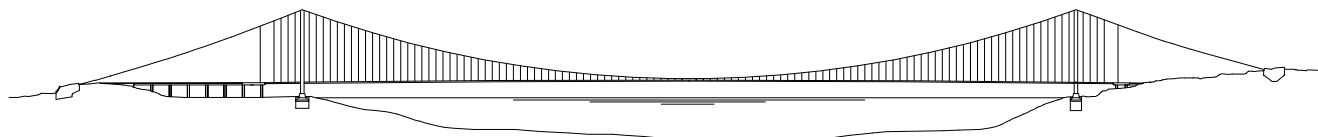


PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA



PROGETTO DEFINITIVO

EUROLINK S.C.p.A.

IMPREGILO S.p.A. (Mandataria)

SOCIETA' 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)

IL PROGETTISTA

A.T.I. SORIGE L&R

Dott. Marzia Piazza
Ordine Geologi Emilia Romagna
n° 521

Dott. Ing. E. Pagani



Ordine Ingegneri Milano
n° 15408

IL CONTRAENTE GENERALE

Project Manager
(Ing. P.P. Marcheselli)

STRETTO DI MESSINA

Direttore Generale e
RUP Validazione
(Ing. G. Fiammenghi)

STRETTO DI MESSINA

Amministratore Delegato
(Dott. P. Ciucci)

COLLEGAMENTI CALABRIA

CB0055_F0

STUDI DI BASE

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

GENERALE

RESTITUZIONE CAMPAGNA INDAGINI GEOGNOSTICHE

CODICE

C G 1 5 0 0 P S D D C S B C 8 G 0 0 0 0 0 0 0 1 F 0

SCALA:

-

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
A	20/06/2011	EMISSIONE FINALE	MESUMECI	CARMENI	STEFANO VINGO



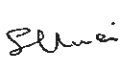
PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA

Contratto per l'Affidamento a contraente generale della progettazione definitiva ed esecutiva e della realizzazione con qualsiasi mezzo dell'attraversamento stabile dello Stretto di Messina e dei collegamenti stradali e ferroviari sul versante Calabria
(contratto n°6400006246)

PROGETTO ESECUTIVO-ESECUTIVO INDAGINI GEOGNOSTICHE VERSANTE CALABRIA

RELAZIONE GENERALE



REV.	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	REDDATTO PREP'D	CONTR. CHK'D	APPR. APPR'D	COMM.-JOB:
	Rapporto di prova	DOTT. GEOL. P. S. MUSUMECI	DOTT. GEOL. F. CARMENI	DOTT. GEOL. S. VINCI	RDP n°233/CT11 del 06/04/2011
					COMMESSA: IG 220

PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA

Contratto per l'Affidamento a contraente generale della progettazione definitiva ed esecutiva e della realizzazione con qualsiasi mezzo dell'attraversamento stabile dello Stretto di Messina e dei collegamenti stradali e ferroviari sul versante Calabria

PROGETTO ESECUTIVO-ESECUTIVO INDAGINI GEOGNOSTICHE VERSANTE CALABRIA

RELAZIONE GENERALE

ALLEGATI

ALL. 1/A: MONOGRAFIE SONDAGGI (da C403 bis a C 414)

ALL. 1/B: MONOGRAFIE SONDAGGI (da C415 bis a C427)

ALL. 1/C: MONOGRAFIE SONDAGGI (da C428 bis a Cn451)

ALL.1/D: MONOGRAFIE SONDAGGI (C402, C402 CH1, C402 CH2, C406, C408, C420, C420 bis, C419, C419 CH1 e C419 CH2)

ALL. 2: RAPPORTO TECNICO – CROSS HOLE

INDICE

INDICE	2
1.0 GENERALITÀ	3
2.0 INDAGINI GEOGNOSTICHE	4
3.0 MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE INDAGINI E DELLE PROVE IN SITU	13
3.1 Sondaggi a carotaggio continuo	13
3.2 Sondaggi a distruzione di nucleo	14
3.3 Prove SPT	15
3.4 Campionamento: indisturbati e rimaneggiati	16
3.5 Prove di permeabilità tipo Lugeon	19
3.6 Prove di permeabilità tipo Lefranc	21
3.7 Prove dilatometriche-pressiometriche	25
3.7.1 Strumentazione	27
3.7.2 Modalità' operative	28
3.7.3 Software	29
4.0 INDAGINI GEOFISICHE	36
4.1 Tomografie sismiche	36
4.1.1 Elenco strumentazioni per esecuzione di sismica a rifrazione superficiale tomografica	36
4.1.2 Software analisi down hole	37
4.2 Down-Hole	37
4.2.1 Elenco strumentazioni per esecuzione di sismica in foro del tipo down - hole	38
4.2.2 Software analisi down hole	39
4.2.3 Installazione tubo down-hole	40
5.0 COLLAUDO INCLINOMETRO C413: GRAFICO VERTICALITÀ E GRAFICO SPIRALOMETRICO	41
5.1 Installazione tubo inclinometrico	43

1.0 Generalità

Su incarico della Eurolink S.c.p.a (contratto n°6400006246) nell'ambito della progettazione definitiva ed esecutiva e della realizzazione con qualsiasi mezzo dell'attraversamento stabile dello Stretto di Messina e dei collegamenti stradali e ferroviari sul versante Calabria, nei mesi tra Aprile e Dicembre 2010 l'ATI costituita da L&R S.r.l e SO.RI.GE. s.r.l., ha eseguito una campagna d'indagini geognostiche costituita da: *sondaggi meccanici con posa in opera di tubi piezometrici (tubo aperto e Casagrande) e tubi per down hole; prove in situ (SPT, prove di permeabilità, prove pressiometriche e/o dilatometriche); prospezioni geofisiche: tomografie sismiche, down hole (elaborato CG1500PSDDCSBC8G000000002) e cross hole, queste ultime sono riportate nell'allegato 2 del presente rapporto.*

Gli elaborati delle prove in situ sono state inserite nelle monografie dei rispettivi sondaggi (vedi allegati).

I carotaggi e le prove in situ sono state eseguiti con la supervisione del Dott. Geol. Filippo Carmeni e del Dott. Geol. Pasquale S. Musumeci.

Geologi di Cantiere:

Gloria Salvatore, Pancari Alessandra, Walter Russo, Cavallaro Orlando; Amodeo Francesco e Vaccaro Paolo.

Tecnici geofisici (tomografie sismiche e down hole): Mauro Corrao, Coco Giuseppe, Caruso Giuseppe

Tecnici geofisici (cross hole): A.M. Baldi, J. De Luca

Tecnico prove pressiometriche:/dilatometriche: Dott. Geol. Valerio Manzon

2.0 Indagini geognostiche

Al fine di determinare le caratteristiche stratigrafiche e meccaniche dei terreni nell'area in oggetto, si è provveduto all'esecuzione di n° 39 sondaggi meccanici (di cui n° 33 a carotaggio continuo n° 2 a distruzione-carotaggio e n° 4 a distruzione), per una lunghezza totale di 2.323,2 metri, corroborate da indagini sismiche in foro (DH e CH) e superficiali (tomografie sismiche).

Durante l'esecuzione dei sondaggi si è provveduto ad eseguire:

- ✓ prelievo di campioni (rimaneggiati e indisturbati)
- ✓ prove S.P.T.
- ✓ prove di permeabilità (Lugeon e Lefranc)
- ✓ prove pressiometriche e/o dilatometriche

Il posizionamento della trivella per l'esecuzione del foro di sondaggio è stato concordato con il committente.

Nella tabelle seguenti si riportano le indicazioni relative alla denominazione, alla lunghezza, al tipo di perforazione, alle prove eseguite e alla posa in opera della strumentazione geotecnica. Inoltre si riporta la tabella delle misure piezometriche effettuate.

L & R s.r.l. Catania
CONSUNTIVO INDAGINI PONTE STRETTO

Sondaggio	Profondità (m)	Perfor. Carot. Cont. (m)	Perfor. Distr. Nucleo (m)	Dep. Carot. (m)	Cassette	Camp. Ran. prof. (m)	Camp. Ind. prof. (m)	Spaz. Lapidei prof. (m)	Prova Promab. Lo Fraco (prof. m)	Prova Burmb. Luperon (prof. m)	Prova Press. Dilatam. (prof. m)	SPT	Tubo Piaz. Tubo Acerto (m)	Tubo Piaz. Cassagnola (m)	Celle Casagrande	Down Hole (m)	Tubo Inclinom. (m)	Prova
C 404 (06-15 Maggio 10)	30	30	-	da 6,5 m a 30,0 m	6	CR1: 10,55 m CR2: 12,0 m CR3: 15,2 m CR4: 17,2 m CR5: 19,2 m CR6: 20,5 m CR7: 22,3 m CR8: 23,45 m CR9: 24,65 m	C1: 25,35-25,60 m C2: 26,25-28,50 m	Prova 1: 10,0 m Prova 2: 20,0 m	Prova 1: 9,50 m (press.) Prova 2: 17,50 m (press.) Prova 3: 28,00 m (dilat.)	SPT 1: 2,2 m SPT 2: 3,5 m SPT 3: 5,0 m SPT 4: 6,5 m SPT 5: 8,0 m SPT 6: 9,5 m SPT 7: 11,5 m SPT 8: 13,0 m SPT 9: 14,5 m SPT 10: 16,0 m SPT 11: 18,2 m SPT 12: 22,0 m SPT 13: 24,2 m SPT 14: 26,0 m SPT 15: 27,5 m	30	1				SI		
C 405 (06-15 Maggio 10)	45	45	da 3,8 m a 45,0 m	9	CR1: 13,7 m CR2: 21,45 m CR3: 34,4 m CR4: 38,1 m	CR1: 13,7 m CR2: 21,45 m CR3: 34,4 m CR4: 38,1 m	Prova 1: 17,2 m Prova 2: 40,0 m	Prova 1: 26,00 m (press.) Prova 2: 35,10 m (dilat.)	SPT 1: 1,5 m SPT 2: 3,0 m SPT 3: 6,0 m SPT 4: 9,0 m SPT 5: 10 m SPT 6: 19,0 m SPT 7: 25,6 m SPT 8: 32,4 m	45	1					SI		
C 403 bis (14-25 Maggio 10)	40	40	da 9,8 m a 40,0 m	7	CR1: 2,4 m CR2: 7,2 m CR3: 14,7 m CR4: 28,8 m	CR1: 2,4 m CR2: 7,2 m CR3: 14,7 m CR4: 28,8 m	CR1: 12,2-12,5 m	SL1: 22,55-22,80 m SL2: 28,30-28,80 m	Prova 1: 16,0 m Prova 2: 30,5 m	Prova 1: 24,70 m (press.) Prova 2: 35,40 m (press.)	SPT 1: 1,5 m SPT 2: 3,0 m SPT 3: 4,4 m SPT 4: 6,0 m SPT 5: 8,0 m SPT 6: 10,0 m	38					SI	
C 403 bis (15-18 Maggio 10)	30	30	da 15,0 m a 30,0 m	6	CR1: 13,7 m CR2: 16,6 m CR3: 25,5 m CR4: 27,7 m	CR1: 13,7 m CR2: 16,6 m CR3: 25,5 m CR4: 27,7 m	CR1: 12,2-12,5 m	SL1: 21,6-22,0 m SL2: 30,05-30,35 m SL3: 58,45-58,70 m	Prova 1: 10,5 m Prova 2: 20,5 m	Prova 1: 14,7 m (press.) Prova 2: 25,4 m (press.)	SPT 1: 2,0 m SPT 2: 3,0 m SPT 3: 4,5 m SPT 4: 6,0 m SPT 5: 7,5 m SPT 6: 9,0 m SPT 7: 11,5 m SPT 8: 20,0 m SPT 9: 23,7 m SPT 10: 26,5 m SPT 11: 26,5 m SPT 12: 29,0 m	26					SI	
C 407 (14-27 Maggio 10)	65	65	da 1,30 m a 65,0 m	12	CR1: 9,5 m CR2: 47,75 m CR3: 55,7 m	CR1: 9,5 m CR2: 47,75 m CR3: 55,7 m	CR1: 12,5-12,7 m	Prova 1: 50,0 m Prova 2: 60,0 m	Prova 1: 40,0 m (inferotia)	Prova 1: 34,5 m (dilat.) Prova 2: 44,0 m (dilat.) Prova 3: 55,7 m (dilat.)	SPT 1: 1,5 m SPT 2: 3,0 m SPT 3: 4,5 m SPT 4: 6,0 m SPT 5: 7,5 m SPT 6: 9,0 m SPT 7: 11,5 m SPT 8: 25,5 m	65	1				SI	
C 410 (17-25 Giugno 10)	35	35	da 19,0 m a 35,0 m	7	CR1: 12,5 m CR2: 22,0 m CR3: 28,8 m CR4: 32,8 m	CR1: 12,5 m CR2: 22,0 m CR3: 28,8 m CR4: 32,8 m			Prova 1: 15,5 m Prova 2: 25,3 m	Prova 1: 22,5 m (press.) Prova 2: 34,0 m (press.)	SPT 1: 1,5 m SPT 2: 3,0 m SPT 3: 4,5 m SPT 4: 6,0 m SPT 5: 7,5 m SPT 6: 9,0 m SPT 7: 12,0 m SPT 8: 15,0 m SPT 9: 18,0 m SPT 10: 21,0 m	35	1				SI	
C 411 (23-26 Giugno 10)	35	35	da 22,0 m a 35,0 m	7	CR1: 6,1 m CR2: 10,3 m CR3: 23,6 m CR4: 25,25 m	CR1: 6,1 m CR2: 10,3 m CR3: 23,6 m CR4: 25,25 m			Prova 1: 15,5 m Prova 2: 27,0 m	Prova 1: 21,1 m (press.) Prova 2: 31,0 m (press.)	SPT 1: 1,30 m SPT 2: 4,5 m SPT 3: 6,0 m SPT 4: 7,5 m SPT 5: 9,0 m	35	1				SI	

Sanidaggio	Perforaz.	Prof. (m)	Pesce Caric. Cant. (m)	Perfor. Dicit. Nucleo (m)	Dep. Caric. (m)	Cassette	Camp. Rim. perf. (m)	Camp. Int. prof. (m)	Specz. Lapidat. prof. (m)	Prova Palmab. LaFrazz. (prof. m)	Prova Palmab. Luccon (prof. m)	Prova Press-Dilatam (prof. m)	SPT	Tubo Piaz. Casagrande (m)	Tubo Piaz. Casagrande (m)	Down Hole (m)	Tubo inclinam. (m)	Pozzetta
C 412 (27 Mag-15 Giu 10)	CMV 900	70,7	70,7		da 33,0 m a 70,7 m	14	CR1: 5,0 m		SL1: 30,65-38,85 m SL2: 62,7-63,0 m	Prova1: 35,0 m Prova2: 45,6 m	Prova1: 63,5 m	Prova1: 41,8 m (press.) Prova2: 51,6 m (press.) Prova3: 64,9 m (dilat.)	SPT 1: 1,5 m SPT 2: 3,0 m SPT 3: 4,5 m SPT 4: 6,0 m SPT 5: 7,5 m SPT 6: 9,0 m SPT 7: 12,0 m SPT 8: 15,0 m SPT 9: 18,0 m SPT 10: 21,0 m SPT 11: 24,2 m SPT 12: 27,0 m SPT 13: 30 m	70				
							CR2: 29,3 m CR3: 29,3 m CR4: 44,6 m CR5: 50,0 m CR6: 55,7 m CR7: 61,45 m CR8: 67,4 m											
C 413 (28 Giu-5 Lug 10)	EGT 710	40	40		da 12,5 m a 40,0 m	6	CR1: 10,0 m		SL1: 13,0-13,17 m SL2: 13,76-14,11 m SL3: 22,20-22,4 m SL4: 34,6-34,87 m SL5: 38,3-39,46 m	Prova1: 20,4 m	Prova1: 34,0 m	Prova1: 26,1 m (dilat.) Prova2: 36,6 m (press.)	SPT 1: 1,5 m SPT 2: 3,0 m SPT 3: 4,5 m SPT 4: 6,0 m SPT 5: 7,5 m SPT 6: 9,0 m SPT 7: 12,0 m				40	
							CR2: 12,0 m CR3: 12,2 m CR5: 23,8 m											
C 414 (06-08 Lug 10)	EGT 710	25	25		da 20,0 m a 25,0 m	5	CR1: 13,75 m CR2: 19,0 m CR3: 22,73 m			Prova1: 6,5 m Prova2: 15,5 m		Prova1: 12,0 m (press.) Prova2: 23,5 m (press.)	SPT 1: 1,5 m SPT 2: 3,0 m SPT 3: 4,5 m SPT 4: 6,0 m SPT 5: 8,0 m SPT 6: 11,5 m SPT 7: 14,0 m SPT 8: 18,0 m					
							CR2: 23,3 m CR3: 31,6 m CR5: 34,6 m CR6: 34,5 m CR8: 38,7 m											
C 415 (06-08 Lug 10)	EGT 710	25	25		da 22,0 m a 23,5 m	5	CR1: 13,75 m CR2: 19,0 m CR3: 22,73 m			Prova1: 7,0 m Prova2: 16,8 m		Prova1: 10,2 m (press.) Prova2: 20,8 m (press.)	SPT 1: 1,5 m SPT 2: 3,0 m SPT 3: 4,5 m SPT 4: 6,0 m SPT 5: 8,0 m SPT 6: 11,5 m SPT 7: 14,0 m SPT 8: 18,0 m					
							CR2: 23,3 m CR3: 31,6 m CR5: 34,6 m CR6: 34,5 m CR8: 38,7 m											
C 416 (09-15 Giu 10)	CMV 600	40	40		da 12,5 m a 15,0 m	6	CR1: 15,1 m CR2: 29,3 m CR3: 32,0 m CR4: 34,6 m CR5: 34,5 m CR6: 38,7 m	CI1: 12,2-12,6 m CI2: 23,7-24,0 m		Prova1: 19,5 m Prova2: 30,0 m		Prova1: 25,5 m (press.) Prova2: 36,0 m (press.)	SPT 1: 1,5 m SPT 2: 3,0 m SPT 3: 4,5 m SPT 4: 6,2 m SPT 5: 7,5 m SPT 6: 9,2 m SPT 7: 10,6 m SPT 8: 14,0 m SPT 9: 17,0 m SPT 10: 21,0 m SPT 11: 24,0 m SPT 12: 27,0 m SPT 13: 31,2 m					
							CR2: 15,25 m CR3: 31,6 m CR4: 34,6 m CR6: 38,2 m											
C 417 (28 Mag-06 Giu 10)	CMV 600	40	40			6	CR1: 8,7 m CR2: 15,25 m CR3: 31,6 m CR4: 34,6 m CR6: 38,2 m			Prova1: 10,5 m Prova2: 31,0 m		Prova1: 21,0 m (press.) Prova2: 36,5 m (press.)	SPT 1: 1,5 m SPT 2: 3,0 m SPT 3: 4,4 m SPT 4: 6,0 m SPT 5: 7,5 m SPT 6: 9,0 m SPT 7: 11,2 m SPT 8: 13,7 m SPT 9: 16,4 m SPT 10: 19,2 m SPT 11: 22,5 m SPT 12: 25,5 m SPT 13: 28,5 m SPT 14: 32,5 m					
							CR2: 15,25 m CR3: 31,6 m CR4: 34,6 m CR6: 38,2 m											
C 421 quarter (28 Mag-06 Giu 10)	EGT 710	100	50	50	da 50,0 m a 100,0 m	10	CR1: 60,2 m CR2: 66,1 m CR3: 87,2 m CR4: 93,25 m		SL1: 83,8-84,0 m	Prova1: 80,0 m	Prova1: 65,5 m Prova2: 100,0 m	Prova1: 74,5 m (dilat.) Prova2: 85,5 m (dilat.)	SPT 1: 1,5 m SPT 2: 3,0 m SPT 3: 4,4 m SPT 4: 6,0 m SPT 5: 7,5 m SPT 6: 9,0 m SPT 7: 11,2 m SPT 8: 13,7 m SPT 9: 16,4 m SPT 10: 19,2 m SPT 11: 22,5 m SPT 12: 25,5 m SPT 13: 28,5 m SPT 14: 32,5 m					
							CR2: 66,1 m CR3: 87,2 m CR4: 93,25 m											

Sondaggio	Perforat.	Prof. (m)	Perfor. Carot. Cont (m)	Perfor. Distr. Nucleo (m)	Dop. Carot. (m)	Cassette	Camp. Rim. prof. (m)	Camp. ind. prof. (m)	Spazz. Lapidee prof. (m)	Prove Permab. LeFranc (prof. m)	Prove Permab. Lugnon (prof. m)	Prove Prus-Dilat. (prof. m)	SPT	Tubo Piez. Tubi Aperti (m)	Tubo Piez. Casagrande (m)	Celle Casagrande	Down Hole (m)	Tubo Inclinat. (m)	Pozzatto
C 421 (21-29 Lug 10)	CMV 800	40	40	-	da 3,0 m a 40,0 m	8	CR1: 6,25 m CR2: 19,4 m CR3: 31,7 m CR4: 35,0 m CR5: 38,5 m	-	SL1: 13,5-13,75 m SL2: 22,8-23,0 m	Prova1: 15,6 m Prova2: 35,0 m	Prova1: 25,5 m	Prova1: 21,0 m (dilat.) Prova2: 29,0 m (dilat.)	SPT 1: 1,5 m SPT 2: 3,0 m SPT 3: 4,8 m	-	-	-	35	-	SI
C 421 ter (17 GIU-07 Lug 10)	CMV 900	90	50	40	da 40,0 m a 90,0 m	9	CR1: 46,0 m CR2: 52,5 m CR3: 66,5 m CR4: 75,3 m CR5: 84,0 m	C11: 60,0-60,3 m	SL1: 85,56-86,2 m	Prova1: 54,5 m Prova2: 77,0 m Prova3: 80,5 m	-	Prova1: 74,2 m (dilat.) Prova2: 83,5 m (dilat.)	-	-	-	-	-	-	-
C 424 (19-25 Mag 10)	CMV 600	32	32	-	da 10,0 m a 31,8 m	6	CR1: 9,5 m CR2: 16,3 m CR3: 24,3 m	C11: 8,1-8,25 m C11: 14,0-14,3 m	SL1: 12,5-12,9 m SL2: 17,7-18,0 m	Prova1: 10,2 m Prova2: 21,0 m	-	Prova1: 15,0 m (press.) Prova2: 28,2 m (dilat.)	SPT 1: 1,5 m SPT 2: 3,0 m SPT 3: 4,5 m SPT 4: 6,0 m SPT 5: 7,5 m SPT 6: 9,0 m SPT 7: 11,4 m SPT 8: 14,0 m SPT 9: 17,0 m	31,8	-	-	-	-	SI
C 425 (18 Lug-04 Ago 10)	CMV 900	30	30	-	da 25,0 m a 30,0 m	6	CR1: 12,0 m CR2: 19,0 m CR3: 21,0 m	C11: 14,0-14,3 m	SL1: 26,5-26,7 m	Prova1: 10,5 m Prova2: 20,0 m	-	Prova1: 14,0 m (press.) Prova2: 25,5 m (dilat.)	SPT 1: 1,5 m SPT 2: 3,0 m SPT 3: 4,5 m SPT 4: 6,0 m SPT 5: 7,5 m SPT 6: 9,0 m SPT 7: 12,0 m	-	-	-	-	-	SI
C 427 (05-10 Ago 10)	EGT 710	45	40	-	da 17,0 m a 40,0 m	8	CR1: 8,15 m CR2: 13,78 m CR3: 23,3 m CR4: 31,22 m CR5: 38,5 m	-	SL1: 31,7-31,85 m	Prova1: 16,5 m Prova2: 27,0 m	Prova1: 27,0 m (interdolo)	Prova1: 19,2 m (dilat.) Prova2: 26,5 m (dilat.)	SPT 1: 1,5 m SPT 2: 3,0 m SPT 3: 4,5 m SPT 4: 6,0 m SPT 5: 7,5 m SPT 6: 9,0 m SPT 7: 12,0 m	40	-	-	-	-	SI
C 428 (07-15 GIU 10)	EGT 710	66	60	-	da 25,0 m a 60,0 m	12	CR1: 17,42 m CR2: 21,74 m CR3: 24,4 m CR4: 33,9 m CR5: 38,55 m	C11: 14,0-14,33 m	SL1: 29,9-30,13 m SL2: 42,35-42,9 m SL3: 50,23-50,5 m	Prova1: 30,0 m Prova2: 35,5 m	Prova1: 45,5 m	Prova1: 44,4 m (press.) Prova2: 55,0 m (dilat.)	SPT 1: 1,5 m SPT 2: 3,0 m SPT 3: 4,5 m SPT 4: 6,0 m SPT 5: 7,5 m SPT 6: 9,0 m SPT 7: 12,0 m	60	-	-	-	-	SI
C 429 (13-26 Lug 10)	MAIT GEA	40	40	-	da 8,0 m a 46,0 m	8	CR1: 14,5 m CR2: 23,7 m CR3: 28,6 m	-	-	Prova1: 15,5 m Prova2: 31,0 m	-	Prova1: 20,7 m (press.) Prova2: 37,0 m (prosa.)	SPT 1: 1,5 m SPT 2: 3,0 m SPT 3: 4,5 m SPT 4: 6,0 m SPT 5: 7,7 m SPT 6: 9,2 m SPT 7: 12,85 m	-	-	-	-	-	SI
C 430 (23-28 GIU 10)	EGT 710	30	30	-	da 14,0 m a 38,0 m	6	CR1: 12,8 m CR2: 28,55 m	-	SL1: 16,15-16,30 m SL2: 23,14-23,33 m SL3: 26,75-26,9 m	Prova1: 11,5 m (dilat.) Prova2: 26,0 m (dilat.)	-	Prova1: 15,7 m (dilat.) Prova2: 20,5 m (dilat.)	SPT 1: 1,5 m SPT 2: 3,0 m SPT 3: 4,5 m SPT 4: 6,0 m SPT 5: 7,85 m SPT 6: 9,0 m SPT 7: 12,0 m	-	-	-	30	-	SI

PIEZOMETRI versante Calabria

	Sondaggio	Prof.	Tipo	data	1° lett.	data	2° lett.	data	3° lett.	data	4° lett.
1	C424	30,00	Tubo aperto	27/5	-15,00	23/7	-14,40	10/8	-14,40	12/8	-14,60
2	C411	35,00	Casagrande	23/6	-21,10	23/7	-20,40	10/8	-20,40	12/8	-20,57
3	C435	40,00	Tubo aperto	14/7	-14,25	23/7	-13,75	10/8	-13,75	12/8	-14,03
4	C410	35,00	Casagrande	23/6	assente	23/7	assente	10/8	assente	12/8	Assente
5	C405	45,00	Casagrande	14/5	-28,30	23/7	-27,25	10/8	-27,80	12/8	-28,10
6	C404	30,00	Casagrande	07/5	-18,60	23/7	-18,40	10/8	-18,65	12/8	-18,85
7	C428	60,00	Tubo aperto	17/6	-13,65	23/7	-13,25	10/8	-13,30	12/8	-13,65
8	C412	70,00	Tubo aperto	17/6	-30,80	23/7	-30,60	10/8	-30,50	12/8	-30,78
9	C407	65,00	Casagrande	31/5	-18,20	23/7	-17,00	10/8	-17,00	12/8	-17,20
10	C432	40,00	Casagrande	23/7	-21,60	06/8	-16,50	10/8	-16,50	12/8	-16,90
11	C429	40,00	Casagrande	27/7	-4,30	30/7	-6,60	10/8	-5,80	12/8	-6,03
12	C434	35,00	Casagrande	01/8	-12,10	02/8	-11,60	10/8	-11,60	12/8	-11,80
13	C414	25,00	Tubo aperto	13/7	-25,50	15/7	-25,00	10/8	-24,70	12/8	-25,12
14	C425	30,00	Casagrande	06/8	-23,60	09/8	-23,60	10/8	-23,60	12/8	-24,04
15	C427	40,00	Tubo aperto	13/8	-16,50	26/8	-14,40	01/9	-14,40	05/10	-14,30
16	C406	50,00	Casagrande	27/5	-02,85	07/7	-03,80	05/8	-5,10	02/9	-06,25
17	C408	60,00	Tubo aperto	18/5	-11,60	27/5	-11,80	05/8	-12,05	02/9	-12,45

L&R LABORATORI E RICERCHE SRL

Sede Legale e Amministrativa: Via Padre Angelo Secchi, 7 -95030- Gravina di Catania
 Laboratorio: Zona Industriale - Capannone n. 5 -94010- Catenanuova (EN)
 Capitale Sociale € 10.000 Codice Fiscale, P.IVA e Iscrizione al Registro delle
 Imprese di Catania n. 04053900876, Iscritta al R.E.A. 270647
 Tel. +39 095336490 Fax +390957336297 E-mail info@lr-srl.it

SO.RI.GE. SRL

Strada Provinciale per Mulazzano 102
 43037 Lesignano De' Bagni (PR) Italy
 Tel: +39 0521 85 83 61 Fax: +39 0521 85 83 73
 Email: info@sorige.com

Si riportano alcune delle varie fasi di lavoro durante l'esecuzione delle indagini e delle prove in situ



L&R LABORATORI E RICERCHE SRL

Sede Legale e Amministrativa: Via Padre Angelo Secchi, 7 - 95030- Gravina di Catania
Laboratorio: Zona Industriale -Capannone n. 5 -94010- Catenanuova (EN)
Capitale Sociale € 10.000 Codice Fiscale, P.IVA e Iscrizione al Registro delle
Imprese di Catania n. 04053900876, Iscritta al R.E.A. 270647
Tel. +39 095336490 Fax +390957336297 E-mail info@lr-srl.it

SO.RI.GE.SRL

Strada Provinciale per Mulazzano 102
43037 Lesignano Dè Bagni (PR) Italy
Tel: +39 0521 85 83 61 Fax: +39 0521 85 83 73
Email: info@sorige.com



L&R LABORATORI E RICERCHE SRL

Sede Legale e Amministrativa: Via Padre Angelo Secchi, 7 -95030- Gravina di Catania
 Laboratorio: Zona Industriale -Capannone n. 5 -94010- Catenanuova (EN)
 Capitale Sociale € 10.000 Codice Fiscale, P.IVA e Iscrizione al Registro delle
 Imprese di Catania n. 04053900876, Iscritta al R.E.A. 270647
 Tel. +39 095336490 Fax +390957336297 E-mail info@lr-srl.it

SO.RI.GE.SRL

Strada Provinciale per Mulazzano 102
 43037 Lesignano Dè Bagni (PR) Italy
 Tel: +39 0521 85 83 61 Fax: +39 0521 85 83 73
 Email: info@sorige.com



L&R LABORATORI E RICERCHE SRL

Sede Legale e Amministrativa: Via Padre Angelo Secchi, 7 -95030- Gravina di Catania
 Laboratorio: Zona Industriale -Capannone n. 5 -94010- Catenanuova (EN)
 Capitale Sociale € 10.000 Codice Fiscale, P.IVA e Iscrizione al Registro delle
 Imprese di Catania n. 04053900876, iscritta al R.E.A. 270647
 Tel. +39 095336490 Fax +390957336297 E-mail info@lr-srl.it

SO.RI.GE.SRL

Strada Provinciale per Mulazzano 102
 43037 Lesignano Dè Bagni (PR) Italy
 Tel: +39 0521 85 83 61 Fax: +39 0521 85 83 73
 Email: info@sorige.com



L&R LABORATORI E RICERCHE SRL

Sede Legale e Amministrativa: Via Padre Angelo Secchi, 7 -95030- Gravina di Catania
Laboratorio: Zona Industriale -Capannone n. 5 -94010- Catenanuova (EN)
Capitale Sociale € 10.000 Codice Fiscale, P.IVA e Iscrizione al Registro delle
Imprese di Catania n. 04053900876, Iscritta al R.E.A. 270647
Tel. +39 095336490 Fax +390957336297 E-mail info@lr-srl.it

SO.RI.GE.SRL

Strada Provinciale per Mulazzano 102
43037 Lesignano Dè Bagni (PR) Italy
Tel: +39 0521 85 83 61 Fax: +39 0521 85 83 73
Email: info@sorige.com



L&R LABORATORI E RICERCHE SRL

Sede Legale e Amministrativa: Via Padre Angelo Secchi, 7 -95030- Gravina di Catania
Laboratorio: Zona Industriale -Capannone n. 5 -94010- Catenanuova (EN)
Capitale Sociale € 10.000 Codice Fiscale, P.IVA e Iscrizione al Registro delle
Imprese di Catania n. 04053900876, Iscritta al R.E.A. 270647
Tel. +39 095336490 Fax +390957336297 E-mail info@lr-srl.it

SO.RI.GE.SRL

Strada Provinciale per Mulazzano 102
43037 Lesignano Dè Bagni (PR) Italy
Tel: +39 0521 85 83 61 Fax: +39 0521 85 83 73
Email: info@sorige.com



L&R LABORATORI E RICERCHE SRL

Sede Legale e Amministrativa: Via Padre Angelo Secchi, 7 - 95030- Gravina di Catania
Laboratorio: Zona Industriale - Capannone n. 5 - 94010- Catenanuova (EN)
Capitale Sociale € 10.000 Codice Fiscale, P.IVA e Iscrizione al Registro delle
Imprese di Catania n. 04053900876, Iscritta al R.E.A. 270647
Tel. +39 095336490 Fax +390957336297 E-mail info@lr-srl.it

SO.RI.GE.SRL

Strada Provinciale per Mulazzano 102
43037 Lesignano Dè Bagni (PR) Italy
Tel: +39 0521 85 83 61 Fax: +39 0521 85 83 73
Email: info@sorige.com



L&R LABORATORI E RICERCHE SRL

Sede Legale e Amministrativa: Via Padre Angeio Secchi, 7 -95030- Gravina di Catania
 Laboratorio: Zona Industriale -Capannone n. 5 -94010- Catenanuova (EN)
 Capitale Sociale € 10.000 Codice Fiscale, P.IVA e Iscrizione al Registro delle
 Imprese di Catania n. 04053900876, Iscritta al R.E.A. 270647
 Tel. +39 095336490 Fax +390957336297 E-mail info@lr-srl.it

SO.RI.GE.SRL

Strada Provinciale per Mulazzano 102
 43037 Lesignano De' Bagni (PR) Italy
 Tel: +39 0521 85 83 61 Fax: +39 0521 85 83 73
 Email: info@sorige.com

3.0 Modalità di esecuzione delle indagini e delle prove in situ

3.1 Sondaggi a carotaggio continuo

I sondaggi, di cui si riportano in allegato le relative sezioni stratigrafiche, sono stati eseguiti prevalentemente a carotaggio continuo, al fine di verificare in dettaglio la successione stratigrafica dei terreni.

La perforazione e l'infissione del rivestimento provvisorio (casing ϕ 127–152 mm) sono stati condotti in modo da minimizzare la variazione di stato dei terreni attraversati e, in particolar modo, del fondo foro. A questo scopo sono stati costantemente tenuti sotto controllo i valori della velocità e pressione del fluido (acqua) usato nell'infissione dei rivestimenti e nell'attraversamento di eventuali livelli cementati.

La stabilità del fondo foro è stata ottenuta impiegando velocità molto basse durante la manovra di estrazione del carotiere, specie nella prima parte del recupero. In terreni non rocciosi sciolti e coesivi molli la perforazione è stata eseguita “a secco” (carotiere semplice Φ 101 mm, L= 1,5 m). Le manovre eseguite in roccia sono state realizzate con carotiere doppio (Φ 101 mm, L= 1,5 m), mod. T2 e/o T6S.

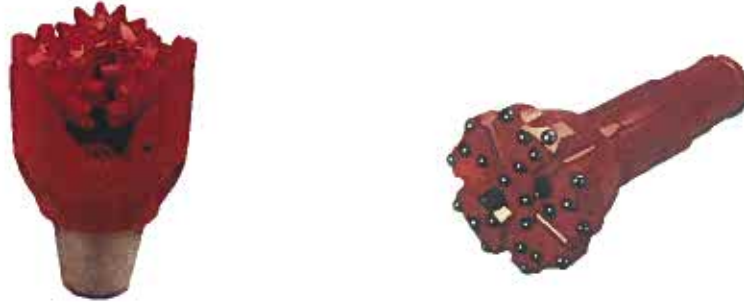
Le carote estratte sono state riposte in apposite cassette catalogatrici, sulle quali sono state riportate la denominazione del sondaggio, la data di esecuzione, il numero della cassetta e la profondità raggiunta.

Queste sono state fotografate complete di tutte le indicazioni utili al loro riconoscimento (classificazione colorimetrica secondo la scala di Munsell) e depositate nei luoghi previsti dal committente.

La documentazione fotografica si trova in allegato.

3.2 Sondaggi a distruzione di nucleo

La prima parte dei sondaggi C421quater e C421ter, sono stati eseguiti a distruzione di nucleo.



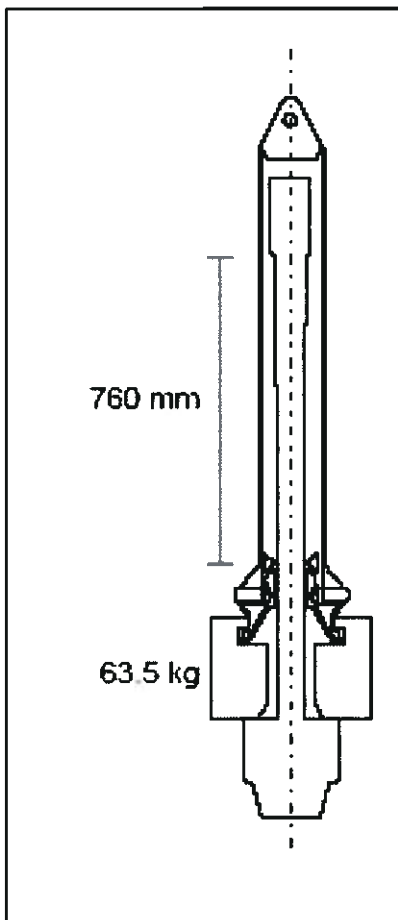
La perforazione e l'infissione del rivestimento provvisorio (casing \varnothing 127 mm) è stata condotta in modo da minimizzare la variazione di stato dei terreni attraversati e, in particolar modo, del fondo oro. A questo scopo sono stati costantemente tenuti sotto controllo i valori della velocità e pressione del fluido (esclusivamente acqua) usato nell'infissione dei rivestimenti e nell'attraversamento di vari livelli.

3.3 Prove SPT

La prova S.P.T. (Standard Penetration Test) è una prova puntuale che viene eseguita nel corso della perforazione, al fondo del foro.

E' molto nota, standardizzata sia dalla A.S.T.M. Designation 1586/67, dal sottocomitato I.S.S.M.F.E. (Associazione Geotecnica Internazionale), per le prove penetrometriche in Europa, nonché dalle "Raccomandazioni" A.G.I. (Associazione Geotecnica Italiana) per l'esecuzione delle indagini geotecniche (1977).

La prova consiste nell'infiggere nel terreno, alla base del sondaggio, per mezzo di un maglio a sganciamento automatico del peso di kg 63,4 cadente da un'altezza di cm 75, un campionatore (vedi illustrazione).



La prova consiste nell'infissione preliminare di 150 mm contando ed annotando il numero di colpi del maglio, fino ad un massimo di 50 colpi; successivamente si procede all'infissione del tratto di 300 mm contando ed annotando il numero di colpi relativi ai primi 150 mm ed ai secondi 150 mm fino ad un massimo di 100 colpi. Il rifiuto si considera raggiunto quando, dopo l'infissione preliminare, che è pari a 150 mm o 50 colpi, si ottengono 100 colpi per un avanzamento minore o uguale a 300 mm. In ghiaie o in terreni molto compatti viene utilizzata una punta chiusa con apertura di 60°. In base al valore NSPT è possibile determinare lo stato reale di addensamento per i terreni incoerenti e di consistenza per quelli coesivi.

La prova S.P.T. consente di determinare l'angolo di attrito in funzione del numero di colpi N e della pressione di contenimento. Nell'esecuzione delle numerose prove è stata sempre mantenuta la verticalità della guida del maglio durante la caduta libera. Con uno scandaglio è stata controllata di volta in volta la quota del fondo foro: se la differenza con le quote raggiunte in precedenza dalla manovra di perforazione o pulizia ha superato i 7 cm (norma ASTD) la prova è stata sospesa per procedere ad un'ulteriore operazione di pulizia. Ad estrazione avvenuta il campione prelevato è stato misurato e sigillato.

3.4 Campionamento: indisturbati e rimaneggiati

Nel corso delle attività di scavo sono stati prelevati campioni rappresentativi delle formazioni attraversate per poter essere sottoposti successivamente ad analisi e prove di laboratorio.

Campioni indisturbati

Si riporta sotto lo schema del campionatore Osterberg:

L&R LABORATORI E RIGERCHE SRL

Sede Legale e Amministrativa: Via Padre Angelo Secchi, 7 -95030- Gravina di Catania
Laboratorio: Zona Industriale -Capannone n. 5 -94010- Catenanuova (EN)
Capitale Sociale € 10.000 Codice Fiscale, P.IVA e Iscrizione al Registro delle
Imprese di Catania n. 04053900876, Iscritta al R.E.A. 270647
Tel. +39 095336490 Fax +390957336297 E-mail info@lr-srl.it

SO.RI.GE.SRL

Strada Provinciale per Mulazzano 102
43037 Lesignano De' Bagni (PR) Italy
Tel: +39 0521 85 83 61 Fax: +39 0521 85 83 73
Email: info@sorige.com



**CAMPIONATORE IDRAULICO
A PISTONE TIPO OSTERBERG**

Pos	Descrizione
1	Testa
2	Valvola sferica
3	Stato cap
4	Guarnizione OR
5	Guarnizione OR
6	Testa mobile
7	Flangia
8	Guarnizione
9	Cappellotto
10	Tubo campionat.
11	Tubo portante
12	Vite
13	Vite

Trattandosi di campionatori a pareti sottili, la fustella utilizzata è di acciaio nichelato e cadmiato.

Precedentemente all'impiego, è stato verificato che le fustelle fossero prive di cordoli (saldature) ed irregolarità interne, perfettamente cilindriche, pulite e che la superficie interna fosse assolutamente liscia al fine di ridurre al minimo l'attrito fra campione e parete interna del cilindro. Dopo l'estrazione del campionatore le due estremità del campione sono state pulite e livellate, quindi sigillate in modo da evitare scambi di contenuto d'acqua fra campioni ed ambiente esterno.

Sulle fustelle sono evidenziati i dati che contraddistinguono i campioni (Committente, Tipo di campionatore, Orientamento); questi dati sono stati riportati alle relative quote sulle stratigrafie dei sondaggi. Tutti i campioni destinati al laboratorio sono stati sistemati in contenitori con adeguati

L&R LABORATORI E RICERCHE SRL

Sede Legale e Amministrativa: Via Padre Angelo Secchi, 7 - 95030- Gravina di Catania
 Laboratorio: Zona Industriale - Capannone n. 5 - 94010- Catenanuova (EN)
 Capitale Sociale C 10.000 Codice Fiscale, P.IVA e Iscrizione al Registro delle
 Imprese di Catania n. 04053900876, Iscritta al R.E.A. 270647
 Tel. +39 095336490 Fax +390957336297 E-mail info@lr-srl.it

SO.RI.GE.SRL

Strada Provinciale per Mulazzano 102
 43037 Lesignano Dè Bagni (PR) Italy
 Tel: +39 0521 85 83 61 Fax: +39 0521 85 83 73
 Email: info@sonrige.com

separatori ed imbottiture alle estremità, onde assorbire le inevitabili vibrazioni del trasporto.

Fino al momento della consegna i contenitori sono stati disposti al riparo dal sole e dalle intemperie.

E' stato inoltre utilizzato il campionatore CRAPS, con scarpa sporgente e fustella a pareti sottili che ha permesso di campionare i terreni compatti a grana fine o coesivi, la cui consistenza impediva l'infissione a pressione della fustella. Esso viene spinto e ruotato meccanicamente dalla batteria di aste.

Nel campionatore rotativo, la sporgenza della fustella dal carotiere esterno può essere regolata a priori fra 0,5 e 3 cm, ma deve poi rimanere costante durante ciascun prelievo.

Campioni rimaneggiati

Per quanto concerne i campioni di tipo rimaneggiato, essi sono stati prelevati su indicazione della Committente e contraddistinti da etichette inalterabili che indichino:

- ✓ *cantiere e sito di indagine;*
- ✓ *data di prelievo;*
- ✓ *numero del sondaggio;*
- ✓ *numero del campione;*
- ✓ *profondità di prelievo;*

questi dati sono stati riportati alle relative quote sulle stratigrafie dei sondaggi. I campioni sono stati quindi posti in apposito contenitori e/o buste di plastica atte a preservarne le caratteristiche sino alle analisi proprie di laboratorio.

3.5 Prove di permeabilità tipo Lugeon

La prova consiste nell'iniettare acqua in pressione entro un tratto isolato di foro di sondaggio in roccia e nel misurare i volumi assorbiti a diverse pressioni. La prova consente di misurare la permeabilità di un ammasso roccioso.

La prova è stata eseguita in avanzamento, cioè con il procedere della perforazione; si è sottoposto a prova il tratto terminale del foro, isolando la parte alta con un otturatore (packer) espandibile contro la parete del foro. Le normative e le specifiche di riferimento sono:

- ✓ AGI Associazione Geotecnica Italiana (1977) – Raccomandazioni sulla Programmazione ed Esecuzione delle Indagini Geotecniche.

Per l'esecuzione della prova è stata utilizzata l'attrezzatura elencata di seguito:

- ✓ otturatore singolo, per prove in avanzamento, costituito da un tubo metallico sul quale è applicata una membrana di gomma gonfiabile (con liquido o gas) contro la parete del foro;
- ✓ pompa centrifuga con pressione di iniezione pari almeno a 1 MPa con portate elevate;
- ✓ contaltri, inserito nel circuito di mandata della pompa, per la misura delle portate immesse, con precisione di 0,1 l;
- ✓ manometro per la misura della pressione di iniezione, con precisione di 0,05 MPa e fondo scala pari a 1,2 – 1,5 MPa;
- ✓ tubazioni idrauliche di adduzione dell'acqua nel tratto di prova;

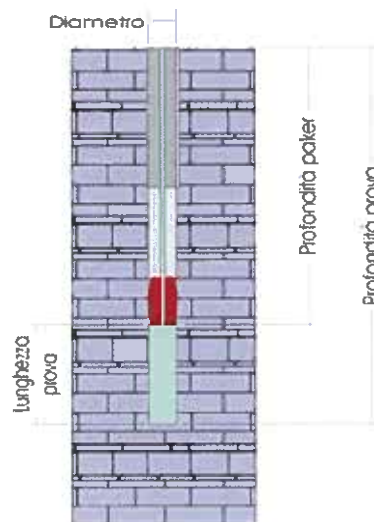
Il contaltri è stato tarato in sito, prima di iniziare le prove, riempiendo un contenitore di volume noto e superiore a 100 l.

Durante la prova si è provveduto a mantenere pieno di acqua il foro di sondaggio, per osservare la perfetta tenuta idraulica dell'otturatore. Nel caso di perdite, cioè di passaggio d'acqua dalla camera di iniezione al foro sovrastante, segnalato da un innalzamento del livello d'acqua nel foro, la prova è stata

interrotta e ripresa dopo i necessari interventi correttivi.

La documentazione relativa a ciascuna prova comprende:

- ✔ informazioni generali (commessa, cantiere, ubicazione, data, nominativo dell'operatore);
- ✔ metodo e diametro di perforazione-rivestimento;
- ✔ livello piezometrico della falda;
- ✔ profondità del tratto di prova;
- ✔ tipo di prova
- ✔ metodologia prova;
- ✔ caratteristiche della attrezzatura impiegata per la prova;
- ✔ schema della geometria del foro e delle modalità di prova;
- ✔ tabulato delle letture di cantiere (tempi, portate, pressioni al manometro);
- ✔ grafico delle portate ($V_{\text{min/m}}$) in funzione delle pressioni (corrette) in camera di iniezione (MPa), per ciascun gradino in andata e in ritorno.



Geometria prova Lugeon

L&R LABORATORI E RICERCHE SRL

Sede Legale e Amministrativa: Via Padre Angelo Secchi, 7 -95030- Gravina di Catania
 Laboratorio: Zona Industriale -Capannone n. 5 -94010- Catenanuova (EN)
 Capitale Sociale € 10.000 Codice Fiscale, P.IVA e Iscrizione al Registro delle
 Imprese di Catania n. 04053900876, Iscritta al R.E.A. 270647
 Tel. +39 095336490 Fax +390957336297 E-mail info@lr-srl.it

SO.RI.GE.SRL

Strada Provinciale per Mulazzano 102
 43037 Lesignano Dè Bagni (PR) Italy
 Tel: +39 0521 85 83 61 Fax: +39 0521 85 83 73
 Email: info@sorige.com

I criteri d'interpretazione adottati e i parametri introdotti nei calcoli delle prove di permeabilità delle prove Lugeon sotto riportati sono tratti dalle Raccomandazioni AGI 1977

$$K = \frac{Q}{P_e} \cdot \frac{\gamma_w}{c}$$

dove:

$$c = 2 \pi \cdot D \cdot \frac{\sqrt{\left(\frac{L}{D}\right)^2 - 1}}{\ln\left[\left(\frac{L}{D}\right) + \sqrt{\left(\frac{L}{D}\right)^2 - 1}\right]}$$

P_e = è la pressione effettiva nella cavità, tenendo conto cioè delle pressioni lette al manometro, dell'altezza della colonna d'acqua, delle perdite di carico nelle tubazioni e della eventuale presenza della falda freatica

D = diametro della perforazione

L = lunghezza del tratto di prova

γ_w = peso specifico dell'acqua

Q = portata assorbita.

3.6 Prove di permeabilità tipo Lefranc

Tali prove sono eseguibili al fondo di un foro di sondaggio e pertanto, se devono essere eseguite a diverse profondità, la perforazione va periodicamente interrotta per l'esecuzione della prova; va quindi realizzata una sezione filtrante al fondo del foro, sollevando per una lunghezza prestabilita la colonna di rivestimento o eseguendo un tratto di perforazione sotto la scarpa della colonna stessa. Tutto il tratto del foro non interessato dalla prova deve essere rivestito con una tubazione, e particolare cura va posta per evitare risalita dell'acqua all'esterno del tubo di rivestimento, ad esempio mediante la posa in opera di un otturatore (packer) pneumatico atto ad isolare la cavità di prova immediatamente sotto la scarpa del rivestimento.

Le prove possono essere condotte:

a) con carico idraulico costante, mantenendo fisso il livello dell'acqua immessa nel tubo di rivestimento e misurando la portata di regime;

b) a carico idraulico variabile, misurando la variazione nel tempo del livello dell'acqua nel foro, dopo aver creato un temporaneo innalzamento (o anche abbassamento, per prove eseguite al di sotto della falda acquifera) riempiendo il foro d'acqua (o emungendo acqua dalla falda).

Nel caso che il terreno interessato dalla cavità filtrante tenda a franare o a rifluire, è necessario adottare particolari provvedimenti per la creazione della cavità di prova, procedendo ad esempio come segue:

- 1) Rivestire il foro fino al fondo con tubazione provvisoria
- 2) Immettere nel fondo del foro della ghiaia pulita (o comunque materiale granulare a permeabilità decisamente superiore a quella del terreno da provare)
- 3) Sollevare di qualche decimetro la colonna di rivestimento, curando che la base di questa non risalga mai al di sopra dello strato di ghiaia immessa
- 4) Ripetere eventualmente le operazioni sopradescritte fino ad ottenere una sezione filtrante delle dimensioni prefissate.

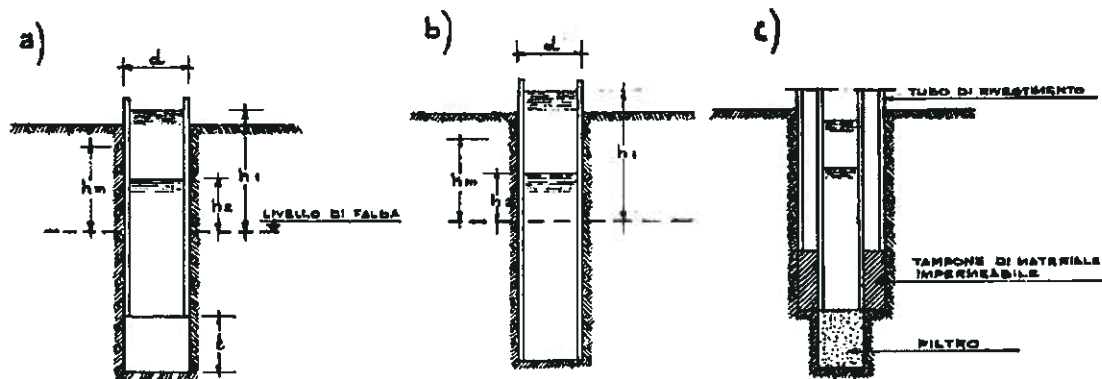
La documentazione relativa a ciascuna prova comprende:

- ✓ informazioni generali (commessa, cantiere, ubicazione, data, nominativo dell'operatore);
- ✓ metodo e diametro di perforazione-rivestimento;
- ✓ livello piezometrico della falda;
- ✓ profondità della prova;
- ✓ tipo di schema
- ✓ metodologia prova;
- ✓ caratteristiche della attrezzatura impiegata per la prova;

✓ schema della geometria del foro e delle modalità di prova;

✓ tabulato delle letture di cantiere (tempi, portate,);

Schema tipi di prove



I criteri d'interpretazione adottati e i parametri introdotti nei calcoli delle prove di permeabilità delle prove Lefranc sotto riportati sono tratti dalle Raccomandazioni AGI 1977

$$k = \frac{A}{C_L (t_2 - t_1)} \ln \frac{h_1}{h_2} \quad [ms^{-1}]$$

dove:

- k $[ms^{-1}]$ coefficiente di permeabilità
 A $[m^2]$ area di base del foro di sondaggio
 h_1 e h_2 $[m]$ altezza dei livelli d'acqua nel foro rispetto al livello della falda indisturbata o al fondo del foro stesso agli istanti t_1 e t_2
 t_1 e t_2 $[s]$ tempi ai quali si misurano h_1 e h_2
 C_L $[m]$ coefficiente di forma dipendente dall'area del foro di sondaggio e dalla lunghezza del tratto di foro scoperto.

Per il coefficiente C_L sono suggeriti i seguenti valori:

prova su un tratto di foro (fig. 6.2: a)

$$l \gg d \quad C = l \quad [m]$$

$$l \leq d \quad C = 2 \pi d + l \quad [m]$$

Per le prove a carico costante il coefficiente di permeabilità è dato dalla

$$k = \frac{q}{C_F h d} \quad [m \cdot s^{-1}]$$

in cui

- q = portata immessa $[m^3 \cdot s^{-1}]$
 h = livello dell'acqua nel foro $[m]$
 (N.B. per prove sopra il livello della falda, h è misurato rispetto alla base del foro)
 d = diametro del foro $[m]$
 C_F = coefficiente di forma = 2,85

3.7 Prove dilatometriche-pressiometriche

Nell'ambito del progetto definitivo denominato "Realizzazione con ogni mezzo dell'attraversamento stabile dello stretto di Messina ed opere accessorie" sul lato Calabria e su incarico di EUROLINK spa (General Contractor) la scrivente ATI SORIGE srl con sede in Parma (mandante) e L&R laboratori e Ricerche srl (mandataria) di Gravina di Catania con il supporto della GeoAnalisi srl hanno realizzato su fori di sondaggio appositamente predisposti una serie di prove pressiometriche su terra tipo Menard MPT e prove dilatometriche cilindriche su roccia (DRT) .

Tali prove in sito sono state previste dalla Committente, in ottemperanza delle specifiche del capitolato tecniche di appalto (anno 2004), e, supervisionate in cantiere sia da tecnici della società appaltante STRETTO DI MESSINA spa sia dai tecnici della società responsabile del controllo qualità PARSON CORPORATION (USA).

Tali prove sono state mirate alla determinazione delle caratteristiche di deformabilità e resistenza (ove possibile) dei terreni/rocce investigati e sono state eseguite in avanzamento durante la perforazione dei sondaggi a carotaggio continuo in tasche di prova appositamente predisposte del diametro di 66mm (prove MPT) ovvero in fori di diametri standard 101 mm (prove DRT).

Le indagini, eseguite nel periodo aprile-dicembre 2010, hanno coinvolto una coltre di terreno sino a circa 120 m dal p.c. per quanto attiene alle prove DRT che non presentano limiti di profondità mentre per le prove MPT si è preferito non oltrepassare la profondità di circa 50 m dal p.c. per mantenere un elevato grado di affidabilità strumentale.

In particolare le sonde dilatometriche cilindriche utilizzate, autorizzate dalla Committente Principale, sono tra i più sofisticati strumenti presenti in tutto l'ambito delle prove geotecniche, esse hanno consentito di determinare le caratteristiche geomeccaniche della roccia investigata, le loro dimensioni hanno permesso di tenere in conto l'influenza delle discontinuità meccaniche presenti nell'ammasso roccioso investigato poiché la distribuzione di queste ultime rientra nel volume investigato (c.a. 2-3 mc di materiale).

3.7.1 Strumentazione

La campagna di prove in sito è stata eseguita mediante l'impiego della seguente strumentazione (quella effettivamente utilizzata in neretto):

Dilatometro cilindrico volumetrico : GEODV 01 tipo CSM (Colorado school of Mine) volumetrico da 100 bar dotato di lettura delle pressioni e deformazioni volumetriche in alta sensibilità (0,01 cmc) in modo analogico/digitale, trasmissione delle pressione mediante cavi ad alta pressione, produzione 2001.

Dilatometro cilindrico con sensori radiali : Roctest Telemac DMP-02/95 matricola 21F07 produzione 2007 con misura degli spostamenti radiali a mezzo n. 3 LVD disposti a 120 ° (sensibilità 1 μ , errore strumentale \pm 5 μ) uno dall'altro e su piani diversi montati a guaina flessibile lunga 1 m, centralina ad acquisizione digitale dei dati dilaroc n. 28D03 e cavi ad alta pressione.

Pressiometro da terra Apageo Segelm matricola 573 produzione dicembre 1998 da 60 bar di lettura delle deformazioni in sensibilità normale (1-5 cmc)

Sonde pressiométrica: monocellulare ad alta resistenza diam 76 – 95 mm e tricellulare, dotata di guaina esterna rinforzata

Carotiere: tipo semplice o doppio corona a prismi di widia ad alta resistenza

Energizzatore: **bombola di azoto** compresso a 300 bar

PROCEDURE DI RIFERIMENTO

Per la esecuzione delle prove dilatometriche/pressiometriche si è fatto riferimento ai seguenti standard operativi:

AFNOR NFP 94 – 110 - prove pressiometriche su terra

ASTM (D4719 - 87) – prove pressiometriche su terra

ISRM 1987 – (suggested method for determining deformability with flexible dilatometer with volume change measurements)

ISRM 1987 – (suggested method for determining deformability with flexible dilatometer with radial displacement change measurements)

3.7.2 Modalità' operative

La prova pressiometrica MPM (o dilatometrica DRT) consiste nella immissione in foro di sondaggio di una sonda cilindrica tricellulare (MPM) / monocellulare (DRT) dilatabile collegata ad un controllore pressione - volume posto in superficie e collegato al sistema di energizzazione rappresentato da una bombola di azoto a 200 bar.

La deformazione del tratto di terreno sottoposto a prova viene ottenuta immettendo un liquido in pressione all'interno della cella di misura posta nella zona mediana della sonda pressiometrica, ovvero di azoto nella camera dilatometrica; essa, durante la prova, si comporta come una cavità cilindrica in espansione la cui geometria è correttamente mantenuta dalle opportune pressioni applicate alle celle di guardia, poste superiormente ed inferiormente alla stessa cella di misura.

In tal modo si ottiene un tensore degli sforzi piano con sforzo principale orientato orizzontalmente, il cui valore, viene misurato in superficie mediante manometri di precisione a scale differenziate nonché corretto in funzione delle inerzie proprie del sistema di espansione e della profondità dell'eventuale acqua presente nel foro all'atto della prova.

La rilevazione della deformazione del terreno viene eseguita direttamente in superficie mediante sistema volumetrico dotato di sensibilità normale (MPM) od in alta precisione (DRT) ovvero da n. 3 sensori radiali di tipo LVDT (DRT) posti nel settore centrale della sonda; tale meccanismo si rende necessario in funzione delle diverse tipologie di prova (prova su terreno o prova su roccia), ed il valore ricavato viene successivamente depurato della dilatabilità propria dei tubi di immissione.

Applicando una serie di gradini di pressione, mantenuti costanti per determinati intervalli di tempo (stress controlled), e, rilevandone conseguentemente la deformazione, si ottiene una curva sforzo - deformazione in sito.

Durante il corso delle prove pressiometriche/dilatometriche effettuate si è proceduto ad eseguire uno (MPM) o tre (DRT) cicli di scarico-ricarico a partire approssimativamente dal limite superiore del campo pseudoelastico (MPM) ovvero nel tratto pseudoelastico (DRT), al fine di determinare il modulo di elasticità di Young dalla pendenza media del ciclo stesso ovvero dal tratto di ricarica (MPM) o scarico (DRT).

Di particolare importanza per l'esecuzione di una corretta modalità di prova è l'esecuzione del foro che è avvenuta secondo tecnologie diversificate in funzione della litologia e sotto la diretta supervisione del tecnico strumentista: in tal modo è possibile effettuare prove pressiometriche/dilatometriche con estrema versatilità, dai terreni poco consistenti sino alle rocce compatte .

3.7.3 Software

Per la elaborazione dei dati dilatometrici si è utilizzato un software di produzione interna (DILATOM vers. 2.0 versione non in commercio) che consente sostanzialmente di:

- 1) applicare le correzioni strumentali ai dati rilevati in termini da spostamento assoluto a dilatazione diametrale assoluta e relativa
- 2) eseguire una analisi numerica dei dati acquisiti con eventuale applicazione di un filtro
- 3) applicare un algoritmo statistico matematico per la soluzione dei punti caratteristici della curva dilatometrica (P_o , P_{max} , P_{min} , D_f , d_{max} , d_{min} , etc.)
- 4) determinare i moduli di elasticità nei tratti di curva richiesti

Si sottolinea che l'analisi dei punti sperimentali interpolati in una curva dilatometrica risultante possono presentare molto spesso un andamento non teorico e questo a causa di disomogeneità meccaniche della roccia; pertanto la soluzione dei punti caratteristici spesso richiede una procedura iterativa.

Evidentemente ed in particolare per litotipi dotati di elevati moduli di deformabilità l'ordine di grandezza della deformazione ottenuta può essere paragonabile alla precisione dello strumento, questo fattore rappresenta un ulteriore elemento di difficoltà nella fase di elaborazione .

Di seguito si riporta la spiegazione della simbologia usata nel modulo di elaborazione

DILATOM vers. 2.0:

Pressioni

Viene riportato il valore di pressione previsto in progetto e quello effettivamente misurato in prova corretto in termini di pressioni effettive

Deformazioni

Vengono riportate le grandezze fisiche di maggior interesse ed in particolare lo spostamento radiale dei tre trasduttori ed il loro valore medio nonché la dilatazione radiale netta iniziale e finale .

Infine sono riportate la profondità media della sonda dilatometrica, la direzione del sensore di riferimento (C02 = Nord) la profondità della falda, il diametro iniziale della sonda (d_0) e quello iniziale del foro (ϕ_0).

3.7.4 PRESENTAZIONE DEI RISULTATI (PRELIMINARE)

Ogni prova DRT ha permesso di misurare e ricostruire le curve sforzi-deformazioni di un ammasso roccioso (roccia eterogenea) per una lunghezza di circa 100 cm (lunghezza della sonda dilatometrica) ovvero di un ammasso terroso per una lunghezza di circa 40 cm (prove MPT); nel ns caso questa dimensione si ritiene pienamente rappresentativa delle condizioni in sito (effetto scala) caratterizzate sovente dalla presenza di discontinuità geomeccaniche o litostratigrafiche.

Si riporta un estratto dalle norme internazionali di riferimento (ISRM 1987 – *suggested method for determining deformability with flexible dilatometer with radial displacement change measurements*) le quali consigliano di effettuare prove dilatometriche, nello stesso foro, ad intervalli di profondità di non oltre 5 m.

PROCEDURE

Selection of test locations

7. (a) Drillhole locations and depths are to be selected taking into account the anticipated rock quality variations and depths of weathering, and the requirements of the designs or structures for which the test data are to be used.

(b) Within each drillhole, the tests may be spaced either at equal intervals or at specified locations in pre-selected geological formations or beds. Generally, a continuous log of deformability should be taken along the length of test hole pertinent to design. For example, a 1, 2 or 5 m test interval may be specified depending on test hole lengths and required resolution.

estratto da ISRM 1987 pag 127

In tal modo oltre ai parametri citati si può ottenere un correlazione sperimentale locale tra moduli di elasticità e carico litostatico (diagramma E_y vs profondità), che, con le opportune correzioni geostratigrafiche si possono ragionevolmente estendere a varie sezioni dell'opera in progetto.

Il modulo di deformabilità globale EG (prove DRT ovvero il modulo pressiometrico E_m (prove MPT) rappresenta il modulo secante per tutto il tratto pseudoelastico di prima compressibilità mentre i moduli di elasticità E_1 , E_2 , ed E_3 sono parametri calcolati nel tratto di scarico dei rispettivi cicli di isteresi

Il modulo E_y *significativo*, per vari stati tensionali, è stato calcolato mediando i valori di E_i ottenuti in tutti quei cicli di isteresi che denotassero un comportamento pseudoelastico del materiale, escludendo da tale operazione i cicli che non hanno mostrato tale caratteristica.

Il significato fisico di questi moduli è sostanzialmente un modulo di prima compressione (EG) paragonabile nelle terre al modulo edometrico ed un modulo di elasticità E_y , sempre superiore in valore assoluto al primo, che si stima rappresentare un modulo di elasticità del materiale a livelli deformativi compresi nel *range* ove è calcolato.

CERTIFICATI

DILATOMETER

Model DMP-R95

GENERAL

Foundation studies in hard rock differ from the ones in soft soils in the fact that the bearing capacity is determined by the rock structure more than by its strength.

Rock mass is usually much weaker than the intact rock it contains. This is due to the presence of discontinuities such as joints, faults, shears and bedding planes.

Comprehensive in situ tests in mass rock must be performed on a large scale (2 to 3 m³ of material) in order to measure rock deformation and crack squeezing. These tests can be done with a DMP-R95 dilatometer.

DESCRIPTION

PROBE

The DMP-R95 Dilatometer consists of a probe with an aluminium alloy central body. The probe includes:

- An inflatable membrane (rubber sleeve) equipped with three pairs of metallic inserts spaced at 120° intervals
- A split spring-ring and double cone membrane retaining system
- Three inductive displacement sensors
- A pressure sensor
- A sediment collector

The dilatometer probe is designed to be lowered down into the borehole using a string of rods. The sediment collector placed on top of the probe is equipped with a threaded end.

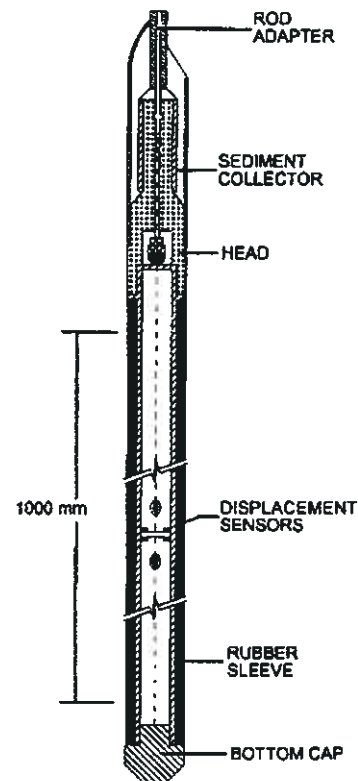
Standard connection: CRAELIUS 50 or 60

The probe is usually inflated with compressed dry gas (nitrogen or air).

READOUT UNIT

The DMP-R95 can be read using a DILAROC datalogger. This rugged portable unit allows for:

- Simultaneous reading of all DMP-R95 built-in sensors (i.e. three displacement and one pressure sensor)
- ASCII data storage
- The use of a data acquisition system during creep phases
- Calibration data storage via RS-232 serial link



FEATURES

- ALLOWS MEASUREMENT ANISTROPY OF ROCK
- MAY BE USED IN DEEP BOREHOLES
- TEST IN "H" SIZE BOREHOLES

SPECIFICATIONS

PROBE

Overall length	1.8 m (approx.)
Weight	45 kg (approx.)
OD	95 mm
Sleeve length	1000 mm
Total sensor opening pressure range	
- 101 mm	18 MPa
- 120 mm	2.5 MPa

DILAROC DATALOGGER

Display	2x20 LCD with high contrast digits
Direct programming	16-key keyboard
Storage capabilities	Approximately 2500 readings (each including 3 displacements and one pressure reading)

PERFORMANCES

DISPLACEMENT SENSORS

Range	25 mm
Resolution (high resolution mode)	1 micron
Accuracy	±5 microns

PRESSURE SENSOR

Standard range	20 000 kPa
Accuracy	0.1% F.S.
Display	10 kPa resolution
Maximum pressure use	18 000 kPa
Borehole diameter	101 mm (4")

* Data analysis is done using calibration data previously stored in the DILAROC.

Sensor accuracy is much greater than the DMP-R95 probe, which is limited by the inflatable membrane, the contact between borehole walls, metallic inserts, etc.

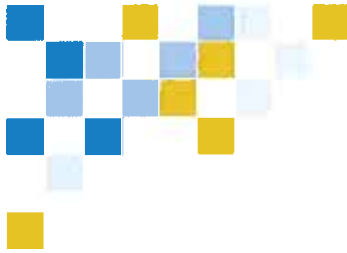
0.1 to 0.2 mm diametrical deformation cycles are the lower limits of the dilatometer application range. In other terms, the dilatometer is well suited for moduli between 5 000 and 50 000 MPa.

ACCESSORIES

- High pressure, flexible, feeding tubing (20 MPa in service)
- Reinforced electrical cable (up to 2 kN of load) are provided
- For lengths exceeding 100 m, special "extension" tubing and cable are recommended
- The DILAROC includes an RS-232 cable and a AC battery charger

OPTIONS

- 90 and 180 mm diameter dilatometers
- Electrical connector for GEVART OWEN 7 contact cables



APAGEO

Matériel de Géotechnique
Geotechnical Equipment

MENARD PRESSUREMETER®

Monitoring box, hydraulic probe and lines conform to the ASTM Standard Method for Pressuremeter Testing in Soils D-4719-00 and AFNOR Standard NF P 94-110-1

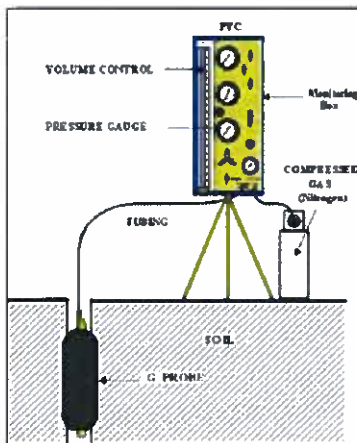
TEST DESCRIPTION

A pressuremeter test is an in-situ stress controlled loading test performed on the wall of a borehole using a cylindrical probe which can expand radially

From the test readings, a stress-strain curve can be obtained which yields :

- the Menard pressuremeter modulus
- the creep pressure
- the Menard limit pressure once the volume and pressure calibrations have been performed to allow data reduction.

The monitoring Unit (PVC) and the probe installed



EQUIPMENT

• THE MONITORING UNIT

Equipped with devices to precisely regulate the pressure applied to the probe and to read its volume changes with pressure increments and time.

A gas cylinder provides the pressure source. The box stands on a tripod.

It includes a 800 cm³ volumeter with a sight tube, a main pressure regulator, a differential pressure regulator, pressure gauges 0-2.5 and 0-6 MPa for the measuring and the guard cells (0.06 and 10 MPa as options for soft soil and weak rock tests), and the necessary valves and couplings.

• THE PLASTIC TUBING

This coaxial or twin tubing, flexible and of high resistance, connects the probe to the monitoring box with minimum deformations.

• THE 3-CELL PROBE

It includes a central measuring cell, filled with water. Its volume changes are read on the monitoring box volumeter. The probe is totally protected by a rubber cover which is inflated by the gas to form the 2 guard cells. Pressure applied to the borehole walls are kept constant along the 3 cells through the differential pressure regulator to ensure a true cylindrical deformation along the measuring cell.



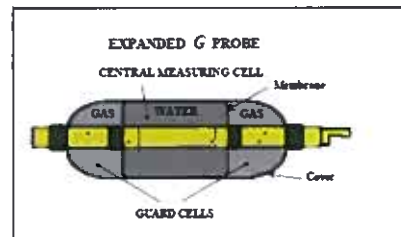
Monitoring Unit (PVC)

PVC main features :

- Monitoring box : 86 x 43 x 26 cm
- Mass : 24.5 kg (tripod 3.5 kg)
- Aluminium box with protection cover
- Transport handle
- Tripod and level allowing adjustment of verticality on all sites

GEOSPAD main features :

- Waterproof box, ruggedly built and compact (33 x 27 x 20 cm)
- Weight : 4 kg
- Temperature range -20 to +70 °C
- Power source 10 to 35 V
- LCD display with built-in keyboard
- Memory card recorder





italmanometri s.r.l.

CAPITALE SOCIALE: 62.400 Euro
R.E.A. n. 132488 / RE
REGISTRO IMPRESE n. 7289 / RE
C.F. e P. IVA n. 00461330359
N° MECC.: RE 021878
VATNUMBER:IT00461330359

42025 CAVRIAGO (REGGIO EMILIA) - ITALY
VIA DELL'INDUSTRIA, 8/A (LOC. CORTE TEGGE)
TELEFONO 0039 0522 841185 - 841625
TELEFAX 0039 0522 841863
HTTP: www.italmanometri.com
E. MAIL: ital@italmanometri.com



CERTIFICATO DI TARATURA CALIBRATION REPORT

MODELLO MODEL	MX
CAMPO RANGE	60 BAR
PRECISIONE % % ACCURACY	0,5
N SERIE SERIAL N	2312022
FONDO SCALA FULL SCALE	60 BAR
DIAMETRO DIAL	100

MODALITA' DELLA PROVA REPORT MODE

MANOMETRO CAMPIONE DIAM.150 SCALA 0/60 BAR MATRICOLA 02F2894
CERTIFICATO DI TARATURA S.I.T. 0638-SP-06

PRESSIONE NOMINALE SALITA NOMINAL PRESSURE	VALORE INDICATO READING VALUE	PRESSIONE NOMINALE IN DISCESA NOMINAL PRESSURE	VALORE INDICATO READING VALUE
0	0,0	0	0,0
10	10,01	10	99,99
20	20,01	20	19,99
30	30,01	30	29,98
40	40,02	40	39,98
50	50,02	50	49,97
60	60,02,	60	59,97

ERRORI IN % RIFERITI AL FONDO SCALA DI 60 BAR
% ERROR REFERRED TO FULL SCALE OF 60 BAR

RISULTATO
TEST RESULT

CONFORME

DATA /DATE
20/04/2010

ERRORE MAX % +/- 0,3 BAR
MAX ERROR %

ITALMANOMETRI S.R.L.
ITALMANOMETRI s.r.l.
42025 CAVRIAGO (R.E.)
P. IVA 00461330359



italmanometri s.r.l.

CAPITALE SOCIALE: 62.400 Euro
R.E.A. n. 132468 / RE
REGISTRO IMPRESE n. 7288 / RE
C.F. e P.IVA n. 0046133 035 9
N° MECC.: RE 021878
VATNUMBER: IT00461330359

42025 CAVRIAGO (REGGIO EMILIA) - ITALY
VIA DELL'INDUSTRIA, 8/A (LOC. CORTE TEGGE)
TELEFONO 0039 0522 941165 - 941625
TELEFAX 0039 0522 941963
HTTP: www.italmanometri.com
E. MAIL: ital@italmanometri.com



CERTIFICATO DI TARATURA CALIBRATION REPORT

MODELLO MODEL	MX
CAMPO RANGE	100 BAR
PRECISIONE % % ACCURACY	0,5
N SERIE SERIAL N	2402007
FONDO SCALA FULL SCALE	100 BAR
DIAMETRO DIAL	100

MODALITA' DELLA PROVA REPORT MODE

MANOMETRO CAMPIONE DIAM.150 SCALA 0/100 BAR MATRICOLA 02F27895
CERTIFICATO DI TARATURA S.I.T. 0639-SP-06

PRESSIONE NOMINALE SALITA NOMINAL PRESSURE	VALORE INDICATO READING VALUE	PRESSIONE NOMINALE IN DISCESA NOMINAL PRESSURE	VALORE INDICATO READING VALUE
0	0,0	0	0,0
20	20,02	20	19,98
40	40,02	40	39,98
60	60,03	60	59,97
80	80,03	80	79,98
100	100,03	100	99,98

ERRORI IN % RIFERITI AL FONDO SCALA DI 100 BAR
% ERROR REFERRED TO FULL SCALE OF 100 BAR

RISULTATO
TEST RESULT

CONFORME

DATA /DATE
20/04/2010

ERRORE MAX % +/- 0,5 BAR
MAX ERROR %

ITALMANOMETRI S.R.L.

ITALMANOMETRI S.r.l.
42025 CAVRIAGO (R.E.)
Part. IVA 0046133 035 9

TELEMAC

10, avenue Eiffel

77220 GRETZ-ARMAINVILLIERS

Tel. : + 33.(0)1.64.06.40.80 - Fax : + 33.(0)1.64.06.40.26

Certificat d'Etalonnage N° : **MO-D07/0003**

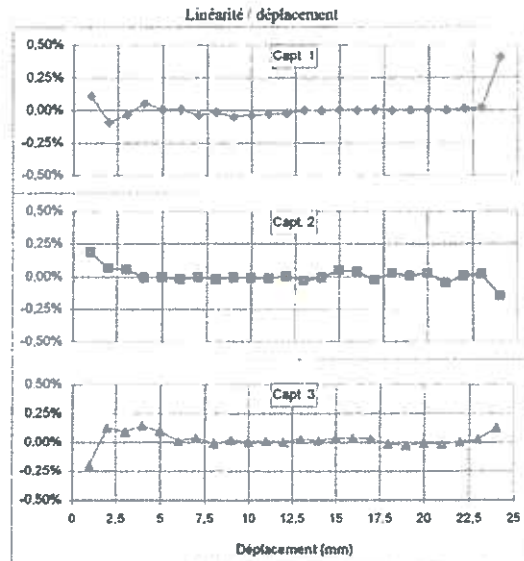
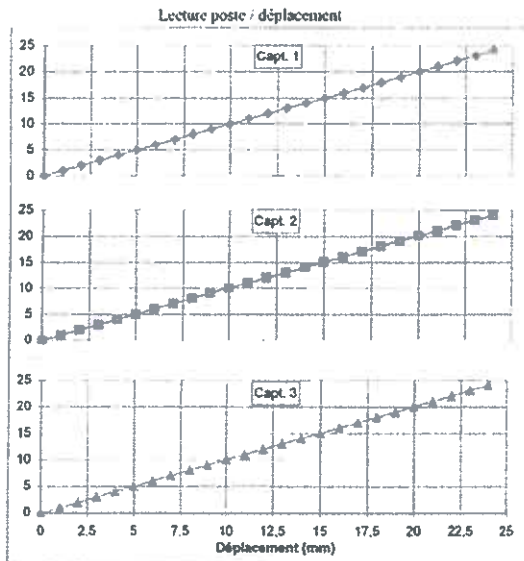
Calibration Sheet N° :

Client : **GEOANALISI S.r.l.** Type : Dilatromètre ϕ 95 mm
Customer : Type :

Numéro Sonde : **21F07**
Probe Number :

Déplacement Théorique (mm)	Lecture Poste			Déplacement Relatif			Erreur absolue			Linéarité		
	Capt. 1 (mm)	Capt. 2 (mm)	Capt. 3 (mm)	Capt. 1 (mm)	Capt. 2 (mm)	Capt. 3 (mm)	Capt. 1 (mm)	Capt. 2 (mm)	Capt. 3 (mm)	Capt. 1 (% PE)	Capt. 2 (% PE)	Capt. 3 (% PE)
0	0,004	0,006	0,002									
1	1,031	1,051	0,955	1,027	1,045	0,953	0,027	0,045	-0,047	0,113%	0,188%	-0,196%
2	2,009	2,067	1,986	0,978	1,016	1,031	-0,022	0,016	0,051	-0,092%	0,067%	0,129%
3	3,001	3,081	3,009	0,992	1,014	1,023	-0,008	0,014	0,023	-0,033%	0,058%	0,096%
4	4,014	4,080	4,045	1,015	0,999	1,036	0,015	-0,001	0,036	0,054%	-0,004%	0,150%
5	5,016	5,080	5,069	1,002	1,000	1,024	0,002	0,000	0,024	0,008%	0,000%	0,100%
6	6,018	6,076	6,072	1,002	0,996	1,003	0,002	-0,004	0,003	0,008%	-0,017%	0,013%
7	7,009	7,076	7,082	0,991	1,000	1,010	-0,009	0,000	0,010	-0,037%	0,000%	0,042%
8	8,006	8,072	8,080	0,997	0,996	0,998	-0,003	-0,004	-0,002	-0,013%	-0,017%	-0,008%
9	8,994	9,071	9,085	0,988	0,999	1,005	-0,012	-0,001	0,005	-0,050%	-0,004%	0,021%
10	9,985	10,069	10,086	0,991	0,998	1,001	-0,009	-0,002	0,001	-0,038%	-0,008%	0,004%
11	10,978	11,066	11,089	0,993	0,997	1,003	-0,007	-0,003	0,003	-0,029%	-0,013%	0,013%
12	11,972	12,067	12,090	0,994	1,001	1,001	-0,006	0,001	0,001	-0,025%	0,004%	0,004%
13	12,972	13,060	13,097	1,000	0,993	1,007	0,000	-0,007	0,007	0,000%	-0,029%	0,029%
14	13,971	14,058	14,101	0,999	0,998	1,004	-0,001	-0,002	0,004	-0,004%	-0,008%	0,017%
15	14,972	15,070	15,109	1,001	1,012	1,008	0,001	0,012	0,008	0,004%	0,050%	0,033%
16	15,972	16,080	16,118	1,000	1,010	1,009	0,000	0,010	0,009	0,000%	0,042%	0,037%
17	16,973	17,075	17,126	1,001	0,995	1,008	0,001	-0,005	0,008	0,004%	-0,021%	0,033%
18	17,973	18,082	18,124	1,000	1,007	0,998	0,000	0,007	-0,002	0,000%	0,029%	-0,008%
19	18,973	19,084	19,118	1,000	1,002	0,994	0,000	0,002	-0,006	0,000%	0,008%	-0,025%
20	19,974	20,091	20,117	1,001	1,007	0,999	0,001	0,007	-0,001	0,004%	0,029%	-0,004%
21	20,974	21,079	21,113	1,000	0,988	0,996	0,000	-0,012	-0,004	0,000%	-0,050%	-0,017%
22	21,977	22,081	22,115	1,003	1,002	1,002	0,003	0,002	0,002	0,013%	0,008%	0,008%
23	22,982	23,087	23,122	1,005	1,006	1,007	0,005	0,006	0,007	0,021%	0,025%	0,029%
24	24,079	24,051	24,152	1,097	0,964	1,030	0,097	-0,036	0,030	0,404%	-0,150%	0,125%

* % E pour Pécose Echelle (gamme maxi - gamme mini) / Full Scale (max range - min range)



Conditions d'Etalonnage / Calibration Conditions

Température : 22,4
Temp :

Pression Atmosph. : 1023,8 mbar
Atmosph. Pressure :

Etalon de référence : Banc Linéaire Microcontrôle
Calibration Reference N° 102

Poste de lecture : Poste Dilatoc 28D03
Reading Unit

Date Etalonnage / Calibration Date : 08/04/2010
Par / By : J Pierron

Visa / Visa :



italmanometri s.r.l.

CAPITALE SOCIALE: 62.400 Euro
R.E.A. n. 132490 / RE
REGISTRO IMPRESE n. 7289 / RE
C.F. e P. IVA n. 00461330359
N° MECC.: RE 021878
VATNUMBER: IT00461330359

42025 CAVRIAGO (REGGIO EMILIA) - ITALY
VIA DELL'INDUSTRIA, 8/A (LOC. CORTE TEGGE)
TELEFONO 0039 0522 941185 - 941825
TELEFAX 0039 0522 941983
HTTP: www.italmanometri.com
E. MAIL: itai@italmanometri.com



CERTIFICATO DI TARATURA CALIBRATION REPORT

MODELLO	MX
MODEL	
CAMPO	60 BAR
RANGE	
PRECISIONE %	0,5
% ACCURACY	
N SERIE	2312022
SERIAL N	
FONDO SCALA	60 BAR
FULL SCALE	
DIAMETRO	100
DIAL	

MODALITA' DELLA PROVA REPORT MODE

MANOMETRO CAMPIONE DIAM.150 SCALA 0/60 BAR MATRICOLA 02F2894
CERTIFICATO DI TARATURA S.I.T. 0638-SP-06

PRESSIONE NOMINALE SALITA NOMINAL PRESSURE	VALORE INDICATO READING VALUE	PRESSIONE NOMINALE IN DISCESA NOMINAL PRESSURE	VALORE INDICATO READING VALUE
0	0,0	0	0,0
10	10,01	10	99,99
20	20,01	20	19,99
30	30,01	30	29,98
40	40,02	40	39,98
50	50,02	50	49,97
60	60,02	60	59,97

ERRORI IN % RIFERITI AL FONDO SCALA DI 60 BAR
% ERROR REFERRED TO FULL SCALE OF 60 BAR

RISULTATO
TEST RESULT

CONFORME

DATA /DATE
20/04/2010

ERRORE MAX % +/- 0,3 BAR
MAX ERROR %

ITALMANOMETRI S.R.L.
ITALMANOMETRI s.r.l.
42025 CAVRIAGO (R.E.)
Part. IVA 00461330359



italmanometri s.r.l.

CAPITALE SOCIALE: 82.400 Euro
R.E.A. n. 192498 / RE
REGISTRO IMPRESE n. 7288 / RE
C.F. e P. IVA n. 0046133 035 9
N° MECC.: RE 021878
VATNUMBER: IT00461330359

42025 CAVRIAGO (REGGIO EMILIA) - ITALY
VIA DELL'INDUSTRIA, 8/A (LOC. CORTE TEGGE)
TELEFONO 0039 0522 941165 - 941625
TELEFAX 0039 0522 941063
HTTP: www.italmanometri.com
E. MAIL: ital@italmanometri.com



CERTIFICATO DI TARATURA CALIBRATION REPORT

MODELLO	MX
MODEL	
CAMPO	100 BAR
RANGE	
PRECISIONE %	0,5
% ACCURACY	
N SERIE	2402007
SERIAL N	
FONDO SCALA	100 BAR
FULL SCALE	
DIAMETRO	100
DIAL	

MODALITA' DELLA PROVA REPORT MODE

MANOMETRO CAMPIONE DIAM.150 SCALA 0/100 BAR MATRICOLA 02F27895
CERTIFICATO DI TARATURA S.I.T. 0639-SP-06

PRESSIONE NOMINALE SALITA NOMINAL PRESSURE	VALORE INDICATO READING VALUE	PRESSIONE NOMINALE IN DISCESA NOMINAL PRESSURE	VALORE INDICATO READING VALUE
0	0,0	0	0,0
20	20,02	20	19,98
40	40,02	40	39,98
60	60,03	60	59,97
80	80,03	80	79,98
100	100,03	100	99,98

ERRORI IN % RIFERITI AL FONDO SCALA DI 100 BAR
% ERROR REFERRED TO FULL SCALE OF 100 BAR

RISULTATO
TEST RESULT

CONFORME

DATA /DATE
20/04/2010

ERRORE MAX % +/- 0,5 BAR
MAX ERROR %

ITALMANOMETRI S.R.L.


ITALMANOMETRI S.r.l.
42025 CAVRIAGO (R.E.)
Part. IVA 0046133 035 9



APAGEO

Matériel de Géotechnique
Geotechnical Equipment

VERIFICATION DES MANOMETRES ET CAPTEURS CONFORMEMENT A LA NORME NF P 94-110-1

Pressiometre N°: 523 Type: 100 b STD Société: PFP
Enregistreur N°: — Type: —

Manomètres 25 Bars


Etalon (Bar)	Cellules de Garde (Bar)	Cellule Centrale (Bar)
5	5	5
10	10	10
15	15	15
20	20	20
25	25	25

Manomètre ~~100~~ ⁶⁰ Bars

Etalon (Bar)	Cellule Centrale (Bar)
10	10
20	20
30	30
40	40
50	50
60	60
70	70
80	80
90	90
100	100

Capteurs de Pression

Etalon (Bar)	Capteur Air (Bar)	Capteur Eau (Bar)
10	—	—
20	—	—
30	—	—
40	—	—
50	—	—
60	—	—
70	—	—
80	—	—
90	—	—
100	—	—

Opérations effectuées le: 5/2010 Par: PL Signature 
Prochaine vérification le: 11/2010



ZA de Gomberville, rue Salvador Allende, F-78114 Magny les Hameaux • France
Tel : +33 (0)1 30 52 35 42 • Fax : +33 (0)1 30 52 30 28
Internet : www.apageo.com • email : info@apageo.com

SAS au capital de 2 000 000 € - RCS Versailles Siret 439 792 375 00016 - TVA Intra FR 15439792375 - APE 2812Z



La tabella seguente riporta la descrizione del tempo atmosferico e della temperatura approssima in prova:

NDAGGIO	N°PROVA	TEMPO ATM	T°C
C403bis	1M	VARIABILE	15
C403bis	2M	VARIABILE	20
C404	1M	SERENO	20
C404	2M	SERENO	20
C405	2M	VARIABILE	20
C410	1M	SERENO	25
C410	2M	SERENO	25
C411	1M	SERENO	25
C411	2M	SERENO	25
C412	1M	SERENO	25
C412	2M	SERENO	25
C413	2M	SERENO	25
C414	1M	SERENO	30
C414	2M	SERENO	30
C415	1M	SERENO	30
C415	2M	SERENO	30
C416	1M	SERENO	25
C416	2M	SERENO	25
C417	1M	VARIABILE	20
C417	2M	VARIABILE	20
C423bis	1M	SERENO	20
C423bis	2M	SERENO	20
C424	1M	SERENO	20
C425	1M	SERENO	30
C428	1M	VARIABILE	20
C429	1M	SERENO	30
C429	2M	SERENO	30
C433	2M	SERENO	25
C435	1M	SERENO	25
CN450	1M	SERENO	25
CN451	2M	SERENO	20

4.0 Indagini geofisiche

4.1 Tomografie sismiche

Sono state eseguite n° 20 tomografie sismiche superficiali per la determinazione della velocità di propagazione delle onde sismiche P e S per la definizione dell'immagine sismica del sottosuolo espressa in termini di velocità di propagazione delle onde sismiche P.

La geometria ed il numero dei sensori utilizzato per la specifica campagna di indagini si riportano nella tabella che segue.

Nome	Lunghezza (m)	Scoppi	Geofoni	Spazio (m)
SR1A	98	7	24	4
SR1B	72,5	7	24	2,5
SR2A	100	7	24	4
SR2B	87,5	7	24	3,5
SR3A	111	7	24	4
SR3B	125	7	24	5
SR4A	100	7	24	4
SR4B	100	7	24	4
SR5A	100	7	24	4
SR5B	100	7	24	4
SR6A	100	7	24	4
SR6B	87,5	7	24	3,5
SR7A	100	7	24	4
SR7B	86	7	24	3,5
SR8A	87,5	7	24	3,5
SR8B	125	7	24	5
SR9A	75	7	24	3
SR9B	100	7	24	4
SR10A	55	7	24	2
SR10B	100	7	24	4

I dettagli delle indagini sono stati riportati in allegato (All.2)

4.1.1 Elenco strumentazioni per esecuzione di sismica a rifrazione superficiale tomografica

- N° 1 Sismografo digitale 36 Canali a memoria incrementale 24 bit - tipo "M.A.E. A6000S" S/N M042651 avente le seguenti caratteristiche
 - Risoluzione acquisizione: 24 bit
 - Numero canali: 36
 - Campioni per canale : 20.000

- Campionamento : da 50 a 30.000 c/s
- Larghezza di banda: da 0 a 8 KHz
- Max segnale IN: 10V
- Lettura velocità e picking primi arrivi in tempo reale
- Funzioni Trigger e Pre-Trigger
- Monitor colori LCD transflettivo 10,4" touch screen
- Salvataggio dati su disk on module interno allo stato solido e/o su memoria USB
- Estrema semplicità nell'esportazione dati
- Supporto multilingue integrato
- Dimensioni: 406x174x330 mm, peso: 3,4 Kg.

- **N° 1 Power Box: Contenitore ermetico con batteria sigillata senza manutenzione 12V 12Ah e carica batteria automatico.**
- **N° 2 CAVI GEOFONICI + N° 24 GEOFONI GEOSPACE _ 14 Hz verticali e altrettanti orizzontali.**
- **N° 1 fucile sismico del Tipo Isotta a cartuccia calibro 8. / h) n° 2 mazze battenti con "starter" integrato + piastra.**

4.1.2 Software analisi down hole

GOLDEN Colorado USA _ Interpex Limited IXSeg2Segy ® Version 3.24.
 CWP/SU software package (Colorado School of Mines).
 Geotom_CG – Version 5.3.
 TomTime VB5.

4.2 Down-Hole

Sono state eseguite n°10 prove sismiche in foro tipo down hole, finalizzate alla definizione dei parametri elasto-dinamici e del parametro VS30 secondo quanto previsto dalla vigente normativa sismica (DM 14/01/2008)

DH	Lunghezza (m)
C403bis	26
C415	25
C416	40
C417	40
C421	40
C423 bis	38
C430	30
C433	40
C451 Cn	40
C450 Cn	40

Le verticali di misura, il passo di lettura ed il numero di posizioni di ricezione sono state riportate in

allegato (All.2)

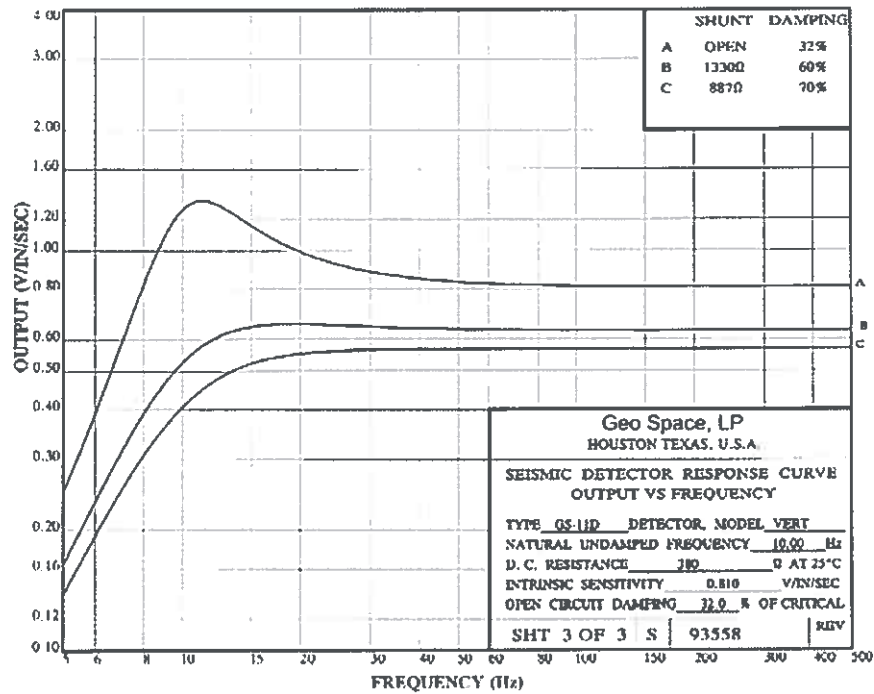
4.2.1 Elenco strumentazioni per esecuzione di sismica in foro del tipo down - hole

- **N° 1 Sismografo digitale 36 Canali a memoria incrementale 24 bit - tipo “M.A.E. A6000S” S/N M042651 avente le seguenti caratteristiche:**
 - Risoluzione acquisizione: 24 bit
 - Numero canali: 36
 - Campioni per canale : 20.000
 - Campionamento : da 50 a 30.000 c/s
 - Larghezza di banda: da 0 a 8 Khz
 - Max segnale IN: 10V
 - Lettura velocità e picking primi arrivi in tempo reale
 - Funzioni Trigger e Pre-Trigger
 - Monitor colori LCD transflettivo 10,4” touch screen
 - Salvataggio dati su disk on module interno allo stato solido e/o su memoria USB
 - Estrema semplicità nell’esportazione dati
 - Supporto multilingue integrato
 - Dimensioni: 406x174x330 mm, peso: 3,4 Kg.

- **N° 1 Power Box: Contenitore ermetico con batteria sigillata senza manutenzione 12V 12Ah e carica batteria automatico.**

- **N° 2 triplette geofoniche GEOSPACE da foro in serie _ 10 Hz in cavo 50 metri aventi le seguenti caratteristiche generali e curva di risposta:**

GS-11D Seismic Detector Response Curve Output vs. Frequency Chart (GS-11D 10 Hz @ 380 Ohms)



- **N° 1 Piastra di battuta e sistema a pendolo della mazza per la generazione di onde di taglio aventi le seguenti caratteristiche:**
 - Dimensioni: 706x350x400 mm, peso: 100 Kg.
 - Lingotti di piombo: n° 12, peso sigolo lingotto = 20 Kg.
 - Mazza: 16 Kg.



4.2.2 Software analisi down hole

GOLDEN Colorado USA _ Interpex Limited IXSeg2Segy ® Version 3.24.
CWP/SU software package (Colorado School of Mines).
Geotom_CG – Version 5.3.

L&R LABORATORI E RICERCHE SRL

Sede Legale e Amministrativa: Via Padre Angelo Secchi, 7 -95030- Gravina di Catania
Laboratorio: Zona Industriale -Capannone n. 5 -94010- Catenanuova (EN)
Capitale Sociale € 10.000 Codice Fiscale, P.IVA e Iscrizione al Registro delle
Imprese di Catania n. 04053900876, Iscritta al R.E.A. 270647
Tel. +39 095336490 Fax +390957336297 E-mail info@lr-srl.it

SO.RI.GE.SRL

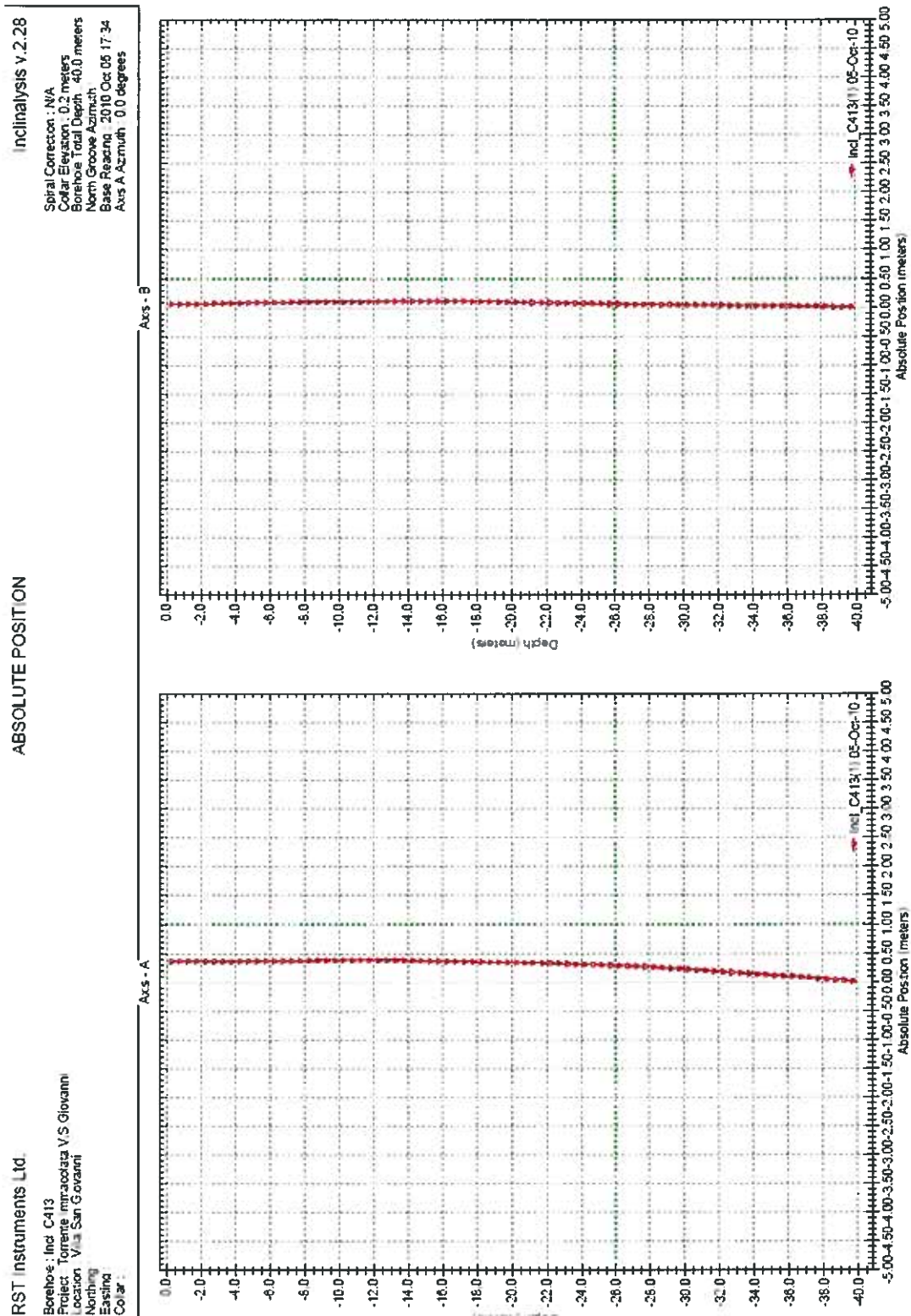
Strada Provinciale per Mulazzano 102
43037 Lesignano De' Bagni (PR) Italy
Tel: +39 0521 85 83 61 Fax: +39 0521 85 83 73
Email: info@sorige.com

TomTime VB5.

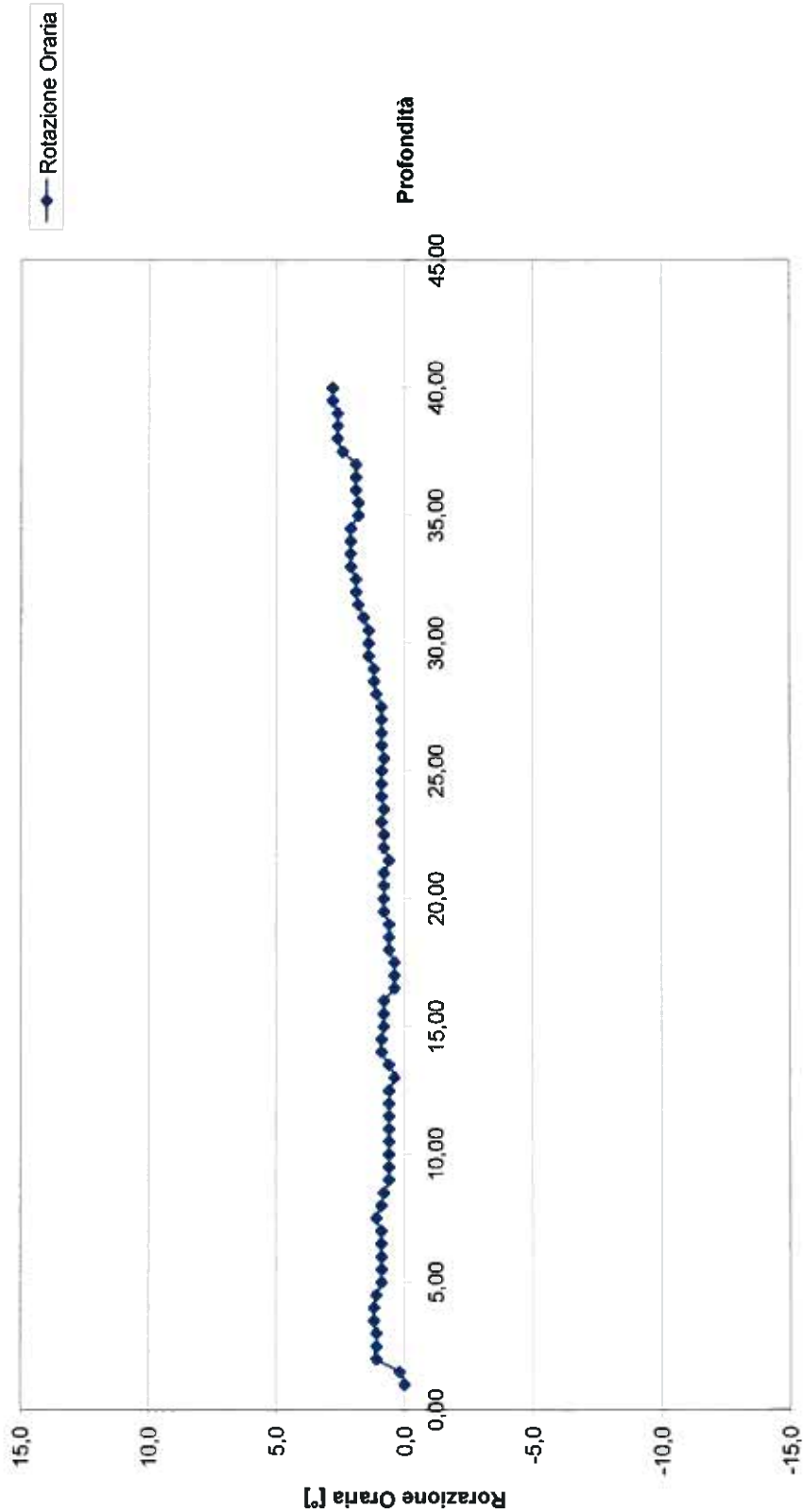
4.2.3 Installazione tubo down-hole

Una volta conclusa la perforazione si è provveduto al lavaggio del foro con acqua pulita. Sono stati calati i tubi in pvc preassemblati e sigillati a 6,00 m montando sul primo spezzone il tappo di fondo. Il tubo è stato bloccato all'interno del foro grazie all'utilizzo di una morsa. Si è provveduto a sigillare le giunzioni con silicone (aspettando che si asciugasse) e nastro adesivo. La cementazione è stata effettuata a bassa pressione (<200 kPa) attraverso l'utilizzo di un tubo in politilene fissato sul tubo a fondo foro. Una volta che la malta cementizia ha raggiunto la testa del foro si è provveduto a estrarre il rivestimento di perforazione operando solo la trazione e non a rotazione. La malta cementizia utilizzata è stata quella prevista nelle specifiche tecniche GCG-F-02-03, con queste proporzioni: 100 litri d'acqua 30 kg di cemento e 5 kg di bentonite in polvere. Il rabbocco ove necessario è stato effettuato da testa foro. Una volta conclusa la cementazione è stato eseguito il lavaggio del tubo ed è stato collocato un chiusino di protezione.

5.0 Collaudo Inclinometro C413: grafico verticalità e grafico spiralometrico



Misura Spiralometrica Inclinatorio C413



L&R LABORATORI E RICERCHE SRL

Sede Legale e Amministrativa: Via Padre Angelo Secchi, 7 -95030- Gravina di Catania
 Laboratorio: Zona Industriale - Capannone n. 5 -94010- Catenanuova (EN)
 Capitale Sociale € 10.000 Codice Fiscale, P.IVA e Iscrizione al Registro delle
 Imprese di Catania n. 04053900876, Iscritta al R.E.A. 270647
 Tel. +39 095336490 Fax +390957336297 E-mail info@lr-srl.it

SO.RI.GE.SRL

Strada Provinciale per Mulazzano 102
 43037 Lesignano Dè Bagni (PR) Italy
 Tel: +39 0521 85 83 61 Fax: +39 0521 85 83 73
 Email: info@sorige.com

5.1 Installazione tubo inclinometrico

Una volta conclusa la perforazione si è provveduto al lavaggio del foro con acqua pulita. Sono stati calati i tubi inclinometrici in alluminio, preassemblati e sigillati a 6,00 m montando sul primo spezzone il tappo di fondo. La giunzione dei tubi con i manicotti è stata fatta attraverso l'applicazione di uno strato di silicone (aspettando che si asciugasse) a cui è seguita la rivettatura lungo generatrici equidistanti dalle guide a circa 50 mm dall'estremità del manicotto, e sigillatura con nastro autovulcanizzante. Il tubo è stato bloccato all'interno del foro grazie all'utilizzo di una morsa. La cementazione è stata effettuata a bassa pressione (<200 kPa) attraverso l'utilizzo di un tubo in polietilene fissato sul tubo a fondo foro. Una volta che la malta cementizia ha raggiunto la testa del foro si è provveduto a estrarre il rivestimento di perforazione operando solo la trazione e non a rotazione. La malta cementizia utilizzata è stata quella prevista nelle specifiche tecniche GCG-F-02-03, con queste proporzioni: 100 litri d'acqua 30 kg di cemento e 5 kg di bentonite in polvere. Il rabbocco ove necessario è stato effettuato da testa foro. Una volta conclusa la cementazione è stato eseguito il lavaggio del tubo ed è stato collocato un chiusino di protezione.