



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

<i>Unità Funzionale</i>	COLLEGAMENTI SICILIA	SS0690_F0
<i>Tipo di sistema</i>	INFRASTRUTTURE STRADALI OPERE CIVILI	
<i>Raggruppamento di opere/attività</i>	SVINCOLO CURCURACI	
<i>Opera - tratto d'opera - parte d'opera</i>	VIADOTTO – DIREZIONE REGGIO CALABRIA	
<i>Titolo del documento</i>	RELAZIONE GEOTECNICA	

CODICE	<table border="1"> <tr> <td>C</td><td>G</td><td>0</td><td>7</td><td>0</td><td>0</td> <td>P</td><td>R</td><td>B</td><td>D</td><td>S</td><td>S</td><td>C</td><td>C</td><td>5</td><td>V</td><td>I</td><td>V</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>F0</td> </tr> </table>	C	G	0	7	0	0	P	R	B	D	S	S	C	C	5	V	I	V	0	0	0	0	0	1	F0
C	G	0	7	0	0	P	R	B	D	S	S	C	C	5	V	I	V	0	0	0	0	0	1	F0		

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
F0	20/06/2011	EMISSIONE FINALE	A. CONTARDI	G. SCIUTO	F. COLLA

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

INDICE

INDICE	3
PREMESSA.....	5
1 RIFERIMENTI NORMATIVI	5
2 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	7
3 CARATTERISTICHE MATERIALI.....	9
3.1 Calcestruzzi (Secondo UNI 11104 - 2004).....	9
3.2 Acciaio per armature (Secondo NTC 2008 – D.M. 14/01/2008)	10
4 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA.....	11
4.1 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E UBICAZIONE DELLA STRUTTURA.....	11
4.2 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL LUOGO.....	13
4.2.1 Descrizione delle litologie	14
4.2.2 Indagini previste	15
4.2.3 Caratterizzazione geotecnica.....	16
4.2.4 Parametri principali assunti.....	40
4.3 CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITA' DEL LUOGO	41
4.3.1 Vita nominale.....	41
4.3.2 Classe d'uso	41
4.3.3 Periodo di riferimento per l'azione sismica.....	41
4.3.4 Parametri di progetto	42
4.3.5 Classificazione sismica del terreno	43
4.3.6 Spettro di risposta elastico in accelerazione	44
4.3.7 Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali.....	44
4.3.8 Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali.....	46
4.3.9 Spettro di progetto	47
5 ANALISI DELLE FONDAZIONI	48
5.1 ANALISI DEL SISTEMA FONDAZIONALE DELLA SPALLA A.....	48
5.1.1 ANALISI DEI CARICHI	50
5.1.2 MODELLO DI CALCOLO.....	56
5.1.2.1 DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO	56
5.1.2.2 VERIFICHE APPROCCIO 1 – COMBINAZIONE 1	66
5.1.2.3 VERIFICHE APPROCCIO 1 – COMBINAZIONE 2	84

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

5.1.2.4	VERIFICHE SLE - CEDIMENTI	103
5.1.2.5	VALUTAZIONE DEI RISULTATI	128
5.2	ANALISI DEL SISTEMA FONDAZIONALE DELLA SPALLA B.....	129
5.2.1	ANALISI DEI CARICHI	131
5.2.2	MODELLO DI CALCOLO.....	137
5.2.2.1	VERIFICHE APPROCCIO 1 – COMBINAZIONE 1	141
5.2.2.2	VERIFICHE APPROCCIO 1 – COMBINAZIONE 2	158
5.2.2.3	VERIFICHE SLE - CEDIMENTI	177
5.2.2.4	VALUTAZIONE DEI RISULTATI	194
5.3	ANALISI DEL SISTEMA FONDAZIONALE DELLE PILE	195
5.3.1	ANALISI DEI CARICHI PILA P1	195
5.3.2	ANALISI DEI CARICHI PILA P2	199
5.3.3	COMBINAZIONI DI CARICO	203
5.3.4	MODELLO DI CALCOLO.....	205
5.3.4.1	VERIFICHE APPROCCIO 1 – COMBINAZIONE 1	209
5.3.4.2	VERIFICHE APPROCCIO 1 – COMBINAZIONE 2	222
5.3.4.3	VERIFICHE SLE - CEDIMENTI	237
5.3.4.4	VALUTAZIONE DEI RISULTATI	255

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

PREMESSA

La presente relazione geotecnica tratta delle opere da realizzarsi all'interno dello Svincolo denominato Curcuraci facente parte dei collegamenti lato Sicilia del ponte sullo stretto di Messina; in particolare si analizza il viadotto Curcuraci carreggiata direzione Reggio Calabria nella parte delle fondazioni e dell'interazione fondazioni – strutture.

Tale opera d'arte è necessaria per lo scavalco della Fiumara Curcuraci e della rampa 5 dello svincolo stesso e per evitare la realizzazione di rilevati stradali di altezza troppo elevata nel tratto tra l'Autostrada e la rotonda di svincolo, ed è costituita da un impalcato in acciaio – cemento; il viadotto si suddivide in 2 rami per accogliere un ramo della tratta principale e lo svincolo per la corsia di accelerazione sul secondo ramo; le sottostrutture sono rappresentate da pile e spalle di tipo classico su fondazioni di tipo dirette.

1 RIFERIMENTI NORMATIVI

I calcoli delle strutture sono stati eseguiti in base alle seguenti disposizioni:

- Legge 5/11/1971 n° 1086: "Norme per le discipline delle opere di conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica".
- Legge 2 febbraio 1974, n. 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
- D.M. del 14/01/2008 - "Norme Tecniche per le Costruzioni 2008"
- Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni di cui al DM 14/01/2008 – Circolare 2 febbraio 2009 n. 617.
- Norma UNI EN 206-1 : 2006 "Calcestruzzo. Parte 1 : specificazione, prestazione, produzione e conformità"
- Norma UNI EN 10025 – 2005 – "Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali.
- C.N.R. - U.N.I. 10016 - 00: "Travi composte di acciaio e calcestruzzo. Istruzioni per l'impiego nelle costruzioni".
- C.N.R. – DT 207/2008: "Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni".
- C.N.R. 10018/99 – "Apparecchi d'appoggio per le costruzioni. Istruzioni per l'impiego"
- C.N.R. - U.N.I. 10011 - 97: "Costruzioni in acciaio. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011



collaudo e la manutenzione".

- C.N.R. - U.N.I. 10016 - 00: "Travi composte di acciaio e calcestruzzo. Istruzioni per l'impiego nelle costruzioni".

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

2 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] SEAOC Blue Book “Conceptual Framework for Performance-Based Seismic Design”, Appendix B (2000).
- [2] Gruppo di Lavoro (2004). Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall’Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003. Rapporto Conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici).
- [3] Priestley M.J.N., Seible F. e Calvi G.M. “Seismic Design and Retrofit of Bridges”, J. Wiley & Sons, Inc. (1996).
- [4] Migliacci A. e Mola F., “Progetto agli stati limite delle strutture in c.a.”. Parte prima e seconda, Ed. Masson. 1996.
- [5] FEMA 440 – “Improvement of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures”, prepared by ATC, ATC-55 Project, Redwood City CA, June 2005.
- [6] FEMA 440 – “Improvement of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures”, prepared by ATC, ATC-55 Project, Redwood City CA, June 2005.
- [7] M. W. O’Neill and L. C. Reese “Drilled shafts: construction procedures and design methods”, prepared for U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration; printed by ADSC: The International Association of Foundation Drilling, pub. n. ADSC-TL 4, August 1999.
- [8] CALTRANS “Seismic Design Criteria” Version 1.1; California department of transportation, USA, July 1999.
- [9] ATC-32 “Improved Seismic Design Criteria for California Bridges: Provisional Recommendations” Version 1.1; California, USA, June 1996.
- [10] ATC-49 “Recommended LRFD guidelines for the seismic design of highway bridges. Part I: Specifications. Part II: Commentary and Appendices”, ATC/MCEER Joint Venture, USA, June 2003.
- [11] Roesset J.M. [1969] “Fundamentals of soil amplification”, Conference on Seismic Design for Nuclear Power Plants, MIT, Ed. by Robert J. Hansen, Vol 1, pp. 183-244.
- [12] Mylonakis G. [2001] “Simplified model for seismic pile bending at soil layer interfaces”, The Japanese Geotechnical Society, Vol. 41, No. 4(20010815), pp. 47-58.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

[13] Joseph E. Bowles. [1988] “Fondazioni – progetto e analisi”, McGraw-Hill.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

3 CARATTERISTICHE MATERIALI

3.1 Calcestruzzi (Secondo UNI 11104 - 2004)

Per sottofondazioni

classe di resistenza

C12/15

classe di esposizione

XC0

Fondazioni pila e spalle

classe di resistenza

C25/30

modulo elastico

$E_c = 31.476 \text{ N/mm}^2$

massa volumica di riferimento

$\gamma_c = 25,00 \text{ kN/m}^3$

resistenza caratteristica a compressione cilindrica

$f_{ck} = 25,00 \text{ N/mm}^2$

resistenza media a compressione cilindrica

$f_{cm} = 33,00 \text{ N/mm}^2$

resistenza di calcolo a compressione

$f_{cd} = 14,17 \text{ N/mm}^2$

resistenza a trazione (valore medio)

$f_{ctm} = 2,56 \text{ N/mm}^2$

resistenza caratteristica a trazione

$f_{ctk} = 1,79 \text{ N/mm}^2$

resistenza caratteristica a trazione per flessione

$f_{ctk} = 2,15 \text{ N/mm}^2$

tensione a SLE – combinazione rara

$\sigma_c = 14,94 \text{ N/mm}^2$

tensione a SLE – combinazione quasi permanente

$\sigma_c = 11,20 \text{ N/mm}^2$

copriferro

$C = 40 \text{ mm}$

classe di esposizione

XC2

contenuto massimo di cloruri nel calcestruzzo

$cl = 0,20$

classe di consistenza slump

S4

max dimensione aggregati

$D_{max} = 32 \text{ mm}$

rapporto A/C massimo

0,50

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

3.2 Acciaio per armature (Secondo NTC 2008 – D.M. 14/01/2008)

	B450C	
tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} =$	450 N/mm ²
tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} =$	540 N/mm ²
resistenza di calcolo a trazione	$f_{yd} =$	391,30 N/mm ²
modulo elastico	$E_s =$	206.000 N/mm ²
deformazione caratteristica al carico massimo	ϵ_{uk}	7,50 %
deformazione di progetto	ϵ_{ud}	6,75 %
coeff. resistenza a instabilità delle membrature	$\gamma_m =$	1,10

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

4 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

4.1 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E UBICAZIONE DELLA STRUTTURA

Il viadotto in oggetto è posto all'interno dello Svincolo denominato Curcuraci facente parte dei collegamenti lato Sicilia del ponte sullo stretto di Messina; tale opera d'arte è necessaria per lo scavalco della Fiumara Curcuraci e della rampa 5 dello svincolo stesso e per evitare la realizzazione di rilevati stradali di altezza troppo elevata nel tratto tra l'Autostrada e la rotonda di svincolo.

Il viadotto è costituito da un impalcato a via superiore in struttura mista acciaio-calcestruzzo di 3 campate continue, formate da 4 travi cadauno; l'impalcato poggia su spalle classiche e su pile in calcestruzzo armato basate su fondazioni di tipo diretto.

Le campate sono organizzate in luci con sviluppo in asse di circa 21,00 + 43,00 + 21,00 mt in asse appoggi per una lunghezza totale di circa 85,00 mt in asse viadotto; il tracciato in corrispondenza dell'opera presenta un andamento planimetrico rettilineo e una pendenza trasversale costante del 2,50%. La larghezza trasversale totale dell'impalcato è di 17,25 mt comprendenti un cordolo da 80 cm che ospita la barriera di sicurezza e un marciapiede di larghezza 200 cm su cui insiste una barriera e una rete di protezione.

IMPALCATO IN ACCIAIO

Dal punto di vista statico e costruttivo l'impalcato è costituito da 4 travate continue su 4 appoggi, con luci pari a circa 21,00 + 43,00 + 21,00 mt in asse appoggi; la struttura metallica è segmentata in 4 diverse tipologie di conci e la sezione trasversale è irrigidita trasversalmente, nel piano verticale da diaframmi composti da profili ad L commerciali posti ad interasse inferiore ai 5,00 mt e nel piano orizzontale dalla soletta in calcestruzzo.

La scelta delle luci risponde a esigenze di carattere statico e di adattabilità della struttura:

- La distribuzione delle campate permette lo scavalco della fiumara ed una suddivisione ottimale delle distanze rimanenti tra essa ed inizio e fine viadotto;
- Il rapporto tra le campate è tale da garantire un certo equilibrio tra i momenti in mezzera della campata e sugli appoggi e quindi un buon sfruttamento dei materiali per l'assorbimento degli sforzi;
- Lo schema statico di trave continua permette un'altezza dell'impalcato contenuta e quindi un miglior inserimento dell'opera nel contesto plano-altimetrico.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

L'impalcato è realizzato con una sezione mista acciaio-calcestruzzo, ed è costituito da travi metalliche di altezza costante di 2,00 mt

All'estradosso delle travi è solidarizzata la soletta in calcestruzzo per mezzo dei connettori a taglio opportunamente saldati sull'ala superiore della trave. La soletta, dello spessore complessivo di 30 cm, è costituita da predelle tralicciate di 6 cm e da un getto integrativo di 24 cm. Il collegamento tra l'impalcato metallico e la soletta in calcestruzzo è assicurato attraverso i connettori a piolo di tipo Nelson.

SOTTOSTRUTTURE E FONDAZIONI

Le spalle e le pile sono dotate di fondazioni del tipo dirette a platea di forma in pianta rettangolare; l'intradosso delle solette di base si trova a circa 3,00 m al di sotto del piano campagna o a profondità di poco maggiori.



La spalla A è costituita da una ciabatta di fondazione a base quadrata con lati da 21,00 m, di spessore 2,60 m e da un muro frontale di spessore pari a 2,50 m. Sul muro frontale corre un muro paraghiaia caratterizzato da spessore 0,80 m ed altezza massima pari a 3,10 m.

Ai lati della spalla sono presenti due muri andatori paralleli all'asse stradale di lunghezza pari a 15,65 m, spessore variabile da 2,00 a 0,80 m e altezza massima pari a 14,20 m, che poggiano sulla medesima fondazione del muro frontale.

La spalla B è costituita da una ciabatta di fondazione a base rettangolare di dimensioni da 21,00 x 12,00 m, di spessore 2,50 m e da un muro frontale di spessore pari a 2,50 m. Sul muro frontale corre un muro paraghiaia caratterizzato da spessore 0,80 m ed altezza massima pari a 3,10 m.

Ai lati della spalla sono presenti due muri andatori paralleli all'asse stradale di lunghezza pari a 6,55 m, spessore 0,80 m e altezza massima pari a 7,25 m, che poggiano sulla medesima fondazione del muro frontale.

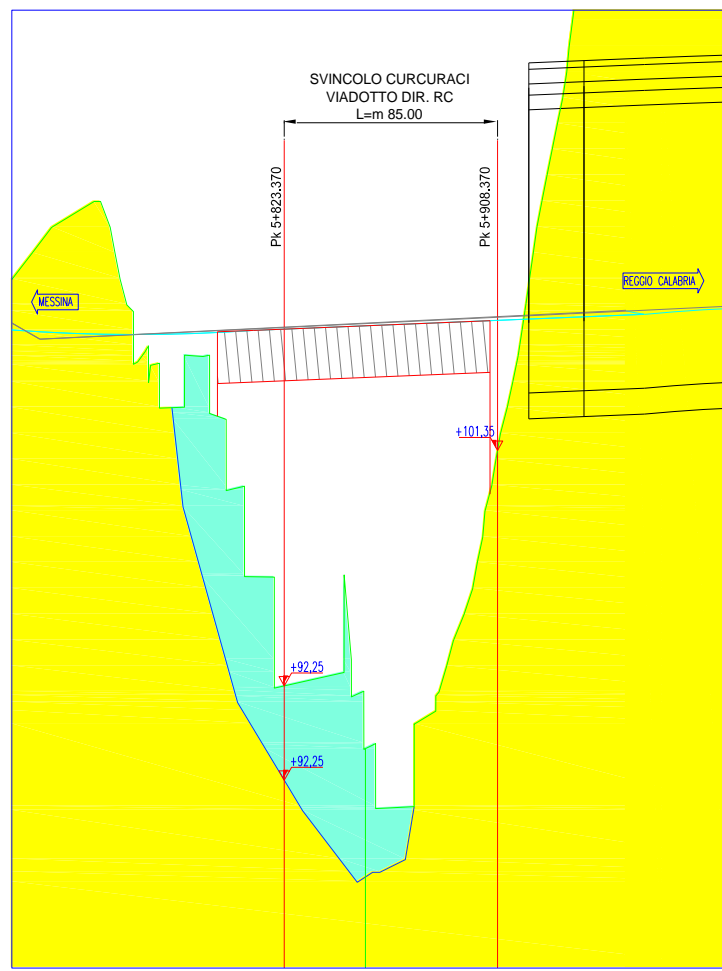
Le pile sono costituite da un plinto di fondazione a pianta rettangolare di dimensioni 16,50 x 7,50 m, di spessore 2,50 m. L'architettura della pila è definita da due fusti poligonali cavi alti 8,50 m. In sommità del fusto è individuabile un pulvino caratterizzato da uno sviluppo verticale di 4,50 m. Il collegamento tra impalcato ed opera di sostegno è affidato integralmente a due appoggi, collocati con un interasse reciproco di 4,42m.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011



4.2 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL LUOGO



Per le verifiche geotecniche si fa riferimento al profilo geotecnico presente nell'elaborato grafico denominato CG0800PFZDSSBC8G00000004B di cui si riporta uno stralcio di seguito; si sono per tanto considerati sedimenti fluviali e costieri e ghiaie di Messina.

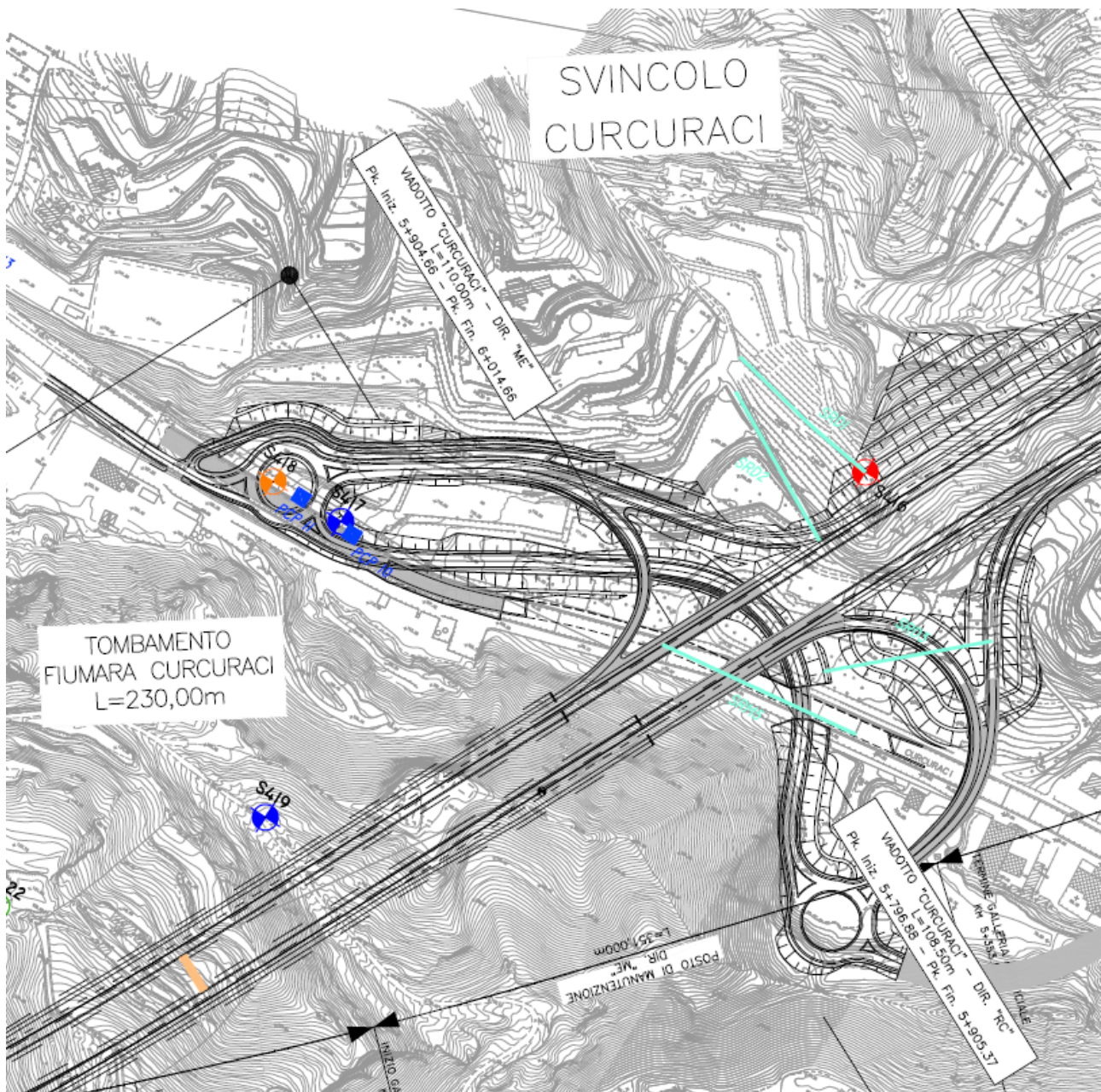
La falda, analizzando i dati esistenti sui piezometri posizionati nelle vicinanze ed osservando i profili geotecnici, risulta assente.



LEGENDA GEOLOGICA

- 
DEPOSITI ALLUVIONALI RECENTI E ATTUALI DEPOSITI DI PRANA LITORALE:
 Limi, sabbie e ghiaie costituenti gli alvei attuali. Limi, ghiaie e sabbie a supporto di matrice terroso-argillosa, a classi metamorfici prevalenti, da spigolosi a subarrotolati di diametro tra 1 e 10 cm, e con locali lenti di limi torbosi, talora terrazzati, destrutturati lungo i corsi d'acqua, nelle ampie valli e nelle pianure costiere.
- 
GHIAIE E SABBIE DI MESSINA:
 Sabbie e ghiaie grigie-giallastre o rossastre, a prevalenti classi cristalline di 2-30 cm di diametro, da subarrotolati ad spiccate, spesso embriccate, matrice sabbiosa, con livelli e lenti di sabbie fini e silti quarzosi, localmente conglomerati calciclastici ricchi in macrofossili, a cemento calcidico, in strati da 30 cm a 1 m (a). A luoghi lenti discontinue di conglomerati grigiastri cementati (b).
 PLEISTOCENE MEDIO

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
RELAZIONE GEOTECNICA	Codice documento SS0690_F0.doc	Rev F0	Data 20/06/2011



4.2.1 Descrizione delle litologie

Le litologie presenti sono Sabbie e Ghiaie di Messina e Depositi alluvionali.

La litologia prevalente è costituita dalla formazione delle Sabbie e Ghiaie di Messina.

I materiali in oggetto sono granulometricamente descritti come ghiaie e ciottoli da sub arrotondati ad appiattiti con matrice di sabbie grossolane.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

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 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.

4.2.2 Indagini previste

Data l'esiguità delle prove localmente presenti (SPPS03), 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**.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

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)

4.2.3 Caratterizzazione geotecnica

Sabbie e Ghiaie di Messina

Per i criteri e per gli aspetti generali di caratterizzazione si rimanda a quanto riportato nella relazione Elab. CG0800PRBDCSBC8G00000001B. Per la definizione delle categorie di suolo si rimanda al medesimo elaborato ed alla relazione sismica di riferimento.

Con riferimento al fuso medio (19 prove granulometriche) si ha che: $d_{50}=0.8\text{mm}$, $d_{60}=2\text{mm}$ e $d_{10}=0.015\text{mm}$. Le percentuali medie di ghiaia, sabbia e limo sono rispettivamente di 38%, 47%, 12%.

- **Dr**: I valori di N_{spt} sono stati corretti con il fattore correttivo $C_{\text{sg}}=0.75$ corrispondente al $d_{50}=0.8\text{mm}$;
- **e_o** : a partire dal d_{50} stimato si ottiene di $e_{\text{max}}-e_{\text{min}}$ pari a 0.305, non dissimile dai valori reperibili in letteratura ($0.17 < e_{\text{max}}-e_{\text{min}} < 0.29$). Stimando per e_{max} un valore pari a 0.8 a partire dai valori di D_r è stato possibile determinare i valori di **e_o** in sito;
- **γ_d** : in base a tali valori di **e_o** e da γ_s si può stimare $\gamma_{d, \text{max}}=18-19\text{KN/m}^3$;
- **K_0** : si considera la relazione di Mesri (1989) per tenere conto degli effetti di “aging”.

I primi 15 m sembrerebbero maggiormente addensati soprattutto nella porzione sabbio-ghiaiosa.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Per i parametri di resistenza si ha:

z(m)	Dr(%) Sabbie e ghiaie	ϕ'_p (pff=0-272KPa) (°)	ϕ'_{cv} (°)	K_0
5-15	40-80	39-42	33-35	0.4-0.45
>15	50-60	39-40	33-35	0.45

Come parametri operativi per l'angolo d'attrito si utilizzerà $\phi' = 38-40$.

Per i parametri di deformabilità si ha localmente a disposizione la prova sismica S418 in cui si evidenzia una buona correlazione fra le velocità misurate e quelle calcolate con le correlazioni da prove SPT.

L' espressione ottenuta in base alle correlazioni dalle prove SPT della tratta per il modulo G_0 :

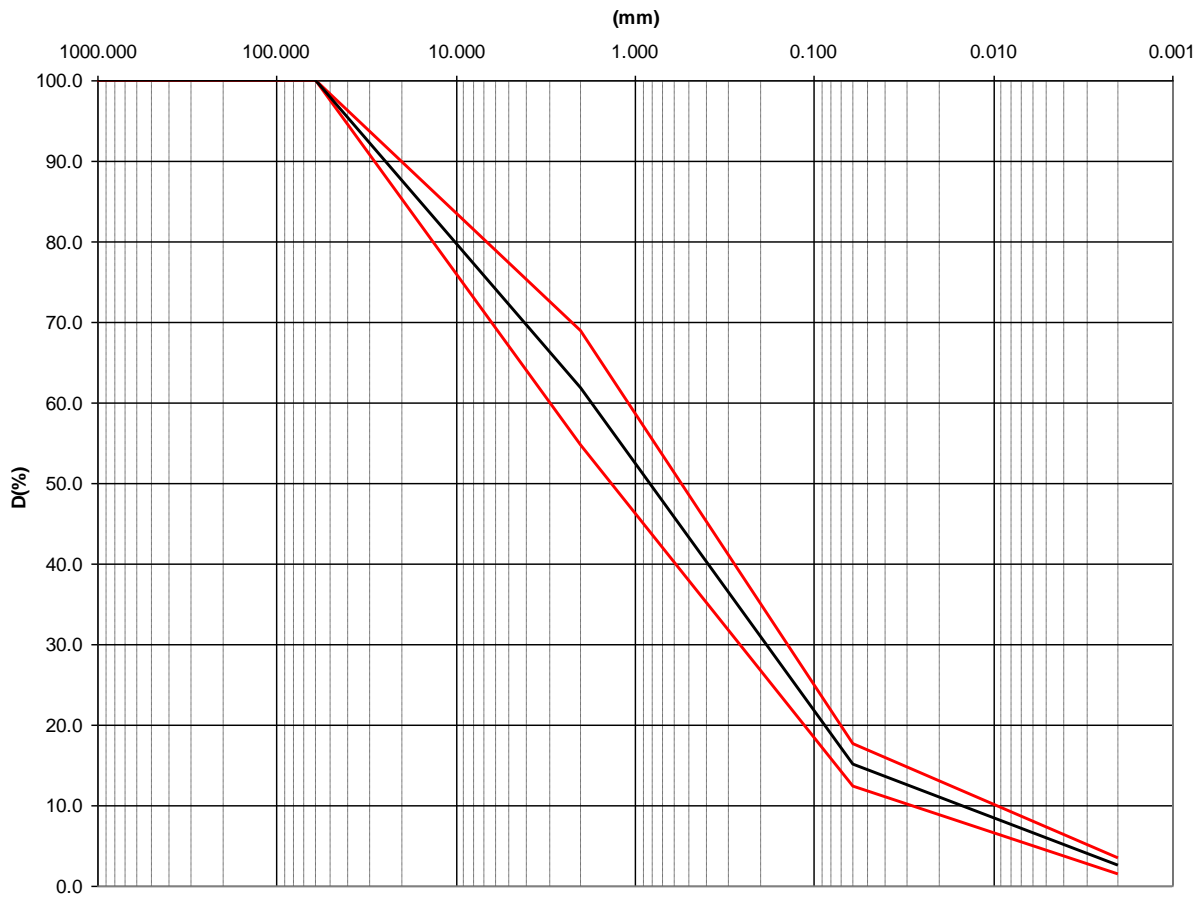
$$G_0 = 45 z^{0.62}$$

$$E_0 = 108 z^{0.62}$$

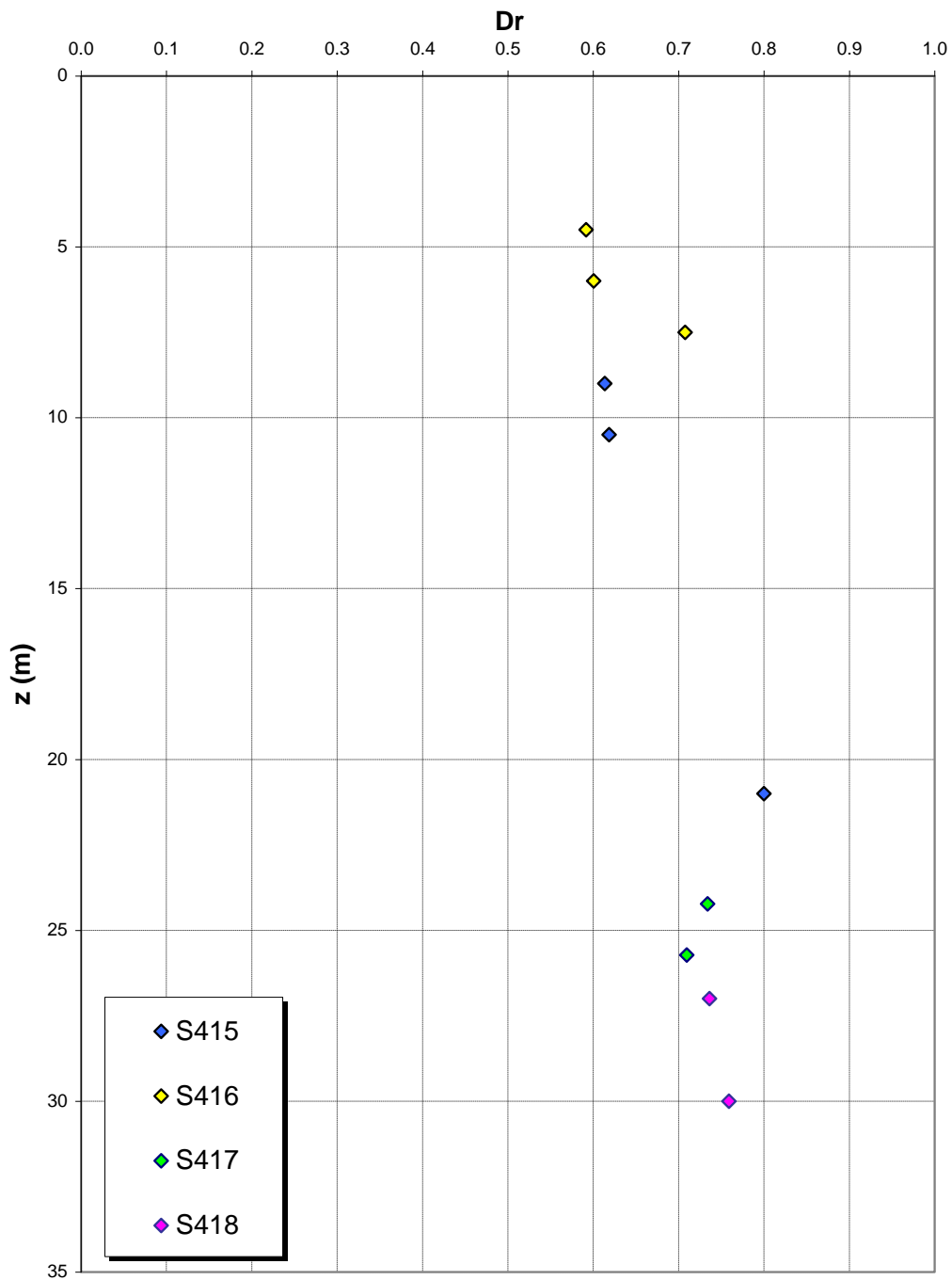
$$E' = (15-36) z^{0.62}$$

Le prove pressiometriche (nei sondaggi S417 e S418), che forniscono valori del ramo di carico, mostrano i valori più elevati (300-600MPa) tra 10m e 25m.

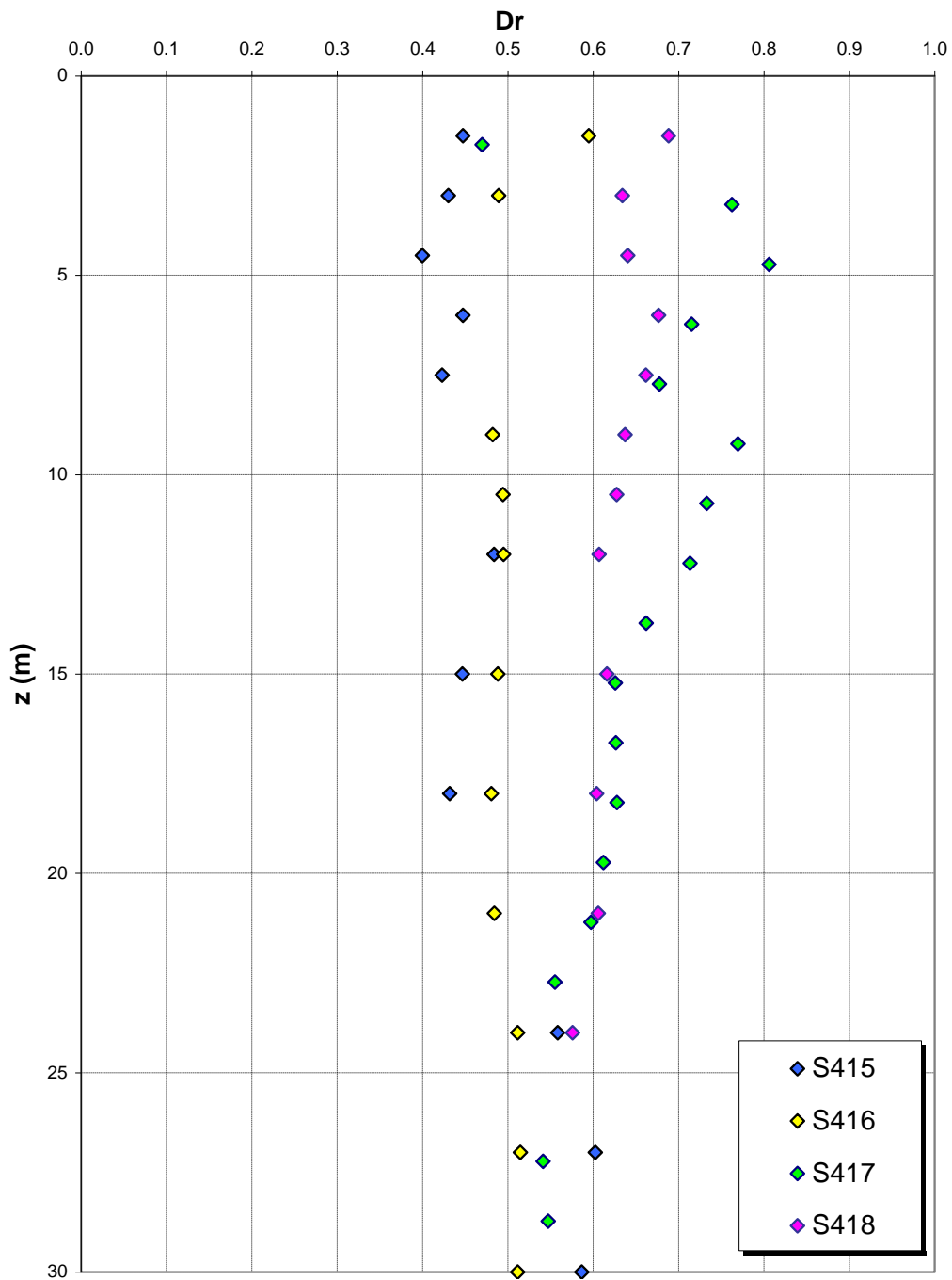
Sabbie e ghiaie di Messina



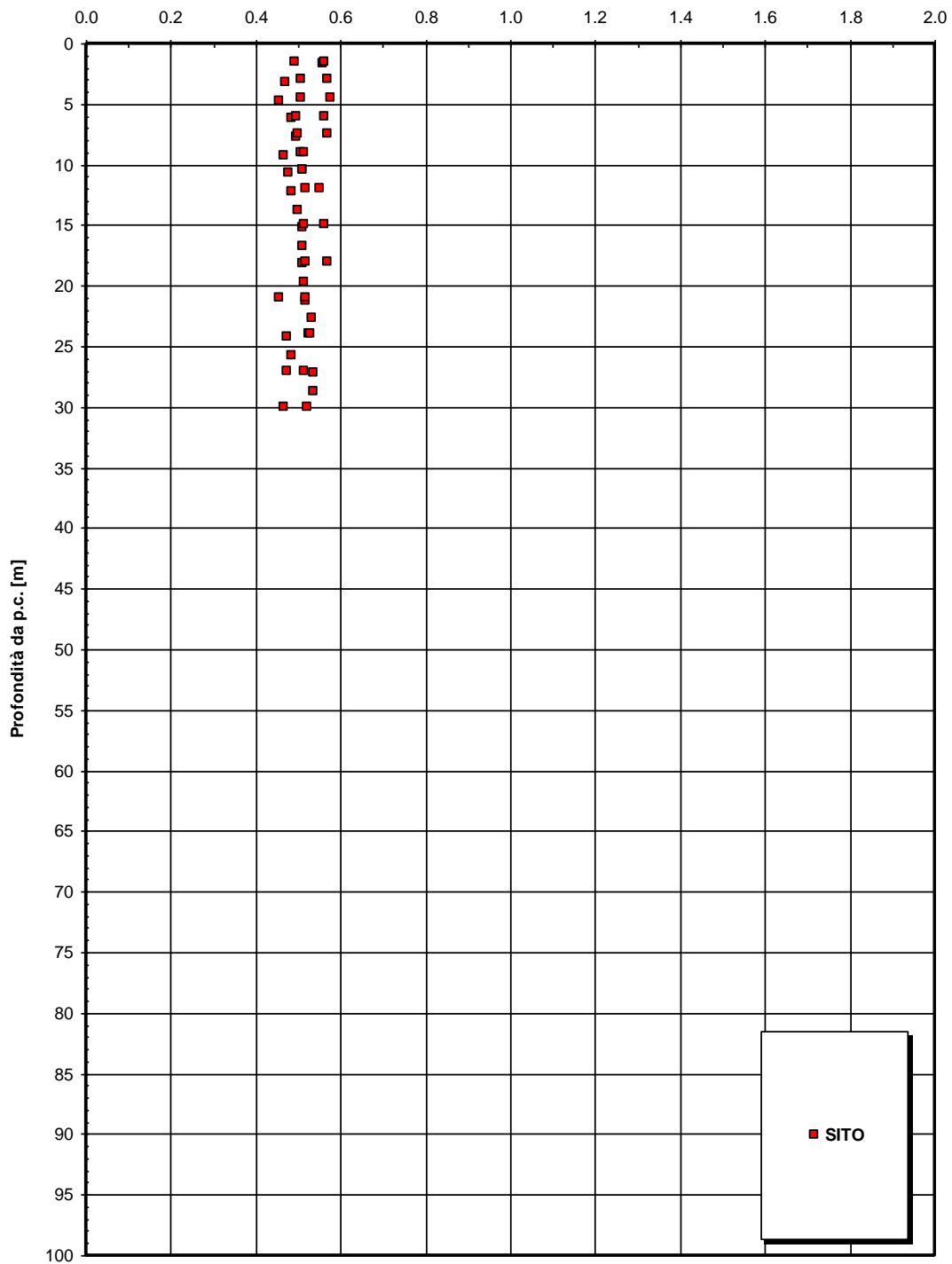
**Dr Skempton (1986)
Componente sabbiosa prevalente
SABBIE E GHIAIE DI MESSINA**

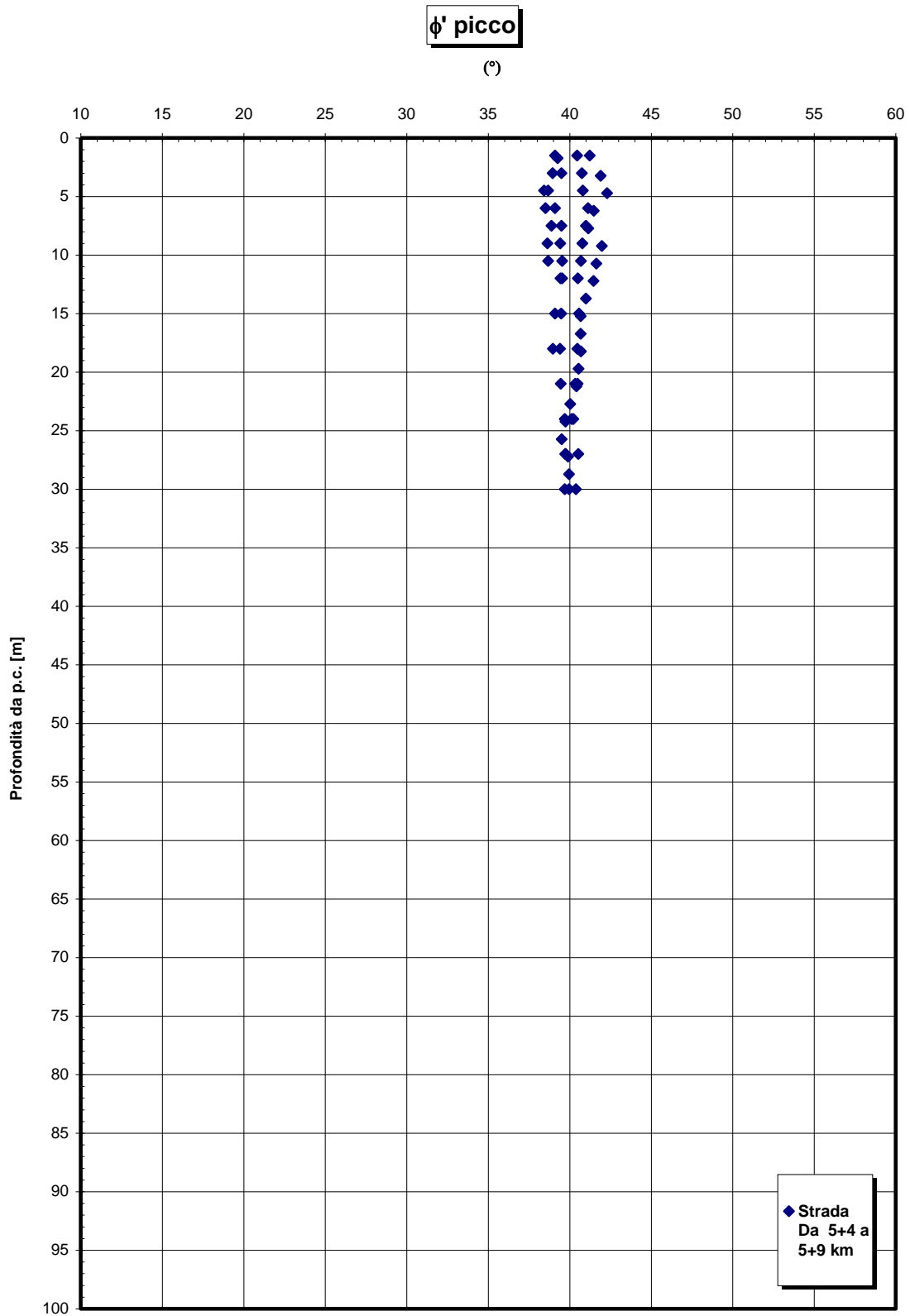


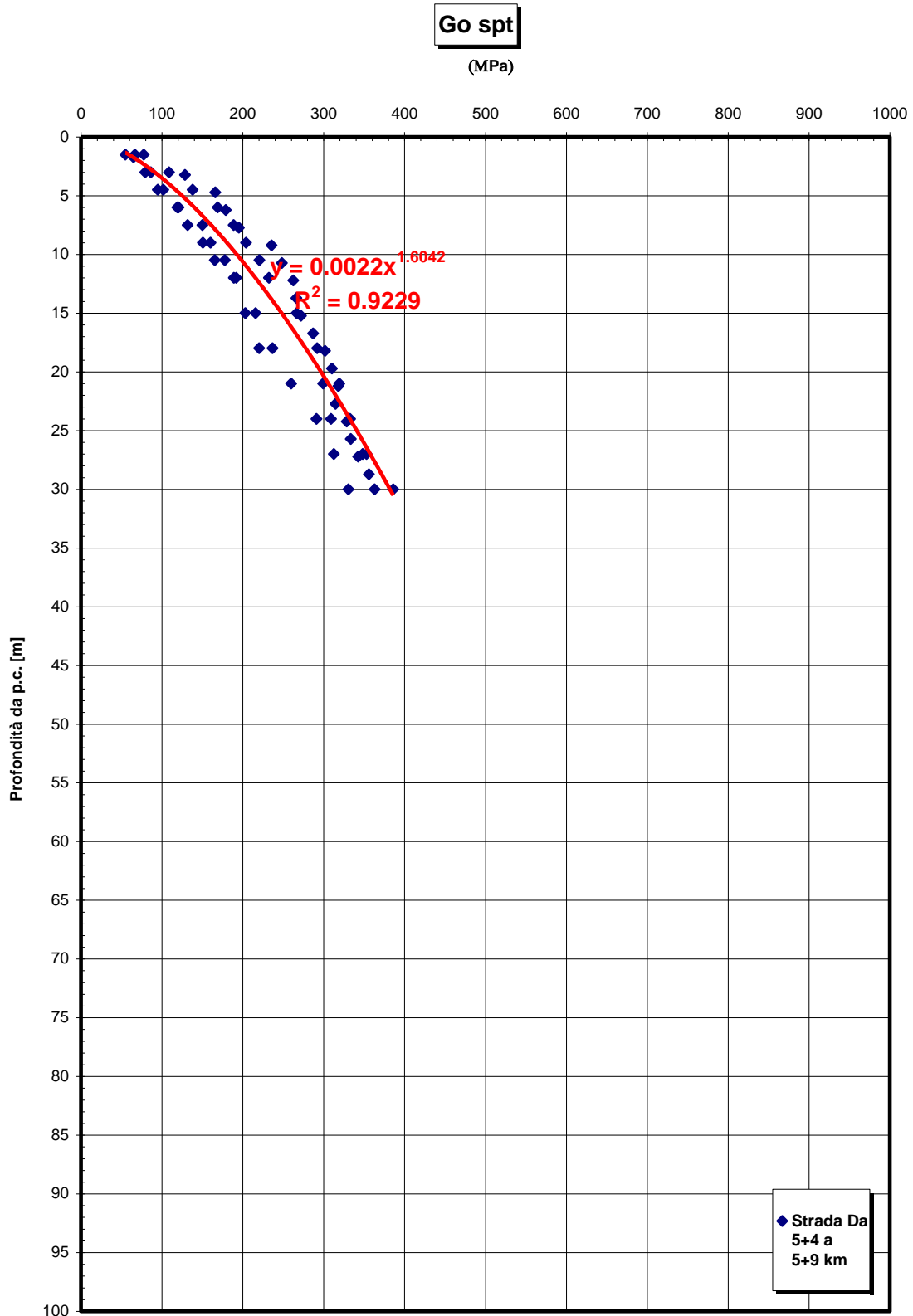
**Dr Cubrinovski e Ishihahara (1999)
Componente ghiaiosa e sabbiosa
SABBIE E GHIAIE DI MESSINA**



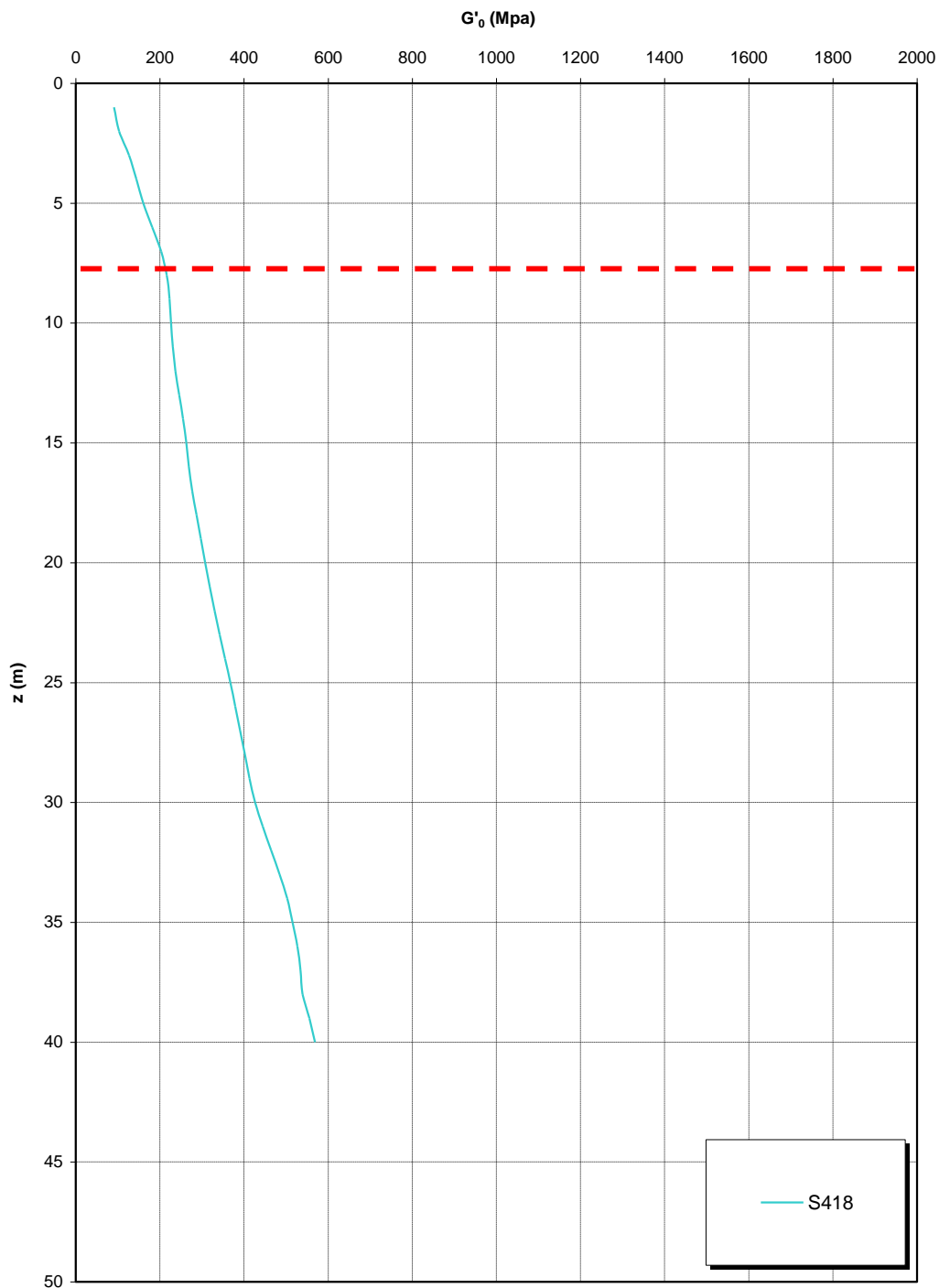
eo

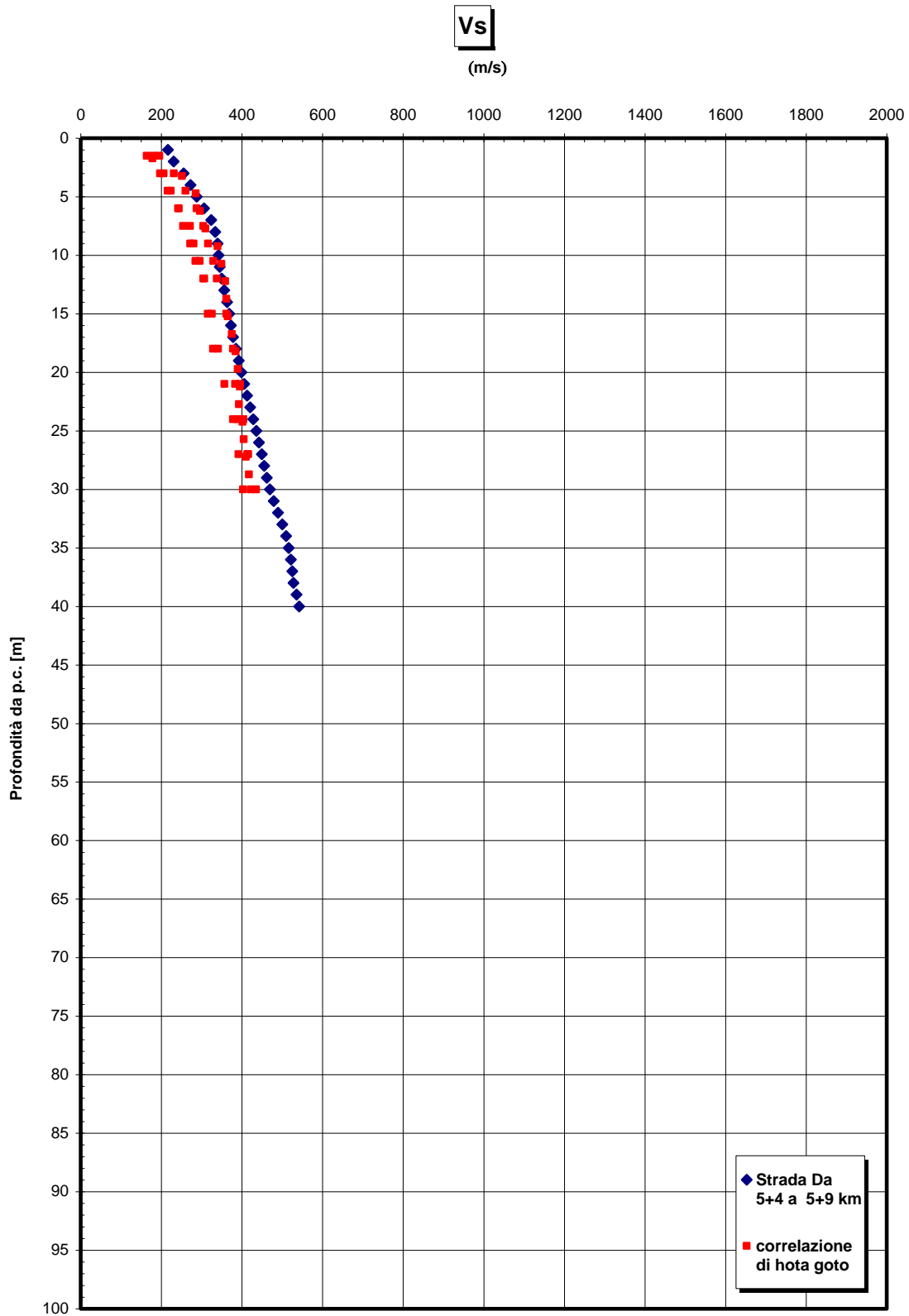




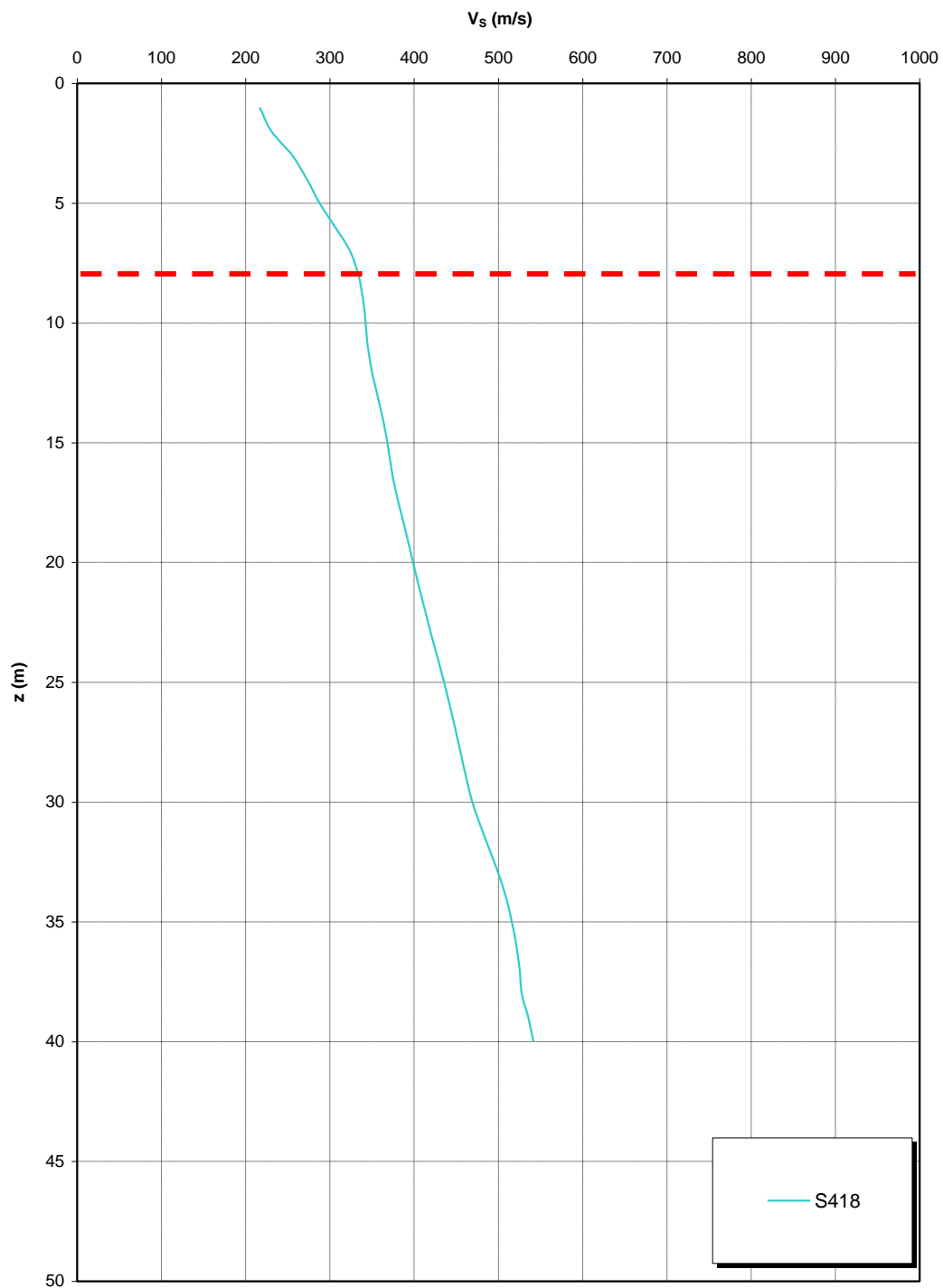


**Prove sismiche
SABBIE E GHIAIE DI MESSINA**

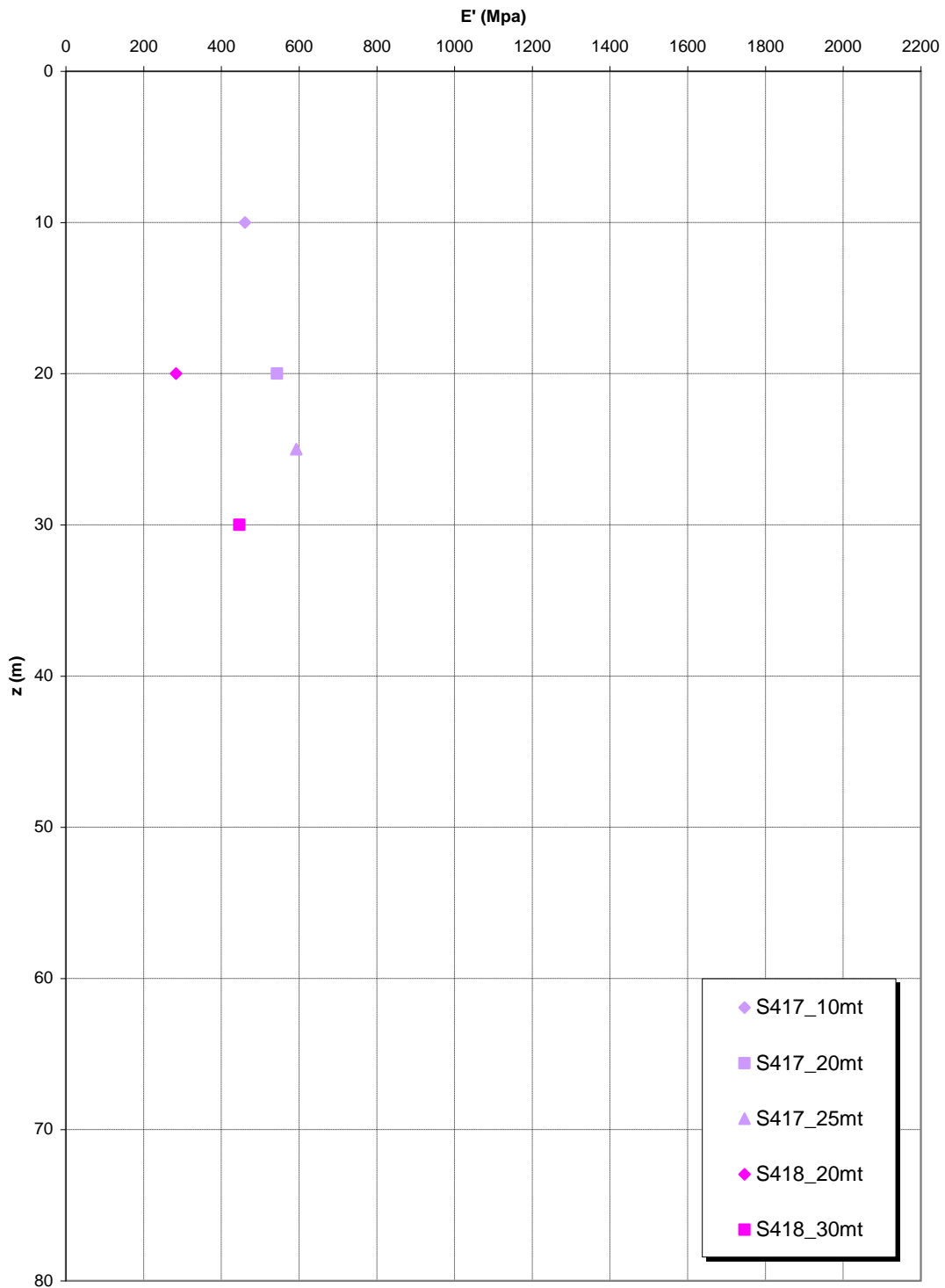




**Prove sismiche
SABBIE E GHIAIE DI MESSINA**

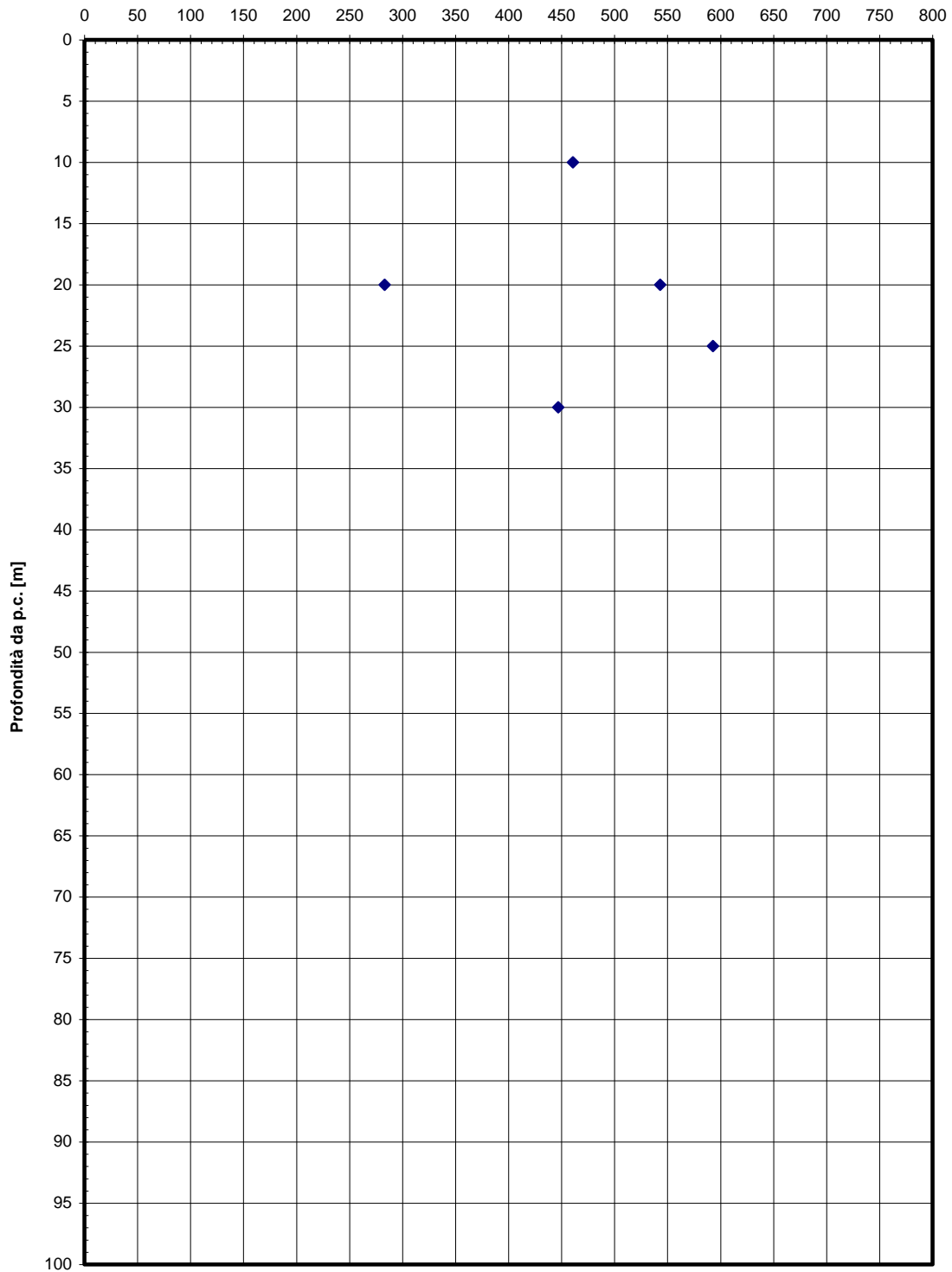




**Prove pressiometriche
SABBIE E GHIAIE DI MESSINA**



Estat press

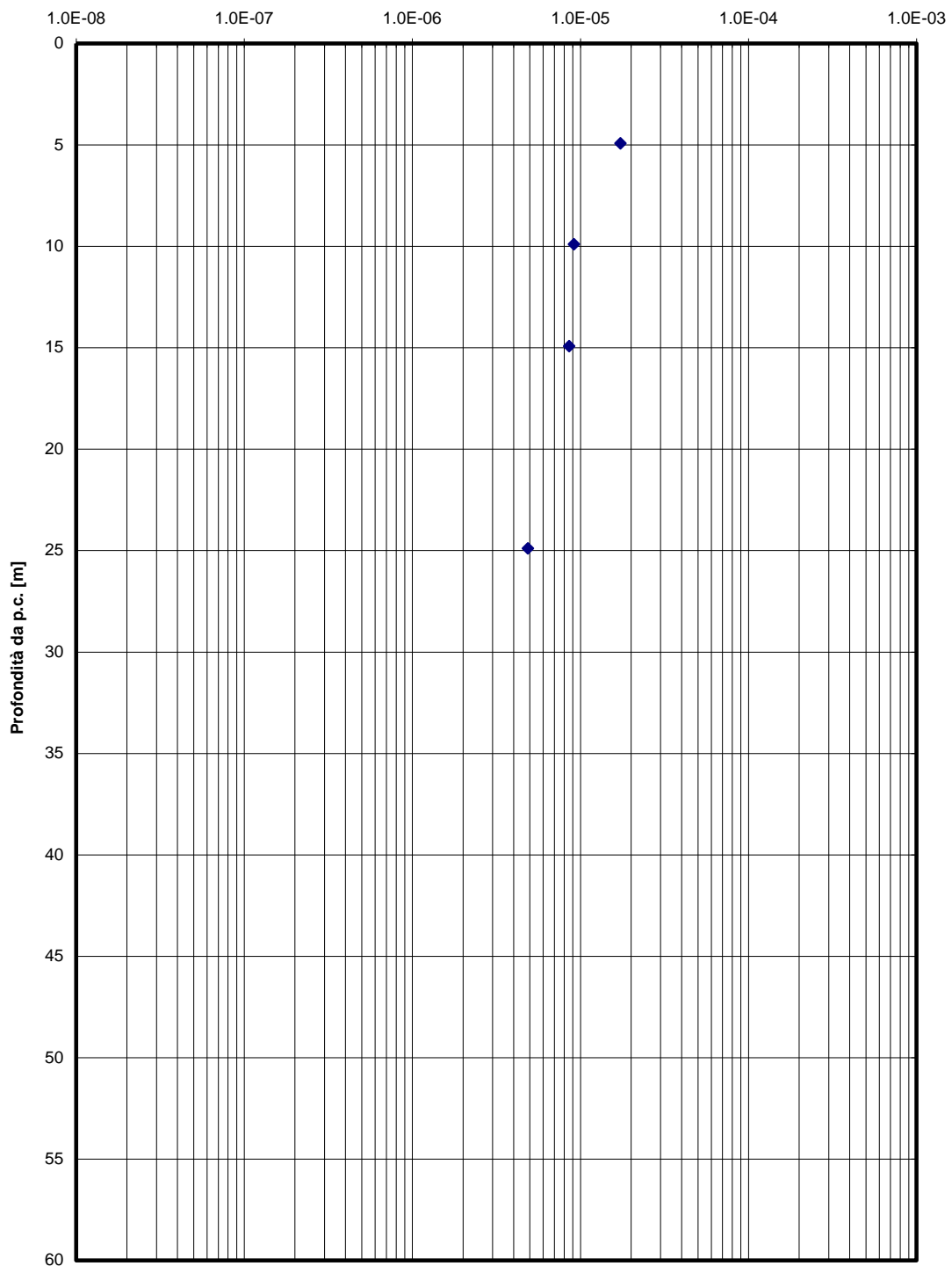
(MPa)



		<p align="center">Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO</p>		
<p align="center">RELAZIONE GEOTECNICA</p>		<p><i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc</p>	<p><i>Rev</i> F0</p>	<p><i>Data</i> 20/06/2011</p>

K

m/s



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Depositi alluvionali

Per i parametri fisici l'andamento del fuso evidenzia che le caratteristiche granulometriche dei materiali in esame sono tipiche di materiali sia di materiali a grana grossa (ghiaie 39%), sia di materiali intermedi (sabbie 45%). Il contenuto di fino è mediamente del 14%

Con riferimento al fuso medio:

- Il valore di D_{50} è pari a 0.8mm
- Il valore di D_{60} è pari a 2 mm
- Il valore di D_{10} è pari a 0.01 mm

Il peso di volume dei grani medio γ_s è risultato pari a circa 26.5 kN/m³.

Non si hanno a disposizione i valori di γ_{dmax} e γ_{dmin} .

Per quanto concerne stato iniziale e parametri di resistenza si ha:



- **Dr:** I valori di N_{spt} sono stati corretti con il fattore correttivo $C_{sg}=0.75$ corrispondente al $d_{50}=0.8mm$,
- **e_o :** a partire dal d_{50} stimato si ottiene di $e_{max}-e_{min}$ pari a 0.305 stimando per e_{max} un valore pari a 0.7 a partire dai valori di Dr è stato possibile determinare i valori di e_o in sito.
- **γ_d :** si ottiene un pari a 17-20 KN/m³.
- **K_0 :** si considera la relazione di Jaky.

z(m)	Dr(%) Sabbie e ghiaie	ϕ'_p (pff=0.272KPa) (°)	ϕ'_{cv} (°)	K_0
0-10	50-80	40-42	33-35	0.4-0.35

Come parametri operativi per l'angolo d'attrito si utilizzerà $\phi' = 38-40$.

Per i parametri di deformabilità si ha localmente a disposizione la prova sismica S418.

L' espressione ottenuta in base alle correlazioni dalle prove SPT ed alla sismica della tratta per il

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

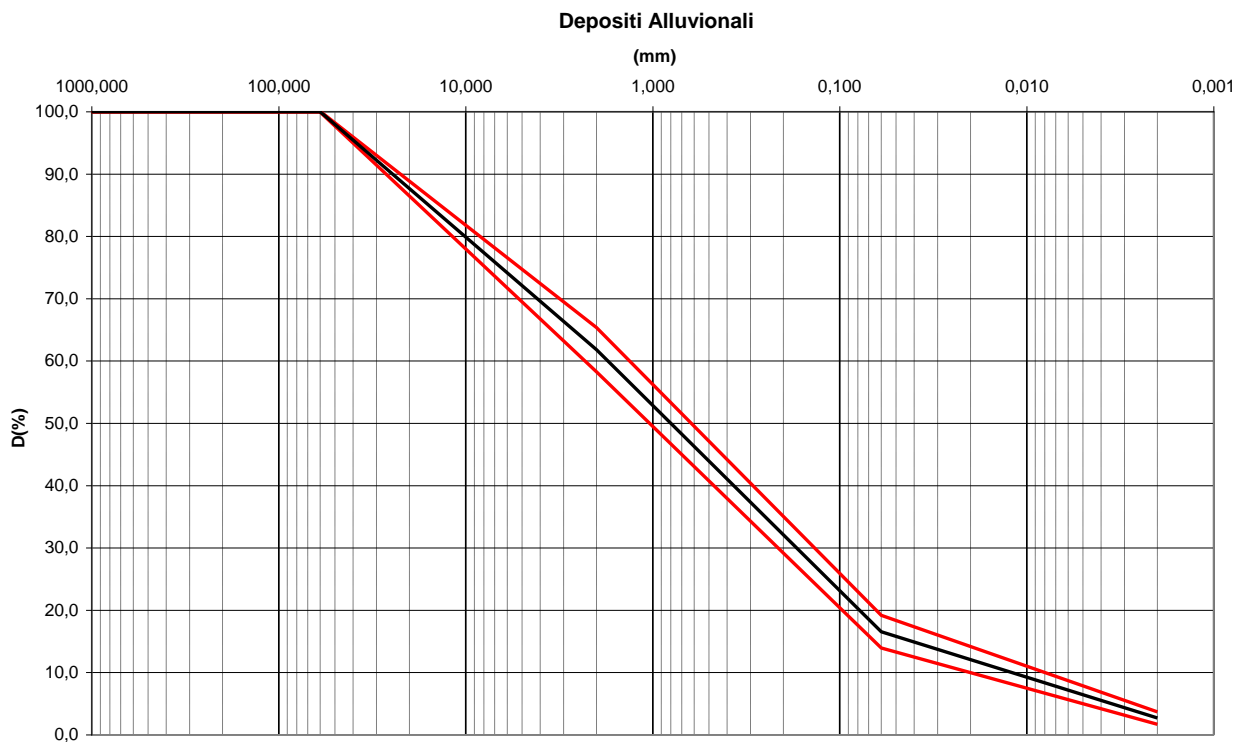
modulo G_0 :

$G_0 = 80 \div 150$ MPa (0-10m)

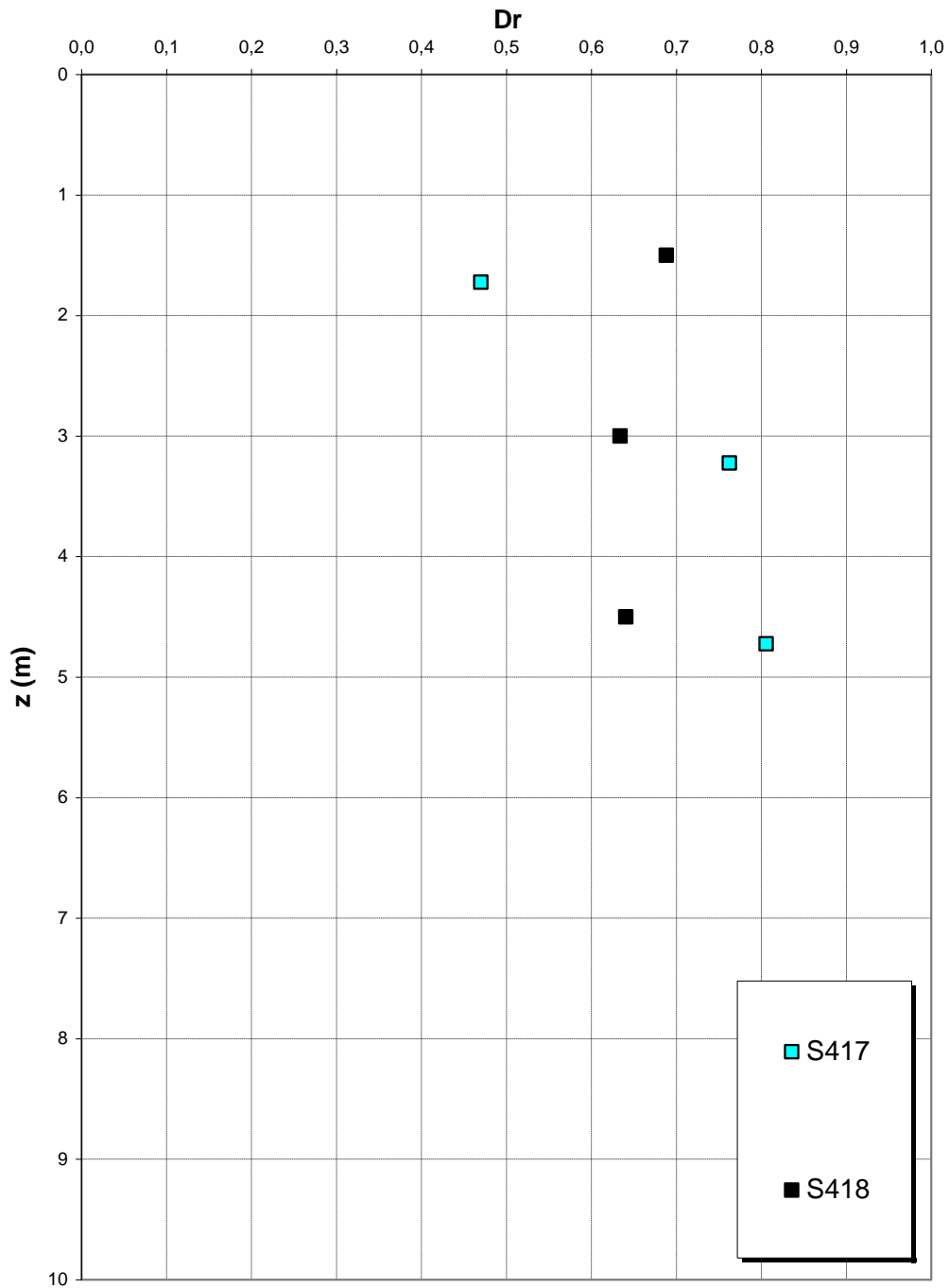
$E_0 = 200 \div 300$ MPa

$E' = 30 \div 70 / 40 \div 100$ MPa (0-10m)

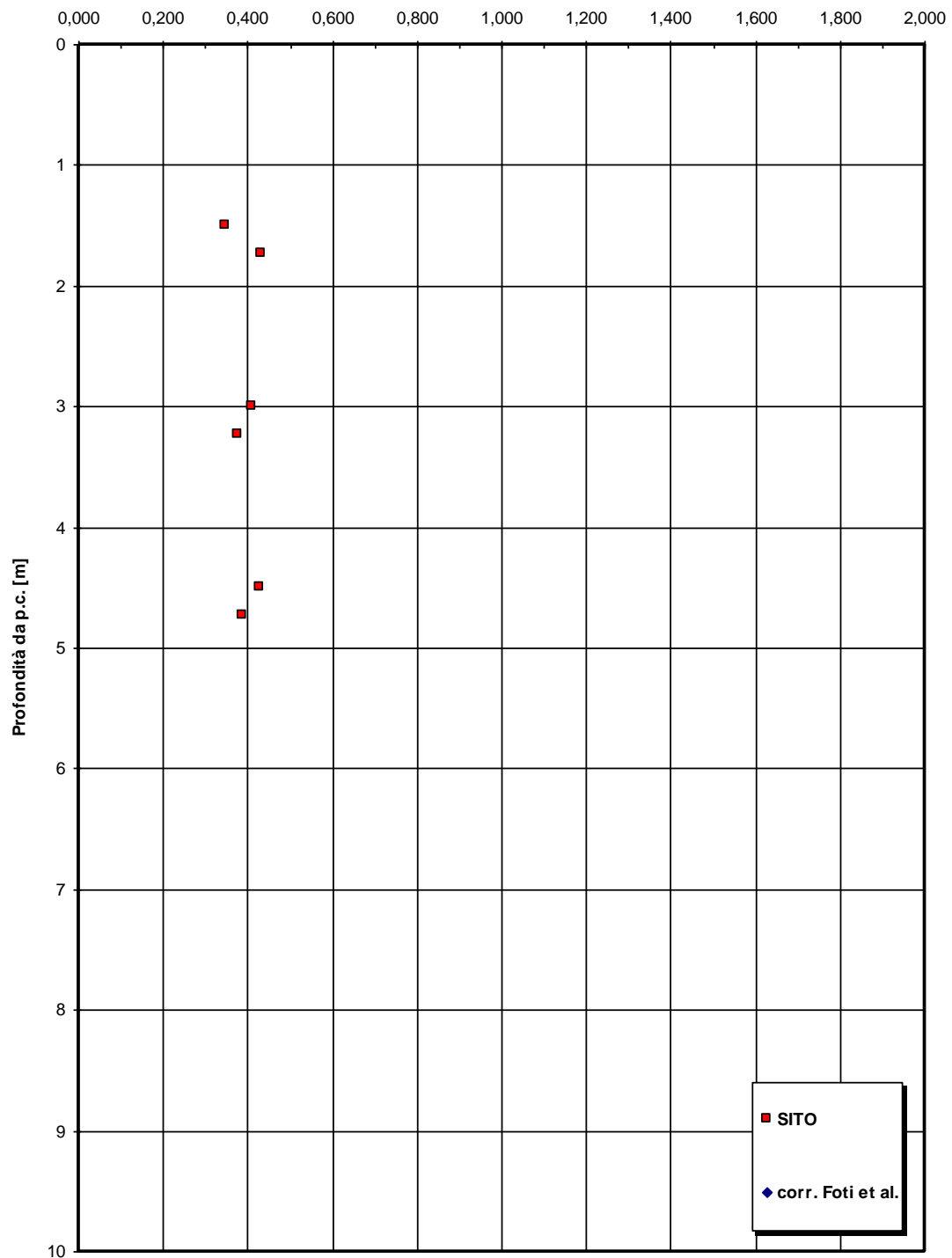
quest' ultimo range è relativo rispettivamente ad $1/10 \div 1/5 E_0$ ed ad $1/3 E_0$ corrispondenti rispettivamente a medie- grandi deformazioni ed a piccole deformazioni.



**Dr Skempton (1986)
Componente sabbiosa prevalente
DEPOSITI ALLUVIONALI**



eo

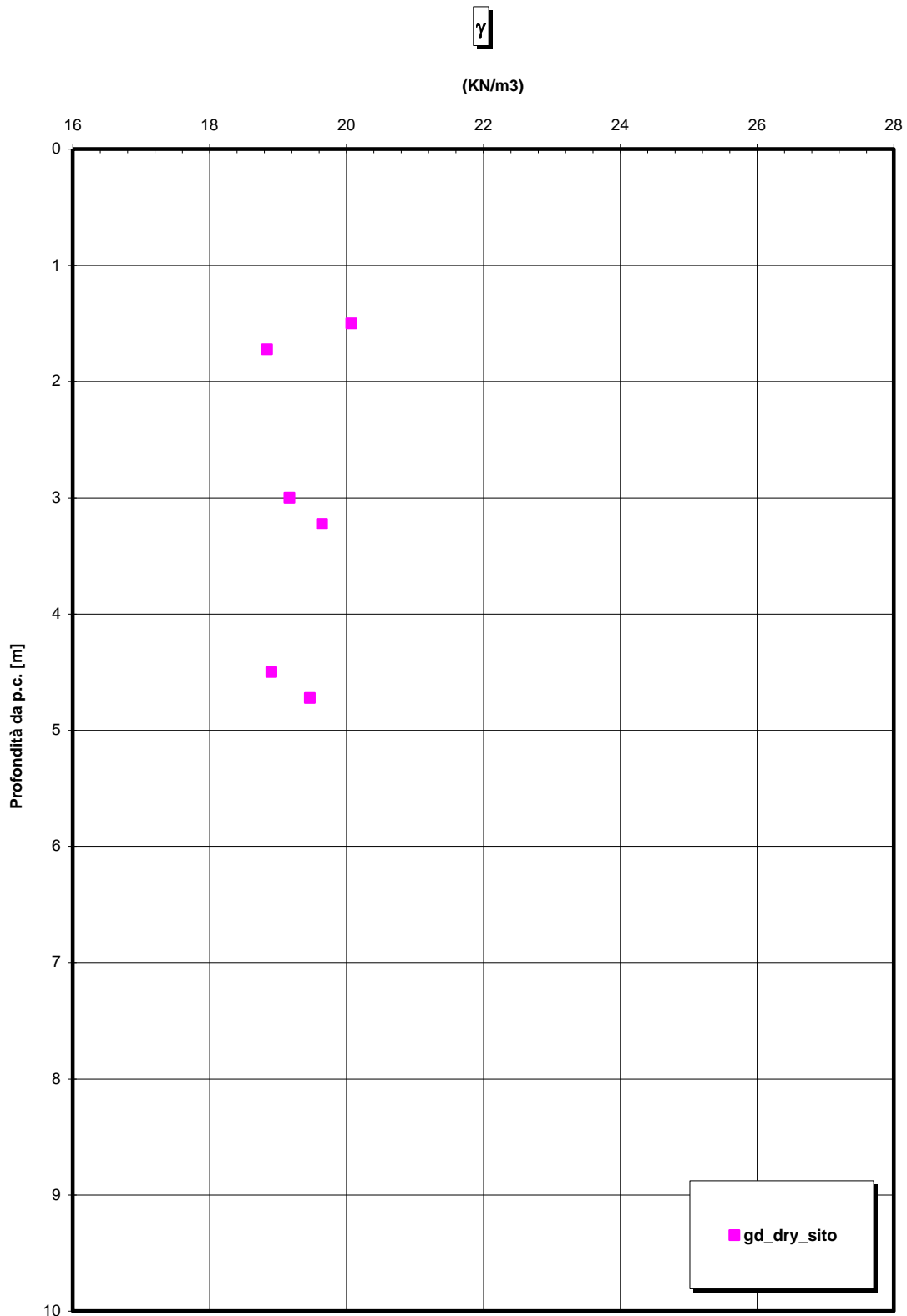


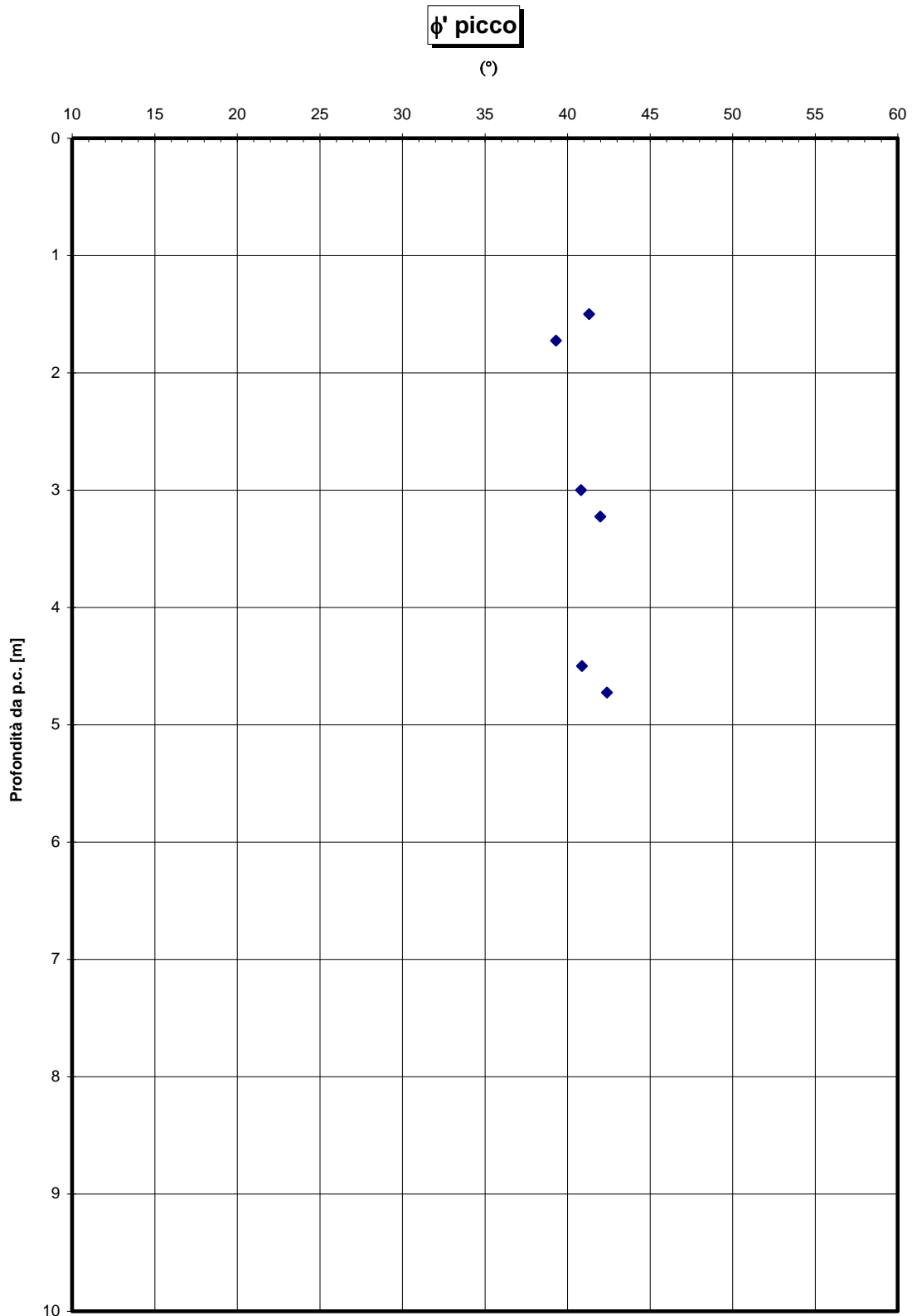
RELAZIONE GEOTECNICA

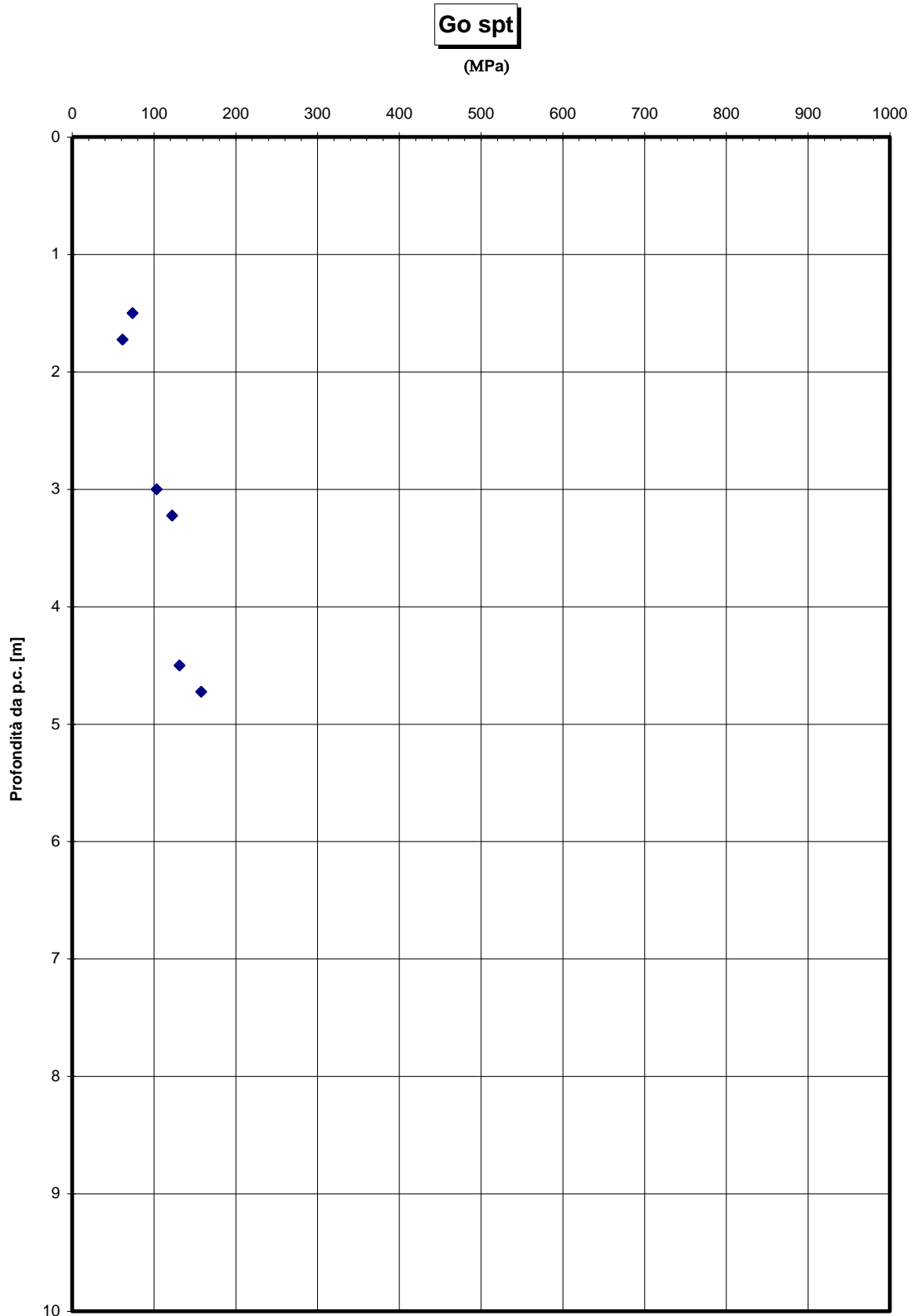
Codice documento
SS0690_F0.doc

Rev
F0

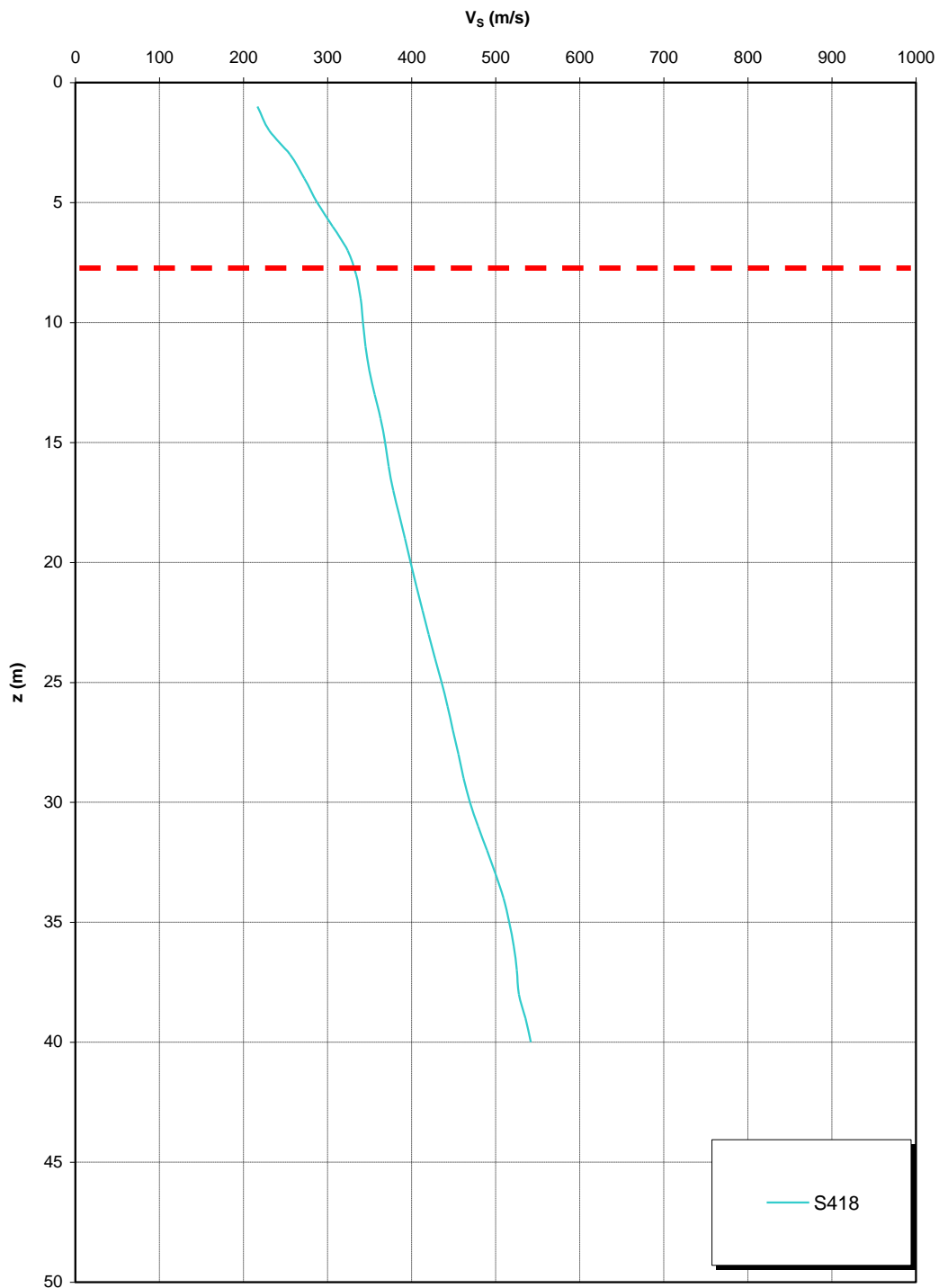
Data
20/06/2011



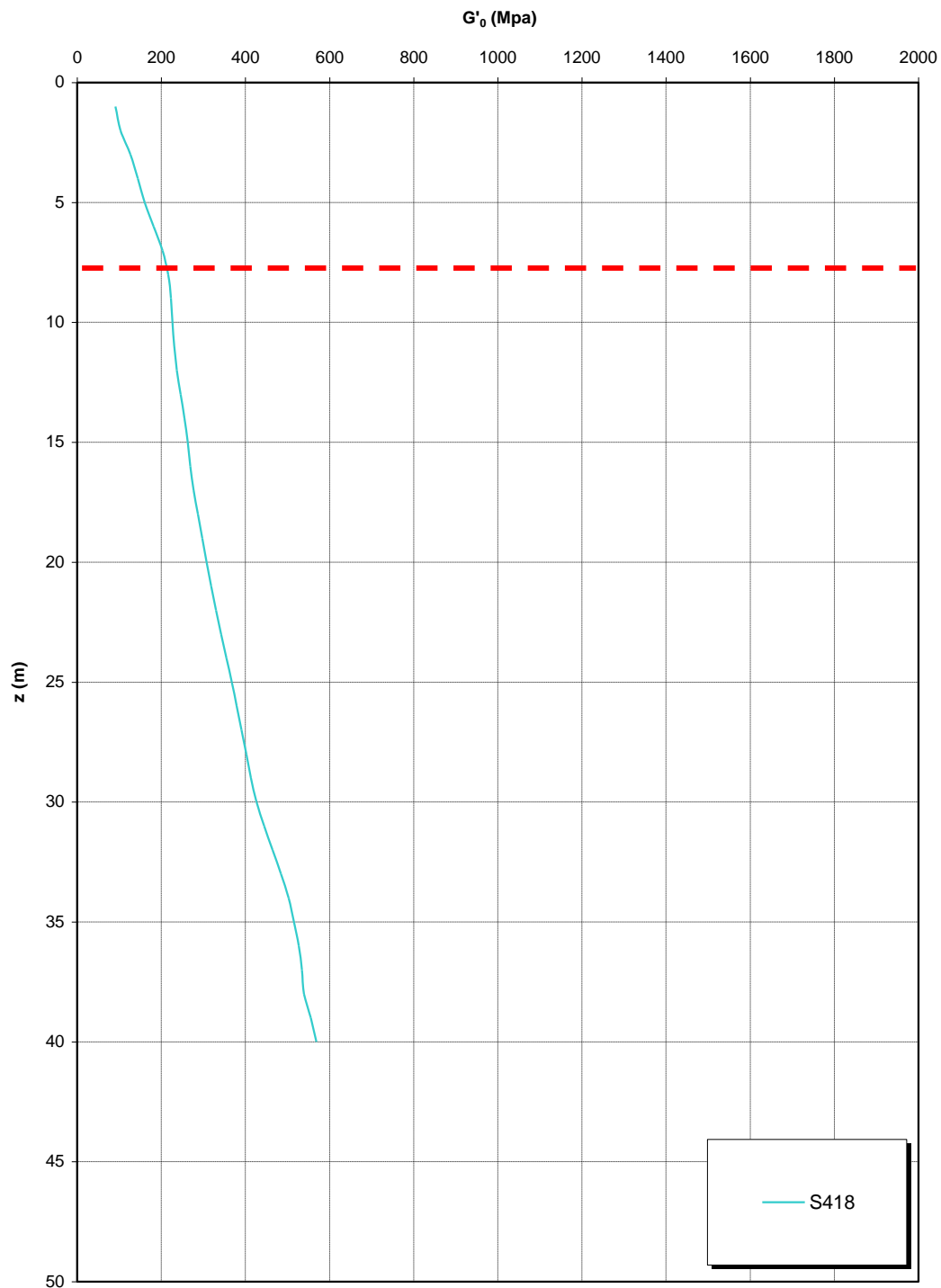




**Prove sismiche
DEPOSITI ALLUVIONALI**



**Prove sismiche
DEPOSITI ALLUVIONALI**



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

4.2.4 Parametri principali assunti

Parametri principali assunti – GHIAIE DI MESSINA

Peso di volume	$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo	$\gamma_s = 23 \text{ kN/m}^3$
Angolo di attrito interno	$\phi' = 38^\circ$ (prudenziale limite massimo)
Angolo di attrito terreno – fondazione	$\phi' = 38^\circ$
Modulo deformazione elastico (z=3 m)	$E' = 50 \text{ MPa}$

Parametri principali assunti – DEPOSITI ALLUVIONALI

Peso di volume	$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo	$\gamma_s = 23,5 \text{ kN/m}^3$
Angolo di attrito interno	$\phi' = 38^\circ$
Angolo di attrito terreno – fondazione	$\phi' = 38^\circ$
Modulo deformazione elastico (z=3 m)	$E' = 45 \text{ MPa}$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

4.3 CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITA' DEL LUOGO

4.3.1 Vita nominale

La vita nominale di un'opera strutturale è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata. Nel caso in oggetto, l'opera ricade all'interno del tipo di costruzione: "Grandi opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica" (paragrafo 2.4 delle 'Nuove Norme tecniche per le costruzioni – D.M. 14 gennaio 2008").

La vita nominale si assume pertanto pari a **$V_N = 100$ anni**.

4.3.2 Classe d'uso

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un'eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso. Nel caso in oggetto si fa riferimento alla Classe IV: costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importante, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità..... Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico."

Il coefficiente d'uso si assume pertanto pari a **$c_U = 2,0$** .

4.3.3 Periodo di riferimento per l'azione sismica

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U . Tale coefficiente è funzione della classe d'uso.

$$V_R = V_N \times C_U = 100 \text{ anni} \times 2 = 200 \text{ anni}$$

Le probabilità di superamento P_{V_R} nel periodo di riferimento V_R , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente, sono pari al 10% nel caso dello stato limite SLV.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

4.3.4 Parametri di progetto

Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle NTC, dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali.

Le forme spettrali previste dalle NTC sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- a_g accelerazione orizzontale massima del terreno;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_C^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno T_R considerati dalla pericolosità sismica, i tre parametri si ricavano riferendosi ai valori corrispondenti al 50esimo percentile ed attribuendo ad:

a_g il valore previsto dalla pericolosità sismica;

F_0 e T_C^* i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica.

Le forme spettrali previste dalle NTC sono caratterizzate da prescelte probabilità di superamento e vite di riferimento. A tal fine occorre fissare:

- la vita di riferimento V_R della costruzione;
- le probabilità di superamento nella vita di riferimento PVR associate agli stati limite considerati, per individuare infine, a partire dai dati di pericolosità sismica disponibili, le corrispondenti azioni sismiche.

A tal fine è conveniente utilizzare, come parametro caratterizzante la pericolosità sismica, il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R , espresso in anni. Fissata la vita di riferimento V_R , i due parametri T_R e PVR sono immediatamente esprimibili, l'uno in funzione dell'altro, mediante l'espressione:

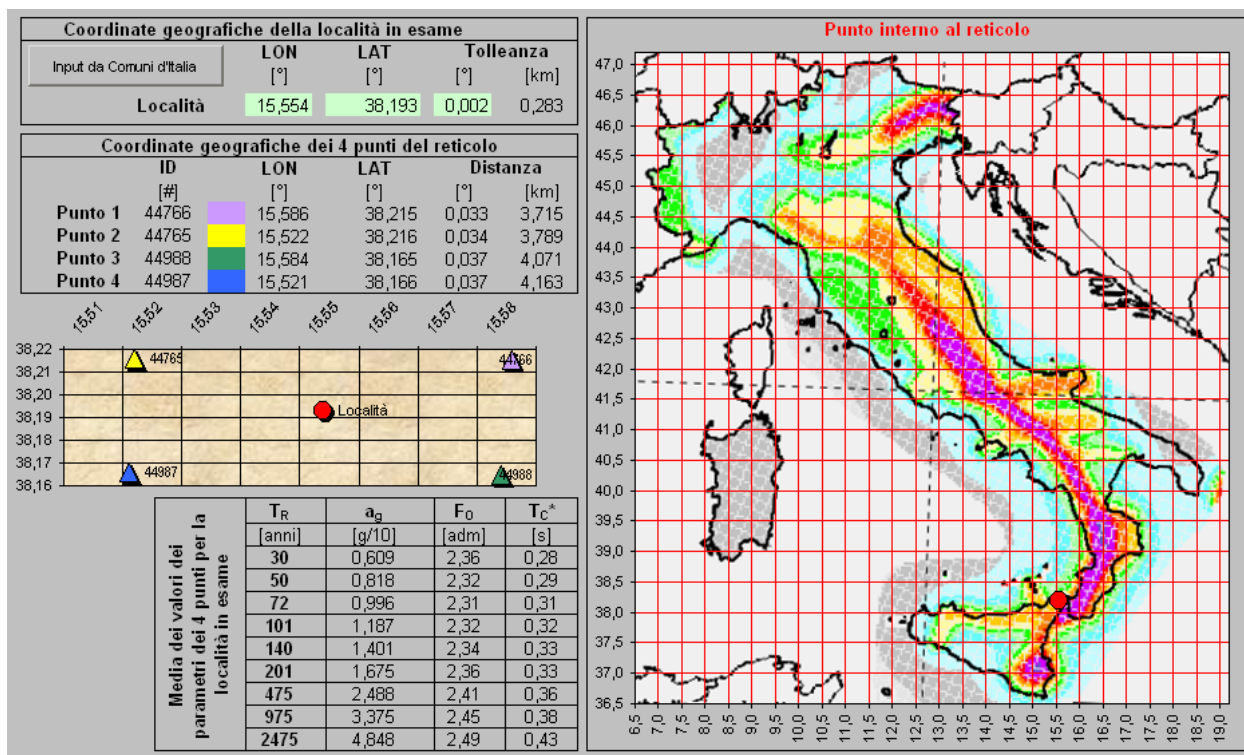
		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		RELAZIONE GEOTECNICA	Codice documento SS0690_F0.doc	Rev F0

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} = -\frac{200}{\ln(1 - 0.1)} = 1.898 \text{ anni}$$

I valori dei parametri a_g , F_0 e T_C^* relativi alla pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento sono forniti nelle tabelle riportate nell'ALLEGATO B delle NTC.



I punti del reticolo di riferimento sono definiti in termini di Latitudine e Longitudine ed ordinati a Latitudine e Longitudine crescenti, facendo variare prima la Longitudine e poi la Latitudine. L'accelerazione al sito a_g è espressa in g/10; F_0 è adimensionale, T_C^* è espresso in secondi.

Nel seguito si riporta una tabella riassuntiva dei parametri che caratterizzano il Comune di Messina:



4.3.5 Classificazione sismica del terreno

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, in accordo con le NTC, si fa riferimento all'approccio semplificato che si basa sulla individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento. Dallo studio geotecnico del sito presente nell'elaborato CG0800PRGDSSBC8G00000001B, si evince che non ci sono localmente indagini per caratterizzare la categoria sismica di suolo;

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

considerando la sismica a rifrazione SRD3, essa risulta pari a **C**, che include depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina molto consistente.

4.3.6 Spettro di risposta elastico in accelerazione

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione è espresso da una forma spettrale (spettro normalizzato) riferita ad uno smorzamento convenzionale del 5%, moltiplicata per il valore della accelerazione orizzontale massima a_g su sito di riferimento rigido orizzontale. Sia la forma spettrale che il valore di a_g variano al variare della probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} .

4.3.7 Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali

Lo spettro di risposta elastico della componente orizzontale è definito dalle espressioni seguenti:

$$0 \leq T \leq T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \cdot \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T \leq T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T \leq T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \frac{T_C}{T}$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

nelle quali T ed S_e sono, rispettivamente, periodo di vibrazione ed accelerazione spettrale orizzontale.

Inoltre:



- S : è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente: $S = S_S \cdot S_T$
- essendo S_S il coefficiente di amplificazione stratigrafica e S_T il coefficiente di amplificazione topografica riportati nelle tabelle seguenti;

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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 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						

CATEGORIA SOTTOSUOLO	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T^*_c)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T^*_c)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T^*_c)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T^*_c)^{-0,40}$

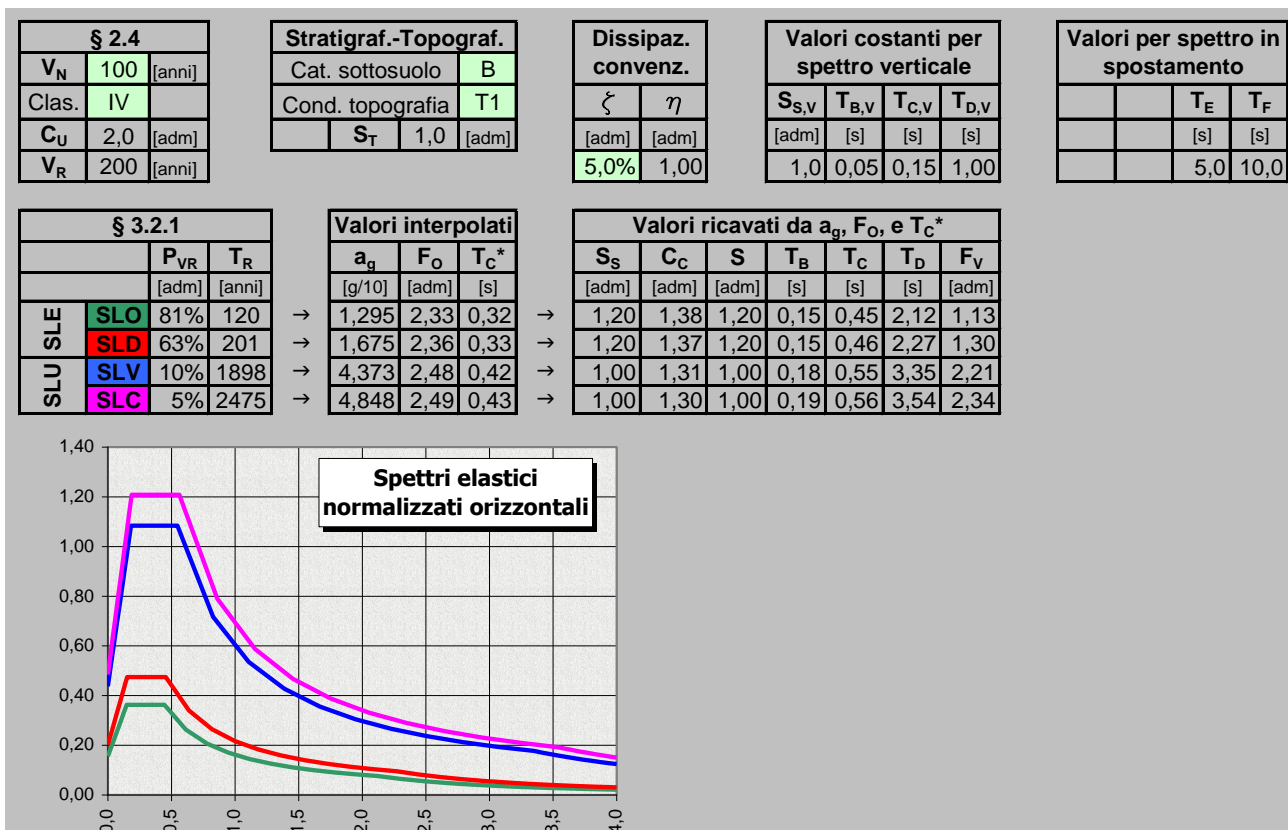
CATEGORIA TOPOGRAFICA	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,00
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2

- η : è il fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali ξ diversi dal 5%, mediante la relazione: $\eta = \sqrt{\frac{10}{(5 + \xi)}} \geq 0,55$
- dove ξ (espresso in percentuale) è valutato sulla base di materiali, tipologia strutturale e terreno di fondazione;
- F_0 : è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale, ed ha valore minimo pari a 2,2;
- T_C : è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro, dato da: $T_C = C_c \cdot T^*_c$; dove C_c è un coefficiente funzione della categoria di sottosuolo;
- T_B : è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante; $T_B = T_C / 3$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0

- TD: è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro, espresso in secondi mediante la relazione: $T_D = 4,0 \cdot \frac{a_g}{g} + 1,6$

Nel seguito si riportano gli spettri elastici orizzontali relativi al sito ed al terreno.



4.3.8 Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione della componente verticale è definito dalle espressioni seguenti:

$$0 \leq T \leq T_B \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_V \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_O} \cdot \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T \leq T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_V$$

$$T_C \leq T \leq T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_V \cdot \frac{T_C}{T}$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_V \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

nelle quali T e S_{ve} sono, rispettivamente, periodo di vibrazione ed accelerazione spettrale verticale e F_V è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno a_g su sito di riferimento rigido orizzontale, mediante la relazione:

$$F_V = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5}$$

I valori di a_g , F_0 , S_T , S , η sono quelli già definiti per le componenti orizzontali; i valori di S_S , T_B , T_C e T_D , sono invece quelli riportati nella tabella seguente.

CATEGORIA SOTTOSUOLO	S_S	T_B	T_C	T_D
A, B, C, D, E	1,00	0,05 s	0,15 s	1,0 s



4.3.9 Spettro di progetto

Per gli stati limite di esercizio lo spettro di progetto $S_d(T)$ da utilizzare, sia per le componenti orizzontali che per la componente verticale, è lo spettro elastico corrispondente, riferito alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR considerata.

Per le verifiche agli stati limite ultimi lo spettro di progetto $S_d(T)$ da utilizzare, sia per le componenti orizzontali, sia per la componente verticale, è lo spettro elastico corrispondente riferito alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} considerata con le ordinate ridotte sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura, nelle formule precedentemente riportate e comunque: $S_d(T) \geq 0,2 \cdot a_g$.

Il valore del fattore di struttura q da utilizzare per ciascuna direzione della azione sismica, dipende dalla tipologia strutturale, dal suo grado di iperstaticità e dai criteri di progettazione adottati e prende in conto le non linearità di materiale. Esso può essere calcolato tramite la seguente espressione:

$$q = q_0 \times K_R = 1,0$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

5 ANALISI DELLE FONDAZIONI

5.1 ANALISI DEL SISTEMA FONDAZIONALE DELLA SPALLA A

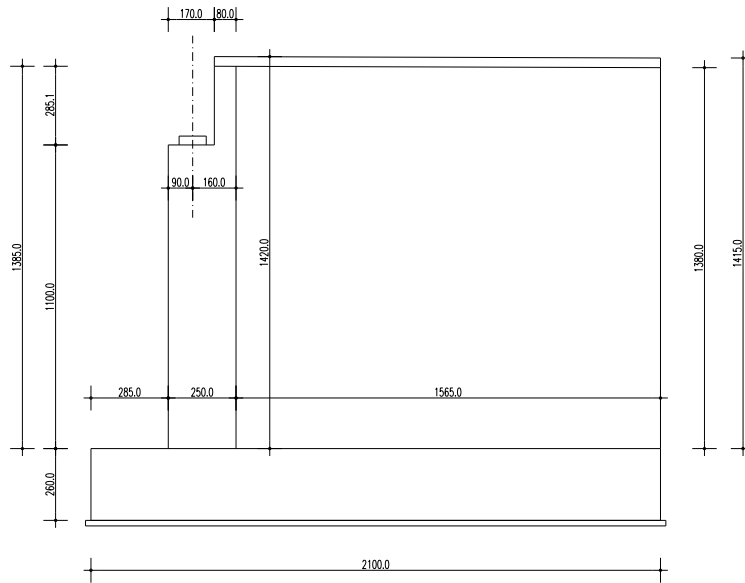


Figura 5.1 – Vista laterale Spalla A.

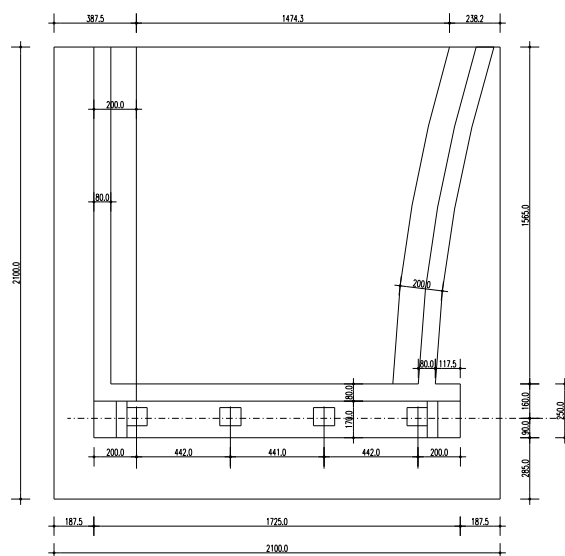


Figura 5.2 – Pianta Spalla A.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

La spalla A, schematizzata nelle figure precedenti, è costituita da una ciabatta di fondazione a base quadrata con lati da 21,00 m, di spessore 2,60 m e da un muro frontale di spessore pari a 2,50 m. Sul muro frontale corre un muro paraghiaia caratterizzato da spessore 0,80 m ed altezza massima pari a 3,10 m.

Ai lati della spalla sono presenti due muri andatori paralleli all'asse stradale di lunghezza pari a 15,65 m, spessore variabile da 2,00 a 0,80 m e altezza massima pari a 14,20 m, che poggiano sulla medesima fondazione del muro frontale.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0

5.1.1 ANALISI DEI CARICHI

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SPALLA

Descrizione		X (m)	Y (m)	Z (m)	n	γ (kN/mc)	Peso (kN)	dx (m)	bx (m)	M long (kNm)
fondazione	1	21,00	21,00	2,60	1	25	28.665	0,00	10,50	300.983
muro frontale	2	2,50	17,25	11,00	1	25	11.859	2,85	4,10	48.623
ringrosso	3	0,00	0,00	0,00	0	25	0	0,00	0,00	0
paraghiaia	4	0,80	17,25	2,85	1	25	983	4,55	4,95	4.867
muri laterali	5	15,65	1,40	14,05	2	25	15.392	5,35	13,18	202.787
terra	6	15,65	13,25	13,85	1	19,0	54.567	5,35	13,18	718.926
								111.467		1.276.186

altezza fronte vento ponte scarico (m)	2,95
altezza fronte vento ponte carico (m)	5,84
distanza tra asse appoggi e bordo anteriore fondazione (m)	3,75
distanza tra bordo anteriore fondazione e baricentro dei pali (m)	10,50

AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO

momenti longitudinali rispetto al bordo anteriore

	N (kN)	H long (kN)	H trasv (kN)	M long (kNm)	M trasv (kNm)
peso strutturale	698	0	0	2.618	35
permanenti	295	0	0	1.106	241
mezzi schema 1	3.947	0	0	14.801	2.117
mezzi schema 2	2.158	0	0	8.093	4.381
folia schema 1	18	0	0	68	146
folia schema 2	0	0	0	0	0
frenamento	0	148	0	-2.013	0
attrito / reazione gommoni ?T	0	77	0	-1.040	0
vento: impalcato scarico	371	0	72	0	-2.151
vento: impalcato carico	313	0	166	0	-3.826
temperatura	0	0	0	0	0
ritiro	0	0	0	0	400
azione centrifuga	0	0	0	0	0
sisma	1.348	1.154	620	15.694	8.556

Eccentricità dei carichi verticali (mt) 0,00

Mt	H	Obliquità	°	rad
	148	0,00	0,00	
	77			
1.066	72			
1.084	166			

RELAZIONE GEOTECNICA

Codice documento

SS0690_F0.doc

Rev

F0

Data

20/06/2011

PARAMETRI SISMICI

accelerazione di picco	$\alpha g/g =$	0,4373
coefficiente orizzontale	$=S_s \times S_T =$	1,00
coefficiente verticale	$=S_s \times S_T =$	1,00
	$a_{max} =$	0,437
	$\beta_m =$	0,31
	$K_h =$	0,136
$K_v = 0,5 K_h$	$K_v =$	0,068
	$\theta_1 =$	0,126
	$\theta_2 =$	0,144

PARAMETRI TERRENO

Peso specifico del terreno:	19,0	kN/m^3	γ	
Angolo di attrito terreno rilevato	0,611	rad	ϕ	35,00 °
Angolo di attrito terreno di base	0,663	rad	ϕ	38,00 °
Angolo di inclinazione del muro	1,571	rad	ψ	90,00 °
Angolo di inclinazione del terreno	0,000	rad	β	0,00 °
Angolo di resistenza terra-muro	0,407	rad	δ	23,33 °
Coefficiente di spinta del terreno	$K_1 =$	0,325		
	$K_2 =$	0,339		

AZIONI TRASMESSE DAL TERRENO

	p (kN/mq)	H long (kN)	M long (kNm)
Ed= spinta terreno sismica+statica		16.063	-99.172
spinta a riposo	133,28	18.910	-103.688
spinta attiva	84,70	12.017	-65.893
spinta passiva plinto (50%)	160,82	2.195	1.903
spinta per sovraccarichi	3,84	1.089	-8.957

	p (kN/mq)	N vert (kN)	H long (kN)	M long (kNm)
Sovraccarico				
sommità	64,46	2.071	4.974	-40.911
piede muro	17,76			

Per le spinte inerziali $\beta_m = 1$

$K_x =$ $K_y =$ $K_v =$

AZIONI INERZIALI SIS. TRASMESSE DALLA SPALLA

	N (kN)	H long (kN)	H trasv (kN)	M long (kNm)	M trasv (kNm)
Sisma +	24.372	48.744	48.744	356.837	356.837
Sisma -	-12.441	-24.882	-24.882	-129.548	-129.548

Larghezza pavimentato	14,45	m	
numero stese	3		
angolo diffusione	30,00	°	0,52

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0

VERIFICHE DI STABILITA'



	<i>N</i> (kN)	<i>M_{rib}</i> (kNm)	<i>M_{stab}</i> (kNm)	η	<i>u</i> (m)	<i>e</i> (m)	SL
Combinazione 1	128.919	-135.835	1.495.919	11,01	10,55	-0,05	SLU GEO
Combinazione 2	133.468	-146.136	1.512.979	10,35	10,24	0,26	
Combinazione 3	131.400	-146.136	1.505.226	10,30	10,34	0,16	
Combinazione 4	132.323	-145.876	1.508.685	10,34	10,30	0,20	
Combinazione 5	130.780	-145.876	1.502.899	10,30	10,38	0,12	
Combinazione 6	132.323	-142.521	1.512.040	10,61	10,35	0,15	
Combinazione 7	130.780	-142.521	1.506.254	10,57	10,43	0,07	
Combinazione 8	132.323	-143.561	1.508.685	10,51	10,32	0,18	
Combinazione 9	130.780	-143.561	1.502.899	10,47	10,39	0,11	
Combinazione 10	131.544	-182.883	1.498.300	8,19	10,00	0,50	
Combinazione 11	160.050	-156.937	1.835.883	11,70	10,49	0,01	SLU STR
Combinazione 12	165.391	-169.029	1.855.910	10,98	10,20	0,30	
Combinazione 13	162.963	-169.029	1.846.807	10,93	10,30	0,20	
Combinazione 14	164.046	-168.724	1.850.869	10,97	10,25	0,25	
Combinazione 15	162.235	-168.724	1.844.076	10,93	10,33	0,17	
Combinazione 16	164.046	-164.602	1.854.991	11,27	10,30	0,20	
Combinazione 17	162.235	-164.602	1.848.198	11,23	10,38	0,12	
Combinazione 18	164.046	-166.006	1.850.869	11,15	10,27	0,23	
Combinazione 19	162.235	-166.006	1.844.076	11,11	10,34	0,16	
Combinazione 20	163.127	-212.167	1.838.678	8,67	9,97	0,53	
Comb SLE 1	112.460	-104.729	1.279.909	12,22	10,45	0,05	SLE
Comb SLE 2	116.416	-113.686	1.294.744	11,39	10,15	0,35	
Comb SLE 3	114.618	-113.686	1.288.002	11,33	10,25	0,25	
Comb SLE 4	115.420	-113.460	1.291.010	11,38	10,20	0,30	
Comb SLE 5	114.078	-113.460	1.285.979	11,33	10,28	0,22	
Comb SLE 6	115.420	-110.406	1.294.064	11,72	10,26	0,24	
Comb SLE 7	114.078	-110.406	1.289.032	11,68	10,33	0,17	
Comb SLE 8	115.420	-111.447	1.291.010	11,58	10,22	0,28	
Comb SLE 9	114.078	-111.447	1.285.979	11,54	10,30	0,20	
Comb SLE 10	114.718	-145.640	1.281.980	8,80	9,91	0,59	
perm + sisma X + 0,30 sisma (Y+Z) schema 1	121.758	-551.032	1.287.746	2,34	6,05	4,45	SLV
perm + sisma X + 0,30 sisma (Y+Z) schema 2	121.039	-551.032	1.285.049	2,33	6,06	4,44	

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Si riportano nel seguito i valori delle azioni agenti alla base della fondazione per le varie combinazioni di carico riportate alla pagina successiva. Tali azioni rappresentano i valori assunti per l'analisi del sistema fondazionale in base all'approccio 1 delle NTC 2008.

AZIONI GLOBALI NORME TECNICHE 2008

	<i>N</i> (kN)	<i>M long</i> (kNm)	<i>M trasv</i> (kNm)	<i>T long</i> (kN)	<i>T trasv</i> (kN)	
Combinazione 1	128.919	-6.439	3.545	24.659	94	SLU GEO
Combinazione 2	133.468	34.571	6.251	25.912	129	
Combinazione 3	131.400	20.614	8.771	25.912	129	
Combinazione 4	132.323	26.581	5.559	25.769	129	
Combinazione 5	130.780	16.165	7.511	25.769	129	
Combinazione 6	132.323	19.870	7.511	25.275	129	
Combinazione 7	130.780	9.455	7.511	25.275	129	
Combinazione 8	132.323	24.266	5.559	25.598	129	
Combinazione 9	130.780	13.850	7.511	25.598	129	
Combinazione 10	131.544	65.793	3.733	30.379	129	
Combinazione 11	160.050	1.581	4.116	28.468	108	SLU STR
Combinazione 12	165.391	49.723	7.289	29.938	149	
Combinazione 13	162.963	33.338	10.247	29.938	149	
Combinazione 14	164.046	40.343	6.476	29.770	149	
Combinazione 15	162.235	28.116	8.768	29.770	149	
Combinazione 16	164.046	32.099	8.768	29.164	149	
Combinazione 17	162.235	19.873	8.768	29.164	149	
Combinazione 18	164.046	37.626	6.476	29.571	149	
Combinazione 19	162.235	25.399	8.768	29.571	149	
Combinazione 20	163.127	86.323	4.332	31.263	149	
Comb SLE 1	112.460	5.648	2.827	18.986	72	SLE
Comb SLE 2	116.416	41.308	5.162	20.075	100	
Comb SLE 3	114.618	29.171	7.353	20.075	100	
Comb SLE 4	115.420	34.360	4.560	19.951	100	
Comb SLE 5	114.078	25.303	6.258	19.951	100	
Comb SLE 6	115.420	28.254	6.258	19.502	100	
Comb SLE 7	114.078	19.197	6.258	19.502	100	
Comb SLE 8	115.420	32.347	4.560	19.803	100	
Comb SLE 9	114.078	23.291	6.258	19.803	100	
Comb SLE 10	114.718	68.201	2.972	21.057	100	
perm + sisma X + 0,30 sisma (Y+Z) schema 1	121.758	379.957	110.317	63.766	14.809	SLV
perm + sisma X + 0,30 sisma (Y+Z) schema 2	121.039	377.542	110.494	63.766	14.809	

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
		RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc

Combinazioni statiche

PRINCIPALE	P.p.		Perm.		Attribito		Temperatura		Vento		Accident.		Folla		Frenamento		Ced. - Ritiro		Centrifuga		
	γ_{G1}	γ_{G2}	γ_{G1}	γ_{G2}	Ψ_0	γ_{G2}	Ψ_0	γ_{G2}	Ψ_0	γ_Q	Ψ_0	γ_Q	Ψ_0	γ_Q	Ψ_0	γ_Q	Ψ_0	γ_Q	Ψ_0	γ_Q	
AZIONI SLU GEO	Vento	1,00	1,30	1,00	1,30	1,00	1,30	0,60	1,00	1,00	1,30										
	Gruppo 1 centr.	1,00	1,30	1,00	1,30	1,00	1,30	0,60	1,00	0,60	1,30	1,00	1,15	0,50	1,15	0,00	1,15	1,00	1,00	0,00	1,15
	Gruppo 1 ecc.	1,00	1,30	1,00	1,30	1,00	1,30	0,60	1,00	0,60	1,30	1,00	1,15	0,50	1,15	0,00	1,15	1,00	1,00	0,00	1,15
	Gruppo 2a centr.	1,00	1,30	1,00	1,30	1,00	1,30	0,60	1,00	0,60	1,30	0,75	1,15	0,00	1,15	1,00	1,15	1,00	1,00	0,00	1,15
	Gruppo 2a ecc.	1,00	1,30	1,00	1,30	1,00	1,30	0,60	1,00	0,60	1,30	0,75	1,15	0,00	1,15	1,00	1,15	1,00	1,00	0,00	1,15
	Gruppo 2b centr.	1,00	1,30	1,00	1,30	1,00	1,30	0,60	1,00	0,60	1,30	0,75	1,15	0,00	1,15	0,00	1,15	1,00	1,00	1,00	1,15
AZIONI SLU STR	Gruppo 2b ecc.	1,00	1,30	1,00	1,30	1,00	1,30	0,60	1,00	0,60	1,30	0,75	1,15	0,00	1,15	0,00	1,15	1,00	1,00	1,00	1,15
	Vento	1,35	1,50	1,00	1,50	1,00	1,50	0,60	1,20	1,00	1,50										
	Gruppo 1 centr.	1,35	1,50	1,00	1,50	1,00	1,50	0,60	1,20	0,60	1,50	1,00	1,35	0,50	1,35	0,00	1,35	1,00	1,00	0,00	1,35
	Gruppo 1 ecc.	1,35	1,50	1,00	1,50	1,00	1,50	0,60	1,20	0,60	1,50	1,00	1,35	0,50	1,35	0,00	1,35	1,00	1,00	0,00	1,35
	Gruppo 2a centr.	1,35	1,50	1,00	1,50	1,00	1,50	0,60	1,20	0,60	1,50	0,75	1,35	0,00	1,35	1,00	1,35	1,00	1,00	0,00	1,35
	Gruppo 2a ecc.	1,35	1,50	1,00	1,50	1,00	1,50	0,60	1,20	0,60	1,50	0,75	1,35	0,00	1,35	1,00	1,35	1,00	1,00	0,00	1,35
AZIONI SLU EQU	Gruppo 2b centr.	1,35	1,50	1,00	1,50	1,00	1,50	0,60	1,20	0,60	1,50	0,75	1,35	0,00	1,35	0,00	1,35	1,00	1,00	1,00	1,35
	Gruppo 2b ecc.	1,35	1,50	1,00	1,50	1,00	1,50	0,60	1,20	0,60	1,50	0,75	1,35	0,00	1,35	0,00	1,35	1,00	1,00	1,00	1,35
	Vento	1,10	1,50	1,00	1,50	1,00	1,50	0,60	1,20	1,00	1,50										
	Gruppo 1 centr.	1,10	1,50	1,00	1,50	1,00	1,50	0,60	1,20	0,60	1,50	1,00	1,35	0,50	1,35	0,00	1,35	1,00	1,00	0,00	1,35
	Gruppo 1 ecc.	1,10	1,50	1,00	1,50	1,00	1,50	0,60	1,20	0,60	1,50	1,00	1,35	0,50	1,35	0,00	1,35	1,00	1,00	0,00	1,35
	Gruppo 2a centr.	1,10	1,50	1,00	1,50	1,00	1,50	0,60	1,20	0,60	1,50	0,75	1,35	0,00	1,35	1,00	1,35	1,00	1,00	0,00	1,35
AZIONI SLU EQU	Gruppo 2a ecc.	1,10	1,50	1,00	1,50	1,00	1,50	0,60	1,20	0,60	1,50	0,75	1,35	0,00	1,35	1,00	1,35	1,00	1,00	0,00	1,35
	Gruppo 2b centr.	1,10	1,50	1,00	1,50	1,00	1,50	0,60	1,20	0,60	1,50	0,75	1,35	0,00	1,35	0,00	1,35	1,00	1,00	1,00	1,35
	Gruppo 2b ecc.	1,10	1,50	1,00	1,50	1,00	1,50	0,60	1,20	0,60	1,50	0,75	1,35	0,00	1,35	0,00	1,35	1,00	1,00	1,00	1,35
	Gruppo 2b ecc.	1,10	1,50	1,00	1,50	1,00	1,50	0,60	1,20	0,60	1,50	0,75	1,35	0,00	1,35	0,00	1,35	1,00	1,00	1,00	1,35

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Combinazioni sismiche

Le combinazioni sismiche assunte per le verifiche delle fondazioni sono quelle con direzione principale coincidente con la direzione longitudinale del viadotto, in quanto più sfavorevoli per le verifiche di scorrimento e di portanza della fondazione stessa.

Combinazione	P.p.	Perm.	Accid.		Sisma X	Sisma Y	Sisma Z
SISMA X N+	1,00	1,00	0,20		1,00	0,30	0,30

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

5.1.2 MODELLO DI CALCOLO

Per il calcolo della capacità portante delle fondazioni profonde si utilizza il software di calcolo Aztec CARL 10.0 versione 10.05.b – carico limite e cedimenti.

5.1.2.1 DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO

Progetto: Curcuraci lato Reggio Calabria – spalla SpA

Normative di riferimento

- Legge nr. 1086 del 05/11/1971.

Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.

- Legge nr. 64 del 02/02/1974.

Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

- D.M. LL.PP. del 11/03/1988.

Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

- D.M. LL.PP. del 14/02/1992.

Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

- D.M. 9 Gennaio 1996

Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche

- D.M. 16 Gennaio 1996



Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'

- D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche

- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%;"> <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						

- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996

- Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 (D.M. 14 Gennaio 2008)

- Circolare 617 del 02/02/2009

Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

Verifica al carico limite

Il rapporto fra il carico limite in fondazione e la componente normale della risultante dei carichi trasmessi sul terreno di fondazione deve essere superiore a η_q . Cioè, detto Q_u , il carico limite ed R la risultante verticale dei carichi in fondazione, deve essere:

$$Q_u / R \geq \eta_q$$

Le espressioni di Brinch-Hansen per il calcolo della capacità portante si differenziano a secondo se siamo in presenza di un terreno puramente coesivo ($\phi=0$) o meno e si esprimono nel modo seguente:

Caso generale

$$q_u = c N_c s_c d_c i_c g_c b_c + q N_q s_q d_q i_q g_q b_q + 0.5 B' \gamma N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma g_\gamma b_\gamma$$

Caso di terreno puramente coesivo $\phi=0$



$$q_u = c_u N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q$$

in cui d_c, d_q, d_γ , sono i fattori di profondità; s_c, s_q, s_γ , sono i fattori di forma; i_c, i_q, i_γ , sono i fattori di inclinazione del carico; b_c, b_q, b_γ , sono i fattori di inclinazione del piano di posa; g_c, g_q, g_γ , sono i fattori che tengono conto del fatto che la fondazione poggia su un terreno in pendenza.

I fattori N_c, N_q, N_γ sono espressi come:

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} K_p$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

$$N_y = 2.0(N_q - 1)tg\phi$$

Vediamo ora come si esprimono i vari fattori che compaiono nella espressione del carico ultimo.

Fattori di forma

$$\text{per } \phi=0 \quad s_c = 1 + 0.2 \frac{B'}{L'}$$

$$\text{per } \phi>0 \quad s_c = 1 + 0.2 \frac{B' (1+\text{sen } \phi)}{L' (1-\text{sen } \phi)}$$



$$s_q = 1 + 0.1 \frac{B' (1+\text{sen } \phi)}{L' (1-\text{sen } \phi)}$$

$$s_\gamma = 1 + 0.1 \frac{B' (1+\text{sen } \phi)}{L' (1-\text{sen } \phi)}$$

Fattori di profondità

Si definisce il parametro k come

$$k = \frac{D}{B'} \quad \text{se} \quad \frac{D}{B'} \leq 1$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

$$k = \arctg \frac{D}{B'} \quad \text{se} \quad \frac{D}{B'} > 1$$

vari coefficienti si esprimono come

$$\text{per } \phi=0 \quad d_c = 1 + 0.4k$$

$$\text{per } \phi>0 \quad d_c = d_q - \frac{1 - d_q}{N_c \operatorname{tg} \phi}$$

$$d_q = 1 + 2 \operatorname{tg} \phi (1 - \sin \phi)^2 k$$

$$\gamma = 1$$



Fattori di inclinazione del carico

Indichiamo con V e H le componenti del carico rispettivamente perpendicolare e parallela alla base e con A_f l'area efficace della fondazione ottenuta come $A_f = B' \times L'$ (B' e L' sono legate alle dimensioni effettive della fondazione B , L e all'eccentricità del carico e_B , e_L dalle relazioni $B' = B - 2e_B$ $L' = L - 2e_L$) e con η l'angolo di inclinazione della fondazione espresso in gradi ($\eta=0$ per fondazione orizzontale).

I fattori di inclinazione del carico si esprimono come:

$$\text{per } \phi = 0 \quad i_c = 1 - \frac{m H}{A_f c_a N_c}$$

$$\text{per } \phi > 0 \quad i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

$$i_q = \left(1 - \frac{H}{V + A_f c_a \operatorname{ctg} \phi}\right)^m$$

per $\eta = 0$

$$i_y = \left(1 - \frac{H}{V + A_f c_a \operatorname{ctg} \phi}\right)^{m+1}$$

dove

$$m = \frac{2 + B' / L'}{1 + B' / L'}$$

Fattori di inclinazione del piano di posa della fondazione

per $\phi=0$

$$b_c = 1 - \frac{2 \eta}{\pi + 2}$$

per $\phi>0$



$$b_c = b_q - \frac{1 - b_q}{N_c \operatorname{tg} \phi}$$

$$b_q = (1 - \eta \operatorname{tg} \phi)^2$$

$$b_y = b_q$$

Fattori di inclinazione del terreno

Indicando con β la pendenza del pendio i fattori g si ottengono dalle espressioni seguenti:

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

$$\text{per } \phi=0 \quad g_c = \frac{1 - 2\beta}{\pi + 2}$$

$$\text{per } \phi>0 \quad g_c = g_q - \frac{1 - g_q}{N_c \operatorname{tg} \phi}$$

$$g_q = g_\gamma = (1 - \operatorname{tg} \beta)^2$$

poter applicare la formula di Brinch-Hansen devono risultare verificate le seguenti condizioni:

$$H < V \operatorname{tg} \delta + A_f c_a$$

$$\beta \leq \phi$$

$$i_q, i_\gamma > 0$$

$$\beta + \eta \leq 90^\circ$$

Verifica della portanza per carichi orizzontali (scorrimento)

Per la verifica a scorrimento lungo il piano di fondazione deve risultare che la somma di tutte le forze parallele al piano di posa che tendono a fare scorrere la fondazione deve essere minore di tutte le forze, parallele al piano di scorrimento, che si oppongono allo scivolamento, secondo un certo coefficiente di sicurezza. La verifica a scorrimento risulta soddisfatta se il rapporto fra la risultante delle forze resistenti allo scivolamento F_r e la risultante delle forze che tendono a fare scorrere la fondazione F_s risulta maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza η_s .

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_s \geq 1.0$

$$\frac{F_r}{F_s} \geq \eta_s$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Le forze che intervengono nella F_s sono: la componente della spinta parallela al piano di fondazione e la componente delle forze d'inerzia parallela al piano di fondazione.

La forza resistente è data dalla resistenza d'attrito e dalla resistenza per adesione lungo la base della fondazione. Detta N la componente normale al piano di fondazione del carico totale gravante in fondazione e indicando con δ_f l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con c_a l'adesione terreno-fondazione e con B_f la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

$$F_r = N \operatorname{tg} \delta_f + c_a B_f$$

La Normativa consente di computare, nelle forze resistenti, una aliquota dell'eventuale spinta dovuta al terreno posto a valle della fondazione. In tal caso, però, il coefficiente di sicurezza deve essere aumentato opportunamente. L'aliquota di spinta passiva che si può considerare ai fini della verifica a scorrimento non può comunque superare il 50 per cento.

Per quanto riguarda l'angolo d'attrito terra-fondazione, δ_f , diversi autori suggeriscono di assumere un valore di δ_f pari all'angolo d'attrito del terreno di fondazione.

Calcolo delle tensioni indotte

Metodo di Boussinesq

Il metodo di Boussinesq considera il terreno come un mezzo omogeneo elastico ed isotropo. Dato un carico concentrato Q , applicato in superficie, la relazione di Boussinesq fornisce la seguente espressione della tensione verticale indotta in un punto $P(x,y,z)$ posto alla profondità z :

$$q_v = \frac{3Qz^3}{2\pi R^5}$$

dove: $R = (x^2 + y^2 + z^2)^{1/2}$;

Per ottenere la pressione indotta da un carico distribuito occorre integrare tale espressione su tutta l'area di carico, considerando il carico Q come un carico infinitesimo agente su una areola dA . L'integrazione analitica di questa espressione si presenta estremamente complessa specialmente nel caso di carichi distribuiti in modo non uniforme. Pertanto si ricorre a metodi di soluzione numerica. Dato il carico agente sulla fondazione, si calcola il diagramma delle pressioni indotte sul piano di posa della fondazione. Si divide l'area di carico in un elevato numero di areole rettangolari

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

a ciascuna delle quali compete un carico dQ : la tensione indotta in un punto $P(x,y,z)$, posto alla profondità z , si otterrà sommando i contributi di tutte le areole di carico calcolati come nella formula di Boussinesq.

Geometria della fondazione

Simbologia adottata

Descrizione Destrizione della fondazione

Forma Forma della fondazione (N=Nastriforme, R=Rettangolare, C=Circolare)

X Ascissa del baricentro della fondazione espressa in [m]

Y Ordinata del baricentro della fondazione espressa in [m]

B Base/Diametro della fondazione espressa in [m]

L Lunghezza della fondazione espressa in [m]

D Profondità del piano di posa in [m]

α Inclinazione del piano di posa espressa in [°]

ω Inclinazione del piano campagna espressa in [°]

Descrizione	Forma	X	Y	B	L	D	α	ω
Fondazione	(R)	10,50	10,50	21,00	21,00	3,00	0,00	0,00

Descrizione terreni e falda

Caratteristiche fisico-meccaniche

Simbologia adottata

Descrizione Descrizione terreno

γ Peso di volume del terreno espresso in [daN/mc]



γ_{sat} Peso di volume saturo del terreno espresso in [daN/mc]

ϕ Angolo di attrito interno del terreno espresso in gradi

δ Angolo di attrito palo-terreno espresso in gradi

c Coesione del terreno espressa in [daN/cm²]

ca Adesione del terreno espressa in [daN/cm²]

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Descrizione	γ	γ_{sat}	ϕ	δ	c	ca
Depositi fluviali	2000,0	2350,0	38,00	38,00	0,000	0,000
Ghiaie di messina	1900,0	2300,0	38,00	38,00	0,000	0,000

Descrizione stratigrafia

Simbologia adottata

- n° Identificativo strato
- Z1 Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°1 espressa in [m]
- Z2 Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°2 espressa in [m]
- Z3 Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°3 espressa in [m]
- Terreno Terreno dello strato

Punto di sondaggio n° 1: X = -10,0 [m] Y = 3,0 [m]

Punto di sondaggio n° 2: X = 0,0 [m] Y = 0,0 [m]

Punto di sondaggio n° 3: X = 10,0 [m] Y = 3,0 [m]

N	Z1	Z2	Z3	Terreno
1	-3,5	-3,5	-3,5	Depositi fluviali
2	-30,0	-30,0	-30,0	Ghiaie di messina

Normativa

N.T.C. 2008

Calcolo secondo: Approccio 1

Simbologia adottata

- γ_{Gsfav} Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
- γ_{Gfav} Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
- γ_{Qsfav} Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
- γ_{Qfav} Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
- $\gamma_{tan\phi'}$ Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- γ_c Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
 γ_{cu} Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
 γ_{qu} Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
 γ_γ Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniassiale delle rocce

Coefficienti parziali combinazioni statiche

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

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,30	1,00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,50	1,30

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

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

Coefficienti parziali combinazioni sismiche

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

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,00	1,00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,00	1,00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>	<i>M1</i>	<i>M2</i>
------------------	-----------	-----------

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1,00	1,25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1,00	1,60
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1,00	1,00

Coefficienti parziali γ_R per le verifiche geotecniche.

		R1	R2	R3
Capacità portante	γ_r	1,00	1,80	2,30
Scorrimento	γ_r	1,00	1,10	1,10
Coeff. di combinazione	$\Psi_0= 0,70$	$\Psi_1= 0,50$	$\Psi_2= 0,20$	

Condizioni di carico

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.


Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

<i>Fondazione</i>	Nome identificativo della fondazione
<i>N</i>	Sforzo normale totale espressa in [daN]
<i>M_x</i>	Momento in direzione X espressa in [daNm]
<i>M_y</i>	Momento in direzione Y espresso in [daNm]
<i>e_x</i>	Eccentricità del carico lungo X espressa in [m]
<i>e_y</i>	Eccentricità del carico lungo Y espressa in [m]
<i>β</i>	Inclinazione del taglio nel piano espressa in [°]
<i>T</i>	Forza di taglio espressa in [daN]

5.1.2.2 VERIFICHE APPROCCIO 1 – COMBINAZIONE 1

Condizione n° 1 (Condizione n° 1)

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	16005000,0	411600,0	158100,0	0,0	0,0	89,8	2846820,5

Condizione n° 2 (Condizione n° 2)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	16539100,0	728900,0	4972300,0	0,3	0,0	89,7	2993837,1

Condizione n° 3 (Condizione n° 3)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	16296300,0	1024700,0	3333800,0	0,2	-0,1	89,7	2993837,1

Condizione n° 4 (Condizione n° 4)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	16404600,0	647600,0	4034300,0	0,2	0,0	89,7	2977037,3

Condizione n° 5 (Condizione n° 5)


Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	16223500,0	876800,0	2811600,0	0,2	-0,1	89,7	2977037,3

Condizione n° 6 (Condizione n° 6)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	16404600,0	876800,0	3209900,0	0,2	-0,1	89,7	2916438,1

Condizione n° 7 (Condizione n° 7)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	16223500,0	876800,0	1987300,0	0,1	-0,1	89,7	2916438,1

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Condizione n° 8 (Condizione n° 8)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	16404600,0	647600,0	3762600,0	0,2	0,0	89,7	2957137,5

Condizione n° 9 (Condizione n° 9)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	16223500,0	876800,025399000,0		1,6	-0,1	89,7	2957137,5

Condizione n° 10 (Condizione n° 10)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	16312700,0	433200,0	8632300,0	0,5	0,0	89,7	3126335,5

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

- γ Coefficiente di partecipazione della condizione
- Ψ Coefficiente di combinazione della condizione
- C Coefficiente totale di partecipazione della condizione

Combinazione n° 1 SLU - Caso A1-M1

	γ	Ψ	C
Condizione n° 1	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 2 SLU - Caso A1-M1

	γ	Ψ	C
Condizione n° 2	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 3 SLU - Caso A1-M1

	γ	Ψ	C
--	----------	--------	---

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Condizione n° 3 1.00 1.00 1.00

Combinazione n° 4 SLU - Caso A1-M1

γ Ψ **C**

Condizione n° 4 1.00 1.00 1.00

Combinazione n° 5 SLU - Caso A1-M1

γ Ψ **C**

Condizione n° 5 1.00 1.00 1.00

Combinazione n° 6 SLU - Caso A1-M1

γ Ψ **C**

Condizione n° 6 1.00 1.00 1.00

Combinazione n° 7 SLU - Caso A1-M1

γ Ψ **C**

Condizione n° 7 1.00 1.00 1.00

Combinazione n° 8 SLU - Caso A1-M1

γ Ψ **C**

Condizione n° 8 1.00 1.00 1.00

Combinazione n° 9 SLU - Caso A1-M1

γ Ψ **C**

Condizione n° 9 1.00 1.00 1.00

Combinazione n° 10 SLU - Caso A1-M1

γ Ψ **C**

Condizione n° 10 1.00 1.00 1.00

Analisi in condizioni drenate

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Verifica della portanza per carichi verticali

Il calcolo della portanza è stato eseguito col metodo di Brinch-Hansen

La relazione adottata è la seguente:

$$q_u = c N_c s_c i_c d_c b_c g_c + q N_q s_q i_q d_q b_q g_q + 0.5 B \gamma N_\gamma s_\gamma i_\gamma d_\gamma b_\gamma g_\gamma$$

Altezza del cuneo di rottura: AUTOMATICA

Il criterio utilizzato per il calcolo del macrostrato equivalente è stato la MEDIA PESATA

Nel calcolo della portanza sono state richieste le seguenti opzioni:

Riduzione sismica: NESSUNA

Coefficiente correttivo su N_γ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1,00

Coefficiente correttivo su N_γ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1,00

Riduzione per carico eccentrico: MEYERHOF

Riduzione per rottura locale o punzonamento del terreno: VESIC

Meccanismo di punzonamento in presenza di falda.

Fondazione

Combinazione n° 1

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	H = 21,53	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1902,32$	[daN/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 38,00$	[°]
Coesione	c = 0,00	[daN/cm ²]
Modulo di taglio	G = 165,22	[daN/cm ²]

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

Base ridotta $B' = B - 2 e_x = 20,98$ [m]

Lunghezza ridotta $L' = L - 2 e_y = 20,95$ [m]

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 61,35$	$N_q = 48,93$	$N_\gamma = 78,02$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 0,74$	$i_q = 0,75$	$i_\gamma = 0,61$
$d_c = 1,03$	$d_q = 1,03$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0,00 + 15,36 + 64,82 = 80,18 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$Q_u = 352375816,52 \text{ [daN]}$$

$$Q_d = 352375816,52 \text{ [daN]}$$

$$V = 16005000,00 \text{ [daN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 352375816,52 / 16005000,00 = 22,02$$

Indici rigidezza

$$I_c = 0,74 \quad I_{rc} = 172,47$$

Combinazione n° 2

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato $H = 21,53$ [m]

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

Peso specifico terreno	$\gamma = 1902,32$	[daN/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 38,00$	[°]
Coesione	$c = 0,00$	[daN/cm ²]
Modulo di taglio	$G = 165,22$	[daN/cm ²]

Base ridotta	$B' = B - 2 e_x = 20,40$ [m]
Lunghezza ridotta	$L' = L - 2 e_y = 20,91$ [m]

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 61,35$	$N_q = 48,93$	$N_\gamma = 78,02$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 0,74$	$i_q = 0,74$	$i_\gamma = 0,61$
$d_c = 1,03$	$d_q = 1,03$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0,00 + 15,27 + 62,42 = 77,69 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$Q_u = 331405337,81 \text{ [daN]}$$

$$Q_d = 331405337,81 \text{ [daN]}$$

$$V = 16539100,00 \text{ [daN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 331405337,81 / 16539100,00 = 20,04$$

Indici rigidezza

$$I_c = 0,74 \qquad I_{rc} = 172,47$$

Combinazione n° 3

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	H = 21,53	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1902,32$	[daN/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 38,00$	[°]
Coesione	c = 0,00	[daN/cm ²]
Modulo di taglio	G = 165,22	[daN/cm ²]

Base ridotta	B' = B - 2 ex = 20,59 [m]
Lunghezza ridotta	L' = L - 2 ey = 20,87 [m]

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 61,35$	$N_q = 48,93$	$N_\gamma = 78,02$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 0,73$	$i_q = 0,74$	$i_\gamma = 0,60$
$d_c = 1,03$	$d_q = 1,03$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0,00 + 15,19 + 62,49 = 77,68 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$Q_u = 333904016,17 \text{ [daN]}$$

$$Q_d = 333904016,17 \text{ [daN]}$$

$$V = 16296300,00 \text{ [daN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 333904016,17 / 16296300,00 = 20,49$$

Indici rigidezza

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

$$I_c = 0,73$$

$$I_{rc} = 172,47$$

Combinazione n° 4

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	$H = 21,53$	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1902,32$	[daN/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 38,00$	[°]
Coesione	$c = 0,00$	[daN/cm ²]
Modulo di taglio	$G = 165,22$	[daN/cm ²]

Base ridotta $B' = B - 2 e_x = 20,51$ [m]

Lunghezza ridotta $L' = L - 2 e_y = 20,92$ [m]

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 61,35$	$N_q = 48,93$	$N_\gamma = 78,02$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 0,74$	$i_q = 0,74$	$i_\gamma = 0,61$
$d_c = 1,03$	$d_q = 1,03$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0,00 + 15,26 + 62,67 = 77,92 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$Q_u = 334333110,83 \text{ [daN]}$$

$$Q_d = 334333110,83 \text{ [daN]}$$

$$V = 16404600,00 \text{ [daN]}$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

$$\eta = Q_u / V = 334333110,83 / 16404600,00 = 20,38$$

Indici rigidezza

$$I_c = 0,74 \qquad I_{rc} = 172,47$$

Combinazione n° 5

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	H = 21,53	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1902,32$	[daN/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 38,00$	[°]
Coesione	c = 0,00	[daN/cm ²]
Modulo di taglio	G = 165,22	[daN/cm ²]

Base ridotta $B' = B - 2 e_x = 20,65$ [m]

Lunghezza ridotta $L' = L - 2 e_y = 20,89$ [m]

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 61,35$	$N_q = 48,93$	$N_\gamma = 78,02$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 0,73$	$i_q = 0,74$	$i_\gamma = 0,60$
$d_c = 1,03$	$d_q = 1,03$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0,00 + 15,20 + 62,72 = 77,92 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

$$\begin{aligned}
 Q_u &= 336220997,34 \text{ [daN]} \\
 Q_d &= 336220997,34 \text{ [daN]} \\
 V &= 16223500,00 \text{ [daN]} \\
 \eta &= Q_u / V = 336220997,34 / 16223500,00 = 20,72
 \end{aligned}$$

Indici rigidezza

$$I_c = 0,73 \qquad I_{rc} = 172,47$$

Combinazione n° 6

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	$H = 21,53$	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1902,32$	[daN/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 38,00$	[°]
Coesione	$c = 0,00$	[daN/cm ²]
Modulo di taglio	$G = 165,22$	[daN/cm ²]

Base ridotta $B' = B - 2 e_x = 20,61 \text{ [m]}$

Lunghezza ridotta $L' = L - 2 e_y = 20,89 \text{ [m]}$

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 61,35$	$N_q = 48,93$	$N_\gamma = 78,02$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 0,74$	$i_q = 0,75$	$i_\gamma = 0,61$
$d_c = 1,03$	$d_q = 1,03$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0,00 + 15,36 + 63,69 = 79,05 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$Q_u = 340360225,82 \text{ [daN]}$$

$$Q_d = 340360225,82 \text{ [daN]}$$

$$V = 16404600,00 \text{ [daN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 340360225,82 / 16404600,00 = 20,75$$

Indici rigidezza

$$I_c = 0,74$$

$$I_{rc} = 172,47$$

Combinazione n° 7

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	$H = 21,53$	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1902,32$	[daN/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 38,00$	[°]
Coesione	$c = 0,00$	[daN/cm ²]
Modulo di taglio	$G = 165,22$	[daN/cm ²]

Base ridotta $B' = B - 2 e_x = 20,76 \text{ [m]}$

Lunghezza ridotta $L' = L - 2 e_y = 20,89 \text{ [m]}$

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$$N_c = 61,35$$


$$N_q = 48,93$$

$$N_\gamma = 78,02$$

$$s_c = 1,00$$

$$s_q = 1,00$$

$$s_\gamma = 1,00$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

$i_c = 0,74$	$i_q = 0,74$	$i_\gamma = 0,61$
$d_c = 1,03$	$d_q = 1,03$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0,00 + 15,30 + 63,75 = 79,06 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$Q_u = 342802666,85 \text{ [daN]}$$

$$Q_d = 342802666,85 \text{ [daN]}$$

$$V = 16223500,00 \text{ [daN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 342802666,85 / 16223500,00 = 21,13$$

Indici rigidezza

$$I_c = 0,74 \qquad I_{rc} = 172,47$$

Combinazione n° 8

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	$H = 21,53$	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1902,32$	[daN/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 38,00$	[°]
Coazione	$c = 0,00$	[daN/cm ²]
Modulo di taglio	$G = 165,22$	[daN/cm ²]

Base ridotta $B' = B - 2 e_x = 20,54 \text{ [m]}$

Lunghezza ridotta $L' = L - 2 e_y = 20,92 \text{ [m]}$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 61,35$	$N_q = 48,93$	$N_\gamma = 78,02$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 0,74$	$i_q = 0,74$	$i_\gamma = 0,61$
$d_c = 1,03$	$d_q = 1,03$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0,00 + 15,29 + 63,00 = 78,29 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$Q_u = 336454442,47 \text{ [daN]}$$

$$Q_d = 336454442,47 \text{ [daN]}$$

$$V = 16404600,00 \text{ [daN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 336454442,47 / 16404600,00 = 20,51$$

Indici rigidità

$$I_c = 0,74 \qquad I_{rc} = 172,47$$

Combinazione n° 9

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	$H = 21,53$	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1902,32$	[daN/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 38,00$	[°]
Coazione	$c = 0,00$	[daN/cm ²]
Modulo di taglio	$G = 165,22$	[daN/cm ²]

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Base ridotta $B' = B - 2 ex = 17,87$ [m]

Lunghezza ridotta $L' = L - 2 ey = 20,89$ [m]

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 61,35$	$N_q = 48,93$	$N_\gamma = 78,02$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 0,73$	$i_q = 0,74$	$i_\gamma = 0,60$
$d_c = 1,03$	$d_q = 1,03$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0,00 + 15,23 + 54,47 = 69,70 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$Q_u = 260212267,92 \text{ [daN]}$$

$$Q_d = 260212267,92 \text{ [daN]}$$

$$V = 16223500,00 \text{ [daN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 260212267,92 / 16223500,00 = 16,04$$

Indici rigidezza

$$I_c = 0,73 \quad I_{rc} = 172,47$$

Combinazione n° 10

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato $H = 21,53$ [m]

Peso specifico terreno $\gamma = 1902,32$ [daN/mc]

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

Angolo di attrito	$\phi = 38,00$	[°]
Coesione	$c = 0,00$	[daN/cm ²]
Modulo di taglio	$G = 165,22$	[daN/cm ²]

Base ridotta	$B' = B - 2 e_x = 19,94$ [m]
Lunghezza ridotta	$L' = L - 2 e_y = 20,95$ [m]

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 61,35$	$N_q = 48,93$	$N_\gamma = 78,02$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 0,72$	$i_q = 0,73$	$i_\gamma = 0,59$
$d_c = 1,03$	$d_q = 1,03$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0,00 + 14,97 + 59,06 = 74,03 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$Q_u = 309247154,99 \text{ [daN]}$$

$$Q_d = 309247154,99 \text{ [daN]}$$

$$V = 16312700,00 \text{ [daN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 309247154,99 / 16312700,00 = 18,96$$

Indici rigidezza

$$I_c = 0,72 \qquad I_{rc} = 172,47$$

Verifica della portanza per carichi orizzontali (scorrimento).

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Partecipazione spinta passiva: 50,00 (%)

La relazione adottata è la seguente:

$$\eta = R / H \geq \eta_{req}$$

η_{req} : coefficiente di sicurezza richiesto

Simbologia adottata

Cmb Identificativo della combinazione

H Forza di taglio agente al piano di posa espresso in [daN]

R_{ult1} Resistenza offerta dal piano di posa per attrito ed adesione espressa in [daN]

R_{ult2} Resistenza passiva offerta dall'affondamento del piano di posa espressa in [daN]



R Somma di R_{ult1} e R_{ult2}

R_{amm} Resistenza ammissibile allo scorrimento espressa in [daN]

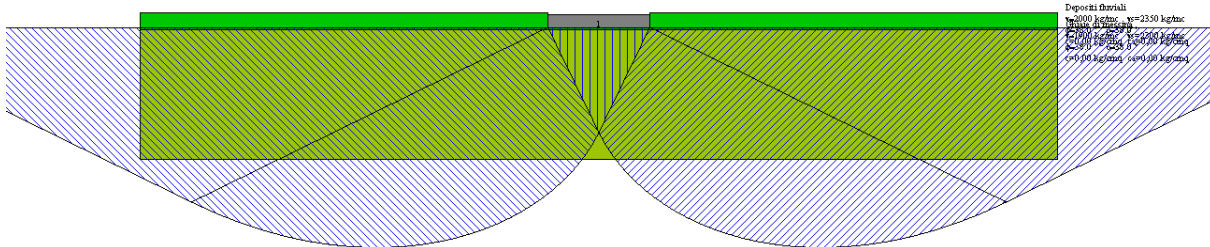
η Coeff. di sicurezza allo scorrimento

Fondazione

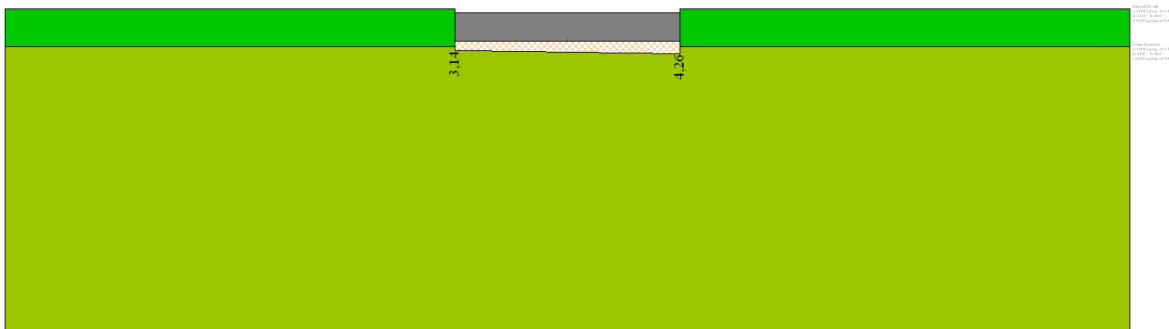
Cmb	H	R_{ult1}	R_{ult2}	R	R_{amm}	η
1	2846800,00	12504476,45	0,00	12504476,45	12504476,45	4,39
2	2993800,00	12921761,11	0,00	12921761,11	12921761,11	4,32
3	2993800,00	12732064,96	0,00	12732064,96	12732064,96	4,25
4	2977000,00	12816678,19	0,00	12816678,19	12816678,19	4,31
5	2977000,00	12675187,36	0,00	12675187,36	12675187,36	4,26
6	2916400,00	12816678,19	0,00	12816678,19	12816678,19	4,39
7	2916400,00	12675187,36	0,00	12675187,36	12675187,36	4,35
8	2957100,00	12816678,19	0,00	12816678,19	12816678,19	4,33
9	2957100,00	12675187,36	0,00	12675187,36	12675187,36	4,29
10	3126300,00	12744878,04	0,00	12744878,04	12744878,04	4,08

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

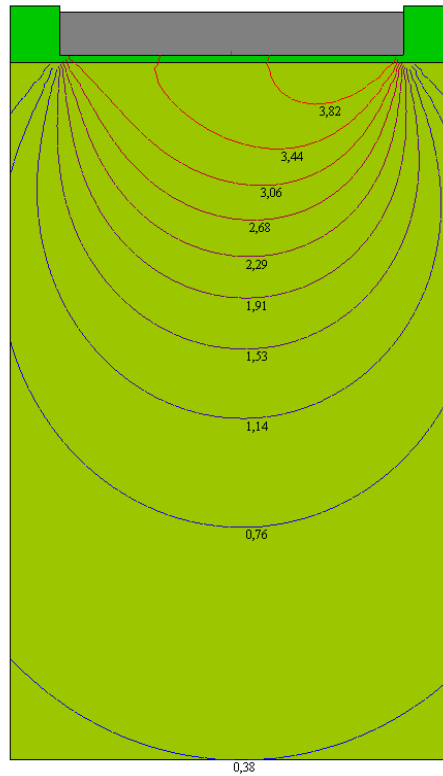
Cuneo di rottura - comb 10




Solido delle pressioni - comb 10



Bulbo delle tensioni - Sez X-X - comb 10



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%;"> <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						

5.1.2.3 VERIFICHE APPROCCIO 1 – COMBINAZIONE 2

Condizione n° 1 (Condizione n° 1)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	12891900,0	354500,0	643900,0	0,0	0,0	89,8	2465917,9

Condizione n° 2 (Condizione n° 2)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	13346800,0	625100,0	3457100,0	0,3	0,0	89,7	2591232,1

Condizione n° 3 (Condizione n° 3)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	13140000,0	877100,0	2061400,0	0,2	-0,1	89,7	2591232,1

Condizione n° 4 (Condizione n° 4)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	13232300,0	555900,0	2558100,0	0,2	0,0	89,7	2576932,3

Condizione n° 5 (Condizione n° 5)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	13078000,0	751100,0	1616500,0	0,1	-0,1	89,7	2576932,3

Condizione n° 6 (Condizione n° 6)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	13232300,0	751100,0	1987000,0	0,2	-0,1	89,7	2527532,9

Condizione n° 7 (Condizione n° 7)

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	13078000,0	751100,0	945500,0	0,1	-0,1	89,7	2527532,9

Condizione n° 8 (Condizione n° 8)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	13232300,0	555900,0	2426600,0	0,2	0,0	89,7	2559832,5

Condizione n° 9 (Condizione n° 9)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	13078000,0	751100,0	1385000,0	0,1	-0,1	89,7	2559832,5

Condizione n° 10 (Condizione n° 10)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	13154400,0	373300,0	6579300,0	0,5	0,0	89,8	3037927,4

Condizione n° 11 (Condizione n° 11) – COMBINAZIONE SISMICA

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	12175800,0	11031700,0	37995700,0	3,1	-0,9	75,6	6546303,7


Condizione n° 12 (Condizione n° 12) – COMBINAZIONE SISMICA

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	12103900,0	11049400,0	37754200,0	3,1	-0,9	75,6	6546303,7

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

γ Coefficiente di partecipazione della condizione

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

C Coefficiente totale di partecipazione della condizione

Combinazione n° 1 SLU - Caso A2-M2

	γ	Ψ	C
Condizione n° 1	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 2 SLU - Caso A2-M2

	γ	Ψ	C
Condizione n° 2	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 3 SLU - Caso A2-M2

	γ	Ψ	C
Condizione n° 3	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 4 SLU - Caso A2-M2

	γ	Ψ	C
Condizione n° 4	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 5 SLU - Caso A2-M2

	γ	Ψ	C
Condizione n° 5	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 6 SLU - Caso A2-M2

	γ	Ψ	C
Condizione n° 6	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 7 SLU - Caso A2-M2

	γ	Ψ	C
Condizione n° 7	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 8 SLU - Caso A2-M2

	γ	Ψ	C

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

Coefficiente correttivo su N_γ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1,00

Riduzione per carico eccentrico: MEYERHOF

Riduzione per rottura locale o punzonamento del terreno: VESIC

Meccanismo di punzonamento in presenza di falda.

Fondazione

Combinazione n° 1

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	$H = 18,94$	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1902,64$	[daN/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 32,01$	[°]
Coesione	$c = 0,00$	[daN/cm ²]
Modulo di taglio	$G = 165,02$	[daN/cm ²]

Base ridotta $B' = B - 2 e_x = 20,90$ [m]

Lunghezza ridotta $L' = L - 2 e_y = 20,95$ [m]

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 35,51$	$N_q = 23,19$	$N_\gamma = 30,24$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 0,71$	$i_q = 0,73$	$i_\gamma = 0,59$
$d_c = 1,04$	$d_q = 1,04$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0,00 + 10,52 + 35,37 = 45,89 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

$$Q_u = 200883476,51 \text{ [daN]}$$

$$Q_d = 111601931,39 \text{ [daN]}$$

$$V = 12891900,00 \text{ [daN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 200883476,51 / 12891900,00 = 15,58$$

Indici rigidezza

$$I_c = 0,71 \qquad I_{rc} = 85,55$$

Combinazione n° 2

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	H = 18,94	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1902,64$	[daN/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 32,01$	[°]
Coesione	c = 0,00	[daN/cm ²]
Modulo di taglio	G = 165,02	[daN/cm ²]

Base ridotta $B' = B - 2 \text{ ex} = 20,48 \text{ [m]}$

Lunghezza ridotta $L' = L - 2 \text{ ey} = 20,91 \text{ [m]}$

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 35,51$	$N_q = 23,19$	$N_\gamma = 30,24$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 0,71$	$i_q = 0,72$	$i_\gamma = 0,58$
$d_c = 1,04$	$d_q = 1,04$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0,00 + 10,46 + 34,35 = 44,82 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$Q_u = 191918013,25 \text{ [daN]}$$

$$Q_d = 106621118,47 \text{ [daN]}$$

$$V = 13346800,00 \text{ [daN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 191918013,25 / 13346800,00 = 14,38$$

Indici rigidezza

$$I_c = 0,71$$

$$I_{rc} = 85,55$$

Combinazione n° 3

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	H = 18,94	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1902,64$	[daN/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 32,01$	[°]
Coesione	c = 0,00	[daN/cm ²]
Modulo di taglio	G = 165,02	[daN/cm ²]

Base ridotta $B' = B - 2 e_x = 20,69 \text{ [m]}$

Lunghezza ridotta $L' = L - 2 e_y = 20,87 \text{ [m]}$

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 35,51$	$N_q = 23,19$	$N_\gamma = 30,24$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 0,71$	$i_q = 0,72$	$i_\gamma = 0,58$
$d_c = 1,04$	$d_q = 1,04$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0,00 + 10,41 + 34,37 = 44,77 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$Q_u = 193269576,77 \text{ [daN]}$$

$$Q_d = 107371987,09 \text{ [daN]}$$

$$V = 13140000,00 \text{ [daN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 193269576,77 / 13140000,00 = 14,71$$

Indici rigidezza

$$I_c = 0,71$$

$$I_{rc} = 85,55$$

Combinazione n° 4

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	H = 18,94	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1902,64$	[daN/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 32,01$	[°]
Coesione	c = 0,00	[daN/cm ²]
Modulo di taglio	G = 165,02	[daN/cm ²]

Base ridotta $B' = B - 2 e_x = 20,61 \text{ [m]}$

Lunghezza ridotta $L' = L - 2 e_y = 20,92 \text{ [m]}$

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 35,51$	$N_q = 23,19$	$N_\gamma = 30,24$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 0,71$	$i_q = 0,72$	$i_\gamma = 0,58$
$d_c = 1,04$	$d_q = 1,04$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

$$g_c = 1,00$$

$$g_q = 1,00$$

$$g_\gamma = 1,00$$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0,00 + 10,45 + 34,51 = 44,96 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$Q_u = 193861275,51 \text{ [daN]}$$

$$Q_d = 107700708,61 \text{ [daN]}$$

$$V = 13232300,00 \text{ [daN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 193861275,51 / 13232300,00 = 14,65$$

Indici rigidezza

$$I_c = 0,71$$

$$I_{rc} = 85,55$$

Combinazione n° 5

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato $H = 18,94$ [m]

Peso specifico terreno $\gamma = 1902,64$ [daN/mc]

Angolo di attrito $\phi = 32,01$ [°]

Coesione $c = 0,00$ [daN/cm²]

Modulo di taglio $G = 165,02$ [daN/cm²]

Base ridotta $B' = B - 2 e_x = 20,75$ [m]

Lunghezza ridotta $L' = L - 2 e_y = 20,89$ [m]

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$$N_c = 35,51$$

$$N_q = 23,19$$

$$N_\gamma = 30,24$$

$$s_c = 1,00$$

$$s_q = 1,00$$

$$s_\gamma = 1,00$$

$$i_c = 0,71$$

$$i_q = 0,72$$

$$i_\gamma = 0,58$$

$$d_c = 1,04$$

$$d_q = 1,04$$

$$d_\gamma = 1,00$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

$$b_c = 1,00$$

$$b_q = 1,00$$

$$b_\gamma = 1,00$$

$$g_c = 1,00$$

$$g_q = 1,00$$

$$g_\gamma = 1,00$$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0,00 + 10,41 + 34,50 = 44,91 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$Q_u = 194630911,73 \text{ [daN]}$$

$$Q_d = 108128284,30 \text{ [daN]}$$

$$V = 13078000,00 \text{ [daN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 194630911,73 / 13078000,00 = 14,88$$

Indici rigidezza

$$I_c = 0,71$$

$$I_{rc} = 85,55$$

Combinazione n° 6

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato $H = 18,94$ [m]

Peso specifico terreno $\gamma = 1902,64$ [daN/mc]

Angolo di attrito $\phi = 32,01$ [°]

Coesione $c = 0,00$ [daN/cm²]

Modulo di taglio $G = 165,02$ [daN/cm²]

Base ridotta $B' = B - 2 e_x = 20,70$ [m]

Lunghezza ridotta $L' = L - 2 e_y = 20,89$ [m]

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$$N_c = 35,51$$

$$N_q = 23,19$$

$$N_\gamma = 30,24$$

$$s_c = 1,00$$

$$s_q = 1,00$$

$$s_\gamma = 1,00$$

$$i_c = 0,72$$

$$i_q = 0,73$$

$$i_\gamma = 0,59$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

$d_c = 1,04$	$d_q = 1,04$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0,00 + 10,53 + 35,06 = 45,58 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$Q_u = 197080536,63 \text{ [daN]}$$

$$Q_d = 109489187,01 \text{ [daN]}$$

$$V = 13232300,00 \text{ [daN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 197080536,63 / 13232300,00 = 14,89$$

Indici rigidezza

$$I_c = 0,72 \qquad I_{rc} = 85,55$$

Combinazione n° 7

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	$H = 18,94$	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1902,64$	[daN/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 32,01$	[°]
Coesione	$c = 0,00$	[daN/cm ²]
Modulo di taglio	$G = 165,02$	[daN/cm ²]

Base ridotta $B' = B - 2 \text{ ex} = 20,86 \text{ [m]}$

Lunghezza ridotta $L' = L - 2 \text{ ey} = 20,89 \text{ [m]}$

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 35,51$	$N_q = 23,19$	$N_\gamma = 30,24$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

$i_c = 0,71$	$i_q = 0,72$	$i_\gamma = 0,58$
$d_c = 1,04$	$d_q = 1,04$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0,00 + 10,48 + 35,08 = 45,56 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$Q_u = 198438668,31 \text{ [daN]}$$

$$Q_d = 110243704,62 \text{ [daN]}$$

$$V = 13078000,00 \text{ [daN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 198438668,31 / 13078000,00 = 15,17$$

Indici rigidezza

$$I_c = 0,71 \qquad I_{rc} = 85,55$$

Combinazione n° 8

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente



Spessore dello strato	$H = 18,94$	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1902,64$	[daN/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 32,01$	[°]
Coesione	$c = 0,00$	[daN/cm ²]
Modulo di taglio	$G = 165,02$	[daN/cm ²]

$$\text{Base ridotta} \qquad B' = B - 2 \text{ ex} = 20,63 \text{ [m]}$$

$$\text{Lunghezza ridotta} \qquad L' = L - 2 \text{ ey} = 20,92 \text{ [m]}$$

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$$N_c = 35,51 \qquad N_q = 23,19 \qquad N_\gamma = 30,24$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 0,71$	$i_q = 0,72$	$i_\gamma = 0,58$
$d_c = 1,04$	$d_q = 1,04$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0,00 + 10,48 + 34,68 = 45,16 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$Q_u = 194899273,60 \text{ [daN]}$$

$$Q_d = 108277374,22 \text{ [daN]}$$

$$V = 13232300,00 \text{ [daN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 194899273,60 / 13232300,00 = 14,73$$

Indici rigidezza

$$I_c = 0,71 \qquad I_{rc} = 85,55$$

Combinazione n° 9

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	$H = 18,94$	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1902,64$	[daN/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 32,01$	[°]
Coesione	$c = 0,00$	[daN/cm ²]
Modulo di taglio	$G = 165,02$	[daN/cm ²]

$$\text{Base ridotta} \qquad B' = B - 2 e_x = 20,79 \text{ [m]}$$

$$\text{Lunghezza ridotta} \qquad L' = L - 2 e_y = 20,89 \text{ [m]}$$

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

$N_c = 35,51$	$N_q = 23,19$	$N_\gamma = 30,24$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 0,71$	$i_q = 0,72$	$i_\gamma = 0,58$
$d_c = 1,04$	$d_q = 1,04$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0,00 + 10,43 + 34,70 = 45,13 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$Q_u = 195940378,03 \text{ [daN]}$$

$$Q_d = 108855765,57 \text{ [daN]}$$

$$V = 13078000,00 \text{ [daN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 195940378,03 / 13078000,00 = 14,98$$

Indici rigidezza

$$I_c = 0,71 \qquad I_{rc} = 85,55$$

Combinazione n° 10

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	$H = 18,94$	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1902,64$	[daN/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 32,01$	[°]
Coesione	$c = 0,00$	[daN/cm ²]
Modulo di taglio	$G = 165,02$	[daN/cm ²]

$$\text{Base ridotta} \qquad B' = B - 2 \text{ ex} = 20,00 \text{ [m]}$$

$$\text{Lunghezza ridotta} \qquad L' = L - 2 \text{ ey} = 20,94 \text{ [m]}$$

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

$N_c = 35,51$	$N_q = 23,19$	$N_\gamma = 30,24$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 0,66$	$i_q = 0,67$	$i_\gamma = 0,52$
$d_c = 1,04$	$d_q = 1,04$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0,00 + 9,76 + 29,85 = 39,60 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$Q_u = 165878910,76 \text{ [daN]}$$

$$Q_d = 92154950,42 \text{ [daN]}$$

$$V = 13154400,00 \text{ [daN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 165878910,76 / 13154400,00 = 12,61$$

Indici rigidezza

$$I_c = 0,66 \qquad I_{rc} = 85,55$$

Combinazione n° 11 - COMBINAZIONE SISMICA

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	$H = 18,94$	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1902,64$	[daN/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 32,01$	[°]
Coesione	$c = 0,00$	[daN/cm ²]
Modulo di taglio	$G = 165,02$	[daN/cm ²]

$$\text{Base ridotta} \qquad B' = B - 2 \text{ ex} = 14,76 \text{ [m]}$$

$$\text{Lunghezza ridotta} \qquad L' = L - 2 \text{ ey} = 19,19 \text{ [m]}$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 35,51$	$N_q = 23,19$	$N_\gamma = 30,24$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 0,28$	$i_q = 0,31$	$i_\gamma = 0,15$
$d_c = 1,04$	$d_q = 1,04$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0,00 + 4,55 + 6,17 = 10,72 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$Q_u = 30358688,89 \text{ [daN]}$$

$$Q_d = 16865938,27 \text{ [daN]}$$

$$V = 12175800,00 \text{ [daN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 30358688,89 / 12175800,00 = 2,49$$

Indici rigidezza

$$I_c = 0,28 \qquad I_{rc} = 85,55$$

Combinazione n° 12 – COMBINAZIONE SISMICA

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	$H = 18,94$	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1902,64$	[daN/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 32,01$	[°]
Coesione	$c = 0,00$	[daN/cm ²]
Modulo di taglio	$G = 165,02$	[daN/cm ²]

$$\text{Base ridotta} \qquad B' = B - 2 \text{ ex} = 14,76 \text{ [m]}$$

$$\text{Lunghezza ridotta} \qquad L' = L - 2 \text{ ey} = 19,17 \text{ [m]}$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 35,51$	$N_q = 23,19$	$N_\gamma = 30,24$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 0,28$	$i_q = 0,31$	$i_\gamma = 0,14$
$d_c = 1,04$	$d_q = 1,04$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0,00 + 4,50 + 6,07 = 10,57 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$Q_u = 29912855,58 \text{ [daN]}$$

$$Q_d = 16618253,10 \text{ [daN]}$$

$$V = 12103900,00 \text{ [daN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 29912855,58 / 12103900,00 = 2,47$$

Indici rigidezza

$$I_c = 0,28 \qquad I_{rc} = 85,55$$

Verifica della portanza per carichi orizzontali (scorrimento).

Partecipazione spinta passiva: 50,00 (%)

La relazione adottata è la seguente:

$$\eta = R / H \geq \eta_{req}$$

η_{req} : coefficiente di sicurezza richiesto

Simbologia adottata

Cmb Identificativo della combinazione



H Forza di taglio agente al piano di posa espresso in [daN]

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

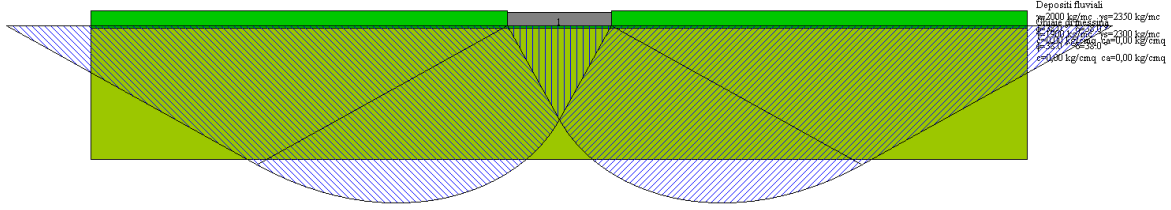
- R_{ult1} Resistenza offerta dal piano di posa per attrito ed adesione espressa in [daN]
 R_{ult2} Resistenza passiva offerta dall'affondamento del piano di posa espressa in [daN]
 R Somma di R_{ult1} e R_{ult2}
 R_{amm} Resistenza ammissibile allo scorrimento espressa in [daN]
 η Coeff. di sicurezza allo scorrimento

Fondazione

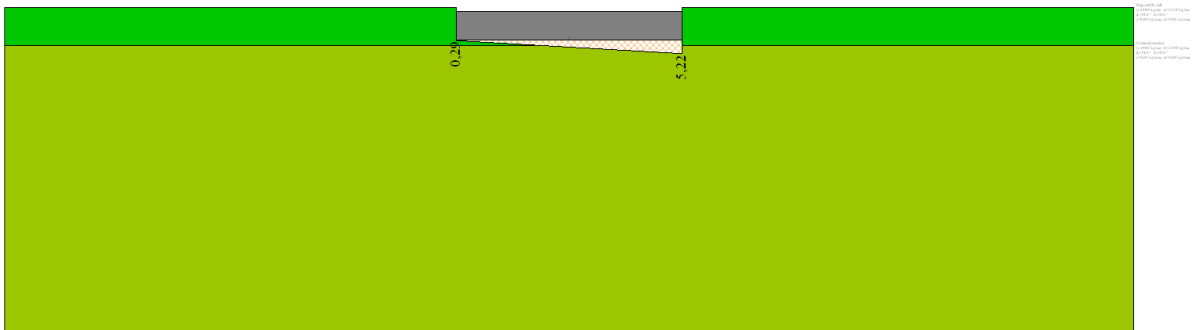
Cmb	H	R_{ult1}	R_{ult2}	R	R_{amm}	η
1	2465900,00	8057804,93	0,00	8057804,93	7325277,21	3,27
2	2591200,00	8342130,40	0,00	8342130,40	7583754,91	3,22
3	2591200,00	8212874,51	0,00	8212874,51	7466249,55	3,17
4	2576900,00	8270564,64	0,00	8270564,64	7518695,12	3,21
5	2576900,00	8174122,74	0,00	8174122,74	7431020,67	3,17
6	2527500,00	8270564,64	0,00	8270564,64	7518695,12	3,27
7	2527500,00	8174122,74	0,00	8174122,74	7431020,67	3,23
8	2559800,00	8270564,64	0,00	8270564,64	7518695,12	3,23
9	2559800,00	8174122,74	0,00	8174122,74	7431020,67	3,19
10	3037900,00	8221874,92	0,00	8221874,92	7474431,74	2,71
11	6376600,00	7610222,02	0,00	7610222,02	6918383,66	1,19
12	6376600,00	7565282,48	0,00	7565282,48	6877529,52	1,19

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

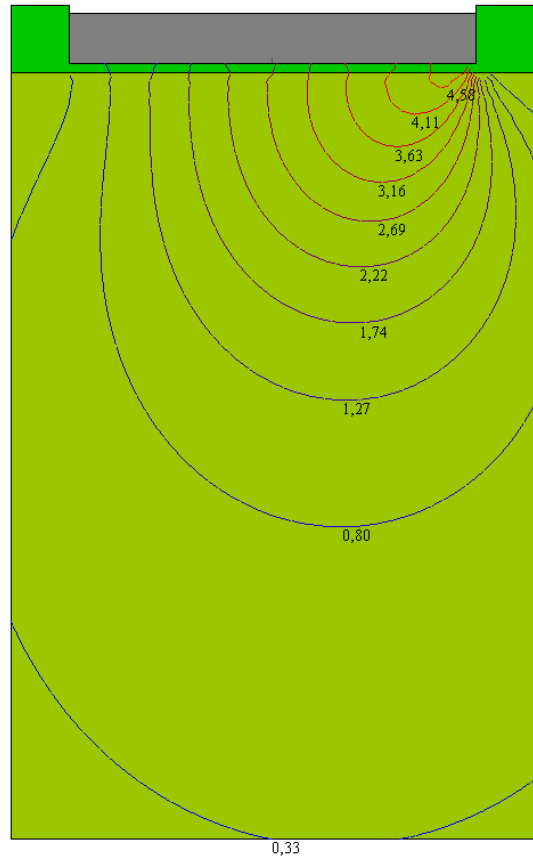
Cuneo di rottura - comb 11





Solido delle pressioni - comb 11



Bulbo delle tensioni - Sez X-X - comb 11



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

5.1.2.4 VERIFICHE SLE - CEDIMENTI

Cedimenti della fondazione

Metodo Elastico

Il metodo dell'elasticità per il calcolo dei cedimenti, così come implementato, fornisce due valori:

- uno per deformazione laterale impedita (w_{imp})
- uno in condizioni di deformazione laterale libera (w_{lib})

L'espressione di w_{imp} è la seguente:

$$\Delta H = \sum_{i=1}^n \frac{\Delta \sigma_i (1 - \nu - 2 \nu^2)}{E_i (1 - \nu)} \Delta z_i$$

dove

$\Delta \sigma$ è la tensione indotta nel terreno, alla profondità z , dalla pressione di contatto della fondazione;

E è il modulo elastico relativo allo strato **i-esimo**;

Δz rappresenta lo spessore dello strato **i-esimo** in cui è stato suddiviso lo strato compressibile e per il quale si conosce il modulo elastico;

ν è il coefficiente di **Poisson**.

L'espressione di w_{lib} è la seguente:

$$\Delta H = \sum_{i=1}^n \frac{\Delta \sigma_i}{E_i} \Delta z_i$$

dove i termini sono stati già descritti sopra.

Lo spessore dello strato compressibile considerato nell'analisi dei cedimenti è stato determinato in funzione della percentuale della tensione di contatto. I valori del cedimento ottenuti dalle due relazioni rappresentano un valore minimo w_{imp} e un valore massimo w_{lib} del cedimento in condizioni elastiche della fondazione analizzata.

Normativa

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

N.T.C. 2008

Calcolo secondo: **Approccio 1**

Simbologia adottata

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

Coefficienti parziali combinazioni statiche

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

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,30	1,00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,50	1,30

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

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

Coefficienti parziali combinazioni sismiche

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

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

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,00	1,00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,00	1,00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

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

Coefficienti parziali γ_R per le verifiche geotecniche.

		<i>R1</i>	<i>R2</i>	<i>R3</i>
Capacità portante	γ_r	1,00	1,80	2,30
Scorrimento	γ_r	1,00	1,10	1,10

Coeff. di combinazione $\Psi_0 = 0,70$ $\Psi_1 = 0,50$ $\Psi_2 = 0,20$

Condizioni di carico

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

Fondazione Nome identificativo della fondazione

N Sforzo normale totale espressa in [kN]

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

M_x Momento in direzione X espressa in [kNm]
M_y Momento in direzione Y espresso in [kNm]
e_x Eccentricità del carico lungo X espressa in [m]
e_y Eccentricità del carico lungo Y espressa in [m]
β Inclinazione del taglio nel piano espressa in [°]
T Forza di taglio espressa in [kN]

Condizione n° 1 (Condizione n° 1)

Fondazione	N	M_x	M_y	e_x	e_y	β	T
Fondazione	112460,000	2827,000	5648,000	0,1	0,0	89,8	18986,137

Condizione n° 2 (Condizione n° 2)

Fondazione	N	M_x	M_y	e_x	e_y	β	T
Fondazione	116416,000	5162,000	41308,000	0,4	0,0	89,7	20075,249

Condizione n° 3 (Condizione n° 3)

Fondazione	N	M_x	M_y	e_x	e_y	β	T
Fondazione	114618,000	7353,000	29171,000	0,3	-0,1	89,7	20075,249

Condizione n° 4 (Condizione n° 4)

Fondazione	N	M_x	M_y	e_x	e_y	β	T
Fondazione	115420,000	4560,000	34360,000	0,3	0,0	89,7	19951,251

Condizione n° 5 (Condizione n° 5)

Fondazione	N	M_x	M_y	e_x	e_y	β	T
Fondazione	114078,000	6258,000	25303,000	0,2	-0,1	89,7	19951,251

Condizione n° 6 (Condizione n° 6)

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	115420,000	6258,000	28254,000	0,2	-0,1	89,7	19502,256

Condizione n° 7 (Condizione n° 7)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	114078,000	6258,000	19197,000	0,2	-0,1	89,7	19502,256

Condizione n° 8 (Condizione n° 8)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	115420,000	4560,000	32347,000	0,3	0,0	89,7	19803,252

Condizione n° 9 (Condizione n° 9)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	114078,000	6258,000	23291,000	0,2	-0,1	89,7	19803,252

Condizione n° 10 (Condizione n° 10)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	114718,000	2972,000	68201,000	0,6	0,0	89,7	21057,237


Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

- γ Coefficiente di partecipazione della condizione
- Ψ Coefficiente di combinazione della condizione
- C Coefficiente totale di partecipazione della condizione

Combinazione n° 1 SLE

γ Ψ C

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Condizione n° 1 1.00 1.00 1.00

Combinazione n° 2 SLE

γ Ψ **C**

Condizione n° 2 1.00 1.00 1.00

Combinazione n° 3 SLE

γ Ψ **C**

Condizione n° 3 1.00 1.00 1.00

Combinazione n° 4 SLE

γ Ψ **C**

Condizione n° 4 1.00 1.00 1.00

Combinazione n° 5 SLE

γ Ψ **C**

Condizione n° 5 1.00 1.00 1.00

Combinazione n° 6 SLE

γ Ψ **C**

Condizione n° 6 1.00 1.00 1.00

Combinazione n° 7 SLE

γ Ψ **C**

Condizione n° 7 1.00 1.00 1.00

Combinazione n° 8 SLE

γ Ψ **C**

Condizione n° 8 1.00 1.00 1.00

Combinazione n° 9 SLE

γ Ψ **C**

Condizione n° 9 1.00 1.00 1.00

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Combinazione n° 10 SLE

	γ	Ψ	C
Condizione n° 10	1.00	1.00	1.00

Analisi in condizioni drenate

Cedimenti

Il calcolo dei cedimenti è stato eseguito con il metodo Elastico.

Per il calcolo dei cedimenti, è stata impostata un'altezza dello strato compressibile legato alla percentuale tensionale.

In particolare la percentuale impostata è: 0,05 (%)

E' stato richiesto di tenere in conto della fondazione compensata.

Cedimento complessivo

Simbologia adottata

Comb Identificativo della combinazione

w_i Cedimento elastico espresso in [cm]

w_{imp} Cedimento elastico ad espansione laterale impedita espresso in [cm]


H Spessore strato compressibile espresso in [m]

X coordinata X punto di calcolo cedimento espressa in [m]

Y coordinata Y punto di calcolo cedimento espressa in [m]

Fondazione

Comb	w_i	w_{imp}	H	X	Y
1	6,03	6,18	35,60	10,55	10,53
1	5,56	5,78	35,60	0,00	0,00
1	5,57	5,79	35,60	21,00	0,00
1	5,57	5,79	35,60	21,00	21,00

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO			
RELAZIONE GEOTECNICA			<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

1	5,56	5,78	35,60	0,00	21,00
2	6,40	6,51	36,10	10,85	10,54
2	5,89	6,09	36,10	0,00	0,00
2	5,96	6,15	36,10	21,00	0,00
2	5,96	6,15	36,10	21,00	21,00
2	5,90	6,10	36,10	0,00	21,00
3	6,23	6,36	35,90	10,75	10,56
3	5,73	5,94	35,90	0,00	0,00
3	5,78	5,99	35,90	21,00	0,00
3	5,79	5,99	35,90	21,00	21,00
3	5,74	5,95	35,90	0,00	21,00
4	6,31	6,43	36,00	10,80	10,54
4	5,80	6,01	36,00	0,00	0,00
4	5,86	6,06	36,00	21,00	0,00
4	5,86	6,06	36,00	21,00	21,00
4	5,81	6,02	36,00	0,00	21,00
5	6,18	6,32	35,80	10,72	10,55
5	5,68	5,90	35,80	0,00	0,00
5	5,73	5,94	35,80	21,00	0,00
5	5,74	5,95	35,80	21,00	21,00
5	5,70	5,91	35,80	0,00	21,00
6	6,30	6,43	36,00	10,74	10,55
6	5,80	6,01	36,00	0,00	0,00
6	5,84	6,05	36,00	21,00	0,00
6	5,85	6,06	36,00	21,00	21,00
6	5,81	6,02	36,00	0,00	21,00
7	6,17	6,31	35,80	10,67	10,55
7	5,68	5,90	35,80	0,00	0,00
7	5,71	5,93	35,80	21,00	0,00
7	5,72	5,94	35,80	21,00	21,00
7	5,69	5,91	35,80	0,00	21,00
8	6,30	6,43	36,00	10,78	10,54
8	5,80	6,01	36,00	0,00	0,00

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

8	5,85	6,05	36,00	21,00	0,00
8	5,86	6,06	36,00	21,00	21,00
8	5,81	6,02	36,00	0,00	21,00
9	6,18	6,31	35,80	10,70	10,55
9	5,69	5,91	35,80	0,00	0,00
9	5,72	5,93	35,80	21,00	0,00
9	5,73	5,94	35,80	21,00	21,00
9	5,70	5,91	35,80	0,00	21,00
10	6,34	6,41	35,90	11,09	10,53
10	5,81	5,96	35,90	0,00	0,00
10	5,92	6,06	35,90	21,00	0,00
10	5,92	6,06	35,90	21,00	21,00
10	5,82	5,97	35,90	0,00	21,00

Cedimento dei singoli strati

Simbologia adottata

Strato Identificativo dello strato

Terreno Terreno dello strato

ΔH Spessore dello strato espresso in [m]

Δw_i Cedimento elastico espresso in [cm]

Δw_{imp} Cedimento elastico ad espansione laterale impedita espresso in [cm]

Fondazione (Combinazione n° 1)

Strato	Terreno	ΔH	Δw_i	Δw_{imp}
1	Depositi fluviali	0,50	-0,0203	0,1963
2	Ghiaie di messina	32,10	6,0536	5,9844
Totale		32,60	6,0333	6,1807

Fondazione (Combinazione n° 2)

Strato	Terreno	ΔH	Δw_i	Δw_{imp}
---------------	----------------	------------	--------------	------------------

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

1	Depositi fluviali	0,50	-0,0212	0,2076
2	Ghiaie di messina	32,60	6,4208	6,3051
Totale		33,10	6,3995	6,5127

Fondazione (Combinazione n° 3)

Strato	Terreno	ΔH	Δw_i	Δw_{imp}
1	Depositi fluviali	0,50	-0,0208	0,2028
2	Ghiaie di messina	32,40	6,2550	6,1603
Totale		32,90	6,2342	6,3631

Fondazione (Combinazione n° 4)

Strato	Terreno	ΔH	Δw_i	Δw_{imp}
1	Depositi fluviali	0,50	-0,0210	0,2049
2	Ghiaie di messina	32,50	6,3275	6,2248
Totale		33,00	6,3065	6,4297


Fondazione (Combinazione n° 5)

Strato	Terreno	ΔH	Δw_i	Δw_{imp}
1	Depositi fluviali	0,50	-0,0207	0,2013
2	Ghiaie di messina	32,30	6,2026	6,1147
Totale		32,80	6,1819	6,3160

Fondazione (Combinazione n° 6)

Strato	Terreno	ΔH	Δw_i	Δw_{imp}
1	Depositi fluviali	0,50	-0,0210	0,2045
2	Ghiaie di messina	32,50	6,3163	6,2213
Totale		33,00	6,2953	6,4258

Fondazione (Combinazione n° 7)

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Strato	Terreno	ΔH	Δw_i	Δw_{imp}
1	Depositi fluviali	0,50	-0,0207	0,2009
2	Ghiaie di messina	32,30	6,1937	6,1120
Totale		32,80	6,1730	6,3129

Fondazione (Combinazione n° 8)

Strato	Terreno	ΔH	Δw_i	Δw_{imp}
1	Depositi fluviali	0,50	-0,0210	0,2047
2	Ghiaie di messina	32,50	6,3234	6,2235
Totale		33,00	6,3023	6,4283

Fondazione (Combinazione n° 9)

Strato	Terreno	ΔH	Δw_i	Δw_{imp}
1	Depositi fluviali	0,50	-0,0207	0,2011
2	Ghiaie di messina	32,30	6,1994	6,1137
Totale		32,80	6,1787	6,3149

Fondazione (Combinazione n° 10)

Strato	Terreno	ΔH	Δw_i	Δw_{imp}
1	Depositi fluviali	0,50	-0,0206	0,2056
2	Ghiaie di messina	32,40	6,3654	6,2035
Totale		32,90	6,3448	6,4091

Dettagli sui cedimenti dei singoli strati

Simbologia adottata

- n° numero d'ordine dell'i-esimo strato
- z quota media dell'i-esimo strato espresso in [m]
- ΔH spessore dello strato i-esimo espresso in [m]

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011


$\Delta\sigma_v$ incremento di tensione verticale dell'i-esimo strato espresso in [N/cm²]

E modulo elastico dell'i-esimo strato espresso in [N/cm²]

Δw cedimento dell'i-esimo strato espresso in [cm]

Fondazione (Combinazione n° 1)


n°	z	ΔH	$\Delta\sigma_v$	E	Δw
1	-3,01	0,03	19,7	4500,0	-0,0001
2	-3,04	0,03	19,7	4500,0	-0,0002
3	-3,06	0,03	19,7	4500,0	-0,0004
4	-3,09	0,03	19,6	4500,0	-0,0005
5	-3,11	0,03	19,6	4500,0	-0,0007
6	-3,14	0,03	19,6	4500,0	-0,0008
7	-3,16	0,03	19,6	4500,0	-0,0009
8	-3,19	0,03	19,6	4500,0	-0,0010
9	-3,21	0,03	19,6	4500,0	-0,0011
10	-3,24	0,03	19,6	4500,0	-0,0012
11	-3,26	0,03	19,6	4500,0	-0,0013
12	-3,29	0,03	19,6	4500,0	-0,0013
13	-3,31	0,03	19,6	4500,0	-0,0014
14	-3,34	0,03	19,6	4500,0	-0,0014
15	-3,36	0,03	19,6	4500,0	-0,0014
16	-3,39	0,03	19,6	4500,0	-0,0014
17	-3,41	0,03	19,6	4500,0	-0,0014
18	-3,44	0,03	19,6	4500,0	-0,0013
19	-3,46	0,03	19,6	4500,0	-0,0013
20	-3,49	0,03	19,6	4500,0	-0,0012
21	-4,30	1,61	19,6	5000,0	0,2872
22	-5,91	1,61	19,3	5000,0	0,5110
23	-7,51	1,61	18,7	5000,0	0,5264
24	-9,12	1,61	17,6	5000,0	0,5176
25	-10,72	1,61	16,3	5000,0	0,4929
26	-12,33	1,61	14,8	5000,0	0,4584

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

27	-13,93	1,61	13,4	5000,0	0,4193
28	-15,54	1,61	11,9	5000,0	0,3796
29	-17,14	1,61	10,7	5000,0	0,3416
30	-18,75	1,61	9,5	5000,0	0,3066
31	-20,35	1,61	8,5	5000,0	0,2750
32	-21,96	1,61	7,6	5000,0	0,2468
33	-23,56	1,61	6,8	5000,0	0,2220
34	-25,17	1,61	6,1	5000,0	0,2001
35	-26,77	1,61	5,5	5000,0	0,1809
36	-28,38	1,61	5,0	5000,0	0,1640
37	-29,98	1,61	4,5	5000,0	0,1492
38	-31,59	1,61	4,1	5000,0	0,1361
39	-33,19	1,61	3,8	5000,0	0,1245
40	-34,80	1,61	3,5	5000,0	0,1143
Totale		32,60			6,0333

Fondazione (Combinazione n° 2)

n°	z	ΔH	$\Delta \sigma_v$	E	Δw
1	-3,01	0,03	20,8	4500,0	-0,0001
2	-3,04	0,03	20,8	4500,0	-0,0003
3	-3,06	0,03	20,8	4500,0	-0,0004
4	-3,09	0,03	20,8	4500,0	-0,0006
5	-3,11	0,03	20,8	4500,0	-0,0008
6	-3,14	0,03	20,8	4500,0	-0,0009
7	-3,16	0,03	20,8	4500,0	-0,0010
8	-3,19	0,03	20,8	4500,0	-0,0011
9	-3,21	0,03	20,8	4500,0	-0,0012
10	-3,24	0,03	20,8	4500,0	-0,0013
11	-3,26	0,03	20,8	4500,0	-0,0014
12	-3,29	0,03	20,8	4500,0	-0,0014
13	-3,31	0,03	20,7	4500,0	-0,0015
14	-3,34	0,03	20,7	4500,0	-0,0015

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011



15	-3,36	0,03	20,7	4500,0	-0,0014
16	-3,39	0,03	20,7	4500,0	-0,0014
17	-3,41	0,03	20,7	4500,0	-0,0013
18	-3,44	0,03	20,7	4500,0	-0,0013
19	-3,46	0,03	20,7	4500,0	-0,0012
20	-3,49	0,03	20,7	4500,0	-0,0010
21	-4,32	1,63	20,6	5000,0	0,3472
22	-5,95	1,63	20,3	5000,0	0,5473
23	-7,58	1,63	19,6	5000,0	0,5615
24	-9,21	1,63	18,4	5000,0	0,5507
25	-10,84	1,63	17,0	5000,0	0,5229
26	-12,47	1,63	15,4	5000,0	0,4847
27	-14,10	1,63	13,8	5000,0	0,4421
28	-15,73	1,63	12,4	5000,0	0,3992
29	-17,36	1,63	11,0	5000,0	0,3583
30	-18,99	1,63	9,8	5000,0	0,3209
31	-20,62	1,63	8,7	5000,0	0,2873
32	-22,25	1,63	7,8	5000,0	0,2575
33	-23,88	1,63	7,0	5000,0	0,2312
34	-25,51	1,63	6,2	5000,0	0,2082
35	-27,14	1,63	5,6	5000,0	0,1880
36	-28,77	1,63	5,1	5000,0	0,1703
37	-30,40	1,63	4,6	5000,0	0,1548
38	-32,03	1,63	4,2	5000,0	0,1411
39	-33,66	1,63	3,8	5000,0	0,1291
40	-35,29	1,63	3,5	5000,0	0,1184
Totale		33,10			6,3995

Fondazione (Combinazione n° 3)

n°	z	ΔH	$\Delta \sigma_v$	E	Δw
1	-3,01	0,03	20,3	4500,0	-0,0001
2	-3,04	0,03	20,3	4500,0	-0,0002

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

3	-3,06	0,03	20,3	4500,0	-0,0004
4	-3,09	0,03	20,3	4500,0	-0,0006
5	-3,11	0,03	20,3	4500,0	-0,0007
6	-3,14	0,03	20,3	4500,0	-0,0009
7	-3,16	0,03	20,3	4500,0	-0,0010
8	-3,19	0,03	20,3	4500,0	-0,0011
9	-3,21	0,03	20,3	4500,0	-0,0012
10	-3,24	0,03	20,3	4500,0	-0,0013
11	-3,26	0,03	20,3	4500,0	-0,0013
12	-3,29	0,03	20,3	4500,0	-0,0014
13	-3,31	0,03	20,3	4500,0	-0,0014
14	-3,34	0,03	20,3	4500,0	-0,0014
15	-3,36	0,03	20,2	4500,0	-0,0014
16	-3,39	0,03	20,2	4500,0	-0,0014
17	-3,41	0,03	20,2	4500,0	-0,0014
18	-3,44	0,03	20,2	4500,0	-0,0013
19	-3,46	0,03	20,2	4500,0	-0,0012
20	-3,49	0,03	20,2	4500,0	-0,0011
21	-4,31	1,62	20,1	5000,0	0,3201
22	-5,93	1,62	19,9	5000,0	0,5311
23	-7,55	1,62	19,2	5000,0	0,5458
24	-9,17	1,62	18,1	5000,0	0,5359
25	-10,79	1,62	16,7	5000,0	0,5095
26	-12,41	1,62	15,1	5000,0	0,4729
27	-14,03	1,62	13,6	5000,0	0,4319
28	-15,65	1,62	12,2	5000,0	0,3903
29	-17,27	1,62	10,8	5000,0	0,3508
30	-18,89	1,62	9,6	5000,0	0,3144
31	-20,51	1,62	8,6	5000,0	0,2817
32	-22,13	1,62	7,7	5000,0	0,2526
33	-23,75	1,62	6,9	5000,0	0,2270
34	-25,37	1,62	6,2	5000,0	0,2045
35	-26,99	1,62	5,6	5000,0	0,1847

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

36	-28,61	1,62	5,0	5000,0	0,1674
37	-30,23	1,62	4,6	5000,0	0,1522
38	-31,85	1,62	4,2	5000,0	0,1388
39	-33,47	1,62	3,8	5000,0	0,1270
40	-35,09	1,62	3,5	5000,0	0,1165
Totale		32,90			6,2342

Fondazione (Combinazione n° 4)

n°	z	ΔH	$\Delta\sigma_v$	E	Δw
1	-3,01	0,03	20,5	4500,0	-0,0001
2	-3,04	0,03	20,5	4500,0	-0,0003
3	-3,06	0,03	20,5	4500,0	-0,0004
4	-3,09	0,03	20,5	4500,0	-0,0006
5	-3,11	0,03	20,5	4500,0	-0,0007
6	-3,14	0,03	20,5	4500,0	-0,0009
7	-3,16	0,03	20,5	4500,0	-0,0010
8	-3,19	0,03	20,5	4500,0	-0,0011
9	-3,21	0,03	20,5	4500,0	-0,0012
10	-3,24	0,03	20,5	4500,0	-0,0013
11	-3,26	0,03	20,5	4500,0	-0,0014
12	-3,29	0,03	20,5	4500,0	-0,0014
13	-3,31	0,03	20,5	4500,0	-0,0014
14	-3,34	0,03	20,5	4500,0	-0,0014
15	-3,36	0,03	20,5	4500,0	-0,0014
16	-3,39	0,03	20,5	4500,0	-0,0014
17	-3,41	0,03	20,4	4500,0	-0,0014
18	-3,44	0,03	20,4	4500,0	-0,0013
19	-3,46	0,03	20,4	4500,0	-0,0012
20	-3,49	0,03	20,4	4500,0	-0,0011
21	-4,31	1,63	20,3	5000,0	0,3309
22	-5,94	1,63	20,0	5000,0	0,5384
23	-7,56	1,63	19,3	5000,0	0,5529

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

24	-9,19	1,63	18,2	5000,0	0,5426
25	-10,81	1,63	16,8	5000,0	0,5155
26	-12,44	1,63	15,3	5000,0	0,4782
27	-14,06	1,63	13,7	5000,0	0,4364
28	-15,69	1,63	12,2	5000,0	0,3943
29	-17,31	1,63	10,9	5000,0	0,3541
30	-18,94	1,63	9,7	5000,0	0,3173
31	-20,56	1,63	8,6	5000,0	0,2841
32	-22,19	1,63	7,7	5000,0	0,2547
33	-23,81	1,63	6,9	5000,0	0,2288
34	-25,44	1,63	6,2	5000,0	0,2061
35	-27,06	1,63	5,6	5000,0	0,1862
36	-28,69	1,63	5,1	5000,0	0,1687
37	-30,31	1,63	4,6	5000,0	0,1533
38	-31,94	1,63	4,2	5000,0	0,1398
39	-33,56	1,63	3,8	5000,0	0,1279
40	-35,19	1,63	3,5	5000,0	0,1173
Totale		33,00			6,3065


Fondazione (Combinazione n° 5)

n°	z	ΔH	$\Delta\sigma_v$	E	Δw
1	-3,01	0,03	20,2	4500,0	-0,0001
2	-3,04	0,03	20,2	4500,0	-0,0002
3	-3,06	0,03	20,2	4500,0	-0,0004
4	-3,09	0,03	20,2	4500,0	-0,0006
5	-3,11	0,03	20,2	4500,0	-0,0007
6	-3,14	0,03	20,2	4500,0	-0,0008
7	-3,16	0,03	20,1	4500,0	-0,0010
8	-3,19	0,03	20,1	4500,0	-0,0011
9	-3,21	0,03	20,1	4500,0	-0,0012
10	-3,24	0,03	20,1	4500,0	-0,0013
11	-3,26	0,03	20,1	4500,0	-0,0013

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

12	-3,29	0,03	20,1	4500,0	-0,0014
13	-3,31	0,03	20,1	4500,0	-0,0014
14	-3,34	0,03	20,1	4500,0	-0,0014
15	-3,36	0,03	20,1	4500,0	-0,0014
16	-3,39	0,03	20,1	4500,0	-0,0014
17	-3,41	0,03	20,1	4500,0	-0,0014
18	-3,44	0,03	20,1	4500,0	-0,0013
19	-3,46	0,03	20,1	4500,0	-0,0012
20	-3,49	0,03	20,1	4500,0	-0,0011
21	-4,31	1,62	20,0	5000,0	0,3113
22	-5,92	1,62	19,7	5000,0	0,5256
23	-7,54	1,62	19,0	5000,0	0,5405
24	-9,15	1,62	18,0	5000,0	0,5309
25	-10,77	1,62	16,6	5000,0	0,5050
26	-12,38	1,62	15,1	5000,0	0,4691
27	-14,00	1,62	13,6	5000,0	0,4286
28	-15,61	1,62	12,1	5000,0	0,3876
29	-17,23	1,62	10,8	5000,0	0,3485
30	-18,84	1,62	9,6	5000,0	0,3125
31	-20,46	1,62	8,6	5000,0	0,2800
32	-22,07	1,62	7,7	5000,0	0,2512
33	-23,69	1,62	6,9	5000,0	0,2258
34	-25,30	1,62	6,2	5000,0	0,2034
35	-26,92	1,62	5,6	5000,0	0,1838
36	-28,53	1,62	5,0	5000,0	0,1666
37	-30,15	1,62	4,6	5000,0	0,1515
38	-31,76	1,62	4,2	5000,0	0,1382
39	-33,38	1,62	3,8	5000,0	0,1264
40	-34,99	1,62	3,5	5000,0	0,1160
Totale		32,80			6,1819

Fondazione (Combinazione n° 6)

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011


n°	z	ΔH	Δσ_v	E	Δw
1	-3,01	0,03	20,5	4500,0	-0,0001
2	-3,04	0,03	20,5	4500,0	-0,0002
3	-3,06	0,03	20,5	4500,0	-0,0004
4	-3,09	0,03	20,5	4500,0	-0,0006
5	-3,11	0,03	20,5	4500,0	-0,0007
6	-3,14	0,03	20,5	4500,0	-0,0009
7	-3,16	0,03	20,5	4500,0	-0,0010
8	-3,19	0,03	20,5	4500,0	-0,0011
9	-3,21	0,03	20,5	4500,0	-0,0012
10	-3,24	0,03	20,5	4500,0	-0,0013
11	-3,26	0,03	20,4	4500,0	-0,0014
12	-3,29	0,03	20,4	4500,0	-0,0014
13	-3,31	0,03	20,4	4500,0	-0,0014
14	-3,34	0,03	20,4	4500,0	-0,0014
15	-3,36	0,03	20,4	4500,0	-0,0014
16	-3,39	0,03	20,4	4500,0	-0,0014
17	-3,41	0,03	20,4	4500,0	-0,0014
18	-3,44	0,03	20,4	4500,0	-0,0013
19	-3,46	0,03	20,4	4500,0	-0,0012
20	-3,49	0,03	20,4	4500,0	-0,0011
21	-4,31	1,63	20,3	5000,0	0,3231
22	-5,94	1,63	20,0	5000,0	0,5376
23	-7,56	1,63	19,3	5000,0	0,5524
24	-9,19	1,63	18,2	5000,0	0,5421
25	-10,81	1,63	16,8	5000,0	0,5151
26	-12,44	1,63	15,3	5000,0	0,4779
27	-14,06	1,63	13,7	5000,0	0,4362
28	-15,69	1,63	12,2	5000,0	0,3941
29	-17,31	1,63	10,9	5000,0	0,3540
30	-18,94	1,63	9,7	5000,0	0,3172
31	-20,56	1,63	8,6	5000,0	0,2841
32	-22,19	1,63	7,7	5000,0	0,2547

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

33	-23,81	1,63	6,9	5000,0	0,2288
34	-25,44	1,63	6,2	5000,0	0,2061
35	-27,06	1,63	5,6	5000,0	0,1861
36	-28,69	1,63	5,1	5000,0	0,1687
37	-30,31	1,63	4,6	5000,0	0,1533
38	-31,94	1,63	4,2	5000,0	0,1398
39	-33,56	1,63	3,8	5000,0	0,1279
40	-35,19	1,63	3,5	5000,0	0,1173
Totale		33,00			6,2953

Fondazione (Combinazione n° 7)


n°	z	ΔH	$\Delta \sigma_v$	E	Δw
1	-3,01	0,03	20,1	4500,0	-0,0001
2	-3,04	0,03	20,1	4500,0	-0,0002
3	-3,06	0,03	20,1	4500,0	-0,0004
4	-3,09	0,03	20,1	4500,0	-0,0005
5	-3,11	0,03	20,1	4500,0	-0,0007
6	-3,14	0,03	20,1	4500,0	-0,0008
7	-3,16	0,03	20,1	4500,0	-0,0009
8	-3,19	0,03	20,1	4500,0	-0,0011
9	-3,21	0,03	20,1	4500,0	-0,0012
10	-3,24	0,03	20,1	4500,0	-0,0012
11	-3,26	0,03	20,1	4500,0	-0,0013
12	-3,29	0,03	20,1	4500,0	-0,0014
13	-3,31	0,03	20,1	4500,0	-0,0014
14	-3,34	0,03	20,1	4500,0	-0,0014
15	-3,36	0,03	20,1	4500,0	-0,0014
16	-3,39	0,03	20,1	4500,0	-0,0014
17	-3,41	0,03	20,0	4500,0	-0,0014
18	-3,44	0,03	20,0	4500,0	-0,0013
19	-3,46	0,03	20,0	4500,0	-0,0013
20	-3,49	0,03	20,0	4500,0	-0,0012

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

21	-4,31	1,62	20,0	5000,0	0,3050
22	-5,92	1,62	19,7	5000,0	0,5250
23	-7,54	1,62	19,0	5000,0	0,5401
24	-9,15	1,62	17,9	5000,0	0,5306
25	-10,77	1,62	16,6	5000,0	0,5047
26	-12,38	1,62	15,1	5000,0	0,4688
27	-14,00	1,62	13,6	5000,0	0,4284
28	-15,61	1,62	12,1	5000,0	0,3874
29	-17,23	1,62	10,8	5000,0	0,3484
30	-18,84	1,62	9,6	5000,0	0,3124
31	-20,46	1,62	8,6	5000,0	0,2800
32	-22,07	1,62	7,7	5000,0	0,2512
33	-23,69	1,62	6,9	5000,0	0,2257
34	-25,30	1,62	6,2	5000,0	0,2034
35	-26,92	1,62	5,6	5000,0	0,1838
36	-28,53	1,62	5,0	5000,0	0,1666
37	-30,15	1,62	4,6	5000,0	0,1515
38	-31,76	1,62	4,2	5000,0	0,1382
39	-33,38	1,62	3,8	5000,0	0,1264
40	-34,99	1,62	3,5	5000,0	0,1160
Totale		32,80			6,1730

Fondazione (Combinazione n° 8)

n°	z	ΔH	$\Delta \sigma_v$	E	Δw
1	-3,01	0,03	20,5	4500,0	-0,0001
2	-3,04	0,03	20,5	4500,0	-0,0003
3	-3,06	0,03	20,5	4500,0	-0,0004
4	-3,09	0,03	20,5	4500,0	-0,0006
5	-3,11	0,03	20,5	4500,0	-0,0007
6	-3,14	0,03	20,5	4500,0	-0,0009
7	-3,16	0,03	20,5	4500,0	-0,0010
8	-3,19	0,03	20,5	4500,0	-0,0011

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

9	-3,21	0,03	20,5	4500,0	-0,0012
10	-3,24	0,03	20,5	4500,0	-0,0013
11	-3,26	0,03	20,5	4500,0	-0,0014
12	-3,29	0,03	20,5	4500,0	-0,0014
13	-3,31	0,03	20,5	4500,0	-0,0014
14	-3,34	0,03	20,5	4500,0	-0,0014
15	-3,36	0,03	20,4	4500,0	-0,0014
16	-3,39	0,03	20,4	4500,0	-0,0014
17	-3,41	0,03	20,4	4500,0	-0,0014
18	-3,44	0,03	20,4	4500,0	-0,0013
19	-3,46	0,03	20,4	4500,0	-0,0012
20	-3,49	0,03	20,4	4500,0	-0,0011
21	-4,31	1,63	20,3	5000,0	0,3280
22	-5,94	1,63	20,0	5000,0	0,5381
23	-7,56	1,63	19,3	5000,0	0,5527
24	-9,19	1,63	18,2	5000,0	0,5424
25	-10,81	1,63	16,8	5000,0	0,5154
26	-12,44	1,63	15,3	5000,0	0,4781
27	-14,06	1,63	13,7	5000,0	0,4363
28	-15,69	1,63	12,2	5000,0	0,3942
29	-17,31	1,63	10,9	5000,0	0,3541
30	-18,94	1,63	9,7	5000,0	0,3172
31	-20,56	1,63	8,6	5000,0	0,2841
32	-22,19	1,63	7,7	5000,0	0,2547
33	-23,81	1,63	6,9	5000,0	0,2288
34	-25,44	1,63	6,2	5000,0	0,2061
35	-27,06	1,63	5,6	5000,0	0,1862
36	-28,69	1,63	5,1	5000,0	0,1687
37	-30,31	1,63	4,6	5000,0	0,1533
38	-31,94	1,63	4,2	5000,0	0,1398
39	-33,56	1,63	3,8	5000,0	0,1279
40	-35,19	1,63	3,5	5000,0	0,1173
Totale		33,00			6,3023

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Fondazione (Combinazione n° 9)

n°	z	ΔH	$\Delta\sigma_v$	E	Δw
1	-3,01	0,03	20,2	4500,0	-0,0001
2	-3,04	0,03	20,2	4500,0	-0,0002
3	-3,06	0,03	20,2	4500,0	-0,0004
4	-3,09	0,03	20,2	4500,0	-0,0005
5	-3,11	0,03	20,1	4500,0	-0,0007
6	-3,14	0,03	20,1	4500,0	-0,0008
7	-3,16	0,03	20,1	4500,0	-0,0010
8	-3,19	0,03	20,1	4500,0	-0,0011
9	-3,21	0,03	20,1	4500,0	-0,0012
10	-3,24	0,03	20,1	4500,0	-0,0013
11	-3,26	0,03	20,1	4500,0	-0,0013
12	-3,29	0,03	20,1	4500,0	-0,0014
13	-3,31	0,03	20,1	4500,0	-0,0014
14	-3,34	0,03	20,1	4500,0	-0,0014
15	-3,36	0,03	20,1	4500,0	-0,0014
16	-3,39	0,03	20,1	4500,0	-0,0014
17	-3,41	0,03	20,1	4500,0	-0,0014
18	-3,44	0,03	20,1	4500,0	-0,0013
19	-3,46	0,03	20,1	4500,0	-0,0012
20	-3,49	0,03	20,1	4500,0	-0,0012
21	-4,31	1,62	20,0	5000,0	0,3090
22	-5,92	1,62	19,7	5000,0	0,5254
23	-7,54	1,62	19,0	5000,0	0,5404
24	-9,15	1,62	18,0	5000,0	0,5308
25	-10,77	1,62	16,6	5000,0	0,5049
26	-12,38	1,62	15,1	5000,0	0,4690
27	-14,00	1,62	13,6	5000,0	0,4285
28	-15,61	1,62	12,1	5000,0	0,3875
29	-17,23	1,62	10,8	5000,0	0,3484

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

30	-18,84	1,62	9,6	5000,0	0,3124
31	-20,46	1,62	8,6	5000,0	0,2800
32	-22,07	1,62	7,7	5000,0	0,2512
33	-23,69	1,62	6,9	5000,0	0,2258
34	-25,30	1,62	6,2	5000,0	0,2034
35	-26,92	1,62	5,6	5000,0	0,1838
36	-28,53	1,62	5,0	5000,0	0,1666
37	-30,15	1,62	4,6	5000,0	0,1515
38	-31,76	1,62	4,2	5000,0	0,1382
39	-33,38	1,62	3,8	5000,0	0,1264
40	-34,99	1,62	3,5	5000,0	0,1160
Totale		32,80			6,1787

Fondazione (Combinazione n° 10)

n°	z	ΔH	$\Delta\sigma_v$	E	Δw
1	-3,01	0,03	20,6	4500,0	-0,0001
2	-3,04	0,03	20,6	4500,0	-0,0003
3	-3,06	0,03	20,6	4500,0	-0,0005
4	-3,09	0,03	20,6	4500,0	-0,0007
5	-3,11	0,03	20,6	4500,0	-0,0008
6	-3,14	0,03	20,6	4500,0	-0,0010
7	-3,16	0,03	20,6	4500,0	-0,0011
8	-3,19	0,03	20,6	4500,0	-0,0012
9	-3,21	0,03	20,6	4500,0	-0,0013
10	-3,24	0,03	20,6	4500,0	-0,0014
11	-3,26	0,03	20,6	4500,0	-0,0014
12	-3,29	0,03	20,6	4500,0	-0,0015
13	-3,31	0,03	20,6	4500,0	-0,0015
14	-3,34	0,03	20,5	4500,0	-0,0014
15	-3,36	0,03	20,5	4500,0	-0,0014
16	-3,39	0,03	20,5	4500,0	-0,0013
17	-3,41	0,03	20,5	4500,0	-0,0012

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

18	-3,44	0,03	20,5	4500,0	-0,0010
19	-3,46	0,03	20,5	4500,0	-0,0009
20	-3,49	0,03	20,5	4500,0	-0,0007
21	-4,31	1,62	20,4	5000,0	0,3884
22	-5,93	1,62	20,1	5000,0	0,5393
23	-7,55	1,62	19,4	5000,0	0,5519
24	-9,17	1,62	18,2	5000,0	0,5413
25	-10,79	1,62	16,8	5000,0	0,5140
26	-12,41	1,62	15,3	5000,0	0,4766
27	-14,03	1,62	13,7	5000,0	0,4348
28	-15,65	1,62	12,2	5000,0	0,3927
29	-17,27	1,62	10,9	5000,0	0,3526
30	-18,89	1,62	9,7	5000,0	0,3159
31	-20,51	1,62	8,6	5000,0	0,2828
32	-22,13	1,62	7,7	5000,0	0,2536
33	-23,75	1,62	6,9	5000,0	0,2278
34	-25,37	1,62	6,2	5000,0	0,2051
35	-26,99	1,62	5,6	5000,0	0,1853
36	-28,61	1,62	5,1	5000,0	0,1679
37	-30,23	1,62	4,6	5000,0	0,1526
38	-31,85	1,62	4,2	5000,0	0,1391
39	-33,47	1,62	3,8	5000,0	0,1272
40	-35,09	1,62	3,5	5000,0	0,1167
Totale		32,90			6,3448

Cedimento di progetto

I cedimenti calcolati con ipotesi di fondazione flessibile possono essere sensatamente ridotti in considerazione del fatto che la fondazione può essere valutata come infinitamente rigida, visto il rapporto tra spessore e lato sempre inferiore a 0,10.

Per fondazioni rettangolari infinitamente rigide si può fare uso delle seguenti relazioni (Poulos e Davis, 1974):

$$\Delta_W(\text{fond rigida}) = \frac{1}{3} \cdot (2 \cdot \Delta_{W\text{centro}} + \Delta_{W\text{spigolo}}) \text{fond flessibile}$$

Nel caso in esame, con combinazione peggiore rappresentata dalla comb.2, si ottiene:

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011



$$\Delta_w(\text{fond rigida}) = \frac{1}{3} \cdot (2 \cdot 6,51 + 6,15) = 6,39 \text{ cm}$$

La riduzione risulta comunque di entità contenuta, a causa dell'eccentricità dei carichi piuttosto bassa per tutte le combinazioni di carico SLE.

5.1.2.5 VALUTAZIONE DEI RISULTATI

I fattori di sicurezza ottenuti per verifica di portanza verticale della sottostruttura in oggetto risultano per le combinazioni statiche spesso ampiamente superiori al valore richiesto dalla normativa vigente; tali valori risultano però avvicinarsi notevolmente al limite minimo per le combinazioni sismiche (vedasi comb. 11 e 12). Le dimensioni delle fondazioni sono peraltro giustificate dalle verifiche a scorrimento, caratterizzate per le combinazioni statiche da valori prossimi a 3,00 e per le combinazioni sismiche da valori abbastanza vicini al limite minimo. I fattori di sicurezza sismici vicini ai limiti sono giustificati dall'alto grado di sismicità del sito e dal tempo di ritorno elevato considerato; tali parametri sismici portano infatti ad avere forti azioni orizzontali che, oltre a rendere necessarie le dimensioni della fondazione per verifica a scorrimento, creano un forte angolo di inclinazione della risultante delle azioni andando a penalizzare la portanza verticale.

I cedimenti massimi si attestano attorno al valore di 6 cm, valore non trascurabile; si evidenzia tuttavia che il valore del peso proprio della spalla, costituito sia dagli elementi in calcestruzzo armato che dal terreno del rilevato posto sopra la platea di base, costituiscono anche oltre il 90% dei carichi verticali totali. I cedimenti sopra riportati vengono quindi in grande percentuale assorbiti nelle fasi di costruzione dell'opera, limitando i cedimenti ad opera terminata a valori nell'ordine del centimetro.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

5.2 ANALISI DEL SISTEMA FONDAZIONALE DELLA SPALLA B

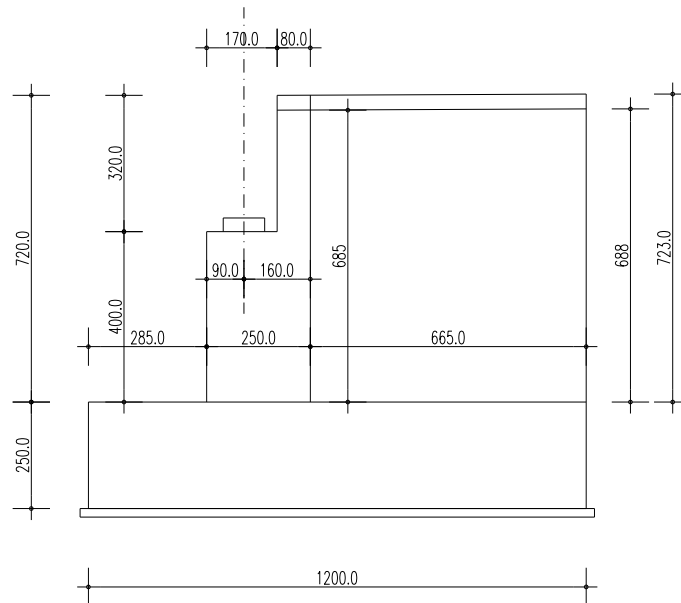


Figura 5.3 – Vista laterale Spalla B.

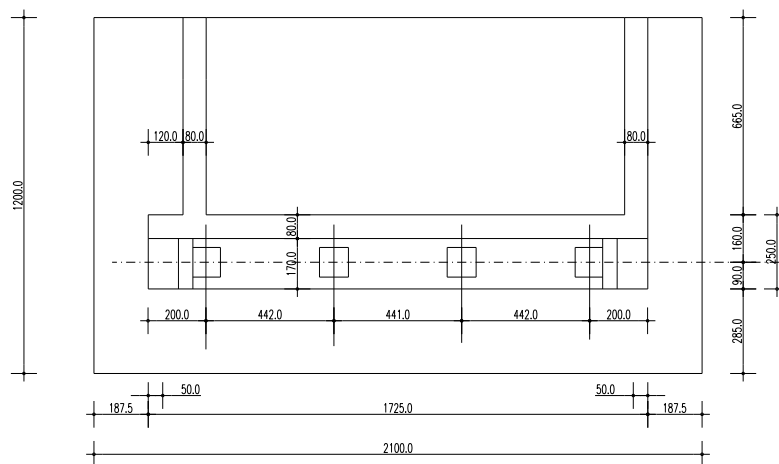


Figura 5.4 – Pianta Spalla B.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

La spalla B, schematizzata nelle figure precedenti, è costituita da una ciabatta di fondazione a base rettangolare di dimensioni da 21,00 x 12,00 m, di spessore 2,50 m e da un muro frontale di spessore pari a 2,50 m. Sul muro frontale corre un muro paraghiaia caratterizzato da spessore 0,80 m ed altezza massima pari a 3,10 m.

Ai lati della spalla sono presenti due muri andatori paralleli all'asse stradale di lunghezza pari a 6,55 m, spessore 0,80 m e altezza massima pari a 7,25 m, che poggiano sulla medesima fondazione del muro frontale.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0

5.2.1 ANALISI DEI CARICHI

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SPALLA

Descrizione		X (m)	Y (m)	Z (m)	n	γ (kN/mc)	Peso (kN)	dx (m)	bx (m)	M long (kNm)
fondazione	1	12,00	21,00	2,50	1	25	15.750	0,00	6,00	94.500
muro frontale	2	2,50	17,25	4,00	1	25	4.313	2,95	4,20	18.113
ringrosso	3	0,00	0,00	0,00	0	25	0	0,00	0,00	0
paraghiaia	4	0,80	17,25	3,20	1	25	1.104	4,65	5,05	5.575
muri laterali	5	6,55	0,80	7,25	2	25	1.900	5,45	8,73	16.573
terra	6	6,55	14,45	7,20	1	19,0	12.948	5,45	8,73	112.969
								36.014		247.730

altezza fronte vento ponte scarico (m)	2,85
altezza fronte vento ponte carico (m)	5,84
distanza tra asse appoggi e bordo anteriore fondazione (m)	3,75
distanza tra bordo anteriore fondazione e baricentro dei pali (m)	6,00

AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO

momenti longitudinali rispetto al bordo anteriore

	N (kN)	H long (kN)	H trasv (kN)	M long (kNm)	M trasv (kNm)
peso strutturale	698	0	0	2.618	35
permanenti	295	0	0	1.106	241
mezzi schema 1	3.947	0	0	14.801	2.117
mezzi schema 2	2.158	0	0	8.093	4.381
folia schema 1	18	0	0	68	146
folia schema 2	0	0	0	0	0
frenamento	0	148	0	-962	0
attrito / reazione gommoni ?T	0	77	0	-497	0
vento: impalcato scarico	371	0	72	0	-1.637
vento: impalcato carico	313	0	166	0	-2.648
temperatura	0	0	0	0	0
ritiro	0	0	0	0	400
azione centrifuga	0	0	0	0	0
sisma	1.348	1.154	620	7.501	4.154

Mt	H	Obliquità	°	rad
	148	0,00	0,00	
	77			
1.066	72			
1.084	166			

RELAZIONE GEOTECNICA

Codice documento
SS0690_F0.doc

Rev	Data
F0	20/06/2011

PARAMETRI SISMICI

accelerazione di picco	$\alpha g/g =$	0,4373
coefficiente orizzontale	$=S_s \times S_T =$	1,00
coefficiente verticale	$=S_s \times S_T =$	1,00
	$a_{max} =$	0,437
	$\beta m =$	0,31
	$K_h =$	0,136
$K_v = 0,5 K_h$	$K_v =$	0,068
	$\theta_1 =$	0,126
	$\theta_2 =$	0,144

PARAMETRI TERRENO

Peso specifico del terreno:	19,0	kN/m^3	γ	
Angolo di attrito terreno rilevato	0,611	rad	ϕ	35,00 °
Angolo di attrito terreno di base	0,663	rad	ϕ	38,00 °
Angolo di inclinazione del muro	1,571	rad	ψ	90,00 °
Angolo di inclinazione del terreno	0,000	rad	β	0,00 °
Angolo di resistenza terra-muro	0,407	rad	δ	23,33 °
Coefficiente di spinta del terreno	$K_1 =$	0,325		
	$K_2 =$	0,339		

AZIONI TRASMESSE DAL TERRENO

	p (kN/mq)	H long (kN)	M long (kNm)
Ed= spinta terreno sismica+statica		5.585	-20.333
spinta a riposo	78,59	6.575	-21.259
spinta attiva	49,94	4.178	-13.510
spinta passiva plinto (50%)	154,63	2.030	1.691
spinta per sovraccarichi	3,84	642	-3.114

	p (kN/mq)	N vert (kN)	H long (kN)	M long (kNm)
Sovraccarico				
sommità	64,46	1.564	3.233	-15.678
piede muro	26,16			

Per le spinte inerziali $\beta m = 1$

$K_x =$ $K_y =$ $K_v =$

AZIONI INERZIALI SIS. TRASMESSE DALLA SPALLA


	N (kN)	H long (kN)	H trasv (kN)	M long (kNm)	M trasv (kNm)
Sisma +	7.874	15.749	15.749	60.633	60.633
Sisma -	-5.043	-10.087	-10.087	-26.094	-26.094

Larghezza pavimentato	14,45	m	
numero stese	3		
angolo diffusione	30,00	°	0,52

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0

VERIFICHE DI STABILITA'



	<i>N</i> (kN)	<i>M_{rib}</i> (kNm)	<i>M_{stab}</i> (kNm)	η	<i>u</i> (m)	<i>e</i> (m)	SL
Combinazione 1	40.980	-28.134	285.677	10,15	6,28	-0,28	SLU GEO
Combinazione 2	45.529	-31.716	302.737	9,55	5,95	0,05	
Combinazione 3	43.461	-31.716	294.983	9,30	6,06	-0,06	
Combinazione 4	44.384	-31.927	298.443	9,35	6,00	0,00	
Combinazione 5	42.841	-31.927	292.656	9,17	6,09	-0,09	
Combinazione 6	44.384	-30.323	300.046	9,89	6,08	-0,08	
Combinazione 7	42.841	-30.323	294.260	9,70	6,16	-0,16	
Combinazione 8	44.384	-30.821	298.443	9,68	6,03	-0,03	
Combinazione 9	42.841	-30.821	292.656	9,50	6,11	-0,11	
Combinazione 10	43.023	-46.164	287.476	6,23	5,61	0,39	
Combinazione 11	51.946	-32.560	356.574	10,95	6,24	-0,24	SLU STR
Combinazione 12	57.286	-36.765	376.601	10,24	5,93	0,07	
Combinazione 13	54.859	-36.765	367.499	10,00	6,03	-0,03	
Combinazione 14	55.942	-37.012	371.560	10,04	5,98	0,02	
Combinazione 15	54.131	-37.012	364.768	9,86	6,05	-0,05	
Combinazione 16	55.942	-35.042	373.530	10,66	6,05	-0,05	
Combinazione 17	54.131	-35.042	366.738	10,47	6,13	-0,13	
Combinazione 18	55.942	-35.714	371.560	10,40	6,00	0,00	
Combinazione 19	54.131	-35.714	364.768	10,21	6,08	-0,08	
Combinazione 20	54.339	-53.726	358.686	6,68	5,61	0,39	
Comb SLE 1	37.007	-21.756	251.454	11,56	6,21	-0,21	SLE
Comb SLE 2	40.963	-24.871	266.289	10,71	5,89	0,11	
Comb SLE 3	39.165	-24.871	259.546	10,44	5,99	0,01	
Comb SLE 4	39.967	-25.054	262.555	10,48	5,94	0,06	
Comb SLE 5	38.625	-25.054	257.523	10,28	6,02	-0,02	
Comb SLE 6	39.967	-23.595	264.014	11,19	6,02	-0,02	
Comb SLE 7	38.625	-23.595	258.983	10,98	6,09	-0,09	
Comb SLE 8	39.967	-24.092	262.555	10,90	5,97	0,03	
Comb SLE 9	38.625	-24.092	257.523	10,69	6,04	-0,04	
Comb SLE 10	38.759	-37.435	253.018	6,76	5,56	0,44	
perm + sisma X + 0,30 sisma (Y+Z) schema 1	41.356	-104.654	259.079	2,48	3,73	2,27	SLV
perm + sisma X + 0,30 sisma (Y+Z) schema 2	40.637	-104.654	256.382	2,45	3,73	2,27	

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Si riportano nel seguito i valori delle azioni agenti alla base della fondazione per le varie combinazioni di carico riportate alla pagina successiva. Tali azioni rappresentano i valori assunti per l'analisi del sistema fondazionale in base all'approccio 1 delle NTC 2008.

AZIONI GLOBALI NORME TECNICHE 2008

	<i>N</i> (kN)	<i>M long</i> (kNm)	<i>M trasv</i> (kNm)	<i>T long</i> (kN)	<i>T trasv</i> (kN)	
Combinazione 1	40.980	-11.665	2.876	8.624	94	SLU GEO
Combinazione 2	45.529	2.153	5.332	9.363	129	
Combinazione 3	43.461	-2.499	7.852	9.363	129	
Combinazione 4	44.384	-213	4.639	9.348	129	
Combinazione 5	42.841	-3.684	6.592	9.348	129	
Combinazione 6	44.384	-3.420	6.592	8.855	129	
Combinazione 7	42.841	-6.891	6.592	8.855	129	
Combinazione 8	44.384	-1.319	4.639	9.178	129	
Combinazione 9	42.841	-4.791	6.592	9.178	129	
Combinazione 10	43.023	16.825	2.814	12.342	129	
Combinazione 11	51.946	-12.341	3.344	9.966	108	SLU STR
Combinazione 12	57.286	3.880	6.228	10.833	149	
Combinazione 13	54.859	-1.581	9.186	10.833	149	
Combinazione 14	55.942	1.103	5.415	10.816	149	
Combinazione 15	54.131	-2.972	7.707	10.816	149	
Combinazione 16	55.942	-2.837	7.707	10.210	149	
Combinazione 17	54.131	-6.912	7.707	10.210	149	
Combinazione 18	55.942	-195	5.415	10.616	149	
Combinazione 19	54.131	-4.271	7.707	10.616	149	
Combinazione 20	54.339	21.075	3.272	12.078	149	
Comb SLE 1	37.007	-7.657	2.313	6.652	72	SLE
Comb SLE 2	40.963	4.359	4.455	7.294	100	
Comb SLE 3	39.165	313	6.646	7.294	100	
Comb SLE 4	39.967	2.302	3.852	7.281	100	
Comb SLE 5	38.625	-717	5.550	7.281	100	
Comb SLE 6	39.967	-617	5.550	6.832	100	
Comb SLE 7	38.625	-3.636	5.550	6.832	100	
Comb SLE 8	39.967	1.340	3.852	7.133	100	
Comb SLE 9	38.625	-1.679	5.550	7.133	100	
Comb SLE 10	38.759	16.970	2.265	8.216	100	
perm + sisma X + 0,30 sisma (Y+Z) schema 1	41.356	61.054	20.135	20.458	4.911	SLV
perm + sisma X + 0,30 sisma (Y+Z) schema 2	40.637	60.249	20.312	20.458	4.911	

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0

Combinazioni statiche

PRINCIPALE	P.p.		Perm.		Attribito		Temperatura		Vento		Accident.		Folla		Frenamento		Ced. - Ritiro		Centrifuga	
	γ_{G1}	γ_{G2}	Ψ_0	γ_{G2}	Ψ_0	γ_{G2}	Ψ_0	γ_{G2}	Ψ_0	γ_Q	Ψ_0	γ_Q	Ψ_0	γ_Q	Ψ_0	γ_Q	Ψ_0	γ_Q	Ψ_0	γ_Q
AZIONI SLU GEO	Vento	1,00	1,30	1,00	1,30	1,00	0,60	1,00	1,00	1,30										
	Gruppo 1 centr.	1,00	1,30	1,00	1,30	1,00	0,60	1,00	1,00	1,30	1,00	1,15	0,50	1,15	0,00	1,15	1,00	1,00	0,00	1,15
	Gruppo 1 ecc.	1,00	1,30	1,00	1,30	1,00	0,60	1,00	1,00	1,30	1,00	1,15	0,50	1,15	0,00	1,15	1,00	1,00	0,00	1,15
	Gruppo 2a centr.	1,00	1,30	1,00	1,30	1,00	0,60	1,00	1,00	1,30	0,75	1,15	0,00	1,15	1,00	1,15	1,00	1,00	0,00	1,15
	Gruppo 2a ecc.	1,00	1,30	1,00	1,30	1,00	0,60	1,00	1,00	1,30	0,75	1,15	0,00	1,15	1,00	1,15	1,00	1,00	0,00	1,15
	Gruppo 2b centr.	1,00	1,30	1,00	1,30	1,00	0,60	1,00	1,00	1,30	0,75	1,15	0,00	1,15	0,00	1,15	1,00	1,00	0,00	1,15
AZIONI SLU STR	Vento	1,00	1,30	1,00	1,30	1,00	0,60	1,00	1,00	1,30	0,75	1,15	0,00	1,15	0,00	1,15	1,00	1,00	0,00	1,15
	Gruppo 1 centr.	1,35	1,50	1,00	1,50	1,00	0,60	1,20	1,00	1,50										
	Gruppo 1 ecc.	1,35	1,50	1,00	1,50	1,00	0,60	1,20	1,00	1,50	1,00	1,35	0,50	1,35	0,00	1,35	1,00	1,00	0,00	1,35
	Gruppo 2a centr.	1,35	1,50	1,00	1,50	1,00	0,60	1,20	1,00	1,50	0,75	1,35	0,00	1,35	1,00	1,35	1,00	1,00	0,00	1,35
	Gruppo 2a ecc.	1,35	1,50	1,00	1,50	1,00	0,60	1,20	1,00	1,50	0,75	1,35	0,00	1,35	1,00	1,35	1,00	1,00	0,00	1,35
	Gruppo 2b centr.	1,35	1,50	1,00	1,50	1,00	0,60	1,20	1,00	1,50	0,75	1,35	0,00	1,35	0,00	1,35	1,00	1,00	0,00	1,35
AZIONI SLU EQU	Vento	1,00	1,30	1,00	1,30	1,00	0,60	1,00	1,00	1,30										
	Gruppo 1 centr.	1,10	1,50	1,00	1,50	1,00	0,60	1,20	1,00	1,50	1,00	1,35	0,50	1,35	0,00	1,35	1,00	1,00	0,00	1,35
	Gruppo 1 ecc.	1,10	1,50	1,00	1,50	1,00	0,60	1,20	1,00	1,50	1,00	1,35	0,50	1,35	0,00	1,35	1,00	1,00	0,00	1,35
	Gruppo 2a centr.	1,10	1,50	1,00	1,50	1,00	0,60	1,20	1,00	1,50	0,75	1,35	0,00	1,35	1,00	1,35	1,00	1,00	0,00	1,35
	Gruppo 2a ecc.	1,10	1,50	1,00	1,50	1,00	0,60	1,20	1,00	1,50	0,75	1,35	0,00	1,35	1,00	1,35	1,00	1,00	0,00	1,35
	Gruppo 2b centr.	1,10	1,50	1,00	1,50	1,00	0,60	1,20	1,00	1,50	0,75	1,35	0,00	1,35	0,00	1,35	1,00	1,00	0,00	1,35

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Combinazioni sismiche

Le combinazioni sismiche assunte per le verifiche delle fondazioni sono quelle con direzione principale coincidente con la direzione longitudinale del viadotto, in quanto più sfavorevoli per le verifiche di scorrimento e di portanza della fondazione stessa.

Combinazione	P.p.	Perm.	Accid.		Sisma X	Sisma Y	Sisma Z
SISMA X N+	1,00	1,00	0,20		1,00	0,30	0,30

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

5.2.2 MODELLO DI CALCOLO

Per il calcolo della capacità portante delle fondazioni profonde si utilizza il software di calcolo Aztec CARL 10.0 versione 10.05.b – carico limite e cedimenti.

Progetto: Curcuraci lato Reggio Calabria – spalla SpB

Geometria della fondazione

Simbologia adottata

Descrizione Descrizione della fondazione

Forma Forma della fondazione (N=Nastriforme, R=Rettangolare, C=Circolare)

X Ascissa del baricentro della fondazione espressa in [m]

Y Ordinata del baricentro della fondazione espressa in [m]

B Base/Diametro della fondazione espressa in [m]

L Lunghezza della fondazione espressa in [m]

D Profondità del piano di posa in [m]

α Inclinazione del piano di posa espressa in [°]

ω Inclinazione del piano campagna espressa in [°]

Descrizione	Forma	X	Y	B	L	D	α	ω
Fondazione	(R)	6,00	10,50	12,00	21,00	4,30	0,00	0,00

Descrizione terreni e falda

Caratteristiche fisico-meccaniche

Simbologia adottata

Descrizione Descrizione terreno

γ Peso di volume del terreno espresso in [daN/mc]

γ_{sat} Peso di volume saturo del terreno espresso in [daN/mc]

ϕ Angolo di attrito interno del terreno espresso in gradi

δ Angolo di attrito palo-terreno espresso in gradi

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

c Coesione del terreno espressa in [daN/cm²]

ca Adesione del terreno espressa in [daN/cm²]

Descrizione	γ	γ_{sat}	ϕ	δ	c	ca
Depositi fluviali	2000,0	2350,0	38,00	38,00	0,000	0,000
Ghiaie di messina	1900,0	2300,0	38,00	38,00	0,000	0,000

Descrizione stratigrafia

Simbologia adottata

n[°] Identificativo strato

Z1 Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°1 espressa in [m]

Z2 Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°2 espressa in [m]

Z3 Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°3 espressa in [m]

Terreno Terreno dello strato

Punto di sondaggio n° 1: X = -10,0 [m] Y = 3,0 [m]

Punto di sondaggio n° 2: X = 0,0 [m] Y = 0,0 [m]

Punto di sondaggio n° 3: X = 10,0 [m] Y = 3,0 [m]

N	Z1	Z2	Z3	Terreno
1	-30,0	-30,0	-30,0	Ghiaie di messina

Normativa

N.T.C. 2008

Calcolo secondo: **Approccio 1**

Simbologia adottata

γ_{Gsfav} Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti

γ_{Gfav} Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti

γ_{Qsfav} Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;"><i>Rev</i></td> <td style="width: 50%; text-align: center;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

- γ_{Qfav} Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
 $\gamma_{\tan\phi'}$ Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
 $\gamma_{c'}$ Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
 γ_{cu} Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
 γ_{qu} Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
 γ_{γ} Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniassiale delle rocce

Coefficienti parziali combinazioni statiche

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

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,30	1,00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,50	1,30

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

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

Coefficienti parziali combinazioni sismiche

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

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,00	1,00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Variabili Sfavorevole γ_{Qsfav} 1,00 1,00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

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

Coefficienti parziali γ_R per le verifiche geotecniche.

		<i>R1</i>	<i>R2</i>	<i>R3</i>
Capacità portante	γ_r	1,00	1,80	2,30
Scorrimento	γ_r	1,00	1,10	1,10

Coeff. di combinazione $\Psi_0= 0,70$ $\Psi_1= 0,50$ $\Psi_2= 0,20$

Condizioni di carico

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

<i>Fondazione</i>	Nome identificativo della fondazione
<i>N</i>	Sforzo normale totale espressa in [daN]
<i>Mx</i>	Momento in direzione X espressa in [daNm]
<i>My</i>	Momento in direzione Y espresso in [daNm]
<i>ex</i>	Eccentricità del carico lungo X espressa in [m]
<i>ey</i>	Eccentricità del carico lungo Y espressa in [m]
<i>β</i>	Inclinazione del taglio nel piano espressa in [°]

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

T Forza di taglio espressa in [daN]

5.2.2.1 VERIFICHE APPROCCIO 1 – COMBINAZIONE 1

Condizione n° 1 (Condizione n° 1)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	5194600,0	334400,0	1234100,0	0,2	-0,1	89,4	996658,5

Condizione n° 2 (Condizione n° 2)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	5728600,0	622800,0	388000,0	0,1	-0,1	89,2	1083402,5

Condizione n° 3 (Condizione n° 3)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	5485900,0	918600,0	158100,0	0,0	-0,2	89,2	1083402,5

Condizione n° 4 (Condizione n° 4)


Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	5594200,0	541500,0	110300,0	0,0	-0,1	89,2	1081702,6

Condizione n° 5 (Condizione n° 5)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	5413100,0	770700,0	297200,0	0,1	-0,1	89,2	1081702,6

Condizione n° 6 (Condizione n° 6)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	5594200,0	770700,0	283700,0	0,1	-0,1	89,2	1021108,7

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Condizione n° 7 (Condizione n° 7)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	5413100,0	770700,0	691200,0	0,1	-0,1	89,2	1021108,7

Condizione n° 8 (Condizione n° 8)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	5594200,0	541500,0	19500,0	0,0	-0,1	89,2	1061704,6

Condizione n° 9 (Condizione n° 9)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	5413100,0	770700,0	4271000,0	0,8	-0,1	89,2	1031707,6

Condizione n° 10 (Condizione n° 10)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	5433900,0	327200,0	2107500,0	0,4	-0,1	89,3	1207891,9

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

- γ Coefficiente di partecipazione della condizione
- Ψ Coefficiente di combinazione della condizione
- C Coefficiente totale di partecipazione della condizione

Combinazione n° 1 SLU - Caso A1-M1

	γ	Ψ	C
Condizione n° 1	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 2 SLU - Caso A1-M1

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

	γ	Ψ	C
Condizione n° 2	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 3 SLU - Caso A1-M1

	γ	Ψ	C
Condizione n° 3	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 4 SLU - Caso A1-M1

	γ	Ψ	C
Condizione n° 4	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 5 SLU - Caso A1-M1

	γ	Ψ	C
Condizione n° 5	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 6 SLU - Caso A1-M1

	γ	Ψ	C
Condizione n° 6	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 7 SLU - Caso A1-M1

	γ	Ψ	C
Condizione n° 7	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 8 SLU - Caso A1-M1

	γ	Ψ	C
Condizione n° 8	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 9 SLU - Caso A1-M1

	γ	Ψ	C
Condizione n° 9	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 10 SLU - Caso A1-M1

	γ	Ψ	C
--	----------	--------	----------

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

Angolo di attrito	$\phi = 38,00$	[°]
Coesione	$c = 0,00$	[daN/cm ²]
Modulo di taglio	$G = 166,67$	[daN/cm ²]

Base ridotta	$B' = B - 2 ex = 11,52$ [m]
Lunghezza ridotta	$L' = L - 2 ey = 20,87$ [m]

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 61,35$	$N_q = 48,93$	$N_\gamma = 78,02$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 0,70$	$i_q = 0,71$	$i_\gamma = 0,57$
$d_c = 1,08$	$d_q = 1,08$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0,00 + 19,82 + 31,61 = 51,42 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$Q_u = 123688489,73 \text{ [daN]}$$

$$Q_d = 123688489,73 \text{ [daN]}$$

$$V = 5194600,00 \text{ [daN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 123688489,73 / 5194600,00 = 23,81$$

Indici rigidezza

$$I_c = 0,70 \quad I_{rc} = 256,12$$

Combinazione n° 2

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

Spessore dello strato	H = 12,30	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1900,00$	[daN/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 38,00$	[°]
Coesione	c = 0,00	[daN/cm ²]
Modulo di taglio	G = 166,67	[daN/cm ²]

Base ridotta	B' = B - 2 ex = 11,86 [m]
Lunghezza ridotta	L' = L - 2 ey = 20,78 [m]

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 61,35$	$N_q = 48,93$	$N_\gamma = 78,02$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 0,71$	$i_q = 0,71$	$i_\gamma = 0,58$
$d_c = 1,08$	$d_q = 1,08$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0,00 + 20,01 + 32,97 = 52,99 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$Q_u = 130650761,75 \text{ [daN]}$$

$$Q_d = 130650761,75 \text{ [daN]}$$

$$V = 5728600,00 \text{ [daN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 130650761,75 / 5728600,00 = 22,81$$

Indici rigidezza

$$I_c = 0,71 \qquad I_{rc} = 256,12$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

Combinazione n° 3

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	H = 12,30	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1900,00$	[daN/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 38,00$	[°]
Coesione	c = 0,00	[daN/cm ²]
Modulo di taglio	G = 166,67	[daN/cm ²]

Base ridotta	B' = B - 2 ex = 11,94 [m]
Lunghezza ridotta	L' = L - 2 ey = 20,67 [m]

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 61,35$	$N_q = 48,93$	$N_\gamma = 78,02$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 0,70$	$i_q = 0,70$	$i_\gamma = 0,56$
$d_c = 1,08$	$d_q = 1,08$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:


$$q_u = 0,00 + 19,68 + 32,30 = 51,99 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$Q_u = 128294330,71 \text{ [daN]}$$

$$Q_d = 128294330,71 \text{ [daN]}$$

$$V = 5485900,00 \text{ [daN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 128294330,71 / 5485900,00 = 23,39$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

Indici rigidezza

$I_c = 0,70$

$I_{rc} = 256,12$

Combinazione n° 4

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	$H = 12,30$	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1900,00$	[daN/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 38,00$	[°]
Coesione	$c = 0,00$	[daN/cm ²]
Modulo di taglio	$G = 166,67$	[daN/cm ²]

Base ridotta $B' = B - 2 e_x = 11,96$ [m]

Lunghezza ridotta $L' = L - 2 e_y = 20,81$ [m]

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 61,35$	$N_q = 48,93$	$N_\gamma = 78,02$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 0,70$	$i_q = 0,71$	$i_\gamma = 0,57$
$d_c = 1,08$	$d_q = 1,08$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0,00 + 19,85 + 32,79 = 52,64 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$Q_u = 130987279,68 \text{ [daN]}$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

$$Q_d = 130987279,68 \text{ [daN]}$$

$$V = 5594200,00 \text{ [daN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 130987279,68 / 5594200,00 = 23,41$$

Indici rigidezza

$$I_c = 0,70$$

$$I_{rc} = 256,12$$

Combinazione n° 5

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	H = 12,30	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1900,00$	[daN/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 38,00$	[°]
Coesione	c = 0,00	[daN/cm ²]
Modulo di taglio	G = 166,67	[daN/cm ²]

Base ridotta $B' = B - 2 e_x = 11,89 \text{ [m]}$

Lunghezza ridotta $L' = L - 2 e_y = 20,72 \text{ [m]}$

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 61,35$	$N_q = 48,93$	$N_\gamma = 78,02$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 0,69$	$i_q = 0,70$	$i_\gamma = 0,56$
$d_c = 1,08$	$d_q = 1,08$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

$$q_u = 0,00 + 19,59 + 31,92 = 51,51 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$Q_u = 126872920,63 \text{ [daN]}$$

$$Q_d = 126872920,63 \text{ [daN]}$$

$$V = 5413100,00 \text{ [daN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 126872920,63 / 5413100,00 = 23,44$$

Indici rigidezza

$$I_c = 0,69$$

$$I_{rc} = 256,12$$

Combinazione n° 6

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	H = 12,30	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1900,00$	[daN/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 38,00$	[°]
Coesione	c = 0,00	[daN/cm ²]
Modulo di taglio	G = 166,67	[daN/cm ²]

Base ridotta $B' = B - 2 e_x = 11,90 \text{ [m]}$

Lunghezza ridotta $L' = L - 2 e_y = 20,72 \text{ [m]}$

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 61,35$	$N_q = 48,93$	$N_\gamma = 78,02$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 0,72$	$i_q = 0,72$	$i_\gamma = 0,59$
$d_c = 1,08$	$d_q = 1,08$	$d_\gamma = 1,00$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

$$b_c = 1,00$$

$$b_q = 1,00$$

$$b_\gamma = 1,00$$

$$g_c = 1,00$$

$$g_q = 1,00$$

$$g_\gamma = 1,00$$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0,00 + 20,31 + 33,83 = 54,14 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$Q_u = 133505742,46 \text{ [daN]}$$

$$Q_d = 133505742,46 \text{ [daN]}$$

$$V = 5594200,00 \text{ [daN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 133505742,46 / 5594200,00 = 23,87$$

Indici rigidezza

$$I_c = 0,72$$

$$I_{rc} = 256,12$$

Combinazione n° 7

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato $H = 12,30$ [m]

Peso specifico terreno $\gamma = 1900,00$ [daN/mc]

Angolo di attrito $\phi = 38,00$ [°]

Coesione $c = 0,00$ [daN/cm²]

Modulo di taglio $G = 166,67$ [daN/cm²]

Base ridotta $B' = B - 2 e_x = 11,74$ [m]

Lunghezza ridotta $L' = L - 2 e_y = 20,72$ [m]

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$$N_c = 61,35$$

$$N_q = 48,93$$

$$N_\gamma = 78,02$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 0,71$	$i_q = 0,72$	$i_\gamma = 0,58$
$d_c = 1,08$	$d_q = 1,08$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0,00 + 20,07 + 32,75 = 52,82 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$Q_u = 128496574,55 \text{ [daN]}$$

$$Q_d = 128496574,55 \text{ [daN]}$$

$$V = 5413100,00 \text{ [daN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 128496574,55 / 5413100,00 = 23,74$$

Indici rigidezza

$$I_c = 0,71 \qquad I_{rc} = 256,12$$

Combinazione n° 8

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	$H = 12,30$	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1900,00$	[daN/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 38,00$	[°]
Coesione	$c = 0,00$	[daN/cm ²]
Modulo di taglio	$G = 166,67$	[daN/cm ²]

$$\text{Base ridotta} \qquad B' = B - 2 \text{ ex} = 11,99 \text{ [m]}$$

$$\text{Lunghezza ridotta} \qquad L' = L - 2 \text{ ey} = 20,81 \text{ [m]}$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 61,35$	$N_q = 48,93$	$N_\gamma = 78,02$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 0,71$	$i_q = 0,71$	$i_\gamma = 0,58$
$d_c = 1,08$	$d_q = 1,08$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0,00 + 20,00 + 33,28 = 53,28 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$Q_u = 132940120,72 \text{ [daN]}$$

$$Q_d = 132940120,72 \text{ [daN]}$$

$$V = 5594200,00 \text{ [daN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 132940120,72 / 5594200,00 = 23,76$$

Indici rigidezza

$$I_c = 0,71 \qquad I_{rc} = 256,12$$

Combinazione n° 9

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	$H = 12,30$	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1900,00$	[daN/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 38,00$	[°]
Coazione	$c = 0,00$	[daN/cm ²]
Modulo di taglio	$G = 166,67$	[daN/cm ²]

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Base ridotta $B' = B - 2 ex = 10,42$ [m]

Lunghezza ridotta $L' = L - 2 ey = 20,72$ [m]

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 61,35$	$N_q = 48,93$	$N_\gamma = 78,02$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 0,71$	$i_q = 0,71$	$i_\gamma = 0,58$
$d_c = 1,08$	$d_q = 1,08$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0,00 + 19,98 + 28,87 = 48,85 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$Q_u = 105468519,46 \text{ [daN]}$$

$$Q_d = 105468519,46 \text{ [daN]}$$

$$V = 5413100,00 \text{ [daN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 105468519,46 / 5413100,00 = 19,48$$

Indici rigidità

$$I_c = 0,71 \quad I_{rc} = 256,12$$

Combinazione n° 10

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato $H = 12,30$ [m]

Peso specifico terreno $\gamma = 1900,00$ [daN/mc]

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

Angolo di attrito	$\phi = 38,00$	[°]
Coesione	$c = 0,00$	[daN/cm ²]
Modulo di taglio	$G = 166,67$	[daN/cm ²]

Base ridotta	$B' = B - 2 e_x = 11,22$ [m]
Lunghezza ridotta	$L' = L - 2 e_y = 20,88$ [m]

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 61,35$	$N_q = 48,93$	$N_\gamma = 78,02$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 0,66$	$i_q = 0,67$	$i_\gamma = 0,52$
$d_c = 1,08$	$d_q = 1,08$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0,00 + 18,66 + 27,89 = 46,55 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$Q_u = 109088223,43 \text{ [daN]}$$

$$Q_d = 109088223,43 \text{ [daN]}$$

$$V = 5433900,00 \text{ [daN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 109088223,43 / 5433900,00 = 20,08$$

Indici rigidezza

$$I_c = 0,66 \qquad I_{rc} = 256,12$$

Verifica della portanza per carichi orizzontali (scorrimento).

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Partecipazione spinta passiva: 50,00 (%)

La relazione adottata è la seguente:

$$\eta = R / H \geq \eta_{req}$$

η_{req} : coefficiente di sicurezza richiesto

Simbologia adottata

Cmb Identificativo della combinazione

H Forza di taglio agente al piano di posa espresso in [daN]

R_{ult1} Resistenza offerta dal piano di posa per attrito ed adesione espressa in [daN]

R_{ult2} Resistenza passiva offerta dall'affondamento del piano di posa espressa in [daN]

R Somma di R_{ult1} e R_{ult2}

R_{amm} Resistenza ammissibile allo scorrimento espressa in [daN]

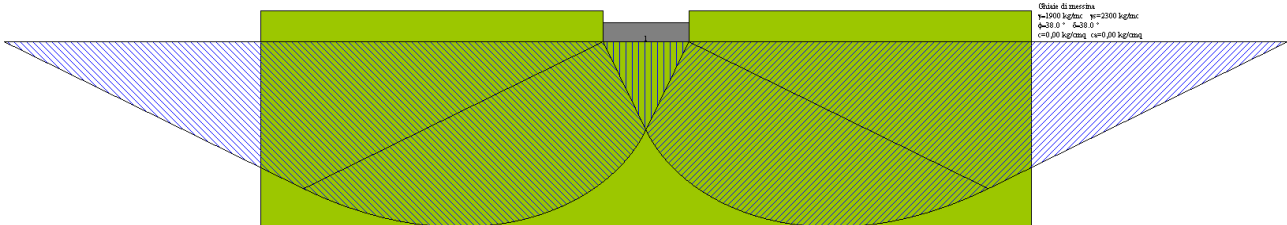
η Coeff. di sicurezza allo scorrimento

Fondazione

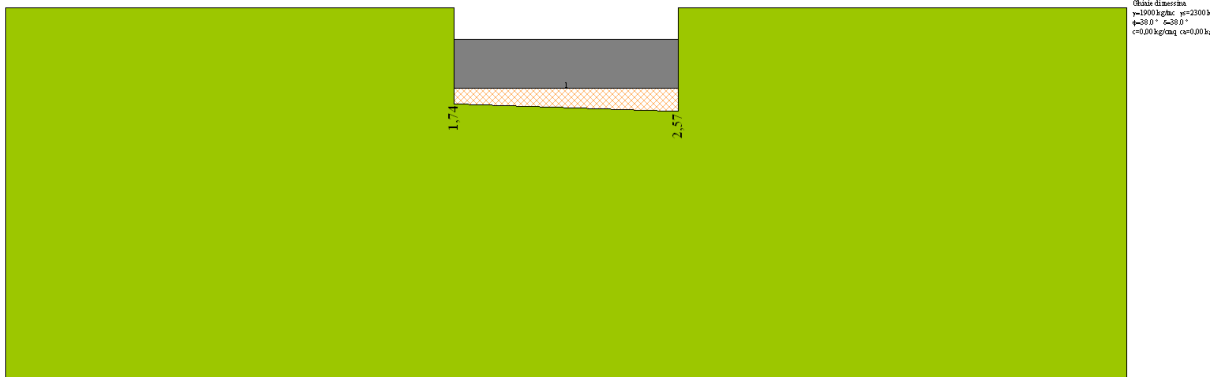
Cmb	H	R_{ult1}	R_{ult2}	R	R_{amm}	η
1	996600,00	4058466,32	0,00	4058466,32	4058466,32	4,07
2	1083300,00	4475672,84	0,00	4475672,84	4475672,84	4,13
3	1083300,00	4286054,82	0,00	4286054,82	4286054,82	3,96
4	1081600,00	4370668,05	0,00	4370668,05	4370668,05	4,04
5	1081600,00	4229177,22	0,00	4229177,22	4229177,22	3,91
6	1021000,00	4370668,05	0,00	4370668,05	4370668,05	4,28
7	1021000,00	4229177,22	0,00	4229177,22	4229177,22	4,14
8	1061600,00	4370668,05	0,00	4370668,05	4370668,05	4,12
9	1031600,00	4229177,22	0,00	4229177,22	4229177,22	4,10
10	1207800,00	4245427,97	0,00	4245427,97	4245427,97	3,52

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

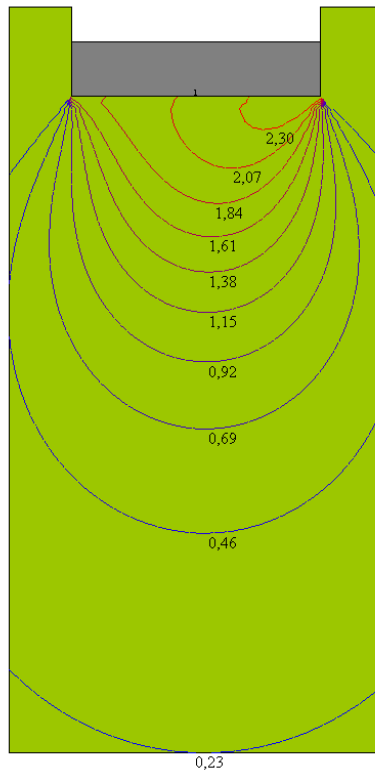
Cuneo di rottura - comb 10





Solido delle pressioni - comb 10



Bulbo delle tensioni - Sez X-X comb 10



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

5.2.2.2 VERIFICHE APPROCCIO 1 – COMBINAZIONE 2

Condizione n° 1 (Condizione n° 1)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	4098000,0	287600,0	1166500,0	0,3	-0,1	89,4	862451,2

Condizione n° 2 (Condizione n° 2)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	4552900,0	533200,0	215300,0	0,0	-0,1	89,2	936388,9

Condizione n° 3 (Condizione n° 3)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	4346100,0	785200,0	249900,0	0,1	-0,2	89,2	936388,9

Condizione n° 4 (Condizione n° 4)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	4438400,0	463900,0	21300,0	0,0	-0,1	89,2	934889,0

Condizione n° 5 (Condizione n° 5)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	4284100,0	659200,0	368400,0	0,1	-0,2	89,2	934889,0

Condizione n° 6 (Condizione n° 6)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	4438400,0	659200,0	342000,0	0,1	-0,1	89,2	885594,0

Condizione n° 7 (Condizione n° 7)

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	4284100,0	659200,0	689100,0	0,2	-0,2	89,2	885594,0

Condizione n° 8 (Condizione n° 8)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	4438400,0	463900,0	131900,0	0,0	-0,1	89,2	917890,7

Condizione n° 9 (Condizione n° 9)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	4284100,0	659200,0	479100,0	0,1	-0,2	89,2	917890,7

Condizione n° 10 (Condizione n° 10)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	4302300,0	284100,0	1682500,0	0,4	-0,1	89,4	1234267,4

Condizione n° 11 (Condizione n° 11) – COMBINAZIONE SISMICA



Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	4135600,0	2013500,0	6105400,0	1,5	-0,5	71,6	2103919,4

Condizione n° 12 (Condizione n° 12) – COMBINAZIONE SISMICA

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	4063700,0	2031200,0	6024900,0	1,5	-0,5	71,6	2103919,4

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- γ Coefficiente di partecipazione della condizione
 Ψ Coefficiente di combinazione della condizione
C Coefficiente totale di partecipazione della condizione

Combinazione n° 1 SLU - Caso A2-M2

	γ	Ψ	C
Condizione n° 1	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 2 SLU - Caso A2-M2

	γ	Ψ	C
Condizione n° 2	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 3 SLU - Caso A2-M2

	γ	Ψ	C
Condizione n° 3	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 4 SLU - Caso A2-M2

	γ	Ψ	C
Condizione n° 4	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 5 SLU - Caso A2-M2

	γ	Ψ	C
Condizione n° 5	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 6 SLU - Caso A2-M2

	γ	Ψ	C
Condizione n° 6	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 7 SLU - Caso A2-M2

	γ	Ψ	C
Condizione n° 7	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 8 SLU - Caso A2-M2

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

	γ	Ψ	C
Condizione n° 8	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 9 SLU - Caso A2-M2

	γ	Ψ	C
Condizione n° 9	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 10 SLU - Caso A2-M2

	γ	Ψ	C
Condizione n° 10	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 11 SLU – COMBINAZIONE SISMICA

	γ	Ψ	C
Condizione n° 11	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 12 SLU – COMBINAZIONE SISMICA

	γ	Ψ	C
Condizione n° 12	1.00	1.00	1.00

Analisi in condizioni drenate

Verifica della portanza per carichi verticali

Il calcolo della portanza è stato eseguito col metodo di Brinch-Hansen

La relazione adottata è la seguente:

$$q_u = c N_c s_c i_c d_c b_c g_c + q N_q s_q i_q d_q b_q g_q + 0.5 B \gamma N_\gamma s_\gamma i_\gamma d_\gamma b_\gamma g_\gamma$$

Altezza del cuneo di rottura: AUTOMATICA

Il criterio utilizzato per il calcolo del macrostrato equivalente è stato la MEDIA PESATA

Nel calcolo della portanza sono state richieste le seguenti opzioni:

Riduzione sismica: NESSUNA

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Coefficiente correttivo su N_γ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1,00

Coefficiente correttivo su N_γ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1,00

Riduzione per carico eccentrico: MEYERHOF

Riduzione per rottura locale o punzonamento del terreno: VESIC

Meccanismo di punzonamento in presenza di falda.

Fondazione

Combinazione n° 1

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	$H = 10,82$	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1900,00$	[daN/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 32,01$	[°]
Coesione	$c = 0,00$	[daN/cm ²]
Modulo di taglio	$G = 166,67$	[daN/cm ²]

Base ridotta $B' = B - 2 e_x = 11,43$ [m]

Lunghezza ridotta $L' = L - 2 e_y = 20,86$ [m]

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 35,51$	$N_q = 23,19$	$N_\gamma = 30,24$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 0,67$	$i_q = 0,68$	$i_\gamma = 0,54$
$d_c = 1,10$	$d_q = 1,10$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

$$q_u = 0,00 + 14,17 + 17,64 = 31,81 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$Q_u = 75857195,39 \text{ [daN]}$$

$$Q_d = 42142886,33 \text{ [daN]}$$

$$V = 4098000,00 \text{ [daN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 75857195,39 / 4098000,00 = 18,51$$

Indici rigidezza

$$I_c = 0,67$$

$$I_{rc} = 121,15$$

Combinazione n° 2

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente


Spessore dello strato	H = 10,82	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1900,00$	[daN/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 32,01$	[°]
Coesione	c = 0,00	[daN/cm ²]
Modulo di taglio	G = 166,67	[daN/cm ²]

Base ridotta $B' = B - 2 \text{ ex} = 11,91 \text{ [m]}$

Lunghezza ridotta $L' = L - 2 \text{ ey} = 20,77 \text{ [m]}$

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 35,51$	$N_q = 23,19$	$N_\gamma = 30,24$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 0,68$	$i_q = 0,69$	$i_\gamma = 0,55$
$d_c = 1,10$	$d_q = 1,10$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0,00 + 14,38 + 18,76 = 33,14 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$Q_u = 81930957,74 \text{ [daN]}$$

$$Q_d = 45517198,75 \text{ [daN]}$$

$$V = 4552900,00 \text{ [daN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 81930957,74 / 4552900,00 = 18,00$$

Indici rigidezza

$$I_c = 0,68$$

$$I_{rc} = 121,15$$

Combinazione n° 3

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	H = 10,82	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1900,00$	[daN/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 32,01$	[°]
Coesione	c = 0,00	[daN/cm ²]
Modulo di taglio	G = 166,67	[daN/cm ²]

Base ridotta $B' = B - 2 e_x = 11,89 \text{ [m]}$

Lunghezza ridotta $L' = L - 2 e_y = 20,64 \text{ [m]}$

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 35,51$	$N_q = 23,19$	$N_\gamma = 30,24$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 0,66$	$i_q = 0,68$	$i_\gamma = 0,53$
$d_c = 1,10$	$d_q = 1,10$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0,00 + 14,10 + 18,13 = 32,23 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$Q_u = 79052582,99 \text{ [daN]}$$

$$Q_d = 43918101,66 \text{ [daN]}$$

$$V = 4346100,00 \text{ [daN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 79052582,99 / 4346100,00 = 18,19$$

Indici rigidezza

$$I_c = 0,66$$

$$I_{rc} = 121,15$$

Combinazione n° 4

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	H = 10,82	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1900,00$	[daN/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 32,01$	[°]
Coesione	c = 0,00	[daN/cm ²]
Modulo di taglio	G = 166,67	[daN/cm ²]

Base ridotta $B' = B - 2 e_x = 11,99 \text{ [m]}$

Lunghezza ridotta $L' = L - 2 e_y = 20,79 \text{ [m]}$

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$$N_c = 35,51 \qquad N_q = 23,19 \qquad N_\gamma = 30,24$$

$$s_c = 1,00 \qquad s_q = 1,00 \qquad s_\gamma = 1,00$$

$$i_c = 0,67 \qquad i_q = 0,68 \qquad i_\gamma = 0,54$$

$$d_c = 1,10 \qquad d_q = 1,10 \qquad d_\gamma = 1,00$$

$$b_c = 1,00 \qquad b_q = 1,00 \qquad b_\gamma = 1,00$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

$$g_c = 1,00$$

$$g_q = 1,00$$

$$g_\gamma = 1,00$$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0,00 + 14,24 + 18,59 = 32,82 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$Q_u = 81829184,32 \text{ [daN]}$$

$$Q_d = 45460657,96 \text{ [daN]}$$

$$V = 4438400,00 \text{ [daN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 81829184,32 / 4438400,00 = 18,44$$

Indici rigidezza

$$I_c = 0,67$$

$$I_{rc} = 121,15$$

Combinazione n° 5

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato $H = 10,82$ [m]

Peso specifico terreno $\gamma = 1900,00$ [daN/mc]

Angolo di attrito $\phi = 32,01$ [°]

Coesione $c = 0,00$ [daN/cm²]

Modulo di taglio $G = 166,67$ [daN/cm²]

Base ridotta $B' = B - 2 e_x = 11,83$ [m]

Lunghezza ridotta $L' = L - 2 e_y = 20,69$ [m]

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$$N_c = 35,51$$

$$N_q = 23,19$$

$$N_\gamma = 30,24$$

$$s_c = 1,00$$

$$s_q = 1,00$$

$$s_\gamma = 1,00$$

$$i_c = 0,66$$

$$i_q = 0,67$$

$$i_\gamma = 0,53$$

$$d_c = 1,10$$

$$d_q = 1,10$$

$$d_\gamma = 1,00$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

$$b_c = 1,00$$

$$b_q = 1,00$$

$$b_\gamma = 1,00$$

$$g_c = 1,00$$

$$g_q = 1,00$$

$$g_\gamma = 1,00$$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0,00 + 14,02 + 17,88 = 31,90 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$Q_u = 78068151,16 \text{ [daN]}$$

$$Q_d = 43371195,09 \text{ [daN]}$$

$$V = 4284100,00 \text{ [daN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 78068151,16 / 4284100,00 = 18,22$$

Indici rigidezza

$$I_c = 0,66$$

$$I_{rc} = 121,15$$

Combinazione n° 6

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato $H = 10,82$ [m]

Peso specifico terreno $\gamma = 1900,00$ [daN/mc]

Angolo di attrito $\phi = 32,01$ [°]

Coesione $c = 0,00$ [daN/cm²]

Modulo di taglio $G = 166,67$ [daN/cm²]

Base ridotta $B' = B - 2 e_x = 11,85$ [m]

Lunghezza ridotta $L' = L - 2 e_y = 20,70$ [m]

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$$N_c = 35,51$$

$$N_q = 23,19$$

$$N_\gamma = 30,24$$

$$s_c = 1,00$$

$$s_q = 1,00$$

$$s_\gamma = 1,00$$

$$i_c = 0,69$$

$$i_q = 0,70$$

$$i_\gamma = 0,56$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

$d_c = 1,10$	$d_q = 1,10$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0,00 + 14,58 + 19,08 = 33,66 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$Q_u = 82557724,35 \text{ [daN]}$$

$$Q_d = 45865402,42 \text{ [daN]}$$

$$V = 4438400,00 \text{ [daN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 82557724,35 / 4438400,00 = 18,60$$

Indici rigidità

$$I_c = 0,69 \qquad I_{rc} = 121,15$$

Combinazione n° 7

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	$H = 10,82$	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1900,00$	[daN/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 32,01$	[°]
Coesione	$c = 0,00$	[daN/cm ²]
Modulo di taglio	$G = 166,67$	[daN/cm ²]

$$\text{Base ridotta} \qquad B' = B - 2 \text{ ex} = 11,68 \text{ [m]}$$

$$\text{Lunghezza ridotta} \qquad L' = L - 2 \text{ ey} = 20,69 \text{ [m]}$$

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 35,51$	$N_q = 23,19$	$N_\gamma = 30,24$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

$i_c = 0,68$	$i_q = 0,69$	$i_\gamma = 0,55$
$d_c = 1,10$	$d_q = 1,10$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0,00 + 14,37 + 18,37 = 32,75 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$Q_u = 79136629,60 \text{ [daN]}$$

$$Q_d = 43964794,22 \text{ [daN]}$$

$$V = 4284100,00 \text{ [daN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 79136629,60 / 4284100,00 = 18,47$$

Indici rigidezza

$$I_c = 0,68 \qquad I_{rc} = 121,15$$

Combinazione n° 8

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	$H = 10,82$	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1900,00$	[daN/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 32,01$	[°]
Coazione	$c = 0,00$	[daN/cm ²]
Modulo di taglio	$G = 166,67$	[daN/cm ²]

$$\text{Base ridotta} \qquad B' = B - 2 \text{ ex} = 11,94 \text{ [m]}$$

$$\text{Lunghezza ridotta} \qquad L' = L - 2 \text{ ey} = 20,79 \text{ [m]}$$

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$$N_c = 35,51 \qquad N_q = 23,19 \qquad N_\gamma = 30,24$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 0,68$	$i_q = 0,69$	$i_\gamma = 0,55$
$d_c = 1,10$	$d_q = 1,10$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0,00 + 14,35 + 18,76 = 33,11 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$Q_u = 82204326,56 \text{ [daN]}$$

$$Q_d = 45669070,31 \text{ [daN]}$$

$$V = 4438400,00 \text{ [daN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 82204326,56 / 4438400,00 = 18,52$$

Indici rigidezza

$$I_c = 0,68 \qquad I_{rc} = 121,15$$

Combinazione n° 9


Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	$H = 10,82$	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1900,00$	[daN/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 32,01$	[°]
Coesione	$c = 0,00$	[daN/cm ²]
Modulo di taglio	$G = 166,67$	[daN/cm ²]

$$\text{Base ridotta} \qquad B' = B - 2 e_x = 11,78 \text{ [m]}$$

$$\text{Lunghezza ridotta} \qquad L' = L - 2 e_y = 20,69 \text{ [m]}$$

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

$N_c = 35,51$	$N_q = 23,19$	$N_\gamma = 30,24$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 0,66$	$i_q = 0,68$	$i_\gamma = 0,53$
$d_c = 1,10$	$d_q = 1,10$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0,00 + 14,14 + 18,05 = 32,19 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$Q_u = 78439258,52 \text{ [daN]}$$

$$Q_d = 43577365,85 \text{ [daN]}$$

$$V = 4284100,00 \text{ [daN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 78439258,52 / 4284100,00 = 18,31$$

Indici rigidezza

$$I_c = 0,66 \qquad I_{rc} = 121,15$$

Combinazione n° 10

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	$H = 10,82$	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1900,00$	[daN/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 32,01$	[°]
Coesione	$c = 0,00$	[daN/cm ²]
Modulo di taglio	$G = 166,67$	[daN/cm ²]

$$\text{Base ridotta} \qquad B' = B - 2 e_x = 11,22 \text{ [m]}$$

$$\text{Lunghezza ridotta} \qquad L' = L - 2 e_y = 20,87 \text{ [m]}$$

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

$N_c = 35,51$	$N_q = 23,19$	$N_\gamma = 30,24$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 0,56$	$i_q = 0,58$	$i_\gamma = 0,41$
$d_c = 1,10$	$d_q = 1,10$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0,00 + 12,00 + 13,24 = 25,24 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$Q_u = 59073582,75 \text{ [daN]}$$

$$Q_d = 32818657,08 \text{ [daN]}$$

$$V = 4302300,00 \text{ [daN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 59073582,75 / 4302300,00 = 13,73$$

Indici rigidezza

$$I_c = 0,56 \qquad I_{rc} = 121,15$$

Combinazione n° 11 – COMBINAZIONE SISMICA

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	$H = 10,82$	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1900,00$	[daN/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 32,01$	[°]
Coesione	$c = 0,00$	[daN/cm ²]
Modulo di taglio	$G = 166,67$	[daN/cm ²]

$$\text{Base ridotta} \qquad B' = B - 2 e_x = 9,05 \text{ [m]}$$

$$\text{Lunghezza ridotta} \qquad L' = L - 2 e_y = 20,03 \text{ [m]}$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 35,51$	$N_q = 23,19$	$N_\gamma = 30,24$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 0,29$	$i_q = 0,33$	$i_\gamma = 0,16$
$d_c = 1,10$	$d_q = 1,10$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0,00 + 6,77 + 4,15 = 10,92 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$Q_u = 19787604,63 \text{ [daN]}$$

$$Q_d = 10993113,69 \text{ [daN]}$$

$$V = 4135600,00 \text{ [daN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 19787604,63 / 4135600,00 = 4,78$$

Indici rigidezza

$$I_c = 0,29 \qquad I_{rc} = 121,15$$


Combinazione n° 12 – COMBINAZIONE SISMICA

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	$H = 10,82$	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1900,00$	[daN/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 32,01$	[°]
Coazione	$c = 0,00$	[daN/cm ²]
Modulo di taglio	$G = 166,67$	[daN/cm ²]

$$\text{Base ridotta} \qquad B' = B - 2 \text{ ex} = 9,03 \text{ [m]}$$

$$\text{Lunghezza ridotta} \qquad L' = L - 2 \text{ ey} = 20,00 \text{ [m]}$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 35,51$	$N_q = 23,19$	$N_\gamma = 30,24$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 0,28$	$i_q = 0,32$	$i_\gamma = 0,15$
$d_c = 1,10$	$d_q = 1,10$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0,00 + 6,57 + 3,95 = 10,53 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$Q_u = 19022348,66 \text{ [daN]}$$

$$Q_d = 10567971,48 \text{ [daN]}$$

$$V = 4063700,00 \text{ [daN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 19022348,66 / 4063700,00 = 4,68$$

Indici rigidità

$$I_c = 0,28 \qquad I_{rc} = 121,15$$

Verifica della portanza per carichi orizzontali (scorrimento).

Partecipazione spinta passiva: 50,00 (%)

La relazione adottata è la seguente:

$$\eta = R / H \geq \eta_{req}$$

η_{req} : coefficiente di sicurezza richiesto

Simbologia adottata

Cmb Identificativo della combinazione


H Forza di taglio agente al piano di posa espresso in [daN]

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

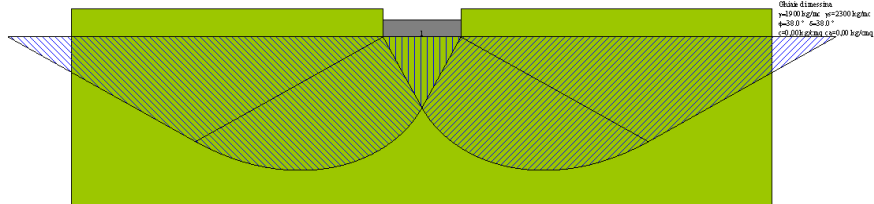
- R_{ult1} Resistenza offerta dal piano di posa per attrito ed adesione espressa in [daN]
 R_{ult2} Resistenza passiva offerta dall'affondamento del piano di posa espressa in [daN]
 R Somma di R_{ult1} e R_{ult2}
 R_{amm} Resistenza ammissibile allo scorrimento espressa in [daN]
 η Coeff. di sicurezza allo scorrimento

Fondazione

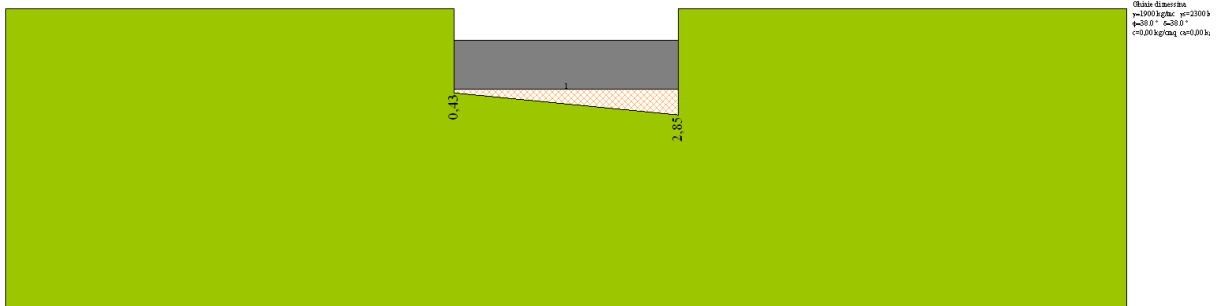
Cmb	H	R_{ult1}	R_{ult2}	R	R_{amm}	η
1	862400,00	2561366,80	0,00	2561366,80	2328515,27	2,97
2	936300,00	2845692,26	0,00	2845692,26	2586992,97	3,04
3	936300,00	2716436,37	0,00	2716436,37	2469487,61	2,90
4	934800,00	2774126,50	0,00	2774126,50	2521933,18	2,97
5	934800,00	2677684,60	0,00	2677684,60	2434258,73	2,86
6	885500,00	2774126,50	0,00	2774126,50	2521933,18	3,13
7	885500,00	2677684,60	0,00	2677684,60	2434258,73	3,02
8	917800,00	2774126,50	0,00	2774126,50	2521933,18	3,02
9	917800,00	2677684,60	0,00	2677684,60	2434258,73	2,92
10	1234200,00	2689060,12	0,00	2689060,12	2444600,11	2,18
11	2045800,00	2584867,87	0,00	2584867,87	2349879,88	1,26
12	2045800,00	2539928,32	0,00	2539928,32	2309025,75	1,24

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

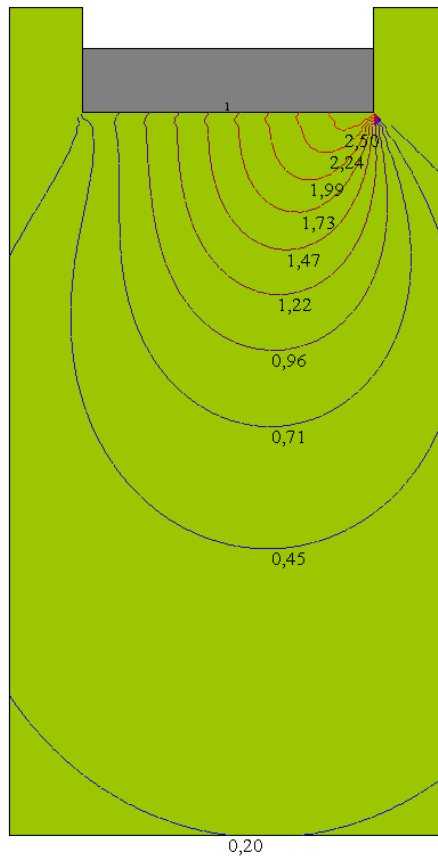
Cuneo di rottura - comb 11





Solido delle pressioni comb 11



Bulbo delle tensioni - Sez X-X comb 11



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

5.2.2.3 VERIFICHE SLE - CEDIMENTI

Cedimenti della fondazione

Metodo Elastico

Il metodo dell'elasticità per il calcolo dei cedimenti, così come implementato, fornisce due valori:

- uno per deformazione laterale impedita (w_{imp})
- uno in condizioni di deformazione laterale libera (w_{lib})

L'espressione di w_{imp} è la seguente:

$$\Delta H = \sum_{i=1}^n \frac{\Delta \sigma_i (1 - \nu - 2 \nu^2)}{E_i (1 - \nu)} \Delta z_i$$

dove

$\Delta \sigma$ è la tensione indotta nel terreno, alla profondità z , dalla pressione di contatto della fondazione;

E è il modulo elastico relativo allo strato **i-esimo**;

Δz rappresenta lo spessore dello strato **i-esimo** in cui è stato suddiviso lo strato compressibile e per il quale si conosce il modulo elastico;

ν è il coefficiente di **Poisson**.

L'espressione di w_{lib} è la seguente:

$$\Delta H = \sum_{i=1}^n \frac{\Delta \sigma_i}{E_i} \Delta z_i$$

dove i termini sono stati già descritti sopra.

Lo spessore dello strato compressibile considerato nell'analisi dei cedimenti è stato determinato in funzione della percentuale della tensione di contatto. I valori del cedimento ottenuti dalle due relazioni rappresentano un valore minimo w_{imp} e un valore massimo w_{lib} del cedimento in condizioni elastiche della fondazione analizzata.

Condizioni di carico

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

<i>Fondazione</i>	Nome identificativo della fondazione
<i>N</i>	Sforzo normale totale espressa in [kN]
<i>Mx</i>	Momento in direzione X espressa in [kNm]
<i>My</i>	Momento in direzione Y espresso in [kNm]
<i>ex</i>	Eccentricità del carico lungo X espressa in [m]
<i>ey</i>	Eccentricità del carico lungo Y espressa in [m]
<i>β</i>	Inclinazione del taglio nel piano espressa in [°]
<i>T</i>	Forza di taglio espressa in [kN]

Condizione n° 1 (Condizione n° 1)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	37007,000	2313,000	7657,000	0,2	-0,1	89,4	6652,390

Condizione n° 2 (Condizione n° 2)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	40963,000	4455,000	4359,000	0,1	-0,1	89,2	7294,685

Condizione n° 3 (Condizione n° 3)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	39165,000	6646,000	313,000	0,0	-0,2	89,2	7294,685

Condizione n° 4 (Condizione n° 4)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	39967,000	3852,000	2302,000	0,1	-0,1	89,2	7281,687

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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 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						

Condizione n° 5 (Condizione n° 5)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	38625,000	5550,000	717,000	0,0	-0,1	89,2	7281,687

Condizione n° 6 (Condizione n° 6)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	39967,000	5550,000	617,000	0,0	-0,1	89,1	6382,783

Condizione n° 7 (Condizione n° 7)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	38625,000	5550,000	3636,000	0,1	-0,1	89,2	6832,732

Condizione n° 8 (Condizione n° 8)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	39967,000	3852,000	1340,000	0,0	-0,1	89,2	7133,701


Condizione n° 9 (Condizione n° 9)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	38625,000	5550,000	1679,000	0,0	-0,1	89,2	7133,701

Condizione n° 10 (Condizione n° 10)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	38759,000	2265,000	16970,000	0,4	-0,1	89,3	8216,609

Descrizione combinazioni di carico

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

Simbologia adottata

- γ Coefficiente di partecipazione della condizione
- Ψ Coefficiente di combinazione della condizione
- C Coefficiente totale di partecipazione della condizione

Combinazione n° 1 SLE

	γ	Ψ	C
Condizione n° 1	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 2 SLE

	γ	Ψ	C
Condizione n° 2	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 3 SLE

	γ	Ψ	C
Condizione n° 3	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 4 SLE

	γ	Ψ	C
Condizione n° 4	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 5 SLE

	γ	Ψ	C
Condizione n° 5	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 6 SLE

	γ	Ψ	C
Condizione n° 6	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 7 SLE

	γ	Ψ	C
Condizione n° 7	1.00	1.00	1.00

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Combinazione n° 8 SLE

	γ	Ψ	C
Condizione n° 8	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 9 SLE

	γ	Ψ	C
Condizione n° 9	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 10 SLE

	γ	Ψ	C
Condizione n° 10	1.00	1.00	1.00

Analisi in condizioni drenate

Cedimenti

Il calcolo dei cedimenti è stato eseguito con il metodo Elastico.

Per il calcolo dei cedimenti, è stata impostata un'altezza dello strato compressibile legato alla percentuale tensionale.

In particolare la percentuale impostata è: 0,05 (%)

E' stato richiesto di tenere in conto della fondazione compensata.

Cedimento complessivo

Simbologia adottata

Comb Identificativo della combinazione


w_i Cedimento elastico espresso in [cm]

w_{imp} Cedimento elastico ad espansione laterale impedita espresso in [cm]

H Spessore strato compressibile espresso in [m]

X coordinata X punto di calcolo cedimento espressa in [m]

Y coordinata Y punto di calcolo cedimento espressa in [m]

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Fondazione

Comb	W_i	W_{imp}	H	X	Y
1	1,25	1,34	21,30	6,21	10,56
1	0,85	0,99	21,30	0,00	0,00
1	0,94	1,06	21,30	12,00	0,00
1	0,96	1,09	21,30	12,00	21,00
1	0,89	1,02	21,30	0,00	21,00
2	1,61	1,72	22,90	6,11	10,61
2	1,25	1,39	22,90	0,00	0,00
2	1,28	1,43	22,90	12,00	0,00
2	1,32	1,46	22,90	12,00	21,00
2	1,29	1,43	22,90	0,00	21,00
3	1,45	1,54	22,20	6,01	10,67
3	1,09	1,22	22,20	0,00	0,00
3	1,09	1,22	22,20	12,00	0,00
3	1,15	1,28	22,20	12,00	21,00
3	1,15	1,28	22,20	0,00	21,00
4	1,51	1,62	22,50	6,06	10,60
4	1,17	1,31	22,50	0,00	0,00
4	1,18	1,32	22,50	12,00	0,00
4	1,21	1,35	22,50	12,00	21,00
4	1,20	1,34	22,50	0,00	21,00
5	1,39	1,49	22,00	6,02	10,64
5	1,03	1,17	22,00	0,00	0,00
5	1,04	1,17	22,00	12,00	0,00
5	1,10	1,22	22,00	12,00	21,00
5	1,09	1,22	22,00	0,00	21,00
6	1,52	1,62	22,50	6,02	10,64
6	1,17	1,31	22,50	0,00	0,00
6	1,17	1,31	22,50	12,00	0,00
6	1,22	1,35	22,50	12,00	21,00
6	1,22	1,35	22,50	0,00	21,00

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

7	1,40	1,49	22,00	6,09	10,64
7	1,02	1,15	22,00	0,00	0,00
7	1,06	1,19	22,00	12,00	0,00
7	1,10	1,23	22,00	12,00	21,00
7	1,08	1,21	22,00	0,00	21,00
8	1,51	1,62	22,50	6,03	10,60
8	1,17	1,30	22,50	0,00	0,00
8	1,18	1,32	22,50	12,00	0,00
8	1,21	1,35	22,50	12,00	21,00
8	1,20	1,34	22,50	0,00	21,00
9	1,39	1,49	22,00	6,04	10,64
9	1,03	1,16	22,00	0,00	0,00
9	1,05	1,18	22,00	12,00	0,00
9	1,10	1,22	22,00	12,00	21,00
9	1,08	1,21	22,00	0,00	21,00
10	1,43	1,53	22,10	6,44	10,56
10	0,99	1,13	22,10	0,00	0,00
10	1,15	1,28	22,10	12,00	0,00
10	1,17	1,30	22,10	12,00	21,00
10	1,03	1,17	22,10	0,00	21,00

Cedimento dei singoli strati

Simbologia adottata

Strato Identificativo dello strato

Terreno Terreno dello strato



ΔH Spessore dello strato espresso in [m]

Δw_i Cedimento elastico espresso in [cm]

Δw_{imp} Cedimento elastico ad espansione laterale impedita espresso in [cm]

Fondazione (Combinazione n° 1)

Strato	Terreno	ΔH	Δw_i	Δw_{imp}
---------------	----------------	------------------------------	--------------------------------	------------------------------------

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

1	Ghiaie di messina	17,00	1,2480	1,3427
Totale		17,00	1,2480	1,3427

Fondazione (Combinazione n° 2)

Strato	Terreno	ΔH	Δw_i	Δw_{imp}
1	Ghiaie di messina	18,60	1,6106	1,7185
Totale		18,60	1,6106	1,7185

Fondazione (Combinazione n° 3)

Strato	Terreno	ΔH	Δw_i	Δw_{imp}
1	Ghiaie di messina	17,90	1,4456	1,5442
Totale		17,90	1,4456	1,5442

Fondazione (Combinazione n° 4)

Strato	Terreno	ΔH	Δw_i	Δw_{imp}
1	Ghiaie di messina	18,20	1,5149	1,6198
Totale		18,20	1,5149	1,6198

Fondazione (Combinazione n° 5)

Strato	Terreno	ΔH	Δw_i	Δw_{imp}
1	Ghiaie di messina	17,70	1,3945	1,4924
Totale		17,70	1,3945	1,4924

Fondazione (Combinazione n° 6)

Strato	Terreno	ΔH	Δw_i	Δw_{imp}
1	Ghiaie di messina	18,20	1,5169	1,6201
Totale		18,20	1,5169	1,6201

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Fondazione (Combinazione n° 7)

Strato	Terreno	ΔH	Δw_i	Δw_{imp}
1	Ghiaie di messina	17,70	1,3959	1,4938
Totale		17,70	1,3959	1,4938

Fondazione (Combinazione n° 8)

Strato	Terreno	ΔH	Δw_i	Δw_{imp}
1	Ghiaie di messina	18,20	1,5145	1,6194
Totale		18,20	1,5145	1,6194

Fondazione (Combinazione n° 9)

Strato	Terreno	ΔH	Δw_i	Δw_{imp}
1	Ghiaie di messina	17,70	1,3947	1,4927
Totale		17,70	1,3947	1,4927

Fondazione (Combinazione n° 10)

Strato	Terreno	ΔH	Δw_i	Δw_{imp}
1	Ghiaie di messina	17,80	1,4333	1,5349
Totale		17,80	1,4333	1,5349

Dettagli sui cedimenti dei singoli strati

Simbologia adottata

- n° numero d'ordine dell'i-esimo strato
- z quota media dell'i-esimo strato espresso in [m]
- ΔH spessore dello strato i-esimo espresso in [m]
- $\Delta \sigma_v$ incremento di tensione verticale dell'i-esimo strato espresso in [N/cm²]
- E modulo elastico dell'i-esimo strato espresso in [N/cm²]
- Δw cedimento dell'i-esimo strato espresso in [cm]


		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Fondazione (Combinazione n° 1)

n°	z	ΔH	$\Delta\sigma_v$	E	Δw
1	-4,73	0,85	6,8	5000,0	-0,0107
2	-5,58	0,85	6,7	5000,0	0,0647
3	-6,43	0,85	6,6	5000,0	0,0903
4	-7,28	0,85	6,4	5000,0	0,0945
5	-8,13	0,85	6,2	5000,0	0,0940
6	-8,98	0,85	5,9	5000,0	0,0915
7	-9,83	0,85	5,5	5000,0	0,0877
8	-10,68	0,85	5,1	5000,0	0,0832
9	-11,53	0,85	4,8	5000,0	0,0783
10	-12,38	0,85	4,4	5000,0	0,0733
11	-13,23	0,85	4,1	5000,0	0,0683
12	-14,08	0,85	3,8	5000,0	0,0635
13	-14,93	0,85	3,5	5000,0	0,0590
14	-15,78	0,85	3,2	5000,0	0,0548
15	-16,63	0,85	3,0	5000,0	0,0508
16	-17,48	0,85	2,8	5000,0	0,0472
17	-18,33	0,85	2,5	5000,0	0,0438
18	-19,18	0,85	2,4	5000,0	0,0407
19	-20,03	0,85	2,2	5000,0	0,0379
20	-20,88	0,85	2,0	5000,0	0,0353
Totale		17,00			1,2480

Fondazione (Combinazione n° 2)


n°	z	ΔH	$\Delta\sigma_v$	E	Δw
1	-4,77	0,93	8,3	5000,0	-0,0111
2	-5,70	0,93	8,2	5000,0	0,0964
3	-6,63	0,93	8,1	5000,0	0,1239
4	-7,56	0,93	7,8	5000,0	0,1272

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

5	-8,49	0,93	7,4	5000,0	0,1252
6	-9,42	0,93	7,0	5000,0	0,1207
7	-10,35	0,93	6,5	5000,0	0,1145
8	-11,28	0,93	6,0	5000,0	0,1075
9	-12,21	0,93	5,5	5000,0	0,1002
10	-13,14	0,93	5,1	5000,0	0,0928
11	-14,07	0,93	4,7	5000,0	0,0858
12	-15,00	0,93	4,3	5000,0	0,0791
13	-15,93	0,93	3,9	5000,0	0,0729
14	-16,86	0,93	3,6	5000,0	0,0672
15	-17,79	0,93	3,3	5000,0	0,0620
16	-18,72	0,93	3,0	5000,0	0,0572
17	-19,65	0,93	2,8	5000,0	0,0528
18	-20,58	0,93	2,6	5000,0	0,0489
19	-21,51	0,93	2,4	5000,0	0,0453
20	-22,44	0,93	2,2	5000,0	0,0420
Totale		18,60			1,6106

Fondazione (Combinazione n° 3)

n°	z	ΔH	$\Delta\sigma_v$	E	Δw
1	-4,75	0,90	7,6	5000,0	-0,0101
2	-5,64	0,90	7,5	5000,0	0,0831
3	-6,54	0,90	7,4	5000,0	0,1083
4	-7,43	0,90	7,2	5000,0	0,1118
5	-8,33	0,90	6,8	5000,0	0,1105
6	-9,22	0,90	6,5	5000,0	0,1070
7	-10,12	0,90	6,0	5000,0	0,1021
8	-11,01	0,90	5,6	5000,0	0,0963
9	-11,91	0,90	5,2	5000,0	0,0901
10	-12,80	0,90	4,8	5000,0	0,0839
11	-13,70	0,90	4,4	5000,0	0,0778
12	-14,59	0,90	4,1	5000,0	0,0721

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

13	-15,49	0,90	3,7	5000,0	0,0666
14	-16,38	0,90	3,4	5000,0	0,0616
15	-17,28	0,90	3,2	5000,0	0,0569
16	-18,17	0,90	2,9	5000,0	0,0527
17	-19,07	0,90	2,7	5000,0	0,0488
18	-19,96	0,90	2,5	5000,0	0,0452
19	-20,86	0,90	2,3	5000,0	0,0420
20	-21,75	0,90	2,1	5000,0	0,0390
Totale		17,90			1,4456

Fondazione (Combinazione n° 4)

n°	z	ΔH	$\Delta \sigma_v$	E	Δw
1	-4,76	0,91	7,9	5000,0	-0,0115
2	-5,67	0,91	7,8	5000,0	0,0875
3	-6,58	0,91	7,7	5000,0	0,1148
4	-7,49	0,91	7,4	5000,0	0,1183
5	-8,40	0,91	7,1	5000,0	0,1168
6	-9,31	0,91	6,7	5000,0	0,1129
7	-10,22	0,91	6,2	5000,0	0,1074
8	-11,13	0,91	5,8	5000,0	0,1012
9	-12,04	0,91	5,3	5000,0	0,0945
10	-12,95	0,91	4,9	5000,0	0,0878
11	-13,86	0,91	4,5	5000,0	0,0813
12	-14,77	0,91	4,2	5000,0	0,0752
13	-15,68	0,91	3,8	5000,0	0,0694
14	-16,59	0,91	3,5	5000,0	0,0641
15	-17,50	0,91	3,2	5000,0	0,0592
16	-18,41	0,91	3,0	5000,0	0,0547
17	-19,32	0,91	2,7	5000,0	0,0506
18	-20,23	0,91	2,5	5000,0	0,0469
19	-21,14	0,91	2,3	5000,0	0,0435
20	-22,05	0,91	2,2	5000,0	0,0404

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011


Totale **18,20** **1,5149**

Fondazione (Combinazione n° 5)

n°	z	ΔH	$\Delta\sigma_v$	E	Δw
1	-4,74	0,89	7,3	5000,0	-0,0106
2	-5,63	0,89	7,3	5000,0	0,0781
3	-6,51	0,89	7,2	5000,0	0,1036
4	-7,40	0,89	7,0	5000,0	0,1073
5	-8,28	0,89	6,7	5000,0	0,1063
6	-9,17	0,89	6,3	5000,0	0,1030
7	-10,05	0,89	5,9	5000,0	0,0984
8	-10,94	0,89	5,5	5000,0	0,0929
9	-11,82	0,89	5,1	5000,0	0,0871
10	-12,71	0,89	4,7	5000,0	0,0812
11	-13,59	0,89	4,3	5000,0	0,0754
12	-14,48	0,89	4,0	5000,0	0,0699
13	-15,36	0,89	3,7	5000,0	0,0647
14	-16,25	0,89	3,4	5000,0	0,0599
15	-17,13	0,89	3,1	5000,0	0,0554
16	-18,02	0,89	2,9	5000,0	0,0513
17	-18,90	0,89	2,6	5000,0	0,0475
18	-19,79	0,89	2,5	5000,0	0,0441
19	-20,67	0,89	2,3	5000,0	0,0409
20	-21,56	0,89	2,1	5000,0	0,0381
Totale		17,70			1,3945

Fondazione (Combinazione n° 6)

n°	z	ΔH	$\Delta\sigma_v$	E	Δw
1	-4,76	0,91	7,9	5000,0	-0,0108
2	-5,67	0,91	7,8	5000,0	0,0885
3	-6,58	0,91	7,7	5000,0	0,1149

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

4	-7,49	0,91	7,4	5000,0	0,1184
5	-8,40	0,91	7,1	5000,0	0,1168
6	-9,31	0,91	6,7	5000,0	0,1129
7	-10,22	0,91	6,3	5000,0	0,1075
8	-11,13	0,91	5,8	5000,0	0,1012
9	-12,04	0,91	5,3	5000,0	0,0945
10	-12,95	0,91	4,9	5000,0	0,0878
11	-13,86	0,91	4,5	5000,0	0,0814
12	-14,77	0,91	4,2	5000,0	0,0752
13	-15,68	0,91	3,8	5000,0	0,0694
14	-16,59	0,91	3,5	5000,0	0,0641
15	-17,50	0,91	3,2	5000,0	0,0592
16	-18,41	0,91	3,0	5000,0	0,0547
17	-19,32	0,91	2,7	5000,0	0,0506
18	-20,23	0,91	2,5	5000,0	0,0469
19	-21,14	0,91	2,3	5000,0	0,0435
20	-22,05	0,91	2,2	5000,0	0,0404
Totale		18,20			1,5169

Fondazione (Combinazione n° 7)

n°	z	ΔH	$\Delta\sigma_v$	E	Δw
1	-4,74	0,89	7,4	5000,0	-0,0104
2	-5,63	0,89	7,3	5000,0	0,0783
3	-6,51	0,89	7,2	5000,0	0,1038
4	-7,40	0,89	7,0	5000,0	0,1074
5	-8,28	0,89	6,7	5000,0	0,1064
6	-9,17	0,89	6,3	5000,0	0,1031
7	-10,05	0,89	5,9	5000,0	0,0985
8	-10,94	0,89	5,5	5000,0	0,0930
9	-11,82	0,89	5,1	5000,0	0,0872
10	-12,71	0,89	4,7	5000,0	0,0813
11	-13,59	0,89	4,3	5000,0	0,0755

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

12	-14,48	0,89	4,0	5000,0	0,0699
13	-15,36	0,89	3,7	5000,0	0,0647
14	-16,25	0,89	3,4	5000,0	0,0599
15	-17,13	0,89	3,1	5000,0	0,0554
16	-18,02	0,89	2,9	5000,0	0,0513
17	-18,90	0,89	2,6	5000,0	0,0475
18	-19,79	0,89	2,5	5000,0	0,0441
19	-20,67	0,89	2,3	5000,0	0,0409
20	-21,56	0,89	2,1	5000,0	0,0381
Totale		17,70			1,3959

Fondazione (Combinazione n° 8)

n°	z	ΔH	$\Delta\sigma_v$	E	Δw
1	-4,76	0,91	7,9	5000,0	-0,0115
2	-5,67	0,91	7,8	5000,0	0,0874
3	-6,58	0,91	7,7	5000,0	0,1147
4	-7,49	0,91	7,4	5000,0	0,1183
5	-8,40	0,91	7,1	5000,0	0,1168
6	-9,31	0,91	6,7	5000,0	0,1129
7	-10,22	0,91	6,2	5000,0	0,1074
8	-11,13	0,91	5,8	5000,0	0,1011
9	-12,04	0,91	5,3	5000,0	0,0945
10	-12,95	0,91	4,9	5000,0	0,0878
11	-13,86	0,91	4,5	5000,0	0,0813
12	-14,77	0,91	4,2	5000,0	0,0752
13	-15,68	0,91	3,8	5000,0	0,0694
14	-16,59	0,91	3,5	5000,0	0,0641
15	-17,50	0,91	3,2	5000,0	0,0592
16	-18,41	0,91	3,0	5000,0	0,0547
17	-19,32	0,91	2,7	5000,0	0,0506
18	-20,23	0,91	2,5	5000,0	0,0469
19	-21,14	0,91	2,3	5000,0	0,0435

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011



20	-22,05	0,91	2,2	5000,0	0,0404
Totale		18,20			1,5145

Fondazione (Combinazione n° 9)

n°	z	ΔH	$\Delta\sigma_v$	E	Δw
1	-4,74	0,89	7,3	5000,0	-0,0105
2	-5,63	0,89	7,3	5000,0	0,0782
3	-6,51	0,89	7,2	5000,0	0,1036
4	-7,40	0,89	7,0	5000,0	0,1073
5	-8,28	0,89	6,7	5000,0	0,1063
6	-9,17	0,89	6,3	5000,0	0,1030
7	-10,05	0,89	5,9	5000,0	0,0984
8	-10,94	0,89	5,5	5000,0	0,0930
9	-11,82	0,89	5,1	5000,0	0,0871
10	-12,71	0,89	4,7	5000,0	0,0812
11	-13,59	0,89	4,3	5000,0	0,0754
12	-14,48	0,89	4,0	5000,0	0,0699
13	-15,36	0,89	3,7	5000,0	0,0647
14	-16,25	0,89	3,4	5000,0	0,0599
15	-17,13	0,89	3,1	5000,0	0,0554
16	-18,02	0,89	2,9	5000,0	0,0513
17	-18,90	0,89	2,6	5000,0	0,0475
18	-19,79	0,89	2,5	5000,0	0,0441
19	-20,67	0,89	2,3	5000,0	0,0409
20	-21,56	0,89	2,1	5000,0	0,0381
Totale		17,70			1,3947

Fondazione (Combinazione n° 10)

n°	z	ΔH	$\Delta\sigma_v$	E	Δw
1	-4,75	0,89	7,7	5000,0	-0,0102
2	-5,64	0,89	7,6	5000,0	0,0817

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

3	-6,53	0,89	7,4	5000,0	0,1084
4	-7,42	0,89	7,2	5000,0	0,1120
5	-8,31	0,89	6,9	5000,0	0,1105
6	-9,20	0,89	6,5	5000,0	0,1067
7	-10,09	0,89	6,0	5000,0	0,1015
8	-10,98	0,89	5,6	5000,0	0,0955
9	-11,87	0,89	5,2	5000,0	0,0893
10	-12,76	0,89	4,8	5000,0	0,0830
11	-13,65	0,89	4,4	5000,0	0,0769
12	-14,54	0,89	4,0	5000,0	0,0711
13	-15,43	0,89	3,7	5000,0	0,0657
14	-16,32	0,89	3,4	5000,0	0,0607
15	-17,21	0,89	3,1	5000,0	0,0561
16	-18,10	0,89	2,9	5000,0	0,0519
17	-18,99	0,89	2,7	5000,0	0,0481
18	-19,88	0,89	2,5	5000,0	0,0445
19	-20,77	0,89	2,3	5000,0	0,0413
20	-21,66	0,89	2,1	5000,0	0,0384
Totale		17,80			1,4333

Cedimento di progetto

I cedimenti calcolati con ipotesi di fondazione flessibile possono essere sensatamente ridotti in considerazione del fatto che la fondazione può essere valutata come infinitamente rigida, visto il rapporto tra spessore e lato sempre inferiore a 0,10.

Per fondazioni rettangolari infinitamente rigide si può fare uso delle seguenti relazioni (Poulos e Davis, 1974):

$$\Delta_w(\text{fond rigida}) = \frac{1}{3} \cdot (2 \cdot \Delta_{W\text{centro}} + \Delta_{W\text{spigolo}}) \text{fond flessibile}$$

Nel caso in esame, con combinazione peggiore rappresentata dalla comb.2, si ottiene:

$$\Delta_w(\text{fond rigida}) = \frac{1}{3} \cdot (2 \cdot 1,72 + 1,46) = 1,63 \text{ cm}$$



La riduzione risulta comunque di entità contenuta, a causa dell'eccentricità dei carichi piuttosto bassa per tutte le combinazioni di carico SLE.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

5.2.2.4 VALUTAZIONE DEI RISULTATI

I fattori di sicurezza ottenuti per verifica di portanza verticale della sottostruttura in oggetto risultano per le combinazioni statiche spesso ampiamente superiori al valore richiesto dalla normativa vigente; tali valori risultano però avvicinarsi notevolmente al limite minimo per le combinazioni sismiche (vedasi comb. 11 e 12). Le dimensioni delle fondazioni sono peraltro giustificate dalle verifiche a scorrimento caratterizzate, per le combinazioni statiche da valori prossimi a 3,00 e per le combinazioni sismiche da valori abbastanza vicini al limite minimo. I fattori di sicurezza sismici vicini ai limiti sono giustificati dall'alto grado di sismicità del sito e dal tempo di ritorno elevato considerato; tali parametri sismici portano infatti ad avere forti azioni orizzontali che, oltre a rendere necessarie le dimensioni della fondazione per verifica a scorrimento, creano un forte angolo di inclinazione della risultante delle azioni andando a penalizzare la portanza verticale.

I cedimenti massimi si attestano su valori di 1,50 – 2,00 cm, valore del tutto accettabile; si evidenzia inoltre che il valore del peso proprio della spalla, costituito sia dagli elementi in calcestruzzo armato che dal terreno del rilevato posto sopra la platea di base, costituiscono anche oltre il 80% dei carichi verticali totali. I cedimenti sopra riportati vengono quindi in grande percentuale assorbiti nelle fasi di costruzione dell'opera, limitando i cedimenti ad opera terminata a valori nell'ordine del centimetro.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> <i>Data</i> F0 20/06/2011

5.3 ANALISI DEL SISTEMA FONDAZIONALE DELLE PILE

5.3.1 ANALISI DEI CARICHI PILA P1

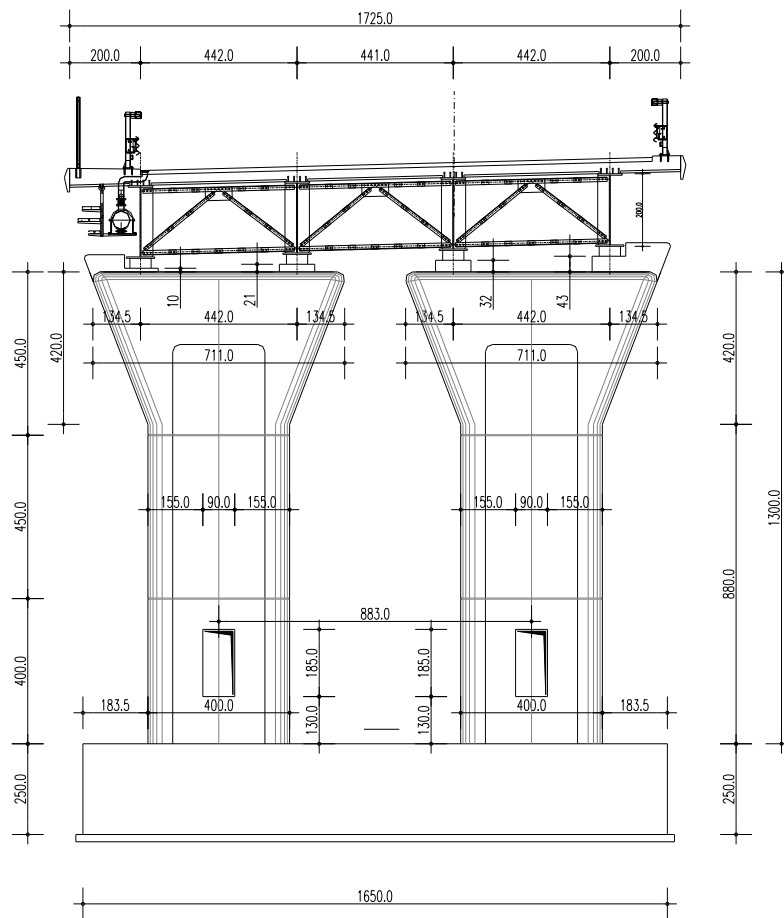


Figura 5.5 – Carpenterie Pila P1.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

FUSTO	Altezza impalcato		2,40	mt
	Larghezza pavimentato		14,45	mt
	Baricentro impalcato		0,00	mt
	Campata		32,00	mt
	Altezza baggiolo+appoggio		0,50	mt
	Peso pulvino		1.470,00	kN
	Altezza pulvino		4,20	
	Altezza fusto		8,80	
	Altezza fusto +pulgino		13,00	mt
	Numero fusti		2	
	Interasse fusti		8,83	mt
	Base / Diametro sezione	D	2,70	mt
	Altezza sezione		-	mt
	Peso fusto +pulgino		5.458,77	kN
FONDAZIONE	Eccentricità Fusti-Fond-trasversale		0,01	mt
	Base plinto		7,50	mt
	Lunghezza plinto		16,50	mt
	Altezza plinto		2,50	mt
	Altezza terreno su plinto		2,60	mt
	Peso Terreno su plinto		5.255,69	kN
	Peso plinto		7.734,38	kN
	Totale plinto + Terreno		12.990,06	kN

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0


AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO		N kN	H long kN	H trasv kN	M long kN m	M trasv kN m
	Peso strutturale impalcato	6.255	0	0	0	58
	Permanenti	2.288	0	0	0	1.716
	Ritiro	352	0	0	0	4
	Mezzi schema centrato	7.345	0	0	0	2.838
	Mezzi schema eccentrico	4.058	0	0	0	8.464
	Folla schema centrato	137	0	0	0	1.035
	Folla schema eccentrica	0	0	0	0	0
	Frenamento	0	148	0	0	0
	Resistenze passive vincolo	0	256	0	0	0
	Vento: impalcato scarico	1.132	0	218	0	2.955
	Vento: impalcato carico	956	0	506	0	3.936
	Cedimento	0	0	0	0	0
	Azione centrifuga	0	0	0	0	0
	Svio	0	0	200	0	0
	Sisma	3.110	1.200	980	0	862

Eccentricità dei carichi verticali (mt) 0,01
Azioni inerziali fusto Flong.= 416 Ftrasv.= 672 Fvert.= 909
Vento sul fusto Ftrasv.= 90,0

REAZIONI IMPALCATO

Pila 1				Pila 2			
N	M trasv	H long	H trasv	N	M trasv	H long	H trasv
3.127	-25	0	0	3.128	26	0	0
1.284	495	0	0	1.004	-38	0	0
176	0	0	0	176	0	0	0
3.936	-1.541	0	0	3.409	1.979	0	0
2.869	-330	0	0	1.189	1.336	0	0
156	238	0	0	-19	23	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	74	0	0	0	74	0
0	0	132	0	0	0	124	0
837	263	0	109	295	288	0	109
839	353	0	253	117	386	0	253
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	100	0	0	0	100
1.630	254	600	490	1.480	-85	600	490



Si riportano nel seguito i valori delle azioni agenti alla base della fondazione per le varie

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

combinazioni di carico riportate alla pagina successiva. Tali azioni rappresentano i valori assunti per l'analisi del sistema fondazionale in base all'approccio 1 delle NTC 2008.

AZIONI ALLA BASE

	Combinazioni	N kN	Vlong kN	Vtrasv kN	Mlong kN m	Mtrasv kN m
AZIONI SLU GEO	Comb 1	29.572	256,00	517,40	4.188	12.775
	Comb 2	37.588	256,00	535,08	4.300	17.397
	Comb 3	33.513	256,00	535,08	4.249	22.675
	Comb 4	35.244	426,20	535,08	7.430	15.866
	Comb 5	32.346	426,20	535,08	7.381	20.242
	Comb 6	35.244	256,00	535,08	4.299	15.866
	Comb 7	32.346	256,00	535,08	4.249	20.242
AZIONI SLU STR	Comb 8	38.903	345,60	597,00	5.648	14.752
	Comb 9	48.324	345,60	617,40	5.799	20.173
	Comb 10	43.543	345,60	617,40	5.731	26.370
	Comb 11	45.576	545,40	617,40	9.474	18.377
	Comb 12	42.174	545,40	617,40	9.407	23.513
	Comb 13	45.576	345,60	617,40	5.798	18.377
	Comb 14	42.174	345,60	617,40	5.731	23.513
SISMA	SISMA long	33.768	2.288,00	980,00	30.784	2.553
	SISMA trasv	33.416	1.200,00	2.324,00	19.200	31.187
AZIONI SLE	Comb SLE 1	28.476	256,00	398,00	4.181	9.841
	Comb SLE 2	35.505	256,00	411,60	4.256	13.843
	Comb SLE 3	31.975	256,00	411,60	4.222	18.433
	Comb SLE 4	33.529	404,00	411,60	6.979	12.874
	Comb SLE 5	30.961	404,00	411,60	6.945	16.317
	Comb SLE 6	33.529	256,00	411,60	4.256	12.874
	Comb SLE 7	30.961	256,00	411,60	4.222	15.558

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

5.3.2 ANALISI DEI CARICHI PILA P2

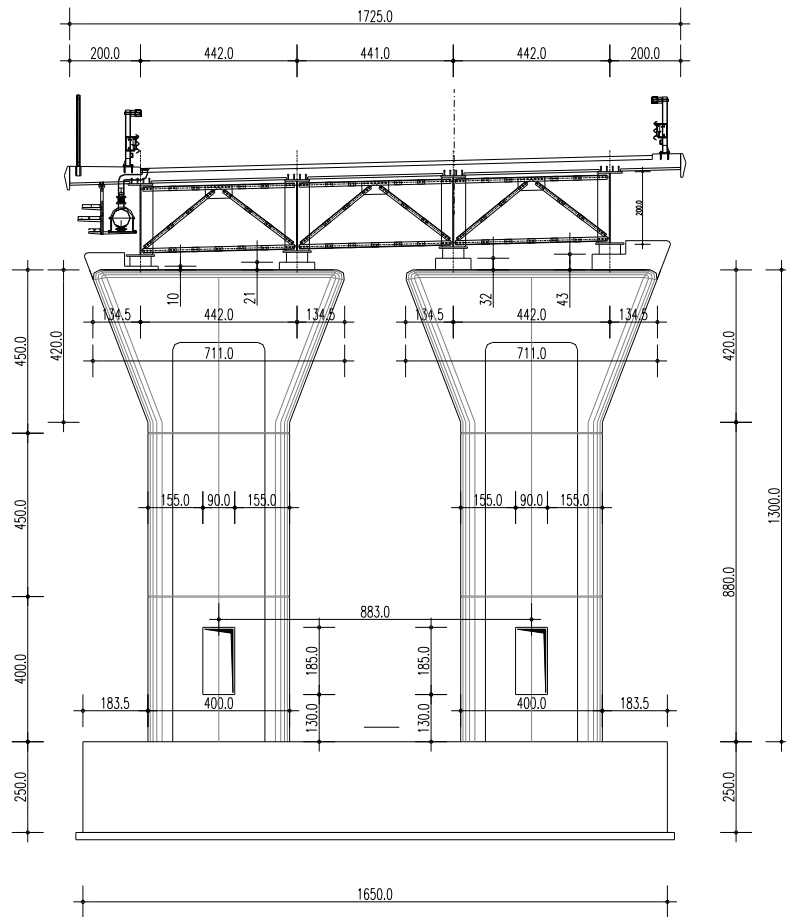



Figura 5.6 – Carpenterie Pila P2.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

FUSTO	Altezza impalcato		2,40	mt
	Larghezza pavimentato		14,45	mt
	Baricentro impalcato		0,00	mt
	Campata		32,00	mt
	Altezza baggiolo+appoggio		0,50	mt
	Peso pulvino		1.470,00	kN
	Altezza pulvino		4,20	
	Altezza fusto		8,80	
	Altezza fusto +pulgino		13,00	mt
	Numero fusti		2	
	Interasse fusti		8,83	mt
	Base / Diametro sezione	D	2,70	mt
	Altezza sezione		-	mt
	Peso fusto +pulgino		5.458,77	kN
FONDAZIONE	Eccentricità Fusti-Fond-trasversale		0,01	mt
	Base plinto		7,50	mt
	Lunghezza plinto		16,50	mt
	Altezza plinto		2,50	mt
	Altezza terreno su plinto		2,60	mt
	Peso Terreno su plinto		5.255,69	kN
	Peso plinto		7.734,38	kN
	Totale plinto + Terreno		12.990,06	kN

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0

AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO		N kN	H long kN	H trasv kN	M long kN m	M trasv kN m
	Peso strutturale impalcato	6.255	0	0	0	58
	Permanenti	2.288	0	0	0	1.716
	Ritiro	352	0	0	0	4
	Mezzi schema centrato	7.345	0	0	0	2.838
	Mezzi schema eccentrico	4.058	0	0	0	8.464
	Folla schema centrato	137	0	0	0	1.035
	Folla schema eccentrica	0	0	0	0	0
	Frenamento	0	148	0	0	0
	Resistenze passive vincolo	0	256	0	0	0
	Vento: impalcato scarico	1.132	0	218	0	2.955
	Vento: impalcato carico	956	0	506	0	3.936
	Cedimento	0	0	0	0	0
	Azione centrifuga	0	0	0	0	0
	Svio	0	0	200	0	0
	Sisma	3.110	1.200	980	0	862

Eccentricità dei carichi verticali (mt) 0,01
Azioni inerziali fusto Flong.= 416 Ftrasv.= 672 Fvert.= 909
Vento sul fusto Ftrasv.= 90,0

REAZIONI IMPALCATO

Pila 1				Pila 2			
N	M trasv	H long	H trasv	N	M trasv	H long	H trasv
3.127	-25	0	0	3.128	26	0	0
1.284	495	0	0	1.004	-38	0	0
176	0	0	0	176	0	0	0
3.936	-1.541	0	0	3.409	1.979	0	0
2.869	-330	0	0	1.189	1.336	0	0
156	238	0	0	-19	23	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	74	0	0	0	74	0
0	0	132	0	0	0	124	0
837	263	0	109	295	288	0	109
839	353	0	253	117	386	0	253
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	100	0	0	0	100
1.630	254	600	490	1.480	-85	600	490



Si riportano nel seguito i valori delle azioni agenti alla base della fondazione per le varie

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

combinazioni di carico riportate alla pagina successiva. Tali azioni rappresentano i valori assunti per l'analisi del sistema fondazionale in base all'approccio 1 delle NTC 2008.

AZIONI ALLA BASE

	Combinazioni	N kN	Vlong kN	Vtrasv kN	Mlong kN m	Mtrasv kN m
AZIONI SLU GEO	Comb 1	29.572	256,00	517,40	4.188	12.775
	Comb 2	37.588	256,00	535,08	4.300	17.397
	Comb 3	33.513	256,00	535,08	4.249	22.675
	Comb 4	35.244	426,20	535,08	7.430	15.866
	Comb 5	32.346	426,20	535,08	7.381	20.242
	Comb 6	35.244	256,00	535,08	4.299	15.866
	Comb 7	32.346	256,00	535,08	4.249	20.242
AZIONI SLU STR	Comb 8	38.903	345,60	597,00	5.648	14.752
	Comb 9	48.324	345,60	617,40	5.799	20.173
	Comb 10	43.543	345,60	617,40	5.731	26.370
	Comb 11	45.576	545,40	617,40	9.474	18.377
	Comb 12	42.174	545,40	617,40	9.407	23.513
	Comb 13	45.576	345,60	617,40	5.798	18.377
	Comb 14	42.174	345,60	617,40	5.731	23.513
SISMA	SISMA long	33.768	2.288,00	980,00	30.784	2.553
	SISMA trasv	33.416	1.200,00	2.324,00	19.200	31.187
AZIONI SLE	Comb SLE 1	28.476	256,00	398,00	4.181	9.841
	Comb SLE 2	35.505	256,00	411,60	4.256	13.843
	Comb SLE 3	31.975	256,00	411,60	4.222	18.433
	Comb SLE 4	33.529	404,00	411,60	6.979	12.874
	Comb SLE 5	30.961	404,00	411,60	6.945	16.317
	Comb SLE 6	33.529	256,00	411,60	4.256	12.874
	Comb SLE 7	30.961	256,00	411,60	4.222	15.558

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
		RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc

5.3.3 COMBINAZIONI DI CARICO

Combinazioni statiche

PRINCIPALE	P.p.	Perm.	Attrito		Temperatura		Vento		Accident.		Folla		Frenamento		Ced. - Ritiro		Centrifuga		
			Ψ ₀	γ _{G2}	Ψ ₀	γ _{G3}	Ψ ₀	γ _Q	Ψ ₀	γ _Q	Ψ ₀	γ _Q	Ψ ₀	γ _Q	Ψ ₀	γ _Q	Ψ ₀	γ _Q	Ψ ₀
Vento	1,00	1,30	1,00	1,30	0,60	1,00	1,00	1,30											
Gruppo 1 centr.	1,00	1,30	1,00	1,30	0,60	1,00	0,60	1,30	1,00	1,15	0,50	1,15	0,00	1,15	1,00	1,00	0,00	1,15	
Gruppo 1 ecc.	1,00	1,30	1,00	1,30	0,60	1,00	0,60	1,30	1,00	1,15	0,50	1,15	0,00	1,15	1,00	1,00	0,00	1,15	
Gruppo 2a centr.	1,00	1,30	1,00	1,30	0,60	1,00	0,60	1,30	0,75	1,15	0,00	1,15	1,00	1,15	1,00	1,00	0,00	1,15	
Gruppo 2a ecc.	1,00	1,30	1,00	1,30	0,60	1,00	0,60	1,30	0,75	1,15	0,00	1,15	1,00	1,15	1,00	1,00	0,00	1,15	
Gruppo 2b centr.	1,00	1,30	1,00	1,30	0,60	1,00	0,60	1,30	0,75	1,15	0,00	1,15	0,00	1,15	1,00	1,00	0,00	1,15	
Gruppo 2b ecc.	1,00	1,30	1,00	1,30	0,60	1,00	0,60	1,30	0,75	1,15	0,00	1,15	0,00	1,15	1,00	1,00	0,00	1,15	
Vento	1,35	1,50	1,00	1,50	0,60	1,20	1,00	1,50											
Gruppo 1 centr.	1,35	1,50	1,00	1,50	0,60	1,20	0,60	1,50	1,00	1,35	0,50	1,35	0,00	1,35	1,00	1,00	0,00	1,35	
Gruppo 1 ecc.	1,35	1,50	1,00	1,50	0,60	1,20	0,60	1,50	1,00	1,35	0,50	1,35	0,00	1,35	1,00	1,00	0,00	1,35	
Gruppo 2a centr.	1,35	1,50	1,00	1,50	0,60	1,20	0,60	1,50	0,75	1,35	0,00	1,35	1,00	1,35	1,00	1,00	0,00	1,35	
Gruppo 2a ecc.	1,35	1,50	1,00	1,50	0,60	1,20	0,60	1,50	0,75	1,35	0,00	1,35	1,00	1,35	1,00	1,00	0,00	1,35	
Gruppo 2b centr.	1,35	1,50	1,00	1,50	0,60	1,20	0,60	1,50	0,75	1,35	0,00	1,35	0,00	1,35	1,00	1,00	0,00	1,35	
Gruppo 2b ecc.	1,35	1,50	1,00	1,50	0,60	1,20	0,60	1,50	0,75	1,35	0,00	1,35	0,00	1,35	1,00	1,00	0,00	1,35	
Vento	1,10	1,50	1,00	1,50	0,60	1,20	1,00	1,50											
Gruppo 1 centr.	1,10	1,50	1,00	1,50	0,60	1,20	0,60	1,50	1,00	1,35	0,50	1,35	0,00	1,35	1,00	1,00	0,00	1,35	
Gruppo 1 ecc.	1,10	1,50	1,00	1,50	0,60	1,20	0,60	1,50	1,00	1,35	0,50	1,35	0,00	1,35	1,00	1,00	0,00	1,35	
Gruppo 2a centr.	1,10	1,50	1,00	1,50	0,60	1,20	0,60	1,50	0,75	1,35	0,00	1,35	1,00	1,35	1,00	1,00	0,00	1,35	
Gruppo 2a ecc.	1,10	1,50	1,00	1,50	0,60	1,20	0,60	1,50	0,75	1,35	0,00	1,35	1,00	1,35	1,00	1,00	0,00	1,35	
Gruppo 2b centr.	1,10	1,50	1,00	1,50	0,60	1,20	0,60	1,50	0,75	1,35	0,00	1,35	0,00	1,35	1,00	1,00	0,00	1,35	
Gruppo 2b ecc.	1,10	1,50	1,00	1,50	0,60	1,20	0,60	1,50	0,75	1,35	0,00	1,35	0,00	1,35	1,00	1,00	0,00	1,35	

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Combinazioni sismiche

Combinazione	P.p.	Perm.	Accid.		Sisma	Sisma	Sisma
					X	Y	Z
SISMA X N+	1,00	1,00	0,20		1,00	0,30	0,30
SISMA Y N+	1,00	1,00	0,20		0,30	1,00	0,30

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

5.3.4 MODELLO DI CALCOLO

Per il calcolo della capacità portante delle fondazioni profonde si utilizza il software di calcolo Aztec CARL 10.0 versione 10.05.b – carico limite e cedimenti.

Si procede con la verifica della pila maggiormente sollecitata coincidente, come evidenziato dalle tabelle esposte in precedenza, con la pila P1 (che nel caso in esame risulta identica alla pila P2).

Progetto: Curcuraci lato Reggio Calabria - Pile

Geometria della fondazione

Simbologia adottata

Descrizione Descrizione della fondazione

Forma Forma della fondazione (N=Nastriforme, R=Rettangolare, C=Circolare)

X Ascissa del baricentro della fondazione espressa in [m]

Y Ordinata del baricentro della fondazione espressa in [m]

B Base/Diametro della fondazione espressa in [m]

L Lunghezza della fondazione espressa in [m]

D Profondità del piano di posa in [m]

α Inclinazione del piano di posa espressa in [°]

ω Inclinazione del piano campagna espressa in [°]

Descrizione	Forma	X	Y	B	L	D	α	ω
Fondazione	(R)	3,75	8,25	7,50	16,50	4,50	0,00	0,00

Descrizione terreni e falda

Caratteristiche fisico-meccaniche

Simbologia adottata

Descrizione Descrizione terreno

γ Peso di volume del terreno espresso in [daN/mc]

γ_{sat} Peso di volume saturo del terreno espresso in [daN/mc]

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

ϕ Angolo di attrito interno del terreno espresso in gradi

δ Angolo di attrito palo-terreno espresso in gradi

c Coesione del terreno espressa in [daN/cm²]

ca Adesione del terreno espressa in [daN/cm²]

Descrizione	γ	γ_{sat}	ϕ	δ	c	ca
Depositi fluviali	2000,0	2350,0	38,00	38,00	0,000	0,000
Ghiaie di messina	1900,0	2300,0	38,00	38,00	0,000	0,000

Caratteristiche di deformabilità

Simbologia adottata

Descr Descrizione terreno

E Modulo di Young espresso in [daN/cm²]

Descr	E
Depositi fluviali	250,00
Ghiaie di messina	400,00

Descrizione stratigrafia

Simbologia adottata

n° Identificativo strato

Z1 Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°1 espressa in [m]

Z2 Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°2 espressa in [m]

Z3 Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°3 espressa in [m]

Terreno Terreno dello strato

Punto di sondaggio n° 1: X = -10,0 [m] Y = 3,0 [m]

Punto di sondaggio n° 2: X = 0,0 [m] Y = 0,0 [m]

Punto di sondaggio n° 3: X = 10,0 [m] Y = 3,0 [m]

N	Z1	Z2	Z3	Terreno
----------	-----------	-----------	-----------	----------------

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

1	-7,0	-7,0	-7,0	Depositi fluviali
2	-30,0	-30,0	-30,0	Ghiaie di messina

Normativa

N.T.C. 2008

Calcolo secondo: Approccio 1

Simbologia adottata

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

Coefficienti parziali combinazioni statiche

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

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,30	1,00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,50	1,30

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1,00	1,25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1,00	1,60
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1,00	1,00

Coefficienti parziali combinazioni sismiche

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

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,00	1,00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,00	1,00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

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

Coefficienti parziali γ_R per le verifiche geotecniche.

		<i>R1</i>	<i>R2</i>	<i>R3</i>
Capacità portante	γ_r	1,00	1,80	2,30
Scorrimento	γ_r	1,00	1,10	1,10
Coeff. di combinazione	$\Psi_0 = 0,70$	$\Psi_1 = 0,50$	$\Psi_2 = 0,20$	

Condizioni di carico

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

<i>Fondazione</i>	Nome identificativo della fondazione
<i>N</i>	Sforzo normale totale espressa in [daN]
<i>Mx</i>	Momento in direzione X espressa in [daNm]
<i>My</i>	Momento in direzione Y espresso in [daNm]
<i>ex</i>	Eccentricità del carico lungo X espressa in [m]
<i>ey</i>	Eccentricità del carico lungo Y espressa in [m]
<i>β</i>	Inclinazione del taglio nel piano espressa in [°]
<i>T</i>	Forza di taglio espressa in [daN]

5.3.4.1 VERIFICHE APPROCCIO 1 – COMBINAZIONE 1

Condizione n° 1 (Condizione n° 1)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	3890300,0	1475200,0	564800,0	0,1	-0,4	30,1	69001,8

Condizione n° 2 (Condizione n° 2)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	4832400,0	2017300,0	579900,0	0,1	-0,4	29,3	70739,3

Condizione n° 3 (Condizione n° 3)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	4354300,0	2637000,0	573100,0	0,1	-0,6	29,3	70739,3

Condizione n° 4 (Condizione n° 4)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	4557600,0	1837700,0	947400,0	0,2	-0,4	41,5	82323,4

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Condizione n° 5 (Condizione n° 5)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	4217400,0	2351300,0	940700,0	0,2	-0,6	41,5	82323,4

Condizione n° 6 (Condizione n° 6)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	4557600,0	1837700,0	579800,0	0,1	-0,4	29,3	70739,3

Condizione n° 7 (Condizione n° 7)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	4217400,0	2351300,0	573100,0	0,1	-0,6	29,3	70739,3

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

- γ Coefficiente di partecipazione della condizione
- Ψ Coefficiente di combinazione della condizione
- C Coefficiente totale di partecipazione della condizione

Combinazione n° 1 SLU - Caso A1-M1

	γ	Ψ	C
Condizione n° 1	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 2 SLU - Caso A1-M1

	γ	Ψ	C
Condizione n° 2	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 3 SLU - Caso A1-M1

	γ	Ψ	C
--	----------	--------	---

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Condizione n° 3 1.00 1.00 1.00

Combinazione n° 4 SLU - Caso A1-M1

γ Ψ **C**
 Condizione n° 4 1.00 1.00 1.00

Combinazione n° 5 SLU - Caso A1-M1

γ Ψ **C**
 Condizione n° 5 1.00 1.00 1.00

Combinazione n° 6 SLU - Caso A1-M1

γ Ψ **C**
 Condizione n° 6 1.00 1.00 1.00

Combinazione n° 7 SLU - Caso A1-M1

γ Ψ **C**
 Condizione n° 7 1.00 1.00 1.00

Analisi in condizioni drenate

Verifica della portanza per carichi verticali

Il calcolo della portanza è stato eseguito col metodo di Brinch-Hansen

La relazione adottata è la seguente:


$$q_u = c N_c s_c i_c d_c b_c g_c + q N_q s_q i_q d_q b_q g_q + 0.5 B \gamma N_\gamma s_\gamma i_\gamma d_\gamma b_\gamma g_\gamma$$

Altezza del cuneo di rottura: AUTOMATICA

Il criterio utilizzato per il calcolo del macrostrato equivalente è stato la MEDIA PESATA

Nel calcolo della portanza sono state richieste le seguenti opzioni:

Riduzione sismica: NESSUNA

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Coefficiente correttivo su N_γ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1,00

Coefficiente correttivo su N_γ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1,00

Riduzione per carico eccentrico: MEYERHOF

Riduzione per rottura locale o punzonamento del terreno: VESIC

Meccanismo di punzonamento in presenza di falda.

Fondazione

Combinazione n° 1

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	$H = 7,69$	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1932,52$	[daN/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 38,00$	[°]
Coesione	$c = 0,00$	[daN/cm ²]
Modulo di taglio	$G = 146,34$	[daN/cm ²]

Base ridotta $B' = B - 2 e_x = 7,21$ [m]

Lunghezza ridotta $L' = L - 2 e_y = 15,74$ [m]

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 61,35$	$N_q = 48,93$	$N_\gamma = 78,02$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 0,97$	$i_q = 0,97$	$i_\gamma = 0,95$
$d_c = 1,14$	$d_q = 1,14$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

$$q_u = 0,00 + 28,23 + 30,06 = 58,30 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$Q_u = 66162209,79 \text{ [daN]}$$

$$Q_d = 66162209,79 \text{ [daN]}$$

$$V = 3890300,00 \text{ [daN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 66162209,79 / 3890300,00 = 17,01$$

Indici rigidezza

$$I_c = 0,97$$

$$I_{rc} = 285,28$$

Combinazione n° 2

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	H = 7,69	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1932,52$	[daN/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 38,00$	[°]
Coesione	c = 0,00	[daN/cm ²]
Modulo di taglio	G = 146,34	[daN/cm ²]

Base ridotta $B' = B - 2 e_x = 7,26 \text{ [m]}$

Lunghezza ridotta $L' = L - 2 e_y = 15,67 \text{ [m]}$

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 61,35$	$N_q = 48,93$	$N_\gamma = 78,02$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 0,98$	$i_q = 0,98$	$i_\gamma = 0,96$
$d_c = 1,14$	$d_q = 1,14$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0,00 + 28,42 + 30,57 = 58,98 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$Q_u = 67080985,33 \text{ [daN]}$$

$$Q_d = 67080985,33 \text{ [daN]}$$

$$V = 4832400,00 \text{ [daN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 67080985,33 / 4832400,00 = 13,88$$

Indici rigidezza

$$I_c = 0,98$$

$$I_{rc} = 285,28$$

Combinazione n° 3

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	H = 7,69	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1932,52$	[daN/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 38,00$	[°]
Coesione	c = 0,00	[daN/cm ²]
Modulo di taglio	G = 146,34	[daN/cm ²]

Base ridotta $B' = B - 2 e_x = 7,24 \text{ [m]}$

Lunghezza ridotta $L' = L - 2 e_y = 15,29 \text{ [m]}$

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 61,35$	$N_q = 48,93$	$N_\gamma = 78,02$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 0,97$	$i_q = 0,97$	$i_\gamma = 0,96$
$d_c = 1,14$	$d_q = 1,14$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0,00 + 28,34 + 30,34 = 58,68 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$Q_u = 64929089,12 \text{ [daN]}$$

$$Q_d = 64929089,12 \text{ [daN]}$$

$$V = 4354300,00 \text{ [daN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 64929089,12 / 4354300,00 = 14,91$$

Indici rigidezza

$$I_c = 0,97$$

$$I_{rc} = 285,28$$

Combinazione n° 4

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	$H = 7,69$	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1932,52$	[daN/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 38,00$	[°]
Coesione	$c = 0,00$	[daN/cm ²]
Modulo di taglio	$G = 146,34$	[daN/cm ²]

Base ridotta $B' = B - 2 \text{ ex} = 7,08 \text{ [m]}$

Lunghezza ridotta $L' = L - 2 \text{ ey} = 15,69 \text{ [m]}$

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 61,35$	$N_q = 48,93$	$N_\gamma = 78,02$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 0,97$	$i_q = 0,97$	$i_\gamma = 0,96$
$d_c = 1,14$	$d_q = 1,14$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

$$g_c = 1,00$$

$$g_q = 1,00$$

$$g_\gamma = 1,00$$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0,00 + 28,33 + 29,64 = 57,97 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$Q_u = 64452520,58 \text{ [daN]}$$

$$Q_d = 64452520,58 \text{ [daN]}$$

$$V = 4557600,00 \text{ [daN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 64452520,58 / 4557600,00 = 14,14$$

Indici rigidezza

$$I_c = 0,97$$

$$I_{rc} = 285,28$$

Combinazione n° 5

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato $H = 7,69$ [m]

Peso specifico terreno $\gamma = 1932,52$ [daN/mc]

Angolo di attrito $\phi = 38,00$ [°]

Coesione $c = 0,00$ [daN/cm²]

Modulo di taglio $G = 146,34$ [daN/cm²]

Base ridotta $B' = B - 2 e_x = 7,05$ [m]

Lunghezza ridotta $L' = L - 2 e_y = 15,38$ [m]

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$$N_c = 61,35$$

$$N_q = 48,93$$

$$N_\gamma = 78,02$$

$$s_c = 1,00$$

$$s_q = 1,00$$

$$s_\gamma = 1,00$$

$$i_c = 0,97$$

$$i_q = 0,97$$

$$i_\gamma = 0,95$$

$$d_c = 1,14$$

$$d_q = 1,14$$

$$d_\gamma = 1,00$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0,00 + 28,27 + 29,40 = 57,68 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$Q_u = 62595225,99 \text{ [daN]}$$

$$Q_d = 62595225,99 \text{ [daN]}$$

$$V = 4217400,00 \text{ [daN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 62595225,99 / 4217400,00 = 14,84$$

Indici rigidezza

$$I_c = 0,97 \qquad I_{rc} = 285,28$$

Combinazione n° 6

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	$H = 7,69$	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1932,52$	[daN/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 38,00$	[°]
Coesione	$c = 0,00$	[daN/cm ²]
Modulo di taglio	$G = 146,34$	[daN/cm ²]

$$\text{Base ridotta} \qquad B' = B - 2 \text{ ex} = 7,25 \text{ [m]}$$

$$\text{Lunghezza ridotta} \qquad L' = L - 2 \text{ ey} = 15,69 \text{ [m]}$$

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 61,35$	$N_q = 48,93$	$N_\gamma = 78,02$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 0,98$	$i_q = 0,98$	$i_\gamma = 0,96$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

$d_c = 1,14$	$d_q = 1,14$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0,00 + 28,38 + 30,44 = 58,81 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$Q_u = 66874414,92 \text{ [daN]}$$

$$Q_d = 66874414,92 \text{ [daN]}$$

$$V = 4557600,00 \text{ [daN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 66874414,92 / 4557600,00 = 14,67$$

Indici rigidità

$$I_c = 0,98 \qquad I_{rc} = 285,28$$

Combinazione n° 7

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	$H = 7,69$	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1932,52$	[daN/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 38,00$	[°]
Coesione	$c = 0,00$	[daN/cm ²]
Modulo di taglio	$G = 146,34$	[daN/cm ²]

$$\text{Base ridotta} \qquad B' = B - 2 e_x = 7,23 \text{ [m]}$$

$$\text{Lunghezza ridotta} \qquad L' = L - 2 e_y = 15,38 \text{ [m]}$$

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 61,35$	$N_q = 48,93$	$N_\gamma = 78,02$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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 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						

$i_c = 0,97$	$i_q = 0,97$	$i_\gamma = 0,96$
$d_c = 1,14$	$d_q = 1,14$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0,00 + 28,32 + 30,26 = 58,58 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$Q_u = 65147205,75 \text{ [daN]}$$

$$Q_d = 65147205,75 \text{ [daN]}$$

$$V = 4217400,00 \text{ [daN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 65147205,75 / 4217400,00 = 15,45$$

Indici rigidezza

$$I_c = 0,97 \qquad I_{rc} = 285,28$$

Verifica della portanza per carichi orizzontali (scorrimento).

Partecipazione spinta passiva: 50,00 (%)

La relazione adottata è la seguente:

$$\eta = R / H \geq \eta_{req}$$

η_{req} : coefficiente di sicurezza richiesto

Simbologia adottata

Cmb Identificativo della combinazione

H Forza di taglio agente al piano di posa espresso in [daN]


R_{ult1} Resistenza offerta dal piano di posa per attrito ed adesione espressa in [daN]

R_{ult2} Resistenza passiva offerta dall'affondamento del piano di posa espressa in [daN]

R Somma di R_{ult1} e R_{ult2}

R_{amm} Resistenza ammissibile allo scorrimento espressa in [daN]

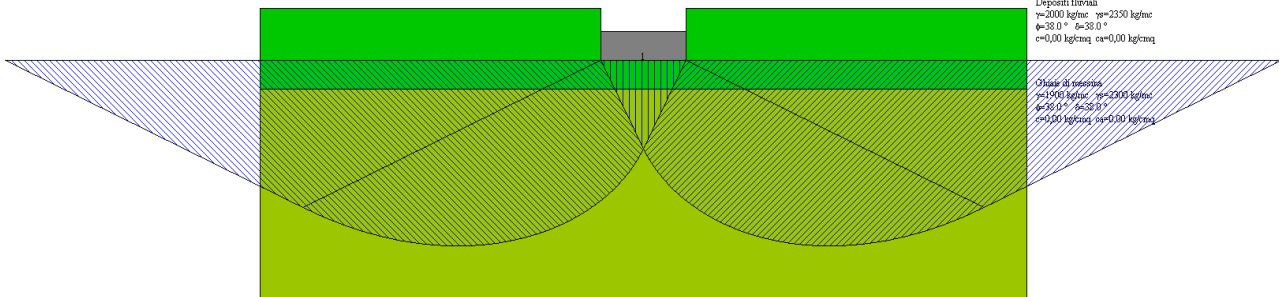
η Coeff. di sicurezza allo scorrimento

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

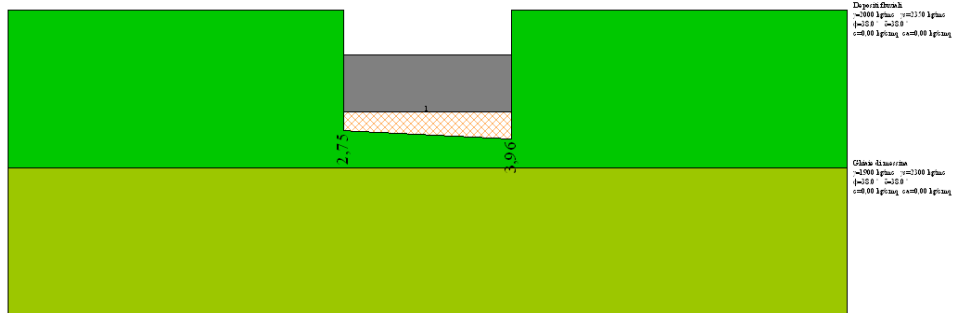
Fondazione

Cmb	H	R_{ult1}	R_{ult2}	R	R_{amm}	η
1	59700,00	3039435,47	0,00	3039435,47	3039435,47	50,91
2	61700,00	3775484,66	0,00	3775484,66	3775484,66	61,19
3	61700,00	3401952,00	0,00	3401952,00	3401952,00	55,14
4	61700,00	3560787,37	0,00	3560787,37	3560787,37	57,71
5	61700,00	3294994,00	0,00	3294994,00	3294994,00	53,40
6	61700,00	3560787,37	0,00	3560787,37	3560787,37	57,71
7	61700,00	3294994,00	0,00	3294994,00	3294994,00	53,40

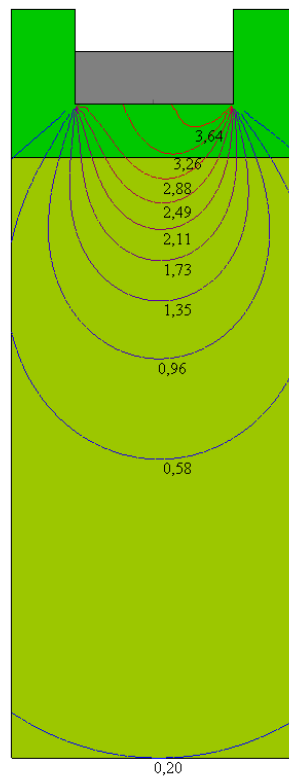
Cuneo di rottura - comb 5





Solido delle pressioni - comb 5



Bulbo delle tensioni - Sez X-X comb 5



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

5.3.4.2 VERIFICHE APPROCCIO 1 – COMBINAZIONE 2

Condizione n° 1 (Condizione n° 1)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	2957200,0	1277500,0	418800,0	0,1	-0,4	26,3	57691,0

Condizione n° 2 (Condizione n° 2)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	3758800,0	1739700,0	430000,0	0,1	-0,5	25,6	59309,4

Condizione n° 3 (Condizione n° 3)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	3351300,0	2267500,0	424900,0	0,1	-0,7	25,6	59309,4

Condizione n° 4 (Condizione n° 4)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	3524400,0	1586600,0	743000,0	0,2	-0,5	38,5	68388,7

Condizione n° 5 (Condizione n° 5)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	3234600,0	2024200,0	738100,0	0,2	-0,6	38,5	68388,7

Condizione n° 6 (Condizione n° 6)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	3524400,0	1586600,0	429900,0	0,1	-0,5	25,6	59309,4

Condizione n° 7 (Condizione n° 7)

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	3234600,0	2024200,0	424900,0	0,1	-0,6	25,6	59309,4

Condizione n° 8 (Condizione n° 8) – COMBINAZIONE SISMICA

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	3376800,0	255300,0	3078400,0	0,9	-0,1	66,8	248904,5

Condizione n° 9 (Condizione n° 9) – COMBINAZIONE SISMICA

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	3341600,0	3118700,0	1920000,0	0,6	-0,9	27,3	261552,6

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

- γ Coefficiente di partecipazione della condizione
- Ψ Coefficiente di combinazione della condizione
- C Coefficiente totale di partecipazione della condizione

Combinazione n° 1 SLU - Caso A2-M2



	γ	Ψ	C
Condizione n° 1	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 2 SLU - Caso A2-M2

	γ	Ψ	C
Condizione n° 2	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 3 SLU - Caso A2-M2

	γ	Ψ	C
Condizione n° 3	1.00	1.00	1.00

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Combinazione n° 4 SLU - Caso A2-M2

	γ	Ψ	C
Condizione n° 4	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 5 SLU - Caso A2-M2

	γ	Ψ	C
Condizione n° 5	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 6 SLU - Caso A2-M2

	γ	Ψ	C
Condizione n° 6	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 7 SLU - Caso A2-M2

	γ	Ψ	C
Condizione n° 7	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 8 SLU – COMBINAZIONE SISMICA

	γ	Ψ	C
Condizione n° 8	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 9 SLU – COMBINAZIONE SISMICA

	γ	Ψ	C
Condizione n° 9	1.00	1.00	1.00

Analisi in condizioni drenate

Verifica della portanza per carichi verticali

Il calcolo della portanza è stato eseguito col metodo di Brinch-Hansen
La relazione adottata è la seguente:

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

$$q_u = c N_c s_c i_c d_c b_c g_c + q N_q s_q i_q d_q b_q g_q + 0.5 B \gamma N_\gamma s_\gamma i_\gamma d_\gamma b_\gamma g_\gamma$$

Altezza del cuneo di rottura: AUTOMATICA

Il criterio utilizzato per il calcolo del macrostrato equivalente è stato la MEDIA PESATA

Nel calcolo della portanza sono state richieste le seguenti opzioni:

Riduzione sismica: NESSUNA

Coefficiente correttivo su N_γ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1,00

Coefficiente correttivo su N_γ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1,00

Riduzione per carico eccentrico: MEYERHOF

Riduzione per rottura locale o punzonamento del terreno: VESIC

Meccanismo di punzonamento in presenza di falda.

Fondazione

Combinazione n° 1

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	$H = 6,76$	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1900,00$	[daN/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 32,01$	[°]
Coesione	$c = 0,00$	[daN/cm ²]
Modulo di taglio	$G = 166,67$	[daN/cm ²]

Base ridotta $B' = B - 2 e_x = 7,22$ [m]

Lunghezza ridotta $L' = L - 2 e_y = 15,64$ [m]

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 35,51$

$N_q = 23,19$

$N_\gamma = 30,24$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 0,97$	$i_q = 0,97$	$i_\gamma = 0,95$
$d_c = 1,27$	$d_q = 1,26$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0,00 + 38,57 + 19,20 = 57,77 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$Q_u = 65182900,64 \text{ [daN]}$$

$$Q_d = 36212722,58 \text{ [daN]}$$

$$V = 2957200,00 \text{ [daN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 65182900,64 / 2957200,00 = 22,04$$

Indici rigidezza

$$I_c = 0,97 \qquad I_{rc} = 133,21$$

Combinazione n° 2

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	$H = 6,76$	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1900,00$	[daN/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 32,01$	[°]
Coesione	$c = 0,00$	[daN/cm ²]
Modulo di taglio	$G = 166,67$	[daN/cm ²]

$$\text{Base ridotta} \qquad B' = B - 2 e_x = 7,27 \text{ [m]}$$

$$\text{Lunghezza ridotta} \qquad L' = L - 2 e_y = 15,57 \text{ [m]}$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 35,51$	$N_q = 23,19$	$N_\gamma = 30,24$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 0,98$	$i_q = 0,98$	$i_\gamma = 0,96$
$d_c = 1,27$	$d_q = 1,26$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0,00 + 38,97 + 19,62 = 58,59 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$Q_u = 66347833,74 \text{ [daN]}$$

$$Q_d = 36859907,64 \text{ [daN]}$$

$$V = 3758800,00 \text{ [daN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 66347833,74 / 3758800,00 = 17,65$$

Indici rigidità

$$I_c = 0,98 \quad I_{rc} = 133,21$$

Combinazione n° 3

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	$H = 6,76$	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1900,00$	[daN/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 32,01$	[°]
Coazione	$c = 0,00$	[daN/cm ²]
Modulo di taglio	$G = 166,67$	[daN/cm ²]

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Base ridotta $B' = B - 2 \text{ ex} = 7,25 \text{ [m]}$

Lunghezza ridotta $L' = L - 2 \text{ ey} = 15,15 \text{ [m]}$

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 35,51$	$N_q = 23,19$	$N_\gamma = 30,24$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 0,97$	$i_q = 0,98$	$i_\gamma = 0,96$
$d_c = 1,27$	$d_q = 1,26$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0,00 + 38,86 + 19,46 = 58,33 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$Q_u = 64018760,52 \text{ [daN]}$$

$$Q_d = 35565978,06 \text{ [daN]}$$

$$V = 3351300,00 \text{ [daN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 64018760,52 / 3351300,00 = 19,10$$

Indici rigidezza

$$i_c = 0,97 \quad I_{rc} = 133,21$$

Combinazione n° 4

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato $H = 6,76 \text{ [m]}$

Peso specifico terreno $\gamma = 1900,00 \text{ [daN/mc]}$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

Angolo di attrito	$\phi = 32,01$	[°]
Coesione	$c = 0,00$	[daN/cm ²]
Modulo di taglio	$G = 166,67$	[daN/cm ²]

Base ridotta	$B' = B - 2 ex = 7,08$ [m]
Lunghezza ridotta	$L' = L - 2 ey = 15,60$ [m]

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 35,51$	$N_q = 23,19$	$N_\gamma = 30,24$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 0,97$	$i_q = 0,97$	$i_\gamma = 0,95$
$d_c = 1,27$	$d_q = 1,26$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0,00 + 38,67 + 18,88 = 57,55 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$Q_u = 63545449,88 \text{ [daN]}$$

$$Q_d = 35303027,71 \text{ [daN]}$$

$$V = 3524400,00 \text{ [daN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 63545449,88 / 3524400,00 = 18,03$$

Indici rigidezza

$$I_c = 0,97 \quad I_{rc} = 133,21$$

Combinazione n° 5

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	H = 6,76	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1900,00$	[daN/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 32,01$	[°]
Coesione	c = 0,00	[daN/cm ²]
Modulo di taglio	G = 166,67	[daN/cm ²]

Base ridotta	B' = B - 2 ex = 7,04 [m]
Lunghezza ridotta	L' = L - 2 ey = 15,25 [m]

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 35,51$	$N_q = 23,19$	$N_\gamma = 30,24$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 0,97$	$i_q = 0,97$	$i_\gamma = 0,95$
$d_c = 1,27$	$d_q = 1,26$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0,00 + 38,56 + 18,71 = 57,27 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$Q_u = 61508676,51 \text{ [daN]}$$

$$Q_d = 34171486,95 \text{ [daN]}$$

$$V = 3234600,00 \text{ [daN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 61508676,51 / 3234600,00 = 19,02$$

Indici rigidità

$$I_c = 0,97 \quad I_{rc} = 133,21$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

Combinazione n° 6

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	H = 6,76	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1900,00$	[daN/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 32,01$	[°]
Coesione	c = 0,00	[daN/cm ²]
Modulo di taglio	G = 166,67	[daN/cm ²]

Base ridotta $B' = B - 2 e_x = 7,26$ [m]

Lunghezza ridotta $L' = L - 2 e_y = 15,60$ [m]

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 35,51$	$N_q = 23,19$	$N_\gamma = 30,24$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 0,98$	$i_q = 0,98$	$i_\gamma = 0,96$
$d_c = 1,27$	$d_q = 1,26$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0,00 + 38,91 + 19,53 = 58,44 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$Q_u = 66149728,43 \text{ [daN]}$$

$$Q_d = 36749849,13 \text{ [daN]}$$

$$V = 3524400,00 \text{ [daN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 66149728,43 / 3524400,00 = 18,77$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

Indici rigidezza

$I_c = 0,98$

$I_{rc} = 133,21$

Combinazione n° 7

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	$H = 6,76$	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1900,00$	[daN/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 32,01$	[°]
Coesione	$c = 0,00$	[daN/cm ²]
Modulo di taglio	$G = 166,67$	[daN/cm ²]

Base ridotta $B' = B - 2 e_x = 7,24$ [m]

Lunghezza ridotta $L' = L - 2 e_y = 15,25$ [m]

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 35,51$	$N_q = 23,19$	$N_\gamma = 30,24$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 0,97$	$i_q = 0,97$	$i_\gamma = 0,96$
$d_c = 1,27$	$d_q = 1,26$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0,00 + 38,83 + 19,41 = 58,24 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

$$Q_u = 64268114,82 \text{ [daN]}$$

$$Q_d = 35704508,23 \text{ [daN]}$$

$$V = 3234600,00 \text{ [daN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 64268114,82 / 3234600,00 = 19,87$$

Indici rigidezza

$$I_c = 0,97$$

$$I_{rc} = 133,21$$

Combinazione n° 8 – COMBINAZIONE SISMICA

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	H = 6,76	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1900,00$	[daN/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 32,01$	[°]
Coesione	c = 0,00	[daN/cm ²]
Modulo di taglio	G = 166,67	[daN/cm ²]

Base ridotta $B' = B - 2 e_x = 5,68 \text{ [m]}$

Lunghezza ridotta $L' = L - 2 e_y = 16,35 \text{ [m]}$

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 35,51$	$N_q = 23,19$	$N_\gamma = 30,24$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 0,89$	$i_q = 0,89$	$i_\gamma = 0,82$
$d_c = 1,27$	$d_q = 1,26$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

$$q_u = 0,00 + 35,46 + 13,12 = 48,57 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$Q_u = 45078772,36 \text{ [daN]}$$

$$Q_d = 25043762,42 \text{ [daN]}$$

$$V = 3376800,00 \text{ [daN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 45078772,36 / 3376800,00 = 13,35$$

Indici rigidezza

$$I_c = 0,89$$

$$I_{rc} = 133,21$$

Combinazione n° 9 – COMBINAZIONE SISMICA

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	H = 6,76	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1900,00$	[daN/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 32,01$	[°]
Coesione	c = 0,00	[daN/cm ²]
Modulo di taglio	G = 166,67	[daN/cm ²]

Base ridotta $B' = B - 2 \text{ ex} = 6,35 \text{ [m]}$

Lunghezza ridotta $L' = L - 2 \text{ ey} = 14,63 \text{ [m]}$

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 35,51$	$N_q = 23,19$	$N_\gamma = 30,24$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 0,87$	$i_q = 0,88$	$i_\gamma = 0,81$
$d_c = 1,27$	$d_q = 1,26$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0,00 + 35,06 + 14,44 = 49,50 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$Q_u = 46002480,93 \text{ [daN]}$$

$$Q_d = 25556933,85 \text{ [daN]}$$

$$V = 3341600,00 \text{ [daN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 46002480,93 / 3341600,00 = 13,77$$

Indici rigidezza

$$I_c = 0,87$$

$$I_{rc} = 133,21$$

Verifica della portanza per carichi orizzontali (scorrimento).

Partecipazione spinta passiva: 50,00 (%)

La relazione adottata è la seguente:

$$\eta = R / H \geq \eta_{req}$$

η_{req} : coefficiente di sicurezza richiesto

Simbologia adottata

Cmb Identificativo della combinazione

H Forza di taglio agente al piano di posa espresso in [daN]

R_{ult1} Resistenza offerta dal piano di posa per attrito ed adesione espressa in [daN]

R_{ult2} Resistenza passiva offerta dall'affondamento del piano di posa espressa in [daN]

R Somma di R_{ult1} e R_{ult2}



R_{amm} Resistenza ammissibile allo scorrimento espressa in [daN]

η Coeff. di sicurezza allo scorrimento

Fondazione

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Cmb	H	R_{ult1}	R_{ult2}	R	R_{amm}	η
1	51700,00	1848334,28	0,00	1848334,28	1680303,89	35,75
2	53500,00	2349357,13	0,00	2349357,13	2135779,21	43,91
3	53500,00	2094658,02	0,00	2094658,02	1904234,56	39,15
4	53500,00	2202850,45	0,00	2202850,45	2002591,32	41,17
5	53500,00	2021717,19	0,00	2021717,19	1837924,72	37,79
6	53500,00	2202850,45	0,00	2202850,45	2002591,32	41,17
7	53500,00	2021717,19	0,00	2021717,19	1837924,72	37,79
8	228800,00	2110596,24	0,00	2110596,24	1918723,86	9,22
9	232400,00	2088595,24	0,00	2088595,24	1898722,95	8,99

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

5.3.4.3 VERIFICHE SLE - CEDIMENTI

Cedimenti della fondazione

Metodo Elastico

Il metodo dell'elasticità per il calcolo dei cedimenti, così come implementato, fornisce due valori:

- uno per deformazione laterale impedita (w_{imp})
- uno in condizioni di deformazione laterale libera (w_{lib})

L'espressione di w_{imp} è la seguente:

$$\Delta H = \sum_{i=1}^n \frac{\Delta \sigma_i (1 - \nu - 2 \nu^2)}{E_i (1 - \nu)} \Delta z_i$$

dove

$\Delta \sigma$ è la tensione indotta nel terreno, alla profondità z , dalla pressione di contatto della fondazione;

E è il modulo elastico relativo allo strato **i-esimo**;

Δz rappresenta lo spessore dello strato **i-esimo** in cui è stato suddiviso lo strato compressibile e per il quale si conosce il modulo elastico;

ν è il coefficiente di **Poisson**.


L'espressione di w_{lib} è la seguente:

$$\Delta H = \sum_{i=1}^n \frac{\Delta \sigma_i}{E_i} \Delta z_i$$

dove i termini sono stati già descritti sopra.

Lo spessore dello strato compressibile considerato nell'analisi dei cedimenti è stato determinato in funzione della percentuale della tensione di contatto. I valori del cedimento ottenuti dalle due relazioni rappresentano un valore minimo w_{imp} e un valore massimo w_{lib} del cedimento in condizioni elastiche della fondazione analizzata.

Condizioni di carico

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

<i>Fondazione</i>	Nome identificativo della fondazione
<i>N</i>	Sforzo normale totale espressa in [kN]
<i>Mx</i>	Momento in direzione X espressa in [kNm]
<i>My</i>	Momento in direzione Y espresso in [kNm]
<i>ex</i>	Eccentricità del carico lungo X espressa in [m]
<i>ey</i>	Eccentricità del carico lungo Y espressa in [m]
<i>β</i>	Inclinazione del taglio nel piano espressa in [°]
<i>T</i>	Forza di taglio espressa in [kN]

Condizione n° 1 (Condizione n° 1)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	28476,000	9841,000	4181,000	0,1	-0,3	32,7	473,223

Condizione n° 2 (Condizione n° 2)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	35505,000	13843,000	4256,000	0,1	-0,4	31,9	485,057

Condizione n° 3 (Condizione n° 3)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	31975,000	18433,000	4222,000	0,1	-0,6	31,9	485,057

Condizione n° 4 (Condizione n° 4)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	33529,000	12874,000	6979,000	0,2	-0,4	44,4	577,027

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Condizione n° 5 (Condizione n° 5)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	30961,000	16317,000	6945,000	0,2	-0,5	44,4	577,027

Condizione n° 6 (Condizione n° 6)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	33529,000	12874,000	4256,000	0,1	-0,4	31,9	485,057

Condizione n° 7 (Condizione n° 7)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	30961,000	15558,000	4222,000	0,1	-0,5	31,9	485,057

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

- γ Coefficiente di partecipazione della condizione
- Ψ Coefficiente di combinazione della condizione
- C Coefficiente totale di partecipazione della condizione

Combinazione n° 1 SLE

	γ	Ψ	C
Condizione n° 1	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 2 SLE

	γ	Ψ	C
Condizione n° 2	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 3 SLE

	γ	Ψ	C
--	----------------------------	--------------------------	----------

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Condizione n° 3 1.00 1.00 1.00

Combinazione n° 4 SLE

γ Ψ **C**

Condizione n° 4 1.00 1.00 1.00

Combinazione n° 5 SLE

γ Ψ **C**

Condizione n° 5 1.00 1.00 1.00

Combinazione n° 6 SLE

γ Ψ **C**

Condizione n° 6 1.00 1.00 1.00

Combinazione n° 7 SLE

γ Ψ **C**

Condizione n° 7 1.00 1.00 1.00

Analisi in condizioni drenate

Cedimenti

Il calcolo dei cedimenti è stato eseguito con il metodo Elastico.

Per il calcolo dei cedimenti, è stata impostata un'altezza dello strato compressibile legato alla percentuale tensionale.


In particolare la percentuale impostata è: 0,05 (%)

E' stato richiesto di tenere in conto della fondazione compensata.

Cedimento complessivo

Simbologia adottata

Comb Identificativo della combinazione

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

w_i Cedimento elastico espresso in [cm]

w_{imp} Cedimento elastico ad espansione laterale impedita espresso in [cm]

H Spessore strato compressibile espresso in [m]

X coordinata X punto di calcolo cedimento espressa in [m]

Y coordinata Y punto di calcolo cedimento espressa in [m]

Fondazione

Comb	w_i	w_{imp}	H	X	Y
1	2,29	2,36	22,60	3,90	8,60
1	2,06	2,16	22,60	0,00	0,00
1	2,08	2,18	22,60	7,50	0,00
1	2,14	2,23	22,60	7,50	16,50
1	2,13	2,22	22,60	0,00	16,50
2	3,37	3,42	25,20	3,87	8,64
2	3,16	3,24	25,20	0,00	0,00
2	3,17	3,25	25,20	7,50	0,00
2	3,23	3,29	25,20	7,50	16,50
2	3,22	3,29	25,20	0,00	16,50
3	3,02	2,91	24,00	3,88	8,83
3	2,78	2,70	24,00	0,00	0,00
3	2,80	2,72	24,00	7,50	0,00
3	2,89	2,80	24,00	7,50	16,50
3	2,88	2,79	24,00	0,00	16,50
4	3,09	3,13	24,50	3,96	8,63
4	2,87	2,94	24,50	0,00	0,00
4	2,89	2,96	24,50	7,50	0,00
4	2,95	3,01	24,50	7,50	16,50
4	2,93	3,00	24,50	0,00	16,50
5	2,85	2,77	23,60	3,97	8,78
5	2,61	2,55	23,60	0,00	0,00
5	2,64	2,58	23,60	7,50	0,00
5	2,72	2,65	23,60	7,50	16,50

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

5	2,70	2,63	23,60	0,00	16,50
6	3,07	3,12	24,50	3,88	8,63
6	2,85	2,93	24,50	0,00	0,00
6	2,87	2,94	24,50	7,50	0,00
6	2,92	2,99	24,50	7,50	16,50
6	2,92	2,99	24,50	0,00	16,50
7	2,78	2,75	23,60	3,89	8,75
7	2,55	2,54	23,60	0,00	0,00
7	2,56	2,56	23,60	7,50	0,00
7	2,64	2,63	23,60	7,50	16,50
7	2,64	2,62	23,60	0,00	16,50

Cedimento dei singoli strati

Simbologia adottata

Strato Identificativo dello strato

Terreno Terreno dello strato

ΔH Spessore dello strato espresso in [m]

Δw_i Cedimento elastico espresso in [cm]

Δw_{imp} Cedimento elastico ad espansione laterale impedita espresso in [cm]

Fondazione (Combinazione n° 1)

Strato	Terreno	ΔH	Δw_i	Δw_{imp}
1	Depositi fluviali	2,50	0,4882	0,7053
2	Ghiaie di messina	15,60	1,8013	1,6526
Totale		18,10	2,2896	2,3579

Fondazione (Combinazione n° 2)

Strato	Terreno	ΔH	Δw_i	Δw_{imp}
1	Depositi fluviali	2,50	0,7099	0,9857
2	Ghiaie di messina	18,20	2,6644	2,4380

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Totale	20,70	3,3743	3,4237
---------------	--------------	---------------	---------------

Fondazione (Combinazione n° 3)

Strato	Terreno	ΔH	Δw_i	Δw_{imp}
1	Depositi fluviali	2,50	0,7733	0,8556
2	Ghiaie di messina	17,00	2,2485	2,0588
Totale		19,50	3,0218	2,9144

Fondazione (Combinazione n° 4)

Strato	Terreno	ΔH	Δw_i	Δw_{imp}
1	Depositi fluviali	2,50	0,6644	0,9144
2	Ghiaie di messina	17,50	2,4244	2,2194
Totale		20,00	3,0888	3,1338

Fondazione (Combinazione n° 5)

Strato	Terreno	ΔH	Δw_i	Δw_{imp}
1	Depositi fluviali	2,50	0,7301	0,8202
2	Ghiaie di messina	16,60	2,1244	1,9458
Totale		19,10	2,8545	2,7660

Fondazione (Combinazione n° 6)

Strato	Terreno	ΔH	Δw_i	Δw_{imp}
1	Depositi fluviali	2,50	0,6501	0,9071
2	Ghiaie di messina	17,50	2,4183	2,2142
Totale		20,00	3,0684	3,1213

Fondazione (Combinazione n° 7)

Strato	Terreno	ΔH	Δw_i	Δw_{imp}
--------	---------	------------	--------------	------------------

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

1	Depositi fluviali	2,50	0,6670	0,8110
2	Ghiaie di messina	16,60	2,1154	1,9381
Totale		19,10	2,7824	2,7491

Dettagli sui cedimenti dei singoli strati

Simbologia adottata

- n° numero d'ordine dell'i-esimo strato
 z quota media dell'i-esimo strato espresso in [m]
 ΔH spessore dello strato i-esimo espresso in [m]
 $\Delta\sigma_v$ incremento di tensione verticale dell'i-esimo strato espresso in [N/cm²]
 E modulo elastico dell'i-esimo strato espresso in [N/cm²]
 Δw cedimento dell'i-esimo strato espresso in [cm]

Fondazione (Combinazione n° 1)


n°	z	ΔH	$\Delta\sigma_v$	E	Δw
1	-4,56	0,13	14,7	4500,0	-0,0031
2	-4,69	0,13	14,7	4500,0	-0,0044
3	-4,81	0,13	14,6	4500,0	0,0018
4	-4,94	0,13	14,5	4500,0	0,0105
5	-5,06	0,13	14,5	4500,0	0,0179
6	-5,19	0,13	14,4	4500,0	0,0231
7	-5,31	0,13	14,4	4500,0	0,0264
8	-5,44	0,13	14,3	4500,0	0,0286
9	-5,56	0,13	14,3	4500,0	0,0301
10	-5,69	0,13	14,2	4500,0	0,0310
11	-5,81	0,13	14,2	4500,0	0,0317
12	-5,94	0,13	14,1	4500,0	0,0322
13	-6,06	0,13	14,0	4500,0	0,0325
14	-6,19	0,13	13,9	4500,0	0,0327
15	-6,31	0,13	13,8	4500,0	0,0329
16	-6,44	0,13	13,7	4500,0	0,0329

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

17	-6,56	0,13	13,6	4500,0	0,0330
18	-6,69	0,13	13,5	4500,0	0,0329
19	-6,81	0,13	13,4	4500,0	0,0328
20	-6,94	0,13	13,2	4500,0	0,0327
21	-7,39	0,78	12,7	5000,0	0,1800
22	-8,17	0,78	11,7	5000,0	0,1700
23	-8,95	0,78	10,6	5000,0	0,1576
24	-9,73	0,78	9,6	5000,0	0,1445
25	-10,51	0,78	8,6	5000,0	0,1317
26	-11,29	0,78	7,8	5000,0	0,1197
27	-12,07	0,78	7,0	5000,0	0,1086
28	-12,85	0,78	6,3	5000,0	0,0985
29	-13,63	0,78	5,7	5000,0	0,0895
30	-14,41	0,78	5,2	5000,0	0,0814
31	-15,19	0,78	4,7	5000,0	0,0742
32	-15,97	0,78	4,3	5000,0	0,0677
33	-16,75	0,78	3,9	5000,0	0,0619
34	-17,53	0,78	3,6	5000,0	0,0568
35	-18,31	0,78	3,3	5000,0	0,0522
36	-19,09	0,78	3,0	5000,0	0,0481
37	-19,87	0,78	2,8	5000,0	0,0444
38	-20,65	0,78	2,6	5000,0	0,0411
39	-21,43	0,78	2,4	5000,0	0,0381
40	-22,21	0,78	2,2	5000,0	0,0354
Totale		18,10			2,2896

Fondazione (Combinazione n° 2)

n°	z	ΔH	$\Delta \sigma_v$	E	Δw
1	-4,56	0,13	20,5	4500,0	-0,0048
2	-4,69	0,13	20,4	4500,0	-0,0058
3	-4,81	0,13	20,3	4500,0	0,0053
4	-4,94	0,13	20,3	4500,0	0,0192

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

5	-5,06	0,13	20,2	4500,0	0,0298
6	-5,19	0,13	20,2	4500,0	0,0364
7	-5,31	0,13	20,1	4500,0	0,0402
8	-5,44	0,13	20,0	4500,0	0,0424
9	-5,56	0,13	20,0	4500,0	0,0437
10	-5,69	0,13	19,9	4500,0	0,0446
11	-5,81	0,13	19,8	4500,0	0,0451
12	-5,94	0,13	19,7	4500,0	0,0455
13	-6,06	0,13	19,6	4500,0	0,0458
14	-6,19	0,13	19,5	4500,0	0,0460
15	-6,31	0,13	19,3	4500,0	0,0461
16	-6,44	0,13	19,2	4500,0	0,0462
17	-6,56	0,13	19,0	4500,0	0,0461
18	-6,69	0,13	18,9	4500,0	0,0461
19	-6,81	0,13	18,7	4500,0	0,0460
20	-6,94	0,13	18,5	4500,0	0,0458
21	-7,46	0,91	17,6	5000,0	0,2927
22	-8,37	0,91	15,9	5000,0	0,2727
23	-9,28	0,91	14,2	5000,0	0,2485
24	-10,19	0,91	12,6	5000,0	0,2237
25	-11,10	0,91	11,2	5000,0	0,2003
26	-12,01	0,91	9,9	5000,0	0,1789
27	-12,92	0,91	8,8	5000,0	0,1597
28	-13,83	0,91	7,8	5000,0	0,1428
29	-14,74	0,91	6,9	5000,0	0,1279
30	-15,65	0,91	6,2	5000,0	0,1149
31	-16,56	0,91	5,6	5000,0	0,1034
32	-17,47	0,91	5,0	5000,0	0,0935
33	-18,38	0,91	4,5	5000,0	0,0847
34	-19,29	0,91	4,1	5000,0	0,0770
35	-20,20	0,91	3,8	5000,0	0,0702
36	-21,11	0,91	3,4	5000,0	0,0642
37	-22,02	0,91	3,1	5000,0	0,0589

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

38	-22,93	0,91	2,9	5000,0	0,0542
39	-23,84	0,91	2,7	5000,0	0,0500
40	-24,75	0,91	2,5	5000,0	0,0463
Totale		20,70			3,3743

Fondazione (Combinazione n° 3)


n°	z	ΔH	$\Delta\sigma_v$	E	Δw
1	-4,56	0,13	17,8	4500,0	-0,0077
2	-4,69	0,13	17,7	4500,0	0,0055
3	-4,81	0,13	17,7	4500,0	0,0335
4	-4,94	0,13	17,6	4500,0	0,0484
5	-5,06	0,13	17,6	4500,0	0,0522
6	-5,19	0,13	17,5	4500,0	0,0512
7	-5,31	0,13	17,5	4500,0	0,0488
8	-5,44	0,13	17,4	4500,0	0,0464
9	-5,56	0,13	17,3	4500,0	0,0446
10	-5,69	0,13	17,3	4500,0	0,0432
11	-5,81	0,13	17,2	4500,0	0,0422
12	-5,94	0,13	17,1	4500,0	0,0416
13	-6,06	0,13	17,0	4500,0	0,0411
14	-6,19	0,13	16,9	4500,0	0,0409
15	-6,31	0,13	16,8	4500,0	0,0406
16	-6,44	0,13	16,7	4500,0	0,0405
17	-6,56	0,13	16,5	4500,0	0,0403
18	-6,69	0,13	16,4	4500,0	0,0402
19	-6,81	0,13	16,2	4500,0	0,0400
20	-6,94	0,13	16,0	4500,0	0,0398
21	-7,43	0,85	15,3	5000,0	0,2378
22	-8,28	0,85	14,0	5000,0	0,2227
23	-9,13	0,85	12,6	5000,0	0,2045
24	-9,98	0,85	11,2	5000,0	0,1855
25	-10,83	0,85	10,0	5000,0	0,1673

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

26	-11,68	0,85	8,9	5000,0	0,1505
27	-12,53	0,85	8,0	5000,0	0,1352
28	-13,38	0,85	7,1	5000,0	0,1216
29	-14,23	0,85	6,4	5000,0	0,1095
30	-15,08	0,85	5,7	5000,0	0,0989
31	-15,93	0,85	5,2	5000,0	0,0894
32	-16,78	0,85	4,7	5000,0	0,0811
33	-17,63	0,85	4,2	5000,0	0,0738
34	-18,48	0,85	3,9	5000,0	0,0673
35	-19,33	0,85	3,5	5000,0	0,0616
36	-20,18	0,85	3,2	5000,0	0,0565
37	-21,03	0,85	3,0	5000,0	0,0519
38	-21,88	0,85	2,7	5000,0	0,0479
39	-22,73	0,85	2,5	5000,0	0,0443
40	-23,58	0,85	2,3	5000,0	0,0410
Totale		19,50			3,0218

Fondazione (Combinazione n° 4)

n°	z	ΔH	$\Delta\sigma_v$	E	Δw
1	-4,56	0,13	19,1	4500,0	-0,0047
2	-4,69	0,13	19,0	4500,0	-0,0046
3	-4,81	0,13	18,9	4500,0	0,0070
4	-4,94	0,13	18,8	4500,0	0,0198
5	-5,06	0,13	18,8	4500,0	0,0288
6	-5,19	0,13	18,7	4500,0	0,0342
7	-5,31	0,13	18,7	4500,0	0,0374
8	-5,44	0,13	18,6	4500,0	0,0393
9	-5,56	0,13	18,5	4500,0	0,0405
10	-5,69	0,13	18,5	4500,0	0,0413
11	-5,81	0,13	18,4	4500,0	0,0418
12	-5,94	0,13	18,3	4500,0	0,0422
13	-6,06	0,13	18,2	4500,0	0,0425

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011


14	-6,19	0,13	18,1	4500,0	0,0427
15	-6,31	0,13	17,9	4500,0	0,0428
16	-6,44	0,13	17,8	4500,0	0,0428
17	-6,56	0,13	17,6	4500,0	0,0428
18	-6,69	0,13	17,5	4500,0	0,0427
19	-6,81	0,13	17,3	4500,0	0,0426
20	-6,94	0,13	17,1	4500,0	0,0424
21	-7,44	0,88	16,3	5000,0	0,2609
22	-8,31	0,88	14,8	5000,0	0,2436
23	-9,19	0,88	13,3	5000,0	0,2227
24	-10,06	0,88	11,8	5000,0	0,2014
25	-10,94	0,88	10,5	5000,0	0,1810
26	-11,81	0,88	9,3	5000,0	0,1623
27	-12,69	0,88	8,3	5000,0	0,1455
28	-13,56	0,88	7,4	5000,0	0,1306
29	-14,44	0,88	6,6	5000,0	0,1173
30	-15,31	0,88	6,0	5000,0	0,1057
31	-16,19	0,88	5,4	5000,0	0,0955
32	-17,06	0,88	4,8	5000,0	0,0865
33	-17,94	0,88	4,4	5000,0	0,0786
34	-18,81	0,88	4,0	5000,0	0,0716
35	-19,69	0,88	3,6	5000,0	0,0654
36	-20,56	0,88	3,3	5000,0	0,0599
37	-21,44	0,88	3,1	5000,0	0,0550
38	-22,31	0,88	2,8	5000,0	0,0507
39	-23,19	0,88	2,6	5000,0	0,0468
40	-24,06	0,88	2,4	5000,0	0,0434
Totale		20,00			3,0888

Fondazione (Combinazione n° 5)

n°	z	ΔH	$\Delta \sigma_v$	E	Δw
1	-4,56	0,13	17,1	4500,0	-0,0074

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011


2	-4,69	0,13	17,1	4500,0	0,0076
3	-4,81	0,13	17,0	4500,0	0,0339
4	-4,94	0,13	16,9	4500,0	0,0455
5	-5,06	0,13	16,8	4500,0	0,0474
6	-5,19	0,13	16,8	4500,0	0,0462
7	-5,31	0,13	16,7	4500,0	0,0443
8	-5,44	0,13	16,7	4500,0	0,0426
9	-5,56	0,13	16,6	4500,0	0,0413
10	-5,69	0,13	16,6	4500,0	0,0404
11	-5,81	0,13	16,5	4500,0	0,0398
12	-5,94	0,13	16,4	4500,0	0,0394
13	-6,06	0,13	16,3	4500,0	0,0391
14	-6,19	0,13	16,2	4500,0	0,0390
15	-6,31	0,13	16,1	4500,0	0,0388
16	-6,44	0,13	15,9	4500,0	0,0387
17	-6,56	0,13	15,8	4500,0	0,0386
18	-6,69	0,13	15,7	4500,0	0,0384
19	-6,81	0,13	15,5	4500,0	0,0383
20	-6,94	0,13	15,4	4500,0	0,0381
21	-7,42	0,83	14,7	5000,0	0,2222
22	-8,25	0,83	13,4	5000,0	0,2082
23	-9,08	0,83	12,1	5000,0	0,1914
24	-9,91	0,83	10,8	5000,0	0,1741
25	-10,74	0,83	9,7	5000,0	0,1573
26	-11,57	0,83	8,6	5000,0	0,1418
27	-12,40	0,83	7,7	5000,0	0,1278
28	-13,23	0,83	6,9	5000,0	0,1152
29	-14,06	0,83	6,2	5000,0	0,1039
30	-14,89	0,83	5,6	5000,0	0,0940
31	-15,72	0,83	5,1	5000,0	0,0852
32	-16,55	0,83	4,6	5000,0	0,0774
33	-17,38	0,83	4,2	5000,0	0,0705
34	-18,21	0,83	3,8	5000,0	0,0644

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

35	-19,04	0,83	3,5	5000,0	0,0590
36	-19,87	0,83	3,2	5000,0	0,0542
37	-20,70	0,83	2,9	5000,0	0,0499
38	-21,53	0,83	2,7	5000,0	0,0460
39	-22,36	0,83	2,5	5000,0	0,0426
40	-23,19	0,83	2,3	5000,0	0,0395
Totale		19,10			2,8545

Fondazione (Combinazione n° 6)

n°	z	ΔH	$\Delta\sigma_v$	E	Δw
1	-4,56	0,13	18,9	4500,0	-0,0044
2	-4,69	0,13	18,8	4500,0	-0,0054
3	-4,81	0,13	18,7	4500,0	0,0046
4	-4,94	0,13	18,7	4500,0	0,0172
5	-5,06	0,13	18,6	4500,0	0,0269
6	-5,19	0,13	18,6	4500,0	0,0330
7	-5,31	0,13	18,5	4500,0	0,0366
8	-5,44	0,13	18,4	4500,0	0,0387
9	-5,56	0,13	18,4	4500,0	0,0400
10	-5,69	0,13	18,3	4500,0	0,0409
11	-5,81	0,13	18,2	4500,0	0,0414
12	-5,94	0,13	18,1	4500,0	0,0418
13	-6,06	0,13	18,0	4500,0	0,0421
14	-6,19	0,13	17,9	4500,0	0,0423
15	-6,31	0,13	17,8	4500,0	0,0424
16	-6,44	0,13	17,7	4500,0	0,0425
17	-6,56	0,13	17,5	4500,0	0,0424
18	-6,69	0,13	17,4	4500,0	0,0424
19	-6,81	0,13	17,2	4500,0	0,0423
20	-6,94	0,13	17,0	4500,0	0,0421
21	-7,44	0,88	16,3	5000,0	0,2592
22	-8,31	0,88	14,8	5000,0	0,2424

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011



23	-9,19	0,88	13,2	5000,0	0,2219
24	-10,06	0,88	11,8	5000,0	0,2008
25	-10,94	0,88	10,5	5000,0	0,1806
26	-11,81	0,88	9,3	5000,0	0,1620
27	-12,69	0,88	8,3	5000,0	0,1453
28	-13,56	0,88	7,4	5000,0	0,1304
29	-14,44	0,88	6,6	5000,0	0,1172
30	-15,31	0,88	6,0	5000,0	0,1056
31	-16,19	0,88	5,4	5000,0	0,0954
32	-17,06	0,88	4,8	5000,0	0,0864
33	-17,94	0,88	4,4	5000,0	0,0785
34	-18,81	0,88	4,0	5000,0	0,0715
35	-19,69	0,88	3,6	5000,0	0,0653
36	-20,56	0,88	3,3	5000,0	0,0599
37	-21,44	0,88	3,1	5000,0	0,0550
38	-22,31	0,88	2,8	5000,0	0,0507
39	-23,19	0,88	2,6	5000,0	0,0468
40	-24,06	0,88	2,4	5000,0	0,0434
Totale		20,00			3,0684

Fondazione (Combinazione n° 7)

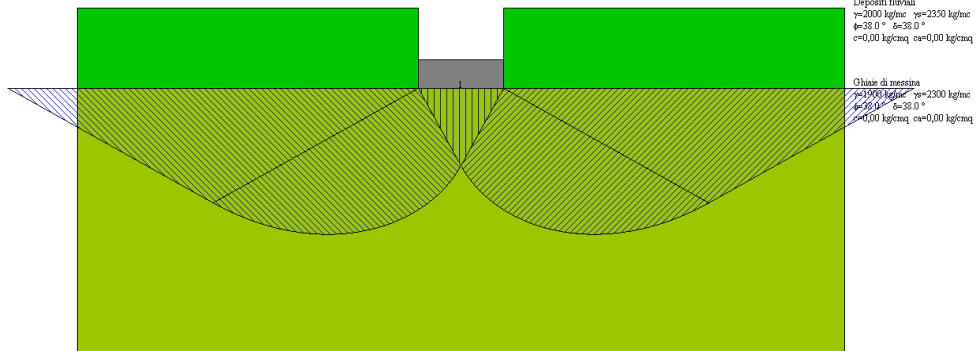
n°	z	ΔH	$\Delta \sigma_v$	E	Δw
1	-4,56	0,13	16,9	4500,0	-0,0057
2	-4,69	0,13	16,8	4500,0	-0,0009
3	-4,81	0,13	16,8	4500,0	0,0178
4	-4,94	0,13	16,7	4500,0	0,0322
5	-5,06	0,13	16,6	4500,0	0,0389
6	-5,19	0,13	16,6	4500,0	0,0410
7	-5,31	0,13	16,5	4500,0	0,0411
8	-5,44	0,13	16,5	4500,0	0,0405
9	-5,56	0,13	16,4	4500,0	0,0399
10	-5,69	0,13	16,4	4500,0	0,0393

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

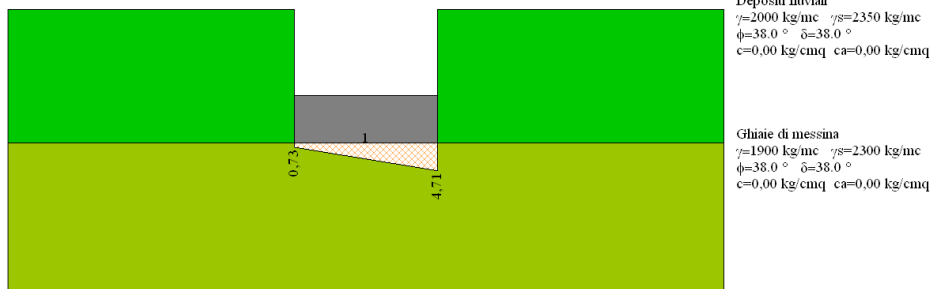
11	-5,81	0,13	16,3	4500,0	0,0390
12	-5,94	0,13	16,2	4500,0	0,0387
13	-6,06	0,13	16,1	4500,0	0,0385
14	-6,19	0,13	16,0	4500,0	0,0384
15	-6,31	0,13	15,9	4500,0	0,0383
16	-6,44	0,13	15,8	4500,0	0,0382
17	-6,56	0,13	15,7	4500,0	0,0381
18	-6,69	0,13	15,5	4500,0	0,0380
19	-6,81	0,13	15,4	4500,0	0,0379
20	-6,94	0,13	15,2	4500,0	0,0377
21	-7,42	0,83	14,6	5000,0	0,2201
22	-8,25	0,83	13,3	5000,0	0,2067
23	-9,08	0,83	12,0	5000,0	0,1902
24	-9,91	0,83	10,7	5000,0	0,1732
25	-10,74	0,83	9,6	5000,0	0,1567
26	-11,57	0,83	8,6	5000,0	0,1413
27	-12,40	0,83	7,7	5000,0	0,1274
28	-13,23	0,83	6,9	5000,0	0,1148
29	-14,06	0,83	6,2	5000,0	0,1037
30	-14,89	0,83	5,6	5000,0	0,0938
31	-15,72	0,83	5,0	5000,0	0,0850
32	-16,55	0,83	4,6	5000,0	0,0773
33	-17,38	0,83	4,2	5000,0	0,0704
34	-18,21	0,83	3,8	5000,0	0,0643
35	-19,04	0,83	3,5	5000,0	0,0589
36	-19,87	0,83	3,2	5000,0	0,0541
37	-20,70	0,83	2,9	5000,0	0,0498
38	-21,53	0,83	2,7	5000,0	0,0460
39	-22,36	0,83	2,5	5000,0	0,0425
40	-23,19	0,83	2,3	5000,0	0,0394
Totale		19,10			2,7824

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_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						

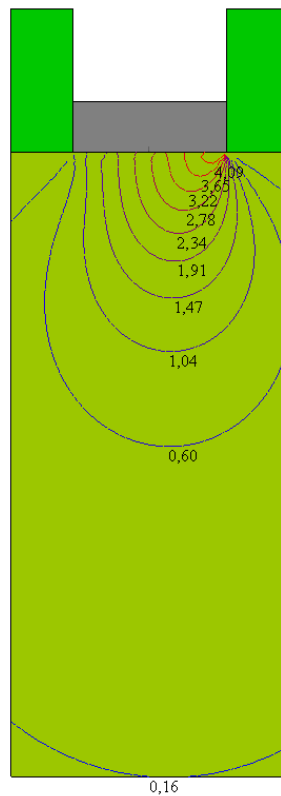
Cuneo di rottura comb 8



Solido delle pressioni comb 8



Bulbo delle tensioni - Sez X-X comb 8



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0690_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Cedimento di progetto

I cedimenti calcolati con ipotesi di fondazione flessibile possono essere sensatamente ridotti in considerazione del fatto che la fondazione può essere valutata come infinitamente rigida, visto il rapporto tra spessore e lato sempre inferiore a 0,10.

Per fondazioni rettangolari infinitamente rigide si può fare uso delle seguenti relazioni (Poulos e Davis, 1974):

$$\Delta_w(\text{fond rigida}) = \frac{1}{3} \cdot (2 \cdot \Delta_{w\text{centro}} + \Delta_{w\text{spigolo}}) \text{ fond flessibile}$$

Nel caso in esame, con combinazione peggiore rappresentata dalla comb.2, si ottiene:

$$\Delta_w(\text{fond rigida}) = \frac{1}{3} \cdot (2 \cdot 3,42 + 3,29) = 3,38 \text{ cm}$$

La riduzione risulta comunque di entità contenuta, a causa dell'eccentricità dei carichi piuttosto bassa per tutte le combinazioni di carico SLE.

5.3.4.4 VALUTAZIONE DEI RISULTATI

I fattori di sicurezza ottenuti per verifica di portanza verticale della sottostruttura in oggetto risultano per le combinazioni statiche spesso ampiamente superiori al valore richiesto dalla normativa vigente; le dimensioni delle fondazioni sono comunque giustificate dai valori dei cedimenti e da considerazioni geometriche, in quanto la fondazione deve accogliere con giusto agio i fusti cavi delle pile.

Anche le verifiche a scorrimento sono caratterizzate da fattori di sicurezza elevati, che si riducono per le combinazioni sismiche pur rimanendo alti, visto che le azioni orizzontali statiche e inerziali sismiche risultano contenute per l'assenza della spinta del terreno che invece caratterizza le spalle.

I cedimenti massimi si attestano su valori di poco superiori ai 3 cm, valore accettabile ed in linea con quanto atteso.