



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
delle Infrastrutture
e dei Trasporti



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA

Finanziato dal Unione Europea dell'iniziativa NextGenerationEU Misura M2C2 - 4.2
Sviluppo trasporto rapido di Massa

CUP B31E20000230001



COMUNE DI GENOVA

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO
ALBERTO BITOSSI
IL DIRETTORE ESECUTORE DEL CONTRATTO
ANTONIO ROSSA

**PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER
IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE
CONNESSE)**

PROGETTAZIONE

MANDANTARIA



MANDANTE

MANDANTE

MANDANTE



**STUDIO GEOLOGICO
REPORT INDAGINI GEOGNOSTICHE E PROVE IN SITU
OFFICINA/PARCHEGGIO STAGLIENO**

IL PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE

Dott. Ing. *Alessandro Peresso*

SCALA:

-

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

E 2 1 D 0 5 D 6 9 S G G E 1 5 0 0 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	<i>TECNOIN</i>	Luglio '21	E. Poggi	Giugno '23	A. Peresso	Giugno '23	G. Benedetti Giugno 2023

ITALFERR S.p.A.
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiano
Dott. Geol. Giampaolo Benedetti
Ordine dei Geologi Emilia Romagna
n. 1019

File: NOME FILE (E21D-00-D-69-SG-GE0000-001-A)

n. Elab.:

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
REPORT INDAGINI GEOGNOSTICHE E PROVE IN SITU	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>05 D 69</td> <td>SG</td> <td>GE1500 001</td> <td>A</td> <td>2 di 19</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	05 D 69	SG	GE1500 001	A	2 di 19
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	05 D 69	SG	GE1500 001	A	2 di 19								

INDICE

1. INTRODUZIONE.....	3
2. RIFERIMENTI NORMATIVI.....	5
3. SONDAGGI	5
3.1 Prove S.P.T.....	7
3.2 Prelievo di campioni geotecnici	10
3.3 Installazione piezometri a tubo aperto.....	12
4. PROVE DI PERMEABILITÀ IN FORO – METODO LEFRANC.....	14
4.1 Operazioni preliminari e formazione della sezione di prova	14
4.2 Prove a carico costante	15
4.3 Prove a carico variabile	15
5. PROVE PRESSIOMETRICHE.....	16

ALLEGATI

SONDAGGI GEOTECNICI:
ALLEGATO 1D: DEPOSITO STAGLIENO

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
REPORT INDAGINI GEOGNOSTICHE E PROVE IN SITU	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>05 D 69</td> <td>SG</td> <td>GE1500 001</td> <td>A</td> <td>3 di 19</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	05 D 69	SG	GE1500 001	A	3 di 19
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	05 D 69	SG	GE1500 001	A	3 di 19								

1. INTRODUZIONE

A seguito del contratto di collaborazione per la prestazione di servizi di indagine geognostica, geofisica e di prove geotecniche, su terre e rocce di scavo, a supporto della Progettazione Definitiva per la realizzazione del Sistema degli Assi di forza per il Trasporto Pubblico Locale (Rete Filoviaria e strutture connesse) – codice CIG 8469717792 - CUP B31E2000023001, è stata eseguita una campagna d'indagini geognostiche, così articolata:

- n. 13 sondaggi geognostici verticali a carotaggio continuo, spinti fino alla profondità massima di 40 m da p.c., condizionati con tubo piezometrico;
- n. 63 prove penetrometriche in foro di sondaggio SPT;
- n. 7 prove di permeabilità Lefranc in foro di sondaggio;
- n. 8 prove pressiometriche in foro di sondaggio;
- n. 7 prelievi di campioni indisturbati, n. 20 prelievi di campioni rimaneggiati e n. 26 prelievi di campioni litoidi da sottoporre a prove di laboratorio geotecnico;
- n. 15 prove penetrometriche dinamiche DPSH;
- georeferenziazione dei punti di indagine.

Ai fini della realizzazione in sicurezza delle perforazioni, in corrispondenza dei punti di sondaggio e delle prove penetrometriche DPSH è stata effettuata una prospezione geofisica mediante Georadar e Cercaservizi per la verifica della perforabilità dei punti d'indagine.

Tale indagine per la verifica del sottosuolo, è stata eseguita mediante un georadar IDS modello Ris MF Hi-Mod-1, munito di un trasduttore (antenna) avente una doppia frequenza di trasmissione pari a 200 e 600 MHz, e strumentazione Cable Locator RADIODETECTION, modello RD7100.

Tutte le indagini sono state effettuate nel rispetto delle disposizioni delle specifiche tecniche e delle indicazioni fornite in campo dal committente.

Al termine della campagna di indagine è stata eseguita la georeferenziazione dei punti di indagine tramite strumentazione topografica Leica. L'ubicazione di tali punti e le tabelle con indicazione delle coordinate UTM-WGS84 sono riportate in allegato alla presente.

Nell'immagine tratta da Google Earth e riportata in figura 1-1 sono indicati i settori in cui sono state eseguite le indagini (i sondaggi nelle aree deposito e le prove DPSH nelle aree sottostazione SSE).

Nel seguito verranno evidenziati le sole indagini relative al deposito di Staglieno

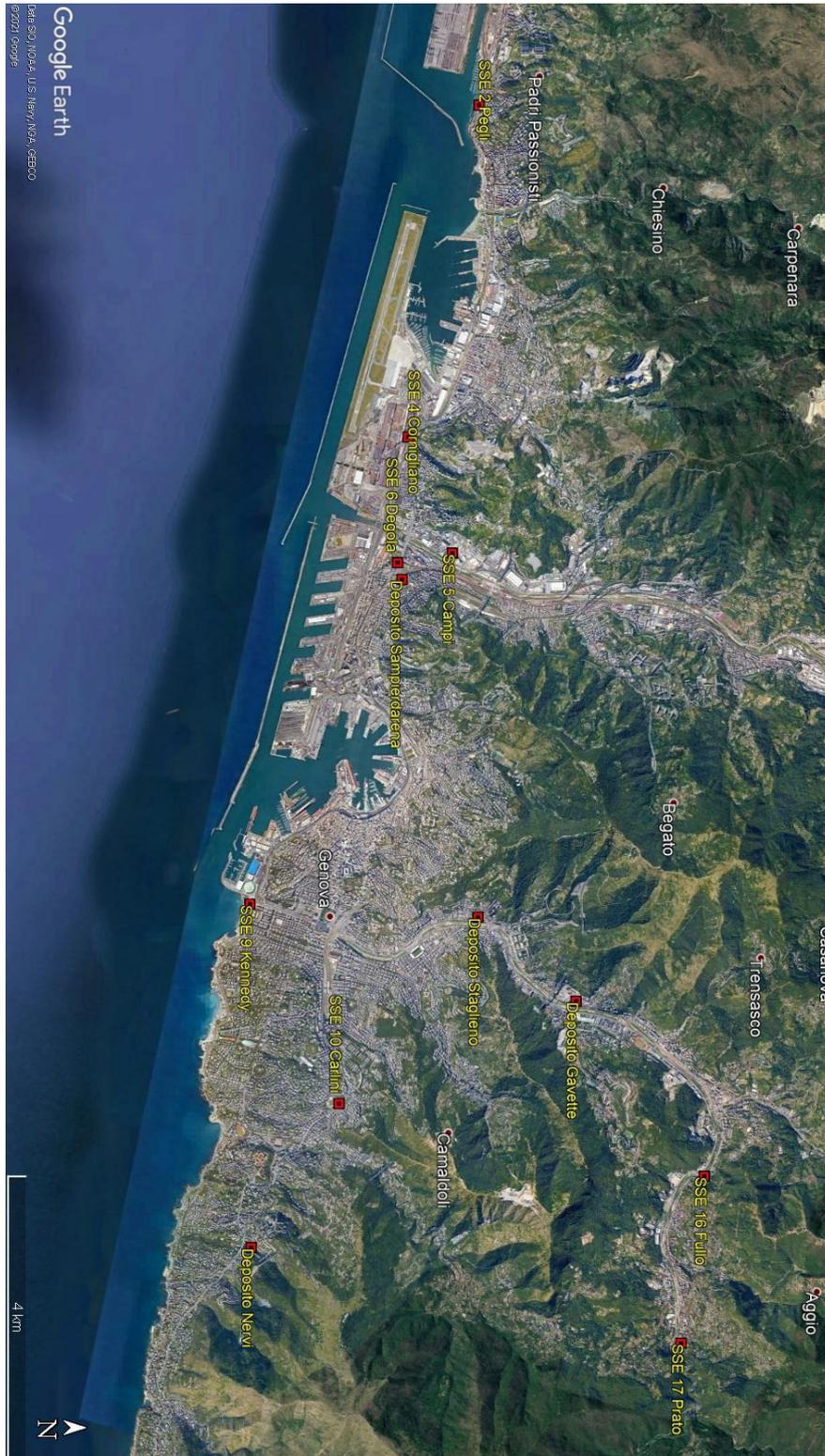


Figura 1-1—Inquadramento territoriale delle aree di indagine

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
REPORT INDAGINI GEOGNOSTICHE E PROVE IN SITU	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">E21D</td> <td style="text-align: center;">05 D 69</td> <td style="text-align: center;">SG</td> <td style="text-align: center;">GE1500 001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">5 di 19</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	05 D 69	SG	GE1500 001	A	5 di 19
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	05 D 69	SG	GE1500 001	A	5 di 19								

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

Si riporta, di seguito, l'elenco della normativa di riferimento osservata:

- Norme Tecniche per le Costruzioni “Approvate con Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018
- Allegati alle Norme Tecniche per le Costruzioni “Approvate con Decreto Ministeriale 14.01.2008”
- Raccomandazioni AGI (1977)
- Modalità Tecniche ANISIG (1977)

3. SONDAGGI

I sondaggi geognostici sono stati eseguiti in conformità alle specifiche tecniche, alle Raccomandazioni AGI (1977) ed alle Modalità Tecniche ANISIG (1977).

Di seguito si riporta la tabella riepilogativa dei sondaggi effettuati con indicazione della profondità raggiunta, della tipologia di installazione in foro, delle prove in sito e del prelievo di campioni.

id	località	prof	spt	campioni geot			Prove pressiometriche	prove permeabilità
				CI	CR	CL		
SDNE-01	Area giochi lato Ovest - Deposito Nervi	30,0	8	-	-	2	-	-
SDNE-02	Area giochi lato est - Deposito Nervi	27,6	3	-	-	2	1	-
SDNE-04	Rampa di accesso campi - Deposito Nervi	25,0	3	-	-	2	-	-
SDGA-01	Ingresso sud Deposito Gavette	40,0	7	1	2	2	1	1
SDGA-02	Interno Deposito Gavette , lato ovest	25,0	3	1	2	2	-	-
SDGA-03	Esterno Deposito Gavette , lato nord	20,0	1	1	1	2	1	1
SDSP-01	Deposito Sanpierdarena, angolo via P. Reti	33,5	7	2	2	2	-	-
SDSP-02	Deposito Sanpierdarena, via G.C.Abba	30,0	6	1	2	2	1	1
SDSP-03	Deposito Sanpierdarena, angolo via C. Rolando	33,0	4	-	2	2	1	1
SDSP-04	Deposito Sanpierdarena, angolo via Rieti e via Stennio	25,0	5	-	3	2	1	1
SDST-01	Deposito Staglieno, ingresso lato sud, area cassonetti	38,9	6	1	2	2	1	1
SDST-02	Deposito Staglieno, ingresso nord-est	35,0	9	-	3	2	1	1
SDST-03	Deposito Staglieno, lato ovest, interno deposito	23,0	1	-	1	2	-	-

(CI= campioni Indisturbati, CR= Campioni Rimaneggiati, CL= Campioni Litoidi).

Figura 3-1– Scheda sintetica dei sondaggi

Ultimate delle attività di perforazioni tutti i fori di sondaggio sono stati attrezzati con piezometro a t.a. 3”.

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
REPORT INDAGINI GEOGNOSTICHE E PROVE IN SITU	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>E21D</td> <td>05 D 69</td> <td>SG</td> <td>GE1500 001</td> <td>A</td> <td>6 di 19</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	05 D 69	SG	GE1500 001	A	6 di 19
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	05 D 69	SG	GE1500 001	A	6 di 19								

Come indicato in premessa, al termine della campagna di indagine è stata eseguita la georeferenziazione dei punti di sondaggio tramite strumentazione topografica Leica. Di seguito si riporta una tabella con indicazione delle coordinate UTM-WGS84.

ID sondaggio	UTM-WGS84 Est	UTM-WGS84 Nord	quota p.c.	quota t.t.
SDGA01	496921.418	4920310.943	35.027	34.739
SDGA02	496878.548	4920401.803	35.149	35.014
SDGA03	496914.996	4920470.483	35.043	34.983
SDNE01	500391.188	4915911.849	62.248	62.067
SDNE02	500410.775	4915896.146	62.419	62.145
SDNE04	500351.231	4915785.930	55.913	55.757
SDSP01	490942.419	4917949.801	4.176	4.275
SDSP02	491008.220	4918004.708	5.425	5.316
SDSP03	491084.074	4917893.417	4.844	4.616
SDSP04	490985.359	4917868.135	3.768	3.922
SDST01	495762.443	4918862.145	21.173	21.039
SDST02	495790.774	4919074.125	22.159	21.981
SDST03	495753.071	4919067.794	22.023	21.890

p.c.= piano campagna t.t.= testa tubo

Figura 3-2- Tabella Coordinate dei sondaggi

Le attività di perforazione dei sondaggi sono state eseguite da personale specializzato in perforazioni.

La squadra operativa è stata composta da n°1 sondatore, n° 1 aiuto sondatore e dal geologo, il quale ha provveduto alla stesura dei log stratigrafici.

I sondaggi a carotaggio continuo, sono stati eseguiti a rotazione con il metodo classico con sistema ad aste e carotiere. Tale perforazione avviene tramite aste di collegamento che vengono estratte dopo ogni manovra (tratto perforato) per recuperare dal carotiere, posto alla base della colonna di aste, il materiale carotato. Il raggiungimento di profondità maggiori avviene aggiungendo in superficie aste alla batteria. Le aste impiegate hanno diametro di 76.1 mm. Per stabilizzare le pareti del foro ed evitare che frani viene inserita la tubazione di rivestimento metallico provvisorio di diametro 152/127 mm.

Per i sondaggi in oggetto sono stati utilizzati carotieri semplici T1 e doppi T6 con diametro nominale 101 mm.

Sono state utilizzate 3 diverse sonde perforatrici idrauliche: GEOMARC GM1000, GEOMARC GM600 e Franza MAF 550. Le caratteristiche tecniche di tali sonde sono riassunte di seguito:

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
REPORT INDAGINI GEOGNOSTICHE E PROVE IN SITU	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>05 D 69</td> <td>SG</td> <td>GE1500 001</td> <td>A</td> <td>7 di 19</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	05 D 69	SG	GE1500 001	A	7 di 19
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	05 D 69	SG	GE1500 001	A	7 di 19								

GEOMARC GM1000

- testa di rotazione 11000 Nm coppia max
- slitta di avanzamento 3.40 m
- centralina oleodinamica
- argano idraulico
- freno blocca aste
- pompa triplex 200 l-50 bar

Franza MAF 550

- testa di rotazione 5400 Nm coppia max
- slitta di avanzamento 3.0 m
- centralina oleodinamica
- argano idraulico
- freno blocca aste

GEOMARC GM600

- testa di rotazione coppia 5970 KN/m
- velocità testa di rotazione 0-573 RPM
- slitta di avanzamento 3.40 m
- centralina oleodinamica
- argano idraulico
- freno blocca aste
- pompa a pistone

Le carote estratte nel corso della perforazione sono state sistemate in apposite cassette catalogatrici munite di scomparti divisori e coperchio apribile di dimensioni 5 m X 1 m, ed una volta scortecciate sono state fotografate.

Su ogni cassetta è stato indicato l'oggetto, il cantiere, la località, la profondità, la data e la sigla identificativa del sondaggio.

Il log stratigrafico di ogni singolo sondaggio è riportato nell'Allegato 1 – Stratigrafie dei sondaggi.

3.1 Prove S.P.T.

All'interno dei fori di sondaggio, durante la fase di carotaggio, a più altezze, sono state realizzate una serie di prove penetrometriche dinamiche S.P.T. (Standard Penetration Test).

Tale tipologia di prova consente di determinare la resistenza che un terreno offre alla penetrazione dinamica di un campionatore infisso a partire dal fondo del foro di sondaggio.

La prova consiste nel far cadere un maglio dal peso di 63.5 Kg da una altezza di 760 ±10 mm, su una testa di battuta fissa alla sommità di una batteria di aste di diametro conforme alle norme, alla cui estremità inferiore è avvitato il campionatore RAYMOND o una punta chiusa di dimensioni standardizzate.

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
REPORT INDAGINI GEOGNOSTICHE E PROVE IN SITU	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>E21D</td> <td>05 D 69</td> <td>SG</td> <td>GE1500 001</td> <td>A</td> <td>8 di 19</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	05 D 69	SG	GE1500 001	A	8 di 19
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	05 D 69	SG	GE1500 001	A	8 di 19								

La prova si esegue infiggendo a fondo foro il campionatore per due tratti consecutivi, il primo da 150 mm (N1) e il secondo da 300 mm (N2+N3), annotando il numero di colpi necessario per la penetrazione.

Per N1 = 50 colpi, se l'avanzamento dell'infissione è inferiore ai 150 mm, l'infissione viene sospesa. Per N1 < 50 colpi, la prova prosegue ed il campionatore viene infisso per un secondo tratto di 300 mm, contando separatamente il numero di colpi necessari all'avanzamento per la penetrazione dei secondi e dei terzi 150 mm (N2 e N3), sino al limite di 100 colpi (N2 + N3 < 100 colpi). Se con N2 + N3 = 100 colpi non si raggiunge l'avanzamento di 300 mm, l'infissione viene sospesa e la prova si dovrà considerare conclusa.

Prima dell'esecuzione delle prove penetrometriche dinamiche dal foro di sondaggio vengono eliminati eventuali sedimenti che potrebbero inficiare l'esito della prova.

Le prove SPT (Standard Penetration Test) sono state eseguite rispettando la normativa di riferimento:

A.G.I. – Associazione Geotecnica Italiana (1977). Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche.

La strumentazione impiegata per l'esecuzione delle prove SPT consiste in:

- Tubo campionatore apribile longitudinalmente: \varnothing est= 50.8 mm; \varnothing int= 35 mm L minima (escluso tagliente principale)>457 mm; L utile = 630 mm;
- Scarpa tagliente terminale (con rastremazione negli ultimi 19 mm) = 76 mm; il campionatore è munito di valvola a sfera alla sommità e aperture di scarico e sfiato;
- Massa battente di peso 63,5 kg che cade da 75 cm di altezza;
- Aste collegate al campionatore aventi peso per metro lineare 6.5 kg (± 0.5 kg/ml). Le aste saranno diritte, ben avvitate in corrispondenza dei giunti e con flessione totale della batteria pronta per la prova < 1°/°. La caduta del maglio deve essere libera; pertanto deve essere adottato un dispositivo di sganciamento.

Sono state eseguite complessivamente n° 63 prove; i risultati sono riportati nelle schede stratigrafiche allegate (ALL.1) e nella tabella riepilogativa seguente:

ID sondaggio	da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	Colpi	NSPT	punta
SDNE-01	1,50	1,95	22-28-26	54	(C)
SDNE-01	3,00	3,45	11-5-6	11	(C)
SDNE-01	6,00	6,45	12-6-7	13	(C)
SDNE-01	9,00	9,45	4-3-7	10	(C)
SDNE-01	12,00	12,45	10-6-9	15	(C)

ID sondaggio	da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	Colpi	NSPT	punta
SDNE-01	15,00	15,45	50 (R 4 cm)	rif.	(C)
SDNE-01	18,00	18,45	50 (R 6 cm)	rif.	(C)
SDNE-01	20,00	20,45	50 (R 5 cm)	rif.	(C)
SDNE-02	3,00	3,45	4-5-10	15	(C)
SDNE-02	6,00	6,45	7-2-3	5	(C)
SDNE-02	9,50	9,95	8-4-8	12	(C)
SDNE-04	1,50	1,95	50(R 7 cm)	rif.	(A)
SDNE-04	3,00	3,45	34-5-3	8	(A)
SDNE-04	6,00	6,45	2-2-6	8	(A)
SDGA-01	3,00	3,45	2-2-4	6	(A)
SDGA-01	9,00	9,45	50 (R 8 cm)	rif.	(A)
SDGA-01	12,00	12,45	22-R 8 cm	rif.	(A)
SDGA-01	15,00	15,45	29-22-18	40	(A)
SDGA-01	18,00	18,45	19-24-39	63	(A)
SDGA-01	21,00	21,45	17-28-32	60	(A)
SDGA-01	24,00	24,45	4-5-4	9	(A)
SDGA-02	1,50	1,95	2-4-3	7	(A)
SDGA-02	3,00	3,45	1-1-2	3	(A)
SDGA-02	6,00	6,45	1-3-4	7	(A)
SDGA-03	3,00	3,45	50(R 12 cm)	rif.	(A)
SDSP-01	3,00	3,45	4-5-4	9	(A)
SDSP-01	6,00	6,45	6-9-8	17	(A)
SDSP-01	9,00	9,45	3-3-4	7	(A)
SDSP-01	12,00	12,45	2-2-4	6	(A)
SDSP-01	15,00	15,45	3-3-5	8	(A)
SDSP-01	18,00	18,45	5-4-6	10	(A)
SDSP-01	21,00	21,45	13-27-18	45	(A)
SDSP-02	3,00	3,45	4-5-4	9	(A)
SDSP-02	6,00	6,45	6-5-13	18	(A)
SDSP-02	12,00	12,45	2-3-7	10	(A)
SDSP-02	15,00	15,45	11-13-17	30	(A)
SDSP-02	18,00	18,45	4-4-7	11	(A)
SDSP-02	21,00	21,45	9-15-20	35	(A)
SDSP-03	3,00	3,45	2-3-2	5	(A)
SDSP-03	6,00	6,45	3-3-5	8	(A)
SDSP-03	9,00	9,45	11-7-13	20	(A)
SDSP-03	11,00	11,45	6-9-7	16	(A)

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
REPORT INDAGINI GEOGNOSTICHE E PROVE IN SITU	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>E21D</td> <td>05 D 69</td> <td>SG</td> <td>GE1500 001</td> <td>A</td> <td>10 di 19</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	05 D 69	SG	GE1500 001	A	10 di 19
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	05 D 69	SG	GE1500 001	A	10 di 19								

ID sondaggio	da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	Colpi	NSPT	punta
SDSP-04	3,00	3,45	2-2-2	4	(A)
SDSP-04	6,00	6,45	3-3-3	6	(A)
SDSP-04	9,00	9,45	3-4-5	9	(A)
SDSP-04	12,00	12,34	18-37-R 4 cm	rif.	(A)
SDSP-04	15,00	15,22	18-R 7 cm	rif.	(A)
SDST-01	1,50	1,95	2-3-3	6	(A)
SDST-01	3,00	3,45	2-4-3	7	(A)
SDST-01	6,00	6,45	5-3-3	6	(A)
SDST-01	9,00	9,45	9-13-10	23	(A)
SDST-01	21,00	21,20	25-R 5 cm	rif.	(A)
SDST-01	24,00	24,21	18-R 6 cm	rif.	(A)
SDST-02	1,50	1,95	2-3-5	8	(A)
SDST-02	3,00	3,45	3-8-18	26	(A)
SDST-02	6,00	6,45	21-28-R 5 cm	rif.	(A)
SDST-02	9,00	9,45	22-R 4 cm	rif.	(A)
SDST-02	15,00	15,45	18-37-R 6 cm	rif.	(A)
SDST-02	18,00	18,45	15-19-24	43	(A)
SDST-02	21,00	21,45	16-29-46	75	(A)
SDST-02	24,00	24,45	22-38-R 3 cm	rif.	(A)
SDST-02	27,00	27,45	15-33-39	72	(A)
SDST-03	3,00	3,45	3-7-R 8 cm	rif.	(A)

Figura 3-3– Prove SPT eseguite con relativo n° di colpi

3.2 Prelievo di campioni geotecnici

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono stati prelevati n. 20 campioni geotecnici rimaneggiati, n. 7 indisturbati con campionatori Shelby e n. 26 litoidi.

Il campionatore Shelby è un campionatore a pressione, in acciaio inox, a parete sottile con basso coefficiente di parete. Il campionatore in acciaio quindi, funge anche da contenitore del campione stesso. La base del campionatore è tagliente con un angolo di scarpa di circa 4-15°. Il campionamento avviene tramite infissione a pressione, senza rotazione, in un'unica manovra.

Tutti i campioni prelevati sono stati sottoposti ad analisi di laboratorio; per la visione di dettaglio dei risultati si rimanda all'elaborato "Report prove di laboratorio" ed ai certificati ad esso allegati.

Tutti i campioni indisturbati, una volta estratti, sono stati opportunamente sigillati tramite paraffina sintetica, mentre quelli rimaneggiati sono stati conservati in buste in plastica.

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
REPORT INDAGINI GEOGNOSTICHE E PROVE IN SITU	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>E21D</td> <td>05 D 69</td> <td>SG</td> <td>GE1500 001</td> <td>A</td> <td>11 di 19</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	05 D 69	SG	GE1500 001	A	11 di 19
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	05 D 69	SG	GE1500 001	A	11 di 19								

Infine, tutti i campioni sono stati catalogati con apposita etichetta riportando le seguenti informazioni: sigla identificativa del sondaggio, numero del campione, tipologia di prelievo, profondità del prelievo, committente, data, località, oggetto del lavoro.

Di seguito si riporta uno schema sintetico dei campioni prelevati:

Sondaggio	id campione	Profondità	
		da (m da p.c.)	a (m da p.c.)
SDNE-01	CL1	25,60	25,86
	CL2	26,14	26,31
SDNE-02	CL1	24,36	24,56
	CL2	25,30	25,71
SDNE-04	CL1	10,00	10,30
	CL2	14,45	14,66
SDGA-01	CR1	9,00	9,50
	CR2	17,00	17,50
	CI1	25,00	25,50
	CL1	37,00	37,15
	CL2	38,15	38,35
SDGA-02	CR1	4,00	4,50
	CR2	5,50	6,00
	CI1	9,00	9,50
	CL1	17,50	17,68
	CL2	22,48	22,68
SDGA-03	CI1	6,00	6,50
	CR1	9,00	9,50
	CL1	15,00	15,12
	CL2	15,65	16,00
SDST-01	CR1	17,50	18,00
	CR2	24,50	25,00
	CI1	28,20	28,70
	CL1	33,00	33,34
	CL2	36,00	36,67
SDST-02	CR1	8,00	8,50
	CR2	17,50	18,00
	CR3	23,50	24,00
	CL1	30,68	31,00
	CL2	34,25	34,55

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
REPORT INDAGINI GEOGNOSTICHE E PROVE IN SITU	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">E21D</td> <td style="text-align: center;">05 D 69</td> <td style="text-align: center;">SG</td> <td style="text-align: center;">GE1500 001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">12 di 19</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	05 D 69	SG	GE1500 001	A	12 di 19
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	05 D 69	SG	GE1500 001	A	12 di 19								

Sondaggio	id campione	Profondità	
		da (m da p.c.)	a (m da p.c.)
SDST-03	CR1	3,50	4,00
	CL1	9,72	10,00
	CL2	17,20	17,58
SDSP-01	CI1	4,50	5,00
	CR1	11,00	11,50
	CI2	13,50	14,00
	CR2	17,00	17,50
	CL1	27,24	27,65
	CL2	31,00	31,00-
SDSP-02	CI1	7,00	7,50
	CR1	13,50	14,00
	CR2	16,50	17,00
	CL1	25,50	25,63
	CL2	27,79	28,00
SDSP-03	CR1	4,50	5,00
	CR2	8,00	8,50
	CL1	19,19	19,47
	CL2	31,00	31,40
SDSP-04	CR1	4,00	4,50
	CR2	10,00	10,50
	CR3	17,50	18,00
	CL1	21,33	21,55
	CL2	24,30	24,50

Figura 3-4- Scheda sintetica dei campioni prelevati

3.3 Installazione piezometri a tubo aperto

Al termine delle attività di perforazione, in tutti i fori di sondaggio sono stati installati piezometri a t.a. il cui schema d'installazione è riportato nei log stratigrafici in allegato 1.

La tubazione installata è costituita da tubi ciechi e filtranti in PVC del diametro di 3" con estremità filettate.

Prima della posa in opera sono stati eseguiti i seguenti controlli:

- assenza di lesioni
- assenza di anomalie nei filetti di giunzione per non compromettere il buon accoppiamento dei tubi.

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
REPORT INDAGINI GEOGNOSTICHE E PROVE IN SITU	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>E21D</td> <td>05 D 69</td> <td>SG</td> <td>GE1500 001</td> <td>A</td> <td>13 di 19</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	05 D 69	SG	GE1500 001	A	13 di 19
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	05 D 69	SG	GE1500 001	A	13 di 19								

A valle dei controlli descritti, sono state effettuate le seguenti operazioni per la posa in opera:

- verifica della quota di fondo foro con scandaglio;
- lavaggio della perforazione con acqua pulita e immessa dal fondo;
- inserimento del tubo finestrato e cieco (per la geometria di installazione fare riferimento ai logs stratigrafici);
- realizzazione dello strato filtrante in ghiaietto per lo spessore richiesto;
- formazione del tappo impermeabile costituito da compactonite in pellets;
- estrazione del rivestimento del foro senza ausilio della rotazione;
- posa in opera di pozzetto di protezione carrabile.

Al termine della campagna geognostica in oggetto sono state eseguite misure del livello di falda nei piezometri installati, i cui valori sono riportati nella seguente tabella:

ID sondaggio	m da t.t.
SDGA-01	9,41
SDGA-02	6,63
SDGA-03	4,55
SDNE-01	14,57
SDNE-02	14,33
SDNE-04	15,89
SDSP-01	2,42
SDSP-02	3,37
SDSP-03	2,48
SDSP-04	2,18
SDST-01	11,60
SDST-02	11,14
SDST-03	4,70

Figura 3-5- Livelli freaticometrici rilevati al termine della campagna d'indagine

Per la misura del livello di falda, è stata utilizzata una sonda freaticometrica costituita da un cavo graduato alla cui estremità è posizionato un puntale che emette un segnale acustico, a contatto con il pelo libero dell'acqua.

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
REPORT INDAGINI GEOGNOSTICHE E PROVE IN SITU	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>E21D</td> <td>05 D 69</td> <td>SG</td> <td>GE1500 001</td> <td>A</td> <td>14 di 19</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	05 D 69	SG	GE1500 001	A	14 di 19
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	05 D 69	SG	GE1500 001	A	14 di 19								

4. PROVE DI PERMEABILITÀ IN FORO – METODO LEFRANC

Durante le fasi di perforazione sono state eseguite n. 1 prove Lefranc a carico costante e n. 6 prove Lefranc a carico variabile al fine di determinare la permeabilità, nei tratti selezionati dei fori, dei terreni interessati dalla perforazione. I risultati di tali prove sono riportati in allegato 1.

Le prove Lefranc si eseguono in terreno, durante l'avanzamento di fori di sondaggio rivestiti; il rivestimento ha lo scopo di isolare il tratto di foro in prova.

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa della prova eseguita e dei valori di "k" ottenuto; per la visione di dettaglio si rimanda all'elaborato allegato (ALL.1):

Sigla sondaggio	Tratto di Prova (m)		Litologia	Coefficiente di permeabilità k (m/s)
	da	a		
SDGA-01	4.50	5.00	Ghiaia con sabbia debolmente limosa	3.2E-05
SDGA-03	7.50	8.00	Ghiaia con limo sabbioso	1.2E-06
SDST-01	10.00	10.50	Ghiaia con sabbia limosa	2.0E-06
SDST-02	10.00	10.50	Ghiaia con sabbia limosa	1.0E-06
SDSP-02	9.50	10.00	Ghiaia con sabbia limosa	3.8E-05
SDSP-03	10.00	10.50	Ghiaia con sabbia limosa	5.0E-05
SDSP-04	9.50	10.00	Ghiaia con sabbia limosa	1.9E-06

Figura 4-1– Scheda sintetica delle prove Lefranc

4.1 Operazioni preliminari e formazione della sezione di prova

Nel corso della perforazione si effettueranno misurazioni del livello dell'acqua, se presente, tali da determinare con precisione il livello statico della falda.

La sezione di prova va predisposta alla profondità desiderata, con dimensioni tali da avere flussi di acqua dal foro al terreno misurabili dagli strumenti a disposizione.

Per la preparazione del tratto di prova si è proceduto come segue:

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)					
REPORT INDAGINI GEOGNOSTICHE E PROVE IN SITU	COMMESSA E21D	LOTTO 05 D 69	CODIFICA SG	DOCUMENTO GE1500 001	REV. A	FOGLIO 15 di 19

- perforazioni con carotiere fino alla quota di prova;
- rivestimento del foro fino alla quota raggiunta dalla perforazione, senza uso di fluido di circolazione almeno negli ultimi 100 cm di infissione;
- inserimento nella colonna di rivestimento di ghiaia lavata fino a creare uno spessore di 60 cm dal fondo foro;
- sollevamento della batteria di rivestimento di 50 cm, con solo tiro della sonda o comunque senza fluido di circolazione.

Nel caso di prove Lefranc al di sopra del livello della falda, prima di iniziare le misurazioni si immetterà acqua nel foro, per saturare il terreno, fino alla stabilizzazione del flusso. Naturalmente in questo caso non sarà possibile effettuare prove in risalita o in emungimento.

4.2 Prove a carico costante

La prova si effettua innalzando o abbassando il livello dell'acqua nel foro rispetto al livello statico della falda e misurando le portate immesse o emunte, mantenendo costante il livello dinamico.

Si opererà come segue:

- si misura il livello indisturbato della falda, se presente;
- si mette nel foro la tubazione di immissione dell'acqua o la pompa per l'emungimento;
- si collega il dispositivo per la regolazione e la misurazione del flusso di acqua;
- si immette acqua limpida nel foro, oppure la si emunge con la pompa sommersa, fino a raggiungere il livello dinamico dell'acqua desiderato;
- si attende che il flusso si stabilizzi e quindi si effettuano, ad intervalli stabiliti, le letture di portata al contatore, per un tempo di 60 minuti (tali tempi possono essere variati a seconda delle esigenze e delle richieste);
- Si interrompe l'immissione o l'emungimento e si attende il ripristino del livello statico della falda.

4.3 Prove a carico variabile

La prova si effettua variando il livello statico dell'acqua nel foro e misurando i valori di tale livello nel tempo, possibilmente fino al ritorno della condizione di equilibrio. Si può effettuare:

- in abbassamento, misurando gli abbassamenti del livello dell'acqua nel foro dopo averlo innalzato grazie ad immissione di acqua
- in risalita, misurando gli innalzamenti del livello dell'acqua nel foro dopo averlo ribassato con pompa sommersa.

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
REPORT INDAGINI GEOGNOSTICHE E PROVE IN SITU	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>E21D</td> <td>05 D 69</td> <td>SG</td> <td>GE1500 001</td> <td>A</td> <td>16 di 19</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	05 D 69	SG	GE1500 001	A	16 di 19
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	05 D 69	SG	GE1500 001	A	16 di 19								

Si opererà come segue:

- si misura il livello indisturbato della falda, se presente;
- si mette nel foro la tubazione di immissione dell'acqua o la pompa per l'emungimento;
- si collega il dispositivo per la regolazione e la misurazione del flusso di acqua;
- si immette acqua limpida nel foro, oppure la si emunge con la pompa sommersa, fino a raggiungere il livello dinamico dell'acqua desiderato;
- si interrompe dopo alcuni minuti l'alimentazione o l'emungimento;

si misurano i livelli di abbassamento o risalita per 60 minuti o fino al raggiungimento delle condizioni di equilibrio (livello statico).

5. PROVE PRESSIOMETRICHE

Sono state eseguite n° 8 prove pressiometriche, per la cui realizzazione ed è stata utilizzata un sonda tricellulare del tipo Ménard-Apageo (cfr. Figura 5-2– Pressiometro Menard) dotata delle seguenti caratteristiche:

	SONDA	CELLA DI GUARDIA	CELLA CENTRALE
LUNGHEZZA (mm)	600	120 (+/- 20)	210 (/+/- 10)
DIAMETRO ESTERNO (mm)	30	58 (+/- 2)	58 (+/- 2)

Figura 5-1– Scheda sintetica caratteristiche tecniche attrezzatura di prova

Le prove sono state eseguite secondo le specifiche di Ménard del 1965 e, per quanto non compreso, secondo le seguenti normative e raccomandazioni:

- Norme ASTM D.4719-87 Standard Test Methods for Pressuremeter Testing in Soils (1994)
- Le Pressiomètre Ménard. Notice general D.60 (edition 07/77)-Cétre d'Etudes
- Géotechniques Louis Ménard.
- Méthode d'essai LPC n.15-10 (1988). Essai pressiométrique normal. Norme Française NF 94-110 "Essai pressiométrique Ménard".

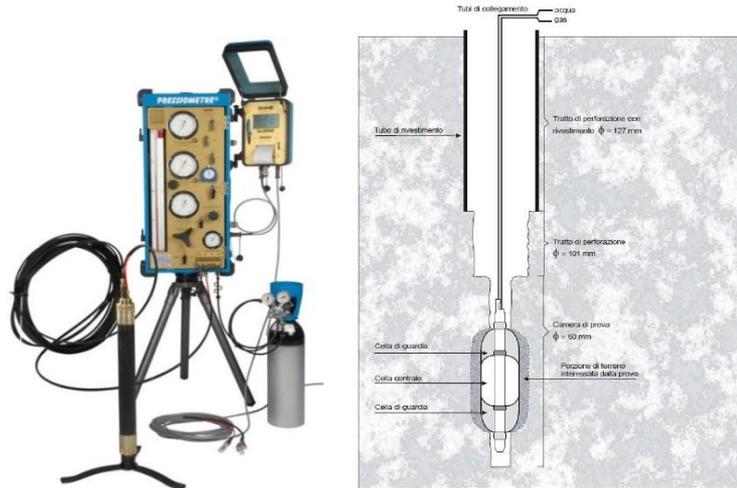


Figura 5-2– Pressiometro Menard

La prova pressiométrica MPM consiste nella misurazione delle dilatazioni indotte in una cella facente parte di una sonda tricellulare, calata in foro di sondaggio appositamente realizzato con un carotiere da 62mm.

La sonda pressiométrica si compone di una sonda cilindrica ad espansione idraulica costituita da una cella centrale o cella di misurazione ed a due celle di guardia laterali; le misurazioni vengono effettuate sulla cella centrale che, posta in pressione dalla massa d'acqua iniettata all'interno, si espande radialmente. Le celle di guardia, dilatate dal gas, mantengono costante la geometria del sistema, impedendo che la cella centrale abbia deformazioni diverse da quelle radiali.

La prova viene eseguita imponendo incrementi di carico mantenuti costanti per 60" e con letture intermedie a 30", misurando le dilatazioni della cella centrale e, quindi, le corrispondenti deformazioni volumetriche del terreno.

Le pressioni vengono lette in superficie da manometri di precisione dotati di scale differenziate, mentre le deformazioni vengono rilevate da un sistema volumetrico. Le pressioni lette al manometro vengono depurate della pressione d'inerzia della sonda.

La taratura di pressione della sonda è effettuata prima delle prove, facendo espandere liberamente la cella pressiométrica e registrando i volumi di equilibrio a 60" per ogni incremento di pressione, fino alla capacità massima tollerata della guaina. Viene eseguita anche una taratura dell'insieme sonda- cavi- centralina sulle variazioni di volume (taratura di volume); le dilatazioni misurate, anche se di entità trascurabile, sono dovute all'elasticità dei tubi e dalla compressibilità del fluido.

La membrana viene dilatata all'interno di un tubo metallico indeformabile aumentando la pressione fino al valore massimo di prova. Essendo le pressioni di circuito lette in superficie in

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
REPORT INDAGINI GEOGNOSTICHE E PROVE IN SITU	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>05 D 69</td> <td>SG</td> <td>GE1500 001</td> <td>A</td> <td>18 di 19</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	05 D 69	SG	GE1500 001	A	18 di 19
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	05 D 69	SG	GE1500 001	A	18 di 19								

corrispondenza del manometro, ad un'altezza di circa 0.75 m dal p.c., le pressioni al livello della cella differiscono da quelle misurate di una quantità pari all'altezza della colonna d'acqua nei tubi. Alla pressione letta è stata così sommata la pressione dovuta alla colonna d'acqua (correzione idrostatica).

I dati registrati durante la prova sono:

- Pressione letta al manometro;
- Volume iniettato a 30"
- Volume iniettato a 60"

Da questi volumi si risale alla variazione del volume fra la lettura a 30" e la lettura a 60" (V60-V30), a pressione costante (volume di fluage) e la variazione di volume fra le letture a 60" di due gradini di pressione successivi. Queste due variazioni di volume permettono di controllare lo sviluppo della prova e stimare la pressione di fine prova.

Il grafico pressione-volume è messo in parallelo con il grafico del volume di fluage.

La forma della curva di fluage, infatti, è indicativa per l'individuazione sia della pressione di ricompressione P_0 (e quindi del volume V_0) di inizio del tratto pseudo-elastico della curva (lineare) sia della pressione finale del tratto rettilineo P_f (e quindi del volume V_f).

Individuato il tratto rettilineo della curva, si può stimare il modulo pressiometrico normalizzato di Ménard " E_p ", attraverso la relazione:

$$E_p = 2 \cdot (1 + \nu) \cdot V_m \cdot \Delta P / \Delta V$$

Dove:

V_m = volume medio della cella nel tratto pseudo-elastico;

ΔP = variazione di pressione nel tratto pseudo-elastico;

ΔV = variazione di volume nel tratto pseudo-elastico.

Il volume medio della cella può essere stimato dalla relazione:

$$V_m = V_i + (V_f + V_0) / 2$$

Dove:

V_i = volume iniziale teorico della cella (535 cm nel caso del pressimetro utilizzato).

La pressione limite che corrisponde convenzionalmente alla pressione a cui si raggiunge il volume $V_l = V_i + 2V_0$, non è praticamente raggiungibile in fase di prova poiché comporterebbe una rottura totale del terreno con conseguente espansione infinita della sonda. Essa può essere però stimata a partire dal grafico bi logaritmico pressione-variazione relativa di volume ($\Delta v/v$), sul quale in prossimità della pressione limite la curva assume un andamento rettilineo e tende al valore $\Delta v/v = 1$ in corrispondenza della pressione limite P_l ; tale procedura sembra essere la più conservativa.

Per ricavare il valore della " C_u ", in accordo con gli studi più accreditati, si sono utilizzate le seguenti relazioni (Amare Jezequel 1972):

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
REPORT INDAGINI GEOGNOSTICHE E PROVE IN SITU	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>E21D</td> <td>05 D 69</td> <td>SG</td> <td>GE1500 001</td> <td>A</td> <td>19 di 19</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	05 D 69	SG	GE1500 001	A	19 di 19
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	05 D 69	SG	GE1500 001	A	19 di 19								

$C_u = P' / 5,5$ per $PI < 0,3 \text{ MPa}$

$C_u = P' / 10 + 0,025$ per $PI > 0,3 \text{ MPa}$

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa delle prove eseguite e delle profondità di prova, mentre per la visione di dettaglio dei risultati si rimanda agli elaborati allegati (ALL.1) :

Num.	Sondaggio	da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	Sigla prova
1	SDGA-01	6,5	7,5	MPM1
2	SDGA-03	8,0	9,0	MPM1
3	SDNE-02	10,0	11,0	MPM1
4	SDSP-02	12,5	13,5	MPM1
5	SDSP-03	12,0	13,0	MPM1
6	SDSP-04	10,5	11,5	MPM1
7	SDST-01	11,5	12,5	MPM1
8	SDST-02	11,0	12,0	MPM1

Figura 5-3- Tabella riepilogativa prove pressiometriche

ALLEGATO 1D

DEPOSITO STAGLIENO

UBICAZIONE SONDAGGI
SONDAGGIO SDST-01
SONDAGGIO SDST-02
SONDAGGIO SDST-03

TECNO IN S.p.A.

Sede Legale: 20097 San Donato Milanese (MI) – Via Marcora,52 – Tel. 02.496.80.501/Fax 02.496.80.502

Sede Amministrativa e Laboratori: 80142 Napoli – Il Trav. Strettola S. Anna alle Paludi, 11 - Tel. 081.563.45.20/Fax 081 563.39.70

Sedi Secondarie: Messina, L'Aquila e Crotone

Email: tecnoin@tecnoin.it

Sito: www.tecnoin.it



SONDAGGIO SDST-01

- **Log stratigrafico**
- **Prova pressiometrica**
- **Prova di permeabilità**
- **Documentazione fotografica**

TECNO IN S.p.A.

Sede Legale: 20097 San Donato Milanese (MI) – Via Marcora,52 – Tel. 02.496.80.501/Fax 02.496.80.502

Sede Amministrativa e Laboratori: 80142 Napoli – Il Trav. Strettola S. Anna alle Paludi, 11 - Tel. 081.563.45.20/Fax 081 563.39.70

Sedi Secondarie: Messina, L'Aquila e Crotone

Email: tecnoin@tecnoin.it

Sito: www.tecnoin.it

Committente: RTP - Capogruppo ITALFERR S.p.A.

Progetto: Realizzazione del Sistema Assi di Forza per il trasporto pubblico locale di Genova
 Indagini geognostiche, geofisiche e ambientali

Località: Ingresso lato sud Deposito Staglieno

ID sondaggio: SDST-01

Sistema di coordinate UTM-WGS84
 Coord. EST: 495762.443
 Coord. NORTH: 4918862.145
 Quota p.c.: 21.173 m s.l.m.
 Profondità: 38,85 m

Metodo di perforazione: carotaggio continuo
 Diam. min. (mm): 101
 Diam. max (mm): 127
 Sonda: MAF 550

Data esecuzione: 06-18/07/2021
 Sondatore: Abbes Rached
 Redattore: G. Villani-G. Panvini
 Installazione: Piezometro a t.a. PVC 3"



Tecno In S.p.A.
 80134 Napoli
 20097 San Donato Milanese (MI)
 Prove in sito conc. Min. LL.PP. N° 53363 del 06.05.05

Scala (m)	Profondità (m p.c.)	Litologia	Descrizione litologica	Spessore (m)	Carotiere	Rivestimento	Pocket (Kg/cmq)	RQD	SPT (N1,N2,N3)	Campioni geotecnici	Pressiometriche (P) Diaconometriche(D)	Prove di Permeabilità	Piezometro tubo aperto 3"	Livello di falda (m)
30	30,00		Calcare marnoso grigio con vene e noduli di calcite di colore bianco, intensamente fratturato e degradato.	1,35				12						
31	31,35		Calcare marnoso grigio con vene e noduli di calcite di colore bianco, fratturato. Giunti con patine di ossidazione.	1,05				37						
32	32,40							100						
33								93		33,00 CL1				
34								95		33,34				
35			Calcare marnoso grigio con vene e noduli di calcite di colore bianco, da poco a mediamente fratturato. Giunti disposti prevalentemente a 25° e 60° rispetto al piano orizzontale, a 34,4-35,0 m frattura sub-verticale, con patine di ossidazione.	6,45		doppio T6		91		36,00 CL2				35,0
36								93		36,67				
37														
38	38,85													38,5

Legenda Piezometro

	miscela ternaria		ghiaietto		tubo fessurato
	compactonite		tubo cieco		fondello

Legenda Campioni

CI=	campione indisturbato
CR=	campione rimaneggiato
CL=	campione litoide

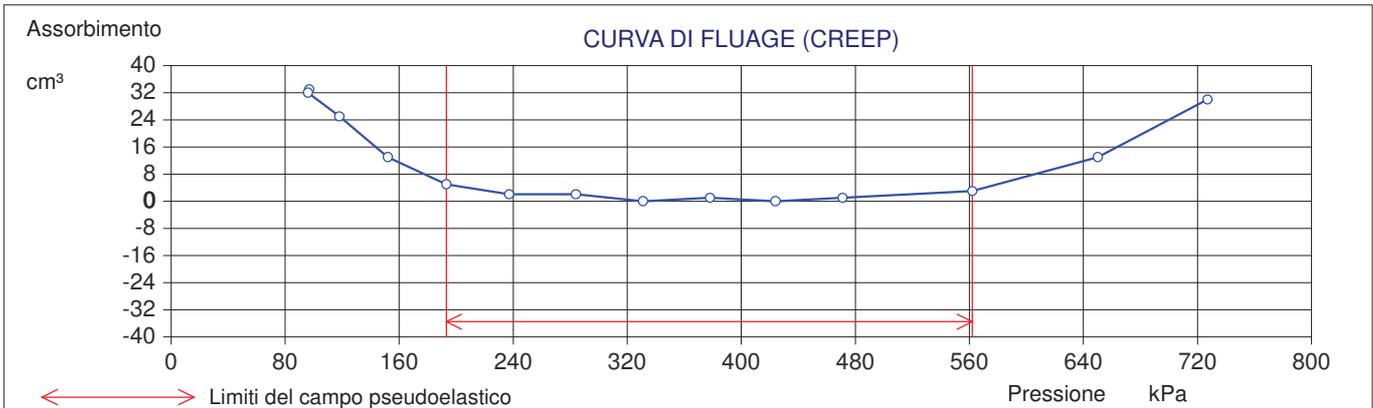
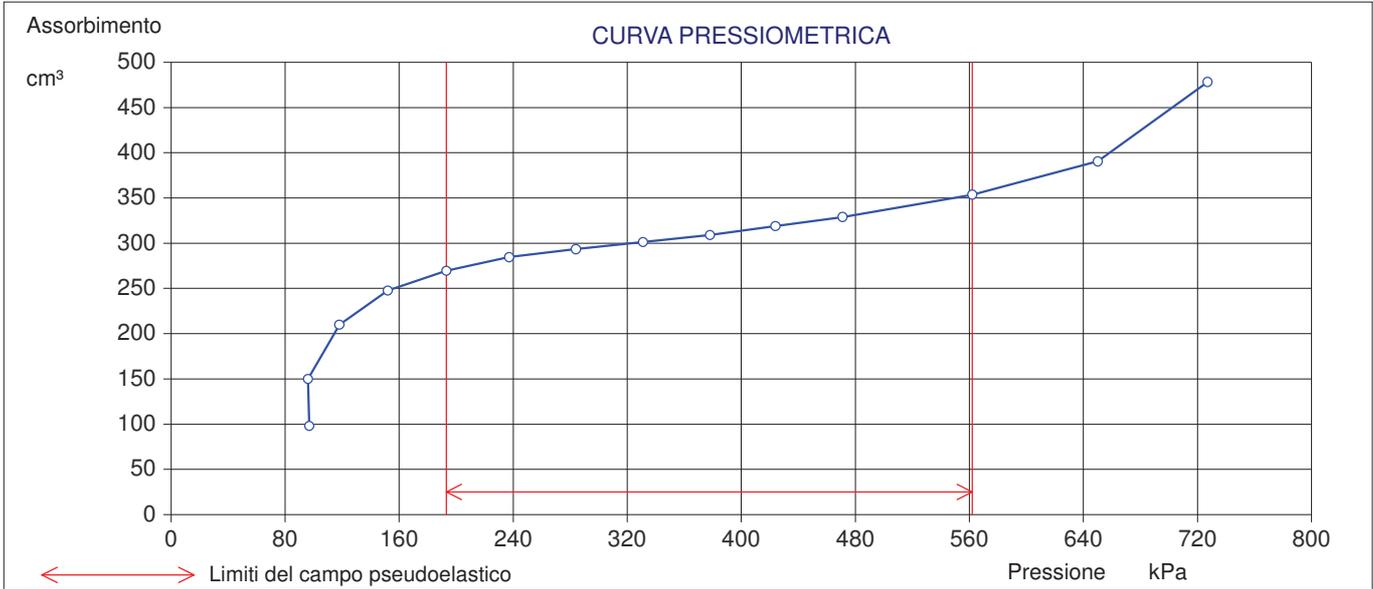
Committente: RTP - Capogruppo Italferr SpA	
Riferimento: Filovia di Genova - Ingresso lato sud.	Prova: MPM1
Località: Genova	Data: 07/07/2021
Sondaggio: SDST01	Orario prova:

Profondità di prova (centro della cella) (m)	12,00	Profondità della falda (m)	-
Altezza del serbatoio dal p. c. (m)	0,60	Pressione idrostatica (prof. di prova) (kPa)	126
Litologia: Ciottoli e ghiaia con sabbia limosa			

Tabella riepilogativa

Gradino di pressione	Pressione misurata (kPa)	Taratura sonda (Pt) (kPa)	Correzione idrostatica (kPa)	Pressione corretta (kPa)	Volume a 30" (cm³)	Volume a 60" (cm³)	Fluage V60-V30 (cm³)	dV a 60" V-(V-1) (cm³)	Taratura sonda (Vt) (cm³)	Volume corretto (cm³)	Variazione di volume (%)
1	25	54	151	97	65,0	98,0	33,0	98,0	0,0	98,0	13,4
2	50	80	176	96	118,0	150,0	32,0	52,0	0,0	150,0	18,0
3	100	108	226	118	185,0	210,0	25,0	60,0	0,1	209,9	22,0
4	150	124	276	152	235,0	248,0	13,0	38,0	0,3	247,7	24,0
5	200	133	326	193	265,0	270,0	5,0	22,0	0,4	269,6	25,1
6	250	139	376	237	283,0	285,0	2,0	15,0	0,5	284,5	25,8
7	300	142	426	284	292,0	294,0	2,0	9,0	0,6	293,4	26,2
8	350	145	476	331	302,0	302,0	0,0	8,0	0,7	301,3	26,5
9	400	148	526	378	309,0	310,0	1,0	8,0	0,8	309,2	26,8
10	450	152	576	424	320,0	320,0	0,0	10,0	1,0	319,0	27,2
11	500	155	626	471	329,0	330,0	1,0	10,0	1,1	328,9	27,6
12	600	164	726	562	352,0	355,0	3,0	25,0	1,3	353,7	28,5
13	700	176	826	650	379,0	392,0	13,0	37,0	1,6	390,4	29,7
14	800	199	926	727	450,0	480,0	30,0	88,0	1,8	478,2	32,1

Committente: RTP - Capogruppo Italferr SpA	
Riferimento: Filovia di Genova - Ingresso lato sud.	Prova: MPM1
Località: Genova	Data: 07/07/2021
Sondaggio: SDST01	Orario prova:



LIMITI DEL CAMPO PSEUDOELASTICO	
Pressione di ricompressione [Po] (kPa):	193
Volume di ricompressione [Vo] (cm³):	269,6
Pressione di scorrimento finale [Pf] (kPa):	562
Volume di scorrimento finale [Vf] (cm³):	353,7

CONDIZIONI IDRAULICHE	
La prova viene considerata in condizioni non drenate	

PARAMETRI DI CALCOLO		1° CICLO DI ISTERESI	
Volume limite [Vl] (cm³):	1074	Volume iniziale [Vi] (cm³):	-
Volume medio della cella [Vm] (cm³):	847	Volume finale [Vf] (cm³):	-
Parametro di controllo [Ep/P'l]:	17	Pressione iniziale [Pi] (kPa):	-
		Pressione finale [Pf] (kPa):	-
		Modulo pressiometrico [Ep] (kPa):	-

RISULTATI		2° CICLO DI ISTERESI	
Pressione limite [Pl] (kPa):	790	Volume iniziale [Vi] (cm³):	-
Pressione limite netta [P'l] (kPa):	597	Volume finale [Vf] (cm³):	-
Modulo pressiometrico [Ep] (kPa):	9891	Pressione iniziale [Pi] (kPa):	-
Modulo di Young [E] (kPa):	29973	Pressione finale [Pf] (kPa):	-
Coesione non drenata [Cu] (kPa):	60	Modulo pressiometrico [Ep] (kPa):	-

Il Responsabile di sito
Geol. Valentino Scazzosi

Il Direttore
Geol. Lucio Amato

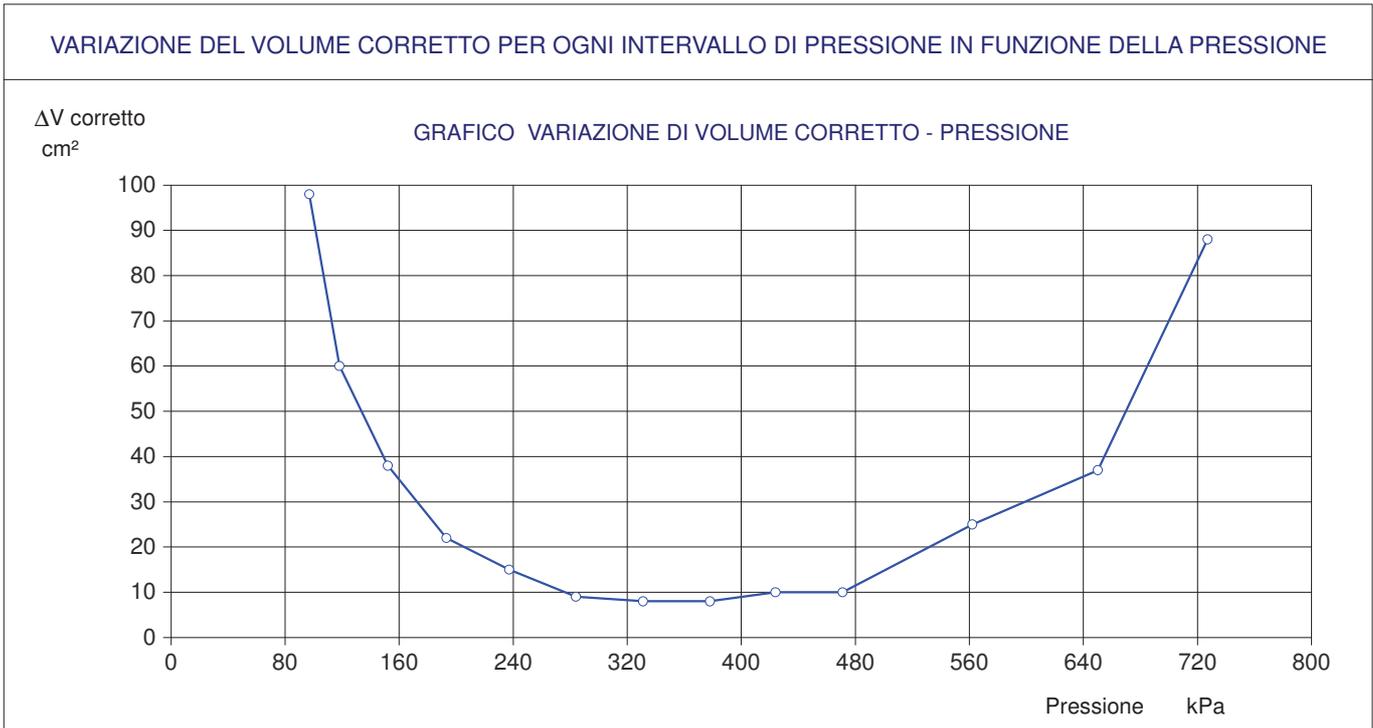
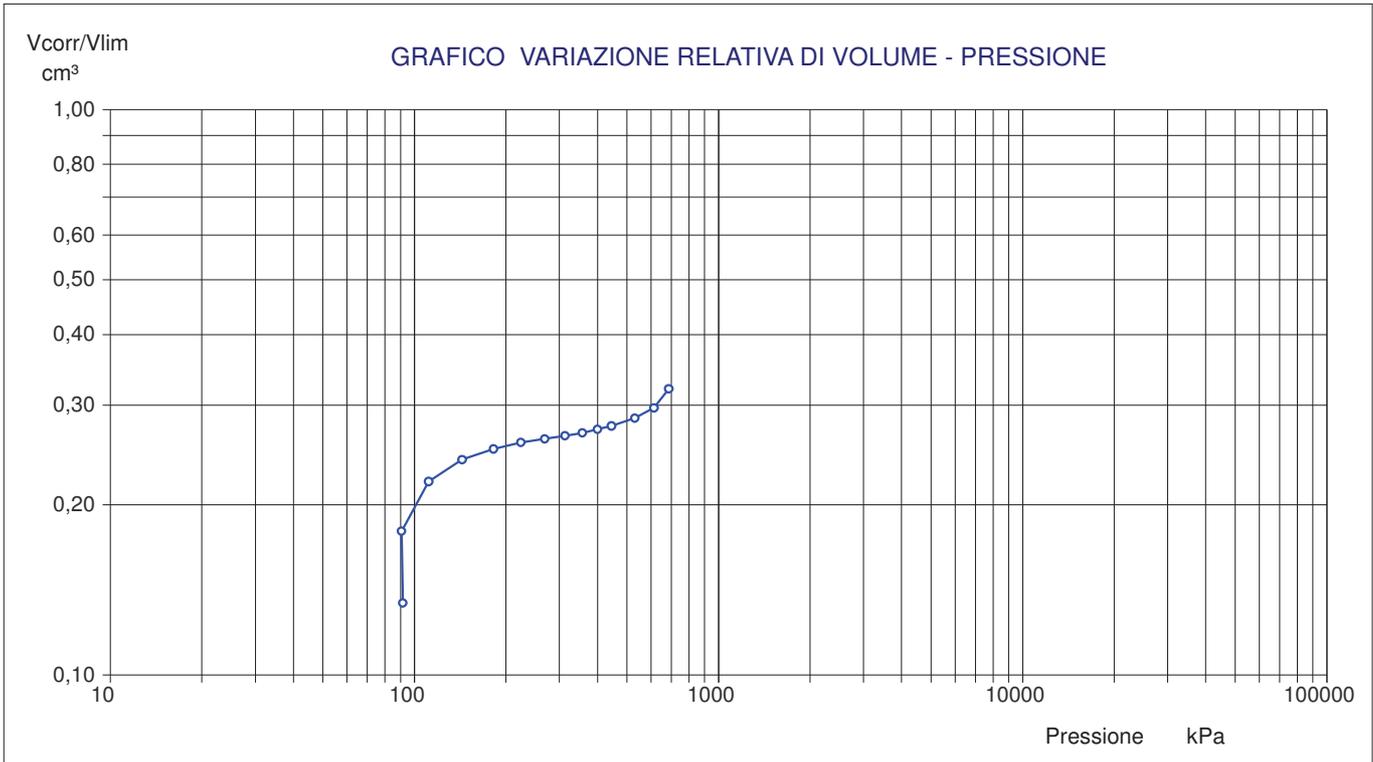
Committente: RTP - Capogruppo Italferr SpA	
Riferimento: Filovia di Genova - Ingresso lato sud.	Prova: MPM1
Località: Genova	Data: 07/07/2021
Sondaggio: SDST01	Orario prova:

Tabella riepilogativa dei dati elaborati

Pressione strumentale da a		Pressione corretta da a		Volume corretto da a		Volume medio	Modulo pressiomet.	Modulo di Young	ΔP	Pressione corretta	ΔV corretto
kPa	kPa	kPa	kPa	cm ³	cm ³	cm ³	kPa	kPa	kPa	kPa	cm ³
25	50	97	96	98,0	150,0	659,0	-34	-103	-1	97	98,0
50	100	96	118	150,0	209,9	714,9	699	2118	22	96	51,9
100	150	118	152	209,9	247,7	763,8	1824	5527	34	118	59,9
150	200	152	193	247,7	269,6	793,7	3956	11988	41	152	37,9
200	250	193	237	269,6	284,5	812,1	6387	19355	44	193	21,9
250	300	237	284	284,5	293,4	824,0	11598	35145	47	237	14,9
300	350	284	331	293,4	301,3	832,3	13203	40009	47	284	8,9
350	400	331	378	301,3	309,2	840,2	13328	40388	47	331	7,9
400	450	378	424	309,2	319,0	849,1	10514	31861	46	378	7,9
450	500	424	471	319,0	328,9	859,0	10868	32933	47	424	9,9
500	600	471	562	328,9	353,7	876,3	8566	25958	91	471	9,9
600	700	562	650	353,7	390,4	907,1	5776	17503	88	562	24,8
700	800	650	727	390,4	478,2	969,3	2262	6855	77	650	36,8
										727	87,8

Committente: RTP - Capogruppo Italferr SpA	
Riferimento: Filovia di Genova - Ingresso lato sud.	Prova: MPM1
Località: Genova	Data: 07/07/2021
Sondaggio: SDST01	Orario prova:

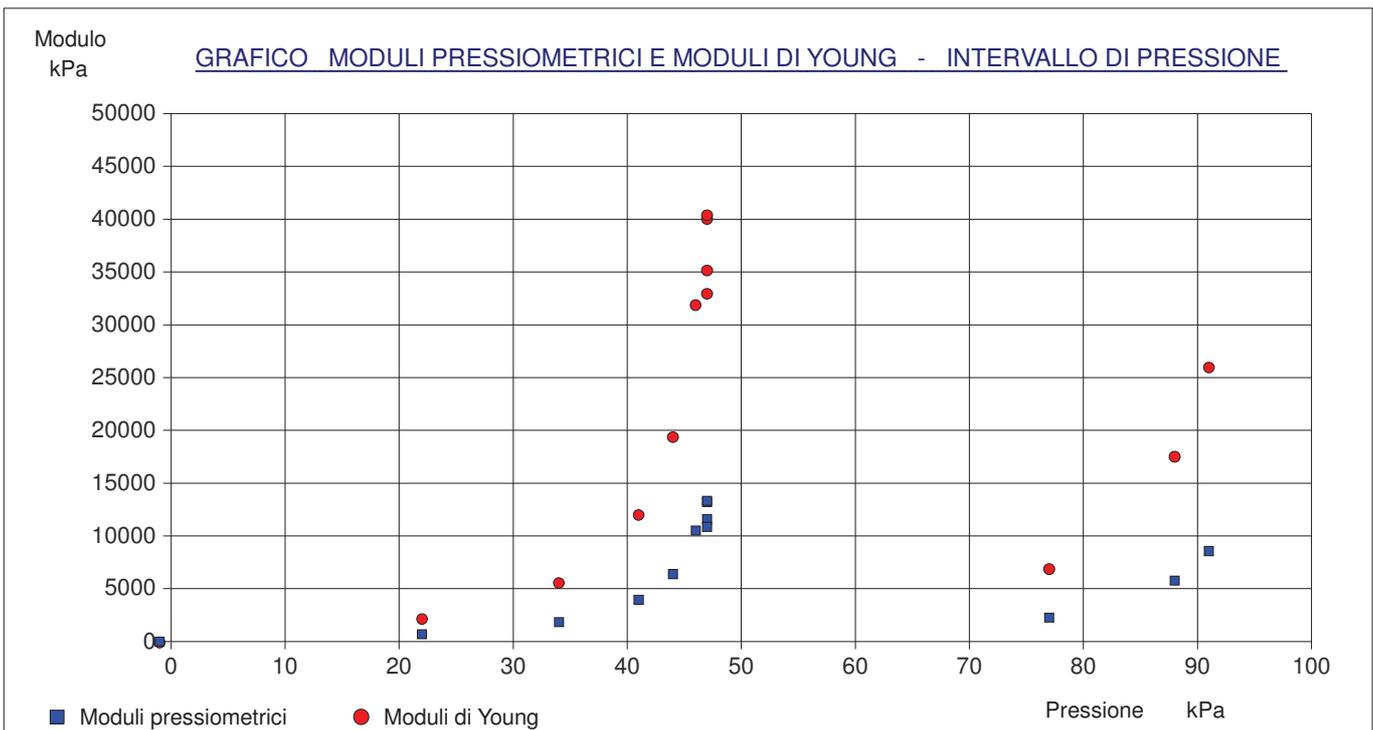
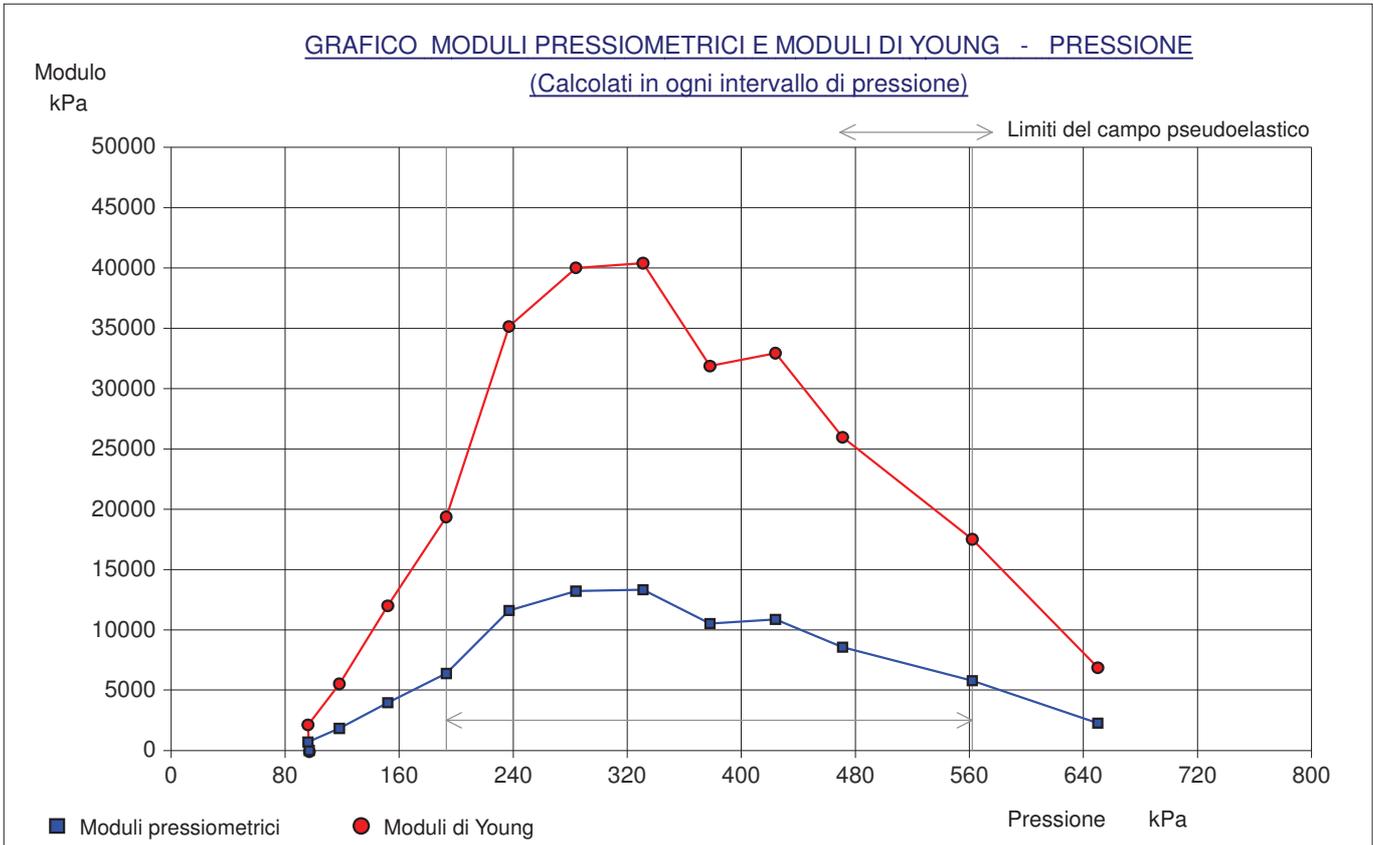
Pressione limite stimata (kPa): 790	Coefficiente di Poisson: 0,33	Coefficiente reologico: 0,33
-------------------------------------	-------------------------------	------------------------------



Il Responsabile di sito
Geol. Valentino Scazzosi

Il Direttore
Geol. Lucio Amato

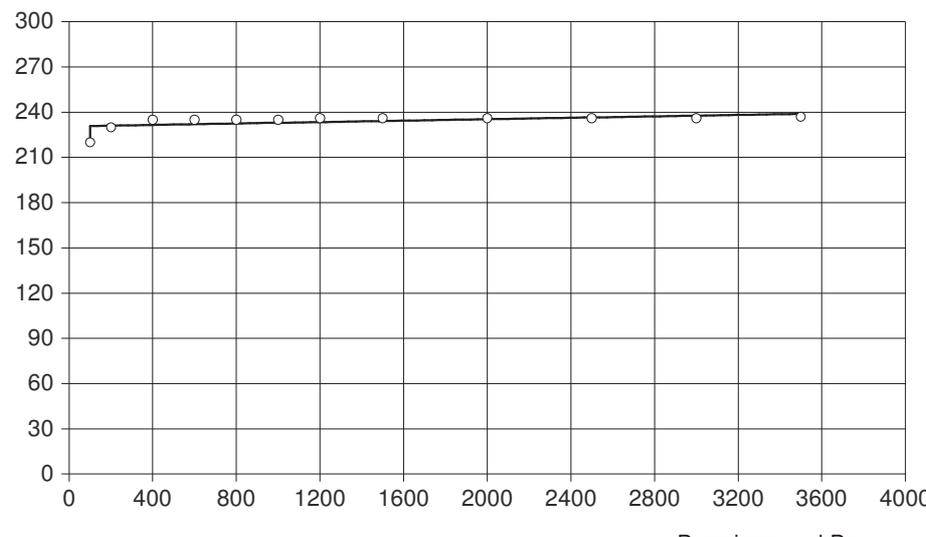
Committente: RTP - Capogruppo Italferr SpA	
Riferimento: Filovia di Genova - Ingresso lato sud.	Prova: MPM1
Località: Genova	Data: 07/07/2021
Sondaggio: SDST01	Orario prova:

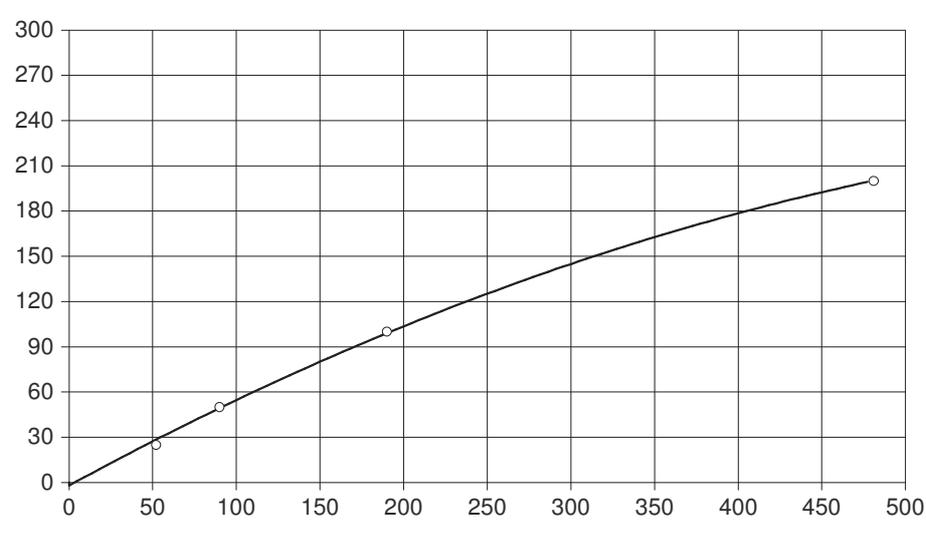


Il Responsabile di sito
Geol. Valentino Scazzosi

Il Direttore
Geol. Lucio Amato

Committente: RTP - Capogruppo Italferr SpA		Prova: MPM1	
Riferimento: Filovia di Genova - Ingresso lato sud.		Data: 07/07/2021	
Località: Genova		Orario prova:	
Sondaggio: SDST01			

TARATURA DEL SISTEMA				Pressione speriment. kPa	Volume speriment. cm ³	Correzione volume cm ³
Data di taratura:	07/07/2021	Diametro del tubo di taratura (mm):	65	100	220,0	-0,2
Lunghezza dei cavi (m):	30,00	Spessore del tubo di taratura (mm):	4	200	230,0	0,1
<p>Assorbimento cm³</p> <p style="text-align: center;">GRAFICO ASSORBIMENTO - PRESSIONE</p>  <p style="text-align: center;">Pressione kPa</p>				400	235,0	0,5
				600	235,0	1,0
				800	235,0	1,5
				1000	235,0	2,0
				1200	236,0	2,4
				1500	236,0	3,2
				2000	236,0	4,3
				2500	236,0	5,5
				3000	236,0	6,7
				3500	237,0	7,9

TARATURA DI PRESSIONE PER INERZIA DELLA SONDA				Pressione speriment. kPa	Volume speriment. cm ³	Correzione pressione kPa		
Data di taratura:	07/07/2021	Lunghezza cella (cm):	21,0	Volume cella (cm ³):	535	25	52,0	28
Tipo sonda:	BX	Tipo membrana:	RINFORZATA	Tipo guaina:	GOMMA	50	90,0	49
<p>Pressione kPa</p> <p style="text-align: center;">GRAFICO PRESSIONE - ASSORBIMENTO</p>  <p style="text-align: center;">Assorbimento cm³</p>				100	190,0	99		
				200	481,0	200		

Il Responsabile di sito
Geol. Valentino Scazzosi

Il Direttore
Geol. Lucio Amato

ELABORAZIONE
PROVA DI PERMEABILITA' - METODO LEFRANC - A CARICO VARIABILE

COMMITTENTE RTP - Capogruppo Italferr S.p.A
 Sigla Perforo **SDST01**
 Data esecuzione 07-lug-21

LOCALITA' Genova - Deposito AMT Staglieno
 Prova N° 1

Tratto in prova **10,00 10,50 m dal p.c.**

Materiale costituente il tratto in prova:
Ghiaia con sabbia limosa

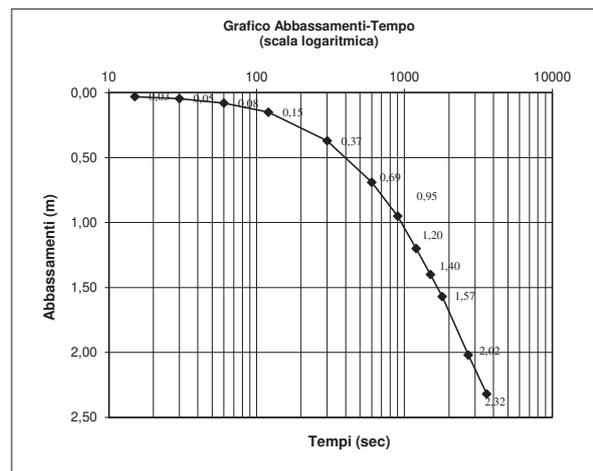
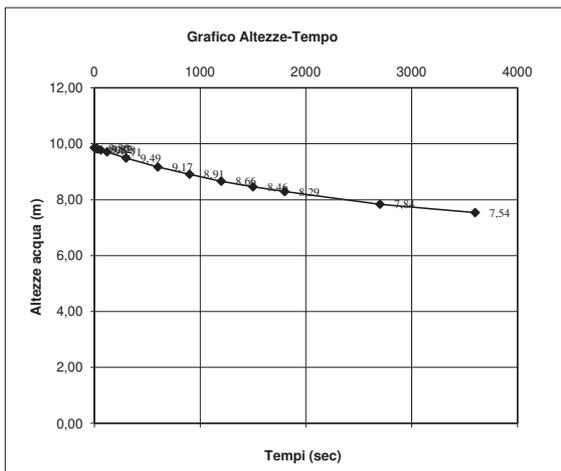
Profondità foro dal piano campagna (metri)	10,50
Livello statico falda dal p.c. (metri)	9,36
Profondità rivestimento dal p.c. (metri)	10,00
Sporgenza testa tubo di rivestimento dal p.c. (metri)	0,50
Diametro tubo di rivestimento interno (mm)	107
Altezza colonna d'acqua (metri)	11,00
Diametro tratto del foro in prova (mm)	127
Lunghezza tratto in prova (m)	0,50

Tempi (sec)	Tempo (min)	Altezze H ₂ O rispetto alla falda(m)	Abbas.(m)	K (m/sec)	intervallo considerato	
					t ₁	t ₂
0	0	9,86	0,00	5,1E-06	0	15
15	0,25	9,83	0,03	2,6E-06	15	30
30	0,5	9,82	0,05	3,0E-06	30	60
60	1	9,78	0,08	3,0E-06	60	120
120	2	9,71	0,15	3,2E-06	120	300
300	5	9,49	0,37	2,9E-06	300	600
600	10	9,17	0,69	2,4E-06	600	900
900	15	8,91	0,95	2,4E-06	900	1200
1200	20	8,66	1,20	2,0E-06	1200	1500
1500	25	8,46	1,40	1,7E-06	1500	1800
1800	30	8,29	1,57	1,6E-06	1800	2700
2700	45	7,84	2,02	1,1E-06	2700	3600
3600	60	7,54	2,32		3600	

Formula per il calcolo della permeabilità

$$k = \frac{A}{CI(t_2 - t_1)} \cdot \ln \frac{h_1}{h_2}$$

K=coefficiente di permeabilità (m/sec)
 A=area di base del foro (mq)
 h1-h2=altezza dell'acqua ai tempi t1 e t2 rispetto alla falda o al fondo foro
 t1-t2=tempi corrispondenti ad h1 e h2
 CI=coefficiente di forma
 valori suggeriti:
 per L>d= L
 per L<d=2*3.14*d*L
 L= lunghezza tratto di prova
 d=diametro tratto di prova



K(m/s)= 2,0E-06

Si prende in considerazione il tratto della curva tra i 600s e i 1800s

Committente: **RTP - Capogruppo ITALFERR S.p.A.**
Progetto : **FILOVIA DI GENOVA**
Località: **Ingresso lato sud Deposito Staglieno**
Reg.Com.: 135-21



TECNO IN S.p.A.
80134 Napoli
20097 San Donato Milanese (MI)

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

SDST-01



Postazione sulla verticale



Cassetta n° 1: da 0.00 m a 5.00 m

Committente: **RTP - Capogruppo ITALFERR S.p.A.**

Progetto : **FILOVIA DI GENOVA**

Località: **Ingresso lato sud Deposito Staglieno**

Reg.Com.: **135-21**



TECNO IN S.p.A.

80134 Napoli

20097 San Donato Milanese (MI)

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

SDST-01



Cassetta n° 2: da 5.00 m a 10.00 m



Cassetta n° 3: da 10.00 m a 15.00 m

Committente: **RTP - Capogruppo ITALFERR S.p.A.**

Progetto : **FILOVIA DI GENOVA**

Località: **Ingresso lato sud Deposito Staglieno**

Reg.Com.: **135-21**



TECNO IN S.p.A.

80134 Napoli

20097 San Donato Milanese (MI)

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

SDST-01



Cassetta n° 4: da 15.00 m a 20.00 m



Cassetta n° 5: da 20.00 m a 25.00 m

Committente: **RTP - Capogruppo ITALFERR S.p.A.**

Progetto : **FILOVIA DI GENOVA**

Località: *Ingresso lato sud Deposito Staglieno*

Reg.Com.: 135-21



TECNO IN S.p.A.

80134 Napoli

20097 San Donato Milanese (MI)

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

SDST-01



Cassetta n° 6: da 25.00 m a 30.00 m



Cassetta n° 7: da 30.00 m a 35.00 m

Committente: **RTP - Capogruppo ITALFERR S.p.A.**

Progetto : **FILOVIA DI GENOVA**

Località: *Ingresso lato sud Deposito Staglieno*

Reg.Com.: 135-21



TECNO IN S.p.A.

80134 Napoli

20097 San Donato Milanese (MI)

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

SDST-01



Cassetta n° 8: da 35.00 m a 38.85 m

SONDAGGIO SDST-02

- **Log stratigrafico**
- **Prova pressiometrica**
- **Prova di permeabilità**
- **Documentazione fotografica**

TECNO IN S.p.A.

Sede Legale: 20097 San Donato Milanese (MI) – Via Marcora,52 – Tel. 02.496.80.501/Fax 02.496.80.502

Sede Amministrativa e Laboratori: 80142 Napoli – Il Trav. Strettola S. Anna alle Paludi, 11 - Tel. 081.563.45.20/Fax 081 563.39.70

Sedi Secondarie: Messina, L'Aquila e Crotone

Email: tecnoin@tecnoin.it

Sito: www.tecnoin.it

Committente: RTP - Capogruppo ITALFERR S.p.A.

Progetto: Realizzazione del Sistema Assi di Forza per il trasporto pubblico locale di Genova
Indagini geognostiche, geofisiche e ambientali

Località: Ingresso nord-est Deposito Staglieno

ID sondaggio: SDST-02

Sistema di coordinate UTM-WGS84

Coord. EST: 495790.774

Coord. NORO: 4919074.125

Quota p.c.: 22.159 m s.l.m.

Profondità: 35 m

Metodo di perforazione: carotaggio continuo

Diam. min. (mm): 101

Diam. max (mm): 127

Sonda: GM600

Data esecuzione: 07-15/07/2021

Sondatore: A. Esposito

Redattore: V. Scazzosi

Installazione: Piezometro a t.a. PVC 3"



Tecno In S.p.A.

80134 Napoli

20097 San Donato Milanese (MI)

Prove in sito conc. Min. LL.PP. N° 53363 del 06.05.05

Scala (m)	Profondità (m p.c.)	Litologia	Descrizione litologica	Spessore (m)	Carotiere	Rivestimento	Pocket (Kg/cmq)	RQD	SPT (N1,N2,N3)	Campioni geotecnici	Pressiometriche (P) Diapometriche (D)	Prove di Permeabilità	Piezometro tubo aperto 3"	Livello di falda (m)
0	0,00													
1			Ghiaia eterometrica angolare, asciutta, colore grigio chiaro. Presenza di laterizi.	2,00					1,50					1,0
2	2,00								2-3-5 (A)					2,0
3			Ghiaia eterometrica sub-angolare e sub-arrotondata con sabbia limosa, colore nocciola, lievemente umida. Presenza di rari frammenti di materiale antropico.	2,00					1,95					3,0
4	4,00								3,00					
5	4,60		Ghiaia eterometrica sub-angolare con sabbia debolmente limosa, colore grigio chiaro, asciutta. Presenza di rari frammenti di materiale antropico.	0,60					3,45					
6			Ghiaia eterometrica sub-arrotondata debolmente ciottolosa (ømax 7 cm) e sabbia limosa debolmente argillosa, colore da grigio verdastro a nocciola.	2,40					6,00					
7	7,00								21-28-R 5 cm (A)					
8									6,35		8,00			
9									9,00		CR1			
10									9,19		8,50			
11												10,00		
12												LF01		
13												10,50		
14														
15			Ghiaia eterometrica sub-arrotondata, ciottolosa (ømax 7 cm) con sabbia limosa, colore nocciola, molto umida.	16,40					15,00					
16									15,36					
17											17,50			
18									18,00		CR2			
19									18,45		18,00			
20									21,00					
21									16-29-46 (A)					
22									21,45					
23														
24	23,40		Sabbia limosa e ghiaia media sub-arrotondata, colore da nocciola a grigio verdastro, umida.	0,60					24,00		23,50			
25	24,00								22-38-R 3 cm (A)		CR3			
26									24,33					
27			Ghiaia eterometrica sub-arrotondata, debolmente ciottolosa (ømax 7 cm) con sabbia limosa, colore nocciola, molto umida. Alla profondità di 28+29 m nella porzione finale materiale dilavato durante il carotaggio.	5,00					27,00					
28									15-33-39 (A)					
									27,45					

Legenda Piezometro			
	miscela ternaria		ghiaietto
	compactonite		tubo cieco
	tubo fessurato		fondello

Legenda Campioni	
CI	campione indisturbato
CR	campione rimaneggiato
CL	campione litoide

Committente: RTP - Capogruppo ITALFERR S.p.A.

Progetto: Realizzazione del Sistema Assi di Forza per il trasporto pubblico locale di Genova
Indagini geognostiche, geofisiche e ambientali

Località: Ingresso nord-est Deposito Staglieno

ID sondaggio: SDST-02

Sistema di coordinate UTM-WGS84

Coord. EST: 495790.774

Coord. NORTH: 4919074.125

Quota p.c.: 22.159 m s.l.m.

Profondità: 35 m

Metodo di perforazione: carotaggio continuo

Diam. min. (mm): 101

Diam. max (mm): 127

Sonda: GM600

Data esecuzione: 07-15/07/2021

Sondatore: A. Esposito

Redattore: V. Scazzosi

Installazione: Piezometro a t.a. PVC 3"



Tecno In S.p.A.
 80134 Napoli
 20097 San Donato Milanese (MI)
 Prove in sito conc. Min. LL.PP. N° 53363 del 06.05.05

Scala (m)	Profondità (m p.c.)	Litologia	Descrizione litologica	Spessore (m)	Carotiere	Rivestimento	Pocket (Kg/cmq)	RQD	SPT (N1,N2,N3)	Campioni geotecnici	Pressiometriche (P) Diaconometriche (D)	Prove di Permeabilità	Piezometro tubo aperto 3"	Livello di falda (m)
29	29,00		Calcare marnoso grigio alterato e disgregato in fase di perforazione.	1,25										
30	30,25		Calcare marnoso grigio, con vene e noduli di calcite di colore bianco, moderatamente fratturato. Giunti disposti prevalentemente a 45° con debole patina di ossidazione.	1,75				100		CL1				
31	31,00							100						
32	32,00							53						
33	33,00		Calcare marnoso grigio con vene e noduli di calcite di colore bianco, molto fratturato e tettonizzato, a tratti brecciato. Giunti disposti prevalentemente a 45° con patine di alterazione ocra e riempimento di limo argilloso grigio.	3,00		doppio T6		64						
34	34,00							81		CL2				
35	35,00							47						35,0

	miscela ternaria		ghiaietto		tubo fessurato
	compactonite		tubo cieco		fondello

CI=	campione indisturbato
CR=	campione rimaneggiato
CL=	campione litoide

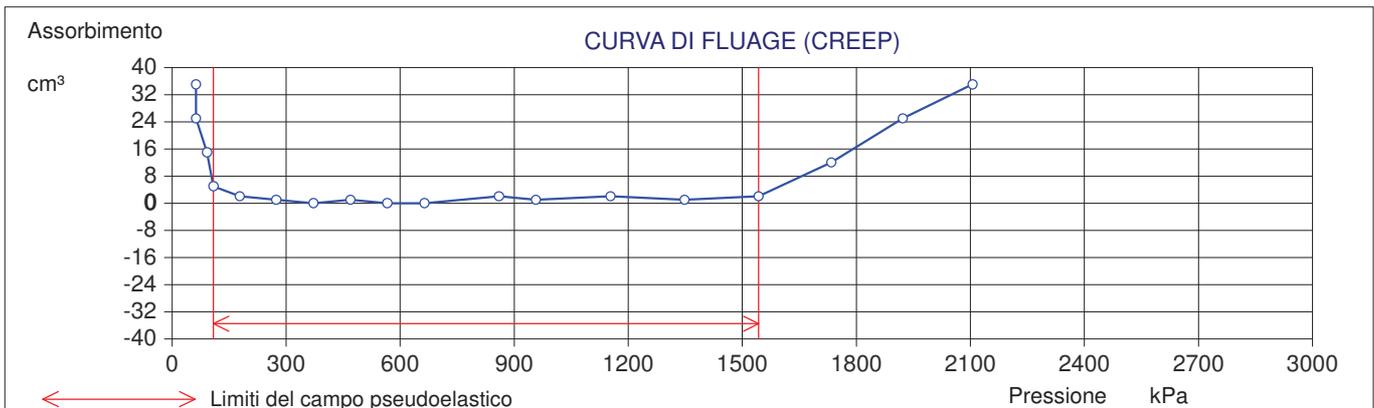
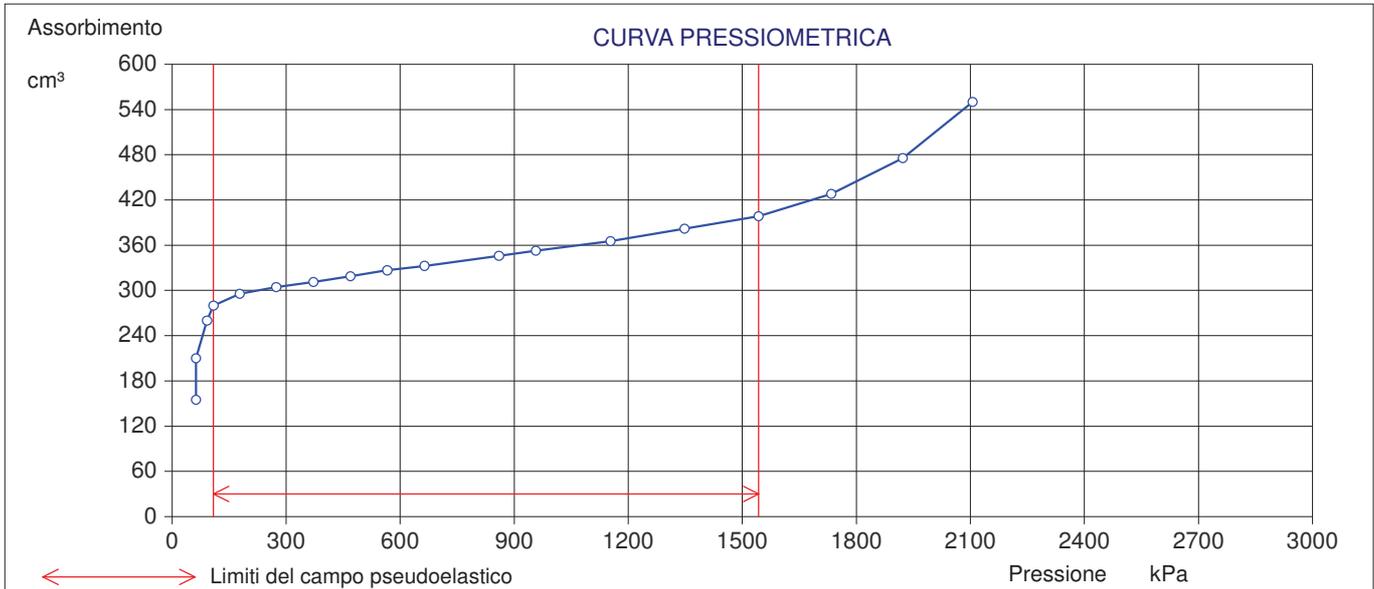
Committente: RTP - Capogruppo Italferr SpA	
Riferimento: Filovia di Genova - Ingresso nord-est.	Prova: MPM1
Località: Genova	Data: 12/07/2021
Sondaggio: SDST02	Orario prova:

Profondità di prova (centro della cella) (m)	11,50	Profondità della falda (m)	-
Altezza del serbatoio dal p. c. (m)	0,60	Pressione idrostatica (prof. di prova) (kPa)	121
Litologia: Ghiaia eterometrica con sabbia limosa			

Tabella riepilogativa

Gradino di pressione	Pressione misurata (kPa)	Taratura sonda (Pt) (kPa)	Correzione idrostatica (kPa)	Pressione corretta (kPa)	Volume a 30" (cm³)	Volume a 60" (cm³)	Fluage V60-V30 (cm³)	dV a 60" V-(V-1) (cm³)	Taratura sonda (Vt) (cm³)	Volume corretto (cm³)	Variazione di volume (%)
1	25	83	146	63	120,0	155,0	35,0	155,0	-0,1	155,1	18,3
2	50	108	171	63	185,0	210,0	25,0	55,0	0,0	210,0	22,0
3	100	129	221	92	245,0	260,0	15,0	50,0	0,1	259,9	24,6
4	125	137	246	109	275,0	280,0	5,0	20,0	0,2	279,8	25,6
5	200	143	321	178	294,0	296,0	2,0	16,0	0,4	295,6	26,2
6	300	147	421	274	304,0	305,0	1,0	9,0	0,6	304,4	26,6
7	400	149	521	372	312,0	312,0	0,0	7,0	0,8	311,2	26,9
8	500	152	621	469	319,0	320,0	1,0	8,0	1,1	318,9	27,2
9	600	155	721	566	328,0	328,0	0,0	8,0	1,3	326,7	27,5
10	700	157	821	664	334,0	334,0	0,0	6,0	1,5	332,5	27,7
11	900	161	1021	860	346,0	348,0	2,0	14,0	2,0	346,0	28,2
12	1000	164	1121	957	354,0	355,0	1,0	7,0	2,3	352,7	28,4
13	1200	168	1321	1153	366,0	368,0	2,0	13,0	2,7	365,3	28,9
14	1400	173	1521	1348	384,0	385,0	1,0	17,0	3,2	381,8	29,4
15	1600	178	1721	1543	400,0	402,0	2,0	17,0	3,7	398,3	29,9
16	1800	187	1921	1734	420,0	432,0	12,0	30,0	4,2	427,8	30,8
17	2000	199	2121	1922	455,0	480,0	25,0	48,0	4,6	475,4	32,0
18	2200	215	2321	2106	520,0	555,0	35,0	75,0	5,1	549,9	33,6

Committente: RTP - Capogruppo Italferr SpA	
Riferimento: Filovia di Genova - Ingresso nord-est.	Prova: MPM1
Località: Genova	Data: 12/07/2021
Sondaggio: SDST02	Orario prova:



--	--

LIMITI DEL CAMPO PSEUDOELASTICO	
Pressione di ricompressione [Po] (kPa):	109
Volume di ricompressione [Vo] (cm³):	279,8
Pressione di scorrimento finale [Pf] (kPa):	1543
Volume di scorrimento finale [Vf] (cm³):	398,3

CONDIZIONI IDRAULICHE
La prova viene considerata in condizioni non drenate

PARAMETRI DI CALCOLO	
Volume limite [Vl] (cm³):	1095
Volume medio della cella [Vm] (cm³):	874
Parametro di controllo [Ep/P'l]:	13

1° CICLO DI ISTERESI	
Volume iniziale [Vi] (cm³):	-
Volume finale [Vf] (cm³):	-
Pressione iniziale [Pi] (kPa):	-
Pressione finale [Pf] (kPa):	-
Modulo pressiometrico [Ep] (kPa):	-

RISULTATI	
Pressione limite [Pl] (kPa):	2200
Pressione limite netta [P'l] (kPa):	2091
Modulo pressiometrico [Ep] (kPa):	28133
Modulo di Young [E] (kPa):	85252
Coesione non drenata [Cu] (kPa):	209

2° CICLO DI ISTERESI	
Volume iniziale [Vi] (cm³):	-
Volume finale [Vf] (cm³):	-
Pressione iniziale [Pi] (kPa):	-
Pressione finale [Pf] (kPa):	-
Modulo pressiometrico [Ep] (kPa):	-

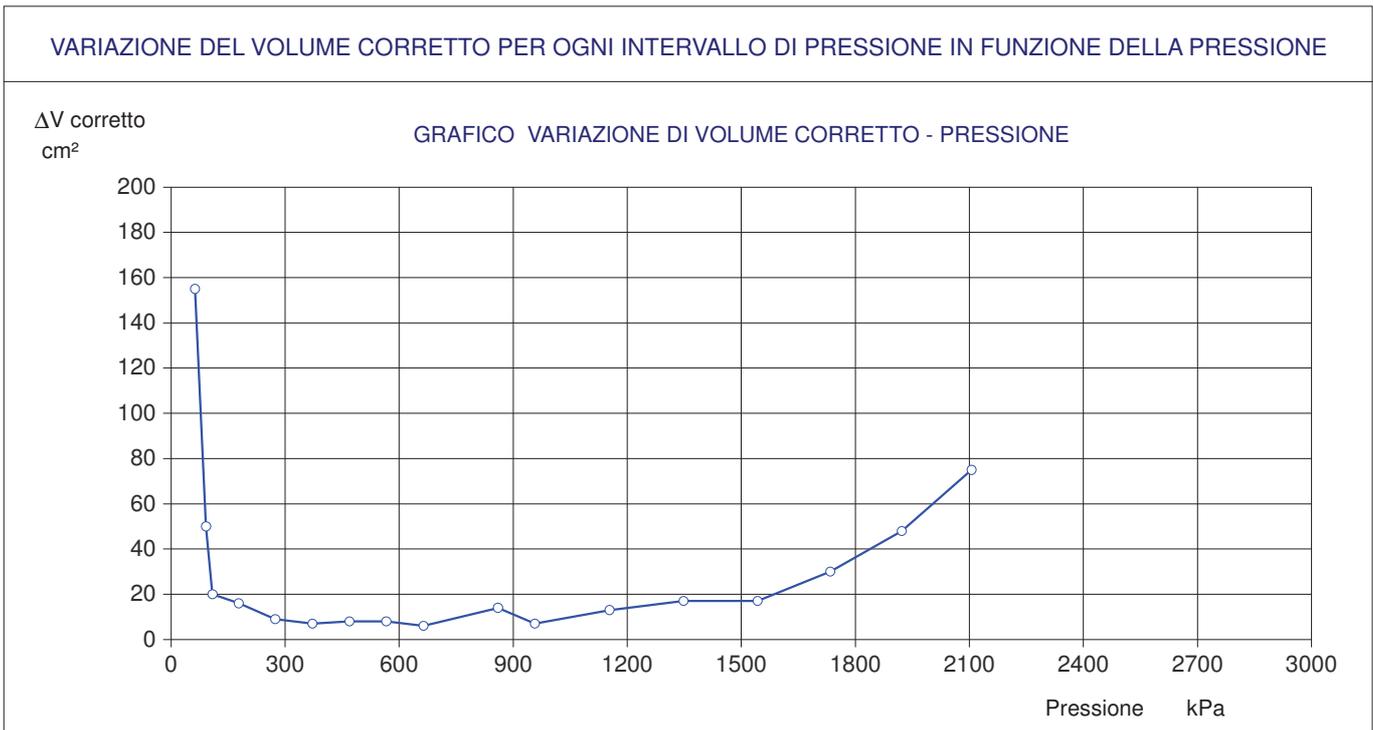
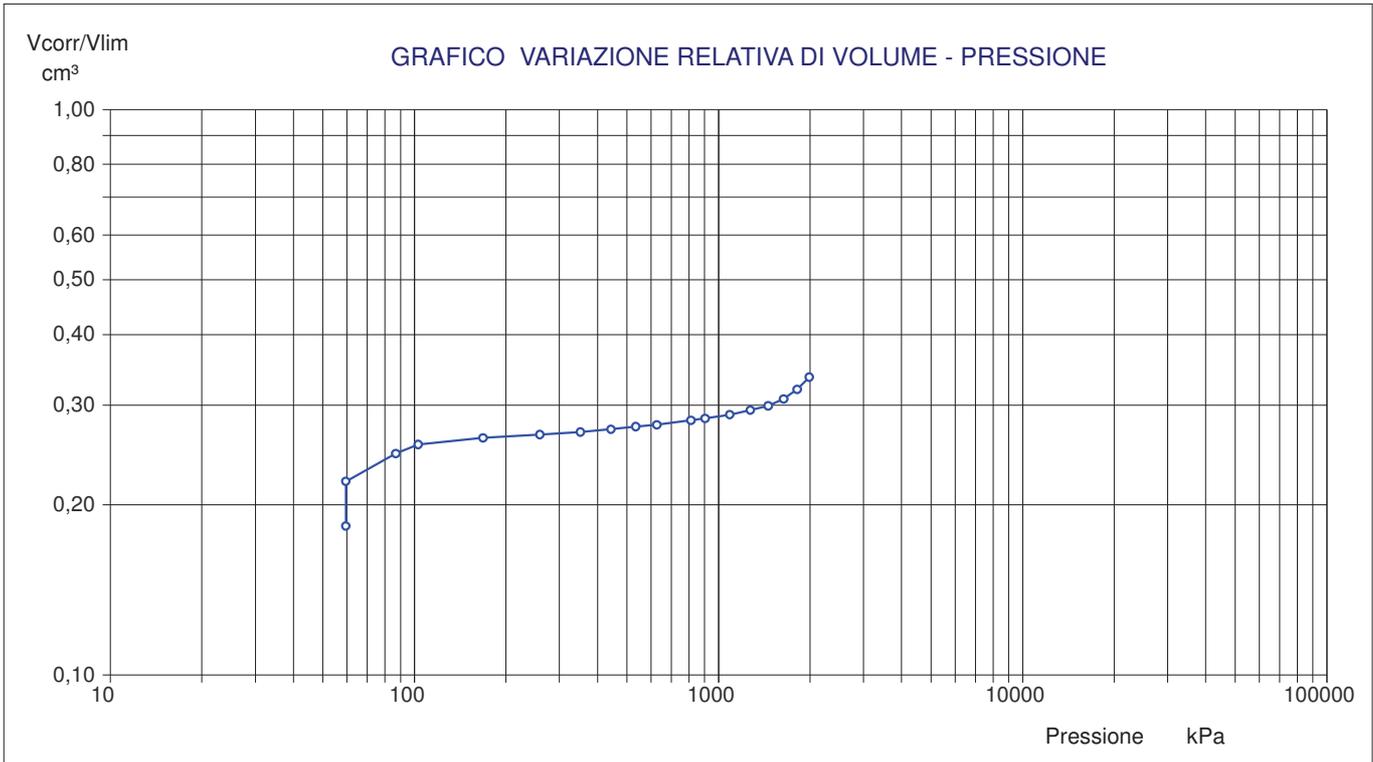
Committente: RTP - Capogruppo Italferr SpA	
Riferimento: Filovia di Genova - Ingresso nord-est.	Prova: MPM1
Località: Genova	Data: 12/07/2021
Sondaggio: SDST02	Orario prova:

Tabella riepilogativa dei dati elaborati

Pressione strumentale da a		Pressione corretta da a		Volume corretto da a		Volume medio	Modulo pressiomet.	Modulo di Young	ΔP	Pressione corretta	ΔV corretto
kPa	kPa	kPa	kPa	cm ³	cm ³	cm ³	kPa	kPa	kPa	kPa	cm ³
25	50	63	63	155,1	210,0	717,5	0	0	0	63	155,1
50	100	63	92	210,0	259,9	769,9	1191	3609	29	63	54,9
100	125	92	109	259,9	279,8	804,8	1825	5530	17	92	49,9
125	200	109	178	279,8	295,6	822,7	9544	28921	69	109	19,9
200	300	178	274	295,6	304,4	835,0	24333	73736	96	178	15,8
300	400	274	372	304,4	311,2	842,8	32485	98439	98	274	8,8
400	500	372	469	311,2	318,9	850,0	28253	85615	97	372	6,8
500	600	469	566	318,9	326,7	857,8	28511	86397	97	469	7,8
600	700	566	664	326,7	332,5	864,6	39108	118509	98	566	7,8
700	900	664	860	332,5	346,0	874,2	33697	102112	196	664	5,8
900	1000	860	957	346,0	352,7	884,4	33740	102242	97	860	13,5
1000	1200	957	1153	352,7	365,3	894,0	37211	112761	196	957	6,8
1200	1400	1153	1348	365,3	381,8	908,5	28516	86412	195	1153	12,5
1400	1600	1348	1543	381,8	398,3	925,1	29035	87985	195	1348	16,5
1600	1800	1543	1734	398,3	427,8	948,1	16314	49436	191	1543	16,5
1800	2000	1734	1922	427,8	475,4	986,6	10381	31458	188	1734	29,5
2000	2200	1922	2106	475,4	549,9	1047,6	6880	20848	184	1922	47,5
										2106	74,5

Committente: RTP - Capogruppo Italferr SpA	
Riferimento: Filovia di Genova - Ingresso nord-est.	Prova: MPM1
Località: Genova	Data: 12/07/2021
Sondaggio: SDST02	Orario prova:

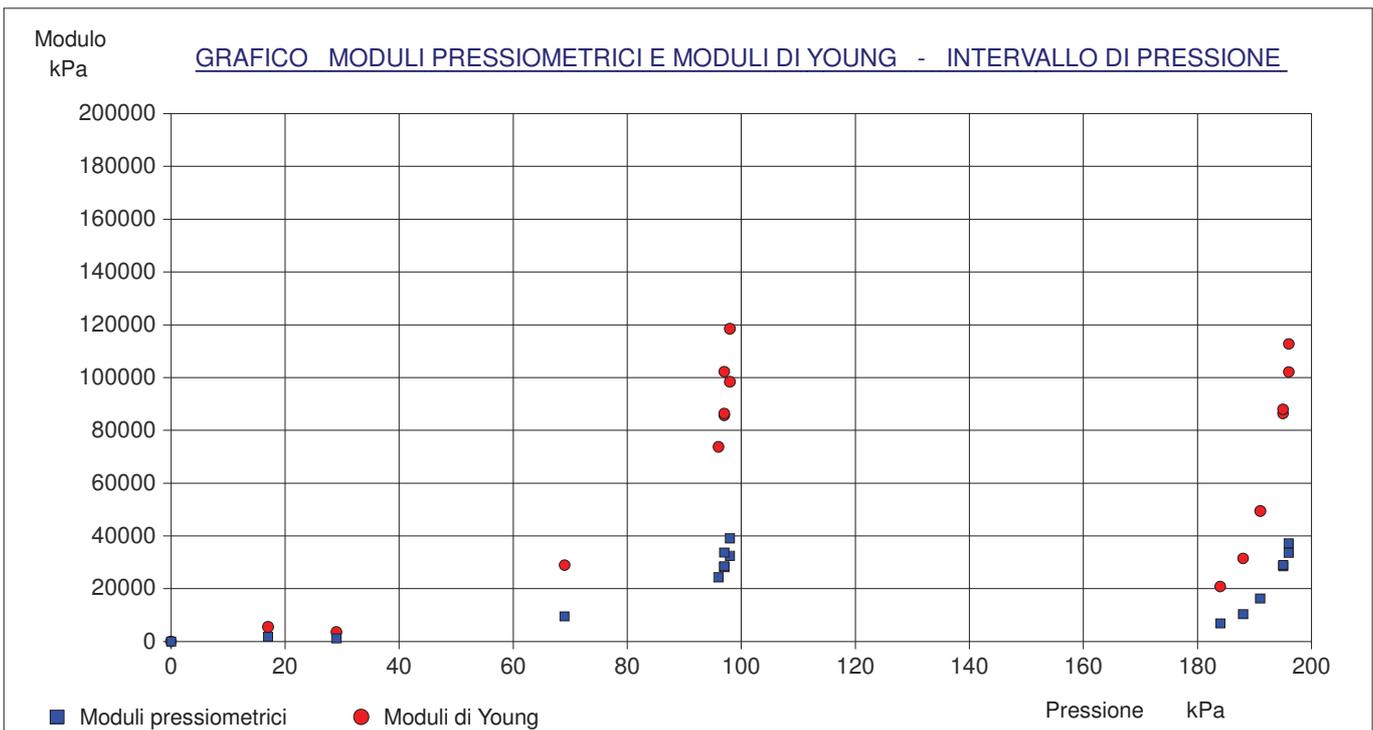
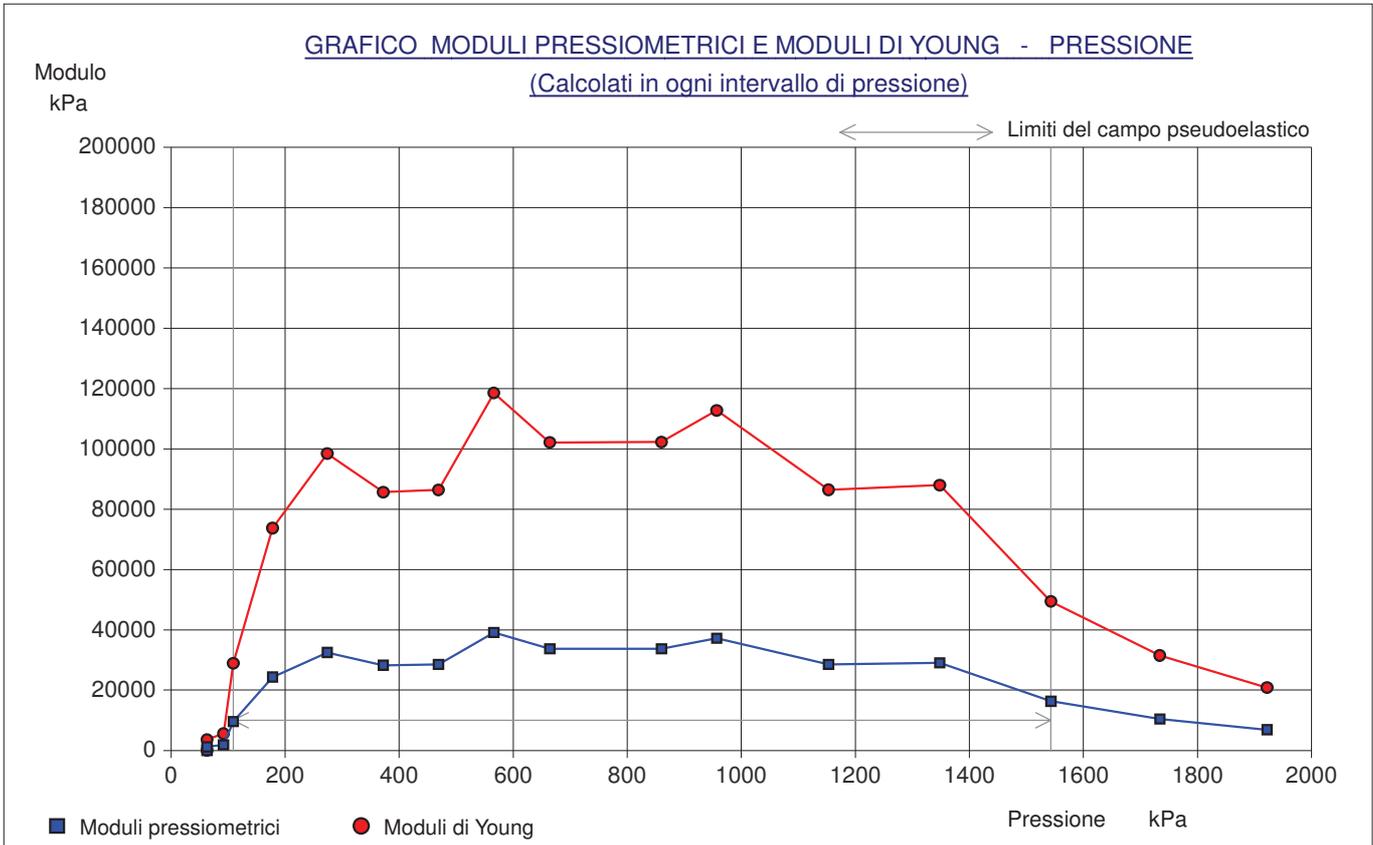
Pressione limite stimata (kPa): 2200	Coefficiente di Poisson: 0,33	Coefficiente reologico: 0,33
--------------------------------------	-------------------------------	------------------------------



Il Responsabile di sito
Geol. Valentino Scazzosi

Il Direttore
Geol. Lucio Amato

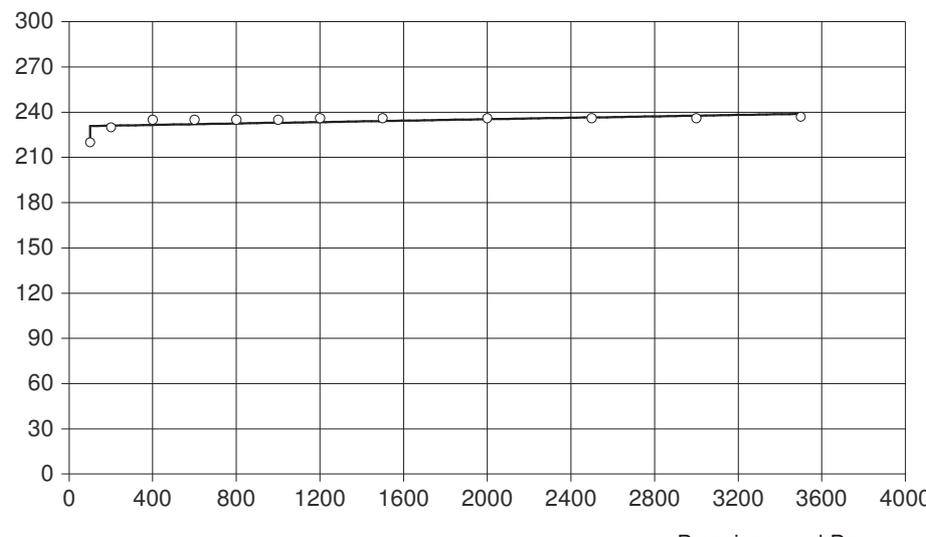
Committente: RTP - Capogruppo Italferr SpA	
Riferimento: Filovia di Genova - Ingresso nord-est.	Prova: MPM1
Località: Genova	Data: 12/07/2021
Sondaggio: SDST02	Orario prova:

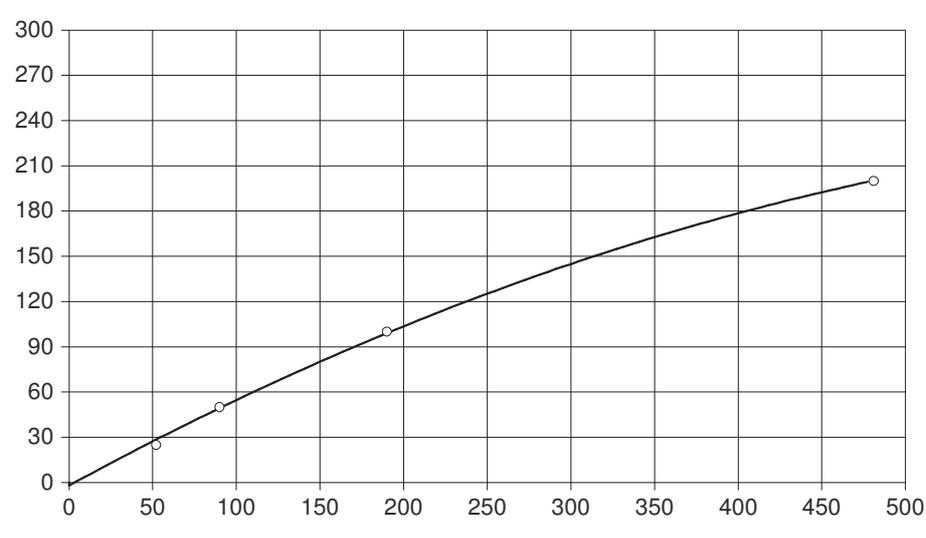


Il Responsabile di sito
Geol. Valentino Scazzosi

Il Direttore
Geol. Lucio Amato

Committente: RTP - Capogruppo Italferr SpA	
Riferimento: Filovia di Genova - Ingresso nord-est.	Prova: MPM1
Località: Genova	Data: 12/07/2021
Sondaggio: SDST02	Orario prova:

TARATURA DEL SISTEMA		Pressione speriment. kPa	Volume speriment. cm ³	Correzione volume cm ³		
Data di taratura:	12/07/2021	Diametro del tubo di taratura (mm):	65	100	220,0	-0,2
Lunghezza dei cavi (m):	30,00	Spessore del tubo di taratura (mm):	4	200	230,0	0,1
<p>Assorbimento cm³</p> <p style="text-align: center;">GRAFICO ASSORBIMENTO - PRESSIONE</p>  <p style="text-align: right;">Pressione kPa</p>				400	235,0	0,5
				600	235,0	1,0
				800	235,0	1,5
				1000	235,0	2,0
				1200	236,0	2,4
				1500	236,0	3,2
				2000	236,0	4,3
				2500	236,0	5,5
				3000	236,0	6,7
				3500	237,0	7,9

TARATURA DI PRESSIONE PER INERZIA DELLA SONDA				Pressione speriment. kPa	Volume speriment. cm ³	Correzione pressione kPa		
Data di taratura:	12/07/2021	Lunghezza cella (cm):	21,0	Volume cella (cm ³):	535	25	52,0	28
Tipo sonda:	BX	Tipo membrana:	RINFORZATA	Tipo guaina:	GOMMA	50	90,0	49
<p>Pressione kPa</p> <p style="text-align: center;">GRAFICO PRESSIONE - ASSORBIMENTO</p>  <p style="text-align: right;">Assorbimento cm³</p>				100	190,0	99		
				200	481,0	200		

Il Responsabile di sito
Geol. Valentino Scazzosi

Il Direttore
Geol. Lucio Amato

ELABORAZIONE
PROVA DI PERMEABILITA' - METODO LEFRANC - A CARICO VARIABILE

COMMITTENTE RTP - Capogruppo Italferr S.p.A
 Sigla Perforo **SDST02**
 Data esecuzione 08-lug-21

LOCALITA' Genova - Deposito AMT Sampierdarena
 Prova N° 1

Tratto in prova **10,00 10,50 m dal p.c.**

Materiale costituente il tratto in prova:
Ghiaia con sabbia limosa

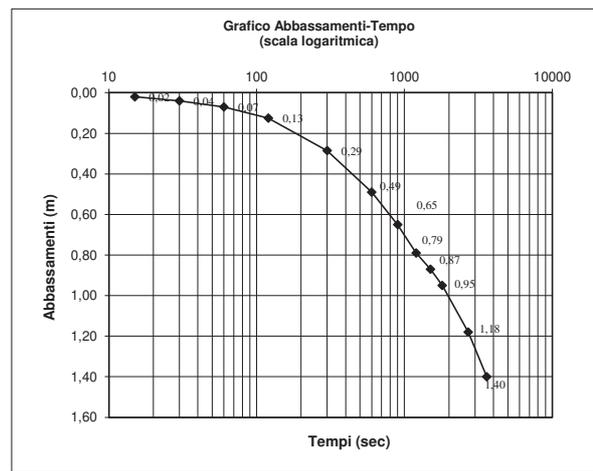
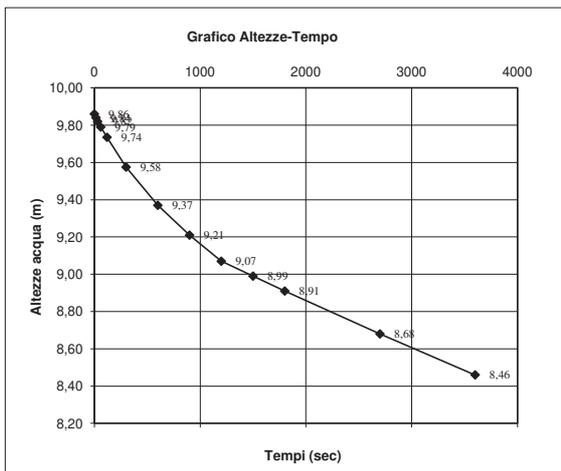
Profondità foro dal piano campagna (metri)	10,50
Livello statico falda dal p.c. (metri)	9,36
Profondità rivestimento dal p.c. (metri)	10,00
Sporgenza testa tubo di rivestimento dal p.c. (metri)	0,50
Diametro tubo di rivestimento interno (mm)	107
Altezza colonna d'acqua (metri)	11,00
Diametro tratto del foro in prova (mm)	127
Lunghezza tratto in prova (m)	0,50

Tempi (sec)	Tempo (min)	Altezze H ₂ O rispetto alla falda(m)	Abbas.(m)	K (m/sec)	intervallo considerato	
					t ₁	t ₂
0	0	9,86	0,00	3,4E-06	0	15
15	0,25	9,84	0,02	3,4E-06	15	30
30	0,5	9,82	0,04	2,6E-06	30	60
60	1	9,79	0,07	2,4E-06	60	120
120	2	9,74	0,13	2,3E-06	120	300
300	5	9,58	0,29	1,8E-06	300	600
600	10	9,37	0,49	1,5E-06	600	900
900	15	9,21	0,65	1,3E-06	900	1200
1200	20	9,07	0,79	7,5E-07	1200	1500
1500	25	8,99	0,87	7,5E-07	1500	1800
1800	30	8,91	0,95	7,4E-07	1800	2700
2700	45	8,68	1,18	7,2E-07	2700	3600
3600	60	8,46	1,40		3600	

Formula per il calcolo della permeabilità

$$k = \frac{A}{CI(t_2 - t_1)} \cdot \ln \frac{h_1}{h_2}$$

K=coefficiente di permeabilità (m/sec)
 A=area di base del foro (mq)
 h1-h2=altezza dell'acqua ai tempi t1 e t2 rispetto alla falda o al fondo foro
 t1-t2=tempi corrispondenti ad h1 e h2
 CI=coefficiente di forma
 valori suggeriti:
 per L>d= L
 per L<d=2*3.14*d+L
 L= lunghezza tratto di prova
 d=diametro tratto di prova



K(m/s)= 1,0E-06

Si prende in considerazione il tratto della curva tra i 600s e i 1800s

Committente: **RTP - Capogruppo ITALFERR S.p.A.**

Progetto : **FILOVIA DI GENOVA**

Località: *Ingresso nord-est Deposito Staglieno*

Reg.Com.: 135-21



TECNO IN S.p.A.

80134 Napoli

20097 San Donato Milanese (MI)

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

SDST-02



Postazione sulla verticale



Cassetta n° 1: da 0.00 m a 5.00 m

Committente: **RTP - Capogruppo ITALFERR S.p.A.**

Progetto : **FILOVIA DI GENOVA**

Località: **Ingresso nord-est Deposito Staglieno**

Reg.Com.: 135-21



TECNO IN S.p.A.

80134 Napoli

20097 San Donato Milanese (MI)

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

SDST-02



Cassetta n° 2: da 5.00 m a 10.00 m



Cassetta n° 3: da 10.00 m a 15.00 m

Committente: **RTP - Capogruppo ITALFERR S.p.A.**

Progetto : **FILOVIA DI GENOVA**

Località: **Ingresso nord-est Deposito Staglieno**

Reg.Com.: **135-21**



TECNO IN S.p.A.

80134 Napoli

20097 San Donato Milanese (MI)

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

SDST-02



Cassetta n° 4: da 15.00 m a 20.00 m



Cassetta n° 5: da 20.00 m a 25.00 m

Committente: **RTP - Capogruppo ITALFERR S.p.A.**

Progetto : **FILOVIA DI GENOVA**

Località: **Ingresso nord-est Deposito Staglieno**

Reg.Com.: **135-21**



TECNO IN S.p.A.

80134 Napoli

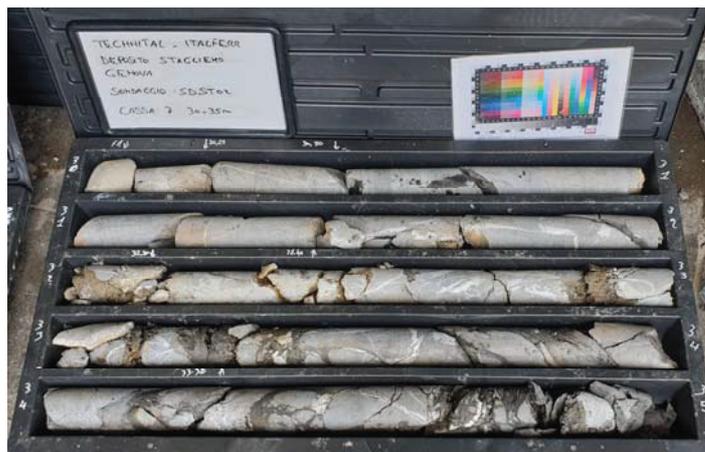
20097 San Donato Milanese (MI)

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

SDST-02



Cassetta n° 6: da 25.00 m a 30.00 m



Cassetta n° 7: da 30.00 m a 35.00 m

SONDAGGIO SDST-03

- **Log stratigrafico**
- **Documentazione fotografica**

TECNO IN S.p.A.

Sede Legale: 20097 San Donato Milanese (MI) – Via Marcora,52 – Tel. 02.496.80.501/Fax 02.496.80.502

Sede Amministrativa e Laboratori: 80142 Napoli – Il Trav. Strettola S. Anna alle Paludi, 11 - Tel. 081.563.45.20/Fax 081 563.39.70

Sedi Secondarie: Messina, L'Aquila e Crotone

Email: tecnoin@tecnoin.it

Sito: www.tecnoin.it

Committente: RTP - Capogruppo ITALFERR S.p.A.

Progetto: Realizzazione del Sistema Assi di Forza per il trasporto pubblico locale di Genova
 Indagini geognostiche, geofisiche e ambientali

Località: Lato ovest, interno deposito Staglieno

ID sondaggio: SDST-03

Sistema di coordinate UTM-WGS84

Coord. EST: 495753.071

Coord. NORD: 4919067.794

Quota p.c.: 22.023 m s.l.m.

Profondità: 23 m

Metodo di perforazione: carotaggio continuo

Diam. min. (mm): 101

Diam. max (mm): 127

Sonda: GM600

Data esecuzione: 02-07/07/2021

Sondatore: A. Esposito

Redattore: M. Uliano

Installazione: Piezometro a t.a. PVC 3"



Tecno In S.p.A.

80134 Napoli

20097 San Donato Milanese (MI)

Prove in sito conc. Min. LL.PP. N° 53363 del 06.05.05

Scala (m)	Profondità (m p.c.)	Litologia	Descrizione litologica	Spessore (m)	Carotiere	Rivestimento	Pocket (Kg/cmq)	RQD	SPT (N1,N2,N3)	Campioni geotecnici	Pressiometriche (P) Diaconometriche(D)	Prove di Permeabilità	Piezometro tubo aperto 3"	Livello di falda (m)
0	0,00		Massetto in cls.	0,10										
1	0,10		Riporto di colore grigio costituito da ghiaia sabbiosa con numerosi inclusi poligenici pluricentrici (ømax6 cm).	1,50	s-101									
2	1,60		Alternanza semiregolare di blocchi lapidei e strati di malta cementizia. Nella malta si rinvergono anche frammenti lateritici.	0,80	d T6									
3	2,40		Sabbia limosa di colore marrone-grigiastro, da moderatamente addensata a molto addensata, debolmente umida. Nello strato si rinvergono numerosi clasti di natura prevalentemente carbonatica, da sub-arrotondati a sub-angolari e di dimensioni da centimetriche a pluricentriche (ømax 7 cm.). Presenza di frammenti di malta e materiale antropico.	2,40	semplice 101				3,00					
4									3,38	3,50 (A)				
5	4,80		Sabbia e limo di colore marrone, con ghiaia e ciottoli eterometrici subangolari.	1,40	127 mm					4,00				
6	6,20													
7			Calcere marnoso grigio molto fratturato, disarticolato e frammentato in blocchi pluricentrici, con patine di alterazione di colora ocra sui giunti. Presenza di locali riempimenti di limo sabbioso di colore grigio-nero.	3,20				16						
8								13						
9	9,40							55		9,72				
10								20		10,00				
11								79						
12								83						
13								68						
14								64						
15								68						
16			Calcere marnoso grigio con intercalazione di strati arenacei e livelli argillitici, poco fratturato, con vene e noduli di calcite e rare patine di ossidazione ocra sui giunti di frattura, che sono da sub orizzontali a inclinati di 45°.	13,60	doppio T6			64						
17								92		17,20				
18								78		17,58				
19								70						
20								62						
21								57						
22														
23	23,00													23,0

Legenda Piezometro			
	miscela ternaria		ghiaietto
	compactonite		tubo cieco
	tubo fessurato		fondello

Legenda Campioni	
CI	campione indisturbato
CR	campione rimaneggiato
CL	campione litoide

Committente: **RTP - Capogruppo ITALFERR S.p.A.**

Progetto : **FILOVIA DI GENOVA**

Località: **Lato ovest, interno deposito Staglieno**

Reg.Com.: **135-21**



TECNO IN S.p.A.

80134 Napoli

20097 San Donato Milanese (MI)

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

SDST-03



Postazione sulla verticale



Cassetta n° 1: da 0.00 m a 5.00 m

Committente: **RTP - Capogruppo ITALFERR S.p.A.**

Progetto : **FILOVIA DI GENOVA**

Località: **Lato ovest, interno deposito Staglieno**

Reg.Com.: **135-21**



TECNO IN S.p.A.

80134 Napoli

20097 San Donato Milanese (MI)

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

SDST-03



Cassetta n° 2: da 5.00 m a 10.00 m



Cassetta n° 3: da 10.00 m a 15.00 m

Committente: **RTP - Capogruppo ITALFERR S.p.A.**

Progetto : **FILOVIA DI GENOVA**

Località: **Lato ovest, interno deposito Staglieno**

Reg.Com.: **135-21**



TECNO IN S.p.A.

80134 Napoli

20097 San Donato Milanese (MI)

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

SDST-03



Cassetta n° 4: da 15.00 m a 20.00 m



Cassetta n° 5: da 20.00 m a 23.00 m