

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA
LEGGE OBIETTIVO N. 443/01**

U.O. GEOLOGIA, GESTIONE TERRE E BONIFICHE

PROGETTO DEFINITIVO

**LINEA PESCARA - BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA
LOTTI 2 e 3 - RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

Indagini geognostiche e prove in situ

RELAZIONE GENERALE

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

L I 0 2 0 2 D 6 9 S G G E 0 0 0 5 0 0 2 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione definitiva	C. Treviso <i>[Signature]</i>	Settembre 2018	A. Pellegrino M. Sciarra <i>[Signature]</i>	Settembre 2018	B.M. Bianchi <i>[Signature]</i>	Settembre 2018	F. Marchese Settembre 2018 <i>[Signature]</i>

ITALFERR S.p.A.
Dott. Geologo Francesco Marchese
Resp. UO GEOLOGIA
Ordine Geologi Lazio n. 11228

Indagini geognostiche e prove in sito	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA	PROG	REV	FOLGIO
	LI02	02	D	69	SG	GE0005	002	A	1 di 37

Sommario

1. PREMESSA	2
2. SONDAGGI E PROVE IN FORO	4
2.1 SONDAGGI	4
2.1.1 Metodo di perforazione	6
2.1.2 Carotaggio	8
2.1.3 Prelievo di campioni.....	9
2.2 PROVE IN FORO.....	15
2.2.1 Standard Penetration Test (SPT)	15
2.2.2 Prove di permeabilità Lefranc e Lugeon	23
2.2.3 Prove pressiometriche (MPT) e Dilatometriche (DRT)	27
2.3 INSTALLAZIONI GEOTECNICHE	29
2.3.1 Piezometri.....	29
2.3.2 Tubi Down-Hole.....	31
3. PROVE PENETROMETRICHE STATICHE E DINAMICHE.....	32
3.1 Prova penetrometrica statica con piezocono (CPTU)	33
3.2 Prova penetrometrica dinamica DPSH.....	33
4. POZZETTI GEOGNOSTICI.....	35
4.1 Prelievo di campioni rimaneggiati in pozzetto.....	36
4.2 Prove di carico su Piastra	36

Indagini geognostiche e prove in sito	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA	PROG	REV	FOLGIO
	LI02	02	D	69	SG	GE0005	002	A	2 di 37

1. PREMESSA

Nelle more dell'Accordo Quadro n° 200000935 tra ITALFERR SpA e l'ATI Geogav srl - IMOS srl – Eurogeo srl, la scrivente I.M.O.S. ha eseguito la campagna di indagini geognostiche finalizzata alla progettazione definitiva del “Raddoppio Termoli-Lesina” della Linea Pescara-Bari, limitatamente alla tratta Termoli-Ripalta.

Le indagini sono state eseguite tra la fine di febbraio 2017 e gennaio 2018 in più fasi consecutive afferenti a due distinti contratti di affidamento dei lavori (Lotto 3 Campomarino-Ripalta e Lotto 2 Termoli-Campomarino), includenti anche la corposa sezione di indagini dedicata al Progetto Preliminare del “Raddoppio Termoli-Ripalta (Lotti 2 e 3) – Soluzione Molise”, già consegnata in data ottobre 2017.

Il presente Rapporto concerne tutte le indagini svolte per il Progetto Definitivo del Raddoppio Termoli-Ripalta (Lotti 2 e 3), quindi anche quelle già prodotte per la tratta “Soluzione Molise”.

In sintesi si fa riferimento al seguente volume di indagini, distinto per tipologia di indagine:

Sondaggi

- n. 60 sondaggi a carotaggio continuo con profondità di investigazione variabili tra 30 e 62 m, eseguiti nei territori comunali di Termoli (CB), Campomarino (CB), Chieuti (FG) e Serracapriola (FG);
- prelievo di complessivi n. 238 campioni, di cui n. 148 campioni indisturbati e n. 90 campioni disturbati o rimaneggiati.
- n. 377 prove SPT, distribuite tra tutti i sondaggi (da 3 a 10 prove per sondaggio);
- esecuzione di n. 16 prove di deformabilità in sito, consistite in n. 11 prove dilatometriche del tipo “DRT” (*Dilatometric Rock Test*) e n. 5 prove pressiometriche “MPT” (*Menard Pressuremeter Test*), complessivamente distribuite in n. 6 sondaggi;
- n. 57 prove di permeabilità in foro, di cui n. 55 del tipo “Lefranc” e n. 2 del tipo “Lugeon”, distribuite in n. 39 sondaggi;
- installazioni geotecniche in n. 46 fori di sondaggio, di cui: n. 27 attrezzati a piezometro e n. 19 attrezzati per prospezioni down-hole.

Prove penetrometriche statiche/dinamiche

- n. 19 prove statiche con piezocono (CPTu);
- n. 11 prove dinamiche del tipo DPSH.

Pozzetti geognostici

- Esecuzione di n. 13 pozzetti
- Prelievo di n. 13 campioni rimaneggiati in pozzetto;
- Esecuzione di n. 8 prove di carico su piastra.

Considerate la complessità e la mole delle indagini eseguite, sulla base di indicazioni ITALFERR, la presentazione dei risultati è distinta nei seguenti elaborati:

Indagini geognostiche e prove in sito	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA	PROG	REV	FOLGIO
	LI02	02	D	69	SG	GE0005	002	A	3 di 37

- **LI0202D69SGGE0005 002 A - RELAZIONE GENERALE**
- **LI0202D69SGGE0005 003 A - SONDAGGI**
 - Stratigrafie
 - Schemi installazioni piezometriche
- **LI0202D69SGGE0005 004 A - SONDAGGI - Prove in foro**
 - Prove SPT
 - Prove di Permeabilità
- **LI0202D69SGGE0005 005 A - SONDAGGI - Prove in foro**
 - Prove Pressiometriche “MPT”
 - Prove Dilatometriche “DRT”
- **LI0202D69SGGE0005 006 A - PROVE IN SITU**
 - Prove Penetrometriche statiche e dinamiche
- **LI0202D69SGGE0005 007 A - POZZETTI GEOGNOSTICI**
 - Stratigrafie pozzetti
 - Prove di carico su piastra
- **LI0202D69SGGE0005 008 A - DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**

La presente Relazione Generale sintetizza il quadro di attività realizzate descrivendone le procedure operative, comunque in linea con gli standard e con le prescrizioni dei capitolati ITALFERR.

Gli altri elaborati, per praticità di seguito richiamati con le sole tre cifre finali, raccolgono i risultati di indagini e prove in sito, nonché la documentazione fotografica di sondaggi e pozzetti attestante anche lo stato dei luoghi prima e dopo l'esecuzione.

2. SONDAGGI E PROVE IN FORO

2.1 SONDAGGI

Le informazioni generali relative ai n. 60 sondaggi eseguiti sono riportate nella tabella che segue, strutturata con ordine progressivo di distribuzione planimetrica procedendo da Termoli verso Ripalta:

Sondaggio	Profondità (m)	Data esecuzione	Strumentazione	COORDINATE UTM		Quota (m slm)
				Nord	Est	
S 9v	50,00	21-26/07/2017	Piezometro	4645687,595	501510,316	2,27
S 10v	40,00	19-21/07/2017	Piezometro	4645619,836	501515,097	2,73
S 11v	40,00	14-18/07/2017	Down-hole	4645452,619	501623,966	3,48
S 12v	40,00	12-14/07/2017	Piezometro	4645156,080	501724,135	3,09
S 13v	50,00	10-12/07/2017	No	4645035,650	501784,427	5,76
S 14v	50,00	05-08/09/2017	Piezometro	4645032,000	501885,000	5,14
S 16v bis	50,00	24-29/11/2017	Piezometro	4644885,156	501803,248	4,02
S 16v	50,00	23-28/06/2017	Piezometro	4644845,182	501892,273	4,61
S 17v bis	40,00	01-06/12/2017	NO	4644691,809	501886,092	13,27
S 17v	40,30	28-30/06/2017	Piezometro	4644674,137	501994,868	18,86
S 18v	30,60	20-22/06/2017	Down-hole	4644464,999	501673,691	30,92
S 1 Gall bis	50,00	06-13/12/2017	Piezometro	4644555,242	501990,861	62,88
S 1 Gall	62,60	12-20/06/2017	Down-hole	4644513,005	502075,039	64,86
S 2 Gall	60,00	05-09/06/2017	Piezometro	4644165,259	502441,899	71,34
S 2 Gall bis	50,00	04-11/12/2017	Piezometro	4643939,976	502544,165	69,80
S 3 Gall	40,00	16-19/05/2017	Down-hole	4643899,676	502717,897	65,13
S 4 Gall	40,00	12-17/05/2017	Piezometro	4643566,798	503309,898	40,34
S 20v	50,00	26-28/04/2017	NO	4643520,568	503427,021	27,82
S 21v	50,00	30/05 - 05/06/2017	Piezometro	4643515,971	503466,828	26,69
S 22v bis	50,00	27/11-01/12/2017	Piezometro	4643524,631	503597,585	27,36
S 22v	30,00	12-14/04/2017	Piezometro	4643603,439	503713,849	22,25
S 21v bis	30,00	23-24/11/2017	NO	4643421,734	503658,390	36,83
S 23v	30,00	10-11/05/2017	NO	4643407,879	503756,781	42,34
S 24v	30,00	10-12/04/2017	Down-hole	4643365,605	503935,292	38,43
S 25v	50,00	18-21/04/2017	NO	4643204,665	503937,344	39,70
S 26v	50,00	18-21/04/2017	Piezometro	4643169,908	503829,894	41,41
S 27v	30,00	02-03/05/2017	Down-hole	4643167,662	504415,710	31,40
S 28v	40,00	17-19/05/2017	NO	4643113,704	504677,462	21,81
S 29v	50,00	22-24/05/2017	Piezometro	4642986,258	504855,747	8,55
S 30v	Non eseguito per diniego autorizzazione					
S 31v	Non eseguito per diniego autorizzazione					
S 32v	30,00	26-29/05/2017	Down-hole	4642914,657	505409,179	16,83

Indagini geognostiche e prove in sito	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA	PROG	REV	FOLGIO
	LI02	02	D	69	SG	GE0005	002	A	5 di 37

S 33v	40,00	10-12/04/2017	Piezometro	4642785,977	505698,795	15,03
S 34v	40,00	05-07/04/2017	Down-hole	4642623,203	506017,730	6,65
S 35v	40,00	03-05/04/2017	NO	4642587,412	506098,118	6,46
S 9/36v	31,65	28-30/03/2017	Piezometro	4642392,831	506403,186	3,94
S 10	30,00	30-31/03/2017	NO	4641976,448	507033,661	3,19
S 11	30,00	27-28/04/2017	Down-hole	4641410,062	507863,841	2,96
S 12	31,65	30/05-01/06/2017	Piezometro	4641239,636	508196,578	3,46
S 13	30,00	26-29/05/2017	NO	4640857,338	509345,275	2,85
S 14	30,00	05-07/04/2017	Down-hole	4640690,430	509949,365	2,22
S 15	32,40	31/03-04/04/2017	Down-hole	4640592,667	510764,721	2,91
S 16	50,00	23-28/03/2017	Piezometro	4640557,095	511124,244	3,04
S 17	50,00	15-22/12/2017	NO	4640591,537	511322,538	3,46
S 18	30,00	09-10/03/2017	Down-hole	4640460,014	511398,577	4,00
S 19	40,00	05-07/07/2017	Piezometro	4640373,486	511673,856	2,89
S 20	40,00	03-05/07/2017	Piezometro	4640352,198	511833,934	5,41
S 21	30,00	03-07/07/2017	Down-hole	4640325,197	512009,398	11,96
S 22	30,00	21-22/03/2017	NO	4640155,578	512642,328	12,78
S 23	30,00	01-03/03/2017	Down-hole	4639947,591	513433,829	13,91
S 24	30,00	27-28/02/2017	Piezometro	4639824,606	513719,962	15,48
S 25	30,00	17-20/03/2017	Down-hole	4639844,671	514219,277	13,58
S 26	30,00	15-16/03/2017	Piezometro	4639810,631	515001,609	13,06
S 27	30,00	13-14/03/2017	Down-hole	4639820,322	515786,141	13,18
S 28	30,00	17-21/03/2017	Piezometro	4639833,854	516202,873	18,63
S 29	30,00	13-15/03/2017	Piezometro	4639803,150	516545,486	24,45
S 30	30,00	15-17/03/2017	Down-hole	4639806,292	516578,802	23,82
S 31	Non eseguito per diniego autorizzazione					
S 32	Non eseguito per diniego autorizzazione					
S 33	40,00	16-23/01/2018	NO	4639767,804	517681,069	29,04
S 34	40,00	08-15/01/2018	NO	4639905,571	518301,904	6,00
S 35	30,00	28-31/07/2017	Down-hole	4639987,816	518561,598	4,62
S 36	40,00	01-03/08/2017	Piezometro	4639898,766	519038,853	4,69
S 37	30,00	22-23/03/2017	Down-hole	4640056,521	519681,260	4,10

In merito alle sigle identificative elencate si precisa quanto segue:

- i suffissi "v" e "Gall" individuano sondaggi dedicati alla tratta "Soluzione Molise";
- il suffisso "bis" individua sondaggi integrativi pertinenti alla tratta di cui sopra, eseguiti successivamente alla specifica consegna dell'ottobre 2017;
- nell'elenco sono riportati anche n. 4 sondaggi previsti da programma ma non eseguiti a causa di diniego autorizzativo assoluto da parte dei proprietari dei terreni direttamente interessati.

Indagini geognostiche e prove in sito	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA	PROG	REV	FOLGIO
	LI02	02	D	69	SG	GE0005	002	A	6 di 37

Ubicazione e denominazione dei sondaggi sono state predisposte dalla Committenza, con ubicazione definita in sito in seguito a specifici sopralluoghi con Direttore dei Lavori delle indagini nominato da ITALFERR. Coordinate e quote dei punti di indagine sono state acquisite attraverso apposito rilievo topografico con sistema GPS.

Le stratigrafie dei sondaggi sono raccolte nell'Elab. 003, organizzate in ordine progressivo come da precedente elenco.

2.1.1 Metodo di perforazione

I sondaggi sono stati eseguiti con due macchine perforatrici:

- Corpo sonda Ellettari EK1000 installato su trattore cingolato CMV K1000
- Corpo sonda Ellettari EK1000 installato su trattore gommato SAME –Tiger 105 (Foto 2.1).

In ogni stratigrafia di sondaggio (Elab. 003) è indicata la macchina utilizzata.



Foto 2.1 - Macchine perforatrici utilizzate.

Tutte le perforazioni sono state effettuate con metodo a “circolazione di fluido diretta”, fatto salvo per i primi 5 m di ciascun sondaggio perforati con tecnica “ambientale” secondo richiesta.

In relazione alla natura litologica dei terreni attraversati, la perforazione standard è stata eseguita con carotiere semplice T1 di lunghezza $L=1.5$ m, diametro esterno $\varnothing 101$ mm e corona tagliente a prismi di widia, anche in relazione a tentativi inefficaci di utilizzo di doppio carotiere di vario tipo. Per quanto possibile l'uso dell'acqua è stato limitato esclusivamente alle fasi di pulizia del foro e/o di rivestimento, pertanto la perforazione è generalmente proceduta con avanzamento “a secco”. L'estrusione del carotaggio è stata sempre eseguita mediante estrusore a pistone, in dotazione ad entrambe le macchine utilizzate (Foto 2.2).



Foto 2.2 – Estrusione del carotaggio con estrusore a pistone

Come da specifiche della Committenza, in tutti i casi la perforazione è stata condotta con tecnica “ambientale” per i primi 5 m, utilizzando carotiere semplice apribile T1s Ø 101 mm di lunghezza L=1 m (Foto 2.3), o carotiere semplice T1 ed estrusore a pistone. Le battute sono state quindi eseguite totalmente “a secco”, comprese quelle di rivestimento, con tratti di avanzamento generalmente brevi per ovviare a problemi di costipamento e/o surriscaldamento del materiale.



Foto 2.3 – Carotiere ambientale T1s

Per questo tipo di perforazione, inoltre, sono stati adottati i seguenti accorgimenti principali:

- rimozione dei lubrificanti dalle zone filettate;
- uso di rivestimenti, corone e scarpe non verniciate;
- controllo di eventuali gocciolamenti di oli dalle parti idrauliche
- dopo ogni battuta, adeguato lavaggio del carotiere con idropulitrice (Foto 2.4)

Indagini geognostiche e prove in sito	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA	PROG	REV	FOLGIO
	LI02	02	D	69	SG	GE0005	002	A	8 di 37



Foto 2.4 –Lavaggio attrezzature dopo ogni battuta “ambientale”

2.1.2 Carotaggio

Il carotaggio è stato alloggiato in apposite cassette catalogatrici a 5 scomparti con lunghezza di 1 m. Per ogni cassetta è stata approntata documentazione fotografica recante: denominazione del sondaggio, numero di cassetta, profondità del carotaggio, indicazioni di campionamenti e prove o di eventuali altri dettagli connessi all’esecuzione del sondaggio. (Foto 2.5).



Foto 2.5 - Esempio cassetta catalogatrice

Sul carotaggio appena estratto, nel caso di litologie coesive, sono state effettuate valutazioni di resistenza speditive mediante *pocket penetrometer*, i cui risultati sono riportati nei *log* stratigrafici.

Le cassette catalogatrici sono state quindi stoccate presso la sede IMOS e saranno successivamente smaltite, secondo indicazioni ITALFERR.

2.1.3 Prelievo di campioni

In corso di sondaggio sono stati complessivamente prelevati n. 238 campioni, di cui n. 148 “indisturbati” (“CI”) e n. 90 “disturbati” (“CR” o “CS”), di seguito elencati:

SONDAGGIO	CAMPIONE	PROFONDITA' [m]	DATA PRELIEVO	CAMPIONATORE
S 9v	CI 1	5,00 ÷ 5,60	24/07/2017	Osterberg
	CI 2	15,00 ÷ 15,50	24/07/2017	Osterberg
	CI 3	19,80 ÷ 20,35	24/07/2017	Osterberg
	CI 4	24,40 ÷ 25,00	25/07/2017	Osterberg
	CI 5	28,70 ÷ 29,30	25/07/2017	Osterberg
	CI 6	38,00 ÷ 38,50	26/07/2017	Shelby
S 10v	CI 1	5,00 ÷ 5,45	19/07/2017	Osterberg
	CI 2	9,10 ÷ 9,65	19/07/2017	Osterberg
	CI 3	11,60 ÷ 12,20	19/07/2017	Osterberg
	CI 4	20,50 ÷ 21,10	19/07/2017	Osterberg
	CI 5	26,80 ÷ 27,40	19/07/2017	Osterberg
S 11v	CI 1	5,00 ÷ 5,60	14/07/2017	Osterberg
	CI 2	15,00 ÷ 15,55	17/07/2017	Osterberg
	CI 3	17,50 ÷ 18,05	17/07/2017	Osterberg
	CI 4	21,60 ÷ 22,20	17/07/2017	Osterberg
	CI 5	25,50 ÷ 26,00	17/07/2017	Shelby
S12v	CI 1	4,80 ÷ 5,40	12/07/2017	Osterberg
	CI 2	18,20 ÷ 18,70	13/07/2017	Shelby
	CI 3	23,50 ÷ 24,00	13/07/2017	Shelby
	CI 4	29,50 ÷ 30,00	13/07/2017	Shelby
S13v	CI 1	7,60 ÷ 8,20	10/07/2017	Osterberg
	CI 2	12,00 ÷ 12,60	10/07/2017	Osterberg
	CI 3	18,00 ÷ 18,55	10/07/2017	Shelby
	CI 4	23,80 ÷ 24,40	11/07/2017	Shelby
	CI 5	29,30 ÷ 29,85	11/07/2017	Shelby
	CI 6	35,40 ÷ 36,00	11/07/2017	Shelby
S14v	CI 1	5,00 ÷ 5,60	05/09/2017	Shelby
	CI 2	9,30 ÷ 9,90	05/09/2017	Shelby
	CI 3	18,00 ÷ 18,55	06/09/2017	Shelby
	CI 4	24,00 ÷ 24,60	06/09/2017	Shelby
	CI 5	30,35 ÷ 30,95	06/09/2017	Shelby
S 16v bis	CI 1	8,50 ÷ 8,80	27/11/2017	Shelby
	CI 2	10,30 ÷ 10,80	27/11/2017	Shelby
	CI 3	15,10 ÷ 15,70	27/11/2017	Shelby
	CI 4	18,55 ÷ 19,15	28/11/2017	Shelby
	CI 5	26,25 ÷ 26,85	28/11/2017	Shelby
	CI 6	40,10 ÷ 40,55	28/11/2017	Shelby
S16v	CI 1	14,00 ÷ 14,35	26/06/2017	Osterberg
	CI 2	14,35 ÷ 14,85	26/06/2017	Shelby
	CI 3	17,60 ÷ 18,20	26/06/2017	Osterberg
	CI 4	23,00 ÷ 23,55	26/06/2017	Osterberg
	CI 5	27,00 ÷ 27,50	27/06/2017	Shelby
	CI 6	32,40 ÷ 32,95	27/06/2017	Shelby
	CI 7	38,50 ÷ 39,00	27/06/2017	Shelby
	CI 8	45,00 ÷ 45,50	28/06/2017	Shelby

S 17v bis	CI 1	7,50 ÷ 7,95	01/12/2017	Shelby
	CR 2	13,00 ÷ 13,50	04/12/2017	da cassetta
	CR 3	21,45 ÷ 21,95	05/12/2017	da cassetta
	CI 4	29,80 ÷ 30,35	05/12/2017	Shelby
	CS 5	35,00 ÷ 35,50	06/12/2017	da carotaggio
S17v	CI 1	15,00 ÷ 15,30	29/06/2017	Shelby
	CI 2	18,65 ÷ 19,20	29/06/2017	Shelby
	CI 3	24,15 ÷ 24,65	29/06/2017	Shelby
	CI 4	28,25 ÷ 28,85	30/06/2017	Shelby
	CI 5	31,95 ÷ 32,55	29/06/2017	Shelby
	CI 6	39,70 ÷ 40,30	30/06/2017	Shelby
S18v	CR 1	11,55 ÷ 11,95	22/06/2017	da cassetta
	CR 2	21,45 ÷ 21,85	22/06/2017	da carotaggio
	CR 3	29,15 ÷ 29,55	22/06/2017	da carotaggio
	CS 4	30,00 ÷ 30,60	22/06/2017	da carotaggio
S 1 Gall	CR 1	10,65 ÷ 11,15	12/05/2017	da carotaggio
	CR 2	19,10 ÷ 19,50	12/05/2017	da carotaggio
	CS 3	19,80 ÷ 20,30	13/05/2017	da carotaggio
	CI 4	23,10 ÷ 23,70	13/05/2017	Denison
	CR 5	25,65 ÷ 26,00	13/05/2017	da carotaggio
	CR 6	30,10 ÷ 30,50	16/05/2017	da cassetta
	CR 7	39,30 ÷ 39,70	16/05/2017	da cassetta
	CR 8	44,60 ÷ 45,00	16/05/2017	da cassetta
	CR 9	53,40 ÷ 54,00	19/05/2017	da carotaggio
	CS 10	59,00 ÷ 59,55	19/05/2017	da carotaggio
S 1 Gall bis	CI 1	13,00 ÷ 13,60	06/12/2017	Denison
S 2 Gall	CR 1	12,00 ÷ 12,53	06/06/2017	da carotaggio
	CS 2	16,05 ÷ 16,66	06/06/2017	da carotaggio
	CI 3	18,80 ÷ 19,40	06/06/2017	Shelby
	CR 4	26,00 ÷ 26,55	06/06/2017	da carotaggio
	CR 5	37,60 ÷ 38,00	07/06/2017	da carotaggio
	CS 6	38,40 ÷ 38,95	07/06/2017	da carotaggio
	CS 7	40,70 ÷ 41,20	08/06/2017	da carotaggio
	CR 8	55,00 ÷ 55,55	09/06/2017	da carotaggio
S 2gall_bis	CI 1	10,00 ÷ 10,55	04/12/2017	Shelby
	CI 2	18,20 ÷ 18,80	05/12/2017	Shelby
	CI 3	26,40 ÷ 27,00	06/12/2017	Shelby
	CS 4	28,00 ÷ 28,50	06/12/2017	da carotaggio
S 3 Gall	CS 1	6,90 ÷ 7,40	16/05/2017	da carotaggio
	CI 2	10,00 ÷ 10,55	16/05/2017	Shelby
	CI 3	15,20 ÷ 15,75	16/05/2017	Shelby
	CI 4	22,40 ÷ 22,95	17/05/2017	Shelby
	CR 5	30,80 ÷ 31,2	18/05/2017	da carotaggio
	CR 6	36,40 ÷ 36,8	19/05/2017	da carotaggio
S 4 Gall	CI 1	5,00 ÷ 5,40	12/05/2017	Shelby
	CR 2	15,15 ÷ 15,65	15/05/2017	da carotaggio
	CI 3	24,00 ÷ 24,35	16/05/2017	Shelby
	CS 4	27,00 ÷ 27,60	16/05/2017	da carotaggio
	CR 5	35,30 ÷ 35,70	16/05/2017	da carotaggio
S 20v	CI 1	4,80 ÷ 5,40	26/04/2017	Shelby
	CI 2	11,30 ÷ 11,90	26/04/2017	Shelby
	CR 3	16,45 ÷ 16,85	27/04/2017	da carotaggio

	CR 4	22,00 ÷ 22,40	27/04/2017	da carotaggio
S 21v	CI 1	5,50 ÷ 6,05	30/05/2017	Shelby
	CI 2	10,50 ÷ 11,00	30/05/2017	Shelby
	CS 3	15,00 ÷ 15,55	31/05/2017	da carotaggio
	CR 4	25,40 ÷ 25,90	31/05/2017	da cassetta
	CR 5	34,15 ÷ 34,60	01/06/2017	da carotaggio
	CR 6	39,15 ÷ 39,70	01/06/2017	da carotaggio
	CR 7	44,45 ÷ 45,00	01/06/2017	da carotaggio
	CS 8	49,45 ÷ 50,00	01/06/2017	da carotaggio
S 22 v bis	CI 1	7,50 ÷ 8,10	27/11/2017	Shelby
	CR 2	26,15 ÷ 26,60	29/11/2017	da carotaggio
S 22v	CI 1	10,85 ÷ 11,35	13/04/2017	Shelby
	CR 2	13,20 ÷ 13,65	13/04/2017	da carotaggio
	CR 3	17,00 ÷ 17,55	13/04/2017	da carotaggio
S 21v bis	CI 1	5,30 ÷ 5,80	23/11/2017	Shelby
	CI 2	9,10 ÷ 9,50	23/11/2017	Shelby
	CS 3	15,30 ÷ 15,80	23/11/2017	da carotaggio
	CR 4	19,50 ÷ 20,00	24/11/2017	da cassetta
S 23v	CI 1	6,30 ÷ 6,75	10/05/2017	Shelby
	CI 2	11,50 ÷ 12,10	10/05/2017	Shelby
	CS 3	16,40 ÷ 17,00	10/05/2017	da carotaggio
	CI 4	17,00 ÷ 17,40	10/05/2017	Shelby
S 24v	CI 1	6,15 ÷ 6,55	10/04/2017	Shelby
	CI 2	12,25 ÷ 12,85	11/04/2017	Shelby
S 25v	CI 1	7,70 ÷ 8,30	18/04/2017	Shelby
	CI 2	12,50 ÷ 13,10	18/04/2017	Shelby
S 26v	CI 1	6,45 ÷ 7,05	18/04/2017	Shelby
	CI 2	11,30 ÷ 11,90	18/04/2017	Shelby
	CI 3	16,30 ÷ 16,90	18/04/2017	Shelby
	CR 4	35,50 ÷ 35,95	20/04/2017	da carotaggio
S 27v	CI 1	6,20 ÷ 6,80	02/05/2017	Shelby
	CR 2	9,60 ÷ 10,00	02/05/2017	da cassetta
	CR 3	12,30 ÷ 12,80	02/05/2017	da cassetta
S 28v	CI 1	5,00 ÷ 5,45	18/05/2017	Shelby
	CR 2	26,80 ÷ 27,25	19/05/2017	da carotaggio
	CR 3	36,55 ÷ 37,00	19/05/2017	da carotaggio
S 29v	CI 1	5,50 ÷ 6,05	22/05/2017	Shelby
	CS 2	9,30 ÷ 9,70	22/05/2017	Shelby
	CS 3	16,70 ÷ 17,20	22/05/2017	da carotaggio
	CS 4	18,00 ÷ 18,55	22/05/2017	da carotaggio
	CR 5	23,55 ÷ 24,10	22/05/2017	da carotaggio
	CR 6	36,35 ÷ 36,80	23/05/2017	da carotaggio
	CR7	40,25 ÷ 40,75	23/05/2017	da carotaggio
S 32v	CI 1	5,10 ÷ 5,60	26/05/2017	Shelby
	CI 2	8,50 ÷ 9,10	26/05/2017	Shelby
	CI 3	20,40 ÷ 21,00	29/05/2017	Shelby
	CI 4	26,00 ÷ 26,60	29/05/2017	Shelby
S 33v	CI 1	5,00 ÷ 5,55	10/04/2017	Shelby
	CI 2	13,15 ÷ 13,7	10/04/2017	Shelby
	CI 3	21,60 ÷ 22,10	11/04/2017	Shelby
	CI 4	28,00 ÷ 28,60	11/04/2017	Shelby

S 34v	CI 1	6,40 ÷ 7,00	05/04/2017	Shelby
	CS 2	16,00 ÷ 16,55	06/04/2017	da carotaggio
	CI 3	21,00 ÷ 21,55	06/04/2017	Shelby
	CI 4	26,70 ÷ 27,30	06/04/2017	Shelby
S 35v	CI 1	6,20 ÷ 6,60	03/04/2017	Shelby
	CI 2	22,60 ÷ 23,20	04/04/2017	Shelby
	CI 3	35,50 ÷ 36,10	05/04/2017	Shelby
S 9/36v	CI 1	9,00 ÷ 9,60	28/03/2017	Shelby
	CR 2	26,55 ÷ 27,00	30/03/2017	da carotaggio
	CI 3	27,00 ÷ 27,30	30/03/2017	Shelby
	CS 4	31,0 ÷ 31,65	30/03/2017	da carotaggio
S 10	CI 1	9,00 ÷ 9,60	30/03/2017	Shelby
	CI 2	12,70 ÷ 13,30	30/03/2017	Shelby
	CI 3	19,00 ÷ 19,60	31/03/2017	Shelby
	CS 4	24,00 ÷ 24,60	31/03/2017	da carotaggio
S 11	CS 1	5,10 ÷ 5,60	27/04/2017	da carotaggio
	CI 2	10,60 ÷ 11,20	27/04/2017	Shelby
	CI 3	19,30 ÷ 19,80	27/04/2017	Shelby
	CS 4	24,00 ÷ 24,50	28/04/2017	da carotaggio
S 12	CI 1	12,10 ÷ 12,70	30/05/2017	Shelby
	CI 2	17,50 ÷ 18,00	31/05/2017	Shelby
	CS 3	24,75 ÷ 25,30	31/05/2017	da carotaggio
S 13	CI 1	5,00 ÷ 5,55	26/05/2017	Shelby
	CI 2	12,65 ÷ 13,25	26/05/2017	Shelby
	CS 3	23,40 ÷ 24,00	29/05/2017	da carotaggio
S 14	CI 1	5,90 ÷ 6,50	05/04/2017	Shelby
	CR 2	11,00 ÷ 11,45	06/04/2017	da carotaggio
	CI 3	27,60 ÷ 28,20	07/04/2017	Shelby
S 15	CI 1	5,45 ÷ 6,05	31/03/2017	Shelby
	CI 2	9,15 ÷ 9,65	31/03/2017	Shelby
	CS 3	13,40 ÷ 14,00	03/04/2017	da carotaggio
	CI 4	21,00 ÷ 21,60	03/04/2017	Shelby
S 16	CI 1	9,60 ÷ 10,15	23/03/2017	Osterberg
	CI 2	13,70 ÷ 14,30	23/03/2017	Shelby
	CI 3	19,10 ÷ 19,70	23/03/2017	Shelby
	CI 4	25,50 ÷ 26,00	24/03/2017	Shelby
	CR 5	37,00 ÷ 37,40	27/03/2017	da cassetta
	CS 6	46,00 ÷ 46,50	27/03/2017	da carotaggio
S17	CI 1	8,10 ÷ 8,55	15/12/2017	Osterberg
	CI 2	13,10 ÷ 13,65	15/12/2017	Osterberg
	CI 3	21,30 ÷ 21,90	18/12/2017	Osterberg
	CI 4	28,70 ÷ 29,25	19/12/2017	Osterberg
S 18	CI 1	5,30 ÷ 5,80	09/03/2017	Osterberg
	CI 2	10,60 ÷ 11,10	09/03/2017	Shelby
	CI 3	16,30 ÷ 16,60	10/03/2017	Osterberg
	CI 4	22,00 ÷ 22,60	10/03/2017	Shelby
S 19	CI 1	6,50 ÷ 7,10	06/07/2017	Osterberg
	CI 2	10,90 ÷ 11,55	06/07/2017	Osterberg
	CI 3	19,00 ÷ 19,60	06/07/2017	Osterberg
	CR 4	37,00 ÷ 37,45	07/07/2017	da carotaggio

S 20	CI 1	7,45 ÷ 7,95	03/07/2017	Shelby
	CS 2	8,75 ÷ 9,30	03/07/2017	da carotaggio
	CS 3	22,40 ÷ 23,00	04/07/2017	da carotaggio
	CR 4	26,75 ÷ 27,15	04/07/2017	da carotaggio
S 21	CI 1	13,80 ÷ 14,30	06/03/2017	Shelby
	CR 2	22,80 ÷ 23,20	06/03/2017	da carotaggio
S 22	CI 1	5,00 ÷ 5,45	21/03/2017	Shelby
	CR 2	5,45 ÷ 5,85	21/03/2017	da carotaggio
	CR 3	15,35 ÷ 15,80	22/03/2017	da carotaggio
	CI 4	15,80 ÷ 16,15	22/03/2017	Shelby
	CR 5	27,70 ÷ 28,20	22/03/2017	da carotaggio
S 23	CR 1	3,30 ÷ 3,80	01/03/2017	da carotaggio
	CI 2	10,30 ÷ 10,80	01/03/2017	Shelby
	CI 3	14,20 ÷ 14,70	02/03/2017	Shelby
	CS 4	26,40 ÷ 26,90	02/03/2017	da carotaggio
	CI 5	28,80 ÷ 29,40	02/03/2017	Shelby
S 24	CI 1	2,50 ÷ 3,00	27/02/2017	Shelby
	CR 2	6,70 ÷ 7,20	27/02/2017	da carotaggio
	CI 3	16,60 ÷ 17,10	28/02/2017	Shelby
S 25	CI 1	19,30 ÷ 19,80	20/03/2017	Shelby
S 26	CR 1	6,65 ÷ 7,00	15/03/2017	da carotaggio
	CR 2	14,05 ÷ 14,60	15/03/2017	da carotaggio
	CI 3	14,60 ÷ 15,00	15/03/2017	Shelby
	CI 4	22,00 ÷ 22,60	16/03/2017	Shelby
S 27	CI 1	5,30 ÷ 5,90	13/03/2017	Shelby
	CI 2	28,40 ÷ 29,00	14/03/2017	Shelby
S 28	CR 1	21,60 ÷ 22,00	20/03/2017	da carotaggio
	CS 2	25,40 ÷ 26,00	21/03/2017	da carotaggio
S 29	CR 1	20,00 ÷ 20,50	14/03/2017	da carotaggio
S 30	CS 1	20,00 ÷ 20,55	16/03/2017	da carotaggio
S 33	CI 1	25,20 ÷ 25,80	19/01/2018	Shelby
S 34	CI 1	32,00 ÷ 32,60	12/01/2018	Shelby
S 35	CR 1	6,30 ÷ 6,80	28/07/2017	da cassetta
S 36	CR 1	18,50 ÷ 18,90	01/08/2017	da carotaggio
	CR 2	24,10 ÷ 24,60	02/07/2017	da carotaggio
	CI 3	31,10 ÷ 31,60	02/07/2017	Shelby
	CI 4	34,40 ÷ 35,00	02/07/2017	Shelby
S 37	CR 1	7,10 ÷ 7,45	22/03/2017	da carotaggio
	CR 2	9,60 ÷ 10,00	22/03/2017	da carotaggio
	CR 3	17,80 ÷ 18,20	23/03/2017	da cassetta

In particolare, i campionamenti indisturbati sono stati eseguiti a mezzo di campionatori a infissione, sia del tipo “Shelby”, sia a pistone del tipo “Osterberg”, in funzione di valutazioni sulla consistenza del carotaggio estratto dalle battute pre-campionamento.

Subito dopo il prelievo i campioni sono stati paraffinati ad entrambe le estremità, quindi contrassegnati con:

- individuazione cantiere;
- codice sondaggio;

Indagini geognostiche e prove in sito	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA	PROG	REV	FOLGIO
	LI02	02	D	69	SG	GE0005	002	A	14 di 37

- codice campione;
- profondità prelievo;
- data prelievo.

Riguardo ai campioni “disturbati”, quelli codificati con sigla “CS” (semi-disturbato) sono generalmente rappresentati da materiale argilloso poco disturbato, attentamente selezionato dal carotaggio appena estratto e rapidamente inserito in fustella metallica, quindi paraffinato e contrassegnato.

Quelli recanti sigla “CR” (rimaneggiato) invece sono generalmente rappresentati da materiali granulari e/o ad elevata componente granulare più o meno grossolana, non campionabili allo stato indisturbato e scelti per rappresentatività dell’orizzonte da cui sono stati prelevati. Si tratta comunque di materiale selezionato dal carotaggio appena estratto, non valutabile come semi-disturbato, né rimaneggiato in senso stretto; solo in pochi casi segnalati nella tabella precedente, campioni di questo tipo sono stati prelevati da cassetta al termine del sondaggio. Ogni campione è stato adeguatamente imbustato e protetto prima di essere inserito in fustella di PVC recante le indicazioni di prelievo come per gli altri campionamenti.

Tutti i campioni sono stati progressivamente inviati presso i Laboratori indicati da ITALFERR.

2.2 PROVE IN FORO

2.2.1 Standard Penetration Test (SPT)

Durante i sondaggi sono state complessivamente eseguite n. 377 prove SPT; la tabella che segue ne riassume la distribuzione tra i vari sondaggi e relativi risultati:

SONDAGGIO	PROVA	PUNTA	PROFONDITA'		NUMERO DI COLPI			N _{SPT}
			inizio [m]	fine [m]				
S 9v	SPT 1	aperta	3,55	4,00	3	5	6	11
	SPT 2	aperta	7,00	7,45	3	7	10	17
	SPT 3	chiusa	9,30	9,75	12	16	16	32
	SPT 4	aperta	15,55	16,00	2	2	4	6
	SPT 5	aperta	20,35	20,80	5	5	5	10
	SPT 6	aperta	22,40	22,85	2	4	5	9
	SPT 7	aperta	25,00	25,45	2	5	6	11
	SPT 8	aperta	27,00	27,45	4	5	7	12
S 10v	SPT 1	aperta	3,00	3,45	2	3	4	7
	SPT 2	aperta	5,45	5,90	2	2	3	5
	SPT 3	aperta	9,65	10,10	1 x 30 cm		1	1,5
	SPT 4	aperta	13,80	14,25	1	1	2	3
	SPT 5	aperta	17,20	17,65	2	3	5	8
	SPT 6	aperta	21,10	21,55	3	4	4	8
	SPT 7	aperta	23,30	23,75	3	5	7	12
	SPT 8	aperta	27,40	27,85	3	5	6	11
S 11v	SPT 1	aperta	3,80	4,25	1	1	1	2
	SPT 2	aperta	5,60	6,05	1	1	1	2
	SPT 3	aperta	9,00	9,45	2	5	5	10
	SPT 4	aperta	12,10	12,55	5	7	10	17
	SPT 5	aperta	15,55	16,00	3	3	5	8
	SPT 6	aperta	18,05	18,50	1	1	2	3
	SPT 7	aperta	22,20	22,65	2	4	5	9
	SPT 8	aperta	26,00	26,45	3	5	5	10
S 12v	SPT 1	aperta	3,20	3,65	3	4	4	8
	SPT 2	aperta	6,20	6,65	1	3	6	9
	SPT 3	aperta	8,20	8,65	4	7	8	15
	SPT 4	chiusa	15,50	15,95	5	8	11	19
	SPT 5	aperta	18,70	19,15	7	9	11	20
	SPT 6	aperta	21,80	22,25	7	12	13	25
	SPT 7	aperta	24,00	24,45	8	11	14	25
S 13v	SPT 1	aperta	3,20	3,65	3	4	8	12
	SPT 2	aperta	6,20	6,65	4	5	5	10
	SPT 3	aperta	9,80	10,25	1	3	4	7
	SPT 4	aperta	12,60	13,05	2	3	6	9
	SPT 5	aperta	18,55	19,00	6	10	11	21
	SPT 6	aperta	21,85	22,30	7	14	13	27
	SPT 7	aperta	26,00	26,45	7	12	15	27

S 14v	SPT 1	aperta	2,50	2,95	5	7	9	16
	SPT 2	aperta	6,40	6,85	3	5	8	13
	SPT 3	aperta	11,40	11,85	6	10	13	23
	SPT 4	chiusa	13,80	13,87	50	-	-	R
	SPT 5	aperta	18,55	19,00	10	14	18	32
	SPT 6	aperta	21,30	21,75	9	12	16	28
	SPT 7	aperta	24,60	25,05	9	16	18	34
S 16v	SPT 1	aperta	3,25	3,70	5	5	8	13
	SPT 2	aperta	6,00	6,45	8	11	7	18
	SPT 3	chiusa	9,00	9,45	8	8	10	18
	SPT 4	chiusa	12,00	12,05	50			R
	SPT 5	aperta	14,85	15,30	8	11	14	25
	SPT 6	aperta	18,20	18,65	9	14	16	30
	SPT 7	aperta	21,00	21,45	11	13	15	28
	SPT 8	aperta	23,55	24,00	10	12	17	29
S 16v bis	SPT 1	aperta	2,80	3,25	3	5	3	8
	SPT 2	aperta	8,80	9,25	5	8	13	21
	SPT 3	chiusa	12,10	12,55	9	12	15	27
	SPT 4	aperta	15,70	16,15	9	10	12	22
	SPT 5	aperta	19,15	19,60	6	10	12	22
	SPT 6	aperta	21,60	22,05	9	14	16	30
	SPT 7	aperta	24,55	25,00	9	12	16	28
	SPT 8	aperta	26,85	27,30	11	16	18	34
	SPT 9	chiusa	29,65	30,10	11	18	18	36
S 17v	SPT 1	chiusa	3,00	3,45	15	14	10	24
	SPT 2	aperta	6,00	6,45	13	18	32	50
	SPT 3	aperta	9,30	9,75	9	10	7	17
	SPT 4	aperta	12,40	12,85	5	10	9	19
	SPT 5	aperta	15,30	15,75	9	9	19	28
	SPT 6	aperta	19,20	19,65	8	8	16	24
	SPT 7	aperta	24,65	25,10	11	16	16	32
S 17v bis	SPT 1	aperta	2,85	3,30	16	18	17	35
	SPT 2	aperta	5,90	6,35	9	11	14	25
	SPT 3	aperta	9,00	9,45	8	10	16	26
	SPT 4	chiusa	12,55	13,00	23	33	39	72
	SPT 5	chiusa	14,80	15,25	15	19	24	43
	SPT 6	chiusa	18,00	18,13	50	-	-	R
	SPT 7	chiusa	21,00	21,26	36	100	-	R
	SPT 8	aperta	24,70	25,05	30	58	42	R
	SPT 9	aperta	27,70	28,15	18	24	26	50
	SPT 10	aperta	30,35	30,80	10	18	24	42
S 18v	SPT 1	aperta	3,35	3,80	3	4	5	9
	SPT 2	chiusa	6,30	6,75	13	16	17	33
	SPT 3	chiusa	8,85	9,30	11	10	11	21
	SPT 4	chiusa	13,55	14,00	20	36	25	61
	SPT 5	chiusa	21,00	21,45	25	26	28	54
	SPT 6	chiusa	24,00	24,39	24	39	61	R
S 1 Gall	SPT 1	aperta	3,40	3,85	7	16	21	37
	SPT 2	aperta	6,20	6,60	30	40	60	R
	SPT 3	aperta	9,10	9,55	7	15	28	43
	SPT 4	aperta	13,10	13,55	26	37	39	76
	SPT 5	aperta	15,90	16,35	16	25	47	72

S 1 Gall bis	SPT 6	aperta	18,00	18,45	26	35	55	90
	SPT 7	aperta	21,10	21,55	19	23	34	57
	SPT 8	chiusa	23,70	24,15	50	43	50	93
	SPT 1	chiusa	3,00	3,45	3	3	3	6
	SPT 2	chiusa	6,30	6,40	50	-	-	R
	SPT 3	chiusa	9,00	9,45	27	25	21	46
	SPT 4	aperta	12,00	12,45	10	31	14	45
	SPT 5	aperta	15,40	15,85	13	21	26	47
	SPT 6	aperta	18,60	18,73	50	-	-	R
	SPT 7	chiusa	21,00	21,10	50	-	-	R
S 2 Gall	SPT 8	chiusa	24,50	24,53	50	-	-	R
	SPT 9	chiusa	28,00	28,11	50	-	-	R
	SPT 10	chiusa	29,88	30,00	50	-	-	R
	SPT 1	aperta	2,70	3,15	14	14	10	24
	SPT 2	chiusa	5,90	6,03	50	-	-	R
	SPT 3	chiusa	8,80	8,90	50	-	-	R
	SPT 4	chiusa	12,53	12,86	27	68	32	R
	SPT 5	aperta	16,70	17,15	6	16	16	32
S 2 Gall bis	SPT 6	aperta	19,40	19,85	5	6	9	15
	SPT 7	aperta	21,20	21,65	29	58	40	98
	SPT 8	chiusa	23,60	23,63	50	-	-	R
	SPT 1	chiusa	3,00	3,03	50	-	-	R
	SPT 2	chiusa	6,00	6,04	50	-	-	R
	SPT 3	aperta	9,00	9,45	7	10	13	23
	SPT 4	aperta	12,00	12,45	20	14	17	31
	SPT 5	aperta	15,00	15,45	7	11	14	25
	SPT 6	aperta	18,80	19,25	5	10	15	25
S 3 Gall	SPT 7	aperta	25,00	25,45	8	12	18	30
	SPT 8	aperta	28,60	28,97	31	69	31	R
	SPT 9	aperta	30,50	30,53	50	-	-	R
	SPT 1	aperta	3,00	3,11	50	-	-	R
	SPT 2	aperta	6,30	6,75	8	11	14	25
	SPT 3	aperta	10,55	11,00	4	10	11	21
	SPT 4	aperta	13,65	14,10	17	15	15	30
S 4 Gall	SPT 5	aperta	17,20	17,65	6	8	12	20
	SPT 6	aperta	22,95	23,40	7	10	13	23
	SPT 7	aperta	26,70	26,82	50	-	-	R
	SPT 1	aperta	2,80	3,25	4	9	10	19
	SPT 2	aperta	6,00	6,45	3	7	10	17
	SPT 3	aperta	10,60	10,95	22	67	33	R
	SPT 4	aperta	12,00	12,10	50	-	-	R
	SPT 5	aperta	14,60	15,00	24	57	43	R
S 20v	SPT 6	aperta	18,00	18,43	26	50	50	R
	SPT 7	aperta	22,20	22,65	20	24	19	43
	SPT 8	aperta	26,00	26,38	20	34	66	R
	SPT 1	aperta	3,05	3,50	4	8	10	18
	SPT 2	aperta	7,00	7,45	6	8	10	18
	SPT 3	aperta	11,90	12,35	3	7	7	14
	SPT 4	aperta	15,45	15,90	8	10	18	28
SPT 5	aperta	18,65	18,75	50	-	-	R	
SPT 6	aperta	21,80	21,90	50	-	-	R	
SPT 7	aperta	25,00	25,45	10	27	40	67	

S 21v	SPT 1	aperta	4,00	4,45	4	6	9	15
	SPT 2	aperta	7,40	7,85	7	6	6	12
	SPT 3	aperta	11,05	11,50	4	15	20	35
	SPT 4	chiusa	16,00	16,45	4	9	62	71
	SPT 5	chiusa	19,00	19,41	12	65	35	R
	SPT 6	aperta	20,60	20,95	20	54	46	R
	SPT 7	aperta	23,90	24,35	15	24	28	52
	SPT 8	aperta	27,50	27,62	50	-	-	R
S 21v bis	SPT 1	aperta	3,10	3,55	7	11	14	25
	SPT 2	aperta	5,80	6,25	4	8	11	19
	SPT 3	aperta	9,50	9,95	4	6	8	14
	SPT 4	aperta	12,00	12,45	12	26	36	62
	SPT 5	aperta	14,70	15,15	6	10	19	29
	SPT 6	aperta	18,00	18,45	23	28	46	74
	SPT 7	aperta	21,00	21,42	12	33	67	R
	SPT 8	aperta	24,00	24,45	14	30	70	100
	SPT 9	chiusa	27,65	27,97	37	85	25	R
	SPT 10	chiusa	29,85	29,96	50	-	-	R
S 22v	SPT 1	aperta	3,00	3,45	4	5	4	9
	SPT 2	aperta	7,10	7,55	16	18	22	40
	SPT 3	aperta	13,00	13,11	50	-	-	R
	SPT 4	chiusa	16,25	16,36	50	-	-	R
	SPT 5	aperta	21,25	21,70	19	35	38	73
	SPT 6	chiusa	26,30	26,71	17	21	79	R
S 22v bis	SPT 1	aperta	3,00	3,45	4	7	11	18
	SPT 2	aperta	6,30	6,75	6	8	11	19
	SPT 3	aperta	8,10	8,55	5	8	12	20
	SPT 4	chiusa	12,60	12,67	50	-	-	R
	SPT 5	aperta	14,90	15,03	50	-	-	R
	SPT 6	aperta	17,90	18,28	40	65	35	R
	SPT 7	aperta	20,60	20,74	50	-	-	R
	SPT 8	aperta	24,20	24,65	23	43	25	68
	SPT 9	aperta	27,10	27,38	40	100	-	R
	SPT 10	aperta	30,00	30,26	48	100	-	R
S 23v	SPT 1	aperta	4,50	4,95	10	18	26	44
	SPT 2	aperta	8,10	8,55	10	15	12	27
	SPT 3	aperta	14,75	15,20	4	6	10	16
	SPT 4	chiusa	19,80	19,90	50	-	-	R
	SPT 5	aperta	23,20	23,60	25	44	56	R
S 24v	SPT 1	aperta	3,00	3,45	10	17	24	41
	SPT 2	aperta	6,55	7,00	5	7	12	19
	SPT 3	aperta	12,85	13,30	10	13	17	30
	SPT 4	chiusa	19,30	19,41	50	-	-	R
	SPT 5	chiusa	26,80	27,12	34	72	28	R
S 25v	SPT 1	aperta	3,30	3,75	11	15	22	37
	SPT 2	aperta	8,30	8,75	10	14	19	33
	SPT 3	aperta	13,10	13,55	9	13	17	30
	SPT 4	aperta	16,55	16,66	50	-	-	R
	SPT 5	chiusa	20,00	20,39	11	21	79	R
	SPT 6	chiusa	24,00	24,06	50	-	-	R
	SPT 7	chiusa	30,00	30,23	25	100	-	R

S 26v	SPT 1	chiusa	3,65	4,10	16	19	22	41
	SPT 2	aperta	7,05	7,50	10	20	24	44
	SPT 3	aperta	11,90	12,35	5	11	12	23
	SPT 4	aperta	16,90	17,02	50	-	-	R
	SPT 5	chiusa	23,30	23,41	50	-	-	R
	SPT 6	chiusa	28,20	28,25	50	-	-	R
	SPT 7	chiusa	33,40	33,47	50	-	-	R
S 27v	SPT 1	aperta	3,05	3,50	7	13	20	33
	SPT 2	aperta	8,75	9,20	35	28	52	80
	SPT 3	chiusa	13,55	13,65	50	-	-	R
	SPT 4	chiusa	17,60	17,65	50	-	-	R
	SPT 5	chiusa	22,00	22,22	48	100	-	R
S 28v	SPT 1	aperta	3,20	3,65	9	12	18	30
	SPT 2	aperta	7,00	7,37	34	67	33	R
	SPT 3	aperta	10,50	10,95	16	38	42	80
	SPT 4	aperta	15,40	15,50	50	-	-	R
	SPT 5	aperta	19,00	19,13	50	-	-	R
	SPT 6	aperta	23,55	24,00	18	24	32	56
S 29v	SPT 1	aperta	2,90	3,35	2	4	7	11
	SPT 2	aperta	7,35	7,80	2	3	6	9
	SPT 3	aperta	9,70	10,15	2	4	6	10
	SPT 4	aperta	12,70	12,83	50	-	-	R
	SPT 5	aperta	15,55	15,95	24	64	36	R
	SPT 6	aperta	20,30	20,66	38	68	32	R
	SPT 7	aperta	26,00	26,34	30	67	33	R
S 32v	SPT 1	aperta	2,40	2,85	6	9	10	19
	SPT 2	aperta	7,00	7,45	10	19	25	44
	SPT 3	aperta	12,00	12,45	7	13	17	30
	SPT 4	chiusa	16,00	16,11	50	-	-	R
	SPT 5	aperta	21,00	21,45	6	10	13	23
S 33v	SPT 1	aperta	3,55	4,00	7	9	9	18
	SPT 2	aperta	9,40	9,85	14	34	38	72
	SPT 3	aperta	13,70	14,15	11	16	18	34
	SPT 4	chiusa	17,20	17,26	50	-	-	R
	SPT 5	aperta	22,10	22,55	7	9	15	24
S 34v	SPT 1	aperta	3,35	3,80	3	5	8	13
	SPT 2	aperta	8,60	9,05	7	8	13	21
	SPT 3	aperta	14,90	15,35	9	14	22	36
	SPT 4	aperta	21,55	22,00	6	10	12	22
	SPT 5	aperta	27,30	27,75	7	14	18	32
S 35v	SPT 1	aperta	3,00	3,45	3	3	4	7
	SPT 2	aperta	6,60	7,05	17	17	22	39
	SPT 3	chiusa	12,00	12,45	28	32	39	71
	SPT 4	chiusa	19,30	19,75	10	37	25	62
	SPT 5	aperta	29,50	29,95	8	10	15	25
S 9/36v	SPT 1	aperta	3,90	4,35	5	8	11	19
	SPT 2	aperta	9,60	10,05	9	10	12	22
	SPT 3	aperta	14,40	14,85	10	26	25	51
	SPT 4	chiusa	20,00	20,21	35	100	-	R

S 10	SPT 1	chiusa	3,60	4,05	7	25	35	60
	SPT 2	aperta	9,60	10,05	4	5	6	11
	SPT 3	aperta	15,85	16,30	23	26	28	54
	SPT 4	aperta	19,60	20,05	7	11	12	23
S11	SPT 1	aperta	4,65	5,10	5	7	11	18
	SPT 2	chiusa	7,20	7,29	50	-	-	R
	SPT 3	aperta	11,20	11,65	5	10	12	22
	SPT 4	chiusa	16,25	16,31	50	-	-	R
S 12	SPT 5	aperta	19,80	20,25	12	21	27	48
	SPT 1	aperta	3,00	3,45	4	10	12	22
	SPT 2	chiusa	6,25	6,70	8	15	37	52
	SPT 3	aperta	14,30	14,75	6	11	13	24
S 13	SPT 4	chiusa	21,55	21,64	50	-	-	R
	SPT 5	aperta	25,80	26,25	11	21	26	47
	SPT 1	aperta	3,45	3,90	3	4	6	10
	SPT 2	aperta	7,65	8,10	17	35	55	90
S 14	SPT 3	aperta	14,85	15,11	15	100	-	R
	SPT 4	aperta	21,35	21,80	9	15	19	34
	SPT 1	aperta	4,10	4,55	5	7	8	15
	SPT 2	aperta	7,80	8,25	4	6	8	14
S 15	SPT 3	aperta	13,60	14,05	20	29	33	62
	SPT 4	aperta	19,60	19,95	31	43	57	R
	SPT 1	aperta	6,05	6,50	6	9	12	21
	SPT 2	aperta	9,65	10,10	5	7	10	17
	SPT 3	chiusa	16,50	16,59	50	-	-	R
S 16	SPT 4	aperta	21,60	22,05	13	22	34	56
	SPT 5	aperta	27,20	27,65	7	12	18	30
	SPT 1	chiusa	4,10	4,55	6	8	10	18
	SPT 2	aperta	7,30	7,75	9	13	18	31
	SPT 3	aperta	10,15	10,60	3	3	4	7
	SPT 4	aperta	15,90	16,35	4	4	7	11
	SPT 5	aperta	21,60	22,05	5	8	10	18
	SPT 6	aperta	26,00	26,45	7	10	14	24
S 17	SPT 7	aperta	29,20	29,65	1	1	4	5
	SPT 8	chiusa	34,50	34,58	50	-	-	R
	SPT 1	aperta	3,30	3,75	5	8	10	18
	SPT 2	aperta	8,55	9,00	2	3	3	6
	SPT 3	aperta	12,30	12,75	2	4	5	9
	SPT 4	aperta	14,90	15,35	4	5	6	11
	SPT 5	aperta	19,55	20,00	6	8	10	18
	SPT 6	aperta	23,70	24,15	3	6	8	14
S 18	SPT 7	aperta	26,70	27,15	5	6	8	14
	SPT 8	aperta	29,25	29,70	12	15	15	30
	SPT 1	aperta	7,50	7,95	2	3	5	8
S 19	SPT 2	aperta	14,50	14,95	4	5	6	11
	SPT 3	aperta	16,60	17,05	5	7	9	16
	SPT 1	aperta	3,60	4,05	10	10	15	25
	SPT 2	aperta	7,10	7,55	2	2	2	4
	SPT 3	aperta	11,55	12,00	2	2	3	5
S 19	SPT 4	aperta	16,60	17,05	3	3	4	7
	SPT 5	aperta	22,50	22,95	3	3	4	7

S 20	SPT 1	aperta	7,95	8,40	6	6	6	12
	SPT 2	aperta	11,60	12,00	19	46	54	R
	SPT 3	chiusa	17,65	18,10	20	20	42	62
	SPT 4	chiusa	20,90	21,35	24	27	40	67
	SPT 5	aperta	24,40	24,81	28	65	35	R
S 21	SPT 1	chiusa	4,00	4,03	50	-	-	R
	SPT 2	chiusa	7,20	7,33	50	-	-	R
	SPT 3	aperta	10,60	11,05	6	6	7	13
	SPT 4	aperta	15,90	16,35	11	10	10	20
S 22	SPT 1	aperta	3,65	4,10	7	10	13	23
	SPT 2	chiusa	8,80	8,83	50	-	-	R
	SPT 3	aperta	12,60	12,63	50	-	-	R
	SPT 4	chiusa	16,15	16,60	15	15	15	30
S 23	SPT 1	chiusa	4,40	4,85	19	23	25	48
	SPT 2	chiusa	7,80	7,86	50	-	-	R
	SPT 3	aperta	14,70	15,15	6	8	13	21
	SPT 4	chiusa	19,80	19,84	50	-	-	R
S 24	SPT 1	aperta	3,00	3,45	7	11	18	29
	SPT 2	aperta	6,20	6,65	31	20	19	39
	SPT 3	chiusa	10,30	10,75	30	40	42	82
	SPT 4	aperta	17,10	17,55	9	16	25	41
S 25	SPT 1	aperta	3,30	3,75	10	12	17	29
	SPT 2	aperta	7,25	7,37	50	-	-	R
	SPT 3	chiusa	16,00	16,06	50	-	-	R
	SPT 4	aperta	21,45	21,90	6	9	13	22
	SPT 5	chiusa	26,00	26,10	50	-	-	R
S 26	SPT 1	aperta	2,85	3,30	12	14	14	28
	SPT 2	chiusa	7,30	7,36	50	-	-	R
	SPT 3	chiusa	15,00	15,07	50	-	-	R
	SPT 4	chiusa	20,00	20,06	50	-	-	R
S 27	SPT 1	aperta	4,50	4,95	4	5	7	12
	SPT 2	aperta	7,50	7,95	5	9	9	18
	SPT 3	aperta	11,70	12,15	14	18	21	39
	SPT 4	chiusa	17,40	17,52	50	-	-	R
	SPT 5	chiusa	20,80	20,90	50	-	-	R
S 28	SPT 1	chiusa	3,30	3,34	50	-	-	R
	SPT 2	chiusa	8,10	8,13	50	-	-	R
	SPT 3	chiusa	13,80	13,85	50	-	-	R
	SPT 4	chiusa	21,00	21,12	50	-	-	R
S 29	SPT 1	chiusa	3,00	3,05	50	-	-	R
	SPT 2	chiusa	7,10	7,14	50	-	-	R
	SPT 3	chiusa	11,80	11,83	50	-	-	R
	SPT 4	chiusa	16,15	16,17	50	-	-	R
	SPT 5	aperta	21,15	21,60	11	9	35	44
S 30	SPT 1	chiusa	4,60	4,62	50	-	-	R
	SPT 2	chiusa	9,00	9,03	50	-	-	R
	SPT 3	chiusa	17,60	17,63	50	-	-	R
	SPT 4	aperta	21,10	21,55	20	27	31	58
S 33	SPT 1	aperta	3,00	3,45	15	28	32	60
	SPT 2	chiusa	6,30	6,35	50	-	-	R
	SPT 3	chiusa	9,20	9,24	50	-	-	R
	SPT 4	chiusa	12,60	12,63	50	-	-	R

	SPT 5	chiusa	15,40	15,65	39	100	-	R
	SPT 6	chiusa	21,00	21,20	34	100	-	R
	SPT 7	aperta	25,80	26,25	13	18	19	37
	SPT 8	aperta	27,45	27,72	17	100	-	R
	SPT 9	chiusa	30,00	30,03	50	-	-	R
S 34	SPT 1	chiusa	2,70	3,15	9	6	4	10
	SPT 2	chiusa	6,00	6,25	20	100	-	R
	SPT 3	chiusa	9,00	9,13	50	-	-	R
	SPT 4	chiusa	13,10	13,37	26	100	-	R
	SPT 5	chiusa	17,70	18,09	31	38	62	R
	SPT 6	chiusa	21,40	21,80	31	41	59	R
	SPT 7	chiusa	22,80	22,94	50	-	-	R
	SPT 8	chiusa	25,70	25,82	50	-	-	R
	SPT 9	chiusa	27,40	27,51	50	-	-	R
S 35	SPT 1	chiusa	4,20	4,59	30	53	47	R
	SPT 2	chiusa	5,80	6,25	19	21	16	37
	SPT 3	chiusa	9,00	9,19	35	100	-	R
	SPT 4	chiusa	12,00	12,36	31	57	43	R
	SPT 5	aperta	15,00	15,45	28	14	28	42
	SPT 6	chiusa	17,80	18,25	22	12	47	59
	SPT 7	aperta	22,50	22,86	33	46	54	R
S 36	SPT 1	aperta	2,80	3,25	6	7	8	15
	SPT 2	aperta	6,00	6,45	10	17	21	38
	SPT 3	chiusa	10,10	10,47	16	36	64	R
	SPT 4	chiusa	13,10	13,33	20	100	-	R
	SPT 5	aperta	18,00	18,45	12	27	35	62
	SPT 6	chiusa	23,00	23,45	30	32	40	72
S 37	SPT 1	chiusa	3,00	3,45	6	1	1	2
	SPT 2	chiusa	4,00	4,45	3	1	7	8
	SPT 3	chiusa	7,10	7,55	25	35	35	70
	SPT 4	chiusa	12,55	13,00	40	33	57	90
	SPT 5	chiusa	21,00	21,07	50	-	-	R

Le prove sono state eseguite con dispositivo *standard* della Nenzi:

- massa del maglio: 63.5 kgf (± 1.0 kgf);
- altezza di caduta: 76 cm, con sistema di sgancio automatico;
- batterie di aste: \varnothing 50 mm, (peso 6.5 ± 0.5 kg/m);
- campionatore Raymond, con punta aperta o chiusa secondo le circostanze.

Procedura esecutiva:

- misurazione del numero di colpi N_1 necessario all'infissione di un primo tratto di 15 cm (tratto di avviamento);
- misurazione del numero di colpi necessari all'infissione di ulteriori 30 cm, differenziando il numero di colpi per i primi e per i secondi 15 cm, rispettivamente N_2 ed N_3 ;
- sospensione della prova a "Rifiuto" ($N_{SPT}=R$) nei seguenti casi:
 - per $N_1 = 50$ con avanzamento minore di 15 cm, con annotazione della relativa penetrazione;

Indagini geognostiche e prove in sito	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA	PROG	REV	FOLGIO
	LI02	02	D	69	SG	GE0005	002	A	23 di 37

- per $N_2+N_3=100$ senza raggiungere l'avanzamento di 30 cm, con annotazione della relativa penetrazione.

I risultati delle prove sono schematizzati ed annotati nella stratigrafia del sondaggio, nonché riportati nei certificati SPT dell'Elab. 004, corredati di documentazione fotografica e/o di descrizione del materiale interessato da ogni prova.

2.2.2 Prove di permeabilità Lefranc e Lugeon

In corso di sondaggio sono state complessivamente eseguite n. 57 prove di permeabilità in foro, di cui n. 46 prove Lefranc a “carico variabile”, n. 9 prove Lefranc a “carico costante” e n. 2 prove Lugeon. Le prove sono state condotte secondo le normative e specifiche tecniche di riferimento A.G.I. 1977.

Nella tabella che segue è riportata la distribuzione delle prove nei vari sondaggi interessati, con relativo dato di permeabilità calcolato per le singole prove Lefranc.

SONDAGGIO	Prova	Tasca Prova (m da p.c.)		Tipologia prova	Data prova	Permeabilità k
		teito	letto			(m/s)
S 9v	LF_01	20,70	25,45	Lefranc carico variabile	25/07/2017	1,60E-07
	LF_02	31,30	35,00	Lefranc carico variabile	26/07/2017	1,45E-06
S 11v	LF_01	29,70	32,70	Lefranc carico variabile	18/07/2017	8,84E-08
S 13v	LF_01	7,20	9,80	Lefranc carico variabile	10/07/2017	9,35E-06
S 16v	LF_01	10,20	13,70	Lefranc carico costante	26/06/2017	1,74E-04
S 17v	LF_01	14,70	17,00	Lefranc carico variabile	29/06/2017	1,60E-06
S 1 Gall bis	LF_01	4,40	6,30	Lefranc carico costante	06/12/2017	5,43E-05
	LF_02	8,80	12,45	Lefranc carico variabile	06/12/2017	2,38E-06
S 1 Gall	LU_01	26,40	29,50	Lugeon	15/06/2017	-
	LF_02	40,10	42,50	Lefranc carico variabile	16/06/2017	4,64E-05
	LU_03	46,70	51,00	Lugeon	19/06/2017	-
S 2 Gal bis	LF_01	8,75	12,00	Lefranc carico variabile	04/12/2017	1,69E-06
	LF_02	25,20	28,60	Lefranc carico variabile	06/12/2017	1,10E-08
S 2 Gall	LF_01	25,00	28,40	Lefranc carico variabile	06/06/2017	1,46E-06
	LF_02	39,50	42,80	Lefranc carico variabile	08/06/2017	3,39E-07
	LF_03	46,00	48,00	Lefranc carico variabile	08/06/2017	6,09E-08
S 3 Gall	LF_01	16,20	18,20	Lefranc carico variabile	17/05/2017	3,44E-06
	LF_02	20,75	22,95	Lefranc carico variabile	17/05/2017	3,92E-08
	LF_03	28,40	30,60	Lefranc carico variabile	18/05/2017	1,05E-06
S 4 Gall	LF_01	16,10	18,00	Lefranc carico variabile	15/05/2017	4,87E-06
	LF_02	22,20	26,00	Lefranc carico variabile	16/05/2017	8,29E-07
	LF_03	32,70	35,70	Lefranc carico variabile	17/05/2017	4,60E-06
S 20v	LF_01	13,00	15,45	Lefranc carico variabile	26/04/2017	1,11E-06
S 21v	LF_01	29,60	34,00	Lefranc carico variabile	01/06/2017	7,80E-07
S 22v	LF_01	17,70	19,60	Lefranc carico variabile	13/04/2017	9,62E-07
S 25v	LF_01	8,60	11,40	Lefranc carico variabile	19/04/2017	1,48E-08
	LF_02	19,40	22,50	Lefranc carico variabile	19/04/2017	1,31E-06
S 26v	LF_01	20,60	23,30	Lefranc carico variabile	19/04/2017	1,16E-06
S 27v	LF_01	11,70	13,40	Lefranc carico variabile	02/05/2017	2,07E-06
S 28v	LF_01	14,70	17,10	Lefranc carico variabile	18/05/2017	1,34E-05
S 29v	LF_01	29,70	33,30	Lefranc carico variabile	23/05/2017	1,88E-05

S 32v	LF_01	14,60	16,11	Lefranc carico variabile	29/05/2017	7,46E-07
S 33v	LF_01	14,60	17,40	Lefranc carico variabile	11/04/2017	1,58E-06
S 34v	LF_01	14,60	16,80	Lefranc carico variabile	06/04/2017	1,10E-05
S 35v	LF_01	14,60	17,60	Lefranc carico variabile	04/04/2017	7,27E-07
S 13	LF_01	14,70	18,15	Lefranc carico costante	29/05/2017	7,44E-06
S 18	LF_01	5,60	11,10	Lefranc carico variabile	09/03/2017	8,52E-07
S 19	LF_01	16,20	19,60	Lefranc carico variabile	06/07/2017	2,80E-07
	LF_02	27,35	31,08	Lefranc carico costante	06/07/2017	2,87E-06
S 20	LF_01	16,30	17,65	Lefranc carico costante	04/07/2017	1,66E-04
	LF_02	31,10	34,20	Lefranc carico costante	04/07/2017	7,04E-06
S 23	LF_01	14,60	18,00	Lefranc carico variabile	02/03/2017	3,20E-07
S 24	LF_01	7,10	9,10	Lefranc carico variabile	27/02/2017	5,42E-07
S 25	LF_01	8,60	11,40	Lefranc carico variabile	17/03/2017	1,92E-06
	LF_02	19,10	23,55	Lefranc carico variabile	20/03/2017	6,06E-08
S 26	LF_01	5,50	7,30	Lefranc carico variabile	15/03/2017	9,79E-06
	LF_02	16,10	18,00	Lefranc carico variabile	16/03/2017	3,62E-06
S 27	LF_01	5,60	7,50	Lefranc carico variabile	13/03/2017	8,27E-06
	LF_02	16,00	17,40	Lefranc carico variabile	13/03/2017	6,40E-05
S 28	LF_01	5,80	8,10	Lefranc carico variabile	20/03/2017	9,90E-05
	LF_02	14,70	18,10	Lefranc carico costante	20/03/2017	2,06E-05
S 29	LF_01	4,10	5,80	Lefranc carico costante	13/03/2017	1,95E-04
S 30	LF_01	14,70	17,60	Lefranc carico variabile	16/03/2017	1,34E-06
S 33	LF_01	17,70	21,00	Lefranc carico variabile	17/01/2018	8,39E-07
S 34	LF_01	7,30	9,00	Lefranc carico costante	09/01/2018	1,44E-04
S 36	LF_01	5,80	8,50	Lefranc carico variabile	01/08/2017	2,68E-07
S 37	LF_01	5,60	7,10	Lefranc carico variabile	22/03/2017	1,41E-05

I certificati di prova sono raccolti nell'Elab. 004.

2.2.2.1 Lefranc a carico variabile

Consiste nel misurare la variazione del livello dell'acqua nel foro in funzione del tempo e calcolare il coefficiente di permeabilità mediante opportune correlazioni empiriche.

Nello specifico, rappresenta la tipologia prevalente delle prove Lefranc eseguite, a causa della scarsa capacità di assorbimento dei tratti testati; per tale motivo, in diversi casi la prova ha avuto inizio con metodo a carico costante, quindi convertita in "variabile". Eccezione quelle condotte in S3Gal (LF1), S29v (LF1) ed S37 (LF1), tutte le prove a carico variabile sono state eseguite in abbassamento, misurando la velocità di riequilibrio del livello piezometrico artificialmente modificato.

La procedura operativa ha compreso le seguenti fasi:

- preventivo rivestimento del foro fino alla quota di tetto della camera di prova prevista, o opportunamente individuata in corso d'opera;
- riempimento del foro con acqua pulita fino ad un'altezza di riferimento, fatta coincidere con il bocca-foro del rivestimento;

Indagini geognostiche e prove in sito	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA	PROG	REV	FOLGIO
	LI02	02	D	69	SG	GE0005	002	A	25 di 37

- mantenimento della condizione precedente per una durata di almeno 5÷10 minuti per consentire la saturazione del banco da testare e/o per favorire il ripristino delle condizioni idrauliche pre-perforazione;
- avvio delle misure di abbassamento in funzione del tempo, registrate ad intervalli regolari per un tempo necessario alla stabilizzazione del flusso.

Limitatamente ai citati S3Gal (LF1), S29v (LF1) ed S37 (LF1), le prove sono state invece condotte in risalita; nei primi due casi, in conseguenza di una locale condizione di falda in pressione con piezometrica a scarsa profondità dal p.c. Pertanto la procedura è consistita nel preventivo svuotamento del foro, fino a profondità compatibili con l'attrezzatura di pompaggio in dotazione della sonda, quindi sono state avviate le misure di riequilibrio del livello idrico in risalita.

2.2.2.2 Lefranc a carico costante

La prova consiste nel misurare la portata necessaria a mantenere costante il livello dell'acqua nel foro. I casi di prova a carico costante riguardano i sondaggi: S 16v (LF1), S1GallBis (LF1), S13 (LF1), S19 (LF2), S20 (LF1 ed LF2), S28 (LF2), S29 (LF1) ed S34 (LF1).

La procedura operativa adottata si esplica essenzialmente nelle seguenti fasi:

- preventivo rivestimento del foro fino alla quota di tetto della camera di prova;
- pompaggio di acqua pulita nel foro fino a raggiungere la quota di bocca-foro rivestimento;
- misura della portata necessaria a mantenere costante il carico idraulico indotto come al punto precedente, attraverso lettura di contaltri inserito sulla mandata della pompa.

Le misure sono state rilevate con cadenza di 2 minuti, per una durata complessiva sufficiente a verificare stabilizzazione della portata.

2.2.2.3 Prova Lugeon

Le due prove di permeabilità del tipo *Lugeon* hanno interessato esclusivamente la verticale di sondaggio S 1Gall. (prove LU_1 e LU_3).

In generale, per l'esecuzione si è proceduto come segue:

- a) controllo preliminare, in superficie, del corretto funzionamento dell'attrezzatura di prova;
- b) manovra di pulizia del foro prima dell'inserimento dell'otturatore;
- c) discesa dell'otturatore fino alla camera di prova mediante batteria di aste cave Ø 50 mm;
- d) espansione dell'otturatore mediante azoto erogato da bombola dotata di manometri; la pressione di espansione è stata di volta in volta valutata per garantire adeguato ancoraggio dell'otturatore in rapporto alla massima pressione di carico prevista in prova, compatibilmente con la consistenza delle litologie di confinamento;
- e) pompaggio acqua in pressione ed esecuzione della prova.
- f) controllo durante la prova di eventuali oscillazioni idriche in foro relazionabili all'andamento della prova; laddove possibile, il controllo è stato attuato previo riempimento

Indagini geonostiche e prove in sito	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA	PROG	REV	FOLGIO
	LI02	02	D	69	SG	GE0005	002	A	26 di 37

con acqua pulita fino a bocca-foro, quindi attraverso monitoraggio visivo in superficie, in caso contrario si è proceduto a verifica costante in foro mediante freatimetro.

L'esecuzione è stata effettuata in avanzamento, facendo uso di otturatore semplice di dimensioni L=1 m e diametro Ø 70 mm (a riposo), idoneo per fori di sondaggio con diametro 75÷150 mm. La portata d'acqua in pressione è stata misurata mediante contatore inserito sulla mandata della pompa, mentre per il controllo sulle pressioni di iniezione nella camera di prova sono stati utilizzati due manometri, uno sul sistema di pompaggio in adiacenza al contaltri, l'altro in testa alla batteria di aste cave collegata alla camera di prova (Foto 2.6).



Foto 2.6 - Immagini di prova in corso in S 1Gall; a sinistra, otturatore semplice utilizzato.

Le prove sono state impostate per 5 gradini di pressione, per ciascun dei quali si è atteso il tempo necessario affinché fosse raggiunta portata costante. Nel caso della seconda prova LU_3, in seguito a registrazione di assorbimento nullo con il 1° gradino (1 bar), si è ritenuto opportuno procedere con incrementi di carico gradualmente, fino a n. 4 gradini di carico, con interruzione della prova per rottura idraulica durante l'ultimo gradino (5 bar), come annotato nel certificato di prova (*cf.* Elab. 004).

Nell'elaborazione delle prove, la pressione corretta P_c è stata calcolata con la seguente formula:

$$P_c = P_m + \gamma_w \cdot (h - h_p)$$

dove

- P_m [t/m²] = pressione letta al manometro;
- γ_w [t/m³] = densità dell'acqua;
- h_p [m] = perdite di carico (considerate nulle);
- h [m] = in presenza di falda nel tratto interessato dalla prova, rappresenta il dislivello tra la quota di immissione e la profondità della falda; in assenza di falda oppure in caso di falda a profondità maggiore rispetto alla sezione di misura, rappresenta il dislivello tra la quota di immissione dell'acqua e la profondità del punto centrale del tratto di prova.

Indagini geognostiche e prove in sito	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA	PROG	REV	FOLGIO
	LI02	02	D	69	SG	GE0005	002	A	27 di 37

Il coefficiente di permeabilità, k [m/s], è dato da:

$$k = \left(\frac{q}{P_c} \right) \cdot \left(\frac{Y_w}{C_L} \right)$$

dove

- q = portata assorbita [m^3/s];
- C_L = coefficiente di forma [m].

Il coefficiente di forma è stato calcolato con la seguente relazione:

$$C_L = 2 \cdot \pi \cdot d \cdot \frac{\left[\left(\frac{L}{d} \right)^2 - 1 \right]^{0.5}}{\ln \left[\frac{L}{d} + \left[\left(\frac{L}{d} \right)^2 - 1 \right]^{0.5} \right]}$$

con L lunghezza del tratto di prova e d diametro del foro di prova.

Usualmente, la permeabilità di un ammasso roccioso in una prova Lugeon si valuta utilizzando l'Unità di Assorbimento Lugeon (U.L.), che rappresenta la portata d'acqua in litri al minuto assorbita da un tratto di foro di lunghezza pari ad 1 m, alla pressione di 10 bar.

Tale valore, per il tratto di foro in cui si esegue la prova, si può ricavare dalla relazione:

$$UL = A_s \cdot \frac{10}{P_c}$$

in cui P_c è espresso in bar, $A_s = \text{litri assorbiti} / t / LA_s = \text{litri assorbiti} / t / L$ è l'assorbimento unitario (in litri/minuto/metro), t rappresenta il tempo in minuti in cui si è monitorato l'assorbimento ed L è pari ad 1m.

Per i dettagli delle prove si rimanda agli appositi certificati raccolti nell'Elab. 004.

2.2.3 Prove pressiometriche (MPT) e Dilatometriche (DRT)

Nel corso dei n. 6 sondaggi denominati "SGall" sono state complessivamente eseguite n. 16 prove di deformabilità in sito, di cui n. 5 prove pressiometriche MPT (*Menard Pressuremeter Test*) e n. 11 prove dilatometriche "DRT" (*Dilatometric Rock Test*), distribuite come da tabella che segue:

SONDAGGIO	PROVA	PROFONDITA' [m]	DATA	TIPOLOGIA
S 1 Gall bis	DRT_2	11,50	06/12/2017	Dilatometrica
S 1 Gall	DRT_1	30,00	15/06/2017	Dilatometrica
	DRT_2	40,05		Dilatometrica
	DRT_3	50,00		Dilatometrica
S 2 Gall bis	MPT_1	13,20	05/12/2017	Pressiometrica
	MPT_2	23,00	06/12/2017	Pressiometrica

Indagini geognostiche e prove in sito	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA	PROG	REV	FOLGIO
	LI02	02	D	69	SG	GE0005	002	A	28 di 37

S 2 Gall	DRT_1	31,10	07/06/2017	Dilatometrica
	DRT_2	39,30	08/06/2017	Dilatometrica
	DRT_3	50,50		Dilatometrica
S 3 Gall	MPT_1	20,00	17/05/2017	Pressiometrica
	MPT_2	25,20		Pressiometrica
	DRT_3	33,60	18/05/2017	Dilatometrica
S 4 Gall	MPT_1	20,50	15/05/2017	Pressiometrica
	DRT_2	25,00	16/05/2017	Dilatometrica
	DRT_3	35,20		Dilatometrica

I rapporti delle prove sono raccolti nell'Elab. 005 unitamente alla relazione illustrativa, alla quale si rimanda per i dettagli su strumentazione utilizzata, metodologia operativa ed interpretazione teorico-sperimentale delle prove.

Indagini geognostiche e prove in sito	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA	PROG	REV	FOLGIO
	LI02	02	D	69	SG	GE0005	002	A	29 di 37

2.3 INSTALLAZIONI GEOTECNICHE

2.3.1 Piezometri

Sono stati attrezzati a piezometro n. 27 sondaggi, con strutturazione individuale concordata in corso d'opera con la DL sulla base delle risultanze dei rispettivi sondaggi.

Nel 40% dei casi (n.11 sondaggi), le condizioni stratigrafiche e/o idrogeologiche locali hanno indotto ad installazioni di doppio piezometro, rappresentato da accoppiamento di piezometri a tubo aperto con tratti filtranti a quote sfalsate, o da accoppiamento di tubo aperto e cella di Casagrande.

La tabella che segue elenca i sondaggi attrezzati a piezometro, con indicazioni sintetiche sul tipo di piezometro installato. Per i dettagli costruttivi si rimanda ai certificati di installazione raccolti nell'Elab. 003, in coda alle stratigrafie di sondaggio.

Sondaggio	Tipo Piezometro
S 9v	T.A. + C. Casagrande
S 10v	T.A. + C. Casagrande
S 12v	T.A.
S 14v	T.A. + T.A.
S 16v	T.A. + T.A.
S 16v bis	T.A.
S 17v	T.A.
S 1 Gall bis	T.A.
S 2 Gall	T.A. + T.A.
S 2 Gall bis	T.A.
S 4 Gall	T.A. + C. Casagrande
S 21v	T.A. + T.A.
S 22v	T.A.
S 22v bis	T.A.
S 26v	T.A.
S 29v	T.A. + T.A.
S 33v	T.A. + C. Casagrande
S 9/36v	T.A.
S 12	T.A. + C. Casagrande
S 16	T.A. + C. Casagrande
S 19	T.A.
S 20	T.A.
S 24	T.A.
S 26	T.A.
S 28	T.A.
S 29	T.A.
S 36	T.A.

Relativamente alla tipologia “tubo aperto”, come da previsione sono stati utilizzati piezometri tipo *Norton* di diametro Ø 2”, costituiti da colonne di tubi in PVC microfessurati e ciechi, assemblati i spezzoni a giunzione filettata di lunghezza di 3 m, eventualmente integrati da tubi analoghi da 1 o 2 m per ottenere lunghezze ottimali.

Indagini geognostiche e prove in sito	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA	PROG	REV	FOLGIO
	LI02	02	D	69	SG	GE0005	002	A	30 di 37

In generale, la modalità di installazione ha previsto le seguenti fasi:

- lavaggio del foro di sondaggio con acqua pulita, con rivestimento in opera;
- inserimento colonna piezometrica;
- riempimento dell'intercapedine tubo-foro con ghiaietto calibrato, attuato con progressivo ritiro della batteria di rivestimento;
- realizzazione di un tampone impermeabile superiore con materiale bentonitico;
- riempimento al disopra del tampone impermeabile con miscela di terra-cemento-bentonite impastata con acqua;
- sistemazione e protezione della strumentazione con doppio pozzetto di protezione: chiuso in ferro con lucchetto e pozzetto esterno in cls.

Laddove l'installazione ha compreso l'inserimento di una seconda canna piezometrica è stata utilizzata tubazione identica e procedure analoghe alle precedenti, con particolare cura all'isolamento idraulico con tamponi bentonitici tra le due tubazioni.

Per quanto riguarda invece i piezometri di Casagrande, questi sono stati installati in n. 6 fori di sondaggio e sempre a costituire doppio piezometro, in accoppiamento con "tubo aperto" (Foto 2.7).



Foto 2.7 – Fase di preparazione del piezometro di Casagrande; a destra, particolare della cella Casagrande a doppio tubo utilizzata.

Le fasi di installazione hanno previsto:

- pulizia del foro con acqua pulita, con rivestimento in opera;
- eventuale formazione di tampone bentonico basale;
- realizzazione del filtro drenante con ghiaino calcareo, attuato con progressivo ritiro della batteria di rivestimento, fino alla quota di appoggio del piezometro;
- inserimento di cella Casagrande, costituita da cella a doppio tubo e tubi di raccordo filettati del diametro di ½ pollice e lunghezza 3m/cad, collegati con manicotti siliconati e nastrati per assicurarne l'impermeabilità;
- completamento del filtro al di sopra della cella.
- esecuzione del tampone impermeabile superiore.

Indagini geognostiche e prove in sito	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA	PROG	REV	FOLGIO
	LI02	02	D	69	SG	GE0005	002	A	31 di 37

2.3.2 Tubi Down-Hole

Installazioni di questo tipo hanno interessato n. 19 sondaggi di seguito elencati:

Sondaggio	Profondità (m)	Profondità tubo DH (m)
S 11v	40,00	31
S 18v	30,60	30
S 1 Gall	62,60	60
S 3 Gall	40,00	40
S 24v	30,00	30
S 27v	30,00	30
S 32v	30,00	30
S 34v	40,00	30
S 11	30,00	30
S 14	30,00	30
S 15	32,40	30
S 18	30,00	30
S 21	30,00	30
S 23	30,00	30
S 25	30,00	30
S 27	30,00	30
S 30	30,60	30
S 35	30,00	30
S 37	31,00	30

La posa in opera del tubo down-hole ha seguito la procedura di seguito descritta:

- pulizia preventiva del foro con acqua limpida, con rivestimento in opera;
- inserimento della colonna di tubi in PVC di diametro Ø 80 mm (interno Ø 76.2 mm), assemblata in avanzamento, eventualmente immettendo acqua limpida nella colonna per facilitarne la discesa in presenza d'acqua nel foro; la colonna di tubi, con tappo di fondo a tenuta stagna, è formata da elementi di 3 m /cad a giunzione filettata, talora ottimizzata con tubi analoghi di lunghezza 1 o 2 m;
- cementazione dell'intercapedine tubo-foro con miscela di acqua e cemento a presa rapida, iniettata a partire da fondo foro attraverso tubicino calato solidalmente alla colonna di tubi, con progressivo ritiro della colonna di rivestimento.
- estrazione completa del rivestimento e rabbocco della miscela cementizia.

La strumentazione è stata quindi protetta con chiusino metallico munito di lucchetto e con pozzetto esterno in cls.

Indagini geognostiche e prove in sito	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA	PROG	REV	FOLGIO
	LI02	02	D	69	SG	GE0005	002	A	32 di 37

3. PROVE PENETROMETRICHE STATICHE E DINAMICHE

Complessivamente sono state eseguite n. 30 prove penetrometriche tra “statiche” e “dinamiche”, i cui dati informativi generali sono riportati nella tabella che segue:

PROVE PENETROMETRICHE CPTU - DPSH								
CPTU	Profondità [m dal p.c.]	PROVA DISSIPAZIONE		DPSH	Profondità [m dal p.c.]	DATA	COORDINATE UTM*	
		Cod. Prova	[m da p.c.]					
/	/	/	/	DPSH 1v	8,2	03/10/2017	500697,53 m E	4647856,41 m N
/	/	/	/	DPSH 2	13,2	28/09/2017	500548,00 m E	4648177,67 m N
/	/	/	/	DPSH 2v	4,2	22/09/2017	501069,56 m E	4646898,23 m N
/	/	/	/	DPSH 3v	10,2	27/09/2017	501167,00 m E	4646630,00 m N
/	/	/	/	DPSH 4v	13,2	27/09/2017	501238,00 m E	4646452,00 m N
CPTu 5v	29,92	/	/	/	/	15/09/2017	501318,78 m E	4646259,32 m N
CPTu 6v	29,04	/	/	/	/	15/09/2017	501376,16 m E	4646097,72 m N
CPTu 7v	26,02	/	/	/	/	21/09/2017	501415,08 m E	4645899,06 m N
CPTu 8v	22,12	/	/	/	/	23/09/2017	501541,21 m E	4645614,01 m N
CPTu 9v	15,09	/	/	/	/	22/09/2017	501610,65 m E	4645464,06 m N
CPTu 10v	11,71	/	/	/	/	14/09/2017	501730,60 m E	4645087,51 m N
CPTu 11v	14,86	/	/	/	/	14/09/2017	501822,68 m E	4645028,50 m N
CPTu 12v	5,72	/	/	/	/	03/10/2017	501925,73 m E	4644792,64 m N
CPTu 13v	8,99	DISS1	7,1	/	/	16/06/2017	503429,00 m E	4643502,00 m N
CPTu 14v	4,92	/	/	DPSH 14v	5,4	29/06/2017	504783,00 m E	4643009,00 m N
CPTu 15v	non eseguita per diniego autorizzazione							
CPTu 16v	9,08	DISS1	8,8	/	/	28/06/2017	506060,91 m E	4642626,45 m N
CPTu 17v	6,7	/	/	/	/	28/06/2017	506250,65 m E	4642529,55 m N
/	/	/	/	DPSH 23v bis	9,8	24/01/2018	503963,01 m E	4643498,68 m N
CPTu 5	6,88	DISS1	5,85	/	/	28/06/2017	507649,00 m E	4641580,00 m N
CPTu 6	6,95	DISS1	6,13	/	/	16/06/2017	509550,00 m E	4640773,00 m N
CPTu 7	14,76	DISS1	7,55	/	/	14/06/2017	510404,00 m E	4640628,00 m N
CPTu 8	27,5	DISS1	15,58	/	/	14/06/2017	511124,00 m E	4640553,00 m N
CPTu 9	27,88	DISS1	20,85	/	/	03/07/2017	511402,00 m E	4640462,00 m N
CPTu 10	25,6	DISS1	11,94	/	/	03/07/2017	511668,29 m E	4640375,80 m N
/	/	/	/	DPSH 11	10,4	29/03/2017	515790,00 m E	4639775,00 m N
/	/	/	/	DPSH 12	3,8	24/01/2018	517782,84 m E	4639724,63 m N
CPTu 13	non eseguita per diniego autorizzazione							
CPTu 14	3,9	/	/	DPSH 14	9,8	03/08/2017	518767,00 m E	4640046,00 m N
/	/	/	/	DPSH 15	11,4	26/08/2017	518953,00 m E	4640088,00 m N

(*) Coordinate acquisite da Google Earth

Relativamente alle prove non eseguite riportate in elenco (in rosso), vale quanto già detto per l'esecuzione dei sondaggi.

In riferimento alla tipologia di prove eseguite si precisa che, rispetto alla previsione di solo prove statiche del tipo CPTU, in alcuni casi si è resa necessaria la conversione in prove dinamiche del tipo DPSH a causa di condizioni lito-stratigrafiche non idonee per la tipologia CPT, comunque in accordo con la DL. In questi casi si è lasciato invariato il codice originario di denominazione della prova convertita.

Relativamente ai due casi delle CPTU 14v CPTU 14, vista la scarsa profondità raggiunta dalle prove, è stato effettuato un tentativo di approfondimento mediante esecuzione affiancata di una prova DPSH, alle quali sono state pertanto attribuiti gli stessi codici “14v” e “14”.

Indagini geognostiche e prove in sito	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA	PROG	REV	FOLGIO
	LI02	02	D	69	SG	GE0005	002	A	33 di 37

3.1 Prova penetrometrica statica con piezocono (CPTU)

Le prove statiche CPTU sono state condotte con penetrometro statico/dinamico TG63-200 PAGANI (Foto 3.1), in accordo con le normative internazionali (ASTM D-3441; Raccomandazione ISSMFE 1989).



Foto 3.1 - Penetrometro con piezocono utilizzato.

Le caratteristiche del piezocono sono riepilogate nella tabella che segue:

Caratteristiche del piezocono			
<i>Canali di misura:</i>		<i>Dimensioni:</i>	
Resistenza di punta (qc):	50; 100 MPa	Angolo di apertura cono:	60°
Attrito laterale (fs):	1,6 MPa (titanio)	Diametro:	36 mm
Pressione nei pori (U):	2,5 MPa	Sezione di spinta:	10 cm ²
Inclinazione:	0 - 20°	Superficie laterale:	150 cm ²
Tip area factor (a):	0,80	Peso:	2,1 kg
Sleeve area factor (b):	0	Lunghezza:	413 mm

3.2 Prova penetrometrica dinamica DPSH

Le prove di questo tipo sono state condotte con lo stesso penetrometro utilizzato per le CPTU (TG63-200 PAGANI). In particolare sono state eseguite le n. 9 prove, due delle quali (DPSH 14v e DPSH 14), come già detto, condotte in affiancamento alle omonime prove CPTU.

Nell'utilizzo per prove dinamiche, il penetrometro è classificato come Super Pesante (DPSH) in base alla classificazione ISSMFE (1988) in funzione del peso M della massa battente, come da tabella che segue.

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla riferimento	Peso Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

Indagini geognostiche e prove in sito	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA	PROG	REV	FOLGIO
	LI02	02	D	69	SG	GE0005	002	A	34 di 37

La prova dinamica consiste nell'infingere nel terreno una punta conica per tratti consecutivi di lunghezza δ , misurando il numero di colpi N necessari all'infissione richiesta.

Gli elementi caratteristici del penetrometro dinamico TG63-200 PAGANI utilizzato sono i seguenti:

- peso massa battente $M = 63.5$ kg;
- altezza libera caduta $H = 750$ mm;
- punta conica:
 - diametro base cono $D = 50.5$ mm,
 - area base $A = 20$ cm²,
 - angolo di apertura $\alpha = 90^\circ$;
- avanzamento (penetrazione) $\square 20$ cm.

Dal numero di colpi N necessari per l'infissione della punta conica si può definire una correlazione con il valore di N_{SPT} attraverso il coefficiente teorico di energia β_t .

$$N_{SPT} = \beta_t N$$

dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Q_{SPT} è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui M' = peso aste.

La valutazione della resistenza dinamica alla punta R_{pd} viene effettuata attraverso la Formula Olandese:

$$R_{pd} = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

dove

e = infissione media per colpo (δ / N);

P = peso totale aste e sistema battuta.

4. POZZETTI GEOGNOSTICI

Relativamente alla tratta d'interesse, sono stati eseguiti n. 13 pozzetti geognostici finalizzati a verifiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni superficiali.

Le informazioni generali relative ai pozzetti, sono riportate nella tabella che segue.

Pozzetto	Profondità (m)	Data	COORDINATE UTM*		Quota terreno (m slm)
PZ 1v	2,2	27/09/2017	501023.00 m E	4646881.00 m N	5,0
PZ 1vp	2,2	27/09/2017	501414.00 m E	4645871.00 m N	3,0
PZ 2v	2,2	27/09/2017	501121.00 m E	4646751.00 m N	6,0
PZ 3v	2,3	21/06/2017	503519.00 m E	4643519.00 m N	28,0
PZ 4v	2,2	26/06/2017	504727.00 m E	4643064.00 m N	17,0
PZ 5v	Non eseguito per diniego autorizzazione				
PZ 6v	2,2	27/06/2017	505646.00 m E	4642801.00 m N	16,0
PZ 7v	2,4	21/06/2017	506249.92 m E	4642507.38 m N	5,0
PZ 8v	Non eseguito per diniego autorizzazione				
PZ 3	2,2	21/06/2017	506697.05 m E	4642174.79 m N	4,0
PZ 4	2,2	27/06/2017	507831.00 m E	4641421.00 m N	4,0
PZ 5	Non eseguito per diniego autorizzazione				
PZ 6	2,0	26/06/2017	509483.00 m E	4640804.00 m N	2,0
PZ 7	2,0	21/06/2017	510504.00 m E	4640616.00 m N	3,0
PZ 8	2,2	29/06/2017	512120.00 m E	4640251.00 m N	11,0
PZ 9	Non eseguito per diniego autorizzazione				
PZ 10	2,0	03/08/2017	519181.00 m E	4640110.00 m N	4,0

(*) Coordinate/quote acquisite da Google Earth

Per l'esecuzione dei pozzetti sono stati utilizzati due diversi escavatori (Foto 4.1):

- CUBOTA KH 51
- KOMATSU PC 110 R



Foto 4.1 - Escavatori utilizzati

Indagini geognostiche e prove in sito	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA	PROG	REV	FOLGIO
	LI02	02	D	69	SG	GE0005	002	A	36 di 37

In particolare, gli scavi hanno interessato spessori di 2÷2.4 m. Per ciascun pozzetto sono state eseguite le seguenti operazioni:

- stratigrafia dei fronti di scavo, con eventuali valutazioni di resistenza speditive con penetrometro tascabile su orizzonti coesivi;
- prelievo di un campione di terreno rimaneggiato a quota fondo-scavo;
- documentazione fotografica dello scavo.

Inoltre, all'interno di n. 8 pozzetti sono state eseguite prove di carico su piastra.

Al termine delle operazioni previste, ciascuno scavo è stato immediatamente richiuso.

Nell'Elab. 007 sono riportate le stratigrafie dei pozzetti ed i certificati delle prove di carico.

4.1 Prelievo di campioni rimaneggiati in pozzetto

Come da indicazione della Committenza si è proceduto al prelievo di campioni rimaneggiati, omogeneizzati e accuratamente sigillati. I campionamenti hanno interessato tutti i pozzetti esplorativi:

Pozzetto	Codice campione	Profondità (m da p.c.)
PZ 1v	CR 1	2,0 ÷ 2,2
PZ 1vp	CR 1	2,0 ÷ 2,2
PZ 2v	CR 1	2,0 ÷ 2,2
PZ 3v	CR 1	2,2 ÷ 2,3
PZ 4v	CR 1	2,0 ÷ 2,2
PZ 6v	CR 1	2,0 ÷ 2,2
PZ 7v	CR 1	2,2 ÷ 2,4
PZ 3	CR 1	2,0 ÷ 2,2
PZ 4	CR 1	2,0 ÷ 2,2
PZ 6	CR 1	1,8 ÷ 2,0
PZ 7	CR 1	1,8 ÷ 2,0
PZ 8	CR 1	2,0 ÷ 2,2
PZ 10	CR 1	1,8 ÷ 2,0

I campioni sono segnalati nelle rispettive stratigrafie dei pozzetti (*cf*r Elab. 007).

Tutti i campioni prelevati sono stati inviati presso i Laboratori indicati dalla Committenza.

4.2 Prove di carico su Piastra

In n. 8 pozzetti, in corso di approfondimento, sono state effettuate prove di carico su piastra indicate con sigla "PLT" (*Plate Load Test*), distribuite come da tabella che segue:

Indagini geognostiche e prove in sito	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA	PROG	REV	FOLGIO
	LI02	02	D	69	SG	GE0005	002	A	37 di 37

Pozzetto	Codice prova	Profondità (m da p.c.)
PZ 1v	PLT 1	1,85
PZ 1vp	PLT 1	1,8
PZ 2v	PLT 1	2,2
PZ 4v	PLT 1	1,1
PZ 6v	PLT 1	1,3
PZ 4	PLT 1	1,3
PZ 6	PLT 1	0,7
PZ 8	PLT 1	1,6

Le prove sono state eseguite come da specifiche tecniche di riferimento della Committenza ed in particolare secondo le procedure:

- determinazione dei moduli di deformazioni M_d e M'_d mediante prova di carico a doppio ciclo con piastra circolare (CNR B.U. n° 146)
- Umidità di una terra (CNR UNI 10008)

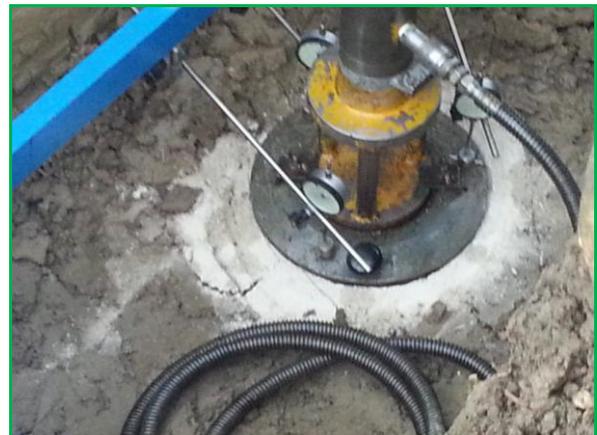


Foto 4.2 – Fase operativa di una prova PLT