

PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA



PROGETTO DEFINITIVO

EUROLINK S.C.p.A.

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

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

<i>Unità Funzionale</i>	COLLEGAMENTI SICILIA	SS0744_F0
<i>Tipo di sistema</i>	INFRASTRUTTURE STRADALI OPERE CIVILI	
<i>Raggruppamento di opere/attività</i>	SVINCOLO CURCURACI	
<i>Opera - tratto d'opera - parte d'opera</i>	FIUMARA - CURCURACI	
<i>Titolo del documento</i>	RELAZIONE GEOTECNICA	

CODICE	C G 0 7 0 0 P R B D S S C C 5 0 0 0 0 0 0 0 0 1 F0
--------	--

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

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

INDICE

INDICE	3
PREMESSA.....	5
1 RIFERIMENTI NORMATIVI	5
2 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	6
3 CARATTERISTICHE MATERIALI.....	7
3.1 Calcestruzzi (Secondo UNI 11104 - 2004).....	7
3.2 Acciaio per armature (Secondo NTC 2008 – D.M. 14/01/2008)	8
4 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA.....	9
4.1 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E UBICAZIONE DELLA STRUTTURA.....	9
4.2 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL LUOGO.....	10
4.2.1 Descrizione delle litologie	10
4.2.2 Indagini previste	10
4.2.3 Caratterizzazione geotecnica.....	11
4.2.4 Parametri principali assunti.....	33
4.3 CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITA' DEL LUOGO	34
4.3.1.1 Vita nominale	35
4.3.1.2 Classe d'uso	35
4.3.1.3 Periodo di riferimento per l'azione sismica	35
4.3.1.4 Parametri di progetto.....	36
4.3.1.5 Classificazione sismica del terreno	38
4.3.1.6 Spettro di risposta elastico in accelerazione.....	38
4.3.1.7 Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali	39
4.3.1.8 Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali	41
4.3.1.9 Spettro di progetto	42
4.4 ANALISI DEI CARICHI	43
4.4.1 Peso proprio strutturale	43
4.4.2 Permanenti non strutturali.....	43
4.4.3 Spinta delle terre	43
4.4.3.1 Schemi di carico delle spinte del terreno.....	45
4.4.4 Accidentali da traffico.....	47
5 ANALISI DELLE FONDAZIONI	52

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

5.1	COMBINAZIONE DELLE SOLLECITAZIONI.....	52
5.1.1	SLU GEO	52
5.1.2	SLE	53
5.2	ANALISI DEI CARICHI	53
5.2.1	SLU GEO	53
5.2.2	SLE	54
5.3	DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO.....	55
5.4.1.1	VERIFICHE SLE - CEDIMENTI	113
5.4.1.2	VALUTAZIONE DEI RISULTATI	138

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

PREMESSA

La presente relazione riguarda il tombamento della fiumara Curcuraci nel tratto in prossimità dello Svincolo denominato Curcuraci facente parte dei collegamenti lato Sicilia del ponte sullo stretto di Messina; tale opera prevede lo scatolamento della fiumara in oggetto per un tratto di sviluppo totale di circa 220 m sottopassando la rotonda 1 dello svincolo ed un tratto della rampa 5, andando a sostituire il letto attuale modificandone solo in piccola parte il tragitto; tale opera permette di mantenere la fiumara nella posizione naturale e di evitare quindi un cambiamento di percorso brusco.

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.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

2 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

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

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_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

Per pali gettati in opera

classe di resistenza	C25/30
modulo elastico	$E_c = 31.476 \text{ N/mm}^2$
resistenza caratteristica a compressione cilindrica	$f_{ck} = 25,00 \text{ N/mm}^2$
resistenza media a compressione cilindrica	$f_{cm} = 33,00 \text{ N/mm}^2$
resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = 14,17 \text{ N/mm}^2$
resistenza a trazione (valore medio)	$f_{ctm} = 2,56 \text{ N/mm}^2$
resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk} = 1,79 \text{ N/mm}^2$
resistenza caratteristica a trazione per flessione	$f_{ctk} = 2,15 \text{ N/mm}^2$
tensione a SLE – combinazione rara	$\sigma_c = 14,94 \text{ N/mm}^2$
tensione a SLE – combinazione quasi permanente	$\sigma_c = 11,20 \text{ N/mm}^2$
copriferro	$C = 60 \text{ mm}$
classe di esposizione	XC2
classe di consistenza slump	S4-S5
max dimensione aggregati	$D_{max} = 32 \text{ mm}$
rapporto A/C massimo	0,50

Fondazioni

classe di resistenza	C25/30
modulo elastico	$E_c = 31.476 \text{ N/mm}^2$
resistenza caratteristica a compressione cilindrica	$f_{ck} = 25,00 \text{ N/mm}^2$
resistenza media a compressione cilindrica	$f_{cm} = 33,00 \text{ N/mm}^2$
resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = 14,17 \text{ N/mm}^2$
resistenza a trazione (valore medio)	$f_{ctm} = 2,56 \text{ N/mm}^2$
resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk} = 1,79 \text{ N/mm}^2$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

resistenza caratteristica a trazione per flessione	$f_{cfk} =$	2,15	N/mm ²
tensione a SLE – combinazione rara	$\sigma_C =$	14,94	N/mm ²
tensione a SLE – combinazione quasi permanente	$\sigma_C =$	11,20	N/mm ²
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 (Secondo NTC 2008 – D.M. 14/01/2008)

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

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

4 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

4.1 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E UBICAZIONE DELLA STRUTTURA

La presente relazione di calcolo riguarda il tombamento della fiumara Curcuraci nel tratto in prossimità dello Svincolo denominato Curcuraci facente parte dei collegamenti lato Sicilia del ponte sullo stretto di Messina; tale opera prevede lo scatolamento della fiumara in oggetto per un tratto di sviluppo totale di circa 220 m sottopassando la rotonda 1 dello svincolo ed un tratto della rampa 5, andando a sostituire il letto attuale modificandone solo in piccola parte il tragitto; tale opera permette di mantenere la fiumara nella posizione naturale e di evitare quindi un cambiamento di percorso brusco.

L'opera in oggetto è costituita da una struttura scatolare basata su 2 file di pali di diametro 1.000 mm posti a passo 2.400 mm in corrispondenza dei bordi esterni dello scatolare stesso; alla quota di testa dei pali è prevista una soletta di base in calcestruzzo armato di spessore costante di 100 cm per una larghezza totale costante di 14,80 m. La quota di imposta della soletta di base è variabile lungo lo sviluppo e prevede anche degli sbalzi periodici per esigenze idrauliche.

Si eseguono fondazioni di tipo indiretto su pali, allo scopo di evitare cedimenti differenziali importanti; la soletta di base, infatti, risulta poggiata a tratti su terreno naturale consolidato ed a tratti su terreno riportato e l'orografia della zona risulta piuttosto complessa, con pendenze elevate e gradonature frequenti; inoltre i carichi agenti sulla struttura in oggetto risultano molto variabili tra i tratti in cui si incrocia la viabilità di svincolo ed i tratti in cui il sovraccarico da traffico è assente con scarsa presenza di ricoprimento di terreno. La presenza dei pali riduce quindi i detti cedimenti differenziali e di conseguenza i fenomeni fessurativi.

Dalla soletta di base, coassiali con i pali di fondazione, nascono i piedritti anch'essi in calcestruzzo armato di spessore pari a 100 cm di altezza tale da garantire un franco interno variabile da 3,00 m a 4,10 m.

Sopra ai piedritti è posizionata la soletta di copertura gettata in opera per uno spessore costante di 100 cm, sopra alla quale giace per gran parte dello sviluppo il rilevato stradale della rotonda 1 e della rampa 5. Per la realizzazione del tombamento si prevede di demolire i muri di contenimento esistenti della fiumara attuale per l'esecuzione dei pali di fondazione e delle elevazioni di nuova realizzazione. Si prevede infine un muro in calcestruzzo armato dello spessore di 100 cm per un tratto limitato con altezza media 3,00 m per il contenimento del rilevato stradale necessario per la realizzazione della rampa 5 dello svincolo Curcuraci.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

4.2 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL LUOGO

4.2.1 Descrizione delle litologie

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

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

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

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

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

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

La falda non risulta interferente con le opere.

4.2.2 Indagini previste

Data l'esiguità delle prove localmente presenti (S417, S418, SPPS03), si è scelto di tenere conto anche dei sondaggi della tratta che va dal Km 5+400 al Km 5+900 circa.

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

La categoria di suolo sismico, secondo N.T.C: 2008, risulta pari a **B** (sondaggio S417, S418).

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Le prove localmente utilizzate nella caratterizzazione sono:

Sabbie e ghiaie di Messina

- Prove di laboratorio per la determinazione delle caratteristiche fisiche (sondaggio S03)
- Prove granulometriche (sondaggi S417, S03)
- Prove SPT (sondaggi S417, S418)
- 1 prova Down hole (sondaggio S418)
- 5 prove pressiometriche (sondaggi S417, S418)
- 4 prove Le Franc (sondaggi S417 e S418)

Depositi alluvionali

- Prove per la determinazione delle caratteristiche fisiche (sondaggi S417)
- Prove SPT (sondaggi S417, S418)
- 1 prova Down hole (sondaggio S418)

4.2.3 Caratterizzazione geotecnica

Per i criteri e per gli aspetti generali di caratterizzazione si rimanda a quanto riportato nella relazione Elab. CG0800PRBDSSBC8G00000001B. Per la definizione delle categorie di suolo si rimanda al medesimo elaborato ed alla relazione sismica di riferimento.

Stratigrafia media	prof. (m)	γ (kN/m ³)	ϕ' (°)	c' (Kpa)	E'^* (MPa)	K (m/s)
Depositi alluvionali recenti	0 – 6	17-20	38-40	0	30 ÷ 70 / 40 ÷ 100 (0-10m)	10 ⁻⁴
Sabbie e Ghiaie di Messina	>6	18-19	38-40	0	$E' = (15-36) z^{0.62}$	10 ⁻⁴ -10 ⁻⁶
Falda	ASSENTE					

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

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Sabbie e Ghiaie di Messina

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

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

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

Per i parametri di resistenza si ha:

z(m)	Dr(%) Sabbie e ghiaie	ϕ'_p (pff=0-272KPa) (°)	ϕ'_{cv} (°)	K_0
5-15	60-80	41-42	33-35	0.4-0.45
>15	50-60	39-40	33-35	0.45

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

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

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

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

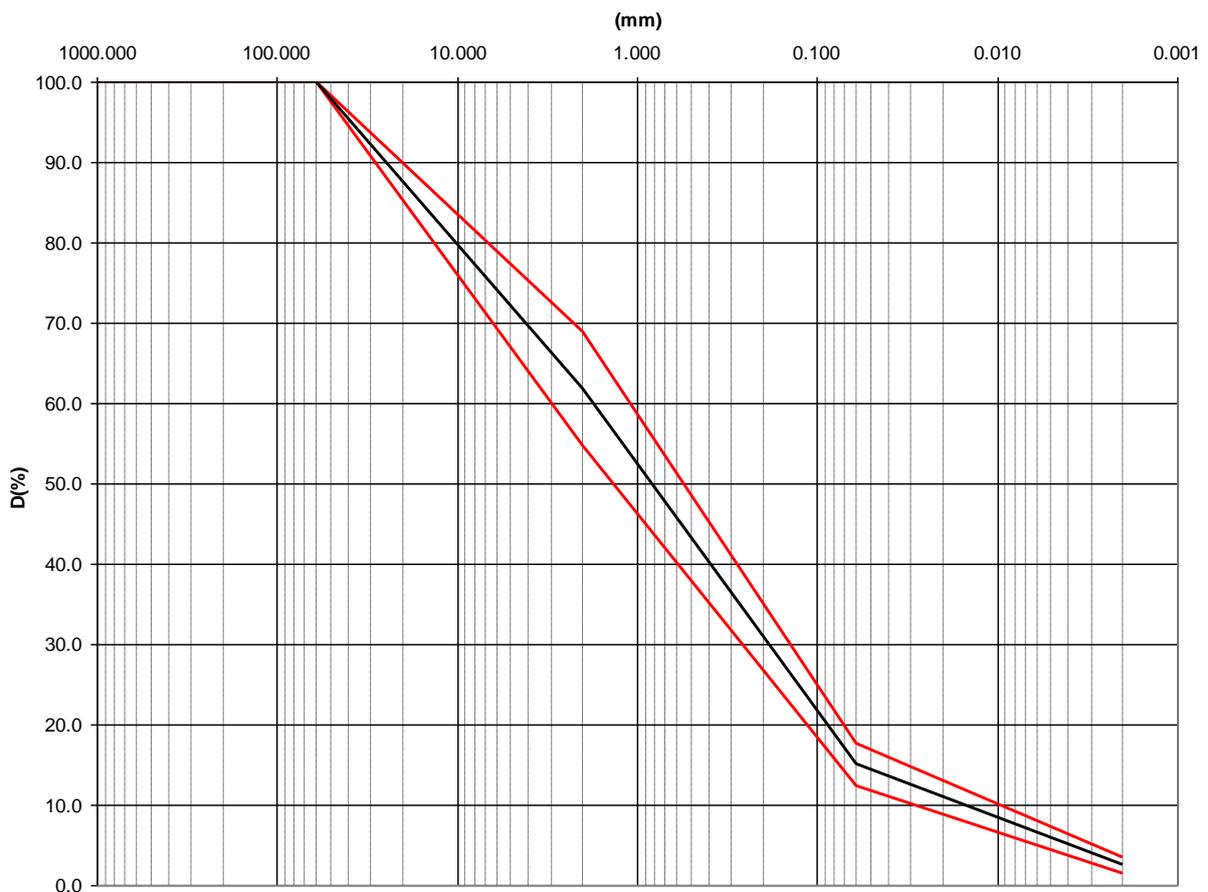
		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

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

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

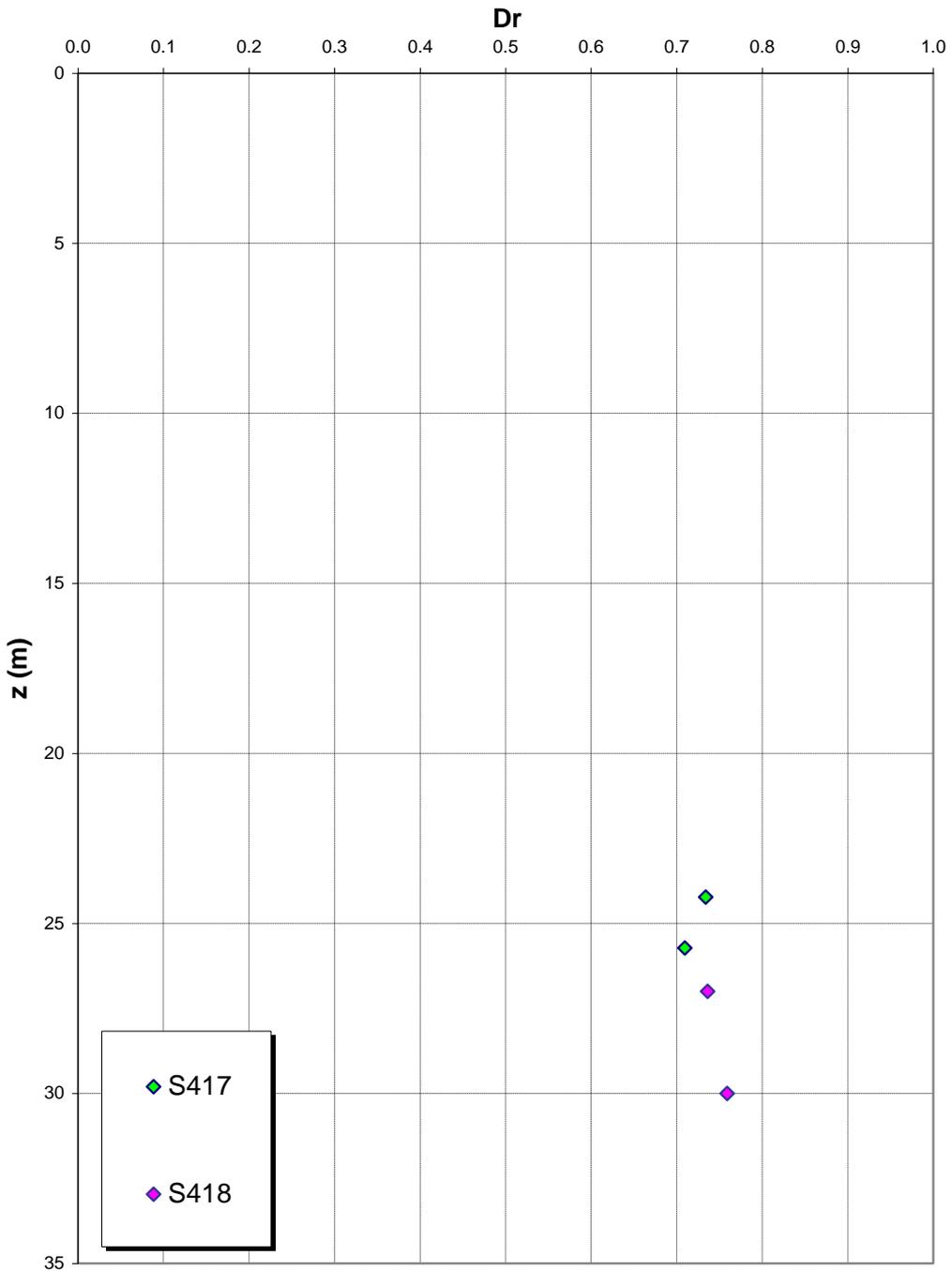
Le prove pressiometriche (nei sondaggi S417 e S418), che forniscono valori del ramo di carico, mostrano i valori più elevati (300-600MPa) tra 10m e 25m.

Sabbie e ghiaie di Messina

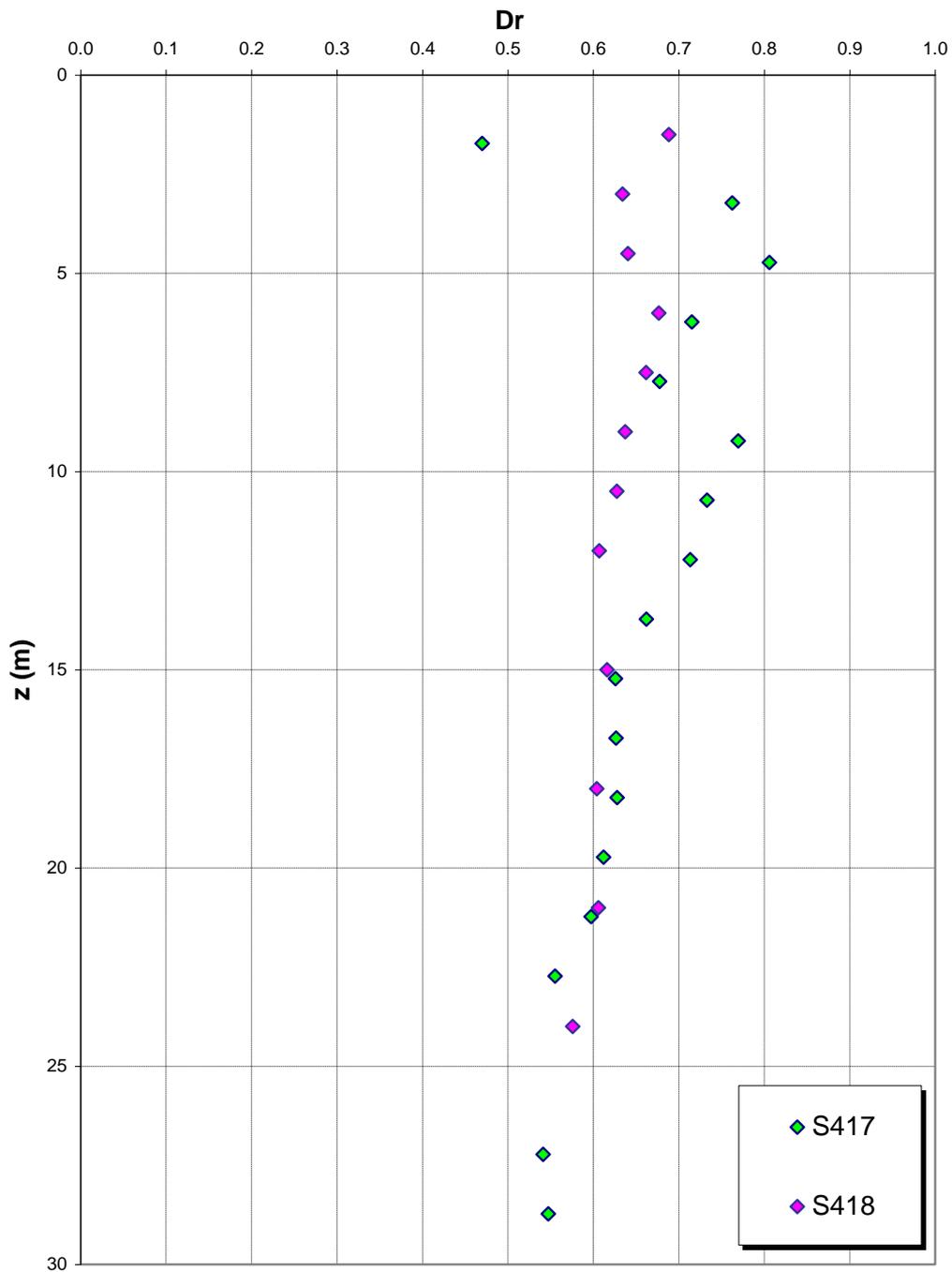


		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

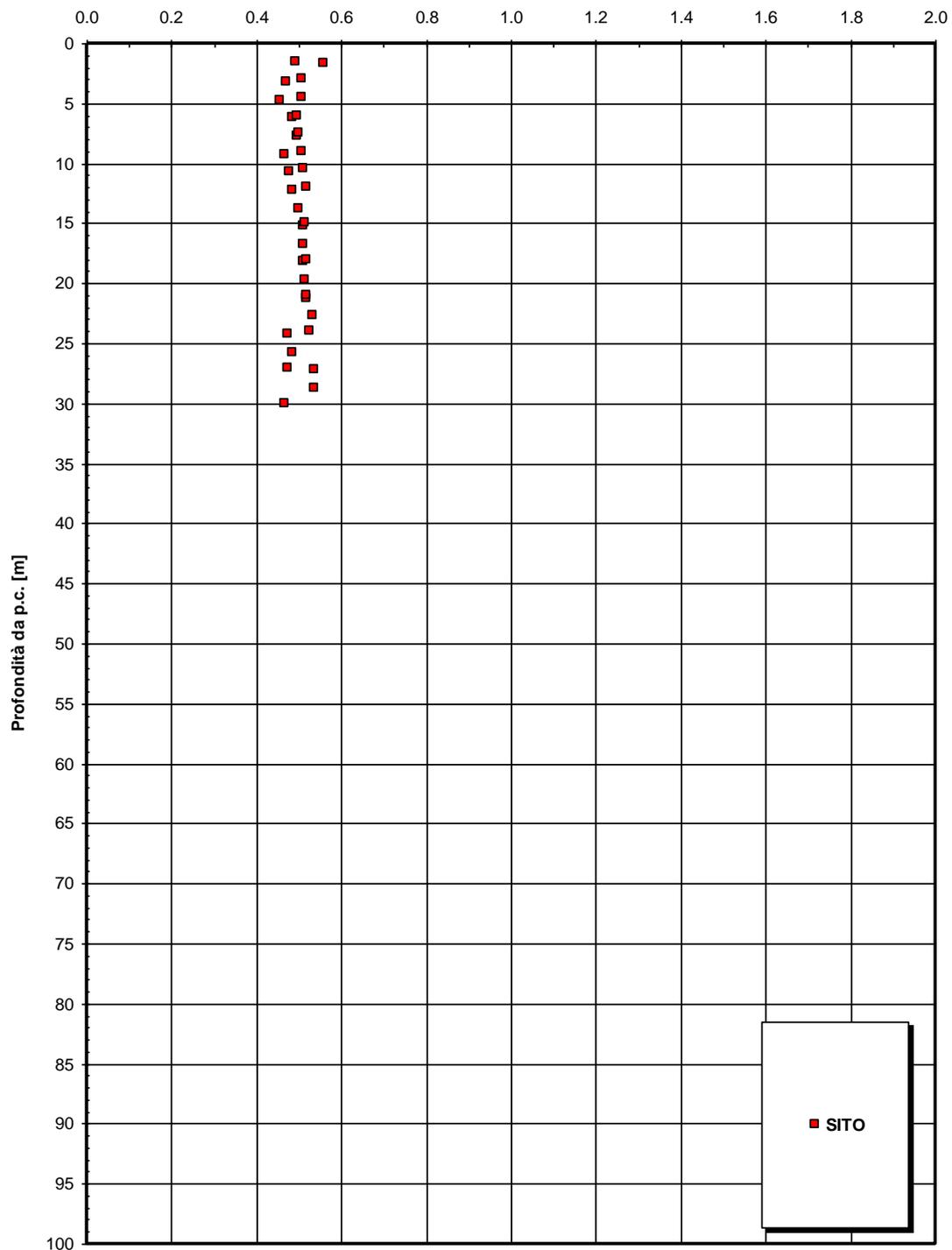
Dr Skempton (1986)
Componente sabbiosa prevalente
SABBIE E GHIAIE DI MESSINA

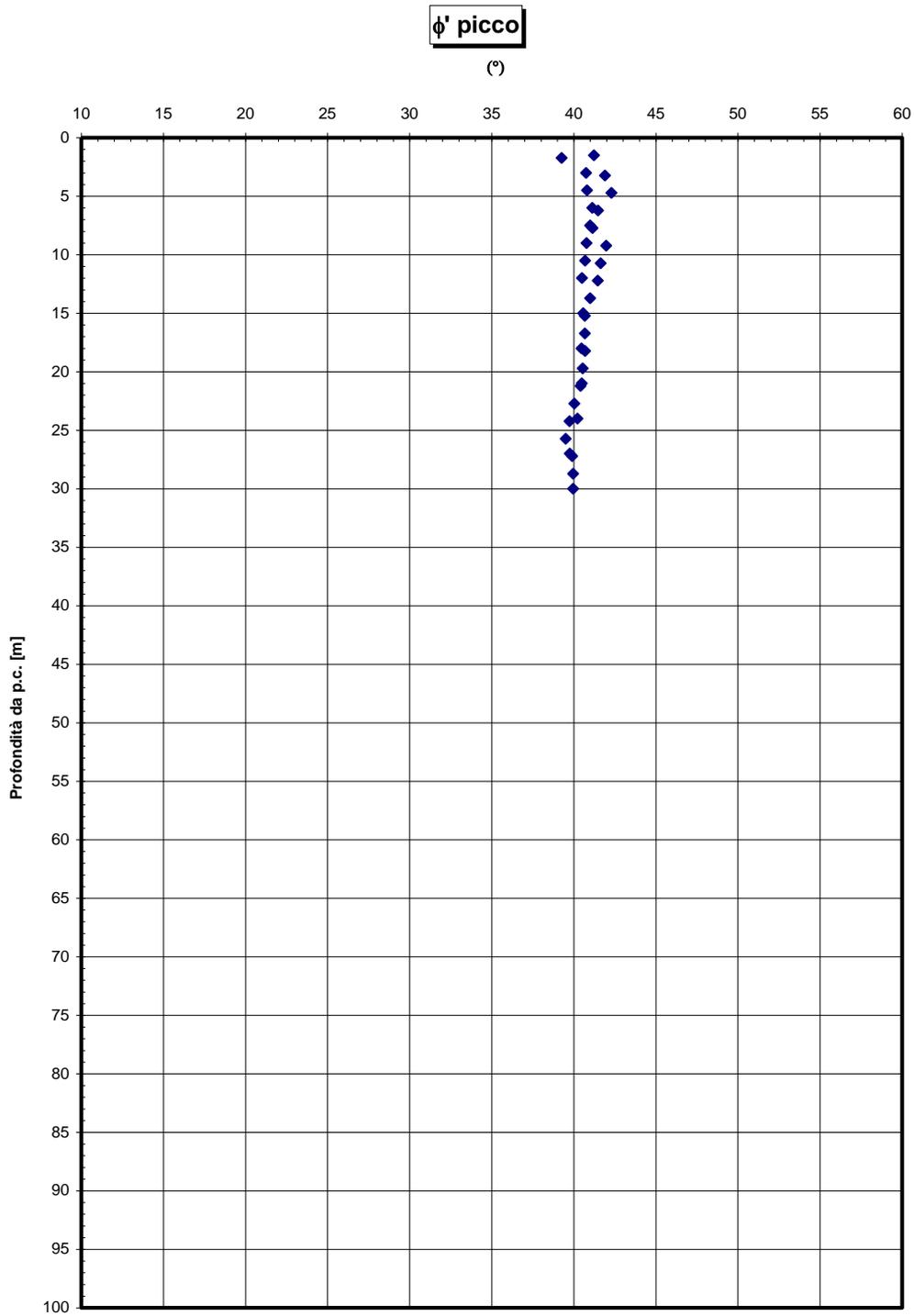


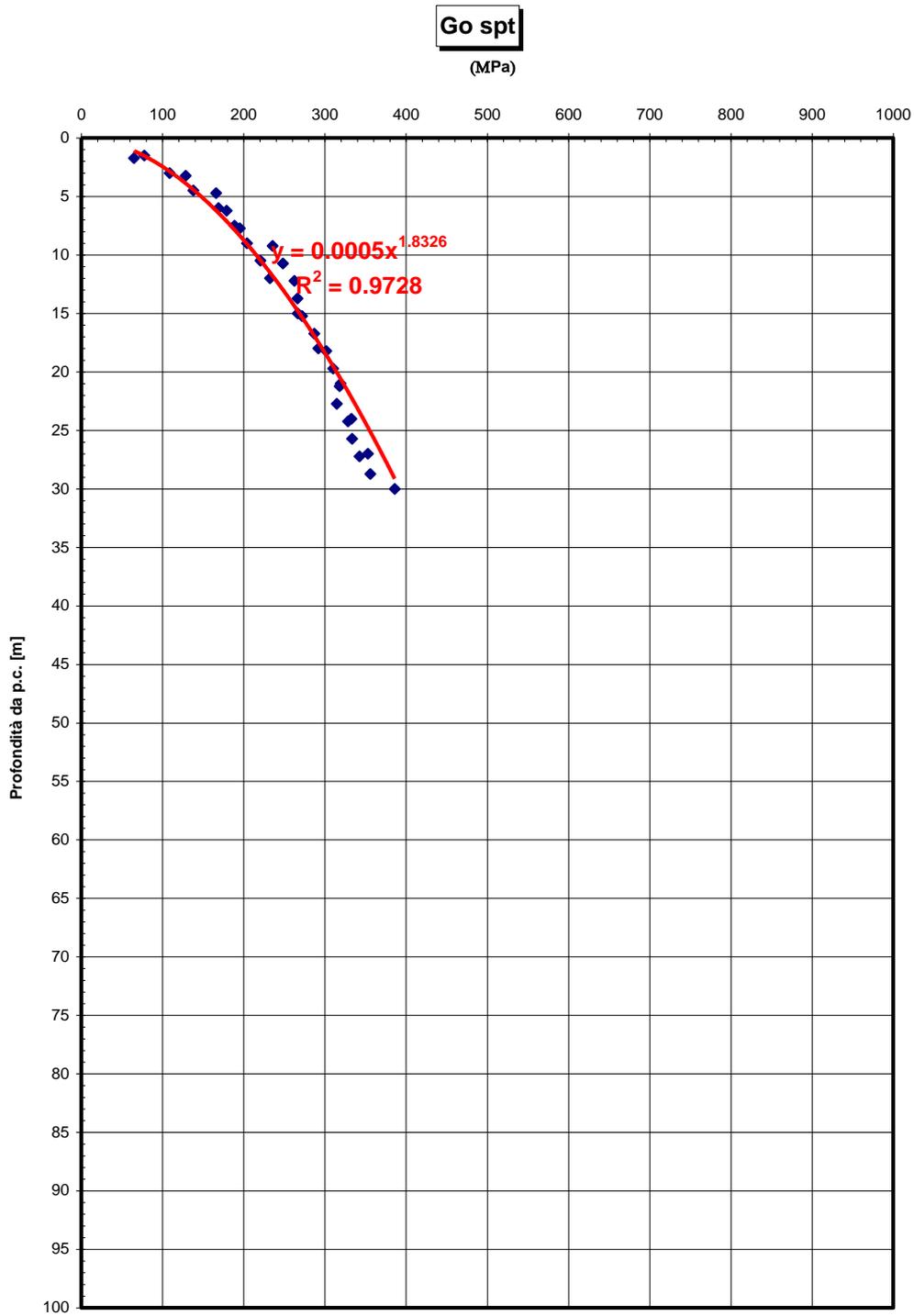
**Dr Cubrinovski e Ishihahara (1999)
Componente ghiaiosa e sabbiosa
SABBIE E GHIAIE DI MESSINA**

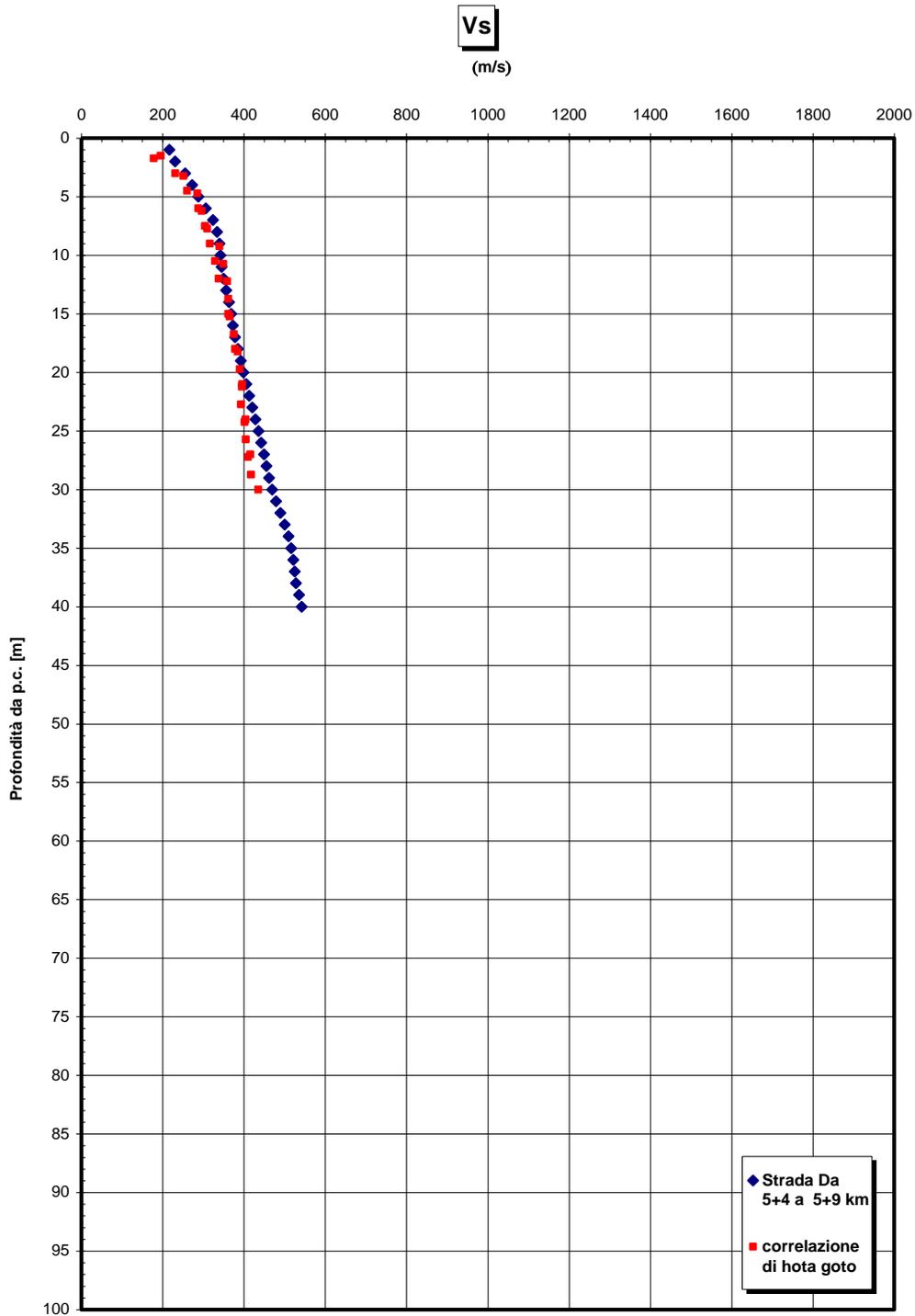


eo

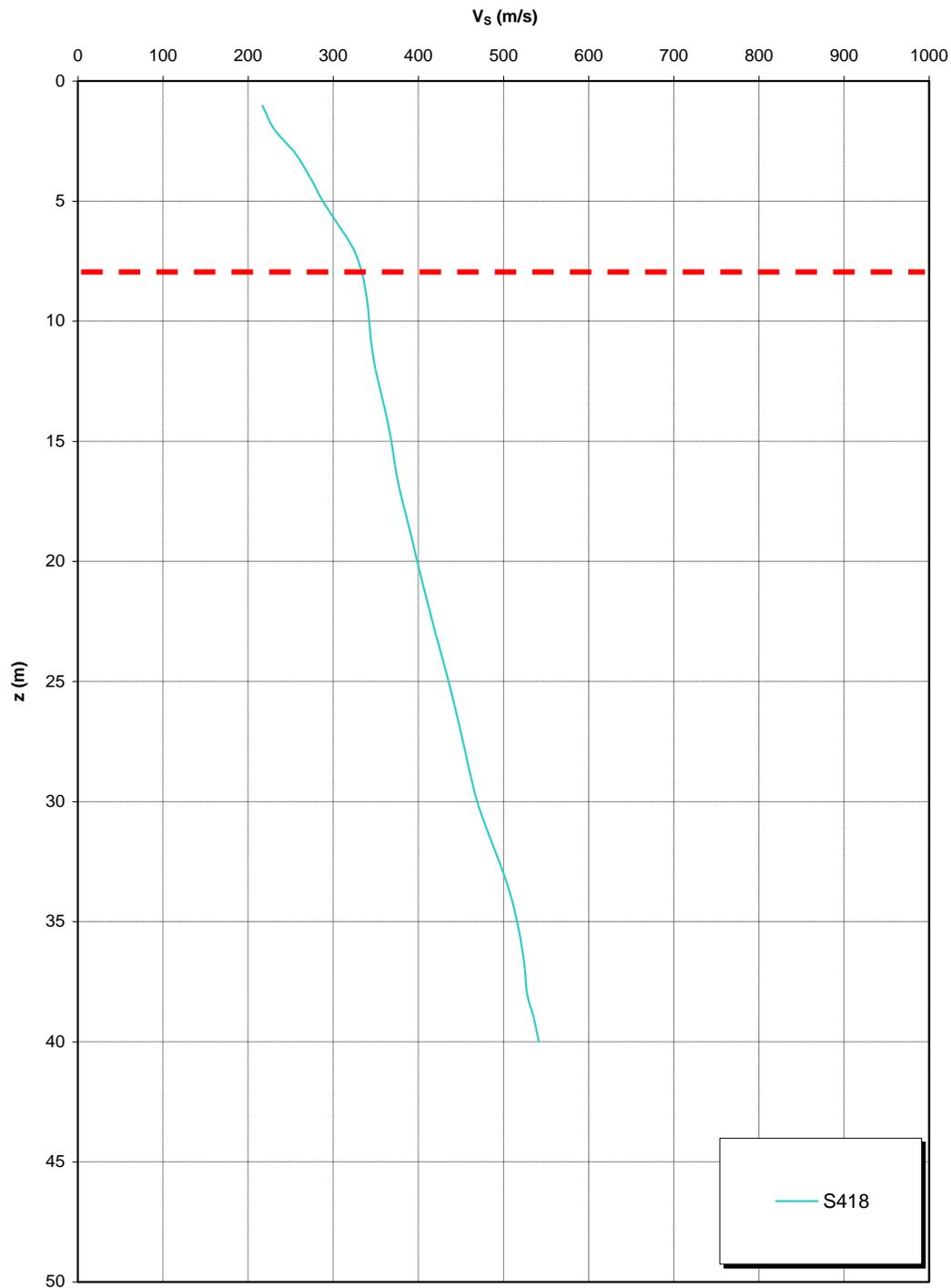




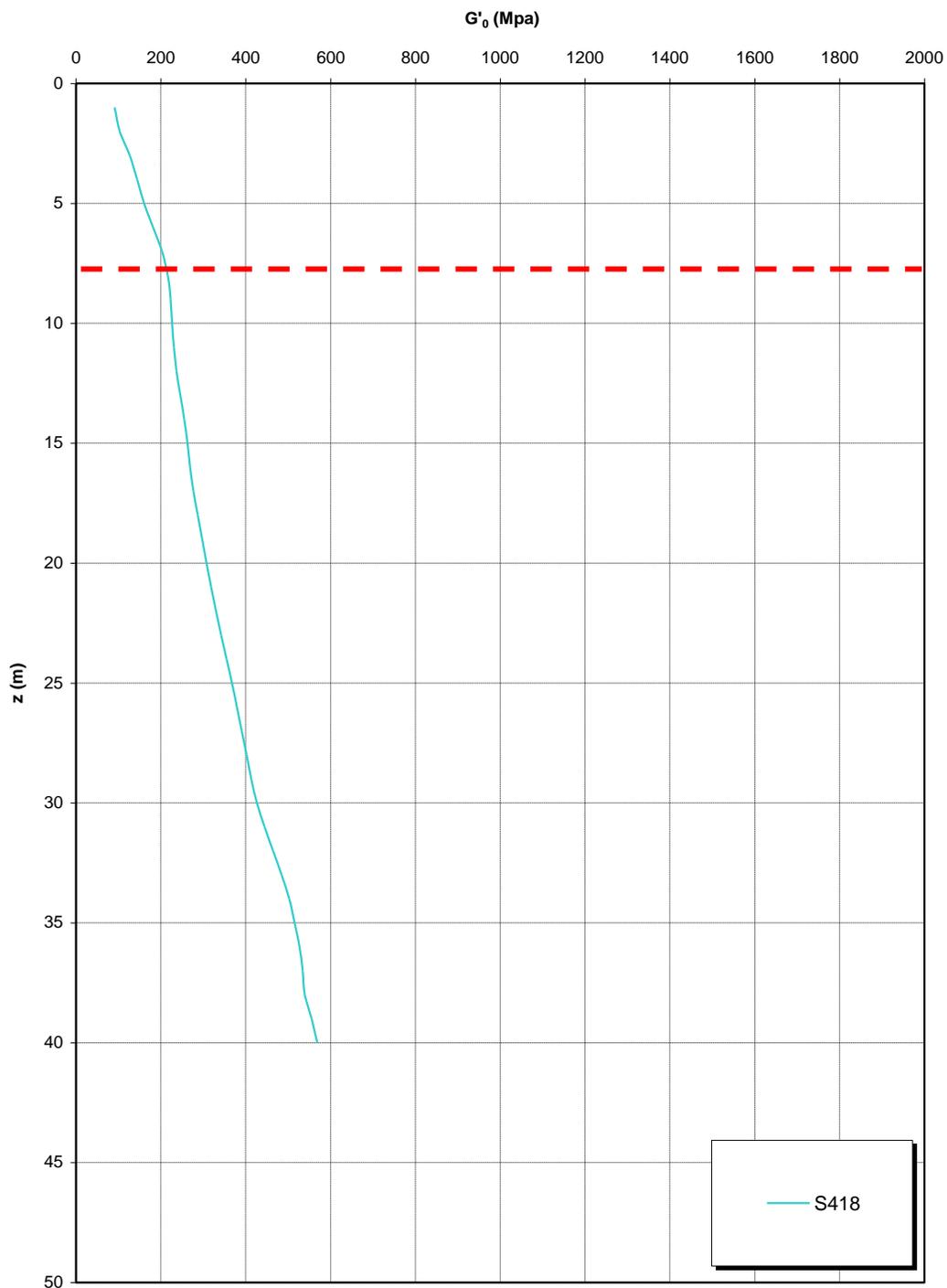




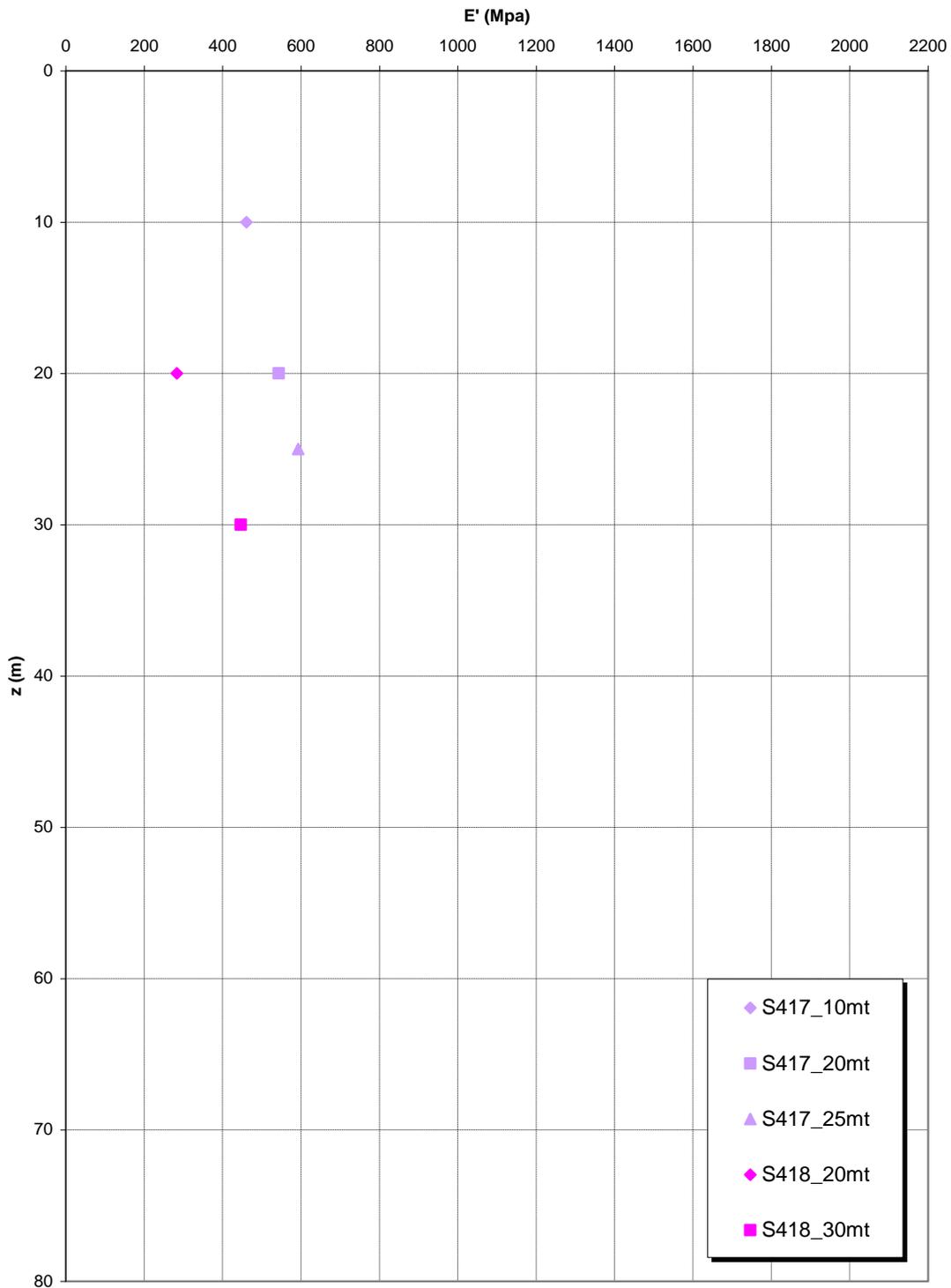
**Prove sismiche
SABBIE E GHIAIE DI MESSINA**



**Prove sismiche
SABBIE E GHIAIE DI MESSINA**

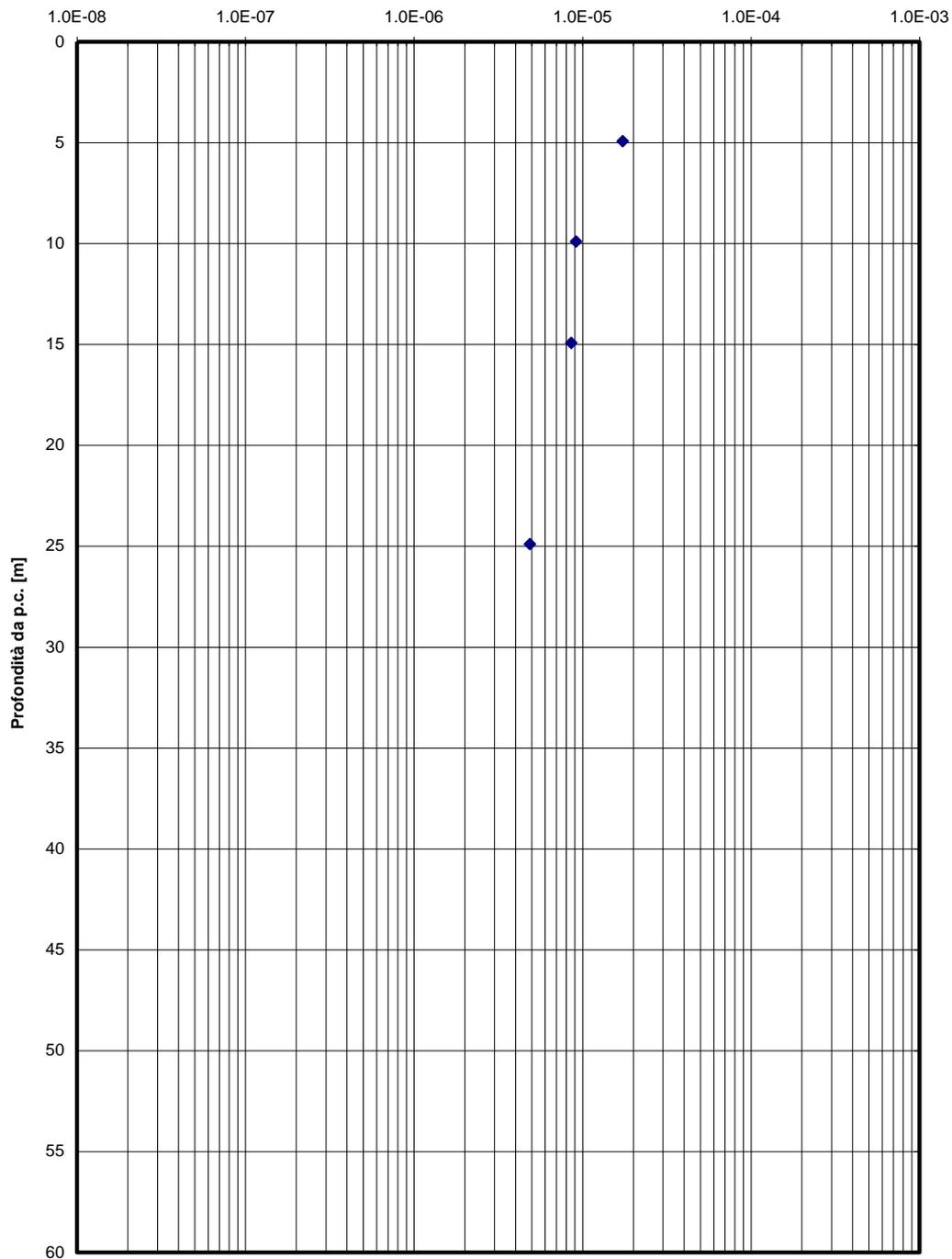


**Prove pressiometriche
SABBIE E GHIAIE DI MESSINA**



K

m/s



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Depositi alluvionali

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

Con riferimento al fuso medio:

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

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

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

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

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

z(m)	Dr(%) Sabbie e ghiaie	ϕ'_p (pff=0-272KPa) (°)	ϕ'_{cv} (°)	K_0
0-10	50-80	40-42	33-35	0.4-0.35

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

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

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_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						

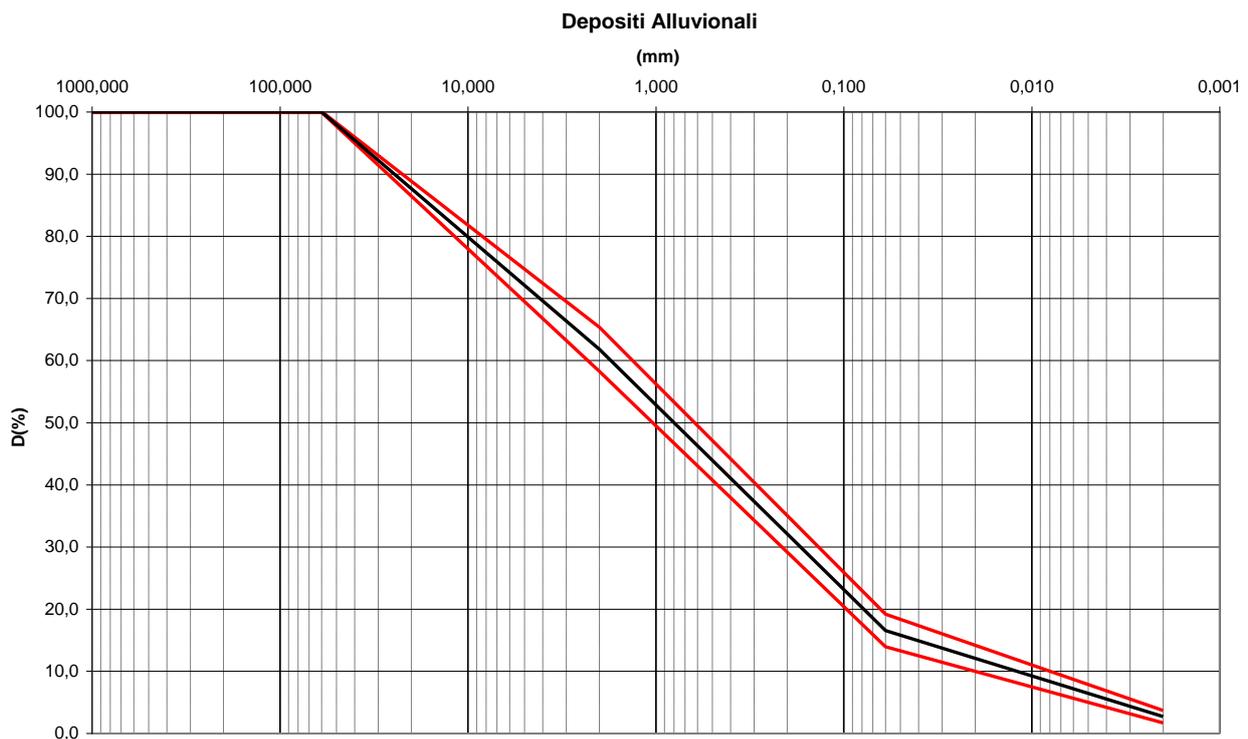
L' espressione ottenuta in base alle correlazioni dalle prove SPT ed alla sismica della tratta per il modulo G_0 :

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

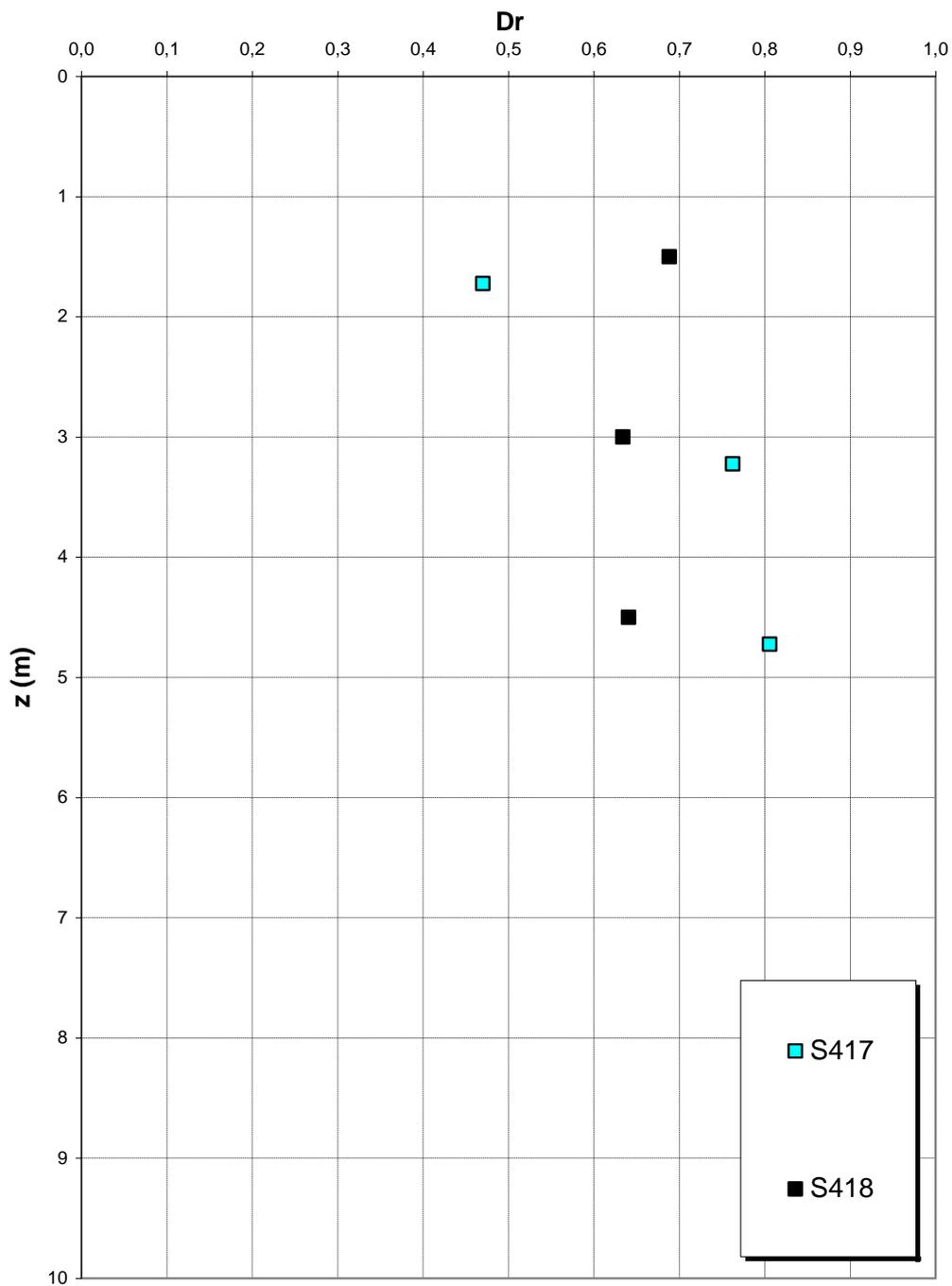
$$E_0 = 200 \div 300 \text{ MPa}$$

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

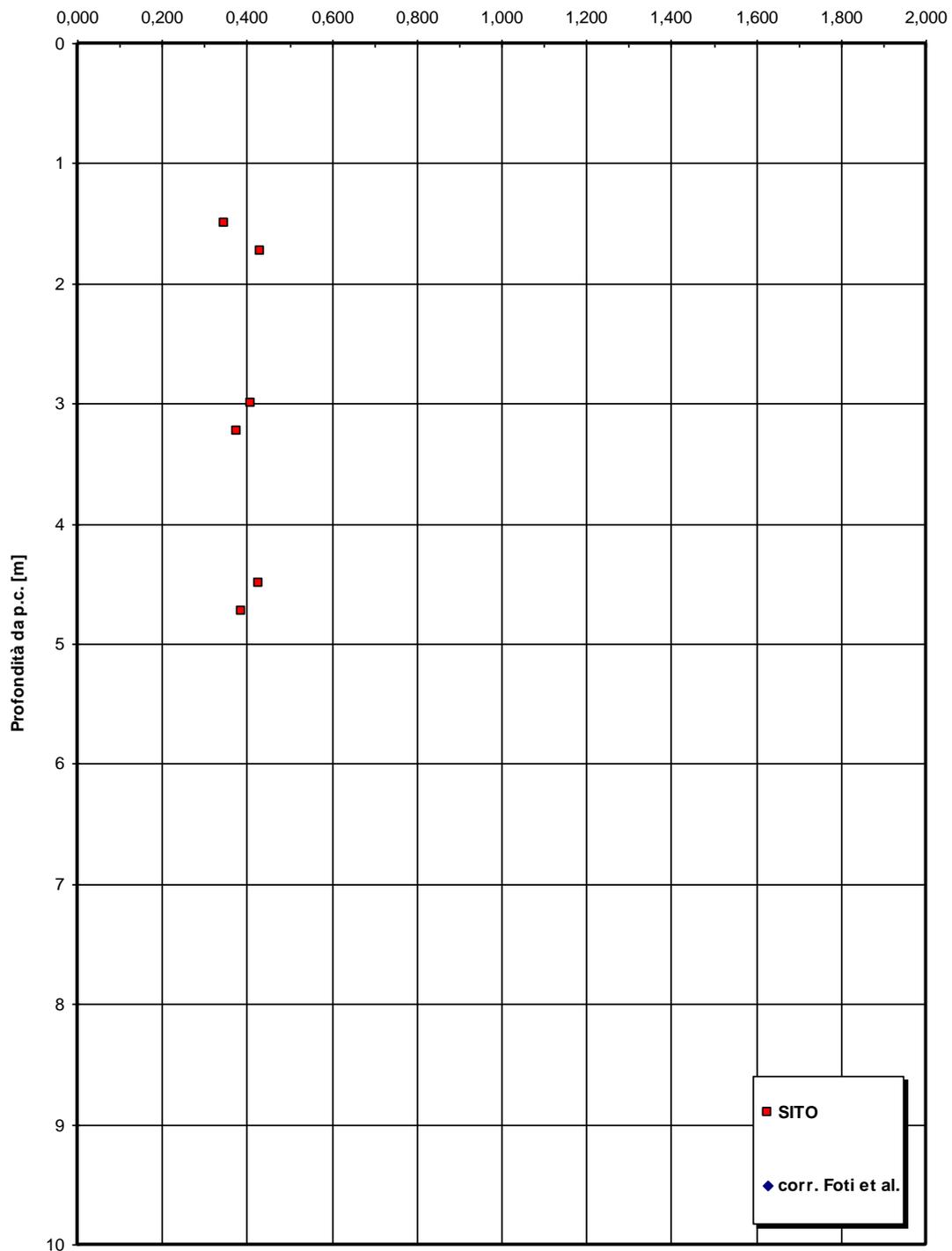
quest' ultimo range è relativo rispettivamente ad $1/10 \div 1/5 E_0$ ed ad $1/3 E_0$ corrispondenti rispettivamente a medie- grandi deformazioni ed a piccole deformazioni.



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



eo

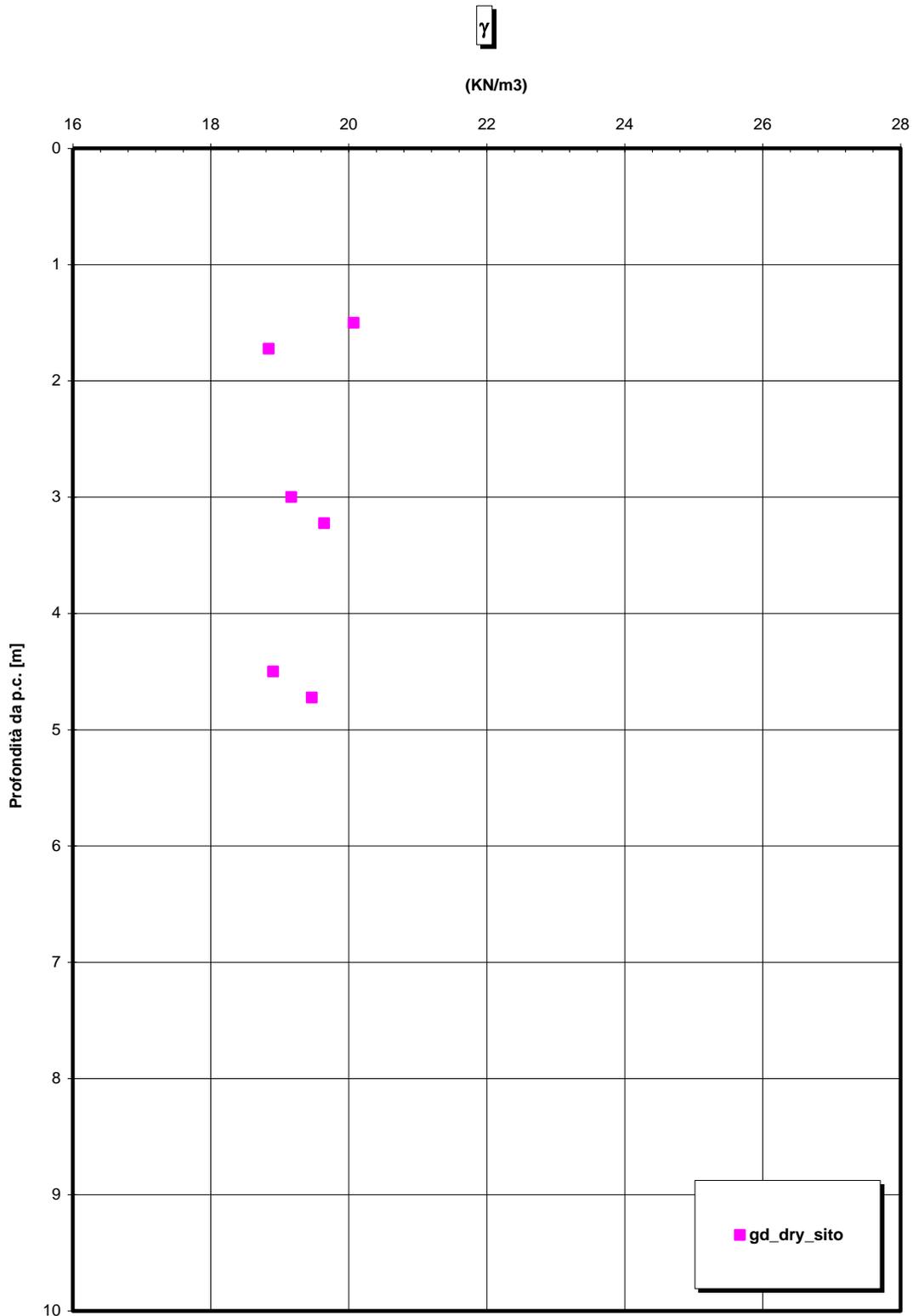


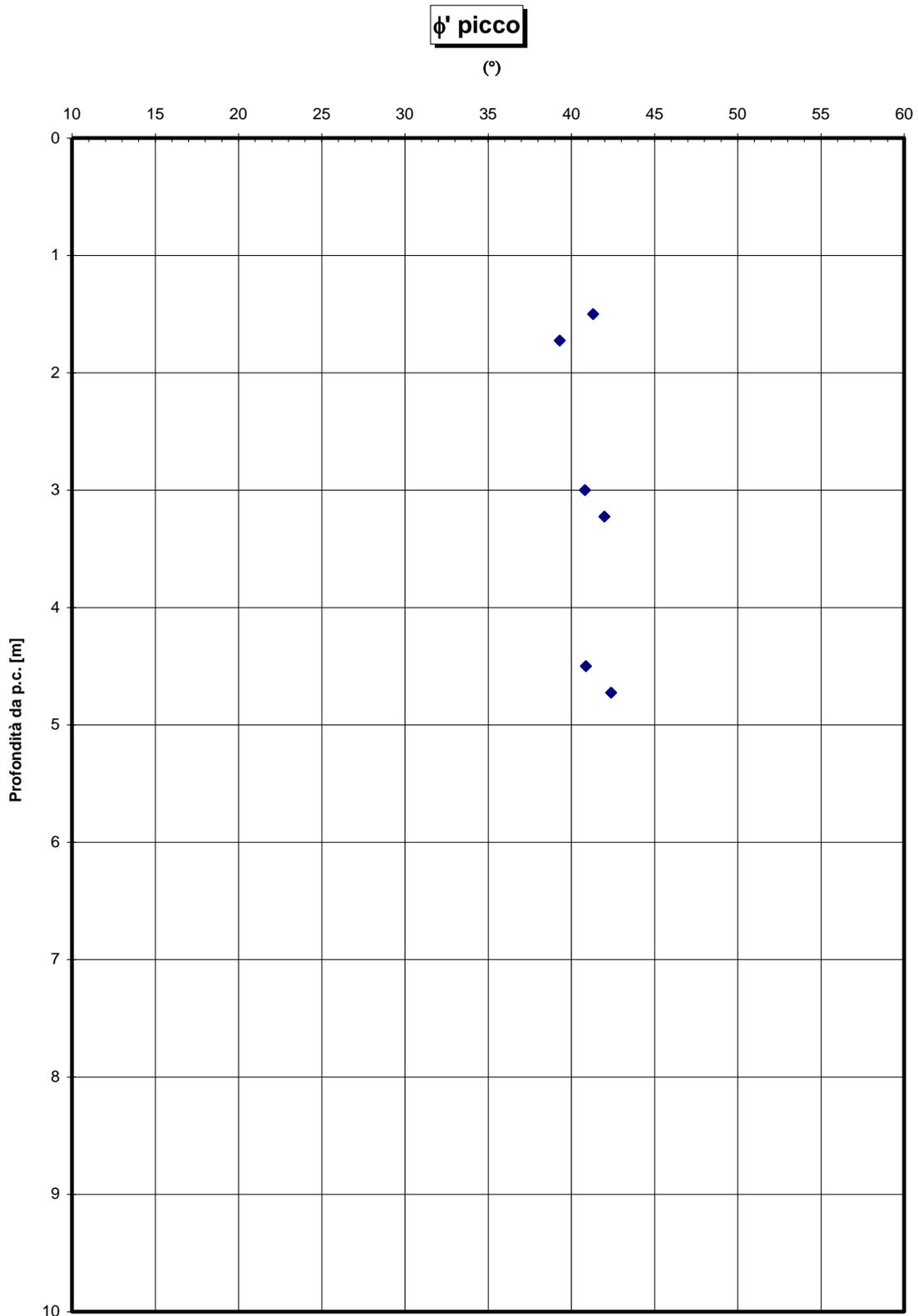
RELAZIONE GEOTECNICA

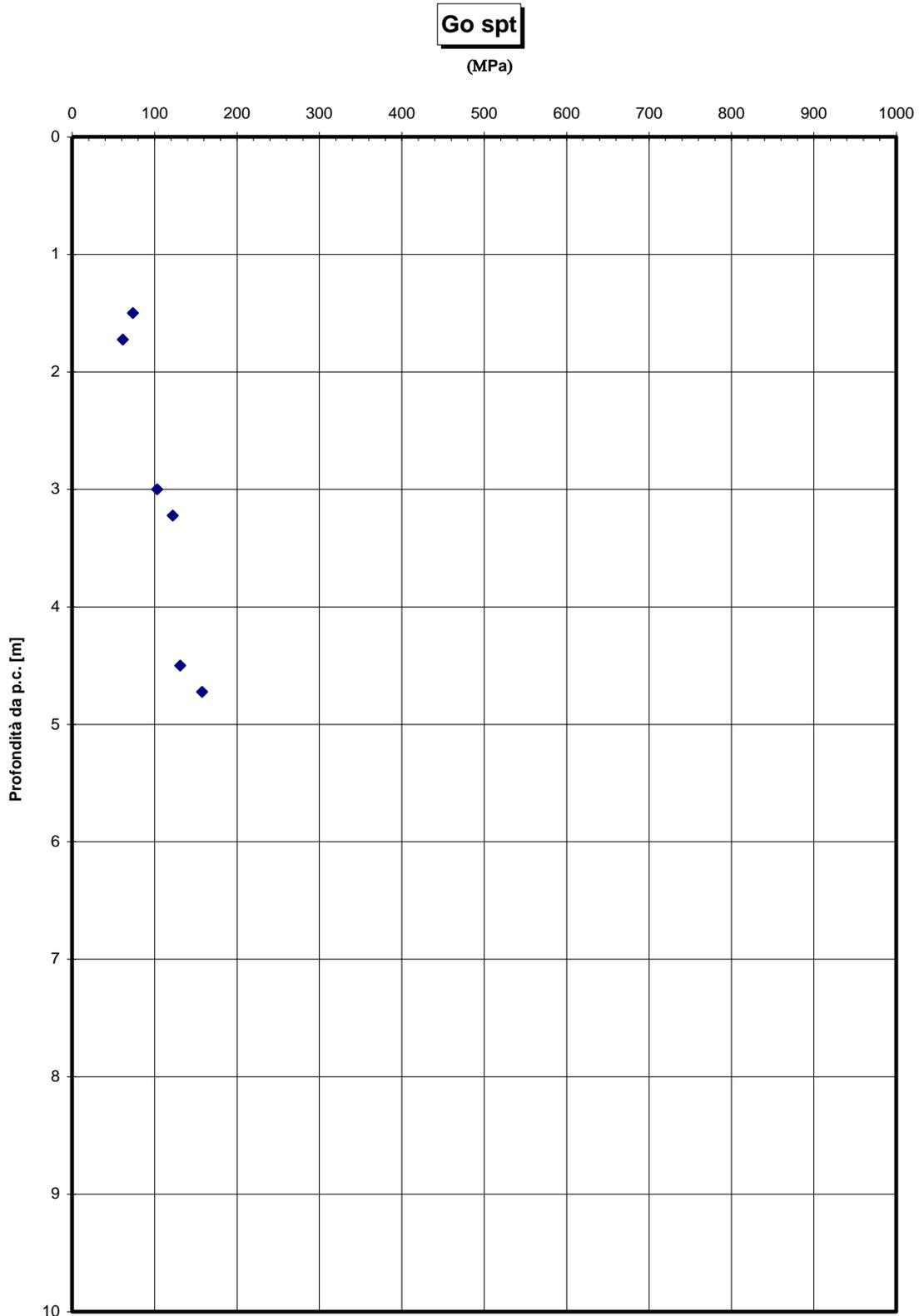
Codice documento
SS0744_F0.doc

Rev
F0

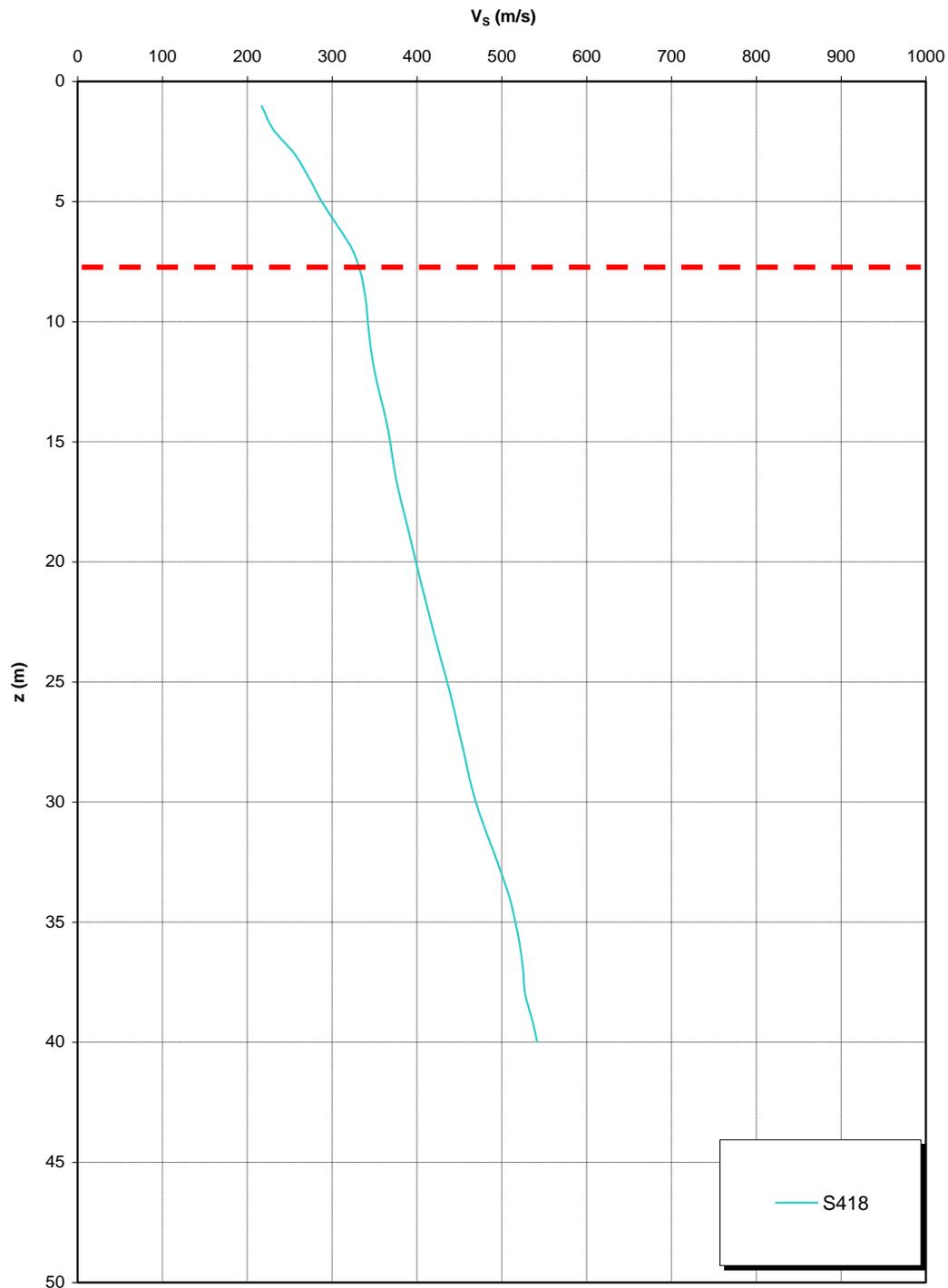
Data
20/06/2011



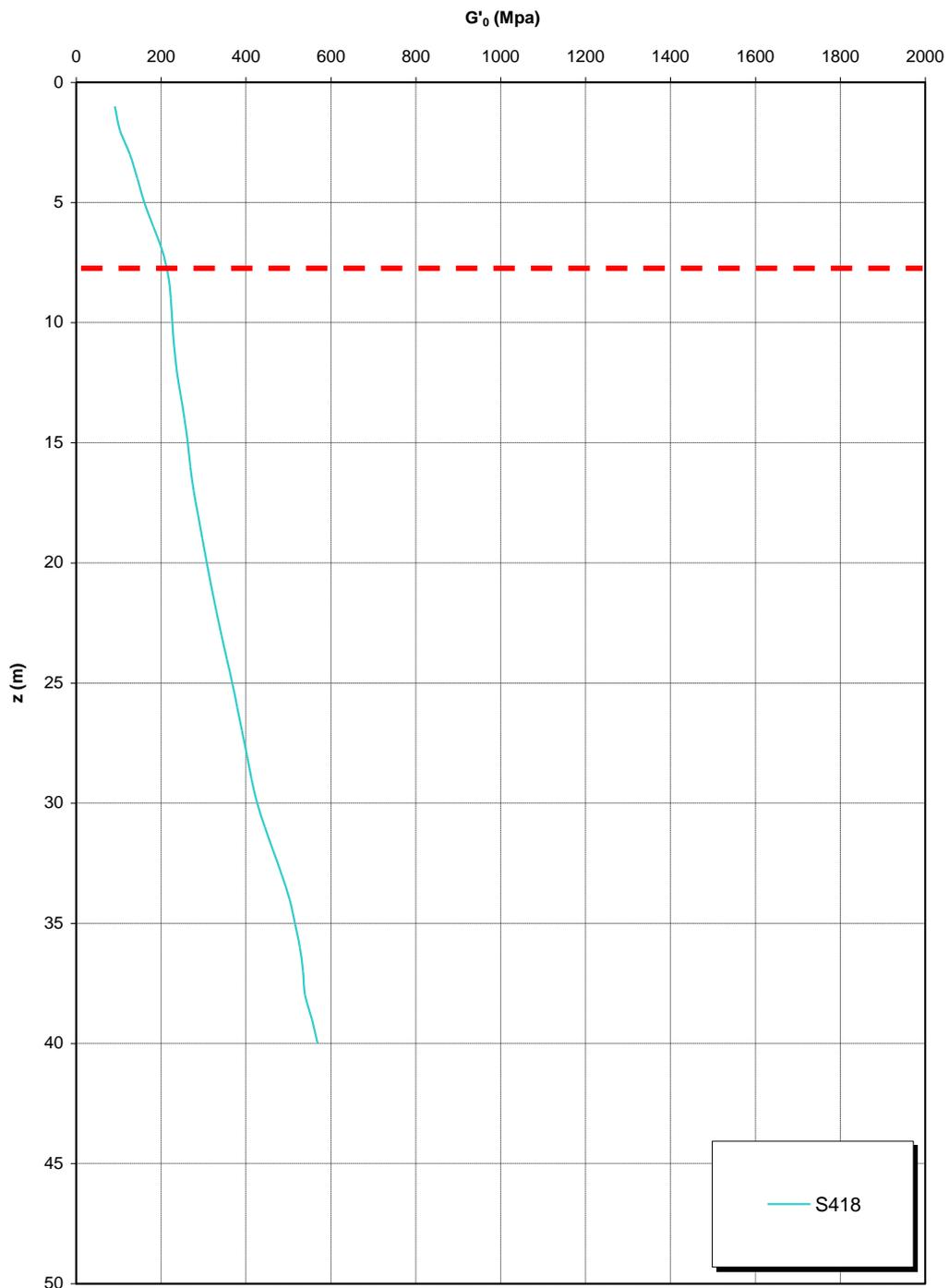




**Prove sismiche
DEPOSITI ALLUVIONALI**



**Prove sismiche
DEPOSITI ALLUVIONALI**



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

4.2.4 Parametri principali assunti

Parametri principali assunti – GHIAIE DI MESSINA

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

Parametri principali assunti – DEPOSITI ALLUVIONALI

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

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_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 TR considerati dalla pericolosità sismica, i tre parametri si ricavano riferendosi ai valori corrispondenti al 50esimo percentile ed attribuendo ad:

a_g il valore previsto dalla pericolosità sismica;

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

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

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

A tal fine è conveniente utilizzare, come parametro caratterizzante la pericolosità sismica, il periodo di ritorno dell'azione sismica TR, espresso in anni. Fissata la vita di riferimento VR, i due

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

parametri TR e PVR sono immediatamente esprimibili, l'uno in funzione dell'altro, mediante l'espressione:

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

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

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

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 per l'azione sismica

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U . Tale coefficiente è funzione della classe d'uso.

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

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

4.3.1.4 Parametri di progetto

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

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

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

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

a_g il valore previsto dalla pericolosità sismica;

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

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

- la vita di riferimento V_R della costruzione;
- le probabilità di superamento nella vita di riferimento P_{VR} associate agli stati limite

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

considerati, per individuare infine, a partire dai dati di pericolosità sismica disponibili, le corrispondenti azioni sismiche.

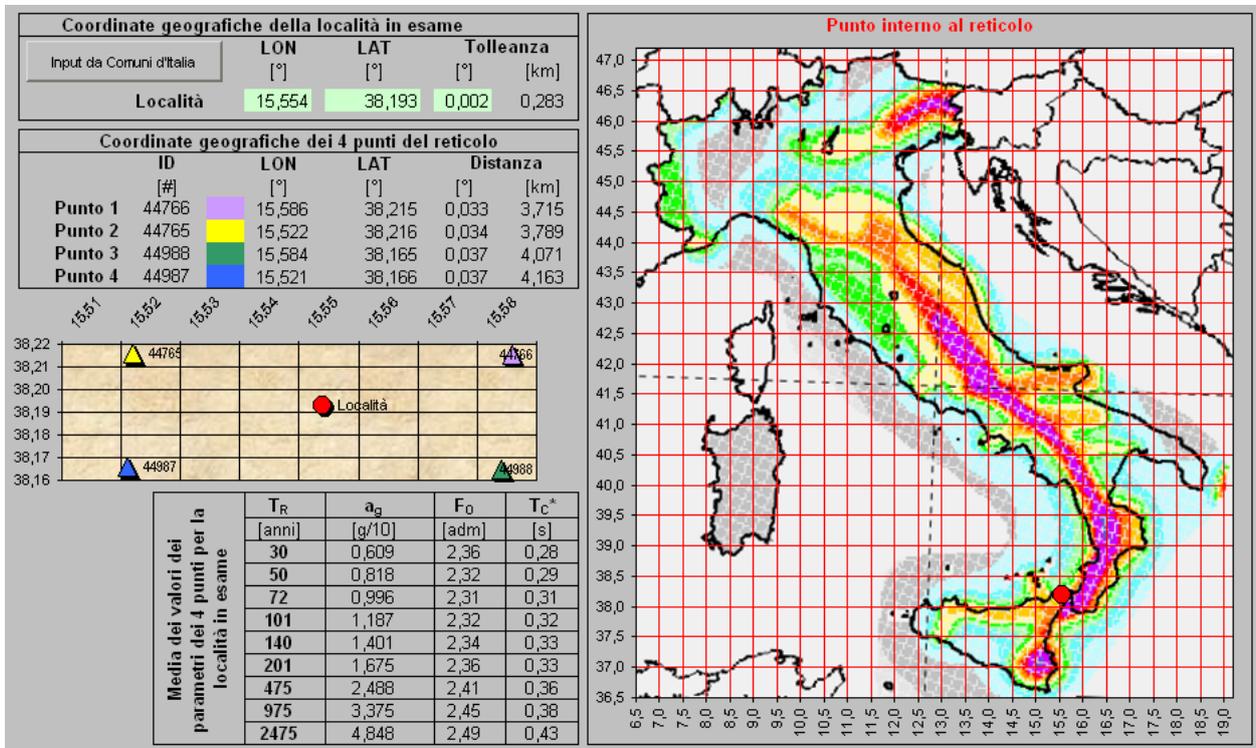
A tal fine è conveniente utilizzare, come parametro caratterizzante la pericolosità sismica, il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R , espresso in anni. Fissata la vita di riferimento V_R , i due parametri T_R e P_{VR} sono immediatamente esprimibili, l'uno in funzione dell'altro, mediante l'espressione:

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

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

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

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



4.3.1.5 Classificazione sismica del terreno

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, in accordo con le NTC, si fa riferimento all'approccio semplificato che si basa sulla individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento. Gli studi eseguiti, con particolare riferimento alle prove Cross Hole dei sondaggi denominati S417 e S418 già indicati al paragrafo 4.2.1 della presente relazione, denotano che il terreno è classificabile come **Classe B** che include rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa addensati o terreni a grana fina molto consistenti.

4.3.1.6 Spettro di risposta elastico in accelerazione

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

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><i>Rev</i></td> <td style="width: 50%;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

4.3.1.7 Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali

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

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

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

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

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

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

Inoltre:

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

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

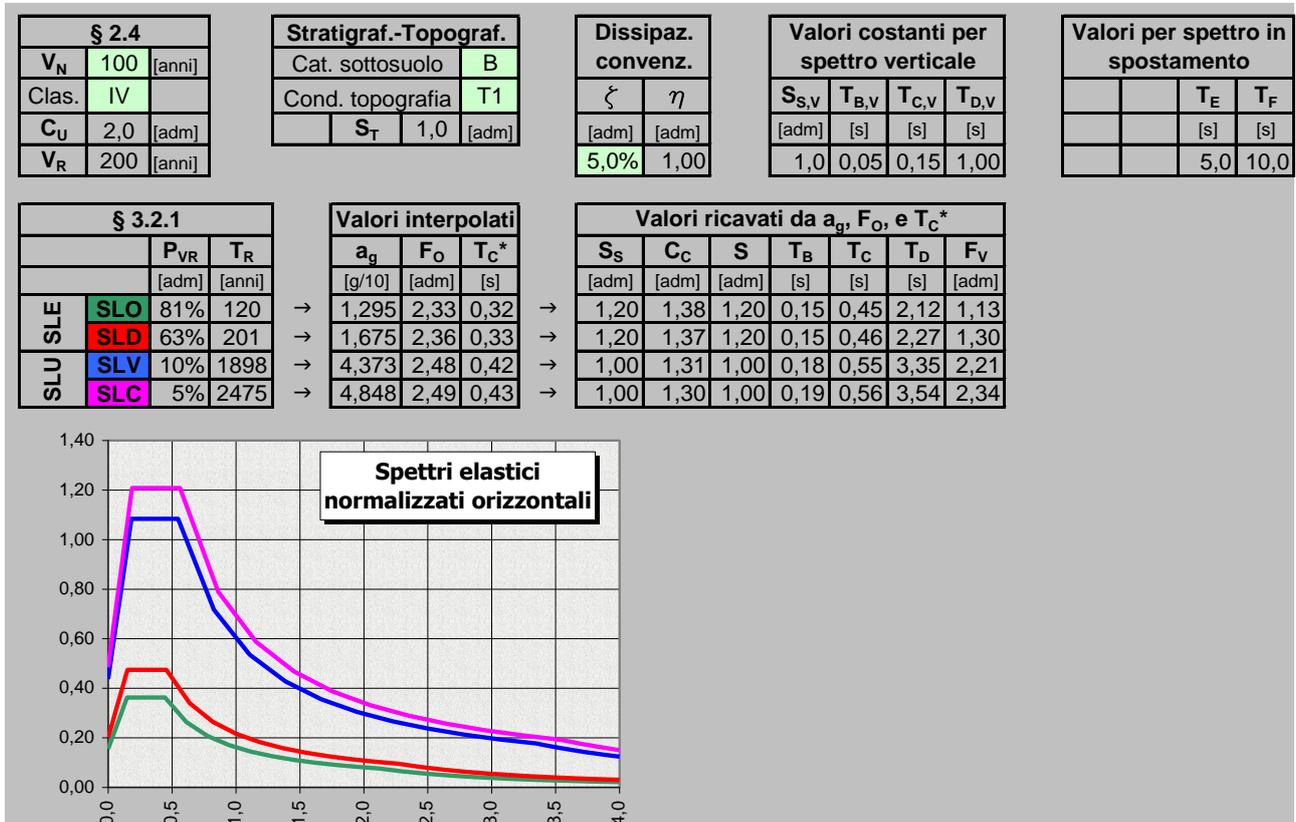
		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

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

- η : è il fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali \times diversi dal 5%, mediante la relazione: $\eta = \sqrt{\frac{10}{5 + \xi}} \geq 0,55$
- dove ξ (espresso in percentuale) è valutato sulla base di materiali, tipologia strutturale e terreno di fondazione;
- F_0 : è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale, ed ha valore minimo pari a 2,2;
- T_C : è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro, dato da: $T_C = C_C \cdot T^*_C$; dove C_C è un coefficiente funzione della categoria di sottosuolo;
- T_B : è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante; $T_B = T_C / 3$
- T_D : è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro, espresso in secondi mediante la relazione: $T_D = 4,0 \cdot \frac{a_g}{g} + 1,6$

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

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0



4.3.1.8 Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

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

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

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

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

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

nelle quali T e S_{ve} sono, rispettivamente, periodo di vibrazione ed accelerazione spettrale verticale e F_V è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, in termini di accelerazione

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

orizzontale massima del terreno ag su sito di riferimento rigido orizzontale, mediante la relazione:

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

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

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

4.3.1.9 Spettro di progetto

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

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

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

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

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

4.4 ANALISI DEI CARICHI

Si procede ora all'analisi dei carichi agenti sull'impalcato ed alla relativa ripartizione alle travi longitudinali in acciaio.

4.4.1 Peso proprio strutturale

Il peso proprio degli elementi in calcestruzzo armato costituenti la spalla viene valutato come segue in ragione di 25 kN/m³:

$$\text{Soletta superiore} \quad p_{\text{sup}} = l_{\text{sup}} \cdot s_{\text{sup}} \cdot h_{\text{sup}} \cdot \gamma_c$$

$$\text{Soletta inferiore} \quad p_{\text{inf}} = l_{\text{inf}} \cdot b_{\text{inf}} \cdot h_{\text{inf}} \cdot \gamma_c$$

$$\text{Muri laterali} \quad p_A = l_A \cdot b_A \cdot h_A \cdot \gamma_c$$

Soletta superiore

$$p_{\text{par}} = 1,20 \cdot 1,00 \cdot 25,00 = 30 \text{ kN} / 1,20 \text{ m}$$

Soletta inferiore

$$p_{\text{Fr}} = 1,20 \cdot 1,00 \cdot 25,00 = 30 \text{ kN} / 1,20 \text{ m}$$

Muri laterali

$$p_{\text{Fr}} = 1,20 \cdot 1,00 \cdot 25,00 = 30 \text{ kN} / 1,20 \text{ m}$$

4.4.2 Permanenti non strutturali

Si distinguono nell'ordine le azioni permanenti dovute al terreno ed agenti sulla soletta superiore e sui muri laterali per effetto della spinta a riposo e della spinta attiva.

4.4.3 Spinta delle terre

Allo scopo di valutare gli effetti del terreno sull'artefatto, sono state preposte alle analisi alcune ipotesi. Supponendo infatti che la realizzazione del sottopasso avvenga per fasi, attraverso un preliminare sbancamento del terreno e quindi un successivo getto dell'opera e tombamento, si è ritenuto lecito abbattere cautelativamente l'angolo d'attrito del terreno sino al valore riportato di seguito. Tale ipotesi è direttamente supportata dalla constatazione che la spinta agente sui muri laterali, deriverà non dal terreno in condizioni naturali ma da terreno di riporto. Tale scelta, in accordo con le argomentazioni appena fornite, è da ritenersi in ogni caso a favore di sicurezza.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Angolo di attrito del terreno laterale $\phi = 30^\circ$
 Peso specifico del terreno $\gamma_t = 19,00 \text{ kN/m}^3$
 Peso terreno sovrastante $q = 19,00 \cdot 6,75 = 128,25 \text{ KN/m}$

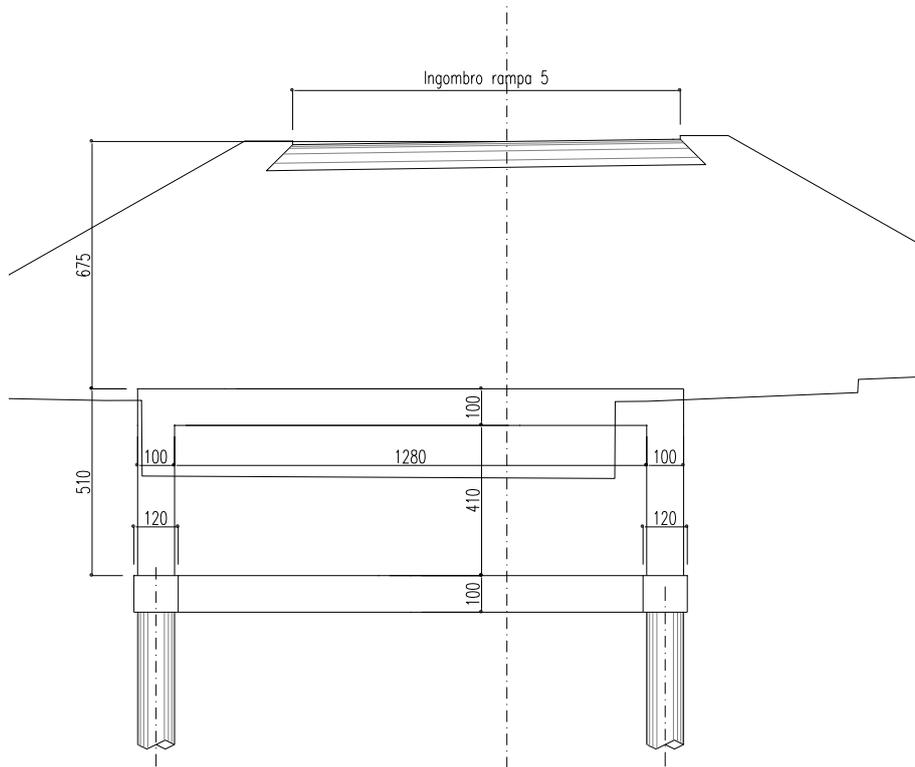


Figura 7.1 – Dettaglio terreno sovrastante la struttura

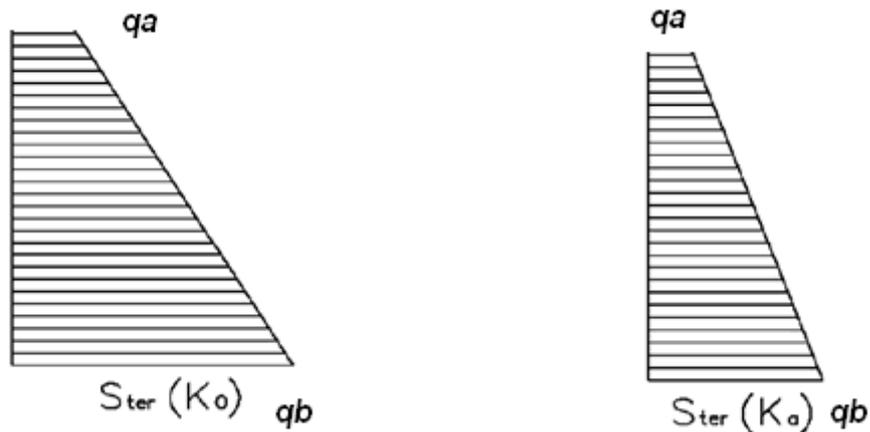


Figura 7.2 – Distribuzioni di pressioni adottate in condizioni di spinta a riposo ed attiva.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_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						

Per rappresentare la spinta del terreno agente sui muri laterali viene adottata, sia per il caso della spinta attiva che per la spinta a riposo una distribuzione delle pressioni di tipo trapezoidale. Tale scelta, alternativa alla normale distribuzione triangolare, è essenzialmente dovuta allo sfalsamento tra la quota del terreno e l'estradosso della soletta superiore. Le strisce di carico vengono quindi identificate attraverso l'elencazione di un valore superiore e uno inferiore.

Spinta terreno a riposo	$q_{Oa} = k_0 \cdot \sigma_{va}$
	$q_{Ob} = k_0 \cdot \sigma_{vb}$
Spinta del sovraccarico	$q_{Aa} = k_A \cdot \sigma_{va}$
	$q_{Ab} = k_A \cdot \sigma_{vb}$

Dove vengono adottati i seguenti valori

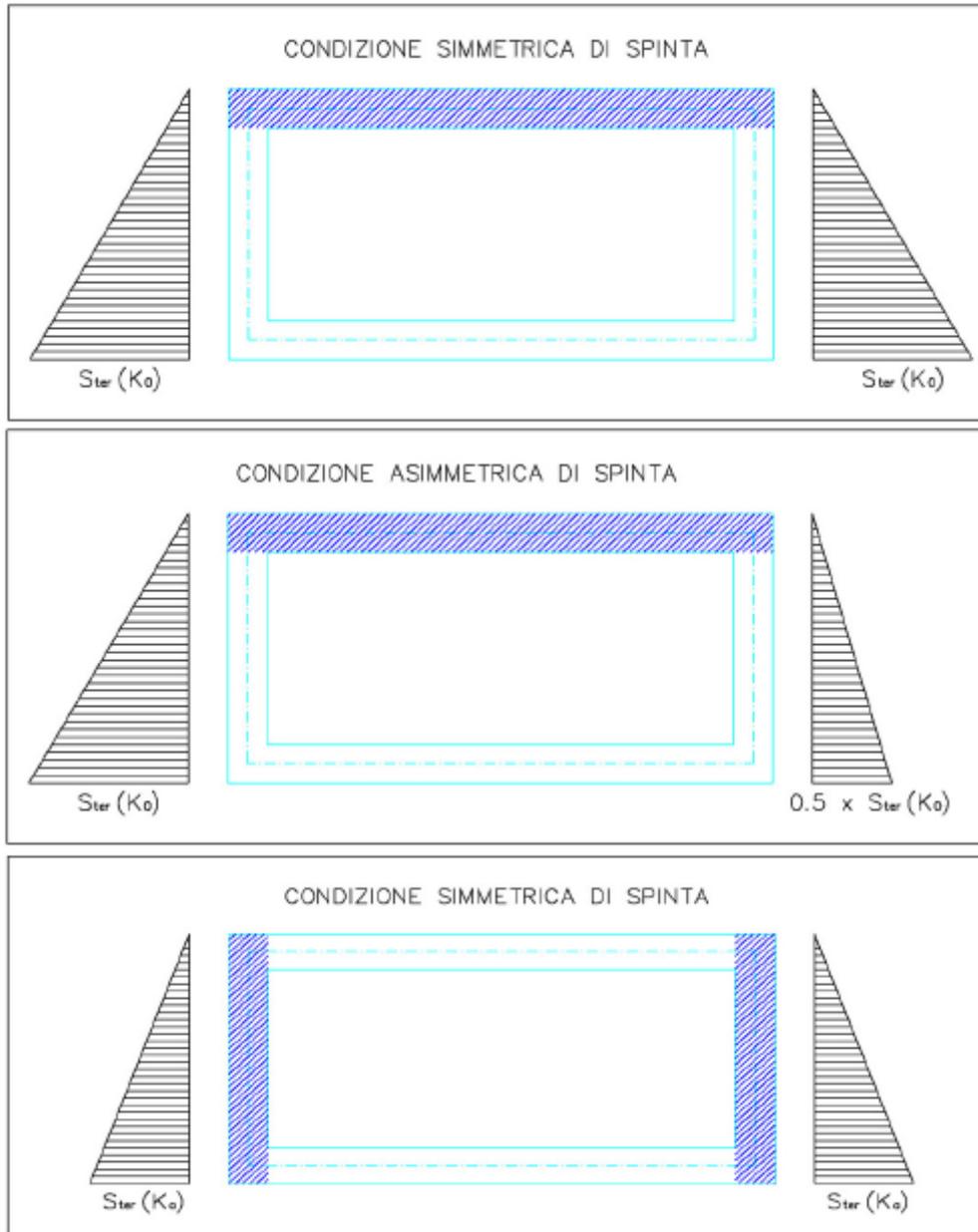
Coefficiente di spinta attiva:	$k_a = 0,333$
Coefficiente di spinta a riposo:	$k_0 = 0,5$

Spinta terreno a riposo	$q_{Oa} = 0,5 \cdot 19,00 \cdot 6,75 = 64,13 \text{ KN/m}$
	$q_{Ob} = 0,5 \cdot 19,00 \cdot (6,75 + 6,10) = 122,08 \text{ KN/m}$
Spinta terreno attiva	$q_{Aa} = 0,33 \cdot 19,00 \cdot 6,75 = 43,32 \text{ KN/m}$
	$q_{Ab} = 0,33 \cdot 19,00 \cdot (6,75 + 6,10) = 80,57 \text{ KN/m}$

4.4.3.1 Schemi di carico delle spinte del terreno.

Statiche

In fase statica deve essere valutata sia la condizione di spinta "attiva" che di spinta a "riposo", inoltre deve essere valutata anche la possibilità di uno squilibrio delle spinte dovuta a una diversa compattazione del rilevato; in particolare per massimizzare le sollecitazioni in soletta si utilizza il coefficiente di spinta attiva su entrambe le pareti dello scatolare, mentre per massimizzare le sollecitazioni ai nodi e sulle pareti si utilizza il coefficiente di spinta a riposo su entrambe le pareti dello scatolare. Inoltre, al fine di valutare gli effetti di eventuali sbilanciamenti di carico (dovuti a diversi gradi di compattazione del terreno a destra e sinistra dello scatolare), la spinta sulla parete di destra viene ridotta in fase di combinazione con un coefficiente posto pari a 0.50.

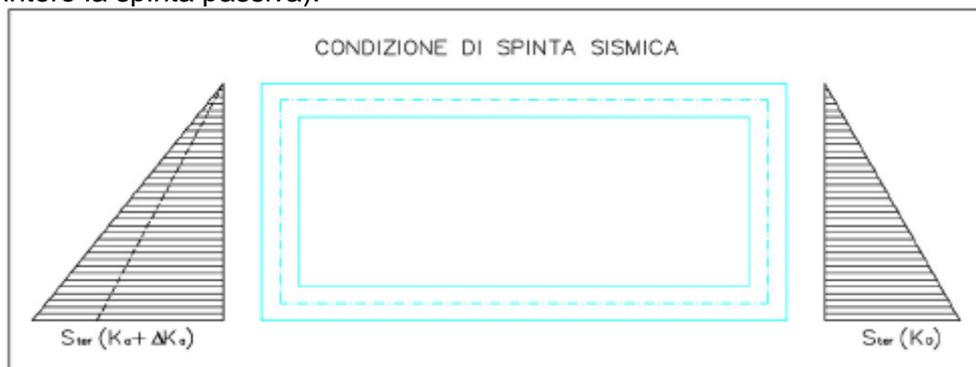


		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;"><i>Rev</i></td> <td style="text-align: center;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td style="text-align: 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						



Sismiche

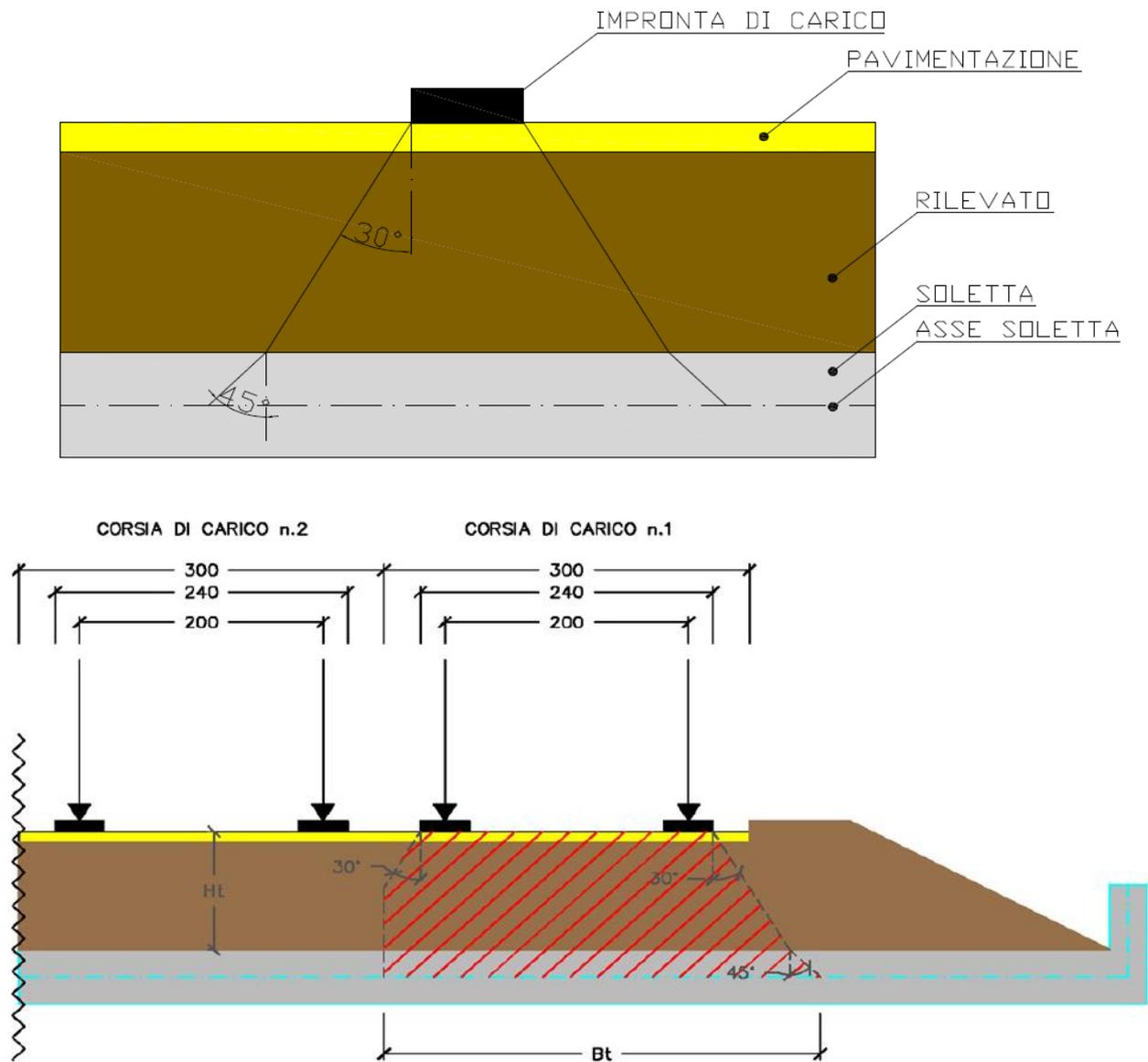
In fase sismica si considera la spinta statica "attiva" (nella direzione concorde all'azione sismica) e si considera (a favore di sicurezza) la spinta a "riposo" dal lato opposto all'applicazione di incremento sismico di spinta; durante il sisma (sisma da sinistra verso destra) si suppone che nel terreno si generi uno stato di spinta attiva sulla parete di sinistra e uno stato di parziale spinta passiva sulla parete di destra: analiticamente si carica la parete di sinistra con la spinta attiva in fase sismica (con il coefficiente di spinta attiva pari a $K_a = K_{a,statica} + SK_{a,sismica}$) e la parete di destra, a favore di sicurezza, con la spinta a riposo (simulando pertanto il fatto che la reazione non mobili per intero la spinta passiva).



4.4.4 Accidentali da traffico

Sulla struttura scatolare, in aggiunta alle sollecitazioni appena elencate, agiranno i carichi accidentali da traffico, derivanti dalla sovrastruttura autostradale. Nello specifico tali azioni vengono preliminarmente diffuse attraverso il terreno, secondo le seguenti modalità.

Per le strutture scatolari stradali la diffusione delle azioni accidentali verticali viene assunta pari a 30° nel terreno e pari a 45° nel calcestruzzo.carico:



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
RELAZIONE GEOTECNICA		Codice documento SS0744_F0.doc	Rev F0 Data 20/06/2011

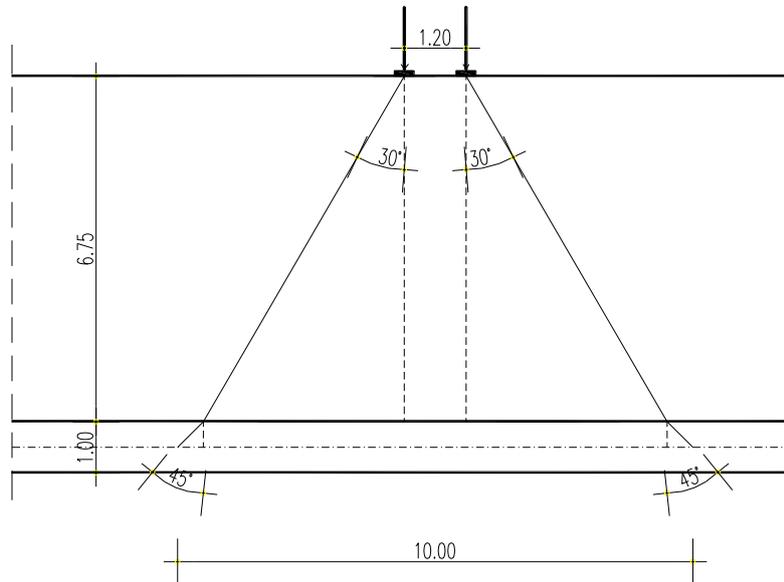


Figura 7.3 – Lunghezza di diffusione longitudinale all'asse autostradale dei carichi da traffico.

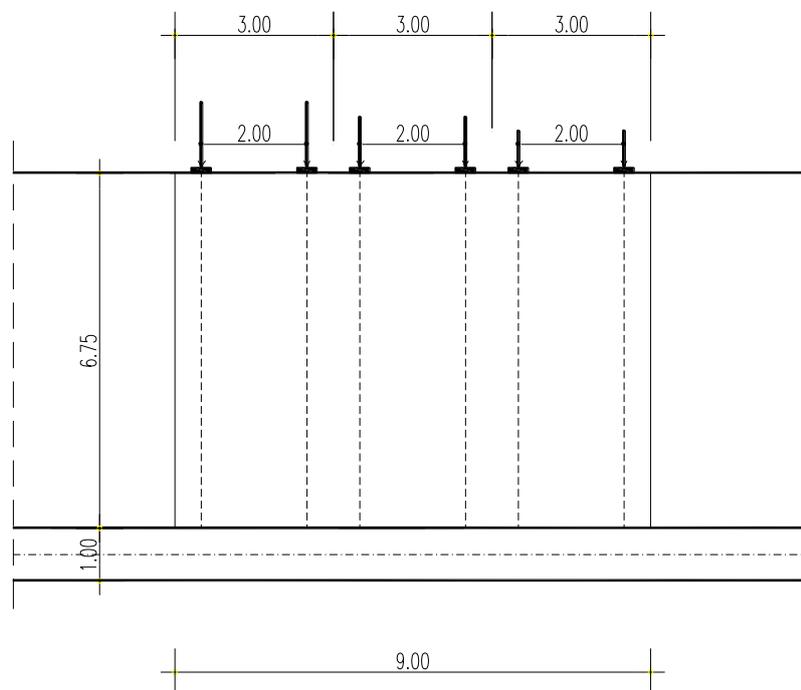


Figura 7.4 – Lunghezza di diffusione trasversale all'asse autostradale dei carichi da traffico.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_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						

Come desumibile dallo schema sopra riportato le lunghezze di diffusione del carico da traffico sono valutabili come:

Lunghezza di diffusione longitudinalmente all'asse autostradale:

$$L_{dL} = 2 \cdot (0,50 + 3,90) + 1,20 = 10,00 \text{ m}$$

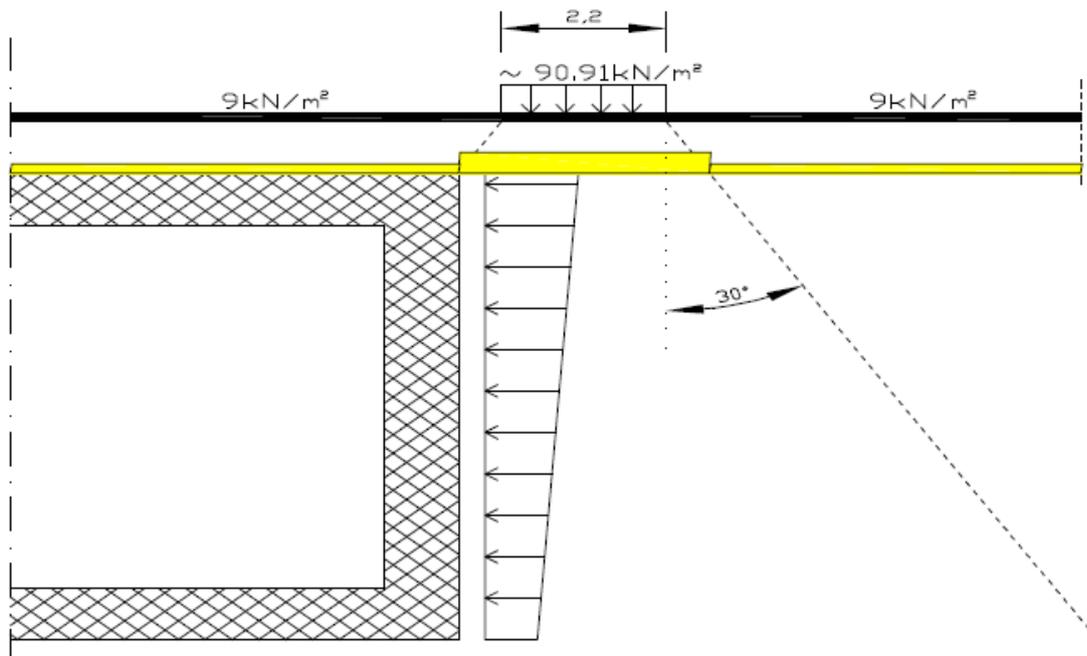
Lunghezza di diffusione trasversalmente all'asse autostradale:

$$L_{dT} = (3,00 + 3,00 + 3,00) = 9,00 \text{ m}$$

Sulla soletta superiore della struttura scatolare agirà quindi un carico distribuito per metro di spessore, pari a:

$$q_{\text{traff}} = \left(\frac{2 \cdot 300 + 2 \cdot 200 + 2 \cdot 100}{10,00 \cdot 9,00} + \frac{9,00 + 2,50 + 2,50}{9,00} \right) \cdot 1,00 = 14,88 \text{ KN/m/m}$$

In aggiunta al carico appena descritto sarà necessario tenere in considerazione l'eventuale partecipazione di un sovraccarico a tergo dovuto ad azioni concentrate.



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_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						

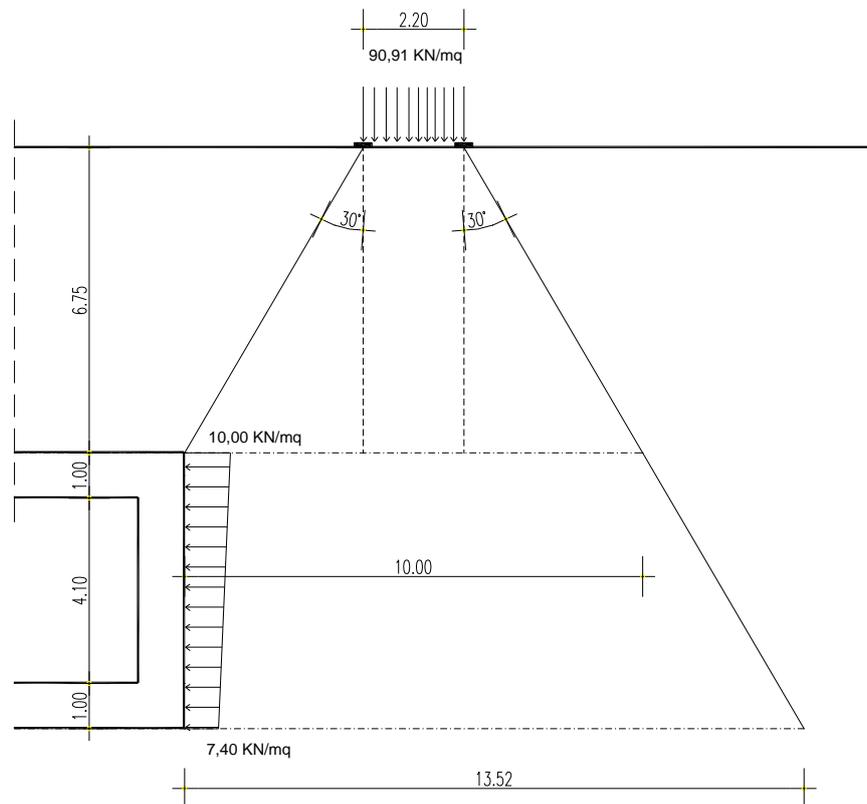


Figura 7.5– Schema di ripartizione della sollecitazione da sovraccarico concentrato.

Esso assume un andamento trapezio lineare ribaltato simulando la diffusione del carico nel terreno.

Si individuano quindi vista la distribuzione due valori di pressioni, uno superiore ed uno inferiore.

$$q_{\text{sup}} = 0,50 \cdot \frac{90,91 \cdot 2,2}{10,00} = 10,00 \text{ KN/mq}$$

$$q_{\text{inf}} = 0,50 \cdot \frac{90,91 \cdot 2,2}{13,52} = 7,40 \text{ KN/mq}$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

5 ANALISI DELLE FONDAZIONI

5.1 COMBINAZIONE DELLE SOLLECITAZIONI

5.1.1 SLU GEO

Vengono innanzitutto presentate le diverse combinazioni utilizzate per la valutazione delle sollecitazioni.

Combinazione	Coefficienti moltiplicativi delle sollecitazioni									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	L
Comb 1	1	1,3	1,15	1,15	0	0	1,3	1,3	0	0
Comb 2	1	1,3	1,15	1,15	0	0	1,3	0,65	0	0
Comb 3	1	1,3	1,15	1,15	1,3	1,3	0	0	0	0
Comb 4	1	1,3	1,15	1,15	1,3	0,65	0	0	0	0
Comb 5	1	1	0,2	0,2	0	0	1	0	1	0
Comb 6	1	1,3	1,15	0	0	0	0	0	0	0
Comb 7	1	1,3	1,15	1,15	0	0	1,3	1,3	0	1,3
Comb 8	1	1,3	1,15	1,15	0	0	1,3	0,65	0	1,3
Comb 9	1	1,3	1,15	1,15	1,3	1,3	0	0	0	1,3
Comb 10	1	1,3	1,15	1,15	1,3	0,65	0	0	0	1,3
Comb 11	1	1	0,2	0,2	0	0	1	0	1	1
Comb 12	1	1,3	1,15	0	0	0	0	0	0	1,3

Dove nella tabella soprastante vengono utilizzate le seguenti indicizzazioni per l'identificazione delle diverse nature di sollecitazioni.

- A = Pesi propri strutturali;
- B = Permanenti non strutturali;
- C = Accidentali da traffico;
- D = Incremento di spinta per sovraccarico concentrato;
- E = Spinta a riposo del terreno sul muro sinistro;
- F = Spinta a riposo del terreno sul muro destro;
- G = Spinta attiva del terreno sul muro sinistro;
- H = Spinta attiva del terreno sul muro destro;

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0

I = Incremento di spinta del terreno sul muro sinistro dovuto al sisma secondo le teorie di Wood;

L = Acqua all'interno

5.1.2 SLE

Combinazione		Coefficienti moltiplicativi delle sollecitazioni								
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
Frequente	Comb 13	1	1	0,75	0,75	0	0	1	1	0
Quasi Per	Comb 14	1	1	0	0	0	0	1	1	0
Frequente	Comb 15	1	1	0,75	0,75	0	0	1	0,5	0
Quasi Per	Comb 16	1	1	0	0	0	0	1	0,5	0
Frequente	Comb 17	1	1	0,75	0,75	1	1	0	0	0
Quasi Per	Comb 18	1	1	0	0	1	1	0	0	0
Frequente	Comb 19	1	1	0,75	0,75	1	0,5	0	0	0
Quasi Per	Comb 20	1	1	0	0	1	0,5	0	0	0
Frequente	Comb 21	1	1	0,75	0,75	0	0	0	0	0
Quasi Per	Comb 22	1	1	0	0	0	0	0	0	0

Dove nella tabella soprastante vengono utilizzate le medesime indicizzazioni per l'identificazione delle diverse nature di sollecitazioni utilizzate in precedenza.

5.2 ANALISI DEI CARICHI

5.2.1 SLU GEO

TABLE: Element Forces - Frames									
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Palo 1	5	COMB1	Combination	-2187,946	105,404	0	0	0	-331,2859
Palo 1	5	COMB2	Combination	-2134,064	238,292	0	0	0	-461,0177
Palo 1	5	COMB3	Combination	-2187,946	85,958	0	0	0	-249,5023
Palo 1	5	COMB4	Combination	-2107,135	285,685	0	0	0	-444,9462
Palo 1	5	COMB5	Combination	-1704,737	154,352	0	0	0	-192,0449
Palo 1	5	COMB6	Combination	-2202,57	115,967	0	0	0	-484,9752
Palo 1	5	COMB7	Combination	-2575,45	-62,403	0	0	0	250,5652
Palo 1	5	COMB8	Combination	-2521,568	70,486	0	0	0	120,8335
Palo 1	5	COMB9	Combination	-2575,45	-81,848	0	0	0	332,3489
Palo 1	5	COMB10	Combination	-2494,639	117,879	0	0	0	136,9049
Palo 1	5	COMB11	Combination	-2002,817	25,27	0	0	0	255,5329
Palo 1	5	COMB12	Combination	-2590,074	-51,839	0	0	0	96,876
Palo 2	5	COMB1	Combination	-2217,195	-44,173	0	0	0	293,38
Palo 2	5	COMB2	Combination	-2271,077	69,356	0	0	0	244,9294
Palo 2	5	COMB3	Combination	-2217,195	-24,728	0	0	0	211,5964
Palo 2	5	COMB4	Combination	-2298,006	145,917	0	0	0	138,3253
Palo 2	5	COMB5	Combination	-1829,165	113,337	0	0	0	17,4506

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0

Palo 2	5	COMB6	Combination	-2202,57	-115,967	0	0	0	484,9752
Palo 2	5	COMB7	Combination	-2604,699	123,633	0	0	0	-288,4711
Palo 2	5	COMB8	Combination	-2658,581	237,162	0	0	0	-336,9218
Palo 2	5	COMB9	Combination	-2604,699	143,078	0	0	0	-370,2548
Palo 2	5	COMB10	Combination	-2685,51	313,723	0	0	0	-443,5258
Palo 2	5	COMB11	Combination	-2127,245	242,419	0	0	0	-430,1272
Palo 2	5	COMB12	Combination	-2590,074	51,839	0	0	0	-96,876

MIN P	-2.658	COMB10
MAX P	-1.704	COMB5
MAX V2	313	COMB10
MAX M3 positivo	485	COMB6
MAX M3 negativo	-484	COMB6

5.2.2 SLE

TABLE: Element Forces - Frames									
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Palo 1	5	COMB13	Combination	-1825,177	58,104	0	0	0	-187,464
Palo 1	5	COMB14	Combination	-1742,31	28,076	0	0	0	-136,9012
Palo 1	5	COMB15	Combination	-1783,729	160,325	0	0	0	-287,2577
Palo 1	5	COMB16	Combination	-1700,862	130,297	0	0	0	-236,6949
Palo 1	5	COMB17	Combination	-1825,177	43,146	0	0	0	-124,5536
Palo 1	5	COMB18	Combination	-1742,31	13,118	0	0	0	-73,9907
Palo 1	5	COMB19	Combination	-1763,015	196,782	0	0	0	-274,8951
Palo 1	5	COMB20	Combination	-1680,148	166,754	0	0	0	-224,3322
Palo 1	5	COMB21	Combination	-1825,177	87,887	0	0	0	-312,5119
Palo 1	5	COMB22	Combination	-1742,31	57,859	0	0	0	-261,9491
Palo 2	5	COMB13	Combination	-1844,253	-18,171	0	0	0	162,7428
Palo 2	5	COMB14	Combination	-1742,31	-28,076	0	0	0	136,9012
Palo 2	5	COMB15	Combination	-1885,7	69,159	0	0	0	125,4731
Palo 2	5	COMB16	Combination	-1783,758	59,254	0	0	0	99,6315
Palo 2	5	COMB17	Combination	-1844,253	-3,213	0	0	0	99,8323
Palo 2	5	COMB18	Combination	-1742,31	-13,118	0	0	0	73,9907
Palo 2	5	COMB19	Combination	-1906,415	128,052	0	0	0	43,47
Palo 2	5	COMB20	Combination	-1804,472	118,148	0	0	0	17,6284
Palo 2	5	COMB21	Combination	-1844,253	-47,954	0	0	0	287,7907
Palo 2	5	COMB22	Combination	-1742,31	-57,859	0	0	0	261,9491

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

5.3 DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO

Normative di riferimento

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

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

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

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

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

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

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

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

- D.M. 9 Gennaio 1996

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

- D.M. 16 Gennaio 1996

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

- D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche

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

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

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

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

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

- Circolare 617 del 02/02/2009

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

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Determinazione della capacità portante

carico verticale che grava sul palo va confrontato con il valore di calcolo della resistenza verticale del palo stesso. Il problema che si pone, quindi, è quello di determinare la capacità portante del palo. Determinata la capacità portante, la resistenza di calcolo verticale del palo si ottiene applicando degli opportuni coefficienti di sicurezza.

La capacità portante di un palo viene valutata come somma di due contributi: portanza di base (o di punta) e portanza per attrito laterale lungo il fusto. Cioè si assume valida l'espressione:

$$Q_T = Q_P + Q_L - W_P$$

dove:

- Q_T Portanza totale del palo;
- Q_P Portanza di base del palo;
- Q_L Portanza per attrito laterale del palo;
- W_P Peso proprio del palo.

Le due componenti Q_P e Q_L sono calcolate in modo indipendente fra loro. Risulta molto difficoltoso, tranne che in poche situazioni, stabilire quanta parte del carico viene assorbita per attrito laterale e quanta per resistenza alla base.

Nel caso di pali soggetti a trazione la resistenza allo sfilamento vale:

$$Q_T = Q_L + W_P$$

Dalla capacità portante del palo si ricava il carico ammissibile del palo Q_A applicando degli opportuni coefficienti di sicurezza rispettivamente γ_b e γ_s .

I coefficienti γ_b e γ_s rappresentano rispettivamente i valori del coefficiente di sicurezza per la portanza di punta e quello per la portanza laterale.

Quindi nel caso di pali compressi abbiamo la seguente relazione:

$$Q_A = Q_P/\gamma_b + Q_L/\gamma_s - W_P/\gamma_G$$

Nel caso invece di pali soggetti a sforzi di trazione abbiamo la seguente relazione:

$$Q_A = Q_L/\gamma_s + W_P/\gamma_G$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Capacità portante di punta

In generale la capacità portante di punta viene calcolata tramite l'espressione:

$$Q_P = A_P (c N_c + q_b N_q)$$

dove A_P è l'area portante efficace della punta del palo, c è la coesione, q_b è la pressione del terreno alla quota della punta del palo ed i coefficienti N_c e N_q sono i coefficienti delle formule della capacità portante corretti per tener conto degli effetti di profondità.

N_c ed N_q dipendono sia dalla geometria del palo che dalle caratteristiche del terreno angolo di attrito e coesione (ϕ e c).

In letteratura è possibile trovare diverse formule per il calcolo dei valori di N_c ed N_q .

Per pali in argilla in condizioni non drenate ($\phi=0$, $c=c_u$) si assume in genere per N_c il valore proposto da Skempton pari a 9 (valore in corrispondenza della punta del palo) mentre $N_q=1$. Diversi autori hanno proposto altri valori per il fattore N_c ma in generale le variazioni sono abbastanza contenute.

Diverso è il caso del fattore N_q per il quale diversi autori propongono dei valori spesso molto discordanti fra di loro.

In particolare da prove effettuati su pali realizzati in terreni non coesivi, si vede che la variazione della resistenza alla punta non cresce in modo lineare con la profondità, ma raggiunto un certo valore essa si mantiene pressochè costante. Questo fenomeno è stato spiegato da Vesic mettendo in conto un <<effetto arco>> che si manifesta nei dintorni del palo.

Un modo semplice per tener conto del fatto che la resistenza alla punta non può crescere indefinitamente è quello di considerare il diagramma delle pressioni verticali in corrispondenza del palo opportunamente modificato.

In particolare si assume che la pressione verticale σ_v cresca linearmente (pressione geostatica) fino ad una certa profondità z_c ($\sigma_v=\sigma_c$); superata tale profondità il valore della pressione verticale si mantiene costante e pari a σ_c : in pratica si assume un diagramma bilatero per l'andamento della pressione verticale in corrispondenza del palo.

Il valore di z_c (detta anche profondità critica) dipende dal diametro del palo, D , dalla tecnologia di realizzazione (palo infisso o trivellato) dall'angolo di attrito del terreno ϕ .

Nella determinazione di z_c il valore di ϕ da considerare è funzione del valore dell'angolo di attrito prima dell'installazione del palo, ϕ' , secondo le seguenti relazioni:

Per pali infissi $\phi = 3/4 \phi' + 10$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Per pali trivellati $\phi = \phi' - 3$

A parità di diametro influisce il grado di addensamento del terreno (densità relativa D_r) e la resistenza alla punta cresce con il crescere della densità.

Nella sezione successiva descriveremo le relazioni per la determinazione di N_c ed N_q .

Capacità portante per attrito laterale

La portanza laterale è data dall'integrale esteso a tutta la superficie laterale del palo delle tensioni tangenziali palo-terreno in condizioni limiti:

$$Q_L = \text{Int}(\tau_a) dS$$

dove τ_a è dato dalla nota relazione di Coulomb:

$$\tau_a = c_a + \sigma_h \text{tg } \delta$$

dove c_a è l'adesione palo-terreno, δ è l'angolo di attrito palo-terreno, e σ_h è la tensione orizzontale alla generica profondità z . La tensione orizzontale σ_h è legata alla pressione verticale σ_v tramite il coefficiente di spinta K_s

$$\sigma_h = K_s \sigma_v$$

Indicando con C il perimetro e con L la lunghezza del palo abbiamo:

$$\text{Int}^L(C(c_a + K_s \sigma_v \text{tg } \delta) dz)$$

Analisi del palo soggetto a forze orizzontali (Portanza trasversale)

La resistenza limite laterale di un palo è determinata dal minimo valore fra il carico orizzontale necessario per produrre il collasso del terreno lungo il fusto del palo ed il carico orizzontale necessario per produrre la plasticizzazione del palo. Il primo meccanismo (plasticizzazione del terreno) si verifica nel caso di pali molto rigidi in terreni poco resistenti (meccanismo di palo corto) mentre il secondo meccanismo si verifica nel caso di pali aventi rigidezze non eccessive rispetto al terreno di infissione (meccanismo di palo lungo o intermedio). Nel modello di terreno alla Winkler il terreno viene schematizzato come una serie di molle elastiche indipendenti fra di loro. Le molle che schematizzano il terreno vengono caratterizzate tramite una costante di rigidezza elastica, K_h , espressa in $\text{DaN/cm}^2/\text{cm}$ che rappresenta la pressione (in DaN/cm^2) che bisogna applicare per

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

ottenere lo spostamento di 1 cm. La determinazione di questa costante può essere fatta o tramite prove di carico su piastra o mediante metodi analitici (convenzionali). La variazione della costante di Winkler con la profondità dipende dal tipo di terreno in cui il palo è immerso. Ad esempio nel caso di terreni coesivi in condizioni non drenate K_n assume un valore costante con la profondità mentre nel caso di terreni incoerenti la variazione di K_n è di tipo lineare (crescente con la profondità). In generale l'espressione di K_n assume una forma binomia del tipo:

$$K_n(z) = A + B z^n$$

Per l'analisi di pali caricati trasversalmente si utilizza il modello di Winkler. Il palo viene suddiviso in un determinato numero (100) di elementi tipo trave aventi area ed inerzia pari a quella della sezione trasversale del palo. In corrispondenza di ogni nodo di separazione fra i vari elementi viene inserita una molla orizzontale di opportuna rigidità che schematizza il terreno. Il comportamento delle molle che schematizzano il terreno non è infinitamente elastico ma è di tipo elastoplastico. La singola molla reagisce fino ad un valore limite di spostamento o di reazione; una volta che è stato superato tale limite la molla non offre ulteriori incrementi di resistenza (diagramma tipo elastoplastico perfetto). Indicando con d_{ye} la lunghezza del tratto di influenza della molla, con D il diametro del palo la molla avrà una rigidità pari a:

$$K_m = d_{ye} D K_k$$

La resistenza limite del terreno rappresenta il valore limite di resistenza che il terreno può esplicare quando il palo è soggetto ad un carico orizzontale. La resistenza limite $p_u = p_u(z)$ dipende dalle caratteristiche del terreno e dalla geometria del palo. In terreni puramente coesivi ($c=c_u$, $\phi=0$) la resistenza cresce dal valore 0 in sommità fino ad un valore limite in corrispondenza di una profondità pari a circa 3 diametri. Il valore limite in tal caso è variabile fra 8 e 12 c_u . Nel caso di terreni dotati di attrito e coesione la resistenza limite ad una generica profondità z è rappresentata dalla relazione (Brinch Hansen):

$$P_u = q K_{pq} + c K_{pc}$$

dove:

D diametro del palo

q pressione geostatica alla profondità z

c coesione alla profondità z

K_{pq} , K_{pc} coefficienti funzione dell'angolo di attrito del terreno ϕ e del rapporto z/D .

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Broms ha eseguito l'analisi considerando il caso sia di palo vincolato in testa che di palo libero immerso in un mezzo omogeneo. Nel caso di terreni coesivi Broms assume in questo caso un diagramma di resistenza nullo fino ad una profondità pari a $1,5D$ e poi valore costante pari a $9c_u D$. Nel caso di terreni incoerenti Broms assume che la resistenza laterale sia variabile con la profondità dal valore 0 (in testa) fino al valore $3\sigma_v K_p D$ (alla base) essendo K_p il coefficiente di resistenza passiva espresso da $K_p = \tan^2(45^\circ + \phi/2)$.

Geometria della fondazione

Simbologia adottata

<i>Descrizione</i>	Descrizione del palo
<i>Forma</i>	Forma del palo ((C)=Costante, (R)=Rastremato)
<i>X</i>	Ascissa del baricentro del palo espressa in [m]
<i>Y</i>	Ordinata del baricentro del palo espressa in [m]
<i>D</i>	Diametro del palo espresso in [cm]
<i>L</i>	Lunghezza del palo espressa in [m]

Descrizione	Forma	X	Y	D	L
Palo 1000	(C)	0,00	0,00	100,00	30,00

Materiali palo

Calcestruzzo

Tipo	C25/30	
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	30,000	[N/mm ²]
Peso specifico	24,5170	[kN/m ³]
Coeff. di omogeneizzazione	15,00	

Acciaio

Tipo	B450C	
Tensione caratteristica di snervamento	450,000	[N/mm ²]

Coefficienti di sicurezza sui materiali

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo	1.50
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza acciaio	0.85
Coefficiente di sicurezza sezione	1.50

Caratteristiche pali

Pali in c.a.

Armatura con ferri longitudinali e staffe

Vincolo in testa di tipo INCASTRO

Tipo di palo TRIVELLATO

Contributo sia della portanza laterale sia della portanza di punta

Descrizione terreni e falda

Simbologia adottata

<i>Descrizione</i>	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ_{sat}	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
ϕ	Angolo di attrito interno del terreno espresso in gradi
δ	Angolo di attrito palo-terreno espresso in gradi
c	Coesione del terreno espressa in [N/mm ²]
ca	Adesione del terreno espressa in [N/mm ²]
ϕ_{min}, ϕ_{med}	Angolo di attrito interno del terreno minimo e medio espresso in gradi
$\delta_{min}, \delta_{med}$	Angolo di attrito palo-terreno minimo e medio espresso in gradi
c_{min}, c_{med}	Coesione del terreno minima e media espressa in [N/mm ²]
ca_{min}, ca_{med}	Adesione del terreno minima e media espressa in [N/mm ²]

Parametri caratteristici

Descrizione	γ	γ_{sat}	ϕ	δ	c	ca
--------------------	----------	----------------	--------	----------	----------	-----------

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Depositi fluviali	19,000	23,500	38,00	38,00	0,0000	0,0000
Ghiaie di messina	19,000	23,000	38,00	38,00	0,0000	0,0000

Parametri medi

Descrizione	ϕ_{med}	δ_{med}	c_{med}	ca_{med}
Depositi fluviali	38,00	38,00	0,0000	0,0000
Ghiaie di messina	38,00	38,00	0,0000	0,0000

Descrizione stratigrafia

Simbologia adottata

- N* Identificativo strato
Z1 Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°1 espressa in [m]
Z2 Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°2 espressa in [m]
Z3 Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°3 espressa in [m]
Terreno Terreno dello strato
Kw Costante di Winkler espressa in DaN/cm²/cm
Ks Coefficiente di spinta
α Coefficiente di espansione laterale

n°	Z1	Z2	Z3	Terreno	Kw	Ks	α
1	-3,0	-3,0	-3,0	Depositi fluviali	20,00	0,5	1,00
2	-45,0	-45,0	-45,0	Ghiaie di messina	30,00	0,50	1,00

Normativa

N.T.C. 2008

Calcolo secondo: Approccio 1

Simbologia adottata

γ_{Gsfav} Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

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

Coefficienti parziali combinazioni statiche

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

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

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

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

Coefficienti parziali combinazioni sismiche

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

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

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

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

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

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

5.4 VERIFICHE GEOTECNICHE

CARICHI VERTICALI. Coefficienti parziali γ_R per le verifiche dei pali

Pali trivellati

		R1	R2	R3
Punta	γ_b	1,00	1,70	1,35
Laterale compressione	γ_s	1,00	1,45	1,15
Totale compressione	γ_t	1,00	1,60	1,30
Laterale trazione	γ_{st}	1,00	1,60	1,25

CARICHI TRASVERSALI. Coefficienti parziali γ_T per le verifiche dei pali.

	R1	R2	R3
γ_T	1,00	1,60	1,30

Coefficienti di riduzione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali

Numero di verticali indagate	1	$\xi_3=1,70$	$\xi_4=1,70$
------------------------------	---	--------------	--------------

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

Condizioni di carico

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

Fondazione

N_{TOT} Sforzo normale totale espressa in [kN]

$M_{X_{TOT}}$ Momento in direzione X espressa in [kNm]

$M_{Y_{TOT}}$ Momento in direzione Y espresso in [kNm]

e_x Eccentricità del carico lungo X espressa in [m]

e_y Eccentricità del carico lungo Y espressa in [m]

β Inclinazione del taglio nel piano espressa in [°]

T_{TOT} Forza di taglio espressa in [kN]

Condizione n° 1 (Condizione n° 1)

Fondazione	N_{TOT}	$M_{X_{TOT}}$	$M_{Y_{TOT}}$	e_x	e_y	β	T_{TOT}
Palo 1000	6402,000	0,000	1094,000	0,2	0,0	90,0	746,000

Condizione n° 2 (Condizione n° 2)

Fondazione	N_{TOT}	$M_{X_{TOT}}$	$M_{Y_{TOT}}$	e_x	e_y	β	T_{TOT}
Palo 1000	5316,000	0,000	970,000	0,2	0,0	90,0	626,000

Condizione n° 3 (Condizione n° 3)

Fondazione	N_{TOT}	$M_{X_{TOT}}$	$M_{Y_{TOT}}$	e_x	e_y	β	T_{TOT}
Palo 1000	3658,000	0,000	384,000	0,1	0,0	90,0	308,000

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

γ Coefficiente di partecipazione della condizione

Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

C Coefficiente totale di partecipazione della condizione

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

I coefficienti da attribuire alle azioni risultano ovviamente tutti unitari in quanto tali valori derivano da combinazioni statiche e simiche (descritte negli appositi paragrafi della presente relazione di calcolo) in cui tali coefficienti sono già stati applicati.

Combinazione n° 1 SLU - Caso A1-M1

	γ	Ψ	C
Condizione n° 1	1.00	1.00	1.00

Per la combinazione in oggetto si fa riferimento ai fattori di sicurezza R1 come da NTC 2008.

Combinazione n° 2 SLU - Caso A1-M1 - Sismica

	γ	Ψ	C
Condizione n° 3	1.00	1.00	1.00

Per la combinazione in oggetto si fa riferimento ai fattori di sicurezza R3 come da NTC 2008.

Combinazione n° 3 SLU - Caso A2-M1

	γ	Ψ	C
Condizione n° 2	1.00	1.00	1.00

Per la combinazione in oggetto si fa riferimento ai fattori di sicurezza R2 come da NTC 2008.

Analisi in condizioni drenate

Verifica della portanza assiale

Il metodo utilizzato per il calcolo della portanza verticale è: Berezantzev ridotto.

E' stato richiesto di correggere l'angolo di attrito in funzione del tipo di palo (Trivellato/Infisso).

L'andamento della pressione verticale σ_v con la profondità, per il calcolo della portanza di punta, è stata definita come: Pressione geostatica.

Si riportano i valori di pressione verticale e di attrito laterale τ_a lungo lo sviluppo verticale dei pali:

NOTE	PROF. palo (m)	LIV p.c. (m)	γ' (kN/m³)	σ'_{vo} p.c. (kPa)	ϕ PALO (m)	Φ (°)	Ks (-)	Ta lat spec (kPa)
-------------	-----------------------	---------------------	--	---	-----------------------------------	------------------------------	---------------	--------------------------

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

testa palo	0,00	0	19,00	0,00	1,000	38,00	0,50	0,00
	0,50	0,5	19,00	9,50	1,000	38,00	0,50	3,71
	1,00	1,0	19,00	19,00	1,000	38,00	0,50	7,42
	1,50	1,5	19,00	28,50	1,000	38,00	0,50	11,13
	2,00	2,0	19,00	38,00	1,000	38,00	0,50	14,83
	2,50	2,5	19,00	47,50	1,000	38,00	0,50	18,54
	3,00	3,0	19,00	57,00	1,000	38,00	0,50	22,25
	3,50	3,5	19,00	66,50	1,000	38,00	0,50	25,96
	4,00	4,0	19,00	76,00	1,000	38,00	0,50	29,67
	4,50	4,5	19,00	85,50	1,000	38,00	0,50	33,38
	5,00	5,0	19,00	95,00	1,000	38,00	0,50	37,09
	5,50	5,5	19,00	104,50	1,000	38,00	0,50	40,79
	6,00	6,0	19,00	114,00	1,000	38,00	0,50	44,50
	6,50	6,5	19,00	123,50	1,000	38,00	0,50	48,21
	7,00	7,0	19,00	133,00	1,000	38,00	0,50	51,92
	7,50	7,5	19,00	142,50	1,000	38,00	0,50	55,63
	8,00	8,0	19,00	152,00	1,000	38,00	0,50	59,34
	8,50	8,5	19,00	161,50	1,000	38,00	0,50	63,05
	9,00	9,0	19,00	171,00	1,000	38,00	0,50	66,75
	9,50	9,5	19,00	180,50	1,000	38,00	0,50	70,46
	10,00	10,0	19,00	190,00	1,000	38,00	0,50	74,17
	10,50	10,5	19,00	199,50	1,000	38,00	0,50	77,88
	11,00	11,0	19,00	209,00	1,000	38,00	0,50	81,59
	11,50	11,5	19,00	218,50	1,000	38,00	0,50	85,30
	12,00	12,0	19,00	228,00	1,000	38,00	0,50	89,00
	12,50	12,5	19,00	237,50	1,000	38,00	0,50	92,71
	13,00	13,0	19,00	247,00	1,000	38,00	0,50	96,42
	13,50	13,5	19,00	256,50	1,000	38,00	0,50	100,13
	14,00	14,0	19,00	266,00	1,000	38,00	0,50	103,84
	14,50	14,5	19,00	275,50	1,000	38,00	0,50	107,55
	15,00	15,0	19,00	285,00	1,000	38,00	0,50	111,26
	15,50	15,5	19,00	294,50	1,000	38,00	0,50	114,96
	16,00	16,0	19,00	304,00	1,000	38,00	0,50	118,67
	16,50	16,5	19,00	313,50	1,000	38,00	0,50	122,38
	17,00	17,0	19,00	323,00	1,000	38,00	0,50	126,09
	17,50	17,5	19,00	332,50	1,000	38,00	0,50	129,80
	18,00	18,0	19,00	342,00	1,000	38,00	0,50	133,51
	18,50	18,5	19,00	351,50	1,000	38,00	0,50	137,22
	19,00	19,0	19,00	361,00	1,000	38,00	0,50	140,92
	19,50	19,5	19,00	370,50	1,000	38,00	0,50	144,63
	20,00	20,0	19,00	380,00	1,000	38,00	0,50	148,34
	20,50	20,5	19,00	389,50	1,000	38,00	0,50	152,05
	21,00	21,0	19,00	399,00	1,000	38,00	0,50	155,76

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		RELAZIONE GEOTECNICA	Codice documento SS0744_F0.doc	Rev F0

	21,50	21,5	19,00	408,50	1,000	38,00	0,50	159,47
	22,00	22,0	19,00	418,00	1,000	38,00	0,50	163,18
	22,50	22,5	19,00	427,50	1,000	38,00	0,50	166,88
	23,00	23,0	19,00	437,00	1,000	38,00	0,50	170,59
	23,50	23,5	19,00	446,50	1,000	38,00	0,50	174,30
	24,00	24,0	19,00	456,00	1,000	38,00	0,50	178,01
	24,50	24,5	19,00	465,50	1,000	38,00	0,50	181,72
	25,00	25,0	19,00	475,00	1,000	38,00	0,50	185,43
	25,50	25,5	19,00	484,50	1,000	38,00	0,50	189,14
	26,00	26,0	19,00	494,00	1,000	38,00	0,50	192,84
	26,50	26,5	19,00	503,50	1,000	38,00	0,50	196,55
	27,00	27,0	19,00	513,00	1,000	38,00	0,50	200,26
	27,50	27,5	19,00	522,50	1,000	38,00	0,50	203,97
	28,00	28,0	19,00	532,00	1,000	38,00	0,50	207,68
	28,50	28,5	19,00	541,50	1,000	38,00	0,50	211,39
	29,00	29,0	19,00	551,00	1,000	38,00	0,50	215,10
	29,50	29,5	19,00	560,50	1,000	38,00	0,50	218,80
	30,00	30,0	19,00	570,00	1,000	38,00	0,50	222,51

Simbologia adottata

Comb Identificativo della combinazione

Nc, Nq Fattori di capacità portante

PI_{min}, PI_{med} Portanza laterale minima e media espressa in [kN]

Pp_{min}, Pp_{med} Portanza di punta minima e media espressa in [kN]

Pd Portanza di progetto espressa in [kN]

N Scarico verticale in testa al palo espresso in [kN]

η Coeff. di sicurezza per carichi verticali

Comb	Nc	Nq
1	37,04	26,93
2	37,04	26,93
3	37,04	26,93

Applicando i coefficienti da normativa elencati al paragrafo precedente e descritti esplicitamente per le 3 combinazioni di carico si ottiene:

Comb	PI _{med}	Pp _{med}	PI _{min}	Pp _{min}	Pd	N	η
1	10492,91	12057,43	10492,91	12057,43	12510,54	6402,00	1,95

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

2	10492,91	12057,43	10492,91	12057,43	10032,00	3658,00	2,74
3	10492,91	12057,43	10492,91	12057,43	7851,21	5316,00	1,48

Il valore di η ricavato dall'analisi deve risultare comunque maggiore di un coefficiente derivante dalla riduzione per pali in gruppo, ricavabile dalla formula empirica di Converse – Labarre,:

$$\eta_{rid} = 1 - \xi \cdot \left[\frac{(n-1) \cdot m + (m-1) \cdot n}{m \cdot n} \right] \cdot \frac{1}{90}$$

- $m = 1$ numero di linee di pali nel gruppo
- $n = 100$ numero di pali in una linea (approssimazione)
- $d = 100$ diametro del singolo palo
- $s = 240$ distanza tra gli assi di due pali contigui

$$\xi = \arctan (d/s) = \arctan (100/240) = 22,62^\circ$$

$$\eta_{rid} = 1 - 22,62 \cdot \left[\frac{(100-1) \cdot 1 + (1-1) \cdot 100}{1 \cdot 100} \right] \cdot \frac{1}{90} = 0,749$$

La capacità portante di un palo all'interno del gruppo risulta così ridotta tramite il coefficiente d'efficienza η_{rid} ; deve quindi risultare:

$$\eta \geq \frac{1}{\eta_{rid}} = \frac{1}{0,749} = 1,34$$

Si verifica dunque che i valori di capacità portante per le combinazioni di carico cassate per la riduzione per pali in gruppo risultino maggiori delle azioni sollecitanti per le combinazioni corrispondenti:

Comb	Pd	N	Pd _{ridotto}	η
1	12510,54	6402,00	9335,82	1,46
2	10032,00	3658,00	7486,57	2,05
3	7851,21	5316,00	5859,11	1,10

Verifica della portanza trasversale

Costante di Winkler orizzontale definita da STRATO

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Criterio di rottura palo-terreno: Pressione limite (Pressione passiva con moltiplicatore = 3,00)

Simbologia adottata

Comb Identificativo della combinazione

Tu Taglio resistente ultimo in testa al palo, espresso in [kN]

Mu Momento resistente ultimo in testa al palo, espresso in [kNm]

Tx Taglio agente in testa al palo, espresso in [kN]

$\eta = Tu/Tx$ Coeff. di sicurezza per carichi orizzontali

Comb	Tu	Mu	Tx	η
1	1102,2852	1881,7167	746,0000	1,48
2	1102,2852	1881,7167	308,0000	3,58
3	1102,2852	1881,7167	626,0000	1,76

Momento ultimo della sezione

A_{f1}	A_{f2}	M_{usez1}	M_{usez2}
143,351	143,351	1881,7167	1881,7167

Pressioni in esercizio

Simbologia adottata

Nr. Identificativo sezione palo

Y ordinata palo espressa in [cm]

Pe pressione in esercizio espressa in [N/mm²]

Combinazione n° 1

Nr.	Y	Pe
1	0,00	0,0000
2	0,30	0,0719
3	0,60	0,1438
4	0,90	0,2157
5	1,20	0,2875
6	1,50	0,3334

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_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						

7	1,80	0,2961
8	2,10	0,2583
9	2,40	0,2213
10	2,70	0,1859
11	3,00	0,1529
12	3,30	0,1841
13	3,60	0,1436
14	3,90	0,1081
15	4,20	0,0776
16	4,50	0,0519
17	4,80	0,0307
18	5,10	0,0136
19	5,40	0,0003
20	5,70	-0,0097
21	6,00	-0,0170
22	6,30	-0,0219
23	6,60	-0,0248
24	6,90	-0,0262
25	7,20	-0,0263
26	7,50	-0,0255
27	7,80	-0,0240
28	8,10	-0,0221
29	8,40	-0,0198
30	8,70	-0,0175
31	9,00	-0,0151
32	9,30	-0,0127
33	9,60	-0,0106
34	9,90	-0,0085
35	10,20	-0,0067
36	10,50	-0,0051
37	10,80	-0,0037
38	11,10	-0,0026
39	11,40	-0,0016

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

40	11,70	-0,0008
41	12,00	-0,0002
42	12,30	0,0003
43	12,60	0,0006
44	12,90	0,0009
45	13,20	0,0010
46	13,50	0,0011
47	13,80	0,0011
48	14,10	0,0011
49	14,40	0,0011
50	14,70	0,0010
51	15,00	0,0009
52	15,30	0,0008
53	15,60	0,0007
54	15,90	0,0006
55	16,20	0,0005
56	16,50	0,0004
57	16,80	0,0003
58	17,10	0,0002
59	17,40	0,0002
60	17,70	0,0001
61	18,00	0,0001
62	18,30	0,0000
63	18,60	0,0000
64	18,90	0,0000
65	19,20	0,0000
66	19,50	0,0000
67	19,80	0,0000
68	20,10	0,0000
69	20,40	0,0000
70	20,70	0,0000
71	21,00	0,0000
72	21,30	0,0000

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_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						

73	21,60	0,0000
74	21,90	0,0000
75	22,20	0,0000
76	22,50	0,0000
77	22,80	0,0000
78	23,10	0,0000
79	23,40	0,0000
80	23,70	0,0000
81	24,00	0,0000
82	24,30	0,0000
83	24,60	0,0000
84	24,90	0,0000
85	25,20	0,0000
86	25,50	0,0000
87	25,80	0,0000
88	26,10	0,0000
89	26,40	0,0000
90	26,70	0,0000
91	27,00	0,0000
92	27,30	0,0000
93	27,60	0,0000
94	27,90	0,0000
95	28,20	0,0000
96	28,50	0,0000
97	28,80	0,0000
98	29,10	0,0000
99	29,40	0,0000
100	29,70	0,0000
101	30,00	0,0000

Combinazione n° 2

Nr.	Y	Pe
1	0,00	0,0000

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_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						

2	0,30	0,0719
3	0,60	0,1393
4	0,90	0,1306
5	1,20	0,1200
6	1,50	0,1082
7	1,80	0,0959
8	2,10	0,0835
9	2,40	0,0713
10	2,70	0,0598
11	3,00	0,0490
12	3,30	0,0588
13	3,60	0,0457
14	3,90	0,0343
15	4,20	0,0244
16	4,50	0,0161
17	4,80	0,0094
18	5,10	0,0039
19	5,40	-0,0003
20	5,70	-0,0035
21	6,00	-0,0058
22	6,30	-0,0073
23	6,60	-0,0082
24	6,90	-0,0086
25	7,20	-0,0086
26	7,50	-0,0083
27	7,80	-0,0078
28	8,10	-0,0072
29	8,40	-0,0064
30	8,70	-0,0056
31	9,00	-0,0049
32	9,30	-0,0041
33	9,60	-0,0034
34	9,90	-0,0027

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

35	10,20	-0,0021
36	10,50	-0,0016
37	10,80	-0,0012
38	11,10	-0,0008
39	11,40	-0,0005
40	11,70	-0,0002
41	12,00	0,0000
42	12,30	0,0001
43	12,60	0,0002
44	12,90	0,0003
45	13,20	0,0003
46	13,50	0,0004
47	13,80	0,0004
48	14,10	0,0004
49	14,40	0,0003
50	14,70	0,0003
51	15,00	0,0003
52	15,30	0,0003
53	15,60	0,0002
54	15,90	0,0002
55	16,20	0,0002
56	16,50	0,0001
57	16,80	0,0001
58	17,10	0,0001
59	17,40	0,0001
60	17,70	0,0000
61	18,00	0,0000
62	18,30	0,0000
63	18,60	0,0000
64	18,90	0,0000
65	19,20	0,0000
66	19,50	0,0000
67	19,80	0,0000

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_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						

68	20,10	0,0000
69	20,40	0,0000
70	20,70	0,0000
71	21,00	0,0000
72	21,30	0,0000
73	21,60	0,0000
74	21,90	0,0000
75	22,20	0,0000
76	22,50	0,0000
77	22,80	0,0000
78	23,10	0,0000
79	23,40	0,0000
80	23,70	0,0000
81	24,00	0,0000
82	24,30	0,0000
83	24,60	0,0000
84	24,90	0,0000
85	25,20	0,0000
86	25,50	0,0000
87	25,80	0,0000
88	26,10	0,0000
89	26,40	0,0000
90	26,70	0,0000
91	27,00	0,0000
92	27,30	0,0000
93	27,60	0,0000
94	27,90	0,0000
95	28,20	0,0000
96	28,50	0,0000
97	28,80	0,0000
98	29,10	0,0000
99	29,40	0,0000
100	29,70	0,0000

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

101 30,00 0,0000

Combinazione n° 3

Nr.	Y	Pe
1	0,00	0,0000
2	0,30	0,0719
3	0,60	0,1438
4	0,90	0,2157
5	1,20	0,2875
6	1,50	0,2599
7	1,80	0,2305
8	2,10	0,2009
9	2,40	0,1719
10	2,70	0,1443
11	3,00	0,1185
12	3,30	0,1424
13	3,60	0,1109
14	3,90	0,0833
15	4,20	0,0596
16	4,50	0,0396
17	4,80	0,0232
18	5,10	0,0100
19	5,40	-0,0003
20	5,70	-0,0080
21	6,00	-0,0136
22	6,30	-0,0173
23	6,60	-0,0196
24	6,90	-0,0206
25	7,20	-0,0206
26	7,50	-0,0199
27	7,80	-0,0187
28	8,10	-0,0172
29	8,40	-0,0154

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

30	8,70	-0,0136
31	9,00	-0,0117
32	9,30	-0,0099
33	9,60	-0,0082
34	9,90	-0,0066
35	10,20	-0,0052
36	10,50	-0,0040
37	10,80	-0,0029
38	11,10	-0,0020
39	11,40	-0,0012
40	11,70	-0,0006
41	12,00	-0,0001
42	12,30	0,0003
43	12,60	0,0005
44	12,90	0,0007
45	13,20	0,0008
46	13,50	0,0009
47	13,80	0,0009
48	14,10	0,0009
49	14,40	0,0008
50	14,70	0,0008
51	15,00	0,0007
52	15,30	0,0006
53	15,60	0,0005
54	15,90	0,0005
55	16,20	0,0004
56	16,50	0,0003
57	16,80	0,0002
58	17,10	0,0002
59	17,40	0,0001
60	17,70	0,0001
61	18,00	0,0001
62	18,30	0,0000

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

63	18,60	0,0000
64	18,90	0,0000
65	19,20	0,0000
66	19,50	0,0000
67	19,80	0,0000
68	20,10	0,0000
69	20,40	0,0000
70	20,70	0,0000
71	21,00	0,0000
72	21,30	0,0000
73	21,60	0,0000
74	21,90	0,0000
75	22,20	0,0000
76	22,50	0,0000
77	22,80	0,0000
78	23,10	0,0000
79	23,40	0,0000
80	23,70	0,0000
81	24,00	0,0000
82	24,30	0,0000
83	24,60	0,0000
84	24,90	0,0000
85	25,20	0,0000
86	25,50	0,0000
87	25,80	0,0000
88	26,10	0,0000
89	26,40	0,0000
90	26,70	0,0000
91	27,00	0,0000
92	27,30	0,0000
93	27,60	0,0000
94	27,90	0,0000
95	28,20	0,0000

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_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						

96	28,50	0,0000
97	28,80	0,0000
98	29,10	0,0000
99	29,40	0,0000
100	29,70	0,0000
101	30,00	0,0000

Pressioni limiti

Simbologia adottata

- Nr. Identificativo sezione palo
Y ordinata palo espressa in [cm]
Pr pressione limite espressa in [N/mm²]

Combinazione n° 1

Nr.	Y	Pr
1	0,00	0,0000
2	0,30	0,0719
3	0,60	0,1438
4	0,90	0,2157
5	1,20	0,2875
6	1,50	0,3594
7	1,80	0,4313
8	2,10	0,4742
9	2,40	0,4080
10	2,70	0,3444
11	3,00	0,2847
12	3,30	0,3447
13	3,60	0,2707
14	3,90	0,2056
15	4,20	0,1494
16	4,50	0,1018
17	4,80	0,0624

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

18	5,10	0,0305
19	5,40	0,0054
20	5,70	-0,0137
21	6,00	-0,0277
22	6,30	-0,0373
23	6,60	-0,0432
24	6,90	-0,0462
25	7,20	-0,0469
26	7,50	-0,0458
27	7,80	-0,0434
28	8,10	-0,0401
29	8,40	-0,0362
30	8,70	-0,0320
31	9,00	-0,0277
32	9,30	-0,0236
33	9,60	-0,0196
34	9,90	-0,0160
35	10,20	-0,0127
36	10,50	-0,0097
37	10,80	-0,0072
38	11,10	-0,0050
39	11,40	-0,0032
40	11,70	-0,0017
41	12,00	-0,0005
42	12,30	0,0004
43	12,60	0,0010
44	12,90	0,0015
45	13,20	0,0018
46	13,50	0,0020
47	13,80	0,0020
48	14,10	0,0020
49	14,40	0,0019
50	14,70	0,0018

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

51	15,00	0,0016
52	15,30	0,0014
53	15,60	0,0013
54	15,90	0,0011
55	16,20	0,0009
56	16,50	0,0007
57	16,80	0,0006
58	17,10	0,0005
59	17,40	0,0003
60	17,70	0,0002
61	18,00	0,0002
62	18,30	0,0001
63	18,60	0,0000
64	18,90	0,0000
65	19,20	0,0000
66	19,50	-0,0001
67	19,80	-0,0001
68	20,10	-0,0001
69	20,40	-0,0001
70	20,70	-0,0001
71	21,00	-0,0001
72	21,30	-0,0001
73	21,60	-0,0001
74	21,90	-0,0001
75	22,20	-0,0001
76	22,50	0,0000
77	22,80	0,0000
78	23,10	0,0000
79	23,40	0,0000
80	23,70	0,0000
81	24,00	0,0000
82	24,30	0,0000
83	24,60	0,0000

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_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						

84	24,90	0,0000
85	25,20	0,0000
86	25,50	0,0000
87	25,80	0,0000
88	26,10	0,0000
89	26,40	0,0000
90	26,70	0,0000
91	27,00	0,0000
92	27,30	0,0000
93	27,60	0,0000
94	27,90	0,0000
95	28,20	0,0000
96	28,50	0,0000
97	28,80	0,0000
98	29,10	0,0000
99	29,40	0,0000
100	29,70	0,0000
101	30,00	0,0000

Combinazione n° 2

Nr.	Y	Pr
1	0,00	0,0000
2	0,30	0,0719
3	0,60	0,1438
4	0,90	0,2157
5	1,20	0,2875
6	1,50	0,3594
7	1,80	0,4313
8	2,10	0,4742
9	2,40	0,4080
10	2,70	0,3444
11	3,00	0,2847
12	3,30	0,3447

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

13	3,60	0,2707
14	3,90	0,2056
15	4,20	0,1494
16	4,50	0,1018
17	4,80	0,0624
18	5,10	0,0305
19	5,40	0,0054
20	5,70	-0,0137
21	6,00	-0,0277
22	6,30	-0,0373
23	6,60	-0,0432
24	6,90	-0,0462
25	7,20	-0,0469
26	7,50	-0,0458
27	7,80	-0,0434
28	8,10	-0,0401
29	8,40	-0,0362
30	8,70	-0,0320
31	9,00	-0,0277
32	9,30	-0,0236
33	9,60	-0,0196
34	9,90	-0,0160
35	10,20	-0,0127
36	10,50	-0,0097
37	10,80	-0,0072
38	11,10	-0,0050
39	11,40	-0,0032
40	11,70	-0,0017
41	12,00	-0,0005
42	12,30	0,0004
43	12,60	0,0010
44	12,90	0,0015
45	13,20	0,0018

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_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						

46	13,50	0,0020
47	13,80	0,0020
48	14,10	0,0020
49	14,40	0,0019
50	14,70	0,0018
51	15,00	0,0016
52	15,30	0,0014
53	15,60	0,0013
54	15,90	0,0011
55	16,20	0,0009
56	16,50	0,0007
57	16,80	0,0006
58	17,10	0,0005
59	17,40	0,0003
60	17,70	0,0002
61	18,00	0,0002
62	18,30	0,0001
63	18,60	0,0000
64	18,90	0,0000
65	19,20	0,0000
66	19,50	-0,0001
67	19,80	-0,0001
68	20,10	-0,0001
69	20,40	-0,0001
70	20,70	-0,0001
71	21,00	-0,0001
72	21,30	-0,0001
73	21,60	-0,0001
74	21,90	-0,0001
75	22,20	-0,0001
76	22,50	0,0000
77	22,80	0,0000
78	23,10	0,0000

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

79	23,40	0,0000
80	23,70	0,0000
81	24,00	0,0000
82	24,30	0,0000
83	24,60	0,0000
84	24,90	0,0000
85	25,20	0,0000
86	25,50	0,0000
87	25,80	0,0000
88	26,10	0,0000
89	26,40	0,0000
90	26,70	0,0000
91	27,00	0,0000
92	27,30	0,0000
93	27,60	0,0000
94	27,90	0,0000
95	28,20	0,0000
96	28,50	0,0000
97	28,80	0,0000
98	29,10	0,0000
99	29,40	0,0000
100	29,70	0,0000
101	30,00	0,0000

Combinazione n° 3

Nr.	Y	Pr
1	0,00	0,0000
2	0,30	0,0719
3	0,60	0,1438
4	0,90	0,2157
5	1,20	0,2875
6	1,50	0,3594
7	1,80	0,4313

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_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						

8	2,10	0,4742
9	2,40	0,4080
10	2,70	0,3444
11	3,00	0,2847
12	3,30	0,3447
13	3,60	0,2707
14	3,90	0,2056
15	4,20	0,1494
16	4,50	0,1018
17	4,80	0,0624
18	5,10	0,0305
19	5,40	0,0054
20	5,70	-0,0137
21	6,00	-0,0277
22	6,30	-0,0373
23	6,60	-0,0432
24	6,90	-0,0462
25	7,20	-0,0469
26	7,50	-0,0458
27	7,80	-0,0434
28	8,10	-0,0401
29	8,40	-0,0362
30	8,70	-0,0320
31	9,00	-0,0277
32	9,30	-0,0236
33	9,60	-0,0196
34	9,90	-0,0160
35	10,20	-0,0127
36	10,50	-0,0097
37	10,80	-0,0072
38	11,10	-0,0050
39	11,40	-0,0032
40	11,70	-0,0017

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_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						

41	12,00	-0,0005
42	12,30	0,0004
43	12,60	0,0010
44	12,90	0,0015
45	13,20	0,0018
46	13,50	0,0020
47	13,80	0,0020
48	14,10	0,0020
49	14,40	0,0019
50	14,70	0,0018
51	15,00	0,0016
52	15,30	0,0014
53	15,60	0,0013
54	15,90	0,0011
55	16,20	0,0009
56	16,50	0,0007
57	16,80	0,0006
58	17,10	0,0005
59	17,40	0,0003
60	17,70	0,0002
61	18,00	0,0002
62	18,30	0,0001
63	18,60	0,0000
64	18,90	0,0000
65	19,20	0,0000
66	19,50	-0,0001
67	19,80	-0,0001
68	20,10	-0,0001
69	20,40	-0,0001
70	20,70	-0,0001
71	21,00	-0,0001
72	21,30	-0,0001
73	21,60	-0,0001

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_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						

74	21,90	-0,0001
75	22,20	-0,0001
76	22,50	0,0000
77	22,80	0,0000
78	23,10	0,0000
79	23,40	0,0000
80	23,70	0,0000
81	24,00	0,0000
82	24,30	0,0000
83	24,60	0,0000
84	24,90	0,0000
85	25,20	0,0000
86	25,50	0,0000
87	25,80	0,0000
88	26,10	0,0000
89	26,40	0,0000
90	26,70	0,0000
91	27,00	0,0000
92	27,30	0,0000
93	27,60	0,0000
94	27,90	0,0000
95	28,20	0,0000
96	28,50	0,0000
97	28,80	0,0000
98	29,10	0,0000
99	29,40	0,0000
100	29,70	0,0000
101	30,00	0,0000

Sollecitazioni in esercizio

Simbologia adottata

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- Nr. Identificativo sezione
Y ordinata della sezione a partire dalla testa positiva verso il basso (in [m])
N sforzo normale espresso in [kN]
T taglio espresso in [kN]
M momento espresso in [kNm]

Combinazione n° 1

Nr.	Y	M	T	N
1	0,00	1155,1134	745,9999	6402,0000
2	0,30	931,3134	724,4347	6407,4519
3	0,60	713,9830	681,3043	6412,2543
4	0,90	509,5917	616,6086	6416,4071
5	1,20	324,6091	530,3478	6419,9104
6	1,50	165,5048	430,3296	6422,7641
7	1,80	36,4059	341,4968	6424,9683
8	2,10	-66,0431	263,9919	6426,5230
9	2,40	-145,2407	197,5978	6427,4281
10	2,70	-204,5200	141,8185	6427,6837
11	3,00	-247,0656	95,9492	6427,2897
12	3,30	-275,8503	40,7272	6426,2462
13	3,60	-288,0685	-2,3442	6424,5532
14	3,90	-287,3652	-34,7636	6422,2106
15	4,20	-276,9361	-58,0286	6419,2184
16	4,50	-259,5276	-73,5847	6415,5768
17	4,80	-237,4521	-82,7882	6411,2855
18	5,10	-212,6157	-86,8811	6406,3448
19	5,40	-186,5514	-86,9768	6400,7545
20	5,70	-160,4583	-84,0530	6394,5146
21	6,00	-135,2424	-78,9517	6387,6252
22	6,30	-111,5569	-72,3828	6380,0863
23	6,60	-89,8421	-64,9329	6371,8978
24	6,90	-70,3622	-57,0749	6363,0598
25	7,20	-53,2397	-49,1795	6353,5722

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

26	7,50	-38,4859	-41,5280	6343,4351
27	7,80	-26,0275	-34,3239	6332,6485
28	8,10	-15,7303	-27,7057	6321,2123
29	8,40	-7,4186	-21,7575	6309,1265
30	8,70	-0,8913	-16,5198	6296,3913
31	9,00	4,0646	-11,9985	6283,0064
32	9,30	7,6642	-8,1737	6268,9721
33	9,60	10,1163	-5,0060	6254,2882
34	9,90	11,6181	-2,4434	6238,9547
35	10,20	12,3511	-0,4256	6222,9717
36	10,50	12,4788	1,1117	6206,3392
37	10,80	12,1453	2,2333	6189,0571
38	11,10	11,4753	3,0027	6171,1255
39	11,40	10,5744	3,4799	6152,5444
40	11,70	9,5305	3,7201	6133,3137
41	12,00	8,4145	3,7732	6113,4334
42	12,30	7,2825	3,6833	6092,9036
43	12,60	6,1775	3,4885	6071,7243
44	12,90	5,1310	3,2215	6049,8954
45	13,20	4,1645	2,9090	6027,4170
46	13,50	3,2918	2,5730	6004,2891
47	13,80	2,5199	2,2308	5980,5116
48	14,10	1,8507	1,8958	5956,0845
49	14,40	1,2820	1,5777	5931,0079
50	14,70	0,8087	1,2833	5905,2818
51	15,00	0,4237	1,0170	5878,9061
52	15,30	0,1186	0,7810	5851,8809
53	15,60	-0,1157	0,5760	5824,2062
54	15,90	-0,2885	0,4015	5795,8819
55	16,20	-0,4090	0,2560	5766,9080
56	16,50	-0,4858	0,1374	5737,2847
57	16,80	-0,5270	0,0432	5707,0117
58	17,10	-0,5399	-0,0294	5676,0893

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

59	17,40	-0,5311	-0,0832	5644,5173
60	17,70	-0,5062	-0,1209	5612,2957
61	18,00	-0,4699	-0,1452	5579,4246
62	18,30	-0,4264	-0,1585	5545,9040
63	18,60	-0,3788	-0,1631	5511,7338
64	18,90	-0,3299	-0,1609	5476,9141
65	19,20	-0,2816	-0,1538	5441,4448
66	19,50	-0,2355	-0,1431	5405,3260
67	19,80	-0,1926	-0,1301	5368,5577
68	20,10	-0,1535	-0,1158	5331,1398
69	20,40	-0,1188	-0,1010	5293,0723
70	20,70	-0,0885	-0,0864	5254,3554
71	21,00	-0,0626	-0,0723	5214,9889
72	21,30	-0,0409	-0,0593	5174,9728
73	21,60	-0,0231	-0,0474	5134,3072
74	21,90	-0,0089	-0,0368	5092,9920
75	22,20	0,0021	-0,0275	5051,0274
76	22,50	0,0104	-0,0195	5008,4131
77	22,80	0,0162	-0,0129	4965,1493
78	23,10	0,0201	-0,0074	4921,2360
79	23,40	0,0223	-0,0030	4876,6732
80	23,70	0,0232	0,0004	4831,4608
81	24,00	0,0231	0,0030	4785,5988
82	24,30	0,0222	0,0048	4739,0873
83	24,60	0,0208	0,0060	4691,9263
84	24,90	0,0190	0,0067	4644,1157
85	25,20	0,0170	0,0070	4595,6556
86	25,50	0,0149	0,0070	4546,5460
87	25,80	0,0128	0,0067	4496,7868
88	26,10	0,0108	0,0062	4446,3780
89	26,40	0,0089	0,0057	4395,3197
90	26,70	0,0072	0,0051	4343,6119
91	27,00	0,0057	0,0044	4291,2546

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

92	27,30	0,0044	0,0037	4238,2476
93	27,60	0,0033	0,0031	4184,5912
94	27,90	0,0023	0,0025	4130,2852
95	28,20	0,0016	0,0019	4075,3297
96	28,50	0,0010	0,0014	4019,7246
97	28,80	0,0006	0,0010	3963,4700
98	29,10	0,0003	0,0006	3906,5658
99	29,40	0,0001	0,0003	3849,0121
100	29,70	0,0000	0,0001	3790,8088
101	30,00	0,0000	0,0001	3731,9560

Combinazione n° 2

Nr.	Y	M	T	N
1	0,00	411,8741	308,0000	3658,0000
2	0,30	319,4741	286,4348	3663,5796
3	0,60	233,5437	244,6582	3668,7650
4	0,90	160,1462	205,4909	3673,5562
5	1,20	98,4989	169,4993	3677,9533
6	1,50	47,6492	137,0338	3681,9562
7	1,80	6,5390	108,2666	3685,5649
8	2,10	-25,9410	83,2256	3688,7794
9	2,40	-50,9087	61,8245	3691,5997
10	2,70	-69,4560	43,8892	3694,0259
11	3,00	-82,6228	29,1801	3696,0578
12	3,30	-91,3768	11,5265	3697,6956
13	3,60	-94,8348	-2,1912	3698,9393
14	3,90	-94,1774	-12,4667	3699,7887
15	4,20	-90,4374	-19,7908	3700,2439
16	4,50	-84,5002	-24,6355	3700,3050
17	4,80	-77,1095	-27,4427	3699,9719
18	5,10	-68,8767	-28,6155	3699,2446
19	5,40	-60,2921	-28,5149	3698,1232
20	5,70	-51,7376	-27,4567	3696,6075

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

21	6,00	-43,5006	-25,7125	3694,6977
22	6,30	-35,7869	-23,5107	3692,3937
23	6,60	-28,7337	-21,0395	3689,6955
24	6,90	-22,4218	-18,4500	3686,6031
25	7,20	-16,8868	-15,8606	3683,1166
26	7,50	-12,1286	-13,3604	3679,2358
27	7,80	-8,1205	-11,0137	3674,9609
28	8,10	-4,8164	-8,8635	3670,2918
29	8,40	-2,1573	-6,9358	3665,2286
30	8,70	-0,0766	-5,2423	3659,7711
31	9,00	1,4961	-3,7839	3653,9195
32	9,30	2,6313	-2,5530	3647,6737
33	9,60	3,3972	-1,5364	3641,0337
34	9,90	3,8581	-0,7163	3633,9995
35	10,20	4,0730	-0,0729	3626,5712
36	10,50	4,0949	0,4152	3618,7487
37	10,80	3,9703	0,7692	3610,5319
38	11,10	3,7396	1,0097	3601,9211
39	11,40	3,4366	1,1565	3592,9160
40	11,70	3,0897	1,2274	3583,5167
41	12,00	2,7215	1,2386	3573,7233
42	12,30	2,3499	1,2044	3563,5357
43	12,60	1,9885	1,1371	3552,9539
44	12,90	1,6474	1,0472	3541,9779
45	13,20	1,3332	0,9433	3530,6078
46	13,50	1,0503	0,8323	3518,8435
47	13,80	0,8006	0,7200	3506,6849
48	14,10	0,5846	0,6104	3494,1322
49	14,40	0,4015	0,5067	3481,1854
50	14,70	0,2495	0,4110	3467,8443
51	15,00	0,1262	0,3246	3454,1091
52	15,30	0,0288	0,2482	3439,9797
53	15,60	-0,0457	0,1821	3425,4561

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

54	15,90	-0,1003	0,1259	3410,5383
55	16,20	-0,1380	0,0791	3395,2264
56	16,50	-0,1618	0,0411	3379,5202
57	16,80	-0,1741	0,0110	3363,4199
58	17,10	-0,1774	-0,0120	3346,9254
59	17,40	-0,1738	-0,0290	3330,0368
60	17,70	-0,1651	-0,0409	3312,7539
61	18,00	-0,1528	-0,0484	3295,0769
62	18,30	-0,1383	-0,0524	3277,0057
63	18,60	-0,1226	-0,0536	3258,5403
64	18,90	-0,1065	-0,0527	3239,6807
65	19,20	-0,0907	-0,0502	3220,4269
66	19,50	-0,0757	-0,0465	3200,7790
67	19,80	-0,0617	-0,0422	3180,7369
68	20,10	-0,0490	-0,0375	3160,3006
69	20,40	-0,0378	-0,0326	3139,4701
70	20,70	-0,0280	-0,0278	3118,2455
71	21,00	-0,0197	-0,0233	3096,6266
72	21,30	-0,0127	-0,0190	3074,6136
73	21,60	-0,0070	-0,0151	3052,2064
74	21,90	-0,0024	-0,0117	3029,4050
75	22,20	0,0011	-0,0087	3006,2095
76	22,50	0,0037	-0,0061	2982,6198
77	22,80	0,0055	-0,0040	2958,6358
78	23,10	0,0067	-0,0022	2934,2577
79	23,40	0,0074	-0,0008	2909,4855
80	23,70	0,0076	0,0002	2884,3190
81	24,00	0,0076	0,0011	2858,7584
82	24,30	0,0073	0,0016	2832,8036
83	24,60	0,0068	0,0020	2806,4546
84	24,90	0,0062	0,0022	2779,7114
85	25,20	0,0055	0,0023	2752,5740
86	25,50	0,0048	0,0023	2725,0425

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

87	25,80	0,0041	0,0022	2697,1168
88	26,10	0,0035	0,0020	2668,7969
89	26,40	0,0029	0,0018	2640,0828
90	26,70	0,0023	0,0016	2610,9745
91	27,00	0,0018	0,0014	2581,4721
92	27,30	0,0014	0,0012	2551,5755
93	27,60	0,0010	0,0010	2521,2847
94	27,90	0,0007	0,0008	2490,5997
95	28,20	0,0005	0,0006	2459,5206
96	28,50	0,0003	0,0004	2428,0472
97	28,80	0,0002	0,0003	2396,1797
98	29,10	0,0001	0,0002	2363,9180
99	29,40	0,0000	0,0001	2331,2621
100	29,70	0,0000	0,0000	2298,2121
101	30,00	0,0000	0,0000	2264,7678

Combinazione n° 3

Nr.	Y	M	T	N
1	0,00	931,6723	625,9950	5316,0000
2	0,30	743,8738	604,4298	5321,5024
3	0,60	562,5449	561,2993	5326,4564
4	0,90	394,1551	496,6037	5330,8619
5	1,20	245,1740	410,3427	5334,7189
6	1,50	122,0712	332,3864	5338,0275
7	1,80	22,3552	263,2252	5340,7875
8	2,10	-56,6123	202,9494	5342,9991
9	2,40	-117,4971	151,3717	5344,6622
10	2,70	-162,9086	108,0904	5345,7768
11	3,00	-195,3358	72,5441	5346,3430
12	3,30	-217,0990	29,8122	5346,3607
13	3,60	-226,0427	-3,4586	5345,8299
14	3,90	-225,0051	-28,4443	5344,7506
15	4,20	-216,4718	-46,3179	5343,1228

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

16	4,50	-202,5764	-58,2093	5340,9466
17	4,80	-185,1136	-65,1770	5338,2219
18	5,10	-165,5605	-68,1895	5334,9487
19	5,40	-145,1037	-68,1139	5331,1271
20	5,70	-124,6695	-65,7106	5326,7569
21	6,00	-104,9563	-61,6337	5321,8383
22	6,30	-86,4662	-56,4344	5316,3712
23	6,60	-69,5359	-50,5674	5310,3556
24	6,90	-54,3657	-44,3985	5303,7916
25	7,20	-41,0461	-38,2143	5296,6791
26	7,50	-29,5818	-32,2317	5289,0181
27	7,80	-19,9123	-26,6071	5280,8086
28	8,10	-11,9302	-21,4466	5272,0506
29	8,40	-5,4962	-16,8139	5262,7442
30	8,70	-0,4521	-12,7391	5252,8893
31	9,00	3,3697	-9,2255	5242,4859
32	9,30	6,1373	-6,2566	5231,5340
33	9,60	8,0143	-3,8008	5220,0337
34	9,90	9,1545	-1,8168	5207,9849
35	10,20	9,6996	-0,2572	5195,3876
36	10,50	9,7768	0,9284	5182,2418
37	10,80	9,4982	1,7911	5168,5475
38	11,10	8,9609	2,3804	5154,3048
39	11,40	8,2468	2,7430	5139,5136
40	11,70	7,4238	2,9222	5124,1739
41	12,00	6,5472	2,9567	5108,2858
42	12,30	5,6602	2,8809	5091,8491
43	12,60	4,7959	2,7245	5074,8640
44	12,90	3,9785	2,5126	5057,3304
45	13,20	3,2248	2,2662	5039,2483
46	13,50	2,5449	2,0022	5020,6178
47	13,80	1,9443	1,7340	5001,4388
48	14,10	1,4240	1,4719	4981,7113

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

49	14,40	0,9825	1,2235	4961,4353
50	14,70	0,6154	0,9938	4940,6109
51	15,00	0,3173	0,7864	4919,2379
52	15,30	0,0814	0,6027	4897,3165
53	15,60	-0,0994	0,4434	4874,8466
54	15,90	-0,2324	0,3078	4851,8283
55	16,20	-0,3248	0,1950	4828,2614
56	16,50	-0,3833	0,1031	4804,1461
57	16,80	-0,4142	0,0303	4779,4823
58	17,10	-0,4233	-0,0258	4754,2701
59	17,40	-0,4156	-0,0672	4728,5093
60	17,70	-0,3954	-0,0961	4702,2001
61	18,00	-0,3666	-0,1146	4675,3424
62	18,30	-0,3322	-0,1246	4647,9362
63	18,60	-0,2948	-0,1279	4619,9816
64	18,90	-0,2565	-0,1259	4591,4784
65	19,20	-0,2187	-0,1201	4562,4268
66	19,50	-0,1827	-0,1116	4532,8267
67	19,80	-0,1492	-0,1014	4502,6782
68	20,10	-0,1188	-0,0901	4471,9811
69	20,40	-0,0917	-0,0785	4440,7356
70	20,70	-0,0682	-0,0671	4408,9416
71	21,00	-0,0480	-0,0561	4376,5991
72	21,30	-0,0312	-0,0459	4343,7082
73	21,60	-0,0174	-0,0367	4310,2688
74	21,90	-0,0064	-0,0284	4276,2809
75	22,20	0,0021	-0,0212	4241,7445
76	22,50	0,0084	-0,0150	4206,6596
77	22,80	0,0129	-0,0098	4171,0263
78	23,10	0,0159	-0,0056	4134,8445
79	23,40	0,0176	-0,0022	4098,1142
80	23,70	0,0182	0,0004	4060,8354
81	24,00	0,0181	0,0024	4023,0082

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

82	24,30	0,0174	0,0038	3984,6325
83	24,60	0,0162	0,0047	3945,7083
84	24,90	0,0148	0,0053	3906,2356
85	25,20	0,0132	0,0055	3866,2144
86	25,50	0,0116	0,0054	3825,6448
87	25,80	0,0099	0,0052	3784,5267
88	26,10	0,0084	0,0049	3742,8601
89	26,40	0,0069	0,0044	3700,6451
90	26,70	0,0056	0,0039	3657,8815
91	27,00	0,0044	0,0034	3614,5695
92	27,30	0,0034	0,0029	3570,7090
93	27,60	0,0025	0,0024	3526,3001
94	27,90	0,0018	0,0019	3481,3426
95	28,20	0,0012	0,0015	3435,8367
96	28,50	0,0008	0,0011	3389,7823
97	28,80	0,0005	0,0008	3343,1794
98	29,10	0,0002	0,0005	3296,0281
99	29,40	0,0001	0,0002	3248,3282
100	29,70	0,0000	0,0001	3200,0799
101	30,00	0,0000	0,0001	3151,2831

Sollecitazioni limiti

Simbologia adottata

- Nr. Identificativo sezione
Y ordinata della sezione a partire dalla testa positiva verso il basso (in [m])
Nr sforzo normale espresso in [kN]
Tr taglio espresso in [kN]
Mr momento espresso in [kNm]

Combinazione n° 1

Nr.	Y	Mr	Tr	Nr
-----	---	----	----	----

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

1	0,00	1881,7167	1102,2852	22550,3373
2	0,30	1551,0688	1080,7201	22548,2387
3	0,60	1226,8528	1037,5897	22544,0416
4	0,90	915,5759	972,8942	22537,7458
5	1,20	623,7076	886,6335	22529,3515
6	1,50	357,7176	778,8076	22518,8586
7	1,80	124,0753	649,4165	22506,2671
8	2,10	-70,7496	507,1706	22491,5770
9	2,40	-222,9008	384,7668	22474,7884
10	2,70	-338,3309	281,4474	22455,9011
11	3,00	-422,7651	196,0485	22434,9153
12	3,30	-481,5796	92,6370	22411,8309
13	3,60	-509,3707	11,4156	22386,6479
14	3,90	-512,7954	-50,2644	22359,3664
15	4,20	-497,7161	-95,0745	22329,9862
16	4,50	-469,1938	-125,6117	22298,5075
17	4,80	-431,5102	-144,3272	22264,9302
18	5,10	-388,2121	-153,4778	22229,2543
19	5,40	-342,1687	-155,0960	22191,4799
20	5,70	-295,6399	-150,9746	22151,6068
21	6,00	-250,3476	-142,6644	22109,6352
22	6,30	-207,5482	-131,4797	22065,5650
23	6,60	-168,1043	-118,5112	22019,3962
24	6,90	-132,5510	-104,6435	21971,1288
25	7,20	-101,1579	-90,5750	21920,7629
26	7,50	-73,9854	-76,8395	21868,2983
27	7,80	-50,9336	-63,8284	21813,7352
28	8,10	-31,7851	-51,8121	21757,0735
29	8,40	-16,2415	-40,9603	21698,3132
30	8,70	-3,9534	-31,3611	21637,4544
31	9,00	5,4550	-23,0376	21574,4969
32	9,30	12,3662	-15,9635	21509,4409
33	9,60	17,1553	-10,0757	21442,2863

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

34	9,90	20,1780	-5,2860	21373,0331
35	10,20	21,7638	-1,4897	21301,6813
36	10,50	22,2107	1,4261	21228,2310
37	10,80	21,7829	3,5772	21152,6821
38	11,10	20,7098	5,0770	21075,0345
39	11,40	19,1866	6,0339	20995,2885
40	11,70	17,3765	6,5481	20913,4438
41	12,00	15,4120	6,7105	20829,5005
42	12,30	13,3989	6,6020	20743,4587
43	12,60	11,4183	6,2926	20655,3183
44	12,90	9,5305	5,8425	20565,0793
45	13,20	7,7777	5,3015	20472,7417
46	13,50	6,1873	4,7108	20378,3055
47	13,80	4,7741	4,1027	20281,7708
48	14,10	3,5432	3,5026	20183,1374
49	14,40	2,4925	2,9291	20082,4055
50	14,70	1,6137	2,3955	19979,5750
51	15,00	0,8951	1,9103	19874,6460
52	15,30	0,3220	1,4784	19767,6183
53	15,60	-0,1215	1,1016	19658,4921
54	15,90	-0,4520	0,7793	19547,2672
55	16,20	-0,6858	0,5093	19433,9438
56	16,50	-0,8386	0,2880	19318,5219
57	16,80	-0,9250	0,1111	19201,0013
58	17,10	-0,9584	-0,0262	19081,3822
59	17,40	-0,9505	-0,1289	18959,6644
60	17,70	-0,9118	-0,2020	18835,8481
61	18,00	-0,8512	-0,2501	18709,9332
62	18,30	-0,7762	-0,2779	18581,9198
63	18,60	-0,6928	-0,2892	18451,8077
64	18,90	-0,6061	-0,2878	18319,5971
65	19,20	-0,5197	-0,2768	18185,2879
66	19,50	-0,4367	-0,2590	18048,8801

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

67	19,80	-0,3590	-0,2367	17910,3737
68	20,10	-0,2880	-0,2116	17769,7687
69	20,40	-0,2245	-0,1855	17627,0652
70	20,70	-0,1688	-0,1593	17482,2631
71	21,00	-0,1210	-0,1341	17335,3624
72	21,30	-0,0808	-0,1105	17186,3631
73	21,60	-0,0477	-0,0888	17035,2652
74	21,90	-0,0210	-0,0694	16882,0688
75	22,20	-0,0002	-0,0524	16726,7737
76	22,50	0,0155	-0,0377	16569,3801
77	22,80	0,0268	-0,0254	16409,8879
78	23,10	0,0345	-0,0152	16248,2972
79	23,40	0,0390	-0,0070	16084,6078
80	23,70	0,0411	-0,0005	15918,8199
81	24,00	0,0413	0,0043	15750,9334
82	24,30	0,0400	0,0079	15580,9483
83	24,60	0,0376	0,0103	15408,8646
84	24,90	0,0345	0,0117	15234,6823
85	25,20	0,0310	0,0124	15058,4015
86	25,50	0,0273	0,0124	14880,0220
87	25,80	0,0236	0,0120	14699,5440
88	26,10	0,0200	0,0113	14516,9675
89	26,40	0,0166	0,0104	14332,2923
90	26,70	0,0134	0,0093	14145,5185
91	27,00	0,0107	0,0081	13956,6462
92	27,30	0,0082	0,0069	13765,6753
93	27,60	0,0062	0,0057	13572,6058
94	27,90	0,0044	0,0046	13377,4377
95	28,20	0,0031	0,0036	13180,1711
96	28,50	0,0020	0,0027	12980,8058
97	28,80	0,0012	0,0019	12779,3420
98	29,10	0,0006	0,0012	12575,7796
99	29,40	0,0002	0,0006	12370,1186

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

100	29,70	0,0000	0,0002	12162,3590
101	30,00	0,0000	0,0002	0,0000

Combinazione n° 2

Nr.	Y	Mr	Tr	Nr
1	0,00	1881,7167	1102,2852	22550,3373
2	0,30	1551,0688	1080,7201	22548,2387
3	0,60	1226,8528	1037,5897	22544,0416
4	0,90	915,5759	972,8942	22537,7458
5	1,20	623,7076	886,6335	22529,3515
6	1,50	357,7176	778,8076	22518,8586
7	1,80	124,0753	649,4165	22506,2671
8	2,10	-70,7496	507,1706	22491,5770
9	2,40	-222,9008	384,7668	22474,7884
10	2,70	-338,3309	281,4474	22455,9011
11	3,00	-422,7651	196,0485	22434,9153
12	3,30	-481,5796	92,6370	22411,8309
13	3,60	-509,3707	11,4156	22386,6479
14	3,90	-512,7954	-50,2644	22359,3664
15	4,20	-497,7161	-95,0745	22329,9862
16	4,50	-469,1938	-125,6117	22298,5075
17	4,80	-431,5102	-144,3272	22264,9302
18	5,10	-388,2121	-153,4778	22229,2543
19	5,40	-342,1687	-155,0960	22191,4799
20	5,70	-295,6399	-150,9746	22151,6068
21	6,00	-250,3476	-142,6644	22109,6352
22	6,30	-207,5482	-131,4797	22065,5650
23	6,60	-168,1043	-118,5112	22019,3962
24	6,90	-132,5510	-104,6435	21971,1288
25	7,20	-101,1579	-90,5750	21920,7629
26	7,50	-73,9854	-76,8395	21868,2983
27	7,80	-50,9336	-63,8284	21813,7352
28	8,10	-31,7851	-51,8121	21757,0735

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

29	8,40	-16,2415	-40,9603	21698,3132
30	8,70	-3,9534	-31,3611	21637,4544
31	9,00	5,4550	-23,0376	21574,4969
32	9,30	12,3662	-15,9635	21509,4409
33	9,60	17,1553	-10,0757	21442,2863
34	9,90	20,1780	-5,2860	21373,0331
35	10,20	21,7638	-1,4897	21301,6813
36	10,50	22,2107	1,4261	21228,2310
37	10,80	21,7829	3,5772	21152,6821
38	11,10	20,7098	5,0770	21075,0345
39	11,40	19,1866	6,0339	20995,2885
40	11,70	17,3765	6,5481	20913,4438
41	12,00	15,4120	6,7105	20829,5005
42	12,30	13,3989	6,6020	20743,4587
43	12,60	11,4183	6,2926	20655,3183
44	12,90	9,5305	5,8425	20565,0793
45	13,20	7,7777	5,3015	20472,7417
46	13,50	6,1873	4,7108	20378,3055
47	13,80	4,7741	4,1027	20281,7708
48	14,10	3,5432	3,5026	20183,1374
49	14,40	2,4925	2,9291	20082,4055
50	14,70	1,6137	2,3955	19979,5750
51	15,00	0,8951	1,9103	19874,6460
52	15,30	0,3220	1,4784	19767,6183
53	15,60	-0,1215	1,1016	19658,4921
54	15,90	-0,4520	0,7793	19547,2672
55	16,20	-0,6858	0,5093	19433,9438
56	16,50	-0,8386	0,2880	19318,5219
57	16,80	-0,9250	0,1111	19201,0013
58	17,10	-0,9584	-0,0262	19081,3822
59	17,40	-0,9505	-0,1289	18959,6644
60	17,70	-0,9118	-0,2020	18835,8481
61	18,00	-0,8512	-0,2501	18709,9332

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

62	18,30	-0,7762	-0,2779	18581,9198
63	18,60	-0,6928	-0,2892	18451,8077
64	18,90	-0,6061	-0,2878	18319,5971
65	19,20	-0,5197	-0,2768	18185,2879
66	19,50	-0,4367	-0,2590	18048,8801
67	19,80	-0,3590	-0,2367	17910,3737
68	20,10	-0,2880	-0,2116	17769,7687
69	20,40	-0,2245	-0,1855	17627,0652
70	20,70	-0,1688	-0,1593	17482,2631
71	21,00	-0,1210	-0,1341	17335,3624
72	21,30	-0,0808	-0,1105	17186,3631
73	21,60	-0,0477	-0,0888	17035,2652
74	21,90	-0,0210	-0,0694	16882,0688
75	22,20	-0,0002	-0,0524	16726,7737
76	22,50	0,0155	-0,0377	16569,3801
77	22,80	0,0268	-0,0254	16409,8879
78	23,10	0,0345	-0,0152	16248,2972
79	23,40	0,0390	-0,0070	16084,6078
80	23,70	0,0411	-0,0005	15918,8199
81	24,00	0,0413	0,0043	15750,9334
82	24,30	0,0400	0,0079	15580,9483
83	24,60	0,0376	0,0103	15408,8646
84	24,90	0,0345	0,0117	15234,6823
85	25,20	0,0310	0,0124	15058,4015
86	25,50	0,0273	0,0124	14880,0220
87	25,80	0,0236	0,0120	14699,5440
88	26,10	0,0200	0,0113	14516,9675
89	26,40	0,0166	0,0104	14332,2923
90	26,70	0,0134	0,0093	14145,5185
91	27,00	0,0107	0,0081	13956,6462
92	27,30	0,0082	0,0069	13765,6753
93	27,60	0,0062	0,0057	13572,6058
94	27,90	0,0044	0,0046	13377,4377

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

95	28,20	0,0031	0,0036	13180,1711
96	28,50	0,0020	0,0027	12980,8058
97	28,80	0,0012	0,0019	12779,3420
98	29,10	0,0006	0,0012	12575,7796
99	29,40	0,0002	0,0006	12370,1186
100	29,70	0,0000	0,0002	12162,3590
101	30,00	0,0000	0,0002	0,0000

Combinazione n° 3

Nr.	Y	Mr	Tr	Nr
1	0,00	1881,7167	1102,2852	22550,3373
2	0,30	1551,0688	1080,7201	22548,2387
3	0,60	1226,8528	1037,5897	22544,0416
4	0,90	915,5759	972,8942	22537,7458
5	1,20	623,7076	886,6335	22529,3515
6	1,50	357,7176	778,8076	22518,8586
7	1,80	124,0753	649,4165	22506,2671
8	2,10	-70,7496	507,1706	22491,5770
9	2,40	-222,9008	384,7668	22474,7884
10	2,70	-338,3309	281,4474	22455,9011
11	3,00	-422,7651	196,0485	22434,9153
12	3,30	-481,5796	92,6370	22411,8309
13	3,60	-509,3707	11,4156	22386,6479
14	3,90	-512,7954	-50,2644	22359,3664
15	4,20	-497,7161	-95,0745	22329,9862
16	4,50	-469,1938	-125,6117	22298,5075
17	4,80	-431,5102	-144,3272	22264,9302
18	5,10	-388,2121	-153,4778	22229,2543
19	5,40	-342,1687	-155,0960	22191,4799
20	5,70	-295,6399	-150,9746	22151,6068
21	6,00	-250,3476	-142,6644	22109,6352
22	6,30	-207,5482	-131,4797	22065,5650
23	6,60	-168,1043	-118,5112	22019,3962

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

24	6,90	-132,5510	-104,6435	21971,1288
25	7,20	-101,1579	-90,5750	21920,7629
26	7,50	-73,9854	-76,8395	21868,2983
27	7,80	-50,9336	-63,8284	21813,7352
28	8,10	-31,7851	-51,8121	21757,0735
29	8,40	-16,2415	-40,9603	21698,3132
30	8,70	-3,9534	-31,3611	21637,4544
31	9,00	5,4550	-23,0376	21574,4969
32	9,30	12,3662	-15,9635	21509,4409
33	9,60	17,1553	-10,0757	21442,2863
34	9,90	20,1780	-5,2860	21373,0331
35	10,20	21,7638	-1,4897	21301,6813
36	10,50	22,2107	1,4261	21228,2310
37	10,80	21,7829	3,5772	21152,6821
38	11,10	20,7098	5,0770	21075,0345
39	11,40	19,1866	6,0339	20995,2885
40	11,70	17,3765	6,5481	20913,4438
41	12,00	15,4120	6,7105	20829,5005
42	12,30	13,3989	6,6020	20743,4587
43	12,60	11,4183	6,2926	20655,3183
44	12,90	9,5305	5,8425	20565,0793
45	13,20	7,7777	5,3015	20472,7417
46	13,50	6,1873	4,7108	20378,3055
47	13,80	4,7741	4,1027	20281,7708
48	14,10	3,5432	3,5026	20183,1374
49	14,40	2,4925	2,9291	20082,4055
50	14,70	1,6137	2,3955	19979,5750
51	15,00	0,8951	1,9103	19874,6460
52	15,30	0,3220	1,4784	19767,6183
53	15,60	-0,1215	1,1016	19658,4921
54	15,90	-0,4520	0,7793	19547,2672
55	16,20	-0,6858	0,5093	19433,9438
56	16,50	-0,8386	0,2880	19318,5219

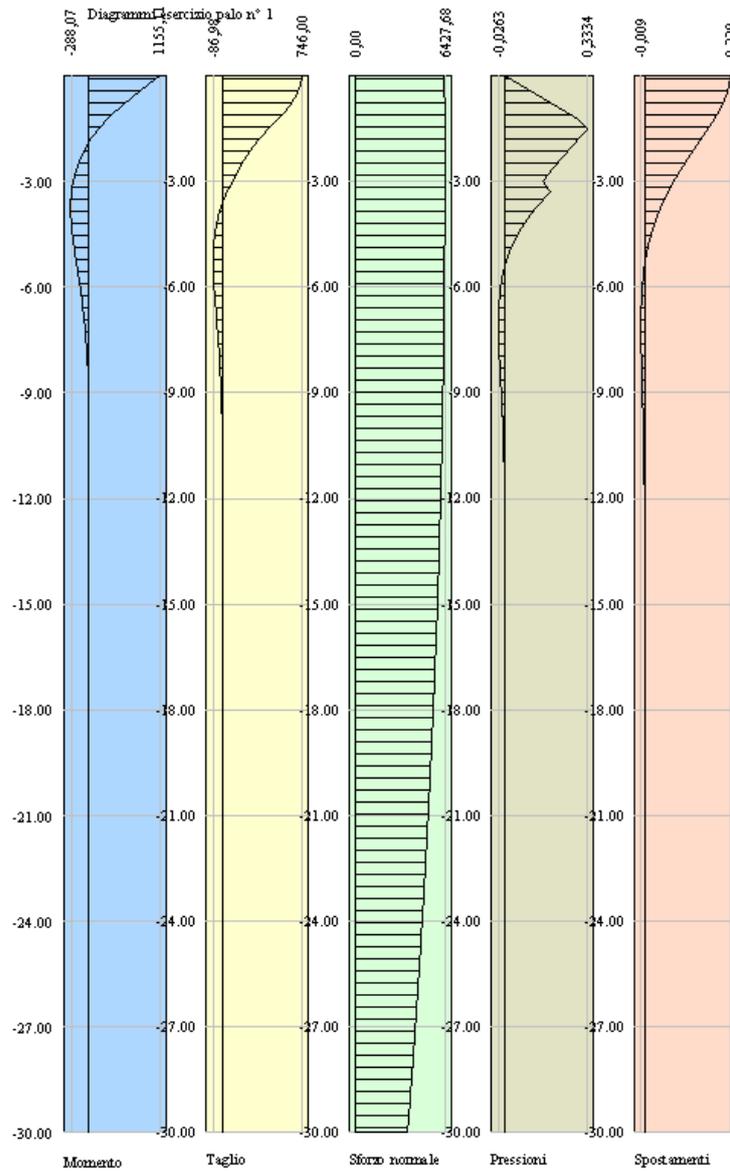
		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

57	16,80	-0,9250	0,1111	19201,0013
58	17,10	-0,9584	-0,0262	19081,3822
59	17,40	-0,9505	-0,1289	18959,6644
60	17,70	-0,9118	-0,2020	18835,8481
61	18,00	-0,8512	-0,2501	18709,9332
62	18,30	-0,7762	-0,2779	18581,9198
63	18,60	-0,6928	-0,2892	18451,8077
64	18,90	-0,6061	-0,2878	18319,5971
65	19,20	-0,5197	-0,2768	18185,2879
66	19,50	-0,4367	-0,2590	18048,8801
67	19,80	-0,3590	-0,2367	17910,3737
68	20,10	-0,2880	-0,2116	17769,7687
69	20,40	-0,2245	-0,1855	17627,0652
70	20,70	-0,1688	-0,1593	17482,2631
71	21,00	-0,1210	-0,1341	17335,3624
72	21,30	-0,0808	-0,1105	17186,3631
73	21,60	-0,0477	-0,0888	17035,2652
74	21,90	-0,0210	-0,0694	16882,0688
75	22,20	-0,0002	-0,0524	16726,7737
76	22,50	0,0155	-0,0377	16569,3801
77	22,80	0,0268	-0,0254	16409,8879
78	23,10	0,0345	-0,0152	16248,2972
79	23,40	0,0390	-0,0070	16084,6078
80	23,70	0,0411	-0,0005	15918,8199
81	24,00	0,0413	0,0043	15750,9334
82	24,30	0,0400	0,0079	15580,9483
83	24,60	0,0376	0,0103	15408,8646
84	24,90	0,0345	0,0117	15234,6823
85	25,20	0,0310	0,0124	15058,4015
86	25,50	0,0273	0,0124	14880,0220
87	25,80	0,0236	0,0120	14699,5440
88	26,10	0,0200	0,0113	14516,9675
89	26,40	0,0166	0,0104	14332,2923

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

90	26,70	0,0134	0,0093	14145,5185
91	27,00	0,0107	0,0081	13956,6462
92	27,30	0,0082	0,0069	13765,6753
93	27,60	0,0062	0,0057	13572,6058
94	27,90	0,0044	0,0046	13377,4377
95	28,20	0,0031	0,0036	13180,1711
96	28,50	0,0020	0,0027	12980,8058
97	28,80	0,0012	0,0019	12779,3420
98	29,10	0,0006	0,0012	12575,7796
99	29,40	0,0002	0,0006	12370,1186
100	29,70	0,0000	0,0002	12162,3590
101	30,00	0,0000	0,0002	0,0000

Sollecitazioni esercizio palo



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

5.4.1.1 VERIFICHE SLE - CEDIMENTI

Con riferimento alla tabella riassuntiva posta al paragrafo 5.2.2 del presente elaborato, si effettuano le verifiche agli SLE per i cedimenti verticali ed orizzontali per le 3 combinazioni coincidenti, nell'ordine, con l'azione massima verticale, l'azione massima orizzontale ed il momento flettente massimo in testa al palo.

Calcolo dei cedimenti verticali dei pali

Il cedimento del singolo palo viene calcolato tramite la relazione di Meyerhof.

$$\delta = \frac{N D}{30 Q_t}$$

dove N è il carico gravante sul palo, D il diametro, e Q_t è la portanza totale del palo.

Il cedimento del palo isolato così calcolato deve essere incrementato per l'effetto dei pali in gruppo; a tal proposito si fa riferimento alle "AGI – Raccomandazioni sui pali di fondazione" al paragrafo 5.2.3 "Cedimenti del singolo palo e del gruppo di pali", nell'ipotesi veritiera in cui il terreno interessato dalla palificata sia relativamente omogeneo. Il valore del cedimento w della palificata in oggetto può essere determinata, per pali trivellati, con la seguente formula:

$$w = w_1 \cdot \left(\frac{0,60 \cdot B}{0,30 \cdot B + 0,30} \right)^2$$

dove B rappresenta la dimensione minima in pianta della palificata, assunta prudenzialmente pari all'interasse longitudinale dei pali pari a 2,40 m.

Condizioni di carico

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_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						

Momento positivo senso antiorario.

Fondazione

N_{TOT} Sforzo normale totale espressa in [kN]

$M_{X_{TOT}}$ Momento in direzione X espressa in [kNm]

$M_{Y_{TOT}}$ Momento in direzione Y espresso in [kNm]

e_x Eccentricità del carico lungo X espressa in [m]

e_y Eccentricità del carico lungo Y espressa in [m]

β Inclinazione del taglio nel piano espressa in [°]

T_{TOT} Forza di taglio espressa in [kN]

Condizione n° 1 (Condizione n° 1)

Fondazione	N_{TOT}	$M_{X_{TOT}}$	$M_{Y_{TOT}}$	e_x	e_y	β	T_{TOT}
Palo 1000	3812,000	0,000	88,000	0,0	0,0	90,0	256,000

Condizione n° 2 (Condizione n° 2)

Fondazione	N_{TOT}	$M_{X_{TOT}}$	$M_{Y_{TOT}}$	e_x	e_y	β	T_{TOT}
Palo 1000	3526,000	0,000	550,000	0,2	0,0	90,0	394,000

Condizione n° 3 (Condizione n° 3)

Fondazione	N_{TOT}	$M_{X_{TOT}}$	$M_{Y_{TOT}}$	e_x	e_y	β	T_{TOT}
Palo 1000	3688,000	0,000	576,000	0,2	0,0	90,0	236,000

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

γ Coefficiente di partecipazione della condizione

Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

C Coefficiente totale di partecipazione della condizione

Combinazione n° 1 SLE

γ Ψ C

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Condizione n° 1 1.00 1.00 1.00

Combinazione n° 2 SLE

	γ	Ψ	C
Condizione n° 2	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 3 SLE

	γ	Ψ	C
Condizione n° 3	1.00	1.00	1.00

Analisi in condizioni drenate

Momento ultimo della sezione

A_{f1}	A_{f2}	M_{usez1}	M_{usez2}
84,95	84,95	1195,4354	1195,4354

Cedimento verticale in testa ai pali

Per il calcolo dei cedimenti è stato utilizzato il metodo di Meyerhof.

Simbologia adottata

Comb Identificativo della combinazione

w Cedimento in testa al palo, espresso in [cm]

Combinazione	w
1	0,3820
2	0,3533
3	0,3696

Il cedimento del palo isolato così calcolato deve essere incrementato per l'effetto dei pali in gruppo; a tal proposito si fa riferimento alle "AGI – Raccomandazioni sui pali di fondazione" al paragrafo 5.2.3 "Cedimenti del singolo palo e del gruppo di pali", nell'ipotesi veritiera in cui il

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_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						

terreno interessato dalla palificata sia relativamente omogeneo. Il valore del cedimento w della palificata in oggetto può essere determinata, per pali trivellati, con la seguente formula:

$$w = w_1 \cdot \left(\frac{0,60 \cdot B}{0,30 \cdot B + 0,30} \right)^2 = 0,38 \cdot \left(\frac{0,60 \cdot 2,40}{0,30 \cdot 2,40 + 0,30} \right) = 0,38 \cdot 1,99 = 0,761 \text{ cm}$$

dove B rappresenta la dimensione minima in pianta della palificata, assunta prudenzialmente pari all'interasse longitudinale dei pali pari a 2,40 m.

La valutazione effettuata risulta prudenziale, in quanto i carichi derivanti dal traffico stradale e dalle sovrastrutture al livello dei pali risulta distribuito e mai concentrato; inoltre i carichi agenti considerati nella modellazione effettuata rappresentano la situazione peggiorativa tra tutte quelle presenti lungo lo sviluppo del tombamento della fiumara, per cui i carichi distribuiti sopra detti risultano comunque in favore di sicurezza.

Si aggiunge infine che i valori del cedimento della palificata, pur risultando maggiorati del 99% rispetto a quelli massimi del palo isolato, si attestano su valori minori di 1 cm, ampiamente accettabili.

Spostamenti e pressioni in esercizio

Simbologia adottata

- Nr. Identificativo sezione palo
 Y ordinata palo espressa in [cm]
 Ue spostamento in esercizio espresso in [cm]
 Pe pressione in esercizio espressa in [N/cm²]

Combinazione n° 1

Nr.	Y	Ue	Pe
1	0,00	0,0615	0,00
2	0,30	0,0606	7,19
3	0,60	0,0581	11,40
4	0,90	0,0545	10,69
5	1,20	0,0501	9,82
6	1,50	0,0452	8,86
7	1,80	0,0400	7,85

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_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						

8	2,10	0,0348	6,83
9	2,40	0,0298	5,84
10	2,70	0,0249	4,89
11	3,00	0,0205	4,01
12	3,30	0,0164	4,82
13	3,60	0,0127	3,74
14	3,90	0,0095	2,80
15	4,20	0,0068	2,00
16	4,50	0,0045	1,32
17	4,80	0,0026	0,77
18	5,10	0,0011	0,32
19	5,40	-0,0001	-0,03
20	5,70	-0,0010	-0,29
21	6,00	-0,0016	-0,48
22	6,30	-0,0020	-0,60
23	6,60	-0,0023	-0,67
24	6,90	-0,0024	-0,71
25	7,20	-0,0024	-0,71
26	7,50	-0,0023	-0,68
27	7,80	-0,0022	-0,64
28	8,10	-0,0020	-0,59
29	8,40	-0,0018	-0,53
30	8,70	-0,0016	-0,46
31	9,00	-0,0014	-0,40
32	9,30	-0,0011	-0,34
33	9,60	-0,0009	-0,28
34	9,90	-0,0008	-0,22
35	10,20	-0,0006	-0,18
36	10,50	-0,0005	-0,13
37	10,80	-0,0003	-0,10
38	11,10	-0,0002	-0,07
39	11,40	-0,0001	-0,04
40	11,70	-0,0001	-0,02

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

41	12,00	0,0000	0,00
42	12,30	0,0000	0,01
43	12,60	0,0001	0,02
44	12,90	0,0001	0,02
45	13,20	0,0001	0,03
46	13,50	0,0001	0,03
47	13,80	0,0001	0,03
48	14,10	0,0001	0,03
49	14,40	0,0001	0,03
50	14,70	0,0001	0,03
51	15,00	0,0001	0,02
52	15,30	0,0001	0,02
53	15,60	0,0001	0,02
54	15,90	0,0001	0,02
55	16,20	0,0000	0,01
56	16,50	0,0000	0,01
57	16,80	0,0000	0,01
58	17,10	0,0000	0,01
59	17,40	0,0000	0,00
60	17,70	0,0000	0,00
61	18,00	0,0000	0,00
62	18,30	0,0000	0,00
63	18,60	0,0000	0,00
64	18,90	0,0000	0,00
65	19,20	0,0000	0,00
66	19,50	0,0000	0,00
67	19,80	0,0000	0,00
68	20,10	0,0000	0,00
69	20,40	0,0000	0,00
70	20,70	0,0000	0,00
71	21,00	0,0000	0,00
72	21,30	0,0000	0,00
73	21,60	0,0000	0,00

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_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						

74	21,90	0,0000	0,00
75	22,20	0,0000	0,00
76	22,50	0,0000	0,00
77	22,80	0,0000	0,00
78	23,10	0,0000	0,00
79	23,40	0,0000	0,00
80	23,70	0,0000	0,00
81	24,00	0,0000	0,00
82	24,30	0,0000	0,00
83	24,60	0,0000	0,00
84	24,90	0,0000	0,00
85	25,20	0,0000	0,00
86	25,50	0,0000	0,00
87	25,80	0,0000	0,00
88	26,10	0,0000	0,00
89	26,40	0,0000	0,00
90	26,70	0,0000	0,00
91	27,00	0,0000	0,00
92	27,30	0,0000	0,00
93	27,60	0,0000	0,00
94	27,90	0,0000	0,00
95	28,20	0,0000	0,00
96	28,50	0,0000	0,00
97	28,80	0,0000	0,00
98	29,10	0,0000	0,00
99	29,40	0,0000	0,00
100	29,70	0,0000	0,00
101	30,00	0,0000	0,00

Combinazione n° 2

Nr.	Y	Ue	Pe
1	0,00	0,1009	0,00
2	0,30	0,0994	7,19

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_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						

3	0,60	0,0954	14,38
4	0,90	0,0895	17,54
5	1,20	0,0822	16,13
6	1,50	0,0742	14,55
7	1,80	0,0658	12,90
8	2,10	0,0573	11,23
9	2,40	0,0489	9,60
10	2,70	0,0410	8,05
11	3,00	0,0337	6,60
12	3,30	0,0269	7,93
13	3,60	0,0209	6,16
14	3,90	0,0157	4,62
15	4,20	0,0112	3,29
16	4,50	0,0074	2,18
17	4,80	0,0043	1,27
18	5,10	0,0018	0,53
19	5,40	-0,0001	-0,04
20	5,70	-0,0016	-0,47
21	6,00	-0,0026	-0,78
22	6,30	-0,0033	-0,98
23	6,60	-0,0038	-1,11
24	6,90	-0,0039	-1,16
25	7,20	-0,0039	-1,16
26	7,50	-0,0038	-1,12
27	7,80	-0,0036	-1,05
28	8,10	-0,0033	-0,96
29	8,40	-0,0029	-0,86
30	8,70	-0,0026	-0,76
31	9,00	-0,0022	-0,65
32	9,30	-0,0019	-0,55
33	9,60	-0,0016	-0,46
34	9,90	-0,0013	-0,37
35	10,20	-0,0010	-0,29

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

36	10,50	-0,0007	-0,22
37	10,80	-0,0005	-0,16
38	11,10	-0,0004	-0,11
39	11,40	-0,0002	-0,07
40	11,70	-0,0001	-0,03
41	12,00	0,0000	-0,01
42	12,30	0,0001	0,02
43	12,60	0,0001	0,03
44	12,90	0,0001	0,04
45	13,20	0,0002	0,05
46	13,50	0,0002	0,05
47	13,80	0,0002	0,05
48	14,10	0,0002	0,05
49	14,40	0,0002	0,05
50	14,70	0,0001	0,04
51	15,00	0,0001	0,04
52	15,30	0,0001	0,03
53	15,60	0,0001	0,03
54	15,90	0,0001	0,03
55	16,20	0,0001	0,02
56	16,50	0,0001	0,02
57	16,80	0,0000	0,01
58	17,10	0,0000	0,01
59	17,40	0,0000	0,01
60	17,70	0,0000	0,01
61	18,00	0,0000	0,00
62	18,30	0,0000	0,00
63	18,60	0,0000	0,00
64	18,90	0,0000	0,00
65	19,20	0,0000	0,00
66	19,50	0,0000	0,00
67	19,80	0,0000	0,00
68	20,10	0,0000	0,00

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

69	20,40	0,0000	0,00
70	20,70	0,0000	0,00
71	21,00	0,0000	0,00
72	21,30	0,0000	0,00
73	21,60	0,0000	0,00
74	21,90	0,0000	0,00
75	22,20	0,0000	0,00
76	22,50	0,0000	0,00
77	22,80	0,0000	0,00
78	23,10	0,0000	0,00
79	23,40	0,0000	0,00
80	23,70	0,0000	0,00
81	24,00	0,0000	0,00
82	24,30	0,0000	0,00
83	24,60	0,0000	0,00
84	24,90	0,0000	0,00
85	25,20	0,0000	0,00
86	25,50	0,0000	0,00
87	25,80	0,0000	0,00
88	26,10	0,0000	0,00
89	26,40	0,0000	0,00
90	26,70	0,0000	0,00
91	27,00	0,0000	0,00
92	27,30	0,0000	0,00
93	27,60	0,0000	0,00
94	27,90	0,0000	0,00
95	28,20	0,0000	0,00
96	28,50	0,0000	0,00
97	28,80	0,0000	0,00
98	29,10	0,0000	0,00
99	29,40	0,0000	0,00
100	29,70	0,0000	0,00
101	30,00	0,0000	0,00

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_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						

Combinazione n° 3

Nr.	Y	Ue	Pe
1	0,00	0,0563	0,00
2	0,30	0,0554	7,19
3	0,60	0,0532	10,43
4	0,90	0,0498	9,78
5	1,20	0,0458	8,98
6	1,50	0,0413	8,10
7	1,80	0,0366	7,18
8	2,10	0,0319	6,25
9	2,40	0,0272	5,34
10	2,70	0,0228	4,48
11	3,00	0,0187	3,67
12	3,30	0,0150	4,40
13	3,60	0,0116	3,42
14	3,90	0,0087	2,56
15	4,20	0,0062	1,83
16	4,50	0,0041	1,21
17	4,80	0,0024	0,70
18	5,10	0,0010	0,29
19	5,40	-0,0001	-0,03
20	5,70	-0,0009	-0,26
21	6,00	-0,0015	-0,44
22	6,30	-0,0019	-0,55
23	6,60	-0,0021	-0,62
24	6,90	-0,0022	-0,65
25	7,20	-0,0022	-0,65
26	7,50	-0,0021	-0,62
27	7,80	-0,0020	-0,59
28	8,10	-0,0018	-0,54
29	8,40	-0,0016	-0,48
30	8,70	-0,0014	-0,42

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_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						

31	9,00	-0,0012	-0,36
32	9,30	-0,0010	-0,31
33	9,60	-0,0009	-0,25
34	9,90	-0,0007	-0,20
35	10,20	-0,0005	-0,16
36	10,50	-0,0004	-0,12
37	10,80	-0,0003	-0,09
38	11,10	-0,0002	-0,06
39	11,40	-0,0001	-0,04
40	11,70	-0,0001	-0,02
41	12,00	0,0000	0,00
42	12,30	0,0000	0,01
43	12,60	0,0001	0,02
44	12,90	0,0001	0,02
45	13,20	0,0001	0,03
46	13,50	0,0001	0,03
47	13,80	0,0001	0,03
48	14,10	0,0001	0,03
49	14,40	0,0001	0,03
50	14,70	0,0001	0,02
51	15,00	0,0001	0,02
52	15,30	0,0001	0,02
53	15,60	0,0001	0,02
54	15,90	0,0000	0,01
55	16,20	0,0000	0,01
56	16,50	0,0000	0,01
57	16,80	0,0000	0,01
58	17,10	0,0000	0,01
59	17,40	0,0000	0,00
60	17,70	0,0000	0,00
61	18,00	0,0000	0,00
62	18,30	0,0000	0,00
63	18,60	0,0000	0,00

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

64	18,90	0,0000	0,00
65	19,20	0,0000	0,00
66	19,50	0,0000	0,00
67	19,80	0,0000	0,00
68	20,10	0,0000	0,00
69	20,40	0,0000	0,00
70	20,70	0,0000	0,00
71	21,00	0,0000	0,00
72	21,30	0,0000	0,00
73	21,60	0,0000	0,00
74	21,90	0,0000	0,00
75	22,20	0,0000	0,00
76	22,50	0,0000	0,00
77	22,80	0,0000	0,00
78	23,10	0,0000	0,00
79	23,40	0,0000	0,00
80	23,70	0,0000	0,00
81	24,00	0,0000	0,00
82	24,30	0,0000	0,00
83	24,60	0,0000	0,00
84	24,90	0,0000	0,00
85	25,20	0,0000	0,00
86	25,50	0,0000	0,00
87	25,80	0,0000	0,00
88	26,10	0,0000	0,00
89	26,40	0,0000	0,00
90	26,70	0,0000	0,00
91	27,00	0,0000	0,00
92	27,30	0,0000	0,00
93	27,60	0,0000	0,00
94	27,90	0,0000	0,00
95	28,20	0,0000	0,00
96	28,50	0,0000	0,00

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_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						

97	28,80	0,0000	0,00
98	29,10	0,0000	0,00
99	29,40	0,0000	0,00
100	29,70	0,0000	0,00
101	30,00	0,0000	0,00

Spostamenti e pressioni limiti

Simbologia adottata

Nr.	Identificativo sezione palo
Y	ordinata palo espressa in [cm]
Ur	spostamento limite espresso in [cm]
Pr	pressione limite espressa in [N/cm ²]

Combinazione n° 1

Nr.	Y	Ur	Pr
1	0,00	0,3852	0,00
2	0,30	0,3715	7,19
3	0,60	0,3469	14,38
4	0,90	0,3183	21,57
5	1,20	0,2871	28,75
6	1,50	0,2545	35,94
7	1,80	0,2218	43,13
8	2,10	0,1899	37,24
9	2,40	0,1595	31,28
10	2,70	0,1312	25,73
11	3,00	0,1054	20,67
12	3,30	0,0823	24,21
13	3,60	0,0620	18,24
14	3,90	0,0446	13,12
15	4,20	0,0299	8,80
16	4,50	0,0178	5,23
17	4,80	0,0080	2,36

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_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						

18	5,10	0,0004	0,12
19	5,40	-0,0054	-1,58
20	5,70	-0,0095	-2,81
21	6,00	-0,0124	-3,64
22	6,30	-0,0141	-4,14
23	6,60	-0,0149	-4,37
24	6,90	-0,0150	-4,40
25	7,20	-0,0145	-4,27
26	7,50	-0,0137	-4,02
27	7,80	-0,0126	-3,70
28	8,10	-0,0113	-3,33
29	8,40	-0,0100	-2,93
30	8,70	-0,0086	-2,53
31	9,00	-0,0073	-2,14
32	9,30	-0,0060	-1,78
33	9,60	-0,0049	-1,44
34	9,90	-0,0039	-1,13
35	10,20	-0,0029	-0,86
36	10,50	-0,0021	-0,63
37	10,80	-0,0015	-0,43
38	11,10	-0,0009	-0,27
39	11,40	-0,0005	-0,14
40	11,70	-0,0001	-0,03
41	12,00	0,0002	0,05
42	12,30	0,0004	0,11
43	12,60	0,0005	0,15
44	12,90	0,0006	0,17
45	13,20	0,0006	0,19
46	13,50	0,0006	0,19
47	13,80	0,0006	0,19
48	14,10	0,0006	0,18
49	14,40	0,0006	0,16
50	14,70	0,0005	0,15

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

51	15,00	0,0004	0,13
52	15,30	0,0004	0,11
53	15,60	0,0003	0,10
54	15,90	0,0003	0,08
55	16,20	0,0002	0,07
56	16,50	0,0002	0,05
57	16,80	0,0001	0,04
58	17,10	0,0001	0,03
59	17,40	0,0001	0,02
60	17,70	0,0000	0,01
61	18,00	0,0000	0,01
62	18,30	0,0000	0,00
63	18,60	0,0000	0,00
64	18,90	0,0000	0,00
65	19,20	0,0000	-0,01
66	19,50	0,0000	-0,01
67	19,80	0,0000	-0,01
68	20,10	0,0000	-0,01
69	20,40	0,0000	-0,01
70	20,70	0,0000	-0,01
71	21,00	0,0000	-0,01
72	21,30	0,0000	-0,01
73	21,60	0,0000	-0,01
74	21,90	0,0000	-0,01
75	22,20	0,0000	0,00
76	22,50	0,0000	0,00
77	22,80	0,0000	0,00
78	23,10	0,0000	0,00
79	23,40	0,0000	0,00
80	23,70	0,0000	0,00
81	24,00	0,0000	0,00
82	24,30	0,0000	0,00
83	24,60	0,0000	0,00

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_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						

84	24,90	0,0000	0,00
85	25,20	0,0000	0,00
86	25,50	0,0000	0,00
87	25,80	0,0000	0,00
88	26,10	0,0000	0,00
89	26,40	0,0000	0,00
90	26,70	0,0000	0,00
91	27,00	0,0000	0,00
92	27,30	0,0000	0,00
93	27,60	0,0000	0,00
94	27,90	0,0000	0,00
95	28,20	0,0000	0,00
96	28,50	0,0000	0,00
97	28,80	0,0000	0,00
98	29,10	0,0000	0,00
99	29,40	0,0000	0,00
100	29,70	0,0000	0,00
101	30,00	0,0000	0,00

Combinazione n° 2

Nr.	Y	Ur	Pr
1	0,00	0,3852	0,00
2	0,30	0,3715	7,19
3	0,60	0,3469	14,38
4	0,90	0,3183	21,57
5	1,20	0,2871	28,75
6	1,50	0,2545	35,94
7	1,80	0,2218	43,13
8	2,10	0,1899	37,24
9	2,40	0,1595	31,28
10	2,70	0,1312	25,73
11	3,00	0,1054	20,67
12	3,30	0,0823	24,21

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_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						

13	3,60	0,0620	18,24
14	3,90	0,0446	13,12
15	4,20	0,0299	8,80
16	4,50	0,0178	5,23
17	4,80	0,0080	2,36
18	5,10	0,0004	0,12
19	5,40	-0,0054	-1,58
20	5,70	-0,0095	-2,81
21	6,00	-0,0124	-3,64
22	6,30	-0,0141	-4,14
23	6,60	-0,0149	-4,37
24	6,90	-0,0150	-4,40
25	7,20	-0,0145	-4,27
26	7,50	-0,0137	-4,02
27	7,80	-0,0126	-3,70
28	8,10	-0,0113	-3,33
29	8,40	-0,0100	-2,93
30	8,70	-0,0086	-2,53
31	9,00	-0,0073	-2,14
32	9,30	-0,0060	-1,78
33	9,60	-0,0049	-1,44
34	9,90	-0,0039	-1,13
35	10,20	-0,0029	-0,86
36	10,50	-0,0021	-0,63
37	10,80	-0,0015	-0,43
38	11,10	-0,0009	-0,27
39	11,40	-0,0005	-0,14
40	11,70	-0,0001	-0,03
41	12,00	0,0002	0,05
42	12,30	0,0004	0,11
43	12,60	0,0005	0,15
44	12,90	0,0006	0,17
45	13,20	0,0006	0,19

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_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						

46	13,50	0,0006	0,19
47	13,80	0,0006	0,19
48	14,10	0,0006	0,18
49	14,40	0,0006	0,16
50	14,70	0,0005	0,15
51	15,00	0,0004	0,13
52	15,30	0,0004	0,11
53	15,60	0,0003	0,10
54	15,90	0,0003	0,08
55	16,20	0,0002	0,07
56	16,50	0,0002	0,05
57	16,80	0,0001	0,04
58	17,10	0,0001	0,03
59	17,40	0,0001	0,02
60	17,70	0,0000	0,01
61	18,00	0,0000	0,01
62	18,30	0,0000	0,00
63	18,60	0,0000	0,00
64	18,90	0,0000	0,00
65	19,20	0,0000	-0,01
66	19,50	0,0000	-0,01
67	19,80	0,0000	-0,01
68	20,10	0,0000	-0,01
69	20,40	0,0000	-0,01
70	20,70	0,0000	-0,01
71	21,00	0,0000	-0,01
72	21,30	0,0000	-0,01
73	21,60	0,0000	-0,01
74	21,90	0,0000	-0,01
75	22,20	0,0000	0,00
76	22,50	0,0000	0,00
77	22,80	0,0000	0,00
78	23,10	0,0000	0,00

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_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						

79	23,40	0,0000	0,00
80	23,70	0,0000	0,00
81	24,00	0,0000	0,00
82	24,30	0,0000	0,00
83	24,60	0,0000	0,00
84	24,90	0,0000	0,00
85	25,20	0,0000	0,00
86	25,50	0,0000	0,00
87	25,80	0,0000	0,00
88	26,10	0,0000	0,00
89	26,40	0,0000	0,00
90	26,70	0,0000	0,00
91	27,00	0,0000	0,00
92	27,30	0,0000	0,00
93	27,60	0,0000	0,00
94	27,90	0,0000	0,00
95	28,20	0,0000	0,00
96	28,50	0,0000	0,00
97	28,80	0,0000	0,00
98	29,10	0,0000	0,00
99	29,40	0,0000	0,00
100	29,70	0,0000	0,00
101	30,00	0,0000	0,00

Combinazione n° 3

Nr.	Y	Ur	Pr
1	0,00	0,3852	0,00
2	0,30	0,3715	7,19
3	0,60	0,3469	14,38
4	0,90	0,3183	21,57
5	1,20	0,2871	28,75
6	1,50	0,2545	35,94
7	1,80	0,2218	43,13

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_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						

8	2,10	0,1899	37,24
9	2,40	0,1595	31,28
10	2,70	0,1312	25,73
11	3,00	0,1054	20,67
12	3,30	0,0823	24,21
13	3,60	0,0620	18,24
14	3,90	0,0446	13,12
15	4,20	0,0299	8,80
16	4,50	0,0178	5,23
17	4,80	0,0080	2,36
18	5,10	0,0004	0,12
19	5,40	-0,0054	-1,58
20	5,70	-0,0095	-2,81
21	6,00	-0,0124	-3,64
22	6,30	-0,0141	-4,14
23	6,60	-0,0149	-4,37
24	6,90	-0,0150	-4,40
25	7,20	-0,0145	-4,27
26	7,50	-0,0137	-4,02
27	7,80	-0,0126	-3,70
28	8,10	-0,0113	-3,33
29	8,40	-0,0100	-2,93
30	8,70	-0,0086	-2,53
31	9,00	-0,0073	-2,14
32	9,30	-0,0060	-1,78
33	9,60	-0,0049	-1,44
34	9,90	-0,0039	-1,13
35	10,20	-0,0029	-0,86
36	10,50	-0,0021	-0,63
37	10,80	-0,0015	-0,43
38	11,10	-0,0009	-0,27
39	11,40	-0,0005	-0,14
40	11,70	-0,0001	-0,03

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

41	12,00	0,0002	0,05
42	12,30	0,0004	0,11
43	12,60	0,0005	0,15
44	12,90	0,0006	0,17
45	13,20	0,0006	0,19
46	13,50	0,0006	0,19
47	13,80	0,0006	0,19
48	14,10	0,0006	0,18
49	14,40	0,0006	0,16
50	14,70	0,0005	0,15
51	15,00	0,0004	0,13
52	15,30	0,0004	0,11
53	15,60	0,0003	0,10
54	15,90	0,0003	0,08
55	16,20	0,0002	0,07
56	16,50	0,0002	0,05
57	16,80	0,0001	0,04
58	17,10	0,0001	0,03
59	17,40	0,0001	0,02
60	17,70	0,0000	0,01
61	18,00	0,0000	0,01
62	18,30	0,0000	0,00
63	18,60	0,0000	0,00
64	18,90	0,0000	0,00
65	19,20	0,0000	-0,01
66	19,50	0,0000	-0,01
67	19,80	0,0000	-0,01
68	20,10	0,0000	-0,01
69	20,40	0,0000	-0,01
70	20,70	0,0000	-0,01
71	21,00	0,0000	-0,01
72	21,30	0,0000	-0,01
73	21,60	0,0000	-0,01

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_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						

74	21,90	0,0000	-0,01
75	22,20	0,0000	0,00
76	22,50	0,0000	0,00
77	22,80	0,0000	0,00
78	23,10	0,0000	0,00
79	23,40	0,0000	0,00
80	23,70	0,0000	0,00
81	24,00	0,0000	0,00
82	24,30	0,0000	0,00
83	24,60	0,0000	0,00
84	24,90	0,0000	0,00
85	25,20	0,0000	0,00
86	25,50	0,0000	0,00
87	25,80	0,0000	0,00
88	26,10	0,0000	0,00
89	26,40	0,0000	0,00
90	26,70	0,0000	0,00
91	27,00	0,0000	0,00
92	27,30	0,0000	0,00
93	27,60	0,0000	0,00
94	27,90	0,0000	0,00
95	28,20	0,0000	0,00
96	28,50	0,0000	0,00
97	28,80	0,0000	0,00
98	29,10	0,0000	0,00
99	29,40	0,0000	0,00
100	29,70	0,0000	0,00
101	30,00	0,0000	0,00

Diagramma Carico-Cedimento verticale

Simbologia adottata

N Carico sul palo espressa in [kN]

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

w Cedimento del palo espresso in [cm]

Combinazione n° 1

N	w
2305,77	0,231
5675,51	0,569
10061,20	1,076
14448,14	1,728
17830,98	2,380
21008,55	3,032
22550,34	3,349
22550,34	3,349

Combinazione n° 2

N	w
2305,77	0,231
5675,51	0,569
10061,20	1,076
14448,14	1,728
17830,98	2,380
21008,55	3,032
22550,34	3,349
22550,34	3,349

Combinazione n° 3

N	w
2305,77	0,231
5675,51	0,569
10061,20	1,076
14448,14	1,728
17830,98	2,380
21008,55	3,032
22550,34	3,349

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_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						

22550,34 3,349

Diagramma Carico-Cedimento orizzontale

Simbologia adottata

- N Carico sul palo espressa in [kN]
u Cedimento del palo espresso in [cm]

Combinazione n° 1

N	u
256,53	0,062
256,79	0,062
258,90	0,062
275,78	0,067
397,89	0,102
868,41	0,385

Combinazione n° 2

N	u
256,53	0,062
256,79	0,062
258,90	0,062
275,78	0,067
397,89	0,102
868,41	0,385

Combinazione n° 3

N	u
256,53	0,062
256,79	0,062
258,90	0,062
275,78	0,067
397,89	0,102

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> SS0744_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

868,41

0,385

5.4.1.2 VALUTAZIONE DEI RISULTATI

I cedimenti massimi si attestano attorno al valore di 0,40 cm, valore molto contenuto in linea con le previsioni e con la destinazione d'uso della struttura in questione, visto anche che sulla fiumara transitano diverse strade di svincolo.