



# 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 - MURI IN C.A.

MU. 81 - Muro di controripa 117.75 mt - da 19+816.54 (Tronco 37) a 0+010,000 (Tronco 39)

Relazione di calcolo

Codice Unico Progetto (CUP) : F91B09000070001

Codice Elaborato:

PA12\_09 - E 0 9 7 I N 2 3 7 M U 8 1 6 C L 2 3 5 A

Scala:

F						
E						
D						
C						
B						
A	Aprile 2011	EMISSIONE	C.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:



Il 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

MURI IN C.A.

MU. 81 - Muro di controripa 117.75 mt - da 19+816.54 (Tronco 37) a

0+010,000 (Tronco 39)

RELAZIONE DI CALCOLO

## INDICE

<b>INDICE</b> .....	<b>2</b>
<b>1 DESCRIZIONE DELLE OPERE</b> .....	<b>5</b>
<b>2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>5</b>
<b>3 DATI SISMICI</b> .....	<b>6</b>
<b>4 DURABILITÀ E PRESCRIZIONI SUI MATERIALI</b> .....	<b>7</b>
4.1 CLASSI DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE .....	7
4.2 COPRIFERRO MINIMO E COPRIFERRO NOMINALE.....	11
4.3 CARATTERISTICHE DEI COSTITUENTI IL CALCESTRUZZO .....	12
4.4 CARATTERISTICHE DELLE MISCELE .....	12
<b>5 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI</b> .....	<b>14</b>
<b>6 ANALISI DEI CARICHI</b> .....	<b>16</b>
6.1 CONDIZIONI DI CARICO .....	16
6.2 COEFFICIENTI PARZIALI.....	17
6.3 COMBINAZIONI DI CARICO: .....	20
<b>7 MURO DI SOSTEGNO HMAX 400+410 (TIPO 1)</b> .....	<b>22</b>
7.1 GEOMETRIA MURO E FONDAZIONE .....	22
7.2 DESCRIZIONE PALI DI FONDAZIONE .....	23
7.3 GEOMETRIA PROFILO TERRENO A MONTE DEL MURO .....	23
7.4 STABILITÀ GLOBALE MURO + TERRENO .....	24

<i>Cod. elab.:</i> 097IN237-MU81-6-CL-235_A	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	<i>Data:</i> Aprile 2011
<i>Nome file:</i> 097IN237-MU81-6-CL-235_A.docx	<b>MU.81- Muro di controripa 117.75 mt da 19+816.54 (Tronco 37) a 0+010.000 (Tronco 39) - Relazione di calcolo</b>	Pagina 2 di 58

<b><u>SIMBOLOGIA ADOTTATA</u></b> .....	<b>24</b>
<b>7.5 ANALISI DEI PALI</b> .....	<b>24</b>
<b>7.6 INVILUPPO SOLLECITAZIONI PARAMENTO</b> .....	<b>25</b>
<b>7.7 INVILUPPO ARMATURE E TENSIONI NEI MATERIALI DEL MURO</b> .....	<b>26</b>
<b>7.8 VERIFICHE A FESSURAZIONE MURO</b> .....	<b>27</b>
<b>7.9 INVILUPPO ARMATURE E TENSIONI NEI MATERIALI DELLA FONDAZIONE</b> .....	<b>28</b>
<b>7.10 VERIFICHE A FESSURAZIONE FONDAZIONE</b> .....	<b>30</b>
<b>7.11 INVILUPPO SOLLECITAZIONI NEI PALI E VERIFICHE DELLE SEZIONI</b> .....	<b>31</b>
<b><u>8 MURO DI SOTTOSCARPA HMAX 250+300 (TIPO 2)</u></b> .....	<b>34</b>
<b>8.1 GEOMETRIA MURO E FONDAZIONE</b> .....	<b>34</b>
<b>8.2 DESCRIZIONE PALI DI FONDAZIONE</b> .....	<b>35</b>
<b>8.3 GEOMETRIA PROFILO TERRENO A MONTE DEL MURO</b> .....	<b>35</b>
<b>8.4 STABILITÀ GLOBALE MURO + TERRENO</b> .....	<b>35</b>
<b>8.5 ANALISI DEI PALI</b> .....	<b>36</b>
<b>8.6 INVILUPPO SOLLECITAZIONI PARAMENTO</b> .....	<b>37</b>
<b>8.7 INVILUPPO ARMATURE E TENSIONI NEI MATERIALI DEL MURO</b> .....	<b>38</b>
<b>8.8 VERIFICHE A FESSURAZIONE MURO</b> .....	<b>38</b>
<b>8.9 INVILUPPO ARMATURE E TENSIONI NEI MATERIALI DELLA FONDAZIONE</b> .....	<b>40</b>
<b>8.10 VERIFICHE A FESSURAZIONE FONDAZIONE</b> .....	<b>41</b>
<b>8.11 INVILUPPO SOLLECITAZIONI NEI PALI E VERIFICHE DELLE SEZIONI</b> .....	<b>43</b>
<b><u>9 MURO DI SOTTOSCARPA HMAX=450+400 (TIPO 3)</u></b> .....	<b>46</b>
<b>9.1 GEOMETRIA MURO E FONDAZIONE</b> .....	<b>46</b>
<b>9.2 DESCRIZIONE PALI DI FONDAZIONE</b> .....	<b>48</b>
<b>9.3 GEOMETRIA PROFILO TERRENO A MONTE DEL MURO</b> .....	<b>48</b>
<b>9.4 STABILITÀ GLOBALE MURO + TERRENO</b> .....	<b>49</b>
<b>9.5 ANALISI DEI PALI</b> .....	<b>49</b>
<b>9.6 INVILUPPO SOLLECITAZIONI PARAMENTO</b> .....	<b>50</b>
<b>9.7 INVILUPPO ARMATURE E TENSIONI NEI MATERIALI DEL MURO</b> .....	<b>51</b>

<i>Cod. elab.:</i> 097IN237-MU81-6-CL-235_A	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	<i>Data:</i> Aprile 2011
<i>Nome file:</i> 097IN237-MU81-6-CL-235_A.docx	MU.81- Muro di controripa 117.75 mt da 19+816.54 (Tronco 37) a 0+010.000 (Tronco 39) - Relazione di calcolo	Pagina 3 di 58

<b>9.8</b>	<b>VERIFICHE A FESSURAZIONE MURO .....</b>	<b>52</b>
<b>9.9</b>	<b>INVILUPPO ARMATURE E TENSIONI NEI MATERIALI DELLA FONDAZIONE .....</b>	<b>53</b>
<b>9.10</b>	<b>VERIFICHE A FESSURAZIONE FONDAZIONE .....</b>	<b>55</b>
<b>9.11</b>	<b>INVILUPPO SOLLECITAZIONI NEI PALI E VERIFICHE DELLE SEZIONI .....</b>	<b>56</b>

<i>Cod. elab.:</i> 097IN237-MU81-6-CL-235_A	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	<i>Data:</i> Aprile 2011
<i>Nome file:</i> 097IN237-MU81-6-CL-235_A.docx	<b>MU.81- Muro di controripa 117.75 mt da 19+816.54 (Tronco 37) a 0+010.000 (Tronco 39) - Relazione di calcolo</b>	<i>Pagina</i> 4 di 58

## 1 DESCRIZIONE DELLE OPERE

Nel seguito si tratterà delle strutture in calcestruzzo armato relative alla realizzazione dei muri di controripa ubicati tra le progressive 19+816.54 (Tronco 37) a 0+010,000 (Tronco 39), in prossimità dell'imbocco al 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> 097IN237-MU81-6-CL-235_A	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	<i>Data:</i> Aprile 2011
<i>Nome file:</i> 097IN237-MU81-6-CL-235_A.docx	<b>MU.81- Muro di controripa 117.75 mt da 19+816.54 (Tronco 37) a 0+010.000 (Tronco 39) - Relazione di calcolo</b>	<i>Pagina</i> 5 di 58

### 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.

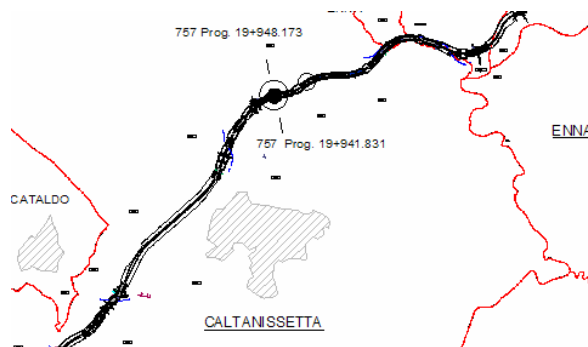


Figura 3-1: Comune di riferimento

<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	$S_s = 1.500$
Categoria topografica	<input type="text" value="T1"/>	info	$C_c = 1.291$ info
			$h/H = 0.000$ 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"/>	$\gamma = 1.000$ info
<input type="radio"/> Spettro di progetto inelastico (SLU)	Fattore $q_o$	<input type="text" value="1.2"/>	Regol. in altezza <input type="text" value="si"/> info

Cod. elab.: 097IN237-MU81-6-CL-235_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Aprile 2011
Nome file: 097IN237-MU81-6-CL-235_A.docx	MU.81- Muro di controripa 117.75 mt da 19+816.54 (Tronco 37) a 0+010.000 (Tronco 39) - Relazione di calcolo	Pagina 6 di 58

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

<i>Cod. elab.:</i> 097IN237-MU81-6-CL-235_A	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	<i>Data:</i> Aprile 2011
<i>Nome file:</i> 097IN237-MU81-6-CL-235_A.docx	<b>MU.81- Muro di controripa 117.75 mt da 19+816.54 (Tronco 37) a 0+010.000 (Tronco 39) - Relazione di calcolo</b>	<i>Pagina</i> 7 di 58



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> 097IN237-MU81-6-CL-235_A	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	<i>Data:</i> Aprile 2011
<i>Nome file:</i> 097IN237-MU81-6-CL-235_A.docx	<b>MU.81- Muro di controripa 117.75 mt da 19+816.54 (Tronco 37) a 0+010.000 (Tronco 39) - Relazione di calcolo</b>	<i>Pagina</i> 8 di 58

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 coprifero o nel ricoprimento di inserti metallici, ma in molti casi si 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.: 097IN237-MU81-6-CL-235_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Aprile 2011
Nome file: 097IN237-MU81-6-CL-235_A.docx	MU.81- Muro di controripa 117.75 mt da 19+816.54 (Tronco 37) a 0+010.000 (Tronco 39) - Relazione di calcolo	Pagina 9 di 58

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

Cod. elab.: 097IN237-MU81-6-CL-235_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Aprile 2011
Nome file: 097IN237-MU81-6-CL-235_A.docx	MU.81- Muro di controripa 117.75 mt da 19+816.54 (Tronco 37) a 0+010.000 (Tronco 39) - Relazione di calcolo	Pagina 10 di 58



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

Cod. elab.: 097IN237-MU81-6-CL-235_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Aprile 2011
Nome file: 097IN237-MU81-6-CL-235_A.docx	MU.81- Muro di controripa 117.75 mt da 19+816.54 (Tronco 37) a 0+010.000 (Tronco 39) - Relazione di calcolo	Pagina 12 di 58

e acqua essudata. Si dovrà 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.

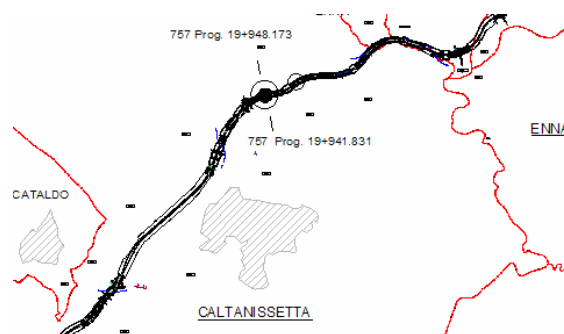
#### **Rapporto acqua/cemento**

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> 097IN237-MU81-6-CL-235_A	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	<i>Data:</i> Aprile 2011
<i>Nome file:</i> 097IN237-MU81-6-CL-235_A.docx	<b>MU.81- Muro di controripa 117.75 mt da 19+816.54 (Tronco 37) a 0+010.000 (Tronco 39) - Relazione di calcolo</b>	<i>Pagina</i> 13 di 58

## 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	<b>Argille mamose sommitali alterate – TRV1:</b> 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	<b>Argille mamose intermedie – TRV2a:</b> 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.	<b>Argille mamose profonde – TRV2b:</b> 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:

### **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

Cod. elab.: 097IN237-MU81-6-CL-235_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Aprile 2011
Nome file: 097IN237-MU81-6-CL-235_A.docx	MU.81- Muro di controripa 117.75 mt da 19+816.54 (Tronco 37) a 0+010.000 (Tronco 39) - Relazione di calcolo	Pagina 14 di 58

PROGETTO ESECUTIVO

---

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

<i>Cod. elab.:</i> 097IN237-MU81-6-CL-235_A	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	<i>Data:</i> Aprile 2011
<i>Nome file:</i> 097IN237-MU81-6-CL-235_A.docx	<b>MU.81- Muro di controripa 117.75 mt da 19+816.54 (Tronco 37) a 0+010.000 (Tronco 39) - Relazione di calcolo</b>	<i>Pagina</i> 15 di 58



## 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 (**Qik**) e da carichi uniformemente distribuiti (**qik**). 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 (**Lc**) di muro collaborante per tale schema. Quindi, su ogni corsia, si applicherà un carico distribuito pari alla somma del carico **qik** e del **Qik** ripartito su una impronta di 3 x **Lc**. In ogni caso, si assumerà un valore minimo del carico stradale pari a 20 kN/mq :

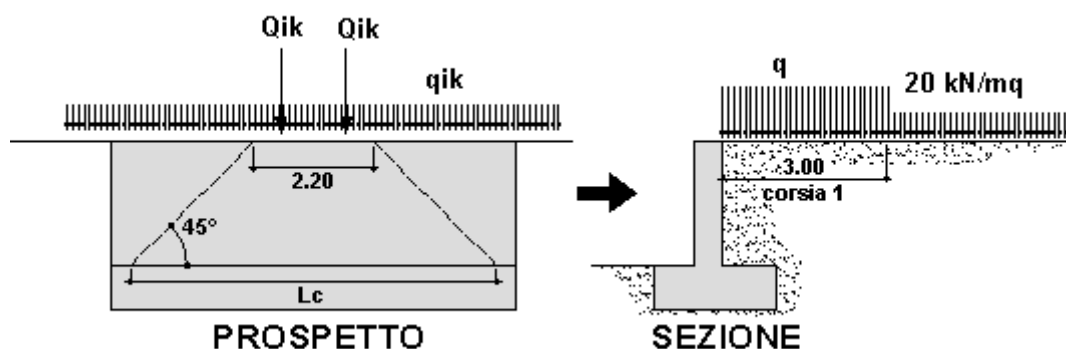


Figura 6-1: Schema di diffusione dei carichi mobili.

Cod. elab.: 097IN237-MU81-6-CL-235_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Aprile 2011
Nome file: 097IN237-MU81-6-CL-235_A.docx	MU.81- Muro di controripa 117.75 mt da 19+816.54 (Tronco 37) a 0+010.000 (Tronco 39) - Relazione di calcolo	Pagina 16 di 58

### 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.

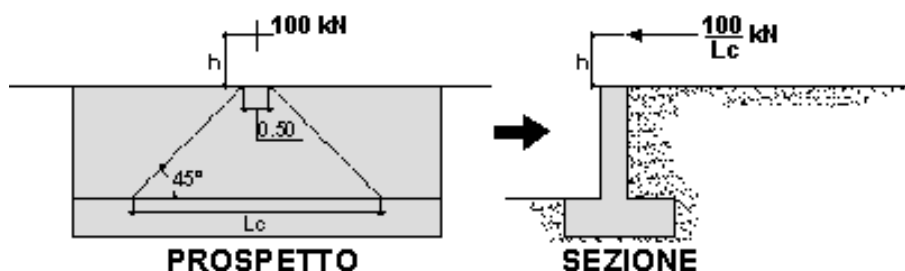


Figura 6-2: Schema di diffusione forza di collisione

## 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.: 097IN237-MU81-6-CL-235_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Aprile 2011
Nome file: 097IN237-MU81-6-CL-235_A.docx	MU.81- Muro di controripa 117.75 mt da 19+816.54 (Tronco 37) a 0+010.000 (Tronco 39) - Relazione di calcolo	Pagina 17 di 58

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
	4 (folla)	----	0,75	0,0
Vento $q_3$	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 $q_3$	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.: 097IN237-MU81-6-CL-235_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Aprile 2011
Nome file: 097IN237-MU81-6-CL-235_A.docx	MU.81- Muro di controripa 117.75 mt da 19+816.54 (Tronco 37) a 0+010.000 (Tronco 39) - Relazione di calcolo	Pagina 18 di 58

**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	$\gamma_{Qi}$	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).

Cod. elab.: 097IN237-MU81-6-CL-235_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Aprile 2011
Nome file: 097IN237-MU81-6-CL-235_A.docx	<b>MU.81- Muro di controripa 117.75 mt da 19+816.54 (Tronco 37) a 0+010.000 (Tronco 39) - Relazione di calcolo</b>	Pagina 19 di 58

**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 condizioneCombinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

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

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

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

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

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

<i>Cod. elab.:</i> 097IN237-MU81-6-CL-235_A	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	<i>Data:</i> Aprile 2011
<i>Nome file:</i> 097IN237-MU81-6-CL-235_A.docx	<b>MU.81- Muro di controripa 117.75 mt da 19+816.54 (Tronco 37)</b> <b>a 0+010.000 (Tronco 39) - Relazione di calcolo</b>	Pagina 20 di 58

PROGETTO ESECUTIVO

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

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

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

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

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

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

Combinazione n° 10 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
PERMANENTI	SFAV	1.00	1.00	1.00
MOBILI	SFAV	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 11 - Frequente (SLE)

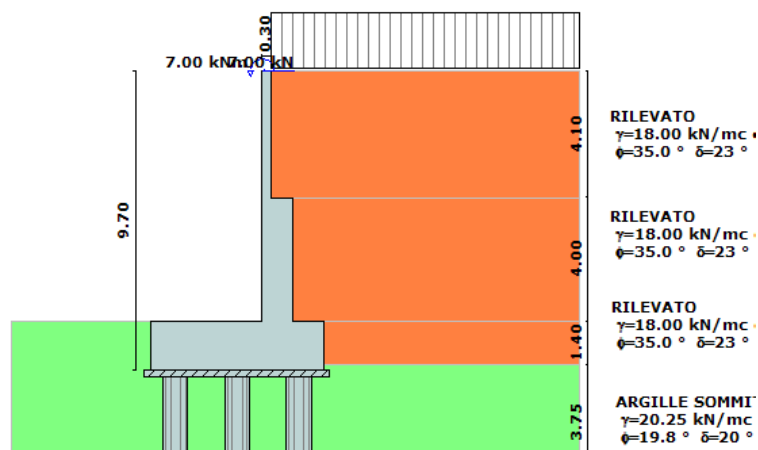
	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
PERMANENTI	SFAV	1.00	1.00	1.00
MOBILI	SFAV	1.00	0.50	0.50

Combinazione n° 12 - Rara (SLE)

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

Cod. elab.: 097IN237-MU81-6-CL-235_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Aprile 2011
Nome file: 097IN237-MU81-6-CL-235_A.docx	MU.81- Muro di controripa 117.75 mt da 19+816.54 (Tronco 37) a 0+010.000 (Tronco 39) - Relazione di calcolo	Pagina 21 di 58

## 7 MURO DI SOSTEGNO Hmax 400+410 (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	4.10	0.00	0.00
2	1.00	1.00	4.00	0.00	0.00

Altezza del paramento 8.10 [m]

#### Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	3.60 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	1.00 [m]
Lunghezza totale fondazione	5.60 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	1.60 [m]
Spessore magrone	0.20 [m]

Cod. elab.: 097IN237-MU81-6-CL-235_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Aprile 2011
Nome file: 097IN237-MU81-6-CL-235_A.docx	MU.81- Muro di controripa 117.75 mt da 19+816.54 (Tronco 37) a 0+010.000 (Tronco 39) - Relazione di calcolo	Pagina 22 di 58

## 7.2 Descrizione pali di fondazione

Pali in c.a.

Numero di file di pali

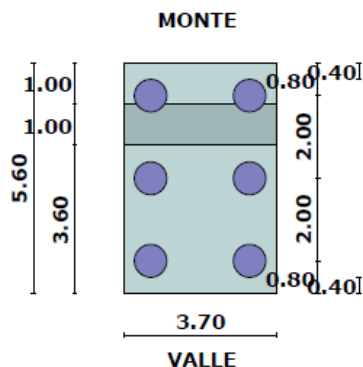
3

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)

N	X	Nr.	D	L	alfa	ALL
1	0.80	2	0.8000	24.00	0.00	Sfalsati
2	2.80	2	0.8000	24.00	0.00	Sfalsati
3	4.80	2	0.8000	24.00	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

Cod. elab.: 097IN237-MU81-6-CL-235_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Aprile 2011
Nome file: 097IN237-MU81-6-CL-235_A.docx	MU.81- Muro di controripa 117.75 mt da 19+816.54 (Tronco 37) a 0+010.000 (Tronco 39) - Relazione di calcolo	Pagina 23 di 58



## 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]	--	--	--	--	3.25
4	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	--
5	A2-M2 - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	--
6	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	2.47
7	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	--
8	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	--
9	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	2.62
10	SLEQ - [1]	--	--	--	--	--
11	SLEF - [1]	--	--	--	--	--
12	SLER - [1]	--	--	--	--	--

## 7.5 Analisi dei pali

### Combinazione n° 8 (COMB. CRITICA)

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

Orizzontale	[kN]	470.001
Verticale	[kN]	734.740
Momento	[kNm]	-772.380

#### Spostamenti della piastra di fondazione

Orizzontale	[m]	0.0034565
Verticale	[m]	0.0006879
Rotazione	[°]	-0.02620

#### Scarichi in testa ai pali

Fila nr.	N.pali	N [kN]	T [kN]	M [kNm]	Tu [kN]	Mu [kNm]
1	2	-149.19	289.83	326.74	388.78	438.29
2	2	453.09	289.83	326.74	388.78	438.29
3	2	1055.37	289.83	326.74	388.78	438.29

#### Calcolo della portanza

$\tau_m$	tensione tangenziale media palo-terreno in [MPa]
$\sigma_p$	tensione sul terreno alla punta del palo in [MPa]

Cod. elab.: 097IN237-MU81-6-CL-235_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Aprile 2011
Nome file: 097IN237-MU81-6-CL-235_A.docx	MU.81- Muro di controripa 117.75 mt da 19+816.54 (Tronco 37) a 0+010.000 (Tronco 39) - Relazione di calcolo	Pagina 24 di 58

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

Fila	$N_c$	$N'_c$	$N_q$	$N'_q$	$N_\gamma$	$N'_\gamma$	$\tau_m$	$\sigma_p$
1	9.27	9.27	3.87	3.87	0.00	0.00	-0.09	7.23
2	9.27	9.27	3.87	3.87	0.00	0.00	0.06	1.72
3	9.27	9.27	3.87	3.87	0.00	0.00	0.15	3.09

Fila	$P_l$	$P_p$	$P_t$	$P_{d,s}$	$P_{d,c}$	PT
1	1498.26	878.67	2075.34	1547.88	2075.34	MEDI
1	1452.77	740.37	1891.55	1409.04	1891.55	MINIMI
2	1498.26	878.67	2075.34	1652.11	2075.34	MEDI
2	1452.77	740.37	1891.55	1510.11	1891.55	MINIMI
3	1498.26	878.67	2075.34	1652.11	2075.34	MEDI
3	1452.77	740.37	1891.55	1510.11	1891.55	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	1.600	4.02124	-149.19	-0.037
2	0.800	1.600	4.02124	453.09	0.113
3	0.800	1.600	4.02124	1055.37	0.262

### 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]

#### Involuppo 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	1.23	14.1493	15.7380	6.8816	30.1261	13.4686	24.1811
3	2.46	31.0203	34.1126	33.6935	70.9595	33.0495	47.5028
4	3.69	50.6126	55.6674	87.9530	142.7747	58.7419	83.0835

Cod. elab.: 097IN237-MU81-6-CL-235_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Aprile 2011
Nome file: 097IN237-MU81-6-CL-235_A.docx	MU.81- Muro di controripa 117.75 mt da 19+816.54 (Tronco 37) a 0+010.000 (Tronco 39) - Relazione di calcolo	Pagina 25 di 58

5	4.50	123.6636	146.1776	134.4516	204.3004	80.1382	111.9623
6	5.70	168.1489	194.1300	245.7961	350.9755	118.4206	162.7417
7	6.90	215.2244	245.3444	405.3152	571.2676	162.5200	221.0270
8	8.10	264.8900	299.8207	619.9891	864.7106	212.4363	286.8182

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	1.23	11.4949	13.3985	5.3906	20.3056	6.6622	16.6752
3	2.46	25.6268	29.4355	19.2187	48.8801	18.0377	32.4674
4	3.69	42.3950	48.1088	50.4017	100.2420	35.5247	54.3709
5	4.50	113.5396	120.5081	79.6724	143.3289	50.3839	72.1386
6	5.70	155.1330	163.9602	149.8806	241.2988	77.2605	103.3241
7	6.90	199.2357	209.9215	254.5764	378.9269	109.9541	140.3266
8	8.10	245.8475	258.3920	400.7401	563.1935	148.4647	183.1461

**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<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]

σ<sub>c</sub> tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]

τ<sub>c</sub> tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]

σ<sub>fs</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [MPa]

σ<sub>fi</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [MPa]

N<sub>u</sub> sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M<sub>u</sub> momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

VR<sub>cd</sub> Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]

VR<sub>sd</sub> Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]

VR<sub>d</sub> Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.30	5 Ø 24	5 Ø 24	0.00	0.00	18.38	151.57	--	--
2	1.23	1.00, 0.30	5 Ø 24	5 Ø 24	101.83	-202.80	6.73	153.37	--	--
3	2.46	1.00, 0.30	5 Ø 24	5 Ø 24	91.76	-201.83	2.85	155.50	--	--
4	3.69	1.00, 0.30	5 Ø 24	5 Ø 24	71.79	-199.90	1.40	157.95	--	--
5	4.50	1.00, 1.00	5 Ø 24	5 Ø 24	658.70	-1084.28	5.31	313.11	--	--
6	5.70	1.00, 1.00	5 Ø 24	5 Ø 24	500.78	-1017.49	2.91	319.44	--	--
7	6.90	1.00, 1.00	5 Ø 24	5 Ø 24	376.81	-965.06	1.69	326.12	--	--
8	8.10	1.00, 1.00	5 Ø 24	5 Ø 24	294.91	-930.42	1.08	333.17	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
Cod. elab.: 097IN237-MU81-6-CL-235_A				Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.				Data: Aprile 2011
Nome file: 097IN237-MU81-6-CL-235_A.docx				MU.81- Muro di controripa 117.75 mt da 19+816.54 (Tronco 37) a 0+010.000 (Tronco 39) - Relazione di calcolo				Pagina 26 di 58

## PROGETTO ESECUTIVO

1	0.00	1.00, 0.30	5 Ø 24	5 Ø 24	0.541	0.033	14.398	-3.615
2	1.23	1.00, 0.30	5 Ø 24	5 Ø 24	1.591	0.078	38.863	-11.324
3	2.46	1.00, 0.30	5 Ø 24	5 Ø 24	3.827	0.153	94.158	-27.086
4	3.69	1.00, 0.30	5 Ø 24	5 Ø 24	7.828	0.256	195.739	-54.793
5	4.50	1.00, 1.00	5 Ø 24	5 Ø 24	1.353	0.089	47.917	-16.699
6	5.70	1.00, 1.00	5 Ø 24	5 Ø 24	2.268	0.128	87.944	-27.598
7	6.90	1.00, 1.00	5 Ø 24	5 Ø 24	3.543	0.174	147.192	-42.604
8	8.10	1.00, 1.00	5 Ø 24	5 Ø 24	5.240	0.227	229.173	-62.400

## 7.8 Verifiche a fessurazione 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	0,002262	0,002262	-24,32	-1,40	0,0000	0,00	0,000
2	0,41	0,002262	0,002262	-24,32	-2,10	0,0000	0,00	0,000
3	0,82	0,002262	0,002262	-24,32	-3,34	0,0000	0,00	0,000
4	1,23	0,002262	0,002262	-24,32	-5,39	0,0000	0,00	0,000
5	1,64	0,002262	0,002262	-24,32	-8,54	0,0000	0,00	0,000
6	2,05	0,002262	0,002262	-24,32	-13,05	0,0000	0,00	0,000
7	2,46	0,002262	0,002262	-24,32	-19,22	0,0000	0,00	0,000
8	2,87	0,002262	0,002262	-24,32	-27,31	0,0144	181,31	0,044
9	3,28	0,002262	0,002262	-24,32	-37,61	0,0257	181,31	0,079
10	3,69	0,002262	0,002262	-24,32	-50,40	0,0400	181,31	0,123
11	4,10	0,002262	0,002262	-24,32	-65,95	0,0563	181,31	0,174
12	4,10	0,002262	0,002262	-246,00	-62,73	0,0000	0,00	0,000
13	4,50	0,002262	0,002262	-246,00	-79,67	0,0000	0,00	0,000
14	4,90	0,002262	0,002262	-246,00	-99,67	0,0000	0,00	0,000
15	5,30	0,002262	0,002262	-246,00	-122,99	0,0000	0,00	0,000
16	5,70	0,002262	0,002262	-246,00	-149,88	0,0000	0,00	0,000
17	6,10	0,002262	0,002262	-246,00	-180,60	0,0000	0,00	0,000
18	6,50	0,002262	0,002262	-246,00	-215,42	0,0000	0,00	0,000
19	6,90	0,002262	0,002262	-246,00	-254,58	0,0256	181,31	0,079
20	7,30	0,002262	0,002262	-246,00	-298,35	0,0310	181,31	0,096
21	7,70	0,002262	0,002262	-246,00	-346,98	0,0372	181,31	0,115
22	8,10	0,002262	0,002262	-246,00	-400,74	0,0500	181,31	0,154

## Combinazione n° 11

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$S_m$	w
1	0,00	0,002262	0,002262	-24,32	-3,50	0,0000	0,00	0,000
2	0,41	0,002262	0,002262	-24,32	-5,14	0,0000	0,00	0,000
3	0,82	0,002262	0,002262	-24,32	-7,54	0,0000	0,00	0,000
4	1,23	0,002262	0,002262	-24,32	-10,98	0,0000	0,00	0,000
5	1,64	0,002262	0,002262	-24,32	-15,75	0,0000	0,00	0,000

Cod. elab.: 097IN237-MU81-6-CL-235_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Aprile 2011
Nome file: 097IN237-MU81-6-CL-235_A.docx	MU.81- Muro di controripa 117.75 mt da 19+816.54 (Tronco 37) a 0+010.000 (Tronco 39) - Relazione di calcolo	Pagina 27 di 58

PROGETTO ESECUTIVO

6	2,05	0,002262	0,002262	-24,32	-22,11	0,0000	0,00	0,000
7	2,46	0,002262	0,002262	-24,32	-30,34	0,0176	181,31	0,054
8	2,87	0,002262	0,002262	-24,32	-40,73	0,0300	181,31	0,092
9	3,28	0,002262	0,002262	-24,32	-53,56	0,0440	181,31	0,136
10	3,69	0,002262	0,002262	-24,32	-69,09	0,0601	181,31	0,185
11	4,10	0,002262	0,002262	-24,32	-87,62	0,0788	181,31	0,243
12	4,10	0,002262	0,002262	-246,00	-83,56	0,0000	0,00	0,000
13	4,50	0,002262	0,002262	-246,00	-103,54	0,0000	0,00	0,000
14	4,90	0,002262	0,002262	-246,00	-126,80	0,0000	0,00	0,000
15	5,30	0,002262	0,002262	-246,00	-153,59	0,0000	0,00	0,000
16	5,70	0,002262	0,002262	-246,00	-184,16	0,0000	0,00	0,000
17	6,10	0,002262	0,002262	-246,00	-218,79	0,0000	0,00	0,000
18	6,50	0,002262	0,002262	-246,00	-257,71	0,0267	181,31	0,082
19	6,90	0,002262	0,002262	-246,00	-301,21	0,0321	181,31	0,099
20	7,30	0,002262	0,002262	-246,00	-349,52	0,0382	181,31	0,118
21	7,70	0,002262	0,002262	-246,00	-402,92	0,0520	181,31	0,160
22	8,10	0,002262	0,002262	-246,00	-461,66	0,0680	181,31	0,210

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	0,002262	0,002262	-24,32	-7,00	0,0000	0,00	0,000
2	0,41	0,002262	0,002262	-24,32	-10,20	0,0000	0,00	0,000
3	0,82	0,002262	0,002262	-24,32	-14,55	0,0000	0,00	0,000
4	1,23	0,002262	0,002262	-24,32	-20,31	0,0000	0,00	0,000
5	1,64	0,002262	0,002262	-24,32	-27,76	0,0155	181,31	0,048
6	2,05	0,002262	0,002262	-24,32	-37,19	0,0268	181,31	0,083
7	2,46	0,002262	0,002262	-24,32	-48,88	0,0398	181,31	0,123
8	2,87	0,002262	0,002262	-24,32	-63,10	0,0547	181,31	0,169
9	3,28	0,002262	0,002262	-24,32	-80,13	0,0721	181,31	0,222
10	3,69	0,002262	0,002262	-24,32	-100,24	0,0922	181,31	0,284
11	4,10	0,002262	0,002262	-24,32	-123,73	0,1155	181,31	0,356
12	4,10	0,002262	0,002262	-246,00	-118,28	0,0000	0,00	0,000
13	4,50	0,002262	0,002262	-246,00	-143,33	0,0000	0,00	0,000
14	4,90	0,002262	0,002262	-246,00	-172,01	0,0000	0,00	0,000
15	5,30	0,002262	0,002262	-246,00	-204,58	0,0000	0,00	0,000
16	5,70	0,002262	0,002262	-246,00	-241,30	0,0000	0,00	0,000
17	6,10	0,002262	0,002262	-246,00	-282,42	0,0307	181,31	0,095
18	6,50	0,002262	0,002262	-246,00	-328,21	0,0364	181,31	0,112
19	6,90	0,002262	0,002262	-246,00	-378,93	0,0475	181,31	0,146
20	7,30	0,002262	0,002262	-246,00	-434,82	0,0629	181,31	0,194
21	7,70	0,002262	0,002262	-246,00	-496,16	0,0789	181,31	0,243
22	8,10	0,002262	0,002262	-246,00	-563,19	0,0959	181,31	0,295

## 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 <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]

Cod. elab.: 097IN237-MU81-6-CL-235_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Aprile 2011
Nome file: 097IN237-MU81-6-CL-235_A.docx	MU.81- Muro di controripa 117.75 mt da 19+816.54 (Tronco 37) a 0+010.000 (Tronco 39) - Relazione di calcolo	Pagina 28 di 58

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

Fondazione di valle

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

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0.00	1.00, 1.60	5 Ø 20	10 Ø 20	0.00	1837.68	1248.55	433.48	--	--
2	0.60	1.00, 1.60	7 Ø 20	10 Ø 20	0.00	1840.52	49.61	4545.13	4545.13	424355.93
3	1.20	1.00, 1.60	5 Ø 20	10 Ø 20	0.00	1837.68	8.60	4545.13	4545.13	424355.93
4	1.80	1.00, 1.60	5 Ø 20	10 Ø 20	0.00	1837.68	3.57	4545.13	4545.13	424355.93
5	2.40	1.00, 1.60	5 Ø 20	10 Ø 20	0.00	1837.68	2.30	4545.13	4545.13	424355.93
6	3.00	1.00, 1.60	5 Ø 20	10 Ø 20	0.00	1837.68	1.61	4545.13	4545.13	424355.93
7	3.60	1.00, 1.60	5 Ø 20	12 Ø 20	0.00	2197.39	1.36	4545.13	4545.13	8711.86

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
8	0.00	1.00, 1.60	5 Ø 20	10 Ø 20	0.003	0.001	0.189	-0.042
9	0.60	1.00, 1.60	7 Ø 20	10 Ø 20	0.062	0.036	3.671	3.589
10	1.20	1.00, 1.60	5 Ø 20	10 Ø 20	0.397	0.198	22.801	-5.028
11	1.80	1.00, 1.60	5 Ø 20	10 Ø 20	0.975	0.178	56.015	-12.353
12	2.40	1.00, 1.60	5 Ø 20	10 Ø 20	1.502	0.159	86.239	-19.018
13	3.00	1.00, 1.60	5 Ø 20	10 Ø 20	2.178	0.275	125.064	-27.580
14	3.60	1.00, 1.60	5 Ø 20	12 Ø 20	3.061	0.305	158.054	-39.337

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	0.40	1.00, 1.60	5 Ø 20	10 Ø 20	0.00	-928.17	43.25	433.48	--	--
2	1.00	1.00, 1.60	5 Ø 20	10 Ø 20	0.00	-928.17	7.26	0.00	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
3	0.40	1.00, 1.60	5 Ø 20	10 Ø 20	0.084	0.000	-0.973	7.764
4	1.00	1.00, 1.60	5 Ø 20	10 Ø 20	0.458	0.000	-5.284	42.184

Cod. elab.: 097IN237-MU81-6-CL-235_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Aprile 2011
Nome file: 097IN237-MU81-6-CL-235_A.docx	MU.81- Muro di controripa 117.75 mt da 19+816.54 (Tronco 37) a 0+010.000 (Tronco 39) - Relazione di calcolo	Pagina 29 di 58

## 7.10 Verifiche a fessurazione fondazione

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	-3,90	0,001571	0,003142	619,59	0,73	0,0000	0,00	0,000
2	-3,70	0,001571	0,003142	-600,95	-7,25	0,0000	0,00	0,000
3	-3,50	0,001571	0,003142	-600,95	-10,58	0,0000	0,00	0,000
4	-3,30	0,002199	0,003142	622,00	12,35	0,0000	0,00	0,000
5	-3,10	0,001571	0,003142	619,59	28,36	0,0000	0,00	0,000
6	-2,90	0,001571	0,003142	619,59	51,11	0,0000	0,00	0,000
7	-2,70	0,001571	0,003142	619,59	79,77	0,0000	0,00	0,000
8	-2,50	0,001571	0,003142	619,59	119,25	0,0000	0,00	0,000
9	-2,30	0,001571	0,003142	619,59	159,93	0,0000	0,00	0,000
10	-2,10	0,001571	0,003142	619,59	197,79	0,0000	0,00	0,000
11	-1,90	0,001571	0,003142	619,59	233,43	0,0000	0,00	0,000
12	-1,70	0,001571	0,003142	619,59	266,48	0,0000	0,00	0,000
13	-1,50	0,001571	0,003142	619,59	302,64	0,0000	0,00	0,000
14	-1,30	0,001571	0,003142	619,59	345,88	0,0000	0,00	0,000
15	-1,10	0,001571	0,003142	619,59	392,60	0,0000	0,00	0,000
16	-0,90	0,001571	0,003142	619,59	442,40	0,0000	0,00	0,000
17	-0,70	0,001571	0,003142	619,59	512,55	0,0000	0,00	0,000
18	-0,50	0,001571	0,003142	619,59	594,38	0,0000	0,00	0,000
19	-0,30	0,001571	0,003770	629,37	681,96	0,0366	117,54	0,073
20	0,70	0,001571	0,003142	-600,95	-89,18	0,0000	0,00	0,000
21	0,90	0,001571	0,003142	-600,95	-54,90	0,0000	0,00	0,000
22	1,10	0,001571	0,003142	-600,95	-35,42	0,0000	0,00	0,000
23	1,30	0,001571	0,003142	-600,95	-17,28	0,0000	0,00	0,000
24	1,50	0,001571	0,003142	-600,95	-4,75	0,0000	0,00	0,000
25	1,70	0,001571	0,003142	619,59	0,74	0,0000	0,00	0,000

## Combinazione n° 11

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$S_m$	w
1	-3,90	0,001571	0,003142	619,59	0,78	0,0000	0,00	0,000
2	-3,70	0,001571	0,003142	-600,95	-7,82	0,0000	0,00	0,000
3	-3,50	0,001571	0,003142	-600,95	-11,23	0,0000	0,00	0,000
4	-3,30	0,002199	0,003142	622,00	14,00	0,0000	0,00	0,000
5	-3,10	0,001571	0,003142	619,59	31,81	0,0000	0,00	0,000
6	-2,90	0,001571	0,003142	619,59	57,03	0,0000	0,00	0,000
7	-2,70	0,001571	0,003142	619,59	88,79	0,0000	0,00	0,000
8	-2,50	0,001571	0,003142	619,59	132,19	0,0000	0,00	0,000
9	-2,30	0,001571	0,003142	619,59	177,18	0,0000	0,00	0,000
10	-2,10	0,001571	0,003142	619,59	219,26	0,0000	0,00	0,000
11	-1,90	0,001571	0,003142	619,59	259,09	0,0000	0,00	0,000
12	-1,70	0,001571	0,003142	619,59	296,29	0,0000	0,00	0,000
13	-1,50	0,001571	0,003142	619,59	336,40	0,0000	0,00	0,000
14	-1,30	0,001571	0,003142	619,59	384,16	0,0000	0,00	0,000

Cod. elab.: 097IN237-MU81-6-CL-235_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Aprile 2011
Nome file: 097IN237-MU81-6-CL-235_A.docx	MU.81- Muro di controripa 117.75 mt da 19+816.54 (Tronco 37) a 0+010.000 (Tronco 39) - Relazione di calcolo	Pagina 30 di 58

PROGETTO ESECUTIVO

15	-1,10	0,001571	0,003142	619,59	435,52	0,0000	0,00	0,000
16	-0,90	0,001571	0,003142	619,59	490,03	0,0000	0,00	0,000
17	-0,70	0,001571	0,003142	619,59	566,16	0,0000	0,00	0,000
18	-0,50	0,001571	0,003142	619,59	653,88	0,0418	125,05	0,089
19	-0,30	0,001571	0,003770	629,37	748,11	0,0442	117,54	0,088
20	0,70	0,001571	0,003142	-600,95	-92,59	0,0000	0,00	0,000
21	0,90	0,001571	0,003142	-600,95	-57,19	0,0000	0,00	0,000
22	1,10	0,001571	0,003142	-600,95	-36,39	0,0000	0,00	0,000
23	1,30	0,001571	0,003142	-600,95	-17,59	0,0000	0,00	0,000
24	1,50	0,001571	0,003142	-600,95	-4,80	0,0000	0,00	0,000
25	1,70	0,001571	0,003142	619,59	0,76	0,0000	0,00	0,000

Combinazione n° 12

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pr</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-3,90	0,001571	0,003142	619,59	0,86	0,0000	0,00	0,000
2	-3,70	0,001571	0,003142	-600,95	-8,77	0,0000	0,00	0,000
3	-3,50	0,001571	0,003142	-600,95	-12,33	0,0000	0,00	0,000
4	-3,30	0,002199	0,003142	622,00	16,76	0,0000	0,00	0,000
5	-3,10	0,001571	0,003142	619,59	37,55	0,0000	0,00	0,000
6	-2,90	0,001571	0,003142	619,59	66,90	0,0000	0,00	0,000
7	-2,70	0,001571	0,003142	619,59	103,82	0,0000	0,00	0,000
8	-2,50	0,001571	0,003142	619,59	153,74	0,0000	0,00	0,000
9	-2,30	0,001571	0,003142	619,59	205,92	0,0000	0,00	0,000
10	-2,10	0,001571	0,003142	619,59	255,04	0,0000	0,00	0,000
11	-1,90	0,001571	0,003142	619,59	301,84	0,0000	0,00	0,000
12	-1,70	0,001571	0,003142	619,59	345,98	0,0000	0,00	0,000
13	-1,50	0,001571	0,003142	619,59	392,65	0,0000	0,00	0,000
14	-1,30	0,001571	0,003142	619,59	447,97	0,0000	0,00	0,000
15	-1,10	0,001571	0,003142	619,59	507,05	0,0000	0,00	0,000
16	-0,90	0,001571	0,003142	619,59	569,42	0,0000	0,00	0,000
17	-0,70	0,001571	0,003142	619,59	655,49	0,0419	125,05	0,089
18	-0,50	0,001571	0,003142	619,59	753,05	0,0541	125,05	0,115
19	-0,30	0,001571	0,003770	629,37	858,36	0,0569	117,54	0,114
20	0,70	0,001571	0,003142	-600,95	-98,29	0,0000	0,00	0,000
21	0,90	0,001571	0,003142	-600,95	-61,02	0,0000	0,00	0,000
22	1,10	0,001571	0,003142	-600,95	-38,01	0,0000	0,00	0,000
23	1,30	0,001571	0,003142	-600,95	-18,09	0,0000	0,00	0,000
24	1,50	0,001571	0,003142	-600,95	-4,88	0,0000	0,00	0,000
25	1,70	0,001571	0,003142	619,59	0,79	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**

Cod. elab.: 097IN237-MU81-6-CL-235_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Aprile 2011
Nome file: 097IN237-MU81-6-CL-235_A.docx	MU.81- Muro di controripa 117.75 mt da 19+816.54 (Tronco 37) a 0+010.000 (Tronco 39) - Relazione di calcolo	Pagina 31 di 58



Nr.	Y	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax	Nmin	Nmax
1	0.00	178.5621	326.7401	128.8415	289.8339	-164.3856	331.8007
2	0.60	101.2573	152.8401	117.0563	278.0484	-156.7300	339.0763
3	1.20	-13.9890	31.0235	93.4861	254.4781	-148.8428	345.8234
4	1.80	-166.6759	-25.0682	61.5083	219.1227	-140.7239	352.0419
5	2.40	-298.1495	-61.9732	36.9146	171.9822	-132.3735	357.7320
6	3.00	-401.3388	-84.1219	19.0047	113.0565	-123.7915	362.8935
7	3.60	-469.1727	-95.5248	-10.6691	42.3456	-114.9779	367.5266
8	4.20	-494.5801	-94.4529	-51.8371	-14.7083	-105.9328	371.6311
9	4.80	-470.4899	-85.6280	-93.2645	-21.6297	-96.6560	375.2071
10	5.40	-414.5312	-72.6502	-119.2952	-24.2546	-87.1476	378.2546

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

Nr.	Y	A <sub>f</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0.00	20 Ø 20	614.50	614.50	503.46	1.93
2	0.60	20 Ø 20	537.49	537.49	503.46	3.68
3	1.20	20 Ø 20	11.81	11.81	503.46	12.79
4	1.80	20 Ø 20	505.16	505.16	503.46	3.51
5	2.40	20 Ø 20	622.79	622.79	503.46	2.14
6	3.00	20 Ø 20	646.88	646.88	503.46	1.65
7	3.60	20 Ø 20	658.36	658.36	503.46	1.43
8	4.20	20 Ø 20	663.31	663.31	503.46	1.37
9	4.80	20 Ø 20	663.90	663.90	503.46	1.44
10	5.40	20 Ø 20	661.66	661.66	503.46	1.63

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

Nr.	Y	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax	Nmin	Nmax
1	0.00	178.5621	326.7401	128.8415	289.8339	388.8096	464.0894
2	0.60	101.2573	152.8401	117.0563	278.0484	395.9634	471.2012
3	1.20	-13.9890	31.0235	93.4861	254.4781	402.3453	477.4569
4	1.80	-166.6759	-25.0682	61.5083	219.1227	407.9553	482.8564
5	2.40	-298.1495	-61.9732	36.9146	171.9822	412.7934	487.3999
6	3.00	-401.3388	-84.1219	19.0047	113.0565	416.8594	491.0872
7	3.60	-469.1727	-95.5248	-10.6691	42.3456	420.1536	493.9184
8	4.20	-494.5801	-94.4529	-51.8371	-14.7083	422.6758	495.8935
9	4.80	-470.4899	-85.6280	-93.2645	-21.6297	424.4261	497.0125
10	5.40	-414.5312	-72.6502	-119.2952	-24.2546	425.4044	497.2754

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

Nr.	Y	A <sub>f</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0.00	20 Ø 20	910.56	910.56	503.46	2.82
2	0.60	20 Ø 20	965.27	965.27	503.46	6.66
3	1.20	20 Ø 20	0.63	0.63	503.46	15.94
4	1.80	20 Ø 20	437.50	437.50	503.46	6.11
5	2.40	20 Ø 20	790.79	790.79	503.46	3.19
6	3.00	20 Ø 20	893.02	893.02	503.46	2.23
7	3.60	20 Ø 20	872.96	872.96	503.46	1.86
8	4.20	20 Ø 20	866.43	866.43	503.46	1.75
9	4.80	20 Ø 20	873.76	873.76	503.46	1.86

Cod. elab.: 097IN237-MU81-6-CL-235_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Aprile 2011
Nome file: 097IN237-MU81-6-CL-235_A.docx	MU.81- Muro di controripa 117.75 mt da 19+816.54 (Tronco 37) a 0+010.000 (Tronco 39) - Relazione di calcolo	Pagina 32 di 58

PROGETTO ESECUTIVO

10      5.40                  20 Ø 20      834.32      834.32      503.46                  2.15

**Inviluppo sollecitazioni fila di pali nr. 3**

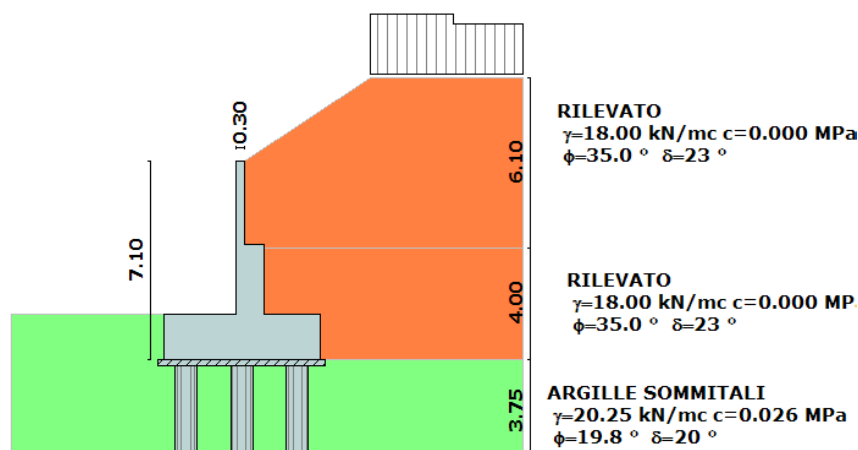
Nr.	Y	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax	Nmin	Nmax
1	0.00	178.5621	326.7401	128.8415	289.8339	476.0669	1055.3706
2	0.60	101.2573	152.8401	117.0563	278.0484	483.2823	1062.1518
3	1.20	-13.9890	31.0235	93.4861	254.4781	489.8488	1067.4158
4	1.80	-166.6759	-25.0682	61.5083	219.1227	495.7664	1071.1625
5	2.40	-298.1495	-61.9732	36.9146	171.9822	501.0351	1073.3921
6	3.00	-401.3388	-84.1219	19.0047	113.0565	505.6550	1074.1044
7	3.60	-469.1727	-95.5248	-10.6691	42.3456	509.6260	1073.2995
8	4.20	-494.5801	-94.4529	-51.8371	-14.7083	512.9480	1070.9774
9	4.80	-470.4899	-85.6280	-93.2645	-21.6297	515.6213	1067.1380
10	5.40	-414.5312	-72.6502	-119.2952	-24.2546	517.6456	1061.7815

**Inviluppo verifiche fila di pali nr. 3**

Nr.	Y	A <sub>f</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0.00	20 Ø 20	1011.04	1011.04	503.46	3.09
2	0.60	20 Ø 20	789.58	789.58	503.46	5.17
3	1.20	20 Ø 20	0.33	0.33	503.46	7.22
4	1.80	20 Ø 20	381.42	381.42	503.46	4.91
5	2.40	20 Ø 20	729.52	729.52	503.46	3.33
6	3.00	20 Ø 20	843.52	843.52	503.46	2.53
7	3.60	20 Ø 20	884.52	884.52	503.46	2.14
8	4.20	20 Ø 20	878.70	878.70	503.46	2.02
9	4.80	20 Ø 20	842.88	842.88	503.46	2.13
10	5.40	20 Ø 20	779.98	779.98	503.46	2.45

Cod. elab.: 097IN237-MU81-6-CL-235_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Aprile 2011
Nome file: 097IN237-MU81-6-CL-235_A.docx	MU.81- Muro di controripa 117.75 mt da 19+816.54 (Tronco 37) a 0+010.000 (Tronco 39) - Relazione di calcolo	Pagina 33 di 58

## 8 MURO DI SOTTOSCARPA Hmax 250+300 (TIPO 2)



### 8.1 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	3.00	0.00	0.00
2	1.00	1.00	2.50	0.00	0.00

Altezza del paramento 5.50 [m]

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	2.60 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	2.00 [m]
Lunghezza totale fondazione	5.60 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	1.60 [m]
Spessore magrone	0.20 [m]

Cod. elab.: 097IN237-MU81-6-CL-235_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Aprile 2011
Nome file: 097IN237-MU81-6-CL-235_A.docx	MU.81- Muro di controripa 117.75 mt da 19+816.54 (Tronco 37) a 0+010.000 (Tronco 39) - Relazione di calcolo	Pagina 34 di 58

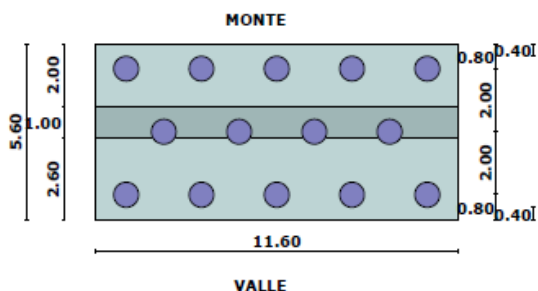
## 8.2 Descrizione pali di fondazione

Pali in c.a.

Numero di file di pali 3

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)

N	X	Nr.	D	L	alfa	ALL
1	0.80	5	0.8000	24.00	0.00	Centrati
2	2.80	4	0.8000	24.00	0.00	Sfalsati
3	4.80	5	0.8000	24.00	0.00	Centrati

## 8.3 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	4.50	3.00	33.69
2	10.00	3.00	0.00

## 8.4 Stabilità globale muro + terreno

*Simbologia adottata*

Cod. elab.: 097IN237-MU81-6-CL-235_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Aprile 2011
Nome file: 097IN237-MU81-6-CL-235_A.docx	MU.81- Muro di controripa 117.75 mt da 19+816.54 (Tronco 37) a 0+010.000 (Tronco 39) - Relazione di calcolo	Pagina 35 di 58

C Identificativo della combinazione  
 Tipo Tipo combinazione  
 Sisma Combinazione sismica  
 $CS_{SCO}$  Coeff. di sicurezza allo scorrimento  
 $CS_{RIB}$  Coeff. di sicurezza al ribaltamento  
 $CS_{QLIM}$  Coeff. di sicurezza a carico limite  
 $CS_{STAB}$  Coeff. di sicurezza a stabilità globale

C	Tipo	Sisma	$CS_{SCO}$	$CS_{RIB}$	$CS_{QLIM}$	$CS_{STAB}$
1	A1-M1 - [1]	--	--	--	--	--
2	A2-M2 - [1]	--	--	--	--	--
3	STAB - [1]	--	--	--	--	2.87
4	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	--
5	A2-M2 - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	--
6	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	2.59
7	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	--
8	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	--
9	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	2.43
10	SLEQ - [1]	--	--	--	--	--
11	SLEF - [1]	--	--	--	--	--
12	SLER - [1]	--	--	--	--	--

## 8.5 Analisi dei pali

Combinazione n° 8 (CRITICA)

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

Orizzontale [kN] 486.835  
 Verticale [kN] 771.303  
 Momento [kNm] -833.708

Spostamenti della piastra di fondazione

Orizzontale [m] 0.0047608  
 Verticale [m] 0.0009703  
 Rotazione [°] -0.03484

Scarichi in testa ai pali

Fila nr.	N.pali	N [kN]	T [kN]	M [kNm]	Tu [kN]	Mu [kNm]
1	5	-161.88	403.38	453.44	532.65	598.76
2	4	639.08	403.38	453.44	532.65	598.76
3	5	1440.04	403.38	453.44	532.65	598.76

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

Cod. elab.: 097IN237-MU81-6-CL-235_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Aprile 2011
Nome file: 097IN237-MU81-6-CL-235_A.docx	MU.81- Muro di controripa 117.75 mt da 19+816.54 (Tronco 37) a 0+010.000 (Tronco 39) - Relazione di calcolo	Pagina 36 di 58

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

Fila	$N_c$	$N'_c$	$N_q$	$N'_q$	$N_\gamma$	$N'_\gamma$	$\tau_m$	$\sigma_p$
1	9.27	9.27	3.87	3.87	0.00	0.00	-0.08	6.63
2	9.27	9.27	3.87	3.87	0.00	0.00	0.09	2.16
3	9.27	9.27	3.87	3.87	0.00	0.00	0.21	3.99

Fila	$P_l$	$P_p$	$P_t$	$P_{d,s}$	$P_{d,c}$	PT
1	1496.14	878.72	2073.27	1546.23	2073.27	MEDI
1	1450.08	740.42	1888.91	1406.93	1888.91	MINIMI
2	1496.14	878.72	3260.70	1650.31	2073.27	MEDI
2	1450.08	740.42	2633.68	1507.81	1888.91	MINIMI
3	1496.14	878.72	3260.70	1650.31	2073.27	MEDI
3	1450.08	740.42	2633.68	1507.81	1888.91	MINIMI

## 8.6 Inviluppo Sollecitazioni paramento

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in [kN]

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

### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.82	7.9578	12.3300	0.8384	6.3300	4.2226	18.9418
3	1.64	19.8162	26.8895	8.3191	30.5615	17.4876	44.3442
4	2.45	34.7442	43.2893	29.2106	77.5406	37.8691	75.0794
5	3.00	89.7870	105.3630	66.9604	126.7759	69.3183	106.2866
6	3.83	122.1509	140.1686	130.9150	226.0057	101.7098	148.6957
7	4.67	155.9937	176.9185	222.7850	361.5496	138.6083	195.0675
8	5.50	190.9863	215.5117	346.2767	536.6863	179.7709	245.3045

### Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.82	7.4379	7.5135	0.6254	0.6371	3.0172	3.1925
3	1.64	17.4785	17.9650	5.8355	6.2856	12.0684	13.1961
4	2.45	29.6051	30.7319	20.1972	22.0472	25.9553	28.5674
5	3.00	83.1829	85.7213	46.2970	52.0942	46.2329	52.1175
6	3.83	113.4188	117.0835	88.9802	100.1878	68.0305	76.5263
7	4.67	145.0322	149.9236	150.4776	169.3225	93.0214	104.3609
8	5.50	177.9736	184.1680	233.4265	262.3173	121.0912	135.4513

Cod. elab.: 097IN237-MU81-6-CL-235_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Aprile 2011
Nome file: 097IN237-MU81-6-CL-235_A.docx	MU.81- Muro di controripa 117.75 mt da 19+816.54 (Tronco 37) a 0+010.000 (Tronco 39) - Relazione di calcolo	Pagina 37 di 58

## 8.7 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]
$\sigma_{fi}$	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
$V_{Rcd}$	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
$V_{Rsd}$	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
$V_{Rd}$	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0.00	1.00, 0.30	5 Ø 20	5 Ø 20	0.00	0.00	1000.00	134.22	--	--
2	0.82	1.00, 0.30	5 Ø 20	5 Ø 20	334.05	-171.49	27.09	135.22	--	--
3	1.64	1.00, 0.30	5 Ø 20	5 Ø 20	133.38	-151.60	4.96	136.70	--	--
4	2.45	1.00, 0.30	5 Ø 20	5 Ø 20	81.78	-146.48	1.89	138.56	--	--
5	3.00	1.00, 1.00	5 Ø 20	5 Ø 20	654.20	-840.63	6.63	310.43	--	--
6	3.83	1.00, 1.00	5 Ø 20	5 Ø 20	441.32	-750.13	3.32	315.39	--	--
7	4.67	1.00, 1.00	5 Ø 20	5 Ø 20	327.27	-701.65	1.94	320.63	--	--
8	5.50	1.00, 1.00	5 Ø 20	5 Ø 20	257.48	-671.99	1.25	323.54	--	--

### 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	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.82	1.00, 0.30	5 Ø 20	5 Ø 20	0.060	0.015	0.125	-0.698
3	1.64	1.00, 0.30	5 Ø 20	5 Ø 20	0.597	0.062	12.758	-4.610
4	2.45	1.00, 0.30	5 Ø 20	5 Ø 20	2.075	0.134	54.482	-14.005
5	3.00	1.00, 1.00	5 Ø 20	5 Ø 20	0.552	0.065	14.144	-7.098
6	3.83	1.00, 1.00	5 Ø 20	5 Ø 20	1.099	0.095	38.556	-13.586
7	4.67	1.00, 1.00	5 Ø 20	5 Ø 20	1.875	0.129	77.761	-22.557
8	5.50	1.00, 1.00	5 Ø 20	5 Ø 20	2.910	0.168	133.656	-34.313

## 8.8 Verifiche a fessurazione 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]

Cod. elab.: 097IN237-MU81-6-CL-235_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Aprile 2011
Nome file: 097IN237-MU81-6-CL-235_A.docx	MU.81- Muro di controripa 117.75 mt da 19+816.54 (Tronco 37) a 0+010.000 (Tronco 39) - Relazione di calcolo	Pagina 38 di 58

PROGETTO ESECUTIVO

$\epsilon_m$  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 <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	$\epsilon_m$	S <sub>m</sub>	w
1	0,00	0,001571	0,001571	-22,96	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	0,27	0,001571	0,001571	-22,96	-0,01	0,0000	0,00	0,000
3	0,55	0,001571	0,001571	-22,96	-0,16	0,0000	0,00	0,000
4	0,82	0,001571	0,001571	-22,96	-0,63	0,0000	0,00	0,000
5	1,09	0,001571	0,001571	-22,96	-1,60	0,0000	0,00	0,000
6	1,36	0,001571	0,001571	-22,96	-3,28	0,0000	0,00	0,000
7	1,64	0,001571	0,001571	-22,96	-5,84	0,0000	0,00	0,000
8	1,91	0,001571	0,001571	-22,96	-9,41	0,0000	0,00	0,000
9	2,18	0,001571	0,001571	-22,96	-14,16	0,0000	0,00	0,000
10	2,45	0,001571	0,001571	-22,96	-20,20	0,0000	0,00	0,000
11	2,73	0,001571	0,001571	-22,96	-27,66	0,0203	199,58	0,069
12	3,00	0,001571	0,001571	-22,96	-36,67	0,0353	199,58	0,120
13	3,00	0,001571	0,001571	-238,23	-46,30	0,0000	0,00	0,000
14	3,28	0,001571	0,001571	-238,23	-58,60	0,0000	0,00	0,000
15	3,56	0,001571	0,001571	-238,23	-72,79	0,0000	0,00	0,000
16	3,83	0,001571	0,001571	-238,23	-88,98	0,0000	0,00	0,000
17	4,11	0,001571	0,001571	-238,23	-107,26	0,0000	0,00	0,000
18	4,39	0,001571	0,001571	-238,23	-127,72	0,0000	0,00	0,000
19	4,67	0,001571	0,001571	-238,23	-150,48	0,0000	0,00	0,000
20	4,94	0,001571	0,001571	-238,23	-175,62	0,0000	0,00	0,000
21	5,22	0,001571	0,001571	-238,23	-203,23	0,0000	0,00	0,000
22	5,50	0,001571	0,001571	-238,23	-233,43	0,0000	0,00	0,000

Combinazione n° 11

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	$\epsilon_m$	S <sub>m</sub>	w
1	0,00	0,001571	0,001571	-22,96	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	0,27	0,001571	0,001571	-22,96	-0,01	0,0000	0,00	0,000
3	0,55	0,001571	0,001571	-22,96	-0,16	0,0000	0,00	0,000
4	0,82	0,001571	0,001571	-22,96	-0,63	0,0000	0,00	0,000
5	1,09	0,001571	0,001571	-22,96	-1,62	0,0000	0,00	0,000
6	1,36	0,001571	0,001571	-22,96	-3,35	0,0000	0,00	0,000
7	1,64	0,001571	0,001571	-22,96	-5,97	0,0000	0,00	0,000
8	1,91	0,001571	0,001571	-22,96	-9,66	0,0000	0,00	0,000
9	2,18	0,001571	0,001571	-22,96	-14,56	0,0000	0,00	0,000
10	2,45	0,001571	0,001571	-22,96	-20,81	0,0000	0,00	0,000
11	2,73	0,001571	0,001571	-22,96	-28,54	0,0212	199,58	0,072
12	3,00	0,001571	0,001571	-22,96	-37,87	0,0373	199,58	0,127
13	3,00	0,001571	0,001571	-238,23	-48,32	0,0000	0,00	0,000
14	3,28	0,001571	0,001571	-238,23	-61,19	0,0000	0,00	0,000
15	3,56	0,001571	0,001571	-238,23	-76,03	0,0000	0,00	0,000
16	3,83	0,001571	0,001571	-238,23	-92,96	0,0000	0,00	0,000
17	4,11	0,001571	0,001571	-238,23	-112,06	0,0000	0,00	0,000
18	4,39	0,001571	0,001571	-238,23	-133,46	0,0000	0,00	0,000
19	4,67	0,001571	0,001571	-238,23	-157,24	0,0000	0,00	0,000
20	4,94	0,001571	0,001571	-238,23	-183,50	0,0000	0,00	0,000
21	5,22	0,001571	0,001571	-238,23	-212,35	0,0000	0,00	0,000
22	5,50	0,001571	0,001571	-238,23	-243,87	0,0355	199,58	0,120

Combinazione n° 12

Cod. elab.: 097IN237-MU81-6-CL-235_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Aprile 2011
Nome file: 097IN237-MU81-6-CL-235_A.docx	MU.81- Muro di controripa 117.75 mt da 19+816.54 (Tronco 37) a 0+010.000 (Tronco 39) - Relazione di calcolo	Pagina 39 di 58



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	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	0,27	0,001571	0,001571	-22,96	-0,01	0,0000	0,00	0,000
3	0,55	0,001571	0,001571	-22,96	-0,16	0,0000	0,00	0,000
4	0,82	0,001571	0,001571	-22,96	-0,64	0,0000	0,00	0,000
5	1,09	0,001571	0,001571	-22,96	-1,68	0,0000	0,00	0,000
6	1,36	0,001571	0,001571	-22,96	-3,50	0,0000	0,00	0,000
7	1,64	0,001571	0,001571	-22,96	-6,29	0,0000	0,00	0,000
8	1,91	0,001571	0,001571	-22,96	-10,20	0,0000	0,00	0,000
9	2,18	0,001571	0,001571	-22,96	-15,40	0,0000	0,00	0,000
10	2,45	0,001571	0,001571	-22,96	-22,05	0,0000	0,00	0,000
11	2,73	0,001571	0,001571	-22,96	-30,27	0,0244	199,58	0,083
12	3,00	0,001571	0,001571	-22,96	-40,20	0,0410	199,58	0,139
13	3,00	0,001571	0,001571	-238,23	-52,09	0,0000	0,00	0,000
14	3,28	0,001571	0,001571	-238,23	-65,97	0,0000	0,00	0,000
15	3,56	0,001571	0,001571	-238,23	-81,96	0,0000	0,00	0,000
16	3,83	0,001571	0,001571	-238,23	-100,19	0,0000	0,00	0,000
17	4,11	0,001571	0,001571	-238,23	-120,75	0,0000	0,00	0,000
18	4,39	0,001571	0,001571	-238,23	-143,76	0,0000	0,00	0,000
19	4,67	0,001571	0,001571	-238,23	-169,32	0,0000	0,00	0,000
20	4,94	0,001571	0,001571	-238,23	-197,53	0,0000	0,00	0,000
21	5,22	0,001571	0,001571	-238,23	-228,50	0,0000	0,00	0,000
22	5,50	0,001571	0,001571	-238,23	-262,32	0,0389	199,58	0,132

## 8.9 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 <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [MPa]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [MPa]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VR <sub>cd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VR <sub>sd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VR <sub>d</sub>	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

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

### Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.20	1.00, 1.60	5 Ø 20	5 Ø 24	0.00	1330.01	76.69	433.48	--	--

Cod. elab.: 097IN237-MU81-6-CL-235_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Aprile 2011
Nome file: 097IN237-MU81-6-CL-235_A.docx	MU.81- Muro di controripa 117.75 mt da 19+816.54 (Tronco 37) a 0+010.000 (Tronco 39) - Relazione di calcolo	Pagina 40 di 58

2	0.80	1.00, 1.60	5 Ø 20	5 Ø 24	0.00	1330.01	16.68	433.48	--	--
3	1.40	1.00, 1.60	5 Ø 20	5 Ø 24	0.00	1330.01	3.84	4545.13	4545.13424355.93	
4	2.00	1.00, 1.60	5 Ø 20	5 Ø 24	0.00	1330.01	1.93	4545.13	4545.13424355.93	
5	2.60	1.00, 1.60	5 Ø 200.002890		0.00	1693.12	1.63	4545.13	4545.13848711.86	

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>
6	0.20	1.00, 1.60	5 Ø 20	5 Ø 24	0.033	0.010	1.787	2.959
7	0.80	1.00, 1.60	5 Ø 20	5 Ø 24	0.163	0.101	11.319	-2.002
8	1.40	1.00, 1.60	5 Ø 20	5 Ø 24	0.740	0.215	51.368	-9.086
9	2.00	1.00, 1.60	5 Ø 20	5 Ø 24	1.471	0.196	102.134	-18.065
10	2.60	1.00, 1.60	5 Ø 200.002890		2.039	0.327	122.899	-25.636

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 <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.20	1.00, 1.60	5 Ø 20	5 Ø 24	0.00	-928.00	174.51	433.48	--	--
2	0.80	1.00, 1.60	5 Ø 20	5 Ø 24	0.00	-928.00	14.13	433.48	--	--
3	1.40	1.00, 1.60	5 Ø 20	5 Ø 24	0.00	-928.00	4.34	0.00	--	--
4	2.00	1.00, 1.60	5 Ø 20	5 Ø 24	0.00	-928.00	2.12	0.00	--	--

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>
5	0.20	1.00, 1.60	5 Ø 20	5 Ø 24	0.028	0.000	-0.323	2.451
6	0.80	1.00, 1.60	5 Ø 20	5 Ø 24	0.233	0.000	-2.713	20.554
7	1.40	1.00, 1.60	5 Ø 20	5 Ø 24	0.342	0.005	-3.984	30.189
8	2.00	1.00, 1.60	5 Ø 20	5 Ø 24	0.756	0.000	-8.819	66.816

### 8.10 Verifiche a fessurazione 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	-2,90	0,001571	0,002262	605,89	0,23	0,0000	0,00	0,000
2	-2,70	0,001571	0,002262	-597,71	-6,26	0,0000	0,00	0,000
3	-2,50	0,001571	0,002262	-597,71	-11,30	0,0000	0,00	0,000
4	-2,30	0,001571	0,002262	-597,71	-17,77	0,0000	0,00	0,000

Cod. elab.: 097IN237-MU81-6-CL-235_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Aprile 2011
Nome file: 097IN237-MU81-6-CL-235_A.docx	MU.81- Muro di controripa 117.75 mt da 19+816.54 (Tronco 37) a 0+010.000 (Tronco 39) - Relazione di calcolo	Pagina 41 di 58

PROGETTO ESECUTIVO

5	-2,10	0,001571	0,002262	605,89	32,45	0,0000	0,00	0,000
6	-1,90	0,001571	0,002262	605,89	60,99	0,0000	0,00	0,000
7	-1,70	0,001571	0,002262	605,89	98,01	0,0000	0,00	0,000
8	-1,50	0,001571	0,002262	605,89	149,08	0,0000	0,00	0,000
9	-1,30	0,001571	0,002262	605,89	200,69	0,0000	0,00	0,000
10	-1,10	0,001571	0,002262	605,89	249,14	0,0000	0,00	0,000
11	-0,90	0,001571	0,002262	605,89	296,24	0,0000	0,00	0,000
12	-0,70	0,001571	0,002262	605,89	343,17	0,0000	0,00	0,000
13	-0,50	0,001571	0,002262	605,89	390,24	0,0000	0,00	0,000
14	-0,30	0,001571	0,002890	615,68	455,21	0,0000	0,00	0,000
15	0,70	0,001571	0,002262	-597,71	-129,00	0,0000	0,00	0,000
16	0,90	0,001571	0,002262	-597,71	-95,23	0,0000	0,00	0,000
17	1,10	0,001571	0,002262	-597,71	-72,07	0,0000	0,00	0,000
18	1,30	0,001571	0,002262	-597,71	-56,05	0,0000	0,00	0,000
19	1,50	0,001571	0,002262	-597,71	-52,95	0,0000	0,00	0,000
20	1,70	0,001571	0,002262	-597,71	-53,50	0,0000	0,00	0,000
21	1,90	0,001571	0,002262	-597,71	-46,95	0,0000	0,00	0,000
22	2,10	0,001571	0,002262	-597,71	-36,22	0,0000	0,00	0,000
23	2,30	0,001571	0,002262	-597,71	-18,01	0,0000	0,00	0,000
24	2,50	0,001571	0,002262	-597,71	-5,70	0,0000	0,00	0,000
25	2,70	0,001571	0,002262	605,89	0,64	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	-2,90	0,001571	0,002262	605,89	0,23	0,0000	0,00	0,000
2	-2,70	0,001571	0,002262	-597,71	-6,49	0,0000	0,00	0,000
3	-2,50	0,001571	0,002262	-597,71	-11,64	0,0000	0,00	0,000
4	-2,30	0,001571	0,002262	-597,71	-18,22	0,0000	0,00	0,000
5	-2,10	0,001571	0,002262	605,89	34,32	0,0000	0,00	0,000
6	-1,90	0,001571	0,002262	605,89	64,35	0,0000	0,00	0,000
7	-1,70	0,001571	0,002262	605,89	103,27	0,0000	0,00	0,000
8	-1,50	0,001571	0,002262	605,89	156,89	0,0000	0,00	0,000
9	-1,30	0,001571	0,002262	605,89	211,15	0,0000	0,00	0,000
10	-1,10	0,001571	0,002262	605,89	262,16	0,0000	0,00	0,000
11	-0,90	0,001571	0,002262	605,89	311,85	0,0000	0,00	0,000
12	-0,70	0,001571	0,002262	605,89	361,39	0,0000	0,00	0,000
13	-0,50	0,001571	0,002262	605,89	411,16	0,0000	0,00	0,000
14	-0,30	0,001571	0,002890	615,68	477,95	0,0000	0,00	0,000
15	0,70	0,001571	0,002262	-597,71	-138,80	0,0000	0,00	0,000
16	0,90	0,001571	0,002262	-597,71	-103,69	0,0000	0,00	0,000
17	1,10	0,001571	0,002262	-597,71	-78,95	0,0000	0,00	0,000
18	1,30	0,001571	0,002262	-597,71	-61,31	0,0000	0,00	0,000
19	1,50	0,001571	0,002262	-597,71	-56,25	0,0000	0,00	0,000
20	1,70	0,001571	0,002262	-597,71	-54,97	0,0000	0,00	0,000
21	1,90	0,001571	0,002262	-597,71	-47,26	0,0000	0,00	0,000
22	2,10	0,001571	0,002262	-597,71	-35,90	0,0000	0,00	0,000
23	2,30	0,001571	0,002262	-597,71	-17,76	0,0000	0,00	0,000
24	2,50	0,001571	0,002262	-597,71	-5,57	0,0000	0,00	0,000
25	2,70	0,001571	0,002262	605,89	0,63	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	-2,90	0,001571	0,002262	605,89	0,24	0,0000	0,00	0,000
2	-2,70	0,001571	0,002262	-597,71	-6,88	0,0000	0,00	0,000
3	-2,50	0,001571	0,002262	-597,71	-12,22	0,0000	0,00	0,000
4	-2,30	0,001571	0,002262	-597,71	-18,97	0,0000	0,00	0,000

Cod. elab.: 097IN237-MU81-6-CL-235_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Aprile 2011
Nome file: 097IN237-MU81-6-CL-235_A.docx	MU.81- Muro di controripa 117.75 mt da 19+816.54 (Tronco 37) a 0+010.000 (Tronco 39) - Relazione di calcolo	Pagina 42 di 58

## PROGETTO ESECUTIVO

5	-2,10	0,001571	0,002262	605,89	37,47	0,0000	0,00	0,000
6	-1,90	0,001571	0,002262	605,89	69,98	0,0000	0,00	0,000
7	-1,70	0,001571	0,002262	605,89	112,10	0,0000	0,00	0,000
8	-1,50	0,001571	0,002262	605,89	170,03	0,0000	0,00	0,000
9	-1,30	0,001571	0,002262	605,89	228,72	0,0000	0,00	0,000
10	-1,10	0,001571	0,002262	605,89	284,05	0,0000	0,00	0,000
11	-0,90	0,001571	0,002262	605,89	338,06	0,0000	0,00	0,000
12	-0,70	0,001571	0,002262	605,89	392,00	0,0000	0,00	0,000
13	-0,50	0,001571	0,002262	605,89	446,32	0,0000	0,00	0,000
14	-0,30	0,001571	0,002890	615,68	516,14	0,0000	0,00	0,000
15	0,70	0,001571	0,002262	-597,71	-155,31	0,0000	0,00	0,000
16	0,90	0,001571	0,002262	-597,71	-117,94	0,0000	0,00	0,000
17	1,10	0,001571	0,002262	-597,71	-90,55	0,0000	0,00	0,000
18	1,30	0,001571	0,002262	-597,71	-70,17	0,0000	0,00	0,000
19	1,50	0,001571	0,002262	-597,71	-61,81	0,0000	0,00	0,000
20	1,70	0,001571	0,002262	-597,71	-57,46	0,0000	0,00	0,000
21	1,90	0,001571	0,002262	-597,71	-47,78	0,0000	0,00	0,000
22	2,10	0,001571	0,002262	-597,71	-35,36	0,0000	0,00	0,000
23	2,30	0,001571	0,002262	-597,71	-17,33	0,0000	0,00	0,000
24	2,50	0,001571	0,002262	-597,71	-5,35	0,0000	0,00	0,000
25	2,70	0,001571	0,002262	605,89	0,63	0,0000	0,00	0,000

**8.11 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	234.1125	453.4401	176.1906	403.3772	-190.9103	424.9011
2	0.60	128.3981	211.4139	164.4055	391.5919	-183.2769	432.1375
3	1.20	-23.5413	29.7548	140.8353	368.0217	-175.4563	438.7669
4	1.80	-244.3543	-54.7463	105.4800	332.6663	-167.4486	444.7894
5	2.40	-443.9540	-118.0343	58.9752	285.5258	-159.2537	450.2051
6	3.00	-615.2695	-153.4194	24.9210	226.6001	-150.8716	455.0137
7	3.60	-751.2295	-168.3720	1.5137	155.8893	-142.3024	459.2155
8	4.20	-844.7631	-169.2803	-43.1394	73.3934	-133.5459	462.8104
9	4.80	-888.7992	-155.1020	-90.3709	-20.8877	-124.6023	465.7983
10	5.40	-876.2666	-132.6308	-141.9119	-43.1003	-115.4716	468.1793

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

Nr.	Y	A <sub>f</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0.00	26 Ø 24	1094.33	1094.33	503.46	2.47

Cod. elab.: 097IN237-MU81-6-CL-235_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Aprile 2011
Nome file: 097IN237-MU81-6-CL-235_A.docx	MU.81- Muro di controripa 117.75 mt da 19+816.54 (Tronco 37) a 0+010.000 (Tronco 39) - Relazione di calcolo	Pagina 43 di 58

## PROGETTO ESECUTIVO

2	0.60	26 Ø 24	980.63	980.63	503.46	4.86
3	1.20	26 Ø 24	359.24	359.24	503.46	17.92
4	1.80	26 Ø 24	908.71	908.71	503.46	4.37
5	2.40	26 Ø 24	1110.86	1110.86	503.46	2.57
6	3.00	26 Ø 24	1144.89	1144.89	503.46	1.90
7	3.60	26 Ø 24	1162.16	1162.16	503.46	1.57
8	4.20	26 Ø 24	1171.78	1171.78	503.46	1.41
9	4.80	26 Ø 24	1176.85	1176.85	503.46	1.34
10	5.40	26 Ø 24	1178.26	1178.26	503.46	1.37

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

Nr.	Y	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax	Nmin	Nmax
1	0.00	234.1125	453.4401	176.1906	403.3772	548.8517	639.0798
2	0.60	128.3981	211.4139	164.4055	391.5919	555.9155	646.0931
3	1.20	-23.5413	29.7548	140.8353	368.0217	562.0273	652.0534
4	1.80	-244.3543	-54.7463	105.4800	332.6663	567.1871	656.9607
5	2.40	-443.9540	-118.0343	58.9752	285.5258	571.3948	660.8149
6	3.00	-615.2695	-153.4194	24.9210	226.6001	574.6505	663.6160
7	3.60	-751.2295	-168.3720	1.5137	155.8893	576.9542	665.3642
8	4.20	-844.7631	-169.2803	-43.1394	73.3934	578.3058	666.0593
9	4.80	-888.7992	-155.1020	-90.3709	-20.8877	578.7054	665.7014
10	5.40	-876.2666	-132.6308	-141.9119	-43.1003	578.1530	664.2904

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

Nr.	Y	A <sub>f</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0.00	26 Ø 24	1417.99	1417.99	503.46	3.14
2	0.60	26 Ø 24	1211.02	1211.02	503.46	6.43
3	1.20	26 Ø 24	85.66	85.66	503.46	14.81
4	1.80	26 Ø 24	764.57	764.57	503.46	5.71
5	2.40	26 Ø 24	1158.46	1158.46	503.46	3.22
6	3.00	26 Ø 24	1271.27	1271.27	503.46	2.27
7	3.60	26 Ø 24	1305.26	1305.26	503.46	1.83
8	4.20	26 Ø 24	1305.50	1305.50	503.46	1.61
9	4.80	26 Ø 24	1269.91	1269.91	503.46	1.53
10	5.40	26 Ø 24	1201.51	1201.51	503.46	1.55

**Inviluppo sollecitazioni fila di pali nr. 3**

Nr.	Y	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax	Nmin	Nmax
1	0.00	234.1125	453.4401	176.1906	403.3772	702.3961	1440.0386
2	0.60	128.3981	211.4139	164.4055	391.5919	709.5166	1446.6036
3	1.20	-23.5413	29.7548	140.8353	368.0217	715.7983	1451.2189
4	1.80	-244.3543	-54.7463	105.4800	332.6663	721.2413	1453.8846
5	2.40	-443.9540	-118.0343	58.9752	285.5258	725.8455	1454.6006
6	3.00	-615.2695	-153.4194	24.9210	226.6001	729.6110	1453.3669
7	3.60	-751.2295	-168.3720	1.5137	155.8893	732.5377	1450.1836
8	4.20	-844.7631	-169.2803	-43.1394	73.3934	734.6258	1445.0506
9	4.80	-888.7992	-155.1020	-90.3709	-20.8877	735.8750	1437.9680
10	5.40	-876.2666	-132.6308	-141.9119	-43.1003	736.2856	1428.9356

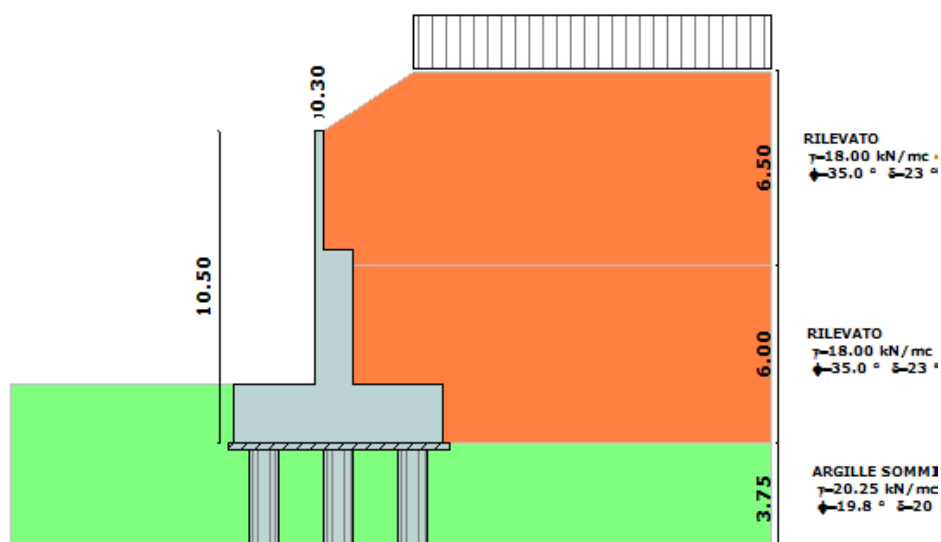
Cod. elab.: 097IN237-MU81-6-CL-235_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Aprile 2011
Nome file: 097IN237-MU81-6-CL-235_A.docx	MU.81- Muro di controripa 117.75 mt da 19+816.54 (Tronco 37) a 0+010.000 (Tronco 39) - Relazione di calcolo	Pagina 44 di 58

**Inviluppo verifiche fila di pali nr. 3**

Nr.	Y	A <sub>f</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0.00	26 Ø 24	1345.10	1345.10	503.46	2.97
2	0.60	26 Ø 24	999.29	999.29	503.46	4.73
3	1.20	26 Ø 24	44.94	44.94	503.46	6.75
4	1.80	26 Ø 24	656.61	656.61	503.46	4.38
5	2.40	26 Ø 24	1054.58	1054.58	503.46	3.00
6	3.00	26 Ø 24	1180.15	1180.15	503.46	2.31
7	3.60	26 Ø 24	1220.66	1220.66	503.46	1.91
8	4.20	26 Ø 24	1221.78	1221.78	503.46	1.70
9	4.80	26 Ø 24	1181.25	1181.25	503.46	1.61
10	5.40	26 Ø 24	1106.00	1106.00	503.46	1.64

<i>Cod. elab.:</i> 097IN237-MU81-6-CL-235_A	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	<i>Data:</i> Aprile 2011
<i>Nome file:</i> 097IN237-MU81-6-CL-235_A.docx	<b>MU.81- Muro di controripa 117.75 mt da 19+816.54 (Tronco 37) a 0+010.000 (Tronco 39) - Relazione di calcolo</b>	<i>Pagina</i> 45 di 58

## 9 MURO DI SOTTOSCARPA Hmax=450+400 (TIPO 3)



### 9.1 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	4.00	0.00	0.00
2	1.30	1.30	4.50	0.00	0.00

Altezza del paramento 8.50 [m]

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	2.70 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	3.00 [m]
Lunghezza totale fondazione	7.00 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	2.00 [m]

Cod. elab.: 097IN237-MU81-6-CL-235_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Aprile 2011
Nome file: 097IN237-MU81-6-CL-235_A.docx	MU.81- Muro di controripa 117.75 mt da 19+816.54 (Tronco 37) a 0+010.000 (Tronco 39) - Relazione di calcolo	Pagina 46 di 58

Spessore magrone

0.20 [m]

<i>Cod. elab.:</i> 097IN237-MU81-6-CL-235_A	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	<i>Data:</i> Aprile 2011
<i>Nome file:</i> 097IN237-MU81-6-CL-235_A.docx	<b>MU.81- Muro di controripa 117.75 mt da 19+816.54 (Tronco 37) a 0+010.000 (Tronco 39) - Relazione di calcolo</b>	<i>Pagina</i> 47 di 58



## 9.2 Descrizione pali di fondazione

Pali in c.a.

Numero di file di pali

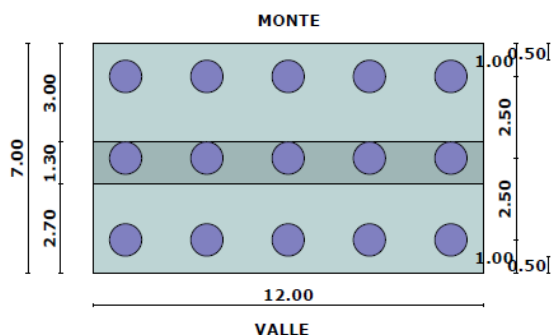
3

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)

N	X	Nr.	D	L	alfa	ALL
1	1.00	5	1.0000	25.00	0.00	Centrati
2	3.50	5	1.0000	25.00	0.00	Centrati
3	6.00	5	1.0000	25.00	0.00	Centrati

## 9.3 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	3.00	2.00	33.69
2	15.00	2.00	0.00

Cod. elab.: 097IN237-MU81-6-CL-235_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Aprile 2011
Nome file: 097IN237-MU81-6-CL-235_A.docx	MU.81- Muro di controripa 117.75 mt da 19+816.54 (Tronco 37) a 0+010.000 (Tronco 39) - Relazione di calcolo	Pagina 48 di 58

## 9.4 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]	--	--	--	--	2.74
4	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	--
5	A2-M2 - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	--
6	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	2.27
7	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	--
8	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	--
9	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	2.24
10	SLEQ - [1]	--	--	--	--	--
11	SLEF - [1]	--	--	--	--	--
12	SLER - [1]	--	--	--	--	--

## 9.5 Analisi dei pali

Combinazione n° 8 (CRITICA)

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

Orizzontale	[kN]	806.071
Verticale	[kN]	1458.293
Momento	[kNm]	-2050.086

Spostamenti della piastra di fondazione

Orizzontale	[m]	0.0051876
Verticale	[m]	0.0011809
Rotazione	[°]	-0.03455

Scarichi in testa ai pali

Fila nr.	N.pali	N [kN]	T [kN]	M [kNm]	Tu [kN]	Mu [kNm]
1	5	-322.76	644.86	842.25	846.89	1106.13
2	5	1166.63	644.86	842.25	846.89	1106.13
3	5	2656.03	644.86	842.25	846.89	1106.13

Calcolo della portanza

$\tau_m$  tensione tangenziale media palo-terreno in [MPa]

$\sigma_p$  tensione sul terreno alla punta del palo in [MPa]

Cod. elab.: 097IN237-MU81-6-CL-235_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Aprile 2011
Nome file: 097IN237-MU81-6-CL-235_A.docx	MU.81- Muro di controripa 117.75 mt da 19+816.54 (Tronco 37) a 0+010.000 (Tronco 39) - Relazione di calcolo	Pagina 49 di 58

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

Fila	$N_c$	$N'_c$	$N_q$	$N'_q$	$N_\gamma$	$N'_\gamma$	$\tau_m$	$\sigma_p$
1	9.14	9.14	3.83	3.83	0.00	0.00	-0.09	5.11
2	9.14	9.14	3.83	3.83	0.00	0.00	0.14	0.93
3	9.14	9.14	3.83	3.83	0.00	0.00	0.33	1.76

Fila	$P_l$	$P_p$	$P_t$	$P_{d,s}$	$P_{d,c}$	PT
1	3059.21	1416.88	6223.25	3006.03	3985.21	MEDI
1	2972.41	1190.30	5087.15	2768.76	3671.83	MINIMI
2	3059.21	1416.88	6223.25	3218.84	3985.21	MEDI
2	2972.41	1190.30	5087.15	2975.53	3671.83	MINIMI
3	3059.21	1416.88	6223.25	3218.84	3985.21	MEDI
3	2972.41	1190.30	5087.15	2975.53	3671.83	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	1.000	2.000	6.28319	-322.76	-0.051
2	1.000	2.000	6.28319	1166.63	0.186
3	1.000	2.000	6.28319	2656.03	0.423

### 9.6 Inviluppo Sollecitazioni paramento

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in [kN]

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

#### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	1.33	15.1204	21.0644	4.5797	18.9797	11.8703	33.6820
3	2.67	36.8115	46.8898	37.0869	91.8568	42.3104	81.1605

Cod. elab.: 097IN237-MU81-6-CL-235_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Aprile 2011
Nome file: 097IN237-MU81-6-CL-235_A.docx	MU.81- Muro di controripa 117.75 mt da 19+816.54 (Tronco 37) a 0+010.000 (Tronco 39) - Relazione di calcolo	Pagina 50 di 58

## PROGETTO ESECUTIVO

4	4.00	62.2595	76.4894	118.3884	234.9292	85.8342	139.5760
5	4.82	183.4988	217.2132	229.8623	366.4496	137.2926	193.0018
6	6.05	243.2548	281.6637	416.4992	632.5601	194.2388	266.4767
7	7.27	305.7875	349.6157	675.7407	991.9247	255.9930	347.8555
8	8.50	371.0717	421.0346	1017.5170	1454.2335	323.5872	437.1162

## Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	1.33	13.4137	13.8453	3.0661	3.4393	7.9139	8.9143
3	2.67	32.1699	33.7218	24.7234	27.8662	28.2129	31.8108
4	4.00	54.8288	57.8740	79.0797	89.0331	57.5595	64.6192
5	4.82	173.3217	179.0380	150.6488	175.4219	89.7881	103.0400
6	6.05	229.9716	237.4773	273.1632	315.5723	128.6502	146.0506
7	7.27	289.2739	298.6034	445.4251	510.5918	173.6615	195.2898
8	8.50	351.2172	362.3921	674.9704	768.1023	224.7953	250.7015

## 9.7 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]

$\sigma_{fi}$  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

$V_{Rcd}$  Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]

$V_{Rsd}$  Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]

VRd Resistenza al taglio, espresso in [kN]

## Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0.00	1.00, 0.30	10 Ø 20	5 Ø 20	0.00	0.00	1000.00	169.11	--	--
2	1.33	1.00, 0.30	10 Ø 20	5 Ø 20	316.70	-285.36	15.03	171.00	--	--
3	2.67	1.00, 0.30	10 Ø 20	5 Ø 20	138.55	-271.42	2.95	173.89	--	--
4	4.00	1.00, 0.30	10 Ø 20	5 Ø 20	87.06	-267.40	1.14	177.49	--	--
5	4.82	1.00, 1.30	10 Ø 24	5 Ø 20	1544.26	-2857.60	7.80	443.98	--	--
6	6.05	1.00, 1.30	10 Ø 24	5 Ø 20	1087.25	-2634.62	4.17	453.28	--	--
7	7.27	1.00, 1.30	10 Ø 24	5 Ø 20	825.96	-2507.13	2.53	458.12	--	--
8	8.50	1.00, 1.30	10 Ø 24	5 Ø 20	659.31	-2425.82	1.67	467.68	--	--

## Inviluppo SLE

Cod. elab.: 097IN237-MU81-6-CL-235_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Aprile 2011
Nome file: 097IN237-MU81-6-CL-235_A.docx	MU.81- Muro di controripa 117.75 mt da 19+816.54 (Tronco 37) a 0+010.000 (Tronco 39) - Relazione di calcolo	Pagina 51 di 58

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0.00	1.00, 0.30	10 Ø 20	5 Ø 20	0.000	0.000	0.000	0.000
2	1.33	1.00, 0.30	10 Ø 20	5 Ø 20	0.277	0.042	3.183	-2.689
3	2.67	1.00, 0.30	10 Ø 20	5 Ø 20	2.100	0.150	36.758	-17.851
4	4.00	1.00, 0.30	10 Ø 20	5 Ø 20	6.601	0.304	124.856	-54.238
5	4.82	1.00, 1.30	10 Ø 24	5 Ø 20	0.907	0.097	18.237	-12.330
6	6.05	1.00, 1.30	10 Ø 24	5 Ø 20	1.611	0.137	39.499	-21.619
7	7.27	1.00, 1.30	10 Ø 24	5 Ø 20	2.576	0.184	71.140	-34.247
8	8.50	1.00, 1.30	10 Ø 24	5 Ø 20	3.836	0.236	114.613	-50.653

## 9.8 Verifiche a fessurazione muro

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	0,00	0,003142	0,001571	-25,68	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	0,44	0,003142	0,001571	-25,68	-0,08	0,0000	0,00	0,000
3	0,89	0,003142	0,001571	-25,68	-0,84	0,0000	0,00	0,000
4	1,33	0,003142	0,001571	-25,68	-3,07	0,0000	0,00	0,000
5	1,78	0,003142	0,001571	-25,68	-7,43	0,0000	0,00	0,000
6	2,22	0,003142	0,001571	-25,68	-14,48	0,0000	0,00	0,000
7	2,67	0,003142	0,001571	-25,68	-24,72	0,0000	0,00	0,000
8	3,11	0,003142	0,001571	-25,68	-38,62	0,0189	135,34	0,043
9	3,56	0,003142	0,001571	-25,68	-56,60	0,0336	135,34	0,077
10	4,00	0,003142	0,001571	-25,68	-79,08	0,0506	135,34	0,116
11	4,00	0,004524	0,001571	-433,30	-92,83	0,0000	0,00	0,000
12	4,41	0,004524	0,001571	-433,30	-119,54	0,0000	0,00	0,000
13	4,82	0,004524	0,001571	-433,30	-150,65	0,0000	0,00	0,000
14	5,23	0,004524	0,001571	-433,30	-186,43	0,0000	0,00	0,000
15	5,64	0,004524	0,001571	-433,30	-227,17	0,0000	0,00	0,000
16	6,05	0,004524	0,001571	-433,30	-273,16	0,0000	0,00	0,000
17	6,45	0,004524	0,001571	-433,30	-324,68	0,0000	0,00	0,000
18	6,86	0,004524	0,001571	-433,30	-382,01	0,0000	0,00	0,000
19	7,27	0,004524	0,001571	-433,30	-445,43	0,0174	123,82	0,037
20	7,68	0,004524	0,001571	-433,30	-515,20	0,0207	123,82	0,044
21	8,09	0,004524	0,001571	-433,30	-591,63	0,0244	123,82	0,051
22	8,50	0,004524	0,001571	-433,30	-674,97	0,0310	123,82	0,065

### 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	0,003142	0,001571	-25,68	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	0,44	0,003142	0,001571	-25,68	-0,08	0,0000	0,00	0,000
3	0,89	0,003142	0,001571	-25,68	-0,87	0,0000	0,00	0,000
4	1,33	0,003142	0,001571	-25,68	-3,19	0,0000	0,00	0,000

Cod. elab.: 097IN237-MU81-6-CL-235_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Aprile 2011
Nome file: 097IN237-MU81-6-CL-235_A.docx	MU.81- Muro di controripa 117.75 mt da 19+816.54 (Tronco 37) a 0+010.000 (Tronco 39) - Relazione di calcolo	Pagina 52 di 58

PROGETTO ESECUTIVO

5	1,78	0,003142	0,001571	-25,68	-7,74	0,0000	0,00	0,000
6	2,22	0,003142	0,001571	-25,68	-15,11	0,0000	0,00	0,000
7	2,67	0,003142	0,001571	-25,68	-25,83	0,0099	135,34	0,023
8	3,11	0,003142	0,001571	-25,68	-40,36	0,0204	135,34	0,047
9	3,56	0,003142	0,001571	-25,68	-59,16	0,0355	135,34	0,082
10	4,00	0,003142	0,001571	-25,68	-82,66	0,0533	135,34	0,123
11	4,00	0,004524	0,001571	-433,30	-98,66	0,0000	0,00	0,000
12	4,41	0,004524	0,001571	-433,30	-126,94	0,0000	0,00	0,000
13	4,82	0,004524	0,001571	-433,30	-159,83	0,0000	0,00	0,000
14	5,23	0,004524	0,001571	-433,30	-197,59	0,0000	0,00	0,000
15	5,64	0,004524	0,001571	-433,30	-240,53	0,0000	0,00	0,000
16	6,05	0,004524	0,001571	-433,30	-288,93	0,0000	0,00	0,000
17	6,45	0,004524	0,001571	-433,30	-343,07	0,0000	0,00	0,000
18	6,86	0,004524	0,001571	-433,30	-403,23	0,0000	0,00	0,000
19	7,27	0,004524	0,001571	-433,30	-469,70	0,0186	123,82	0,039
20	7,68	0,004524	0,001571	-433,30	-542,75	0,0221	123,82	0,047
21	8,09	0,004524	0,001571	-433,30	-622,66	0,0260	123,82	0,055
22	8,50	0,004524	0,001571	-433,30	-709,72	0,0350	123,82	0,074

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	0,003142	0,001571	-25,68	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	0,44	0,003142	0,001571	-25,68	-0,08	0,0000	0,00	0,000
3	0,89	0,003142	0,001571	-25,68	-0,93	0,0000	0,00	0,000
4	1,33	0,003142	0,001571	-25,68	-3,44	0,0000	0,00	0,000
5	1,78	0,003142	0,001571	-25,68	-8,35	0,0000	0,00	0,000
6	2,22	0,003142	0,001571	-25,68	-16,31	0,0000	0,00	0,000
7	2,67	0,003142	0,001571	-25,68	-27,87	0,0107	135,34	0,025
8	3,11	0,003142	0,001571	-25,68	-43,53	0,0231	135,34	0,053
9	3,56	0,003142	0,001571	-25,68	-63,77	0,0391	135,34	0,090
10	4,00	0,003142	0,001571	-25,68	-89,03	0,0580	135,34	0,133
11	4,00	0,004524	0,001571	-433,30	-108,63	0,0000	0,00	0,000
12	4,41	0,004524	0,001571	-433,30	-139,55	0,0000	0,00	0,000
13	4,82	0,004524	0,001571	-433,30	-175,42	0,0000	0,00	0,000
14	5,23	0,004524	0,001571	-433,30	-216,52	0,0000	0,00	0,000
15	5,64	0,004524	0,001571	-433,30	-263,14	0,0000	0,00	0,000
16	6,05	0,004524	0,001571	-433,30	-315,57	0,0000	0,00	0,000
17	6,45	0,004524	0,001571	-433,30	-374,10	0,0000	0,00	0,000
18	6,86	0,004524	0,001571	-433,30	-439,02	0,0173	123,82	0,036
19	7,27	0,004524	0,001571	-433,30	-510,59	0,0207	123,82	0,044
20	7,68	0,004524	0,001571	-433,30	-589,11	0,0245	123,82	0,052
21	8,09	0,004524	0,001571	-433,30	-674,85	0,0315	123,82	0,066
22	8,50	0,004524	0,001571	-433,30	-768,10	0,0415	123,82	0,087

### 9.9 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<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
- A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
- σ<sub>c</sub> tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]
- τ<sub>c</sub> tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]

Cod. elab.: 097IN237-MU81-6-CL-235_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Aprile 2011
Nome file: 097IN237-MU81-6-CL-235_A.docx	<b>MU.81- Muro di controripa 117.75 mt da 19+816.54 (Tronco 37)</b> <b>a 0+010.000 (Tronco 39) - Relazione di calcolo</b>	Pagina 53 di 58

$\sigma_{fi}$	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]
$M_u$	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Fondazione di valle

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

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.50	1.00, 2.00	5 Ø 24	10 Ø 20	0.00	2326.53	50.04	522.07	--	--
2	1.25	1.00, 2.00	5 Ø 24	10 Ø 20	0.00	2326.53	7.54	5718.07	5718.07615014.94	
3	1.98	1.00, 2.00	5 Ø 24	10 Ø 20	0.00	2326.53	2.25	5718.07	5718.07640640.57	
4	2.70	1.00, 2.00	5 Ø 24	10 Ø 20	0.00	2984.71	1.64	5718.07	5718.071281281.13	

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
5	0.50	1.00, 2.00	5 Ø 24	10 Ø 20	0.058	0.036	-0.725	4.830
6	1.25	1.00, 2.00	5 Ø 24	10 Ø 20	0.368	0.222	24.453	-4.751
7	1.98	1.00, 2.00	5 Ø 24	10 Ø 20	1.271	0.288	84.456	-16.410
8	2.70	1.00, 2.00	5 Ø 24	10 Ø 20	2.025	0.266	116.084	-26.621

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 <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 2.00	5 Ø 24	10 Ø 20	0.00	2326.53	1000.00	522.07	--	--
2	0.75	1.00, 2.00	5 Ø 24	10 Ø 20	0.00	-1683.45	17.42	522.07	--	--
3	1.50	1.00, 2.00	5 Ø 24	10 Ø 20	0.00	-1683.45	4.78	5718.07	5718.07615014.94	
4	2.25	1.00, 2.00	5 Ø 24	10 Ø 20	0.00	-1683.45	2.08	5718.07	5718.07615014.94	
5	3.00	1.00, 2.00	7 Ø 24	10 Ø 20	0.00	-2348.53	1.68	5718.07	5718.071230029.89	

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
6	0.00	1.00, 2.00	5 Ø 24	10 Ø 20	0.005	0.000	0.314	-0.061
7	0.75	1.00, 2.00	5 Ø 24	10 Ø 20	0.228	0.000	-2.847	18.973
8	1.50	1.00, 2.00	5 Ø 24	10 Ø 20	0.402	0.018	-5.016	33.430
9	2.25	1.00, 2.00	5 Ø 24	10 Ø 20	0.741	0.000	-9.248	61.630
10	3.00	1.00, 2.00	7 Ø 24	10 Ø 20	1.282	0.000	-16.489	87.461

Cod. elab.: 097IN237-MU81-6-CL-235_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Aprile 2011
Nome file: 097IN237-MU81-6-CL-235_A.docx	MU.81- Muro di controripa 117.75 mt da 19+816.54 (Tronco 37) a 0+010.000 (Tronco 39) - Relazione di calcolo	Pagina 54 di 58

## 9.10 Verifiche a fessurazione fondazione

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	-3,00	0,002262	0,003142	955,96	0,91	0,0000	0,00	0,000
2	-2,75	0,002262	0,003142	-942,73	-15,95	0,0000	0,00	0,000
3	-2,50	0,002262	0,003142	-942,73	-18,86	0,0000	0,00	0,000
4	-2,25	0,002262	0,003142	-942,73	-24,93	0,0000	0,00	0,000
5	-2,00	0,002262	0,003142	955,96	57,72	0,0000	0,00	0,000
6	-1,75	0,002262	0,003142	955,96	122,87	0,0000	0,00	0,000
7	-1,50	0,002262	0,003142	955,96	208,24	0,0000	0,00	0,000
8	-1,26	0,002262	0,003142	955,96	319,99	0,0000	0,00	0,000
9	-1,02	0,002262	0,003142	955,96	428,07	0,0000	0,00	0,000
10	-0,78	0,002262	0,003142	955,96	533,48	0,0000	0,00	0,000
11	-0,54	0,002262	0,003142	955,96	640,25	0,0000	0,00	0,000
12	-0,30	0,002262	0,004046	973,95	751,00	0,0000	0,00	0,000
13	1,00	0,003167	0,003142	-960,78	-400,38	0,0000	0,00	0,000
14	1,25	0,002262	0,003142	-942,73	-312,97	0,0000	0,00	0,000
15	1,50	0,002262	0,003142	-942,73	-242,30	0,0000	0,00	0,000
16	1,75	0,002262	0,003142	-942,73	-186,96	0,0000	0,00	0,000
17	2,00	0,002262	0,003142	-942,73	-145,93	0,0000	0,00	0,000
18	2,25	0,002262	0,003142	-942,73	-117,70	0,0000	0,00	0,000
19	2,50	0,002262	0,003142	-942,73	-107,33	0,0000	0,00	0,000
20	2,75	0,002262	0,003142	-942,73	-111,18	0,0000	0,00	0,000
21	3,00	0,002262	0,003142	-942,73	-98,94	0,0000	0,00	0,000
22	3,25	0,002262	0,003142	-942,73	-76,26	0,0000	0,00	0,000
23	3,50	0,002262	0,003142	-942,73	-38,64	0,0000	0,00	0,000
24	3,75	0,002262	0,003142	-942,73	-17,52	0,0000	0,00	0,000
25	4,00	0,002262	0,003142	955,96	1,78	0,0000	0,00	0,000

### Combinazione n° 11

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$S_m$	w
1	-3,00	0,002262	0,003142	955,96	0,94	0,0000	0,00	0,000
2	-2,75	0,002262	0,003142	-942,73	-16,58	0,0000	0,00	0,000
3	-2,50	0,002262	0,003142	-942,73	-19,41	0,0000	0,00	0,000
4	-2,25	0,002262	0,003142	-942,73	-25,41	0,0000	0,00	0,000
5	-2,00	0,002262	0,003142	955,96	61,26	0,0000	0,00	0,000
6	-1,75	0,002262	0,003142	955,96	129,80	0,0000	0,00	0,000
7	-1,50	0,002262	0,003142	955,96	219,58	0,0000	0,00	0,000
8	-1,26	0,002262	0,003142	955,96	336,95	0,0000	0,00	0,000
9	-1,02	0,002262	0,003142	955,96	450,63	0,0000	0,00	0,000
10	-0,78	0,002262	0,003142	955,96	561,62	0,0000	0,00	0,000
11	-0,54	0,002262	0,003142	955,96	674,18	0,0000	0,00	0,000
12	-0,30	0,002262	0,004046	973,95	791,02	0,0000	0,00	0,000
13	1,00	0,003167	0,003142	-960,78	-441,91	0,0000	0,00	0,000
14	1,25	0,002262	0,003142	-942,73	-349,81	0,0000	0,00	0,000

Cod. elab.: 097IN237-MU81-6-CL-235_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Aprile 2011
Nome file: 097IN237-MU81-6-CL-235_A.docx	MU.81- Muro di controripa 117.75 mt da 19+816.54 (Tronco 37) a 0+010.000 (Tronco 39) - Relazione di calcolo	Pagina 55 di 58



PROGETTO ESECUTIVO

15	1,50	0,002262	0,003142	-942,73	-274,34	0,0000	0,00	0,000
16	1,75	0,002262	0,003142	-942,73	-214,13	0,0000	0,00	0,000
17	2,00	0,002262	0,003142	-942,73	-168,23	0,0000	0,00	0,000
18	2,25	0,002262	0,003142	-942,73	-135,19	0,0000	0,00	0,000
19	2,50	0,002262	0,003142	-942,73	-119,85	0,0000	0,00	0,000
20	2,75	0,002262	0,003142	-942,73	-118,77	0,0000	0,00	0,000
21	3,00	0,002262	0,003142	-942,73	-102,81	0,0000	0,00	0,000
22	3,25	0,002262	0,003142	-942,73	-77,61	0,0000	0,00	0,000
23	3,50	0,002262	0,003142	-942,73	-39,02	0,0000	0,00	0,000
24	3,75	0,002262	0,003142	-942,73	-17,30	0,0000	0,00	0,000
25	4,00	0,002262	0,003142	955,96	1,79	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	-3,00	0,002262	0,003142	955,96	0,99	0,0000	0,00	0,000
2	-2,75	0,002262	0,003142	-942,73	-17,61	0,0000	0,00	0,000
3	-2,50	0,002262	0,003142	-942,73	-20,33	0,0000	0,00	0,000
4	-2,25	0,002262	0,003142	-942,73	-26,20	0,0000	0,00	0,000
5	-2,00	0,002262	0,003142	955,96	67,15	0,0000	0,00	0,000
6	-1,75	0,002262	0,003142	955,96	141,36	0,0000	0,00	0,000
7	-1,50	0,002262	0,003142	955,96	238,47	0,0000	0,00	0,000
8	-1,26	0,002262	0,003142	955,96	365,21	0,0000	0,00	0,000
9	-1,02	0,002262	0,003142	955,96	488,21	0,0000	0,00	0,000
10	-0,78	0,002262	0,003142	955,96	608,54	0,0000	0,00	0,000
11	-0,54	0,002262	0,003142	955,96	730,72	0,0000	0,00	0,000
12	-0,30	0,002262	0,004046	973,95	857,73	0,0000	0,00	0,000
13	1,00	0,003167	0,003142	-960,78	-511,12	0,0000	0,00	0,000
14	1,25	0,002262	0,003142	-942,73	-411,21	0,0000	0,00	0,000
15	1,50	0,002262	0,003142	-942,73	-327,73	0,0000	0,00	0,000
16	1,75	0,002262	0,003142	-942,73	-259,43	0,0000	0,00	0,000
17	2,00	0,002262	0,003142	-942,73	-205,41	0,0000	0,00	0,000
18	2,25	0,002262	0,003142	-942,73	-164,33	0,0000	0,00	0,000
19	2,50	0,002262	0,003142	-942,73	-140,72	0,0000	0,00	0,000
20	2,75	0,002262	0,003142	-942,73	-131,41	0,0000	0,00	0,000
21	3,00	0,002262	0,003142	-942,73	-109,26	0,0000	0,00	0,000
22	3,25	0,002262	0,003142	-942,73	-79,87	0,0000	0,00	0,000
23	3,50	0,002262	0,003142	-942,73	-39,64	0,0000	0,00	0,000
24	3,75	0,002262	0,003142	-942,73	-16,94	0,0000	0,00	0,000
25	4,00	0,002262	0,003142	955,96	1,82	0,0000	0,00	0,000

9.11 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

Cod. elab.: 097IN237-MU81-6-CL-235_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Aprile 2011
Nome file: 097IN237-MU81-6-CL-235_A.docx	MU.81- Muro di controripa 117.75 mt da 19+816.54 (Tronco 37) a 0+010.000 (Tronco 39) - Relazione di calcolo	Pagina 56 di 58

Nr.	Y	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax	Nmin	Nmax
1	0.00	433.6054	842.2515	270.2236	644.8570	-379.2800	845.2185
2	0.63	264.7158	439.2159	254.2388	628.8724	-366.9145	856.8929
3	1.25	42.0589	105.8165	222.2696	596.9033	-354.3617	867.3722
4	1.88	-326.8939	-33.1020	174.3158	548.9496	-341.6216	876.6566
5	2.50	-669.9874	-142.0494	113.8052	485.0112	-328.6942	884.7460
6	3.13	-973.1194	-213.1776	66.8913	405.0884	-315.5795	891.6404
7	3.75	-1226.2997	-254.9847	32.1249	309.1809	-302.2775	897.3399
8	4.38	-1419.5377	-275.0627	-15.6663	197.2889	-288.7882	901.8443
9	5.00	-1542.8433	-269.1903	-82.9984	69.4122	-275.1116	905.1538
10	5.63	-1586.2259	-246.4346	-155.3639	-52.0732	-261.2478	907.2683

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

Nr.	Y	A <sub>f</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0.00	30 Ø 26	1851.20	1851.20	859.01	2.27
2	0.63	30 Ø 26	1645.87	1645.87	859.01	3.96
3	1.25	30 Ø 26	551.26	551.26	859.01	13.11
4	1.88	30 Ø 26	538.05	538.05	859.01	5.09
5	2.50	30 Ø 26	1730.81	1730.81	859.01	2.83
6	3.13	30 Ø 26	1926.24	1926.24	859.01	2.04
7	3.75	30 Ø 26	1977.41	1977.41	859.01	1.65
8	4.38	30 Ø 26	2006.37	2006.37	859.01	1.44
9	5.00	30 Ø 26	2022.84	2022.84	859.01	1.34
10	5.63	30 Ø 26	2030.47	2030.47	859.01	1.31

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

Nr.	Y	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax	Nmin	Nmax
1	0.00	433.6054	842.2515	270.2236	644.8570	1000.0435	1166.6343
2	0.63	264.7158	439.2159	254.2388	628.8724	1011.4219	1177.9129
3	1.25	42.0589	105.8165	222.2696	596.9033	1021.0135	1187.2050
4	1.88	-326.8939	-33.1020	174.3158	548.9496	1028.8183	1194.5106
5	2.50	-669.9874	-142.0494	113.8052	485.0112	1034.8362	1199.8298
6	3.13	-973.1194	-213.1776	66.8913	405.0884	1039.0673	1203.1624
7	3.75	-1226.2997	-254.9847	32.1249	309.1809	1041.5116	1204.5086
8	4.38	-1419.5377	-275.0627	-15.6663	197.2889	1042.1690	1203.8683
9	5.00	-1542.8433	-269.1903	-82.9984	69.4122	1041.0396	1201.2414
10	5.63	-1586.2259	-246.4346	-155.3639	-52.0732	1038.1234	1196.6281

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

Nr.	Y	A <sub>f</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0.00	30 Ø 26	2536.46	2536.46	859.01	3.11
2	0.63	30 Ø 26	2158.82	2158.82	859.01	5.61
3	1.25	30 Ø 26	553.37	553.37	859.01	11.38
4	1.88	30 Ø 26	441.87	441.87	859.01	6.82
5	2.50	30 Ø 26	1533.02	1533.02	859.01	3.93
6	3.13	30 Ø 26	1929.49	1929.49	859.01	2.67
7	3.75	30 Ø 26	2093.87	2093.87	859.01	2.08
8	4.38	30 Ø 26	2159.13	2159.13	859.01	1.77
9	5.00	30 Ø 26	2138.25	2138.25	859.01	1.61
10	5.63	30 Ø 26	2057.27	2057.27	859.01	1.57

Cod. elab.: 097IN237-MU81-6-CL-235_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Aprile 2011
Nome file: 097IN237-MU81-6-CL-235_A.docx	MU.81- Muro di controripa 117.75 mt da 19+816.54 (Tronco 37) a 0+010.000 (Tronco 39) - Relazione di calcolo	Pagina 57 di 58

**Inviluppo sollecitazioni fila di pali nr. 3**

Nr.	Y	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax	Nmin	Nmax
1	0.00	433.6054	842.2515	270.2236	644.8570	1236.3076	2656.0266
2	0.63	264.7158	439.2159	254.2388	628.8724	1247.8071	2666.4127
3	1.25	42.0589	105.8165	222.2696	596.9033	1257.7618	2673.0273
4	1.88	-326.8939	-33.1020	174.3158	548.9496	1266.1717	2675.8705
5	2.50	-669.9874	-142.0494	113.8052	485.0112	1273.0369	2674.9421
6	3.13	-973.1194	-213.1776	66.8913	405.0884	1278.3573	2670.2422
7	3.75	-1226.2997	-254.9847	32.1249	309.1809	1282.1329	2661.7709
8	4.38	-1419.5377	-275.0627	-15.6663	197.2889	1284.3637	2649.5280
9	5.00	-1542.8433	-269.1903	-82.9984	69.4122	1285.0498	2633.5137
10	5.63	-1586.2259	-246.4346	-155.3639	-52.0732	1284.1911	2613.7278

**Inviluppo verifiche fila di pali nr. 3**

Nr.	Y	A <sub>f</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0.00	30 Ø 26	2347.43	2347.43	859.01	2.79
2	0.63	30 Ø 26	1755.96	1755.96	859.01	4.00
3	1.25	30 Ø 26	248.68	248.68	859.01	5.39
4	1.88	30 Ø 26	374.86	374.86	859.01	4.46
5	2.50	30 Ø 26	1370.33	1370.33	859.01	3.21
6	3.13	30 Ø 26	1768.31	1768.31	859.01	2.51
7	3.75	30 Ø 26	1941.09	1941.09	859.01	2.10
8	4.38	30 Ø 26	2011.78	2011.78	859.01	1.85
9	5.00	30 Ø 26	1990.69	1990.69	859.01	1.71
10	5.63	30 Ø 26	1906.56	1906.56	859.01	1.66

Cod. elab.: 097IN237-MU81-6-CL-235_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Aprile 2011
Nome file: 097IN237-MU81-6-CL-235_A.docx	MU.81- Muro di controripa 117.75 mt da 19+816.54 (Tronco 37) a 0+010.000 (Tronco 39) - Relazione di calcolo	Pagina 58 di 58