

# PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA



## PROGETTO DEFINITIVO

### EUROLINK S.C.p.A.

IMPREGILO S.p.A. (MANDATARIA)  
 SOCIETÀ ITALIANA PER CONDOTTE D'ACQUA S.p.A. (MANDANTE)  
 COOPERATIVA MURATORI E CEMENTISTI - C.M.C. DI RAVENNA SOC. COOP. A.R.L. (MANDANTE)  
 SACYR S.A.U. (MANDANTE)  
 ISHIKAWAJIMA - HARIMA HEAVY INDUSTRIES CO. LTD (MANDANTE)  
 A.C.I. S.C.P.A. - CONSORZIO STABILE (MANDANTE)

 <p><b>IL PROGETTISTA</b>                  Dott. Ing. F. Colla                  Ordine Ingegneri                  Milano                  n° 20355                  Dott. Ing. E. Pagani                  Ordine Ingegneri Milano                  n° 15408</p> 	<p><b>IL CONTRAENTE GENERALE</b></p> <p>Project Manager                  (Ing. P.P. Marcheselli)</p>	<p><b>STRETTO DI MESSINA</b>                  Direttore Generale e                  RUP Validazione                  (Ing. G. Fiammenghi)</p>	<p><b>STRETTO DI MESSINA</b>                  Amministratore Delegato                  (Dott. P. Ciucci)</p>
--	--	---	--

<i>Unità Funzionale</i>	COLLEGAMENTI SICILIA	SS0511_F0
<i>Tipo di sistema</i>	INFRASTRUTTURE STRADALI OPERE CIVILI	
<i>Raggruppamento di opere/attività</i>	ELEMENTI DI CARATTERE GENERALE	
<i>Opera - tratto d'opera - parte d'opera</i>	GENERALE	
<i>Titolo del documento</i>	MURO SOSTEGNO VIAB.PANORAMICA ASSE A DA PK0+050 A PK0+164- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE	

CODICE	C	G	0	7	0	0	P	C	L	D	S	S	C	0	0	G	0	0	0	0	0	0	8	F0
--------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
F0	20/06/2011	EMISSIONE FINALE	PRO ITER S.r.l.	G.SCIUTO	F.COLLA



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>MURO SOSTEGNO VIAB. PANORAMICA ASSE A DA  PK 0+050 A PK 0+164 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>	<i>Codice documento</i> SS0511_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

## INDICE

INDICE .....	3
1 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA.....	5
2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	5
2.1 Riferimenti normativi.....	5
2.2 Riferimenti bibliografici .....	6
3 PROGRAMMI PER L'ANALISI AUTOMATICA.....	7
4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....	8
4.1 Calcestruzzo prefabbricato per pannelli.....	8
4.2 Calcestruzzo getti in opera .....	8
4.3 Acciaio per cemento armato .....	9
5 CARATTERISTICHE DI CALCOLO .....	10
5.1 Metodologia di calcolo .....	10
5.2 Ipotesi di calcolo.....	12
6 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	14
6.1 Stratigrafia di progetto .....	14
6.2 Coefficienti di spinta .....	16
6.2.1 Coefficienti di spinta in fase statica .....	16
6.2.2 Coefficienti di spinta in fase sismica .....	16
7 CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITÀ .....	17
8 FASI COSTRUTTIVE.....	21
9 ANALISI MURI DI SOSTEGNO PREFABBRICATI .....	21
9.1 Classificazione delle azioni.....	21
9.2 Combinazioni delle azioni .....	21
9.3 Caratteristiche geometriche del muro .....	23
9.4 Verifiche di stabilità e verifiche strutturali – SLU .....	23
9.4.1 Verifica a capacità portante .....	23
9.5 Verifiche S.L.E.....	25
9.5.1 Verifica a fessurazione .....	25
9.5.2 Verifica delle tensioni di esercizio .....	25
9.6 Verifiche pannello prefabbricato .....	27
9.6.1 Verifica a flessione nel piano verticale .....	27

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>MURO SOSTEGNO VIAB. PANORAMICA ASSE A DA  PK 0+050 A PK 0+164 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>	<i>Codice documento</i> SS0511_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

9.6.2	Verifica a flessione nel piano orizzontale .....	27
9.6.3	Verifica a taglio .....	28
9.7	Soletta di fondazione .....	29
9.7.1	Verifica a flessione.....	29
9.8	Verifiche .....	30
10	ANALISI DI STABILITA' .....	41
11	TABULATI DI CALCOLO.....	45
11.1	Input SLIDE rel. 05– Analisi in fase statica .....	45
11.2	Output SLIDE rel. 05– Analisi in fase statica.....	46
11.3	Input SLIDE rel. 05– Analisi in fase sismica.....	51
11.4	Output SLIDE rel. 05– Analisi in fase sismica .....	52

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>MURO SOSTEGNO VIAB. PANORAMICA ASSE A DA          PK 0+050 A PK 0+164 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> SS0511_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 1 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

Nell'ambito del progetto del ponte sullo stretto di Messina, lato Sicilia, è prevista la realizzazione di un tratto di muro a sostegno dell'asse A della viabilità Panoramica, ubicato tra le progressive pk 0+050 e 0+164.

Il muro di sostegno in oggetto è costituito da elementi prefabbricati, rivestiti in pietrame, di altezza in elevazione variabile da un minimo di 3m ad un massimo di 5m. Le fondazioni, di dimensioni variabili in funzione dell'altezza del pannello prefabbricato, risultano in c.a. gettate in opera.

A tergo dell'opera di sostegno è previsto materiale drenante e un tubo di drenaggio per lo smaltimento delle eventuali acque di infiltrazioni.

Nell'area in esame i terreni di fondazione sono costituiti principalmente da depositi costieri nei primi metri e più in profondità dalla formazione delle sabbie e ghiaie di Messina.

Nella presente relazione sono riportati il dimensionamento e le verifiche dell'opera in oggetto.

## 2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

### 2.1 Riferimenti normativi

**Ministero dei LL.PP. - D.M. 14.01.2008:** "Norme tecniche per le Costruzioni".

**Ministero dei LL.PP. - Circ. 617 del 02.02.2009:** Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 14 Gennaio 2008;

**C.N.R. 10011:** "Costruzioni in acciaio. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione";

**C.N.R. 10012:** "Istruzioni per la valutazione delle azioni sulle costruzioni";

**C.N.R. 10024:** "Analisi di strutture mediante elaboratore. Impostazione e redazione delle relazioni di calcolo";

**UNI EN 1537 - 2002:** "Esecuzione di lavori geotecnici speciali. Tiranti di ancoraggio.

Tutte le Norme UNI richiamate nei D.M., Istruzioni, Circolari di cui si fa menzione.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO VIAB. PANORAMICA ASSE A DA PK 0+050 A PK 0+164 – RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0511_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 2.2 Riferimenti bibliografici

**Migliacci – F. Mola:** Progetto agli stati limite delle strutture in c.a. – Masson Italia Editori 1985

**Bowles J.E. (1988):** “Foundations Analysis and Design, 4<sup>th</sup> ed.” – McGraw-Hill, New York

**Nova R. (2002):** “Fondamenti di meccanica delle terre” – McGraw-Hill, Milano

**Raccomandazioni A.I.C.A.P. (1993)** – Ancoraggi nei terreni e nelle rocce

**Terzaghi K. (1943):** “Theoretical Soil Mechanics” – J.Wiley & Sons, New York

C. Cestelli Guidi: **Geotecnica e tecnica delle fondazioni** – Ulrico Hoepli Editore, 1987

**Lancellotta R.:** Geotecnica - *Edizioni Zanichelli* - 1987

**Cestelli Guidi C.:** Geotecnica e tecnica delle fondazioni - *Ulrico Hoepli Editore* - 1987

**Horikoshi K., Randolph M.F.:** Estimation of overall settlement of piled rafts - *Soils and Foundations Vol.39 n° 2 pp.59-68* - 1999

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>MURO SOSTEGNO VIAB. PANORAMICA ASSE A DA  PK 0+050 A PK 0+164 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>	<i>Codice documento</i> SS0511_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

### 3 PROGRAMMI PER L'ANALISI AUTOMATICA

#### **SLIDE rel 5.0**

Rocscience Inc.

*Programma per l'analisi di stabilità di pendii*

Il programma Slide rel. 5.0 (Rocscience Inc.) consente di eseguire analisi di stabilità all'equilibrio limite suddividendo i piani di scorrimento in un numero variabile di conci e calcolando il fattore di sicurezza globale alla stabilità. E' possibile incrementare il numero di superfici di scorrimento analizzate ed i limiti geometrici di studio. Si possono selezionare diversi metodi di analisi limite tra cui Bishop, Morgenstern-Price, Janbu, Spencer, Fellenius, selezionando superfici circolari, spezzate o miste.

E', inoltre, possibile inserire la presenza della falda, di carichi concentrati o distribuiti, di carichi sismici o di incrementi della pressione dell'acqua interstiziale.

#### **VcaSlu - GELFI versione 7.6**

By Prof. Piero Gelfi

*Programma per le verifiche a presso-flessione SLU per sezioni in C.A. e C.A.P.*

Il programma VcaSlu consente la Verifica di sezioni in Cemento Armato normale e precompresso, soggette a presso-flessione o tenso-flessione retta o deviata sia allo Stato Limite Ultimo che con il Metodo n. Permette inoltre di tracciare il Domino M-N, il diagramma Momento-Curvatura per la verifica di stabilità con il metodo della Colonna-Modello ed il Dominio Mx-My.. I legami s-e dei materiali, adottati per le verifiche allo Stato Limite Ultimo, sono quelli indicati dalle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14-1-2008) e dall'Eurocodice 2 (parabola rettangolo per il calcestruzzo e legame elastico-perfettamente plastico per l'acciaio).

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
MURO SOSTEGNO VIAB. PANORAMICA ASSE A DA PK 0+050 A PK 0+164 – RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0511_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

### 4.1 Calcestruzzo prefabbricato per pannelli

Classe di resistenza	C35/45 -
Rapporto massimo acqua / cemento	0.40 -
Slump	S4 -
Diametro massimo inerte	25 mm
Classe di esposizione	XF4 -

#### **Caratteristiche del calcestruzzo:**

Resistenza caratt. a compressione cubica	$R_{ck} = -$	$= 45.00$	$N/mm^2$
Resistenza caratt. a compressione cilindr.	$f_{ck} = -$	$= 35.00$	$N/mm^2$
Resistenza media a compressione cilindr.	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	$= 43.00$	$N/mm^2$
Modulo elastico	$E_c = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$	$= 34077$	$N/mm^2$
Resistenza a trazione semplice	$f_{ctm} = 0.3 f_{ck}^{2/3}$	$= 3.21$	$N/mm^2$
Resistenza a trazione caratt. (frattile 5%)	$f_{ctk} = 0.7 f_{ctm}$	$= 2.24$	$N/mm^2$

#### **Resistenze di calcolo a SLU:**

Coeff. parziale di sicurezza	$\gamma_c = -$	$= 1.40$	-
Coeff. riduttivo per resist. di lunga durata	$\alpha_{cc} = -$	$= 0.85$	-
Resistenza a compressione di calcolo	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$	$= 21.25$	$N/mm^2$
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$	$= 1.60$	$N/mm^2$

#### **Resistenze di calcolo a SLE:**

Massima compressione (Comb. Rara)	$\sigma_c = 0.60 f_{ck}$	$= 21.00$	$N/mm^2$
Massima compressione (Comb. Q.P.)	$\sigma_c = 0.45 f_{ck}$	$= 15.75$	$N/mm^2$

### 4.2 Calcestruzzo getti in opera

Classe di resistenza	C28/35 -
Rapporto massimo acqua / cemento	0.45 -
Slump	S4 -
Contenuto minimo di cemento	360 $kg/m^3$
Diametro massimo inerte	32 mm
Classe di esposizione	XF4 -

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>MURO SOSTEGNO VIAB. PANORAMICA ASSE A DA          PK 0+050 A PK 0+164 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<b>Codice documento</b> SS0511_F0.docx	<b>Rev</b> F0	<b>Data</b> 20/06/2011

Resistenza caratteristica a compressione cubica	$R_{ck} =$	<b>35.00</b>	$\text{N/mm}^2$
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica	$f_{ck} = 0.83 \times R_{ck}$	$= 29.05$	$\text{N/mm}^2$
Resistenza media a compressione cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	$= 37.05$	$\text{N/mm}^2$
Modulo elastico	$E_c = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3}$	$= 32588.11$	$\text{N/mm}^2$
Resistenza a trazione semplice	$f_{ctm} = 0.30 \times f_{ck}^{2/3}$	$= 2.83$	$\text{N/mm}^2$
Resistenza a trazione caratteristica (frattile 5%)	$f_{ctk} = 0.70 \times f_{ctm}$	$= 1.98$	$\text{N/mm}^2$
<b>Stato Limite Ultimo</b>			
Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_C =$	1.50	--
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc} =$	0.85	--
Resistenza a compressione di calcolo	$f_{cd} = \alpha_{cc} \times f_{ck} / \gamma_C$	$= 16.46$	$\text{N/mm}^2$
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_C$	$= 1.32$	$\text{N/mm}^2$
<b>Stato Limite di Esercizio</b>			
Tensione max di compressione - Comb. rara	$\sigma_c < 0.60 \times f_{ck}$	$= 17.43$	$\text{N/mm}^2$
Tensione max di compressione - Comb. quasi permanente	$\sigma_c < 0.45 \times f_{ck}$	$= 13.94$	$\text{N/mm}^2$

### 4.3 Acciaio per cemento armato

Tipo di acciaio	B450C -
Copriferro min. per muri in elevazione	50 mm
Sovrapposizioni continue	50 $\emptyset$

#### Caratteristiche dell'acciaio:

Tensione caratt. di rottura (fratt. 5%)	$f_{tk} = -$	$= 540.00$	$\text{N/mm}^2$
Tensione caratt. di snervamento (fratt. 5%)	$f_{yk} = -$	$= 450.00$	$\text{N/mm}^2$

#### Resistenze di calcolo a SLU:

Coeff. parziale di sicurezza	$\gamma_s = -$	$= 1.15$	-
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$	$= 391.30$	$\text{N/mm}^2$

#### Resistenze di calcolo a SLE:

Tensione massima di trazione	$\sigma_s < 0.80 f_{yk}$	$= 360.00$	$\text{N/mm}^2$
------------------------------	--------------------------	------------	-----------------

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO VIAB. PANORAMICA ASSE A DA PK 0+050 A PK 0+164 – RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0511_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 5 CARATTERISTICHE DI CALCOLO

### 5.1 Metodologia di calcolo

Il dimensionamento delle paratie è stato condotto utilizzando il metodo agli stati limite secondo le Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni, il D.M. 14/01/2008. Tale normativa impone una doppia verifica, agli Stati Limite d'Esercizio e agli Stati Limite Ultimi. Nelle condizioni di esercizio si verifica che le deformazioni risultino ammissibili per le strutture e per i terreni in sito, considerando valori caratteristici sia dei carichi sia dei parametri del terreno, mentre agli S.L.U., la normativa impone di considerare almeno i seguenti stati limite:

- stabilità globale del complesso opera di sostegno – terreno;
- scorrimento sul piano di posa collasso per carico limite dell'insieme fondazione – terreno;
- ribaltamento;
- raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

accertando che sia soddisfatta, per ogni stato limite considerato, la condizione:

$$E_d < R_d$$

dove  $E_d$  e  $R_d$  rappresentano rispettivamente le sollecitazioni e le resistenze di progetto, calcolate tenendo in conto dei coefficienti parziali per le azioni e per i parametri geotecnici riportati nelle seguenti tabelle:

carichi	effetto	coeff. parziale	EQU	A1 (STR)	A2 (GEO)
Permanenti	favorevole	$\gamma_{G1}$	0.9	1.0	1.0
	sfavorevole		1.1	1.3	1.0
Permanenti non strutturali	favorevole	$\gamma_{G2}$	0.0	0.0	0.0
	sfavorevole		1.5	1.5	1.3
Variabili	favorevole	$\gamma_{Qi}$	0.0	0.0	0.0
	sfavorevole		1.5	1.5	1.3

Tabella 6.2.1 delle N.T.C. 2008

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO VIAB. PANORAMICA ASSE A DA PK 0+050 A PK 0+164 – RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0511_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

parametro	simbolo	coeff. parziale	M1	M2
tangente angolo di attrito	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1.00	1.25
coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25
resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40
peso unità di volume	$\gamma$	$\gamma_{\gamma}$	1.00	1.00

Tabella 6.2.II delle N.T.C. 2008

La verifica di stabilità globale dell'insieme terreno-opera è effettuata secondo l'approccio 1, combinazione2:

$$A2+M2+R2$$

Il coefficiente parziale sulle resistenza, associato al caso 'R2', è pari a 1.1. Nelle verifiche di stabilità globale, quindi, il fattore di sicurezza minimo da raggiungere, dopo aver fattorizzato i carichi ed i parametri secondo 'A2' e 'M2' rispettivamente, è pari a 1.1. In fase sismica, l'analisi viene condotta ponendo pari ad uno tutti i coefficienti A e considerando i valori caratteristici dei parametri geotecnici (coeff parz. M1), infine la normativa lascia valutare, con giusta motivazione, al progettista il coefficiente di sicurezza.

Per le rimanenti verifiche la normativa permette di adottare *almeno uno* dei seguenti approcci, ognuno con le relative combinazioni riassunte nella seguente tabella, in cui il segno '+', in ossequio alla nuova normativa, ha il significato di 'combinato con'.

<b>APPROCCIO 1</b>	<b>Combinazione</b>
Comb1	A1+M1+R1
Comb2	A2+M2+R2

oppure

<b>APPROCCIO 2</b>	<b>Combinazione</b>
-	A1+M1+R3

I fattori parziali  $\gamma_R$  sono riassunti nel seguito a seconda della verifica e del caso in oggetto:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO VIAB. PANORAMICA ASSE A DA PK 0+050 A PK 0+164 – RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0511_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1.0$	$\gamma_R = 1.0$	$\gamma_R = 1.4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1.0$	$\gamma_R = 1.0$	$\gamma_R = 1.4$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1.0$	$\gamma_R = 1.0$	$\gamma_R = 1.4$

Nel nostro caso le verifiche sono state affrontate seguendo l'approccio 1, quindi eseguendo le verifiche in entrambe le combinazioni 1 e 2, a cui corrispondono i coefficienti parziali dei casi "R1" e "R2" tutti unitari.

Il programma di calcolo utilizzato, Paratie Plus 2010, è in grado di distinguere i contributi dei vari carichi e, conseguentemente, di amplificare le sollecitazioni ad essi associate per i coefficienti A corrispondenti.

Le verifiche sismiche vengono condotte imponendo pari ad uno tutti i coefficienti A delle due combinazioni descritte per il caso statico. La verifica dimensionante è ovviamente quella con i parametri geotecnici ridotti:

<b>Combinazione</b>	
Comb SISM	(A2=1) + M2 + R2

In particolare la normativa sottolinea che per la verifica al ribaltamento si considera lo stato limite di equilibrio di un corpo rigido (EQU). Nella verifica alla traslazione, invece, non dev'essere considerata la resistenza passiva del terreno a valle del muro; solo in casi particolari con relative giustificazioni, la normativa permette di considerare al massimo il 50% di tale resistenza.

## 5.2 Ipotesi di calcolo

Di seguito si sintetizzano i valori adottati dei parametri che intervengono nei calcoli, in fase statica e sismica.

Localmente non ci sono indagini che raggiungano i primi 30 m di profondità per la caratterizzazione sismica del suolo. Alla zona in esame si assegna cautelativamente la categoria di suolo sismico (secondo N.T.C. 2008) di classe **C** (VPSPT507, VPSPT512, VPSPT513, VSPT504 E VPCH1505).

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>MURO SOSTEGNO VIAB. PANORAMICA ASSE A DA          PK 0+050 A PK 0+164 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<b>Codice documento</b> SS0511_F0.docx	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;"><b>Rev</b></td> <td style="width: 50%;"><b>Data</b></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	<b>Rev</b>	<b>Data</b>	F0	20/06/2011
<b>Rev</b>	<b>Data</b>						
F0	20/06/2011						

		Note		
<b>Spinte terre</b>	$\delta$ (°)	2/3 $\phi$	angolo di attrito terra-muro (per muri prefabbricati e gettati in opera)	
	$q_{k\text{-statico}}$ (kPa)	20	Sovraccarico accidentale in fase statica dovuto al traffico stradale caratteristico	
	$q_{k\text{-sismico}}$ (kPa)	10	Sovraccarico accidentale dovuto al traffico stradale da considerare in fase sismica	
<b>Falda:</b>	Assente			
<b>fase sismica</b>	Sito Latitudine e Longitudine	38.265 15.628		
	Tipo Suolo	C		
	VN (anni)	100		
	cu (-)	2		
	S.L.D.	ag/g	0.160	
		$F_0$	2.369	
		$T_c$ (s)	0.340	
		$S_S$	1.473	
	S.L.V.	ag/g	0.411	
		$F_0$	2.49	
		$T_c$ (s)	0.421	
		$S_S$	1.09	
$S_T$		1		
$\beta$ (-) SLV / SLD	0.24 (SLD) - 0.35 (SLV)		coefficiente sismico valido per ag/g > 0.4	
teoria spinte in fase sism	Mononobe & Okabe			
<b>Combinazione rara - Urto</b>	$F_{urto}$ (kN)	100		
	$h_{urto}$ (m)	1	altezza punto di applicazione forza d'urto rispetto al piano viabile	
	$L_{urto}$ (m)	7.5	lunghezza di distribuzione della forza	
<b>Geometrie</b>	<b>Altezze muri (m)</b>	3-5	Altezze dei pannelli prefabbricati	

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO VIAB. PANORAMICA ASSE A DA PK 0+050 A PK 0+164 – RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0511_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 6 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Gli elaborati di riferimento utilizzati per la caratterizzazione geotecnica sono:

- “Relazione Geotecnica Generale” (cod. CG0800PRBDSSCB8G000000001C)
- “Relazione sismica generale” (cod. CG0800PRGDCSBC8G000000001C)
- “Profili geotecnici” (cod. CG0800PFZDCSBC8ST000000001C, 02C, 03C, 04C, 05C, 06C, 07C, 08C, 09C, 10C, 11C, 12C, 13B, 14A, 15A).

### 6.1 Stratigrafia di progetto

Le **litologie** presenti sono i Depositi Costieri e le Sabbie e Ghiaie di Messina.

La formazione dei Depositi costieri è invece caratterizzata da ghiaie e da sabbie a grana da media a grossolana. L'età dei depositi è Olocene.

La formazione delle Sabbie e Ghiaie di Messina viene granulometricamente descritta come ghiaie e ciottoli da sub arrotondati ad appiattiti con matrice di sabbie grossolane.

Si rilevano strati di ghiaie cementate, come si evidenzia nei rilievi effettuati nelle aree di imbocco della galleria stradale Faro Superiore; in questi rilievi la ghiaia si presenta più o meno debolmente cementata e molto addensata. Lo scheletro si presenta costituito da ghiaie e ciottoli eterometrici arrotondati ed appiattiti.

Data l'esiguità delle prove localmente presenti (S407), si è scelto di tenere conto anche delle prove effettuate nei **sondaggi** utilizzati per caratterizzare la zona in corrispondenza del Viadotto Pantano e della tratta stradale e ferroviaria da 0 ad 1+0 km per i depositi costieri e di quelle effettuate nei sondaggi utilizzati per caratterizzare la zona dell'ancoraggio.

#### Depositi costieri:

I sondaggi di riferimento per la presente tratta sono S407, SRA1, SRA2, SRA3, VPCH1502, VPSPT504, VPCH1505, VPSPT507, VPSPT508, VPSPT513 e VPSPT514 (campagna del 2010).

Le prove localmente utilizzate nella caratterizzazione sono:

- Prove granulometriche (sondaggio VPSPT509) ;
- Prove di laboratorio per la determinazione delle caratteristiche fisiche (sondaggi VPCH1502, VPSPT504) ;
- Prove SPT (sondaggi VPCH1502, VPSPT504, VPCH1505, VPSPT507, VPSPT508, VPSPT513) ;
- 2 prove Cross Hole (sondaggi VPCH1502 e VPCH1505) ;
- 3 prove sismiche a rifrazione locale (SRA1, SRA2, SRA3).

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>MURO SOSTEGNO VIAB. PANORAMICA ASSE A DA          PK 0+050 A PK 0+164 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> SS0511_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### Sabbie e Ghiaie di Messina

- Prove granulometriche (sondaggio SPPS00 e SPPS09) ;
- SPT (sondaggi S9, S408, S409, S409bis, S411, SPPS00 ,SPPS09, ASLPT2508, ASCH1501, ASLPT3503, ASLPT3506, ASCH1504, SPT8-AS, S102pz,S103pz, S104pz) ;
- prove sismiche in foro (S408, SPPS00, SPPS02, S108pz, BH4-AS, ASCH1504, ASCH1501) ;
- prove pressiometriche (sondaggi S409);
- prove dilatometriche (S408, DMT1-AS, DMT2-AS) ;
- 6 prove Le Franc (sondaggi S408, S409).

Per i criteri e per gli aspetti generali di caratterizzazione si rimanda a quanto riportato nella relazione Elab. CG0800PRBDSSBC8G000000001B.

<b>Stratigrafia</b>	<b>prof. (m)</b>	<b><math>\gamma</math> (kN/m<sup>3</sup>)</b>	<b><math>\phi'</math> (°)</b>	<b>c' (Kpa)</b>
Rilevato	-	20	38	0
Depositi costieri	0 – 6	20	37	0
Sabbie e Ghiaie di Messina	>6	19	38	0
<b>Falda</b>	<b>ASSENTE</b>			

La falda non risulta interferente con le opere, come si evince dagli elaborati di progetto:

<b>Codice</b>	<b>Titolo del documento</b>
CG0800PRBDSSBC8G000000001	Relazione geotecnica generale versante Sicilia
CG0800PRGDSSBC6G000000003	Relazione idrogeologica
CG0800PN5DSSBC6G000000009 -10-11-12	Carta idrogeologica versante Sicilia
CG0800PF6DSSBC6ST000000001- 02-03-04-05-21-22-23-24	Profilo geologico-geotecnico Tracciato stradale - Direzione Reggio Calabria
CG0800PF6DSSBC6ST000000011-	Profilo geologico-geotecnico Tracciato stradale - Direzione

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO VIAB. PANORAMICA ASSE A DA PK 0+050 A PK 0+164 – RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0511_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

12-13-14-15-25-26-27-28	Messina
-------------------------	---------

## 6.2 Coefficienti di spinta

### 6.2.1 Coefficienti di spinta in fase statica

I valori dei coefficienti di spinta attiva ( $k_a$ ) sono stati calcolati secondo la relazione di Coulomb: il valore dell'angolo di attrito terreno-muro ( $\delta$ ) è stato assunto pari a  $2/3 \cdot \varphi$ .

La relazione di Coulomb per il calcolo del coefficiente di spinta attiva, con le condizioni assunte, è la seguente:

$$K_a = \frac{\text{sen}^2(\psi + \varphi)}{\text{sen}^2 \varphi \cdot \text{sen}(\psi - \delta) \left( 1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\delta + \varphi) \cdot \text{sen}(\varphi - \varepsilon)}{\text{sen}(\psi - \varphi) \cdot \text{sen}(\psi + \varepsilon)}} \right)^2} \quad (\text{spinta attiva})$$

Dove:  $\varphi$  = angolo d'attrito del terreno;

$\psi$  = inclinazione del paramento di monte del muro ( $90^\circ$ );

$\delta$  = angolo d'attrito lungo la superficie di rottura;

$\varepsilon$  = Inclinazione del pendio a monte ( $0^\circ$  x muri di sostegno).

I coefficienti di spinta passiva ( $k_p$ ), invece sono stati prudenzialmente assunti nulli.

La tabella seguente riassume i coefficienti di spinta utilizzati nei calcoli effettuati.

Valori	Approccio	$\phi$ [°]	$k_a$
Caratteristici	A1+M1+R1	38	0.22
Progetto	A2+M2+R2	32	0.28

*Coefficienti di spinta caso statico*

### 6.2.2 Coefficienti di spinta in fase sismica

I coefficienti di spinta in fase sismica sono stati valutati mediante la relazione di Mononobe – Okabe:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO VIAB. PANORAMICA ASSE A DA PK 0+050 A PK 0+164 – RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0511_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

$$K_{a, sism} = \frac{\text{sen}^2(\psi + \varphi - \vartheta)}{\cos \vartheta \cdot \text{sen}^2 \varphi \cdot \text{sen}(\psi - \vartheta - \delta) \left( 1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\delta + \varphi) \cdot \text{sen}(\varphi - \varepsilon - \vartheta)}{\text{sen}(\psi - \vartheta - \varphi) \cdot \text{sen}(\psi + \varepsilon)}} \right)^2} \quad (\text{spinta attiva})$$

Dove, oltre ai termini il cui significato è già stato esposto in precedenza, si assume

$$\vartheta = \arctan\left(\frac{k_h}{1 \pm k_v}\right).$$

La seguente tabella riassume i coefficienti di spinta in fase sismica per i terreni in esame:

Valori	Approccio	$\phi$ [°]	$k_{as}$
Caratteristici	A1+M1+R1	38	0.32
Progetto	A2+M2+R2	32	0.40

*Coefficienti di spinta del rilevato a tergo muri nel caso sismico*

## 7 CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITÀ

L'azione sismica di progetto, desunta dal D.M. del 14/01/2008, deriva dalla pericolosità sismica di base del sito; in particolare, viene definita a partire dall'accelerazione orizzontale massima attesa in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale ( $a_g$ ). Lo stato limite di servizio indagato è lo Stato Limite di Danno (SLD), lo stato limite ultimo indagato è lo Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV). Trattandosi di un'opera di sostegno di altezza superiore a 5m si sono considerate le seguenti condizioni vita nominale e classe d'uso:

Vita nominale della costruzione	100 anni
Classe d'uso della costruzione	IV
Coefficiente d'uso della costruzione $c_u$	2

Inserendo questi parametri e le coordinate geografiche dell'opera (riportate di seguito) nel programma Spettri di risposta ver. 1.0.3 distribuito dal Consiglio Superiore LL.PP si ottengono i

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>MURO SOSTEGNO VIAB. PANORAMICA ASSE A DA          PK 0+050 A PK 0+164 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> SS0511_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

valori di  $a_g$  da utilizzare nella progettazione:

Lat. | 38° 15' 55.64" N  
 Long. | 15° 37' 39.26" E

$a_{g-SLV}$  | 0.411  
 $a_{g-SLD}$  | 0.160

A partire dalle accelerazioni su suolo rigido si ricavano le accelerazioni attese al sito ( $a_{max}$ ), ottenute moltiplicando le  $a_g$  per i coefficienti correttivi che tengono conto delle possibili amplificazioni del moto del suolo dovute a effetti stratigrafici e/o topografici. La categoria di suolo prevista è C, mentre la categoria topografica è T1 in quanto il rilievo considerato ha altezza inferiore a 30m; si ottengono quindi questi valori di  $a_{max}$ :

$S_{S-SLV}$  | 1.09  
 $S_{S-SLD}$  | 1.473  
 $S_T$  | 1  
 $a_{max-SLV}$  |  $a_{g-SLV} \cdot S_S \cdot S_T = 0.448$   
 $a_{max-SLD}$  |  $a_{g-SLD} \cdot S_S \cdot S_T = 0.236$

I coefficienti sismici di progetto per le verifiche geotecniche e strutturali dei muri si deducono, in accordo con il D.M. del 14/01/2008, sulla base delle relazioni:

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{max}}{g} \quad k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

dove  $\beta_m$  è il coefficiente che porta in conto la riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito a causa della deformabilità dell'opera. La normativa specifica di ricavare il valore di tale coefficiente dalla Tabella 7.11.II, dove vengono assegnati range di valori in funzione di  $a_g$ ; poiché però l'accelerazione sismica attesa per quest'opera supera, nello stato indagato SLV, il valore massimo considerato nella suddetta tabella (pari a 0.4g) si è proceduti ad una estrapolazione dei valori della tabella, ottenendo il grafico sottostante:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO VIAB. PANORAMICA ASSE A DA PK 0+050 A PK 0+164 – RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0511_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

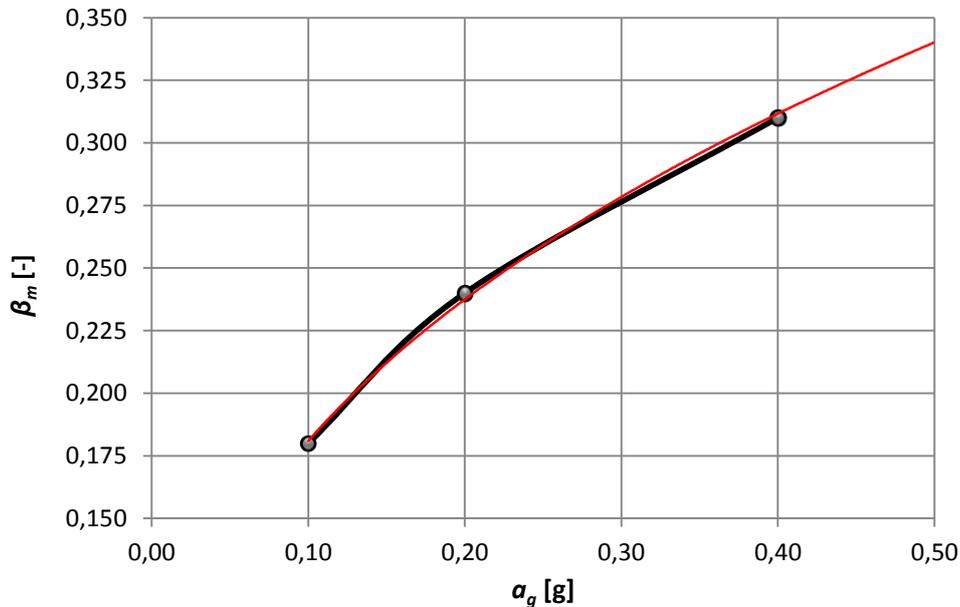


Figura 1: estrapolazione eseguita per ottenere il valore di  $\beta_m$ .

Cautelativamente si è assunto  $\beta_m = 0.35$  per SLV.

Per SLD risulta:  $\beta_m = 0.24$

Per le verifiche di stabilità globale dell'insieme terreno-opera si presenta lo stesso problema, in quanto anche in questo caso il valore del coefficiente  $\beta_m$  non può essere ottenuto direttamente dalla Tabella 7.11.I in quanto l'accelerazione sismica attesa per quest'opera supera il valore massimo considerato nella suddetta tabella (pari a 0.4g). Attraverso l'estrapolazione si è ottenuto il grafico sottostante:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
MURO SOSTEGNO VIAB. PANORAMICA ASSE A DA PK 0+050 A PK 0+164 – RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0511_F0.docx	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: left;">F0</td> <td style="text-align: left;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

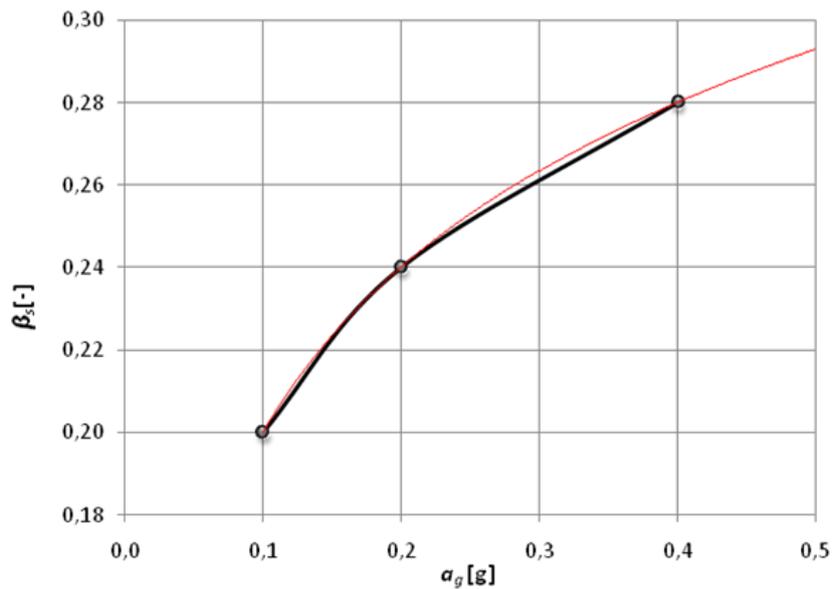


Figura 1: estrapolazione eseguita per ottenere il valore di  $\beta_s$ .

Cautelativamente si è assunto  $\beta_s = 0.30$ .

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO VIAB. PANORAMICA ASSE A DA PK 0+050 A PK 0+164 – RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0511_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 8 FASI COSTRUTTIVE

Nel seguito vengono brevemente descritte le fasi esecutive per la realizzazione dell'opera in oggetto:

- sbancamento per raggiungere la quota di imposta della fondazione;
- getto in c.a. del piano di appoggio (che dovrà essere perfettamente piano);
- getto della suola di stabilizzazione (fondazione) e contemporaneo raccordo dell'elevazione (prefabbricata);
- riempimento orizzontale a tergo del muro.

## 9 ANALISI MURI DI SOSTEGNO PREFABBRICATI

### 9.1 Classificazione delle azioni

#### AZIONI PERMANENTI (G)

- Pesi Propri: prefabbricato, fondazione e terreno sulla fondazione;
- Spinte del terreno: l'interazione terreno-struttura è tale da consentire che si sviluppi un regime di spinta attiva.

#### AZIONI VARIABILI (Q)

- Sovraccarico accidentale dovuto alla presenza di veicoli di 2000 daN/mq (Q1).

#### AZIONI SISMICHE (E)

Parametri sismici adottati:

- Tempo di Ritorno: 1898 Anni
- Categoria Sottosuolo: C

### 9.2 Combinazioni delle azioni

Con riferimento al D.M. 14/01/2008, rispettivamente alle tabelle 6.2.I e 2.5.I, si riportano i coefficienti parziali sulle azioni sfavorevoli ( $\gamma$ ) e i coefficienti di combinazione ( $\psi$ ) adottati nei calcoli:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>MURO SOSTEGNO VIAB. PANORAMICA ASSE A DA          PK 0+050 A PK 0+164 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> SS0511_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

#### COMBINAZIONI SLU

COMBINAZIONE	PERMANENTI		ACCIDENTALI		SISMA		URTO	
	$\gamma$	$\psi$	$\gamma$	$\psi$	$\gamma$	$\psi$	$\gamma$	$\psi$
Comb A1+M1	1.3	1.0	1.5	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Comb A2+M2	1.0	1.0	1.3	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Comb EQU	1.1	1.0	1.5	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sisma	1.0	1.0	1.0 (*)	1.0 (*)	1.0	0.0	0.0	0.0
URTO	1.0	1.0	1.0	0.3	0.0	0.0	1.0	0.0

(\*): Il sovraccarico accidentale di progetto adottato nei calcoli in fase sismica risulta pari a 10 kPa

#### COMBINAZIONI SLE

COMBINAZIONE	PERMANENTI		ACCIDENTALI		SISMA		URTO	
	$\gamma$	$\psi$	$\gamma$	$\psi$	$\gamma$	$\psi$	$\gamma$	$\psi$
RARA	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FREQUENTE	1.0	1.0	1.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
Q. PERMANENTE	1.0	1.0	1.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Sisma	1.0	1.0	1.0 (*)	1.0 (*)	1.0	0.0	0.0	0.0

(\*): Il sovraccarico accidentale di progetto adottato nei calcoli in fase sismica risulta pari a 10 kPa

Le azioni corrispondenti all'urto e alle fasi sismiche sono indicate rispettivamente nel paragrafo 5.2 e nel capitolo 7.

I sovraccarichi permanenti non strutturali risultano compiutamente definiti e quindi, come consentito dalla normativa vigente, sono stati adottati i medesimi coefficienti parziali dei carichi permanenti strutturali.

Nel caso di azioni favorevoli si adottano i coefficienti parziali sulle azioni indicate dalla tabella 6.2.1 del D.M. 14/01/2008 – par. 6.2.3.1.1, riassunte nella tabella seguente.

CARICHI	EFFETTO	EQU	A1 (STR)	A2 (GEO)
Permanenti	Favorevole	0.9	1.0	1.0
Variabili	Favorevole	0.0	0.0	0.0

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>MURO SOSTEGNO VIAB. PANORAMICA ASSE A DA          PK 0+050 A PK 0+164 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> SS0511_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### 9.3 Caratteristiche geometriche del muro

L'analisi viene condotta prendendo come riferimento un **elemento modulare prefabbricato di larghezza 2.50 m**, considerando il contributo delle **due nervature di irrigidimento** a tergo del paramento verticale.

Le nervature di irrigidimento di spessore 15/18 cm presentano un primo tratto a sezione costante di altezza  $h=30$  cm ed un secondo ad altezza variabile secondo un'inclinazione del 20% sulla verticale. Il paramento può essere verticale o inclinato fino ad un massimo del 10%, anche se a favore di sicurezza nel dimensionamento si considera sempre verticale. Le due nervature sono collegate fra loro da una soletta di spessore costante  $s=10$  cm.

I bordi presentano un giunto "a sella" maschio-femmina in modo da trattenere i materiali e da permettere il montaggio degli elementi anche seguendo una curva, sia concava che convessa.

Alla base del muro le nervature presentano ciascuna un'apertura trasversale per il passaggio delle armature della trave di collegamento che si realizza fra i pannelli; l'altezza dell'apertura viene determinata in base all'altezza della suola di stabilizzazione, assicurando un adeguato ricoprimento dell'armatura superiore della trave.

I muri in oggetto sono tipo "T" dove il tipo di fondazione è sia a monte che a valle.

### 9.4 Verifiche di stabilità e verifiche strutturali – SLU

#### 9.4.1 Verifica a capacità portante

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

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

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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>MURO SOSTEGNO VIAB. PANORAMICA ASSE A DA</b> <b>PK 0+050 A PK 0+164 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> SS0511_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Fattori di capacità portante	$N_c$	$(Nq-1)\cot\phi$	Hansen
	$N_\gamma$	$1,5^*(Nq-1)\tan\phi$	Hansen
	$N_q$	$e^{\pi\tan\phi}\tan^2(45+\phi/2)$	Hansen
Fattori correttivi	forma		
	$s_c$	1 per fondazioni nastriformi	Hansen
	$s_\gamma$	1 per fondazioni nastriformi	Hansen
	$s_q$	1 per fondazioni nastriformi	Hansen
	approfondimento		
	$d_c$	$1+0,4k$	Hansen e Vesic
	$d_\gamma$	1	Hansen e Vesic
	$d_q$	$1+2\tan\phi(1-\sin\phi)k$	Hansen e Vesic
	Inclinazione carico		
	$i_c$	$i_q - (1-i_q)/(Nq-1)$	Hansen e Vesic
	$i_\gamma$	$(1-(0,7*H)/(N+B'*c*\cot\phi))^5$	Hansen
	$i_q$	$(1-(0,5*H)/(N+B'*c*\cot\phi))^5$	Hansen
	Inclinazione fondazione*		
	$b_c$	$1-\eta/147^\circ$	Hansen
	$b_\gamma$	$\exp(-2,7*\eta\tan\phi)$	Hansen
	$b_q$	$\exp(-2*\eta\tan\phi)$	Hansen
Inclinazione piano campagna**			
$g_c$	$gq-[(1-gq)/(Nc*\tan\phi)]$	Hansen	
$g_\gamma$	$(1-\tan\beta)^2$	Hansen	
$g_q$	$g_\gamma$	Hansen	

\* $\eta$  = inclinazione base fondazione

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

*Tabella 1 – Coefficienti per il calcolo della capacità portante in condizioni drenate*

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

Il coefficiente di sicurezza a capacità portante è dato da:

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

dove:

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

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

$q_{amm}$  = pressione verticale uniforme sulla fondazione di area ridotta (N/Br)

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO VIAB. PANORAMICA ASSE A DA PK 0+050 A PK 0+164 – RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0511_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

$F_s$  = coefficiente di sicurezza ( $R1;R2;R3 < k_p$ )

## 9.5 Verifiche S.L.E.

Due sono le verifiche condotte:

1. Verifiche a fessurazione;
2. Verifiche delle tensioni di esercizio

### 9.5.1 Verifica a fessurazione

Secondo le prescrizioni riportate nella norma UNI EN 206-1 il muro prefabbricato tipo “Paver” può essere soggetto alle condizioni ambientali corrispondenti alla classe di esposizione: XF4.

Per la definizione del limite di apertura delle fessure si assumono i seguenti parametri:

- Condizioni ambientali aggressive
- Armature poco sensibili

quindi

- combinazione frequente :  $w_k = 1.7 \cdot w_m < w_2 = 0,3$  mm
- combinazione quasi permanente :  $w_k = 1.7 \cdot w_m < w_3 = 0,2$  mm

### 9.5.2 Verifica delle tensioni di esercizio

Secondo quanto riportato dal D.M. 14/01/2008:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>MURO SOSTEGNO VIAB. PANORAMICA ASSE A DA          PK 0+050 A PK 0+164 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>	<i>Codice documento</i> SS0511_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

#### 4.1.2.2.5 *Verifica delle tensioni di esercizio*

Valutate le azioni interne nelle varie parti della struttura, dovute alle combinazioni caratteristica e quasi permanente delle azioni, si calcolano le massime tensioni sia nel calcestruzzo sia nelle armature; si deve verificare che tali tensioni siano inferiori ai massimi valori consentiti di seguito riportati.

##### 4.1.2.2.5.1 *Tensione massima di compressione del calcestruzzo nelle condizioni di esercizio*

La massima tensione di compressione del calcestruzzo  $\sigma_c$ , deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_c < 0,60 f_{ck} \text{ per combinazione caratteristica (rara)} \quad (4.1.40)$$

$$\sigma_c < 0,45 f_{ck} \text{ per combinazione quasi permanente.} \quad (4.1.41)$$

Nel caso di elementi piani (solette, pareti, ...) gettati in opera con calcestruzzi ordinari e con spessori di calcestruzzo minori di 50 mm i valori limite sopra scritti vanno ridotti del 20%.

##### 4.1.2.2.5.2 *Tensione massima dell'acciaio in condizioni di esercizio*

Per l'acciaio avente caratteristiche corrispondenti a quanto indicato al Cap. 11, la tensione massima,  $\sigma_s$ , per effetto delle azioni dovute alla combinazione caratteristica deve rispettare la limitazione seguente:

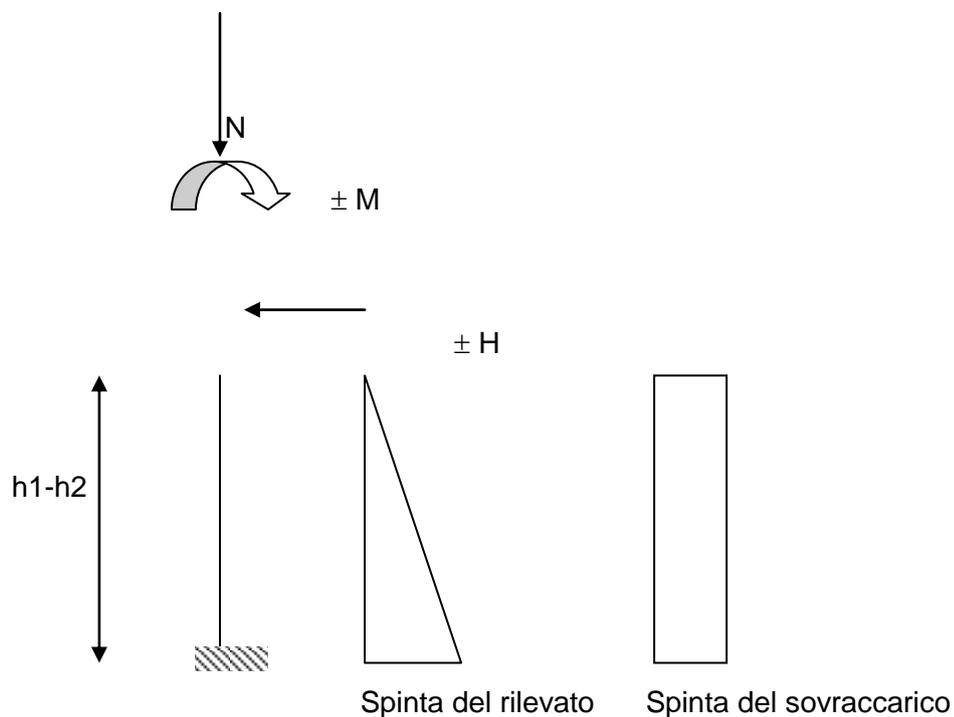
$$\sigma_s < 0,8 f_{yk} \quad (4.1.42)$$

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO VIAB. PANORAMICA ASSE A DA PK 0+050 A PK 0+164 – RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0511_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 9.6 Verifiche pannello prefabbricato

### 9.6.1 Verifica a flessione nel piano verticale

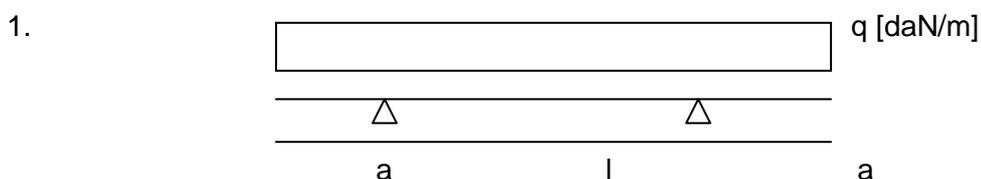
Si adotta lo schema statico di mensola incastrata nella fondazione, secondo lo schema seguente:



Viene condotta una verifica a presso flessione di un'equivalente sezione a T, con una sola nervatura data dalla somma delle due nervature, a partire dal bordo superiore del paramento prefabbricato, con passo di esplorazione "d"

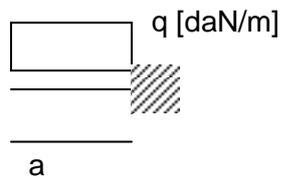
### 9.6.2 Verifica a flessione nel piano orizzontale

Gli schemi statici adottabili per la verifica della soletta nel piano orizzontale sono i seguenti :

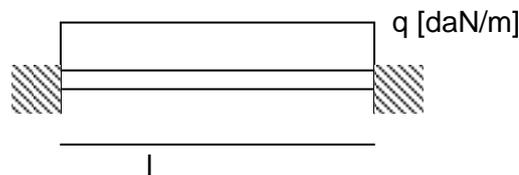


		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO VIAB. PANORAMICA ASSE A DA PK 0+050 A PK 0+164 – RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0511_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

2.



3.



In quanto per le caratteristiche geometriche del pannello è sempre  $a > l/2$  lo schema di carico più gravoso si ha per la condizione 2, per cui nel calcolo si adotta lo schema di mensola incastrata nella nervatura.

Viene valutato lo sforzo di flessione a cui sono sottoposti i due sbalzi laterali del pannello, alla sezione d'attacco con le nervature verticali.

### 9.6.3 Verifica a taglio

Secondo quanto riportato dal D.M. 14/01/2008:

#### 4.1.2.1.3.2 Elementi con armature trasversali resistenti al taglio

La resistenza a taglio  $V_{Rd}$  di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio deve essere valutata sulla base di una adeguata schematizzazione a traliccio. Gli elementi resistenti dell'ideale traliccio sono: le armature trasversali, le armature longitudinali, il corrente compresso di calcestruzzo e i puntoni d'anima inclinati. L'inclinazione  $\theta$  dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave deve rispettare i limiti seguenti:

$$1 \leq \text{ctg } \theta \leq 2,5 \quad (4.1.16)$$

La verifica di resistenza (SLU) si pone con

$$V_{Rd} \geq V_{Ed} \quad (4.1.17)$$

dove  $V_{Ed}$  è il valore di calcolo dello sforzo di taglio agente.

Con riferimento all'armatura trasversale, la resistenza di calcolo a "taglio trazione" si calcola con:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg } \alpha + \text{ctg } \theta) \cdot \sin \alpha \quad (4.1.18)$$

Con riferimento al calcestruzzo d'anima, la resistenza di calcolo a "taglio compressione" si calcola con

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO VIAB. PANORAMICA ASSE A DA PK 0+050 A PK 0+164 – RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0511_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^3\theta) \quad (4.1.19)$$

La resistenza al taglio della trave è la minore delle due sopra definite:

$$V_{Rd} = \min (V_{Rsd}, V_{Rcd}) \quad (4.1.20)$$

dove  $d$ ,  $b_w$  e  $\sigma_{cp}$  hanno il significato già visto in § 4.1.2.1.3.1. e inoltre si è posto:

$A_{sw}$	area dell'armatura trasversale;		
$s$	interasse tra due armature trasversali consecutive;		
$\alpha$	angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave;		
$f'_{cd}$	resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima ( $f'_{cd} = 0,5 \cdot f_{cd}$ );		
$\alpha_c$	coefficiente maggiorativo pari a	1	per membrane non compresse
		$1 + \sigma_{cp}/f_{cd}$	per $0 \leq \sigma_{cp} < 0,25 f_{cd}$
		1,25	per $0,25 f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0,5 f_{cd}$
		$2,5(1 - \sigma_{cp}/f_{cd})$	per $0,5 f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$

## 9.7 Soletta di fondazione

### 9.7.1 Verifica a flessione

Si verifica la sezione resistente della soletta di fondazione, sollecitata a momento flettente per effetto del carico del terreno insistente su di essa, del sovraccarico e della reazione scambiata all'interfaccia con il terreno d'appoggio.

Si adotta lo schema statico di mensola incastrata nel cordolo armato passante nei fori delle nervature stesse.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>MURO SOSTEGNO VIAB. PANORAMICA ASSE A DA          PK 0+050 A PK 0+164 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> SS0511_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 9.8 Verifiche

Di seguito si riportano i tabulati di calcolo delle diverse sezioni considerate, in cui il simbolo H corrisponde all'altezza totale dei muri comprensiva di fondazione. Per il muro in oggetto sono state considerate 5 geometrie differenti di seguito descritte.

1. Muro  $H=2,75$  m: spessore della fondazione pari a 0,25 m ed altezza del paramento variabile fino al massimo a 2,5 m
2. Muro  $H=3,30$  m: spessore della fondazione pari a 0,30 m ed altezza del paramento variabile da 2,5 a 3 m
3. Muro  $H=3,85$  m: spessore della fondazione pari a 0,35 m ed altezza del paramento variabile da 3 a 3,5 m
4. Muro  $H=4,40$  m: spessore della fondazione pari a 0,40 m ed altezza del paramento variabile da 3,5 a 4 m
5. Muro  $H=4,95$  m: spessore della fondazione pari a 0,45 m ed altezza del paramento variabile da 4 a 4,5 m

**RELAZIONE TECNICA PER MURO DI SOSTEGNO PREFABBRICATO** **H = 2,75 m**

Approccio **1** Muro Tipo **T**

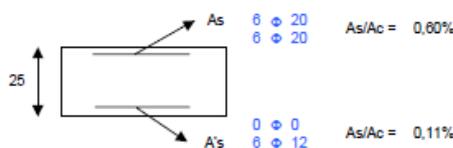
**1 DATI DI PROGETTO**

1a)	<b>Dati geotecnici</b> Angolo di attrito interno Peso specifico Angolo di attrito terra - muro (valore prudenziale) Angolo di inclinazione piano di campagna Coesione	gradi daN / m3 gradi gradi daN / cm2	$\phi$ $\gamma$ $\delta$ $\epsilon$ c	38 2.000 25 0 0	
1b)	<b>Carichi agenti</b> Sovraccarico variabile stradale / ferroviario Sovraccarico permanente Forza orizzontale in testa variabile (positivo tende lato monte) Forza orizzontale in testa eccezionale (positivo tende lato monte) Sovraccarico sulla fondazione a monte Momento in testa variabile (positivo tende lato monte) Momento in testa eccezionale (positivo tende lato monte) Forza verticale in testa (positivo di compressione) Braccio di N rispetto al paramento verticale (positivo verso nervature)	daN / m2 daN / m2 daN / elemento daN / elemento daN / m2 daNm / elemento daNm / elemento daN / elemento m	qa qp fv fe q1 momv mome N braccio	2.000 0 0 3.333 0 0 3.333 0 0,00	
1c)	<b>Dati sismici</b> Classe d'Uso Vita Nominale Periodo di Riferimento Tempo di Ritorno Accelerazione orizzontale massima su un sito rigido fattore di amplificazione spettrale periodo d'inizio Categoria sottosuolo Categoria topografica Fattore di amplificazione stratigrafica Fattore di amplificazione topografica	<b>IV</b> anni anni anni [g] sec	Cu Vn Vr Tr ag(g) F0 Tc'	2 100 200 1.898 0,411 2,49 0,421	SLD 2 100 200 201 0,160 2,369 0,340 C T1 1,473 1,00
1d)	<b>Morfologia del muro</b> Altezza del muro Distanza tra il punto di ribaltamento e il baricentro dell'elemento prefabbricato Distanza tra il baricentro del pannello e la soletta Peso elemento prefabbricato Angolo di inclinazione parete prefabbricato rispetto l'orizzontale Larghezza elemento prefabbricato Dimensione appoggio muro Altezza sezione in sommità (tratto a sezione costante) Pendenza nervatura Larghezza nervatura / e Spessore soletta	m m m daN gradi m m m m m m	h1 X <sub>0</sub>  P b b1 appoggio pendenza s sol	2,75 0,41 0,11 2,150 90 2,50 0,55 0,30 20% 0,30 0,10	
1e)	<b>Morfologia della fondazione</b> Spessore massimo soletta di fondazione Spessore minimo soletta di fondazione lato monte Spessore minimo soletta di fondazione lato valle Larghezza fondazione Dimensione sbalzo anteriore Larghezza suola fondazione a monte Larghezza suola fuori nervatura Larghezza sottofondazione Altezza sottofondazione Sbalzo a valle sottofondazione	m m m m m m m m m m	h2 h3 h4 l sbalzo l1 fo lf hf sbf	0,25 0,25 0,25 2,40 0,30 2,00 1,60 0,00 0,00 0,00	
1f)	<b>Dati geotecnici terreno di fondazione</b> Angolo di attrito interno Peso specifico Coesione Ricoprimento fondazione a valle	gradi daN / m3 daN / cm2 m	$\phi$ $\gamma$ c hr	37 2.000 0 0,40	

**2 VERIFICHE DI STABILITA' LOCALE**

2a)	<b>Verifica a traslazione</b>	combinazione dimensionante	A2+M2	$k_T$	1,51	> 1,00
2b)	<b>Verifica a ribaltamento</b>	combinazione dimensionante	EQ	$k_{Rt}$	1,57	> 1,00
2c)	<b>Verifica a capacità portante</b>	combinazione dimensionante	A2+M2	$k_p$ $\sigma_{1max}$ $\sigma_{Tmin}$	1,27 1,58 0,00	> 1,00 daN / cm2 daN / cm2

**3 VERIFICHE FONDAZIONE**



MURO SOSTEGNO VIAB. PANORAMICA ASSE A DA  
PK 0+050 A PK 0+164 – RELAZIONE DI CALCOLO

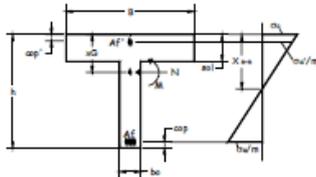
Codice documento  
SS0511\_F0.docx

Rev Data  
F0 20/06/2011

3a)	<u>Verifica fondazione di monte SLU (sezione d'incastro)</u> <u>Verifica fondazione di monte SISMICO (sezione d'incastro)</u>		$M_u / M_e$ $M_u / M_e$	1,30 4,07
3b)	<u>Verifica fondazione di valle SLU (sezione d'incastro)</u> <u>Verifica fondazione di valle SISMICO (sezione d'incastro)</u>		$M_u / M_e$ $M_u / M_e$	3,60 6,15
3c)	<u>Verifica fondazione di monte SLE RARA (sezione d'incastro)</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] $\sigma_s$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	0 11	$< \sigma_c$ lim 150 $< \sigma_s$ lim 3520
	<u>Verifica fondazione di monte SLE FREQUENTE (sezione d'incastro)</u>	Mcr [daNm]	5.875	$> M_e$ -385,99
	<u>Verifica fondazione di monte SLE QUASI PERMANENTE (sezione d'incastro)</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] Mcr [daNm]	-3 5.875	$< \sigma_c$ lim 112,5 $> M_e$ -572,01
	<u>Verifica fondazione di monte SISMICO SLD (sezione d'incastro)</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] $\sigma_s$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	24 647	$< \sigma_c$ lim 150 $< \sigma_s$ lim 3520

**4 VERIFICHE PREFABBRICATO :**

4a) Verifica prefabbricato



Af'	4	∅ 12		
Af 1	4	∅ 22		
Af 2	4	∅ 22	L 2	1,55 m
Af 3	0	∅ 0	L 3	0,00 m
Af 4	0	∅ 0	L 4	0,00 m
Af 5	0	∅ 0	L 5	0,00 m

SLU								STAFFE		
d	h	$A_s$	$A_s$	$M_{u2}$	$N_{u2}$	$M_u$	$M_u/M_{e2}$	Vrzd	Vrzd	Vsd
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daN m	daN	daNm	>1,00	daN	daN	daN
148	30	15,21	4,52	10541	1270	14252	1,35	10942	36290	7208
159	31,8	15,21	4,52	11346	1368	15276	1,35	11731	38906	7620
250	50,0	15,21	4,52	19566	2149	25578	1,31	19592	64977	11531
2										
3										
4										
5										

SISMICO								STAFFE		
d	h	$A_s$	$A_s$	$M_{u2}$	$N_{u2}$	$M_u$	$M_u/M_{e2}$	Vrzd	Vrzd	Vsd
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daN m	daN	daNm	>1,00	daN	daN	daN
148	30	15,21	4,52	11581	1270	14252	1,23	10942	36290	8193
159	31,8	15,21	4,52	12568	1368	15276	1,22	11731	38906	8709
250	50,0	15,21	4,52	22890	2149	25578	1,12	19592	64977	13576
2										
3										
4										
5										

SLE				FREQUENTE		RARA				
d	h	$A_s$	$A_s$	Mcr	esm	Me	esm	wk	$\sigma_c$	$\sigma_s$
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daN m	mm	daNm	mm	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>
148	30	15,21	4,52	4048	-	1080	-	Mcr>Me	9	403
159	31,8	15,21	4,52	4442	-	1278	-	Mcr>Me	10	448
250	50,0	15,21	4,52	8983	-	4079	-	Mcr>Me	13	793
2										
3										
4										
5										

QUASI PERMANENTE			
Me	esm-ecm	wk	$\sigma_c$
daNm	mm	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>
846	-	Mcr>Me	5
1028	-	Mcr>Me	5
3467	-	Mcr>Me	8

4b)	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SLU</u> <u>Verifica soletta nel piano orizzontale SISMICO</u>		$M_u / M_e$ $M_u / M_e$	1,49 1,20
	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SLE RARA</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] $\sigma_s$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	32 1.759	$< \sigma_c$ lim 210 $< \sigma_s$ lim 3520
	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SLE FREQUENTE</u>	Mcr [daNm]	46	$> M_e$ 16
	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SLE QUASI PERMANENTE</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] Mcr [daNm]	25 46	$< \sigma_c$ lim 157,5 $> M_e$ 15
	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SISMICO SLD</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] $\sigma_s$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	37 2.059	$< \sigma_c$ lim 210 $< \sigma_s$ lim 3520

**RELAZIONE TECNICA PER MURO DI SOSTEGNO PREFABBRICATO**      **H = 3,30 m**

Approccio **1**      Muro Tipo **T**

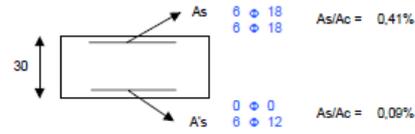
**1 DATI DI PROGETTO**

1a)	<b>Dati geotecnici</b>				
	Angolo di attrito interno	gradi	$\phi$	38	
	Peso specifico	daN / m3	$\gamma$	2.000	
	Angolo di attrito terra - muro (valore prudenziale)	gradi	$\delta$	25	
	Angolo di inclinazione piano di campagna	gradi	$\epsilon$	0	
	Coesione	daN / cm2	c	0	
1b)	<b>Carichi agenti</b>				
	Sovraccarico variabile stradale / ferroviario	daN / m2	qa	2.000	
	Sovraccarico permanente	daN / m2	qp	0	
	Forza orizzontale in testa variabile (positivo tende lato monte)	daN / elemento	fv	0	
	Forza orizzontale in testa eccezionale (positivo tende lato monte)	daN / elemento	fe	3.333	
	Sovraccarico sulla fondazione a monte	daN / m2	q1	0	
	Momento in testa variabile (positivo tende lato monte)	daNm / elemento	momv	0	
	Momento in testa eccezionale (positivo tende lato monte)	daNm / elemento	mome	3.333	
	Forza verticale in testa (positivo di compressione)	daN / elemento	N	0	
	Braccio di N rispetto al paramento verticale (positivo verso nervature)	m	braccio	0,00	
1c)	<b>Dati sismici</b>				
	Classe d'Uso		Cu	2	SLD 2
	Vita Nominale	anni	Vn	100	100
	Periodo di Riferimento	anni	Vr	200	200
	Tempo di Ritorno	anni	Tr	1.898	201
	Accelerazione orizzontale massima su un sito rigido	[g]	ag(g)	0,411	0,160
	fattore di amplificazione spettrale		F0	2,49	2,369
	periodo d'inizio	sec	Tc'	0,421	0,340
	Categoria sottosuolo		C		C
	Categoria topografica		T1		T1
	Fattore di amplificazione stratigrafica		Ss	1,09	1,473
	Fattore di amplificazione topografica		St	1,00	1,00
1d)	<b>Morfologia del muro</b>				
	Altezza del muro	m	h1	3,30	
	Distanza tra il punto di ribaltamento e il baricentro dell'elemento prefabbricato	m	X <sub>0</sub>	0,53	
	Distanza tra il baricentro del pannello e la soletta	m		0,13	
	Peso elemento prefabbricato	daN	P	2.875	
	Angolo di inclinazione parete prefabbricato rispetto l'orizzontale	gradi	b	90	
	Larghezza elemento prefabbricato	m	b1	2,50	
	Dimensione appoggio muro	m	appoggio	0,68	
	Altezza sezione in sommità (tratto a sezione costante)	m		0,30	
	Pendenza nervatura	m	pendenza	20%	
	Larghezza nervatura / e	m	s	0,30	
	Spessore soletta	m	sol	0,10	
1e)	<b>Morfologia della fondazione</b>				
	Spessore massimo soletta di fondazione	m	h2	0,30	
	Spessore minimo soletta di fondazione lato monte	m	h3	0,30	
	Spessore minimo soletta di fondazione lato valle	m	h4	0,30	
	Larghezza fondazione	m	l	2,80	
	Dimensione sbalzo anteriore	m	sbalzo	0,40	
	Larghezza suola fondazione a monte	m	l1	2,10	
	Larghezza suola fuori nervatura	m	fo	1,60	
	Larghezza sottofondazione	m	lf	0,00	
	Altezza sottofondazione	m	hf	0,00	
	Sbalzo a valle sottofondazione	m	sbf	0,00	
1f)	<b>Dati geotecnici terreno di fondazione</b>				
	Angolo di attrito interno	gradi	$\phi$	37	
	Peso specifico	daN / m3	$\gamma$	2.000	
	Coesione	daN / cm2	c	0	
	Ricoprimento fondazione a valle	m	hr	0,40	

**2 VERIFICHE DI STABILITA' LOCALE**

2a)	<b>Verifica a traslazione</b>	combinazione dimensionante	A2+M2	$k_T$	1,55	> 1,00
2b)	<b>Verifica a ribaltamento</b>	combinazione dimensionante	EQ	$k_{R1}$	1,69	> 1,00
2c)	<b>Verifica a capacità portante</b>	combinazione dimensionante	A2+M2	$k_p$	1,50	> 1,00
				$\sigma_{1max}$	1,62	daN / cm2
				$\sigma_{1min}$	0,00	daN / cm2

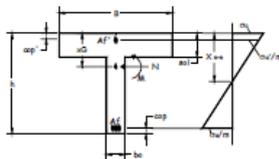
**3 VERIFICHE FONDAZIONE**



3a)	Verifica fondazione di monte SLU (sezione d'incastro) Verifica fondazione di monte SISMICO (sezione d'incastro)	$M_u, M_d$ $M_u, M_d$	1,15 2,08
3b)	Verifica fondazione di valle SLU (sezione d'incastro) Verifica fondazione di valle SISMICO (sezione d'incastro)	$M_u, M_d$ $M_u, M_d$	2,41 3,47
3c)	Verifica fondazione di monte SLE RARA (sezione d'incastro)	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] $\sigma_s$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	2 < $\sigma_c$ lim 150 77 < $\sigma_s$ lim 3520
	Verifica fondazione di monte SLE FREQUENTE (sezione d'incastro)	Mcr [daNm]	8.088 > Me -177,04
	Verifica fondazione di monte SLE QUASI PERMANENTE (sezione d'incastro)	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] Mcr [daNm]	-2 < $\sigma_c$ lim 112,5 8.088 > Me -474,54
	Verifica fondazione di monte SISMICO SLD (sezione d'incastro)	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] $\sigma_s$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	29 < $\sigma_c$ lim 150 971 < $\sigma_s$ lim 3520

**4 VERIFICHE PREFABBRICATO :**

4a) Verifica prefabbricato



Af'	4 $\phi$ 12		
Af 1	4 $\phi$ 22	L 2	2,30 m
Af 2	4 $\phi$ 22	L 3	1,48 m
Af 3	4 $\phi$ 12	L 4	0,00 m
Af 4	0 $\phi$ 0	L 5	0,00 m
Af 5	0 $\phi$ 0		

SLU								Ka		STAFFE		
d	h	A <sub>s</sub>	A <sub>c</sub>	M <sub>s2</sub>	N <sub>s2</sub>	M <sub>u</sub>	M <sub>u</sub> /M <sub>s2</sub>	V <sub>rsd</sub>	V <sub>rsd</sub>	V <sub>sd</sub>	diam. [mm]	passo [cm]
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daN m	daN	daNm	>1,00	daN	daN	daN	6	30
150	30	15,21	4,62	10706	1338	14256	1,33	10942	36290	7291		
164	32,7	15,21	4,62	11688	1459	16782	1,35	12119	40191	7794		
177	35,5	19,73	4,62	12737	1581	22253	1,75	13299	44104	8322		
300	60,0	19,73	4,62	25676	2675	40357	1,57	23917	79321	14141		

SISMICO								Ka		STAFFE		
d	h	A <sub>s</sub>	A <sub>c</sub>	M <sub>s2</sub>	N <sub>s2</sub>	M <sub>u</sub>	M <sub>u</sub> /M <sub>s2</sub>	V <sub>rsd</sub>	V <sub>rsd</sub>	V <sub>sd</sub>	diam. [mm]	passo [cm]
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daN m	daN	daNm	>1,00	daN	daN	daN	6	30
150	30	15,21	4,62	11851	1338	14256	1,20	10942	36290	8379		
164	32,7	15,21	4,62	13070	1459	16782	1,21	12119	40191	9013		
177	35,5	19,73	4,62	14381	1581	22253	1,55	13299	44104	9875		
300	60,0	19,73	4,62	30955	2675	40357	1,30	23917	79321	16949		

SLE				FREQUENTE		RARA			
d	h	A <sub>s</sub>	A <sub>c</sub>	Ka	mm	wk < 0,3	$\sigma_c$ < 210	$\sigma_c$ < 3520	
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daN m	mm	mm	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	
150	30	15,21	4,62	4048	-	1103	Mcr > Me	9	417
164	32,7	15,21	4,62	4640	-	1372	Mcr > Me	10	462
177	35,5	19,73	4,62	6184	0	1880	Mcr > Me	9	396
300	60,0	19,73	4,62	13663	-	6613	Mcr > Me	14	832

QUASI PERMANENTE			
Me	esm=ezm	wk < 0,2	$\sigma_c$ < 157,5
daNm	mm	mm	daN/cm <sup>2</sup>
882	-	Mcr > Me	5
1110	-	Mcr > Me	5
1372	-	Mcr > Me	5
5731	-	Mcr > Me	9

4b)	Verifica soletta nel piano orizzontale SLU Verifica soletta nel piano orizzontale SISMICO	$M_u, M_d$ $M_u, M_d$	1,32 1,06
	Verifica soletta nel piano orizzontale SLE RARA	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] $\sigma_s$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	36 < $\sigma_c$ lim 210 1.998 < $\sigma_s$ lim 3520
	Verifica soletta nel piano orizzontale SLE FREQUENTE	Mcr [daNm]	55 > Me 23
	Verifica soletta nel piano orizzontale SLE QUASI PERMANENTE	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] Mcr [daNm]	30 < $\sigma_c$ lim 157,5 55 > Me 21
	Verifica soletta nel piano orizzontale SISMICO SLD	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] $\sigma_s$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	43 < $\sigma_c$ lim 210 2.353 < $\sigma_s$ lim 3520

**RELAZIONE TECNICA PER MURO DI SOSTEGNO PREFABBRICATO** H = 3,85 m

Approccio 1 Muro Tipo T

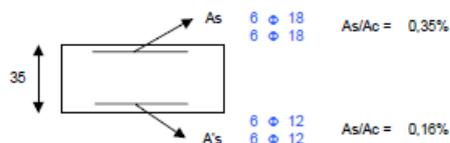
**1 DATI DI PROGETTO**

1a)	<b>Dati geotecnici</b>				
	Angolo di attrito interno	gradi	$\phi$	38	
	Peso specifico	daN / m3	$\gamma$	2.000	
	Angolo di attrito terra - muro (valore prudenziale)	gradi	$\delta$	25	
	Angolo di inclinazione piano di campagna	gradi	$\epsilon$	0	
	Coesione	daN / cm2	c	0	
1b)	<b>Carichi agenti</b>				
	Sovraccarico variabile stradale / ferroviario	daN / m2	qa	2.000	
	Sovraccarico permanente	daN / m2	qp	0	
	Forza orizzontale in testa variabile (positivo tende lato monte)	daN / elemento	fv	0	
	Forza orizzontale in testa eccezionale (positivo tende lato monte)	daN / elemento	fe	3.333	
	Sovraccarico sulla fondazione a monte	daN / m2	q1	0	
	Momento in testa variabile (positivo tende lato monte)	daNm / elemento	momv	0	
	Momento in testa eccezionale (positivo tende lato monte)	daNm / elemento	mome	3.333	
	Forza verticale in testa (positivo di compressione)	daN / elemento	N	0	
	Braccio di N rispetto al paramento verticale (positivo verso nervature)	m	braccio	0,00	
1c)	<b>Dati sismici</b>				
	Classe d'Uso		Cu	SLV	SLD
	Vita Nominale	anni	Vn	2	2
	Periodo di Riferimento	anni	Vr	100	100
	Tempo di Ritorno	anni	Tr	200	200
	Accelerazione orizzontale massima su un sito rigido	[g]	ag(g)	1,898	201
	fattore di amplificazione spettrale		F0	0,411	0,160
	periodo d'inizio	sec	Tc'	2,49	2,369
	Categoria sottosuolo			0,421	0,340
	Categoria topografica			C	C
	Fattore di amplificazione stratigrafica		Ss	T1	T1
	Fattore di amplificazione topografica		St	1,09	1,473
				1,00	1,00
1d)	<b>Morfologia del muro</b>				
	Altezza del muro	m	h1	3,85	
	Distanza tra il punto di ribaltamento e il baricentro dell'elemento prefabbricato	m	X <sub>0</sub>	0,55	
	Distanza tra il baricentro del pannello e la soletta	m		0,15	
	Peso elemento prefabbricato	daN	P	3,225	
	Angolo di inclinazione parete prefabbricato rispetto l'orizzontale	gradi	b	90	
	Larghezza elemento prefabbricato	m	b1	2,50	
	Dimensione appoggio muro	m	appoggio	0,77	
	Altezza sezione in sommità (tratto a sezione costante)	m		0,30	
	Pendenza nervatura	m	pendenza	20%	
	Larghezza nervatura / e	m	s	0,30	
	Spessore soletta	m	sol	0,10	
1e)	<b>Morfologia della fondazione</b>				
	Spessore massimo soletta di fondazione	m	h2	0,35	
	Spessore minimo soletta di fondazione lato monte	m	h3	0,35	
	Spessore minimo soletta di fondazione lato valle	m	h4	0,35	
	Larghezza fondazione	m	l	2,70	
	Dimensione sbalzo anteriore	m	sbalzo	0,40	
	Larghezza suola fondazione a monte	m	l1	2,20	
	Larghezza suola fuori nervatura	m	fo	1,60	
	Larghezza sottofondazione	m	lf	0,00	
	Altezza sottofondazione	m	hf	0,00	
	Sbalzo a valle sottofondazione	m	sbf	0,00	
1f)	<b>Dati geotecnici terreno di fondazione</b>				
	Angolo di attrito interno	gradi	$\phi$	37	
	Peso specifico	daN / m3	$\gamma$	2.000	
	Coesione	daN / cm2	c	0	
	Ricoprimento fondazione a valle	m	hr	0,40	

**2 VERIFICHE DI STABILITA' LOCALE**

2a)	<b>Verifica a traslazione</b>	combinazione dimensionante	A2+M2	$k_T$	1,56	> 1,00
2b)	<b>Verifica a ribaltamento</b>	combinazione dimensionante	EQ	$k_R$	1,66	> 1,00
2c)	<b>Verifica a capacità portante</b>	combinazione dimensionante	A2+M2	$k_p$	1,35	> 1,00
				$\sigma_{Tmax}$	1,93	daN / cm2
				$\sigma_{Tmin}$	0,00	daN / cm2

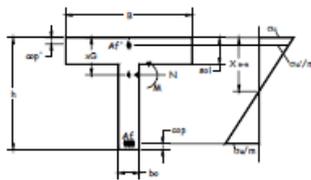
**3 VERIFICHE FONDAZIONE**



3a)	<u>Verifica fondazione di monte SLU (sezione d'incastro).</u> <u>Verifica fondazione di monte SISMICO (sezione d'incastro).</u>	$M_u, M_d$ $M_u, M_d$	1,17 2,12
3b)	<u>Verifica fondazione di valle SLU (sezione d'incastro).</u> <u>Verifica fondazione di valle SISMICO (sezione d'incastro).</u>	$M_u, M_d$ $M_u, M_d$	4,65 6,14
3c)	<u>Verifica fondazione di monte SLE RARA (sezione d'incastro).</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] $\sigma_s$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	5 < $\sigma_c$ lim 150 212 < $\sigma_s$ lim 3520
	<u>Verifica fondazione di monte SLE FREQUENTE (sezione d'incastro).</u>	Mcr [daNm]	11.026 > Me 758,941
	<u>Verifica fondazione di monte SLE QUASI PERMANENTE (sezione d'incastro).</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] Mcr [daNm]	1 < $\sigma_c$ lim 112,5 11.026 > Me 310,034
	<u>Verifica fondazione di monte SISMICO SLD (sezione d'incastro).</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] $\sigma_s$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	31 < $\sigma_c$ lim 150 1.219 < $\sigma_s$ lim 3520

**4 VERIFICHE PREFABBRICATO:**

4a) Verifica prefabbricato



Af'	4	12	
Af 1	4	22	
Af 2	4	22	L 2 2,85 m
Af 3	4	12	L 3 1,74 m
Af 4	0	0	L 4 0,00 m
Af 5	0	0	L 5 0,00 m

SLU							STAFFE		diam. [mm]	passo [cm]	
d	h	A <sub>s</sub>	A	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	K <sub>a</sub>	Mu	Mu/M <sub>u</sub>	Vr <sub>sd</sub>	Vr <sub>cd</sub>	V <sub>sd</sub>
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daN m	daN	daNm	daNm	>1.00	daN	daN	daN
143	30	15,21	4,52	10235	1319	14255	1,39	10942	36290	7047	
159	31,8	15,21	4,52	11351	1466	15277	1,35	11728	38895	7623	
191	38,2	19,73	4,52	13852	1759	24256	1,75	14480	48023	8871	
350	70,0	19,73	4,52	33101	3225	47831	1,45	28242	93665	17068	
4											
5											

SISMICO							STAFFE		diam. [mm]	passo [cm]	
d	h	A <sub>s</sub>	A	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	K <sub>a</sub>	Mu	Mu/M <sub>u</sub>	Vr <sub>sd</sub>	Vr <sub>cd</sub>	V <sub>sd</sub>
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daN m	daN	daNm	daNm	>1.00	daN	daN	daN
143	30	15,21	4,52	11337	1319	14255	1,26	10942	36290	8152	
159	31,8	15,21	4,52	12731	1466	15277	1,20	11728	38895	8885	
191	38,2	19,73	4,52	15897	1759	24256	1,53	14480	48023	10499	
350	70,0	19,73	4,52	40949	3225	47831	1,17	28242	93665	20756	
4											
5											

SLE				FREQUENTE			RARA		
d	h	A <sub>s</sub>	A	Mcr	zsm	wk<0,3	$\sigma_c$ <210	$\sigma_s$ <3520	
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daN m	mm	mm	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	
143	30	15,21	4,52	4048	-	982	8	370	
159	31,8	15,21	4,52	4440	-	1278	10	445	
191	38,2	19,73	4,52	6924	0	2029	10	432	
350	70,0	19,73	4,52	17215	-	10001	16	1030	
4									
5									

QUASI PERMANENTE			
Me	zsm-ecm	wk<0,2	$\sigma_c$ <157,5
daNm	mm	mm	daN/cm <sup>2</sup>
781	-	Mcr>Me	4
1030	-	Mcr>Me	5
1672	-	Mcr>Me	5
8801	-	Mcr>Me	11

4b)	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SLU</u> <u>Verifica soletta nel piano orizzontale SISMICO</u>	10	6	$M_u, M_d$ $M_u, M_d$	2,32 1,86
	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SLE RARA</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] $\sigma_s$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	31 1.159	< $\sigma_c$ lim < $\sigma_s$ lim	210 3520
	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SLE FREQUENTE</u>	Mcr [daNm]	69	> Me	31
	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SLE QUASI PERMANENTE</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] Mcr [daNm]	26 69	< $\sigma_c$ lim > Me	157,5 29
	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SISMICO SLD</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] $\sigma_s$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	37 1.371	< $\sigma_c$ lim < $\sigma_s$ lim	210 3520

**RELAZIONE TECNICA PER MURO DI SOSTEGNO PREFABBRICATO** H = 4,40 m

Approccio 1 Muro Tipo T

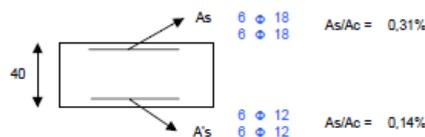
**1 DATI DI PROGETTO**

1a)	<b>Dati geotecnici</b>				
	Angolo di attrito interno	gradi	$\phi$	38	
	Peso specifico	daN / m <sup>3</sup>	$\gamma$	2.000	
	Angolo di attrito terra - muro (valore prudenziale)	gradi	$\delta$	25	
	Angolo di inclinazione piano di campagna	gradi	$\epsilon$	0	
	Coesione	daN / cm <sup>2</sup>	c	0	
1b)	<b>Carichi agenti</b>				
	Sovraccarico variabile stradale / ferroviario	daN / m <sup>2</sup>	qa	2.000	
	Sovraccarico permanente	daN / m <sup>2</sup>	qp	0	
	Forza orizzontale in testa variabile (positivo tende lato monte)	daN / elemento	fv	0	
	Forza orizzontale in testa eccezionale (positivo tende lato monte)	daN / elemento	fe	3.333	
	Sovraccarico sulla fondazione a monte	daN / m <sup>2</sup>	q1	0	
	Momento in testa variabile (positivo tende lato monte)	daNm / elemento	momv	0	
	Momento in testa eccezionale (positivo tende lato monte)	daNm / elemento	mome	3.333	
	Forza verticale in testa (positivo di compressione)	daN / elemento	N	0	
	Braccio di N rispetto al paramento verticale (positivo verso nervature)	m	braccio	0,00	
1c)	<b>Dati sismici</b>				
	Classe d'Uso		Cu	SLV	SLD
	Vita Nominale	anni	Vn	100	100
	Periodo di Riferimento	anni	Vr	200	200
	Tempo di Ritorno	anni	Tr	1.898	201
	Accelerazione orizzontale massima su un sito rigido	[g]	ag(g)	0,411	0,160
	fattore di amplificazione spettrale		F0	2,49	2,369
	periodo d'inizio	sec	Tc'	0,421	0,340
	Categoria sottosuolo		C	C	C
	Categoria topografica		T1	T1	T1
	Fattore di amplificazione stratigrafica		Ss	1,09	1,473
	Fattore di amplificazione topografica		St	1,00	1,00
1d)	<b>Morfologia del muro</b>				
	Altezza del muro	m	h1	4,40	
	Distanza tra il punto di ribaltamento e il baricentro dell'elemento prefabbricato	m	X <sub>0</sub>	0,67	
	Distanza tra il baricentro del pannello e la soletta	m		0,17	
	Peso elemento prefabbricato	daN	P	3.825	
	Angolo di inclinazione parete prefabbricato rispetto l'orizzontale	gradi	b	90	
	Larghezza elemento prefabbricato	m	b1	2,50	
	Dimensione appoggio muro	m	appoggio	0,88	
	Altezza sezione in sommità (tratto a sezione costante)	m		0,30	
	Pendenza nervatura	m	pendenza	20%	
	Larghezza nervatura / e	m	s	0,30	
	Spessore soletta	m	sol	0,10	
1e)	<b>Morfologia della fondazione</b>				
	Spessore massimo soletta di fondazione	m	h2	0,40	
	Spessore minimo soletta di fondazione lato monte	m	h3	0,40	
	Spessore minimo soletta di fondazione lato valle	m	h4	0,40	
	Larghezza fondazione	m	l	2,90	
	Dimensione sbalzo anteriore	m	sbalzo	0,50	
	Larghezza suola fondazione a monte	m	l1	2,30	
	Larghezza suola fuori nervatura	m	fo	1,60	
	Larghezza sottofondazione	m	lf	0,00	
	Altezza sottofondazione	m	hf	0,00	
	Sbalzo a valle sottofondazione	m	sbv	0,00	
1f)	<b>Dati geotecnici terreno di fondazione</b>				
	Angolo di attrito interno	gradi	$\phi$	37	
	Peso specifico	daN / m <sup>3</sup>	$\gamma$	2.000	
	Coesione	daN / cm <sup>2</sup>	c	0	
	Ricoprimento fondazione a valle	m	hr	0,40	

**2 VERIFICHE DI STABILITA' LOCALE**

2a)	<b>Verifica a traslazione</b>	combinazione dimensionante	SISMICA	k <sub>T</sub>	1,54	> 1,00
2b)	<b>Verifica a ribaltamento</b>	combinazione dimensionante	EQ	k <sub>Rt</sub>	1,71	> 1,00
2c)	<b>Verifica a capacità portante</b>	combinazione dimensionante	A2+M2	k <sub>p</sub>	1,45	> 1,00
				$\sigma_{max}$	2,02	daN / cm <sup>2</sup>
				$\sigma_{min}$	0,00	daN / cm <sup>2</sup>

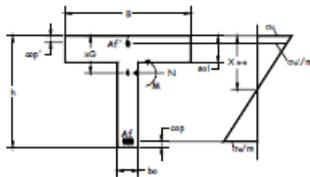
**3 VERIFICHE FONDAZIONE**



3a)	<u>Verifica fondazione di monte SLU (sezione d'incastro)</u> <u>Verifica fondazione di monte SISMICO (sezione d'incastro)</u>	$M_u, M_d$ $M_u, M_d$	1,21 1,84
3b)	<u>Verifica fondazione di valle SLU (sezione d'incastro)</u> <u>Verifica fondazione di valle SISMICO (sezione d'incastro)</u>	$M_u, M_d$ $M_u, M_d$	3,33 4,00
3c)	<u>Verifica fondazione di monte SLE RARA (sezione d'incastro)</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] $\sigma_s$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	6 < $\sigma_c$ lim 150 289 < $\sigma_s$ lim 3520
	<u>Verifica fondazione di monte SLE FREQUENTE (sezione d'incastro)</u>	Mcr [daNm]	14.223 > Me 1343,4
	<u>Verifica fondazione di monte SLE QUASI PERMANENTE (sezione d'incastro)</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] Mcr [daNm]	2 < $\sigma_c$ lim 112,5 14.223 > Me 770,221
	<u>Verifica fondazione di monte SISMICO SLD (sezione d'incastro)</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] $\sigma_s$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	33 < $\sigma_c$ lim 150 1.395 < $\sigma_s$ lim 3520

**4 VERIFICHE PREFABBRICATO :**

4a) Verifica prefabbricato



Af'	4	12			
Af 1	4	22			
Af 2	4	22	L 2	3,40	m
Af 3	4	14	L 3	1,85	m
Af 4	0	0	L 4	0,00	m
Af 5	0	0	L 5	0,00	m

SLU										STAFFE	diam. (mm)	passo (cm)
d	h	A <sub>s</sub>	A <sub>c</sub>	M <sub>s2</sub>	N <sub>s2</sub>	K <sub>a</sub>	M <sub>u</sub>	M <sub>u</sub> /M <sub>s2</sub>	V <sub>rsd</sub>	V <sub>rsd</sub>	V <sub>rsd</sub>	V <sub>rsd</sub>
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daN m	daN	daNm	daNm	>1,00	daN	daN	daN	daN
145	30	15,21	4,52	10388	1391	14259	1,37	10942	36290	7126		
164	32,7	15,21	4,52	11683	1665	15796	1,35	12124	40208	7792		
236	47,3	21,36	4,52	18117	2260	33435	1,85	18414	61070	10879		
3	400	80,0	21,36	41999	3825	59818	1,42	32567	108008	20314		
4												
5												

SISMICO										STAFFE	diam. (mm)	passo (cm)
d	h	A <sub>s</sub>	A <sub>c</sub>	M <sub>s2</sub>	N <sub>s2</sub>	K <sub>a</sub>	M <sub>u</sub>	M <sub>u</sub> /M <sub>s2</sub>	V <sub>rsd</sub>	V <sub>rsd</sub>	V <sub>rsd</sub>	V <sub>rsd</sub>
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daN m	daN	daNm	daNm	>1,00	daN	daN	daN	daN
145	30	15,21	4,52	11596	1391	14259	1,23	10942	36290	8338		
164	32,7	15,21	4,52	13236	1665	15796	1,19	12124	40208	9195		
236	47,3	21,36	4,52	21554	2260	33435	1,55	18414	61070	13134		
3	400	80,0	21,36	4,52	53118	3825	59818	1,13	32567	108008	25001	
4												
5												

SLE										FREQUENTE			RARA		
d	h	A <sub>s</sub>	A <sub>c</sub>	M <sub>cr</sub>	s <sub>sm</sub>	Me	s <sub>sm</sub>	wk	wk	σ <sub>c</sub>	σ <sub>c</sub>	σ <sub>c</sub>			
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daN m	mm	daNm	mm	mm	mm	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>			
145	30	15,21	4,52	4048	-	1020	-	Mcr>Me	9	383					
164	32,7	15,21	4,52	4842	-	1371	-	Mcr>Me	10	458					
236	47,3	21,36	4,52	10030	0	3524	-	Mcr>Me	11	525					
3	400	80,0	21,36	21895	-	14365	-	Mcr>Me	17	1154					
4															
5															

QUASI PERMANENTE			
Me	s <sub>sm</sub> -s <sub>cm</sub>	wk	σ <sub>c</sub>
daNm	mm	mm	daN/cm <sup>2</sup>
813	-	Mcr>Me	5
1109	-	Mcr>Me	5
2976	-	Mcr>Me	7
12798	-	Mcr>Me	12

4b)	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SLU</u> <u>Verifica soletta nel piano orizzontale SISMICO</u>	10	8	$M_u, M_d$ $M_u, M_d$	2,10 1,68
	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SLE RARA</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] $\sigma_s$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	35 1.289	< $\sigma_c$ lim 210 < $\sigma_s$ lim 3520	
	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SLE FREQUENTE</u>	Mcr [daNm]	78	> Me 39	
	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SLE QUASI PERMANENTE</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] Mcr [daNm]	30 78	< $\sigma_c$ lim 157,5 > Me 37	
	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SISMICO SLD</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] $\sigma_s$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	41 1.529	< $\sigma_c$ lim 210 < $\sigma_s$ lim 3520	

**RELAZIONE TECNICA PER MURO DI SOSTEGNO PREFABBRICATO** **H = 4,95 m**

Approccio **1** Muro Tipo **T**

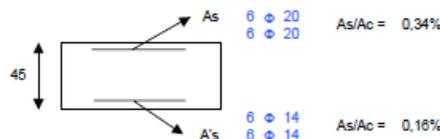
**1 DATI DI PROGETTO**

1a)	<b>Dati geotecnici</b>				
	Angolo di attrito interno	gradi	φ	38	
	Peso specifico	daN / m3	γ	2.000	
	Angolo di attrito terra - muro (valore prudenziale)	gradi	δ	25	
	Angolo di inclinazione piano di campagna	gradi	ε	0	
	Coesione	daN / cm2	c	0	
1b)	<b>Carichi agenti</b>				
	Sovraccarico variabile stradale / ferroviario	daN / m2	qa	2.000	
	Sovraccarico permanente	daN / m2	qp	0	
	Forza orizzontale in testa variabile (positivo tende lato monte)	daN / elemento	fv	0	
	Forza orizzontale in testa eccezionale (positivo tende lato monte)	daN / elemento	fe	3.333	
	Sovraccarico sulla fondazione a monte	daN / m2	q1	0	
	Momento in testa variabile (positivo tende lato monte)	daNm / elemento	momv	0	
	Momento in testa eccezionale (positivo tende lato monte)	daNm / elemento	mome	3.333	
	Forza verticale in testa (positivo di compressione)	daN / elemento	N	0	
	Braccio di N rispetto al paramento verticale (positivo verso nervature)	m	braccio	0,00	
1c)	<b>Dati sismici</b>				
	Classe d'Uso	IV			
	Vita Nominale	anni	Vn	100	100
	Periodo di Riferimento	anni	Vr	200	200
	Tempo di Ritorno	anni	Tr	1.898	201
	Acelerazione orizzontale massima su un sito rigido	[g]	ag(g)	0,411	0,180
	fattore di amplificazione spettrale		F0	2,49	2,369
	periodo d'inizio	sec	Tc'	0,421	0,340
	Categoria sottosuolo		C	C	
	Categoria topografica		T1	T1	
	Fattore di amplificazione stratigrafica		Ss	1,09	1,473
	Fattore di amplificazione topografica		St	1,00	1,00
1d)	<b>Morfologia del muro</b>				
	Altezza del muro	m	h1	4,95	
	Distanza tra il punto di ribaltamento e il baricentro dell'elemento prefabbricato	m	X <sub>0</sub>	0,89	
	Distanza tra il baricentro del pannello e la soletta	m		0,19	
	Peso elemento prefabbricato	daN	P	4.450	
	Angolo di inclinazione parete prefabbricato rispetto l'orizzontale	gradi	b	90	
	Larghezza elemento prefabbricato	m	b1	2,50	
	Dimensione appoggio muro	m	appoggio	0,99	
	Altezza sezione in sommità (tratto a sezione costante)	m		0,30	
	Pendenza nervatura	m	pendenza	20%	
	Larghezza nervatura / e	m	s	0,30	
	Spessore soletta	m	sol	0,10	
1e)	<b>Morfologia della fondazione</b>				
	Spessore massimo soletta di fondazione	m	h2	0,45	
	Spessore minimo soletta di fondazione lato monte	m	h3	0,45	
	Spessore minimo soletta di fondazione lato valle	m	h4	0,45	
	Larghezza fondazione	m	l	3,10	
	Dimensione sbalzo anteriore	m	sbalzo	0,50	
	Larghezza suola fondazione a monte	m	l1	2,50	
	Larghezza suola fuori nervatura	m	fo	1,70	
	Larghezza sottofondazione	m	lf	0,00	
	Altezza sottofondazione	m	hf	0,00	
	Sbalzo a valle sottofondazione	m	sbf	0,00	
1f)	<b>Dati geotecnici terreno di fondazione</b>				
	Angolo di attrito interno	gradi	φ	37	
	Peso specifico	daN / m3	γ	2.000	
	Coesione	daN / cm2	c	0	
	Ricoprimento fondazione a valle	m	hr	0,40	

**2 VERIFICHE DI STABILITA' LOCALE**

2a)	<b>Verifica a traslazione</b>	combinazione dimensionante	SISMICA	k <sub>T</sub>	1,52	> 1,00
2b)	<b>Verifica a ribaltamento</b>	combinazione dimensionante	EQ	k <sub>Rt</sub>	1,76	> 1,00
2c)	<b>Verifica a capacità portante</b>	combinazione dimensionante	A2+M2	k <sub>p</sub>	1,51	> 1,00
				σ <sub>T max</sub>	2,21	daN / cm2
				σ <sub>T min</sub>	0,00	daN / cm2

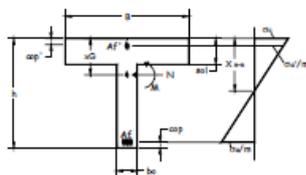
**3 VERIFICHE FONDAZIONE**



3a)	Verifica fondazione di monte SLU (sezione d'incastro) Verifica fondazione di monte SISMICO (sezione d'incastro)	$M_u, M_e$ $M_u, M_e$	1,36 1,85
3b)	Verifica fondazione di valle SLU (sezione d'incastro) Verifica fondazione di valle SISMICO (sezione d'incastro)	$M_u, M_e$ $M_u, M_e$	4,64 5,14
3c)	Verifica fondazione di monte SLE RARA (sezione d'incastro)	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] $\sigma_s$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	8 < $\sigma_c$ lim 150 311 < $\sigma_s$ lim 3520
	Verifica fondazione di monte SLE FREQUENTE (sezione d'incastro)	Mcrc [daNm]	18.407 > Me 2604.26
	Verifica fondazione di monte SLE QUASI PERMANENTE (sezione d'incastro)	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] Mcrc [daNm]	3 < $\sigma_c$ lim 112,5 18.407 > Me 1851,69
	Verifica fondazione di monte SISMICO SLD (sezione d'incastro)	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] $\sigma_s$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	34 < $\sigma_c$ lim 150 1.387 < $\sigma_s$ lim 3520

**4 VERIFICHE PREFABBRICATO :**

4a) Verifica prefabbricato



Af'	4	12	
Af 1	4	22	
Af 2	4	22	L 2 3,95 m
Af 3	4	14	L 3 2,72 m
Af 4	4	14	L 4 1,50 m
Af 5	0	0	L 5 0,00 m

SLU						K <sub>A</sub>		STAFFE		diam. (mm)	passo (cm)
d	h	A <sub>s</sub>	A <sub>c</sub>	M <sub>sL</sub>	N <sub>sL</sub>	M <sub>u</sub>	M <sub>u</sub> /M <sub>sL</sub>	V <sub>rsd</sub>	V <sub>rsd</sub>	V <sub>sd</sub>	
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daN m	daN	daNm	>1.00	daN	daN	daN	
143	30	15.21	4.52	10233	1416	14260	1.39	10942	36290	7046	
164	32.7	15.21	4.52	11882	1818	15804	1.35	12127	40220	7791	
205	40.9	21.36	4.52	15037	2022	28379	1.89	15665	51953	9444	
327	65.4	27.52	4.52	29541	3236	61476	2.08	26279	87153	15693	
450	90.0	27.52	4.52	52531	4449	87005	1.66	36892	122352	23879	

SISMICO						K <sub>A</sub>		STAFFE		diam. (mm)	passo (cm)
d	h	A <sub>s</sub>	A <sub>c</sub>	M <sub>sL</sub>	N <sub>sL</sub>	M <sub>u</sub>	M <sub>u</sub> /M <sub>sL</sub>	V <sub>rsd</sub>	V <sub>rsd</sub>	V <sub>sd</sub>	
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daN m	daN	daNm	>1.00	daN	daN	daN	
143	30	15.21	4.52	11549	1416	14260	1.23	10942	36290	8421	
164	32.7	15.21	4.52	13427	1818	15804	1.18	12127	40220	9406	
205	40.9	21.36	4.52	17846	2022	28379	1.59	15665	51953	11572	
327	65.4	27.52	4.52	37357	3236	61476	1.65	26279	87153	19622	
450	90.0	27.52	4.52	66492	4449	87005	1.27	36892	122352	30003	

SLE						K <sub>A</sub>		FREQUENTE		RARA	
d	h	A <sub>s</sub>	A <sub>c</sub>	Mcrc	srm	Me	srm	wk<0.3	$\sigma_c$ <210	$\sigma_c$ <3520	
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daN m	mm	daNm	mm	wk	$\sigma_c$	$\sigma_c$	
143	30	15.21	4.52	4048	-	981	-	Mcrc>Me	8	367	
164	32.7	15.21	4.52	4644	-	1371	-	Mcrc>Me	10	456	
205	40.9	21.36	4.52	8085	0	2421	-	Mcrc>Me	10	433	
327	65.4	27.52	4.52	18785	0	8342	-	Mcrc>Me	13	674	
450	90.0	27.52	4.52	29678	-	19827	-	Mcrc>Me	18	1070	

QUASI PERMANENTE			
Me	srm-scm	wk<0.2	$\sigma_c$ <157.5
daNm	mm	wk	$\sigma_c$
780	-	Mcrc>Me	4
1108	-	Mcrc>Me	5
2011	-	Mcrc>Me	6
7293	-	Mcrc>Me	9
17844	-	Mcrc>Me	13

4b)	Verifica soletta nel piano orizzontale SLU Verifica soletta nel piano orizzontale SISMICO	10 $\phi$ 6	$M_u, M_e$ $M_u, M_e$	1,92 1,52
	Verifica soletta nel piano orizzontale SLE RARA	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] $\sigma_s$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	38 < $\sigma_c$ lim 210 1.417 < $\sigma_s$ lim 3520	
	Verifica soletta nel piano orizzontale SLE FREQUENTE	Mcrc [daNm]	88 > Me 49	
	Verifica soletta nel piano orizzontale SLE QUASI PERMANENTE	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] Mcrc [daNm]	33 < $\sigma_c$ lim 157,5 88 > Me 47	
	Verifica soletta nel piano orizzontale SISMICO SLD	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] $\sigma_s$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	46 < $\sigma_c$ lim 210 1.693 < $\sigma_s$ lim 3520	

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>MURO SOSTEGNO VIAB. PANORAMICA ASSE A DA          PK 0+050 A PK 0+164 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>	<i>Codice documento</i> SS0511_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

## 10 ANALISI DI STABILITA'

Secondo quanto indicato dalla nuova normativa vigente, le verifiche di stabilità dei nuovi rilevati autostradali sono state condotte agli S.L.U. secondo l'Approccio 1, Combinazione 2:

$$A2 + M2 + R2$$

I coefficienti parziali da adottare vengono di seguito riassunti.

- Coefficienti parziali da applicare alle azioni esterne (A2)

I sovraccarichi autostradali ( $q=20$  kPa), considerati come dei carichi variabili sfavorevoli, sono stati fattorizzati secondo il coefficiente  $\gamma_{Qi}=1.3$ : si ottiene quindi un sovraccarico di progetto pari a 26 kPa.

- Coefficienti parziali da applicare ai parametri geotecnici del terreno (M2)

I parametri di resistenza del terreno in condizioni drenate sono stati fattorizzati secondo i coefficienti indicati nella tabella seguente

$\gamma_{\phi}$ (fattore da applicare alla tangente dell'angolo di attrito)	1.25
$\gamma_c$ (fattore da applicare alla coesione drenata)	1.25
$\gamma_{cu}$ (fattore da applicare alla coesione non drenata)	1.4

Fattori parziali sui parametri del terreno M2

- Coefficienti parziali sulle resistenze (R2)

Il coefficiente sulle resistenze ( $\gamma_R$ ) per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti è pari a 1.1. Tale condizione è equivalente a verificare che il coefficiente di sicurezza fornito dalle analisi di stabilità globale dei rilevati, avendo fattorizzato i carichi e i parametri geotecnici come sopra indicato, risulti non inferiore a 1.1.

Le verifiche sono state condotte applicando progressivamente fattori di sicurezza crescenti ai parametri di resistenza del terreno (coesione e angolo d'attrito); in ogni step di calcolo viene applicato il medesimo fattore di sicurezza sia alla coesione sia all'angolo d'attrito. Il procedimento iterativo viene eseguito in modo automatico dal programma di calcolo. Attraverso tale procedura è possibile rilevare il massimo valore del coefficiente che garantisce la stabilità del sistema. Il coefficiente così trovato dovrà essere confrontato con il minimo richiesto dalla normativa, pari a 1.1.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>MURO SOSTEGNO VIAB. PANORAMICA ASSE A DA          PK 0+050 A PK 0+164 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> SS0511_F0.docx	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><i>Rev</i></td> <td style="width: 50%;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

Sono state affrontate le condizioni in fase statica e sismica assumendo le geometrie di scavo più sfavorevoli, corrispondenti ad un'altezza del muro di 4 m. In accordo alle indicazioni di progetto, per la fase sismica è stato applicato un sovraccarico di progetto pari a 10 kPa.

I parametri geotecnici di progetto, indicati con pedice 'd', sono riportati nella tabella seguente. I moduli di deformazione e i pesi di volume non sono stati fattorizzati in accordo alla nuova normativa.

Livello	$\gamma_{nat}$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi_d$ □ □ (°)	$c'_d$ (kPa)
Rilevato	20	32	0
Depositi costieri	20	30.8	0
Sabbie e ghiaie di Messina	19	32	0

Parametri geotecnici di progetto

Per quanto concerne le verifiche in condizioni sismiche, utilizzando i parametri sismici sopra indicati, si è operato come segue:

$$\frac{a_g}{g} = 0.411$$

$$\frac{a_{max}}{g} = S \cdot \frac{a_g}{g} = S_S \cdot S_T \cdot \frac{a_g}{g}$$

$$S_S = 1.09$$

$$S_T = 1.0$$

$$\beta_s = 0.30$$

$$\frac{a_{max}}{g} = 1.08 \cdot 1.0 \cdot 0.419 = 0.448$$

$$k_h = \beta_s \cdot \frac{a_{max}}{g} = 0.30 \cdot 0.448 = 0.134$$

$$k_v = \pm \frac{k_h}{2} = \pm 0.067$$

dove:

$a_g$  : accelerazione orizzontale massima di riferimento su suolo rigido

$a_{max}$  : accelerazione orizzontale massima attesa al sito

$g$  : accelerazione di gravità

$S_S$  : coefficiente di amplificazione stratigrafica per suolo di tipo 'C'

$S_T$  : coefficiente di amplificazione topografica, assunto pari a 1

$\beta_s$  = coefficiente di riduzione, assunto in funzione del valore di  $a_g$  pari a 0,30

$k_h$  = coefficiente sismico orizzontale

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>MURO SOSTEGNO VIAB. PANORAMICA ASSE A DA</b> <b>PK 0+050 A PK 0+164 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> SS0511_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

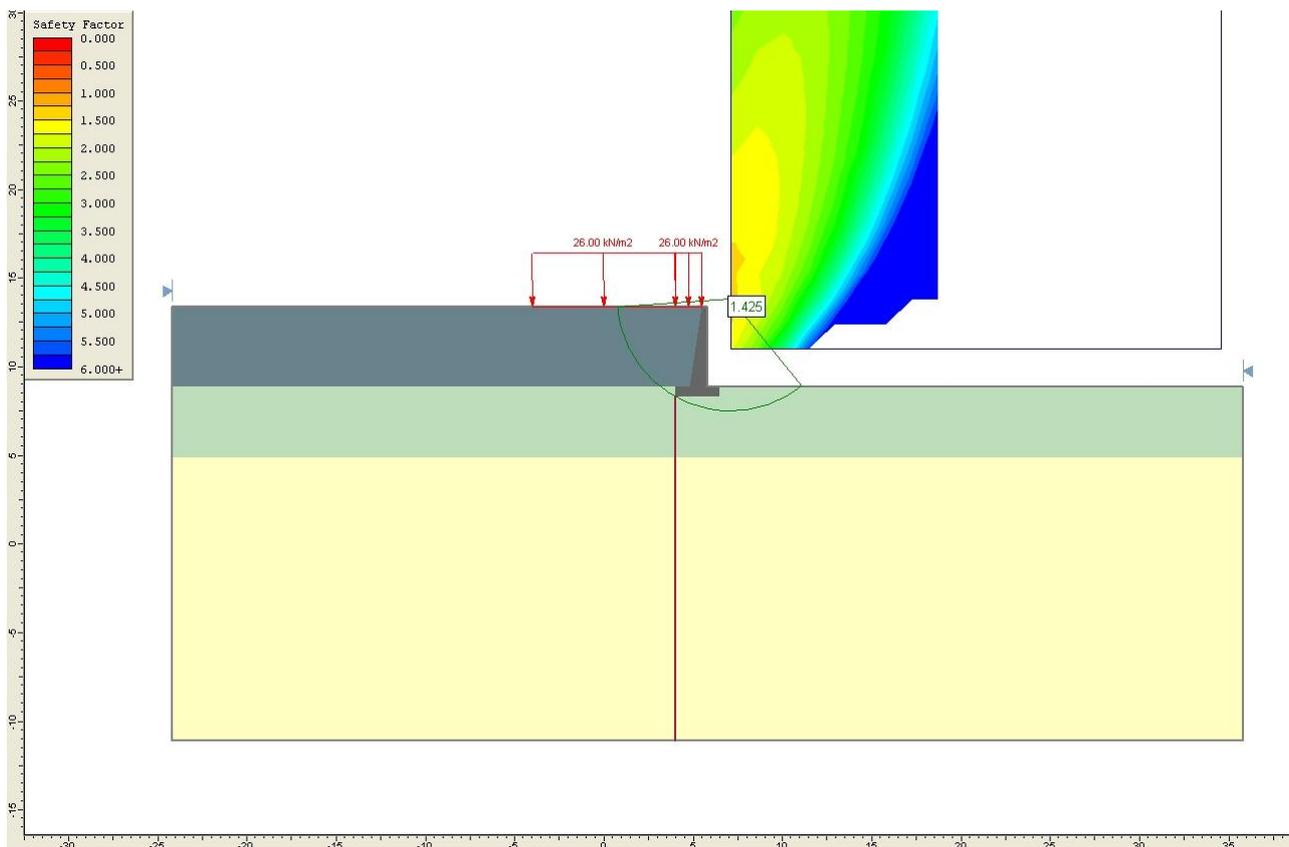
$k_v$  = coefficiente sismico verticale

I risultati delle analisi eseguite sono riportate nella tabella seguente mentre nei grafici successivi si riportano i casi più gravosi statico e sismico.

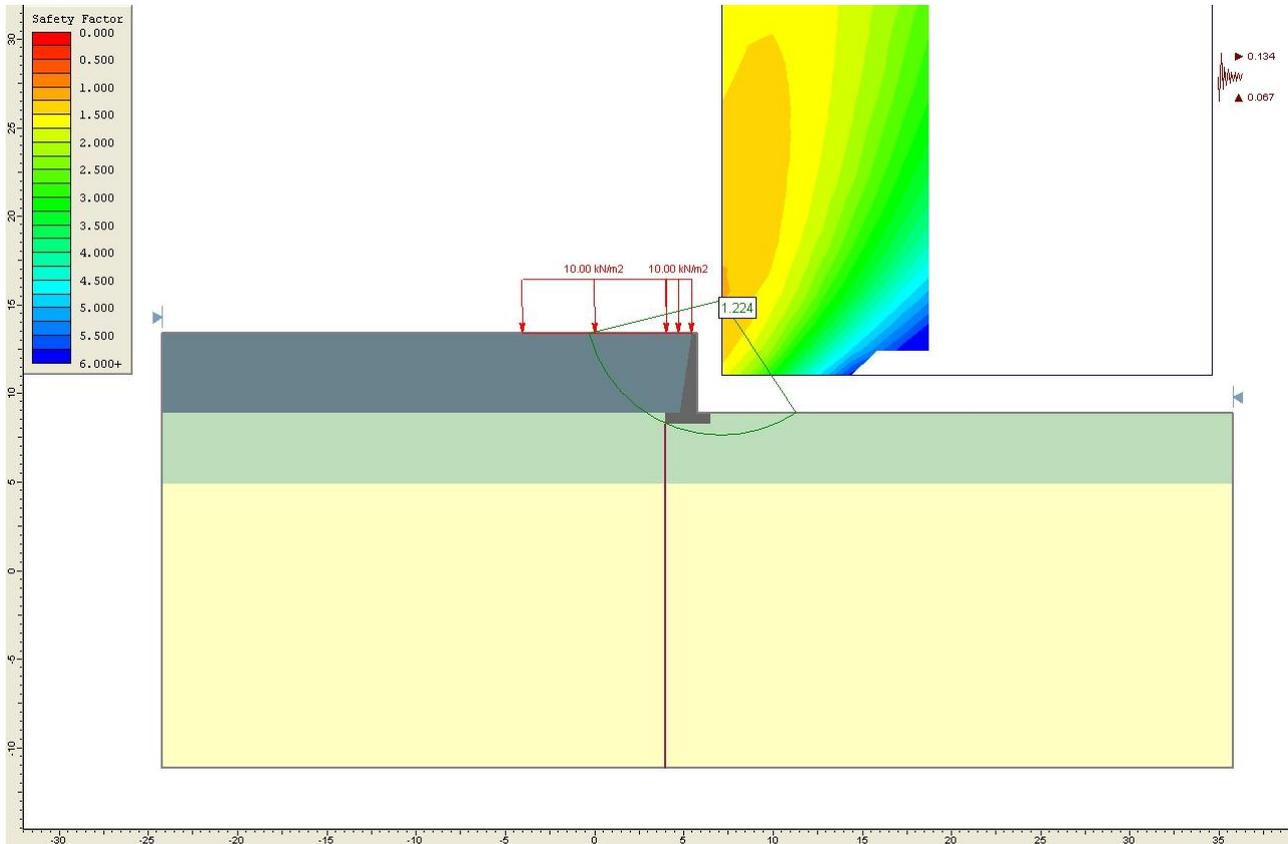
-Caso	Fattore di sicurezza globale
statico	1.425
sismico	1.224

Risultati analisi di stabilità

I risultati delle verifiche di stabilità mostrano coefficienti di sicurezza sempre superiori a quelli richiesti dalla normativa (1.1).



**Analisi di stabilità caso statico:  $F_s=1.425$**



**Analisi di stabilità caso sismico:  $F_s=1.224$**

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>MURO SOSTEGNO VIAB. PANORAMICA ASSE A DA  PK 0+050 A PK 0+164 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>	<i>Codice documento</i> SS0511_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 11 TABULATI DI CALCOLO

### 11.1 Input SLIDE rel. 05– Analisi in fase statica

#### *Slide Analysis Information*

##### Document Name

File Name: Muro sostegno viab. Panoramica asse A-  
statica.sli

##### Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program  
Failure Direction: Left to Right  
Units of Measurement: SI Units  
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m<sup>3</sup>  
Groundwater Method: Water Surfaces  
Data Output: Standard  
Calculate Excess Pore Pressure: Off  
Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off  
Random Numbers: Pseudo-random Seed  
Random Number Seed: 10116  
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

##### Analysis Methods

Analysis Methods used:

Bishop simplified  
Janbu simplified  
Ordinary/Fellenius  
Spencer

Number of slices: 25  
Tolerance: 0.005  
Maximum number of iterations: 50

##### Surface Options

Surface Type: Circular  
Search Method: Grid Search  
Radius increment: 10  
Composite Surfaces: Disabled  
Reverse Curvature: Create Tension Crack  
Minimum Elevation: Not Defined  
Minimum Depth: Not Defined

##### Loading

1 Distributed Load present:  
Distributed Load Constant Distribution, Orientation: Normal  
to boundary, Magnitude: 26 kN/m<sup>2</sup>

##### Material Properties

Material: sabbEghiME  
Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 19 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 4 kPa  
Friction Angle: 32 degrees  
Water Surface: None

##### Material: DepCostieri

Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 0 kPa  
Friction Angle: 30.8 degrees  
Water Surface: None

##### Material: rilevato

Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 0 kPa  
Friction Angle: 32 degrees  
Water Surface: None

##### Material: c.a.

Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 25 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 50 kPa  
Friction Angle: 40 degrees  
Water Surface: None

##### List of All Coordinates

##### Material Boundary

5.450	13.393
4.765	8.893
4.000	8.893
4.000	8.293
6.500	8.293
6.500	8.893

##### Material Boundary

-24.200	4.893
35.800	4.893

##### Material Boundary

-24.200	8.893
4.000	8.893

##### External Boundary

5.800	8.893
5.800	13.393
5.450	13.393
4.010	13.393
-4.010	13.393
-7.213	13.393
-24.200	13.393
-24.200	8.893
-24.200	4.893
-24.200	-11.107
35.800	-11.107
35.800	4.893
35.800	8.893
6.500	8.893

##### Focus/Block Search Line

4.000	-11.107
4.000	8.293

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>MURO SOSTEGNO VIAB. PANORAMICA ASSE A DA          PK 0+050 A PK 0+164 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> SS0511_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Search Grid

7.121	11.046
34.594	11.046
34.594	40.554
7.121	40.554

Distributed Load

5.450	13.393
4.010	13.393
-4.010	13.393

## 11.2 Output SLIDE rel. 05– Analisi in fase statica

Raw Data for Minimum Circle Results  
Center\_x Center\_y Radius Factor\_of\_Safety

7.121	11.046	4.162	1.68759	10.013	36.339	28.683	2.36409
7.121	12.451	5.199	1.48651	10.013	37.744	30.059	2.43035
7.121	13.856	6.379	1.42532	10.013	39.149	31.437	2.49566
7.121	15.261	7.636	1.43353	10.013	40.554	32.817	2.56003
7.121	16.667	8.937	1.48290	11.459	11.046	7.951	5.63121
7.121	18.072	10.265	1.54673	11.459	12.451	8.540	4.35942
7.121	19.477	11.611	1.61631	11.459	13.856	9.305	3.37478
7.121	20.882	12.970	1.69114	11.459	15.261	10.208	2.73389
7.121	22.287	14.338	1.77183	11.459	16.667	11.214	2.43721
7.121	23.692	15.713	1.88276	11.459	18.072	12.299	2.25170
7.121	25.097	17.092	1.98792	11.459	19.477	13.443	2.13863
7.121	26.503	18.475	2.08950	11.459	20.882	14.633	2.07278
7.121	27.908	19.862	2.18735	11.459	22.287	15.858	2.03814
7.121	29.313	21.251	2.28279	11.459	23.692	17.111	2.01975
7.121	30.718	22.641	2.37336	11.459	25.097	18.386	2.02190
7.121	32.123	24.034	2.46178	11.459	26.503	19.678	2.03226
7.121	33.528	25.428	2.54739	11.459	27.908	20.985	2.04949
7.121	34.933	26.823	2.63339	11.459	29.313	22.304	2.08214
7.121	36.339	28.219	2.71445	11.459	30.718	23.633	2.13461
7.121	37.744	29.616	2.79183	11.459	32.123	24.970	2.18833
7.121	39.149	31.014	2.87011	11.459	33.528	26.315	2.24323
7.121	40.554	32.412	2.94495	11.459	34.933	27.665	2.29859
8.567	11.046	5.333	2.46219	11.459	36.339	29.021	2.35505
8.567	12.451	6.177	1.93807	11.459	37.744	30.381	2.41080
8.567	13.856	7.198	1.68997	11.459	39.149	31.745	2.46642
8.567	15.261	8.332	1.70916	11.459	40.554	33.112	2.52183
8.567	16.667	9.538	1.54747	12.905	11.046	9.321	-112.00000
8.567	18.072	10.793	1.56038	12.905	12.451	11.064	6.01410
8.567	19.477	12.081	1.59432	12.905	13.856	10.500	4.78063
8.567	20.882	13.392	1.64107	12.905	15.261	11.307	3.93950
8.567	22.287	14.721	1.69406	12.905	16.667	12.224	3.37271
8.567	23.692	16.063	1.75104	12.905	18.072	13.226	2.96672
8.567	25.097	17.414	1.82646	12.905	19.477	14.296	2.70944
8.567	26.503	18.774	1.91400	12.905	20.882	15.420	2.55858
8.567	27.908	20.140	1.99915	12.905	22.287	16.587	2.45701
8.567	29.313	21.511	2.08351	12.905	23.692	17.789	2.38844
8.567	30.718	22.886	2.16774	12.905	25.097	19.018	2.34285
8.567	32.123	24.264	2.24822	12.905	26.503	20.271	2.31315
8.567	33.528	25.646	2.32919	12.905	27.908	21.542	2.30050
8.567	34.933	27.029	2.40523	12.905	29.313	22.829	2.29570
8.567	36.339	28.415	2.48203	12.905	30.718	24.129	2.29881
8.567	37.744	29.803	2.55530	12.905	32.123	25.440	2.32309
8.567	39.149	31.192	2.62787	12.905	33.528	26.761	2.36165
8.567	40.554	32.583	2.69858	12.905	34.933	28.090	2.40533
10.013	11.046	6.613	3.82863	12.905	36.339	29.426	2.44306
10.013	12.451	7.311	2.81339	12.905	37.744	30.768	2.48583
10.013	13.856	8.192	2.29770	12.905	39.149	32.115	2.53436
10.013	15.261	9.204	2.01372	12.905	40.554	33.468	2.57885
10.013	16.667	10.309	1.86911	14.351	11.046	10.711	-112.00000
10.013	18.072	11.480	1.79828	14.351	12.451	13.091	7.59722
10.013	19.477	12.698	1.76903	14.351	13.856	12.692	6.52598
10.013	20.882	13.952	1.76855	14.351	15.261	12.478	5.35772
10.013	22.287	15.232	1.78341	14.351	16.667	13.314	4.59864
10.013	23.692	16.532	1.80974	14.351	18.072	14.240	4.04148
10.013	25.097	17.848	1.84345	14.351	19.477	15.239	3.65261
10.013	26.503	19.177	1.88353	14.351	20.882	16.298	3.35293
10.013	27.908	20.516	1.95156	14.351	22.287	17.406	3.05635
10.013	29.313	21.863	2.01987	14.351	23.692	18.555	2.91939
10.013	30.718	23.217	2.08962	14.351	25.097	19.737	2.81778
10.013	32.123	24.577	2.15884	14.351	26.503	20.946	2.74127
10.013	33.528	25.942	2.22746	14.351	27.908	22.179	2.68534
10.013	34.933	27.311	2.29543	14.351	29.313	23.430	2.64490
				14.351	30.718	24.699	2.61676
				14.351	32.123	25.981	2.59845
				14.351	33.528	27.276	2.59103

14.351	34.933	28.581	2.61356	18.689	33.528	29.199	4.27022
14.351	36.339	29.895	2.63919	18.689	34.933	30.422	4.14685
14.351	37.744	31.217	2.66652	18.689	36.339	31.660	4.02107
14.351	39.149	32.546	2.69709	18.689	37.744	32.911	3.89716
14.351	40.554	33.881	2.72879	18.689	39.149	34.174	3.77408
15.797	11.046	12.114	-112.00000	18.689	40.554	35.448	3.72929
15.797	12.451	12.508	10.81310	20.135	11.046	16.368	-1000.00000
15.797	13.856	15.078	8.07519	20.135	12.451	16.662	-1000.00000
15.797	15.261	15.013	7.02270	20.135	13.856	17.067	-1000.00000
15.797	16.667	15.098	6.05338	20.135	15.261	17.575	-1000.00000
15.797	18.072	15.323	5.32067	20.135	16.667	18.178	-1000.00000
15.797	19.477	16.256	4.78570	20.135	18.072	18.867	-1000.00000
15.797	20.882	17.253	4.34800	20.135	19.477	19.632	-1000.00000
15.797	22.287	18.303	4.03604	20.135	20.882	20.465	-1000.00000
15.797	23.692	19.399	3.78611	20.135	22.287	21.358	-1000.00000
15.797	25.097	20.532	3.57122	20.135	23.692	22.304	-1000.00000
15.797	26.503	21.697	3.37797	20.135	25.097	23.296	-1000.00000
15.797	27.908	22.889	3.20884	20.135	26.503	24.329	-1000.00000
15.797	29.313	24.104	3.12687	20.135	27.908	25.398	-1000.00000
15.797	30.718	25.339	3.06061	20.135	29.313	26.499	-1000.00000
15.797	32.123	26.590	3.00698	20.135	30.718	27.626	-1000.00000
15.797	33.528	27.857	2.96730	20.135	32.123	28.779	-1000.00000
15.797	34.933	29.136	2.93707	20.135	33.528	29.953	-1000.00000
15.797	36.339	30.426	2.92868	20.135	34.933	31.146	-1000.00000
15.797	37.744	31.726	2.93978	20.135	36.339	32.356	-1000.00000
15.797	39.149	33.034	2.95402	20.135	37.744	33.581	-1000.00000
15.797	40.554	34.350	2.97047	20.135	39.149	34.820	-1000.00000
17.243	11.046	13.526	-112.00000	20.135	40.554	36.071	-1000.00000
17.243	12.451	13.880	-112.00000	21.580	11.046	17.795	-1000.00000
17.243	13.856	18.084	9.58722	21.580	12.451	18.066	-1000.00000
17.243	15.261	17.759	8.53126	21.580	13.856	18.440	-1000.00000
17.243	16.667	17.202	7.62614	21.580	15.261	18.911	-1000.00000
17.243	18.072	17.562	6.76253	21.580	16.667	19.473	-1000.00000
17.243	19.477	17.683	6.10762	21.580	18.072	20.117	-1000.00000
17.243	20.882	18.272	5.56346	21.580	19.477	20.836	-1000.00000
17.243	22.287	19.267	5.12013	21.580	20.882	21.623	-1000.00000
17.243	23.692	20.310	4.77559	21.580	22.287	22.470	-1000.00000
17.243	25.097	21.395	4.49289	21.580	23.692	23.371	-1000.00000
17.243	26.503	22.516	4.25171	21.580	25.097	24.320	-1000.00000
17.243	27.908	23.667	4.05987	21.580	26.503	25.312	-1000.00000
17.243	29.313	24.844	3.89522	21.580	27.908	26.341	-1000.00000
17.243	30.718	26.043	3.74434	21.580	29.313	27.403	-1000.00000
17.243	32.123	27.263	3.58053	21.580	30.718	28.495	-1000.00000
17.243	33.528	28.499	3.46489	21.580	32.123	29.614	-1000.00000
17.243	34.933	29.751	3.40304	21.580	33.528	30.756	-1000.00000
17.243	36.339	31.015	3.35309	21.580	34.933	31.919	-1000.00000
17.243	37.744	32.291	3.30813	21.580	36.339	33.101	-1000.00000
17.243	39.149	33.578	3.30322	21.580	37.744	34.299	-1000.00000
17.243	40.554	34.873	3.30266	21.580	39.149	35.513	-1000.00000
18.689	11.046	14.944	-112.00000	21.580	40.554	36.741	-1000.00000
18.689	12.451	15.266	-112.00000	23.026	11.046	19.225	-1000.00000
18.689	13.856	17.174	12.08920	23.026	12.451	19.476	-1000.00000
18.689	15.261	17.664	10.50310	23.026	13.856	19.823	-1000.00000
18.689	16.667	18.243	9.31600	23.026	15.261	20.262	-1000.00000
18.689	18.072	18.906	8.36919	23.026	16.667	20.788	-1000.00000
18.689	19.477	19.525	7.51067	23.026	18.072	21.392	-1000.00000
18.689	20.882	20.448	6.91214	23.026	19.477	22.070	-1000.00000
18.689	22.287	20.801	6.39510	23.026	20.882	22.814	-1000.00000
18.689	23.692	21.377	5.95319	23.026	22.287	23.619	-1000.00000
18.689	25.097	22.319	5.56963	23.026	23.692	24.478	-1000.00000
18.689	26.503	23.396	5.24705	23.026	25.097	25.385	-1000.00000
18.689	27.908	24.505	4.99499	23.026	26.503	26.336	-1000.00000
18.689	29.313	25.644	4.77689	23.026	27.908	27.327	-1000.00000
18.689	30.718	26.808	4.58701	23.026	29.313	28.352	-1000.00000
18.689	32.123	27.994	4.41998	23.026	30.718	29.409	-1000.00000

MURO SOSTEGNO VIAB. PANORAMICA ASSE A DA  
PK 0+050 A PK 0+164 – RELAZIONE DI CALCOLO

Codice documento

SS0511\_F0.docx

Rev

F0

Data

20/06/2011

23.026	32.123	30.494 -1000.00000	27.364	30.718	32.385 -1000.00000
23.026	33.528	31.604 -1000.00000	27.364	32.123	33.373 -1000.00000
23.026	34.933	32.737 -1000.00000	27.364	33.528	34.391 -1000.00000
23.026	36.339	33.891 -1000.00000	27.364	34.933	35.435 -1000.00000
23.026	37.744	35.062 -1000.00000	27.364	36.339	36.503 -1000.00000
23.026	39.149	36.251 -1000.00000	27.364	37.744	37.593 -1000.00000
23.026	40.554	37.454 -1000.00000	27.364	39.149	38.704 -1000.00000
24.472	11.046	20.657 -1000.00000	27.364	40.554	39.833 -1000.00000
24.472	12.451	20.890 -1000.00000	28.810	11.046	24.963 -1000.00000
24.472	13.856	21.215 -1000.00000	28.810	12.451	25.156 -1000.00000
24.472	15.261	21.626 -1000.00000	28.810	13.856	25.426 -1000.00000
24.472	16.667	22.119 -1000.00000	28.810	15.261	25.770 -1000.00000
24.472	18.072	22.688 -1000.00000	28.810	16.667	26.185 -1000.00000
24.472	19.477	23.328 -1000.00000	28.810	18.072	26.668 -1000.00000
24.472	20.882	24.033 -1000.00000	28.810	19.477	27.215 -1000.00000
24.472	22.287	24.798 -1000.00000	28.810	20.882	27.822 -1000.00000
24.472	23.692	25.618 -1000.00000	28.810	22.287	28.485 -1000.00000
24.472	25.097	26.486 -1000.00000	28.810	23.692	29.201 -1000.00000
24.472	26.503	27.399 -1000.00000	28.810	25.097	29.966 -1000.00000
24.472	27.908	28.353 -1000.00000	28.810	26.503	30.776 -1000.00000
24.472	29.313	29.342 -1000.00000	28.810	27.908	31.627 -1000.00000
24.472	30.718	30.365 -1000.00000	28.810	29.313	32.518 -1000.00000
24.472	32.123	31.417 -1000.00000	28.810	30.718	33.443 -1000.00000
24.472	33.528	32.495 -1000.00000	28.810	32.123	34.401 -1000.00000
24.472	34.933	33.598 -1000.00000	28.810	33.528	35.389 -1000.00000
24.472	36.339	34.723 -1000.00000	28.810	34.933	36.404 -1000.00000
24.472	37.744	35.868 -1000.00000	28.810	36.339	37.445 -1000.00000
24.472	39.149	37.030 -1000.00000	28.810	37.744	38.509 -1000.00000
24.472	40.554	38.209 -1000.00000	28.810	39.149	39.594 -1000.00000
25.918	11.046	22.091 -1000.00000	28.810	40.554	40.698 -1000.00000
25.918	12.451	22.309 -1000.00000	30.256	11.046	26.400 -1000.00000
25.918	13.856	22.613 -1000.00000	30.256	12.451	26.583 -1000.00000
25.918	15.261	22.999 -1000.00000	30.256	13.856	26.839 -1000.00000
25.918	16.667	23.463 -1000.00000	30.256	15.261	27.165 -1000.00000
25.918	18.072	24.001 -1000.00000	30.256	16.667	27.559 -1000.00000
25.918	19.477	24.607 -1000.00000	30.256	18.072	28.018 -1000.00000
25.918	20.882	25.277 -1000.00000	30.256	19.477	28.539 -1000.00000
25.918	22.287	26.005 -1000.00000	30.256	20.882	29.118 -1000.00000
25.918	23.692	26.787 -1000.00000	30.256	22.287	29.753 -1000.00000
25.918	25.097	27.619 -1000.00000	30.256	23.692	30.439 -1000.00000
25.918	26.503	28.496 -1000.00000	30.256	25.097	31.173 -1000.00000
25.918	27.908	29.414 -1000.00000	30.256	26.503	31.953 -1000.00000
25.918	29.313	30.369 -1000.00000	30.256	27.908	32.774 -1000.00000
25.918	30.718	31.358 -1000.00000	30.256	29.313	33.634 -1000.00000
25.918	32.123	32.378 -1000.00000	30.256	30.718	34.529 -1000.00000
25.918	33.528	33.425 -1000.00000	30.256	32.123	35.458 -1000.00000
25.918	34.933	34.498 -1000.00000	30.256	33.528	36.417 -1000.00000
25.918	36.339	35.595 -1000.00000	30.256	34.933	37.405 -1000.00000
25.918	37.744	36.712 -1000.00000	30.256	36.339	38.418 -1000.00000
25.918	39.149	37.849 -1000.00000	30.256	37.744	39.456 -1000.00000
25.918	40.554	39.003 -1000.00000	30.256	39.149	40.515 -1000.00000
27.364	11.046	23.526 -1000.00000	30.256	40.554	41.595 -1000.00000
27.364	12.451	23.731 -1000.00000	31.702	11.046	27.839 -1000.00000
27.364	13.856	24.018 -1000.00000	31.702	12.451	28.012 -1000.00000
27.364	15.261	24.381 -1000.00000	31.702	13.856	28.255 -1000.00000
27.364	16.667	24.820 -1000.00000	31.702	15.261	28.565 -1000.00000
27.364	18.072	25.328 -1000.00000	31.702	16.667	28.940 -1000.00000
27.364	19.477	25.903 -1000.00000	31.702	18.072	29.377 -1000.00000
27.364	20.882	26.540 -1000.00000	31.702	19.477	29.875 -1000.00000
27.364	22.287	27.235 -1000.00000	31.702	20.882	30.429 -1000.00000
27.364	23.692	27.983 -1000.00000	31.702	22.287	31.036 -1000.00000
27.364	25.097	28.780 -1000.00000	31.702	23.692	31.695 -1000.00000
27.364	26.503	29.622 -1000.00000	31.702	25.097	32.401 -1000.00000
27.364	27.908	30.506 -1000.00000	31.702	26.503	33.151 -1000.00000
27.364	29.313	31.428 -1000.00000	31.702	27.908	33.943 -1000.00000

MURO SOSTEGNO VIAB. PANORAMICA ASSE A DA  
PK 0+050 A PK 0+164 – RELAZIONE DI CALCOLO

*Codice documento*  
SS0511\_F0.docx

<i>Rev</i>	<i>Data</i>
F0	20/06/2011

31.702	29.313	34.774 -1000.00000	33.148	34.933	39.488 -1000.00000
31.702	30.718	35.641 -1000.00000	33.148	36.339	40.450 -1000.00000
31.702	32.123	36.542 -1000.00000	33.148	37.744	41.436 -1000.00000
31.702	33.528	37.473 -1000.00000	33.148	39.149	42.447 -1000.00000
31.702	34.933	38.434 -1000.00000	33.148	40.554	43.479 -1000.00000
31.702	36.339	39.421 -1000.00000	34.594	11.046	30.718 -1000.00000
31.702	37.744	40.432 -1000.00000	34.594	12.451	30.875 -1000.00000
31.702	39.149	41.467 -1000.00000	34.594	13.856	31.096 -1000.00000
31.702	40.554	42.523 -1000.00000	34.594	15.261	31.378 -1000.00000
33.148	11.046	29.278 -1000.00000	34.594	16.667	31.719 -1000.00000
33.148	12.451	29.443 -1000.00000	34.594	18.072	32.119 -1000.00000
33.148	13.856	29.674 -1000.00000	34.594	19.477	32.574 -1000.00000
33.148	15.261	29.970 -1000.00000	34.594	20.882	33.083 -1000.00000
33.148	16.667	30.327 -1000.00000	34.594	22.287	33.643 -1000.00000
33.148	18.072	30.745 -1000.00000	34.594	23.692	34.251 -1000.00000
33.148	19.477	31.220 -1000.00000	34.594	25.097	34.905 -1000.00000
33.148	20.882	31.751 -1000.00000	34.594	26.503	35.603 -1000.00000
33.148	22.287	32.333 -1000.00000	34.594	27.908	36.342 -1000.00000
33.148	23.692	32.966 -1000.00000	34.594	29.313	37.119 -1000.00000
33.148	25.097	33.645 -1000.00000	34.594	30.718	37.933 -1000.00000
33.148	26.503	34.369 -1000.00000	34.594	32.123	38.780 -1000.00000
33.148	27.908	35.133 -1000.00000	34.594	33.528	39.659 -1000.00000
33.148	29.313	35.937 -1000.00000	34.594	34.933	40.568 -1000.00000
33.148	30.718	36.776 -1000.00000	34.594	36.339	41.504 -1000.00000
33.148	32.123	37.650 -1000.00000	34.594	37.744	42.466 -1000.00000
33.148	33.528	38.554 -1000.00000	34.594	39.149	43.452 -1000.00000
34.594	40.554	44.461 -1000.00000			

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>MURO SOSTEGNO VIAB. PANORAMICA ASSE A DA  PK 0+050 A PK 0+164 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>	<i>Codice documento</i> SS0511_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### 11.3 Input SLIDE rel. 05– Analisi in fase sismica

#### Slide Analysis Information

##### Document Name

File Name: Muro sostegno viab. Panoramica asse A-sismica.sli

##### Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program  
Failure Direction: Left to Right  
Units of Measurement: SI Units  
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m<sup>3</sup>  
Groundwater Method: Water Surfaces  
Data Output: Standard  
Calculate Excess Pore Pressure: Off  
Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off  
Random Numbers: Pseudo-random Seed  
Random Number Seed: 10116  
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

##### Analysis Methods

Analysis Methods used:  
Bishop simplified  
Janbu simplified  
Ordinary/Fellenius  
Spencer

Number of slices: 25  
Tolerance: 0.005  
Maximum number of iterations: 50

##### Surface Options

Surface Type: Circular  
Search Method: Grid Search  
Radius increment: 10  
Composite Surfaces: Disabled  
Reverse Curvature: Create Tension Crack  
Minimum Elevation: Not Defined  
Minimum Depth: Not Defined

##### Loading

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.134  
Seismic Load Coefficient (Vertical): -0.067  
1 Distributed Load present:  
Distributed Load Constant Distribution, Orientation: Normal  
to boundary, Magnitude: 10 kN/m<sup>2</sup>

##### Material Properties

Material: sabbEghiME  
Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 19 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 4 kPa  
Friction Angle: 32 degrees  
Water Surface: None

##### Material: DepCostieri

Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 0 kPa  
Friction Angle: 30.8 degrees  
Water Surface: None

##### Material: rilevato

Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 0 kPa  
Friction Angle: 32 degrees  
Water Surface: None

##### Material: c.a.

Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 25 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 50 kPa  
Friction Angle: 40 degrees  
Water Surface: None

##### List of All Coordinates

##### Material Boundary

5.450	13.393
4.765	8.893
4.000	8.893
4.000	8.293
6.500	8.293
6.500	8.893

##### Material Boundary

-24.200	4.893
35.800	4.893

##### Material Boundary

-24.200	8.893
4.000	8.893

##### External Boundary

5.800	8.893
5.800	13.393
5.450	13.393
4.010	13.393
-4.010	13.393
-7.213	13.393
-24.200	13.393
-24.200	8.893
-24.200	4.893
-24.200	-11.107
35.800	-11.107
35.800	4.893
35.800	8.893
6.500	8.893

##### Focus/Block Search Line

4.000	-11.107
4.000	8.293

##### Search Grid

7.121	11.046
34.594	11.046
34.594	40.554

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>MURO SOSTEGNO VIAB. PANORAMICA ASSE A DA          PK 0+050 A PK 0+164 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>	<i>Codice documento</i> SS0511_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

7.121            40.554

Distributed Load

5.450            13.393  
 4.010            13.393  
 -4.010           13.393

## 11.4            Output SLIDE rel. 05– Analisi in fase sismica

Raw Data for Minimum Circle Results							
Center_x	Center_y	Radius	Factor_of_Safety				
7.121	11.046	4.162	1.60210	10.013	23.692	16.532	1.40931
7.121	12.451	5.199	1.34639	10.013	25.097	17.848	1.41982
7.121	13.856	6.379	1.24952	10.013	26.503	19.177	1.43527
7.121	15.261	7.636	1.22435	10.013	27.908	20.516	1.45857
7.121	16.667	8.937	1.23752	10.013	29.313	21.863	1.48189
7.121	18.072	10.265	1.26415	10.013	30.718	23.217	1.50651
7.121	19.477	11.611	1.29638	10.013	32.123	24.577	1.53110
7.121	20.882	12.970	1.33349	10.013	33.528	25.942	1.55544
7.121	22.287	14.338	1.37179	10.013	34.933	27.311	1.57957
7.121	23.692	15.713	1.41810	10.013	36.339	28.683	1.60413
7.121	25.097	17.092	1.46012	10.013	37.744	30.059	1.62728
7.121	26.503	18.475	1.49984	10.013	39.149	31.437	1.64990
7.121	27.908	19.862	1.53727	10.013	40.554	32.817	1.67200
7.121	29.313	21.251	1.57321	11.459	11.046	7.951	4.03720
7.121	30.718	22.641	1.60621	11.459	12.451	8.540	3.20051
7.121	32.123	24.034	1.63792	11.459	13.856	9.305	2.55898
7.121	33.528	25.428	1.66803	11.459	15.261	10.208	2.11181
7.121	34.933	26.823	1.69833	11.459	16.667	11.214	1.90031
7.121	36.339	28.219	1.72580	11.459	18.072	12.299	1.76119
7.121	37.744	29.616	1.75125	11.459	19.477	13.443	1.67023
7.121	39.149	31.014	1.77710	11.459	20.882	14.633	1.61181
7.121	40.554	32.412	1.80112	11.459	22.287	15.858	1.57539
8.567	11.046	5.333	2.17109	11.459	23.692	17.111	1.55047
8.567	12.451	6.177	1.69156	11.459	25.097	18.386	1.54033
8.567	13.856	7.198	1.45944	11.459	26.503	19.678	1.53603
8.567	15.261	8.332	1.46483	11.459	27.908	20.985	1.53672
8.567	16.667	9.538	1.29706	11.459	29.313	22.304	1.54407
8.567	18.072	10.793	1.28618	11.459	30.718	23.633	1.55726
8.567	19.477	12.081	1.29302	11.459	32.123	24.970	1.57194
8.567	20.882	13.392	1.31075	11.459	33.528	26.315	1.58777
8.567	22.287	14.721	1.33369	11.459	34.933	27.665	1.60431
8.567	23.692	16.063	1.35996	11.459	36.339	29.021	1.62190
8.567	25.097	17.414	1.39163	11.459	37.744	30.381	1.63922
8.567	26.503	18.774	1.42609	11.459	39.149	31.745	1.65668
8.567	27.908	20.140	1.45899	11.459	40.554	33.112	1.67418
8.567	29.313	21.511	1.49158	12.905	11.046	10.584	4.87681
8.567	30.718	22.886	1.52414	12.905	12.451	9.828	4.02585
8.567	32.123	24.264	1.55433	12.905	13.856	10.500	3.29094
8.567	33.528	25.646	1.58481	12.905	15.261	11.307	2.80267
8.567	34.933	27.029	1.61222	12.905	16.667	12.224	2.45124
8.567	36.339	28.415	1.64004	12.905	18.072	13.226	2.17850
8.567	37.744	29.803	1.66577	12.905	19.477	14.296	2.00184
8.567	39.149	31.192	1.69105	12.905	20.882	15.420	1.89762
8.567	40.554	32.583	1.71521	12.905	22.287	16.587	1.82376
10.013	11.046	6.613	3.06848	12.905	23.692	17.789	1.77110
10.013	12.451	7.311	2.27941	12.905	25.097	19.018	1.73266
10.013	13.856	8.192	1.88513	12.905	26.503	20.271	1.70446
10.013	15.261	9.204	1.65945	12.905	27.908	21.542	1.68747
10.013	16.667	10.309	1.53386	12.905	29.313	22.829	1.67553
10.013	18.072	11.480	1.46344	12.905	30.718	24.129	1.66879
10.013	19.477	12.698	1.42492	12.905	32.123	25.440	1.66735
10.013	20.882	13.952	1.40874	12.905	33.528	26.761	1.67252
10.013	22.287	15.232	1.40455	12.905	34.933	28.090	1.68161
				12.905	36.339	29.426	1.68742
				12.905	37.744	30.768	1.69682
				12.905	39.149	32.115	1.71000

**MURO SOSTEGNO VIAB. PANORAMICA ASSE A DA  
PK 0+050 A PK 0+164 – RELAZIONE DI CALCOLO**

*Codice documento*

SS0511\_F0.docx

*Rev*

F0

*Data*

20/06/2011

12.905	40.554	33.468	1.72107	17.243	39.149	33.578	2.09964
14.351	11.046	10.711	5.83289	17.243	40.554	34.873	2.08584
14.351	12.451	12.123	4.74069	18.689	11.046	14.944	-112.00000
14.351	13.856	11.751	4.07630	18.689	12.451	16.782	6.47352
14.351	15.261	12.478	3.44652	18.689	13.856	17.174	5.77041
14.351	16.667	13.314	3.04869	18.689	15.261	17.664	5.17197
14.351	18.072	14.240	2.74256	18.689	16.667	18.243	4.70532
14.351	19.477	15.239	2.51612	18.689	18.072	18.402	4.31217
14.351	20.882	16.298	2.33277	18.689	19.477	18.698	3.96120
14.351	22.287	17.406	2.13476	18.689	20.882	19.345	3.69611
14.351	23.692	18.555	2.04961	18.689	22.287	20.390	3.47268
14.351	25.097	19.737	1.98405	18.689	23.692	21.282	3.28847
14.351	26.503	20.946	1.93269	18.689	25.097	22.319	3.13071
14.351	27.908	22.179	1.89321	18.689	26.503	23.396	2.99603
14.351	29.313	23.430	1.86266	18.689	27.908	24.505	2.88657
14.351	30.718	24.699	1.83932	18.689	29.313	25.644	2.78996
14.351	32.123	25.981	1.82180	18.689	30.718	26.808	2.70359
14.351	33.528	27.276	1.80967	18.689	32.123	27.994	2.62580
14.351	34.933	28.581	1.80528	18.689	33.528	29.199	2.55381
14.351	36.339	29.895	1.80351	18.689	34.933	30.422	2.49139
14.351	37.744	31.217	1.80376	18.689	36.339	31.660	2.42600
14.351	39.149	32.546	1.80605	18.689	37.744	32.911	2.35666
14.351	40.554	33.881	1.80945	18.689	39.149	34.174	2.28512
15.797	11.046	12.114	-112.00000	18.689	40.554	35.448	2.26023
15.797	12.451	14.600	5.34768	20.135	11.046	16.368	-1000.00000
15.797	13.856	14.400	4.69782	20.135	12.451	16.662	-1000.00000
15.797	15.261	14.357	4.12910	20.135	13.856	17.067	-1000.00000
15.797	16.667	14.467	3.62579	20.135	15.261	17.575	-1000.00000
15.797	18.072	15.323	3.27721	20.135	16.667	18.178	-1000.00000
15.797	19.477	16.256	3.01445	20.135	18.072	18.867	-1000.00000
15.797	20.882	17.253	2.79318	20.135	19.477	19.632	-1000.00000
15.797	22.287	18.303	2.62678	20.135	20.882	20.465	-1000.00000
15.797	23.692	19.399	2.48843	20.135	22.287	21.358	-1000.00000
15.797	25.097	20.532	2.36507	20.135	23.692	22.304	-1000.00000
15.797	26.503	21.697	2.24703	20.135	25.097	23.296	-1000.00000
15.797	27.908	22.889	2.13922	20.135	26.503	24.329	-1000.00000
15.797	29.313	24.104	2.09105	20.135	27.908	25.398	-1000.00000
15.797	30.718	25.339	2.05091	20.135	29.313	26.499	-1000.00000
15.797	32.123	26.590	2.01737	20.135	30.718	27.626	-1000.00000
15.797	33.528	27.857	1.99112	20.135	32.123	28.779	-1000.00000
15.797	34.933	29.136	1.96989	20.135	33.528	29.953	-1000.00000
15.797	36.339	30.426	1.95504	20.135	34.933	31.146	-1000.00000
15.797	37.744	31.726	1.94559	20.135	36.339	32.356	-1000.00000
15.797	39.149	33.034	1.93859	20.135	37.744	33.581	-1000.00000
15.797	40.554	34.350	1.93351	20.135	39.149	34.820	-1000.00000
17.243	11.046	13.526	-112.00000	20.135	40.554	36.071	-1000.00000
17.243	12.451	17.279	5.86508	21.580	11.046	17.795	-1000.00000
17.243	13.856	16.431	5.23708	21.580	12.451	18.066	-1000.00000
17.243	15.261	16.162	4.68180	21.580	13.856	18.440	-1000.00000
17.243	16.667	16.435	4.21872	21.580	15.261	18.911	-1000.00000
17.243	18.072	16.462	3.80009	21.580	16.667	19.473	-1000.00000
17.243	19.477	17.334	3.49310	21.580	18.072	20.117	-1000.00000
17.243	20.882	18.272	3.25096	21.580	19.477	20.836	-1000.00000
17.243	22.287	19.267	3.05267	21.580	20.882	21.623	-1000.00000
17.243	23.692	20.310	2.89202	21.580	22.287	22.470	-1000.00000
17.243	25.097	21.395	2.75660	21.580	23.692	23.371	-1000.00000
17.243	26.503	22.516	2.63764	21.580	25.097	24.320	-1000.00000
17.243	27.908	23.667	2.53913	21.580	26.503	25.312	-1000.00000
17.243	29.313	24.844	2.45134	21.580	27.908	26.341	-1000.00000
17.243	30.718	26.043	2.36743	21.580	29.313	27.403	-1000.00000
17.243	32.123	27.263	2.27057	21.580	30.718	28.495	-1000.00000
17.243	33.528	28.499	2.20161	21.580	32.123	29.614	-1000.00000
17.243	34.933	29.751	2.16818	21.580	33.528	30.756	-1000.00000
17.243	36.339	31.015	2.14043	21.580	34.933	31.919	-1000.00000
17.243	37.744	32.291	2.11490	21.580	36.339	33.101	-1000.00000

**MURO SOSTEGNO VIAB. PANORAMICA ASSE A DA  
PK 0+050 A PK 0+164 – RELAZIONE DI CALCOLO**

*Codice documento*

SS0511\_F0.docx

*Rev*

F0

*Data*

20/06/2011

21.580	37.744	34.299 -1000.00000	25.918	36.339	35.595 -1000.00000
21.580	39.149	35.513 -1000.00000	25.918	37.744	36.712 -1000.00000
21.580	40.554	36.741 -1000.00000	25.918	39.149	37.849 -1000.00000
23.026	11.046	19.225 -1000.00000	25.918	40.554	39.003 -1000.00000
23.026	12.451	19.476 -1000.00000	27.364	11.046	23.526 -1000.00000
23.026	13.856	19.823 -1000.00000	27.364	12.451	23.731 -1000.00000
23.026	15.261	20.262 -1000.00000	27.364	13.856	24.018 -1000.00000
23.026	16.667	20.788 -1000.00000	27.364	15.261	24.381 -1000.00000
23.026	18.072	21.392 -1000.00000	27.364	16.667	24.820 -1000.00000
23.026	19.477	22.070 -1000.00000	27.364	18.072	25.328 -1000.00000
23.026	20.882	22.814 -1000.00000	27.364	19.477	25.903 -1000.00000
23.026	22.287	23.619 -1000.00000	27.364	20.882	26.540 -1000.00000
23.026	23.692	24.478 -1000.00000	27.364	22.287	27.235 -1000.00000
23.026	25.097	25.385 -1000.00000	27.364	23.692	27.983 -1000.00000
23.026	26.503	26.336 -1000.00000	27.364	25.097	28.780 -1000.00000
23.026	27.908	27.327 -1000.00000	27.364	26.503	29.622 -1000.00000
23.026	29.313	28.352 -1000.00000	27.364	27.908	30.506 -1000.00000
23.026	30.718	29.409 -1000.00000	27.364	29.313	31.428 -1000.00000
23.026	32.123	30.494 -1000.00000	27.364	30.718	32.385 -1000.00000
23.026	33.528	31.604 -1000.00000	27.364	32.123	33.373 -1000.00000
23.026	34.933	32.737 -1000.00000	27.364	33.528	34.391 -1000.00000
23.026	36.339	33.891 -1000.00000	27.364	34.933	35.435 -1000.00000
23.026	37.744	35.062 -1000.00000	27.364	36.339	36.503 -1000.00000
23.026	39.149	36.251 -1000.00000	27.364	37.744	37.593 -1000.00000
23.026	40.554	37.454 -1000.00000	27.364	39.149	38.704 -1000.00000
24.472	11.046	20.657 -1000.00000	27.364	40.554	39.833 -1000.00000
24.472	12.451	20.890 -1000.00000	28.810	11.046	24.963 -1000.00000
24.472	13.856	21.215 -1000.00000	28.810	12.451	25.156 -1000.00000
24.472	15.261	21.626 -1000.00000	28.810	13.856	25.426 -1000.00000
24.472	16.667	22.119 -1000.00000	28.810	15.261	25.770 -1000.00000
24.472	18.072	22.688 -1000.00000	28.810	16.667	26.185 -1000.00000
24.472	19.477	23.328 -1000.00000	28.810	18.072	26.668 -1000.00000
24.472	20.882	24.033 -1000.00000	28.810	19.477	27.215 -1000.00000
24.472	22.287	24.798 -1000.00000	28.810	20.882	27.822 -1000.00000
24.472	23.692	25.618 -1000.00000	28.810	22.287	28.485 -1000.00000
24.472	25.097	26.486 -1000.00000	28.810	23.692	29.201 -1000.00000
24.472	26.503	27.399 -1000.00000	28.810	25.097	29.966 -1000.00000
24.472	27.908	28.353 -1000.00000	28.810	26.503	30.776 -1000.00000
24.472	29.313	29.342 -1000.00000	28.810	27.908	31.627 -1000.00000
24.472	30.718	30.365 -1000.00000	28.810	29.313	32.518 -1000.00000
24.472	32.123	31.417 -1000.00000	28.810	30.718	33.443 -1000.00000
24.472	33.528	32.495 -1000.00000	28.810	32.123	34.401 -1000.00000
24.472	34.933	33.598 -1000.00000	28.810	33.528	35.389 -1000.00000
24.472	36.339	34.723 -1000.00000	28.810	34.933	36.404 -1000.00000
24.472	37.744	35.868 -1000.00000	28.810	36.339	37.445 -1000.00000
24.472	39.149	37.030 -1000.00000	28.810	37.744	38.509 -1000.00000
24.472	40.554	38.209 -1000.00000	28.810	39.149	39.594 -1000.00000
25.918	11.046	22.091 -1000.00000	28.810	40.554	40.698 -1000.00000
25.918	12.451	22.309 -1000.00000	30.256	11.046	26.400 -1000.00000
25.918	13.856	22.613 -1000.00000	30.256	12.451	26.583 -1000.00000
25.918	15.261	22.999 -1000.00000	30.256	13.856	26.839 -1000.00000
25.918	16.667	23.463 -1000.00000	30.256	15.261	27.165 -1000.00000
25.918	18.072	24.001 -1000.00000	30.256	16.667	27.559 -1000.00000
25.918	19.477	24.607 -1000.00000	30.256	18.072	28.018 -1000.00000
25.918	20.882	25.277 -1000.00000	30.256	19.477	28.539 -1000.00000
25.918	22.287	26.005 -1000.00000	30.256	20.882	29.118 -1000.00000
25.918	23.692	26.787 -1000.00000	30.256	22.287	29.753 -1000.00000
25.918	25.097	27.619 -1000.00000	30.256	23.692	30.439 -1000.00000
25.918	26.503	28.496 -1000.00000	30.256	25.097	31.173 -1000.00000
25.918	27.908	29.414 -1000.00000	30.256	26.503	31.953 -1000.00000
25.918	29.313	30.369 -1000.00000	30.256	27.908	32.774 -1000.00000
25.918	30.718	31.358 -1000.00000	30.256	29.313	33.634 -1000.00000
25.918	32.123	32.378 -1000.00000	30.256	30.718	34.529 -1000.00000
25.918	33.528	33.425 -1000.00000	30.256	32.123	35.458 -1000.00000
25.918	34.933	34.498 -1000.00000	30.256	33.528	36.417 -1000.00000

MURO SOSTEGNO VIAB. PANORAMICA ASSE A DA  
PK 0+050 A PK 0+164 – RELAZIONE DI CALCOLO

*Codice documento*

SS0511\_F0.docx

*Rev*

F0

*Data*

20/06/2011

30.256	34.933	37.405 -1000.00000	33.148	23.692	32.966 -1000.00000
30.256	36.339	38.418 -1000.00000	33.148	25.097	33.645 -1000.00000
30.256	37.744	39.456 -1000.00000	33.148	26.503	34.369 -1000.00000
30.256	39.149	40.515 -1000.00000	33.148	27.908	35.133 -1000.00000
30.256	40.554	41.595 -1000.00000	33.148	29.313	35.937 -1000.00000
31.702	11.046	27.839 -1000.00000	33.148	30.718	36.776 -1000.00000
31.702	12.451	28.012 -1000.00000	33.148	32.123	37.650 -1000.00000
31.702	13.856	28.255 -1000.00000	33.148	33.528	38.554 -1000.00000
31.702	15.261	28.565 -1000.00000	33.148	34.933	39.488 -1000.00000
31.702	16.667	28.940 -1000.00000	33.148	36.339	40.450 -1000.00000
31.702	18.072	29.377 -1000.00000	33.148	37.744	41.436 -1000.00000
31.702	19.477	29.875 -1000.00000	33.148	39.149	42.447 -1000.00000
31.702	20.882	30.429 -1000.00000	33.148	40.554	43.479 -1000.00000
31.702	22.287	31.036 -1000.00000	34.594	11.046	30.718 -1000.00000
31.702	23.692	31.695 -1000.00000	34.594	12.451	30.875 -1000.00000
31.702	25.097	32.401 -1000.00000	34.594	13.856	31.096 -1000.00000
31.702	26.503	33.151 -1000.00000	34.594	15.261	31.378 -1000.00000
31.702	27.908	33.943 -1000.00000	34.594	16.667	31.719 -1000.00000
31.702	29.313	34.774 -1000.00000	34.594	18.072	32.119 -1000.00000
31.702	30.718	35.641 -1000.00000	34.594	19.477	32.574 -1000.00000
31.702	32.123	36.542 -1000.00000	34.594	20.882	33.083 -1000.00000
31.702	33.528	37.473 -1000.00000	34.594	22.287	33.643 -1000.00000
31.702	34.933	38.434 -1000.00000	34.594	23.692	34.251 -1000.00000
31.702	36.339	39.421 -1000.00000	34.594	25.097	34.905 -1000.00000
31.702	37.744	40.432 -1000.00000	34.594	26.503	35.603 -1000.00000
31.702	39.149	41.467 -1000.00000	34.594	27.908	36.342 -1000.00000
31.702	40.554	42.523 -1000.00000	34.594	29.313	37.119 -1000.00000
33.148	11.046	29.278 -1000.00000	34.594	30.718	37.933 -1000.00000
33.148	12.451	29.443 -1000.00000	34.594	32.123	38.780 -1000.00000
33.148	13.856	29.674 -1000.00000	34.594	33.528	39.659 -1000.00000
33.148	15.261	29.970 -1000.00000	34.594	34.933	40.568 -1000.00000
33.148	16.667	30.327 -1000.00000	34.594	36.339	41.504 -1000.00000
33.148	18.072	30.745 -1000.00000	34.594	37.744	42.466 -1000.00000
33.148	19.477	31.220 -1000.00000	34.594	39.149	43.452 -1000.00000
33.148	20.882	31.751 -1000.00000	34.594	40.554	44.461 -1000.00000
33.148	22.287	32.333 -1000.00000			