	1310.03	1430.29	3.83
7	1.50	-30.12	339.34	-9.24	93.18	112.89	1271.99	1430.29	3.75
8	1.75	-27.81	336.39	-16.44	93.18	110.52	1337.10	1430.29	3.97
9	2.00	-23.70	332.92	-19.20	93.18	105.30	1479.45	1430.29	4.44
10	2.25	-18.90	328.94	-19.00	93.18	97.22	1692.38	1430.29	5.15
11	2.50	-14.15	324.44	-17.04	93.18	86.01	1972.84	1430.29	6.08
12	2.75	-9.89	319.42	-14.18	93.18	71.47	2309.20	1430.29	7.23
13	3.00	-6.34	313.88	-11.07	93.18	54.00	2673.14	1430.29	8.52
14	3.25	-3.57	307.83	-8.11	93.18	35.04	3018.80	1430.29	9.81
15	3.50	-1.55	301.26	-5.52	93.18	16.98	3308.07	1430.29	10.98
16	3.75	-0.17	294.17	-3.41	93.18	1.93	3402.58	1430.29	11.57
17	4.00	0.69	286.57	-1.80	93.18	8.06	3364.08	1430.29	11.74
18	4.25	1.14	278.44	-0.65	93.18	13.59	3329.33	1430.29	11.96
19	4.50	1.30	269.81	0.11	93.18	15.96	3314.46	1430.29	12.28
20	4.75	1.27	260.65	0.56	93.18	16.16	3313.21	1430.29	12.71
21	5.00	1.13	250.97	0.78	93.18	14.96	3320.76	1430.29	13.23
22	5.25	0.93	240.78	0.84	93.18	12.94	3333.40	1430.29	13.84
23	5.50	0.73	230.08	0.79	93.18	10.56	3348.39	1430.29	14.55
24	5.75	0.53	218.85	0.69	93.18	8.11	3363.76	1430.29	15.37
25	6.00	0.36	207.11	0.55	93.18	5.81	3378.19	1430.29	16.31
26	6.25	0.22	194.85	0.42	93.18	3.79	3390.90	1430.29	17.40
27	6.50	0.11	182.07	0.30	93.18	2.10	3401.49	1430.29	18.68
28	6.75	0.04	168.77	0.20	93.18	0.76	3409.90	1430.29	20.20
29	7.00	-0.01	154.96	0.11	93.18	0.25	3413.11	1430.29	22.03
30	7.25	-0.04	140.63	0.05	93.18	0.96	3408.62	1430.29	24.24
31	7.50	-0.05	125.79	0.01	93.18	1.44	3405.66	1430.29	27.08
32	7.75	-0.06	110.42	-0.02	93.18	1.72	3403.89	1430.29	30.83
33	8.00	-0.05	94.54	-0.03	93.18	1.86	3403.01	1430.29	36.00
34	8.25	-0.04	78.14	-0.04	93.18	1.91	3402.70	1430.29	43.55
35	8.50	-0.03	61.23	-0.04	93.18	1.91	3402.67	1430.29	55.58
36	8.75	-0.02	43.79	-0.03	93.18	1.94	3402.50	1430.29	77.70
37	9.00	-0.02	25.84	-0.03	93.18	2.16	3401.09	1430.29	131.61
38	9.25	-0.01	7.37	-0.02	93.18	4.34	3387.45	1430.29	459.37
39	9.50	0.00	-11.61	-0.01	93.18	1.04	-2839.16	1430.29	244.53
40	9.75	0.00	-31.11	0.00	93.18	0.10	-2858.53	1430.29	91.87
41	10.00	0.00	-51.13	0.00	93.18	0.00	-2860.57	1430.29	55.94

COMBINAZIONE n° 8

Valore della spinta statica	142.3416	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	124.2013	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	69.5354	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.95	[m]	Y = -5.24	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	29.24	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	70.77	[°]		
Incremento sismico della spinta	23.3893	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1.95	[m]	Y = -4.44	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	70.77	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	273.4121	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.09	[m]	Y = -3.78	[m]
Inerzia del muro	46.2042	[kN]		
Inerzia verticale del muro	23.1021	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	31.9784	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	15.9892	[kN]		
<u>Risultanti</u>				
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	222.7924	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	788.5055	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	788.5055	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	222.7924	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.48	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	4.40	[m]		
Risultante in fondazione	819.3762	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15.78	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	378.5693	[kNm]		

**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	1.93	53.3152	20.6543	25.0493
3	3.85	117.0108	110.4755	71.9270
4	5.78	191.0868	311.4700	140.0766
5	7.70	275.5432	655.7151	218.3851

## Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

### Combinazione n° 8

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 6.00 Altezza(m) = 4.40

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

### Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M <sub>ymin</sub>	M <sub>ymax</sub>	T <sub>ymin</sub>	T <sub>ymax</sub>
1	0.00	0.0000	0.0373	-0.1144	0.0002
2	0.15	-0.1911	0.0000	-3.0726	0.0000
3	0.29	-0.8605	0.0000	-6.3622	0.0000
4	0.44	-2.0200	0.0000	-9.8006	0.0000
5	0.58	-3.6904	0.0000	-13.4021	0.0000
6	0.73	-5.8997	0.0000	-17.3509	0.0000
7	0.87	-8.6966	0.0000	-21.8788	0.0000
8	1.02	-12.1530	0.0000	-26.1692	0.0000
9	2.88	-201.5250	0.0000	-279.1372	0.0000
10	3.08	-150.2693	0.0000	-244.6068	23.5376
11	3.20	-135.7844	0.0000	-207.0692	0.0000
12	3.33	-111.5446	0.0000	-304.4587	0.0000
13	3.48	-79.5164	0.0000	-212.0734	0.0000
14	3.64	-54.7928	0.0000	-153.8446	0.0000
15	3.79	-34.8300	0.0000	-117.2209	0.0000
16	3.94	-19.4388	0.0000	-86.1525	0.0000
17	4.10	-8.4874	0.0000	-57.0136	0.0000
18	4.25	-1.9054	0.0000	-28.5681	0.0000
19	4.40	0.0000	0.3614	-1.2923	0.5764

### Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M <sub>xmin</sub>	M <sub>xmax</sub>	T <sub>xmin</sub>	T <sub>xmax</sub>
1	0.00	0.0000	1.0776	-0.7607	13.0957
2	0.24	0.0000	2.3560	-3.7304	28.4768
3	0.47	-0.0629	3.3569	-12.6688	41.3176
4	0.60	-0.0249	3.3378	-27.2181	46.1312
5	0.72	-0.8376	3.0639	-76.3586	39.6383
6	0.87	-7.5756	0.0089	-120.3126	27.1435
7	1.00	-13.4505	0.0000	-26.7595	29.8992
8	1.12	-6.5042	0.0095	-1.8987	154.2842
9	1.28	-1.1426	5.3507	-1.1824	80.9151
10	1.40	-1.0039	6.4147	-14.7540	22.0847
11	1.53	-0.9663	5.6758	-73.4210	10.8694
12	1.68	-5.7137	0.0102	-142.7501	7.0016
13	1.80	-12.1427	0.0000	-29.7095	31.5943
14	1.93	-5.5966	0.0102	-2.2114	151.0625
15	2.08	-0.6152	5.9521	-3.9756	77.8737
16	2.20	-0.5557	6.8526	-17.1298	19.3422
17	2.33	-0.5156	5.9995	-75.5093	6.9143
18	2.48	-5.4888	0.0102	-146.8117	4.3390
19	2.60	-11.9754	0.0000	-30.7936	31.2233
20	2.73	-5.4718	0.0102	-3.4974	148.4402
21	2.88	-0.4154	6.0391	-5.6191	76.5156
22	3.00	-0.4046	6.9130	-18.1821	18.1821
23	3.13	-0.4154	6.0391	-76.5156	5.6191
24	3.27	-5.4718	0.0102	-148.4402	3.4974



---

25	3.40	-11.9754	0.0000	-31.2233	30.7936
26	3.52	-5.4888	0.0102	-4.3390	146.8117
27	3.68	-0.5156	5.9995	-6.9143	75.5093
28	3.80	-0.5557	6.8526	-19.3422	17.1298
29	3.93	-0.6152	5.9521	-77.8737	3.9756
30	4.08	-5.5966	0.0102	-151.0625	2.2114
31	4.20	-12.1427	0.0000	-31.5943	29.7095
32	4.33	-5.7137	0.0102	-7.0016	142.7501
33	4.48	-0.9663	5.6758	-10.8694	73.4210
34	4.60	-1.0039	6.4147	-22.0847	14.7540
35	4.73	-1.1426	5.3507	-80.9151	1.1824
36	4.88	-6.5042	0.0095	-154.2842	1.8987
37	5.00	-13.4505	0.0000	-29.8992	26.7595
38	5.13	-7.5756	0.0089	-27.1435	120.3126
39	5.28	-0.8376	3.0639	-39.6383	76.3586
40	5.40	-0.0249	3.3378	-46.1312	27.2181
41	5.53	-0.0629	3.3569	-41.3176	12.6688
42	5.76	0.0000	2.3560	-28.4768	3.7304
43	6.00	0.0000	1.0776	-13.0957	0.7607

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 8

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

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V <sub>Rcd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V <sub>Rsd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 100	31.42	15.71	0.00	0.00	1000.00	358.00	--	--
2	1.93	100, 122	31.42	15.71	10080.22	-3905.07	189.07	405.19	--	--
3	3.85	100, 143	31.42	15.71	4201.94	-3967.25	35.91	451.29	--	--
4	5.78	100, 165	31.42	15.71	2036.49	-3319.47	10.66	510.14	--	--
5	7.70	100, 186	31.42	15.71	1365.12	-3248.60	4.95	574.36	--	--

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 8

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V <sub>Rcd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V <sub>Rsd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.29	100, 91	18.85	18.85	0.00	-621.92	722.75	299.55	--	--
2	1.02	100, 120	18.85	18.85	0.00	-830.55	68.34	372.29	--	--

### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 80	18.85	18.85	0.00	538.52	1000.00	269.62	--	--
2	0.77	100, 100	18.85	18.85	0.00	-686.00	12.52	4363.32	4363.32	5880.40
3	1.52	100, 120	18.85	31.42	0.00	-831.11	4.12	372.29	--	--

## Analisi dei pali

### Combinazione n° 8

#### Risultanti sulla base della fondazione (per metro lineare di muro)

Orizzontale	[kN]	222.792
Verticale	[kN]	788.506
Momento	[kNm]	-378.569

#### Spostamenti della piastra di fondazione

Orizzontale	[cm]	0.15624
Verticale	[cm]	0.05883
Rotazione	[°]	-0.01865

#### Scarichi in testa ai pali

Fila nr.	N.pali	N [kN]	T [kN]	M [kNm]	Tu [kN]	Mu [kNm]
1	6	155.74	102.83	44.77	154.97	67.48
2	7	542.37	102.83	44.77	154.97	67.48

#### Calcolo della portanza

$\tau_m$	tensione tangenziale media palo-terreno in [kPa]
$\sigma_p$	tensione sul terreno alla punta del palo in [kPa]
$N_c, N_q, N_\gamma$	fattori di capacità portante
$N'_c, N'_q, N'_\gamma$	fattori di capacità portante corretti
$P_l$	portanza caratteristica per attrito e aderenza laterale in [kN]
$P_p$	portanza caratteristica di punta in [kN]
$P_t$	portanza caratteristica totale in [kN]
$P_{d,s}$	portanza di progetto, con applicazione dei coeff. parziali alle singole aliquote della portanza, in [kN]
$P_{d,c}$	portanza di progetto, con applicazione del coeff. parziale alla portanza totale, in [kN]
PT	Parametri Terreno utilizzati

Fila	$N_c$	$N'_c$	$N_q$	$N'_q$	$N_\gamma$	$N'_\gamma$	$\tau_m$	$\sigma_p$
1	46.12	128.53	33.30	46.40	33.92	20.35	0.23	-5.05
2	46.12	128.53	33.30	46.40	33.92	20.35	0.81	-16.37

Fila	$P_l$	$P_p$	$P_t$	$P_{d,s}$	$P_{d,c}$	PT
1	570.63	302.97	1468.57	704.08	857.06	MEDI
1	549.94	269.44	1376.42	661.26	802.85	MINIMI
2	570.63	302.97	1468.57	704.08	857.06	MEDI
2	549.94	269.44	1376.42	661.26	802.85	MINIMI

### Verifica a punzonamento della fondazione

D	diametro dei pali della fila espresso in [cm]
H <sub>f</sub>	altezza della fondazione in corrispondenza della fila espressa in [cm]
S <sub>f</sub>	superficie di aderenza palo-fondazione (H <sub>f</sub> ΠD) espressa in [cmq]
N	sforzo normale trasmesso dal palo alla fondazione espresso in [kN]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale palo-fondazione espressa in [kPa]

Fila	D	H <sub>f</sub>	S <sub>f</sub>	N	τ <sub>c</sub>
1	25.0	111.6	8763.4	155.74	178
2	25.0	890.0	69900.4	542.37	78

### Sollecitazioni nei pali e verifiche delle sezioni

#### Combinazione n° 8

Nr.	numero d'ordine della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione
Y	ordinata della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione positiva verso il basso (in [m])
M	momento flettente espresso in [kNm]
N	sforzo normale espresso in [kN]
T	taglio espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
T <sub>u</sub>	taglio ultimo espresso in [kN]
CS	coefficiente di sicurezza

#### Sollecitazioni e tensioni per la fila di pali nr. 1

Nr.	Y	M	N	T	A <sub>f</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0.00	44.77	155.74	102.83	93.18	136.98	476.47	1430.29	3.06
2	0.25	19.07	156.03	100.20	93.18	122.34	1001.14	1430.29	6.42
3	0.50	-5.98	156.07	94.08	93.18	80.59	2101.76	1430.29	13.47
4	0.75	-29.50	155.87	83.58	93.18	132.24	698.64	1430.29	4.48
5	1.00	-50.40	155.42	67.83	93.18	137.74	424.79	1430.29	2.73
6	1.25	-67.35	154.73	45.95	93.18	138.81	318.88	1430.29	2.06
7	1.50	-78.84	153.79	17.83	93.18	139.11	271.35	1430.29	1.76
8	1.75	-83.30	152.61	-17.17	93.18	139.21	255.04	1430.29	1.67
9	2.00	-79.01	151.18	-41.19	93.18	139.14	266.25	1430.29	1.76
10	2.25	-68.71	149.51	-51.74	93.18	138.91	302.27	1430.29	2.02
11	2.50	-55.77	147.59	-53.11	93.18	138.36	366.13	1430.29	2.48
12	2.75	-42.50	145.42	-48.76	93.18	137.10	469.15	1430.29	3.23
13	3.00	-30.31	143.01	-41.38	93.18	133.96	632.16	1430.29	4.42
14	3.25	-19.96	140.35	-32.87	93.18	126.24	887.58	1430.29	6.32
15	3.50	-11.74	137.45	-24.51	93.18	111.64	1306.57	1430.29	9.51
16	3.75	-5.62	134.30	-17.05	93.18	84.26	2014.75	1430.29	15.00
17	4.00	-1.35	130.90	-10.87	93.18	31.78	3073.98	1430.29	23.48
18	4.25	1.36	127.26	-6.06	93.18	32.76	3057.36	1430.29	24.02
19	4.50	2.88	123.37	-2.55	93.18	59.71	2558.84	1430.29	20.74
20	4.75	3.52	119.24	-0.18	93.18	69.43	2353.90	1430.29	19.74
21	5.00	3.56	114.86	1.28	93.18	71.55	2307.42	1430.29	20.09
22	5.25	3.24	110.24	2.04	93.18	69.31	2356.68	1430.29	21.38
23	5.50	2.73	105.37	2.30	93.18	64.03	2469.59	1430.29	23.44
24	5.75	2.16	100.26	2.24	93.18	56.46	2624.74	1430.29	26.18
25	6.00	1.60	94.90	1.98	93.18	47.18	2802.47	1430.29	29.53
26	6.25	1.10	89.29	1.63	93.18	36.90	2987.21	1430.29	33.46
27	6.50	0.70	83.44	1.26	93.18	26.37	3163.36	1430.29	37.91
28	6.75	0.38	77.34	0.91	93.18	16.31	3312.29	1430.29	42.83
29	7.00	0.15	71.00	0.61	93.18	7.26	3369.08	1430.29	47.45
30	7.25	0.00	64.41	0.37	93.18	0.03	3414.50	1430.29	53.01
31	7.50	-0.09	57.57	0.18	93.18	5.36	3381.02	1430.29	58.73
32	7.75	-0.14	50.49	0.05	93.18	9.10	3357.51	1430.29	66.49
33	8.00	-0.15	43.17	-0.04	93.18	11.59	3341.89	1430.29	77.42

34	8.25	-0.14	35.60	-0.09	93.18	13.20	3331.81	1430.29	93.60
35	8.50	-0.12	27.78	-0.11	93.18	14.32	3324.78	1430.29	119.69
36	8.75	-0.09	19.71	-0.11	93.18	15.55	3317.04	1430.29	168.25
37	9.00	-0.06	11.41	-0.10	93.18	18.55	3288.57	1430.29	288.32
38	9.25	-0.04	2.85	-0.08	93.18	39.96	2933.44	1430.29	1000.00
39	9.50	-0.02	-5.95	-0.05	93.18	8.34	-2689.27	1430.29	452.07
40	9.75	0.00	-14.99	-0.02	93.18	0.94	-2841.21	1430.29	189.48
41	10.00	0.00	-24.29	-0.02	93.18	0.00	-2860.57	1430.29	117.78

**Sollecitazioni e tensioni per la fila di pali nr. 2**

Nr.	Y	M	N	T	A <sub>r</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0.00	44.77	542.37	102.83	93.18	110.48	1338.33	1430.29	2.47
2	0.25	19.07	542.39	100.20	93.18	76.91	2187.83	1430.29	4.03
3	0.50	-5.98	541.61	94.08	93.18	33.62	3042.80	1430.29	5.62
4	0.75	-29.50	540.03	83.58	93.18	95.23	1743.13	1430.29	3.23
5	1.00	-50.40	537.65	67.83	93.18	114.66	1223.22	1430.29	2.28
6	1.25	-67.35	534.48	45.95	93.18	123.16	977.28	1430.29	1.83
7	1.50	-78.84	530.51	17.83	93.18	127.28	856.45	1430.29	1.61
8	1.75	-83.30	525.74	-17.17	93.18	128.75	812.59	1430.29	1.55
9	2.00	-79.01	520.17	-41.19	93.18	127.79	841.35	1430.29	1.62
10	2.25	-68.71	513.81	-51.74	93.18	124.70	932.48	1430.29	1.81
11	2.50	-55.77	506.65	-53.11	93.18	119.45	1085.09	1430.29	2.14
12	2.75	-42.50	498.69	-48.76	93.18	111.55	1309.03	1430.29	2.62
13	3.00	-30.31	489.94	-41.38	93.18	100.09	1618.17	1430.29	3.30
14	3.25	-19.96	480.39	-32.87	93.18	83.99	2021.23	1430.29	4.21
15	3.50	-11.74	470.04	-24.51	93.18	62.50	2501.46	1430.29	5.32
16	3.75	-5.62	458.90	-17.05	93.18	36.62	2991.97	1430.29	6.52
17	4.00	-1.35	446.95	-10.87	93.18	10.15	3350.96	1430.29	7.50
18	4.25	1.36	434.22	-6.06	93.18	10.52	3348.64	1430.29	7.71
19	4.50	2.88	420.68	-2.55	93.18	22.12	3231.93	1430.29	7.68
20	4.75	3.52	406.35	-0.18	93.18	27.26	3148.77	1430.29	7.75
21	5.00	3.56	391.21	1.28	93.18	28.48	3128.55	1430.29	8.00
22	5.25	3.24	375.29	2.04	93.18	27.21	3149.55	1430.29	8.39
23	5.50	2.73	358.56	2.30	93.18	24.36	3196.39	1430.29	8.91
24	5.75	2.16	341.04	2.24	93.18	20.59	3256.13	1430.29	9.55
25	6.00	1.60	322.72	1.98	93.18	16.40	3311.73	1430.29	10.26
26	6.25	1.10	303.60	1.63	93.18	12.13	3338.52	1430.29	11.00
27	6.50	0.70	283.69	1.26	93.18	8.24	3362.91	1430.29	11.85
28	6.75	0.38	262.98	0.91	93.18	4.90	3383.91	1430.29	12.87
29	7.00	0.15	241.47	0.61	93.18	2.16	3401.14	1430.29	14.08
30	7.25	0.00	219.17	0.37	93.18	0.01	3414.62	1430.29	15.58
31	7.50	-0.09	196.07	0.18	93.18	1.58	3404.72	1430.29	17.37
32	7.75	-0.14	172.17	0.05	93.18	2.70	3397.71	1430.29	19.73
33	8.00	-0.15	147.47	-0.04	93.18	3.45	3393.04	1430.29	23.01
34	8.25	-0.14	121.98	-0.09	93.18	3.92	3390.07	1430.29	27.79
35	8.50	-0.12	95.69	-0.11	93.18	4.24	3388.08	1430.29	35.41
36	8.75	-0.09	68.60	-0.11	93.18	4.56	3386.03	1430.29	49.36
37	9.00	-0.06	40.72	-0.10	93.18	5.34	3381.13	1430.29	83.04
38	9.25	-0.04	12.03	-0.08	93.18	10.80	3346.84	1430.29	278.11
39	9.50	-0.02	-17.44	-0.05	93.18	2.96	-2799.76	1430.29	160.49
40	9.75	0.00	-47.72	-0.02	93.18	0.30	-2854.46	1430.29	59.82
41	10.00	0.00	-78.79	-0.02	93.18	0.00	-2860.57	1430.29	36.30

COMBINAZIONE n° 9

Valore della spinta statica	142.3416	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	124.2013	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	69.5354	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.95	[m]	Y = -5.24	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	29.24	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	70.77	[°]		
Incremento sismico della spinta	6.7577	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1.95	[m]	Y = -4.44	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	70.77	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	273.4121	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.09	[m]	Y = -3.78	[m]
Inerzia del muro	46.2042	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-23.1021	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	31.9784	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-15.9892	[kN]		
<u>Risultanti</u>				
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	208.2804	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	702.1982	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	702.1982	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	208.2804	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.52	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	4.40	[m]		
Risultante in fondazione	732.4364	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	16.52	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	366.0345	[kNm]		

**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	1.93	53.3152	16.3580	20.5871
3	3.85	117.0108	93.2964	63.0043
4	5.78	191.0868	272.8217	126.6934
5	7.70	275.5432	587.0112	200.5414

## Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

Combinazione n° 9

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 6.00 Altezza(m) = 4.40

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

### Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M <sub>ymin</sub>	M <sub>ymax</sub>	T <sub>ymin</sub>	T <sub>ymax</sub>
1	0.00	0.0000	0.0373	-0.1144	0.0002
2	0.15	-0.1911	0.0000	-3.0726	0.0000
3	0.29	-0.8605	0.0000	-6.3622	0.0000
4	0.44	-2.0200	0.0000	-9.8006	0.0000
5	0.58	-3.6904	0.0000	-13.4021	0.0000
6	0.73	-5.8997	0.0000	-17.3509	0.0000
7	0.87	-8.6966	0.0000	-21.8788	0.0000
8	1.02	-12.1530	0.0000	-26.1692	0.0000
9	2.88	-203.1061	0.0000	-279.0343	0.0000
10	3.08	-152.3449	0.0000	-244.1191	0.0000
11	3.20	-134.8018	0.0000	-209.8546	0.0000
12	3.33	-110.1855	0.0000	-286.6011	0.0000
13	3.48	-78.9935	0.0000	-202.7681	0.0000
14	3.64	-54.4932	0.0000	-150.9290	0.0000
15	3.79	-34.6590	0.0000	-116.1212	0.0000
16	3.94	-19.3404	0.0000	-85.6919	0.0000
17	4.10	-8.4330	0.0000	-56.7850	0.0000
18	4.25	-1.8808	0.0000	-28.4363	0.0000
19	4.40	0.0000	0.3596	-1.0386	0.4481

### Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M <sub>xmin</sub>	M <sub>xmax</sub>	T <sub>xmin</sub>	T <sub>xmax</sub>
1	0.00	0.0000	1.0541	-0.7607	9.2012
2	0.24	0.0000	2.0019	-3.0032	22.3258
3	0.47	-0.0629	2.7483	-9.9760	32.8569
4	0.60	-0.0249	2.5914	-21.3586	36.2523
5	0.72	-0.6687	2.4131	-59.8594	31.2478
6	0.87	-5.9610	0.0089	-71.5191	21.9219
7	1.00	-10.5741	0.0000	-25.2031	29.4124
8	1.12	-5.1176	0.0095	-1.5166	95.3859
9	1.28	-0.9076	4.2166	-0.9377	63.4867
10	1.40	-0.7986	5.0288	-11.6359	17.4074
11	1.53	-0.7690	4.4721	-57.6239	8.0692
12	1.68	-4.4964	0.0102	-83.3587	5.9816
13	1.80	-9.5461	0.0000	-25.2107	27.4177
14	1.93	-4.4043	0.0102	-1.9258	89.6968
15	2.08	-0.4930	4.6893	-3.1674	61.1151
16	2.20	-0.4456	5.3730	-13.5120	15.2546
17	2.33	-0.4146	4.7265	-59.2635	5.0948
18	2.48	-4.3196	0.0102	-86.2437	3.7455
19	2.60	-9.4146	0.0000	-26.0737	26.5711
20	2.73	-4.3062	0.0102	-3.0286	87.5100
21	2.88	-0.3352	4.7576	-4.1310	60.0521
22	3.00	-0.3261	5.4205	-14.3413	14.3413
23	3.13	-0.3352	4.7576	-60.0521	4.1310
24	3.27	-4.3062	0.0102	-87.5100	3.0286

---

25	3.40	-9.4146	0.0000	-26.5711	26.0737
26	3.52	-4.3196	0.0102	-3.7455	86.2437
27	3.68	-0.4146	4.7265	-5.0948	59.2635
28	3.80	-0.4456	5.3730	-15.2546	13.5120
29	3.93	-0.4930	4.6893	-61.1151	3.1674
30	4.08	-4.4043	0.0102	-89.6968	1.9258
31	4.20	-9.5461	0.0000	-27.4177	25.2107
32	4.33	-4.4964	0.0102	-5.9816	83.3587
33	4.48	-0.7690	4.4721	-8.0692	57.6239
34	4.60	-0.7986	5.0288	-17.4074	11.6359
35	4.73	-0.9076	4.2166	-63.4867	0.9377
36	4.88	-5.1176	0.0095	-95.3859	1.5166
37	5.00	-10.5741	0.0000	-29.4124	25.2031
38	5.13	-5.9610	0.0089	-21.9219	71.5191
39	5.28	-0.6687	2.4131	-31.2478	59.8594
40	5.40	-0.0249	2.5914	-36.2523	21.3586
41	5.53	-0.0629	2.7483	-32.8569	9.9760
42	5.76	0.0000	2.0019	-22.3258	3.0032
43	6.00	0.0000	1.0541	-9.2012	0.7607



## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 9

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

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 100	31.42	15.71	0.00	0.00	1000.00	358.00	--	--
2	1.93	100, 122	31.42	15.71	11699.49	-3589.59	219.44	405.19	--	--
3	3.85	100, 143	31.42	15.71	5642.43	-4498.89	48.22	451.29	--	--
4	5.78	100, 165	31.42	15.71	2594.13	-3703.74	13.58	510.14	--	--
5	7.70	100, 186	31.42	15.71	1617.95	-3446.85	5.87	574.36	--	--

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 9

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.29	100, 91	18.85	18.85	0.00	-621.92	722.75	299.55	--	--
2	1.02	100, 120	18.85	18.85	0.00	-830.55	68.34	372.29	--	--

### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 80	18.85	18.85	0.00	538.52	1000.00	269.62	--	--
2	0.77	100, 100	18.85	18.85	0.00	-686.00	12.59	4363.32	4363.32	5880.40
3	1.52	100, 120	18.85	31.42	0.00	-831.11	4.09	372.29	--	--

## Analisi dei pali

### Combinazione n° 9

#### Risultanti sulla base della fondazione (per metro lineare di muro)

Orizzontale	[kN]	208.280
Verticale	[kN]	702.198
Momento	[kNm]	-366.035

#### Spostamenti della piastra di fondazione

Orizzontale	[cm]	0.14662
Verticale	[cm]	0.05220
Rotazione	[°]	-0.01808

#### Scarichi in testa ai pali

Fila nr.	N.pali	N [kN]	T [kN]	M [kNm]	Tu [kN]	Mu [kNm]
1	6	122.32	96.13	41.65	154.76	67.05
2	7	497.04	96.13	41.65	154.76	67.05

#### Calcolo della portanza

$\tau_m$	tensione tangenziale media palo-terreno in [kPa]
$\sigma_p$	tensione sul terreno alla punta del palo in [kPa]
$N_c, N_q, N_\gamma$	fattori di capacità portante
$N'_c, N'_q, N'_\gamma$	fattori di capacità portante corretti
$P_l$	portanza caratteristica per attrito e aderenza laterale in [kN]
$P_p$	portanza caratteristica di punta in [kN]
$P_t$	portanza caratteristica totale in [kN]
$P_{d,s}$	portanza di progetto, con applicazione dei coeff. parziali alle singole aliquote della portanza, in [kN]
$P_{d,c}$	portanza di progetto, con applicazione del coeff. parziale alla portanza totale, in [kN]
PT	Parametri Terreno utilizzati

Fila	$N_c$	$N'_c$	$N_q$	$N'_q$	$N_\gamma$	$N'_\gamma$	$\tau_m$	$\sigma_p$
1	46.12	128.53	33.30	46.40	33.92	20.35	0.18	-4.07
2	46.12	128.53	33.30	46.40	33.92	20.35	0.74	-15.04

Fila	$P_l$	$P_p$	$P_t$	$P_{d,s}$	$P_{d,c}$	PT
1	570.63	302.97	1468.57	704.08	857.06	MEDI
1	549.94	269.44	1376.42	661.26	802.85	MINIMI
2	570.63	302.97	1468.57	704.08	857.06	MEDI
2	549.94	269.44	1376.42	661.26	802.85	MINIMI

## Verifica a punzonamento della fondazione

D	diámetro dei pali della fila espresso in [cm]
H <sub>r</sub>	altezza della fondazione in corrispondenza della fila espressa in [cm]
S <sub>l</sub>	superficie di aderenza palo-fondazione (H <sub>r</sub> TD) espressa in [cmq]
N	sforzo normale trasmesso dal palo alla fondazione espresso in [kN]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale palo-fondazione espressa in [kPa]

Fila	D	H <sub>r</sub>	S <sub>l</sub>	N	τ <sub>c</sub>
1	25.0	111.6	8763.4	122.32	140
2	25.0	890.0	69900.4	497.04	71

## Sollecitazioni nei pali e verifiche delle sezioni

### Combinazione n° 9

Nr.	numero d'ordine della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione
Y	ordinata della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione positiva verso il basso (in [m])
M	momento flettente espresso in [kNm]
N	sforzo normale espresso in [kN]
T	taglio espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
T <sub>u</sub>	taglio ultimo espresso in [kN]
CS	coefficiente di sicurezza

### Sollecitazioni e tensioni per la fila di pali nr. 1

Nr.	Y	M	N	T	A <sub>r</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0.00	41.65	122.32	96.13	93.18	137.95	405.15	1430.29	3.31
2	0.25	17.62	122.63	93.50	93.18	126.48	880.51	1430.29	7.18
3	0.50	-5.76	122.75	87.38	93.18	89.09	1898.11	1430.29	15.46
4	0.75	-27.61	122.66	76.88	93.18	134.70	598.53	1430.29	4.88
5	1.00	-46.83	122.39	61.13	93.18	138.41	361.74	1430.29	2.96
6	1.25	-62.11	121.91	39.25	93.18	139.10	273.02	1430.29	2.24
7	1.50	-71.92	121.23	11.13	93.18	139.34	234.87	1430.29	1.94
8	1.75	-74.70	120.36	-22.35	93.18	139.40	224.60	1430.29	1.87
9	2.00	-69.12	119.29	-40.48	93.18	139.30	240.42	1430.29	2.02
10	2.25	-59.00	118.02	-47.53	93.18	139.07	278.18	1430.29	2.36
11	2.50	-47.11	116.55	-47.18	93.18	138.60	342.86	1430.29	2.94
12	2.75	-35.32	114.88	-42.37	93.18	137.47	447.12	1430.29	3.89
13	3.00	-24.73	113.02	-35.33	93.18	134.36	614.09	1430.29	5.43
14	3.25	-15.90	110.96	-27.62	93.18	126.41	882.41	1430.29	7.95
15	3.50	-8.99	108.70	-20.25	93.18	110.55	1336.45	1430.29	12.30
16	3.75	-3.93	106.24	-13.81	93.18	79.05	2137.84	1430.29	20.12
17	4.00	-0.48	103.58	-8.56	93.18	15.22	3319.10	1430.29	32.04
18	4.25	1.67	100.73	-4.54	93.18	46.53	2814.52	1430.29	27.94
19	4.50	2.80	97.68	-1.66	93.18	68.25	2379.75	1430.29	24.36
20	4.75	3.22	94.42	0.24	93.18	75.58	2218.08	1430.29	23.49
21	5.00	3.16	90.98	1.38	93.18	76.35	2200.76	1430.29	24.19
22	5.25	2.81	87.33	1.93	93.18	73.15	2271.92	1430.29	26.02
23	5.50	2.33	83.49	2.08	93.18	67.10	2405.06	1430.29	28.81
24	5.75	1.81	79.44	1.97	93.18	58.73	2578.70	1430.29	32.46
25	6.00	1.32	75.20	1.71	93.18	48.64	2775.42	1430.29	36.91
26	6.25	0.89	70.76	1.38	93.18	37.50	2977.00	1430.29	42.07
27	6.50	0.55	66.13	1.05	93.18	26.15	3166.99	1430.29	47.89
28	6.75	0.28	61.29	0.75	93.18	15.34	3318.35	1430.29	54.14
29	7.00	0.10	56.26	0.49	93.18	5.81	3378.20	1430.29	60.04
30	7.25	-0.03	51.03	0.28	93.18	1.70	3404.00	1430.29	66.70
31	7.50	-0.10	45.60	0.13	93.18	7.13	3369.90	1430.29	73.90
32	7.75	-0.13	39.98	0.02	93.18	10.82	3346.72	1430.29	83.72
33	8.00	-0.14	34.15	-0.04	93.18	13.20	3331.76	1430.29	97.56

34	8.25	-0.12	28.13	-0.08	93.18	14.68	3322.48	1430.29	118.12
35	8.50	-0.10	21.91	-0.10	93.18	15.69	3316.13	1430.29	151.37
36	8.75	-0.08	15.49	-0.10	93.18	16.89	3308.64	1430.29	213.61
37	9.00	-0.05	8.87	-0.09	93.18	20.03	3265.06	1430.29	368.00
38	9.25	-0.03	2.06	-0.07	93.18	44.98	2843.52	1430.29	1000.00
39	9.50	-0.02	-4.96	-0.04	93.18	8.31	-2689.81	1430.29	542.83
40	9.75	0.00	-12.17	-0.02	93.18	0.95	-2840.97	1430.29	233.52
41	10.00	0.00	-19.57	-0.02	93.18	0.00	-2860.57	1430.29	146.14

**Sollecitazioni e tensioni per la fila di pali nr. 2**

Nr.	Y	M	N	T	A <sub>r</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0.00	41.65	497.04	96.13	93.18	110.98	1324.54	1430.29	2.66
2	0.25	17.62	497.09	93.50	93.18	77.25	2179.88	1430.29	4.39
3	0.50	-5.76	496.40	87.38	93.18	35.04	3018.83	1430.29	6.08
4	0.75	-27.61	494.99	76.88	93.18	96.05	1722.25	1430.29	3.48
5	1.00	-46.83	492.84	61.13	93.18	115.09	1211.33	1430.29	2.46
6	1.25	-62.11	489.95	39.25	93.18	123.31	972.77	1430.29	1.99
7	1.50	-71.92	486.34	11.13	93.18	127.17	859.92	1430.29	1.77
8	1.75	-74.70	481.99	-22.35	93.18	128.25	827.48	1430.29	1.72
9	2.00	-69.12	476.91	-40.48	93.18	126.69	874.18	1430.29	1.83
10	2.25	-59.00	471.10	-47.53	93.18	122.99	982.09	1430.29	2.08
11	2.50	-47.11	464.55	-47.18	93.18	117.06	1154.24	1430.29	2.48
12	2.75	-35.32	457.27	-42.37	93.18	108.19	1400.72	1430.29	3.06
13	3.00	-24.73	449.26	-35.33	93.18	95.53	1735.61	1430.29	3.86
14	3.25	-15.90	440.52	-27.62	93.18	78.01	2162.00	1430.29	4.91
15	3.50	-8.99	431.05	-20.25	93.18	55.25	2649.01	1430.29	6.15
16	3.75	-3.93	420.84	-13.81	93.18	29.11	3118.32	1430.29	7.41
17	4.00	-0.48	409.90	-8.56	93.18	3.93	3390.01	1430.29	8.27
18	4.25	1.67	398.23	-4.54	93.18	13.91	3327.31	1430.29	8.36
19	4.50	2.80	385.82	-1.66	93.18	23.33	3212.73	1430.29	8.33
20	4.75	3.22	372.68	0.24	93.18	27.19	3149.80	1430.29	8.45
21	5.00	3.16	358.81	1.38	93.18	27.64	3142.40	1430.29	8.76
22	5.25	2.81	344.21	1.93	93.18	25.90	3170.99	1430.29	9.21
23	5.50	2.33	328.88	2.08	93.18	22.81	3220.92	1430.29	9.79
24	5.75	1.81	312.81	1.97	93.18	18.98	3281.69	1430.29	10.49
25	6.00	1.32	296.01	1.71	93.18	14.79	3321.82	1430.29	11.22
26	6.25	0.89	278.48	1.38	93.18	10.72	3347.40	1430.29	12.02
27	6.50	0.55	260.21	1.05	93.18	7.07	3370.27	1430.29	12.95
28	6.75	0.28	241.22	0.75	93.18	3.98	3389.67	1430.29	14.05
29	7.00	0.10	221.49	0.49	93.18	1.49	3405.33	1430.29	15.37
30	7.25	-0.03	201.02	0.28	93.18	0.43	3411.96	1430.29	16.97
31	7.50	-0.10	179.83	0.13	93.18	1.83	3403.21	1430.29	18.92
32	7.75	-0.13	157.90	0.02	93.18	2.78	3397.21	1430.29	21.51
33	8.00	-0.14	135.24	-0.04	93.18	3.40	3393.35	1430.29	25.09
34	8.25	-0.12	111.85	-0.08	93.18	3.77	3391.01	1430.29	30.32
35	8.50	-0.10	87.73	-0.10	93.18	4.01	3389.52	1430.29	38.64
36	8.75	-0.08	62.87	-0.10	93.18	4.26	3387.92	1430.29	53.89
37	9.00	-0.05	37.28	-0.09	93.18	4.94	3383.66	1430.29	90.76
38	9.25	-0.03	10.96	-0.07	93.18	9.96	3352.16	1430.29	305.92
39	9.50	-0.02	-16.10	-0.04	93.18	2.67	-2805.74	1430.29	174.30
40	9.75	0.00	-43.88	-0.02	93.18	0.27	-2855.11	1430.29	65.06
41	10.00	0.00	-72.40	-0.02	93.18	0.00	-2860.57	1430.29	39.51

COMBINAZIONE n° 17

Valore della spinta statica	122.9610	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	100.7419	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	70.5017	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.95	[m]	Y = -5.26	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	34.99	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	69.51	[°]		
Incremento sismico della spinta	5.8028	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1.95	[m]	Y = -4.43	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	69.51	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	273.4121	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.09	[m]	Y = -3.78	[m]
Inerzia del muro	11.6073	[kN]		
Inerzia verticale del muro	5.8036	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	8.0335	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	4.0168	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	125.1369	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	752.1021	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	752.1021	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	125.1369	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.01	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	4.40	[m]		
Risultante in fondazione	762.4414	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	9.45	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	8.1484	[kNm]		

**Sollecitazioni paramento**

Combinazione n° 17

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	1.93	53.3152	8.6383	11.6578
3	3.85	117.0108	55.3691	39.6272
4	5.78	191.0868	171.6863	83.9490
5	7.70	275.5432	385.6214	138.8281

## Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

### Combinazione n° 17

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 6.00 Altezza(m) = 4.40

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

### Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M <sub>ymin</sub>	M <sub>ymax</sub>	T <sub>ymin</sub>	T <sub>ymax</sub>
1	0.00	0.0000	0.0373	-0.1144	0.0002
2	0.15	-0.1911	0.0000	-3.0726	0.0000
3	0.29	-0.8605	0.0000	-6.3622	0.0000
4	0.44	-2.0200	0.0000	-9.8006	0.0000
5	0.58	-3.6904	0.0000	-13.4021	0.0000
6	0.73	-5.8997	0.0000	-17.3509	0.0000
7	0.87	-8.6966	0.0000	-21.8788	0.0000
8	1.02	-12.1530	0.0000	-26.1692	0.0000
9	2.88	-192.7819	0.0000	-279.7855	302.7440
10	3.08	-138.7919	0.0000	-247.2248	396.7110
11	3.20	-141.2182	0.0000	-191.6814	75.8807
12	3.33	-119.0596	0.0000	-367.5534	0.0000
13	3.48	-82.4077	0.0000	-263.0635	0.0000
14	3.64	-56.4495	0.0000	-169.8308	0.0000
15	3.79	-35.7756	0.0000	-123.2459	0.0000
16	3.94	-19.9831	0.0000	-88.6614	0.0000
17	4.10	-8.7884	0.0000	-58.2605	0.0000
18	4.25	-2.0417	0.0000	-29.2691	0.0000
19	4.40	0.0000	0.3709	-2.4794	1.0702

### Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M <sub>xmin</sub>	M <sub>xmax</sub>	T <sub>xmin</sub>	T <sub>xmax</sub>
1	0.00	0.0000	1.2076	-0.7607	34.5345
2	0.24	0.0000	4.3138	-7.7163	62.5235
3	0.47	-0.0629	6.7224	-27.5423	87.9804
4	0.60	-0.0249	7.4649	-59.4592	101.3982
5	0.72	-1.7872	6.6624	-168.2446	85.3946
6	0.87	-16.5036	0.0089	-267.7583	62.2422
7	1.00	-29.3558	0.0000	-57.7788	60.1205
8	1.12	-14.1716	0.0095	-3.9296	302.5173
9	1.28	-2.4422	11.6220	-2.5064	177.8550
10	1.40	-2.1391	14.0783	-30.9223	46.9508
11	1.53	-2.0576	12.3321	-161.1081	21.4717
12	1.68	-12.4453	0.0102	-285.2948	17.5606
13	1.80	-26.5011	0.0000	-52.3924	60.6889
14	1.93	-12.1895	0.0102	-5.6702	301.3181
15	2.08	-1.2914	12.9355	-7.0771	170.9584
16	2.20	-1.1641	15.0344	-35.9248	40.7454
17	2.33	-1.0739	13.0389	-165.6981	13.5951
18	2.48	-11.9545	0.0102	-292.7917	11.0007
19	2.60	-26.1361	0.0000	-55.6199	57.7475
20	2.73	-11.9173	0.0102	-8.8971	296.3103
21	2.88	-0.8583	13.1251	-11.0406	167.9310
22	3.00	-0.8387	15.1663	-38.2048	38.2048
23	3.13	-0.8583	13.1251	-167.9310	11.0406
24	3.27	-11.9173	0.0102	-296.3103	8.8971

---

25	3.40	-26.1361	0.0000	-57.7475	55.6199
26	3.52	-11.9545	0.0102	-11.0007	292.7917
27	3.68	-1.0739	13.0389	-13.5951	165.6981
28	3.80	-1.1641	15.0344	-40.7454	35.9248
29	3.93	-1.2914	12.9355	-170.9584	7.0771
30	4.08	-12.1895	0.0102	-301.3181	5.6702
31	4.20	-26.5011	0.0000	-60.6889	52.3924
32	4.33	-12.4453	0.0102	-17.5606	285.2948
33	4.48	-2.0576	12.3321	-21.4717	161.1081
34	4.60	-2.1391	14.0783	-46.9508	30.9223
35	4.73	-2.4422	11.6220	-177.8550	2.5064
36	4.88	-14.1716	0.0095	-302.5173	3.9296
37	5.00	-29.3558	0.0000	-60.1205	57.7788
38	5.13	-16.5036	0.0089	-62.2422	267.7583
39	5.28	-1.7872	6.6624	-85.3946	168.2446
40	5.40	-0.0249	7.4649	-101.3982	59.4592
41	5.53	-0.0629	6.7224	-87.9804	27.5423
42	5.76	0.0000	4.3138	-62.5235	7.7163
43	6.00	0.0000	1.2076	-34.5345	0.7607

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 17

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

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0.00	100, 100	31.42	15.71	0	0	0	0
2	1.93	100, 122	31.42	15.71	74	12	-176	-1084
3	3.85	100, 143	31.42	15.71	252	33	1872	-3616
4	5.78	100, 165	31.42	15.71	633	61	12762	-8943
5	7.70	100, 186	31.42	15.71	1185	90	35458	-16609

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 17

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa]

### Fondazione di valle

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

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0.29	100, 91	18.85	18.85	9	-9	-110	557
2	1.02	100, 120	18.85	18.85	87	-27	-1053	5886

### Fondazione di monte

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

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0.00	100, 80	18.85	18.85	5	-4	278	-58
2	0.77	100, 100	18.85	18.85	537	-208	-6342	33138
3	1.52	100, 120	18.85	31.42	1279	307	-15319	92891



## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 17

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

$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
$M_{pr}$	Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
$M$	Momento agente nella sezione espressa in [kNm]
$\epsilon_m$	deformazione media espressa in [%]
$s_m$	Distanza media tra le fessure espressa in [mm]
$w$	Apertura media della fessura espressa in [mm]

### Verifica fessurazione paramento

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pr}$	M	$\epsilon_m$	$s_m$	w
1	0.00	31.42	15.71	-298.68	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	0.39	31.42	15.71	-323.57	-0.19	0.0000	0.00	0.000
3	0.77	31.42	15.71	-349.43	-0.90	0.0000	0.00	0.000
4	1.16	31.42	15.71	-376.26	-2.37	0.0000	0.00	0.000
5	1.54	31.42	15.71	-404.06	-4.87	0.0000	0.00	0.000
6	1.93	31.42	15.71	-432.84	-8.64	0.0000	0.00	0.000
7	2.31	31.42	15.71	-462.59	-13.93	0.0000	0.00	0.000
8	2.70	31.42	15.71	-493.32	-21.00	0.0000	0.00	0.000
9	3.08	31.42	15.71	-525.01	-30.09	0.0000	0.00	0.000
10	3.46	31.42	15.71	-557.68	-41.46	0.0000	0.00	0.000
11	3.85	31.42	15.71	-591.32	-55.37	0.0000	0.00	0.000
12	4.24	31.42	15.71	-625.94	-72.06	0.0000	0.00	0.000
13	4.62	31.42	15.71	-661.53	-91.78	0.0000	0.00	0.000
14	5.00	31.42	15.71	-698.09	-114.79	0.0000	0.00	0.000
15	5.39	31.42	15.71	-735.62	-141.34	0.0000	0.00	0.000
16	5.78	31.42	15.71	-774.13	-171.69	0.0000	0.00	0.000
17	6.16	31.42	15.71	-813.60	-206.05	0.0000	0.00	0.000
18	6.54	31.42	15.71	-854.06	-244.57	0.0000	0.00	0.000
19	6.93	31.42	15.71	-895.48	-287.32	0.0000	0.00	0.000
20	7.32	31.42	15.71	-937.88	-334.33	0.0000	0.00	0.000
21	7.70	31.42	15.71	-981.25	-385.62	0.0000	0.00	0.000

### Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pr}$	M	$\epsilon_m$	$s_m$	w
1	-2.45	18.85	18.85	186.21	0.04	0.0000	0.00	0.000
2	-2.31	18.85	18.85	-212.56	-0.19	0.0000	0.00	0.000
3	-2.16	18.85	18.85	-240.62	-0.86	0.0000	0.00	0.000
4	-2.01	18.85	18.85	-270.38	-2.02	0.0000	0.00	0.000
5	-1.87	18.85	18.85	-301.85	-3.69	0.0000	0.00	0.000
6	-1.72	18.85	18.85	-335.02	-5.90	0.0000	0.00	0.000
7	-1.58	18.85	18.85	-369.89	-8.70	0.0000	0.00	0.000
8	-1.43	18.85	18.85	-406.47	-12.15	0.0000	0.00	0.000
9	0.43	18.85	31.42	-410.39	-192.78	0.0000	0.00	0.000
10	0.63	18.85	18.85	-373.54	-138.79	0.0000	0.00	0.000
11	0.75	18.85	18.85	-353.16	-141.22	0.0000	0.00	0.000
12	0.88	31.42	18.85	-348.22	-119.06	0.0000	0.00	0.000
13	1.03	18.85	18.85	-309.77	-82.41	0.0000	0.00	0.000
14	1.18	18.85	18.85	-287.04	-56.45	0.0000	0.00	0.000
15	1.34	31.42	18.85	-278.18	-35.78	0.0000	0.00	0.000
16	1.49	18.85	18.85	-244.15	-19.98	0.0000	0.00	0.000
17	1.64	18.85	18.85	-223.99	-8.79	0.0000	0.00	0.000
18	1.80	18.85	18.85	-204.67	-2.04	0.0000	0.00	0.000
19	1.95	18.85	18.85	186.21	0.37	0.0000	0.00	0.000

**COMBINAZIONE n° 18**

Valore della spinta statica	122.9610	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	100.7419	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	70.5017	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.95	[m]	Y = -5.26	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	34.99	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	69.51	[°]		
Incremento sismico della spinta	2.1950	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1.95	[m]	Y = -4.43	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	69.51	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	273.4121	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.09	[m]	Y = -3.78	[m]
Inerzia del muro	11.6073	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-5.8036	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	8.0335	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-4.0168	[kN]		

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	122.1810	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	730.3928	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	730.3928	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	122.1810	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.01	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4.40	[m]
Risultante in fondazione	740.5415	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	9.50	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	8.1214	[kNm]

**Sollecitazioni paramento**

**Combinazione n° 18**

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	1.93	53.3152	7.7699	10.7561
3	3.85	117.0108	51.8974	37.8242
4	5.78	191.0868	163.8764	81.2447
5	7.70	275.5432	371.7384	135.2225

## Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

Combinazione n° 18

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 6.00 Altezza(m) = 4.40

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

### Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M <sub>ymin</sub>	M <sub>ymax</sub>	T <sub>ymin</sub>	T <sub>ymax</sub>
1	0.00	0.0000	0.0373	-0.1144	0.0002
2	0.15	-0.1911	0.0000	-3.0726	0.0000
3	0.29	-0.8605	0.0000	-6.3622	0.0000
4	0.44	-2.0200	0.0000	-9.8006	0.0000
5	0.58	-3.6904	0.0000	-13.4021	0.0000
6	0.73	-5.8997	0.0000	-17.3509	0.0000
7	0.87	-8.6966	0.0000	-21.8788	0.0000
8	1.02	-12.1530	0.0000	-26.1692	0.0000
9	2.88	-193.2591	0.0000	-279.7469	285.5933
10	3.08	-139.4184	0.0000	-247.0851	375.1129
11	3.20	-140.9216	0.0000	-192.5207	66.6482
12	3.33	-118.6493	0.0000	-365.3584	0.0000
13	3.48	-82.2499	0.0000	-260.2945	0.0000
14	3.64	-56.3591	0.0000	-168.9632	0.0000
15	3.79	-35.7240	0.0000	-122.9192	0.0000
16	3.94	-19.9534	0.0000	-88.5260	0.0000
17	4.10	-8.7720	0.0000	-58.1931	0.0000
18	4.25	-2.0342	0.0000	-29.2318	0.0000
19	4.40	0.0000	0.3704	-2.4229	1.0452

### Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M <sub>xmin</sub>	M <sub>xmax</sub>	T <sub>xmin</sub>	T <sub>xmax</sub>
1	0.00	0.0000	1.2005	-0.7607	33.3681
2	0.24	0.0000	4.2069	-7.5004	60.6635
3	0.47	-0.0629	6.5387	-26.7311	85.4383
4	0.60	-0.0249	7.2396	-57.7068	98.3493
5	0.72	-1.7325	6.4659	-163.2048	82.9290
6	0.87	-16.0163	0.0089	-256.9504	59.9582
7	1.00	-28.4876	0.0000	-56.0973	58.3727
8	1.12	-13.7531	0.0095	-3.8220	290.4668
9	1.28	-2.3713	11.2797	-2.4353	172.5415
10	1.40	-2.0771	13.6599	-30.1149	45.6552
11	1.53	-1.9980	11.9688	-156.3080	20.9852
12	1.68	-12.0779	0.0102	-273.4645	16.8920
13	1.80	-25.7173	0.0000	-50.8677	58.9236
14	1.93	-11.8296	0.0102	-5.4449	288.9789
15	2.08	-1.2545	12.5543	-6.9242	165.8606
16	2.20	-1.1309	14.5878	-34.9829	39.6574
17	2.33	-1.0434	12.6546	-160.7606	13.2946
18	2.48	-11.6015	0.0102	-280.6908	10.5728
19	2.60	-25.3632	0.0000	-54.0016	56.0675
20	2.73	-11.5655	0.0102	-8.5481	284.1005
21	2.88	-0.8341	12.7383	-10.7990	162.9257
22	3.00	-0.8150	14.7157	-37.1950	37.1950
23	3.13	-0.8341	12.7383	-162.9257	10.7990
24	3.27	-11.5655	0.0102	-284.1005	8.5481

---

25	3.40	-25.3632	0.0000	-56.0675	54.0016
26	3.52	-11.6015	0.0102	-10.5728	280.6908
27	3.68	-1.0434	12.6546	-13.2946	160.7606
28	3.80	-1.1309	14.5878	-39.6574	34.9829
29	3.93	-1.2545	12.5543	-165.8606	6.9242
30	4.08	-11.8296	0.0102	-288.9789	5.4449
31	4.20	-25.7173	0.0000	-58.9236	50.8677
32	4.33	-12.0779	0.0102	-16.8920	273.4645
33	4.48	-1.9980	11.9688	-20.9852	156.3080
34	4.60	-2.0771	13.6599	-45.6552	30.1149
35	4.73	-2.3713	11.2797	-172.5415	2.4353
36	4.88	-13.7531	0.0095	-290.4668	3.8220
37	5.00	-28.4876	0.0000	-58.3727	56.0973
38	5.13	-16.0163	0.0089	-59.9582	256.9504
39	5.28	-1.7325	6.4659	-82.9290	163.2048
40	5.40	-0.0249	7.2396	-98.3493	57.7068
41	5.53	-0.0629	6.5387	-85.4383	26.7311
42	5.76	0.0000	4.2069	-60.6635	7.5004
43	6.00	0.0000	1.2005	-33.3681	0.7607

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 18

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

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0.00	100, 100	31.42	15.71	0	0	0	0
2	1.93	100, 122	31.42	15.71	71	11	-218	-1040
3	3.85	100, 143	31.42	15.71	237	32	1476	-3405
4	5.78	100, 165	31.42	15.71	601	59	11391	-8509
5	7.70	100, 186	31.42	15.71	1140	87	33057	-15996

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 18

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa]

### Fondazione di valle

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

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0.29	100, 91	18.85	18.85	9	-9	-110	557
2	1.02	100, 120	18.85	18.85	87	-27	-1053	5886

### Fondazione di monte

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

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0.00	100, 80	18.85	18.85	5	-4	277	-57
2	0.77	100, 100	18.85	18.85	536	-207	-6332	33085
3	1.52	100, 120	18.85	31.42	1282	290	-15357	93121

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 18

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

$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
$M_{pf}$	Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
$M$	Momento agente nella sezione espressa in [kNm]
$\epsilon_m$	deformazione media espressa in [%]
$S_m$	Distanza media tra le fessure espressa in [mm]
$w$	Apertura media della fessura espressa in [mm]

### Verifica fessurazione paramento

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$S_m$	w
1	0.00	31.42	15.71	-298.68	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	0.39	31.42	15.71	-323.57	-0.15	0.0000	0.00	0.000
3	0.77	31.42	15.71	-349.43	-0.76	0.0000	0.00	0.000
4	1.16	31.42	15.71	-376.26	-2.06	0.0000	0.00	0.000
5	1.54	31.42	15.71	-404.06	-4.31	0.0000	0.00	0.000
6	1.93	31.42	15.71	-432.84	-7.77	0.0000	0.00	0.000
7	2.31	31.42	15.71	-462.59	-12.68	0.0000	0.00	0.000
8	2.70	31.42	15.71	-493.32	-19.29	0.0000	0.00	0.000
9	3.08	31.42	15.71	-525.01	-27.87	0.0000	0.00	0.000
10	3.46	31.42	15.71	-557.68	-38.65	0.0000	0.00	0.000
11	3.85	31.42	15.71	-591.32	-51.90	0.0000	0.00	0.000
12	4.24	31.42	15.71	-625.94	-67.86	0.0000	0.00	0.000
13	4.62	31.42	15.71	-661.53	-86.78	0.0000	0.00	0.000
14	5.00	31.42	15.71	-698.09	-108.93	0.0000	0.00	0.000
15	5.39	31.42	15.71	-735.62	-134.54	0.0000	0.00	0.000
16	5.78	31.42	15.71	-774.13	-163.88	0.0000	0.00	0.000
17	6.16	31.42	15.71	-813.60	-197.16	0.0000	0.00	0.000
18	6.54	31.42	15.71	-854.06	-234.54	0.0000	0.00	0.000
19	6.93	31.42	15.71	-895.48	-276.08	0.0000	0.00	0.000
20	7.32	31.42	15.71	-937.88	-321.80	0.0000	0.00	0.000
21	7.70	31.42	15.71	-981.25	-371.74	0.0000	0.00	0.000

### Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$S_m$	w
1	-2.45	18.85	18.85	186.21	0.04	0.0000	0.00	0.000
2	-2.31	18.85	18.85	-212.56	-0.19	0.0000	0.00	0.000
3	-2.16	18.85	18.85	-240.62	-0.86	0.0000	0.00	0.000
4	-2.01	18.85	18.85	-270.38	-2.02	0.0000	0.00	0.000
5	-1.87	18.85	18.85	-301.85	-3.69	0.0000	0.00	0.000
6	-1.72	18.85	18.85	-335.02	-5.90	0.0000	0.00	0.000
7	-1.58	18.85	18.85	-369.89	-8.70	0.0000	0.00	0.000
8	-1.43	18.85	18.85	-406.47	-12.15	0.0000	0.00	0.000
9	0.43	18.85	31.42	-410.39	-193.26	0.0000	0.00	0.000
10	0.63	18.85	18.85	-373.54	-139.42	0.0000	0.00	0.000
11	0.75	18.85	18.85	-353.16	-140.92	0.0000	0.00	0.000
12	0.88	31.42	18.85	-348.22	-118.65	0.0000	0.00	0.000
13	1.03	18.85	18.85	-309.77	-82.25	0.0000	0.00	0.000
14	1.18	18.85	18.85	-287.04	-56.36	0.0000	0.00	0.000
15	1.34	31.42	18.85	-278.18	-35.72	0.0000	0.00	0.000
16	1.49	18.85	18.85	-244.15	-19.95	0.0000	0.00	0.000
17	1.64	18.85	18.85	-223.99	-8.77	0.0000	0.00	0.000
18	1.80	18.85	18.85	-204.67	-2.03	0.0000	0.00	0.000
19	1.95	18.85	18.85	186.21	0.37	0.0000	0.00	0.000

## Inviluppo Sollecitazioni paramento

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in [kN]

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

### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	1.93	53.3152	69.3098	6.7551	20.6543	10.4072	25.0493
3	3.85	117.0108	152.1140	53.3323	110.4755	41.4320	71.9270
4	5.78	191.0868	248.4128	179.4010	311.4700	92.5147	140.0766
5	7.70	275.5432	358.2061	414.7026	655.7151	152.5438	218.3851

### Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	1.93	53.3152	53.3152	5.2448	8.6383	8.0803	11.6578
3	3.85	117.0108	117.0108	41.4082	55.3691	32.1684	39.6272
4	5.78	191.0868	191.0868	139.3967	171.6863	72.3039	83.9490
5	7.70	275.5432	275.5432	326.6555	385.6214	122.6927	138.8281

## Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro

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

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]
$N_u$	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
$M_u$	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
$V_{Rcd}$	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
$V_{Rsd}$	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
$V_{Rd}$	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0.00	100, 100	31.42	15.71	0.00	0.00	1000.00	358.00	--	--
2	1.93	100, 122	31.42	15.71	10080.22	-1662.01	189.07	405.19	--	--
3	3.85	100, 143	31.42	15.71	4201.94	-3967.25	35.91	451.29	--	--
4	5.78	100, 165	31.42	15.71	2036.49	-3319.47	10.66	510.14	--	--
5	7.70	100, 186	31.42	15.71	1365.12	-3248.60	4.95	574.36	--	--

### Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$
1	0.00	100, 100	31.42	15.71	0	0	0	0
2	1.93	100, 122	31.42	15.71	74	12	-340	-1084
3	3.85	100, 143	31.42	15.71	252	33	1872	-3616
4	5.78	100, 165	31.42	15.71	633	61	12762	-8943
5	7.70	100, 186	31.42	15.71	1185	90	35458	-16609



## Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa]
$N_u$	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
$M_u$	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

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

#### Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0.29	100, 91	18.85	18.85	0.00	-621.92	555.96	299.55	--	--
2	1.02	100, 120	18.85	18.85	0.00	-830.55	52.57	372.29	--	--

#### Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
3	0.29	100, 91	18.85	18.85	9	0	-110	557
4	1.02	100, 120	18.85	18.85	87	0	-1053	5886

### Fondazione di monte

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

#### Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0.00	100, 80	18.85	18.85	0.00	538.52	1000.00	269.62	--	--
2	0.77	100, 100	18.85	18.85	0.00	-686.00	9.28	4363.32	4363.32	5880.40
3	1.52	100, 120	18.85	31.42	0.00	-831.11	3.29	351.11	--	--

#### Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
4	0.00	100, 80	18.85	18.85	5	2	279	-58
5	0.77	100, 100	18.85	18.85	541	0	-6386	33365
6	1.52	100, 120	18.85	31.42	1282	381	-15357	93121

## Inviluppo sollecitazioni nei pali e verifiche delle sezioni

Nr.	numero d'ordine della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione
Y	ordinata della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione positiva verso il basso (in [m])
M	momento flettente espresso in [kNm]
N	sforzo normale espresso in [kN]
T	taglio espresso in [kN]
$M_u$	momento ultimo espresso in [kNm]

N<sub>u</sub> sforzo normale ultimo espresso in [kN]  
 T<sub>u</sub> taglio ultimo espresso in [kN]  
 CS coefficiente di sicurezza

**Inviluppo sollecitazioni fila di pali nr. 1**

Nr.	Y	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax	Nmin	Nmax
1	0.00	24.2463	44.7729	46.4962	102.8272	122.3161	498.7545
2	0.25	12.6222	19.0661	43.8712	100.2022	122.6304	498.8004
3	0.50	-5.9845	2.1352	37.7462	94.0772	122.7467	498.1114
4	0.75	-29.5037	-7.7821	27.2462	83.5772	122.6649	496.6874
5	1.00	-50.3980	-14.5937	11.4962	67.8271	122.3852	494.5286
6	1.25	-67.3548	-17.4677	0.1680	45.9521	121.9074	491.6348
7	1.50	-78.8428	-17.5097	-9.3513	17.8270	121.2316	488.0061
8	1.75	-83.2996	-15.8301	-23.0025	-10.2409	120.3577	483.6425
9	2.00	-79.0064	-13.2699	-41.1901	-11.3798	119.2858	478.5439
10	2.25	-68.7088	-10.4249	-51.7447	-10.9624	118.0159	472.7105
11	2.50	-55.7727	-7.6843	-53.1069	-9.6417	116.5479	466.1421
12	2.75	-42.4959	-5.2739	-48.7614	-7.9018	114.8819	458.8389
13	3.00	-30.3056	-3.2985	-41.3775	-6.0771	113.0179	450.8007
14	3.25	-19.9612	-1.7792	-32.8699	-4.3786	110.9559	442.0276
15	3.50	-11.7438	-0.6845	-24.5093	-2.9222	108.6958	432.5195
16	3.75	-5.6164	0.0460	-17.0520	-1.7543	106.2377	422.2766
17	4.00	-1.3534	0.6937	-10.8687	-0.8752	103.5816	411.2987
18	4.25	0.7034	1.6654	-6.0603	-0.2568	100.7274	399.5860
19	4.50	0.7676	2.8788	-2.5538	0.1433	97.6752	387.1383
20	4.75	0.7318	3.5173	-0.1785	0.5681	94.4250	373.9557
21	5.00	0.6388	3.5619	0.4744	1.3779	90.9767	360.0381
22	5.25	0.5202	3.2420	0.4904	2.0393	87.3304	345.3857
23	5.50	0.3976	2.7321	0.4523	2.3015	83.4861	329.9984
24	5.75	0.2845	2.1568	0.3851	2.2363	79.4438	313.8761
25	6.00	0.1882	1.5977	0.3069	1.9789	75.2034	297.0189
26	6.25	0.1115	1.1030	0.2295	1.6298	70.7650	289.0714
27	6.50	0.0541	0.6955	0.1602	1.2590	66.1285	280.9233
28	6.75	0.0140	0.3808	0.1025	0.9108	61.2941	272.4395
29	7.00	-0.0124	0.1530	0.0575	0.6101	56.2616	263.6199
30	7.25	-0.0401	0.0005	0.0244	0.3671	51.0310	254.4646
31	7.50	-0.0965	-0.0321	0.0019	0.1826	45.6025	244.9736
32	7.75	-0.1369	-0.0325	-0.0165	0.0513	39.9759	235.1468
33	8.00	-0.1497	-0.0295	-0.0447	-0.0195	34.1513	224.9842
34	8.25	-0.1410	-0.0247	-0.0855	-0.0221	28.1286	214.4860
35	8.50	-0.1196	-0.0191	-0.1088	-0.0216	21.9079	203.6519
36	8.75	-0.0924	-0.0137	-0.1124	-0.0191	15.4892	192.4822
37	9.00	-0.0643	-0.0089	-0.1020	-0.0155	8.8725	180.9767
38	9.25	-0.0388	-0.0051	-0.0816	-0.0112	2.0577	169.1354
39	9.50	-0.0184	-0.0023	-0.0539	-0.0068	-16.1478	156.9584
40	9.75	-0.0050	-0.0006	-0.0199	-0.0023	-44.0288	144.4457
41	10.00	0.0000	0.0000	-0.0199	-0.0023	-72.6446	131.5972

**Inviluppo verifiche fila di pali nr. 1**

Nr.	Y	A <sub>r</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0.00	93.18	100.91	405.15	1430.29	3.06
2	0.25	93.18	74.05	880.51	1430.29	4.51
3	0.50	93.18	1.52	1898.11	1430.29	6.69
4	0.75	93.18	54.19	598.53	1430.29	4.48
5	1.00	93.18	80.36	361.74	1430.29	2.73
6	1.25	93.18	88.05	273.02	1430.29	2.06
7	1.50	93.18	88.31	234.87	1430.29	1.76
8	1.75	93.18	84.28	224.60	1430.29	1.67
9	2.00	93.18	77.05	240.42	1430.29	1.76

10	2.25	93.18	67.08	278.18	1430.29	2.02
11	2.50	93.18	54.98	342.86	1430.29	2.48
12	2.75	93.18	41.63	447.12	1430.29	3.23
13	3.00	93.18	28.34	614.09	1430.29	4.42
14	3.25	93.18	16.34	882.41	1430.29	6.32
15	3.50	93.18	6.48	1306.57	1430.29	7.72
16	3.75	93.18	0.45	2014.75	1430.29	8.06
17	4.00	93.18	3.28	3073.98	1430.29	8.22
18	4.25	93.18	6.93	2814.52	1430.29	8.40
19	4.50	93.18	7.67	2379.75	1430.29	8.65
20	4.75	93.18	7.45	2218.08	1430.29	8.95
21	5.00	93.18	6.63	2200.76	1430.29	9.31
22	5.25	93.18	5.52	2271.92	1430.29	9.73
23	5.50	93.18	4.32	2405.06	1430.29	10.21
24	5.75	93.18	3.17	2578.70	1430.29	10.77
25	6.00	93.18	2.16	2775.42	1430.29	11.41
26	6.25	93.18	1.31	2977.00	1430.29	11.78
27	6.50	93.18	0.66	3163.36	1430.29	12.14
28	6.75	93.18	0.18	3312.29	1430.29	12.53
29	7.00	93.18	0.14	3369.08	1430.29	12.95
30	7.25	93.18	0.03	3402.92	1430.29	13.41
31	7.50	93.18	0.45	3369.90	1430.29	13.93
32	7.75	93.18	0.47	3346.72	1430.29	14.51
33	8.00	93.18	0.45	3331.76	1430.29	15.16
34	8.25	93.18	0.39	3322.48	1430.29	15.91
35	8.50	93.18	0.32	3316.13	1430.29	16.76
36	8.75	93.18	0.24	3308.64	1430.29	17.73
37	9.00	93.18	0.17	3265.06	1430.29	18.86
38	9.25	93.18	0.10	2843.52	1430.29	20.19
39	9.50	93.18	0.05	-2689.27	1430.29	21.75
40	9.75	93.18	0.01	-2840.97	1430.29	23.64
41	10.00	93.18	0.00	-2860.57	1430.29	25.95

### Inviluppo sollecitazioni fila di pali nr. 2

Nr.	Y	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax	Nmin	Nmax
1	0.00	24.2463	44.7729	46.4962	102.8272	304.5405	542.3732
2	0.25	12.6222	19.0661	43.8712	100.2022	304.8192	542.3880
3	0.50	-5.9845	2.1352	37.7462	94.0772	304.8285	541.6057
4	0.75	-29.5037	-7.7821	27.2462	83.5772	304.5684	540.0262
5	1.00	-50.3980	-14.5937	11.4962	67.8271	304.0389	537.6496
6	1.25	-67.3548	-17.4677	0.1680	45.9521	303.2401	534.4759
7	1.50	-78.8428	-17.5097	-9.3513	17.8270	302.1720	530.5050
8	1.75	-83.2996	-15.8301	-23.0025	-10.2409	300.8344	525.7370
9	2.00	-79.0064	-13.2699	-41.1901	-11.3798	299.2275	520.1719
10	2.25	-68.7088	-10.4249	-51.7447	-10.9624	297.3512	513.8097
11	2.50	-55.7727	-7.6843	-53.1069	-9.6417	295.2056	506.6503
12	2.75	-42.4959	-5.2739	-48.7614	-7.9018	292.7906	498.6939
13	3.00	-30.3056	-3.2985	-41.3775	-6.0771	290.1062	489.9403
14	3.25	-19.9612	-1.7792	-32.8699	-4.3786	287.1524	480.3895
15	3.50	-11.7438	-0.6845	-24.5093	-2.9222	283.9293	470.0417
16	3.75	-5.6164	0.0460	-17.0520	-1.7543	280.4369	458.8967
17	4.00	-1.3534	0.6937	-10.8687	-0.8752	276.6750	446.9546
18	4.25	0.7034	1.6654	-6.0603	-0.2568	270.2871	434.2153
19	4.50	0.7676	2.8788	-2.5538	0.1433	261.9043	420.6790
20	4.75	0.7318	3.5173	-0.1785	0.5681	253.0188	406.3455
21	5.00	0.6388	3.5619	0.4744	1.3779	243.6308	391.2149
22	5.25	0.5202	3.2420	0.4904	2.0393	233.7401	375.2871
23	5.50	0.3976	2.7321	0.4523	2.3015	223.3467	358.5622
24	5.75	0.2845	2.1568	0.3851	2.2363	212.4507	341.0402
25	6.00	0.1882	1.5977	0.3069	1.9789	201.0521	322.7211

26	6.25	0.1115	1.1030	0.2295	1.6298	189.1509	303.6049
27	6.50	0.0541	0.6955	0.1602	1.2590	176.7470	283.6915
28	6.75	0.0140	0.3808	0.1025	0.9108	163.8404	262.9810
29	7.00	-0.0124	0.1530	0.0575	0.6101	150.4313	242.8879
30	7.25	-0.0401	0.0005	0.0244	0.3671	136.5195	234.4712
31	7.50	-0.0965	-0.0321	0.0019	0.1826	122.1050	225.7447
32	7.75	-0.1369	-0.0325	-0.0165	0.0513	107.1880	216.7084
33	8.00	-0.1497	-0.0295	-0.0447	-0.0195	91.7682	207.3622
34	8.25	-0.1410	-0.0247	-0.0855	-0.0221	75.8459	197.7062
35	8.50	-0.1196	-0.0191	-0.1088	-0.0216	59.4209	187.7404
36	8.75	-0.0924	-0.0137	-0.1124	-0.0191	42.4933	177.4647
37	9.00	-0.0643	-0.0089	-0.1020	-0.0155	25.0630	166.8792
38	9.25	-0.0388	-0.0051	-0.0816	-0.0112	7.1301	155.9839
39	9.50	-0.0184	-0.0023	-0.0539	-0.0068	-17.4448	144.7788
40	9.75	-0.0050	-0.0006	-0.0199	-0.0023	-47.7208	133.2639
41	10.00	0.0000	0.0000	-0.0199	-0.0023	-78.7939	121.4391

**Inviluppo verifiche fila di pali nr. 2**

Nr.	Y	A <sub>r</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0.00	93.18	106.48	1217.20	1430.29	2.47
2	0.25	93.18	76.91	1846.58	1430.29	4.03
3	0.50	93.18	1.46	3018.83	1430.29	5.62
4	0.75	93.18	63.42	1722.25	1430.29	3.23
5	1.00	93.18	90.02	1211.33	1430.29	2.28
6	1.25	93.18	97.33	972.77	1430.29	1.83
7	1.50	93.18	97.56	856.45	1430.29	1.61
8	1.75	93.18	93.73	812.59	1430.29	1.55
9	2.00	93.18	86.72	841.35	1430.29	1.62
10	2.25	93.18	76.80	932.48	1430.29	1.81
11	2.50	93.18	64.20	1085.09	1430.29	2.14
12	2.75	93.18	49.65	1309.03	1430.29	2.62
13	3.00	93.18	34.44	1618.17	1430.29	3.30
14	3.25	93.18	20.21	2021.23	1430.29	4.21
15	3.50	93.18	8.11	2501.46	1430.29	5.32
16	3.75	93.18	0.56	2991.97	1430.29	6.52
17	4.00	93.18	1.26	3350.96	1430.29	7.50
18	4.25	93.18	8.67	3320.17	1430.29	7.71
19	4.50	93.18	9.60	3212.73	1430.29	7.68
20	4.75	93.18	9.31	3148.77	1430.29	7.75
21	5.00	93.18	8.30	3128.55	1430.29	8.00
22	5.25	93.18	6.91	3149.55	1430.29	8.39
23	5.50	93.18	5.41	3196.39	1430.29	8.91
24	5.75	93.18	3.97	3256.13	1430.29	9.55
25	6.00	93.18	2.70	3311.73	1430.29	10.26
26	6.25	93.18	1.65	3338.52	1430.29	11.00
27	6.50	93.18	0.82	3362.91	1430.29	11.85
28	6.75	93.18	0.22	3383.91	1430.29	12.87
29	7.00	93.18	0.17	3401.14	1430.29	14.05
30	7.25	93.18	0.01	3408.62	1430.29	14.55
31	7.50	93.18	0.56	3403.21	1430.29	15.11
32	7.75	93.18	0.59	3397.21	1430.29	15.73
33	8.00	93.18	0.56	3393.04	1430.29	16.44
34	8.25	93.18	0.49	3390.07	1430.29	17.25
35	8.50	93.18	0.40	3388.08	1430.29	18.17
36	8.75	93.18	0.30	3386.03	1430.29	19.23
37	9.00	93.18	0.21	3381.13	1430.29	20.45
38	9.25	93.18	0.13	3346.84	1430.29	21.88
39	9.50	93.18	0.06	-2799.76	1430.29	23.58
40	9.75	93.18	0.02	-2854.46	1430.29	25.62
41	10.00	93.18	0.00	-2860.57	1430.29	28.12



QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA  
ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO  
QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA  
**LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA**

Relazione di calcolo briglie

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IBL1	10	D 11 CL	ID 02 02 002	A	49 di 49

**APPENDICE C: TABULATI DI CALCOLO BRIGLIA 4**



## Normativa

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

#### Simbologia adottata

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

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

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

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

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

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

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

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

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

## FONDAZIONE SUPERFICIALE

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

<i>Verifica</i>	<i>Coefficienti parziali</i>		
	<i>R1</i>	<i>R2</i>	<i>R3</i>
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

## Geometria muro e fondazione

Descrizione	Muro a mensola in c.a.
Altezza del paramento	3.60 [m]
Spessore in sommità	1.00 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	1.00 [m]
Inclinazione paramento esterno	0.00 [°]
Inclinazione paramento interno	0.00 [°]
Lunghezza del muro	6.00 [m]
<u>Fondazione</u>	
Lunghezza mensola fondazione di valle	5.00 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	2.50 [m]
Lunghezza totale fondazione	8.50 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	0.80 [m]
Spessore magrone	0.20 [m]
Altezza dello sperone di fondazione	3.70 [m]
Spessore dello sperone di fondazione	0.95 [m]



## Materiali utilizzati per la struttura

<i>Calcestruzzo</i>	
Peso specifico	25.000 [kN/mc]
Classe di Resistenza	C28/35
Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck}$	35000 [kPa]
Modulo elastico E	32587986 [kPa]
<i>Acciaio</i>	
Tipo	B450C
Tensione di snervamento $\sigma_{fa}$	449936 [kPa]

## Geometria profilo terreno a monte del muro

### *Simbologia adottata e sistema di riferimento*

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

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

N	X	Y	A
1	5.74	0.00	0.00
2	6.00	3.00	85.05
3	7.00	3.00	0.00
4	12.81	3.00	0.00
5	13.00	6.00	86.38
6	14.00	6.00	0.00
7	19.89	6.00	0.00
8	20.06	9.02	86.78
9	25.05	9.02	0.00
10	25.06	9.25	87.51
11	26.05	9.25	0.00
12	26.06	12.54	89.83
13	71.45	18.92	8.00

## Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 11.43 [°]  
 Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz. valle-paramento 1.05 [m]

## Descrizione terreni

### *Simbologia adottata*

Nr. Indice del terreno  
 Descrizione 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]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	$c_a$
Terreno di riporto	20.00	21.00	35.00	35.00	0.0	0.0

## Stratigrafia

### *Simbologia adottata*

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

<b>Nr.</b>	<b>H</b>	<b>a</b>	<b>K<sub>w</sub></b>	<b>K<sub>s</sub></b>	<b>Terreno</b>
1	20.00	0.00	5.72	0.00	Terreno di riporto

## 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 A2-M2 (GEO)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 6 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 7 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 8 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 9 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 10 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 11 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	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	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 12 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	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	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 13 - 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° 14 - 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

Combinazione n° 15 - 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

Combinazione n° 16 - Quasi Permanente (SLE) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 17 - Quasi Permanente (SLE) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 18 - Frequente (SLE) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 19 - Frequente (SLE) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 20 - Rara (SLE) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 21 - Rara (SLE) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00

**Impostazioni di analisi**

Metodo verifica sezioni

**Stato limite**

*Impostazioni verifiche SLU*

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

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

*Impostazioni verifiche SLE*

Condizioni ambientali

Ordinarie

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature

Poco sensibile

Valori limite delle aperture delle fessure

$w_1 = 0.20$

$w_2 = 0.30$

$w_3 = 0.40$

Metodo di calcolo aperture delle fessure

Circ. Min. 252 (15/10/1996)

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

Rara  $\sigma_c < 0.55 f_{ck}$  -  $\sigma_f < 0.75 f_{yk}$

Quasi permanente  $\sigma_c < 0.40 f_{ck}$

Calcolo della portanza metodo di Hansen

**Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati**

*Simbologia adottata*

<i>C</i>	Identificativo della combinazione
<i>Tipo</i>	Tipo combinazione
<i>Sisma</i>	Combinazione sismica
<i>CS<sub>SCO</sub></i>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
<i>CS<sub>RIB</sub></i>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
<i>CS<sub>QLIM</sub></i>	Coeff. di sicurezza a carico limite
<i>CS<sub>STAB</sub></i>	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>
1	A1-M1 - [1]	--	5.46	--	15.67
2	A1-M1 - [1]	--	6.40	--	13.57
3	A1-M1 - [1]	--	5.84	--	14.12
4	A1-M1 - [1]	--	6.02	--	14.97
5	A2-M2 - [1]	--	3.95	--	6.30
6	EQU - [1]	--	--	20.26	--
7	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	6.09	--	16.64
8	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	6.12	--	16.82
9	A2-M2 - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	3.54	--	5.92
10	A2-M2 - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	3.56	--	5.99
11	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	19.69	--
12	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	21.60	--
13	SLEQ - [1]	--	7.04	--	17.65
14	SLEF - [1]	--	7.04	--	17.65
15	SLER - [1]	--	7.04	--	17.65
16	SLEQ - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	6.53	--	17.13
17	SLEQ - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	6.55	--	17.23
18	SLEF - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	6.53	--	17.13
19	SLEF - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	6.55	--	17.23
20	SLER - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	6.53	--	17.13
21	SLER - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	6.55	--	17.23

## Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :

Origine in testa al muro (spigolo di monte)

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

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

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

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

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

### Tipo di analisi

Calcolo della spinta

metodo di Culmann

Calcolo del carico limite

metodo di Hansen

Calcolo della spinta in condizioni di

Spinta attiva

### Sisma

#### **Combinazioni SLU**

Accelerazione al suolo  $a_g$

0.57 [m/s<sup>2</sup>]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)

1.00

Coefficiente di amplificazione topografica (St)

1.00

Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )

0.20

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale

0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)

$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 1.17$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

$k_v=0.50 * k_h = 0.58$

#### **Combinazioni SLE**

Accelerazione al suolo  $a_g$

0.29 [m/s<sup>2</sup>]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)

1.00

Coefficiente di amplificazione topografica (St)

1.00

Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )

0.20

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale

0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)

$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 0.59$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

$k_v=0.50 * k_h = 0.29$

Forma diagramma incremento sismico

Rettangolare

Partecipazione spinta passiva (percento)

0.0

Lunghezza del muro

6.00 [m]

Peso muro

347.8750 [kN]

Baricentro del muro

X=-2.38 Y=-4.00

### Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta

X = 2.50 Y = -4.40

Punto superiore superficie di spinta

X = 2.50 Y = 0.00

Altezza della superficie di spinta

4.40 [m]

Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale)

0.00 [°]

### COMBINAZIONE n° 6

Valore della spinta statica

103.5418 [kN]

Componente orizzontale della spinta statica

97.8778 [kN]

Componente verticale della spinta statica

33.7763 [kN]

Punto d'applicazione della spinta

X = 2.50 [m] Y = -3.01 [m]

Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie

19.04 [°]

Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	46.19	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	162.0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.25	[m]	Y = -1.80	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	97.8778	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	557.8732	[kN]		
Resistenza passiva dente di fondazione	-126.3021	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	136.0289	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	2755.3473	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	557.8732	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	97.8778	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.45	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	8.50	[m]		
Risultante in fondazione	566.3944	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	9.95	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-248.3573	[kNm]		

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	20.26			
--	-------	--	--	--

COMBINAZIONE n° 9

Valore della spinta statica	94.1289	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	88.9798	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	30.7057	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.50	[m]	Y = -3.01	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19.04	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	46.19	[°]		
Incremento sismico della spinta	4.2327	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.50	[m]	Y = -2.20	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	45.62	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	180.0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.25	[m]	Y = -1.80	[m]
Inerzia del muro	4.0688	[kN]		
Inerzia verticale del muro	2.0344	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	2.1053	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	1.0526	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	99.7919	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	617.5034	[kN]		
Resistenza passiva dente di fondazione	-140.3356	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	617.5034	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	99.7919	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.43	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	8.50	[m]		
Risultante in fondazione	625.5149	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	9.18	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-265.5375	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	3657.3063	[kN]		

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	8.50	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	50.60	[kPa]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	94.70	[kPa]		



*Fattori per il calcolo della capacità portante*

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 28.42$	$N_q = 16.92$	$N_\gamma = 13.38$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.63$	$i_q = 0.66$	$i_\gamma = 0.55$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.04$	$d_q = 1.03$	$d_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 0.92$	$g_q = 0.59$	$g_\gamma = 0.59$

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

$N'_c = 17.29$	$N'_q = 6.71$	$N'_\gamma = 4.31$
----------------	---------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.54
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	5.92

## 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	0.90	22.5000	0.9476	2.8876
3	1.80	45.0000	6.6051	10.4664
4	2.70	67.5000	21.1945	22.7364
5	3.60	90.0000	48.9365	39.6674

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 9

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	2.50	-81.7966	-9.7620
3	5.00	-1.1061	75.5071

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 9

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	1.25	0.4196	-0.6798
3	2.50	-5.0776	-9.4668

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 9

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

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VR <sub>cd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VR <sub>sd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VR <sub>d</sub>	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 100	31.42	15.71	0.00	0.00	1000.00	358.00	--	--
2	0.90	100, 100	31.42	15.71	14564.14	-613.38	647.29	361.24	--	--
3	1.80	100, 100	31.42	15.71	12516.15	-1837.12	278.14	364.48	--	--
4	2.70	100, 100	31.42	15.71	8601.11	-2700.69	127.42	367.72	--	--
5	3.60	100, 100	31.42	15.71	4869.47	-2647.72	54.11	370.96	--	--

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 9

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 80	34.56	18.85	0.00	0.00	1000.00	328.53	--	--
2	2.50	100, 80	18.85	18.85	0.00	-538.52	6.58	269.62	--	--
3	5.00	100, 80	18.85	18.85	0.00	-538.52	486.87	269.62	--	--

### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 80	18.85	18.85	0.00	0.00	1000.00	269.62	--	--
2	1.25	100, 80	18.85	18.85	0.00	538.52	1283.40	269.62	--	--
3	2.50	100, 80	18.85	18.85	0.00	-538.52	106.06	328.53	--	--

### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=95 [cm]

A<sub>fi</sub>=15.71 [cmq] A<sub>fs</sub>=15.71 [cmq]

Sollecitazioni M=246.276 [kNm] T=99.792 [kN]

Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 541.2263 [kNm]

Coeff.sicurezza sezione = 2.20

### COMBINAZIONE n° 10

Valore della spinta statica	94.1289	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	88.9798	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	30.7057	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.50	[m]	Y = -3.01	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19.04	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	46.19	[°]		
Incremento sismico della spinta	3.1325	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.50	[m]	Y = -2.20	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	45.62	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	180.0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.25	[m]	Y = -1.80	[m]
Inerzia del muro	4.0688	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-2.0344	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	2.1053	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-1.0526	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	98.7519	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	610.9705	[kN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-140.3356	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	610.9705	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	98.7519	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.43	[m]
Lunghezza fondazione reagente	8.50	[m]
Risultante in fondazione	618.8997	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	9.18	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-262.5484	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	3657.2430	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	8.50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	50.08	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	93.68	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 28.42$	$N_q = 16.92$	$N_\gamma = 13.38$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.63$	$i_q = 0.66$	$i_\gamma = 0.55$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.04$	$d_q = 1.03$	$d_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 0.92$	$g_q = 0.59$	$g_\gamma = 0.59$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 17.29$	$N'_q = 6.70$	$N'_\gamma = 4.31$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.56
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	5.99

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 10

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.90	22.5000	0.8983	2.7780
3	1.80	45.0000	6.4078	10.2472
4	2.70	67.5000	20.7506	22.4075
5	3.60	90.0000	48.1473	39.2290

### Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 10

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	2.50	-83.5748	-11.2455
3	5.00	-8.8274	72.1753

### Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 10

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	1.25	-0.3558	-1.9052
3	2.50	-8.1030	-11.8263

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 10

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

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VR <sub>cd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VR <sub>sd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VR <sub>d</sub>	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 100	31.42	15.71	0.00	0.00	1000.00	358.00	--	--
2	0.90	100, 100	31.42	15.71	14586.84	-582.36	648.30	361.24	--	--
3	1.80	100, 100	31.42	15.71	12644.13	-1800.47	280.98	364.48	--	--
4	2.70	100, 100	31.42	15.71	8721.15	-2681.02	129.20	367.72	--	--
5	3.60	100, 100	31.42	15.71	4989.92	-2669.46	55.44	370.96	--	--

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 10

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V <sub>Rcd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls. espresso in [kN]
V <sub>Rsd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura. espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 80	34.56	18.85	0.00	0.00	1000.00	328.53	--	--
2	2.50	100, 80	18.85	18.85	0.00	-538.52	6.44	269.62	--	--
3	5.00	100, 80	18.85	18.85	0.00	-538.52	61.01	269.62	--	--

### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 80	18.85	18.85	0.00	0.00	1000.00	269.62	--	--
2	1.25	100, 80	18.85	18.85	0.00	-538.52	1513.72	269.62	--	--
3	2.50	100, 80	18.85	18.85	0.00	-538.52	66.46	328.53	--	--

### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=95 [cm]

A<sub>fi</sub>=15.71 [cmq] A<sub>fs</sub>=15.71 [cmq]

Sollecitazioni M=243.710 [kNm] T=98.752 [kN]

Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 541.2263 [kNm]

Coeff.sicurezza sezione = 2.22

### COMBINAZIONE n° 15

Valore della spinta statica	67.2673	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	61.7659	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	26.6432	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.50	[m]	Y = -3.10	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	49.88	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	180.0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.25	[m]	Y = -1.80	[m]

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	61.7659	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	608.9731	[kN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-172.3262	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	608.9731	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	61.7659	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.49	[m]



Lunghezza fondazione reagente	8.50	[m]
Risultante in fondazione	612.0975	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	5.79	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-300.3596	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	10745.5258	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	8.50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	46.70	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	96.59	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 46.12$	$N_q = 33.30$	$N_\gamma = 33.92$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.76$	$i_q = 0.77$	$i_\gamma = 0.69$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.04$	$d_q = 1.03$	$d_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 0.92$	$g_q = 0.59$	$g_\gamma = 0.59$

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

$N'_c = 33.77$	$N'_q = 15.44$	$N'_\gamma = 13.78$
----------------	----------------	---------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	7.04
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	17.65

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 15

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.90	22.5000	0.5453	1.8178
3	1.80	45.0000	4.3627	7.2712
4	2.70	67.5000	14.7242	16.3603
5	3.60	90.0000	34.9008	29.0617

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 15

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	2.50	-92.1977	-17.3741
3	5.00	-35.6227	64.5356

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 15

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	1.25	1.6733	1.1489
3	2.50	-0.9487	-6.8726

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 15

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

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$
1	0.00	100, 100	31.42	15.71	0	0	0	0
2	0.90	100, 100	31.42	15.71	25	2	-262	-371
3	1.80	100, 100	31.42	15.71	67	9	-299	-977
4	2.70	100, 100	31.42	15.71	144	20	152	-2068
5	3.60	100, 100	31.42	15.71	308	36	2815	-4317

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 15

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa]

### Fondazione di valle

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

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	100, 80	34.56	18.85	0	0	0	0
2	2.50	100, 80	18.85	18.85	1262	-27	-14298	69037
3	5.00	100, 80	18.85	18.85	488	100	-5525	26674

### Fondazione di monte

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

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	100, 80	18.85	18.85	0	0	0	0
2	1.25	100, 80	18.85	18.85	23	2	1253	-260
3	2.50	100, 80	18.85	18.85	13	-11	-147	710

### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=95 [cm]

$A_{fi}$ =15.71 [cmq]  $A_{fs}$ =15.71 [cmq]

Sollecitazioni M=152.432 [kNm] T=61.766 [kN]

Momento ultimo sezione  $M_u$  = 541.2263 [kNm]

Coeff.sicurezza sezione = 3.55

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 15

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

$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
$M_{pf}$	Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
M	Momento agente nella sezione espressa in [kNm]
$\epsilon_m$	deformazione media espressa in [%]
$s_m$	Distanza media tra le fessure espressa in [mm]
w	Apertura media della fessura espressa in [mm]

### Verifica fessurazione paramento

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$s_m$	w
1	0.00	31.42	15.71	-298.68	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	0.18	31.42	15.71	-298.68	0.00	0.0000	0.00	0.000
3	0.36	31.42	15.71	-298.68	-0.03	0.0000	0.00	0.000
4	0.54	31.42	15.71	-298.68	-0.12	0.0000	0.00	0.000
5	0.72	31.42	15.71	-298.68	-0.28	0.0000	0.00	0.000
6	0.90	31.42	15.71	-298.68	-0.55	0.0000	0.00	0.000
7	1.08	31.42	15.71	-298.68	-0.94	0.0000	0.00	0.000

8	1.26	31.42	15.71	-298.68	-1.50	0.0000	0.00	0.000
9	1.44	31.42	15.71	-298.68	-2.23	0.0000	0.00	0.000
10	1.62	31.42	15.71	-298.68	-3.18	0.0000	0.00	0.000
11	1.80	31.42	15.71	-298.68	-4.36	0.0000	0.00	0.000
12	1.98	31.42	15.71	-298.68	-5.81	0.0000	0.00	0.000
13	2.16	31.42	15.71	-298.68	-7.54	0.0000	0.00	0.000
14	2.34	31.42	15.71	-298.68	-9.58	0.0000	0.00	0.000
15	2.52	31.42	15.71	-298.68	-11.97	0.0000	0.00	0.000
16	2.70	31.42	15.71	-298.68	-14.72	0.0000	0.00	0.000
17	2.88	31.42	15.71	-298.68	-17.87	0.0000	0.00	0.000
18	3.06	31.42	15.71	-298.68	-21.43	0.0000	0.00	0.000
19	3.24	31.42	15.71	-298.68	-25.44	0.0000	0.00	0.000
20	3.42	31.42	15.71	-298.68	-29.92	0.0000	0.00	0.000
21	3.60	31.42	15.71	-298.68	-34.90	0.0000	0.00	0.000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-6.00	34.56	18.85	-199.37	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	-5.50	18.85	18.85	-186.21	-8.28	0.0000	0.00	0.000
3	-5.00	18.85	18.85	-186.21	-32.87	0.0000	0.00	0.000
4	-4.50	18.85	18.85	-186.21	-59.89	0.0000	0.00	0.000
5	-4.00	18.85	18.85	-186.21	-79.74	0.0000	0.00	0.000
6	-3.50	18.85	18.85	-186.21	-92.20	0.0000	0.00	0.000
7	-3.00	18.85	18.85	-186.21	-97.04	0.0000	0.00	0.000
8	-2.50	18.85	18.85	-186.21	-94.03	0.0000	0.00	0.000
9	-2.00	18.85	18.85	-186.21	-82.94	0.0000	0.00	0.000
10	-1.50	18.85	18.85	-186.21	-63.55	0.0000	0.00	0.000
11	-1.00	18.85	18.85	-186.21	-35.62	0.0000	0.00	0.000
12	0.00	18.85	18.85	-186.21	-0.95	0.0000	0.00	0.000
13	0.25	18.85	18.85	186.21	0.47	0.0000	0.00	0.000
14	0.50	18.85	18.85	186.21	1.35	0.0000	0.00	0.000
15	0.75	18.85	18.85	186.21	1.78	0.0000	0.00	0.000
16	1.00	18.85	18.85	186.21	1.86	0.0000	0.00	0.000
17	1.25	18.85	18.85	186.21	1.67	0.0000	0.00	0.000
18	1.50	18.85	18.85	186.21	1.32	0.0000	0.00	0.000
19	1.75	18.85	18.85	186.21	0.88	0.0000	0.00	0.000
20	2.00	18.85	18.85	186.21	0.45	0.0000	0.00	0.000
21	2.25	18.85	18.85	186.21	0.13	0.0000	0.00	0.000
22	2.50	18.85	18.85	-186.21	0.00	0.0000	0.00	0.000

COMBINAZIONE n° 20

Valore della spinta statica	67.2673	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	61.7659	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	26.6432	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.50	[m]	Y = -3.10	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	49.88	[°]		
Incremento sismico della spinta	1.6976	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.50	[m]	Y = -2.20	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	49.63	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	180.0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.25	[m]	Y = -1.80	[m]
Inerzia del muro	2.0443	[kN]		
Inerzia verticale del muro	1.0221	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	1.0578	[kN]		

Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte 0.5289 [kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 66.7467 [kN]  
 Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 611.1965 [kN]  
 Resistenza passiva dente di fondazione -172.3262 [kN]  
 Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 611.1965 [kN]  
 Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 66.7467 [kN]  
 Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0.49 [m]  
 Lunghezza fondazione reagente 8.50 [m]  
 Risultante in fondazione 614.8303 [kN]  
 Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 6.23 [°]  
 Momento rispetto al baricentro della fondazione -296.7928 [kNm]  
 Carico ultimo della fondazione 10472.2904 [kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 8.50 [m]  
 Tensione terreno allo spigolo di valle 47.26 [kPa]  
 Tensione terreno allo spigolo di monte 96.55 [kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 46.12$	$N_q = 33.30$	$N_\gamma = 33.92$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.75$	$i_q = 0.76$	$i_\gamma = 0.67$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.04$	$d_q = 1.03$	$d_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 0.92$	$g_q = 0.59$	$g_\gamma = 0.59$

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

$N'_c = 33.06$	$N'_q = 15.13$	$N'_\gamma = 13.38$
----------------	----------------	---------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 6.53  
 Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 17.13

## 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	0.90	22.5000	0.6580	2.0681
3	1.80	45.0000	4.8133	7.7719
4	2.70	67.5000	15.7381	17.1113
5	3.60	90.0000	36.7032	30.0630

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 20

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	2.50	-90.6361	-16.1975
3	5.00	-30.1024	66.4533

## 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	1.25	1.6689	1.1601
3	2.50	-0.8755	-6.7413

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 20

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

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cm <sup>2</sup> ]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cm <sup>2</sup> ]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$
1	0.00	100, 100	31.42	15.71	0	0	0	0
2	0.90	100, 100	31.42	15.71	26	3	-254	-379
3	1.80	100, 100	31.42	15.71	69	10	-268	-1009
4	2.70	100, 100	31.42	15.71	151	21	257	-2155
5	3.60	100, 100	31.42	15.71	324	37	3259	-4523



## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 20

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa]

### Fondazione di valle

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

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	100, 80	34.56	18.85	0	0	0	0
2	2.50	100, 80	18.85	18.85	1241	-25	-14056	67868
3	5.00	100, 80	18.85	18.85	412	103	-4668	22541

### Fondazione di monte

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

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	100, 80	18.85	18.85	0	0	0	0
2	1.25	100, 80	18.85	18.85	23	2	1250	-259
3	2.50	100, 80	18.85	18.85	12	-10	-136	656

### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=95 [cm]

$A_{fi}$ =15.71 [cmq]  $A_{fs}$ =15.71 [cmq]

Sollecitazioni M=164.724 [kNm] T=66.747 [kN]

Momento ultimo sezione  $M_u$  = 541.2263 [kNm]

Coeff.sicurezza sezione = 3.29

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 20

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

$A_{fs}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

$A_{fi}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

$M_{pf}$  Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]

M Momento agente nella sezione espressa in [kNm]

$\epsilon_m$  deformazione media espressa in [%]

$s_m$  Distanza media tra le fessure espressa in [mm]

w Apertura media della fessura espressa in [mm]

### Verifica fessurazione paramento

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$s_m$	w
1	0.00	31.42	15.71	-298.68	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	0.18	31.42	15.71	-298.68	-0.01	0.0000	0.00	0.000
3	0.36	31.42	15.71	-298.68	-0.05	0.0000	0.00	0.000
4	0.54	31.42	15.71	-298.68	-0.16	0.0000	0.00	0.000
5	0.72	31.42	15.71	-298.68	-0.35	0.0000	0.00	0.000
6	0.90	31.42	15.71	-298.68	-0.66	0.0000	0.00	0.000
7	1.08	31.42	15.71	-298.68	-1.10	0.0000	0.00	0.000

8	1.26	31.42	15.71	-298.68	-1.72	0.0000	0.00	0.000
9	1.44	31.42	15.71	-298.68	-2.52	0.0000	0.00	0.000
10	1.62	31.42	15.71	-298.68	-3.55	0.0000	0.00	0.000
11	1.80	31.42	15.71	-298.68	-4.81	0.0000	0.00	0.000
12	1.98	31.42	15.71	-298.68	-6.35	0.0000	0.00	0.000
13	2.16	31.42	15.71	-298.68	-8.19	0.0000	0.00	0.000
14	2.34	31.42	15.71	-298.68	-10.35	0.0000	0.00	0.000
15	2.52	31.42	15.71	-298.68	-12.85	0.0000	0.00	0.000
16	2.70	31.42	15.71	-298.68	-15.74	0.0000	0.00	0.000
17	2.88	31.42	15.71	-298.68	-19.02	0.0000	0.00	0.000
18	3.06	31.42	15.71	-298.68	-22.74	0.0000	0.00	0.000
19	3.24	31.42	15.71	-298.68	-26.90	0.0000	0.00	0.000
20	3.42	31.42	15.71	-298.68	-31.55	0.0000	0.00	0.000
21	3.60	31.42	15.71	-298.68	-36.70	0.0000	0.00	0.000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pr</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-6.00	34.56	18.85	-199.37	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	-5.50	18.85	18.85	-186.21	-8.22	0.0000	0.00	0.000
3	-5.00	18.85	18.85	-186.21	-32.60	0.0000	0.00	0.000
4	-4.50	18.85	18.85	-186.21	-59.30	0.0000	0.00	0.000
5	-4.00	18.85	18.85	-186.21	-78.72	0.0000	0.00	0.000
6	-3.50	18.85	18.85	-186.21	-90.64	0.0000	0.00	0.000
7	-3.00	18.85	18.85	-186.21	-94.84	0.0000	0.00	0.000
8	-2.50	18.85	18.85	-186.21	-91.11	0.0000	0.00	0.000
9	-2.00	18.85	18.85	-186.21	-79.22	0.0000	0.00	0.000
10	-1.50	18.85	18.85	-186.21	-58.96	0.0000	0.00	0.000
11	-1.00	18.85	18.85	-186.21	-30.10	0.0000	0.00	0.000
12	0.00	18.85	18.85	-186.21	-0.88	0.0000	0.00	0.000
13	0.25	18.85	18.85	186.21	0.51	0.0000	0.00	0.000
14	0.50	18.85	18.85	186.21	1.37	0.0000	0.00	0.000
15	0.75	18.85	18.85	186.21	1.79	0.0000	0.00	0.000
16	1.00	18.85	18.85	186.21	1.86	0.0000	0.00	0.000
17	1.25	18.85	18.85	186.21	1.67	0.0000	0.00	0.000
18	1.50	18.85	18.85	186.21	1.31	0.0000	0.00	0.000
19	1.75	18.85	18.85	186.21	0.87	0.0000	0.00	0.000
20	2.00	18.85	18.85	186.21	0.45	0.0000	0.00	0.000
21	2.25	18.85	18.85	186.21	0.13	0.0000	0.00	0.000
22	2.50	18.85	18.85	-186.21	0.00	0.0000	0.00	0.000

COMBINAZIONE n° 21

Valore della spinta statica	67.2673	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	61.7659	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	26.6432	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.50	[m]	Y = -3.10	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	49.88	[°]		
Incremento sismico della spinta	1.3023	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.50	[m]	Y = -2.20	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	49.63	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	180.0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.25	[m]	Y = -1.80	[m]
Inerzia del muro	2.0443	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-1.0221	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	1.0578	[kN]		

Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte -0.5289 [kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 66.3838 [kN]  
 Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 607.9379 [kN]  
 Resistenza passiva dente di fondazione -172.3262 [kN]  
 Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 607.9379 [kN]  
 Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 66.3838 [kN]  
 Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0.49 [m]  
 Lunghezza fondazione reagente 8.50 [m]  
 Risultante in fondazione 611.5516 [kN]  
 Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 6.23 [°]  
 Momento rispetto al baricentro della fondazione -295.0409 [kNm]  
 Carico ultimo della fondazione 10473.5001 [kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 8.50 [m]  
 Tensione terreno allo spigolo di valle 47.02 [kPa]  
 Tensione terreno allo spigolo di monte 96.02 [kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 46.12$	$N_q = 33.30$	$N_\gamma = 33.92$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.75$	$i_q = 0.76$	$i_\gamma = 0.67$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.04$	$d_q = 1.03$	$d_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 0.92$	$g_q = 0.59$	$g_\gamma = 0.59$

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

$N'_c = 33.06$	$N'_q = 15.13$	$N'_\gamma = 13.38$
----------------	----------------	---------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 6.55  
 Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 17.23

## 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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.90	22.5000	0.6388	2.0255
3	1.80	45.0000	4.7365	7.6865
4	2.70	67.5000	15.5652	16.9832
5	3.60	90.0000	36.3958	29.8922

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 21

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	2.50	-91.4686	-16.8991
3	5.00	-33.7890	64.8360

## 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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	1.25	1.2669	0.5257
3	2.50	-2.4390	-7.9565

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 21

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

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$
1	0.00	100, 100	31.42	15.71	0	0	0	0
2	0.90	100, 100	31.42	15.71	26	2	-256	-377
3	1.80	100, 100	31.42	15.71	69	9	-274	-1003
4	2.70	100, 100	31.42	15.71	150	21	238	-2140
5	3.60	100, 100	31.42	15.71	321	37	3182	-4488

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 21

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa]

### Fondazione di valle

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

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	100, 80	34.56	18.85	0	0	0	0
2	2.50	100, 80	18.85	18.85	1252	-26	-14185	68491
3	5.00	100, 80	18.85	18.85	462	100	-5240	25301

### Fondazione di monte

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

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	100, 80	18.85	18.85	0	0	0	0
2	1.25	100, 80	18.85	18.85	17	1	949	-196
3	2.50	100, 80	18.85	18.85	33	-12	-378	1826

### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=95 [cm]

A<sub>fi</sub>=15.71 [cmq] A<sub>fs</sub>=15.71 [cmq]

Sollecitazioni M=163.829 [kNm] T=66.384 [kN]

Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 541.2263 [kNm]

Coeff.sicurezza sezione = 3.30

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 21

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

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

M<sub>pf</sub> Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]

M Momento agente nella sezione espressa in [kNm]

$\epsilon_m$  deformazione media espressa in [%]

s<sub>m</sub> Distanza media tra le fessure espressa in [mm]

w Apertura media della fessura espressa in [mm]

### Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	$\epsilon_m$	s <sub>m</sub>	w
1	0.00	31.42	15.71	-298.68	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	0.18	31.42	15.71	-298.68	-0.01	0.0000	0.00	0.000
3	0.36	31.42	15.71	-298.68	-0.05	0.0000	0.00	0.000
4	0.54	31.42	15.71	-298.68	-0.15	0.0000	0.00	0.000
5	0.72	31.42	15.71	-298.68	-0.34	0.0000	0.00	0.000
6	0.90	31.42	15.71	-298.68	-0.64	0.0000	0.00	0.000
7	1.08	31.42	15.71	-298.68	-1.08	0.0000	0.00	0.000

8	1.26	31.42	15.71	-298.68	-1.68	0.0000	0.00	0.000
9	1.44	31.42	15.71	-298.68	-2.47	0.0000	0.00	0.000
10	1.62	31.42	15.71	-298.68	-3.48	0.0000	0.00	0.000
11	1.80	31.42	15.71	-298.68	-4.74	0.0000	0.00	0.000
12	1.98	31.42	15.71	-298.68	-6.26	0.0000	0.00	0.000
13	2.16	31.42	15.71	-298.68	-8.08	0.0000	0.00	0.000
14	2.34	31.42	15.71	-298.68	-10.22	0.0000	0.00	0.000
15	2.52	31.42	15.71	-298.68	-12.70	0.0000	0.00	0.000
16	2.70	31.42	15.71	-298.68	-15.57	0.0000	0.00	0.000
17	2.88	31.42	15.71	-298.68	-18.83	0.0000	0.00	0.000
18	3.06	31.42	15.71	-298.68	-22.51	0.0000	0.00	0.000
19	3.24	31.42	15.71	-298.68	-26.65	0.0000	0.00	0.000
20	3.42	31.42	15.71	-298.68	-31.27	0.0000	0.00	0.000
21	3.60	31.42	15.71	-298.68	-36.40	0.0000	0.00	0.000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	s <sub>m</sub>	w
1	-6.00	34.56	18.85	-199.37	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	-5.50	18.85	18.85	-186.21	-8.25	0.0000	0.00	0.000
3	-5.00	18.85	18.85	-186.21	-32.73	0.0000	0.00	0.000
4	-4.50	18.85	18.85	-186.21	-59.59	0.0000	0.00	0.000
5	-4.00	18.85	18.85	-186.21	-79.24	0.0000	0.00	0.000
6	-3.50	18.85	18.85	-186.21	-91.47	0.0000	0.00	0.000
7	-3.00	18.85	18.85	-186.21	-96.06	0.0000	0.00	0.000
8	-2.50	18.85	18.85	-186.21	-92.81	0.0000	0.00	0.000
9	-2.00	18.85	18.85	-186.21	-81.49	0.0000	0.00	0.000
10	-1.50	18.85	18.85	-186.21	-61.89	0.0000	0.00	0.000
11	-1.00	18.85	18.85	-186.21	-33.79	0.0000	0.00	0.000
12	0.00	18.85	18.85	-186.21	-2.44	0.0000	0.00	0.000
13	0.25	18.85	18.85	-186.21	-0.76	0.0000	0.00	0.000
14	0.50	18.85	18.85	186.21	0.36	0.0000	0.00	0.000
15	0.75	18.85	18.85	186.21	1.01	0.0000	0.00	0.000
16	1.00	18.85	18.85	186.21	1.28	0.0000	0.00	0.000
17	1.25	18.85	18.85	186.21	1.27	0.0000	0.00	0.000
18	1.50	18.85	18.85	186.21	1.05	0.0000	0.00	0.000
19	1.75	18.85	18.85	186.21	0.73	0.0000	0.00	0.000
20	2.00	18.85	18.85	186.21	0.38	0.0000	0.00	0.000
21	2.25	18.85	18.85	186.21	0.11	0.0000	0.00	0.000
22	2.50	18.85	18.85	-186.21	0.00	0.0000	0.00	0.000

## Inviluppo Sollecitazioni paramento

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in [kN]

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

### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.90	22.5000	29.2500	0.7037	0.9476	2.2324	2.8876
3	1.80	45.0000	58.5000	5.1089	6.6051	8.1003	10.4664
4	2.70	67.5000	87.7500	16.4031	21.1945	17.6039	22.7364
5	3.60	90.0000	117.0000	37.8855	48.9365	30.7198	39.6674

### Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.90	22.5000	22.5000	0.5453	0.6580	1.8178	2.0681
3	1.80	45.0000	45.0000	4.3627	4.8133	7.2712	7.7719
4	2.70	67.5000	67.5000	14.7242	15.7381	16.3603	17.1113
5	3.60	90.0000	90.0000	34.9008	36.7032	29.0617	30.0630

## Inviluppo Sollecitazioni fondazione di valle

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

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

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

### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	2.50	-119.8570	-81.7966	-22.5864	-9.7620
3	5.00	-58.2751	-1.1061	51.2204	83.8963

### Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	2.50	-92.1977	-90.6361	-17.3741	-16.1975
3	5.00	-35.6227	-30.1024	64.5356	66.4533

## Inviluppo Sollecitazioni fondazione di monte

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

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

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



Inviluppo combinazioni SLU

<b>Nr.</b>	<b>X</b>	<b>Mmin</b>	<b>Mmax</b>	<b>Tmin</b>	<b>Tmax</b>
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	1.25	-13.8919	2.1753	-23.8054	1.4936
3	2.50	-63.4595	-0.8010	-57.0813	-6.6097

Inviluppo combinazioni SLE

<b>Nr.</b>	<b>X</b>	<b>Mmin</b>	<b>Mmax</b>	<b>Tmin</b>	<b>Tmax</b>
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	1.25	1.2669	1.6733	0.5257	1.1601
3	2.50	-2.4390	-0.8755	-7.9565	-6.7413

## Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro

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

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]
$N_u$	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
$M_u$	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
$V_{Rcd}$	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
$V_{Rsd}$	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0.00	100, 100	31.42	15.71	0.00	0.00	1000.00	358.00	--	--
2	0.90	100, 100	31.42	15.71	14564.14	-357.54	504.32	361.24	--	--
3	1.80	100, 100	31.42	15.71	12516.15	-1359.08	239.63	364.48	--	--
4	2.70	100, 100	31.42	15.71	8601.11	-2315.85	120.99	367.72	--	--
5	3.60	100, 100	31.42	15.71	4869.47	-2647.72	54.11	370.96	--	--

### Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$
1	0.00	100, 100	31.42	15.71	0	0	0	0
2	0.90	100, 100	31.42	15.71	26	3	-262	-379
3	1.80	100, 100	31.42	15.71	69	10	-299	-1009
4	2.70	100, 100	31.42	15.71	151	21	257	-2155
5	3.60	100, 100	31.42	15.71	324	37	3259	-4523

## Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa]
$N_u$	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
$M_u$	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
$V_{Rcd}$	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
$V_{Rsd}$	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
$V_{Rd}$	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

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

#### Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0.00	100, 80	34.56	18.85	0.00	0.00	1000.00	328.53	--	--
2	2.50	100, 80	18.85	18.85	0.00	-538.52	4.49	269.62	--	--
3	5.00	100, 80	18.85	18.85	0.00	-538.52	9.24	269.62	--	--

#### Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
4	0.00	100, 80	34.56	18.85	0	0	0	0
5	2.50	100, 80	18.85	18.85	1262	-27	-14298	69037
6	5.00	100, 80	18.85	18.85	488	103	-5525	26674

### Fondazione di monte

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

#### Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0.00	100, 80	18.85	18.85	0.00	0.00	1000.00	328.53	--	--
2	1.25	100, 80	18.85	18.85	0.00	-538.52	38.77	269.62	--	--
3	2.50	100, 80	18.85	18.85	0.00	-538.52	8.49	269.62	--	--

#### Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
4	0.00	100, 80	18.85	18.85	0	0	0	0
5	1.25	100, 80	18.85	18.85	23	2	1253	-260
6	2.50	100, 80	18.85	18.85	33	-12	-378	1826

