



# PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA



## PROGETTO DEFINITIVO

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

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

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

<i>Unità Funzionale</i>	COLLEGAMENTI SICILIA	SS0413_F0
<i>Tipo di sistema</i>	INFRASTRUTTURE STRADALI - OPERE CIVILI	
<i>Raggruppamento di opere/attività</i>	ELEMENTI DI CARATTERE GENERALE	
<i>Opera - tratto d'opera - parte d'opera</i>	VIADOTTO PACE- DIREZIONE REGGIO CALABRIA	
<i>Titolo del documento</i>	RELAZIONE GEOTECNICA	

CODICE	C	G	0	7	0	0	P	R	B	D	S	S	C	0	0	V	I	V	1	0	0	0	0	0	1	F0
--------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

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



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		<i>Codice documento</i> SS0413_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## INDICE

INDICE .....	3
PREMESSA.....	4
1 RIFERIMENTI NORMATIVI .....	4
2 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI .....	6
3 CARATTERISTICHE MATERIALI.....	8
3.1 CALCESTRUZZI (Secondo UNI 11104 - 2004) .....	8
3.2 ACCIAIO PER ARMATURE DI CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO (Secondo NTC 2008 – D.M. 14/01/2008).....	9
4 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA.....	10
4.1 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E UBICAZIONE DELLA STRUTTURA.....	10
4.2 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL LUOGO.....	14
4.2.1 Descrizione delle litologie .....	15
4.2.2 Indagini eseguite .....	15
4.2.3 Caratterizzazione geotecnica.....	17
4.2.4 Parametri principali assunti.....	38
4.3 CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITA' DEL LUOGO .....	39
4.3.1 AZIONI SISMICHE .....	40
4.3.1.1 VITA NOMINALE .....	41
4.3.1.2 CLASSE D'USO.....	41
4.3.1.3 PERIODO DI RIFERIMENTO .....	41
4.3.1.4 STATO LIMITE CONSIDERATO .....	42
4.3.1.5 PARAMETRI E PUNTI DELLO SPETTRO DI RISPOSTA ORIZZONTALE PER LO STATO LIMITE SLV .....	42
5 ANALISI DELLE FONDAZIONI .....	45
5.1 ANALISI DEL SISTEMA FONDAZIONALE DELLE SPALLE A E B .....	45
5.1.1 ANALISI DEI CARICHI .....	45
5.1.2 MODELLO DI CALCOLO.....	48
5.1.2.1 DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO (VERIFICHE SLU) .....	48
5.1.2.2 DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO (VERIFICHE SLE) .....	56
5.1.3 CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI .....	58
6 TABULATI DI CALCOLO .....	63

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0413_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## PREMESSA

La presente relazione geotecnica tratta della realizzazione del Viadotto "Pace", carreggiata direzione Reggio Calabria (progressive Pk. Iniz. 7+165.82 - Pk. Fin. 7+225.82), facente parte dei collegamenti lato Sicilia del ponte sullo stretto di Messina.

In particolare vengono analizzate le fondazioni e l'interazione fondazioni – strutture.

### 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
- CNR-DT 207/2008 - Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni
- UNI EN1990:2002 - Basi della progettazione strutturale
- UNI EN1991-2:2003 - Azioni sulle strutture - Parte 2: Carichi da traffico sui ponti
- UNI EN1992-1-1:2004 - Progettazione delle strutture in cls - Parte 1.1: Regole generali e regole per gli edifici
- UNI EN1993-1-1:2005: Progettazione delle strutture in acciaio - Parte 1.1: Regole generali e regole per gli edifici
- UNI EN1993-1-5:2006: Progettazione delle strutture in acciaio - Parte 1.5: Elementi strutturali a lastra
- UNI EN1993-1-8:2005: Progettazione delle strutture in acciaio - Parte 1.8: Progettazione dei collegamenti
- UNI EN1993-1-9:2005: Progettazione delle strutture in acciaio - Parte 1.9: Fatica
- UNI EN1993-2:2006: Progettazione delle strutture in acciaio - Parte 2: Ponti in acciaio



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0413_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- UNI EN1994-1-1:2004: Progettazione delle strutture miste acciaio-cls - Parte 1.1: Regole generali e regole per gli edifici
- UNI EN1994-1-2:2005: Progettazione delle strutture miste acciaio-cls - Parte 2: Ponti a struttura composta
- UNI EN1998-1-1:2004: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 1.1: Regole generali

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0413_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.

		<p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO</p>		
<p align="center">RELAZIONE GEOTECNICA</p>		<p><i>Codice documento</i> SS0413_F0.doc</p>	<p><i>Rev</i> F0</p>	<p><i>Data</i> 20/06/2011</p>

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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> SS0413_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 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

$E_c = 31447 \text{ N/mm}^2$

resistenza caratteristica a compressione cilindrica

$f_{ck} = 24.90 \text{ N/mm}^2$

resistenza media a compressione cilindrica

$f_{cm} = 32.90 \text{ N/mm}^2$

resistenza di calcolo a compressione

$f_{cd} = 14.11 \text{ N/mm}^2$

resistenza a trazione ( valore medio )

$f_{ctm} = 2.56 \text{ N/mm}^2$

resistenza caratteristica a trazione (frattile al 5%)

$f_{ctk,5\%} = 1.79 \text{ N/mm}^2$

resistenza a trazione per flessione

$f_{ctf} = 3.07 \text{ N/mm}^2$

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

classe di consistenza slump

S4

max dimensione aggregati

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

rapporto A/C massimo

0.50

##### Opere provvisionali

classe di resistenza

C25/30

modulo elastico

$E_c = 31447 \text{ N/mm}^2$

resistenza caratteristica a compressione cilindrica

$f_{ck} = 24.90 \text{ N/mm}^2$

resistenza media a compressione cilindrica

$f_{cm} = 32.90 \text{ N/mm}^2$

resistenza di calcolo a compressione

$f_{cd} = 14.11 \text{ N/mm}^2$

resistenza a trazione ( valore medio )

$f_{ctm} = 2.56 \text{ N/mm}^2$

resistenza caratteristica a trazione (frattile al 5%)

$f_{ctk,5\%} = 1.79 \text{ N/mm}^2$



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0413_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						

resistenza a trazione per flessione	$f_{cfm} =$	3.07	N/mm <sup>2</sup>
tensione a SLE – combinazione rara	$\sigma_C =$	14.94	N/mm <sup>2</sup>
tensione a SLE – combinazione quasi permanente	$\sigma_C =$	11.20	N/mm <sup>2</sup>
copriferro	$C =$	40	mm
classe di esposizione			XC2
classe di consistenza slump			S4
max dimensione aggregati	$D_{max} =$	32	mm
rapporto A/C massimo			0.50

Per il calcestruzzo ordinario armato si assume il seguente peso per unità di volume:

$$\rho'_{cls} = \boxed{25} \text{ kN/m}^3$$

### 3.2 ACCIAIO PER ARMATURE DI CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO (Secondo NTC 2008 – D.M. 14/01/2008)

		<b>B450C</b>	
tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} =$	450	N/mm <sup>2</sup>
tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} =$	540	N/mm <sup>2</sup>
resistenza di calcolo a trazione	$f_{yd} =$	391.30	N/mm <sup>2</sup>
modulo elastico	$E_s =$	206.000	N/mm <sup>2</sup>
deformazione caratteristica al carico massimo	$\epsilon_{uk}$	7.50	%
deformazione di progetto	$\epsilon_{ud}$	6.75	%
coeff. resistenza a instabilità delle membrature	$\gamma_m =$	1.10	

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0413_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 oggetto della presente relazione è denominato viadotto “Pace” carreggiata direzione Reggio Calabria (Pk. Iniz. 7+165.82 - Pk. Fin. 7+225.82), ed è parte dello svincolo di Annunziata terminale dell’intervento lato Sicilia del ponte sullo stretto di Messina.

Il viadotto è composto da una singola campata la cui luce di calcolo è pari a 60 m, misurata tra gli assi di appoggio delle due spalle in cemento armato.

La larghezza della carreggiata stradale è pari a 12.306 m, sono previsti due cordoli laterali di larghezza pari a 2 m (cordolo di sx) e 0.8 m (cordolo di dx), sui quali sono impostati i montanti delle barriere sicurvia e delle barriere di protezione.

L’impalcato è realizzato in struttura mista acciaio – calcestruzzo ed è composto da 3 travi longitudinali poste a interasse 4.9 m collegate da diaframmi intermedi a traliccio e diaframmi di testata ad anima piena posti a interasse pari a 5 m. Le travi principali hanno sezione in profilo composto di altezza costante lungo lo sviluppo del viadotto pari a 3 m.

La collaborazione fra struttura metallica e soletta in c.a. è prevista per mezzo di connettori tipo Nelson saldati sull’estradosso delle piattabande superiori delle travi principali.

L’impalcato in c.a. è realizzato con getto in opera mediante l’impiego di predalles autoportanti di spessore 6 cm, munite di armature a traliccio e poggianti sulle ali superiori delle travi.

Una volta disposte le predalle si provvede alla posa dell’armatura longitudinale ed al completamento di quella trasversale e quindi, al getto della soletta fino agli spessori di progetto; la sezione trasversale della soletta presenta un’altezza costante pari a 30 cm (24 cm + 6 cm di predalles).

Complessivamente la struttura è stata suddivisa in 5 conci di lunghezza massima pari a 12.6 m, assemblati in cantiere con giunzioni saldate.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0413_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

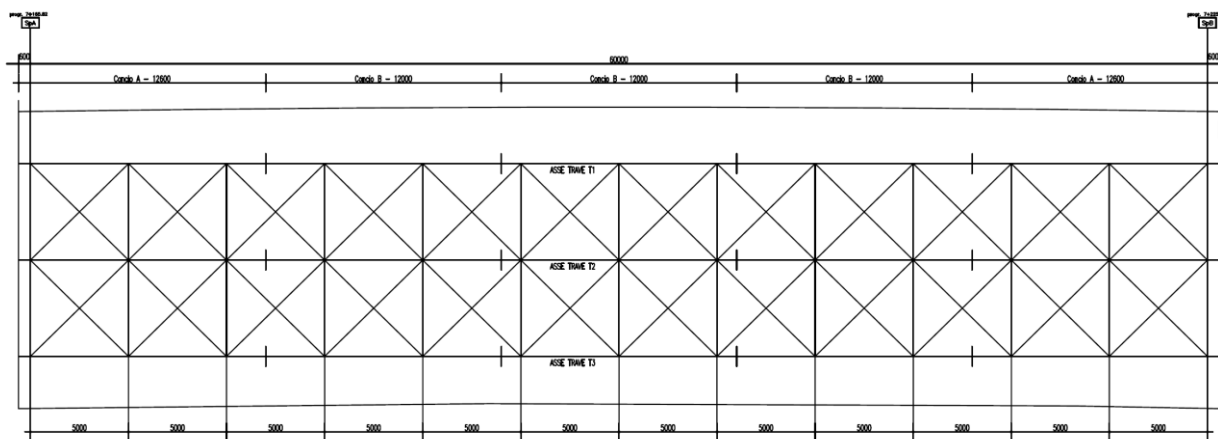


Figura 1 – Pianta

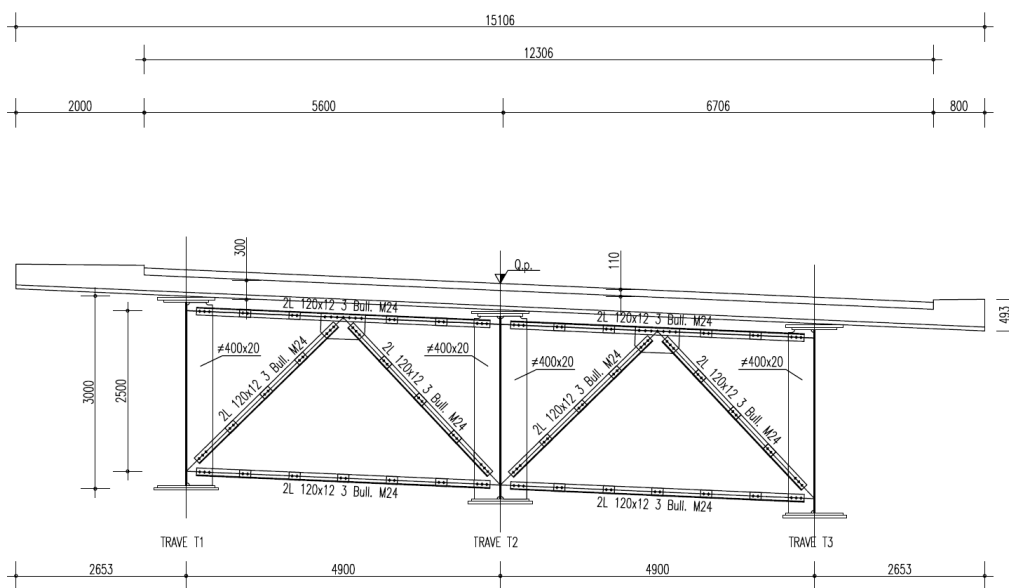


Figura 2 – Sezione trasversale tipica

## SOTTOSTRUTTURE E FONDAZIONI

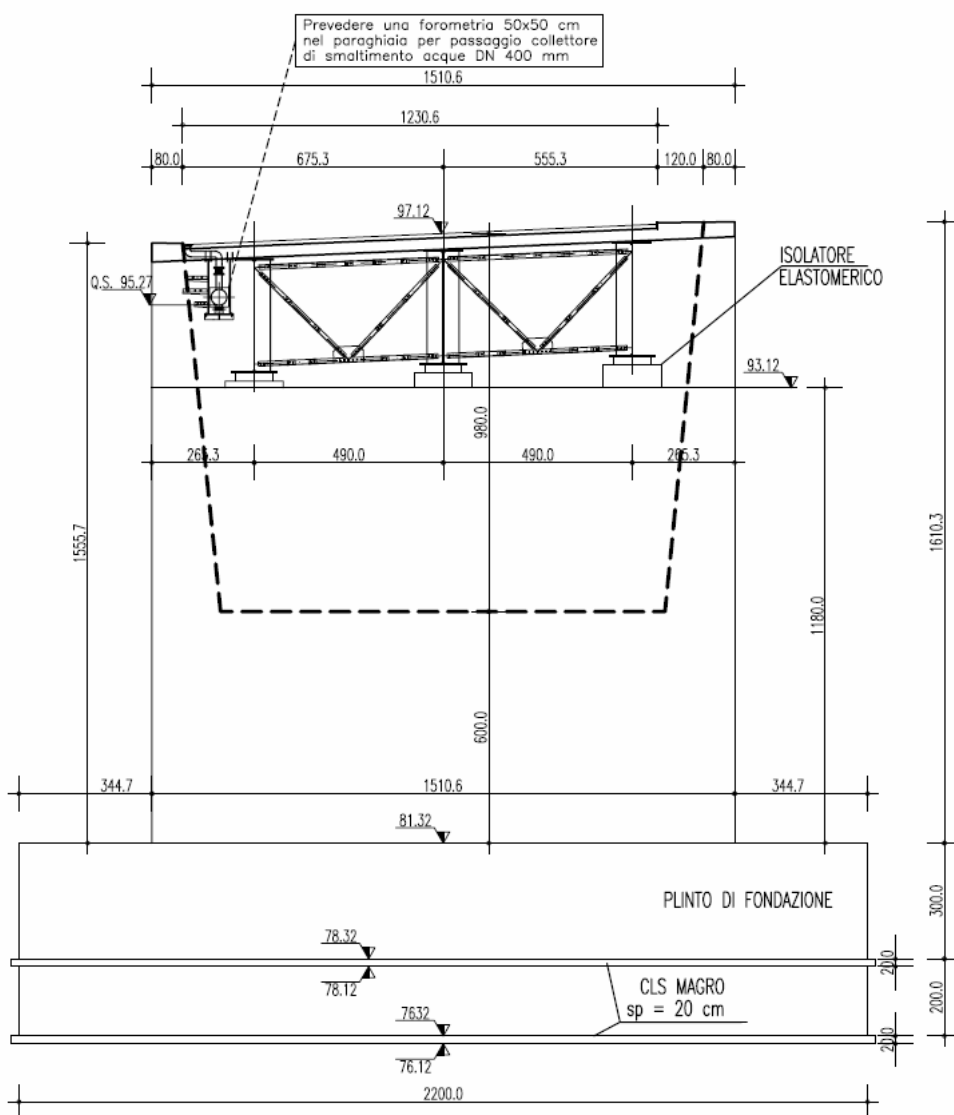
Le spalle A e B sono costituite da una ciabatta di fondazione a base rettangolare di dimensione 22.00 m e 22.00 m, di spessore 3.0 m e da un muro frontale di spessore pari a 3.00 m. Sul muro frontale corre un muro paraghiaia caratterizzato da spessore 1.00 m ed altezza massima pari a 4.30 m. La spalla è dotata di un dente di fondazione di altezza 2.00 m.

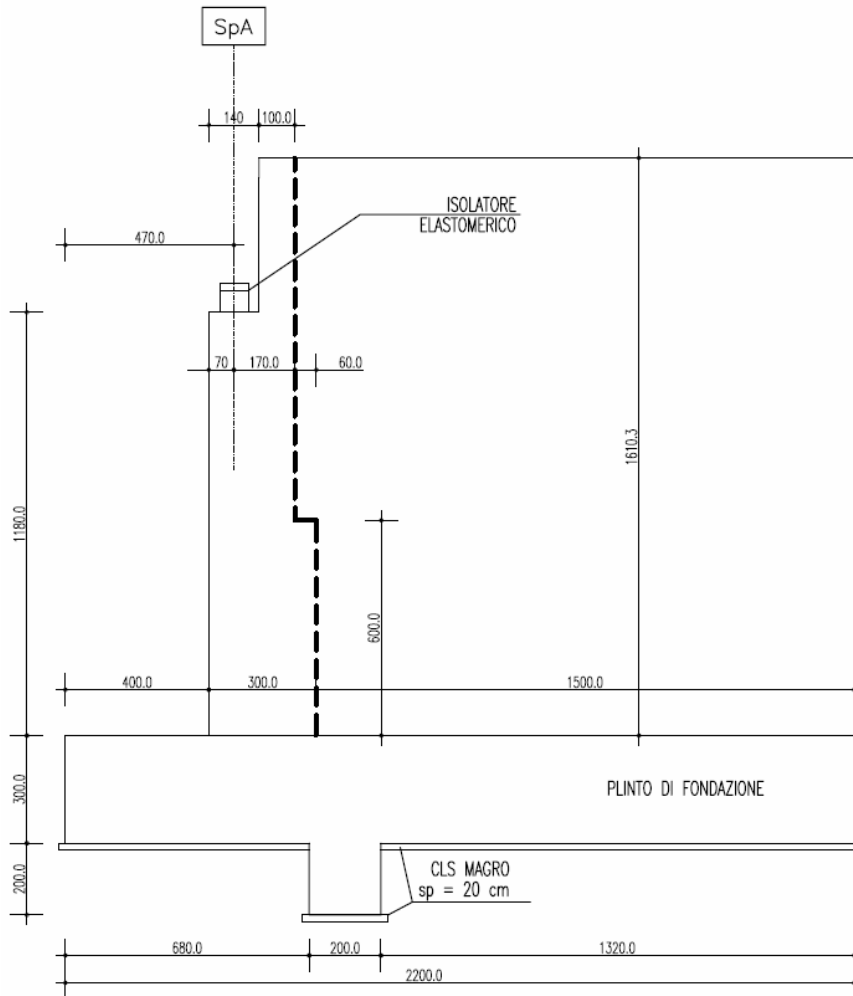
Ai lati della spalla sono presenti due muri andatori paralleli all'asse stradale di lunghezza pari a 15.00 m, spessore variabile da 2.00 a 0.80 m e altezza massima pari a 16.10 m, che poggiano

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0413_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

sulla medesima fondazione del muro frontale.

L' intradosso delle solette di base si trova ad una profondità minima di circa 3.50 m al di sotto del locale piano campagna.



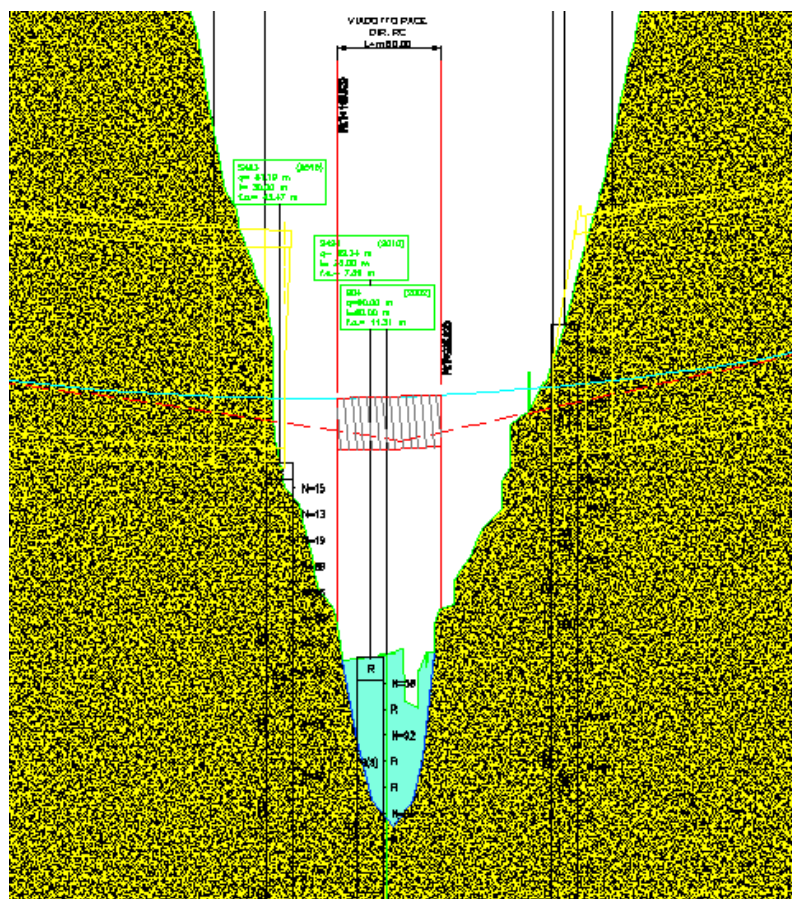




		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> SS0413_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 4.2 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL LUOGO

Per le verifiche geotecniche si fa riferimento al profilo geotecnico presente nell'elaborato grafico denominato CG0800PFZDSSBC8G000000006B 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.



-  **DEPOSITI ALLUVIONALI RECENTI E ATTUALI, DEPOSITI DI PIANA LITORALE:**  
 Limi, sabbie e ghiaie costituenti gli alvei attuali. Limi, ghiaie e sabbie a supporto di matrice terroso-argillosa, a clasti metamorfici prevalenti, da spigolosi a subarrotondati di diametro tra 1 e 10 cm, e con locali lenti di limi torbosi, talora terrazzati, distribuiti lungo i corsi d'acqua, nelle ampie valli e nelle pianure costiere.
-  **GHIAIE E SABBIE DI MESSINA:**  
 Sabbie e ghiaie grigio-giallastre o rossastre, a prevalenti clasti cristallini di 2-30 cm di diametro, da subarrotondati ad appiattiti, spesso embriciati, matrice sostenuti, con livelli e lembi di sabbie fini e silt quarzosi; localmente conglomerati calciclastici ricchi in macrofossili, a cemento calcifico, in strati da 30 cm a 1 m (a). A luoghi lenti discontinue di conglomerati grigiastri cementati (b).  
 PLEISTOCENE MEDIO

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0413_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

#### 4.2.1 Descrizione delle litologie

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

Le Sabbie e Ghiaie di Messina sono granulometricamente descritti come ghiaie e ciottoli da sub arrotondati ad appiattiti con matrice di sabbie grossolane.

Frequentemente si rilevano strati di ghiaie cementate come si evidenzia nei rilievi effettuati nelle aree di imbocco delle gallerie Balena e Le Fosse.

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.

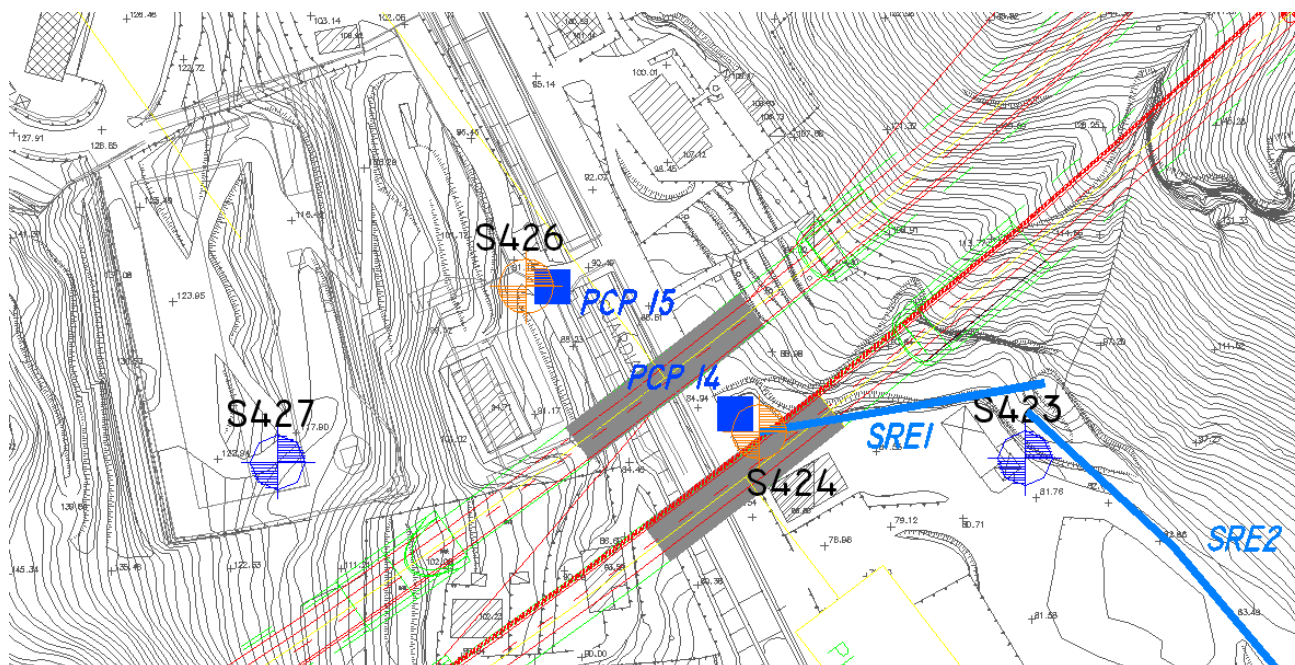
#### 4.2.2 Indagini eseguite







Data l'esiguità delle prove localmente presenti (S424, SPPS04), si è scelto di tenere conto anche dei sondaggi della tratta che va dal Km 7+000 al Km 7+300 circa.

I sondaggi di riferimento per la presente tratta sono quindi S423 (campagna del 2010), S424 (campagna del 2010), S427 (campagna del 2010), SPPS04 (campagna del 2002).

Si riporta nella figura successiva uno stralcio planimetrico delle indagini geognostiche eseguite.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		<i>Codice documento</i> SS0413_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						



LEGENDA INDAGINI PROGETTO DEFINITIVO	
	<b>PDC</b> PROVA DI CARICO SU PIASTRA
	<b>SR</b> STESA SISMICA
	SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO
	SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO PZ.Tubo aperto
	SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO PZ.Casagrande
	FORO PER POSA DI TUBAZIONE INCLINOMETRICA

La categoria di suolo sismico, secondo N.T.C: 2008, risulta pari a **B** (sondaggio S424).

Le prove localmente utilizzate nella caratterizzazione sono:

- prove di laboratorio per la determinazione delle proprietà fisiche (sondaggio S426)
- prove granulometriche (sondaggi S424, S426, SPSS04)
- prove SPT (S423, S424, S426, SPSS04)
- 1 prova Cross hole (SPSS04, S424, S426)
- 4 prove dilatometriche (S424,S426)
- 4 prove Le Franc (S424,S426)



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0413_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

#### 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. CG0800PRBDSSBC8G00000001A. Per la definizione delle categorie di suolo si rimanda al medesimo elaborato ed alla relazione sismica di riferimento.

Con riferimento al fuso medio si ha che:  $d_{50}=1\text{mm}$ ,  $d_{60}=3\text{mm}$  e  $d_{10}=0.02\text{mm}$ .

Le percentuali medie di ghiaia, sabbia e limo sono rispettivamente di 43%, 43%, 12%.

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  $d_{50}=1\text{mm}$ .
- **$e_o$ :** a partire dal  $d_{50}$  stimato si ottiene di  $e_{max}-e_{min}$  pari a circa 0.3, non dissimile dai valori reperibili in letteratura ( $0.17 < e_{max}-e_{min} < 0.29$ ). Stimando per  $e_{max}$  un valore pari a 0.8 a partire dai valori di Dr è stato possibile determinare i valori di  $e_o$  in sito. Il valore di  $e_o$  determinato in funzione di z risulta mediamente pari a 0.5.
- **$\gamma_d$ :** in base a tali valori di  $e_o$  e da  $\gamma_s$  si può stimare  $\gamma_d = 17-19\text{KN/m}^3$
- **$K_0$ :** si considera la relazione di Mesri (1989) per tenere conto degli effetti di "aging".

Dr(%) Sabbie e ghiaie	$\phi'_p$ (pff=0-272KPa) (°)	$\phi'_{cv}$ (°)	$K_0$
<b>40-65</b>	<b>38-40</b>	<b>33-35</b>	<b>0.45</b>

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 SPPS04, S424 e S426.

La SPPS04 fornisce valori elevati rappresentativi, eventualmente, di strati localmente cementati.

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

$$G_0 = 52 Z^{0.6}$$

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0413_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						

$$E_0 = 125 z^{0.6}$$

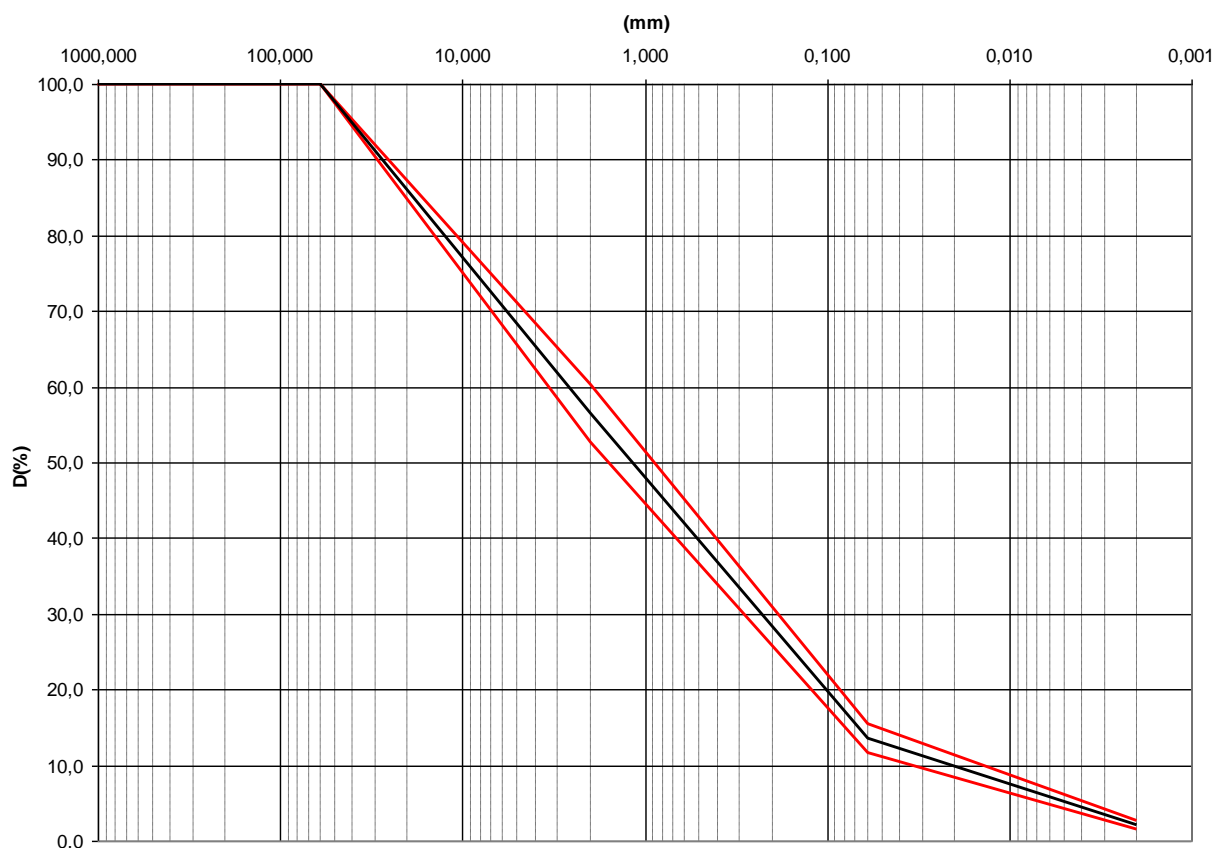
$$E = (16 \div 42) z^{0.6}$$

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.

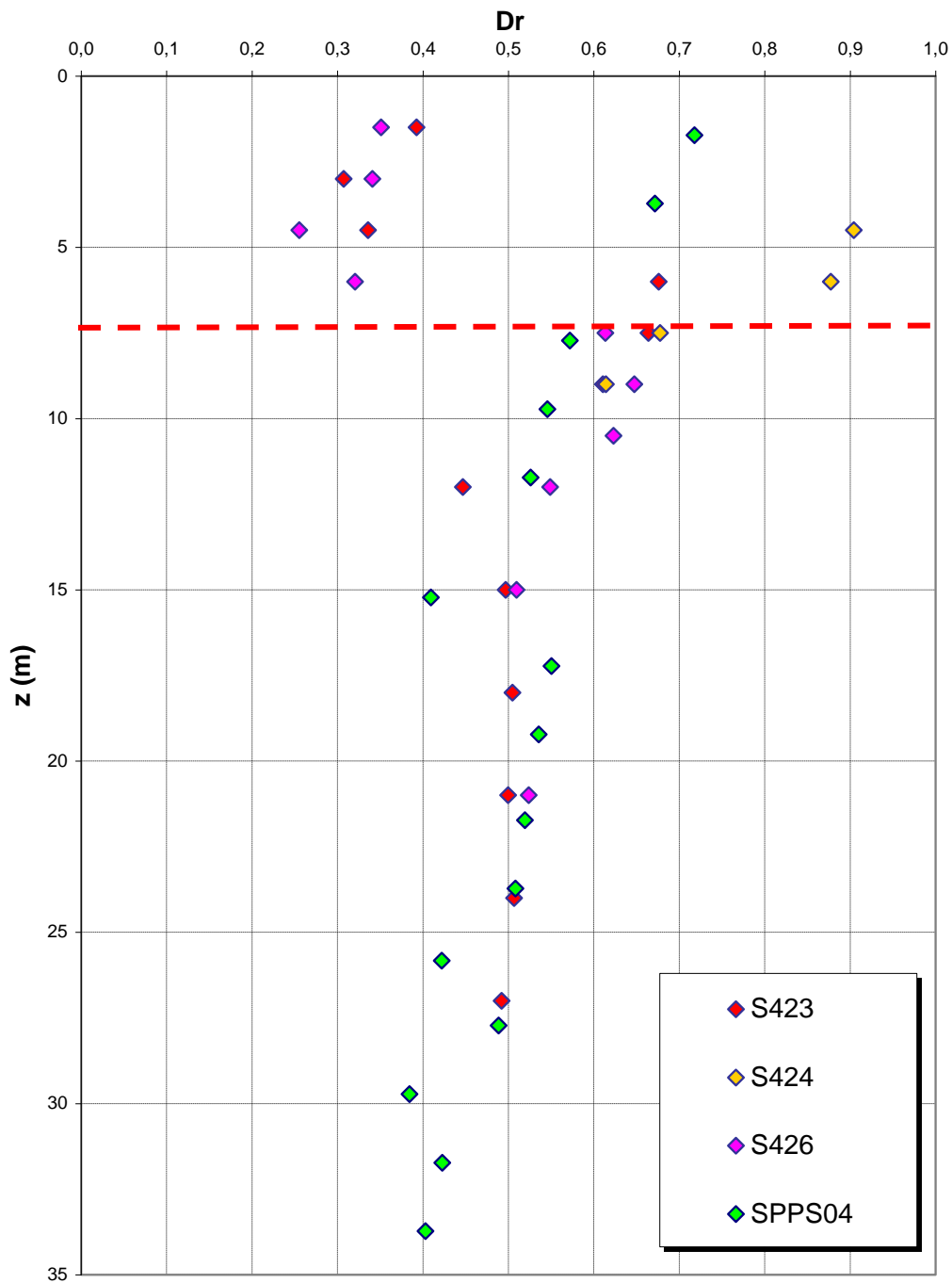
Le 4 prove pressiometriche (nei sondaggi S424 e S426), che forniscono valori del ramo di scarico-ricarico, mostrano valori di  $E'$  più elevati (400-1000MPa) tra 15m e 25m.

Per i parametri di permeabilità si ottiene un valore di  $K$  compreso fra  $1e^{-5} \div 1e^{-6}$  m/s.

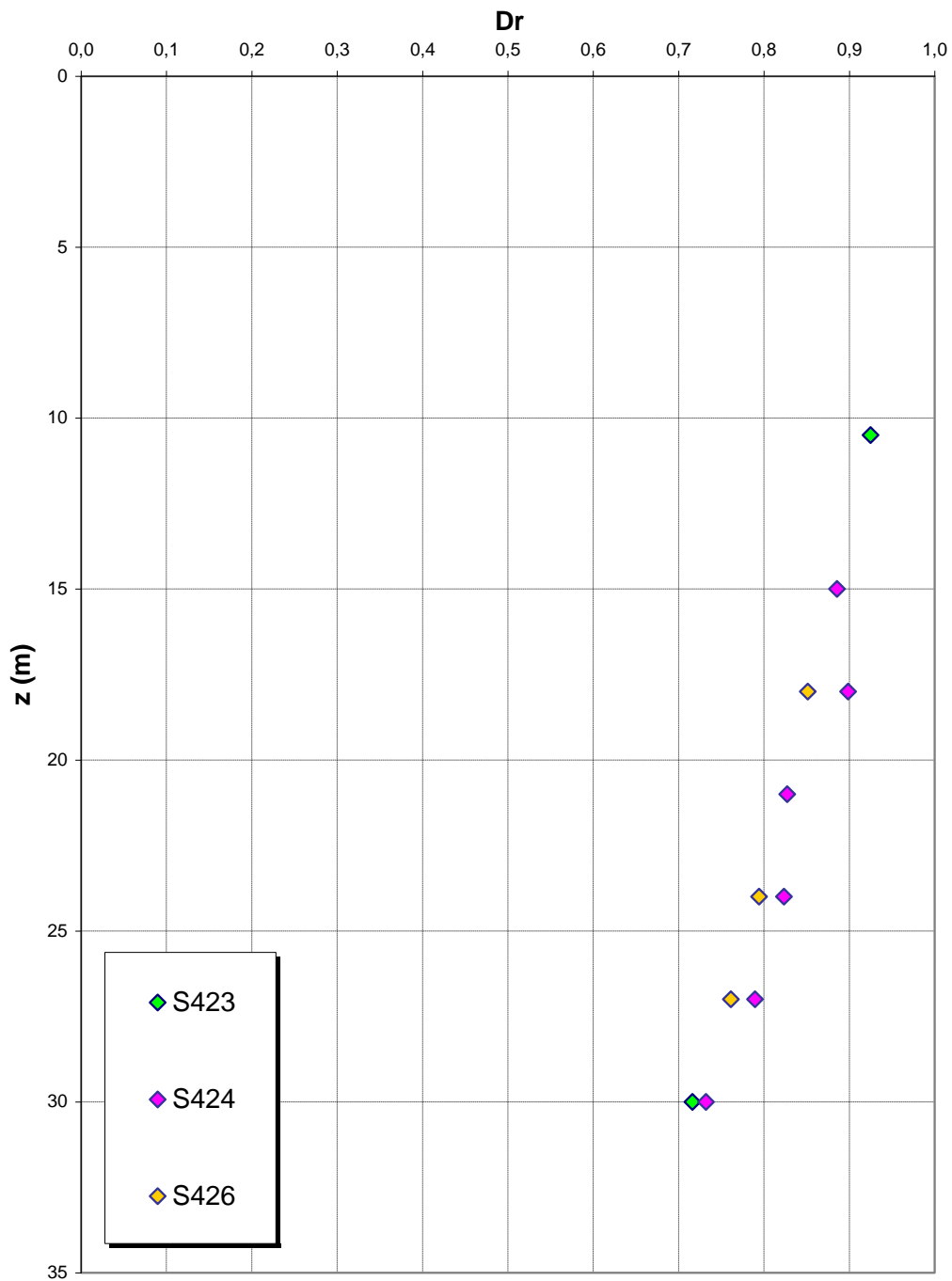
#### Sabbie e ghiaie di Messina



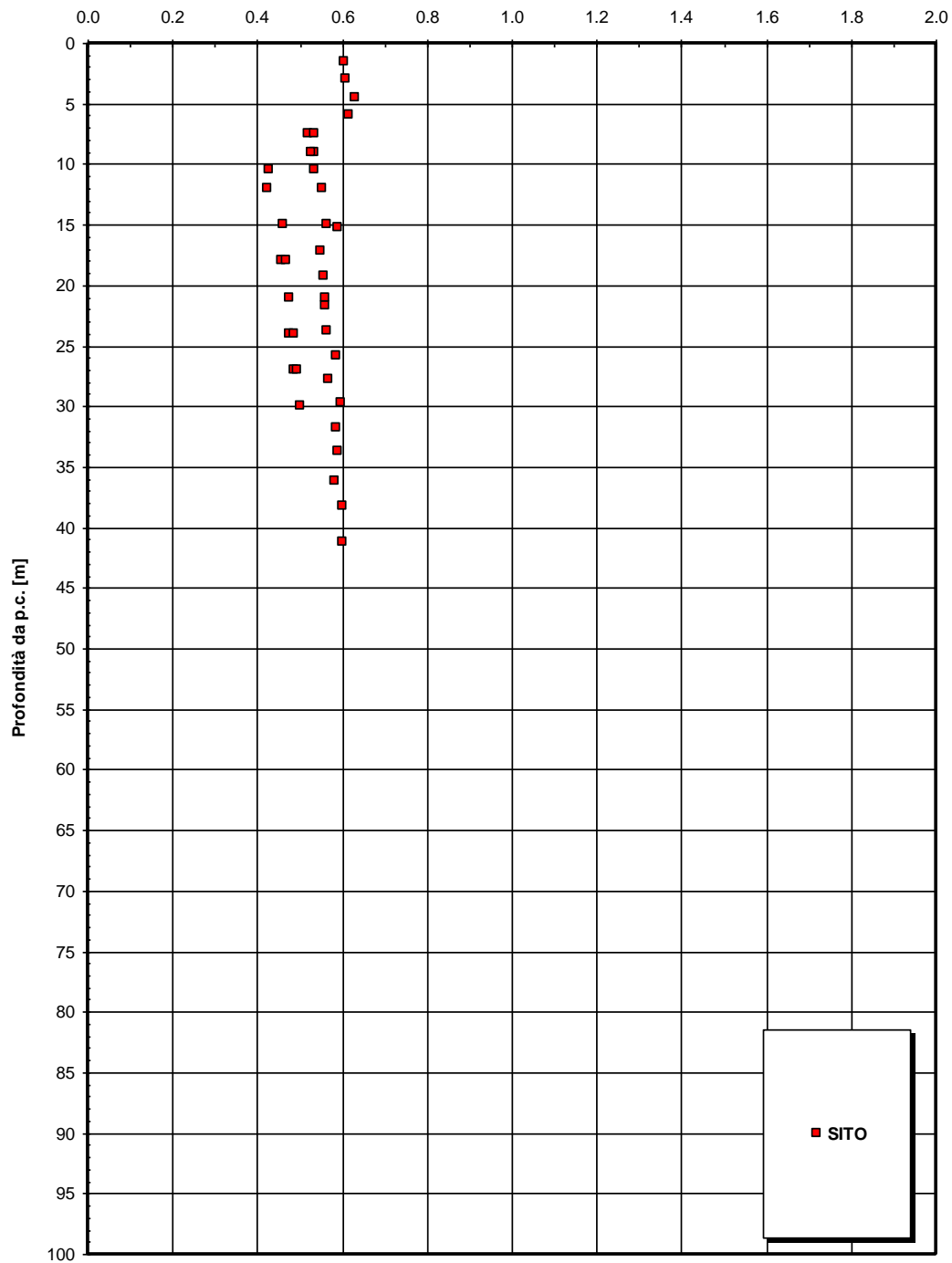
**Dr Cubrinovski e Ishihahara (1999)  
Componente ghiaiosa e sabbiosa  
SABBIE E GHIAIE DI MESSINA**

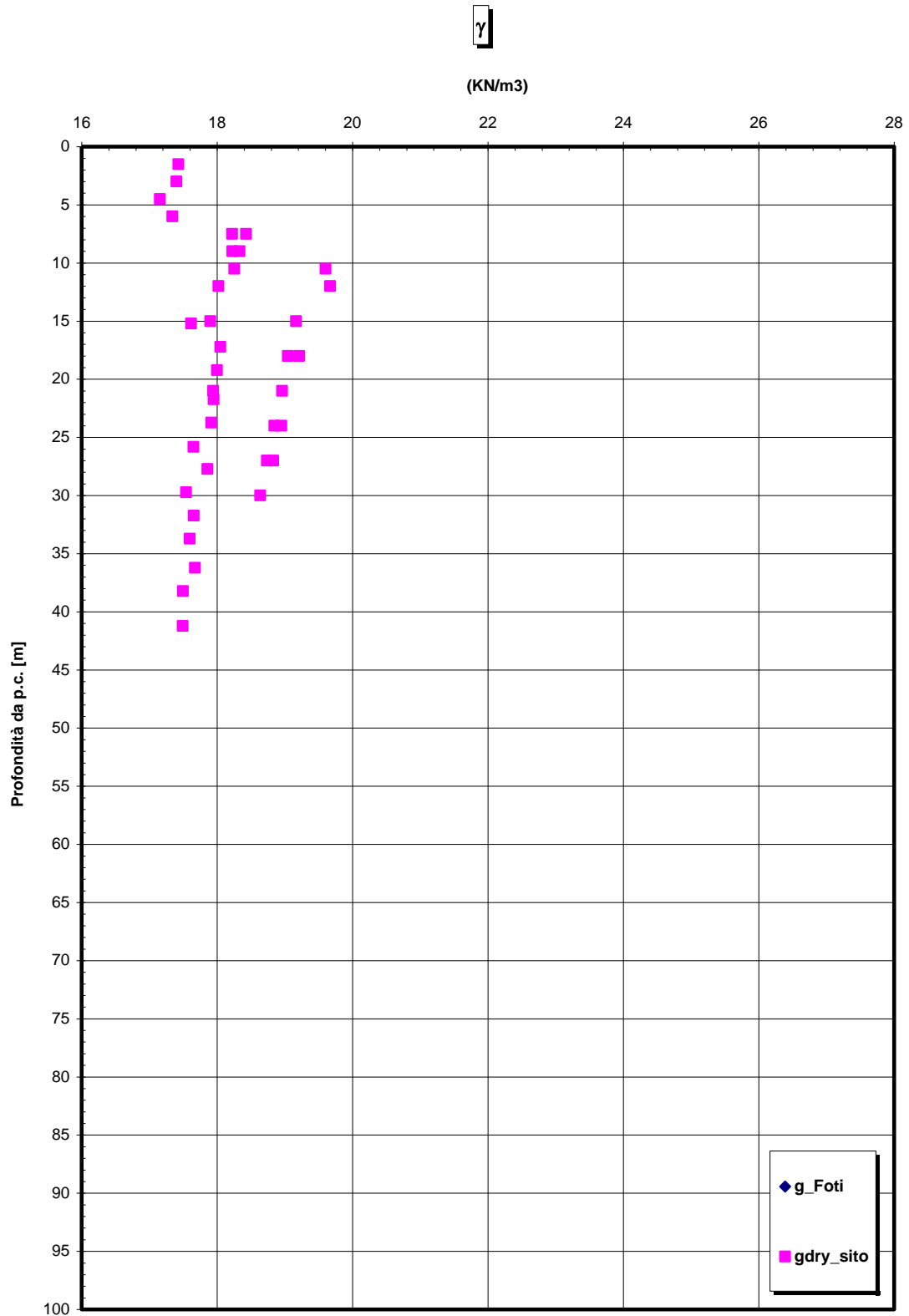


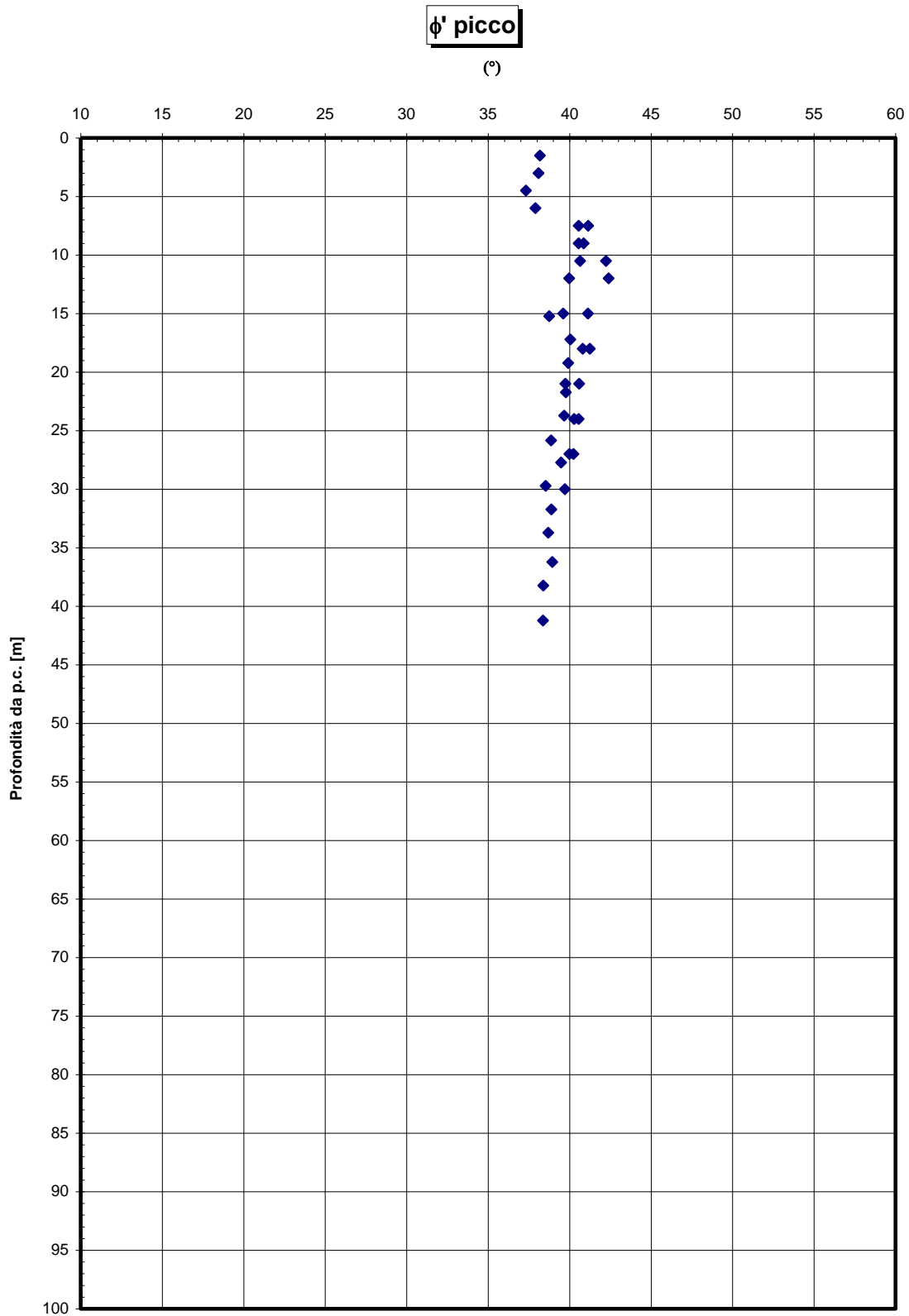
**Dr Skempton (1986)  
Componente sabbiosa prevalente  
SABBIE E GHIAIE DI MESSINA**

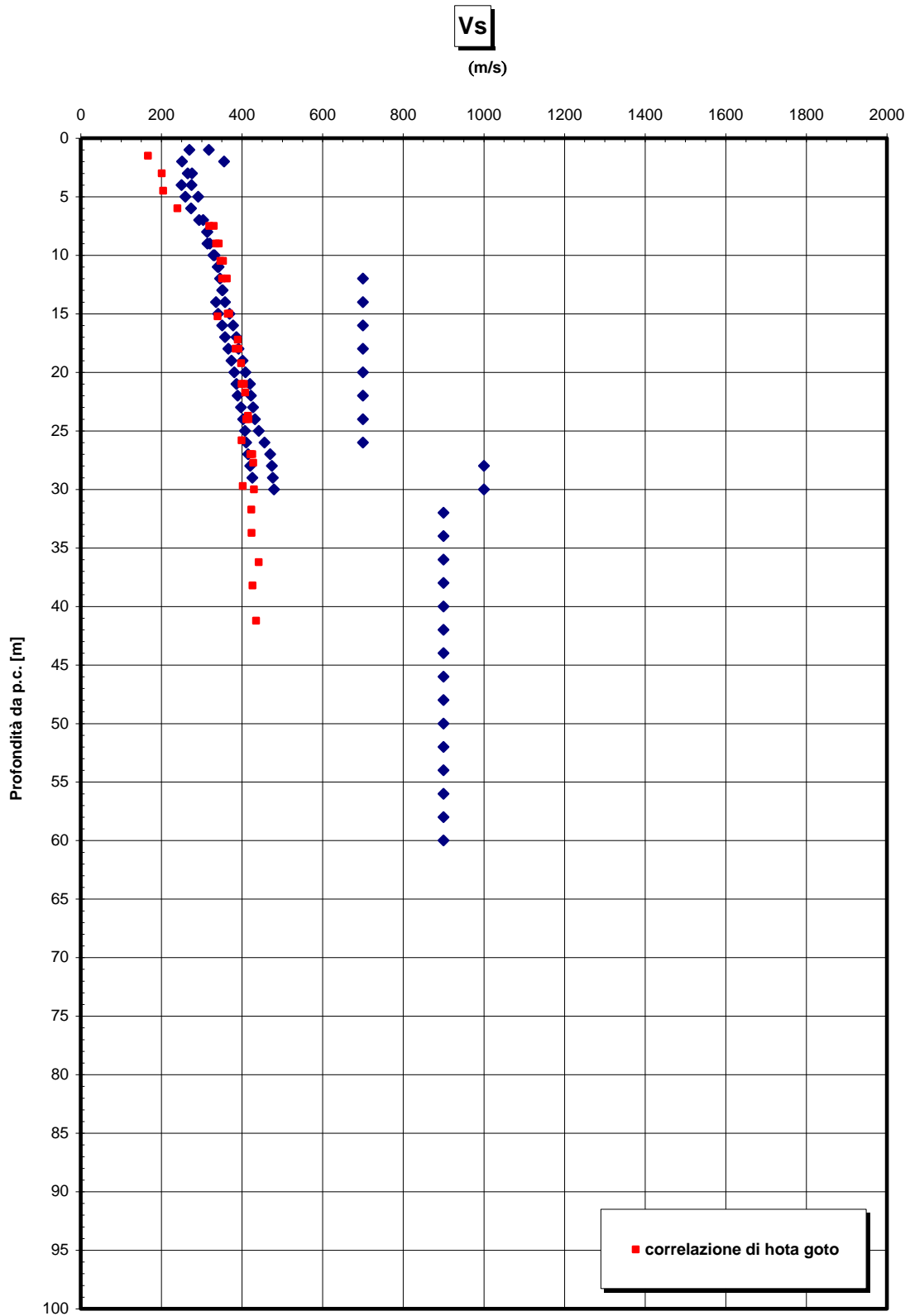


eo



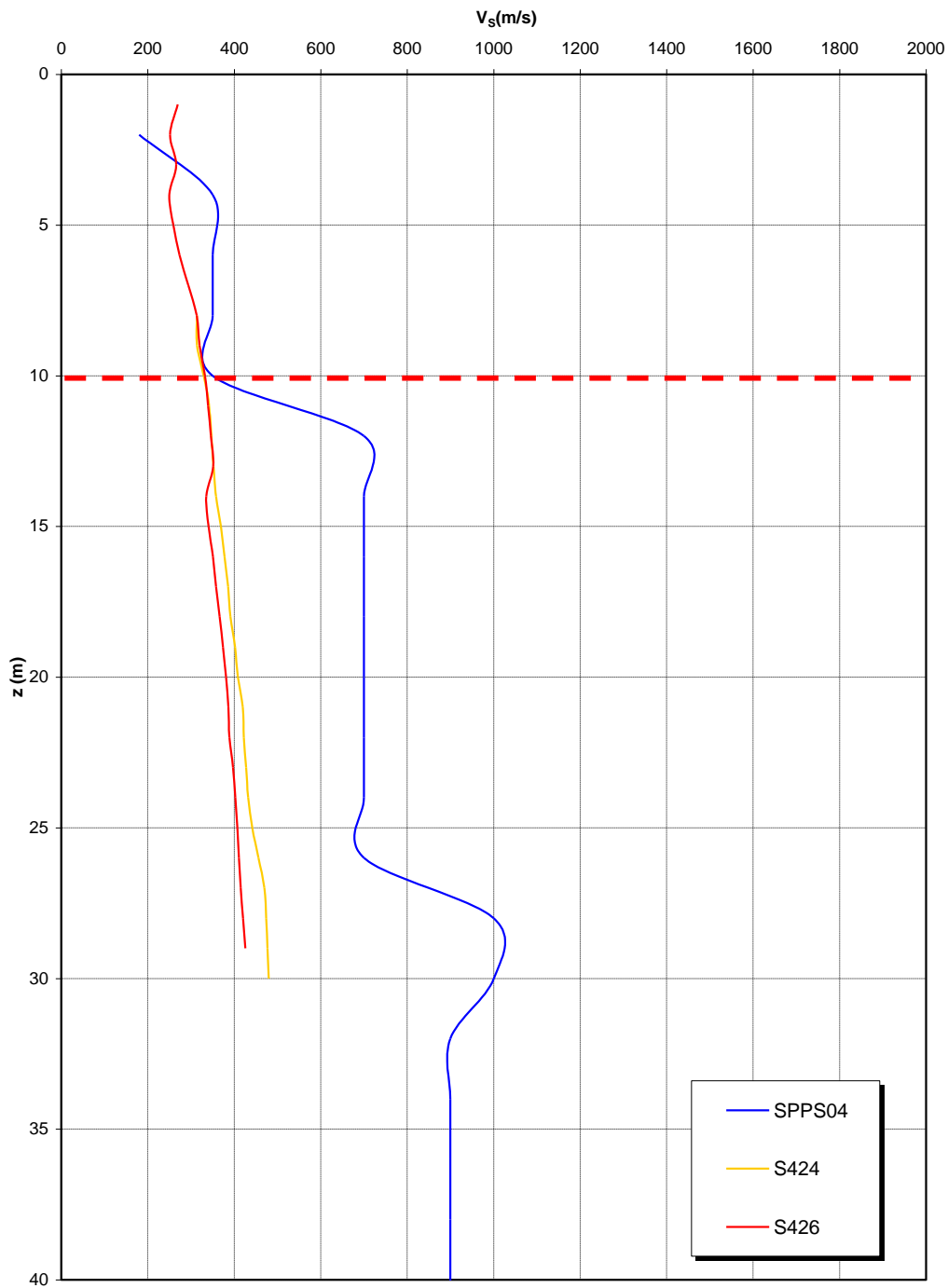


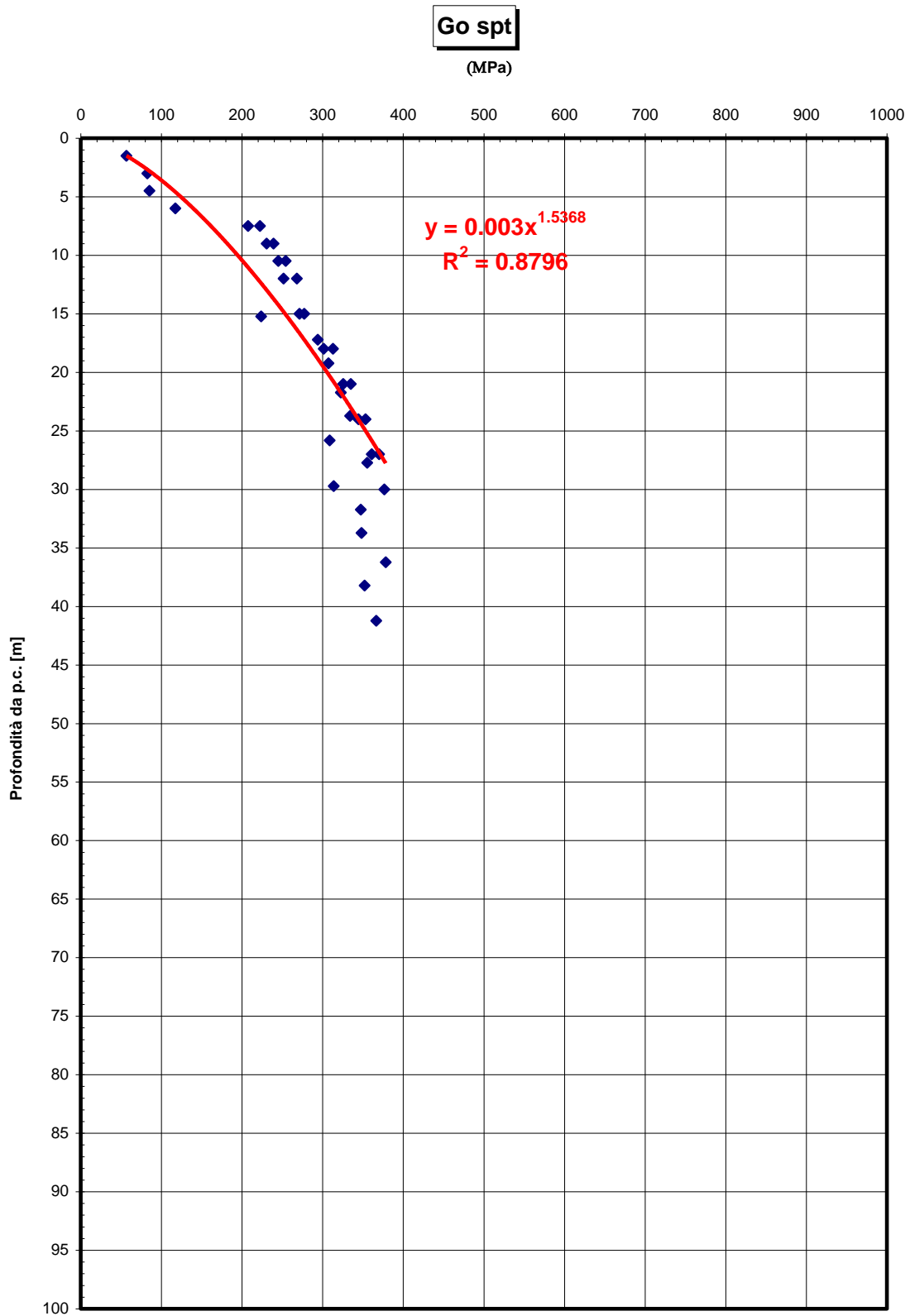




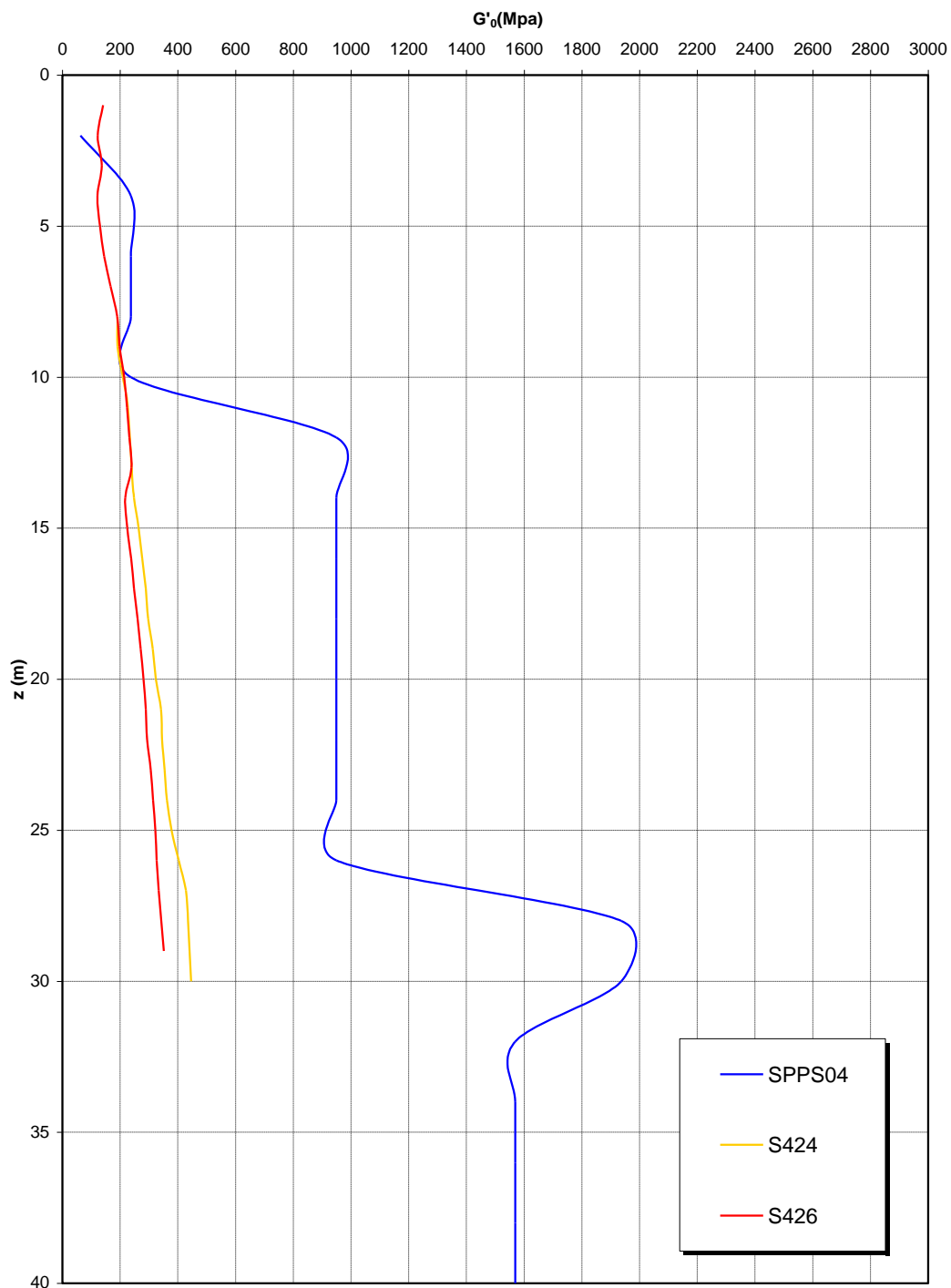


**Prove sismiche  
SABBIE E GHIAIE DI MESSINA**



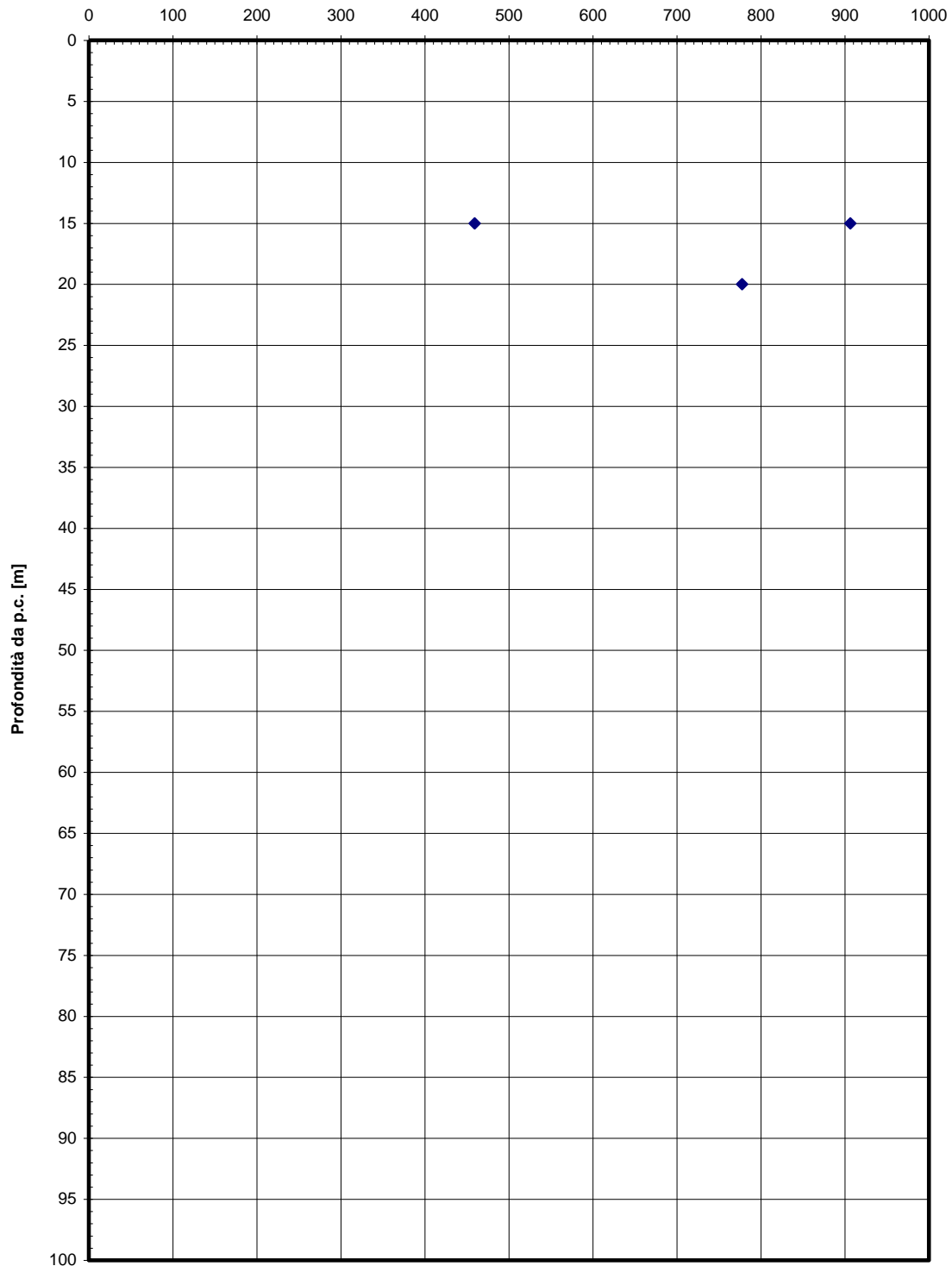


**Prove sismiche  
SABBIE E GHIAIE DI MESSINA**

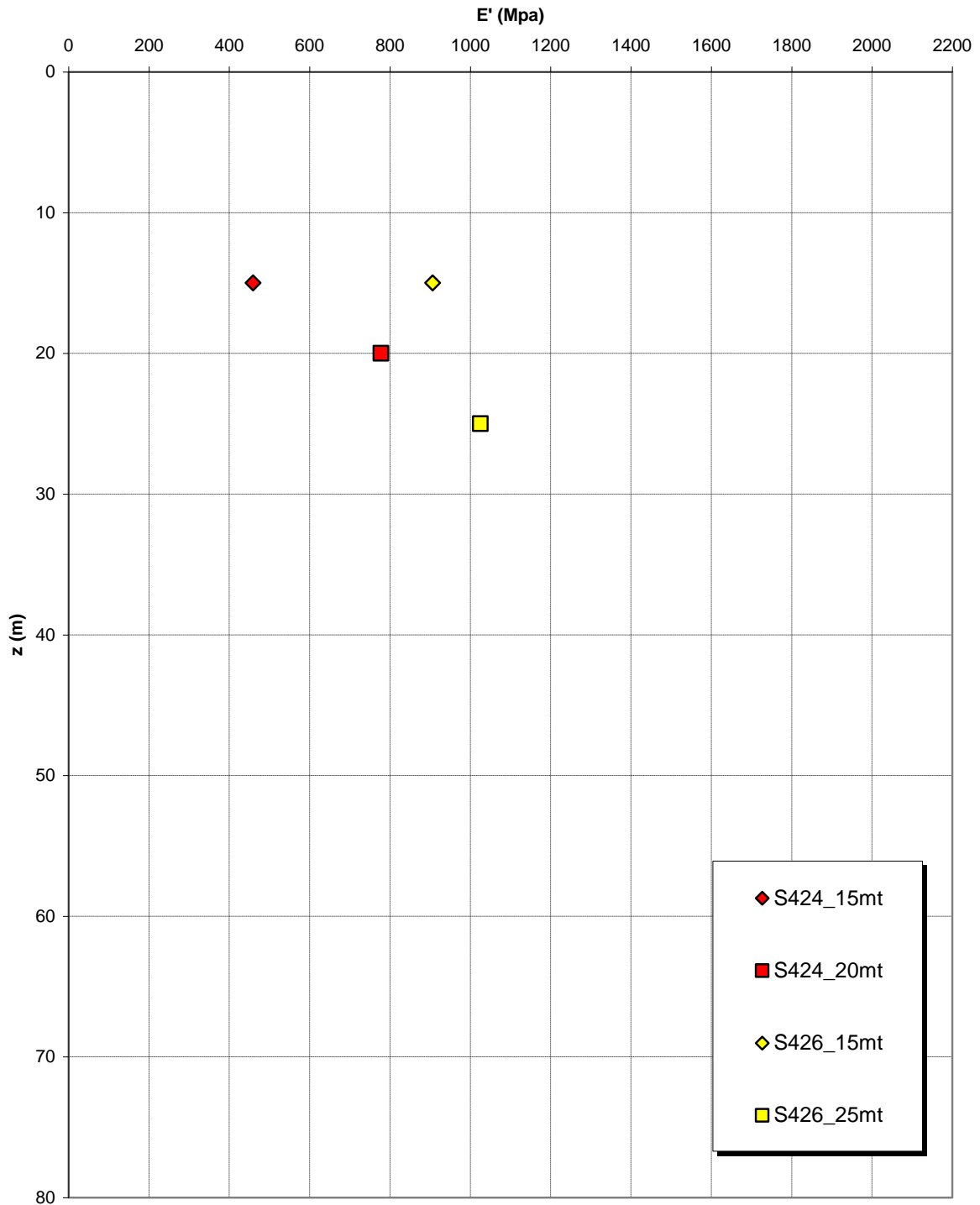


**Estat press**

(MPa)

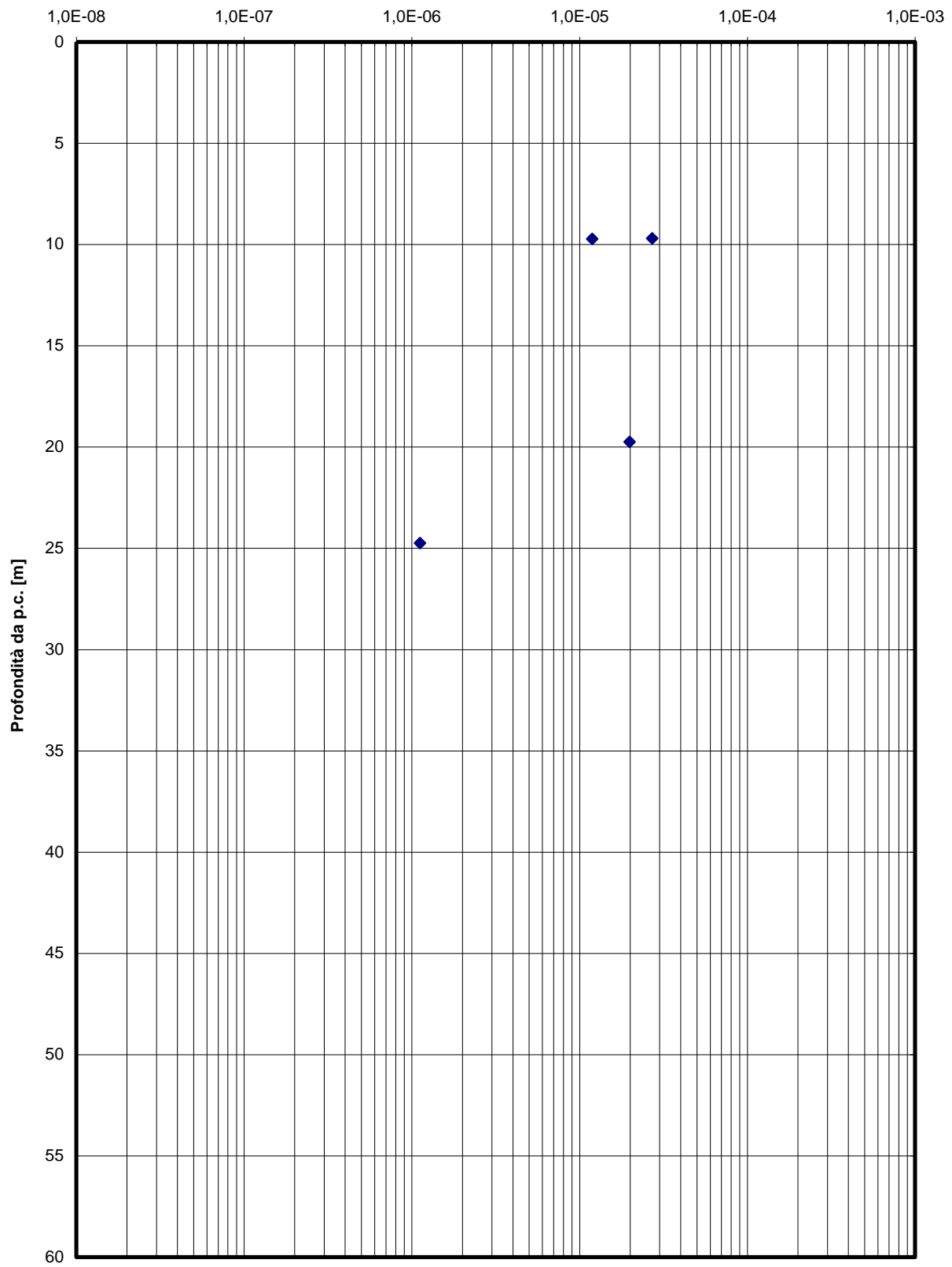


**Prove pressiometriche  
SABBI E GHIAIE DI MESSINA**



**K**

m/s



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0413_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## Depositi alluvionali

In questa sede si considera che i materiali siano prettamente normalmente consolidati.

In assenza di indagini locali per le caratteristiche granulometriche si fa riferimento alla caratterizzazione generale:

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  $\gamma_s$  è risultato pari a circa 26.5 kN/m<sup>3</sup>.

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  $d_{50}=0.8\text{mm}$ ,
- **$e_o$ :** a partire dal  $d_{50}$  stimato si ottiene di  $e_{max}-e_{min}$  pari a 0.3 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. Si ottiene il valore di  $e_o$  pari a 0.4-0.6.
- **$\gamma_d$  :** si ottiene un pari a 17-19 KN/m<sup>3</sup>.
- **$K_0$ :** si considera la relazione di Jaky.

z(m)	Dr(%) Sabbie e ghiaie	$\phi'_p$ (pff=0-272KPa) (°)	$\phi'_{cv}$ (°)	$K_0$
<b>0-15</b>	<b>50-70</b>	<b>40-42</b>	<b>33-35</b>	<b>0.4-0.35</b>

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 S04 in cui si le velocità misurate risultano molto più grandi di quelle deducibili dalle correlazioni da SPT.

Tali valori "anomali" non possono ritenersi rappresentativi se non, eventualmente, di strati

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0413_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

localmente cementati

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

$G_0 = 100 \div 200$  MPa (5-15m)

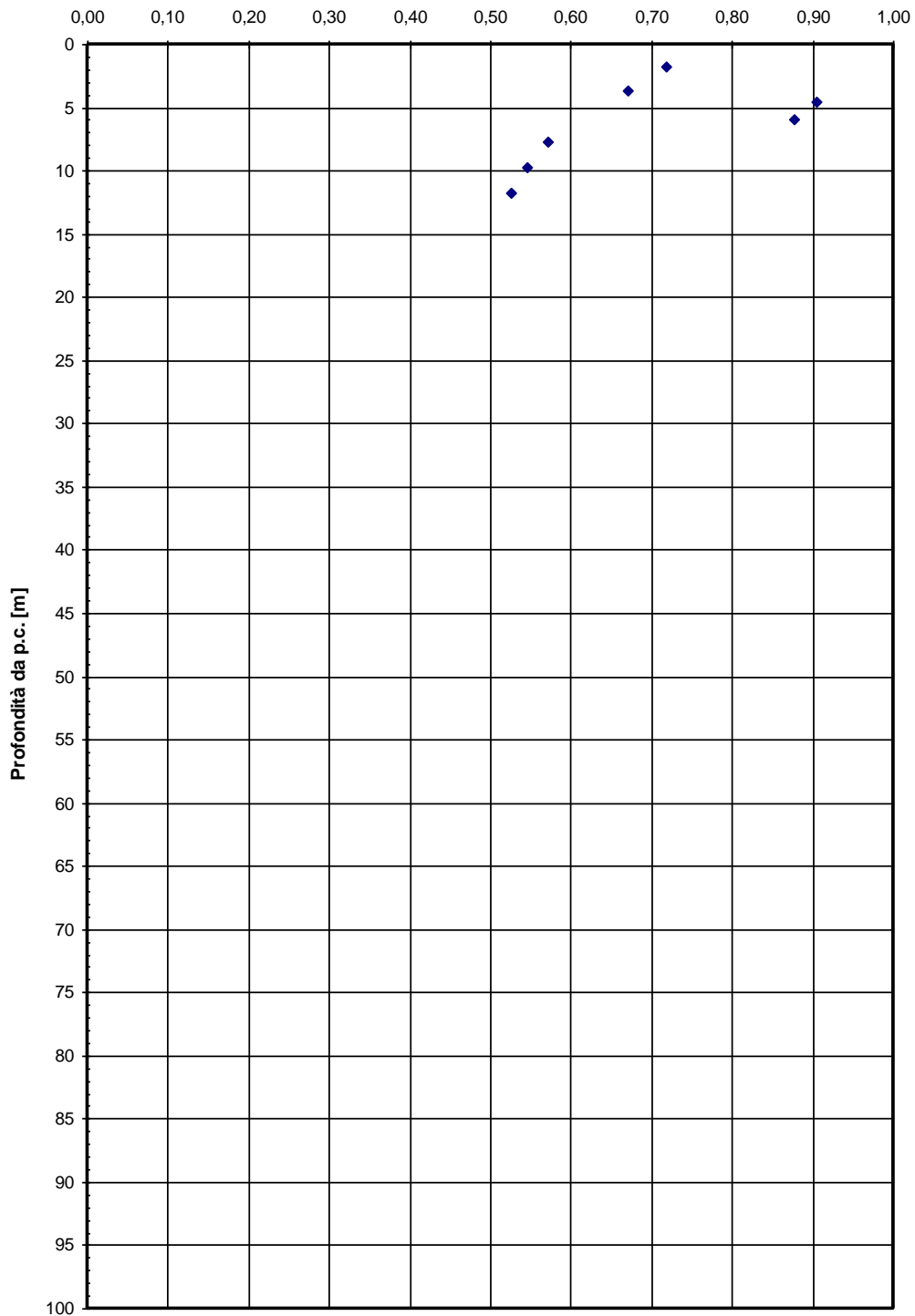
$E_0 = 240 \div 480$  MPa (5-15m)

$E = 32 \div 80 / 65 \div 160$  MPa (5-15m)

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 sabbie e ghiaie**



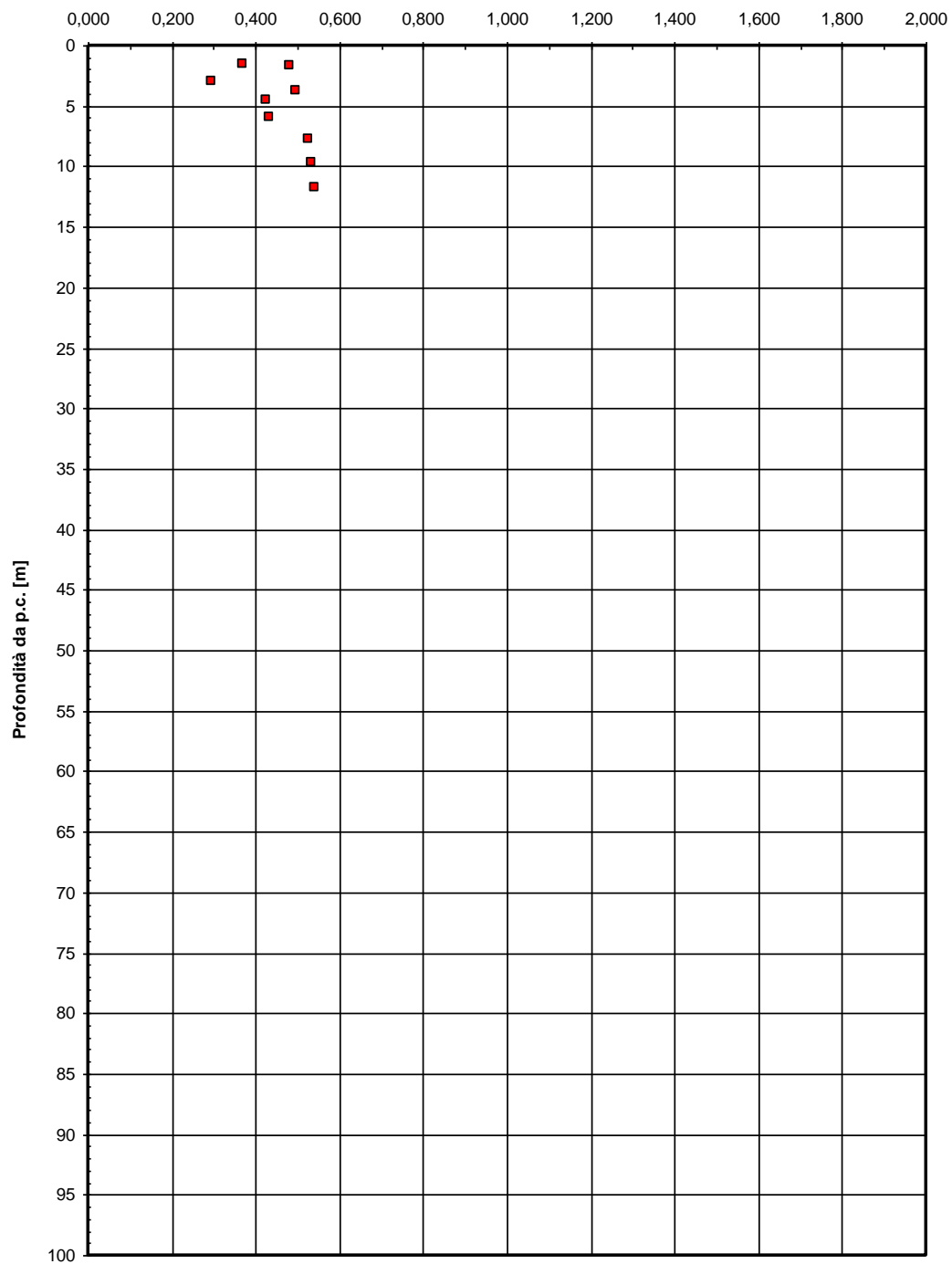
RELAZIONE GEOTECNICA

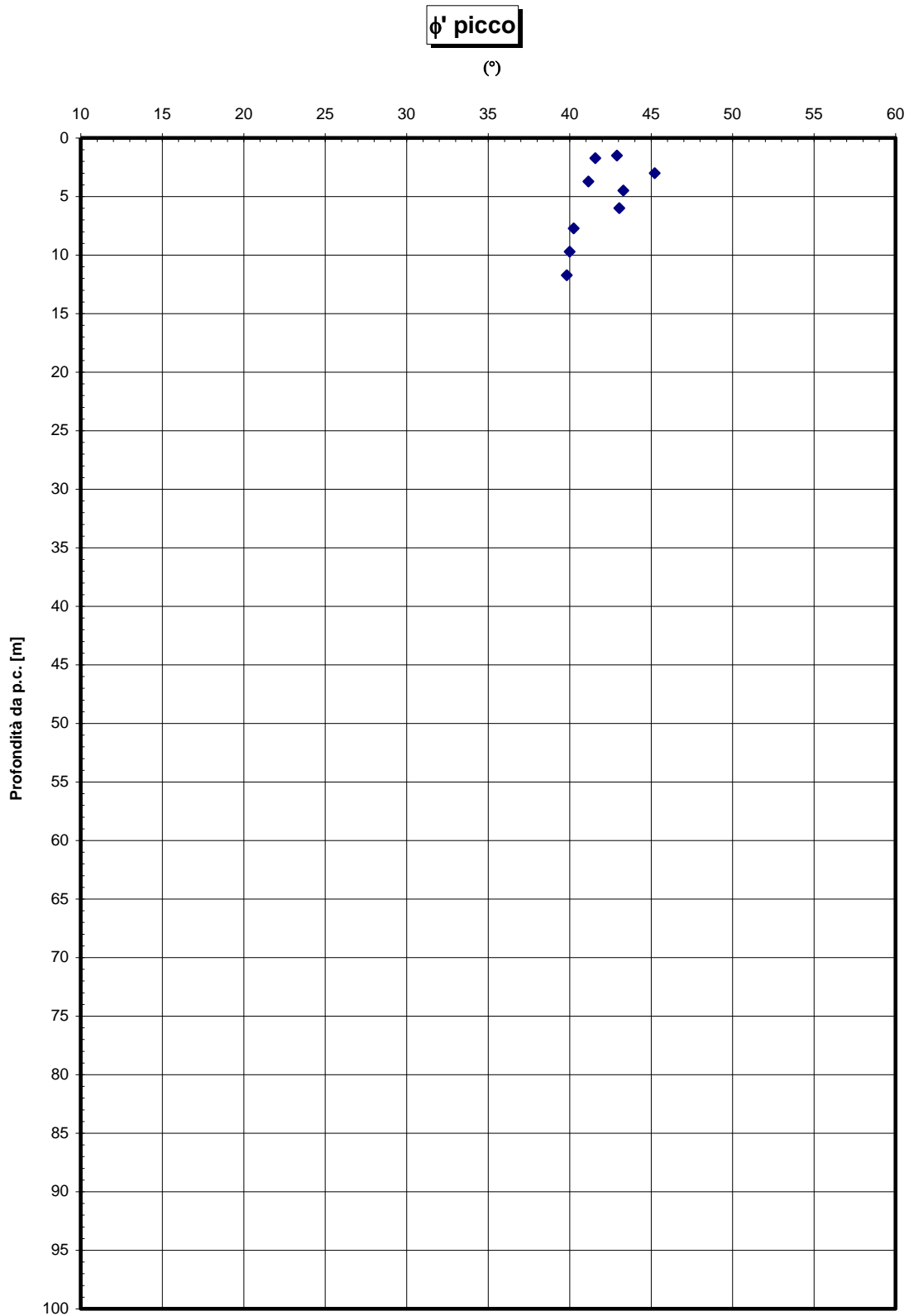
Codice documento  
SS0413\_F0.doc

Rev  
F0

Data  
20/06/2011

eo





RELAZIONE GEOTECNICA

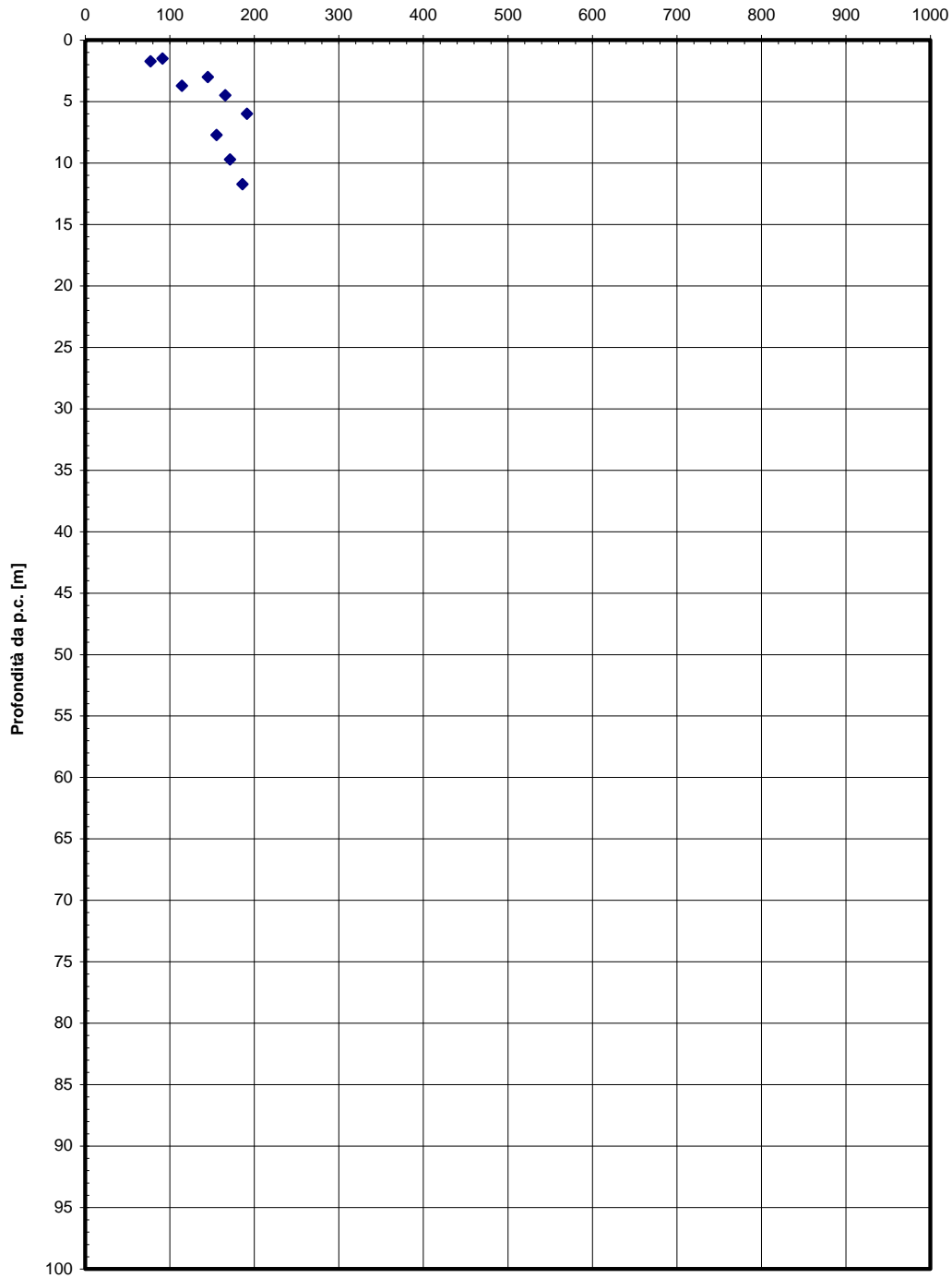
Codice documento  
SS0413\_F0.doc

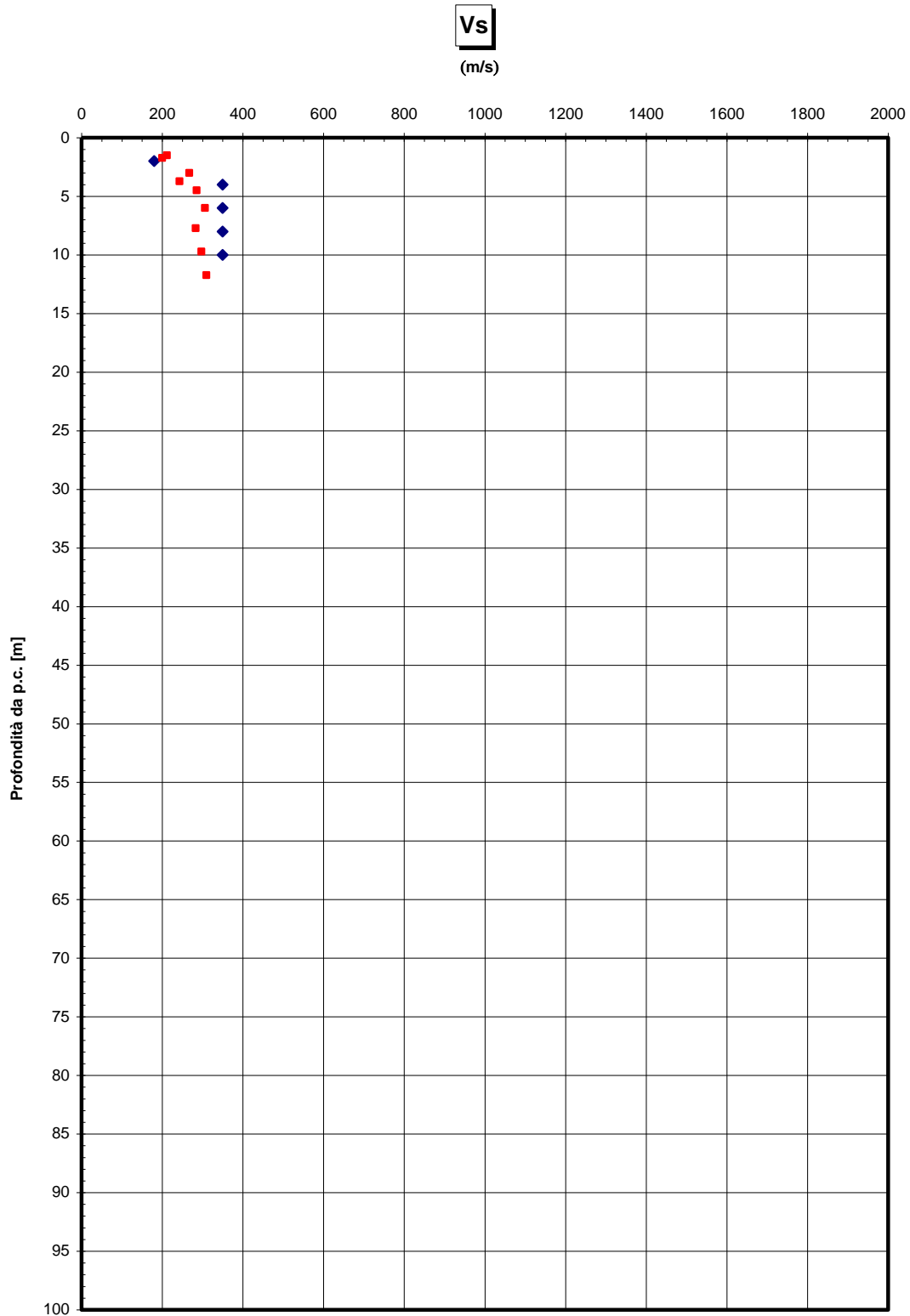
Rev  
F0

Data  
20/06/2011

**Go spt**

(MPa)





		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0413_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

#### 4.2.4 Parametri principali assunti

Dall'esame del profilo geotecnico le fondazioni dell'opera in esame appaiono intercettare solo la formazione denominata Ghiaie di Messina (elaborato grafico CG0800PFZDSSBC8G000000006B e figura precedentemente riportata).

Litologia	Da (m da p.c.)	A (m da p.c.)	Peso di volume $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi'$ (°)	$C_u$ (kPa)	$E^{**}$ (MPa)
Ghiaie di Messina	0.00	-	19	38*	-	$E = (16 \div 42) z^{0.6}$

Tabella 1 – Parametri geotecnici utilizzati

\* valore cautelativo

\*\* si considerano valori nel range per fronti di scavo sostenuti, opere di sostegno tirantate o puntonate; valori al minimo del range per fondazioni dirette, fondazioni su pali e rilevati.

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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0413_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### 4.3 CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITA' DEL LUOGO

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 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  $P_{VR}$  associate agli stati limite considerati, per individuare infine, a partire dai dati di pericolosità sismica disponibili, le corrispondenti azioni sismiche.

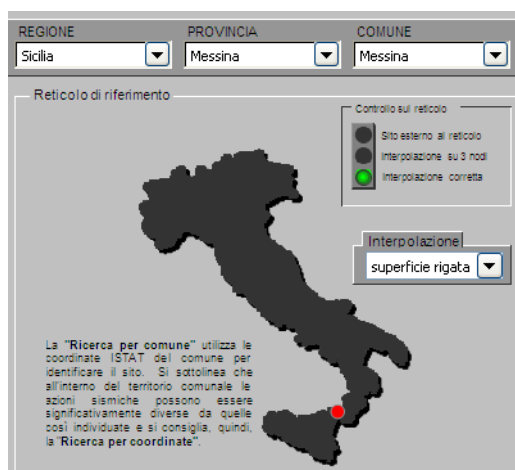
A tal fine è conveniente utilizzare, come parametro caratterizzante la pericolosità sismica, il periodo di ritorno dell'azione sismica  $T_R$ , espresso in anni. Fissata la vita di riferimento  $V_R$ , i due parametri  $T_R$  e  $P_{VR}$  sono immediatamente esprimibili, l'uno in funzione dell'altro,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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> SS0413_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

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

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.

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



$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_C^*$ [s]
30	0.061	2.364	0.277
50	0.081	2.318	0.294
72	0.099	2.305	0.312
101	0.118	2.319	0.319
140	0.139	2.343	0.326
201	0.166	2.361	0.334
475	0.247	2.411	0.359
975	0.336	2.446	0.384
2475	0.482	2.491	0.432

#### 4.3.1 AZIONI SISMICHE

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione, che costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale di



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0413_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

categoria A, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza  $P_{VR}$  nel periodo di riferimento  $V_R$ .

Nel presente progetto è stata verificata la combinazione di carico sismica con riferimento allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV): a seguito del terremoto la struttura subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; mentre conserva invece una parte della esistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali.

#### 4.3.1.1 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.

#### 4.3.1.2 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 importanti, 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  $c_U = 2,0$  anni.

#### 4.3.1.3 PERIODO DI RIFERIMENTO

Le azioni sismiche sulla costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		<i>Codice documento</i> SS0413_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

ottenuto moltiplicando la vita nominale  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $C_U$ .

Considerando il manufatto in classe d'uso IV (secondo 2.4.2 D.M. 14/01/2008 e par. 5.2 Relazione Sismica), si ottiene:

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

dove:  $V_N = 100$  anni vita nominale (Tab. 2.3.I D.M. 14/01/2008)

$C_U = 2$  coefficiente d'uso per classe d'uso IV (Tab. 2.3.II D.M. 14/01/2008)

#### 4.3.1.4 STATO LIMITE CONSIDERATO

Ai fini del progetto e della verifica delle strutture per gli stati limite ultimi lo spettro di progetto da utilizzare è lo spettro di progetto per lo stato limite di salvaguardia della vita SLV (riferito alla probabilità di superamento  $P_{VR}$  pari al 10% nel periodo di riferimento  $V_R$ ).

#### 4.3.1.5 PARAMETRI E PUNTI DELLO SPETTRO DI RISPOSTA ORIZZONTALE PER LO STATO LIMITE SLV

La forma spettrale è definita in funzione dei seguenti parametri:

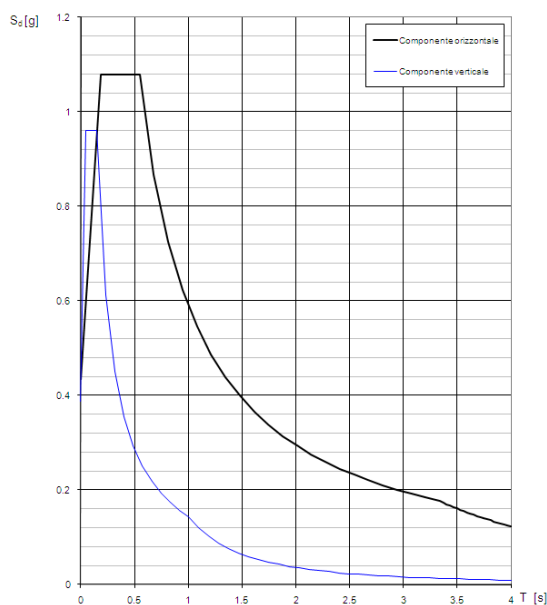
Categoria suolo B

Categoria topografica:  $T_1$

	SLV
accelerazione orizzontale =	$a_g [g] = 0.435$
fattore di amplificazione =	$F_0 = 2.478$
periodo di inizio =	$T_{c^*} = 0.418$
fattore di amplificazione =	$F_V = 2.207$
periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro	$T_C = 0.547$
periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante	$T_B = 0.182$
periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro	$T_D = 3.340$
coefficiente dipendente dalla categoria del suolo	$C_C = 1.310$
coefficiente dipendente dalla categoria del suolo	$S_S = 1.000$
coefficiente topografico	$S_T = 1.000$
	$S = 1.000$

#### Grafici degli spettri di risposta

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0413_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						



Lo studio sismico è stato effettuato tramite un'analisi dinamica con l'impiego di accelerogrammi come indicato dalla normativa italiana DM2008 (§ 3.2.3.6).

Si utilizzano accelerogrammi artificiali compatibili con lo spettro elastico di risposta adottato; in particolare l'analisi è condotta con più di 7 serie temporali e si sono assunti i valori medi ottenuti dal modello come azioni di progetto, inoltre per descrivere il moto sismico si è tenuto in conto di non utilizzare lo stesso accelerogramma simultaneamente lungo le due direzioni orizzontali.

Per ricavare gli accelerogrammi spettro compatibili si è utilizzato il programma **REXEL 2.5 beta**, redatto:

Iervolino, I., Galasso, C., Cosenza, E. (2009).

**REXEL: computer aided record selection for code-based seismic structural analysis.**

Bulletin of Earthquake Engineering. DOI 10.1007/s10518-009-9146-1

Di seguito si riportano gli spettri estratti:

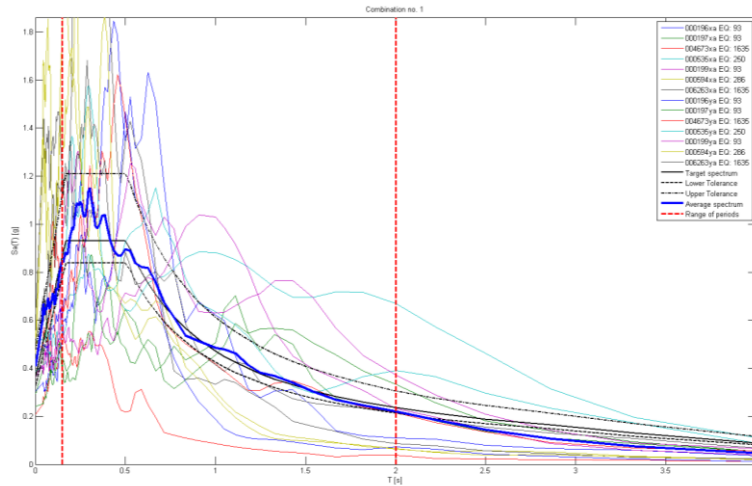


Figura 3 – Spettri orizzontali

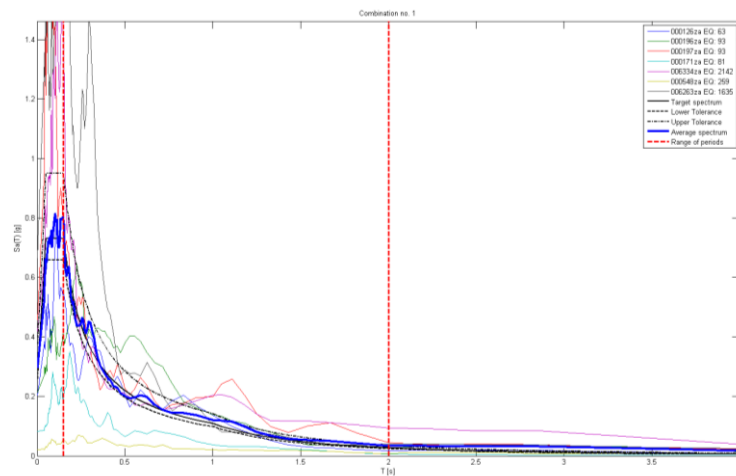


Figura 4 – Spettri verticali

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0413_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 5 ANALISI DELLE FONDAZIONI

### 5.1 ANALISI DEL SISTEMA FONDAZIONALE DELLE SPALLE A E B

Le spalle A e B sono costituite da una ciabatta di fondazione a base rettangolare di dimensioni 22.00 x 22.00 m, di spessore 3.00 m.

L'intradosso delle solette di base si trova ad una profondità minima di circa 3.50 m al di sotto del locale piano campagna.

#### 5.1.1 ANALISI DEI CARICHI

Si riportano nel seguito i valori delle azioni agenti alla base della fondazione per le varie combinazioni di carico analizzate per gli stati limite ultimi e di esercizio.

Si sono evidenziate le combinazioni utilizzate nei calcoli eseguiti successivamente.

Nelle combinazioni sismiche (37-48) si è considerato inoltre il contributo al 50% della spinta passiva del terreno a valle della fondazione. Il valore considerato risulta:

Altezza terreno a valle	Hv =	1.20	m
Spessore fondazione	Sf =	3.00	m
Lunghezza plinto (dir x)	Ltot,x =	22.00	m
Altezza dente	D =	2.00	m

La spinta dovuta al terreno a valle del dente di fondazione in condizioni "passiva" risulta:

	M1	M2
50%	-15457.53	-11984.12
F <sub>sp,terr</sub> [kN]	-15657.27	-12127.77

	COMBIN.	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]
COMBINAZIONI SLU - A1-M1	1	450.00	32455.55	-180641.89	62926.78	6397.27
	2	450.00	32455.55	-180641.89	62926.78	6397.27
	3	450.00	32455.55	-179426.89	55454.53	8287.27
	4	450.00	32455.55	-179426.89	55454.53	8287.27
	5	450.00	32353.94	-179676.64	60113.73	3866.02
	6	450.00	32353.94	-179676.64	60113.73	3866.02
	7	450.00	32353.94	-178765.39	54509.54	5283.52
	8	450.00	32353.94	-178765.39	54509.54	5283.52
	9	450.00	31638.44	-179629.39	49019.09	3866.02
	10	450.00	31638.44	-179629.39	49019.09	3866.02
	11	450.00	31638.44	-178718.14	43414.90	5283.52
	12	450.00	31638.44	-178718.14	43414.90	5283.52
COMBINAZIONI SLU - A2-M1	13	390.00	24404.31	-150901.59	-626.90	5008.05
	14	390.00	24404.31	-150901.59	-626.90	5008.05
	15	390.00	24404.31	-149866.59	-6992.15	6618.05
	16	390.00	24404.31	-149866.59	-6992.15	6618.05
	17	390.00	24045.38	-150079.34	-5583.49	2851.80
	18	390.00	24045.38	-150079.34	-5583.49	2851.80
	19	390.00	24045.38	-149303.09	-10357.42	4059.30
	20	390.00	24045.38	-149303.09	-10357.42	4059.30
	21	390.00	23435.88	-150039.09	-15034.47	2851.80
	22	390.00	23435.88	-150039.09	-15034.47	2851.80
	23	390.00	23435.88	-149262.84	-19808.41	4059.30
	24	390.00	23435.88	-149262.84	-19808.41	4059.30
COMBINAZIONI SLU - A2-M2	25	390.00	29261.02	-150901.59	31544.66	5008.05
	26	390.00	29261.02	-150901.59	31544.66	5008.05
	27	390.00	29261.02	-149866.59	25179.41	6618.05
	28	390.00	29261.02	-149866.59	25179.41	6618.05
	29	390.00	28709.37	-150079.34	24776.45	2851.80
	30	390.00	28709.37	-150079.34	24776.45	2851.80
	31	390.00	28709.37	-149303.09	20002.51	4059.30
	32	390.00	28709.37	-149303.09	20002.51	4059.30
	33	390.00	28099.87	-150039.09	15325.46	2851.80
	34	390.00	28099.87	-150039.09	15325.46	2851.80
	35	390.00	28099.87	-149262.84	10551.52	4059.30
	36	390.00	28099.87	-149262.84	10551.52	4059.30
COMBINAZIONI SLU - SISMICHE	37	16464.30	66938.24	-122852.21	502043.31	-132045.27
	38	-16464.30	66938.24	-122852.21	502043.31	136460.39
	39	-16464.30	66938.24	-138476.51	476173.24	136589.37
	40	16464.30	66938.24	-138476.51	476173.24	-131916.29
	41	16464.30	28381.54	-104623.86	216854.45	-132195.74
	42	-16464.30	28381.54	-104623.86	216854.45	136309.92
	43	16464.30	28381.54	-156704.86	130620.90	-131765.82
	44	-16464.30	28381.54	-156704.86	130620.90	136739.84
	45	54881.00	28381.54	-122852.21	186672.70	-445301.87
	46	54881.00	28381.54	-138476.51	160802.64	-445172.89
	47	-54881.00	28381.54	-122852.21	186672.70	449716.99
	48	-54881.00	28381.54	-138476.51	160802.64	449845.97

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		<i>Codice documento</i> SS0413_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

<b>SLE-RARE</b>	1	300.00	24041.15	-133664.36	45724.10	5242.05
	2	300.00	24041.15	-133664.36	45724.10	5242.05
	3	300.00	24041.15	-132764.36	40189.10	6642.05
	4	300.00	24041.15	-132764.36	40189.10	6642.05
	5	300.00	23965.88	-132949.36	43640.35	3367.05
	6	300.00	23965.88	-132949.36	43640.35	3367.05
	7	300.00	23965.88	-132274.36	39489.10	4417.05
	8	300.00	23965.88	-132274.36	39489.10	4417.05
	9	300.00	23435.88	-132914.36	35422.10	3367.05
	10	300.00	23435.88	-132914.36	35422.10	3367.05
	11	300.00	23435.88	-132239.36	31270.85	4417.05
	12	300.00	23435.88	-132239.36	31270.85	4417.05
	13	300.00	23435.88	-132914.36	35422.10	3367.05
	14	300.00	23435.88	-132239.36	31270.85	4417.05
	15	300.00	23435.88	-132914.36	35422.10	3367.05
	16	300.00	23435.88	-132239.36	31270.85	4417.05
	17	500.00	23435.88	-132914.36	35422.10	347.05
	18	500.00	23435.88	-132914.36	35422.10	347.05
	19	500.00	23435.88	-132239.36	31270.85	1397.05
	20	500.00	23435.88	-132239.36	31270.85	1397.05
<b>SLE-FREQUENTI</b>	21	0.00	23435.88	-132914.36	35422.10	7897.05
	22	0.00	23435.88	-132914.36	35422.10	7897.05
	23	0.00	23435.88	-132239.36	31270.85	8947.05
	24	0.00	23435.88	-132239.36	31270.85	8947.05
	25	0.00	21620.09	-130664.36	4516.11	2272.05
	26	0.00	21620.09	-130664.36	4516.11	2272.05
	27	0.00	21620.09	-130664.36	4516.11	2272.05
	28	0.00	21620.09	-130664.36	4516.11	2272.05
	29	100.00	21620.09	-130664.36	4516.11	762.05
	30	100.00	21620.09	-130664.36	4516.11	762.05
<b>SLE-Q.PE RM.</b>	31	0.00	21620.09	-130664.36	4516.11	2272.05
	32	0.00	21620.09	-130664.36	4516.11	2272.05

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0413_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

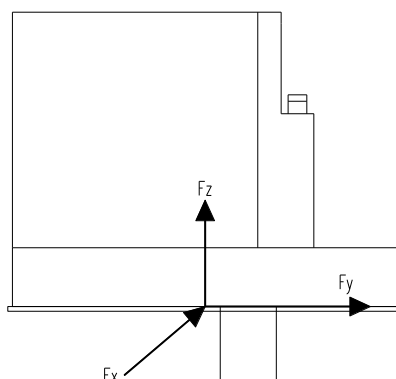
## 5.1.2 MODELLO DI CALCOLO

Per il calcolo della capacità portante delle fondazioni profonde si utilizza il software di calcolo LoadCap-Geostru versione 2010.7 Rev. 356 – carico limite e cedimenti.

Le verifiche geotecniche di seguito riportate sono state condotte secondo metodi e formulazioni note dell'ingegneria geotecnica. In ciascun paragrafo verranno brevemente descritti i metodi via via utilizzati per il calcolo della capacità portante (SLU) e dei cedimenti (SLE).

### 5.1.2.1 DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO (VERIFICHE SLU)

#### VERIFICHE DI STABILITA' – scorrimento



La verifica a scorrimento sul piano di posa è soddisfatta quando:

$$C.S. = \frac{F_z \cdot \text{tg}(\phi')}{\sqrt{F_x^2 + F_y^2}} \geq \gamma_R$$

dove

$\phi' = 32.0^\circ$       angolo di attrito interno del terreno di base in condizione di calcolo M2

$\gamma_R = 1.1$       Tabella 6.4.I – DM2008 (combinazione 2: A2+M2+R2)

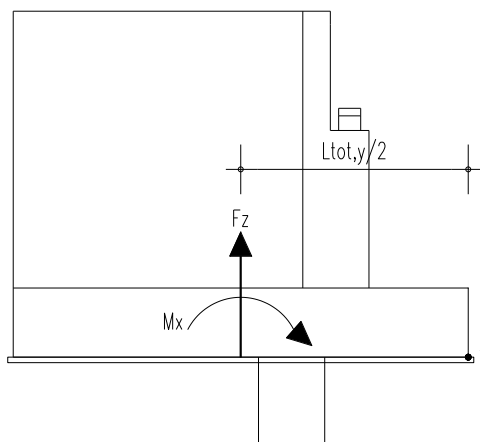
Nel caso in esame per le combinazioni sismiche si ha:



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0413_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

	COMBIN.	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	C.S.
<b>COMBINAZIONI SLU - SISMICHE</b>	37	16464.30	66938.24	-122852.21	1.114
	38	-16464.30	66938.24	-122852.21	1.114
	39	-16464.30	66938.24	-138476.51	1.256
	40	16464.30	66938.24	-138476.51	1.256
	41	16464.30	28381.54	-104623.86	1.993
	42	-16464.30	28381.54	-104623.86	1.993
	43	16464.30	28381.54	-156704.86	2.985
	44	-16464.30	28381.54	-156704.86	2.985
	45	54881.00	28381.54	-122852.21	1.243
	46	54881.00	28381.54	-138476.51	1.401
	47	-54881.00	28381.54	-122852.21	1.243
	48	-54881.00	28381.54	-138476.51	1.401

#### VERIFICHE DI STABILITA' – ribaltamento



La verifica a ribaltamento è trattata come uno stato limite di equilibrio come corpo rigido (EQU) utilizzando i coefficienti parziali del gruppo M2 per il calcolo delle spinte. La verifica è soddisfatta quando:

$$C.R. = \frac{F_z \cdot L_{tot,y} / 2}{M_x} \geq \gamma_R$$

dove

$L_{tot,y} = 22$  m    lunghezza fondazione

$F_z \cdot L_{tot,y} / 2$     momento stabilizzante

$M_x$     momento ribaltante

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
		<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	<i>Codice documento</i> SS0413_F0.doc	<i>Rev</i> F0

$$\gamma_R = 1.0$$

Nel caso in esame per le combinazioni sismiche si ha:

	COMBIN.	Fz [kN]	Fz · L <sub>tot,y</sub> / 2 [kN]	Mx [kN]	C.R.
<b>COMBINAZIONI SLU - SISMICHE</b>	37	-110566.99	1216236.92	502043.31	2.423
	38	-110566.99	1216236.92	502043.31	2.423
	39	-124628.86	1370917.49	476173.24	2.879
	40	-124628.86	1370917.49	476173.24	2.879
	41	-94161.48	1035776.26	216854.45	4.776
	42	-94161.48	1035776.26	216854.45	4.776
	43	-141034.38	1551378.15	130620.90	11.877
	44	-141034.38	1551378.15	130620.90	11.877
	45	-110566.99	1216236.92	186672.70	6.515
	46	-124628.86	1370917.49	160802.64	8.525
	47	-110566.99	1216236.92	186672.70	6.515
48	-124628.86	1370917.49	160802.64	8.525	

## VERIFICHE DI CARICO LIMITE

### Approccio NTC 2008 – Condizioni Statiche

Secondo quanto riportato al punto 6.4.2.1 delle NTC 2008 le verifiche per il calcolo limite dell'insieme fondazione terreno vanno effettuate tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle successive tabelle, seguendo almeno uno dei due approcci successivamente indicati.

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali <sup>(1)</sup>	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Tabella 2 - Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
		RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> SS0413_F0.doc	<i>Rev</i> F0

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE	(M1)	(M2)
<i>Tangente dell'angolo di resistenza al taglio</i>	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
<i>Coesione efficace</i>	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
<i>Resistenza non drenata</i>	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
<i>Peso dell'unità di volume</i>	$\gamma$	$\gamma_{\gamma}$	1,0	1,0

Tabella 3 - Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

In particolare si è deciso di seguire l'**Approccio 1**, secondo le due combinazioni

*Combinazione 1:*

- **(A1+M1+R1)**

*Combinazione 2:*

- **(A2+M2+R2).**

dovrà risultare che:  $E_d \leq Q_d$

dove:

$E_d$ : valore di progetto delle azioni;

$Q_d$ : valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico.

I coefficienti R1, R2 utilizzati sono quelli relativi a fondazioni superficiali (**R1=1.00, R2=1.80**) riportati nella tabella 6.4.I delle NTC2008.

I parametri geotecnici utilizzati sono riassunti nella successiva tabella.

Litologia	Da (m da p.c.)	A (m da p.c.)	Peso di volume $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi'$ (°)	$C_u$ (kPa)	$\phi'$ (°)	$C_u$ (kPa)	$E^{**}$ (MPa)
				<b>M1</b>		<b>M2</b>		
Ghiaie di Messina	0.00	-	19	38	-	32	-	$E = (16 \div 42) z^{0.6}$

Tabella 4 – Parametri geotecnici utilizzati

Il calcolo della capacità portante è stato eseguito secondo il metodo di Brinch-Hansen (1970), di

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0413_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

seguito descritto, in condizioni drenate.

### Approccio NTC 2008 – Condizioni Sismiche

Per le combinazioni di carico sismiche, è stata condotta un'analisi pseudo-statica della capacità portante, secondo il metodo proposto da Paolucci e Pecker (1995), di seguito brevemente descritto.

E' stato utilizzato l'Approccio 1 - combinazione 2 (SISMA+M2+R2)

### METODO DI BRINCH-HANSEN (1970) - (Condizioni Statiche)

Il calcolo della capacità portante limite in condizioni statiche viene eseguito tramite la relazione proposta da Brinch-Hansen (1970), che costituisce un'estensione dell'equazione di Buisman (1935) e Terzaghi (1935), ottenuta dalla sovrapposizione di soluzioni relative a casi particolari:

$$Q_{LIM} = \frac{1}{2} \cdot \gamma' \cdot B \cdot N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot d_{\gamma} \cdot i_{\gamma} \cdot r_{\gamma} \cdot g_{\gamma} + c_u \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q$$

Nel caso di fondazioni su terreni coesivi, in condizioni non drenate conduce alla:

$$Q_{LIM} = c_u \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot g_q$$

dove:

$N_c$ :  $(2+\pi)$

$N_q$ : 1

$c_u$ : coesione non drenata;

Nel caso di fondazioni su terreni incoerenti, si ha:

$$Q_{LIM} = \frac{1}{2} \cdot \gamma' \cdot B \cdot N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot d_{\gamma} \cdot i_{\gamma} \cdot r_{\gamma} \cdot g_{\gamma} + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q$$

dove:

$$N_q: e^{\pi \tan \phi} \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right)$$

$$N_{\gamma}: 1.5(N_q - 1) \cdot \tan \phi$$

I rimanenti parametri assumono le espressioni di seguito riportate:

$\gamma'$ : peso di volume del terreno al di sotto del piano di fondazione;

$q$ : sovraccarico dovuto alla profondità del piano di posa della fondazione.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0413_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						

$$r_{\gamma} = 1 - 0.25 \log\left(\frac{B}{L}\right).$$

### Fattori di forma

$$s_q = 1 + \left(\frac{B'}{L}\right) \tan \varphi' \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_q = 1 + \tan \varphi' \quad \text{per forma quadrata o circolare}$$

$$s_{\gamma} = 1 - 0.3 \left(\frac{B'}{L}\right) \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_{\gamma} = 0.7 \quad \text{per forma quadrata o circolare}$$

$$s_c = (s_q \cdot N_q - 1) / (N_q - 1) \quad \text{per forma rettangolare, quadrata o circolare}$$

### Fattori di inclinazione del terreno (fondazione su pendio)

$$g_c' = \frac{\beta}{147}$$

$$g_c = 1 - \frac{\beta}{147}$$

$$g_q = g_{\gamma} = (1 - 0.5 \tan \beta)^5$$

### Fattori di inclinazione del carico

$$i_q = i_{\gamma} = 1 - H / (V + A' \cdot c' \cdot \cot \varphi')$$

$$i_c = (i_q \cdot N_q - 1) / (N_q - 1)$$

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0413_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						

$$i_q = \left[ 1 - 0.7H / (V + A' \cdot c' \cdot \cot \varphi') \right]^3$$

$$i_y = \left[ 1 - H / (V + A' \cdot c' \cdot \cot \varphi') \right]^3$$

$$i_c = (i_q \cdot N_q - 1) / (N_q - 1)$$

### Fattori di profondità

$$d'_c = 0.4k$$

$$d_c = 1 + 0.4k$$

$$d_q = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \sin \varphi) k$$

$$d_y = 1 \quad \text{per qualsiasi } j$$

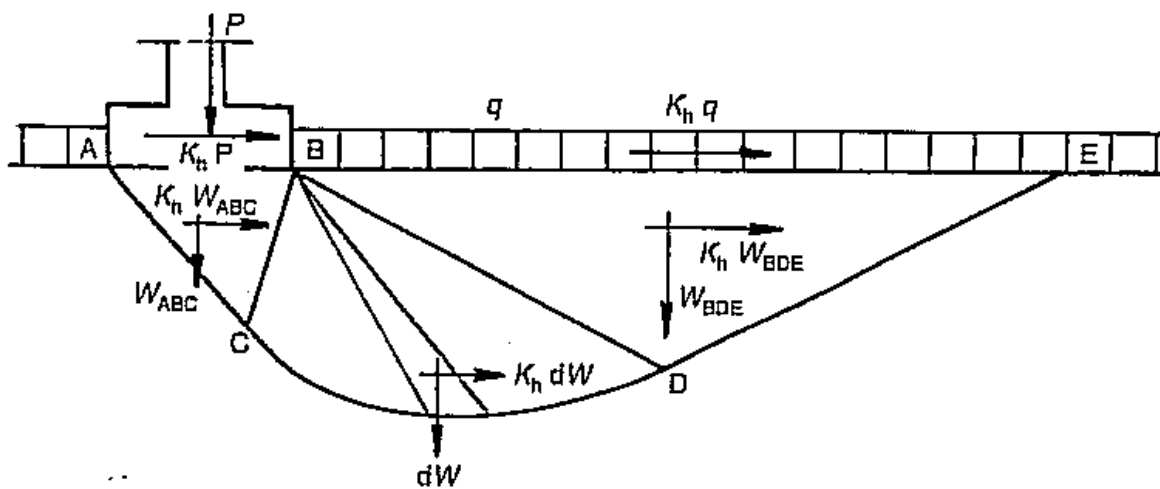
$$k = \frac{D}{B} \quad \text{se} \quad \frac{D}{B} \leq 1$$

$$k = \tan^{-1} \frac{D}{B} \quad \text{se} \quad \frac{D}{B} > 1$$

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0413_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						

### METODO DI PAOLUCCI E PECKER (1997) - (Condizioni Sismiche)

Il metodo modifica la formula trinomia generale di capacità portante tenendo conto degli effetti inerziali indotti dal sisma sulla determinazione della capacità portante con l'introduzione dei fattori correttivi di seguito esposti.



$$q_{lim} = \frac{1}{2} \gamma B N_{\gamma} s_{\gamma} i_{\gamma} b_{\gamma} g_{\gamma} z_{\gamma} + c N_c s_c d_c i_c b_c g_c z_c + q N_q s_q d_q i_q b_q g_q z_q$$

$$z_c = 1 - 0,32k_h$$

$$z_q = z_{\gamma} = \left( 1 - \frac{k_h}{\text{tg}\varphi} \right)^{0,35}$$

I valori dei coefficienti di spinta orizzontale  $k_h$  e verticale  $k_v$  sono stati ricavati da un modulo interno al codice di calcolo (assimilandoli, come espresso nelle NTC 2008 ai valori utilizzati per la stabilità dei pendii (cfr. punto 7.11.3.5.2).

Classe d'uso: IV

Categoria suolo: B

Categoria topografica: T1

si è ottenuto:

$a_{max}$ : 0.435

$k_h$ : 0.122

$k_v$ : 0.061.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0413_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### 5.1.2.2 DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO (VERIFICHE SLE)

La pressione massima e minima applicata sul terreno è stata determinata in base al metodo del trapezio delle tensioni (formula di Navier):

$$\sigma_{\max} = \frac{N}{BL} \cdot \left( 1 + \frac{6e}{L} \right)$$

$$\sigma_{\min} = \frac{N}{BL} \cdot \left( 1 - \frac{6e}{L} \right)$$

dove:

- N: forza verticale applicata
- B,L: dimensioni in pianta della fondazione
- e: eccentricità del carico.

La verifica del cedimento è stata eseguita per la combinazione SLE che fornisce il valore di pressione applicata maggiore.

Nel calcolo dei cedimenti il software tiene in conto lo schema di fondazione compensata, andando ad applicare sul piano di posa il carico netto.

E' stata considerata una profondità massima di riferimento per il calcolo dei cedimenti pari a quella per cui l'incremento di tensione risulta di circa il 10% di quella applicata.

I cedimenti sono stati valutati secondo i metodi descritti brevemente di seguito. In particolare, i cedimenti sono stati valutati secondo il metodo edometrico per i terreni coesivi e secondo il metodo di Schmertmann (1970) per quelli incoerenti.

#### Metodo edometrico (terreni coesivi)

L' espressione del cedimento edometrico è dato da:

$$w_{ed} = \sum_i \frac{\Delta \sigma'_{v,i}}{E_{ed,i}} \cdot \Delta Z_i ,$$

dove:

- $\Delta \sigma'_{v,i}$ : incremento della tensione dovuta al sovraccarico (netto) in corrispondenza della mezzeria dello strato argilloso i-esimo considerato;
- $E_{ed,i}$ : modulo edometrico dello strato argilloso i-esimo considerato;
- $\Delta Z_i$ : spessore dello strato argilloso i-esimo considerato.

L'incremento della tensione dovuta al sovraccarico netto per aree rettangolari soggette a carico



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0413_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

uniformemente distribuito è stata valutata secondo la teoria di Boussinesq.

### Metodo di Schmertmann (terreni granulari)

Il cedimento si esprime attraverso la seguente espressione:

$$w = C_1 \cdot C_2 \cdot \Delta q \cdot \sum \frac{I_z \cdot \Delta z}{E}$$

nella quale:

$\Delta q$ : rappresenta il carico netto applicato alla fondazione;

$I_z$ : è un fattore di deformazione il cui valore è nullo a profondità di 2B, per fondazione circolare o quadrata, e a profondità 4B, per fondazione nastriforme.

Il valore massimo di  $I_z$  si verifica a una profondità rispettivamente pari a:

- B/2 per fondazione circolare o quadrata
- B per fondazioni nastriformi

e vale:

$$I_{z \max} = 0.5 + 0.1 \cdot \left( \frac{\Delta q}{\sigma'_{vi}} \right)^{0.5}$$

dove  $\sigma'_{vi}$  rappresenta la tensione verticale efficace a profondità B/2 per fondazioni quadrate o circolari, e a profondità B per fondazioni nastriformi.

$E_i$ : rappresenta il modulo di deformabilità del terreno in corrispondenza dello strato i-esimo considerato nel calcolo;

$\Delta z_i$ : rappresenta lo spessore dello strato i-esimo;

$C_1$  e  $C_2$ : sono due coefficienti correttivi.

Le espressioni dei due coefficienti  $C_1$  e  $C_2$  sono:

$$C_1 = 1 - 0.5 \cdot \frac{\sigma'_{v0}}{\Delta q} > 0.5$$

che tiene conto della profondità del piano di posa.

$$C_2 = 1 + 0.2 \cdot \log \frac{t}{0.1}$$

che tiene conto delle deformazioni differite nel tempo per effetto secondario.

Nell'espressione  $t$  rappresenta il tempo, espresso in anni dopo il termine della costruzione, in corrispondenza del quale si calcola il cedimento.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
		RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> SS0413_F0.doc	<i>Rev</i> F0

### 5.1.3 CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

#### VERIFICHE SLU – CARICO LIMITE (condizioni statiche)

##### APPROCCIO 1 – COMBINAZIONE 1

Si riportano nella tabella successiva i risultati ottenuti.

Comb.	Verifica	Carico limite ultimo	Resistenza di progetto	Tensione	Fattore sicurezza	Condizione di verifica
		Qd	Rd	Ed		Ed<Rd
		[kPa]	[kPa]	[kPa]		
1	A1+M1+R1	10895.63	10895.63	412.29	26.43	Verificata
2	A1+M1+R1	10895.63	10895.63	412.29	26.43	Verificata
3	A1+M1+R1	10850.66	10850.66	406.63	26.68	Verificata
4	A1+M1+R1	10850.66	10850.66	406.63	26.68	Verificata
5	A1+M1+R1	10880.85	10880.85	407.28	26.72	Verificata
6	A1+M1+R1	10880.85	10880.85	407.28	26.72	Verificata
7	A1+M1+R1	10846.94	10846.94	403.04	26.91	Verificata
8	A1+M1+R1	10846.94	10846.94	403.04	26.91	Verificata
9	A1+M1+R1	11027.07	11027.07	400.94	27.50	Verificata
10	A1+M1+R1	11027.07	11027.07	400.94	27.50	Verificata
11	A1+M1+R1	10993.59	10993.59	396.69	27.71	Verificata
12	A1+M1+R1	10993.59	10993.59	396.69	27.71	Verificata

##### APPROCCIO 1 – COMBINAZIONE 2

Si riportano nella tabella successiva i risultati ottenuti.

Comb.	Verifica	Carico limite ultimo	Resistenza di progetto	Tensione	Fattore sicurezza	Condizione di verifica
		Qd	Rd	Ed		Ed<Rd
		[kPa]	[kPa]	[kPa]		
25	A2+M2+R2	4072.71	2262.62	332.38	12.25	Verificata
26	A2+M2+R2	4072.71	2262.62	332.38	12.25	Verificata
27	A2+M2+R2	4054.24	2252.36	327.56	12.38	Verificata
28	A2+M2+R2	4054.24	2252.36	327.56	12.38	Verificata
29	A2+M2+R2	4108.92	2282.74	325.65	12.62	Verificata

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
		<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	<i>Codice documento</i> SS0413_F0.doc	<i>Rev</i> F0

30	A2+M2+R2	4108.92	2282.74	325.65	12.62	Verificata
31	A2+M2+R2	4095.12	2275.07	322.04	12.72	Verificata
32	A2+M2+R2	4095.12	2275.07	322.04	12.72	Verificata
33	A2+M2+R2	4164.94	2313.85	320.24	13.01	Verificata
34	A2+M2+R2	4164.94	2313.85	320.24	13.01	Verificata
35	A2+M2+R2	4151.29	2306.27	316.63	13.11	Verificata
36	A2+M2+R2	4151.29	2306.27	316.63	13.11	Verificata

### VERIFICHE SLU – CARICO LIMITE (condizioni sismiche)

#### APPROCCIO 1 – COMBINAZIONE 2

Si riportano nella tabella successiva i risultati ottenuti.

Comb.	Verifica	Carico limite ultimo	Resistenza di progetto	Tensione	Fattore sicurezza	Condizione di verifica
		Qd	Rd	Ed		Ed<Rd
		[kPa]	[kPa]	[kPa]		
37	SISMA+M2+R2	859.10	477.28	447.60	1.92	Verificata
38	SISMA+M2+R2	859.10	477.28	449.23	1.91	Verificata
39	SISMA+M2+R2	1172.06	651.15	631.39	1.86	Verificata
40	SISMA+M2+R2	1172.06	651.15	628.76	1.86	Verificata
41	SISMA+M2+R2	2870.31	1594.62	412.85	6.95	Verificata
42	SISMA+M2+R2	2870.31	1594.62	415.17	6.91	Verificata
43	SISMA+M2+R2	3940.82	2189.34	471.62	8.36	Verificata
44	SISMA+M2+R2	3940.82	2189.34	474.42	8.31	Verificata
45	SISMA+M2+R2	3319.55	1844.19	609.94	5.44	Verificata
46	SISMA+M2+R2	3634.92	2019.40	627.57	5.79	Verificata
47	SISMA+M2+R2	3319.55	1844.19	612.42	5.42	Verificata
48	SISMA+M2+R2	3634.92	2019.40	630.20	5.77	Verificata

### VERIFICHE SLE (cedimenti)

Si riportano nella tabella successiva i valori di pressione massima e minima calcolati secondo la formula di Navier per le combinazioni SLE.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		<i>Codice documento</i> SS0413_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

	COMBIN.	$\sigma_{x,max}$	$\sigma_{x,min}$	$\sigma_{y,max}$	$\sigma_{y,min}$
		[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
<b>SLE-RARE</b>	1	279.12	273.21	301.93	250.40
	2	279.12	273.21	301.93	250.40
	3	278.05	270.56	296.95	251.66
	4	278.05	270.56	296.95	251.66
	5	276.59	272.79	299.28	250.10
	6	276.59	272.79	299.28	250.10
	7	275.78	270.81	295.55	251.04
	8	275.78	270.81	295.55	251.04
	9	276.51	272.72	294.58	254.66
	10	276.51	272.72	294.58	254.66
	11	275.71	270.73	290.84	255.60
	12	275.71	270.73	290.84	255.60
	13	276.51	272.72	294.58	254.66
	14	275.71	270.73	290.84	255.60
	15	276.51	272.72	294.58	254.66
	16	275.71	270.73	290.84	255.60
	17	274.81	274.42	294.58	254.66
	18	274.81	274.42	294.58	254.66
	19	274.01	272.43	290.84	255.60
	20	274.01	272.43	290.84	255.60
<b>SLE-FREQUENTI</b>	21	279.07	270.17	294.58	254.66
	22	279.07	270.17	294.58	254.66
	23	278.26	268.18	290.84	255.60
	24	278.26	268.18	290.84	255.60
	25	271.25	268.69	272.51	267.42
	26	271.25	268.69	272.51	267.42
	27	271.25	268.69	272.51	267.42
	28	271.25	268.69	272.51	267.42
	29	270.40	269.54	272.51	267.42
	30	270.40	269.54	272.51	267.42
<b>SLE-Q.PE R.M.</b>	31	271.25	268.69	272.51	267.42
	32	271.25	268.69	272.51	267.42

Il valore massimo risulta essere di 301.93 kPa (Comb. 1 e 2 – SLE).

I cedimenti ottenuti sono di seguito riportati.

Al fine di schematizzare correttamente i cedimenti nel software di calcolo, è stata operata una suddivisione dello strato corrispondente alle Ghiaie di Messina, in unità litologiche di 2 m di spessore. I valori del modulo elastico derivano dalle espressioni precedentemente riportate (si sono utilizzati i valori minimi del range).

Si riassumono i risultati ottenuti nelle tabelle successivamente riportate.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0413_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						

Strato	Z (m)	Metodo	Wt (cm)
2	3.75	Schmertmann	0.03
3	5	Schmertmann	0.15
4	7	Schmertmann	0.19
5	9	Schmertmann	0.23
6	11	Schmertmann	0.26
7	13	Schmertmann	0.28
8	15	Schmertmann	0.28
9	17	Schmertmann	0.25
10	19	Schmertmann	0.22
11	21	Schmertmann	0.2
12	23	Schmertmann	0.19
13	25	Schmertmann	0.17
14	27	Schmertmann	0.16
15	29	Schmertmann	0.14
16	31	Schmertmann	0.13
17	33	Schmertmann	0.11
18	35	Schmertmann	0.1
19	37	Schmertmann	0.08
20	39	Schmertmann	0.06
21	41	Schmertmann	0.05
22	43	Schmertmann	0.03
23	45	Schmertmann	0.02
24	47	Schmertmann	-
25	49	Schmertmann	-
26	51	Schmertmann	-
			<b>3.33</b>

Tabella 5 – Valutazione cedimenti –Pressione applicata = max SLE

dove:

z: profondità media dello strato rispetto al piano campagna;

W<sub>i</sub>: cedimento.

 <b>Stretto di Messina</b>		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> SS0413_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

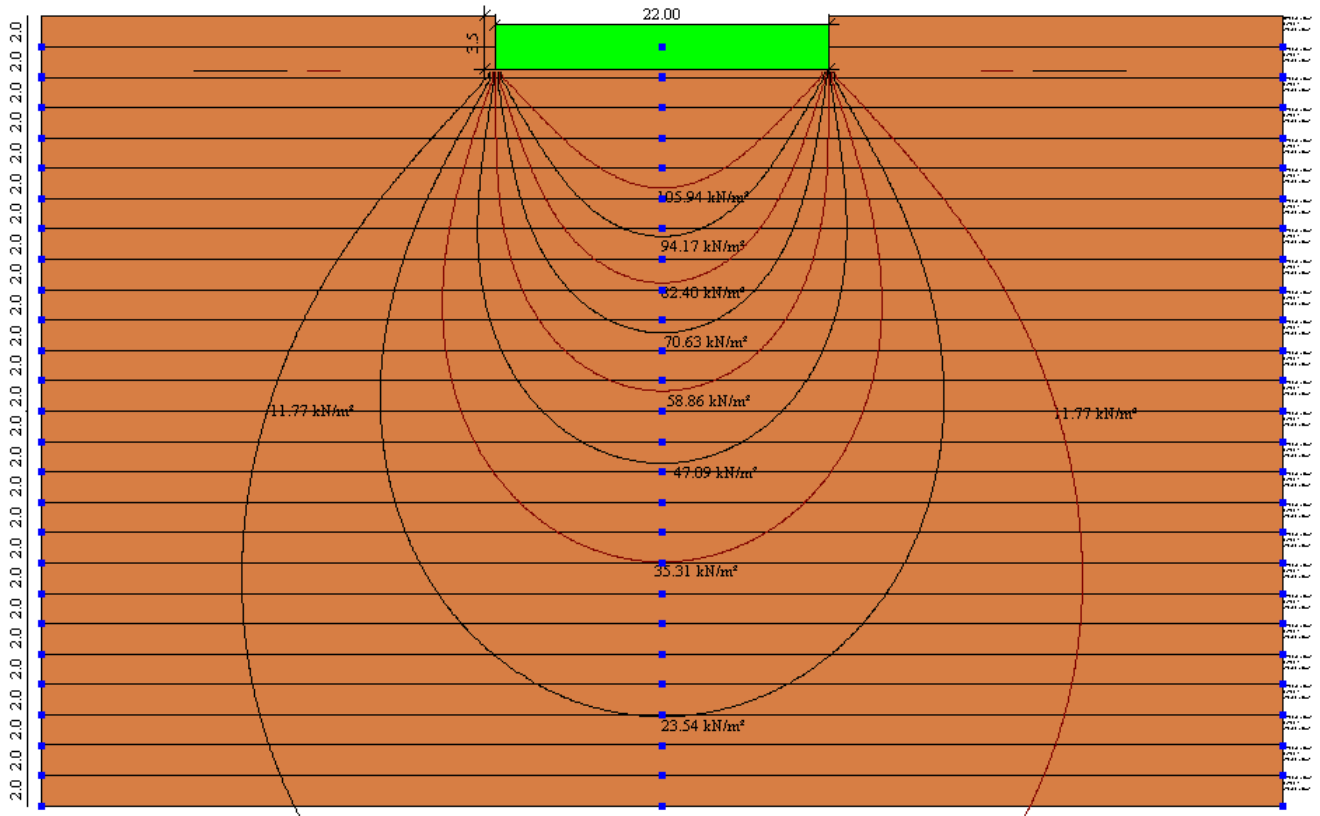


Figura 5 – Bulbi di pressione

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		<i>Codice documento</i> SS0413_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 6 TABULATI DI CALCOLO

### CALCOLO PORTANZA E CEDIMENTI DI FONDAZIONI SUPERFICIALI

#### DATI GENERALI

=====	
Larghezza fondazione	22.0 m
Lunghezza fondazione	22.0 m
Profondità piano di posa	3.5 m
Altezza di incastro	3.5 m
Profondità falda	45.0

#### SISMA

=====	
Accelerazione massima (ag/g)	0.435
Coefficiente sismico orizzontale	0.122
Coefficiente sismico verticale	0.061
=====	

#### Coefficienti sismici [N.T.C.]

=====

#### Dati generali

Descrizione:	
Latitudine:	38.19
Longitudine:	15.56
Tipo opera:	3 - Grandi opere
Classe d'uso:	Classe IV
Vita nominale:	100.0 [anni]
Vita di riferimento:	200.0 [anni]





		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
		<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	<i>Codice documento</i> SS0413_F0.doc	<i>Rev</i> F0

2.0	19.0	19.0	38.0	38	0.0	0.0	0.0	95000.0	0.0	0.0	0.0
2.0	19.0	19.0	38.0	38	0.0	0.0	0.0	95000.0	0.0	0.0	0.0
2.0	19.0	19.0	38.0	38	0.0	0.0	0.0	95000.0	0.0	0.0	0.0
2.0	19.0	19.0	38.0	38	0.0	0.0	0.0	95000.0	0.0	0.0	0.0
2.0	19.0	19.0	38.0	38	0.0	0.0	0.0	95000.0	0.0	0.0	0.0
2.0	19.0	19.0	38.0	38	0.0	0.0	0.0	95000.0	0.0	0.0	0.0
2.0	19.0	19.0	38.0	38	0.0	0.0	0.0	95000.0	0.0	0.0	0.0
2.0	19.0	19.0	38.0	38	0.0	0.0	0.0	95000.0	0.0	0.0	0.0
2.0	19.0	19.0	38.0	38	0.0	0.0	0.0	95000.0	0.0	0.0	0.0

Carichi di progetto agenti sulla fondazione

Nr.	Nome combinazioni	Pressione normale di progetto (kN/m <sup>2</sup> )	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN)·m	Hx (kN)	Hy (kN)	Tipo
1	A1+M1+R1	0.00	180641.90	6397.27	62926.78	32455.55	450.00	Progetto
2	A1+M1+R1	0.00	180641.90	6397.27	62926.78	32455.55	450.00	Progetto
3	A1+M1+R1	0.00	179426.90	8287.27	55454.53	32455.55	450.00	Progetto
4	A1+M1+R1	0.00	179426.90	8287.27	55454.53	32455.55	450.00	Progetto
5	A1+M1+R1	0.00	179676.60	3866.02	60113.73	32353.94	450.00	Progetto
6	A1+M1+R1	0.00	179676.60	3866.02	60113.73	32353.94	450.00	Progetto
7	A1+M1+R1	0.00	178765.40	5283.52	54509.54	32353.94	450.00	Progetto
8	A1+M1+R1	0.00	178765.40	5283.52	54509.54	32353.94	450.00	Progetto
9	A1+M1+R1	0.00	179629.40	3866.02	49019.09	31638.44	450.00	Progetto
10	A1+M1+R1	0.00	179629.40	3866.02	49019.09	31638.44	450.00	Progetto
11	A1+M1+R1	0.00	178718.10	5283.52	43414.90	31638.44	450.00	Progetto
12	A1+M1+R1	0.00	178718.10	5283.52	43414.90	31638.44	450.00	Progetto

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef. Rid. Ca pacità portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	1	1.1

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		<i>Codice documento</i> SS0413_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

2	No	1	1	1	1	1	1	1	1.1
3	No	1	1	1	1	1	1	1	1.1
4	No	1	1	1	1	1	1	1	1.1
5	No	1	1	1	1	1	1	1	1.1
6	No	1	1	1	1	1	1	1	1.1
7	No	1	1	1	1	1	1	1	1.1
8	No	1	1	1	1	1	1	1	1.1
9	No	1	1	1	1	1	1	1	1.1
10	No	1	1	1	1	1	1	1	1.1
11	No	1	1	1	1	1	1	1	1.1
12	No	1	1	1	1	1	1	1	1.1

**CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...A1+M1+R1**

Autore: Brinch - Hansen 1970

Carico limite 10846.94 kN/m<sup>2</sup>  
Resistenza di progetto[Rd] 10846.94 kN/m<sup>2</sup>  
Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

**COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)**

Costante di Winkler 433877.4 kN/m<sup>3</sup>

**A1+M1+R1**

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

=====

Fattore [Nq] 48.93  
Fattore [Nc] 61.35  
Fattore [Ng] 74.9  
Fattore forma [Sc] 1.0  
Fattore profondità [Dc] 1.06  
Fattore inclinazione carichi [Ic] 0.66  
Fattore inclinazione pendio [Gc] 1.0

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		<i>Codice documento</i> SS0413_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.0
Fattore profondità [Dq]	1.04
Fattore inclinazione carichi [Iq]	0.67
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	0.55
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

=====

Carico limite	10895.63 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	10895.63 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]                      Verificata

=====

**A1+M1+R1**

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

=====

Fattore [Nq]	48.93
Fattore [Nc]	61.35
Fattore [Ng]	74.9
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore profondità [Dc]	1.06
Fattore inclinazione carichi [Ic]	0.66
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		<i>Codice documento</i> SS0413_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						

Fattore forma [Sq]	1.0
Fattore profondità [Dq]	1.04
Fattore inclinazione carichi [Iq]	0.67
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	0.55
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

=====

Carico limite	10895.63 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	10895.63 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]                      Verificata

=====

**A1+M1+R1**

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

=====

Fattore [Nq]	48.93
Fattore [Nc]	61.35
Fattore [Ng]	74.9
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore profondità [Dc]	1.06
Fattore inclinazione carichi [Ic]	0.66
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.0

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		<i>Codice documento</i> SS0413_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						

Fattore profondità [Dq]	1.04
Fattore inclinazione carichi [Iq]	0.67
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	0.55
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

=====

Carico limite	10850.66 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	10850.66 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]                      Verificata


=====

**A1+M1+R1**

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

=====

Fattore [Nq]	48.93
Fattore [Nc]	61.35
Fattore [Ng]	74.9
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore profondità [Dc]	1.06
Fattore inclinazione carichi [Ic]	0.66
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.0
Fattore profondità [Dq]	1.04

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		<i>Codice documento</i> SS0413_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						

Fattore inclinazione carichi [Iq]	0.67
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ilg]	0.55
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

=====

Carico limite	10850.66 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	10850.66 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]                      Verificata

=====

**A1+M1+R1**

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

=====

Fattore [Nq]	48.93
Fattore [Nc]	61.35
Fattore [Ng]	74.9
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore profondità [Dc]	1.06
Fattore inclinazione carichi [Ic]	0.66
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.0
Fattore profondità [Dq]	1.04
Fattore inclinazione carichi [Iq]	0.67

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		<i>Codice documento</i> SS0413_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						

Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [lg]	0.55
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

=====

Carico limite	10880.85 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	10880.85 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]                      Verificata

=====

**A1+M1+R1**

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

=====

Fattore [Nq]	48.93
Fattore [Nc]	61.35
Fattore [Ng]	74.9
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore profondità [Dc]	1.06
Fattore inclinazione carichi [lc]	0.66
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.0
Fattore profondità [Dq]	1.04
Fattore inclinazione carichi [lq]	0.67
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		<i>Codice documento</i> SS0413_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						

Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [lg]	0.55
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

=====

Carico limite	10880.85 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	10880.85 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]                      Verificata

=====

**A1+M1+R1**

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

=====

Fattore [Nq]	48.93
Fattore [Nc]	61.35
Fattore [Ng]	74.9
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore profondità [Dc]	1.06
Fattore inclinazione carichi [lc]	0.66
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.0
Fattore profondità [Dq]	1.04
Fattore inclinazione carichi [lq]	0.67
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		<i>Codice documento</i> SS0413_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [lg]	0.55
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

=====

Carico limite	10846.94 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	10846.94 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]                      Verificata

=====

**A1+M1+R1**

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

=====

Fattore [Nq]	48.93
Fattore [Nc]	61.35
Fattore [Ng]	74.9
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore profondità [Dc]	1.06
Fattore inclinazione carichi [lc]	0.66
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.0
Fattore profondità [Dq]	1.04
Fattore inclinazione carichi [lq]	0.67
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		<i>Codice documento</i> SS0413_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [lg]	0.55
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

=====

Carico limite	10846.94 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	10846.94 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]                      Verificata

=====

**A1+M1+R1**

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

=====

Fattore [Nq]	48.93
Fattore [Nc]	61.35
Fattore [Ng]	74.9
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore profondità [Dc]	1.06
Fattore inclinazione carichi [lc]	0.67
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.0
Fattore profondità [Dq]	1.04
Fattore inclinazione carichi [lq]	0.67
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		<i>Codice documento</i> SS0413_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [lg]	0.56
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

=====

Carico limite	11027.07 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	11027.07 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]                      Verificata

=====

**A1+M1+R1**

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

=====

Fattore [Nq]	48.93
Fattore [Nc]	61.35
Fattore [Ng]	74.9
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore profondità [Dc]	1.06
Fattore inclinazione carichi [lc]	0.67
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.0
Fattore profondità [Dq]	1.04
Fattore inclinazione carichi [lq]	0.67
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore profondità [Dg]	1.0

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		<i>Codice documento</i> SS0413_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Fattore inclinazione carichi [lg]	0.56
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

=====

Carico limite	11027.07 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	11027.07 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]                      Verificata

=====

**A1+M1+R1**

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

=====

Fattore [Nq]	48.93
Fattore [Nc]	61.35
Fattore [Ng]	74.9
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore profondità [Dc]	1.06
Fattore inclinazione carichi [lc]	0.67
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.0
Fattore profondità [Dq]	1.04
Fattore inclinazione carichi [lq]	0.67
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [lg]	0.56

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		<i>Codice documento</i> SS0413_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						

Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

=====

Carico limite	10993.59 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	10993.59 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]                      Verificata

=====

**A1+M1+R1**

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

=====

Fattore [Nq]	48.93
Fattore [Nc]	61.35
Fattore [Ng]	74.9
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore profondità [Dc]	1.06
Fattore inclinazione carichi [Ic]	0.67
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.0
Fattore profondità [Dq]	1.04
Fattore inclinazione carichi [Iq]	0.67
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	0.56
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
		<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	<i>Codice documento</i> SS0413_F0.doc	<i>Rev</i> F0

2.0	19.0	19.0	32.0	32	0.0	0.0	0.0	95000.0	0.0	0.0	0.0
2.0	19.0	19.0	32.0	32	0.0	0.0	0.0	95000.0	0.0	0.0	0.0
2.0	19.0	19.0	32.0	32	0.0	0.0	0.0	95000.0	0.0	0.0	0.0
2.0	19.0	19.0	32.0	32	0.0	0.0	0.0	95000.0	0.0	0.0	0.0
2.0	19.0	19.0	32.0	32	0.0	0.0	0.0	95000.0	0.0	0.0	0.0
2.0	19.0	19.0	32.0	32	0.0	0.0	0.0	95000.0	0.0	0.0	0.0

Carichi di progetto agenti sulla fondazione

Nr.	Nome combinazioni	Pressione normale di progetto (kN/m <sup>2</sup> )	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN)·m	Hx (kN)	Hy (kN)	Tipo
1	A2+M2+R2	0.00	150901.60	5008.05	31544.66	29261.02	390.00	Progetto
2	A2+M2+R2	0.00	150901.60	5008.05	31544.66	29261.02	390.00	Progetto
3	A2+M2+R2	0.00	149866.60	6618.05	25179.41	29261.02	390.00	Progetto
4	A2+M2+R2	0.00	149866.60	6618.05	25179.41	29261.02	390.00	Progetto
5	A2+M2+R2	0.00	150079.30	2851.80	24776.45	28709.37	390.00	Progetto
6	A2+M2+R2	0.00	150079.30	2851.80	24776.45	28709.37	390.00	Progetto
7	A2+M2+R2	0.00	149303.10	4059.30	20002.51	28709.37	390.00	Progetto
8	A2+M2+R2	0.00	149303.10	4059.30	20002.51	28709.37	390.00	Progetto
9	A2+M2+R2	0.00	150039.10	2851.80	15325.46	28099.87	390.00	Progetto
10	A2+M2+R2	0.00	150039.10	2851.80	15325.46	28099.87	390.00	Progetto
11	A2+M2+R2	0.00	149262.80	4059.30	10551.52	28099.87	390.00	Progetto
12	A2+M2+R2	0.00	149262.80	4059.30	10551.52	28099.87	390.00	Progetto

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef. Rid. Capacità portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	1.8	1.1
2	No	1	1	1	1	1	1.8	1.1

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		<i>Codice documento</i> SS0413_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

3	No	1	1	1	1	1	1.8	1.1
4	No	1	1	1	1	1	1.8	1.1
5	No	1	1	1	1	1	1.8	1.1
6	No	1	1	1	1	1	1.8	1.1
7	No	1	1	1	1	1	1.8	1.1
8	No	1	1	1	1	1	1.8	1.1
9	No	1	1	1	1	1	1.8	1.1
10	No	1	1	1	1	1	1.8	1.1
11	No	1	1	1	1	1	1.8	1.1
12	No	1	1	1	1	1	1.8	1.1

**CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...A2+M2+R2**

Autore: Brinch - Hansen 1970

Carico limite 4054.24 kN/m<sup>2</sup>  
Resistenza di progetto[Rd] 2252.36 kN/m<sup>2</sup>  
Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

**COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)**

Costante di Winkler 162169.5 kN/m<sup>3</sup>

**A2+M2+R2**

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

=====

Fattore [Nq] 23.18  
Fattore [Nc] 35.49  
Fattore [Ng] 27.72  
Fattore forma [Sc] 1.0  
Fattore profondità [Dc] 1.06  
Fattore inclinazione carichi [Ic] 0.63  
Fattore inclinazione pendio [Gc] 1.0  
Fattore inclinazione base [Bc] 1.0



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		<i>Codice documento</i> SS0413_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						

Fattore forma [Sq]	1.0
Fattore profondità [Dq]	1.04
Fattore inclinazione carichi [Iq]	0.65
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	0.52
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

=====

Carico limite	4072.71 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	2262.62 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]                      Verificata

=====

**A2+M2+R2**

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

=====

Fattore [Nq]	23.18
Fattore [Nc]	35.49
Fattore [Ng]	27.72
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore profondità [Dc]	1.06
Fattore inclinazione carichi [Ic]	0.63
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.0

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		<i>Codice documento</i> SS0413_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						

Fattore profondità [Dq]	1.04
Fattore inclinazione carichi [Iq]	0.65
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	0.52
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

=====

Carico limite	4072.71 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	2262.62 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]                      Verificata

=====

**A2+M2+R2**

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

=====

Fattore [Nq]	23.18
Fattore [Nc]	35.49
Fattore [Ng]	27.72
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore profondità [Dc]	1.06
Fattore inclinazione carichi [Ic]	0.63
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.0
Fattore profondità [Dq]	1.04

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		<i>Codice documento</i> SS0413_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						

Fattore inclinazione carichi [Iq]	0.64
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ilg]	0.52
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

=====

Carico limite	4054.24 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	2252.36 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]                      Verificata

=====

**A2+M2+R2**

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

=====

Fattore [Nq]	23.18
Fattore [Nc]	35.49
Fattore [Ng]	27.72
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore profondità [Dc]	1.06
Fattore inclinazione carichi [Ic]	0.63
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.0
Fattore profondità [Dq]	1.04
Fattore inclinazione carichi [Iq]	0.64

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		<i>Codice documento</i> SS0413_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						

Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [lg]	0.52
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

=====

Carico limite	4054.24 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	2252.36 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]                      Verificata

=====

**A2+M2+R2**

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

=====

Fattore [Nq]	23.18
Fattore [Nc]	35.49
Fattore [Ng]	27.72
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore profondità [Dc]	1.06
Fattore inclinazione carichi [lc]	0.63
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.0
Fattore profondità [Dq]	1.04
Fattore inclinazione carichi [lq]	0.65
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		<i>Codice documento</i> SS0413_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						

Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [lg]	0.53
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

=====

Carico limite	4108.92 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	2282.74 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]                      Verificata

=====

**A2+M2+R2**

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

=====

Fattore [Nq]	23.18
Fattore [Nc]	35.49
Fattore [Ng]	27.72
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore profondità [Dc]	1.06
Fattore inclinazione carichi [lc]	0.63
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.0
Fattore profondità [Dq]	1.04
Fattore inclinazione carichi [lq]	0.65
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		<i>Codice documento</i> SS0413_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [lg]	0.53
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

=====

Carico limite	4108.92 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	2282.74 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]                      Verificata

=====

**A2+M2+R2**

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

=====

Fattore [Nq]	23.18
Fattore [Nc]	35.49
Fattore [Ng]	27.72
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore profondità [Dc]	1.06
Fattore inclinazione carichi [lc]	0.63
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.0
Fattore profondità [Dq]	1.04
Fattore inclinazione carichi [lq]	0.65
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		<i>Codice documento</i> SS0413_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [lg]	0.53
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

=====

Carico limite	4095.12 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	2275.07 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]                      Verificata

=====

**A2+M2+R2**

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

=====

Fattore [Nq]	23.18
Fattore [Nc]	35.49
Fattore [Ng]	27.72
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore profondità [Dc]	1.06
Fattore inclinazione carichi [lc]	0.63
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.0
Fattore profondità [Dq]	1.04
Fattore inclinazione carichi [lq]	0.65
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore profondità [Dg]	1.0

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		<i>Codice documento</i> SS0413_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						

Fattore inclinazione carichi [lg]	0.53
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

=====

Carico limite	4095.12 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	2275.07 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]                      Verificata

=====

**A2+M2+R2**

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

=====

Fattore [Nq]	23.18
Fattore [Nc]	35.49
Fattore [Ng]	27.72
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore profondità [Dc]	1.06
Fattore inclinazione carichi [lc]	0.64
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.0
Fattore profondità [Dq]	1.04
Fattore inclinazione carichi [lq]	0.66
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [lg]	0.54



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		<i>Codice documento</i> SS0413_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						

Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

=====

Carico limite	4164.94 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	2313.85 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]                      Verificata

=====

**A2+M2+R2**

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

=====

Fattore [Nq]	23.18
Fattore [Nc]	35.49
Fattore [Ng]	27.72
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore profondità [Dc]	1.06
Fattore inclinazione carichi [Ic]	0.64
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.0
Fattore profondità [Dq]	1.04
Fattore inclinazione carichi [Iq]	0.66
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	0.54
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		<i>Codice documento</i> SS0413_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

=====

Carico limite	4164.94 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	2313.85 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]                      Verificata

=====

**A2+M2+R2**

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

=====

Fattore [Nq]	23.18
Fattore [Nc]	35.49
Fattore [Ng]	27.72
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore profondità [Dc]	1.06
Fattore inclinazione carichi [Ic]	0.64
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.0
Fattore profondità [Dq]	1.04
Fattore inclinazione carichi [Iq]	0.65
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	0.53
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		<i>Codice documento</i> SS0413_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						

Fattore correzione sismico inerziale [zq]                      1.0

Fattore correzione sismico inerziale [zg]                      1.0

Fattore correzione sismico inerziale [zc]                      1.0

=====

Carico limite    4151.29 kN/m<sup>2</sup>

Resistenza di progetto    2306.27 kN/m<sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]                                  Verificata

=====

**A2+M2+R2**

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

=====

Fattore [Nq]    23.18

Fattore [Nc]    35.49

Fattore [Ng]    27.72

Fattore forma [Sc]    1.0

Fattore profondità [Dc]    1.06

Fattore inclinazione carichi [Ic]                                    0.64

Fattore inclinazione pendio [Gc]                                    1.0

Fattore inclinazione base [Bc]                                      1.0

Fattore forma [Sq]    1.0

Fattore profondità [Dq]    1.04

Fattore inclinazione carichi [Iq]                                    0.65

Fattore inclinazione pendio [Gq]                                    1.0

Fattore inclinazione base [Bq]                                      1.0

Fattore forma [Sg]    1.0

Fattore profondità [Dg]    1.0

Fattore inclinazione carichi [Ig]                                    0.53

Fattore inclinazione pendio [Gg]                                    1.0

Fattore inclinazione base [Bg]                                      1.0

Fattore correzione sismico inerziale [zq]                        1.0

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0413_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Fattore correzione sismico inerziale [zg]                      1.0

Fattore correzione sismico inerziale [zc]                      1.0

=====

Carico limite    4151.29 kN/m<sup>2</sup>

Resistenza di progetto    2306.27 kN/m<sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]                                  Verificata

=====

Carichi di progetto agenti sulla fondazione

Nr.	Nome combinazioni e	Pressione normale di progetto (kN/m <sup>2</sup> )	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN)·m	Hx (kN)	Hy (kN)	Tipo
1	SISMA+M2+ R2	0.00	122852.20	-132045.30	502043.30	66938.24	16464.30	Progetto
2	SISMA+M2+ R2	0.00	122852.20	136460.40	502043.30	66938.24	-16464.30	Progetto
3	SISMA+M2+ R2	0.00	138476.50	136589.40	476173.30	66938.24	-16464.30	Progetto
4	SISMA+M2+ R2	0.00	138476.50	-131916.30	476173.30	66938.24	16464.30	Progetto
5	SISMA+M2+ R2	0.00	104623.90	-132195.70	216854.50	28381.54	16464.30	Progetto
6	SISMA+M2+ R2	0.00	104623.90	136309.90	216854.50	28381.54	-16464.30	Progetto
7	SISMA+M2+ R2	0.00	156704.90	-131765.80	130620.90	28381.54	16464.30	Progetto
8	SISMA+M2+ R2	0.00	156704.90	136739.80	130620.90	28381.54	-16464.30	Progetto

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
		<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	<i>Codice documento</i> SS0413_F0.doc	<i>Rev</i> F0

9	SISMA+M2+ R2	0.00	122852.20	-445301.90	186672.70	28381.54	54881.00	Progetto
10	SISMA+M2+ R2	0.00	138476.50	-445172.90	160802.60	28381.54	54881.00	Progetto
11	SISMA+M2+ R2	0.00	122852.20	449717.00	186672.70	28381.54	-54881.00	Progetto
12	SISMA+M2+ R2	0.00	138476.50	449846.00	160802.60	28381.54	-54881.00	Progetto

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef.Rid.Ca pacità portante orizzontale
1	Si	1	1	1	1	1	1.8	1.1
2	Si	1	1	1	1	1	1.8	1.1
3	Si	1	1	1	1	1	1.8	1.1
4	Si	1	1	1	1	1	1.8	1.1
5	Si	1	1	1	1	1	1.8	1.1
6	Si	1	1	1	1	1	1.8	1.1
7	Si	1	1	1	1	1	1.8	1.1
8	Si	1	1	1	1	1	1.8	1.1
9	Si	1	1	1	1	1	1.8	1.1
10	Si	1	1	1	1	1	1.8	1.1
11	Si	1	1	1	1	1	1.8	1.1
12	Si	1	1	1	1	1	1.8	1.1

CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...SISMA+M2+R2

Autore: Brinch - Hansen 1970

Carico limite 859.1 kN/m<sup>2</sup>  
Resistenza di progetto[Rd] 477.28 kN/m<sup>2</sup>  
Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		<i>Codice documento</i> SS0413_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler 34364.08 kN/m<sup>3</sup>

**SISMA+M2+R2**

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

=====

Fattore [Nq]	23.18
Fattore [Nc]	35.49
Fattore [Ng]	27.72
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore profondità [Dc]	1.06
Fattore inclinazione carichi [Ic]	0.2
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.0
Fattore profondità [Dq]	1.04
Fattore inclinazione carichi [Iq]	0.24
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	0.09
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	0.93
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0.93
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	0.96

=====

Carico limite	859.1 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	477.28 kN/m <sup>2</sup>

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		<i>Codice documento</i> SS0413_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						

Condizione di verifica [Ed<=Rd]                      Verificata

=====

**SISMA+M2+R2**

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

=====

Fattore [Nq]	23.18
Fattore [Nc]	35.49
Fattore [Ng]	27.72
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore profondità [Dc]	1.06
Fattore inclinazione carichi [Ic]	0.2
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.0
Fattore profondità [Dq]	1.04
Fattore inclinazione carichi [Iq]	0.24
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	0.09
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	0.93
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0.93
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	0.96

=====

Carico limite	859.1 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	477.28 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]                      Verificata

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		<i>Codice documento</i> SS0413_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

=====

**SISMA+M2+R2**

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

=====

Fattore [Nq]	23.18
Fattore [Nc]	35.49
Fattore [Ng]	27.72
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore profondità [Dc]	1.06
Fattore inclinazione carichi [Ic]	0.26
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.0
Fattore profondità [Dq]	1.04
Fattore inclinazione carichi [Iq]	0.29
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	0.14
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	0.93
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0.93
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	0.96

=====

Carico limite	1172.06 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	651.14 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]                      Verificata

=====



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		<i>Codice documento</i> SS0413_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						

### SISMA+M2+R2

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

=====

Fattore [Nq]	23.18
Fattore [Nc]	35.49
Fattore [Ng]	27.72
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore profondità [Dc]	1.06
Fattore inclinazione carichi [Ic]	0.26
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.0
Fattore profondità [Dq]	1.04
Fattore inclinazione carichi [Iq]	0.29
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	0.14
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	0.93
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0.93
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	0.96

=====

Carico limite	1172.06 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	651.14 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]                      Verificata

=====

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		<i>Codice documento</i> SS0413_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						

**SISMA+M2+R2**

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

=====

Fattore [Nq]	23.18
Fattore [Nc]	35.49
Fattore [Ng]	27.72
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore profondità [Dc]	1.06
Fattore inclinazione carichi [Ic]	0.51
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.0
Fattore profondità [Dq]	1.04
Fattore inclinazione carichi [Iq]	0.53
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	0.39
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	0.93
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0.93
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	0.96

=====

Carico limite	2870.31 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	1594.62 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]                      Verificata

=====

**SISMA+M2+R2**

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0413_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

=====

Fattore [Nq]	23.18
Fattore [Nc]	35.49
Fattore [Ng]	27.72
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore profondità [Dc]	1.06
Fattore inclinazione carichi [Ic]	0.51
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.0
Fattore profondità [Dq]	1.04
Fattore inclinazione carichi [Iq]	0.53
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	0.39
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	0.93
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0.93
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	0.96

=====

Carico limite	2870.31 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	1594.62 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]                      Verificata

=====

**SISMA+M2+R2**

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		<i>Codice documento</i> SS0413_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

=====

Fattore [Nq]	23.18
Fattore [Nc]	35.49
Fattore [Ng]	27.72
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore profondità [Dc]	1.06
Fattore inclinazione carichi [Ic]	0.65
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.0
Fattore profondità [Dq]	1.04
Fattore inclinazione carichi [Iq]	0.67
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	0.55
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	0.93
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0.93
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	0.96

=====

Carico limite	3940.82 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	2189.34 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]                      Verificata

=====

**SISMA+M2+R2**

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		<i>Codice documento</i> SS0413_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						

=====

Fattore [Nq]	23.18
Fattore [Nc]	35.49
Fattore [Ng]	27.72
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore profondità [Dc]	1.06
Fattore inclinazione carichi [Ic]	0.65
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.0
Fattore profondità [Dq]	1.04
Fattore inclinazione carichi [Iq]	0.67
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	0.55
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	0.93
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0.93
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	0.96

=====

Carico limite	3940.82 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	2189.34 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]                      Verificata

=====

**SISMA+M2+R2**

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

=====

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		<i>Codice documento</i> SS0413_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						

Fattore [Nq]	23.18
Fattore [Nc]	35.49
Fattore [Ng]	27.72
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore profondità [Dc]	1.06
Fattore inclinazione carichi [Ic]	0.57
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.0
Fattore profondità [Dq]	1.04
Fattore inclinazione carichi [Iq]	0.59
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	0.45
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	0.93
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0.93
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	0.96

=====

Carico limite	3319.55 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	1844.19 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]                      Verificata

=====

**SISMA+M2+R2**

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

=====

Fattore [Nq]	23.18
--------------	-------

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		<i>Codice documento</i> SS0413_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Fattore [Nc]	35.49
Fattore [Ng]	27.72
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore profondità [Dc]	1.06
Fattore inclinazione carichi [Ic]	0.61
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.0
Fattore profondità [Dq]	1.04
Fattore inclinazione carichi [Iq]	0.63
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	0.5
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	0.93
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0.93
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	0.96

=====

Carico limite	3634.92 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	2019.4 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]                      Verificata

=====

**SISMA+M2+R2**

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

=====

Fattore [Nq]	23.18
Fattore [Nc]	35.49

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		<i>Codice documento</i> SS0413_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						

Fattore [Ng]	27.72
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore profondità [Dc]	1.06
Fattore inclinazione carichi [Ic]	0.57
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.0
Fattore profondità [Dq]	1.04
Fattore inclinazione carichi [Iq]	0.59
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	0.45
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	0.93
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0.93
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	0.96

=====

Carico limite	3319.55 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	1844.19 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]                      Verificata

=====

**SISMA+M2+R2**

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

=====

Fattore [Nq]	23.18
Fattore [Nc]	35.49
Fattore [Ng]	27.72



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		<i>Codice documento</i> SS0413_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						

Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore profondità [Dc]	1.06
Fattore inclinazione carichi [Ic]	0.61
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.0
Fattore profondità [Dq]	1.04
Fattore inclinazione carichi [Iq]	0.63
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	0.5
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	0.93
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0.93
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	0.96

=====

Carico limite	3634.92 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	2019.4 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]                      Verificata

=====

**CEDIMENTI PER OGNI STRATO**



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0413_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

24	47	0	0	Schmertmann	0	--	0
25	49	0	0	Schmertmann	0	--	0
26	51	0	0	Schmertmann	0	--	0