



# ANAS S.p.A.

DIREZIONE REGIONALE PER LA SICILIA

## PA 12/09

### CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO - NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO - CALTANISSETTA - A19

### S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"

### AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19

### VARIANTE TECNICA N°4

ai sensi dell'art. 176, comma 5, secondo periodo lettera "a" e lettera "b", del D.Lgs. N. 163/2006 e Art. 11 del CSA-NG

CONTRAENTE GENERALE



DIRETTORE DEI LAVORI  
**Ing. CARLO DAMIANI**

### OPERE IDRAULICHE

### OPERE IDRAULICHE VIABILITA' INTERFERITA - Tronco 26

Tombino scatolare  
3.00x1.00x1.00\_pr.0+136.59 -  
Relazione di calcolo canale a valle



Codice Unico Progetto (CUP) : F91B09000070001

1984-11

Codice Elaborato:

PA12\_09 - V 3 0 7 T O 2 4 9 T T 5 3 H C L 0 1 9 B      Scala: -----

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	AUTORIZZATO
F						
E						
D						
C						
B	Aprile 2021	Aggiornamento cartigli			A. ANTONELLI	A. FINAMORE
A	Dicembre 2018	EMISSIONE			A. ANTONELLI	P. PAGLINI

Il Progettista:



Il Consulente Specialista:

Il Geologo:



Il Coordinatore per la sicurezza:



Il Direttore dei Lavori:



Responsabile del procedimento: Ing. LUIGI MUPO



## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>GENERALITA'</b> .....	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO</b> .....	<b>2</b>
2.1	INTRODUZIONE .....	2
2.2	SEZIONI DI CALCOLO .....	4
<b>3</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>4</b>
3.1	CODICI DI CALCOLO.....	4
3.2	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	4
<b>4</b>	<b>PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI</b> .....	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>AZIONI E CARICHI AGENTI</b> .....	<b>6</b>
5.1	AZIONE DEL SISMA .....	6
<b>6</b>	<b>AZIONE SISMICA DI PROGETTO</b> .....	<b>7</b>
6.1	CRITERI GENERALI (§ 7.2.1 NTC-08) .....	7
6.2	FATTORE DI STRUTTURA (§ 7.3.1 NTC-08) .....	7
6.3	VITA NOMINALE.....	7
6.4	CLASSI D'USO .....	8
6.5	PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA .....	9
6.6	STATI LIMITE E RELATIVE PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO .....	9
6.7	CATEGORIE DI SOTTOSUOLO (§ 3.2.2 NTC-08).....	10
6.8	CONDIZIONI TOPOGRAFICHE (§ 3.2.2 NTC-08) .....	11
6.9	AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA (§ 3.2.3.2.1 NTC-08) .....	11
6.10	AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA (§ 3.2.3.2.1 NTC-08) .....	11
6.11	SPETTRI DI PROGETTO PER GLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO (§§ 3.2.3.4 E 7.3.7.1 NTC-08).....	12
6.12	SPETTRI DI PROGETTO PER GLI STATI LIMITE ULTIMI (§ 3.2.3.5 NTC-08) .....	12
6.13	CALCOLO DEI PARAMETRI SISMICI .....	12
<b>7</b>	<b>VERIFICA DEL CANALE A VALLE</b> .....	<b>14</b>
7.1	GEOMETRIA SCATOLARE .....	14
7.2	DATI DI INPUT .....	15
7.3	ANALISI DELLA SPINTA E VERIFICHE.....	19
7.4	INVILUPPO SOLLECITAZIONI .....	44
7.5	INVILUPPO VERIFICHE .....	47

## 1 GENERALITA'

Il presente documento è redatto nell'ambito dei lavori di adeguamento alla categoria B della S.S. 640 secondo le norme del DM 5.11.2001 dell'itinerario Agrigento-Caltanissetta-A19 dal km 44+000 allo svincolo con la A19, con la finalità di illustrare la progettazione strutturale e il dimensionamento dei manufatti da realizzare in corrispondenza dello svincolo Caltanissetta sud del II lotto della SS 640.

In particolare la presente relazione tratta il dimensionamento del canale a valle del manufatto scatolare 3.00x1.00x1.00 in attraversamento al tronco 26 alla prog.0+136.59.

## 2 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

### 2.1 Introduzione

L'opera in esame consiste in una canale che raccorda il fosso in calcestruzzo a sezione trapezia 3x1 ed il tombino alla rotatoria del Tronco 26; Il canale ha fondazione e spessore delle pareti di 30cm e di dimensioni 2,50 x 1,50m.

Il tutto come riportato nelle seguenti figure.

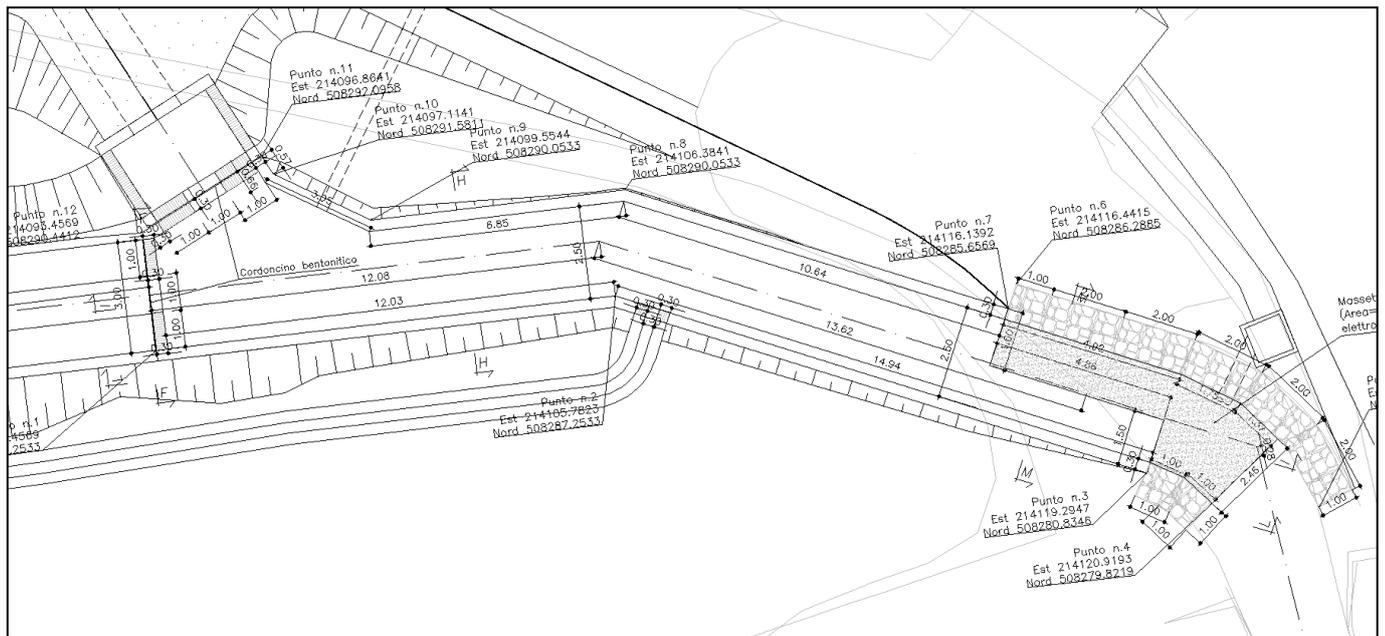


Figura 1 – Stralcio planimetrico del canale

VARIANTE TECNICA N.4

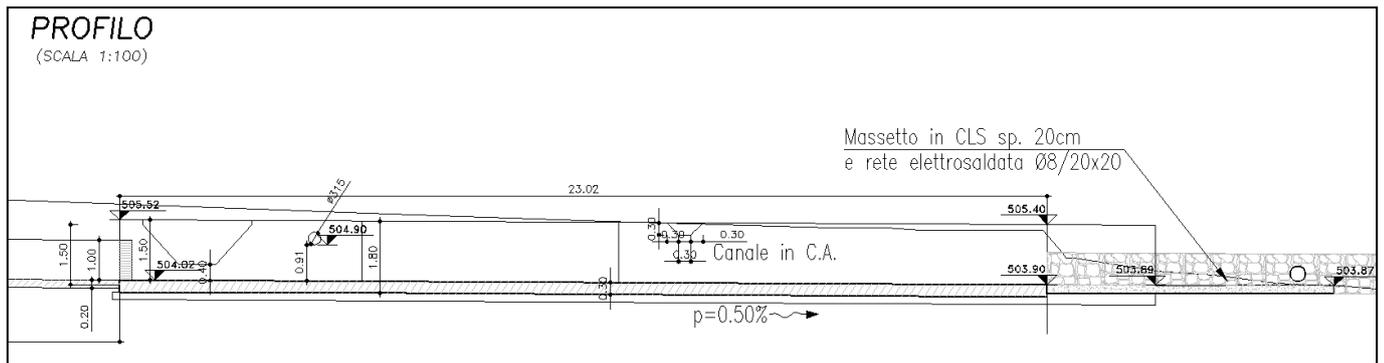


Figura 2 –Stralcio profilo del canale

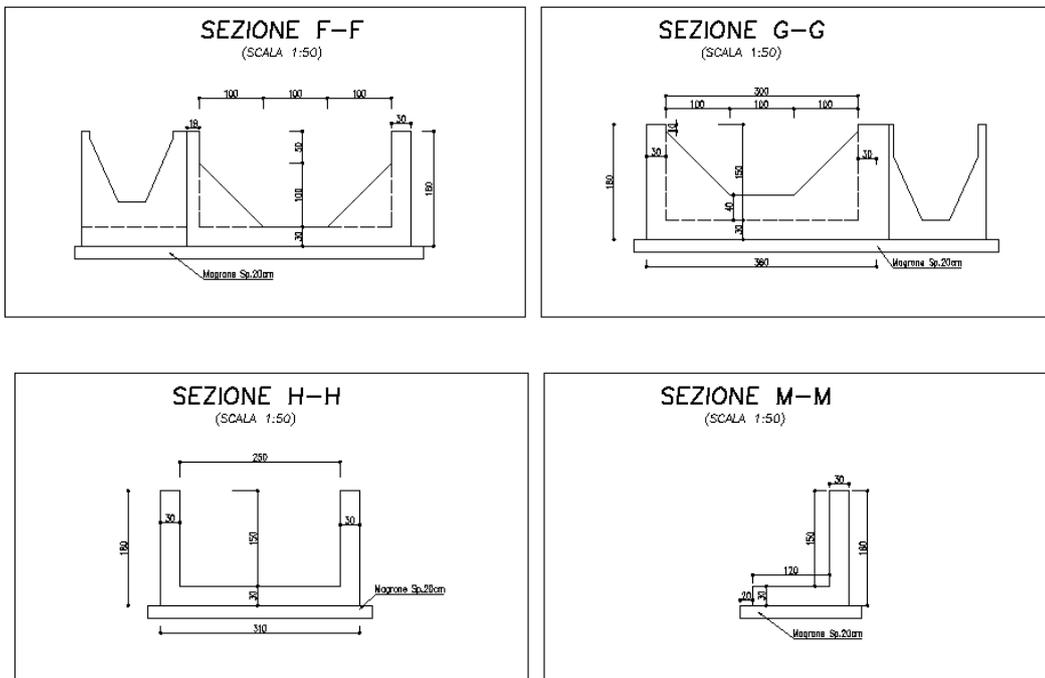


Figura 3 –Stralcio Sezioni trasversali del canale

Nei paragrafi seguenti si illustreranno le verifiche geotecniche e le verifiche strutturali delle opere idrauliche descritte.

## 2.2 Sezioni di calcolo

Per dimensionare le armature delle opere e verificarne la stabilità vengono scelte come sezioni di verifiche quelle mostrate nelle figure a seguire. Per il calcolo dei carichi considerati si rimanda ai paragrafi successivi.

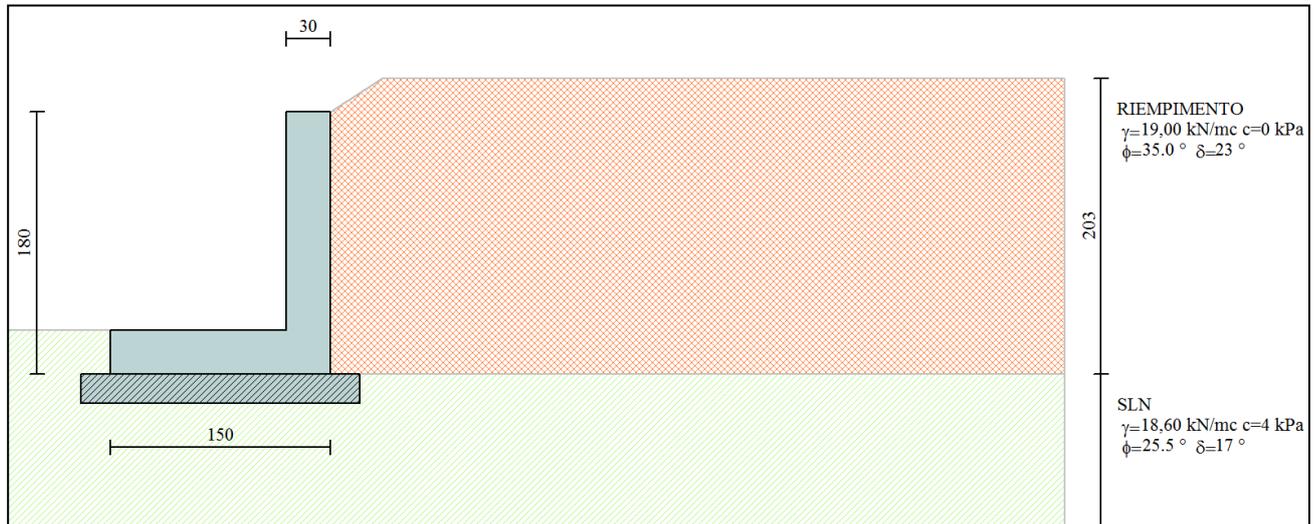


Figura 4 – Schematizzazione della sezione di calcolo Pozzetto imbocco

## 3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La progettazione delle strutture suddette è stata condotta secondo i criteri della Scienza delle Costruzioni ed in accordo con la normativa vigente ed in particolare con:

- ✓ Legge 5.11.1971 n° 1086: "Disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica"
- ✓ Legge n° 64 del 2 febbraio 1974 - "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"
- ✓ DM 14/01/2008 - "Nuove 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.

### 3.1 Codici di calcolo

I codici di calcolo utilizzati per le verifiche geotecniche sono i seguenti:

Codice bidimensionale ad elementi finiti Aztec SCAT (Versione 11.0).

### 3.2 Caratteristiche dei materiali

Ai fini del calcolo statico si sono effettuate le verifiche con un cls c32/40, S4-S5 in accordo con la UNI 11417-1 del 2012.

VARIANTE TECNICA N.4

I materiali utilizzati sono di seguito specificati nelle seguenti tabelle:

CALCESTRUZZI E MISCELE	
<b>CALCESTRUZZO MAGRO UNI EN 206-1 (2006)</b>	
CLASSE DI RESISTENZA	C12/15
<b>CLS PER STRUTTURE CONTROTERRA GETTATE IN OPERA</b>	
CLASSE DI RESISTENZA	C32/40
CLASSE DI CONSISTENZA	S4/S5
CLASSE DI ESPOSIZIONE	XA2

Tabella 1 - Specifiche dei materiali - Calcestruzzi

ACCIAI	
<b>ACCIAIO PER ARMATURA CLS - BARRE</b>	
DIAMETRO MAX	12 mm
CLASSE DI RESISTENZA	B450C
TENSIONE CARATTERISTICA DI SNERVAMENTO (fyk)	450
TENSIONE CARATTERISTICA A ROTTURA (ftk)	540

Tabella 2- Specifiche dei materiali - Acciai

#### 4 PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI

Per i parametri geotecnici si fa riferimento all'elaborato "635 - Relazione Geotecnica Generale" :

Profondità (m)	Litotipo	Parametri Geotecnici
0.00 ÷ 10.00	Sabbie e Sabbie argillose - SLN: Sabbie giallastre con livelli di argille limosabbiose con gusci fossili intercalati a livelli quarzarenitici	$\gamma = 18.61 \text{ kN/mc}$
		$C_u = 111.66 \text{ kN/cm}^2$
		$c' = 4.20 \text{ kN/cm}^2$
		$\phi' = 25.50^\circ$
10.00 ÷ in prof.	Argille marnose - GER : argille mamose, talora siltose, dalla tipica colorazione grigio-azzurra con intercalazioni di sottili livelli siltosi	$\gamma = 18.60 \text{ kN/mc}$
		$C_u = 220.00 \text{ kN/cm}^2$
		$c' = 22.30 \text{ kN/cm}^2$
		$\phi' = 21.00^\circ$

Tabella 3: Parametri geotecnici di progetto

## 5 AZIONI E CARICHI AGENTI

### 5.1 Azione del sisma

L'evento sismico è simulato nelle presenti analisi mediante analisi pseudostatiche nelle quali l'azione sismica è definita mediante un'accelerazione equivalente costante nello spazio e nel tempo. L'accelerazione  $a_h$  può essere legata all'accelerazione di picco  $a_{max}$  attesa nel volume di terreno significativo per l'opera mediante la relazione:

$$a_h = k_h \cdot g = \alpha \cdot \beta \cdot a_{max} \quad \text{con}$$

- ✓  $\alpha$  è un coefficiente che tiene conto della deformabilità dei terreni interagenti con l'opera. Esso può essere valutato in funzione dell'altezza di scavo della paratia e della categoria di sottosuolo mediante il diagramma di Fig. 7.11.2 del DM 01/14/2008.
- ✓  $\beta$  è un coefficiente funzione della capacità dell'opera di subire spostamenti senza cadute di resistenza. Esso può essere ricavato dal diagramma di Fig. 7.11.3 del DM 01/14/2008 in funzione del massimo spostamento  $u_s$  che l'opera può tollerare senza riduzioni di resistenza.
- ✓  $k_h$ : coefficiente sismico orizzontale
- ✓  $a_{max}$ : accelerazione di picco

Di seguito si riportano i dati per il calcolo dell'accelerazione di picco.

$$a_{max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g \quad \text{con}$$

- ✓  $S_S$  è il coefficiente di amplificazione stratigrafica
- ✓  $S_T$  è il coefficiente dell'amplificazione topografica

La spinta totale di progetto  $E_d$  esercitata dal terrapieno ed agente sull'opera di sostegno è data da:

$$E_d = 0.5 \gamma' (1 \pm k_s) \cdot k_s \cdot H^2 \quad \text{con}$$

- ✓  $H$  : altezza del muro;
- ✓  $\gamma'$  : peso specifico del terreno;
- ✓  $k_s$  : coefficiente di spinta del terreno (statico + dinamico), calcolato mediante la formula di Mononobe e Okabe.

Per stati di spinta attiva valgono le seguenti relazioni:

$$\beta \leq \phi - \vartheta \rightarrow k_s = \frac{\text{sen}^2(\psi + \phi - \vartheta)}{\cos \vartheta \text{sen}^2 \psi \text{sen}(\psi - \vartheta - \delta) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\phi + \delta) \text{sen}(\phi - \beta - \vartheta)}{\text{sen}(\psi - \vartheta - \delta) \text{sen}(\psi + \beta)}} \right]^2}$$

$$\beta > \phi - \vartheta \rightarrow k_s = \frac{\text{sen}^2(\psi + \phi - \vartheta)}{\cos \vartheta \text{sen}^2 \psi \text{sen}(\psi - \vartheta - \delta)}$$

- ✓  $\phi$  = valore di calcolo dell'angolo di resistenza al taglio del terreno in condizioni di sforzo efficace;
- ✓  $\psi$  = angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale rispettivamente della parete del muro rivolta a monte e della superficie del terrapieno;
- ✓  $\delta$  = valore di calcolo dell'angolo di resistenza al taglio tra terreno e muro, assunto pari a  $0.5\phi$ ;
- ✓  $\beta$  = inclinazione rispetto all'orizzontale della superficie del terreno.

- ✓  $\theta$  = nel caso di livello di falda al di sotto dell'opera di sostegno, angolo calcolato come segue:

$$\tan \theta = \frac{k_h}{1 \pm k_v}$$

## 6 AZIONE SISMICA DI PROGETTO

Il calcolo dei parametri sismici di progetto è stato effettuato mediante il codice di calcolo implementato nel software di calcolo Atzec SCAT.

### 6.1 Criteri generali (§ 7.2.1 NTC-08)

La componente verticale deve essere considerata solo in presenza di elementi pressoché orizzontali con luce superiore a 20 m, elementi precompressi (con l'esclusione dei solai di luce inferiore a 8 m), elementi a mensola di luce superiore a 4 m, strutture di tipo spingente, pilastri in falso, edifici con piani sospesi, ponti, costruzioni con isolamento nei casi specificati in § 7.10.5.3.2 e purché il sito nel quale la costruzione sorge non ricada in zona 3 o 4.

### 6.2 Fattore di struttura (§ 7.3.1 NTC-08)

Il valore del fattore di struttura  $q$  da utilizzare per ciascuna direzione della azione sismica, dipende dalla tipologia strutturale, dal suo grado di iperstaticità e dai criteri di progettazione adottati e prende in conto le non linearità di materiale. Esso può essere calcolato tramite la seguente espressione:

$$q = q_0 \cdot K_R$$

dove:

- ✓  $q_0$  è il valore massimo del fattore di struttura che dipende dal livello di duttilità attesa, dalla tipologia strutturale e dal rapporto  $\alpha_u/\alpha_1$  tra il valore dell'azione sismica per il quale si verifica la formazione di un numero di cerniere plastiche tali da rendere la struttura labile e quello per il quale il primo elemento strutturale raggiunge la plasticizzazione a flessione;
- ✓  $K_R$  è un fattore riduttivo che dipende dalle caratteristiche di regolarità in altezza della costruzione, con valore pari ad 1 per costruzioni regolari in altezza e pari a 0,8 per costruzioni non regolari in altezza.

Per le costruzioni regolari in pianta, qualora non si proceda ad un'analisi non lineare finalizzata alla valutazione del rapporto  $\alpha_u/\alpha_1$ , per esso possono essere adottati i valori indicati nei paragrafi successivi per le diverse tipologie costruttive.

Per le costruzioni non regolari in pianta, si possono adottare valori di  $\alpha_u/\alpha_1$  pari alla media tra 1,0 ed i valori di volta in volta forniti per le diverse tipologie costruttive.

Per la componente verticale dell'azione sismica il valore di  $q$  utilizzato, a meno di adeguate analisi giustificative, è  $q = 1,5$  per qualunque tipologia strutturale e di materiale, tranne che per i ponti per i quali è  $q = 1$ .

### 6.3 Vita nominale

La vita nominale di un'opera strutturale VN 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 dei diversi tipi di opere è quella riportata nella seguente tabella e deve essere precisata nei documenti di progetto.

TIPI DI COSTRUZIONE	Vita Nominale
	$V_N$ (in anni)
Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva (1)	≥ 10
<b>Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale</b>	<b>≥ 50</b>
Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

Tabella 4- VITA NOMINALE VN PER DIVERSI TIPI DI OPERE

(1) Le verifiche sismiche di opere provvisorie o strutture in fase costruttiva possono omettersi quando le relative durate previste in progetto siano inferiori a 2 anni.

## 6.4 Classi d'uso

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

TIPOLOGIA DELLA COSTRUZIONE	CLASSE
Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.	I
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.	II
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.	III
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.	IV

## 6.5 Periodo di riferimento per l'azione sismica

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento VR che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale N V per il coefficiente d'uso CU :

$$VR = VN \times CU$$

Il valore del coefficiente d'uso CU è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato nella seguente tabella.

CLASSE D'USO	C <sub>U</sub>
I	0,7
II	1
III	1,5
IV	2

Tabella 5- Valori del coefficiente d'uso CU

SE  $VR \leq 35$  ANNI SI PONE COMUNQUE  $VR = 35$  ANNI.

## 6.6 Stati limite e relative probabilità di superamento

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli stati limite di esercizio sono:

**Stato Limite di Operatività (SLO):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;

**Stato Limite di Danno (SLD):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature

Gli stati limite ultimi sono:

**Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):** a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;

**Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):** a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

VARIANTE TECNICA N.4

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati sono riportati nella seguente tabella:

STATO LIMITE	PVR
SLO	0,81
<b>SLD</b>	<b>0,63</b>
<b>SLV</b>	<b>0,1</b>
SLC	0,05

Tabella 6- Probabilità di superamento nel periodo di riferimento VR

### 6.7 Categorie di sottosuolo (§ 3.2.2 NTC-08)

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi, come indicato nel § 7.11.5 delle NTC-08. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II delle NTC-08).

Tipologia di terreni e rocce	Cat. Sottosuolo
Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di Vs,30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.	A
Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu,30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).	B
<b>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 &lt; NSPT,30 &lt; 50 nei terreni a grana grossa e 70 &lt; cu,30 &lt; 250 kPa nei terreni a grana fina).</b>	<b>C</b>
Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT,30 < 15 nei terreni a grana grossa e cu,30 < 70 kPa nei terreni a grana fina).	D
Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con Vs > 800 m/s).	E

Tabella 7- Categorie di sottosuolo

In presenza di suoli di tipo B, C, D E, S1, S2 il moto sismico in superficie in genere risulta modificato rispetto al moto sismico al bedrock, in funzione dell'intensità e del contenuto in frequenza dell'input sismico e delle caratteristiche geotecniche sismiche e dello spessore del suolo attraversato dalle onde sismiche per giungere in superficie.

In assenza di una specifica analisi di amplificazione sismica locale per il suolo in esame, per valutare l'accelerazione sismica spettrale in presenza di suoli di tipo B, C, D E la normativa introduce un fattore di amplificazione S e i periodi T che definiscono lo spettro di risposta di un oscillatore semplice con smorzamento pari al 5%. In presenza di suoli speciali di tipo S1 e S2 la normativa impone uno studio specifico per determinare gli effetti di amplificazione sismica locale.

La classificazione del suolo è convenzionalmente eseguita sulla base della velocità media equivalente di propagazione delle onde di taglio entro 30 m di profondità:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h}{V_i}} \quad \text{con}$$

- ✓ Vi: velocità delle onde di taglio verticali
- ✓ hi : spessore dello strato i-esimo.

## 6.8 Condizioni topografiche (§ 3.2.2 NTC-08)

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione (**Tab. 3.2.IV** delle NTC-08):

Caratteristiche della superficie topografica	Categoria
Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$	T1
Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$	T2
Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$	T3
Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$	T4

Tabella 8- Categorie topografiche

## 6.9 Amplificazione Stratigrafica (§ 3.2.3.2.1 NTC-08)

Per sottosuolo di categoria A i coefficienti SS e CC valgono 1. Per le categorie di sottosuolo B,C,D ed E i coefficienti SS e CC possono essere calcolati, in funzione dei valori di ag, Fo e TC\* relativi al sottosuolo di categoria A, mediante le espressioni fornite nella Tab. 3.2.V delle NTC-08, nelle quali g è l'accelerazione di gravità ed il tempo è espresso in secondi.

## 6.10 Amplificazione topografica (§ 3.2.3.2.1 NTC-08)

Per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico  $S_T$  riportati nella **Tab. 3.2.VI** delle NTC-08, in funzione delle categorie topografiche e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

Ubicazione dell'opera o dell'intervento	Cat. topografica	$S_T$
Pianeggiante	T1	1
In corrispondenza della sommità del pendio	T2	1,2
In corrispondenza della cresta del rilievo	T3	1,2
In corrispondenza della cresta del rilievo	T4	1,4

Tabella 9- Valori del coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$

La variazione spaziale del coefficiente di amplificazione topografica è definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o rilievo, dalla sommità fino alla base dove  $S_T$  assume valore unitario.

### 6.11 Spettri di progetto per gli stati limite di esercizio (§§ 3.2.3.4 e 7.3.7.1 NTC-08)

Per gli stati limite di esercizio lo spettro di progetto  $S_d(T)$  da utilizzare, sia per le componenti orizzontali che per la componente verticale, è lo spettro elastico corrispondente, riferito alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$  considerata.

Per costruzioni di Classe III e IV, se si vogliono limitare i danneggiamenti strutturali, per tutti gli elementi strutturali, inclusi nodi e connessioni tra elementi, deve essere verificato che il valore di progetto di ciascuna sollecitazione calcolato in presenza delle azioni sismiche corrispondenti allo SLD ed attribuendo ad  $\eta$  il valore di  $2/3$  corrispondente ad un valore  $\xi = 17.5\%$  sia inferiore al corrispondente valore della resistenza di progetto.

### 6.12 Spettri di progetto per gli stati limite ultimi (§ 3.2.3.5 NTC-08)

Qualora le verifiche agli stati limite ultimi non vengano effettuate tramite l'uso di opportuni accelerogrammi ed analisi dinamiche al passo, ai fini del progetto o della verifica delle strutture le capacità dissipative delle strutture possono essere messe in conto attraverso una riduzione delle forze elastiche che tiene conto in modo semplificato della capacità dissipativa anelastica della struttura, della sua sovrarresistenza, dell'incremento del suo periodo proprio a seguito delle plasticizzazioni. In tal caso lo spettro di progetto  $S_d(T)$  da utilizzare, sia per le componenti orizzontali che per la componente verticale, è lo spettro elastico corrispondente riferito alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$  considerata, con le ordinate ridotte sostituendo con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. Si assumerà comunque  $S_d(T)$   $0,2a_g$ .

### 6.13 Calcolo dei parametri sismici

Le azioni sismiche di progetto sono definite a partire dalla pericolosità sismica di base del sito di costruzione. La pericolosità sismica si definisce, per il caso in oggetto, in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero, su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, in considerazione di prefissate probabilità di eccedenza  $P_{VR}$  nel periodo di riferimento  $V_R$ .

Nel caso delle opere di presidio in oggetto, aventi carattere permanente, in analogia con quanto già effettuato nel Progetto Esecutivo, si è proceduto alla valutazione delle azioni sismiche in funzione di una vita utile dell'opera. I parametri necessari per la determinazione dell'azione sismica di progetto sono calcolati direttamente per il sito in esame, utilizzando le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento (Allegato B del DM 14/01/2008).

Nella seguente tabella si riportano le coordinate del sito in oggetto, la vita nominale dell'opera, il coefficiente d'uso della costruzione, la categoria di sottosuolo, la categoria topografica, il coefficiente di amplificazione stratigrafica e il coefficiente di amplificazione topografica.

Parametro	Valore
Vita nominale ( $V_u$ )	50
Coefficiente d'uso ( $C_v$ )	2
Categoria di sottosuolo	C
Categoria topografica	T1
Coeff. Amp. Stratigrafica ( $S_s$ )	1,5
Coeff. Amp. Topografica ( $S_t$ )	1,0

Tabella 10- Parametri sismici di progetto

VARIANTE TECNICA N.4

Di seguito si riportano le schermate principali del codice di calcolo e indicazione dei valori dei parametri sismici di riferimento, ovvero:

- $a_g$ , accelerazione orizzontale massima del luogo (espressa in g/10, ossia in decimi dell'accelerazione di gravità),
- $F_0$ , valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale (adimensionale);
- $T_C^*$ , periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro delle componenti orizzontali (espresso in secondi).

- D.M. 1996	
Coefficiente di intensità sismica %	7,00
- N.T.C. 2008	
Analisi SLU	
Accelerazione al suolo $a_g$ [m/s <sup>2</sup> ] <b><math>a_g/g = 0,09</math></b>	0,893
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale $F_0$	2,638
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante $T_C^*$	0,502
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico $S_s$ Tipo C	<b>1,500</b>
Coefficiente di riduzione ( $\beta_m$ )	0,18
Analisi SLE	
Accelerazione al suolo $a_g$ [m/s <sup>2</sup> ] <b><math>a_g/g = 0,04</math></b>	0,430
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale $F_0$	2,504
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante $T_C^*$	0,317
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico $S_s$	<b>1,500</b>
Coefficiente di riduzione ( $\beta_m$ )	0,18
Coef. amplificazione topografica $S_T$ T1	<b>1,00</b>
<b><math>K_h = a_g/g * S_s * S_t * \beta_m</math></b>	
<b>Coefficiente di intensità sismica orizzontale SLU <math>K_h</math> [%] = 2,46</b>	
<b>Coefficiente di intensità sismica orizzontale SLE <math>K_h</math> [%] = 1,18</b>	
Intensità sismica Verticale/Orizzontale	0,50
Forma diagramma incremento sismico	
<input type="radio"/> Triangolare	<input checked="" type="radio"/> Rettangolare
Calcolo incremento sismico	
<input checked="" type="radio"/> Mononobe-Okabe	<input type="radio"/> Wood

Figura 5 – Parametri sismici

## 7 VERIFICA DEL CANALE A VALLE

### 7.1 Geometria scatolare

#### Normativa

##### N.T.C. 2008 - Approccio 2

##### 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>		A1	A2	EQU	HYD
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>			M1	M2	M2	M1
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>		A1	A2	EQU	HYD
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>			M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$		1,00	1,25	1,25	1,00
Coesione efficace	$\gamma_c$		1,00	1,25	1,25	1,00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$		1,00	1,40	1,40	1,00
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$		1,00	1,60	1,60	1,00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$		1,00	1,00	1,00	1,00

#### FONDAZIONE SUPERFICIALE

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

##### Verifica

	R1	Coefficienti parziali	
		R2	R3
Capacità portante della fondazione	1,00	1,00	1,40
Scorrimento	1,00	1,00	1,10
Resistenza del terreno a valle	1,00	1,00	1,40
Stabilità globale		1,10	

## 7.2 Dati di input

Descrizione	Muro a mensola in c.a.
Altezza del paramento	1,50 [m]
Spessore in sommità	0,30 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,30 [m]
Inclinazione paramento esterno	0,00 [°]
Inclinazione paramento interno	0,00 [°]
Lunghezza del muro	10,00 [m]
<b>Fondazione</b>	
Lunghezza mensola fondazione di valle	1,20 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	0,00 [m]
Lunghezza totale fondazione	1,50 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	0,30 [m]
Spessore magrone	0,20 [m]

## Materiali utilizzati per la struttura

<b>Calcestruzzo</b>	
Peso specifico	24,517 [kN/mc]
Classe di Resistenza	C32/40
Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck}$	40000 [kPa]
Modulo elastico E	33642648 [kPa]
<b>Acciaio</b>	
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	0,35	0,23	33,31
2	5,00	0,23	0,00

## Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale	0,00	[°]
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento	0,00	[m]

## Descrizione terreni

### Simbologia adottata

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]

VARIANTE TECNICA N.4

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	$c$	$c_a$
SLN	18,60	18,60	25.50	17.00	4,2	3,2
RIEMPIMENTO	19,00	19,00	35.00	23.33	0,0	0,0

## Stratigrafia

### Simbologia adottata

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

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	1,80	0,00	0,00	0,00	RIEMPIMENTO
2	10,00	0,00	1,11	0,00	SLN

## 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 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° 3 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	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° 4 - 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° 5 - 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° 6 - 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° 7 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

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

VARIANTE TECNICA N.4

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
<b>Combinazione n° 8 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo</b>				
	<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
<b>Combinazione n° 9 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo</b>				
	<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
<b>Combinazione n° 10 - Quasi Permanente (SLE)</b>				
	<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
<b>Combinazione n° 11 - Frequente (SLE)</b>				
	<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
<b>Combinazione n° 12 - Rara (SLE)</b>				
	<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 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

Aggressive

#### Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature  
 Valori limite delle aperture delle fessure

Poco sensibile

$w_1 = 0.20$

$w_2 = 0.30$

$w_3 = 0.40$

Metodo di calcolo aperture delle fessure

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

#### Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

Rara  $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$  -  $\sigma_f < 0.80 f_{yk}$

Quasi permanente  $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

Calcolo della portanza metodo di Terzaghi

Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1,00

Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1,00

**Impostazioni avanzate**

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

**Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati**

**Simbologia adottata**

<b>C</b>	Identificativo della combinazione
<b>Tipo</b>	Tipo combinazione
<b>Sisma</b>	Combinazione sismica
<b>CS<sub>SCO</sub></b>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
<b>CS<sub>RIB</sub></b>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
<b>CS<sub>QLIM</sub></b>	Coeff. di sicurezza a carico limite
<b>CS<sub>STAB</sub></b>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

<b>C</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sisma</b>	<b>CS<sub>SCO</sub></b>	<b>CS<sub>RIB</sub></b>	<b>CS<sub>QLIM</sub></b>	<b>CS<sub>STAB</sub></b>
1	A1-M1 - [1]	--	1,18	--	14,71	--
2	EQU - [1]	--	--	3,46	--	--
3	STAB - [1]	--	--	--	--	1,47
4	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	1,33	--	14,63	--
5	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	1,34	--	15,00	--
6	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	3,63	--	--
7	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	3,74	--	--
8	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,41
9	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,42
10	SLEQ - [1]	--	1,49	--	14,46	--
11	SLEF - [1]	--	1,49	--	14,46	--
12	SLER - [1]	--	1,49	--	14,46	--

## 7.3 Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :  
 Origine in testa al muro (spigolo di monte)  
 Ascisse X (espresse in [m]) positive verso monte  
 Ordinate Y (espresse in [m]) positive verso l'alto  
 Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle  
 Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

### Tipo di analisi

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

### Sisma

#### Identificazione del sito

Latitudine	37.489909
Longitudine	14.063289
Comune	Caltanissetta
Provincia	Caltanissetta
Regione	Sicilia
Punti di interpolazione del reticolo	48072 - 48073 - 47851 - 47850

#### Tipo di opera

Tipo di costruzione	Opera ordinaria
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	IV - Opere strategiche ed industrie molto pericolose
Vita di riferimento	100 anni

#### Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo $a_g$	0.89 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.18
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 2.46$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 1.23$

#### Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo $a_g$	0.43 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.18
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 1.18$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 0.59$

Forma diagramma incremento sismico	Stessa forma diagramma statico
------------------------------------	--------------------------------

Partecipazione spinta passiva (percento)	0,0
Lunghezza del muro	10,00 [m]

Peso muro	22,0653 [kN]
Baricentro del muro	X=-0,45 Y=-1,20

### Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X = 0,00 Y = -1,80
Punto superiore superficie di spinta	X = 0,00 Y = 0,00
Altezza della superficie di spinta	1,80 [m]
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	0,00 [°]

VARIANTE TECNICA N.4

**COMBINAZIONE n° 1**

**Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	12,0272	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	11,0436	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	4,7637	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,16	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,38	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	11,0436	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	26,8290	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	26,8290	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	11,0436	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,12	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	1,50	[m]		
Risultante in fondazione	29,0131	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	22,37	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-3,0916	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	394,7132	[kN]		

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1,50	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	9,64	[kPa]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	26,13	[kPa]		

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 26.09$	$N_q = 13.44$	$N_\gamma = 8.94$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 26.09$	$N'_q = 13.44$	$N'_\gamma = 8.94$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.18
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	14.71

## Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 1

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,07	0,5516	0,0009	0,0351
3	0,15	1,1033	0,0068	0,1297
4	0,22	1,6549	0,0216	0,2745
5	0,30	2,2065	0,0490	0,4608
6	0,38	2,7582	0,0917	0,6843
7	0,45	3,3098	0,1525	0,9426
8	0,53	3,8614	0,2339	1,2344
9	0,60	4,4131	0,3385	1,5591
10	0,67	4,9647	0,4686	1,9160
11	0,75	5,5163	0,6267	2,3049
12	0,82	6,0680	0,8151	2,7256
13	0,90	6,6196	1,0363	3,1779
14	0,97	7,1712	1,2926	3,6617
15	1,05	7,7229	1,5864	4,1770
16	1,13	8,2745	1,9199	4,7236
17	1,20	8,8261	2,2957	5,3016
18	1,27	9,3778	2,7160	5,9109
19	1,35	9,9294	3,1831	6,5515
20	1,43	10,4810	3,6995	7,2234
21	1,50	11,0327	4,2673	7,9215

## Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 1

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,12	0,0196	0,3536
3	0,24	0,0912	0,8654
4	0,36	0,2337	1,5355
5	0,48	0,4660	2,3639
6	0,60	0,8073	3,3507
7	0,72	1,2765	4,4956
8	0,84	1,8926	5,7989
9	0,96	2,6746	7,2605
10	1,08	3,6415	8,8804
11	1,20	4,8122	10,6585

## 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]  
 $A_{fs}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]  
 $A_{fi}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]  
 $N_u$  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]

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 30	5,65	5,65	0,00	0,00	1000,00	136,26	--	--
2	0,07	100, 30	5,65	5,65	4939,69	-8,40	8954,67	136,33	--	--
3	0,15	100, 30	5,65	5,65	4893,42	-30,00	4435,39	136,40	--	--
4	0,22	100, 30	5,65	5,65	4822,57	-63,06	2914,12	136,47	--	--
5	0,30	100, 30	5,65	5,65	4732,63	-105,04	2144,83	136,55	--	--
6	0,38	100, 30	5,65	5,65	4628,03	-153,85	1677,94	136,62	--	--
7	0,45	100, 30	5,65	5,65	4153,80	-191,37	1255,00	136,69	--	--
8	0,53	100, 30	5,65	5,65	3652,70	-221,27	945,95	136,76	--	--
9	0,60	100, 30	5,65	5,65	3141,37	-240,94	711,84	136,83	--	--
10	0,67	100, 30	5,65	5,65	2670,69	-252,07	537,94	136,90	--	--
11	0,75	100, 30	5,65	5,65	2149,11	-244,15	389,59	136,98	--	--
12	0,82	100, 30	5,65	5,65	1652,20	-221,94	272,28	137,05	--	--
13	0,90	100, 30	5,65	5,65	1206,89	-188,94	182,32	137,12	--	--
14	0,97	100, 30	5,65	5,65	874,53	-157,63	121,95	137,19	--	--
15	1,05	100, 30	5,65	5,65	658,04	-135,17	85,21	137,26	--	--
16	1,13	100, 30	5,65	5,65	502,99	-116,71	60,79	137,33	--	--
17	1,20	100, 30	5,65	5,65	402,88	-104,79	45,65	137,41	--	--
18	1,27	100, 30	5,65	5,65	333,16	-96,49	35,53	137,48	--	--
19	1,35	100, 30	5,65	5,65	281,98	-90,40	28,40	137,55	--	--
20	1,43	100, 30	5,65	5,65	242,93	-85,75	23,18	137,62	--	--
21	1,50	100, 30	5,65	5,65	212,24	-82,09	19,24	137,69	--	--

## 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>	sfuerzo 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, 30	5,65	5,65	0,00	0,00	1000,00	136,26	--	--
2	0,12	100, 30	5,65	5,65	0,00	56,82	2894,73	136,26	--	--
3	0,24	100, 30	5,65	5,65	0,00	56,82	623,18	136,26	--	--
4	0,36	100, 30	5,65	5,65	0,00	56,82	243,20	136,26	--	--
5	0,48	100, 30	5,65	5,65	0,00	56,82	121,93	136,26	--	--
6	0,60	100, 30	5,65	5,65	0,00	56,82	70,39	136,26	--	--
7	0,72	100, 30	5,65	5,65	0,00	56,82	44,51	136,26	--	--
8	0,84	100, 30	5,65	5,65	0,00	56,82	30,02	136,26	--	--
9	0,96	100, 30	5,65	5,65	0,00	56,82	21,25	136,26	--	--
10	1,08	100, 30	5,65	5,65	0,00	56,82	15,60	136,26	--	--
11	1,20	100, 30	5,65	5,65	0,00	56,82	11,81	136,26	--	--

### COMBINAZIONE n° 2

Valore della spinta statica	12,8046	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	12,1042	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	4,1770	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,15	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,04	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55,00	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	12,1042	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	24,0358	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	7,8287	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	27,1172	[kNm]
Sfuerzo normale sul piano di posa della fondazione	24,0358	[kN]
Sfuerzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	12,1042	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,05	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1,50	[m]
Risultante in fondazione	26,9115	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	26,73	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-1,2617	[kNm]

### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.46
--	------

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 3

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

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

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,82 Y[m]= 0,41

Raggio del cerchio R[m]= 2,36

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -2,22

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 1,53

Larghezza della striscia dx[m]= 0,15

Coefficiente di sicurezza C= 1.47

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	1,0097	76.75	0,9828	0,0064	29.26	0	0
2	2,3639	64.54	2,1344	0,0034	29.26	0	0
3	3,1401	56.96	2,6324	0,0027	29.26	0	0
4	3,7292	50.74	2,8876	0,0023	29.26	0	0
5	4,2057	45.28	2,9882	0,0021	29.26	0	0
6	4,6020	40.30	2,9767	0,0019	29.26	0	0
7	4,9361	35.67	2,8785	0,0018	29.26	0	0
8	5,2160	31.30	2,7098	0,0017	29.26	0	0
9	5,2769	27.12	2,4058	0,0017	29.26	0	0
10	5,1968	23.10	2,0387	0,0016	29.26	0	0
11	6,3789	19.19	2,0968	0,0016	22.62	3	0
12	6,7895	15.37	1,8000	0,0015	20.89	3	0
13	2,4378	11.63	0,4913	0,0015	20.89	3	0
14	1,4526	7.93	0,2004	0,0015	20.89	3	0
15	1,4978	4.27	0,1114	0,0015	20.89	3	0
16	1,5158	0.62	0,0164	0,0015	20.89	3	0
17	1,5069	-3.03	-0,0795	0,0015	20.89	3	0
18	1,4710	-6.68	-0,1712	0,0015	20.89	3	0
19	1,4077	-10.37	-0,2533	0,0015	20.89	3	0
20	1,3159	-14.10	-0,3205	0,0015	20.89	3	0
21	0,9943	-17.89	-0,3054	0,0015	20.89	3	0
22	0,7923	-21.76	-0,2937	0,0016	28.11	0	0
23	0,6043	-25.74	-0,2625	0,0016	29.26	0	0
24	0,3790	-29.86	-0,1887	0,0017	29.26	0	0
25	0,1117	-34.16	-0,0627	0,0018	29.26	0	0

$\Sigma W_i = 68,3320$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 27,4136$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 33,6996$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 6.29$

### COMBINAZIONE n° 4

Valore della spinta statica

9,2517 [kN]

Componente orizzontale della spinta statica

8,4951 [kN]

Componente verticale della spinta statica

3,6644 [kN]

Punto d'applicazione della spinta

X = 0,00 [m]

Y = -1,16 [m]

Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie

23,33 [°]

Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche

58,38 [°]

VARIANTE TECNICA N.4

Incremento sismico della spinta	0,6546	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,16	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	57,26	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inerzia del muro	0,5425	[kN]		
Inerzia verticale del muro	0,2712	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,0000	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,0000	[kN]		
<b>Risultanti</b>				
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	9,6386	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	26,2602	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	26,2602	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	9,6386	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,13	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	1,50	[m]		
Risultante in fondazione	27,9732	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	20,16	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-3,4696	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	384,2095	[kN]		
<b>Tensioni sul terreno</b>				
Lunghezza fondazione reagente	1,50	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	8,25	[kPa]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	26,76	[kPa]		

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 26.09$	$N_q = 13.44$	$N_\gamma = 8.94$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 26.09$	$N'_q = 13.44$	$N'_\gamma = 8.94$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.33
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	14.63

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 4

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,07	0,5516	0,0013	0,0425
3	0,15	1,1033	0,0076	0,1340
4	0,22	1,6549	0,0224	0,2669
5	0,30	2,2065	0,0485	0,4340
6	0,38	2,7582	0,0883	0,6318
7	0,45	3,3098	0,1440	0,8582
8	0,53	3,8614	0,2177	1,1123
9	0,60	4,4131	0,3115	1,3934
10	0,67	4,9647	0,4274	1,7011
11	0,75	5,5163	0,5673	2,0352
12	0,82	6,0680	0,7333	2,3954
13	0,90	6,6196	0,9273	2,7818
14	0,97	7,1712	1,1512	3,1940
15	1,05	7,7229	1,4070	3,6322
16	1,13	8,2745	1,6967	4,0963
17	1,20	8,8261	2,0221	4,5862
18	1,27	9,3778	2,3853	5,1019
19	1,35	9,9294	2,7881	5,6434
20	1,43	10,4810	3,2324	6,2107
21	1,50	11,0327	3,7202	6,7996

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 4

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,12	0,0100	0,1968
3	0,24	0,0543	0,5712
4	0,36	0,1542	1,1232
5	0,48	0,3310	1,8529
6	0,60	0,6060	2,7602
7	0,72	1,0006	3,8452
8	0,84	1,5360	5,1078
9	0,96	2,2335	6,5481
10	1,08	3,1146	8,1660
11	1,20	4,2005	9,9615

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 4

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]  
 $N_u$  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]

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 30	5,65	5,65	0,00	0,00	1000,00	136,26	--	--
2	0,07	100, 30	5,65	5,65	4933,13	-11,46	8942,78	136,33	--	--
3	0,15	100, 30	5,65	5,65	4885,51	-33,69	4428,22	136,40	--	--
4	0,22	100, 30	5,65	5,65	4817,89	-65,25	2911,29	136,47	--	--
5	0,30	100, 30	5,65	5,65	4734,71	-104,06	2145,77	136,55	--	--
6	0,38	100, 30	5,65	5,65	4639,51	-148,50	1682,10	136,62	--	--
7	0,45	100, 30	5,65	5,65	4249,34	-184,85	1283,87	136,69	--	--
8	0,53	100, 30	5,65	5,65	3791,05	-213,73	981,77	136,76	--	--
9	0,60	100, 30	5,65	5,65	3329,24	-234,99	754,41	136,83	--	--
10	0,67	100, 30	5,65	5,65	2879,53	-247,88	580,00	136,90	--	--
11	0,75	100, 30	5,65	5,65	2437,43	-250,67	441,86	136,98	--	--
12	0,82	100, 30	5,65	5,65	1969,89	-238,06	324,64	137,05	--	--
13	0,90	100, 30	5,65	5,65	1518,78	-212,75	229,44	137,12	--	--
14	0,97	100, 30	5,65	5,65	1139,60	-182,94	158,91	137,19	--	--
15	1,05	100, 30	5,65	5,65	852,91	-155,39	110,44	137,26	--	--
16	1,13	100, 30	5,65	5,65	660,78	-135,49	79,86	137,33	--	--
17	1,20	100, 30	5,65	5,65	516,34	-118,30	58,50	137,41	--	--
18	1,27	100, 30	5,65	5,65	419,99	-106,83	44,79	137,48	--	--
19	1,35	100, 30	5,65	5,65	351,35	-98,65	35,38	137,55	--	--
20	1,43	100, 30	5,65	5,65	300,10	-92,55	28,63	137,62	--	--
21	1,50	100, 30	5,65	5,65	260,49	-87,84	23,61	137,69	--	--

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 4

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>	sfuerzo 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, 30	5,65	5,65	0,00	0,00	1000,00	136,26	--	--
2	0,12	100, 30	5,65	5,65	0,00	56,82	5666,12	136,26	--	--
3	0,24	100, 30	5,65	5,65	0,00	56,82	1045,98	136,26	--	--
4	0,36	100, 30	5,65	5,65	0,00	56,82	368,49	136,26	--	--
5	0,48	100, 30	5,65	5,65	0,00	56,82	171,68	136,26	--	--
6	0,60	100, 30	5,65	5,65	0,00	56,82	93,77	136,26	--	--
7	0,72	100, 30	5,65	5,65	0,00	56,82	56,79	136,26	--	--
8	0,84	100, 30	5,65	5,65	0,00	56,82	37,00	136,26	--	--
9	0,96	100, 30	5,65	5,65	0,00	56,82	25,44	136,26	--	--
10	1,08	100, 30	5,65	5,65	0,00	56,82	18,24	136,26	--	--
11	1,20	100, 30	5,65	5,65	0,00	56,82	13,53	136,26	--	--

### COMBINAZIONE n° 5

Valore della spinta statica	9,2517	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	8,4951	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	3,6644	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,16	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,38	[°]		

Incremento sismico della spinta	0,4275	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,16	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	57,19	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inerzia del muro	0,5425	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-0,2712	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,0000	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,0000	[kN]		

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	9,4301	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	25,6278	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	25,6278	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	9,4301	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,13	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	1,50	[m]		
Risultante in fondazione	27,3077	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	20,20	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-3,3735	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	384,5145	[kN]		

### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1,50	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	8,09	[kPa]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	26,08	[kPa]		

VARIANTE TECNICA N.4

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 26.09$	$N_q = 13.44$	$N_\gamma = 8.94$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 26.09$	$N'_q = 13.44$	$N'_\gamma = 8.94$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.34
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	15.00

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 5

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,07	0,5516	0,0013	0,0418
3	0,15	1,1033	0,0075	0,1316
4	0,22	1,6549	0,0220	0,2617
5	0,30	2,2065	0,0476	0,4253
6	0,38	2,7582	0,0865	0,6188
7	0,45	3,3098	0,1411	0,8404
8	0,53	3,8614	0,2133	1,0890
9	0,60	4,4131	0,3051	1,3639
10	0,67	4,9647	0,4185	1,6649
11	0,75	5,5163	0,5555	1,9917
12	0,82	6,0680	0,7179	2,3440
13	0,90	6,6196	0,9077	2,7218
14	0,97	7,1712	1,1268	3,1249
15	1,05	7,7229	1,3771	3,5534
16	1,13	8,2745	1,6605	4,0071
17	1,20	8,8261	1,9788	4,4861
18	1,27	9,3778	2,3340	4,9903
19	1,35	9,9294	2,7280	5,5197
20	1,43	10,4810	3,1626	6,0743
21	1,50	11,0327	3,6397	6,6500

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 5

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
 Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
 Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,12	0,0087	0,1745
3	0,24	0,0488	0,5216
4	0,36	0,1408	1,0416
5	0,48	0,3057	1,7342
6	0,60	0,5640	2,5995
7	0,72	0,9365	3,6376
8	0,84	1,4439	4,8484
9	0,96	2,1070	6,2319
10	1,08	2,9465	7,7882
11	1,20	3,9830	9,5171

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 5

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]  
 $N_u$  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]

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 30	5,65	5,65	0,00	0,00	1000,00	136,26	--	--
2	0,07	100, 30	5,65	5,65	4933,47	-11,30	8943,40	136,33	--	--
3	0,15	100, 30	5,65	5,65	4886,70	-33,13	4429,31	136,40	--	--
4	0,22	100, 30	5,65	5,65	4820,37	-64,09	2912,79	136,47	--	--
5	0,30	100, 30	5,65	5,65	4738,78	-102,17	2147,61	136,55	--	--
6	0,38	100, 30	5,65	5,65	4645,36	-145,77	1684,22	136,62	--	--
7	0,45	100, 30	5,65	5,65	4282,67	-182,57	1293,94	136,69	--	--
8	0,53	100, 30	5,65	5,65	3830,55	-211,58	992,00	136,76	--	--
9	0,60	100, 30	5,65	5,65	3372,72	-233,18	764,26	136,83	--	--
10	0,67	100, 30	5,65	5,65	2928,68	-246,89	589,90	136,90	--	--
11	0,75	100, 30	5,65	5,65	2494,66	-251,21	452,23	136,98	--	--
12	0,82	100, 30	5,65	5,65	2030,99	-240,29	334,71	137,05	--	--
13	0,90	100, 30	5,65	5,65	1584,56	-217,28	239,37	137,12	--	--
14	0,97	100, 30	5,65	5,65	1196,63	-188,03	166,86	137,19	--	--
15	1,05	100, 30	5,65	5,65	897,15	-159,97	116,17	137,26	--	--
16	1,13	100, 30	5,65	5,65	690,62	-138,59	83,46	137,33	--	--
17	1,20	100, 30	5,65	5,65	540,46	-121,17	61,23	137,41	--	--
18	1,27	100, 30	5,65	5,65	437,68	-108,93	46,67	137,48	--	--
19	1,35	100, 30	5,65	5,65	365,01	-100,28	36,76	137,55	--	--
20	1,43	100, 30	5,65	5,65	311,05	-93,86	29,68	137,62	--	--
21	1,50	100, 30	5,65	5,65	269,51	-88,91	24,43	137,69	--	--

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 5

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
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]

### 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, 30	5,65	5,65	0,00	0,00	1000,00	136,26	--	--
2	0,12	100, 30	5,65	5,65	0,00	56,82	6501,28	136,26	--	--
3	0,24	100, 30	5,65	5,65	0,00	56,82	1164,92	136,26	--	--
4	0,36	100, 30	5,65	5,65	0,00	56,82	403,46	136,26	--	--
5	0,48	100, 30	5,65	5,65	0,00	56,82	185,91	136,26	--	--
6	0,60	100, 30	5,65	5,65	0,00	56,82	100,76	136,26	--	--
7	0,72	100, 30	5,65	5,65	0,00	56,82	60,68	136,26	--	--
8	0,84	100, 30	5,65	5,65	0,00	56,82	39,36	136,26	--	--
9	0,96	100, 30	5,65	5,65	0,00	56,82	26,97	136,26	--	--
10	1,08	100, 30	5,65	5,65	0,00	56,82	19,29	136,26	--	--
11	1,20	100, 30	5,65	5,65	0,00	56,82	14,27	136,26	--	--

### COMBINAZIONE n° 6

Valore della spinta statica	11,6406	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	11,0038	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	3,7973	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,15	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,04	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55,00	[°]		

Incremento sismico della spinta	0,4653	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,15	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	53,75	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inerzia del muro	0,5425	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-0,2712	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,0000	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,0000	[kN]		

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	11,9861	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	25,7431	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	8,0117	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	29,0921	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	25,7431	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	11,9861	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,07	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	1,50	[m]		
Risultante in fondazione	28,3967	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	24,97	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-1,7731	[kNm]		

### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.63
--	------

VARIANTE TECNICA N.4

**COMBINAZIONE n° 7**

Valore della spinta statica	11,6406	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	11,0038	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	3,7973	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,15	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,04	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55,00	[°]		
Incremento sismico della spinta	0,7510	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -1,15	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	53,75	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inerzia del muro	0,5425	[kN]		
Inerzia verticale del muro	0,2712	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,0000	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,0000	[kN]		
<b><u>Risultanti</u></b>				
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	12,2562	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	26,3788	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	7,9016	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	29,5167	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	26,3788	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	12,2562	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,07	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	1,50	[m]		
Risultante in fondazione	29,0870	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	24,92	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-1,8310	[kNm]		

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 3.74

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 8

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]

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

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

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

b larghezza della striscia espressa in [m]

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

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,82 Y[m]= 0,41

Raggio del cerchio R[m]= 2,36

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -2,22

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 1,53

Larghezza della striscia dx[m]= 0,15

Coefficiente di sicurezza C= 1.41

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	1,0097	76.75	0,9828	0,0064	29.26	0	0
2	2,3639	64.54	2,1344	0,0034	29.26	0	0
3	3,1401	56.96	2,6324	0,0027	29.26	0	0
4	3,7292	50.74	2,8876	0,0023	29.26	0	0
5	4,2057	45.28	2,9882	0,0021	29.26	0	0
6	4,6020	40.30	2,9767	0,0019	29.26	0	0
7	4,9361	35.67	2,8785	0,0018	29.26	0	0
8	5,2160	31.30	2,7098	0,0017	29.26	0	0
9	5,2769	27.12	2,4058	0,0017	29.26	0	0
10	5,1968	23.10	2,0387	0,0016	29.26	0	0
11	6,3789	19.19	2,0968	0,0016	22.62	3	0
12	6,7895	15.37	1,8000	0,0015	20.89	3	0
13	2,4378	11.63	0,4913	0,0015	20.89	3	0
14	1,4526	7.93	0,2004	0,0015	20.89	3	0
15	1,4978	4.27	0,1114	0,0015	20.89	3	0
16	1,5158	0.62	0,0164	0,0015	20.89	3	0
17	1,5069	-3.03	-0,0795	0,0015	20.89	3	0
18	1,4710	-6.68	-0,1712	0,0015	20.89	3	0
19	1,4077	-10.37	-0,2533	0,0015	20.89	3	0
20	1,3159	-14.10	-0,3205	0,0015	20.89	3	0
21	0,9943	-17.89	-0,3054	0,0015	20.89	3	0
22	0,7923	-21.76	-0,2937	0,0016	28.11	0	0
23	0,6043	-25.74	-0,2625	0,0016	29.26	0	0
24	0,3790	-29.86	-0,1887	0,0017	29.26	0	0
25	0,1117	-34.16	-0,0627	0,0018	29.26	0	0

$\Sigma W_i = 68,3320$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 27,4136$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 33,6996$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 6.29$

## Stabilità globale muro + terreno

## Combinazione n° 9

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]

 $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario) $\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

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

b larghezza della striscia espressa in [m]

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

## Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

## Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,82 Y[m]= 0,41

Raggio del cerchio R[m]= 2,36

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -2,22

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 1,53

Larghezza della striscia dx[m]= 0,15

Coefficiente di sicurezza C= 1.42

Le strisce sono numerate da monte verso valle

## Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	1,0097	76.75	0,9828	0,0064	29.26	0	0
2	2,3639	64.54	2,1344	0,0034	29.26	0	0
3	3,1401	56.96	2,6324	0,0027	29.26	0	0
4	3,7292	50.74	2,8876	0,0023	29.26	0	0
5	4,2057	45.28	2,9882	0,0021	29.26	0	0
6	4,6020	40.30	2,9767	0,0019	29.26	0	0
7	4,9361	35.67	2,8785	0,0018	29.26	0	0
8	5,2160	31.30	2,7098	0,0017	29.26	0	0
9	5,2769	27.12	2,4058	0,0017	29.26	0	0
10	5,1968	23.10	2,0387	0,0016	29.26	0	0
11	6,3789	19.19	2,0968	0,0016	22.62	3	0
12	6,7895	15.37	1,8000	0,0015	20.89	3	0
13	2,4378	11.63	0,4913	0,0015	20.89	3	0
14	1,4526	7.93	0,2004	0,0015	20.89	3	0
15	1,4978	4.27	0,1114	0,0015	20.89	3	0
16	1,5158	0.62	0,0164	0,0015	20.89	3	0
17	1,5069	-3.03	-0,0795	0,0015	20.89	3	0
18	1,4710	-6.68	-0,1712	0,0015	20.89	3	0
19	1,4077	-10.37	-0,2533	0,0015	20.89	3	0
20	1,3159	-14.10	-0,3205	0,0015	20.89	3	0
21	0,9943	-17.89	-0,3054	0,0015	20.89	3	0
22	0,7923	-21.76	-0,2937	0,0016	28.11	0	0
23	0,6043	-25.74	-0,2625	0,0016	29.26	0	0
24	0,3790	-29.86	-0,1887	0,0017	29.26	0	0
25	0,1117	-34.16	-0,0627	0,0018	29.26	0	0

 $\Sigma W_i = 68,3320$  [kN] $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 27,4136$  [kN] $\Sigma W_i \tan \phi_i = 33,6996$  [kN] $\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 6.29$

## 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	0,07	0,5516	0,0007	0,0270
3	0,15	1,1033	0,0052	0,0998
4	0,22	1,6549	0,0166	0,2112
5	0,30	2,2065	0,0377	0,3545
6	0,38	2,7582	0,0705	0,5264
7	0,45	3,3098	0,1173	0,7251
8	0,53	3,8614	0,1799	0,9496
9	0,60	4,4131	0,2604	1,1993
10	0,67	4,9647	0,3605	1,4739
11	0,75	5,5163	0,4821	1,7730
12	0,82	6,0680	0,6270	2,0966
13	0,90	6,6196	0,7972	2,4445
14	0,97	7,1712	0,9943	2,8167
15	1,05	7,7229	1,2203	3,2131
16	1,13	8,2745	1,4769	3,6336
17	1,20	8,8261	1,7659	4,0782
18	1,27	9,3778	2,0892	4,5469
19	1,35	9,9294	2,4485	5,0396
20	1,43	10,4810	2,8457	5,5565
21	1,50	11,0327	3,2825	6,0935

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 10

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,12	-0,0004	0,0259
3	0,24	0,0142	0,2518
4	0,36	0,0680	0,6777
5	0,48	0,1849	1,3035
6	0,60	0,3888	2,1293
7	0,72	0,7039	3,1551
8	0,84	1,1541	4,3809
9	0,96	1,7633	5,8066
10	1,08	2,5556	7,4323
11	1,20	3,5551	9,2580

## 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]  
 $A_{fs}$  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, 30	5,65	5,65	0	0	0	0
2	0,07	100, 30	5,65	5,65	2	0	-26	-27
3	0,15	100, 30	5,65	5,65	4	0	-49	-56
4	0,22	100, 30	5,65	5,65	6	1	-67	-90
5	0,30	100, 30	5,65	5,65	9	2	-79	-130
6	0,38	100, 30	5,65	5,65	13	2	-83	-178
7	0,45	100, 30	5,65	5,65	18	3	-78	-235
8	0,53	100, 30	5,65	5,65	23	4	-62	-304
9	0,60	100, 30	5,65	5,65	30	5	-30	-385
10	0,67	100, 30	5,65	5,65	39	7	44	-488
11	0,75	100, 30	5,65	5,65	51	8	205	-621
12	0,82	100, 30	5,65	5,65	68	9	515	-788
13	0,90	100, 30	5,65	5,65	90	11	1039	-987
14	0,97	100, 30	5,65	5,65	117	13	1814	-1210
15	1,05	100, 30	5,65	5,65	149	15	2850	-1453
16	1,13	100, 30	5,65	5,65	185	16	4148	-1712
17	1,20	100, 30	5,65	5,65	226	18	5711	-1988
18	1,27	100, 30	5,65	5,65	271	21	7545	-2282
19	1,35	100, 30	5,65	5,65	322	23	9656	-2595
20	1,43	100, 30	5,65	5,65	377	25	12057	-2929
21	1,50	100, 30	5,65	5,65	438	28	14756	-3285

## 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]
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	0,00	100, 30	5,65	5,65	0	0	0	0
2	0,12	100, 30	5,65	5,65	0	0	0	0
3	0,24	100, 30	5,65	5,65	2	1	105	-8
4	0,36	100, 30	5,65	5,65	9	3	502	-40
5	0,48	100, 30	5,65	5,65	25	6	1365	-110
6	0,60	100, 30	5,65	5,65	53	10	2871	-231
7	0,72	100, 30	5,65	5,65	96	14	5197	-418
8	0,84	100, 30	5,65	5,65	157	20	8521	-685
9	0,96	100, 30	5,65	5,65	240	26	13019	-1046
10	1,08	100, 30	5,65	5,65	348	34	18869	-1516
11	1,20	100, 30	5,65	5,65	484	42	26249	-2109

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 10

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]
ε <sub>m</sub>	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	ε <sub>m</sub>	s <sub>m</sub>	w
1	0,00	5,65	5,65	-27,25	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	0,07	5,65	5,65	-27,25	0,00	0,0000	0,00	0,000
3	0,15	5,65	5,65	-27,25	-0,01	0,0000	0,00	0,000
4	0,22	5,65	5,65	-27,25	-0,02	0,0000	0,00	0,000
5	0,30	5,65	5,65	-27,25	-0,04	0,0000	0,00	0,000
6	0,38	5,65	5,65	-27,25	-0,07	0,0000	0,00	0,000
7	0,45	5,65	5,65	-27,25	-0,12	0,0000	0,00	0,000
8	0,53	5,65	5,65	-27,25	-0,18	0,0000	0,00	0,000
9	0,60	5,65	5,65	-27,25	-0,26	0,0000	0,00	0,000
10	0,67	5,65	5,65	-27,25	-0,36	0,0000	0,00	0,000
11	0,75	5,65	5,65	-27,25	-0,48	0,0000	0,00	0,000
12	0,82	5,65	5,65	-27,25	-0,63	0,0000	0,00	0,000
13	0,90	5,65	5,65	-27,25	-0,80	0,0000	0,00	0,000
14	0,97	5,65	5,65	-27,25	-0,99	0,0000	0,00	0,000
15	1,05	5,65	5,65	-27,25	-1,22	0,0000	0,00	0,000
16	1,13	5,65	5,65	-27,25	-1,48	0,0000	0,00	0,000
17	1,20	5,65	5,65	-27,25	-1,77	0,0000	0,00	0,000
18	1,27	5,65	5,65	-27,25	-2,09	0,0000	0,00	0,000
19	1,35	5,65	5,65	-27,25	-2,45	0,0000	0,00	0,000
20	1,43	5,65	5,65	-27,25	-2,85	0,0000	0,00	0,000
21	1,50	5,65	5,65	-27,25	-3,28	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
----	---	-----------------	-----------------	-----------------	---	----------------	----------------	---

VARIANTE TECNICA N.4

1	-1,50	5,65	5,65	-27,25	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	-1,38	5,65	5,65	-27,25	0,00	0,0000	0,00	0,000
3	-1,26	5,65	5,65	27,25	0,01	0,0000	0,00	0,000
4	-1,14	5,65	5,65	27,25	0,07	0,0000	0,00	0,000
5	-1,02	5,65	5,65	27,25	0,18	0,0000	0,00	0,000
6	-0,90	5,65	5,65	27,25	0,39	0,0000	0,00	0,000
7	-0,78	5,65	5,65	27,25	0,70	0,0000	0,00	0,000
8	-0,66	5,65	5,65	27,25	1,15	0,0000	0,00	0,000
9	-0,54	5,65	5,65	27,25	1,76	0,0000	0,00	0,000
10	-0,42	5,65	5,65	27,25	2,56	0,0000	0,00	0,000
11	-0,30	5,65	5,65	27,25	3,56	0,0000	0,00	0,000

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 11

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,07	0,5516	0,0007	0,0270
3	0,15	1,1033	0,0052	0,0998
4	0,22	1,6549	0,0166	0,2112
5	0,30	2,2065	0,0377	0,3545
6	0,38	2,7582	0,0705	0,5264
7	0,45	3,3098	0,1173	0,7251
8	0,53	3,8614	0,1799	0,9496
9	0,60	4,4131	0,2604	1,1993
10	0,67	4,9647	0,3605	1,4739
11	0,75	5,5163	0,4821	1,7730
12	0,82	6,0680	0,6270	2,0966
13	0,90	6,6196	0,7972	2,4445
14	0,97	7,1712	0,9943	2,8167
15	1,05	7,7229	1,2203	3,2131
16	1,13	8,2745	1,4769	3,6336
17	1,20	8,8261	1,7659	4,0782
18	1,27	9,3778	2,0892	4,5469
19	1,35	9,9294	2,4485	5,0396
20	1,43	10,4810	2,8457	5,5565
21	1,50	11,0327	3,2825	6,0935

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 11

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
 Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
 Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,12	-0,0004	0,0259
3	0,24	0,0142	0,2518
4	0,36	0,0680	0,6777
5	0,48	0,1849	1,3035
6	0,60	0,3888	2,1293
7	0,72	0,7039	3,1551
8	0,84	1,1541	4,3809
9	0,96	1,7633	5,8066
10	1,08	2,5556	7,4323
11	1,20	3,5551	9,2580

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 11

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, 30	5,65	5,65	0	0	0	0
2	0,07	100, 30	5,65	5,65	2	0	-26	-27
3	0,15	100, 30	5,65	5,65	4	0	-49	-56
4	0,22	100, 30	5,65	5,65	6	1	-67	-90
5	0,30	100, 30	5,65	5,65	9	2	-79	-130
6	0,38	100, 30	5,65	5,65	13	2	-83	-178
7	0,45	100, 30	5,65	5,65	18	3	-78	-235
8	0,53	100, 30	5,65	5,65	23	4	-62	-304
9	0,60	100, 30	5,65	5,65	30	5	-30	-385
10	0,67	100, 30	5,65	5,65	39	7	44	-488
11	0,75	100, 30	5,65	5,65	51	8	205	-621
12	0,82	100, 30	5,65	5,65	68	9	515	-788
13	0,90	100, 30	5,65	5,65	90	11	1039	-987
14	0,97	100, 30	5,65	5,65	117	13	1814	-1210
15	1,05	100, 30	5,65	5,65	149	15	2850	-1453
16	1,13	100, 30	5,65	5,65	185	16	4148	-1712
17	1,20	100, 30	5,65	5,65	226	18	5711	-1988
18	1,27	100, 30	5,65	5,65	271	21	7545	-2282
19	1,35	100, 30	5,65	5,65	322	23	9656	-2595
20	1,43	100, 30	5,65	5,65	377	25	12057	-2929
21	1,50	100, 30	5,65	5,65	438	28	14756	-3285

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 11

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	0,00	100, 30	5,65	5,65	0	0	0	0
2	0,12	100, 30	5,65	5,65	0	0	0	0
3	0,24	100, 30	5,65	5,65	2	1	105	-8
4	0,36	100, 30	5,65	5,65	9	3	502	-40
5	0,48	100, 30	5,65	5,65	25	6	1365	-110
6	0,60	100, 30	5,65	5,65	53	10	2871	-231
7	0,72	100, 30	5,65	5,65	96	14	5197	-418
8	0,84	100, 30	5,65	5,65	157	20	8521	-685
9	0,96	100, 30	5,65	5,65	240	26	13019	-1046
10	1,08	100, 30	5,65	5,65	348	34	18869	-1516
11	1,20	100, 30	5,65	5,65	484	42	26249	-2109

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 11

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]
ε <sub>m</sub>	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	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	0,00	5,65	5,65	-27,25	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	0,07	5,65	5,65	-27,25	0,00	0,0000	0,00	0,000
3	0,15	5,65	5,65	-27,25	-0,01	0,0000	0,00	0,000
4	0,22	5,65	5,65	-27,25	-0,02	0,0000	0,00	0,000
5	0,30	5,65	5,65	-27,25	-0,04	0,0000	0,00	0,000
6	0,38	5,65	5,65	-27,25	-0,07	0,0000	0,00	0,000
7	0,45	5,65	5,65	-27,25	-0,12	0,0000	0,00	0,000
8	0,53	5,65	5,65	-27,25	-0,18	0,0000	0,00	0,000
9	0,60	5,65	5,65	-27,25	-0,26	0,0000	0,00	0,000
10	0,67	5,65	5,65	-27,25	-0,36	0,0000	0,00	0,000
11	0,75	5,65	5,65	-27,25	-0,48	0,0000	0,00	0,000
12	0,82	5,65	5,65	-27,25	-0,63	0,0000	0,00	0,000
13	0,90	5,65	5,65	-27,25	-0,80	0,0000	0,00	0,000
14	0,97	5,65	5,65	-27,25	-0,99	0,0000	0,00	0,000
15	1,05	5,65	5,65	-27,25	-1,22	0,0000	0,00	0,000
16	1,13	5,65	5,65	-27,25	-1,48	0,0000	0,00	0,000
17	1,20	5,65	5,65	-27,25	-1,77	0,0000	0,00	0,000
18	1,27	5,65	5,65	-27,25	-2,09	0,0000	0,00	0,000
19	1,35	5,65	5,65	-27,25	-2,45	0,0000	0,00	0,000
20	1,43	5,65	5,65	-27,25	-2,85	0,0000	0,00	0,000
21	1,50	5,65	5,65	-27,25	-3,28	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
----	---	-----------------	-----------------	-----------------	---	----------------	----------------	---

VARIANTE TECNICA N.4

1	-1,50	5,65	5,65	-27,25	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	-1,38	5,65	5,65	-27,25	0,00	0,0000	0,00	0,000
3	-1,26	5,65	5,65	27,25	0,01	0,0000	0,00	0,000
4	-1,14	5,65	5,65	27,25	0,07	0,0000	0,00	0,000
5	-1,02	5,65	5,65	27,25	0,18	0,0000	0,00	0,000
6	-0,90	5,65	5,65	27,25	0,39	0,0000	0,00	0,000
7	-0,78	5,65	5,65	27,25	0,70	0,0000	0,00	0,000
8	-0,66	5,65	5,65	27,25	1,15	0,0000	0,00	0,000
9	-0,54	5,65	5,65	27,25	1,76	0,0000	0,00	0,000
10	-0,42	5,65	5,65	27,25	2,56	0,0000	0,00	0,000
11	-0,30	5,65	5,65	27,25	3,56	0,0000	0,00	0,000

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 12

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,07	0,5516	0,0007	0,0270
3	0,15	1,1033	0,0052	0,0998
4	0,22	1,6549	0,0166	0,2112
5	0,30	2,2065	0,0377	0,3545
6	0,38	2,7582	0,0705	0,5264
7	0,45	3,3098	0,1173	0,7251
8	0,53	3,8614	0,1799	0,9496
9	0,60	4,4131	0,2604	1,1993
10	0,67	4,9647	0,3605	1,4739
11	0,75	5,5163	0,4821	1,7730
12	0,82	6,0680	0,6270	2,0966
13	0,90	6,6196	0,7972	2,4445
14	0,97	7,1712	0,9943	2,8167
15	1,05	7,7229	1,2203	3,2131
16	1,13	8,2745	1,4769	3,6336
17	1,20	8,8261	1,7659	4,0782
18	1,27	9,3778	2,0892	4,5469
19	1,35	9,9294	2,4485	5,0396
20	1,43	10,4810	2,8457	5,5565
21	1,50	11,0327	3,2825	6,0935

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 12

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
 Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
 Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,12	-0,0004	0,0259
3	0,24	0,0142	0,2518
4	0,36	0,0680	0,6777
5	0,48	0,1849	1,3035
6	0,60	0,3888	2,1293
7	0,72	0,7039	3,1551
8	0,84	1,1541	4,3809
9	0,96	1,7633	5,8066
10	1,08	2,5556	7,4323
11	1,20	3,5551	9,2580

## Armature e tensioni nei materiali del muro

VARIANTE TECNICA N.4

Combinazione n° 12

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, 30	5,65	5,65	0	0	0	0
2	0,07	100, 30	5,65	5,65	2	0	-26	-27
3	0,15	100, 30	5,65	5,65	4	0	-49	-56
4	0,22	100, 30	5,65	5,65	6	1	-67	-90
5	0,30	100, 30	5,65	5,65	9	2	-79	-130
6	0,38	100, 30	5,65	5,65	13	2	-83	-178
7	0,45	100, 30	5,65	5,65	18	3	-78	-235
8	0,53	100, 30	5,65	5,65	23	4	-62	-304
9	0,60	100, 30	5,65	5,65	30	5	-30	-385
10	0,67	100, 30	5,65	5,65	39	7	44	-488
11	0,75	100, 30	5,65	5,65	51	8	205	-621
12	0,82	100, 30	5,65	5,65	68	9	515	-788
13	0,90	100, 30	5,65	5,65	90	11	1039	-987
14	0,97	100, 30	5,65	5,65	117	13	1814	-1210
15	1,05	100, 30	5,65	5,65	149	15	2850	-1453
16	1,13	100, 30	5,65	5,65	185	16	4148	-1712
17	1,20	100, 30	5,65	5,65	226	18	5711	-1988
18	1,27	100, 30	5,65	5,65	271	21	7545	-2282
19	1,35	100, 30	5,65	5,65	322	23	9656	-2595
20	1,43	100, 30	5,65	5,65	377	25	12057	-2929
21	1,50	100, 30	5,65	5,65	438	28	14756	-3285

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 12

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	0,00	100, 30	5,65	5,65	0	0	0	0
2	0,12	100, 30	5,65	5,65	0	0	0	0
3	0,24	100, 30	5,65	5,65	2	1	105	-8
4	0,36	100, 30	5,65	5,65	9	3	502	-40
5	0,48	100, 30	5,65	5,65	25	6	1365	-110
6	0,60	100, 30	5,65	5,65	53	10	2871	-231
7	0,72	100, 30	5,65	5,65	96	14	5197	-418
8	0,84	100, 30	5,65	5,65	157	20	8521	-685
9	0,96	100, 30	5,65	5,65	240	26	13019	-1046
10	1,08	100, 30	5,65	5,65	348	34	18869	-1516
11	1,20	100, 30	5,65	5,65	484	42	26249	-2109

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 12

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]
ε <sub>m</sub>	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	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	0,00	5,65	5,65	-27,25	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	0,07	5,65	5,65	-27,25	0,00	0,0000	0,00	0,000
3	0,15	5,65	5,65	-27,25	-0,01	0,0000	0,00	0,000
4	0,22	5,65	5,65	-27,25	-0,02	0,0000	0,00	0,000
5	0,30	5,65	5,65	-27,25	-0,04	0,0000	0,00	0,000
6	0,38	5,65	5,65	-27,25	-0,07	0,0000	0,00	0,000
7	0,45	5,65	5,65	-27,25	-0,12	0,0000	0,00	0,000
8	0,53	5,65	5,65	-27,25	-0,18	0,0000	0,00	0,000
9	0,60	5,65	5,65	-27,25	-0,26	0,0000	0,00	0,000
10	0,67	5,65	5,65	-27,25	-0,36	0,0000	0,00	0,000
11	0,75	5,65	5,65	-27,25	-0,48	0,0000	0,00	0,000
12	0,82	5,65	5,65	-27,25	-0,63	0,0000	0,00	0,000
13	0,90	5,65	5,65	-27,25	-0,80	0,0000	0,00	0,000
14	0,97	5,65	5,65	-27,25	-0,99	0,0000	0,00	0,000
15	1,05	5,65	5,65	-27,25	-1,22	0,0000	0,00	0,000
16	1,13	5,65	5,65	-27,25	-1,48	0,0000	0,00	0,000
17	1,20	5,65	5,65	-27,25	-1,77	0,0000	0,00	0,000
18	1,27	5,65	5,65	-27,25	-2,09	0,0000	0,00	0,000
19	1,35	5,65	5,65	-27,25	-2,45	0,0000	0,00	0,000
20	1,43	5,65	5,65	-27,25	-2,85	0,0000	0,00	0,000
21	1,50	5,65	5,65	-27,25	-3,28	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
----	---	-----------------	-----------------	-----------------	---	----------------	----------------	---

VARIANTE TECNICA N.4

1	-1,50	5,65	5,65	-27,25	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	-1,38	5,65	5,65	-27,25	0,00	0,0000	0,00	0,000
3	-1,26	5,65	5,65	27,25	0,01	0,0000	0,00	0,000
4	-1,14	5,65	5,65	27,25	0,07	0,0000	0,00	0,000
5	-1,02	5,65	5,65	27,25	0,18	0,0000	0,00	0,000
6	-0,90	5,65	5,65	27,25	0,39	0,0000	0,00	0,000
7	-0,78	5,65	5,65	27,25	0,70	0,0000	0,00	0,000
8	-0,66	5,65	5,65	27,25	1,15	0,0000	0,00	0,000
9	-0,54	5,65	5,65	27,25	1,76	0,0000	0,00	0,000
10	-0,42	5,65	5,65	27,25	2,56	0,0000	0,00	0,000
11	-0,30	5,65	5,65	27,25	3,56	0,0000	0,00	0,000

## 7.4 Inviluppo Sollecitazioni

### 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	0,07	0,5516	0,5516	0,0009	0,0013	0,0351	0,0425
3	0,15	1,1033	1,1033	0,0068	0,0076	0,1297	0,1340
4	0,22	1,6549	1,6549	0,0216	0,0224	0,2617	0,2745
5	0,30	2,2065	2,2065	0,0476	0,0490	0,4253	0,4608
6	0,38	2,7582	2,7582	0,0865	0,0917	0,6188	0,6843
7	0,45	3,3098	3,3098	0,1411	0,1525	0,8404	0,9426
8	0,53	3,8614	3,8614	0,2133	0,2339	1,0890	1,2344
9	0,60	4,4131	4,4131	0,3051	0,3385	1,3639	1,5591
10	0,67	4,9647	4,9647	0,4185	0,4686	1,6649	1,9160
11	0,75	5,5163	5,5163	0,5555	0,6267	1,9917	2,3049
12	0,82	6,0680	6,0680	0,7179	0,8151	2,3440	2,7256
13	0,90	6,6196	6,6196	0,9077	1,0363	2,7218	3,1779
14	0,97	7,1712	7,1712	1,1268	1,2926	3,1249	3,6617
15	1,05	7,7229	7,7229	1,3771	1,5864	3,5534	4,1770
16	1,13	8,2745	8,2745	1,6605	1,9199	4,0071	4,7236
17	1,20	8,8261	8,8261	1,9788	2,2957	4,4861	5,3016
18	1,27	9,3778	9,3778	2,3340	2,7160	4,9903	5,9109
19	1,35	9,9294	9,9294	2,7280	3,1831	5,5197	6,5515
20	1,43	10,4810	10,4810	3,1626	3,6995	6,0743	7,2234
21	1,50	11,0327	11,0327	3,6397	4,2673	6,6500	7,9215

#### 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	0,07	0,5516	0,5516	0,0007	0,0007	0,0270	0,0270
3	0,15	1,1033	1,1033	0,0052	0,0052	0,0998	0,0998
4	0,22	1,6549	1,6549	0,0166	0,0166	0,2112	0,2112
5	0,30	2,2065	2,2065	0,0377	0,0377	0,3545	0,3545
6	0,38	2,7582	2,7582	0,0705	0,0705	0,5264	0,5264
7	0,45	3,3098	3,3098	0,1173	0,1173	0,7251	0,7251
8	0,53	3,8614	3,8614	0,1799	0,1799	0,9496	0,9496
9	0,60	4,4131	4,4131	0,2604	0,2604	1,1993	1,1993
10	0,67	4,9647	4,9647	0,3605	0,3605	1,4739	1,4739
11	0,75	5,5163	5,5163	0,4821	0,4821	1,7730	1,7730
12	0,82	6,0680	6,0680	0,6270	0,6270	2,0966	2,0966
13	0,90	6,6196	6,6196	0,7972	0,7972	2,4445	2,4445
14	0,97	7,1712	7,1712	0,9943	0,9943	2,8167	2,8167
15	1,05	7,7229	7,7229	1,2203	1,2203	3,2131	3,2131
16	1,13	8,2745	8,2745	1,4769	1,4769	3,6336	3,6336
17	1,20	8,8261	8,8261	1,7659	1,7659	4,0782	4,0782
18	1,27	9,3778	9,3778	2,0892	2,0892	4,5469	4,5469

VARIANTE TECNICA N.4

19	1,35	9,9294	9,9294	2,4485	2,4485	5,0396	5,0396
20	1,43	10,4810	10,4810	2,8457	2,8457	5,5565	5,5565
21	1,50	11,0327	11,0327	3,2825	3,2825	6,0935	6,0935

## Inviluppo Sollecitazioni fondazione di valle

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
 Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kNm]  
 Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kN]

### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,12	0,0087	0,0196	0,1745	0,3536
3	0,24	0,0488	0,0912	0,5216	0,8654
4	0,36	0,1408	0,2337	1,0416	1,5355
5	0,48	0,3057	0,4660	1,7342	2,3639
6	0,60	0,5640	0,8073	2,5995	3,3507
7	0,72	0,9365	1,2765	3,6376	4,4956
8	0,84	1,4439	1,8926	4,8484	5,7989
9	0,96	2,1070	2,6746	6,2319	7,2605
10	1,08	2,9465	3,6415	7,7882	8,8804
11	1,20	3,9830	4,8122	9,5171	10,6585

### Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,12	-0,0004	-0,0004	0,0259	0,0259
3	0,24	0,0142	0,0142	0,2518	0,2518
4	0,36	0,0680	0,0680	0,6777	0,6777
5	0,48	0,1849	0,1849	1,3035	1,3035
6	0,60	0,3888	0,3888	2,1293	2,1293
7	0,72	0,7039	0,7039	3,1551	3,1551
8	0,84	1,1541	1,1541	4,3809	4,3809
9	0,96	1,7633	1,7633	5,8066	5,8066
10	1,08	2,5556	2,5556	7,4323	7,4323
11	1,20	3,5551	3,5551	9,2580	9,2580

VARIANTE TECNICA N.4

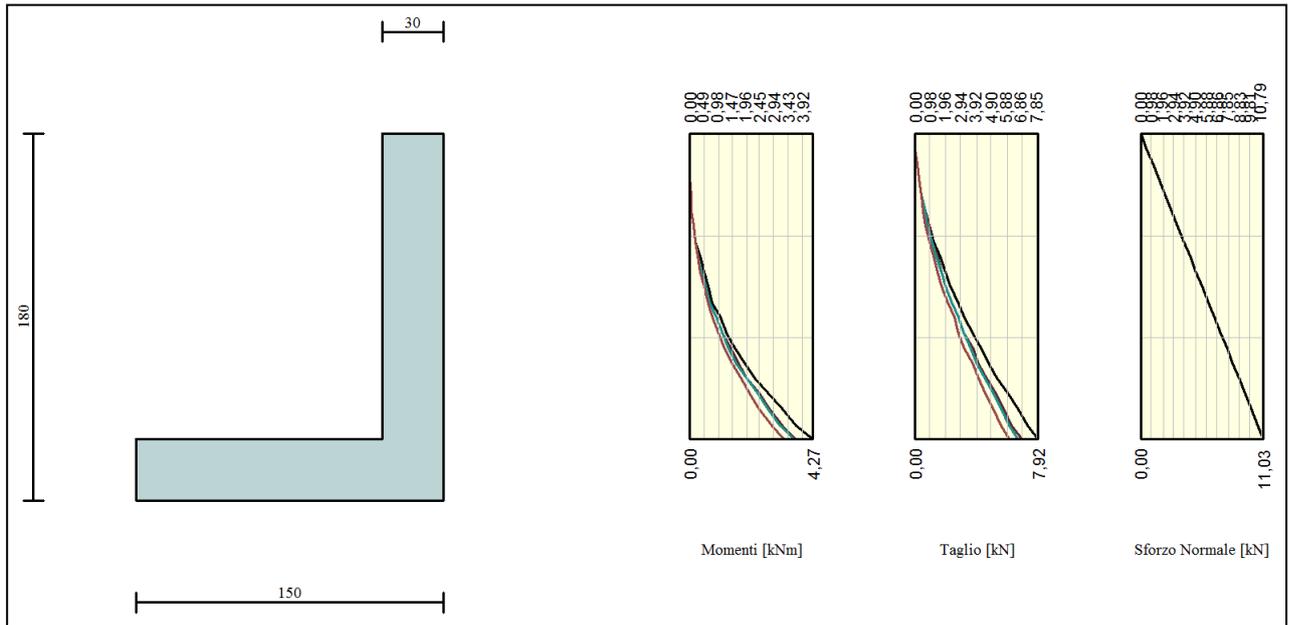


Figura 6 – Diagramma involuppo delle sollecitazioni nel paramento

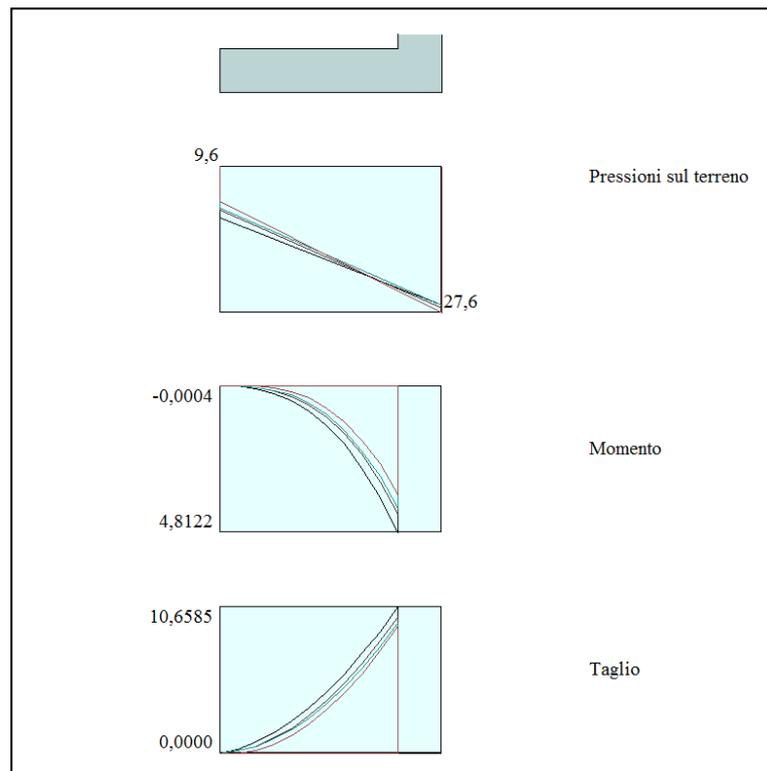


Figura 7 - Diagramma involuppo delle sollecitazioni in fondazione

## 7.5 Inviluppo verifiche

### 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 <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]
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]

#### Inviluppo SLU

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, 30	5,65	5,65	0,00	0,00	1000,00	136,26	--	--
2	0,07	100, 30	5,65	5,65	4933,13	-8,40	8942,78	136,33	--	--
3	0,15	100, 30	5,65	5,65	4885,51	-30,00	4428,22	136,40	--	--
4	0,22	100, 30	5,65	5,65	4817,89	-63,06	2911,29	136,47	--	--
5	0,30	100, 30	5,65	5,65	4732,63	-102,17	2144,83	136,55	--	--
6	0,38	100, 30	5,65	5,65	4628,03	-145,77	1677,94	136,62	--	--
7	0,45	100, 30	5,65	5,65	4153,80	-182,57	1255,00	136,69	--	--
8	0,53	100, 30	5,65	5,65	3652,70	-211,58	945,95	136,76	--	--
9	0,60	100, 30	5,65	5,65	3141,37	-233,18	711,84	136,83	--	--
10	0,67	100, 30	5,65	5,65	2670,69	-246,89	537,94	136,90	--	--
11	0,75	100, 30	5,65	5,65	2149,11	-244,15	389,59	136,98	--	--
12	0,82	100, 30	5,65	5,65	1652,20	-221,94	272,28	137,05	--	--
13	0,90	100, 30	5,65	5,65	1206,89	-188,94	182,32	137,12	--	--
14	0,97	100, 30	5,65	5,65	874,53	-157,63	121,95	137,19	--	--
15	1,05	100, 30	5,65	5,65	658,04	-135,17	85,21	137,26	--	--
16	1,13	100, 30	5,65	5,65	502,99	-116,71	60,79	137,33	--	--
17	1,20	100, 30	5,65	5,65	402,88	-104,79	45,65	137,41	--	--
18	1,27	100, 30	5,65	5,65	333,16	-96,49	35,53	137,48	--	--
19	1,35	100, 30	5,65	5,65	281,98	-90,40	28,40	137,55	--	--
20	1,43	100, 30	5,65	5,65	242,93	-85,75	23,18	137,62	--	--
21	1,50	100, 30	5,65	5,65	212,24	-82,09	19,24	137,69	--	--

#### Inviluppo SLE

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, 30	5,65	5,65	0	0	0	0
2	0,07	100, 30	5,65	5,65	2	0	-26	-27
3	0,15	100, 30	5,65	5,65	4	0	-49	-56
4	0,22	100, 30	5,65	5,65	6	1	-67	-90
5	0,30	100, 30	5,65	5,65	9	2	-79	-130
6	0,38	100, 30	5,65	5,65	13	2	-83	-178
7	0,45	100, 30	5,65	5,65	18	3	-78	-235
8	0,53	100, 30	5,65	5,65	23	4	-62	-304
9	0,60	100, 30	5,65	5,65	30	5	-30	-385
10	0,67	100, 30	5,65	5,65	39	7	44	-488
11	0,75	100, 30	5,65	5,65	51	8	205	-621
12	0,82	100, 30	5,65	5,65	68	9	515	-788
13	0,90	100, 30	5,65	5,65	90	11	1039	-987
14	0,97	100, 30	5,65	5,65	117	13	1814	-1210
15	1,05	100, 30	5,65	5,65	149	15	2850	-1453
16	1,13	100, 30	5,65	5,65	185	16	4148	-1712
17	1,20	100, 30	5,65	5,65	226	18	5711	-1988
18	1,27	100, 30	5,65	5,65	271	21	7545	-2282
19	1,35	100, 30	5,65	5,65	322	23	9656	-2595
20	1,43	100, 30	5,65	5,65	377	25	12057	-2929
21	1,50	100, 30	5,65	5,65	438	28	14756	-3285

## 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	0,00	100, 30	5,65	5,65	0,00	0,00	1000,00	136,26	--	--
2	0,12	100, 30	5,65	5,65	0,00	56,82	2894,73	136,26	--	--
3	0,24	100, 30	5,65	5,65	0,00	56,82	623,18	136,26	--	--
4	0,36	100, 30	5,65	5,65	0,00	56,82	243,20	136,26	--	--
5	0,48	100, 30	5,65	5,65	0,00	56,82	121,93	136,26	--	--
6	0,60	100, 30	5,65	5,65	0,00	56,82	70,39	136,26	--	--
7	0,72	100, 30	5,65	5,65	0,00	56,82	44,51	136,26	--	--
8	0,84	100, 30	5,65	5,65	0,00	56,82	30,02	136,26	--	--
9	0,96	100, 30	5,65	5,65	0,00	56,82	21,25	136,26	--	--
10	1,08	100, 30	5,65	5,65	0,00	56,82	15,60	136,26	--	--
11	1,20	100, 30	5,65	5,65	0,00	56,82	11,81	136,26	--	--

### Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
12	0,00	100, 30	5,65	5,65	0	0	0	0
13	0,12	100, 30	5,65	5,65	0	0	0	0
14	0,24	100, 30	5,65	5,65	2	1	105	-8
15	0,36	100, 30	5,65	5,65	9	3	502	-40
16	0,48	100, 30	5,65	5,65	25	6	1365	-110
17	0,60	100, 30	5,65	5,65	53	10	2871	-231
18	0,72	100, 30	5,65	5,65	96	14	5197	-418
19	0,84	100, 30	5,65	5,65	157	20	8521	-685
20	0,96	100, 30	5,65	5,65	240	26	13019	-1046
21	1,08	100, 30	5,65	5,65	348	34	18869	-1516
22	1,20	100, 30	5,65	5,65	484	42	26249	-2109

IN FEDE

ING. ALBERTO ANTONELLI

