



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>
--	--	---	--

<p><i>Unità Funzionale</i></p> <p><i>Tipo di sistema</i></p> <p><i>Raggruppamento di opere/attività</i></p> <p><i>Opera - tratto d'opera - parte d'opera</i></p> <p><i>Titolo del documento</i></p>	<p>COLLEGAMENTI SICILIA</p> <p>INFRASTRUTTURE STRADALI OPERE CIVILI</p> <p>ELEMENTI DI CARATTERE GENERALE</p> <p>FABBRICATI TECNOLOGICI</p> <p>CABINE – RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</p>	<p>SS0642_F0</p>
---	--	------------------

CODICE	C G 0 7 0 0	P	C L D S	S C	0 0	F A	0 0	0 0	0 0	0 1	F0
--------	-------------	---	---------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----

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

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

INDICE



PREMESSA.....		7
1 RIFERIMENTI NORMATIVI		9
2 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI		11
3 CARATTERISTICHE MATERIALI		13
4 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA.....		15
4.1 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E UBICAZIONE DELLA STRUTTURA.....		15
5 CARATTERIZZAZIONE DEL LUOGO		21
5.1 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL LUOGO		21
5.2 CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITA' DEL LUOGO.....		22
5.2.1.1 Caratteristiche della Struttura.....		22
5.2.1.2 Parametri relativi allo Spettro Sismico (Stato Limite Ultimo: SLV)		23
5.3 CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE.....		24
5.3.1 Combinazione delle Azioni.....		24
5.3.2 Verifiche agli Stati Limite Ultimi (SLU).....		25
5.3.3 Tabella Combinazioni		26
6 ELABORATI DI RIFERIMENTO.....		29
7 ANALISI FONDAZIONE CABINE ELETTRICHE – CAPACITA' PORTANTE		31
7.1 ANALISI DEI CARICHI		31
7.2 MODELLO DI CALCOLO.....		31
7.2.1 DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO.....		31
7.2.2 Calcolo Del Carico Limite Secondo Brich-Hansen		31
7.2.3 Verifica scorrimento		33
7.3 CABINA TIPO A - CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE.....		33
7.3.1 Fondazione Interrata.....		33
7.3.2 Fondazione Superficiale		36
7.4 CABINA TIPO B - CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE.....		38
7.5 CABINA TIPO C - CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE.....		40
8 ANALISI FONDAZIONE CABINE ELETTRICHE – SEZIONE E ARMATURE – DIREZIONE LONGITUDINALE.....		43
8.1 ANALISI DEI CARICHI		43
8.2 MODELLO DI CALCOLO.....		44
8.2.1 DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO.....		44

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

8.2.2	Calcolo della Trave su Suolo Elastico	44
8.3	CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI	45
8.3.1	Fondazione L = 25.00 m	45
8.4	VERIFICA DELLE SEZIONI.....	46
9	ANALISI FONDAZIONE CABINE ELETTRICHE – SEZIONE E ARMATURE – DIREZIONE TRASVERSALE.....	47
9.1	ANALISI DEI CARICHI	47
9.2	MODELLO DI CALCOLO.....	48
9.2.1	DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO.....	48
9.2.2	Calcolo della Trave su Suolo Elastico (direzione trasversale)	48
9.3	CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI	49
9.4	VERIFICA DELLE SEZIONI.....	50
10	ANALISI STRUTTURE LOCALE ANTINCENDIO.....	51
10.1	ANALISI DEI CARICHI	51
10.2	MODELLO DI CALCOLO.....	52
10.2.1	DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO.....	52
10.3	CABINA TIPO A - CALCOLO DELLE AZIONI DEL TERRENO.....	53
10.4	VERIFICA DELLE SEZIONI.....	54
11	ALLEGATO A	58
11.1	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	58
11.1.1	Elenco Degli Elaborati Di Riferimento	58
11.1.2	Riassunto Caratteristiche.....	59
11.2	CABINA TRIAGE ZONA PANTANO	60
11.2.1	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL LUOGO	60
11.2.1.1	Descrizione delle litologie	60
11.2.1.2	Indagini previste	60
11.2.1.3	Caratterizzazione geotecnica.....	61
11.2.1.4	Parametri principali assunti.....	86
11.2.2	Classificazione sismica del terreno	86
11.3	CABINA IMBOCCO FARO LATO RC	87
11.3.1	Descrizione delle litologie	87
11.3.2	Indagini previste.....	87
11.3.3	Caratterizzazione geotecnica.....	88

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

11.4	CURCURACI – CABINA FARO LATO ME	113
11.4.1	Descrizione delle litologie prevalenti	113
11.4.2	Caratterizzazione geotecnica.....	113
11.4.2.1	Indagini utilizzate	113
11.4.2.2	Caratterizzazione Sabbie e ghiaie di Messina.....	114
11.4.2.3	Depositi alluvionali	115
11.4.3	Stratigrafia di progetto.....	116
11.5	PACE – CABINA LE FOSSE LATO RC	117
11.5.1	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL LUOGO	117
11.5.1.1	Descrizione delle litologie	118
11.5.1.2	Indagini eseguite.....	118
11.5.1.3	Caratterizzazione geotecnica.....	120
11.5.1.4	Parametri principali assunti.....	141
11.6	ANNUNZIATA – CABINA LE FOSSE LATO ME	142
11.6.1	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL LUOGO	142
	Parametri principali assunti.....	174
11.6.2	CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITA' DEL LUOGO.....	174
11.7	ANNUNZIATA – CABINA SERRAZZO LATO RC	175
11.7.1	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL LUOGO	175
11.7.1.1	DESCRIZIONE DELLE LITOLOGIE PREVALENTI	175
11.7.1.2	INDAGINI ESEGUITE.....	175
11.7.1.3	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	177
11.7.2	CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITA' DEL LUOGO.....	209

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
<p style="text-align: center;">CABINE</p> <p>RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</p>		<p><i>Codice documento</i></p> <p>SS0642_F0.doc</p>	<p><i>Rev</i></p> <p>F0</p>	<p><i>Data</i></p> <p>20/06/2011</p>

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

PREMESSA

La presente relazione di calcolo è relativa alla verifica delle fondazioni delle cabine elettriche MT/BT sul versante Sicilia.

Le cabine sono di tre differenti tipologie:



- Cabina A:
 - lunghezza fondazione: 36.40 m
 - larghezza fondazione: 7.70 m
 - spessore fondazione: 0.50 m
 - (di cui una porzione interrata delle dimensioni di 8.00 m x 6.50 m in corrispondenza del locale antincendio)

- Cabina B:
 - lunghezza fondazione: 27.75 m
 - larghezza fondazione: 7.70 m
 - spessore fondazione: 0.50 m

- Cabina C:
 - lunghezza fondazione: 14.45 m
 - larghezza fondazione: 7.20 m
 - spessore fondazione: 0.50 m

Le cabine sono situate nell'area del Comune di Messina.

A favore di sicurezza si studiano le fondazioni in base al tipologico nella condizione più gravosa.

		<p align="center">Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO</p>		
<p align="center">CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</p>		<p><i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc</p>	<p><i>Rev</i> F0</p>	<p><i>Data</i> 20/06/2011</p>

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

1 RIFERIMENTI NORMATIVI

- Eurocodice 1 (ENV 1991) - "Basi del progetto e azioni sulle strutture".
- Legge n°64 del 2 Febbraio 1974 - "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
- Legge n°219 del 14 Maggio 1981 - "Istruzioni per l'applicazione della normativa tecnica per la riparazione ed il rafforzamento degli edifici danneggiati dal sisma".
- D.M. 20 Novembre 1987 - "Norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento".
- D.M. 14 Febbraio 1992 - "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture di 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 dei Lavori Pubblici del 4 Luglio 1996 - "Istruzioni per l'applicazione delle « norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi» di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996".
- Circolare Ministero dei Lavori Pubblici n°252 del 15 Ottobre 1996 - "Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 gennaio 1996".
- Circolare Ministero dei Lavori Pubblici n°65 del 10 Aprile 1997 - "Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 gennaio 1996".
- Ordinanza ministeriale 3274 del 20 Marzo 2003 - "Criteri per l'individuazione delle zone sismiche - Individuazione, formazione ed aggiornamento degli elenchi nelle medesime zone".
- Ordinanza ministeriale 3274 del 20 Marzo 2003 - "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normativa tecnica per le costruzioni in zona sismica: norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici."
- Ordinanza ministeriale 3316 del 2 Marzo 2003 - "Modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3274 del 20/3/2003"
- Ordinanza ministeriale 3333 del 23 Gennaio 2004 - "Disposizioni urgenti di protezione civile"
- G.U. 222 23/9/2005 - "Norme tecniche per le costruzioni"

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- D.M. 14 Gennaio 2008 - “Norme Tecniche per le costruzioni”.
- Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti n°617 del 2 Febbraio 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		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

2 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Joseph E. Bowles (1991) *Fondazioni, Progetto e analisi*, McGraw-Hill

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
<p style="text-align: center;">CABINE</p> <p>RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</p>		<p><i>Codice documento</i></p> <p>SS0642_F0.doc</p>	<p><i>Rev</i></p> <p>F0</p>	<p><i>Data</i></p> <p>20/06/2011</p>

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

3 **CARATTERISTICHE MATERIALI**

CALCESTRUZZO

Classe di resistenza C25/30

$$R_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$$

Resistenza a compressione

$$f_{ck} = 0.83 R_{ck} = 24.9 \text{ N/mm}^2$$

Resistenza di calcolo SLU

$$f_{cd} = 0.85 f_{ck} / \gamma_C = 14.1 \text{ N/mm}^2$$

ACCIAIO DA CEMENTO ARMATO NORMALE

Acciaio

B450C

Tensione caratteristica di rottura



$$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$$

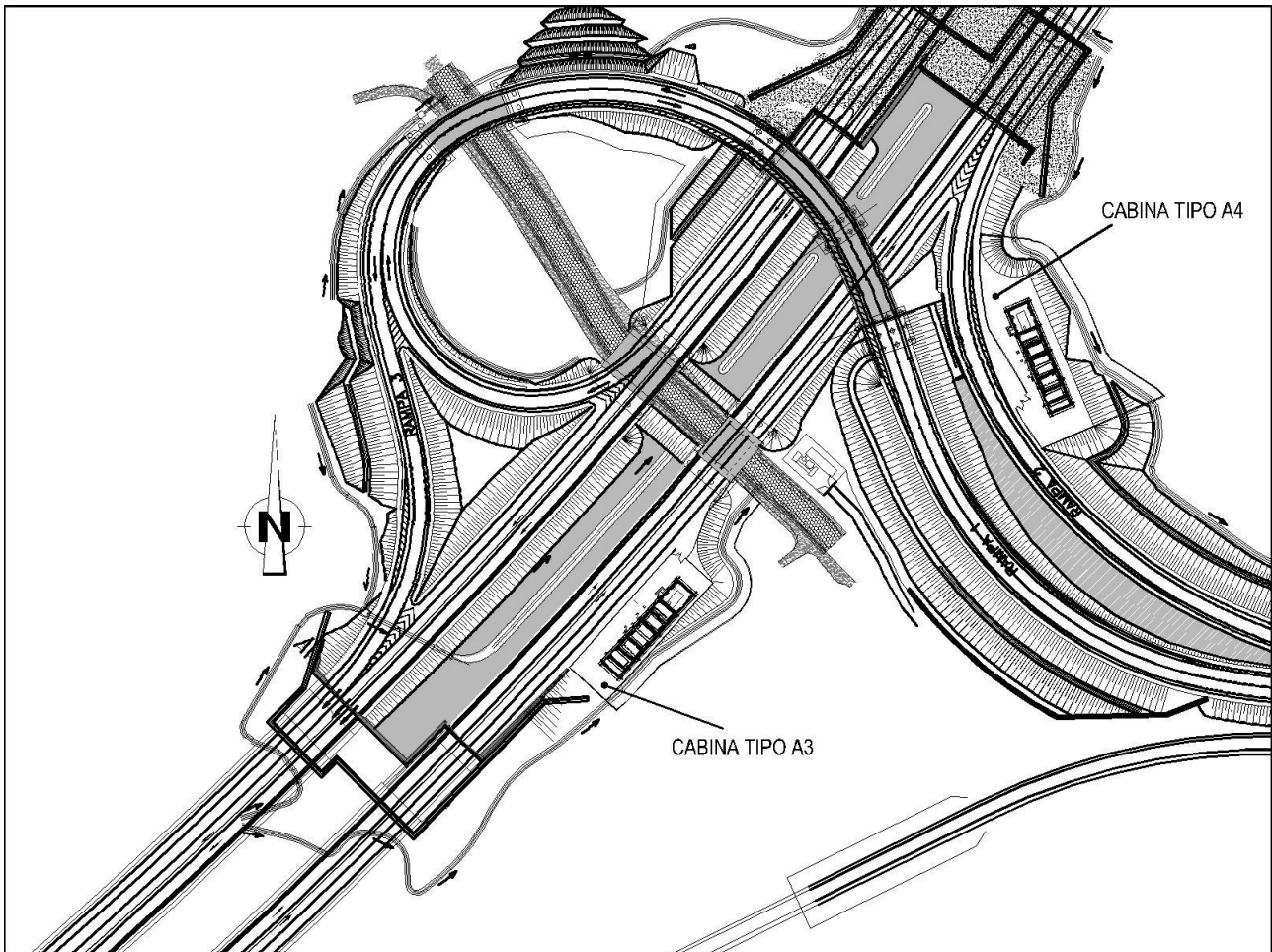
Tensione caratteristica di snervamento

$$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$$

Tensione di snervamento di calcolo

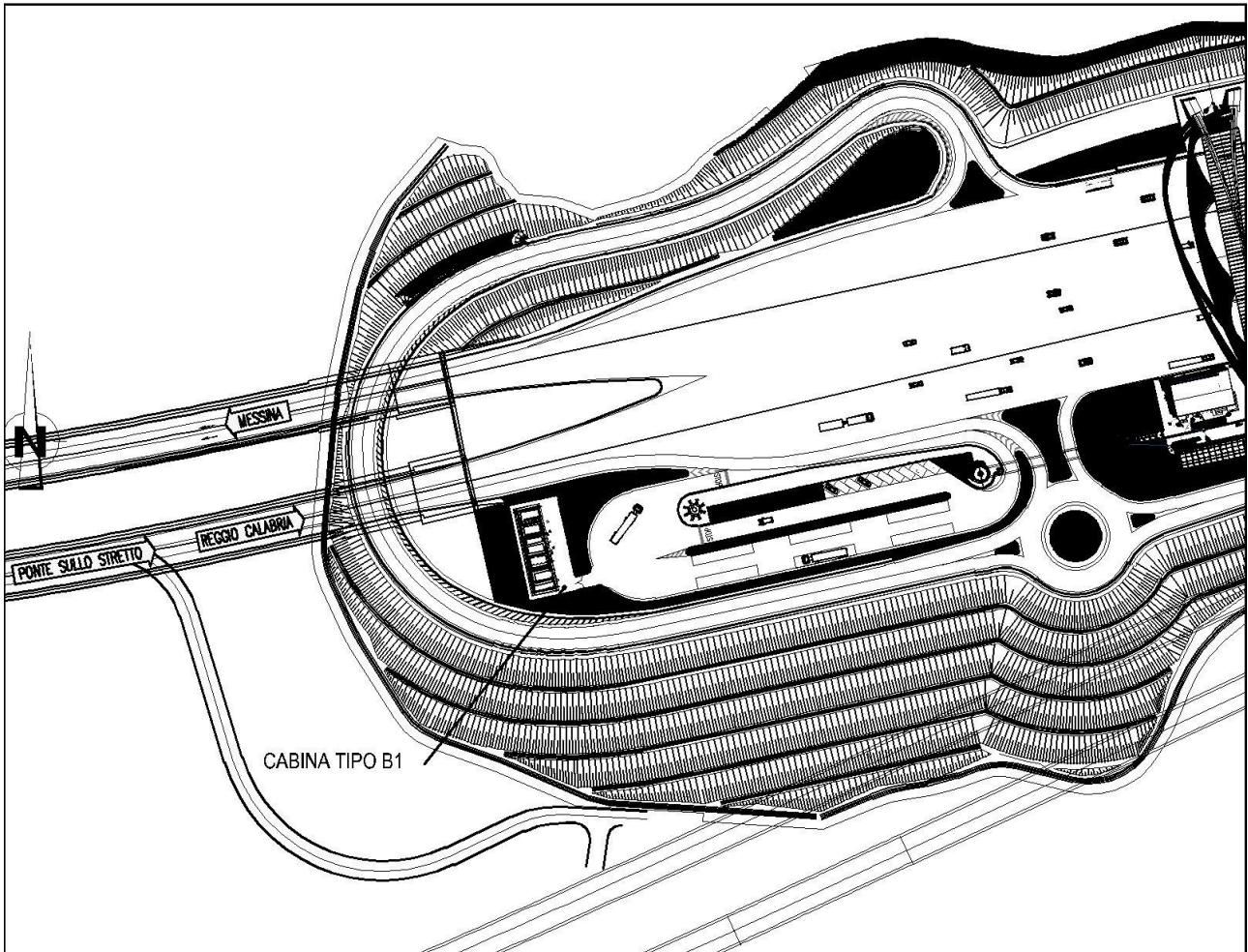
$$f_{yd} = 391 \text{ N/mm}^2$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

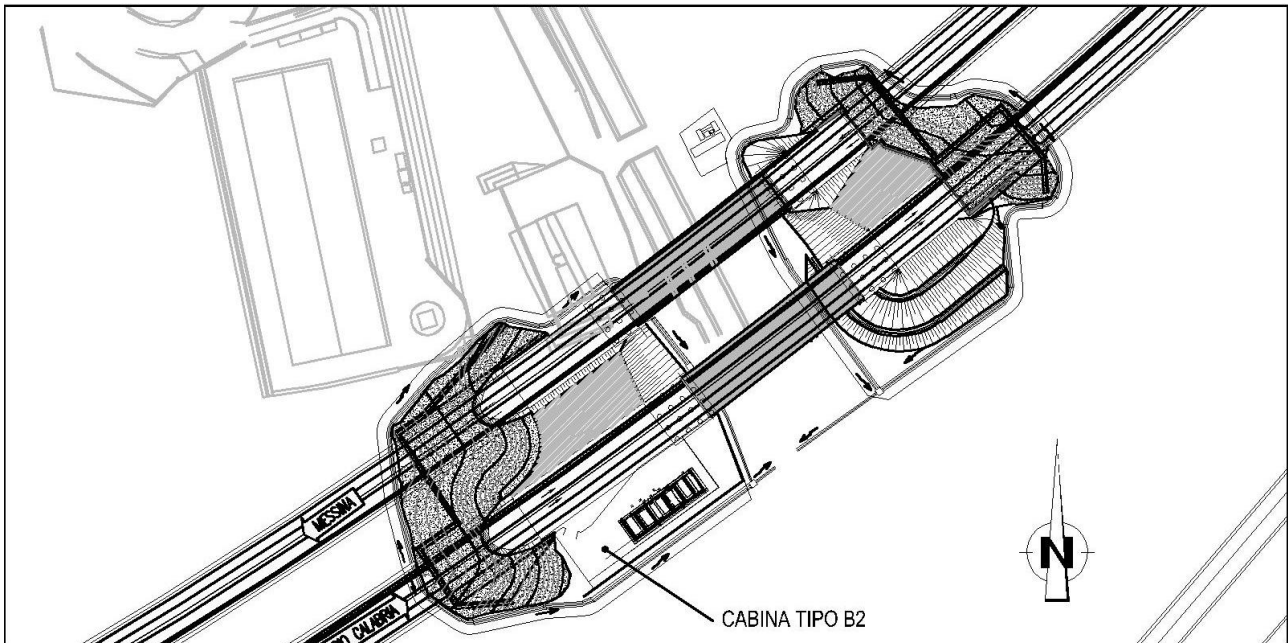


Cabina A3 - svincolo Annunziata rampa 2 dir. RC

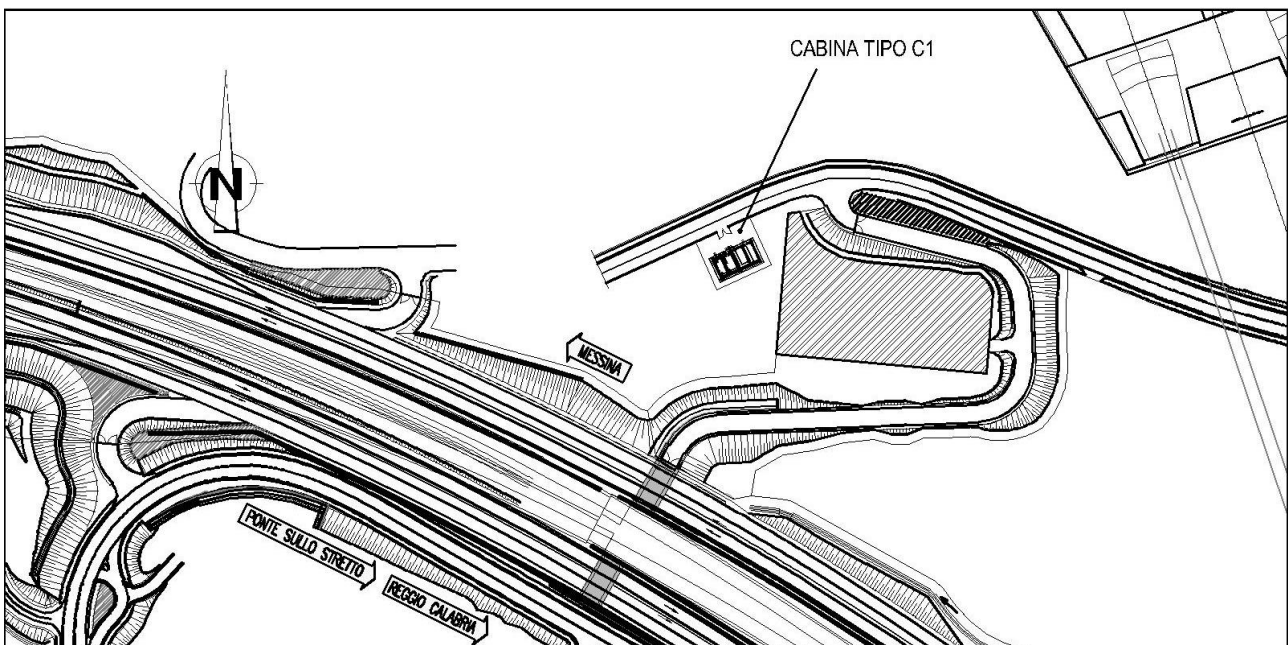
Cabina A4 - imbocco galleria Serrazzo lato dir. RC



Cabina B1 - c/o piazzale di esazione



Cabina B2 - galleria Le Fosse dir. RC lato RC



Cabina C1 - c/o area triage pk. 0+900 via ME

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Le cabine sono di due differenti tipologie:

- Cabina A:
 - lunghezza fondazione: 36.40 m
 - larghezza fondazione: 7.70 m
 - spessore fondazione: 0.50 m
(di cui una porzione interrata delle dimensioni di 8.00 m x 6.50 m in corrispondenza del locale antincendio)

- Cabina B:
 - lunghezza fondazione: 27.75 m
 - larghezza fondazione: 7.70 m
 - spessore fondazione: 0.50 m

- Cabina C:
 - lunghezza fondazione: 14.45 m
 - larghezza fondazione: 7.20 m
 - spessore fondazione: 0.50 m

COORDINATE TOPOGRAFICHE

Comune Messina
Longitudine: 15.5505
Latitudine: 38.1943

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

5 CARATTERIZZAZIONE DEL LUOGO

5.1 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL LUOGO

Nell'allegato A sono riportate le caratteristiche geotecniche dei vari siti oggetto dell'intervento. In sicurezza per la valutazione dell'angolo di attrito del terreno, la dove si è riscontrata discordanza tra i valori indicati nei documenti della caratterizzazione geologica del tracciato stradale e i sondaggi di riferimento per le cabine, si è provveduto a calcolare tale parametro con il metodo di correlazione diretta RBS (Road Bridge Specification) adottando il valore più basso tra i due.

Il metodo RBS si basa sulla seguente relazione:

$$\phi' = \sqrt{(15 \cdot N_{NORM})} + 15$$

dove N_{NORM} è il numero di colpi normalizzato.

I valori di N_{SPT} sono normalizzati per tener conto dell'influenza della pressione del terreno sovrastante, riferendoli ad un valore unitario della tensione verticale efficace, mediante l'espressione:

$$N_{NORM} = C_N \cdot N_{SPT}$$

dove:

- N_{SPT} è il numero dei colpi misurato con la prova standard;
- N_{NORM} è il valore di N riferito a $\sigma'v = 100 \text{ kPa}$;
- C_N è un coefficiente di correzione dipendente dal valore della tensione verticale efficace $\sigma'v_0$ (Liao e Whitman, 1986):


$$C_N = (Pa / \sigma'v_0)^{0,5}$$

con $Pa = 100 \text{ kPa}$

CABINA TIPO A

Tipo di terreno:	limo	sabbie e ghiaie di messina
Categoria	C	B
peso specifico γ	19.0 kN/mc	18.0 kN/mc
angolo d'attrito ϕ	22° **	35°
falda	assente	assente

** da calcolo RBS-su dati sondaggio I3

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_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						

CABINA TIPO B

Tipo di terreno:	ghiaia
Categoria	B
peso specifico	$\gamma = 18.0 \text{ kN/mc}$
angolo d'attrito	$\phi = 35^\circ$
falda	assente

CABINA TIPO C

Tipo di terreno:	sabbie e ghiaie di messina
Categoria	C
peso specifico	$\gamma = 18.0 \text{ kN/mc}$
angolo d'attrito	$\phi = 23^\circ$ da calcolo RBS-su dati sondaggio S408
falda	assente

5.2 CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITA' DEL LUOGO

CARATTERIZZAZIONE DEL SUOLO

Categoria di sottosuolo:	B e C
Amplificazione topografica:	T1

5.2.1.1 Caratteristiche della Struttura

Opere interferenti, opere connesse agli impianti, opere di sostegno:

Tipo 2	tipo di costruzione
$V_N > 50$ anni	vita nominale § 2.4.1 NTC 2008

(Come da NTC 2008 §2.4.1: opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale)

Classe III classe d'uso

(Come da NTC 2008 §2.4.2: costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.)

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

$C_U = 1.50$ coefficiente d'uso § 2.4.2 NTC 2008
 $V_R = 75$ anni periodo di riferimento § 2.4.3 NTC 2008

5.2.1.2 Parametri relativi allo Spettro Sismico (Stato Limite Ultimo: SLV)

$a_g = 0.294$ g accelerazione di riferimento
 $F_0 = 2.430$ fattore di accelerazione orizzontale massima su suolo
 $T^*_C = 0.373$ s periodo caratteristico dello spettro

TERRENO CATEGORIA B

$S = 1.114$ coefficiente correttivo stratigrafico e topografico
 $k_h = 0.328$ coefficiente sismico orizzontale
 $k_v = 0.164$ coefficiente sismico verticale

TERRENO CATEGORIA C

$S = 1.272$ coefficiente correttivo stratigrafico e topografico
 $k_h = 0.374$ coefficiente sismico orizzontale
 $k_v = 0.187$ coefficiente sismico verticale

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

5.3 CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE

5.3.1 Combinazione delle Azioni

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni:

SLU:	$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2}$
SLE Rara:	$G_1 + G_2 + Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2}$
SLE Frequente:	$G_1 + G_2 + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2}$
SLE Quasi Permanente:	$G_1 + G_2 + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2}$
Sismica:	$E + G_1 + G_2 + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2}$

Valori dei coefficienti parziali di sicurezza γ_{Gi} e γ_{Qi} :



Carichi	ψ_{0i}	γ_f	EQU	A1 STR	A2 GEO
Permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0.9	1.0	1.0
	sfavorevoli		1.1	1.3	1.0
Permanenti non strutturali	favorevoli	γ_{G2}	0.0	0.0	0.0
	sfavorevoli		1.5	1.5	1.3
Variabili	favorevoli	γ_{Qj}	0.0	0.0	0.0
	sfavorevoli		1.5	1.5	1.3

Valori dei coefficienti di combinazione ψ_{0ij} , ψ_{1ij} e ψ_{2ij} :

Categoria	ψ_{0ij}	ψ_{1ij}	ψ_{2ij}
Cat. A/B	0.7	0.5	0.3

Coefficienti parziali per i parametri geotecnica del terreno:

Parametro	γ_M	M1	M2
ϕ	γ_ϕ	1.0	1.25
γ	γ_γ	1.0	1.0

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

5.3.2 Verifiche agli Stati Limite Ultimi (SLU)

Sono state effettuate le verifiche nei confronti dei seguenti stati limite:

FONDAZIONI SUPERFICIALI

- Collasso per carico limite dell'insieme fondazione terreno

Combinazione SLU	Approccio 2	(A1+M1+R3)
Combinazione Sismica		(M1+R1)

- collasso per scorrimento sul piano di posa

Combinazione SLU	Approccio 2	(A1+M1+R3)
Combinazione Sismica		(M1+R1)

- raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali

Combinazione SLU - STR


Per la combinazione sismica i coefficienti parziali utilizzati si riferiscono alle NTC 2008 (2.5.4)

MURI CONTROTERRA

- raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali

Combinazione SLU - STR

Si trascura di riportare la verifica della stabilità globale della struttura, poiché per la tipologia di costruzione non risulta significativa.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

5.3.3 Tabella Combinazioni

Le condizioni di carico elementari (CCE) considerate nel calcolo della struttura sono le seguenti:

1. peso proprio delle strutture
2. carichi permanenti non strutturali
3. carichi variabili
4. spinta del terreno
5. sisma direzione x
6. sisma direzione y

Sono state definite le combinazioni delle condizioni di carico elementari riportate nelle tabelle seguenti.

FONDAZIONI SUPERFICIALI

TABELLA 5-1 – COEFFICIENTI PARZIALI



CCE		1	2	3	4	5	6
		P.P.	Perm.	Var.	Terr	Sisma X	Sisma Y
F 01	SLU	1.30	1.50	1.50	---	0.00	0.00
F 02	SLU	1.00	1.00	1.00	---	1.00	0.30
F 03	SLU	1.00	1.00	1.00	---	0.30	1.00

Le combinazioni di carico per la verifica della resistenza della sezione in c.a. saranno meglio specificate nei capitoli 8 e 9, in cui è esplicitato il posizionamento dei carichi variabili e permanenti per massimizzare le azioni.

MURI CONTROTERRA

TABELLA 5-2 – COEFFICIENTI PARZIALI

CCE		1	2	3	4	5
		P.P.	Perm.	Var.	Terr	Sisma
M 01	SLU	1.00	0.00	1.50	1.30	0.00
M 02	SLU	1.30	1.50	1.50	1.30	0.00
M 03	Sisma	1.00	0.00	0.30	1.00	1.00

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

CCE		1	2	3	4	5
		P.P.	Perm.	Var.	Terr	Sisma
M 04	Sisma	1.00	1.00	0.30	1.00	1.00
M 05	Rara	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00
M 06	Rara	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00
M 07	Freq.	1.00	0.00	0.50	1.00	0.00
M 08	Freq.	1.00	1.00	0.50	1.00	0.00
M 09	Q.P.	1.00	0.00	0.30	1.00	0.00
M 10	Q.P.	1.00	1.00	0.30	1.00	0.00

Le combinazioni di carico per la verifica della resistenza della sezione in c.a. saranno meglio specificate nei capitoli 10, in cui è esplicitato il posizionamento dei carichi variabili e la spinta del terreno nelle varie condizioni (spinta attiva e a riposo) per massimizzare le azioni.

N.B.: la spinta del terreno è sempre a sfavore di sicurezza

Il peso proprio e i permanenti sono alternativamente a sfavore di sicurezza e a favore di sicurezza, per massimizzare nel primo caso l'azione flettente, nel secondo caso l'azione assiale.



I carichi variabili sono sempre a sfavore di sicurezza, poiché si ipotizza la presenza di un carico sul terreno adiacente al muro che massimizza la spinta sulle pareti.

		<p align="center">Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO</p>		
<p align="center">CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</p>		<p><i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc</p>	<p><i>Rev</i> F0</p>	<p><i>Data</i> 20/06/2011</p>

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

6 ELABORATI DI RIFERIMENTO

- Cabina tipo A1 - piante prospetti sezioni e particolari costruttivi CG0700PSZDSSC00FA00000001
- Cabina tipo A2 - piante prospetti sezioni e particolari costruttivi CG0700PSZDSSC00FA00000002
- Cabina tipo A3 - piante prospetti sezioni e particolari costruttivi CG0700PSZDSSC00FA00000003
- Cabina tipo A4 - piante prospetti sezioni e particolari costruttivi CG0700PSZDSSC00FA00000004
- Cabina tipo B1 - piante prospetti sezioni e particolari costruttivi CG0700PSZDSSC00FA00000005
- Cabina tipo B2 - piante prospetti sezioni e particolari costruttivi CG0700PSZDSSC00FA00000006
- Cabina tipo C1 - piante prospetti sezioni e particolari costruttivi CG0700PSZDSSC00FA00000007

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

7 ANALISI FONDAZIONE CABINE ELETTRICHE – CAPACITA' PORTANTE

7.1 ANALISI DEI CARICHI

Si riporta di seguito l'analisi dei carichi (oltre ai pesi propri) derivante dalla localizzazione e dalla geometria della struttura secondo la normativa vigente.

CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI

Si considera un carico uniformemente distribuito su tutta la fondazione comprendente il peso dei macchinari e il peso delle finiture

$$p = 10.00 \text{ kN/mq}$$

CARICHI VARIABILI

Si considera un carico uniformemente distribuito su tutta la fondazione.

Il carico si considera equivalente Cat. A o B1 (§ 3.1.4 NTC 2008) ipotizzando comunque che l'accesso sia consentito solo al personale addetto alla manutenzione.

$$q = 2.00 \text{ kN/mq}$$

7.2 MODELLO DI CALCOLO

7.2.1 DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO

7.2.2 Calcolo Del Carico Limite Secondo Brich-Hansen

Il calcolo viene effettuato con la formula trinomia alla quale si aggiungono i coefficiente correttivi per tenere conto di:

forma della fondazione;

carichi inclinati;

carichi eccentrici.

Inoltre la formulazione è diversa a seconda che ci si trovi in condizioni drenate o meno; per cui la relazione completa è:

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

condizioni non drenate $\rightarrow q_{lim} = (2 + \pi)c_u s_c i_c + q$

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

Dove:

Coefficienti di carico limite

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2 (45 + \phi/2)$$

$$N_c = (N_q - 1) / \tan \phi$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \tan \phi$$

Coefficienti correttivi per la forma della fondazione ed eccentricità del carico

$$e_B = M_B / Q_V \quad \text{eccentricità in direzione parallela a B}$$

$$e_L = M_L / Q_V \quad \text{eccentricità in direzione parallela a L}$$

$$B' = B - 2 \cdot e_B \quad \text{dimensioni della fondazione ridotta}$$

$$L' = L - 2 \cdot e_L \quad \text{dimensioni della fondazione ridotta}$$

$$A_f = B' \cdot L' \quad \text{area efficace della fondazione}$$

$$s_q = 1 + B' / L' \cdot \sin \phi$$

$$s_c = (s_q \cdot N_q - 1) / (N_q - 1)$$

$$s_\gamma = 1 - 0.3 \cdot B' / L'$$

Coefficienti correttivi per la presenza di carichi inclinati

$$i_q = (1 - 0.7 \cdot Q_H / (Q_V + A_f \cdot c / \tan \phi))^3$$

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

$$i_\gamma = (1 - Q_H / (Q_V + A_f \cdot c / \tan \phi))^3$$

Coefficienti correttivi per la profondità del piano di posa della fondazione

$$\text{se } B > D \quad k = D / B$$

$$\text{se } B < D \quad k = \arctan D / B$$

$$d_q = 1 + 2 \cdot \tan \phi \cdot (1 - \sin \phi)^2 \cdot k$$

$$d_c = 1 + 0.4 \cdot k$$

$$d_\gamma = 1$$

Coefficienti correttivi per l'inclinazione del terreno ai lati della fondazione

$$g_q = 1 - \tan^5 \omega$$

$$g_c = 1 - \omega / 147$$

$$g_\gamma = 1 - \tan^5 \omega$$

Coefficienti correttivi per l'inclinazione del piano di posa

$$b_q = e^{-2 \cdot \varepsilon \cdot \tan \phi}$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

$$b_c = 1 - \varepsilon / 147$$

$$b_\gamma = e^{-2.7 \cdot \varepsilon \cdot \tan \phi}$$

Valore di calcolo del peso dell'unità di volume del terreno per falda sotto al piano di posa:

$$\gamma_{med}^* = (\gamma \cdot z + \gamma' \cdot (B - z)) / B \quad \text{con valore massimo } \gamma$$

7.2.3 Verifica scorrimento

La forza massima di attrito viene calcolata nel modo seguente:

$$F_\phi = N \operatorname{tg} \phi$$

In sicurezza si trascura il contributo della spinta passiva del terreno laterale.

7.3 CABINA TIPO A - CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE

La fondazione è costituita su due livelli.

Si verificano separatamente la fondazione interrata e quella superficiale.

7.3.1 Fondazione Interrata

GEOMETRIA

Si verifica una piastra di fondazione avente le seguenti caratteristiche:

$B_y =$	7.70 m	larghezza della fondazione
$L_x =$	8.00 m	lunghezza della fondazione
$h_z =$	0.50 m	spessore della fondazione
$D =$	4.20 m	profondità del piano di posa della fondazione
$z =$	----- m	distanza tra quota falda e quota intradosso fondazione
$\varepsilon =$	0.00 °	angolo di inclinazione del piano di posa della fondazione
$\omega =$	0.00 °	angolo di inclinazione del terreno a lato della fondazione
Drenate		condizioni terreno

DATI DEL TERRENO

$\gamma_1 =$	19.00 kN/mc	peso del terreno sopra al piano di posa della fondazione
$\gamma_{2 \text{ sat}} =$	19.00 kN/mc	peso del terreno sotto al piano di posa della fondazione
$\gamma_2' =$	9.00 kN/mc	peso del terreno sotto al piano di posa della fondazione
$\gamma_{med}^* =$	19.00 kN/mc	valore di calcolo per falda sotto al piano di posa

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

c = 0.00 kN/mq coesione del terreno sotto al piano di posa della fondazione
 ϕ = 22.00 ° angolo di attrito interno del terreno

Si trascura a favore di sicurezza il contributo della coesione.

TABELLA 7-1 COMBINAZIONI DI CARICO

Comb.	Tipo	N [kN]	H _x [kN]	H _y [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]
F 01	Slu A1	5497.80	0.00	0.00	0.00	0.00
F 02	Sisma	3763.76	1407.65	422.29	0.00	0.00
F 03	Sisma	3763.76	422.29	1407.65	0.00	0.00

Q_V componente verticale del carico agente sulla fondazione

Q_H componente orizzontale del carico agente sulla fondazione

Q_H componente orizzontale del carico agente sulla fondazione

M_B momento agente sulla fondazione in direzione parallela a B

M_L momento agente sulla fondazione in direzione parallela a L

TABELLA 7-2 PRESSIONE DI CONTATTO NEI PUNTI SIGNIFICATIVI

Comb.	Tipo	σ_1 [kN/mq]	σ_2 [kN/mq]	σ_3 [kN/mq]	σ_4 [kN/mq]	q _{media} [kN/mq]
F 01	Slu A1	89.3	89.3	89.3	89.3	89.25
F 02	Sisma	61.1	61.1	61.1	61.1	61.1
F 03	Sisma	61.1	61.1	61.1	61.1	61.1

(i punti significativi corrispondono ai quattro vertici della fondazione, in questo caso non sono presenti differenze di pressione, poiché sono stati trascurati gli effetti flessionali)

TABELLA 7-3 CALCOLO DELLE CARATTERISTICHE GEOMETRICHE EFFICACI

Comb.	Tipo	e _B [m]	B' [m]	e _L [m]	L' [m]	A' [mq]	q' [kN/mq]
F 01	Slu A1	0.00	7.70	0.00	8.00	61.60	89.3
F 02	Sisma	0.00	7.70	0.00	8.00	61.60	61.1
F 03	Sisma	0.00	7.70	0.00	8.00	61.60	61.1

TABELLA 7-4 COEFFICIENTI DI CARICO LIMITE

Comb.	Tipo	N _q	N _c	N _γ
-------	------	----------------	----------------	----------------

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		Codice documento SS0642_F0.doc	Rev F0	Data 20/06/2011

F 01	Slu A1	7.821	16.883	7.128
F 02	Sisma	7.821	16.883	7.128
F 03	Sisma	7.821	16.883	7.128

TABELLA 7-5 COEFFICIENTI CORRETTIVI PER LA FORMA DELLA FONDAZIONE ED ECCENTRICITA' DEL CARICO

Comb.	Tipo	s_q	s_c	s_y
F 01	Slu A1	1.361	1.413	0.711
F 02	Sisma	1.361	1.413	0.711
F 03	Sisma	1.361	1.413	0.711

TABELLA 7-6 COEFFICIENTI CORRETTIVI PER LA PRESENZA DI CARICHI INCLINATI

Comb.	Tipo	i_q	i_c	i_y	i_q	i_c	i_y
		[dir x]	[dir x]	[dir x]	[dir y]	[dir y]	[dir y]
F 01	Slu A1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
F 02	Sisma	0.626	0.571	0.626	0.782	0.751	0.700
F 03	Sisma	0.888	0.871	0.888	0.402	0.315	0.245

TABELLA 7-7 COEFFICIENTI CORRETTIVI PER LA PROFONDITA' DEL PIANO DI POSA DELLA FONDAZIONE

Comb.	Tipo	d_q	d_c	d_y
F 01	Slu A1	1.172	1.218	1.000
F 02	Sisma	1.172	1.218	1.000
F 03	Sisma	1.172	1.218	1.000

TABELLA 7-8 CALCOLO DEL CARICO LIMITE CONDIZIONE DRENATA

Comb.	Tipo	q_c	q_q	q_y	q_{lim}	q'	F.S.
F 01	Slu A1	0.0	995.5	370.9	1366.4	89.25	15.31 > 2.3
F 02	Sisma	0.0	487.6	162.4	650.1	61.10	10.64 > 1.0
F 03	Sisma	0.0	355.5	80.8	436.3	61.10	7.14 > 1.0

TABELLA 7-9 VERIFICA A SCORRIMENTO

Comb.	Tipo	N [kN]	$tg\phi$	$F\phi$	H_{max}	FS
1	SLU	5497.80	0.404	2221.26	0.00	----- > 1.10
2	Sisma X	3763.76	0.404	1520.66	1469.63	1.03 > 1.00
3	Sisma Y	3763.76	0.404	1520.66	1469.63	1.03 > 1.00

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

7.3.2 Fondazione Superficiale

GEOMETRIA

Si verifica una piastra di fondazione avente le seguenti caratteristiche:

$B_y =$	7.70 m	lato minore della fondazione
$L_x =$	27.80 m	lato maggiore della fondazione
$h_z =$	0.50 m	spessore della fondazione
$D =$	4.20 m	profondità del piano di posa della fondazione
$z =$	----- m	distanza tra quota falda e quota intradosso fondazione
$e =$	0.00 °	angolo di inclinazione del piano di posa della fondazione
$w =$	0.00 °	angolo di inclinazione del terreno a lato della fondazione
Drenate		condizioni terreno

DATI DEL TERRENO

$\gamma_1 =$	19.00 kN/mc	peso del terreno sopra al piano di posa della fondazione
$\gamma_{2 \text{ sat}} =$	19.00 kN/mc	peso del terreno sotto al piano di posa della fondazione
$\gamma_2' =$	9.00 kN/mc	peso del terreno sotto al piano di posa della fondazione
$\gamma_{\text{med}}^* =$	19.00 kN/mc	valore di calcolo per falda sotto al piano di posa
$c =$	0.00 kN/mq	coesione del terreno sotto al piano di posa della fondazione
$\phi =$	22.00 °	angolo di attrito interno del terreno

Si trascura a favore di sicurezza il contributo della coesione.

TABELLA 7-10 COMBINAZIONI DI CARICO

Comb.	Tipo	N [kN]	H_x [kN]	H_y [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]
F 01	Slu A1	7331.56	0.00	0.00	0.00	0.00
F 02	Sisma	4944.79	1849.35	554.80	0.00	0.00
F 03	Sisma	4944.79	554.80	1849.35	0.00	0.00

TABELLA 7-11 PRESSIONE DI CONTATTO NEI PUNTI SIGNIFICATIVI

Comb.	Tipo	σ_1 [kN/mq]	σ_2 [kN/mq]	σ_3 [kN/mq]	σ_4 [kN/mq]	q_{media} [kN/mq]
F 01	Slu A1	34.3	34.3	34.3	34.3	34.25
F 02	Sisma	23.1	23.1	23.1	23.1	23.1
F 03	Sisma	23.1	23.1	23.1	23.1	23.1

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

TABELLA 7-12 CALCOLO DELLE CARATTERISTICHE GEOMETRICHE EFFICACI

Comb.	Tipo	e_B [m]	B' [m]	e_L [m]	L' [m]	A' [mq]	q' [kN/mq]
F 01	Slu A1	0.00	7.70	0.00	27.80	214.06	34.3
F 02	Sisma	0.00	7.70	0.00	27.80	214.06	23.1
F 03	Sisma	0.00	7.70	0.00	27.80	214.06	23.1

TABELLA 7-13 COEFFICIENTI DI CARICO LIMITE

Comb.	Tipo	N_q	N_c	N_γ
F 01	Slu A1	7.821	16.883	7.128
F 02	Sisma	7.821	16.883	7.128
F 03	Sisma	7.821	16.883	7.128

TABELLA 7-14 COEFFICIENTI CORRETTIVI PER LA FORMA DELLA FONDAZIONE ED ECCENTRICITA' DEL CARICO

Comb.	Tipo	s_q	s_c	s_γ
F 01	Slu A1	1.104	1.119	0.917
F 02	Sisma	1.104	1.119	0.917
F 03	Sisma	1.104	1.119	0.917

TABELLA 7-15 COEFFICIENTI CORRETTIVI PER LA PRESENZA DI CARICHI INCLINATI

Comb.	Tipo	i_q [dir x]	i_c [dir x]	i_γ [dir x]	i_q [dir y]	i_c [dir y]	i_γ [dir y]
F 01	Slu A1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
F 02	Sisma	0.626	0.571	0.626	0.782	0.751	0.700
F 03	Sisma	0.888	0.871	0.888	0.402	0.315	0.245

TABELLA 7-16 COEFFICIENTI CORRETTIVI PER LA PROFONDITA' DEL PIANO DI POSA DELLA FONDAZIONE

Comb.	Tipo	d_q	d_c	d_γ
F 01	Slu A1	1.021	1.026	1.000
F 02	Sisma	1.021	1.026	1.000
F 03	Sisma	1.021	1.026	1.000
-	-	1.021	1.026	1.000


		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

TABELLA 7-17 CALCOLO DEL CARICO LIMITE CONDIZIONE DRENATA

Comb.	Tipo	q_c	q_q	q_γ	q_{lim}	q'	FS	FS
F 01	Slu A1	0.0	83.7	478.1	561.8	34.25	16.40	> 2.30
F 02	Sisma	0.0	41.0	209.4	250.4	23.10	10.84	> 1.00
F 03	Sisma	0.0	29.9	104.1	134.0	23.10	5.80	> 1.00

TABELLA 7-18 VERIFICA A SCORRIMENTO

Comb.	Tipo	N [kN]	$tg\phi$	$F\phi$	H_{max}	FS	FS
F 01	Slu A1	7331.56	0.404	2962.14	0.00	-----	> 1.10
F 02	Sisma	4944.79	0.404	1997.82	1930.78	1.03	> 1.00
F 03	Sisma	4944.79	0.404	1997.82	1930.78	1.03	> 1.00

7.4 CABINA TIPO B - CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE

GEOMETRIA

Si verifica una piastra di fondazione avente le seguenti caratteristiche:

$B_y =$	7.70 m	lato minore della fondazione
$L_x =$	27.75 m	lato maggiore della fondazione
$h_z =$	0.50 m	spessore della fondazione
$D =$	0.50 m	profondità del piano di posa della fondazione
$z =$	----- m	distanza tra quota falda e quota intradosso fondazione
$e =$	0.00 °	angolo di inclinazione del piano di posa della fondazione
$w =$	0.00 °	angolo di inclinazione del terreno a lato della fondazione
Drenate		condizioni terreno

DATI DEL TERRENO

$\gamma_1 =$	18.00 kN/mc	peso del terreno sopra al piano di posa della fondazione
$\gamma_{2\text{ sat}} =$	18.00 kN/mc	peso del terreno sotto al piano di posa della fondazione
$\gamma_2' =$	8.00 kN/mc	peso del terreno sotto al piano di posa della fondazione
$\gamma_{med}^* =$	18.00 kN/mc	valore di calcolo per falda sotto al piano di posa
$c =$	0.00 kN/mq	coesione del terreno sotto al piano di posa della fondazione
$\phi =$	35.00 °	angolo di attrito interno del terreno

Si trascura a favore di sicurezza il contributo della coesione.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE	<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0

TABELLA 7-19 COMBINAZIONI DI CARICO

Comb.	Tipo	N [kN]	H _x [kN]	H _y [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]
F 01	Slu A1	7318.37	0.00	0.00	0.00	0.00
F 02	Sisma	4935.89	1618.97	485.69	0.00	0.00
F 03	Sisma	4935.89	485.69	1618.97	0.00	0.00

TABELLA 7-20 PRESSIONE DI CONTATTO NEI PUNTI SIGNIFICATIVI

Comb.	Tipo	σ_1 [kN/mq]	σ_2 [kN/mq]	σ_3 [kN/mq]	σ_4 [kN/mq]	q _{media} [kN/mq]
F 01	Slu A1	34.3	34.3	34.3	34.3	34.25
F 02	Sisma	23.1	23.1	23.1	23.1	23.1
F 03	Sisma	23.1	23.1	23.1	23.1	23.1

TABELLA 7-21 CALCOLO DELLE CARATTERISTICHE GEOMETRICHE EFFICACI

Comb.	Tipo	e _B [m]	B' [m]	e _L [m]	L' [m]	A' [mq]	q' [kN/mq]
F 01	Slu A1	0.00	7.70	0.00	27.75	213.68	34.3
F 02	Sisma	0.00	7.70	0.00	27.75	213.68	23.1
F 03	Sisma	0.00	7.70	0.00	27.75	213.68	23.1

TABELLA 7-22 COEFFICIENTI DI CARICO LIMITE

Comb.	Tipo	N _q	N _c	N _y
F 01	Slu A1	33.296	46.124	48.029
F 02	Sisma	33.296	46.124	48.029
F 03	Sisma	33.296	46.124	48.029

TABELLA 7-23 COEFFICIENTI CORRETTIVI PER LA FORMA DELLA FONDAZIONE ED ECCENTRICITA' DEL CARICO

Comb.	Tipo	s _q	s _c	s _y
F 01	Slu A1	1.159	1.164	0.917
F 02	Sisma	1.159	1.164	0.917
F 03	Sisma	1.159	1.164	0.917

TABELLA 7-24 COEFFICIENTI CORRETTIVI PER LA PRESENZA DI CARICHI INCLINATI

Comb.	Tipo	i _q [dir x]	i _c [dir x]	i _y [dir x]	i _q [dir y]	i _c [dir y]	i _y [dir y]
F 01	Slu A1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
F 02	Sisma	0.672	0.662	0.672	0.807	0.801	0.733
F 03	Sisma	0.902	0.899	0.902	0.457	0.440	0.303

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

TABELLA 7-25 COEFFICIENTI CORRETTIVI PER LA PROFONDITA' DEL PIANO DI POSA DELLA FONDAZIONE

Comb.	Tipo	d_q	d_c	d_γ
F 01	Slu A1	1.017	1.026	1.000
F 02	Sisma	1.017	1.026	1.000
F 03	Sisma	1.017	1.026	1.000

TABELLA 7-26 CALCOLO DEL CARICO LIMITE CONDIZIONE DRENATA

Comb.	Tipo	q_c	q_q	q_γ	q_{lim}	q'	FS	
F 01	Slu A1	0.0	353.1	3051.3	3404.4	34.25	99.40	> 2.3
F 02	Sisma	0.0	191.6	1502.8	1694.3	23.10	73.35	> 1.0
F 03	Sisma	0.0	145.6	834.9	980.4	23.10	42.44	> 1.0

TABELLA 7-27 VERIFICA A SCORRIMENTO

Comb.	Tipo	N [kN]	$tg\phi$	$F\phi$	H_{max}	FS	
F 01	Slu A1	7318.37	0.700	5124.38	0.00	-----	> 1.10
F 02	Sisma	4935.89	0.700	3456.15	1690.26	2.04	> 1.00
F 03	Sisma	4935.89	0.700	3456.15	1690.26	2.04	> 1.00

7.5 CABINA TIPO C - CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE



GEOMETRIA

Si verifica una piastra di fondazione avente le seguenti caratteristiche:

$B_y =$	7.20 m	lato minore della fondazione
$L_x =$	14.45 m	lato maggiore della fondazione
$h_z =$	0.50 m	spessore della fondazione
$D =$	0.50 m	profondità del piano di posa della fondazione
$z =$	----- m	distanza tra quota falda e quota intradosso fondazione
$e =$	0.00 °	angolo di inclinazione del piano di posa della fondazione
$w =$	0.00 °	angolo di inclinazione del terreno a lato della fondazione
Drenate		
condizioni terreno		

DATI DEL TERRENO

$\gamma_1 =$	18.00 kN/mc	peso del terreno sopra al piano di posa della fondazione
$\gamma_{2\text{ sat}} =$	18.00 kN/mc	peso del terreno sotto al piano di posa della fondazione

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

γ_2' =	8.00 kN/mc	peso del terreno sotto al piano di posa della fondazione
γ_{med}^* =	18.00 kN/mc	valore di calcolo per falda sotto al piano di posa
c =	0.00 kN/mq	coesione del terreno sotto al piano di posa della fondazione
ϕ =	35.00 °	angolo di attrito interno del terreno

Si trascura a favore di sicurezza il contributo della coesione.

TABELLA 7-28 COMBINAZIONI DI CARICO

Comb.	Tipo	N [kN]	H _x [kN]	H _y [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]
F 01	Slu A1	3563.37	0.00	0.00	0.00	0.00
F 02	Sisma	2403.32	898.84	269.65	0.00	0.00
F 03	Sisma	2403.32	269.65	898.84	0.00	0.00

TABELLA 7-29 PRESSIONE DI CONTATTO NEI PUNTI SIGNIFICATIVI

Comb.	Tipo	σ_1 [kN/mq]	σ_2 [kN/mq]	σ_3 [kN/mq]	σ_4 [kN/mq]	q _{media} [kN/mq]
F 01	Slu A1	34.3	34.3	34.3	34.3	34.25
F 02	Sisma	23.1	23.1	23.1	23.1	23.1
F 03	Sisma	23.1	23.1	23.1	23.1	23.1

TABELLA 7-30 CALCOLO DELLE CARATTERISTICHE GEOMETRICHE EFFICACI

Comb.	Tipo	e _B [m]	B' [m]	e _L [m]	L' [m]	A' [mq]	q' [kN/mq]
F 01	Slu A1	0.00	7.20	0.00	14.45	104.04	34.3
F 02	Sisma	0.00	7.20	0.00	14.45	104.04	23.1
F 03	Sisma	0.00	7.20	0.00	14.45	104.04	23.1

TABELLA 7-31 COEFFICIENTI DI CARICO LIMITE

Comb.	Tipo	N _q	N _c	N _γ
F 01	Slu A1	8.661	18.049	8.202
F 02	Sisma	8.661	18.049	8.202
F 03	Sisma	8.661	18.049	8.202

TABELLA 7-32 COEFFICIENTI CORRETTIVI PER LA FORMA DELLA FONDAZIONE ED ECCENTRICITA' DEL CARICO

Comb.	Tipo	s _q	s _c	s _γ
F 01	Slu A1	1.195	1.220	0.851
F 02	Sisma	1.195	1.220	0.851

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

F 03 Sisma 1.195 1.220 0.851

TABELLA 7-33 COEFFICIENTI CORRETTIVI PER LA PRESENZA DI CARICHI INCLINATI

Comb.	Tipo	i_q [dir x]	i_c [dir x]	i_γ [dir x]	i_q [dir y]	i_c [dir y]	i_γ [dir y]
F 01	Slu A1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
F 02	Sisma	0.626	0.577	0.626	0.782	0.754	0.700
F 03	Sisma	0.888	0.873	0.888	0.402	0.324	0.245

TABELLA 7-34 COEFFICIENTI CORRETTIVI PER LA PROFONDITA' DEL PIANO DI POSA DELLA FONDAZIONE

Comb.	Tipo	d_q	d_c	d_γ
F 01	Slu A1	1.022	1.028	1.000
F 02	Sisma	1.022	1.028	1.000
F 03	Sisma	1.022	1.028	1.000

TABELLA 7-35 CALCOLO DEL CARICO LIMITE CONDIZIONE DRENATA

Comb.	Tipo	q_c	q_q	q_γ	q_{lim}	q'	FS
F 01	Slu A1	0.0	95.2	452.0	547.2	34.25	15.98
F 02	Sisma	0.0	46.6	198.0	244.6	23.10	10.59
F 03	Sisma	0.0	34.0	98.4	132.4	23.10	5.73

TABELLA 7-36 VERIFICA A SCORRIMENTO

Comb.	Tipo	N [kN]	$tg\phi$	$F\phi$	H_{max}	FS	
F 01	Slu A1	3563.37	0.424	1512.56	0.00	-----	> 1.10
F 02	Sisma	2403.32	0.424	1020.15	938.42	1.09	> 1.00
F 03	Sisma	2403.32	0.424	1020.15	938.42	1.09	> 1.00

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

8 ANALISI FONDAZIONE CABINE ELETTRICHE – SEZIONE E ARMATURE – DIREZIONE LONGITUDINALE

8.1 ANALISI DEI CARICHI

Si riporta di seguito l'analisi dei carichi (oltre ai pesi propri) derivante dalla localizzazione e dalla geometria della struttura secondo la normativa vigente.

CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI

Si considera un carico uniformemente distribuito su tutta la fondazione comprendente il peso dei macchinari e il peso delle finiture

$$p = 5.00 \text{ kN/mq}$$

Si considera inoltre un carico distribuito solo su porzioni di fondazione, ipotizzando la posa non uniforme dei macchinari

$$p = 5.00 \text{ kN/mq}$$

CARICHI VARIABILI

Si considera un carico uniformemente distribuito solo su porzioni di fondazione.

Il carico si considera equivalente Cat. A o B1 (§ 3.1.4 NTC 2008) ipotizzando comunque che l'accesso sia consentito solo al personale addetto alla manutenzione.

$$q = 2.00 \text{ kN/mq}$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

8.2 MODELLO DI CALCOLO

8.2.1 DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO

8.2.2 Calcolo della Trave su Suolo Elastico

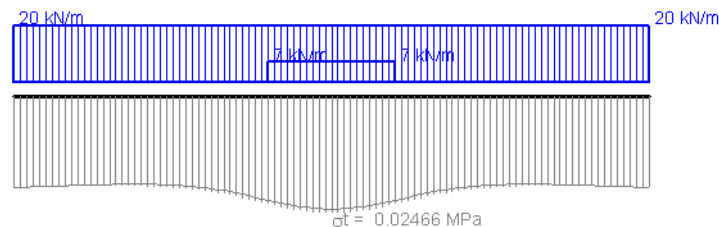
Si determina il valore del modulo di reazione k_s

$$k_s = 40 q_u$$

Dove k_s è indipendente dai coefficienti correttivi per la presenza dei carichi inclinati ed è indipendente dai coefficienti correttivi per la profondità del piano di posa della fondazione.

$$q_u = c'N_c s_c + q'N_q s_q + \frac{1}{2} \gamma' B N_\gamma s_\gamma$$

Si procede quindi al calcolo delle sollecitazioni, delle pressioni e delle deformazioni della trave su suolo elastico, ipotizzando una distribuzione dei carichi massima in corrispondenza della parte centrale della trave:



Distribuzione dei carichi e pressioni risultanti

I valori ottenuti per i modelli utilizzati sono i seguenti:

Cabina A: $k_s = 2.1$ daN/cmc

Cabina B: $k_s = 13.6$ daN/cmc

Cabina C: $k_s = 2.1$ daN/cmc

Si procede quindi al calcolo di un fondazione standard per entrambi i valori di k_s .

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_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						

8.3 CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

Si riportano di seguito i diagrammi delle sollecitazioni con i valori di picco.

I cedimenti sono riportati nella combinazione SLE rara. Gli spostamenti per gli SLV e SLD della sola platea di fondazione non sono stati indicati, muovendosi questa con il terreno. Per quanto riguarda la definizione degli spostamenti dei fabbricati tecnologici sovrastanti le platee di fondazione si rimanda alla successiva fase di progettazione.

8.3.1 Fondazione L = 25.00 m

IPOTESI 1 – CABINA A, C

Luce = 25 m ; E = 31 400 MPa ; J = 1 800 000 cm⁴ ; K = 2.1 daN/cm³ ; b = 1 m

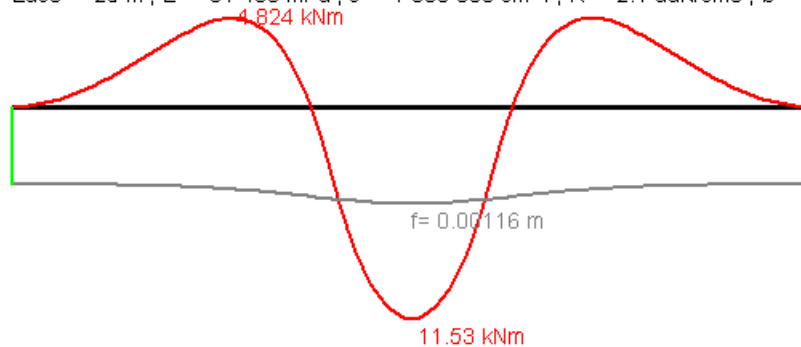


Diagramma momenti flettenti (SLE Rara)

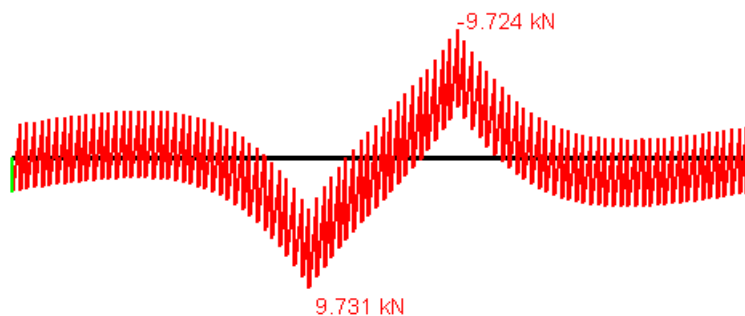




Diagramma taglio (SLE Rara)

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> <i>Data</i> F0 20/06/2011

IPOTESI 2 – CABINA B

Luce = 25 m ; E = 31 400 MPa ; J = 1 800 000 cm⁴ ; K = 13.6 daN/cm³ ; b = 1 m

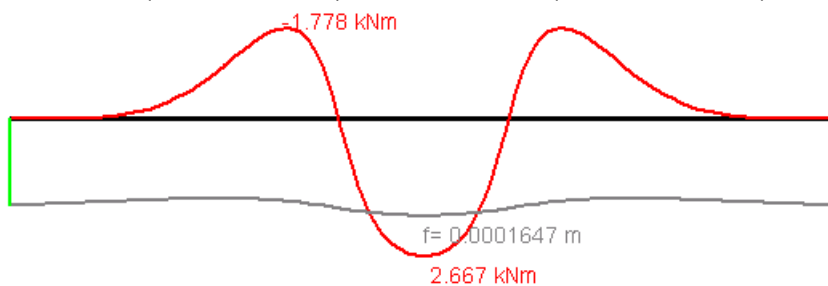


Diagramma momenti flettenti (SLE Rara)

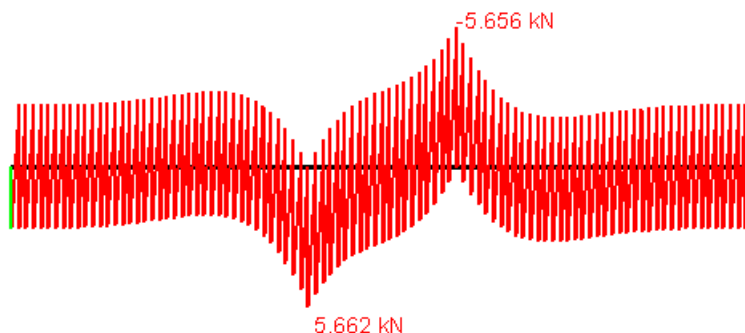


Diagramma taglio (SLE Rara)

8.4 VERIFICA DELLE SEZIONI

sez.	5φ14 sup.	5φ14 inf.			
$M_{sd,SLU}$	17.30 kNm	$< M_{rd,SLU} =$	123.75 kNm		
$M_{sd,SLE Rara}$	11.53 kNm	$\sigma_{cls} =$	0.57 N/mm ²	$\sigma_s =$	35.76 N/mm ²
$M_{sd,SLE Freq}$	10.95 kNm	$\sigma_{cls} =$	0.54 N/mm ²	$\sigma_s =$	33.97 N/mm ²
$M_{sd,SLE Q.P.}$	10.38 kNm	$\sigma_{cls} =$	0.51 N/mm ²	$\sigma_s =$	32.18 N/mm ²
$V_{sd,SLU}$	13.39 kN	$< V_{rd,SLU} =$	169.10 kN		

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_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						

9 ANALISI FONDAZIONE CABINE ELETTRICHE – SEZIONE E ARMATURE – DIREZIONE TRASVERSALE

9.1 ANALISI DEI CARICHI

Si riporta di seguito l'analisi dei carichi (oltre ai pesi propri) derivante dalla localizzazione e dalla geometria della struttura secondo la normativa vigente.

CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI

Si considera il peso della muratura perimetrale e della copertura sul perimetro della fondazione

$p = 11 \text{ kN/m}$ muratura
 $p = 3.5 \text{ kN/mq}$ copertura

CARICHI VARIABILI

Si considera il peso dei carichi variabili sulla copertura (neve o addetti manutenzione).

$q = 1.5 \text{ kN/mq}$ copertura

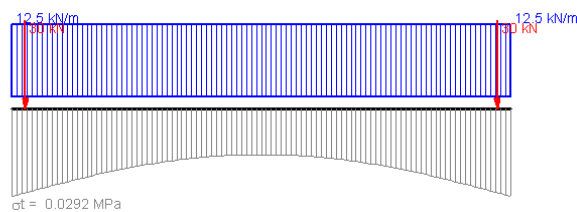
		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<table border="1"> <thead> <tr> <th><i>Rev</i></th> <th><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

9.2 MODELLO DI CALCOLO

9.2.1 DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO

9.2.2 Calcolo della Trave su Suolo Elastico (direzione trasversale)

Utilizzando i valori precedentemente calcolati per il modulo di reazione k_s , si analizza la struttura ipotizzando due carichi posizionati alle estremità dovuti al peso della muratura e della copertura



Distribuzione dei carichi e pressioni risultanti

I valori ottenuti per i modelli utilizzati sono i seguenti:

Cabina A e C: $k_s = 2.1 \text{ daN/cm}$

Cabina B: $k_s = 13.6 \text{ daN/cm}$

Si procede quindi al calcolo di un fondazione standard per entrambi i valori di k_s .

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<table border="1"> <thead> <tr> <th><i>Rev</i></th> <th><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

9.3 CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

Si riportano di seguito i diagrammi delle sollecitazioni con i valori di picco.

I cedimenti sono riportati nella combinazione SLE rara e risultano compatibili per la tipologia strutturale in oggetto.

IPOTESI 1- CABINA A, C

File : -
Luce = 7.7 m ; E = 31 400 MPa ; J = 1 041 667 cm⁴ ; K = 2.1 daN/cm³ ; b = 1 m

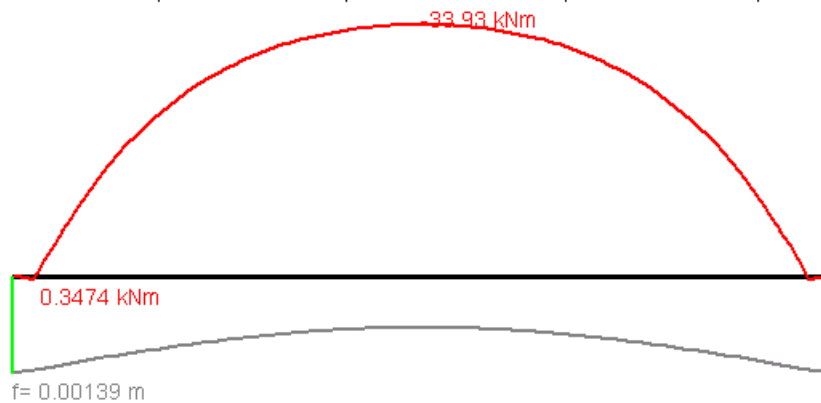


Diagramma momenti flettenti (SLE Rara)

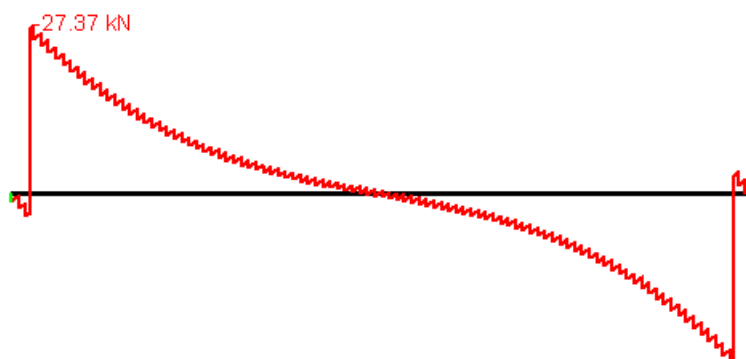


Diagramma taglio (SLE Rara)

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

IPOTESI 2- CABINA B

Luce = 7.7 m ; E = 31 400 MPa ; J = 1 041 667 cm⁴ ; K = 13.6 daN/cm³ ; b = 1 m

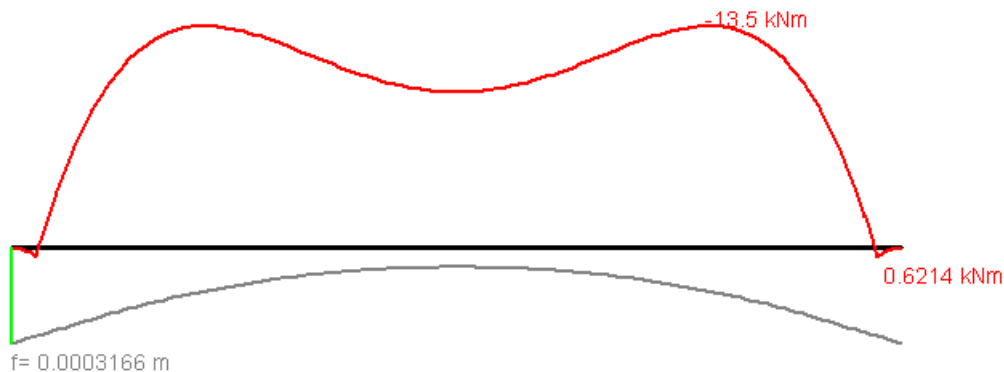


Diagramma momenti flettenti (SLE Rara)

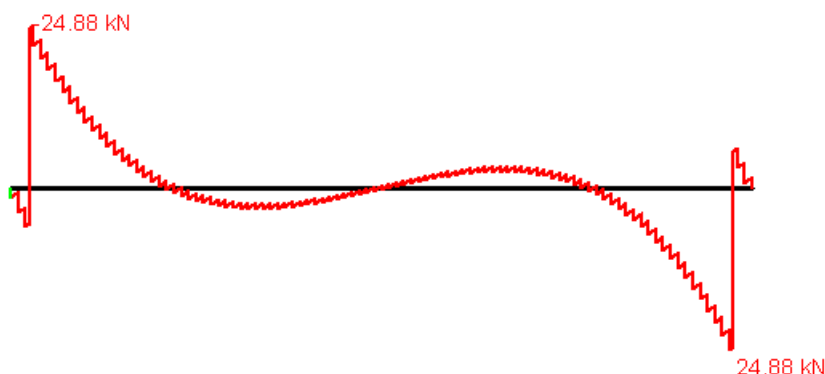




Diagramma taglio (SLE Rara)

9.4 VERIFICA DELLE SEZIONI

▪ sez. b = 100 cm h = 50 cm 5φ14 sup. 5φ14 inf.

$M_{sd,SLU}$	50.85 kNm	$< M_{rd,SLU} =$	123.75 kNm		
$M_{sd,SLE Rara}$	33.90 kNm	$\sigma_{cls} =$	1.68 N/mm ²	$\sigma_s =$	105.13 N/mm ²
$M_{sd,SLE Freq}$	32.21 kNm	$\sigma_{cls} =$	1.59 N/mm ²	$\sigma_s =$	98.88 N/mm ²
$M_{sd,SLE Q.P.}$	30.51 kNm	$\sigma_{cls} =$	1.51 N/mm ²	$\sigma_s =$	94.62 N/mm ²
$V_{sd,SLU}$	41.10 kN	$< V_{rd,SLU} =$	169.10 kN		

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

10 ANALISI STRUTTURE LOCALE ANTINCENDIO

10.1 ANALISI DEI CARICHI

Si riporta di seguito l'analisi dei carichi (oltre ai pesi propri) derivante dalla localizzazione e dalla geometria della struttura secondo la normativa vigente.

CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI

Si considera un carico uniformemente distribuito su tutta la fondazione comprendente il peso dei macchinari e il peso delle finiture

$$p = 10.00 \text{ kN/mq}$$

CARICHI VARIABILI

Si considera un carico uniformemente distribuito su tutta la fondazione e sulla soletta in c.a..


Il carico si considera equivalente Cat. A o B1 (§ 3.1.4 NTC 2008) ipotizzando comunque che l'accesso sia consentito solo al personale addetto alla manutenzione.

$$q_1 = 2.00 \text{ kN/mq}$$

Si considera inoltre un carico uniformemente distribuito sul terreno a lato del muro dovuto al passaggio degli automezzi.

Il carico si considera equivalente Cat. G (§ 3.1.4 NTC 2008).

$$q_2 = 10.00 \text{ kN/mq}$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_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						

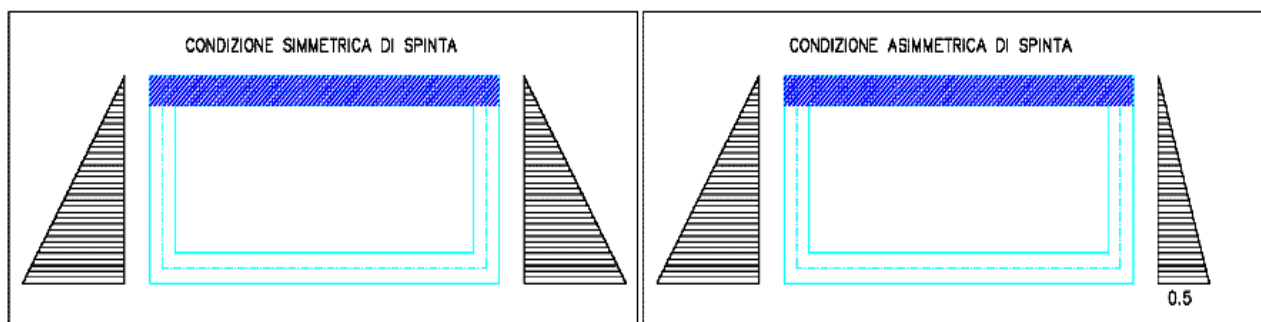
10.2 MODELLO DI CALCOLO

10.2.1 DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO

AZIONI DEL TERRENO

Considerando la struttura dello scatolare rigida si assumono le seguenti combinazioni di carico:

FASE STATICA:



E' valutata sia la condizione di spinta "attiva" che di spinta a "riposo", inoltre è valutata anche la possibilità di uno squilibrio delle spinte dovuto a una diversa compattazione del rilevato; 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.

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 $K_a = K_{a,statica} + \Delta K_{a,sismica}$) e la parete di destra, a favore di sicurezza, con la spinta a riposo (simulando pertanto il fatto che la reazione non mobiliti per intero

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

la spinta passiva).

CALCOLO COEFFICIENTI

- Spinta Attiva

$$k_A = \frac{1 - \sin\phi}{1 + \sin\phi}$$

- Spinta a Riposo

$$k_0 = 1 - \sin\phi$$

- Spinta Statica+Sismica

$$k_S = (1 + k_V) \cdot k_{AE}$$

$$k_{AE} = \frac{\cos^2(\phi - \theta)}{\cos^2 \theta \cdot \left(1 + \sqrt{\frac{\sin\phi \cdot \sin(\phi - \theta)}{\cos\theta}}\right)}$$

$$\tan\theta = \frac{k_h}{1 + k_v}$$

10.3 CABINA TIPO A - CALCOLO DELLE AZIONI DEL TERRENO

SCHEMA DI CALCOLO:


Si considera un telaio delle dimensioni di:

L = 680 cm	lunghezza
h = 375 cm	altezza
b = 100 cm	larghezza di calcolo

Si ipotizza che nei nodi venga trasmessa anche l'azione flettente, per cui negli incroci è posizionata un'armatura che permetta la continuità tra le sezioni.

Con i carichi applicati a secondo la propria combinazione di carico:

- peso proprio
- permanenti 10.0 kN/m (soletta superiore)
- spinta del terreno (muri laterali)
- azione sismica

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

SPINTA DEL TERRENO:

Si determina la spinta del terreno in corrispondenza della mezzeria delle solette (superiore e inferiore).

I due contributi sono dovuti ai carichi accidentali (carico uniforme) e al peso del terreno (carico triangolare)

- spinta attiva

$$\sigma_{ht} = 6.05 \text{ kN/m} \quad (h = 0.70 \text{ m})$$

$$\sigma_{ht} = 38.47 \text{ kN/m} \quad (h = 3.75 \text{ m})$$

$$\sigma_{hq} = 4.55 \text{ kN/m} \quad \text{uniforme}$$

- spinta a riposo

$$\sigma_{ht} = 8.32 \text{ kN/m} \quad (h = 0.70 \text{ m})$$

$$\sigma_{ht} = 52.88 \text{ kN/m} \quad (h = 3.75 \text{ m})$$

$$\sigma_{hq} = 6.25 \text{ kN/m} \quad \text{uniforme}$$

- spinta sismica

$$\sigma_{ht} = 12.48 \text{ kN/m} \quad (h = 0.70 \text{ m})$$

$$\sigma_{ht} = 79.31 \text{ kN/m} \quad (h = 3.75 \text{ m})$$

$$\sigma_{hq} = 9.38 \text{ kN/m} \quad \text{uniforme}$$

(si ricorda che nell'analisi sismica si considerando anche le spinte inerziali)

10.4 VERIFICA DELLE SEZIONI

Si riporta come esempio i diagrammi del momento e del taglio nella condizione agli stati limite ultimi, per la condizione simmetrica di spinta a riposo.

Nei diagrammi riportati si massimizza il momento in mezzeria dei muri verticali.

CABINE	<i>Codice documento</i>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>
RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE	SS0642_F0.doc	F0	20/06/2011

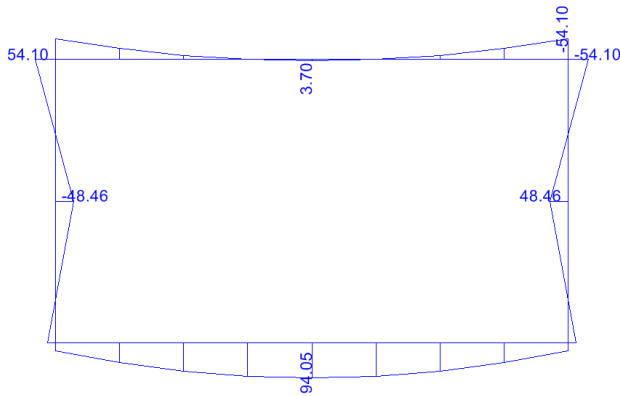


Diagramma M [kNm]

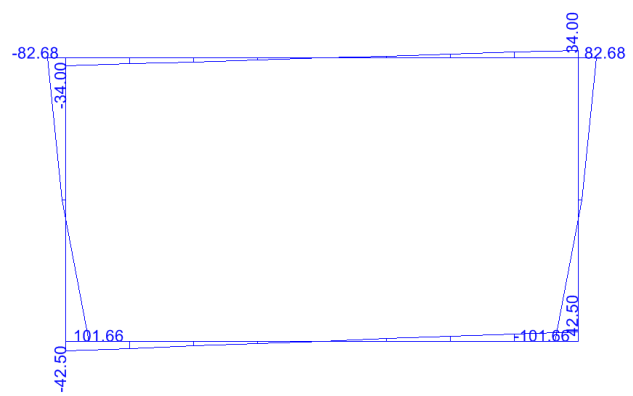


Diagramma V [kN]

SOLETTA SUPERIORE: B = 40 CM

▪ Campata	5φ14 sup.	5φ14 inf.			
$M_{sd,SLU}$	70.93 kNm	$< M_{rd,SLU} =$	98.54 kNm		
$M_{sd,SLE Rara}$	52.54 kNm	$\sigma_{cls} =$	3.64 N/mm ²	$\sigma_s =$	205.06 N/mm ²
$M_{sd,SLE Freq}$	47.29 kNm	$\sigma_{cls} =$	3.28 N/mm ²	$\sigma_s =$	184.55 N/mm ²
$M_{sd,SLE Q.P.}$	44.66 kNm	$\sigma_{cls} =$	3.10 N/mm ²	$\sigma_s =$	174.30 N/mm ²
▪ Incastro	10φ14 sup.	5φ14 inf.			
$M_{sd,SLU}$	137.18 kNm	$< M_{rd,SLU} =$	191.98 kNm		
$M_{sd,SLE Rara}$	64.59 kNm	$\sigma_{cls} =$	3.41 N/mm ²	$\sigma_s =$	129.03 N/mm ²
$M_{sd,SLE Freq}$	58.13 kNm	$\sigma_{cls} =$	3.07 N/mm ²	$\sigma_s =$	116.12 N/mm ²
$M_{sd,SLE Q.P.}$	54.90 kNm	$\sigma_{cls} =$	2.90 N/mm ²	$\sigma_s =$	109.67 N/mm ²
$V_{sd,SLU}$	90.64 kN	$< V_{rd,SLU} =$	144.98 kN		

PARETE LATERALE: B = 30 CM

▪ Incastro sup.	10φ14 sup.	5φ14 inf.			
$M_{sd,SLU}$	131.18 kNm	$< M_{rd,SLU} =$	135.90 kNm		
$M_{sd,SLE Rara}$	64.59 kNm	$\sigma_{cls} =$	5.82 N/mm ²	$\sigma_s =$	182.09 N/mm ²
$M_{sd,SLE Freq}$	58.13 kNm	$\sigma_{cls} =$	5.24 N/mm ²	$\sigma_s =$	163.88 N/mm ²
$M_{sd,SLE Q.P.}$	54.90 kNm	$\sigma_{cls} =$	4.95 N/mm ²	$\sigma_s =$	154.78 N/mm ²
$V_{sd,SLU}$	99.43 kN	$< V_{rd,SLU} =$	115.06 kN		
▪ Campata	5φ14 sup.	5φ14 inf.			
$M_{sd,SLU}$	48.46 kNm	$< M_{rd,SLU} =$	70.63 kNm		
$M_{sd,SLE Rara}$	35.90 kNm	$\sigma_{cls} =$	4.23 N/mm ²	$\sigma_s =$	197.06 N/mm ²

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_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						

$M_{sd,SLE\ Freq}$	32.31 kNm	$\sigma_{cls} =$	3.80 N/mm ²	$\sigma_s =$	177.35 N/mm ²
$M_{sd,SLE\ Q.P.}$	30.51 kNm	$\sigma_{cls} =$	3.59 N/mm ²	$\sigma_s =$	167.50 N/mm ²

▪ Appoggio	10 ϕ 14 sup.	5 ϕ 14 inf.			
$M_{sd,SLU}$	105.21 kNm	$< M_{rd,SLU} =$	135.90 kNm		
$M_{sd,SLE\ Rara}$	49.95 kNm	$\sigma_{cls} =$	4.50 N/mm ²	$\sigma_s =$	140.82 N/mm ²
$M_{sd,SLE\ Freq}$	44.96 kNm	$\sigma_{cls} =$	4.05 N/mm ²	$\sigma_s =$	126.74 N/mm ²
$M_{sd,SLE\ Q.P.}$	42.46 kNm	$\sigma_{cls} =$	3.82 N/mm ²	$\sigma_s =$	119.70 N/mm ²
$V_{sd,SLU}$	141.59 kN	$< V_{rd,SLU} =$	143.60 kN		



FONDAZIONE: B = 50 CM

▪ Campata	5 ϕ 14 sup.	5 ϕ 14 inf.			
$M_{sd,SLU}$	112.36 kNm	$< M_{rd,SLU} =$	125.97 kNm		
$M_{sd,SLE\ Rara}$	69.67 kNm	$\sigma_{cls} =$	3.27 N/mm ²	$\sigma_s =$	210.66 N/mm ²
$M_{sd,SLE\ Freq}$	62.70 kNm	$\sigma_{cls} =$	2.94 N/mm ²	$\sigma_s =$	189.60 N/mm ²
$M_{sd,SLE\ Q.P.}$	59.22 kNm	$\sigma_{cls} =$	2.78 N/mm ²	$\sigma_s =$	179.06 N/mm ²

▪ Incastro	10 ϕ 14 sup.	5 ϕ 14 inf.			
$M_{sd,SLU}$	105.21 kNm	$< M_{rd,SLU} =$	248.81 kNm		
$M_{sd,SLE\ Rara}$	49.95 kNm	$\sigma_{cls} =$	1.78 N/mm ²	$\sigma_s =$	77.16 N/mm ²
$M_{sd,SLE\ Freq}$	44.96 kNm	$\sigma_{cls} =$	1.60 N/mm ²	$\sigma_s =$	69.45 N/mm ²
$M_{sd,SLE\ Q.P.}$	42.46 kNm	$\sigma_{cls} =$	1.51 N/mm ²	$\sigma_s =$	65.59 N/mm ²
$V_{sd,SLU}$	71.57 kN	$< V_{rd,SLU} =$	248.81 kN		

Tutte le tensioni sono inferiori ai limiti di normativa.

La verifica della fessurazione è stata effettuata senza il calcolo diretto, ma attraverso l'utilizzo dei limiti di tensione nell'acciaio d'armatura definite nelle tabelle C4.1.II e C4.1.III delle NTC 2008.

		<p align="center">Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO</p>		
<p align="center">CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</p>		<p><i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc</p>	<p><i>Rev</i> F0</p>	<p><i>Data</i> 20/06/2011</p>

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

11 ALLEGATO A

11.1 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

11.1.1 Elenco Degli Elaborati Di Riferimento

- CG0800PRBDSSBC8G000000001
Relazione geotecnica generale versante SICILIA
- CG0800PRGDSSBC6G000000003
Relazione idrogeologica
- CG0800PN5DSSBC6G000000009-10-11-12
Carta idrogeologica versante Sicilia
- CG0800PF6DSSBC6ST00000001-02-03-04-05-21-22-23-24
Profilo geologico-geotecnico Tracciato stradale - Direzione Reggio Calabria
- CG0800PF6DSSBC6ST00000011-12-13-14-15-25-26-27-28
Profilo geologico-geotecnico Tracciato stradale - Direzione Messina

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

11.1.2 Riassunto Caratteristiche

Cabina	Litologia	Falda	γ	ϕ'	Classe
		m slm	kN/mc		
Triage Zona Pantano (Tipo C)	Sabbie e ghiaie di Messina	---	19.00	38°	C
	Depositi terrazzati marini	---	20.00	38°	C
Imbocco Faro lato RC (Tipo B)	Sabbie e ghiaie di Messina	---	18.00	38°	C
	Depositi terrazzati marini	---	17.00	38°	C
Curcuraci - Faro lato ME (Tipo A)	Sabbie e ghiaie di Messina	---	18.00	38°	C
	Depositi alluvionali	---	17.00	38°	C
Pace - Le fosse lato RC (Tipo A)	Sabbie e ghiaie di Messina	---	19.00	38°	B
	Depositi alluvionali	---	17.00	38°	B
Annunziata - Le Fosse lato ME (Tipo A)	Depositi alluvionali	150	17.00	37°	C
	San Pier Niceto	150	17.00	30°	C
Annunziata - Serrazzo lato RC (Tipo B)	Depositi alluvionali	150	17.00	37°	C
	San Pier Niceto	150	17.00	30°	C

Di seguito si riportano stralci delle relazioni con le caratterizzazioni geotecniche dei luoghi

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

11.2 CABINA TRIAGE ZONA PANTANO

11.2.1 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL LUOGO

11.2.1.1 Descrizione delle litologie

Le litologie presenti sono le Sabbie e Ghiaie di Messina e i Depositi Terrazzati Marini.

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; 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 Terrazzati Marini sono invece rappresentati da depositi marini sabbiosi e sabbioso ghiaiosi fortemente pedogenizzati in prossimità della superficie. I depositi dei terrazzi marini rappresentano terre da sciolte a debolmente coesive con cementazione da debole ad assente.

L'età attribuibile ai terrazzi cartografati nell'area di intervento copre l'intervallo Pleistocene medio-superiore.

La falda non risulta interferente con le opere come si evince dagli elaborati di geotecnica generale, di cui al capitolo 11.1.1 della presente relazione.

11.2.1.2 Indagini previste

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

I sondaggi di riferimento per la presente tratta sono S9 (campagna del 1984), S13 (campagna del 1987), AS-BH4, SPT8-AS, DMT1-AS, DMT2-AS (campagna del 1988), S102pz, S103pz e S104pz (campagna del 1992), SPPS00 e SPPS09 (campagna del 2002), S407, S408, S408bis, S409, S409bis, S411, ASLPT2508, ASCH1501, ASLPT3503, ASLPT3506, ASCH1504 (campagna del 2010).

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Data l'esiguità di indagini che raggiungano i primi 30 m di profondità per la caratterizzazione sismica del suolo, alla zona in esame si assegna cautelativamente la categoria di suolo sismico (secondo N.T.C. 2008) di classe **C**.

Le prove localmente utilizzate nella caratterizzazione sono:

Sabbie e Ghiaie di Messina

- Prove granulometriche (sondaggio SPPS00 e SPPS09) ;
- SPT (sondaggi S9, S408, S409, S409bis, S411, SPPS00, SPPS09, ASLPT2508, ASCH1501, ASLPT3503, ASLPT3506, ASCH1504, SPT8-AS, S102pz, S103pz, S104pz) ;
- prove sismiche in foro (S408, SPPS00, SPPS02, S108pz, BH4-AS, ASCH1504, ASCH1501) ;
- prove pressiometriche (sondaggi S409);
- prove dilatometriche (S408, DMT1-AS, DMT2-AS) ;
- 6 prove Le Franc (sondaggi S408, S409).

Depositi terrazzati marini

- Prove granulometriche (sondaggio S411, da PE101 a PE109) ;
- SPT (sondaggio S409) ;
- 1 prova Down Hole (sondaggio ASCH1504) ;
- 1 prova dilatometrica (DMT2-AS) .


11.2.1.3 Caratterizzazione geotecnica

Sabbie e Ghiaie di Messina

In questa tratta la formazione si presenta, dalle prove SPT analizzate, in egual misura composta da sabbie e ghiaie con densità relative che sembrerebbero diminuire con la profondità mostrando uno stato di addensamento medio.

Con riferimento al fuso medio (155 prove granulometriche) si ha che: $d_{50}=2.2\text{mm}$, $d_{60}=4\text{mm}$ e $d_{10}=0.03\text{mm}$. Le percentuali medie di ghiaia, sabbia e limo sono rispettivamente di 51%, 36%, 11%.

- **Dr:** I valori di N_{spt} sono stati corretti con il fattore correttivo $C_{\text{sg}}=0.55$ corrispondente al $d_{50}=2.2\text{mm}$
- **e_o :** a partire dal d_{50} stimato si ottiene di $e_{\text{max}}-e_{\text{min}}$ pari a 0.26, 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 0.7 a partire dai valori di Dr è stato possibile determinare i valori di e_o in sito.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- γ_d : in base a tali valori di e_o e da γ_s si può stimare $\gamma_{d,} = 18-20 \text{KN/m}^3$
- K_0 : si considera la relazione di Mesri (1989) per tenere conto degli effetti di “aging”.

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

Per i parametri di resistenza si ha:

z(m)	Dr(%) sabbie e ghiaie	ϕ'_p (pff=0-272KPa) (°)	ϕ'_{cv} (°)	K_0
0-20	40-70	38-42	33-35	0.45-0.5
>20	35-60	37-39	33-35	0.45-0.5

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

I parametri di deformabilità ricavabili dall'interpretazione delle prove sismiche in foro presentano una grande dispersione anche nell'ambito del medesimo contesto (da 300m/s ad oltre 800m/s).

Valori generalmente crescenti con la profondità si sono registrati nelle sismiche in foro ASCH1504 e ASCH1501 che comunque hanno evidenziato valori localmente molto variabili, non sempre correlabili, in base ai dati ricavabili dalle colonne stratigrafiche, con la variazione granulometrica; ad esempio nei primi 15m÷20m le Vs appaiono maggiori di quelle misurate fino a 30-35m di profondità, e risultano mediamente pari a circa 400m/s, in analogia a quanto rilevabile dai maggiori valori di densità relativa.

La variabilità locale rende una correlazione delle Vs sismiche con quelle ricavate dalle correlazioni di prove SPT alquanto difficoltosa; si ottiene comunque una buona correlazione con i valori medi o minimi delle Vs sismiche (tranne che nel caso della sismica ASCH1504) per profondità tra 20 e 50m.

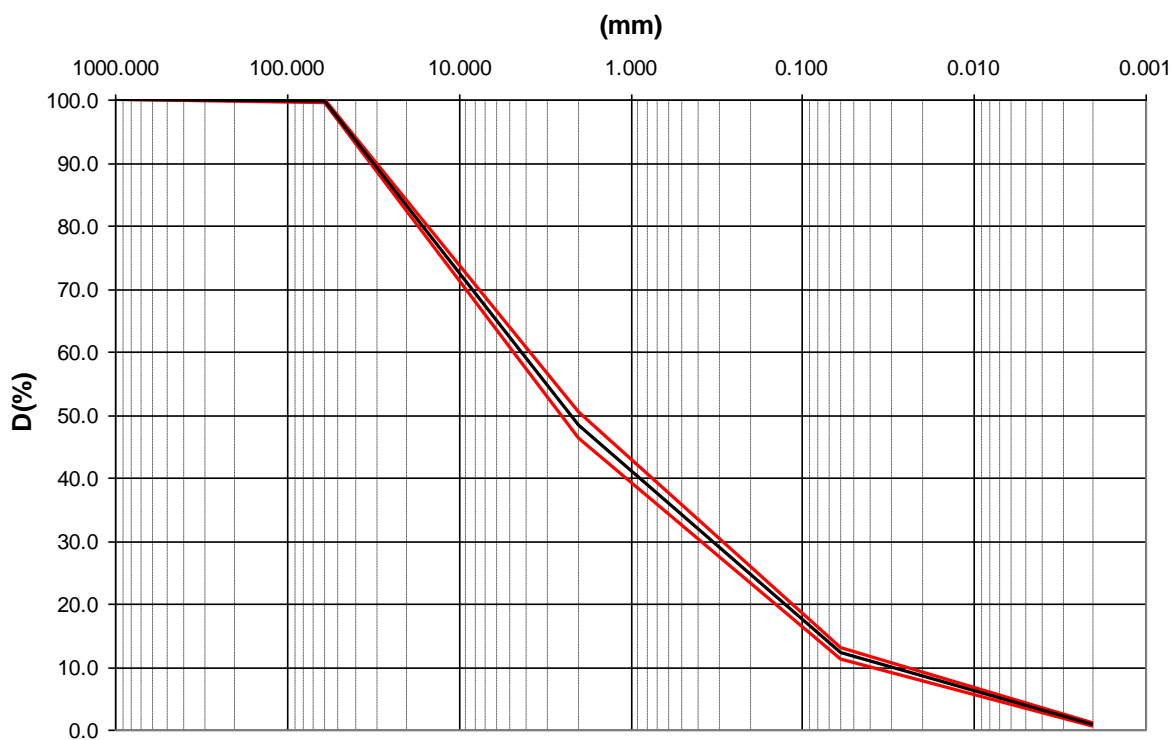
Una stima dei moduli, considerando anche l'esito delle prove sismiche è riportata in tabella.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

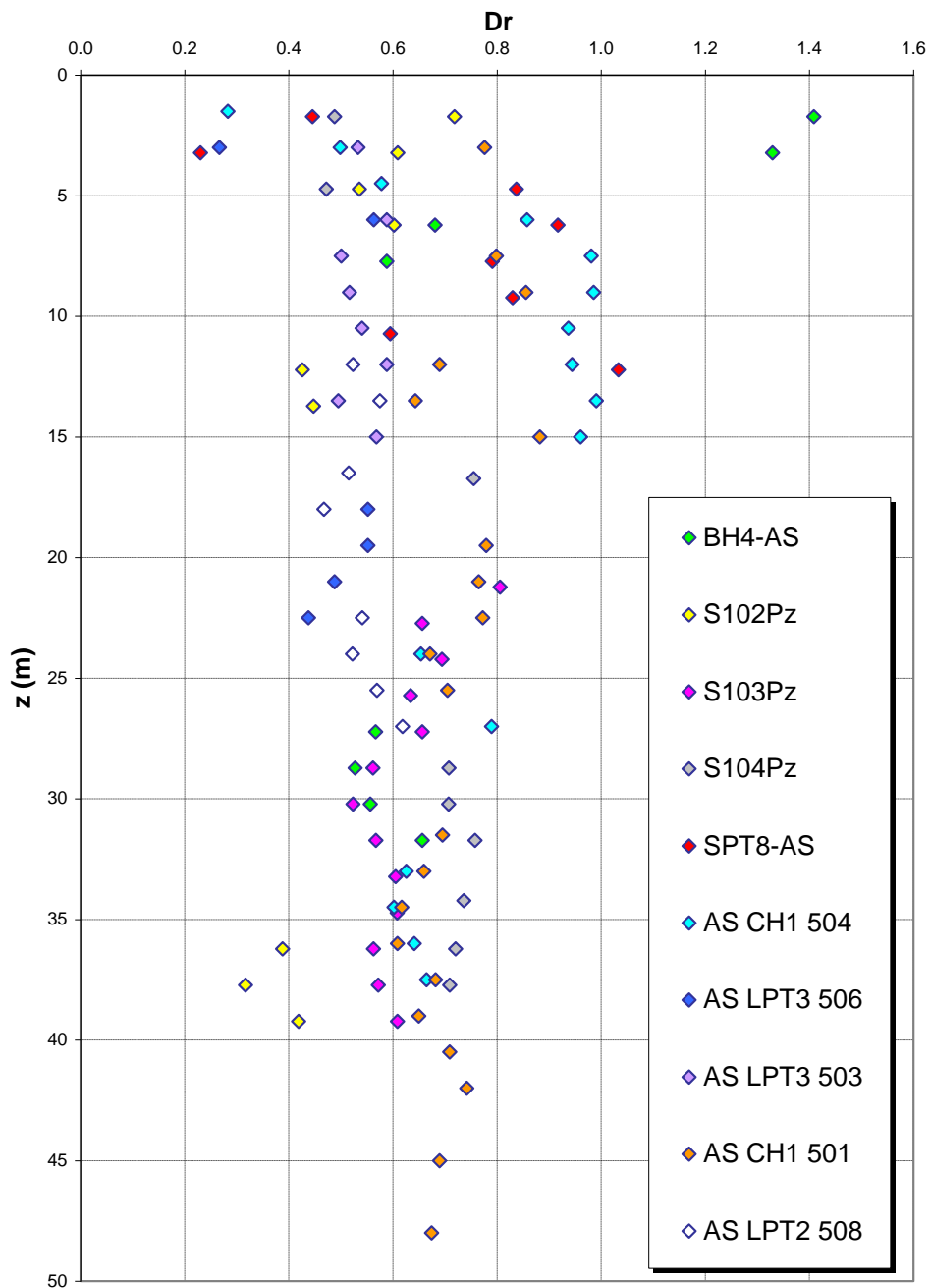
z(m)	G_0 (MPa)	E_0 (MPa)	E' (MPa)
0-20	200-400	480-960	65-160 / 128-320
20-50	$G_0 = 25 z^{0.64}$	$E_0 = 60 z^{0.64}$	9-23 $z^{0.64}$

I Le prove pressiometriche forniscono valori molto discordanti (S408, ramo di scarico e ricarica, $E' = 170$ MPa e 300 MPa a 26 e a 34m di profondità e circa 400MPa in S409 contro il range 30-100 MPa nelle dilatometriche DMT1AS e DMT2AS) .

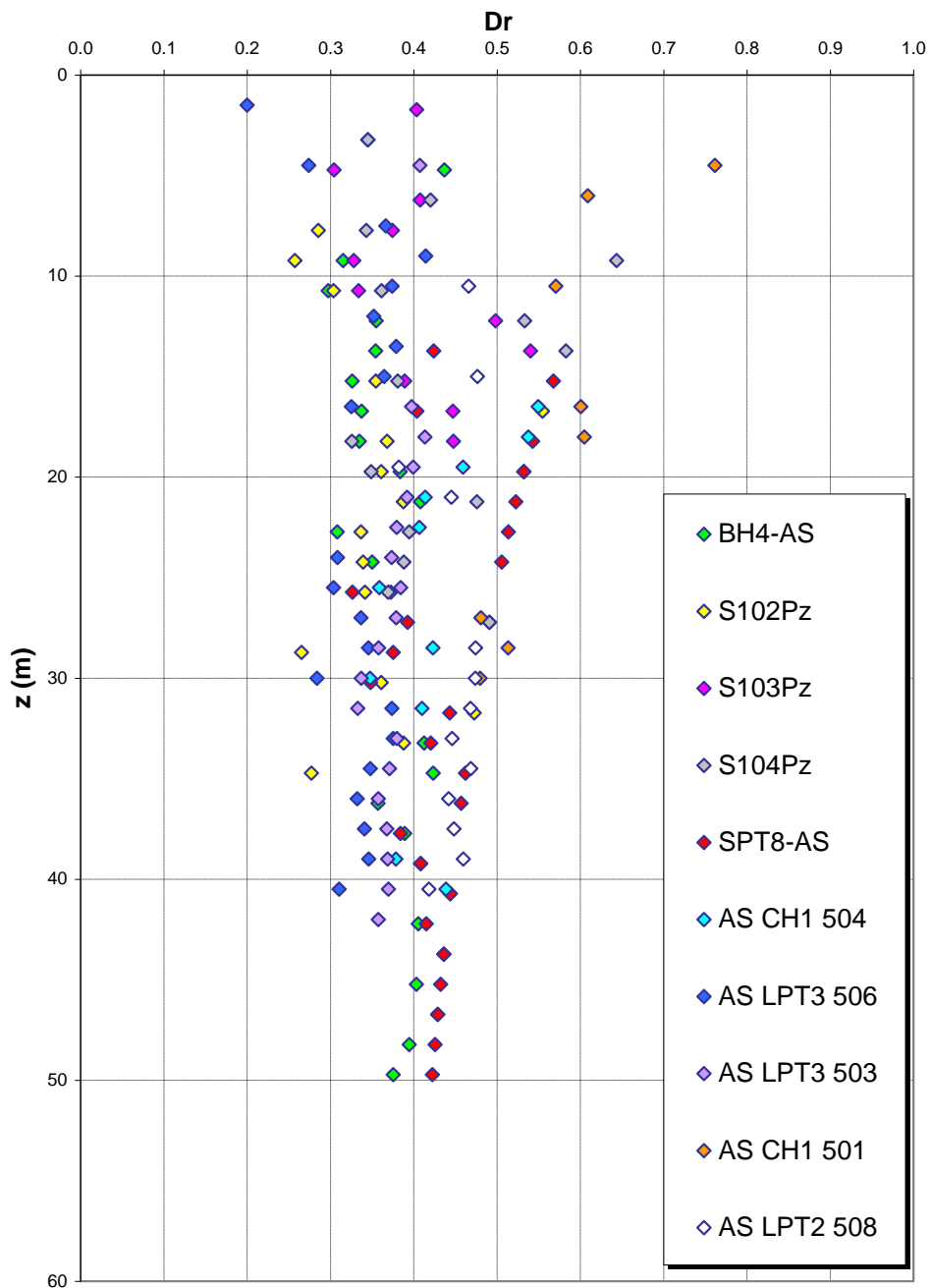
Sabbie e Ghiaie di Messina



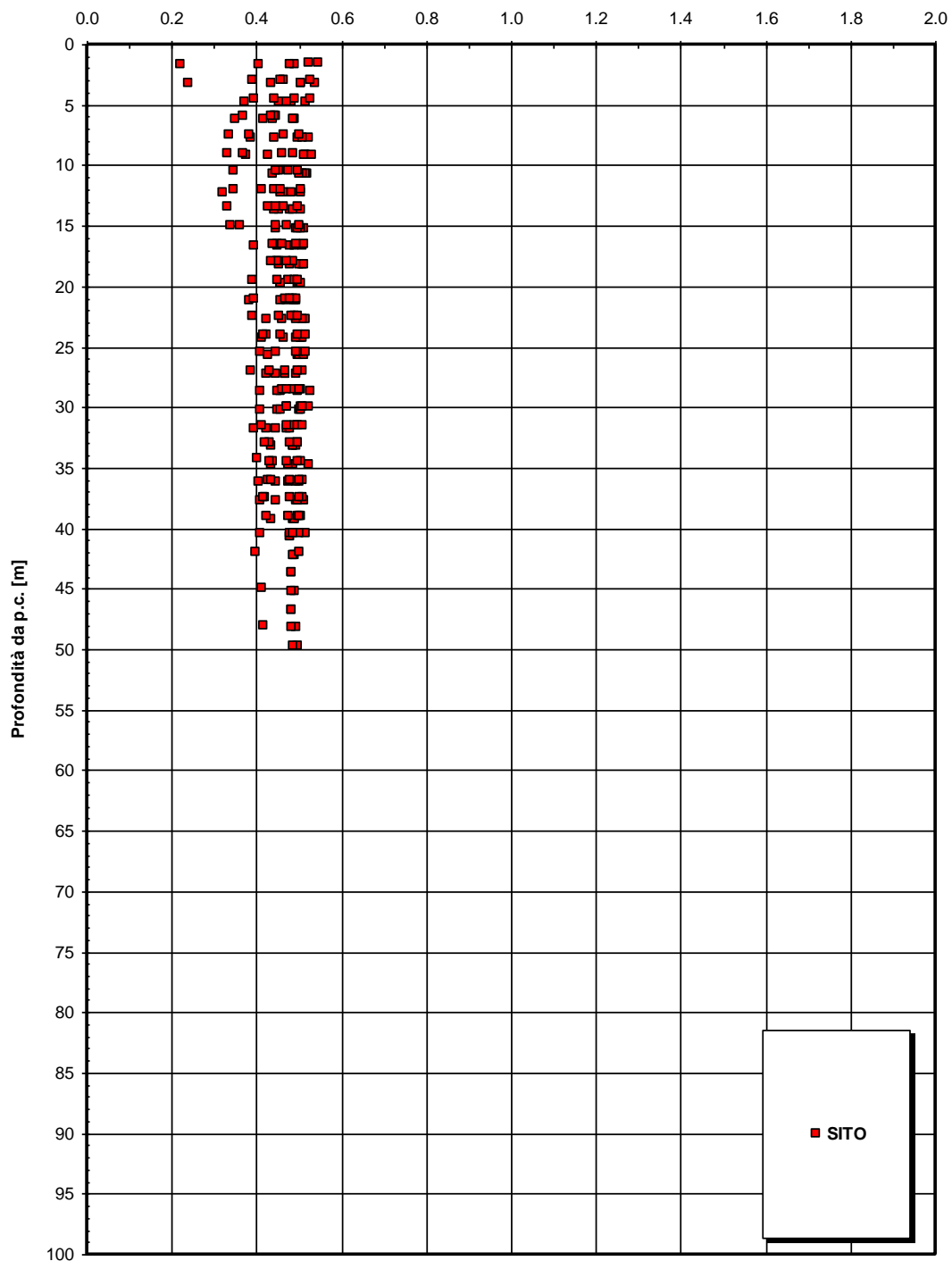
**Dr Skempton (1986)
Componente sabbiosa prevalente
SABBIE E GHIAIE DI MESSINA**

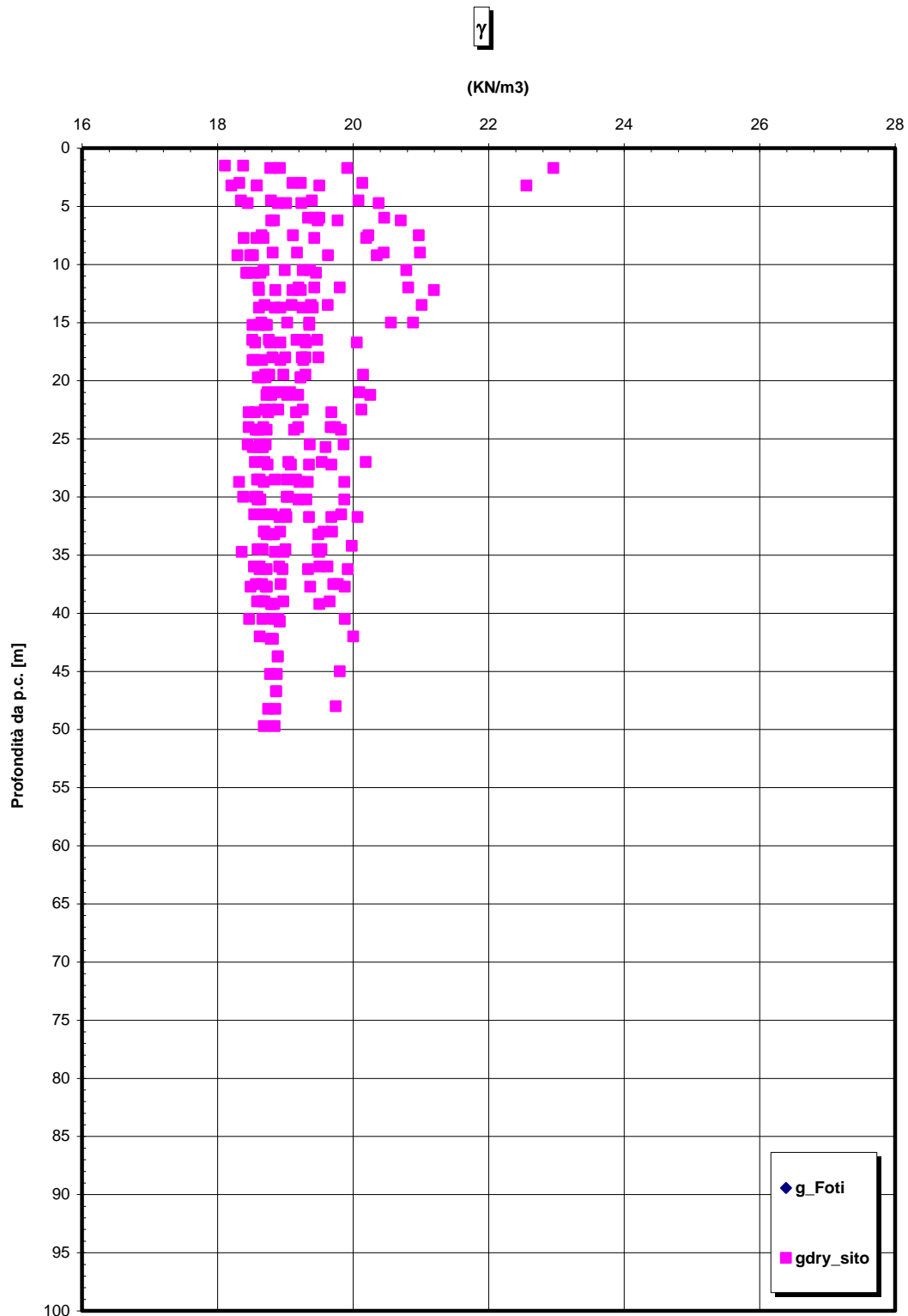


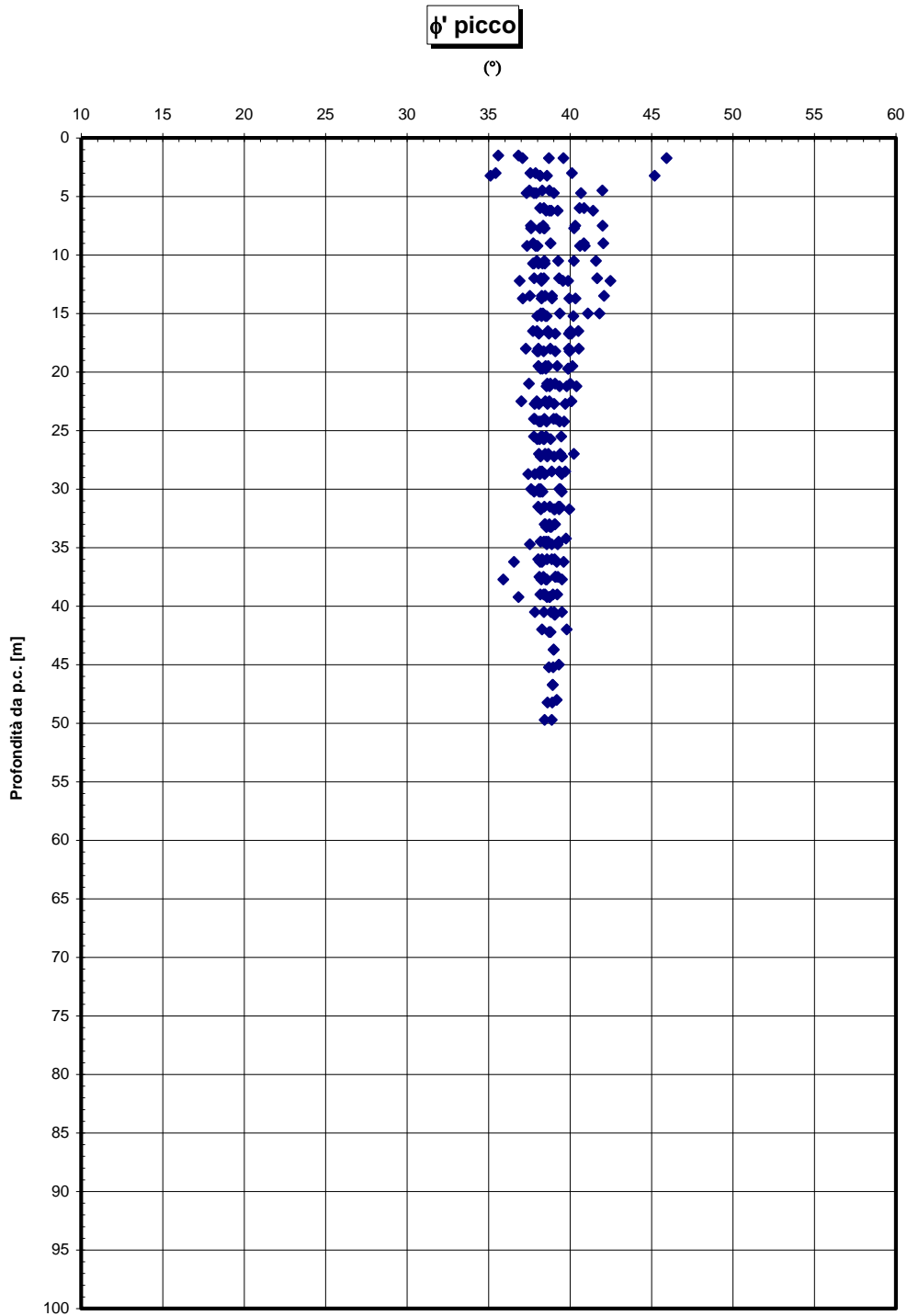
**Dr Cubrinovski e Ishihahara (1999)
Componente ghiaiosa e sabbiosa
SABBIE E GHIAIE DI MESSINA**

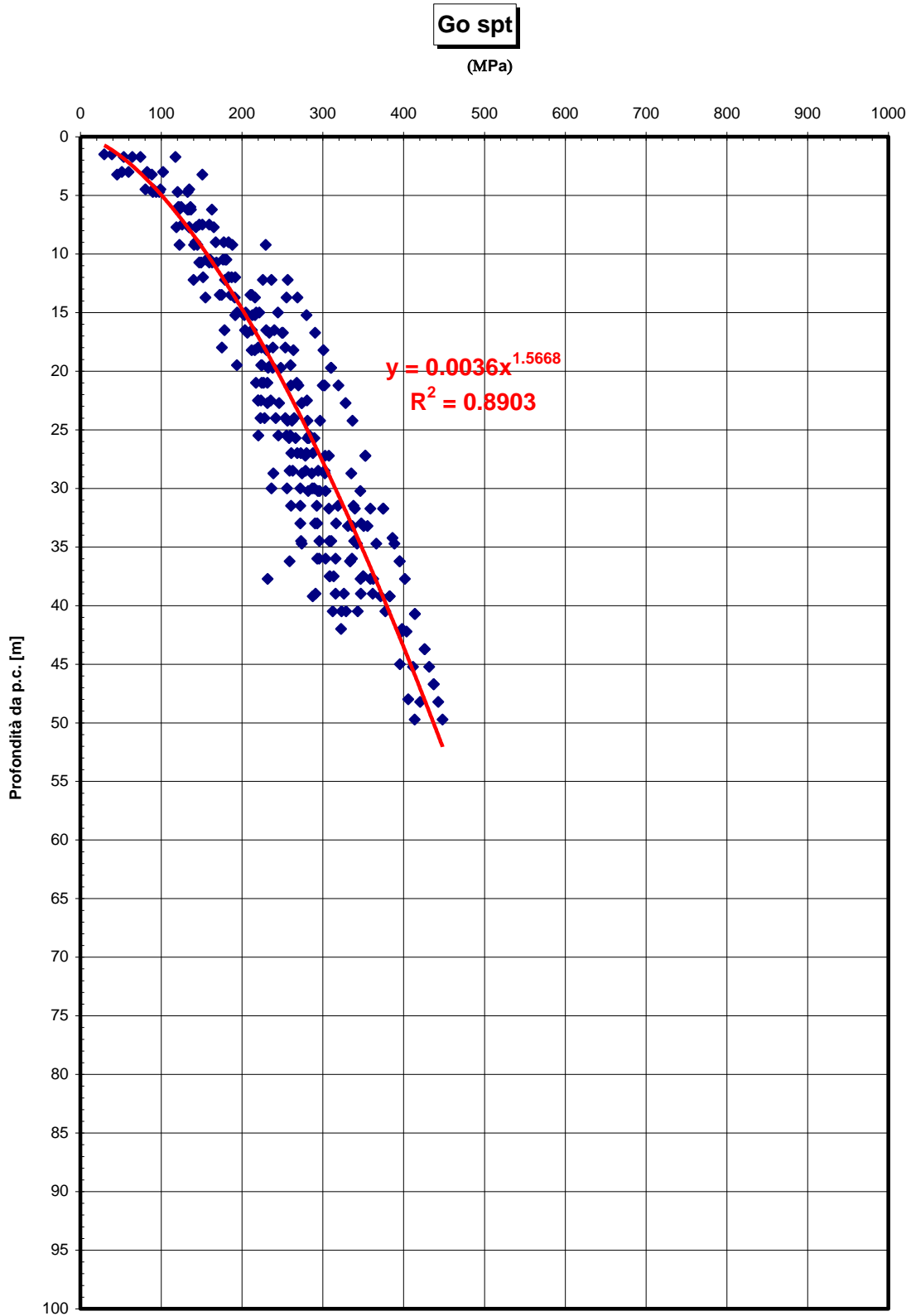


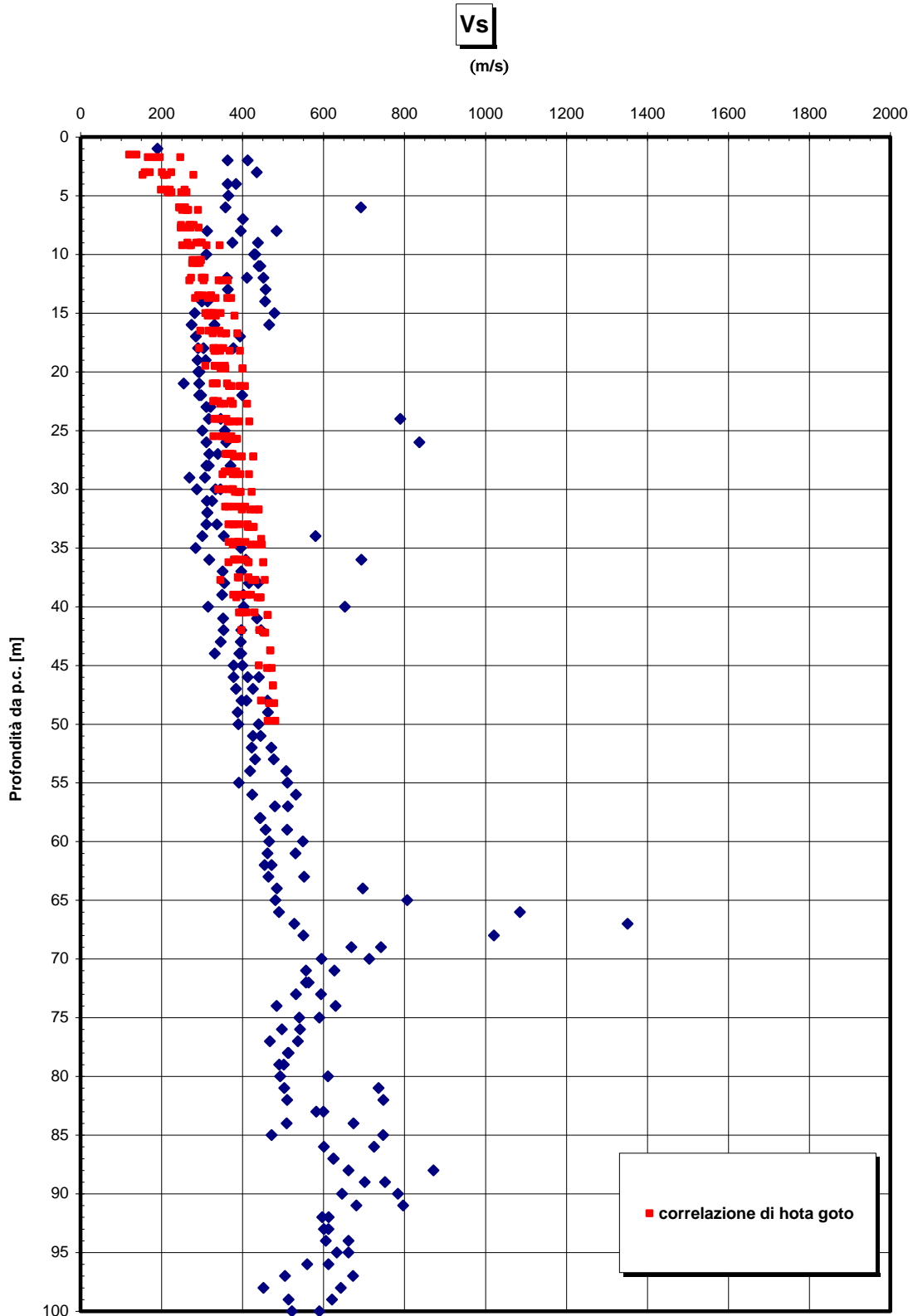
eo



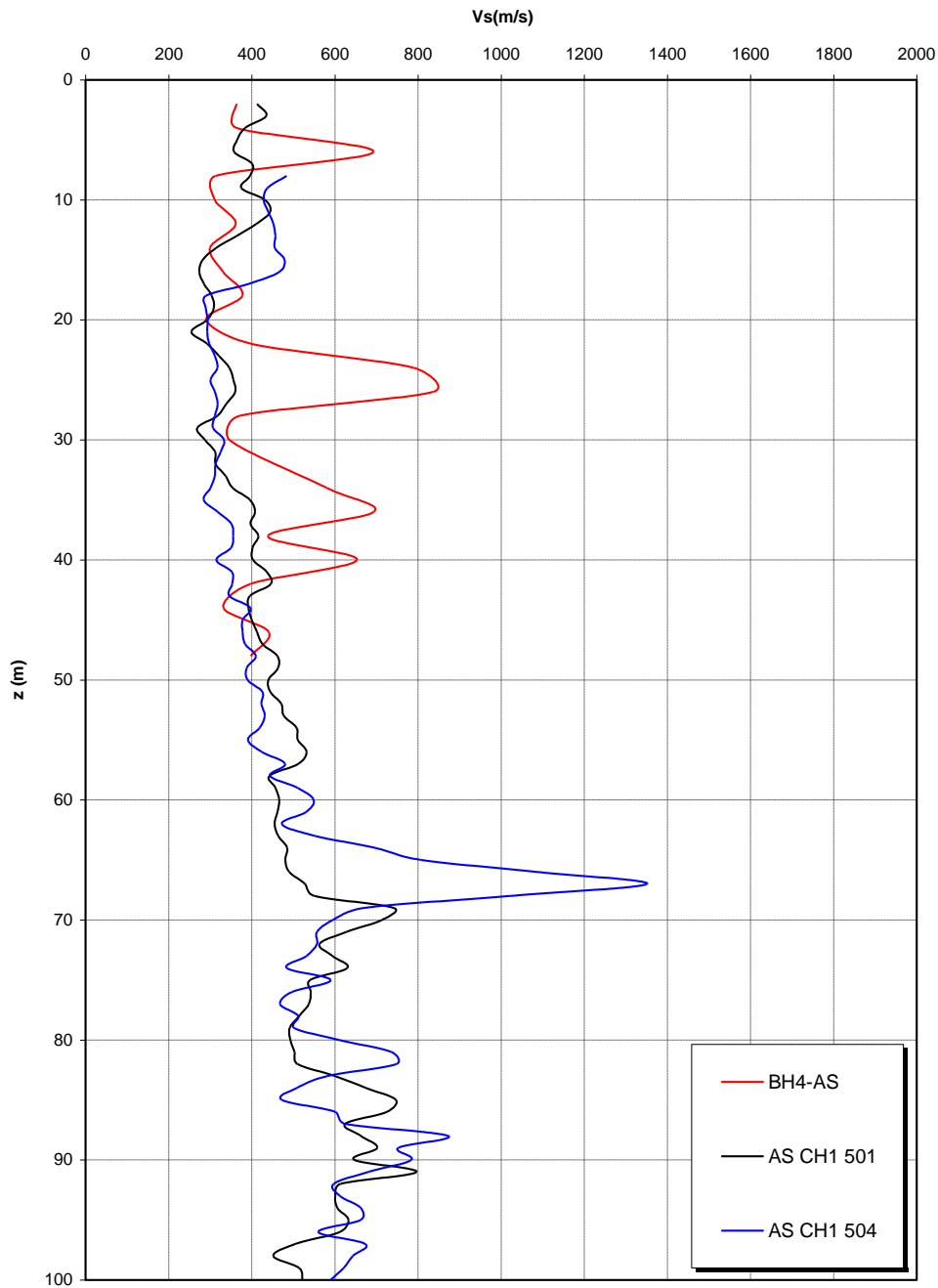






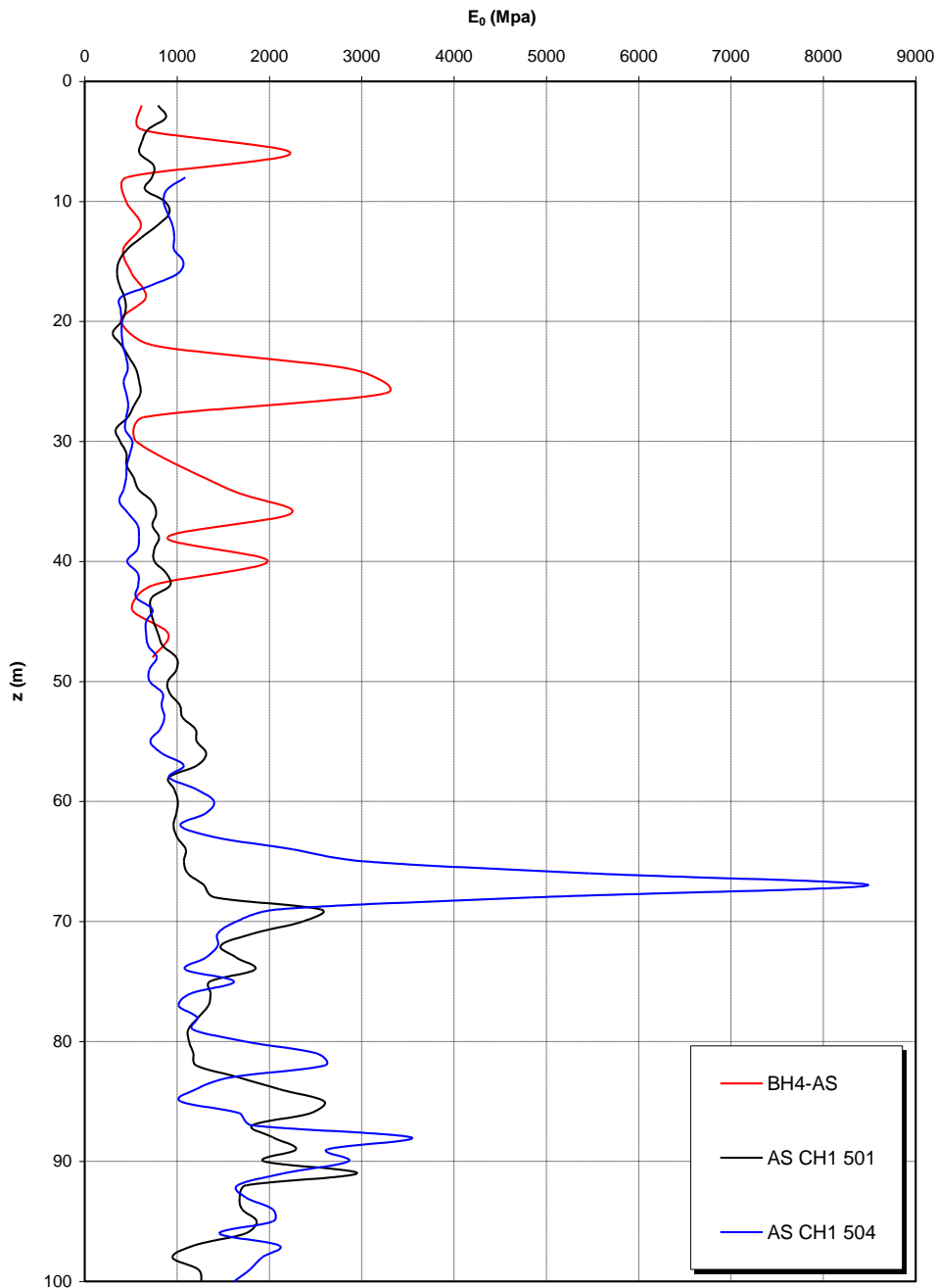


**Prove sismiche
SABBIE E GHIAIE DI MESSINA**



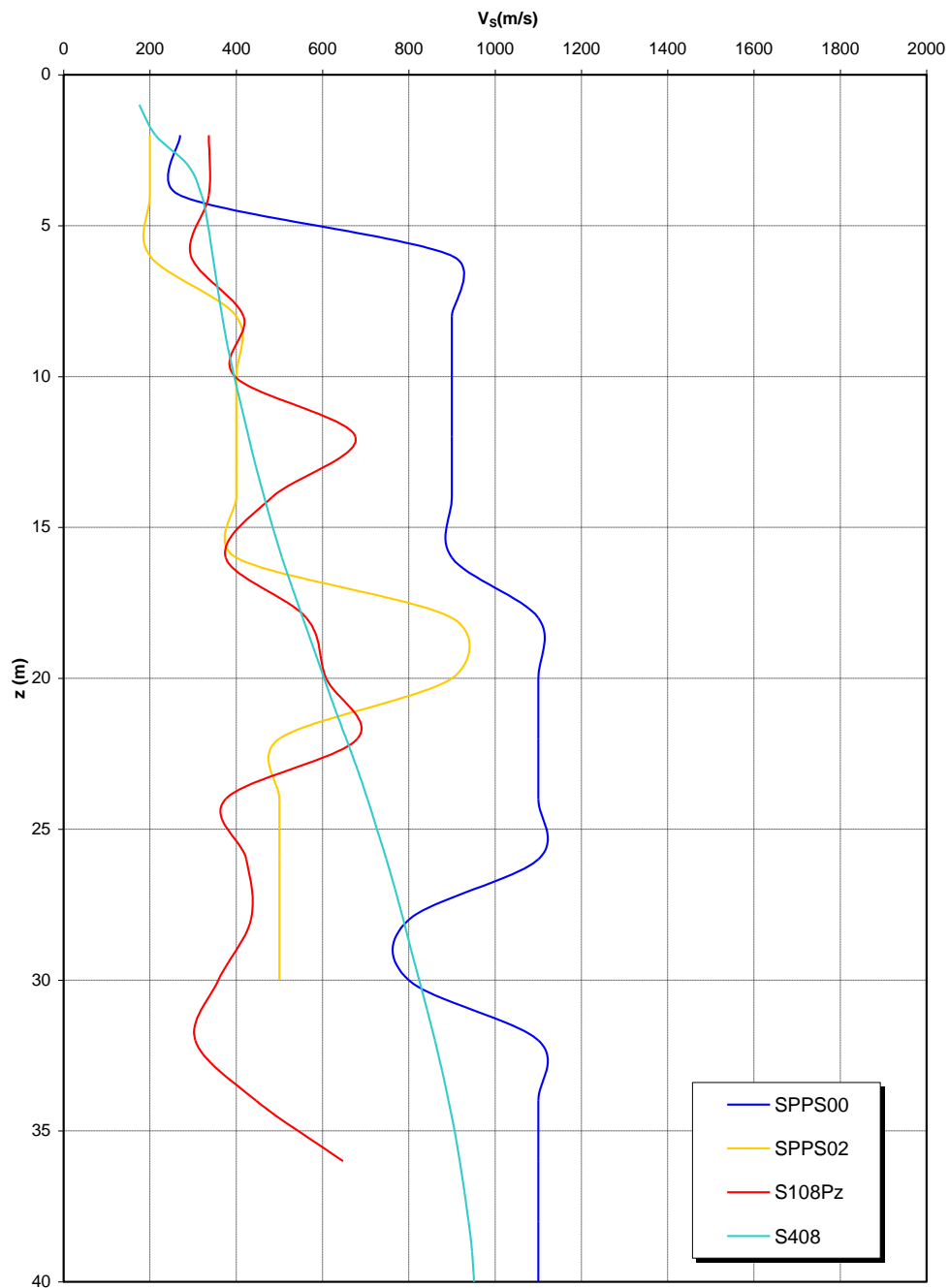
Zona dell'ancoraggio del ponte

**Prove sismiche
SABBIE E GHIAIE DI MESSINA**

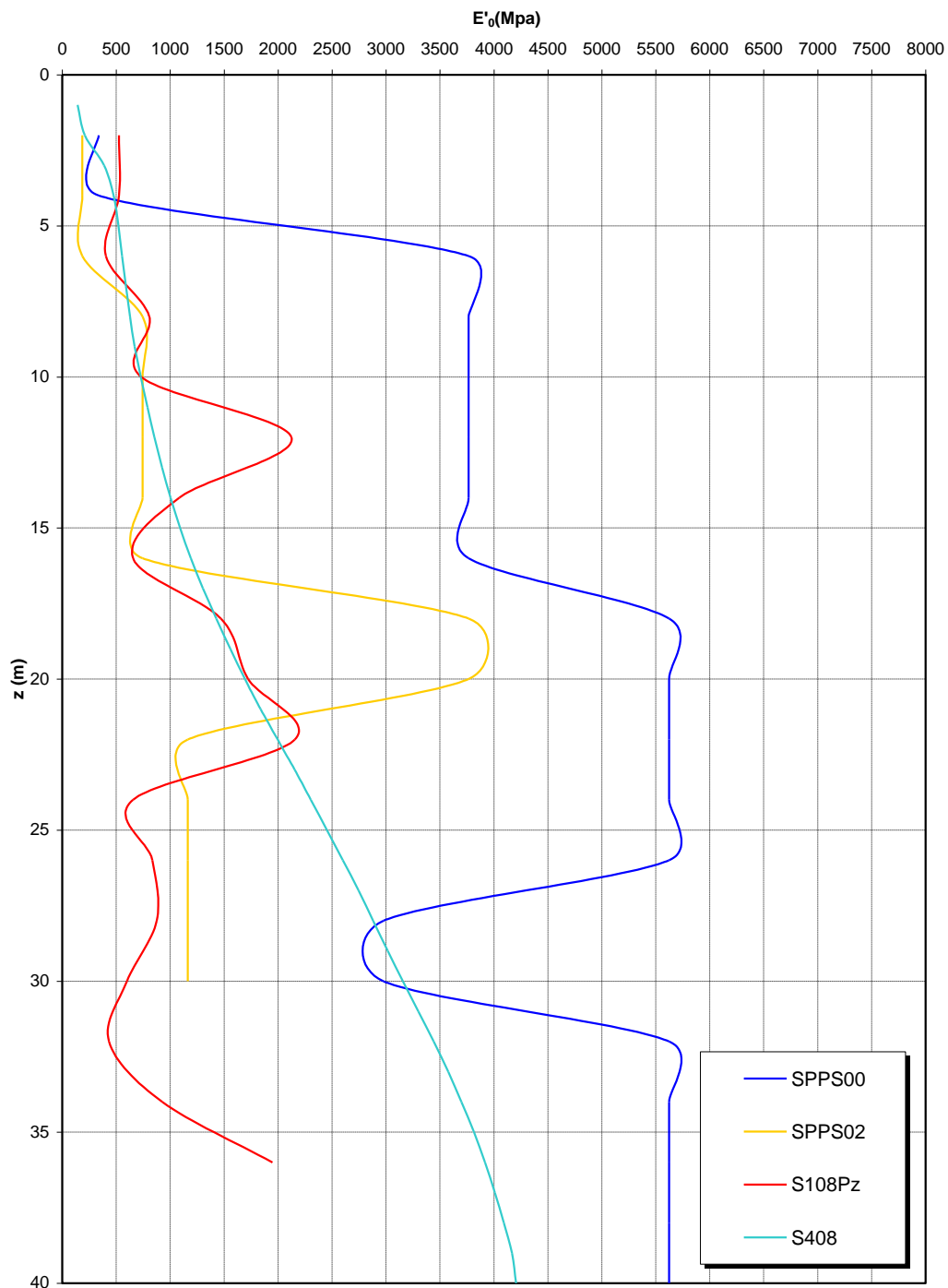


Zona dell'ancoraggio del ponte

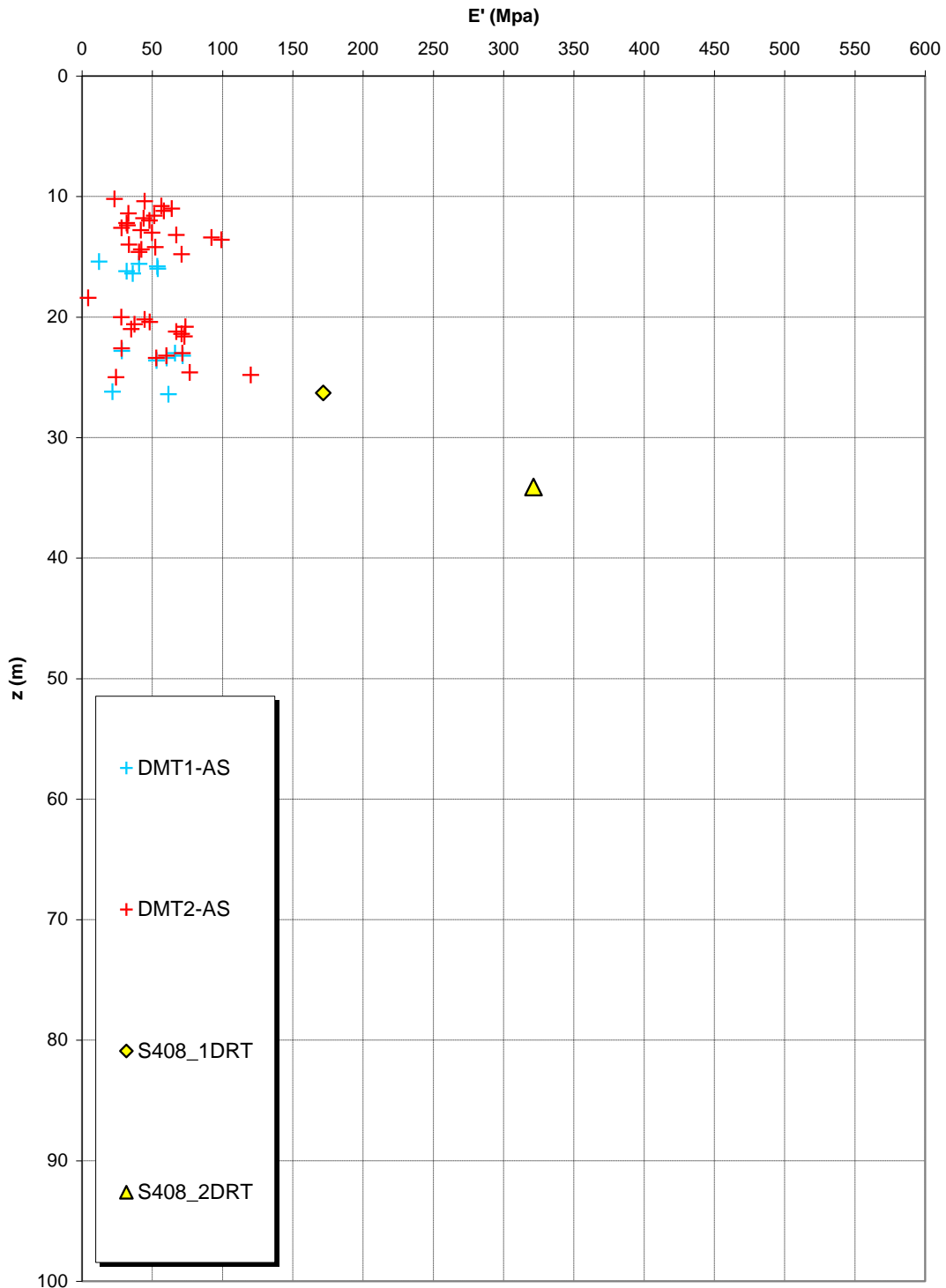
**Prove sismiche
SABBIE E GHIAIE DI MESSINA**



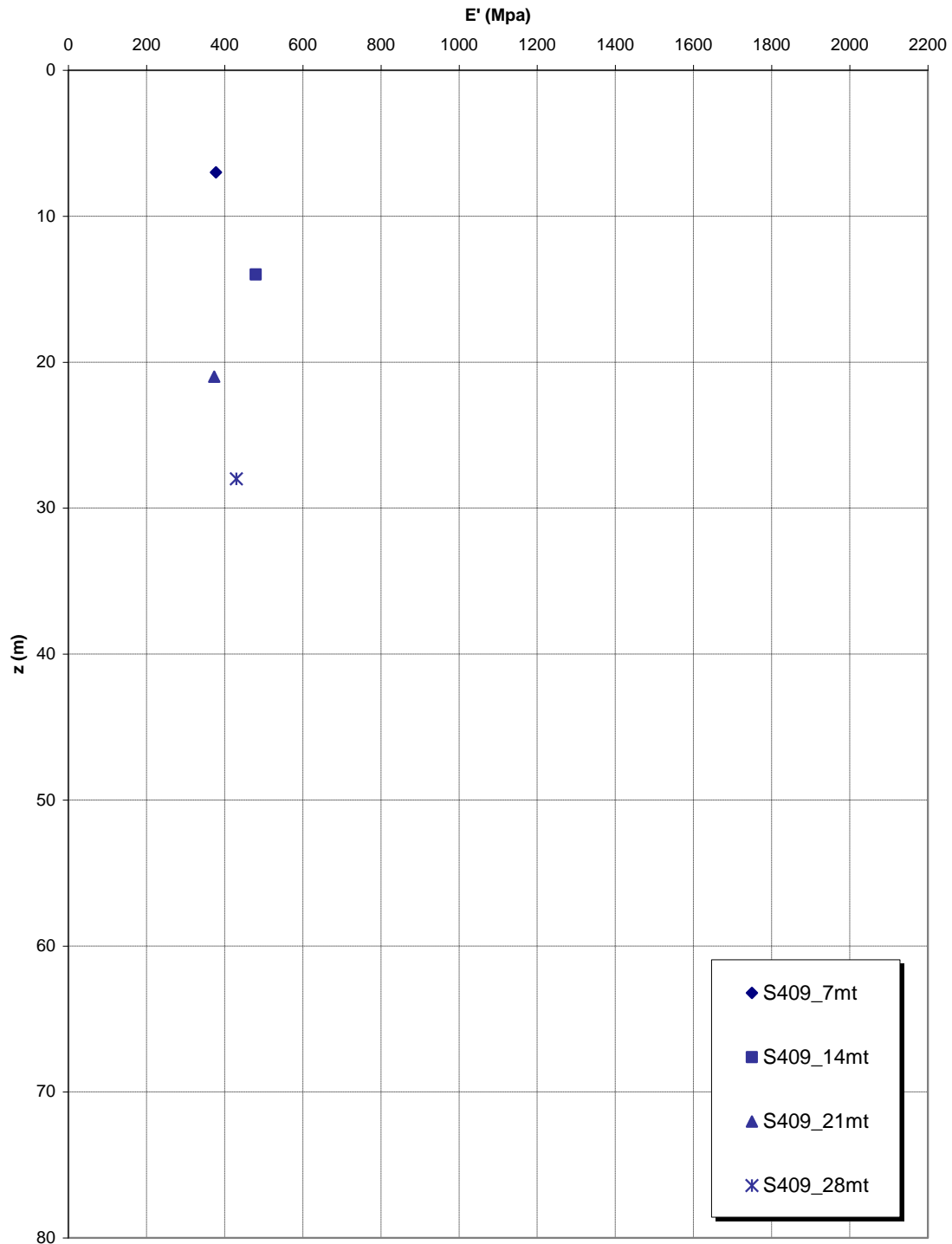
**Prove sismiche
SABBIE E GHIAIE DI MESSINA**



**Prove dilatometriche
SABBIE E GHIAIE DI MESSINA**



**Prove pressiometriche
SABBIE E GHIAIE DI MESSINA**



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Depositi terrazzati marini

Per la definizione delle categorie di suolo si rimanda all'Elab. CG0800PRBDSSBC8G000000001B ed alla relazione sismica di riferimento.

In presenza di un esiguo numero di indagini locali per le caratteristiche granulometriche si fa riferimento alla caratterizzazione generale:

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

Le percentuali medie di ghiaia, sabbia e limo e argilla sono rispettivamente di 39%, 45%, 12% e 8%.

Il peso di volume dei grani medio γ_s è risultato pari a circa 26 kN/m³.



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

- **Dr:** I valori di N_{spt} sono stati corretti con il fattore correttivo $C_{sg}=0.75$ corrispondente al $d_{50}=0.8$ mm,
- **e_o :** a partire dal d_{50} stimato si ottiene di $e_{max}-e_{min}$ pari a 0.36 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. Si ottiene il valore di e_o pari a 0.5-0.7.
- **γ_d :** si ottiene un pari a 17-19 KN/m³.
- **K_0 :** si considera la relazione di Jaky.

z(m)	Dr(%) Sabbie	ϕ'_p (pff=0-272KPa) (°)	ϕ'_{cv} (°)	K_0
0-10	60-80	38-40	35-37	0.4-0.35

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

Per i parametri di deformabilità non si hanno localmente a disposizione prove sismiche dalle quali ricavare leVs, e di conseguenza i parametri di deformabilità.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

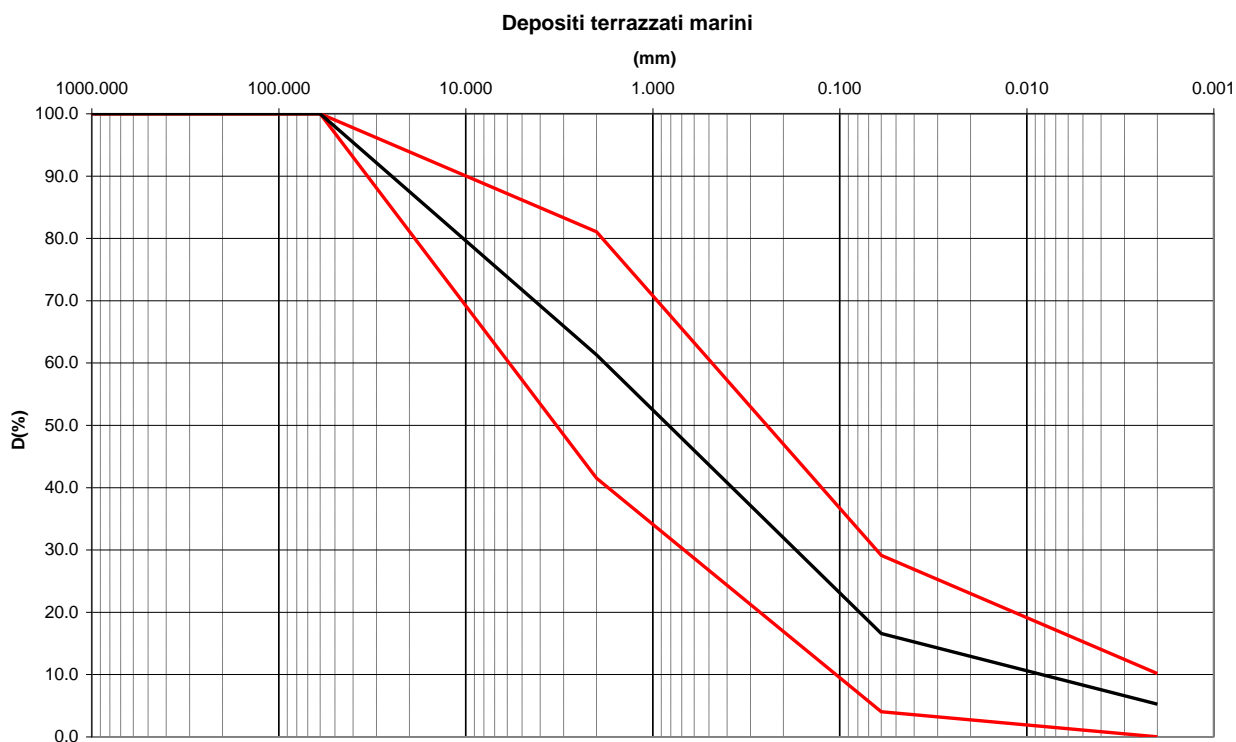
Il range di variazione ottenuto in base alle correlazioni dalle prove SPT della tratta per il modulo G_0 , per z che varia da 2 a 10 metri, è :

$$G_0 \approx 20 \div 100 \text{ MPa}$$

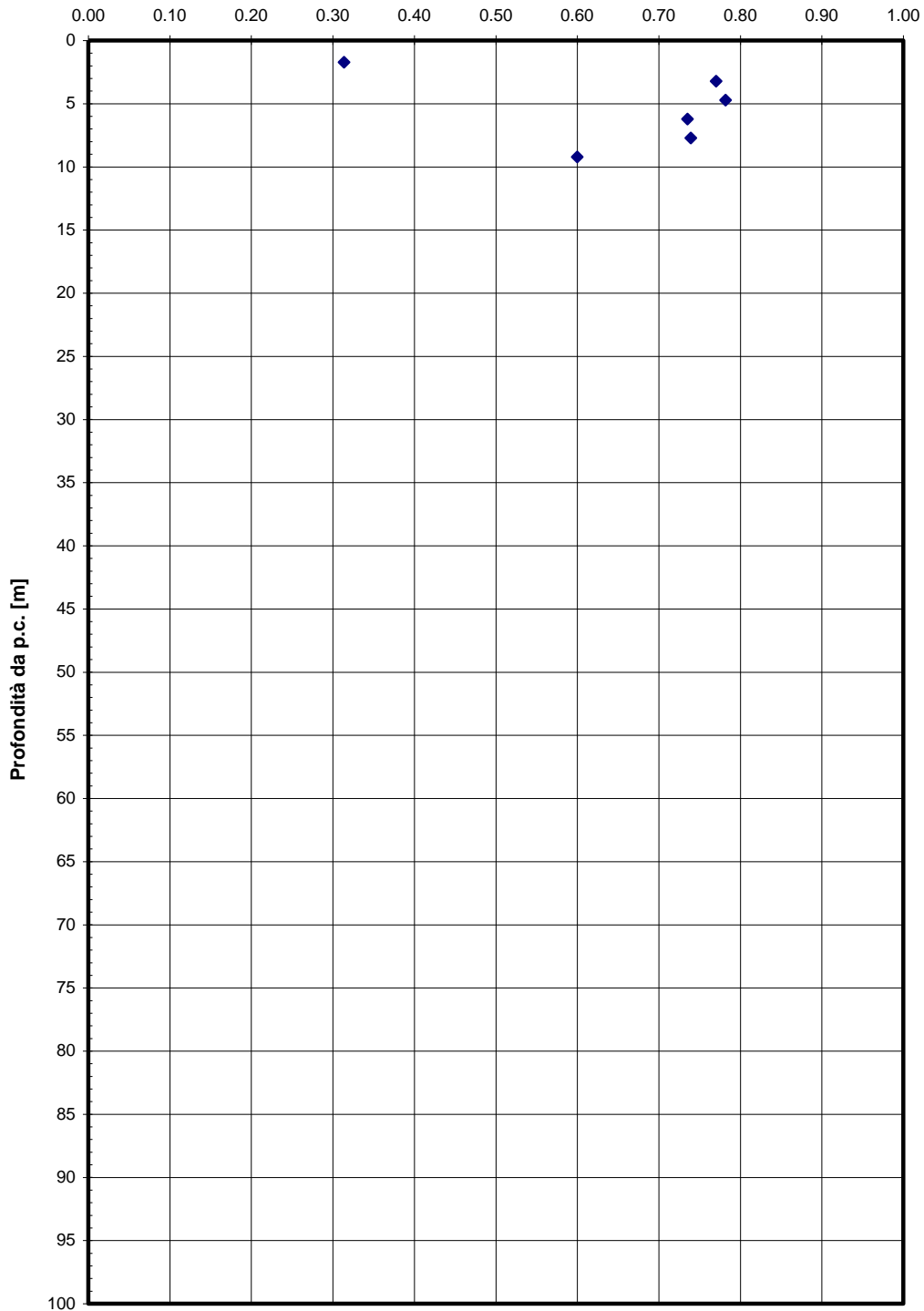
$$E_0 \approx 50 \div 250 \text{ MPa}$$

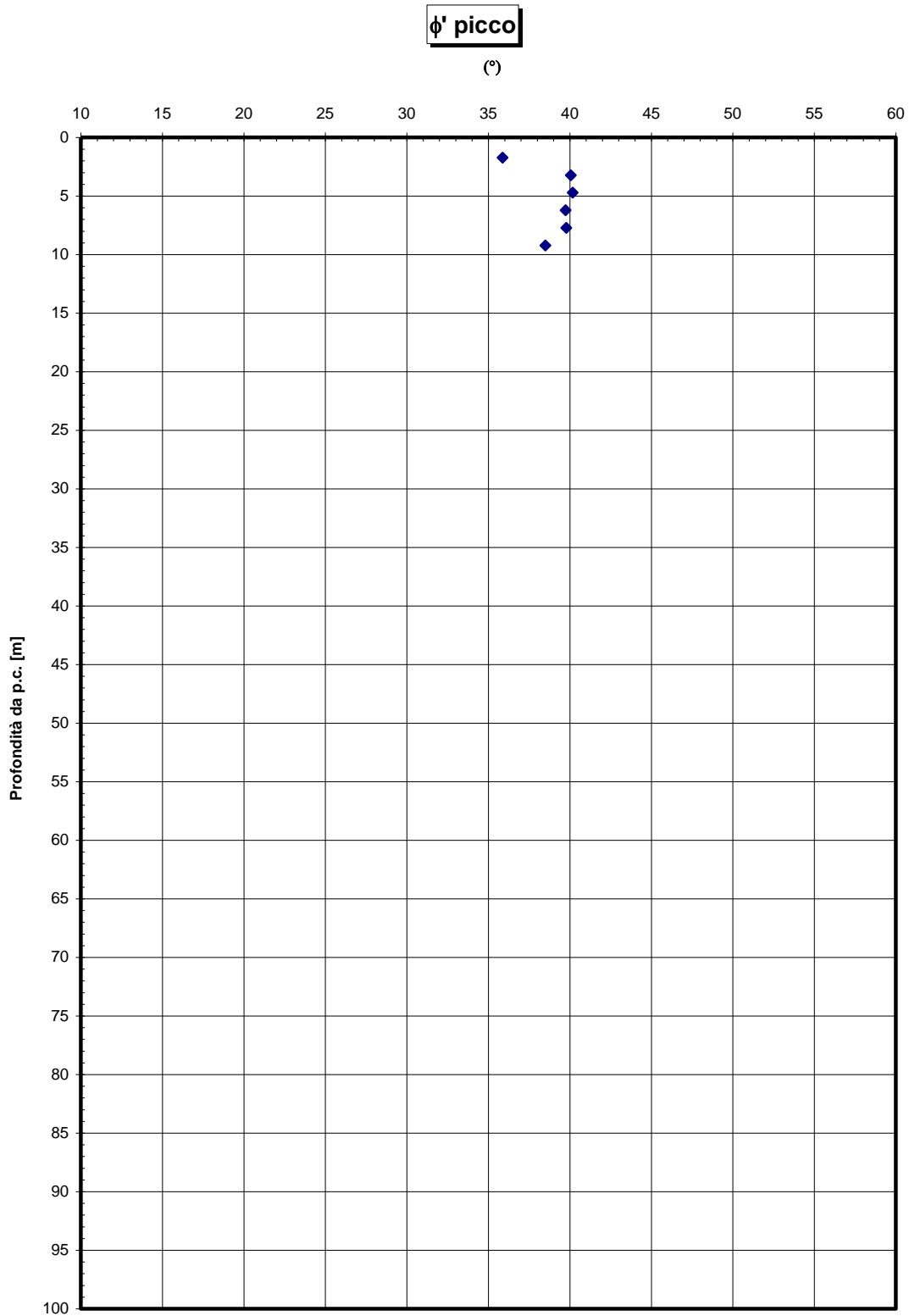
$$E' \approx 10 \div 20 / 40 \div 80 \text{ MPa (da 2 a 10 metri)}$$

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

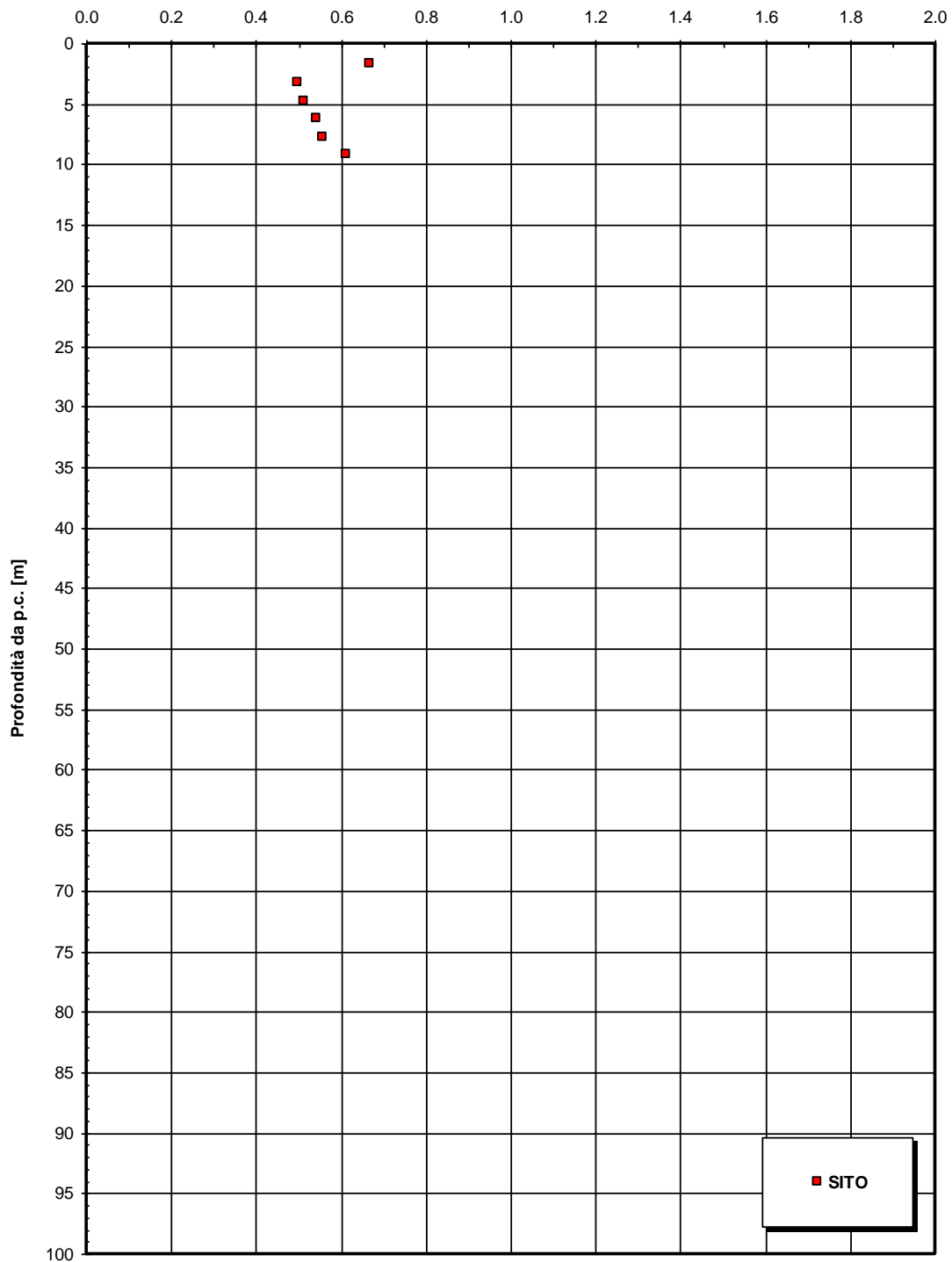


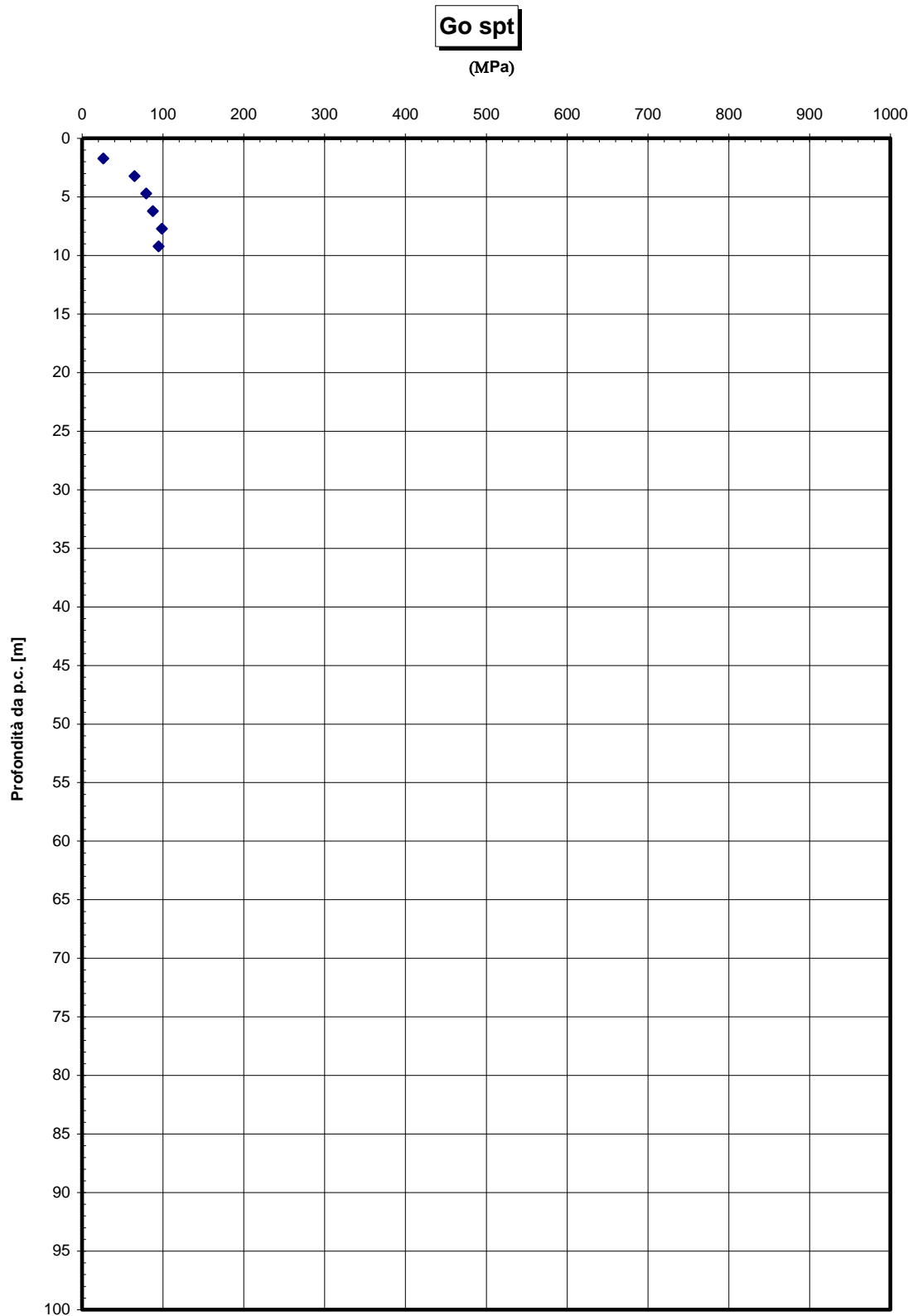
Dr sabbie

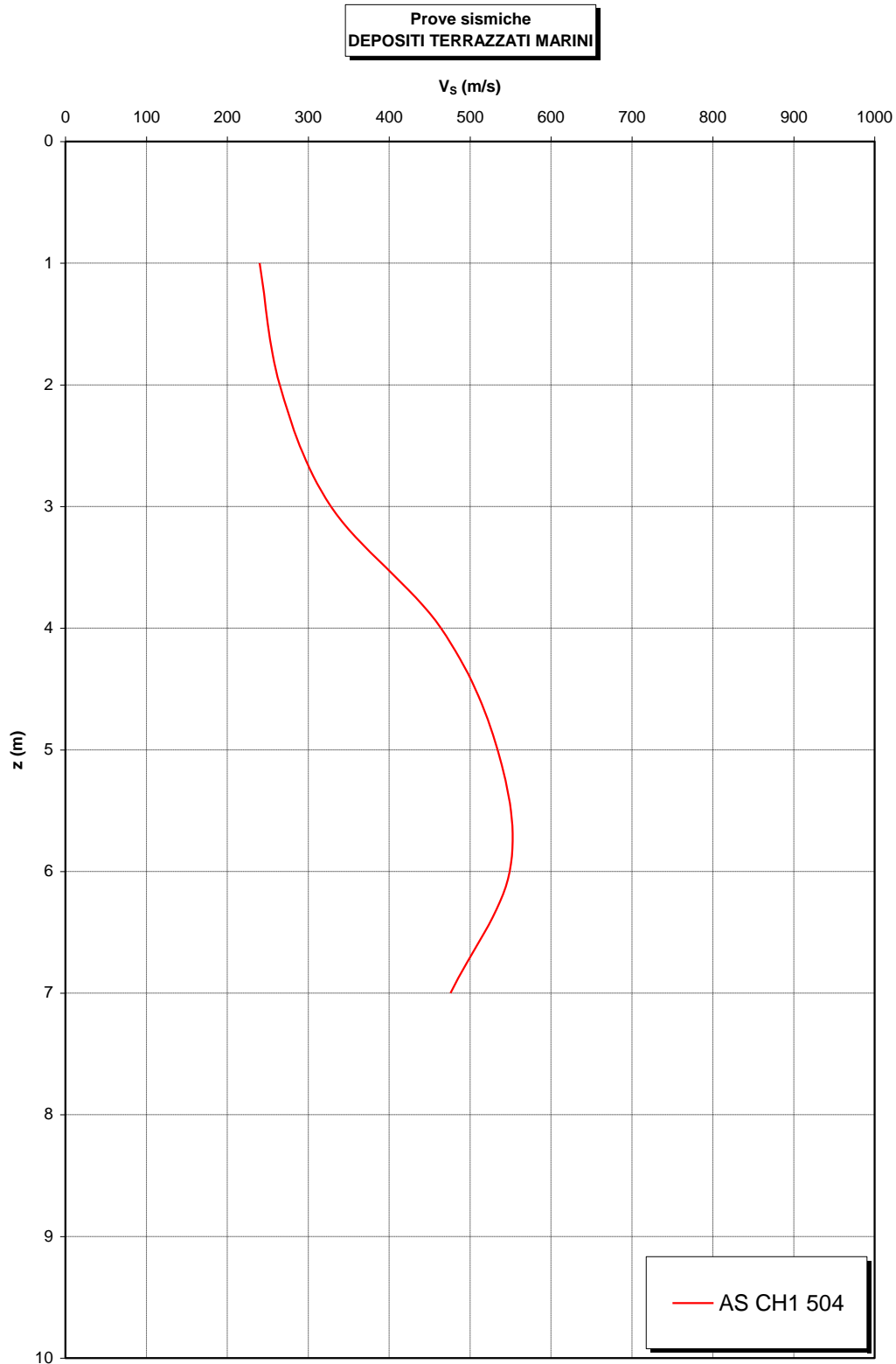




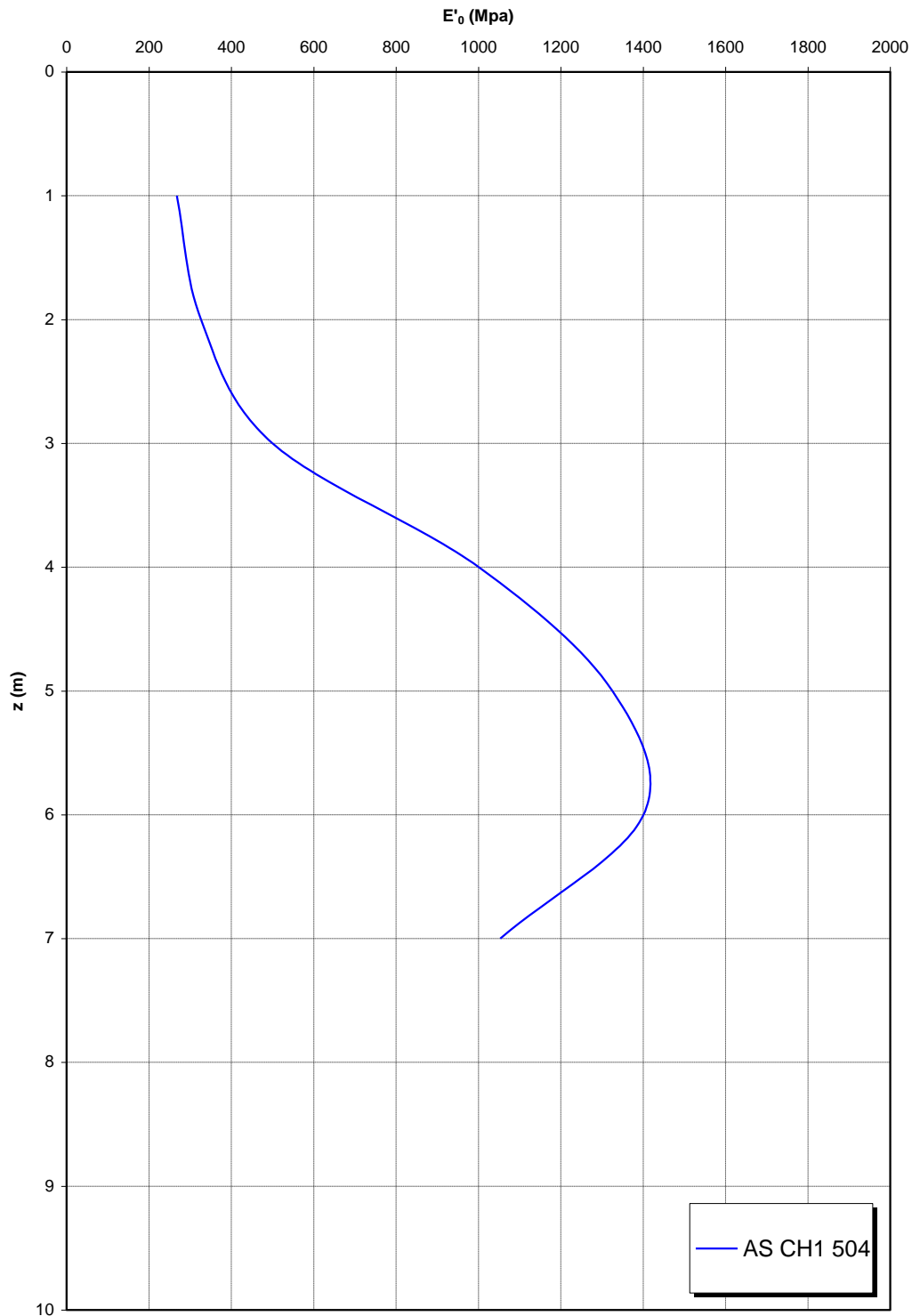
eo



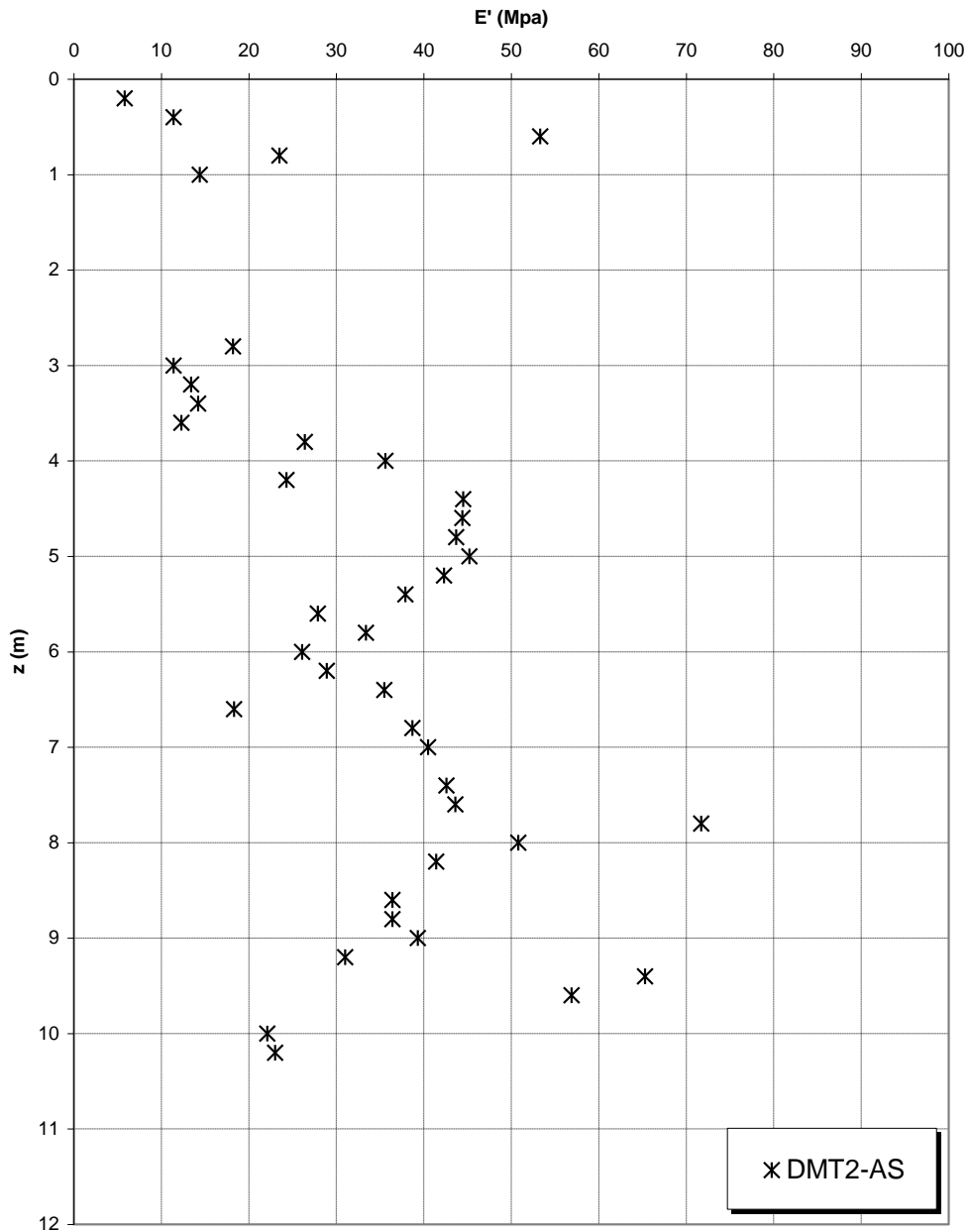





**Prove sismiche
DEPOSITI TERRAZZATI MARINI**



**Prove dilatometriche
DEPOSITI TERRAZZATI MARINI**



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

11.2.1.4 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)	$E' = 40 \text{ MPa}$

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)	$E' = 25 \text{ MPa}$

11.2.2 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. Data l'esiguità di indagini che raggiungano i primi 30 m di profondità per la caratterizzazione sismica del suolo, alla zona in esame si assegna cautelativamente la categoria di suolo sismico (secondo N.T.C. 2008) di classe **C**.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

11.3 CABINA IMBOCCO FARO LATO RC

11.3.1 Descrizione delle litologie

Le litologie presenti sono le Sabbie e Ghiaie di Messina e i Depositi Terrazzati Marini.

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; 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 Terrazzati Marini sono invece rappresentati da depositi marini sabbiosi e sabbioso ghiaiosi fortemente pedogenizzati in prossimità della superficie. I depositi dei terrazzi marini rappresentano terre da sciolte a debolmente coesive con cementazione da debole ad assente.

L'età attribuibile ai terrazzi cartografati nell'area di intervento copre l'intervallo Pleistocene medio - superiore.


La falda non risulta interferente con le opere come si evince dagli elaborati di geotecnica generale, di cui al capitolo 11.1.1 della presente relazione.

11.3.2 Indagini previste

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

I sondaggi di riferimento per la presente tratta sono S9 (campagna del 1984), S13 (campagna del 1987), AS-BH4, SPT8-AS, DMT1-AS, DMT2-AS (campagna del 1988), S102pz, S103pz e S104pz (campagna del 1992), SPPS00 e SPPS09 (campagna del 2002), S407, S408, S408bis, S409, S409bis, S411, ASLPT2508, ASCH1501, ASLPT3503, ASLPT3506, ASCH1504 (campagna del 2010).

Data l'esiguità di indagini che raggiungano i primi 30 m di profondità per la caratterizzazione sismica del suolo, alla zona in esame si assegna cautelativamente la categoria di suolo sismico (secondo N.T.C. 2008) di classe **C**.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_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 granulometriche (sondaggio SPPS00 e SPPS09) ;
- SPT (sondaggi S9, S408, S409, S409bis, S411, SPPS00 ,SPPS09, ASLPT2508, ASCH1501, ASLPT3503, ASLPT3506, ASCH1504, SPT8-AS, S102pz,S103pz, S104pz) ;
- prove sismiche in foro (S408, SPPS00, SPPS02, S108pz, BH4-AS, ASCH1504, ASCH1501) ;
- prove pressiometriche (sondaggi S409);
- prove dilatometriche (S408, DMT1-AS, DMT2-AS) ;
- 6 prove Le Franc (sondaggi S408, S409).

Depositi terrazzati marini

- Prove granulometriche (sondaggio S411, da PE101 a PE109) ;
- SPT (sondaggio S409) ;
- 1 prova Down Hole (sondaggio ASCH1504) ;
- 1 prova dilatometrica (DMT2-AS).



11.3.3 Caratterizzazione geotecnica

Sabbie e Ghiaie di Messina

In questa tratta la formazione si presenta, dalle prove SPT analizzate, in egual misura composta da sabbie e ghiaie con densità relative che sembrerebbero diminuire con la profondità mostrando uno stato di addensamento medio.

Con riferimento al fuso medio (155 prove granulometriche) si ha che: $d_{50}=2.2\text{mm}$, $d_{60}=4\text{mm}$ e $d_{10}=0.03\text{mm}$. Le percentuali medie di ghiaia, sabbia e limo sono rispettivamente di 51%, 36%, 11%.

- **Dr:** I valori di N_{spt} sono stati corretti con il fattore correttivo $C_{\text{sg}}=0.55$ corrispondente al $d_{50}=2.2\text{mm}$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- e_o : a partire dal d_{50} stimato si ottiene di $e_{max}-e_{min}$ pari a 0.26, non dissimile dai valori reperibili in letteratura ($0.17 < e_{max}-e_{min} < 0.29$) Stimando per e_{max} un valore pari a 0.7 a partire dai valori di D_r è stato possibile determinare i valori di e_o in sito.
- γ_d : in base a tali valori di e_o e da γ_s si può stimare $\gamma_{ds} = 18-20 \text{KN/m}^3$
- K_0 : si considera la relazione di Mesri (1989) per tenere conto degli effetti di "aging".

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

Per i parametri di resistenza si ha:

z(m)	Dr(%) sabbie e ghiaie	ϕ'_p (pff=0-272KPa) (°)	ϕ'_{cv} (°)	K_0
0-20	40-70	38-42	33-35	0.45-0.5
>20	35-60	37-39	33-35	0.45-0.5

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

I parametri di deformabilità ricavabili dall'interpretazione delle prove sismiche in foro presentano una grande dispersione anche nell'ambito del medesimo contesto (da 300m/s ad oltre 800m/s).

Valori generalmente crescenti con la profondità si sono registrati nelle sismiche in foro ASCH1504 e ASCH1501 che comunque hanno evidenziato valori localmente molto variabili, non sempre correlabili, in base ai dati ricavabili dalle colonne stratigrafiche, con la variazione granulometrica; ad esempio nei primi 15m÷20m le Vs appaiono maggiori di quelle misurate fino a 30-35m di profondità, e risultano mediamente pari a circa 400m/s, in analogia a quanto rilevabile dai maggiori valori di densità relativa.

La variabilità locale rende una correlazione delle Vs sismiche con quelle ricavate dalle correlazioni di prove SPT alquanto difficoltosa; si ottiene comunque una buona correlazione con i valori medi o minimi delle Vs sismiche (tranne che nel caso della sismica ASCH1504) per profondità tra 20 e 50m.

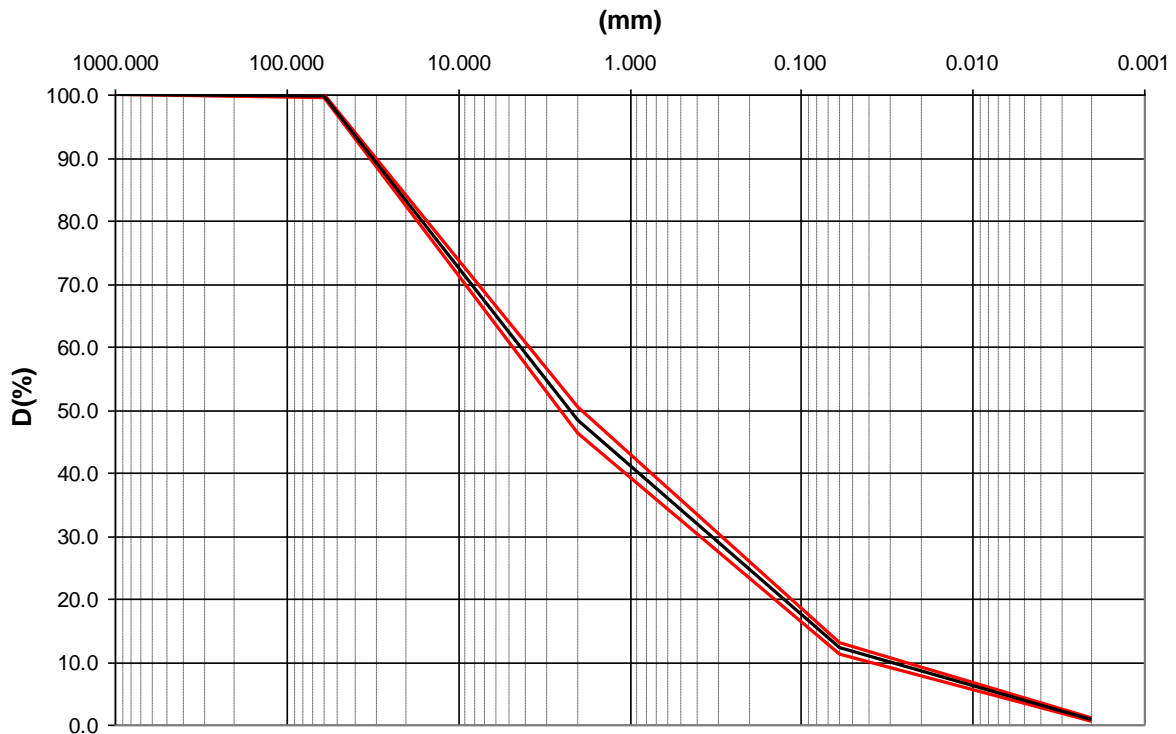
Una stima dei moduli, considerando anche l'esito delle prove sismiche è riportata in tabella.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

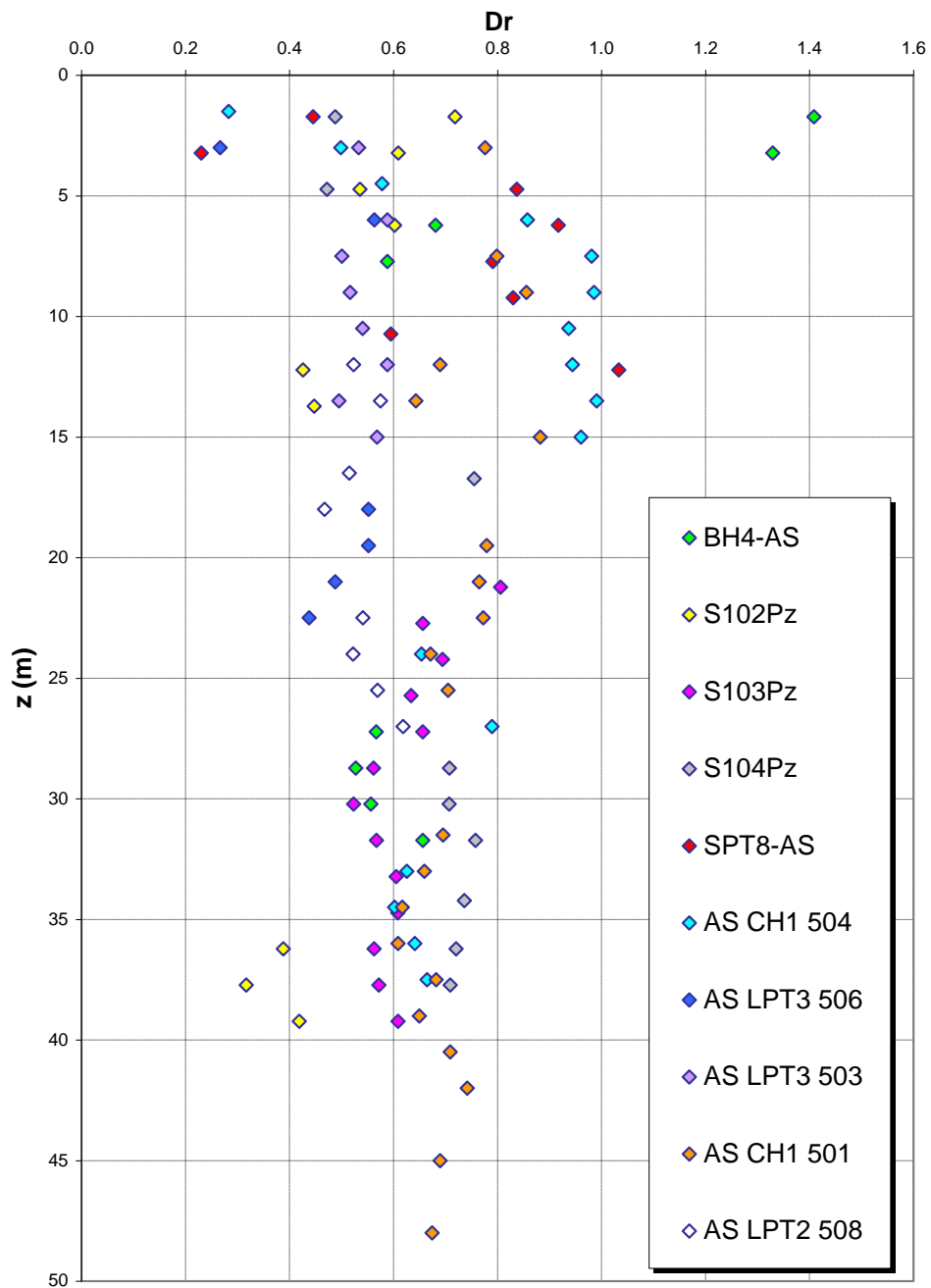
z(m)	G_0 (MPa)	E_0 (MPa)	E' (MPa)
0-20	200-400	480-960	65-160 / 128-320
20-50	$G_0 = 25 z^{0.64}$	$E_0 = 60 z^{0.64}$	9-23 $z^{0.64}$

I Le prove pressiometriche forniscono valori molto discordanti (S408, ramo di scarico e ricarico, $E' = 170$ MPa e 300 MPa a 26 e a 34m di profondità e circa 400MPa in S409 contro il range 30-100 MPa nelle dilatometriche DMT1AS e DMT2AS) .

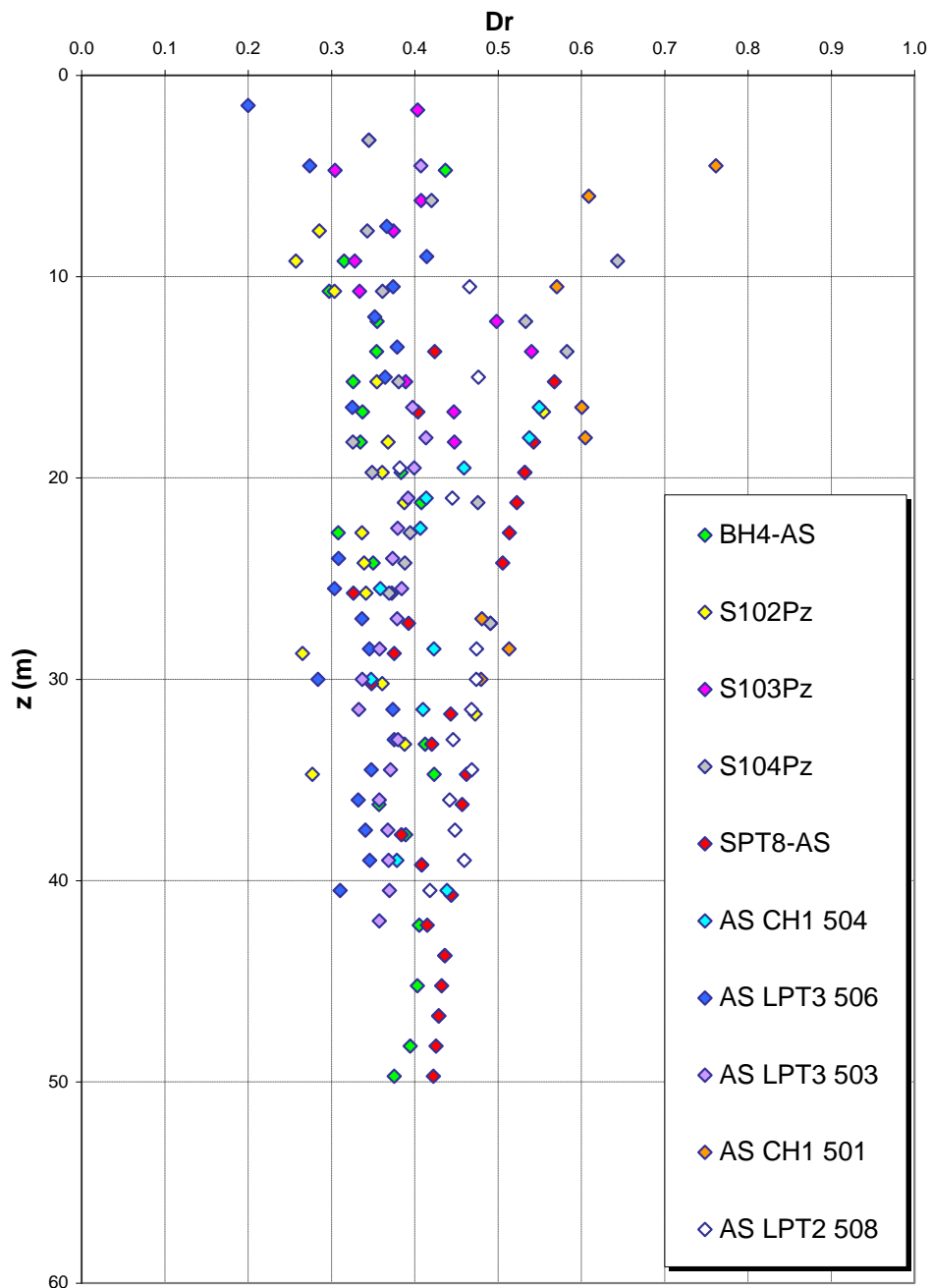
Sabbie e Ghiaie di Messina



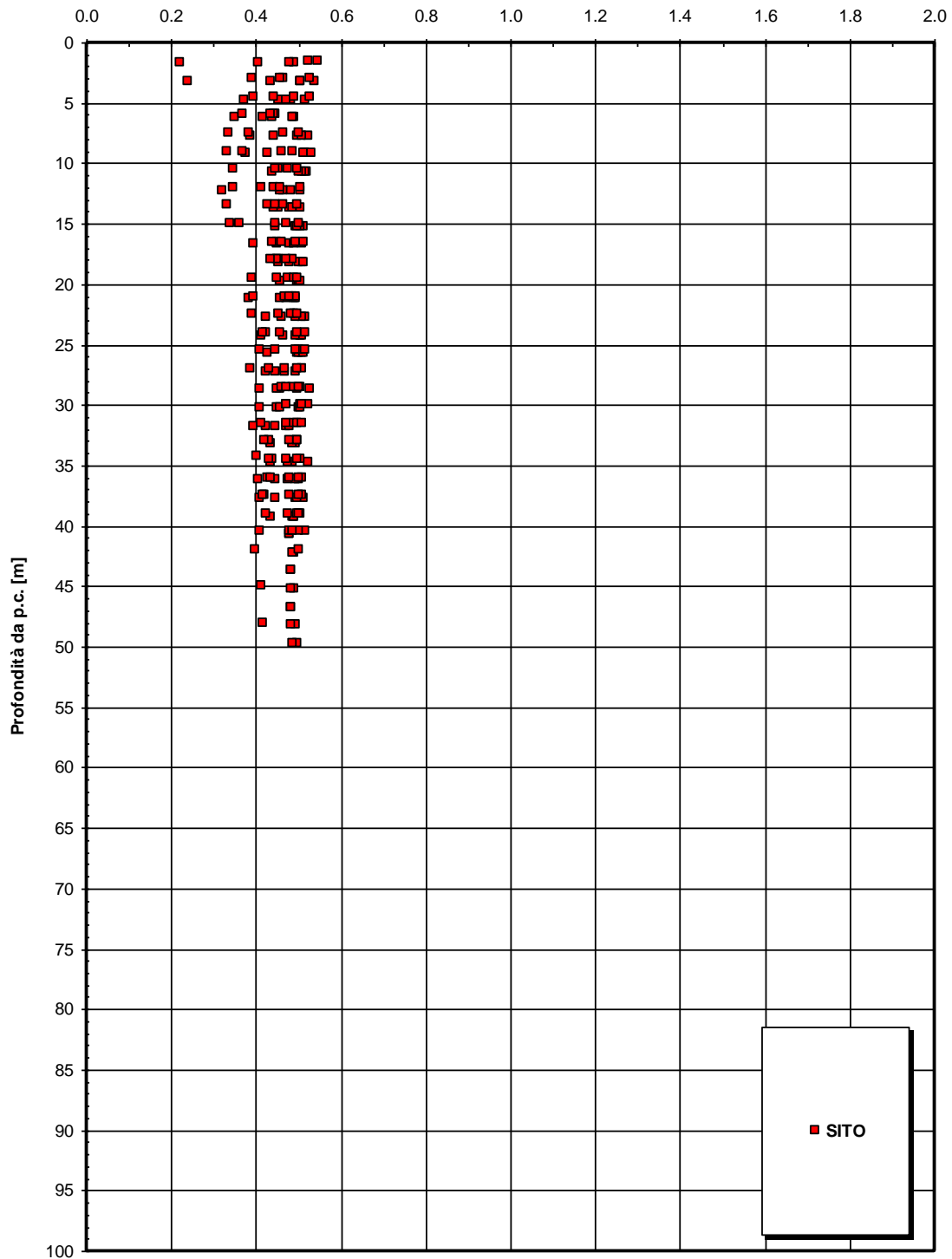
**Dr Skempton (1986)
Componente sabbiosa prevalente
SABBIE E GHIAIE DI MESSINA**

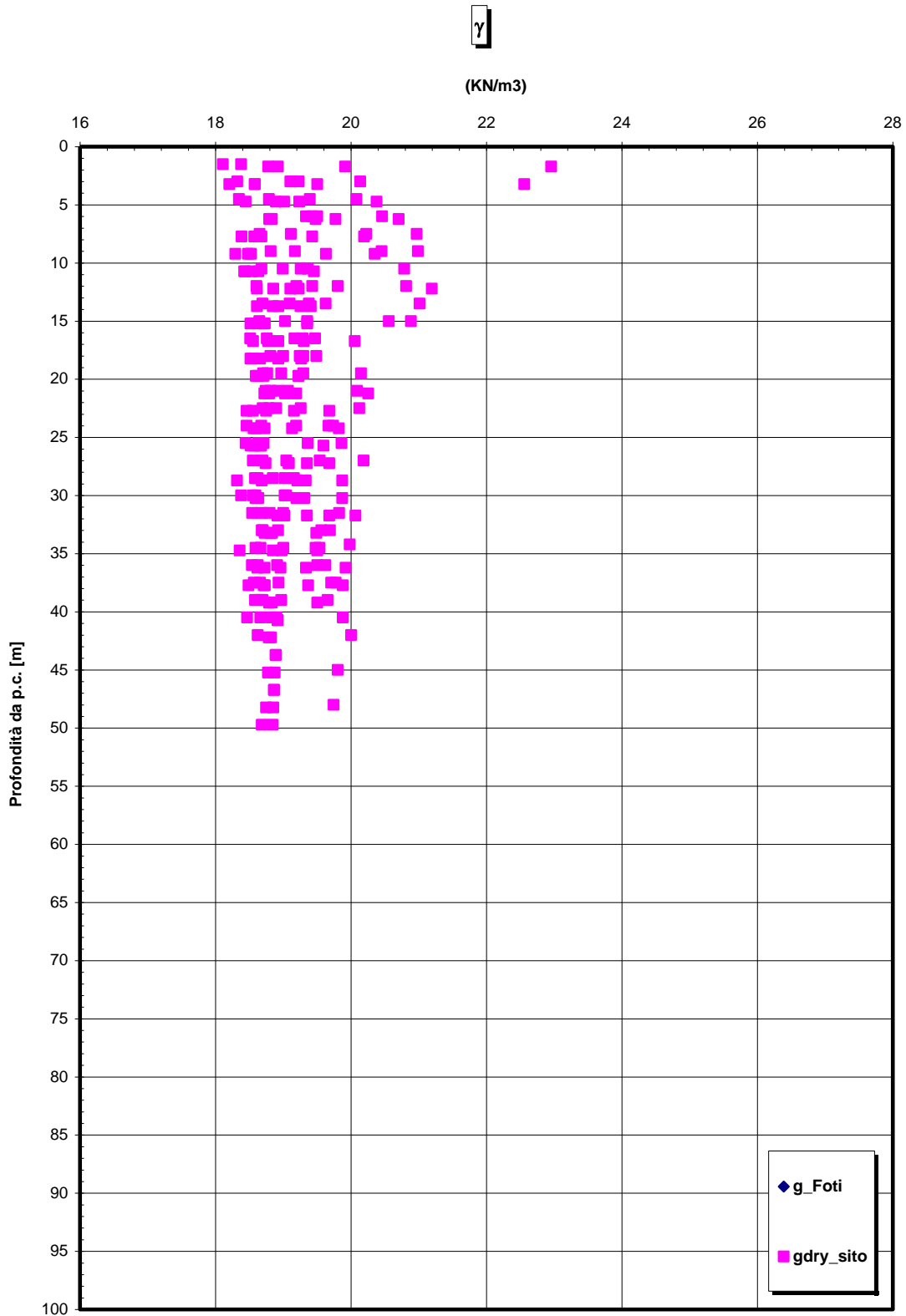


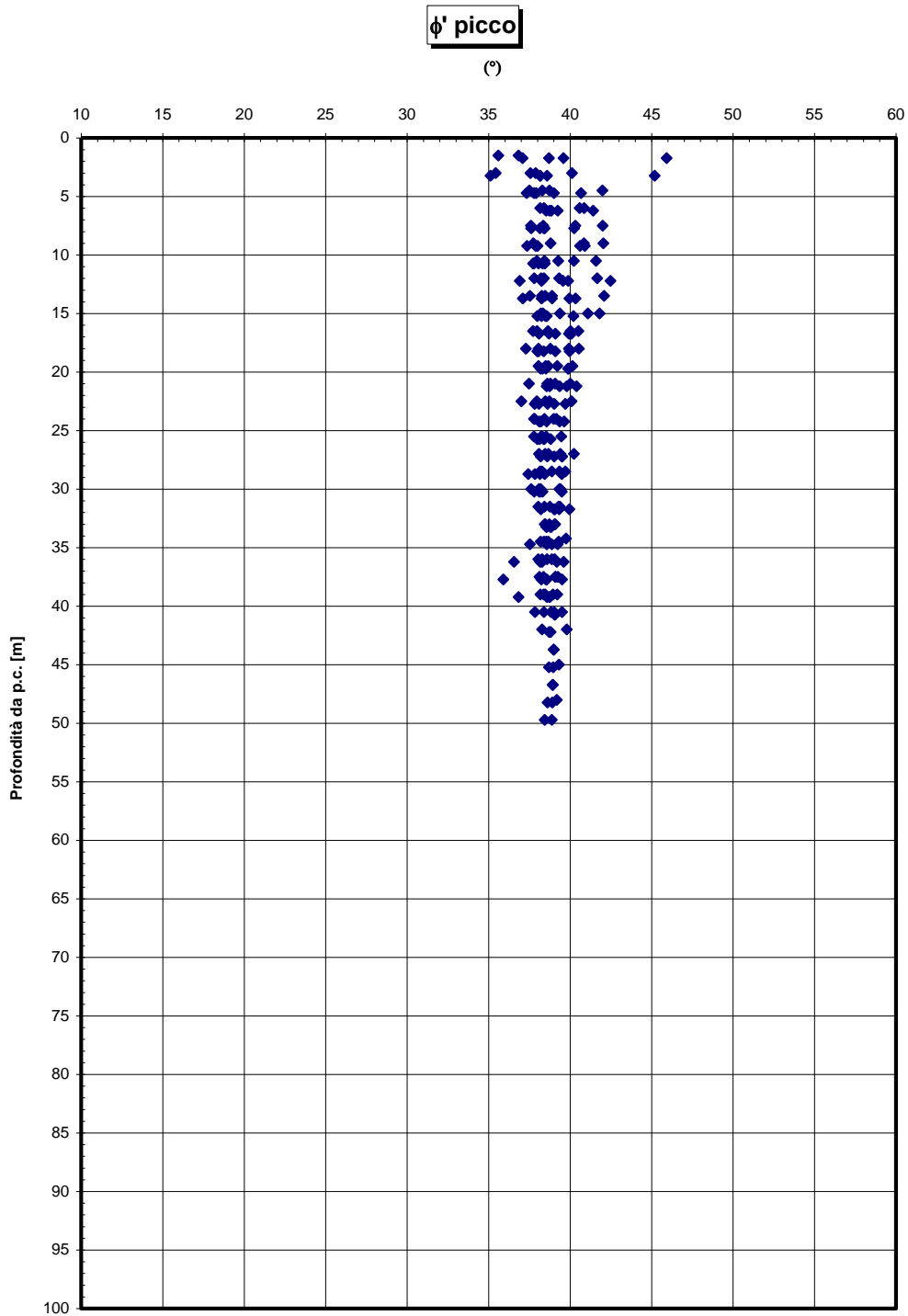
**Dr Cubrinovski e Ishihahara (1999)
Componente ghiaiosa e sabbiosa
SABBIE E GHIAIE DI MESSINA**

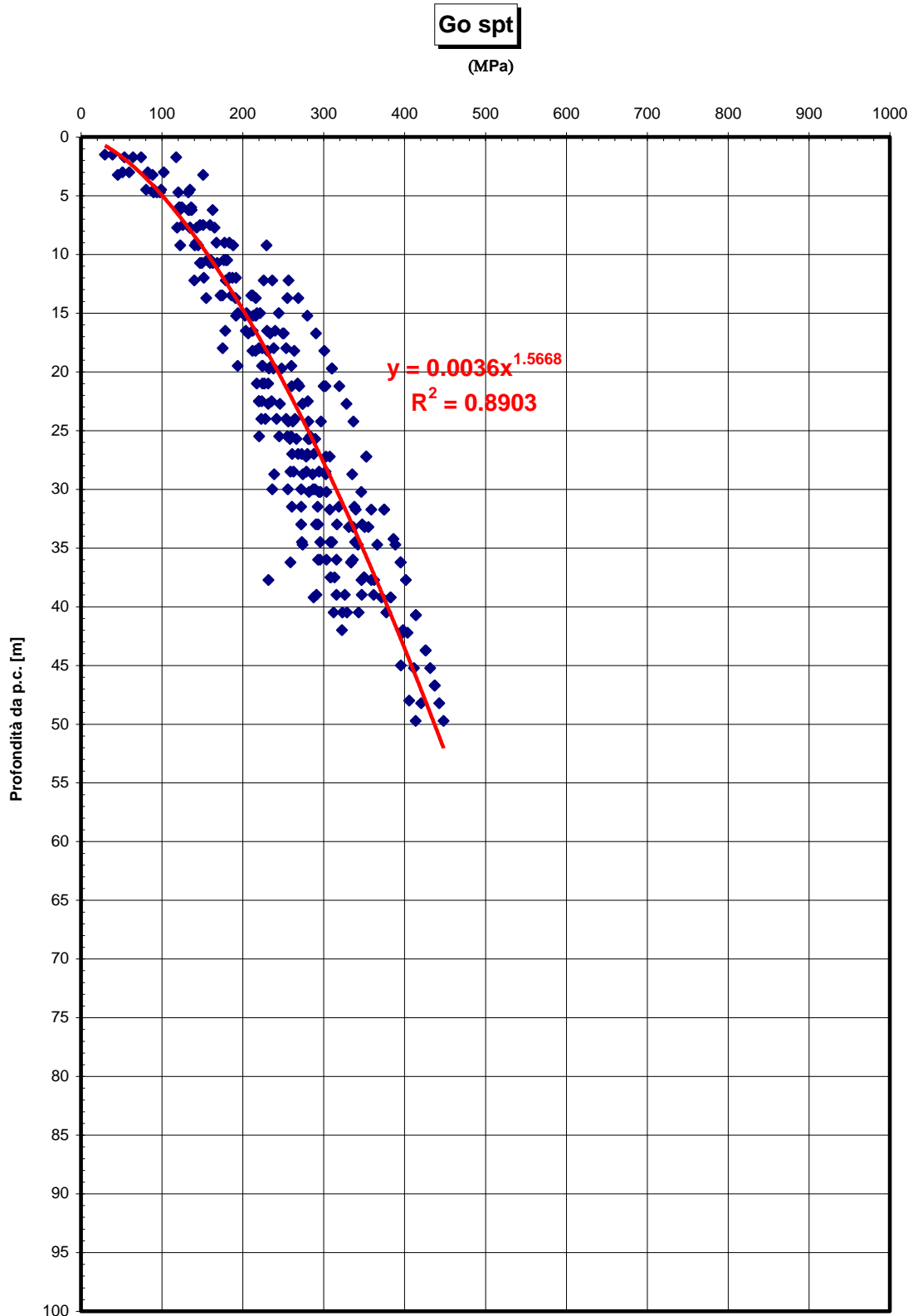


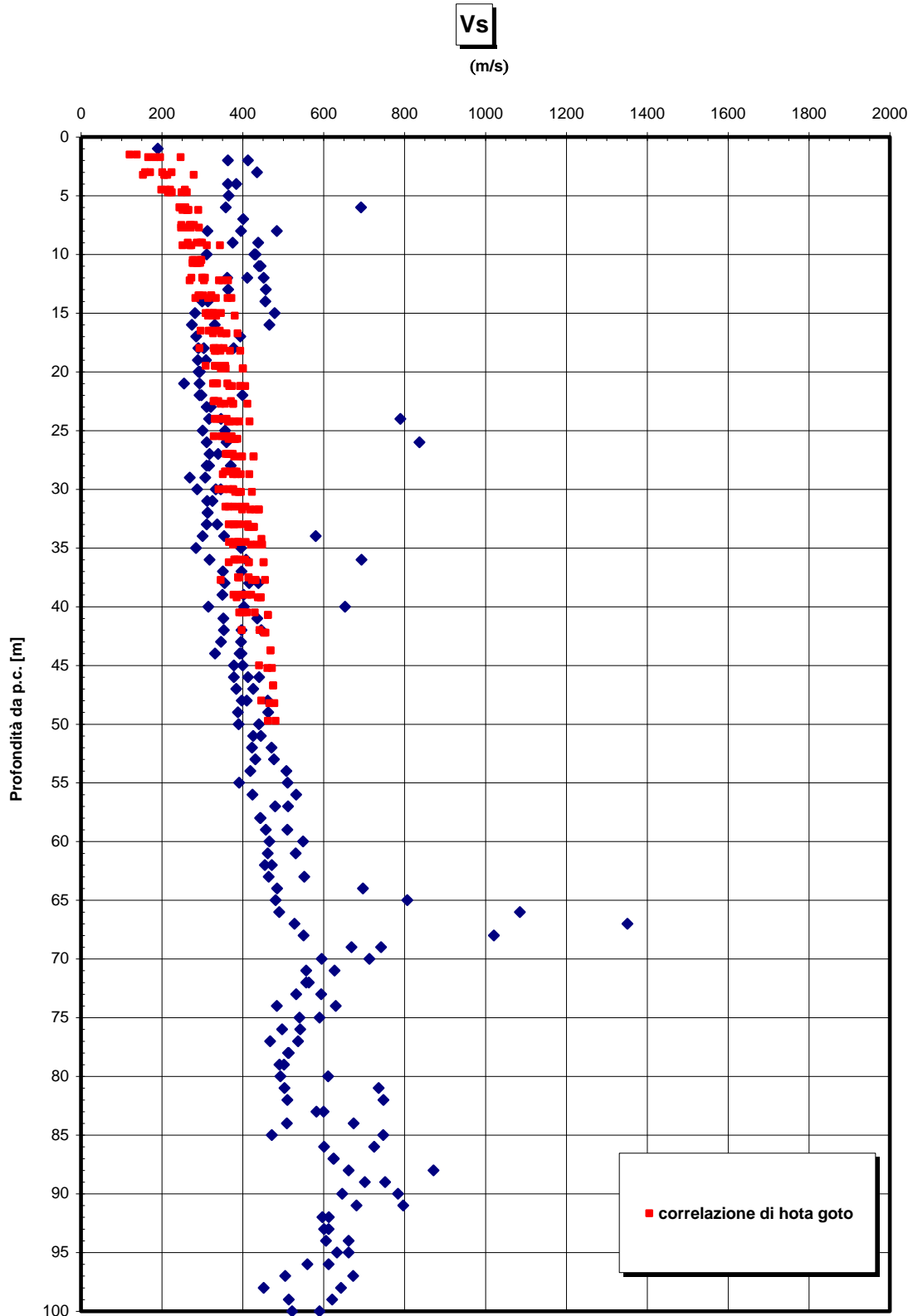
eo



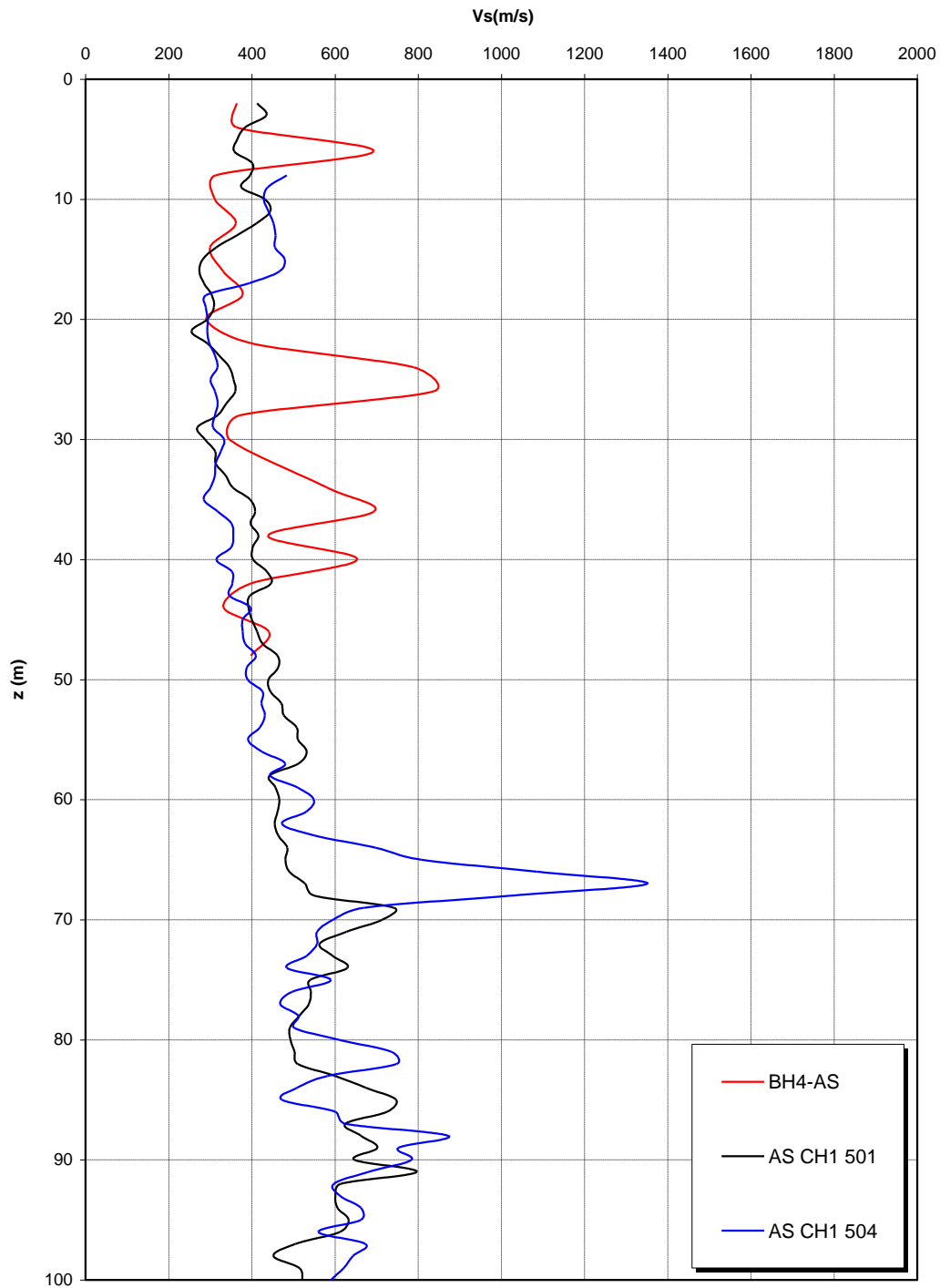






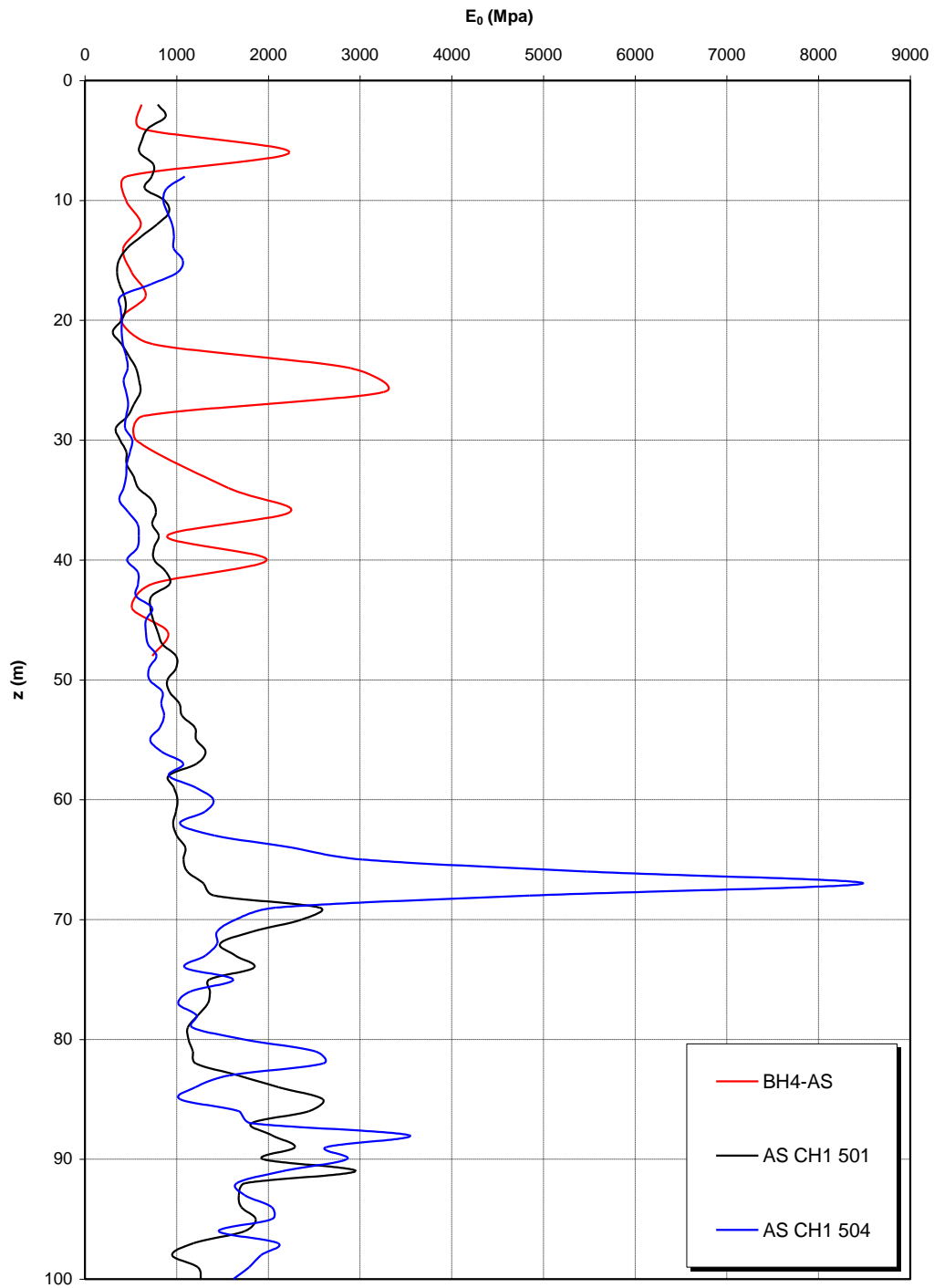


**Prove sismiche
SABBIE E GHIAIE DI MESSINA**



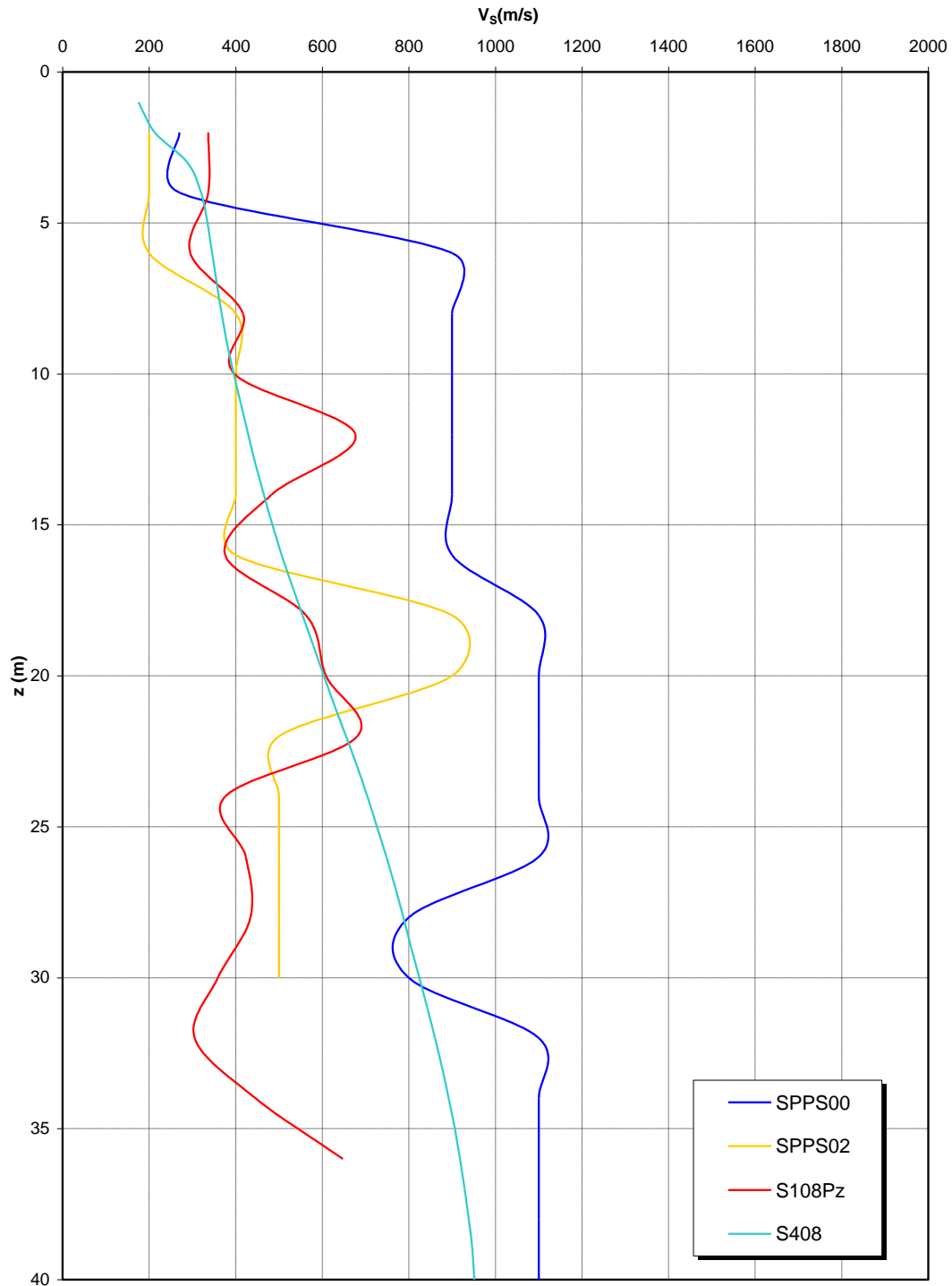
Zona dell'ancoraggio del ponte

**Prove sismiche
SABBIE E GHIAIE DI MESSINA**

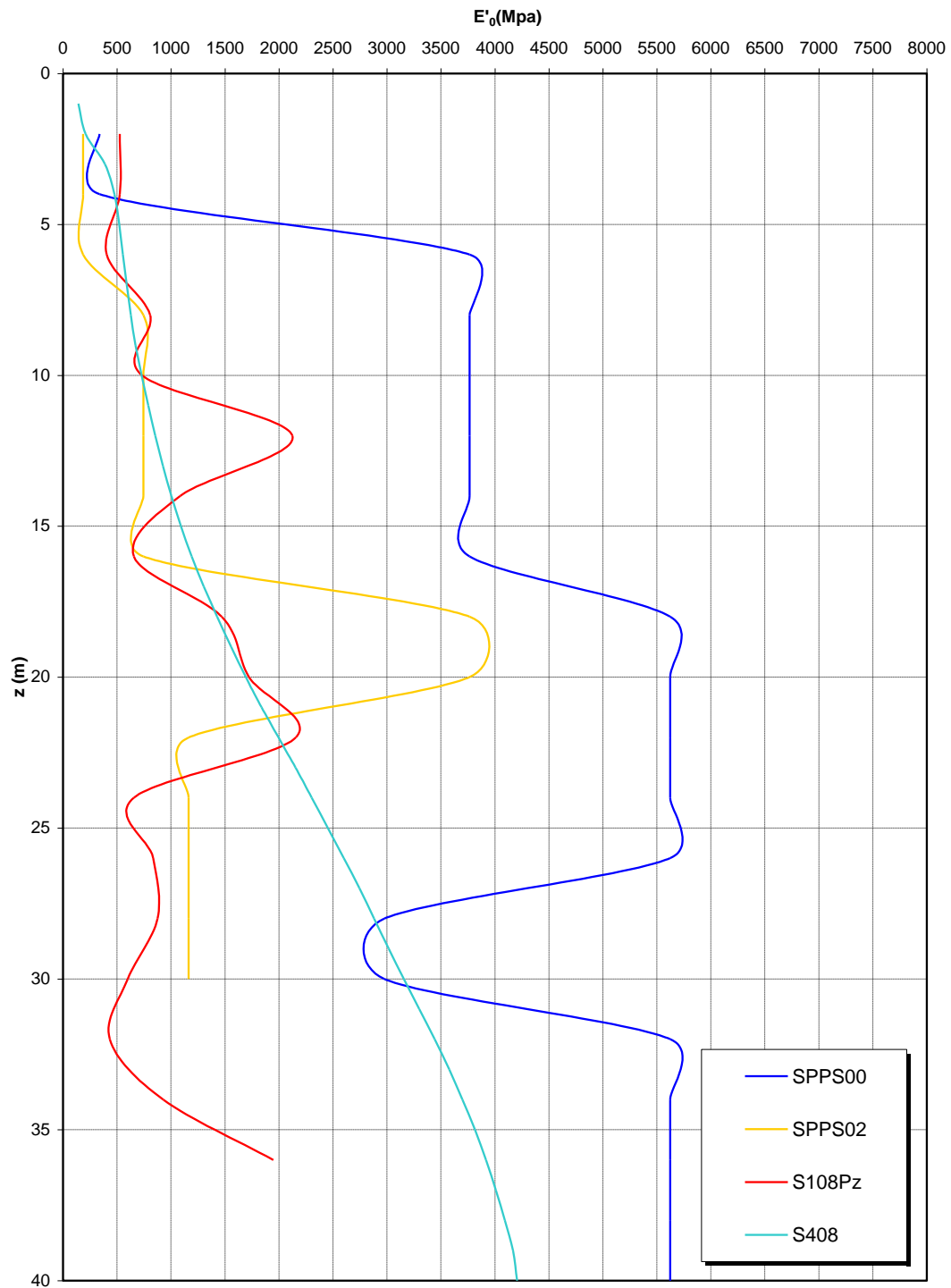


Zona dell'ancoraggio del ponte

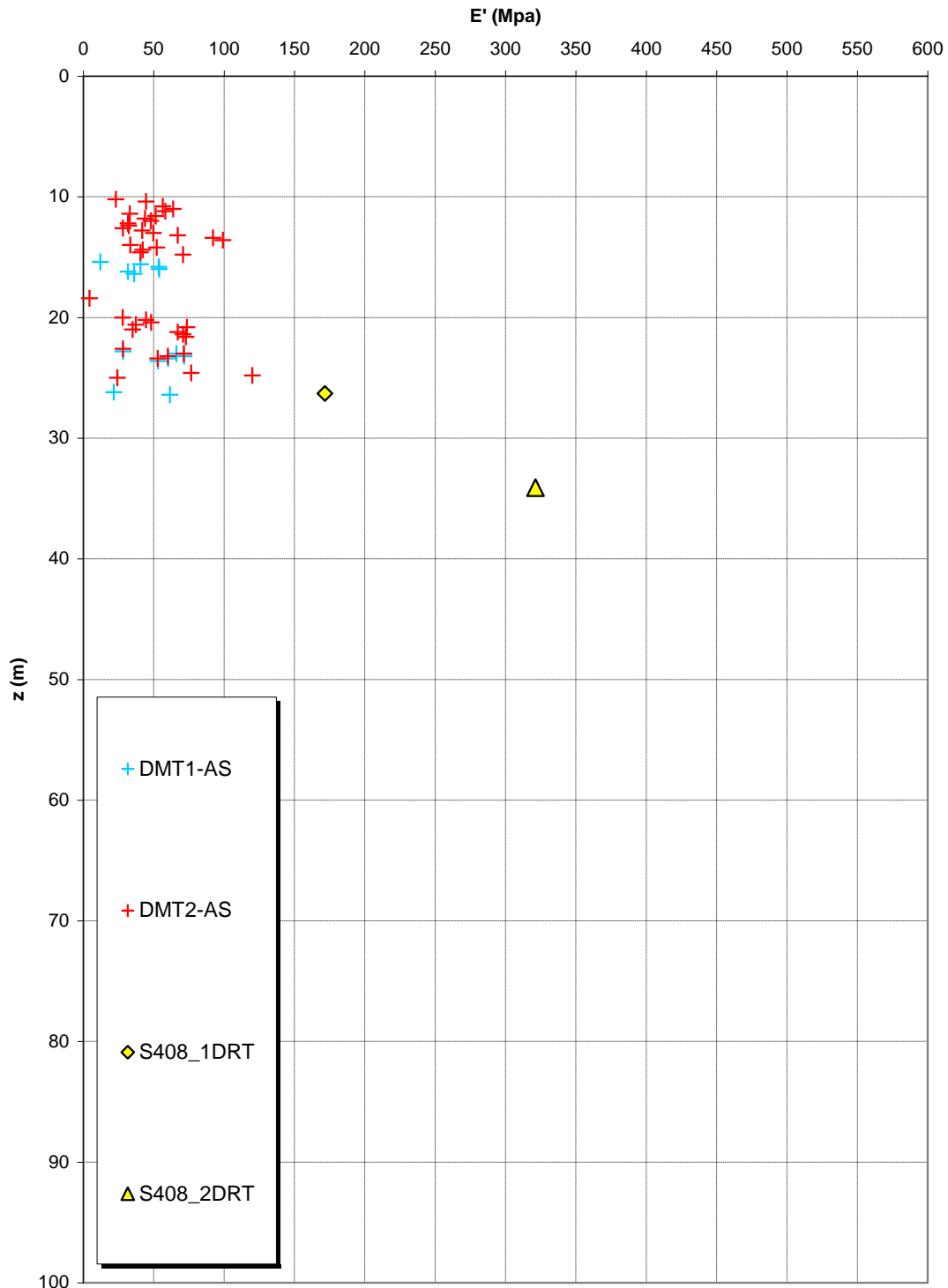
**Prove sismiche
SABBIE E GHIAIE DI MESSINA**



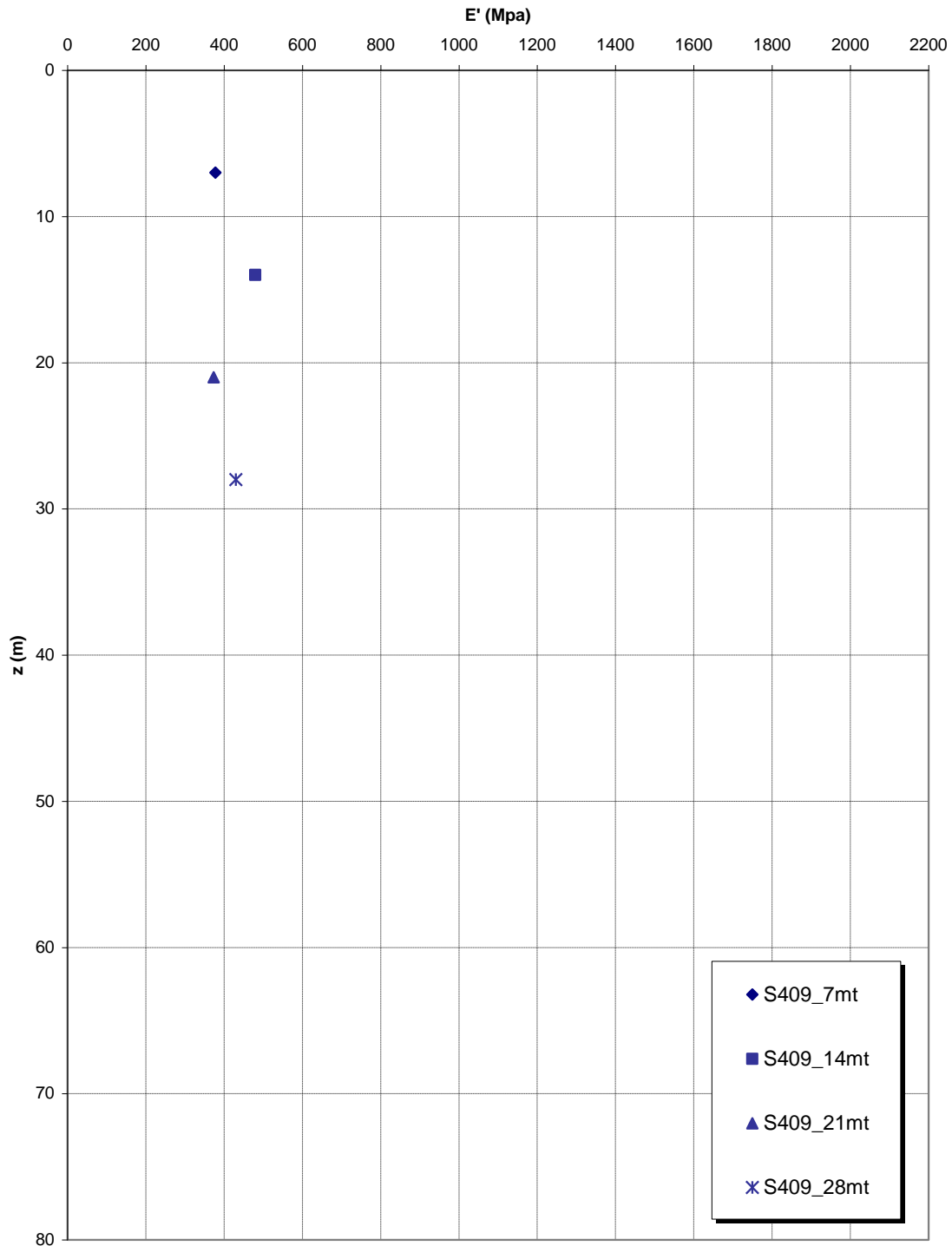
**Prove sismiche
SABBIE E GHIAIE DI MESSINA**




**Prove dilatometriche
SABBIE E GHIAIE DI MESSINA**



**Prove pressiometriche
SABBIE E GHIAIE DI MESSINA**



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Depositi terrazzati marini

Per la definizione delle categorie di suolo si rimanda all'Elab. CG0800PRBDSSBC8G000000001A ed alla relazione sismica di riferimento.

In presenza di un esiguo numero di indagini locali per le caratteristiche granulometriche si fa riferimento alla caratterizzazione generale:

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

Le percentuali medie di ghiaia, sabbia e limo e argilla sono rispettivamente di 39%, 45%, 12% e 8%.

Il peso di volume dei grani medio γ_s è risultato pari a circa 26 kN/m³.



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

- **Dr:** I valori di N_{spt} sono stati corretti con il fattore correttivo $C_{sg}=0.75$ corrispondente al $d_{50}=0.8$ mm,
- **e_o :** a partire dal d_{50} stimato si ottiene di $e_{max}-e_{min}$ pari a 0.36 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. Si ottiene il valore di e_o pari a 0.5-0.7.
- **γ_d :** si ottiene un pari a 17-19 KN/m³.
- **K_0 :** si considera la relazione di Jaky.

z(m)	Dr(%) Sabbie	ϕ'_p (pff=0-272KPa) (°)	ϕ'_{cv} (°)	K_0
0-10	60-80	38-40	35-37	0.4-0.35

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

Per i parametri di deformabilità non si hanno localmente a disposizione prove sismiche dalle quali ricavare leVs, e di conseguenza i parametri di deformabilità.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

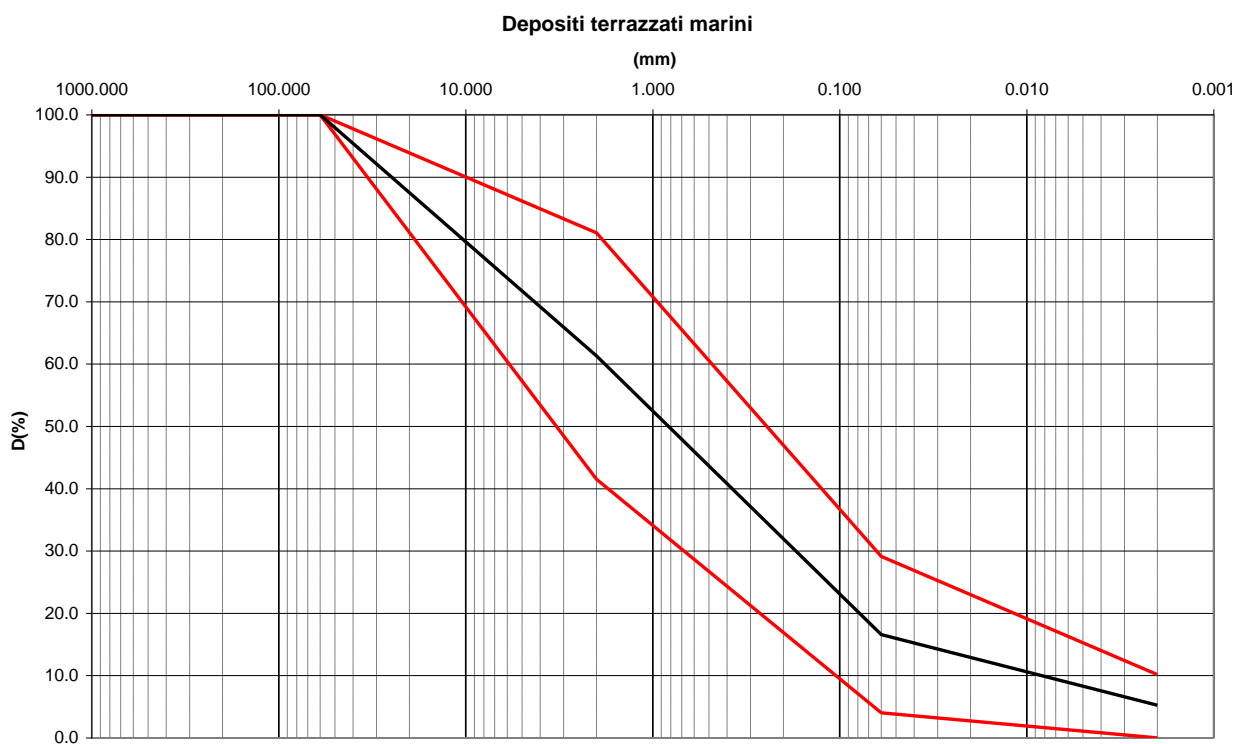
Il range di variazione ottenuto in base alle correlazioni dalle prove SPT della tratta per il modulo G_0 , per z che varia da 2 a 10 metri, è :

$$G_0 \approx 20 \div 100 \text{ MPa}$$

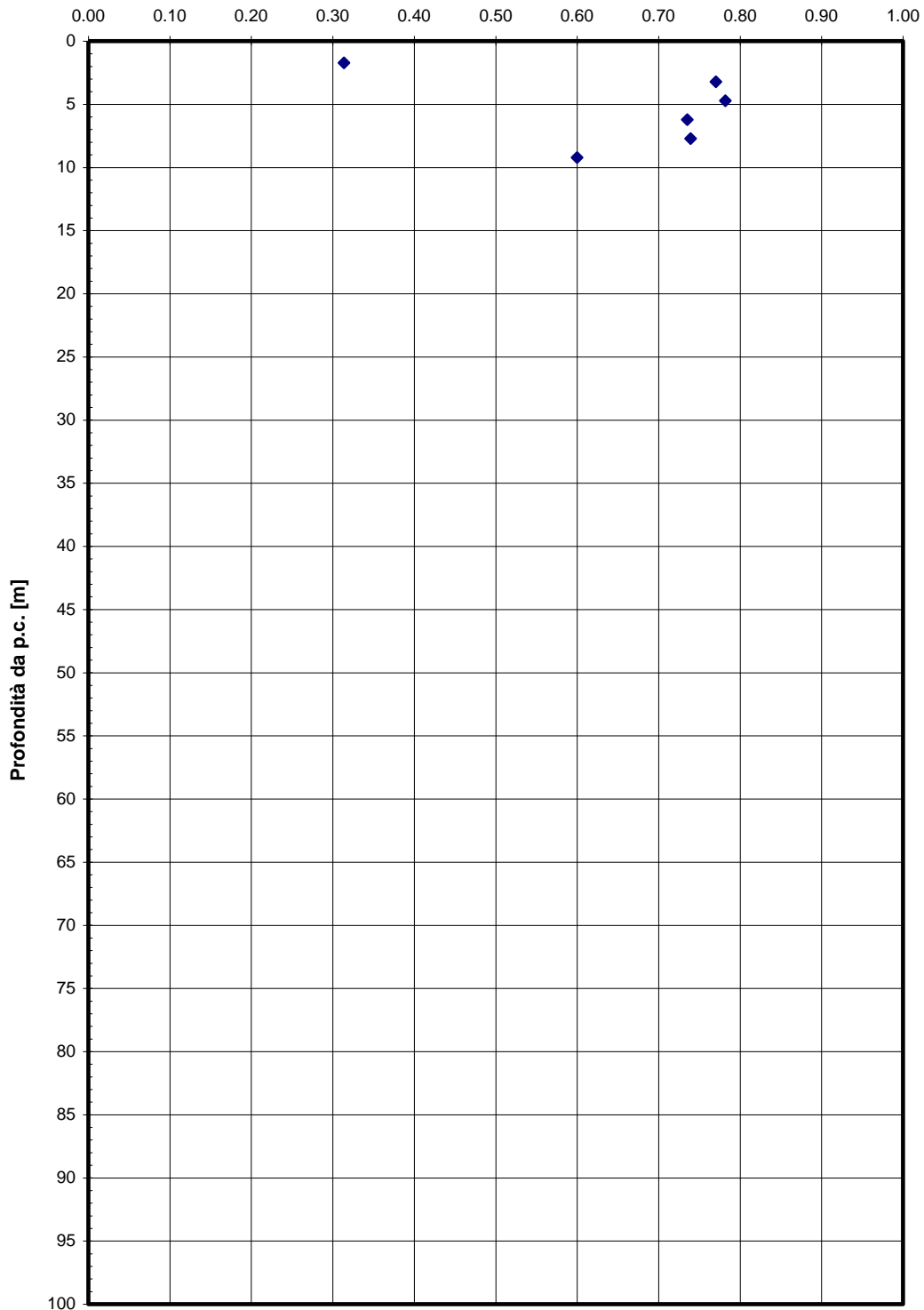
$$E_0 \approx 50 \div 250 \text{ MPa}$$

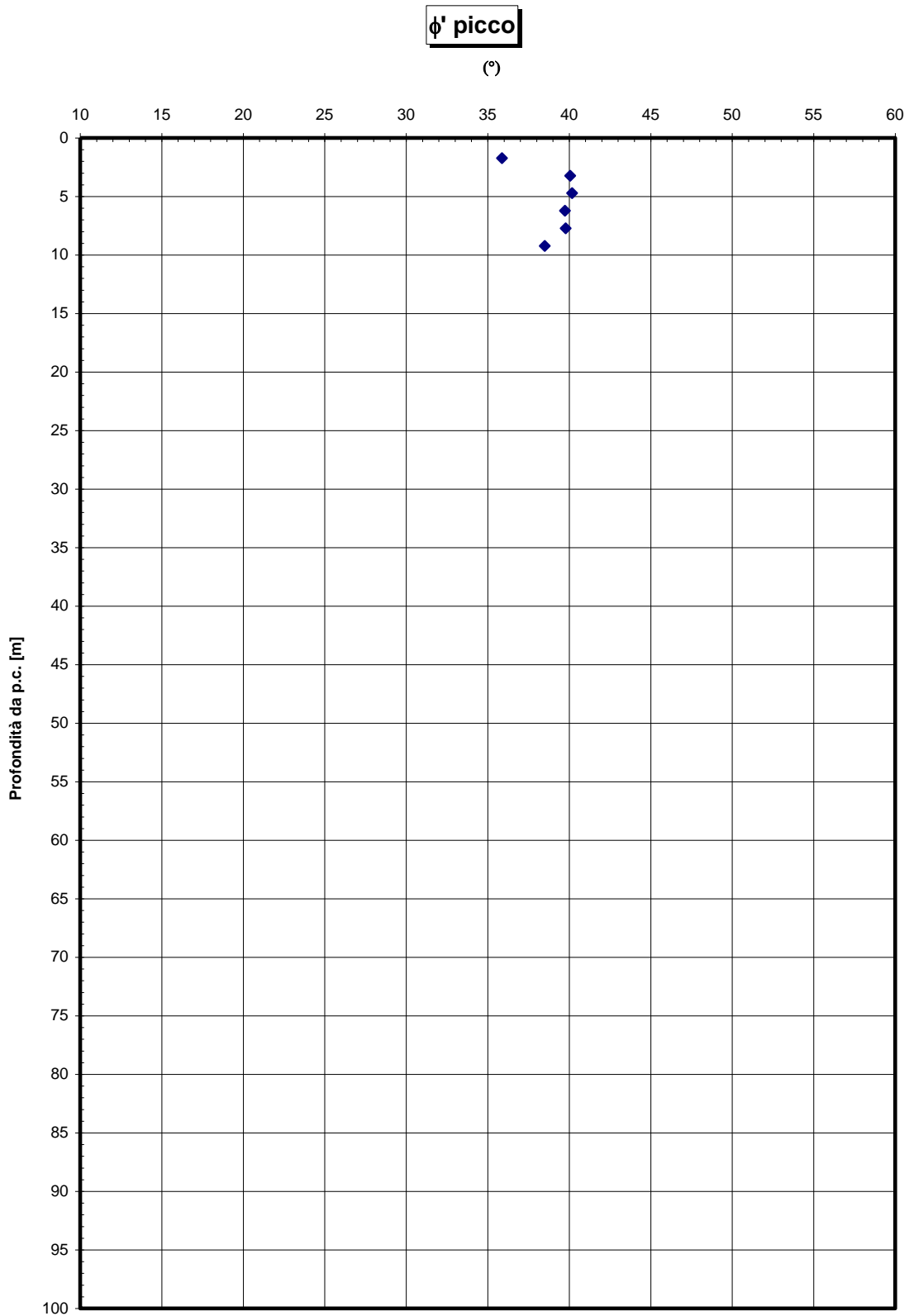
$$E' \approx 10 \div 20 / 40 \div 80 \text{ MPa (da 2 a 10 metri)}$$

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

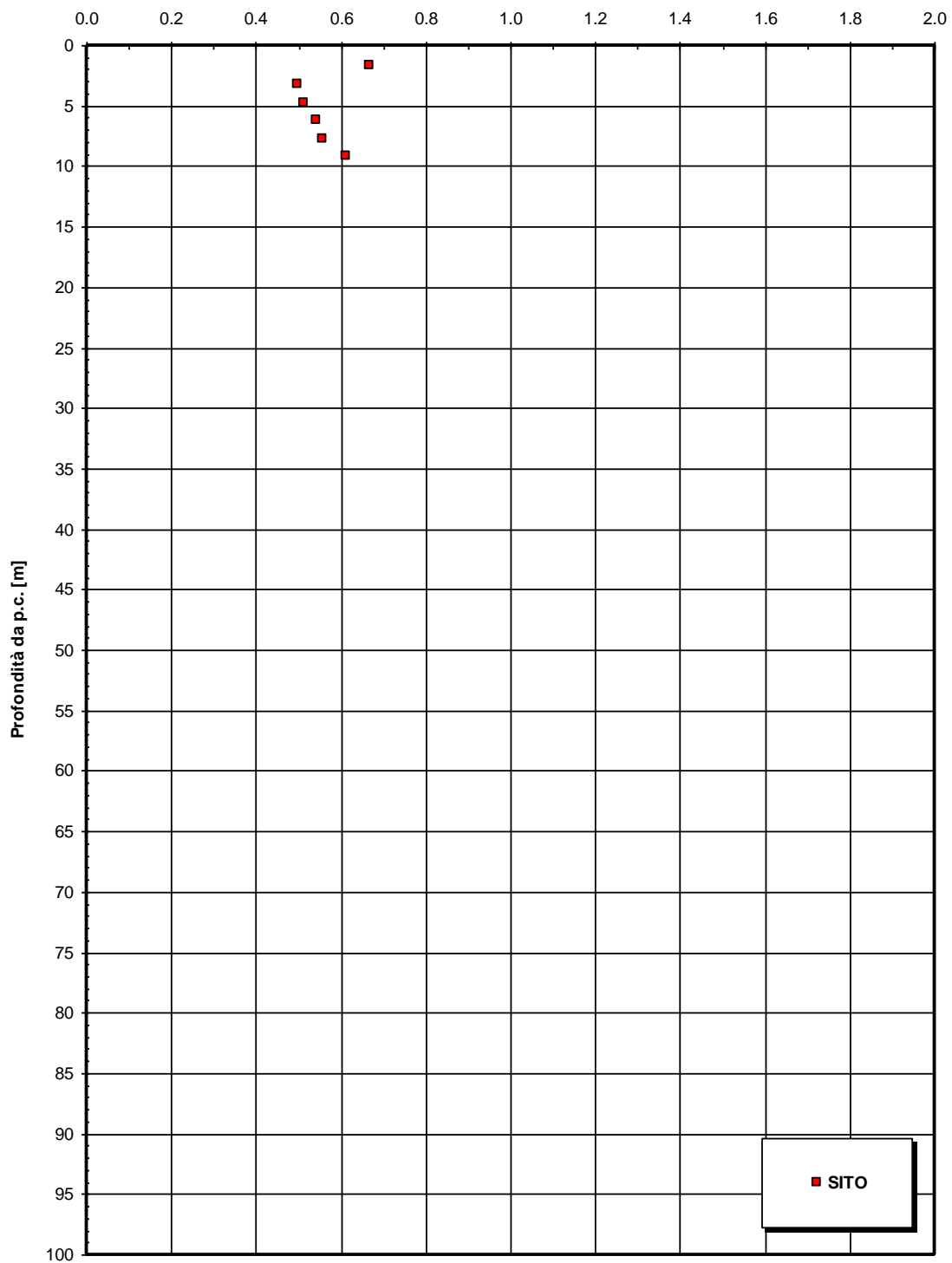


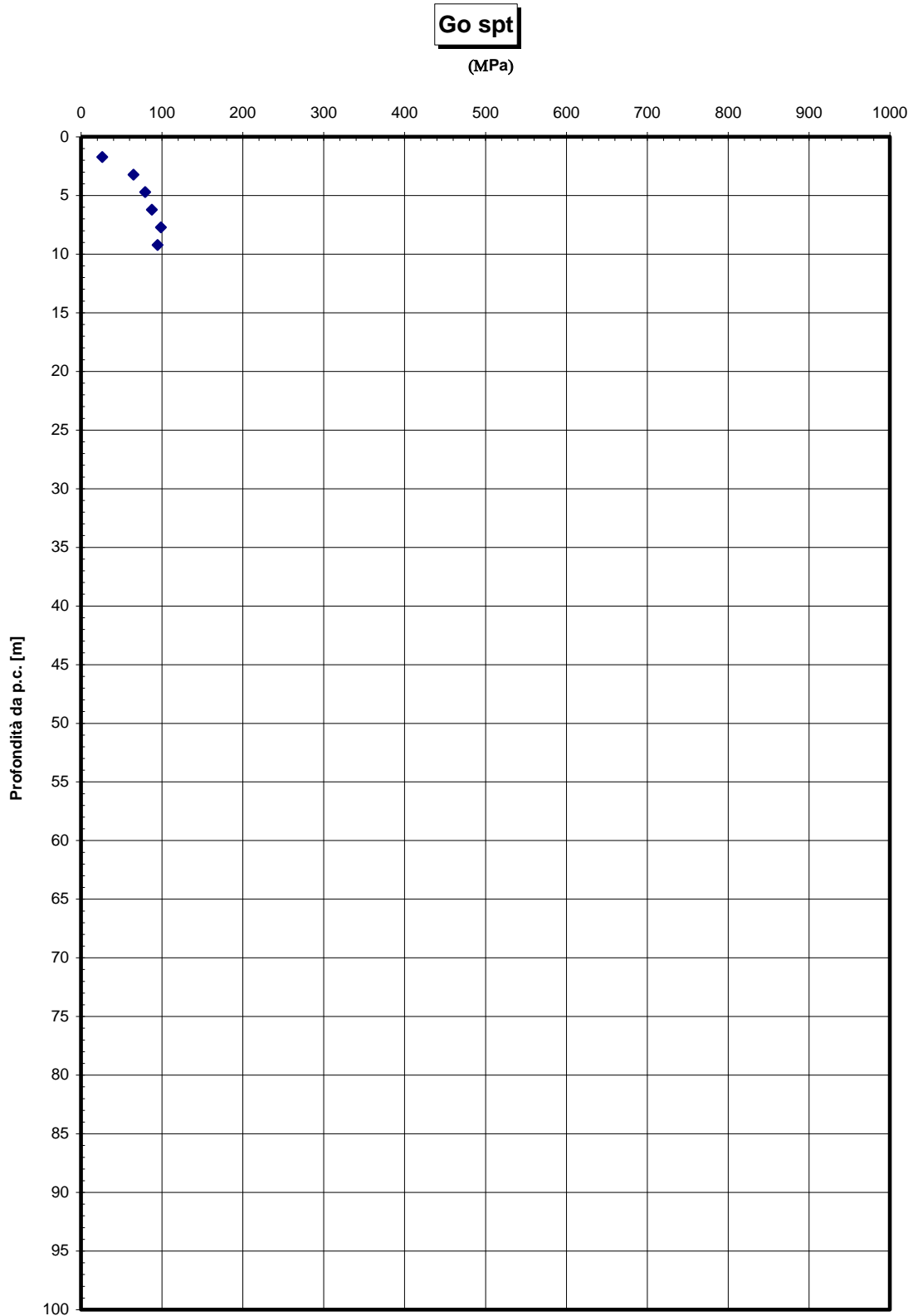
Dr sabbie



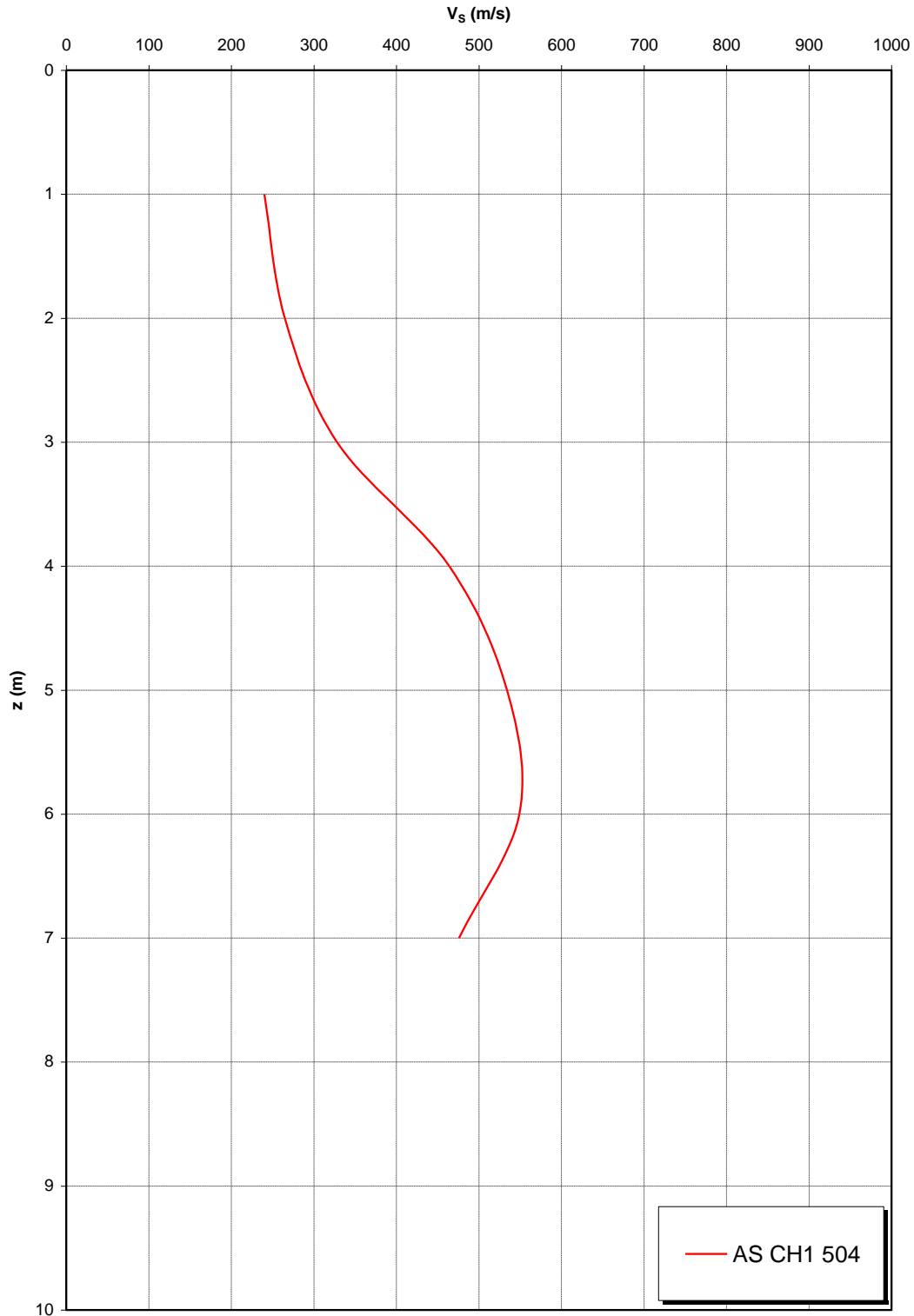


eo

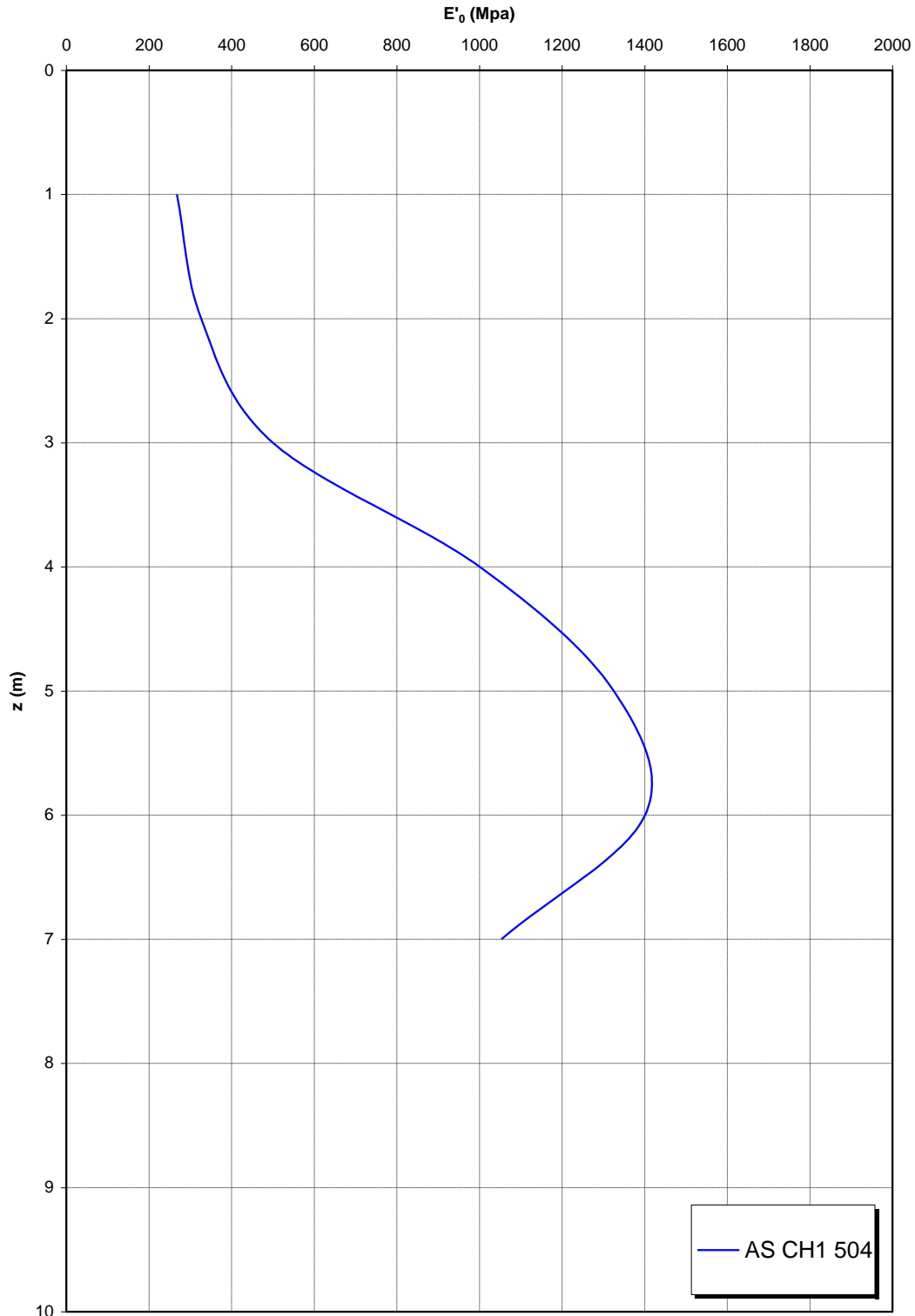




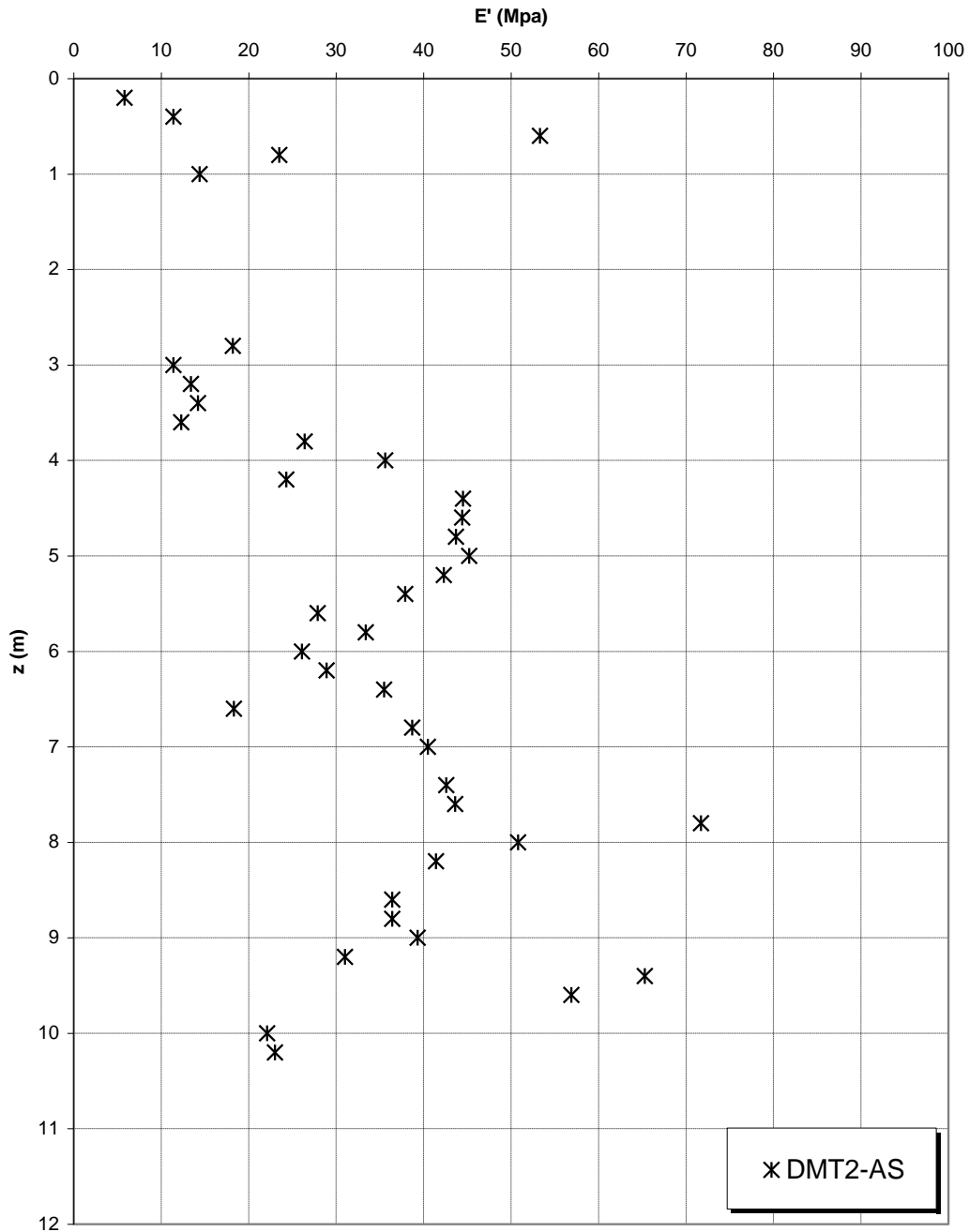
**Prove sismiche
DEPOSITI TERRAZZATI MARINI**





**Prove sismiche
DEPOSITI TERRAZZATI MARINI**



**Prove dilatometriche
DEPOSITI TERRAZZATI MARINI**



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

11.4 CURCURACI – CABINA FARO LATO ME

11.4.1 Descrizione delle litologie prevalenti

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.

La falda non risulta interferente con le opere come si evince dagli elaborati di geotecnica generale, di cui al capitolo 11.1.1 della presente relazione.

11.4.2 Caratterizzazione geotecnica

Per i criteri e per gli aspetti generali di caratterizzazione si rimanda a quanto riportato nella relazione Elab. CG0800PRBDCSBC8G000000001. Per la definizione delle categorie di suolo si rimanda al medesimo elaborato ed alla relazione sismica di riferimento.

11.4.2.1 Indagini utilizzate


Data l'esiguità delle prove localmente presenti (S415, S416), 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 SPSS02 e SPSS03 (campagna del 2002), S415, S416, S417 e S418 (campagna del 2010).

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

Le prove localmente utilizzate nella caratterizzazione sono:

- Prove di laboratorio per la determinazione delle caratteristiche fisiche (sondaggio S417)
- Prove granulometriche (sondaggi S417, SPSS02 e SPSS03)
- Prove SPT (sondaggi S415, S416, S417, S418, SPSS02, SPSS03)
- 1 prova Cross Hole (sondaggio S418)

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- 1 prova sismica a rifrazione locale (SRD3)
- 5 prove pressiometriche (sondaggi S417, S418)
- 4 prove Le Franc (sondaggi S417 e S418)

11.4.2.2 Caratterizzazione 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	40-80	39-42	33-35	0.4-0.45
>15	50-60	39-40	33-35	0.45

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

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

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

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

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

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

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

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

11.4.2.3 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

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

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

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

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

11.4.3 Stratigrafia di progetto

Di seguito si riporta la stratigrafia di progetto ottenuta sulla base dei profili Geologico-Geotecnici e i parametri geotecnici caratteristici assunti nei calcoli.

Materiale	Profondità [m]	γ_n [kN/m ³]	c'_k [kPa]	ϕ'_k [°]	E' [MPa]
Depositi alluvionali	0-6m	18.5	0	38	30
Sabbie e ghiaie di Messina	-	18	0	38	$(15-36) z^{0.62}$

TABELLA 37: STRATIGRAFIA DI PROGETTO E PARAMETRI CARATTERISTICI DEI MATERIALI.

dove:

γ_n = peso di volume naturale

c' = coesione drenata

ϕ' = angolo di attrito efficace

E' = modulo elastico per medie-grandi deformazioni

La falda non risulta interferente con le opere come si evince dagli elaborati di geotecnica generale, di cui al capitolo 11.1.1 della presente relazione.

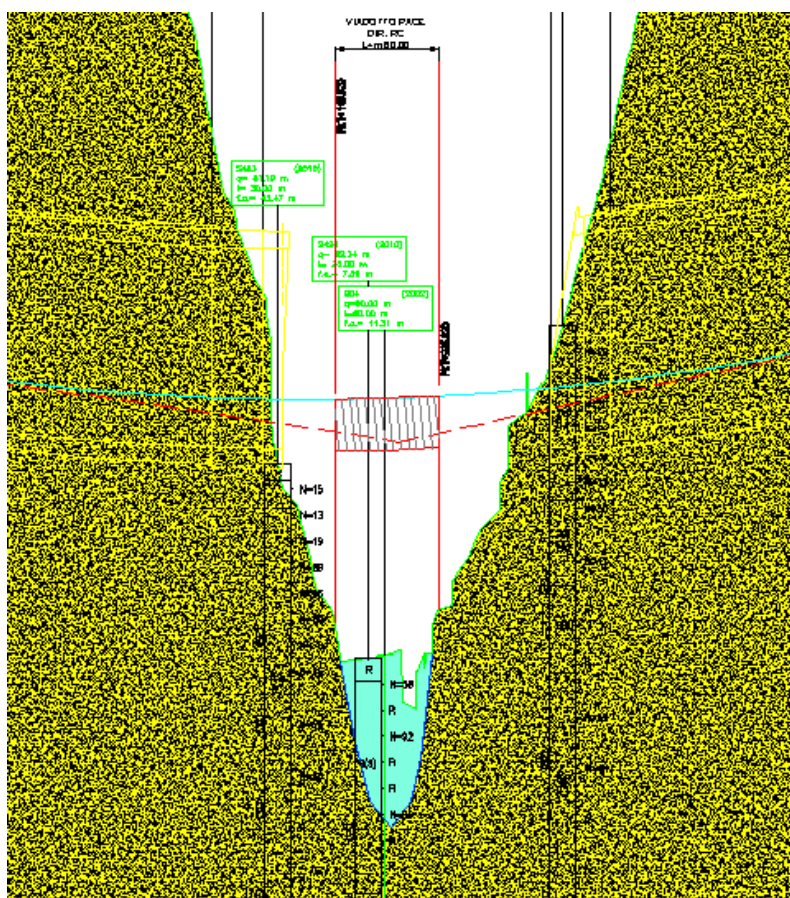
		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><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						


11.5 PACE – CABINA LE FOSSE LATO RC



11.5.1 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL LUOGO

Per le verifiche geotecniche si fa riferimento al profilo geotecnico presente nell'elaborato grafico denominato CG0800PFZDSSBC8G000000006 di cui si riporta uno stralcio di seguito; si sono per tanto considerati sedimenti fluviali e costieri e ghiaie di Messina.

La falda, analizzando i dati esistenti sui piezometri posizionati nelle vicinanze ed osservando i profili geotecnici, risulta assente, come si evince dagli elaborati di geotecnica generale, di cui al capitolo 11.1.1 della presente relazione.



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

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

11.5.1.1 Descrizione delle litologie

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

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

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

In questi rilievi la ghiaia si presenta più o meno debolmente cementata e molto addensata. Lo scheletro si presenta costituito da ghiaie e ciottoli eterometrici arrotondati ed appiattiti.

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

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

La falda non risulta interferente con le opere come si evince dagli elaborati di geotecnica generale, di cui al capitolo 11.1.1 della presente relazione.

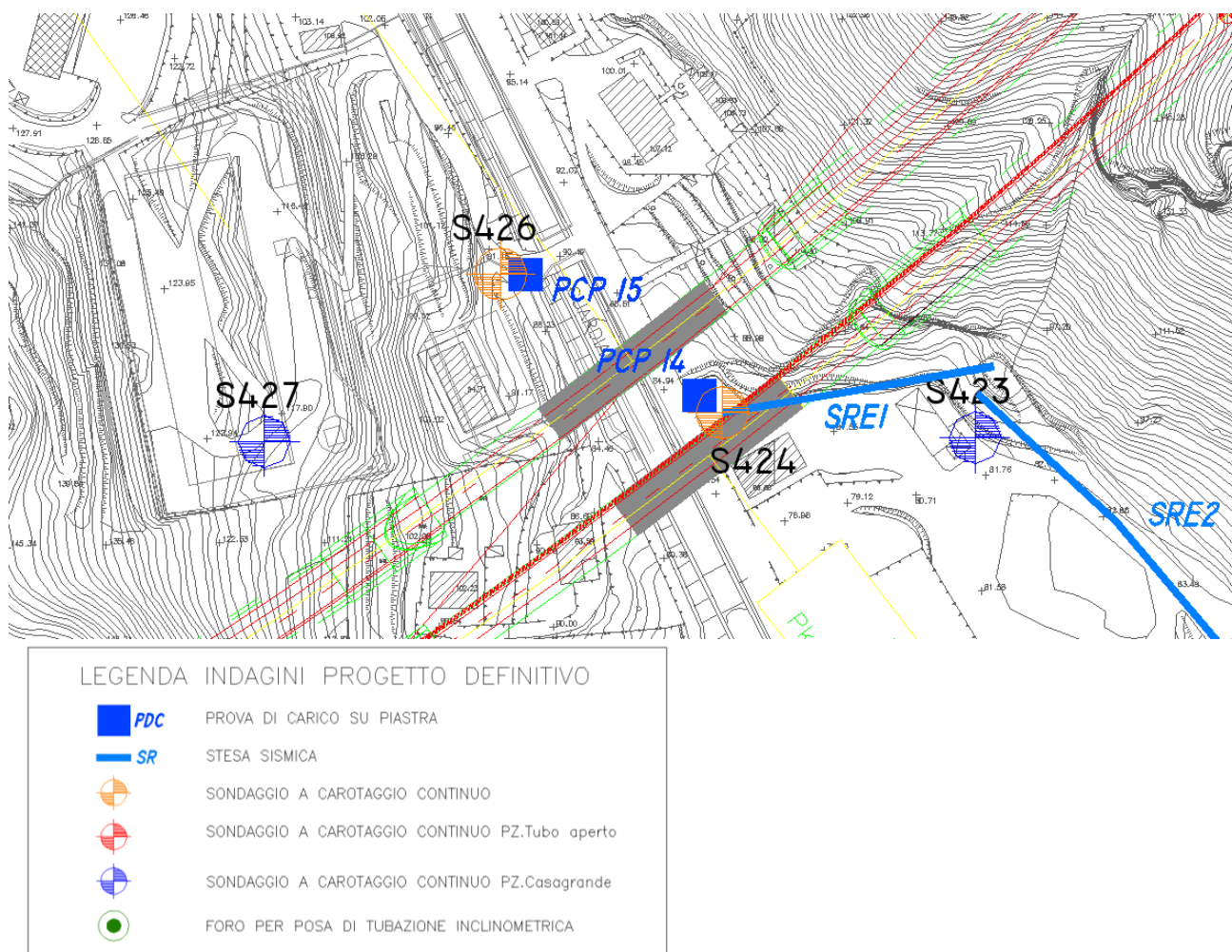
11.5.1.2 Indagini eseguite

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

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

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

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



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

Le prove localmente utilizzate nella caratterizzazione sono:

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

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

11.5.1.3 Caratterizzazione geotecnica

Sabbie e Ghiaie di Messina

Per i criteri e per gli aspetti generali di caratterizzazione si rimanda a quanto riportato nella relazione Elab. CG0800PRBDSSBC8G000000001A. Per la definizione delle categorie di suolo si rimanda al medesimo elaborato ed alla relazione sismica di riferimento.

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

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

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

- **Dr**: I valori di N_{spt} sono stati corretti con il fattore correttivo $C_{sg}=0.75$ corrispondente al $d_{50}=1\text{mm}$.
- **e_o** : a partire dal d_{50} stimato si ottiene di $e_{max}-e_{min}$ pari a circa 0.3, non dissimile dai valori reperibili in letteratura ($0.17 < e_{max}-e_{min} < 0.29$). Stimando per e_{max} un valore pari a 0.8 a partire dai valori di Dr è stato possibile determinare i valori di e_o in sito. Il valore di e_o determinato in funzione di z risulta mediamente pari a 0.5.
- **γ_d** : in base a tali valori di e_o e da γ_s si può stimare $\gamma_d = 17-19\text{KN/m}^3$
- **K_0** : si considera la relazione di Mesri (1989) per tenere conto degli effetti di "aging".

Dr(%) Sabbie e ghiaie	ϕ'_p (pff=0.272KPa) (°)	ϕ'_{cv} (°)	K_0
40-65	38-40	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 SPPS04, S424 e S426.

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

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

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

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

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

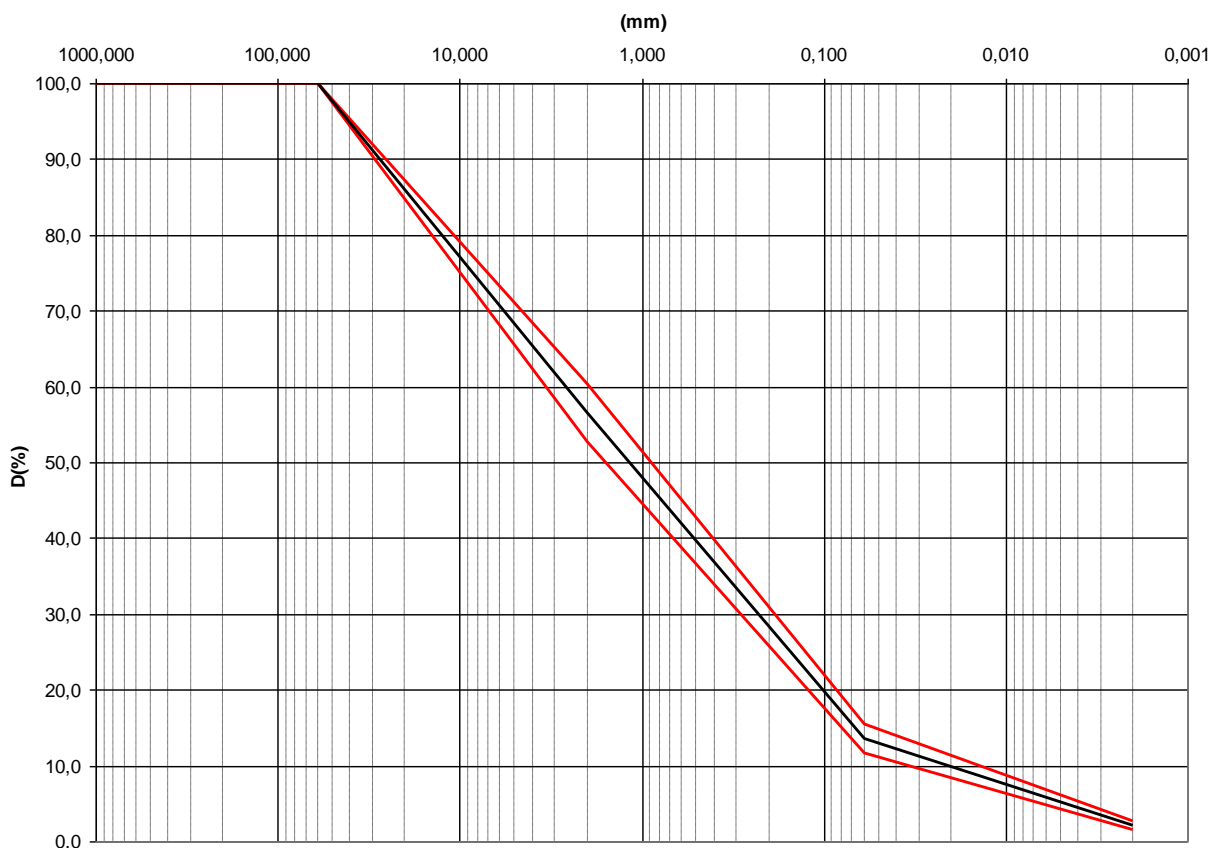
$$E = (16 \div 42) z^{0.6}$$

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

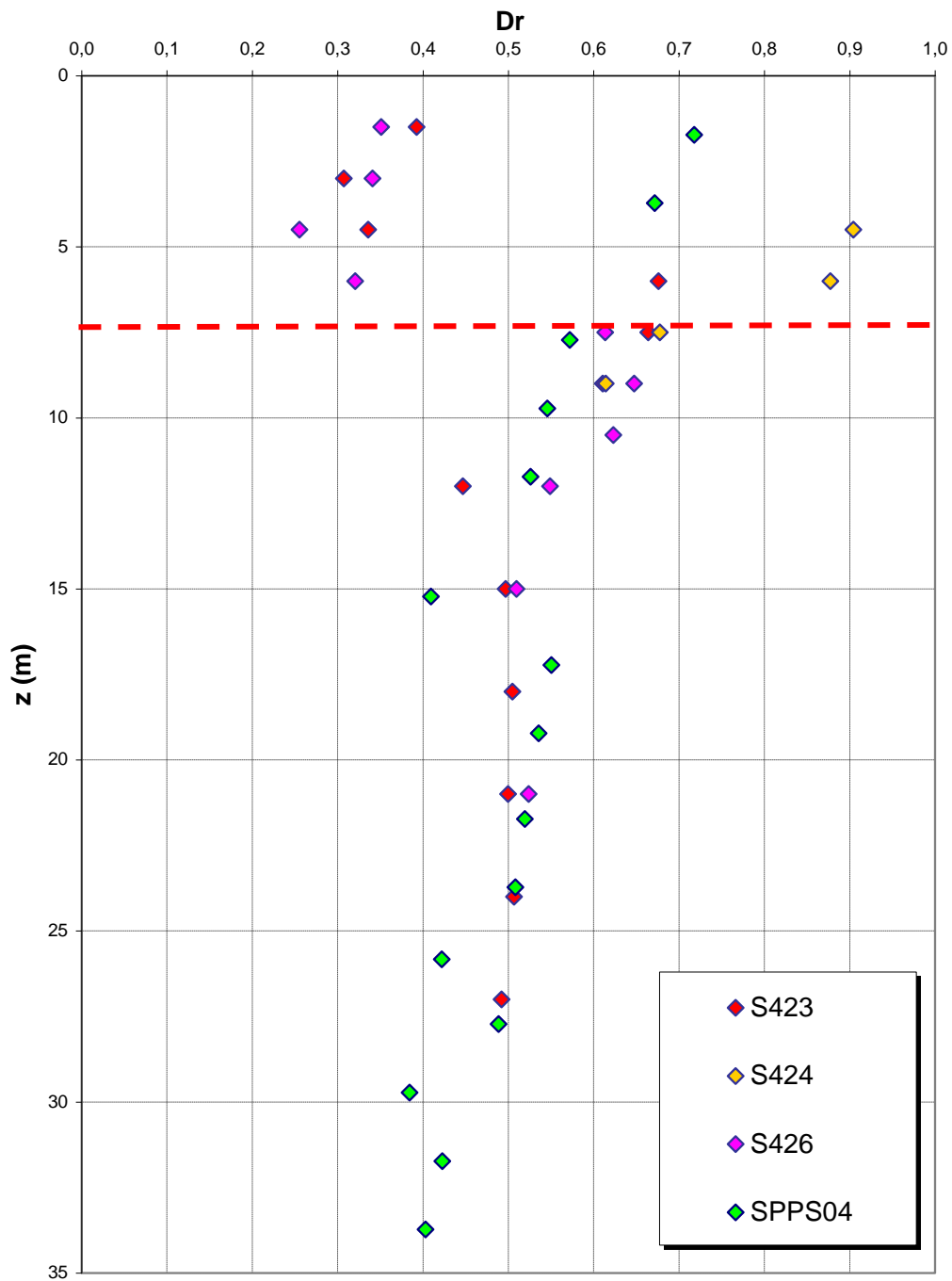
Le 4 prove pressiometriche (nei sondaggi S424 e S426), che forniscono valori del ramo di scarico-ricarico, mostrano valori di E' più elevati (400-1000MPa) tra 15m e 25m.

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

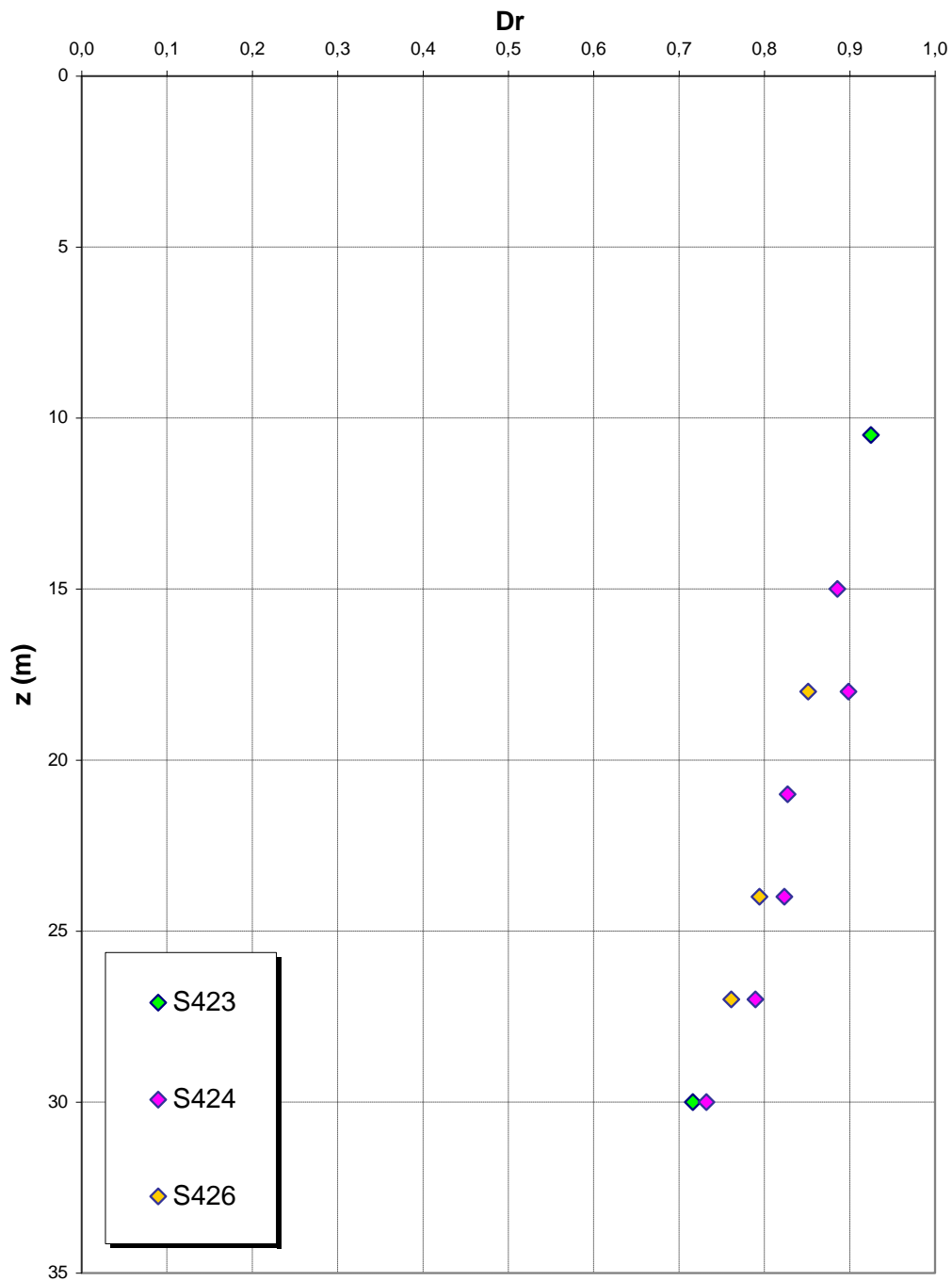
Sabbie e ghiaie di Messina



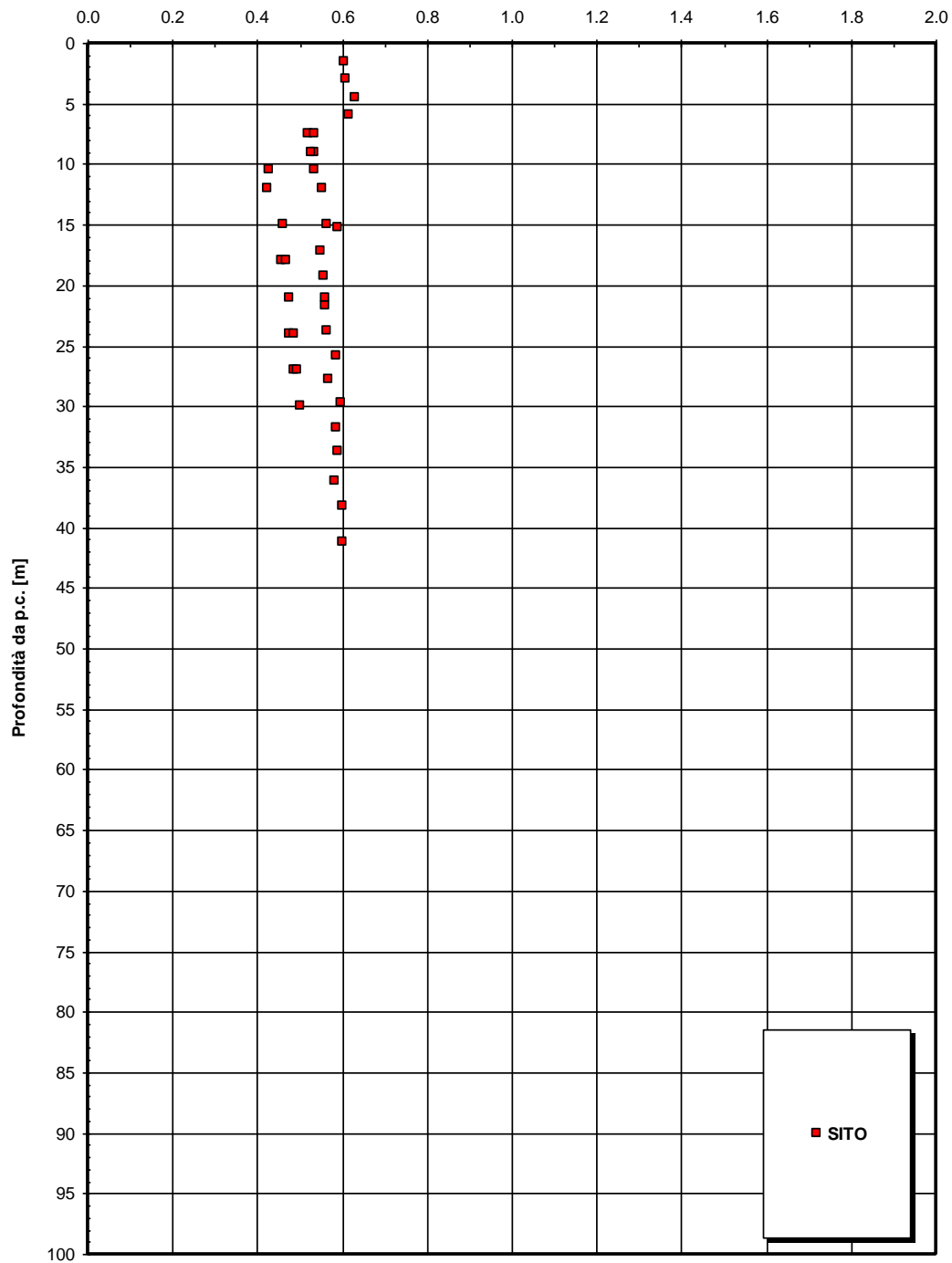
**Dr Cubrinovski e Ishihahara (1999)
Componente ghiaiosa e sabbiosa
SABBIE E GHIAIE DI MESSINA**

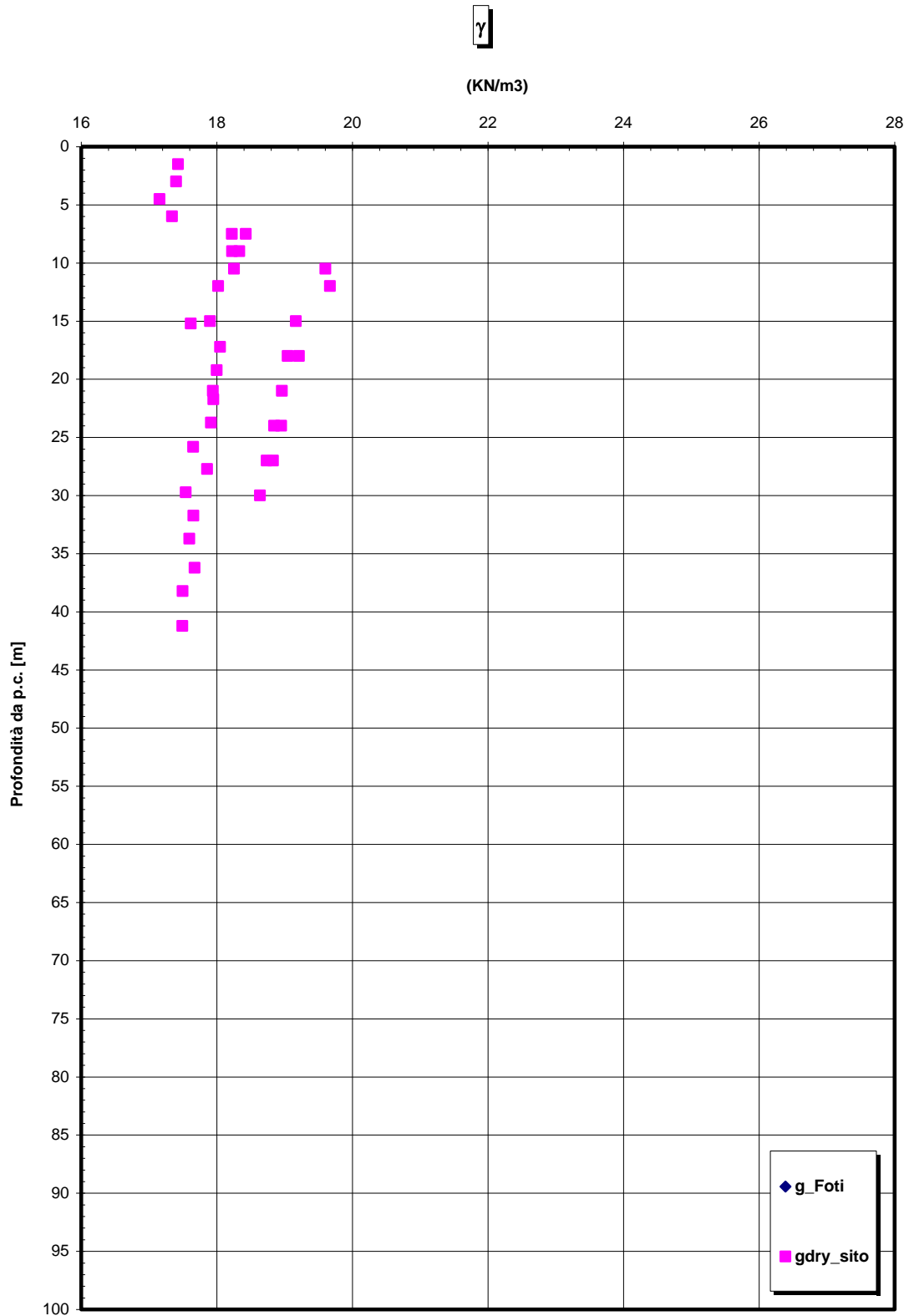


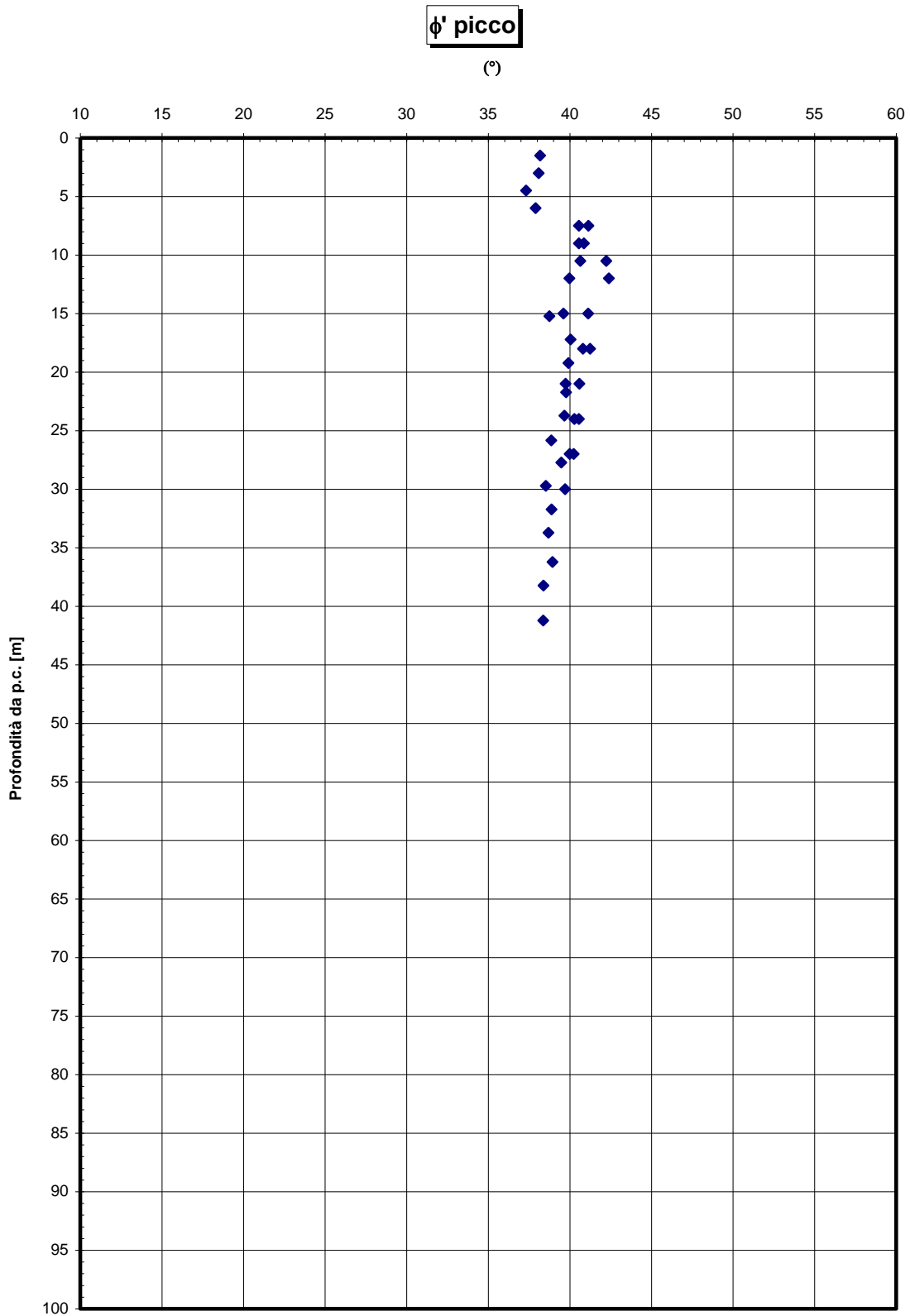
**Dr Skempton (1986)
Componente sabbiosa prevalente
SABBIE E GHIAIE DI MESSINA**

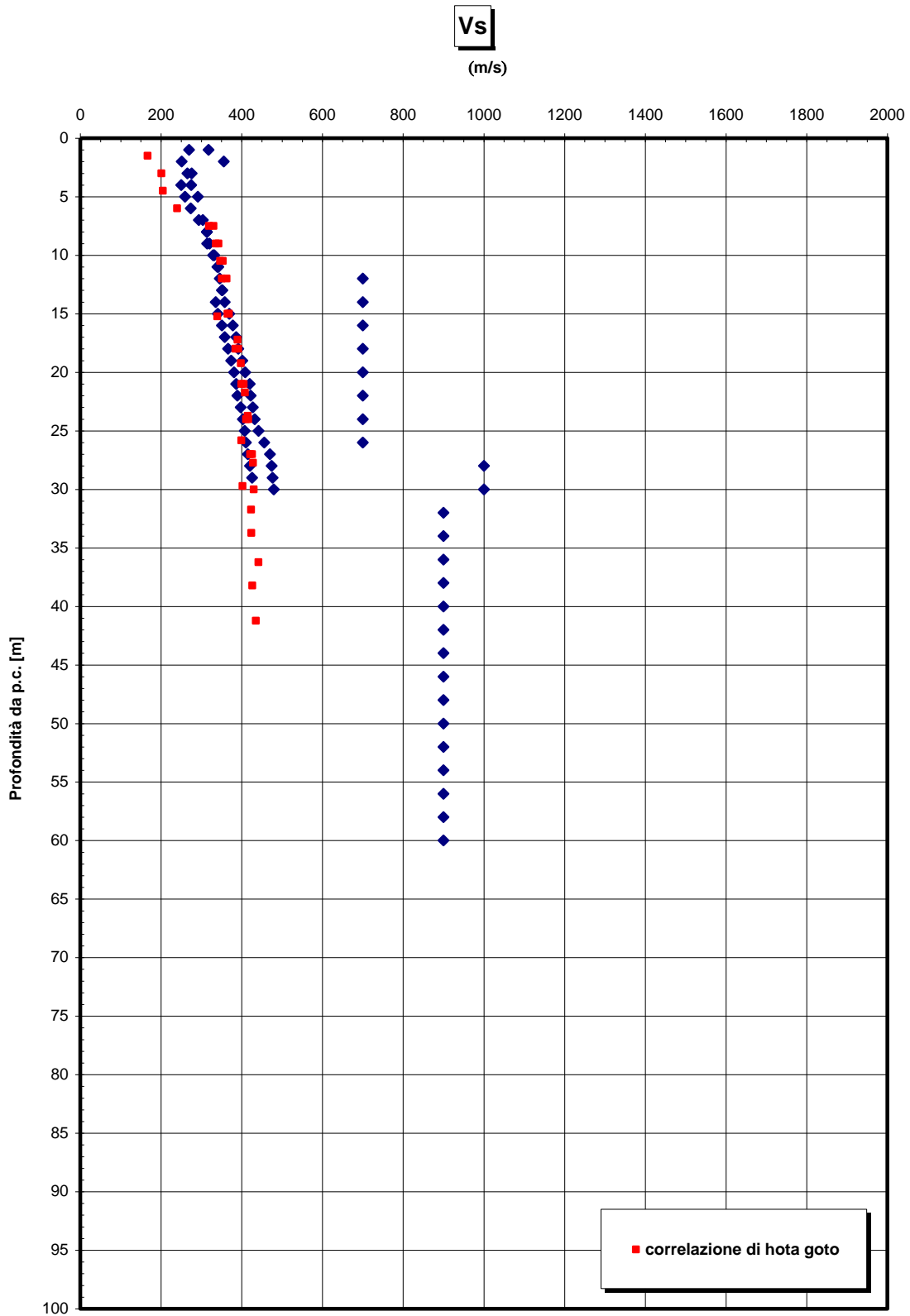


eo

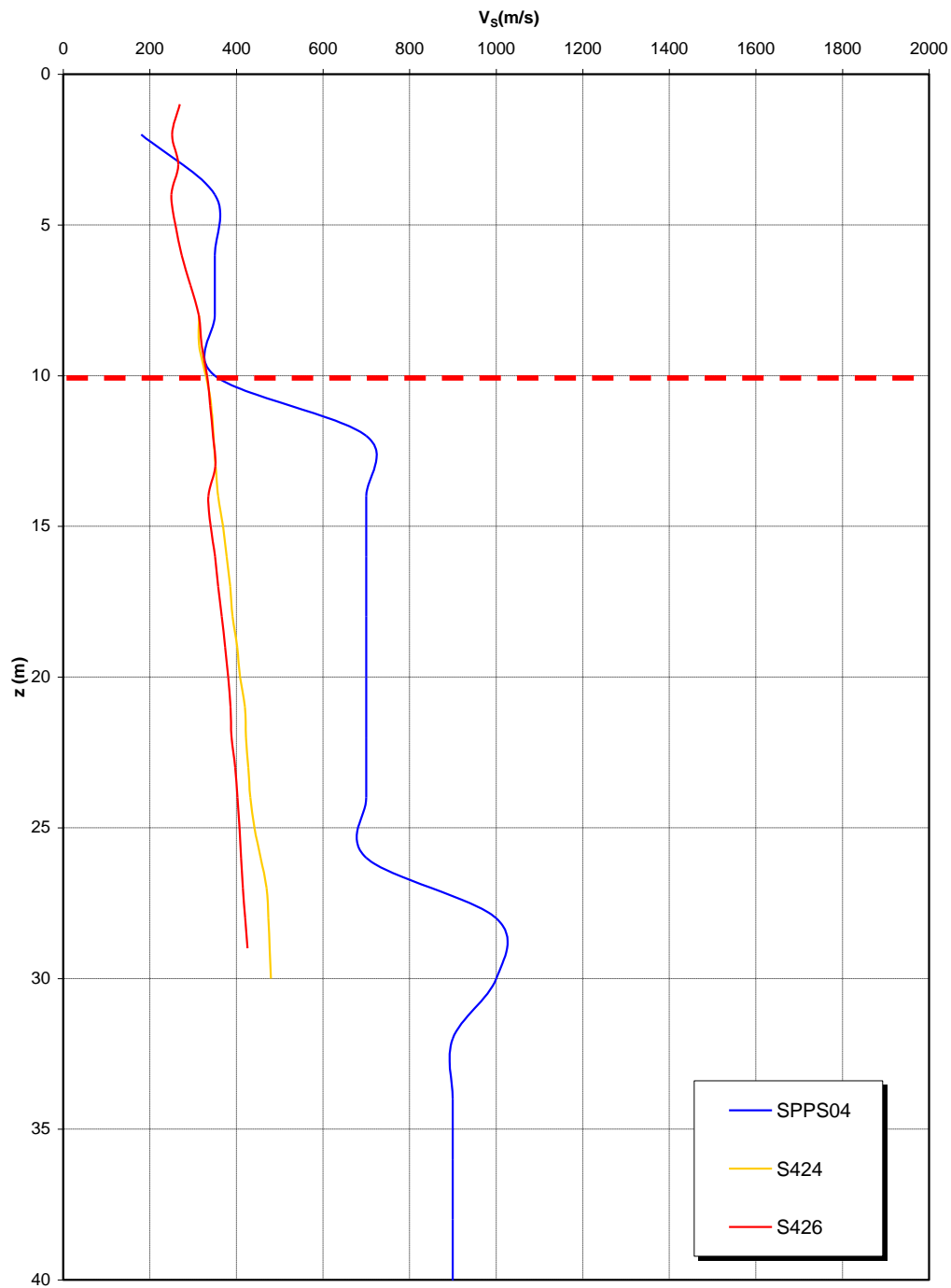


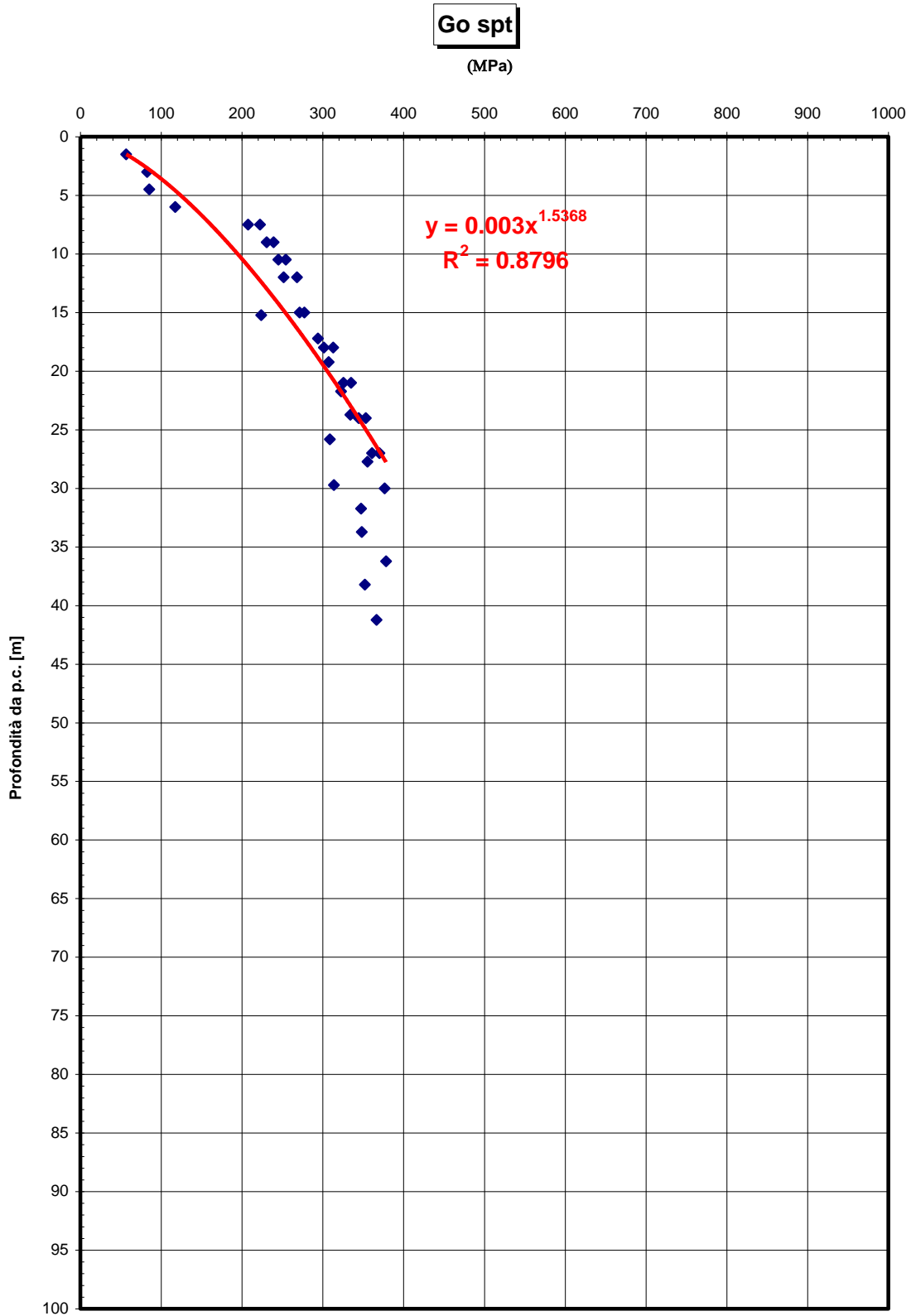




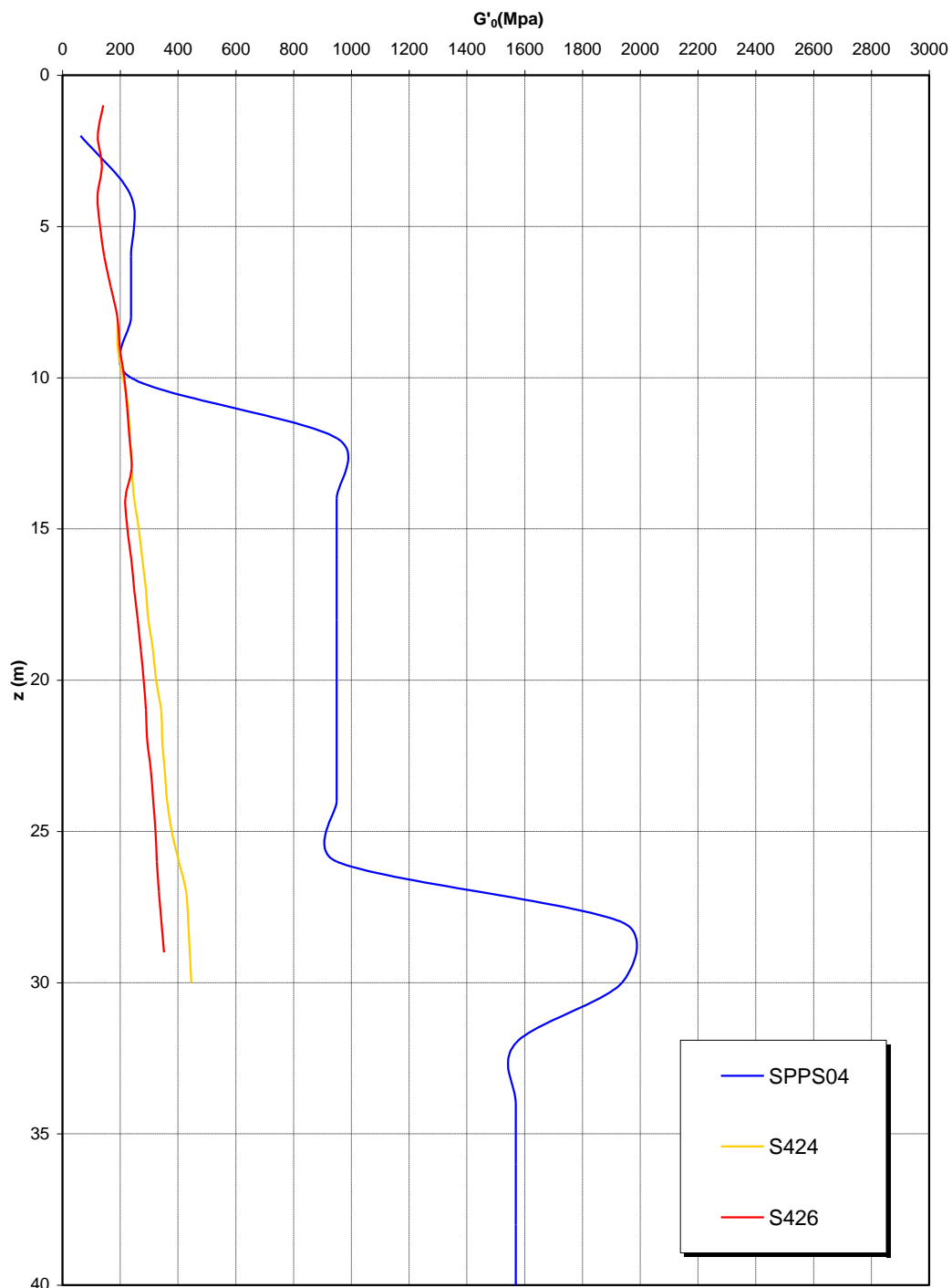


**Prove sismiche
SABBIE E GHIAIE DI MESSINA**



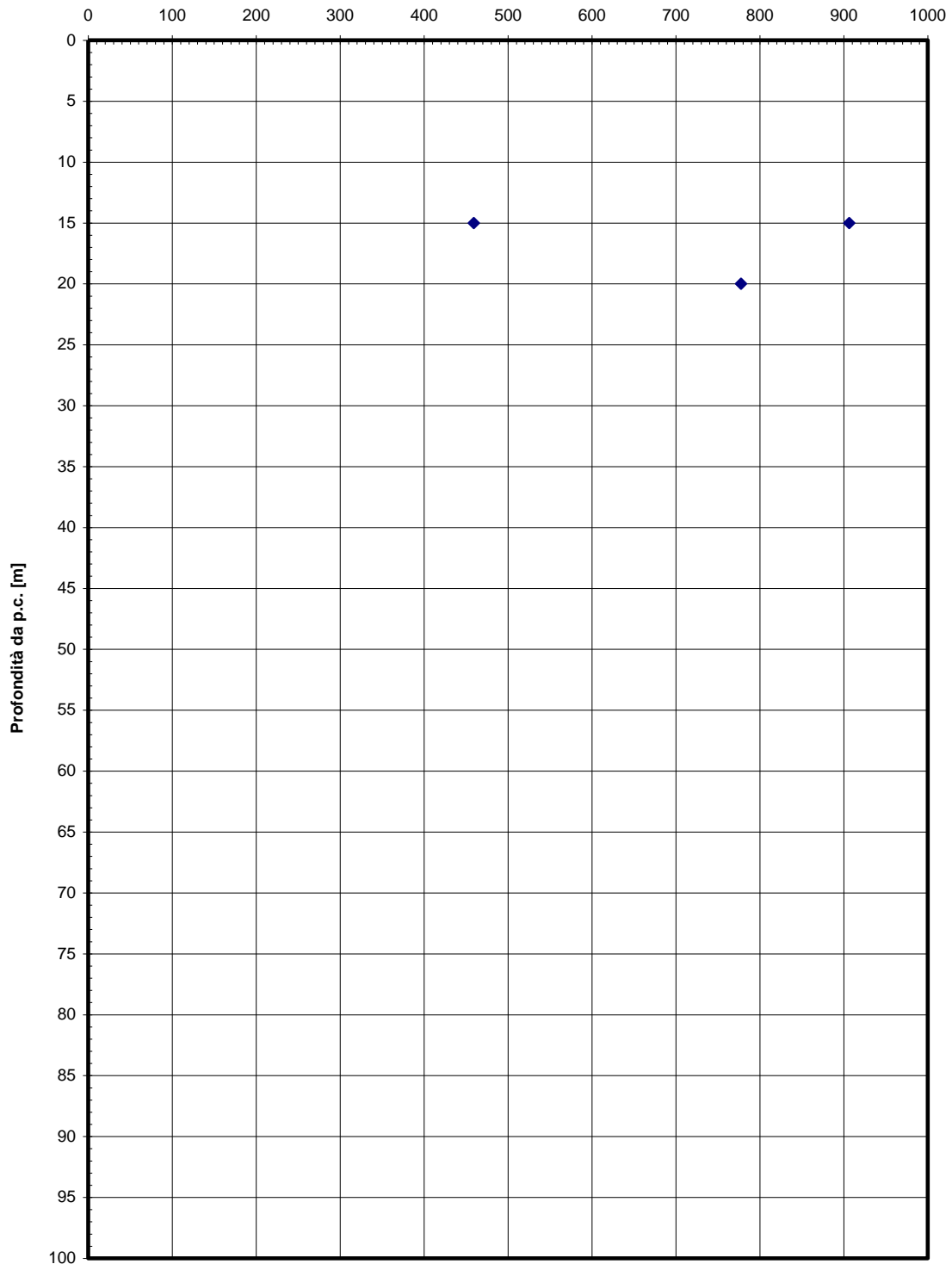


**Prove sismiche
SABBIE E GHIAIE DI MESSINA**

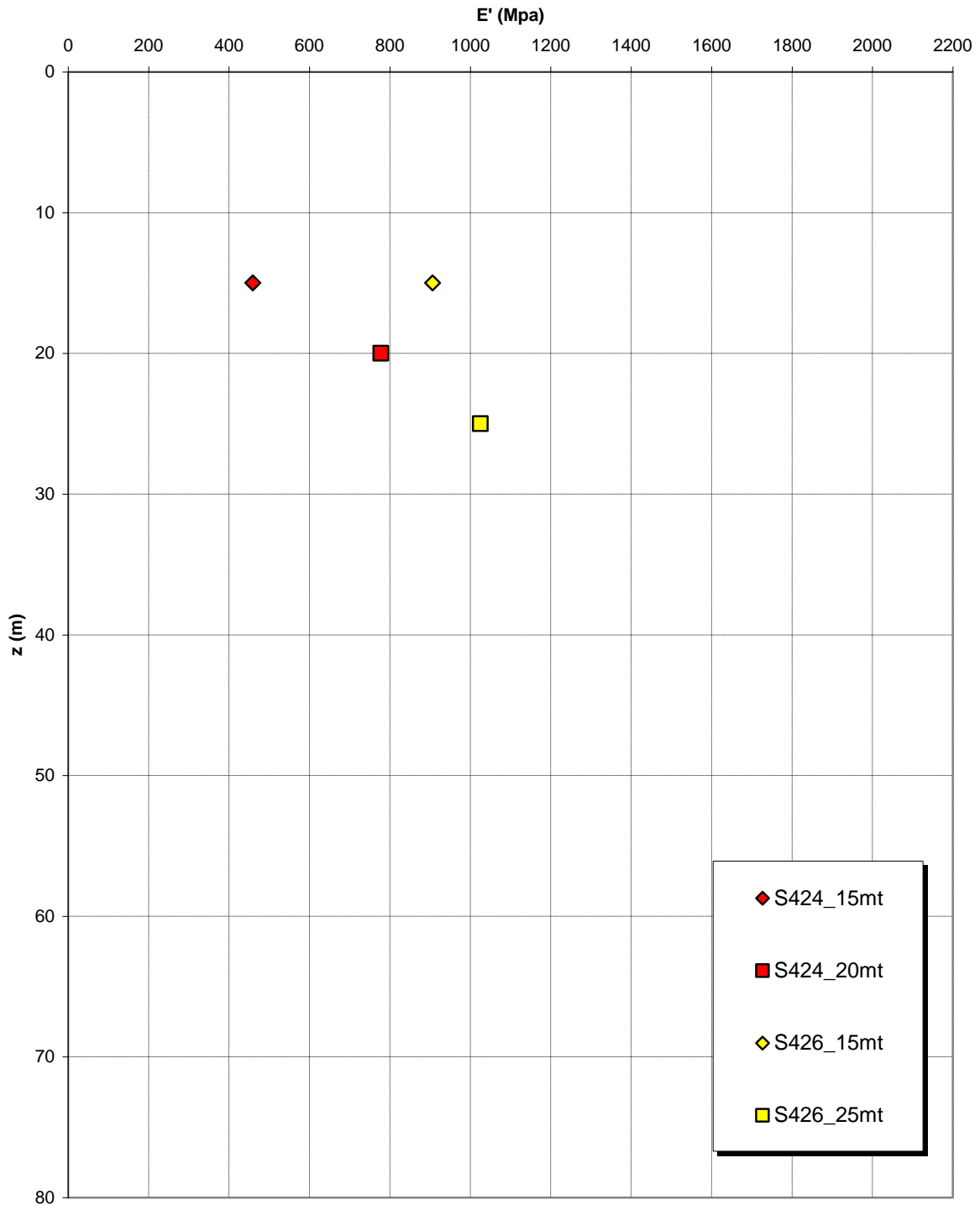


Estat press

(MPa)

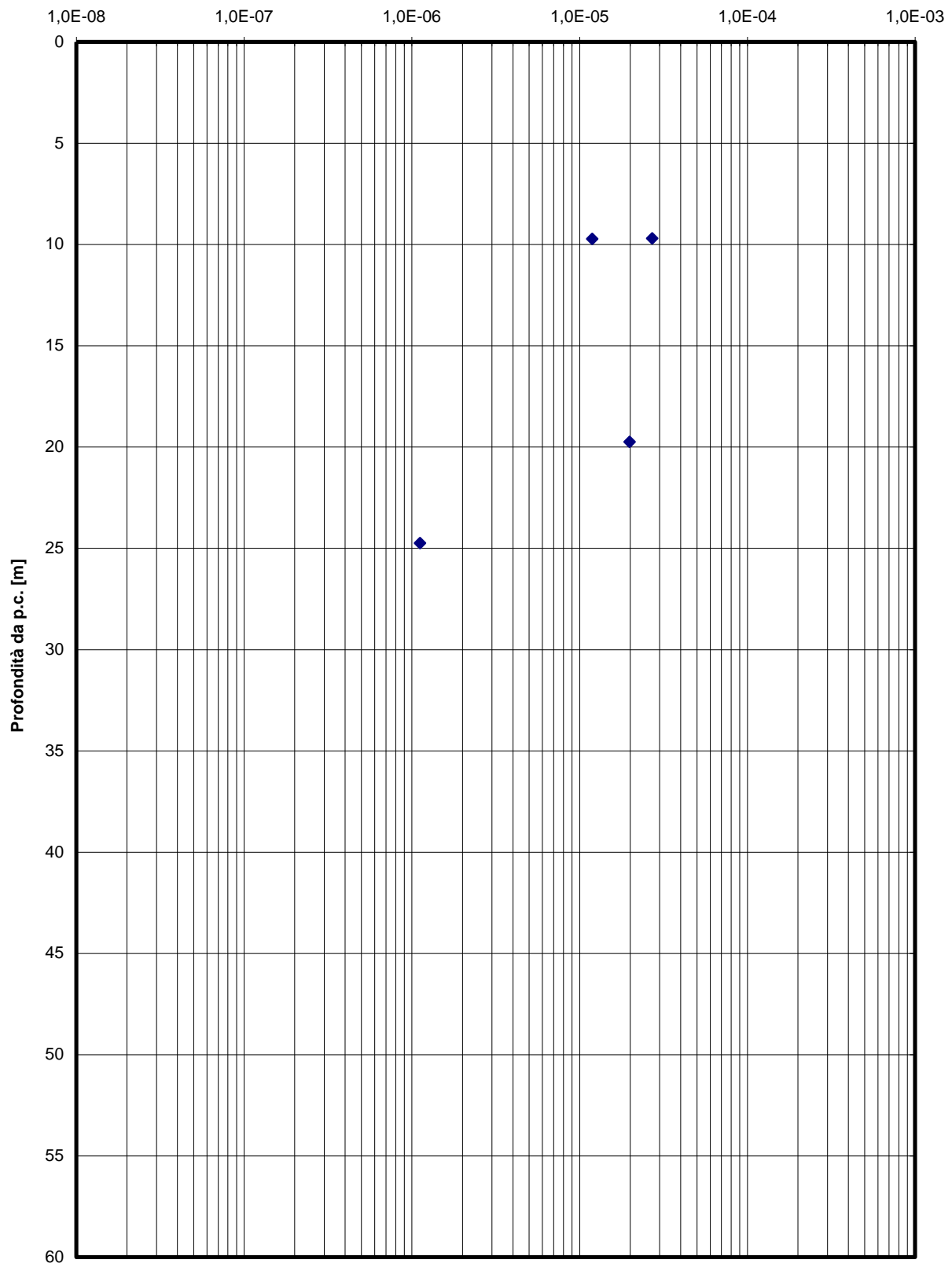



**Prove pressiometriche
SABBIE E GHIAIE DI MESSINA**



K

m/s



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Depositi alluvionali

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

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

Il valore di D_{50} è pari a 0.8mm

Il valore di D_{60} è pari a 2 mm

Il valore di D_{10} è pari a 0.01 mm

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

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

- **Dr:** I valori di N_{spt} sono stati corretti con il fattore correttivo $C_{sg}=0.75$ corrispondente al $d_{50}=0.8$ mm,
- **e_o :** a partire dal d_{50} stimato si ottiene di $e_{max}-e_{min}$ pari a 0.3 stimando per e_{max} un valore pari a 0.7 a partire dai valori di Dr è stato possibile determinare i valori di e_o in sito. Si ottiene il valore di e_o pari a 0.4-0.6.
- **γ_d :** si ottiene un pari a 17-19 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
0-15	50-70	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 S04 in cui si le velocità misurate risultano molto più grandi di quelle deducibili dalle correlazioni da SPT.

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

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

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

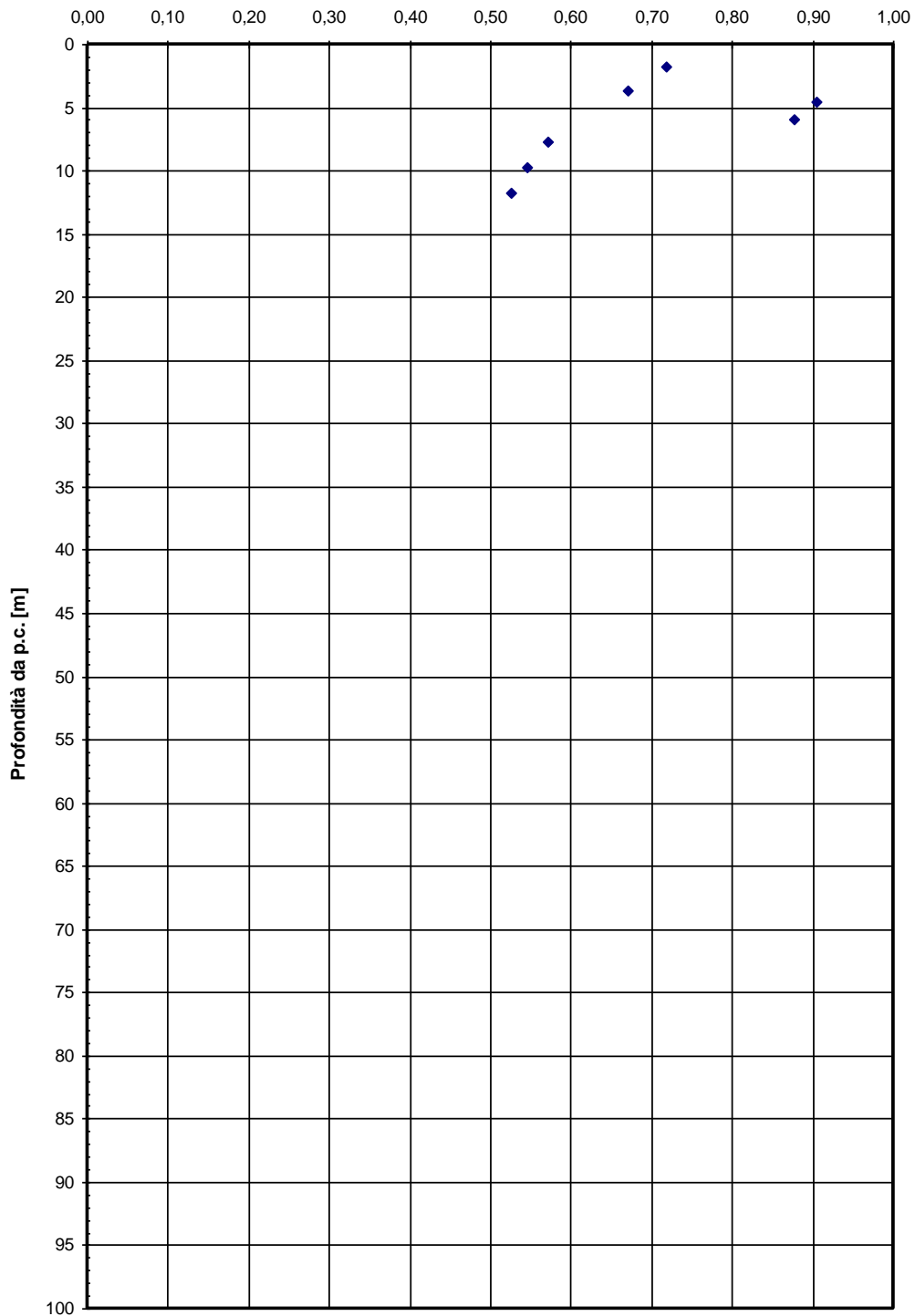
$G_0 = 100 \div 200$ MPa (5-15m)

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

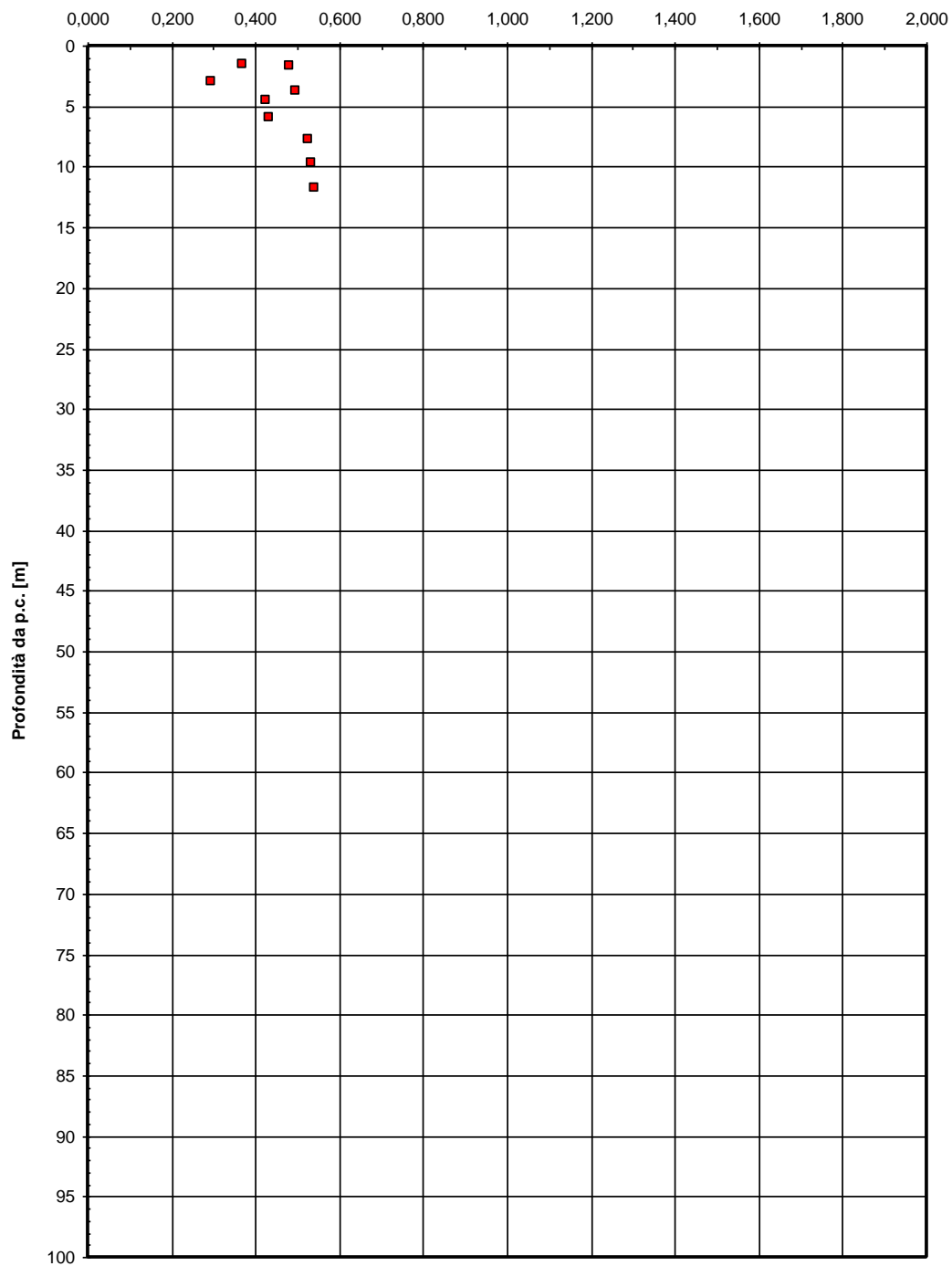
$E = 32 \div 80 / 65 \div 160$ MPa (5-15m)

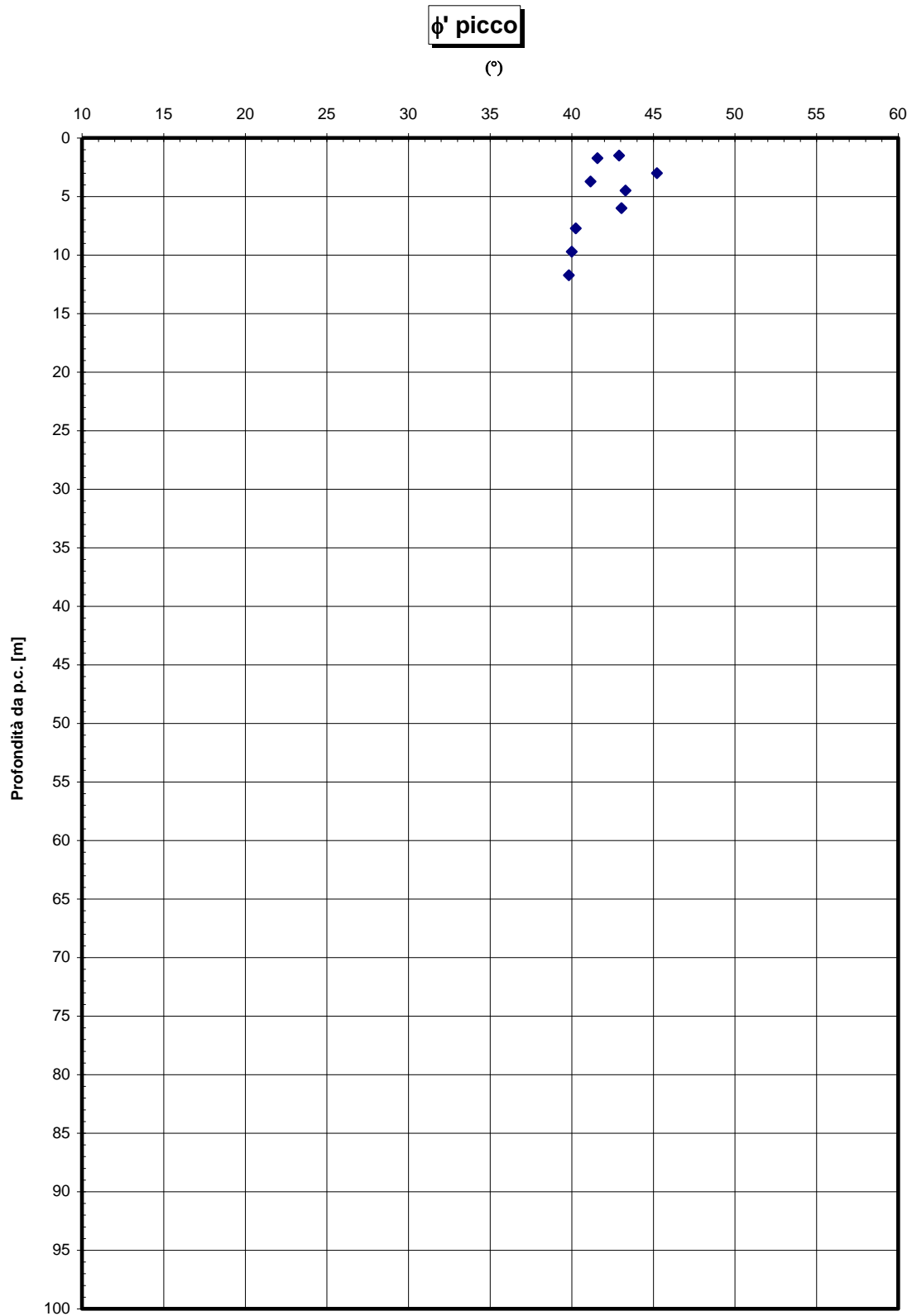
quest' ultimo range è relativo rispettivamente ad $1/10 \div 1/5 E_0$ ed ad $1/3 E_0$ corrispondenti rispettivamente a medie- grandi deformazioni ed a piccole deformazioni.

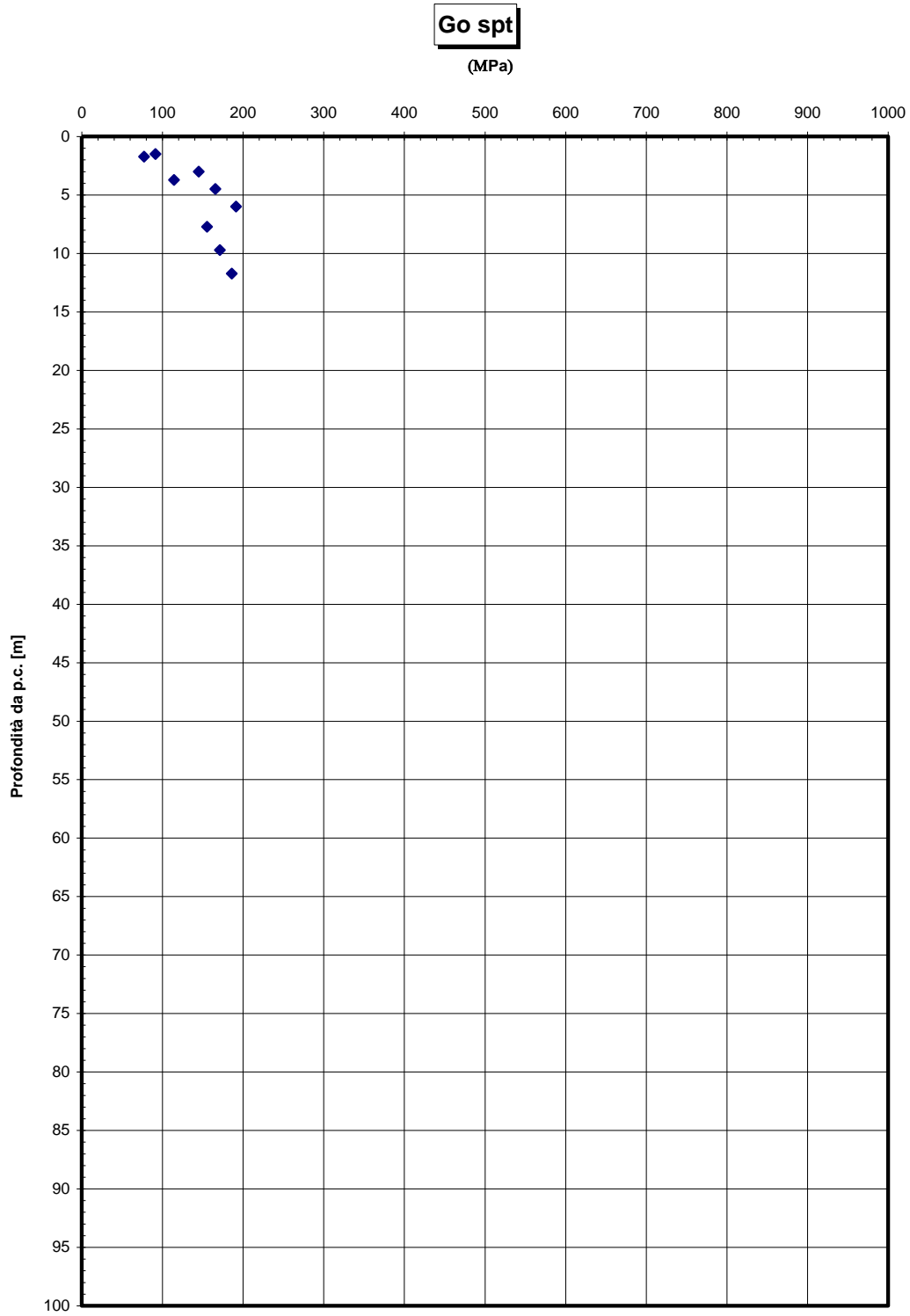
Dr sabbie e ghiaie

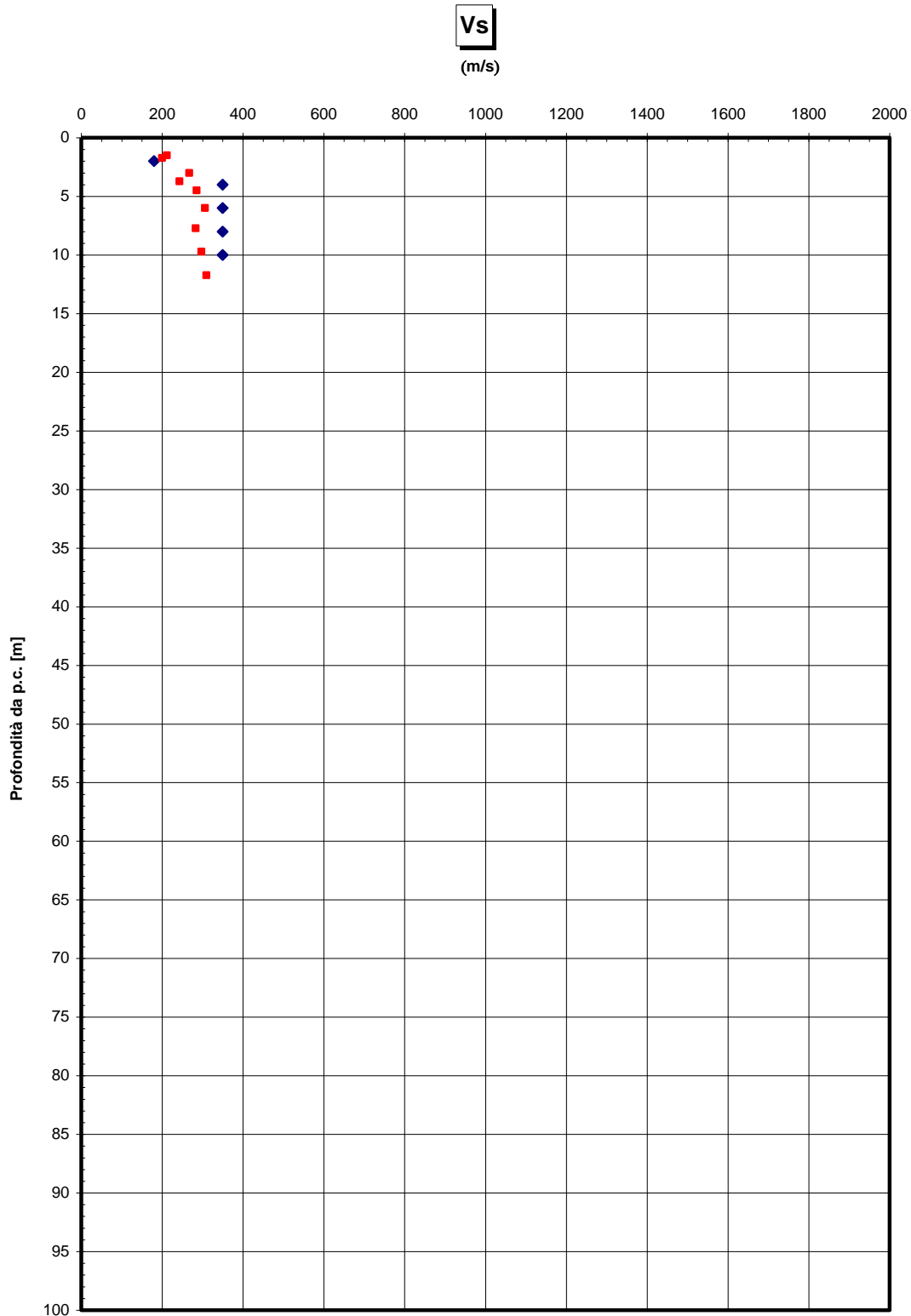


eo









		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

11.5.1.4 Parametri principali assunti

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


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

TABELLA 38 – PARAMETRI GEOTECNICI UTILIZZATI

* valore cautelativo

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

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

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

11.6 ANNUNZIATA – CABINA LE FOSSE LATO ME

11.6.1 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL LUOGO

Descrizione delle litologie prevalenti

Le litologie prevalenti sono costituite dalla formazione dei Depositi alluvionali e del San Pier Niceto (sia argilloso che conglomeratico)

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 formazione del San Pier Niceto è costituita essenzialmente da due facies distinte, una basale conglomeratica ed arenacea e l'altra superiore di natura prevalentemente argillosa.

Alla base il conglomerato è costituito da grossi ciottoli poligenici arrotondati e ghiaie di colore marrone-avana in una matrice arenacea rossastra con sabbia sempre più fine man mano che ci si sposta verso l'alto. Nella parte superiore assume l'aspetto di un ammasso roccioso che affiora estesamente in banchi.

Superiormente la porzione arenacea lascia il posto a strati limo argillosi di potenza metrica.

La falda risulta presente nei depositi alluvionali a quota assoluta 150 m s.l.m., come si evince dagli elaborati di geotecnica generale, di cui al capitolo 11.1.1 della presente relazione.

Indagini previste

I sondaggi di riferimento per la presente tratta sono S430, S431, S432, S435, S436, S437, S441, I2, I3 (campagna del 2010), S07, S08 (campagna del 2002).

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

La categoria di suolo sismico, secondo N.T.C: 2008, risulta pari a **C** (sismica a rifrazione S432-SR15 e PR18 SR, S441), come si evince dalle tabelle e figure in Allegato.

Le prove utilizzate nella caratterizzazione sono:

Depositi alluvionali

- prove SPT (S437)*
- prove sismiche a rifrazione (S432-SR11)
- prove di laboratorio per la determinazione delle granulometrie e delle caratteristiche fisiche (S430, S431, S436, S437)

* S432 non è stato considerato rappresentativo per la parametrizzazione dei depositi alluvionali in quanto lontano dall'opera in esame.

San Pier Niceto argilloso


Le prove utilizzate nella caratterizzazione sono:

- prove pressiometriche (S432, S454)
- prove dilatometriche (S459bis, S453)
- prove sismiche a rifrazione (SR11)
- prove di laboratorio per la determinazione dei parametri di resistenza (S457, S465)
- prove di laboratorio per la determinazione dei parametri fisici.

San Pier Niceto Conglomeratico

Le prove utilizzate nella caratterizzazione sono:

- prova sismica a rifrazione (SR11)
- prova down hole (S464)
- prove dilatometriche (S464bis, S443, S456)
- prove di laboratorio per la determinazione delle caratteristiche fisiche e della granulometria (S429bis, S434, S456, S464, S465)

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Caratterizzazione geotecnica

Per i criteri e per gli aspetti generali di caratterizzazione si rimanda a quanto riportato nella relazione Elab. CG0800PRBDCSBC8G000000001. Per la definizione delle categorie di suolo si rimanda al medesimo elaborato ed alla relazione sismica di riferimento.

Depositi alluvionali

Per quanto riguarda le caratteristiche fisiche l'andamento del fuso (campioni dei sondaggi S432,S437,S431,S441,S436) evidenzia che i litotipi corrispondono a materiali a grana grossa (ghiaie 39%), 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.

Per quanto concerne lo stato iniziale ed i parametri di resistenza dalle prove SPT si ha:

- **Dr:** I valori di N_{spt} sono stati corretti con il fattore correttivo $C_{sg}=0.75$ corrispondente al $d_{50}=0.8$ mm.
- **e_0 :** 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_0 in sito; il valore di e_0 è mediamente pari a 0.5-0.6.
- **γ_d :** si ottiene un pari a 17-19 KN/m³
- **K_0 :** si considera la relazione di Jaky.

z(m)	Dr(%)	e_0	K_0	ϕ'_p (pff=0-272KPa) (°)	ϕ'_{cv} (°)
0-10	40-50	0.5-0.6	0.38-0.40	37-38	33

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Per i parametri di deformabilità dalle sismiche a rifrazione (S432-SR11) si ottengono valori di V_s che vanno mediamente da 200 m/s a 300 m/s.

G_0 varia conseguentemente da 80 a 150 Mpa fino a 10-15m di profondità.

I parametri ricavati dalle sismiche a rifrazione possono ritenersi rappresentativi della deformabilità delle lenti limose circoscritte che possono riscontrarsi (S441, S432).

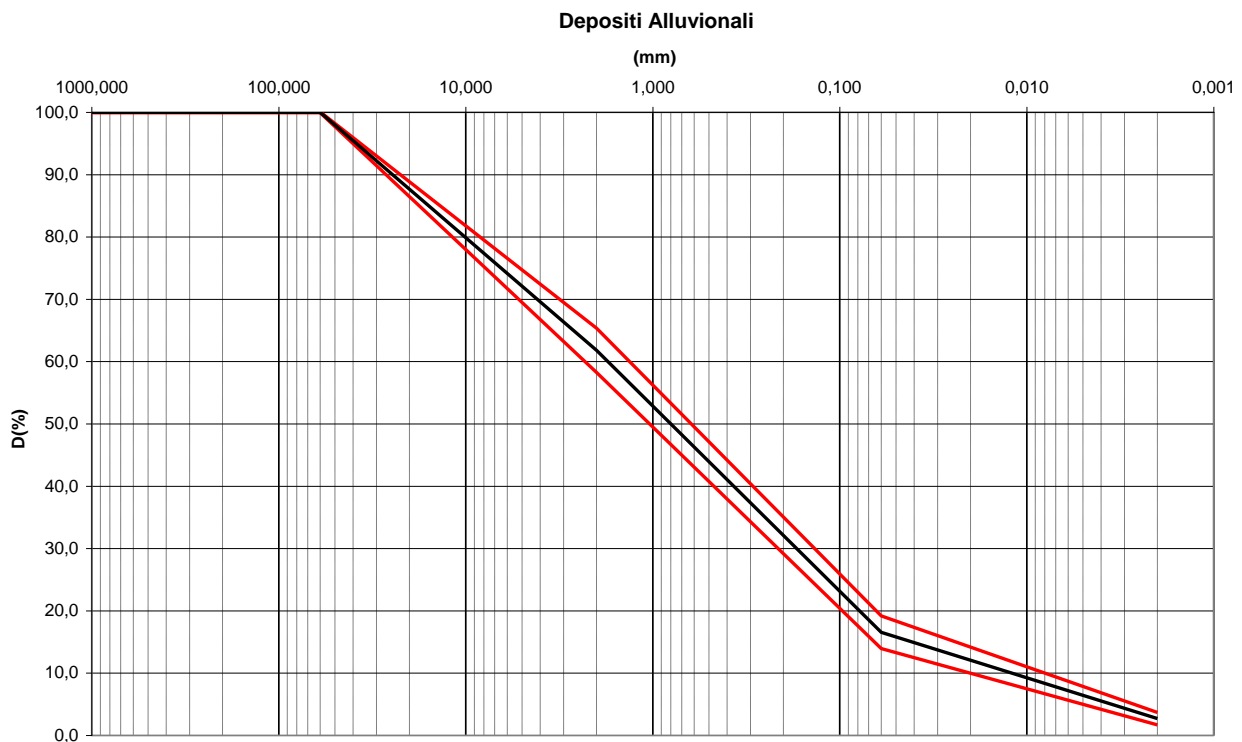
I valori di G_0 da prove SPT hanno un andamento compatibile che, stimato graficamente con una linea di tendenza, risulta pari a:

$$G_o = 34 \cdot (z)^{0.65}$$

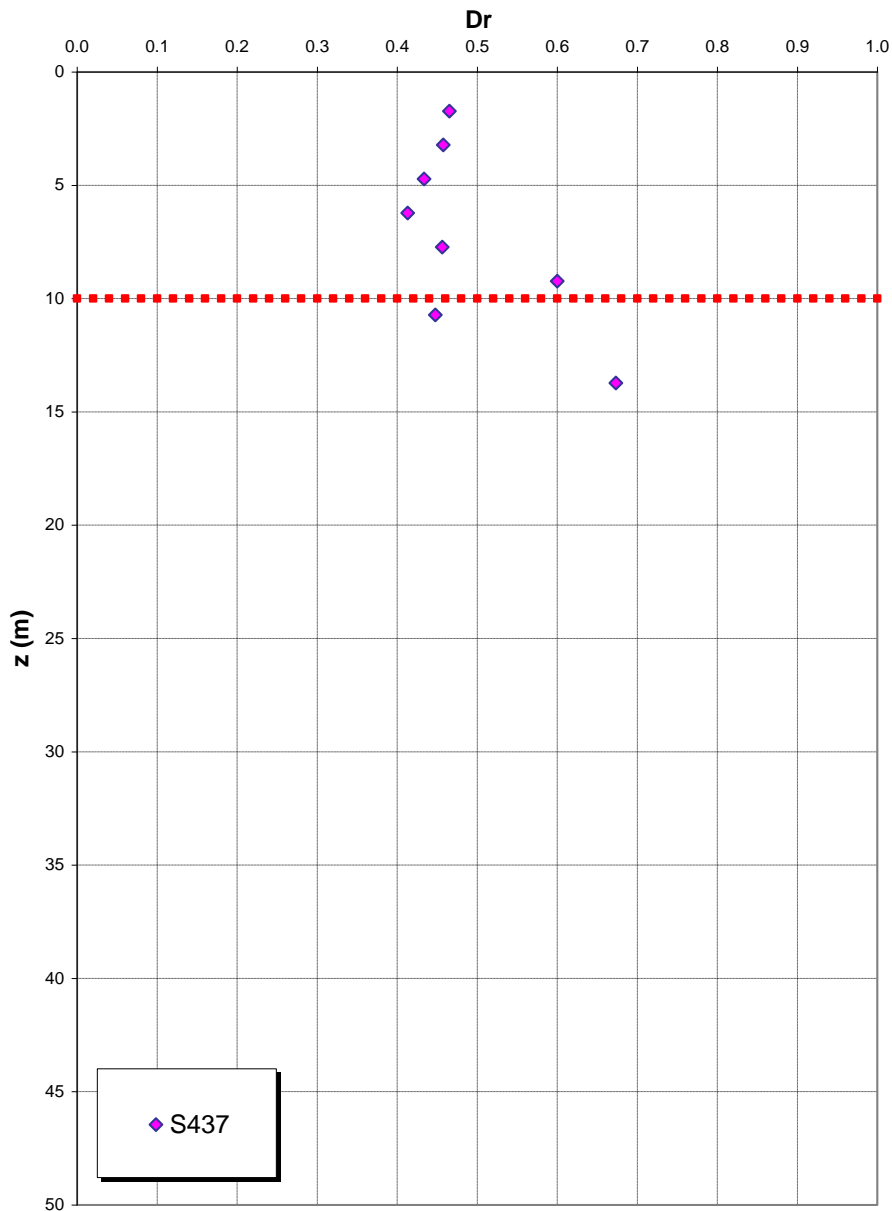
$$E_o = 80 \cdot (z)^{0.65}$$

$$E = (10 \div 25) \cdot (z)^{0.65}$$

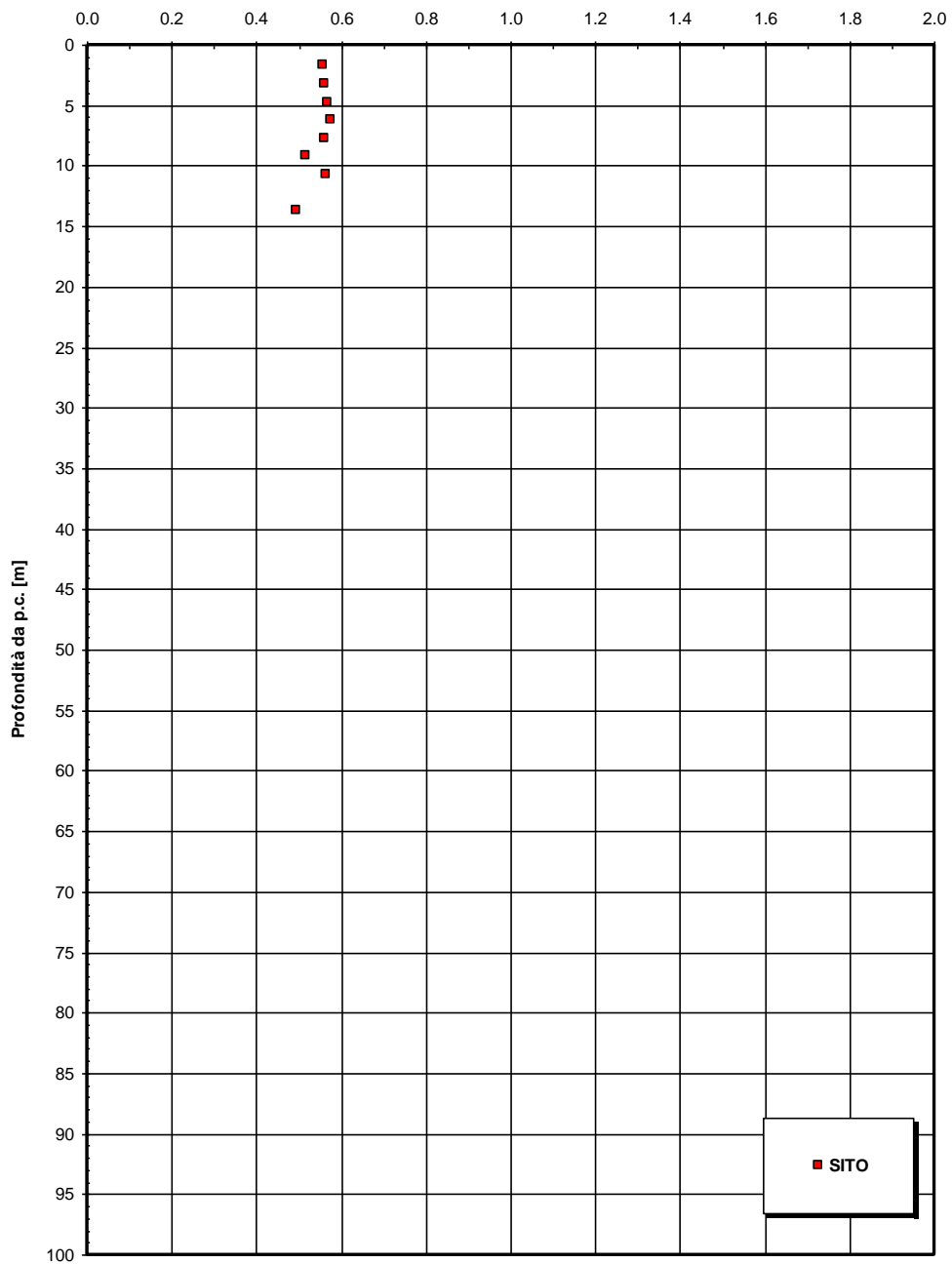
pari rispettivamente a circa $1/10 \div 1/5$ (medio - alte deformazioni) ed ad $1/3$ di quelli iniziali (piccole deformazioni). I valori minimi si riferiscono al progetto delle fondazioni.

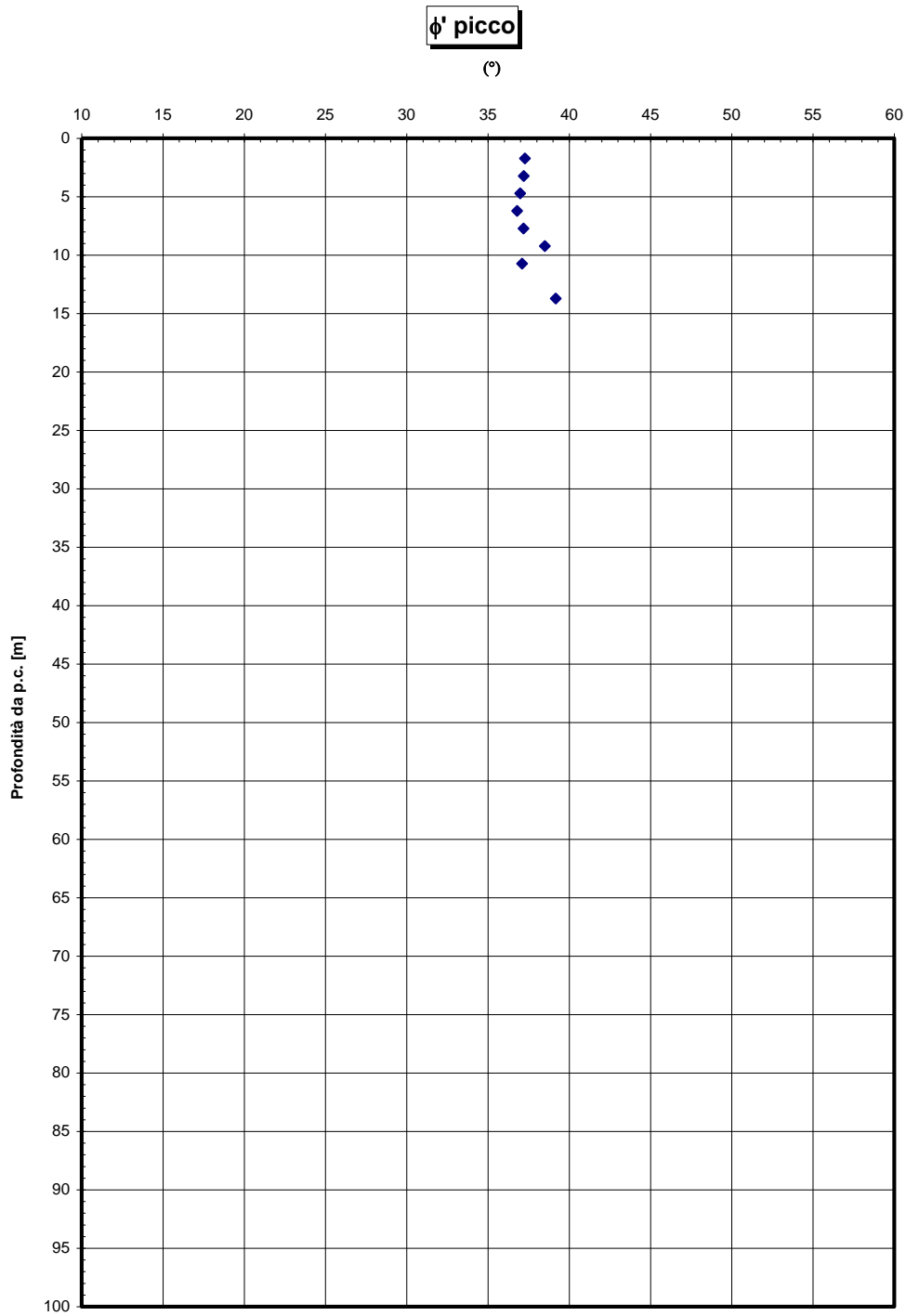


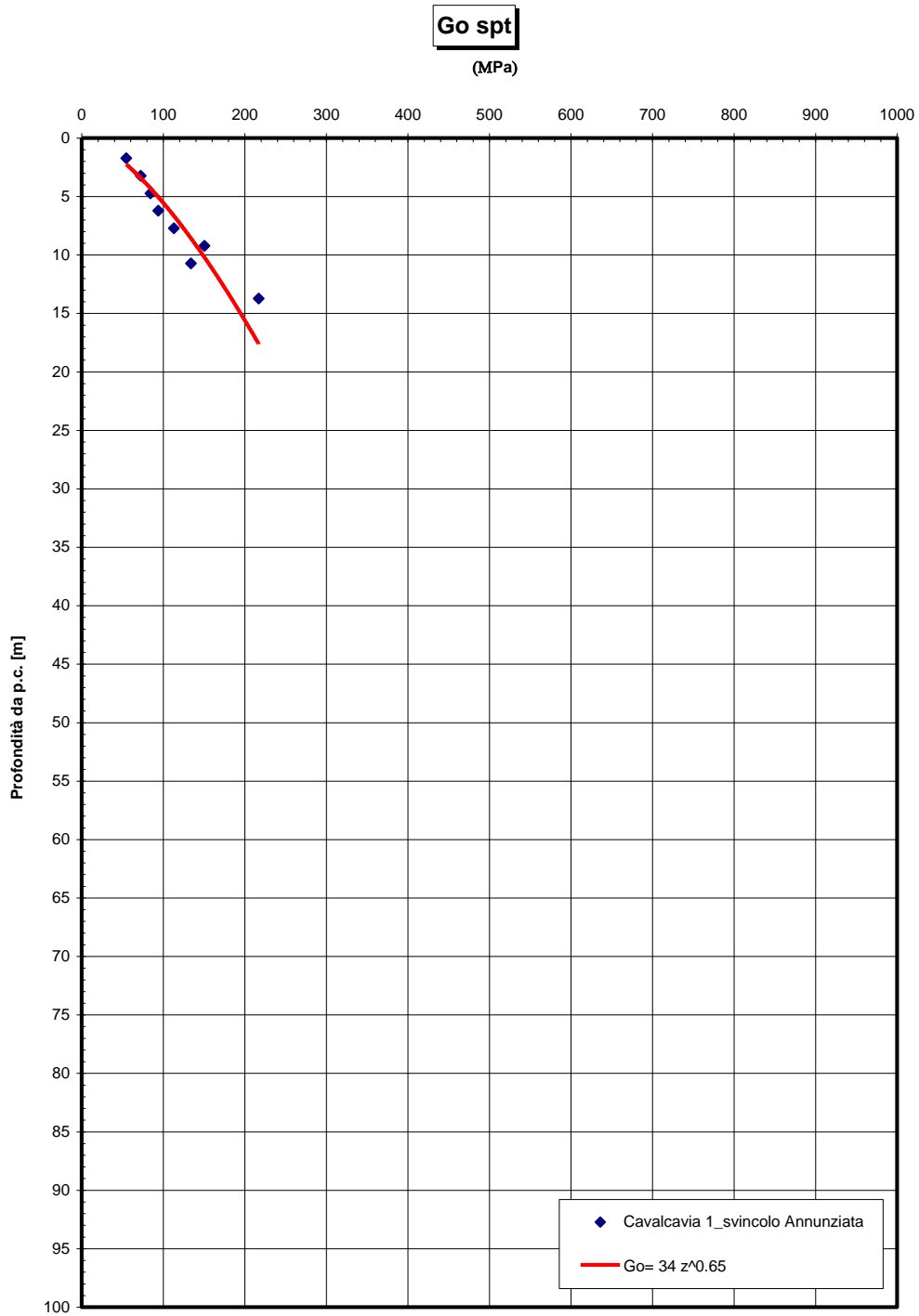
**Dr Skempton (1986)
Componente sabbiosa prevalente
DEPOSITI ALLUVIONALI**



eo



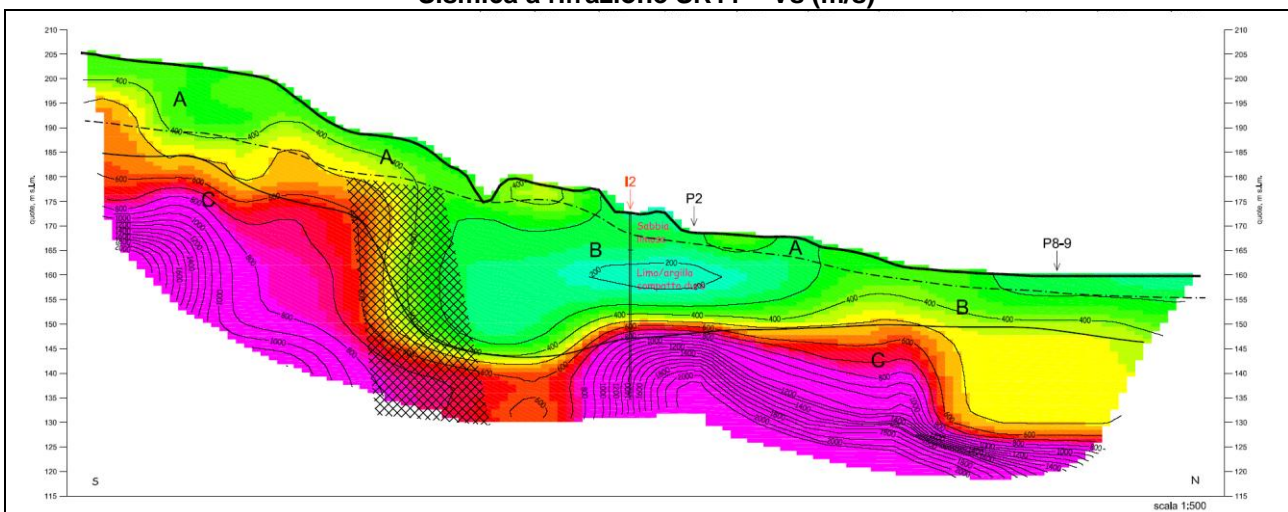





S441 - Nspt30

FORO	z [m]	Nspt	hi				
S441	3	25	3	0,12	0,649848	46	C
S441	4,5	20	1,5	0,075			
S441	6	26	1,5	0,057692			
S441	7,5	32	1,5	0,046875			
S441	9	57	1,5	0,026316			
S441	10,5	61	1,5	0,02459			
S441	12	40	1,5	0,0375			
S441	13,5	85	1,5	0,017647			
S441	15	73	1,5	0,020548			
S441	16,5	69	1,5	0,021739			
S441	18	61	1,5	0,02459			
S441	19,5	71	1,5	0,021127			
S441	21	75	1,5	0,02			
S441	22,5	51	1,5	0,029412			
S441	24	71	1,5	0,021127			
S441	25,5	46	1,5	0,032609			
S441	27	100	1,5	0,015			
S441	28,5	100	1,5	0,015			
S441	30	65	1,5	0,023077			

Sismica a rifrazione SR11 - Vs (m/s)



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

San Pier Niceto argilloso

Per quanto riguarda le caratteristiche fisiche il fuso granulometrico mostra che le caratteristiche sono tipiche di materiali a grana medio fine con percentuale media di sabbia al 20%, limo al 62% ed argilla al 18%. Si ha che $D_{50}=0.06$, $D_{60}=0.15$ e $D_{10}=0.001$ mm.

Per quanto riguarda i limiti di Atterberg si ha $W_n=30\%$, $W_l=50\%$, $W_p=35\%$, $IP=15\%$

Dalla carta di Casagrande la posizione corrisponderebbe a limi di medio alta plasticità.

Per il peso di volume γ si assume un valore medio di 20KN/m^3 .

Per quanto concerne le caratteristiche di resistenza non si hanno a disposizione localmente delle prove per cui si fa riferimento alle 6 prove di laboratorio (4TD e 2 CID) su campioni prelevati fra 6m e 35m in altri sondaggi (S457, S465) .

Dalle prove di taglio diretto (campioni sondaggio S457) si ottengono i seguenti range di valori di resistenza di picco:

$$c'_{\text{picco}} = 0,050-0,080 \text{ MPa}$$

$$\varphi'_{\text{picco}} = 27^\circ \div 20^\circ$$

Per i valori di resistenza in condizioni di stato critico si ottiene:

$$c'_{\text{cv}} = 0 \text{ MPa}$$

$$\varphi'_{\text{cv}} = 25^\circ-20^\circ$$

Nelle prove triassiali (campioni sondaggio S465) si ottengono i seguenti range di valori di resistenza di picco:

$$c'_{\text{picco}} = 0,016-0,020 \text{ MPa}$$

$$\varphi'_{\text{picco}} = 21^\circ \div 22^\circ$$

Per i valori di resistenza in condizioni di stato critico si ottiene:

$$c'_{\text{cv}} = 0 \text{ MPa}$$


$$\varphi'_{\text{cv}} = 21^\circ$$

Dalle correlazioni con i valori di N_{spt} si ottiene un valore di C_u mediamente pari a 370 MPa.

Per i parametri di deformabilità, dalle prove dilatometriche (S459bis, S453) effettuate sulla componente argillosa si evince un range del modulo pari a 55-75 Mpa.

Un valore singolo (S459bis a 54m) raggiunge invece 1000 MPa ma sembrerebbe essere stato effettuato su un livello conglomeratico che si alterna a quello argilloso.

Dalle prove di sismica a rifrazione (S454-SR3 e SR5 e S434-SR2) si ottengono valori medi di

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

velocità V_s ascrivibili all'intero pacchetto del San Pier Niceto argilloso molto elevate e pari a 800 e 1500 m/s fra 20 e 50m di profondità.

A tali valori corrisponderebbe un range di moduli G_0 pari a 1100 e a 4600 MPa, e quindi di E_0 pari a 2640 e a 11000 MPa con $E' = 264-1100$ MPa e $1100-3670$ MPa (rispettivamente pari a $1/10 E_0$ ed $1/3 E_0$).

Tale discrepanza con i valori ottenuti dalle pressiometriche possono ascrivarsi

- alla difficoltà, nell'interpretazione delle sismiche a rifrazione, nell'individuare il sismostrato esattamente riferibile alla formazione in esame che rende eventualmente affetta da errore l'individuazione dell'esatto valore di V_s ,
- alla presenza, all'interno del pacchetto del San Pier Niceto argilloso, di strati arenacei cementati che condizionano la risposta elastica globale.
- all'eventuale disturbo del foro in cui sono state effettuate le prove pressiometriche
- al fatto che quasi tutte le dilatometriche (tranne S459bis) forniscono valori di primo carico.

Si ritiene cautelativo assumere, per la sola facies prettamente argillosa, un modulo operativo pari a:

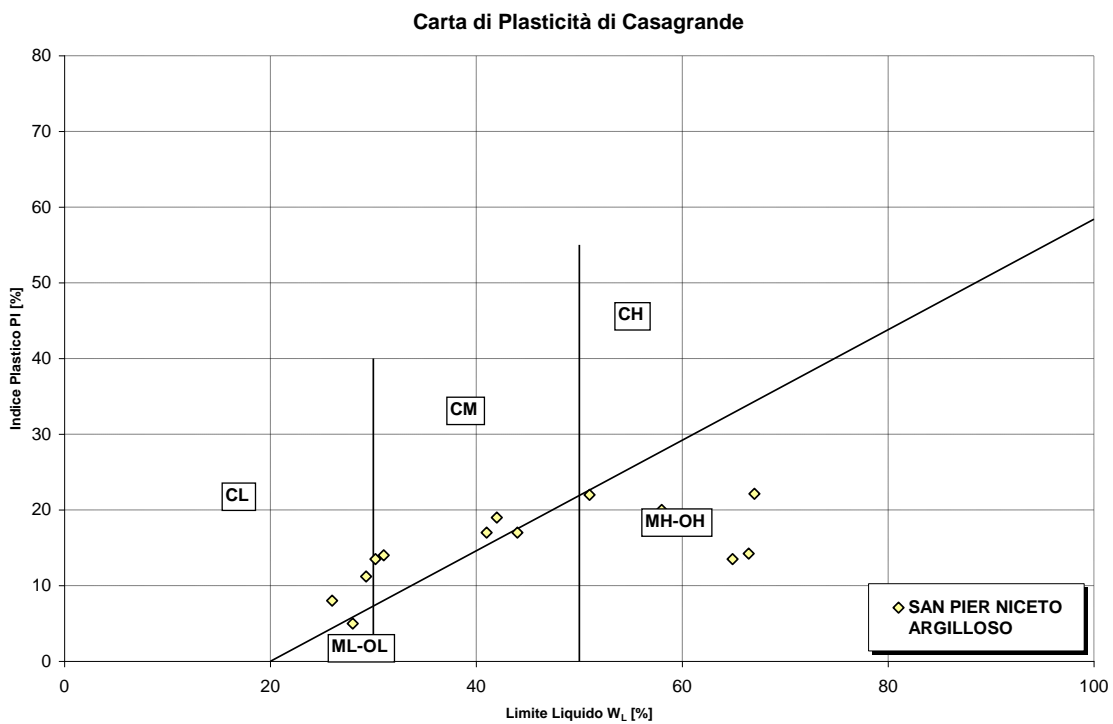
$$E' = 70 \div 120 \text{ MPa}$$

compatibili rispettivamente con:

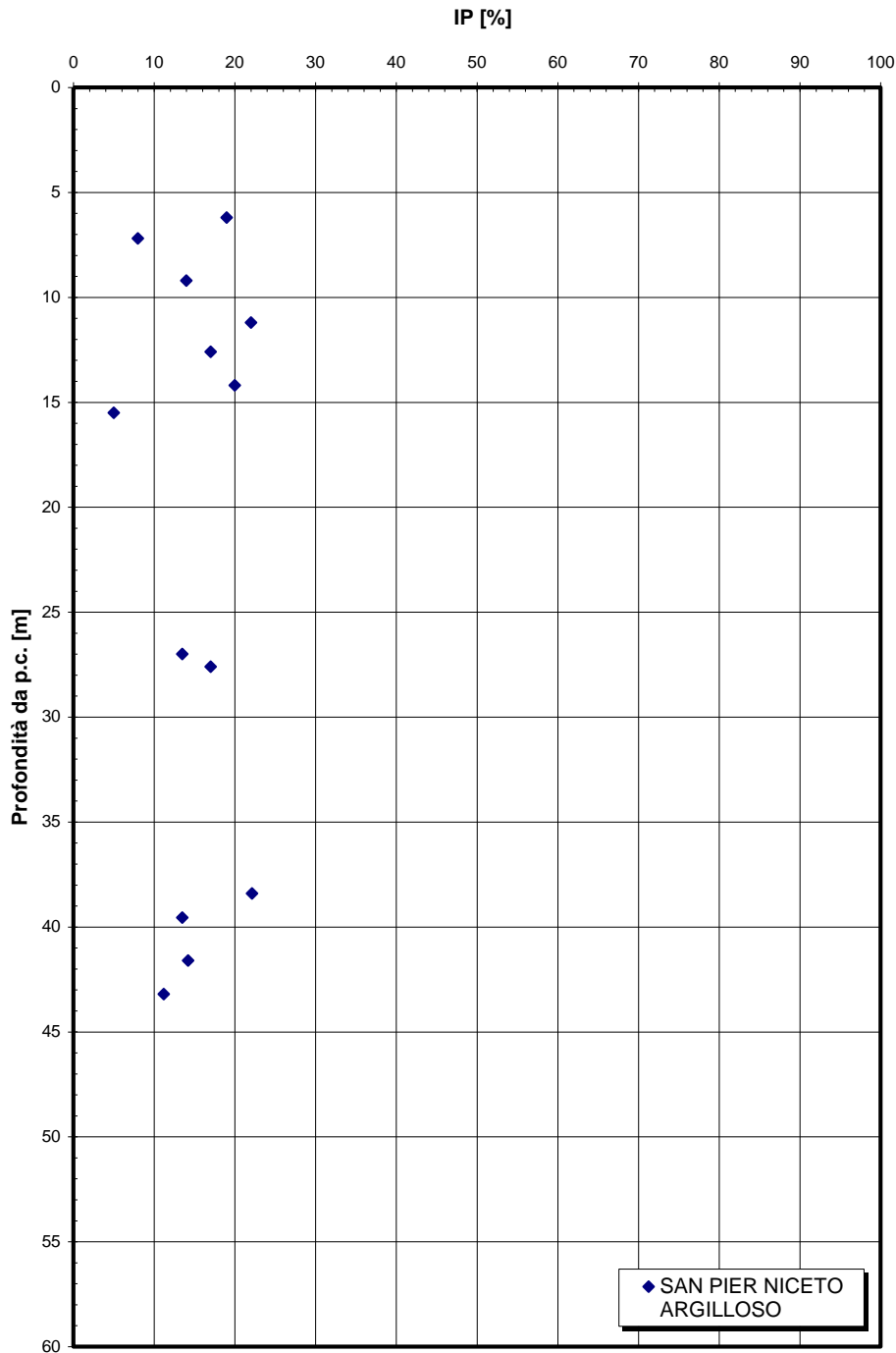
$$E' = 200 \text{ Cu (valore minimo)}$$

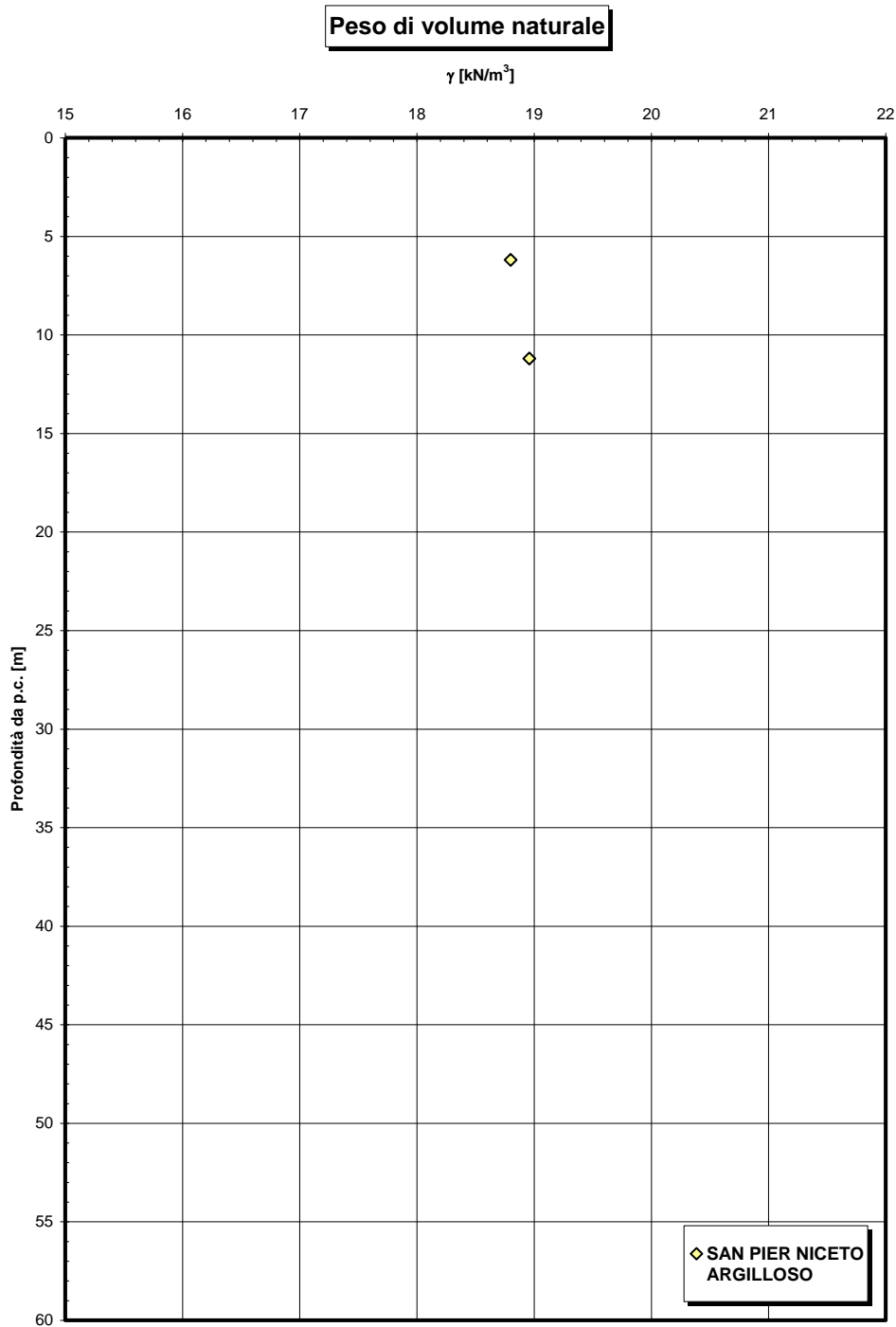
$$E' = 400 \text{ Cu (valore massimo)}$$

avendo posto un valore cautelativo di $Cu = 300 \text{ Kpa}$

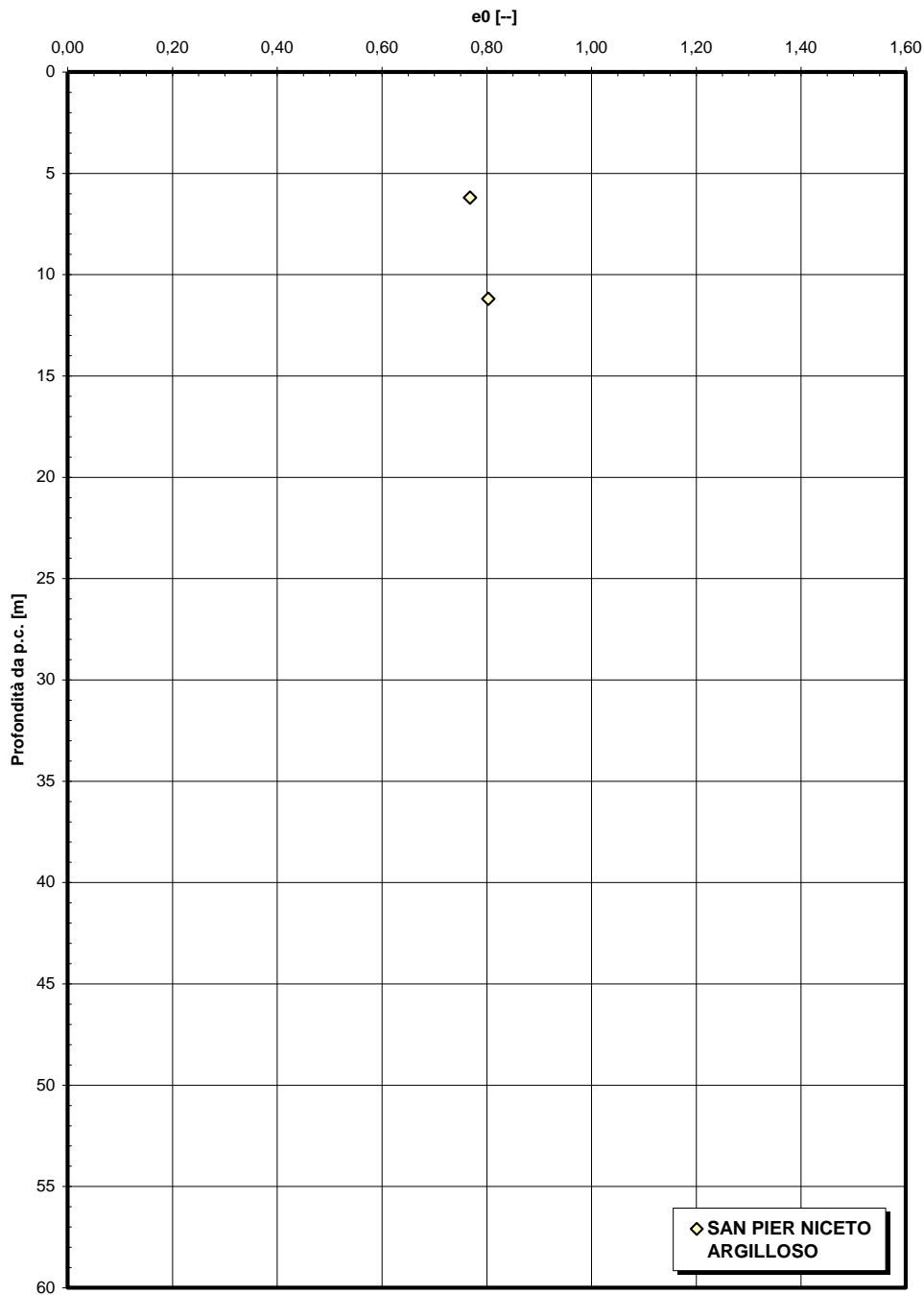


Indice di plasticità

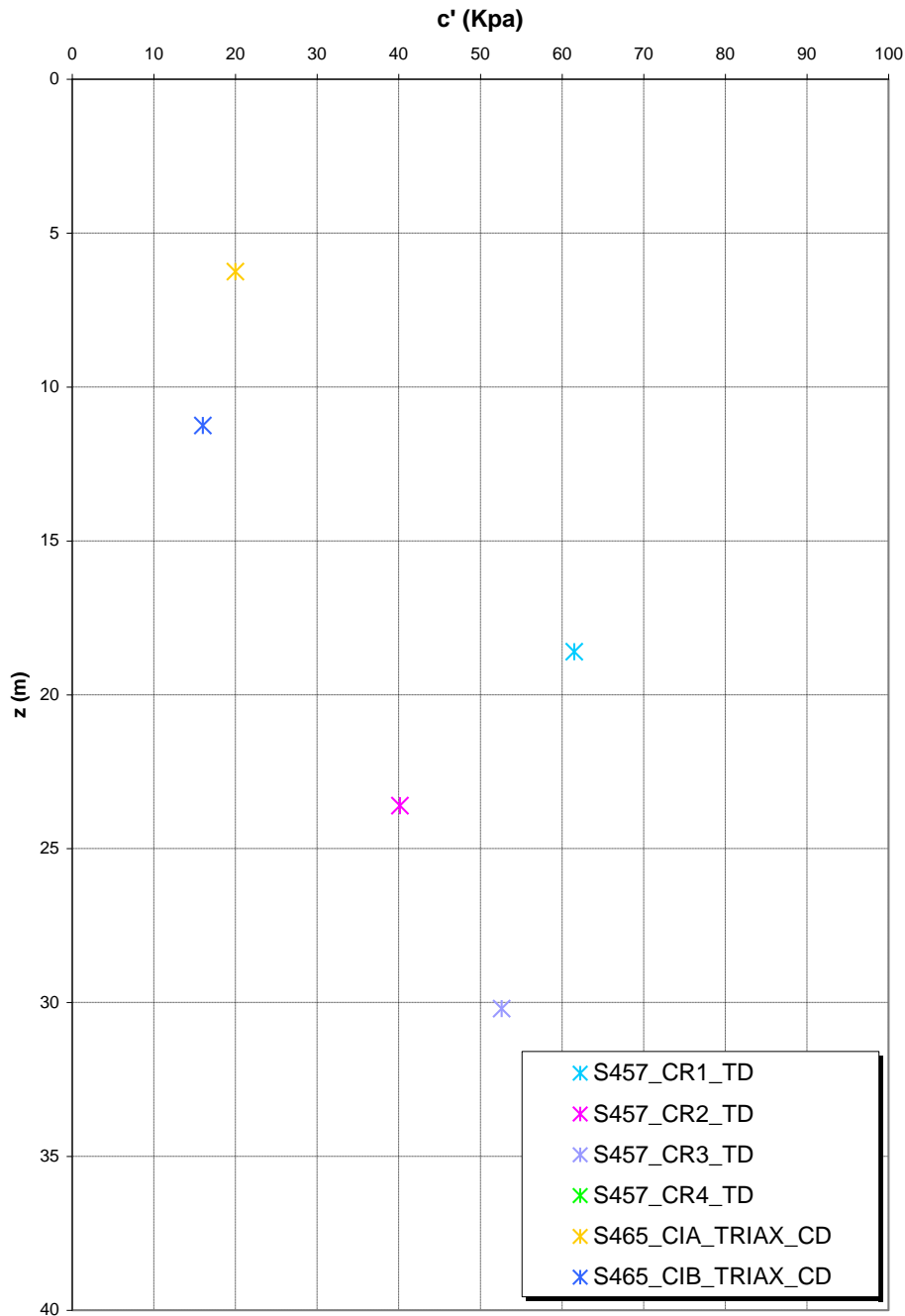




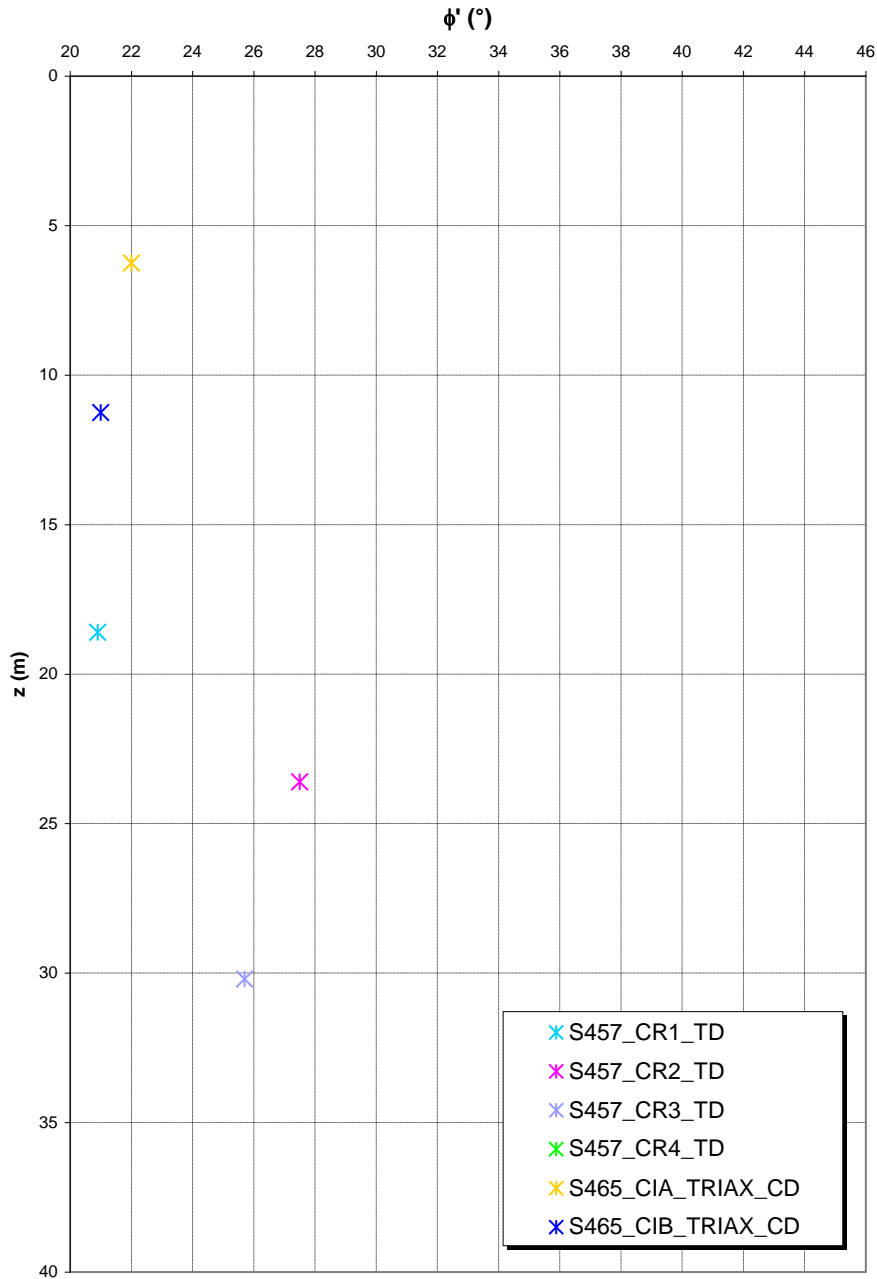
Indice dei vuoti iniziale



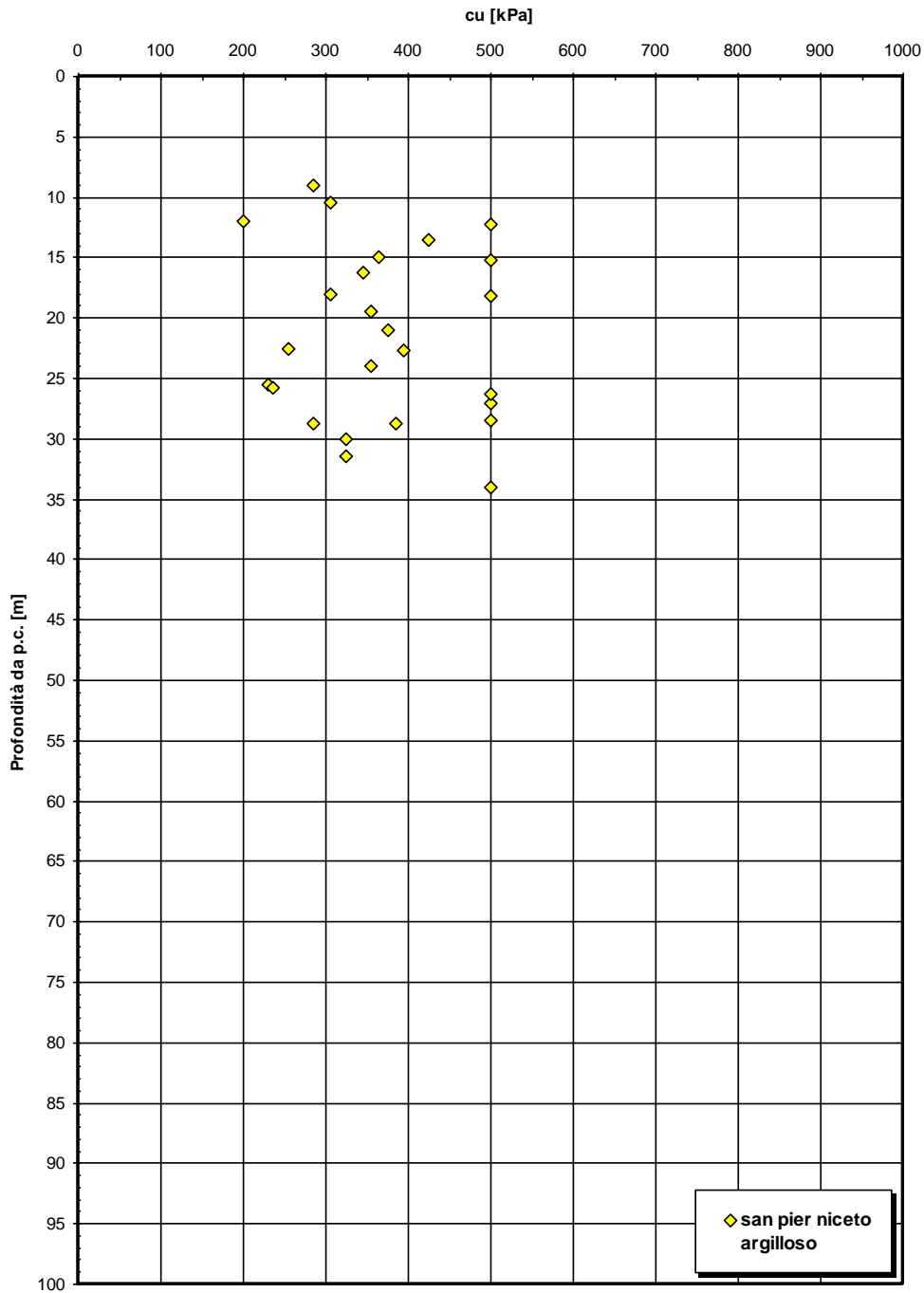
**Coesione
SAN PIER NICETO ARGILLOSO**

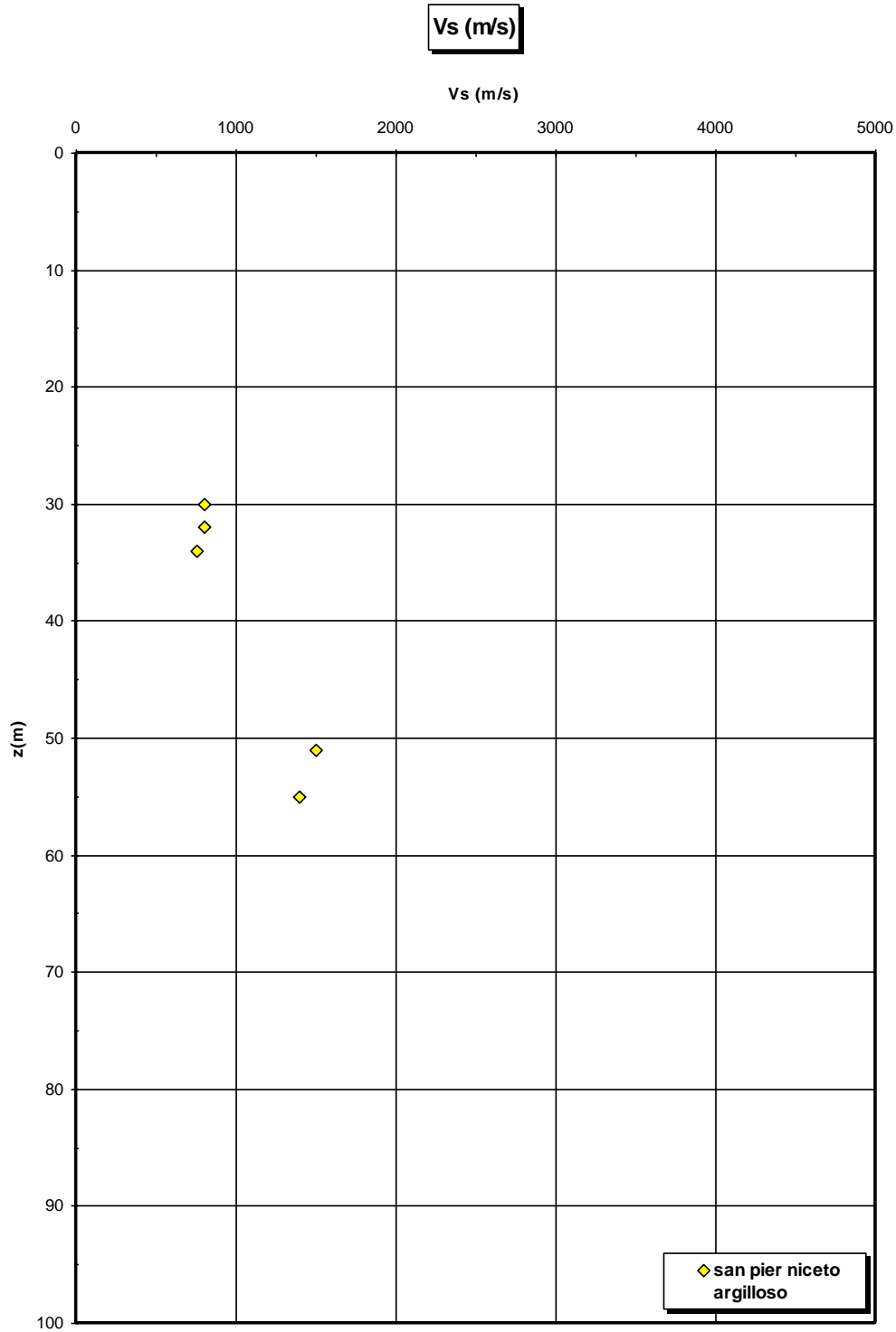


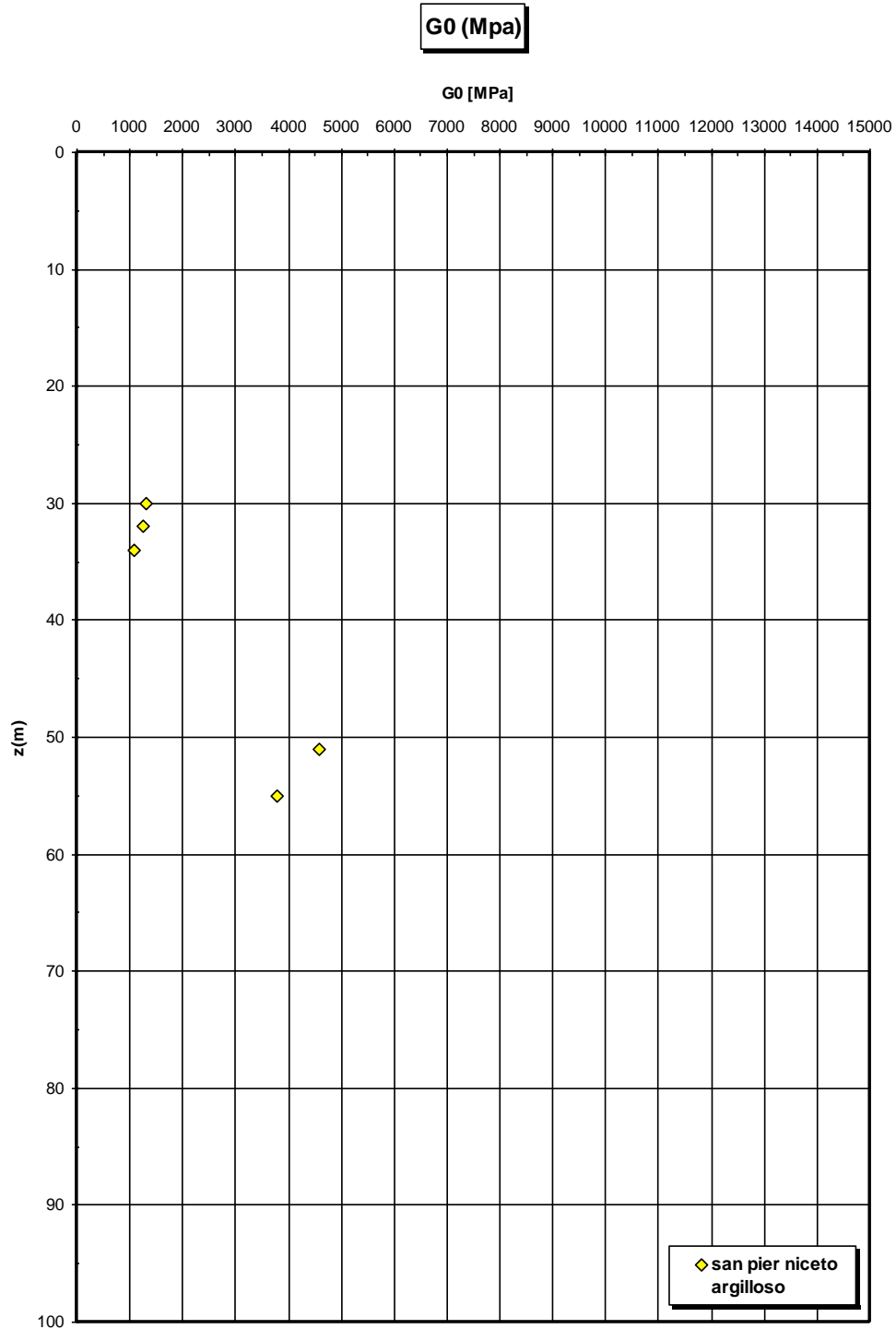
**Angolo di attrito
SAN PIER NICETO ARGILLOSO**



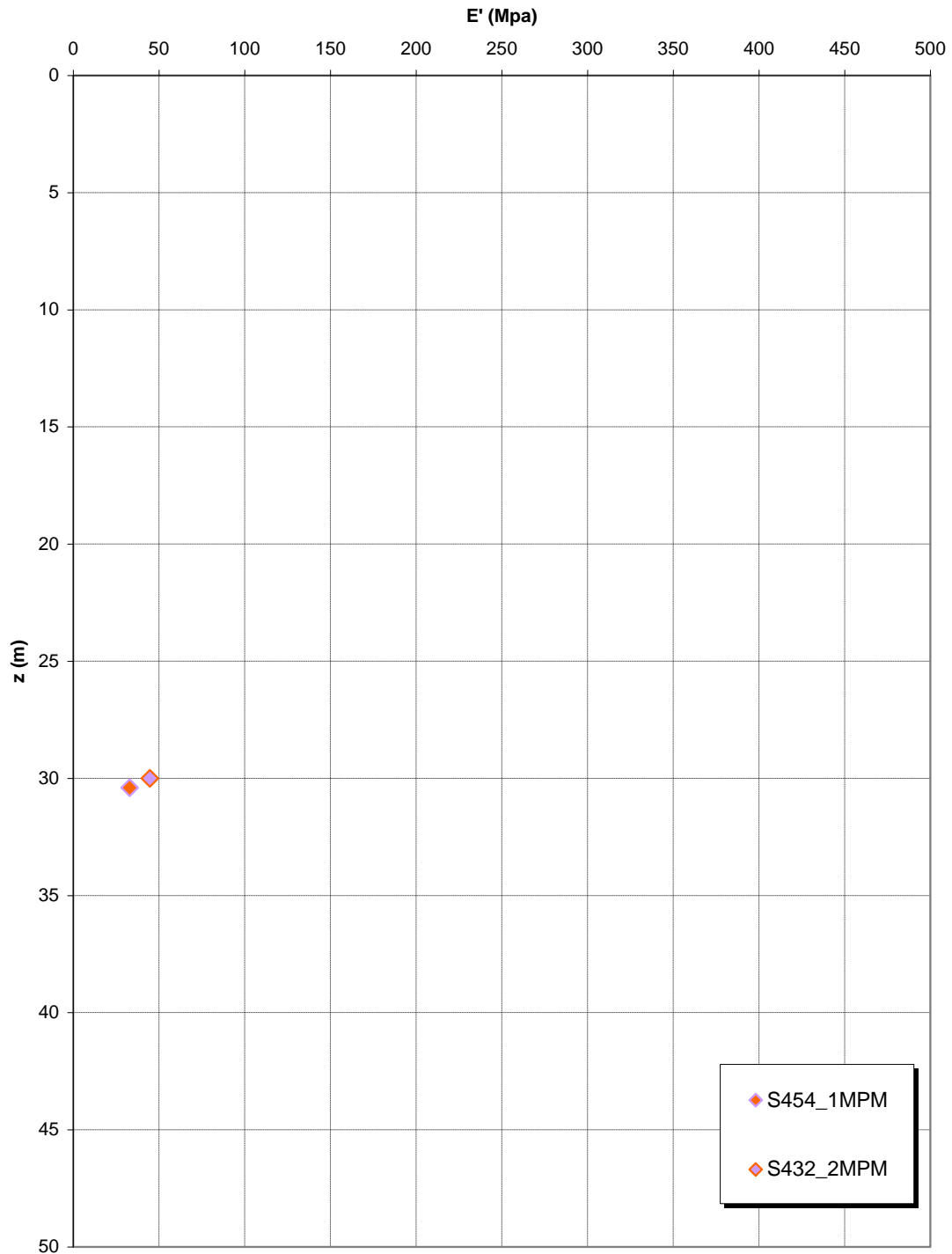
Coesione non drenata da prove SPT



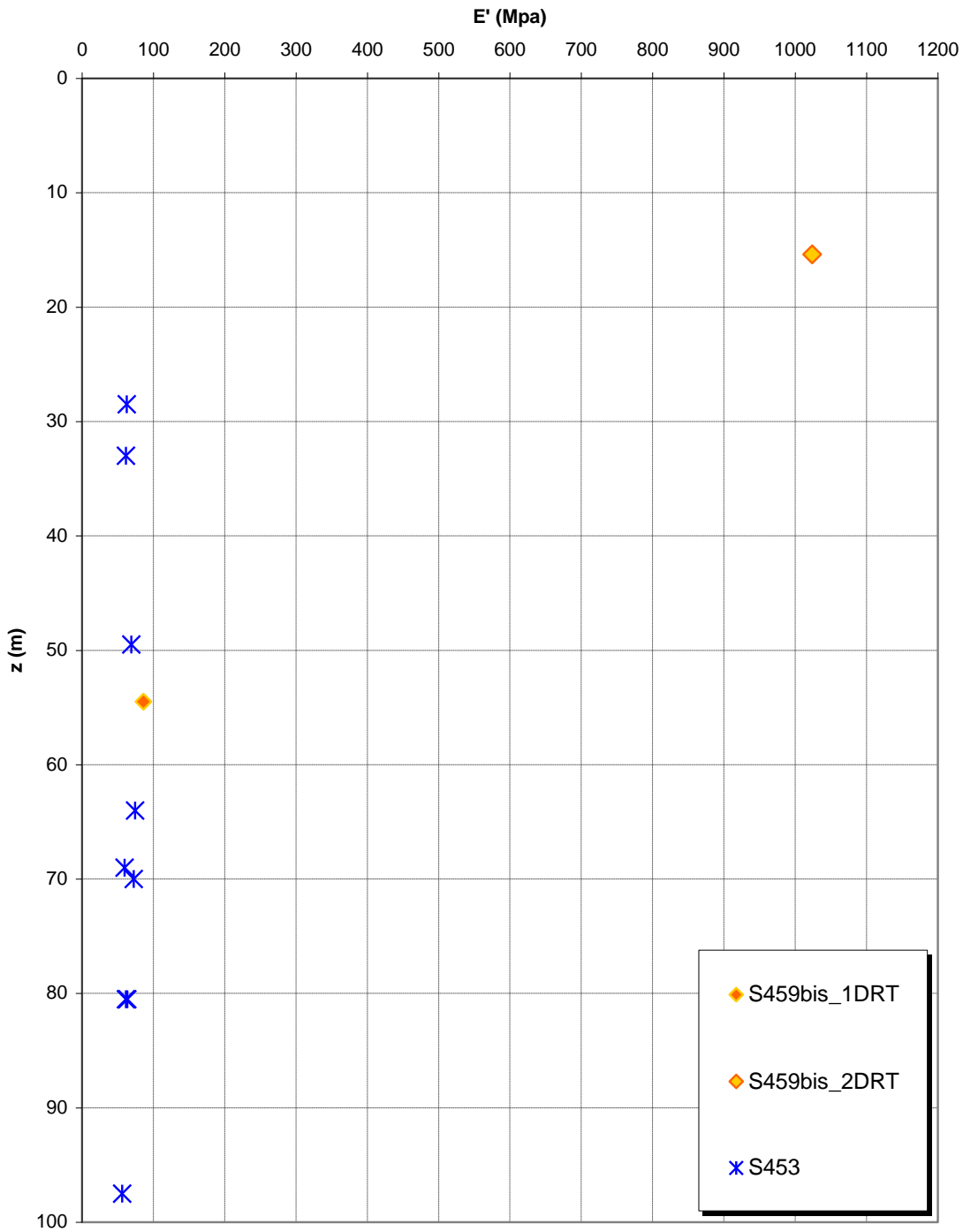





**Prove pressiometriche
SAN PIER NICETO ARGILLOSO**



**Prove dilatometriche
SAN PIER NICETO ARGILLOSO**



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

San Pier Niceto Conglomeratico

Per quanto riguarda le caratteristiche fisiche del materiale, l'andamento del fuso conferma che le caratteristiche granulometriche dei materiali in esame sono tipiche sia di materiali a grana grossa (ghiaie 23%) che di materiali intermedi (sabbie 48%). Il contenuto di fino è mediamente del 25%. Sia per la porzione conglomeratica che per quella sabbiosa risulta infatti che:

- Il valore di D_{50} è pari a 0.3mm
- Il valore di D_{60} è pari a 0.6 mm
- Il valore di D_{10} è pari a 0.04 mm

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

Per quanto concerne lo stato iniziale si ha:

- **Dr**: la densità relativa media è del 80%. I valori risultano non numerosi e molto dispersi e si riferiscono ai primi 30m dove si è riscontrata preponderante la componente sabbiosa. Non è stato possibile tenere in conto l'effetto della cementazione;
- **γ_d** : si può stimare un valore medio di γ_d che risulta uguale a circa 21 kN/m³;
- **K_0** : si considera la relazione di Mesri.

Per le caratteristiche di resistenza si parte dalla stima del parametro RMR_{89} che è stato valutato sulla base di un rilievo effettuato in corrispondenza dell'imbocco est della galleria stradale Serrazzo.

Il parametro RMR_{89} è risultato pari a 51. Il parametro GSI è quindi pari a 46.

Gli involuppi di rottura dell'ammasso roccioso sono stati determinati tenendo conto:

- del valore GSI di cui in precedenza;
- dei valori della resistenza alla compressione semplice σ_c stimata (15MPa) e del parametro m_i della roccia intatta pari a 19.
-

I risultati che si ottengono per $GSI = 46$ sono riportati nella tabella, sia per le condizioni di resistenza di picco ("undisturbed rock mass") che per le condizioni di resistenza residua ("disturbed rock mass") per tensioni normali corrispondenti a profondità massime di circa 20m.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

σ_n (Mpa)	Picco		Residuo	
	c' (Mpa)	ϕ' (°)	c' (Mpa)	ϕ' (°)
0.21	0.14	55	0.09	45
0.42	0.21	50	0.15	38

Tenuto conto però che tali parametri sono stati determinati facendo riferimento ad un solo rilievo determinato su un fronte di roccia di altezza di circa 10-20m ed in base ad m_i stimato in letteratura, si ritiene prudente adottare valori più cautelativi sia per la coesione che per l'angolo d'attrito.

Inoltre si ritiene anche prudente assumere che tali parametri siano rappresentativi di tutto l'ammasso, non essendo a conoscenza delle caratteristiche presenti in profondità.

Si pone quindi:

$c'=0 \div 0.050$ MPa (valore minimo per la porzione sciolta sabbiosa)

$\phi'=38^\circ-40^\circ$

Per le caratteristiche di deformabilità dalle prove sismiche in foro (S464) e dalla sismica a rifrazione PR18 si ottengono valori di V_s elevati (da 500 a 2000 m/s) già a partire da 15m fino a 70m di profondità.

Il numero di dati a disposizione è molto esiguo;

Ai valori delle velocità di taglio V_s corrisponderebbero moduli di taglio iniziali G_0 che mostrano tale correlazione:

$G_0=100 z$ (Mpa)

Per la componente sabbiosa caratterizzabile da prove SPT l'andamento di G_0 , stimato fino a 30m di profondità con una correlazione pari a:

$$G_o = 38 \cdot (z)^{0.7}$$

Le correlazioni ottenute mostrano un differente andamento: le prove sismiche risultano essere in numero troppo esiguo per ritenersi rappresentative della deformabilità dell'ammasso.

Per i moduli di Young "operativi" a medie e piccole deformazioni si dà quindi il seguente andamento cautelativo:

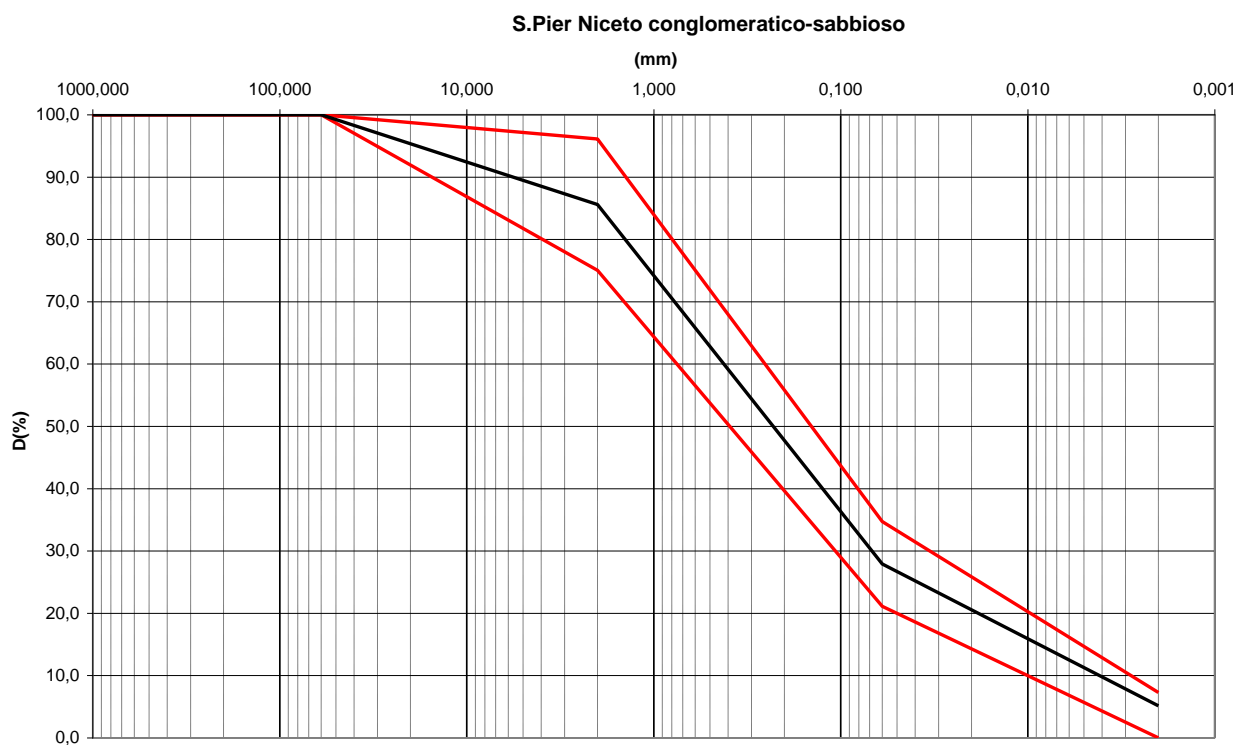
		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><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						

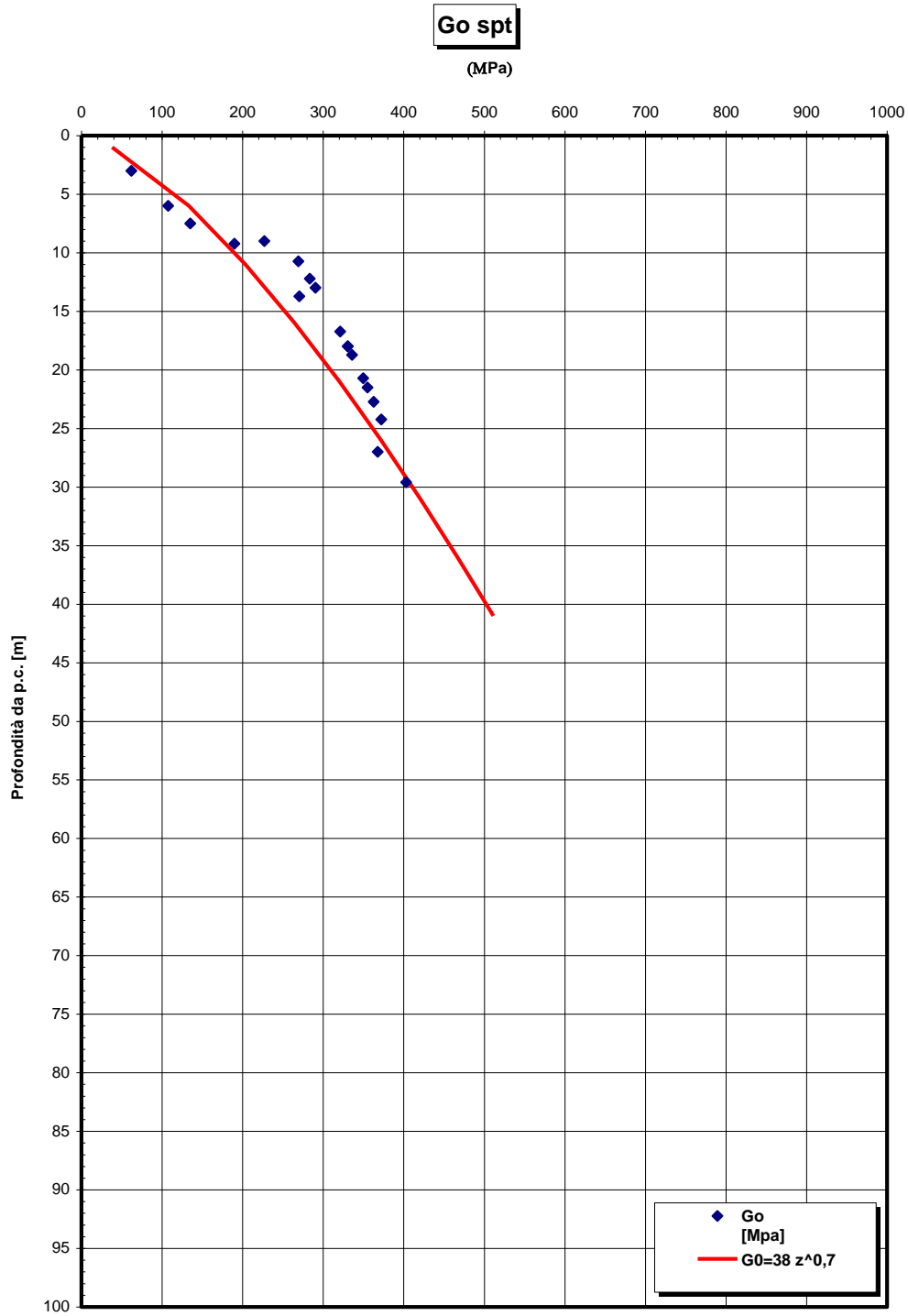
$$E_o = 90 \cdot (z)^{0.7}$$

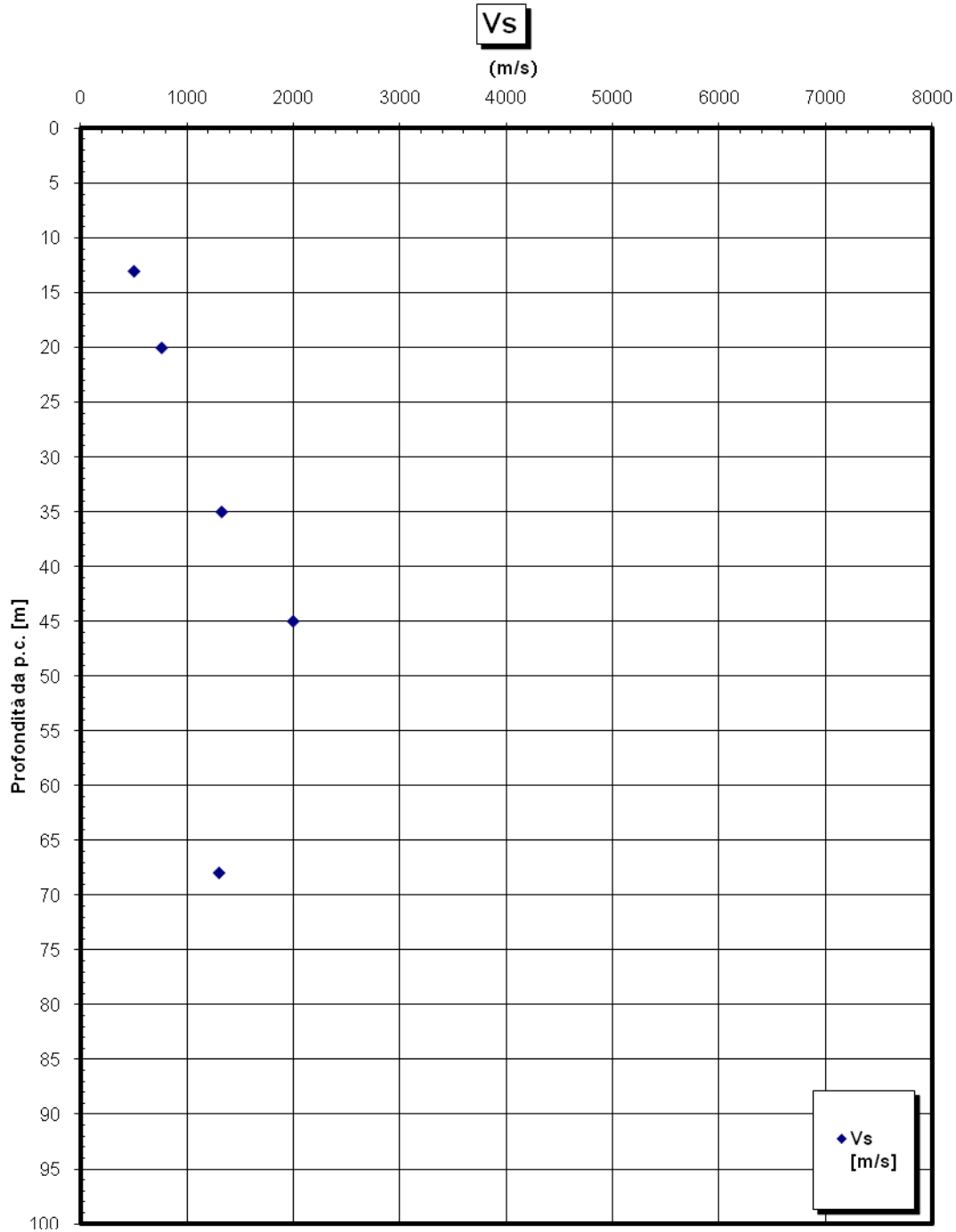
$$E = (20 \div 30) \cdot (z)^{0.7}$$

pari rispettivamente a circa 1/5 ÷ 1/3 di quelli iniziali.

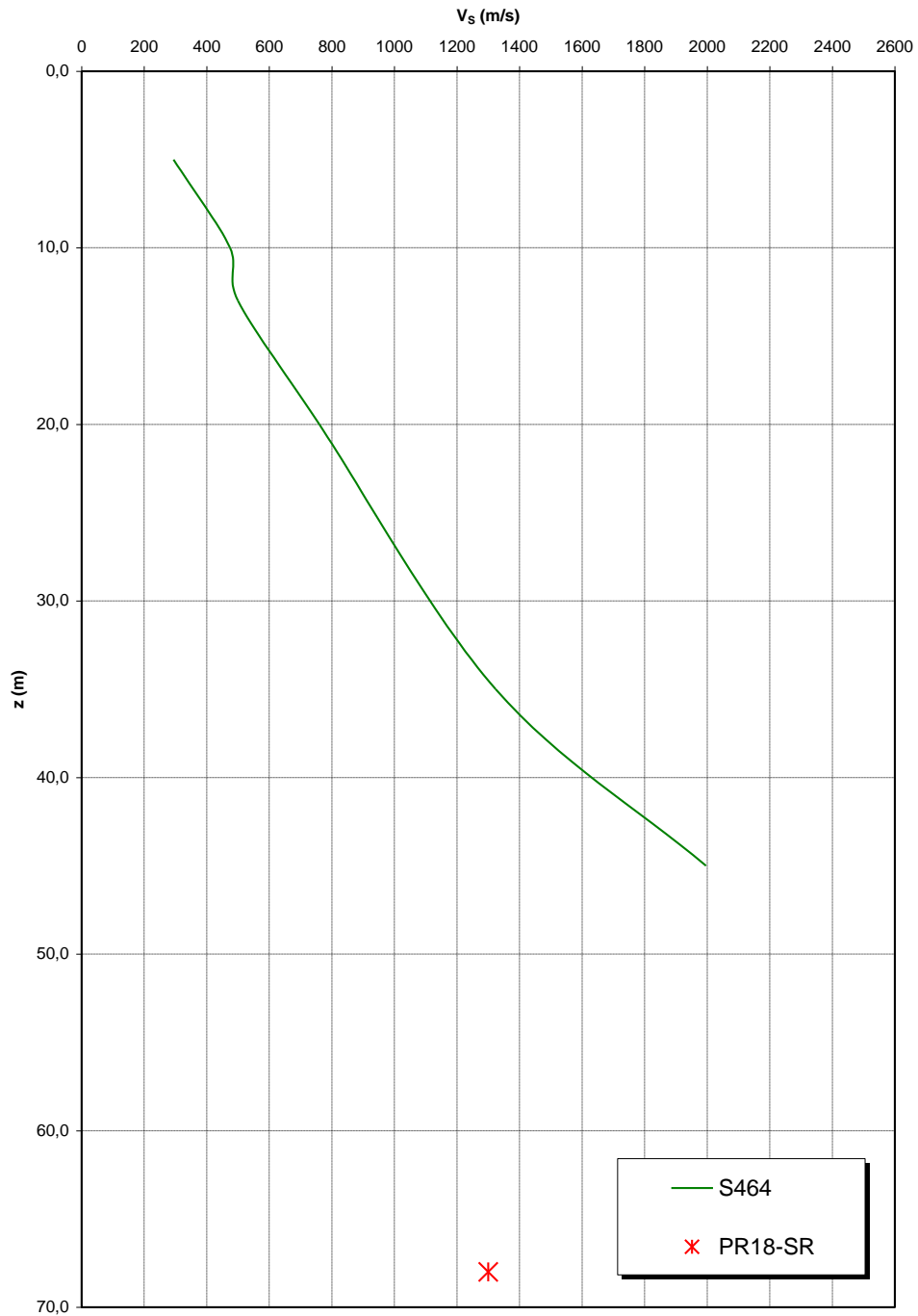
Dalle prove dilatometriche (S464bis, S443, S456) effettuate nella nuova campagna di indagine 2010 i valori di E' (ciclo scarico – ricarico) risultano pari a 200 e 745 MPa a elevate profondità (55m e 60m).

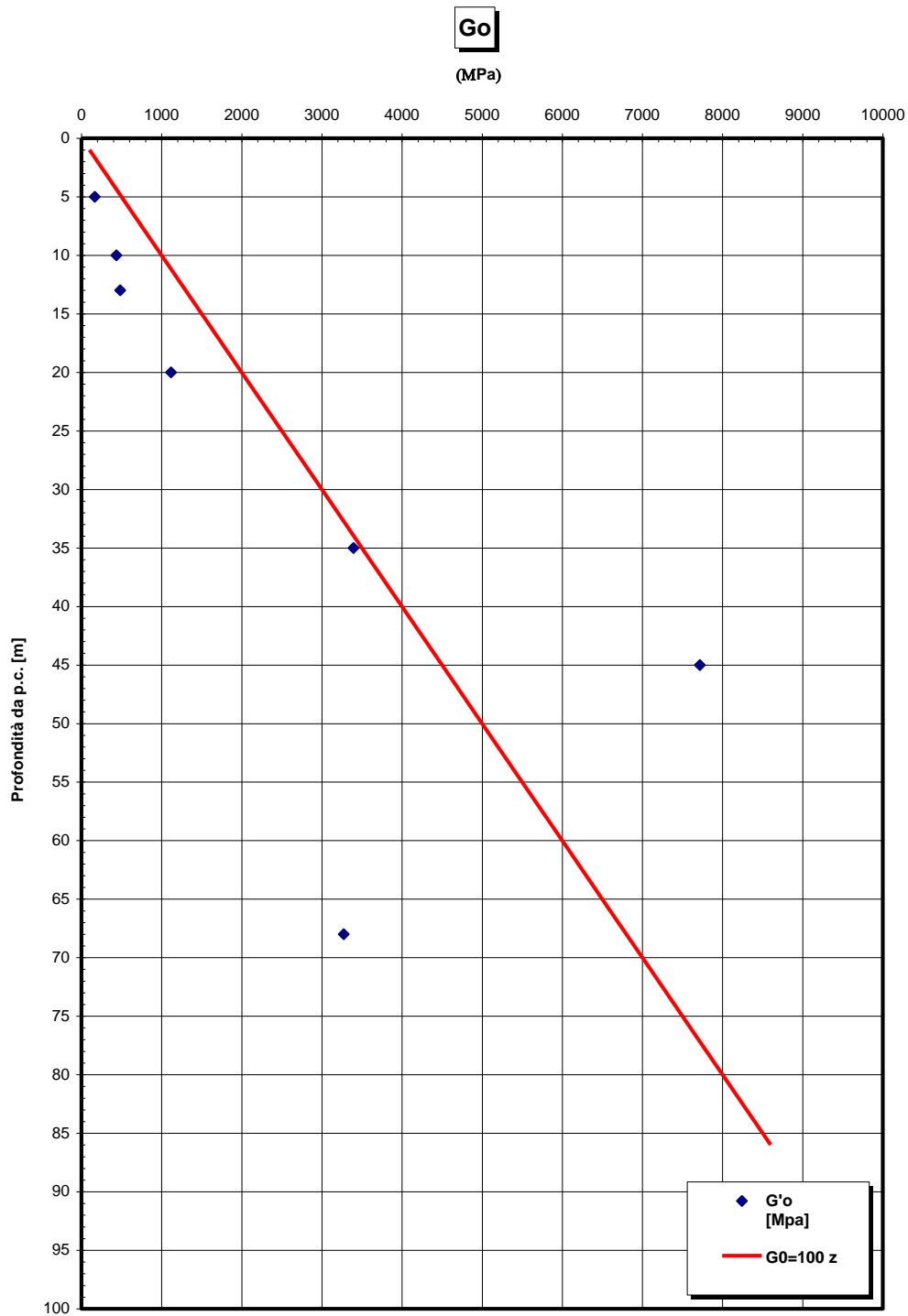


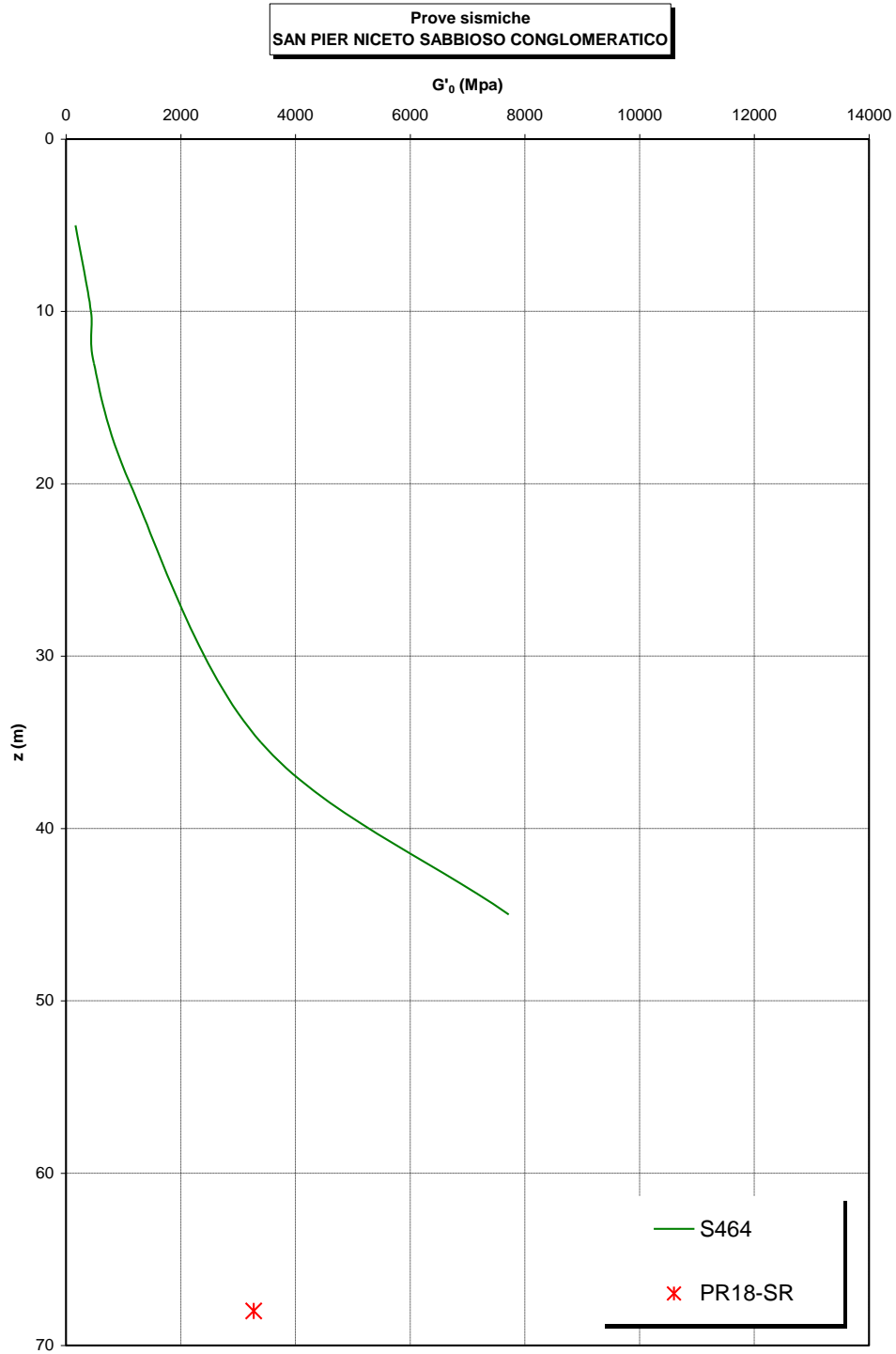


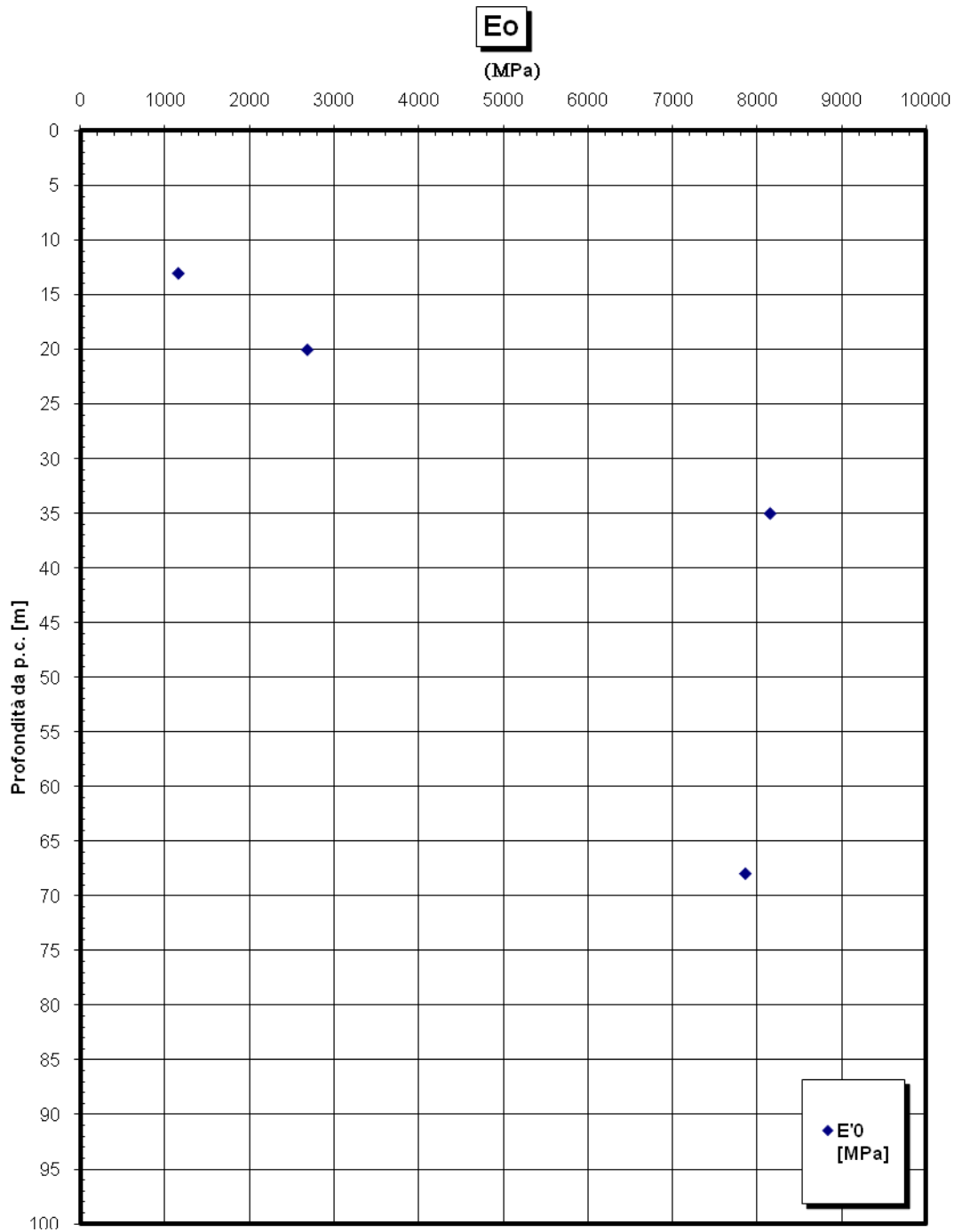


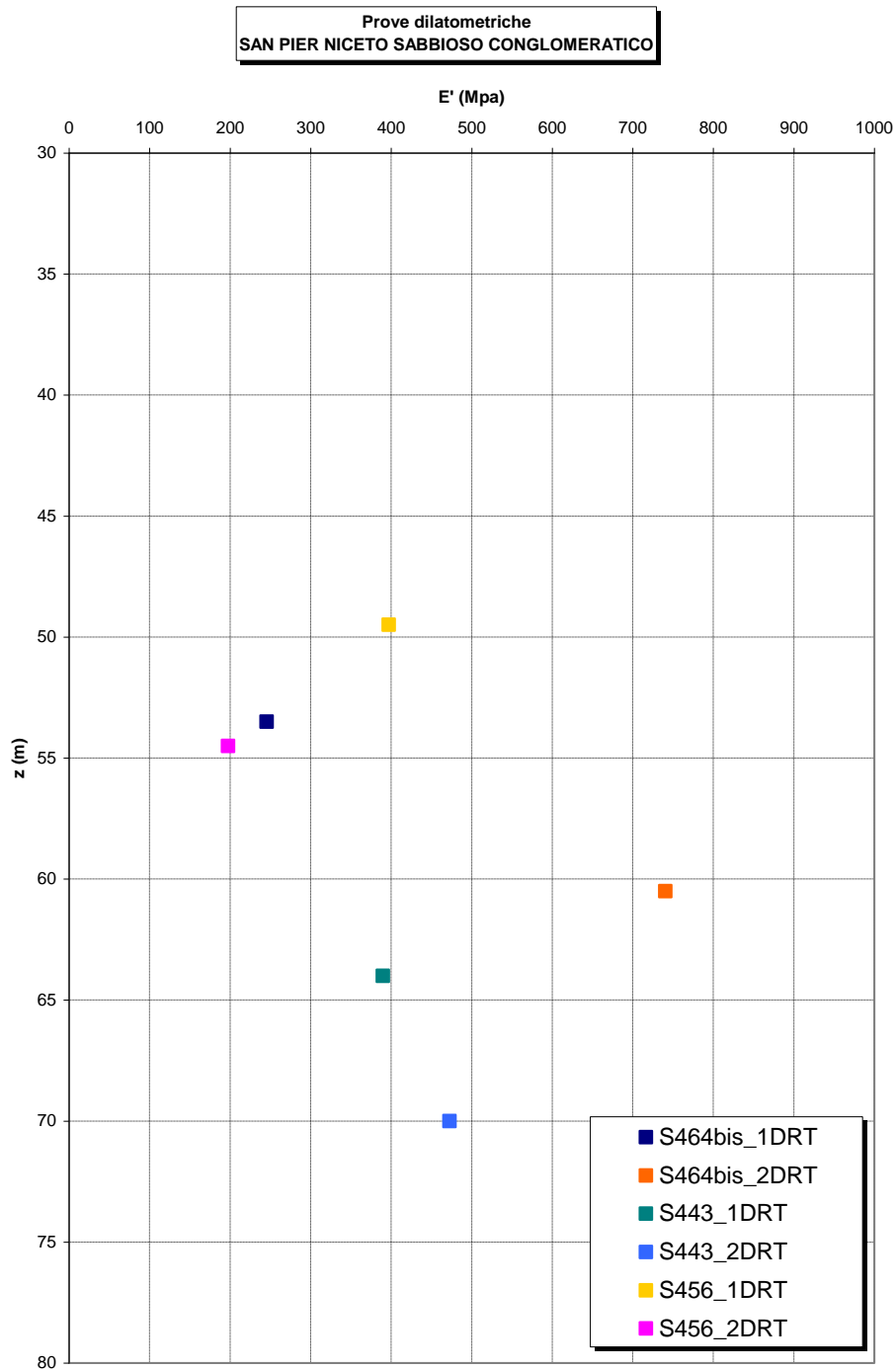
**Prove sismiche
SAN PIER NICETO SABBIOSO CONGLOMERATICO**











		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

11.7 ANNUNZIATA – CABINA SERRAZZO LATO RC

11.7.1 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL LUOGO

11.7.1.1 DESCRIZIONE DELLE LITOLOGIE PREVALENTI

Le litologie prevalenti sono costituite dalla formazione dei Depositi alluvionali e del San Pier Niceto (sia argilloso che conglomeratico)

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 formazione del San Pier Niceto è costituita essenzialmente da due facies distinte, una basale conglomeratica ed arenacea e l'altra superiore di natura prevalentemente argillosa.


Alla base il conglomerato è costituito da grossi ciottoli poligenici arrotondati e ghiaie di colore marrone-avana in una matrice arenacea rossastra con sabbia sempre più fine man mano che ci si sposta verso l'alto. Nella parte superiore assume l'aspetto di un ammasso roccioso che affiora estesamente in banchi.

Superiormente la porzione arenacea lascia il posto a strati limo argillosi di potenza metrica.

La falda risulta presente nei depositi alluvionali a quota assoluta 150 m s.l.m., come si evince dagli elaborati di geotecnica generale, di cui al capitolo 11.1.1 della presente relazione.

11.7.1.2 INDAGINI ESEGUITE

I sondaggi di riferimento per la presente tratta sono quindi S430, S431, S432, S435, S436, S437,

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

S441, I2, I3 (campagna del 2010), S07, S08 (campagna del 2002).

La categoria di suolo sismico, secondo N.T.C: 2008, risulta pari a **C** (sismica a rifrazione SR11, S441), come si evince dalle tabelle e figure in Allegato.

Le prove utilizzate nella caratterizzazione sono:

Depositi alluvionali

- prove SPT (S437 ,S441)
- prove sismiche a rifrazione (S432-SR11)
- prove di laboratorio per la determinazione delle granulometrie e delle caratteristiche fisiche (S430, S431, S432, S436, S437)

San Pier Niceto argilloso

Le prove utilizzate nella caratterizzazione sono:

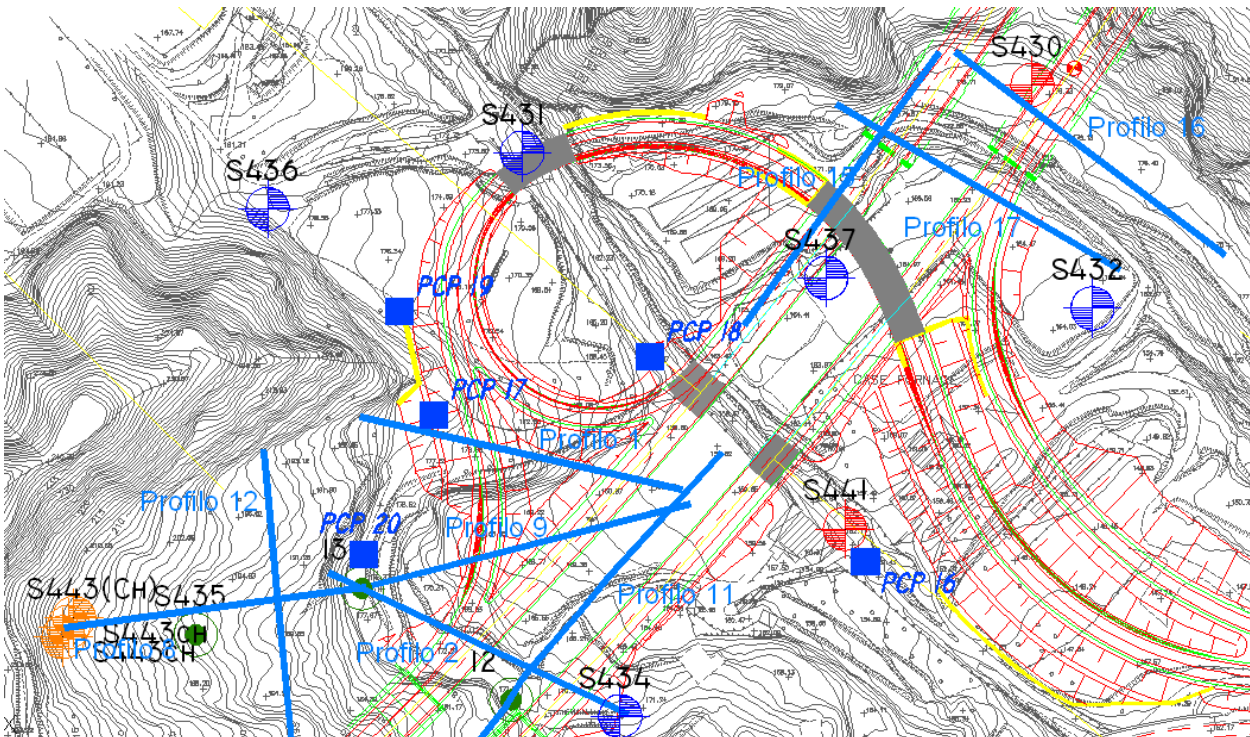
- prove pressiometriche (S432, S454)
- prove dilatometriche (S459bis, S453)
- prove sismiche a rifrazione (SR2, SR3, SR5)
- prove di laboratorio per la determinazione dei parametri di resistenza (S457, S465)
- prove di laboratorio per la determinazione dei parametri fisici.

San Pier Niceto Conglomeratico

Le prove utilizzate nella caratterizzazione sono:

- prova sismica a rifrazione (PR18 SR)
- prova down hole (S464)
- prove dilatometriche (S464bis, S443, S456)
- prove di laboratorio per la determinazione delle caratteristiche fisiche e della granulometria (S429bis, S434, S456,S464, S465)

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




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

11.7.1.3 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Per i criteri e per gli aspetti generali di caratterizzazione si rimanda a quanto riportato nella relazione Elab. CG0800PRBDCSBC8G00000001. Per la definizione delle categorie di suolo si rimanda al medesimo elaborato ed alla relazione sismica di riferimento.

Depositi alluvionali

Per quanto riguarda le caratteristiche fisiche l'andamento del fuso (campioni dei sondaggi S432,S437,S431,S441,S436) evidenzia che i litotipi corrispondono a materiali a grana grossa (ghiaie 39%), materiali intermedi (sabbie 45%). Il contenuto di fino è mediamente del 14%.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

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.

Per quanto concerne lo stato iniziale ed i parametri di resistenza dalle prove SPT si ha:

- **Dr:** I valori di N_{spt} sono stati corretti con il fattore correttivo $C_{sg}=0.75$ corrispondente al $d_{50}=0.8$ mm. I due valori di N_{SPT} a 4.5m e a 6m, riscontrati nel sondaggio S441 nel livello limoso tra 3.6m e 7.4m da p.c., non sono stati ritenuti rappresentativi e non sono stati utilizzati per la caratterizzazione della resistenza.
- **e_0 :** 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_0 in sito; il valore di e_0 è mediamente pari a 0.5-0.6.
- **γ_d :** si ottiene un pari a 17-19 KN/m³
- **K_0 :** si considera la relazione di Jaky.



z(m)	Dr(%)	e_0	K_0	ϕ'_p (pff=0-272KPa) (°)	ϕ'_{cv} (°)
0-10	40-70	0.5-0.6	0.38-0.40	37-38	33

Per i parametri di deformabilità dalle sismiche a rifrazione (S432-SR11) si ottengono valori di V_s che vanno mediamente da 200 m/s a 300 m/s.

G_0 varia conseguentemente da 80 a 150 Mpa fino a 10-15m di profondità.

I parametri ricavati dalle sismiche a rifrazione possono ritenersi rappresentativi della deformabilità delle lenti limose circoscritte che possono riscontrarsi (S441).

I valori di G_0 da prove SPT hanno invece un andamento compatibile con le sismiche che, stimato

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_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						

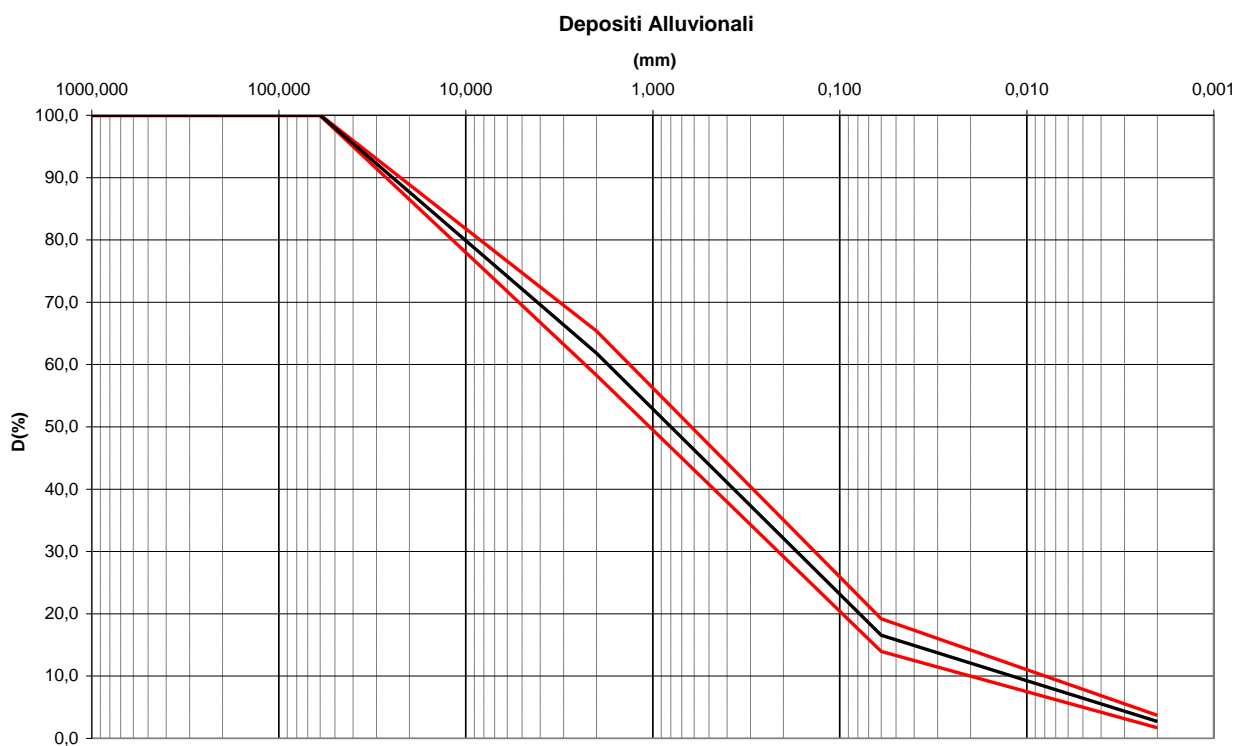
graficamente con una linea di tendenza, risulta pari a:

$$G_o = 34 \cdot (z)^{0,65}$$

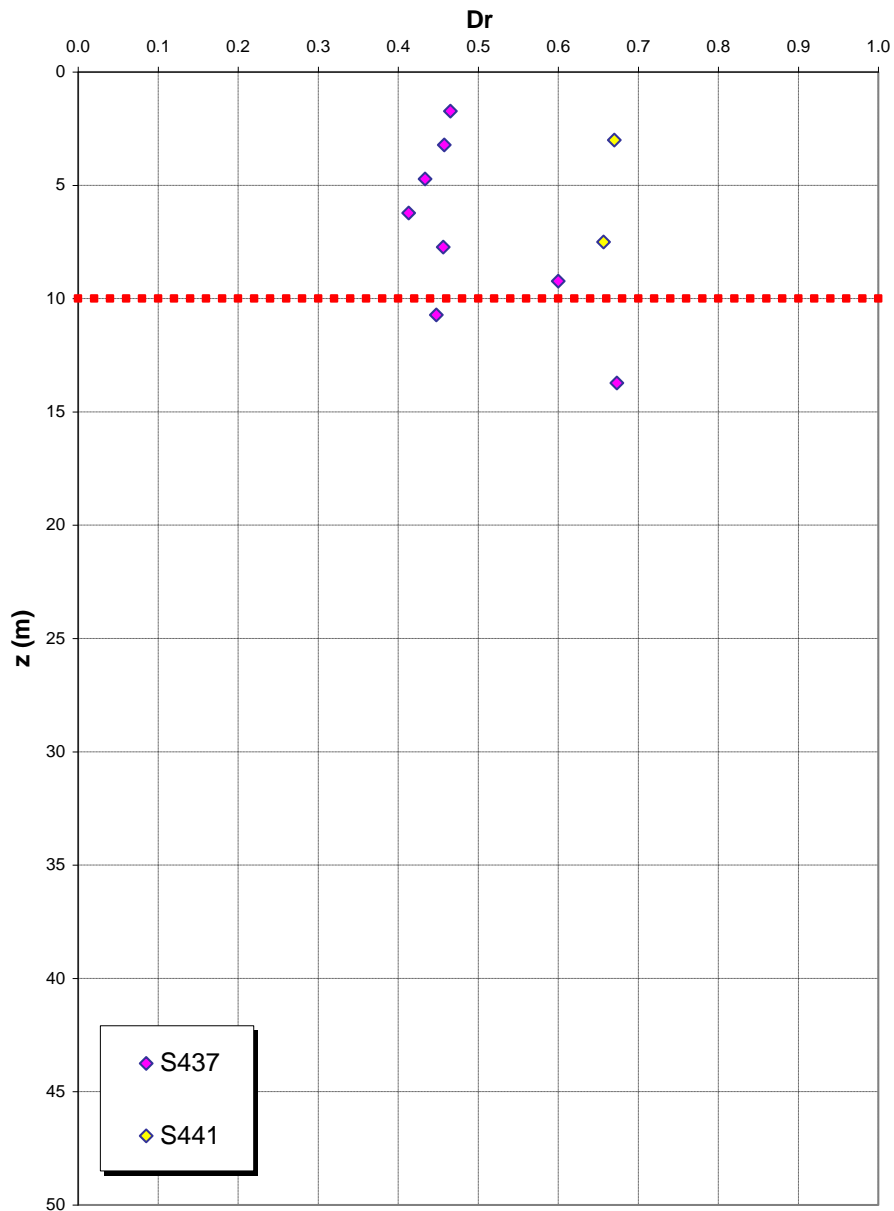
$$E_o = 80 \cdot (z)^{0,65}$$

$$E = (10 \div 25) \cdot (z)^{0,65}$$

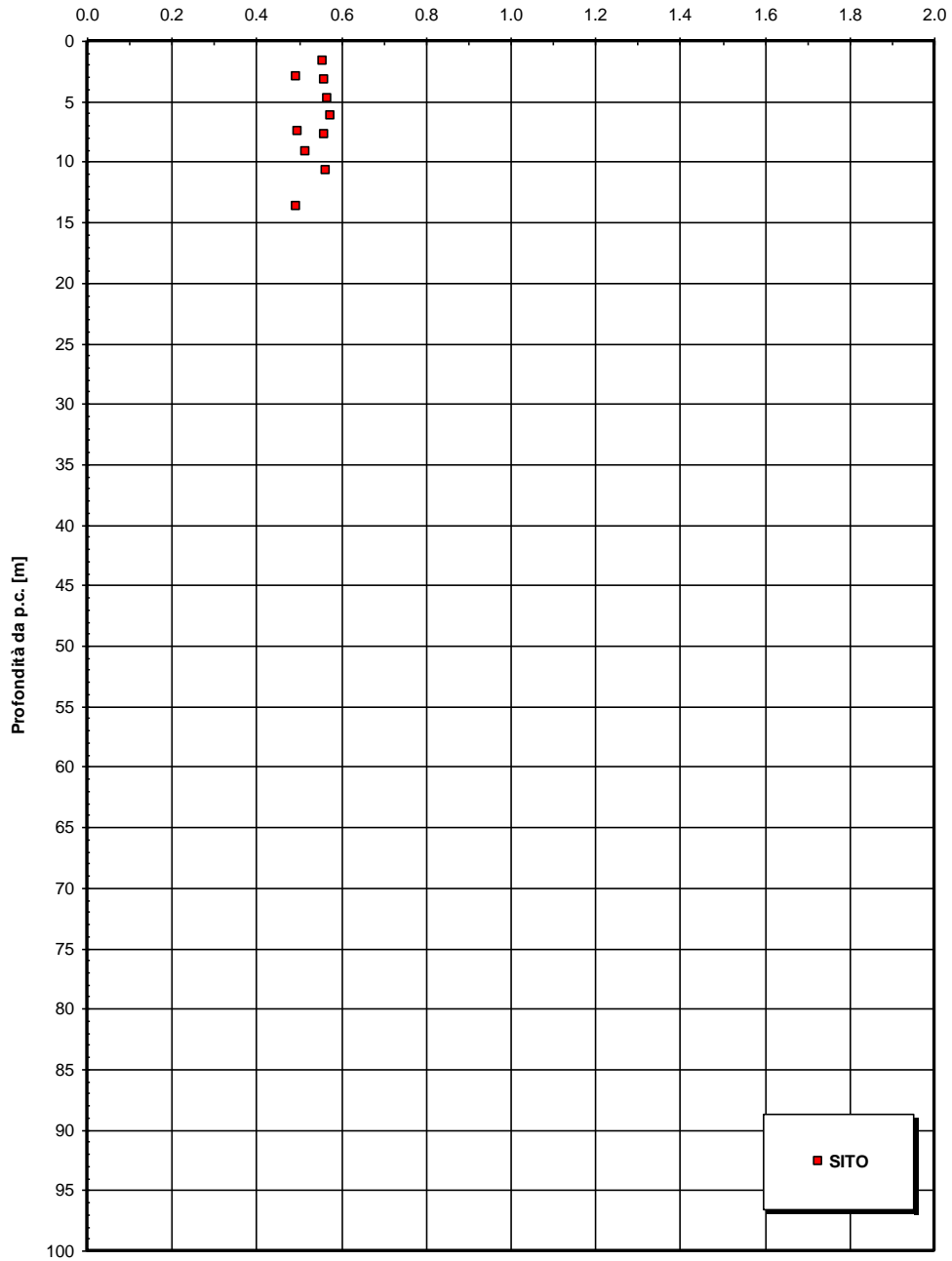
pari rispettivamente a circa 1/10 ÷ 1/5 (medio - alte deformazioni) ed ad 1/3 di quelli iniziali (piccole deformazioni). I valori minimi si riferiscono al progetto delle fondazioni.

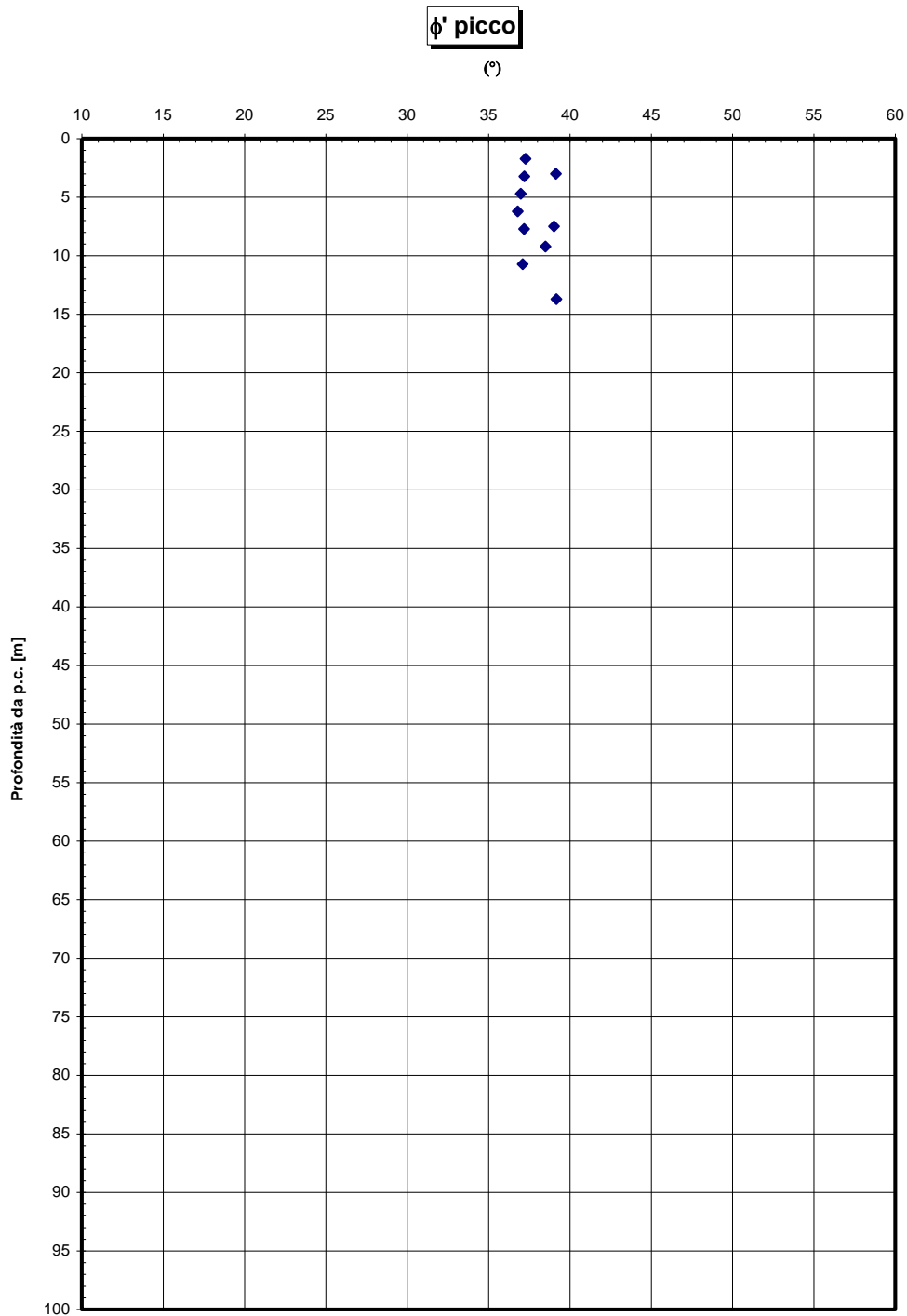


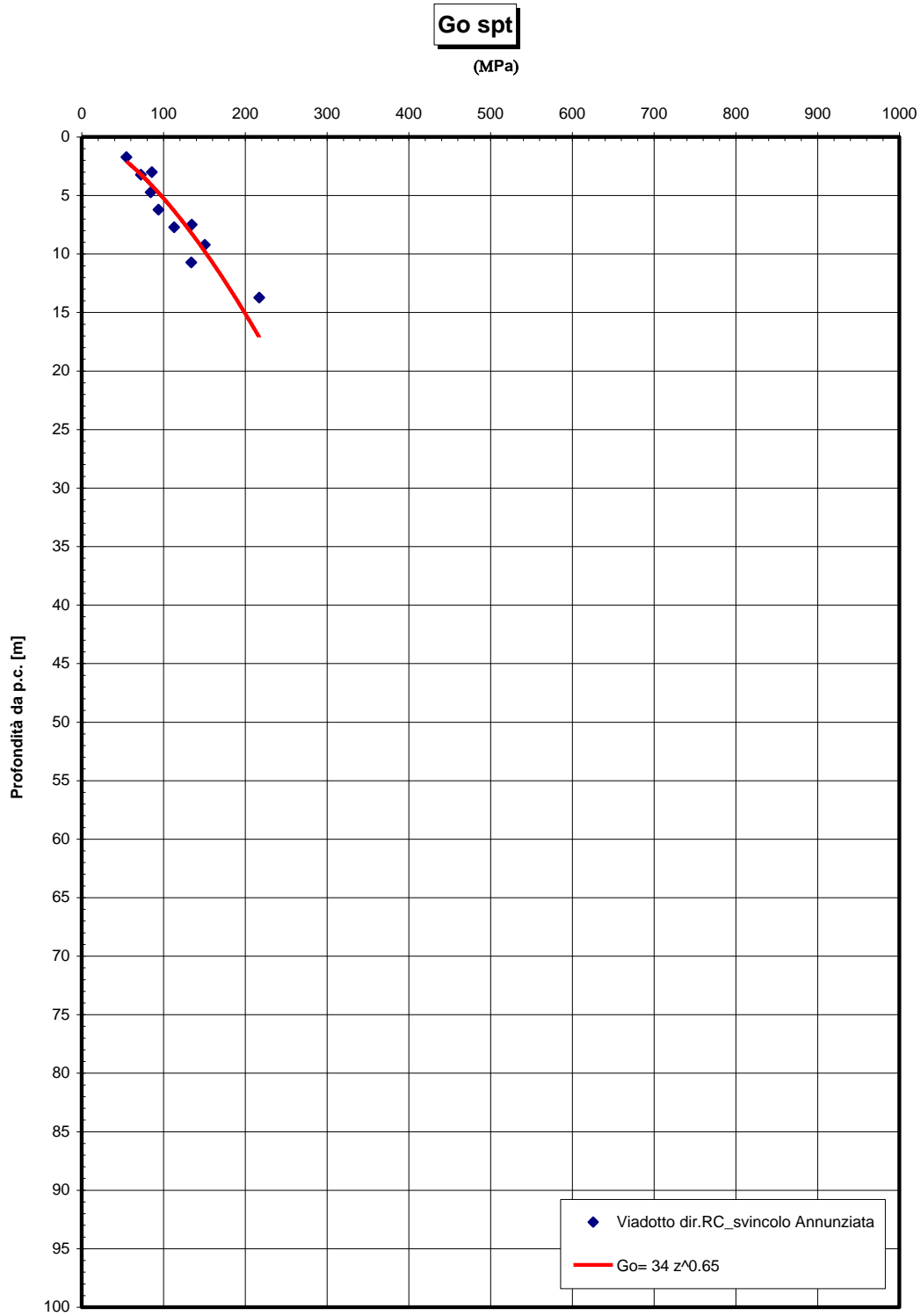
**Dr Skempton (1986)
Componente sabbiosa prevalente
DEPOSITI ALLUVIONALI**



eo



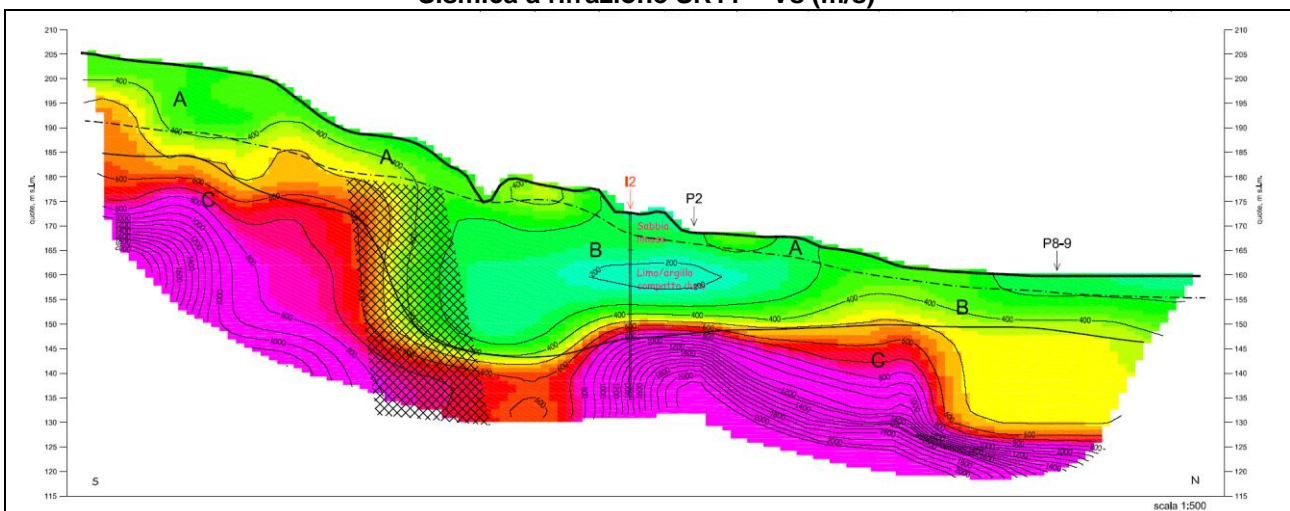




S441 - Nspt30



FORO	z [m]	Nspt	hi				
S441	3	25	3	0,12	0,649848	46	C
S441	4,5	20	1,5	0,075			
S441	6	26	1,5	0,057692			
S441	7,5	32	1,5	0,046875			
S441	9	57	1,5	0,026316			
S441	10,5	61	1,5	0,02459			
S441	12	40	1,5	0,0375			
S441	13,5	85	1,5	0,017647			
S441	15	73	1,5	0,020548			
S441	16,5	69	1,5	0,021739			
S441	18	61	1,5	0,02459			
S441	19,5	71	1,5	0,021127			
S441	21	75	1,5	0,02			
S441	22,5	51	1,5	0,029412			
S441	24	71	1,5	0,021127			
S441	25,5	46	1,5	0,032609			
S441	27	100	1,5	0,015			
S441	28,5	100	1,5	0,015			
S441	30	65	1,5	0,023077			

Sismica a rifrazione SR11 - Vs (m/s)



San Pier Niceto argilloso

Per quanto riguarda le caratteristiche fisiche il fuso granulometrico mostra che le caratteristiche sono tipiche di materiali a grana medio fine con percentuale media di sabbia al 20%, limo al 62%

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

ed argilla al 18%. Si ha che $D_{50}=0.06$, $D_{60}=0.15$ e $D_{10}=0.001$ mm.

Per quanto riguarda i limiti di Atterberg si ha $W_n=30\%$, $W_l=50\%$, $W_p=35\%$, $IP=15\%$

Dalla carta di Casagrande la posizione corrisponderebbe a limi di medio alta plasticità.

Per il peso di volume γ si assume un valore medio di 20KN/m^3 .

Per quanto concerne le caratteristiche di resistenza non si hanno a disposizione localmente delle prove per cui si fa riferimento alle 6 prove di laboratorio (4TD e 2 CID) su campioni prelevati fra 6m e 35m in altri sondaggi (S457, S465) .

Dalle prove di taglio diretto (campioni sondaggio S457) si ottengono i seguenti range di valori di resistenza di picco:

$$c'_{\text{picco}} = 0,050-0,080 \text{ MPa}$$

$$\phi'_{\text{picco}} = 27^\circ \div 20^\circ$$

Per i valori di resistenza in condizioni di stato critico si ottiene:

$$c'_{\text{cv}} = 0 \text{ MPa}$$

$$\phi'_{\text{cv}} = 25^\circ - 20^\circ$$

Nelle prove triassiali (campioni sondaggio S465) si ottengono i seguenti range di valori di resistenza di picco:

$$c'_{\text{picco}} = 0,016-0,020 \text{ MPa}$$

$$\phi'_{\text{picco}} = 21^\circ \div 22^\circ$$

Per i valori di resistenza in condizioni di stato critico si ottiene:

$$c'_{\text{cv}} = 0 \text{ MPa}$$

$$\phi'_{\text{cv}} = 21^\circ$$

Dalle correlazioni con i valori di N_{spt} si ottiene un valore di C_u mediamente pari a 370 kPa.

Per i parametri di deformabilità, dalle prove dilatometriche (S459bis, S453) effettuate sulla componente argillosa si evince un range del modulo pari a 55-75 Mpa.

Un valore singolo (S459bis a 54m) raggiunge invece 1000 MPa ma sembrerebbe essere stato effettuato su un livello conglomeratico che si alterna a quello argilloso.

Dalle prove di sismica a rifrazione (S454-SR3 e SR5 e S434-SR2) si ottengono valori medi di velocità V_s ascrivibili all'intero pacchetto del San Pier Niceto argilloso molto elevate e pari a 800 e 1500 m/s fra 20 e 50m di profondità.

A tali valori corrisponderebbe un range di moduli G_0 pari a 1100 e a 4600 MPa, e quindi di E_0 pari a 2640 e a 11000 MPa con $E'=264-1100$ MPa e $1100-3670$ MPa (rispettivamente pari a 1/10 E_0 ed

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

1/3 E_0).

Tale discrepanza con i valori ottenuti dalle pressiometriche possono ascrivere

- alla difficoltà, nell'interpretazione delle sismiche a rifrazione, nell'individuare il sismostrato esattamente riferibile alla formazione in esame che rende eventualmente affetta da errore l'individuazione dell'esatto valore di V_s ,
- alla presenza, all'interno del pacchetto del San Pier Niceto argilloso, di strati arenacei cementati che condizionano la risposta elastica globale.
- all'eventuale disturbo del foro in cui sono state effettuate le prove pressiometriche
- al fatto che quasi tutte le dilatometriche (tranne S459bis) forniscono valori di primo carico.

Si ritiene cautelativo assumere, per la sola facies prettamente argillosa, un modulo operativo pari a:

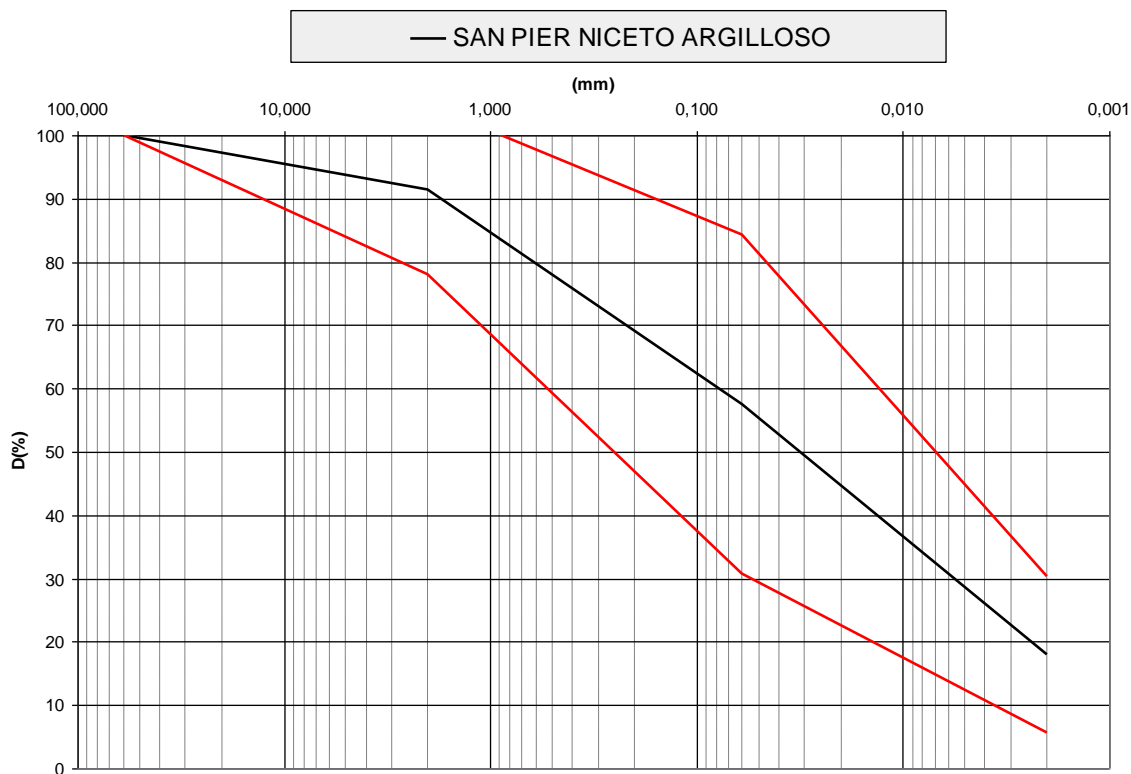
$$E' = 70 \div 120 \text{ MPa}$$

compatibili rispettivamente con:

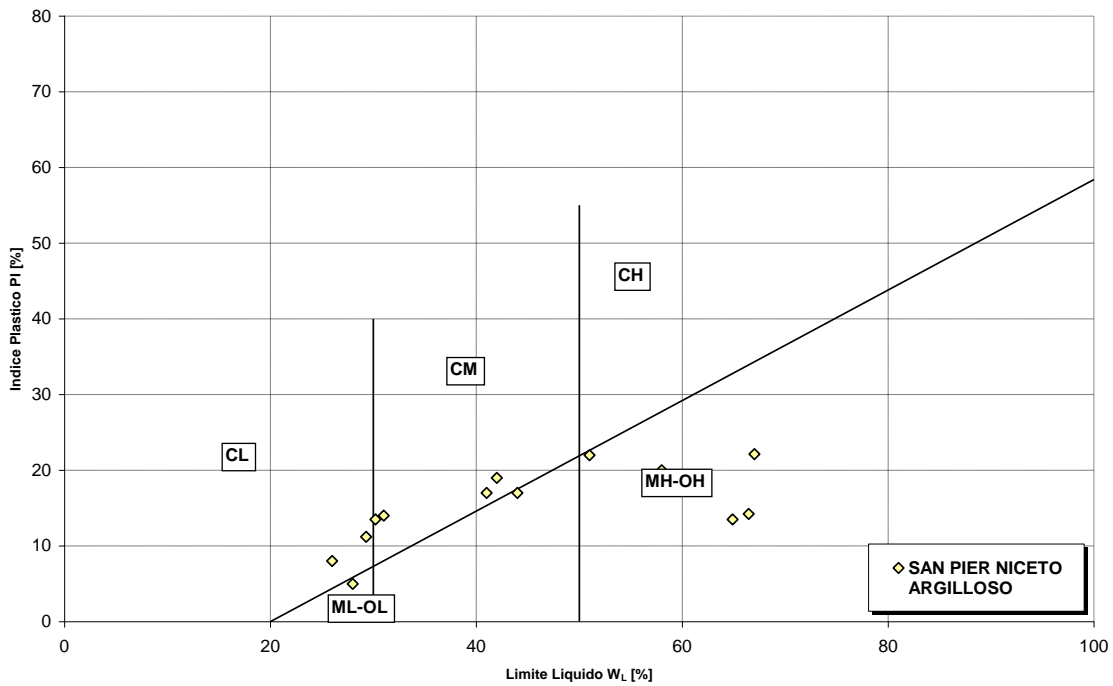
$$E' = 200 \text{ Cu (valore minimo)}$$

$$E' = 400 \text{ Cu (valore massimo)}$$

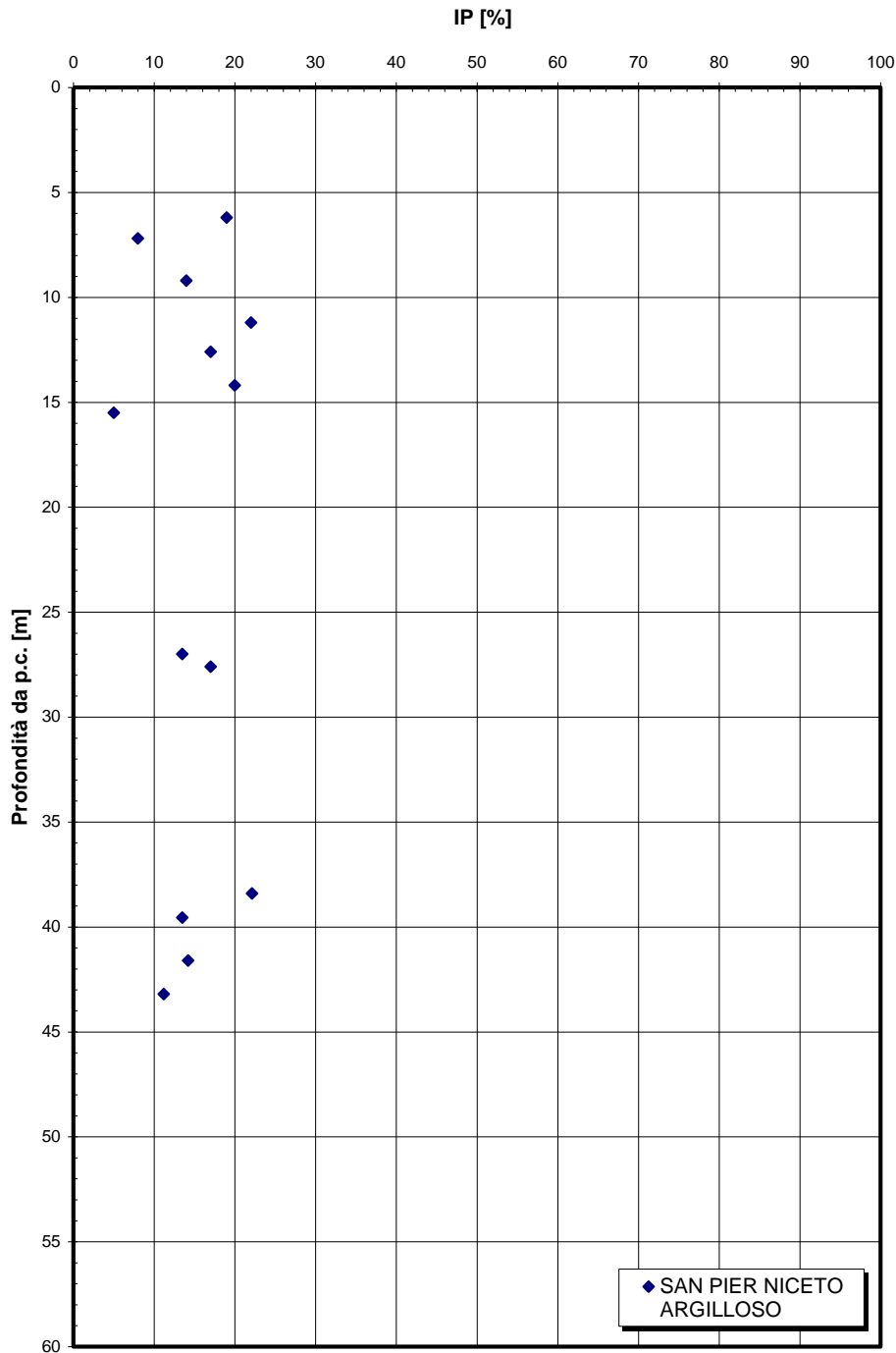
avendo posto un valore cautelativo di $Cu = 300 \text{ Kpa}$



Carta di Plasticità di Casagrande

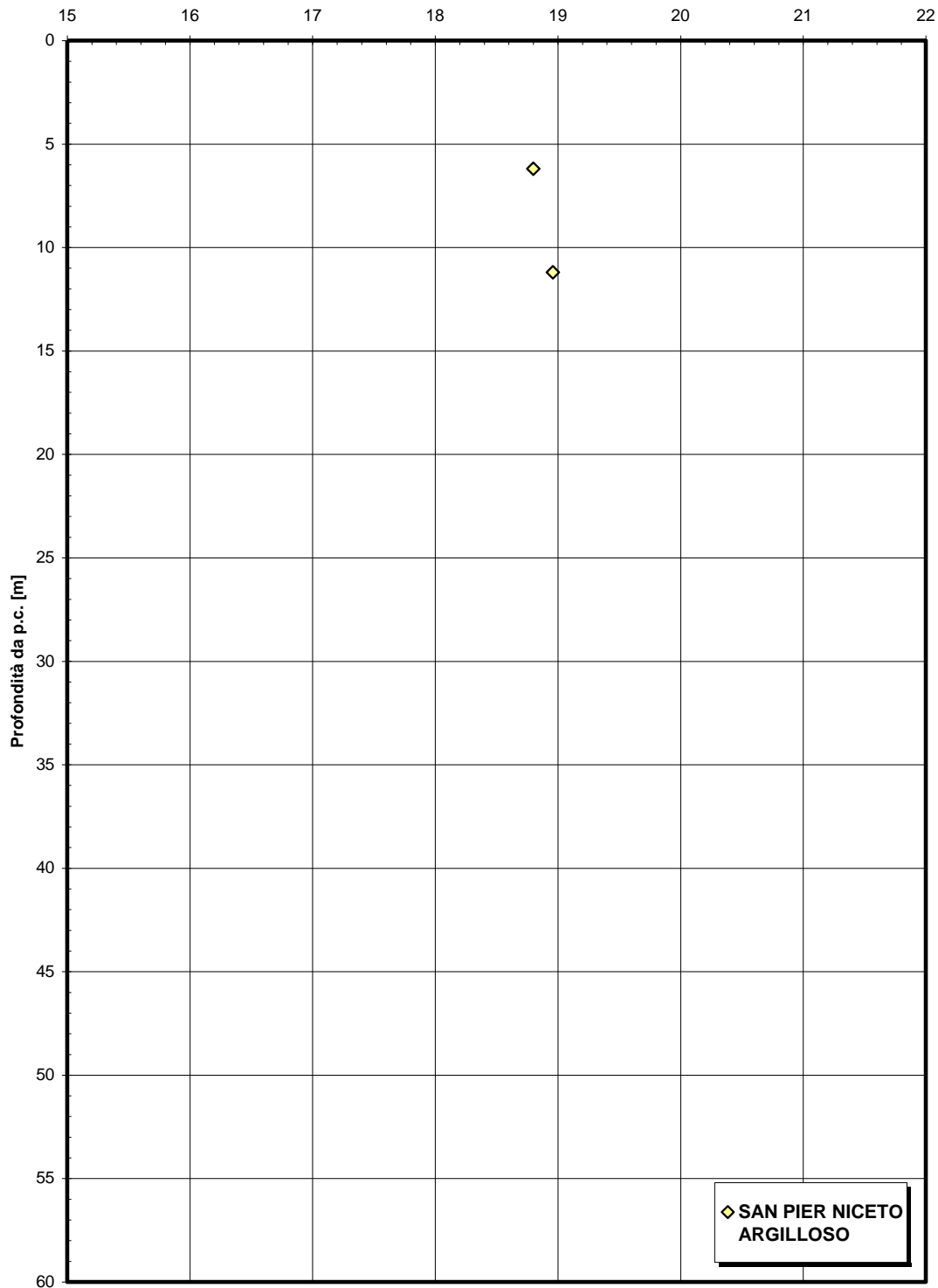


Indice di plasticità

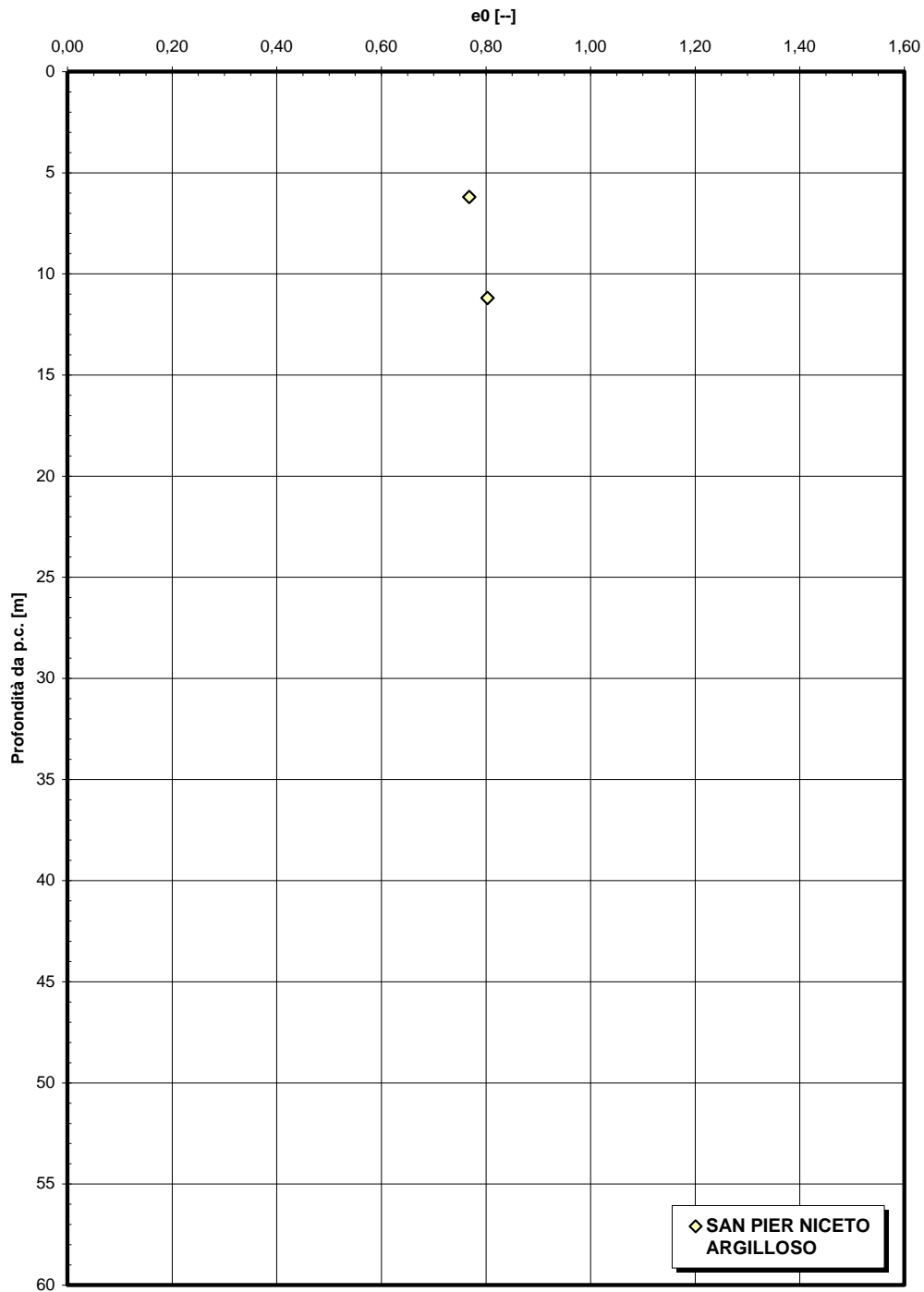


Peso di volume naturale

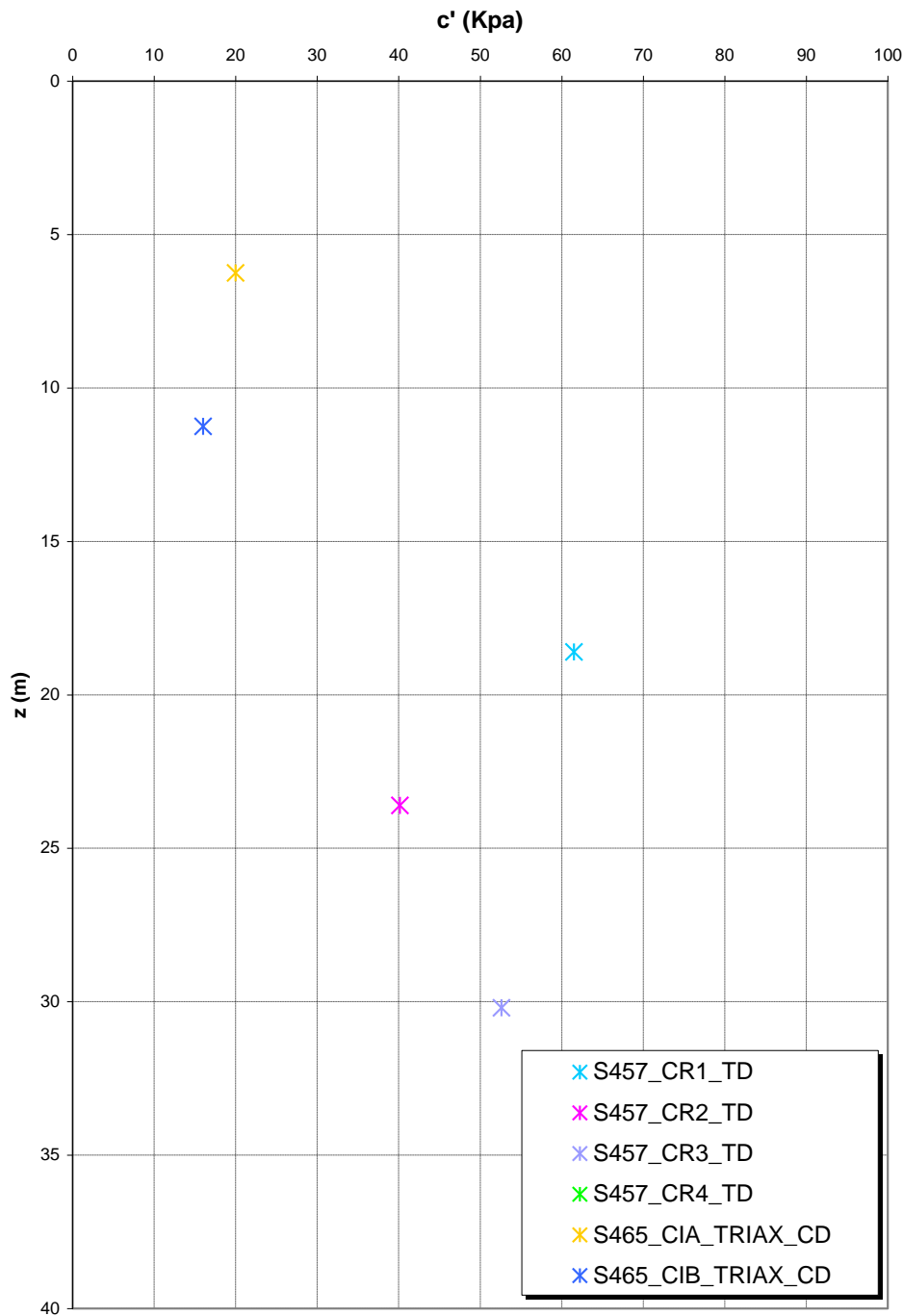
γ [kN/m³]



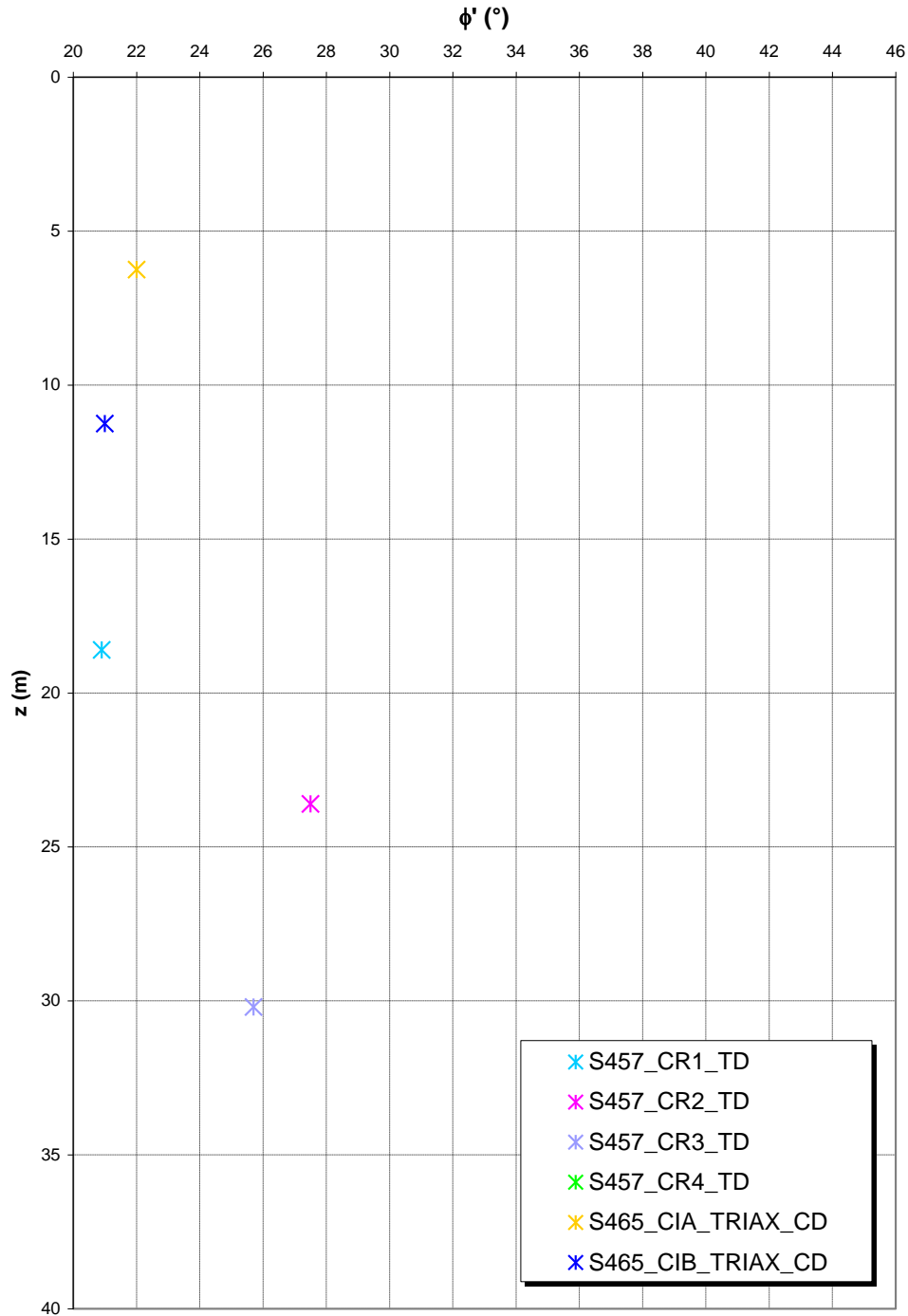
Indice dei vuoti iniziale



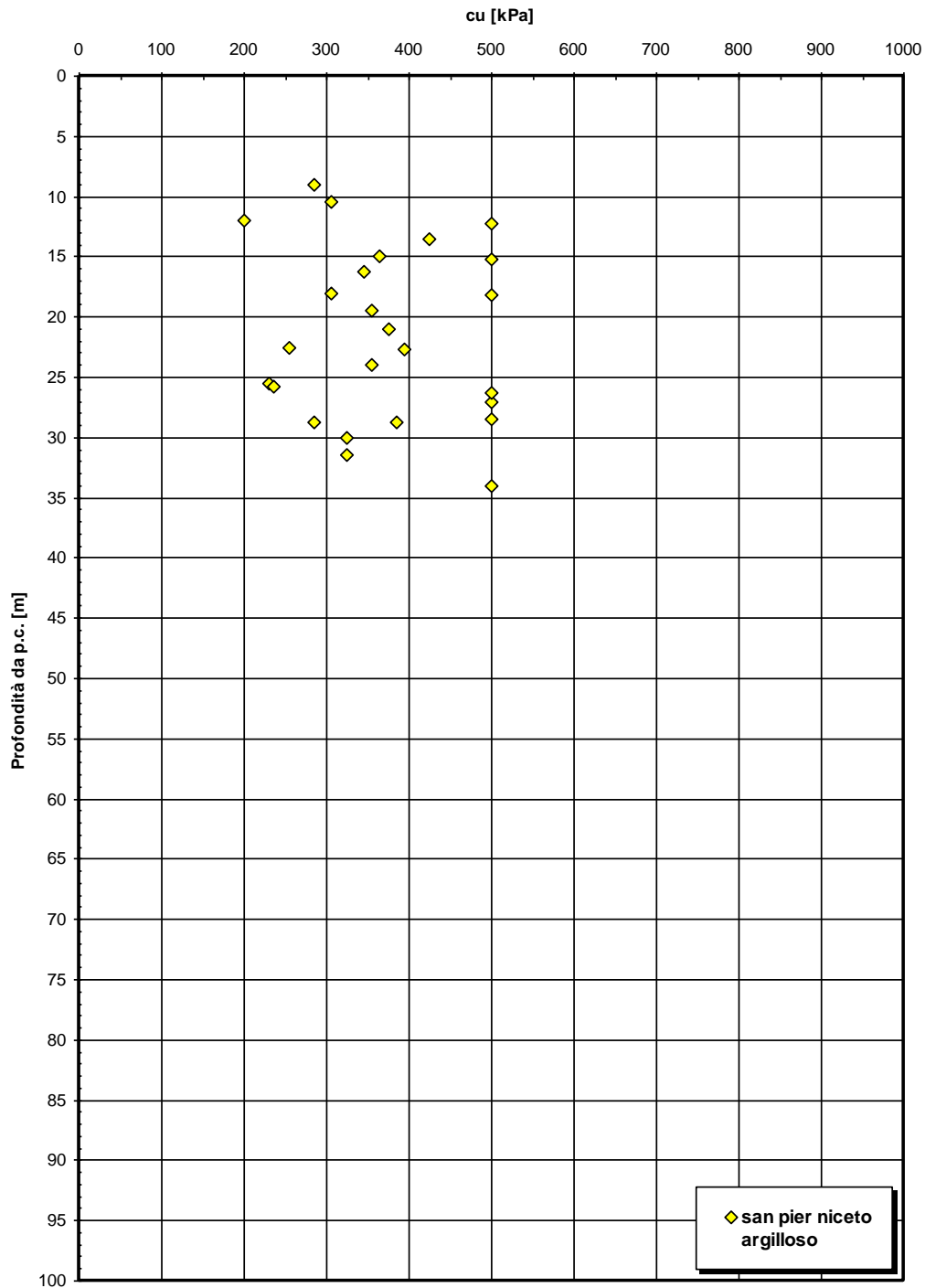
**Coesione
SAN PIER NICETO ARGILLOSO**

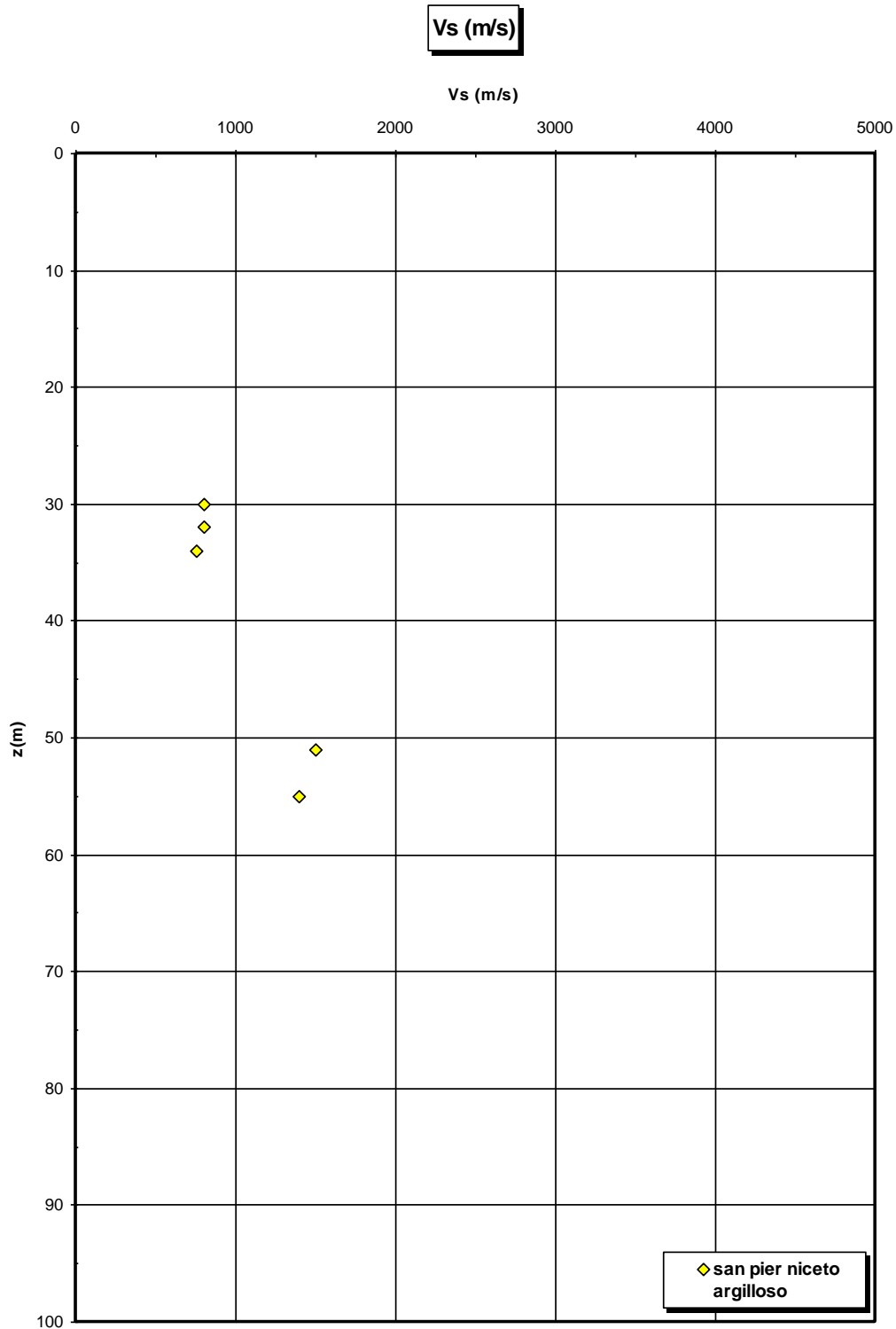


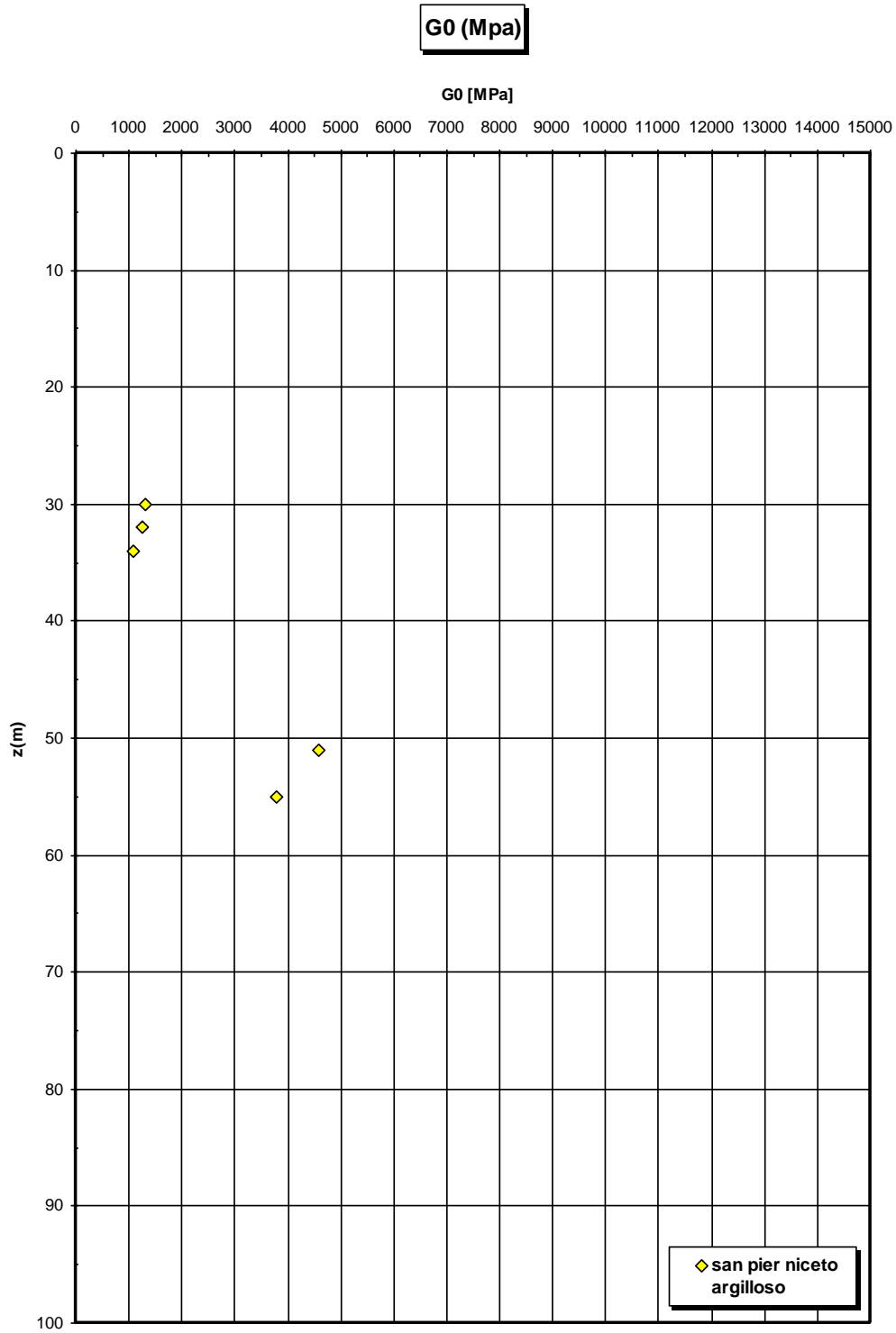
**Angolo di attrito
SAN PIER NICETO ARGILLOSO**



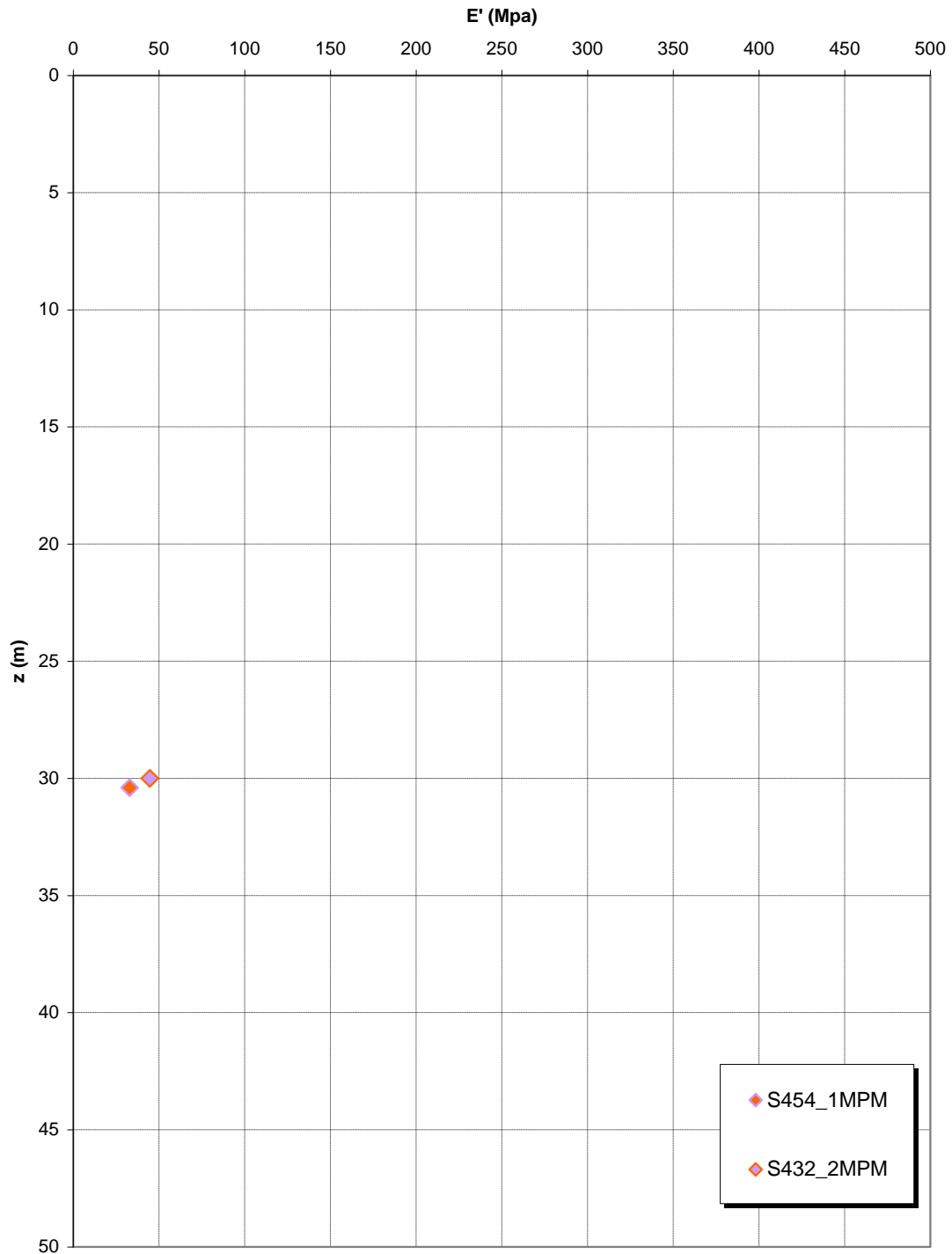
Coesione non drenata da prove SPT



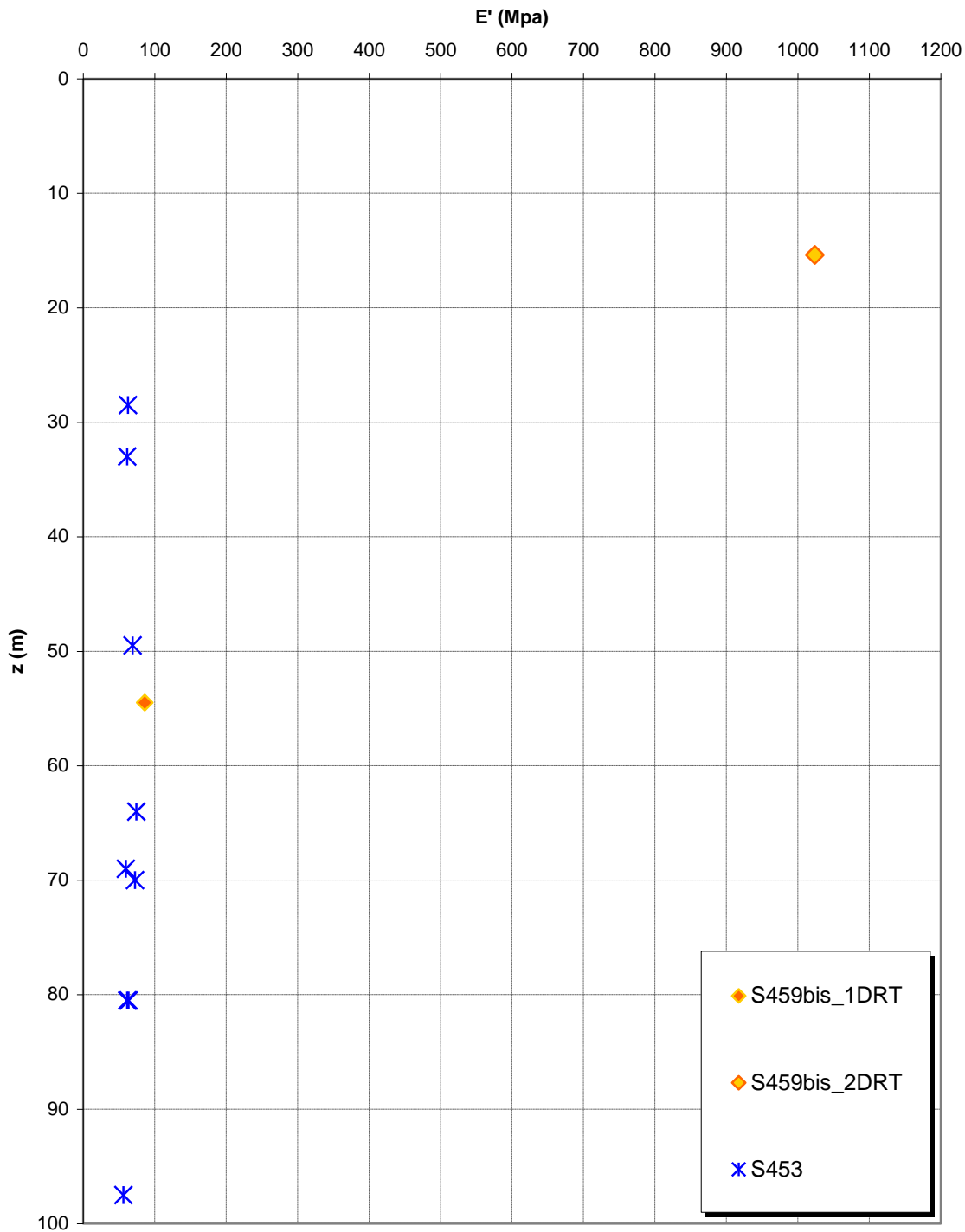




**Prove pressiometriche
SAN PIER NICETO ARGILLOSO**



**Prove dilatometriche
SAN PIER NICETO ARGILLOSO**



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

San Pier Niceto Conglomeratico

Per quanto riguarda le caratteristiche fisiche del materiale, l'andamento del fuso conferma che le caratteristiche granulometriche dei materiali in esame sono tipiche sia di materiali a grana grossa (ghiaie 23%) che di materiali intermedi (sabbie 48%). Il contenuto di fino è mediamente del 25%. Sia per la porzione conglomeratica che per quella sabbiosa risulta infatti che:

- Il valore di D_{50} è pari a 0.3mm
- Il valore di D_{60} è pari a 0.6 mm
- Il valore di D_{10} è pari a 0.04 mm

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

Per quanto concerne lo stato iniziale si ha:

- **Dr**: la densità relativa media è del 80%. I valori risultano non numerosi e molto dispersi e si riferiscono ai primi 30m dove si è riscontrata preponderante la componente sabbiosa. Non è stato possibile tenere in conto l'effetto della cementazione;
- **γ_d** : si può stimare un valore medio di γ_d che risulta uguale a circa 21 kN/m³;
- **K_0** : si considera la relazione di Mesri.

Per le caratteristiche di resistenza si parte dalla stima del parametro RMR_{89} che è stato valutato sulla base di un rilievo effettuato in corrispondenza dell'imbocco est della galleria stradale Serrazzo.

Il parametro RMR_{89} è risultato pari a 51. Il parametro GSI è quindi pari a 46.

Gli involuppi di rottura dell'ammasso roccioso sono stati determinati tenendo conto:

- del valore GSI di cui in precedenza;
- dei valori della resistenza alla compressione semplice σ_c stimata (15MPa) e del parametro m_i della roccia intatta pari a 19.
-

I risultati che si ottengono per $GSI = 46$ sono riportati nella tabella, sia per le condizioni di resistenza di picco ("undisturbed rock mass") che per le condizioni di resistenza residua ("disturbed rock mass") per tensioni normali corrispondenti a profondità massime di circa 20m.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

σ_n (Mpa)	Picco		Residuo	
	c' (Mpa)	ϕ' (°)	c' (Mpa)	ϕ' (°)
0.21	0.14	55	0.09	45
0.42	0.21	50	0.15	38

Tenuto conto però che tali parametri sono stati determinati facendo riferimento ad un solo rilievo determinato su un fronte di roccia di altezza di circa 10-20m ed in base ad m_i stimato in letteratura, si ritiene prudente adottare valori più cautelativi sia per la coesione che per l'angolo d'attrito.

Inoltre si ritiene anche prudente assumere che tali parametri siano rappresentativi di tutto l'ammasso, non essendo a conoscenza delle caratteristiche presenti in profondità.

Si pone quindi:

$c'=0 \div 0.050$ MPa (valore minimo per la porzione sciolta sabbiosa)

$\phi'=38^\circ-40^\circ$

Per le caratteristiche di deformabilità dalle prove sismiche in foro (S464) e dalla sismica a rifrazione PR18 si ottengono valori di V_s elevati (da 500 a 2000 m/s) già a partire da 15m fino a 70m di profondità.

Il numero di dati a disposizione è molto esiguo;

Ai valori delle velocità di taglio V_s corrisponderebbero moduli di taglio iniziali G_0 che mostrano tale correlazione:



$G_0=100 z$ (Mpa)

Per la componente sabbiosa caratterizzabile da prove SPT l'andamento di G_0 , stimato fino a 30m di profondità con una correlazione pari a:

$$G_o = 38 \cdot (z)^{0.7}$$

Le correlazioni ottenute mostrano un differente andamento: le prove sismiche risultano essere in numero troppo esiguo per ritenersi rappresentative della deformabilità dell'ammasso.

Per i moduli di Young "operativi" a medie e piccole deformazioni si dà quindi il seguente andamento cautelativo:

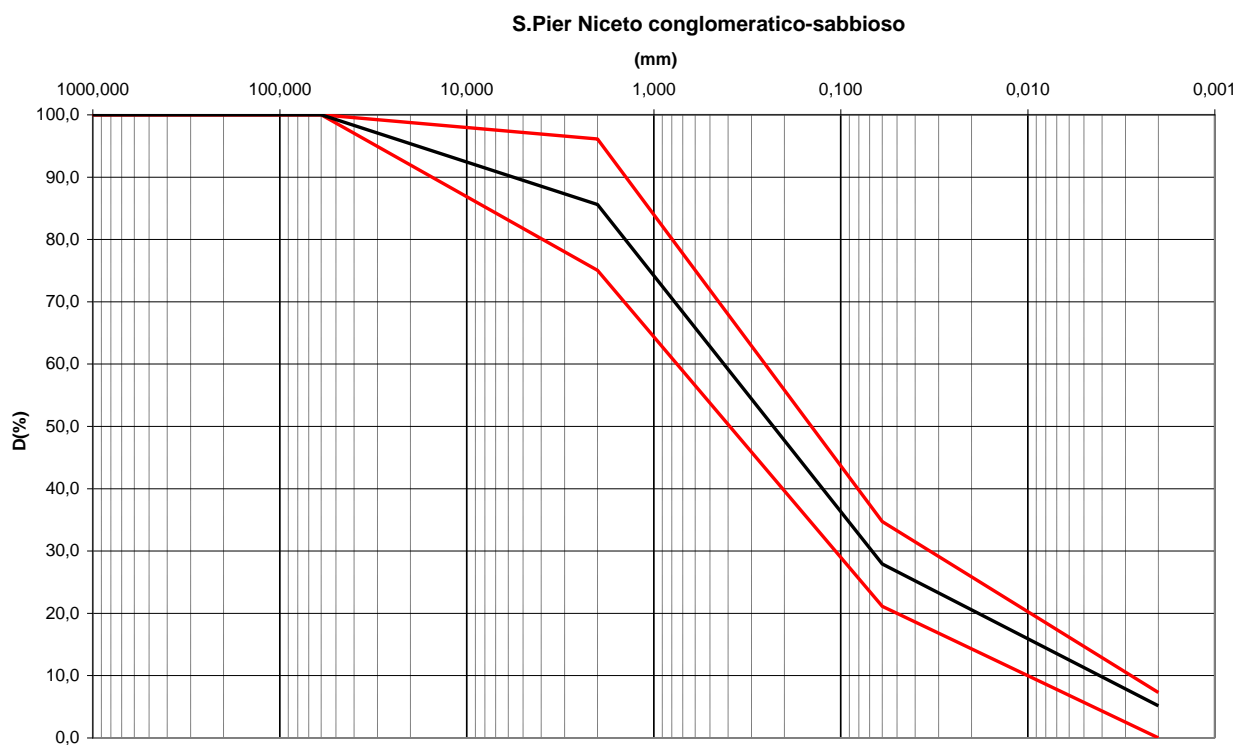
		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><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						

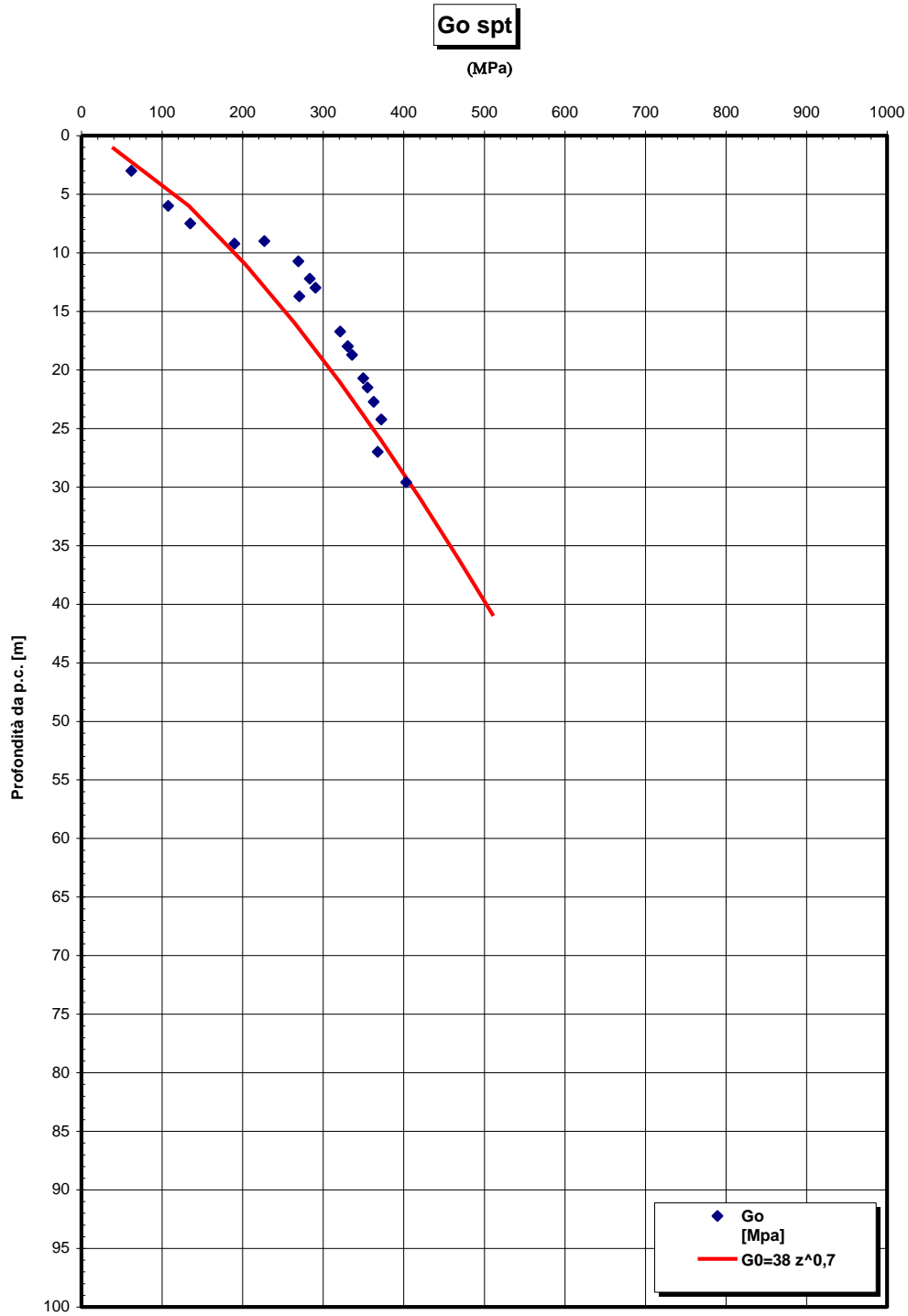
$$E_o = 90 \cdot (z)^{0.7}$$

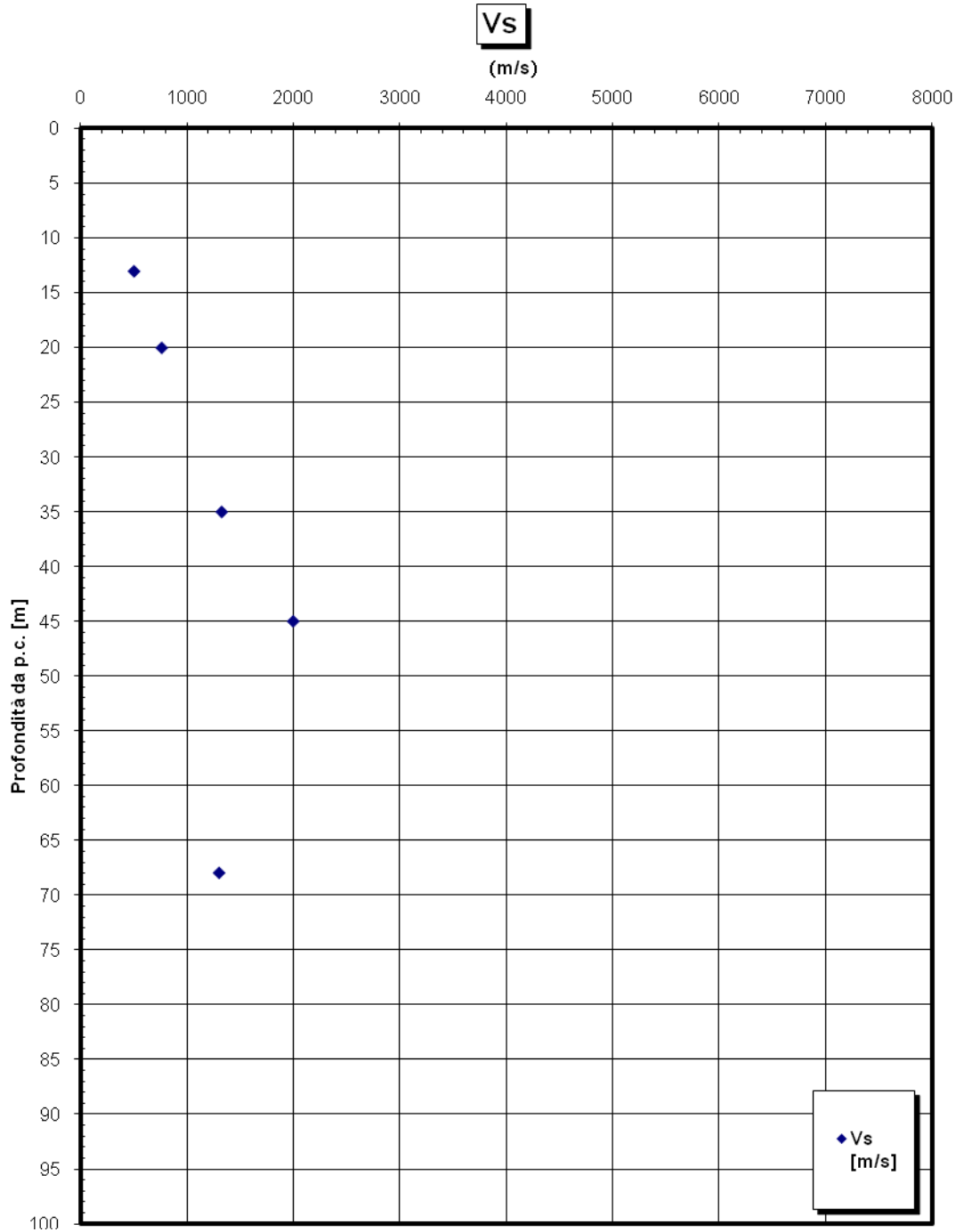
$$E = (20 \div 30) \cdot (z)^{0.7}$$

pari rispettivamente a circa 1/5 ÷ 1/3 di quelli iniziali.

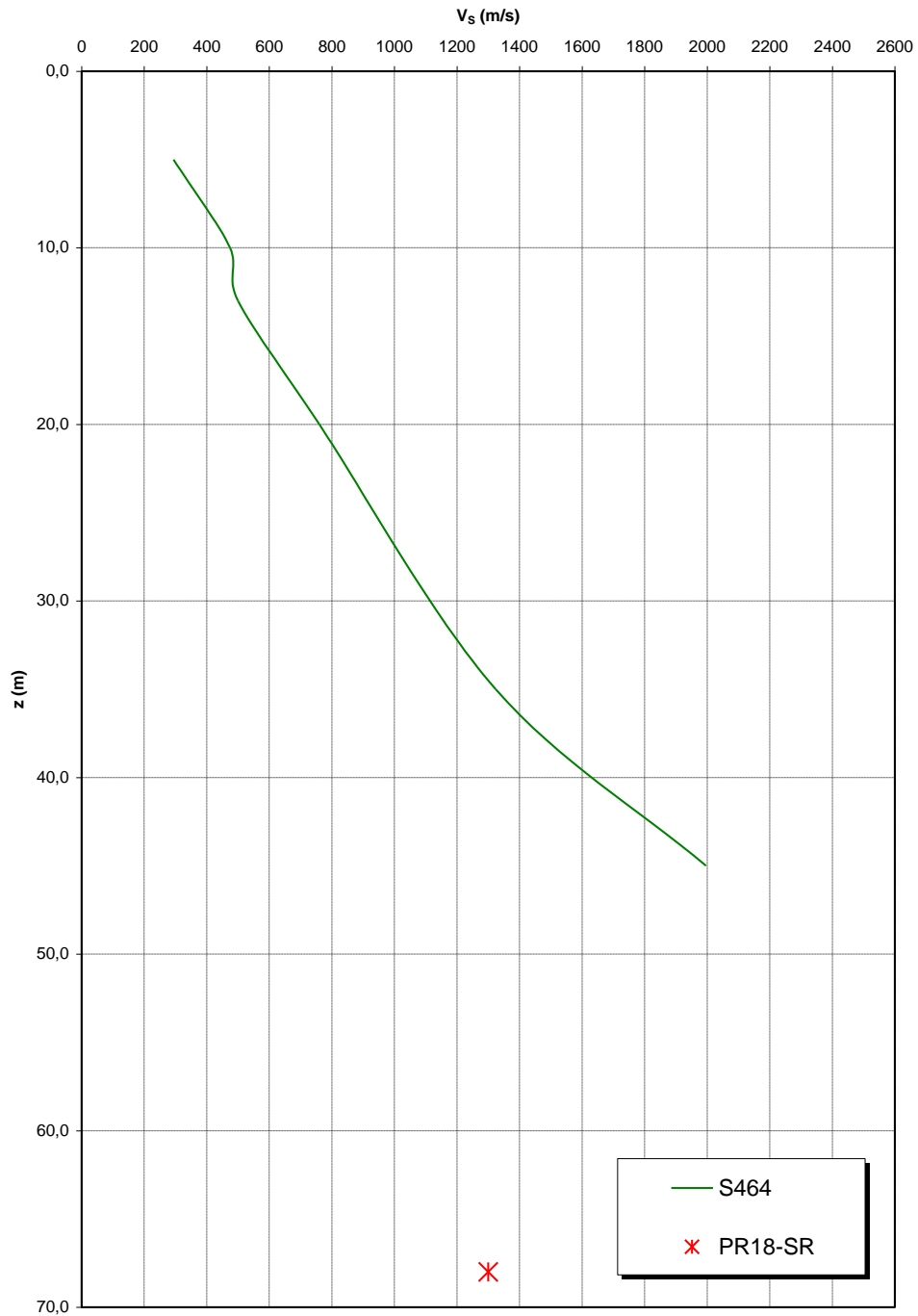
Dalle prove dilatometriche (S464bis, S443, S456) effettuate nella nuova campagna di indagine 2010 i valori di E' (ciclo scarico – ricarico) risultano pari a 200 e 745 MPa a elevate profondità (55m e 60m).

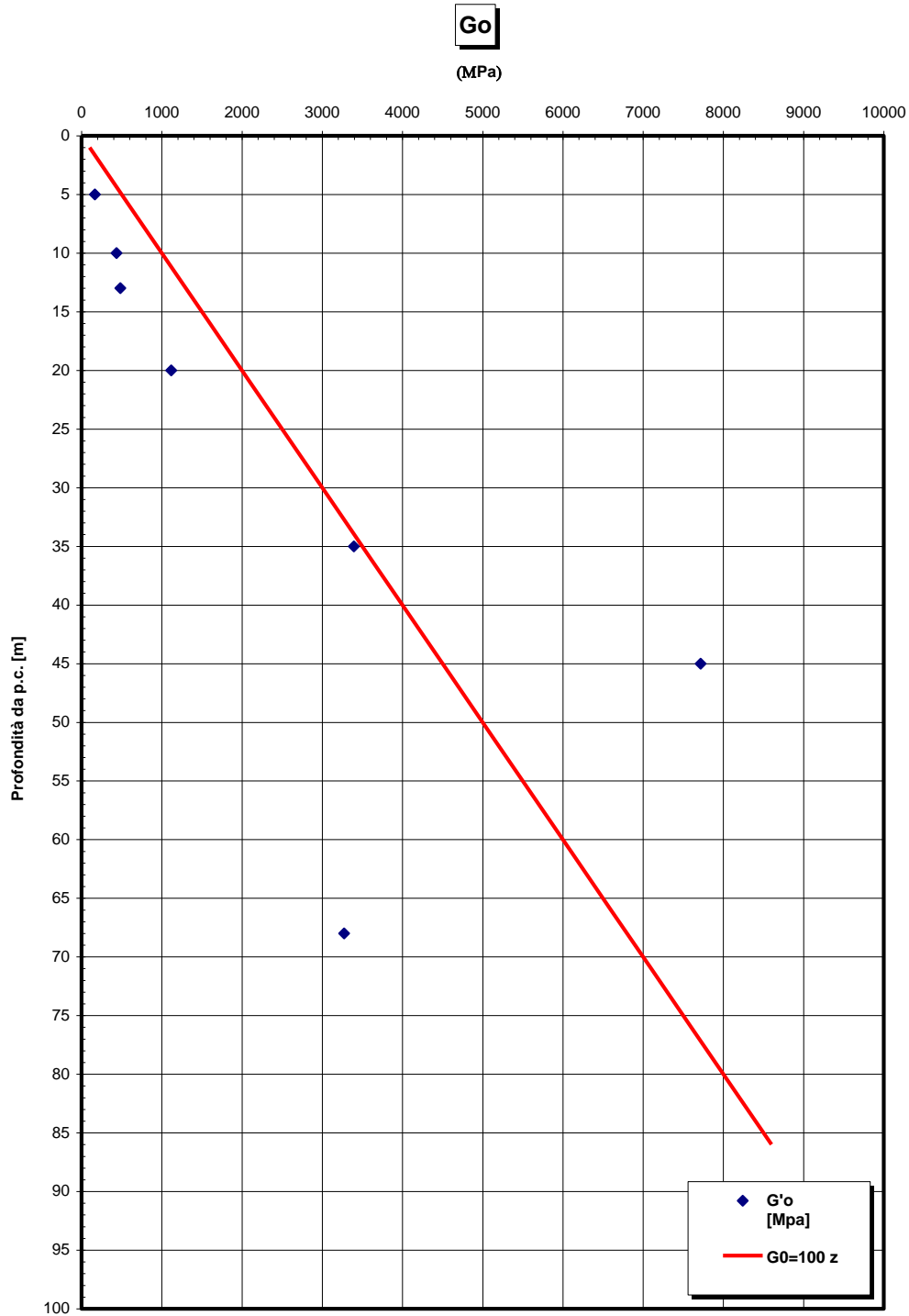




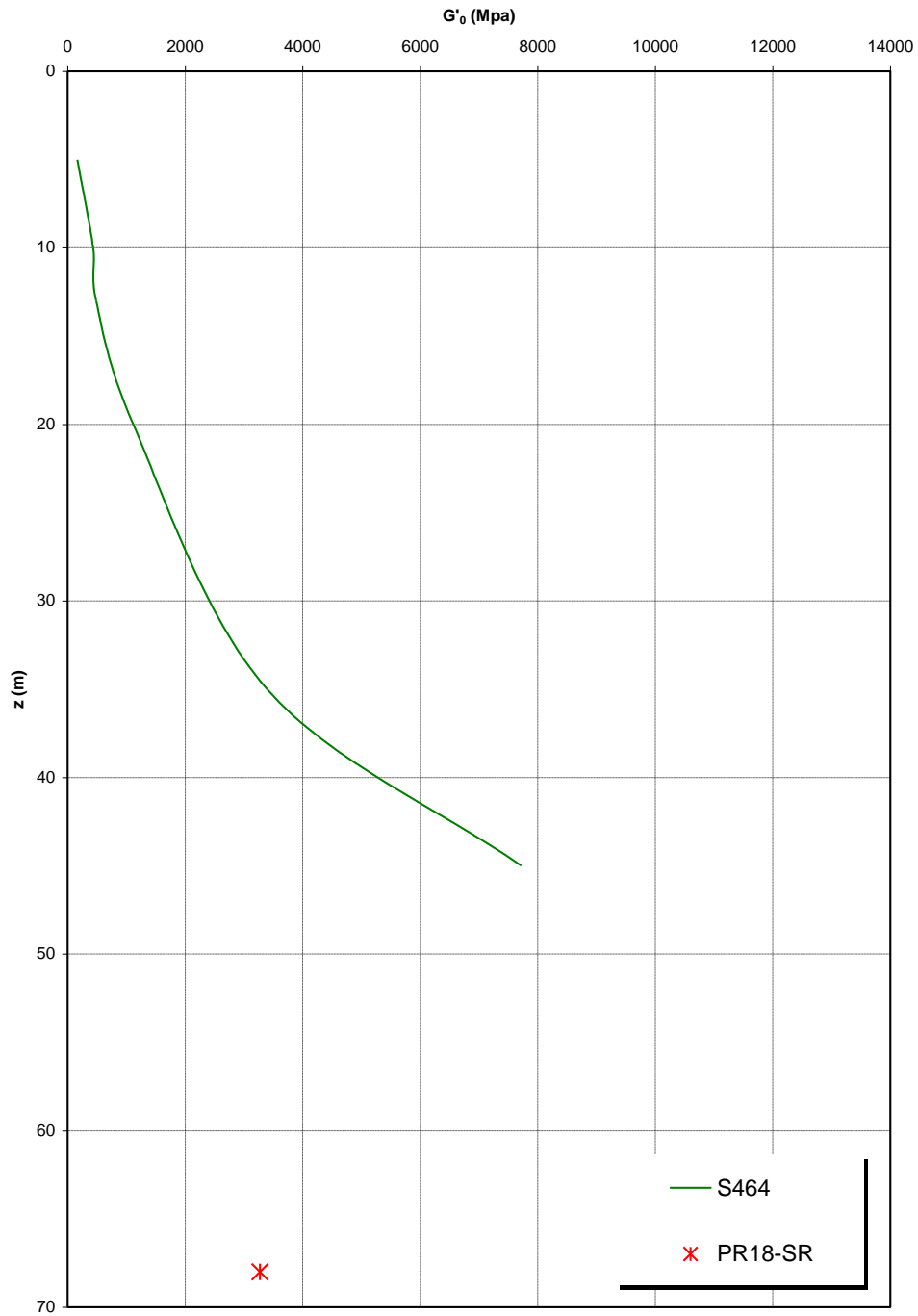


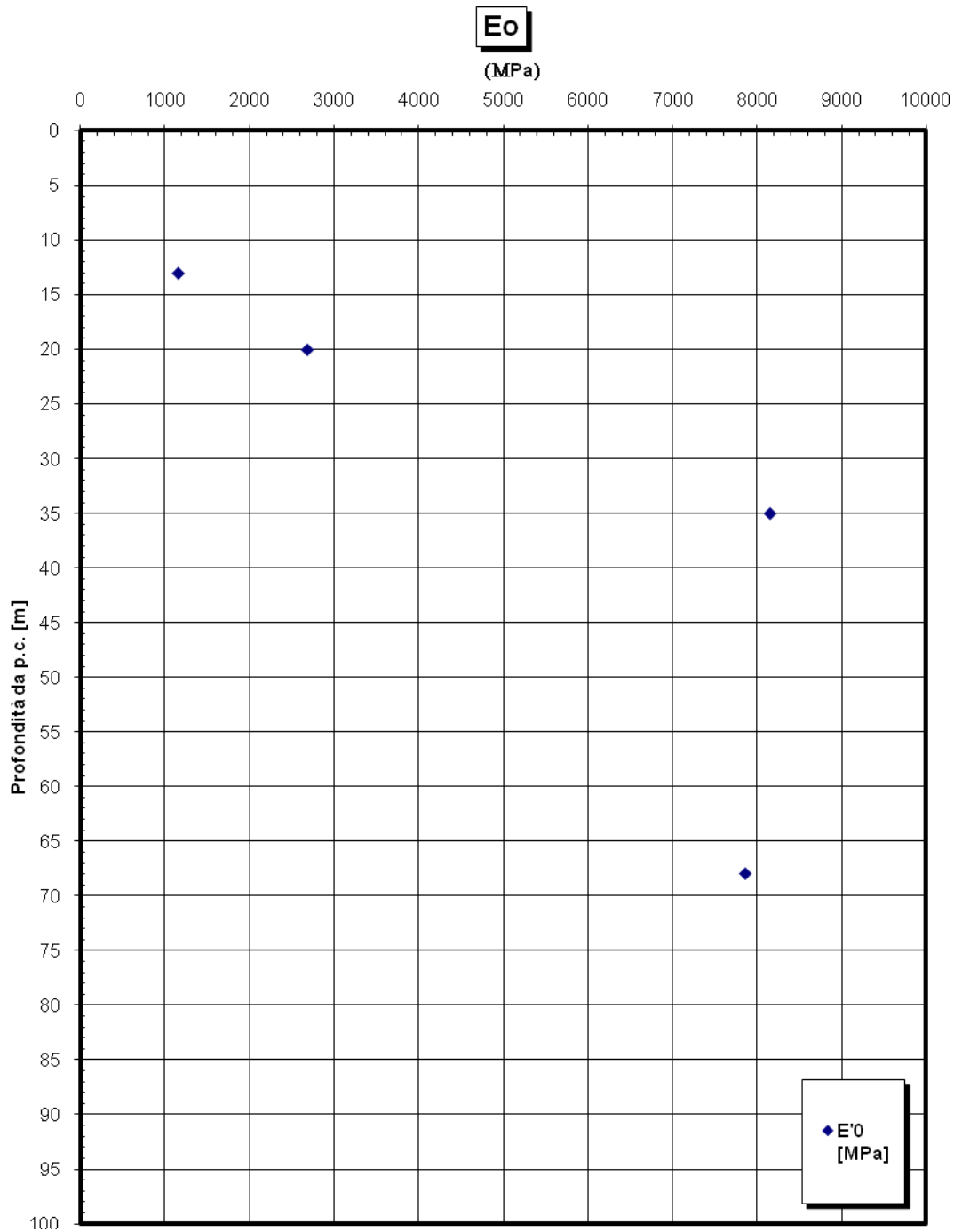
**Prove sismiche
SAN PIER NICETO SABBIOSO CONGLOMERATICO**

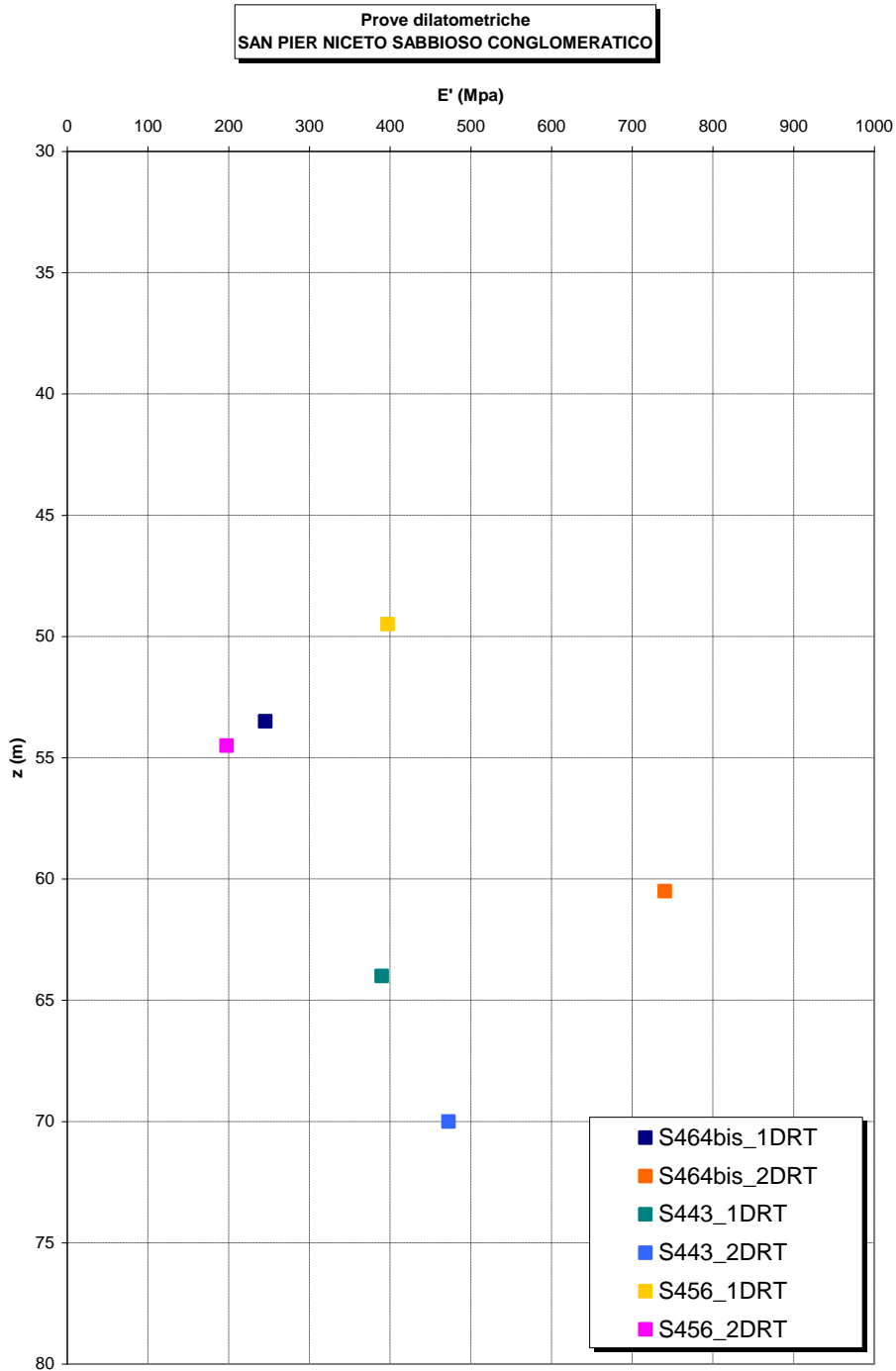





**Prove sismiche
SAN PIER NICETO SABBIOSO CONGLOMERATICO**







		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Parametri principali assunti

Dall'esame del profilo geotecnico ed in base alla stratigrafia riscontrata dal sondaggio **S441**, posto in corrispondenza delle opere da realizzarsi, le fondazioni dell'opera in esame appaiono intercettare le formazioni di seguito riportate. Si sono riportati i parametri geotecnici di maggiore interesse per i calcoli e le verifiche successivamente eseguite.

Litologia	prof. (m)	γ_d (kN/m ³) Peso del secco	γ (kN/m ³) Peso totale	c' (Kpa)	ϕ' (°)	$E' *$ (MPa)	Cu (KPa)	E' (MPa)
Riporti	0-0.5	-	-	-	-	-	-	-
Depositi alluvionali Sabbie limose	0.5-3.6	17-19	19-20	0	37	$(10\div 25)z^{0.65}$	-	-
Depositi alluvionali Limo argilloso	3.6-7.4	-	***	***	***	-	150**	30**
Depositi alluvionali Sabbie limose	7.4-8.2	17-19	19-20	0	37	$(10\div 25)z^{0.65}$	-	-
San Pier Niceto argilloso	8.2 -37	-	19-21	20-50	30-22	70-120	200-400	-
San Pier Niceto conglomeratico	>37	-	20-22	0-50	38-40	$(20\div 30) z^{0.7}$	-	-

TABELLA 40 – PARAMETRI GEOTECNICI UTILIZZATI

* 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.

** Si è posto $Cu=5.5 N_{spt}$ ed $E'=200 Cu$

*** Per i parametri drenati del limo argilloso (3.6-7.4m da p.c.) rilevato in S441 in assenza di prove locali si può porre:

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CABINE RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0642_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

$\gamma=19 \text{ KN/m}^3$
 $C'=10 \text{ KPa}$
 $\phi'=30^\circ$

La falda risulta presente nei depositi alluvionali a quota assoluta 150 m s.l.m., come si evince dagli elaborati di geotecnica generale, di cui al capitolo 11.1.1 della presente relazione.

11.7.2 CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITA' DEL LUOGO

La forma spettrale è definita in funzione dei seguenti parametri:

Categoria suolo	C
Categoria topografica:	T ₁