

ANAS S.p.A.

DIREZIONE CENTRALE PROGRAMMAZIONE PROGETTAZIONE

PA 12/09

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO - NORD EUROPA

ITINERARIO AGRIGENTO - CALTANISSETTA - A19

S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"

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

Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19

PROGETTO ESECUTIVO

Contraente Generale:



OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA SOTTOPASSO TRONCO 09

Relazione di calcolo muri

Codice Unico Progetto (CUP) : F91B09000070001

Codice Elaborato:

PA12_09 - E 0 5 7 S I 2 0 3 S T 1 7 6 C L 0 0 2 B

Scala:

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

Il Progettista:



Il Consulente Specialista:



Geologo:



Il Coordinatore per la sicurezza
in fase di progetto:



Il Direttore dei lavori:



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

PROGETTO ESECUTIVO

OPERE D'ARTE MINORI
SOTTOVIA
SOTTOPASSO TRONCO 9
RELAZIONE DI CALCOLO MURI

INDICE

DESCRIZIONE DELLE OPERE.....	3
NORMATIVE DI RIFERIMENTO	3
DATI SISMICI	4
DURABILITÀ E PRESCRIZIONI SUI MATERIALI	5
CLASSI DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE	5
COPRIFERRO MINIMO E COPRIFERRO NOMINALE	8
CARATTERISTICHE DEI COSTITUENTI IL CALCESTRUZZO	9
CARATTERISTICHE DELLE MISCELE.....	9
CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI	11
STRATIGRAFIA	11
ANALISI DEI CARICHI	12
CONDIZIONI DI CARICO	12
COEFFICIENTI PARZIALI.....	13
ANALISI DEI RISULTATI	15
MURO CON ALTEZZA INFERIORE A 3M.....	15
MURO CON ALTEZZA INFERIORE A 4M.....	24
MURO CON ALTEZZA INFERIORE A 6M.....	33

<i>Cod. elab.:</i> 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA – SOTTOPASSO TRONCO 9	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B.docx	Relazione di calcolo muri	Pagina 2 di 42

DESCRIZIONE DELLE OPERE

Nel seguito si tratterà delle strutture in calcestruzzo armato relative alla realizzazione dei muri di sostegno, ubicati nelle sezioni di ingresso ed uscita del sottovia sul tronco 9. I muri presentano un'elevazione, in taluni casi a gradoni, di spessore costante, rastremati dal lato di monte, con spessore minimo in sommità pari a 30cm.

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

La relazione si completa mediante una serie di elaborati che consistono in tabelle schematiche riportanti le caratteristiche della sollecitazione utilizzate alla base della verifica degli elementi strutturali costituenti il manufatto, nonché le verifiche di resistenza dei materiali, eseguite nelle sezioni più significative e maggiormente sollecitate dei manufatti.

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.: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B</i>	<i>Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA</i>	<i>Data: Ottobre 2011</i>
<i>Nome file: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B.docx</i>	<i>- SOTTOPASSO TRONCO 9</i> Relazione di calcolo muri	<i>Pagina 3 di 42</i>

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	Info
Coefficiente d'uso della costruzione - c_u	2	Info

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

<input checked="" type="radio"/> 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 <input type="button" value="Info"/>
Risposta sismica locale	
Categoria di sottosuolo	C <input type="button" value="Info"/> $S_s = 1,500$ $C_c = 1,291$ <input type="button" value="Info"/>
Categoria topografica	T1 <input type="button" value="Info"/> $h/H = 0,000$ $S_r = 1,000$ <input type="button" value="Info"/>
<small>(h=quota sto. H=altezza rilievo topografico)</small>	
Compon. orizzontale	
<input type="radio"/> Spettro di progetto elastico (SLE)	Smorzamento γ (%) 5 <input type="button" value="Info"/> β 1,000 <input type="button" value="Info"/>
<input checked="" type="radio"/> Spettro di progetto inelastico (SLU)	Fattore q_o 1 Regl. in altezza si <input type="button" value="Info"/>
Compon. verticale	
Spettro di progetto	Fattore q 1 β 1,000 <input type="button" value="Info"/>
Elaborazioni	
Grafici spettri di risposta	<input type="button" value="Info"/>
Parametri e punti spettri di risposta	<input type="button" value="Info"/>
<ul style="list-style-type: none"> — Spettro di progetto - componente orizzontale — Spettro di progetto - componente verticale — Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$) 	<p>Spettri di risposta</p>

I parametri dello spettro di risposta sono i seguenti:

Cod. elab.: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA - SOTTOPASSO TRONCO 9	Data: Ottobre 2011
Nome file: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B.docx	Relazione di calcolo muri	Pagina 4 di 42

Parametri indipendenti		Parametri dipendenti	
STATO LIMITE	SLV	S	1,500
a_g	0,108 g	η	1,000
F_o	2,748	T_B	0,230 s
T_C^*	0,535 s	T_C	0,690 s
S_s	1,500	T_D	2,033 s
C_c	1,291		
S_T	1,000		
q	1,000		

DURABILITÀ E PRESCRIZIONI SUI MATERIALI

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

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

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.

Cod. elab.: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA	Data: Ottobre 2011
Nome file: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B.docx	- SOTTOPASSO TRONCO 9	Pagina 5 di 42
Relazione di calcolo muri		

PROGETTO ESECUTIVO

Classe esposizione norma UNI 9858	Classe esposizione norma UNI 11104 UNI EN 206 -1	Descrizione dell'ambiente	Esempio	Massimo rapporto a/c	Minima Classe di resistenza	Contenuto minimo in aria (%)
1 Assenza di rischio di corrosione o attacco						
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	
2 Corrosione indotta da carbonatazione						
Nota - Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel coprifermo 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	
3 Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare						
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.: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA	Data: Ottobre 2011
Nome file: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B.docx	- SOTTOPASSO TRONCO 9	Pagina 6 di 42
Relazione di calcolo muri		

PROGETTO ESECUTIVO

Classe esposizione norma UNI 9858	Classe esposizione norma UNI 11104 UNI EN 206 -1	Descrizione dell'ambiente	Esempio	Massimo rapporto a/c	Minima Classe di resistenza	Contenuto minimo in aria (%)
4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare						
4 a 5 b	XS1	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	
	XS2	Permanentemente sommerso.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso di strutture marine completamente immersi in acqua.	0,45	C 35/45	
	XS3	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	
5 Attacco dei cicli di gelo/disgelo con o senza disgelanti *						
2 b	XF1	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	XF2	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	XF3	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	XF4	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
6 Attacco chimico**						
5 a	XA1	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	XA2	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	XA3	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 0.1: Classi di esposizione e requisiti minimi del calcestruzzo in funzione della classe d'esposizione

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

Cod. elab.: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA	Data: Ottobre 2011
Nome file: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B.docx	- SOTTOPASSO TRONCO 9	Pagina 7 di 42
Relazione di calcolo muri		

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

• **CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

Calcestruzzo

Soletta di fondazione: XA1;

Paramento verticale: XA1.

Fondazione ed elevazione gettata in opera: C 32/40 N/mm² ;

Acciaio per armature

- tipo B450C
- Modulo di elasticità di Joung (E) 210.000 N/mm²;
- Tensione caratteristica di snervamento $f_{y\text{nom}}$ 450 N/mm²;
- Tensione caratteristica di rottura $f_{t\text{nom}}$ 540 N/mm².

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_{nom} , che vale:

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

dove:

c_{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 0.3 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.

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 0.2: Descrizione delle condizioni ambientali

<i>Cod. elab.:</i> 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B.docx	- SOTTOPASSO TRONCO 9	<i>Pagina</i> 8 di 42
	Relazione di calcolo muri	

PROGETTO ESECUTIVO

			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_{min}	C_e	ambiente	$C \geq C_e$	$C_{min} \leq C < C_e$	$C \geq C_e$	$C_{min} \leq C < C_e$	$C \geq C_e$	$C_{min} \leq C < C_e$	$C \geq C_e$	$C_{min} \leq C < C_e$
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 0.3: 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.

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^a 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.

Caratteristiche delle miscele

Granulometria degli aggregati

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

Cod. elab.: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA – SOTTOPASSO TRONCO 9	Data: Ottobre 2011
Nome file: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B.docx	Relazione di calcolo muri	Pagina 9 di 42

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^a e 16^a per la condizione "satura a superficie asciutta", nella quale l'aggregato non assorbe né cede acqua all'impasto. Facendo riferimento inoltre alla classe di esposizione ambientale, il rapporto acqua cemento non potrà superare il valore a/c = 0,60.

<i>Cod. elab.: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B</i>	<i>Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA</i>	<i>Data: Ottobre 2011</i>
<i>Nome file: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B.docx</i>	<i>- SOTTOPASSO TRONCO 9</i> Relazione di calcolo muri	<i>Pagina 10 di 42</i>

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Con riferimento a quanto riportato nella relazione geotecnica, di seguito si elencano le caratteristiche geomeccaniche dei terreni su cui insiste l'opera:

Parametri medi

Descrizione	γ [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	ϕ [°]	δ [°]	c [MPa]	c_a
RILEVATO	18.00	19.00	35.00	23.33	0.0000	0.0000
TERRENO DI FONDAZIONE	18.60	19.60	25.5	25.5	0.0030	0.0000

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

Nr.	H	a	Ks	Terreno
1	var	0,00	0,40	RILEVATO
2	10,00	0,00	0,40	TERRENO DI FONDAZIONE

Cod. elab.: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA	Data: Ottobre 2011
Nome file: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B.docx	- SOTTOPASSO TRONCO 9	Pagina 11 di 42
Relazione di calcolo muri		

ANALISI DEI CARICHI

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_{ik}**) e da carichi uniformemente distribuiti (**q_{ik}**). 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_c**) di muro collaborante per tale schema. Quindi, su ogni corsia, si applicherà un carico distribuito pari alla somma del carico **q_{ik}** e del **Q_{ik}** ripartito su una impronta di 3 x **L_c**. In ogni caso, si assumerà un valore minimo del carico stradale pari a 20 kN/mq :

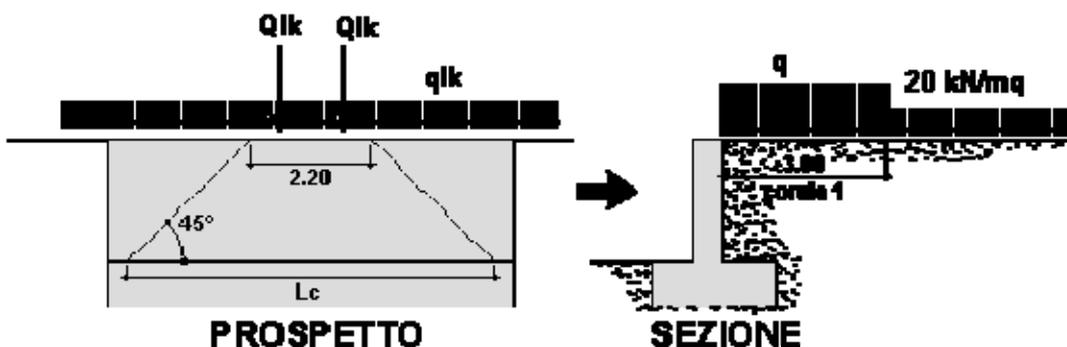


Figura 0.1: Schema di diffusione dei carichi mobili.

Cod. elab.: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA	Data: Ottobre 2011
Nome file: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B.docx	- SOTTOPASSO TRONCO 9	Pagina 12 di 42
Relazione di calcolo muri		

Urto di veicoli

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

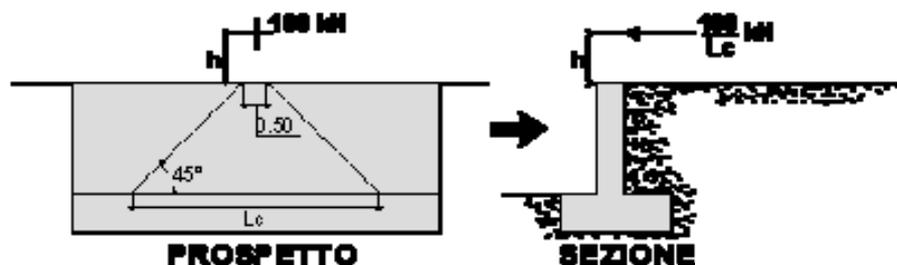


Figura 0.2: Schema di diffusione forza di collisione

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 ψ associate alle azioni variabili per i ponti.

Cod. elab.: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA	Data: Ottobre 2011
Nome file: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B.docx	- SOTTOPASSO TRONCO 9	Pagina 13 di 42
Relazione di calcolo muri		

PROGETTO ESECUTIVO

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Carichi variabili da traffico	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	γ_{e1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 ⁽³⁾	1,00 ⁽⁴⁾	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
⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO. ⁽²⁾ 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. ⁽³⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna ⁽⁴⁾ 1,20 per effetti locali					

Figura 0.3: Coefficienti parziali per le combinazioni agli SLU (PONTI)

Azioni	Gruppo di azioni (Tabella 5.1.IV)	Coefficiente ψ_0 di combinazione	Coefficiente ψ_1 (valori frequenti)	Coefficiente ψ_2 (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tabella 5.1.IV)	Schema 1 (Carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (Carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	---	0,75	0,0
Vento q_s	Vento a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	Esecuzione	0,8	---	0,0
	Vento a ponte carico	0,6		
Neve q_s	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	T_k	0,6	0,6	0,5

Figura 0.4: Coefficienti di combinazione ψ per le combinazioni agli SLE (PONTI)

Cod. elab.: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA	Data: Ottobre 2011
Nome file: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B.docx	- SOTTOPASSO TRONCO 9	Pagina 14 di 42
Relazione di calcolo muri		

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 γ_r	(M1)	(M2)
<i>Tangente dell'angolo di resistenza al taglio</i>	$\tan \phi'_k$	γ_ϕ	1,0	1,25
<i>Coesione efficace</i>	c'_k	γ_c	1,0	1,25
<i>Resistenza non drenata</i>	c_{nk}	γ_{cu}	1,0	1,4
<i>Peso dell'unità di volume</i>	γ	γ_r	1,0	1,0

Figura 0.5: 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.

ANALISI DEI RISULTATI

Di seguito si riportano i risultati delle analisi effettuate attraverso il programma di calcolo della Aztec Informatica MAX 10.10.

Muro con altezza inferiore a 3m

Normativa

N.T.C. 2008 - Approccio 1

Simbologia adottata

γ_{Gsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
γ_{Gfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
γ_{Qsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
γ_{Qfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{\tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
γ_c	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
γ_{cu}	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
γ_{qu}	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
γ_r	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniaassiale delle rocce

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00	0.90	0.90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.35	1.00	1.10	1.30
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.35	1.15	1.35	1.50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri	M1	M2	M2	M1
-----------	----	----	----	----

Cod. elab.: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA	Data: Ottobre 2011
Nome file: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B.docx	- SOTTOPASSO TRONCO 9	Pagina 15 di 42
Relazione di calcolo muri		

PROGETTO ESECUTIVO

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	γ_{cu}	1.00	1.40	1.40	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1.00	1.60	1.60	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	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	γ_{Gfav}	1.00	1.00	1.00	0.90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.00	1.00	1.00	1.30
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	1.00	1.00	1.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{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	1.00	1.25	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.00	1.00	1.25	1.25	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.00	1.40	1.40	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1.00	1.00	1.60	1.60	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

FONDAZIONE SUPERFICIALE

Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

<i>Verifica</i>	<i>Coefficienti parziali</i>		
	<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	

Geometria muro e fondazione

<i>Descrizione</i>	Muro a mensola in c.a.
Altezza del paramento	3.00 [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	5.00 [m]

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0.60 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	1.80 [m]
Lunghezza totale fondazione	2.70 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	0.60 [m]
Spessore magrone	0.10 [m]

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata e sistema di riferimento

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

N numero ordine del punto

<i>Cod. elab.:</i> 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B.docx	- SOTTOPASSO TRONCO 9	<i>Pagina</i> 16 di 42
Relazione di calcolo muri		

PROGETTO ESECUTIVO

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	1.90	0.00	0.00
2	4.00	1.35	32.74
3	20.00	1.35	0.00

Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.00 [°]
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento 0.50 [m]

Descrizione terreni

Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [MPa]
c_a	Adesione terra-muro espressa in [MPa]

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
RILEVATO	18.00	19.00	35.00	23.33	0.0000	0.0000
FONDAZIONE	18.60	19.60	25.50	25.50	0.0030	0.0000

Stratigrafia

Simbologia adottata

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

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	3.60	0.00	0.00	0.40	RILEVATO
2	10.00	0.00	2.31	0.40	FONDAZIONE

Condizioni di carico

Simbologia e convenzioni di segno adottate

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 $X_i=5.45$ $X_f=15.05$ $Q_i=4.0000$ $Q_f=4.0000$

Cod. elab.: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA	Data: Ottobre 2011
Nome file: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B.docx	- SOTTOPASSO TRONCO 9	Pagina 17 di 42
Relazione di calcolo muri		

PROGETTO ESECUTIVO

Condizione n° 2 (MOBILI)D Profilo $X_f=9.60$ $X_f=15.05$ $Q_f=20.0000$ $Q_f=20.0000$ **Descrizione combinazioni di carico***Simbologia adottata*

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

 γ Coefficiente di partecipazione della condizione Ψ Coefficiente di combinazione della condizioneCombinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90

Cod. elab.: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA	Data: Ottobre 2011
Nome file: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B.docx	- SOTTOPASSO TRONCO 9	Pagina 18 di 42
Relazione di calcolo muri		

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	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
--	-----	----------	--------	-----------------

Cod. elab.: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA	Data: Ottobre 2011
Nome file: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B.docx	- SOTTOPASSO TRONCO 9	Pagina 19 di 42
Relazione di calcolo muri		

PROGETTO ESECUTIVO

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

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

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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° 18 - Frequente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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° 19 - Rara (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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

Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

Stato limite

Impostazioni verifiche SLU

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.60
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
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali

Ordinarie

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature

Poco sensibile

Valori limite delle aperture delle fessure

$w_1 = 0.20$

$w_2 = 0.30$

$w_3 = 0.40$

Metodo di calcolo aperture delle fessure

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

Cod. elab.: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA	Data: Ottobre 2011
Nome file: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B.docx	- SOTTOPASSO TRONCO 9	Pagina 20 di 42
Relazione di calcolo muri		

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

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

Calcolo della portanza metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su N_γ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1.00

Coefficiente correttivo su N_γ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1.00

Impostazioni avanzate

Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni

Influenza del terreno sulla fondazione di valle nelle verifiche e nel calcolo delle sollecitazioni

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

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

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

C	Tipo	Sisma	CS_{sco}	CS_{rib}	CS_{qlim}	CS_{stab}
1	A1-M1 - [1]	--	1.94	--	3.23	--
2	A2-M2 - [1]	--	1.54	--	1.77	--
3	EQU - [1]	--	--	3.62	--	--
4	STAB - [1]	--	--	--	--	1.65
5	A1-M1 - [2]	--	1.94	--	3.23	--
6	A2-M2 - [2]	--	1.54	--	1.77	--
7	EQU - [2]	--	--	3.62	--	--
8	STAB - [2]	--	--	--	--	1.65
9	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	2.02	--	3.25	--
10	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	2.02	--	3.35	--
11	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	1.27	--	1.41	--
12	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	1.27	--	1.46	--
13	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	3.36	--	--
14	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	3.24	--	--
15	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1.51
16	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1.51
17	SLEQ - [1]	--	2.55	--	4.14	--
18	SLEF - [1]	--	2.55	--	4.14	--
19	SLER - [1]	--	2.55	--	4.14	--

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	0.30	2.3309	2.4744	0.0087	0.0653	0.2346	0.7377
2	0.75	6.1309	6.4895	0.2842	0.7085	1.4660	2.7238
3	1.20	10.2951	10.8689	1.3069	2.4283	3.7529	5.7654

<i>Cod. elab.:</i> 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B.docx	- SOTTOPASSO TRONCO 9	<i>Pagina</i> 21 di 42
Relazione di calcolo muri		

PROGETTO ESECUTIVO

4	1.65	14.8235	15.6124	3.5352	5.6997	6.8372	9.8625
5	2.10	19.7162	20.9370	7.3767	10.9977	10.6106	15.0151
6	2.55	25.0205	26.7732	12.8653	18.7968	15.2020	21.3607
7	3.00	31.0075	33.0772	20.5515	29.9030	20.5969	30.3501

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.30	2.3284	2.3284	0.0064	0.0064	0.1818	0.1818
2	0.75	6.1151	6.1151	0.2105	0.2105	1.1361	1.1361
3	1.20	10.2546	10.2546	0.9752	0.9752	2.9085	2.9085
4	1.65	14.7470	14.7470	2.6686	2.6686	5.4989	5.4989
5	2.10	19.5922	19.5922	5.6587	5.6587	8.9073	8.9073
6	2.55	24.7903	24.7903	10.3138	10.3138	13.1337	13.1337
7	3.00	30.3350	30.3350	17.0022	17.0022	18.1635	18.1635

Inviluppo Sollecitazioni fondazione di valle

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

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

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

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.06	0.0952	0.1398	3.1675	4.6455
2	0.24	1.5091	2.1954	12.5002	18.0661
3	0.42	4.5800	6.5972	21.5784	30.7130
4	0.60	9.2620	13.2057	30.4023	42.5863

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.06	0.0829	0.0829	2.7628	2.7628
2	0.24	1.3233	1.3233	11.0089	11.0089
3	0.42	4.0423	4.0423	19.1913	19.1913
4	0.60	8.2284	8.2284	27.3102	27.3102

Inviluppo Sollecitazioni fondazione di 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	0.18	-0.5011	-0.2350	-5.4441	-2.5468
2	0.72	-6.9483	-3.2080	-18.5008	-7.8904
3	1.26	-20.0231	-8.1365	-29.7046	-9.7890
4	1.80	-38.5733	-13.1601	-38.6184	-8.2426

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.18	-0.0612	-0.0612	-0.6694	-0.6694
2	0.72	-0.8877	-0.8877	-2.2960	-2.2960
3	1.26	-2.4379	-2.4379	-3.3500	-3.3500
4	1.80	-4.4026	-4.4026	-3.8314	-3.8314

Cod. elab.: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA	Data: Ottobre 2011
Nome file: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B.docx	- SOTTOPASSO TRONCO 9	Pagina 22 di 42
Relazione di calcolo muri		

PROGETTO ESECUTIVO

Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro

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

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A_{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A_{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
σ_c	tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]
τ_c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
σ_{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [MPa]
σ_{fi}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [MPa]
N_u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M_u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A_{fs}	A_{fi}	N_u	M_u	CS	V_{Rd}	V_{Rcd}	V_{Rsd}
1	0.30	1.00, 0.30	0.000000	0.001005	3419.91	-13.04	1382.13	115.33	--	--
2	0.75	1.00, 0.30	0.001005	0.001005	1965.92	-147.84	302.94	116.44	--	--
3	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.001005	750.68	-167.72	69.07	116.96	--	--
4	1.65	1.00, 0.30	0.001005	0.001005	354.06	-129.26	22.68	117.56	--	--
5	2.10	1.00, 0.30	0.001005	0.001005	216.74	-115.04	10.46	118.18	--	--
6	2.55	1.00, 0.30	0.001005	0.001005	151.10	-108.24	5.76	118.84	--	--
7	3.00	1.00, 0.30	0.001005	0.001005	114.08	-104.41	3.49	119.54	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	A_{fs}	A_{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fs}	σ_{fi}
1	0.30	1.00, 0.30	0.000000	0.001005	0.008	0.001	0.000	-0.108
2	0.75	1.00, 0.30	0.001005	0.001005	0.031	0.005	-0.154	-0.402
3	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.001005	0.099	0.014	0.437	-1.103
4	1.65	1.00, 0.30	0.001005	0.001005	0.294	0.026	5.000	-2.529
5	2.10	1.00, 0.30	0.001005	0.001005	0.643	0.042	15.624	-4.592
6	2.55	1.00, 0.30	0.001005	0.001005	1.182	0.062	33.583	-7.466
7	3.00	1.00, 0.30	0.001005	0.001005	1.953	0.085	60.440	-11.347

Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A_{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A_{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
σ_c	tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]
τ_c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
σ_{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [MPa]
σ_{fs}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [MPa]
N_u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M_u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Fondazione di valle

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

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A_{fs}	A_{fi}	N_u	M_u	CS	V_{Rd}	V_{Rcd}	V_{Rsd}
-----	---	------	----------	----------	-------	-------	----	----------	-----------	-----------

Cod. elab.: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA	Data: Ottobre 2011
Nome file: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B.docx	- SOTTOPASSO TRONCO 9	Pagina 23 di 42
Relazione di calcolo muri		

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

1	0.06	1.00, 0.60	0.001005	0.001005	0.00	207.33	1483.10	197.01	--	--
2	0.24	1.00, 0.60	0.001005	0.001005	0.00	207.33	94.44	197.01	--	--
3	0.42	1.00, 0.60	0.001005	0.001005	0.00	207.33	31.43	197.01	--	--
4	0.60	1.00, 0.60	0.001005	0.001005	0.00	207.33	15.70	197.01	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
5	0.06	1.00, 0.60	0.001005	0.001005	0.003	0.006	0.161	-0.021
6	0.24	1.00, 0.60	0.001005	0.001005	0.042	0.024	2.570	-0.335
7	0.42	1.00, 0.60	0.001005	0.001005	0.127	0.041	7.849	-1.024
8	0.60	1.00, 0.60	0.001005	0.001005	0.259	0.058	15.978	-2.084

Fondazione di monte

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

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.18	1.00, 0.60	0.001005	0.001005	0.00	-207.33	413.74	197.01	--	--
2	0.72	1.00, 0.60	0.001005	0.001005	0.00	-207.33	29.84	197.01	--	--
3	1.26	1.00, 0.60	0.001005	0.001005	0.00	-207.33	10.35	197.01	--	--
4	1.80	1.00, 0.60	0.001005	0.001005	0.00	-207.33	5.37	197.01	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
5	0.18	1.00, 0.60	0.001005	0.001005	0.002	-0.001	-0.016	0.119
6	0.72	1.00, 0.60	0.001005	0.001005	0.028	-0.005	-0.225	1.724
7	1.26	1.00, 0.60	0.001005	0.001005	0.077	-0.007	-0.618	4.734
8	1.80	1.00, 0.60	0.001005	0.001005	0.139	-0.008	-1.115	8.549

Muro con altezza inferiore a 4m

Normativa

N.T.C. 2008 - Approccio 1

Simbologia adottata

γ _{Gsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
γ _{Gfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
γ _{Qsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
γ _{Qfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
γ _{tanφ'}	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
γ _{c'}	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
γ _{cu}	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
γ _{qu}	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
γ _r	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:

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	γ _{Gfav}	1.00	1.00	0.90	0.90
Permanenti	Sfavorevole	γ _{Gsfav}	1.35	1.00	1.10	1.30
Variabili	Favorevole	γ _{Qfav}	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ _{Qsfav}	1.35	1.15	1.35	1.50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Cod. elab.: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA	Data: Ottobre 2011
Nome file: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B.docx	- SOTTOPASSO TRONCO 9	Pagina 24 di 42
Relazione di calcolo muri		

PROGETTO ESECUTIVO

Parametri		M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1.00	1.25	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25	1.25	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.40	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1.00	1.60	1.60	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1.00	1.00	1.00	1.00

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00	1.00	0.90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.00	1.00	1.00	1.30
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	1.00	1.00	1.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.00	1.00	1.00	1.50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1.00	1.25	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25	1.25	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.40	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1.00	1.60	1.60	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1.00	1.00	1.00	1.00

FONDAZIONE SUPERFICIALE

Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Coefficienti parziali		
	R1	R2	R3
Capacità portante della fondazione	1.00	1.00	1.40
Scorrimento	1.00	1.00	1.10
Resistenza del terreno a valle	1.00	1.00	1.40
Stabilità globale		1.10	

Geometria muro e fondazione

Descrizione	Muro a mensola in c.a.
Altezza del paramento	4.00 [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	5.00 [m]

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0.60 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	2.20 [m]
Lunghezza totale fondazione	3.10 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	0.80 [m]
Spessore magrone	0.10 [m]

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata e sistema di riferimento

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

Cod. elab.: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA	Data: Ottobre 2011
Nome file: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B.docx	- SOTTOPASSO TRONCO 9	Pagina 25 di 42
Relazione di calcolo muri		

PROGETTO ESECUTIVO

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	1.90	0.00	0.00
2	3.90	1.30	33.02
3	20.00	1.30	0.00

Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.00 [°]
 Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento 0.50 [m]

Descrizione terreni

Simbologia adottata

Nr. Indice del terreno
 Descrizione Descrizione terreno
 γ Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
 γ_s Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
 ϕ Angolo d'attrito interno espresso in [°]
 δ Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
 c Coesione espressa in [MPa]
 c_a Adesione terra-muro espressa in [MPa]

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
RILEVATO	18.00	19.00	35.00	23.33	0.0000	0.0000
FONDAZIONE	18.60	19.60	25.50	25.50	0.0030	0.0000

Stratigrafia

Simbologia adottata

N Indice dello strato
 H Spessore dello strato espresso in [m]
 a Inclinazione espressa in [°]
 K_w Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm²/cm
 K_s Coefficiente di spinta
 Terreno Terreno dello strato

Nr.	H	a	K_w	K_s	Terreno
1	4.80	0.00	0.00	0.40	RILEVATO
2	10.00	0.00	2.68	0.40	FONDAZIONE

Condizioni di carico

Simbologia e convenzioni di segno adottate

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 $X_i=5.45$ $X_f=15.05$ $Q_i=4.0000$ $Q_f=4.0000$

Condizione n° 2 (MOBILI)

Cod. elab.: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA	Data: Ottobre 2011
Nome file: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B.docx	- SOTTOPASSO TRONCO 9	Pagina 26 di 42
Relazione di calcolo muri		

PROGETTO ESECUTIVO

D	Profilo	$X_i=9.60$	$X_f=15.05$	$Q_i=20.0000$	$Q_f=20.0000$
---	---------	------------	-------------	---------------	---------------

Descrizione combinazioni di carico*Simbologia adottata*

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

 γ Coefficiente di partecipazione della condizione Ψ Coefficiente di combinazione della condizioneCombinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

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

Cod. elab.: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA	Data: Ottobre 2011
Nome file: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B.docx	- SOTTOPASSO TRONCO 9	Pagina 27 di 42
Relazione di calcolo muri		

PROGETTO ESECUTIVO

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	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00

Cod. elab.: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA	Data: Ottobre 2011
Nome file: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B.docx	- SOTTOPASSO TRONCO 9	Pagina 28 di 42
Relazione di calcolo muri		

PROGETTO ESECUTIVO

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

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

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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° 18 - Frequente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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° 19 - Rara (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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

Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

Stato limite

Impostazioni verifiche SLU

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.60
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
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali

Ordinarie

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature

Poco sensibile

Valori limite delle aperture delle fessure

$w_1 = 0.20$

$w_2 = 0.30$

$w_3 = 0.40$

Metodo di calcolo aperture delle fessure

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

Verifica delle tensioni

Cod. elab.: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA	Data: Ottobre 2011
Nome file: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B.docx	- SOTTOPASSO TRONCO 9	Pagina 29 di 42
Relazione di calcolo muri		

PROGETTO ESECUTIVO

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

Calcolo della portanza metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su N_γ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1.00

Coefficiente correttivo su N_γ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1.00

Impostazioni avanzate

Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni

Influenza del terreno sulla fondazione di valle nelle verifiche e nel calcolo delle sollecitazioni

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

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

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]	--	1.71	--	2.24	--
2	A2-M2 - [1]	--	1.38	--	1.26	--
3	EQU - [1]	--	--	2.74	--	--
4	STAB - [1]	--	--	--	--	1.55
5	A1-M1 - [2]	--	1.71	--	2.24	--
6	A2-M2 - [2]	--	1.38	--	1.26	--
7	EQU - [2]	--	--	2.74	--	--
8	STAB - [2]	--	--	--	--	1.55
9	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	1.82	--	2.31	--
10	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	1.81	--	2.38	--
11	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	1.16	--	1.00	--
12	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	1.16	--	1.03	--
13	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	2.60	--	--
14	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	2.55	--	--
15	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1.43
16	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1.43
17	SLEQ - [1]	--	2.24	--	3.00	--
18	SLEF - [1]	--	2.24	--	3.00	--
19	SLER - [1]	--	2.24	--	3.00	--

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	0.40	3.1439	3.3739	0.0299	0.1561	0.4170	1.2000
2	1.00	8.3994	8.9743	0.7325	1.6263	2.6062	4.5637
3	1.60	14.3024	15.2222	3.2130	5.5806	6.6719	9.8038
4	2.20	20.8529	22.1928	8.5973	13.1447	12.6121	16.9204
5	2.80	28.4040	30.2213	18.1107	25.5425	19.4450	26.9365

Cod. elab.: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA	Data: Ottobre 2011
Nome file: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B.docx	- SOTTOPASSO TRONCO 9	Pagina 30 di 42
Relazione di calcolo muri		

PROGETTO ESECUTIVO

6	3.40	37.1915	39.3855	32.2097	44.9729	28.2280	40.5353
7	4.00	46.7407	50.3794	51.8716	73.1274	40.1530	56.3417

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.40	3.1394	3.1394	0.0222	0.0222	0.3232	0.3232
2	1.00	8.3713	8.3713	0.5426	0.5426	2.0198	2.0198
3	1.60	14.2304	14.2304	2.4231	2.4231	5.1707	5.1707
4	2.20	20.7169	20.7169	6.5364	6.5364	9.7758	9.7758
5	2.80	27.8306	27.8306	13.7549	13.7549	15.8351	15.8351
6	3.40	35.7856	35.7856	24.9774	24.9774	23.8446	23.8446
7	4.00	45.0958	45.0958	41.8160	41.8160	34.9960	34.9960

Inviluppo Sollecitazioni fondazione di valle

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

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.06	0.1859	0.2495	6.1794	8.2874
2	0.24	2.9286	3.9100	24.1541	32.1301
3	0.42	8.8306	11.7246	41.2832	54.4434
4	0.60	17.7398	23.4178	57.5667	75.2272

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.06	0.1551	0.1551	5.1622	5.1622
2	0.24	2.4562	2.4562	20.3241	20.3241
3	0.42	7.4426	7.4426	34.9985	34.9985
4	0.60	15.0264	15.0264	49.1856	49.1856

Inviluppo Sollecitazioni fondazione di 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	0.22	-1.6743	-1.0484	-14.7627	-9.1963
2	0.88	-22.3275	-13.6249	-44.9655	-26.7217
3	1.54	-58.3873	-33.4709	-64.8940	-31.2592
4	2.20	-104.6676	-52.0380	-73.4546	-22.8462

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.22	-0.5903	-0.5903	-5.1504	-5.1504
2	0.88	-7.5468	-7.5468	-14.8035	-14.8035
3	1.54	-18.6883	-18.6883	-17.8667	-17.8667
4	2.20	-29.6893	-29.6893	-14.3775	-14.3775

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

Cod. elab.: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA	Data: Ottobre 2011
Nome file: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B.docx	- SOTTOPASSO TRONCO 9	Pagina 31 di 42
Relazione di calcolo muri		

PROGETTO ESECUTIVO

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [MPa]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [MPa]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VR _{cd}	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VR _{sd}	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VR _d	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.40	1.00, 0.30	0.001005	0.001005	3242.05	-36.39	960.93	116.06	--	--
2	1.00	1.00, 0.30	0.001005	0.001005	1068.41	-193.62	119.05	116.72	--	--
3	1.60	1.00, 0.30	0.001005	0.001005	352.00	-129.05	23.12	117.46	--	--
4	2.20	1.00, 0.30	0.001005	0.001005	188.68	-112.13	8.53	118.38	--	--
5	2.80	1.00, 0.30	0.001005	0.001005	123.88	-105.42	4.13	119.30	--	--
6	3.40	1.00, 0.30	0.001005	0.001005	88.58	-101.77	2.26	120.32	--	--
7	4.00	1.00, 0.30	0.001005	0.001005	66.73	-99.51	1.36	121.52	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0.40	1.00, 0.30	0.001005	0.001005	0.011	0.002	-0.130	-0.156
2	1.00	1.00, 0.30	0.001005	0.001005	0.058	0.010	-0.042	-0.705
3	1.60	1.00, 0.30	0.001005	0.001005	0.265	0.024	4.212	-2.341
4	2.20	1.00, 0.30	0.001005	0.001005	0.745	0.046	18.928	-5.153
5	2.80	1.00, 0.30	0.001005	0.001005	1.579	0.075	47.300	-9.486
6	3.40	1.00, 0.30	0.001005	0.001005	2.870	0.112	93.086	-15.825
7	4.00	1.00, 0.30	0.001005	0.001005	4.804	0.165	163.157	-25.017

Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [MPa]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [MPa]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VR _{cd}	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VR _{sd}	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VR _d	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Fondazione di valle

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

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.06	1.00, 0.80	0.001005	0.001005	0.00	284.76	1141.44	247.16	--	--
2	0.24	1.00, 0.80	0.001005	0.001005	0.00	284.76	72.83	247.16	--	--

Cod. elab.: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA	Data: Ottobre 2011
Nome file: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B.docx	- SOTTOPASSO TRONCO 9	Pagina 32 di 42
Relazione di calcolo muri		

PROGETTO ESECUTIVO

3	0.42	1.00, 0.80	0.001005	0.001005	0.00	284.76	24.29	247.16	--	--
4	0.60	1.00, 0.80	0.001005	0.001005	0.00	284.76	12.16	247.16	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
5	0.06	1.00, 0.80	0.001005	0.001005	0.003	0.008	0.218	-0.027
6	0.24	1.00, 0.80	0.001005	0.001005	0.047	0.032	3.459	-0.434
7	0.42	1.00, 0.80	0.001005	0.001005	0.144	0.055	10.480	-1.316
8	0.60	1.00, 0.80	0.001005	0.001005	0.290	0.077	21.160	-2.656

Fondazione di monte

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

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.22	1.00, 0.80	0.001005	0.001005	0.00	-284.76	170.07	247.16	--	--
2	0.88	1.00, 0.80	0.001005	0.001005	0.00	-284.76	12.75	247.16	--	--
3	1.54	1.00, 0.80	0.001005	0.001005	0.00	-284.76	4.88	247.16	--	--
4	2.20	1.00, 0.80	0.001005	0.001005	0.00	-284.76	2.72	247.16	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
5	0.22	1.00, 0.80	0.001005	0.001005	0.011	-0.008	-0.104	0.831
6	0.88	1.00, 0.80	0.001005	0.001005	0.146	-0.023	-1.334	10.627
7	1.54	1.00, 0.80	0.001005	0.001005	0.361	-0.028	-3.304	26.316
8	2.20	1.00, 0.80	0.001005	0.001005	0.574	-0.023	-5.248	41.808

Muro con altezza inferiore a 6m

Normativa

N.T.C. 2008 - Approccio 1

Simbologia adottata

γ _{Gsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
γ _{Gfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
γ _{Qsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
γ _{Qfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
γ _{tanφ'}	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
γ _{c'}	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
γ _{cu}	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
γ _{qu}	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
γ _r	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:

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	γ _{Gfav}	1.00	1.00	0.90	0.90
Permanenti	Sfavorevole	γ _{Gsfav}	1.35	1.00	1.10	1.30
Variabili	Favorevole	γ _{Qfav}	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ _{Qsfav}	1.35	1.15	1.35	1.50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri	M1	M2	M2	M1
-----------	----	----	----	----

Cod. elab.: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA	Data: Ottobre 2011
Nome file: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B.docx	- SOTTOPASSO TRONCO 9	Pagina 33 di 42
Relazione di calcolo muri		

PROGETTO ESECUTIVO

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	γ_{cu}	1.00	1.40	1.40	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1.00	1.60	1.60	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1.00	1.00	1.00	1.00

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00	1.00	0.90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.00	1.00	1.00	1.30
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	1.00	1.00	1.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.00	1.00	1.00	1.50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1.00	1.25	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25	1.25	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.40	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1.00	1.60	1.60	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1.00	1.00	1.00	1.00

FONDAZIONE SUPERFICIALE

Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica

	Coefficienti parziali		
	R1	R2	R3
Capacità portante della fondazione	1.00	1.00	1.40
Scorrimento	1.00	1.00	1.10
Resistenza del terreno a valle	1.00	1.00	1.40
Stabilità globale		1.10	

Geometria muro e fondazione

Descrizione

Muro a gradoni in c.a.

Descrizione dei gradoni

Simbologia adottata

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

Nr.	Bs	Bi	Hg	α_e	α_i
1	0.30	0.30	4.00	0.00	0.00
2	0.80	0.80	2.00	0.00	0.00

Altezza del paramento 6.00 [m]

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0.60 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	3.00 [m]
Lunghezza totale fondazione	4.40 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	1.00 [m]

Cod. elab.: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA	Data: Ottobre 2011
Nome file: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B.docx	- SOTTOPASSO TRONCO 9	Pagina 34 di 42
Relazione di calcolo muri		

PROGETTO ESECUTIVO

Spessore magrone 0.10 [m]

Geometria profilo terreno a monte del muro*Simbologia adottata e sistema di riferimento*

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

N numero ordine del punto

X ascissa del punto espressa in [m]

Y ordinata del punto espressa in [m]

A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	2.10	0.00	0.00
2	20.00	0.00	0.00

Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.00 [°]

Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento 0.50 [m]

Descrizione terreni*Simbologia adottata*

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [MPa]
c_a	Adesione terra-muro espressa in [MPa]

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
RILEVATO	18.00	19.00	35.00	23.33	0.0000	0.0000
FONDAZIONE	18.60	19.60	25.50	25.50	0.0030	0.0000

Stratigrafia*Simbologia adottata*

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

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	7.00	0.00	0.00	0.40	RILEVATO
2	10.00	0.00	3.24	0.40	FONDAZIONE

Condizioni di carico*Simbologia e convenzioni di segno adottate*

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

Cod. elab.: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA	Data: Ottobre 2011
Nome file: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B.docx	- SOTTOPASSO TRONCO 9	Pagina 35 di 42
Relazione di calcolo muri		

Condizione n° 1 (PERMANENTI)

D Profilo $X_i=5.45$ $X_f=15.05$ $Q_i=4.0000$ $Q_f=4.0000$

Condizione n° 2 (MOBILI)

D Profilo $X_i=9.60$ $X_f=15.05$ $Q_i=20.0000$ $Q_f=20.0000$

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

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

γ Coefficiente di partecipazione della condizione

Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

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

Cod. elab.: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA	Data: Ottobre 2011
Nome file: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B.docx	- SOTTOPASSO TRONCO 9	Pagina 36 di 42
Relazione di calcolo muri		

PROGETTO ESECUTIVO

Combinazione n° 7 - Caso EQU (SLU)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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
MOBILI	SFAV	1.35	1.00	1.35

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

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

<i>Cod. elab.:</i> 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B.docx	- SOTTOPASSO TRONCO 9	Pagina 37 di 42
Relazione di calcolo muri		

PROGETTO ESECUTIVO

PERMANENTI	SFAV	1.00	1.00	1.00
------------	------	------	------	------

Combinazione n° 15 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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° 18 - Frequente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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° 19 - Rara (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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

Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

Stato limite

Impostazioni verifiche SLU

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.60
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
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali

Ordinarie

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature

Poco sensibile

Cod. elab.: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA	Data: Ottobre 2011
Nome file: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B.docx	- SOTTOPASSO TRONCO 9	Pagina 38 di 42
Relazione di calcolo muri		

PROGETTO ESECUTIVO

Valori limite delle aperture delle fessure	$w_1 = 0.20$ $w_2 = 0.30$ $w_3 = 0.40$
Metodo di calcolo aperture delle fessure	Circ. Min. 252 (15/10/1996)
<u>Verifica delle tensioni</u>	
Combinazione di carico	Rara $\sigma_c < 0.60 f_{ck} - \sigma_f < 0.80 f_{yk}$ Quasi permanente $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

Calcolo della portanza metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su N_γ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1.00

Coefficiente correttivo su N_γ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1.00

Impostazioni avanzate

Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni

Influenza del terreno sulla fondazione di valle nelle verifiche e nel calcolo delle sollecitazioni

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

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

<i>C</i>	Identificativo della combinazione
<i>Tipo</i>	Tipo combinazione
<i>Sisma</i>	Combinazione sismica
<i>CS_{SCO}</i>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
<i>CS_{RIB}</i>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
<i>CS_{QLM}</i>	Coeff. di sicurezza a carico limite
<i>CS_{STAB}</i>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

C	Tipo	Sisma	CS_{sco}	CS_{rib}	CS_{qlim}	CS_{stab}
1	A1-M1 - [1]	--	2.28	--	2.45	--
2	A2-M2 - [1]	--	1.87	--	1.35	--
3	EQU - [1]	--	--	4.07	--	--
4	STAB - [1]	--	--	--	--	1.59
5	A1-M1 - [2]	--	2.28	--	2.45	--
6	A2-M2 - [2]	--	1.87	--	1.35	--
7	EQU - [2]	--	--	4.07	--	--
8	STAB - [2]	--	--	--	--	1.59
9	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	2.33	--	2.39	--
10	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	2.32	--	2.47	--
11	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	1.52	--	1.05	--
12	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	1.51	--	1.09	--
13	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	3.61	--	--
14	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	3.48	--	--
15	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1.47
16	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1.47
17	SLEQ - [1]	--	3.01	--	3.08	--
18	SLEF - [1]	--	3.01	--	3.08	--
19	SLER - [1]	--	3.01	--	3.08	--

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**

<i>Cod. elab.:</i> 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B.docx	- SOTTOPASSO TRONCO 9	<i>Pagina</i> 39 di 42
Relazione di calcolo muri		

PROGETTO ESECUTIVO

1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.92	7.6894	8.1999	0.5645	1.2917	2.2207	3.9519
3	1.85	16.9114	17.9206	5.0065	8.0512	8.8826	12.3451
4	2.77	27.6661	29.7890	17.4140	24.3783	18.7139	25.1797
5	3.69	39.9534	43.7274	39.8383	54.3726	31.8358	42.4556
6	4.29	88.2348	105.9198	58.7656	80.1841	42.2314	56.0503
7	5.14	112.6460	132.5682	99.4082	134.7530	59.9691	79.1365
8	6.00	138.3786	160.9449	156.0144	210.2228	80.6747	106.0523

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.92	7.6654	7.6654	0.4182	0.4182	1.7210	1.7210
3	1.85	16.8156	16.8156	3.7909	3.7909	6.8840	6.8840
4	2.77	27.4505	27.4505	13.2954	13.2954	15.4890	15.4890
5	3.69	39.5702	39.5702	32.1088	32.1088	27.5360	27.5360
6	4.29	87.7184	87.7184	48.6967	48.6967	37.1017	37.1017
7	5.14	111.9024	111.9024	84.4654	84.4654	53.4249	53.4249
8	6.00	137.3666	137.3666	134.9852	134.9852	72.7159	72.7159

Inviluppo Sollecitazioni fondazione di valle

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

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

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

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.06	0.2367	0.3108	7.8822	10.3414
2	0.24	3.7626	4.9182	31.2162	40.6808
3	0.42	11.4464	14.8942	54.0816	69.9926
4	0.60	23.2039	30.0539	76.4782	98.2769

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.06	0.2091	0.2091	6.9654	6.9654
2	0.24	3.3325	3.3325	27.6985	27.6985
3	0.42	10.1659	10.1659	48.1873	48.1873
4	0.60	20.6653	20.6653	68.4318	68.4318

Inviluppo Sollecitazioni fondazione di 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	0.30	-2.8752	-1.5465	-18.8762	-10.0544
2	1.20	-42.6990	-21.0664	-67.6932	-31.0252
3	2.10	-121.1966	-53.2552	-104.7931	-38.2073
4	3.00	-227.8114	-85.7030	-130.1758	-30.6941

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
-----	---	------	------	------	------

Cod. elab.: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA	Data: Ottobre 2011
Nome file: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B.docx	- SOTTOPASSO TRONCO 9	Pagina 40 di 42
Relazione di calcolo muri		

PROGETTO ESECUTIVO

1	0.30	-0.6666	-0.6666	-4.3309	-4.3309
2	1.20	-9.0366	-9.0366	-13.2510	-13.2510
3	2.10	-22.6858	-22.6858	-16.0625	-16.0625
4	3.00	-36.1165	-36.1165	-12.7653	-12.7653

Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro

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

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [MPa]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [MPa]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VR _{cd}	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VR _{sd}	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VR _d	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 0.30	0.000000	0.001005	0.00	0.00	1000.00	115.04	--	--
2	0.92	1.00, 0.30	0.001005	0.001005	1327.51	-187.73	162.01	116.63	--	--
3	1.85	1.00, 0.30	0.001005	0.001005	267.83	-120.33	14.95	117.78	--	--
4	2.77	1.00, 0.30	0.001005	0.001005	126.51	-105.70	4.34	119.23	--	--
5	3.69	1.00, 0.30	0.001005	0.001005	77.69	-100.64	1.85	120.79	--	--
6	4.29	1.00, 0.80	0.001571	0.001005	792.37	-701.45	8.75	259.73	--	--
7	5.14	1.00, 0.80	0.001571	0.001005	526.07	-613.99	4.56	263.17	--	--
8	6.00	1.00, 0.80	0.001571	0.001005	381.81	-566.62	2.70	266.80	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0.00	1.00, 0.30	0.000000	0.001005	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.92	1.00, 0.30	0.001005	0.001005	0.048	0.008	-0.102	-0.594
3	1.85	1.00, 0.30	0.001005	0.001005	0.426	0.032	8.823	-3.342
4	2.77	1.00, 0.30	0.001005	0.001005	1.526	0.073	45.454	-9.220
5	3.69	1.00, 0.30	0.001005	0.001005	3.689	0.130	122.834	-19.707
6	4.29	1.00, 0.80	0.001571	0.001005	0.798	0.058	20.573	-9.807
7	5.14	1.00, 0.80	0.001571	0.001005	1.406	0.084	45.608	-16.650
8	6.00	1.00, 0.80	0.001571	0.001005	2.255	0.114	83.866	-25.975

Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [MPa]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [MPa]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VR _{cd}	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VR _{sd}	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VR _d	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Cod. elab.: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA	Data: Ottobre 2011
Nome file: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B.docx	- SOTTOPASSO TRONCO 9	Pagina 41 di 42
Relazione di calcolo muri		

Fondazione di valle

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

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.06	1.00, 1.00	0.001571	0.001571	0.00	562.53	1809.88	295.42	--	--
2	0.24	1.00, 1.00	0.001571	0.001571	0.00	562.53	114.38	295.42	--	--
3	0.42	1.00, 1.00	0.001571	0.001571	0.00	562.53	37.77	295.42	--	--
4	0.60	1.00, 1.00	0.001571	0.001571	0.00	562.53	18.72	295.42	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
5	0.06	1.00, 1.00	0.001571	0.001571	0.002	0.009	0.149	-0.024
6	0.24	1.00, 1.00	0.001571	0.001571	0.036	0.034	2.376	-0.383
7	0.42	1.00, 1.00	0.001571	0.001571	0.109	0.060	7.247	-1.169
8	0.60	1.00, 1.00	0.001571	0.001571	0.222	0.085	14.732	-2.376

Fondazione di monte

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

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.30	1.00, 1.00	0.001571	0.001571	0.00	-562.53	195.65	295.42	--	--
2	1.20	1.00, 1.00	0.001571	0.001571	0.00	-562.53	13.17	295.42	--	--
3	2.10	1.00, 1.00	0.001571	0.001571	0.00	-562.53	4.64	295.42	--	--
4	3.00	1.00, 1.00	0.001571	0.001571	0.00	-562.53	2.47	295.42	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
5	0.30	1.00, 1.00	0.001571	0.001571	0.007	-0.005	-0.077	0.475
6	1.20	1.00, 1.00	0.001571	0.001571	0.097	-0.016	-1.039	6.442
7	2.10	1.00, 1.00	0.001571	0.001571	0.243	-0.020	-2.609	16.173
8	3.00	1.00, 1.00	0.001571	0.001571	0.388	-0.016	-4.153	25.747

Cod. elab.: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA	Data: Ottobre 2011
Nome file: 057-SI-203-ST17-6-CL-002_B.docx	- SOTTOPASSO TRONCO 9	Pagina 42 di 42
Relazione di calcolo muri		