

# 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 SV CURCURACI-RAMPA 4 DA PK0+178 A PK0+220 –                  RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</p>	<p>SS0490_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 0	1 2	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>					
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - <i>RELAZIONE DI CALCOLO</i>		<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: center;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

## INDICE

1	DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA.....	5
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	6
2.1	Riferimenti normativi.....	6
2.2	Riferimenti bibliografici .....	6
3	PROGRAMMI PER L'ANALISI AUTOMATICA.....	8
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....	10
4.1	Calcestruzzo per muri gettati in opera .....	10
4.2	Calcestruzzo per fondazioni profonde .....	10
4.3	Acciaio per cemento armato .....	11
5	CARATTERISTICHE DI CALCOLO .....	12
5.1	Metodologia di calcolo .....	12
5.2	Caratterizzazione della sismicit�.....	14
6	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	16
6.1	Stratigrafia di progetto .....	16
6.2	Coefficienti di spinta .....	18
6.2.1	Coefficienti di spinta in fase statica .....	18
6.2.2	Coefficienti di spinta in fase sismica .....	19
7	CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICIT� .....	20
8	FASI COSTRUTTIVE.....	24
9	ANALISI MURI DI SOTTOSCARPA GETTATI IN OPERA .....	25
9.1	Analisi dei carichi.....	25
9.1.1	Peso proprio .....	25
9.1.2	Spinta delle terre in fase statica .....	25
9.1.3	Spinte delle terre in fase sismica .....	26
9.1.4	Sovraccarico permanente .....	28
9.2	Combinazioni di carico .....	28
10	VERIFICHE DEI MURI DI SOTTOSCARPA GETTATI IN OPERA .....	30
10.1	Verifiche geotecniche .....	30
10.1.1	Muri di sottoscarpa con taglione H=3m.....	34
10.1.2	Muri di sottoscarpa H=5m: verifica di portata e dimensionamento delle fondazioni profonde 38	
10.1.2.1	Sollecitazioni di progetto .....	38

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - <i>RELAZIONE DI CALCOLO</i>	<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

10.1.2.2	Caratterizzazione geotecnica .....	38
10.1.2.3	Capacità portante.....	39
10.1.2.4	Capacità portante di progetto .....	39
10.1.2.5	Risultati .....	40
10.2	Verifiche strutturali.....	41
10.2.1	Muri di sottoscarpa con taglione H=3m.....	41
10.2.1.1	Elevazione .....	41
10.2.1.2	Ciabatta di fondazione .....	46
10.2.1.3	Taglione .....	51
10.2.2	Muri di sottoscarpa su diaframma H=5m .....	52
10.2.2.1	Calcolo delle massime sollecitazioni nel diaframma .....	52
10.2.2.2	Verifiche di resistenza dei diaframmi .....	55
10.2.2.3	Verifiche di resistenza dell'elevazione .....	61
10.2.2.4	Verifiche di resistenza della ciabatta di fondazione .....	66
11	ANALISI DI STABILITA' .....	77
12	TABULATI DI CALCOLO.....	81
12.1	Input SAP2000 Advanced rel. 14.0.0.....	81
12.2	Input SLIDE rel. 05– Analisi in fase statica .....	89
12.3	Output SLIDE rel. 05– Analisi in fase statica.....	90
12.4	Input SLIDE rel. 05– Analisi in fase sismica.....	94
12.5	Output SLIDE rel. 05– Analisi in fase sismica .....	95

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0490_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 di sottoscarpa del rilevato della Rampa 4 dello Svincolo Curcuraci, ubicato tra le progressive 0+177.69 km e 0+220 km.

L'opera in oggetto è costituita da un muro in c.a. gettato in opera di altezza variabile tra 1m e 4.90m, a sostegno di un terrapieno avente inclinazione delle scarpate pari a 4/7 (circa 29°).

I muri sono suddivisi in muri su fondazioni superficiali con taglione di altezza 2m e spessore 1,2m, per muri con altezza fino a 3m, e in muri su fondazioni di tipo profondo costituite da diaframmi in c.a. di dimensioni 1.2m x 2.5m.

I diaframmi saranno realizzati con benna mordente per muri di altezza superiore a 3m.

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

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

Nella presente relazione sono riportati il dimensionamento e le verifiche delle opere in oggetto.

La tabella seguente riassume le caratteristiche strutturali della sezione di calcolo considerata.

Sezione tipo	$H_{\max\text{-elevaz}}$ (m)	$S_{\text{elev}}$ (m)	$S_{\text{fond}}$ (m)	$B_{\text{fond}}$ (m)	$D_{\text{ant}}$ (m)	$D_{\text{post}}$ (m)	Tipologia Fondazione
Muro H=3m	3	0.3÷0.6	1	4.0	1.7	1.7	diretta con taglione
Muro H=5m	5	0.3÷0.8	1	4.5	2.0	1.7	indiretta su diaframmi H=10m

dove  $S_{\text{elev}}$  e  $S_{\text{fond}}$  rappresentano gli spessori rispettivamente dell'elevazione e della fondazione, mentre  $B_{\text{fond}}$ ,  $D_{\text{ant}}$  e  $D_{\text{post}}$  rispettivamente la base, il dente anteriore e quello posteriore della fondazione.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - <i>RELAZIONE DI CALCOLO</i>		<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

## 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;

**UNI EN 1992:** "Progettazione delle strutture di calcestruzzo"

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

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

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

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

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

### 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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - <i>RELAZIONE DI CALCOLO</i>		<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

**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 SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<table border="1"> <thead> <tr> <th><i>Rev</i></th> <th><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

### 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).

#### **SAP2000 Advanced rel. 14.0.0**

Structural Analysis program – Computers and Structures, Inc. – Berkeley CA, USA

*Programma di calcolo ad elementi finiti monodimensionali, bidimensionali e tridimensionali.*

Il programma consente di adottare un modello numerico di calcolo composto da elementi finiti

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - <i>RELAZIONE DI CALCOLO</i>	<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

monodimensionali di tipo trave. L'interazione tra il terreno e la struttura viene simulata attraverso elementi elastoplastici monodimensionali (molle) connessi ai nodi della struttura, la cui rigidità è determinata in funzione del modulo di reazione del terreno. Le analisi vengono condotte in condizioni di deformazioni piane.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

## 4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

### 4.1 Calcestruzzo per muri gettati in opera

Classe di resistenza	C28/35 -
Rapporto massimo acqua / cemento	0.45 -
Slump	S4 -
Contenuto minimo di cemento	360 Kg/m <sup>3</sup>
Diametro massimo inerte	32 mm
Classe di esposizione	XF4 -

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

Resistenza caratt. a compressione cubica	$R_{ck} = -$	=	<b>35.00</b>	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratt. a compressione cilindr.	$f_{ck} = -$	=	29.05	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza media a compressione cilindr.	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	=	37.05	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico	$E_c = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$	=	32588.11	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione semplice	$f_{ctm} = 0.3 f_{ck}^{2/3}$	=	2.83	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione caratt. (frattile 5%)	$f_{ctk} = 0.7 f_{ctm}$	=	1.98	N/mm <sup>2</sup>

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

Coeff. parziale di sicurezza	$\gamma_c = -$	=	1.50	-
Coeff. riduttivo per resist. di lunga durata	$\alpha_{cc} = -$	=	0.85	-
Resistenza a compressione di calcolo	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$	=	16.46	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$	=	1.32	N/mm <sup>2</sup>

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

Massima compressione (Comb. Rara)	$\sigma_c = 0.60 f_{ck}$	=	17.43	N/mm <sup>2</sup>
Massima compressione (Comb. Q.P.)	$\sigma_c = 0.45 f_{ck}$	=	13.94	N/mm <sup>2</sup>

### 4.2 Calcestruzzo per fondazioni profonde

Classe di resistenza	C25/30 -
Rapporto massimo acqua / cemento	0.6 -
Slump	S4 -
Diametro massimo inerte	32 mm
Classe di esposizione	XC2 -

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<table border="1"> <thead> <tr> <th><i>Rev</i></th> <th><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

**Caratteristiche del calcestruzzo:**

Resistenza caratt. a compressione cubica	$R_{ck} = -$	$= 30.00$	$N/mm^2$
Resistenza caratt. a compressione cilindr.	$f_{ck} = -$	$= 24.90$	$N/mm^2$
Resistenza media a compressione cilindr.	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	$= 32.05$	$N/mm^2$
Modulo elastico	$E_c = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$	$= 31447.16$	$N/mm^2$
Resistenza a trazione semplice	$f_{ctm} = 0.3 f_{ck}^{2/3}$	$= 2.56$	$N/mm^2$
Resistenza a trazione caratt. (frattile 5%)	$f_{ctk} = 0.7 f_{ctm}$	$= 1.79$	$N/mm^2$

**Resistenze di calcolo a SLU:**

Coeff. parziale di sicurezza	$\gamma_c = -$	$= 1.50$	-
Coeff. riduttivo per resist. di lunga durata	$\alpha_{cc} = -$	$= 0.85$	-
Resistenza a compressione di calcolo	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$	$= 14.11$	$N/mm^2$
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$	$= 1.19$	$N/mm^2$

**Resistenze di calcolo a SLE:**

Massima compressione (Comb. Rara)	$\sigma_c = 0.60 f_{ck}$	$= 14.94$	$N/mm^2$
Massima compressione (Comb. Q.P.)	$\sigma_c = 0.45 f_{ck}$	$= 11.21$	$N/mm^2$

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

**Resistenze di calcolo a SLU:**

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

**Resistenze di calcolo a SLE:**

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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 5 CARATTERISTICHE DI CALCOLO

### 5.1 Metodologia di calcolo

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

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

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

$$E_d < R_d$$

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

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

Tabella 6.2.1 delle N.T.C. 2008

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0490_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 SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0490_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						

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 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 in termini di accelerazione orizzontale massima ( $a_g$ ) attesa in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (categoria A), considerando le seguenti condizioni di stato limite, strategia di progettazione e risposta sismica locale.

- Vita nominale della costruzione
- Classe d'uso della costruzione
- Coefficiente d'uso della costruzione
- Categoria di suolo (\*)

**$V_N = 100$  anni**  
**IV**  
 **$C_U = 2$**   
**C**

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: left;">F0</td> <td style="text-align: left;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

- Categoria topografica

**T1**

(\*) Data l'esiguità delle prove localmente presenti, si è scelto di tenere conto anche dei sondaggi della tratta che va dal Km 5+400 al Km 5+900 circa.

I sondaggi di riferimento per la presente tratta sono SPPS02 e SPPS03 (campagna del 2002), S415, S416, S417 e S418 (campagna del 2010).

Non ci sono localmente indagini per caratterizzare la categoria sismica di suolo; considerando la sismica a rifrazione SRD3, essa risulta pari a **C** (S414bis).

La tabella seguente riassume i coefficienti sismici adottati per il caso in esame.

Sito Latitudine e Longitudine		38.253
		15.582
Tipo Suolo		C
VN (anni)		100
cu (-)		2
S.L.D.	ag/g	0.158
	F <sub>0</sub>	2.368
	T <sub>c</sub> (s)	0.339
	S <sub>s</sub>	1.476
S.L.V.	ag/g	0.412
	F <sub>0</sub>	2.477
	T <sub>c</sub> (s)	0.417
	S <sub>s</sub>	1.088
S <sub>T</sub>		1
β (-) SLV / SLD		0.24 (SLD) - 0.35 (SLV)

Per le verifiche strutturali la spinta sismica delle terre è stata valutata mediante il metodo di Mononobe-Okabe.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><i>Rev</i></td> <td style="width: 50%;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

## 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

Le litologie prevalenti sono costituite dalle formazioni delle Sabbie e Ghiaie di Messina e dei Depositi alluvionali.

Per quanto riguarda le Sabbie e Ghiaie di Messina, sono granulometricamente descritte 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 e Balena; 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.

I Depositi alluvionali sono invece costituiti da ghiaie poligeniche ed eterometriche, giallastre o brune a clasti prevalentemente arrotondati di diametro da 2 a 30 cm, clasti sostenuti o a supporto di matrice argilloso-sabbiosa, alternate a rari sottili livelli di sabbie argillose rossastre; sabbie ciottolose a supporto di matrice argilloso-terrosa. L'età dei depositi alluvionali terrazzati è Pleistocene medio-superiore.

I depositi alluvionali recenti sono costituiti da limi e sabbie con livelli di ghiaie a supporto di matrice terroso-argillosa, talora terrazzati, localizzati in aree più elevate rispetto agli alvei fluviali attuali. La componente ruditica è rappresentata da ciottoli poligenici, prevalentemente cristallini, da spigolosi a subarrotondati di diametro tra 1 e 10 cm, mediamente di 4-5 cm. L'età dei depositi alluvionali recenti è l'Olocene.

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	Carta idrogeologica versante Sicilia

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

-10-11-12	
CG0800PF6DSSBC6ST00000001-02-03-04-05-21-22-23-24	Profilo geologico-geotecnico Tracciato stradale - Direzione Reggio Calabria
CG0800PF6DSSBC6ST00000011-12-13-14-15-25-26-27-28	Profilo geologico-geotecnico Tracciato stradale - Direzione Messina

Le prove localmente utilizzate nella caratterizzazione sono:

- Prove di laboratorio per la determinazione delle caratteristiche fisiche (sondaggio S417)
- Prove granulometriche (sondaggi S417, SPPS02 e SPPS03)
- Prove SPT (sondaggi S415, S416, S417, S418, SPPS02, SPPS03)
- 1 prova Cross Hole (sondaggio S418)
- 1 prova sismica a rifrazione locale (SRD3)
- 5 prove pressiometriche (sondaggi S417, S418)
- 4 prove Le Franc (sondaggi S417 e S418)

Per i criteri e per gli aspetti generali di caratterizzazione si rimanda a quanto riportato nella relazione Elab. CG0800PRBDCSBC8G00000001A. Per la definizione delle categorie di suolo si rimanda al medesimo elaborato ed alla relazione sismica di riferimento.

Stratigrafia	prof. (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi'$ (°)	$c'$ (Kpa)
Rilevato	-	20	38	0
Depositi alluvionali recenti	0 – 4.5	18.5	38	0
Sabbie e Ghiaie di Messina	>4.5	18.5	38	0
<b>Falda</b>	ASSENTE			

\*  $E'$  = modulo di Young "operativo"; \* = si considerano valori nel range per fronti di scavo sostenuti, opere di sostegno tirantate o puntonate; valori al minimo del range per fondazioni dirette, fondazioni su pali e rilevati.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><i>Rev</i></td> <td style="width: 50%;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

## 6.2 Coefficienti di spinta

### 6.2.1 Coefficienti di spinta in fase statica

#### Spinta attiva

Per i muri aventi il taglione alla base, con altezze massime pari a 3 m, sono stati adottati i valori dei coefficienti di spinta attiva ( $k_a$ ) calcolati secondo la relazione di Coulomb: il valore dell'angolo di attrito terreno-muro ( $\delta$ ) è stato assunto pari a  $2/3 \cdot \varphi$ .

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

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

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

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

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

$\varepsilon$  = Inclinazione del pendio a monte ( $29^\circ$  per muri di sottoscarpa).

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

Valori	Approccio	$\phi$ [°]	$k_a$	
Caratteristici	A1+M1+R1	38	0.35	Muri di sottoscarpa $\varepsilon = 29^\circ$
Progetto	A2+M2+R2	32	0.52	

*Coefficienti di spinta caso statico – Muri con taglione*

Nel caso dei muri fondati su diaframmi, in virtù della ridotta rotazione dei muri, viene adottato il coefficiente di spinta a riposo, calcolato secondo la seguente relazione.

$$K_0 = 1 - \text{sen}(\phi)$$

Valori	Approccio	$\phi$ [°]	$k_0$	

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - <i>RELAZIONE DI CALCOLO</i>		<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Caratteristici	A1+M1+R1	38	0.38	Muri di sottoscarpa $\varepsilon = 29^\circ$
Progetto	A2+M2+R2	32	0.47	

*Coefficienti di spinta caso statico – Muri su diaframmi*

Per la valutazione della spinta attiva in fase statica nel caso dei muri su diaframmi, per tenere conto dell'inclinazione del pendio a monte dei muri, è stato considerato il peso del terreno posto sopra la testa-muro: per il caso in esame, si ha un sovraccarico permanente pari a 40 kPa circa, adottato nei calcoli.

### 6.2.2 Coefficienti di spinta in fase sismica

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

#### Spinta attiva

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

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:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><i>Rev</i></td> <td style="width: 50%;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

<b>Stato Limite di Danno (SLD)</b>		
Accel. orizz. max su sito di riferimento rigido	$a_g/g$	<b>0.16</b> [-]
Coefficiente di riduzione di $a_g$	$\beta_m$	0.24 [-]
Coefficientsi sismici	$k_h$	0.056 [-]
	$k_v$	0.028 [-]
Coeff. spinta sismica (M-O) - strato 1	$K \downarrow$	0.424 [-]
	$K \uparrow$	0.429 [-]
Coeff. spinta sismica parzializzata (M-O) - strato 1	$K_d \downarrow$	0.843 [-]
	$K_d \uparrow$	0.848 [-]
<b>Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV)</b>		
Accel. orizz. max su sito di riferimento rigido	$a_g/g$	<b>0.412</b> [-]
Coefficiente di riduzione di $a_g$	$\beta_m$	0.350 [-]
Coefficientsi sismici	$k_{h-SLV}$	0.157 [-]
	$k_{v-SLV}$	0.078 [-]
Coeff. spinta sismica (M-O) - strato 1	$K \downarrow$	0.724 [-]
	$K \uparrow$	0.959 [-]
Coeff. spinta sismica parzializzata (M-O) - strato 1	$K_d \downarrow$	0.974 [-]
	$K_d \uparrow$	1.012 [-]

*Coefficienti di spinta attiva in fase sismica (muri con taglione e muri su diaframmi)*

Caso	Teoria	$k_p$
Statico	Coulomb	4.88
Sismico	Mononobe&Okabe	2.87

*Coefficienti di spinta passiva muri con taglione (Mononobe&Okabe)*

## 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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

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 valori di  $a_g$  da utilizzare nella progettazione:

Lat. | 38° 15' 12.12" N  
 Long. | 15° 34' 55.73" E

$a_{g-SLV}$  | 0.412  
 $a_{g-SLD}$  | 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, mentre la categoria topografica è T1 in quanto il rilievo considerato ha altezza inferiore a 30m; si ottengono quindi questi valori di  $a_{max}$ :

$S_{S-SLV}$  | 1.088  
 $S_{S-SLD}$  | 1.476  
 $S_T$  | 1  
 $a_{max-SLV}$  |  $a_{g-SLV} \cdot S_S \cdot S_T = 0.448$   
 $a_{max-SLD}$  |  $a_{g-SLD} \cdot S_S \cdot S_T = 0.233$

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 SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<table border="1"> <thead> <tr> <th><i>Rev</i></th> <th><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

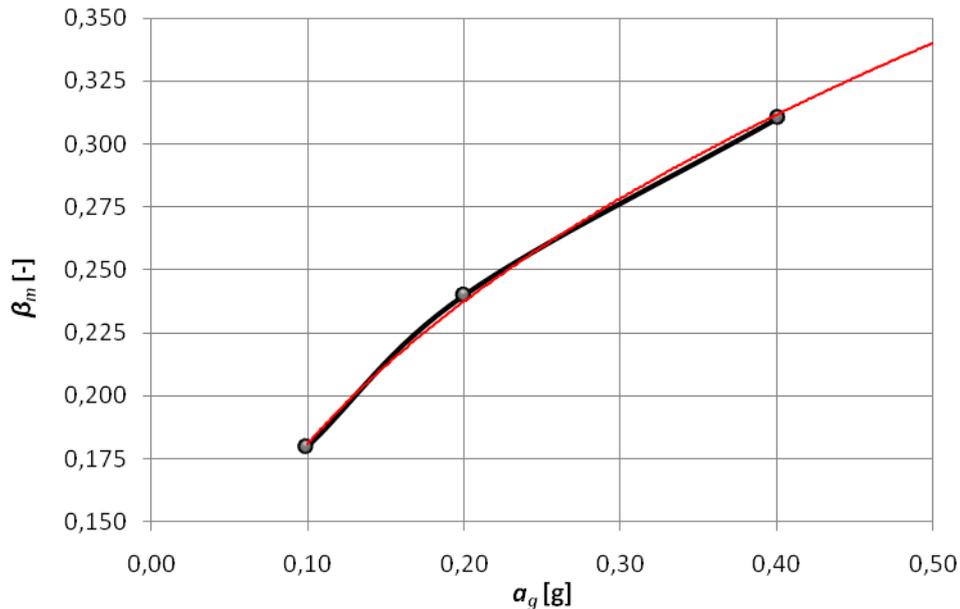


Grafico 1: estrapolazione eseguita per ottenere il valore di  $\beta_m$ .

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

Per SLD risulta:  $\beta_m = 0.24$

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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: left;">F0</td> <td style="text-align: left;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

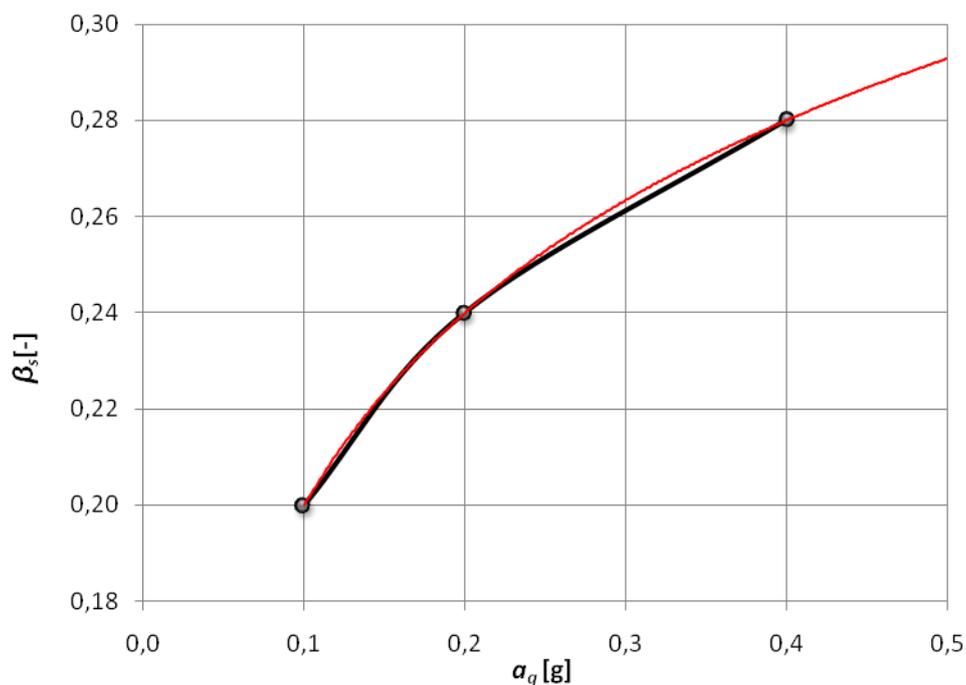


Grafico 2: estrapolazione eseguita per ottenere il valore di  $\beta_m$ .

Cautelativamente si è assunto  $\beta_s = 0.30$ .

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - <i>RELAZIONE DI CALCOLO</i>		<i>Codice documento</i> SS0490_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:

### MURI DI SOTTOSCARPA

- sbancamento per raggiungere la quota di imposta della fondazione;
- realizzazione dei diaframmi o del taglione;
- getto in c.a. della fondazione con adeguati ferri di ripresa per la successiva solidarizzazione con l'elevazione;
- getto in c.a. dell'elevazione;
- riempimento a tergo del muro con inclinazione 4/7 (cioè circa 29°).

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><i>Rev</i></td> <td style="width: 50%;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

## 9 ANALISI MURI DI SOTTOSCARPA GETTATI IN OPERA

### 9.1 Analisi dei carichi

#### 9.1.1 Peso proprio

Il peso proprio del muro in c.a. è valutato in ragione di 25.0 kN/m<sup>3</sup>.

Il muri oggetto di verifica hanno le seguenti geometrie di calcolo:

Lunghezza fondazione [m]	Spessore fondazione [m]	Altezza elevazione [m]	Spessore elevazione [m]	Peso elevazione [kN]	Peso fondazione [kN]
4	1	3	0,3 ÷ 0,6	33,75	100
4,5	1	5	0,3 ÷ 0,8	68,75	112,5

#### 9.1.2 Spinta delle terre in fase statica

##### Spinta attiva di progetto

Le spinte del terreno sui muri a taglio sono valutate in base alle caratteristiche geotecniche del terreno desunte dalla relazione geotecnica. Il valore di spinta di progetto sulla struttura è calcolato secondo la seguente formula:

$$S_{ad} = \frac{1}{2} \cdot k_{ad} \cdot \gamma_d \cdot H^2 \text{ [kN/m]}$$

$$\gamma_d = \frac{\gamma_k}{\gamma_\gamma} = \frac{\gamma_k}{1.0}$$

$$\phi_d = \arctg\left(\frac{\tan\phi_k}{\gamma_\phi}\right) = \arctg\left(\frac{\tan\phi_k}{1.25}\right)$$

dove:

- $\gamma_k$  = peso caratteristico terreno per unità di volume
- $\gamma_d$  = peso di progetto terreno per unità di volume
- $\phi_k$  = angolo di attrito interno caratteristico del terreno

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

- $\phi_d$  = angolo di attrito interno di progetto del terreno  
 $k_{ad}$  = coefficiente di spinta attiva di progetto funzione di  $\phi_d$   
 $H$  = altezza di spinta

Nel caso dei muri su diaframma, le spinte delle terre verranno valutate sostituendo il coefficiente di spinta attiva di progetto  $k_{ad}$  con il coefficiente di spinta a riposo di progetto  $k_{0d}$ .

### Spinta passiva di progetto

In presenza del taglione alla base della ciabatta di fondazione, la spinta passiva di progetto è valutata con la seguente formula geotecnica:

$$S_{pd-T} = \frac{1}{2} \cdot k_{pd} \cdot \gamma_d \cdot H^2 \text{ [kN/m]}$$

dove

- $k_{pd}$  = coefficiente di spinta passiva di progetto  
 $H$  = altezza di spinta costituita dall'altezza del taglione, lo spessore della fondazione e l'altezza del terreno di ricoprimento di 0,5m.

### **9.1.3 Spinte delle terre in fase sismica**

#### Spinta attiva di progetto

Nella fase sismica le spinte attive di progetto sono valutate secondo le formule di Mononobe-Okabe:

$$S_{ad} = \frac{1}{2} \cdot k_{aed} \cdot \gamma_d \cdot H^2 (1 \pm k_v) \text{ [kN/m]}$$

$$k_v = 0,5 \cdot k_h$$

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{\max}}{g}$$

dove:

- $a_{\max}$  = accelerazione massima di progetto del suolo rigido  
 $g$  = accelerazione di gravità  
 $\beta_m$  = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima  
 $k_h$  = coefficiente sismico orizzontale  
 $k_v$  = coefficiente sismico verticale

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - <i>RELAZIONE DI CALCOLO</i>		<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

$k_{aed}$  = coefficiente di spinta attiva di progetto in fase sismica

*Spinta passiva di progetto*

In presenza di taglio alla base della ciabatta di fondazione, la spinta passiva di progetto è valutata con la seguente formula geotecnica:

$$S_{pd-T} = \frac{1}{2} \cdot k_{ped} \cdot \gamma_d \cdot H^2 (1 \pm k_v) \text{ [kN/m]}$$

dove:

$k_{ped}$  = Coefficiente di spinta passiva di progetto in fase sismica

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### 9.1.4 Sovraccarico permanente

Il peso della scarpata a tergo del muro viene considerato come sovraccarico permanente.

Il terreno che grava direttamente sulla fondazione verrà chiamato permanente stabilizzante, mentre il terreno che grava solo sul cuneo di spinta verrà chiamato permanente ribaltante.

## 9.2 Combinazioni di carico

Si illustrano di seguito le combinazioni di carico utilizzate per le verifiche geotecniche e strutturali. Le combinazioni di verifica risultano conformi a quanto riportato nei paragrafi 2.5.3 (“*Sicurezza e prestazioni attese – Combinazione delle azioni*”) e 6.2.3 (“*Progettazione geotecnica – Verifiche della sicurezza e delle prestazioni*”) del D.M. 14/01/2008.

			Peso proprio	Peso terreno	Peso permanenti	Peso accidentali	Spinta terre	Spinta permanenti	Spinta accidentali	Azioni in testa muro	Azioni sismiche
<b>Combinazioni per verifiche geotecniche e strutturali</b>	<b>SLU</b>	<b>EQU</b>	0,90	0,90	0,90	0,00	1,10	1,10	1,50	0,00	0,00
		<b>EQU SISM</b>	0,90	0,90	0,90	0,00	1,10	1,10	1,50	0,00	1,00
		<b>GEO-F1</b>	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,30	0,00	0,00
		<b>GEO-F2</b>	1,00	1,00	1,00	1,30	1,00	1,00	1,30	0,00	0,00
		<b>GEO_ECC</b>	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00
		<b>GEO_SISM ↓</b>	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
		<b>GEO_SISM ↑</b>	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
		<b>STR_F1</b>	1,00	1,00	1,00	0,00	1,30	1,30	1,50	0,00	0,00
		<b>STR_F2</b>	1,00	1,00	1,00	1,50	1,30	1,30	1,50	0,00	0,00
		<b>Combinazioni per verifiche strutturali</b>	<b>SLE</b>	<b>SLE_QP</b>	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	0,00
<b>SLE_FR</b>	1,00			1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	0,70	0,00	0,00
<b>SLE_CAR</b>	1,00			1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00
<b>SLE_SISM ↓</b>	1,00			1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
<b>SLE_SISM ↑</b>	1,00			1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Le combinazioni tipo SLU vengono utilizzate per le verifiche agli Stati Limite Ultimi (dove: F=Fondamentale; ECC=Eccezionale; SISM=Sismica), mentre le combinazioni tipo SLE per le verifiche agli Stati Limite di Esercizio (dove: QP=Quasi Permanente; FR=Freqente; CAR=Caratteristico; SISM=Sismico).

Con '↑' si intende che l'accelerazione sismica verticale è stata assunta positiva verso l'alto, e viceversa con '↓'.

Si noti che le verifiche tipo GEO e EQU sono caratterizzate da parametri di progetto ridotti con i coefficienti M2, mentre le verifiche tipo STR e SLE sono effettuate con i parametri caratteristici del terreno (M1).

Di norma le combinazioni GEO sono più severe nei confronti del dimensionamento geotecnico, mentre le combinazioni STR nei confronti del dimensionamento strutturale. Per completezza vengono comunque effettuate entrambe.

In particolare, gli stati limite ultimi per scorrimento sul piano di posa, collasso per carico limite dell'insieme terreno-fondazione e di raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali sono analizzati considerando la condizione peggiore tra tutte le condizioni SLU, esclusa la EQU.

La verifica al ribaltamento è effettuata considerando la condizione peggiore tra la EQU, la GEO\_ECC e le GEO\_SISM, essendo quest'ultime le combinazioni analoghe alla EQU in condizioni sismiche e eccezionali, cioè ponendo i coefficienti EQU=1.

Le combinazioni SLE vengono considerate per le verifiche di resistenza in esercizio.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 10 VERIFICHE DEI MURI DI SOTTOSCARPA GETTATI IN OPERA

### 10.1 Verifiche geotecniche

In un primo momento, i muri di sottoscarpa sono stati progettati con fondazioni dirette e verificati a scivolamento, a ribaltamento e a portanza.

#### Sollecitazioni a livello intradosso fondazione

Le sollecitazioni agenti sul muro e i relativi bracci rispetto al baricentro della ciabatta di fondazione ( $b_M$  per le verifiche a capacità portante) e rispetto all'estremità più a valle della ciabatta di fondazione ( $b_O$  per le verifiche a ribaltamento) sono riportati nella tabella seguente.

#### MURO DI SOTTOSCARPA H=3m

Azioni sollecitanti a base fondazione del concio	GEO		STRU		$b_{\text{oriz.}(O)}$ [m]	$b_{\text{oriz.}(M)}$ [m]	$b_{\text{vert}}$ [m]
	N [kN]	V [kN]	N [kN]	V [kN]			
Peso proprio elevazione	33,75		33,75		1,53	0,47	
Peso proprio ciabatta di fondazione	60,00		60,00		2,00	0,00	
Peso del terreno da rilevato su ciabatta posteriore	162,21		162,21		2,94	-0,94	
Peso del terreno da rilevato su ciabatta anteriore	13,10		13,10		0,66	1,35	
Peso dei sovraccarichi permanenti su ciabatta posteriore	0,00		0,00		2,88	-0,88	
Peso dei sovraccarichi permanenti su ciabatta anteriore	0,00		0,00		0,66	1,35	
Peso dei sovraccarichi accidentali su ciabatta posteriore	0,00		0,00		2,88	-0,88	
Peso dei sovraccarichi accidentali su ciabatta anteriore	0,00		0,00		0,66	1,35	
Spinte del terreno da rilevato a monte -	38,67	99,00	28,11	59,37	4,00	-2,00	1,61
Spinte del terreno dovute a sovraccarichi permanenti	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	-2,00	-
Spinte del terreno dovute a sovraccarichi accidentali	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	-2,00	-
Azioni concentrate in testa muro		0,00		0,00			0,00
Incres. sismico peso proprio elevazione (SLV)	2,35	4,70	2,35	4,70	1,54	0,47	1,93
Incres. sismico peso proprio ciabatta di fondazione (SLV)	4,18	8,35	4,18	8,35	2,00	0,00	0,30
Incres. sismico terreno da rilevato su ciabatta posteriore (SLV)	11,29	22,58	11,29	22,58	2,94	-0,94	3,97

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
		MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011		

Increm. sismico terreno da rilevato su ciabatta anteriore (SLV)	0,91		0,91		0,66	1,35	0,85
Increm. sismico sovraccarichi perm. su ciabatta posteriore (SLV)	0,00	0,00	0,00	0,00	2,88	-0,88	1,10
Increm. sismico sovraccarichi perm. su ciabatta anteriore (SLV)	0,00		0,00		0,66	1,35	1,10
Spinte sismiche del terreno da rilevato a monte ↓ (SLV)	74,25	190,07			-	-	-
Spinte sismiche del terreno dovute a sovraccarichi perm. ↓ (SLV)	0,00	0,00			4,00	-2,00	-
Spinte sismiche del terreno da rilevato a monte ↑ (SLV)	76,65	196,22			-	-	-
Spinte sismiche del terreno dovute a sovraccarichi permanenti ↑ (SLV)	0,00	0,00			4,00	-2,00	-
Increm. sismico peso proprio elevazione (SLD)	1,22	2,44	1,22	4,70	1,53	0,47	1,93
Increm. sismico peso proprio ciabatta di fondazione (SLD)	2,17	4,34	2,17	8,35	2,00	0,00	0,30
Increm. sismico terreno da rilevato su ciabatta posteriore (SLD)	5,86	11,72	5,86	22,58	2,94	-0,94	3,97
Increm. sismico terreno da rilevato su ciabatta anteriore (SLD)	0,47		0,47		0,66	1,35	0,85
Increm. sismico sovraccarichi perm. su ciabatta posteriore (SLD)	0,00	0,00	0,00	0,00	2,88	-0,88	1,10
Increm. sismico sovraccarichi perm. su ciabatta anteriore (SLD)	0,00		0,00		0,66	1,35	1,10
Spinte sismiche del terreno da rilevato a monte ↓ (SLD)	67,17	171,96	38,51	81,35	-	-	-
Spinte sismiche del terreno dovute a sovraccarichi perm. ↓ (SLD)	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	-2,00	0,00
Spinte sismiche del terreno da rilevato a monte ↑ (SLD)	67,76	173,47	39,54	83,53	-	-	-
Spinte sismiche del terreno dovute a sovraccarichi permanenti ↑ (SLD)	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	-2,00	0,00

#### MURO DI SOTTOSCARPA H=5m

Azioni sollecitanti a base fondazione del concio	GEO		STR		b <sub>oriz,(O)</sub> [m]	b <sub>oriz,(M)</sub> [m]	b <sub>vert</sub> [m]
	N [kN]	V [kN]	N [kN]	V [kN]			
Peso proprio elevazione	68,75		68,75		2,29	-0,04	
Peso proprio ciabatta di fondazione	112,50		112,50		2,25	0,00	
Peso del terreno da rilevato su ciabatta posteriore	193,11		193,11		3,53	-1,28	
Peso del terreno da rilevato su ciabatta anteriore	0,00		0,00		1,01	1,24	

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO				<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Peso dei sovraccarichi permanenti su ciabatta posteriore	0,00		0,00		3,53	-1,28	
Peso dei sovraccarichi permanenti su ciabatta anteriore	0,00		0,00		1,01	1,24	
Peso dei sovraccarichi accidentali su ciabatta posteriore	0,00		0,00		3,53	-1,28	
Peso dei sovraccarichi accidentali su ciabatta anteriore	0,00		0,00		1,01	1,24	
Spinte del terreno da rilevato a monte	61,56	157,60	59,20	125,06	4,50	-2,25	2,00
Spinte del terreno dovute a sovraccarichi permanenti	41,04	105,06	39,47	83,37	4,50	-2,25	3,00
Spinte del terreno dovute a sovraccarichi accidentali	0,00	0,00	0,00	0,00	4,50	-2,25	-
Azioni concentrate in testa muro		0,00		0,00			0,00
Incres. sismico peso proprio elevazione (SLV)	5,39	10,79	5,39	10,79	2,29	-0,04	3,12
Incres. sismico peso proprio ciabatta di fondazione (SLV)	8,83	17,65	8,83	17,65	2,25	0,00	0,50
Incres. sismico terreno da rilevato su ciabatta posteriore (SLV)	16,77	33,54	16,77	33,54	3,57	-1,32	4,65
Incres. sismico terreno da rilevato su ciabatta anteriore (SLV)	0,00		0,00		1,01	1,24	1,00
Incres. sismico sovraccarichi perm. su ciabatta posteriore (SLV)	0,00	0,00	0,00	0,00	3,53	-1,28	1,00
Incres. sismico sovraccarichi perm. su ciabatta anteriore (SLV)	0,00		0,00		1,01	1,24	1,00
Spinte sismiche del terreno da rilevato a monte ↓ (SLV)	177,19	453,60			-	-	-
Spinte sismiche del terreno dovute a sovraccarichi perm. ↓ (SLV)	0,00	0,00			4,50	-2,25	-
Spinte sismiche del terreno da rilevato a monte ↑ (SLV)	184,15	471,40			-	-	-
Spinte sismiche del terreno dovute a sovraccarichi permanenti ↑ (SLV)	0,00	0,00			4,50	-2,25	-
Incres. sismico peso proprio elevazione (SLD)	1,92	3,85	1,92	10,79	2,29	-0,04	3,12
Incres. sismico peso proprio ciabatta di fondazione (SLD)	3,15	6,30	3,15	17,65	2,25	0,00	0,50
Incres. sismico terreno da rilevato su ciabatta posteriore (SLD)	5,98	11,97	5,98	33,54	3,57	-1,32	4,65
Incres. sismico terreno da rilevato su ciabatta anteriore (SLD)	0,00		0,00		1,01	1,24	1,00
Incres. sismico sovraccarichi perm. su ciabatta posteriore (SLD)	0,00	0,00	0,00	0,00	3,53	-1,28	1,00
Incres. sismico sovraccarichi perm. su ciabatta anteriore (SLD)	0,00		0,00		1,01	1,24	1,00
Spinte sismiche del terreno da rilevato a monte ↓ (SLD)	153,41	392,71	90,61	191,40	-	-	-
Spinte sismiche del terreno dovute a	0,00	0,00	0,00	0,00	4,50	-2,25	0,00

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO			
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		Codice documento SS0490_F0.doc	Rev F0	Data 20/06/2011	

sovraccarichi perm. ↓ (SLD)							
Spinte sismiche del terreno da rilevato a monte ↑ (SLD)	154,18	394,69	91,86	194,03	-	-	-
Spinte sismiche del terreno dovute a sovraccarichi permanenti ↑ (SLD)	0,00	0,00	0,00	0,00	4,50	-2,25	0,00

Tali valori andranno opportunamente combinati (secondo le combinazioni di carico riportate nel paragrafo precedente) per effettuare le verifiche di stabilità globale (ribaltamento, scivolamento e portata).

#### Verifiche a ribaltamento

Si valuta il valore del momento stabilizzante e del momento ribaltante e si verifica che il rapporto tra i due sia maggiore di  $\gamma_R = 1.0$ .

#### MURO DI SOTTOSCARPA H=3m

Verifiche a ribaltamento		Comb.	Comb.	Comb.	Comb.
		EQU	GEO_ECC	GEO_SISM ↓	GEO_SISM ↑
Momento stabilizzante totale	[kNm]	592	658	612	704
Momento ribaltante totale	[kNm]	6	160	409	419
Coefficiente di sicurezza al ribaltamento	[-]	<b>105,96</b>	<b>4,12</b>	<b>1,50</b>	<b>1,68</b>

#### MURO DI SOTTOSCARPA H=5m

Verifiche a ribaltamento		Comb.	Comb.	Comb.	Comb.
		EQU	GEO_ECC	GEO_SISM ↓	GEO_SISM ↑
Momento stabilizzante totale	[kNm]	<b>984</b>	<b>1093</b>	<b>1081</b>	<b>1265</b>
Momento ribaltante totale	[kNm]	<b>186</b>	<b>630</b>	<b>1267</b>	<b>1309</b>
Coefficiente di sicurezza al ribaltamento	[-]	<b>5,30</b>	<b>1,73</b>	<b>0,85</b>	<b>0,97</b>

I fattori di sicurezza risultano soddisfacenti per H=3m ma non per H=5m.

#### Verifiche a scivolamento

Si valuta il valore delle forze di attrito (contributi resistenti) e delle forze orizzontali (forze di

				<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>			
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO				<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc		<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

scorrimento); quindi si verifica che il rapporto tra le due sia maggiore di  $\gamma_R = 1.0$ .

#### MURO DI SOTTOSCARPA H=3m

Verifiche a scivolamento		Comb. GEO-F1	Comb. GEO-F2	Comb. GEO_ECC	Comb. GEO_SISM ↓	Comb. GEO_SISM ↑	Comb. STR_F1	Comb. STR_F2
Forza di attrito totale	[kN/m]	210	210	210	196	225	210	210
Forza di scorrimento totale	[kN/m]	99	99	99	226	232	77	77
Coefficiente di sicurezza allo scivolamento	[-]	<b>2,12</b>	<b>2,12</b>	<b>2,12</b>	<b>0,87</b>	<b>0,97</b>	<b>2,72</b>	<b>2,72</b>

#### MURO DI SOTTOSCARPA H=5m

Verifiche a scivolamento		Comb. GEO-F1	Comb. GEO-F2	Comb. GEO_ECC	Comb. GEO_SISM ↓	Comb. GEO_SISM ↑	Comb. STR_F1	Comb. STR_F2
Forza di attrito totale	[kN/m]	292	292	292	284	333	292	292
Forza di scorrimento totale	[kN/m]	263	263	263	516	533	271	271
Coefficiente di sicurezza allo scivolamento	[-]	<b>1,11</b>	<b>1,11</b>	<b>1,11</b>	<b>0,55</b>	<b>0,62</b>	<b>1,08</b>	<b>1,08</b>

Le verifiche non risultano soddisfatte in nessuno dei casi. In funzione dell'entità dei fattori di sicurezza sono state adottate soluzioni differenti per i muri:

- 1- Per i muri di sottoscarpa H=3m si procede con il dimensionamento di un taglione a monte della ciabatta di fondazione in modo da sfruttare la spinta passiva per aumentare la resistenza a scivolamento.
- 2- Per i muri di sottoscarpa H=5m si procede con l'utilizzo di fondazioni profonde su diaframmi.

#### **10.1.1 Muri di sottoscarpa con taglione H=3m**

Si considera quindi un taglione con altezza pari a 2m e spessore di 1,2m. Lo spessore della ciabatta di fondazione viene assunto pari a 1m e si procede con le verifiche di stabilità dei muri.

#### Sollecitazioni a livello intradosso fondazione

GEO	STRU
-----	------

Azioni sollecitanti a base fondazione del concio	N	V	N	V	b <sub>oriz,(O)</sub>	b <sub>oriz,(M)</sub>	b <sub>vert</sub>
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]
Peso proprio elevazione	33,75		33,75		1,93	0,07	
Peso proprio ciabatta di fondazione	100,00		100,00		2,00	0,00	
Peso del terreno da rilevato su ciabatta posteriore	129,30		129,30		3,12	-1,12	
Peso del terreno da rilevato su ciabatta anteriore	17,08		17,08		0,85	1,15	
Peso dei sovraccarichi permanenti su ciabatta posteriore	0,00		0,00		3,08	-1,08	
Peso dei sovraccarichi permanenti su ciabatta anteriore	0,00		0,00		0,85	1,15	
Peso dei sovraccarichi accidentali su ciabatta posteriore	0,00		0,00		3,08	-1,08	
Peso dei sovraccarichi accidentali su ciabatta anteriore	0,00		0,00		0,85	1,15	
Spinte del terreno da rilevato a monte	47,01	120,35	36,72	77,57	4,00	-2,00	1,67
Spinte del terreno dovute a sovraccarichi permanenti	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	-2,00	-
Spinte del terreno dovute a sovraccarichi accidentali	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	-2,00	-
Azioni concentrate in testa muro		0,00		0,00			0,00
Incremento sismico peso proprio elevazione (SLV)	2,65	5,30	2,65	5,30	1,93	0,07	2,33
Incremento sismico peso proprio ciabatta di fondazione (SLV)	7,84	15,69	7,84	15,69	2,00	0,00	0,50
Incremento sismico terreno da rilevato su ciabatta posteriore (SLV)	10,14	20,29	10,14	20,29	3,12	-1,12	4,08
Incremento sismico terreno da rilevato su ciabatta anteriore (SLV)	1,34		1,34		0,85	1,15	1,25
Incremento sismico sovraccarichi perm. su ciabatta posteriore (SLV)	0,00	0,00	0,00	0,00	3,08	-1,08	1,50
Incremento sismico sovraccarichi perm. su ciabatta anteriore (SLV)	0,00		0,00		0,85	1,15	1,50
Spinte sismiche del terreno da rilevato a monte ↓ (SLV)	89,35	228,74			-	-	-
Spinte sismiche del terreno dovute a sovraccarichi perm. ↓ (SLV) - totale	0,00	0,00			4,00	-2,00	-
Spinte sismiche del terreno da rilevato a monte ↑ (SLV)	92,86	237,71			-	-	-
Spinte sismiche del terreno dovute a sovraccarichi permanenti ↑ (SLV)	0,00	0,00			4,00	-2,00	-
Incremento sismico peso proprio elevazione (SLD)	0,94	1,89	0,94	5,30	1,93	0,07	2,33
Incremento sismico peso proprio ciabatta di fondazione (SLD)	2,80	5,60	2,80	15,69	2,00	0,00	0,50
Incremento sismico terreno da rilevato su ciabatta posteriore (SLD)	3,62	7,24	3,62	20,29	3,12	-1,12	4,08
Incremento sismico terreno da rilevato su	0,48		0,48		0,85	1,15	1,25

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>			
		MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

ciabatta anteriore (SLD)							
Increment. sismico sovraccarichi perm. su ciabatta posteriore (SLD)	0,00	0,00	0,00	0,00	3,08	-1,08	1,50
Increment. sismico sovraccarichi perm. su ciabatta anteriore (SLD)	0,00		0,00		0,85	1,15	1,50
Spinte sismiche del terreno da rilevato a monte ↓ (SLD)	77,36	198,03	45,69	96,52	-	-	-
Spinte sismiche del terreno dovute a sovraccarichi perm. ↓ (SLD)	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	-2,00	0,00
Spinte sismiche del terreno da rilevato a monte ↑ (SLD)	77,75	199,03	46,32	97,84	-	-	-
Spinte sismiche del terreno dovute a sovraccarichi permanenti ↑ (SLD)	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	-2,00	0,00

#### Verifiche a ribaltamento

Verifiche a ribaltamento		Comb. EQU	Comb. GEO_ECC	Comb. GEO_SISM ↓	Comb. GEO_SISM ↑
Momento stabilizzante totale	[kNm]	615	684	714	821
Momento ribaltante totale	[kNm]	15	201	486	501
Coefficiente di sicurezza al ribaltamento	[-]	<b>41,86</b>	<b>3,39</b>	<b>1,47</b>	<b>1,64</b>

#### Verifiche a scivolamento

Verifiche a scivolamento		Comb. GEO-F1	Comb. GEO-F2	Comb. GEO_ECC	Comb. GEO_SISM ↓	Comb. GEO_SISM ↑	Comb. STR_F1	Comb. STR_F2
Forza resistente totale	[kN/m]	772	772	772	501	587	219	219
Forza di scorrimento totale	[kN/m]	242	242	242	483	538	101	101
Coefficiente di sicurezza allo scivolamento	[-]	<b>3,19</b>	<b>3,19</b>	<b>3,19</b>	<b>1,04</b>	<b>1,09</b>	<b>2,17</b>	<b>2,17</b>

#### Verifiche di portanza

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>			
		MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Verifiche di portata della fondazione (formulazione di Brinch-Hansen)			Comb. GEO-F1	Comb. GEO-F2	Comb. GEO_E CC	Comb. GEO_SISM ↓	Comb. GEO_SISM ↑	Comb. STR_F1	Comb. STR_F2
Sollecitazioni sul concio a base fondazione	M	[kNm]	172	172	172	456	452	141	141
	N	[kN]	280	280	280	318	362	280	280
	H	[kN]	120	120	120	183	187	101	101
	e	[m]	0,61	0,61	0,61	1,43	1,25	0,50	0,50
Caratteristiche geometriche della fondazione	B <sub>R</sub>	[m]	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
	B	[m]	2,77	2,77	2,77	1,13	1,51	2,99	2,99
	L	[m]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	D	[m]	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
	q'	[kN/m <sup>2</sup> ]	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione	φ	[°]	32,01	32,01	32,01	32,01	32,01	32,01	32,01
	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	γ <sub>fond</sub>	[kN/m <sup>3</sup> ]	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50
	α	[°]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	ω	[°]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Calcolo della portata limite e di progetto del terreno	q <sub>LIM-attr.</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	413,64	413,64	413,64	52,42	109,85	1788,60	1788,60
	q <sub>LIM-coes.</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	q <sub>LIM-car.lat.</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	747,86	747,86	747,86	289,73	478,40	2117,45	2117,45
	q <sub>LIM</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	1161,50	1161,50	1161,50	342,15	588,25	3906,06	3906,06
	F <sub>s</sub>	[-]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	q <sub>d</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	<b>1161,50</b>	<b>1161,50</b>	<b>1161,50</b>	<b>342,15</b>	<b>588,25</b>	<b>3906,06</b>	<b>3906,06</b>
Sforzi sul terreno di fondazione	σ <sub>max</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	134,52	134,52	134,52	374,06	320,60	122,83	122,83
	σ <sub>min</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	5,54	5,54	5,54	0,00	0,00	17,24	17,24
	L <sub>reag</sub>	[m]	4,00	4,00	4,00	1,70	2,26	4,00	4,00
	σ <sub>eq</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	<b>101,05</b>	<b>101,05</b>	<b>101,05</b>	<b>280,55</b>	<b>240,45</b>	<b>93,54</b>	<b>93,54</b>
Coefficiente di sicurezza alla portanza		[-]	<b>11,49</b>	<b>11,49</b>	<b>11,49</b>	<b>1,22</b>	<b>2,45</b>	<b>41,76</b>	<b>41,76</b>

Alla luce dei risultati ottenuti le verifiche si possono ritenere soddisfatte. La soluzione del taglione per i muri di sottoscampa H=3m è praticabile dal punto di vista di stabilità globale. Nel paragrafo 9.2 si procederà alle verifiche strutturali per controllare che la forza di taglio trasmessa dalla fondazione al taglione possa essere assorbita da quest'ultimo.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - <i>RELAZIONE DI CALCOLO</i>		<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### 10.1.2 Muri di sottoscarpa H=5m: verifica di portata e dimensionamento delle fondazioni profonde

Nel caso dei muri di sottoscarpa, le elevate sollecitazioni alla base della struttura hanno richiesto l'inserimento di fondazioni profonde atte a garantire la stabilità dell'opera in termini di rotazione, scorrimento e portata.

A tali fondazioni profonde, costituite da diaframmi di dimensioni 1.2m di spessore e 2.5m di larghezza, si affidano le sollecitazioni risultanti nel baricentro della fondazione del muro.

Con riferimento all'altezza di 5 m precedentemente analizzata, si assume una lunghezza dei diaframmi pari a 10 m.

Il calcolo della capacità portante dei diaframmi utilizzati come fondazione nei muri di sottoscarpa, è stato condotto in accordo con le Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni del 2008 verificando che l'azione di progetto  $E_d$  risulti inferiore al valore di progetto della resistenza  $R_d$ . In particolare, la verifica di tale condizione è stata effettuata tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali dell'approccio1, sia in condizioni statiche che sismiche:

Comb1 (STR)	A1+M1+R1
Comb 2 (GEO)	A2+M1+R2
Comb SLV	(A=1)+M1+R3

#### 10.1.2.1 Sollecitazioni di progetto

Le sollecitazioni di progetto su ciascun diaframma di fondazione, si ricavano dai calcoli riportati nei paragrafi precedenti.

#### 10.1.2.2 Caratterizzazione geotecnica

La tabella seguente riporta i valori dei parametri geotecnici utilizzati nei calcoli:

livello	Quota da testa diafr [m]	$V_d$ [KN/m <sup>3</sup> ]	Parametri minimi	
			$\phi$ (°)	c (kPa)
Unico	0	18.5	38	0.0

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><i>Rev</i></td> <td style="width: 50%;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

### 10.1.2.3 Capacità portante

La capacità portante ultima del diaframma è stata valutata considerando il solo contributo di base  $R_{b,k}$ , essendo  $R_{b,k}$  la capacità portante caratteristica di base.

La vigente normativa, con riferimento alle fondazioni profonde costituite da pali, prevede di calcolare le resistenze caratteristiche a partire dalle resistenze di calcolo ottenute considerando i parametri medi e minimi dei terreni, e opportunamente fattorizzate:

$$R_k = \min\left(\frac{R_{cal,media}}{\xi_3}; \frac{R_{cal,min}}{\xi_4}\right)$$

Con riferimento alla portanza di base, la resistenza di calcolo è stata valutata mediante la formula di Caquot semplificata:

$$R_{b,cal} = \gamma K_p h e^{(\pi \operatorname{tg} \phi)}$$

dove:

- $\phi$       angolo di attrito terreno
- $\gamma$       peso di volume del terreno di fondazione
- $h$       immorsamento della paratia
- $K_p$      coefficiente di spinta passiva

I coefficienti  $\xi$ , viceversa, assumono i valori riportati nella seguente tabella in funzione del numero di verticali indagate, in questo caso è stato assunto 1:

numero verticali indagate	1	2	3	4	5	7	>10
$\xi_3$	1.7	1.65	1.6	1.55	1.5	1.45	1.4
$\xi_4$	1.7	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

Quindi:  $R_{b,k} = R_{b,cal} / \xi$

### 10.1.2.4 Capacità portante di progetto

La capacità portante di progetto del diaframma è stata quindi valutata fattorizzando la capacità portante di base  $R_{b,k}$ , come prescritto dalla vigente normativa per i pali.

In particolare, i coefficienti R1, R2 e R3 sono ricavati dalla seguente tabella, con riferimento al caso dei pali trivellati:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO		
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		Codice documento SS0490_F0.doc	Rev F0	Data 20/06/2011

Tipologia di diaframma	Trivellati		
Resistenza	R1	R2	R3
Base $\gamma_b$	1	1.7	1.35

Dove:

-  $\gamma_b$  coefficiente parziale sulla capacità portante di base

In definitiva, risulta:  $R_{b,d} = \frac{R_{b,k}}{\gamma_b}$  Capacità portante di progetto di base

#### 10.1.2.5 Risultati

Di seguito si riportano i valori della capacità portante di progetto di base per il diaframma di lunghezza 10m nelle 4 combinazioni dell'approccio 1:

	Combinazione STR	Combinazione GEO	Combinazione SLV	Combinazione SLE
$H_{muro} / L_{diaframma}$	$R_{b,d\_STR}$ (kN)	$R_{b,d\_GEO}$ (kN)	$R_{b,d\_SLV}$ (kN)	$R_{b,d\_SLE}$ (kN)
5m / 10m	17.170	10.100	12.719	29.190

Nella seguente tabella la resistenza di progetto  $R_{b,d}$  viene confrontata con la sollecitazione di progetto nella combinazione GEO ( $N_{Ed}$ ):

	$N_{Ed,c}$	Interasse diaframmi	$N_{Ed,c}$ (tot)	$L_{diaframma}$	$R_{b,d}$ [kN]	$N_{Ed,c} < R_{b,d}$
Combinazioni	[kN/m]	[m]	[kN]	[m]	Parametri minimi	verifica
Comb Geo-F1	374	3.6	1348	10	10100	Ok
Comb_SISM basso	364	3.6	1311	10	12719	Ok
Comb Sism alto	426	3.6	1534	10	12719	Ok

Si rileva che le verifiche di capacità portante non risultano dimensionanti per quanto riguarda la lunghezza dei diaframmi, che invece è stata dimensionata in base al comportamento flessionale esposto nei paragrafi seguenti.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>			
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

## 10.2 Verifiche strutturali

### 10.2.1 Muri di sottoscarpa con taglione H=3m

#### 10.2.1.1 Elevazione

Nelle seguenti tabelle vengono riportate le sollecitazioni più gravose utilizzate per le verifiche sezionali dell'elevazione.

Azioni a base risega	STR		GEO		$b_{\text{oriz}}$ [m]	$b_{\text{vert}}$ [m]
	N [kN/m]	V [kN/m]	N [kN/m]	V [kN/m]		
Peso proprio elevazione	33,75		33,75		0,00	
Spinte del terreno da rilevato a monte	13,11	27,70	16,79	42,97	-0,23	1,00
Spinte del terreno dovute a sovraccarichi permanenti	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,23	1,50
Spinte del terreno dovute a sovraccarichi accidentali	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,23	1,50
Azioni concentrate in testa muro		0,00		0,00		0,00
Increment. sismico peso proprio elevazione (SLD)	0,94	1,89	0,94	1,89	0,00	1,50
Spinte sismiche terreno da rilevato a monte ↓ (SLD)	16,31	34,46	27,62	70,70	-0,23	1,00
Spinte sismiche terreno dovute a sovracc. perm. ↓ (SLD)	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,23	1,50
Spinte sismiche terreno da rilevato a monte ↑ (SLD)	16,54	34,93	27,76	71,06	-0,23	1,00
Spinte sismiche terreno dovute a sovracc. perm. ↑ (SLD)	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,23	1,50
Increment. sismico peso proprio elevazione (SLV)	2,65	5,30	2,65	5,30	0,00	1,50
Spinte sismiche terreno da rilevato a monte ↓ (SLV)			31,90	81,66	-0,23	1,00
Spinte sismiche terreno dovute a sovracc. perm. ↓ (SLV)			0,00	0,00	-0,23	1,50
Spinte sismiche terreno da rilevato a monte ↑ (SLV)			33,15	84,87	-0,23	1,00
Spinte sismiche terreno dovute a sovracc. perm. ↑ (SLV)			0,00	0,00	-0,23	1,50

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><i>Rev</i></td> <td style="width: 50%;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

	N [kN/m]	V [kN/m]	M [kNm/m]
GEO-F1	34	43	39
GEO-F2	34	43	39
GEO_ECC	34	43	39
GEO_SISM ↓	31	87	85
GEO_SISM ↑	36	90	85
STR_F1	34	36	32
STR_F2	34	36	32
SLE_QP	34	28	25
SLE_FR	34	28	25
SLE_CAR	34	28	25
SLE_SISM ↓	33	36	34
SLE_SISM ↑	35	37	34

Alla luce delle sollecitazioni massime, si prevede la seguente armatura:

	Armatura longitudinale	Armatura trasversale	Copriferro netto
Armatura intradosso (fibre tese)	φ16/20	-	5 cm
Armatura estradosso (fibre compresse)	φ12/20		

#### Verifiche agli stati limite di esercizio per flessione

La condizione più gravosa si ottiene con la combinazione SLE\_SISM↓. I risultati delle verifiche sono contenuti nella tabella seguente.

N [kN/m]	M [kNm/m]	$\sigma_c$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma'_s$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_s$ [N/mm <sup>2</sup> ]	x [cm]
-33	34	-1,16	-10,23	51,42	13,66

I valori tensionali sono tutti inferiori ai massimi di normativa; la tensione nell'acciaio è sufficientemente ridotta, in rapporto al diametro delle barre, da garantire un adeguato contenimento della fessurazione nel calcestruzzo teso secondo le indicazioni dell'ultimo capoverso del par. 4.1.2.2.4.6 delle NTC.

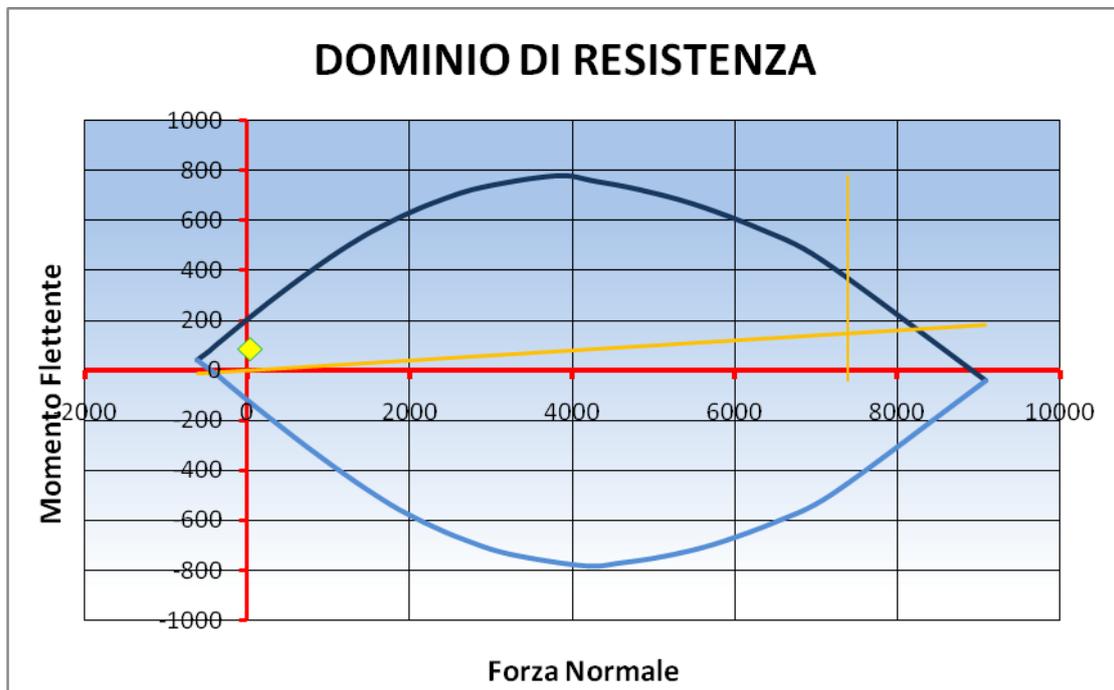
		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<table border="1"> <tr> <td><i>Rev</i></td> <td><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

Verifiche agli stati limite ultimi per flessione

La condizione più gravosa si ottiene con la combinazione GEO\_SISM↓. I risultati delle verifiche sono contenuti nella tabella seguente.

Sollecitazioni		Momento resistente [kNm/m]	Fattore di sicurezza MRd/Med
Ned [kN/m]	Med [kN/m]		
-31	85	213	2,5

I risultati presentano un fattore di sicurezza soddisfacente. Il grafico seguente rappresenta il dominio di resistenza dell'elevazione.



Dominio di resistenza dell'elevazione.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

### Verifiche agli stati limite ultimi per taglio

Si esegue dapprima la verifica degli *elementi senza armature resistenti a taglio* secondo quanto previsto nel D.M. 14.01.2008 al punto 4.1.2.1.3.1.

Indicato con  $V_{Ed}$  il valore di calcolo dello sforzo di taglio agente allo SLU, si verifica controllando che risulti:

$$V_{Ed} < V_{Rd} = \max \left\{ \left( 0.18 \cdot k \cdot \frac{\sqrt[3]{100 \cdot \rho_\ell \cdot f_{ck}}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right) \cdot b_w \cdot d; (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d \right\}$$

dove:

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2 \quad \text{con } d \text{ altezza utile della sezione espressa in mm}$$

$$v_{\min} = 0.035 \cdot \sqrt{k^3} \cdot \sqrt{f_{ck}}$$

$$\rho_\ell = \frac{A_{s\ell}}{b_w \cdot d} \leq 0.02 \quad \text{con } b_w \text{ larghezza minima della sezione espressa in mm}$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} \leq 0.2 \cdot f_{cd} \quad \text{tensione media di compressione nella sezione}$$

Nel caso in cui la verifica non venga soddisfatta si ricorre ad *elementi provvisti di armature resistenti a taglio* secondo quanto previsto al punto 4.1.2.1.3.2 del già citato D.M..

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

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \vartheta) \cdot \sin \alpha$$

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

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot \frac{\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \vartheta}{1 + \text{ctg}^2 \vartheta}$$

La resistenza a taglio dell'elemento strutturale è la minore delle due sopra definite:

$$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}; V_{Rcd})$$

Nelle precedenti espressioni, i nuovi parametri, introdotti rispetto al caso di elementi sprovvisti di armatura a taglio, assumono il seguente significato:

$\vartheta$  inclinazione dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse dell'elemento  
con la limitazione  $1.0 \leq \text{ctg} \vartheta \leq 2.5$

$\alpha$  inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse dell'elemento

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<table border="1"> <thead> <tr> <th><i>Rev</i></th> <th><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

$A_{sw}$	area dell'armatura trasversale
$s$	interasse tra due armature trasversali consecutive
$f'_{cd} = 0.5 \cdot f_{cd}$	resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima
$\alpha_c$	coefficiente maggiorativi pari a:
	1 per membrature non compresse
	$1 + \sigma_{cp}/f_{cd}$ per $0 \leq \sigma_{cp} < 0.25 \times f_{cd}$
	1.25 per $0.25 f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0.5 \times f_{cd}$
	$2.5 \times (1 - \sigma_{cp}/f_{cd})$ per $0.5 \times f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$

Si riportano quindi le verifiche a taglio secondo la procedura appena indicata.

**Caratteristiche dei materiali:**

Resistenza caratteristica a compressione cubica cls	$R_{ck}$	=	<b>35</b>	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica cls	$f_{ck}$	=	29,05	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a compressione del cls	$f_{cd}$	=	16,46	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a trazione dell'acciaio	$f_{yd}$	=	391,30	N/mm <sup>2</sup>

**Sollecitazioni di verifica (S.L.U.):**

Valore di calcolo dello sforzo di taglio agente	$V_{Ed}$	=	<b>90,00</b>	kN
Valore di calcolo della forza assiale associata a $V_{Ed}$	$N(V_{Ed})$	=	<b>31,00</b>	kN
Valore di calcolo del momento flettente associato a $V_{Ed}$	$M(V_{Ed})$	=	<b>0,00</b>	kNm

**Caratteristiche geometriche della sezione:**

Altezza utile della sezione	$d$	=	<b>542</b>	mm
Larghezza minima della sezione	$b_w$	=	<b>1000</b>	mm

**Armatura della sezione in zona tesa:**

Diametro ferri longitudinali	$\varnothing$	=	<b>16</b>	mm
Numero tondini longitudinali utilizzati	$n$	=	<b>5</b>	--
Area totale di armatura longitudinale in zona tesa	$A_{sl}$	=	1005	mm <sup>2</sup>
Rapporto geometrico dell'armatura longitudinale ( $\leq 0.02$ )	$\rho_l$	=	0,0019	--

**VERIFICA SENZA ARMATURA TRASVERSALE RESISTENTE A TAGLIO (§ 4.1.2.1.3.1)**

Fattore dipendente dall'altezza utile della sezione ( $\leq 2$ )	$k$	=	1,61	--
Tensione dipendente dal fattore $k$ e dalla resistenza del cls	$v_{min}$	=	0,38	N/mm <sup>2</sup>
Tensione media di compressione nella sezione ( $\leq 0.2 \times f_{cd}$ )	$\sigma_{cp}$	=	0,06	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza ultima a taglio minima	$V_{Rd,min}$	=	213,03	kN
<b>Resistenza ultima a taglio (<math>V_{Rd} \geq V_{Rd,min}</math>)</b>	$V_{Rd}$	=	<b>213,03</b>	<b>kN</b>

**VERIFICA SODDISFATTA:**

*non occorre armatura trasversale resistente a taglio.*

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><i>Rev</i></td> <td style="width: 50%;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

### 10.2.1.2 Ciabatta di fondazione

Nelle seguenti tabelle vengono riportate le sollecitazioni più gravose utilizzate per le verifiche sezionali rispettivamente della mensola anteriore e della mensola posteriore. Entrambe le mensole sono considerate snelle.

Azioni mensola snella	AZIONI PER VERIFICHE	
	V [kN/m]	M [kNm/m]
GEO-F1	74	62
GEO-F2	74	62
GEO_ECC	74	62
GEO_SISM ↓	160	152
GEO_SISM ↑	174	163
STR_F1	62	49
STR_F2	62	49
Combinazione di carico SLE_QP	51	38
Combinazione di carico SLE_FR	51	38
Combinazione di carico SLE_CAR	51	38
Combinazione di carico SLE_SISM ↓	71	60
Combinazione di carico SLE_SISM ↑	106	96

Azioni mensola snella	AZIONI PER VERIFICHE	
	V [kN/m]	M [kNm/m]
GEO-F1	-19	-21
GEO-F2	-19	-21
GEO_ECC	-19	-21
GEO_SISM ↓	-88	-105

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

<b>GEO_SISM ↑</b>	-63	-82
<b>STR_F1</b>	-6	-6
<b>STR_F2</b>	-6	-6
<b>Combinazione di carico SLE_QP</b>	-4	-3
<b>Combinazione di carico SLE_FR</b>	-4	-3
<b>Combinazione di carico SLE_CAR</b>	-4	-3
<b>Combinazione di carico SLE_SISM ↓</b>	-24	-27
<b>Combinazione di carico SLE_SISM ↑</b>	-45	-53

Alla luce delle sollecitazioni massime, si prevede la seguente armatura:

	<b>Lato</b>	<b>Armatura principale</b>	<b>Armatura secondaria</b>	<b>Copriferro netto (cm)</b>
<b>Mensola Anteriore</b>	estradosso	Ø14/20	Ø10/20	5
	intradosso	Ø14/20	Ø10/20	5
<b>Mensola Posteriore</b>	estradosso	Ø14/20	Ø10/20	5
	intradosso	Ø14/20	Ø10/20	5
<b>Zoccolo centrale</b>	estradosso	Ø14/20	Ø10/20	5
	intradosso	Ø14/20	Ø10/20	5

#### Verifiche agli stati limite di esercizio per flessione

Le condizioni più gravose si ottengono con la combinazione SLE\_SISM↑. I risultati delle verifiche sono contenuti nella tabella seguente.

	<b>M</b> [kNm/m]	<b>σ<sub>c</sub></b> [N/mm <sup>2</sup> ]	<b>σ'<sub>s</sub></b> [N/mm <sup>2</sup> ]	<b>σ<sub>s</sub></b> [N/mm <sup>2</sup> ]	<b>x [cm]</b>
<b>Mensola anteriore</b>	96	-1,49	-12,58	138,85	13,06
<b>Mensola posteriore</b>	53	-0,82	-6,95	76,66	13,06

I valori tensionali sono tutti inferiori ai massimi di normativa; la tensione nell'acciaio è sufficientemente ridotta, in rapporto al diametro delle barre, da garantire un adeguato contenimento della fessurazione nel calcestruzzo teso secondo le indicazioni dell'ultimo capoverso del par. 4.1.2.2.4.6 delle NTC.

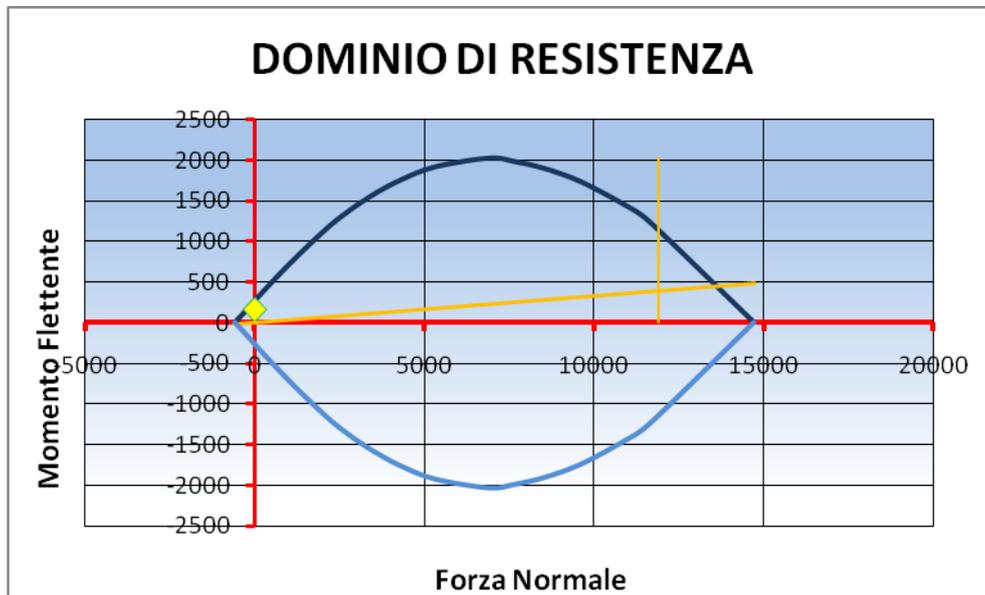
		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;"><i>Rev</i></td> <td style="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						

Verifiche agli stati limite ultimi per flessione

Le condizioni più gravose si ottengono con le combinazioni GEO SISM $\uparrow$  per la mensola anteriore e GEO\_SISM $\downarrow$  per la mensola posteriore. I risultati delle verifiche sono contenuti nella tabella seguente.

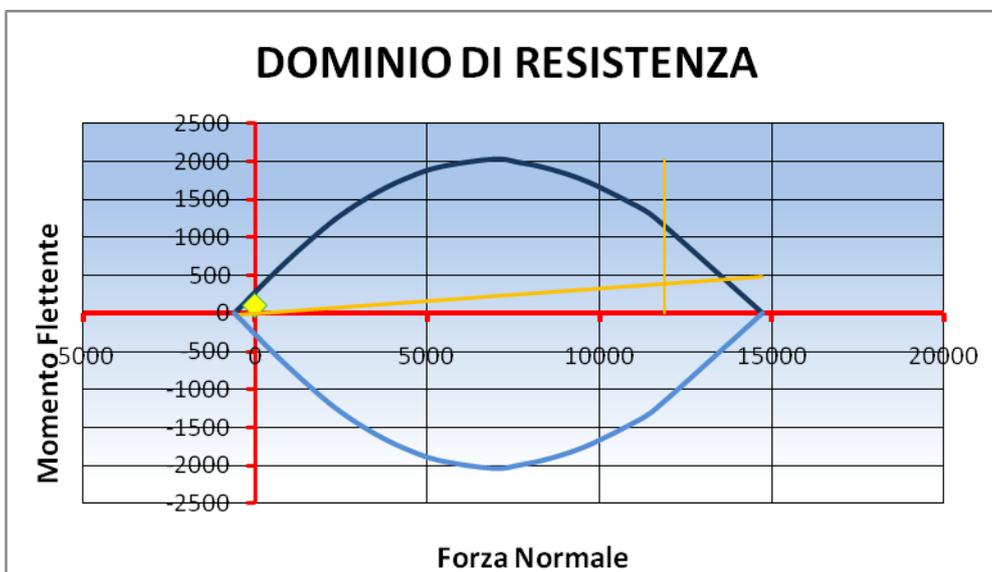
	<b>Momento sollecitante [kNm/m]</b>	<b>Momento resistente [kNm/m]</b>	<b>Fattore di sicurezza MRd/Med</b>
<b>Mensola anteriore</b>	163	275	1,69
<b>Mensola posteriore</b>	105	275	2,62

I risultati presentano fattori di sicurezza soddisfacenti. I grafici seguenti rappresentano i domini di resistenza delle mensole.



Dominio di resistenza mensola anteriore

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<table border="0"> <tr> <td style="text-align: right;"><i>Rev</i></td> <td style="text-align: left;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">F0</td> <td style="text-align: left;">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						



Dominio di resistenza mensola posteriore

Verifiche agli stati limite ultimi per taglio

Si riportano le verifiche a taglio secondo quanto riportato in D.M. 14/01/2008 § 4.1.2.1.3

*Mensola anteriore*

**Caratteristiche dei materiali:**

Resistenza caratteristica a compressione cubica cls	$R_{ck}$ = 35 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica cls	$f_{ck}$ = 29,05 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a compressione del cls	$f_{cd}$ = 16,46 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a trazione dell'acciaio	$f_{yd}$ = 391,30 N/mm <sup>2</sup>

**Sollecitazioni di verifica (S.L.U.):**

Valore di calcolo dello sforzo di taglio agente	$V_{Ed}$ = 174,00 kN
Valore di calcolo della forza assiale associata a $V_{Ed}$	$N(V_{Ed})$ = 0,00 kN
Valore di calcolo del momento flettente associato a $V_{Ed}$	$M(V_{Ed})$ = 0,00 kNm

**Caratteristiche geometriche della sezione:**

Altezza utile della sezione	$d$ = 944 mm
Larghezza minima della sezione	$b_w$ = 1000 mm

**Armatura della sezione in zona tesa:**

Diametro ferri longitudinali	$\varnothing$ = 14 mm
Numero tondini longitudinali utilizzati	$n$ = 5 --

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Rev</th> <th>Data</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	Rev	Data	F0	20/06/2011
Rev	Data						
F0	20/06/2011						

Area totale di armatura longitudinale in zona tesa	$A_{sl}$	=	770	mm <sup>2</sup>
Rapporto geometrico dell'armatura longitudinale ( $\leq 0.02$ )	$\rho_l$	=	0,0008	--

#### VERIFICA SENZA ARMATURA TRASVERSALE RESISTENTE A TAGLIO (§ 4.1.2.1.3.1)

Fattore dipendente dall'altezza utile della sezione ( $\leq 2$ )	$k$	=	1,46	--
Tensione dipendente dal fattore $k$ e dalla resistenza del cls	$v_{min}$	=	0,33	N/mm <sup>2</sup>
Tensione media di compressione nella sezione ( $\leq 0.2 \times f_{cd}$ )	$\sigma_{cp}$	=	0,00	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza ultima a taglio minima	$V_{Rd,min}$	=	314,25	kN
<b>Resistenza ultima a taglio (<math>V_{Rd} \geq V_{Rd,min}</math>)</b>	$V_{Rd}$	=	<b>314,25</b>	<b>kN</b>

#### VERIFICA SODDISFATTA:

*non occorre armatura trasversale resistente a taglio.*

#### Mensola posteriore

##### Caratteristiche dei materiali:

Resistenza caratteristica a compressione cubica cls	$R_{ck}$	=	<b>35</b>	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica cls	$f_{ck}$	=	29,05	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a compressione del cls	$f_{cd}$	=	16,46	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a trazione dell'acciaio	$f_{yd}$	=	391,30	N/mm <sup>2</sup>

##### Sollecitazioni di verifica (S.L.U.):

Valore di calcolo dello sforzo di taglio agente	$V_{Ed}$	=	<b>88,00</b>	kN
Valore di calcolo della forza assiale associata a $V_{Ed}$	$N(V_{Ed})$	=	<b>0,00</b>	kN
Valore di calcolo del momento flettente associato a $V_{Ed}$	$M(V_{Ed})$	=	<b>0,00</b>	kNm

##### Caratteristiche geometriche della sezione:

Altezza utile della sezione	$d$	=	<b>944</b>	mm
Larghezza minima della sezione	$b_w$	=	<b>1000</b>	mm

##### Armatura della sezione in zona tesa:

Diametro ferri longitudinali	$\varnothing$	=	<b>14</b>	mm
Numero tondini longitudinali utilizzati	$n$	=	<b>5</b>	--
Area totale di armatura longitudinale in zona tesa	$A_{sl}$	=	770	mm <sup>2</sup>
Rapporto geometrico dell'armatura longitudinale ( $\leq 0.02$ )	$\rho_l$	=	0,0008	--

#### VERIFICA SENZA ARMATURA TRASVERSALE RESISTENTE A TAGLIO (§ 4.1.2.1.3.1)

Fattore dipendente dall'altezza utile della sezione ( $\leq 2$ )	$k$	=	1,46	--
Tensione dipendente dal fattore $k$ e dalla resistenza del cls	$v_{min}$	=	0,33	N/mm <sup>2</sup>
Tensione media di compressione nella sezione ( $\leq 0.2 \times f_{cd}$ )	$\sigma_{cp}$	=	0,00	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza ultima a taglio minima	$V_{Rd,min}$	=	314,25	kN

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><i>Rev</i></td> <td style="width: 50%;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

**Resistenza ultima a taglio ( $V_{Rd} \geq V_{Rd,min}$ )**

$$V_{Rd} = 314,25 \text{ kN}$$

**VERIFICA SODDISFATTA:**

*non occorre armatura trasversale resistente a taglio.*

### 10.2.1.3 Taglione

Il taglione è stato verificato a taglio considerando la massima azione orizzontale trasmessa dalla ciabatta di fondazione. Tale azione massima ottenuta nella combinazione GEO\_SISM $\uparrow$  è pari a 232 kN/m. le verifiche effettuate su un muro lungo 1 m sono riportate nella tabella seguente.

**Caratteristiche dei materiali:**

Resistenza caratteristica a compressione cubica cls	$R_{ck}$	=	<b>35</b>	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica cls	$f_{ck}$	=	29,05	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a compressione del cls	$f_{cd}$	=	16,46	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a trazione dell'acciaio	$f_{yd}$	=	391,30	N/mm <sup>2</sup>

**Sollecitazioni di verifica (S.L.U.):**

Valore di calcolo dello sforzo di taglio agente	$V_{Ed}$	=	<b>270,00</b>	kN
Valore di calcolo della forza assiale associata a $V_{Ed}$	$N(V_{Ed})$	=	<b>0,00</b>	kN
Valore di calcolo del momento flettente associato a $V_{Ed}$	$M(V_{Ed})$	=	<b>0,00</b>	kNm

**Caratteristiche geometriche della sezione:**

Altezza utile della sezione	$d$	=	<b>1142</b>	mm
Larghezza minima della sezione	$b_w$	=	<b>1000</b>	mm

**Armatura della sezione in zona tesa:**

Diametro ferri longitudinali	$\emptyset$	=	<b>12</b>	mm
Numero tondini longitudinali utilizzati	$n$	=	<b>5</b>	--
Area totale di armatura longitudinale in zona tesa	$A_{st}$	=	565	mm <sup>2</sup>
Rapporto geometrico dell'armatura longitudinale ( $\leq 0.02$ )	$\rho_l$	=	0,0005	--

**VERIFICA SENZA ARMATURA TRASVERSALE RESISTENTE A TAGLIO (§ 4.1.2.1.3.1)**

Fattore dipendente dall'altezza utile della sezione ( $\leq 2$ )	$k$	=	1,42	--
Tensione dipendente dal fattore k e dalla resistenza del cls	$v_{min}$	=	0,32	N/mm <sup>2</sup>
Tensione media di compressione nella sezione ( $\leq 0.2 \times f_{cd}$ )	$\sigma_{cp}$	=	0,00	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza ultima a taglio minima	$V_{Rd,min}$	=	363,95	kN
<b>Resistenza ultima a taglio (<math>V_{Rd} \geq V_{Rd,min}</math>)</b>	$V_{Rd}$	=	<b>363,95</b>	<b>kN</b>

**VERIFICA SODDISFATTA:**

*non occorre armatura trasversale resistente a taglio.*

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

### VERIFICA CON ARMATURA TRASVERSALE RESISTENTE A TAGLIO (§ 4.1.2.1.3.2)

#### **Armatura aggiuntiva resistente a taglio:**

Angolo di inclinazione armatura trasv. su asse dell'elemento		$\alpha$	=	<b>45</b> °
Diametro ferri a taglio		$\varnothing_{sw}$	=	<b>12</b> mm
Numero dei bracci in sezione trasversale		$n_{sw}$	=	<b>2</b> --
Passo in direzione asse elemento		$s$	=	<b>200</b> mm
Area totale di armatura a taglio		$A_{sw}$	=	226 mm <sup>2</sup>

#### **Fattori di resistenza a compressione:**

Angolo di inclinazione dei puntoni di cls		$\theta$	=	45 °
Resistenza a compressione ridotta del cls d'anima		$f'_{cd}$	=	8,23 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente maggiorativo per membrane compresse		$\alpha_c$	=	1,00 --

Resistenza di calcolo a "taglio trazione" dell'armatura		$V_{Rsd}$	=	642,71 kN
Resistenza di calcolo a "taglio compressione" del cls		$V_{Rcd}$	=	8459,65 kN
<b>Resistenza ultima a taglio</b>		$V_{Rd}$	=	<b>642,71 kN</b>

**VERIFICA SODDISFATTA.**

## 10.2.2 Muri di sottoscampa su diaframma H=5m

### 10.2.2.1 Calcolo delle massime sollecitazioni nel diaframma

Il calcolo delle sollecitazioni interne è stato svolto utilizzando il codice di calcolo SAP 2000 versione 14.0.0.

Si definisce un modello della struttura (diaframma) mediante elementi finiti piani di tipo trave (beam), avente sezione costante (rettangolare piena, 250cm x 120 cm).

Per simulare l'interazione terreno – struttura, nei nodi degli elementi beam sono state considerate delle molle a comportamento elastico (reagenti anche a trazione, dato che il palo è immerso nel terreno), aventi rigidità proporzionale al modulo di reazione orizzontale  $k_h$  (valutato alla quota del nodo) e all'area di competenza (pari al prodotto tra il passo di discretizzazione e la larghezza del diaframma).

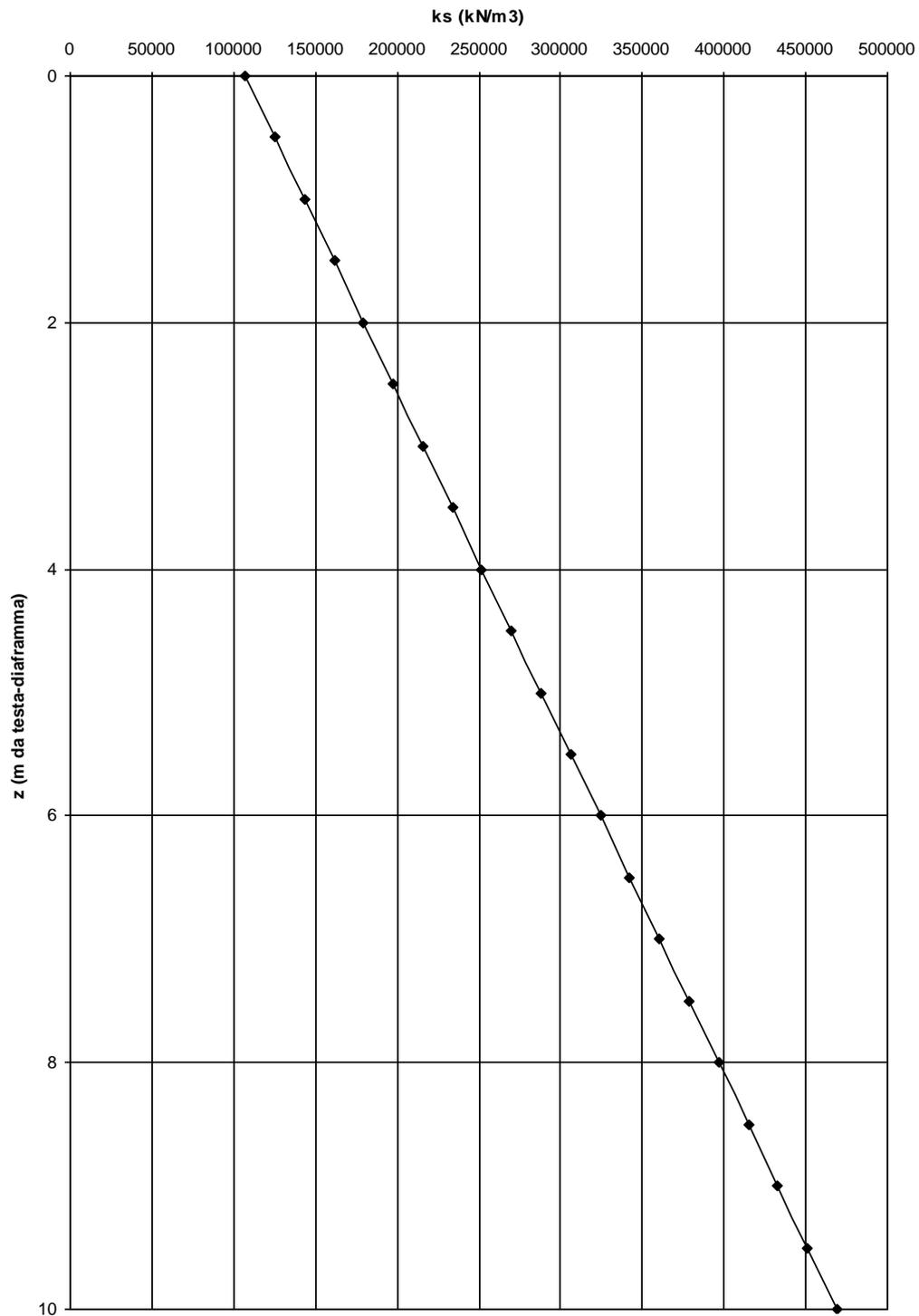
Sulla struttura agiscono nel nodo di sommità i carichi concentrati pari alla forza H e al momento M. Il modulo di reazione orizzontale ( $k_h$ ) del terreno lateralmente al diaframma è stato valutato secondo diverse relazioni citate in letteratura [J.E. BOWLES: "Fondazioni progetto e analisi"; G.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - <i>RELAZIONE DI CALCOLO</i>		<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

RICCERI: “Elementi di tecnica delle fondazioni”], in funzione del tipo di terreno riscontrato dal pannello e della dimensione dello stesso.

In considerazione dei terreni presenti, il modulo di reazione orizzontale ( $k_h$ ) del terreno, in corrispondenza della dimensione minima, è stato determinato considerando una variabilità con la profondità secondo il grafico seguente.

**Valori delle molle (da Bowles, 1988)**



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

La tabella seguente riporta le caratteristiche strutturali dell'elemento diaframma inserite nei dati di input del programma.

Lunghezza (m)	Dimensioni (m)	Area (m <sup>2</sup> )	Momento di inerzia (m <sup>4</sup> )	R <sub>ck</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Modulo elastico (N/mm <sup>2</sup> )
10	1.2 x 2.5	3.00	1.5625	30	31220

Di seguito si riporta la tabella riassuntiva delle azioni trasmesse dalla fondazione al diaframma nelle diverse combinazioni di carico considerando un interrasso fra i diaframmi di 3,6m.

Combinazioni	azioni sui singoli diaframmi con interrasso di 3,6m		
	N(kN)	V(kN)	M(kNm)
GEO_SISM↓ (SLV↓)	1311	1856	3619
GEO_SISM↑ (SLV↑)	1534	1920	3610
STR F1	1348	975	2476
STR F2	1348	975	2476
SLE_FR / SLE_QP	1346	749	1696
SLE_SISM↓	1382	1494	2592

### 10.2.2.2 Verifiche di resistenza dei diaframmi

Dall'esame dei risultati del precedente paragrafo si ricavano le massime sollecitazioni sofferte dall'elemento strutturale e utilizzate nelle verifiche di resistenza.

Combinazioni	azioni sui singoli diaframmi con interrasso di 3,6m		
	N (kN)	V <sub>max</sub> (kN)	M <sub>max</sub> (kNm)
GEO-F1	1348	920	4772
GEO_SISM↓	1311	1805	8733
GEO_SISM↑	1534	1867	8912
STR F1	1348	948	5110
STR F2	1348	948	5110
SLE_FR / SLE_QP	1346	728	3739
SLE_SISM↓	1382	893	3912
SLE_SISM↑	1462	831	3681

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

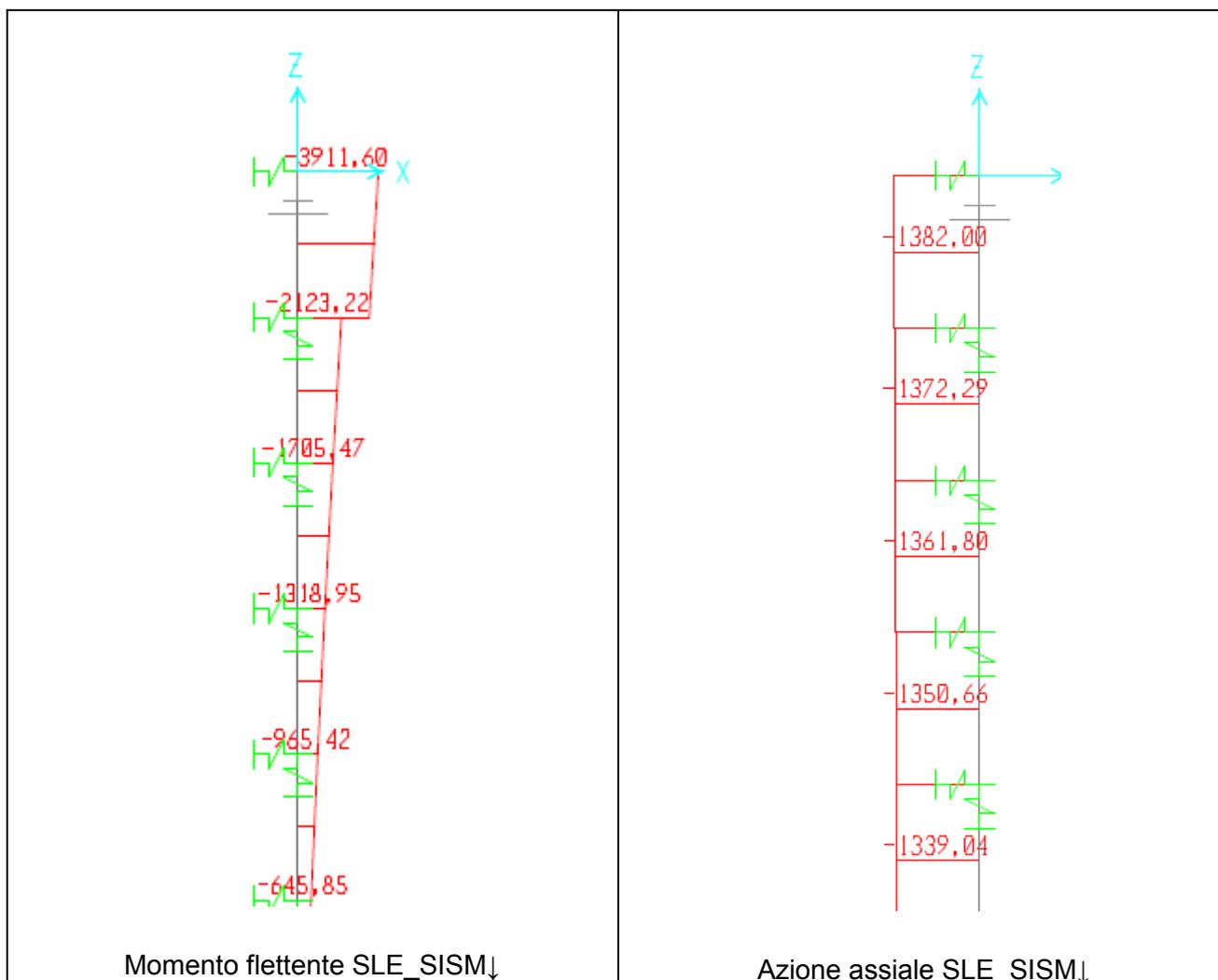
Alla luce delle sollecitazioni massime, si prevede la seguente armatura:

		Armatura longitudinale	Armatura trasversale	Copriferro
<b>Intradosso (fibre tese)</b>	<b>Strato 1</b>	12 $\phi$ 26	Staffe a 4 bracci $\phi$ 12/20	7 cm di copriferro netto e interasse verticale di 10 cm fra gli strati
	<b>Strato 2</b>	2 $\phi$ 26		
	<b>Strato 3</b>	2 $\phi$ 26		
	<b>Strato 4</b>	2 $\phi$ 26		
<b>Estradosso</b>	<b>Strato 1</b>	12 $\phi$ 26		7 cm di copriferro netto e interasse verticale di 10 cm fra gli strati
	<b>Strato 2</b>	2 $\phi$ 26		
	<b>Strato 3</b>	2 $\phi$ 26		
	<b>Strato 4</b>	2 $\phi$ 26		

#### Verifiche agli stati limite di esercizio per flessione

La condizione più gravosa si ottiene con la combinazione SLE\_SISM $\downarrow$ . N e M sono rispettivamente le azioni assiali e i momenti flettenti di progetto e sono rappresentati nei grafici seguenti

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011



La tabella seguente riassume le sollecitazioni massime ottenute e i risultati delle verifiche a pressoflessione agli SLE.

N [kN/m]	M [kNm/m]	$\sigma_c$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma'_s$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_s$ [N/mm <sup>2</sup> ]	x [cm]
-1382	3912	-4,32	-52,68	125,29	80,11

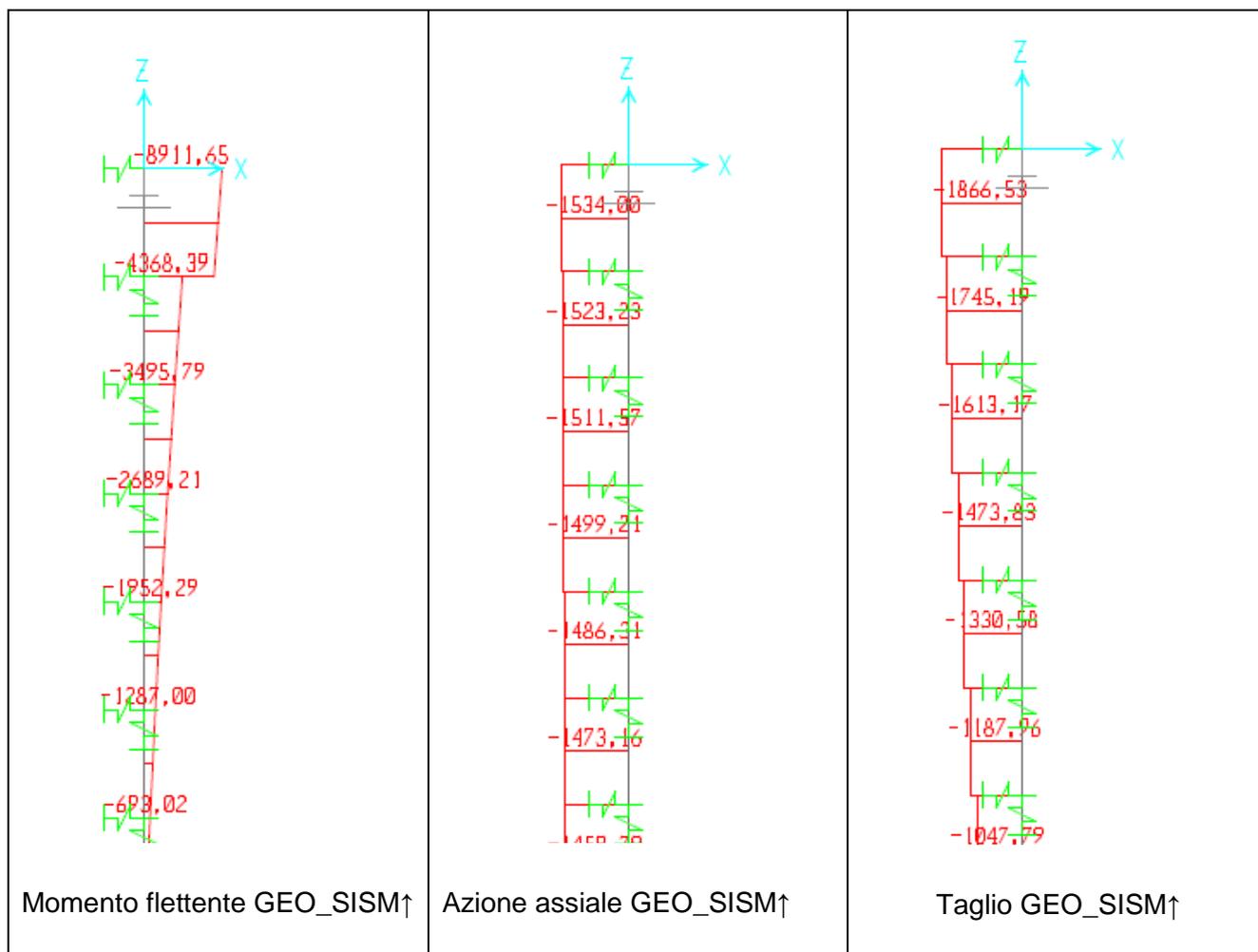
I valori tensionali sono tutti inferiori ai massimi di normativa; la tensione nell'acciaio è sufficientemente ridotta, in rapporto al diametro delle barre, da garantire un adeguato

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<table border="1"> <thead> <tr> <th><i>Rev</i></th> <th><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

contenimento della fessurazione nel calcestruzzo teso secondo le indicazioni dell'ultimo capoverso del par. 4.1.2.2.4.6 delle NTC.

#### Verifiche agli stati limite ultimi per flessione

$N_{Ed}$  e  $M_{Ed}$  sono rispettivamente le azioni assiali e i momenti flettenti di progetto nelle sezioni maggiormente sollecitate determinati con la combinazione più gravosa GEO\_SISM↑. I grafici seguenti mostrano l'andamento delle sollecitazioni nel diaframma.

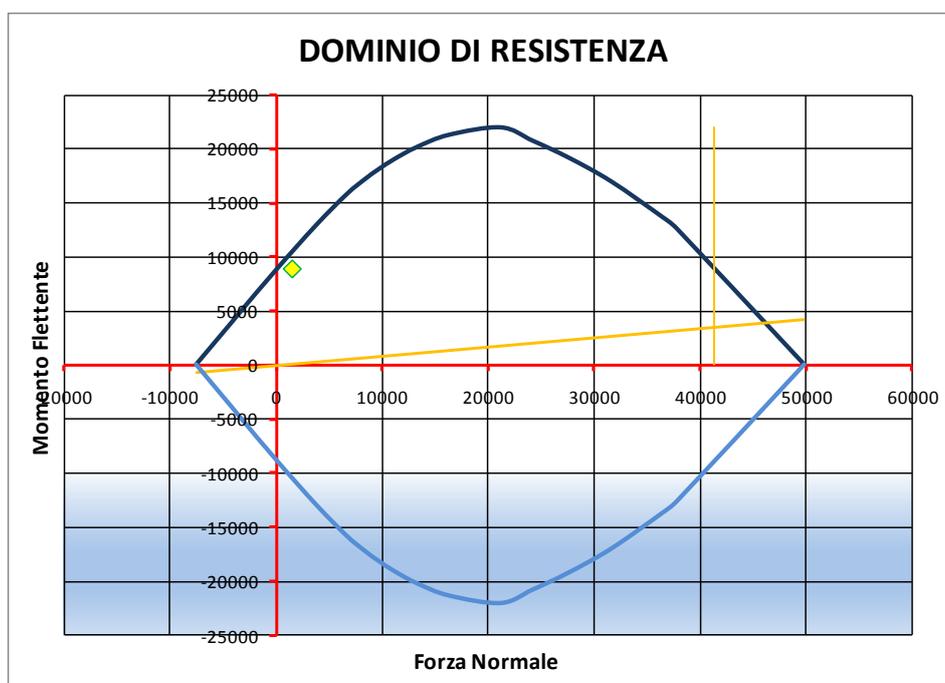


Di seguito si riportano i valori delle sollecitazioni di progetto e i fattori di sicurezza raggiunti durante le verifiche.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0490_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						

Sollecitazioni		Momento resistente [kNm/m]	Fattore di sicurezza MRd/Med
Ned [kN/m]	Med [kNm/m]		
-1534	8912	10337	1,16

I risultati presentano un fattore di sicurezza soddisfacente. Il grafico seguente rappresenta il dominio di resistenza dell'elevazione.



Dominio di resistenza del diaframma

#### Verifiche agli stati limite ultimi per taglio

Si riportano le verifiche a taglio secondo quanto riportato in D.M. 14/01/2008 § 4.1.2.1.3

#### **Caratteristiche dei materiali:**

Resistenza caratteristica a compressione cubica cls	$R_{ck}$	=	<b>30</b>	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica cls	$f_{ck}$	=	24,90	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a compressione del cls	$f_{cd}$	=	14,11	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a trazione dell'acciaio	$f_{yd}$	=	391,30	N/mm <sup>2</sup>

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: left;">F0</td> <td style="text-align: left;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

#### Sollecitazioni di verifica (S.L.U.):

Valore di calcolo dello sforzo di taglio agente

Valore di calcolo della forza assiale associata a  $V_{Ed}$

Valore di calcolo del momento flettente associato a  $V_{Ed}$

$$\begin{aligned}
 V_{Ed} &= 1867,00 \text{ kN} \\
 N(V_{Ed}) &= 1534,00 \text{ kN} \\
 M(V_{Ed}) &= 0,00 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

#### Caratteristiche geometriche della sezione:

Altezza utile della sezione

Larghezza minima della sezione

$$\begin{aligned}
 d &= 2350 \text{ mm} \\
 b_w &= 1200 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

#### Armatura della sezione in zona tesa:

Diametro ferri longitudinali

Numero tondini longitudinali utilizzati

Area totale di armatura longitudinale in zona tesa

Rapporto geometrico dell'armatura longitudinale ( $\leq 0.02$ )

$$\begin{aligned}
 \varnothing &= 26 \text{ mm} \\
 n &= 18 \text{ --} \\
 A_{sl} &= 9558 \text{ mm}^2 \\
 \rho_l &= 0,0034 \text{ --}
 \end{aligned}$$

#### VERIFICA SENZA ARMATURA TRASVERSALE RESISTENTE A TAGLIO (§ 4.1.2.1.3.1)

Fattore dipendente dall'altezza utile della sezione ( $\leq 2$ )

Tensione dipendente dal fattore k e dalla resistenza del cls

Tensione media di compressione nella sezione ( $\leq 0.2 \times f_{cd}$ )

Resistenza ultima a taglio minima

**Resistenza ultima a taglio ( $V_{Rd} \geq V_{Rd,min}$ )**

$$\begin{aligned}
 k &= 1,29 \text{ --} \\
 v_{min} &= 0,26 \text{ N/mm}^2 \\
 \sigma_{cp} &= 0,54 \text{ N/mm}^2 \\
 V_{Rd,min} &= 953,16 \text{ kN} \\
 V_{Rd} &= 1120,07 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

#### VERIFICA NON SODDISFATTA:

*occorre procedere al dimensionamento dell'armatura trasversale resistente a taglio.*

#### VERIFICA CON ARMATURA TRASVERSALE RESISTENTE A TAGLIO (§ 4.1.2.1.3.2)

#### Armatura aggiuntiva resistente a taglio:

Angolo di inclinazione armatura trasv. su asse dell'elemento

Diametro ferri a taglio

Numero dei bracci in sezione trasversale

Passo in direzione asse elemento

Area totale di armatura a taglio

$$\begin{aligned}
 \alpha &= 45^\circ \\
 \varnothing_{sw} &= 12 \text{ mm} \\
 n_{sw} &= 4 \text{ --} \\
 s &= 200 \text{ mm} \\
 A_{sw} &= 452 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

#### Fattori di resistenza a compressione:

Angolo di inclinazione dei puntoni di cls

Resistenza a compressione ridotta del cls d'anima

Coefficiente maggiorativo per membrature compresse

$$\begin{aligned}
 \theta &= 45^\circ \\
 f'_{cd} &= 7,06 \text{ N/mm}^2 \\
 \alpha_c &= 1,04 \text{ --}
 \end{aligned}$$

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0490_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						

Resistenza di calcolo a "taglio trazione" dell'armatura  
 Resistenza di calcolo a "taglio compressione" del cls  
**Resistenza ultima a taglio**

$$V_{Rsd} = 2645,14 \text{ kN}$$

$$V_{Rcd} = 18595,89 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = 2645,14 \text{ kN}$$

**VERIFICA SODDISFATTA.**

### 10.2.2.3 Verifiche di resistenza dell'elevazione

Nelle seguenti tabelle vengono riportate le sollecitazioni più gravose utilizzate per le verifiche sezionali dell'elevazione.

Azioni a base risega	STR		GEO		b <sub>horiz</sub> [m]	b <sub>vert</sub> [m]
	N [kN/m]	V [kN/m]	N [kN/m]	V [kN/m]		
Peso proprio elevazione	68,75		68,75		0,00	
Spinte del terreno da rilevato a monte	41,11	86,84	42,75	109,44	-0,28	1,67
Spinte del terreno dovute a sovraccarichi permanenti	32,89	69,48	34,20	87,55	-0,28	2,50
Spinte del terreno dovute a sovraccarichi accidentali	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,28	2,50
Azioni concentrate in testa muro		0,00		0,00		0,00
Increment. sismico peso proprio elevazione (SLD)	1,92	3,85	1,92	3,85	0,00	2,50
Spinte sismiche terreno da rilevato a monte ↓ (SLD)	26,40	55,76	28,09	71,92	-0,28	1,67
Spinte sismiche terreno dovute a sovracc. perm. ↓ (SLD)	21,12	44,61	22,47	57,53	-0,28	2,50
Spinte sismiche terreno da rilevato a monte ↑ (SLD)	26,59	56,17	28,28	72,40	-0,28	1,67
Spinte sismiche terreno dovute a sovracc. perm. ↑ (SLD)	21,27	44,94	22,63	57,92	-0,28	2,50
Increment. sismico peso proprio elevazione (SLV)	5,39	10,79	5,39	10,79	0,00	2,50
Spinte sismiche terreno da rilevato a monte ↓ (SLV)			34,21	87,58	-0,28	1,67
Spinte sismiche terreno dovute a sovracc. perm. ↓ (SLV)			27,37	70,06	-0,28	2,50
Spinte sismiche terreno da rilevato a monte ↑ (SLV)			36,13	92,49	-0,28	1,67
Spinte sismiche terreno dovute a sovracc. perm. ↑ (SLV)			28,90	73,99	-0,28	2,50

	N [kN/m]	V [kN/m]	M [kNm/m]
GEO-F1		197	380
GEO-F2	69	197	380
GEO_ECC	69	197	380
GEO_SISM ↓	63	238	395
GEO_SISM ↑	74	247	395
STR_F1	69	203	388
STR_F2	69	203	388
SLE_QP	69	156	298

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO		
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		Codice documento SS0490_F0.doc	Rev F0	Data 20/06/2011

<b>SLE_FR</b>	69	156	298
<b>SLE_CAR</b>	69	156	298
<b>SLE_SISM ↓</b>	67	100	157
<b>SLE_SISM ↑</b>	71	101	159

Alla luce delle sollecitazioni massime, si prevede la seguente armatura:

	Armatura longitudinale	Armatura trasversale	Copriferro netto
Armatura intradosso (fibre tese)	$\phi 22/15$	$\phi 12$ 2 bracci / 20	5 cm
Armatura estradosso (fibre compresse)	$\phi 12/20$		

#### Verifiche agli stati limite di esercizio per flessione

La condizione più gravosa si ottiene con la combinazione SLE\_FR. I risultati delle verifiche sono contenuti nella tabella seguente.

<b>N</b> [kN/m]	<b>M</b> [kNm/m]	$\sigma_c$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma'_s$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_s$ [N/mm <sup>2</sup> ]	<b>x [cm]</b>
-69	298	-4.31	-47.40	162.16	21.05

Anche la verifica risulta soddisfatta, i valori tensionali sono alti al punto da suggerire una verifica a fessurazione.

Di seguito si riportano le tabelle relative alle verifiche a fessurazione per le combinazioni SLE\_QP e SLE\_FR.

#### Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente

Durata del carico		lunga
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	210.50
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	$\sigma_s$	162.16
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	2.8
Fattore dipendente dalla durata del carico	$k_t$	0.4
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	152.5

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<table border="1"> <thead> <tr> <th><i>Rev</i></th> <th><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	152500
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0.01662
Rapporto tra $E_s/E_{cm}$	$\alpha_e$	6.44
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$	0.000412 0.000463
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	$\phi_{eq}$	22.00
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	$k_1$	0.8
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	$k_2$	0.5
	$k_3$	3.4
	$k_4$	0.425
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	395.05 395.05
Ampiezza delle fessure	$w_k$	<b>0.1830</b>
Ampiezza massima delle fessure	$w_{max}$	<b>0.2</b>

#### Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Frequente

Durata del carico		lunga
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	$x$	210.50
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	$\sigma_s$	162.16
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	2.8
Fattore dipendente dalla durata del carico	$k_t$	0.4
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	152.5
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	152500
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0.01662
Rapporto tra $E_s/E_{cm}$	$\alpha_e$	6.44
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$	0.000412 0.000463
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	$\phi_{eq}$	22.00
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	$k_1$	0.8
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	$k_2$	0.5
	$k_3$	3.4
	$k_4$	0.425
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	395.05 395.05
Ampiezza delle fessure	$w_k$	<b>0.1830</b>
Ampiezza massima delle fessure	$w_{max}$	<b>0.2</b>

Le verifiche a fessurazione risultano soddisfatte ai sensi delle NTC 2008.

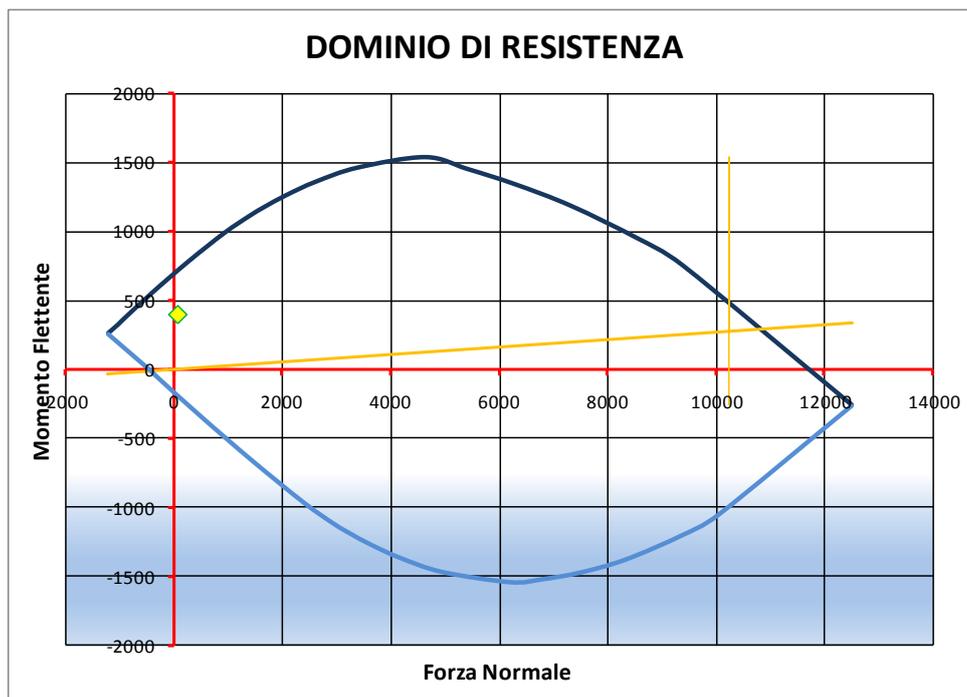
		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<table border="1"> <tr> <td><i>Rev</i></td> <td><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

Verifiche agli stati limite ultimi per flessione

La condizione più gravosa si ottiene con la combinazione GEO\_SISM $\uparrow$ . I risultati delle verifiche sono contenuti nella tabella seguente.

Sollecitazioni		Momento resistente [kNm/m]	Fattore di sicurezza MRd/Med
Ned [kN/m]	Med [kNm/m]		
-74	395	715	1,81

I risultati presentano un fattore di sicurezza soddisfacente. Il grafico seguente rappresenta il dominio di resistenza dell'elevazione



Domínio di resistenza dell'elevazione

Verifiche agli stati limite ultimi per taglio

Si riportano le verifiche a taglio secondo quanto riportato in D.M. 14/01/2008 § 4.1.2.1.3

**Caratteristiche dei materiali:**

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Rev</th> <th>Data</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	Rev	Data	F0	20/06/2011
Rev	Data						
F0	20/06/2011						

Resistenza caratteristica a compressione cubica cls	$R_{ck}$	=	<b>35</b>	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica cls	$f_{ck}$	=	29,05	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a compressione del cls	$f_{cd}$	=	16,46	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a trazione dell'acciaio	$f_{yd}$	=	391,30	N/mm <sup>2</sup>

**Sollecitazioni di verifica (S.L.U.):**

Valore di calcolo dello sforzo di taglio agente	$V_{Ed}$	=	<b>247,00</b>	kN
Valore di calcolo della forza assiale associata a $V_{Ed}$	$N(V_{Ed})$	=	<b>74,00</b>	kN
Valore di calcolo del momento flettente associato a $V_{Ed}$	$M(V_{Ed})$	=	<b>395</b>	kNm

**Caratteristiche geometriche della sezione:**

Altezza utile della sezione	$d$	=	<b>749</b>	mm
Larghezza minima della sezione	$b_w$	=	<b>1000</b>	mm

**Armatura della sezione in zona tesa:**

Diametro ferri longitudinali	$\varnothing$	=	<b>20</b>	mm
Numero tondini longitudinali utilizzati	$n$	=	<b>6</b>	--
Area totale di armatura longitudinale in zona tesa	$A_{sl}$	=	1884	mm <sup>2</sup>
Rapporto geometrico dell'armatura longitudinale ( $\leq 0.02$ )	$\rho_l$	=	0.0025	--

**VERIFICA SENZA ARMATURA TRASVERSALE RESISTENTE A TAGLIO (§ 4.1.2.1.3.1)**

Fattore dipendente dall'altezza utile della sezione ( $\leq 2$ )	$k$	=	1.52	--
Tensione dipendente dal fattore $k$ e dalla resistenza del cls	$v_{min}$	=	0.35	N/mm <sup>2</sup>
Tensione media di compressione nella sezione ( $\leq 0.2 \times f_{cd}$ )	$\sigma_{cp}$	=	0.10	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza ultima a taglio minima	$V_{Rd,min}$	=	275.03	kN
<b>Resistenza ultima a taglio (<math>V_{Rd} \geq V_{Rd,min}</math>)</b>	$V_{Rd}$	=	<b>275.64</b>	<b>kN</b>

**VERIFICA SODDISFATTA:**

*non occorre armatura trasversale resistente a taglio.*

**VERIFICA CON ARMATURA TRASVERSALE RESISTENTE A TAGLIO (§ 4.1.2.1.3.2)**

**Armatura aggiuntiva resistente a taglio:**

Angolo di inclinazione armatura trasv. su asse dell'elemento	$\alpha$	=	<b>45</b>	°
Diametro ferri a taglio	$\varnothing_{sw}$	=	<b>12</b>	mm
Numero dei bracci in sezione trasversale	$n_{sw}$	=	<b>2</b>	--
Passo in direzione asse elemento	$s$	=	<b>200</b>	mm
Area totale di armatura a taglio	$A_{sw}$	=	226	mm <sup>2</sup>

**Fattori di resistenza a compressione:**

Angolo di inclinazione dei puntoni di cls	$\theta$	=	45	°
---	----------	---	----	---

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0490_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						

Resistenza a compressione ridotta del cls d'anima  
 Coefficiente maggiorativo per membrature compresse

$$f'_{cd} = 7,06 \text{ N/mm}^2$$

$$\alpha_c = 1,01 \text{ --}$$

Resistenza di calcolo a "taglio trazione" dell'armatura  
 Resistenza di calcolo a "taglio compressione" del cls

$$V_{Rsd} = 421,53 \text{ kN}$$

$$V_{Rcd} = 4789,08 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = 421,53 \text{ kN}$$

**Resistenza ultima a taglio**  
**VERIFICA SODDISFATTA.**

#### 10.2.2.4 Verifiche di resistenza della ciabatta di fondazione

##### VERIFICHE TRASVERALI

Nelle seguenti tabelle vengono riportate le sollecitazioni più gravose utilizzate per le verifiche sezionali rispettivamente della mensola anteriore e della mensola posteriore. Entrambe le mensole sono considerate snelle.

Azioni mensola snella	AZIONI PER VERIFICHE	
	V [kN/m]	M [kNm/m]
GEO-F1	212	228
GEO-F2	212	228
GEO_ECC	212	228
GEO_SISM ↓	404	474
GEO_SISM ↑	420	481
STR_F1	212	224
STR_F2	212	224
Combinazione di carico SLE_QP	171	175
Combinazione di carico SLE_FR	171	175
Combinazione di carico SLE_CAR	171	175
Combinazione di carico SLE_SISM ↓	177	182
Combinazione di carico SLE_SISM ↑	258	284

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><i>Rev</i></td> <td style="width: 50%;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

Azioni mensola snella	AZIONI PER VERIFICHE	
	V [kN/m]	M [kNm/m]
GEO-F1	-85	-94
GEO-F2	-85	-94
GEO_ECC	-85	-94
GEO_SISM ↓	-189	-212
GEO_SISM ↑	-163	-196
STR_F1	-62	-68
STR_F2	-62	-68
Combinazione di carico SLE_QP	-47	-48
Combinazione di carico SLE_FR	-47	-48
Combinazione di carico SLE_CAR	-47	-48
Combinazione di carico SLE_SISM ↓	-72	-80
Combinazione di carico SLE_SISM ↑	-133	-156

Alla luce delle sollecitazioni massime, si prevede la seguente armatura:

	Lato	Armatura principale	Armatura trasversale	Copriferro netto (cm)
<b>Mensola Anteriore</b>	estradosso	Ø22/20	φ12 4 bracci	5
	intradosso	Ø22/20	/ 20	5
<b>Mensola Posteriore</b>	estradosso	Ø22/20	φ12 4 bracci	5
	intradosso	Ø22/20	/ 20	5
<b>Zoccolo centrale</b>	estradosso	Ø22/20	φ12 4 bracci	5
	intradosso	Ø22/20	/ 20	5

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

#### Verifiche agli stati limite di esercizio per flessione

Le condizioni più gravose si ottengono con la combinazione SLE\_SISM $\uparrow$ . I risultati delle verifiche sono contenuti nella tabella seguente.

	<b>M</b> [kNm/m]	$\sigma_c$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma'_s$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_s$ [N/mm <sup>2</sup> ]	<b>x [cm]</b>
<b>Mensola anteriore</b>	284	-2,85	-28,96	170,48	18,85
<b>Mensola posteriore</b>	-156	-1,57	-15,91	93,64	18,85

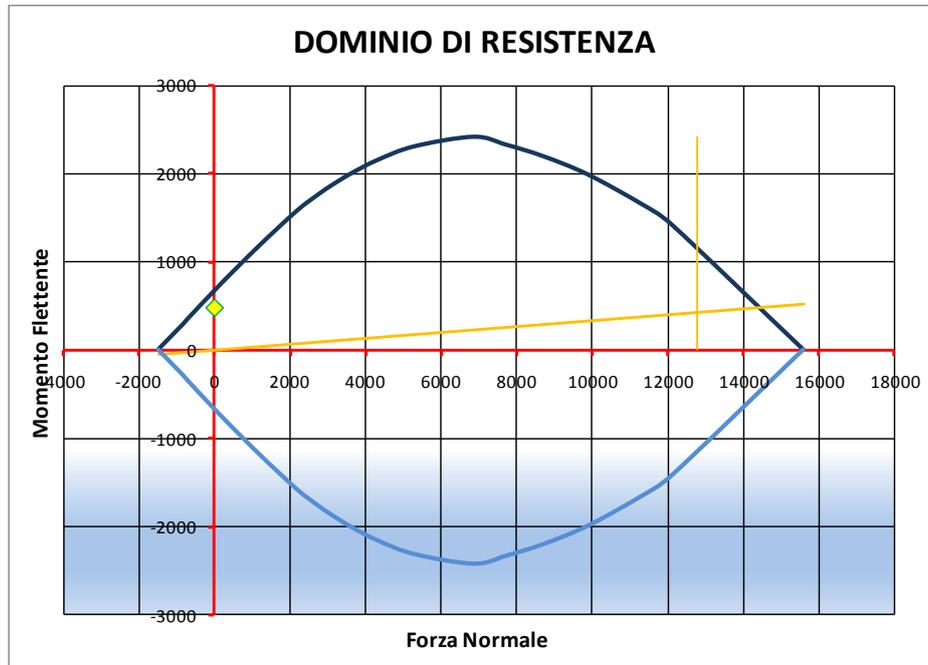
I valori tensionali sono tutti inferiori ai massimi di normativa; la tensione nell'acciaio è sufficientemente ridotta, in rapporto al diametro delle barre, da garantire un adeguato contenimento della fessurazione nel calcestruzzo teso secondo le indicazioni dell'ultimo capoverso del par. 4.1.2.2.4.6 delle NTC.

#### Verifiche agli stati limite ultimi per flessione

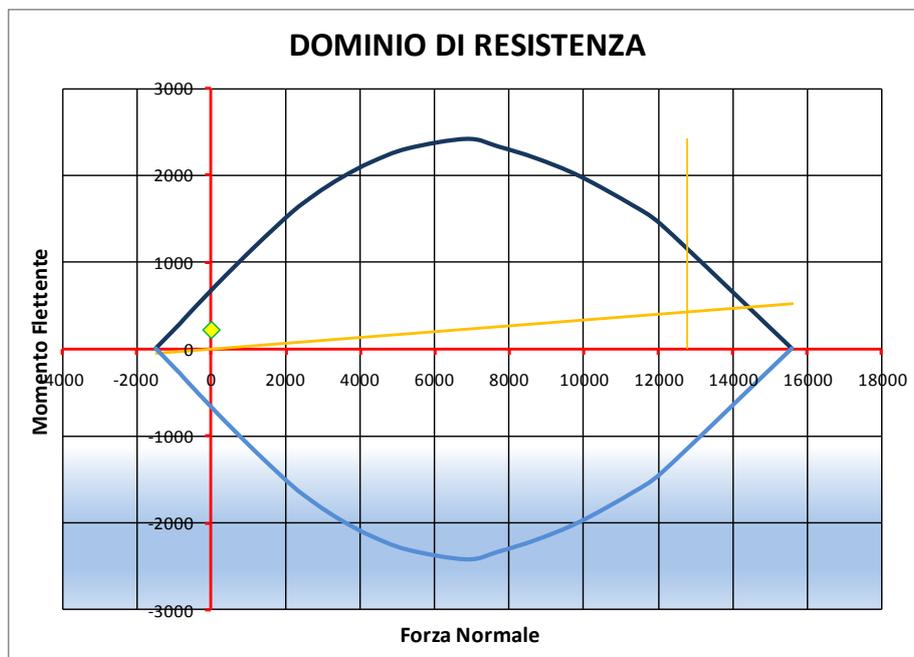
Le condizioni più gravose si ottengono con le combinazioni GEO\_SISM $\uparrow$  per la mensola anteriore e GEO\_SISM $\downarrow$  per la mensola posteriore. I risultati delle verifiche sono contenuti nella tabella seguente.

	<b>Momento sollecitante</b> [kNm/m]	<b>Momento resistente</b> [kNm/m]	<b>Fattore di sicurezza</b> MRd/Med
<b>Mensola anteriore</b>	481	668	1,39
<b>Mensola posteriore</b>	212	668	3,15

I risultati presentano fattori di sicurezza soddisfacenti. I grafici seguenti rappresentano i domini di resistenza delle mensole.



Domínio di resistenza mensola anteriore



Domínio di resistenza mensola posteriore

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

### Verifiche agli stati limite ultimi per taglio

Si riportano le verifiche a taglio secondo quanto riportato in D.M. 14/01/2008 § 4.1.2.1.3

#### *Mensola anteriore*

##### **Caratteristiche dei materiali:**

Resistenza caratteristica a compressione cubica cls		$R_{ck}$	=	<b>30</b>	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica cls		$f_{ck}$	=	24,90	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a compressione del cls		$f_{cd}$	=	14,11	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a trazione dell'acciaio		$f_{yd}$	=	391,30	N/mm <sup>2</sup>

##### **Sollecitazioni di verifica (S.L.U.):**

Valore di calcolo dello sforzo di taglio agente		$V_{Ed}$	=	<b>420,00</b>	kN
Valore di calcolo della forza assiale associata a $V_{Ed}$		$N(V_{Ed})$	=	<b>0,00</b>	kN
Valore di calcolo del momento flettente associato a $V_{Ed}$		$M(V_{Ed})$	=	<b>0,00</b>	kNm

##### **Caratteristiche geometriche della sezione:**

Altezza utile della sezione		$d$	=	<b>944</b>	mm
Larghezza minima della sezione		$b_w$	=	<b>1000</b>	mm

##### **Armatura della sezione in zona tesa:**

Diametro ferri longitudinali		$\emptyset$	=	<b>22</b>	mm
Numero tondini longitudinali utilizzati		$n$	=	<b>5</b>	--
Area totale di armatura longitudinale in zona tesa		$A_{sl}$	=	1900	mm <sup>2</sup>
Rapporto geometrico dell'armatura longitudinale ( $\leq 0.02$ )		$\rho_l$	=	0,0020	--

#### **VERIFICA SENZA ARMATURA TRASVERSALE RESISTENTE A TAGLIO (§ 4.1.2.1.3.1)**

Fattore dipendente dall'altezza utile della sezione ( $\leq 2$ )		$k$	=	1,46	--
Tensione dipendente dal fattore k e dalla resistenza del cls		$v_{min}$	=	0,31	N/mm <sup>2</sup>
Tensione media di compressione nella sezione ( $\leq 0.2 \times f_{cd}$ )		$\sigma_{cp}$	=	0,00	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza ultima a taglio minima		$V_{Rd,min}$	=	290,94	kN
<b>Resistenza ultima a taglio (<math>V_{Rd} \geq V_{Rd,min}</math>)</b>		$V_{Rd}$	=	<b>290,94</b>	<b>kN</b>

##### **VERIFICA NON SODDISFATTA:**

**occorre procedere al dimensionamento dell'armatura trasversale resistente a taglio.**

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: left;">F0</td> <td style="text-align: left;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

### VERIFICA CON ARMATURA TRASVERSALE RESISTENTE A TAGLIO (§ 4.1.2.1.3.2)

#### **Armatura aggiuntiva resistente a taglio:**

Angolo di inclinazione armatura trasv. su asse dell'elemento	$\alpha$	=	<b>45</b>	°
Diametro ferri a taglio	$\varnothing_{sw}$	=	<b>12</b>	mm
Numero dei bracci in sezione trasversale	$n_{sw}$	=	<b>4</b>	--
Passo in direzione asse elemento	$s$	=	<b>250</b>	mm
Area totale di armatura a taglio	$A_{sw}$	=	452	mm <sup>2</sup>

#### **Fattori di resistenza a compressione:**

Angolo di inclinazione dei puntoni di cls	$\theta$	=	45	°
Resistenza a compressione ridotta del cls d'anima	$f'_{cd}$	=	7,06	N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente maggiorativo per membrane compresse	$\alpha_c$	=	1,00	--

Resistenza di calcolo a "taglio trazione" dell'armatura	$V_{Rsd}$	=	850,05	kN
Resistenza di calcolo a "taglio compressione" del cls	$V_{Rcd}$	=	5993,93	kN
<b>Resistenza ultima a taglio</b>	$V_{Rd}$	=	<b>850,05</b>	<b>kN</b>

#### VERIFICA SODDISFATTA.

#### *Mensola posteriore*

#### **Caratteristiche dei materiali:**

Resistenza caratteristica a compressione cubica cls	$R_{ck}$	=	<b>30</b>	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica cls	$f_{ck}$	=	24,90	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a compressione del cls	$f_{cd}$	=	14,11	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a trazione dell'acciaio	$f_{yd}$	=	391,30	N/mm <sup>2</sup>

#### **Sollecitazioni di verifica (S.L.U.):**

Valore di calcolo dello sforzo di taglio agente	$V_{Ed}$	=	<b>189,00</b>	kN
Valore di calcolo della forza assiale associata a $V_{Ed}$	$N(V_{Ed})$	=	<b>0,00</b>	kN
Valore di calcolo del momento flettente associato a $V_{Ed}$	$M(V_{Ed})$	=	<b>0,00</b>	kNm

#### **Caratteristiche geometriche della sezione:**

Altezza utile della sezione	$d$	=	<b>944</b>	mm
Larghezza minima della sezione	$b_w$	=	<b>1000</b>	mm

#### **Armatura della sezione in zona tesa:**

Diametro ferri longitudinali	$\varnothing$	=	<b>14</b>	mm
Numero tondini longitudinali utilizzati	$n$	=	<b>5</b>	--
Area totale di armatura longitudinale in zona tesa	$A_{sl}$	=	770	mm <sup>2</sup>

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: left;">F0</td> <td style="text-align: left;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

Rapporto geometrico dell'armatura longitudinale ( $\leq 0.02$ ) |  $\rho_l = 0,0008$  --

#### VERIFICA SENZA ARMATURA TRASVERSALE RESISTENTE A TAGLIO (§ 4.1.2.1.3.1)

Fattore dipendente dall'altezza utile della sezione ( $\leq 2$ ) Tensione dipendente dal fattore k e dalla resistenza del cls Tensione media di compressione nella sezione ( $\leq 0.2 \times f_{cd}$ ) Resistenza ultima a taglio minima <b>Resistenza ultima a taglio (<math>V_{Rd} \geq V_{Rd,min}</math>)</b>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"><b>k</b></td> <td style="width: 10%;">=</td> <td style="width: 10%;">1,46</td> <td style="width: 10%;">--</td> </tr> <tr> <td><b>v<sub>min</sub></b></td> <td>=</td> <td>0,31</td> <td>N/mm<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td><b><math>\sigma_{cp}</math></b></td> <td>=</td> <td>0,00</td> <td>N/mm<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td><b>V<sub>Rd,min</sub></b></td> <td>=</td> <td>290,94</td> <td>kN</td> </tr> <tr> <td><b>V<sub>Rd</sub></b></td> <td>=</td> <td><b>290,94</b></td> <td><b>kN</b></td> </tr> </table>	<b>k</b>	=	1,46	--	<b>v<sub>min</sub></b>	=	0,31	N/mm <sup>2</sup>	<b><math>\sigma_{cp}</math></b>	=	0,00	N/mm <sup>2</sup>	<b>V<sub>Rd,min</sub></b>	=	290,94	kN	<b>V<sub>Rd</sub></b>	=	<b>290,94</b>	<b>kN</b>
<b>k</b>	=	1,46	--																		
<b>v<sub>min</sub></b>	=	0,31	N/mm <sup>2</sup>																		
<b><math>\sigma_{cp}</math></b>	=	0,00	N/mm <sup>2</sup>																		
<b>V<sub>Rd,min</sub></b>	=	290,94	kN																		
<b>V<sub>Rd</sub></b>	=	<b>290,94</b>	<b>kN</b>																		

**VERIFICA SODDISFATTA:**

*non occorre armatura trasversale resistente a taglio.*

#### VERIFICA CON ARMATURA TRASVERSALE RESISTENTE A TAGLIO (§ 4.1.2.1.3.2)

**Armatura aggiuntiva resistente a taglio:**

Angolo di inclinazione armatura trasv. su asse dell'elemento Diametro ferri a taglio Numero dei bracci in sezione trasversale Passo in direzione asse elemento Area totale di armatura a taglio	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"><b><math>\alpha</math></b></td> <td style="width: 10%;">=</td> <td style="width: 10%;"><b>45</b></td> <td style="width: 10%;">°</td> </tr> <tr> <td><b><math>\varnothing_{sw}</math></b></td> <td>=</td> <td><b>12</b></td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td><b>n<sub>sw</sub></b></td> <td>=</td> <td><b>4</b></td> <td>--</td> </tr> <tr> <td><b>s</b></td> <td>=</td> <td><b>250</b></td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td><b>A<sub>sw</sub></b></td> <td>=</td> <td>452</td> <td>mm<sup>2</sup></td> </tr> </table>	<b><math>\alpha</math></b>	=	<b>45</b>	°	<b><math>\varnothing_{sw}</math></b>	=	<b>12</b>	mm	<b>n<sub>sw</sub></b>	=	<b>4</b>	--	<b>s</b>	=	<b>250</b>	mm	<b>A<sub>sw</sub></b>	=	452	mm <sup>2</sup>
<b><math>\alpha</math></b>	=	<b>45</b>	°																		
<b><math>\varnothing_{sw}</math></b>	=	<b>12</b>	mm																		
<b>n<sub>sw</sub></b>	=	<b>4</b>	--																		
<b>s</b>	=	<b>250</b>	mm																		
<b>A<sub>sw</sub></b>	=	452	mm <sup>2</sup>																		

**Fattori di resistenza a compressione:**

Angolo di inclinazione dei puntoni di cls Resistenza a compressione ridotta del cls d'anima Coefficiente maggiorativo per membrature compresse	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"><b><math>\theta</math></b></td> <td style="width: 10%;">=</td> <td style="width: 10%;">45</td> <td style="width: 10%;">°</td> </tr> <tr> <td><b>f'<sub>cd</sub></b></td> <td>=</td> <td>7,06</td> <td>N/mm<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td><b><math>\alpha_c</math></b></td> <td>=</td> <td>1,00</td> <td>--</td> </tr> </table>	<b><math>\theta</math></b>	=	45	°	<b>f'<sub>cd</sub></b>	=	7,06	N/mm <sup>2</sup>	<b><math>\alpha_c</math></b>	=	1,00	--
<b><math>\theta</math></b>	=	45	°										
<b>f'<sub>cd</sub></b>	=	7,06	N/mm <sup>2</sup>										
<b><math>\alpha_c</math></b>	=	1,00	--										

Resistenza di calcolo a "taglio trazione" dell'armatura Resistenza di calcolo a "taglio compressione" del cls <b>Resistenza ultima a taglio</b>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"><b>V<sub>Rsd</sub></b></td> <td style="width: 10%;">=</td> <td style="width: 10%;">850,05</td> <td style="width: 10%;">kN</td> </tr> <tr> <td><b>V<sub>Rcd</sub></b></td> <td>=</td> <td>5993,93</td> <td>kN</td> </tr> <tr> <td><b>V<sub>Rd</sub></b></td> <td>=</td> <td><b>850,05</b></td> <td><b>kN</b></td> </tr> </table>	<b>V<sub>Rsd</sub></b>	=	850,05	kN	<b>V<sub>Rcd</sub></b>	=	5993,93	kN	<b>V<sub>Rd</sub></b>	=	<b>850,05</b>	<b>kN</b>
<b>V<sub>Rsd</sub></b>	=	850,05	kN										
<b>V<sub>Rcd</sub></b>	=	5993,93	kN										
<b>V<sub>Rd</sub></b>	=	<b>850,05</b>	<b>kN</b>										

**VERIFICA SODDISFATTA.**

### VERIFICHE LONGITUDINALI

Le verifiche in direzione longitudinale sono state effettuate considerando lo schema statico di una trave appoggiata alle sue estremità. La trave rappresenta la ciabatta di fondazione mentre gli appoggi schematizzano i diaframmi.

Il momento massimo e la forza di taglio sono stati valutati con le seguenti espressioni:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><i>Rev</i></td> <td style="width: 50%;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

$$M_{max} = Pl^2/8 \quad [\text{kNm}]$$

$$V_{max} = Pl/2 \quad [\text{kN}]$$

dove

$M_{max}$  = momento sollecitante massimo

$V_{max}$  = taglio massimo

P = Azione verticale applicata sul concio di base della fondazione [kN/m]

l = Interasse diaframmi pari a 3,6m

Le sollecitazioni verticali sul concio di base della fondazione utilizzate per le verifiche sono contenute nella tabella seguente.

Combinazioni	P [kN/m]
GEO-F1	374
GEO-F2	374
GEO_ECC	374
GEO_SISM ↓	364
GEO_SISM ↑	426
STR_F1	374
STR_F2	374
SLE_QP	374
SLE_FR	374
SLE_CAR	374
SLE_SISM ↓	384
SLE_SISM ↑	406

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Dalle azioni maggiori si calcolano le sollecitazioni a taglio e a flessione della fondazione.

Sollecitazioni	Verifiche agli SLE	Verifiche agli SLU
	SLE_SISM↑	GOE_SISM↑
<b>M<sub>max</sub> [kNm]</b>	658	691
<b>V<sub>max</sub> [kN]</b>	-	767

Alla luce delle sollecitazioni massime, si prevede la seguente armatura:

	Armatura longitudinale	Armatura trasversale	Copriferro netto
Armatura intradosso (fibre tese)	$\phi 16/20$	-	5 cm
Armatura estradosso (fibre compresse)	$\phi 12/20$	-	

#### Verifiche agli stati limite di esercizio per flessione

Le condizioni più gravose si ottengono con la combinazione SLE\_SISM↑. I risultati delle verifiche sono contenuti nella tabella seguente.

N	M	$\sigma_c$	$\sigma'_s$	$\sigma_s$	x [cm]
[kN/m]	[kNm/m]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	
-	658	-2,07	-19,31	166,72	14,80

I valori tensionali sono tutti inferiori ai massimi di normativa; la tensione nell'acciaio è sufficientemente ridotta, in rapporto al diametro delle barre, da garantire un adeguato contenimento della fessurazione nel calcestruzzo teso secondo le indicazioni dell'ultimo capoverso del par. 4.1.2.2.4.6 delle NTC.

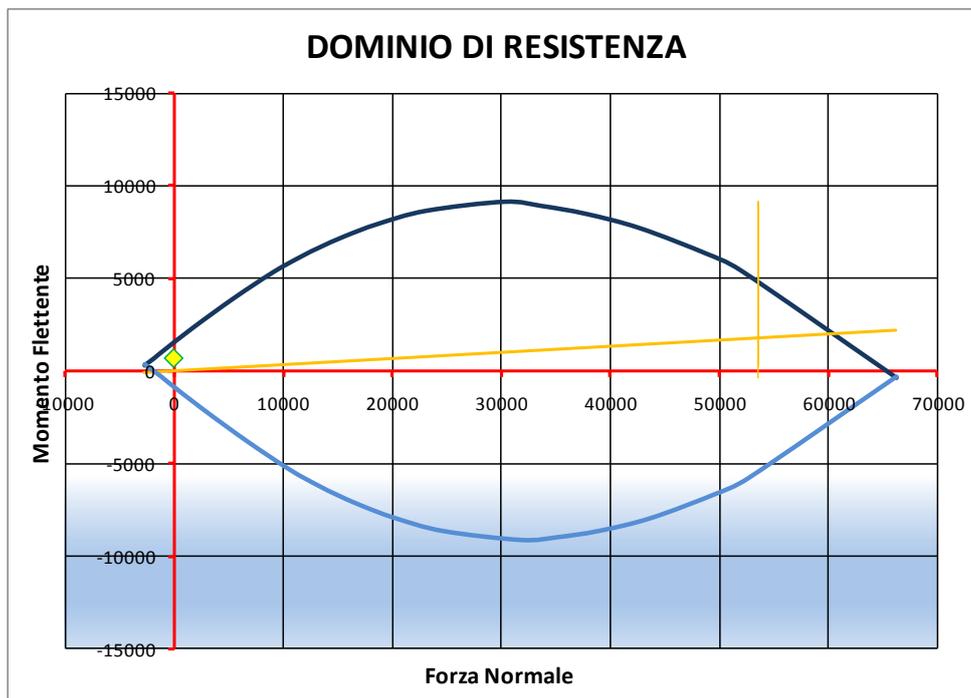
		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<table border="1"> <tr> <td><i>Rev</i></td> <td><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

Verifiche agli stati limite ultimi per flessione

Le condizioni più gravose si ottengono con le combinazioni GEO SISM $\uparrow$  per la mensola anteriore e GEO\_SISM $\downarrow$  per la mensola posteriore. I risultati delle verifiche sono contenuti nella tabella seguente.

Sollecitazioni		Momento resistente [kNm/m]	Fattore di sicurezza MRd/Med
Ned [kN/m]	Med [kNm/m]		
-	691	1572	2,3

I risultati presentano fattori di sicurezza soddisfacenti. I grafici seguenti rappresentano i domini di resistenza delle mensole.



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: left;">F0</td> <td style="text-align: left;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

### Verifiche agli stati limite per taglio

Si riportano le verifiche a taglio secondo quanto riportato in D.M. 14/01/2008 § 4.1.2.1.3

#### **Caratteristiche dei materiali:**

Resistenza caratteristica a compressione cubica cls	$R_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica cls	$f_{ck} = 24,90 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di calcolo a compressione del cls	$f_{cd} = 14,11 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di calcolo a trazione dell'acciaio	$f_{yd} = 391,30 \text{ N/mm}^2$

#### **Sollecitazioni di verifica (S.L.U.):**

Valore di calcolo dello sforzo di taglio agente	$V_{Ed} = 767,00 \text{ kN}$
Valore di calcolo della forza assiale associata a $V_{Ed}$	$N(V_{Ed}) = 0,00 \text{ kN}$
Valore di calcolo del momento flettente associato a $V_{Ed}$	$M(V_{Ed}) = 0,00 \text{ kNm}$

#### **Caratteristiche geometriche della sezione:**

Altezza utile della sezione	$d = 944 \text{ mm}$
Larghezza minima della sezione	$b_w = 4500 \text{ mm}$

#### **Armatura della sezione in zona tesa:**

Diametro ferri longitudinali	$\varnothing = 14 \text{ mm}$
Numero tondini longitudinali utilizzati	$n = 5 \text{ --}$
Area totale di armatura longitudinale in zona tesa	$A_{sl} = 770 \text{ mm}^2$
Rapporto geometrico dell'armatura longitudinale ( $\leq 0.02$ )	$\rho_l = 0,0002 \text{ --}$

### **VERIFICA SENZA ARMATURA TRASVERSALE RESISTENTE A TAGLIO (§ 4.1.2.1.3.1)**

Fattore dipendente dall'altezza utile della sezione ( $\leq 2$ )	$k = 1,46 \text{ --}$
Tensione dipendente dal fattore k e dalla resistenza del cls	$v_{min} = 0,31 \text{ N/mm}^2$
Tensione media di compressione nella sezione ( $\leq 0.2 \times f_{cd}$ )	$\sigma_{cp} = 0,00 \text{ N/mm}^2$
Resistenza ultima a taglio minima	$V_{Rd,min} = 1309,21 \text{ kN}$
<b>Resistenza ultima a taglio (<math>V_{Rd} \geq V_{Rd,min}</math>)</b>	<b><math>V_{Rd} = 1309,21 \text{ kN}</math></b>

#### **VERIFICA SODDISFATTA:**

*non occorre armatura trasversale resistente a taglio.*

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 11 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:

$$\gamma_r \geq 1.1$$

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><i>Rev</i></td> <td style="width: 50%;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

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
Depositi alluvionali recenti	18.5	32	0
Sabbie e ghiaie di Messina	18.5	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:

$$a_g/g = 0.411$$

$$a_{max}/g = S a_g/g = S_S S_T a_g/g$$

$$S_S = 1.088$$

$$S_T = 1$$

$$\beta_S = 0.30$$

$$a_{max}/g = 1.088 * 1 * 0.411 = 0.447$$

$$k_h = \beta_S a_{max}/g = 0.30 * 0.447 = 0.134$$

$$k_v = \pm 0.06707$$

dove:

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

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

$g$  : accelerazione di gravità

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

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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0490_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						

$\beta_s$  = 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

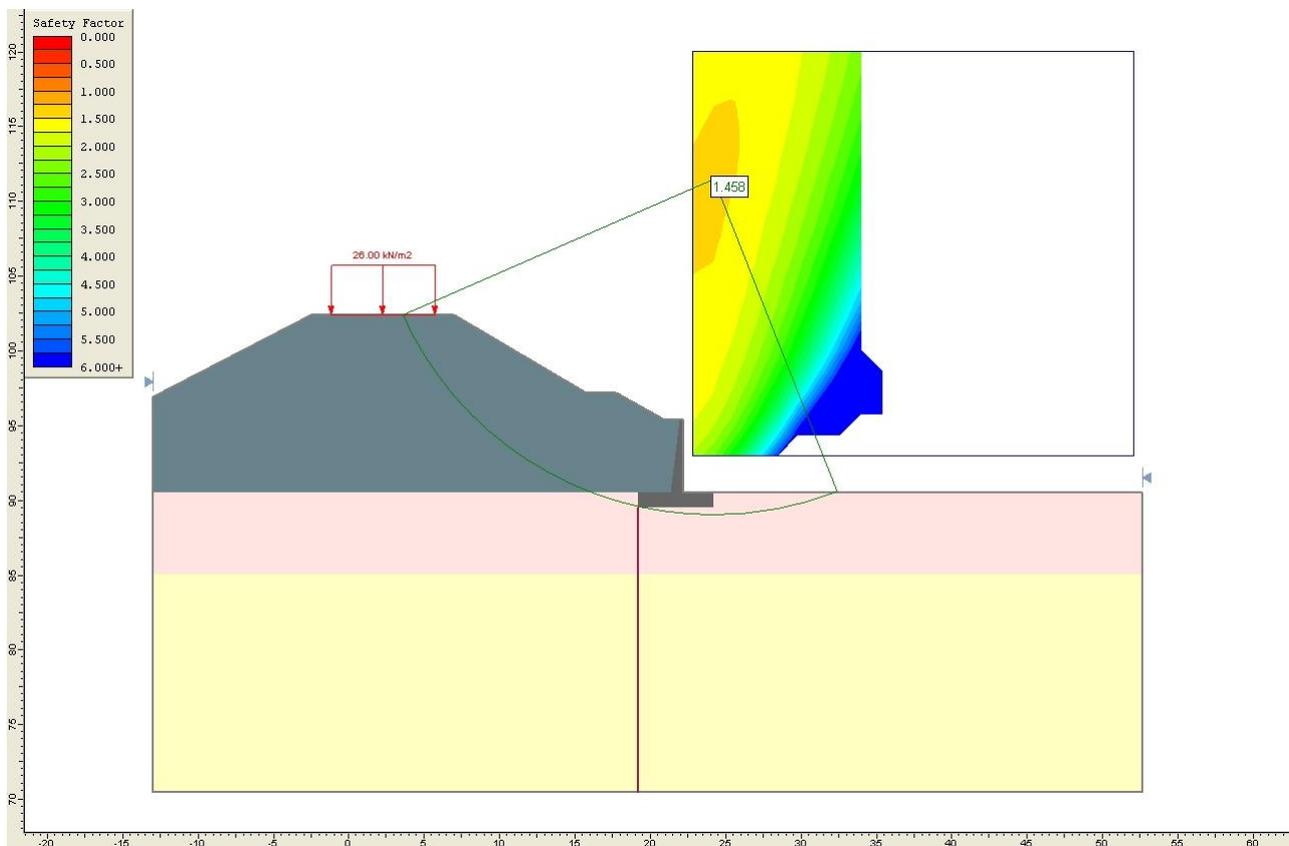
si evidenzia, inoltre, che le verifiche sono state effettuate a favore di sicurezza senza considerare la presenza delle fondazioni profonde.

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	1.458
sismico	1.117

Risultati analisi di stabilità

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

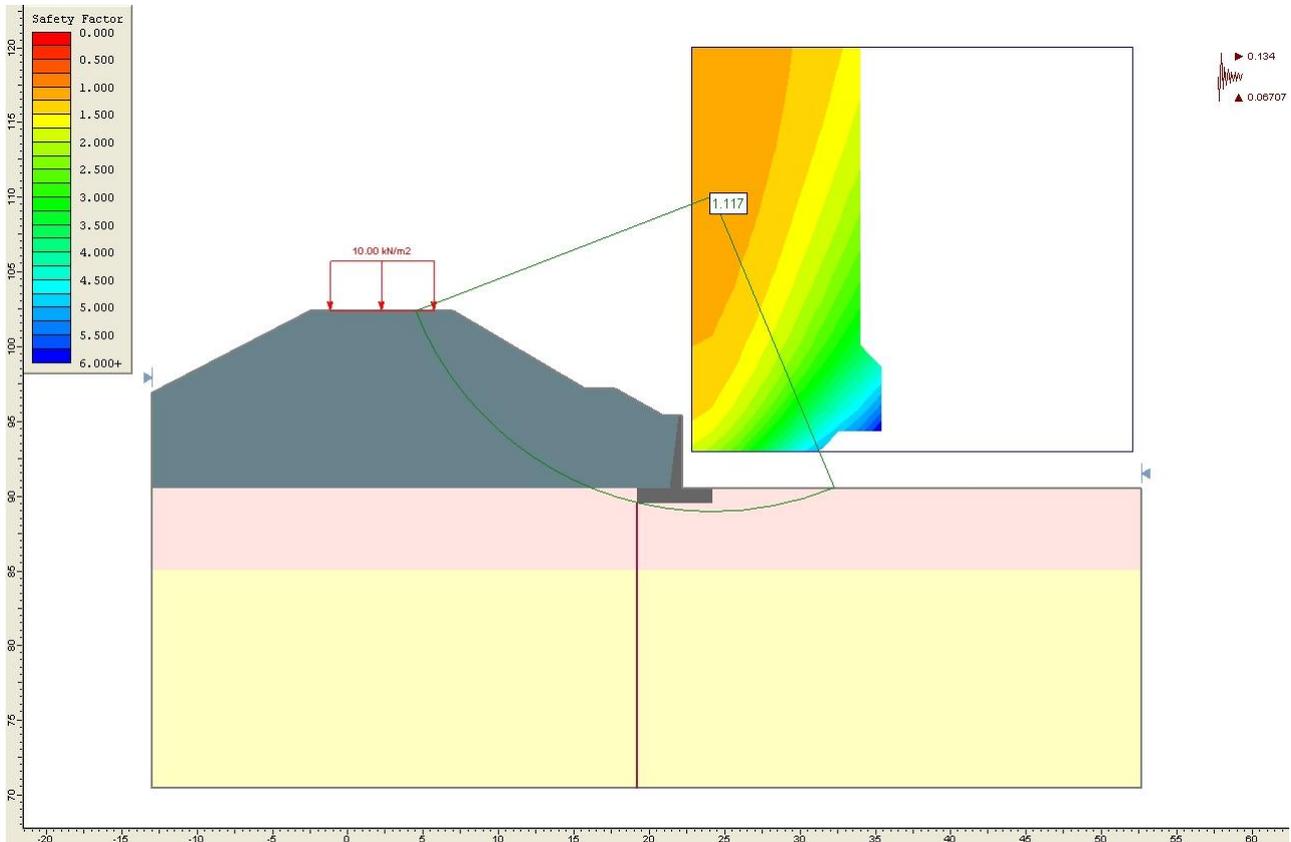


**Analisi di stabilità caso statico: FS=1.458**

MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4  
DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO

Codice documento  
SS0490\_F0.doc

Rev	Data
F0	20/06/2011



**Analisi di stabilità caso sismico: FS=1.117**

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4</b> <b>DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> SS0490_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						

## 12 TABULATI DI CALCOLO

### 12.1 Input SAP2000 Advanced rel. 14.0.0

File D:\Lavori\Proiter Ponte sullo stretto di Messina\Lavoro\SAP\M9\_D10m\_SLU.\$2k was saved on 2/14/11 at 18.05.13

TABLE: "ACTIVE DEGREES OF FREEDOM"

UX=Yes UY=Yes UZ=Yes RX=Yes RY=Yes RZ=Yes

TABLE: "ANALYSIS OPTIONS"

Solver=Advanced SolverProc=Auto Force32Bit=No StiffCase=None GeomMod=No

TABLE: "AUTO WAVE 3 - WAVE CHARACTERISTICS - GENERAL"

WaveChar=Default WaveType="From Theory" KinFactor=1 SWaterDepth=45 WaveHeight=18  
WavePeriod=12 WaveTheory=Linear

TABLE: "BRIDGE DESIGN PREFERENCES - AASHTOLRFD07"

HingeOpt="Auto: AASHTO/Caltrans Hinge"

TABLE: "CASE - STATIC 1 - LOAD ASSIGNMENTS"

Case=DEAD LoadType="Load pattern" LoadName=DEAD LoadSF=1  
Case="SLU STR P" LoadType="Load pattern" LoadName="SLU STR P" LoadSF=1  
Case="SLV P1" LoadType="Load pattern" LoadName="SLV P" LoadSF=1  
Case="SLD P1" LoadType="Load pattern" LoadName="SLD P" LoadSF=1  
Case="SLE P1" LoadType="Load pattern" LoadName="SLE P" LoadSF=1  
Case="SLU GEO 1" LoadType="Load pattern" LoadName="SLU GEO 1" LoadSF=1  
Case="SLV B" LoadType="Load pattern" LoadName="SLV B" LoadSF=1  
Case="SLD B" LoadType="Load pattern" LoadName="SLD B" LoadSF=1

TABLE: "COMBINATION DEFINITIONS"

ComboName="COMB SLU STR" ComboType="Linear Add" AutoDesign=No CaseName=DEAD ScaleFactor=1  
SteelDesign=No ConcDesign=No AlumDesign=No ColdDesign=No  
ComboName="COMB SLU STR" CaseName="SLU STR P" ScaleFactor=1  
ComboName="COMB SLV" ComboType="Linear Add" AutoDesign=No CaseName=DEAD ScaleFactor=1  
SteelDesign=No ConcDesign=No AlumDesign=No ColdDesign=No  
ComboName="COMB SLV" CaseName="SLV P" ScaleFactor=1  
ComboName="COMB SLD" ComboType="Linear Add" AutoDesign=No CaseName=DEAD ScaleFactor=1  
SteelDesign=No ConcDesign=No AlumDesign=No ColdDesign=No  
ComboName="COMB SLD" CaseName="SLD P" ScaleFactor=1  
ComboName="COMB SLE" ComboType="Linear Add" AutoDesign=No CaseName="SLE P" ScaleFactor=1  
SteelDesign=No ConcDesign=No AlumDesign=No ColdDesign=No  
ComboName="COMB SLE" CaseName=DEAD ScaleFactor=1

TABLE: "CONNECTIVITY - FRAME"

Frame=2 JointI=1 JointJ=3 IsCurved=No  
Frame=3 JointI=3 JointJ=4 IsCurved=No  
Frame=4 JointI=4 JointJ=5 IsCurved=No  
Frame=5 JointI=5 JointJ=6 IsCurved=No  
Frame=6 JointI=6 JointJ=7 IsCurved=No  
Frame=7 JointI=7 JointJ=8 IsCurved=No  
Frame=8 JointI=8 JointJ=9 IsCurved=No  
Frame=9 JointI=9 JointJ=10 IsCurved=No  
Frame=10 JointI=10 JointJ=11 IsCurved=No  
Frame=11 JointI=11 JointJ=12 IsCurved=No  
Frame=12 JointI=12 JointJ=13 IsCurved=No  
Frame=13 JointI=13 JointJ=14 IsCurved=No  
Frame=14 JointI=14 JointJ=15 IsCurved=No  
Frame=15 JointI=15 JointJ=16 IsCurved=No  
Frame=16 JointI=16 JointJ=17 IsCurved=No  
Frame=17 JointI=17 JointJ=18 IsCurved=No

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4</b> <b>DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><i>Rev</i></td> <td style="width: 50%;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

```

Frame=18   JointI=18   JointJ=19   IsCurved=No
Frame=19   JointI=19   JointJ=20   IsCurved=No
Frame=20   JointI=20   JointJ=21   IsCurved=No
Frame=21   JointI=21   JointJ=2    IsCurved=No

```

TABLE: "COORDINATE SYSTEMS"

```
Name=GLOBAL   Type=Cartesian   X=0   Y=0   Z=0   AboutZ=0   AboutY=0   AboutX=0
```

TABLE: "DATABASE DOCUMENTATION"

TABLE: "DATABASE FORMAT TYPES"

```
UnitsCurr=Yes   OverrideE=No
```

TABLE: "FRAME AUTO MESH ASSIGNMENTS"

Frame	AutoMesh	AtJoints	AtFrames	NumSegments	MaxLength	MaxDegrees
2	Yes	Yes	No	0	0	0
3	Yes	Yes	No	0	0	0
4	Yes	Yes	No	0	0	0
5	Yes	Yes	No	0	0	0
6	Yes	Yes	No	0	0	0
7	Yes	Yes	No	0	0	0
8	Yes	Yes	No	0	0	0
9	Yes	Yes	No	0	0	0
10	Yes	Yes	No	0	0	0
11	Yes	Yes	No	0	0	0
12	Yes	Yes	No	0	0	0
13	Yes	Yes	No	0	0	0
14	Yes	Yes	No	0	0	0
15	Yes	Yes	No	0	0	0
16	Yes	Yes	No	0	0	0
17	Yes	Yes	No	0	0	0
18	Yes	Yes	No	0	0	0
19	Yes	Yes	No	0	0	0
20	Yes	Yes	No	0	0	0
21	Yes	Yes	No	0	0	0

TABLE: "FRAME DESIGN PROCEDURES"

2	DesignProc="From Material"
3	DesignProc="From Material"
4	DesignProc="From Material"
5	DesignProc="From Material"
6	DesignProc="From Material"
7	DesignProc="From Material"
8	DesignProc="From Material"
9	DesignProc="From Material"
10	DesignProc="From Material"
11	DesignProc="From Material"
12	DesignProc="From Material"
13	DesignProc="From Material"
14	DesignProc="From Material"
15	DesignProc="From Material"
16	DesignProc="From Material"
17	DesignProc="From Material"
18	DesignProc="From Material"
19	DesignProc="From Material"
20	DesignProc="From Material"
21	DesignProc="From Material"

TABLE: "FRAME OUTPUT STATION ASSIGNMENTS"

2	StationType=MinNumSta	MinNumSta=3	AddAtElmInt=Yes	AddAtPtLoad=Yes
3	StationType=MinNumSta	MinNumSta=3	AddAtElmInt=Yes	AddAtPtLoad=Yes
4	StationType=MinNumSta	MinNumSta=3	AddAtElmInt=Yes	AddAtPtLoad=Yes
5	StationType=MinNumSta	MinNumSta=3	AddAtElmInt=Yes	AddAtPtLoad=Yes
6	StationType=MinNumSta	MinNumSta=3	AddAtElmInt=Yes	AddAtPtLoad=Yes
7	StationType=MinNumSta	MinNumSta=3	AddAtElmInt=Yes	AddAtPtLoad=Yes
8	StationType=MinNumSta	MinNumSta=3	AddAtElmInt=Yes	AddAtPtLoad=Yes
9	StationType=MinNumSta	MinNumSta=3	AddAtElmInt=Yes	AddAtPtLoad=Yes

<p align="center"><b>MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4</b> <b>DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO</b></p>	<p><i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc</p>	<p><i>Rev</i> F0</p>	<p><i>Data</i> 20/06/2011</p>
--	--	--------------------------	-----------------------------------

Frame=10	StationType=MinNumSta	MinNumSta=3	AddAtElmInt=Yes	AddAtPtLoad=Yes
Frame=11	StationType=MinNumSta	MinNumSta=3	AddAtElmInt=Yes	AddAtPtLoad=Yes
Frame=12	StationType=MinNumSta	MinNumSta=3	AddAtElmInt=Yes	AddAtPtLoad=Yes
Frame=13	StationType=MinNumSta	MinNumSta=3	AddAtElmInt=Yes	AddAtPtLoad=Yes
Frame=14	StationType=MinNumSta	MinNumSta=3	AddAtElmInt=Yes	AddAtPtLoad=Yes
Frame=15	StationType=MinNumSta	MinNumSta=3	AddAtElmInt=Yes	AddAtPtLoad=Yes
Frame=16	StationType=MinNumSta	MinNumSta=3	AddAtElmInt=Yes	AddAtPtLoad=Yes
Frame=17	StationType=MinNumSta	MinNumSta=3	AddAtElmInt=Yes	AddAtPtLoad=Yes
Frame=18	StationType=MinNumSta	MinNumSta=3	AddAtElmInt=Yes	AddAtPtLoad=Yes
Frame=19	StationType=MinNumSta	MinNumSta=3	AddAtElmInt=Yes	AddAtPtLoad=Yes
Frame=20	StationType=MinNumSta	MinNumSta=3	AddAtElmInt=Yes	AddAtPtLoad=Yes
Frame=21	StationType=MinNumSta	MinNumSta=3	AddAtElmInt=Yes	AddAtPtLoad=Yes

TABLE: "FRAME SECTION ASSIGNMENTS"

Frame=2	AutoSelect=N.A.	AnalSect=Diaframma	MatProp=Default
Frame=3	AutoSelect=N.A.	AnalSect=Diaframma	MatProp=Default
Frame=4	AutoSelect=N.A.	AnalSect=Diaframma	MatProp=Default
Frame=5	AutoSelect=N.A.	AnalSect=Diaframma	MatProp=Default
Frame=6	AutoSelect=N.A.	AnalSect=Diaframma	MatProp=Default
Frame=7	AutoSelect=N.A.	AnalSect=Diaframma	MatProp=Default
Frame=8	AutoSelect=N.A.	AnalSect=Diaframma	MatProp=Default
Frame=9	AutoSelect=N.A.	AnalSect=Diaframma	MatProp=Default
Frame=10	AutoSelect=N.A.	AnalSect=Diaframma	MatProp=Default
Frame=11	AutoSelect=N.A.	AnalSect=Diaframma	MatProp=Default
Frame=12	AutoSelect=N.A.	AnalSect=Diaframma	MatProp=Default
Frame=13	AutoSelect=N.A.	AnalSect=Diaframma	MatProp=Default
Frame=14	AutoSelect=N.A.	AnalSect=Diaframma	MatProp=Default
Frame=15	AutoSelect=N.A.	AnalSect=Diaframma	MatProp=Default
Frame=16	AutoSelect=N.A.	AnalSect=Diaframma	MatProp=Default
Frame=17	AutoSelect=N.A.	AnalSect=Diaframma	MatProp=Default
Frame=18	AutoSelect=N.A.	AnalSect=Diaframma	MatProp=Default
Frame=19	AutoSelect=N.A.	AnalSect=Diaframma	MatProp=Default
Frame=20	AutoSelect=N.A.	AnalSect=Diaframma	MatProp=Default
Frame=21	AutoSelect=N.A.	AnalSect=Diaframma	MatProp=Default

TABLE: "FRAME SECTION PROPERTIES 01 - GENERAL"

SectionName=Diaframma Material=Rck30 Shape=Rectangular t3=2,5 t2=1,2 Area=3  
TorsConst=1,00647031799808 I33=1,5625 I22=0,36 AS2=2,5 AS3=2,5 S33=1,25 S22=0,6  
Z33=1,875 Z22=0,9 R33=0,721687836487032  
R22=0,346410161513775 Color=Gray8Dark FromFile=No AMod=1 A2Mod=1 A3Mod=1 JMod=1  
I2Mod=1 I3Mod=1 MMod=1 WMod=1 Notes="Added 14/02/2011 13.03.33"

TABLE: "FRAME SECTION PROPERTIES 02 - CONCRETE COLUMN"

SectionName=Diaframma RebarMatL=A615Gr60 RebarMatC=A615Gr60 ReinfConfig=Rectangular  
LatReinf=Ties Cover=0,04 NumBars3Dir=3 NumBars2Dir=3 BarSizeL=#9 BarSizeC=#4  
SpacingC=0,15 NumCBars2=3 NumCBars3=3 ReinfType=Design

TABLE: "FUNCTION - PLOT FUNCTIONS"

PlotFunc="Input Energy" Type=Energy Component=Input Mode=All

TABLE: "FUNCTION - POWER SPECTRAL DENSITY - USER"

Name=UNIFPSD Frequency=0 Value=1  
Name=UNIFPSD Frequency=1 Value=1

TABLE: "FUNCTION - RESPONSE SPECTRUM - USER"

Name=UNIFRS Period=0 Accel=1 FuncDamp=0,05  
Name=UNIFRS Period=1 Accel=1

TABLE: "FUNCTION - STEADY STATE - USER"

Name=UNIFSS Frequency=0 Value=1  
Name=UNIFSS Frequency=1 Value=1

TABLE: "FUNCTION - TIME HISTORY - USER"

Name=RAMPPTH Time=0 Value=0  
Name=RAMPPTH Time=1 Value=1  
Name=RAMPPTH Time=4 Value=1

<p align="center"><b>MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4</b> <b>DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO</b></p>	<p><i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc</p>	<p><i>Rev</i> F0</p>	<p><i>Data</i> 20/06/2011</p>
--	--	--------------------------	-----------------------------------

Name=UNIFTH Time=0 Value=1  
Name=UNIFTH Time=1 Value=1

TABLE: "GRID LINES"

```
CoordSys=GLOBAL AxisDir=X XRYZCoord=0 LineType=Primary LineColor=Gray8Dark Visible=Yes
BubbleLoc=End AllVisible=No BubbleSize=1
CoordSys=GLOBAL AxisDir=Y XRYZCoord=0 LineType=Primary LineColor=Gray8Dark Visible=Yes
BubbleLoc=End
CoordSys=GLOBAL AxisDir=Z XRYZCoord=-10 LineType=Primary LineColor=Gray8Dark
Visible=Yes BubbleLoc=End
CoordSys=GLOBAL AxisDir=Z XRYZCoord=0 LineType=Primary LineColor=Gray8Dark Visible=Yes
BubbleLoc=End
```

TABLE: "GROUPS 1 - DEFINITIONS"

```
GroupName=ALL Selection=Yes SectionCut=Yes Steel=Yes Concrete=Yes Aluminum=Yes
ColdFormed=Yes Stage=Yes Bridge=Yes AutoSeismic=No AutoWind=No SelDesSteel=No
SelDesAlum=No SelDesCold=No MassWeight=Yes Color=Red
GroupName=DXFIN Selection=Yes SectionCut=Yes Steel=Yes Concrete=Yes Aluminum=Yes
ColdFormed=Yes Stage=Yes Bridge=Yes AutoSeismic=No AutoWind=No SelDesSteel=No
SelDesAlum=No SelDesCold=No MassWeight=Yes Color=Black
```

TABLE: "GROUPS 2 - ASSIGNMENTS"

```
GroupName=DXFIN ObjectType=Frame ObjectLabel=2
GroupName=DXFIN ObjectType=Frame ObjectLabel=3
GroupName=DXFIN ObjectType=Frame ObjectLabel=4
GroupName=DXFIN ObjectType=Frame ObjectLabel=5
GroupName=DXFIN ObjectType=Frame ObjectLabel=6
GroupName=DXFIN ObjectType=Frame ObjectLabel=7
GroupName=DXFIN ObjectType=Frame ObjectLabel=8
GroupName=DXFIN ObjectType=Frame ObjectLabel=9
GroupName=DXFIN ObjectType=Frame ObjectLabel=10
GroupName=DXFIN ObjectType=Frame ObjectLabel=11
GroupName=DXFIN ObjectType=Frame ObjectLabel=12
GroupName=DXFIN ObjectType=Frame ObjectLabel=13
GroupName=DXFIN ObjectType=Frame ObjectLabel=14
GroupName=DXFIN ObjectType=Frame ObjectLabel=15
GroupName=DXFIN ObjectType=Frame ObjectLabel=16
GroupName=DXFIN ObjectType=Frame ObjectLabel=17
GroupName=DXFIN ObjectType=Frame ObjectLabel=18
GroupName=DXFIN ObjectType=Frame ObjectLabel=19
GroupName=DXFIN ObjectType=Frame ObjectLabel=20
GroupName=DXFIN ObjectType=Frame ObjectLabel=21
```

TABLE: "JOINT COORDINATES"

```
Joint=1 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=0 Y=0 Z=0 SpecialJt=No
Joint=2 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=0 Y=0 Z=-10 SpecialJt=No
Joint=3 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=0 Y=0 Z=-0,5 SpecialJt=No
Joint=4 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=0 Y=0 Z=-1 SpecialJt=No
Joint=5 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=0 Y=0 Z=-1,5 SpecialJt=No
Joint=6 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=0 Y=0 Z=-2 SpecialJt=No
Joint=7 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=0 Y=0 Z=-2,5 SpecialJt=No
Joint=8 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=0 Y=0 Z=-3 SpecialJt=No
Joint=9 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=0 Y=0 Z=-3,5 SpecialJt=No
Joint=10 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=0 Y=0 Z=-4 SpecialJt=No
Joint=11 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=0 Y=0 Z=-4,5 SpecialJt=No
Joint=12 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=0 Y=0 Z=-5 SpecialJt=No
Joint=13 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=0 Y=0 Z=-5,5 SpecialJt=No
Joint=14 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=0 Y=0 Z=-6 SpecialJt=No
Joint=15 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=0 Y=0 Z=-6,5 SpecialJt=No
Joint=16 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=0 Y=0 Z=-7 SpecialJt=No
Joint=17 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=0 Y=0 Z=-7,5 SpecialJt=No
Joint=18 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=0 Y=0 Z=-8 SpecialJt=No
Joint=19 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=0 Y=0 Z=-8,5 SpecialJt=No
Joint=20 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=0 Y=0 Z=-9 SpecialJt=No
Joint=21 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=0 Y=0 Z=-9,5 SpecialJt=No
```

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4</b> <b>DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<b>Codice documento</b> SS0490_F0.doc	<table border="1"> <tr> <td><b>Rev</b></td> <td><b>Data</b></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	<b>Rev</b>	<b>Data</b>	F0	20/06/2011
<b>Rev</b>	<b>Data</b>						
F0	20/06/2011						

TABLE: "JOINT LOADS - FORCE"

Joint=1	LoadPat="SLU STR P"	CoordSys=GLOBAL	F1=975	F2=0	F3=-1348	M1=0	M2=0	M3=0
Joint=1	LoadPat="SLV P"	CoordSys=GLOBAL	F1=1920	F2=0	F3=-1534	M1=0	M2=0	M3=0
Joint=1	LoadPat="SLE P"	CoordSys=GLOBAL	F1=749	F2=0	F3=-1346	M1=0	M2=0	M3=0
Joint=1	LoadPat="SLD P"	CoordSys=GLOBAL	F1=1501	F2=0	F3=-1462	M1=0	M2=0	M3=0
Joint=1	LoadPat="SLU GEO 1"	CoordSys=GLOBAL	F1=946	F2=0	F3=-1348	M1=0	M2=0	M3=0
Joint=1	LoadPat="SLV B"	CoordSys=GLOBAL	F1=1856	F2=0	F3=-1311	M1=0	M2=0	M3=0
Joint=1	LoadPat="SLD B"	CoordSys=GLOBAL	F1=1494	F2=0	F3=-1382	M1=0	M2=0	M3=0
Joint=3	LoadPat="SLV P"	CoordSys=GLOBAL	F1=0	F2=0	F3=0	M1=0	M2=3610	M3=0
Joint=3	LoadPat="SLE P"	CoordSys=GLOBAL	F1=0	F2=0	F3=0	M1=0	M2=1696	M3=0
Joint=3	LoadPat="SLD P"	CoordSys=GLOBAL	F1=0	F2=0	F3=0	M1=0	M2=2552	M3=0
Joint=3	LoadPat="SLU STR P"	CoordSys=GLOBAL	F1=0	F2=0	F3=0	M1=0	M2=2476	M3=0
Joint=3	LoadPat="SLU GEO 1"	CoordSys=GLOBAL	F1=0	F2=0	F3=0	M1=0	M2=2197	M3=0
Joint=3	LoadPat="SLV B"	CoordSys=GLOBAL	F1=0	F2=0	F3=0	M1=0	M2=3619	M3=0
Joint=3	LoadPat="SLD B"	CoordSys=GLOBAL	F1=0	F2=0	F3=0	M1=0	M2=2592	M3=0

TABLE: "JOINT PATTERN DEFINITIONS"

Pattern=Default

TABLE: "JOINT RESTRAINT ASSIGNMENTS"

Joint=1	U1=No	U2=No	U3=No	R1=Yes	R2=Yes	R3=No
Joint=2	U1=Yes	U2=Yes	U3=Yes	R1=Yes	R2=Yes	R3=Yes

TABLE: "JOINT SPRING ASSIGNMENTS 1 - UNCOUPLED"

Joint=1	CoordSys=Local	U1=32000	U2=32000	U3=0	R1=0	R2=0	R3=0
Joint=3	CoordSys=Local	U1=75000	U2=75000	U3=75000	R1=0	R2=0	R3=0
Joint=4	CoordSys=Local	U1=86000	U2=86000	U3=86000	R1=0	R2=0	R3=0
Joint=5	CoordSys=Local	U1=97000	U2=97000	U3=97000	R1=0	R2=0	R3=0
Joint=6	CoordSys=Local	U1=108000	U2=108000	U3=108000	R1=0	R2=0	R3=0
Joint=7	CoordSys=Local	U1=118000	U2=118000	U3=118000	R1=0	R2=0	R3=0
Joint=8	CoordSys=Local	U1=129000	U2=129000	U3=129000	R1=0	R2=0	R3=0
Joint=9	CoordSys=Local	U1=140000	U2=140000	U3=140000	R1=0	R2=0	R3=0
Joint=10	CoordSys=Local	U1=151000	U2=151000	U3=151000	R1=0	R2=0	R3=0
Joint=11	CoordSys=Local	U1=162000	U2=162000	U3=162000	R1=0	R2=0	R3=0
Joint=12	CoordSys=Local	U1=173000	U2=173000	U3=173000	R1=0	R2=0	R3=0
Joint=13	CoordSys=Local	U1=184000	U2=184000	U3=184000	R1=0	R2=0	R3=0
Joint=14	CoordSys=Local	U1=195000	U2=195000	U3=195000	R1=0	R2=0	R3=0
Joint=15	CoordSys=Local	U1=205000	U2=205000	U3=205000	R1=0	R2=0	R3=0
Joint=16	CoordSys=Local	U1=216000	U2=216000	U3=216000	R1=0	R2=0	R3=0
Joint=17	CoordSys=Local	U1=227000	U2=227000	U3=227000	R1=0	R2=0	R3=0
Joint=18	CoordSys=Local	U1=238000	U2=238000	U3=238000	R1=0	R2=0	R3=0
Joint=19	CoordSys=Local	U1=249000	U2=249000	U3=249000	R1=0	R2=0	R3=0
Joint=20	CoordSys=Local	U1=260000	U2=260000	U3=260000	R1=0	R2=0	R3=0
Joint=21	CoordSys=Local	U1=271000	U2=271000	U3=271000	R1=0	R2=0	R3=0

TABLE: "LOAD CASE DEFINITIONS"

Case=DEAD	Type=LinStatic	InitialCond=Zero	DesTypeOpt="Prog Det"	DesignType=DEAD
AutoType=None	RunCase=Yes			
Case="SLV P"	Type=LinStatic	InitialCond=Zero	DesTypeOpt="Prog Det"	DesignType=OTHER
AutoType=None	RunCase=Yes			
Case="SLD P"	Type=LinStatic	InitialCond=Zero	DesTypeOpt="Prog Det"	DesignType=OTHER
AutoType=None	RunCase=Yes			
Case="SLE P"	Type=LinStatic	InitialCond=Zero	DesTypeOpt="Prog Det"	DesignType=OTHER
AutoType=None	RunCase=Yes			
Case="SLU STR P"	Type=LinStatic	InitialCond=Zero	DesTypeOpt="Prog Det"	DesignType=LIVE
AutoType=None	RunCase=Yes			
Case="SLV P1"	Type=LinStatic	InitialCond=Zero	DesTypeOpt="Prog Det"	DesignType=LIVE
AutoType=None	RunCase=Yes			
Case="SLD P1"	Type=LinStatic	InitialCond=Zero	DesTypeOpt="Prog Det"	DesignType=LIVE
AutoType=None	RunCase=Yes			
Case="SLE P1"	Type=LinStatic	InitialCond=Zero	DesTypeOpt="Prog Det"	DesignType=LIVE
AutoType=None	RunCase=Yes			
Case="SLU GEO 1"	Type=LinStatic	InitialCond=Zero	DesTypeOpt="Prog Det"	DesignType=DEAD
AutoType=None	RunCase=Yes			
Case="SLV B"	Type=LinStatic	InitialCond=Zero	DesTypeOpt="Prog Det"	DesignType=DEAD
AutoType=None	RunCase=Yes			

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4</b> <b>DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<b>Codice documento</b> SS0490_F0.doc	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Rev</th> <th>Data</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	Rev	Data	F0	20/06/2011
Rev	Data						
F0	20/06/2011						

Case="SLD B" Type=LinStatic InitialCond=Zero DesTypeOpt="Prog Det" DesignType=DEAD  
AutoType=None RunCase=Yes

TABLE: "LOAD PATTERN DEFINITIONS"

LoadPat=DEAD DesignType=DEAD SelfWtMult=1  
LoadPat="SLU STR P" DesignType=LIVE SelfWtMult=0  
LoadPat="SLV P" DesignType=LIVE SelfWtMult=0  
LoadPat="SLD P" DesignType=LIVE SelfWtMult=0  
LoadPat="SLE P" DesignType=LIVE SelfWtMult=0  
LoadPat="SLU GEO 1" DesignType=DEAD SelfWtMult=0  
LoadPat="SLV B" DesignType=DEAD SelfWtMult=0  
LoadPat="SLD B" DesignType=DEAD SelfWtMult=0

TABLE: "MASSES 1 - MASS SOURCE"

MassFrom=Elements

TABLE: "MATERIAL PROPERTIES 01 - GENERAL"

Material=Rck30 Type=Concrete SymType=Isotropic TempDepend=No Color=Blue Notes="ASTM A36  
added 14/02/2011 13.02.37"

TABLE: "MATERIAL PROPERTIES 02 - BASIC MECHANICAL PROPERTIES"

Material=Rck30 UnitWeight=25 UnitMass=2,54929048055605 E1=31447000 G12=12095000 U12=0,3  
A1=0,000117

TABLE: "MATERIAL PROPERTIES 03B - CONCRETE DATA"

Material=Rck30 Fc=20684,2736685473 LtWtConc=No SSCurveOpt=Mander SSHysType=Takeda  
SFc=0,002 SCap=0,005 FinalSlope=-0,1 FAngle=0 DAngle=0

TABLE: "MATERIAL PROPERTIES 06 - DAMPING PARAMETERS"

Material=Rck30 ModalRatio=0 VisMass=0 VisStiff=0 HysMass=0 HysStiff=0

TABLE: "OPTIONS - COLORS - DISPLAY"

DeviceType=Screen Points=Yellow LinesFrame=Yellow LinesFrmExt=Yellow LinesCable=Green  
LinesTendon=Green SpringLinks=Green Restraints=Green Releases=Green Axes=Cyan Text=Green  
ShadowLines=Gray8Dark

GuideLines=Gray8Dark Highlight=Red Selection=White AreaFillBot=Red  
AreaFillTop=16744703 AreaFillSd=Red AreaEdge=DarkRed SolidF1=Red SolidF2=Blue  
SolidF3=Green SolidF4=Yellow SolidF5=White SolidF6=Cyan  
SolidEdge=DarkRed Floor=Gray4 Background=Black BGLowLeft=Black BGLowRight=Black  
BGUpRight=Black Darkness=0,5

DeviceType=Printer Points=Gray8Dark LinesFrame=Black LinesFrmExt=Gray4 LinesCable=Black  
LinesTendon=Black SpringLinks=Gray8Dark Restraints=Gray8Dark Releases=Gray4 Axes=Black  
Text=Black ShadowLines=Gray4

GuideLines=Gray4 Highlight=Black Selection=Black AreaFillBot=Gray4  
AreaFillTop=Gray8Dark AreaFillSd=Gray4 AreaEdge=Black SolidF1=Gray1Light SolidF2=Gray2  
SolidF3=Gray3 SolidF4=Gray4 SolidF5=Gray5

SolidF6=Gray6 SolidEdge=Black Floor=Gray4 Background=White BGLowLeft=White  
BGLowRight=White BGUpRight=White Darkness=0,5

DeviceType="Color Printer" Points=Black LinesFrame=7303023 LinesFrmExt=White  
LinesCable=Green LinesTendon=Green SpringLinks=Green Restraints=9408399 Releases=Green  
Axes=Cyan Text=Black ShadowLines=Gray8Dark

GuideLines=10461087 Highlight=Red Selection=10504778 AreaFillBot=16634568  
AreaFillTop=14277119 AreaFillSd=16634568 AreaEdge=7303023 SolidF1=10122991 SolidF2=16756912  
SolidF3=11599795 SolidF4=12713983

SolidF5=White SolidF6=16777128 SolidEdge=7303023 Floor=13619151 Background=White  
BGLowLeft=White BGLowRight=14671839 BGUpRight=White Darkness=0,5

TABLE: "OPTIONS - COLORS - OUTPUT"

DeviceType=Screen Contour1=13107400 Contour2=6553828 Contour3=Red Contour4=16639  
Contour5=Orange Contour6=43775 Contour7=54527 Contour8=Yellow Contour9=65408

Contour10=Green Contour11=8453888 Contour12=Cyan  
Contour13=16755200 Contour14=16733440 Contour15=Blue Transpare=0,5 Ratio1=Cyan  
Ratio2=Green Ratio3=Yellow Ratio4=Orange Ratio5=Red RatioNotD=Gray4 RatioNotC=Red

RatioVal1=0,5 RatioVal2=0,7 RatioVal3=0,9  
RatioVal4=1 DFillPos=Yellow DFillNeg=Red DFillRPos=Blue DFillRNeg=Cyan

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4</b> <b>DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<b>Codice documento</b> SS0490_F0.doc	<table border="1"> <tr> <td><b>Rev</b></td> <td><b>Data</b></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	<b>Rev</b>	<b>Data</b>	F0	20/06/2011
<b>Rev</b>	<b>Data</b>						
F0	20/06/2011						

```

DeviceType=Printer  Contour1=Black  Contour2=3158064  Contour3=4210752  Contour4=5263440
Contour5=6316128  Contour6=7368816  Contour7=Gray8Dark  Contour8=Gray7  Contour9=Gray6
Contour10=Gray5  Contour11=Gray4
Contour12=Gray3  Contour13=Gray2  Contour14=Gray1Light  Contour15=White  Transpare=0
Ratio1=Gray2  Ratio2=Gray4  Ratio3=Gray8Dark  Ratio4=4210752  Ratio5=Black  RatioNotD=Gray4
RatioNotC=Black  RatioVal1=0,5
RatioVal2=0,7  RatioVal3=0,9  RatioVal4=1  DFillPos=Gray8Dark  DFillNeg=Gray8Dark
DFillRPos=4210752  DFillRNeg=4210752
DeviceType="Color Printer"  Contour1=13107400  Contour2=6553828  Contour3=Red  Contour4=16639
Contour5=Orange  Contour6=43775  Contour7=54527  Contour8=Yellow  Contour9=65408
Contour10=Green  Contour11=8453888
Contour12=Cyan  Contour13=16755200  Contour14=16733440  Contour15=Blue  Transpare=0,5
Ratio1=Cyan  Ratio2=Green  Ratio3=Yellow  Ratio4=Orange  Ratio5=Red  RatioNotD=Gray4
RatioNotC=Red  RatioVal1=0,5  RatioVal2=0,7
RatioVal3=0,9  RatioVal4=1  DFillPos=Red  DFillNeg=Red  DFillRPos=Blue  DFillRNeg=Blue

```

TABLE: "PREFERENCES - ALUMINUM DESIGN - AA-ASD 2000"

```

THDesign=Envelopes  FrameType="Moment Frame"  SRatioLimit=1  MaxIter=1
LatFact=1,33333333333333  UseLatFact=No  Bridge=No

```

TABLE: "PREFERENCES - COLD FORMED DESIGN - AISI-ASD96"

```

THDesign=Envelopes  FrameType="Braced Frame"  SRatioLimit=1  MaxIter=1  OmegaBS=1,67
OmegaBUS=1,67  OmegaBLTB=1,67  OmegaVS=1,67  OmegaVNS=1,5  OmegaT=1,67  OmegaC=1,8

```

TABLE: "PREFERENCES - CONCRETE DESIGN - ACI 318-05/IBC2003"

```

THDesign=Envelopes  NumCurves=24  NumPoints=11  MinEccen=No  PatLLF=0,75  UFLimit=0,95
SeisCat=D  PhiT=0,9  PhiCTied=0,65  PhiCSpiral=0,7  PhiV=0,75  PhiVSeismic=0,6  PhiVJoint=0,85

```

TABLE: "PREFERENCES - DIMENSIONAL"

```

MergeTol=0,001  FineGrid=0,25  Nudge=0,25  SelectTol=3  SnapTol=12  SLineThick=1
PLineThick=4  MaxFont=8  MinFont=3  AutoZoom=10  ShrinkFact=70  TextFileLen=240

```

TABLE: "PREFERENCES - STEEL DESIGN - AISC-LRFD93"

```

THDesign=Envelopes  FrameType="Moment Frame"  PatLLF=0,75  SRatioLimit=0,95  MaxIter=1
PhiB=0,9  PhiC=0,85  PhiT=0,9  PhiV=0,9  PhiCA=0,9  CheckDefl=Yes  DLRat=120  SDLAndLLRat=120
LLRat=360  TotalRat=240  NetRat=240

```

TABLE: "PROGRAM CONTROL"

```

ProgramName=SAP2000  Version=14.1.0  CurrUnits="KN, m, C"  SteelCode=AISC-LRFD93
ConcCode="ACI 318-05/IBC2003"  AlumCode="AA-ASD 2000"  ColdCode=AISI-ASD96  BridgeCode="AASHTO
LRFD 2007"  RegenHinge=Yes

```

TABLE: "PROJECT INFORMATION"

```

Item="Company Name"
Item="Client Name"
Item="Project Name"
Item="Project Number"
Item="Model Name"
Item="Model Description"
Item="Revision Number"
Item="Frame Type"
Item=Engineer
Item=Checker
Item=Supervisor
Item="Issue Code"
Item="Design Code"

```

TABLE: "REBAR SIZES"

```

RebarID=#2  Area=0,000032258  Diameter=0,00635
RebarID=#3  Area=7,09675996154547E-05  Diameter=0,009525
RebarID=#4  Area=1,29032001922727E-04  Diameter=0,0127
RebarID=#5  Area=1,99999601538181E-04  Diameter=0,015875
RebarID=#6  Area=2,83870398461819E-04  Diameter=0,01905
RebarID=#7  Area=3,87096015381813E-04  Diameter=0,022225
RebarID=#8  Area=5,09676413843632E-04  Diameter=0,0254
RebarID=#9  Area=0,00064516  Diameter=2,86512005329132E-02

```

<p align="center"><b>MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4</b> <b>DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO</b></p>	<p><i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc</p>	<p><i>Rev</i> F0</p>	<p><i>Data</i> 20/06/2011</p>
--	--	--------------------------	-----------------------------------

```

RebarID=#10 Area=8,1935318769455E-04 Diameter=3,22579995155334E-02
RebarID=#11 Area=1,00644956308365E-03 Diameter=3,58139991521835E-02
RebarID=#14 Area=0,00145161 Diameter=4,30021989583969E-02
RebarID=#18 Area=0,00258064 Diameter=5,73277992248535E-02
RebarID=10M Area=1,00000004162606E-04 Diameter=1,13000003604438E-02
RebarID=15M Area=2,00000008325212E-04 Diameter=1,6000002402959E-02
RebarID=20M Area=3,00000012487818E-04 Diameter=1,95000002928606E-02
RebarID=25M Area=5,00000020813031E-04 Diameter=2,52000011414055E-02
RebarID=30M Area=7,00000029138243E-04 Diameter=2,99000000675832E-02
RebarID=35M Area=1,00000004162606E-03 Diameter=3,57000012990997E-02
RebarID=45M Area=1,50000006243909E-03 Diameter=4,37000014192476E-02
RebarID=55M Area=2,50000010406515E-03 Diameter=0,056400002372922
RebarID=6d Area=2,83000004150781E-05 Diameter=6,0000009011096E-03
RebarID=8d Area=5,03000013308514E-05 Diameter=8,00000012014795E-03
RebarID=10d Area=7,85000032676458E-05 Diameter=1,00000001501849E-02
RebarID=12d Area=1,13000004703745E-04 Diameter=1,20000001802219E-02
RebarID=14d Area=1,54000006410413E-04 Diameter=1,40000002102589E-02
RebarID=16d Area=2,01000008366838E-04 Diameter=1,60000002402959E-02
RebarID=20d Area=3,14000013070583E-04 Diameter=2,00000003003699E-02
RebarID=25d Area=4,91000020438396E-04 Diameter=2,50000003754623E-02
RebarID=26d Area=5,31000022103439E-04 Diameter=2,60000003904808E-02
RebarID=28d Area=6,16000025641654E-04 Diameter=2,80000004205178E-02
RebarID=N12 Area=1,13000004703745E-04 Diameter=1,20000001802219E-02
RebarID=N16 Area=2,01000008366838E-04 Diameter=1,60000002402959E-02
RebarID=N20 Area=3,14000013070583E-04 Diameter=2,00000003003699E-02
RebarID=N24 Area=4,5200001881498E-04 Diameter=2,40000003604438E-02
RebarID=N28 Area=6,16000025641654E-04 Diameter=2,80000004205178E-02
RebarID=N32 Area=8,04000033467353E-04 Diameter=3,20000004805918E-02
RebarID=N36 Area=1,02000004245858E-03 Diameter=3,60000005406658E-02

```

TABLE: "SOLID PROPERTY DEFINITIONS"

SolidProp=SOLID1 Material=4000Psi MatAngleA=0 MatAngleB=0 MatAngleC=0 InComp=Yes  
Color=Magenta Notes="Added 14/02/2011 13.01.52"

END TABLE DATA

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0490_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						

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

### Slide Analysis Information

#### Document Name

File Name: Muro sottoscarpa sv. Curcuraci rampa 4-statica.sli

#### Project Settings

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

Material: DepAlluvionaliRecenti  
 Strength Type: Mohr-Coulomb  
 Unit Weight: 18.5 kN/m3  
 Cohesion: 0 kPa  
 Friction Angle: 32 degrees  
 Water Surface: None

#### List of All Coordinates

##### Material Boundary

21.928	95.373
21.361	90.514
19.228	90.514
19.228	89.514
24.228	89.514
24.228	90.514

##### Material Boundary

-13.000	90.514
19.228	90.514

##### Material Boundary

-13.000	85.014
52.647	85.014

##### External Boundary

-13.000	96.900
-13.000	90.514
-13.000	85.014
-13.000	70.514
52.647	70.514
52.647	85.014
52.647	90.514
24.228	90.514
22.228	90.514
22.228	95.373
21.928	95.373
20.928	95.373
17.750	97.189
15.750	97.189
7.000	102.400
5.700	102.400
-1.200	102.400
-2.500	102.400

##### Focus/Block Search Line

19.228	70.514
19.228	89.514

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4</b> <b>DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> SS0490_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						

Search Grid

22.817	92.967
52.081	92.967
52.081	120.062
22.817	120.062

Distributed Load

5.700	102.400
-1.200	102.400

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

Raw Data for Minimum Circle Results				25.604	105.801	17.490	1.58521
Center_x	Center_y	Radius	Factor_of_Safety	25.604	107.227	18.825	1.55428
22.817	92.967	4.980	2.03581	25.604	108.653	20.173	1.52907
22.817	94.393	6.056	1.80951	25.604	110.079	21.531	1.51199
22.817	95.819	7.254	1.70187	25.604	111.505	22.897	1.49364
22.817	97.245	8.523	1.65551	25.604	112.932	24.270	1.48577
22.817	98.671	9.835	1.61627	25.604	114.358	25.648	1.48635
22.817	100.097		11.174	25.604	115.784	27.032	1.49241
22.817	101.523		12.533	25.604	117.210	28.420	1.50359
22.817	102.949		13.906	25.604	118.636	29.811	1.51719
22.817	104.375		15.288	25.604	120.062	31.206	1.53453
22.817	105.801		16.677	26.998	92.967	8.502	4.34864
22.817	107.227		18.073	26.998	94.393	9.174	3.50645
22.817	108.653		19.472	26.998	95.819	10.005	2.91411
22.817	110.079		20.876	26.998	97.245	10.960	2.54700
22.817	111.505		22.282	26.998	98.671	12.009	2.29868
22.817	112.932		23.691	26.998	100.097	13.128	2.12832
22.817	114.358		25.101	26.998	101.523	14.303	2.00377
22.817	115.784		26.513	26.998	102.949	15.519	1.89895
22.817	117.210		27.927	26.998	104.375	16.769	1.82076
22.817	118.636		29.342	26.998	105.801	18.045	1.75646
22.817	120.062		30.758	26.998	107.227	19.342	1.70202
24.211	92.967	6.062	2.47618	26.998	108.653	20.656	1.65633
24.211	94.393	6.973	2.07837	26.998	110.079	21.984	1.61794
24.211	95.819	8.035	1.85473	26.998	111.505	23.323	1.59095
24.211	97.245	9.197	1.74663	26.998	112.932	24.672	1.56299
24.211	98.671	10.424	1.67619	26.998	114.358	26.030	1.54694
24.211	100.097		11.697	26.998	115.784	27.394	1.53884
24.211	101.523		13.001	26.998	117.210	28.764	1.53854
24.211	102.949		14.329	26.998	118.636	30.140	1.54357
24.211	104.375		15.674	26.998	120.062	31.520	1.55266
24.211	105.801		17.032	28.391	92.967	9.792	5.73516
24.211	107.227		18.400	28.391	94.393	10.381	4.66700
24.211	108.653		19.777	28.391	95.819	11.122	3.81275
24.211	110.079		21.160	28.391	97.245	11.988	3.27098
24.211	111.505		22.548	28.391	98.671	12.954	2.86196
24.211	112.932		23.941	28.391	100.097	13.998	2.59708
24.211	114.358		25.338	28.391	101.523	15.105	2.40601
24.211	115.784		26.738	28.391	102.949	16.262	2.24845
24.211	117.210		28.140	28.391	104.375	17.459	2.12362
24.211	118.636		29.545	28.391	105.801	18.687	2.02159
24.211	120.062		30.951	28.391	107.227	19.943	1.93440
25.604	92.967	7.251	3.23353	28.391	108.653	21.219	1.86155
25.604	94.393	8.028	2.63359	28.391	110.079	22.514	1.79661
25.604	95.819	8.966	2.26691	28.391	111.505	23.824	1.74501
25.604	97.245	10.021	2.04666	28.391	112.932	25.146	1.70587
25.604	98.671	11.158	1.90243	28.391	114.358	26.479	1.66598
25.604	100.097		12.355	28.391	115.784	27.821	1.63788
25.604	101.523		13.596	28.391	117.210	29.172	1.62145
25.604	102.949		14.871	28.391	118.636	30.529	1.61302
25.604	104.375		16.171	28.391	120.062	31.892	1.61057
				29.785	92.967	11.107	-112.00000

<p align="center">MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - <i>RELAZIONE DI CALCOLO</i></p>	<p><i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc</p>	<p><i>Rev</i> F0</p>	<p><i>Data</i> 20/06/2011</p>
---	--	--------------------------	-----------------------------------

29.785	94.393	12.689	5.98326	33.965	101.523	19.010	5.66386
29.785	95.819	12.296	5.09461	33.965	102.949	19.942	5.10029
29.785	97.245	13.084	4.23294	33.965	104.375	20.929	4.67633
29.785	98.671	13.974	3.63253	33.965	105.801	21.965	4.30389
29.785	100.097		14.948 3.22575	33.965	107.227	23.042	3.96956
29.785	101.523		15.989 2.94323	33.965	108.653	24.155	3.69160
29.785	102.949		17.086 2.72504	33.965	110.079	25.300	3.43249
29.785	104.375		18.229 2.54038	33.965	111.505	26.472	3.18898
29.785	105.801		19.409 2.39077	33.965	112.932	27.668	3.01144
29.785	107.227		20.620 2.26067	33.965	114.358	28.885	2.85057
29.785	108.653		21.857 2.15271	33.965	115.784	30.121	2.70929
29.785	110.079		23.116 2.05685	33.965	117.210	31.372	2.58828
29.785	111.505		24.394 1.97614	33.965	118.636	32.638	2.48764
29.785	112.932		25.687 1.90605	33.965	120.062	33.917	2.38592
29.785	114.358		26.993 1.85342	35.359	92.967	16.496	-112.00000
29.785	115.784		28.311 1.80009	35.359	94.393	16.852	-112.00000
29.785	117.210		29.639 1.76176	35.359	95.819	17.445	11.83640
29.785	118.636		30.976 1.73453	35.359	97.245	17.954	10.34280
29.785	120.062		32.320 1.71668	35.359	98.671	18.548	9.02335
31.178	92.967	12.439	-112.00000	35.359	100.097		19.292 -1000.00000
31.178	94.393	15.311	7.32488	35.359	101.523		20.110 -1000.00000
31.178	95.819	14.287	6.37304	35.359	102.949		20.993 -1000.00000
31.178	97.245	14.232	5.38652	35.359	104.375		21.933 -1000.00000
31.178	98.671	15.055	4.65005	35.359	105.801		22.923 -1000.00000
31.178	100.097		15.962 4.09023	35.359	107.227		23.957 -1000.00000
31.178	101.523		16.941 3.69736	35.359	108.653		25.030 -1000.00000
31.178	102.949		17.980 3.34334	35.359	110.079		26.137 -1000.00000
31.178	104.375		19.069 3.07889	35.359	111.505		27.273 -1000.00000
31.178	105.801		20.201 2.86515	35.359	112.932		28.435 -1000.00000
31.178	107.227		21.367 2.68955	35.359	114.358		29.621 -1000.00000
31.178	108.653		22.563 2.53341	35.359	115.784		30.826 -1000.00000
31.178	110.079		23.785 2.40284	35.359	117.210		32.050 -1000.00000
31.178	111.505		25.028 2.28893	35.359	118.636		33.290 -1000.00000
31.178	112.932		26.290 2.18531	35.359	120.062		34.545 -1000.00000
31.178	114.358		27.568 2.10124	36.752	92.967	17.861	-1000.00000
31.178	115.784		28.860 2.03400	36.752	94.393	18.191	-1000.00000
31.178	117.210		30.163 1.96575	36.752	95.819	18.624	-1000.00000
31.178	118.636		31.478 1.91427	36.752	97.245	19.153	-1000.00000
31.178	120.062		32.802 1.87513	36.752	98.671	19.772	-1000.00000
32.572	92.967	13.783	-112.00000	36.752	100.097		20.472 -1000.00000
32.572	94.393	14.748	9.13525	36.752	101.523		21.244 -1000.00000
32.572	95.819	19.991	7.57920	36.752	102.949		22.081 -1000.00000
32.572	97.245	17.936	6.84795	36.752	104.375		22.977 -1000.00000
32.572	98.671	16.183	5.79623	36.752	105.801		23.924 -1000.00000
32.572	100.097		17.031 5.12761	36.752	107.227		24.917 -1000.00000
32.572	101.523		17.952 4.58338	36.752	108.653		25.950 -1000.00000
32.572	102.949		18.935 4.17352	36.752	110.079		27.019 -1000.00000
32.572	104.375		19.972 3.82500	36.752	111.505		28.119 -1000.00000
32.572	105.801		21.055 3.51008	36.752	112.932		29.248 -1000.00000
32.572	107.227		22.176 3.23078	36.752	114.358		30.402 -1000.00000
32.572	108.653		23.331 3.01980	36.752	115.784		31.578 -1000.00000
32.572	110.079		24.515 2.84457	36.752	117.210		32.774 -1000.00000
32.572	111.505		25.723 2.68775	36.752	118.636		33.988 -1000.00000
32.572	112.932		26.952 2.55238	36.752	120.062		35.217 -1000.00000
32.572	114.358		28.200 2.43244	38.146	92.967	19.230	-1000.00000
32.572	115.784		29.464 2.32902	38.146	94.393	19.537	-1000.00000
32.572	117.210		30.742 2.24605	38.146	95.819	19.941	-1000.00000
32.572	118.636		32.033 2.16159	38.146	97.245	20.436	-1000.00000
32.572	120.062		33.335 2.09546	38.146	98.671	21.017	-1000.00000
33.965	92.967	15.136	-112.00000	38.146	100.097		21.676 -1000.00000
33.965	94.393	15.524	-112.00000	38.146	101.523		22.407 -1000.00000
33.965	95.819	18.715	8.92433	38.146	102.949		23.203 -1000.00000
33.965	97.245	19.201	8.04087	38.146	104.375		24.057 -1000.00000
33.965	98.671	19.046	7.26104	38.146	105.801		24.963 -1000.00000
33.965	100.097		18.371 6.28390	38.146	107.227		25.916 -1000.00000

<p align="center">MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO</p>	<p><i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc</p>	<p><i>Rev</i> F0</p>	<p><i>Data</i> 20/06/2011</p>
--	--	--------------------------	-----------------------------------

38.146	108.653	26.911 -1000.00000	42.326	115.784	34.980 -1000.00000
38.146	110.079	27.943 -1000.00000	42.326	117.210	36.063 -1000.00000
38.146	111.505	29.008 -1000.00000	42.326	118.636	37.170 -1000.00000
38.146	112.932	30.104 -1000.00000	42.326	120.062	38.297 -1000.00000
38.146	114.358	31.226 -1000.00000	43.720	92.967	24.734 -1000.00000
38.146	115.784	32.372 -1000.00000	43.720	94.393	24.973 -1000.00000
38.146	117.210	33.540 -1000.00000	43.720	95.819	25.290 -1000.00000
38.146	118.636	34.727 -1000.00000	43.720	97.245	25.683 -1000.00000
38.146	120.062	35.931 -1000.00000	43.720	98.671	26.147 -1000.00000
39.539	92.967	20.603 -1000.00000	43.720	100.097	26.680 -1000.00000
39.539	94.393	20.889 -1000.00000	43.720	101.523	27.277 -1000.00000
39.539	95.819	21.267 -1000.00000	43.720	102.949	27.935 -1000.00000
39.539	97.245	21.733 -1000.00000	43.720	104.375	28.648 -1000.00000
39.539	98.671	22.280 -1000.00000	43.720	105.801	29.413 -1000.00000
39.539	100.097	22.903 -1000.00000	43.720	107.227	30.226 -1000.00000
39.539	101.523	23.596 -1000.00000	43.720	108.653	31.083 -1000.00000
39.539	102.949	24.352 -1000.00000	43.720	110.079	31.981 -1000.00000
39.539	104.375	25.167 -1000.00000	43.720	111.505	32.916 -1000.00000
39.539	105.801	26.035 -1000.00000	43.720	112.932	33.885 -1000.00000
39.539	107.227	26.950 -1000.00000	43.720	114.358	34.886 -1000.00000
39.539	108.653	27.908 -1000.00000	43.720	115.784	35.915 -1000.00000
39.539	110.079	28.904 -1000.00000	43.720	117.210	36.971 -1000.00000
39.539	111.505	29.936 -1000.00000	43.720	118.636	38.051 -1000.00000
39.539	112.932	30.999 -1000.00000	43.720	120.062	39.153 -1000.00000
39.539	114.358	32.089 -1000.00000	45.113	92.967	26.115 -1000.00000
39.539	115.784	33.206 -1000.00000	45.113	94.393	26.341 -1000.00000
39.539	117.210	34.345 -1000.00000	45.113	95.819	26.642 -1000.00000
39.539	118.636	35.505 -1000.00000	45.113	97.245	27.015 -1000.00000
39.539	120.062	36.684 -1000.00000	45.113	98.671	27.457 -1000.00000
40.933	92.967	21.978 -1000.00000	45.113	100.097	27.965 -1000.00000
40.933	94.393	22.246 -1000.00000	45.113	101.523	28.535 -1000.00000
40.933	95.819	22.602 -1000.00000	45.113	102.949	29.164 -1000.00000
40.933	97.245	23.040 -1000.00000	45.113	104.375	29.848 -1000.00000
40.933	98.671	23.557 -1000.00000	45.113	105.801	30.583 -1000.00000
40.933	100.097	24.147 -1000.00000	45.113	107.227	31.366 -1000.00000
40.933	101.523	24.805 -1000.00000	45.113	108.653	32.192 -1000.00000
40.933	102.949	25.526 -1000.00000	45.113	110.079	33.060 -1000.00000
40.933	104.375	26.305 -1000.00000	45.113	111.505	33.966 -1000.00000
40.933	105.801	27.136 -1000.00000	45.113	112.932	34.906 -1000.00000
40.933	107.227	28.015 -1000.00000	45.113	114.358	35.878 -1000.00000
40.933	108.653	28.938 -1000.00000	45.113	115.784	36.880 -1000.00000
40.933	110.079	29.900 -1000.00000	45.113	117.210	37.909 -1000.00000
40.933	111.505	30.898 -1000.00000	45.113	118.636	38.963 -1000.00000
40.933	112.932	31.929 -1000.00000	45.113	120.062	40.040 -1000.00000
40.933	114.358	32.989 -1000.00000	46.507	92.967	27.496 -1000.00000
40.933	115.784	34.076 -1000.00000	46.507	94.393	27.712 -1000.00000
40.933	117.210	35.187 -1000.00000	46.507	95.819	27.998 -1000.00000
40.933	118.636	36.320 -1000.00000	46.507	97.245	28.353 -1000.00000
40.933	120.062	37.473 -1000.00000	46.507	98.671	28.775 -1000.00000
42.326	92.967	23.355 -1000.00000	46.507	100.097	29.260 -1000.00000
42.326	94.393	23.608 -1000.00000	46.507	101.523	29.805 -1000.00000
42.326	95.819	23.943 -1000.00000	46.507	102.949	30.408 -1000.00000
42.326	97.245	24.358 -1000.00000	46.507	104.375	31.064 -1000.00000
42.326	98.671	24.847 -1000.00000	46.507	105.801	31.771 -1000.00000
42.326	100.097	25.407 -1000.00000	46.507	107.227	32.525 -1000.00000
42.326	101.523	26.033 -1000.00000	46.507	108.653	33.323 -1000.00000
42.326	102.949	26.721 -1000.00000	46.507	110.079	34.162 -1000.00000
42.326	104.375	27.466 -1000.00000	46.507	111.505	35.039 -1000.00000
42.326	105.801	28.263 -1000.00000	46.507	112.932	35.951 -1000.00000
42.326	107.227	29.108 -1000.00000	46.507	114.358	36.896 -1000.00000
42.326	108.653	29.997 -1000.00000	46.507	115.784	37.871 -1000.00000
42.326	110.079	30.927 -1000.00000	46.507	117.210	38.874 -1000.00000
42.326	111.505	31.893 -1000.00000	46.507	118.636	39.902 -1000.00000
42.326	112.932	32.892 -1000.00000	46.507	120.062	40.955 -1000.00000
42.326	114.358	33.922 -1000.00000	47.900	92.967	28.879 -1000.00000

<p align="center">MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO</p>	<p><i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc</p>	<p><i>Rev</i> F0</p>	<p><i>Data</i> 20/06/2011</p>
--	--	--------------------------	-----------------------------------

47.900	94.393	29.084 -1000.00000	50.688	94.393	31.835 -1000.00000
47.900	95.819	29.357 -1000.00000	50.688	95.819	32.085 -1000.00000
47.900	97.245	29.696 -1000.00000	50.688	97.245	32.395 -1000.00000
47.900	98.671	30.099 -1000.00000	50.688	98.671	32.765 -1000.00000
47.900	100.097	30.563 -1000.00000	50.688	100.097	33.192 -1000.00000
47.900	101.523	31.086 -1000.00000	50.688	101.523	33.673 -1000.00000
47.900	102.949	31.664 -1000.00000	50.688	102.949	34.208 -1000.00000
47.900	104.375	32.295 -1000.00000	50.688	104.375	34.793 -1000.00000
47.900	105.801	32.975 -1000.00000	50.688	105.801	35.425 -1000.00000
47.900	107.227	33.702 -1000.00000	50.688	107.227	36.103 -1000.00000
47.900	108.653	34.473 -1000.00000	50.688	108.653	36.824 -1000.00000
47.900	110.079	35.285 -1000.00000	50.688	110.079	37.585 -1000.00000
47.900	111.505	36.135 -1000.00000	50.688	111.505	38.384 -1000.00000
47.900	112.932	37.020 -1000.00000	50.688	112.932	39.218 -1000.00000
47.900	114.358	37.938 -1000.00000	50.688	114.358	40.086 -1000.00000
47.900	115.784	38.887 -1000.00000	50.688	115.784	40.985 -1000.00000
47.900	117.210	39.864 -1000.00000	50.688	117.210	41.913 -1000.00000
47.900	118.636	40.868 -1000.00000	50.688	118.636	42.869 -1000.00000
47.900	120.062	41.896 -1000.00000	50.688	120.062	43.850 -1000.00000
49.294	92.967	30.263 -1000.00000	52.081	92.967	33.034 -1000.00000
49.294	94.393	30.459 -1000.00000	52.081	94.393	33.213 -1000.00000
49.294	95.819	30.720 -1000.00000	52.081	95.819	33.452 -1000.00000
49.294	97.245	31.044 -1000.00000	52.081	97.245	33.750 -1000.00000
49.294	98.671	31.429 -1000.00000	52.081	98.671	34.105 -1000.00000
49.294	100.097	31.874 -1000.00000	52.081	100.097	34.515 -1000.00000
49.294	101.523	32.375 -1000.00000	52.081	101.523	34.979 -1000.00000
49.294	102.949	32.931 -1000.00000	52.081	102.949	35.494 -1000.00000
49.294	104.375	33.538 -1000.00000	52.081	104.375	36.058 -1000.00000
49.294	105.801	34.194 -1000.00000	52.081	105.801	36.668 -1000.00000
49.294	107.227	34.896 -1000.00000	52.081	107.227	37.324 -1000.00000
49.294	108.653	35.641 -1000.00000	52.081	108.653	38.021 -1000.00000
49.294	110.079	36.426 -1000.00000	52.081	110.079	38.759 -1000.00000
49.294	111.505	37.250 -1000.00000	52.081	111.505	39.534 -1000.00000
49.294	112.932	38.109 -1000.00000	52.081	112.932	40.344 -1000.00000
49.294	114.358	39.002 -1000.00000	52.081	114.358	41.189 -1000.00000
49.294	115.784	39.925 -1000.00000	52.081	115.784	42.064 -1000.00000
49.294	117.210	40.878 -1000.00000	52.081	117.210	42.969 -1000.00000
49.294	118.636	41.857 -1000.00000	52.081	118.636	43.902 -1000.00000
49.294	120.062	42.861 -1000.00000	52.081	120.062	44.860 -1000.00000
50.688	92.967	31.648 -1000.00000			

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc	<table border="1"> <thead> <tr> <th><i>Rev</i></th> <th><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

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

### *Slide Analysis Information*

#### Document Name

File Name: Muro sottoscarpa sv. Curcuraci rampa 4-sismica.sli

#### Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

Failure Direction: Left to Right

Units of Measurement: SI Units

Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m<sup>3</sup>

Groundwater Method: Water Surfaces

Data Output: Standard

Calculate Excess Pore Pressure: Off

Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off

Random Numbers: Pseudo-random Seed

Random Number Seed: 10116

Random Number Generation Method: Park and Miller

v.3

#### Analysis Methods

Analysis Methods used:

Bishop simplified

Janbu simplified

Ordinary/Fellenius

Spencer

Number of slices: 25

Tolerance: 0.005

Maximum number of iterations: 50

#### Surface Options

Surface Type: Circular

Search Method: Grid Search

Radius increment: 10

Composite Surfaces: Disabled

Reverse Curvature: Create Tension Crack

Minimum Elevation: Not Defined

Minimum Depth: Not Defined

#### Loading

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.134

Seismic Load Coefficient (Vertical): -0.06707

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

#### Material: DepAlluvionaliRecenti

Strength Type: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 18.5 kN/m<sup>3</sup>

Cohesion: 0 kPa

Friction Angle: 32 degrees

Water Surface: None

#### List of All Coordinates

##### Material Boundary

21.928	95.373
21.361	90.514
19.228	90.514
19.228	89.514
24.228	89.514
24.228	90.514

##### Material Boundary

-13.000	90.514
19.228	90.514

##### Material Boundary

-13.000	85.014
52.647	85.014

##### External Boundary

-13.000	96.900
-13.000	90.514
-13.000	85.014
-13.000	70.514
52.647	70.514
52.647	85.014
52.647	90.514

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4</b> <b>DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> SS0490_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						

24.228 90.514  
22.228 90.514  
22.228 95.373  
21.928 95.373  
20.928 95.373  
17.750 97.189  
15.750 97.189  
7.000 102.400  
5.700 102.400  
-1.200 102.400  
-2.500 102.400

19.228 70.514  
19.228 89.514

Search Grid

22.817 92.967  
52.081 92.967  
52.081 120.062  
22.817 120.062

Distributed Load

5.700 102.400  
-1.200 102.400

Focus/Block Search Line

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

Raw Data for Minimum Circle Results

Center\_x Center\_y Radius Factor\_of\_Safety

22.817	92.967	4.980	1.83411	24.211	120.062	30.951	1.17554
22.817	94.393	6.056	1.55706	25.604	92.967	7.251	2.57769
22.817	95.819	7.254	1.41477	25.604	94.393	8.028	2.08430
22.817	97.245	8.523	1.34158	25.604	95.819	8.966	1.78294
22.817	98.671	9.835	1.28744	25.604	97.245	10.021	1.59594
22.817	100.097		11.174	25.604	98.671	11.158	1.47244
22.817	101.523		12.533	25.604	100.097		12.355
22.817	102.949		13.906	25.604	101.523		13.596
22.817	104.375		15.288	25.604	102.949		14.871
22.817	105.801		16.677	25.604	104.375		16.171
22.817	107.227		18.073	25.604	105.801		17.490
22.817	108.653		19.472	25.604	107.227		18.825
22.817	110.079		20.876	25.604	108.653		20.173
22.817	111.505		22.282	25.604	110.079		21.531
22.817	112.932		23.691	25.604	111.505		22.897
22.817	114.358		25.101	25.604	112.932		24.270
22.817	115.784		26.513	25.604	114.358		25.648
22.817	117.210		27.927	25.604	115.784		27.032
22.817	118.636		29.342	25.604	117.210		28.420
22.817	120.062		30.758	25.604	118.636		29.811
24.211	92.967	6.062	2.10700	25.604	120.062		31.206
24.211	94.393	6.973	1.72830	26.998	92.967	8.502	3.21802
24.211	95.819	8.035	1.51312	26.998	94.393	9.174	2.59294
24.211	97.245	9.197	1.39859	26.998	95.819	10.005	2.17216
24.211	98.671	10.424	1.32382	26.998	97.245	10.960	1.90339
24.211	100.097		11.697	26.998	98.671	12.009	1.71901
24.211	101.523		13.001	26.998	100.097		13.128
24.211	102.949		14.329	26.998	101.523		14.303
24.211	104.375		15.674	26.998	102.949		15.519
24.211	105.801		17.032	26.998	104.375		16.769
24.211	107.227		18.400	26.998	105.801		18.045
24.211	108.653		19.777	26.998	107.227		19.342
24.211	110.079		21.160	26.998	108.653		20.656
24.211	111.505		22.548	26.998	110.079		21.984
24.211	112.932		23.941	26.998	111.505		23.323
24.211	114.358		25.338	26.998	112.932		24.672
24.211	115.784		26.738	26.998	114.358		26.030
24.211	117.210		28.140	26.998	115.784		27.394
24.211	118.636		29.545	26.998	117.210		28.764
				26.998	118.636		30.140
				26.998	120.062		31.520
				28.391	92.967	9.792	3.89950

MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO	Codice documento SS0490_F0.doc	Rev F0	Data 20/06/2011
---	-----------------------------------	-----------	--------------------

28.391	94.393	10.381	3.20854	32.572	101.523	17.952	2.77870
28.391	95.819	11.122	2.66844	32.572	102.949	18.935	2.56987
28.391	97.245	11.988	2.30344	32.572	104.375	19.972	2.39022
28.391	98.671	12.954	2.03970	32.572	105.801	21.055	2.22700
28.391	100.097		13.998 1.86150	32.572	107.227	22.176	2.07376
28.391	101.523		15.105 1.73050	32.572	108.653	23.331	1.96431
28.391	102.949		16.262 1.62371	32.572	110.079	24.515	1.87192
28.391	104.375		17.459 1.53880	32.572	111.505	25.723	1.78845
28.391	105.801		18.687 1.46907	32.572	112.932	26.952	1.71517
28.391	107.227		19.943 1.40986	32.572	114.358	28.200	1.64947
28.391	108.653		21.219 1.36010	32.572	115.784	29.464	1.59192
28.391	110.079		22.514 1.31604	32.572	117.210	30.742	1.54500
28.391	111.505		23.824 1.28039	32.572	118.636	32.033	1.50366
28.391	112.932		25.146 1.25376	32.572	120.062	33.335	1.47017
28.391	114.358		26.479 1.23240	33.965	92.967 15.136	-112.00000	
28.391	115.784		27.821 1.21684	33.965	94.393 18.320	5.32171	
28.391	117.210		29.172 1.20771	33.965	95.819 18.177	4.77934	
28.391	118.636		30.529 1.20283	33.965	97.245 17.921	4.31893	
28.391	120.062		31.892 1.20129	33.965	98.671 17.835	3.90029	
29.785	92.967	11.107	4.55548	33.965	100.097	18.143	3.46253
29.785	94.393	11.629	3.81491	33.965	101.523	19.010	3.18173
29.785	95.819	12.296	3.27521	33.965	102.949	19.942	2.93235
29.785	97.245	13.084	2.79584	33.965	104.375	20.929	2.73638
29.785	98.671	13.974	2.44699	33.965	105.801	21.965	2.56305
29.785	100.097		14.948 2.19066	33.965	107.227	23.042	2.40661
29.785	101.523		15.989 2.01771	33.965	108.653	24.155	2.27214
29.785	102.949		17.086 1.88262	33.965	110.079	25.300	2.14503
29.785	104.375		18.229 1.76879	33.965	111.505	26.472	2.01786
29.785	105.801		19.409 1.67556	33.965	112.932	27.668	1.93025
29.785	107.227		20.620 1.59475	33.965	114.358	28.885	1.85044
29.785	108.653		21.857 1.52697	33.965	115.784	30.121	1.77866
29.785	110.079		23.116 1.46685	33.965	117.210	31.372	1.71574
29.785	111.505		24.394 1.41571	33.965	118.636	32.638	1.66264
29.785	112.932		25.687 1.37091	33.965	120.062	33.917	1.61538
29.785	114.358		26.993 1.33723	35.359	92.967 16.496	-112.00000	
29.785	115.784		28.311 1.30904	35.359	94.393 17.026	6.03279	
29.785	117.210		29.639 1.28814	35.359	95.819 17.445	5.37036	
29.785	118.636		30.976 1.27308	35.359	97.245 17.954	4.82127	
29.785	120.062		32.320 1.26290	35.359	98.671 18.548	4.34611	
31.178	92.967	15.724	5.04173	35.359	100.097	19.292	-1000.00000
31.178	94.393	13.709	4.38992	35.359	101.523	20.110	-1000.00000
31.178	95.819	13.511	3.81858	35.359	102.949	20.993	-1000.00000
31.178	97.245	14.232	3.29622	35.359	104.375	21.933	-1000.00000
31.178	98.671	15.055	2.91491	35.359	105.801	22.923	-1000.00000
31.178	100.097		15.962 2.61534	35.359	107.227	23.957	-1000.00000
31.178	101.523		16.941 2.39289	35.359	108.653	25.030	-1000.00000
31.178	102.949		17.980 2.19087	35.359	110.079	26.137	-1000.00000
31.178	104.375		19.069 2.03851	35.359	111.505	27.273	-1000.00000
31.178	105.801		20.201 1.91826	35.359	112.932	28.435	-1000.00000
31.178	107.227		21.367 1.81841	35.359	114.358	29.621	-1000.00000
31.178	108.653		22.563 1.72923	35.359	115.784	30.826	-1000.00000
31.178	110.079		23.785 1.65356	35.359	117.210	32.050	-1000.00000
31.178	111.505		25.028 1.58701	35.359	118.636	33.290	-1000.00000
31.178	112.932		26.290 1.52624	35.359	120.062	34.545	-1000.00000
31.178	114.358		27.568 1.47584	36.752	92.967 17.861	-1000.00000	
31.178	115.784		28.860 1.43536	36.752	94.393 18.191	-1000.00000	
31.178	117.210		30.163 1.40055	36.752	95.819 18.624	-1000.00000	
31.178	118.636		31.478 1.37332	36.752	97.245 19.153	-1000.00000	
31.178	120.062		32.802 1.35216	36.752	98.671 19.772	-1000.00000	
32.572	92.967	13.783	-112.00000	36.752	100.097	20.472	-1000.00000
32.572	94.393	15.831	4.88519	36.752	101.523	21.244	-1000.00000
32.572	95.819	15.805	4.32945	36.752	102.949	22.081	-1000.00000
32.572	97.245	15.924	3.87635	36.752	104.375	22.977	-1000.00000
32.572	98.671	16.183	3.36788	36.752	105.801	23.924	-1000.00000
32.572	100.097		17.031 3.04519	36.752	107.227	24.917	-1000.00000

<p align="center">MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO</p>	<p><i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc</p>	<p><i>Rev</i> F0</p>	<p><i>Data</i> 20/06/2011</p>
--	--	--------------------------	-----------------------------------

36.752	108.653	25.950 -1000.00000	40.933	115.784	34.076 -1000.00000
36.752	110.079	27.019 -1000.00000	40.933	117.210	35.187 -1000.00000
36.752	111.505	28.119 -1000.00000	40.933	118.636	36.320 -1000.00000
36.752	112.932	29.248 -1000.00000	40.933	120.062	37.473 -1000.00000
36.752	114.358	30.402 -1000.00000	42.326	92.967	23.355 -1000.00000
36.752	115.784	31.578 -1000.00000	42.326	94.393	23.608 -1000.00000
36.752	117.210	32.774 -1000.00000	42.326	95.819	23.943 -1000.00000
36.752	118.636	33.988 -1000.00000	42.326	97.245	24.358 -1000.00000
36.752	120.062	35.217 -1000.00000	42.326	98.671	24.847 -1000.00000
38.146	92.967	19.230 -1000.00000	42.326	100.097	25.407 -1000.00000
38.146	94.393	19.537 -1000.00000	42.326	101.523	26.032 -1000.00000
38.146	95.819	19.941 -1000.00000	42.326	102.949	26.721 -1000.00000
38.146	97.245	20.436 -1000.00000	42.326	104.375	27.466 -1000.00000
38.146	98.671	21.017 -1000.00000	42.326	105.801	28.263 -1000.00000
38.146	100.097	21.676 -1000.00000	42.326	107.227	29.108 -1000.00000
38.146	101.523	22.407 -1000.00000	42.326	108.653	29.997 -1000.00000
38.146	102.949	23.203 -1000.00000	42.326	110.079	30.927 -1000.00000
38.146	104.375	24.057 -1000.00000	42.326	111.505	31.893 -1000.00000
38.146	105.801	24.963 -1000.00000	42.326	112.932	32.892 -1000.00000
38.146	107.227	25.916 -1000.00000	42.326	114.358	33.922 -1000.00000
38.146	108.653	26.911 -1000.00000	42.326	115.784	34.980 -1000.00000
38.146	110.079	27.943 -1000.00000	42.326	117.210	36.063 -1000.00000
38.146	111.505	29.008 -1000.00000	42.326	118.636	37.170 -1000.00000
38.146	112.932	30.104 -1000.00000	42.326	120.062	38.297 -1000.00000
38.146	114.358	31.226 -1000.00000	43.720	92.967	24.734 -1000.00000
38.146	115.784	32.372 -1000.00000	43.720	94.393	24.973 -1000.00000
38.146	117.210	33.540 -1000.00000	43.720	95.819	25.290 -1000.00000
38.146	118.636	34.727 -1000.00000	43.720	97.245	25.683 -1000.00000
38.146	120.062	35.931 -1000.00000	43.720	98.671	26.147 -1000.00000
39.539	92.967	20.603 -1000.00000	43.720	100.097	26.680 -1000.00000
39.539	94.393	20.889 -1000.00000	43.720	101.523	27.277 -1000.00000
39.539	95.819	21.267 -1000.00000	43.720	102.949	27.935 -1000.00000
39.539	97.245	21.733 -1000.00000	43.720	104.375	28.648 -1000.00000
39.539	98.671	22.280 -1000.00000	43.720	105.801	29.413 -1000.00000
39.539	100.097	22.903 -1000.00000	43.720	107.227	30.226 -1000.00000
39.539	101.523	23.596 -1000.00000	43.720	108.653	31.083 -1000.00000
39.539	102.949	24.352 -1000.00000	43.720	110.079	31.981 -1000.00000
39.539	104.375	25.167 -1000.00000	43.720	111.505	32.916 -1000.00000
39.539	105.801	26.035 -1000.00000	43.720	112.932	33.885 -1000.00000
39.539	107.227	26.950 -1000.00000	43.720	114.358	34.886 -1000.00000
39.539	108.653	27.908 -1000.00000	43.720	115.784	35.915 -1000.00000
39.539	110.079	28.904 -1000.00000	43.720	117.210	36.971 -1000.00000
39.539	111.505	29.936 -1000.00000	43.720	118.636	38.051 -1000.00000
39.539	112.932	30.999 -1000.00000	43.720	120.062	39.153 -1000.00000
39.539	114.358	32.089 -1000.00000	45.113	92.967	26.115 -1000.00000
39.539	115.784	33.206 -1000.00000	45.113	94.393	26.341 -1000.00000
39.539	117.210	34.345 -1000.00000	45.113	95.819	26.642 -1000.00000
39.539	118.636	35.505 -1000.00000	45.113	97.245	27.015 -1000.00000
39.539	120.062	36.684 -1000.00000	45.113	98.671	27.457 -1000.00000
40.933	92.967	21.978 -1000.00000	45.113	100.097	27.965 -1000.00000
40.933	94.393	22.246 -1000.00000	45.113	101.523	28.535 -1000.00000
40.933	95.819	22.602 -1000.00000	45.113	102.949	29.164 -1000.00000
40.933	97.245	23.040 -1000.00000	45.113	104.375	29.848 -1000.00000
40.933	98.671	23.557 -1000.00000	45.113	105.801	30.583 -1000.00000
40.933	100.097	24.147 -1000.00000	45.113	107.227	31.366 -1000.00000
40.933	101.523	24.805 -1000.00000	45.113	108.653	32.192 -1000.00000
40.933	102.949	25.526 -1000.00000	45.113	110.079	33.060 -1000.00000
40.933	104.375	26.305 -1000.00000	45.113	111.505	33.966 -1000.00000
40.933	105.801	27.136 -1000.00000	45.113	112.932	34.906 -1000.00000
40.933	107.227	28.015 -1000.00000	45.113	114.358	35.878 -1000.00000
40.933	108.653	28.938 -1000.00000	45.113	115.784	36.880 -1000.00000
40.933	110.079	29.900 -1000.00000	45.113	117.210	37.909 -1000.00000
40.933	111.505	30.898 -1000.00000	45.113	118.636	38.963 -1000.00000
40.933	112.932	31.929 -1000.00000	45.113	120.062	40.040 -1000.00000
40.933	114.358	32.989 -1000.00000	46.507	92.967	27.496 -1000.00000

<p align="center">MURO SOSTEGNO SV CURCURACI - RAMPA 4 DA PK 0+178 A PK 0+220 - RELAZIONE DI CALCOLO</p>	<p><i>Codice documento</i> SS0490_F0.doc</p>	<p><i>Rev</i> F0</p>	<p><i>Data</i> 20/06/2011</p>
--	--	--------------------------	-----------------------------------

46.507	94.393	27.712 -1000.00000	50.688	101.523	33.673 -1000.00000
46.507	95.819	27.998 -1000.00000	50.688	102.949	34.208 -1000.00000
46.507	97.245	28.353 -1000.00000	50.688	104.375	34.793 -1000.00000
46.507	98.671	28.775 -1000.00000	50.688	105.801	35.425 -1000.00000
46.507	100.097	29.260 -1000.00000	50.688	107.227	36.103 -1000.00000
46.507	101.523	29.805 -1000.00000	50.688	108.653	36.824 -1000.00000
46.507	102.949	30.408 -1000.00000	50.688	110.079	37.585 -1000.00000
46.507	104.375	31.064 -1000.00000	50.688	111.505	38.384 -1000.00000
46.507	105.801	31.771 -1000.00000	50.688	112.932	39.218 -1000.00000
46.507	107.227	32.525 -1000.00000	50.688	114.358	40.086 -1000.00000
46.507	108.653	33.323 -1000.00000	50.688	115.784	40.985 -1000.00000
46.507	110.079	34.162 -1000.00000	50.688	117.210	41.913 -1000.00000
46.507	111.505	35.039 -1000.00000	50.688	118.636	42.869 -1000.00000
46.507	112.932	35.951 -1000.00000	50.688	120.062	43.850 -1000.00000
46.507	114.358	36.896 -1000.00000	52.081	92.967	33.034 -1000.00000
46.507	115.784	37.871 -1000.00000	52.081	94.393	33.213 -1000.00000
46.507	117.210	38.874 -1000.00000	52.081	95.819	33.452 -1000.00000
46.507	118.636	39.902 -1000.00000	52.081	97.245	33.750 -1000.00000
46.507	120.062	40.955 -1000.00000	52.081	98.671	34.105 -1000.00000
47.900	92.967	28.879 -1000.00000	52.081	100.097	34.515 -1000.00000
47.900	94.393	29.084 -1000.00000	52.081	101.523	34.979 -1000.00000
47.900	95.819	29.357 -1000.00000	52.081	102.949	35.494 -1000.00000
47.900	97.245	29.696 -1000.00000	52.081	104.375	36.058 -1000.00000
47.900	98.671	30.099 -1000.00000	52.081	105.801	36.668 -1000.00000
47.900	100.097	30.563 -1000.00000	52.081	107.227	37.324 -1000.00000
47.900	101.523	31.086 -1000.00000	52.081	108.653	38.021 -1000.00000
47.900	102.949	31.664 -1000.00000	52.081	110.079	38.759 -1000.00000
47.900	104.375	32.295 -1000.00000	52.081	111.505	39.534 -1000.00000
47.900	105.801	32.975 -1000.00000	52.081	112.932	40.344 -1000.00000
47.900	107.227	33.702 -1000.00000	52.081	114.358	41.189 -1000.00000
47.900	108.653	34.473 -1000.00000	52.081	115.784	42.064 -1000.00000
47.900	110.079	35.285 -1000.00000	52.081	117.210	42.969 -1000.00000
47.900	111.505	36.135 -1000.00000	52.081	118.636	43.902 -1000.00000
47.900	112.932	37.020 -1000.00000	52.081	120.062	44.860 -1000.00000
47.900	114.358	37.938 -1000.00000			
47.900	115.784	38.887 -1000.00000			
47.900	117.210	39.864 -1000.00000			
47.900	118.636	40.868 -1000.00000			
47.900	120.062	41.896 -1000.00000			
49.294	92.967	30.263 -1000.00000			
49.294	94.393	30.459 -1000.00000			
49.294	95.819	30.720 -1000.00000			
49.294	97.245	31.044 -1000.00000			
49.294	98.671	31.429 -1000.00000			
49.294	100.097	31.874 -1000.00000			
49.294	101.523	32.375 -1000.00000			
49.294	102.949	32.931 -1000.00000			
49.294	104.375	33.538 -1000.00000			
49.294	105.801	34.194 -1000.00000			
49.294	107.227	34.896 -1000.00000			
49.294	108.653	35.641 -1000.00000			
49.294	110.079	36.426 -1000.00000			
49.294	111.505	37.250 -1000.00000			
49.294	112.932	38.109 -1000.00000			
49.294	114.358	39.002 -1000.00000			
49.294	115.784	39.925 -1000.00000			
49.294	117.210	40.878 -1000.00000			
49.294	118.636	41.857 -1000.00000			
49.294	120.062	42.861 -1000.00000			
50.688	92.967	31.648 -1000.00000			
50.688	94.393	31.835 -1000.00000			
50.688	95.819	32.085 -1000.00000			
50.688	97.245	32.395 -1000.00000			
50.688	98.671	32.765 -1000.00000			
50.688	100.097	33.192 -1000.00000			