



# 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. 76 - Muro di controripa 78.26 mt - da 0+075.39 a 0+153.89 (Tronco 41)

Relazione di calcolo

Codice Unico Progetto (CUP) : F91B09000070001

Codice Elaborato:

PA12\_09 - E 1 0 1 I N 2 4 1 M U 7 6 6 C L 2 1 1 B

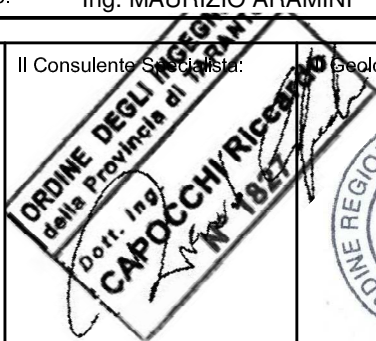
Scala:

F						
E						
D						
C						
B	Luglio 2011	Revisione a seguito di incontri con il Committente	V.F.STOPPA	R.CAPOCCHI	M. LITI	P. PAGLINI
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:



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. 76 - Muro di controripa 78.26 mt - da 0+075.39 a 0+153.89 (Tronco 41)**

**RELAZIONE DI CALCOLO**

## INDICE

<b>1</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE OPERE</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVE DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>DATI SISMICI</b> .....	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>DURABILITÀ E PRESCRIZIONI SUI MATERIALI</b> .....	<b>6</b>
<b>4.1</b>	<b>CLASSI DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE</b> .....	<b>7</b>
<b>4.2</b>	<b>COPRIFERRO MINIMO E COPRIFERRO NOMINALE</b> .....	<b>10</b>
<b>4.3</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI COSTITUENTI IL CALCESTRUZZO</b> .....	<b>11</b>
<b>4.4</b>	<b>CARATTERISTICHE DELLE MISCELE</b> .....	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI</b> .....	<b>13</b>
<b>5.1</b>	<b>STRATIGRAFIA</b> .....	<b>13</b>
<b>6</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI</b> .....	<b>15</b>
<b>6.1</b>	<b>CONDIZIONI DI CARICO</b> .....	<b>15</b>
<b>6.2</b>	<b>COEFFICIENTI PARZIALI</b> .....	<b>16</b>
<b>6.3</b>	<b>COMBINAZIONI DI CARICO</b> .....	<b>20</b>
<b>7</b>	<b>MURO DI SOSTEGNO HMAX = 4,00+3,50 (TIPO 1)</b> .....	<b>24</b>
<b>7.1</b>	<b>GEOMETRIA MURO E FONDAZIONE</b> .....	<b>25</b>
<b>7.2</b>	<b>CONDIZIONI DI CARICO</b> .....	<b>27</b>
<b>7.3</b>	<b>STABILITÀ GLOBALE MURO + TERRENO</b> .....	<b>27</b>
<b>7.4</b>	<b>ANALISI DEI PALI</b> .....	<b>28</b>
<b>7.5</b>	<b>INVILUPPO SOLLECITAZIONI PARAMENTO</b> .....	<b>28</b>
<b>7.6</b>	<b>INVILUPPO SOLLECITAZIONI PIASTRA DI FONDAZIONE</b> .....	<b>29</b>

Cod. elab.: 101IN241-MU76-6-CL-211_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Luglio 2011
Nome file: 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97 (Tronco 41) - Relazione di calcolo	Pagina 2 di 67

7.7	INVILUPPO ARMATURE E TENSIONI NEI MATERIALI DEL MURO .....	30
7.8	VERIFICHE A FESSURAZIONE MURO .....	31
7.9	INVILUPPO ARMATURE E TENSIONI NEI MATERIALI DELLA FONDAZIONE.....	32
7.10	VERIFICHE A FESSURAZIONE FONDAZIONE .....	33
7.11	VERIFICA A PUNZONAMENTO DELLA FONDAZIONE.....	35
7.12	INVILUPPO SOLLECITAZIONI NEI PALI E VERIFICHE DELLE SEZIONI.....	35
<b>8</b>	<b>MURO DI SOSTEGNO HMAX = 2,00+3,00 (TIPO 2) .....</b>	<b>41</b>
8.1	GEOMETRIA MURO E FONDAZIONE .....	42
8.2	CONDIZIONI DI CARICO .....	44
8.3	STABILITÀ GLOBALE MURO + TERRENO .....	44
8.4	ANALISI DEI PALI .....	45
8.5	INVILUPPO SOLLECITAZIONI PARAMENTO .....	45
8.6	INVILUPPO SOLLECITAZIONI PIASTRA DI FONDAZIONE .....	46
8.7	INVILUPPO ARMATURE E TENSIONI NEI MATERIALI DEL MURO .....	47
8.8	VERIFICHE A FESSURAZIONE MURO .....	48
8.9	INVILUPPO ARMATURE E TENSIONI NEI MATERIALI DELLA FONDAZIONE.....	49
8.10	VERIFICHE A FESSURAZIONE FONDAZIONE .....	50
8.11	VERIFICA A PUNZONAMENTO DELLA FONDAZIONE.....	52
8.12	INVILUPPO SOLLECITAZIONI NEI PALI E VERIFICHE DELLE SEZIONI.....	52
<b>9</b>	<b>MURO DI SOSTEGNO HMAX = 3,50 (TIPO 3) .....</b>	<b>56</b>
9.1	GEOMETRIA MURO E FONDAZIONE .....	57
9.2	CONDIZIONI DI CARICO .....	57
9.3	COMBINAZIONI DI CARICO .....	58
9.4	STABILITÀ GLOBALE MURO + TERRENO .....	60
9.5	INVILUPPO SOLLECITAZIONI PARAMENTO .....	62
9.6	INVILUPPO SOLLECITAZIONI PIASTRA DI FONDAZIONE .....	62
9.7	INVILUPPO ARMATURE E TENSIONI NEI MATERIALI DEL MURO .....	63
9.8	VERIFICHE A FESSURAZIONE MURO .....	64
9.9	INVILUPPO ARMATURE E TENSIONI NEI MATERIALI DELLA FONDAZIONE.....	65
9.10	VERIFICHE A FESSURAZIONE FONDAZIONE .....	66

Cod. elab.: 101IN241-MU76-6-CL-211_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Luglio 2011
Nome file: 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97 (Tronco 41) - Relazione di calcolo	Pagina 3 di 67

## DESCRIZIONE DELLE OPERE

Nel seguito si tratterà delle strutture in calcestruzzo armato relative alla realizzazione del muro di controripa in c.a. previsto sul lato sx del tronco 41 nell'intervallo di progressive 0+075.39 a 0+153.89 (Tronco 41), allo scopo di contenere il rilevato dell'asse principale. I muri in oggetto sono realizzati in opera in conglomerato cementizio armato, presentano delle fondazioni sia su pali che di tipo diretto, con elevazioni di altezza inferiore al valore massimo di circa 7,50 m. Per le fondazioni profonde sono stati adottati, in tutti i casi, dei pali trivellati in c.a. Ø800 di lunghezza pari a 23 ÷ 24 m. I muri presentano un'elevazione a gradoni di spessore costante, rastremati dal lato di monte, con spessore minimo in sommità pari a 30 cm.

Nella relazione si descrivono i problemi di carattere strutturale che sono stati affrontati nel corso della progettazione e per essi vengono esposte le modalità di soluzione e le procedure di calcolo adottate.

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.

## 1 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:

- D.M. 14/01/2008 « Norme Tecniche delle costruzioni »;
- Circolare n. 617/2009 « Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni »;
- O.P.C.M. n.3274 20/03/2003 « Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica » e s.m.i.;
- UNI EN 206-1:2006 « Calcestruzzo – Parte 1: Specificazione, prestazione, produzione e conformità »;
- UNI 11104:2004 « Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1 »;
- UNI EN 1992-1-1:2005 « Eurocodice 2 Progettazione delle strutture di calcestruzzo »;

<i>Cod. elab.:</i> 101IN241-MU76-6-CL-211_B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	<i>Data:</i> Luglio 2011
<i>Nome file:</i> 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	<b>MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97 (Tronco 41) - Relazione di calcolo</b>	<i>Pagina</i> 4 di 67

## 2 DATI SISMICI

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

Vita nominale della costruzione (in anni) - $V_n$	100	100
Coefficiente d'uso della costruzione - $C_u$	2	2

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

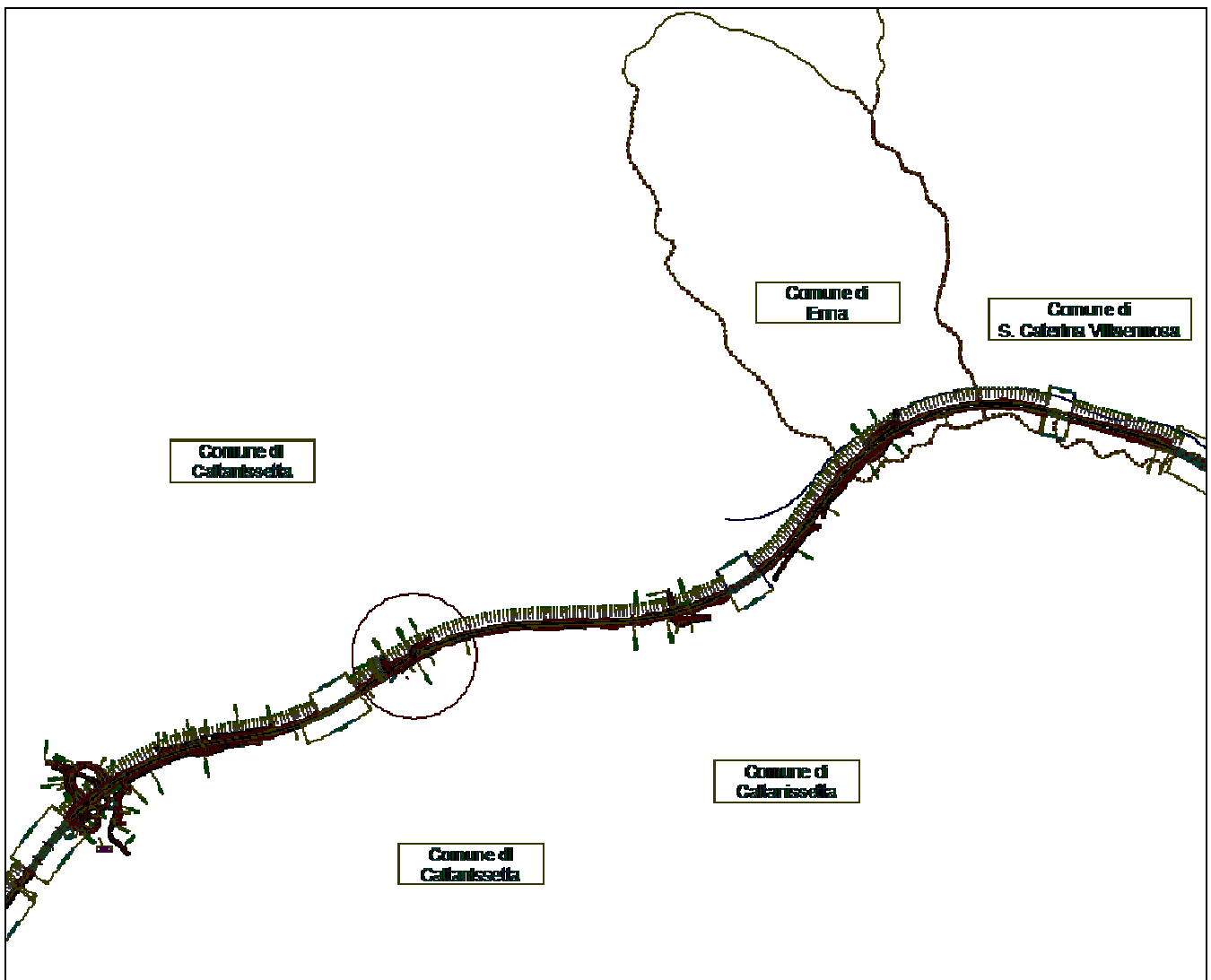


Figura 2.1: Comune di riferimento

Cod. elab.: 101IN241-MU76-6-CL-211_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Luglio 2011
Nome file: 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97 (Tronco 41) - Relazione di calcolo	Pagina 5 di 67

Ricerca per comune

REGIONE

Sicilia

PROVINCIA

Caltanissetta

COMUNE

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 **SLV** info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo **C** info

$S_s = 1,500$

$C_c = 1,291$  info

Categoria topografica **T1** info

$h/H = 0,000$

$S_T = 1,000$  info

(h=quota str., H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE)

Smorzamento  $\gamma$  (%) **5**  $\gamma$  (%) **1,000** info

Spettro di progetto inelastico (SLU)

Fattore  $q_0$  **1** Regol. in altezza **si** info

Compon. verticale




Spettro di progetto

Fattore  $q$  **1**  $\gamma$  (%) **1,000** info

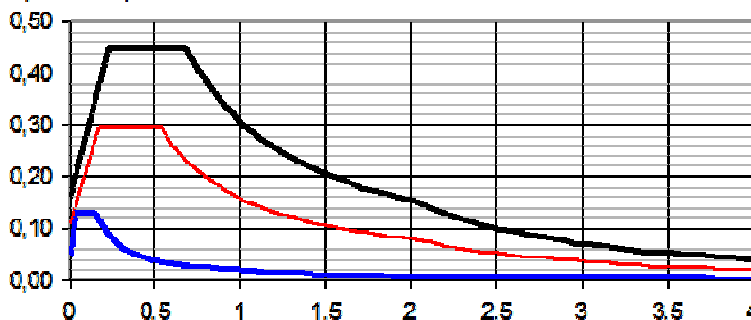
Elaborazioni

Grafici spettri di risposta

Parametri e punti spettri di risposta

-  Spettro di progetto - componente orizzontale
-  Spettro di progetto - componente verticale
-  Spettro elastico di riferimento (Cat. A-11,  $\xi = 5\%$ )

Spettri di risposta



I parametri dello spettro di risposta sono i seguenti:

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0,108 g
$F_0$	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
$\gamma$	1,000
$T_B$	0,230 s
$T_C$	0,690 s
$T_D$	2,033 s

### 3 DURABILITÀ E PRESCRIZIONI SUI MATERIALI

Cod. elab.: 101IN241-MU76-6-CL-211_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Luglio 2011
Nome file: 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97 (Tronco 41) - Relazione di calcolo	Pagina 6 di 67

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.

### 3.1 Classi di esposizione ambientale

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

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

<i>Cod. elab.:</i> 101IN241-MU76-6-CL-211_B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	<i>Data:</i> Luglio 2011
<i>Nome file:</i> 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	<b>MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97</b> <b>(Tronco 41) - Relazione di calcolo</b>	<i>Pagina</i> 7 di 67



Classe esposizione norma UNI 9958	Classe esposizione norma UNI 11104 UNI EN 206 -1	Descrizione dell'ambiente	Esempio	Massimo rapporto a/c	Minima Classe di resistenza	Contenuto minimo in aria (%)
<b>1 Assenza di rischio di corrosione o attacco</b>						
1	X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, o attacco chimico. Calcestruzzi con armatura o inserti metallici in ambiente molto asciutto.	Interno di edifici con umidità relativa molto bassa. Calcestruzzo non armato all'interno di edifici. Calcestruzzo non armato immerso in suolo non aggressivo o in acqua non aggressiva. Calcestruzzo non armato soggetto a cicli di bagnato asciutto ma non soggetto ad abrasione, gelo o attacco chimico.	-	C 12/15	
<b>2 Corrosione indotta da carbonatazione</b>						
Nota - Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel copriferro o nel ricoprimento di inserti metallici, ma in molti casi 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.: 101IN241-MU76-6-CL-211_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Luglio 2011
Nome file: 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97 (Tronco 41) - Relazione di calcolo	Pagina 8 di 67

Classe esposizione norma UNI 9888	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 immerse 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 3.1: Classi di esposizione e requisiti minimi del calcestruzzo in funzione della classe d'esposizione

Cod. elab.: 101IN241-MU76-6-CL-211_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Luglio 2011
Nome file: 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97 (Tronco 41) - Relazione di calcolo	Pagina 9 di 67

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

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

#### Calcestruzzo

- Traversi gettati in opera, fondazione, piedritti XC2.
- Traversi, fondazione, piedritti : C 25/30  $\text{N/mm}^2$  ;

#### Acciaio per armature

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

### 3.2 Copriferro minimo e copriferro nominale

Ai fini di preservare le armature dai fenomeni di aggressione ambientale, dovrà essere previsto un idoneo copriferro; il suo valore, misurato tra la parete interna del cassero e la generatrice dell'armatura metallica più vicina, individua il cosiddetto "copriferro nominale"  $c_{\text{nom}}$ , che vale:

$$c_{\text{nom}} = c_{\text{min}} + h.$$

dove:

$c_{\text{min}}$  e il copriferro minimo derivante da esigenze di durabilità,

$h$  è la tolleranza di posizionamento.

I valori di copriferro minimo sono indicati nella tabella 3.3 seguente in funzione di:

- classe di esposizione ambientale,
- resistenza caratteristica del calcestruzzo a 28 gg,
- tipo di elemento strutturale

La tolleranza di posizionamento delle armature  $h$  viene assunta pari a 10 mm.

Cod. elab.: 101IN241-MU76-6-CL-211_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Luglio 2011
Nome file: 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97 (Tronco 41) - Relazione di calcolo	Pagina 10 di 67

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Tabella 3.2: Descrizione delle condizioni ambientali

C <sub>min</sub>	C <sub>e</sub>	ambiente	barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
			C ≥ C <sub>e</sub>	C <sub>min</sub> ≤ C < C <sub>e</sub>	C ≥ C <sub>e</sub>	C <sub>min</sub> ≤ C < C <sub>e</sub>	C ≥ C <sub>e</sub>	C <sub>min</sub> ≤ C < C <sub>e</sub>	C ≥ C <sub>e</sub>	C <sub>min</sub> ≤ C < C <sub>e</sub>
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C28/35	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

Tabella 3.3: Copriferri minimi in mm

Considerando la classe di esposizione ambientale delle diverse sottostrutture, si dovranno adoperare dei copriferri adeguati come prescritti nella tavola delle prescrizioni dei materiali allegata al progetto. Nel caso specifico sarà considerato un valore pari a 5 cm.

### 3.3 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.

### 3.4 Caratteristiche delle miscele

#### Granulometria degli aggregati

Cod. elab.: 101IN241-MU76-6-CL-211_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Luglio 2011
Nome file: 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97 (Tronco 41) - Relazione di calcolo	Pagina 11 di 67

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

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

Si assume pertanto un diametro massimo di 40 mm.

#### **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  $a/c = 0,60$ .

Cod. elab.: 101IN241-MU76-6-CL-211_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Luglio 2011
Nome file: 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97 (Tronco 41) - Relazione di calcolo	Pagina 12 di 67

## 4 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	Argille mamose sommitali alterate – TRV1: argilla limosa plastica ed alterata	$\gamma = 2.02 \text{ T/mc}$
		$C_u = 1.65 \text{ Kg/cm}^2$
		$c' = 0.26 \text{ Kg/cm}^2$
		$\phi' = 19.75^\circ$
7.50 ÷ 15.00	Argille mamose intermedie – TRV2a: argilla mamosa a tratti scagliosa	$\gamma = 1.96 \text{ T/mc}$
		$C_u = 1.45 \text{ Kg/cm}^2$
		$c' = 0.44 \text{ Kg/cm}^2$
		$\phi' = 19.0^\circ$
15.00 = in prof.	Argille mamose profonde – TRV2b: argilla mamosa consistente a tratti scagliosa	$\gamma = 2.0 \text{ T/mc}$
		$C_u = 1.56 \text{ Kg/cm}^2$
		$c' = 0.23 \text{ Kg/cm}^2$
		$\phi' = 22.4^\circ$

Si utilizzeranno i seguenti parametri:

#### Parametri medi

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	$c_a$
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	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	$c_a$
RILEVATO	18.00	19.00	35.00	23.33	0.0000	0.0000
ARGILLE SOMMITALI	20.25	20.25	18.50	18.50	0.0090	0.0000
ARGILLE INTERMEDIE	19.61	19.61	15.00	15.00	0.0193	0.0000
ARGILLE PROFONDE	20.09	20.09	20.20	20.20	0.0127	0.0000

### 4.1 Stratigrafia

#### Simbologia adottata

N	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
a	Inclinazione espressa in [°]
Ks	Coefficiente di spinta
Terreno	Terreno dello strato

Cod. elab.: 101IN241-MU76-6-CL-211_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Luglio 2011
Nome file: 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97 (Tronco 41) - Relazione di calcolo	Pagina 13 di 67

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

<b>Nr.</b>	<b>H</b>	<b>a</b>	<b>Ks</b>	<b>Terreno</b>
1	var	0,00	0,40	RILEVATO
2	7,50	0,00	0,40	ARGILLE SOMMITALI
3	7,50	0,00	0,40	ARGILLE INTERMEDIE
4	10,00	0,00	0,40	ARGILLE PROFONDE

<i>Cod. elab.:</i> 101IN241-MU76-6-CL-211_B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	<i>Data:</i> Luglio 2011
<i>Nome file:</i> 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	<b>MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97</b> <b>(Tronco 41) - Relazione di calcolo</b>	<i>Pagina</i> 14 di 67

## 5 ANALISI DEI CARICHI

### 5.1 Condizioni di carico

#### Peso proprio struttura e terreno

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

#### Spinte del terreno

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

#### Carichi permanenti

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

#### Carichi stradali

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

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

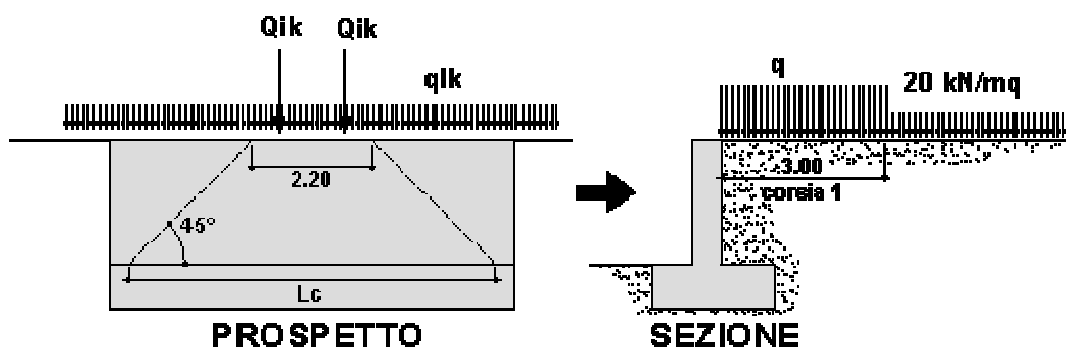


Figura 5.1: Schema di diffusione dei carichi mobili.

#### Urto di veicoli

Per i muri di sostegno si considera l'azione causata da collisioni accidentali sugli elementi di sicurezza. La normativa prevede

Cod. elab.: 101IN241-MU76-6-CL-211_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Luglio 2011
Nome file: 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97 (Tronco 41) - Relazione di calcolo	Pagina 15 di 67



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.

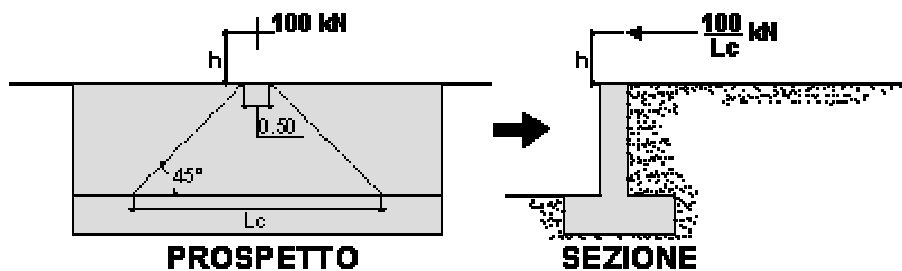


Figura 5.2: Schema di diffusione forza di collisione

## 5.2 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.: 101IN241-MU76-6-CL-211_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Luglio 2011
Nome file: 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97 (Tronco 41) - Relazione di calcolo	Pagina 16 di 67

		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 5.3: Coefficienti parziali per le combinazioni agli SLU (PONTI)

Cod. elab.: 101IN241-MU76-6-CL-211_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Luglio 2011
Nome file: 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97 (Tronco 41) - Relazione di calcolo	Pagina 17 di 67

<i>Azioni</i>	<i>Gruppo di azioni (Tabella 5.1.IV)</i>	<i>Coefficiente <math>\psi_0</math> di combinazione</i>	<i>Coefficiente <math>\psi_1</math> (valori frequenti)</i>	<i>Coefficiente <math>\psi_2</math> (valori quasi permanenti)</i>
<i>Azioni da traffico (Tabella 5.1.IV)</i>	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
	5	0,0	0,0	0,0
<i>Vento <math>q_s</math></i>	Vento a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	Esecuzione	0,8	----	0,0
	Vento a ponte carico	0,6		
<i>Neve <math>q_s</math></i>	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	esecuzione	0,8	0,6	0,5
<i>Temperatura</i>	$T_k$	0,6	0,6	0,5

Figura 5.4: Coefficienti di combinazione  $\psi$  per le combinazioni agli SLE (PONTI)

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

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

Figura 5.5: coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Sia le verifiche di tipo globali (EQU e GEO) che quelle strutturali (STR) sono state condotte secondo l'APPROCCIO 1. A seguire si riporta uno stralcio del tabulato di output del programma di calcolo adottato per l'analisi e le verifiche di sicurezza.

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

##### Simbologia adottata

- $\gamma_{Qsfav}$  Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
- $\gamma_{Qfav}$  Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
- $\gamma_{Qsfav}$  Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
- $\gamma_{Qfav}$  Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili

<i>Cod. elab.:</i> 101IN241-MU76-6-CL-211_B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	<i>Data:</i> Luglio 2011
<i>Nome file:</i> 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97 (Tronco 41) - Relazione di calcolo	Pagina 18 di 67

PROGETTO ESECUTIVO

$\gamma_{\tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
$\gamma_{c'}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
$\gamma_{cu}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
$\gamma_{qu}$	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
$\gamma_{\gamma}$	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniassiale delle rocce

**Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche**

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

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>EQU</i>	<i>HYD</i>
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1,00	1,00	0,90	0,90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1,35	1,00	1,10	1,30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1,35	1,15	1,35	1,50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>			<i>M1</i>	<i>M2</i>	<i>M2</i>	<i>M1</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$		1,00	1,25	1,25	1,00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$		1,00	1,25	1,25	1,00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$		1,00	1,40	1,40	1,00
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$		1,00	1,60	1,60	1,00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_{\gamma}$		1,00	1,00	1,00	1,00

**Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche**

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

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>EQU</i>	<i>HYD</i>
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1,00	1,00	1,00	0,90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1,00	1,00	1,00	1,30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	1,00	1,00	1,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1,00	1,00	1,00	1,50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>			<i>M1</i>	<i>M2</i>	<i>M2</i>	<i>M1</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$		1,00	1,25	1,25	1,00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$		1,00	1,25	1,25	1,00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$		1,00	1,40	1,40	1,00
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$		1,00	1,60	1,60	1,00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_{\gamma}$		1,00	1,00	1,00	1,00

**FONDAZIONE SUPERFICIALE**

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

Verifica

	<i>R1</i>	<i>R2</i>	<i>R3</i>
Capacità portante della fondazione	1,00	1,00	1,40
Scorrimento	1,00	1,00	1,10
Resistenza del terreno a valle	1,00	1,00	1,40
Stabilità globale		1,10	

**PALI DI FONDAZIONE**

<i>Cod. elab.:</i> 101IN241-MU76-6-CL-211_B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	<i>Data:</i> Luglio 2011
<i>Nome file:</i> 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	<b>MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97</b> <b>(Tronco 41) - Relazione di calcolo</b>	Pagina 19 di 67

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

Pali trivellati

		R1	R2	R3
Punta	$\gamma_b$	1,00	1,70	1,35
Laterale compressione	$\gamma_s$	1,00	1,45	1,15
Totale compressione	$\gamma_t$	1,00	1,60	1,30
Laterale trazione	$\gamma_{st}$	1,00	1,60	1,25

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

	R1	R2	R3
$\gamma_T$	1,00	1,60	1,30

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

Numero di verticali indagate	5	$\xi_3=1,50$	$\xi_4=1,34$
------------------------------	---	--------------	--------------

METODO VERIFICA SEZIONI

Stato limite

**Impostazioni verifiche SLU**

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.60
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a trazione	1.60
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85

**Impostazioni verifiche SLE**

Condizioni ambientali	Ordinarie
Armatura ad aderenza migliorata	

Verifica fessurazione

Metodo di calcolo aperture delle fessure	Circ. Min. 252 (15/10/1996)
Sensibilità delle armature	Poco sensibile
Valori limite delle aperture delle fessure	$w_1 = 0.20$ $w_2 = 0.30$ $w_3 = 0.40$

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico	Rara $\sigma_c < 0.60 f_{ck} - \sigma_f < 0.80 f_{yk}$ Quasi permanente $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$
------------------------	---

### 5.3 Combinazioni di carico

*Simbologia adottata*

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

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione

$\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00

Cod. elab.: 101IN241-MU76-6-CL-211_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Luglio 2011
Nome file: 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97 (Tronco 41) - Relazione di calcolo	Pagina 20 di 67

PROGETTO ESECUTIVO

Spinta terreno	SFAV	1,35	1.00	1,35
PERMANENTI	SFAV	1.35	1.00	1.35

Combinazione n° 2 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,35	1.00	1,35
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,35	1.00	1,35
Spinta terreno	SFAV	1,35	1.00	1,35
PERMANENTI	SFAV	1.35	1.00	1.35

Combinazione n° 3 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,35	1.00	1,35
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,35	1.00	1,35
PERMANENTI	SFAV	1.35	1.00	1.35

Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,35	1.00	1,35
Spinta terreno	SFAV	1,35	1.00	1,35
PERMANENTI	SFAV	1.35	1.00	1.35

Combinazione n° 5 - Caso A2-M2 (GEO)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
PERMANENTI	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 6 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
PERMANENTI	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 7 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,35	1.00	1,35
Spinta terreno	SFAV	1,35	1.00	1,35
PERMANENTI	SFAV	1.35	1.00	1.35
MOBILI	SFAV	1.35	1.00	1.35

Combinazione n° 8 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,35	1.00	1,35
PERMANENTI	SFAV	1.35	1.00	1.35
MOBILI	SFAV	1.35	1.00	1.35

Combinazione n° 9 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,35	1.00	1,35
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,35	1.00	1,35
Spinta terreno	SFAV	1,35	1.00	1,35

Cod. elab.: 101IN241-MU76-6-CL-211_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Luglio 2011
Nome file: 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97 (Tronco 41) - Relazione di calcolo	Pagina 21 di 67

PROGETTO ESECUTIVO

PERMANENTI	SFAV	1.35	1.00	1.35
MOBILI	SFAV	1.35	1.00	1.35

Combinazione n° 10 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,35	1.00	1,35
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,35	1.00	1,35
PERMANENTI	SFAV	1.35	1.00	1.35
MOBILI	SFAV	1.35	1.00	1.35

Combinazione n° 11 - Caso A2-M2 (GEO)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
PERMANENTI	SFAV	1.00	1.00	1.00
MOBILI	SFAV	1.15	1.00	1.15

Combinazione n° 12 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
PERMANENTI	SFAV	1.00	1.00	1.00
MOBILI	SFAV	1.15	1.00	1.15

Combinazione n° 13 - 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° 14 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
PERMANENTI	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 15 - 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° 16 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
PERMANENTI	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 17 - 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

Cod. elab.: 101IN241-MU76-6-CL-211_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Luglio 2011
Nome file: 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97 (Tronco 41) - Relazione di calcolo	Pagina 22 di 67

PROGETTO ESECUTIVO

Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
PERMANENTI	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 18 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
PERMANENTI	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 19 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
PERMANENTI	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 20 - 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

Combinazione n° 21 - 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	0,75	0,75

Combinazione n° 22 - 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.: 101IN241-MU76-6-CL-211_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Luglio 2011
Nome file: 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97 (Tronco 41) - Relazione di calcolo	Pagina 23 di 67



## 6 MURO DI SOSTEGNO $H_{max} = 4,00+3,50$ (TIPO 1)

A seguire si riportano le verifiche di sicurezza globale e strutturale relative alla tipologia di muro individuata come tipologico 1, in accordo con la notazione degli elaborati grafici esecutivi dell'opera, cui si rimanda per ulteriori dettagli tecnici.

<i>Cod. elab.:</i> 101IN241-MU76-6-CL-211_B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	<i>Data:</i> Luglio 2011
<i>Nome file:</i> 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	<b>MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97</b> <b>(Tronco 41) - Relazione di calcolo</b>	<i>Pagina</i> 24 di 67

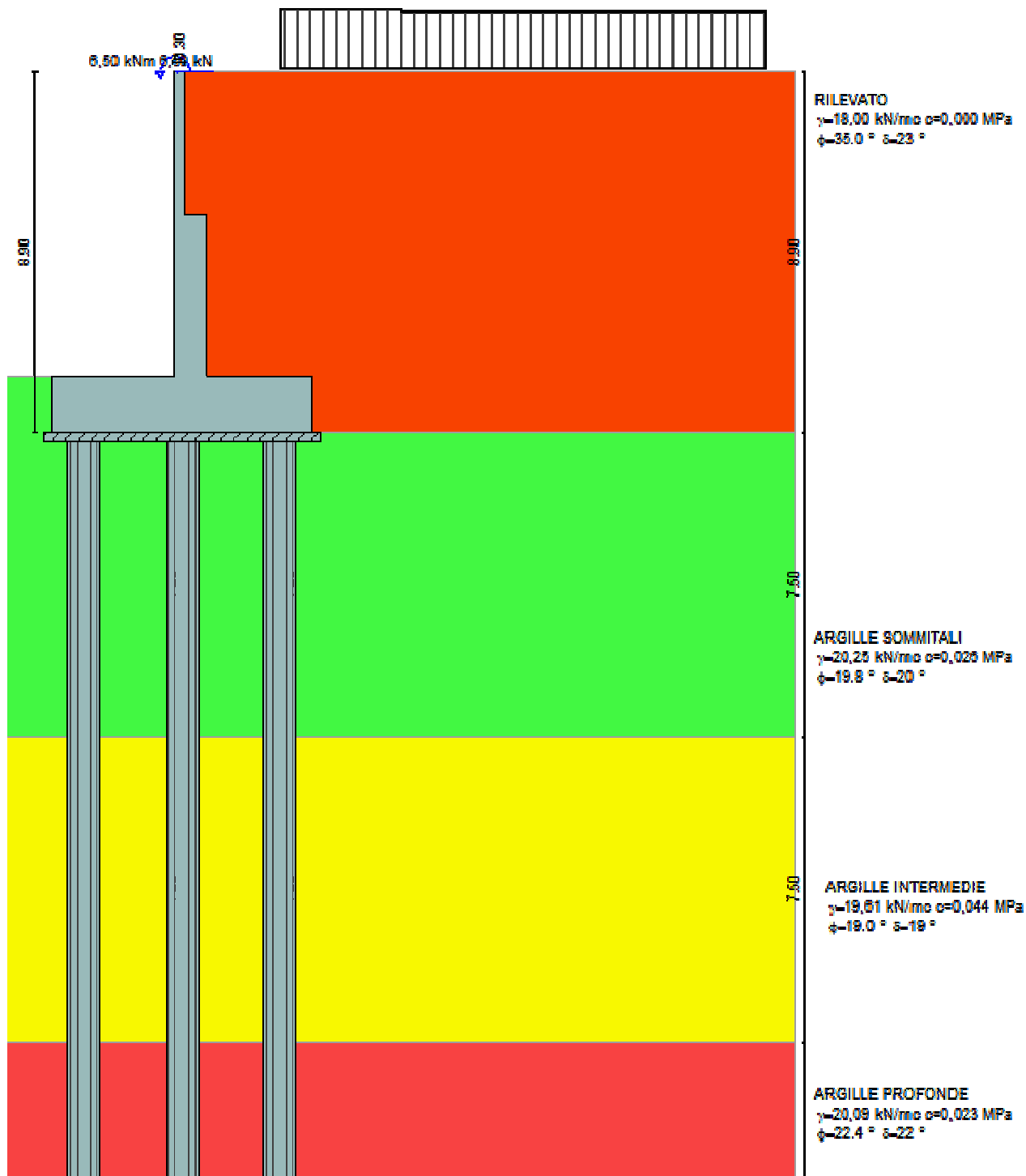


Figura 6.1: Modello di calcolo muri tipo 1

## 6.1 Geometria muro e fondazione

Cod. elab.: 101IN241-MU76-6-CL-211_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Luglio 2011
Nome file: 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97 (Tronco 41) - Relazione di calcolo	Pagina 25 di 67

Descrizione Muro a gradoni in c.a.

Descrizione dei gradoni

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	3,50	0,00	0,00
2	0,80	0,80	4,00	0,00	0,00

Altezza del paramento 7,50 [m]

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle 3,00 [m]  
 Lunghezza mensola fondazione di monte 2,60 [m]  
 Lunghezza totale fondazione 6,40 [m]  
 Inclinazione piano di posa della fondazione 0,00 [°]  
 Spessore fondazione 1,40 [m]  
 Spessore magrone 0,20 [m]

Descrizione pali di fondazione

Pali in c.a.  
 Numero di file di pali 3  
 Vincolo pali/fondazione Incastro  
 Tipo di portanza Portanza laterale e di punta

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

N	X	Nr.	D	L	alfa	ALL
1	0,80	3	0,8000	24,00	0,00	Centrati
2	3,20	3	0,8000	24,00	0,00	Centrati
3	5,60	3	0,8000	24,00	0,00	Centrati

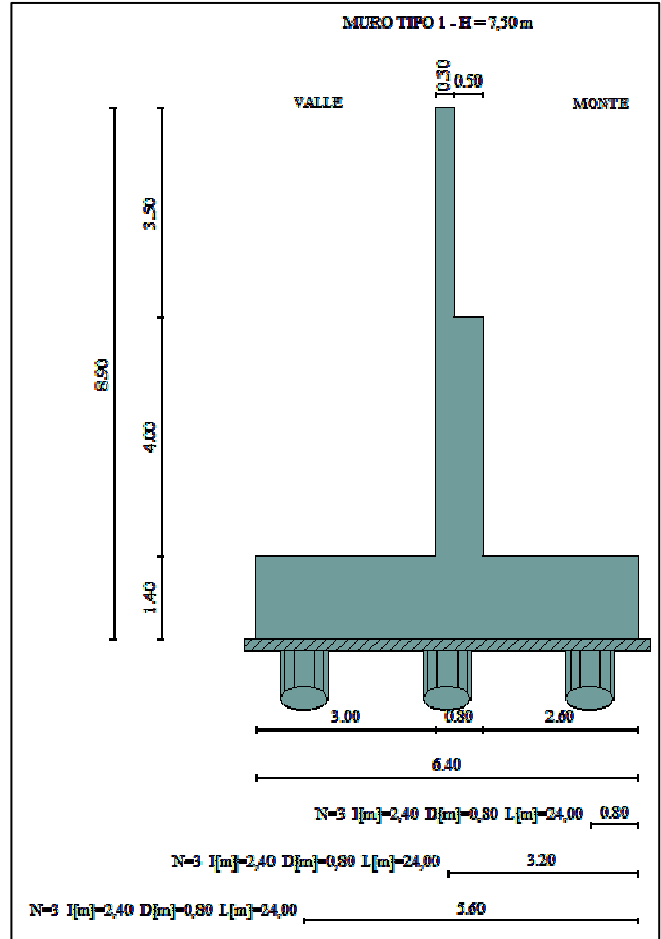
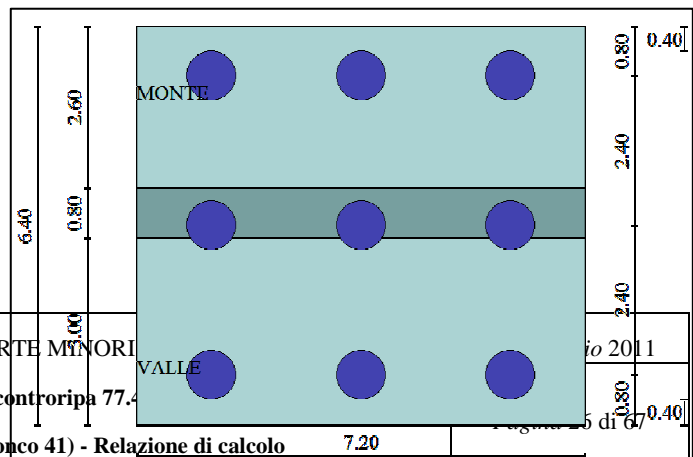


Figura 6.2: Geometria muri tipo 1

Geometria profilo terreno a monte del muro

(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 [°]



Cod. elab.: 101IN241-MU76-6-CL-211_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI	anno 2011
Nome file: 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	MU.76- Muro di controripa 77.4	Figura 6.3 di 67
(Tronco 41) - Relazione di calcolo		7.20

N	X	Y	A
1	15.00	0.00	0.00

## 6.2 Condizioni di carico

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

$X$  Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]

$F_x$  Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]

$F_y$  Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]

$M$  Momento espresso in [kNm]

$X_i$  Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]

$X_f$  Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]

$Q_i$  Intensità del carico per  $x=X_i$  espressa in [kN/m]

$Q_f$  Intensità del carico per  $x=X_f$  espressa in [kN/m]

$D/C$  Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

### Condizione n° 1 (PERMANENTI)

D	Profilo	$X_i=2,30$	$X_f=12,80$	$Q_i=4,0000$	$Q_f=4,0000$
---	---------	------------	-------------	--------------	--------------

### Condizione n° 2 (MOBILI)

C	Paramento	$X=-0,25$	$Y=0,00$	$F_x=6,5000$	$F_y=0,0000$	$M=6,5000$
D	Profilo	$X_i=2,30$	$X_f=5,30$	$Q_i=20,6000$	$Q_f=20,6000$	
D	Profilo	$X_i=5,30$	$X_f=11,30$	$Q_i=20,0000$	$Q_f=20,0000$	

## 6.3 Stabilità globale muro + terreno

$C$  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	A1-M1 - [1]	--	--	--	--	--
3	A1-M1 - [1]	--	--	--	--	--
4	A1-M1 - [1]	--	--	--	--	--
5	A2-M2 - [1]	--	--	--	--	--
6	STAB - [1]	--	--	--	--	3,44
7	A1-M1 - [2]	--	--	--	--	--
8	A1-M1 - [2]	--	--	--	--	--
9	A1-M1 - [2]	--	--	--	--	--
10	A1-M1 - [2]	--	--	--	--	--
11	A2-M2 - [2]	--	--	--	--	--
12	STAB - [2]	--	--	--	--	3,03
13	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	--
14	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	--
15	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	--
16	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	--
17	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	2,47
18	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	2,56
19	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	--
20	SLEQ - [1]	--	--	--	--	--

Cod. elab.: 101IN241-MU76-6-CL-211_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Luglio 2011
Nome file: 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97 (Tronco 41) - Relazione di calcolo	Pagina 27 di 67

21	SLEF - [1]	--	--	--	--
22	SLER - [1]	--	--	--	--

## 6.4 Analisi dei pali

### Combinazione n° 15 (COMB. CRITICA)

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

Orizzontale	[kN]	434,886
Verticale	[kN]	883,982
Momento	[kNm]	-438,608

#### Spostamenti della piastra di fondazione

Orizzontale	[m]	0,0037956
Verticale	[m]	0,0010737
Rotazione	[°]	-0,01789

#### Scarichi in testa ai pali

Fila nr.	N.pali	N [kN]	T [kN]	M [kNm]	Tu [kN]	Mu [kNm]
1	3	213,62	347,91	438,83	480,34	605,87
2	3	707,19	347,91	438,83	480,34	605,87
3	3	1200,76	347,91	438,83	480,34	605,87

#### Calcolo della portanza

$\tau_m$	tensione tangenziale media palo-terreno in [MPa]
$\sigma_p$	tensione sul terreno alla punta del palo in [MPa]
$N_c, N_q, N_\gamma$	fattori di capacità portante
$N'_c, N'_q, N'_\gamma$	fattori di capacità portante corretti
$P_1$	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	0.03	1.18
2	9.27	9.27	3.87	3.87	0.00	0.00	0.10	2.31
3	9.27	9.27	3.87	3.87	0.00	0.00	0.17	3.44

Fila	$P_1$	$P_p$	$P_t$	$P_{d,s}$	$P_{d,c}$	PT
1	1496,14	878,72	2073,27	1650,31	2073,27	MEDI
1	1450,08	740,42	1888,91	1507,81	1888,91	MINIMI
2	1496,14	878,72	2073,27	1650,31	2073,27	MEDI
2	1450,08	740,42	1888,91	1507,81	1888,91	MINIMI
3	1496,14	878,72	2073,27	1650,31	2073,27	MEDI
3	1450,08	740,42	1888,91	1507,81	1888,91	MINIMI

## 6.5 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]

Cod. elab.: 101IN241-MU76-6-CL-211_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Luglio 2011
Nome file: 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97 (Tronco 41) - Relazione di calcolo	Pagina 28 di 67

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	8,7750	0,0000	8,7750
2	1,17	9,9741	14,0731	1,1959	20,2157	3,5473	16,3444
3	2,33	22,3965	30,5180	10,3016	39,8359	14,1893	39,7834
4	3,50	37,3802	50,7060	35,6441	101,0614	32,2533	70,6444
5	4,23	89,0354	123,4802	61,2790	155,3203	48,5094	96,3500
6	5,32	120,6414	168,4180	126,3767	277,6786	76,8730	138,8877
7	6,41	154,3967	216,2668	223,7669	448,9837	111,4646	187,6535
8	7,50	190,2946	266,9673	361,4233	676,0178	152,2650	242,6280

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	6,5000	0,0000	6,5000
2	1,17	9,9359	9,9359	0,8912	14,9746	2,7492	9,2492
3	2,33	22,2435	22,2435	7,8414	29,5081	10,9966	17,4966
4	3,50	36,9228	37,5600	27,2652	56,7569	24,7424	32,7195
5	4,23	88,3762	91,4668	47,0932	86,4767	37,2794	50,9442
6	5,32	119,6754	124,7540	95,5167	151,5045	59,2588	77,5325
7	6,41	153,0571	160,1976	169,7217	247,4161	86,0660	109,1197
8	7,50	188,5145	197,7536	274,9658	379,6199	117,6854	145,6039

**6.6 Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione**

Combinazione n° 15

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 7.20 Altezza(m) = 6.40

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

Ascissa X positiva verso destra

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

I momenti negativi tendono le fibre superiori

Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M <sub>ymin</sub>	M <sub>ymax</sub>	T <sub>ymin</sub>	T <sub>ymin</sub>
1	0,00	-0,2714	0,4232	-5,6584	8,1380
2	0,20	-6,2396	7,7776	-99,3724	62,7095
3	0,40	-14,8006	15,1491	-122,4875	123,2369
4	0,60	-22,8960	39,3012	0,0000	191,8520
5	0,80	0,0000	77,0184	0,0000	290,7376
6	1,00	0,0000	129,1693	0,0000	478,6815
7	1,20	0,0000	193,8713	0,0000	694,0753
8	1,43	0,0000	289,4868	0,0000	584,9297
9	1,66	0,0000	393,6478	0,0000	514,4546
10	1,89	0,0000	493,0395	0,0000	476,9365
11	2,11	0,0000	590,4251	0,0000	454,3415
12	2,34	0,0000	686,4460	0,0000	439,3207
13	2,57	0,0000	780,2369	0,0000	452,9195
14	2,80	0,0000	881,0138	0,0000	497,1818
15	3,00	0,0000	1028,7579	0,0000	1252,5817
16	3,80	-434,3735	0,0000	-379,2653	0,0000
17	4,00	-360,5071	0,0000	-345,7510	0,0000
18	4,20	-296,9511	0,0000	-298,6372	0,0000
19	4,40	-241,4146	0,0000	-259,7427	0,0000
20	4,60	-193,1331	0,0000	-225,8674	0,0000
21	4,80	-151,5819	0,0000	-196,0920	0,0000

Cod. elab.: 101IN241-MU76-6-CL-211_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Luglio 2011
Nome file: 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97 (Tronco 41) - Relazione di calcolo	Pagina 29 di 67

## PROGETTO ESECUTIVO

22	5,00	-116,8506	0,0000	-169,3483	0,0000
23	5,20	-91,3616	0,0000	-144,9392	0,0000
24	5,40	-71,7740	0,0000	-122,4023	0,0000
25	5,60	-52,0393	0,0000	-107,0697	0,0000
26	5,80	-33,6589	0,0000	-105,4626	0,0000
27	6,00	-15,4570	0,0000	-106,6104	0,0000
28	6,20	-3,8668	0,0000	-53,2359	0,0000
29	6,40	0,0000	0,6310	-8,0437	0,0000

Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M <sub>xmin</sub>	M <sub>xmax</sub>	T <sub>xmin</sub>	T <sub>xmax</sub>
1	0,00	-0,4777	2,6226	-38,3040	99,9515
2	0,40	-14,6560	4,8156	-219,9318	101,9704
3	0,80	-78,6789	10,6028	-349,5552	100,6577
4	1,20	-123,0076	0,0000	-89,3785	129,6797
5	1,60	-61,1794	11,2060	-39,7123	406,0202
6	2,00	-2,3798	40,8726	-40,2571	256,8759
7	2,40	-0,1250	62,7677	-63,7604	79,6628
8	2,80	-2,1270	46,9875	-240,4079	45,4217
9	3,20	-48,0353	11,4631	-374,1787	44,7981
10	3,60	-102,5466	0,0000	-110,5591	110,5591
11	4,00	-48,0353	11,4631	-44,7981	374,1787
12	4,40	-2,1270	46,9875	-45,4217	240,4079
13	4,80	-0,1250	62,7677	-79,6628	63,7604
14	5,20	-2,3798	40,8726	-256,8759	40,2571
15	5,60	-61,1794	11,2060	-406,0202	39,7123
16	6,00	-123,0076	0,0000	-129,6797	89,3785
17	6,40	-78,6789	10,6028	-100,6577	349,5552
18	6,80	-14,6560	4,8156	-101,9704	219,9318
19	7,20	-0,4777	2,6226	-99,9515	38,3040

**6.7 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>
2	1,17	1,00, 0,30	5 Ø 20	5 Ø 16	74,61	-145,72	7,21	135,47	--	--
3	2,33	1,00, 0,30	5 Ø 20	5 Ø 16	88,23	-147,04	3,69	137,02	--	--
4	3,50	1,00, 0,30	5 Ø 20	5 Ø 16	70,70	-145,34	1,44	138,89	--	--
5	4,23	1,00, 0,80	5 Ø 26	5 Ø 16	613,17	-922,26	5,94	278,72	--	--
6	5,32	1,00, 0,80	5 Ø 26	5 Ø 16	432,86	-867,57	3,12	283,16	--	--

Cod. elab.: 101IN241-MU76-6-CL-211_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Luglio 2011
Nome file: 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97 (Tronco 41) - Relazione di calcolo	Pagina 30 di 67

PROGETTO ESECUTIVO

7	6,41	1,00, 0,80	5 Ø 26	5 Ø 16	327,50	-835,61	1,86	287,91	--	--
8	7,50	1,00, 0,80	5 Ø 26	5 Ø 16	259,89	-815,11	1,21	292,96	--	--

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>
2	1,17	1,00, 0,30	5 Ø 20	5 Ø 16	1,453	0,044	40,291	-9,383
3	2,33	1,00, 0,30	5 Ø 20	5 Ø 16	2,868	0,082	78,564	-18,703
4	3,50	1,00, 0,30	5 Ø 20	5 Ø 16	5,509	0,154	152,744	-35,557
5	4,23	1,00, 0,80	5 Ø 26	5 Ø 16	1,218	0,080	32,784	-14,872
6	5,32	1,00, 0,80	5 Ø 26	5 Ø 16	2,116	0,122	62,881	-25,428
7	6,41	1,00, 0,80	5 Ø 26	5 Ø 16	3,426	0,171	109,553	-40,655
8	7,50	1,00, 0,80	5 Ø 26	5 Ø 16	5,218	0,228	175,805	-61,332

**6.8 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° 20

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	s <sub>m</sub>	w
1	0,00	5 Ø 20	5 Ø 16	-19,85	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	0,39	5 Ø 20	5 Ø 16	-20,05	-0,02	0,0000	0,00	0,000
3	0,78	5 Ø 20	5 Ø 16	-22,83	-0,24	0,0000	0,00	0,000
4	1,17	5 Ø 20	5 Ø 16	-22,83	-0,89	0,0000	0,00	0,000
5	1,56	5 Ø 20	5 Ø 16	-22,83	-2,22	0,0000	0,00	0,000
6	1,94	5 Ø 20	5 Ø 16	-22,83	-4,46	0,0000	0,00	0,000
7	2,33	5 Ø 20	5 Ø 16	-22,83	-7,84	0,0000	0,00	0,000
8	2,72	5 Ø 20	5 Ø 16	-22,83	-12,61	0,0000	0,00	0,000
9	3,11	5 Ø 20	5 Ø 16	-22,59	-19,01	0,0000	0,00	0,000
10	3,50	5 Ø 20	5 Ø 16	-22,83	-27,27	0,0197	199,58	0,067
11	3,50	5 Ø 26	5 Ø 16	-161,30	-26,54	0,0000	0,00	0,000
12	3,86	5 Ø 26	5 Ø 16	-161,30	-35,77	0,0000	0,00	0,000
13	4,23	5 Ø 26	5 Ø 16	-161,30	-47,09	0,0000	0,00	0,000
14	4,59	5 Ø 26	5 Ø 16	-161,30	-60,70	0,0000	0,00	0,000
15	4,95	5 Ø 26	5 Ø 16	-161,30	-76,77	0,0000	0,00	0,000
16	5,32	5 Ø 26	5 Ø 16	-161,30	-95,52	0,0000	0,00	0,000
17	5,68	5 Ø 26	5 Ø 16	-161,30	-117,13	0,0000	0,00	0,000
18	6,05	5 Ø 26	5 Ø 16	-161,30	-141,80	0,0000	0,00	0,000
19	6,41	5 Ø 26	5 Ø 16	-161,30	-169,72	0,0199	173,71	0,059
20	6,77	5 Ø 26	5 Ø 16	-161,30	-201,10	0,0244	173,71	0,072
21	7,14	5 Ø 26	5 Ø 16	-161,30	-236,11	0,0309	173,71	0,091
22	7,50	5 Ø 26	5 Ø 16	-161,30	-274,97	0,0432	173,71	0,128

Combinazione n° 21

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	s <sub>m</sub>	w
1	0,00	5 Ø 20	5 Ø 16	-19,85	-4,87	0,0000	0,00	0,000
2	0,39	5 Ø 20	5 Ø 16	-20,05	-6,79	0,0000	0,00	0,000
3	0,78	5 Ø 20	5 Ø 16	-22,83	-8,90	0,0000	0,00	0,000
4	1,17	5 Ø 20	5 Ø 16	-22,83	-11,45	0,0000	0,00	0,000
5	1,56	5 Ø 20	5 Ø 16	-22,83	-14,68	0,0000	0,00	0,000

Cod. elab.: 101IN241-MU76-6-CL-211_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Luglio 2011
Nome file: 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97 (Tronco 41) - Relazione di calcolo	Pagina 31 di 67



## PROGETTO ESECUTIVO

6	1,94	5 Ø 20	5 Ø 16	-22,83	-18,81	0,0000	0,00	0,000
7	2,33	5 Ø 20	5 Ø 16	-22,83	-24,09	0,0183	199,58	0,062
8	2,72	5 Ø 20	5 Ø 16	-22,83	-30,76	0,0270	199,58	0,092
9	3,11	5 Ø 20	5 Ø 16	-22,59	-39,05	0,0406	199,58	0,138
10	3,50	5 Ø 20	5 Ø 16	-22,83	-49,31	0,0562	199,58	0,191
11	3,50	5 Ø 26	5 Ø 16	-161,30	-49,65	0,0000	0,00	0,000
12	3,86	5 Ø 26	5 Ø 16	-161,30	-61,78	0,0000	0,00	0,000
13	4,23	5 Ø 26	5 Ø 16	-161,30	-76,40	0,0000	0,00	0,000
14	4,59	5 Ø 26	5 Ø 16	-161,30	-93,69	0,0000	0,00	0,000
15	4,95	5 Ø 26	5 Ø 16	-161,30	-113,88	0,0000	0,00	0,000
16	5,32	5 Ø 26	5 Ø 16	-161,30	-137,16	0,0000	0,00	0,000
17	5,68	5 Ø 26	5 Ø 16	-161,30	-163,73	0,0198	173,71	0,058
18	6,05	5 Ø 26	5 Ø 16	-161,30	-193,80	0,0240	173,71	0,071
19	6,41	5 Ø 26	5 Ø 16	-161,30	-227,56	0,0297	173,71	0,088
20	6,77	5 Ø 26	5 Ø 16	-161,30	-265,20	0,0417	173,71	0,123
21	7,14	5 Ø 26	5 Ø 16	-161,30	-306,94	0,0541	173,71	0,160
22	7,50	5 Ø 26	5 Ø 16	-161,30	-352,95	0,0672	173,71	0,199

## Combinazione n° 22

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	0,00	5 Ø 20	5 Ø 16	-19,85	-6,50	0,0000	0,00	0,000
2	0,39	5 Ø 20	5 Ø 16	-20,05	-9,05	0,0000	0,00	0,000
3	0,78	5 Ø 20	5 Ø 16	-22,83	-11,79	0,0000	0,00	0,000
4	1,17	5 Ø 20	5 Ø 16	-22,83	-14,97	0,0000	0,00	0,000
5	1,56	5 Ø 20	5 Ø 16	-22,83	-18,83	0,0000	0,00	0,000
6	1,94	5 Ø 20	5 Ø 16	-22,83	-23,59	0,0183	199,58	0,062
7	2,33	5 Ø 20	5 Ø 16	-22,83	-29,51	0,0256	199,58	0,087
8	2,72	5 Ø 20	5 Ø 16	-22,83	-36,81	0,0377	199,58	0,128
9	3,11	5 Ø 20	5 Ø 16	-22,59	-45,75	0,0514	199,58	0,174
10	3,50	5 Ø 20	5 Ø 16	-22,83	-56,76	0,0677	199,58	0,230
11	3,50	5 Ø 26	5 Ø 16	-161,30	-57,54	0,0000	0,00	0,000
12	3,86	5 Ø 26	5 Ø 16	-161,30	-70,71	0,0000	0,00	0,000
13	4,23	5 Ø 26	5 Ø 16	-161,30	-86,48	0,0000	0,00	0,000
14	4,59	5 Ø 26	5 Ø 16	-161,30	-105,06	0,0000	0,00	0,000
15	4,95	5 Ø 26	5 Ø 16	-161,30	-126,67	0,0000	0,00	0,000
16	5,32	5 Ø 26	5 Ø 16	-161,30	-151,50	0,0000	0,00	0,000
17	5,68	5 Ø 26	5 Ø 16	-161,30	-179,77	0,0223	173,71	0,066
18	6,05	5 Ø 26	5 Ø 16	-161,30	-211,68	0,0268	173,71	0,079
19	6,41	5 Ø 26	5 Ø 16	-161,30	-247,42	0,0366	173,71	0,108
20	6,77	5 Ø 26	5 Ø 16	-161,30	-287,19	0,0488	173,71	0,144
21	7,14	5 Ø 26	5 Ø 16	-161,30	-331,19	0,0615	173,71	0,182
22	7,50	5 Ø 26	5 Ø 16	-161,30	-379,62	0,0750	173,71	0,222

## 6.9 Involuppo 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
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]

Cod. elab.: 101IN241-MU76-6-CL-211_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Luglio 2011
Nome file: 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97 (Tronco 41) - Relazione di calcolo	Pagina 32 di 67

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	0,40	1,00, 1,40	5 Ø 24	5 Ø 24	0,00	-1156,01	76,31	388,30	--	--
2	1,00	1,00, 1,40	5 Ø 24	5 Ø 24	0,00	1156,01	8,95	8200,09	8200,09	67584,06
3	1,66	1,00, 1,40	5Ø24+1Ø16	5 Ø 24	0,00	1156,23	2,94	8200,09	8200,09	59136,05
4	2,34	1,00, 1,40	5 Ø 24	5Ø24+1Ø16	0,00	1257,37	1,83	8200,09	8200,09	59136,05
5	3,00	1,00, 1,40	5 Ø 24	5Ø24+1Ø16	0,00	1257,37	1,22	8200,09	8200,09	135168,12

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	0,40	1,00, 1,40	5 Ø 24	5 Ø 24	0,050	0,025	2,572	3,320
7	1,00	1,00, 1,40	5 Ø 24	5 Ø 24	0,343	0,158	22,884	-4,106
8	1,66	1,00, 1,40	5Ø24+1Ø16	5 Ø 24	1,048	0,203	70,579	-12,521
9	2,34	1,00, 1,40	5 Ø 24	5Ø24+1Ø16	1,758	0,181	111,599	-21,259
10	3,00	1,00, 1,40	5 Ø 24	5Ø24+1Ø16	2,725	0,394	173,007	-32,957

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, 1,40	5 Ø 24	5 Ø 24	0,00	-1156,01	137,62	388,30	--	--
2	0,80	1,00, 1,40	5 Ø 24	5 Ø 24	0,00	-1156,01	15,58	0,00	--	--
3	1,40	1,00, 1,40	5 Ø 24	5 Ø 24	0,00	0,00	8,43	0,00	--	--
4	2,00	1,00, 1,40	5 Ø 24	5 Ø 24	0,00	-1156,01	4,11	8200,09	8200,09	67584,06
5	2,60	1,00, 1,40	5 Ø 24	5Ø24+1Ø16	0,00	-1156,23	2,37	8200,09	8200,09	135168,12

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, 1,40	5 Ø 24	5 Ø 24	0,032	0,000	0,717	2,161
7	0,80	1,00, 1,40	5 Ø 24	5 Ø 24	0,274	0,014	-3,284	18,303
8	1,40	1,00, 1,40	5 Ø 24	5 Ø 24	0,160	0,053	5,042	10,705
9	2,00	1,00, 1,40	5 Ø 24	5 Ø 24	0,342	0,000	6,324	22,828
10	2,60	1,00, 1,40	5 Ø 24	5Ø24+1Ø16	1,009	0,000	-12,053	67,944

**6.10 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° 20

Cod. elab.: 101IN241-MU76-6-CL-211_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Luglio 2011
Nome file: 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97 (Tronco 41) - Relazione di calcolo	Pagina 33 di 67

PROGETTO ESECUTIVO

1	-3,30	5 Ø 24	5 Ø 24	470,01	0,26	0,0000	0,00	0,000
2	-3,10	5 Ø 24	5 Ø 24	470,01	3,27	0,0000	0,00	0,000
3	-2,90	5 Ø 24	5 Ø 24	-470,01	-8,22	0,0000	0,00	0,000
4	-2,70	5 Ø 24	5 Ø 24	470,65	14,60	0,0000	0,00	0,000
5	-2,50	5 Ø 24	5 Ø 24	470,01	29,24	0,0000	0,00	0,000
6	-2,30	5 Ø 24	5 Ø 24	470,01	49,73	0,0000	0,00	0,000
7	-2,10	5 Ø 24	5 Ø 24	470,01	75,25	0,0000	0,00	0,000
8	-1,87	5 Ø 24	5 Ø 24	470,01	113,64	0,0000	0,00	0,000
9	-1,64	5 Ø 24	5 Ø 24	470,65	154,77	0,0000	0,00	0,000
10	-1,41	5 Ø 24	5 Ø 24	470,01	192,72	0,0000	0,00	0,000
11	-1,19	5 Ø 24	5 Ø 24	472,72	228,72	0,0000	0,00	0,000
12	-0,96	5 Ø 24	5 Ø 24	472,72	262,91	0,0000	0,00	0,000
13	-0,73	5 Ø 24	5 Ø 24	470,01	295,57	0,0000	0,00	0,000
14	-0,50	5 Ø 24	5 Ø 24	470,01	333,58	0,0000	0,00	0,000
15	-0,30	5 Ø 24	5 Ø 24	472,72	415,28	0,0000	0,00	0,000
16	0,50	5 Ø 24	5 Ø 24	-470,65	-107,91	0,0000	0,00	0,000
17	0,70	5 Ø 24	5 Ø 24	-470,01	-50,38	0,0000	0,00	0,000
18	0,90	5 Ø 24	5 Ø 24	-470,01	-19,55	0,0000	0,00	0,000
19	1,10	5 Ø 24	5 Ø 24	470,01	18,21	0,0000	0,00	0,000
20	1,30	5 Ø 24	5 Ø 24	470,01	24,60	0,0000	0,00	0,000
21	1,50	5 Ø 24	5 Ø 24	470,01	23,94	0,0000	0,00	0,000
22	1,70	5 Ø 24	5 Ø 24	470,01	14,52	0,0000	0,00	0,000
23	1,90	5 Ø 24	5 Ø 24	-472,72	-14,69	0,0000	0,00	0,000
24	2,10	5 Ø 24	5 Ø 24	-470,01	-38,02	0,0000	0,00	0,000
25	2,30	5 Ø 24	5 Ø 24	-470,01	-45,04	0,0000	0,00	0,000
26	2,50	5 Ø 24	5 Ø 24	-470,01	-40,56	0,0000	0,00	0,000
27	2,70	5 Ø 24	5 Ø 24	-470,01	-20,47	0,0000	0,00	0,000
28	2,90	5 Ø 24	5 Ø 24	-470,01	-6,22	0,0000	0,00	0,000
29	3,10	5 Ø 24	5 Ø 24	470,01	0,76	0,0000	0,00	0,000

Combinazione n° 21

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	-3,30	5 Ø 24	5 Ø 24	470,01	0,28	0,0000	0,00	0,000
2	-3,10	5 Ø 24	5 Ø 24	470,01	3,96	0,0000	0,00	0,000
3	-2,90	5 Ø 24	5 Ø 24	-470,01	-9,23	0,0000	0,00	0,000
4	-2,70	5 Ø 24	5 Ø 24	470,65	18,37	0,0000	0,00	0,000
5	-2,50	5 Ø 24	5 Ø 24	470,01	36,53	0,0000	0,00	0,000
6	-2,30	5 Ø 24	5 Ø 24	470,01	61,86	0,0000	0,00	0,000
7	-2,10	5 Ø 24	5 Ø 24	470,01	93,37	0,0000	0,00	0,000
8	-1,87	5 Ø 24	5 Ø 24	470,01	140,50	0,0000	0,00	0,000
9	-1,64	5 Ø 24	5 Ø 24	470,65	191,26	0,0000	0,00	0,000
10	-1,41	5 Ø 24	5 Ø 24	470,01	238,60	0,0000	0,00	0,000
11	-1,19	5 Ø 24	5 Ø 24	472,72	283,97	0,0000	0,00	0,000
12	-0,96	5 Ø 24	5 Ø 24	472,72	327,60	0,0000	0,00	0,000
13	-0,73	5 Ø 24	5 Ø 24	470,01	369,27	0,0000	0,00	0,000
14	-0,50	5 Ø 24	5 Ø 24	470,01	417,29	0,0000	0,00	0,000
15	-0,30	5 Ø 24	5 Ø 24	472,72	509,79	0,0475	147,86	0,119
16	0,50	5 Ø 24	5 Ø 24	-470,65	-173,85	0,0000	0,00	0,000
17	0,70	5 Ø 24	5 Ø 24	-470,01	-111,94	0,0000	0,00	0,000
18	0,90	5 Ø 24	5 Ø 24	-470,01	-74,75	0,0000	0,00	0,000
19	1,10	5 Ø 24	5 Ø 24	-470,01	-49,65	0,0000	0,00	0,000
20	1,30	5 Ø 24	5 Ø 24	-470,01	-33,20	0,0000	0,00	0,000
21	1,50	5 Ø 24	5 Ø 24	-470,01	-23,55	0,0000	0,00	0,000
22	1,70	5 Ø 24	5 Ø 24	-470,01	-21,89	0,0000	0,00	0,000
23	1,90	5 Ø 24	5 Ø 24	-472,72	-33,69	0,0000	0,00	0,000
24	2,10	5 Ø 24	5 Ø 24	-470,01	-49,43	0,0000	0,00	0,000
25	2,30	5 Ø 24	5 Ø 24	-470,01	-50,79	0,0000	0,00	0,000
26	2,50	5 Ø 24	5 Ø 24	-470,01	-42,48	0,0000	0,00	0,000

Cod. elab.: 101IN241-MU76-6-CL-211_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Luglio 2011
Nome file: 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97 (Tronco 41) - Relazione di calcolo	Pagina 34 di 67

PROGETTO ESECUTIVO

27	2,70	5 Ø 24	5 Ø 24	-470,01	-21,06	0,0000	0,00	0,000
28	2,90	5 Ø 24	5 Ø 24	-470,01	-6,20	0,0000	0,00	0,000
29	3,10	5 Ø 24	5 Ø 24	470,01	0,80	0,0000	0,00	0,000

Combinazione n° 22

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	-3,30	5 Ø 24	5 Ø 24	470,01	0,29	0,0000	0,00	0,000
2	-3,10	5 Ø 24	5 Ø 24	470,01	4,18	0,0000	0,00	0,000
3	-2,90	5 Ø 24	5 Ø 24	-470,01	-9,56	0,0000	0,00	0,000
4	-2,70	5 Ø 24	5 Ø 24	470,65	19,63	0,0000	0,00	0,000
5	-2,50	5 Ø 24	5 Ø 24	470,01	38,97	0,0000	0,00	0,000
6	-2,30	5 Ø 24	5 Ø 24	470,01	65,91	0,0000	0,00	0,000
7	-2,10	5 Ø 24	5 Ø 24	470,01	99,40	0,0000	0,00	0,000
8	-1,87	5 Ø 24	5 Ø 24	470,01	149,46	0,0000	0,00	0,000
9	-1,64	5 Ø 24	5 Ø 24	470,65	203,42	0,0000	0,00	0,000
10	-1,41	5 Ø 24	5 Ø 24	470,01	253,89	0,0000	0,00	0,000
11	-1,19	5 Ø 24	5 Ø 24	472,72	302,39	0,0000	0,00	0,000
12	-0,96	5 Ø 24	5 Ø 24	472,72	349,17	0,0000	0,00	0,000
13	-0,73	5 Ø 24	5 Ø 24	470,01	393,84	0,0000	0,00	0,000
14	-0,50	5 Ø 24	5 Ø 24	470,01	445,20	0,0000	0,00	0,000
15	-0,30	5 Ø 24	5 Ø 24	472,72	541,30	0,0529	147,86	0,133
16	0,50	5 Ø 24	5 Ø 24	-470,65	-195,83	0,0000	0,00	0,000
17	0,70	5 Ø 24	5 Ø 24	-470,01	-132,46	0,0000	0,00	0,000
18	0,90	5 Ø 24	5 Ø 24	-470,01	-93,16	0,0000	0,00	0,000
19	1,10	5 Ø 24	5 Ø 24	-470,01	-65,75	0,0000	0,00	0,000
20	1,30	5 Ø 24	5 Ø 24	-470,01	-46,93	0,0000	0,00	0,000
21	1,50	5 Ø 24	5 Ø 24	-470,01	-34,91	0,0000	0,00	0,000
22	1,70	5 Ø 24	5 Ø 24	-470,01	-30,83	0,0000	0,00	0,000
23	1,90	5 Ø 24	5 Ø 24	-472,72	-40,02	0,0000	0,00	0,000
24	2,10	5 Ø 24	5 Ø 24	-470,01	-53,24	0,0000	0,00	0,000
25	2,30	5 Ø 24	5 Ø 24	-470,01	-52,71	0,0000	0,00	0,000
26	2,50	5 Ø 24	5 Ø 24	-470,01	-43,11	0,0000	0,00	0,000
27	2,70	5 Ø 24	5 Ø 24	-470,01	-21,26	0,0000	0,00	0,000
28	2,90	5 Ø 24	5 Ø 24	-470,01	-6,19	0,0000	0,00	0,000
29	3,10	5 Ø 24	5 Ø 24	470,01	0,81	0,0000	0,00	0,000

6.11 Verifica a punzonamento della fondazione

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

Fila	D	H <sub>f</sub>	S <sub>l</sub>	N	τ <sub>c</sub>
1	0,800	1,400	3,51858	213,62	0,061
2	0,800	1,400	3,51858	707,19	0,201
3	0,800	1,400	3,51858	1200,76	0,341

6.12 Involuppo 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]

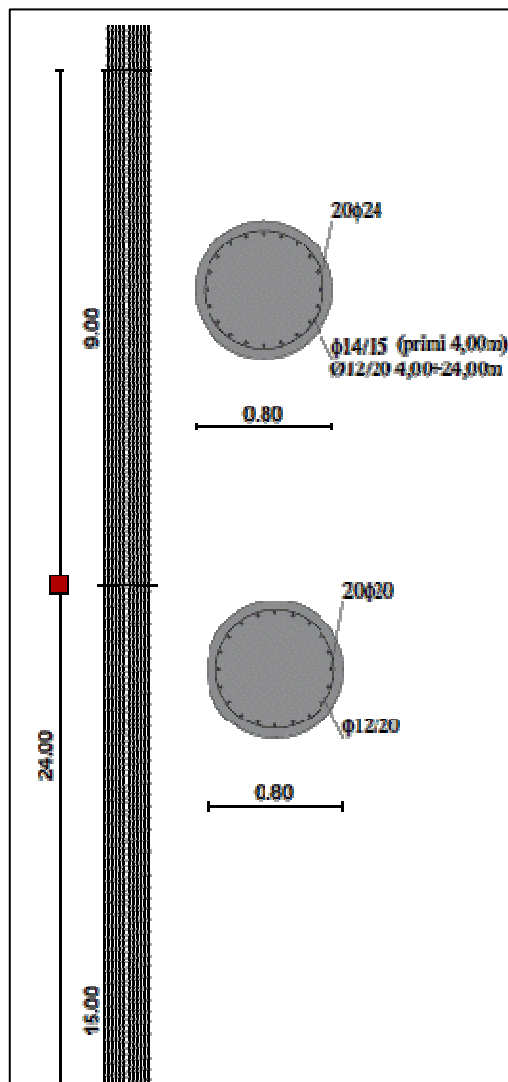
Cod. elab.: 101IN241-MU76-6-CL-211_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Luglio 2011
Nome file: 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97 (Tronco 41) - Relazione di calcolo	Pagina 35 di 67

PROGETTO ESECUTIVO

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	207,8639	438,8257	134,2779	347,9085	130,7351	959,3878
2	0,60	127,2972	230,0807	122,4927	336,1232	138,0330	966,2218
3	1,20	24,3328	70,1573	98,9224	312,5530	144,8468	971,6442
4	1,80	-159,1251	-5,5518	66,0601	277,1976	151,1767	975,6550
5	2,40	-325,4436	-45,1879	40,2130	230,0571	157,0227	978,2543
6	3,00	-463,4779	-69,3157	20,8688	171,1314	162,3846	979,4419
7	3,60	-566,1568	-81,8370	5,6632	100,4207	167,2626	979,2179
8	4,20	-626,4092	-86,1675	-38,6246	17,9247	171,6567	977,5823
9	4,80	-637,1640	-81,3722	-85,9954	-16,8847	175,5667	974,5351
10	5,40	-591,3502	-71,2414	-134,9284	-21,1094	178,9928	970,0764
11	6,00	-510,3931	-58,5757	-161,2679	-22,1172	181,9349	964,2060
12	6,60	-413,6324	-45,3054	-165,7778	-21,1061	184,3931	956,9240
13	7,20	-314,1657	-32,6417	-156,9235	-19,0064	186,3673	948,2304
14	7,80	-220,0116	-21,2379	-131,8186	-15,0007	188,4736	939,9222
15	8,40	-140,9205	-12,2375	-102,9705	-11,0392	190,7935	932,2369
16	9,00	-79,1382	-5,6140	-75,0713	-7,5341	192,7380	923,4569
17	9,60	-34,0954	-0,5604	-50,7942	-4,6801	194,3073	913,5822
18	10,20	-3,6189	8,2802	-31,3309	-2,5222	195,5012	902,6128
19	10,80	3,2279	16,5355	-16,8630	-1,0114	196,3198	890,5487
20	11,40	3,8347	25,2974	-4,7922	0,9855	196,7631	877,3899
21	12,00	3,7378	28,1727	0,8169	4,0503	196,8311	863,1364
22	12,60	3,2477	26,5515	1,1002	6,7085	196,5237	847,7882
23	13,20	2,5875	22,5264	1,1395	8,2654	195,8410	831,3453
24	13,80	1,9038	17,5671	1,0373	8,2608	194,7831	813,8077
25	14,40	1,2814	12,6106	0,8696	7,3922	193,3497	795,1754
26	15,00	0,7596	8,1752	0,6879	6,1637	191,5411	775,4483
27	15,60	0,3469	4,4770	0,4537	4,3752	185,7226	744,0257
28	16,20	0,0624	1,8519	0,2645	2,8059	179,3762	711,0632
29	16,80	-0,4057	0,1683	0,1254	1,5692	172,5018	676,5606
30	17,40	-0,8284	-0,1592	0,0324	0,6816	165,0994	640,5182
31	18,00	-1,1821	-0,1787	-0,1098	0,1043	157,1690	602,9357
32	18,60	-1,2447	-0,1651	-0,2541	-0,0499	148,7106	567,3944
33	19,20	-1,1091	-0,1351	-0,3775	-0,0582	139,7243	546,0579
34	19,80	-0,8826	-0,1002	-0,4122	-0,0553	130,2100	523,7989
35	20,40	-0,6353	-0,0670	-0,3716	-0,0448	120,1677	500,6173
36	21,00	-0,4124	-0,0401	-0,2922	-0,0321	109,5975	476,5132
37	21,60	-0,2371	-0,0208	-0,2033	-0,0202	98,4992	451,4866
38	22,20	-0,1151	-0,0087	-0,1222	-0,0105	86,8730	425,5374
39	22,80	-0,0418	-0,0024	-0,0574	-0,0038	74,7188	398,6657
40	23,40	-0,0074	0,0001	-0,0123	0,0002	62,0366	370,8715
41	24,00	0,0000	0,0000	-0,0123	0,0002	48,8265	342,1547



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

Nr.	Y	A <sub>r</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0,00	20 Ø 24	1030,21	1030,21	365,47	2,42
2	0,60	20 Ø 24	983,65	983,65	365,47	4,92
3	1,20	20 Ø 24	571,79	571,79	365,47	8,15
4	1,80	20 Ø 24	67,08	67,08	365,47	7,48
5	2,40	20 Ø 24	505,70	505,70	365,47	3,38
6	3,00	20 Ø 24	690,60	690,60	365,47	2,30
7	3,60	20 Ø 24	767,53	767,53	365,47	1,86
8	4,20	20 Ø 24	790,96	790,96	365,47	1,67

Cod. elab.: 101IN241-MU76-6-CL-211_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.	Data: Luglio 2011
Nome file: 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0-075+152.97 (Tronco 41) - Relazione di calcolo	Pagina 36 di 67

PROGETTO ESECUTIVO

9	4,80	20 Ø 24	762,70	762,70	365,47	1,64
10	5,40	20 Ø 24	699,34	699,34	365,47	1,78
11	6,00	20 Ø 24	609,88	609,88	365,47	2,09
12	6,60	20 Ø 24	502,23	502,23	365,47	2,62
13	7,20	20 Ø 24	379,38	379,38	365,47	3,55
14	7,80	20 Ø 24	250,00	250,00	365,47	5,30
15	8,40	20 Ø 24	145,53	145,53	365,47	8,66
16	9,00	20 Ø 24	67,37	67,37	365,47	9,53
17	9,60	20 Ø 20	6,59	6,59	201,38	8,50
18	10,20	20 Ø 20	18,29	18,29	201,38	8,60
19	10,80	20 Ø 20	34,59	34,59	201,38	8,70
20	11,40	20 Ø 20	41,35	41,35	201,38	8,82
21	12,00	20 Ø 20	40,62	40,62	201,38	8,97
22	12,60	20 Ø 20	35,61	35,61	201,38	9,14
23	13,20	20 Ø 20	28,67	28,67	201,38	9,32
24	13,80	20 Ø 20	21,33	21,33	201,38	9,53
25	14,40	20 Ø 20	14,54	14,54	201,38	9,76
26	15,00	20 Ø 20	8,73	8,73	201,38	10,02
27	15,60	20 Ø 20	4,09	4,09	201,38	10,45
28	16,20	20 Ø 20	0,83	0,83	201,38	10,94
29	16,80	20 Ø 20	1,04	1,04	201,38	11,49
30	17,40	20 Ø 20	2,04	2,04	201,38	12,14
31	18,00	20 Ø 20	2,36	2,36	201,38	12,90
32	18,60	20 Ø 20	2,26	2,26	201,38	13,71
33	19,20	20 Ø 20	1,92	1,92	201,38	14,24
34	19,80	20 Ø 20	1,49	1,49	201,38	14,85
35	20,40	20 Ø 20	1,04	1,04	201,38	15,53
36	21,00	20 Ø 20	0,65	0,65	201,38	16,32
37	21,60	20 Ø 20	0,36	0,36	201,38	17,23
38	22,20	20 Ø 20	0,16	0,16	201,38	18,28
39	22,80	20 Ø 20	0,05	0,05	201,38	19,51
40	23,40	20 Ø 20	0,00	0,00	201,38	20,97
41	24,00	20 Ø 20	0,00	0,00	201,38	22,73

Figura 6.4: Armatura pali di fondazione

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

Nr.	Y	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax	Nmin	Nmax
1	0,00	207,8639	438,8257	134,2779	347,9085	605,6127	888,0559
2	0,60	127,2972	230,0807	122,4927	336,1232	612,6447	894,9299
3	1,20	24,3328	70,1573	98,9224	312,5530	618,6612	900,4721
4	1,80	-159,1251	-5,5518	66,0601	277,1976	623,6621	904,6825
5	2,40	-325,4436	-45,1879	40,2130	230,0571	627,6474	907,5612
6	3,00	-463,4779	-69,3157	20,8688	171,1314	630,6172	909,1082
7	3,60	-566,1568	-81,8370	5,6632	100,4207	632,5714	909,3234
8	4,20	-626,4092	-86,1675	-38,6246	17,9247	633,5100	908,2069
9	4,80	-637,1640	-81,3722	-85,9954	-16,8847	633,4331	905,7586
10	5,40	-591,3502	-71,2414	-134,9284	-21,1094	632,3406	901,9785
11	6,00	-510,3931	-58,5757	-161,2679	-22,1172	630,2325	896,8668
12	6,60	-413,6324	-45,3054	-165,7778	-21,1061	627,1089	890,4232
13	7,20	-314,1657	-32,6417	-156,9235	-19,0064	622,9697	882,6479
14	7,80	-220,0116	-21,2379	-131,8186	-15,0007	619,1077	875,2362
15	8,40	-140,9205	-12,2375	-102,9705	-11,0392	615,6939	868,4122
16	9,00	-79,1382	-5,6140	-75,0713	-7,5341	611,4925	860,5554
17	9,60	-34,0954	-0,5604	-50,7942	-4,6801	606,5036	851,6658
18	10,20	-3,6189	8,2802	-31,3309	-2,5222	600,7270	841,7434
19	10,80	3,2279	16,5355	-16,8630	-1,0114	594,1629	830,7883
20	11,40	3,8347	25,2974	-4,7922	0,9855	586,8112	818,8004
21	12,00	3,7378	28,1727	0,8169	4,0503	578,6720	805,7797
22	12,60	3,2477	26,5515	1,1002	6,7085	569,7451	791,7262

Cod. elab.: 101IN241-MU76-6-CL-211_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Luglio 2011
Nome file: 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97 (Tronco 41) - Relazione di calcolo	Pagina 37 di 67

PROGETTO ESECUTIVO

23	13,20	2,5875	22,5264	1,1395	8,2654	560,0307	776,6400
24	13,80	1,9038	17,5671	1,0373	8,2608	549,5287	760,5210
25	14,40	1,2814	12,6106	0,8696	7,3922	538,2391	743,3692
26	15,00	0,7596	8,1752	0,6879	6,1637	526,1619	725,1846
27	15,60	0,3469	4,4770	0,4537	4,3752	505,6705	695,9660
28	16,20	0,0624	1,8519	0,2645	2,8059	484,0711	665,2946
29	16,80	-0,4057	0,1683	0,1254	1,5692	461,3638	633,1704
30	17,40	-0,8284	-0,1592	0,0324	0,6816	437,5485	599,5933
31	18,00	-1,1821	-0,1787	-0,1098	0,1043	412,6254	564,5633
32	18,60	-1,2447	-0,1651	-0,2541	-0,0499	386,5943	534,2349
33	19,20	-1,1091	-0,1351	-0,3775	-0,0582	359,4553	514,4057
34	19,80	-0,8826	-0,1002	-0,4122	-0,0553	331,2084	493,7022
35	20,40	-0,6353	-0,0670	-0,3716	-0,0448	301,8536	472,1242
36	21,00	-0,4124	-0,0401	-0,2922	-0,0321	271,3909	449,6719
37	21,60	-0,2371	-0,0208	-0,2033	-0,0202	239,8202	426,3452
38	22,20	-0,1151	-0,0087	-0,1222	-0,0105	207,1417	402,1441
39	22,80	-0,0418	-0,0024	-0,0574	-0,0038	173,3552	377,0686
40	23,40	-0,0074	0,0001	-0,0123	0,0002	138,4608	351,1188
41	24,00	0,0000	0,0000	-0,0123	0,0002	102,4585	324,2946

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

Nr.	Y	A <sub>r</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0,00	20 Ø 24	1192,44	1192,44	365,47	2,74
2	0,60	20 Ø 24	1031,82	1031,82	365,47	5,19
3	1,20	20 Ø 24	339,17	339,17	365,47	8,85
4	1,80	20 Ø 24	75,26	75,26	365,47	6,71
5	2,40	20 Ø 24	552,70	552,70	365,47	3,77
6	3,00	20 Ø 24	744,29	744,29	365,47	2,59
7	3,60	20 Ø 24	821,39	821,39	365,47	2,08
8	4,20	20 Ø 24	844,06	844,06	365,47	1,86
9	4,80	20 Ø 24	815,63	815,63	365,47	1,82
10	5,40	20 Ø 24	751,32	751,32	365,47	1,98
11	6,00	20 Ø 24	659,14	659,14	365,47	2,32
12	6,60	20 Ø 24	546,21	546,21	365,47	2,93
13	7,20	20 Ø 24	420,88	420,88	365,47	3,90
14	7,80	20 Ø 24	277,43	277,43	365,47	5,33
15	8,40	20 Ø 24	161,51	161,51	365,47	7,21
16	9,00	20 Ø 24	74,75	74,75	365,47	9,57
17	9,60	20 Ø 20	6,37	6,37	201,38	9,12
18	10,20	20 Ø 20	20,27	20,27	201,38	9,20
19	10,80	20 Ø 20	38,30	38,30	201,38	9,29
20	11,40	20 Ø 20	45,74	45,74	201,38	9,42
21	12,00	20 Ø 20	44,90	44,90	201,38	9,57
22	12,60	20 Ø 20	39,34	39,34	201,38	9,75
23	13,20	20 Ø 20	31,64	31,64	201,38	9,95
24	13,80	20 Ø 20	23,53	23,53	201,38	10,18
25	14,40	20 Ø 20	16,02	16,02	201,38	10,43
26	15,00	20 Ø 20	9,62	9,62	201,38	10,70
27	15,60	20 Ø 20	4,50	4,50	201,38	11,17
28	16,20	20 Ø 20	0,80	0,80	201,38	11,69
29	16,80	20 Ø 20	1,15	1,15	201,38	12,28
30	17,40	20 Ø 20	2,24	2,24	201,38	12,85
31	18,00	20 Ø 20	2,60	2,60	201,38	13,27
32	18,60	20 Ø 20	2,48	2,48	201,38	13,74
33	19,20	20 Ø 20	2,11	2,11	201,38	14,28
34	19,80	20 Ø 20	1,63	1,63	201,38	14,89
35	20,40	20 Ø 20	1,14	1,14	201,38	15,58
36	21,00	20 Ø 20	0,72	0,72	201,38	16,37

Cod. elab.: 101IN241-MU76-6-CL-211_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Luglio 2011
Nome file: 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97 (Tronco 41) - Relazione di calcolo	Pagina 38 di 67

PROGETTO ESECUTIVO

37	21,60	20 Ø 20	0,39	0,39	201,38	17,28
38	22,20	20 Ø 20	0,17	0,17	201,38	18,34
39	22,80	20 Ø 20	0,05	0,05	201,38	19,58
40	23,40	20 Ø 20	0,00	0,00	201,38	21,04
41	24,00	20 Ø 20	0,00	0,00	201,38	22,81

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

Nr.	Y	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax	Nmin	Nmax
1	0,00	207,8639	438,8257	134,2779	347,9085	550,7061	1200,7563
2	0,60	127,2972	230,0807	122,4927	336,1232	557,8899	1207,4552
3	1,20	24,3328	70,1573	98,9224	312,5530	564,3617	1212,4723
4	1,80	-159,1251	-5,5518	66,0601	277,1976	570,1214	1215,8077
5	2,40	-325,4436	-45,1879	40,2130	230,0571	575,1692	1217,4612
6	3,00	-463,4779	-69,3157	20,8688	171,1314	579,5050	1217,4329
7	3,60	-566,1568	-81,8370	5,6632	100,4207	583,1287	1215,7228
8	4,20	-626,4092	-86,1675	-38,6246	17,9247	586,0404	1212,3310
9	4,80	-637,1640	-81,3722	-85,9954	-16,8847	588,2401	1207,2573
10	5,40	-591,3502	-71,2414	-134,9284	-21,1094	589,7278	1200,5018
11	6,00	-510,3931	-58,5757	-161,2679	-22,1172	590,5034	1192,0645
12	6,60	-413,6324	-45,3054	-165,7778	-21,1061	590,5671	1181,9455
13	7,20	-314,1657	-32,6417	-156,9235	-19,0064	589,9187	1170,1446
14	7,80	-220,0116	-21,2379	-131,8186	-15,0007	589,4647	1158,8028
15	8,40	-140,9205	-12,2375	-102,9705	-11,0392	589,3249	1148,2032
16	9,00	-79,1382	-5,6140	-75,0713	-7,5341	588,6329	1136,2994
17	9,60	-34,0954	-0,5604	-50,7942	-4,6801	587,3888	1123,0914
18	10,20	-3,6189	8,2802	-31,3309	-2,5222	585,5925	1108,5791
19	10,80	3,2279	16,5355	-16,8630	-1,0114	583,2440	1092,7625
20	11,40	3,8347	25,2974	-4,7922	0,9855	580,3434	1075,6417
21	12,00	3,7378	28,1727	0,8169	4,0503	576,8905	1057,2167
22	12,60	3,2477	26,5515	1,1002	6,7085	572,8855	1037,4874
23	13,20	2,5875	22,5264	1,1395	8,2654	568,3284	1016,4539
24	13,80	1,9038	17,5671	1,0373	8,2608	563,2190	994,1161
25	14,40	1,2814	12,6106	0,8696	7,3922	557,5575	970,4741
26	15,00	0,7596	8,1752	0,6879	6,1637	551,3438	945,5278
27	15,60	0,3469	4,4770	0,4537	4,3752	535,5056	906,6473
28	16,20	0,0624	1,8519	0,2645	2,8059	512,4839	865,9320
29	16,80	-0,4057	0,1683	0,1254	1,5692	488,3002	823,3820
30	17,40	-0,8284	-0,1592	0,0324	0,6816	462,9545	778,9973
31	18,00	-1,1821	-0,1787	-0,1098	0,1043	436,4467	732,7779
32	18,60	-1,2447	-0,1651	-0,2541	-0,0499	408,7770	684,7237
33	19,20	-1,1091	-0,1351	-0,3775	-0,0582	379,9453	634,8348
34	19,80	-0,8826	-0,1002	-0,4122	-0,0553	349,9516	583,1111
35	20,40	-0,6353	-0,0670	-0,3716	-0,0448	318,7959	529,5527
36	21,00	-0,4124	-0,0401	-0,2922	-0,0321	286,4781	474,1596
37	21,60	-0,2371	-0,0208	-0,2033	-0,0202	252,9984	438,3672
38	22,20	-0,1151	-0,0087	-0,1222	-0,0105	218,3567	413,3302
39	22,80	-0,0418	-0,0024	-0,0574	-0,0038	182,5530	387,3958
40	23,40	-0,0074	0,0001	-0,0123	0,0002	145,5873	360,5640
41	24,00	0,0000	0,0000	-0,0123	0,0002	107,4596	332,8348

**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 24	1207,23	1207,23	365,47	2,77
2	0,60	20 Ø 24	1013,17	1013,17	365,47	4,40
3	1,20	20 Ø 24	194,27	194,27	365,47	7,19
4	1,80	20 Ø 24	85,71	85,71	365,47	5,33
5	2,40	20 Ø 24	608,79	608,79	365,47	3,49

Cod. elab.: 101IN241-MU76-6-CL-211_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Luglio 2011
Nome file: 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97 (Tronco 41) - Relazione di calcolo	Pagina 39 di 67



PROGETTO ESECUTIVO

6	3,00	20 Ø 24	805,51	805,51	365,47	2,64
7	3,60	20 Ø 24	880,85	880,85	365,47	2,16
8	4,20	20 Ø 24	901,87	901,87	365,47	1,95
9	4,80	20 Ø 24	874,16	874,16	365,47	1,92
10	5,40	20 Ø 24	810,26	810,26	365,47	2,07
11	6,00	20 Ø 24	716,19	716,19	365,47	2,40
12	6,60	20 Ø 24	598,20	598,20	365,47	2,91
13	7,20	20 Ø 24	464,55	464,55	365,47	3,60
14	7,80	20 Ø 24	311,62	311,62	365,47	4,54
15	8,40	20 Ø 24	181,42	181,42	365,47	5,69
16	9,00	20 Ø 24	83,95	83,95	365,47	6,82
17	9,60	20 Ø 20	6,16	6,16	201,38	6,51
18	10,20	20 Ø 20	19,91	19,91	201,38	6,67
19	10,80	20 Ø 20	42,90	42,90	201,38	6,68
20	11,40	20 Ø 20	51,18	51,18	201,38	6,71
21	12,00	20 Ø 20	50,19	50,19	201,38	6,77
22	12,60	20 Ø 20	43,94	43,94	201,38	6,85
23	13,20	20 Ø 20	35,31	35,31	201,38	6,95
24	13,80	20 Ø 20	26,24	26,24	201,38	7,06
25	14,40	20 Ø 20	17,85	17,85	201,38	7,18
26	15,00	20 Ø 20	10,71	10,71	201,38	7,32
27	15,60	20 Ø 20	5,00	5,00	201,38	7,52
28	16,20	20 Ø 20	0,78	0,78	201,38	7,75
29	16,80	20 Ø 20	1,20	1,20	201,38	8,00
30	17,40	20 Ø 20	2,49	2,49	201,38	8,26
31	18,00	20 Ø 20	2,88	2,88	201,38	8,55
32	18,60	20 Ø 20	2,75	2,75	201,38	8,88
33	19,20	20 Ø 20	2,33	2,33	201,38	9,26
34	19,80	20 Ø 20	1,80	1,80	201,38	9,68
35	20,40	20 Ø 20	1,26	1,26	201,38	10,16
36	21,00	20 Ø 20	0,79	0,79	201,38	10,72
37	21,60	20 Ø 20	0,43	0,43	201,38	11,36
38	22,20	20 Ø 20	0,19	0,19	201,38	12,10
39	22,80	20 Ø 20	0,06	0,06	201,38	12,98
40	23,40	20 Ø 20	0,00	0,00	201,38	14,04
41	24,00	20 Ø 20	0,00	0,00	201,38	15,32

Cod. elab.: 101IN241-MU76-6-CL-211_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Luglio 2011
Nome file: 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	<b>MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97</b> <b>(Tronco 41) - Relazione di calcolo</b>	Pagina 40 di 67

## 7 MURO DI SOSTEGNO $H_{max} = 2,00+3,00$ (TIPO 2)

A seguire si riportano le verifiche di sicurezza globale e strutturale relative alla tipologia di muro individuata come tipologico 2, in accordo con la notazione degli elaborati grafici esecutivi dell'opera, cui si rimanda per ulteriori dettagli tecnici.

<i>Cod. elab.:</i> 101IN241-MU76-6-CL-211_B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	<i>Data:</i> Luglio 2011
<i>Nome file:</i> 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	<b>MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97 (Tronco 41) - Relazione di calcolo</b>	<i>Pagina</i> 41 di 67

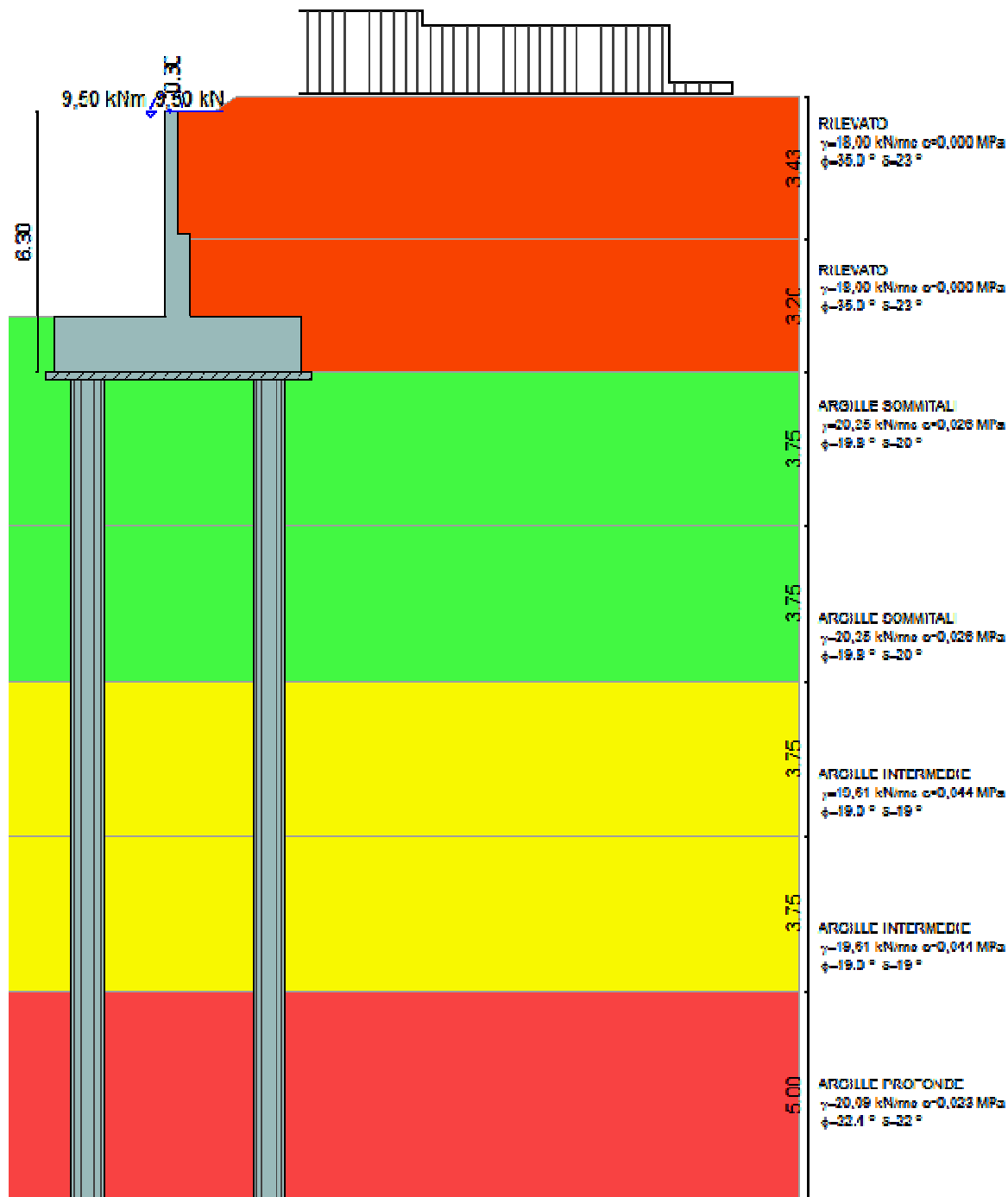


Figura 7.1: Modello di calcolo muri tipo 2

## 7.1 Geometria muro e fondazione

Descrizione Muro a gradoni in c.a.

Descrizione dei gradoni

Cod. elab.: 101IN241-MU76-6-CL-211_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Luglio 2011
Nome file: 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97 (Tronco 41) - Relazione di calcolo	Pagina 42 di 67

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	0,60	0,60	2,00	0,00	0,00

Altezza del paramento 5,00 [m]

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle 2,70 [m]  
 Lunghezza mensola fondazione di monte 2,70 [m]  
 Lunghezza totale fondazione 6,00 [m]  
 Inclinazione piano di posa della fondazione 0,00 [°]  
 Spessore fondazione 1,30 [m]  
 Spessore magrone 0,20 [m]

Descrizione pali di fondazione

Pali in c.a.  
 Numero di file di pali 2  
 Vincolo pali/fondazione Incastro  
 Tipo di portanza Portanza laterale e di punta

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

N	X	Nr.	D	L	alfa	ALL
1	0,80	3	0,8000	24,00	0,00	Centrati
2	5,20	3	0,8000	24,00	0,00	Centrati

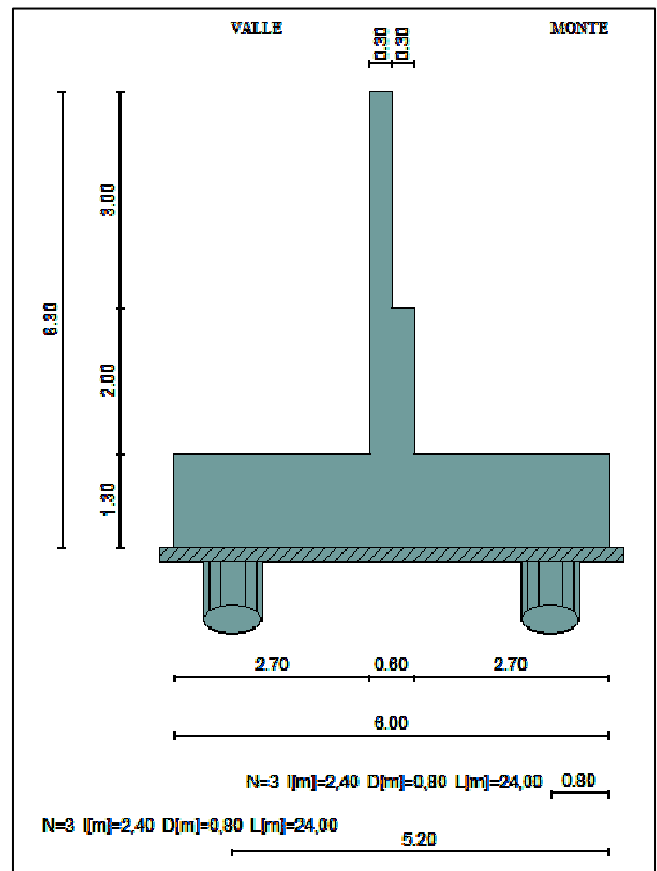


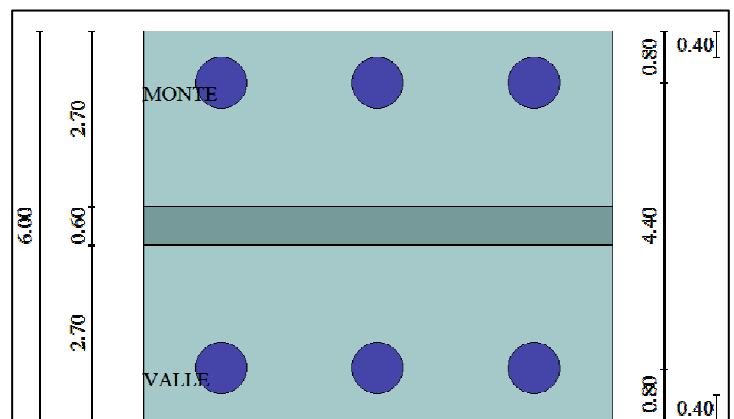
Figura 7.2: Geometria muri tipo 2

Geometria profilo terreno a monte del muro

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

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

N	X	Y	A
1	0,90	0,00	0,00
2	1,40	0,33	33,42
3	15,00	0,33	0,00



Cod. elab.: 101IN241-MU76-6-CL-211_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A. 7.20	Data: Luglio 2011
Nome file: 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97 (Tronco 41) - Relazione di calcolo	Pagina 43 di 67

## 7.2 Condizioni di carico

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

$X$  Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]

$F_x$  Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]

$F_y$  Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]

$M$  Momento espresso in [kNm]

$X_i$  Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]

$X_f$  Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]

$Q_i$  Intensità del carico per  $x=X_i$  espressa in [kN/m]

$Q_f$  Intensità del carico per  $x=X_f$  espressa in [kN/m]

$D/C$  Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

Figura 7.3: Geometria fondazione nuri tipo 2

### Condizione n° 1 (PERMANENTI)

D	Profilo	$X_i=2,90$	$X_f=13,40$	$Q_i=4,0000$	$Q_f=4,0000$
---	---------	------------	-------------	--------------	--------------

### Condizione n° 2 (MOBILI)

C	Paramento	$X=-0,25$	$Y=0,00$	$F_x=9,5000$	$F_y=0,0000$	$M=9,5000$
---	-----------	-----------	----------	--------------	--------------	------------

D	Profilo	$X_i=2,90$	$X_f=5,90$	$Q_i=25,4000$	$Q_f=25,4000$
---	---------	------------	------------	---------------	---------------

D	Profilo	$X_i=5,90$	$X_f=11,90$	$Q_i=20,0000$	$Q_f=20,0000$
---	---------	------------	-------------	---------------	---------------

## 7.3 Stabilità globale muro + terreno

$C$  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	A1-M1 - [1]	--	--	--	--	--
3	A1-M1 - [1]	--	--	--	--	--
4	A1-M1 - [1]	--	--	--	--	--
5	A2-M2 - [1]	--	--	--	--	--
6	STAB - [1]	--	--	--	--	3,98
7	A1-M1 - [2]	--	--	--	--	--
8	A1-M1 - [2]	--	--	--	--	--
9	A1-M1 - [2]	--	--	--	--	--
10	A1-M1 - [2]	--	--	--	--	--
11	A2-M2 - [2]	--	--	--	--	--
12	STAB - [2]	--	--	--	--	3,33
13	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	--
14	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	--
15	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	--
16	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	--
17	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	2,79
18	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	2,96
19	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	--
20	SLEQ - [1]	--	--	--	--	--
21	SLEF - [1]	--	--	--	--	--
22	SLER - [1]	--	--	--	--	--

Cod. elab.: 101IN241-MU76-6-CL-211_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Luglio 2011
Nome file: 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97 (Tronco 41) - Relazione di calcolo	Pagina 44 di 67

## 7.4 Analisi dei pali

### Combinazione n° 15 (COMB. CRITICA)

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

Orizzontale	[kN]	263,778
Verticale	[kN]	622,111
Momento	[kNm]	-49,191

#### Spostamenti della piastra di fondazione

Orizzontale	[m]	0,0032616
Verticale [m]		0,0011335
Rotazione	[°]	-0,00877

#### Scarichi in testa ai pali

Fila nr.	N.pali	N [kN]	T [kN]	M [kNm]	Tu [kN]	Mu [kNm]
1	3	524,82	316,53	428,74	414,41	561,32
2	3	968,25	316,53	428,74	414,41	561,32

#### Calcolo della portanza

$\tau_m$	tensione tangenziale media palo-terreno in [MPa]
$\sigma_p$	tensione sul terreno alla punta del palo in [MPa]
$N_c, N_q, N_\gamma$	fattori di capacità portante
$N'_c, N'_q, N'_\gamma$	fattori di capacità portante corretti
$P_l$	portanza caratteristica per attrito e aderenza laterale in [kN]
$P_p$	portanza caratteristica di punta in [kN]
$P_t$	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	0.07	1.89
2	9.27	9.27	3.87	3.87	0.00	0.00	0.14	2.91

Fila	$P_l$	$P_p$	$P_t$	$P_{d,s}$	$P_{d,c}$	PT
1	1496,14	878,72	2073,27	1650,31	2073,27	MEDI
1	1450,08	740,42	1888,91	1507,81	1888,91	MINIMI
2	1496,14	878,72	2073,27	1650,31	2073,27	MEDI
2	1450,08	740,42	1888,91	1507,81	1888,91	MINIMI

## 7.5 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	12,8250	0,0000	12,8250
2	0,75	6,1309	8,2554	0,2842	22,7280	1,4660	14,3588
3	1,50	13,3882	17,8668	2,6648	34,7350	6,1961	19,2373
4	2,25	21,9279	29,2218	9,8061	51,4873	14,6425	34,2043

Cod. elab.: 101IN241-MU76-6-CL-211_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Luglio 2011
Nome file: 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97 (Tronco 41) - Relazione di calcolo	Pagina 45 di 67

PROGETTO ESECUTIVO

5	3,00	31,5144	41,9923	24,3533	75,8323	26,1222	52,2046
6	3,50	58,7930	79,6992	39,1176	98,2840	36,4923	67,5290
7	4,25	75,9781	104,4932	71,3846	147,9085	53,6911	92,1593
8	5,00	94,1887	130,8235	117,2906	224,5247	73,8618	119,7615

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	9,5000	0,0000	9,5000
2	0,75	6,1151	6,1151	0,2105	16,8355	1,1361	10,6361
3	1,50	13,2346	13,2346	1,9796	25,7296	4,6009	14,1009
4	2,25	21,6458	21,6458	7,2638	38,1388	11,0600	20,5600
5	3,00	31,1054	31,1054	18,1721	56,1721	19,9496	29,4496
6	3,50	58,1902	59,0364	29,8510	72,8030	27,7964	39,2582
7	4,25	75,1202	77,4023	53,7525	106,1272	40,9641	55,7547
8	5,00	93,1105	96,9063	88,1695	152,4825	56,5900	74,8896

7.6 Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

Combinazione n° 15

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 7.20 Altezza(m) = 6.00

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

Ascissa X positiva verso destra

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

I momenti negativi tendono le fibre superiori

Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M <sub>ymin</sub>	M <sub>ymax</sub>	T <sub>ymin</sub>	T <sub>ymax</sub>
1	0,00	-0,2166	0,3606	-5,1092	6,7079
2	0,20	-5,1188	6,1425	-80,8551	49,6422
3	0,40	-12,1324	12,0829	-102,0917	97,4479
4	0,60	-19,0141	31,0907	0,0000	151,7950
5	0,80	0,0000	60,8261	0,0000	230,8255
6	1,00	0,0000	101,9936	0,0000	381,8691
7	1,20	0,0000	153,1654	0,0000	554,7237
8	1,39	0,0000	213,4871	0,0000	473,8111
9	1,57	0,0000	283,0008	0,0000	421,7620
10	1,76	0,0000	348,5655	0,0000	392,5322
11	1,95	0,0000	412,3502	0,0000	374,9573
12	2,14	0,0000	475,3495	0,0000	364,5213
13	2,33	0,0000	538,1440	0,0000	363,2400
14	2,51	0,0000	601,5246	0,0000	370,2573
15	2,70	0,0000	666,7980	0,0000	364,3827
16	3,30	-92,9508	0,0000	-185,5579	0,0000
17	3,49	-51,0757	0,0000	-164,9049	0,0000
18	3,68	-26,4789	0,0000	-107,2310	0,0000
19	3,86	-10,2232	4,3758	-70,1010	0,0000
20	4,05	0,0000	12,5814	-41,1241	0,0000
21	4,24	0,0000	16,5877	-18,8782	19,7288
22	4,42	0,0000	15,7838	-2,0560	55,0597
23	4,61	0,0000	8,9754	0,0000	103,8528
24	4,80	-11,2195	2,9193	0,0000	161,6278
25	5,00	-28,2251	0,0000	0,0000	80,2002
26	5,20	-33,3411	0,0000	-6,3464	27,9709
27	5,40	-30,0079	0,0000	-37,2330	5,8210
28	5,60	-15,1417	0,0000	-127,1876	0,0000
29	5,80	-4,6223	1,4757	-68,6543	0,0000

Cod. elab.: 101IN241-MU76-6-CL-211_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Luglio 2011
Nome file: 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97 (Tronco 41) - Relazione di calcolo	Pagina 46 di 67

PROGETTO ESECUTIVO

30 6,00 0,0000 0,5666 -10,2446 0,0000

Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M <sub>xmin</sub>	M <sub>xmax</sub>	T <sub>xmin</sub>	T <sub>xmax</sub>
1	0,00	-0,3284	2,4329	-29,7377	91,0224
2	0,40	-11,1442	4,7077	-175,8629	88,7193
3	0,80	-62,0289	0,0000	-275,6947	66,1740
4	1,20	-97,1572	0,0000	-71,3804	105,4594
5	1,60	-47,3868	0,0000	-16,5494	324,2253
6	2,00	-0,0091	34,7315	-16,8448	207,0662
7	2,40	0,0000	52,1679	-51,2366	64,1301
8	2,80	0,0000	39,2741	-193,4734	18,3908
9	3,20	-37,2118	0,0000	-297,9705	18,0593
10	3,60	-81,1823	0,0000	-89,4296	89,4296
11	4,00	-37,2118	0,0000	-18,0593	297,9705
12	4,40	0,0000	39,2741	-18,3908	193,4734
13	4,80	0,0000	52,1679	-64,1301	51,2366
14	5,20	-0,0091	34,7315	-207,0662	16,8448
15	5,60	-47,3868	0,0000	-324,2253	16,5494
16	6,00	-97,1572	0,0000	-105,4594	71,3804
17	6,40	-62,0289	0,0000	-66,1740	275,6947
18	6,80	-11,1442	4,7077	-88,7193	175,8629
19	7,20	-0,3284	2,4329	-91,0224	29,7377

**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
- VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
- VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
- VRd Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
2	0,75	1,00, 0,30	5 Ø 20	5 Ø 16	39,36	-122,77	6,26	134,99	--	--
3	1,50	1,00, 0,30	5 Ø 20	5 Ø 16	57,78	-144,09	4,15	135,90	--	--
4	2,25	1,00, 0,30	5 Ø 20	5 Ø 16	65,59	-144,85	2,81	136,96	--	--
5	3,00	1,00, 0,30	5 Ø 20	5 Ø 16	64,88	-144,21	1,90	138,16	--	--
6	3,50	1,00, 0,60	5 Ø 20	5 Ø 16	252,10	-380,07	3,97	205,09	--	--
7	4,25	1,00, 0,60	5 Ø 20	5 Ø 16	214,13	-371,03	2,52	207,45	--	--
8	5,00	1,00, 0,60	5 Ø 20	5 Ø 16	172,22	-361,06	1,61	209,96	--	--

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>
2	0,75	1,00, 0,30	5 Ø 20	5 Ø 16	1,626	0,050	46,886	-10,138

Cod. elab.: 101IN241-MU76-6-CL-211_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Luglio 2011
Nome file: 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97 (Tronco 41) - Relazione di calcolo	Pagina 47 di 67



## PROGETTO ESECUTIVO

3	1,50	1,00, 0,30	5 Ø 20	5 Ø 16	2,492	0,066	70,432	-15,813
4	2,25	1,00, 0,30	5 Ø 20	5 Ø 16	3,696	0,097	103,764	-23,604
5	3,00	1,00, 0,30	5 Ø 20	5 Ø 16	5,887	0,139	152,212	0,000
6	3,50	1,00, 0,60	5 Ø 20	5 Ø 16	1,981	0,084	74,366	-20,249
7	4,25	1,00, 0,60	5 Ø 20	5 Ø 16	2,881	0,119	110,888	-29,210
8	5,00	1,00, 0,60	5 Ø 20	5 Ø 16	4,129	0,160	163,450	-41,442

## 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° 20

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$s_m$	w
1	0,00	5 Ø 20	5 Ø 16	-19,85	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	0,25	5 Ø 20	5 Ø 16	-19,85	0,00	0,0000	0,00	0,000
3	0,50	5 Ø 20	5 Ø 16	-20,05	-0,05	0,0000	0,00	0,000
4	0,75	5 Ø 20	5 Ø 16	-22,83	-0,21	0,0000	0,00	0,000
5	1,00	5 Ø 20	5 Ø 16	-22,83	-0,54	0,0000	0,00	0,000
6	1,25	5 Ø 20	5 Ø 16	-22,83	-1,11	0,0000	0,00	0,000
7	1,50	5 Ø 20	5 Ø 16	-22,83	-1,98	0,0000	0,00	0,000
8	1,75	5 Ø 20	5 Ø 16	-22,83	-3,23	0,0000	0,00	0,000
9	2,00	5 Ø 20	5 Ø 16	-22,83	-4,97	0,0000	0,00	0,000
10	2,25	5 Ø 20	5 Ø 16	-22,83	-7,26	0,0000	0,00	0,000
11	2,50	5 Ø 20	5 Ø 16	-22,59	-10,19	0,0000	0,00	0,000
12	2,75	5 Ø 20	5 Ø 16	-22,59	-13,80	0,0000	0,00	0,000
13	3,00	5 Ø 20	5 Ø 16	-22,59	-18,17	0,0000	0,00	0,000
14	3,00	5 Ø 20	5 Ø 16	-80,37	-18,74	0,0000	0,00	0,000
15	3,25	5 Ø 20	5 Ø 16	-88,07	-23,86	0,0000	0,00	0,000
16	3,50	5 Ø 20	5 Ø 16	-88,07	-29,85	0,0000	0,00	0,000
17	3,75	5 Ø 20	5 Ø 16	-88,07	-36,77	0,0000	0,00	0,000
18	4,00	5 Ø 20	5 Ø 16	-88,07	-44,71	0,0000	0,00	0,000
19	4,25	5 Ø 20	5 Ø 16	-88,07	-53,75	0,0000	0,00	0,000
20	4,50	5 Ø 20	5 Ø 16	-88,07	-63,97	0,0000	0,00	0,000
21	4,75	5 Ø 20	5 Ø 16	-88,07	-75,42	0,0000	0,00	0,000
22	5,00	5 Ø 20	5 Ø 16	-88,07	-88,17	0,0245	199,58	0,083

## Combinazione n° 21

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$s_m$	w
1	0,00	5 Ø 20	5 Ø 16	-19,85	-7,13	0,0000	0,00	0,000
2	0,25	5 Ø 20	5 Ø 16	-19,85	-8,91	0,0000	0,00	0,000
3	0,50	5 Ø 20	5 Ø 16	-20,05	-10,74	0,0000	0,00	0,000
4	0,75	5 Ø 20	5 Ø 16	-22,83	-12,68	0,0000	0,00	0,000
5	1,00	5 Ø 20	5 Ø 16	-22,83	-14,79	0,0000	0,00	0,000
6	1,25	5 Ø 20	5 Ø 16	-22,83	-17,14	0,0000	0,00	0,000
7	1,50	5 Ø 20	5 Ø 16	-22,83	-19,79	0,0000	0,00	0,000
8	1,75	5 Ø 20	5 Ø 16	-22,83	-22,83	0,0000	0,00	0,000
9	2,00	5 Ø 20	5 Ø 16	-22,83	-26,34	0,0205	199,58	0,070
10	2,25	5 Ø 20	5 Ø 16	-22,83	-30,42	0,0275	199,58	0,093
11	2,50	5 Ø 20	5 Ø 16	-22,59	-35,12	0,0352	199,58	0,119
12	2,75	5 Ø 20	5 Ø 16	-22,59	-40,52	0,0437	199,58	0,148

Cod. elab.: 101IN241-MU76-6-CL-211_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Luglio 2011
Nome file: 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97 (Tronco 41) - Relazione di calcolo	Pagina 48 di 67

PROGETTO ESECUTIVO

13	3,00	5 Ø 20	5 Ø 16	-22,59	-46,67	0,0530	199,58	0,180
14	3,00	5 Ø 20	5 Ø 16	-80,37	-47,24	0,0000	0,00	0,000
15	3,25	5 Ø 20	5 Ø 16	-88,07	-54,13	0,0000	0,00	0,000
16	3,50	5 Ø 20	5 Ø 16	-88,07	-61,97	0,0000	0,00	0,000
17	3,75	5 Ø 20	5 Ø 16	-88,07	-70,95	0,0000	0,00	0,000
18	4,00	5 Ø 20	5 Ø 16	-88,07	-81,17	0,0000	0,00	0,000
19	4,25	5 Ø 20	5 Ø 16	-88,07	-92,70	0,0275	199,58	0,093
20	4,50	5 Ø 20	5 Ø 16	-88,07	-105,61	0,0317	199,58	0,107
21	4,75	5 Ø 20	5 Ø 16	-88,07	-119,97	0,0378	199,58	0,128
22	5,00	5 Ø 20	5 Ø 16	-88,07	-135,86	0,0494	199,58	0,168

Combinazione n° 22

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	0,00	5 Ø 20	5 Ø 16	-19,85	-9,50	0,0000	0,00	0,000
2	0,25	5 Ø 20	5 Ø 16	-19,85	-11,88	0,0000	0,00	0,000
3	0,50	5 Ø 20	5 Ø 16	-20,05	-14,30	0,0000	0,00	0,000
4	0,75	5 Ø 20	5 Ø 16	-22,83	-16,84	0,0000	0,00	0,000
5	1,00	5 Ø 20	5 Ø 16	-22,83	-19,54	0,0000	0,00	0,000
6	1,25	5 Ø 20	5 Ø 16	-22,83	-22,49	0,0000	0,00	0,000
7	1,50	5 Ø 20	5 Ø 16	-22,83	-25,73	0,0205	199,58	0,070
8	1,75	5 Ø 20	5 Ø 16	-22,83	-29,36	0,0266	199,58	0,090
9	2,00	5 Ø 20	5 Ø 16	-22,83	-33,47	0,0335	199,58	0,114
10	2,25	5 Ø 20	5 Ø 16	-22,83	-38,14	0,0409	199,58	0,139
11	2,50	5 Ø 20	5 Ø 16	-22,59	-43,44	0,0489	199,58	0,166
12	2,75	5 Ø 20	5 Ø 16	-22,59	-49,43	0,0578	199,58	0,196
13	3,00	5 Ø 20	5 Ø 16	-22,59	-56,17	0,0676	199,58	0,229
14	3,00	5 Ø 20	5 Ø 16	-80,37	-56,74	0,0000	0,00	0,000
15	3,25	5 Ø 20	5 Ø 16	-88,07	-64,23	0,0000	0,00	0,000
16	3,50	5 Ø 20	5 Ø 16	-88,07	-72,80	0,0000	0,00	0,000
17	3,75	5 Ø 20	5 Ø 16	-88,07	-82,59	0,0000	0,00	0,000
18	4,00	5 Ø 20	5 Ø 16	-88,07	-93,67	0,0283	199,58	0,096
19	4,25	5 Ø 20	5 Ø 16	-88,07	-106,13	0,0323	199,58	0,110
20	4,50	5 Ø 20	5 Ø 16	-88,07	-120,03	0,0389	199,58	0,132
21	4,75	5 Ø 20	5 Ø 16	-88,07	-135,46	0,0501	199,58	0,170
22	5,00	5 Ø 20	5 Ø 16	-88,07	-152,48	0,0619	199,58	0,210

## 7.9 Involuppo 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)

Cod. elab.: 101IN241-MU76-6-CL-211_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Luglio 2011
Nome file: 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97 (Tronco 41) - Relazione di calcolo	Pagina 49 di 67

PROGETTO ESECUTIVO

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	0,40	1,00, 1,30	5 Ø 20	5 Ø 24	0,00	1067,54	58,28	365,43	--	--
2	1,00	1,00, 1,30	5 Ø 20	5 Ø 24	0,00	1067,84	10,47	365,43	--	--
3	1,57	1,00, 1,30	5 Ø 20	5 Ø 24	0,00	1067,54	3,77	7592,67	7592,67	66749,69
4	2,14	1,00, 1,30	5 Ø 20	5 Ø 24	0,00	1067,54	2,25	7592,67	7592,67	66749,69
5	2,70	1,00, 1,30	5 Ø 20	5 Ø 24	0,00	1160,86	1,74	365,43	--	--

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	0,40	1,00, 1,30	5 Ø 20	5 Ø 24	0,064	0,029	3,031	5,079
7	1,00	1,00, 1,30	5 Ø 20	5 Ø 24	0,417	0,179	26,120	-4,956
8	1,57	1,00, 1,30	5 Ø 20	5 Ø 24	1,177	0,233	73,039	-14,026
9	2,14	1,00, 1,30	5 Ø 20	5 Ø 24	1,966	0,215	121,992	-23,426
10	2,70	1,00, 1,30	5 Ø 20	5 Ø 24	2,644	0,195	156,176	-31,827

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	0,40	1,00, 1,30	5 Ø 20	5 Ø 24	0,00	-745,10	31,42	365,43	--	--
2	1,00	1,00, 1,30	5 Ø 20	5 Ø 24	0,00	-745,10	18,58	365,43	--	--
3	1,57	1,00, 1,30	5 Ø 20	5 Ø 24	0,00	0,00	8,15	0,00	--	--
4	2,14	1,00, 1,30	5 Ø 20	5 Ø 24	0,00	0,00	5,55	0,00	--	--
5	2,70	1,00, 1,30	5 Ø 20	5 Ø 24	0,00	0,00	4,40	365,43	--	--

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	0,40	1,00, 1,30	5 Ø 20	5 Ø 24	0,119	0,009	-1,332	9,421
7	1,00	1,00, 1,30	5 Ø 20	5 Ø 24	0,178	0,107	11,075	10,246
8	1,57	1,00, 1,30	5 Ø 20	5 Ø 24	0,589	0,118	36,574	-7,023
9	2,14	1,00, 1,30	5 Ø 20	5 Ø 24	0,866	0,050	53,718	-10,316
10	2,70	1,00, 1,30	5 Ø 20	5 Ø 24	0,949	0,007	58,919	-11,314

**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<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° 20

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	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	0,26	0,0000	0,00	0,000
2	-2,80	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	3,42	0,0000	0,00	0,000
3	-2,60	5 Ø 20	5 Ø 24	-398,81	-8,20	0,0000	0,00	0,000
4	-2,40	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	16,03	0,0000	0,00	0,000
5	-2,20	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	31,77	0,0000	0,00	0,000

Cod. elab.: 101IN241-MU76-6-CL-211_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Luglio 2011
Nome file: 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97 (Tronco 41) - Relazione di calcolo	Pagina 50 di 67

PROGETTO ESECUTIVO

6	-2,00	0,001772	5 Ø 24	405,96	53,75	0,0000	0,00	0,000
7	-1,80	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	81,12	0,0000	0,00	0,000
8	-1,61	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	113,65	0,0000	0,00	0,000
9	-1,43	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	151,11	0,0000	0,00	0,000
10	-1,24	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	185,77	0,0000	0,00	0,000
11	-1,05	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	218,91	0,0000	0,00	0,000
12	-0,86	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	251,12	0,0000	0,00	0,000
13	-0,67	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	282,74	0,0000	0,00	0,000
14	-0,49	5 Ø 20	0,002463	407,85	314,24	0,0000	0,00	0,000
15	-0,30	5 Ø 20	0,002463	407,85	346,39	0,0000	0,00	0,000
16	0,30	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	156,33	0,0000	0,00	0,000
17	0,49	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	153,98	0,0000	0,00	0,000
18	0,68	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	149,72	0,0000	0,00	0,000
19	0,86	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	142,53	0,0000	0,00	0,000
20	1,05	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	131,77	0,0000	0,00	0,000
21	1,24	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	116,89	0,0000	0,00	0,000
22	1,43	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	97,04	0,0000	0,00	0,000
23	1,61	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	70,49	0,0000	0,00	0,000
24	1,80	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	47,31	0,0000	0,00	0,000
25	2,00	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	29,39	0,0000	0,00	0,000
26	2,20	5 Ø 20	5 Ø 24	-398,81	-29,86	0,0000	0,00	0,000
27	2,40	5 Ø 20	5 Ø 24	-398,81	-33,35	0,0000	0,00	0,000
28	2,60	5 Ø 20	5 Ø 24	-398,81	-17,57	0,0000	0,00	0,000
29	2,80	5 Ø 20	5 Ø 24	-398,81	-5,78	0,0000	0,00	0,000
30	3,00	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	0,63	0,0000	0,00	0,000

Combinazione n° 21

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>n</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-3,00	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	0,28	0,0000	0,00	0,000
2	-2,80	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	4,08	0,0000	0,00	0,000
3	-2,60	5 Ø 20	5 Ø 24	-398,81	-9,15	0,0000	0,00	0,000
4	-2,40	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	19,68	0,0000	0,00	0,000
5	-2,20	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	38,82	0,0000	0,00	0,000
6	-2,00	0,001772	5 Ø 24	405,96	65,46	0,0000	0,00	0,000
7	-1,80	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	98,61	0,0000	0,00	0,000
8	-1,61	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	137,88	0,0000	0,00	0,000
9	-1,43	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	183,12	0,0000	0,00	0,000
10	-1,24	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	225,28	0,0000	0,00	0,000
11	-1,05	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	265,85	0,0000	0,00	0,000
12	-0,86	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	305,53	0,0000	0,00	0,000
13	-0,67	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	344,72	0,0000	0,00	0,000
14	-0,49	5 Ø 20	0,002463	407,85	383,95	0,0000	0,00	0,000
15	-0,30	5 Ø 20	0,002463	407,85	424,15	0,0429	147,86	0,108
16	0,30	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	101,08	0,0000	0,00	0,000
17	0,49	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	104,31	0,0000	0,00	0,000
18	0,68	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	105,46	0,0000	0,00	0,000
19	0,86	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	103,55	0,0000	0,00	0,000
20	1,05	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	98,01	0,0000	0,00	0,000
21	1,24	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	88,33	0,0000	0,00	0,000
22	1,43	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	73,73	0,0000	0,00	0,000
23	1,61	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	52,60	0,0000	0,00	0,000
24	1,80	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	34,16	0,0000	0,00	0,000
25	2,00	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	20,35	0,0000	0,00	0,000
26	2,20	5 Ø 20	5 Ø 24	-398,81	-31,76	0,0000	0,00	0,000
27	2,40	5 Ø 20	5 Ø 24	-398,81	-33,18	0,0000	0,00	0,000
28	2,60	5 Ø 20	5 Ø 24	-398,81	-17,36	0,0000	0,00	0,000
29	2,80	5 Ø 20	5 Ø 24	-398,81	-5,61	0,0000	0,00	0,000
30	3,00	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	0,64	0,0000	0,00	0,000

Cod. elab.: 101IN241-MU76-6-CL-211_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Luglio 2011
Nome file: 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97 (Tronco 41) - Relazione di calcolo	Pagina 51 di 67

Combinazione n° 22

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	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	0,29	0,0000	0,00	0,000
2	-2,80	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	4,30	0,0000	0,00	0,000
3	-2,60	5 Ø 20	5 Ø 24	-398,81	-9,47	0,0000	0,00	0,000
4	-2,40	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	20,90	0,0000	0,00	0,000
5	-2,20	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	41,17	0,0000	0,00	0,000
6	-2,00	0,001772	5 Ø 24	405,96	69,37	0,0000	0,00	0,000
7	-1,80	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	104,44	0,0000	0,00	0,000
8	-1,61	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	145,96	0,0000	0,00	0,000
9	-1,43	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	193,80	0,0000	0,00	0,000
10	-1,24	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	238,46	0,0000	0,00	0,000
11	-1,05	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	281,52	0,0000	0,00	0,000
12	-0,86	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	323,69	0,0000	0,00	0,000
13	-0,67	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	365,40	0,0000	0,00	0,000
14	-0,49	5 Ø 20	0,002463	407,85	407,22	0,0000	0,00	0,000
15	-0,30	5 Ø 20	0,002463	407,85	450,09	0,0458	147,86	0,115
16	0,30	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	82,65	0,0000	0,00	0,000
17	0,49	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	87,75	0,0000	0,00	0,000
18	0,68	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	90,70	0,0000	0,00	0,000
19	0,86	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	90,55	0,0000	0,00	0,000
20	1,05	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	86,75	0,0000	0,00	0,000
21	1,24	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	78,81	0,0000	0,00	0,000
22	1,43	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	65,95	0,0000	0,00	0,000
23	1,61	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	46,63	0,0000	0,00	0,000
24	1,80	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	29,77	0,0000	0,00	0,000
25	2,00	5 Ø 20	5 Ø 24	-398,81	-19,10	0,0000	0,00	0,000
26	2,20	5 Ø 20	5 Ø 24	-398,81	-32,39	0,0000	0,00	0,000
27	2,40	5 Ø 20	5 Ø 24	-398,81	-33,12	0,0000	0,00	0,000
28	2,60	5 Ø 20	5 Ø 24	-398,81	-17,29	0,0000	0,00	0,000
29	2,80	5 Ø 20	5 Ø 24	-398,81	-5,56	0,0000	0,00	0,000
30	3,00	5 Ø 20	5 Ø 24	405,37	0,64	0,0000	0,00	0,000

7.11 Verifica a punzonamento della fondazione

- D diametro dei pali della fila espresso in [m]  
H<sub>f</sub> altezza della fondazione in corrispondenza della fila espressa in [m]  
S<sub>1</sub> superficie di aderenza palo-fondazione (H<sub>f</sub>D) espressa in [mq]  
N sforzo normale trasmesso dal palo alla fondazione espresso in [kN]  
τ<sub>c</sub> tensione tangenziale palo-fondazione espressa in [MPa]

Fila	D	H <sub>f</sub>	S <sub>1</sub>	N	τ <sub>c</sub>
1	0,800	1,300	3,26726	524,82	0,161
2	0,800	1,300	3,26726	968,25	0,296

7.12 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

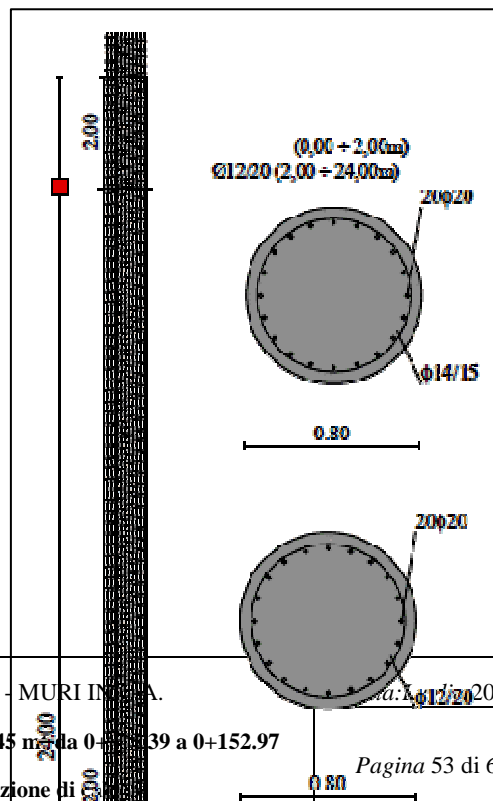
Cod. elab.: 101IN241-MU76-6-CL-211_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Luglio 2011
Nome file: 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97 (Tronco 41) - Relazione di calcolo	Pagina 52 di 67

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

Nr.	Y	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax	Nmin	Nmax
1	0,00	181,3618	428,7398	113,5959	316,5330	416,1455	1037,1245
2	0,60	113,2044	238,8201	101,8106	304,7477	423,2836	1043,9150
3	1,20	49,5258	67,9780	78,2403	281,1775	429,6182	1049,2069
4	1,80	-112,7350	5,1739	53,3516	245,8221	435,1494	1053,0002
5	2,40	-260,2283	-26,8371	33,5786	198,6816	439,8770	1055,2948
6	3,00	-379,4372	-46,9843	18,6224	139,7559	443,8013	1056,0909
7	3,60	-463,2908	-58,1577	5,9323	69,0451	446,9220	1055,3883
8	4,20	-504,7178	-62,9194	-35,0211	-4,1667	449,2393	1053,1870
9	4,80	-496,6473	-60,4194	-83,8997	-11,4280	450,7531	1049,4872
10	5,40	-448,1141	-53,5625	-116,7900	-15,0710	451,4634	1044,2887
11	6,00	-378,0401	-44,5199	-130,2619	-16,1856	451,3703	1037,5916
12	6,60	-299,8829	-34,8085	-129,0223	-15,6816	450,4736	1029,3959
13	7,20	-222,4695	-25,3996	-119,2176	-14,2732	448,7736	1019,7016
14	7,80	-150,9389	-16,8357	-97,2536	-11,4232	447,2928	1010,4163
15	8,40	-92,5868	-9,9818	-73,9366	-8,5249	446,1666	1001,7924
16	9,00	-48,2248	-4,8669	-52,3638	-5,9133	444,4174	992,0064
17	9,60	-16,8065	-0,6402	-34,1790	-3,7559	442,0450	981,0581
18	10,20	0,9347	7,6672	-19,9899	-2,1027	439,0496	968,9477
19	10,80	2,1963	16,0829	-9,7221	-0,9285	435,4310	955,6750
20	11,40	2,7534	21,5281	-1,4177	0,8676	431,1894	941,2402
21	12,00	2,7536	22,3786	0,5332	3,9846	426,3247	925,6432
22	12,60	2,4337	20,2669	0,7791	5,9586	420,8368	908,8840
23	13,20	1,9662	16,6917	0,8331	6,6942	414,7259	890,9626
24	13,80	1,4664	12,6752	0,7730	6,3862	407,9919	871,8790
25	14,40	1,0026	8,8435	0,6573	5,5389	400,6348	851,6332
26	15,00	0,6083	5,5202	0,5262	4,5069	392,6545	830,2253
27	15,60	0,2925	2,8160	0,3532	3,0957	378,0173	796,4007
28	16,20	0,0647	0,9586	0,2110	1,9059	362,5036	760,9413
29	16,80	-0,3764	-0,0460	0,1047	0,9983	346,1133	723,8469
30	17,40	-0,7952	-0,1088	0,0319	0,3677	328,8465	685,1177
31	18,00	-1,0045	-0,1284	-0,0973	-0,0113	310,7031	644,7535
32	18,60	-0,9885	-0,1216	-0,2479	-0,0338	291,6832	603,5313
33	19,20	-0,8450	-0,1014	-0,3243	-0,0417	271,7868	580,5522
34	19,80	-0,6505	-0,0763	-0,3293	-0,0407	251,0139	556,5980
35	20,40	-0,4529	-0,0519	-0,2817	-0,0337	229,3644	531,6689
36	21,00	-0,2838	-0,0317	-0,2123	-0,0247	206,8384	505,7647
37	21,60	-0,1565	-0,0169	-0,1412	-0,0159	183,4358	478,8855
38	22,20	-0,0717	-0,0074	-0,0800	-0,0086	159,1567	451,0312
39	22,80	-0,0237	-0,0022	-0,0341	-0,0034	134,0011	422,2020
40	23,40	-0,0033	0,0001	-0,0055	0,0002	107,9690	392,3977
41	24,00	0,0000	0,0000	-0,0055	0,0002	81,0603	361,6184

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

Nr.	Y	A <sub>r</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0,00	20 Ø 20	875,79	875,79	365,47	2,10
2	0,60	20 Ø 20	795,18	795,18	365,47	4,19
3	1,20	20 Ø 20	469,52	469,52	365,47	6,92
4	1,80	20 Ø 20	21,49	21,49	365,47	7,37
5	2,40	20 Ø 20	258,41	258,41	201,38	3,82
6	3,00	20 Ø 20	437,38	437,38	201,38	2,45
7	3,60	20 Ø 20	514,35	514,35	201,38	1,93
8	4,20	20 Ø 20	544,09	544,09	201,38	1,75
9	4,80	20 Ø 20	527,84	527,84	201,38	1,78
10	5,40	20 Ø 20	482,08	482,08	201,38	2,01



Cod. elab.: 101IN241-MU76-6-CL-211_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN ...	...: A...
Nome file: 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	MU.76- Muro di controripa 77.45 m da 0+... 39 a 0+152.97	...: A...
(Tronco 41) - Relazione di ...		Pagina 53 di 67

PROGETTO ESECUTIVO

11	6,00	20 Ø 20	417,21	417,21	201,38	2,47
12	6,60	20 Ø 20	330,76	330,76	201,38	3,24
13	7,20	20 Ø 20	243,89	243,89	201,38	4,55
14	7,80	20 Ø 20	163,22	163,22	201,38	6,53
15	8,40	20 Ø 20	97,54	97,54	201,38	7,69
16	9,00	20 Ø 20	47,92	47,92	201,38	7,81
17	9,60	20 Ø 20	7,04	7,04	201,38	7,92
18	10,20	20 Ø 20	9,32	9,32	201,38	8,02
19	10,80	20 Ø 20	22,02	22,02	201,38	8,12
20	11,40	20 Ø 20	27,79	27,79	201,38	8,24
21	12,00	20 Ø 20	28,02	28,02	201,38	8,38
22	12,60	20 Ø 20	25,00	25,00	201,38	8,53
23	13,20	20 Ø 20	20,41	20,41	201,38	8,71
24	13,80	20 Ø 20	15,40	15,40	201,38	8,91
25	14,40	20 Ø 20	10,66	10,66	201,38	9,12
26	15,00	20 Ø 20	6,56	6,56	201,38	9,36
27	15,60	20 Ø 20	3,23	3,23	201,38	9,76
28	16,20	20 Ø 20	0,79	0,79	201,38	10,22
29	16,80	20 Ø 20	0,54	0,54	201,38	10,74
30	17,40	20 Ø 20	1,31	1,31	201,38	11,35
31	18,00	20 Ø 20	1,60	1,60	201,38	12,06
32	18,60	20 Ø 20	1,57	1,57	201,38	12,89
33	19,20	20 Ø 20	1,36	1,36	201,38	13,40
34	19,80	20 Ø 20	1,07	1,07	201,38	13,97
35	20,40	20 Ø 20	0,76	0,76	201,38	14,63
36	21,00	20 Ø 20	0,49	0,49	201,38	15,38
37	21,60	20 Ø 20	0,27	0,27	201,38	16,24
38	22,20	20 Ø 20	0,13	0,13	201,38	17,24
39	22,80	20 Ø 20	0,04	0,04	201,38	18,42
40	23,40	20 Ø 20	0,00	0,00	201,38	19,82
41	24,00	20 Ø 20	0,00	0,00	201,38	21,51

Figura 7.4: Armatura pali di fondazione

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

Nr.	Y	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax	Nmin	Nmax
1	0,00	181,3618	428,7398	113,5959	316,5330	573,1742	968,2466
2	0,60	113,2044	238,8201	101,8106	304,7477	580,3486	975,0756
3	1,20	49,5258	67,9780	78,2403	281,1775	586,7922	980,4832
4	1,80	-112,7350	5,1739	53,3516	245,8221	592,5051	984,4692
5	2,40	-260,2283	-26,8371	33,5786	198,6816	597,4872	987,0337
6	3,00	-379,4372	-46,9843	18,6224	139,7559	601,7384	988,1767
7	3,60	-463,2908	-58,1577	5,9323	69,0451	605,2589	987,8982
8	4,20	-504,7178	-62,9194	-35,0211	-4,1667	608,0486	986,1982
9	4,80	-496,6473	-60,4194	-83,8997	-11,4280	610,1076	983,0766
10	5,40	-448,1141	-53,5625	-116,7900	-15,0710	611,4357	978,5335
11	6,00	-378,0401	-44,5199	-130,2619	-16,1856	612,0330	972,5689
12	6,60	-299,8829	-34,8085	-129,0223	-15,6816	611,8996	965,1828
13	7,20	-222,4695	-25,3996	-119,2176	-14,2732	611,0354	956,3752
14	7,80	-150,9389	-16,8357	-97,2536	-11,4232	610,3706	947,9556
15	8,40	-92,5868	-9,9818	-73,9366	-8,5249	610,0284	940,1634
16	9,00	-48,2248	-4,8669	-52,3638	-5,9133	609,1194	931,2687
17	9,60	-16,8065	-0,6402	-34,1790	-3,7559	607,6437	921,2717
18	10,20	0,9347	7,6672	-19,9899	-2,1027	605,6013	910,1723
19	10,80	2,1963	16,0829	-9,7221	-0,9285	602,9922	897,9705
20	11,40	2,7534	21,5281	-1,4177	0,8676	599,8163	884,6662
21	12,00	2,7536	22,3786	0,5332	3,9846	594,3994	870,2596
22	12,60	2,4337	20,2669	0,7791	5,9586	585,1175	854,7506
23	13,20	1,9662	16,6917	0,8331	6,6942	575,0311	838,1392
24	13,80	1,4664	12,6752	0,7730	6,3862	564,1401	820,4254

Cod. elab.: 101IN241-MU76-6-CL-211_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Luglio 2011
Nome file: 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97 (Tronco 41) - Relazione di calcolo	Pagina 54 di 67

PROGETTO ESECUTIVO

25	14,40	1,0026	8,8435	0,6573	5,5389	552,4446	801,6092
26	15,00	0,6083	5,5202	0,5262	4,5069	539,9445	781,6907
27	15,60	0,2925	2,8160	0,3532	3,0957	518,8486	749,9943
28	16,20	0,0647	0,9586	0,2110	1,9059	496,6210	716,7472
29	16,80	-0,3764	-0,0460	0,1047	0,9983	473,2615	681,9493
30	17,40	-0,7952	-0,1088	0,0319	0,3677	448,7703	645,6007
31	18,00	-1,0045	-0,1284	-0,0973	-0,0113	423,1472	607,7012
32	18,60	-0,9885	-0,1216	-0,2479	-0,0338	396,3924	568,2510
33	19,20	-0,8450	-0,1014	-0,3243	-0,0417	368,5057	540,2940
34	19,80	-0,6505	-0,0763	-0,3293	-0,0407	339,4873	518,3182
35	20,40	-0,4529	-0,0519	-0,2817	-0,0337	309,3370	495,4287
36	21,00	-0,2838	-0,0317	-0,2123	-0,0247	278,0549	471,6254
37	21,60	-0,1565	-0,0169	-0,1412	-0,0159	245,6410	446,9083
38	22,20	-0,0717	-0,0074	-0,0800	-0,0086	212,0954	421,2775
39	22,80	-0,0237	-0,0022	-0,0341	-0,0034	177,4179	394,7328
40	23,40	-0,0033	0,0001	-0,0055	0,0002	141,6086	367,2745
41	24,00	0,0000	0,0000	-0,0055	0,0002	104,6675	338,9023

**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	997,39	997,39	365,47	2,34
2	0,60	20 Ø 20	888,49	888,49	365,47	4,04
3	1,20	20 Ø 20	425,11	425,11	365,47	7,49
4	1,80	20 Ø 20	28,60	28,60	365,47	6,18
5	2,40	20 Ø 20	339,96	339,96	201,38	3,77
6	3,00	20 Ø 20	540,80	540,80	201,38	2,67
7	3,60	20 Ø 20	624,89	624,89	201,38	2,15
8	4,20	20 Ø 20	655,59	655,59	201,38	1,94
9	4,80	20 Ø 20	637,31	637,31	201,38	1,98
10	5,40	20 Ø 20	586,88	586,88	201,38	2,23
11	6,00	20 Ø 20	513,32	513,32	201,38	2,68
12	6,60	20 Ø 20	424,17	424,17	201,38	3,36
13	7,20	20 Ø 20	315,25	315,25	201,38	4,24
14	7,80	20 Ø 20	210,95	210,95	201,38	5,41
15	8,40	20 Ø 20	126,00	126,00	201,38	6,70
16	9,00	20 Ø 20	61,84	61,84	201,38	7,79
17	9,60	20 Ø 20	6,88	6,88	201,38	7,98
18	10,20	20 Ø 20	11,99	11,99	201,38	8,10
19	10,80	20 Ø 20	28,27	28,27	201,38	8,10
20	11,40	20 Ø 20	35,60	35,60	201,38	8,14
21	12,00	20 Ø 20	35,83	35,83	201,38	8,21
22	12,60	20 Ø 20	31,91	31,91	201,38	8,31
23	13,20	20 Ø 20	26,00	26,00	201,38	8,42
24	13,80	20 Ø 20	19,58	19,58	201,38	8,55
25	14,40	20 Ø 20	13,54	13,54	201,38	8,69
26	15,00	20 Ø 20	8,31	8,31	201,38	8,84
27	15,60	20 Ø 20	4,09	4,09	201,38	9,08
28	16,20	20 Ø 20	0,79	0,79	201,38	9,34
29	16,80	20 Ø 20	0,68	0,68	201,38	9,62
30	17,40	20 Ø 20	1,65	1,65	201,38	9,93
31	18,00	20 Ø 20	2,01	2,01	201,38	10,27
32	18,60	20 Ø 20	1,97	1,97	201,38	10,66
33	19,20	20 Ø 20	1,70	1,70	201,38	11,10
34	19,80	20 Ø 20	1,33	1,33	201,38	11,59
35	20,40	20 Ø 20	0,95	0,95	201,38	12,16
36	21,00	20 Ø 20	0,61	0,61	201,38	12,80
37	21,60	20 Ø 20	0,34	0,34	201,38	13,55
38	22,20	20 Ø 20	0,16	0,16	201,38	14,41

Cod. elab.: 101IN241-MU76-6-CL-211_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Luglio 2011
Nome file: 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97 (Tronco 41) - Relazione di calcolo	Pagina 55 di 67



39	22,80	20 Ø 20	0,05	0,05	201,38	15,43
40	23,40	20 Ø 20	0,00	0,00	201,38	16,65
41	24,00	20 Ø 20	0,00	0,00	201,38	18,12

## 8 MURO DI SOSTEGNO $H_{max} = 3,50$ (TIPO 3)

A seguire si riportano le verifiche di sicurezza globale e strutturale relative alla tipologia di muro individuata come tipologico 3, in accordo con la notazione degli elaborati grafici esecutivi dell'opera, cui si rimanda per ulteriori dettagli tecnici.

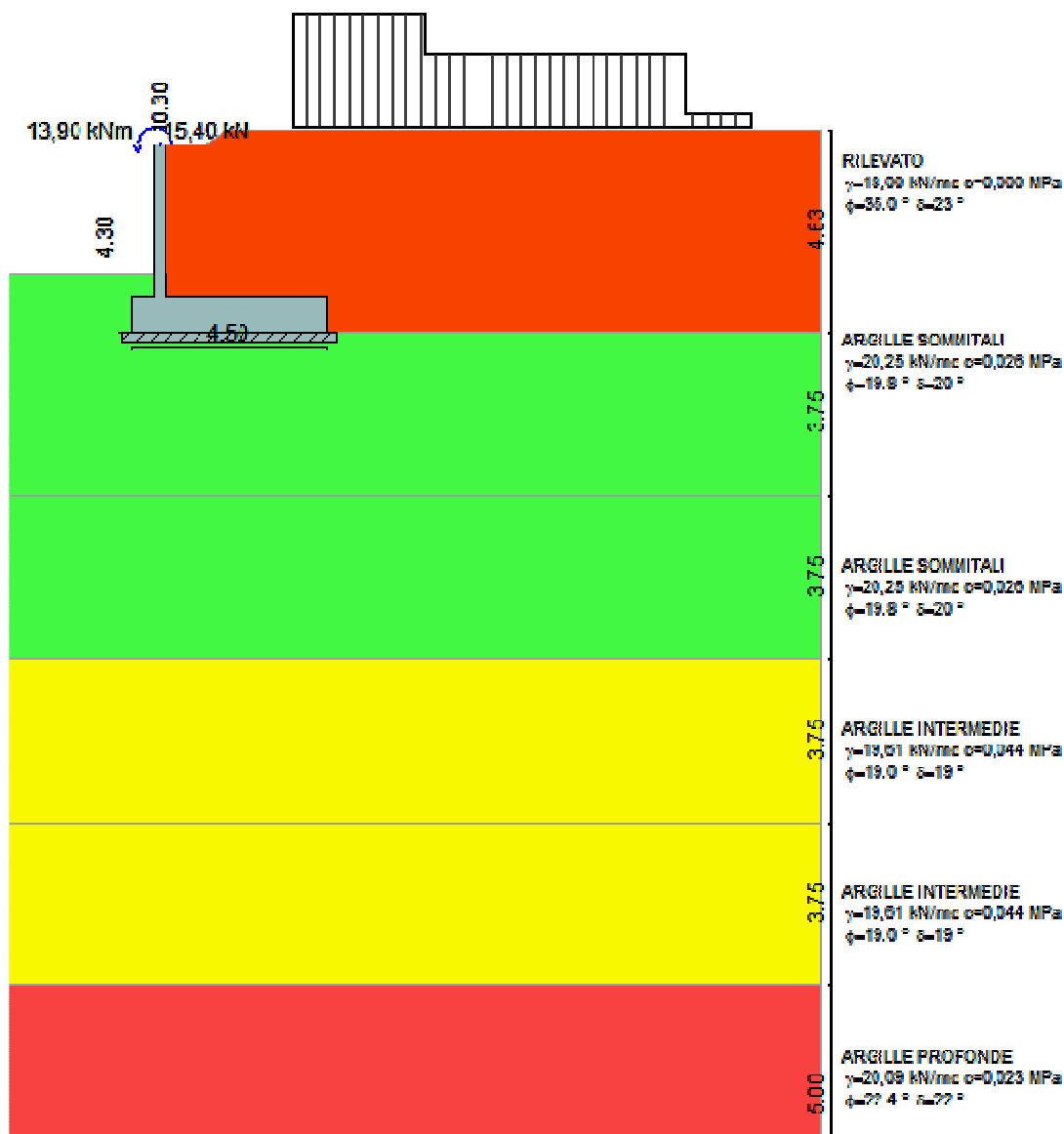


Figura 8.1: Modello di calcolo muri tipo 3

Cod. elab.: 101IN241-MU76-6-CL-211_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Luglio 2011
Nome file: 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97 (Tronco 41) - Relazione di calcolo	Pagina 56 di 67

## 8.1 Geometria muro e fondazione

Descrizione Muro a mensola in c.a.

Altezza del paramento	3,50 [m]
Spessore in sommità	0,30 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,30 [m]
Inclinazione paramento esterno	0,00 [°]
Inclinazione paramento interno	0,00 [°]
Lunghezza del muro	7,20 [m]

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0,50 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	3,70 [m]
Lunghezza totale fondazione	4,50 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	0,80 [m]
Spessore magrone	0,20 [m]

Geometria profilo terreno a monte del muro

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

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

N	X	Y	A
1	0,90	0,00	0,00
2	1,40	0,33	33,42
3	15,00	0,33	0,00

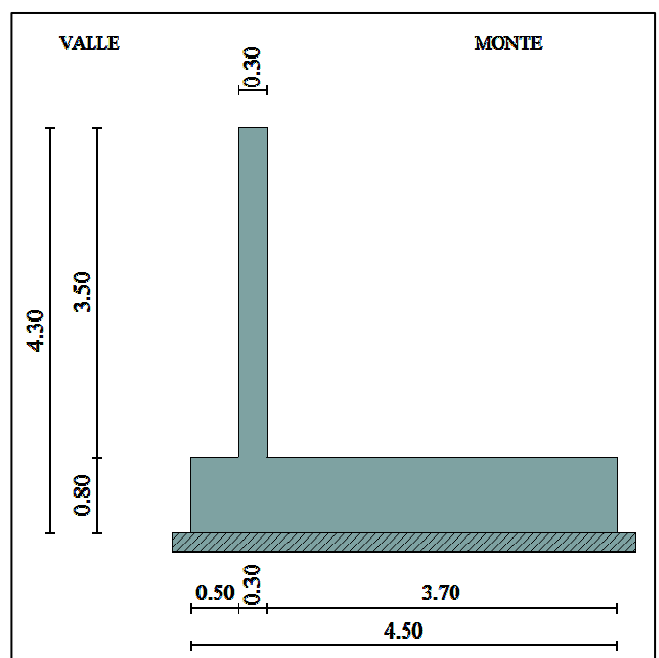


Figura 8.2: Geometria muri tipo 3

## 8.2 Condizioni di carico

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

X Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]  
 $F_x$  Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]  
 $F_y$  Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]  
 M Momento espresso in [kNm]  
 $X_i$  Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]  
 $X_f$  Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]  
 $Q_i$  Intensità del carico per  $x=X_i$  espressa in [kN/m]  
 $Q_f$  Intensità del carico per  $x=X_f$  espressa in [kN/m]  
 D / C Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

Condizione n° 1 (PERMANENTI)

D Profilo  $X_i=2,90$   $X_f=13,40$   $Q_i=4,0000$   $Q_f=4,0000$

Condizione n° 2 (MOBILI)

C Paramento  $X=-0,25$   $Y=0,00$   $F_x=15,4000$   $F_y=0,0000$   $M=13,9000$

Cod. elab.: 101IN241-MU76-6-CL-211_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Luglio 2011
Nome file: 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97 (Tronco 41) - Relazione di calcolo	Pagina 57 di 67

PROGETTO ESECUTIVO

D	Profilo	$X_i=2,90$	$X_f=5,90$	$Q_i=33,4000$	$Q_f=33,4000$
D	Profilo	$X_i=5,90$	$X_f=11,90$	$Q_i=20,0000$	$Q_f=20,0000$

### 8.3 Combinazioni di carico

- F/S Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)  
 $\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione  
 $\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,35	1,00	1,35
PERMANENTI	SFAV	1,35	1,00	1,35

Combinazione n° 2 - Caso A2-M2 (GEO)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
PERMANENTI	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 3 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0,90	1,00	0,90
Peso proprio terrapieno	FAV	0,90	1,00	0,90
Spinta terreno	SFAV	1,10	1,00	1,10
PERMANENTI	SFAV	1,10	1,00	1,10

Combinazione n° 4 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
PERMANENTI	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 5 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,35	1,00	1,35
PERMANENTI	SFAV	1,35	1,00	1,35
MOBILI	SFAV	1,35	1,00	1,35

Combinazione n° 6 - Caso A2-M2 (GEO)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
PERMANENTI	SFAV	1,00	1,00	1,00
MOBILI	SFAV	1,15	1,00	1,15

Combinazione n° 7 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0,90	1,00	0,90
Peso proprio terrapieno	FAV	0,90	1,00	0,90

Cod. elab.: 101IN241-MU76-6-CL-211_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Luglio 2011
Nome file: 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97 (Tronco 41) - Relazione di calcolo	Pagina 58 di 67

PROGETTO ESECUTIVO

Spinta terreno	SFAV	1,10	1,00	1,10
PERMANENTI	SFAV	1.10	1.00	1.10
MOBILI	SFAV	1.35	1.00	1.35

Combinazione n° 8 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
PERMANENTI	SFAV	1.00	1.00	1.00
MOBILI	SFAV	1.15	1.00	1.15

Combinazione n° 9 - 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° 10 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
PERMANENTI	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 11 - 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° 12 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
PERMANENTI	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 13 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
PERMANENTI	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 14 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
PERMANENTI	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 15 - 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

Cod. elab.: 101IN241-MU76-6-CL-211_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Luglio 2011
Nome file: 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	<b>MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97</b> (Tronco 41) - Relazione di calcolo	Pagina 59 di 67

PROGETTO ESECUTIVO

PERMANENTI	SFAV	1.00	1.00	1.00
<u>Combinazione n° 16 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo</u>				
	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
PERMANENTI	SFAV	1.00	1.00	1.00
<u>Combinazione n° 17 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo</u>				
	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
PERMANENTI	SFAV	1.00	1.00	1.00
<u>Combinazione n° 18 - Quasi Permanente (SLE)</u>				
	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00
PERMANENTI	SFAV	1.00	1.00	1.00
<u>Combinazione n° 19 - Frequente (SLE)</u>				
	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00
PERMANENTI	SFAV	1.00	1.00	1.00
MOBILI	SFAV	1.00	0.75	0.75
<u>Combinazione n° 20 - Rara (SLE)</u>				
	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00
PERMANENTI	SFAV	1.00	1.00	1.00
MOBILI	SFAV	1.00	1.00	1.00

## 8.4 Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 8

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]

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

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

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

b larghezza della striscia espressa in [m]

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

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= 0,00 Y[m]= 2,64

Cod. elab.: 101IN241-MU76-6-CL-211_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Luglio 2011
Nome file: 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97 (Tronco 41) - Relazione di calcolo	Pagina 60 di 67

PROGETTO ESECUTIVO

Raggio del cerchio R[m]= 7,87  
 Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -5,49  
 Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 7,53  
 Larghezza della striscia dx[m]= 0,52  
 Coefficiente di sicurezza C= 1.96  
 Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	$\phi$	c	u
1	2038.52	67.63	1885.10	1.37	29.26	0.000	0.000
2	3061.38	59.24	2630.61	1.02	29.26	0.000	0.000
3	3802.89	52.42	3013.64	0.85	29.26	0.000	0.000
4	5105.42	46.55	3706.22	0.76	29.26	0.000	0.000
5	5688.39	41.26	3751.73	0.69	29.26	0.000	0.000
6	6090.17	36.38	3612.74	0.65	29.26	0.000	0.000
7	6427.87	31.80	3386.91	0.61	29.26	0.000	0.000
8	6910.63	27.43	3183.28	0.59	20.92	0.135	0.000
9	7014.31	23.23	2766.26	0.57	16.03	0.214	0.000
10	5234.67	19.15	1717.62	0.55	16.03	0.214	0.000
11	5405.27	15.18	1415.54	0.54	16.03	0.214	0.000
12	5526.15	11.28	1081.15	0.53	16.03	0.214	0.000
13	5396.70	7.44	698.37	0.53	16.03	0.214	0.000
14	5363.43	3.62	338.83	0.52	16.03	0.214	0.000
15	6050.38	-0.18	-18.50	0.52	16.03	0.214	0.000
16	2588.55	-3.97	-179.36	0.52	16.03	0.214	0.000
17	2153.91	-7.79	-291.90	0.53	16.03	0.214	0.000
18	2057.93	-11.64	-415.20	0.53	16.03	0.214	0.000
19	1922.36	-15.55	-515.19	0.54	16.03	0.214	0.000
20	1745.17	-19.53	-583.31	0.55	16.03	0.214	0.000
21	1523.49	-23.61	-610.15	0.57	16.03	0.214	0.000
22	1256.86	-27.82	-586.64	0.59	22.16	0.115	0.000
23	963.98	-32.21	-513.83	0.62	29.26	0.000	0.000
24	620.84	-36.82	-372.09	0.65	29.26	0.000	0.000
25	212.48	-41.73	-141.44	0.70	29.26	0.000	0.000

$\Sigma W_i = 923,4260$  [kN]  
 $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 284,0087$  [kN]  
 $\Sigma W_i \tan \phi_i = 364,1916$  [kN]  
 $\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 3.57$

Riepilogo di tutte le combinazioni

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]	--	2,46	--	6,54	--
2	A2-M2 - [1]	--	2,04	--	4,28	--
3	EQU - [1]	--	--	8,40	--	--
4	STAB - [1]	--	--	--	--	2,57
5	A1-M1 - [2]	--	1,36	--	3,59	--
6	A2-M2 - [2]	--	1,09	--	2,22	--
7	EQU - [2]	--	--	3,10	--	--

Cod. elab.: 101IN241-MU76-6-CL-211_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Luglio 2011
Nome file: 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97 (Tronco 41) - Relazione di calcolo	Pagina 61 di 67

## PROGETTO ESECUTIVO

8	STAB - [2]	--	--	--	--	1,97
9	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	2,37	--	6,46	--
10	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	2,35	--	6,69	--
11	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	1,55	--	3,55	--
12	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	1,54	--	3,68	--
13	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	7,09	--	--
14	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	6,42	--	--
15	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	2,30
16	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	2,33
17	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	2,37	--	6,46	--
18	SLEQ - [1]	--	3,32	--	7,28	--
19	SLEF - [1]	--	1,99	--	5,37	--
20	SLER - [1]	--	1,77	--	4,77	--

## 8.5 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	0,35	2,7352	2,8771	0,0174	26,0589	0,3193	21,1240
2	0,88	7,2511	7,6059	0,4738	37,4301	1,9954	22,8776
3	1,40	12,3290	12,8967	2,1286	50,0191	5,2283	26,1421
4	1,92	18,0956	19,0572	5,9182	64,7040	9,6708	31,4996
5	2,45	24,3832	26,0634	12,1530	82,5802	15,4145	38,6138
6	2,97	31,1781	33,7352	21,5680	104,4978	22,3011	47,2708
7	3,50	38,4657	42,4936	34,8225	131,2971	30,2960	59,9901

## Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,35	2,7317	2,7317	0,0129	19,3029	0,2474	15,6474
2	0,88	7,2296	7,2296	0,3510	27,7260	1,5464	16,9464
3	1,40	12,2101	12,2101	1,5912	37,0512	3,9645	19,3645
4	1,92	17,8595	17,8595	4,3839	47,9289	7,9330	23,3330
5	2,45	24,0701	24,0701	9,5405	61,1705	13,2028	28,6028
6	2,97	30,7738	30,7738	17,6908	77,4058	19,6154	35,0154
7	3,50	37,9555	38,2823	29,4317	97,2571	27,1365	43,2941

## 8.6 Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

## Lato valle

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kNm]

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

## Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,05	0,0636	0,1411	2,5454	5,6351
2	0,20	1,0198	2,2372	10,2120	22,2370
3	0,35	3,1295	6,7894	17,9241	38,3839
4	0,50	6,3994	13,7296	25,6819	54,0756

Cod. elab.: 101IN241-MU76-6-CL-211_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Luglio 2011
Nome file: 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97 (Tronco 41) - Relazione di calcolo	Pagina 62 di 67

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,05	0,0621	0,1161	2,4861	4,6403
2	0,20	0,9972	1,8461	9,9939	18,3816
3	0,35	3,0640	5,6171	17,5760	31,8534
4	0,50	6,2737	11,3887	25,2324	45,0559

Lato monte

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

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,37	-6,9650	-0,2818	-37,2243	-1,5386
2	1,48	-92,2297	-3,8535	-99,2860	-3,9795
3	2,59	-214,1676	-9,0007	-116,0457	-5,0185
4	3,70	-337,4829	-12,4164	-102,0154	2,7759

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,37	-3,8000	0,0873	-20,2672	0,3965
2	1,48	-47,3007	0,9836	-45,8017	1,5941
3	2,59	-96,5153	2,5389	-40,0019	0,9429
4	3,70	-127,7656	4,4523	-13,6173	2,0554

**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 <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	0,35	1,00, 0,30	5 Ø 20	5 Ø 16	14,87	-25,72	5,37	134,56	--	--
2	0,88	1,00, 0,30	5 Ø 20	5 Ø 16	28,16	-141,22	3,77	135,13	--	--
3	1,40	1,00, 0,30	5 Ø 20	5 Ø 16	36,37	-142,02	2,84	135,79	--	--
4	1,92	1,00, 0,30	5 Ø 20	5 Ø 16	41,99	-142,56	2,20	136,52	--	--
5	2,45	1,00, 0,30	5 Ø 20	5 Ø 16	41,99	-142,56	1,73	183,79	--	--
6	2,97	1,00, 0,30	5 Ø 20	5 Ø 16	41,99	-142,56	1,36	184,64	--	--
7	3,50	1,00, 0,30	5 Ø 24	5 Ø 16	64,23	-198,47	1,51	156,43	--	--

Cod. elab.: 101IN241-MU76-6-CL-211_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Luglio 2011
Nome file: 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97 (Tronco 41) - Relazione di calcolo	Pagina 63 di 67



## PROGETTO ESECUTIVO

Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0,35	1,00, 0,30	5 Ø 20	5 Ø 16	1,857	0,074	55,109	-11,268
2	0,88	1,00, 0,30	5 Ø 20	5 Ø 16	2,674	0,080	78,111	-16,461
3	1,40	1,00, 0,30	5 Ø 20	5 Ø 16	3,577	0,091	103,578	-22,209
4	1,92	1,00, 0,30	5 Ø 20	5 Ø 16	4,631	0,110	133,337	-28,900
5	2,45	1,00, 0,30	5 Ø 20	5 Ø 16	4,449	0,135	73,117	-38,760
6	2,97	1,00, 0,30	5 Ø 20	5 Ø 16	5,630	0,165	92,484	-49,066
7	3,50	1,00, 0,30	5 Ø 24	5 Ø 16	8,293	0,204	191,038	-61,303

**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<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° 18

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	0,000000	0,000000	-19,85	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	0,17	0,000000	0,001005	21,62	0,00	0,0000	0,00	0,000
3	0,35	0,001571	0,001005	-22,83	-0,01	0,0000	0,00	0,000
4	0,52	0,001571	0,001005	-22,83	-0,06	0,0000	0,00	0,000
5	0,70	0,001571	0,001005	-22,83	-0,17	0,0000	0,00	0,000
6	0,88	0,001571	0,001005	-22,83	-0,35	0,0000	0,00	0,000
7	1,05	0,001571	0,001005	-22,83	-0,64	0,0000	0,00	0,000
8	1,22	0,001571	0,001005	-22,83	-1,04	0,0000	0,00	0,000
9	1,40	0,001571	0,001005	-22,83	-1,59	0,0000	0,00	0,000
10	1,57	0,001571	0,001005	-22,83	-2,31	0,0000	0,00	0,000
11	1,75	0,001571	0,001005	-22,83	-3,23	0,0000	0,00	0,000
12	1,92	0,001571	0,001005	-22,83	-4,38	0,0000	0,00	0,000
13	2,10	0,001571	0,001005	-22,83	-5,81	0,0000	0,00	0,000
14	2,27	0,001571	0,001005	-22,83	-7,52	0,0000	0,00	0,000
15	2,45	0,003833	0,001005	-26,69	-9,54	0,0000	0,00	0,000
16	2,63	0,003833	0,001005	-26,69	-11,90	0,0000	0,00	0,000
17	2,80	0,003833	0,001005	-26,69	-14,60	0,0000	0,00	0,000

Combinazione n° 19

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	0,000000	0,000000	-19,85	-10,43	0,0000	0,00	0,000
2	0,17	0,000000	0,001005	-20,05	-12,45	0,0000	0,00	0,000
3	0,35	0,001571	0,001005	-22,83	-14,48	0,0000	0,00	0,000
4	0,52	0,001571	0,001005	-22,83	-16,55	0,0000	0,00	0,000
5	0,70	0,001571	0,001005	-22,83	-18,68	0,0000	0,00	0,000
6	0,88	0,001571	0,001005	-22,83	-20,88	0,0000	0,00	0,000
7	1,05	0,001571	0,001005	-22,83	-23,19	0,0188	199,58	0,064
8	1,22	0,001571	0,001005	-22,83	-25,62	0,0207	199,58	0,070
9	1,40	0,001571	0,001005	-22,83	-28,19	0,0252	199,58	0,085
10	1,57	0,001571	0,001005	-22,83	-30,92	0,0299	199,58	0,101
11	1,75	0,001571	0,001005	-22,83	-33,86	0,0347	199,58	0,118
12	1,92	0,001571	0,001005	-22,83	-37,04	0,0398	199,58	0,135

Cod. elab.: 101IN241-MU76-6-CL-211_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Luglio 2011
Nome file: 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97 (Tronco 41) - Relazione di calcolo	Pagina 64 di 67

PROGETTO ESECUTIVO

13	2,10	0,001571	0,001005	-22,83	-40,49	0,0451	199,58	0,153
14	2,27	0,001571	0,001005	-22,83	-44,22	0,0508	199,58	0,172
15	2,45	0,003833	0,001005	-26,69	-48,26	0,0234	128,99	0,051
16	2,63	0,003833	0,001005	-26,69	-52,64	0,0263	128,99	0,058
17	2,80	0,003833	0,001005	-26,69	-57,37	0,0294	128,99	0,064

Combinazione n° 20

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	0,00	0,000000	0,000000	-19,85	-13,90	0,0000	0,00	0,000
2	0,17	0,000000	0,001005	-20,05	-16,59	0,0000	0,00	0,000
3	0,35	0,001571	0,001005	-22,83	-19,30	0,0000	0,00	0,000
4	0,52	0,001571	0,001005	-22,83	-22,05	0,0000	0,00	0,000
5	0,70	0,001571	0,001005	-22,83	-24,85	0,0205	199,58	0,069
6	0,88	0,001571	0,001005	-22,83	-27,73	0,0254	199,58	0,086
7	1,05	0,001571	0,001005	-22,83	-30,71	0,0305	199,58	0,103
8	1,22	0,001571	0,001005	-22,83	-33,81	0,0356	199,58	0,121
9	1,40	0,001571	0,001005	-22,83	-37,05	0,0408	199,58	0,138
10	1,57	0,001571	0,001005	-22,83	-40,46	0,0461	199,58	0,156
11	1,75	0,001571	0,001005	-22,83	-44,08	0,0516	199,58	0,175
12	1,92	0,001571	0,001005	-22,83	-47,93	0,0574	199,58	0,195
13	2,10	0,001571	0,001005	-22,83	-52,05	0,0634	199,58	0,215
14	2,27	0,001571	0,001005	-22,83	-56,45	0,0699	199,58	0,237
15	2,45	0,003833	0,001005	-26,69	-61,17	0,0322	128,99	0,071
16	2,63	0,003833	0,001005	-26,69	-66,22	0,0353	128,99	0,077
17	2,80	0,003833	0,001005	-26,69	-71,62	0,0387	128,99	0,085

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
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>Rs</sub>
1	0,05	1,00, 0,80	5 Ø 22	5 Ø 16	0,00	285,36	2022,58	247,16	--	--
2	0,20	1,00, 0,80	5 Ø 22	5 Ø 16	0,00	284,36	127,11	247,16	--	--
3	0,35	1,00, 0,80	5 Ø 22	5 Ø 16	0,00	284,36	41,88	247,16	--	--
4	0,50	1,00, 0,80	5 Ø 22	5 Ø 16	0,00	284,36	20,71	247,16	--	--

Inviluppo SLE

Cod. elab.: 101IN241-MU76-6-CL-211_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Luglio 2011
Nome file: 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97 (Tronco 41) - Relazione di calcolo	Pagina 65 di 67

PROGETTO ESECUTIVO

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	0,05	1,00, 0,80	5 Ø 22	5 Ø 16	0,002	0,007	0,164	0,000
6	0,20	1,00, 0,80	5 Ø 22	5 Ø 16	0,034	0,029	2,596	-0,297
7	0,35	1,00, 0,80	5 Ø 22	5 Ø 16	0,102	0,050	7,899	-0,904
8	0,50	1,00, 0,80	5 Ø 22	5 Ø 16	0,207	0,071	16,015	-1,832

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	0,37	1,00, 0,80	5 Ø 22	5 Ø 16	0,00	-531,71	76,34	247,16	--	--
2	1,48	1,00, 0,80	5 Ø 22	5 Ø 16	0,00	-531,71	5,77	247,16	--	--
3	2,59	1,00, 0,80	5 Ø 22	5 Ø 16	0,00	-531,71	2,48	247,16	--	--
4	3,70	1,00, 0,80	5 Ø 22	5 Ø 16	0,00	-531,71	1,58	247,16	--	--

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	0,37	1,00, 0,80	5 Ø 22	5 Ø 16	0,057	-0,032	-0,604	2,882
6	1,48	1,00, 0,80	5 Ø 22	5 Ø 16	0,708	-0,072	-7,519	35,875
7	2,59	1,00, 0,80	5 Ø 22	5 Ø 16	1,444	-0,063	-15,342	73,202
8	3,70	1,00, 0,80	5 Ø 22	5 Ø 16	1,912	-0,021	-20,310	96,904

**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° 18

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	-0,80	0,001901	0,001005	-156,03	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	-0,75	0,001901	0,001005	151,09	0,06	0,0000	0,00	0,000
3	-0,70	0,001901	0,001005	151,09	0,25	0,0000	0,00	0,000
4	-0,65	0,001901	0,001005	151,09	0,56	0,0000	0,00	0,000
5	-0,60	0,001901	0,001005	151,09	0,99	0,0000	0,00	0,000
6	-0,55	0,001901	0,001005	151,09	1,55	0,0000	0,00	0,000
7	-0,50	0,001901	0,001005	151,09	2,24	0,0000	0,00	0,000
8	-0,45	0,001901	0,001005	151,09	3,05	0,0000	0,00	0,000
9	-0,40	0,001901	0,001005	151,09	3,98	0,0000	0,00	0,000
10	-0,35	0,001901	0,001005	151,09	5,05	0,0000	0,00	0,000
11	-0,30	0,001901	0,001005	151,09	6,24	0,0000	0,00	0,000
12	0,00	0,001901	0,001005	151,09	7,31	0,0000	0,00	0,000
13	0,37	0,001901	0,001005	151,09	6,15	0,0000	0,00	0,000
14	0,74	0,001901	0,001005	151,09	5,07	0,0000	0,00	0,000
15	1,11	0,001901	0,001005	151,09	4,22	0,0000	0,00	0,000
16	1,48	0,001901	0,001005	151,09	3,46	0,0000	0,00	0,000
17	1,85	0,001901	0,001005	151,09	2,56	0,0000	0,00	0,000
18	2,22	0,001901	0,001005	151,09	1,63	0,0000	0,00	0,000

Cod. elab.: 101IN241-MU76-6-CL-211_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Luglio 2011
Nome file: 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97 (Tronco 41) - Relazione di calcolo	Pagina 66 di 67

PROGETTO ESECUTIVO

19	2,59	0,001901	0,001005	151,09	0,85	0,0000	0,00	0,000
20	2,96	0,001901	0,001005	151,09	0,41	0,0000	0,00	0,000
21	3,33	0,001901	0,001005	151,09	0,13	0,0000	0,00	0,000
22	3,70	0,001901	0,001005	-156,03	0,00	0,0000	0,00	0,000

Combinazione n° 19

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	-0,80	0,001901	0,001005	-156,03	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	-0,75	0,001901	0,001005	151,09	0,10	0,0000	0,00	0,000
3	-0,70	0,001901	0,001005	151,09	0,41	0,0000	0,00	0,000
4	-0,65	0,001901	0,001005	151,09	0,92	0,0000	0,00	0,000
5	-0,60	0,001901	0,001005	151,09	1,63	0,0000	0,00	0,000
6	-0,55	0,001901	0,001005	151,09	2,54	0,0000	0,00	0,000
7	-0,50	0,001901	0,001005	151,09	3,65	0,0000	0,00	0,000
8	-0,45	0,001901	0,001005	151,09	4,96	0,0000	0,00	0,000
9	-0,40	0,001901	0,001005	151,09	6,47	0,0000	0,00	0,000
10	-0,35	0,001901	0,001005	151,09	8,18	0,0000	0,00	0,000
11	-0,30	0,001901	0,001005	151,09	10,08	0,0000	0,00	0,000
12	0,00	0,001901	0,001005	-156,03	-92,54	0,0000	0,00	0,000
13	0,37	0,001901	0,001005	-156,03	-87,75	0,0000	0,00	0,000
14	0,74	0,001901	0,001005	-156,03	-80,25	0,0000	0,00	0,000
15	1,11	0,001901	0,001005	-156,03	-70,47	0,0000	0,00	0,000
16	1,48	0,001901	0,001005	-156,03	-59,14	0,0000	0,00	0,000
17	1,85	0,001901	0,001005	-156,03	-47,08	0,0000	0,00	0,000
18	2,22	0,001901	0,001005	-156,03	-34,74	0,0000	0,00	0,000
19	2,59	0,001901	0,001005	-156,03	-22,53	0,0000	0,00	0,000
20	2,96	0,001901	0,001005	-156,03	-10,90	0,0000	0,00	0,000
21	3,33	0,001901	0,001005	-156,03	-2,79	0,0000	0,00	0,000
22	3,70	0,001901	0,001005	-156,03	0,00	0,0000	0,00	0,000

Combinazione n° 20

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	-0,80	0,001901	0,001005	-156,03	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	-0,75	0,001901	0,001005	151,09	0,12	0,0000	0,00	0,000
3	-0,70	0,001901	0,001005	151,09	0,46	0,0000	0,00	0,000
4	-0,65	0,001901	0,001005	151,09	1,04	0,0000	0,00	0,000
5	-0,60	0,001901	0,001005	151,09	1,84	0,0000	0,00	0,000
6	-0,55	0,001901	0,001005	151,09	2,87	0,0000	0,00	0,000
7	-0,50	0,001901	0,001005	151,09	4,13	0,0000	0,00	0,000
8	-0,45	0,001901	0,001005	151,09	5,60	0,0000	0,00	0,000
9	-0,40	0,001901	0,001005	151,09	7,30	0,0000	0,00	0,000
10	-0,35	0,001901	0,001005	151,09	9,22	0,0000	0,00	0,000
11	-0,30	0,001901	0,001005	151,09	11,36	0,0000	0,00	0,000
12	0,00	0,001901	0,001005	-156,03	-125,72	0,0000	0,00	0,000
13	0,37	0,001901	0,001005	-156,03	-118,96	0,0000	0,00	0,000
14	0,74	0,001901	0,001005	-156,03	-108,62	0,0000	0,00	0,000
15	1,11	0,001901	0,001005	-156,03	-95,31	0,0000	0,00	0,000
16	1,48	0,001901	0,001005	-156,03	-79,96	0,0000	0,00	0,000
17	1,85	0,001901	0,001005	-156,03	-63,59	0,0000	0,00	0,000
18	2,22	0,001901	0,001005	-156,03	-46,84	0,0000	0,00	0,000
19	2,59	0,001901	0,001005	-156,03	-30,31	0,0000	0,00	0,000
20	2,96	0,001901	0,001005	-156,03	-14,67	0,0000	0,00	0,000
21	3,33	0,001901	0,001005	-156,03	-3,77	0,0000	0,00	0,000
22	3,70	0,001901	0,001005	-156,03	0,00	0,0000	0,00	0,000

Cod. elab.: 101IN241-MU76-6-CL-211_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - MURI IN C.A.	Data: Luglio 2011
Nome file: 101IN241-MU76-6-CL-211_B.docx	MU.76- Muro di controripa 77.45 mt da 0+075.39 a 0+152.97 (Tronco 41) - Relazione di calcolo	Pagina 67 di 67