



# 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>
--	--	---	--

<p><i>Unità Funzionale</i></p> <p><i>Tipo di sistema</i></p> <p><i>Raggruppamento di opere/attività</i></p> <p><i>Opera - tratto d'opera - parte d'opera</i></p> <p><i>Titolo del documento</i></p>	<p>COLLEGAMENTI SICILIA</p> <p>INFRASTRUTTURE STRADALI OPERE CIVILI</p> <p>ELEMENTI DI CARATTERE GENERALE</p> <p>GENERALE</p> <p>MURO SOSTEGNO CARR. ME IN SX DA PK 0+726 A PK 0+961</p> <p>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</p>	<p>SS0485_F0</p>
---	--	------------------

CODICE	C G 0 7 0 0 P C L D S S C 0 0 G 0 0 0 0 0 0 1 1 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 CARR. ME IN SX DA PK 0+726 A  PK 0+961 - RELAZIONE DI CALCOLO</b>	<i>Codice documento</i> SS0485_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## INDICE

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 .....	17
6.2.1	Coefficienti di spinta in fase statica .....	17
6.2.2	Coefficienti di spinta in fase sismica .....	17
7	CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITÀ .....	18
8	FASI COSTRUTTIVE.....	22
9	ANALISI MURI DI SOSTEGNO PREFABBRICATI .....	22
9.1	Classificazione delle azioni.....	22
9.2	Combinazioni delle azioni.....	23
9.3	Caratteristiche geometriche del muro .....	25
9.4	Verifiche di stabilità e verifiche strutturali – SLU .....	25
9.4.1	Verifica a capacità portante .....	25
9.5	Verifiche S.L.E.....	27
9.5.1	Verifica a fessurazione .....	27
9.5.2	Verifica delle tensioni di esercizio .....	27
9.6	Verifiche pannello prefabbricato .....	29
9.6.1	Verifica a flessione nel piano verticale .....	29
9.6.2	Verifica a flessione nel piano orizzontale .....	29
9.6.3	Verifica a taglio .....	30

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO CARR. ME IN SX DA PK 0+726 A PK 0+961 - RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0485_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

9.7	Soletta di fondazione .....	31
9.7.1	Verifica a flessione.....	31
9.8	Verifiche .....	32
10	ANALISI DI STABILITA' .....	39
11	TABULATI DI CALCOLO.....	43
11.1	Input SLIDE rel. 05– Analisi in fase statica .....	43
11.2	Output SLIDE rel. 05– Analisi in fase statica.....	44
11.3	Input SLIDE rel. 05– Analisi in fase sismica.....	48
11.4	Output SLIDE rel. 05– Analisi in fase statica.....	49

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
MURO SOSTEGNO CARR. ME IN SX DA PK 0+726 A PK 0+961 - RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0485_F0.doc	<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 della carreggiata autostradale in direzione Messina, ubicato tra le progressive 726.29km e 960.83km in affiancamento alla linea ferroviaria avente quota piano ferro inferiore.

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 9m. 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 infiltrazione.

Nell'area in esame i terreni di fondazione sono costituiti principalmente dalla formazione delle sabbie e ghiaie di Messina.

Nella presente relazione sono riportati il dimensionamento e le verifiche dell'opera in oggetto, con particolare riferimento ai capitoli relativi ai muri prefabbricati.

## 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.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO CARR. ME IN SX DA PK 0+726 A PK 0+961 - RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0485_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

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

## 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>	
MURO SOSTEGNO CARR. ME IN SX DA PK 0+726 A PK 0+961 - RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0485_F0.doc	<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 CARR. ME IN SX DA PK 0+726 A PK 0+961 - RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0485_F0.doc	<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 cilind.	$f_{ck} = -$	$= 35.00$	$N/mm^2$
Resistenza media a compressione cilind.	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	$= 43.00$	$N/mm^2$
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>	
MURO SOSTEGNO CARR. ME IN SX DA PK 0+726 A PK 0+961 - RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0485_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 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 CARR. ME IN SX DA PK 0+726 A PK 0+961 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0485_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 5 CARATTERISTICHE DI CALCOLO

### 5.1 Metodologia di calcolo

Il dimensionamento del muro 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 CARR. ME IN SX DA PK 0+726 A PK 0+961 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0485_F0.doc	<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 CARR. ME IN SX DA PK 0+726 A PK 0+961 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0485_F0.doc	<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.

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.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>MURO SOSTEGNO CARR. ME IN SX DA PK 0+726 A          PK 0+961 - RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> SS0485_F0.doc	<table border="1"> <tr> <td><i>Rev</i></td> <td><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						

		Note		
<b>Spinte terre</b>	$\alpha$ (°)	2/3 $\alpha$	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 caratteristico	
<b>Falda:</b>	non interferente			
<b>fase sismica</b>	Sito Latitudine e Longitudine	38.268 15.627		
	Tipo Suolo	C		
	VN (anni)	100		
	cu (-)	2		
	S.L.D.	ag/g	0.158	
		$F_0$	2.371	
		$T_c$ (s)	0.341	
		$S_S$	1.475	
	S.L.V.	ag/g	0.407	
		$F_0$	2.492	
		$T_c$ (s)	0.422	
		$S_S$	1.092	
	$S_r$	1		
$\alpha$ (-) SLV / SLD	0.24 (SLD) - 0.35 (SLV)		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 ÷ 9	Altezze dei pannelli prefabbricati	

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
MURO SOSTEGNO CARR. ME IN SX DA PK 0+726 A PK 0+961 - RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0485_F0.doc	<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. CG0800PRGDSCBC8G000000001C)
- "Profili geotecnici" (cod. CG0800PFZDCSBC8ST000000001C, 02C, 03C, 04C, 05C, 06C, 07C, 08C, 09C, 10C, 11C, 12C, 13B, 14A, 15A).

### 6.1 Stratigrafia di progetto

La **litologia** prevalente che interagisce con le opere in esame è costituita dalla formazione delle Sabbie e Ghiaie di Messina.

I materiali in oggetto sono granulometricamente descritti 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.

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

Codice	Titolo del documento
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- 12-13-14-15-25-26-27-28	Profilo geologico-geotecnico Tracciato stradale - Direzione Messina

Data l'esiguità delle prove (S408 e VPSPT508), si è scelto di tenere conto anche delle prove effettuate nei sondaggi utilizzati per caratterizzare la zona dell'ancoraggio della tratta stradale e ferroviaria da 0 ad 1+0 km.

I **sondaggi di riferimento** per la presente tratta sono S9 (campagna del 1984), S13 (campagna

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO CARR. ME IN SX DA PK 0+726 A PK 0+961 - RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0485_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

del 1987), AS-BH4, SPT8-AS, DMT1-AS, DMT2-AS (campagna del 1988), S102pz, S103pz e S104pz (campagna del 1992), SPPS00 e SPPS09 (campagna del 2002), S407,S408,S408bis, S409, S409bis, S411, ASLPT2508, ASCH1501, ASLPT3503, ASLPT3506, ASCH1504 (campagna del 2010).

- 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).

In questa tratta la formazione si presenta, dalle prove SPT analizzate, in egual misura composta da sabbie e ghiaie con densità relative che sembrerebbero diminuire con la profondità mostrando uno stato di addensamento medio. Con riferimento al fuso medio (155 prove granulometriche) si ha che:  $d_{50}=2.2\text{mm}$ ,  $d_{60}=4\text{mm}$  e  $d_{10}=0.03\text{mm}$ . Le percentuali medie di ghiaia, sabbia e limo sono rispettivamente di 51%, 36%, 11%.

- **Dr:** I valori di  $N_{spt}$  sono stati corretti con il fattore correttivo  $C_{sg}=0.55$  corrispondente al  $d_{50}=2.2\text{mm}$
- **$e_o$ :** a partire dal  $d_{50}$  stimato si ottiene di  $e_{max}-e_{min}$  pari a 0.26, non dissimile dai valori reperibili in letteratura ( $0.17 < e_{max}-e_{min} < 0.29$ ) Stimando per  $e_{max}$  un valore pari a 0.7 a partire dai valori di  $Dr$  è stato possibile determinare i valori di  $e_o$  in sito.
- **$\gamma_d$ :** in base a tali valori di  $e_o$  e da  $\gamma_s$  si può stimare  $\gamma_{d,} = 18-20\text{KN/m}^3$
- **$K_0$ :** si considera la relazione di Mesri (1989) per tenere conto degli effetti di “aging”.

I primi 20 m sembrerebbero maggiormente addensati soprattutto nella porzione sabbio-ghiaiosa, probabilmente a causa dell’influenza del grado di sovraconsolidazione che ha caratterizzato alcune zone erose e/o del debole grado di cementazione. Per i parametri di resistenza si ha:

<b>z(m)</b>	<b>Dr(%) sabbie e ghiaie</b>	<b><math>\phi'_p</math> (pff=0-272KPa) (°)</b>	<b><math>\phi'_{cv}</math> (°)</b>	<b><math>K_0</math></b>
-------------	----------------------------------	--	------------------------------------	-------------------------

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO CARR. ME IN SX DA PK 0+726 A PK 0+961 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0485_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

0-20	40-70	38-42	33-35	0.45-0.5
>20	35-60	37-39	33-35	0.45-0.5

Come parametri operativi per l'angolo d'attrito si utilizzerà  $\phi' = 38$ .

I parametri di deformabilità ricavabili dall'interpretazione delle prove sismiche in foro presentano una grande dispersione anche nell'ambito del medesimo contesto (da 300m/s ad oltre 800m/s). Valori generalmente crescenti con la profondità si sono registrati nelle sismiche in foro ASCH1504 e ASCH1501 che comunque hanno evidenziato valori localmente molto variabili, non sempre correlabili, in base ai dati ricavabili dalle colonne stratigrafiche, con la variazione granulometrica; ad esempio nei primi 15m÷20m le Vs appaiono maggiori di quelle misurate fino a 30-35m di profondità, e risultano mediamente pari a circa 400m/s, in analogia a quanto rilevabile dai maggiori valori di densità relativa. La variabilità locale rende una correlazione delle Vs sismiche con quelle ricavate dalle correlazioni di prove SPT alquanto difficoltosa; si ottiene comunque una buona correlazione con i valori medi o minimi delle Vs sismiche (tranne che nel caso della sismica ASCH1504) per profondità tra 20 e 50m. Una stima dei moduli, considerando anche l'esito delle prove sismiche è riportata in tabella.

<b>z(m)</b>	<b>G<sub>0</sub>(MPa)</b>	<b>E<sub>0</sub>(MPa)</b>	<b>E'(MPa)</b>
<b>0-20</b>	200-400	480-960	65-128
<b>20-50</b>	$G_0 = 25 z^{0.64}$	$E_0 = 60 z^{0.64}$	$9 z^{0.64}$

Data l'esiguità di 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** (VPSPT508), nonostante il sondaggio S408 ( $V_{S30}$ ) indichi una categoria B.

<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



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO CARR. ME IN SX DA PK 0+726 A PK 0+961 - RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0485_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Sabbie e ghiaie di Messina	-	19	38	0
<b>Falda</b>	Non interferente con le opere			

## 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:

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

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 –

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
MURO SOSTEGNO CARR. ME IN SX DA PK 0+726 A PK 0+961 - RELAZIONE DI CALCOLO	Codice documento SS0485_F0.doc	Rev F0	Data 20/06/2011

Okabe:

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

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	$\phi$ [°]	$k_{a,sism}$
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>	
MURO SOSTEGNO CARR. ME IN SX DA PK 0+726 A PK 0+961 - RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0485_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

valori di  $a_g$  da utilizzare nella progettazione:

Lat. | 38° 16' 4.17" N  
 Long. | 15° 37' 37.79" E

$a_{g-SLV}$  | 0.407  
 $a_{g-SLD}$  | 0.158



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 ( $V_{s30}$  variabile da 100 a 400 m/s secondo quanto evidenziato dalle indagini richiamate nel precedente capitolo), mentre la categoria topografica è T1 in quanto il rilievo considerato ha altezza inferiore a 30m; si ottengono quindi questi valori di  $a_{max}$ :

$S_{S-SLV}$  | 1.092  
 $S_{S-SLD}$  | 1.475  
 $S_T$  | 1  
 $a_{max-SLV}$  |  $a_{g-SLV} \cdot S_S \cdot S_T = 0.444$   
 $a_{max-SLD}$  |  $a_{g-SLD} \cdot S_S \cdot S_T = 0.233$

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 CARR. ME IN SX DA PK 0+726 A PK 0+961 - RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0485_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

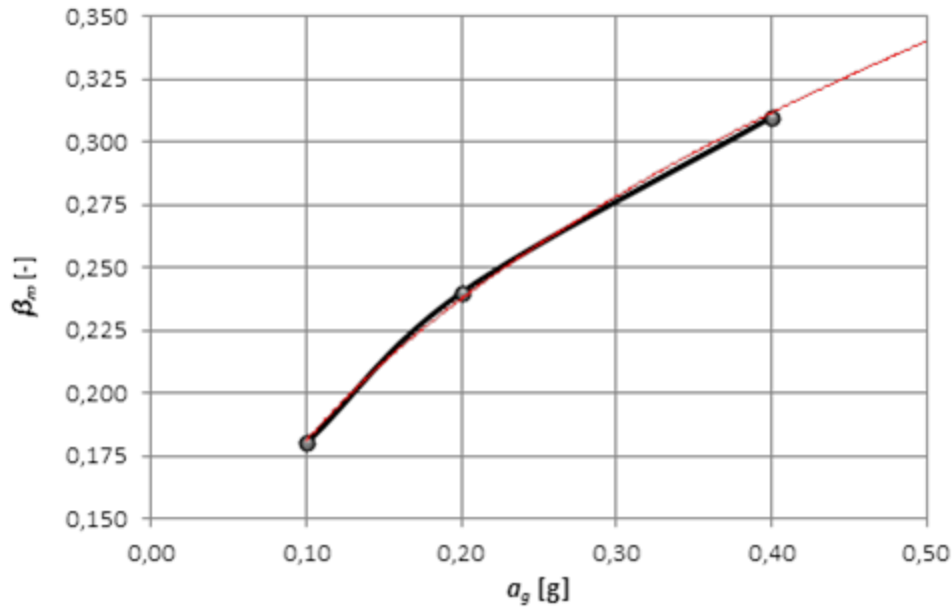



Figura 1: estrapolazione eseguita per ottenere il valore di  $\beta_m$ .

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  $\beta_s$  necessario per il calcolo dei coefficienti sismici di progetto (vedi espressioni seguenti) non può essere ottenuto direttamente dalla Tabella 7.11.I del D.M. del 14/01/2008 in quanto l'accelerazione sismica attesa per quest'opera supera il valore massimo considerato nella suddetta tabella (pari a 0.4g). Attraverso l'extrapolazione si è ottenuto il grafico sottostante:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
MURO SOSTEGNO CARR. ME IN SX DA PK 0+726 A PK 0+961 - RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0485_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

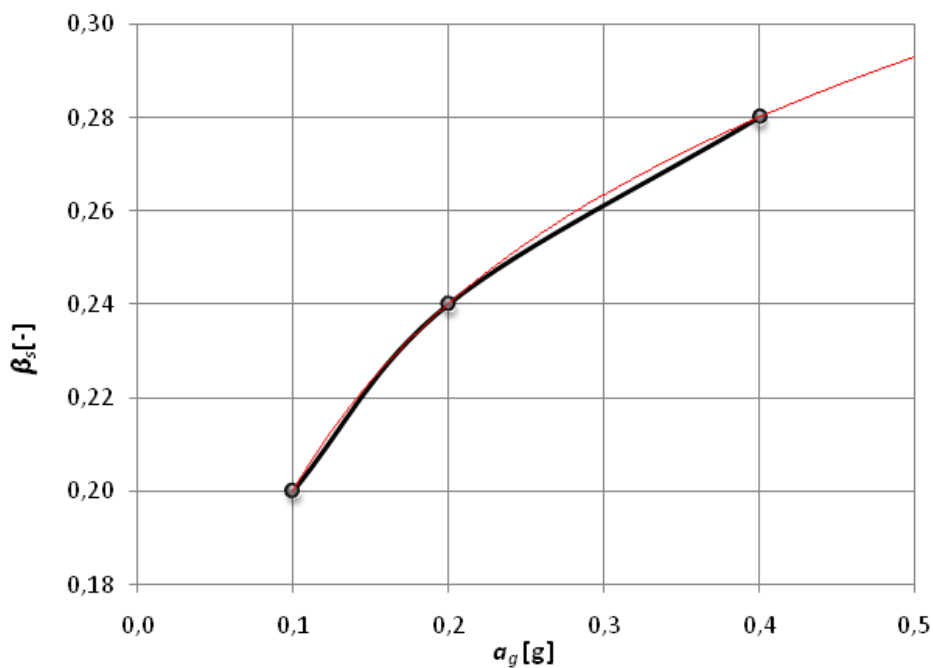


Figura 2: estrapolazione eseguita per ottenere il valore di  $\beta_s$ .

Cautelativamente nel calcolo dei coefficienti sismici si è assunto  $\beta_s = 0.30$ :

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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
MURO SOSTEGNO CARR. ME IN SX DA PK 0+726 A PK 0+961 - RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0485_F0.doc	<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 20 kPa (Q1) in fase statica e 10 kPa in fase sismica.

#### AZIONI SISMICHE (E)

Parametri sismici adottati:

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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO CARR. ME IN SX DA PK 0+726 A PK 0+961 - RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0485_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

## 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:

### 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.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO CARR. ME IN SX DA PK 0+726 A PK 0+961 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0485_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Nel caso di azioni favorevoli si adottano i coefficienti parziali sulle azioni indicate dalla tabella 6.2.I del D.M. 14/01/2008 – par. 6.2.3.1.1, riassunte nella tabella seguente.

<b>CARICHI</b>	<b>EFFETTO</b>	<b>EQU</b>	<b>A1 (STR)</b>	<b>A2 (GEO)</b>
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>		
MURO SOSTEGNO CARR. ME IN SX DA PK 0+726 A PK 0+961 - RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0485_F0.doc	<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>					
MURO SOSTEGNO CARR. ME IN SX DA PK 0+726 A PK 0+961 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0485_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;"><i>Rev</i></td> <td style="width: 50%; text-align: center;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">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						

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+2tan $\phi$ (1-sin $\phi$ )k	Hansen e Vesic
	Inclinazione carico		
	$i_c$	iq -(1-iq)/(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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO CARR. ME IN SX DA PK 0+726 A PK 0+961 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0485_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

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

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

$F_s$  = 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 XF4; le caratteristiche vengono descritte nel precedente capitolo sui materiali utilizzati.

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>	
MURO SOSTEGNO CARR. ME IN SX DA PK 0+726 A PK 0+961 - RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0485_F0.doc	<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:

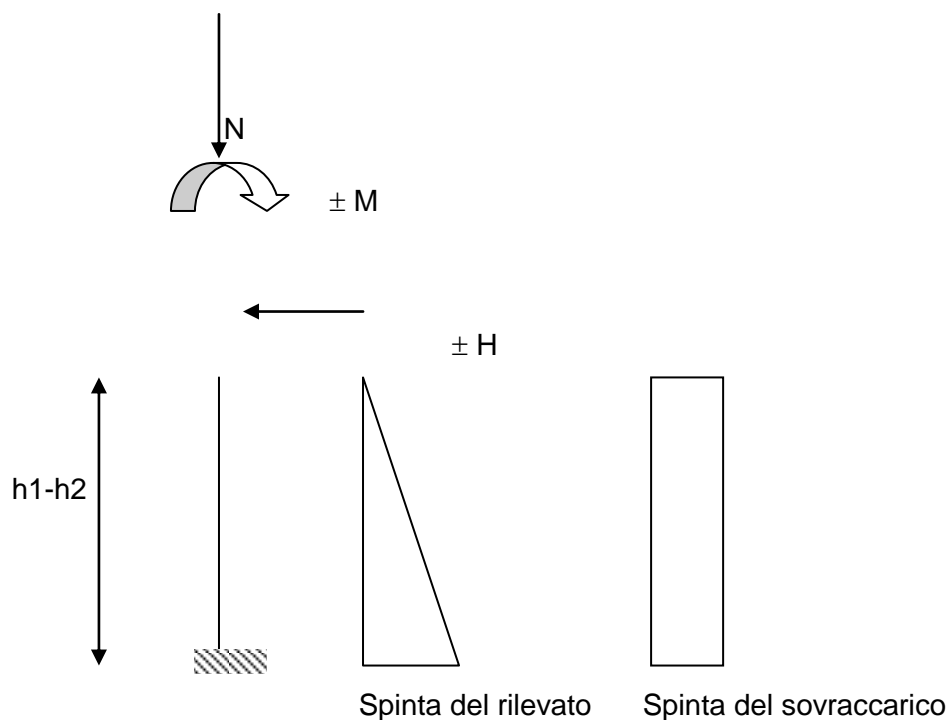
$$\sigma_s < 0,8 f_{yk} \quad (4.1.42)$$

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
MURO SOSTEGNO CARR. ME IN SX DA PK 0+726 A PK 0+961 - RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0485_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 9.6 Verifiche pannello prefabbricato

### 9.6.1 Verifica a flessione nel piano verticale

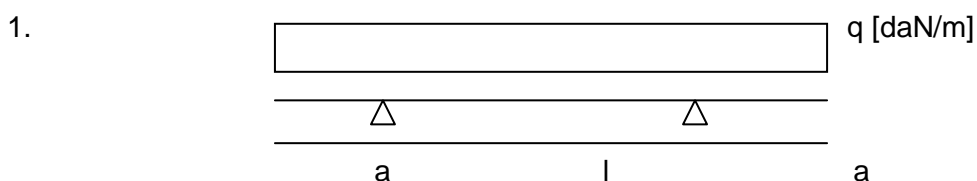
Si adotta lo schema statico di mensola incastrata nella fondazione, secondo lo schema seguente:





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"

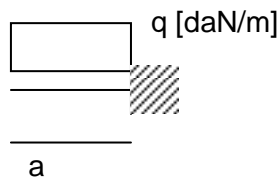
### 9.6.2 Verifica a flessione nel piano orizzontale

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

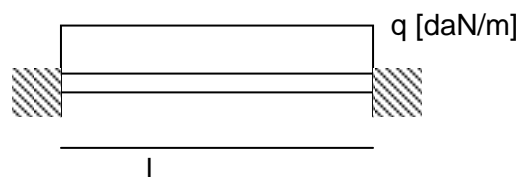


		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
MURO SOSTEGNO CARR. ME IN SX DA PK 0+726 A PK 0+961 - RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0485_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

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 CARR. ME IN SX DA PK 0+726 A PK 0+961 - RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0485_F0.doc	<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>		
MURO SOSTEGNO CARR. ME IN SX DA PK 0+726 A PK 0+961 - RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0485_F0.doc		<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.



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
		MURO SOSTEGNO CARR. ME IN SX DA PK 0+726 A PK 0+961 - RELAZIONE DI CALCOLO	Codice documento SS0485_F0.doc	Rev F0

## Muri da 2 a 3 m:

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

Approccio 1 Muro Tipo T

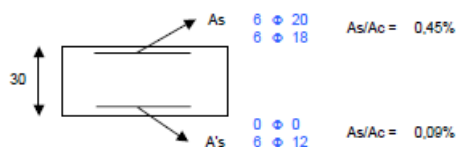
#### 1 DATI DI PROGETTO

1a)	<b>Dati geotecnici</b>				
	Angolo di attrito interno	gradi	$\phi$	38	
	Peso specifico	daN / 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	800	
	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	momc	3.333	
	Forza verticale in testa (positivo di compressione)	N / 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 Norminale	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	0,407	0,158
	periodo d'inizio	sec	Tc*	2,482	2,371
	Categoria sottosuolo			0,422	0,341
	Categoria topografica			C	C
	Fattore di amplificazione stratigrafica	Ss		T1	T1
	Fattore di amplificazione topografica	St		1,082	1,475
				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>G</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	0,88	
	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	0,30	
	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	2,60	
	Dimensione sbalzo anteriore	m	sbalzo	0,40	
	Larghezza suola fondazione a monte	m	l1	2,10	
	Larghezza suola fuori nervatura	m	fo	1,80	
	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	$\phi$	38	
	Peso specifico	daN / m <sup>3</sup>	$\gamma$	1.800	
	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	A2+M2	$k_T$	1,41	> 1,00
2b)	<b>Verifica a ribaltamento</b>	combinazione dimensionante	EQ	$k_R$	1,51	> 1,00
2c)	<b>Verifica a capacità portante</b>	combinazione dimensionante	A2+M2	$k_p$	1,01	> 1,00
				$\sigma_{Tmax}$	1,87	daN / cm <sup>2</sup>
				$\sigma_{Tmin}$	0,00	daN / cm <sup>2</sup>

#### 3 VERIFICHE FONDAZIONE



MURO SOSTEGNO CARR. ME IN SX DA PK 0+726 A  
PK 0+961 - RELAZIONE DI CALCOLO

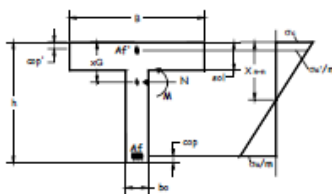
Codice documento  
SS0485\_F0.doc

Rev F0  
Data 20/06/2011

3a)	Verifica fondazione di monte SLU (sezione d'incastro) Verifica fondazione di monte SISMICO (sezione d'incastro)	$M_u, M_d$ $M_u, M_d$	1,20 2,11
3b)	Verifica fondazione di valle SLU (sezione d'incastro) Verifica fondazione di valle SISMICO (sezione d'incastro)	$M_u, M_d$ $M_u, M_d$	2,11 3,02
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 -196 < $\sigma_s$ lim 3520
	Verifica fondazione di monte SLE FREQUENTE (sezione d'incastro)	Mcr [daNm]	8.211 > Me -2353,2
	Verifica fondazione di monte SLE QUASI PERMANENTE (sezione d'incastro)	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] Mcr [daNm]	-10 < $\sigma_c$ lim 112,5 8.211 > Me -2650,7
	Verifica fondazione di monte SISMICO SLD (sezione d'incastro)	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] $\sigma_s$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	40 < $\sigma_c$ lim 150 1.185 < $\sigma_s$ lim 3520

**4 VERIFICHE PREFABBRICATO :**

4a) Verifica prefabbricato



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

SLU							K <sub>A</sub>		STAFFE		
d	h	A <sub>s</sub>	A <sub>c</sub>	M <sub>sd</sub>	N <sub>sd</sub>	M <sub>u</sub>	M <sub>u</sub> /M <sub>sd</sub>	V <sub>rd</sub>	V <sub>rd</sub>	V <sub>sd</sub>	
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daN m	daN	daNm	>1,00	daN	daN	daN	
150	30	15,21	4,52	11367	1338	14256	1,25	10942	36290	8295	
1	164	32,7	15,21	4,52	12475	1459	1,27	12119	40191	8889	
2	177	35,5	19,73	4,52	13661	1581	1,63	13299	44104	9508	
3	300	60,0	19,73	4,52	28322	2675	1,42	23917	79321	16148	
4											
5											

SISMICO							K <sub>A</sub>		STAFFE		
d	h	A <sub>s</sub>	A <sub>c</sub>	M <sub>sd</sub>	N <sub>sd</sub>	M <sub>u</sub>	M <sub>u</sub> /M <sub>sd</sub>	V <sub>rd</sub>	V <sub>rd</sub>	V <sub>sd</sub>	
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daN m	daN	daNm	>1,00	daN	daN	daN	
150	30	15,21	4,52	13146	1338	14256	1,08	10942	36290	10105	
1	164	32,7	15,21	4,52	14611	1459	1,08	12119	40191	10895	
2	177	35,5	19,73	4,52	16190	1581	1,37	13299	44104	11714	
3	300	60,0	19,73	4,52	36121	2675	1,12	23917	79321	20389	
4											
5											

SLE				K <sub>A</sub>		FREQUENTE		RARA			
d	h	A <sub>s</sub>	A <sub>c</sub>	Mcr	zsm	Me	zsm	wk<0,3	$\sigma_c$ <210	$\sigma_s$ <3520	
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daN m	mm	daNm	mm	wk	$\sigma_c$	$\sigma_s$	
150	30	15,21	4,52	4048	-	1544	-	Mcr>Me	12	541	
1	164	32,7	15,21	4,52	4640	-	1897	-	Mcr>Me	12	594
2	177	35,5	19,73	4,52	6184	0	2297	-	Mcr>Me	11	506
3	300	60,0	19,73	4,52	13663	-	8376	-	Mcr>Me	16	1004
4											
5											

QUASI PERMANENTE			
Me	zsm-ecm	wk<0,2	$\sigma_c$ <157,5
daNm	mm	mm	daN/cm <sup>2</sup>
1323	-	Mcr>Me	7
1635	-	Mcr>Me	8
1989	-	Mcr>Me	7
7495	-	Mcr>Me	12

4b)	Verifica soletta nel piano orizzontale SLU Verifica soletta nel piano orizzontale SISMICO	10 φ 6	$M_u, M_d$ $M_u, M_d$	2,32 1,79
	Verifica soletta nel piano orizzontale SLE RARA	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] $\sigma_s$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	31 < $\sigma_c$ lim 210 1.131 < $\sigma_s$ lim 3520	
	Verifica soletta nel piano orizzontale SLE FREQUENTE	Mcr [daNm]	59 > Me 25	
	Verifica soletta nel piano orizzontale SLE QUASI PERMANENTE	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] Mcr [daNm]	26 < $\sigma_c$ lim 157,5 59 > Me 24	
	Verifica soletta nel piano orizzontale SISMICO SLD	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] $\sigma_s$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	39 < $\sigma_c$ lim 210 1.444 < $\sigma_s$ lim 3520	

**Muri da 3 a 6 m:**

**RELAZIONE TECNICA PER MURO DI SOSTEGNO PREFABBRICATO H = 6,60 m**

Approccio 1 Muro Tipo T

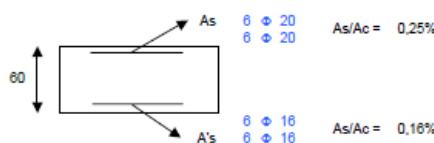
**1 DATI DI PROGETTO**

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	800	
	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	momc	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		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	0,407	0,158
	periodo d'inizio	sec	Tc*	2,492	2,371
	Categoria sottosuolo			0,422	0,341
	Categoria topografica			C	C
	Fattore di amplificazione stratigrafica		Ss	T1	T1
	Fattore di amplificazione topografica		St	1,092	1,475
				1,00	1,00
1d)	<b>Morfologia del muro</b>				
	Altezza del muro	m	h1	6,60	
	Distanza tra il punto di ribaltamento e il baricentro dell'elemento prefabbricato	m	X <sub>G</sub>	0,92	
	Distanza tra il baricentro del pannello e la soletta	m		0,22	
	Peso elemento prefabbricato	daN	P	6.550	
	Angolo di inclinazione parete prefabbricato rispetto l'orizzontale	gradi	b	90	
	Larghezza elemento prefabbricato	m	b1	2,50	
	Dimensione appoggio muro	m	appoggio	1,32	
	Altezza sezione in sommità (tratto a sezione costante)	m		0,30	
	Pendenza nervatura	m	pendenza	20%	
	Larghezza nervatura / e	m	s	0,38	
	Spessore soletta	m	sol	0,10	
1e)	<b>Morfologia della fondazione</b>				
	Spessore massimo soletta di fondazione	m	h2	0,60	
	Spessore minimo soletta di fondazione lato monte	m	h3	0,60	
	Spessore minimo soletta di fondazione lato valle	m	h4	0,60	
	Larghezza fondazione	m	l	3,70	
	Dimensione sbalzo anteriore	m	sbalzo	0,70	
	Larghezza suola fondazione a monte	m	l1	2,90	
	Larghezza suola fuori nervatura	m	fo	1,80	
	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	$\phi$	38	
	Peso specifico	daN / m <sup>3</sup>	$\gamma$	1.800	
	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	$k_T$	1,48	> 1,00
2b)	<b>Verifica a ribaltamento</b>	combinazione dimensionante	EQ	$k_R$	1,62	> 1,00
2c)	<b>Verifica a capacità portante</b>	combinazione dimensionante	SISMICAGEO	$k_p$	1,10	> 1,00
				$\sigma_{Tmax}$	3,21	daN / cm <sup>2</sup>
				$\sigma_{Tmin}$	0,00	daN / cm <sup>2</sup>

**3 VERIFICHE FONDAZIONE**



MURO SOSTEGNO CARR. ME IN SX DA PK 0+726 A  
PK 0+961 - RELAZIONE DI CALCOLO

Codice documento  
SS0485\_F0.doc

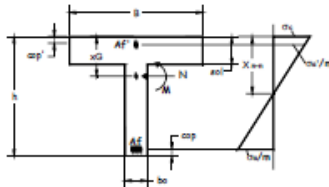
Rev  
F0

Data  
20/06/2011

3a)	Verifica fondazione di monte SLU (sezione d'incastro) Verifica fondazione di monte SISMICO (sezione d'incastro)	$M_u, M_d$ $M_u, M_d$	1,18 1,08
3b)	Verifica fondazione di valle SLU (sezione d'incastro) Verifica fondazione di valle SISMICO (sezione d'incastro)	$M_u, M_d$ $M_u, M_d$	3,17 2,88
3c)	Verifica fondazione di monte SLE RARA (sezione d'incastro)	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] $\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	0 < $\sigma_c$ lim 150 451 < $\sigma_c$ lim 3520
	Verifica fondazione di monte SLE FREQUENTE (sezione d'incastro)	Mcr [daNm]	31.956 > Me 5850,07
	Verifica fondazione di monte SLE QUASI PERMANENTE (sezione d'incastro)	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] Mcr [daNm]	5 < $\sigma_c$ lim 112,5 31.956 > Me 4614,16
	Verifica fondazione di monte SISMICO SLD (sezione d'incastro)	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] $\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	52 < $\sigma_c$ lim 150 2.496 < $\sigma_c$ lim 3520

**4 VERIFICHE PREFABBRICATO :**

4a) Verifica prefabbricato



Af'	4	φ 12		
Af 1	4	φ 22		
Af 2	4	φ 22	L 2	5,10 m
Af 3	4	φ 18	L 3	4,46 m
Af 4	4	φ 18	L 4	1,83 m
Af 5	0	φ 0	L 5	0,00 m

SLU						Ka		STAFFE		
d	h	A <sub>s</sub>	A <sub>t</sub>	M <sub>sd</sub>	N <sub>sd</sub>	Mu	Mu/M <sub>sd</sub>	Vr <sub>sd</sub>	Vr <sub>cd</sub>	V <sub>sd</sub>
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daNm	daN	daNm	>1,00	daN	daN	daN
136	30	15,21	4,52	10328	1488	14271	1,38	10942	43548	7722
164	32,7	15,21	4,52	12470	1786	15822	1,27	12126	48257	8887
191	38,2	25,38	4,52	14920	2084	30985	2,08	14484	57645	10147
436	87,3	35,56	4,52	55091	4763	108208	1,96	35714	142134	25797
600	120,0	35,56	4,52	106191	6549	152541	1,44	49867	198460	40536

SISMICO						Ka		STAFFE		
d	h	A <sub>s</sub>	A <sub>t</sub>	M <sub>sd</sub>	N <sub>sd</sub>	Mu	Mu/M <sub>sd</sub>	Vr <sub>sd</sub>	Vr <sub>cd</sub>	V <sub>sd</sub>
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daNm	daN	daNm	>1,00	daN	daN	daN
136	30	15,21	4,52	12277	1488	14271	1,16	10942	43548	9990
164	32,7	15,21	4,52	15309	1786	15822	1,03	12126	48257	11664
191	38,2	25,38	4,52	18829	2084	30985	1,65	14484	57645	13451
436	87,3	35,56	4,52	77607	4763	108208	1,39	35714	142134	34669
600	120,0	35,56	4,52	161402	6549	152541	1,01	49867	198460	53944

SLE						FREQUENTE		RARA		
d	h	A <sub>s</sub>	A <sub>t</sub>	Mcr	sm	Me	esm	wk<0,3	$\sigma_c$ <210	$\sigma_c$ <3520
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daNm	mm	daNm	mm	mm	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>
136	30	15,21	4,52	4242	-	1234	-	Mcr>Me	10	422
164	32,7	15,21	4,52	4880	-	1896	-	Mcr>Me	12	582
191	38,2	25,38	4,52	8460	0	2742	-	Mcr>Me	11	424
436	87,3	35,56	4,52	34444	0	21956	-	Mcr>Me	19	922
600	120,0	35,56	4,52	54472	-	51127	-	Mcr>Me	27	1471

QUASI PERMANENTE			
Me	esm-ecm	wk	$\sigma_c$ <157,5
daNm	mm	mm	daN/cm <sup>2</sup>
1051	-	Mcr>Me	6
1633	-	Mcr>Me	8
2385	-	Mcr>Me	7
20091	-	Mcr>Me	15
47601	-	Mcr>Me	21

4b)	Verifica soletta nel piano orizzontale SLU Verifica soletta nel piano orizzontale SISMICO	$M_u, M_d$ $M_u, M_d$	1,43 1,10
	Verifica soletta nel piano orizzontale SLE RARA	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] $\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	51 < $\sigma_c$ lim 210 1.907 < $\sigma_c$ lim 3520
	Verifica soletta nel piano orizzontale SLE FREQUENTE	Mcr [daNm]	117 > Me 90
	Verifica soletta nel piano orizzontale SLE QUASI PERMANENTE	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] Mcr [daNm]	46 < $\sigma_c$ lim 157,5 117 > Me 88
	Verifica soletta nel piano orizzontale SISMICO SLD	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] $\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	65 < $\sigma_c$ lim 210 2.405 < $\sigma_c$ lim 3520

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
		<b>MURO SOSTEGNO CARR. ME IN SX DA PK 0+726 A PK 0+961 - RELAZIONE DI CALCOLO</b>	<b>Codice documento</b> SS0485_F0.doc	<b>Rev</b> F0

### Muri da 6 a 9 m:

#### RELAZIONE TECNICA PER MURO DI SOSTEGNO PREFABBRICATO H = 10,10 m

Approccio 1 Muro Tipo T

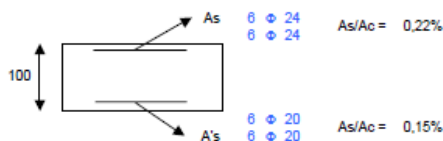
#### 1 DATI DI PROGETTO

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	800	
	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	IV	Cu	2	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)	0,407	0,158
	fattore di amplificazione spettrale		F0	2,492	2,371
	periodo d'inizio	sec	Tc*	0,422	0,341
	Categoria sottosuolo		C		C
	Categoria topografica		T1		T1
	Fattore di amplificazione stratigrafica		Ss	1,092	1,475
	Fattore di amplificazione topografica		St	1,00	1,00
1d)	<b>Morfologia del muro</b>				
	Altezza del muro	m	h1	10,10	
	Distanza tra il punto di ribaltamento e il baricentro dell'elemento prefabbricato	m	X <sub>cg</sub>	1,97	
	Distanza tra il baricentro del pannello e la soletta	m		0,47	
	Peso elemento prefabbricato	daN	P	12.925	
	Angolo di inclinazione parete prefabbricato rispetto l'orizzontale	gradi	b	90	
	Larghezza elemento prefabbricato	m	b1	2,50	
	Dimensione appoggio muro	m	appoggio	2,02	
	Altezza sezione in sommità (tratto a sezione costante)	m		0,30	
	Pendenza nervatura	m	pendenza	20%	
	Larghezza nervatura / e	m	s	0,36	
	Spessore soletta	m	sol	0,10	
1e)	<b>Morfologia della fondazione</b>				
	Spessore massimo soletta di fondazione	m	h2	1,00	
	Spessore minimo soletta di fondazione lato monte	m	h3	1,00	
	Spessore minimo soletta di fondazione lato valle	m	h4	1,00	
	Larghezza fondazione	m	l	5,50	
	Dimensione sbalzo anteriore	m	sbalzo	1,50	
	Larghezza suola fondazione a monte	m	l1	3,90	
	Larghezza suola fuori nervatura	m	fo	2,18	
	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	$\phi$	38	
	Peso specifico	daN / m <sup>3</sup>	$\gamma$	1.800	
	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	$k_T$	1,42	> 1,00
2b)	<b>Verifica a ribaltamento</b>	combinazione dimensionante	SISMICA	$k_R$	1,81	> 1,00
2c)	<b>Verifica a capacità portante</b>	combinazione dimensionante	SISMICAGEO	$k_p$	1,06	> 1,00
				$\sigma_{Tmax}$	4,25	daN / cm <sup>2</sup>
				$\sigma_{Tmin}$	0,00	daN / cm <sup>2</sup>

#### 3 VERIFICHE FONDAZIONE



MURO SOSTEGNO CARR. ME IN SX DA PK 0+726 A PK 0+961 - RELAZIONE DI CALCOLO

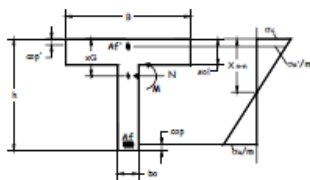
Codice documento  
SS0485\_F0.doc

Rev F0  
Data 20/06/2011

3a)	Verifica fondazione di monte SLU (sezione d'incastro) Verifica fondazione di monte SISMICO (sezione d'incastro)	$M_u / M_d$ $M_u / M_d$	1,56 1,10
3b)	Verifica fondazione di valle SLU (sezione d'incastro) Verifica fondazione di valle SISMICO (sezione d'incastro)	$M_u / M_d$ $M_u / M_d$	1,77 1,39
3c)	Verifica fondazione di monte SLE RARA (sezione d'incastro)	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] $\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	7 < $\sigma_c$ lim 150 389 < $\sigma_c$ lim 3520
	Verifica fondazione di monte SLE FREQUENTE (sezione d'incastro)	Mcr [daNm]	88.252 > Me 13650,3
	Verifica fondazione di monte SLE QUASI PERMANENTE (sezione d'incastro)	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] Mcr [daNm]	4 < $\sigma_c$ lim 112,5 88.252 > Me 11482,9
	Verifica fondazione di monte SISMICO SLD (sezione d'incastro)	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] $\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	45 < $\sigma_c$ lim 150 2.415 < $\sigma_c$ lim 3520

**4 VERIFICHE PREFABBRICATO :**

4a) Verifica prefabbricato



Af'	4 $\phi$ 12	
Af 1	4 $\phi$ 20	
Af 2	4 $\phi$ 24	L 2 8,60 m
Af 3	4 $\phi$ 22	L 3 7,03 m
Af 4	4 $\phi$ 22	L 4 4,46 m
Af 5	4 $\phi$ 24	L 5 2,40 m

SLU							STAFFE		diam. [mm]	passo [cm]	
d	h	A <sub>s</sub>	A <sub>t</sub>	M <sub>sd</sub>	N <sub>sd</sub>	K <sub>A</sub>	M <sub>u</sub>	M <sub>u</sub> /M <sub>d</sub>	V <sub>rsd</sub>	V <sub>rsd</sub>	
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daN m	daN	daNm	>1,00	daN	daN	daN	
124	30	12,57	4,52	9458	1762	11861	1,25	18222	43031	7229	
1	165	33,1	18,10	4,52	12624	2350	18883	1,49	21809	48374	8908
2	207	41,4	33,30	4,52	16502	2937	43986	2,67	27969	62612	10627
3	455	91,0	48,51	4,52	59779	6462	153094	2,56	66131	148041	27302
4	703	140,6	66,60	4,52	151411	9987	333420	2,20	104292	233470	51801
5	910	182,0	66,60	4,52	278750	12924	439495	1,58	136094	304861	77903

SISMICO							STAFFE		diam. [mm]	passo [cm]	
d	h	A <sub>s</sub>	A <sub>t</sub>	M <sub>sd</sub>	N <sub>sd</sub>	K <sub>A</sub>	M <sub>u</sub>	M <sub>u</sub> /M <sub>d</sub>	V <sub>rsd</sub>	V <sub>rsd</sub>	
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daN m	daN	daNm	>1,00	daN	daN	daN	
124	30	12,57	4,52	11808	1762	11861	1,02	18222	43031	10039	
1	165	33,1	18,10	4,52	16492	2350	18883	1,14	21809	48374	12797
2	207	41,4	33,30	4,52	22622	2937	43986	1,94	27969	62612	15815
3	455	91,0	48,51	4,52	91837	6462	153094	1,67	66131	148041	36408
4	703	140,6	66,60	4,52	232942	9987	333420	1,43	104292	233470	72363
5	910	182,0	66,60	4,52	422580	12924	439495	1,04	136094	304861	107059

SLE				FREQUENTE		RARA				
d	h	A <sub>s</sub>	A <sub>t</sub>	Mcr	esm	Me	esm	wk<0,3	$\sigma_c$ <210	$\sigma_c$ <3520
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daN m	mm	daNm	mm	mm	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>
124	30	12,57	4,52	3788	-	991	-	Mcr>Me	8	392
1	165	33,1	18,10	4,52	5470	1946	-	Mcr>Me	12	489
2	207	41,4	33,30	4,52	11309	3330	-	Mcr>Me	11	381
3	455	91,0	48,51	4,52	43507	24502	-	Mcr>Me	19	715
4	703	140,6	66,60	4,52	94619	78554	-	Mcr>Me	29	1009
5	910	182,0	66,60	4,52	134715	159516	0,00	0,06	40	1531

QUASI PERMANENTE			
d	h	A <sub>s</sub>	A <sub>t</sub>
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>
124	30	12,57	4,52
1	165	33,1	18,10
2	207	41,4	33,30
3	455	91,0	48,51
4	703	140,6	66,60
5	910	182,0	66,60

4b)	Verifica soletta nel piano orizzontale SLU Verifica soletta nel piano orizzontale SISMICO	15 $\phi$ 6	$M_u / M_d$ $M_u / M_d$	1,51 1,15
	Verifica soletta nel piano orizzontale SLE RARA	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] $\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	63 1.836	< $\sigma_c$ lim 210 < $\sigma_c$ lim 3520
	Verifica soletta nel piano orizzontale SLE FREQUENTE	wk [mm]	0	< 0,3
	Verifica soletta nel piano orizzontale SLE QUASI PERMANENTE	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] wk [mm]	59 0	< $\sigma_c$ lim 157,5 < 0,3
	Verifica soletta nel piano orizzontale SISMICO SLD	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] $\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	79 2.415	< $\sigma_c$ lim 210 < $\sigma_c$ lim 3520

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO CARR. ME IN SX DA PK 0+726 A PK 0+961 - RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0485_F0.doc	<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.

Al fine di valutare le condizioni di stabilità globale del versante in cui si inserisce l'opera in progetto sono state condotte analisi di stabilità all'equilibrio limite con il metodo di Bishop, basato sull'equilibrio dei momenti e delle forze verticali, con risultante delle forze tra i conci contigui assunta orizzontale.

Le analisi di stabilità sono state condotte sia in condizioni statiche sia in condizioni sismiche facendo riferimento alle indicazioni riportate in precedenza; in particolare si assume:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
MURO SOSTEGNO CARR. ME IN SX DA PK 0+726 A PK 0+961 - RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0485_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

$$\gamma_r \geq 1.1$$

Il sisma è stato rappresentato da un'accelerazione orizzontale e una verticale nelle due direzioni possibili.

Sono state affrontate le condizioni in fase statica e sismica. 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
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:

$$\frac{a_g}{g} = 0.407$$

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

$$S_S = 1.092$$

$$S_T = 1.0$$

$$\beta_s = 0.30$$

$$\frac{a_{max}}{g} = 1.092 \cdot 1.0 \cdot 0.407 = 0.444$$

$$k_h = \beta_s \cdot \frac{a_{max}}{g} = 0.30 \cdot 0.444 = 0.133$$

$$k_v = \pm \frac{k_h}{2} = \pm 0.0667$$

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'



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
MURO SOSTEGNO CARR. ME IN SX DA PK 0+726 A PK 0+961 - RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0485_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

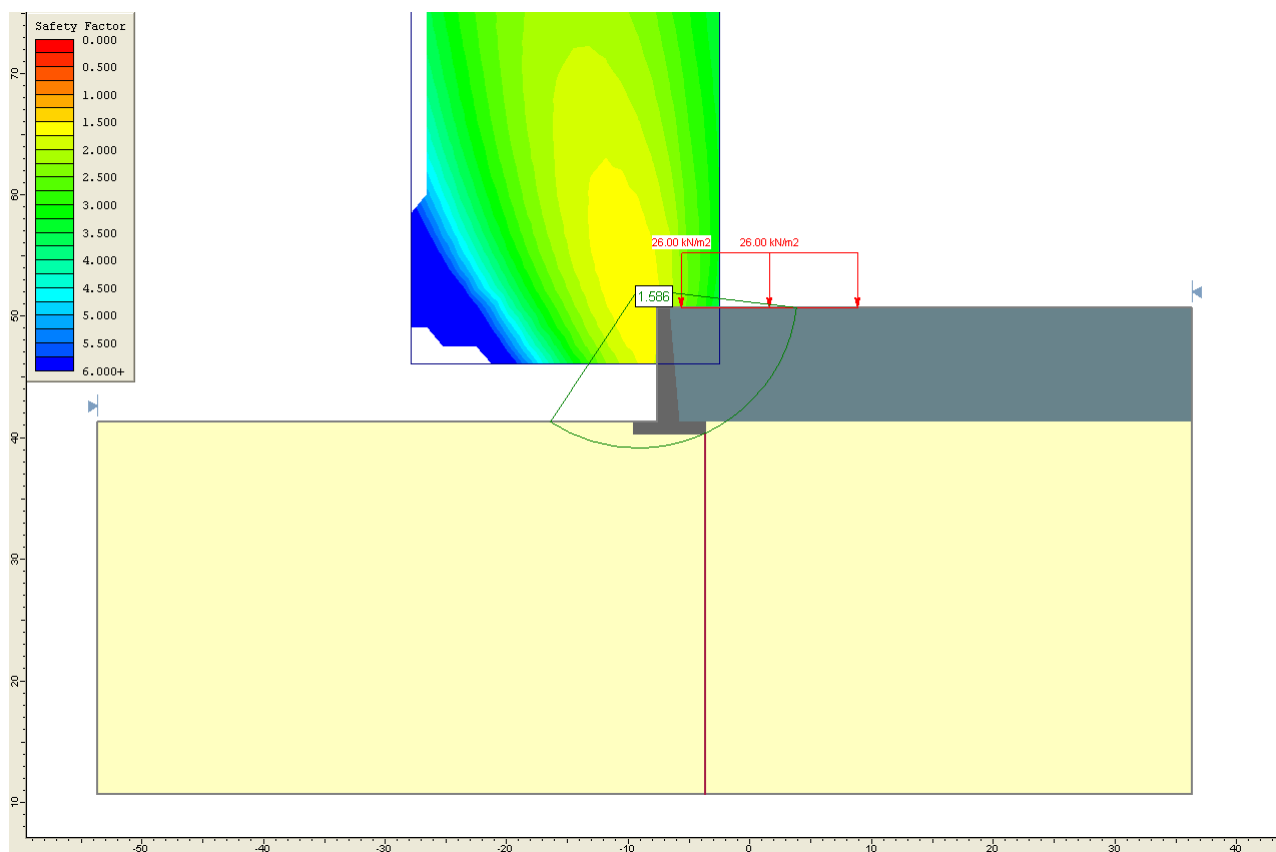
$S_t$  : coefficiente di amplificazione topografica, assunto pari a 1  
 $\beta_s$  = coefficiente di riduzione, assunto in funzione del valore di  $a_g$  pari a 0,30  
 $k_h$  = coefficiente sismico orizzontale  
 $k_v$  = coefficiente sismico verticale

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	1.586
sismico	1.332

Risultati analisi di stabilità

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

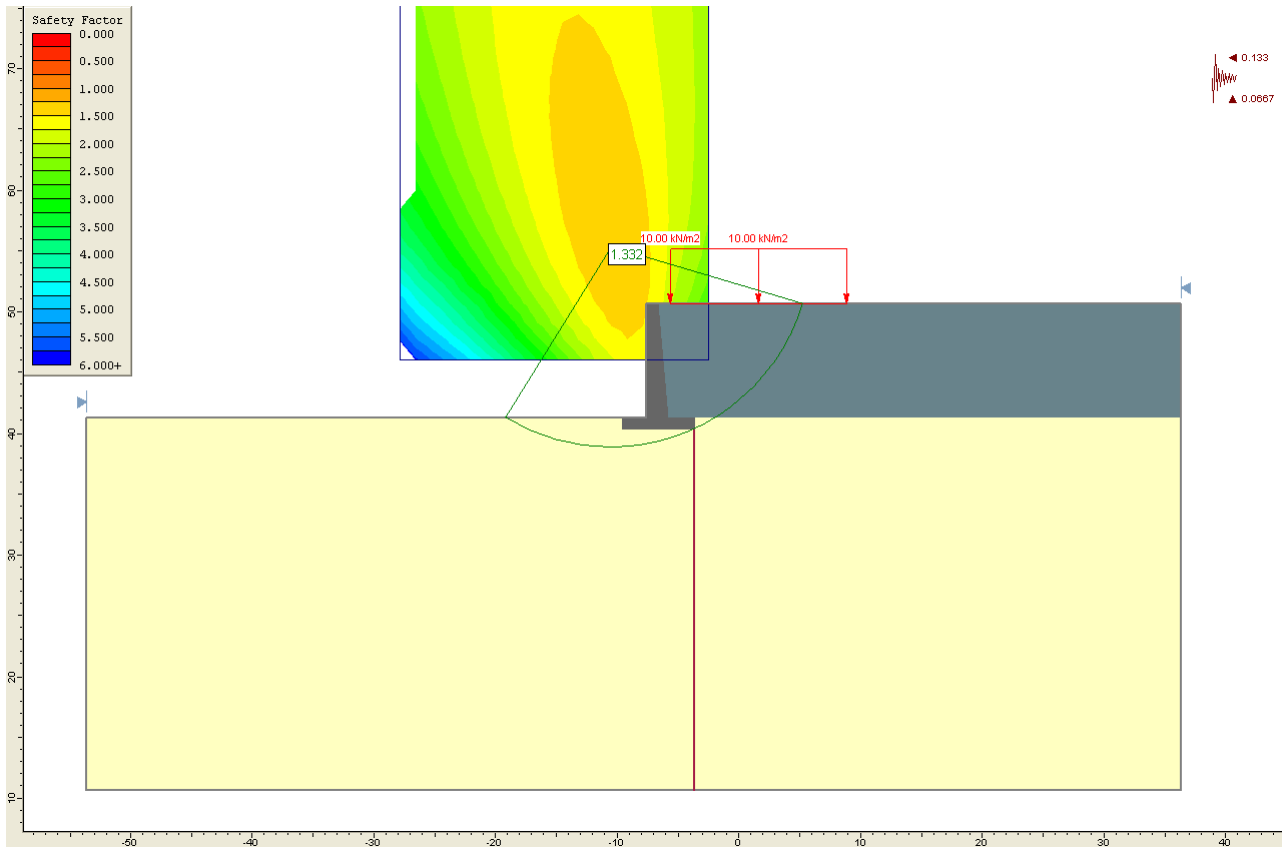


**Analisi di stabilità caso statico: FS=1.586**

MURO SOSTEGNO CARR. ME IN SX DA PK 0+726 A  
PK 0+961 - RELAZIONE DI CALCOLO

Codice documento  
SS0485\_F0.doc

Rev	Data
F0	20/06/2011



**Analisi di stabilità caso sismico: FS=1.332**

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>MURO SOSTEGNO CARR. ME IN SX DA PK 0+726 A  PK 0+961 - RELAZIONE DI CALCOLO</b>	<b>Codice documento</b> SS0485_F0.doc	<b>Rev</b> F0	<b>Data</b> 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 carr. ME in DX 0+726 0+961-  
statica.sli

#### Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program  
Failure Direction: Right to Left  
Units of Measurement: SI Units  
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m3  
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/m2

#### Material Properties

Material: sabbEghiME  
Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 19 kN/m3  
Cohesion: 4 kPa  
Friction Angle: 32 degrees

Water Surface: None

#### Material: rilevato

Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20 kN/m3  
Cohesion: 0 kPa  
Friction Angle: 32 degrees  
Water Surface: None

#### Material: c.a.

Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 25 kN/m3  
Cohesion: 50 kPa  
Friction Angle: 40 degrees  
Water Surface: None

#### List of All Coordinates

#### Material Boundary

-9.600	41.278
-9.600	41.278
-9.600	40.278
-3.600	40.278
-3.600	41.278
36.350	41.278

#### Material Boundary

-6.600	50.688
-5.788	41.278
-3.600	41.278

#### External Boundary

36.350	50.688
8.850	50.686
-5.600	50.686
-6.600	50.688
-7.600	50.688
-7.600	41.278
-9.600	41.278
-53.650	41.278
-53.650	36.053
-53.650	10.688
36.350	10.688
36.350	36.053
36.350	41.278

#### Focus/Block Search Line

-3.650	10.694
-3.650	40.313

#### Search Grid

-27.879	46.048
-2.485	46.048
-2.485	78.567
-27.879	78.567

#### Distributed Load

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>MURO SOSTEGNO CARR. ME IN SX DA PK 0+726 A          PK 0+961 - RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> SS0485_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%;"> <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						

8.834	50.686	-5.607	50.686
-5.600	50.686		

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

Raw Data for Minimum Circle Results			
Center_x	Center_y	Radius	Factor_of_Safety
-27.879	46.048	24.898	-112.00000
-27.879	47.596	25.300	-112.00000
-27.879	49.145	25.991	10.74360
-27.879	50.693	26.536	9.77058
-27.879	52.242	27.154	8.77113
-27.879	53.790	27.841	7.95209
-27.879	55.339	28.592	7.07605
-27.879	56.888	29.403	6.54111
-27.879	58.436	30.270	6.09904
-27.879	59.985	31.209	-1000.00000
-27.879	61.533	32.207	-1000.00000
-27.879	63.082	33.248	-1000.00000
-27.879	64.630	34.327	-1000.00000
-27.879	66.179	35.441	-1000.00000
-27.879	67.727	36.586	-1000.00000
-27.879	69.276	37.761	-1000.00000
-27.879	70.824	38.961	-1000.00000
-27.879	72.373	40.185	-1000.00000
-27.879	73.921	41.431	-1000.00000
-27.879	75.470	42.697	-1000.00000
-27.879	77.018	43.981	-1000.00000
-27.879	78.567	45.281	-1000.00000
-26.542	46.048	23.600	-112.00000
-26.542	47.596	24.023	-112.00000
-26.542	49.145	27.208	8.83373
-26.542	50.693	27.732	8.16433
-26.542	52.242	28.327	7.48324
-26.542	53.790	28.261	6.89951
-26.542	55.339	28.781	6.25437
-26.542	56.888	28.486	5.80095
-26.542	58.436	29.198	5.40847
-26.542	59.985	30.183	5.07698
-26.542	61.533	31.409	4.78824
-26.542	63.082	32.287	4.54516
-26.542	64.630	33.397	4.34540
-26.542	66.179	34.541	4.17413
-26.542	67.727	35.715	4.02660
-26.542	69.276	36.917	3.89919
-26.542	70.824	38.144	3.78848
-26.542	72.373	39.394	3.68998
-26.542	73.921	40.664	3.60620
-26.542	75.470	41.953	3.53299
-26.542	77.018	43.259	3.46895
-26.542	78.567	44.580	3.41289
-25.206	46.048	22.306	-112.00000
-25.206	47.596	24.326	8.91246
-25.206	49.145	27.403	7.91493
-25.206	50.693	27.432	7.35312
-25.206	52.242	26.585	6.73706
-25.206	53.790	26.367	6.02637
-25.206	55.339	26.276	5.53306
-25.206	56.888	27.191	5.11934
-25.206	58.436	28.162	4.77915
-25.206	59.985	29.182	4.49701
-25.206	61.533	30.248	4.24524
-25.206	63.082	31.354	4.04882
-25.206	64.630	32.496	3.88269
-25.206	66.179	33.670	3.74122
-25.206	67.727	34.874	3.62032
-25.206	69.276	36.104	3.51484
-25.206	70.824	37.358	3.42600
-25.206	72.373	38.633	3.34947
-25.206	73.921	39.927	3.28346
-25.206	75.470	41.239	3.22650
-25.206	77.018	42.567	3.17736
-25.206	78.567	43.909	3.13503
-23.869	46.048	21.017	-112.00000
-23.869	47.596	25.364	7.79477
-23.869	49.145	25.100	7.16578
-23.869	50.693	24.952	6.61421
-23.869	52.242	24.198	5.99992
-23.869	53.790	24.299	5.29052
-23.869	55.339	25.191	4.85265
-23.869	56.888	26.144	4.49940
-23.869	58.436	27.153	4.21187
-23.869	59.985	28.210	3.95948
-23.869	61.533	29.311	3.76599
-23.869	63.082	30.450	3.60443
-23.869	64.630	31.625	3.46891
-23.869	66.179	32.831	3.35311
-23.869	67.727	34.064	3.25692
-23.869	69.276	35.322	3.17542
-23.869	70.824	36.603	3.10628
-23.869	72.373	37.903	3.04760
-23.869	73.921	39.222	2.99785
-23.869	75.470	40.556	2.95639
-23.869	77.018	41.906	2.92095
-23.869	78.567	43.269	2.90190
-22.533	46.048	19.734	-112.00000
-22.533	47.596	23.311	7.02250
-22.533	49.145	22.854	6.41239
-22.533	50.693	22.529	5.87144
-22.533	52.242	22.335	5.10053
-22.533	53.790	23.199	4.62722
-22.533	55.339	24.132	4.25400
-22.533	56.888	25.125	3.95603
-22.533	58.436	26.172	3.69106
-22.533	59.985	27.268	3.49889
-22.533	61.533	28.405	3.34111
-22.533	63.082	29.580	3.21096
-22.533	64.630	30.788	3.10130
-22.533	66.179	32.025	3.01238
-22.533	67.727	33.288	2.93838
-22.533	69.276	34.574	2.87679
-22.533	70.824	35.882	2.82561
-22.533	72.373	37.207	2.78426
-22.533	73.921	38.550	2.74938
-22.533	75.470	39.907	2.72088
-22.533	77.018	41.278	2.70865
-22.533	78.567	42.660	2.70243
-21.196	46.048	21.048	6.94423
-21.196	47.596	21.543	6.26884
-21.196	49.145	20.891	5.65947
-21.196	50.693	20.387	5.14955
-21.196	52.242	21.217	4.43148

MURO SOSTEGNO CARR. ME IN SX DA PK 0+726 A  
PK 0+961 - RELAZIONE DI CALCOLO

Codice documento  
SS0485\_F0.doc

Rev	Data
F0	20/06/2011

-21.196	53.790	22.125	4.03014	-17.187	52.242	18.043	2.81528
-21.196	55.339	23.101	3.71762	-17.187	53.790	19.102	2.60826
-21.196	56.888	24.137	3.44764	-17.187	55.339	20.224	2.45050
-21.196	58.436	25.225	3.25487	-17.187	56.888	21.400	2.33931
-21.196	59.985	26.360	3.09996	-17.187	58.436	22.620	2.25711
-21.196	61.533	27.535	2.96689	-17.187	59.985	23.879	2.19535
-21.196	63.082	28.745	2.86604	-17.187	61.533	25.170	2.15203
-21.196	64.630	29.987	2.78398	-17.187	63.082	26.489	2.12171
-21.196	66.179	31.255	2.71719	-17.187	64.630	27.831	2.10164
-21.196	67.727	32.549	2.66293	-17.187	66.179	29.194	2.08876
-21.196	69.276	33.863	2.61912	-17.187	67.727	30.574	2.08352
-21.196	70.824	35.197	2.58429	-17.187	69.276	31.970	2.08361
-21.196	72.373	36.547	2.55673	-17.187	70.824	33.379	2.09968
-21.196	73.921	37.913	2.53531	-17.187	72.373	34.800	2.11697
-21.196	75.470	39.292	2.53003	-17.187	73.921	36.232	2.13802
-21.196	77.018	40.684	2.52994	-17.187	75.470	37.673	2.16105
-21.196	78.567	42.086	2.53431	-17.187	77.018	39.122	2.18548
-19.860	46.048	18.741	6.16535	-17.187	78.567	40.578	2.21106
-19.860	47.596	19.291	5.49948	-15.850	46.048	13.481	3.88391
-19.860	49.145	18.460	4.90941	-15.850	47.596	14.209	3.40081
-19.860	50.693	19.249	4.27402	-15.850	49.145	15.061	2.95925
-19.860	52.242	20.126	3.83219	-15.850	50.693	16.019	2.68909
-19.860	53.790	21.081	3.49847	-15.850	52.242	17.063	2.43028
-19.860	55.339	22.103	3.21919	-15.850	53.790	18.179	2.26568
-19.860	56.888	23.183	3.02443	-15.850	55.339	19.355	2.15775
-19.860	58.436	24.315	2.87168	-15.850	56.888	20.581	2.08183
-19.860	59.985	25.490	2.74469	-15.850	58.436	21.847	2.02887
-19.860	61.533	26.703	2.64999	-15.850	59.985	23.148	1.99402
-19.860	63.082	27.949	2.57491	-15.850	61.533	24.477	1.97237
-19.860	64.630	29.225	2.51553	-15.850	63.082	25.831	1.96097
-19.860	66.179	30.525	2.46543	-15.850	64.630	27.206	1.95749
-19.860	67.727	31.848	2.42937	-15.850	66.179	28.599	1.96024
-19.860	69.276	33.190	2.40182	-15.850	67.727	30.006	1.96787
-19.860	70.824	34.550	2.38134	-15.850	69.276	31.427	1.99137
-19.860	72.373	35.925	2.36679	-15.850	70.824	32.860	2.01710
-19.860	73.921	37.313	2.36845	-15.850	72.373	34.303	2.04469
-19.860	75.470	38.714	2.37463	-15.850	73.921	35.754	2.07388
-19.860	77.018	40.125	2.38350	-15.850	75.470	37.214	2.10285
-19.860	78.567	41.547	2.39467	-15.850	77.018	38.680	2.13400
-18.523	46.048	15.941	5.40472	-15.850	78.567	40.152	2.16587
-18.523	47.596	16.561	4.72158	-14.514	46.048	12.284	3.25052
-18.523	49.145	17.298	4.20348	-14.514	47.596	13.079	2.80676
-18.523	50.693	18.137	3.66740	-14.514	49.145	14.001	2.51622
-18.523	52.242	19.066	3.30256	-14.514	50.693	15.026	2.28394
-18.523	53.790	20.071	3.00749	-14.514	52.242	16.134	2.10816
-18.523	55.339	21.142	2.80840	-14.514	53.790	17.311	2.00031
-18.523	56.888	22.269	2.65678	-14.514	55.339	18.542	1.92432
-18.523	58.436	23.445	2.53531	-14.514	56.888	19.817	1.87948
-18.523	59.985	24.661	2.44684	-14.514	58.436	21.130	1.85336
-18.523	61.533	25.913	2.37899	-14.514	59.985	22.472	1.84098
-18.523	63.082	27.196	2.32497	-14.514	61.533	23.839	1.83863
-18.523	64.630	28.505	2.28641	-14.514	63.082	25.228	1.84461
-18.523	66.179	29.837	2.25816	-14.514	64.630	26.633	1.85565
-18.523	67.727	31.189	2.23826	-14.514	66.179	28.054	1.87193
-18.523	69.276	32.558	2.22310	-14.514	67.727	29.488	1.90298
-18.523	70.824	33.943	2.21583	-14.514	69.276	30.933	1.93580
-18.523	72.373	35.342	2.22451	-14.514	70.824	32.388	1.97030
-18.523	73.921	36.752	2.23681	-14.514	72.373	33.850	2.00516
-18.523	75.470	38.173	2.25154	-14.514	73.921	35.321	2.04124
-18.523	77.018	39.604	2.26840	-14.514	75.470	36.797	2.07799
-18.523	78.567	41.044	2.28718	-14.514	77.018	38.279	2.11508
-17.187	46.048	14.701	4.59728	-14.514	78.567	39.767	2.15236
-17.187	47.596	15.372	4.01577	-13.177	46.048	11.120	2.72401
-17.187	49.145	16.163	3.47653	-13.177	47.596	11.992	2.36881
-17.187	50.693	17.059	3.13485	-13.177	49.145	12.991	2.13048

MURO SOSTEGNO CARR. ME IN SX DA PK 0+726 A  
PK 0+961 - RELAZIONE DI CALCOLO

Codice documento  
SS0485\_F0.doc

Rev	Data
F0	20/06/2011

-13.177	50.693	14.090	1.97433	-9.168	49.145	10.414	1.60440
-13.177	52.242	15.266	1.86399	-9.168	50.693	11.756	1.58612
-13.177	53.790	16.505	1.79425	-9.168	52.242	13.143	1.58601
-13.177	55.339	17.792	1.75680	-9.168	53.790	14.563	1.60261
-13.177	56.888	19.118	1.73713	-9.168	55.339	16.007	1.63154
-13.177	58.436	20.475	1.73349	-9.168	56.888	17.469	1.66825
-13.177	59.985	21.857	1.73752	-9.168	58.436	18.944	1.70895
-13.177	61.533	23.261	1.75182	-9.168	59.985	20.431	1.75574
-13.177	63.082	24.681	1.77143	-9.168	61.533	21.926	1.81654
-13.177	64.630	26.117	1.79805	-9.168	63.082	23.428	1.87742
-13.177	66.179	27.564	1.83688	-9.168	64.630	24.935	1.93526
-13.177	67.727	29.022	1.87758	-9.168	66.179	26.448	1.99495
-13.177	69.276	30.489	1.91883	-9.168	67.727	27.964	2.05344
-13.177	70.824	31.964	1.96057	-9.168	69.276	29.484	2.11078
-13.177	72.373	33.445	2.00265	-9.168	70.824	31.006	2.16687
-13.177	73.921	34.933	2.04497	-9.168	72.373	32.531	2.22187
-13.177	75.470	36.425	2.08666	-9.168	73.921	34.058	2.27691
-13.177	77.018	37.922	2.12883	-9.168	75.470	35.587	2.32952
-13.177	78.567	39.422	2.17080	-9.168	77.018	37.118	2.38108
-11.841	46.048	9.999	2.25530	-9.168	78.567	38.650	2.43166
-11.841	47.596	10.961	2.02583	-7.831	46.048	7.097	1.74655
-11.841	49.145	12.045	1.86240	-7.831	47.596	8.398	1.69034
-11.841	50.693	13.223	1.75849	-7.831	49.145	9.772	1.67044
-11.841	52.242	14.470	1.68512	-7.831	50.693	11.191	1.67145
-11.841	53.790	15.771	1.65519	-7.831	52.242	12.640	1.67802
-11.841	55.339	17.113	1.64667	-7.831	53.790	14.111	1.70472
-11.841	56.888	18.488	1.65231	-7.831	55.339	15.597	1.73958
-11.841	58.436	19.888	1.66718	-7.831	56.888	17.094	1.77963
-11.841	59.985	21.309	1.68952	-7.831	58.436	18.599	1.82972
-11.841	61.533	22.746	1.71575	-7.831	59.985	20.111	1.89573
-11.841	63.082	24.197	1.74888	-7.831	61.533	21.628	1.96138
-11.841	64.630	25.659	1.79566	-7.831	63.082	23.149	2.02474
-11.841	66.179	27.132	1.84320	-7.831	64.630	24.674	2.08710
-11.841	67.727	28.612	1.89258	-7.831	66.179	26.201	2.14795
-11.841	69.276	30.099	1.94062	-7.831	67.727	27.731	2.20730
-11.841	70.824	31.592	1.98861	-7.831	69.276	29.263	2.26597
-11.841	72.373	33.090	2.03625	-7.831	70.824	30.796	2.32388
-11.841	73.921	34.592	2.08355	-7.831	72.373	32.331	2.38048
-11.841	75.470	36.098	2.13043	-7.831	73.921	33.867	2.43573
-11.841	77.018	37.608	2.17657	-7.831	75.470	35.405	2.49140
-11.841	78.567	39.121	2.22235	-7.831	77.018	36.943	2.54408
-10.504	46.048	8.937	1.93754	-7.831	78.567	38.482	2.59558
-10.504	47.596	10.001	1.77261	-6.495	46.048	6.402	2.11887
-10.504	49.145	11.179	1.67307	-6.495	47.596	7.819	2.00823
-10.504	50.693	12.439	1.62302	-6.495	49.145	9.279	1.95026
-10.504	52.242	13.758	1.59135	-6.495	50.693	10.763	1.92806
-10.504	53.790	15.120	1.58917	-6.495	52.242	12.263	1.91879
-10.504	55.339	16.515	1.60370	-6.495	53.790	13.774	1.93445
-10.504	56.888	17.936	1.62798	-6.495	55.339	15.293	1.96424
-10.504	58.436	19.376	1.65889	-6.495	56.888	16.817	2.00804
-10.504	59.985	20.831	1.69361	-6.495	58.436	18.345	2.07567
-10.504	61.533	22.300	1.73218	-6.495	59.985	19.876	2.14252
-10.504	63.082	23.778	1.78584	-6.495	61.533	21.410	2.20843
-10.504	64.630	25.265	1.83990	-6.495	63.082	22.946	2.27167
-10.504	66.179	26.758	1.89378	-6.495	64.630	24.483	2.33484
-10.504	67.727	28.258	1.94801	-6.495	66.179	26.022	2.39667
-10.504	69.276	29.763	2.00365	-6.495	67.727	27.561	2.45703
-10.504	70.824	31.272	2.05645	-6.495	69.276	29.102	2.51616
-10.504	72.373	32.784	2.10841	-6.495	70.824	30.644	2.57396
-10.504	73.921	34.300	2.15954	-6.495	72.373	32.186	2.63053
-10.504	75.470	35.819	2.20994	-6.495	73.921	33.728	2.68823
-10.504	77.018	37.340	2.25998	-6.495	75.470	35.272	2.74273
-10.504	78.567	38.863	2.30862	-6.495	77.018	36.815	2.79622
-9.168	46.048	7.958	1.74377	-6.495	78.567	38.360	2.84872
-9.168	47.596	9.137	1.64853	-5.158	46.048	8.875	2.90670

MURO SOSTEGNO CARR. ME IN SX DA PK 0+726 A  
PK 0+961 - RELAZIONE DI CALCOLO

Codice documento  
SS0485\_F0.doc

Rev	Data
F0	20/06/2011

-5.158	47.596	10.387	2.71578	-3.822	64.630	25.995	2.94906
-5.158	49.145	11.912	2.60188	-3.822	66.179	27.447	2.98360
-5.158	50.693	13.384	2.53290	-3.822	67.727	28.904	3.01948
-5.158	52.242	14.775	2.48073	-3.822	69.276	30.365	3.05771
-5.158	53.790	16.175	2.48141	-3.822	70.824	31.830	3.09565
-5.158	55.339	17.583	2.49391	-3.822	72.373	33.299	3.13411
-5.158	56.888	18.997	2.51800	-3.822	73.921	34.773	3.17294
-5.158	58.436	20.417	2.54182	-3.822	75.470	36.250	3.21200
-5.158	59.985	21.844	2.57514	-3.822	77.018	37.730	3.24908
-5.158	61.533	23.276	2.61072	-3.822	78.567	39.214	3.28855
-5.158	63.082	24.714	2.64802	-2.485	46.048	12.164	4.56391
-5.158	64.630	26.157	2.68760	-2.485	47.596	13.285	4.19204
-5.158	66.179	27.605	2.72645	-2.485	49.145	11.717	3.78465
-5.158	67.727	29.058	2.76594	-2.485	50.693	13.090	3.55965
-5.158	69.276	30.515	2.80588	-2.485	52.242	14.487	3.41253
-5.158	70.824	31.977	2.84783	-2.485	53.790	15.892	3.32280
-5.158	72.373	33.443	2.88842	-2.485	55.339	17.303	3.27416
-5.158	73.921	34.913	2.92906	-2.485	56.888	18.721	3.24921
-5.158	75.470	36.387	2.96969	-2.485	58.436	20.145	3.24067
-5.158	77.018	37.864	3.01025	-2.485	59.985	21.575	3.24310
-5.158	78.567	39.345	3.05068	-2.485	61.533	23.012	3.25484
-3.822	46.048	8.699	3.73296	-2.485	63.082	24.453	3.27231
-3.822	47.596	10.247	3.29195	-2.485	64.630	25.900	3.29433
-3.822	49.145	11.777	3.04330	-2.485	66.179	27.352	3.31982
-3.822	50.693	13.160	2.91717	-2.485	67.727	28.809	3.34861
-3.822	52.242	14.564	2.83973	-2.485	69.276	30.271	3.37931
-3.822	53.790	15.974	2.81286	-2.485	70.824	31.737	3.41159
-3.822	55.339	17.389	2.80678	-2.485	72.373	33.207	3.44512
-3.822	56.888	18.810	2.81668	-2.485	73.921	34.681	3.47962
-3.822	58.436	20.237	2.83406	-2.485	75.470	36.159	3.51388
-3.822	59.985	21.669	2.85614	-2.485	77.018	37.640	3.54991
-3.822	61.533	23.106	2.88257	-2.485	78.567	39.125	3.58632
-3.822	63.082	24.548	2.91633				

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>MURO SOSTEGNO CARR. ME IN SX DA PK 0+726 A  PK 0+961 - RELAZIONE DI CALCOLO</b>	<b>Codice documento</b> SS0485_F0.doc	<b>Rev</b> F0	<b>Data</b> 20/06/2011

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

### Slide Analysis Information

#### Document Name

File Name: Muro sostegno carr. ME in DX 0+726 0+961-sismica.sli

#### Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program  
Failure Direction: Right to Left  
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): 0.133  
Seismic Load Coefficient (Vertical): -0.0667  
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: 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

-9.600	41.278
-9.600	41.278
-9.600	40.278
-3.600	40.278
-3.600	41.278
36.350	41.278

##### Material Boundary

-6.600	50.688
-5.788	41.278
-3.600	41.278

##### External Boundary

36.350	50.688
8.850	50.686
-5.600	50.686
-6.600	50.688
-7.600	50.688
-7.600	41.278
-9.600	41.278
-53.650	41.278
-53.650	36.053
-53.650	10.688
36.350	10.688
36.350	36.053
36.350	41.278

##### Focus/Block Search Line

-3.650	10.694
-3.650	40.313

##### Search Grid

-27.879	46.048
-2.485	46.048
-2.485	78.567
-27.879	78.567

##### Distributed Load

8.834	50.686
-5.600	50.686



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>MURO SOSTEGNO CARR. ME IN SX DA PK 0+726 A          PK 0+961 - RELAZIONE DI CALCOLO</b>	<i>Codice documento</i> SS0485_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

-5.607      50.686

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

Raw Data for Minimum Circle Results							
Center_x	Center_y	Radius	Factor_of_Safety				
-27.879	46.048	24.898	-112.00000	-25.206	63.082	31.354	2.61120
-27.879	47.596	25.523	5.77136	-25.206	64.630	32.496	2.52157
-27.879	49.145	25.991	5.30502	-25.206	66.179	33.670	2.44415
-27.879	50.693	26.536	4.91452	-25.206	67.727	34.874	2.37702
-27.879	52.242	27.154	4.53787	-25.206	69.276	36.104	2.31799
-27.879	53.790	27.783	4.21612	-25.206	70.824	37.358	2.26717
-27.879	55.339	28.576	3.88494	-25.206	72.373	38.633	2.22275
-27.879	56.888	29.403	3.65745	-25.206	73.921	39.927	2.18385
-27.879	58.436	30.270	3.46539	-25.206	75.470	41.239	2.14974
-27.879	59.985	31.209	-1000.00000	-25.206	77.018	42.567	2.11980
-27.879	61.533	32.207	-1000.00000	-25.206	78.567	43.909	2.09351
-27.879	63.082	33.248	-1000.00000	-23.869	46.048	24.954	5.15761
-27.879	64.630	34.327	-1000.00000	-23.869	47.596	23.815	4.72013
-27.879	66.179	35.441	-1000.00000	-23.869	49.145	23.582	4.32834
-27.879	67.727	36.586	-1000.00000	-23.869	50.693	23.470	3.99364
-27.879	69.276	37.761	-1000.00000	-23.869	52.242	23.476	3.66490
-27.879	70.824	38.961	-1000.00000	-23.869	53.790	24.299	3.31661
-27.879	72.373	40.185	-1000.00000	-23.869	55.339	25.191	3.09310
-27.879	73.921	41.431	-1000.00000	-23.869	56.888	26.144	2.90789
-27.879	75.470	42.697	-1000.00000	-23.869	58.436	27.153	2.75356
-27.879	77.018	43.981	-1000.00000	-23.869	59.985	28.210	2.61720
-27.879	78.567	45.281	-1000.00000	-23.869	61.533	29.311	2.50862
-26.542	46.048	25.829	5.77945	-23.869	63.082	30.450	2.41645
-26.542	47.596	26.758	5.29504	-23.869	64.630	31.625	2.33785
-26.542	49.145	27.208	4.90107	-23.869	66.179	32.831	2.27000
-26.542	50.693	26.953	4.56029	-23.869	67.727	34.064	2.21232
-26.542	52.242	27.573	4.23144	-23.869	69.276	35.322	2.16265
-26.542	53.790	27.050	3.94293	-23.869	70.824	36.603	2.11977
-26.542	55.339	27.383	3.62662	-23.869	72.373	37.903	2.08271
-26.542	56.888	28.262	3.41019	-23.869	73.921	39.222	2.05064
-26.542	58.436	29.198	3.22627	-23.869	75.470	40.556	2.02335
-26.542	59.985	30.183	3.06920	-23.869	77.018	41.906	1.99937
-26.542	61.533	31.409	2.93303	-23.869	78.567	43.269	1.98045
-26.542	63.082	32.287	2.81196	-22.533	46.048	22.857	4.85470
-26.542	64.630	33.397	2.71176	-22.533	47.596	21.263	4.40633
-26.542	66.179	34.541	2.62456	-22.533	49.145	21.850	4.01636
-26.542	67.727	35.715	2.54839	-22.533	50.693	21.548	3.69163
-26.542	69.276	36.917	2.48162	-22.533	52.242	22.335	3.29432
-26.542	70.824	38.144	2.42292	-22.533	53.790	23.199	3.04246
-26.542	72.373	39.394	2.37042	-22.533	55.339	24.132	2.83757
-26.542	73.921	40.664	2.32480	-22.533	56.888	25.125	2.66968
-26.542	75.470	41.953	2.28442	-22.533	58.436	26.172	2.51947
-26.542	77.018	43.259	2.24862	-22.533	59.985	27.268	2.40560
-26.542	78.567	44.580	2.21684	-22.533	61.533	28.405	2.31043
-25.206	46.048	26.038	5.44679	-22.533	63.082	29.580	2.23047
-25.206	47.596	25.899	5.01193	-22.533	64.630	30.788	2.16230
-25.206	49.145	24.835	4.62251	-22.533	66.179	32.025	2.10555
-25.206	50.693	25.428	4.28491	-22.533	67.727	33.288	2.05738
-25.206	52.242	25.611	3.95694	-22.533	69.276	34.574	2.01645
-25.206	53.790	25.422	3.59974	-22.533	70.824	35.882	1.98162
-25.206	55.339	26.276	3.35917	-22.533	72.373	37.207	1.95270
-25.206	56.888	27.191	3.15769	-22.533	73.921	38.550	1.92785
-25.206	58.436	28.162	2.98800	-22.533	75.470	39.907	1.90651
-25.206	59.985	29.182	2.84422	-22.533	77.018	41.278	1.89039
-25.206	61.533	30.248	2.71532	-22.533	78.567	42.660	1.87730
				-21.196	46.048	19.754	4.53176
				-21.196	47.596	20.271	4.07839
				-21.196	49.145	19.644	3.68634

MURO SOSTEGNO CARR. ME IN SX DA PK 0+726 A  
PK 0+961 - RELAZIONE DI CALCOLO

Codice documento  
SS0485\_F0.doc

Rev	Data
F0	20/06/2011

-21.196	50.693	20.387	3.37648	-17.187	49.145	16.163	2.62757
-21.196	52.242	21.217	3.00295	-17.187	50.693	17.059	2.38613
-21.196	53.790	22.125	2.77284	-17.187	52.242	18.043	2.16746
-21.196	55.339	23.101	2.58829	-17.187	53.790	19.102	2.01779
-21.196	56.888	24.137	2.42709	-17.187	55.339	20.224	1.90150
-21.196	58.436	25.225	2.30691	-17.187	56.888	21.400	1.81569
-21.196	59.985	26.360	2.20827	-17.187	58.436	22.620	1.74989
-21.196	61.533	27.535	2.12268	-17.187	59.985	23.879	1.69858
-21.196	63.082	28.745	2.05559	-17.187	61.533	25.170	1.66009
-21.196	64.630	29.987	1.99980	-17.187	63.082	26.489	1.63087
-21.196	66.179	31.255	1.95330	-17.187	64.630	27.831	1.60901
-21.196	67.727	32.549	1.91483	-17.187	66.179	29.194	1.59243
-21.196	69.276	33.863	1.88264	-17.187	67.727	30.574	1.58125
-21.196	70.824	35.197	1.85591	-17.187	69.276	31.970	1.57392
-21.196	72.373	36.547	1.83372	-17.187	70.824	33.379	1.57216
-21.196	73.921	37.913	1.81541	-17.187	72.373	34.800	1.57171
-21.196	75.470	39.292	1.80244	-17.187	73.921	36.232	1.57414
-21.196	77.018	40.684	1.79236	-17.187	75.470	37.673	1.57815
-21.196	78.567	42.086	1.78551	-17.187	77.018	39.122	1.58340
-19.860	46.048	18.741	4.18120	-17.187	78.567	40.578	1.58968
-19.860	47.596	17.771	3.71556	-15.850	46.048	13.481	3.01851
-19.860	49.145	18.460	3.34671	-15.850	47.596	14.209	2.65322
-19.860	50.693	19.249	2.98098	-15.850	49.145	15.061	2.33010
-19.860	52.242	20.126	2.71738	-15.850	50.693	16.019	2.12356
-19.860	53.790	21.081	2.51133	-15.850	52.242	17.063	1.93351
-19.860	55.339	22.103	2.33624	-15.850	53.790	18.179	1.80594
-19.860	56.888	23.183	2.20846	-15.850	55.339	19.355	1.71773
-19.860	58.436	24.315	2.10584	-15.850	56.888	20.581	1.65270
-19.860	59.985	25.490	2.01934	-15.850	58.436	21.847	1.60473
-19.860	61.533	26.703	1.95244	-15.850	59.985	23.148	1.56995
-19.860	63.082	27.949	1.89835	-15.850	61.533	24.477	1.54513
-19.860	64.630	29.225	1.85397	-15.850	63.082	25.831	1.52790
-19.860	66.179	30.525	1.81578	-15.850	64.630	27.206	1.51662
-19.860	67.727	31.848	1.78650	-15.850	66.179	28.599	1.51003
-19.860	69.276	33.190	1.76281	-15.850	67.727	30.006	1.50704
-19.860	70.824	34.550	1.74377	-15.850	69.276	31.427	1.50970
-19.860	72.373	35.925	1.72865	-15.850	70.824	32.860	1.51441
-19.860	73.921	37.313	1.71917	-15.850	72.373	34.303	1.52077
-19.860	75.470	38.714	1.71243	-15.850	73.921	35.754	1.52849
-19.860	77.018	40.125	1.70782	-15.850	75.470	37.214	1.53644
-19.860	78.567	41.547	1.70502	-15.850	77.018	38.680	1.54602
-18.523	46.048	15.941	3.78927	-15.850	78.567	40.152	1.55625
-18.523	47.596	16.561	3.34787	-14.514	46.048	12.284	2.64923
-18.523	49.145	17.298	3.01102	-14.514	47.596	13.079	2.29323
-18.523	50.693	18.137	2.67713	-14.514	49.145	14.001	2.05491
-18.523	52.242	19.066	2.44226	-14.514	50.693	15.026	1.86706
-18.523	53.790	20.071	2.24873	-14.514	52.242	16.134	1.72465
-18.523	55.339	21.142	2.11146	-14.514	53.790	17.311	1.63147
-18.523	56.888	22.269	2.00408	-14.514	55.339	18.542	1.56271
-18.523	58.436	23.445	1.91686	-14.514	56.888	19.817	1.51754
-18.523	59.985	24.661	1.85044	-14.514	58.436	21.130	1.48703
-18.523	61.533	25.913	1.79775	-14.514	59.985	22.472	1.46711
-18.523	63.082	27.196	1.75455	-14.514	61.533	23.839	1.45506
-18.523	64.630	28.505	1.72165	-14.514	63.082	25.228	1.44956
-18.523	66.179	29.837	1.69579	-14.514	64.630	26.633	1.44799
-18.523	67.727	31.189	1.67569	-14.514	66.179	28.054	1.45010
-18.523	69.276	32.558	1.65899	-14.514	67.727	29.488	1.45743
-18.523	70.824	33.943	1.64760	-14.514	69.276	30.933	1.46652
-18.523	72.373	35.342	1.64172	-14.514	70.824	32.388	1.47711
-18.523	73.921	36.752	1.63841	-14.514	72.373	33.850	1.48824
-18.523	75.470	38.173	1.63711	-14.514	73.921	35.321	1.50047
-18.523	77.018	39.604	1.63753	-14.514	75.470	36.797	1.51332
-18.523	78.567	41.044	1.63949	-14.514	77.018	38.279	1.52658
-17.187	46.048	14.701	3.39806	-14.514	78.567	39.767	1.54014
-17.187	47.596	15.372	2.99200	-13.177	46.048	11.120	2.31810

MURO SOSTEGNO CARR. ME IN SX DA PK 0+726 A  
PK 0+961 - RELAZIONE DI CALCOLO

Codice documento  
SS0485\_F0.doc

Rev	Data
F0	20/06/2011

-13.177	47.596	11.992	2.00792	-9.168	46.048	7.958	1.64790
-13.177	49.145	12.991	1.79822	-9.168	47.596	9.137	1.50606
-13.177	50.693	14.090	1.65754	-9.168	49.145	10.414	1.42620
-13.177	52.242	15.266	1.55679	-9.168	50.693	11.756	1.37867
-13.177	53.790	16.505	1.48860	-9.168	52.242	13.143	1.35434
-13.177	55.339	17.792	1.44593	-9.168	53.790	14.563	1.34616
-13.177	56.888	19.118	1.41787	-9.168	55.339	16.007	1.34973
-13.177	58.436	20.475	1.40270	-9.168	56.888	17.469	1.36085
-13.177	59.985	21.857	1.39395	-9.168	58.436	18.944	1.37590
-13.177	61.533	23.261	1.39343	-9.168	59.985	20.431	1.39433
-13.177	63.082	24.681	1.39723	-9.168	61.533	21.926	1.41716
-13.177	64.630	26.117	1.40591	-9.168	63.082	23.428	1.44035
-13.177	66.179	27.564	1.41802	-9.168	64.630	24.935	1.46200
-13.177	67.727	29.022	1.43201	-9.168	66.179	26.448	1.48541
-13.177	69.276	30.489	1.44654	-9.168	67.727	27.964	1.50836
-13.177	70.824	31.964	1.46175	-9.168	69.276	29.484	1.53080
-13.177	72.373	33.445	1.47743	-9.168	70.824	31.006	1.55268
-13.177	73.921	34.933	1.49343	-9.168	72.373	32.531	1.57402
-13.177	75.470	36.425	1.50926	-9.168	73.921	34.058	1.59556
-13.177	77.018	37.922	1.52546	-9.168	75.470	35.587	1.61565
-13.177	78.567	39.422	1.54164	-9.168	77.018	37.118	1.63521
-11.841	46.048	9.999	1.99925	-9.168	78.567	38.650	1.65426
-11.841	47.596	10.961	1.77191	-7.831	46.048	7.097	1.69393
-11.841	49.145	12.045	1.61045	-7.831	47.596	8.398	1.56122
-11.841	50.693	13.223	1.50391	-7.831	49.145	9.772	1.48861
-11.841	52.242	14.470	1.42766	-7.831	50.693	11.191	1.44947
-11.841	53.790	15.771	1.38755	-7.831	52.242	12.640	1.42523
-11.841	55.339	17.113	1.36538	-7.831	53.790	14.111	1.42145
-11.841	56.888	18.488	1.35541	-7.831	55.339	15.597	1.42653
-11.841	58.436	19.888	1.35327	-7.831	56.888	17.094	1.43742
-11.841	59.985	21.309	1.35750	-7.831	58.436	18.599	1.45458
-11.841	61.533	22.746	1.36515	-7.831	59.985	20.111	1.47695
-11.841	63.082	24.197	1.37738	-7.831	61.533	21.628	1.49983
-11.841	64.630	25.659	1.39419	-7.831	63.082	23.149	1.52198
-11.841	66.179	27.132	1.41197	-7.831	64.630	24.674	1.54421
-11.841	67.727	28.612	1.43135	-7.831	66.179	26.201	1.56607
-11.841	69.276	30.099	1.45001	-7.831	67.727	27.731	1.58747
-11.841	70.824	31.592	1.46884	-7.831	69.276	29.263	1.60887
-11.841	72.373	33.090	1.48764	-7.831	70.824	30.796	1.63013
-11.841	73.921	34.592	1.50636	-7.831	72.373	32.331	1.65080
-11.841	75.470	36.098	1.52490	-7.831	73.921	33.867	1.67088
-11.841	77.018	37.608	1.54312	-7.831	75.470	35.405	1.69138
-11.841	78.567	39.121	1.56112	-7.831	77.018	36.943	1.71023
-10.504	46.048	8.937	1.77724	-7.831	78.567	38.482	1.72852
-10.504	47.596	10.001	1.59053	-6.495	46.048	6.402	2.10977
-10.504	49.145	11.179	1.47256	-6.495	47.596	7.819	1.86662
-10.504	50.693	12.439	1.40453	-6.495	49.145	9.279	1.73410
-10.504	52.242	13.758	1.35795	-6.495	50.693	10.763	1.66137
-10.504	53.790	15.120	1.33728	-6.495	52.242	12.263	1.61555
-10.504	55.339	16.515	1.33175	-6.495	53.790	13.774	1.59660
-10.504	56.888	17.936	1.33489	-6.495	55.339	15.293	1.59296
-10.504	58.436	19.376	1.34408	-6.495	56.888	16.817	1.59846
-10.504	59.985	20.831	1.35669	-6.495	58.436	18.345	1.61450
-10.504	61.533	22.300	1.37129	-6.495	59.985	19.876	1.63176
-10.504	63.082	23.778	1.39147	-6.495	61.533	21.410	1.65014
-10.504	64.630	25.265	1.41231	-6.495	63.082	22.946	1.66827
-10.504	66.179	26.758	1.43341	-6.495	64.630	24.483	1.68760
-10.504	67.727	28.258	1.45505	-6.495	66.179	26.022	1.70700
-10.504	69.276	29.763	1.47797	-6.495	67.727	27.561	1.72629
-10.504	70.824	31.272	1.49903	-6.495	69.276	29.102	1.74543
-10.504	72.373	32.784	1.51974	-6.495	70.824	30.644	1.76430
-10.504	73.921	34.300	1.54004	-6.495	72.373	32.186	1.78289
-10.504	75.470	35.819	1.55995	-6.495	73.921	33.728	1.80244
-10.504	77.018	37.340	1.57973	-6.495	75.470	35.272	1.82043
-10.504	78.567	38.863	1.59868	-6.495	77.018	38.043	1.83439

MURO SOSTEGNO CARR. ME IN SX DA PK 0+726 A  
PK 0+961 - RELAZIONE DI CALCOLO

Codice documento  
SS0485\_F0.doc

Rev	Data
F0	20/06/2011

-6.495	78.567	39.519	1.84481	-2.485	77.018	37.640	2.11830
-5.158	46.048	8.875	2.69924	-2.485	78.567	39.125	2.12280
-5.158	47.596	10.387	2.38774				
-5.158	49.145	11.912	2.20467				
-5.158	50.693	13.384	2.08849				
-5.158	52.242	14.775	1.99683				
-5.158	53.790	16.175	1.94415				
-5.158	55.339	17.583	1.90786				
-5.158	56.888	18.997	1.88546				
-5.158	58.436	20.417	1.86765				
-5.158	59.985	21.844	1.85955				
-5.158	61.533	23.276	1.85557				
-5.158	63.082	24.714	1.85474				
-5.158	64.630	26.157	1.85707				
-5.158	66.179	27.605	1.86024				
-5.158	67.727	29.058	1.86494				
-5.158	69.276	30.515	1.87082				
-5.158	70.824	31.977	1.87860				
-5.158	72.373	33.443	1.88626				
-5.158	73.921	34.913	1.89448				
-5.158	75.470	36.387	1.90316				
-5.158	77.018	37.864	1.91219				
-5.158	78.567	39.345	1.92149				
-3.822	46.048	11.661	3.30377				
-3.822	47.596	10.247	2.84968				
-3.822	49.145	11.777	2.53221				
-3.822	50.693	13.160	2.35124				
-3.822	52.242	14.564	2.21849				
-3.822	53.790	15.974	2.13712				
-3.822	55.339	17.389	2.08144				
-3.822	56.888	18.810	2.04466				
-3.822	58.436	20.237	2.01873				
-3.822	59.985	21.669	2.00001				
-3.822	61.533	23.106	1.98736				
-3.822	63.082	24.548	1.98170				
-3.822	64.630	25.995	1.97744				
-3.822	66.179	27.447	1.97588				
-3.822	67.727	28.904	1.97645				
-3.822	69.276	30.365	1.97944				
-3.822	70.824	31.830	1.98318				
-3.822	72.373	33.299	1.98798				
-3.822	73.921	34.773	1.99362				
-3.822	75.470	36.250	1.99995				
-3.822	77.018	37.730	2.00586				
-3.822	78.567	39.214	2.01329				
-2.485	46.048	12.164	3.84870				
-2.485	47.596	13.285	3.36317				
-2.485	49.145	11.717	3.04354				
-2.485	50.693	13.090	2.74579				
-2.485	52.242	14.487	2.54843				
-2.485	53.790	15.892	2.41630				
-2.485	55.339	17.303	2.32671				
-2.485	56.888	18.721	2.26314				
-2.485	58.436	20.145	2.21701				
-2.485	59.985	21.575	2.18304				
-2.485	61.533	23.012	2.15878				
-2.485	63.082	24.453	2.14092				
-2.485	64.630	25.900	2.12814				
-2.485	66.179	27.352	2.11931				
-2.485	67.727	28.809	2.11394				
-2.485	69.276	30.271	2.11088				
-2.485	70.824	31.737	2.10979				
-2.485	72.373	33.207	2.11028				
-2.485	73.921	34.681	2.11207				
-2.485	75.470	36.159	2.11449				