

# ANAS S.p.A.

DIREZIONE CENTRALE PROGRAMMAZIONE PROGETTAZIONE

## PA 12/09

### CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO - NORD EUROPA

### ITINERARIO AGRIGENTO - CALTANISSETTA - A19

### S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"

### AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001

### Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19

## PROGETTO ESECUTIVO

Contraente Generale:



## OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA SOTTOPASSO TRONCO 39

### Relazione di calcolo muri

Codice Unico Progetto (CUP) : F91B09000070001

Codice Elaborato:

PA12\_09 - E 0 9 9 I N 2 3 9 S T 1 1 6 C L 0 0 2 B

Scala:

F						
E						
D						
C						
B	Ottobre 2011	Rif. Istruttoria prot. CDG-0141142-P del 19/10/11	E.MEDICO	R.CAPOCCHI	M. LITI	P. PAGLINI
A	Aprile 2011	EMISSIONE	E.MEDICO	A.TURSO	M. LITI	P. PAGLINI
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	AUTORIZZATO
Responsabile del procedimento:			Ing. MAURIZIO ARAMINI			

Il Progettista:



Il Consulente Specialista:



Geologo:



Il Coordinatore per la sicurezza  
in fase di progetto:



Il Direttore dei lavori:



**S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"  
AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO  
ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001  
Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19**

**PROGETTO ESECUTIVO**

OPERE D'ARTE MINORI  
SOTTOVIA  
SOTTOPASSO TRONCO 39  
RELAZIONE DI CALCOLO MURI

## INDICE

<b><u>INDICE</u></b> .....	<b><u>2</u></b>
<b><u>1 DESCRIZIONE DELLE OPERE</u></b> .....	<b><u>4</u></b>
<b><u>2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO</u></b> .....	<b><u>4</u></b>
<b><u>3 DATI SISMICI</u></b> .....	<b><u>5</u></b>
<b><u>4 DURABILITÀ E PRESCRIZIONI SUI MATERIALI</u></b> .....	<b><u>6</u></b>
4.1 CLASSI DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE.....	6
4.2 COPRIFERRO MINIMO E COPRIFERRO NOMINALE.....	9
4.3 CARATTERISTICHE DEI COSTITUENTI IL CALCESTRUZZO .....	10
4.4 CARATTERISTICHE DELLE MISCELE .....	10
<b><u>5 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI</u></b> .....	<b><u>12</u></b>
<b><u>6 ANALISI DEI CARICHI</u></b> .....	<b><u>13</u></b>
6.1 CONDIZIONI DI CARICO .....	13
6.2 COEFFICIENTI PARZIALI .....	14
6.3 COMBINAZIONI DI CARICO: .....	16
<b><u>7 MURO DI SOSTEGNO HMAX=250+300 (TIPO 1)</u></b> .....	<b><u>20</u></b>
7.1 GEOMETRIA MURO E FONDAZIONE .....	20
7.2 DESCRIZIONE PALI DI FONDAZIONE .....	21
7.3 GEOMETRIA PROFILO TERRENO A MONTE DEL MURO.....	22
7.4 STABILITÀ GLOBALE MURO + TERRENO .....	22
7.5 ANALISI DEI PALI .....	23
7.6 INVILUPPO SOLLECITAZIONI PARAMENTO.....	24

Cod. elab.: 099IN239-ST11-6-CL-002 B	Titolo: OPERE D'ARTI MINORI - SOTTOVIA – SOTTOPASSO TRONCO 39	Data: Ottobre 2011
Nome file: 099IN239-ST11-6-CL-002_B.docx	Relazione di calcolo muri	Pagina 2 di 52

PROGETTO ESECUTIVO

<b>7.7</b>	<b>INVILUPPO ARMATURE E TENSIONI NEI MATERIALI DEL MURO .....</b>	<b>25</b>
<b>7.8</b>	<b>VERIFICHE A FESSURAZIONE DEL MURO .....</b>	<b>27</b>
<b>7.9</b>	<b>INVILUPPO ARMATURE E TENSIONI NEI MATERIALI DELLA FONDAZIONE.....</b>	<b>29</b>
<b>7.10</b>	<b>VERIFICHE A FESSURAZIONE DELLA FONDAZIONE .....</b>	<b>31</b>
<b>7.11</b>	<b>INVILUPPO SOLLECITAZIONI NEI PALI E VERIFICHE DELLE SEZIONI .....</b>	<b>34</b>
<b>8</b>	<b><u>MURO AD “U” HMAX=400+390.....</u></b>	<b><u>37</u></b>
<b>8.1</b>	<b>GEOMETRIA SCATOLARE .....</b>	<b>37</b>
<b>8.2</b>	<b>CARATTERISTICHE STRATI TERRENO .....</b>	<b>37</b>
<b>8.3</b>	<b>COMBINAZIONI DI CARICO.....</b>	<b>38</b>
<b>8.4</b>	<b>INVILUPPO SOLLECITAZIONI (SLU) .....</b>	<b>40</b>
<b>8.5</b>	<b>INVILUPPO VERIFICHE STATO LIMITE ULTIMO (SLU) .....</b>	<b>41</b>
<b>8.6</b>	<b>SOLLECITAZIONI SLE .....</b>	<b>43</b>
<b>8.7</b>	<b>INVILUPPO VERIFICHE STATO LIMITE DELLE TENSIONI IN ESERCIZIO (SLE).....</b>	<b>45</b>
<b>8.8</b>	<b>VERIFICHE STATO LIMITE DI FESSURAZIONE (SLE) .....</b>	<b>47</b>
<b>8.9</b>	<b>VERIFICA GRADONE SUPERIORE PIEDRITTI A SEZIONE RIDOTTA .....</b>	<b>49</b>

<i>Cod. elab.:</i> 099IN239-ST11-6-CL-002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTI MINORI - SOTTOVIA – SOTTOPASSO TRONCO 39	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 099IN239-ST11-6-CL-002_B.docx	<b>Relazione di calcolo muri</b>	<i>Pagina</i> 3 di 52

## 1 DESCRIZIONE DELLE OPERE

Nel seguito si tratterà delle strutture in calcestruzzo armato relative alla realizzazione dei muri di sostegno, ubicati nelle sezioni di ingresso ed uscita del sottovia sul tronco 39.

Nella relazione si descrivono i problemi di carattere strutturale che sono stati affrontati nel corso della progettazione e per essi vengono espone le modalità di soluzione e le procedure di calcolo adottate per la determinazione delle dimensioni delle strutture principali.

La relazione si completa mediante una serie di elaborati che consistono in tabelle schematiche riportanti le caratteristiche della sollecitazione utilizzate alla base della verifica degli elementi strutturali costituenti il manufatto, nonché le verifiche di resistenza dei materiali, eseguite nelle sezioni più significative e maggiormente sollecitate dei manufatti. L'opera sarà realizzata mediante una piastra di fondazione sulla quale si innesteranno i paramenti verticali in cemento armato, a spessore variabile.

## 2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

La progettazione degli elementi strutturali è stata condotta in conformità al quadro legislativo attualmente vigente in merito al dimensionamento delle strutture e per quanto riguarda la classificazione sismica del territorio nazionale. Le norme di riferimento adottate sono riportate nel seguito:

- NTC 2008 – Norme Tecniche delle costruzioni - D.M. 14 Gennaio 2008;
- O.P.C.M. n.3274 20 marzo 2003. Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.
- Norma tecnica UNI ENV 1992-1-1:1993, Eurocodice 2 progettazione delle strutture di calcestruzzo;

<i>Cod. elab.:</i> 099IN239-ST11-6-CL-002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTI MINORI - SOTTOVIA – SOTTOPASSO TRONCO 39	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 099IN239-ST11-6-CL-002_B.docx	<b>Relazione di calcolo muri</b>	<i>Pagina</i> 4 di 52

### 3 DATI SISMICI

Di seguito si riportano i dati sismici adoperati per l'analisi strutturale dell'opera in oggetto.

Vita nominale della costruzione (in anni) - $V_N$	<input type="text" value="100"/>	info
Coefficiente d'uso della costruzione - $c_d$	<input type="text" value="2"/>	info

Come sito di riferimento si considera il comune in cui è situata l'opera.

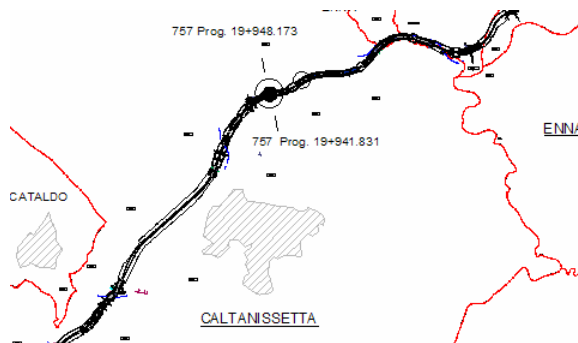


Figura 3-1: Comune di riferimento

<input checked="" type="checkbox"/> Ricerca per comune	REGIONE <input type="text" value="Sicilia"/>	PROVINCIA <input type="text" value="Caltanissetta"/>	COMUNE <input type="text" value="Caltanissetta"/>
--	---	---	--

Per la verifica sismica delle strutture si prende in considerazione lo stato limite ultimo di salvaguardia della Vita (SLV).

Stato Limite			
Stato Limite considerato		<input type="text" value="SLV"/>	info
Risposta sismica locale			
Categoria di sottosuolo		<input type="text" value="C"/>	info
Categoria topografica		<input type="text" value="T1"/>	info
		$S_S =$ <input type="text" value="1.500"/>	$C_C =$ <input type="text" value="1.291"/> info
		$h/H =$ <input type="text" value="0.000"/>	$S_T =$ <input type="text" value="1.000"/> info
<small>(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)</small>			
Compon. orizzontale			
<input checked="" type="radio"/> Spettro di progetto elastico (SLE)		Smorzamento $\xi$ (%)	<input type="text" value="5"/> info
<input type="radio"/> Spettro di progetto inelastico (SLU)		Fattore $q_o$	<input type="text" value="1.2"/> info
		$\gamma =$ <input type="text" value="1.000"/>	info
		Regol. in altezza	<input type="text" value="si"/> info

Cod. elab.: 099IN239-ST11-6-CL-002 B	Titolo: OPERE D'ARTI MINORI - SOTTOVIA – SOTTOPASSO TRONCO 39	Data: Ottobre 2011
Nome file: 099IN239-ST11-6-CL-002_B.docx	<b>Relazione di calcolo muri</b>	Pagina 5 di 52

I parametri dello spettro di risposta sono i seguenti:

#### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0.108 g
$F_o$	2.748
$T_C^*$	0.535 s
$S_S$	1.500
$C_C$	1.291
$S_T$	1.000
$q$	1.000

#### Parametri dipendenti

$S$	1.500
$\eta$	1.000
$T_B$	0.230 s
$T_C$	0.690 s
$T_D$	2.033 s

## 4 DURABILITÀ E PRESCRIZIONI SUI MATERIALI

La forte importanza che riveste la durabilità dell'opera in funzione dell'ambiente nel quale è inserita, ha comportato una notevole attenzione alle tipologie dei materiali da utilizzarsi per le strutture da realizzare. Si consideri, infatti, che il manufatto deve garantire adeguati livelli di sicurezza anche dopo l'inevitabile degrado dei materiali dovuto al tempo ed all'azione degli agenti atmosferici.

Tutti questi elementi ambientali costituiscono dei fattori importantissimi dai quali non è possibile esulare quando si stabilisce la tipologia dei materiali che saranno impiegati per la realizzazione dell'opera, pensando questo nell'ottica di garantire alla stessa una vita media compatibile con l'investimento che si sta realizzando.

### 4.1 Classi di esposizione ambientale

Ai fini di una corretta prescrizione del calcestruzzo, occorre classificare l'ambiente nel quale ciascun elemento strutturale sarà inserito. Per "ambiente", in questo contesto, si intende l'insieme delle azioni chimico-fisiche alle quali si presume che potrà essere esposto il calcestruzzo durante il periodo di vita delle opere e che causa effetti che non possono essere classificati come dovuti a carichi o ad azioni indirette quali deformazioni impresse, cedimenti e variazioni termiche.

In funzione di tali azioni, sono individuate le classi e sottoclassi di esposizione ambientale del calcestruzzo elencate nella tabella che segue.

<i>Cod. elab.:</i> 099IN239-ST11-6-CL-002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTI MINORI - SOTTOVIA – SOTTOPASSO TRONCO 39	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 099IN239-ST11-6-CL-002_B.docx	<b>Relazione di calcolo muri</b>	<i>Pagina</i> 6 di 52

## PROGETTO ESECUTIVO

Classi di esposizione per calcestruzzo strutturale, in funzione delle condizioni ambientali secondo norma UNI 11104:2004 e UNI EN 206-1:2006

Classe esposizione norma UNI 9858	Classe esposizione norma UNI 11104 UNI EN 206-1	Descrizione dell'ambiente	Esempio	Massimo rapporto a/c	Minima Classe di resistenza	Contenuto minimo in aria (%)
<b>1 Assenza di rischio di corrosione o attacco</b>						
1	X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, o attacco chimico. Calcestruzzi con armatura o inserti metallici: in ambiente molto asciutto.	Interno di edifici con umidità relativa molto bassa. Calcestruzzo non armato all'interno di edifici. Calcestruzzo non armato immerso in suolo non aggressivo o in acqua non aggressiva. Calcestruzzo non armato soggetto a cicli di bagnato asciutto ma non soggetto ad abrasione, gelo o attacco chimico.	-	C 12/15	
<b>2 Corrosione indotta da carbonatazione</b>						
Nota - Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel copriferro o nel ricoprimento di inserti metallici, ma in molti casi su può considerare che tali condizioni riflettano quelle dell'ambiente circostante. In questi casi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se c'è una barriera fra il calcestruzzo e il suo ambiente.						
2 a	XC1	Asciutto o permanentemente bagnato.	Interni di edifici con umidità relativa bassa. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con le superfici all'interno di strutture con eccezione delle parti esposte a condensa, o immerse in acqua.	0,60	C 25/30	
2 a	XC2	Bagnato, raramente asciutto.	Parti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso prevalentemente immerso in acqua o terreno non aggressivo.	0,60	C 25/30	
5 a	XC3	Umidità moderata.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici esterne riparate dalla pioggia, o in interni con umidità da moderata ad alta.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	XC4	Ciclicamente asciutto e bagnato.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici soggette a alternanze di asciutto ed umido. Calcestruzzi a vista in ambienti urbani. Superfici a contatto con l'acqua non comprese nella classe XC2.	0,50	C 32/40	
<b>3 Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare</b>						
5 a	XD1	Umidità moderata.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in superfici o parti di ponti e viadotti esposti a spruzzi d'acqua contenenti cloruri.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	XD2	Bagnato, raramente asciutto.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in elementi strutturali totalmente immersi in acqua anche industriale contenente cloruri (Piscine).	0,50	C 32/40	
5 c	XD3	Ciclicamente bagnato e asciutto.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, di elementi strutturali direttamente soggetti agli agenti disgelanti o agli spruzzi contenenti agenti disgelanti. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, elementi con una superficie immersa in acqua contenente cloruri e l'altra esposta all'aria. Parti di ponti, pavimentazioni e parcheggi per auto.	0,45	C 35/45	

Cod. elab.: 099IN239-ST11-6-CL-002 B	Titolo: OPERE D'ARTI MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 099IN239-ST11-6-CL-002_B.docx	SOTTOPASSO TRONCO 39	Pagina 7 di 52
<b>Relazione di calcolo muri</b>		



## PROGETTO ESECUTIVO

Classe esposizione norma UNI 9858	Classe esposizione norma UNI 11104 UNI EN 206 -1	Descrizione dell'ambiente	Esempio	Massimo rapporto a/c	Minima Classe di resistenza	Contenuto minimo in aria (%)
<b>4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare</b>						
4 a 5 b	<b>XS1</b>	Esposto alla salsedine marina ma non direttamente in contatto con l'acqua di mare.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali sulle coste o in prossimità.	0,50	C 32/40	
	<b>XS2</b>	Permanentemente sommerso.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso di strutture marine completamente immersi in acqua.	0,45	C 35/45	
	<b>XS3</b>	Zone esposte agli spruzzi o alle marea.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali esposti alla battigia o alle zone soggette agli spruzzi ed onde del mare.	0,45	C 35/45	
<b>5 Attacco dei cicli di gelo/disgelo con o senza disgelanti *</b>						
2 b	<b>XF1</b>	Moderata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante.	Superfici verticali di calcestruzzo come facciate e colonne esposte alla pioggia ed al gelo. Superfici non verticali e non soggette alla completa saturazione ma esposte al gelo, alla pioggia o all'acqua.	0,50	C 32/40	
3	<b>XF2</b>	Moderata saturazione d'acqua, in presenza di agente disgelante.	Elementi come parti di ponti che in altro modo sarebbero classificati come XF1 ma che sono esposti direttamente o indirettamente agli agenti disgelanti.	0,50	C 25/30	3,0
2 b	<b>XF3</b>	Elevata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante	Superfici orizzontali in edifici dove l'acqua può accumularsi e che possono essere soggetti ai fenomeni di gelo, elementi soggetti a frequenti bagnature ed esposti al gelo.	0,50	C 25/30	3,0
3	<b>XF4</b>	Elevata saturazione d'acqua, con presenza di agente antigelo oppure acqua di mare.	Superfici orizzontali quali strade o pavimentazioni esposte al gelo ed ai sali disgelanti in modo diretto o indiretto, elementi esposti al gelo e soggetti a frequenti bagnature in presenza di agenti disgelanti o di acqua di mare.	0,45	C 28/35	3,0
<b>6 Attacco chimico**</b>						
5 a	<b>XA1</b>	Ambiente chimicamente debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Contenitori di fanghi e vasche di decantazione. Contenitori e vasche per acque reflue.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	<b>XA2</b>	Ambiente chimicamente moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di terreni aggressivi.	0,50	C 32/40	
5 c	<b>XA3</b>	Ambiente chimicamente fortemente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di acque industriali fortemente aggressive. Contenitori di foraggi, mangimi e liquame provenienti dall'allevamento animale. Torri di raffreddamento di fumi di gas di scarico industriali.	0,45	C 35/45	
<p>*) Il grado di saturazione della seconda colonna riflette la relativa frequenza con cui si verifica il gelo in condizioni di saturazione:  - moderato: occasionalmente gelato in condizione di saturazione;  - elevato: alta frequenza di gelo in condizioni di saturazione.</p> <p>**) Da parte di acque del terreno e acque fluenti.</p>						

**Tabella 4.1: Classi di esposizione e requisiti minimi del calcestruzzo in funzione della classe d'esposizione**

Le resistenze caratteristiche  $R_{ck}$  della tabella precedente sono da considerarsi quelle minime in relazione agli usi indicati in funzione della classe di esposizione. Le miscele non presenteranno un contenuto di cemento minore di  $280 \text{ kg/m}^3$ . La definizione di una soglia minima per il dosaggio di cemento, risponde all'esigenza di garantire in ogni caso una sufficiente quantità di pasta di cemento, condizione essenziale per ottenere un calcestruzzo indurito a struttura chiusa e poco permeabile. Nelle normali condizioni operative, il rispetto dei valori di  $R_{ck}$  e a/c della tabella precedente può comportare dosaggi di cemento anche sensibilmente più elevati del valore minimo indicato.

Cod. elab.: 099IN239-ST11-6-CL-002 B	Titolo: OPERE D'ARTI MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 099IN239-ST11-6-CL-002_B.docx	SOTTOPASSO TRONCO 39	Pagina 8 di 52
<b>Relazione di calcolo muri</b>		

Facendo riferimento alla tabella precedente, la classe di esposizione attribuita ai vari elementi strutturali costituenti le opere è così riassunta:

• **CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

**Calcestruzzo**

Soletta di fondazione: XC2;

Paramento verticale: XC2.

Fondazione ed elevazione gettata in opera: C 25/30 N/mm<sup>2</sup> ;

**ACCIAIO PER ARMATURE**

- tipo B450C
- Modulo di elasticità di Joung (E) 210.000 N/mm<sup>2</sup>;
- Tensione caratteristica di snervamento  $f_{y\ nom}$  450 N/mm<sup>2</sup>;
- Tensione caratteristica di rottura  $f_{t\ nom}$  540 N/mm<sup>2</sup>.

**4.2 Copriferro minimo e copriferro nominale**

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

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

I valori di copriferro minimo in funzione delle classi di esposizione del calcestruzzo sono indicati nella tabella seguente. La tolleranza di posizionamento delle armature  $h$ , nel caso di strutture gettate in opera, dovrà essere assunta pari ad almeno 5 mm. Considerando la classe di esposizione ambientale delle diverse sottostrutture, si dovranno adoperare dei copriferri adeguati come prescritti nella tavola delle prescrizioni dei materiali allegata al progetto. Nel caso specifico sarà considerato un valore pari a 5 cm.

Cod. elab.: 099IN239-ST11-6-CL-002 B	Titolo: OPERE D'ARTI MINORI - SOTTOVIA – SOTTOPASSO TRONCO 39	Data: Ottobre 2011
Nome file: 099IN239-ST11-6-CL-002_B.docx	<b>Relazione di calcolo muri</b>	Pagina 9 di 52

## PROGETTO ESECUTIVO

Ambiente	Classe di esposizione	C <sub>min</sub> (mm)
Molto secco	X0	15
Umido senza gelo	XC1 XC2	20
Debolmente aggressivo	XC3 XA1 XD1	
Umido con gelo	XF1	
Marino senza gelo	XS1 XD2	30
Moderatamente aggressivo	XA2 XC4	
Umido con gelo e sali disgelanti	XF3	
Marino con gelo	XF2	
Fortemente aggressivo	XS2 XS3XA3 XD3 XF4	40

Tabella 4.2 – Copriferro minimo e classi di esposizione

### 4.3 Caratteristiche dei costituenti il calcestruzzo

#### Cemento

Si utilizzeranno unicamente i cementi previsti nella Legge 26 Maggio 1965 n° 595 che soddisfino i requisiti di accettazione elencati nella norma UNI ENV 197/1, con esclusione del cemento alluminoso e dei cementi per sbarramenti di ritenuta.

#### Acqua d'impasto

L'acqua d'impasto, di provenienza nota, dovrà avere caratteristiche costanti nel tempo, conformi a quelle della norma UNI EN 1008.

#### Aggregati

Gli aggregati impiegati per il confezionamento del calcestruzzo dovranno avere caratteristiche conformi a quelle previste nella parte 1<sup>a</sup> della norma UNI 8520. Le caratteristiche dovranno essere verificate in fase di qualifica delle miscele. In caso di fornitura di aggregati da parte di azienda dotata di Sistema Qualità certificato secondo norme UNI EN ISO 9000, saranno ritenuti validi i risultati delle prove effettuate dall'Azienda.

### 4.4 Caratteristiche delle miscele

#### Granulometria degli aggregati

Per la realizzazione di calcestruzzi con classi di resistenza maggiori di C 12/15 gli aggregati dovranno appartenere ad almeno tre classi granulometriche diverse. Nella composizione della curva granulometrica nessuna frazione sarà dosata in percentuale maggiore del 55%, salvo preventiva autorizzazione del Direttore dei Lavori.

Le classi granulometriche saranno mescolate tra loro in percentuali tali da formare miscele rispondenti ai criteri di curve granulometriche di riferimento, teoriche o sperimentali, scelte in modo che l'impasto fresco e indurito abbia i prescritti requisiti di resistenza, consistenza, omogeneità, aria inglobata, permeabilità, ritiro e acqua essudata. Si dovrà

Cod. elab.: 099IN239-ST11-6-CL-002 B	Titolo: OPERE D'ARTI MINORI - SOTTOVIA – SOTTOPASSO TRONCO 39	Data: Ottobre 2011
Nome file: 099IN239-ST11-6-CL-002_B.docx	<b>Relazione di calcolo muri</b>	Pagina 10 di 52

adottare una curva granulometrica che, in relazione al dosaggio di cemento, garantisca la massima compattezza e la migliore lavorabilità del calcestruzzo.

#### **Dimensione massima nominale dell'aggregato**

La massima dimensione nominale dell'aggregato è scelta in funzione dei valori di copriferro ed interferro, delle dimensioni minime dei getti, delle modalità di getto e del tipo di mezzi d'opera utilizzati per la compattazione dei getti; come previsto nel punto 5.4. della norma UNI 9858, la dimensione massima nominale dell'aggregato non dovrà essere maggiore:

- di un quarto della dimensione minima dell'elemento strutturale;
- della distanza tra le singole barre di armatura o tra gruppi di barre d'armatura (interferro) diminuita di 5 mm;
- di 1,3 volte lo spessore del copriferro che vale 30 mm.

Dalla analisi dei dati citati si evince che la massima dimensione dell'inerte non potrà superare i 40 mm di diametro.

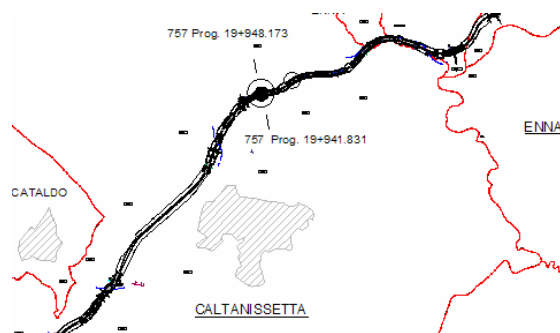
#### **Rapporto acqua/cemento**

La quantità d'acqua totale da impiegare per il confezionamento dell'impasto dovrà essere calcolata tenendo conto dell'acqua libera contenuta negli aggregati. Si dovrà fare riferimento alla norma UNI 8520 parti 13<sup>a</sup> e 16<sup>a</sup> per la condizione "satura a superficie asciutta", nella quale l'aggregato non assorbe né cede acqua all'impasto. Facendo riferimento inoltre alla classe di esposizione ambientale, il rapporto acqua cemento non potrà superare il valore  $a/c = 0,60$ .

<i>Cod. elab.:</i> 099IN239-ST11-6-CL-002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTI MINORI - SOTTOVIA – SOTTOPASSO TRONCO 39	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 099IN239-ST11-6-CL-002_B.docx	<b>Relazione di calcolo muri</b>	Pagina 11 di 52

## 5 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Per i terreni di fondazione si fa riferimento alla stratigrafia riportata nella relazione geotecnica:



**3-B - Modello Geotecnico 1: da prog. 19+500 a prog. 22+600**

Profondità (m)	Litotipo	Parametri Geotecnici
0.00 ÷ 7.50	<u>Argille mamose sommitali alterate – TRV1:</u> argilla limosa plastica ed alterata	$\gamma = 2.02 \text{ T/mc}$
		$C_u = 1.65 \text{ Kg/cmq}$
		$c' = 0.26 \text{ Kg/cmq}$
		$\phi' = 19.75^\circ$
7.50 ÷ 15.00	<u>Argille mamose intermedie – TRV2a:</u> argilla mamosa a tratti scagliosa	$\gamma = 1.96 \text{ T/mc}$
		$C_u = 1.45 \text{ Kg/cmq}$
		$c' = 0.44 \text{ Kg/cmq}$
		$\phi' = 19.0^\circ$
15.00 ÷ in prof.	<u>Argille mamose profonde – TRV2b:</u> argilla mamosa consistente a tratti scagliosa	$\gamma = 2.0 \text{ T/mc}$
		$C_u = 1.56 \text{ Kg/cmq}$
		$c' = 0.23 \text{ Kg/cmq}$
		$\phi' = 22.4^\circ$

Si utilizzeranno i seguenti parametri:

Cod. elab.: 099IN239-ST11-6-CL-002 B	Titolo: OPERE D'ARTI MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 099IN239-ST11-6-CL-002_B.docx	SOTTOPASSO TRONCO 39	Pagina 12 di 52
<b>Relazione di calcolo muri</b>		

**Parametri medi**

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	<b>c</b>	<b>C<sub>a</sub></b>
RILEVATO	18.00	19.00	35.00	23.33	0.0000	0.0000
ARGILLE SOMMITALI	20.25	20.25	19.75	19.75	0.0262	0.0000
ARGILLE INTERMEDIE	19.61	19.61	19.00	19.00	0.0444	0.0000
ARGILLE PROFONDE	20.09	20.09	22.42	22.42	0.0231	0.0000

**Parametri minimi**

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	<b>c</b>	<b>C<sub>a</sub></b>
RILEVATO	18.00	19.00	35.00	23.33	0.0000	0.0000
ARGILLE SOMMITALI	20.25	20.25	18.50	18.50	0.0090	0.0000
ARGILLE INTERMEDIE	19.61	19.61	15.00	15.00	0.0193	0.0000
ARGILLE PROFONDE	20.09	20.09	20.20	20.20	0.0127	0.0000

**6 ANALISI DEI CARICHI****6.1 Condizioni di carico****Peso proprio struttura e terreno**

Il peso proprio delle strutture è determinato automaticamente dal programma di calcolo.

**Spinte del terreno**

Le spinte del terreno in condizioni statiche e sismiche sono calcolate automaticamente dal programma di calcolo in accordo con la normativa utilizzata.

**Carichi permanenti**

I carichi permanenti sono costituiti dal peso della sovrastruttura stradale sul rilevato a monte. Si assume un carico di **4 kN/mq** sul tratto in corrispondenza della strada.

**Carichi stradali**

Le azioni variabili del traffico, comprensive degli effetti dinamici, sono costituite da carichi concentrati (**Q<sub>ik</sub>**) e da carichi uniformemente distribuiti (**q<sub>ik</sub>**). Poiché il calcolo dei muri viene effettuato considerando una sezione trasversale di lunghezza unitaria è necessario ripartire i carichi concentrati in direzione longitudinale.

A partire dall'impronta di **3 x 2.2** m prevista dalla normativa per il carico tandem si effettua una diffusione a 45° fino alla base del paramento ottenendo la lunghezza longitudinale (**L<sub>e</sub>**) di muro collaborante per tale schema. Quindi, su ogni corsia, si applicherà un carico distribuito pari alla somma del carico **q<sub>ik</sub>** e del **Q<sub>ik</sub>** ripartito su una impronta di **3 x L<sub>e</sub>**. In ogni caso, si assumerà un valore minimo del carico stradale pari a **20 kN/mq** :

Cod. elab.: 099IN239-ST11-6-CL-002 B	Titolo: OPERE D'ARTI MINORI - SOTTOVIA – SOTTOPASSO TRONCO 39	Data: Ottobre 2011
Nome file: 099IN239-ST11-6-CL-002_B.docx	<b>Relazione di calcolo muri</b>	Pagina 13 di 52

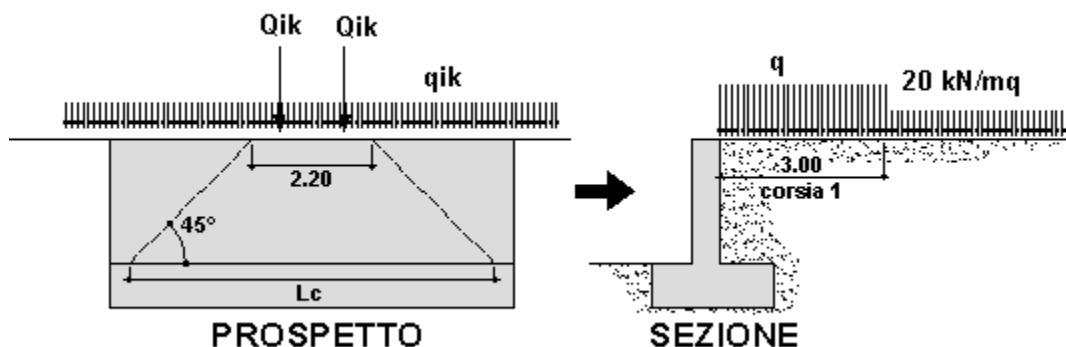


Figura 6-1: Schema di diffusione dei carichi mobili.

### Urto di veicoli

Per i muri di sostegno si considera l'azione causata da collisioni accidentali sugli elementi di sicurezza. La normativa prevede una forza orizzontale equivalente di collisione di 100 kN agente trasversalmente ed orizzontalmente 100 mm sotto la sommità dell'elemento o 1,0 m sopra il livello del piano di marcia, (il più piccolo dei due valori) ed applicata su una linea lunga 0,5 m. Effettuando una diffusione longitudinale analoga alla precedente si ottiene il valore della forza riferito ad 1 m di lunghezza di muro.

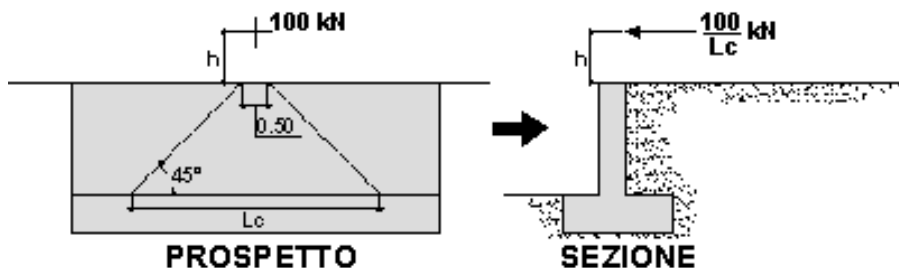


Figura 6-2: Schema di diffusione forza di collisione

## 6.2 Coefficienti parziali

Di seguito si riportano i coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU delle azioni A1 e A2 ed i coefficienti  $\psi$  associate alle azioni variabili per i ponti.

Cod. elab.: 099IN239-ST11-6-CL-002 B	Titolo: OPERE D'ARTI MINORI - SOTTOVIA – SOTTOPASSO TRONCO 39	Data: Ottobre 2011
Nome file: 099IN239-ST11-6-CL-002_B.docx	Relazione di calcolo muri	Pagina 14 di 52

## PROGETTO ESECUTIVO

Tabella 5.1.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

		Coefficiente	EQU <sup>(1)</sup>	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Carichi permanenti non strutturali <sup>(2)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Carichi variabili da traffico	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	$\gamma_{e1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 <sup>(3)</sup>	1,00 <sup>(4)</sup>	1,00
Ritiro e viscosità, Variazioni termiche, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{e2}, \gamma_{e3}, \gamma_{e4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

<sup>(1)</sup> Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.  
<sup>(2)</sup> Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.  
<sup>(3)</sup> 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna  
<sup>(4)</sup> 1,20 per effetti locali

Figura 6-3: Coefficienti parziali per le combinazioni agli SLU (PONTI)

Tabella 5.1.VI - Coefficienti  $\psi$  per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali

Azioni	Gruppo di azioni (Tabella 5.1.IV)	Coefficiente $\psi_0$ di combinazione	Coefficiente $\psi_1$ (valori frequenti)	Coefficiente $\psi_2$ (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tabella 5.1.IV)	Schema 1 (Carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (Carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
Vento $q_s$	4 (folla)	----	0,75	0,0
	5	0,0	0,0	0,0
	Vento a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
Esecuzione		0,8	----	0,0
	Vento a ponte carico	0,6		
Neve $q_s$	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	$T_k$	0,6	0,6	0,5

Figura 6-4: Coefficienti parziali per le combinazioni agli SLE

Di seguito si riportano i coefficienti parziali di sicurezza per le azioni definite nel capitolo 6 associata alla progettazione geotecnica.

Cod. elab.: 099IN239-ST11-6-CL-002 B	Titolo: OPERE D'ARTI MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 099IN239-ST11-6-CL-002_B.docx	SOTTOPASSO TRONCO 39	Pagina 15 di 52
<b>Relazione di calcolo muri</b>		



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

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale $\gamma_E$ (o $\gamma_{Ei}$ )	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	$\gamma_{Qi}$	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.

**Figura 6-5: Coefficienti parziali per le combinazioni agli SLE****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)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma$	$\gamma_\gamma$	1,0	1,0

**Figura 6-6: coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Le verifiche vengono condotte definendo diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definite per le azioni (A1 e A2) e per i parametri geotecnici (M1 e M2).

### 6.3 Combinazioni di carico:

Simbologia adottata

F/S Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione

$\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

#### Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30

Cod. elab.: 099IN239-ST11-6-CL-002 B	Titolo: OPERE D'ARTI MINORI - SOTTOVIA – SOTTOPASSO TRONCO 39	Data: Ottobre 2011
Nome file: 099IN239-ST11-6-CL-002_B.docx	<b>Relazione di calcolo muri</b>	Pagina 16 di 52

PROGETTO ESECUTIVO

PERMANENTI	SFAV	1.30	1.00	1.30
MOBILI	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 2 - Caso A2-M2 (GEO)

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

Combinazione n° 3 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

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

Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

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

Combinazione n° 5 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo

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

Combinazione n° 6 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

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

Cod. elab.: 099IN239-ST11-6-CL-002 B	Titolo: OPERE D'ARTI MINORI - SOTTOVIA – SOTTOPASSO TRONCO 39	Data: Ottobre 2011
Nome file: 099IN239-ST11-6-CL-002_B.docx	<b>Relazione di calcolo muri</b>	Pagina 17 di 52

PROGETTO ESECUTIVO

Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
PERMANENTI	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 7 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

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

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

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

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

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

Combinazione n° 10 - Quasi Permanente (SLE)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
PERMANENTI	SFAV	1.00	1.00	1.00
MOBILI	SFAV	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 11 - Frequente (SLE)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
--	------------	----------------------------	--------------------------	-----------------------------------

Cod. elab.: 099IN239-ST11-6-CL-002 B	Titolo: OPERE D'ARTI MINORI - SOTTOVIA – SOTTOPASSO TRONCO 39	Data: Ottobre 2011
Nome file: 099IN239-ST11-6-CL-002_B.docx	<b>Relazione di calcolo muri</b>	Pagina 18 di 52

PROGETTO ESECUTIVO

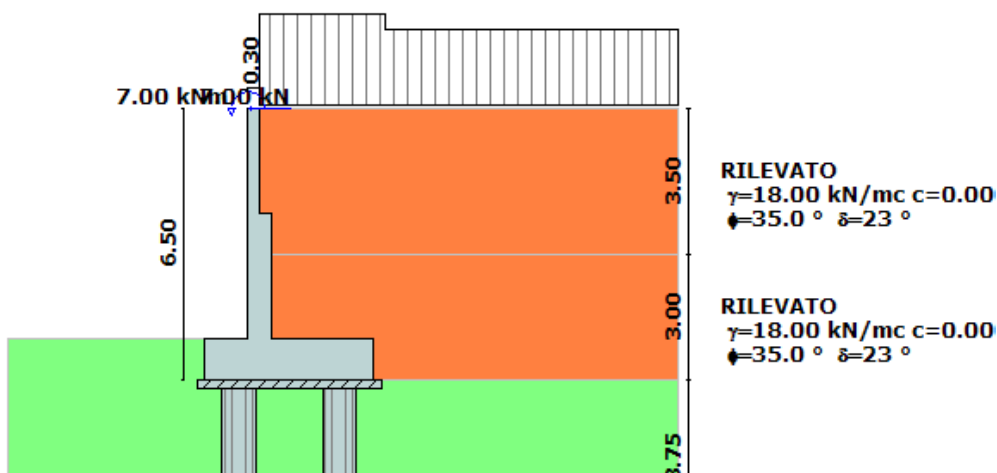
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
PERMANENTI	SFAV	1.00	1.00	1.00
MOBILI	SFAV	1.00	0.50	0.50

Combinazione n° 12 - Rara (SLE)

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

<i>Cod. elab.:</i> 099IN239-ST11-6-CL-002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTI MINORI - SOTTOVIA – SOTTOPASSO TRONCO 39	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 099IN239-ST11-6-CL-002_B.docx	<b>Relazione di calcolo muri</b>	<i>Pagina</i> 19 di 52

## 7 MURO DI SOSTEGNO Hmax=250+300 (TIPO 1)



### 7.1 Geometria muro e fondazione

Descrizione

Muro a gradoni in c.a.

#### Descrizione dei gradoni

#### Simbologia adottata

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

Nr.	Bs	Bi	Hg	$\alpha_e$	$\alpha_i$
1	0.30	0.30	2.50	0.00	0.00
2	0.60	0.60	3.00	0.00	0.00

Altezza del paramento 5.50 [m]

Cod. elab.: 099IN239-ST11-6-CL-002 B	Titolo: OPERE D'ARTI MINORI - SOTTOVIA – SOTTOPASSO TRONCO 39	Data: Ottobre 2011
Nome file: 099IN239-ST11-6-CL-002_B.docx	Relazione di calcolo muri	Pagina 20 di 52

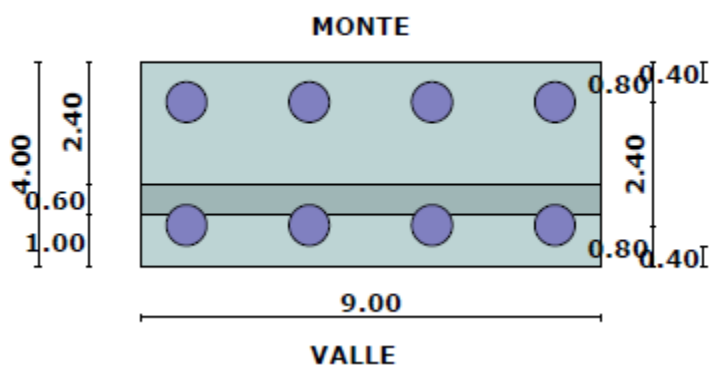
Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	1.00 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	2.40 [m]
Lunghezza totale fondazione	4.00 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	1.00 [m]
Spessore magrone	0.20 [m]

**7.2 Descrizione pali di fondazione**

Pali in c.a.

Numero di file di pali	2
Vincolo pali/fondazione	Incastro
Tipo di portanza	Portanza laterale e portanza di punta



*Simbologia adottata*

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

Cod. elab.: 099IN239-ST11-6-CL-002 B	Titolo: OPERE D'ARTI MINORI - SOTTOVIA – SOTTOPASSO TRONCO 39	Data: Ottobre 2011
Nome file: 099IN239-ST11-6-CL-002_B.docx	<b>Relazione di calcolo muri</b>	Pagina 21 di 52

## PROGETTO ESECUTIVO

N	X	Nr.	D	L	alfa	ALL
1	0.80	4	0.8000	22.00	0.00	Sfalsati
2	3.20	4	0.8000	22.00	0.00	Sfalsati

### 7.3 Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata e sistema di riferimento

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

N numero ordine del punto

X ascissa del punto espressa in [m]

Y ordinata del punto espressa in [m]

A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	10.00	0.00	0.00

### 7.4 Stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

C Identificativo della combinazione

Tipo Tipo combinazione

Sisma Combinazione sismica

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

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

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

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

C	Tipo	Sisma	CS <sub>sco</sub>	CS <sub>rib</sub>	CS <sub>qlim</sub>	CS <sub>stab</sub>
1	A1-M1 - [1]	--	--	--	--	--
2	A2-M2 - [1]	--	--	--	--	--
3	STAB - [1]	--	--	--	--	3.23
4	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	--
5	A2-M2 - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	--
6	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	2.91
7	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	--

Cod. elab.: 099IN239-ST11-6-CL-002 B	Titolo: OPERE D'ARTI MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 099IN239-ST11-6-CL-002_B.docx	SOTTOPASSO TRONCO 39	Pagina 22 di 52
<b>Relazione di calcolo muri</b>		

PROGETTO ESECUTIVO

8	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	--
9	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	2.88
10	SLEQ - [1]	--	--	--	--	--
11	SLEF - [1]	--	--	--	--	--
12	SLER - [1]	--	--	--	--	--

## 7.5 Analisi dei pali

### Combinazione n° 2

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

Orizzontale	[kN]	176.506
Verticale	[kN]	571.169
Momento	[kNm]	-173.640

#### Spostamenti della piastra di fondazione

Orizzontale	[m]	0.0024596
Verticale	[m]	0.0008943
Rotazione	[°]	-0.02217

#### Scarichi in testa ai pali

Fila nr.	N.pali	N [kN]	T [kN]	M [kNm]	Tu [kN]	Mu [kNm]
1	4	309.02	198.57	204.91	379.65	391.77
2	4	976.11	198.57	204.91	379.65	391.77

#### Calcolo della portanza

$\tau_m$	tensione tangenziale media palo-terreno in [MPa]
$\sigma_p$	tensione sul terreno alla punta del palo in [MPa]
$N_c, N_q, N_\gamma$	fattori di capacità portante
$N'_c, N'_q, N'_\gamma$	fattori di capacità portante corretti
$P_l$	portanza caratteristica per attrito e aderenza laterale in [kN]
$P_p$	portanza caratteristica di punta in [kN]

Cod. elab.: 099IN239-ST11-6-CL-002 B	Titolo: OPERE D'ARTI MINORI - SOTTOVIA – SOTTOPASSO TRONCO 39	Data: Ottobre 2011
Nome file: 099IN239-ST11-6-CL-002_B.docx	<b>Relazione di calcolo muri</b>	Pagina 23 di 52



## PROGETTO ESECUTIVO

$P_t$	portanza caratteristica totale in [kN]
$P_{d,s}$	portanza di progetto, con applicazione dei coeff. parziali alle singole aliquote della portanza, in [kN]
$P_{d,c}$	portanza di progetto, con applicazione del coeff. parziale alla portanza totale, in [kN]
PT	Parametri Terreno utilizzati

Fila	$N_c$	$N'_c$	$N_q$	$N'_q$	$N_\gamma$	$N'_\gamma$	$\tau_m$	$\sigma_p$
1	9.21	9.21	3.85	3.85	0.00	0.00	0.05	0.93
2	9.21	9.21	3.85	3.85	0.00	0.00	0.16	1.99

Fila	$P_l$	$P_p$	$P_t$	$P_{d,s}$	$P_{d,c}$	PT
1	1552.41	810.07	2086.03	1270.68	2086.03	MEDI
1	1495.40	678.65	1897.58	1154.05	1897.58	MINIMI
2	1552.41	810.07	2086.03	1270.68	2086.03	MEDI
2	1495.40	678.65	1897.58	1154.05	1897.58	MINIMI

**Verifica a punzonamento della fondazione**

D	diametro dei pali della fila espresso in [m]
$H_f$	altezza della fondazione in corrispondenza della fila espressa in [m]
$S_l$	superficie di aderenza palo-fondazione ( $H_f \cdot \pi \cdot D$ ) espressa in [mq]
N	sforzo normale trasmesso dal palo alla fondazione espresso in [kN]
$\tau_c$	tensione tangenziale palo-fondazione espressa in [MPa]

Fila	D	$H_f$	$S_l$	N	$\tau_c$
1	0.800	1.000	2.51327	309.02	0.123
2	0.800	1.000	2.51327	976.11	0.388

**7.6 Involuppo Sollecitazioni paramento**

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in [kN]

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

Cod. elab.: 099IN239-ST11-6-CL-002 B	Titolo: OPERE D'ARTI MINORI - SOTTOVIA – SOTTOPASSO TRONCO 39	Data: Ottobre 2011
Nome file: 099IN239-ST11-6-CL-002_B.docx	<b>Relazione di calcolo muri</b>	Pagina 24 di 52

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	10.5000	0.0000	10.5000
2	0.83	8.6553	10.4771	2.2798	22.4433	6.8456	20.2995
3	1.67	18.5602	22.5314	11.2522	43.8422	16.4973	33.9448
4	2.50	29.7141	36.1588	29.2550	77.7380	28.9543	51.8021
5	3.05	55.2796	67.5680	45.7542	105.2868	39.2835	65.4429
6	3.86	74.3872	89.6280	82.9352	165.7398	57.0443	88.8133
7	4.68	94.6968	113.1166	135.4031	246.1412	77.5046	114.5487
8	5.50	116.2105	137.6233	205.3675	348.4129	100.6691	143.3136

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	1.4000	7.0000	1.4000	7.0000
2	0.83	7.5802	9.1917	3.4567	15.0371	4.4838	13.8196
3	1.67	16.3714	19.5963	9.0718	29.7485	10.3748	23.4510
4	2.50	26.3726	31.2109	20.5834	53.4734	19.0711	35.8877
5	3.05	51.1624	57.0568	31.6063	73.2941	26.2764	45.5411
6	3.86	69.0751	76.5536	56.5774	115.0544	39.3513	62.2884
7	4.68	88.1345	97.1551	93.0004	171.2723	55.0844	81.5967
8	5.50	108.2996	118.5922	143.0035	243.8037	73.3810	102.8421

**7.7 Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro**

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

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

$A_{fs}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]

$A_{fi}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]

$\sigma_c$  tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]

$\tau_c$  tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]

$\sigma_{fs}$  tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [MPa]

Cod. elab.: 099IN239-ST11-6-CL-002 B	Titolo: OPERE D'ARTI MINORI - SOTTOVIA – SOTTOPASSO TRONCO 39	Data: Ottobre 2011
Nome file: 099IN239-ST11-6-CL-002_B.docx	<b>Relazione di calcolo muri</b>	Pagina 25 di 52

## PROGETTO ESECUTIVO

$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [MPa]
$N_u$	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
$M_u$	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0.00	1.00, 0.30	5 Ø 20	5 Ø 20	0.00	0.00	13.18	134.22	--	--
2	0.83	1.00, 0.30	5 Ø 20	5 Ø 20	67.73	-145.09	6.46	135.32	--	--
3	1.67	1.00, 0.30	5 Ø 20	5 Ø 20	73.68	-145.68	3.33	136.56	--	--
4	2.50	1.00, 0.30	5 Ø 20	5 Ø 20	63.56	-144.67	1.87	137.96	--	--
5	3.05	1.00, 0.60	5 Ø 20	5 Ø 20	210.96	-370.96	3.52	204.64	--	--
6	3.86	1.00, 0.60	5 Ø 20	5 Ø 20	175.35	-362.32	2.19	207.26	--	--
7	4.68	1.00, 0.60	5 Ø 20	5 Ø 20	146.31	-355.27	1.44	210.04	--	--
8	5.50	1.00, 0.60	5 Ø 20	5 Ø 20	124.08	-349.88	1.00	212.99	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$
1	0.00	1.00, 0.30	5 Ø 20	5 Ø 20	0.648	0.033	20.360	-3.702
2	0.83	1.00, 0.30	5 Ø 20	5 Ø 20	1.404	0.065	40.826	-8.677
3	1.67	1.00, 0.30	5 Ø 20	5 Ø 20	2.778	0.110	80.323	-17.275
4	2.50	1.00, 0.30	5 Ø 20	5 Ø 20	4.989	0.169	145.645	-30.744
5	3.05	1.00, 0.60	5 Ø 20	5 Ø 20	1.912	0.097	75.267	-19.231
6	3.86	1.00, 0.60	5 Ø 20	5 Ø 20	2.992	0.133	121.934	-29.719
7	4.68	1.00, 0.60	5 Ø 20	5 Ø 20	4.441	0.175	186.434	-43.611
8	5.50	1.00, 0.60	5 Ø 20	5 Ø 20	6.304	0.220	271.188	-61.316

Cod. elab.: 099IN239-ST11-6-CL-002 B	Titolo: OPERE D'ARTI MINORI - SOTTOVIA – SOTTOPASSO TRONCO 39	Data: Ottobre 2011
Nome file: 099IN239-ST11-6-CL-002_B.docx	<b>Relazione di calcolo muri</b>	Pagina 26 di 52

**7.8 Verifiche a fessurazione del muro**

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

$A_{fs}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]

$A_{fi}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]

$M_{pf}$  Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]

M Momento agente nella sezione espressa in [kNm]

$\epsilon_m$  deformazione media espressa in [%]

$s_m$  Distanza media tra le fessure espressa in [mm]

w Apertura media della fessura espressa in [mm]

Combinazione n° 10

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$s_m$	w
1	0,00	0,001571	0,001571	-22,96	-1,40	0,0000	0,00	0,000
2	0,28	0,001571	0,001571	-22,96	-1,83	0,0000	0,00	0,000
3	0,56	0,001571	0,001571	-22,96	-2,49	0,0000	0,00	0,000
4	0,83	0,001571	0,001571	-22,96	-3,46	0,0000	0,00	0,000
5	1,11	0,001571	0,001571	-22,96	-4,82	0,0000	0,00	0,000
6	1,39	0,001571	0,001571	-22,96	-6,66	0,0000	0,00	0,000
7	1,67	0,001571	0,001571	-22,96	-9,07	0,0000	0,00	0,000
8	1,94	0,001571	0,001571	-22,96	-12,14	0,0000	0,00	0,000
9	2,22	0,001571	0,001571	-22,96	-15,95	0,0000	0,00	0,000
10	2,50	0,001571	0,001571	-22,96	-20,58	0,0000	0,00	0,000
11	2,50	0,001571	0,001571	-88,62	-20,23	0,0000	0,00	0,000
12	2,77	0,001571	0,001571	-88,62	-25,45	0,0000	0,00	0,000
13	3,05	0,001571	0,001571	-88,62	-31,61	0,0000	0,00	0,000
14	3,32	0,001571	0,001571	-88,62	-38,79	0,0000	0,00	0,000
15	3,59	0,001571	0,001571	-88,62	-47,09	0,0000	0,00	0,000
16	3,86	0,001571	0,001571	-88,62	-56,58	0,0000	0,00	0,000
17	4,14	0,001571	0,001571	-88,62	-67,34	0,0000	0,00	0,000
18	4,41	0,001571	0,001571	-88,62	-79,45	0,0000	0,00	0,000
19	4,68	0,001571	0,001571	-88,62	-93,00	0,0265	199,58	0,090
20	4,95	0,001571	0,001571	-88,62	-108,06	0,0314	199,58	0,107

Cod. elab.: 099IN239-ST11-6-CL-002 B	Titolo: OPERE D'ARTI MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 099IN239-ST11-6-CL-002_B.docx	SOTTOPASSO TRONCO 39	Pagina 27 di 52
<b>Relazione di calcolo muri</b>		

## PROGETTO ESECUTIVO

21	5,23	0,001571	0,001571	-88,62	-124,70	0,0388	199,58	0,132
22	5,50	0,001571	0,001571	-88,62	-143,00	0,0522	199,58	0,177

Combinazione n° 11

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	0,00	0,001571	0,001571	-22,96	-3,50	0,0000	0,00	0,000
2	0,28	0,001571	0,001571	-22,96	-4,55	0,0000	0,00	0,000
3	0,56	0,001571	0,001571	-22,96	-5,96	0,0000	0,00	0,000
4	0,83	0,001571	0,001571	-22,96	-7,80	0,0000	0,00	0,000
5	1,11	0,001571	0,001571	-22,96	-10,17	0,0000	0,00	0,000
6	1,39	0,001571	0,001571	-22,96	-13,15	0,0000	0,00	0,000
7	1,67	0,001571	0,001571	-22,96	-16,83	0,0000	0,00	0,000
8	1,94	0,001571	0,001571	-22,96	-21,29	0,0000	0,00	0,000
9	2,22	0,001571	0,001571	-22,96	-26,62	0,0203	199,58	0,069
10	2,50	0,001571	0,001571	-22,96	-32,92	0,0307	199,58	0,104
11	2,50	0,001571	0,001571	-88,62	-32,29	0,0000	0,00	0,000
12	2,77	0,001571	0,001571	-88,62	-39,23	0,0000	0,00	0,000
13	3,05	0,001571	0,001571	-88,62	-47,24	0,0000	0,00	0,000
14	3,32	0,001571	0,001571	-88,62	-56,40	0,0000	0,00	0,000
15	3,59	0,001571	0,001571	-88,62	-66,79	0,0000	0,00	0,000
16	3,86	0,001571	0,001571	-88,62	-78,51	0,0000	0,00	0,000
17	4,14	0,001571	0,001571	-88,62	-91,62	0,0268	199,58	0,091
18	4,41	0,001571	0,001571	-88,62	-106,20	0,0316	199,58	0,107
19	4,68	0,001571	0,001571	-88,62	-122,35	0,0388	199,58	0,132
20	4,95	0,001571	0,001571	-88,62	-140,12	0,0518	199,58	0,176
21	5,23	0,001571	0,001571	-88,62	-159,58	0,0652	199,58	0,221
22	5,50	0,001571	0,001571	-88,62	-180,79	0,0793	199,58	0,269

Combinazione n° 12

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	0,00	0,001571	0,001571	-22,96	-7,00	0,0000	0,00	0,000

Cod. elab.: 099IN239-ST11-6-CL-002 B	Titolo: OPERE D'ARTI MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 099IN239-ST11-6-CL-002_B.docx	SOTTOPASSO TRONCO 39	Pagina 28 di 52
<b>Relazione di calcolo muri</b>		

## PROGETTO ESECUTIVO

2	0,28	0,001571	0,001571	-22,96	-9,08	0,0000	0,00	0,000
3	0,56	0,001571	0,001571	-22,96	-11,73	0,0000	0,00	0,000
4	0,83	0,001571	0,001571	-22,96	-15,04	0,0000	0,00	0,000
5	1,11	0,001571	0,001571	-22,96	-19,08	0,0000	0,00	0,000
6	1,39	0,001571	0,001571	-22,96	-23,96	0,0188	199,58	0,064
7	1,67	0,001571	0,001571	-22,96	-29,75	0,0266	199,58	0,090
8	1,94	0,001571	0,001571	-22,96	-36,54	0,0379	199,58	0,129
9	2,22	0,001571	0,001571	-22,96	-44,42	0,0503	199,58	0,171
10	2,50	0,001571	0,001571	-22,96	-53,47	0,0639	199,58	0,217
11	2,50	0,001571	0,001571	-88,62	-52,39	0,0000	0,00	0,000
12	2,77	0,001571	0,001571	-88,62	-62,20	0,0000	0,00	0,000
13	3,05	0,001571	0,001571	-88,62	-73,29	0,0000	0,00	0,000
14	3,32	0,001571	0,001571	-88,62	-85,74	0,0000	0,00	0,000
15	3,59	0,001571	0,001571	-88,62	-99,64	0,0305	199,58	0,103
16	3,86	0,001571	0,001571	-88,62	-115,05	0,0355	199,58	0,121
17	4,14	0,001571	0,001571	-88,62	-132,08	0,0482	199,58	0,164
18	4,41	0,001571	0,001571	-88,62	-150,79	0,0613	199,58	0,208
19	4,68	0,001571	0,001571	-88,62	-171,27	0,0750	199,58	0,255
20	4,95	0,001571	0,001571	-88,62	-193,57	0,0895	199,58	0,304
21	5,23	0,001571	0,001571	-88,62	-217,72	0,1048	199,58	0,356
22	5,50	0,001571	0,001571	-88,62	-243,80	0,1210	199,58	0,411

**7.9 Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione**

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [MPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [MPa]
$N_u$	sforzo normale ultimo espresso in [kN]

<i>Cod. elab.:</i> 099IN239-ST11-6-CL-002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTI MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 099IN239-ST11-6-CL-002_B.docx	SOTTOPASSO TRONCO 39	<i>Pagina</i> 29 di 52
<b>Relazione di calcolo muri</b>		

## PROGETTO ESECUTIVO

$M_u$	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
$V_{Rcd}$	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
$V_{Rsd}$	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
$V_{Rd}$	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Fondazione di valle

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

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0.27	1.00, 1.00	5 Ø 20	5 Ø 20	0.00	-562.53	66.43	295.42	--	--
2	0.67	1.00, 1.00	5 Ø 20	5 Ø 20	0.00	-562.53	11.80	2785.73	2785.73	249685.55
3	1.00	1.00, 1.00	5 Ø 20	0.001973	0.00	704.04	2.64	295.42	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
4	0.27	1.00, 1.00	5 Ø 20	5 Ø 20	0.061	0.020	4.046	3.642
5	0.67	1.00, 1.00	5 Ø 20	5 Ø 20	0.341	0.177	22.618	-3.648
6	1.00	1.00, 1.00	5 Ø 20	0.001973	1.795	0.460	104.468	-20.006

Fondazione di monte

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

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0.00	1.00, 1.00	5 Ø 20	5 Ø 20	0.00	562.53	1000.00	295.42	--	--
2	0.40	1.00, 1.00	5 Ø 20	5 Ø 20	0.00	-562.53	28.28	295.42	--	--

Cod. elab.: 099IN239-ST11-6-CL-002 B	Titolo: OPERE D'ARTI MINORI - SOTTOVIA – SOTTOPASSO TRONCO 39	Data: Ottobre 2011
Nome file: 099IN239-ST11-6-CL-002_B.docx	<b>Relazione di calcolo muri</b>	Pagina 30 di 52

## PROGETTO ESECUTIVO

3	0.80	1.00, 1.00	5 Ø 20	5 Ø 20	0.00	-562.53	9.99	0.00	--	--
4	1.20	1.00, 1.00	5 Ø 20	5 Ø 20	0.00	-562.53	5.82	0.00	--	--
5	1.60	1.00, 1.00	5 Ø 20	5 Ø 20	0.00	-562.53	3.25	2785.73	2785.73249685.55	
6	2.00	1.00, 1.00	5 Ø 20	5 Ø 20	0.00	-562.53	2.08	2785.73	2785.73249685.55	
7	2.40	1.00, 1.00	0.001973	5 Ø 20	0.00	-704.04	1.81	2785.73	2785.73499371.11	

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
8	0.00	1.00, 1.00	5 Ø 20	5 Ø 20	0.004	0.000	0.248	-0.040
9	0.40	1.00, 1.00	5 Ø 20	5 Ø 20	0.183	0.000	-1.958	12.141
10	0.80	1.00, 1.00	5 Ø 20	5 Ø 20	0.448	0.002	-4.800	29.754
11	1.20	1.00, 1.00	5 Ø 20	5 Ø 20	0.415	0.066	-4.441	27.533
12	1.60	1.00, 1.00	5 Ø 20	5 Ø 20	0.554	0.004	-5.938	36.812
13	2.00	1.00, 1.00	5 Ø 20	5 Ø 20	0.978	0.000	-10.475	64.936
14	2.40	1.00, 1.00	0.001973	5 Ø 20	1.570	0.000	-17.504	91.399

**7.10 Verifiche a fessurazione della fondazione**

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

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]

M<sub>pf</sub> Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]

M Momento agente nella sezione espressa in [kNm]

ε<sub>m</sub> deformazione media espressa in [%]

s<sub>m</sub> Distanza media tra le fessure espressa in [mm]

w Apertura media della fessura espressa in [mm]

Combinazione n° 10

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	s <sub>m</sub>	w
1	-1,30	0,001973	0,001571	239,05	0,11	0,0000	0,00	0,000
2	-1,17	0,001571	0,001571	238,23	1,70	0,0000	0,00	0,000
3	-1,03	0,001571	0,001571	238,23	4,43	0,0000	0,00	0,000
4	-0,90	0,001571	0,001571	-238,23	-14,94	0,0000	0,00	0,000
5	-0,77	0,001571	0,001571	-238,23	-18,16	0,0000	0,00	0,000

Cod. elab.: 099IN239-ST11-6-CL-002 B	Titolo: OPERE D'ARTI MINORI - SOTTOVIA – SOTTOPASSO TRONCO 39	Data: Ottobre 2011
Nome file: 099IN239-ST11-6-CL-002_B.docx	<b>Relazione di calcolo muri</b>	Pagina 31 di 52



## PROGETTO ESECUTIVO

6	-0,63	0,001571	0,001571	238,23	24,64	0,0000	0,00	0,000
7	-0,50	0,001571	0,001571	238,23	36,82	0,0000	0,00	0,000
8	-0,40	0,001571	0,001571	238,23	78,29	0,0000	0,00	0,000
9	-0,30	0,001571	0,001973	241,91	145,73	0,0000	0,00	0,000
10	0,30	0,001973	0,001571	-241,91	-97,05	0,0000	0,00	0,000
11	0,43	0,001571	0,001571	-238,23	-76,76	0,0000	0,00	0,000
12	0,57	0,001571	0,001571	-238,23	-60,25	0,0000	0,00	0,000
13	0,70	0,001571	0,001571	-238,23	-47,00	0,0000	0,00	0,000
14	0,83	0,001571	0,001571	-238,23	-36,63	0,0000	0,00	0,000
15	0,97	0,001571	0,001571	-238,23	-28,84	0,0000	0,00	0,000
16	1,10	0,001571	0,001571	-238,23	-23,31	0,0000	0,00	0,000
17	1,23	0,001571	0,001973	-239,05	-19,64	0,0000	0,00	0,000
18	1,37	0,001571	0,001571	-238,23	-17,74	0,0000	0,00	0,000
19	1,50	0,001571	0,001571	-238,23	-22,89	0,0000	0,00	0,000
20	1,63	0,001571	0,001571	-238,23	-31,38	0,0000	0,00	0,000
21	1,77	0,001571	0,001571	-238,23	-35,05	0,0000	0,00	0,000
22	1,90	0,001571	0,001571	-238,23	-35,24	0,0000	0,00	0,000
23	2,03	0,001571	0,001571	-238,23	-32,35	0,0000	0,00	0,000
24	2,17	0,001571	0,001571	-238,23	-26,08	0,0000	0,00	0,000
25	2,30	0,001571	0,001571	-238,23	-15,55	0,0000	0,00	0,000
26	2,43	0,001571	0,001571	-238,23	-10,07	0,0000	0,00	0,000
27	2,57	0,001571	0,001571	-238,23	-5,51	0,0000	0,00	0,000
28	2,70	0,001571	0,001571	238,23	0,32	0,0000	0,00	0,000

Combinazione n° 11

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-1,30	0,001973	0,001571	239,05	0,12	0,0000	0,00	0,000
2	-1,17	0,001571	0,001571	238,23	1,87	0,0000	0,00	0,000
3	-1,03	0,001571	0,001571	238,23	4,90	0,0000	0,00	0,000
4	-0,90	0,001571	0,001571	-238,23	-16,08	0,0000	0,00	0,000
5	-0,77	0,001571	0,001571	-238,23	-19,45	0,0000	0,00	0,000
6	-0,63	0,001571	0,001571	238,23	27,30	0,0000	0,00	0,000
7	-0,50	0,001571	0,001571	238,23	40,77	0,0000	0,00	0,000
8	-0,40	0,001571	0,001571	238,23	86,08	0,0000	0,00	0,000

Cod. elab.: 099IN239-ST11-6-CL-002 B	Titolo: OPERE D'ARTI MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 099IN239-ST11-6-CL-002_B.docx	SOTTOPASSO TRONCO 39	Pagina 32 di 52
<b>Relazione di calcolo muri</b>		

## PROGETTO ESECUTIVO

9	-0,30	0,001571	0,001973	241,91	159,67	0,0000	0,00	0,000
10	0,30	0,001973	0,001571	-241,91	-120,66	0,0000	0,00	0,000
11	0,43	0,001571	0,001571	-238,23	-97,89	0,0000	0,00	0,000
12	0,57	0,001571	0,001571	-238,23	-79,01	0,0000	0,00	0,000
13	0,70	0,001571	0,001571	-238,23	-63,53	0,0000	0,00	0,000
14	0,83	0,001571	0,001571	-238,23	-51,06	0,0000	0,00	0,000
15	0,97	0,001571	0,001571	-238,23	-41,30	0,0000	0,00	0,000
16	1,10	0,001571	0,001571	-238,23	-33,93	0,0000	0,00	0,000
17	1,23	0,001571	0,001973	-239,05	-28,57	0,0000	0,00	0,000
18	1,37	0,001571	0,001571	-238,23	-25,10	0,0000	0,00	0,000
19	1,50	0,001571	0,001571	-238,23	-28,79	0,0000	0,00	0,000
20	1,63	0,001571	0,001571	-238,23	-35,94	0,0000	0,00	0,000
21	1,77	0,001571	0,001571	-238,23	-38,46	0,0000	0,00	0,000
22	1,90	0,001571	0,001571	-238,23	-37,67	0,0000	0,00	0,000
23	2,03	0,001571	0,001571	-238,23	-33,99	0,0000	0,00	0,000
24	2,17	0,001571	0,001571	-238,23	-27,08	0,0000	0,00	0,000
25	2,30	0,001571	0,001571	-238,23	-16,11	0,0000	0,00	0,000
26	2,43	0,001571	0,001571	-238,23	-10,29	0,0000	0,00	0,000
27	2,57	0,001571	0,001571	-238,23	-5,54	0,0000	0,00	0,000
28	2,70	0,001571	0,001571	238,23	0,33	0,0000	0,00	0,000

Combinazione n° 12

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-1,30	0,001973	0,001571	239,05	0,13	0,0000	0,00	0,000
2	-1,17	0,001571	0,001571	238,23	2,15	0,0000	0,00	0,000
3	-1,03	0,001571	0,001571	238,23	5,68	0,0000	0,00	0,000
4	-0,90	0,001571	0,001571	-238,23	-17,98	0,0000	0,00	0,000
5	-0,77	0,001571	0,001571	-238,23	-21,60	0,0000	0,00	0,000
6	-0,63	0,001571	0,001571	238,23	31,73	0,0000	0,00	0,000
7	-0,50	0,001571	0,001571	238,23	47,34	0,0000	0,00	0,000
8	-0,40	0,001571	0,001571	238,23	99,06	0,0000	0,00	0,000
9	-0,30	0,001571	0,001973	241,91	182,90	0,0000	0,00	0,000
10	0,30	0,001973	0,001571	-241,91	-160,02	0,0000	0,00	0,000
11	0,43	0,001571	0,001571	-238,23	-133,11	0,0000	0,00	0,000

Cod. elab.: 099IN239-ST11-6-CL-002 B	Titolo: OPERE D'ARTI MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 099IN239-ST11-6-CL-002_B.docx	SOTTOPASSO TRONCO 39	Pagina 33 di 52
<b>Relazione di calcolo muri</b>		

## PROGETTO ESECUTIVO

12	0,57	0,001571	0,001571	-238,23	-110,30	0,0000	0,00	0,000
13	0,70	0,001571	0,001571	-238,23	-91,09	0,0000	0,00	0,000
14	0,83	0,001571	0,001571	-238,23	-75,12	0,0000	0,00	0,000
15	0,97	0,001571	0,001571	-238,23	-62,07	0,0000	0,00	0,000
16	1,10	0,001571	0,001571	-238,23	-51,64	0,0000	0,00	0,000
17	1,23	0,001571	0,001973	-239,05	-43,44	0,0000	0,00	0,000
18	1,37	0,001571	0,001571	-238,23	-37,37	0,0000	0,00	0,000
19	1,50	0,001571	0,001571	-238,23	-38,62	0,0000	0,00	0,000
20	1,63	0,001571	0,001571	-238,23	-43,55	0,0000	0,00	0,000
21	1,77	0,001571	0,001571	-238,23	-44,15	0,0000	0,00	0,000
22	1,90	0,001571	0,001571	-238,23	-41,74	0,0000	0,00	0,000
23	2,03	0,001571	0,001571	-238,23	-36,71	0,0000	0,00	0,000
24	2,17	0,001571	0,001571	-238,23	-28,75	0,0000	0,00	0,000
25	2,30	0,001571	0,001571	-238,23	-17,03	0,0000	0,00	0,000
26	2,43	0,001571	0,001571	-238,23	-10,67	0,0000	0,00	0,000
27	2,57	0,001571	0,001571	-238,23	-5,59	0,0000	0,00	0,000
28	2,70	0,001571	0,001571	238,23	0,35	0,0000	0,00	0,000

**7.11 Inviluppo sollecitazioni nei pali e verifiche delle sezioni**

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

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

Nr.	Y	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax	Nmin	Nmax
1	0.00	134.2757	253.6675	110.7690	272.2968	-25.5904	431.6447
2	0.55	73.3528	103.9043	100.8662	262.3940	-18.4629	438.2432

Cod. elab.: 099IN239-ST11-6-CL-002 B	Titolo: OPERE D'ARTI MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 099IN239-ST11-6-CL-002_B.docx	SOTTOPASSO TRONCO 39	Pagina 34 di 52
<b>Relazione di calcolo muri</b>		

## PROGETTO ESECUTIVO

3	1.10	-40.4125	17.8764	81.0606	242.5885	-10.9032	444.2156
4	1.65	-173.8361	-26.7070	53.8286	212.8802	-2.9115	449.5620
5	2.20	-290.9202	-56.3127	32.3713	173.2691	5.5123	454.2823
6	2.75	-386.2182	-74.1169	16.1853	123.7552	14.3682	458.3767
7	3.30	-454.2836	-83.0189	4.3615	64.3385	23.6562	461.8449
8	3.85	-489.6698	-85.5477	-30.3506	-4.9809	33.3763	464.6871
9	4.40	-486.9303	-80.8157	-73.1214	-16.5938	43.5284	466.9033
10	4.95	-448.7271	-71.6891	-106.6954	-20.6366	54.1127	468.4935

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

Nr.	Y	A <sub>r</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0.00	20 Ø 20	690.68	690.68	503.46	2.86
2	0.55	20 Ø 20	674.56	674.56	503.46	7.08
3	1.10	20 Ø 20	1.25	1.25	503.46	17.09
4	1.65	20 Ø 20	439.08	439.08	503.46	4.30
5	2.20	20 Ø 20	714.94	714.94	503.46	2.53
6	2.75	20 Ø 20	717.67	717.67	503.46	1.90
7	3.30	20 Ø 20	719.92	719.92	503.46	1.61
8	3.85	20 Ø 20	722.43	722.43	503.46	1.49
9	4.40	20 Ø 20	725.92	725.92	503.46	1.50
10	4.95	20 Ø 20	731.03	731.03	503.46	1.64

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

Nr.	Y	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax	Nmin	Nmax
1	0.00	134.2757	253.6675	110.7690	272.2968	650.6462	1147.0052
2	0.55	73.3528	103.9043	100.8662	262.3940	657.1479	1153.0735
3	1.10	-40.4125	17.8764	81.0606	242.5885	662.8299	1157.4555
4	1.65	-173.8361	-26.7070	53.8286	212.8802	667.6922	1160.1510
5	2.20	-290.9202	-56.3127	32.3713	173.2691	671.7349	1161.1601
6	2.75	-386.2182	-74.1169	16.1853	123.7552	674.9579	1160.4829
7	3.30	-454.2836	-83.0189	4.3615	64.3385	677.3613	1158.1192
8	3.85	-489.6698	-85.5477	-30.3506	-4.9809	678.9449	1154.0692
9	4.40	-486.9303	-80.8157	-73.1214	-16.5938	679.7089	1148.3327
10	4.95	-448.7271	-71.6891	-106.6954	-20.6366	679.6533	1140.9099

Cod. elab.: 099IN239-ST11-6-CL-002 B	Titolo: OPERE D'ARTI MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 099IN239-ST11-6-CL-002_B.docx	SOTTOPASSO TRONCO 39	Pagina 35 di 52
<b>Relazione di calcolo muri</b>		

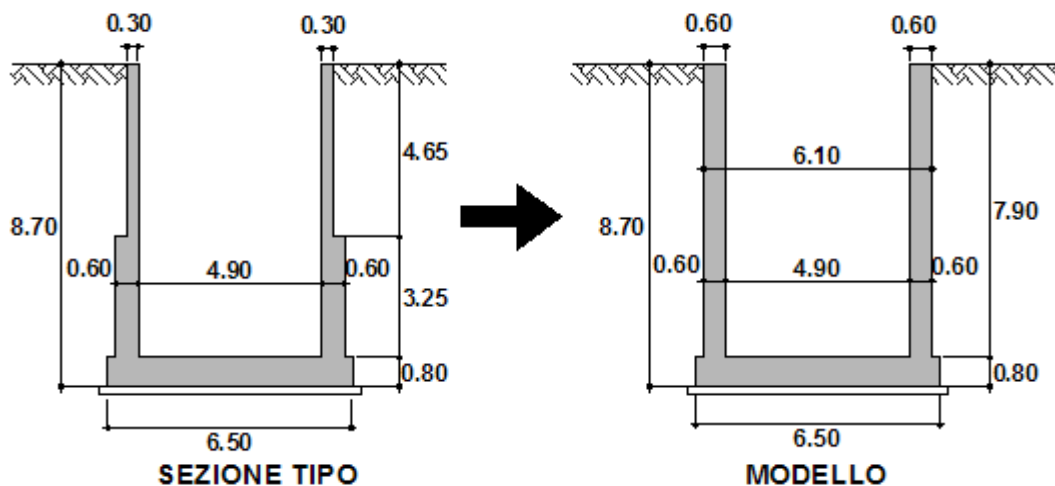
**Inviluppo verifiche fila di pali nr. 2**

<b>Nr.</b>	<b>Y</b>	<b>A<sub>f</sub></b>	<b>M<sub>u</sub></b>	<b>N<sub>u</sub></b>	<b>T<sub>u</sub></b>	<b>CS</b>
1	0.00	20 Ø 20	907.97	907.97	503.46	3.69
2	0.55	20 Ø 20	598.31	598.31	503.46	5.76
3	1.10	20 Ø 20	0.49	0.49	503.46	6.57
4	1.65	20 Ø 20	303.63	303.63	503.46	4.63
5	2.20	20 Ø 20	569.17	569.17	503.46	3.33
6	2.75	20 Ø 20	680.32	680.32	503.46	2.63
7	3.30	20 Ø 20	725.78	725.78	503.46	2.23
8	3.85	20 Ø 20	737.09	737.09	503.46	2.06
9	4.40	20 Ø 20	713.42	713.42	503.46	2.07
10	4.95	20 Ø 20	663.63	663.63	503.46	2.26

<i>Cod. elab.:</i> 099IN239-ST11-6-CL-002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTI MINORI - SOTTOVIA – SOTTOPASSO TRONCO 39	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 099IN239-ST11-6-CL-002_B.docx	<b>Relazione di calcolo muri</b>	<i>Pagina</i> 36 di 52

## 8 MURO AD "U" $H_{max}=400+390$

Si effettua la verifica della tipologia di muro ad "U" indicata sotto a sinistra. Il modello di calcolo è rappresentato a destra e prevede piedritti di spessore costante. I risultati ottenuti verranno poi integrati dalle verifiche del tratto a sezione ridotta.



### 8.1 Geometria scatolare

Descrizione:

Scatolare tipo vasca

Altezza esterna	8.70	[m]
Larghezza esterna	6.10	[m]
Lunghezza mensola di fondazione sinistra	0.20	[m]
Lunghezza mensola di fondazione destra	0.20	[m]
Spessore piedritto sinistro	0.60	[m]
Spessore piedritto destro	0.60	[m]
Spessore fondazione	0.80	[m]

### 8.2 Caratteristiche strati terreno

#### Strato di rinfilanco

Descrizione

RILEVATO

Peso di volume	19.0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	20.0000	[kN/mc]

Cod. elab.: 099IN239-ST11-6-CL-002 B	Titolo: OPERE D'ARTI MINORI - SOTTOVIA – SOTTOPASSO TRONCO 39	Data: Ottobre 2011
Nome file: 099IN239-ST11-6-CL-002_B.docx	<b>Relazione di calcolo muri</b>	Pagina 37 di 52

## PROGETTO ESECUTIVO

Angolo di attrito	35.00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	23.00	[°]
Coesione	0.000	[MPa]
Costante di Winkler	0.0	[MPa/m]

Strato di base

Descrizione	Terreno di base	
Peso di volume	20.2500	[kN/mc]
Peso di volume saturo	20.2500	[kN/mc]
Angolo di attrito	19.80	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	19.80	[°]
Coesione	0.000	[MPa]
Costante di Winkler	40.0	[MPa/m]
Tensione ammissibile	0.196	[MPa]

**8.3 Combinazioni di carico**Combinazione n° 1 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo

	$\gamma$	$\Psi$	<b>C</b>
Peso Proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 2 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo

	$\gamma$	$\Psi$	<b>C</b>
Peso Proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 3 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo

	$\gamma$	$\Psi$	<b>C</b>
Peso Proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	1.00	1.00	1.00

Cod. elab.: 099IN239-ST11-6-CL-002 B	Titolo: OPERE D'ARTI MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 099IN239-ST11-6-CL-002_B.docx	SOTTOPASSO TRONCO 39	Pagina 38 di 52
<b>Relazione di calcolo muri</b>		

PROGETTO ESECUTIVO

Spinta terreno destra	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 4 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo

	$\gamma$	$\Psi$	<b>C</b>
Peso Proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 5 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo

	$\gamma$	$\Psi$	<b>C</b>
Peso Proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 6 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo

	$\gamma$	$\Psi$	<b>C</b>
Peso Proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 7 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo

	$\gamma$	$\Psi$	<b>C</b>
Peso Proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 8 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo

	$\gamma$	$\Psi$	<b>C</b>
Peso Proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	1.00	1.00	1.00

Cod. elab.: 099IN239-ST11-6-CL-002 B	Titolo: OPERE D'ARTI MINORI - SOTTOVIA – SOTTOPASSO TRONCO 39	Data: Ottobre 2011
Nome file: 099IN239-ST11-6-CL-002_B.docx	<b>Relazione di calcolo muri</b>	Pagina 39 di 52



PROGETTO ESECUTIVO

Spinta terreno destra	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	1.00	1.00	1.00
<u>Combinazione n° 9 SLE (Quasi Permanente)</u>			
	$\gamma$	$\Psi$	<b>C</b>
Peso Proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	1.00	1.00	1.00
<u>Combinazione n° 10 SLE (Frequente)</u>			
	$\gamma$	$\Psi$	<b>C</b>
Peso Proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	1.00	1.00	1.00
<u>Combinazione n° 11 SLE (Rara)</u>			
	$\gamma$	$\Psi$	<b>C</b>
Peso Proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	1.00	1.00	1.00

#### 8.4 Inviluppo sollecitazioni (SLU)

##### Inviluppo sollecitazioni fondazione

X [m]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]	V <sub>min</sub> [kN]	V <sub>max</sub> [kN]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]
0.00	0.00	0.00	0.15	1.78	-17.73	16.85
1.09	-525.41	-308.28	-142.85	-102.58	146.93	201.23
2.17	-392.35	-223.18	-92.85	-39.06	146.93	200.41
3.25	-324.27	-188.84	-23.24	31.93	146.93	199.58
4.33	-392.35	-223.18	47.13	100.42	146.93	200.41
5.41	-525.41	-308.28	109.34	147.77	146.93	201.23
6.50	0.00	0.00	-1.78	-0.15	-17.73	16.85

Cod. elab.: 099IN239-ST11-6-CL-002 B	Titolo: OPERE D'ARTI MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 099IN239-ST11-6-CL-002_B.docx	SOTTOPASSO TRONCO 39	Pagina 40 di 52
<b>Relazione di calcolo muri</b>		

**Inviluppo sollecitazioni piedritto sinistro**

Y [m]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]	V <sub>min</sub> [kN]	V <sub>max</sub> [kN]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]
0.40	-628.85	-387.75	142.51	214.83	119.72	124.47
1.75	-380.81	-225.30	99.24	153.98	100.23	104.21
3.20	-198.41	-110.00	61.54	99.94	79.35	82.50

**Inviluppo sollecitazioni piedritto destro**

Y [m]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]	V <sub>min</sub> [kN]	V <sub>max</sub> [kN]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]
0.40	-628.85	-387.75	-214.83	-142.51	119.72	124.47
1.75	-380.81	-225.30	-153.98	-99.24	100.23	104.21
3.20	-198.41	-110.00	-99.94	-61.54	79.35	82.50

**8.5 Inviluppo verifiche stato limite ultimo (SLU)****Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.8000 m

X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
0.00	10 Ø 20	10 Ø 20	61.44
1.09	10 Ø 20	10 Ø 20	1.58
2.17	10 Ø 20	10 Ø 20	2.24
3.25	10 Ø 20	10 Ø 20	3.12
4.33	10 Ø 20	10 Ø 20	2.21
5.41	10 Ø 20	10 Ø 20	1.62
6.50	10 Ø 20	10 Ø 20	61.44

X	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
0.00	298.08	0.00	0.00	0.000000
1.09	321.97	0.00	0.00	0.000000
2.17	322.08	0.00	0.00	0.000000
3.25	322.20	0.00	0.00	0.000000

Cod. elab.: 099IN239-ST11-6-CL-002 B	Titolo: OPERE D'ARTI MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 099IN239-ST11-6-CL-002_B.docx	SOTTOPASSO TRONCO 39	Pagina 41 di 52
<b>Relazione di calcolo muri</b>		

PROGETTO ESECUTIVO

4.33	322.31	0.00	0.00	0.000000
5.41	322.43	0.00	0.00	0.000000
6.50	302.50	0.00	0.00	0.000000

**Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.6000 m

Y	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
0.40	5 Ø 24	10 Ø 24	1.40
1.75	5 Ø 24	10 Ø 24	2.05
3.20	5 Ø 24	10 Ø 24	3.85

Y	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
0.40	308.67	0.00	0.00	0.000000
1.75	305.89	0.00	0.00	0.000000
3.20	302.90	0.00	0.00	0.000000

**Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.6000 m

Y	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
0.40	5 Ø 24	10 Ø 24	1.40
1.75	5 Ø 24	10 Ø 24	2.05
3.20	5 Ø 24	10 Ø 24	3.85

Y	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
0.40	308.67	0.00	0.00	0.000000
1.75	305.89	0.00	0.00	0.000000
3.20	302.90	0.00	0.00	0.000000

Cod. elab.: 099IN239-ST11-6-CL-002 B	Titolo: OPERE D'ARTI MINORI - SOTTOVIA – SOTTOPASSO TRONCO 39	Data: Ottobre 2011
Nome file: 099IN239-ST11-6-CL-002_B.docx	<b>Relazione di calcolo muri</b>	Pagina 42 di 52

**8.6 Sollecitazioni SLE****Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 9)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,00	0,0000	1,2883	-0,3243
0,80	-357,9209	-126,4393	146,9270
1,58	-269,6091	-90,9265	146,9270
2,47	-207,0939	-42,4981	146,9270
3,25	-188,8449	3,8865	146,9270
4,03	-207,0939	50,0768	146,9270
4,92	-269,6091	97,7739	146,9270
5,70	-357,9209	131,3980	146,9270
6,50	0,0000	-1,2883	-0,3243

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 9)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,40	-407,4411	147,2513	122,0947
1,46	-270,2523	111,9960	106,4780
2,43	-175,9326	84,1197	92,2809
3,49	-100,8844	58,0609	76,6641

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 9)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,40	-407,4411	-147,2513	122,0947
1,46	-270,2523	-111,9960	106,4780
2,43	-175,9326	-84,1197	92,2809
3,49	-100,8844	-58,0609	76,6641

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 10)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,00	0,0000	1,2883	-0,3243
0,80	-357,9209	-126,4393	146,9270

Cod. elab.: 099IN239-ST11-6-CL-002 B	Titolo: OPERE D'ARTI MINORI - SOTTOVIA – SOTTOPASSO TRONCO 39	Data: Ottobre 2011
Nome file: 099IN239-ST11-6-CL-002_B.docx	<b>Relazione di calcolo muri</b>	Pagina 43 di 52

PROGETTO ESECUTIVO

1,58	-269,6091	-90,9265	146,9270
2,47	-207,0939	-42,4981	146,9270
3,25	-188,8449	3,8865	146,9270
4,03	-207,0939	50,0768	146,9270
4,92	-269,6091	97,7739	146,9270
5,70	-357,9209	131,3980	146,9270
6,50	0,0000	-1,2883	-0,3243

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 10)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,40	-407,4411	147,2513	122,0947
1,46	-270,2523	111,9960	106,4780
2,43	-175,9326	84,1197	92,2809
3,49	-100,8844	58,0609	76,6641

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 10)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,40	-407,4411	-147,2513	122,0947
1,46	-270,2523	-111,9960	106,4780
2,43	-175,9326	-84,1197	92,2809
3,49	-100,8844	-58,0609	76,6641

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 11)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,00	0,0000	1,2883	-0,3243
0,80	-357,9209	-126,4393	146,9270
1,58	-269,6091	-90,9265	146,9270
2,47	-207,0939	-42,4981	146,9270
3,25	-188,8449	3,8865	146,9270
4,03	-207,0939	50,0768	146,9270
4,92	-269,6091	97,7739	146,9270
5,70	-357,9209	131,3980	146,9270
6,50	0,0000	-1,2883	-0,3243

Cod. elab.: 099IN239-ST11-6-CL-002 B	Titolo: OPERE D'ARTI MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 099IN239-ST11-6-CL-002_B.docx	SOTTOPASSO TRONCO 39	Pagina 44 di 52
<b>Relazione di calcolo muri</b>		

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 11)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,40	-407,4411	147,2513	122,0947
1,46	-270,2523	111,9960	106,4780
2,43	-175,9326	84,1197	92,2809
3,49	-100,8844	58,0609	76,6641

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 11)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,40	-407,4411	-147,2513	122,0947
1,46	-270,2523	-111,9960	106,4780
2,43	-175,9326	-84,1197	92,2809
3,49	-100,8844	-58,0609	76,6641

**8.7 Inviluppo verifiche stato limite delle tensioni in esercizio (SLE)****Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.8000 m

X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
0.00	10 Ø 20	10 Ø 20	0.003	0.025	0.184
1.09	10 Ø 20	10 Ø 20	3.663	127.614	42.777
2.17	10 Ø 20	10 Ø 20	2.579	82.311	30.625
3.25	10 Ø 20	10 Ø 20	2.199	66.570	26.352
4.33	10 Ø 20	10 Ø 20	2.579	82.311	30.625
5.41	10 Ø 20	10 Ø 20	3.663	127.614	42.777
6.50	10 Ø 20	10 Ø 20	0.003	0.025	0.184

X	τ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
0.00	-0.02	0.000000
1.09	-0.18	0.000000

Cod. elab.: 099IN239-ST11-6-CL-002 B	Titolo: OPERE D'ARTI MINORI - SOTTOVIA – SOTTOPASSO TRONCO 39	Data: Ottobre 2011
Nome file: 099IN239-ST11-6-CL-002_B.docx	<b>Relazione di calcolo muri</b>	Pagina 45 di 52

PROGETTO ESECUTIVO

2.17	-0.09	0.000000
3.25	0.01	0.000000
4.33	0.10	0.000000
5.41	0.19	0.000000
6.50	0.02	0.000000

**Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.6000 m

Y	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
0.40	5 Ø 24	10 Ø 24	8.185	0.000	176.875
1.75	5 Ø 24	10 Ø 24	4.140	47.501	98.478
3.20	5 Ø 24	10 Ø 24	2.096	24.402	46.034

Y	τ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
0.40	0.31	0.000000
1.75	0.22	0.000000
3.20	0.14	0.000000

**Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.6000 m

Y	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
0.40	5 Ø 24	10 Ø 24	8.185	0.000	176.875
1.75	5 Ø 24	10 Ø 24	4.140	47.501	98.478
3.20	5 Ø 24	10 Ø 24	2.096	24.402	46.034

Y	τ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
0.40	-0.31	0.000000
1.75	-0.22	0.000000
3.20	-0.14	0.000000

Cod. elab.: 099IN239-ST11-6-CL-002 B	Titolo: OPERE D'ARTI MINORI - SOTTOVIA – SOTTOPASSO TRONCO 39	Data: Ottobre 2011
Nome file: 099IN239-ST11-6-CL-002_B.docx	<b>Relazione di calcolo muri</b>	Pagina 46 di 52

**8.8 Verifiche stato limite di fessurazione (SLE)**

Simbologia adottata ed unità di misura

$N^\circ$	Indice sezione
$X_i$	Ascissa/Ordinata sezione, espresso in m
$M_p$	Momento, espresse in kNm
$M_n$	Momento, espresse in kNm
$w_k$	Ampiezza fessure, espresse in mm
$w_{lim}$	Apertura limite fessure, espresse in mm
$s$	Distanza media tra le fessure, espresse in mm
$\varepsilon_{sm}$	Deformazione nelle fessure, espresse in [%]

**Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 9 - SLE (Quasi Permanente)]**

$N^\circ$	$X$	$A_{fi}$	$A_{fs}$	$M_p$	$M_n$	$M$	$w$	$w_{lim}$	$s_m$	$\varepsilon_{sm}$
1	0,05	0,003142	0,003142	179,76	-179,76	-0,29	0,00	0,30	0,00	0,000000
2	0,80	0,003142	0,003142	179,76	-179,76	357,92	0,16	0,30	159,22	0,000058
3	1,58	0,003142	0,003142	179,76	-179,76	269,61	0,09	0,30	159,22	0,000034
4	2,47	0,003142	0,003142	179,76	-179,76	207,09	0,04	0,30	159,22	0,000015
5	3,25	0,003142	0,003142	179,76	-179,76	188,84	0,03	0,30	159,22	0,000013
6	4,03	0,003142	0,003142	179,76	-179,76	207,09	0,04	0,30	159,22	0,000015
7	4,92	0,003142	0,003142	179,76	-179,76	269,61	0,09	0,30	159,22	0,000034
8	5,70	0,003142	0,003142	179,76	-179,76	357,92	0,16	0,30	159,22	0,000058
9	6,45	0,003142	0,003142	179,76	-179,76	-0,29	0,00	0,30	0,00	0,000000

**Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 9 - SLE (Quasi Permanente)]**

$N^\circ$	$X$	$A_{fi}$	$A_{fs}$	$M_p$	$M_n$	$M$	$w$	$w_{lim}$	$s_m$	$\varepsilon_{sm}$
1	0,40	0,000000	0,004524	88,96	-108,39	-407,44	0,21	0,30	151,68	0,000081
2	1,46	0,002262	0,004524	101,35	-111,14	-270,25	0,13	0,30	151,68	0,000048
3	2,43	0,002262	0,004524	101,35	-111,14	-175,93	0,07	0,30	151,68	0,000026
4	3,49	0,002262	0,004524	101,35	-111,14	-100,88	0,00	0,30	0,00	0,000000

Cod. elab.: 099IN239-ST11-6-CL-002 B	Titolo: OPERE D'ARTI MINORI - SOTTOVIA – SOTTOPASSO TRONCO 39	Data: Ottobre 2011
Nome file: 099IN239-ST11-6-CL-002_B.docx	<b>Relazione di calcolo muri</b>	Pagina 47 di 52



**Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 9 - SLE (Quasi Permanente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0,40	0,000000	0,004524	88,96	-108,39	-407,44	0,21	0,30	151,68	0,000081
2	1,46	0,002262	0,004524	101,35	-111,14	-270,25	0,13	0,30	151,68	0,000048
3	2,43	0,002262	0,004524	101,35	-111,14	-175,93	0,07	0,30	151,68	0,000026
4	3,49	0,002262	0,004524	101,35	-111,14	-100,88	0,00	0,30	0,00	0,000000

**Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 10 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0,05	0,003142	0,003142	179,76	-179,76	-0,29	0,00	0,40	0,00	0,000000
2	0,80	0,003142	0,003142	179,76	-179,76	357,92	0,16	0,40	159,22	0,000058
3	1,58	0,003142	0,003142	179,76	-179,76	269,61	0,09	0,40	159,22	0,000034
4	2,47	0,003142	0,003142	179,76	-179,76	207,09	0,04	0,40	159,22	0,000015
5	3,25	0,003142	0,003142	179,76	-179,76	188,84	0,03	0,40	159,22	0,000013
6	4,03	0,003142	0,003142	179,76	-179,76	207,09	0,04	0,40	159,22	0,000015
7	4,92	0,003142	0,003142	179,76	-179,76	269,61	0,09	0,40	159,22	0,000034
8	5,70	0,003142	0,003142	179,76	-179,76	357,92	0,16	0,40	159,22	0,000058
9	6,45	0,003142	0,003142	179,76	-179,76	-0,29	0,00	0,40	0,00	0,000000

**Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 10 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0,40	0,000000	0,004524	88,96	-108,39	-407,44	0,21	0,40	151,68	0,000081
2	1,46	0,002262	0,004524	101,35	-111,14	-270,25	0,13	0,40	151,68	0,000048
3	2,43	0,002262	0,004524	101,35	-111,14	-175,93	0,07	0,40	151,68	0,000026
4	3,49	0,002262	0,004524	101,35	-111,14	-100,88	0,00	0,40	0,00	0,000000

**Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 10 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0,40	0,000000	0,004524	88,96	-108,39	-407,44	0,21	0,40	151,68	0,000081
2	1,46	0,002262	0,004524	101,35	-111,14	-270,25	0,13	0,40	151,68	0,000048
3	2,43	0,002262	0,004524	101,35	-111,14	-175,93	0,07	0,40	151,68	0,000026
4	3,49	0,002262	0,004524	101,35	-111,14	-100,88	0,00	0,40	0,00	0,000000

Cod. elab.: 099IN239-ST11-6-CL-002 B	Titolo: OPERE D'ARTI MINORI - SOTTOVIA – SOTTOPASSO TRONCO 39	Data: Ottobre 2011
Nome file: 099IN239-ST11-6-CL-002_B.docx	Relazione di calcolo muri	Pagina 48 di 52

**Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 11 - SLE (Rara)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0,05	0,003142	0,003142	179,76	-179,76	-0,29	0,00	100,00	0,00	0,000000
2	0,80	0,003142	0,003142	179,76	-179,76	357,92	0,16	100,00	159,22	0,000058
3	1,58	0,003142	0,003142	179,76	-179,76	269,61	0,09	100,00	159,22	0,000034
4	2,47	0,003142	0,003142	179,76	-179,76	207,09	0,04	100,00	159,22	0,000015
5	3,25	0,003142	0,003142	179,76	-179,76	188,84	0,03	100,00	159,22	0,000013
6	4,03	0,003142	0,003142	179,76	-179,76	207,09	0,04	100,00	159,22	0,000015
7	4,92	0,003142	0,003142	179,76	-179,76	269,61	0,09	100,00	159,22	0,000034
8	5,70	0,003142	0,003142	179,76	-179,76	357,92	0,16	100,00	159,22	0,000058
9	6,45	0,003142	0,003142	179,76	-179,76	-0,29	0,00	100,00	0,00	0,000000

**Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 11 - SLE (Rara)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0,40	0,000000	0,004524	88,96	-108,39	-407,44	0,21	100,00	151,68	0,000081
2	1,46	0,002262	0,004524	101,35	-111,14	-270,25	0,13	100,00	151,68	0,000048
3	2,43	0,002262	0,004524	101,35	-111,14	-175,93	0,07	100,00	151,68	0,000026
4	3,49	0,002262	0,004524	101,35	-111,14	-100,88	0,00	100,00	0,00	0,000000

**Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 11 - SLE (Rara)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0,40	0,000000	0,004524	88,96	-108,39	-407,44	0,21	100,00	151,68	0,000081
2	1,46	0,002262	0,004524	101,35	-111,14	-270,25	0,13	100,00	151,68	0,000048
3	2,43	0,002262	0,004524	101,35	-111,14	-175,93	0,07	100,00	151,68	0,000026
4	3,49	0,002262	0,004524	101,35	-111,14	-100,88	0,00	100,00	0,00	0,000000

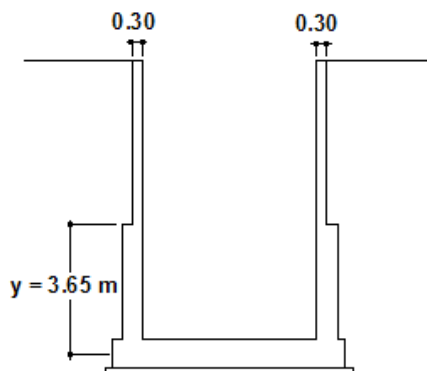
**8.9 Verifica gradone superiore piedritti a sezione ridotta**

Si utilizza un secondo modello identico al precedente ma con la sezione dei piedritti ridotta. Si prenderanno poi in considerazione solo i risultati relativi alla parte rastremata dei piedritto stesso.

La sezione di passaggio è individuata dalla distanza "Y" dal piano medio della fondazione (figura sotto).

Cod. elab.: 099IN239-ST11-6-CL-002 B	Titolo: OPERE D'ARTI MINORI - SOTTOVIA – SOTTOPASSO TRONCO 39	Data: Ottobre 2011
Nome file: 099IN239-ST11-6-CL-002_B.docx	<b>Relazione di calcolo muri</b>	Pagina 49 di 52

PROGETTO ESECUTIVO



Si riporta uno stralcio dei tabulati delle sollecitazioni e delle verifiche. I valori nelle linee evidenziate corrispondono alle sollecitazioni ed alle verifiche relative alla sezione di passaggio.

**Inviluppo sollecitazioni piedritto sinistro**

Y [m]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]	V <sub>min</sub> [kN]	V <sub>max</sub> [kN]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]
.....						
3.49	-166.96	-97.00	56.57	89.03	37.59	39.08
<b>3.58</b>	<b>-158.52</b>	<b>-91.64</b>	<b>54.47</b>	<b>86.02</b>	<b>36.89</b>	<b>38.35</b>
3.68	-150.36	-86.49	52.40	83.06	36.20	37.63
3.78	-142.48	-81.53	50.38	80.15	35.50	36.91
.....						

**Inviluppo sollecitazioni piedritto destro**

Y [m]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]	V <sub>min</sub> [kN]	V <sub>max</sub> [kN]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]
.....						
3.49	-166.96	-97.00	-89.03	-56.57	37.59	39.08
<b>3.58</b>	<b>-158.52</b>	<b>-91.64</b>	<b>-86.02</b>	<b>-54.47</b>	<b>36.89</b>	<b>38.35</b>
3.68	-150.36	-86.49	-83.06	-52.40	36.20	37.63
3.78	-142.48	-81.53	-80.15	-50.38	35.50	36.91
.....						

Cod. elab.: 099IN239-ST11-6-CL-002 B	Titolo: OPERE D'ARTI MINORI - SOTTOVIA – SOTTOPASSO TRONCO 39	Data: Ottobre 2011
Nome file: 099IN239-ST11-6-CL-002_B.docx	<b>Relazione di calcolo muri</b>	Pagina 50 di 52

**Verifica sezioni piedritto sinistro / destro**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
32	3.39	-175.70 (-196.43)	39.80	75.22	-371.23	5 Ø 24	10 Ø 24	1.89
33	3.49	-166.96 (-187.00)	39.08	77.61	-371.38	5 Ø 24	10 Ø 24	1.99
<b>34</b>	<b>3.58</b>	<b>-158.52 (-177.87)</b>	<b>38.35</b>	<b>80.11</b>	<b>-371.53</b>	<b>5 Ø 24</b>	<b>10 Ø 24</b>	<b>2.09</b>
35	3.68	-150.36 (-169.05)	37.63	82.74	-371.68	5 Ø 24	10 Ø 24	2.20
36	3.78	-142.48 (-160.52)	36.91	85.50	-371.85	5 Ø 24	10 Ø 24	2.32

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
33	3.49	89.03	208.58	0.00	0.00	0.000000
<b>34</b>	<b>3.58</b>	<b>86.02</b>	<b>208.49</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.000000</b>
35	3.68	83.06	208.40	0.00	0.00	0.000000
36	3.78	80.15	208.31	0.00	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 9 - SLE (Quasi Permanente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	w <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
33	3.49	5 Ø 24	10 Ø 24	26.52	-30.25	-100.88	0.11	0.30	132.50	0.000047
<b>34</b>	<b>3.58</b>	<b>5 Ø 24</b>	<b>10 Ø 24</b>	<b>26.52</b>	<b>-30.25</b>	<b>-95.38</b>	<b>0.10</b>	<b>0.30</b>	<b>132.50</b>	<b>0.000044</b>
35	3.68	5 Ø 24	10 Ø 24	26.52	-30.25	-90.09	0.09	0.30	132.50	0.000041
36	3.78	5 Ø 24	10 Ø 24	26.52	-30.25	-84.99	0.09	0.30	132.50	0.000039

Cod. elab.: 099IN239-ST11-6-CL-002 B	Titolo: OPERE D'ARTI MINORI - SOTTOVIA – SOTTOPASSO TRONCO 39	Data: Ottobre 2011
Nome file: 099IN239-ST11-6-CL-002_B.docx	<b>Relazione di calcolo muri</b>	Pagina 51 di 52

**Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 10 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
33	3.49	5 Ø 24	10 Ø 24	26.52	-30.25	-100.88	0.11	0.40	132.50	0.000047
<b>34</b>	<b>3.58</b>	<b>5 Ø 24</b>	<b>10 Ø 24</b>	<b>26.52</b>	<b>-30.25</b>	<b>-95.38</b>	<b>0.10</b>	<b>0.40</b>	<b>132.50</b>	<b>0.000044</b>
35	3.68	5 Ø 24	10 Ø 24	26.52	-30.25	-90.09	0.09	0.40	132.50	0.000041
36	3.78	5 Ø 24	10 Ø 24	26.52	-30.25	-84.99	0.09	0.40	132.50	0.000039

Cod. elab.: 099IN239-ST11-6-CL-002 B	Titolo: OPERE D'ARTI MINORI - SOTTOVIA – SOTTOPASSO TRONCO 39 <b>Relazione di calcolo muri</b>	Data: Ottobre 2011
Nome file: 099IN239-ST11-6-CL-002_B.docx		Pagina 52 di 52