



# Anas SpA

Direzione Progettazione e Realizzazione Lavori

## S.S. 131 di "Carlo Felice"

Adeguamento e messa in sicurezza della S.S.131  
Risoluzione dei nodi critici – 1° stralcio  
dal km 158+000 al km 162+700

PROGETTO ESECUTIVO

CA283

PROGETTAZIONE: ANAS–Direzione Progettazione e Realizzazione Lavori

PROGETTISTI:

Dott. Ing. Achille DEVITOFRANCESCHI    Dott. Ing. Alessandro MICHELI  
Ordine Ing. di Roma n. 19116            Ordine Ing. di Roma n. 19645

IL GEOLOGO

Dott. Geol. Serena MAJETTA  
Ordine Geol. Lazio n. 928

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Geom. Fabio QUONDAM

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Salvatore FRASCA

PROTOCOLLO

DATA

Svincolo di Bonorva Nord – Rampa C  
Muro di Controripa OS06 da km 0+003.000 a km  
0+312.926  
Relazione di calcolo

CODICE PROGETTO

PROGETTO            LIV. PROG.            N. PROG.

LOPLSP    E    1701

NOME FILE

T000S06GETRE01A

CODICE ELAB. T00OS06GETRE01

REVISIONE

A

SCALA:

–

D

C

B

A

EMISSIONE

ing. A. Mangiola

ing. E. Mittiga

ing. A. Micheli

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

## **S.S. 131 di “Carlo Felice”**

### **Adeguamento e messa in sicurezza della S.S. 131**

#### **Risoluzione di nodi critici – 1° stralcio**

#### **Dal km 158+000 al km 162+7000**

#### **Svincolo di Bonorva Nord – Rampa C**

#### **Muro di Controripa OS06 da pk 0+003.000 a pk 0+312.926**

#### **Relazione di calcolo**

## INDICE

<b>1.</b>	<b>INTRODUZIONE.....</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI E BIBLIOGRAFICI.....</b>	<b>5</b>
2.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	5
2.2	RIFERIMENTI PROGETTUALI.....	5
2.3	SOFTWARE UTILIZZATI .....	5
<b>3.</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....</b>	<b>6</b>
<b>4.</b>	<b>DESCRIZIONE DELL'OPERA.....</b>	<b>7</b>
<b>5.</b>	<b>CONDIZIONI GEOTECNICHE.....</b>	<b>8</b>
<b>6.</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI.....</b>	<b>10</b>
6.1	AZIONI PERMANENTI .....	10
6.1.1	<i>Pesi propri.....</i>	10
6.1.2	<i>Spinta delle terre.....</i>	10
6.1.3	<i>Sovraccarico permanente.....</i>	11
6.2	AZIONI VARIABILI .....	12
6.2.1	<i>Sovraccarico stradale.....</i>	12
6.3	AZIONE SISMICA .....	12
<b>7.</b>	<b>ANALISI DELL'OPERA DI SOSTEGNO.....</b>	<b>14</b>
7.1	ANALISI AGLI STATI LIMITE.....	14
7.1.1	<i>Verifiche agli SLU.....</i>	14
7.1.2	<i>Verifiche agli SLE.....</i>	16
7.2	VERIFICA A CARICO LIMITE DELL'INSIEME FONDAZIONE-TERRENO.....	16

7.3	RISULTATI.....	18
7.4	VERIFICHE GEOTECNICHE E DI EQUILIBRIO LIMITE DEL MURO DI SOSTEGNO.....	20
7.5	VERIFICHE DI RESISTENZA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI.....	21
7.5.1	<i>Sezione Tipo 1 - H=5.70 m.....</i>	<i>21</i>
7.5.2	<i>Sezione Tipo 2 - H=4.70 m.....</i>	<i>24</i>
7.5.3	<i>Sezione Tipo 3 - H=3.60 m.....</i>	<i>26</i>
<b>8.</b>	<b>VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE.....</b>	<b>28</b>
<b>9.</b>	<b>ALLEGATO 1: TABULATI DI VERIFICA DEL MURO DI SOSTEGNO.....</b>	<b>31</b>
9.1	SEZIONE TIPO 1.....	31
9.2	SEZIONE TIPO 2.....	48
9.3	SEZIONE TIPO 3.....	65
<b>10.</b>	<b>ALLEGATO 2: TERMINOLOGIA UTILIZZATA NELLA VERIFICA DELLE SEZIONI IN C.A. ....</b>	<b>82</b>
<b>11.</b>	<b>ALLEGATO 3: ANALISI DI STABILITÀ GLOBALE.....</b>	<b>83</b>
11.1	SCAVO PROVVISORIO.....	83
11.1.1	<i>Analisi Statica SLU.....</i>	<i>83</i>
11.2	CONFIGURAZIONE FINALE.....	91
11.2.1	<i>Analisi Statica SLU.....</i>	<i>91</i>
11.2.2	<i>Analisi Sismica SLU.....</i>	<i>100</i>

## 1. INTRODUZIONE

Nella presente relazione di calcolo si riportano le verifiche geotecniche e strutturali relative al Muro di Controripa OS06 previsto nell'ambito dello Svincolo di Bonorva Nord, dalla pk 0+003.000 a pk 0+312.926 relative alla Rampa C.

Nel seguito si sviluppano i seguenti punti:

- Descrizione dell'opera;
- Descrizione delle condizioni geotecniche del sito: definizione della stratigrafia e dei parametri geotecnici di progetto;
- Metodologie di calcolo;
- Risultati delle verifiche di stabilità del muro;
- Verifica di resistenza delle sezioni in c.a.;
- Analisi di stabilità globale.

Tutte le verifiche sono state condotte in accordo al metodo semiprobabilistico agli stati limite secondo quanto indicato dalle NTC 2008 (Doc. Rif. [1]) e dalla relativa circolare applicativa del 2009 (Doc. Rif. [2]).

## 2. RIFERIMENTI NORMATIVI E BIBLIOGRAFICI

### 2.1 Normativa di riferimento

- [1] Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008: "Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni", G.U. n.29 del 04.2.2008, Supplemento Ordinario n.30.
- [2] Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008.
- [3] UNI EN 1998-1-1. Ottobre 1997 - Eurocodice 8 – Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture – Parte 1-1: Regole generali – Azioni sismiche e requisiti generali per le strutture.

### 2.2 Riferimenti progettuali

- [4] T00\_GE00\_GET\_RE01\_A - "*Relazione geotecnica generale*".
- [5] T00\_GE00\_GET\_PR01\_A - "*Svincolo di Bonorva Nord - Asse Principale – Profilo geotecnico*".
- [6] T00\_GE00\_GET\_FG01÷2\_A - "*Svincolo di Bonorva Nord - Asse Principale e adeguamento alla S.P. 125 – Sezioni geotecniche*".
- [7] T00\_OS06\_GET\_DI01\_A - "*Svincolo di Bonorva Nord – Rampa C - Muro di Controripa da pk 0+003.000 a pk 0+312.926 – Planimetria e Pianta*".
- [8] T00\_OS06\_GET\_DI02\_A - "*Svincolo di Bonorva Nord – Rampa C - Muro di Controripa da pk 0+003.000 a pk 0+312.926 – Prospetto e Sezione Tip*".
- [9] T00\_OS06\_GET\_SZ01÷02\_A - "*Svincolo di Bonorva Nord - Rampa C - Muro di Controripa da pk 0+003.000 a pk 0+312.926 – Sezioni Trasversali*".
- [10] T00\_OS06\_GET\_CA01\_A - "*Svincolo di Bonorva Nord - Rampa C - Muro di Controripa da pk 0+003.000 a pk 0+312.926 – Carpenterie e Armature*".

### 2.3 Software utilizzati

- [11] Rocscience - Slide 7. Il programma di calcolo è stato adottato per le verifiche di stabilità, è prodotto da Rocscience. E' validato ed utilizzato in svariati ambiti progettuali (Italferr, Autostrade, ecc.). In accordo a quanto prescritto nel paragrafo 10.2 del D.M. 14/01/2008, il progettista certifica la affidabilità del suddetto codice di calcolo e l'idoneità di utilizzo nel caso specifico.
- [12] SEZCA. Geostru. Programma per la verifica delle sezioni in c.a.

### 3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

I materiali che costituiscono le opere di sostegno sono i seguenti:

#### Calcestruzzo per muri:

- Caratteristica di resistenza minima C28/35
- Classe di esposizione XC2
- Resistenza caratteristica cilindrica  $f_{ck}=28$  MPa
- Resistenza caratteristica cubica  $R_{ck}=35$  MPa
- Valore medio resistenza caratteristica cilindrica  $f_{cm}=37$ MPa
- Valore medio resistenza a trazione assiale  $f_{ctm}=2,835$  MPa
- Modulo di elasticità secante  $E_{cm}=32580$  MPa
- Classe di consistenza S3

#### Acciaio per armature ordinarie:

- Tipo di acciaio B450C
- Modulo elastico  $E_s=210000000$  kN/m<sup>2</sup>
- Tensione caratteristica di snervamento  $f_{yk}\geq 450$  MPa
- Tensione caratteristica di rottura  $f_{tk}\geq 540$  MPa
- Tensione di calcolo  $f_{yd} = 391$  MPa

#### 4. DESCRIZIONE DELL'OPERA

Lungo il tracciato della Rampa C, tra la pk 0+003.000 e pk 0+312.926, è previsto un muro di controripa su fondazione diretta, di cui si riporta un tipologico in figura seguente.

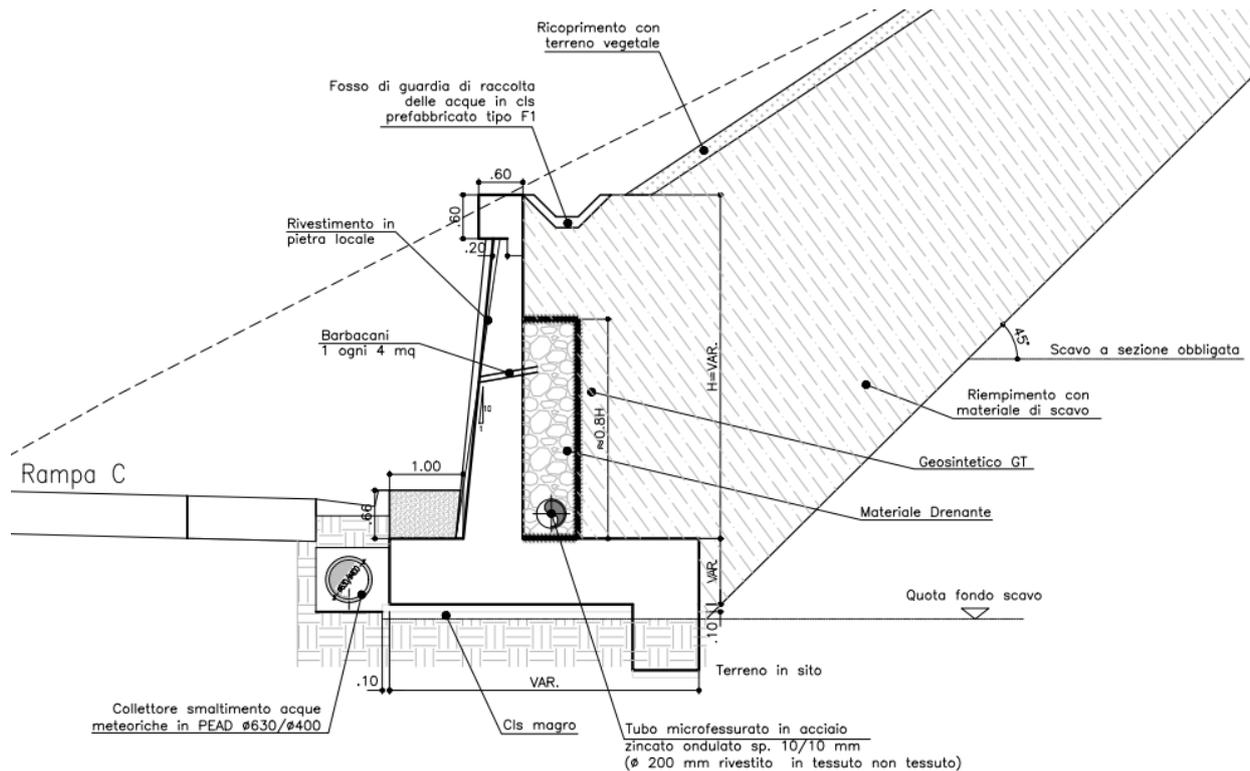


Figura 1: Sezione tipo

L'opera si sviluppa con altezze e lunghezza della fondazione variabili in funzione delle condizioni topografiche locali. In particolare lungo lo sviluppo dell'opera si distinguono 3 sezioni tipo (H: altezza muro, B: larghezza fondazione, h: altezza fondazione, d: altezza dente di monte):

- Sezione Tipo 1: H = 5.70 m, B = 5.00 m, h = 1.00 m; d = 1.00 m
- Sezione Tipo 2: H = 4.70 m, B = 4.20 m, h = 0.90 m; d = 0.90 m
- Sezione Tipo 3: H = 3.60 m, B = 3.50 m, h = 0.80 m; d = 0.80 m

L'opera si conforma con una scarpata superiore costituita inizialmente dal riempimento con materiale di scavo relativo alla sistemazione finale del muro e successivamente dal profilo esistente del terreno.

Per la nuova scarpata, le pendenze saranno mediamente comprese tra 14° e 2/3 (v/h) (valore massimo locale), in funzione delle condizioni geometriche locali.

Lo scavo provvisorio verrà conformato con inclinazione di 45°, stabile in funzione delle condizioni geotecniche riscontrate.

## 5. CONDIZIONI GEOTECNICHE

Nella zona in esame sono stati eseguiti i sondaggi S28, S28A, S29, S30, S32, S33 della campagna del 1998 (Micropali s.a.s.). Le indagini hanno consentito la ricostruzione stratigrafica, evidenziando la presenza di una coltre superficiale limoso argillosa sabbiosa (unità LAS) di spessore 3-6 m ed a seguire la formazione di Mores marnosa (unità M) fino a quota +512.5 m s.l.m., poi calcarenitica (unità C) fino a quota +503.0 m e poi arenacea (unità Ar) fino alla massima profondità indagata (vedasi sezione stratigrafica di riferimento mostrata nella seguente figura). Nella parte finale dell'opera, come si evince dai sondaggi S33, S34 (vedasi Profilo geotecnico [5]), affiora la formazione dei basalti di Luguidoro che si presentano particolarmente sfatti, alterati, argillificati, almeno per uno spessore di 5.5 m circa da p.c. (RQD=0).

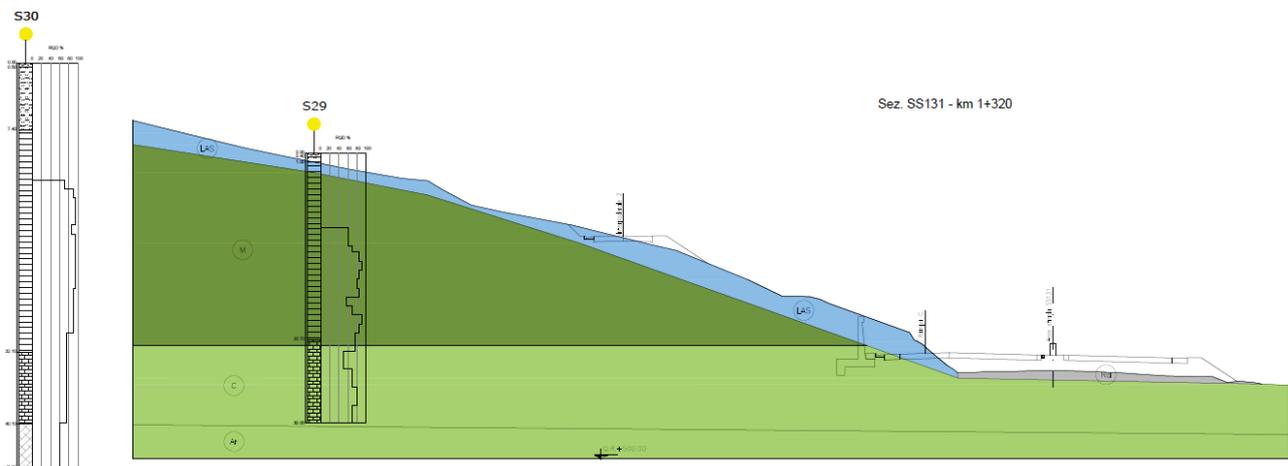


Figura 2: Sezione geologica di riferimento

Di seguito si riportano i parametri geotecnici di progetto; per ulteriori dettagli si rimanda alla Relazione geotecnica generale (Doc. Rif. [4]).

### Unità LAS (limo argilloso sabbioso):

$\gamma = 18.5 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\varphi' = 28\div 30^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 5\div 10 \text{ kPa}$	coesione drenata
$E_0 = 70\div 250 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale (a piccole deformazioni)

### Unità M (Formazione di Mores marnosa):

$\gamma = 22.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\varphi' = 26\div 29^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 28\div 35 \text{ kPa}$	coesione drenata
$E = 120\div 180 \text{ MPa}$	modulo di deformazione

### Unità C (Formazione di Mores calcarenitica):

$\gamma = 22.5 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
--------------------------------	-------------------------

$\varphi' = 28\div 34^\circ$                       angolo di resistenza al taglio  
 $c' = 32\div 47$  kPa                      coesione drenata  
 $E = 200\div 340$  MPa                      modulo di deformazione

#### Unità Ba (Formazione Basalti del Luguidoro):

$\gamma = 19$  kN/m<sup>3</sup>                      peso di volume  
 $\varphi' = 23\div 39^\circ$                       angolo di resistenza al taglio  
 $c' = 13\div 60$  kPa                      coesione drenata  
 $E = 30\div 230$  MPa                      modulo di deformazione

La falda è assente alle profondità di interesse.

Al fine della verifica dell'opera di sostegno si assume come terreno spingente il riempimento con materiale di scavo e come terreno di fondazione cautelativamente l'unità LAS; infatti non si può escludere che, anche solo localmente, tale unità possa interessare il piano di posa della fondazione.

Di seguito si riassumono i parametri geotecnici assunti nell'analisi per il muro di sostegno:

Tabella 1 – Parametri geotecnici di progetto – Muro di sostegno

Unità [-]		$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\varphi'$ [deg]
LAS	Terreno di fondazione	18.5	5	30
Riempimento	Terreno spingente	18.5	0	30

## 6. ANALISI DEI CARICHI

Nel seguito si riassumono le condizioni di carico considerate nell'analisi di verifica delle strutture.

### 6.1 Azioni permanenti

#### 6.1.1 Pesì propri

Per il calcolo del peso proprio delle strutture si assumono i pesi unitari di seguito indicati:

- Struttura in c.a.  $\gamma_1 = 25.0 \text{ kN/m}^3$ ;
- Terreno di riempimento:  $\gamma_2 = 18.5 \text{ kN/m}^3$ .

#### 6.1.2 Spinta delle terre

La valutazione delle spinte delle terre viene effettuata considerando quale paramento ideale del muro il piano verticale passante dal filo interno della platea di fondazione; l'angolo di attrito tra paramento verticale e terreno può essere considerato pari a  $2/3\phi'$ , con  $\phi'$  angolo di resistenza al taglio di progetto.

Nelle verifiche la spinta del terreno viene determinata con la seguente espressione:

$$p'_a(z) = [\sigma'_v(z) + q] \cdot K_a - 2c' \sqrt{K_a}$$

dove:

$\sigma'_v(z)$  = tensione verticale efficace alla generica quota  $z$ ;

$K_a$  = coefficiente di spinta attiva;

$q$  = eventuale sovraccarico uniformemente distribuito;

$c'$  = coesione efficace.

Per il calcolo di  $K_a$  si utilizza la formula di Mueller-Breslau (1924), valida per superfici di rottura piane, e generalizzata per tener conto delle condizioni sismiche in base alla teoria di Mononobe ed Okabe riportata di seguito (si veda Eurocodice 8 – Doc. Rif. [3]):

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

- per  $\beta > \phi - \theta$ :

$$k_a = \frac{\text{sen}^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \text{sen}^2 \psi \text{sen}(\psi - \theta - \delta)}$$

in cui:

$\phi$  = angolo di resistenza al taglio del terreno

$\beta$  = inclinazione del terreno a monte del muro rispetto all'orizzontale (positivo per terreno che sale allontanandosi dal muro)

$\psi$  = inclinazione del muro rispetto all'orizzontale ( $>90^\circ$  per parete inclinata verso valle)

$\delta$  = angolo di attrito muro-terreno

$\theta$  = angolo dipendente dalla accelerazione sismica e definito dalle seguenti espressioni:

$$\theta = \operatorname{tg}^{-1} (k_h / (1 \pm k_v))$$

essendo  $k_h$  e  $k_v$  rispettivamente i coefficienti di accelerazione sismica orizzontale e verticale (si veda il successivo par. § 6.3).

La spinta attiva risultante  $P_a$  risulta inclinata dell'angolo  $\delta$  sull'orizzontale. Pertanto il valore della spinta orizzontale  $P_{AH}$  è pari a:

$$P_{AH} = P_A \cdot \cos \delta$$

mentre la componente verticale  $P_{AV}$  risulta:

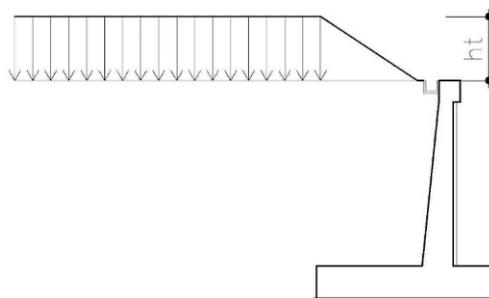
$$P_{AV} = P_A \cdot \sin \delta$$

Le componenti della spinta sono costituite in generale da due aliquote, l'una dovuta al peso proprio del terreno l'altra dovuta al sovraccarico, che avranno distribuzione diversa lungo l'altezza dell'opera: la prima di tipo triangolare l'altra di tipo rettangolare, se carico distribuito uniforme (permanente o accidentale che sia), o differente per aree di carico diverso (nastriforme, ..).

Le diverse aliquote saranno considerate distintamente in fase di combinazione dei carichi a seconda che si tratti di azioni permanenti, strutturali o non strutturali, o variabili.

### 6.1.3 Sovraccarico permanente

Ove le geometrie di progetto configurano una scarpata finita sopra il muro, la stessa viene cautelativamente considerata come sovraccarico permanente uniforme e indefinito dovuto al peso proprio del terreno sovrastante il muro (vedasi schema seguente):  $q_p = \gamma_t \cdot h_t$



Nel caso in esame si è cautelativamente scelto di considerare la scarpata sovrastante indefinita, con pendenza costante, determinando quindi i coefficienti di spinta con la teoria di Mononobe ed Okabe.

## 6.2 Azioni variabili

### 6.2.1 Sovraccarico stradale

Nel caso specifico si terrà conto di un sovraccarico accidentale uniforme indefinito dovuto al traffico stradale pari a 20 kPa.

## 6.3 Azione sismica

L'analisi della sicurezza dei muri di sostegno in condizioni sismiche può essere eseguita mediante metodi dell'equilibrio limite in condizioni pseudostatiche.

Nelle verifiche allo stato limite ultimo, i coefficienti di accelerazione sismica  $k_h$  e  $k_v$  valgono rispettivamente:

$$k_h = \beta_m a_{max}/g$$

$$k_v = \pm 0.5 k_h$$

dove:

$a_{max}$  = accelerazione massima attesa al sito in considerazione

$g$  = accelerazione di gravità

$\beta_m$  = coefficiente riduttivo che tiene conto dei possibili spostamenti dell'opera

L'accelerazione massima è stata valutata come:

$$a_{max} = a_g S_S S_T$$

in cui:

$a_g$  = accelerazione massima attesa al sito di riferimento sul substrato rigido

$S_S$  = coefficiente di amplificazione stratigrafica

$S_T$  = coefficiente di amplificazione topografica

Il coefficiente riduttivo  $\beta_m$  viene desunto dalla tabella 7.1.1. II della normativa vigente qui di seguito riprodotta:

Tabella 2 – Coefficiente riduttivo  $\beta_m$  per gli spostamenti dell'opera

Intervallo dell'accelerazione sismica	$\beta_m$ Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
$0.2 < a_g \leq 0.4$	0.31	0.31
$0.1 < a_g \leq 0.2$	0.29	0.24
$a_g \leq 0.1$	0.20	0.18

Nel caso in esame, per  $a_g/g = 0.06$ ,  $S_T=1.2$ , categoria sottosuolo C ( $S_s=1.5$ ),  $\beta_m = 0.18$ , si ottiene:

$$k_h = 0.019 \quad ; \quad k_v = \pm 0.010$$

Per l'analisi di stabilità globale si considera  $\beta_s = 0.20$  quindi:

$$k_h = \beta_s \cdot a_{max} / g = 0.022 \cdot \quad \text{coeff.sismico orizzontale}$$

$$k_v = \pm 0.5 k_h = \pm 0.011 \quad \text{coeff.sismico verticale}$$

## 7. ANALISI DELL'OPERA DI SOSTEGNO

Tutte le verifiche geotecniche ed il calcolo delle azioni interne sulle principali sezioni in c.a. sono effettuate per mezzo di un foglio elettronico appositamente sviluppato per i muri di sostegno, dettagliatamente esposto in Allegato 1.

Tutte le analisi sono state effettuate con riferimento alle prescrizioni contenute nelle Norme Tecniche delle costruzioni del 14/01/2008 (NTC) e alle Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" pubblicate a Febbraio del 2009.

Nel seguito si riporta una breve descrizione dei criteri di verifica.

### 7.1 Analisi agli stati limite

#### 7.1.1 Verifiche agli SLU

Secondo la normativa vigente si ha:

$$E_d \leq R_d$$

dove  $E_d$  è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione

$$E_d = E \left[ \gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right]$$

ovvero

$$E_d = \gamma_E \cdot E \left[ F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right]$$

con  $\gamma_E = \gamma_F$ , e dove  $R_d$  è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico:

$$R_d = \frac{1}{\gamma_R} R \left[ \gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right]$$

Per i muri di sostegno o per altre strutture miste ad essi assimilabili devono essere effettuate le verifiche con riferimento almeno ai seguenti stati limite:

*SLU di tipo geotecnico (GEO) e di equilibrio di corpo rigido (EQU)*

- stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno;
- scorrimento sul piano di posa;
- collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno;
- ribaltamento.

*SLU di tipo strutturale (STR)*

- raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali

Le verifiche allo SLU sono condotte secondo l'Approccio 1 e le combinazioni di seguito elencate:

- Combinazione 1 : (A1+M1+R1) (SLU STR)
- Combinazione 2 : (A2+M2+R2) (SLU GEO)

Per la sola verifica a ribaltamento si considera la sola combinazione (EQU+M2+R2).

La normativa vigente prevede i coefficienti riportati nelle seguenti tabelle.

Tabella 3 – Coefficienti parziali di normativa

COEFFICIENTI SULLE AZIONI  $\gamma_F$

**Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.**

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali <sup>(1)</sup>	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	$\gamma_{G3}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

COEFFICIENTI SUI MATERIALI  $\gamma_M$

**Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE $\gamma_M$	(M1)	(M2)
<i>Tangente dell'angolo di resistenza al taglio</i>	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_w$	1,0	1,25
<i>Coesione efficace</i>	$c'_k$	$\gamma_c$	1,0	1,25
<i>Resistenza non drenata</i>	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
<i>Peso dell'unità di volume</i>	$\gamma$	$\gamma_\gamma$	1,0	1,0

COEFFICIENTI SULLE RESISTENZE  $\gamma_R$

**Tabella 6.5.I - Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO di muri di sostegno.**

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$

## 7.1.2 Verifiche agli SLE

È stata condotta un'analisi allo SLE, con i coefficienti parziali unitari sulle azioni e sui parametri geotecnici di resistenza, al fine di indagare le sollecitazioni strutturali utili alle verifiche di fessurazione e delle tensioni di esercizio.

## 7.2 Verifica a carico limite dell'insieme fondazione-terreno

La valutazione della capacità portante delle fondazioni superficiali viene condotta in accordo all'equazione:

$$q_{lim} = 0.5 \gamma_c B^\gamma N_\gamma s_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma + c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q N_q s_q d_q i_q b_q g_q$$

Le espressioni che forniscono i valori dei fattori di capacità portante (N) e dei fattori correttivi (s, i, b, g) sono riportate nella tabella seguente:

Tabella 4 – Coefficienti per il calcolo della capacità portante in condizioni drenate

Fattori di capacità portante	Nc	$(Nq-1)\cot\phi$	Hansen
	$N_\gamma$	$1,5*(Nq-1)\tan\phi$	Hansen
	Nq	$e^{\pi\tan\phi}\tan^2(45+\phi/2)$	Hansen
Fattori correttivi	forma		
	sc	1 per fondazioni nastriformi	Hansen
	$s_\gamma$	1 per fondazioni nastriformi	Hansen
	sq	1 per fondazioni nastriformi	Hansen
	approfondimento		
	dc	$1+0,4k$	Hansen e Vesic
	$d_\gamma$	1	Hansen e Vesic
	$d_q$	$1+2\tan\phi(1-\sin\phi)k$	Hansen e Vesic
	Inclinazione carico		
	ic	$i_q - (1-i_q)/(Nq-1)$	Hansen e Vesic
	$i_\gamma$	$(1-(0,7*H)/(N+B'*c*\cot\phi))^5$	Hansen
	iq	$(1-(0,5*H)/(N+B'*c*\cot\phi))^5$	Hansen
	Inclinazione fondazione*		
	bc	$1-\eta/147^\circ$	Hansen
	$b_\gamma$	$\exp(-2,7*\eta\tan\phi)$	Hansen
	bq	$\exp(-2*\eta\tan\phi)$	Hansen
	Inclinazione piano campagna**		
	gc	$gq-[(1-gq)/(Nc*\tan\phi)]$	Hansen
$g_\gamma$	$(1-\tan\beta)^2$	Hansen	
gq	$g_\gamma$	Hansen	

\* $\eta$  = inclinazione base fondazione

\*\* $\beta$  = inclinazione pendio (dipende dall'angolo d'inclinazione del rilevato e dall'altezza del rilevato)

Le formule utilizzate si riferiscono alla fondazione efficace equivalente ovvero quella fondazione rispetto alla quale il carico verticale (N) risulta centrato; la fondazione equivalente è caratterizzata dalle dimensioni B' e L' valutate sulla base dei criteri proposti da Meyerhof.

Il coefficiente di sicurezza a capacità portante è dato da:

$$F_s = \frac{q_{lim} - q}{q_{adm} - q}$$

dove:

$q_{lim}$  = capacità portante limite del terreno

q = pressione verticale efficace agente alla quota di imposta della fondazione

$q_{adm}$  = pressione verticale uniforme sulla fondazione di area ridotta

FS = coefficiente di sicurezza valutato con Approcci di normativa.

### 7.3 Risultati

Nelle seguenti tabelle si riportano le azioni interne derivanti dalle analisi SLE e SLU/SLV STR. Esse sono determinate sulle seguenti sezioni:

- spiccato del paramento in elevazione (pedice S)
- all'incastro della mensola di monte (pedice M)
- all'incastro della mensola di valle (pedice V)

Si riportano la simbologia e i segni convenzionali (+):

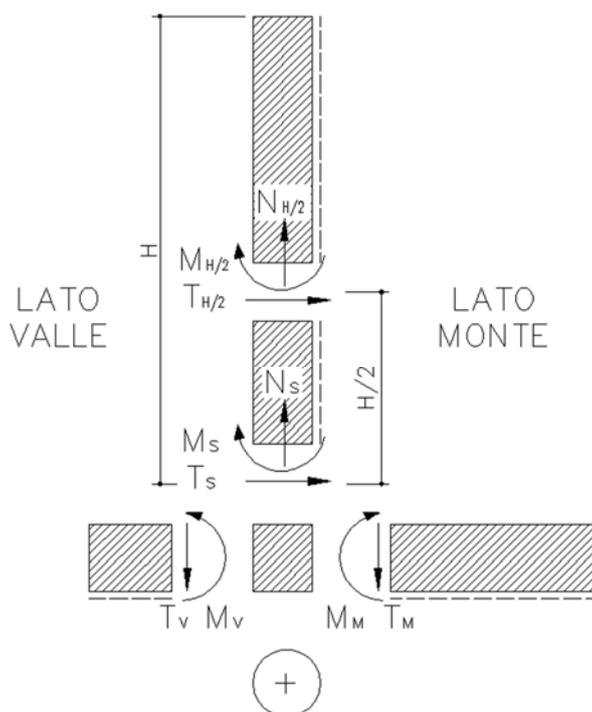


Tabella 5 - Azioni interne - Sezione Tipo 1 (H=5.7 m)

		SLE	SLU STR	SLV STR	
Paramento in elevazione. Sezione di spiccato		$N_S$ [kN] =	89.1	89.1	88.2
B = 1.00	m	$M_S$ [kN m] =	449.7	587.9	550.7
H = 0.91	m	$T_S$ [kN] =	207.5	269.7	238.9
Mensola di monte. Sezione di attacco					
B = 1.00	m	$M_M$ [kN m] =	-542.8	-703.4	-659.1
H = 1.00	m	$T_M$ [kN] =	-192.9	-253.1	-234.2
Mensola di valle. Sezione di attacco					
B = 1.00	m	$M_V$ [kN m] =	63.2	78.0	77.8
H = 1.00	m	$T_V$ [kN] =	124.2	153.5	151.3

Tabella 6 - Azioni interne - Sezione Tipo 2 (H=4.7 m)

		SLE	SLU STR	SLV STR	
Paramento in elevazione. Sezione di spiccato		$N_S$ [kN] =	67.6	67.6	66.9
B = 1.00	m	$M_S$ [kN m] =	225.7	295.5	277.3
H = 0.81	m	$T_S$ [kN] =	131.4	170.9	151.5
Mensola di monte. Sezione di attacco					
B = 1.00	m	$M_M$ [kN m] =	-265.1	-345.7	-322.3
H = 0.90	m	$T_M$ [kN] =	-124.3	-164.3	-152.0
Mensola di valle. Sezione di attacco					
B = 1.00	m	$M_V$ [kN m] =	43.8	53.8	54.6
H = 0.90	m	$T_V$ [kN] =	86.3	106.2	106.0

Tabella 7 - Azioni interne - Sezione Tipo 3 (H=3.6 m)

		SLE	SLU STR	SLV STR	
Paramento in elevazione. Sezione di spiccato		$N_S$ [kN] =	46.8	46.8	46.3
B = 1.00	m	$M_S$ [kN m] =	89.0	116.8	110.3
H = 0.70	m	$T_S$ [kN] =	71.2	92.6	82.4
Mensola di monte. Sezione di attacco					
B = 1.00	m	$M_M$ [kN m] =	-105.8	-139.2	-128.9
H = 0.80	m	$T_M$ [kN] =	-65.4	-87.5	-80.8
Mensola di valle. Sezione di attacco					
B = 1.00	m	$M_V$ [kN m] =	24.0	29.2	30.7
H = 0.80	m	$T_V$ [kN] =	48.3	59.0	60.2

Nella tabella seguente sono riportate le sollecitazioni risultanti in fondazione (V = risultante forze verticali; H = risultante forze orizzontali) e la relativa eccentricità rispetto al baricentro della fondazione.

Tabella 8 – Risultati delle azioni ad intradosso fondazione

Sezione tipo	Analisi	V [kN]	H [kN]	e [m]
Tipo 1	SLU GEO	799.3	572.4	0.41
	SLV GEO	798.9	598.5	0.50
Tipo 2	SLU GEO	546.1	384.9	0.25
	SLV GEO	545.8	402.6	0.32
Tipo 3	SLU GEO	347.7	231.0	0.05
	SLV GEO	347.3	242.1	0.10

Dal momento che il rapporto tra la risultante delle forze orizzontali e quella delle forze verticali risulta elevato ( $H/V = 0.66 \div 0.75$ ) e quindi la risultante totale delle forze risulta particolarmente inclinata, il problema è governato dalla verifica allo scorrimento del piano di posa e al ribaltamento rispetto allo spigolo di valle; pertanto si omettono le verifiche di capacità portante in fondazione.

#### 7.4 Verifiche geotecniche e di equilibrio limite del muro di sostegno

Nelle seguenti tabelle si riportano i principali risultati di verifica geotecnica e all'equilibrio limite per le sezioni di calcolo analizzate. In particolare, risultando sempre  $R_d \geq E_d$  (resistenza di progetto non inferiore alla sollecitazione di progetto), le verifiche sono sempre soddisfatte. Nelle seguenti tabelle è anche fornita una misura della sicurezza allo SLU/SLV, rapportando la resistenza con la sollecitazione.

Tabella 9 – Verifiche geotecniche e di equilibrio limite - Sezione Tipo 1 (H=5.7 m)

	Verifica al ribaltamento		
	$\Sigma M_{STAB}$ kNm/m	$\Sigma M_{RIB}$ kNm/m	$\Sigma M_{STAB} / \Sigma M_{RIB}$ --
SLU EQU	2529.92	1257.87	2.01
SLV EQU	2556.74	1362.94	1.88
	Verifica dello scorrimento del piano di posa		
	Td kN/m	Rd kN/m	Rd / Td --
SLU GEO	404.53	517.34	1.28
SLV GEO	430.22	520.06	1.21

Tabella 10 – Verifiche geotecniche e di equilibrio limite - Sezione Tipo 2 (H=4.7 m)

	Verifica al ribaltamento		
	$\Sigma M_{STAB}$	$\Sigma M_{RIB}$	$\Sigma M_{STAB} / \Sigma M_{RIB}$
	kNm/m	kNm/m	--
SLU EQU	1457.07	668.26	2.18
SLV EQU	1472.26	726.00	2.03
Verifica dello scorrimento del piano di posa			
	Td	Rd	Rd / Td
	kN/m	kN/m	--
SLU GEO	261.88	354.86	1.36
SLV GEO	279.29	356.80	1.28

Tabella 11 – Verifiche geotecniche e di equilibrio limite - Sezione Tipo 3 (H=3.6 m)

	Verifica al ribaltamento		
	$\Sigma M_{STAB}$	$\Sigma M_{RIB}$	$\Sigma M_{STAB} / \Sigma M_{RIB}$
	kNm/m	kNm/m	--
SLU EQU	769.71	291.28	2.64
SLV EQU	777.34	318.83	2.44
Verifica dello scorrimento del piano di posa			
	Td	Rd	Rd / Td
	kN/m	kN/m	--
SLU GEO	147.75	225.43	1.53
SLV GEO	158.59	226.62	1.43

## 7.5 Verifiche di resistenza degli elementi strutturali

Di seguito si riportano le verifiche di resistenza della soletta di fondazione e del paramento in elevazione per tutte le sezioni tipo, sia in forma grafica con rappresentazione della distribuzione delle tensioni in condizioni ultime, sia in forma numerica con l'output di verifica. Il significato della terminologia utilizzata è riportato in Allegato 2.

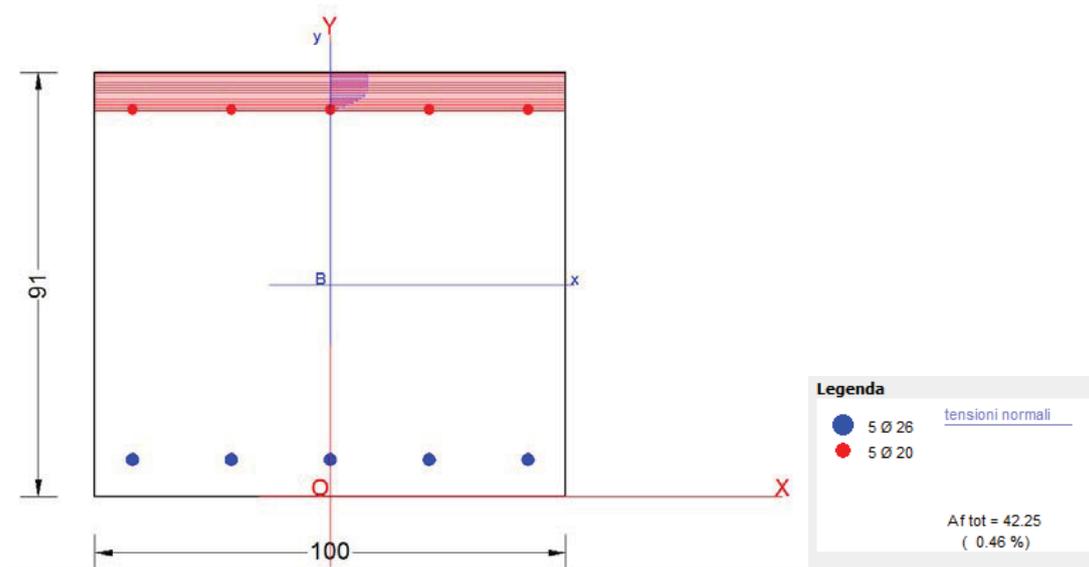
### 7.5.1 Sezione Tipo 1 - H=5.70 m

Le verifiche sono condotte per tutte le terne di sollecitazioni espresse in Tabella 5.

Per il paramento in elevazione si prevede la seguente armatura di calcolo:

- Ferri longitudinali lato monte:  $\varnothing 26/20$
- Ferri longitudinali lato valle:  $\varnothing 20/20$

La figura seguente mostra la schermata del codice di verifica per la combinazione maggiormente critica, evidenziando la geometria della sezione, le armature longitudinali di calcolo e la distribuzione delle tensioni in condizioni ultime. Il tabulato successivo mostra i risultati di dettaglio di tutte le verifiche effettuate.


**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	88.20	550.70	238.90	0.00
2	89.10	587.90	269.70	0.00

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N°Comb.	N	Mx
1	89.10	449.70 (455.06)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn
1	S	88.20	550.70	88.50	860.82	1.562	82.6	819.44
2	S	89.10	587.90	89.02	861.01	1.464	82.6	819.72

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min
1	S	2.99	91.0	-2.73	0.0	-33.4	83.0

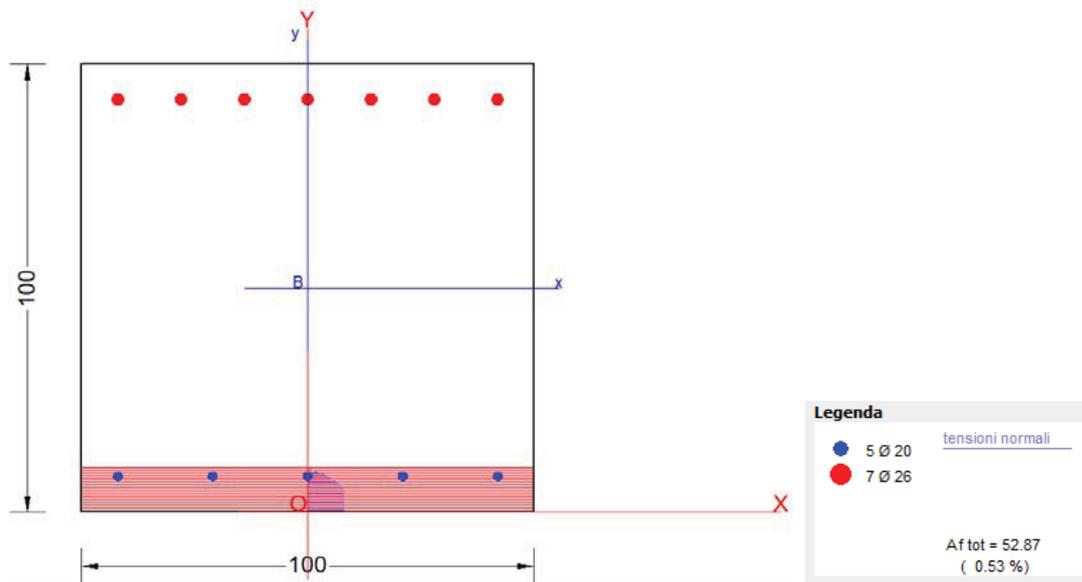
**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Scmax	Scmin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.	M Fess.
1	S	2.99	-2.73	0.0	----	----	----	----	----	455.06

Per la soletta di fondazione si prevede la seguente armatura di calcolo:

- Ferri longitudinali superiori:  $\varnothing 26/20 + \varnothing 26/40$
- Ferri longitudinali inferiori:  $\varnothing 20/20$

La figura seguente mostra la schermata del codice di verifica per la combinazione maggiormente critica, evidenziando la geometria della sezione, le armature longitudinali di calcolo e la distribuzione delle tensioni in condizioni ultime. Il tabulato successivo mostra i risultati di dettaglio di tutte le verifiche effettuate.


**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	1.00	-659.10	-234.20	0.00
2	1.00	77.80	151.30	0.00
3	1.00	-703.40	-253.10	0.00
4	1.00	78.00	153.50	0.00

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N°Comb.	N	Mx
1	1.00	-542.80 (-550.24)
2	1.00	63.20 (524.75)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn
1	S	1.00	-659.10	0.81	-1271.29	1.929	9.8	-1212.83
2	S	1.00	77.80	0.75	562.78	7.235	92.8	529.26
3	S	1.00	-703.40	0.81	-1271.29	1.807	9.8	-1212.83
4	S	1.00	78.00	0.75	562.78	7.217	92.8	529.26

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.
1	S	2.86	0.0	-2.72	100.0	-34.1	8.0	
2	S	0.32	100.0	-0.33	0.0	-4.2	92.0	

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.	M Fess.
1	S	2.86	-2.72	0.0	----	----	----	----	----	-550.24
2	S	0.32	-0.33	0.0	----	----	----	----	----	524.75

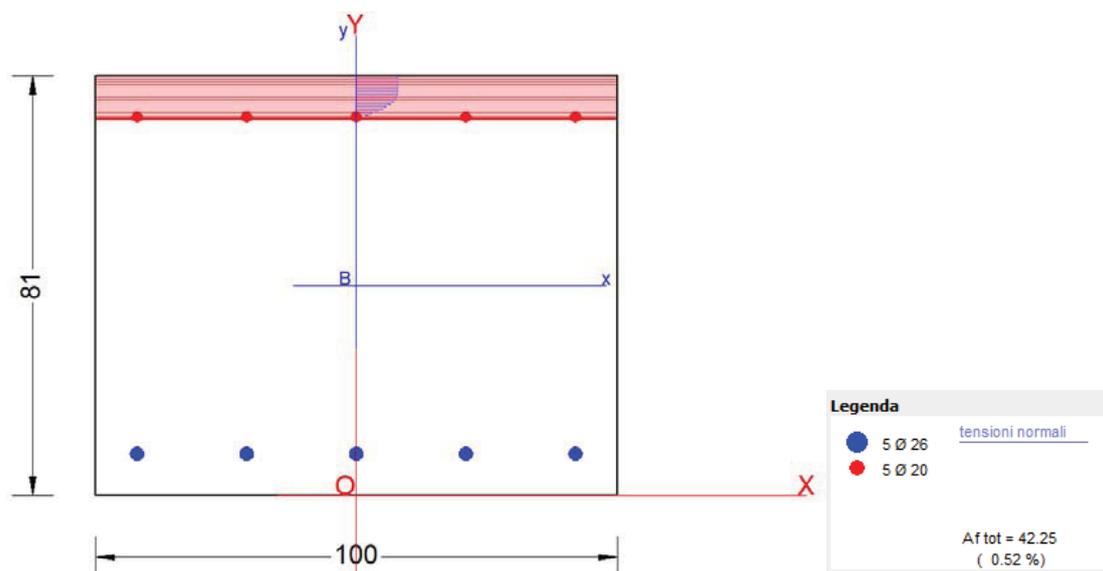
## 7.5.2 Sezione Tipo 2 - H=4.70 m

Le verifiche sono condotte per tutte le terne di sollecitazioni esposte in Tabella 6.

Per il paramento in elevazione si prevede la seguente armatura di calcolo:

- Ferri longitudinali lato monte:  $\varnothing 26/20$
- Ferri longitudinali lato valle:  $\varnothing 20/20$

La figura seguente mostra la schermata del codice di verifica per la combinazione maggiormente critica, evidenziando la geometria della sezione, le armature longitudinali di calcolo e la distribuzione delle tensioni in condizioni ultime. Il tabulato successivo mostra i risultati di dettaglio di tutte le verifiche effettuate.



### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	66.90	277.30	151.50	0.00
2	67.60	295.50	170.90	0.00

### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N°Comb.	N	Mx
1	67.60	225.70 (367.92)

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn
1	S	66.90	277.30	66.62	745.29	2.684	72.7	709.27
2	S	67.60	295.50	67.82	745.69	2.520	72.7	709.60

### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min
1	S	1.90	81.0	-1.69	0.0	-20.1	73.0

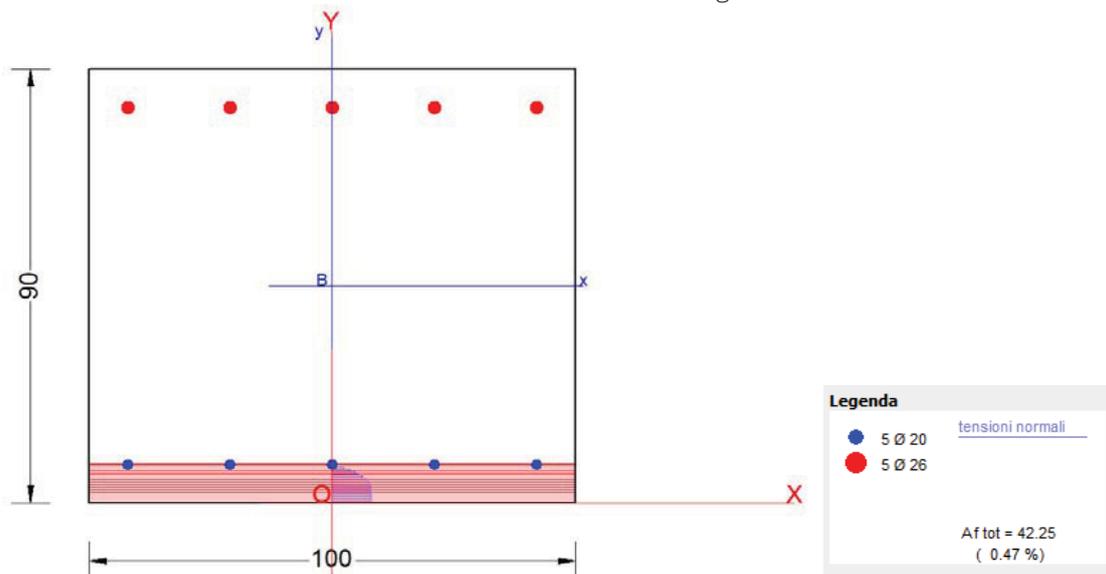
### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Scmax	Scmin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.	M Fess.
1	S	1.90	-1.69	0.0	---	---	---	---	---	367.92

Per la soletta di fondazione si prevede la seguente armatura di calcolo:

- Ferri longitudinali superiori:  $\varnothing 26/20$
- Ferri longitudinali inferiori:  $\varnothing 20/20$

La figura seguente mostra la schermata del codice di verifica per la combinazione maggiormente critica, evidenziando la geometria della sezione, le armature longitudinali di calcolo e la distribuzione delle tensioni in condizioni ultime. Il tabulato successivo mostra i risultati di dettaglio di tutte le verifiche effettuate.



#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	1.00	-322.30	-158.20	0.00
2	1.00	54.60	106.00	0.00
3	1.00	-345.70	-164.30	0.00
4	1.00	53.80	106.20	0.00

#### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N°Comb.	N	Mx
1	1.00	-265.10 (-431.83)
2	1.00	43.80 (421.34)

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn
1	S	1.00	-322.30	1.14	-817.16	2.535	8.0	-778.82
2	S	1.00	54.60	0.99	500.81	9.174	83.0	469.27
3	S	1.00	-345.70	1.14	-817.16	2.364	8.0	-778.82
4	S	1.00	53.80	0.99	500.81	9.310	83.0	469.27

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min
1	S	1.74	0.0	-1.69	90.0	-20.8	8.0
2	S	0.28	90.0	-0.29	0.0	-3.5	82.0

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.	M Fess.
1	S	1.74	-1.69	0.0	----	----	----	----	----	-431.83
2	S	0.28	-0.29	0.0	----	----	----	----	----	421.34

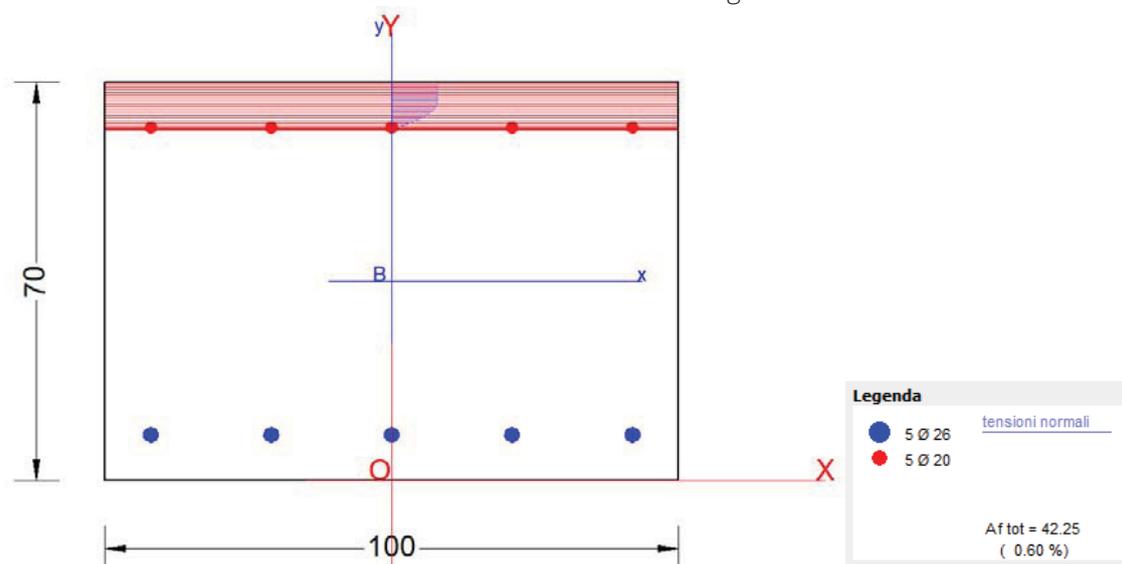
### 7.5.3 Sezione Tipo 3 - H=3.60 m

Le verifiche sono condotte per tutte le terne di sollecitazioni esposte in Tabella 7.

Per il paramento in elevazione si prevede la seguente armatura di calcolo:

- Ferri longitudinali lato monte:  $\varnothing 26/20$
- Ferri longitudinali lato valle:  $\varnothing 20/20$

La figura seguente mostra la schermata del codice di verifica per la combinazione maggiormente critica, evidenziando la geometria della sezione, le armature longitudinali di calcolo e la distribuzione delle tensioni in condizioni ultime. Il tabulato successivo mostra i risultati di dettaglio di tutte le verifiche effettuate.



#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	46.30	110.30	82.40	0.00
2	46.80	116.80	92.60	0.00

#### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N°Comb.	N	Mx
1	46.80	89.00 (284.00)

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn
1	S	46.30	110.30	46.35	621.78	5.620	61.8	591.46
2	S	46.80	116.80	46.98	621.96	5.309	61.8	591.55

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min
1	S	1.02	70.0	-0.86	0.0	-9.7	62.0

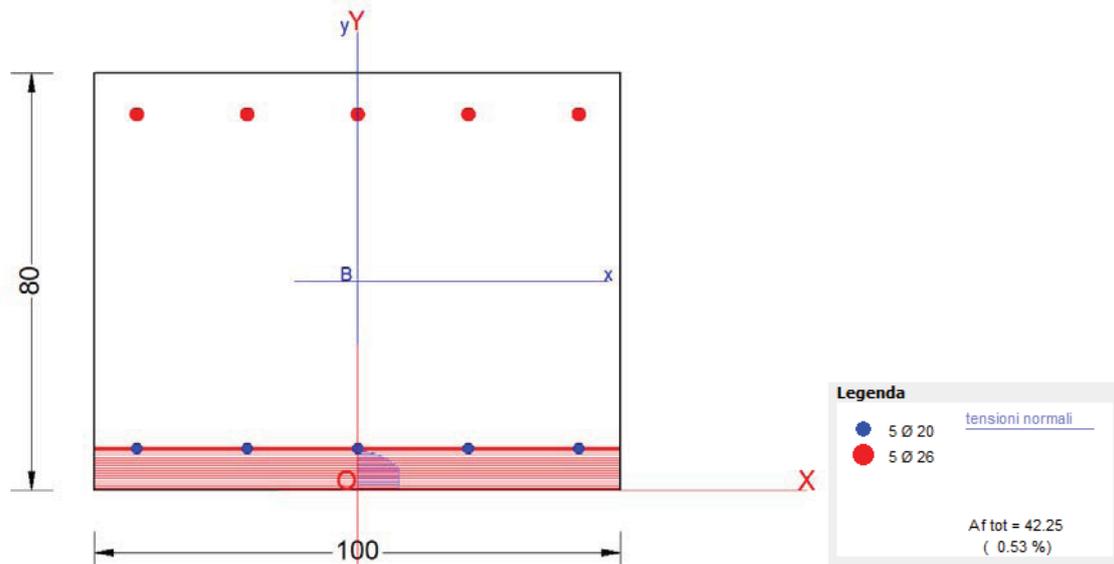
#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Scmax	Scmin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.	M Fess.
1	S	1.02	-0.86	0.0	---	---	---	---	---	284.00

Per la soletta di fondazione si prevede la seguente armatura di calcolo:

- Ferri longitudinali superiori:  $\varnothing 26/20$
- Ferri longitudinali inferiori:  $\varnothing 20/20$

La figura seguente mostra la schermata del codice di verifica per la combinazione maggiormente critica, evidenziando la geometria della sezione, le armature longitudinali di calcolo e la distribuzione delle tensioni in condizioni ultime. Il tabulato successivo mostra i risultati di dettaglio di tutte le verifiche effettuate.



#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	1.00	-128.90	-80.80	0.00
2	1.00	30.70	60.20	0.00
3	1.00	-139.20	-87.50	0.00
4	1.00	29.20	59.00	0.00

#### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N°Comb.	N	Mx
1	1.00	-105.80 (-344.60)
2	1.00	24.00 (335.98)

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn
1	S	1.00	-128.90	0.71	-713.08	5.532	8.0	-679.00
2	S	1.00	30.70	0.78	439.23	14.311	73.0	409.39
3	S	1.00	-139.20	0.71	-713.08	5.122	8.0	-679.00
4	S	1.00	29.20	0.78	439.23	15.047	73.0	409.39

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min
1	S	0.88	0.0	-0.85	80.0	-10.1	8.0
2	S	0.19	80.0	-0.20	0.0	-2.4	72.0

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	ScI max	ScI min	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.	M Fess.
1	S	0.88	-0.85	0.0	---	---	---	---	---	-344.60
2	S	0.19	-0.20	0.0	---	---	---	---	---	335.98

## 8. VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE

Si riporta nel seguito la verifica di stabilità globale per la sezione di altezza massima, effettuata con il programma Rockscience Slide 7. La verifica è stata condotta mediante un calcolo all'equilibrio limite considerando il metodo di Bishop semplificato valido per superfici di scivolamento circolari.

L'analisi è stata condotta secondo l'Approccio 1 Combinazione A2+M2; i parametri di resistenza del terreno devono quindi essere abbattuti a mezzo dei seguenti coefficienti parziali (vedasi Tabella 3):

$\gamma_{\varphi} = 1.25$	coefficiente parziale per l'angolo di resistenza al taglio
$\gamma_c = 1.25$	coefficiente parziale per la coesione drenata

L'analisi viene quindi condotta con i seguenti parametri geotecnici di calcolo:

$\tan(\varphi'_k) = \tan(\varphi'_k) / \gamma_{\varphi}$	angolo di resistenza al taglio
$c'_k = c'_k / \gamma_c$	coesione drenata

I carichi accidentali vengono amplificati con il coefficiente parziale  $\gamma_M = 1.3$  in condizioni statiche; mentre in condizioni sismiche il carico accidentale è nullo. L'azione sismica applicata è stata calcolata al par. 6.3.

I parametri di resistenza del terreno e le azioni vengono fattorizzati direttamente all'interno del programma. L'analisi è stata effettuata in condizione statiche per la configurazione di scavo provvisoria e in condizioni sia statiche che sismiche per la configurazione finale.

Sono stati considerati i seguenti parametri geotecnici:

### Riempimento con materiale di scavo

$\gamma = 18.5 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\varphi' = 30^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata

### Unità LAS (limo argilloso sabbioso)

$\gamma = 18.5 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\varphi' = 30^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 5 \text{ kPa}$	coesione drenata

### Unità M (Formazione di Mores marnosa):

$\gamma = 22.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume
$\varphi' = 26^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 28 \text{ kPa}$	coesione drenata

### Unità C (Formazione di Mores calcarenitica):

$\gamma = 22.5 \text{ kN/m}^3$	peso di volume
$\varphi' = 28^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 32 \text{ kPa}$	coesione drenata

### Unità Ar (Formazione di Mores arenacea):

$\gamma = 22.5 \text{ kN/m}^3$	peso di volume
$\varphi' = 29^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 30 \text{ kPa}$	coesione drenata

I tabulati di calcolo completi sono riportati in Allegato 3 al presente documento.

Le verifiche di stabilità globale risultano soddisfatte, in quanto il fattore di sicurezza minimo è sempre maggiore del valore limite richiesto da normativa vigente, pari a 1.1 ( $FS > 1.1$ ).

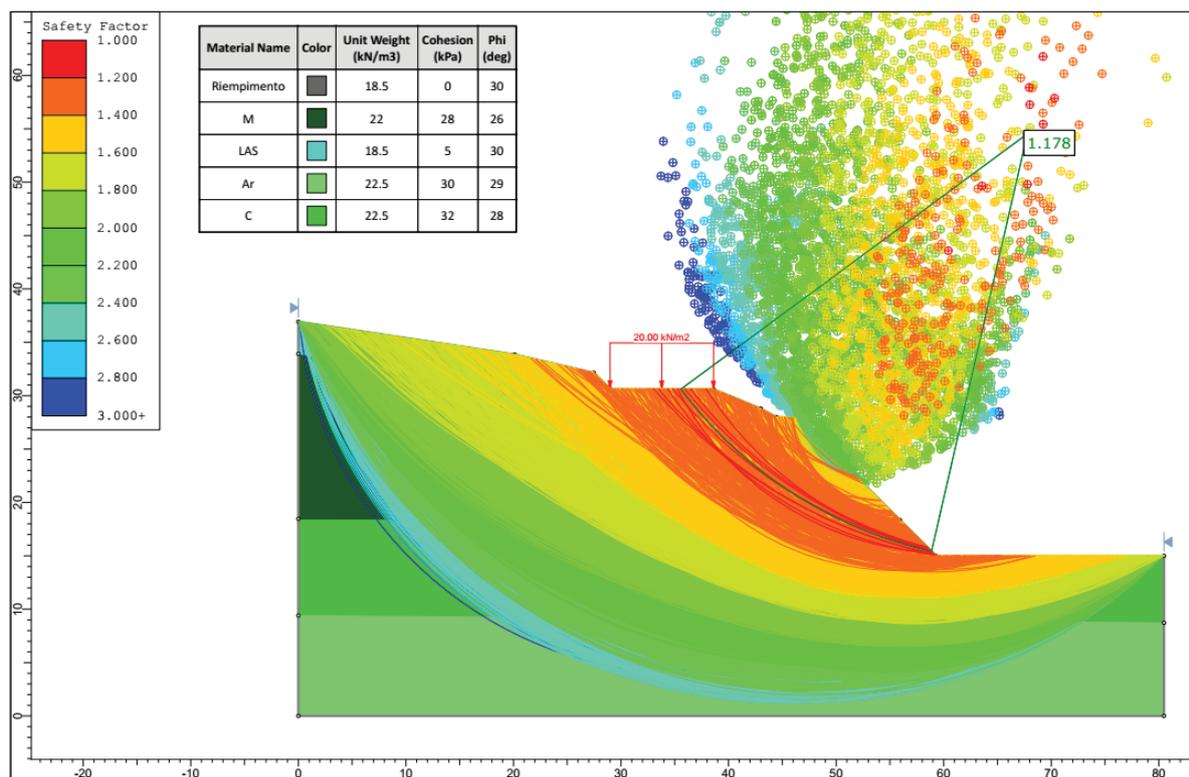


Figura 3: Analisi di stabilità globale – Scavo provvisorio – Statica SLU (FS=1.178)

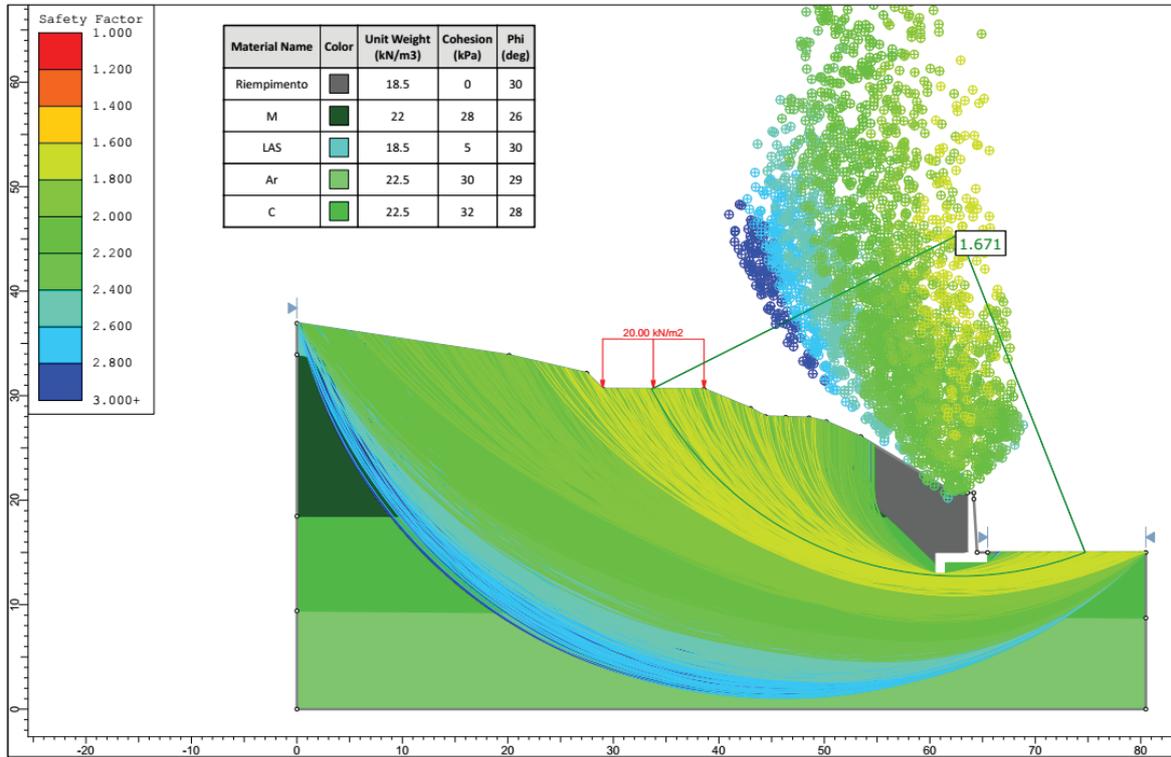


Figura 4: Analisi di stabilità globale – Configurazione finale – Statica SLU (FS=1.671)

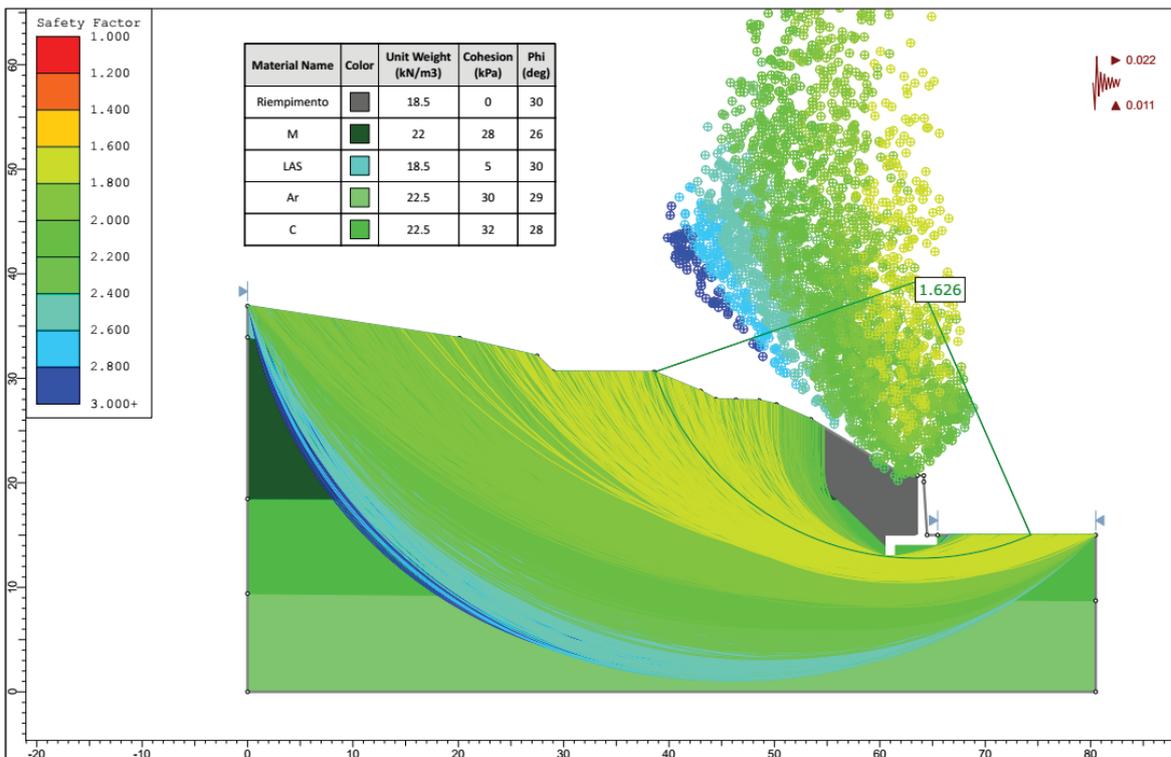


Figura 5: Analisi di stabilità globale – Configurazione finale – Sismica SLU (FS=1.626)

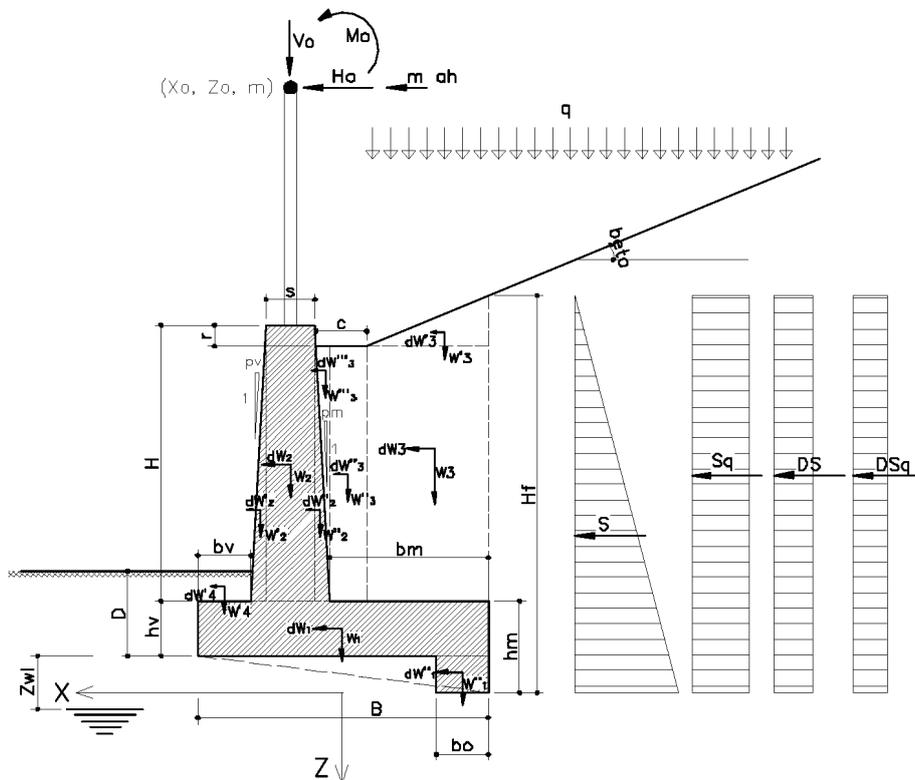
## 9. ALLEGATO 1: TABULATI DI VERIFICA DEL MURO DI SOSTEGNO

### 9.1 Sezione Tipo 1

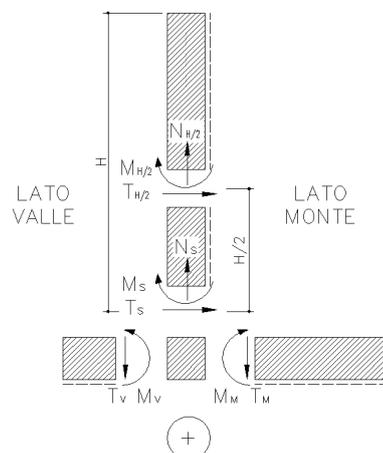
MCR06\_H570.xlsx - SCHEMI

Pag. 1/22

SCHEMA DI INPUT



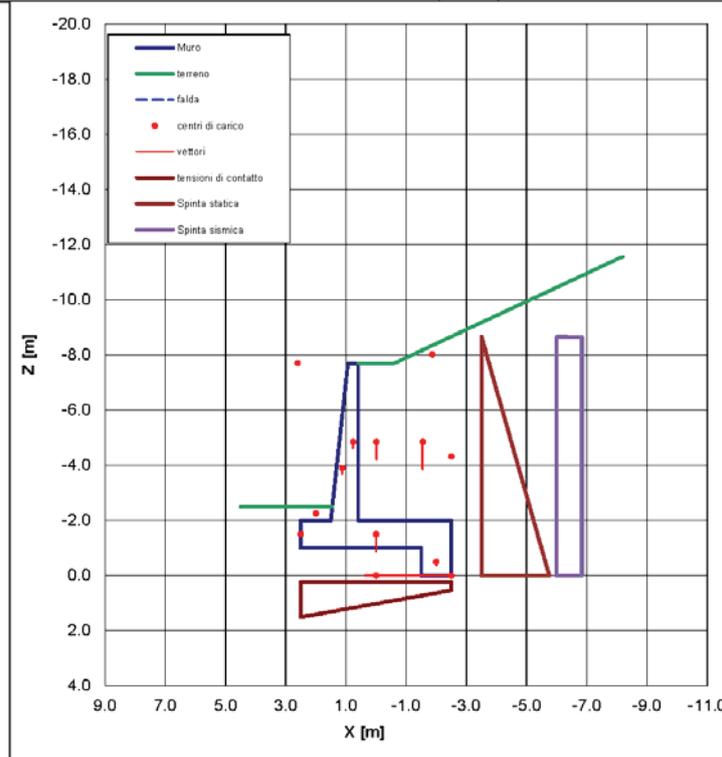
N.B. Se  $bo \neq 0$   $hm > hv$  il dente viene posizionato a monte;  
 Se  $bo \neq 0$   $hv > hm$  il dente viene posizionato a valle;  
 Se  $bo = 0$  e  $hm > hv$  si considera la fondazione su piano inclinato.



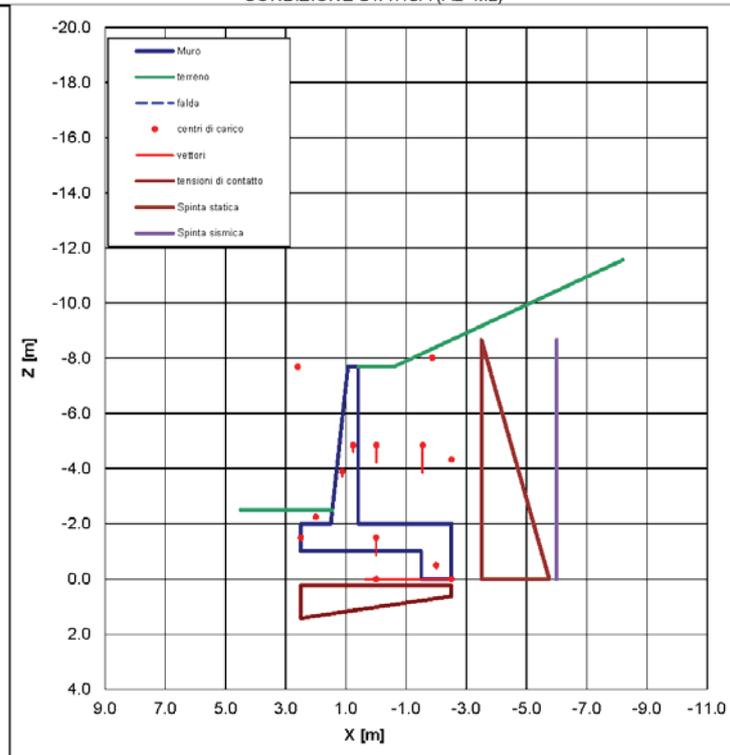
MCR06\_H570.xlsx - GRAFICI

Pag. 2/22

CONDIZIONE SISMICA (A2+M2)



CONDIZIONE STATICA (A2+M2)



MCR06\_H570.xlsx - Sismica SLV GEO (A2+M2) + EQU

Pag. 3/22

Caratteristiche geotecniche del terreno spingente

Riempimento	Unità 1	--	--	--	--		
Hs [m]	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	spessore dell'unità	
$\gamma_{k,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	18.5	18.5	20.0	0.0	0.0	0.0	peso di volume del terreno caratteristico $\gamma_{cs} [-] = 1.00$
$\gamma_{d,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	18.5	18.5	20.0	0.0	0.0	0.0	peso di volume del terreno di progetto
$\phi_k$ [gradi]	30.0	38.0	38.0	27.0	27.0		angolo di resistenza al taglio caratteristico $\gamma_b [-] = 1.25$
$\phi_d$ [gradi]	24.8	32.0	32.0	22.2	22.2		angolo di resistenza al taglio di progetto
$c_k$ [kPa]	0.0	30.0	30.0	5.0	5.0		coesione caratteristica $\gamma_c [-] = 1.25$
$c_d$ [kPa]	0.0	24.0	24.0	4.0	4.0		coesione di progetto
$\delta_k$ [gradi]	20.0	32.0	32.0	22.2	22.2		angolo di resistenza al taglio caratteristico muro-terreno $\gamma_s [-] = 1.00$
$\delta_d$ [gradi]	20.0	32.0	32.0	22.2	22.2		angolo di resistenza al taglio muro-terreno
$z_{top}$ [m]	-8.7	11.3	11.3	11.3	11.3		quota di testa dell'unità
$z_{bot}$ [m]	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3		quota di base dell'unità

Caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione (L.AS)

$\gamma_{k,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	18.5	peso di volume del terreno caratteristico	$\gamma_{cs} [-] = 1.00$
$\gamma_{d,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	18.5	peso di volume del terreno di progetto	
$\phi_k$ [gradi]	30.0	angolo di resistenza al taglio caratteristico	$\gamma_b [-] = 1.25$
$\phi_d$ [gradi]	24.8	angolo di resistenza al taglio di progetto	0.433 [rad]
$c_k$ [kPa]	5.0	coesione caratteristica	$\gamma_c [-] = 1.25$
$c_d$ [kPa]	4.0	coesione di progetto	
$\delta_k$ [gradi]	30.0	angolo di resistenza al taglio caratteristico fondazione-terreno	$\gamma_s [-] = 1.00$
$\delta_d$ [gradi]	30.0	angolo di resistenza al taglio di progetto fondazione-terreno	0.524 [rad]

Falda

$\gamma_{w,k}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	10.0	peso di volume dell'acqua caratteristico	$\gamma_{cs} [-] = 1.00$
$\gamma_{w,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	10.0	peso di volume dell'acqua di progetto	
$z_{WL,fond}$ [m]	20.00	quota della falda in fondazione (+ se sotto il piano fondazione, - se sopra il piano fondazione)	
$z_{WL,monte}$ [m]	20.00	quota della falda a monte (+ se sotto il piano fondazione, - se sopra il piano fondazione)	

Caratterizzazione sismica

$a_g/g$ [-]	0.060	accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido	
$S_S$ [-]	1.50	fattore di amplificazione stratigrafica	
$S_T$ [-]	1.20	fattore di amplificazione topografica	
$\beta_m$ [-]	0.18	coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima	
$K_h$ [-]	0.019	coefficiente sismico orizzontale	
$K_v$ [-]	-0.010	coefficiente sismico verticale (+ verso il basso, - verso l'alto)	
$\theta$ [gradi]	1.12		statico sismico
$H_f \times$	0.500	posizione risultante incremento spinta sismica misurata dalla base (es. $H_f \times 0.50$ )	0.000 0.020 [rad]

Caratteristiche geometriche

H [m]	5.70	altezza del muro (da estradosso fondazione)	
$h_u$ [m]	2.00	altezza della fondazione a filo monte	
$h_v$ [m]	1.00	altezza della fondazione a filo valle	
B [m]	5.00	larghezza della fondazione	
$b_o$ [m]	1.00	larghezza del dente di fondazione (se 0.0 fondazione piana o inclinata)	
$b_v$ [m]	1.00	larghezza fondazione su cui grava il terreno di valle	
$b_m$ [m]	3.09	larghezza della ciabatta su cui grava il terreno retrostante	
s [m]	0.34	spessore del muro in elevazione	
$p_v$ [-]	0.10	pendenza rispetto alla verticale del paramento di valle	
$p_m$ [-]	0.00	pendenza rispetto alla verticale del paramento di monte	
c [m]	1.20	planirotolo sopra il muro	
$\beta$ [gradi]	27.0	inclinazione rispetto all'orizzontale della superficie del terrapieno	0.471 [rad]
r [m]	0.00	nalzo del muro sopra terreno di monte	
R [m]	0.50	ricoprimento della fondazione a valle	
D [m]	1.50	approfondimento della fondazione a valle	
Hf [m]	8.66	altezza totale per determinazione delle spinte (valutata a filo fondazione lato monte)	
$\psi$ [gradi]	90.0	inclinazione rispetto all'orizzontale della parete di spinta a monte (=90° per i muri a mensola)	
$\gamma_{ste,k}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	25.0	peso di volume del muro	$\gamma_{cs} [-] = 1.00$
$\gamma_{ste,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	25.0	peso di volume del muro	
i [gradi]	11.3	contropendenza del piano di fondazione	0.197 [rad]

Sovraccarico

$q_{p,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	0.0	sovraccarico permanente caratteristico	$\gamma_s [-] = 1.00$
$q_{a,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	0.0	sovraccarico accidentale caratteristico	$\gamma_s [-] = 0.00$
$q_d$ [kN/m <sup>2</sup> ]	0.0	valore di progetto (cautelativamente non si considera il contributo gravante sopra la fondazione)	

Carichi concentrati

$X_0$ [m]	0.00	coordinata X del centro di applicazione della forza concentrata (positiva verso valle)	
$Z_0$ [m]	0.00	ascissa Z del centro di applicazione della forza concentrata (negativa sopra il piano di fondazione)	
$V_0$ [kN/m]	0.00	componente verticale della forza (positiva se verso il basso)	$\gamma_s [-] = 1.00$
$H_0$ [kN/m]	0.00	componente orizzontale della forza (positiva se verso valle)	$\gamma_s [-] = 1.00$
$M_0$ [kN/m]	0.00	momento concentrato (positivo se ribaltante verso valle)	$\gamma_s [-] = 1.00$
$V_0$ [kN/m]	0.00	componente verticale della forza (positiva se verso il basso)	
$H_0$ [kN/m]	0.00	componente orizzontale della forza (positiva se verso valle)	
$M_0$ [kN/m]	0.00	momento concentrato (positivo se ribaltante verso valle)	
$X_{II}$ [m]	2.60	coordinata X del centro di applicazione della massa sismica	
$Z_{II}$ [m]	-7.70	ascissa Z del centro di applicazione della massa sismica	
massa [kg/m]	0.00	massa sismica concentrata	

## MCR06\_H570.xlsx - Sismica SLV GEO (A2+M2) + EQU

Pag. 4/22

## Determinazione dei coefficienti di spinta

	statico	sismico		statico	sismico
Kh [-]	0.000	0.019	coefficiente sismico orizzontale		
Kv [-]	0.000	-0.010	coefficiente sismico verticale (+ verso il basso, - verso l'alto)		
ψ [gradi]	90.0	90.0	inclinazione rispetto all'orizzontale della parete di monte		
β [gradi]	27.0	27.0	inclinazione rispetto all'orizzontale superficie del terrapieno		
θ [gradi]	0.0	1.1			

	Unità 1		***		***		***		***	
	statico	sismico								
φ' [gradi]	24.8	24.8	32.0	32.0	32.0	32.0	22.2	22.2	22.2	22.2
δ' [gradi]	20.0	20.0	32.0	32.0	32.0	32.0	22.2	22.2	22.2	22.2
ka, ka <sub>s</sub> [-]	0.877	0.899	0.485	0.532	0.485	0.532	0.926	0.948	0.926	0.948

## Determinazione dei coefficienti di resistenza passiva

kp [-]	2.444	2.371	coefficiente di resistenza passiva (in condizioni sismiche con attrito terra-muro nullo)	
kp [-]			coefficiente di resistenza passiva di progetto (calcolato con la formulazione di [Lancellotta, '07])	

## Calcolo delle spinte e dei vari contributi

Hf [m]	8.66	altezza totale per determinazione delle spinte (valutata a filo fondazione lato monte)							
H <sub>w</sub> [m]	0.00	altezza d'acqua spingente							
S'a <sub>s,k</sub> [kN/m]	609	spinta statica efficace							γ <sub>p(EQU)</sub> [-] = 1.10
S'a <sub>s,k</sub> [kN/m]	625	spinta sismica efficace							
Sw [kN/m]	0.00	spinta idrostatica							γ <sub>p(EQU)</sub> [-] = 1.10
γ <sub>t</sub> [kN/m <sup>3</sup> ]	18.5	peso di volume del terreno reagente							
D [m]	1.50	approfondimento della fondazione a valle							
kp (1+kv) [-]	2.348	coefficiente di resistenza passiva							
Rp,k [kN/m]	67.25	resistenza passiva disponibile a valle (valore caratteristico)							γ <sub>t</sub> [-] = 1.00
Rp,d [kN/m]	67.25	resistenza passiva disponibile a valle (valore di progetto)							
	0%	percentuale della resistenza passiva da considerare per il calcolo							
	0%	percentuale della resistenza passiva da considerare per la verifica a ribaltamento							
	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	x	z	M <sub>STAB</sub>	M <sub>RIB</sub>			γ <sub>p(EQU)</sub> [-] = 0.90
	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]			
S	572.41	208.34	-2.50	-	937.52	1257.87	spinta statica		X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
ΔS	14.62	5.32	-2.50	-4.33	26.61	48.71	Δ spinta sismica applicata a 0.50·Hf		X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
Rp	0.00	0.00	2.50	-1.50			resistenza passiva applicata e D/3		X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
V <sub>0</sub> H <sub>0</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00			forze concentrate (verticale e orizzontale)		X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )
M <sub>0</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00			momento concentrato		X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )
m <sub>0</sub>	0.00	0.00	2.60	-7.70			massa sismica concentrata		X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W1	0.00	125.00	0.00	-1.50	281.25		peso della fondazione (soletta)		X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )
W*1	0.00	0.00	0.00	0.00			peso della fondazione (cuneo inclinato)		X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )
W*1	0.00	25.00	-2.00	-0.50	101.25		peso della fondazione (dente)		X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )
W2	0.00	48.45	0.76	-4.85	75.87		peso del paramento in elevazione		X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )
W*2	0.00	40.61	1.12	-3.90	50.44		peso del paramento in elevazione		X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )
W*2	0.00	0.00	0.00	0.00			peso del paramento in elevazione		X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )
W3	0.00	199.30	-1.56	-4.85	727.35		peso del terreno sulla fondazione di monte		X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W*3	0.00	16.84	-1.87	-8.02	66.21		peso del terreno sulla fondazione di monte		X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W*3	0.00	126.54	-0.01	-4.85	285.85		peso del terreno sulla fondazione di monte		X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W**3	0.00	0.00	0.00	0.00			peso del terreno sulla fondazione di monte		X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W4	0.00	9.25	2.00	-2.25	4.16		peso del terreno sulla fondazione di valle		X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW1	2.43	-1.22	0.00	-1.50		4.68	inerzia della fondazione (soletta)		X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW*1	0.00	0.00	0.00	0.00			inerzia della fondazione (cuneo inclinato)		X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW**1	0.49	-0.24	-2.00	-0.50	0.22	1.20	inerzia della fondazione (dente)		X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW2	0.94	-0.47	0.76	-4.85		4.89	inerzia del paramento in elevazione		X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW*2	0.79	-0.39	1.12	-3.90		3.12	inerzia del paramento in elevazione		X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW**2	0.00	0.00	0.00	0.00			inerzia del paramento in elevazione		X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW3	3.87	-1.94	-1.56	-4.85		25.05	inerzia del terreno sulla fondazione di monte		X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW*3	0.33	-0.16	-1.87	-8.02		3.31	inerzia del terreno sulla fondazione di monte		X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW**3	2.46	-1.23	-0.01	-4.85		13.81	inerzia del terreno sulla fondazione di monte		X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW***3	0.00	0.00	0.00	0.00			inerzia del terreno sulla fondazione di monte		X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW4	0.18	-0.09	2.00	-2.25		0.30	inerzia del terreno sulla fondazione di valle		X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
ΣF	598.5	798.9			ΣM	2556.7	1362.9		

## Risultanti sul piano di fondazione

Dy [m] = 1.00 passo longitudinale di calcolo

V [kN] = ΣF <sub>z</sub>	798.9	risultante delle forze verticali in fondazione	
H [kN] = ΣF <sub>x</sub>	598.5	risultante delle forze orizzontali in fondazione	
u [m]	2.00	distanza risultante dallo spigolo di valle	
ex [m]	0.50	<B/6 eccentricità del carico in fondazione (= M / V)	
Bex [m]	3.99	larghezza equivalente ridotta per eccentricità del carico [Meyerhof, 1953]	

MCR06\_H570.xlsx - Sismica SLV GEO (A2+M2) + EQU

Pag. 5/22

**Verifica al ribaltamento**

$\Sigma M_{STAB}$ [kNm/m] =	<b>2556.7</b>	sommatoria dei momenti stabilizzanti
$\Sigma M_{RIB}$ [kNm/m] =	<b>1362.9</b>	sommatoria dei momenti ribaltanti
$\Sigma M_{STAB} / \Sigma M_{RIB}$ =	<b>1.88</b>	misura della sicurezza al ribaltamento

**Verifica allo slittamento**

Hd [kN] =	<b>598.5</b>	azione orizzontale destabilizzante (senza considerare il contributo della resistenza passiva)
Nd [kN] =	900.8	azione ortogonale al piano di fondazione
Td [kN] =	<b>430.2</b>	azione tangenziale al piano di fondazione
Rd [kN] =	<b>520.1</b>	resistenza di progetto
Rd / Td =	<b>1.21</b>	misura della sicurezza allo slittamento

MCR06\_H570.xlsx - Sismica SLV GEO (A2+M2) + EQU

Pag. 6/22

**Sollecitazioni sul paramento in elevazione**

$N_{H/3}$ [kN / m] =	49.9	forza assiale sul muro allo spiccatto fondazione + H/3 (positivo se di compressione)	Dimensioni sezione B [m]= 1.00 H [m]= 0.72
$T_{H/3}$ [kN / m] =	182.9	taglio sul muro allo spiccatto fondazione + H/3	
$M_{H/3}$ [kN m / m] =	287.9	momento sul muro allo spiccatto fondazione + H/3 (positivo se tende le fibre di monte)	
$N_{S+R}$ [kN / m] =	101.4	forza assiale sul muro al p.c. di valle (positivo se di compressione)	Dimensioni sezione B [m]= 1.00 H [m]= 0.86
$T_{S+R}$ [kN / m] =	302.6	taglio sul muro al p.c. di valle	
$M_{S+R}$ [kN m / m] =	620.7	momento sul muro al p.c. di valle (positivo se tende le fibre di monte)	
$N_S$ [kN / m] =	88.2	forza assiale sul muro allo spiccatto fondazione (positivo se di compressione)	Dimensioni sezione B [m]= 1.00 H [m]= 0.91
$T_S$ [kN / m] =	355.7	taglio sul muro allo spiccatto fondazione	
$M_S$ [kN m / m] =	794.1	momento sul muro allo spiccatto fondazione (positivo se tende le fibre di monte)	

**Sollecitazioni sulla sezione di attacco della mensola di monte**

$L_M$ [m] =	3.09	luce di calcolo della trave incastrata soletta di monte	Dimensioni sezione B [m]= 1.00 H [m]= 1.00
$L'_M$ [m] =	3.09	luce di calcolo soletta di monte effettiva per le sottopressioni	
$pv_B$ [kN / m <sup>2</sup> ] =	171.58	pressione verticale a filo monte dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	
$pv'_B$ [kN / m <sup>2</sup> ] =	138.64	pressione verticale a filo paramento monte dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	
$Fv_O$ [kN / m] =	213.66	forza verticale concentrata a filo monte fondazione (agente verso il basso)	
$T_M$ [kN / m] =	-313.4	taglio sulla sezione di attacco della soletta di monte	
$M_M$ [kN m / m] =	-935.5	momento sulla sezione di attacco della soletta di monte (positivo se tende le fibre inferiori)	

**Sollecitazioni sulla sezione di attacco della mensola di valle**

$L_V$ [m] =	1.00	luce di calcolo della trave incastrata soletta di valle	Dimensioni sezione B [m]= 1.00 H [m]= 1.00
$L'_V$ [m] =	1.00	luce di calcolo soletta di valle, effettiva per le sottopressioni	
$pv_A$ [kN / m <sup>2</sup> ] =	33.92	pressione verticale a filo valle dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	
$pv'_A$ [kN / m <sup>2</sup> ] =	38.87	pressione verticale a filo paramento valle dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	
$T_V$ [kN / m] =	200.7	taglio sulla sezione di attacco della soletta di valle	
$M_V$ [kN m / m] =	104.0	momento sulla sezione di attacco della soletta di monte (positivo se tende le fibre inferiori)	

**Sollecitazioni sul dente di fondazione (DENTE DI MONTE)**

$H_D$ [m] =	1.00	altezza del dente di fondazione	Dimensioni sezione B [m]= 1.00 H [m]= 1.00
$T_a$ [kN / m] =	-127.68	taglio dovuto alla spinta attiva	
$M_a$ [kN m / m] =	-68.54	momento dovuto alla spinta attiva	
$T_p$ [kN / m] =	0.00	taglio dovuto alla resistenza passiva	
$M_p$ [kN m / m] =	#DIV/0!	momento dovuto alla resistenza passiva	
$T_D$ [kN / m] =	-127.7	taglio sulla sezione di attacco del dente di fondazione	
$M_D$ [kN m / m] =	#DIV/0!	momento sulla sezione di attacco del dente di fondazione (positivo se tende le fibre di valle)	

MCR06\_H570.xlsx - Statica SLU GEO (A2+M2) + EQU

Pag. 7/22

**Caratteristiche geotecniche del terreno spingente**

	Riempimento	Unità 1	--	--	--	--	
Hs [m]	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	spessore dell'unità
$\gamma_{s,k}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	18.5	18.5	20.0	0.0	0.0	0.0	peso di volume del terreno caratteristico
$\gamma_{s,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	18.5	18.5	20.0	0.0	0.0	0.0	peso di volume del terreno di progetto
$\phi_{i,k}$ [gradi]	30.0	38.0	38.0	38.0	27.0	27.0	angolo di resistenza al taglio caratteristico
$\phi_{i,d}$ [gradi]		24.8	32.0	32.0	22.2	22.2	angolo di resistenza al taglio di progetto
$c'_{i,k}$ [kPa]		0.0	30.0	30.0	5.0	5.0	coesione caratteristica
$c'_{i,d}$ [kPa]		0.0	24.0	24.0	4.0	4.0	coesione di progetto
$\delta'_{i,k}$ [gradi]		20.0	32.0	32.0	22.2	22.2	angolo di resistenza al taglio caratteristico muro-terreno
$\delta'_{i,d}$ [gradi]		20.0	32.0	32.0	22.2	22.2	angolo di resistenza al taglio muro-terreno
z <sub>op</sub> [m]		-8.7	11.3	11.3	11.3	11.3	quota di testa dell'unità
z <sub>bot</sub> [m]		11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	quota di base dell'unità

**Caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione (L.A.S)**

$\gamma_{s,k}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	18.5	peso di volume del terreno caratteristico	$\gamma_{s0}$ [-] = 1.00
$\gamma_{s,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	18.5	peso di volume del terreno di progetto	
$\phi_{i,k}$ [gradi]	30.0	angolo di resistenza al taglio caratteristico	$\gamma_{\phi}$ [-] = 1.25
$\phi_{i,d}$ [gradi]	24.8	angolo di resistenza al taglio di progetto	0.433 [rad]
$c'_{i,k}$ [kPa]	5.0	coesione caratteristica	$\gamma_c$ [-] = 1.25
$c'_{i,d}$ [kPa]	4.0	coesione di progetto	
$\delta'_{i,k}$ [gradi]	30.0	angolo di resistenza al taglio caratteristico fondazione-terreno	$\gamma_{\delta}$ [-] = 1.00
$\delta'_{i,d}$ [gradi]	30.0	angolo di resistenza al taglio di progetto fondazione-terreno	0.524 [rad]

**Falda**

$\gamma_{w,k}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	10.0	peso di volume dell'acqua caratteristico	$\gamma_{w0}$ [-] = 1.00
$\gamma_{w,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	10.0	peso di volume dell'acqua di progetto	
z <sub>WL,fond</sub> [m]	20.00	quota della falda in fondazione (+ se sotto il piano fondazione, - se sopra il piano fondazione)	
z <sub>WL,monte</sub> [m]	20.00	quota della falda a monte (+ se sotto il piano fondazione, - se sopra il piano fondazione)	

**Caratterizzazione sismica**

a <sub>g</sub> [g]	0.000	accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido	
S <sub>s</sub> [-]	1.50	fattore di amplificazione stratigrafica	
S <sub>T</sub> [-]	1.20	fattore di amplificazione topografica	
$\beta_{red}$ [-]	0.18	<u>coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima</u>	
K <sub>h</sub> [-]	0.000	coefficiente sismico orizzontale	
K <sub>v</sub> [-]	0.000	coefficiente sismico verticale (+ verso il basso, - verso l'alto)	statico sismico
$\theta$ [gradi]	0.00		0.000 0.000 [rad]
H <sub>r</sub> x	0.500	posizione risultante incremento spinta sismica misurata dalla base (es. H <sub>rx</sub> 0.50)	

**Caratteristiche geometriche**

H [m]	5.70	altezza del muro (da estradosso fondazione)	
h <sub>m</sub> [m]	2.00	altezza della fondazione a filo monte	
h <sub>v</sub> [m]	1.00	altezza della fondazione a filo valle	
B [m]	5.00	larghezza della fondazione	
bo [m]	1.00	larghezza del dente di fondazione (se 0.0 fondazione piana o inclinata)	
bv [m]	1.00	larghezza fondazione su cui grava il terreno di valle	
bm [m]	3.09	larghezza della ciabatta su cui grava il terreno retrostante	
s [m]	0.34	spessore del muro in elevazione	
p <sub>v</sub> [-]	0.10	pendenza rispetto alla verticale del paramento di valle	
p <sub>m</sub> [-]	0.00	pendenza rispetto alla verticale del paramento di monte	
c [m]	1.20	plano di riferimento sopra il muro	
$\beta$ [gradi]	27.0	inclinazione rispetto all'orizzontale della superficie del terrapieno	0.471 [rad]
r [m]	0.00	rialzo del muro sopra terreno di monte	
R [m]	0.50	ricoprimento della fondazione a valle	
D [m]	1.50	approfondimento della fondazione a valle	
H <sub>f</sub> [m]	8.66	altezza totale per determinazione delle spinte (valutata a filo fondazione lato monte)	
$\psi$ [gradi]	90.0	inclinazione rispetto all'orizzontale della parete di spinta a monte (=90° per i muri a mensola)	
$\gamma_{s1s,k}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	25.0	peso di volume del muro	$\gamma_{s1s}$ [-] = 1.00
$\gamma_{s1s,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	25.0	peso di volume del muro	
i [gradi]	11.3	contropendenza del piano di fondazione	0.197 [rad]

**Sovraccarico**

q <sub>0,k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	0.0	sovraccarico permanente caratteristico	$\gamma_q$ [-] = 1.00
q <sub>0,k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	0.0	sovraccarico accidentale caratteristico	$\gamma_q$ [-] = 1.36
q <sub>d</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	0.0	valore di progetto (cautelativamente non si considera il contributo gravante sopra la fondazione)	

**Carichi concentrati**

X <sub>0</sub> [m]	0.00	coordinata X del centro di applicazione della forza concentrata (positiva verso valle)	
Z <sub>0</sub> [m]	0.00	ascissa Z del centro di applicazione della forza concentrata (negativa sopra il piano di fondazione)	
V <sub>0</sub> [kN/m]	0.00	componente verticale della forza (positiva se verso il basso)	$\gamma_1$ [-] = 1.00
H <sub>0</sub> [kN/m]	0.00	componente orizzontale della forza (positiva se verso valle)	$\gamma_1$ [-] = 1.00
M <sub>0</sub> [kN m/m]	0.00	momento concentrato (positivo se ribaltante verso valle)	$\gamma_1$ [-] = 1.00
V <sub>0</sub> [kN/m]	0.00	componente verticale della forza (positiva se verso il basso)	
H <sub>0</sub> [kN/m]	0.00	componente orizzontale della forza (positiva se verso valle)	
M <sub>0</sub> [kN m/m]	0.00	momento concentrato (positivo se ribaltante verso valle)	
X <sub>M</sub> [m]	2.60	coordinata X del centro di applicazione della massa sismica	
Z <sub>M</sub> [m]	-7.70	ascissa Z del centro di applicazione della massa sismica	
massa [kg/m]	0.00	massa sismica concentrata	

MCR06\_H570.xlsx - Statica SLU GEO (A2+M2) + EQU

Pag. 8/22

Detemrinazione dei coefficienti di spinta

	statico	sismico		statico	sismico
Kh [-]	0.000	0.000	coefficiente sismico orizzontale		
Kv [-]	0.000	0.000	coefficiente sismico verticale (+ verso il basso, - verso l'alto)		
ψ [gradi]	90.0	90.0	inclinazione rispetto all'orizzontale della parete di monte		
β [gradi]	27.0	27.0	inclinazione rispetto all'orizzontale superficie del terrapieno		
ε [gradi]	0.0	0.0			

	statico	sismico
	1.571	1.571 [rad]
	0.471	0.471 [rad]
	0.000	0.000 [rad]

	Unità 1		--		--		--		--		
	statico	sismico									
φ' [gradi]	24.8	24.8	32.0	32.0	32.0	32.0	22.2	22.2	22.2	22.2	angolo di resistenza al taglio del terreno
δ' [gradi]	20.0	20.0	32.0	32.0	32.0	32.0	22.2	22.2	22.2	22.2	angolo di resistenza al taglio muro-terreno
ka, ke [-]	0.877	0.877	0.485	0.485	0.485	0.485	0.926	0.926	0.926	0.926	coefficiente di spinta attiva

Detemrinazione dei coefficienti di resistenza passiva

kp [-]	2.444	2.444	coefficiente di resistenza passiva (in condizioni sismiche con attrito terra-muro nullo)	
kp [-]			coefficiente di resistenza passiva di progetto (calcolato con la formulazione di [Lancelotta, '07])	

Calcolo delle spinte e dei vari contributi

Hf [m]	8.66	altezza totale per determinazione delle spinte (valutata a filo fondazione lato monte)					
Hw [m]	0.00	altezza d'acqua spingente					
S'a,k [kN/m]	609	spinta statica efficace				γp(EQU) [-] = 1.10	
S'a <sub>s</sub> ,k [kN/m]	609	spinta sismica efficace				γp(EQU) [-] = 1.10	
Sw [kN/m]	0.00	spinta idrostatica					
γt [kN/m³]	18.5	peso di volume del terreno reagente					
D [m]	1.50	approfondimento della fondazione a valle					
kp (1+kv) [-]	2.444	coefficiente di resistenza passiva					
Rp,k [kN/m]	69.63	resistenza passiva disponibile a valle (valore caratteristico)				γR [-] = 1.00	
Rp,d [kN/m]	69.63	resistenza passiva disponibile a valle (valore di progetto)					
	0%	percentuale della resistenza passiva da considerare per il calcolo					
	0%	percentuale della resistenza passiva da considerare per la verifica a ribaltamento					
	F <sub>x</sub>	F <sub>z</sub>	x	z	M <sub>STAB</sub>	M <sub>RIB</sub>	γG(EQU) [-] = 0.90
	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]	
S	572.41	208.34	-2.50	-	937.52	1257.87	
ΔS	0.00	0.00	-2.50	-4.33			spinta statica
Rp	0.00	0.00	2.50	-1.50			Δ spinta sismica applicata a 0.50·Hf
V <sub>0</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00			resistenza passiva applicata a D/3
M <sub>0</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00			forze concentrate (verticale e orizzontale)
m <sub>0</sub>	0.00	0.00	2.60	-7.70			momento concentrato
W1	0.00	125.00	0.00	-1.50	281.25		massa sismica concentrata
W*1	0.00	0.00	0.00	0.00			peso della fondazione (soletta)
W*1	0.00	25.00	-2.00	-0.50	101.25		peso della fondazione (cuneo inclinato)
W2	0.00	48.45	0.76	-4.85	75.87		peso della fondazione (dente)
W*2	0.00	40.61	1.12	-3.90	50.44		peso del paramento in elevazione
W*2	0.00	0.00	0.00	0.00			peso del paramento in elevazione
W3	0.00	199.30	-1.56	-4.85	727.35		peso del paramento in elevazione
W*3	0.00	16.84	-1.87	-8.02	66.21		peso del terreno sulla fondazione di monte
W**3	0.00	126.54	-0.01	-4.85	285.85		peso del terreno sulla fondazione di monte
W***3	0.00	0.00	0.00	0.00			peso del terreno sulla fondazione di monte
W4	0.00	9.25	2.00	-2.25	4.16		peso del terreno sulla fondazione di valle
dW1	0.00	0.00	0.00	-1.50			inerzia della fondazione (soletta)
dW*1	0.00	0.00	0.00	0.00			inerzia della fondazione (cuneo inclinato)
dW*1	0.00	0.00	-2.00	-0.50			inerzia della fondazione (dente)
dW2	0.00	0.00	0.76	-4.85			inerzia del paramento in elevazione
dW*2	0.00	0.00	1.12	-3.90			inerzia del paramento in elevazione
dW*2	0.00	0.00	0.00	0.00			inerzia del paramento in elevazione
dW3	0.00	0.00	-1.56	-4.85			inerzia del terreno sulla fondazione di monte
dW*3	0.00	0.00	-1.87	-8.02			inerzia del terreno sulla fondazione di monte
dW**3	0.00	0.00	-0.01	-4.85			inerzia del terreno sulla fondazione di monte
dW***3	0.00	0.00	0.00	0.00			inerzia del terreno sulla fondazione di monte
dW4	0.00	0.00	2.00	-2.25			inerzia del terreno sulla fondazione di valle
ΣF	572.4	799.3			ΣM = 2529.9	1257.9	

Risultanti sul piano di fondazione

V [kN]	= ΣF <sub>z</sub>	= 799.3	risultante delle forze verticali in fondazione
H [kN]	= ΣF <sub>x</sub>	= 572.4	risultante delle forze orizzontali in fondazione
u [m]	= 2.09	distanza risultante dallo spigolo di valle	
ex [m]	= 0.41	<B/6 eccentricità del carico in fondazione (= M / V)	
Bex [m]	= 4.17	larghezza equivalente ridotta per eccentricità del carico [Meyerhof, 1953]	

MCR06\_H570.xlsx - Statica SLU GEO (A2+M2) + EQU

Pag. 9/22

Verifica al ribaltamento

$\Sigma M_{STAB}$ [kNm/m] =	<b>2529.9</b>	sommatoria dei momenti stabilizzanti
$\Sigma M_{RIB}$ [kNm/m] =	<b>1257.9</b>	sommatoria dei momenti ribaltanti
$\Sigma M_{STAB} / \Sigma M_{RIB}$ =	<b>2.01</b>	misura della sicurezza al ribaltamento

Verifica allo slittamento

Hd [kN] =	<b>572.4</b>	azione orizzontale destabilizzante (senza considerare il contributo della resistenza passiva)
Nd [kN] =	896.1	azione ortogonale al piano di fondazione
Td [kN] =	<b>404.5</b>	azione tangenziale al piano di fondazione
Rd [kN] =	<b>517.3</b>	resistenza di progetto
Rd / Td =	<b>1.28</b>	misura della sicurezza allo slittamento

MCR06\_H570.xlsx - Statica SLU GEO (A2+M2) + EQU

Pag. 10/22

Sollecitazioni sul paramento in elevazione

$N_{H/3}$ [kN / m] =	50.4	forza assiale sul muro allo spiccatto fondazione + H/3 (positivo se di compressione)	Dimensioni sezione
$T_{H/3}$ [kN / m] =	173.1	taglio sul muro allo spiccatto fondazione + H/3	B [m]= 1.00
$M_{H/3}$ [kN m / m] =	266.7	momento sul muro allo spiccatto fondazione + H/3 (positivo se tende le fibre di monte)	H [m]= 0.72
$N_{S+R}$ [kN / m] =	101.9	forza assiale sul muro al p.c. di valle (positivo se di compressione)	Dimensioni sezione
$T_{S+R}$ [kN / m] =	289.8	taglio sul muro al p.c. di valle	B [m]= 1.00
$M_{S+R}$ [kN m / m] =	583.4	momento sul muro al p.c. di valle (positivo se tende le fibre di monte)	H [m]= 0.86
$N_S$ [kN / m] =	89.1	forza assiale sul muro allo spiccatto fondazione (positivo se di compressione)	Dimensioni sezione
$T_S$ [kN / m] =	338.7	taglio sul muro allo spiccatto fondazione	B [m]= 1.00
$M_S$ [kN m / m] =	741.0	momento sul muro allo spiccatto fondazione (positivo se tende le fibre di monte)	H [m]= 0.91

Sollecitazioni sulla sezione di attacco della mensola di monte

$L_M$ [m] =	3.09	luce di calcolo della trave incastrata soletta di monte	Dimensioni sezione
$L'_M$ [m] =	3.09	luce di calcolo soletta di monte effettiva per le sottopressioni	
$pv_B$ [kN / m <sup>2</sup> ] =	173.27	pressione verticale a filo monte dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	Dimensioni sezione
$pv'_B$ [kN / m <sup>2</sup> ] =	140.00	pressione verticale a filo paramento monte dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	
$FV_O$ [kN / m] =	208.34	forza verticale concentrata a filo monte fondazione (agente verso il basso)	
$T_M$ [kN / m] =	-292.1	taglio sulla sezione di attacco della soletta di monte	
$M_M$ [kN m / m] =	-877.7	momento sulla sezione di attacco della soletta di monte (positivo se tende le fibre inferiori)	H [m]= 1.00

Sollecitazioni sulla sezione di attacco della mensola di valle

$L_V$ [m] =	1.00	luce di calcolo della trave incastrata soletta di valle	Dimensioni sezione
$L'_V$ [m] =	1.00	luce di calcolo soletta di valle, effettiva per le sottopressioni	
$pv_A$ [kN / m <sup>2</sup> ] =	34.25	pressione verticale a filo valle dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	Dimensioni sezione
$pv'_A$ [kN / m <sup>2</sup> ] =	39.25	pressione verticale a filo paramento valle dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	
$T_V$ [kN / m] =	186.6	taglio sulla sezione di attacco della soletta di valle	
$M_V$ [kN m / m] =	96.4	momento sulla sezione di attacco della soletta di monte (positivo se tende le fibre inferiori)	

Sollecitazioni sul dente di fondazione (DENTE DI MONTE)

$H_D$ [m] =	1.00	altezza del dente di fondazione	Dimensioni sezione
$T_a$ [kN / m] =	-124.50	taglio dovuto alla spinta attiva	
$M_a$ [kN m / m] =	-63.77	momento dovuto alla spinta attiva	Dimensioni sezione
$T_p$ [kN / m] =	0.00	taglio dovuto alla resistenza passiva	
$M_p$ [kN m / m] =	#DIV/0!	momento dovuto alla resistenza passiva	
$T_D$ [kN / m] =	-124.5	taglio sulla sezione di attacco del dente di fondazione	
$M_D$ [kN m / m] =	#DIV/0!	momento sulla sezione di attacco del dente di fondazione (positivo se tende le fibre di valle)	H [m]= 1.00

MCR06\_H570.xlsx - Sismica SLV STR (A1+M1)  
Pag. 11/22

**Caratteristiche geotecniche del terreno spingente**

Riempimento	Unità 1	---	---	---	---		
Hs [m] =	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	spessore dell'unità	
$\gamma_{t,k}$ [kN/m <sup>3</sup> ] =	18.5	18.5	20.0	0.0	0.0	0.0	peso di volume del terreno caratteristico $\gamma_{t(c)} [-] = 1.00$
$\gamma_{t,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ] =	18.5	18.5	20.0	0.0	0.0	0.0	peso di volume del terreno di progetto
$\phi'_k$ [gradi] =	30.0	38.0	38.0	27.0	27.0		angolo di resistenza al taglio caratteristico $\gamma_b [-] = 1.00$
$\phi'_{i,d}$ [gradi] =	30.0	38.0	38.0	27.0	27.0		angolo di resistenza al taglio di progetto
$c'_k$ [kPa] =	0.0	30.0	30.0	5.0	5.0		coesione caratteristica $\gamma_c [-] = 1.00$
$c'_{i,d}$ [kPa] =	0.0	30.0	30.0	5.0	5.0		coesione di progetto
$\delta'_k$ [gradi] =	20.0	38.0	38.0	27.0	27.0		angolo di resistenza al taglio caratteristico muro-terreno $\gamma_b [-] = 1.00$
$\delta'_{i,d}$ [gradi] =	20.0	38.0	38.0	27.0	27.0		angolo di resistenza al taglio muro-terreno
$z_{top}$ [m] =	-8.7	11.3	11.3	11.3	11.3		quota di testa dell'unità
$z_{bot}$ [m] =	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3		quota di base dell'unità

**Caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione (LAS)**

$\gamma_{t,k}$ [kN/m <sup>3</sup> ] =	18.5	peso di volume del terreno caratteristico	$\gamma_{t(c)} [-] = 1.00$
$\gamma_{t,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ] =	18.5	peso di volume del terreno di progetto	
$\phi'_k$ [gradi] =	30.0	angolo di resistenza al taglio caratteristico	$\gamma_b [-] = 1.00$
$\phi'_{i,d}$ [gradi] =	30.0	angolo di resistenza al taglio di progetto	0.524 [rad]
$c'_k$ [kPa] =	5.0	coesione caratteristica	$\gamma_c [-] = 1.00$
$c'_{i,d}$ [kPa] =	5.0	coesione di progetto	
$\delta'_k$ [gradi] =	30.0	angolo di resistenza al taglio caratteristico fondazione-terreno	$\gamma_b [-] = 1.00$
$\delta'_{i,d}$ [gradi] =	30.0	angolo di resistenza al taglio di progetto fondazione-terreno	0.524 [rad]

**Falda**

$\gamma_{w,k}$ [kN/m <sup>3</sup> ] =	10.0	peso di volume dell'acqua caratteristico	$\gamma_{t(c)} [-] = 1.00$
$\gamma_{w,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ] =	10.0	peso di volume dell'acqua di progetto	
$z_{w,funto}$ [m] =	20.00	quota della falda in fondazione (+ se sotto il piano fondazione, - se sopra il piano fondazione)	
$z_{w,monte}$ [m] =	20.00	quota della falda a monte (+ se sotto il piano fondazione, - se sopra il piano fondazione)	

**Caratterizzazione sismica**

$a_g/g [-]$ =	0.060	accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido	
$S_S [-]$ =	1.50	fattore di amplificazione stratigrafica	
$S_T [-]$ =	1.20	fattore di amplificazione topografica	
$\beta_m [-]$ =	0.18	coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima	
$K_h [-]$ =	0.019	coefficiente sismico orizzontale	
$K_v [-]$ =	-0.010	coefficiente sismico verticale (+ verso il basso, - verso l'alto)	statico sismico
$\theta$ [gradi] =	1.12		0.000 0.020 [rad]
Hf x	0.500	posizione risultante incremento spinta sismica misurata dalla base (es. Hfx0.50)	

**Caratteristiche geometriche**

H [m] =	5.70	altezza del muro (da estradosso fondazione)	
$h_{fil}$ [m] =	2.00	altezza della fondazione a filo monte	
$h_{fil}$ [m] =	1.00	altezza della fondazione a filo valle	
B [m] =	5.00	larghezza della fondazione	
$b_0$ [m] =	1.00	larghezza del dente di fondazione (se 0.0 fondazione piana o inclinata)	
$b_v$ [m] =	1.00	larghezza fondazione su cui grava il terreno di valle	
$b_m$ [m] =	3.09	larghezza della ciabatta su cui grava il terreno retrostante	
s [m] =	0.34	spessore del muro in elevazione	
$p_v$ [-] =	0.10	pendenza rispetto alla verticale del paramento di valle	
$p_m$ [-] =	0.00	pendenza rispetto alla verticale del paramento di monte	
c [m] =	1.20	pianerottolo sopra il muro	
$\beta$ [gradi] =	27.0	inclinazione rispetto all'orizzontale della superficie del terrapieno	0.471 [rad]
r [m] =	0.00	rialzo del muro sopra terreno di monte	
R [m] =	0.50	ricoprimento della fondazione a valle	
D [m] =	1.50	approfondimento della fondazione a valle	
Hf [m] =	8.66	altezza totale per determinazione delle spinte (valutata a filo fondazione lato monte)	
$\psi$ [gradi] =	90.0	inclinazione rispetto all'orizzontale della parete di spinta a monte (=90° per i muri a mensola)	
$\gamma_{t,c,k}$ [kN/m <sup>3</sup> ] =	25.0	peso di volume del muro	$\gamma_{t(c)} [-] = 1.00$
$\gamma_{t,c,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ] =	25.0	peso di volume del muro	
i [gradi] =	11.3	contropendenza del piano di fondazione	0.197 [rad]

**Sovraccarico**

$q_{p,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ] =	0.0	sovraccarico permanente caratteristico	$\gamma_q [-] = 1.00$
$q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ] =	0.0	sovraccarico accidentale caratteristico	$\gamma_q [-] = 0.00$
$q_d$ [kN/m <sup>2</sup> ] =	0.0	valore di progetto (cautelativamente non si considera il contributo gravante sopra la fondazione)	

**Carichi concentrati**

$X_0$ [m] =	0.00	coordinata X del centro di applicazione della forza concentrata (positiva verso valle)	
$Z_0$ [m] =	0.00	ascissa Z del centro di applicazione della forza concentrata (negativa sopra il piano di fondazione)	
$V_0$ [kN/m] =	0.00	componente verticale della forza (positiva se verso il basso)	$\gamma_q [-] = 1.00$
$H_0$ [kN/m] =	0.00	componente orizzontale della forza (positiva se verso valle)	$\gamma_q [-] = 1.00$
$M_0$ [kN m/m] =	0.00	momento concentrato (positivo se ribaltante verso valle)	$\gamma_q [-] = 1.00$
$V_0$ [kN/m] =	0.00	componente verticale della forza (positiva se verso il basso)	
$H_0$ [kN/m] =	0.00	componente orizzontale della forza (positiva se verso valle)	
$M_0$ [kN m/m] =	0.00	momento concentrato (positivo se ribaltante verso valle)	
$X_M$ [m] =	2.60	coordinata X del centro di applicazione della massa sismica	
$Z_M$ [m] =	-7.70	ascissa Z del centro di applicazione della massa sismica	
massa [kg/m] =	0.00	massa sismica concentrata	

MCR06\_H570.xlsx - Sismica SLV STR (A1+M1)

Pag. 12/22

**Determinazione dei coefficienti di spinta**

	statico	sismico		statico	sismico
Kh [-]	0.000	0.019	coefficiente sismico orizzontale		
Kv [-]	0.000	-0.010	coefficiente sismico verticale (+ verso il basso, - verso l'alto)		
ψ [gradi]	90.0	90.0	inclinazione rispetto all'orizzontale della parete di monte		
β [gradi]	27.0	27.0	inclinazione rispetto all'orizzontale superficie del terrapieno		
θ [gradi]	0.0	1.1			

	statico	sismico
	1.571	1.571 [rad]
	0.471	0.471 [rad]
	0.000	0.020 [rad]

	Unità 1		---		---		---		---	
	statico	sismico								
φ' [grad]	30.0	30.0	38.0	38.0	38.0	38.0	27.0	27.0	27.0	27.0
δ' [grad]	20.0	20.0	38.0	38.0	38.0	38.0	27.0	27.0	27.0	27.0
ka, kaE [-]	0.537	0.597	0.344	0.371	0.344	0.371	0.891	0.918	0.891	0.918

angolo di resistenza al taglio del terreno  
angolo di resistenza al taglio muro-terreno  
coefficiente di spinta attiva

**Determinazione dei coefficienti di resistenza passiva**

kp [-]	3.000	2.901	coefficiente di resistenza passiva (in condizioni sismiche con attrito terra-muro nullo)	
kp [-]			coefficiente di resistenza passiva di progetto (calcolato con la formulazione di [Lancelotta, '07])	

**Calcolo delle spinte e dei vari contributi**

Hf [m]	8.66	altezza totale per determinazione delle spinte (valutata a filo fondazione lato monte)		
Hw [m]	0.00	altezza d'acqua spingente		
S'a,k [kN/m]	373	spinta statica efficace		γ <sub>0</sub> (EQU) [-] = 1.10
S'a <sub>e,k</sub> [kN/m]	415	spinta sismica efficace		
Sw [kN/m]	0.00	spinta idrostatica		γ <sub>0</sub> (EQU) [-] = 1.10
γ <sub>t</sub> [kN/m <sup>3</sup> ]	18.5	peso di volume del terreno reagente		
D [m]	1.50	approfondimento della fondazione a valle		
kp (1+kv) [-]	2.873	coefficiente di resistenza passiva		
Rp,k [kN/m]	85.21	resistenza passiva disponibile a valle (valore caratteristico)		γ <sub>R</sub> [-] = 1.00
Rp,d [kN/m]	85.21	resistenza passiva disponibile a valle (valore di progetto)		
	0%	percentuale della resistenza passiva da considerare per il calcolo		
	0%	percentuale della resistenza passiva da considerare per la verifica a ribaltamento		

	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [kN]	x [m]	z [m]	M <sub>STAB</sub> [kNm]	M <sub>RIB</sub> [kNm]		γ <sub>0</sub> (EQU) [-] = 0.90
S	350.64	127.62	-2.50	-	574.30	770.53	spinta statica	X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
ΔS	38.90	14.16	-2.50	-4.33	70.79	129.59	Δ spinta sismica applicata a 0.50-Hf	X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
Rp	0.00	0.00	2.50	-1.50			resistenza passiva applicata a D/3	X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
V <sub>h</sub> H <sub>0</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00			forze concentrata (verticale e orizzontale)	X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )
M <sub>0</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00			momento concentrato	X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )
m <sub>0</sub>	0.00	0.00	2.60	-7.70			massa sismica concentrata	X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W1	0.00	125.00	0.00	-1.50	281.25		peso della fondazione (soletta)	X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )
W'1	0.00	0.00	0.00	0.00			peso della fondazione (cuneo inclinato)	X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )
W''1	0.00	25.00	-2.00	-0.50	101.25		peso della fondazione (dente)	X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )
W2	0.00	48.45	0.76	-4.85	75.87		peso del paramento in elevazione	X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )
W'2	0.00	40.61	1.12	-3.90	50.44		peso del paramento in elevazione	X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )
W''2	0.00	0.00	0.00	0.00			peso del paramento in elevazione	X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )
W3	0.00	199.30	-1.56	-4.85	727.35		peso del terreno sulla fondazione di monte	X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W'3	0.00	16.84	-1.87	-8.02	66.21		peso del terreno sulla fondazione di monte	X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W''3	0.00	126.54	-0.01	-4.85	285.85		peso del terreno sulla fondazione di monte	X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W'''3	0.00	0.00	0.00	0.00			peso del terreno sulla fondazione di monte	X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W4	0.00	9.25	2.00	-2.25	4.16		peso del terreno sulla fondazione di valle	X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW1	2.43	-1.22	0.00	-1.50		4.68	inerzia della fondazione (soletta)	X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW'1	0.00	0.00	0.00	0.00			inerzia della fondazione (cuneo inclinato)	X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW''1	0.49	-0.24	-2.00	-0.50	0.22	1.20	inerzia della fondazione (dente)	X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW2	0.94	-0.47	0.76	-4.85		4.89	inerzia del paramento in elevazione	X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW'2	0.79	-0.39	1.12	-3.90		3.12	inerzia del paramento in elevazione	X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW''2	0.00	0.00	0.00	0.00			inerzia del paramento in elevazione	X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW3	3.87	-1.94	-1.56	-4.85		25.05	inerzia del terreno sulla fondazione di monte	X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW'3	0.33	-0.16	-1.87	-8.02		3.31	inerzia del terreno sulla fondazione di monte	X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW''3	2.46	-1.23	-0.01	-4.85		13.81	inerzia del terreno sulla fondazione di monte	X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW'''3	0.00	0.00	0.00	0.00			inerzia del terreno sulla fondazione di monte	X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW4	0.18	-0.09	2.00	-2.25		0.30	inerzia del terreno sulla fondazione di valle	X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
ΣF =	401.0	727.0			ΣM =	2237.7	956.5	

**Risultanti sul piano di fondazione**

Dy [m] = 1.00 passo longitudinale di calcolo

V [kN] = ΣF <sub>z</sub>	727.0	risultante delle forze verticali in fondazione
H [kN] = ΣF <sub>x</sub>	401.0	risultante delle forze orizzontali in fondazione
u [m]	2.20	distanza risultante dallo spigolo di valle
ex [m]	0.30	<B/6 eccentricità del carico in fondazione (= M / V)
Bex [m]	4.39	larghezza equivalente ridotta per eccentricità del carico [Meyerhof, 1953]

## MCR06\_H570.xlsx - Sismica SLV STR (A1+M1)

Pag. 13/22

**Verifica al ribaltamento**

$\Sigma M_{STAB}$ [kNm/m] =	<b>2237.7</b>	sommatoria dei momenti stabilizzanti
$\Sigma M_{RIB}$ [kNm/m] =	<b>956.5</b>	sommatoria dei momenti ribaltanti
$\Sigma M_{STAB} / \Sigma M_{RIB}$ =	<b>2.34</b>	misura della sicurezza al ribaltamento

**Verifica allo slittamento**

<b>Hd</b> [kN] =	<b>401.0</b>	azione orizzontale destabilizzante (senza considerare il contributo della resistenza passiva)
<b>Nd</b> [kN] =	791.6	azione ortogonale al piano di fondazione
<b>Td</b> [kN] =	<b>250.7</b>	azione tangenziale al piano di fondazione
<b>Rd</b> [kN] =	<b>457.0</b>	resistenza di progetto
<b>Rd / Td</b> =	<b>1.82</b>	misura della sicurezza allo slittamento

## MCR06\_H570.xlsx - Sismica SLV STR (A1+M1)

Pag. 14/22

**Sollecitazioni sul paramento in elevazione**

$N_{+H/3}$ [kN / m] =	49.9	forza assiale sul muro allo spiccato fondazione + H/3 (positivo se di compressione)	Dimensioni sezione
$T_{+H/3}$ [kN / m] =	123.2	taglio sul muro allo spiccato fondazione + H/3	B [m]= 1.00
$M_{+H/3}$ [kN m / m] =	199.0	momento sul muro allo spiccato fondazione + H/3 (positivo se tende le fibre di monte)	H [m]= 0.72
$N_{S+R}$ [kN / m] =	101.4	forza assiale sul muro al p.c. di valle (positivo se di compressione)	Dimensioni sezione
$T_{S+R}$ [kN / m] =	202.6	taglio sul muro al p.c. di valle	B [m]= 1.00
$M_{S+R}$ [kN m / m] =	428.1	momento sul muro al p.c. di valle (positivo se tende le fibre di monte)	H [m]= 0.86
$N_S$ [kN / m] =	88.2	forza assiale sul muro allo spiccato fondazione (positivo se di compressione)	Dimensioni sezione
$T_S$ [kN / m] =	238.9	taglio sul muro allo spiccato fondazione	B [m]= 1.00
$M_S$ [kN m / m] =	550.7	momento sul muro allo spiccato fondazione (positivo se tende le fibre di monte)	H [m]= 0.91

**Sollecitazioni sulla sezione di attacco della mensola di monte**

$L_M$ [m] =	3.09	luce di calcolo della trave incastrata soletta di monte	
$L'_M$ [m] =	3.09	luce di calcolo soletta di monte effettiva per le sottopressioni	
$p_{VB}$ [kN / m <sup>2</sup> ] =	171.58	pressione verticale a filo monte dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	
$p_{VB'}$ [kN / m <sup>2</sup> ] =	138.64	pressione verticale a filo paramento monte dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	
$F_{V0}$ [kN / m] =	141.78	forza verticale concentrata a filo monte fondazione (agente verso il basso)	
$T_M$ [kN / m] =	-234.2	taglio sulla sezione di attacco della soletta di monte	Dimensioni sezione
$M_M$ [kN m / m] =	-659.1	momento sulla sezione di attacco della soletta di monte (positivo se tende le fibre inferiori)	B [m]= 1.00
			H [m]= 1.00

**Sollecitazioni sulla sezione di attacco della mensola di valle**

$L_V$ [m] =	1.00	luce di calcolo della trave incastrata soletta di valle	
$L'_V$ [m] =	1.00	luce di calcolo soletta di valle, effettiva per le sottopressioni	
$p_{VA}$ [kN / m <sup>2</sup> ] =	33.92	pressione verticale a filo valle dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	
$p_{VA'}$ [kN / m <sup>2</sup> ] =	38.87	pressione verticale a filo paramento valle dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	
$T_V$ [kN / m] =	151.3	taglio sulla sezione di attacco della soletta di valle	Dimensioni sezione
$M_V$ [kN m / m] =	77.8	momento sulla sezione di attacco della soletta di monte (positivo se tende le fibre inferiori)	B [m]= 1.00
			H [m]= 1.00

**Sollecitazioni sul dente di fondazione (DENTE DI MONTE)**

$H_D$ [m] =	1.00	altezza del dente di fondazione	
$T_D$ [kN / m] =	-84.72	taglio dovuto alla spinta attiva	
$M_D$ [kN m / m] =	-51.75	momento dovuto alla spinta attiva	
$T_P$ [kN / m] =	0.00	taglio dovuto alla resistenza passiva	
$M_P$ [kN m / m] =	#DIV/0!	momento dovuto alla resistenza passiva	
$T_D$ [kN / m] =	-84.7	taglio sulla sezione di attacco del dente di fondazione	Dimensioni sezione
$M_D$ [kN m / m] =	#DIV/0!	momento sulla sezione di attacco del dente di fondazione (positivo se tende le fibre di valle)	B [m]= 1.00
			H [m]= 1.00

MCR06\_H570.xlsx - Statica SLU STR (A1+M1)  
Pag. 15/22

**Caratteristiche geotecniche del terreno spingente**

Riempimento	Unità 1	---	---	---	---		
Hs [m] =	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	spessore dell'unità	
$\gamma_{t,k}$ [kN/m <sup>3</sup> ] =	18.5	18.5	20.0	0.0	0.0	0.0	peso di volume del terreno caratteristico
$\gamma_{t,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ] =	24.1	24.1	26.0	0.0	0.0	0.0	peso di volume del terreno di progetto
$\phi'_k$ [grad] =	30.0	38.0	38.0	27.0	27.0		angolo di resistenza al taglio caratteristico
$\phi'_{d,k}$ [grad] =	30.0	38.0	38.0	27.0	27.0		angolo di resistenza al taglio di progetto
$c'_k$ [kPa] =	0.0	30.0	30.0	5.0	5.0		coesione caratteristica
$c'_{d,k}$ [kPa] =	0.0	30.0	30.0	5.0	5.0		coesione di progetto
$\delta'_k$ [grad] =	20.0	38.0	38.0	27.0	27.0		angolo di resistenza al taglio caratteristico muro-terreno
$\delta'_{d,k}$ [grad] =	20.0	38.0	38.0	27.0	27.0		angolo di resistenza al taglio muro-terreno
$z_{top}$ [m] =	-8.7	11.3	11.3	11.3	11.3		quota di testa dell'unità
$z_{bot}$ [m] =	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3		quota di base dell'unità

**Caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione (LAS)**

$\gamma_{t,k}$ [kN/m <sup>3</sup> ] =	18.5	peso di volume del terreno caratteristico	$\gamma_{t(c)}$ [-] = 1.00
$\gamma_{t,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ] =	18.5	peso di volume del terreno di progetto	
$\phi'_k$ [grad] =	30.0	angolo di resistenza al taglio caratteristico	$\gamma_{\phi}$ [-] = 1.00
$\phi'_{d,k}$ [grad] =	30.0	angolo di resistenza al taglio di progetto	0.524 [rad]
$c'_k$ [kPa] =	5.0	coesione caratteristica	$\gamma_c$ [-] = 1.00
$c'_{d,k}$ [kPa] =	5.0	coesione di progetto	
$\delta'_k$ [grad] =	30.0	angolo di resistenza al taglio caratteristico fondazione-terreno	$\gamma_{\delta}$ [-] = 1.00
$\delta'_{d,k}$ [grad] =	30.0	angolo di resistenza al taglio di progetto fondazione-terreno	0.524 [rad]

**Falda**

$\gamma_{w,k}$ [kN/m <sup>3</sup> ] =	10.0	peso di volume dell'acqua caratteristico	$\gamma_{w(c)}$ [-] = 1.30
$\gamma_{w,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ] =	13.0	peso di volume dell'acqua di progetto	
$z_{w, fond}$ [m] =	20.00	quota della falda in fondazione (+ se sotto il piano fondazione, - se sopra il piano fondazione)	
$z_{w, monte}$ [m] =	20.00	quota della falda a monte (+ se sotto il piano fondazione, - se sopra il piano fondazione)	

**Caratterizzazione sismica**

$a_g/g$ [-] =	0.000	accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido	
$S_S$ [-] =	1.50	fattore di amplificazione stratigrafica	
$S_T$ [-] =	1.20	fattore di amplificazione topografica	
$\beta_{in}$ [-] =	0.18	coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima	
$K_h$ [-] =	0.000	coefficiente sismico orizzontale	
$K_v$ [-] =	0.000	coefficiente sismico verticale (+ verso il basso, - verso l'alto)	
$\theta$ [grad] =	0.00		statico 0.000 sismico 0.000 [rad]
Hf x	0.500	posizione risultante incremento spinta sismica misurata dalla base (es. Hfx0.50)	

**Caratteristiche geometriche**

H [m] =	5.70	altezza del muro (da estradosso fondazione)	
$h_{fil}$ [m] =	2.00	altezza della fondazione a filo monte	
$h_{fil}$ [m] =	1.00	altezza della fondazione a filo valle	
B [m] =	5.00	larghezza della fondazione	
$b_0$ [m] =	1.00	larghezza del dente di fondazione (se 0.0 fondazione piana o inclinata)	
$b_v$ [m] =	1.00	larghezza fondazione su cui grava il terreno di valle	
$b_m$ [m] =	3.09	larghezza della ciabatta su cui grava il terreno retrostante	
s [m] =	0.34	spessore del muro in elevazione	
$p_v$ [-] =	0.10	pendenza rispetto alla verticale del paramento di valle	
$p_m$ [-] =	0.00	pendenza rispetto alla verticale del paramento di monte	
c [m] =	1.20	pianerotolo sopra il muro	
$\beta$ [grad] =	27.0	inclinazione rispetto all'orizzontale della superficie del terrapieno	0.471 [rad]
r [m] =	0.00	rialzo del muro sopra terreno di monte	
R [m] =	0.50	ricoprimento della fondazione a valle	
D [m] =	1.50	approfondimento della fondazione a valle	
Hf [m] =	8.66	altezza totale per determinazione delle spinte (valutata a filo fondazione lato monte)	
$\psi$ [grad] =	90.0	inclinazione rispetto all'orizzontale della parete di spinta a monte (=90° per i muri a mensola)	
$\gamma_{t,cs,k}$ [kN/m <sup>3</sup> ] =	25.0	peso di volume del muro	$\gamma_{t(c)}$ [-] = 1.00
$\gamma_{t,cs,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ] =	25.0	peso di volume del muro	
i [grad] =	11.3	contropendenza del piano di fondazione	0.197 [rad]

**Sovraccarico**

$q_{pk}$ [kN/m <sup>2</sup> ] =	0.0	sovraccarico permanente caratteristico	$\gamma_q$ [-] = 1.30
$q_{sk}$ [kN/m <sup>2</sup> ] =	0.0	sovraccarico accidentale caratteristico	$\gamma_q$ [-] = 1.50
$q_d$ [kN/m <sup>2</sup> ] =	0.0	valore di progetto (cautelativamente non si considera il contributo gravante sopra la fondazione)	

**Carichi concentrati**

$X_0$ [m] =	0.00	coordinata X del centro di applicazione della forza concentrata (positiva verso valle)	
$Z_0$ [m] =	0.00	ascissa Z del centro di applicazione della forza concentrata (negativa sopra il piano di fondazione)	
$V_0$ [kN/m] =	0.00	componente verticale della forza (positiva se verso il basso)	$\gamma_q$ [-] = 1.00
$H_0$ [kN/m] =	0.00	componente orizzontale della forza (positiva se verso valle)	$\gamma_q$ [-] = 1.00
$M_0$ [kN m/m] =	0.00	momento concentrato (positivo se ribaltante verso valle)	$\gamma_q$ [-] = 1.00
$V_0$ [kN/m] =	0.00	componente verticale della forza (positiva se verso il basso)	
$H_0$ [kN/m] =	0.00	componente orizzontale della forza (positiva se verso valle)	
$M_0$ [kN m/m] =	0.00	momento concentrato (positivo se ribaltante verso valle)	
$X_M$ [m] =	2.60	coordinata X del centro di applicazione della massa sismica	
$Z_M$ [m] =	-7.70	ascissa Z del centro di applicazione della massa sismica	
massa [kg/m] =	0.00	massa sismica concentrata	

MCR06\_H570.xlsx - Statica SLU STR (A1+M1)

Pag. 16/22

Determinazione dei coefficienti di spinta

	statico	sismico		statico	sismico
Kh [-] =	0.000	0.000	coefficiente sismico orizzontale		
Kv [-] =	0.000	0.000	coefficiente sismico verticale (+ verso il basso, - verso l'alto)		
ψ [gradi] =	90.0	90.0	inclinazione rispetto all'orizzontale della parete di monte		
β [gradi] =	27.0	27.0	inclinazione rispetto all'orizzontale superficie del terrapieno		
θ [gradi] =	0.0	0.0			

	Unità 1		---		---		---		---	
	statico	sismico								
φ' [gradi] =	30.0	30.0	38.0	38.0	38.0	38.0	27.0	27.0	27.0	27.0
δ' [gradi] =	20.0	20.0	38.0	38.0	38.0	38.0	27.0	27.0	27.0	27.0
ka, kaE [-] =	0.537	0.537	0.344	0.344	0.344	0.344	0.891	0.891	0.891	0.891

Determinazione dei coefficienti di resistenza passiva

kp [-] =	3.000	3.000	coefficiente di resistenza passiva (in condizioni sismiche con attrito terra-muro nullo)							
kp [-] =			coefficiente di resistenza passiva di progetto (calcolato con la formulazione di [Lancellotta, '07])							

Calcolo delle spinte e dei vari contributi

HF [m] =	8.66	altezza totale per determinazione delle spinte (valutata a filo fondazione lato monte)									
Hw [m] =	0.00	altezza d'acqua spingente									
S'a,k [kN/m] =	485	spinta statica efficace									
S'a <sub>s</sub> ,k [kN/m] =	485	spinta sismica efficace									
Sw [kN/m] =	0.00	spinta idrostatica									
γ <sub>1</sub> [kN/m <sup>3</sup> ] =	18.5	peso di volume del terreno reagente									
D [m] =	1.50	approfondimento della fondazione a valle									
kp (1+kv) [-] =	3.000	coefficiente di resistenza passiva									
Rp,k [kN/m] =	88.42	resistenza passiva disponibile a valle (valore caratteristico)									
Rp,d [kN/m] =	88.42	resistenza passiva disponibile a valle (valore di progetto)									
	0%	percentuale della resistenza passiva da considerare per il calcolo									
	0%	percentuale della resistenza passiva da considerare per la verifica a ribaltamento									
		F <sub>x</sub>	F <sub>z</sub>	x	z	M <sub>STAB</sub>	M <sub>RIB</sub>				
		[kN]	[kN]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]				
S	455.83	165.91	-2.50	-	-	746.59	1001.69	spinta statica		X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
ΔS	0.00	0.00	-2.50	-4.33	-			Δ spinta sismica applicata a 0.50·Hf		X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
Rp	0.00	0.00	2.50	-1.50	-			resistenza passiva applicata a D/3		X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
V <sub>0</sub> H <sub>0</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	-			forze concentrate (verticale e orizzontale)		X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
M <sub>0</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	-			momento concentrato		X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
m <sub>0</sub>	0.00	0.00	2.60	-7.70	-			massa sismica concentrata		X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W1	0.00	125.00	0.00	-1.50	281.25			peso della fondazione (soletta)		X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W*1	0.00	0.00	0.00	0.00	-			peso della fondazione (cuneo inclinato)		X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W*1	0.00	25.00	-2.00	-0.50	101.25			peso della fondazione (dente)		X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W2	0.00	48.45	0.76	-4.85	75.87			peso del paramento in elevazione		X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W*2	0.00	40.61	1.12	-3.90	50.44			peso del paramento in elevazione		X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W*2	0.00	0.00	0.00	0.00	-			peso del paramento in elevazione		X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W3	0.00	259.09	-1.56	-4.85	945.55			peso del terreno sulla fondazione di monte		X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W*3	0.00	21.89	-1.87	-8.02	86.08			peso del terreno sulla fondazione di monte		X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W*3	0.00	164.50	-0.01	-4.85	371.61			peso del terreno sulla fondazione di monte		X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W**3	0.00	0.00	0.00	0.00	-			peso del terreno sulla fondazione di monte		X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W4	0.00	12.03	2.00	-2.25	5.41			peso del terreno sulla fondazione di valle		X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW1	0.00	0.00	0.00	-1.50	-			inerzia della fondazione (soletta)		X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW*1	0.00	0.00	0.00	0.00	-			inerzia della fondazione (cuneo inclinato)		X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW**1	0.00	0.00	-2.00	-0.50	-			inerzia della fondazione (dente)		X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW2	0.00	0.00	0.76	-4.85	-			inerzia del paramento in elevazione		X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW*2	0.00	0.00	1.12	-3.90	-			inerzia del paramento in elevazione		X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW**2	0.00	0.00	0.00	0.00	-			inerzia del paramento in elevazione		X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW3	0.00	0.00	-1.56	-4.85	-			inerzia del terreno sulla fondazione di monte		X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW*3	0.00	0.00	-1.87	-8.02	-			inerzia del terreno sulla fondazione di monte		X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW**3	0.00	0.00	-0.01	-4.85	-			inerzia del terreno sulla fondazione di monte		X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW**3	0.00	0.00	0.00	0.00	-			inerzia del terreno sulla fondazione di monte		X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW4	0.00	0.00	2.00	-2.25	-			inerzia del terreno sulla fondazione di valle		X γ <sub>0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
ΣF =	455.8	862.5				ΣM =	2664.1	1001.7			

Risultanti sul piano di fondazione

V [kN] = ΣF <sub>z</sub> =	862.5	risultante delle forze verticali in fondazione	
H [kN] = ΣF <sub>x</sub> =	455.8	risultante delle forze orizzontali in fondazione	
u [m] =	2.38	distanza risultante dallo spigolo di valle	
ex [m] =	0.12	<B/6 eccentricità del carico in fondazione (= M / V)	
Bex [m] =	4.75	larghezza equivalente ridotta per eccentricità del carico [Meyerhof, 1953]	

## MCR06\_H570.xlsx - Statica SLU STR (A1+M1)

Pag. 17/22

**Verifica al ribaltamento**

$\Sigma M_{STA B}$ [kNm/m] =	<b>2654.1</b>	sommatoria dei momenti stabilizzanti
$\Sigma M_{RIB}$ [kNm/m] =	<b>1001.7</b>	sommatoria dei momenti ribaltanti
$\Sigma M_{STA B} / \Sigma M_{RIB}$ =	<b>2.66</b>	misura della sicurezza al ribaltamento

**Verifica allo slittamento**

<b>Hd</b> [kN] =	<b>455.8</b>	azione orizzontale destabilizzante (senza considerare il contributo della resistenza passiva)
<b>Nd</b> [kN] =	935.1	azione ortogonale al piano di fondazione
<b>Td</b> [kN] =	<b>277.8</b>	azione tangenziale al piano di fondazione
<b>Rd</b> [kN] =	<b>539.9</b>	resistenza di progetto
<b>Rd / Td</b> =	<b>1.94</b>	misura della sicurezza allo slittamento

## MCR06\_H570.xlsx - Statica SLU STR (A1+M1)

Pag. 18/22

**Sollecitazioni sul paramento in elevazione**

Parametro	Valore	Descrizione	Dimensioni sezione
$N_{H/3}$ [kN / m]	50.4	forza assiale sul muro allo spiccatto fondazione + H/3 (positivo se di compressione)	B [m]= 1.00
$T_{H/3}$ [kN / m]	137.8	taglio sul muro allo spiccatto fondazione + H/3	H [m]= 0.72
$M_{H/3}$ [kN m / m]	210.8	momento sul muro allo spiccatto fondazione + H/3 (positivo se tende le fibre di monte)	
$N_{S/R}$ [kN / m]	101.9	forza assiale sul muro al p.c. di valle (positivo se di compressione)	B [m]= 1.00
$T_{S/R}$ [kN / m]	230.7	taglio sul muro al p.c. di valle	H [m]= 0.86
$M_{S/R}$ [kN m / m]	462.2	momento sul muro al p.c. di valle (positivo se tende le fibre di monte)	
$N_s$ [kN / m]	89.1	forza assiale sul muro allo spiccatto fondazione (positivo se di compressione)	B [m]= 1.00
$T_s$ [kN / m]	269.7	taglio sul muro allo spiccatto fondazione	H [m]= 1.00
$M_s$ [kN m / m]	587.9	momento sul muro allo spiccatto fondazione (positivo se tende le fibre di monte)	H [m]= 0.91

**Sollecitazioni sulla sezione di attacco della mensola di monte**

$L_{11}$ [m]	3.09	luce di calcolo della trave incastrata soletta di monte	
$L'_{11}$ [m]	3.09	luce di calcolo soletta di monte effettiva per le sottopressioni	
$p_{V1}$ [kN / m <sup>2</sup> ]	210.25	pressione verticale a filo monte dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	
$p_{V2}$ [kN / m <sup>2</sup> ]	171.64	pressione verticale a filo paramento monte dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	
$F_{V0}$ [kN / m]	165.91	forza verticale concentrata a filo monte fondazione (agente verso il basso)	Dimensioni sezione
$T_{11}$ [kN / m]	-253.1	taglio sulla sezione di attacco della soletta di monte	B [m]= 1.00
$M_{11}$ [kN m / m]	-703.4	momento sulla sezione di attacco della soletta di monte (positivo se tende le fibre inferiori)	H [m]= 1.00

**Sollecitazioni sulla sezione di attacco della mensola di valle**

$L_v$ [m]	1.00	luce di calcolo della trave incastrata soletta di valle	
$L'_v$ [m]	1.00	luce di calcolo soletta di valle, effettiva per le sottopressioni	
$p_{V1}$ [kN / m <sup>2</sup> ]	37.03	pressione verticale a filo valle dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	
$p_{V2}$ [kN / m <sup>2</sup> ]	42.03	pressione verticale a filo paramento valle dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	Dimensioni sezione
$T_v$ [kN / m]	153.5	taglio sulla sezione di attacco della soletta di valle	B [m]= 1.00
$M_v$ [kN m / m]	78.0	momento sulla sezione di attacco della soletta di monte (positivo se tende le fibre inferiori)	H [m]= 1.00

**Sollecitazioni sul dente di fondazione (DENTE DI MONTE)**

$H_0$ [m]	1.00	altezza del dente di fondazione	
$T_a$ [kN / m]	-99.14	taglio dovuto alla spinta attiva	
$M_a$ [kN m / m]	-50.78	momento dovuto alla spinta attiva	
$T_p$ [kN / m]	0.00	taglio dovuto alla resistenza passiva	
$M_p$ [kN m / m]	#DIV/0!	momento dovuto alla resistenza passiva	Dimensioni sezione
$T_0$ [kN / m]	-99.1	taglio sulla sezione di attacco del dente di fondazione	B [m]= 1.00
$M_0$ [kN m / m]	#DIV/0!	momento sulla sezione di attacco del dente di fondazione (positivo se tende le fibre di valle)	H [m]= 1.00

**Caratteristiche geotecniche del terreno spingente**

Riempimento	Unità 1	---	---	---	---		
Hs [m] =	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	spessore dell'unità	
$\gamma_{tk}$ [kN/m <sup>3</sup> ] =	18.5	18.5	20.0	0.0	0.0	peso di volume del terreno caratteristico	$\gamma_{res}$ [-] = 1.00
$\gamma_{td}$ [kN/m <sup>3</sup> ] =	18.5	18.5	20.0	0.0	0.0	peso di volume del terreno di progetto	
$\phi'_k$ [gradi] =	30.0	38.0	38.0	38.0	27.0	angolo di resistenza al taglio caratteristico	$\gamma_\phi$ [-] = 1.00
$\phi'_d$ [gradi] =		30.0	38.0	38.0	27.0	angolo di resistenza al taglio di progetto	
$c'_k$ [kPa] =		0.0	30.0	30.0	5.0	coesione caratteristica	$\gamma_c$ [-] = 1.00
$c'_d$ [kPa] =		0.0	30.0	30.0	5.0	coesione di progetto	
$\delta'_k$ [gradi] =		20.0	38.0	38.0	27.0	angolo di resistenza al taglio caratteristico muro-terreno	$\gamma_\delta$ [-] = 1.00
$\delta'_d$ [gradi] =		20.0	38.0	38.0	27.0	angolo di resistenza al taglio muro-terreno	
$z_{top}$ [m] =		-8.7	11.3	11.3	11.3	quota di testa dell'unità	
$z_{bot}$ [m] =		11.3	11.3	11.3	11.3	quota di base dell'unità	

**Caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione (LAS)**

$\gamma_{tk}$ [kN/m <sup>3</sup> ] =	18.5	peso di volume del terreno caratteristico	$\gamma_{res}$ [-] = 1.00
$\gamma_{td}$ [kN/m <sup>3</sup> ] =	18.5	peso di volume del terreno di progetto	
$\phi'_k$ [gradi] =	30.0	angolo di resistenza al taglio caratteristico	$\gamma_\phi$ [-] = 1.00
$\phi'_d$ [gradi] =	30.0	angolo di resistenza al taglio di progetto	0.524 [rad]
$c'_k$ [kPa] =	5.0	coesione caratteristica	$\gamma_c$ [-] = 1.00
$c'_d$ [kPa] =	5.0	coesione di progetto	
$\delta'_k$ [gradi] =	30.0	angolo di resistenza al taglio caratteristico fondazione-terreno	$\gamma_\delta$ [-] = 1.00
$\delta'_d$ [gradi] =	30.0	angolo di resistenza al taglio di progetto fondazione-terreno	0.524 [rad]

**Falda**

$\gamma_{tk}$ [kN/m <sup>3</sup> ] =	10.0	peso di volume dell'acqua caratteristico	$\gamma_{res}$ [-] = 1.00
$\gamma_{td}$ [kN/m <sup>3</sup> ] =	10.0	peso di volume dell'acqua di progetto	
$z_{M, fond}$ [m] =	20.00	quota della falda in fondazione (+ se sotto il piano fondazione, - se sopra il piano fondazione)	
$z_{M, monte}$ [m] =	20.00	quota della falda a monte (+ se sotto il piano fondazione, - se sopra il piano fondazione)	

**Caratterizzazione sismica**

$a_g/g$ [-] =	0.000	accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido	
$S_z$ [-] =	1.50	fattore di amplificazione stratigrafica	
$S_T$ [-] =	1.20	fattore di amplificazione topografica	
$\beta_{in}$ [-] =	0.18	coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima	
$K_h$ [-] =	0.000	coefficiente sismico orizzontale	
$K_v$ [-] =	0.000	coefficiente sismico verticale (+ verso il basso, - verso fatto)	statico sismico
$\theta$ [gradi] =	0.00		0.000 0.000 [rad]
Hf x	0.500	posizione risultante incremento spinta sismica misurata dalla base (es. Hfx0.50)	

**Caratteristiche geometriche**

H [m] =	5.70	altezza del muro (da estradosso fondazione)	
$h_{fil}$ [m] =	2.00	altezza della fondazione a filo monte	
$h_v$ [m] =	1.00	altezza della fondazione a filo valle	
B [m] =	5.00	larghezza della fondazione	
$b_o$ [m] =	1.00	larghezza del dente di fondazione (se 0.0 fondazione piana o inclinata)	
$b_v$ [m] =	1.00	larghezza fondazione su cui grava il terreno di valle	
$b_m$ [m] =	3.09	larghezza della ciabatta su cui grava il terreno retrostante	
s [m] =	0.34	spessore del muro in elevazione	
$p_v$ [-] =	0.10	pendenza rispetto alla verticale del paramento di valle	
$p_m$ [-] =	0.00	pendenza rispetto alla verticale del paramento di monte	
c [m] =	1.20	planerottolo sopra il muro	
$\beta$ [gradi] =	27.0	inclinazione rispetto all'orizzontale della superficie del terrapieno	0.471 [rad]
r [m] =	0.00	rialzo del muro sopra terreno di monte	
R [m] =	0.50	ricoprimento della fondazione a valle	
D [m] =	1.50	approfondimento della fondazione a valle	
Hf [m] =	8.66	altezza totale per determinazione delle spinte (valutata a filo fondazione lato monte)	
$\psi$ [gradi] =	90.0	inclinazione rispetto all'orizzontale della parete di spinta a monte (=90° per i muri a mensola)	
$\gamma_{ch,k}$ [kN/m <sup>3</sup> ] =	25.0	peso di volume del muro	$\gamma_{res}$ [-] = 1.00
$\gamma_{ch,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ] =	25.0	peso di volume del muro	
i [gradi] =	11.3	contropendenza del piano di fondazione	0.197 [rad]

**Sovraccarico**

$q_{pr,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ] =	0.0	sovraccarico permanente caratteristico	$\gamma_q$ [-] = 1.00
$q_{pr,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ] =	0.0	sovraccarico accidentale caratteristico	$\gamma_q$ [-] = 0.00
$q_d$ [kN/m <sup>2</sup> ] =	0.0	valore di progetto (cautelativamente non si considera il contributo gravante sopra la fondazione)	

**Carichi concentrati**

$X_0$ [m] =	0.00	coordinata X del centro di applicazione della forza concentrata (positiva verso valle)	
$Z_0$ [m] =	0.00	ascissa Z del centro di applicazione della forza concentrata (negativa sopra il piano di fondazione)	
$V_0$ [kN/m] =	0.00	componente verticale della forza (positiva se verso il basso)	$\gamma_q$ [-] = 1.00
$H_0$ [kN/m] =	0.00	componente orizzontale della forza (positiva se verso valle)	$\gamma_q$ [-] = 1.00
$M_0$ [kN m/m] =	0.00	momento concentrato (positivo se ribaltante verso valle)	$\gamma_q$ [-] = 1.00
$V_0$ [kN/m] =	0.00	componente verticale della forza (positiva se verso il basso)	
$H_0$ [kN/m] =	0.00	componente orizzontale della forza (positiva se verso valle)	
$M_0$ [kN m/m] =	0.00	momento concentrato (positivo se ribaltante verso valle)	
$X_M$ [m] =	2.60	coordinata X del centro di applicazione della massa sismica	
$Z_M$ [m] =	-7.70	ascissa Z del centro di applicazione della massa sismica	
massa [kg/m] =	0.00	massa sismica concentrata	

## MCR06\_H570.xlsx - Statica SLE

Pag. 20/22

## Determinazione dei coefficienti di spinta

	statico	sismico		statico	sismico
Kh [-]	0.000	0.000	coefficiente sismico orizzontale		
Kv [-]	0.000	0.000	coefficiente sismico verticale (+ verso il basso, - verso l'alto)		
$\psi$ [grad]	90.0	90.0	inclinazione rispetto all'orizzontale della parete di monte		
$\beta$ [grad]	27.0	27.0	inclinazione rispetto all'orizzontale superficie del terrapieno		
$\theta$ [grad]	0.0	0.0			

	statico	sismico
	1.571	1.571 [rad]
	0.471	0.471 [rad]
	0.000	0.000 [rad]

	Unità 1		Unità 2		Unità 3		Unità 4		Unità 5		
	statico	sismico									
$\phi'$ [grad]	30.0	30.0	38.0	38.0	38.0	38.0	27.0	27.0	27.0	27.0	angolo di resistenza al taglio del terreno
$\delta'$ [grad]	20.0	20.0	38.0	38.0	38.0	38.0	27.0	27.0	27.0	27.0	angolo di resistenza al taglio muro-terreno
ka, ka <sub>z</sub> [-]	0.537	0.537	0.344	0.344	0.344	0.344	0.891	0.891	0.891	0.891	coefficiente di spinta attiva

## Determinazione dei coefficienti di resistenza passiva

kp [-]	3.000	3.000	coefficiente di resistenza passiva (in condizioni sismiche con attrito terra-muro nullo)	
kp [-]			coefficiente di resistenza passiva di progetto (calcolato con la formulazione di [Lancellotta, '07])	

## Calcolo delle spinte e dei vari contributi

Hf [m]	8.66	altezza totale per determinazione delle spinte (valutata a filo fondazione lato monte)		
Hw [m]	0.00	altezza d'acqua spingente		
S'a,k [kN/m]	373	spinta statica efficace		$\gamma_{p(EQU)} [-] = 1.10$
S'a <sub>s</sub> ,k [kN/m]	373	spinta sismica efficace		
Sw [kN/m]	0.00	spinta idrostatica		$\gamma_{p(EQU)} [-] = 1.10$
$\gamma_1$ [kN/m <sup>3</sup> ]	18.5	peso di volume del terreno reagente		
D [m]	1.50	approfondimento della fondazione a valle		
kp (1+kv) [-]	3.000	coefficiente di resistenza passiva		
Rp,k [kN/m]	88.42	resistenza passiva disponibile a valle (valore caratteristico)		$\gamma_R [-] = 1.00$
Rp,d [kN/m]	88.42	resistenza passiva disponibile a valle (valore di progetto)		
	0%	percentuale della resistenza passiva da considerare per il calcolo		
	0%	percentuale della resistenza passiva da considerare per la verifica a ribaltamento		

	F <sub>x</sub>	F <sub>z</sub>	x	z	M <sub>STAB</sub>	M <sub>IND</sub>		
	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]		$\gamma_{p(EQU)} [-] = 0.90$
S	350.64	127.62	-2.50	-	574.30	770.53	spinta statica	X $\gamma_G$ (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X $\gamma_D$ (amplificazione M <sub>RIE</sub> )
ΔS	0.00	0.00	-2.50	-4.33			Δ spinta sismica applicata a 0.50·Hf	X $\gamma_G$ (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X $\gamma_D$ (amplificazione M <sub>RIE</sub> )
Rp	0.00	0.00	2.50	-1.50			resistenza passiva applicata a D/3	X $\gamma_G$ (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X $\gamma_D$ (amplificazione M <sub>RIE</sub> )
Va H <sub>0</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00			forze concentrate (verticale e orizzontale)	X $\gamma_G$ (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X $\gamma_D$ (amplificazione M <sub>RIE</sub> )
M <sub>0</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00			momento concentrato	X $\gamma_G$ (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X $\gamma_D$ (amplificazione M <sub>RIE</sub> )
m <sub>0</sub>	0.00	0.00	2.60	-7.70			massa sismica concentrata	X $\gamma_G$ (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X $\gamma_D$ (amplificazione M <sub>RIE</sub> )
W1	0.00	125.00	0.00	-1.50	281.25		peso della fondazione (soletta)	X $\gamma_G$ (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X $\gamma_D$ (amplificazione M <sub>RIE</sub> )
W'1	0.00	0.00	0.00	0.00			peso della fondazione (cuneo inclinato)	X $\gamma_G$ (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X $\gamma_D$ (amplificazione M <sub>RIE</sub> )
W''1	0.00	25.00	-2.00	-0.50	101.25		peso della fondazione (dente)	X $\gamma_G$ (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X $\gamma_D$ (amplificazione M <sub>RIE</sub> )
W2	0.00	48.45	0.76	-4.85	75.87		peso del paramento in elevazione	X $\gamma_G$ (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X $\gamma_D$ (amplificazione M <sub>RIE</sub> )
W'2	0.00	40.61	1.12	-3.90	50.44		peso del paramento in elevazione	X $\gamma_G$ (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X $\gamma_D$ (amplificazione M <sub>RIE</sub> )
W''2	0.00	0.00	0.00	0.00			peso del paramento in elevazione	X $\gamma_G$ (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X $\gamma_D$ (amplificazione M <sub>RIE</sub> )
W3	0.00	199.30	-1.56	-4.85	727.35		peso del terreno sulla fondazione di monte	X $\gamma_G$ (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X $\gamma_D$ (amplificazione M <sub>RIE</sub> )
W'3	0.00	16.84	-1.87	-8.02	66.21		peso del terreno sulla fondazione di monte	X $\gamma_G$ (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X $\gamma_D$ (amplificazione M <sub>RIE</sub> )
W''3	0.00	126.54	-0.01	-4.85	285.85		peso del terreno sulla fondazione di monte	X $\gamma_G$ (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X $\gamma_D$ (amplificazione M <sub>RIE</sub> )
W'''3	0.00	0.00	0.00	0.00			peso del terreno sulla fondazione di monte	X $\gamma_G$ (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X $\gamma_D$ (amplificazione M <sub>RIE</sub> )
W4	0.00	9.25	2.00	-2.25	4.16		peso del terreno sulla fondazione di valle	X $\gamma_G$ (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X $\gamma_D$ (amplificazione M <sub>RIE</sub> )
dW1	0.00	0.00	0.00	-1.50			inerzia della fondazione (soletta)	X $\gamma_G$ (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X $\gamma_D$ (amplificazione M <sub>RIE</sub> )
dW'1	0.00	0.00	0.00	0.00			inerzia della fondazione (cuneo inclinato)	X $\gamma_G$ (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X $\gamma_D$ (amplificazione M <sub>RIE</sub> )
dW''1	0.00	0.00	-2.00	-0.50			inerzia della fondazione (dente)	X $\gamma_G$ (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X $\gamma_D$ (amplificazione M <sub>RIE</sub> )
dW2	0.00	0.00	0.76	-4.85			inerzia del paramento in elevazione	X $\gamma_G$ (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X $\gamma_D$ (amplificazione M <sub>RIE</sub> )
dW'2	0.00	0.00	1.12	-3.90			inerzia del paramento in elevazione	X $\gamma_G$ (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X $\gamma_D$ (amplificazione M <sub>RIE</sub> )
dW''2	0.00	0.00	0.00	0.00			inerzia del paramento in elevazione	X $\gamma_G$ (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X $\gamma_D$ (amplificazione M <sub>RIE</sub> )
dW3	0.00	0.00	-1.56	-4.85			inerzia del terreno sulla fondazione di monte	X $\gamma_G$ (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X $\gamma_D$ (amplificazione M <sub>RIE</sub> )
dW'3	0.00	0.00	-1.87	-8.02			inerzia del terreno sulla fondazione di monte	X $\gamma_G$ (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X $\gamma_D$ (amplificazione M <sub>RIE</sub> )
dW''3	0.00	0.00	-0.01	-4.85			inerzia del terreno sulla fondazione di monte	X $\gamma_G$ (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X $\gamma_D$ (amplificazione M <sub>RIE</sub> )
dW'''3	0.00	0.00	0.00	0.00			inerzia del terreno sulla fondazione di monte	X $\gamma_G$ (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X $\gamma_D$ (amplificazione M <sub>RIE</sub> )
dW4	0.00	0.00	2.00	-2.25			inerzia del terreno sulla fondazione di valle	X $\gamma_G$ (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X $\gamma_D$ (amplificazione M <sub>RIE</sub> )
ΣF	350.6	718.6			ΣM = 2166.7	770.5		

## Risultanti sul piano di fondazione

Dy [m] = 1.00 passo longitudinale di calcolo

V [kN] = ΣF <sub>z</sub>	718.6	risultante delle forze verticali in fondazione
H [kN] = ΣF <sub>x</sub>	350.6	risultante delle forze orizzontali in fondazione
u [m]	2.38	distanza risultante dallo spigolo di valle
ex [m]	0.12	<B/6 eccentricità del carico in fondazione (= M / V)
Bex [m]	4.75	larghezza equivalente ridotta per eccentricità del carico [Meyerhof, 1953]

MCR06\_H570.xlsx - Statica SLE

Pag. 21/22

Verifica al ribaltamento

$\Sigma M_{STA B}$ [kNm/m] =	<b>2166.7</b>	sommatoria dei momenti stabilizzanti
$\Sigma M_{RIB}$ [kNm/m] =	<b>770.5</b>	sommatoria dei momenti ribaltanti
$\Sigma M_{STA B} / \Sigma M_{RIB}$ =	<b>2.81</b>	misura della sicurezza al ribaltamento

Verifica allo siltamento

Hd [kN] =	<b>350.6</b>	azione orizzontale destabilizzante (senza considerare il contributo della resistenza passiva)
Nd [kN] =	773.4	azione ortogonale al piano di fondazione
Td [kN] =	<b>202.9</b>	azione tangenziale al piano di fondazione
Rd [kN] =	<b>446.5</b>	resistenza di progetto
Rd / Td =	<b>2.20</b>	misura della sicurezza allo siltamento

MCR06\_H570.xlsx - Statica SLE

Pag. 22/22

Sollecitazioni sul paramento in elevazione

$N_{H3}$ [kN / m] =	50.4	forza assiale sul muro allo spiccatto fondazione + H/3 (positivo se di compressione)	Dimensioni sezione B [m]= 1.00 H [m]= 0.72
$T_{H3}$ [kN / m] =	106.0	taglio sul muro allo spiccatto fondazione + H/3	
$M_{H3}$ [kN m / m] =	160.4	momento sul muro allo spiccatto fondazione + H/3 (positivo se tende le fibre di monte)	
$N_{S+R}$ [kN / m] =	101.9	forza assiale sul muro al p.c. di valle (positivo se di compressione)	Dimensioni sezione B [m]= 1.00 H [m]= 0.86
$T_{S+R}$ [kN / m] =	177.5	taglio sul muro al p.c. di valle	
$M_{S+R}$ [kN m / m] =	352.9	momento sul muro al p.c. di valle (positivo se tende le fibre di monte)	
$N_S$ [kN / m] =	89.1	forza assiale sul muro allo spiccatto fondazione (positivo se di compressione)	Dimensioni sezione B [m]= 1.00 H [m]= 0.91
$T_S$ [kN / m] =	207.5	taglio sul muro allo spiccatto fondazione	
$M_S$ [kN m / m] =	449.7	momento sul muro allo spiccatto fondazione (positivo se tende le fibre di monte)	

Sollecitazioni sulla sezione di attacco della mensola di monte

$L_M$ [m] =	3.09	luce di calcolo della trave incastrata soletta di monte	Dimensioni sezione B [m]= 1.00 H [m]= 1.00
$L'_M$ [m] =	3.09	luce di calcolo soletta di monte effettiva per le sottopressioni	
$pv_B$ [kN / m <sup>2</sup> ] =	173.27	pressione verticale a filo monte dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	
$pv_S$ [kN / m <sup>2</sup> ] =	140.00	pressione verticale a filo paramento monte dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	
$F_{V0}$ [kN / m] =	127.62	forza verticale concentrata a filo monte fondazione (agente verso il basso)	
$T_M$ [kN / m] =	-192.9	taglio sulla sezione di attacco della soletta di monte	
$M_M$ [kN m / m] =	-542.8	momento sulla sezione di attacco della soletta di monte (positivo se tende le fibre inferiori)	

Sollecitazioni sulla sezione di attacco della mensola di valle

$L_V$ [m] =	1.00	luce di calcolo della trave incastrata soletta di valle	Dimensioni sezione B [m]= 1.00 H [m]= 1.00
$L'_V$ [m] =	1.00	luce di calcolo soletta di valle, effettiva per le sottopressioni	
$pv_V$ [kN / m <sup>2</sup> ] =	34.25	pressione verticale a filo valle dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	
$pv_A$ [kN / m <sup>2</sup> ] =	39.25	pressione verticale a filo paramento valle dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	
$T_V$ [kN / m] =	124.2	taglio sulla sezione di attacco della soletta di valle	
$M_V$ [kN m / m] =	63.2	momento sulla sezione di attacco della soletta di monte (positivo se tende le fibre inferiori)	

Sollecitazioni sul dente di fondazione (DENTE DI MONTE)

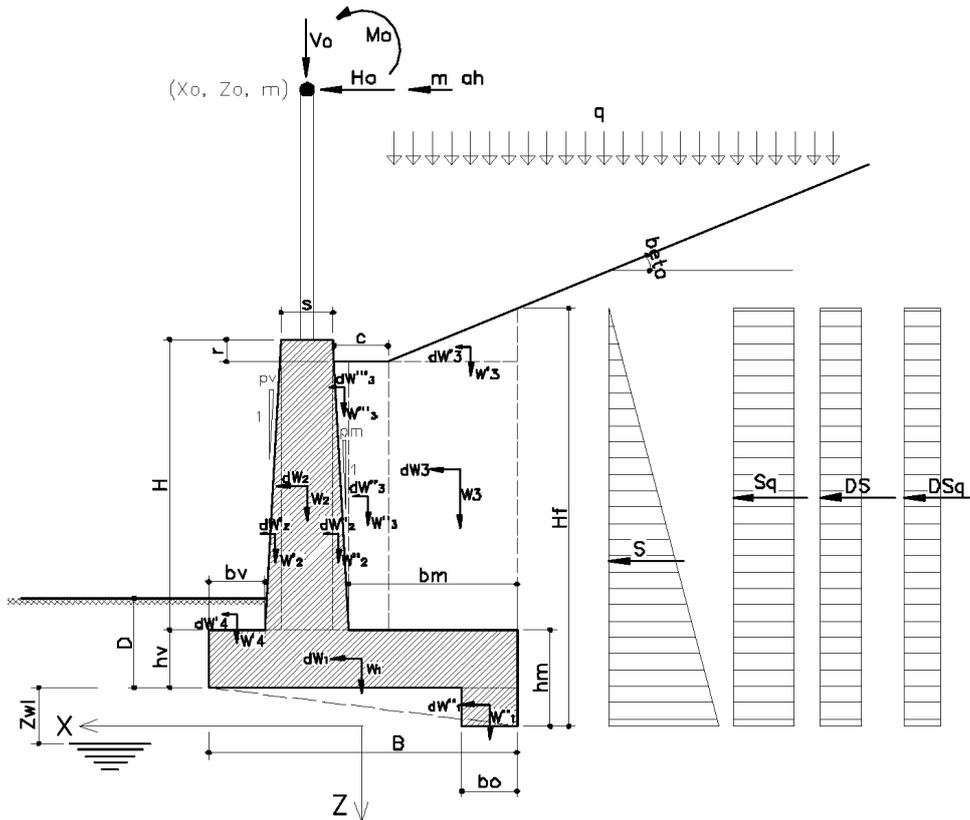
$H_D$ [m] =	1.00	altezza del dente di fondazione	Dimensioni sezione B [m]= 1.00 H [m]= 1.00
$T_D$ [kN / m] =	-76.26	taglio dovuto alla spinta attiva	
$M_D$ [kN m / m] =	-39.06	momento dovuto alla spinta attiva	
$T_P$ [kN / m] =	0.00	taglio dovuto alla resistenza passiva	
$M_P$ [kN m / m] =	#DIV/0!	momento dovuto alla resistenza passiva	
$T_0$ [kN / m] =	-76.3	taglio sulla sezione di attacco del dente di fondazione	
$M_0$ [kN m / m] =	#DIV/0!	momento sulla sezione di attacco del dente di fondazione (positivo se tende le fibre di valle)	

9.2 Sezione Tipo 2

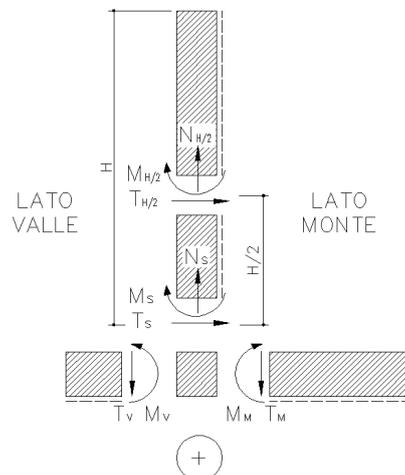
MCR06\_H470.xlsx - SCHEMI

Pag. 1/22

SCHEMA DI INPUT

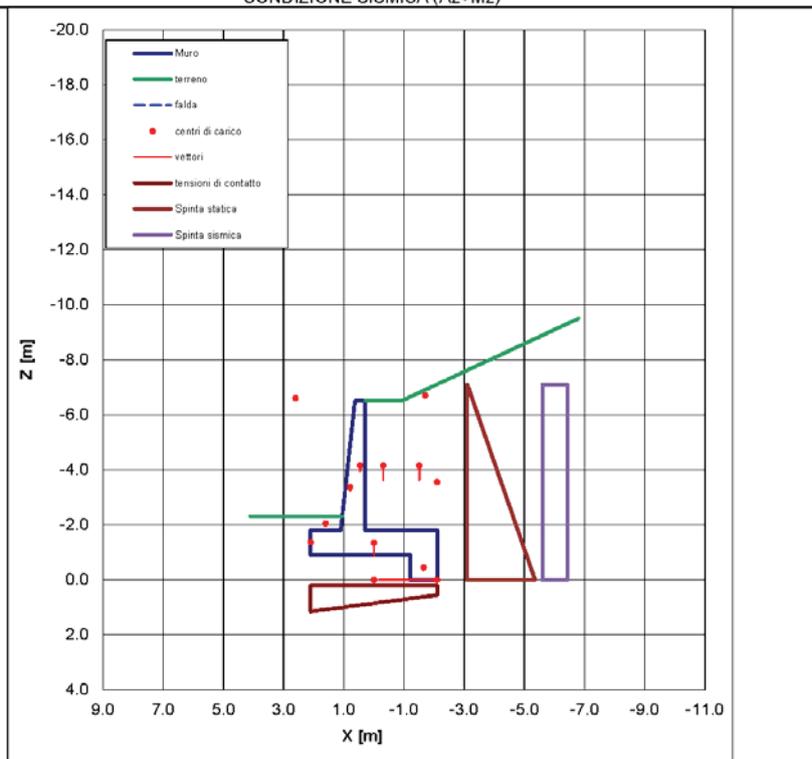


N.B. Se  $bo \neq 0$   $hm > hv$  il dente viene posizionato a monte;  
 Se  $bo \neq 0$   $hv > hm$  il dente viene posizionato a valle;  
 Se  $bo = 0$  e  $hm > hv$  si considera la fondazione su piano inclinato.

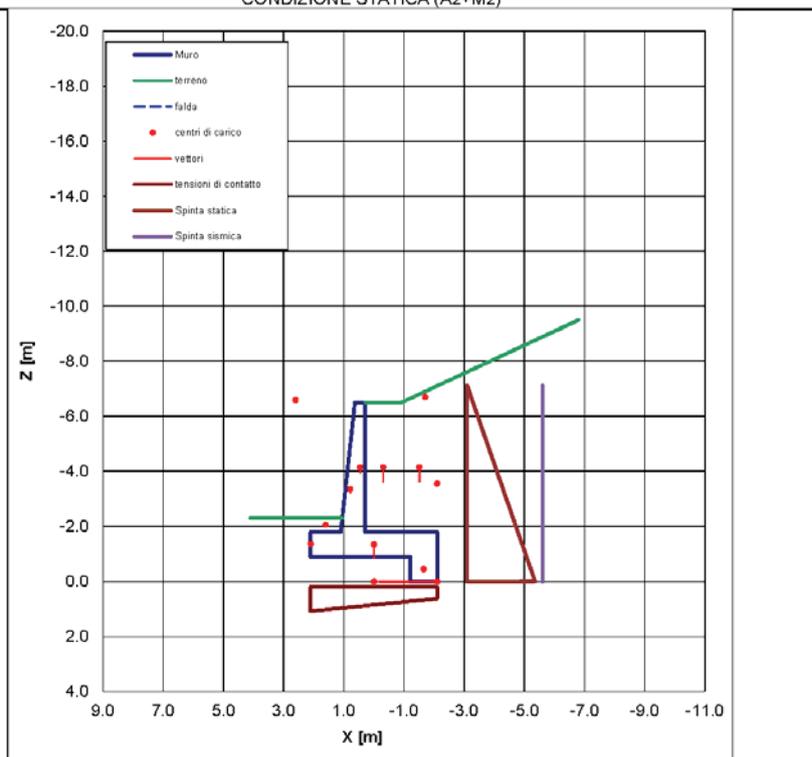


MCR06\_H470.xlsx - GRAFICI  
Pag. 2/22

CONDIZIONE SISMICA (A2+M2)



CONDIZIONE STATICA (A2+M2)



## MCR06\_H470.xlsx - Sismica SLV GEO (A2+M2) + EQU

Pag. 3/22

**Caratteristiche geotecniche del terreno spingente**

	Riempimento	Unità 1	---	---	---	---		
Hs [m]		20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	spessore dell'unità	
$\gamma_{k,j}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	18.5	18.5	20.0	0.0	0.0	0.0	peso di volume del terreno caratteristico	$\gamma_{k,j}$ [-] = 1.00
$\gamma_{d,j}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	18.5	18.5	20.0	0.0	0.0	0.0	peso di volume del terreno di progetto	
$\phi_k$ [gradi]		30.0	38.0	38.0	27.0	27.0	angolo di resistenza al taglio caratteristico	$\phi_k$ [-] = 1.25
$\phi_d$ [gradi]		24.8	32.0	32.0	22.2	22.2	angolo di resistenza al taglio di progetto	
$c'_k$ [kPa]		0.0	30.0	30.0	5.0	5.0	coesione caratteristica	$c'_k$ [-] = 1.25
$c'_d$ [kPa]		0.0	24.0	24.0	4.0	4.0	coesione di progetto	
$\delta'_k$ [gradi]		20.0	32.0	32.0	22.2	22.2	angolo di resistenza al taglio caratteristico muro-terreno	$\delta'_k$ [-] = 1.00
$\delta'_d$ [gradi]		20.0	32.0	32.0	22.2	22.2	angolo di resistenza al taglio muro-terreno	
$z_{top}$ [m]		-7.1	12.9	12.9	12.9	12.9	quota di testa dell'unità	
$z_{bot}$ [m]		12.9	12.9	12.9	12.9	12.9	quota di base dell'unità	

**Caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione (L.A.S)**

$\gamma_{k,j}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	18.5	peso di volume del terreno caratteristico	$\gamma_{k,j}$ [-] = 1.00
$\gamma_{d,j}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	18.5	peso di volume del terreno di progetto	
$\phi_k$ [gradi]	30.0	angolo di resistenza al taglio caratteristico	$\phi_k$ [-] = 1.25
$\phi_d$ [gradi]	24.8	angolo di resistenza al taglio di progetto	0.433 [rad]
$c'_k$ [kPa]	5.0	coesione caratteristica	$c'_k$ [-] = 1.25
$c'_d$ [kPa]	4.0	coesione di progetto	
$\delta'_k$ [gradi]	30.0	angolo di resistenza al taglio caratteristico fondazione-terreno	$\delta'_k$ [-] = 1.00
$\delta'_d$ [gradi]	30.0	angolo di resistenza al taglio di progetto fondazione-terreno	0.524 [rad]

**Falda**

$\gamma_{w,k}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	10.0	peso di volume dell'acqua caratteristico	$\gamma_{w,k}$ [-] = 1.00
$\gamma_{w,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	10.0	peso di volume dell'acqua di progetto	
$z_{WL,fond}$ [m]	20.00	quota della falda in fondazione (+ se sotto il piano fondazione, - se sopra il piano fondazione)	
$z_{WL,monte}$ [m]	20.00	quota della falda a monte (+ se sotto il piano fondazione, - se sopra il piano fondazione)	

**Caratterizzazione sismica**

$a_g/g$ [-]	0.060	accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido	
$S_s$ [-]	1.50	fattore di amplificazione stratigrafica	
$S_T$ [-]	1.20	fattore di amplificazione topografica	
$\beta_m$ [-]	0.18	coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima	
$K_h$ [-]	0.019	coefficiente sismico orizzontale	
$K_v$ [-]	-0.010	coefficiente sismico verticale (+ verso il basso, - verso l'alto)	statico sismico 0.000 0.020 [rad]
$\theta$ [gradi]	1.12		
Hf x	0.500	posizione risultante incremento spinta sismica misurata dalla base (es. Hfx0.50)	

**Caratteristiche geometriche**

H [m]	4.70	altezza del muro (da estradosso fondazione)	
$h_u$ [m]	1.80	altezza della fondazione a filo monte	
$h_v$ [m]	0.90	altezza della fondazione a filo valle	
B [m]	4.20	larghezza della fondazione	
$b_o$ [m]	0.90	larghezza del dente di fondazione (se 0.0 fondazione piana o inclinata)	
$b_v$ [m]	1.00	larghezza fondazione su cui grava il terreno di valle	
$b_m$ [m]	2.39	larghezza della ciabatta su cui grava il terreno retrostante	
s [m]	0.34	spessore del muro in elevazione	
$p_v$ [-]	0.10	pendenza rispetto alla verticale del paramento di valle	
$p_m$ [-]	0.00	pendenza rispetto alla verticale del paramento di monte	
c [m]	1.20	pienerotolo sopra il muro	
$\beta$ [gradi]	27.0	inclinazione rispetto all'orizzontale della superficie del terrapieno	0.471 [rad]
r [m]	0.00	rialzo del muro sopra terreno di monte	
R [m]	0.50	ricoprimento della fondazione a valle	
D [m]	1.40	approfondimento della fondazione a valle	
Hf [m]	7.11	altezza totale per determinazione delle spinte (valutata a filo fondazione lato monte)	
$\psi$ [gradi]	90.0	inclinazione rispetto all'orizzontale della parete di spinta a monte (=90° per i muri a mensola)	
$\gamma_{ols,j}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	25.0	peso di volume del muro	$\gamma_{ols,j}$ [-] = 1.00
$\gamma_{ols,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	25.0	peso di volume del muro	
i [gradi]	12.1	contropendenza del piano di fondazione	0.211 [rad]

**Sovraccarico**

$q_{b,sk}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	0.0	sovraccarico permanente caratteristico	$q_{b,sk}$ [-] = 1.00
$q_{b,sk}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	0.0	sovraccarico accidentale caratteristico	$q_{b,sk}$ [-] = 0.00
$q_d$ [kN/m <sup>2</sup> ]	0.0	valore di progetto (cautelativamente non si considera il contributo gravante sopra la fondazione)	

**Carichi concentrati**

$X_0$ [m]	0.00	coordinata X del centro di applicazione della forza concentrata (positiva verso valle)	
$Z_0$ [m]	0.00	ascissa Z del centro di applicazione della forza concentrata (negativa sopra il piano di fondazione)	
$V_0$ [kN/m]	0.00	componente verticale della forza (positiva se verso il basso)	$\gamma_i$ [-] = 1.00
$H_0$ [kN/m]	0.00	componente orizzontale della forza (positiva se verso valle)	$\gamma_i$ [-] = 1.00
$M_1$ [kN m/m]	0.00	momento concentrato (positivo se ribaltante verso valle)	$\gamma_i$ [-] = 1.00
$V_0$ [kN/m]	0.00	componente verticale della forza (positiva se verso il basso)	
$H_0$ [kN/m]	0.00	componente orizzontale della forza (positiva se verso valle)	
$M_1$ [kN m/m]	0.00	momento concentrato (positivo se ribaltante verso valle)	
$X_{II}$ [m]	2.60	coordinata X del centro di applicazione della massa sismica	
$Z_{II}$ [m]	-6.60	ascissa Z del centro di applicazione della massa sismica	
massa [kg/m]	0.00	massa sismica concentrata	

MCR06\_H470.xlsx - Sismica SLV GEO (A2+M2) + EQU

Pag. 4/22

**Determinazione dei coefficienti di spinta**

	statico	sismico		statico	sismico
Kh [-]	0.000	0.019	coefficiente sismico orizzontale		
Kv [-]	0.000	-0.010	coefficiente sismico verticale (+ verso il basso, - verso l'alto)		
ψ [grad]	90.0	90.0	inclinazione rispetto all'orizzontale della parete di monte		
β [grad]	27.0	27.0	inclinazione rispetto all'orizzontale superficie del terrapieno		
ε [grad]	0.0	1.1			

	statico	sismico
	1.571	1.571 [rad]
	0.471	0.471 [rad]
	0.000	0.020 [rad]

	Unità 1		--		--		--		--	
	statico	sismico								
ψ' [grad]	24.8	24.8	32.0	32.0	32.0	32.0	22.2	22.2	22.2	22.2
δ' [grad]	20.0	20.0	32.0	32.0	32.0	32.0	22.2	22.2	22.2	22.2
ka, ka <sub>e</sub> [-]	0.877	0.899	0.485	0.532	0.485	0.532	0.926	0.948	0.926	0.948

angolo di resistenza al taglio del terreno  
 angolo di resistenza al taglio muro-terreno  
 coefficiente di spinta attiva

**Determinazione dei coefficienti di resistenza passiva**

kp [-]	2.444	2.371	coefficiente di resistenza passiva (in condizioni sismiche con attrito terra-muro nullo)	
kp [-]			coefficiente di resistenza passiva di progetto (calcolato con la formulazione di [Lancelotta, '07])	

**Calcolo delle spinte e dei vari contributi**

Hf [m]	7.11	altezza totale per determinazione delle spinte (valutata a filo fondazione lato monte)		
Hw [m]	0.00	altezza d'acqua spingente		
S'a,k [kN/m]	410	spinta statica efficace		γ <sub>p(EQU)</sub> [-] = 1.10
S'a <sub>e</sub> ,k [kN/m]	420	spinta sismica efficace		
Sw [kN/m]	0.00	spinta idrostatica		γ <sub>o(EQU)</sub> [-] = 1.10
γ <sub>i</sub> [kN/m <sup>3</sup> ]	18.5	peso di volume del terreno reagente		
D [m]	1.40	approfondimento della fondazione a valle		
kp (1+kv) [-]	2.348	coefficiente di resistenza passiva		
Rp,k [kN/m]	59.73	resistenza passiva disponibile a valle (valore caratteristico)		γ <sub>r</sub> [-] = 1.00
Rp,d [kN/m]	59.73	resistenza passiva disponibile a valle (valore di progetto)		
	0%	percentuale della resistenza passiva da considerare per il calcolo		
	0%	percentuale della resistenza passiva da considerare per la verifica a ribaltamento		

	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [kN]	x [m]	z [m]	M <sub>STAB</sub> [kNm]	M <sub>RIB</sub> [kNm]		γ <sub>o(EQU)</sub> [-] = 0.90
S	384.85	140.08	-2.10	-	529.48	668.26	spinta statica	X γ <sub>o</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
ΔS	9.83	3.58	-2.10	-3.55	15.03	26.08	Δ spinta sismica applicata a 0.50·Hf	X γ <sub>o</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
Rp	0.00	0.00	2.10	-1.37			resistenza passiva applicata a D/3	X γ <sub>o</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
V <sub>h</sub> H <sub>0</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00			forze concentrate (verticale e orizzontale)	X γ <sub>o</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )
M <sub>0</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00			momento concentrato	X γ <sub>o</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )
m <sub>0</sub>	0.00	0.00	2.60	-6.60			massa sismica concentrata	X γ <sub>o</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W1	0.00	94.50	0.00	-1.35	178.61		peso della fondazione (soletta)	X γ <sub>o</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )
W1	0.00	0.00	0.00	0.00			peso della fondazione (cuneo inclinato)	X γ <sub>o</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )
W1	0.00	20.25	-1.65	-0.45	68.34		peso della fondazione (dente)	X γ <sub>o</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )
W2	0.00	39.95	0.46	-4.15	58.97		peso del paramento in elevazione	X γ <sub>o</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )
W2	0.00	27.61	0.79	-3.37	32.64		peso del paramento in elevazione	X γ <sub>o</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )
W2	0.00	0.00	0.00	0.00			peso del paramento in elevazione	X γ <sub>o</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )
W3	0.00	103.47	-1.51	-4.15	335.71		peso del terreno sulla fondazione di monte	X γ <sub>o</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W3	0.00	6.67	-1.70	-6.70	22.85		peso del terreno sulla fondazione di monte	X γ <sub>o</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W3	0.00	104.34	-0.31	-4.15	226.31		peso del terreno sulla fondazione di monte	X γ <sub>o</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W3	0.00	0.00	0.00	0.00			peso del terreno sulla fondazione di monte	X γ <sub>o</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W4	0.00	9.25	1.60	-2.05	4.16		peso del terreno sulla fondazione di valle	X γ <sub>o</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW1	1.84	-0.92	0.00	-1.35		3.03	inerzia della fondazione (soletta)	X γ <sub>o</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW1	0.00	0.00	0.00	0.00			inerzia della fondazione (cuneo inclinato)	X γ <sub>o</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW1	0.39	-0.20	-1.65	-0.45	0.16	0.81	inerzia della fondazione (dente)	X γ <sub>o</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW2	0.78	-0.39	0.46	-4.15		3.48	inerzia del paramento in elevazione	X γ <sub>o</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW2	0.54	-0.27	0.79	-3.37		1.84	inerzia del paramento in elevazione	X γ <sub>o</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW2	0.00	0.00	0.00	0.00			inerzia del paramento in elevazione	X γ <sub>o</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW3	2.01	-1.01	-1.51	-4.15		11.18	inerzia del terreno sulla fondazione di monte	X γ <sub>o</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW3	0.13	-0.06	-1.70	-6.70		1.10	inerzia del terreno sulla fondazione di monte	X γ <sub>o</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW3	2.03	-1.01	-0.31	-4.15		9.94	inerzia del terreno sulla fondazione di monte	X γ <sub>o</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW3	0.00	0.00	0.00	0.00			inerzia del terreno sulla fondazione di monte	X γ <sub>o</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW4	0.18	-0.09	1.60	-2.05		0.28	inerzia del terreno sulla fondazione di valle	X γ <sub>o</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
ΣF	402.6	545.8			ΣM =	1472.3	726.0	

**Risultanti sul piano di fondazione**

V [kN] = ΣF <sub>z</sub>	545.8	risultante delle forze verticali in fondazione
H [kN] = ΣF <sub>x</sub>	402.6	risultante delle forze orizzontali in fondazione
u [m]	1.78	distanza risultante dallo spigolo di valle
ex [m]	0.32	<B/6 eccentricità del carico in fondazione (= M / V)
Bex [m]	3.56	larghezza equivalente ridotta per eccentricità del carico [Meyerhof, 1953]

Dy [m] = 1.00 passo longitudinale di calcolo

MCR06\_H470.xlsx - Sismica SLV GEO (A2+M2) + EQU

Pag. 5/22

**Verifica al ribaltamento**

$\Sigma M_{STAB}$ [kNm/m] =	<b>1472.3</b>	sommatoria dei momenti stabilizzanti
$\Sigma M_{RIB}$ [kNm/m] =	<b>726.0</b>	sommatoria dei momenti ribaltanti
$\Sigma M_{STAB} / \Sigma M_{RIB}$ =	<b>2.03</b>	misura della sicurezza al ribaltamento

**Verifica allo slittamento**

Hd [kN] =	<b>402.6</b>	azione orizzontale destabilizzante (senza considerare il contributo della resistenza passiva)
Nd [kN] =	618.0	azione ortogonale al piano di fondazione
Td [kN] =	<b>279.3</b>	azione tangenziale al piano di fondazione
Rd [kN] =	<b>356.8</b>	resistenza di progetto
Rd / Td =	<b>1.28</b>	misura della sicurezza allo slittamento

MCR06\_H470.xlsx - Sismica SLV GEO (A2+M2) + EQU

Pag. 6/22

**Sollecitazioni sul paramento in elevazione**

$N_{H/3}$ [kN / m] =	38.5	forza assiale sul muro allo spiccatto fondazione + H/3 (positivo se di compressione)	Dimensioni sezione B [m]= 1.00
$T_{H/3}$ [kN / m] =	112.6	taglio sul muro allo spiccatto fondazione + H/3	H [m]= 0.65
$M_{H/3}$ [kN m / m] =	138.5	momento sul muro allo spiccatto fondazione + H/3 (positivo se tende le fibre di monte)	
$N_{S+R}$ [kN / m] =	78.9	forza assiale sul muro al p.c. di valle (positivo se di compressione)	Dimensioni sezione B [m]= 1.00
$T_{S+R}$ [kN / m] =	184.0	taglio sul muro al p.c. di valle	H [m]= 0.76
$M_{S+R}$ [kN m / m] =	293.1	momento sul muro al p.c. di valle (positivo se tende le fibre di monte)	
$N_S$ [kN / m] =	66.9	forza assiale sul muro allo spiccatto fondazione (positivo se di compressione)	Dimensioni sezione B [m]= 1.00
$T_S$ [kN / m] =	225.5	taglio sul muro allo spiccatto fondazione	H [m]= 0.81
$M_S$ [kN m / m] =	400.2	momento sul muro allo spiccatto fondazione (positivo se tende le fibre di monte)	

**Sollecitazioni sulla sezione di attacco della mensola di monte**

$L_M$ [m] =	2.39	luce di calcolo della trave incastrata soletta di monte	
$L'_M$ [m] =	2.39	luce di calcolo soletta di monte effettiva per le sottopressioni	
$pv_B$ [kN / m <sup>2</sup> ] =	141.78	pressione verticale a filo monte dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	
$pv_{B'}$ [kN / m <sup>2</sup> ] =	117.99	pressione verticale a filo paramento monte dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	
$Fv_O$ [kN / m] =	143.65	forza verticale concentrata a filo monte fondazione (agente verso il basso)	Dimensioni sezione B [m]= 1.00
$T_M$ [kN / m] =	-204.6	taglio sulla sezione di attacco della soletta di monte	H [m]= 0.90
$M_M$ [kN m / m] =	-459.6	momento sulla sezione di attacco della soletta di monte (positivo se tende le fibre inferiori)	

**Sollecitazioni sulla sezione di attacco della mensola di valle**

$L_V$ [m] =	1.00	luce di calcolo della trave incastrata soletta di valle	
$L'_V$ [m] =	1.00	luce di calcolo soletta di valle, effettiva per le sottopressioni	
$pv_A$ [kN / m <sup>2</sup> ] =	31.44	pressione verticale a filo valle dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	
$pv_{A'}$ [kN / m <sup>2</sup> ] =	36.75	pressione verticale a filo paramento valle dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	Dimensioni sezione B [m]= 1.00
$T_V$ [kN / m] =	141.0	taglio sulla sezione di attacco della soletta di valle	H [m]= 0.90
$M_V$ [kN m / m] =	73.3	momento sulla sezione di attacco della soletta di monte (positivo se tende le fibre inferiori)	

**Sollecitazioni sul dente di fondazione (DENTE DI MONTE)**

$H_D$ [m] =	0.90	altezza del dente di fondazione	
$T_a$ [kN / m] =	-93.66	taglio dovuto alla spinta attiva	
$M_a$ [kN m / m] =	-45.05	momento dovuto alla spinta attiva	
$T_p$ [kN / m] =	0.00	taglio dovuto alla resistenza passiva	
$M_p$ [kN m / m] =	#DIV/0!	momento dovuto alla resistenza passiva	Dimensioni sezione B [m]= 1.00
$T_D$ [kN / m] =	-93.7	taglio sulla sezione di attacco del dente di fondazione	H [m]= 0.90
$M_D$ [kN m / m] =	#DIV/0!	momento sulla sezione di attacco del dente di fondazione (positivo se tende le fibre di valle)	

MCR06\_H470.xlsx - Statica SLU GEO (A2+M2) + EQU  
Pag. 7/22

**Caratteristiche geotecniche del terreno spingente**

Riempimento		Unità 1	--	--	--	--	
Hs [m]	=	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	spessore dell'unità
$\gamma_{s,k}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	=	18.5	18.5	20.0	0.0	0.0	peso di volume del terreno caratteristico
$\gamma_{s,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	=	18.5	18.5	20.0	0.0	0.0	peso di volume del terreno di progetto
$\phi_k$ [gradi]	=	30.0	38.0	38.0	27.0	27.0	angolo di resistenza al taglio caratteristico
$\phi_d$ [gradi]	=	24.8	32.0	32.0	22.2	22.2	angolo di resistenza al taglio di progetto
$c'_k$ [kPa]	=	0.0	30.0	30.0	5.0	5.0	coesione caratteristica
$c'_d$ [kPa]	=	0.0	24.0	24.0	4.0	4.0	coesione di progetto
$\delta_k$ [gradi]	=	20.0	32.0	32.0	22.2	22.2	angolo di resistenza al taglio caratteristico muro-terreno
$\delta_d$ [gradi]	=	20.0	32.0	32.0	22.2	22.2	angolo di resistenza al taglio muro-terreno
$z_{top}$ [m]	=	-7.1	12.9	12.9	12.9	12.9	quota di testa dell'unità
$z_{bot}$ [m]	=	12.9	12.9	12.9	12.9	12.9	quota di base dell'unità

**Caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione (L.AS)**

$\gamma_{s,k}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	=	18.5	peso di volume del terreno caratteristico	$\gamma_{s0}$ [—]	=	1.00
$\gamma_{s,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	=	18.5	peso di volume del terreno di progetto	$\gamma_0$ [—]	=	1.25
$\phi_k$ [gradi]	=	30.0	angolo di resistenza al taglio caratteristico	$\phi_0$ [rad]	=	0.433
$\phi_d$ [gradi]	=	24.8	angolo di resistenza al taglio di progetto	$\gamma_c$ [—]	=	1.25
$c'_k$ [kPa]	=	5.0	coesione caratteristica	$\gamma_0$ [—]	=	1.00
$c'_d$ [kPa]	=	4.0	coesione di progetto	$\delta_0$ [rad]	=	0.524
$\delta_k$ [gradi]	=	30.0	angolo di resistenza al taglio caratteristico fondazione-terreno			
$\delta_d$ [gradi]	=	30.0	angolo di resistenza al taglio di progetto fondazione-terreno			

**Falda**

$\gamma_{w,k}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	=	10.0	peso di volume dell'acqua caratteristico	$\gamma_{w0}$ [—]	=	1.00
$\gamma_{w,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	=	10.0	peso di volume dell'acqua di progetto			
$z_{WL,fond}$ [m]	=	20.00	quota della falda in fondazione (+ se sotto il piano fondazione, - se sopra il piano fondazione)			
$z_{WL,monte}$ [m]	=	20.00	quota della falda a monte (+ se sotto il piano fondazione, - se sopra il piano fondazione)			

**Caratterizzazione sismica**

$a_y/g$ [—]	=	0.000	accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido			
$S_s$ [—]	=	1.50	fattore di amplificazione stratigrafica			
$S_t$ [—]	=	1.20	fattore di amplificazione topografica			
$\beta_m$ [—]	=	0.18	coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima			
$K_h$ [—]	=	0.000	coefficiente sismico orizzontale			
$K_v$ [—]	=	0.000	coefficiente sismico verticale (+ verso il basso, - verso l'alto)	statico	sismico	
$\theta$ [gradi]	=	0.00		0.000	0.000	[rad]
Hf x	=	0.500	posizione risultante incremento spinta sismica misurata dalla base (es. Hfx0.50)			

**Caratteristiche geometriche**

H [m]	=	4.70	altezza del muro (da estradosso fondazione)			
$h_M$ [m]	=	1.80	altezza della fondazione a filo monte			
$h_V$ [m]	=	0.90	altezza della fondazione a filo valle			
B [m]	=	4.20	larghezza della fondazione			
$b_0$ [m]	=	0.90	larghezza del dente di fondazione (se 0.0 fondazione piana o inclinata)			
$b_V$ [m]	=	1.00	larghezza fondazione su cui grava il terreno di valle			
$b_M$ [m]	=	2.39	larghezza della ciabatta su cui grava il terreno retrostante			
s [m]	=	0.34	spessore del muro in elevazione			
$p_V$ [—]	=	0.10	pendenza rispetto alla verticale del paramento di valle			
$p_M$ [—]	=	0.00	pendenza rispetto alla verticale del paramento di monte			
c [m]	=	1.20	planerottolo sopra il muro			
$\beta$ [gradi]	=	27.0	inclinazione rispetto all'orizzontale della superficie del terrapieno			0.471 [rad]
r [m]	=	0.00	rialzo del muro sopra terreno di monte			
R [m]	=	0.50	ricoprimento della fondazione a valle			
D [m]	=	1.40	approfondimento della fondazione a valle			
Hf [m]	=	7.11	altezza totale per determinazione delle spinte (valutata a filo fondazione lato monte)			
$\psi$ [gradi]	=	90.0	inclinazione rispetto all'orizzontale della parete di spinta a monte (=90° per i muri a mensola)			
$\gamma_{s0,k}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	=	25.0	peso di volume del muro	$\gamma_{s0}$ [—]	=	1.00
$\gamma_{s1,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	=	25.0	peso di volume del muro			
i [gradi]	=	12.1	contropendenza del piano di fondazione			0.211 [rad]

**Sovraccarico**

$q_{p,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	=	0.0	sovraccarico permanente caratteristico	$\gamma_0$ [—]	=	1.00
$q_{b,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	=	0.0	sovraccarico accidentale caratteristico	$\gamma_0$ [—]	=	1.36
$q_s$ [kN/m <sup>2</sup> ]	=	0.0	valore di progetto (cautelativamente non si considera il contributo gravante sopra la fondazione)			

**Carichi concentrati**

$X_0$ [m]	=	0.00	coordinata X del centro di applicazione della forza concentrata (positiva verso valle)			
$Z_0$ [m]	=	0.00	ascissa Z del centro di applicazione della forza concentrata (negativa sopra il piano di fondazione)			
$V_0$ [kN/m]	=	0.00	componente verticale della forza (positiva se verso il basso)	$\gamma_0$ [—]	=	1.00
$H_0$ [kN/m]	=	0.00	componente orizzontale della forza (positiva se verso valle)	$\gamma_0$ [—]	=	1.00
$M_0$ [kN m/m]	=	0.00	momento concentrato (positivo se ribaltante verso valle)	$\gamma_0$ [—]	=	1.00
$V_0$ [kN/m]	=	0.00	componente verticale della forza (positiva se verso il basso)			
$H_0$ [kN/m]	=	0.00	componente orizzontale della forza (positiva se verso valle)			
$M_0$ [kN m/m]	=	0.00	momento concentrato (positivo se ribaltante verso valle)			
$X_M$ [m]	=	2.60	coordinata X del centro di applicazione della massa sismica			
$Z_M$ [m]	=	-6.60	ascissa Z del centro di applicazione della massa sismica			
massa [kg/m]	=	0.00	massa sismica concentrata			

MCR06\_H470.xlsx - Statica SLU GEO (A2+M2) + EQU  
Pag. 8/22

Deteminazione dei coefficienti di spinta

	statico	sismico		statico	sismico
Kh [-]	0.000	0.000	coefficiente sismico orizzontale		
Kv [-]	0.000	0.000	coefficiente sismico verticale (+ verso il basso, - verso falto)		
ψ [gradi]	90.0	90.0	inclinazione rispetto all'orizzontale della parete di monte		
β [gradi]	27.0	27.0	inclinazione rispetto all'orizzontale superficie del terrapieno		
θ [gradi]	0.0	0.0			
					statico sismico
					1.571 1.571 [rad]
					0.471 0.471 [rad]
					0.000 0.000 [rad]

	Unità 1		--		--		--		--		
	statico	sismico									
φ' [gradi]	24.8	24.8	32.0	32.0	32.0	32.0	22.2	22.2	22.2	22.2	angolo di resistenza al taglio del terreno
δ' [gradi]	20.0	20.0	32.0	32.0	32.0	32.0	22.2	22.2	22.2	22.2	angolo di resistenza al taglio muro-terreno
ka, kaE [-]	0.877	0.877	0.485	0.485	0.485	0.485	0.926	0.926	0.926	0.926	coefficiente di spinta attiva

Deteminazione dei coefficienti di resistenza passiva

kp [-]	2.444	2.444	coefficiente di resistenza passiva (in condizioni sismiche con attrito terra-muro nullo)	
kp [-]	2.444	2.444	coefficiente di resistenza passiva di progetto (calcolato con la formulazione di [Lancelotta, '07])	

Calcolo delle spinte e dei vari contributi

Hf [m]	7.11	altezza totale per determinazione delle spinte (valutata a filo fondazione lato monte)					
Hw [m]	0.00	altezza d'acqua spingente					
S'a,k [kN/m]	410	spinta statica efficace				γ <sub>p(EQU)</sub> [-] = 1.10	
S'a <sub>s</sub> ,k [kN/m]	410	spinta sismica efficace				γ <sub>p(EQU)</sub> [-] = 1.10	
Sw [kN/m]	0.00	spinta idrostatica					
γ <sub>t</sub> [kN/m <sup>3</sup> ]	18.5	peso di volume del terreno reagente					
D [m]	1.40	approfondimento della fondazione a valle					
kp (1+kv) [-]	2.444	coefficiente di resistenza passiva				γ <sub>R</sub> [-] = 1.00	
Rp,k [kN/m]	61.82	resistenza passiva disponibile a valle (valore caratteristico)					
Rp,d [kN/m]	61.82	resistenza passiva disponibile a valle (valore di progetto)					
	0%	percentuale della resistenza passiva da considerare per il calcolo					
	0%	percentuale della resistenza passiva da considerare per la verifica a ribaltamento					
	F <sub>x</sub>	F <sub>z</sub>	x	z	M <sub>STAB</sub>	M <sub>RIB</sub>	
	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]	
S	384.85	140.08	-2.10	-	529.48	668.26	γ <sub>G(EQU)</sub> [-] = 0.90
ΔS	0.00	0.00	-2.10	-3.55			X γ <sub>G</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
Rp	0.00	0.00	2.10	-1.37			X γ <sub>G</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
V <sub>0</sub> H <sub>0</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00			X γ <sub>G</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
M <sub>0</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00			X γ <sub>G</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
m <sub>0</sub>	0.00	0.00	2.60	-6.60			X γ <sub>G</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W1	0.00	94.50	0.00	-1.35	178.61		X γ <sub>G</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W'1	0.00	0.00	0.00	0.00			X γ <sub>G</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W''1	0.00	20.25	-1.65	-0.45	68.34		X γ <sub>G</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W2	0.00	39.95	0.46	-4.15	58.97		X γ <sub>G</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W'2	0.00	27.61	0.79	-3.37	32.64		X γ <sub>G</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W''2	0.00	0.00	0.00	0.00			X γ <sub>G</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W3	0.00	103.47	-1.51	-4.15	335.71		X γ <sub>G</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W'3	0.00	6.67	-1.70	-6.70	22.85		X γ <sub>G</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W''3	0.00	104.34	-0.31	-4.15	226.31		X γ <sub>G</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W'W3	0.00	0.00	0.00	0.00			X γ <sub>G</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W4	0.00	9.25	1.60	-2.05	4.16		X γ <sub>G</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW1	0.00	0.00	0.00	-1.35			X γ <sub>G</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW'1	0.00	0.00	0.00	0.00			X γ <sub>G</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW''1	0.00	0.00	-1.65	-0.45			X γ <sub>G</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW2	0.00	0.00	0.46	-4.15			X γ <sub>G</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW'2	0.00	0.00	0.79	-3.37			X γ <sub>G</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW''2	0.00	0.00	0.00	0.00			X γ <sub>G</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW3	0.00	0.00	-1.51	-4.15			X γ <sub>G</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW'3	0.00	0.00	-1.70	-6.70			X γ <sub>G</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW''3	0.00	0.00	-0.31	-4.15			X γ <sub>G</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW'W3	0.00	0.00	0.00	0.00			X γ <sub>G</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW4	0.00	0.00	1.60	-2.05			X γ <sub>G</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
ΣF	384.9	546.1			ΣM = 1457.1	668.3	

Risultanti sul piano di fondazione

V [kN] = ΣF <sub>z</sub>	546.1	risultante delle forze verticali in fondazione	
H [kN] = ΣF <sub>x</sub>	384.9	risultante delle forze orizzontali in fondazione	
u [m]	1.85	distanza risultante dallo spigolo di valle	
ex [m]	0.25	<B/6 eccentricità del carico in fondazione (= M / V)	
Bex [m]	3.70	larghezza equivalente ridotta per eccentricità del carico [Meyerhof, 1953]	

MCR06\_H470.xlsx - Statica SLU GEO (A2+M2) + EQU

Pag. 9/22

Verifica al ribaltamento

$\Sigma M_{STAB}$ [kNm/m] =	1457.1	sommatoria dei momenti stabilizzanti
$\Sigma M_{RIB}$ [kNm/m] =	668.3	sommatoria dei momenti ribaltanti
$\Sigma M_{STAB} / \Sigma M_{RIB}$ =	2.18	misura della sicurezza al ribaltamento

Verifica allo slittamento

Hd [kN] =	384.9	azione orizzontale destabilizzante (senza considerare il contributo della resistenza passiva)
Nd [kN] =	614.6	azione ortogonale al piano di fondazione
Td [kN] =	261.9	azione tangenziale al piano di fondazione
Rd [kN] =	354.9	resistenza di progetto
Rd / Td =	1.36	misura della sicurezza allo slittamento

MCR06\_H470.xlsx - Statica SLU GEO (A2+M2) + EQU

Pag. 10/22

Sollecitazioni sul paramento in elevazione

$N_{H/3}$ [kN / m] =	38.9	forza assiale sul muro allo spiccatto fondazione + H/3 (positivo se di compressione)	Dimensioni sezione B [m]= 1.00 H [m]= 0.65
$T_{H/3}$ [kN / m] =	106.4	taglio sul muro allo spiccatto fondazione + H/3	
$M_{H/3}$ [kN m / m] =	127.8	momento sul muro allo spiccatto fondazione + H/3 (positivo se tende le fibre di monte)	
$N_{S+R}$ [kN / m] =	79.3	forza assiale sul muro al p.c. di valle (positivo se di compressione)	Dimensioni sezione B [m]= 1.00 H [m]= 0.76
$T_{S+R}$ [kN / m] =	176.0	taglio sul muro al p.c. di valle	
$M_{S+R}$ [kN m / m] =	274.8	momento sul muro al p.c. di valle (positivo se tende le fibre di monte)	
$N_S$ [kN / m] =	67.6	forza assiale sul muro allo spiccatto fondazione (positivo se di compressione)	Dimensioni sezione B [m]= 1.00 H [m]= 0.81
$T_S$ [kN / m] =	214.6	taglio sul muro allo spiccatto fondazione	
$M_S$ [kN m / m] =	372.8	momento sul muro allo spiccatto fondazione (positivo se tende le fibre di monte)	

Sollecitazioni sulla sezione di attacco della mensola di monte

$L_M$ [m] =	2.39	luce di calcolo della trave incastrata soletta di monte	Dimensioni sezione B [m]= 1.00 H [m]= 0.90
$L_M'$ [m] =	2.39	luce di calcolo soletta di monte effettiva per le sottopressioni	
$p_{VB}$ [kN / m <sup>2</sup> ] =	143.17	pressione verticale a filo monte dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	
$p_{VB'}$ [kN / m <sup>2</sup> ] =	119.15	pressione verticale a filo paramento monte dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	
$F_{V0}$ [kN / m] =	140.08	forza verticale concentrata a filo monte fondazione (agente verso il basso)	
$T_M$ [kN / m] =	-190.2	taglio sulla sezione di attacco della soletta di monte	
$M_M$ [kN m / m] =	-431.1	momento sulla sezione di attacco della soletta di monte (positivo se tende le fibre inferiori)	

Sollecitazioni sulla sezione di attacco della mensola di valle

$L_V$ [m] =	1.00	luce di calcolo della trave incastrata soletta di valle	Dimensioni sezione B [m]= 1.00 H [m]= 0.90
$L_V'$ [m] =	1.00	luce di calcolo soletta di valle, effettiva per le sottopressioni	
$p_{VA}$ [kN / m <sup>2</sup> ] =	31.75	pressione verticale a filo valle dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	
$p_{VA'}$ [kN / m <sup>2</sup> ] =	37.11	pressione verticale a filo paramento valle dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	
$T_V$ [kN / m] =	130.7	taglio sulla sezione di attacco della soletta di valle	
$M_V$ [kN m / m] =	67.6	momento sulla sezione di attacco della soletta di monte (positivo se tende le fibre inferiori)	

Sollecitazioni sul dente di fondazione (DENTE DI MONTE)

$H_D$ [m] =	0.90	altezza del dente di fondazione	Dimensioni sezione B [m]= 1.00 H [m]= 0.90
$T_D$ [kN / m] =	-91.32	taglio dovuto alla spinta attiva	
$M_A$ [kN m / m] =	-41.90	momento dovuto alla spinta attiva	
$T_D$ [kN / m] =	0.00	taglio dovuto alla resistenza passiva	
$M_R$ [kN m / m] =	#DIV/0!	momento dovuto alla resistenza passiva	
$T_D$ [kN / m] =	-91.3	taglio sulla sezione di attacco del dente di fondazione	
$M_D$ [kN m / m] =	#DIV/0!	momento sulla sezione di attacco del dente di fondazione (positivo se tende le fibre di valle)	

MCR06\_H470.xlsx - Sismica SLV STR (A1+M1)  
Pag. 11/22

**Caratteristiche geotecniche del terreno spingente**

Riempimento	Unità 1	---	---	---	---		
Hs [m] =	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	spessore dell'unità	
$\gamma_{t,k}$ [kN/m <sup>3</sup> ] =	18.5	18.5	20.0	0.0	0.0	0.0	peso di volume del terreno caratteristico $\gamma_{t(c)} [-] = 1.00$
$\gamma_{t,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ] =	18.5	18.5	20.0	0.0	0.0	0.0	peso di volume del terreno di progetto
$\phi'_k$ [gradi] =		30.0	38.0	38.0	27.0	27.0	angolo di resistenza al taglio caratteristico $\gamma_\phi [-] = 1.00$
$\phi'_d$ [gradi] =		30.0	38.0	38.0	27.0	27.0	angolo di resistenza al taglio di progetto
$c'_k$ [kPa] =		0.0	30.0	30.0	5.0	5.0	coesione caratteristica $\gamma_c [-] = 1.00$
$c'_d$ [kPa] =		0.0	30.0	30.0	5.0	5.0	coesione di progetto
$\delta'_k$ [gradi] =		20.0	38.0	38.0	27.0	27.0	angolo di resistenza al taglio caratteristico muro-terreno $\gamma_\delta [-] = 1.00$
$\delta'_d$ [gradi] =		20.0	38.0	38.0	27.0	27.0	angolo di resistenza al taglio muro-terreno
$z_{top}$ [m] =		-7.1	12.9	12.9	12.9	12.9	quota di testa dell'unità
$z_{bot}$ [m] =		12.9	12.9	12.9	12.9	12.9	quota di base dell'unità

**Caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione (LAS)**

$\gamma_{t,k}$ [kN/m <sup>3</sup> ] =	18.5	peso di volume del terreno caratteristico	$\gamma_{t(c)} [-] = 1.00$
$\gamma_{t,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ] =	18.5	peso di volume del terreno di progetto	
$\phi'_k$ [gradi] =	30.0	angolo di resistenza al taglio caratteristico	$\gamma_\phi [-] = 1.00$
$\phi'_d$ [gradi] =	30.0	angolo di resistenza al taglio di progetto	0.524 [rad]
$c'_k$ [kPa] =	5.0	coesione caratteristica	$\gamma_c [-] = 1.00$
$c'_d$ [kPa] =	5.0	coesione di progetto	
$\delta'_k$ [gradi] =	30.0	angolo di resistenza al taglio caratteristico fondazione-terreno	$\gamma_\delta [-] = 1.00$
$\delta'_d$ [gradi] =	30.0	angolo di resistenza al taglio di progetto fondazione-terreno	0.524 [rad]

**Falda**

$\gamma_{w,k}$ [kN/m <sup>3</sup> ] =	10.0	peso di volume dell'acqua caratteristico	$\gamma_{w(c)} [-] = 1.00$
$\gamma_{w,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ] =	10.0	peso di volume dell'acqua di progetto	
$z_{M,fond}$ [m] =	20.00	quota della falda in fondazione (+ se sotto il piano fondazione, - se sopra il piano fondazione)	
$z_{M,monte}$ [m] =	20.00	quota della falda a monte (+ se sotto il piano fondazione, - se sopra il piano fondazione)	

**Caratterizzazione sismica**

Determinazione delle spinte sismiche con Mononobe-Okabe		
$a_g/g [-]$ =	0.060	accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido
$S_s [-]$ =	1.50	fattore di amplificazione stratigrafica
$S_T [-]$ =	1.20	fattore di amplificazione topografica
$\beta_m [-]$ =	0.18	coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima
$K_h [-]$ =	0.019	coefficiente sismico orizzontale
$K_v [-]$ =	-0.010	coefficiente sismico verticale (+ verso il basso, - verso l'alto)
$\theta$ [gradi] =	1.12	
$H_f x$	0.500	posizione risultante incremento spinta sismica misurata dalla base (es. Hfx0.50)
		statico 0.000 sismico 0.020 [rad]

**Caratteristiche geometriche**

H [m] =	4.70	altezza del muro (da estradosso fondazione)	
$h_m$ [m] =	1.80	altezza della fondazione a filo monte	
$h_v$ [m] =	0.90	altezza della fondazione a filo valle	
B [m] =	4.20	larghezza della fondazione	
bo [m] =	0.90	larghezza del dente di fondazione (se 0.0 fondazione piana o inclinata)	
bv [m] =	1.00	larghezza fondazione su cui grava il terreno di valle	
bm [m] =	2.39	larghezza della ciabatta su cui grava il terreno retrostante	
s [m] =	0.34	spessore del muro in elevazione	
$p_v$ [-] =	0.10	pendenza rispetto alla verticale del paramento di valle	
$p_m$ [-] =	0.00	pendenza rispetto alla verticale del paramento di monte	
c [m] =	1.20	pianerottolo sopra il muro	
$\beta$ [gradi] =	27.0	inclinazione rispetto all'orizzontale della superficie del terrapieno	0.471 [rad]
r [m] =	0.00	rialzo del muro sopra terreno di monte	
R [m] =	0.50	ricoprimento della fondazione a valle	
D [m] =	1.40	approfondimento della fondazione a valle	
Hf [m] =	7.11	altezza totale per determinazione delle spinte (valutata a filo fondazione lato monte)	
$\psi$ [gradi] =	90.0	inclinazione rispetto all'orizzontale della parete di spinta a monte (=90° per i muri a mensola)	
$\gamma_{cis,k}$ [kN/m <sup>3</sup> ] =	25.0	peso di volume del muro	$\gamma_{t(c)} [-] = 1.00$
$\gamma_{cis,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ] =	25.0	peso di volume del muro	
i [gradi] =	12.1	contropendenza del piano di fondazione	0.211 [rad]

**Sovraccarico**

$q_{p,sk}$ [kN/m <sup>2</sup> ] =	0.0	sovraccarico permanente caratteristico	$\gamma_q [-] = 1.00$
$q_{a,sk}$ [kN/m <sup>2</sup> ] =	0.0	sovraccarico accidentale caratteristico	$\gamma_q [-] = 0.00$
$q_d$ [kN/m <sup>2</sup> ] =	0.0	valore di progetto (cautelativamente non si considera il contributo gravante sopra la fondazione)	

**Carichi concentrati**

$X_0$ [m] =	0.00	coordinata X del centro di applicazione della forza concentrata (positiva verso valle)	
$Z_0$ [m] =	0.00	ascissa Z del centro di applicazione della forza concentrata (negativa sopra il piano di fondazione)	
$V_0$ [kN/m] =	0.00	componente verticale della forza (positiva se verso il basso)	$\gamma_q [-] = 1.00$
$H_0$ [kN/m] =	0.00	componente orizzontale della forza (positiva se verso valle)	$\gamma_q [-] = 1.00$
$M_0$ [kN m/m] =	0.00	momento concentrato (positivo se ribaltante verso valle)	$\gamma_q [-] = 1.00$
$V_0$ [kN/m] =	0.00	componente verticale della forza (positiva se verso il basso)	
$H_0$ [kN/m] =	0.00	componente orizzontale della forza (positiva se verso valle)	
$M_0$ [kN m/m] =	0.00	momento concentrato (positivo se ribaltante verso valle)	
$X_M$ [m] =	2.60	coordinata X del centro di applicazione della massa sismica	
$Z_M$ [m] =	-6.60	ascissa Z del centro di applicazione della massa sismica	
massa [kg/m] =	0.00	massa sismica concentrata	

## MCR06\_H470.xlsx - Sismica SLV STR (A1+M1)

Pag. 12/22

## Determinazione dei coefficienti di spinta

	statico	sismico		statico	sismico
Kh [-]	0.000	0.019	coefficiente sismico orizzontale		
Kv [-]	0.000	-0.010	coefficiente sismico verticale (+ verso il basso, - verso l'alto)		
ψ [grad]	90.0	90.0	inclinazione rispetto all'orizzontale della parete di monte		
β [grad]	27.0	27.0	inclinazione rispetto all'orizzontale superficie del terrapieno		
θ [grad]	0.0	1.1			

	statico	sismico
	1.571	1.571 [rad]
	0.471	0.471 [rad]
	0.000	0.020 [rad]

	Unità 1		---		---		---		---	
	statico	sismico								
φ' [grad]	30.0	30.0	38.0	38.0	38.0	38.0	27.0	27.0	27.0	27.0
δ' [grad]	20.0	20.0	38.0	38.0	38.0	38.0	27.0	27.0	27.0	27.0
ka, ka <sub>s</sub> [-]	0.537	0.597	0.344	0.371	0.344	0.371	0.891	0.918	0.891	0.918

angolo di resistenza al taglio del terreno  
 angolo di resistenza al taglio muro-terreno  
 coefficiente di spinta attiva

## Determinazione dei coefficienti di resistenza passiva

kp [-]	3.000	2.901	coefficiente di resistenza passiva (in condizioni sismiche con attrito terra-muro nullo)	
kp [-]			coefficiente di resistenza passiva di progetto (calcolato con la formulazione di [Lancelotta, '07])	

## Calcolo delle spinte e dei vari contributi

Hf [m]	7.11	altezza totale per determinazione delle spinte (valutata a filo fondazione lato monte)		
Hw [m]	0.00	altezza d'acqua spingente		
S'a,k [kN/m]	251	spinta statica efficace		γ <sub>D(EQU)</sub> [-] = 1.10
S'a <sub>s</sub> ,k [kN/m]	279	spinta sismica efficace		
Sw [kN/m]	0.00	spinta idrostatica		γ <sub>D(EQU)</sub> [-] = 1.10
γ <sub>t</sub> [kN/m <sup>3</sup> ]	18.5	peso di volume del terreno reagente		
D [m]	1.40	approfondimento della fondazione a valle		
kp (1+kv) [-]	2.873	coefficiente di resistenza passiva		
Rp,k [kN/m]	75.81	resistenza passiva disponibile a valle (valore caratteristico)		γ <sub>R</sub> [-] = 1.00
Rp,d [kN/m]	75.81	resistenza passiva disponibile a valle (valore di progetto)		
	0%	percentuale della resistenza passiva da considerare per il calcolo		
	0%	percentuale della resistenza passiva da considerare per la verifica a ribaltamento		

	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [kN]	x [m]	z [m]	M <sub>STAB</sub> [kNm]	M <sub>RIB</sub> [kNm]		γ <sub>D(EQU)</sub> [-]
S	235.75	85.81	-2.10	-	324.34	409.35	spinta statica	X γ <sub>D</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
ΔS	26.15	9.52	-2.10	-3.55	39.98	69.39	Δ spinta sismica applicata a 0.50·Hf	X γ <sub>D</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
Rp	0.00	0.00	2.10	-1.37			resistenza passiva applicata a D/3	X γ <sub>D</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
V <sub>a</sub> H <sub>0</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00			forze concentrate (verticale e orizzontale)	X γ <sub>D</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )
M <sub>0</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00			momento concentrato	X γ <sub>D</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )
m <sub>0</sub>	0.00	0.00	2.60	-6.60			massa sismica concentrata	X γ <sub>D</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W1	0.00	94.50	0.00	-1.35	178.61		peso della fondazione (soletta)	X γ <sub>D</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )
W1'	0.00	0.00	0.00	0.00			peso della fondazione (cuneo inclinato)	X γ <sub>D</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )
W1''	0.00	20.25	-1.65	-0.45	68.34		peso della fondazione (dente)	X γ <sub>D</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )
W2	0.00	39.95	0.46	-4.15	58.97		peso del paramento in elevazione	X γ <sub>D</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )
W2'	0.00	27.61	0.79	-3.37	32.64		peso del paramento in elevazione	X γ <sub>D</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )
W2''	0.00	0.00	0.00	0.00			peso del paramento in elevazione	X γ <sub>D</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> )
W3	0.00	103.47	-1.51	-4.15	335.71		peso del terreno sulla fondazione di monte	X γ <sub>D</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W3'	0.00	6.67	-1.70	-6.70	22.85		peso del terreno sulla fondazione di monte	X γ <sub>D</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W3''	0.00	104.34	-0.31	-4.15	226.31		peso del terreno sulla fondazione di monte	X γ <sub>D</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W3'''	0.00	0.00	0.00	0.00			peso del terreno sulla fondazione di monte	X γ <sub>D</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W4	0.00	9.25	1.60	-2.05	4.16		peso del terreno sulla fondazione di valle	X γ <sub>D</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW1	1.84	-0.92	0.00	-1.35		3.03	inerzia della fondazione (soletta)	X γ <sub>D</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW1'	0.00	0.00	0.00	0.00			inerzia della fondazione (cuneo inclinato)	X γ <sub>D</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW1''	0.39	-0.20	-1.65	-0.45	0.16	0.81	inerzia della fondazione (dente)	X γ <sub>D</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW2	0.78	-0.39	0.46	-4.15		3.48	inerzia del paramento in elevazione	X γ <sub>D</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW2'	0.54	-0.27	0.79	-3.37		1.84	inerzia del paramento in elevazione	X γ <sub>D</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW2''	0.00	0.00	0.00	0.00			inerzia del paramento in elevazione	X γ <sub>D</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW3	2.01	-1.01	-1.51	-4.15		11.18	inerzia del terreno sulla fondazione di monte	X γ <sub>D</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW3'	0.13	-0.06	-1.70	-6.70		1.10	inerzia del terreno sulla fondazione di monte	X γ <sub>D</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW3''	2.03	-1.01	-0.31	-4.15		9.94	inerzia del terreno sulla fondazione di monte	X γ <sub>D</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW3'''	0.00	0.00	0.00	0.00			inerzia del terreno sulla fondazione di monte	X γ <sub>D</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW4	0.18	-0.09	1.60	-2.05		0.28	inerzia del terreno sulla fondazione di valle	X γ <sub>D</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>D</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
ΣF	269.8	497.4			ΣM =	1292.1	510.4	

## Risultanti sul piano di fondazione

Dy [m] = 1.00 passo longitudinale di calcolo

V [kN] = ΣF <sub>z</sub>	497.4	risultante delle forze verticali in fondazione	
H [kN] = ΣF <sub>x</sub>	269.8	risultante delle forze orizzontali in fondazione	
u [m]	1.93	distanza risultante dallo spigolo di valle	
ex [m]	0.17	<B/6 eccentricità del carico in fondazione (= M/V)	
Bex [m]	3.86	larghezza equivalente ridotta per eccentricità del carico [Meyerhof, 1953]	

MCR06\_H470.xlsx - Sismica SLV STR (A1+M1)

Pag. 13/22

Verifica al ribaltamento

$\Sigma M_{STAB}$ [kNm/m] =	1292.1	sommatoria dei momenti stabilizzanti
$\Sigma M_{RIB}$ [kNm/m] =	510.4	sommatoria dei momenti ribaltanti
$\Sigma M_{STAB} / \Sigma M_{RIB}$ =	2.53	misura della sicurezza al ribaltamento

Verifica allo slittamento

Hd [kN] =	269.8	azione orizzontale destabilizzante (senza considerare il contributo della resistenza passiva)
Nd [kN] =	542.9	azione ortogonale al piano di fondazione
Td [kN] =	159.6	azione tangenziale al piano di fondazione
Rd [kN] =	313.5	resistenza di progetto
Rd / Td =	1.96	misura della sicurezza allo slittamento

MCR06\_H470.xlsx - Sismica SLV STR (A1+M1)

Pag. 14/22

Sollecitazioni sul paramento in elevazione

$N_{H/3}$ [kN / m] =	38.5	forza assiale sul muro allo spiccato fondazione + H/3 (positivo se di compressione)	Dimensioni sezione
$T_{H/3}$ [kN / m] =	75.9	taglio sul muro allo spiccato fondazione + H/3	B [m]= 1.00
$M_{H/3}$ [kN m / m] =	95.4	momento sul muro allo spiccato fondazione + H/3 (positivo se tende le fibre di monte)	H [m]= 0.65
$N_{S+R}$ [kN / m] =	78.9	forza assiale sul muro al p.c. di valle (positivo se di compressione)	Dimensioni sezione
$T_{S+R}$ [kN / m] =	123.3	taglio sul muro al p.c. di valle	B [m]= 1.00
$M_{S+R}$ [kN m / m] =	201.8	momento sul muro al p.c. di valle (positivo se tende le fibre di monte)	H [m]= 0.76
$N_S$ [kN / m] =	66.9	forza assiale sul muro allo spiccato fondazione (positivo se di compressione)	Dimensioni sezione
$T_S$ [kN / m] =	151.5	taglio sul muro allo spiccato fondazione	B [m]= 1.00
$M_S$ [kN m / m] =	277.3	momento sul muro allo spiccato fondazione (positivo se tende le fibre di monte)	H [m]= 0.81

Sollecitazioni sulla sezione di attacco della mensola di monte

$L_M$ [m] =	2.39	luce di calcolo della trave incastrata soletta di monte	
$L'_M$ [m] =	2.39	luce di calcolo soletta di monte effettiva per le sottopressioni	
$p_{VB}$ [kN / m <sup>2</sup> ] =	141.78	pressione verticale a filo monte dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	
$p_{VB'}$ [kN / m <sup>2</sup> ] =	117.99	pressione verticale a filo paramento monte dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	
$F_{V0}$ [kN / m] =	95.32	forza verticale concentrata a filo monte fondazione (agente verso il basso)	Dimensioni sezione
$T_M$ [kN / m] =	-152.0	taglio sulla sezione di attacco della soletta di monte	B [m]= 1.00
$M_M$ [kN m / m] =	-322.3	momento sulla sezione di attacco della soletta di monte (positivo se tende le fibre inferiori)	H [m]= 0.90

Sollecitazioni sulla sezione di attacco della mensola di valle

$L_V$ [m] =	1.00	luce di calcolo della trave incastrata soletta di valle	
$L'_V$ [m] =	1.00	luce di calcolo soletta di valle, effettiva per le sottopressioni	
$p_{VA}$ [kN / m <sup>2</sup> ] =	31.44	pressione verticale a filo valle dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	
$p_{VA'}$ [kN / m <sup>2</sup> ] =	36.75	pressione verticale a filo paramento valle dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	
$T_V$ [kN / m] =	106.0	taglio sulla sezione di attacco della soletta di valle	Dimensioni sezione
$M_V$ [kN m / m] =	54.6	momento sulla sezione di attacco della soletta di monte (positivo se tende le fibre inferiori)	B [m]= 1.00
			H [m]= 0.90

Sollecitazioni sul dente di fondazione (DENTE DI MONTE)

$H_0$ [m] =	0.90	altezza del dente di fondazione	
$T_d$ [kN / m] =	-62.15	taglio dovuto alla spinta attiva	
$M_d$ [kN m / m] =	-34.04	momento dovuto alla spinta attiva	
$T_p$ [kN / m] =	0.00	taglio dovuto alla resistenza passiva	
$M_p$ [kN m / m] =	#DIV/0!	momento dovuto alla resistenza passiva	Dimensioni sezione
$T_0$ [kN / m] =	-62.1	taglio sulla sezione di attacco del dente di fondazione	B [m]= 1.00
$M_0$ [kN m / m] =	#DIV/0!	momento sulla sezione di attacco del dente di fondazione (positivo se tende le fibre di valle)	H [m]= 0.90

MCR06\_H470.xlsx - Statica SLU STR (A1+M1)  
Pag. 15/22

Caratteristiche geotecniche del terreno spingente

Riempimento		Unità 1	---	---	---	---	
Hs [m]		20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	spessore dell'unità
$\gamma_{t,k}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	18.5	18.5	20.0	0.0	0.0	0.0	peso di volume del terreno caratteristico $\gamma_{t(c)} [-] = 1.30$
$\gamma_{t,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	24.1	24.1	26.0	0.0	0.0	0.0	peso di volume del terreno di progetto
$\phi'_k$ [grad]		30.0	38.0	38.0	27.0	27.0	angolo di resistenza al taglio caratteristico $\gamma_\phi [-] = 1.00$
$\phi'_d$ [grad]		30.0	38.0	38.0	27.0	27.0	angolo di resistenza al taglio di progetto
$c'_k$ [kPa]		0.0	30.0	30.0	5.0	5.0	coesione caratteristica $\gamma_c [-] = 1.00$
$c'_d$ [kPa]		0.0	30.0	30.0	5.0	5.0	coesione di progetto
$\delta'_k$ [grad]		20.0	38.0	38.0	27.0	27.0	angolo di resistenza al taglio caratteristico muro-terreno $\gamma_\delta [-] = 1.00$
$\delta'_d$ [grad]		20.0	38.0	38.0	27.0	27.0	angolo di resistenza al taglio muro-terreno
$z_{top}$ [m]		-7.1	12.9	12.9	12.9	12.9	quota di testa dell'unità
$z_{base}$ [m]		12.9	12.9	12.9	12.9	12.9	quota di base dell'unità

Caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione (LAS)

$\gamma_{t,k}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	18.5	peso di volume del terreno caratteristico	$\gamma_{t(c)} [-] = 1.00$
$\gamma_{t,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	18.5	peso di volume del terreno di progetto	
$\phi'_k$ [grad]	30.0	angolo di resistenza al taglio caratteristico	$\gamma_\phi [-] = 1.00$
$\phi'_d$ [grad]	30.0	angolo di resistenza al taglio di progetto	0.524 [rad]
$c'_k$ [kPa]	5.0	coesione caratteristica	$\gamma_c [-] = 1.00$
$c'_d$ [kPa]	5.0	coesione di progetto	
$\delta'_k$ [grad]	30.0	angolo di resistenza al taglio caratteristico fondazione-terreno	$\gamma_\delta [-] = 1.00$
$\delta'_d$ [grad]	30.0	angolo di resistenza al taglio di progetto fondazione-terreno	0.524 [rad]

Falda

$\gamma_{w,k}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	10.0	peso di volume dell'acqua caratteristico	$\gamma_{w(c)} [-] = 1.30$
$\gamma_{w,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	13.0	peso di volume dell'acqua di progetto	
$z_{M,fond}$ [m]	20.00	quota della falda in fondazione (+ se sotto il piano fondazione, - se sopra il piano fondazione)	
$z_{M,monte}$ [m]	20.00	quota della falda a monte (+ se sotto il piano fondazione, - se sopra il piano fondazione)	

Caratterizzazione sismica

Determinazione delle spinte sismiche con Mononobe-Okabe			
$a_g/g [-]$	0.000	accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido	
$S_S [-]$	1.50	fattore di amplificazione stratigrafica	
$S_1 [-]$	1.20	fattore di amplificazione topografica	
$\beta_m [-]$	0.18	coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima	
$K_h [-]$	0.000	coefficiente sismico orizzontale	
$K_v [-]$	0.000	coefficiente sismico verticale (+ verso il basso, - verso l'alto)	
$e$ [grad]	0.00		statico 0.000 sismico 0.000 [rad]
$H_f x$	0.500	posizione risultante incremento spinta sismica misurata dalla base (es. Hfk0.50)	

Caratteristiche geometriche

H [m]	4.70	altezza del muro (da estradosso fondazione)	
$h_M$ [m]	1.80	altezza della fondazione a filo monte	
$h_V$ [m]	0.90	altezza della fondazione a filo valle	
B [m]	4.20	larghezza della fondazione	
$b_0$ [m]	0.90	larghezza del dente di fondazione (se 0,0 fondazione piana o inclinata)	
$b_V$ [m]	1.00	larghezza fondazione su cui grava il terreno di valle	
$b_M$ [m]	2.39	larghezza della ciabatta su cui grava il terreno retrostante	
s [m]	0.34	spessore del muro in elevazione	
$p_V$ [-]	0.10	pendenza rispetto alla verticale del paramento di valle	
$p_M$ [-]	0.00	pendenza rispetto alla verticale del paramento di monte	
c [m]	1.20	planorotolo sopra il muro	
$\beta$ [grad]	27.0	inclinazione rispetto all'orizzontale della superficie del terrapieno	0.471 [rad]
r [m]	0.00	rialzo del muro sopra terreno di monte	
R [m]	0.50	ricoprimento della fondazione a valle	
D [m]	1.40	approfondimento della fondazione a valle	
HF [m]	7.11	altezza totale per determinazione delle spinte (valutata a filo fondazione lato monte)	
$\psi$ [grad]	90.0	inclinazione rispetto all'orizzontale della parete di spinta a monte (=90° per i muri a mensola)	
$\gamma_{t,cis,k}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	25.0	peso di volume del muro	$\gamma_{t(c)} [-] = 1.00$
$\gamma_{t,cis,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	25.0	peso di volume del muro	
i [grad]	12.1	contropendenza del piano di fondazione	0.211 [rad]

Sovraccarico

$q_{B,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	0.0	sovraccarico permanente caratteristico	$\gamma_q [-] = 1.30$
$q_{B,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	0.0	sovraccarico accidentale caratteristico	
$q_d$ [kN/m <sup>2</sup> ]	0.0	valore di progetto (cautelativamente non si considera il contributo gravante sopra la fondazione)	$\gamma_q [-] = 1.50$

Carichi concentrati

$X_0$ [m]	0.00	coordinata X del centro di applicazione della forza concentrata (positiva verso valle)	
$Z_0$ [m]	0.00	ascissa Z del centro di applicazione della forza concentrata (negativa sopra il piano di fondazione)	
$V_0$ [kN/m]	0.00	componente verticale della forza (positiva se verso il basso)	$\gamma_{F1} [-] = 1.00$
$H_0$ [kN/m]	0.00	componente orizzontale della forza (positiva se verso valle)	$\gamma_{F1} [-] = 1.00$
$M_0$ [kN m/m]	0.00	momento concentrato (positivo se ribaltante verso valle)	$\gamma_{F1} [-] = 1.00$
$V_0$ [kN/m]	0.00	componente verticale della forza (positiva se verso il basso)	
$H_0$ [kN/m]	0.00	componente orizzontale della forza (positiva se verso valle)	
$M_0$ [kN m/m]	0.00	momento concentrato (positivo se ribaltante verso valle)	
$X_M$ [m]	2.60	coordinata X del centro di applicazione della massa sismica	
$Z_M$ [m]	-6.60	ascissa Z del centro di applicazione della massa sismica	
massa [kg/m]	0.00	massa sismica concentrata	

## MCR06\_H470.xlsx - Statica SLU STR (A1+M1)

Pag. 16/22

**Determinazione dei coefficienti di spinta**

	statico	sismico		statico	sismico
Kh [-] =	0.000	0.000	coefficiente sismico orizzontale		
Kv [-] =	0.000	0.000	coefficiente sismico verticale (+ verso il basso, - verso l'alto)		
$\psi$ [gradi] =	90.0	90.0	inclinazione rispetto all'orizzontale della parete di monte		
$\beta$ [gradi] =	27.0	27.0	inclinazione rispetto all'orizzontale superficie del terrapieno		
$\theta$ [gradi] =	0.0	0.0	1.571	1.571	[rad]
			0.471	0.471	[rad]
			0.000	0.000	[rad]

	Unità 1		--		--		--		--		angolo di resistenza al taglio del terreno
	statico	sismico									
$\phi'$ [gradi] =	30.0	30.0	38.0	38.0	38.0	38.0	27.0	27.0	27.0	27.0	angolo di resistenza al taglio del terreno
$\delta'$ [gradi] =	20.0	20.0	38.0	38.0	38.0	38.0	27.0	27.0	27.0	27.0	angolo di resistenza al taglio muro-terreno
ka, ka <sub>s</sub> [-] =	0.537	0.537	0.344	0.344	0.344	0.344	0.891	0.891	0.891	0.891	coefficiente di spinta attiva

**Determinazione del coefficiente di resistenza passiva**

kp [-] =	3.000	3.000	coefficiente di resistenza passiva (in condizioni sismiche con attrito terra-muro nullo)	
kp [-] =			coefficiente di resistenza passiva di progetto (calcolato con la formulazione di [Lancellotta, '07])	

**Calcolo delle spinte e dei vari contributi**

Hf [m] =	7.11	altezza totale per determinazione delle spinte (valutata a filo fondazione lato monte)							
H <sub>w</sub> [m] =	0.00	altezza d'acqua spingente							
S' <sub>a,k</sub> [kN/m] =	326	spinta statica efficace			$\gamma_{p(eou)} [-] = 1.10$				
S' <sub>a<sub>s</sub>,k</sub> [kN/m] =	326	spinta sismica efficace			$\gamma_{p(eou)} [-] = 1.10$				
S <sub>w</sub> [kN/m] =	0.00	spinta idrostatica							
$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ] =	18.5	peso di volume del terreno reagente							
D [m] =	1.40	approfondimento della fondazione a valle							
kp (1+kv) [-] =	3.000	coefficiente di resistenza passiva							
R <sub>p,k</sub> [kN/m] =	78.64	resistenza passiva disponibile a valle (valore caratteristico)			$\gamma_{rc} [-] = 1.00$				
R <sub>p,d</sub> [kN/m] =	78.64	resistenza passiva disponibile a valle (valore di progetto)							
	0%	percentuale della resistenza passiva da considerare per il calcolo							
	0%	percentuale della resistenza passiva da considerare per la verifica a ribaltamento							
	F <sub>x</sub>	F <sub>z</sub>	x	z	M <sub>STAB</sub>	M <sub>RIB</sub>			
	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]			
S	306.47	111.55	-2.10	-	421.65	532.16	spinta statica	X $\gamma_G$ (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X $\gamma_P$ (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
$\Delta S$	0.00	0.00	-2.10	-3.55			$\Delta$ spinta sismica applicata a 0.50-Hf	X $\gamma_G$ (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X $\gamma_P$ (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
R <sub>p</sub>	0.00	0.00	2.10	-1.37			resistenza passiva applicata a D/3	X $\gamma_G$ (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X $\gamma_P$ (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
V <sub>0</sub> H <sub>0</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00			forze concentrate (verticale e orizzontale)	X $\gamma_G$ (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X $\gamma_P$ (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
M <sub>0</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00			momento concentrato	X $\gamma_G$ (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X $\gamma_P$ (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
m <sub>0</sub>	0.00	0.00	2.60	-6.60			massa sismica concentrata	X $\gamma_G$ (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X $\gamma_P$ (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W1	0.00	94.50	0.00	-1.35	178.61		peso della fondazione (soletta)	X $\gamma_G$ (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X $\gamma_P$ (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W <sup>1</sup>	0.00	0.00	0.00	0.00			peso della fondazione (cuneo inclinato)	X $\gamma_G$ (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X $\gamma_P$ (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W <sup>1</sup> 1	0.00	20.25	-1.65	-0.45	68.34		peso della fondazione (dente)	X $\gamma_G$ (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X $\gamma_P$ (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W2	0.00	39.95	0.46	-4.15	58.97		peso del paramento in elevazione	X $\gamma_G$ (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X $\gamma_P$ (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W <sup>2</sup>	0.00	27.61	0.79	-3.37	32.64		peso del paramento in elevazione	X $\gamma_G$ (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X $\gamma_P$ (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W <sup>2</sup> 2	0.00	0.00	0.00	0.00			peso del paramento in elevazione	X $\gamma_G$ (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X $\gamma_P$ (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W3	0.00	134.51	-1.51	-4.15	436.42		peso del terreno sulla fondazione di monte	X $\gamma_G$ (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X $\gamma_P$ (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W <sup>3</sup>	0.00	8.68	-1.70	-6.70	29.70		peso del terreno sulla fondazione di monte	X $\gamma_G$ (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X $\gamma_P$ (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W <sup>3</sup> 3	0.00	135.64	-0.31	-4.15	294.21		peso del terreno sulla fondazione di monte	X $\gamma_G$ (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X $\gamma_P$ (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W <sup>3</sup> 3	0.00	0.00	0.00	0.00			peso del terreno sulla fondazione di monte	X $\gamma_G$ (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X $\gamma_P$ (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W4	0.00	12.03	1.60	-2.05	5.41		peso del terreno sulla fondazione di valle	X $\gamma_G$ (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X $\gamma_P$ (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW1	0.00	0.00	0.00	-1.35			inerzia della fondazione (soletta)	X $\gamma_G$ (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X $\gamma_P$ (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW <sup>1</sup>	0.00	0.00	0.00	0.00			inerzia della fondazione (cuneo inclinato)	X $\gamma_G$ (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X $\gamma_P$ (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW <sup>1</sup> 1	0.00	0.00	-1.65	-0.45			inerzia della fondazione (dente)	X $\gamma_G$ (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X $\gamma_P$ (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW2	0.00	0.00	0.46	-4.15			inerzia del paramento in elevazione	X $\gamma_G$ (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X $\gamma_P$ (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW <sup>2</sup>	0.00	0.00	0.79	-3.37			inerzia del paramento in elevazione	X $\gamma_G$ (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X $\gamma_P$ (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW <sup>2</sup> 2	0.00	0.00	0.00	0.00			inerzia del paramento in elevazione	X $\gamma_G$ (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X $\gamma_P$ (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW3	0.00	0.00	-1.51	-4.15			inerzia del terreno sulla fondazione di monte	X $\gamma_G$ (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X $\gamma_P$ (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW <sup>3</sup>	0.00	0.00	-1.70	-6.70			inerzia del terreno sulla fondazione di monte	X $\gamma_G$ (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X $\gamma_P$ (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW <sup>3</sup> 3	0.00	0.00	-0.31	-4.15			inerzia del terreno sulla fondazione di monte	X $\gamma_G$ (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X $\gamma_P$ (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW <sup>3</sup> 3	0.00	0.00	0.00	0.00			inerzia del terreno sulla fondazione di monte	X $\gamma_G$ (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X $\gamma_P$ (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW4	0.00	0.00	1.60	-2.05			inerzia del terreno sulla fondazione di valle	X $\gamma_G$ (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X $\gamma_P$ (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
$\Sigma F$ =	306.5	584.7			$\Sigma M$ =	1525.9	532.2		

**Risultanti sul piano di fondazione**

V [kN] = $\Sigma F_z$ =	584.7	risultante delle forze verticali in fondazione	
H [kN] = $\Sigma F_x$ =	306.5	risultante delle forze orizzontali in fondazione	
u [m] =	2.07	distanza risultante dallo spigolo di valle	
ex [m] =	0.03	<B/6 eccentricità del carico in fondazione (= M / V)	
Bex [m] =	4.14	larghezza equivalente ridotta per eccentricità del carico [Meyerhof, 1953]	

MCR06\_H470.xlsx - Statica SLU STR (A1+M1)

Pag. 17/22

**Verifica al ribaltamento**

$\Sigma M_{STAB}$ [kNm/m] =	<b>1525.9</b>	sommatoria dei momenti stabilizzanti
$\Sigma M_{RIB}$ [kNm/m] =	<b>532.2</b>	sommatoria dei momenti ribaltanti
$\Sigma M_{STAB} / \Sigma M_{RIB}$ =	<b>2.87</b>	misura della sicurezza al ribaltamento

**Verifica allo slittamento**

Hd [kN] =	<b>306.5</b>	azione orizzontale destabilizzante (senza considerare il contributo della resistenza passiva)
Nd [kN] =	636.0	azione ortogonale al piano di fondazione
Td [kN] =	<b>177.2</b>	azione tangenziale al piano di fondazione
Rd [kN] =	<b>367.2</b>	resistenza di progetto
Rd / Td =	<b>2.07</b>	misura della sicurezza allo slittamento

MCR06\_H470.xlsx - Statica SLU STR (A1+M1)

Pag. 18/22

**Sollecitazioni sul paramento in elevazione**

$N_{H/3}$ [kN / m] =	38.9	forza assiale sul muro allo spiccatto fondazione + H/3 (positivo se di compressione)	Dimensioni sezione B [m]= 1.00
$T_{H/3}$ [kN / m] =	84.7	taglio sul muro allo spiccatto fondazione + H/3	H [m]= 0.65
$M_{H/3}$ [kN m / m] =	100.7	momento sul muro allo spiccatto fondazione + H/3 (positivo se tende le fibre di monte)	
$N_{S+R}$ [kN / m] =	79.3	forza assiale sul muro al p.c. di valle (positivo se di compressione)	Dimensioni sezione B [m]= 1.00
$T_{S+R}$ [kN / m] =	140.2	taglio sul muro al p.c. di valle	H [m]= 0.76
$M_{S+R}$ [kN m / m] =	217.4	momento sul muro al p.c. di valle (positivo se tende le fibre di monte)	
$N_S$ [kN / m] =	<b>67.6</b>	forza assiale sul muro allo spiccatto fondazione (positivo se di compressione)	Dimensioni sezione B [m]= 1.00
$T_S$ [kN / m] =	<b>170.9</b>	taglio sul muro allo spiccatto fondazione	H [m]= 0.81
$M_S$ [kN m / m] =	<b>295.5</b>	momento sul muro allo spiccatto fondazione (positivo se tende le fibre di monte)	

**Sollecitazioni sulla sezione di attacco della mensola di monte**

$L_M$ [m] =	2.39	luce di calcolo della trave incastrata soletta di monte	
$L'_M$ [m] =	2.39	luce di calcolo soletta di monte effettiva per le sottopressioni	
$p_{V_D}$ [kN / m <sup>2</sup> ] =	172.62	pressione verticale a filo monte dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	
$p_{V_E}$ [kN / m <sup>2</sup> ] =	145.23	pressione verticale a filo paramento monte dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	
$F_{V_O}$ [kN / m] =	111.55	forza verticale concentrata a filo monte fondazione (agente verso il basso)	Dimensioni sezione B [m]= 1.00
$T_M$ [kN / m] =	<b>-164.3</b>	taglio sulla sezione di attacco della soletta di monte	H [m]= 0.90
$M_M$ [kN m / m] =	<b>-345.7</b>	momento sulla sezione di attacco della soletta di monte (positivo se tende le fibre inferiori)	

**Sollecitazioni sulla sezione di attacco della mensola di valle**

$L_V$ [m] =	1.00	luce di calcolo della trave incastrata soletta di valle	
$L'_V$ [m] =	1.00	luce di calcolo soletta di valle, effettiva per le sottopressioni	
$p_{V_A}$ [kN / m <sup>2</sup> ] =	34.53	pressione verticale a filo valle dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	
$p_{V_B}$ [kN / m <sup>2</sup> ] =	39.88	pressione verticale a filo paramento valle dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	Dimensioni sezione B [m]= 1.00
$T_V$ [kN / m] =	<b>106.2</b>	taglio sulla sezione di attacco della soletta di valle	H [m]= 0.90
$M_V$ [kN m / m] =	<b>53.8</b>	momento sulla sezione di attacco della soletta di monte (positivo se tende le fibre inferiori)	

**Sollecitazioni sul dente di fondazione (DENTE DI MONTE)**

$H_D$ [m] =	0.90	altezza del dente di fondazione	
$T_a$ [kN / m] =	-72.73	taglio dovuto alla spinta attiva	
$M_a$ [kN m / m] =	-33.37	momento dovuto alla spinta attiva	
$T_p$ [kN / m] =	0.00	taglio dovuto alla resistenza passiva	
$M_p$ [kN m / m] =	#DIV/0!	momento dovuto alla resistenza passiva	Dimensioni sezione B [m]= 1.00
$T_D$ [kN / m] =	-72.7	taglio sulla sezione di attacco del dente di fondazione	H [m]= 0.90
$M_D$ [kN m / m] =	#DIV/0!	momento sulla sezione di attacco del dente di fondazione (positivo se tende le fibre di valle)	

MCR06\_H470.xlsx - Statica SLE  
Pag. 19/22

**Caratteristiche geotecniche del terreno spingente**

	Riempimento	Unità 1	---	---	---	---	
Hs [m]		20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	spessore dell'unità
$\gamma_{t,k}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	18.5	18.5	20.0	0.0	0.0	0.0	peso di volume del terreno caratteristico $\gamma_{t(c)} [-] = 1.00$
$\gamma_{t,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	18.5	18.5	20.0	0.0	0.0	0.0	peso di volume del terreno di progetto
$\phi'_k$ [gradi]		30.0	38.0	38.0	27.0	27.0	angolo di resistenza al taglio caratteristico $\gamma_0 [-] = 1.00$
$\phi'_{k,d}$ [gradi]		30.0	38.0	38.0	27.0	27.0	angolo di resistenza al taglio di progetto
$c'_k$ [kPa]		0.0	30.0	30.0	5.0	5.0	coesione caratteristica $\gamma_c [-] = 1.00$
$c'_{k,d}$ [kPa]		0.0	30.0	30.0	5.0	5.0	coesione di progetto
$\delta'_k$ [gradi]		20.0	38.0	38.0	27.0	27.0	angolo di resistenza al taglio caratteristico muro-terreno $\gamma_0 [-] = 1.00$
$\delta'_{k,d}$ [gradi]		20.0	38.0	38.0	27.0	27.0	angolo di resistenza al taglio muro-terreno
$z_{top}$ [m]		-7.1	12.9	12.9	12.9	12.9	quota di testa dell'unità
$z_{bot}$ [m]		12.9	12.9	12.9	12.9	12.9	quota di base dell'unità

**Caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione (LAS)**

$\gamma_{t,k}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	18.5	peso di volume del terreno caratteristico	$\gamma_{t(c)} [-] = 1.00$
$\gamma_{t,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	18.5	peso di volume del terreno di progetto	
$\phi'_k$ [gradi]	30.0	angolo di resistenza al taglio caratteristico	$\gamma_0 [-] = 1.00$
$\phi'_{k,d}$ [gradi]	30.0	angolo di resistenza al taglio di progetto	0.524 [rad]
$c'_k$ [kPa]	5.0	coesione caratteristica	$\gamma_c [-] = 1.00$
$c'_{k,d}$ [kPa]	5.0	coesione di progetto	
$\delta'_k$ [gradi]	30.0	angolo di resistenza al taglio caratteristico fondazione-terreno	$\gamma_0 [-] = 1.00$
$\delta'_{k,d}$ [gradi]	30.0	angolo di resistenza al taglio di progetto fondazione-terreno	0.524 [rad]

**Falda**

$\gamma_{w,k}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	10.0	peso di volume dell'acqua caratteristico	$\gamma_{w(c)} [-] = 1.00$
$\gamma_{w,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	10.0	peso di volume dell'acqua di progetto	
$z_{wL,fond}$ [m]	20.00	quota della falda in fondazione (+ se sotto il piano fondazione, - se sopra il piano fondazione)	
$z_{wL,monte}$ [m]	20.00	quota della falda a monte (+ se sotto il piano fondazione, - se sopra il piano fondazione)	

**Caratterizzazione sismica**

$a_{0,g}$ [-]	0.000	accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido	
$S_s$ [-]	1.50	fattore di amplificazione stratigrafica	
$S_T$ [-]	1.20	fattore di amplificazione topografica	
$\beta_m$ [-]	0.18	coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima	
$K_h$ [-]	0.000	coefficiente sismico orizzontale	
$K_v$ [-]	0.000	coefficiente sismico verticale (+ verso il basso, - verso l'alto)	
$\theta$ [gradi]	0.00		statico sismico
Hf x	0.500	posizione risultante incremento spinta sismica misurata dalla base (es. Hfx0.50)	0.000 0.000 [rad]

**Caratteristiche geometriche**

H [m]	4.70	altezza del muro (da estradosso fondazione)	
$h_M$ [m]	1.80	altezza della fondazione a filo monte	
$h_V$ [m]	0.90	altezza della fondazione a filo valle	
B [m]	4.20	larghezza della fondazione	
$bo$ [m]	0.90	larghezza del dente di fondazione (se 0.0 fondazione piana o inclinata)	
$bv$ [m]	1.00	larghezza fondazione su cui grava il terreno di valle	
$bm$ [m]	2.39	larghezza della ciabatta su cui grava il terreno retrostante	
s [m]	0.34	spessore del muro in elevazione	
$p_V$ [-]	0.10	pendenza rispetto alla verticale del paramento di valle	
$p_M$ [-]	0.00	pendenza rispetto alla verticale del paramento di monte	
c [m]	1.20	pianerottolo sopra il muro	
$\beta$ [gradi]	27.0	inclinazione rispetto all'orizzontale della superficie del terrapieno	0.471 [rad]
r [m]	0.00	rialzo del muro sopra terreno di monte	
R [m]	0.50	ricoprimento della fondazione a valle	
D [m]	1.40	approfondimento della fondazione a valle	
Hf [m]	7.11	altezza totale per determinazione delle spinte (valutata a filo fondazione lato monte)	
$\psi$ [gradi]	90.0	inclinazione rispetto all'orizzontale della parete di spinta a monte (=90° per i muri a mensola)	
$\gamma_{t(c),k}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	25.0	peso di volume del muro	$\gamma_{t(c)} [-] = 1.00$
$\gamma_{t(c),d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	25.0	peso di volume del muro	
i [gradi]	12.1	contropendenza del piano di fondazione	0.211 [rad]

**Sovraccarico**

$q_{p,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	0.0	sovraccarico permanente caratteristico	$\gamma_0 [-] = 1.00$
$q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	0.0	sovraccarico accidentale caratteristico	$\gamma_0 [-] = 0.00$
$q_d$ [kN/m <sup>2</sup> ]	0.0	valore di progetto (cautelativamente non si considera il contributo gravante sopra la fondazione)	

**Carichi concentrati**

$X_0$ [m]	0.00	coordinata X del centro di applicazione della forza concentrata (positiva verso valle)	
$Z_0$ [m]	0.00	ascissa Z del centro di applicazione della forza concentrata (negativa sopra il piano di fondazione)	
$V_0$ [kN/m]	0.00	componente verticale della forza (positiva se verso il basso)	$\gamma_0 [-] = 1.00$
$H_0$ [kN/m]	0.00	componente orizzontale della forza (positiva se verso valle)	$\gamma_0 [-] = 1.00$
$M_0$ [kN m/m]	0.00	momento concentrato (positivo se ribaltante verso valle)	$\gamma_0 [-] = 1.00$
$V_0$ [kN/m]	0.00	componente verticale della forza (positiva se verso il basso)	
$H_0$ [kN/m]	0.00	componente orizzontale della forza (positiva se verso valle)	
$M_0$ [kN m/m]	0.00	momento concentrato (positivo se ribaltante verso valle)	
$X_M$ [m]	2.60	coordinata X del centro di applicazione della massa sismica	
$Z_M$ [m]	-6.60	ascissa Z del centro di applicazione della massa sismica	
massa [kg/m]	0.00	massa sismica concentrata	

## MCR06\_H470.xlsx - Statica SLE

Pag. 20/22

## Determinazione dei coefficienti di spinta

	statico	sismico		statico	sismico
Kh [-]	0.000	0.000	coefficiente sismico orizzontale		
Kv [-]	0.000	0.000	coefficiente sismico verticale (+ verso il basso, - verso l'alto)		
ψ [gradi]	90.0	90.0	inclinazione rispetto all'orizzontale della parete di monte		
β [gradi]	27.0	27.0	inclinazione rispetto all'orizzontale superficie del terrapieno		
ε [gradi]	0.0	0.0			

	statico	sismico
	1.571	1.571 [rad]
	0.471	0.471 [rad]
	0.000	0.000 [rad]

	Unità 1		---		---		---		---	
	statico	sismico								
φ' [gradi]	30.0	30.0	38.0	38.0	38.0	38.0	27.0	27.0	27.0	27.0
δ' [gradi]	20.0	20.0	38.0	38.0	38.0	38.0	27.0	27.0	27.0	27.0
ka, ka_c [-]	0.537	0.537	0.344	0.344	0.344	0.344	0.891	0.891	0.891	0.891

angolo di resistenza al taglio del terreno  
 angolo di resistenza al taglio muro-terreno  
 coefficiente di spinta attiva

## Determinazione del coefficiente di resistenza passiva

kp [-]	3.000	3.000	coefficiente di resistenza passiva (in condizioni sismiche con attrito terra-muro nullo)	
kp [-]			coefficiente di resistenza passiva di progetto (calcolato con la formulazione di [Lancelotta, '07])	

## Calcolo delle spinte e dei vari contributi

Hf [m]	7.11	altezza totale per determinazione delle spinte (valutata a filo fondazione lato monte)		
Hw [m]	0.00	altezza d'acqua spingente		
S'a_s,k [kN/m]	251	spinta statica efficace		γ <sub>f(EQU)</sub> [-] = 1.10
S'a_e_s,k [kN/m]	251	spinta sismica efficace		
Sw [kN/m]	0.00	spinta idrostatica		γ <sub>f(EQU)</sub> [-] = 1.10
γ <sub>t</sub> [kN/m <sup>3</sup> ]	18.5	peso di volume del terreno reagente		
D [m]	1.40	approfondimento della fondazione a valle		
kp (1+kv) [-]	3.000	coefficiente di resistenza passiva		
Rp,k [kN/m]	78.64	resistenza passiva disponibile a valle (valore caratteristico)		γ <sub>R</sub> [-] = 1.00
Rp,d [kN/m]	78.64	resistenza passiva disponibile a valle (valore di progetto)		
	0%	percentuale della resistenza passiva da considerare per il calcolo		
	0%	percentuale della resistenza passiva da considerare per la verifica a ribaltamento		

	F <sub>x</sub>	F <sub>z</sub>	x	z	M <sub>STAB</sub>	M <sub>RIE</sub>	
	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]	γ <sub>f(EQU)</sub> [-] = 0.90
S	235.75	85.81	-2.10	-	324.34	409.35	spinta statica
ΔS	0.00	0.00	-2.10	-3.55			Δ spinta sismica applicata a 0.50·Hf
Rp	0.00	0.00	2.10	-1.37			resistenza passiva applicata a D/3
V <sub>0</sub> , H <sub>0</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00			forze concentrate (verticale e orizzontale)
M <sub>0</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00			momento concentrato
m <sub>0</sub>	0.00	0.00	2.60	-6.60			massa sismica concentrata
W1	0.00	94.50	0.00	-1.35	178.61		peso della fondazione (soletta)
W1'	0.00	0.00	0.00	0.00			peso della fondazione (cuneo inclinato)
W1''	0.00	20.25	-1.65	-0.45	68.34		peso della fondazione (dente)
W2	0.00	39.95	0.46	-4.15	58.97		peso del paramento in elevazione
W2'	0.00	27.61	0.79	-3.37	32.64		peso del paramento in elevazione
W2''	0.00	0.00	0.00	0.00			peso del paramento in elevazione
W3	0.00	103.47	-1.51	-4.15	335.71		peso del terreno sulla fondazione di monte
W3'	0.00	6.67	-1.70	-6.70	22.85		peso del terreno sulla fondazione di monte
W3''	0.00	104.34	-0.31	-4.15	226.31		peso del terreno sulla fondazione di monte
W3'''	0.00	0.00	0.00	0.00			peso del terreno sulla fondazione di monte
W4	0.00	9.25	1.60	-2.05	4.16		peso del terreno sulla fondazione di valle
dW1	0.00	0.00	0.00	-1.35			inerzia della fondazione (soletta)
dW1'	0.00	0.00	0.00	0.00			inerzia della fondazione (cuneo inclinato)
dW1''	0.00	0.00	-1.65	-0.45			inerzia della fondazione (dente)
dW2	0.00	0.00	0.46	-4.15			inerzia del paramento in elevazione
dW2'	0.00	0.00	0.79	-3.37			inerzia del paramento in elevazione
dW2''	0.00	0.00	0.00	0.00			inerzia del paramento in elevazione
dW3	0.00	0.00	-1.51	-4.15			inerzia del terreno sulla fondazione di monte
dW3'	0.00	0.00	-1.70	-6.70			inerzia del terreno sulla fondazione di monte
dW3''	0.00	0.00	-0.31	-4.15			inerzia del terreno sulla fondazione di monte
dW3'''	0.00	0.00	0.00	0.00			inerzia del terreno sulla fondazione di monte
dW4	0.00	0.00	1.60	-2.05			inerzia del terreno sulla fondazione di valle
ΣF	235.7	491.9			ΣM = 1251.9	409.4	

## Risultanti sul piano di fondazione

V [kN]	= ΣF <sub>z</sub>	= 491.9	Dy [m]	= 1.00	passo longitudinale di calcolo
H [kN]	= ΣF <sub>x</sub>	= 235.7			risultante delle forze verticali in fondazione
u [m]	= 2.07				risultante delle forze orizzontali in fondazione
e [m]	= 0.03	<B/6			distanza risultante dallo spigolo di valle
Bex [m]	= 4.14				eccentricità del carico in fondazione (= M / V)
					larghezza equivalente ridotta per eccentricità del carico [Meyerhof, 1953]

MCR06\_H470.xlsx - Statica SLE

Pag. 21/22

**Verifica al ribaltamento**

$\Sigma M_{STAB}$ [kNm/m] =	<b>1251.9</b>	sommatoria dei momenti stabilizzanti
$\Sigma M_{RIB}$ [kNm/m] =	<b>409.4</b>	sommatoria dei momenti ribaltanti
$\Sigma M_{STAB} / \Sigma M_{RIB}$ =	<b>3.06</b>	misura della sicurezza al ribaltamento

**Verifica allo slittamento**

Hd [kN] =	<b>235.7</b>	azione orizzontale destabilizzante (senza considerare il contributo della resistenza passiva)
Nd [kN] =	530.3	azione ortogonale al piano di fondazione
Td [kN] =	<b>127.5</b>	azione tangenziale al piano di fondazione
Rd [kN] =	<b>306.2</b>	resistenza di progetto
Rd / Td =	<b>2.40</b>	misura della sicurezza allo slittamento

MCR06\_H470.xlsx - Statica SLE

Pag. 22/22

**Sollecitazioni sul paramento in elevazione**

$N_{H/3}$ [kN / m] =	38.9	forza assiale sul muro allo spiccato fondazione + H/3 (positivo se di compressione)	Dimensioni sezione B [m]= 1.00 H [m]= 0.65
$T_{H/3}$ [kN / m] =	65.1	taglio sul muro allo spiccato fondazione + H/3	
$M_{H/3}$ [kN m / m] =	76.3	momento sul muro allo spiccato fondazione + H/3 (positivo se tende le fibre di monte)	
$N_{S+R}$ [kN / m] =	79.3	forza assiale sul muro al p.c. di valle (positivo se di compressione)	Dimensioni sezione B [m]= 1.00 H [m]= 0.76
$T_{S+R}$ [kN / m] =	107.8	taglio sul muro al p.c. di valle	
$M_{S+R}$ [kN m / m] =	165.5	momento sul muro al p.c. di valle (positivo se tende le fibre di monte)	
$N_S$ [kN / m] =	67.6	forza assiale sul muro allo spiccato fondazione (positivo se di compressione)	Dimensioni sezione B [m]= 1.00 H [m]= 0.81
$T_S$ [kN / m] =	131.4	taglio sul muro allo spiccato fondazione	
$M_S$ [kN m / m] =	225.7	momento sul muro allo spiccato fondazione (positivo se tende le fibre di monte)	

**Sollecitazioni sulla sezione di attacco della mensola di monte**

$L_M$ [m] =	2.39	luce di calcolo della trave incastrata soletta di monte	Dimensioni sezione B [m]= 1.00 H [m]= 0.90
$L'_M$ [m] =	2.39	luce di calcolo soletta di monte effettiva per le sottopressioni	
$pv_B$ [kN / m <sup>2</sup> ] =	143.17	pressione verticale a filo monte dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	
$pv'_B$ [kN / m <sup>2</sup> ] =	119.15	pressione verticale a filo paramento monte dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	
$F_{V0}$ [kN / m] =	85.81	forza verticale concentrata a filo monte fondazione (agente verso il basso)	
$T_M$ [kN / m] =	-124.3	taglio sulla sezione di attacco della soletta di monte	
$M_M$ [kN m / m] =	-265.1	momento sulla sezione di attacco della soletta di monte (positivo se tende le fibre inferiori)	

**Sollecitazioni sulla sezione di attacco della mensola di valle**

$L_V$ [m] =	1.00	luce di calcolo della trave incastrata soletta di valle	Dimensioni sezione B [m]= 1.00 H [m]= 0.90
$L'_V$ [m] =	1.00	luce di calcolo soletta di valle, effettiva per le sottopressioni	
$pv_A$ [kN / m <sup>2</sup> ] =	31.75	pressione verticale a filo valle dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	
$pv'_A$ [kN / m <sup>2</sup> ] =	37.11	pressione verticale a filo paramento valle dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	
$T_V$ [kN / m] =	86.3	taglio sulla sezione di attacco della soletta di valle	
$M_V$ [kN m / m] =	43.8	momento sulla sezione di attacco della soletta di monte (positivo se tende le fibre inferiori)	

**Sollecitazioni sul dente di fondazione (DENTE DI MONTE)**

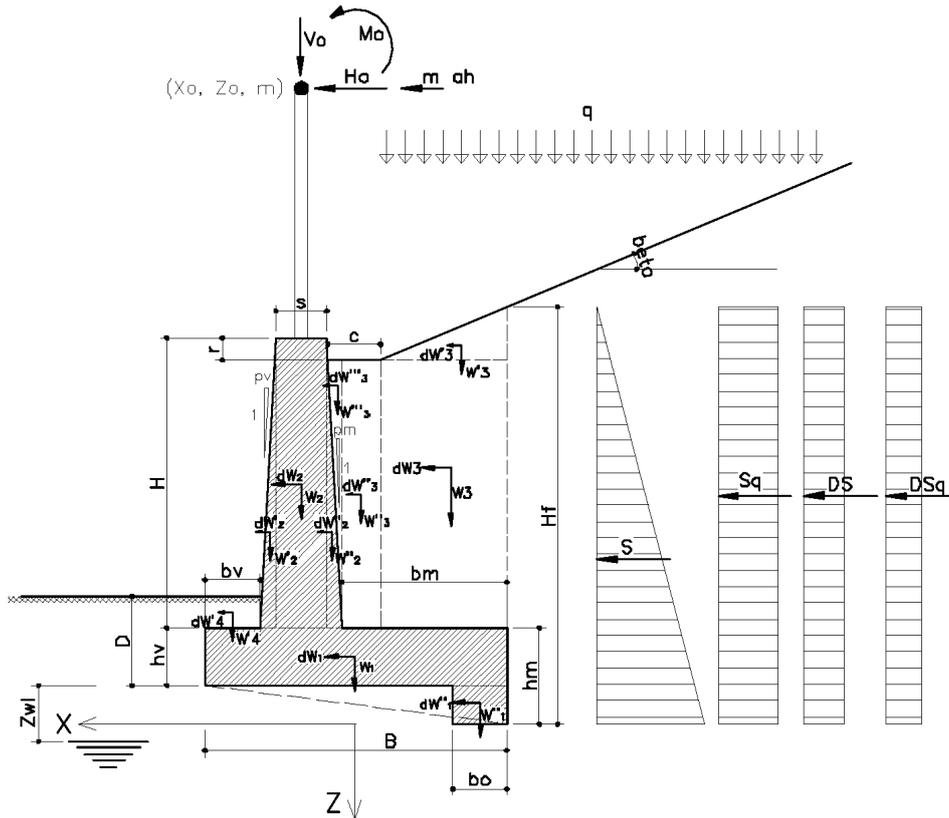
$H_D$ [m] =	0.90	altezza del dente di fondazione	Dimensioni sezione B [m]= 1.00 H [m]= 0.90
$T_a$ [kN / m] =	-55.94	taglio dovuto alla spinta attiva	
$M_a$ [kN m / m] =	-25.67	momento dovuto alla spinta attiva	
$T_p$ [kN / m] =	0.00	taglio dovuto alla resistenza passiva	
$M_p$ [kN m / m] =	#DIV/0!	momento dovuto alla resistenza passiva	
$T_D$ [kN / m] =	-55.9	taglio sulla sezione di attacco del dente di fondazione	
$M_D$ [kN m / m] =	#DIV/0!	momento sulla sezione di attacco del dente di fondazione (positivo se tende le fibre di valle)	

9.3 Sezione Tipo 3

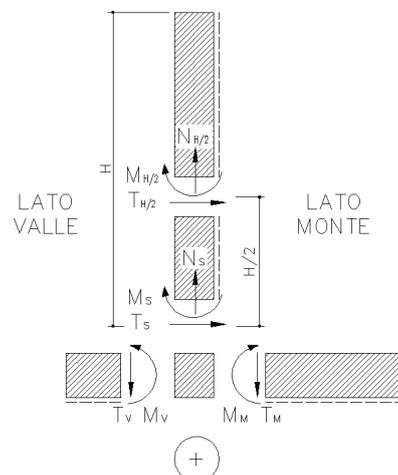
MCR06\_H360.xlsx - SCHEMI

Pag. 1/22

SCHEMA DI INPUT



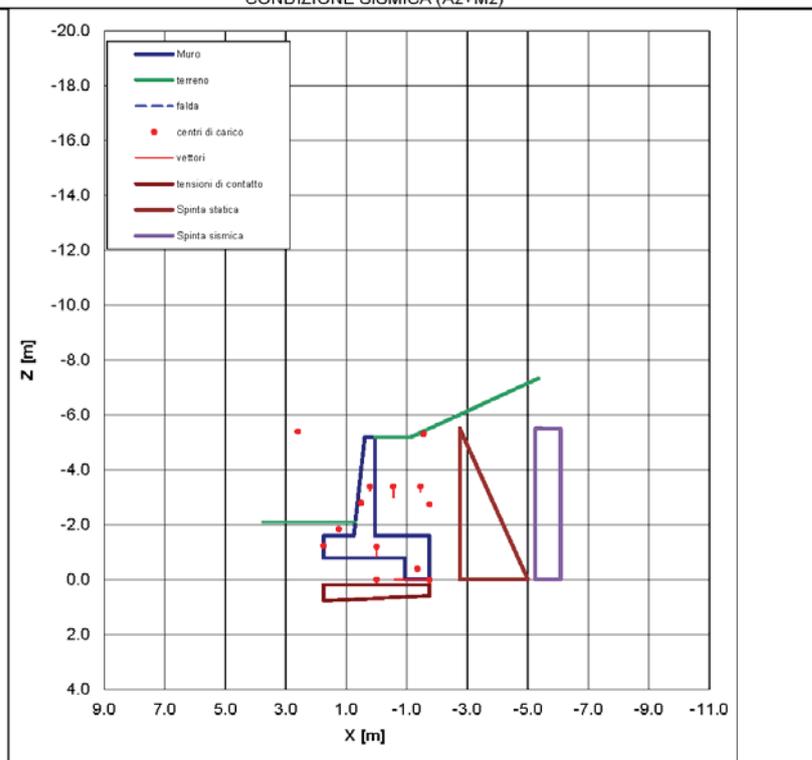
N.B. Se  $b_o \neq 0$   $h_m > h_v$  il dente viene posizionato a monte;  
 Se  $b_o \neq 0$   $h_v > h_m$  il dente viene posizionato a valle;  
 Se  $b_o = 0$  e  $h_m > h_v$  si considera la fondazione su piano inclinato.



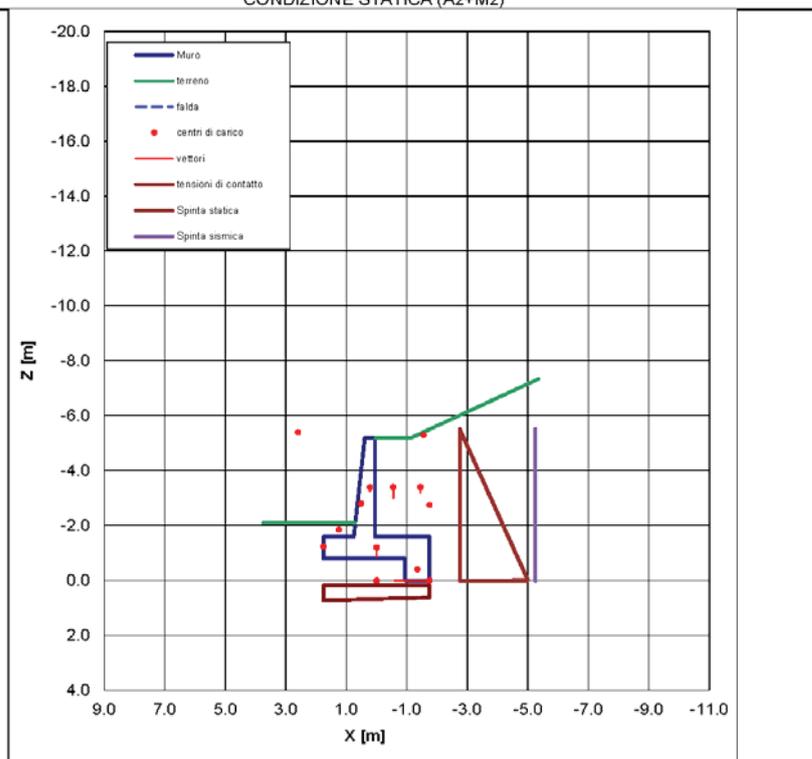
MCR06\_H360.xlsx - GRAFICI

Pag. 2/22

CONDIZIONE SISMICA (A2+M2)



CONDIZIONE STATICA (A2+M2)



MCR06\_H360.xlsx - Sismica SLV GEO (A2+M2) + EQU

Pag. 3/22

**Caratteristiche geotecniche del terreno spingente**

	Riempimento	Unità 1	--	--	--	--	
Hs [m]	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	spessore dell'unità
$\gamma_{k,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	18.5	18.5	20.0	0.0	0.0	0.0	peso di volume del terreno caratteristico $\gamma_{cs}$ [—] = 1.00
$\gamma_{d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	18.5	18.5	20.0	0.0	0.0	0.0	peso di volume del terreno di progetto
$\psi_k$ [gradi]	30.0	38.0	38.0	27.0	27.0		angolo di resistenza al taglio caratteristico $\gamma_b$ [—] = 1.25
$\psi_d$ [gradi]	24.8	32.0	32.0	22.2	22.2		angolo di resistenza al taglio di progetto
$c'_k$ [kPa]	0.0	30.0	30.0	5.0	5.0		coesione caratteristica $\gamma_c$ [—] = 1.25
$c'_d$ [kPa]	0.0	24.0	24.0	4.0	4.0		coesione di progetto
$\delta'_k$ [gradi]	20.0	32.0	32.0	22.2	22.2		angolo di resistenza al taglio caratteristico muro-terreno $\gamma_b$ [—] = 1.00
$\delta'_d$ [gradi]	20.0	32.0	32.0	22.2	22.2		angolo di resistenza al taglio muro-terreno
z <sub>top</sub> [m]	-5.5	14.5	14.5	14.5	14.5		quota di testa dell'unità
z <sub>bot</sub> [m]	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5		quota di base dell'unità

**Caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione (L.A.S)**

$\gamma_{k,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	18.5	peso di volume del terreno caratteristico	$\gamma_{cs}$ [—] = 1.00
$\gamma_d$ [kN/m <sup>3</sup> ]	18.5	peso di volume del terreno di progetto	
$\psi_k$ [gradi]	30.0	angolo di resistenza al taglio caratteristico	$\gamma_b$ [—] = 1.25
$\psi_d$ [gradi]	24.8	angolo di resistenza al taglio di progetto	0.433 [rad]
$c'_k$ [kPa]	5.0	coesione caratteristica	$\gamma_c$ [—] = 1.25
$c'_d$ [kPa]	4.0	coesione di progetto	
$\delta'_k$ [gradi]	30.0	angolo di resistenza al taglio caratteristico fondazione-terreno	$\gamma_b$ [—] = 1.00
$\delta'_d$ [gradi]	30.0	angolo di resistenza al taglio di progetto fondazione-terreno	0.524 [rad]

**Falda**

$\gamma_{w,k}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	10.0	peso di volume dell'acqua caratteristico	$\gamma_{cs}$ [—] = 1.00
$\gamma_{w,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	10.0	peso di volume dell'acqua di progetto	
z <sub>WL,fond</sub> [m]	20.00	quota della falda in fondazione (+ se sotto il piano fondazione, - se sopra il piano fondazione)	
z <sub>WL,monte</sub> [m]	20.00	quota della falda a monte (+ se sotto il piano fondazione, - se sopra il piano fondazione)	

**Caratterizzazione sismica**

a <sub>g</sub> [—]	0.060	accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido	
S <sub>s</sub> [—]	1.50	fattore di amplificazione stratigrafica	
S <sub>T</sub> [—]	1.20	fattore di amplificazione topografica	
R <sub>m</sub> [—]	0.18	coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima	
K <sub>h</sub> [—]	0.019	coefficiente sismico orizzontale	
K <sub>v</sub> [—]	-0.010	coefficiente sismico verticale (+ verso il basso, - verso l'alto)	statico sismico
θ [gradi]	1.12		0.000 0.020 [rad]
H <sub>f</sub> x	0.500	posizione risultante incremento spinta sismica misurata dalla base (es. H <sub>f</sub> x0.50)	

**Caratteristiche geometriche**

H [m]	3.60	altezza del muro (da estradosso fondazione)	
h <sub>m</sub> [m]	1.60	altezza della fondazione a filo monte	
h <sub>v</sub> [m]	0.80	altezza della fondazione a filo valle	
B [m]	3.50	larghezza della fondazione	
bo [m]	0.80	larghezza del dente di fondazione (se 0.0 fondazione piana o inclinata)	
bv [m]	1.00	larghezza fondazione su cui grava il terreno di valle	
bm [m]	1.80	larghezza della ciabatta su cui grava il terreno retrostante	
s [m]	0.34	spessore del muro in elevazione	
pv [—]	0.10	pendenza rispetto alla verticale del paramento di valle	
pm [—]	0.00	pendenza rispetto alla verticale del paramento di monte	
c [m]	1.20	plano di riferimento sopra il muro	
β [gradi]	27.0	inclinazione rispetto all'orizzontale della superficie del terrapieno	0.471 [rad]
r [m]	0.00	rialzo del muro sopra terreno di monte	
R [m]	0.50	ricoprimento della fondazione a valle	
D [m]	1.30	approfondimento della fondazione a valle	
H <sub>f</sub> [m]	5.51	altezza totale per determinazione delle spinte (valutata a filo fondazione lato monte)	
ψ [gradi]	90.0	inclinazione rispetto all'orizzontale della parete di spinta a monte (=90° per i muri a mensola)	
$\gamma_{fs,k}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	25.0	peso di volume del muro	$\gamma_{cs}$ [—] = 1.00
$\gamma_{fs,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	25.0	peso di volume del muro	
i [gradi]	12.9	contropendenza del piano di fondazione	0.225 [rad]

**Sovraccarico**

q <sub>pk</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	0.0	sovraccarico permanente caratteristico	$\gamma_q$ [—] = 1.00
q <sub>sk</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	0.0	sovraccarico accidentale caratteristico	$\gamma_q$ [—] = 0.00
q <sub>d</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	0.0	valore di progetto (cautelativamente non si considera il contributo gravante sopra la fondazione)	

**Carichi concentrati**

X <sub>0</sub> [m]	0.00	coordinata X del centro di applicazione della forza concentrata (positiva verso valle)	
Z <sub>0</sub> [m]	0.00	ascissa Z del centro di applicazione della forza concentrata (negativa sopra il piano di fondazione)	
V <sub>0</sub> [kN/m]	0.00	componente verticale della forza (positiva se verso il basso)	$\gamma_q$ [—] = 1.00
H <sub>0</sub> [kN/m]	0.00	componente orizzontale della forza (positiva se verso valle)	$\gamma_q$ [—] = 1.00
M <sub>0</sub> [kN m/m]	0.00	momento concentrato (positivo se ribaltante verso valle)	$\gamma_q$ [—] = 1.00
V <sub>0</sub> [kN/m]	0.00	componente verticale della forza (positiva se verso il basso)	
H <sub>0</sub> [kN/m]	0.00	componente orizzontale della forza (positiva se verso valle)	
M <sub>0</sub> [kN m/m]	0.00	momento concentrato (positivo se ribaltante verso valle)	
X <sub>M</sub> [m]	2.60	coordinata X del centro di applicazione della massa sismica	
Z <sub>M</sub> [m]	-5.40	ascissa Z del centro di applicazione della massa sismica	
massa [kg/m]	0.00	massa sismica concentrata	

## MCR06\_H360.xlsx - Sismica SLV GEO (A2+M2) + EQU

Pag. 4/22

## Determinazione dei coefficienti di spinta

	statico	sismico		statico	sismico
Kh [-]	0.000	0.019	coefficiente sismico orizzontale		
Kv [-]	0.000	-0.010	coefficiente sismico verticale (+ verso il basso, - verso l'alto)		
ψ [grad]	90.0	90.0	inclinazione rispetto all'orizzontale della parete di monte		
β [grad]	27.0	27.0	inclinazione rispetto all'orizzontale superficie del terrapieno		
θ [grad]	0.0	1.1			
			statico	sismico	
			1.571	1.571	[rad]
			0.471	0.471	[rad]
			0.000	0.020	[rad]

	Unità 1		---		---		---		---		angolo di resistenza al taglio del terreno
	statico	sismico									
ψ' [grad]	24.8	24.8	32.0	32.0	32.0	32.0	22.2	22.2	22.2	22.2	angolo di resistenza al taglio del terreno
δ' [grad]	20.0	20.0	32.0	32.0	32.0	32.0	22.2	22.2	22.2	22.2	angolo di resistenza al taglio muro-terreno
ka, ka <sub>e</sub> [-]	0.877	0.899	0.485	0.532	0.485	0.532	0.926	0.948	0.926	0.948	coefficiente di spinta attiva

## Determinazione dei coefficienti di resistenza passiva

kp [-]	2.444	2.371	coefficiente di resistenza passiva (in condizioni sismiche con attrito terra-muro nullo)	
kp [-]			coefficiente di resistenza passiva di progetto (calcolato con la formulazione di [Lancellotta, '07])	

## Calcolo delle spinte e dei vari contributi

Hf [m]	5.51	altezza totale per determinazione delle spinte (valutata a filo fondazione lato monte)		
H <sub>w</sub> [m]	0.00	altezza d'acqua spingente		
S'a,k [kN/m]	246	spinta statica efficace		γ <sub>p(EQU)</sub> [-] = 1.10
S'a <sub>e</sub> ,k [kN/m]	252	spinta sismica efficace		
Sw [kN/m]	0.00	spinta idrostatica		γ <sub>p(EQU)</sub> [-] = 1.10
γ <sub>t</sub> [kN/m <sup>3</sup> ]	18.5	peso di volume del terreno reagente		
D [m]	1.30	approfondimento della fondazione a valle		
kp (1+kv) [-]	2.348	coefficiente di resistenza passiva		
Rp,k [kN/m]	52.64	resistenza passiva disponibile a valle (valore caratteristico)		γ <sub>R</sub> [-] = 1.00
Rp,d [kN/m]	52.64	resistenza passiva disponibile a valle (valore di progetto)		
	0%	percentuale della resistenza passiva da considerare per il calcolo		
	0%	percentuale della resistenza passiva da considerare per la verifica a ribaltamento		

	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [kN]	x [m]	z [m]	M <sub>STAB</sub> [kNm]	M <sub>RIB</sub> [kNm]		γ <sub>G(EQU)</sub> [-] = 0.90
S	231.04	84.09	-1.75	-	264.89	291.28	spinta statica	X γ <sub>G</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
ΔS	5.90	2.15	-1.75	-2.75	7.52	11.52	Δ spinta sismica applicata a 0.50·Hf	X γ <sub>G</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
Rp	0.00	0.00	1.75	-1.23			resistenza passiva applicata a D/3	X γ <sub>G</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
V <sub>0</sub> , H <sub>0</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00			forze concentrate (verticale e orizzontale)	X γ <sub>G</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
M <sub>0</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00			momento concentrato	X γ <sub>G</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
m <sub>0</sub>	0.00	0.00	2.60	-5.40			massa sismica concentrata	X γ <sub>G</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W1	0.00	70.00	0.00	-1.20	110.25		peso della fondazione (soletta)	X γ <sub>G</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W'1	0.00	0.00	0.00	0.00			peso della fondazione (cuneo inclinato)	X γ <sub>G</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W''1	0.00	16.00	-1.35	-0.40	44.64		peso della fondazione (dente)	X γ <sub>G</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W2	0.00	30.60	0.22	-3.40	42.14		peso del paramento in elevazione	X γ <sub>G</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W'2	0.00	16.20	0.51	-2.80	18.08		peso del paramento in elevazione	X γ <sub>G</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W''2	0.00	0.00	0.00	0.00			peso del paramento in elevazione	X γ <sub>G</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W3	0.00	39.96	-1.45	-3.40	115.08		peso del terreno sulla fondazione di monte	X γ <sub>G</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W'3	0.00	1.70	-1.55	-5.30	5.04		peso del terreno sulla fondazione di monte	X γ <sub>G</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W''3	0.00	79.92	-0.55	-3.40	165.43		peso del terreno sulla fondazione di monte	X γ <sub>G</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W'''3	0.00	0.00	0.00	0.00			peso del terreno sulla fondazione di monte	X γ <sub>G</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W4	0.00	9.25	1.25	-1.85	4.16		peso del terreno sulla fondazione di valle	X γ <sub>G</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW1	1.36	-0.68	0.00	-1.20		1.91	inerzia della fondazione (soletta)	X γ <sub>G</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW'1	0.00	0.00	0.00	0.00			inerzia della fondazione (cuneo inclinato)	X γ <sub>G</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW''1	0.31	-0.16	-1.35	-0.40	0.11	0.53	inerzia della fondazione (dente)	X γ <sub>G</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW2	0.59	-0.30	0.22	-3.40		2.20	inerzia del paramento in elevazione	X γ <sub>G</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW'2	0.31	-0.16	0.51	-2.80		0.91	inerzia del paramento in elevazione	X γ <sub>G</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW''2	0.00	0.00	0.00	0.00			inerzia del paramento in elevazione	X γ <sub>G</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW3	0.78	-0.39	-1.45	-3.40		3.59	inerzia del terreno sulla fondazione di monte	X γ <sub>G</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW'3	0.03	-0.02	-1.55	-5.30		0.22	inerzia del terreno sulla fondazione di monte	X γ <sub>G</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW''3	1.55	-0.78	-0.55	-3.40		6.41	inerzia del terreno sulla fondazione di monte	X γ <sub>G</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW'''3	0.00	0.00	0.00	0.00			inerzia del terreno sulla fondazione di monte	X γ <sub>G</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW4	0.18	-0.09	1.25	-1.85		0.26	inerzia del terreno sulla fondazione di valle	X γ <sub>G</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X γ <sub>p</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
ΣF	242.1	347.3			ΣM =	777.3	318.8	

## Risultanti sul piano di fondazione

Dy [m] = 1.00 passo longitudinale di calcolo

V [kN] = ΣF <sub>z</sub>	347.3	risultante delle forze verticali in fondazione
H [kN] = ΣF <sub>x</sub>	242.1	risultante delle forze orizzontali in fondazione
u [m]	1.65	distanza risultante dallo spigolo di valle
ex [m]	0.10	<B/6 eccentricità del carico in fondazione (= M / V)
Bex [m]	3.29	larghezza equivalente ridotta per eccentricità del carico [Meyerhof, 1953]

MCR06\_H360.xlsx - Sismica SLV GEO (A2+M2) + EQU

Pag. 5/22

Verifica ai ribaltamento

$\Sigma M_{STAB}$ [kNm/m] =	777.3	sommatoria dei momenti stabilizzanti
$\Sigma M_{RIB}$ [kNm/m] =	318.8	sommatoria dei momenti ribaltanti
$\Sigma M_{STAB} / \Sigma M_{RIB}$ =	2.44	misura della sicurezza ai ribaltamento

Verifica allo slittamento

Hd [kN] =	242.1	azione orizzontale destabilizzante (senza considerare il contributo della resistenza passiva)
Nd [kN] =	392.5	azione ortogonale al piano di fondazione
Td [kN] =	158.6	azione tangenziale al piano di fondazione
Rd [kN] =	226.6	resistenza di progetto
Rd / Td =	1.43	misura della sicurezza allo slittamento

MCR06\_H360.xlsx - Sismica SLV GEO (A2+M2) + EQU

Pag. 6/22

Sollecitazioni sul paramento in elevazione

$N_{H/3}$ [kN / m] =	27.3	forza assiale sul muro allo spiccato fondazione + H/3 (positivo se di compressione)	Dimensioni sezione
$T_{H/3}$ [kN / m] =	59.3	taglio sul muro allo spiccato fondazione + H/3	B [m]= 1.00
$M_{H/3}$ [kN m / m] =	51.9	momento sul muro allo spiccato fondazione + H/3 (positivo se tende le fibre di monte)	H [m]= 0.58
$N_{S+R}$ [kN / m] =	57.1	forza assiale sul muro al p.c. di valle (positivo se di compressione)	Dimensioni sezione
$T_{S+R}$ [kN / m] =	92.8	taglio sul muro al p.c. di valle	B [m]= 1.00
$M_{S+R}$ [kN m / m] =	103.5	momento sul muro al p.c. di valle (positivo se tende le fibre di monte)	H [m]= 0.65
$N_S$ [kN / m] =	46.3	forza assiale sul muro allo spiccato fondazione (positivo se di compressione)	Dimensioni sezione
$T_S$ [kN / m] =	122.5	taglio sul muro allo spiccato fondazione	B [m]= 1.00
$M_S$ [kN m / m] =	159.3	momento sul muro allo spiccato fondazione (positivo se tende le fibre di monte)	H [m]= 0.70

Sollecitazioni sulla sezione di attacco della mensola di monte

$L_M$ [m] =	1.80	luce di calcolo della trave incastrata soletta di monte	Dimensioni sezione
$L'_M$ [m] =	1.80	luce di calcolo soletta di monte effettiva per le sottopressioni	
$pV_B$ [kN / m <sup>2</sup> ] =	111.16	pressione verticale a filo monte dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	Dimensioni sezione
$pV_A$ [kN / m <sup>2</sup> ] =	95.38	pressione verticale a filo paramento monte dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	
$FV_G$ [kN / m] =	86.24	forza verticale concentrata a filo monte fondazione (agente verso il basso)	
$T_M$ [kN / m] =	-108.8	taglio sulla sezione di attacco della soletta di monte	
$M_M$ [kN m / m] =	-184.7	momento sulla sezione di attacco della soletta di monte (positivo se tende le fibre inferiori)	

Sollecitazioni sulla sezione di attacco della mensola di valle

$L_V$ [m] =	1.00	luce di calcolo della trave incastrata soletta di valle	Dimensioni sezione
$L'_V$ [m] =	1.00	luce di calcolo soletta di valle, effettiva per le sottopressioni	
$pV_A$ [kN / m <sup>2</sup> ] =	28.97	pressione verticale a filo valle dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	Dimensioni sezione
$pV_B$ [kN / m <sup>2</sup> ] =	34.62	pressione verticale a filo paramento valle dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	
$T_V$ [kN / m] =	80.0	taglio sulla sezione di attacco della soletta di valle	
$M_V$ [kN m / m] =	41.3	momento sulla sezione di attacco della soletta di monte (positivo se tende le fibre inferiori)	

Sollecitazioni sul dente di fondazione (DENTE DI MONTE)

$H_D$ [m] =	0.80	altezza del dente di fondazione	Dimensioni sezione
$T_D$ [kN / m] =	-63.86	taglio dovuto alla spinta attiva	
$M_A$ [kN m / m] =	-27.42	momento dovuto alla spinta attiva	
$T_P$ [kN / m] =	0.00	taglio dovuto alla resistenza passiva	
$M_P$ [kN m / m] =	#DIV/0!	momento dovuto alla resistenza passiva	
$T_D$ [kN / m] =	-63.9	taglio sulla sezione di attacco del dente di fondazione	
$M_D$ [kN m / m] =	#DIV/0!	momento sulla sezione di attacco del dente di fondazione (positivo se tende le fibre di valle)	

MCR06\_H360.xlsx - Statica SLU GEO (A2+M2) + EQU

Pag. 7/22

Caratteristiche geotecniche del terreno spingente

	Riempimento	Unità 1	---	---	---	---	
Hs [m]		20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	spessore dell'unità
$\gamma_{k,1}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	18.5	18.5	20.0	0.0	0.0	0.0	peso di volume del terreno caratteristico
$\gamma_{k,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	18.5	18.5	20.0	0.0	0.0	0.0	peso di volume del terreno di progetto
$\phi_k$ [gradi]		30.0	38.0	38.0	27.0	27.0	angolo di resistenza al taglio caratteristico
$\phi_d$ [gradi]		24.8	32.0	32.0	22.2	22.2	angolo di resistenza al taglio di progetto
$c_k$ [kPa]		0.0	30.0	30.0	5.0	5.0	coesione caratteristica
$c_d$ [kPa]		0.0	24.0	24.0	4.0	4.0	coesione di progetto
$\delta_k$ [gradi]		20.0	32.0	32.0	22.2	22.2	angolo di resistenza al taglio caratteristico muro-terreno
$\delta_d$ [gradi]		20.0	32.0	32.0	22.2	22.2	angolo di resistenza al taglio muro-terreno
$z_{top}$ [m]		-5.5	14.5	14.5	14.5	14.5	quota di testa dell'unità
$z_{bot}$ [m]		14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	quota di base dell'unità

Caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione (L.A.S)

$\gamma_{k,1}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	18.5	peso di volume del terreno caratteristico	$\gamma_{k,1}$ [-] = 1.00
$\gamma_{k,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	18.5	peso di volume del terreno di progetto	
$\phi_k$ [gradi]	30.0	angolo di resistenza al taglio caratteristico	$\gamma_{\phi}$ [-] = 1.25
$\phi_d$ [gradi]	24.8	angolo di resistenza al taglio di progetto	0.433 [rad]
$c_k$ [kPa]	5.0	coesione caratteristica	$\gamma_c$ [-] = 1.25
$c_d$ [kPa]	4.0	coesione di progetto	
$\delta_k$ [gradi]	30.0	angolo di resistenza al taglio caratteristico fondazione-terreno	$\gamma_{\delta}$ [-] = 1.00
$\delta_d$ [gradi]	30.0	angolo di resistenza al taglio di progetto fondazione-terreno	0.524 [rad]

Falda

$\gamma_{w,k}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	10.0	peso di volume dell'acqua caratteristico	$\gamma_{w,0}$ [-] = 1.00
$\gamma_{w,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	10.0	peso di volume dell'acqua di progetto	
$z_{WL,fond}$ [m]	20.00	quota della falda in fondazione (+ se sotto il piano fondazione, - se sopra il piano fondazione)	
$z_{WL,monte}$ [m]	20.00	quota della falda a monte (+ se sotto il piano fondazione, - se sopra il piano fondazione)	

Caratterizzazione sismica

$a_g/g$ [-]	0.000	accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido	
$S_s$ [-]	1.50	fattore di amplificazione stratigrafica	
$S_T$ [-]	1.20	fattore di amplificazione topografica	
$\beta_m$ [-]	0.18	coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima	
$K_h$ [-]	0.000	coefficiente sismico orizzontale	
$K_v$ [-]	0.000	coefficiente sismico verticale (+ verso il basso, - verso l'alto)	
$\theta$ [gradi]	0.00		statico sismico 0.000 0.000 [rad]
Hf x	0.500	posizione risultante incremento spinta sismica misurata dalla base (es. Hfx0.50)	

Caratteristiche geometriche

H [m]	3.60	altezza del muro (da estradosso fondazione)	
$h_u$ [m]	1.60	altezza della fondazione a filo monte	
$h_v$ [m]	0.80	altezza della fondazione a filo valle	
B [m]	3.50	larghezza della fondazione	
bo [m]	0.80	larghezza del dente di fondazione (se 0.0 fondazione piana o inclinata)	
bv [m]	1.00	larghezza fondazione su cui grava il terreno di valle	
bm [m]	1.80	larghezza della ciabatta su cui grava il terreno retrostante	
s [m]	0.34	spessore del muro in elevazione	
pv [-]	0.10	pendenza rispetto alla verticale del paramento di valle	
pm [-]	0.00	pendenza rispetto alla verticale del paramento di monte	
c [m]	1.20	pianerottolo sopra il muro	
$\beta$ [gradi]	27.0	inclinazione rispetto all'orizzontale della superficie del terrapieno	0.471 [rad]
r [m]	0.00	rialzo del muro sopra terreno di monte	
R [m]	0.50	ricoprimento della fondazione a valle	
D [m]	1.30	approfondimento della fondazione a valle	
Hf [m]	5.51	altezza totale per determinazione delle spinte (valutata a filo fondazione lato monte)	
$\psi$ [gradi]	90.0	inclinazione rispetto all'orizzontale della parete di spinta a monte (=90° per i muri a mensola)	
$\gamma_{k,1}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	25.0	peso di volume del muro	$\gamma_{k,1}$ [-] = 1.00
$\gamma_{k,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	25.0	peso di volume del muro	
i [gradi]	12.9	contropendenza del piano di fondazione	0.225 [rad]

Sovraccarico

$q_{p,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	0.0	sovraccarico permanente caratteristico	$\gamma_q$ [-] = 1.00
$q_{b,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	0.0	sovraccarico accidentale caratteristico	$\gamma_q$ [-] = 1.36
$q_d$ [kN/m <sup>2</sup> ]	0.0	valore di progetto (cautelativamente non si considera il contributo gravante sopra la fondazione)	

Carichi concentrati

$X_0$ [m]	0.00	coordinata X del centro di applicazione della forza concentrata (positiva verso valle)	
$Z_0$ [m]	0.00	ascissa Z del centro di applicazione della forza concentrata (negativa sopra il piano di fondazione)	
$V_0$ [kN]	0.00	componente verticale della forza (positiva se verso il basso)	$\gamma_{V_0}$ [-] = 1.00
$H_0$ [kN/m]	0.00	componente orizzontale della forza (positiva se verso valle)	$\gamma_{H_0}$ [-] = 1.00
$M_0$ [kN m/m]	0.00	momento concentrato (positivo se ribaltante verso valle)	$\gamma_{M_0}$ [-] = 1.00
$V_0$ [kN/m]	0.00	componente verticale della forza (positiva se verso il basso)	
$H_0$ [kN/m]	0.00	componente orizzontale della forza (positiva se verso valle)	
$M_0$ [kN m/m]	0.00	momento concentrato (positivo se ribaltante verso valle)	
$X_m$ [m]	2.60	coordinata X del centro di applicazione della massa sismica	
$Z_m$ [m]	-5.40	ascissa Z del centro di applicazione della massa sismica	
massa [kg/m]	0.00	massa sismica concentrata	

## MCR06\_H360.xlsx - Statica SLU GEO (A2+M2) + EQU

Pag. 8/22

## Determinazione dei coefficienti di spinta

	statico	sismico						statico	sismico
Kh [-]	0.000	0.000	coefficiente sismico orizzontale						
Kv [-]	0.000	0.000	coefficiente sismico verticale (+ verso il basso, - verso l'alto)						
$\psi$ [grad]	90.0	90.0	inclinazione rispetto all'orizzontale della parete di monte				1.571	1.571	[rad]
$\beta$ [grad]	27.0	27.0	inclinazione rispetto all'orizzontale superficie del terrapieno				0.471	0.471	[rad]
$\theta$ [grad]	0.0	0.0					0.000	0.000	[rad]

	Unità 1		---		---		---		---	
	statico	sismico								
$\phi'$ [grad]	24.8	24.8	32.0	32.0	32.0	32.0	22.2	22.2	22.2	22.2
$\delta'$ [grad]	20.0	20.0	32.0	32.0	32.0	32.0	22.2	22.2	22.2	22.2
ka, ka <sub>c</sub> [-]	0.877	0.877	0.485	0.485	0.485	0.485	0.926	0.926	0.926	0.926

 angolo di resistenza al taglio del terreno  
 angolo di resistenza al taglio muro-terreno  
 coefficiente di spinta attiva

## Determinazione del coefficiente di resistenza passiva

kp [-]	2.444	2.444	coefficiente di resistenza passiva (in condizioni sismiche con attrito terra-muro nullo)	
kp [-]			coefficiente di resistenza passiva di progetto (calcolato con la formulazione di [Lancellotta, '07])	

## Calcolo delle spinte e dei vari contributi

Hf [m]	5.51	altezza totale per determinazione delle spinte (valutata a filo fondazione lato monte)							
H <sub>w</sub> [m]	0.00	altezza d'acqua spingente							
S'a <sub>s,k</sub> [kN/m]	246	spinta statica efficace							$\gamma_{p(EQU)} [-] = 1.10$
S'a <sub>s,k</sub> [kN/m]	246	spinta sismica efficace							$\gamma_{p(EQU)} [-] = 1.10$
Sw [kN/m]	0.00	spinta idrostatica							
$\gamma_1$ [kN/m <sup>3</sup> ]	18.5	peso di volume del terreno reagente							
D [m]	1.30	approfondimento della fondazione a valle							
kp (1+k <sub>v</sub> ) [-]	2.444	coefficiente di resistenza passiva							$\gamma_R [-] = 1.00$
Rp,k [kN/m]	54.47	resistenza passiva disponibile a valle (valore caratteristico)							
Rp,d [kN/m]	54.47	resistenza passiva disponibile a valle (valore di progetto)							
	0%	percentuale della resistenza passiva da considerare per il calcolo							
	0%	percentuale della resistenza passiva da considerare per la verifica a ribaltamento							$\gamma_{p(EQU)} [-] = 0.90$
	F <sub>v</sub>	F <sub>s</sub>	x	z	M <sub>STAB</sub>	M <sub>RIB</sub>			
	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]			
S	231.04	84.09	-1.75	-	264.89	291.28	spinta statica	X $\gamma_0$ (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X $\gamma_p$ (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
$\Delta S$	0.00	0.00	-1.75	-2.75			$\Delta$ spinta sismica applicata a 0.50-Hf	X $\gamma_0$ (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X $\gamma_p$ (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
Rp	0.00	0.00	1.75	-1.23			resistenza passiva applicata a D/3	X $\gamma_0$ (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X $\gamma_p$ (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
V <sub>h</sub> H <sub>h</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00			forze concentrate (verticale e orizzontale)	X $\gamma_0$ (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X $\gamma_p$ (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
M <sub>h</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00			momento concentrato	X $\gamma_0$ (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X $\gamma_p$ (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
m <sub>h</sub>	0.00	0.00	2.60	-5.40			massa sismica concentrata	X $\gamma_0$ (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X $\gamma_p$ (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W1	0.00	70.00	0.00	-1.20	110.25		peso della fondazione (soletta)	X $\gamma_0$ (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X $\gamma_p$ (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W'1	0.00	0.00	0.00	0.00			peso della fondazione (cuneo inclinato)	X $\gamma_0$ (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X $\gamma_p$ (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W''1	0.00	16.00	-1.35	-0.40	44.64		peso della fondazione (dente)	X $\gamma_0$ (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X $\gamma_p$ (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W'2	0.00	30.60	0.22	-3.40	42.14		peso del paramento in elevazione	X $\gamma_0$ (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X $\gamma_p$ (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W''2	0.00	16.20	0.51	-2.80	18.08		peso del paramento in elevazione	X $\gamma_0$ (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X $\gamma_p$ (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W'3	0.00	39.96	-1.45	-3.40	115.08		peso del terreno sulla fondazione di monte	X $\gamma_0$ (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X $\gamma_p$ (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W''3	0.00	1.70	-1.55	-5.30	5.04		peso del terreno sulla fondazione di monte	X $\gamma_0$ (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X $\gamma_p$ (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W'''3	0.00	79.92	-0.55	-3.40	165.43		peso del terreno sulla fondazione di monte	X $\gamma_0$ (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X $\gamma_p$ (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W'''3	0.00	0.00	0.00	0.00			peso del terreno sulla fondazione di monte	X $\gamma_0$ (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X $\gamma_p$ (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W4	0.00	9.25	1.25	-1.85	4.16		peso del terreno sulla fondazione di valle	X $\gamma_0$ (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X $\gamma_p$ (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW1	0.00	0.00	0.00	-1.20			inerzia della fondazione (soletta)	X $\gamma_0$ (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X $\gamma_p$ (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW'1	0.00	0.00	0.00	0.00			inerzia della fondazione (cuneo inclinato)	X $\gamma_0$ (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X $\gamma_p$ (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW''1	0.00	0.00	-1.35	-0.40			inerzia della fondazione (dente)	X $\gamma_0$ (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X $\gamma_p$ (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW2	0.00	0.00	0.22	-3.40			inerzia del paramento in elevazione	X $\gamma_0$ (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X $\gamma_p$ (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW'2	0.00	0.00	0.51	-2.80			inerzia del paramento in elevazione	X $\gamma_0$ (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X $\gamma_p$ (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW''2	0.00	0.00	0.00	0.00			inerzia del paramento in elevazione	X $\gamma_0$ (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X $\gamma_p$ (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW3	0.00	0.00	-1.45	-3.40			inerzia del terreno sulla fondazione di monte	X $\gamma_0$ (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X $\gamma_p$ (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW'3	0.00	0.00	-1.55	-5.30			inerzia del terreno sulla fondazione di monte	X $\gamma_0$ (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X $\gamma_p$ (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW''3	0.00	0.00	-0.55	-3.40			inerzia del terreno sulla fondazione di monte	X $\gamma_0$ (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X $\gamma_p$ (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW'''3	0.00	0.00	0.00	0.00			inerzia del terreno sulla fondazione di monte	X $\gamma_0$ (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X $\gamma_p$ (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW4	0.00	0.00	1.25	-1.85			inerzia del terreno sulla fondazione di valle	X $\gamma_0$ (riduzione M <sub>STAB</sub> )	X $\gamma_p$ (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
$\Sigma F$	231.0	347.7			$\Sigma M$	769.7	291.3		

## Risultanti sul piano di fondazione

V [kN] = $\Sigma F_z$	347.7	risultante delle forze verticali in fondazione
H [kN] = $\Sigma F_x$	231.0	risultante delle forze orizzontali in fondazione
u [m]	1.70	distanza risultante dallo spigolo di valle
ex [m]	0.05	<B/6 eccentricità del carico in fondazione (= M / V)
Bex [m]	3.40	larghezza equivalente ridotta per eccentricità del carico [Meyerhof, 1953]

MCR06\_H360.xlsx - Statica SLU GEO (A2+M2) + EQU

Pag. 9/22

**Verifica al ribaltamento**

$\Sigma M_{STAB}$ [kNm/m] =	<b>769.7</b>	sommatoria dei momenti stabilizzanti
$\Sigma M_{RIB}$ [kNm/m] =	<b>291.3</b>	sommatoria dei momenti ribaltanti
$\Sigma M_{STAB} / \Sigma M_{RIB}$ =	<b>2.64</b>	misura della sicurezza al ribaltamento

**Verifica allo siltamento**

Hd [kN] =	<b>231.0</b>	azione orizzontale destabilizzante (senza considerare il contributo della resistenza passiva)
Nd [kN] =	390.5	azione ortogonale al piano di fondazione
Td [kN] =	<b>147.7</b>	azione tangenziale al piano di fondazione
Rd [kN] =	<b>225.4</b>	resistenza di progetto
Rd / Td =	<b>1.53</b>	misura della sicurezza allo siltamento

MCR06\_H360.xlsx - Statica SLU GEO (A2+M2) + EQU

Pag. 10/22

**Sollecitazioni sul paramento in elevazione**

$N_{H/3}$ [kN / m] =	27.6	forza assiale sul muro allo spiccatto fondazione + H/3 (positivo se di compressione)	Dimensioni sezione
$T_{H/3}$ [kN / m] =	55.8	taglio sul muro allo spiccatto fondazione + H/3	B [m]= 1.00
$M_{H/3}$ [kN m / m] =	47.5	momento sul muro allo spiccatto fondazione + H/3 (positivo se tende le fibre di monte)	H [m]= 0.58
$N_{S+R}$ [kN / m] =	57.4	forza assiale sul muro al p.c. di valle (positivo se di compressione)	Dimensioni sezione
$T_{S+R}$ [kN / m] =	88.4	taglio sul muro al p.c. di valle	B [m]= 1.00
$M_{S+R}$ [kN m / m] =	96.4	momento sul muro al p.c. di valle (positivo se tende le fibre di monte)	H [m]= 0.65
$N_S$ [kN / m] =	46.8	forza assiale sul muro allo spiccatto fondazione (positivo se di compressione)	Dimensioni sezione
$T_S$ [kN / m] =	116.3	taglio sul muro allo spiccatto fondazione	B [m]= 1.00
$M_S$ [kN m / m] =	147.7	momento sul muro allo spiccatto fondazione (positivo se tende le fibre di monte)	H [m]= 0.70

**Sollecitazioni sulla sezione di attacco della mensola di monte**

$L_M$ [m] =	1.80	luce di calcolo della trave incastrata soletta di monte	Dimensioni sezione
$L'_M$ [m] =	1.80	luce di calcolo soletta di monte effettiva per le sottopressioni	
$p_{Vb}$ [kN / m <sup>2</sup> ] =	112.26	pressione verticale a filo monte dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	Dimensioni sezione
$p_{Vb'}$ [kN / m <sup>2</sup> ] =	96.31	pressione verticale a filo paramento monte dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	
$F_{V0}$ [kN / m] =	84.09	forza verticale concentrata a filo monte fondazione (agente verso il basso)	
$T_M$ [kN / m] =	-100.7	taglio sulla sezione di attacco della soletta di monte	
$M_M$ [kN m / m] =	-173.1	momento sulla sezione di attacco della soletta di monte (positivo se tende le fibre inferiori)	
			B [m]= 1.00
			H [m]= 0.80

**Sollecitazioni sulla sezione di attacco della mensola di valle**

$L_V$ [m] =	1.00	luce di calcolo della trave incastrata soletta di valle	Dimensioni sezione
$L'_V$ [m] =	1.00	luce di calcolo soletta di valle, effettiva per le sottopressioni	
$p_{VA}$ [kN / m <sup>2</sup> ] =	29.25	pressione verticale a filo valle dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	Dimensioni sezione
$p_{VA'}$ [kN / m <sup>2</sup> ] =	34.96	pressione verticale a filo paramento valle dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	
$T_V$ [kN / m] =	73.6	taglio sulla sezione di attacco della soletta di valle	
$M_V$ [kN m / m] =	37.7	momento sulla sezione di attacco della soletta di monte (positivo se tende le fibre inferiori)	
			H [m]= 0.80

**Sollecitazioni sul dente di fondazione (DENTE DI MONTE)**

$H_D$ [m] =	0.80	altezza del dente di fondazione	Dimensioni sezione
$T_a$ [kN / m] =	-62.27	taglio dovuto alla spinta attiva	
$M_a$ [kN m / m] =	-25.51	momento dovuto alla spinta attiva	Dimensioni sezione
$T_p$ [kN / m] =	0.00	taglio dovuto alla resistenza passiva	
$M_p$ [kN m / m] =	#DIV/0!	momento dovuto alla resistenza passiva	
$T_D$ [kN / m] =	-62.3	taglio sulla sezione di attacco del dente di fondazione	
$M_D$ [kN m / m] =	#DIV/0!	momento sulla sezione di attacco del dente di fondazione (positivo se tende le fibre di valle)	
			B [m]= 1.00
			H [m]= 0.80

MCR06\_H360.xlsx - Sismica SLV STR (A1+M1)  
Pag. 11/22

**Caratteristiche geotecniche del terreno spingente**

	Riempimento	Unità 1	---	---	---	---		
Hs [m]	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	spessore dell'unità	
$\gamma_{l,k}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	18.5	18.5	20.0	0.0	0.0	0.0	peso di volume del terreno caratteristico	$\gamma_{l(\infty)}$ [—] = 1.00
$\gamma_{l,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	18.5	18.5	20.0	0.0	0.0	0.0	peso di volume del terreno di progetto	
$\phi'_k$ [gradi]	30.0	38.0	38.0	27.0	27.0	27.0	angolo di resistenza al taglio caratteristico	$\gamma_\phi$ [—] = 1.00
$\phi'_d$ [gradi]	30.0	38.0	38.0	27.0	27.0	27.0	angolo di resistenza al taglio di progetto	
$c'_k$ [kPa]	0.0	30.0	30.0	5.0	5.0	5.0	coesione caratteristica	$\gamma_c$ [—] = 1.00
$c'_d$ [kPa]	0.0	30.0	30.0	5.0	5.0	5.0	coesione di progetto	
$\delta'_k$ [gradi]	20.0	38.0	38.0	27.0	27.0	27.0	angolo di resistenza al taglio caratteristico muro-terreno	$\gamma_\delta$ [—] = 1.00
$\delta'_d$ [gradi]	20.0	38.0	38.0	27.0	27.0	27.0	angolo di resistenza al taglio muro-terreno	
$z_{top}$ [m]	-5.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	quota di testa dell'unità	
$z_{bot}$ [m]	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	quota di base dell'unità	

**Caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione (LAS)**

$\gamma_{l,k}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	18.5	peso di volume del terreno caratteristico	$\gamma_{l(\infty)}$ [—] = 1.00
$\gamma_{l,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	18.5	peso di volume del terreno di progetto	
$\phi'_k$ [gradi]	30.0	angolo di resistenza al taglio caratteristico	$\gamma_\phi$ [—] = 1.00
$\phi'_d$ [gradi]	30.0	angolo di resistenza al taglio di progetto	0.524 [rad]
$c'_k$ [kPa]	5.0	coesione caratteristica	$\gamma_c$ [—] = 1.00
$c'_d$ [kPa]	5.0	coesione di progetto	
$\delta'_k$ [gradi]	30.0	angolo di resistenza al taglio caratteristico fondazione-terreno	$\gamma_\delta$ [—] = 1.00
$\delta'_d$ [gradi]	30.0	angolo di resistenza al taglio di progetto fondazione-terreno	0.524 [rad]

**Falda**

$\gamma_{w,k}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	10.0	peso di volume dell'acqua caratteristico	$\gamma_{w(\infty)}$ [—] = 1.00
$\gamma_{w,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	10.0	peso di volume dell'acqua di progetto	
$z_{M\_fond}$ [m]	20.00	quota della falda in fondazione (+ se sotto il piano fondazione, - se sopra il piano fondazione)	
$z_{M\_monte}$ [m]	20.00	quota della falda a monte (+ se sotto il piano fondazione, - se sopra il piano fondazione)	

**Caratterizzazione sismica**

$a_{q/g}$ [—]	0.060	accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido	
$S_s$ [—]	1.50	fattore di amplificazione stratigrafica	
$S_T$ [—]	1.20	fattore di amplificazione topografica	
$\beta_m$ [—]	0.18	coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima	
$K_h$ [—]	0.019	coefficiente sismico orizzontale	
$K_v$ [—]	-0.010	coefficiente sismico verticale (+ verso il basso, - verso l'alto)	statico sismico 0.000 0.020 [rad]
$\theta$ [gradi]	1.12		
Hf x	0.500	posizione risultante incremento spinta sismica misurata dalla base (es. Hfx0.50)	

**Caratteristiche geometriche**

H [m]	3.60	altezza del muro (da estradosso fondazione)	
$h_{fil}$ [m]	1.60	altezza della fondazione a filo monte	
$h_v$ [m]	0.80	altezza della fondazione a filo valle	
B [m]	3.50	larghezza della fondazione	
$bo$ [m]	0.80	larghezza del dente di fondazione (se 0.0 fondazione piana o inclinata)	
$bv$ [m]	1.00	larghezza fondazione su cui grava il terreno di valle	
$bm$ [m]	1.80	larghezza della ciabatta su cui grava il terreno retrostante	
s [m]	0.34	spessore del muro in elevazione	
$\rho_v$ [—]	0.10	pendenza rispetto alla verticale del paramento di valle	
$\rho_m$ [—]	0.00	pendenza rispetto alla verticale del paramento di monte	
c [m]	1.20	pianerottolo sopra il muro	
$\beta$ [gradi]	27.0	inclinazione rispetto all'orizzontale della superficie del terrapieno	0.471 [rad]
r [m]	0.00	rialzo del muro sopra terreno di monte	
R [m]	0.50	ricoprimento della fondazione a valle	
D [m]	1.30	approfondimento della fondazione a valle	
Hf [m]	5.51	altezza totale per determinazione delle spinte (valutata a filo fondazione lato monte)	
$\psi$ [gradi]	90.0	inclinazione rispetto all'orizzontale della parete di spinta a monte (=90° per i muri a mensola)	
$\gamma_{fcs,k}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	25.0	peso di volume del muro	$\gamma_{f(\infty)}$ [—] = 1.00
$\gamma_{fcs,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	25.0	peso di volume del muro	
i [gradi]	12.9	contropendenza del piano di fondazione	0.225 [rad]

**Sovraccarico**

$q_{p,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	0.0	sovraccarico permanente caratteristico	$\gamma_q$ [—] = 1.00
$q_{a,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	0.0	sovraccarico accidentale caratteristico	$\gamma_q$ [—] = 0.00
$q_d$ [kN/m <sup>2</sup> ]	0.0	valore di progetto (cautelativamente non si considera il contributo gravante sopra la fondazione)	

**Carichi concentrati**

$X_0$ [m]	0.00	coordinata X del centro di applicazione della forza concentrata (positiva verso valle)	
$Z_0$ [m]	0.00	ascissa Z del centro di applicazione della forza concentrata (negativa sopra il piano di fondazione)	
$V_0$ [kN/m]	0.00	componente verticale della forza (positiva se verso il basso)	$\gamma_q$ [—] = 1.00
$H_0$ [kN/m]	0.00	componente orizzontale della forza (positiva se verso valle)	$\gamma_q$ [—] = 1.00
$M_0$ [kN m/m]	0.00	momento concentrato (positivo se ribaltante verso valle)	$\gamma_q$ [—] = 1.00
$V_0$ [kN/m]	0.00	componente verticale della forza (positiva se verso il basso)	
$H_0$ [kN/m]	0.00	componente orizzontale della forza (positiva se verso valle)	
$M_0$ [kN m/m]	0.00	momento concentrato (positivo se ribaltante verso valle)	
$X_M$ [m]	2.60	coordinata X del centro di applicazione della massa sismica	
$Z_M$ [m]	-5.40	ascissa Z del centro di applicazione della massa sismica	
massa [kg/m]	0.00	massa sismica concentrata	

MCR06\_H360.xlsx - Sismica SLV STR (A1+M1)

Pag. 12/22

**Deteminazione dei coefficienti di spinta**

	statico	sismico		statico	sismico
Kh [-]	0.000	0.019	coefficiente sismico orizzontale		
Kv [-]	0.000	-0.010	coefficiente sismico verticale (+ verso il basso, - verso l'alto)		
ψ [gradi]	90.0	90.0	inclinazione rispetto all'orizzontale della parete di monte		
β [gradi]	27.0	27.0	inclinazione rispetto all'orizzontale superficie del terrapieno		
θ [gradi]	0.0	1.1			

	Unità 1		--		--		--		--	
	statico	sismico								
φ' [gradi]	30.0	30.0	38.0	38.0	38.0	38.0	27.0	27.0	27.0	27.0
δ' [gradi]	20.0	20.0	38.0	38.0	38.0	38.0	27.0	27.0	27.0	27.0
ka, ka_c [-]	0.537	0.597	0.344	0.371	0.344	0.371	0.891	0.918	0.891	0.918

**Deteminazione del coefficiente di resistenza passiva**

kp [-]	3.000	2.901	coefficiente di resistenza passiva (in condizioni sismiche con attrito terra-muro nullo)	
kc [-]			coefficiente di resistenza passiva di progetto (calcolato con la formulazione di [Lancelotta, '07])	

**Calcolo delle spinte e dei vari contributi**

Hf [m]	5.51	altezza totale per deteminazione delle spinte (valutata a filo fondazione lato monte)					
Hw [m]	0.00	altezza d'acqua spingente					
S'a,k [kN/m]	151	spinta statica efficace					γp(EQU) [-] = 1.10
S'a_e,k [kN/m]	167	spinta sismica efficace					γp(EQU) [-] = 1.10
Sw [kN/m]	0.00	spinta idrostatica					
γt [kN/m³]	18.5	peso di volume del terreno reagente					
D [m]	1.30	approfondimento della fondazione a valle					
kp (1+kv) [-]	2.873	coefficiente di resistenza passiva					
Rp,k [kN/m]	66.94	resistenza passiva disponibile a valle (valore caratteristico)					γR [-] = 1.00
Rp,d [kN/m]	66.94	resistenza passiva disponibile a valle (valore di progetto)					
	0%	percentuale della resistenza passiva da considerare per il calcolo					
	0%	percentuale della resistenza passiva da considerare per la verifica a ribaltamento					
	Fx	Fz	x	z	M <sub>STAB</sub>	M <sub>RIE</sub>	
	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]	γp(EQU) [-] = 0.90
S	141.53	51.51	-1.75	-	162.26	178.43	spinta statica
ΔS	15.70	5.71	-1.75	-2.75	20.00	30.66	Δ spinta sismica applicata a 0.50·Hf
Rp	0.00	0.00	1.75	-1.23			resistenza passiva applicata a D/3
V <sub>0</sub> H <sub>0</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00			forze concentrate (verticale e orizzontale)
M <sub>0</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00			momento concentrato
m <sub>0</sub>	0.00	0.00	2.60	-5.40			massa sismica concentrata
W1	0.00	70.00	0.00	-1.20	110.25		peso della fondazione (soletta)
W'1	0.00	0.00	0.00	0.00			peso della fondazione (cuneo inclinato)
W''1	0.00	16.00	-1.35	-0.40	44.64		peso della fondazione (dente)
W2	0.00	30.60	0.22	-3.40	42.14		peso del paramento in elevazione
W'2	0.00	16.20	0.51	-2.80	18.08		peso del paramento in elevazione
W''2	0.00	0.00	0.00	0.00			peso del paramento in elevazione
W3	0.00	39.96	-1.45	-3.40	115.08		peso del terreno sulla fondazione di monte
W'3	0.00	1.70	-1.55	-5.30	5.04		peso del terreno sulla fondazione di monte
W''3	0.00	79.92	-0.55	-3.40	165.43		peso del terreno sulla fondazione di monte
W'''3	0.00	0.00	0.00	0.00			peso del terreno sulla fondazione di monte
W4	0.00	9.25	1.25	-1.85	4.16		peso del terreno sulla fondazione di valle
dW1	1.36	-0.68	0.00	-1.20		1.91	inerzia della fondazione (soletta)
dW'1	0.00	0.00	0.00	0.00			inerzia della fondazione (cuneo inclinato)
dW''1	0.31	-0.16	-1.35	-0.40	0.11	0.53	inerzia della fondazione (dente)
dW2	0.59	-0.30	0.22	-3.40		2.20	inerzia del paramento in elevazione
dW'2	0.31	-0.16	0.51	-2.80		0.91	inerzia del paramento in elevazione
dW''2	0.00	0.00	0.00	0.00			inerzia del paramento in elevazione
dW3	0.78	-0.39	-1.45	-3.40		3.59	inerzia del terreno sulla fondazione di monte
dW'3	0.03	-0.02	-1.55	-5.30		0.22	inerzia del terreno sulla fondazione di monte
dW''3	1.55	-0.78	-0.55	-3.40		6.41	inerzia del terreno sulla fondazione di monte
dW'''3	0.00	0.00	0.00	0.00			inerzia del terreno sulla fondazione di monte
dW4	0.18	-0.09	1.25	-1.85		0.26	inerzia del terreno sulla fondazione di valle
ΣF	162.4	318.3			ΣM =	687.2	225.1

**Risultanti sul piano di fondazione**

Dy [m]	1.00	passo longitudinale di calcolo	
V [kN] = ΣF <sub>z</sub>	318.3	risultante delle forze verticali in fondazione	
H [kN] = ΣF <sub>x</sub>	162.4	risultante delle forze orizzontali in fondazione	
u [m]	1.74	distanza risultante dallo spigolo di valle	
ex [m]	0.01	<B/6 eccentricità del carico in fondazione (= M/V)	
Bex [m]	3.48	larghezza equivalente ridotta per eccentricità del carico [Meyernof, 1953]	

MCR06\_H360.xlsx - Sismica SLV STR (A1+M1)

Pag. 13/22

**Verifica al ribaltamento**

$\Sigma M_{STAB}$ [kNm/m] =	<b>687.2</b>	sommatoria dei momenti stabilizzanti
$\Sigma M_{RIB}$ [kNm/m] =	<b>225.1</b>	sommatoria dei momenti ribaltanti
$\Sigma M_{STAB} / \Sigma M_{RIB}$ =	<b>3.05</b>	misura della sicurezza al ribaltamento

**Verifica allo slittamento**

Hd [kN] =	<b>162.4</b>	azione orizzontale destabilizzante (senza considerare il contributo della resistenza passiva)
Nd [kN] =	346.5	azione ortogonale al piano di fondazione
Td [kN] =	<b>87.3</b>	azione tangenziale al piano di fondazione
Rd [kN] =	<b>200.0</b>	resistenza di progetto
Rd / Td =	<b>2.29</b>	misura della sicurezza allo slittamento

MCR06\_H360.xlsx - Sismica SLV STR (A1+M1)

Pag. 14/22

**Sollecitazioni sul paramento in elevazione**

$N_{H3}$ [kN / m] =	27.3	forza assiale sul muro allo spiccatto fondazione + H/3 (positivo se di compressione)	Dimensioni sezione B [m]= 1.00 H [m]= 0.58
$T_{H3}$ [kN / m] =	40.1	taglio sul muro allo spiccatto fondazione + H/3	
$M_{H3}$ [kN m / m] =	35.6	momento sul muro allo spiccatto fondazione + H/3 (positivo se tende le fibre di monte)	
$N_{S+R}$ [kN / m] =	57.1	forza assiale sul muro al p.c. di valle (positivo se di compressione)	Dimensioni sezione B [m]= 1.00 H [m]= 0.65
$T_{S+R}$ [kN / m] =	62.3	taglio sul muro al p.c. di valle	
$M_{S+R}$ [kN m / m] =	71.0	momento sul muro al p.c. di valle (positivo se tende le fibre di monte)	
$N_s$ [kN / m] =	<b>46.3</b>	forza assiale sul muro allo spiccatto fondazione (positivo se di compressione)	Dimensioni sezione B [m]= 1.00 H [m]= 0.70
$T_s$ [kN / m] =	<b>82.4</b>	taglio sul muro allo spiccatto fondazione	
$M_s$ [kN m / m] =	<b>110.3</b>	momento sul muro allo spiccatto fondazione (positivo se tende le fibre di monte)	

**Sollecitazioni sulla sezione di attacco della mensola di monte**

$L_M$ [m] =	1.80	luce di calcolo della trave incastrata soletta di monte	Dimensioni sezione B [m]= 1.00 H [m]= 0.80
$L'_M$ [m] =	1.80	luce di calcolo soletta di monte effettiva per le sottopressioni	
$p_{Vg}$ [kN / m <sup>2</sup> ] =	111.16	pressione verticale a filo monte dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	
$p_{Vg}$ [kN / m <sup>2</sup> ] =	95.38	pressione verticale a filo paramento monte dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	
$F_{V0}$ [kN / m] =	57.23	forza verticale concentrata a filo monte fondazione (agente verso il basso)	
$T_M$ [kN / m] =	<b>-80.8</b>	taglio sulla sezione di attacco della soletta di monte	
$M_M$ [kN m / m] =	<b>-128.9</b>	momento sulla sezione di attacco della soletta di monte (positivo se tende le fibre inferiori)	
$L_V$ [m] =	1.00	luce di calcolo della trave incastrata soletta di valle	
$L'_V$ [m] =	1.00	luce di calcolo soletta di valle, effettiva per le sottopressioni	
$p_{Vg}$ [kN / m <sup>2</sup> ] =	28.97	pressione verticale a filo valle dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	
$p_{Vg}$ [kN / m <sup>2</sup> ] =	34.62	pressione verticale a filo paramento valle dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	
$T_V$ [kN / m] =	<b>60.2</b>	taglio sulla sezione di attacco della soletta di valle	Dimensioni sezione B [m]= 1.00 H [m]= 0.80
$M_V$ [kN m / m] =	<b>30.7</b>	momento sulla sezione di attacco della soletta di monte (positivo se tende le fibre inferiori)	

**Sollecitazioni sulla sezione di attacco della mensola di valle**

$L_V$ [m] =	1.00	luce di calcolo della trave incastrata soletta di valle	Dimensioni sezione B [m]= 1.00 H [m]= 0.80
$L'_V$ [m] =	1.00	luce di calcolo soletta di valle, effettiva per le sottopressioni	
$p_{Vg}$ [kN / m <sup>2</sup> ] =	28.97	pressione verticale a filo valle dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	
$p_{Vg}$ [kN / m <sup>2</sup> ] =	34.62	pressione verticale a filo paramento valle dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	
$T_V$ [kN / m] =	<b>60.2</b>	taglio sulla sezione di attacco della soletta di valle	
$M_V$ [kN m / m] =	<b>30.7</b>	momento sulla sezione di attacco della soletta di monte (positivo se tende le fibre inferiori)	

**Sollecitazioni sul dente di fondazione (DENTE DI MONTE)**

$H_D$ [m] =	0.80	altezza del dente di fondazione	Dimensioni sezione B [m]= 1.00 H [m]= 0.80
$T_a$ [kN / m] =	<b>-42.38</b>	taglio dovuto alla spinta attiva	
$M_a$ [kN m / m] =	<b>-20.71</b>	momento dovuto alla spinta attiva	
$T_p$ [kN / m] =	0.00	taglio dovuto alla resistenza passiva	
$M_p$ [kN m / m] =	#DIV/0!	momento dovuto alla resistenza passiva	
$T_D$ [kN / m] =	<b>-42.4</b>	taglio sulla sezione di attacco del dente di fondazione	
$M_D$ [kN m / m] =	#DIV/0!	momento sulla sezione di attacco del dente di fondazione (positivo se tende le fibre di valle)	

MCR06\_H360.xlsx - Statica SLU STR (A1+M1)  
Pag. 15/22

**Caratteristiche geotecniche del terreno spingente**

Riempimento	Unità 1	---	---	---	---		
Hs [m] =	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	spessore dell'unità	
$\gamma_{tk}$ [kN/m <sup>3</sup> ] =	18.5	18.5	20.0	0.0	0.0	0.0	peso di volume del terreno caratteristico
$\gamma_{td}$ [kN/m <sup>3</sup> ] =	24.1	24.1	26.0	0.0	0.0	0.0	peso di volume del terreno di progetto
$\phi'_k$ [gradi] =		30.0	38.0	38.0	27.0	27.0	angolo di resistenza al taglio caratteristico
$\phi'_d$ [gradi] =		30.0	38.0	38.0	27.0	27.0	angolo di resistenza al taglio di progetto
$c'_k$ [kPa] =		0.0	30.0	30.0	5.0	5.0	coesione caratteristica
$c'_d$ [kPa] =		0.0	30.0	30.0	5.0	5.0	coesione di progetto
$\delta'_k$ [gradi] =		20.0	38.0	38.0	27.0	27.0	angolo di resistenza al taglio caratteristico muro-terreno
$\delta'_d$ [gradi] =		20.0	38.0	38.0	27.0	27.0	angolo di resistenza al taglio muro-terreno
Z <sub>top</sub> [m] =		-5.5	14.5	14.5	14.5	14.5	quota di testa dell'unità
Z <sub>bot</sub> [m] =		14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	quota di base dell'unità

**Caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione (LAS)**

$\gamma_{tk}$ [kN/m <sup>3</sup> ] =	18.5	peso di volume del terreno caratteristico	$\gamma_{te}$ [-] =	1.00
$\gamma_{td}$ [kN/m <sup>3</sup> ] =	18.5	peso di volume del terreno di progetto	$\gamma_0$ [-] =	1.00
$\phi'_k$ [gradi] =	30.0	angolo di resistenza al taglio caratteristico		0.524 [rad]
$\phi'_d$ [gradi] =	30.0	angolo di resistenza al taglio di progetto	$\gamma_c$ [-] =	1.00
$c'_k$ [kPa] =	5.0	coesione caratteristica		
$c'_d$ [kPa] =	5.0	coesione di progetto	$\gamma_0$ [-] =	1.00
$\delta'_k$ [gradi] =	30.0	angolo di resistenza al taglio caratteristico fondazione-terreno		0.524 [rad]
$\delta'_d$ [gradi] =	30.0	angolo di resistenza al taglio di progetto fondazione-terreno		

**Falda**

$\gamma_{w,k}$ [kN/m <sup>3</sup> ] =	10.0	peso di volume dell'acqua caratteristico	$\gamma_{w,e}$ [-] =	1.30
$\gamma_{w,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ] =	13.0	peso di volume dell'acqua di progetto		
Z <sub>M_fond</sub> [m] =	20.00	quota della falda in fondazione (+ se sotto il piano fondazione, - se sopra il piano fondazione)		
Z <sub>M_monte</sub> [m] =	20.00	quota della falda a monte (+ se sotto il piano fondazione, - se sopra il piano fondazione)		

**Caratterizzazione sismica**

a <sub>g</sub> [-] =	0.000	accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido		
S <sub>z</sub> [-] =	1.50	fattore di amplificazione stratigrafica		
S <sub>t</sub> [-] =	1.20	fattore di amplificazione topografica		
$\beta_m$ [-] =	0.18	<a href="#">coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima</a>		
K <sub>h</sub> [-] =	0.000	coefficiente sismico orizzontale		
K <sub>v</sub> [-] =	0.000	coefficiente sismico verticale (+ verso il basso, - verso l'alto)	statico	sismico
$\theta$ [gradi] =	0.00		0.000	0.000 [rad]
H <sub>f</sub> x	0.500	posizione risultante incremento spinta sismica misurata dalla base (es. H <sub>f</sub> x0.50)		

**Caratteristiche geometriche**

H [m] =	3.60	altezza del muro (da estradosso fondazione)		
h <sub>nt</sub> [m] =	1.60	altezza della fondazione a filo monte		
h <sub>v</sub> [m] =	0.80	altezza della fondazione a filo valle		
B [m] =	3.50	larghezza della fondazione		
bo [m] =	0.80	larghezza del dente di fondazione (se 0.0 fondazione piana o inclinata)		
bv [m] =	1.00	larghezza fondazione su cui grava il terreno di valle		
bm [m] =	1.80	larghezza della ciabatta su cui grava il terreno retrostante		
s [m] =	0.34	spessore del muro in elevazione		
pv [-] =	0.10	pendenza rispetto alla verticale del paramento di valle		
pm [-] =	0.00	pendenza rispetto alla verticale del paramento di monte		
c [m] =	1.20	planerottolo sopra il muro		
$\beta$ [gradi] =	27.0	inclinazione rispetto all'orizzontale della superficie del terrapieno		0.471 [rad]
r [m] =	0.00	rialzo del muro sopra terreno di monte		
R [m] =	0.50	ricoprimento della fondazione a valle		
D [m] =	1.30	approfondimento della fondazione a valle		
H <sub>f</sub> [m] =	5.51	altezza totale per determinazione delle spinte (valutata a filo fondazione lato monte)		
$\psi$ [gradi] =	90.0	inclinazione rispetto all'orizzontale della parete di spinta a monte (=90° per i muri a mensola)		
$\gamma_{cis,k}$ [kN/m <sup>3</sup> ] =	25.0	peso di volume del muro	$\gamma_{te}$ [-] =	1.00
$\gamma_{cis,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ] =	25.0	peso di volume del muro		
i [gradi] =	12.9	contropendenza del piano di fondazione		0.225 [rad]

**Sovraccarico**

q <sub>per</sub> [kN/m <sup>2</sup> ] =	0.0	sovraccarico permanente caratteristico	$\gamma_0$ [-] =	1.30
q <sub>acc</sub> [kN/m <sup>2</sup> ] =	0.0	sovraccarico accidentale caratteristico	$\gamma_0$ [-] =	1.50
q <sub>d</sub> [kN/m <sup>2</sup> ] =	0.0	valore di progetto (cautelativamente non si considera il contributo gravante sopra la fondazione)		

**Carichi concentrati**

X <sub>0</sub> [m] =	0.00	coordinata X del centro di applicazione della forza concentrata (positiva verso valle)		
Z <sub>0</sub> [m] =	0.00	ascissa Z del centro di applicazione della forza concentrata (negativa sopra il piano di fondazione)		
V <sub>0</sub> [kN/m] =	0.00	componente verticale della forza (positiva se verso il basso)	$\gamma_0$ [-] =	1.00
H <sub>0</sub> [kN/m] =	0.00	componente orizzontale della forza (positiva se verso valle)	$\gamma_0$ [-] =	1.00
M <sub>0</sub> [kN m/m] =	0.00	momento concentrato (positivo se ribaltante verso valle)	$\gamma_0$ [-] =	1.00
V <sub>0</sub> [kN/m] =	0.00	componente verticale della forza (positiva se verso il basso)		
H <sub>0</sub> [kN/m] =	0.00	componente orizzontale della forza (positiva se verso valle)		
M <sub>0</sub> [kN m/m] =	0.00	momento concentrato (positivo se ribaltante verso valle)		
X <sub>m</sub> [m] =	2.60	coordinata X del centro di applicazione della massa sismica		
Z <sub>m</sub> [m] =	-5.40	ascissa Z del centro di applicazione della massa sismica		
massa [kg/m] =	0.00	massa sismica concentrata		

## MCR06\_H360.xlsx - Statica SLU STR (A1+M1)

Pag. 16/22

## Determinazione dei coefficienti di spinta

	statico	sismico		statico	sismico		statico	sismico
Kh [-]	0.000	0.000	coefficiente sismico orizzontale					
Kv [-]	0.000	0.000	coefficiente sismico verticale (+ verso il basso, - verso l'alto)					
ψ [grad]	90.0	90.0	inclinazione rispetto all'orizzontale della parete di monte			statico	sismico	
β [grad]	27.0	27.0	inclinazione rispetto all'orizzontale superficie del terrapieno			1.571	1.571	[rad]
ε [grad]	0.0	0.0				0.471	0.471	[rad]
						0.000	0.000	[rad]

	Unità 1		--		--		--		--		
	statico	sismico									
φ' [grad]	30.0	30.0	38.0	38.0	38.0	38.0	27.0	27.0	27.0	27.0	angolo di resistenza al taglio del terreno
δ' [grad]	20.0	20.0	38.0	38.0	38.0	38.0	27.0	27.0	27.0	27.0	angolo di resistenza al taglio muro-terreno
ka, ka_c [-]	0.537	0.537	0.344	0.344	0.344	0.344	0.891	0.891	0.891	0.891	coefficiente di spinta attiva

## Determinazione dei coefficienti di resistenza passiva

kp [-]	3.000	3.000	coefficiente di resistenza passiva (in condizioni sismiche con attrito terra-muro nullo)	
kp [-]			coefficiente di resistenza passiva di progetto (calcolato con la formulazione di [Lancellotta, '07])	

## Calcolo delle spinte e dei vari contributi

Hf [m]	5.51	altezza totale per determinazione delle spinte (valutata a filo fondazione lato monte)						
Hw [m]	0.00	altezza d'acqua spingente						
S'a_k [kN/m]	196	spinta statica efficace						γ <sub>REOU</sub> [-] = 1.10
S'a_e_k [kN/m]	196	spinta sismica efficace						γ <sub>REOU</sub> [-] = 1.10
Sw [kN/m]	0.00	spinta idrostatica						
γ <sub>t</sub> [kN/m <sup>3</sup> ]	18.5	peso di volume del terreno reagente						
D [m]	1.30	approfondimento della fondazione a valle						
kp (1+kv) [-]	3.000	coefficiente di resistenza passiva						
Rp,k [kN/m]	69.41	resistenza passiva disponibile a valle (valore caratteristico)						γ <sub>R</sub> [-] = 1.00
Rp,d [kN/m]	69.41	resistenza passiva disponibile a valle (valore di progetto)						
	0%	percentuale della resistenza passiva da considerare per il calcolo						
	0%	percentuale della resistenza passiva da considerare per la verifica a ribaltamento						
	F <sub>x</sub>	F <sub>z</sub>	x	z	M <sub>STAB</sub>	M <sub>RIB</sub>		γ <sub>REOU</sub> [-] = 0.90
	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]		
S	183.98	66.96	-1.75	-	210.94	231.96	spinta statica	X <sub>Y0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X <sub>Yp</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
ΔS	0.00	0.00	-1.75	-2.75			Δ spinta sismica applicata a 0.50 Hf	X <sub>Y0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X <sub>Yp</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
Rp	0.00	0.00	1.75	-1.23			resistenza passiva applicata a D/3	X <sub>Y0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X <sub>Yp</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
V <sub>0</sub> , H <sub>0</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00			forze concentrate (verticale e orizzontale)	X <sub>Y0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X <sub>Yp</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
M <sub>0</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00			momento concentrato	X <sub>Y0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X <sub>Yp</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
m <sub>0</sub>	0.00	0.00	2.60	-5.40			massa sismica concentrata	X <sub>Y0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X <sub>Yp</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W1	0.00	70.00	0.00	-1.20	110.25		peso della fondazione (soletta)	X <sub>Y0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X <sub>Yp</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W*1	0.00	0.00	0.00	0.00			peso della fondazione (cuneo inclinato)	X <sub>Y0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X <sub>Yp</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W*1	0.00	16.00	-1.35	-0.40	44.64		peso della fondazione (dente)	X <sub>Y0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X <sub>Yp</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W2	0.00	30.60	0.22	-3.40	42.14		peso del paramento in elevazione	X <sub>Y0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X <sub>Yp</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W*2	0.00	16.20	0.51	-2.80	18.08		peso del paramento in elevazione	X <sub>Y0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X <sub>Yp</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W*2	0.00	0.00	0.00	0.00			peso del paramento in elevazione	X <sub>Y0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X <sub>Yp</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W3	0.00	51.95	-1.45	-3.40	149.61		peso del terreno sulla fondazione di monte	X <sub>Y0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X <sub>Yp</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W*3	0.00	2.21	-1.55	-5.30	6.55		peso del terreno sulla fondazione di monte	X <sub>Y0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X <sub>Yp</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W**3	0.00	103.90	-0.55	-3.40	215.06		peso del terreno sulla fondazione di monte	X <sub>Y0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X <sub>Yp</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W**3	0.00	0.00	0.00	0.00			peso del terreno sulla fondazione di monte	X <sub>Y0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X <sub>Yp</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
W4	0.00	12.03	1.25	-1.85	5.41		peso del terreno sulla fondazione di valle	X <sub>Y0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X <sub>Yp</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW1	0.00	0.00	0.00	-1.20			inerzia della fondazione (soletta)	X <sub>Y0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X <sub>Yp</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW*1	0.00	0.00	0.00	0.00			inerzia della fondazione (cuneo inclinato)	X <sub>Y0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X <sub>Yp</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW**1	0.00	0.00	-1.35	-0.40			inerzia della fondazione (dente)	X <sub>Y0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X <sub>Yp</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW2	0.00	0.00	0.22	-3.40			inerzia del paramento in elevazione	X <sub>Y0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X <sub>Yp</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW*2	0.00	0.00	0.51	-2.80			inerzia del paramento in elevazione	X <sub>Y0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X <sub>Yp</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW**2	0.00	0.00	0.00	0.00			inerzia del paramento in elevazione	X <sub>Y0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X <sub>Yp</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW3	0.00	0.00	-1.45	-3.40			inerzia del terreno sulla fondazione di monte	X <sub>Y0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X <sub>Yp</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW*3	0.00	0.00	-1.55	-5.30			inerzia del terreno sulla fondazione di monte	X <sub>Y0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X <sub>Yp</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW**3	0.00	0.00	-0.55	-3.40			inerzia del terreno sulla fondazione di monte	X <sub>Y0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X <sub>Yp</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW**3	0.00	0.00	0.00	0.00			inerzia del terreno sulla fondazione di monte	X <sub>Y0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X <sub>Yp</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
dW4	0.00	0.00	1.25	-1.85			inerzia del terreno sulla fondazione di valle	X <sub>Y0</sub> (riduzione M <sub>STAB</sub> ) X <sub>Yp</sub> (amplificazione M <sub>RIB</sub> )
ΣF	184.0	369.8			ΣM = 802.7	232.0		

## Risultanti sul piano di fondazione

Dy [m] = 1.00 passo longitudinale di calcolo

V [kN] = ΣF <sub>z</sub>	369.8	risultante delle forze verticali in fondazione
H [kN] = ΣF <sub>x</sub>	184.0	risultante delle forze orizzontali in fondazione
u [m]	1.84	distanza risultante dallo spigolo di valle
ex [m]	-0.09	<B/6 eccentricità del carico in fondazione (= M/V)
Bex [m]	3.32	larghezza equivalente ridotta per eccentricità del carico [Meyerhof, 1953]

MCR06\_H360.xlsx - Statica SLU STR (A1+M1)

Pag. 17/22

Verifica al ribaltamento

$\Sigma M_{STAB}$ [kNm/m] =	<b>802.7</b>	sommatoria dei momenti stabilizzanti
$\Sigma M_{RIB}$ [kNm/m] =	<b>232.0</b>	sommatoria dei momenti ribaltanti
$\Sigma M_{STAB} / \Sigma M_{RIB}$ =	<b>3.46</b>	misura della sicurezza al ribaltamento

Verifica allo slittamento

Hd [kN] =	<b>184.0</b>	azione orizzontale destabilizzante (senza considerare il contributo della resistenza passiva)
Nd [kN] =	401.5	azione ortogonale al piano di fondazione
Td [kN] =	<b>96.9</b>	azione tangenziale al piano di fondazione
Rd [kN] =	<b>231.8</b>	resistenza di progetto
Rd / Td =	<b>2.39</b>	misura della sicurezza allo slittamento

MCR06\_H360.xlsx - Statica SLU STR (A1+M1)

Pag. 18/22

Sollecitazioni sul paramento in elevazione

$N_{H/3}$ [kN / m] =	27.6	forza assiale sul muro allo spiccatto fondazione + H/3 (positivo se di compressione)	Dimensioni sezione B [m]= 1.00
$T_{H/3}$ [kN / m] =	44.4	taglio sul muro allo spiccatto fondazione + H/3	H [m]= 0.58
$M_{H/3}$ [kN m / m] =	37.2	momento sul muro allo spiccatto fondazione + H/3 (positivo se tende le fibre di monte)	
$N_{S+R}$ [kN / m] =	57.4	forza assiale sul muro al p.c. di valle (positivo se di compressione)	Dimensioni sezione B [m]= 1.00
$T_{S+R}$ [kN / m] =	70.4	taglio sul muro al p.c. di valle	H [m]= 0.65
$M_{S+R}$ [kN m / m] =	75.9	momento sul muro al p.c. di valle (positivo se tende le fibre di monte)	
$N_S$ [kN / m] =	46.8	forza assiale sul muro allo spiccatto fondazione (positivo se di compressione)	Dimensioni sezione B [m]= 1.00
$T_S$ [kN / m] =	92.6	taglio sul muro allo spiccatto fondazione	H [m]= 0.70
$M_S$ [kN m / m] =	116.8	momento sul muro allo spiccatto fondazione (positivo se tende le fibre di monte)	

Sollecitazioni sulla sezione di attacco della mensola di monte

$L_M$ [m] =	1.80	luce di calcolo della trave incastrata soletta di monte	
$L'_M$ [m] =	1.80	luce di calcolo soletta di monte effettiva per le sottopressioni	
$p_{V_B}$ [kN / m <sup>2</sup> ] =	133.93	pressione verticale a filo monte dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	
$p_{V_B}$ [kN / m <sup>2</sup> ] =	116.29	pressione verticale a filo paramento monte dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	
$F_{V_0}$ [kN / m] =	66.96	forza verticale concentrata a filo monte fondazione (agente verso il basso)	Dimensioni sezione B [m]= 1.00
$T_M$ [kN / m] =	-87.5	taglio sulla sezione di attacco della soletta di monte	H [m]= 0.80
$M_M$ [kN m / m] =	-139.2	momento sulla sezione di attacco della soletta di monte (positivo se tende le fibre inferiori)	

Sollecitazioni sulla sezione di attacco della mensola di valle

$L_V$ [m] =	1.00	luce di calcolo della trave incastrata soletta di valle	
$L'_V$ [m] =	1.00	luce di calcolo soletta di valle, effettiva per le sottopressioni	
$p_{V_A}$ [kN / m <sup>2</sup> ] =	32.03	pressione verticale a filo valle dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	
$p_{V_A}$ [kN / m <sup>2</sup> ] =	37.74	pressione verticale a filo paramento valle dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	Dimensioni sezione B [m]= 1.00
$T_V$ [kN / m] =	59.0	taglio sulla sezione di attacco della soletta di valle	H [m]= 0.80
$M_V$ [kN m / m] =	29.2	momento sulla sezione di attacco della soletta di monte (positivo se tende le fibre inferiori)	

Sollecitazioni sul dente di fondazione (DENTE DI MONTE)

$H_0$ [m] =	0.80	altezza del dente di fondazione	
$T_d$ [kN / m] =	-49.59	taglio dovuto alla spinta attiva	
$M_d$ [kN m / m] =	-20.32	momento dovuto alla spinta attiva	
$T_p$ [kN / m] =	0.00	taglio dovuto alla resistenza passiva	
$M_p$ [kN m / m] =	#DIV/0!	momento dovuto alla resistenza passiva	Dimensioni sezione B [m]= 1.00
$T_0$ [kN / m] =	-49.6	taglio sulla sezione di attacco del dente di fondazione	H [m]= 0.80
$M_0$ [kN m / m] =	#DIV/0!	momento sulla sezione di attacco del dente di fondazione (positivo se tende le fibre di valle)	

**Caratteristiche geotecniche del terreno spingente**

Riempimento	Unità 1	---	---	---	---		
Hs [m] =	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	spessore dell'unità	
$\gamma_{Lk}$ [kN/m <sup>3</sup> ] =	18.5	18.5	20.0	0.0	0.0	0.0	peso di volume del terreno caratteristico $\gamma_{rc3} [-] = 1.00$
$\gamma_{Ld}$ [kN/m <sup>3</sup> ] =	18.5	18.5	20.0	0.0	0.0	0.0	peso di volume del terreno di progetto $\gamma_6 [-] = 1.00$
$\psi'_k$ [grad] =		30.0	38.0	38.0	27.0	27.0	angolo di resistenza al taglio caratteristico $\gamma_c [-] = 1.00$
$\psi'_d$ [grad] =		30.0	38.0	38.0	27.0	27.0	angolo di resistenza al taglio di progetto $\gamma_6 [-] = 1.00$
$c'_k$ [kPa] =		0.0	30.0	30.0	5.0	5.0	coesione caratteristica $\gamma_c [-] = 1.00$
$c'_d$ [kPa] =		0.0	30.0	30.0	5.0	5.0	coesione di progetto $\gamma_c [-] = 1.00$
$\delta'_k$ [grad] =		20.0	38.0	38.0	27.0	27.0	angolo di resistenza al taglio caratteristico muro-terreno $\gamma_6 [-] = 1.00$
$\delta'_d$ [grad] =		20.0	38.0	38.0	27.0	27.0	angolo di resistenza al taglio muro-terreno $\gamma_6 [-] = 1.00$
$z_{top}$ [m] =		-5.5	14.5	14.5	14.5	14.5	quota di testa dell'unità
$z_{bot}$ [m] =		14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	quota di base dell'unità

**Caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione (LAS)**

$\gamma_{Lk}$ [kN/m <sup>3</sup> ] =	18.5	peso di volume del terreno caratteristico	$\gamma_{rc3} [-] = 1.00$
$\gamma_{Ld}$ [kN/m <sup>3</sup> ] =	18.5	peso di volume del terreno di progetto	
$\psi'_k$ [grad] =	30.0	angolo di resistenza al taglio caratteristico	$\gamma_6 [-] = 1.00$
$\psi'_d$ [grad] =	30.0	angolo di resistenza al taglio di progetto	0.524 [rad]
$c'_k$ [kPa] =	5.0	coesione caratteristica	$\gamma_c [-] = 1.00$
$c'_d$ [kPa] =	5.0	coesione di progetto	
$\delta'_k$ [grad] =	30.0	angolo di resistenza al taglio caratteristico fondazione-terreno	$\gamma_6 [-] = 1.00$
$\delta'_d$ [grad] =	30.0	angolo di resistenza al taglio di progetto fondazione-terreno	0.524 [rad]

**Falda**

$\gamma_{w,k}$ [kN/m <sup>3</sup> ] =	10.0	peso di volume dell'acqua caratteristico	$\gamma_{rc9} [-] = 1.00$
$\gamma_{w,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ] =	10.0	peso di volume dell'acqua di progetto	
$z_{M,fond}$ [m] =	20.00	quota della falda in fondazione (+ se sotto il piano fondazione, - se sopra il piano fondazione)	
$z_{M,monte}$ [m] =	20.00	quota della falda a monte (+ se sotto il piano fondazione, - se sopra il piano fondazione)	

**Caratterizzazione sismica**

$a_0/g [-] =$	0.000	accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido	
$S_2 [-] =$	1.50	fattore di amplificazione stratigrafica	
$S_T [-] =$	1.20	fattore di amplificazione topografica	
$\beta_m [-] =$	0.18	coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima	
$K_h [-] =$	0.000	coefficiente sismico orizzontale	
$K_v [-] =$	0.000	coefficiente sismico verticale (+ verso il basso, - verso l'alto)	
$\theta$ [grad] =	0.00		statico sismico 0.000 0.000 [rad]
Hf x	0.500	posizione risultante incremento spinta sismica misurata dalla base (es. Hfx0.50)	

**Caratteristiche geometriche**

H [m] =	3.60	altezza del muro (da estradosso fondazione)	
$h_{fil}$ [m] =	1.60	altezza della fondazione a filo monte	
$h_{fil}$ [m] =	0.80	altezza della fondazione a filo valle	
B [m] =	3.50	larghezza della fondazione	
$b_0$ [m] =	0.80	larghezza del dente di fondazione (se 0.0 fondazione piana o inclinata)	
$b_v$ [m] =	1.00	larghezza fondazione su cui grava il terreno di valle	
$b_m$ [m] =	1.80	larghezza della ciabatta su cui grava il terreno retrostante	
s [m] =	0.34	spessore del muro in elevazione	
$p_v$ [-] =	0.10	pendenza rispetto alla verticale del paramento di valle	
$p_m$ [-] =	0.00	pendenza rispetto alla verticale del paramento di monte	
c [m] =	1.20	pianerottolo sopra il muro	
$\beta$ [grad] =	27.0	Inclinazione rispetto all'orizzontale della superficie del terrapieno	0.471 [rad]
r [m] =	0.00	rialzo del muro sopra terreno di monte	
R [m] =	0.50	ricoprimento della fondazione a valle	
D [m] =	1.30	approfondimento della fondazione a valle	
Hf [m] =	5.51	altezza totale per determinazione delle spinte (valutata a filo fondazione lato monte)	
$\psi$ [grad] =	90.0	inclinazione rispetto all'orizzontale della parete di spinta a monte (=90° per i muri a mensola)	
$\gamma_{cls,k}$ [kN/m <sup>3</sup> ] =	25.0	peso di volume del muro	$\gamma_{rc3} [-] = 1.00$
$\gamma_{cls,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ] =	25.0	peso di volume del muro	
i [grad] =	12.9	contropendenza del piano di fondazione	0.225 [rad]

**Sovraccarico**

$q_{sk}$ [kN/m <sup>2</sup> ] =	0.0	sovraccarico permanente caratteristico	$\gamma_0 [-] = 1.00$
$q_{sk}$ [kN/m <sup>2</sup> ] =	0.0	sovraccarico accidentale caratteristico	$\gamma_0 [-] = 0.00$
$q_d$ [kN/m <sup>2</sup> ] =	0.0	valore di progetto (cautelativamente non si considera il contributo gravante sopra la fondazione)	

**Carichi concentrati**

$X_0$ [m] =	0.00	coordinata X del centro di applicazione della forza concentrata (positiva verso valle)	
$Z_0$ [m] =	0.00	ascissa Z del centro di applicazione della forza concentrata (negativa sopra il piano di fondazione)	
$V_0$ [kN/m] =	0.00	componente verticale della forza (positiva se verso il basso)	$\gamma_0 [-] = 1.00$
$H_0$ [kN/m] =	0.00	componente orizzontale della forza (positiva se verso valle)	$\gamma_0 [-] = 1.00$
$M_0$ [kN m/m] =	0.00	momento concentrato (positivo se ribaltante verso valle)	$\gamma_0 [-] = 1.00$
$V_0$ [kN/m] =	0.00	componente verticale della forza (positiva se verso il basso)	
$H_0$ [kN/m] =	0.00	componente orizzontale della forza (positiva se verso valle)	
$M_0$ [kN m/m] =	0.00	momento concentrato (positivo se ribaltante verso valle)	
$X_M$ [m] =	2.60	coordinata X del centro di applicazione della massa sismica	
$Z_M$ [m] =	-5.40	ascissa Z del centro di applicazione della massa sismica	
massa [kg/m] =	0.00	massa sismica concentrata	

## MCR06\_H360.xlsx - Statica SLE

Pag. 20/22

## Determinazione dei coefficienti di spinta

	statico	sismico		statico	sismico
Kh [-]	0.000	0.000	coefficiente sismico orizzontale		
Kv [-]	0.000	0.000	coefficiente sismico verticale (+ verso il basso, - verso l'alto)		
ψ [gradi]	90.0	90.0	inclinazione rispetto all'orizzontale della parete di monte		
β [gradi]	27.0	27.0	inclinazione rispetto all'orizzontale superficie del terrapieno		
ε [gradi]	0.0	0.0			

	statico	sismico
	1.571	1.571 [rad]
	0.471	0.471 [rad]
	0.000	0.000 [rad]

	Unità 1		---		---		---		---	
	statico	sismico								
φ' [gradi]	30.0	30.0	38.0	38.0	38.0	38.0	27.0	27.0	27.0	27.0
δ' [gradi]	20.0	20.0	38.0	38.0	38.0	38.0	27.0	27.0	27.0	27.0
ka, kaE [-]	0.537	0.537	0.344	0.344	0.344	0.344	0.891	0.891	0.891	0.891

angolo di resistenza al taglio del terreno  
 angolo di resistenza al taglio muro-terreno  
 coefficiente di spinta attiva

## Determinazione dei coefficienti di resistenza passiva

kp [-]	3.000	3.000	coefficiente di resistenza passiva (in condizioni sismiche con attrito terra-muro nullo)	
kp [-]			coefficiente di resistenza passiva di progetto (calcolato con la formulazione di [Lancellotta, '07])	

## Calcolo delle spinte e dei vari contributi

Hf [m]	5.51	altezza totale per determinazione delle spinte (valutata a filo fondazione lato monte)		
Hw [m]	0.00	altezza d'acqua spingente		
S'a,k [kN/m]	151	spinta statica efficace		γ <sub>p(EQU)</sub> [-] = 1.10
S'a <sub>s</sub> ,k [kN/m]	151	spinta sismica efficace		
Sw [kN/m]	0.00	spinta idrostatica		γ <sub>p(EQU)</sub> [-] = 1.10
γ <sub>t</sub> [kN/m <sup>3</sup> ]	18.5	peso di volume del terreno reagente		
D [m]	1.30	approfondimento della fondazione a valle		
kp (1+kv) [-]	3.000	coefficiente di resistenza passiva		
Rp,k [kN/m]	69.41	resistenza passiva disponibile a valle (valore caratteristico)		γ <sub>R</sub> [-] = 1.00
Rp,d [kN/m]	69.41	resistenza passiva disponibile a valle (valore di progetto)		
	0%	percentuale della resistenza passiva da considerare per il calcolo		
	0%	percentuale della resistenza passiva da considerare per la verifica a ribaltamento		

	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [kN]	x [m]	z [m]	M <sub>STAB</sub> [kNm]	M <sub>RIE</sub> [kNm]	
S	141.53	51.51	-1.75	-	162.26	178.43	spinta statica
ΔS	0.00	0.00	-1.75	-2.75			Δ spinta sismica applicata a 0.50·Hf
Rp	0.00	0.00	1.75	-1.23			resistenza passiva applicata a D/3
V <sub>0</sub> , H <sub>0</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00			forze concentrate (verticale e orizzontale)
M <sub>0</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00			momento concentrato
m <sub>0</sub>	0.00	0.00	2.60	-5.40			massa sismica concentrata
W1	0.00	70.00	0.00	-1.20	110.25		peso della fondazione (soletta)
W1'	0.00	0.00	0.00	0.00			peso della fondazione (cuneo inclinato)
W1''	0.00	16.00	-1.35	-0.40	44.64		peso della fondazione (dente)
W2	0.00	30.60	0.22	-3.40	42.14		peso del paramento in elevazione
W2'	0.00	16.20	0.51	-2.80	18.08		peso del paramento in elevazione
W2''	0.00	0.00	0.00	0.00			peso del paramento in elevazione
W3	0.00	39.96	-1.45	-3.40	115.08		peso del terreno sulla fondazione di monte
W3'	0.00	1.70	-1.55	-5.30	5.04		peso del terreno sulla fondazione di monte
W3''	0.00	79.92	-0.55	-3.40	165.43		peso del terreno sulla fondazione di monte
W3'''	0.00	0.00	0.00	0.00			peso del terreno sulla fondazione di monte
W4	0.00	9.25	1.25	-1.85	4.16		peso del terreno sulla fondazione di valle
dW1	0.00	0.00	0.00	-1.20			inerzia della fondazione (soletta)
dW1'	0.00	0.00	0.00	0.00			inerzia della fondazione (cuneo inclinato)
dW1''	0.00	0.00	-1.35	-0.40			inerzia della fondazione (dente)
dW2	0.00	0.00	0.22	-3.40			inerzia del paramento in elevazione
dW2'	0.00	0.00	0.51	-2.80			inerzia del paramento in elevazione
dW2''	0.00	0.00	0.00	0.00			inerzia del paramento in elevazione
dW3	0.00	0.00	-1.45	-3.40			inerzia del terreno sulla fondazione di monte
dW3'	0.00	0.00	-1.55	-5.30			inerzia del terreno sulla fondazione di monte
dW3''	0.00	0.00	-0.55	-3.40			inerzia del terreno sulla fondazione di monte
dW3'''	0.00	0.00	0.00	0.00			inerzia del terreno sulla fondazione di monte
dW4	0.00	0.00	1.25	-1.85			inerzia del terreno sulla fondazione di valle
ΣF	141.5	315.1			ΣM = 667.1	178.4	

## Risultanti sul piano di fondazione

Dy [m] = 1.90 passo longitudinale di calcolo

V [kN] = ΣF <sub>z</sub>	315.1	risultante delle forze verticali in fondazione
H [kN] = ΣF <sub>x</sub>	141.5	risultante delle forze orizzontali in fondazione
u [m]	1.84	distanza risultante dallo spigolo di valle
ex [m]	-0.09	<B/6 eccentricità del carico in fondazione (= M/V)
Bex [m]	3.33	larghezza equivalente ridotta per eccentricità del carico [Meyerhof, 1953]

MCR06\_H360.xlsx - Statica SLE

Pag. 21/22

Verifica al ribaltamento

$\Sigma M_{STAB}$ [kNm/m] =	<b>667.1</b>	sommatoria dei momenti stabilizzanti
$\Sigma M_{RIB}$ [kNm/m] =	<b>178.4</b>	sommatoria dei momenti ribaltanti
$\Sigma M_{STAB} / \Sigma M_{RIB}$ =	<b>3.74</b>	misura della sicurezza al ribaltamento

Verifica allo slittamento

Hd [kN] =	<b>141.5</b>	azione orizzontale destabilizzante (senza considerare il contributo della resistenza passiva)
Nd [kN] =	338.8	azione ortogonale al piano di fondazione
Td [kN] =	<b>67.7</b>	azione tangenziale al piano di fondazione
Rd [kN] =	<b>195.6</b>	resistenza di progetto
Rd / Td =	<b>2.89</b>	misura della sicurezza allo slittamento

MCR06\_H360.xlsx - Statica SLE

Pag. 22/22

Sollecitazioni sul paramento in elevazione

$N_{H/3}$ [kN / m] =	27.6	forza assiale sul muro allo spiccato fondazione + H/3 (positivo se di compressione)	Dimensioni sezione B [m]= 1.00
$T_{H/3}$ [kN / m] =	34.2	taglio sul muro allo spiccato fondazione + H/3	H [m]= 0.58
$M_{H/3}$ [kN m / m] =	28.0	momento sul muro allo spiccato fondazione + H/3 (positivo se tende le fibre di monte)	
$N_{S+R}$ [kN / m] =	57.4	forza assiale sul muro al p.c. di valle (positivo se di compressione)	Dimensioni sezione B [m]= 1.00
$T_{S+R}$ [kN / m] =	54.1	taglio sul muro al p.c. di valle	H [m]= 0.65
$M_{S+R}$ [kN m / m] =	57.5	momento sul muro al p.c. di valle (positivo se tende le fibre di monte)	
$N_S$ [kN / m] =	46.8	forza assiale sul muro allo spiccato fondazione (positivo se di compressione)	Dimensioni sezione B [m]= 1.00
$T_S$ [kN / m] =	71.2	taglio sul muro allo spiccato fondazione	H [m]= 0.70
$M_S$ [kN m / m] =	89.0	momento sul muro allo spiccato fondazione (positivo se tende le fibre di monte)	

Sollecitazioni sulla sezione di attacco della mensola di monte

$L_M$ [m] =	1.80	luce di calcolo della trave incastrata soletta di monte	
$L'_M$ [m] =	1.80	luce di calcolo soletta di monte effettiva per le sottopressioni	
$pv_B$ [kN / m <sup>2</sup> ] =	112.26	pressione verticale a filo monte dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	
$pv_B'$ [kN / m <sup>2</sup> ] =	96.31	pressione verticale a filo paramento monte dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	
$FV_0$ [kN / m] =	51.51	forza verticale concentrata a filo monte fondazione (agente verso il basso)	Dimensioni sezione B [m]= 1.00
$T_M$ [kN / m] =	-65.4	taglio sulla sezione di attacco della soletta di monte	H [m]= 0.80
$M_M$ [kN m / m] =	-105.8	momento sulla sezione di attacco della soletta di monte (positivo se tende le fibre inferiori)	

Sollecitazioni sulla sezione di attacco della mensola di valle

$L_V$ [m] =	1.00	luce di calcolo della trave incastrata soletta di valle	
$L'_V$ [m] =	1.00	luce di calcolo soletta di valle, effettiva per le sottopressioni	
$pv_A$ [kN / m <sup>2</sup> ] =	29.25	pressione verticale a filo valle dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	
$pv_A'$ [kN / m <sup>2</sup> ] =	34.96	pressione verticale a filo paramento valle dovuta al p.p. + peso terreno portato (agente verso il basso)	
$T_V$ [kN / m] =	48.3	taglio sulla sezione di attacco della soletta di valle	Dimensioni sezione B [m]= 1.00
$M_V$ [kN m / m] =	24.0	momento sulla sezione di attacco della soletta di monte (positivo se tende le fibre inferiori)	H [m]= 0.80

Sollecitazioni sul dente di fondazione

(DENTE DI MONTE)

$H_0$ [m] =	0.80	altezza del dente di fondazione	
$T_a$ [kN / m] =	-38.14	taglio dovuto alla spinta attiva	
$M_a$ [kN m / m] =	-15.63	momento dovuto alla spinta attiva	
$T_p$ [kN / m] =	0.00	taglio dovuto alla resistenza passiva	
$M_p$ [kN m / m] =	#DIV/0!	momento dovuto alla resistenza passiva	
$T_0$ [kN / m] =	-38.1	taglio sulla sezione di attacco del dente di fondazione	Dimensioni sezione B [m]= 1.00
$M_0$ [kN m / m] =	#DIV/0!	momento sulla sezione di attacco del dente di fondazione (positivo se tende le fibre di valle)	H [m]= 0.80

## 10. ALLEGATO 2: TERMINOLOGIA UTILIZZATA NELLA VERIFICA DELLE SEZIONI IN C.A.

### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Coppia concentrata [kN m] applicata all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [kNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm <sup>2</sup> ] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci utilizzata nel calcolo di fessurazione se Dbarre >14Ø viene posto Dbarre=14Ø nel calcolo di fess. [B.6.6.3 Circ. 252/'96])

### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
ScImax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
ScImin	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Sc Eff	Tensione al limite dello spessore teso efficace nello STATO I [Mpa]
K3	Coeff. di normativa = 0,25 (ScImin + ScEff)/(2 ScImin)
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Eps	Deformazione unitaria media tra le fessure
Srm	Distanza media in mm tra le fessure
Ap.fess.	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

## 11.ALLEGATO 3: ANALISI DI STABILITÀ GLOBALE

### 11.1 Scavo provvisorio

#### 11.1.1 Analisi Statica SLU

### *Slide Analysis Information*

#### *Project Summary*

---

File Name: OS06.slmd - Scavo provvisorio - Analisi statica  
Slide Modeler Version: 7.026

#### *General Settings*

---

Units of Measurement: Metric Units  
Time Units: seconds  
Permeability Units: meters/second  
Failure Direction: Left to Right  
Data Output: Standard  
Maximum Material Properties: 20  
Maximum Support Properties: 20

#### *Design Standard*

---

Selected Type: Eurocode 7 (User Defined)  
Name: Analisi statica

Type	Partial Factor
Permanent Actions: Unfavourable	1
Permanent Actions: Favourable	1
Variable Actions: Unfavourable	1.3
Variable Actions: Favourable	0
Effective cohesion	1.25
Coefficient of shearing resistance	1.25

Undrained strength	1.4
Weight density	1
Shear strength (other models)	1.25
Earth resistance	1
Tensile and plate strength	1.1
Shear strength	1.1
Compressive strength	1.1
Bond strength	1.1
Seismic Coefficient	1

## Analysis Options

Slices Type: Vertical

### Analysis Methods Used

Bishop simplified  
 Number of slices: 50  
 Tolerance: 0.005  
 Maximum number of iterations: 75  
 Check  $\alpha < 0.2$ : Yes  
 Initial trial value of FS: 1  
 Steffensen Iteration: Yes

## Groundwater Analysis

Groundwater Method: Water Surfaces  
 Pore Fluid Unit Weight [kN/m<sup>3</sup>]: 9.81  
 Use negative pore pressure cutoff: Yes  
 Maximum negative pore pressure [kPa]: 0  
 Advanced Groundwater Method: None

## Random Numbers

Pseudo-random Seed: 10116  
 Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

## Surface Options

Surface Type: Circular  
Search Method: Slope Search  
Number of Surfaces: 5000  
Upper Angle: Not Defined  
Lower Angle: Not Defined  
Composite Surfaces: Disabled  
Reverse Curvature: Create Tension Crack  
Minimum Elevation: Not Defined  
Minimum Depth: Not Defined  
Minimum Area: Not Defined  
Minimum Weight: Not Defined

## Seismic

Advanced seismic analysis: No  
Staged pseudostatic analysis: No

## Loading

- 1 Distributed Load present

### Distributed Load 1

Distribution: Constant  
Magnitude [kPa]: 20  
Orientation: Vertical  
Load Action: Variable

## Material Properties

Property	M	LAS	Ar	C
Color				
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	22	18.5	22.5	22.5
Cohesion [kPa]	28	5	30	32
Friction Angle [deg]	26	30	29	28
Water Surface	None	None	None	None
Ru Value	0	0	0	0

## Global Minimums

### Method: bishop simplified

FS	1.178160
Center:	67.783, 54.525
Radius:	40.111
Left Slip Surface Endpoint:	35.576, 30.617
Right Slip Surface Endpoint:	58.865, 15.418
Resisting Moment:	53055.3 kN-m
Driving Moment:	45032.5 kN-m
Total Slice Area:	99.1219 m <sup>2</sup>
Surface Horizontal Width:	23.2897 m
Surface Average Height:	4.25605 m

## Slice Data

### Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.17816

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Angle of Slice Base [degrees]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]	Base Vertical Stress [kPa]	Effective Vertical Stress [kPa]
1	0.48851	2.90544	-52.8351	LAS	4	24.7913	10.496	12.366	18.113	0	18.113	31.9586	31.9586
2	0.48851	8.599	-51.6947	LAS	4	24.7913	13.6965	16.1367	26.2768	0	26.2768	43.6163	43.6163
3	0.48851	14.0663	-50.5823	LAS	4	24.7913	16.8472	19.8487	34.3134	0	34.3134	54.8106	54.8106
4	0.48851	19.3233	-49.4956	LAS	4	24.7913	19.9476	23.5015	42.222	0	42.222	65.574	65.574
5	0.48851	24.3837	-48.4326	LAS	4	24.7913	22.9978	27.0951	50.0023	0	50.0023	75.935	75.935
6	0.48851	29.2598	-47.3913	LAS	4	24.7913	25.9977	30.6295	57.6546	0	57.6546	85.9184	85.9184
7	0.48851	33.3707	-46.3703	LAS	4	24.7913	22.7872	26.847	49.4652	0	49.4652	73.3693	73.3693
8	0.45774	34.0634	-45.399	M	22.4	21.3151	32.6888	38.5126	41.2946	0	41.2946	74.4419	74.4419
9	0.45774	36.8924	-44.4752	M	22.4	21.3151	34.4963	40.6422	46.7525	0	46.7525	80.6227	80.6227
10	0.45774	39.5764	-43.5659	M	22.4	21.3151	36.2399	42.6964	52.0172	0	52.0172	86.4869	86.4869
11	0.45774	42.1221	-42.67	M	22.4	21.3151	37.9209	44.6769	57.093	0	57.093	92.0487	92.0487
12	0.45774	44.5279	-41.7869	M	22.4	21.3151	39.5365	46.5803	61.9712	0	61.9712	97.3047	97.3047
13	0.45774	46.7402	-40.9158	M	22.4	21.3151	41.0547	48.369	66.5554	0	66.5554	102.138	102.138

14	0.45774 4	48.814 6	-40.0561	M	22.4	21.3151	42.504 6	50.0772	70.933 3	0	70.9333	106.67	106.67
15	0.45774 4	50.771 7	-39.207	M	22.4	21.3151	43.896 2	51.7168	75.135 4	0	75.1354	110.94 5	110.945
16	0.45774 4	52.600 3	-38.3681	M	22.4	21.3151	45.222	53.2788	79.138 5	0	79.1385	114.94	114.94
17	0.45774 4	53.958 8	-37.5388	M	22.4	21.3151	46.283 4	54.5293	82.343 4	0	82.3434	117.90 8	117.908
18	0.45774 4	55.059 3	-36.7187	M	22.4	21.3151	47.198 7	55.6076	85.107	0	85.107	120.31 2	120.312
19	0.45774 4	56.071 4	-35.9072	M	22.4	21.3151	48.064 3	56.6274	87.720 6	0	87.7206	122.52 3	122.523
20	0.45774 4	58.207 1	-35.1039	M	22.4	21.3151	49.590 8	58.4259	92.330 1	0	92.3301	127.18 8	127.188
21	0.45774 4	61.038 4	-34.3085	M	22.4	21.3151	51.537	60.7188	98.206 5	0	98.2065	133.37 4	133.374
22	0.45774 4	63.776 3	-33.5206	M	22.4	21.3151	53.441	62.9621	103.95 6	0	103.956	139.35 5	139.355
23	0.45774 4	66.423 4	-32.7397	M	22.4	21.3151	55.303 6	65.1565	109.58	0	109.58	145.13 8	145.138
24	0.45774 4	67.325 1	-31.9657	M	22.4	21.3151	56.131 5	66.1319	112.08	0	112.08	147.10 8	147.108
25	0.45774 4	66.039	-31.1981	M	22.4	21.3151	55.642	65.5552	110.60 2	0	110.602	144.29 7	144.297
26	0.45774 4	64.661 6	-30.4367	M	22.4	21.3151	55.085 5	64.8995	108.92 1	0	108.921	141.28 7	141.287
27	0.45774 4	63.202 1	-29.6813	M	22.4	21.3151	54.467 1	64.1709	107.05 4	0	107.054	138.09 7	138.097
28	0.45774 4	61.662 4	-28.9314	M	22.4	21.3151	53.787 5	63.3703	105.00 2	0	105.002	134.73 3	134.733
29	0.45774 4	60.044 2	-28.1869	M	22.4	21.3151	53.047 7	62.4987	102.76 8	0	102.768	131.19 7	131.197
30	0.45774 4	58.349 2	-27.4476	M	22.4	21.3151	52.248 3	61.5569	100.35 5	0	100.355	127.49 3	127.493
31	0.45774 4	56.578 9	-26.7132	M	22.4	21.3151	51.39	60.5456	97.762 7	0	97.7627	123.62 4	123.624
32	0.45774 4	54.734 7	-25.9835	M	22.4	21.3151	50.473 3	59.4656	94.994 7	0	94.9947	119.59 4	119.594
33	0.46813 9	54.020 2	-25.2502	C	25.6	23.0433	54.173 5	63.825	89.863 6	0	89.8636	115.41 4	115.414
34	0.46813 9	51.990 1	-24.513	C	25.6	23.0433	53.091 3	62.5501	86.866 4	0	86.8664	111.07 6	111.076
35	0.46813 9	49.883 1	-23.7802	C	25.6	23.0433	51.943 2	61.1974	83.686 1	0	83.6861	106.57 4	106.574
36	0.46813 9	47.428 3	-23.0514	C	25.6	23.0433	50.547 3	59.5528	79.819 8	0	79.8198	101.32 9	101.329
37	0.46813 9	44.668 3	-22.3266	C	25.6	23.0433	48.929 4	57.6467	75.338 9	0	75.3389	95.432 8	95.4328
38	0.46813 9	41.835 7	-21.6055	C	25.6	23.0433	47.243 8	55.6608	70.670 4	0	70.6704	89.380 8	89.3808
39	0.46813 9	38.931 4	-20.888	C	25.6	23.0433	45.491	53.5957	65.815 2	0	65.8152	83.175 7	83.1757
40	0.46813 9	35.956 5	-20.174	C	25.6	23.0433	43.671 1	51.4516	60.774 6	0	60.7746	76.82	76.82
41	0.46813 9	32.912	-19.4631	C	25.6	23.0433	41.784 5	49.2288	55.549 2	0	55.5492	70.315 6	70.3156

42	0.46813 9	29.798 9	-18.7554	C	25.6	23.0433	39.831 3	46.9277	50.139 5	0	50.1395	63.664 6	63.6646
43	0.46813 9	26.618	-18.0507	C	25.6	23.0433	37.811 8	44.5484	44.546	0	44.546	56.868 8	56.8688
44	0.46813 9	23.366 5	-17.3487	C	25.6	23.0433	35.723 8	42.0883	38.762 3	0	38.7623	49.922 4	49.9224
45	0.46813 9	19.973 3	-16.6494	C	25.6	23.0433	33.516 9	39.4883	32.650 1	0	32.6501	42.673 4	42.6734
46	0.46813 9	16.484 5	-15.9527	C	25.6	23.0433	31.222 4	36.785	26.294 9	0	26.2949	35.219 9	35.2199
47	0.46813 9	12.930 8	-15.2584	C	25.6	23.0433	28.861 2	34.0031	19.755	0	19.755	27.628	27.628
48	0.46813 9	9.3130 7	-14.5664	C	25.6	23.0433	26.433 4	31.1427	13.030 4	0	13.0304	19.899 2	19.8992
49	0.46813 9	5.6318 5	-13.8765	C	25.6	23.0433	23.938 8	28.2037	6.1211 3	0	6.12113	12.035	12.035
50	0.46813 9	1.8877 2	-13.1887	C	25.6	23.0433	21.377 4	25.186	0.9732 3	0	0.97323	4.0363 4	4.03634

### Interslice Data

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.17816

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	35.5757	30.6172	0	0	0
2	36.0642	29.9728	6.54873	0	0
3	36.5527	29.3543	16.1138	0	0
4	37.0412	28.76	28.2843	0	0
5	37.5298	28.1881	42.6934	0	0
6	38.0183	27.6372	59.0115	0	0
7	38.5068	27.1061	76.941	0	0
8	38.9953	26.5937	91.1666	0	0
9	39.453	26.1295	95.3828	0	0
10	39.9108	25.6801	100.617	0	0
11	40.3685	25.2447	106.689	0	0
12	40.8263	24.8228	113.435	0	0
13	41.284	24.4137	120.703	0	0
14	41.7417	24.0169	128.33	0	0
15	42.1995	23.6321	136.188	0	0
16	42.6572	23.2587	144.168	0	0
17	43.115	22.8963	152.163	0	0
18	43.5727	22.5445	159.956	0	0
19	44.0305	22.2031	167.426	0	0
20	44.4882	21.8717	174.516	0	0
21	44.946	21.5499	181.542	0	0
22	45.4037	21.2376	188.645	0	0
23	45.8614	20.9344	195.722	0	0
24	46.3192	20.64	202.678	0	0

25	46.7769	20.3544	209.02	0	0
26	47.2347	20.0772	214.229	0	0
27	47.6924	19.8082	218.328	0	0
28	48.1502	19.5473	221.345	0	0
29	48.6079	19.2943	223.311	0	0
30	49.0657	19.049	224.257	0	0
31	49.5234	18.8113	224.22	0	0
32	49.9811	18.5809	223.235	0	0
33	50.4389	18.3578	221.342	0	0
34	50.907	18.137	215.842	0	0
35	51.3752	17.9236	209.551	0	0
36	51.8433	17.7173	202.516	0	0
37	52.3114	17.5181	194.773	0	0
38	52.7796	17.3258	186.369	0	0
39	53.2477	17.1404	177.372	0	0
40	53.7159	16.9618	167.851	0	0
41	54.184	16.7898	157.876	0	0
42	54.6521	16.6243	147.52	0	0
43	55.1203	16.4654	136.859	0	0
44	55.5884	16.3128	125.968	0	0
45	56.0565	16.1666	114.926	0	0
46	56.5247	16.0266	103.819	0	0
47	56.9928	15.8927	92.7325	0	0
48	57.461	15.765	81.7548	0	0
49	57.9291	15.6434	70.9752	0	0
50	58.3972	15.5277	60.4852	0	0
51	58.8654	15.418	0	0	0

## List Of Coordinates

---

### Distributed Load

X	Y
28.9844	30.6364
38.6015	30.6083

### External Boundary

X	Y
20.1153	33.8491
0	36.9226
0	33.9226
0	18.4613
0	9.40397

0	0
80.4834	0
80.4834	8.71958
80.4834	15
59.2834	15
55.9369	18.3465
51.8234	22.46
46.3475	27.9359
44.4349	27.9904
43.0048	28.7794
38.6015	30.6083
28.9844	30.6364
27.4769	32.1439

**Material Boundary**

X	Y
0	18.4613
55.9369	18.3465

**Material Boundary**

X	Y
0	33.9226
20.5491	30.6479
41.0981	26.1315
51.8234	22.46

**Material Boundary**

X	Y
0	9.40397
80.4834	8.71958

## 11.2 Configurazione finale

### 11.2.1 Analisi Statica SLU

## *Slide Analysis Information*

### *Project Summary*

---

File Name: OS06.slmd - Configurazione finale - Analisi statica  
Slide Modeler Version: 7.026

### *General Settings*

---

Units of Measurement: Metric Units  
Time Units: seconds  
Permeability Units: meters/second  
Failure Direction: Left to Right  
Data Output: Standard  
Maximum Material Properties: 20  
Maximum Support Properties: 20

### *Design Standard*

---

Selected Type: Eurocode 7 (User Defined)  
Name: Analisi statica

Type	Partial Factor
Permanent Actions: Unfavourable	1
Permanent Actions: Favourable	1
Variable Actions: Unfavourable	1.3
Variable Actions: Favourable	0
Effective cohesion	1.25
Coefficient of shearing resistance	1.25
Undrained strength	1.4
Weight density	1
Shear strength (other models)	1.25

Earth resistance	1
Tensile and plate strength	1.1
Shear strength	1.1
Compressive strength	1.1
Bond strength	1.1
Seismic Coefficient	1

## Analysis Options

---

Slices Type: Vertical

### Analysis Methods Used

Bishop simplified  
Number of slices: 50  
Tolerance: 0.005  
Maximum number of iterations: 75  
Check  $m_{\alpha} < 0.2$ : Yes  
Initial trial value of FS: 1  
Steffensen Iteration: Yes

## Groundwater Analysis

---

Groundwater Method: Water Surfaces  
Pore Fluid Unit Weight [kN/m<sup>3</sup>]: 9.81  
Use negative pore pressure cutoff: Yes  
Maximum negative pore pressure [kPa]: 0  
Advanced Groundwater Method: None

## Random Numbers

---

Pseudo-random Seed: 10116  
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

## Surface Options

---

Surface Type: Circular  
Search Method: Slope Search

Number of Surfaces: 5000  
 Upper Angle: Not Defined  
 Lower Angle: Not Defined  
 Composite Surfaces: Disabled  
 Reverse Curvature: Create Tension Crack  
 Minimum Elevation: Not Defined  
 Minimum Depth: Not Defined  
 Minimum Area: Not Defined  
 Minimum Weight: Not Defined

## Seismic

Advanced seismic analysis: No  
 Staged pseudostatic analysis: No

## Loading

- 1 Distributed Load present

### Distributed Load 1

Distribution: Constant  
 Magnitude [kPa]: 20  
 Orientation: Vertical  
 Load Action: Variable

## Material Properties

Property	Riempimento	M	LAS	Ar	Muro	C
Color						
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Infinite strength	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	18.5	22	18.5	22.5	25	22.5
Cohesion [kPa]	0	28	5	30		32
Friction Angle [deg]	30	26	30	29		28
Water Surface	None	None	None	None	None	None
Ru Value	0	0	0	0	0	0

## Global Minimums

**Method: bishop simplified**

FS	1.671430
Center:	62.785, 45.436
Radius:	32.696
Left Slip Surface Endpoint:	33.638, 30.623
Right Slip Surface Endpoint:	74.730, 15.000
Resisting Moment:	120873 kN-m
Driving Moment:	72317.3 kN-m
Total Slice Area:	294.484 m <sup>2</sup>
Surface Horizontal Width:	41.0918 m
Surface Average Height:	7.16648 m

**Slice Data**
**• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.67143**

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Angle of Slice Base [degrees]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]	Base Vertical Stress [kPa]	Effective Vertical Stress [kPa]
1	0.954208	15.3702	-61.3176	LAS	4	24.7913	9.32878	15.5924	25.0983	0	25.0983	42.1502	42.1502
2	0.954208	44.1929	-57.9975	LAS	4	24.7913	15.5272	25.9527	47.529	0	47.529	72.3754	72.3754
3	0.808775	58.9347	-55.1786	M	22.4	21.3151	27.3319	45.6834	59.6725	0	59.6725	98.9666	98.9666
4	0.808775	78.2084	-52.7662	M	22.4	21.3151	32.1838	53.7929	80.4561	0	80.4561	122.805	122.805
5	0.808775	95.8604	-50.4812	M	22.4	21.3151	36.7624	61.4457	100.069	0	100.069	144.636	144.636
6	0.808775	111.998	-48.3021	M	22.4	21.3151	39.9946	66.8482	113.915	0	113.915	158.808	158.808
7	0.808775	123.56	-46.2126	M	22.4	21.3151	39.4759	65.9812	111.694	0	111.694	152.877	152.877
8	0.808775	132.535	-44.2	M	22.4	21.3151	42.1186	70.3983	123.014	0	123.014	163.973	163.973
9	0.808775	140.536	-42.254	M	22.4	21.3151	44.543	74.4505	133.4	0	133.4	173.865	173.865
10	0.808775	147.485	-40.3664	M	22.4	21.3151	46.7229	78.094	142.737	0	142.737	182.454	182.454
11	0.808775	153.521	-38.5304	M	22.4	21.3151	48.686	81.3752	151.146	0	151.146	189.915	189.915
12	0.808775	158.312	-36.7401	M	22.4	21.3151	50.3455	84.149	158.255	0	158.255	195.836	195.836
13	0.808775	161.301	-34.9908	M	22.4	21.3151	51.556	86.1722	163.441	0	163.441	199.528	199.528
14	0.818563	169.004	-33.2679	C	25.6	23.0433	58.1713	97.2293	168.394	0	168.394	206.559	206.559

15	0.81856 3	177.42 4	-31.5682	C	25.6	23.0433	60.967 9	101.904	179.38 2	0	179.382	216.84 4	216.844
16	0.81856 3	185.23 3	-29.899	C	25.6	23.0433	63.619 1	106.335	189.8	0	189.8	226.38 1	226.381
17	0.81856 3	192.46 2	-28.2574	C	25.6	23.0433	66.13	110.532	199.66 7	0	199.667	235.21 1	235.211
18	0.81856 3	199.13 8	-26.6407	C	25.6	23.0433	68.504 8	114.501	208.99 7	0	208.997	243.36 3	243.363
19	0.81856 3	204.10 8	-25.0465	C	25.6	23.0433	70.419 9	117.702	216.52 4	0	216.524	249.43 1	249.431
20	0.81856 3	207.28 5	-23.4729	C	25.6	23.0433	71.841 8	120.079	222.11 1	0	222.111	253.30 8	253.308
21	0.81856 3	208.72 6	-21.9178	C	25.6	23.0433	72.776 1	121.64	225.78 2	0	225.782	255.06 4	255.064
22	0.81856 3	208.34	-20.3795	C	25.6	23.0433	73.187 5	122.328	227.39 8	0	227.398	254.58 7	254.587
23	0.81856 3	206.74 9	-18.8565	C	25.6	23.0433	73.244 5	122.423	227.62 2	0	227.622	252.63 7	252.637
24	0.81856 3	203.91 5	-17.3471	C	25.6	23.0433	72.930 7	121.899	226.38 9	0	226.389	249.17	249.17
25	0.81856 3	199.60 2	-15.8501	C	25.6	23.0433	72.171 1	120.629	223.40 4	0	223.404	243.89 5	243.895
26	0.81856 3	193.78	-14.3641	C	25.6	23.0433	70.950 4	118.589	218.60 8	0	218.608	236.77 8	236.778
27	0.81856 3	187.54 4	-12.888	C	25.6	23.0433	69.582 2	116.302	213.23 1	0	213.231	229.15 2	229.152
28	0.81856 3	180.77 3	-11.4205	C	25.6	23.0433	68.030 2	113.708	207.13 3	0	207.133	220.87 5	220.875
29	0.81856 3	173.45 2	-9.96051	C	25.6	23.0433	66.287 7	110.795	200.28 6	0	200.286	211.92 8	211.928
30	0.81856 3	165.73 6	-8.50707	C	25.6	23.0433	64.398 6	107.638	192.86 3	0	192.863	202.49 6	202.496
31	0.81856 3	157.63	-7.05913	C	25.6	23.0433	62.363 2	104.236	184.86 6	0	184.866	192.58 8	192.588
32	0.81856 3	149.13 7	-5.61571	C	25.6	23.0433	60.181	100.588	176.29 1	0	176.291	182.20 8	182.208
33	0.81856 3	143.58 2	-4.17586	C	25.6	23.0433	58.865 3	98.3892	171.12 1	0	171.121	175.41 9	175.419
34	0.81856 3	140.69 6	-2.73864	C	25.6	23.0433	58.350 3	97.5284	169.09 7	0	169.097	171.88 8	171.888
35	0.81856 3	132.16 6	-1.30315	C	25.6	23.0433	56.083 2	93.7392	160.18 9	0	160.189	161.46 5	161.465
36	0.81856 3	129.93 5	0.13151 9	C	25.6	23.0433	55.745 9	93.1753	158.86 3	0	158.863	158.73 5	158.735
37	0.81856 3	148.78 6	1.56627	C	25.6	23.0433	62.004 6	103.636	183.45 7	0	183.457	181.76 1	181.761
38	0.81856 3	74.692 7	3.00201	C	25.6	23.0433	39.058 4	65.2833	93.291 9	0	93.2919	91.243 5	91.2435
39	0.81856 3	41.207 4	4.43964	C	25.6	23.0433	28.693 3	47.9588	52.563 5	0	52.5635	50.335 7	50.3357
40	0.81856 3	38.404 3	5.88008	C	25.6	23.0433	27.988	46.7799	49.792	0	49.792	46.909 6	46.9096
41	0.81856 3	36.659 1	7.32426	C	25.6	23.0433	27.614 7	46.156	48.325 3	0	48.3253	44.775 9	44.7759
42	0.81856 3	34.526 9	8.77313	C	25.6	23.0433	27.113	45.3174	46.353 8	0	46.3538	42.169 5	42.1695

43	0.81856 3	32.003 5	10.2277	C	25.6	23.0433	26.479	44.2578	43.862 8	0	43.8628	39.085 3	39.0853
44	0.81856 3	29.083 9	11.6889	C	25.6	23.0433	25.708 7	42.9703	40.836 1	0	40.8361	35.517 2	35.5172
45	0.81856 3	25.762 2	13.158	C	25.6	23.0433	24.797 4	41.4471	37.255	0	37.255	31.458	31.458
46	0.81856 3	22.031 4	14.6358	C	25.6	23.0433	23.739 7	39.6792	33.098 9	0	33.0989	26.899 4	26.8994
47	0.81856 3	17.883 8	16.1237	C	25.6	23.0433	22.529 7	37.6569	28.344 6	0	28.3446	21.831 6	21.8316
48	0.81856 3	13.310 1	17.6229	C	25.6	23.0433	21.160 8	35.3688	22.965 6	0	22.9656	16.243 7	16.2437
49	0.81856 3	8.3002 3	19.1347	C	25.6	23.0433	19.625 4	32.8025	16.932 3	0	16.9323	10.123 1	10.1231
50	0.81856 3	2.8424 3	20.6604	C	25.6	23.0433	17.914 9	29.9434	10.211	0	10.211	3.4557 1	3.45571

### Interslice Data

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.67143

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	33.6378	30.6228	0	0	0
2	34.592	28.8787	34.8963	0	0
3	35.5462	27.3517	92.6892	0	0
4	36.355	26.189	140.023	0	0
5	37.1638	25.1248	199.681	0	0
6	37.9725	24.1443	268.137	0	0
7	38.7813	23.2365	339.285	0	0
8	39.5901	22.3927	401.679	0	0
9	40.3989	21.6062	464.449	0	0
10	41.2076	20.8715	526.527	0	0
11	42.0164	20.184	586.965	0	0
12	42.8252	19.54	645.029	0	0
13	43.634	18.9362	699.955	0	0
14	44.4427	18.3701	750.887	0	0
15	45.2613	17.8331	793.822	0	0
16	46.0799	17.3301	834.262	0	0
17	46.8984	16.8595	871.649	0	0
18	47.717	16.4195	905.498	0	0
19	48.5355	16.0089	935.383	0	0
20	49.3541	15.6263	960.706	0	0
21	50.1727	15.2709	980.996	0	0
22	50.9912	14.9415	995.934	0	0
23	51.8098	14.6374	1005.32	0	0
24	52.6284	14.3579	1009.15	0	0
25	53.4469	14.1022	1007.49	0	0
26	54.2655	13.8698	1000.48	0	0

27	55.0841	13.6602	988.369	0	0
28	55.9026	13.4729	971.49	0	0
29	56.7212	13.3075	950.192	0	0
30	57.5397	13.1637	924.858	0	0
31	58.3583	13.0413	895.888	0	0
32	59.1769	12.9399	863.705	0	0
33	59.9954	12.8595	828.754	0	0
34	60.814	12.7997	790.916	0	0
35	61.6326	12.7605	749.892	0	0
36	62.4511	12.7419	707.081	0	0
37	63.2697	12.7438	661.264	0	0
38	64.0882	12.7662	606.529	0	0
39	64.9068	12.8091	570.632	0	0
40	65.7254	12.8727	543.862	0	0
41	66.5439	12.957	516.812	0	0
42	67.3625	13.0622	489.179	0	0
43	68.1811	13.1885	461.185	0	0
44	68.9996	13.3362	433.085	0	0
45	69.8182	13.5055	405.178	0	0
46	70.6367	13.6969	377.801	0	0
47	71.4553	13.9107	351.341	0	0
48	72.2739	14.1473	326.238	0	0
49	73.0924	14.4073	302.987	0	0
50	73.911	14.6913	282.154	0	0
51	74.7296	15	0	0	0

## List Of Coordinates

---

### Distributed Load

X	Y
28.9844	30.6364
38.6015	30.6083

### External Boundary

X	Y
20.1153	33.8491
0	36.9226
0	33.9226
0	18.4613
0	9.40397
0	0
80.4834	0

80.4834	8.71958
80.4834	15
65.4834	15
64.4834	15
64.1734	20.1
64.1734	20.7
63.5734	20.7
62.2834	20.7
53.4543	26.0748
50.1901	27.5013
48.5535	27.873
46.3475	27.9359
44.4349	27.9904
43.0048	28.7794
38.6015	30.6083
28.9844	30.6364
27.4769	32.1439

### Material Boundary

X	Y
46.3475	27.9359
51.8234	22.46
55.9369	18.3465
60.4834	13.9

### Material Boundary

X	Y
63.5734	20.7
63.5734	15
60.4834	15
60.4834	13.9
60.4834	13
61.4834	13
61.4834	14
65.4834	14
65.4834	15

### Material Boundary

X	Y
0	18.4613
55.9369	18.3465

### Material Boundary

X	Y
0	33.9226
20.5491	30.6479
41.0981	26.1315
51.8234	22.46

### Material Boundary

X	Y
0	9.40397
80.4834	8.71958

## 11.2.2 Analisi Sismica SLU

### **Slide Analysis Information**

#### **Project Summary**

---

File Name: OS06.slmd - Configurazione finale - Analisi sismica  
Slide Modeler Version: 7.026

#### **General Settings**

---

Units of Measurement: Metric Units  
Time Units: seconds  
Permeability Units: meters/second  
Failure Direction: Left to Right  
Data Output: Standard  
Maximum Material Properties: 20  
Maximum Support Properties: 20

#### **Design Standard**

---

Selected Type: Eurocode 7 (User Defined)  
Name: Analisi sismica

Type	Partial Factor
Permanent Actions: Unfavourable	1
Permanent Actions: Favourable	1
Variable Actions: Unfavourable	1
Variable Actions: Favourable	0
Effective cohesion	1.25
Coefficient of shearing resistance	1.25
Undrained strength	1.4
Weight density	1
Shear strength (other models)	1.25
Earth resistance	1
Tensile and plate strength	1.1
Shear strength	1.1

Compressive strength	1.1
Bond strength	1.1
Seismic Coefficient	1

## Analysis Options

---

Slices Type: Vertical

### Analysis Methods Used

	Bishop simplified
Number of slices:	50
Tolerance:	0.005
Maximum number of iterations:	75
Check $m_{\alpha} < 0.2$ :	Yes
Create Interslice boundaries at intersections with water tables and piezos:	Yes
Initial trial value of FS:	1
Steffensen Iteration:	Yes

## Groundwater Analysis

---

Groundwater Method:	Water Surfaces
Pore Fluid Unit Weight [kN/m <sup>3</sup> ]:	9.81
Use negative pore pressure cutoff:	Yes
Maximum negative pore pressure [kPa]:	0
Advanced Groundwater Method:	None

## Random Numbers

---

Pseudo-random Seed:	10116
Random Number Generation Method:	Park and Miller v.3

## Surface Options

---

Surface Type:	Circular
Search Method:	Slope Search
Number of Surfaces:	5000

Upper Angle: Not Defined  
Lower Angle: Not Defined  
Composite Surfaces: Disabled  
Reverse Curvature: Create Tension Crack  
Minimum Elevation: Not Defined  
Minimum Depth: Not Defined  
Minimum Area: Not Defined  
Minimum Weight: Not Defined

## Seismic

Advanced seismic analysis: No  
Staged pseudostatic analysis: No

## Loading

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.022  
Seismic Load Coefficient (Vertical): -0.011

## Material Properties

Property	Riempimento	M	LAS	Ar	Muro	C
Color						
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Infinite strength	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	18.5	22	18.5	22.5	25	22.5
Cohesion [kPa]	0	28	5	30		32
Friction Angle [deg]	30	26	30	29		28
Water Surface	None	None	None	None	None	None
Ru Value	0	0	0	0	0	0

## Global Minimums

Method: bishop simplified

FS	1.626320
Center:	63.694, 39.338
Radius:	26.558
Left Slip Surface Endpoint:	38.613, 30.603
Right Slip Surface Endpoint:	74.322, 15.000
Resisting Moment:	78148.3 kN-m
Driving Moment:	48052.2 kN-m
Total Slice Area:	232.397 m <sup>2</sup>
Surface Horizontal Width:	35.7089 m
Surface Average Height:	6.50808 m

### Slice Data

#### Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.62632

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Angle of Slice Base [degrees]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]	Base Vertical Stress [kPa]	Effective Vertical Stress [kPa]
1	0.658384	8.6886	-68.831	LAS	4	24.7913	3.56093	5.79121	3.87808	0	3.87808	13.0734	13.0734
2	0.658384	24.3784	-65.1723	LAS	4	24.7913	7.97555	12.9708	19.4223	0	19.4223	36.6611	36.6611
3	0.658384	37.2455	-61.9693	LAS	4	24.7913	11.9759	19.4766	33.5078	0	33.5078	56.002	56.002
4	0.757104	57.5829	-58.8776	M	22.4	21.3151	22.7868	37.0587	37.5686	0	37.5686	75.3093	75.3093
5	0.757104	72.2834	-55.8426	M	22.4	21.3151	26.9282	43.7939	54.83	0	54.83	94.5171	94.5171
6	0.757104	84.8614	-53.0298	M	22.4	21.3151	30.6299	49.814	70.2589	0	70.2589	110.95	110.95
7	0.757104	95.2932	-50.3906	M	22.4	21.3151	33.8488	55.0489	83.6751	0	83.6751	124.578	124.578
8	0.757104	103.378	-47.8914	M	22.4	21.3151	36.5053	59.3693	94.748	0	94.748	135.137	135.137
9	0.757104	112.581	-45.508	M	22.4	21.3151	39.4464	64.1524	107.006	0	107.006	147.159	147.159
10	0.757104	123.917	-43.2217	M	22.4	21.3151	42.9489	69.8487	121.605	0	121.605	161.968	161.968
11	0.757104	134.338	-41.0184	M	22.4	21.3151	46.2471	75.2126	135.353	0	135.353	175.581	175.581
12	0.757104	143.919	-38.8867	M	22.4	21.3151	49.3516	80.2615	148.292	0	148.292	188.095	188.095
13	0.708417	142.763	-36.882	C	25.6	23.0433	56.7578	92.3063	156.821	0	156.821	199.408	199.408
14	0.708417	149.955	-34.9938	C	25.6	23.0433	59.6081	96.9418	167.718	0	167.718	209.446	209.446
15	0.708417	155.244	-33.1482	C	25.6	23.0433	61.8821	100.64	176.412	0	176.412	216.827	216.827
16	0.708417	159.654	-31.3407	C	25.6	23.0433	63.8864	103.9	184.076	0	184.076	222.982	222.982

17	0.70841 7	162.48 8	-29.5673	C	25.6	23.0433	65.392 6	106.349	189.83 4	0	189.834	226.93 3	226.933
18	0.70841 7	164.01 2	-27.8246	C	25.6	23.0433	66.474 6	108.109	193.97 1	0	193.971	229.05 6	229.056
19	0.70841 7	164.76 7	-26.1094	C	25.6	23.0433	67.298 6	109.449	197.12 1	0	197.121	230.10 4	230.104
20	0.70841 7	164.31 7	-24.4191	C	25.6	23.0433	67.718	110.131	198.72 5	0	198.725	229.47 1	229.471
21	0.70841 7	163.26 7	-22.7512	C	25.6	23.0433	67.924 5	110.467	199.51 4	0	199.514	227.99 9	227.999
22	0.70841 7	160.63 9	-21.1034	C	25.6	23.0433	67.591 1	109.925	198.23 9	0	198.239	224.32 5	224.325
23	0.70841 7	157.40 6	-19.4737	C	25.6	23.0433	67.032 1	109.016	196.10 3	0	196.103	219.80 6	219.806
24	0.70841 7	153.81 2	-17.8602	C	25.6	23.0433	66.328 1	107.871	193.41 1	0	193.411	214.78 3	214.783
25	0.70841 7	149.77 6	-16.2613	C	25.6	23.0433	65.449 5	106.442	190.05 3	0	190.053	209.14 3	209.143
26	0.70841 7	145.28 6	-14.6753	C	25.6	23.0433	64.391 5	104.721	186.00 7	0	186.007	202.87	202.87
27	0.70841 7	140.46 3	-13.1007	C	25.6	23.0433	63.193 3	102.773	181.42 5	0	181.425	196.13 1	196.131
28	0.70841 7	135.31 5	-11.5362	C	25.6	23.0433	61.856 2	100.598	176.31 3	0	176.313	188.93 8	188.938
29	0.70841 7	129.84 5	-9.98027	C	25.6	23.0433	60.380 9	98.1987	170.67 3	0	170.673	181.29 8	181.298
30	0.70841 7	124.06	-8.43179	C	25.6	23.0433	58.768 1	95.5757	164.50 7	0	164.507	173.21 9	173.219
31	0.70841 7	121.80 8	-6.8895	C	25.6	23.0433	58.378 1	94.9415	163.01 6	0	163.016	170.06 9	170.069
32	0.70841 7	120.03 3	-5.35221	C	25.6	23.0433	58.149	94.5689	162.13 9	0	162.139	167.58 7	167.587
33	0.70841 7	113.73 4	-3.81878	C	25.6	23.0433	56.290 2	91.5458	155.03 2	0	155.032	158.79	158.79
34	0.70841 7	111.47 8	-2.28809	C	25.6	23.0433	55.864 2	90.853	153.40 3	0	153.403	155.63 5	155.635
35	0.70841 7	116.32 3	0.75902 6	C	25.6	23.0433	58.015 2	94.3513	161.62 8	0	161.628	162.39 7	162.397
36	0.70841 7	123.57 6	0.76949 3	C	25.6	23.0433	61.078 3	99.3329	173.33 9	0	173.339	172.51 8	172.518
37	0.70841 7	38.052 5	2.29856	C	25.6	23.0433	29.949 5	48.7074	54.323 3	0	54.3233	53.121 1	53.1211
38	0.70841 7	35.322 5	3.82927	C	25.6	23.0433	29.148	47.4039	51.259	0	51.259	49.308 1	49.3081
39	0.70841 7	33.488 4	5.36272	C	25.6	23.0433	28.671 5	46.629	49.437 2	0	49.4372	46.745 8	46.7458
40	0.70841 7	32.275 2	6.90004	C	25.6	23.0433	28.423 7	46.2261	48.489 9	0	48.4899	45.050 3	45.0503
41	0.70841 7	30.754	8.44237	C	25.6	23.0433	28.057 3	45.6302	47.089 2	0	47.0892	42.924 8	42.9248
42	0.70841 7	28.921 4	9.9909	C	25.6	23.0433	27.568 8	44.8357	45.221 4	0	45.2214	40.364 8	40.3648
43	0.70841 7	26.773 3	11.5468	C	25.6	23.0433	26.954 1	43.836	42.871 3	0	42.8713	37.364 5	37.3645

44	0.70841 7	24.304 8	13.1115	C	25.6	23.0433	26.208 7	42.6238	40.021 4	0	40.0214	33.916 9	33.9169
45	0.70841 7	21.510 1	14.6861	C	25.6	23.0433	25.327 4	41.1905	36.652	0	36.652	30.014	30.014
46	0.70841 7	18.382 4	16.2722	C	25.6	23.0433	24.304 4	39.5268	32.740 8	0	32.7408	25.646 4	25.6464
47	0.70841 7	14.914	17.8712	C	25.6	23.0433	23.133 1	37.6219	28.262 3	0	28.2623	20.803 3	20.8033
48	0.70841 7	11.095 9	19.4848	C	25.6	23.0433	21.805 9	35.4634	23.187 8	0	23.1878	15.472 4	15.4724
49	0.70841 7	6.9181 2	21.1146	C	25.6	23.0433	20.314 1	33.0372	17.484 2	0	17.4842	9.6396 7	9.63967
50	0.70841 7	2.3689 6	22.7625	C	25.6	23.0433	18.647 7	30.3272	11.113 2	0	11.1132	3.2887 3	3.28873

### Interslice Data

#### • Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.62632

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	38.6134	30.6034	0	0	0
2	39.2718	28.9032	4.44552	0	0
3	39.9302	27.4801	27.3826	0	0
4	40.5886	26.2435	61.7729	0	0
5	41.3457	24.9896	92.9379	0	0
6	42.1028	23.8737	135.37	0	0
7	42.8599	22.8679	184.768	0	0
8	43.617	21.953	237.85	0	0
9	44.3741	21.1154	291.917	0	0
10	45.1312	20.3447	347.064	0	0
11	45.8883	19.6332	403.874	0	0
12	46.6454	18.9747	461.037	0	0
13	47.4025	18.3641	517.476	0	0
14	48.1109	17.8325	563.861	0	0
15	48.8193	17.3366	608.208	0	0
16	49.5278	16.8739	649.508	0	0
17	50.2362	16.4425	687.282	0	0
18	50.9446	16.0406	720.936	0	0
19	51.653	15.6667	750.088	0	0
20	52.3614	15.3195	774.59	0	0
21	53.0698	14.9979	794.263	0	0
22	53.7783	14.7008	809.122	0	0
23	54.4867	14.4274	819.086	0	0
24	55.1951	14.1769	824.297	0	0
25	55.9035	13.9486	824.954	0	0
26	56.6119	13.742	821.265	0	0
27	57.3203	13.5565	813.462	0	0
28	58.0288	13.3916	801.801	0	0

29	58.7372	13.247	786.555	0	0
30	59.4456	13.1224	768.015	0	0
31	60.154	13.0173	746.485	0	0
32	60.8624	12.9317	721.86	0	0
33	61.5708	12.8654	694.166	0	0
34	62.2793	12.8181	664.216	0	0
35	62.9877	12.7898	631.529	0	0
36	63.6961	12.7804	594.603	0	0
37	64.4045	12.7899	552.506	0	0
38	65.1129	12.8183	530.632	0	0
39	65.8213	12.8658	508.379	0	0
40	66.5298	12.9323	485.565	0	0
41	67.2382	13.018	462.029	0	0
42	67.9466	13.1231	437.925	0	0
43	68.655	13.2479	413.434	0	0
44	69.3634	13.3927	388.769	0	0
45	70.0718	13.5577	364.177	0	0
46	70.7803	13.7433	339.945	0	0
47	71.4887	13.9501	316.402	0	0
48	72.1971	14.1785	293.926	0	0
49	72.9055	14.4292	272.947	0	0
50	73.6139	14.7028	253.959	0	0
51	74.3223	15	0	0	0

### List Of Coordinates

### External Boundary

X	Y
20.1153	33.8491
0	36.9226
0	33.9226
0	18.4613
0	9.40397
0	0
80.4834	0
80.4834	8.71958
80.4834	15
65.4834	15
64.4834	15
64.1734	20.1
64.1734	20.7
63.5734	20.7
62.2834	20.7
53.4543	26.0748
50.1901	27.5013

48.5535	27.873
46.3475	27.9359
44.4349	27.9904
43.0048	28.7794
38.6015	30.6083
28.9844	30.6364
27.4769	32.1439

**Material Boundary**

X	Y
46.3475	27.9359
51.8234	22.46
55.9369	18.3465
60.4834	13.9

**Material Boundary**

X	Y
63.5734	20.7
63.5734	15
60.4834	15
60.4834	13.9
60.4834	13
61.4834	13
61.4834	14
65.4834	14
65.4834	15

**Material Boundary**

X	Y
0	18.4613
55.9369	18.3465

**Material Boundary**

X	Y
0	33.9226
20.5491	30.6479
41.0981	26.1315
51.8234	22.46



### Material Boundary

X	Y
0	9.40397
80.4834	8.71958