

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA

U.O. CORPO STRADALE E GEOTECNICA

PROGETTO ESECUTIVO

ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO
I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE
ALLA LINEA ROMA NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI

VIABILITA' di SOPPRESSIONE PL al KM 143+833 – Via Calabroni

Relazione geotecnica

SCALA:

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

IF0L 00 E 11 RB GE0005 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	G. Grimaldi	Sett..2015	P. Tascione	Sett..2015	F. Cerrone	Sett..2015	T. Sacchi	Sett. 2015

ITALFERR S.p.A.
U.O. CORPO STRADALE E GEOTECNICA
Dott. Ing. FRANCESCO SACCHI
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane

INDICE

1. PREMESSA.....	4
2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	5
1.1 DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO E DI BASE.....	5
1.2 NORMATIVA E STANDARD DI RIFERIMENTO.....	8
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	9
4. INDAGINI GEOGNOSTICHE.....	11
5. INQUADRAMENTO GEOTECNICO.....	14
6. PIEZOMETRIA.....	15
7. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	15
1.3 CORRELAZIONI GEOTECNICHE.....	15
1.3.1 <i>Densità relativa Bazaraa (1967)</i>	15
1.3.2 <i>Angolo d'attrito</i>	16
1.3.3 <i>Modulo E'</i>	16
1.4 UNITÀ GEOTECNICHE DI RIFERIMENTO.....	17
1.4.1 <i>UNITA' R 0 - 3÷4 m</i>	17
1.4.1.1 <i>Caratteristiche fisico granulometriche</i>	17
1.4.1.2 <i>Caratteristiche meccaniche di resistenza</i>	19
1.4.1.3 <i>Caratteristiche meccaniche di deformabilità</i>	20
1.4.1.4 <i>Caratteristiche di permeabilità</i>	21
1.4.2 <i>UNITA' T 3÷4 – 6 m</i>	22
1.4.2.1 <i>Caratteristiche meccaniche di resistenza</i>	22
1.4.2.2 <i>Caratteristiche meccaniche di deformabilità</i>	23
1.4.3 <i>UNITA' S 6 ÷ 25-28 m</i>	24
1.4.3.1 <i>Caratteristiche fisico granulometriche</i>	25
1.4.3.2 <i>Caratteristiche meccaniche di resistenza</i>	25
1.4.3.3 <i>Caratteristiche meccaniche di deformabilità</i>	27
1.4.3.4 <i>Caratteristiche di permeabilità</i>	28
1.4.4 <i>UNITA' LA 25÷28 -40 m</i>	29
1.4.4.1 <i>Caratteristiche fisico granulometriche</i>	29
1.4.4.2 <i>Caratteristiche meccaniche di resistenza</i>	30
1.4.4.3 <i>Caratteristiche meccaniche di resistenza</i>	31

RELAZIONE GEOTECNICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0L	00 E 11	RB	GE0006 001	A	3 di 42

1.4.4.4	Caratteristiche di permeabilità.....	32
8.	PARAMETRI GEOTECNICI UNITA' STRATIGRAFICHE.....	33
9.	SISMICITÀ.....	35
10.	LIQUEFAZIONE.....	36
11.	ALLEGATO 1.....	42



	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO ESECUTIVO					
	RELAZIONE GEOTECNICA	COMMESSA IF0L	LOTTO 00 E 11	CODIFICA RB	DOCUMENTO GE0005 001	REV. A

1. PREMESSA

La presente relazione geotecnica si prefigge di definire il modello geotecnico, e le relative proprietà geo-meccaniche, dei terreni su cui è prevista la realizzazione del nuovo cavalcavia posto al km 15+886,83 (progressiva riferita al binario di tracciamento del nuovo raddoppio ferroviario); tale opera rientra negli interventi di riqualificazione dell'itinerario Napoli-Bari, ed in particolare in quelli connessi al raddoppio della linea ferroviaria del I lotto funzionale Canello-Frasso Telesino e Variante alla linea Roma-Napoli via Casino nel comune di Maddaloni, della tratta ferroviaria Canello-Benevento. Il livello progettuale dell'opera è quello di un esecutivo. Per la definizione del modello geotecnico il presente studio ha interessato una fascia di territorio occupata dall'opera in progetto compresa tra le progressive che vanno dal km 15+500 circa al km 16+500 circa della linea ferroviaria come riportato in Figura 1.



Figura 1 - Inquadramento geografico

Di seguito la relazione si articolerà in questo modo:

- inquadramento geologico dell'area in esame;
- elenco delle indagini eseguite;
- inquadramento geotecnico;
- definizione delle modalità di rielaborazione ed interpretazione delle indagini di sito e laboratorio (caratterizzazione geotecnica);
- rappresentazione delle caratteristiche geotecniche dei litotipi investigati;
- definizione del modello geotecnico;

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO ESECUTIVO					
	RELAZIONE GEOTECNICA	COMMESSA IF0L	LOTTO 00 E 11	CODIFICA RB	DOCUMENTO GE0005 001	REV. A

– definizione delle caratteristiche sismiche.

2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 Documentazione di progetto e di base

La normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo e progettazione è la seguente:

- [1] Progetto esecutivo – “Relazione geologica, geomorfologica ed idrologica” - (Doc. rif. - IF0L00E69RGGE0001001A)
- [2] Progetto esecutivo – “Relazione indagini geognostiche e prove in situ” - (Doc. rif. - IF0L00E69SGGE0001001A)
- [3] Progetto esecutivo – “Indagini geofisiche” - (Doc. rif. - IF0L00E69IGGE0001001A)
- [4] Progetto esecutivo – “Prove di laboratorio geotecnico” - (Doc. rif. - IF0L00E69PRGE0001001A)
- [5] Progetto esecutivo – “Profilo geotecnico” - (Doc. rif. - IF0L00E11FZGE0005001A)
- [6] Progetto Esecutivo - Relazione di calcolo rilevati (Doc. Rif. F0L00E11CLGE0005001A)
- [7] Progetto Definitivo – Profilo geotecnico (Doc. Rif. IF0K00D11FZNV0100001A)
- [8] Geosud s.r.l. – “Campagna d’indagini geognostiche 1985 – Stratigrafie, Prove in sito” – (Doc. rif. - Protocol 105195-270115)
- [9] Imprefond s.r.l. – “Campagna d’indagini geognostiche – 2008/2009 - Stratigrafie, prove in sito, rilievo geomeccanico e documentazione fotografica” (Doc. rif. – Progetto Preliminare Italferr IF3201R69SGGE0005001A)
- [10] Sidercem s.r.l. – “Campagna d’indagini geognostiche – 2013/2014 – Sondaggi, stratigrafie e prove in sito” (Doc. rif. Progetto Definitivo Italferr – IF5101D69SGGE0005001A)
- [11] SGG s.r.l. – “Indagini Geofisiche - Campagna Geognostica 2013-2014 – Prospezioni elettromagnetiche, sismica a rifrazione, carotaggi sismici DOWN HOLE, REMI E MASWS” (Doc. rif. Progetto Definitivo Italferr – IF5101D69IGGE0005017A)
- [12] Progetto Definitivo - Relazione Geologica, geomorfologica ed idrogeologica - (Doc. rif. - IF0F01D69RG000001001A)
- [13] Progetto Definitivo - Carta geologica e Profilo geologico Lotto 1 - Tav. 1 di 4 da Km 0+000 a Km 4+000 - (Doc. rif. - IF0F01D69N5GE0001001A)

RELAZIONE GEOTECNICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0L	00 E 11	RB	GE0005 001	A	6 di 42

- [14] Progetto Definitivo - Carta geologica e Profilo geologico Lotto 1 - Tav. 2 di 4 da Km 4+000 a Km 8+000 - (Doc. rif. - IF0F01D69N5000001002A)
- [15] Progetto Definitivo - Carta geologica e Profilo geologico Lotto 1 - Tav. 3 di 4 da Km 8+000 a Km 12+000 - (Doc. rif. - IF0F01D69N5000001003A)
- [16] Progetto Definitivo - Carta geologica e Profilo geologico Lotto 1 - Tav. 4 di 4 da Km 12+000 a Km 16+500 - (Doc. rif. - IF0F01D69N5000001004A)
- [17] Progetto Definitivo - Carta geologica e Profilo geologico SHUNT - Tav. 1 di 2 da Km 0+000 a Km 4+000 - (Doc. rif. - IF0F01D69N5000001005A)
- [18] Progetto Definitivo - Carta geologica e Profilo geologico SHUNT - Tav. 2 di 2 da Km 4+000 a Km 8+116,796 - (Doc. rif. - IF0F01D69N5000001006A)
- [19] Progetto Definitivo - Carta geomorfologica Lotto 1 - Tav. 1 e 2 da Km 0+000 a Km 8+000 - (Doc. rif. - IF0F01D69N5000003001A)
- [20] Progetto Definitivo - Carta geomorfologica Lotto 1 - Tav. 3 e 4 da Km 8+000 a Km 16+500 - (Doc. rif. - IF0F01D69N5000003002A)
- [21] Progetto Definitivo - Carta geomorfologica SHUNT - Tav. 1 di 1 da Km 0+000 a Km 8+116,796 - (Doc. rif. - IF0F01D69N5000003003A)
- [22] Progetto Definitivo - Carta idrogeologica e Profilo idrogeologico Lotto 1 - Tav. 1 di 4 da Km 0+000 a Km 4+000 - (Doc. rif. - IF0F01D69N5GE0002001A)
- [23] Progetto Definitivo - Carta idrogeologica e Profilo idrogeologico Lotto 1 - Tav. 2 di 4 da Km 4+000 a Km 8+000 - (Doc. rif. - IF0F01D69N5000002002A)
- [24] Progetto Definitivo - Carta idrogeologica e Profilo idrogeologico Lotto 1 - Tav. 3 di 4 da Km 8+000 a Km 12+000 - (Doc. rif. - IF0F01D69N5000002003A)
- [25] Progetto Definitivo - Carta idrogeologica e Profilo idrogeologico Lotto 1 - Tav. 4 di 4 da Km 12+000 a Km 16+500 - (Doc. rif. - IF0F01D69N5000002004A)
- [26] Progetto Definitivo - Carta idrogeologica e Profilo idrogeologico SHUNT - Tav. 1 di 2 da Km 0+000 a Km 4+000 - (Doc. rif. - IF0F01D69N5000002005A)
- [27] Progetto Definitivo - Carta idrogeologica e Profilo idrogeologico SHUNT - Tav. 2 di 2 da Km 4+000 a Km 8+116,796 - (Doc. rif. - IF0F01D69N5000002006A)



ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO
I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E
VARIANTE ALLA LINEA ROMA NAPOLI VIA CASSINO NEL
COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE GEOTECNICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0L	00 E 11	RB	GE0006 001	A	7 di 42

- [28] Progetto Definitivo - Indagini geognostiche - Sondaggi profondi - Stratigrafie e Prove in situ - (Doc. rif. - IF0F01D69SG000005001A)
- [29] Progetto Definitivo - Indagini geofisiche - Relazione geofisica - (Doc. rif. - IF0F01D69RH000005001A)
- [30] Progetto Definitivo - Indagini geofisiche - Planimetria e Profilo Prospezione Sismica a riflessione - (Doc. rif. - IF0F01D69IG000005001A)
- [31] Progetto Definitivo - Indagini geofisiche - Planimetria e Profilo Prospezione Sismica a rifrazione - (Doc. rif. - IF0F01D69IG000005002A)
- [32] Progetto Definitivo - Indagini geofisiche - Prospezioni elettromagnetiche - (Doc. rif. - IF0F01D69IG000005003A)
- [33] Progetto Definitivo - Prove geotecniche di laboratorio - (Doc. rif. - IF0F01D69PR000005001A)
- [34] Progetto Definitivo - Criteri di dimensionamento e verifica fondazioni superficiali e profonde - (Doc. rif. - IF0F01D11ROGE0005001A)
- [35] Progetto Definitivo - Criteri di dimensionamento e verifica opere di sostegno - (Doc. rif. - IF0F01D11ROGE0005002A)
- [36] Progetto Definitivo - Criteri di dimensionamento e verifica rilevati e trincee - (Doc. rif. - IF0F01D11ROGE0005003A)
- [37] Progetto Definitivo - Relazione intervento consolidamento tra il km 8+107 ed il km 9+129 - (Doc. rif. - IF0F01D11CLGE0005015A)
- [38] Progetto Definitivo - Piano-profilo rilevati consolidamento - (Doc. rif. - IF0F01D11WZGE0005001A)
- [39] Progetto Definitivo - Profilo geotecnico di linea - Tav. 1 - (Doc. rif. - IF0F01D11F6GE0005001A)
- [40] Progetto Definitivo - Profilo geotecnico di linea - Tav. 2 - (Doc. rif. - IF0F01D11F6GE0005002A)
- [41] Progetto Definitivo - Profilo geotecnico di linea - Tav. 3 - (Doc. rif. - IF0F01D11F6GE0005003A)
- [42] Progetto Definitivo - Profilo geotecnico di linea - Tav. 4 - (Doc. rif. - IF0F01D11F6GE0005004A)
- [43] Progetto Definitivo - Profilo geotecnico di linea - Tav. 5 - (Doc. rif. - IF0F01D11F6GE0005005A)
- [44] Progetto Definitivo - Profilo geotecnico di linea - Tav. 6 - (Doc. rif. - IF0F01D11F6GE0005006A)
- [45] Progetto Definitivo - Profilo geotecnico di linea - Tav. 7 - (Doc. rif. - IF0F01D11F6GE0005007A)

- [46] Progetto Definitivo - Profilo geotecnico di linea - Tav. 8 - (Doc. rif. - IF0F01D11F6GE0005008A)
- [47] Progetto Definitivo - Profilo geotecnico di linea - Tav. 9 - (Doc. rif. - IF0F01D11F6GE0005009A)
- [48] Progetto Definitivo - Profilo geotecnico di linea - Tav. 10 - (Doc. rif. - IF0F01D11F6GE0005010A)
- [49] Progetto Definitivo - Profilo geotecnico di linea - Tav. 11 - (Doc. rif. - IF0F01D11F6GE0005011A)
- [50] Progetto Definitivo - Profilo geotecnico di linea - Tav. 12 - (Doc. rif. - IF0F01D11F6GE0005012A)
- [51] Progetto Definitivo - Profilo geotecnico di linea - Tav. 13 - (Doc. rif. - IF0F01D11F6GE0005013A)
- [52] Progetto Definitivo - Profilo geotecnico di linea Colleg. Nord BP - Tav. 14 - (Doc. rif. - IF0F01D11F6GE0005014A)
- [53] Progetto Definitivo - Profilo geotecnico di linea Colleg. Nord BD - Tav. 15 - (Doc. rif. - IF0F01D11F6GE0005015A)
- [54] Progetto Definitivo - Profilo geotecnico di linea Colleg. Marcianise - Tav. 16 - (Doc. rif. - IF0F01D11F6GE0005016A)

2.2 Normativa e standard di riferimento

Si riporta di seguito l'elenco delle normative a cui si è fatto riferimento per la stesura della presente relazione:

- [55] Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008: "Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni", G.U. n.29 del 04.2.2008, Supplemento Ordinario n.30.
- [56] Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008.
- [57] DM 06.05.2008 – "Integrazione al D.M. 14.01.2008 di approvazione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni".
- [58] RFI DTC INC PO SP IFS 001 A del 21.12.2011- "Specifica per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario".
- [59] RFI DTC INC CS SP IFS 001 A del 21.12.2011 - "Specifica per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie".

- [60] RFI DTC INC CS LG IFS 001 A del 21.12.2011 – “Linee guida per il collaudo statico delle opere in terra”.
- [61] RFI DTC SICS SP IFS 001 A del 30.06.2014 - Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili – Parte II – Sezione 5 – “Opere in terra e scavi”– RFI.
- [62] 2008/217/CE - “Specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema «infrastruttura» del sistema ferroviario transeuropeo ad alta velocità (20/12/2007)”.
- [63] 2011/275/CE - “Specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema «infrastruttura» del sistema ferroviario transeuropeo convenzionale (26/04/2011)”.
- [64] UNI EN 1997-1 : Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali
- [65] UNI EN 1998-5 : Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

La presente progettazione è conforme alle normative vigenti.

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Per la definizione del modello geotecnico dei terreni oggetto degli interventi del presente progetto esecutivo ci si è basati sullo studio geologico, sulla conoscenza dei luoghi, e su tre campagne di indagini geognostiche condotte nel corso degli anni.

La prima campagna geognostica è stata eseguita intorno all'anno 1985 per conto della 4^a Unità Speciale della Direzione Generale delle Ferrovie dello Stato; la seconda campagna di indagini è stata eseguita nel periodo compreso tra novembre 2013 e febbraio 2014 per lo sviluppo del progetto definitivo. La terza infine si è sviluppata nel corso del 2015; quest'ultima in particolare ha avuto come obiettivo l'approfondimento locale per lo sviluppo delle opere del presente progetto esecutivo.

Nelle campagne indagini sopra citate, oltre alle analisi osservazionali dei luoghi ed all'esecuzione di perforazioni per la ricostruzione stratigrafica del terreno, sono state eseguite sia indagini in situ sia prove di laboratorio necessarie per poter stabilire i parametri geotecnici di calcolo di ciascuna unità geotecnica, in funzione della posizione ed alla potenza dello strato .

Nel dettaglio gli studi e le analisi, condotte nell'attuale fase progettuale, hanno evidenziato che le formazioni geologiche delle aree in esame sono rappresentate dai Depositi Eluviali e Colluviali (Olocene – b2): limi sabbiosi e sabbie limose a volte argillosi, di natura prevalentemente piroclastica,

	ITINERARIO NAPOLI - BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOTECNICA	<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>IF0L</td> <td>00 E 11</td> <td>RB</td> <td>GE0005 001</td> <td>A</td> <td>10 di 42</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF0L	00 E 11	RB	GE0005 001	A	10 di 42
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF0L	00 E 11	RB	GE0005 001	A	10 di 42								

contenenti inclusi lapidei. Tali depositi sono generalmente presenti alla base dei rilievi con spessori che possono arrivare 10,00+15,00 m, e nelle aree limitrofe pianeggianti a spessore di qualche metro. La zona in oggetto ricade appunto in tale caso.

Tali depositi risultano stratigraficamente presenti nell'area in esame, con potenza di qualche metro, e sovrapposti al Tufo Grigio Campano (TGC) (Pleistocene sup.): depositi cineritici, scorie juvenili e clasti litici, generalmente in facies litoide saldata. Nel dettaglio si riconoscono differenti intervalli la cui successione stratigrafica è formata dall'alto verso il basso da:

- cineriti grigio-plumbee con rari livelli di pomici bianche; breccia vulcanica costituita da litici di varia natura con grandi pomici bianche (5+10 cm);
- tufo giallo lapideo con frequenti scorie e pomici;
- tufo grigiastro poco cementato con inclusi scoriacei e pomicei.

Si tratta dei prodotti di una attività vulcanica di nube ardente (Ignimbrite Campana) la cui deposizione ha comportato il colmamento delle antiche depressioni ed il rimodellamento delle valli di antichi corsi d'acqua. Il materiale si può presentare in facies litoide o in facies pozzolanica di terreno sciolto a luoghi addensato o cementato, con grado di litificazione o di addensamento variabile in senso orizzontale e verticale. Avendo colmato antiche depressioni, l'andamento tipico dei depositi è di forma lenticolare con spessori anche di 40,00 m.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO ESECUTIVO					
	RELAZIONE GEOTECNICA	COMMESSA IF0L	LOTTO 00 E 11	CODIFICA RB	DOCUMENTO GE0005 001	REV. A

4. INDAGINI GEOGNOSTICHE

L'area oggetto del presente lavoro è stata investigata dai sondaggi indicati in Tabella 1

SONDAGGIO	DATA ESECUZIONE	LIVELLO PROGETTAZIONE	UBICAZIONE	QUOTA BOCCAFFORO	PROFONDITA'
				m. slm	m
S12	1985	PRELIMINARE			25.5
P26	2014	DEFINITIVO	N 41°08'36,4" E 14°27' 41,7"	54.6	50
S1	2015	ESECUTIVO	N 41°08'30,9223" E 14°27' 41,1665"	54.74	40
S2	2015	ESECUTIVO	N 41°08'24,4766" E 14°27' 39,0141"	55.69	35.3
S3	2015	ESECUTIVO	N 41°08'24,2940" E.14°27' 43,6081"	55.51	10
S4	2015	ESECUTIVO	N 41°08'23,8648" E 14°27' 43,2115"	55.55	10
CPTU	2015	ESECUTIVO	N 41°08'24,5057' E 14°27'38.8245'	55.29	4.7
					175.5
					TOT [m]

Tabella 1 - Sondaggi – Campagna indagini 1985, 2014 e 2015

La posizione dei sondaggi lungo il tratto in esame è indicata in Figura 2.

RELAZIONE GEOTECNICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0L	00 E 11	RB	GE0006 001	A	12 di 42



Figura 2 Ubicazione indagini geognostiche

RELAZIONE GEOTECNICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0L	00 E 11	RB	GE0005 001	A	13 di 42

SONDAGGIO	LIVELLO PROGETTAZIONE	PROVE DI LABORATORIO										PROVE IN SITO			PIEZOMETRO
		NUMERO CAMPIONI PRELEVATI	GRANULOMETRIA	LIMITI	EDO	TD	CID	CIU	UU	ELL	Pocket	SPT	SISMICA	LEFRANC	TUBO APERTO
S12	1985	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	1	-	-
P26	2014	4	4	2		1			1	-	si	4	1	2	1
S1	2015	4	4	4	2	1		1	1	-	si	7	-	1	1
S2	2015	5	5	1	3	4		-	-	-	si	7	-	-	-
S3	2015	3	2	-	2	2		-	-	-	si	-	-	-	-
S4	2015	3	1	-	-	1		-	-	-	si	-	-	-	-
		19	16	7	7	9	0	1	2	0	0	23	2	3	2
		TOT										TOT			TOT

Tabella 2 Campagna indagini 1985, 2014 e 2015

La Tabella 2 riassume il numero di campioni prelevati e le prove geotecniche eseguite in sito e in laboratorio, in particolare durante le perforazioni dei sondaggi sono state eseguite le seguenti attività:

- riconoscimento stratigrafico e geotecnico;
- prelievo di campioni, rimaneggiati e non, per l'esecuzione di prove di laboratorio: granulometria, limiti, prove di taglio diretto, edometriche, triassiali CIU e UU;
- prove penetrometriche dinamiche Standard Penetration Test (SPT);
- prova penetrometrica statica CPTU;
- 1 prova down hole;
- 1 stesa sismica
- prove di permeabilità Lefranc;
- installazione di piezometri a tubo aperto.

5. INQUADRAMENTO GEOTECNICO

La realizzazione dei sondaggi e delle prove geotecniche integrative realizzate nella campagna indagine 2015 hanno permesso di perfezionare la stratigrafia nell'area in esame. Per la valutazione della V_s si è fatto riferimento alla prova down hole realizzata nel sondaggio S2, confrontando i risultati con quelli ottenuti dalla stesa sismica L101. Attraverso i sondaggi, le prove in sito e le prove di laboratorio realizzate nell'area in esame, è stato possibile individuare le seguenti unità geotecniche:

- **0 - 3÷4 m unità R – Limo sabbiosi e sabbie limose.** Nei primi 3-4 metri, tutti i sondaggi realizzati nell'area individuano la presenza di uno strato limo con sabbia e/o sabbia con limo. Le indagini integrative, realizzate nei primi 4 m, e in particolare le valutazioni granulometriche effettuata grazie al prelievo di campioni, conferma che tale unità è caratterizzata prevalentemente da sabbia con limo. Tale strato è stato caratterizzato attraverso prove di taglio diretto, prove edometriche, limiti di Atterberg lì dove valutabili, pocket penetrometer, CPT_u. Per questo strato i risultati della prova Down Hole realizzata nel sondaggio S2 indicano delle velocità $V_s=170$ m/s.
- **3÷4 – 6m unità T – Tufo giallo ocra debolmente cementato.** I sondaggi S1 ed S2, il primo localizzato in prossimità del cavalcaferrovia, il secondo localizzato in prossimità della rotatoria, individuano la presenza di uno strato di tufo debolmente cementato. Inoltre la presenza dello strato di tufo è confermato dalla prova Down Hole realizzata nel sondaggio S2 che tra 3 e 7m individua una $V_s=360$ m/s. Questo strato è stato caratterizzato attraverso prove SPT.
- **6 - 25÷28 m unità S – Sabbia limosa e/o sabbia con limo.** Tutti i sondaggi mostrano la presenza di cenere sabbiosa limosa generalmente poco addensata. Questo strato è stato caratterizzato attraverso prove SPT, prove di taglio diretto, prove edometriche. Per questo strato $V_s=300$ m/s.
- **25÷28 – 40 m unità LA. Limo argilloso.** I sondaggi S1 ed S2 individuano la presenza di uno strato prevalentemente limoso caratterizzato attraverso prove triassiali UU, 1 prova triassale CIU, prove di taglio e 1 prova edometrica, prove SPT. La permeabilità è stata valutata attraverso una prova Lefranc. Per questo strato $V_s=350$ m/s.

La caratterizzazione geotecnica seguirà la stratigrafia su indicata individuando in ogni strato:

- caratteristiche fisico – granulometriche;
- caratteristiche meccaniche di resistenza;

RELAZIONE GEOTECNICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0L	00 E 11	RB	GE0005 001	A	15 di 42

- caratteristiche meccaniche di compressibilità e deformabilità;
- caratteristiche di permeabilità.

6. PIEZOMETRIA

Per valutare il livello piezometrico sono stati utilizzati due piezometri a tubo aperto, posizionati al sondaggio P26 e S1. In prossimità del sondaggio P26, la falda è a circa 5 m da p.c., ossia a 49.28 m. s.l.m. In prossimità del sondaggio S1, localizzato in prossimità del nuovo cavalcavia ferroviario, la falda è a circa 5 m da p.c., ossia a 49.74 m. s.l.m.

7. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

La definizione dei parametri geotecnici caratteristici per le unità litotecniche sopra descritte è stata effettuata attraverso correlazioni di comune utilizzo in campo geotecnico, a partire dalle risultanze delle indagini disponibili:

- prove in foro SPT;
- prove di laboratorio geotecnico;
- prove Lefranc;
- down hole.

Di seguito si riportano le correlazioni utilizzate per l'elaborazione delle prove SPT.

7.1 Correlazioni geotecniche

7.1.1 Densità relativa Bazaraa (1967)

Questa correlazione è valida per tutti i tipi di suolo. La correlazione, a differenza di altre (Skempton, Meyerhoff) che sono definite per mezzo di prove SPT eseguite in laboratorio su campioni ricostituiti, si basa su prove in sito SPT. La critica mossa dall'autore riportava che le prime potevano non essere rappresentative dei valori di N che a parità di densità relativa in laboratorio non tenevano conto di fattori importanti come la cementazione, l'invecchiamento (aging) e la storia tensionale del deposito.

Partendo da tali obiezioni Bazaraa è pervenuto alle seguenti correlazioni:

$$\text{per } \sigma'_{v0} \leq 0.732 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad D_r^2 = \frac{N}{20 \cdot (1 + 4.1 \cdot \sigma'_{v0})}$$

RELAZIONE GEOTECNICA

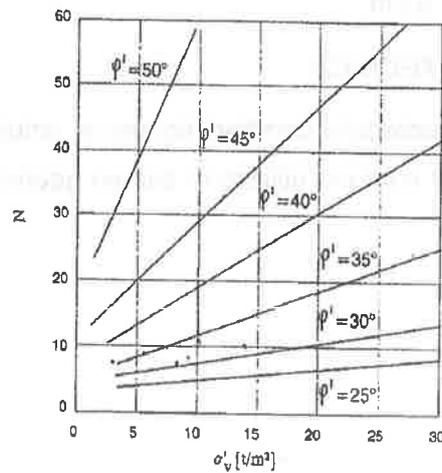
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0L	00 E 11	RB	GE0005 001	A	16 di 42

$$\text{per } \sigma'_{v0} > 0.732 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad D_r^2 = \frac{N}{20 \cdot (3.24 + 1.024 \cdot \sigma'_{v0})}$$

tensione verticale efficace $\sigma'v$ espressa in kg/cm^2 .

7.1.2 Angolo d'attrito

De Mello (1971):



7.1.3 Modulo E'

D'Apollonia:

$$E' = s_1 \cdot N_{SPT} + s_2$$

E' D'Apollonia			
	S ₁	S ₂	
1	0.756	18.750	Sabbie e ghiaie NC
2	1.043	36.790	Sabbie SC
3	0.478	7.170	Sabbia satura
4	0.316	1.580	Sabbia argillosa
5	1.16	0.029	Terreni coesivi

Douglas:

$$E' = 7\sqrt{N_{SPT}}$$

7.2 UNITÀ GEOTECNICHE DI RIFERIMENTO

7.2.1 UNITA' R 0 - 3+4 m

Litotipo riscontrato in posizione superficiale in tutti i sondaggi in esame. Le granulometrie disponibili individuano la prevalenza della frazione limosa e/o sabbiosa con percentuali di argilla minime (< 5-10%). Le prove edometriche indicano che lo strato ha subito in passato stati tensionali maggiori dell'attuale tensione litostatica, per cui risulta sovraconsolidato con un valore di OCR>3÷4.

7.2.1.1 Caratteristiche fisico granulometriche

Sulla base dei risultati granulometrici lo strato risulta caratterizzato prevalentemente da sabbia con limo e sabbia limosa. È stato possibile determinare i limiti solamente sul campione S1-C1 in cui la frazione argillosa è il 7% (maggiore rispetto agli altri campioni in esame), sulla base dei limiti di Attenberg si evidenzia che si tratta di un terreno a bassa plasticità.

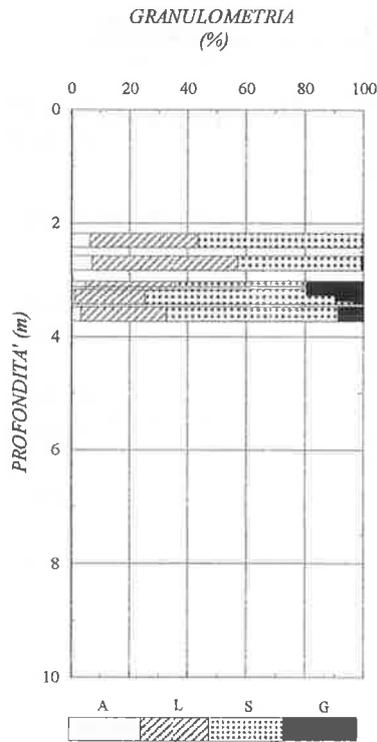


Figura 3 - Granulometria unità R

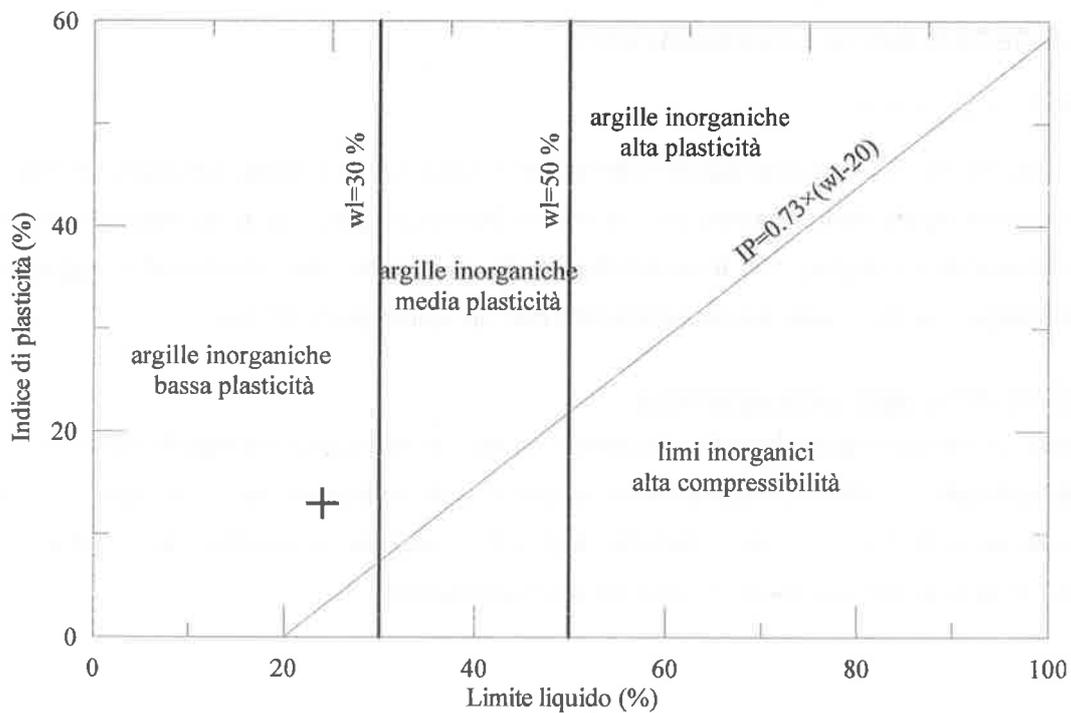


Figura 4 - Carta di plasticità di Casagrande

7.2.1.2 Caratteristiche meccaniche di resistenza

Le caratteristiche meccaniche di resistenza, in particolare la densità relativa e l'angolo d'attrito φ' sono state determinate attraverso l'elaborazione dei risultati delle prove SPT, prove di taglio diretto, pocket, riportate in Figura 5. I risultati evidenziano che i valori di φ' risulterebbero dalle prove di laboratorio $>30^\circ$, ma dalla prova SPT i valori di φ' risultano $<25^\circ$. Un valore adeguato di φ' , considerando le granulometrie disponibili, è pari a 30° ; per la coesione c' , considerando le granulometrie è posta cautelativamente pari a 0-5, considerando anche che i valori di coesione indicati in Figura 5 derivano da una linearizzazione dei risultati delle prove di taglio.

SONDAGGIO	PROFONDITA' MEDIA m da p.c.	N2	N3	NSPT	Dr Bazaraa	φ' De Mello
					Bazaraa	De Mello
					Dr (%)	φ_p' [°]
S1	2	1	2	3	24.22	23.02

SONDAGGIO	CAMPIONE	PROFONDITA' MEDIA [m]	PROVA	c' [kPa]	φ' [°]
S2	C1	2.30	TD	11.5	33.6
S1	C1	2.70	TD	6.6	32.5
S4	C1	3.28	TD	6.1	41.6
S3	C1	3.60	TD	5.0	40.5

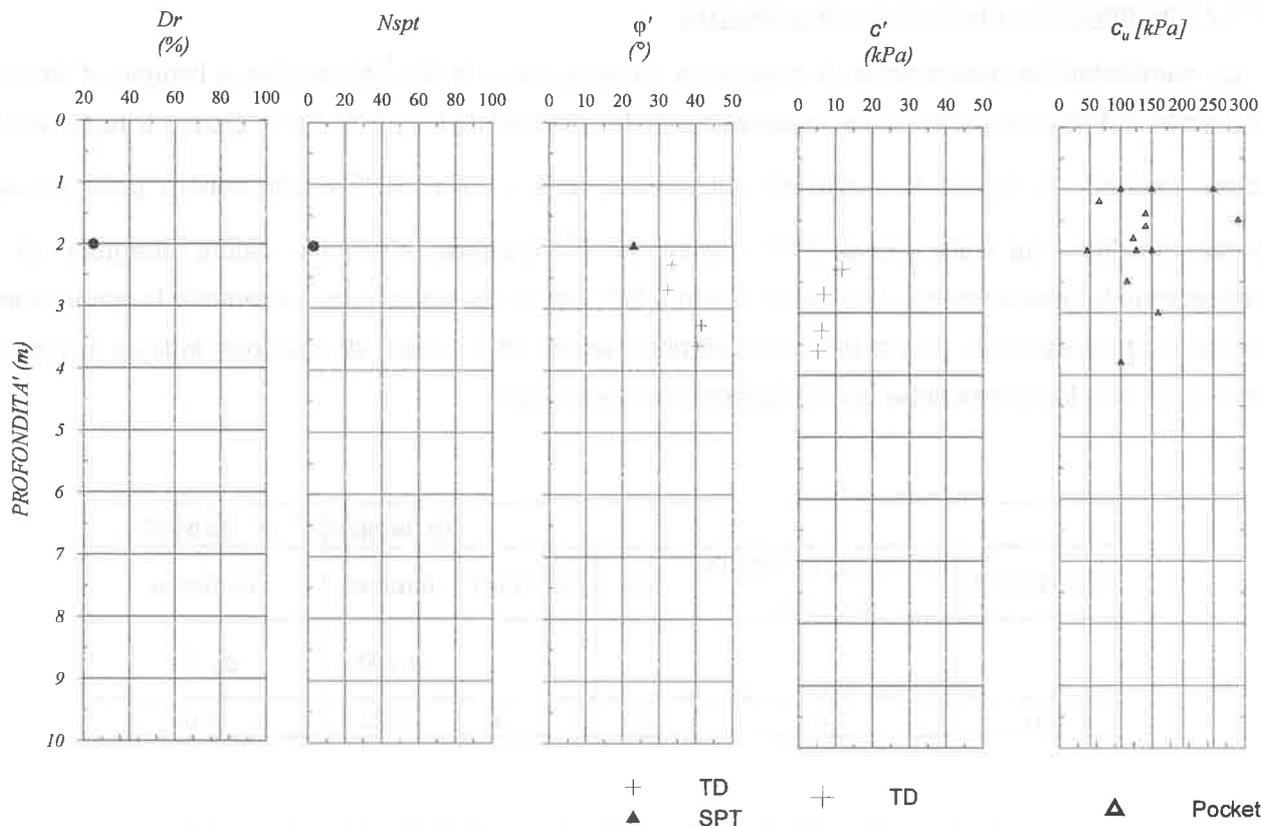
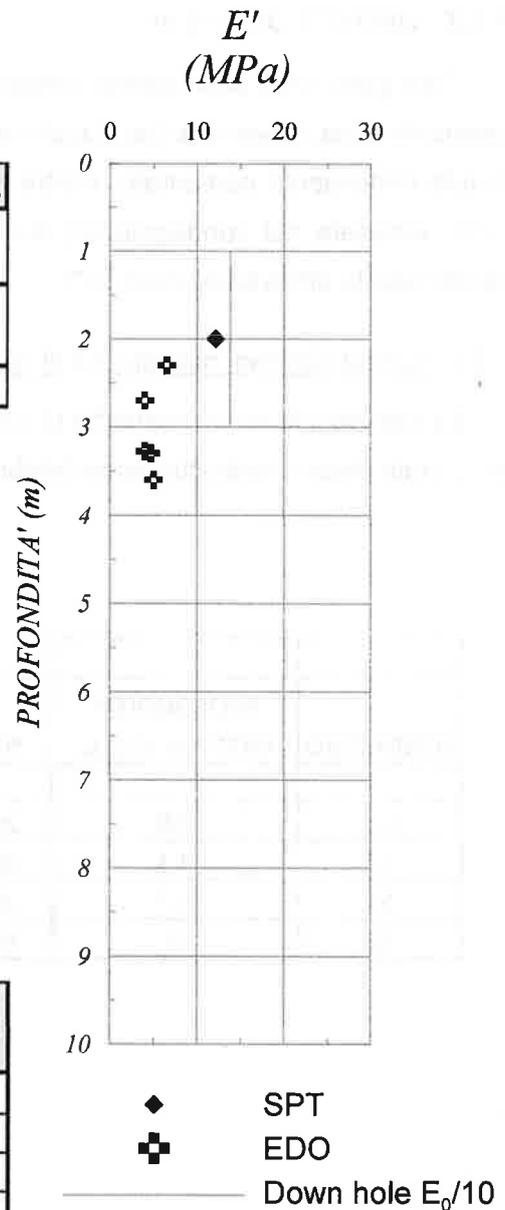


Figura 5 - Parametri di resistenza unità R

7.2.1.3 Caratteristiche meccaniche di deformabilità

Le caratteristiche meccaniche di deformabilità, in particolare il modulo E' è stato determinato attraverso l'elaborazione dei risultati delle prove SPT, delle prove edometriche e dai risultati dell'elaborazione della prova Down Hole eseguita nel sondaggio S2. È evidente che dai risultati delle prove udometriche i valori del modulo E' sono molto bassi, anche <5 MPa, anche i risultati delle prove SPT e della prova Down hole mostrerebbero comunque valori di $E' < 15$ MPa.

SONDAGGIO	PROFONDITA' MEDIA m da p.c.	N2	N3	NSPT	E' Douglas	
					Douglas	E' [MPa]
S1	2	1	2	3	12.12	



SONDAGGIO	CAMPIONE	PROFONDITA' MEDIA [m]	PROVA	E' [MPa]
S2	C1	2.30	EDO	6.5
S1	C1	2.70	EDO	4
S4	C1	3.28	EDO	4
S3	C1	3.60	EDO	5

Figura 6 - Modulo di deformabilità unità R

7.2.1.4 Caratteristiche di permeabilità

Non sono disponibili prove Lefranc, per il litotipo in esame, limi sabbiosi, la permeabilità può essere dedotta da dati bibliografici $k = 10^{-5}$ m/s.

7.2.2 UNITA' T 3+4 – 6 m

Tufo giallo ocra debolmente cementato. I sondaggi S1 ed S2, il primo localizzato in prossimità del cavalcaferrovia, il secondo localizzato in prossimità della rotatoria, individuano la presenza di uno strato di tufo debolmente cementato. Inoltre la presenza dello strato di tufo è confermato dalla prova Down Hole realizzata nel sondaggio S2 che tra 3 e 7m individua una $V_s=360$ m/s. Questo strato è stato caratterizzato attraverso prove SPT.

7.2.2.1 Caratteristiche meccaniche di resistenza

Le caratteristiche meccaniche di resistenza, in particolare la densità relativa e l'angolo d'attrito ϕ' sono state determinate attraverso l'elaborazione dei risultati delle prove SPT, di seguito in tabella.

SONDAGGIO	PROFONDITA' MEDIA m da p.c.	N2	N3	NSPT	Dr Bazaraa	ϕ' De Mello
					Bazaraa	De Mello
					Dr (%)	$\phi p'$ [°]
S12	2.8	29	35	64	100.0	34.7
S2	3.3	20	23	43	77.5	33.0
S1	4.7	28	28	56	82.0	33.9
S2	5	19	40	59	83.6	34.1

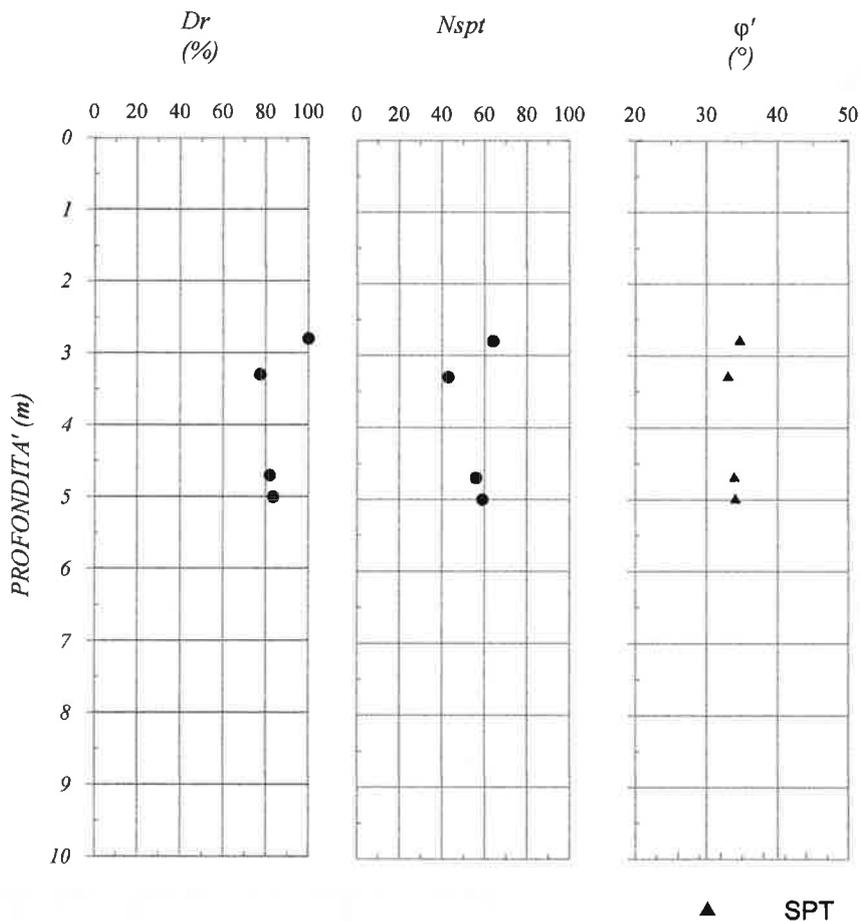
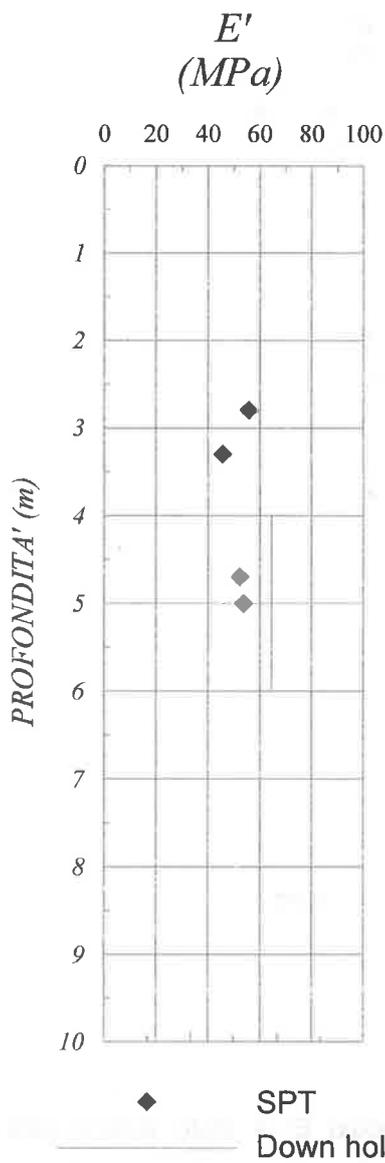


Figura 7 - Caratteristiche meccaniche di resistenza unità T

7.2.2.2 Caratteristiche meccaniche di deformabilità

Le caratteristiche meccaniche di deformabilità, in particolare il modulo E' è stato determinato attraverso l'elaborazione dei risultati delle prove SPT e dai risultati dell'elaborazione della prova Down Hole eseguita nel sondaggio S2.



SONDAGGIO	PROFONDITA' MEDIA m da p.c.	N2	N3	NSPT	E' Douglas
					Douglas
					E' [MPa]
S12	2.8	29	35	64	56.0
S2	3.3	20	23	43	45.9
S1	4.7	28	28	56	52.4
S2	5	19	40	59	53.8

Figura 8 - Modulo di deformabilità unità T

7.2.3 UNITA' S 6 + 25-28 m

Litotipo riscontrato a una profondità da 6 e 25-28 m dal p.c.. Per definire le caratteristiche meccaniche dello strato sono state analizzate le prove SPT realizzate all'interno dei sondaggi P26, S1 ed S2, una prova di taglio diretto realizzata sul campione C2 del sondaggio S3, le granulometrie disponibili nel sondaggio P26 e S3, la prova down hole realizzata nel sondaggio S2.

7.2.3.1 Caratteristiche fisico granulometriche

Le caratteristiche granulometriche sono state dedotte attraverso i campioni prelevati durante i sondaggi. Dalle granulometrie indicate in Figura 9 l'unità S ha caratteristiche granulometriche di una sabbia con limo o sabbia limosa.

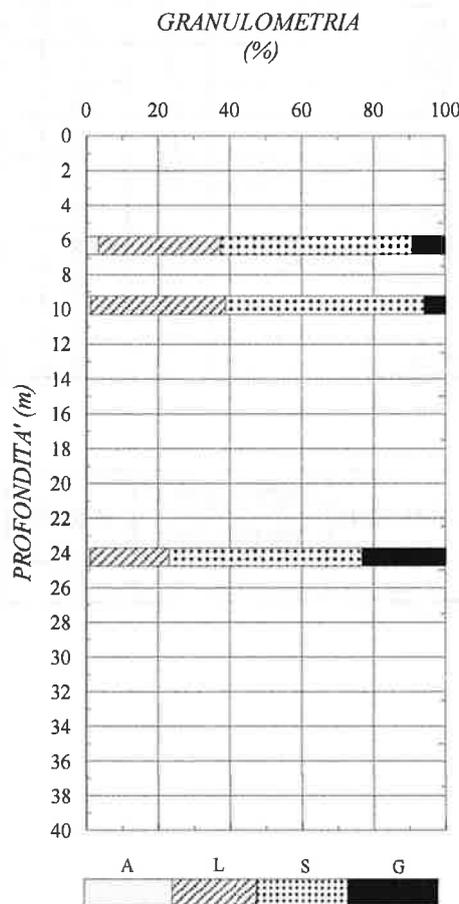


Figura 9 - Granulometrie unità S

7.2.3.2 Caratteristiche meccaniche di resistenza

Le caratteristiche meccaniche di resistenza, in particolare la densità relativa e l'angolo d'attrito ϕ' sono state determinate attraverso l'elaborazione dei risultati delle prove SPT e una prova di taglio diretto. Le prove SPT indicano che l'unità S ha valori di densità tipici, valutati sulla base dei valori NSPT corretti, di terreni mediamente sciolti.

SONDAGGIO	PROFONDITA' MEDIA m da p.c.	N2	N3	NSPT	Dr Bazaraa	ϕ' De Mello
					Bazaraa	De Mello
					D _r (%)	ϕ_p' [°]
S1	7	12	14	26	48.2	30.0
P26	8.5	12	14	26	47.4	30.0
S2	10	9	10	19	42.5	29.2
S1	11.6	8	12	20	42.4	29.2
P26	12	15	15	30	47.9	30.2
S2	15	10	13	23	42.8	29.4
S1	16	10	11	21	41.2	29.2
P26	16	12	15	27	44.5	29.8
S2	19.5	16	18	34	46.6	30.2
S1	20.5	16	20	36	47.2	30.4
P26	21	13	16	29	43.6	29.8
S2	24.6	24	28	52	52.3	31.2

SONDAGGIO	CAMPIONE	PROFONDITA' MEDIA [m]	PROVA	c' [kPa]	ϕ' [°]
S3	C2	6.30	TD	6.1	43.6

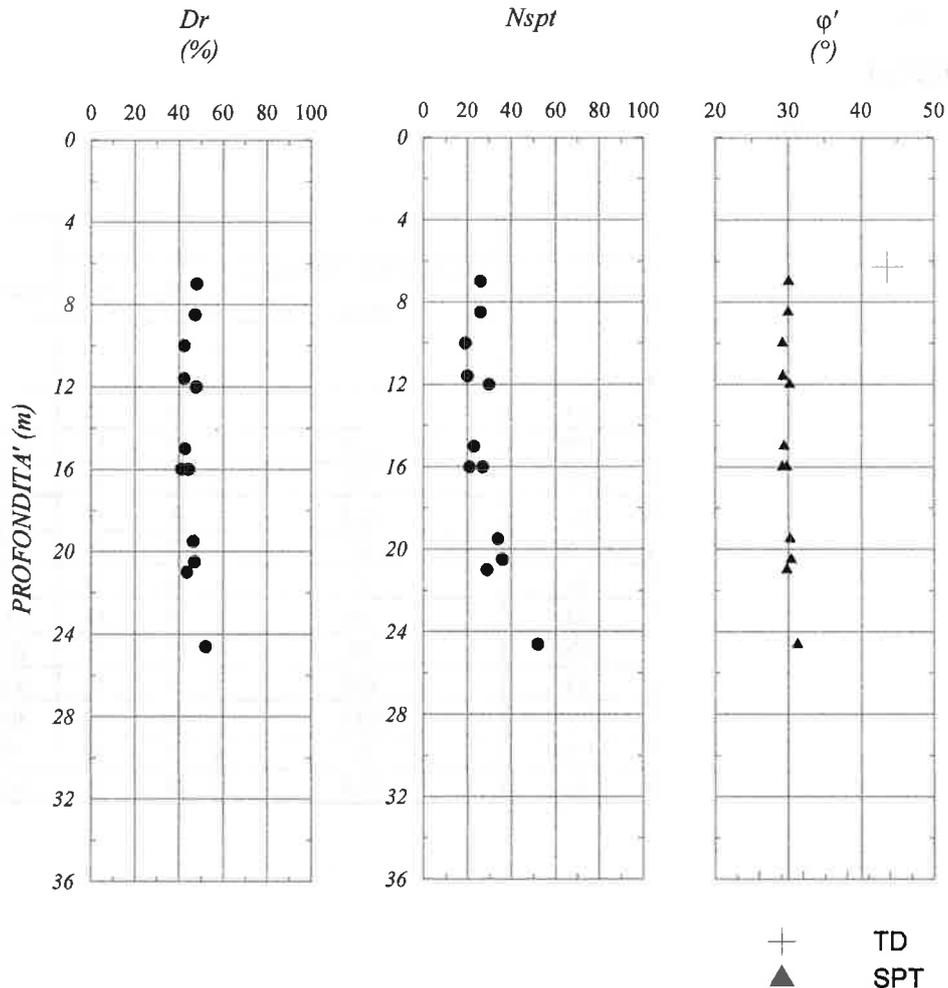
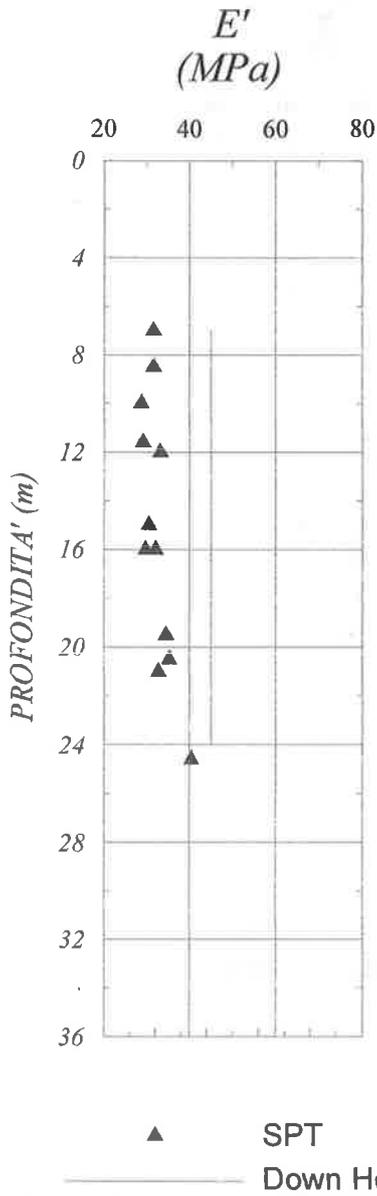


Figura 10 - Caratteristiche meccaniche di resistenza unità S

7.2.3.3 Caratteristiche meccaniche di deformabilità

Le caratteristiche meccaniche di deformabilità, in particolare il modulo E' è stato determinato attraverso l'elaborazione dei risultati delle prove SPT, e dai risultati dell'elaborazione della prova Down Hole eseguita nel sondaggio S2. I valori di E' oscillano tra 30 e 45 MPa.



SONDAGGIO	PROFONDITA' MEDIA m da p.c.	N2	N3	NSPT	E' Douglas
					Douglas
					E' [MPa]
S1	7	12	14	26	31.7
P26	8.5	12	14	26	31.7
S2	10	9	10	19	28.9
S1	11.6	8	12	20	29.3
P26	12	15	15	30	33.2
S2	15	10	13	23	30.5
S1	16	10	11	21	29.7
P26	16	12	15	27	32.1
S2	19.5	16	18	34	34.6
S1	20.5	16	20	36	35.3
P26	21	13	16	29	32.8
S2	24.6	24	28	52	40.5

Figura 11 - Modulo di deformabilità unità S

7.2.3.4 Caratteristiche di permeabilità

La prova Lefranc realizzata a 10 m indica un valore di permeabilità $k \approx 2.6 \cdot 10^{-3}$ m/s

7.2.4 UNITA' LA 25÷28 -40 m

Litotipo riscontrato a una profondità da 25÷28 a 40 m dal p.c.. Per definire le caratteristiche meccaniche dello strato sono state analizzate le prove SPT realizzate all'interno dei sondaggi S1 ed S2, tre prove di taglio diretto, una prova triassiale UU, una prova triassiale CIU, pocket penetrometer, la prova down hole realizzata nel sondaggio S2. L'unità LA è caratterizzata prevalentemente da limi argillosi a bassa plasticità.

7.2.4.1 Caratteristiche fisico granulometriche

Attraverso l'analisi delle granulometrie e dei limiti è possibile classificare l'unità come un limo argilloso a media/bassa plasticità.

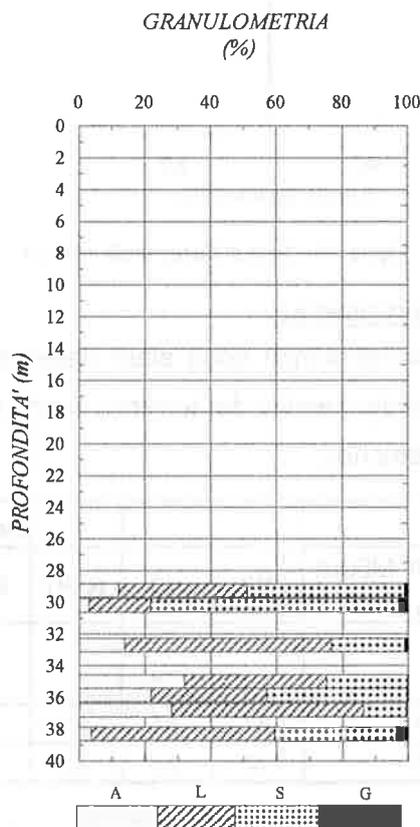


Figura 12 - Granulometria unità LA

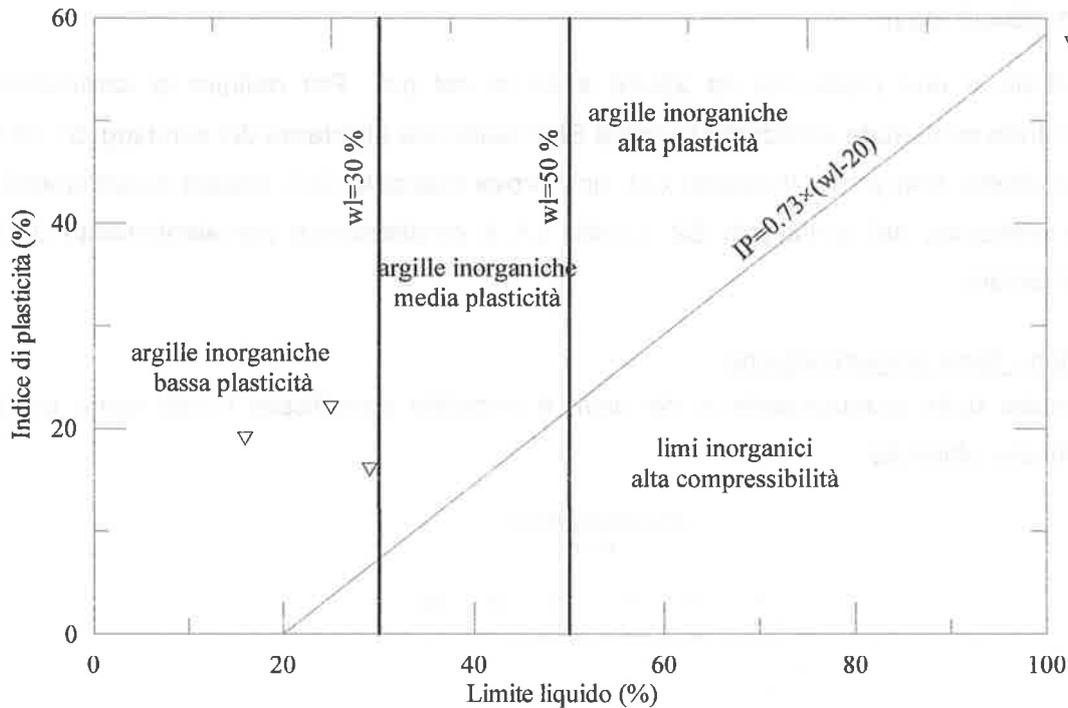


Figura 13 - Carta di Casagrande unità LA

7.2.4.2 Caratteristiche meccaniche di resistenza

Le caratteristiche meccaniche di resistenza sono state determinate attraverso le prove SPT (che considerando la natura prevalentemente coesiva del terreno, vanno considerate con cautela) e le prove di laboratorio (taglio, triassiali, edometriche).

SONDAGGIO	PROFONDITA' MEDIA m da p.c.	N2	N3	NSPT	Dr Bazaraa	ϕ' De Mello
					Bazaraa	De Mello
					D_r (%)	ϕ_p [°]
S1	26.7	37	44	81	79.9	33
S2	30.5	24	23	47	59.1	31

SONDAGGIO	CAMPIONE	PROFONDITA' MEDIA [m]	PROVA	c' [kPa]	ϕ' [°]	c_u [kPa]
S2	C3	30.20	TD	0.8	39.0	
S2	C4	32.70	TD	93.9	26.3	
S2	C5	35.00	TD	106.4	18.7	
S1	C3	35.85	UU			217
S1	C4	38.30	CIU	79.0	23.4	

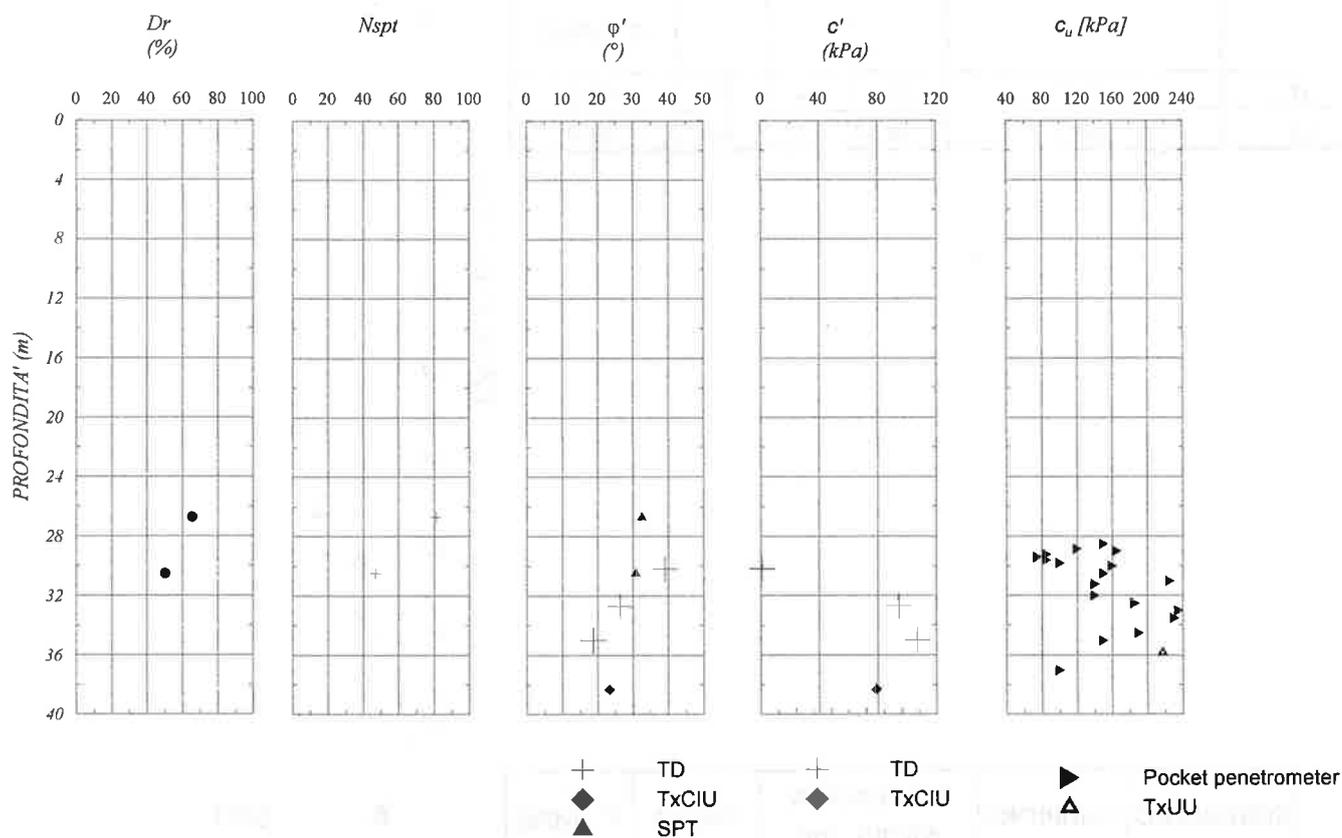
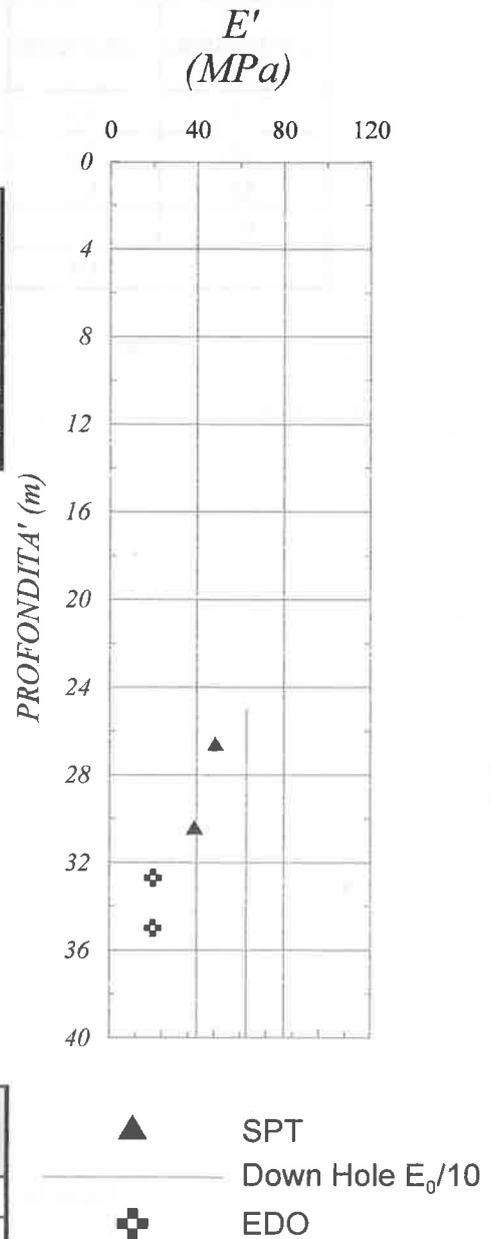


Figura 14 - Caratteristiche meccaniche di resistenza unità LA

7.2.4.3 Caratteristiche meccaniche di resistenza

Le caratteristiche meccaniche di deformabilità, in particolare il modulo E' è stato determinato attraverso l'elaborazione dei risultati delle prove SPT, dai risultati dell'elaborazione della prova Down Hole eseguita nel sondaggio S2 e dalle prove edometriche nel sondaggio S2

SONDAGGIO	PROFONDITA' MEDIA m da p.c.	N2	N3	NSPT	E' Douglas
					Douglas
					E' [MPa]
S1	26.7	37	44	81	48.5
S2	30.5	24	23	47	39.0



SONDAGGIO	CAMPIONE	PROFONDITA' MEDIA [m]	PROVA	E' [MPa]
S2	C3	30.20	EDO	19.5
S2	C5	35	EDO	20

Figura 15 - Modulo di deformabilità unità LA

7.2.4.4 Caratteristiche di permeabilità

Dalla prova Lefranc realizzata a 35 m nel sondaggio S1 risulta un valore di permeabilità $k \approx 4.3 \cdot 10^{-9}$ m/s.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO ESECUTIVO					
	RELAZIONE GEOTECNICA	COMMESSA IF0L	LOTTO 00 E 11	CODIFICA RB	DOCUMENTO GE0005 001	REV. A

8. PARAMETRI GEOTECNICI UNITA' STRATIGRAFICHE

Ai fini del modello geotecnico non si considerano i sondaggi S3 ed S4 che sono posizionati ad un distanza importante dalle nuove opere e le informazioni che forniscano andrebbero ad alterare quelle invece esplicitate dalla stratigrafia dal sondaggio S2, sondaggio ritenuto più significativo poiché prossimo alle sezioni di calcolo.

- **UNITA' R: da p.c. a 3.00÷4.00m da p.c.**

Limi sabbiosi e sabbie limose

Il peso dell'unità di volume è stato determinato dai risultati delle prove di laboratorio

- Peso per unità di volume $\gamma_{nat} = 17.00 \text{ kN/m}^3$
- Angolo di attrito $\varphi' = 30^\circ$
- Coesione $c' = 0-5 \text{ kPa}$
- Coesione non drenata $c_u = 80-120 \text{ kPa}$
- Modulo di Young operativo $E' = 5-15 \text{ MPa}$
- Permeabilità $k \cong 10^{-5} \text{ m/s}$
- Velocità onde di taglio $V_s = 170 \text{ m/s}$

- **UNITA' T: da 3.00÷4.00m a 6m**

Tufo giallo ocra debolmente cementato

- Peso per unità di volume $\gamma_{nat} = 17.00 \text{ kN/m}^3$
- Angolo di attrito $\varphi' = 33^\circ$
- Coesione $c' = 0 \text{ kPa}$
- Modulo di Young operativo $E' = 45 + 65 \text{ MPa}$
- Permeabilità $k \cong 10^{-5} \text{ m/s}$
- Velocità onde di taglio $V_s = 363 \text{ m/s}$

- **UNITA' S: da 5.00 a 25.00÷28.00 m**

Sabbia limosa mediamente addensata

Il peso dell'unità di volume è stato determinato dai risultati delle prove di laboratorio

- Peso per unità di volume $\gamma_{nat} = 15.00 \div 17.00 \text{ kN/m}^3$
- Densità relativa $D_r = 45\%$
- Angolo di attrito $\varphi' = 32^\circ$
- Modulo di Young operativo $E' = 30 \div 45 \text{ Mpa}$
- Velocità onde di taglio $V_s = 300 \text{ m/s}$
- Permeabilità $k = 2.6 \times 10^{-3} \text{ m/s}$
- **UNITA' LA: da 25÷28 a 40 m**

Limo argilloso

Il peso dell'unità di volume è stato determinato dai risultati delle prove di laboratorio

- Peso per unità di volume $\gamma_{nat} = 19.00 \div 20.00 \text{ kN/m}^3$
- Angolo di attrito $\varphi' = 25^\circ$
- Coesione $c' = 50 \text{ kPa}$
- Coesione non drenata $c_u = 200 \text{ kPa}$
- Modulo di Young operativo $E' = 40 \div 60 \text{ Mpa}$
- Velocità onde di taglio $V_s = 350 \text{ m/s}$
- Permeabilità $k \approx 4.3 \times 10^{-9} \text{ m/s}$

In accordo con le indicazioni dei rilievi piezometrici eseguiti si desume che nella zona in esame la falda sia posizionata a 5 m da p.c. In particolare in prossimità del cavalca ferrovia, dalle letture piezometriche relative al sondaggio S1, si desume che la falda è a 49.74 m. s.l.m.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO ESECUTIVO					
	RELAZIONE GEOTECNICA	COMMESSA IF0L	LOTTO 00 E 11	CODIFICA RB	DOCUMENTO GE0005 001	REV. A

9. SISMICITÀ

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. Per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento:

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Tabella 3 - Categorie di sottosuolo

La classificazione della categoria di sottosuolo viene eseguita sulla base di misure dirette dei valori di velocità di propagazione delle onde di taglio nei primi 30 m di profondità $V_{s,30}$ (NTC08).

Si può ricavare il parametro $V_{s,30}$ mediante la relazione:

$$V_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

Vista la stratigrafia presente, i profili di velocità delle onde di taglio dedotti dalla prova down hole eseguita nel foro S2, la linea sismica 101, la categoria di suolo di fondazione di riferimento al suolo "C".

In relazione ai risultati della prova Down hole realizzata nel foro S2, il valore di $V_{s30}=295$ m/s, è pertanto possibile classificare i terreni in sito come suolo di tipo "C", secondo Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo delle NTC08, riportata precedentemente.

	ITINERARIO NAPOLI - BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO ESECUTIVO					
	RELAZIONE GEOTECNICA	COMMESSA IF0L	LOTTO 00 E 11	CODIFICA RB	DOCUMENTO GE0005 001	REV. A

Si ritiene pertanto di poter assegnare una categoria di sottosuolo "C" e una categoria topografica "T1" (superficie sub pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$).

10. LIQUEFAZIONE

Sono state eseguite delle valutazioni preliminari circa la suscettibilità alla liquefazione dei terreni di fondazione e i relativi interventi di mitigazione.

1. Le NTC08 al paragrafo 7.11.3.4.2 affermano che la verifica alla liquefazione può essere omessa quando si manifesti una delle seguenti circostanze:
2. Eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
3. Accelerazioni massime attese al piano campagna in condizioni di free-field minori di 0.1 g;
4. Profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
5. Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)60 > 30$ oppure $qc1N > 180$ dove $(N1)60$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e $qc1N$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione verticale efficace di 100 kPa;
6. Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate in Fig 1
7. nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3.5$ ed in Fig 2
8. nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3.5$.

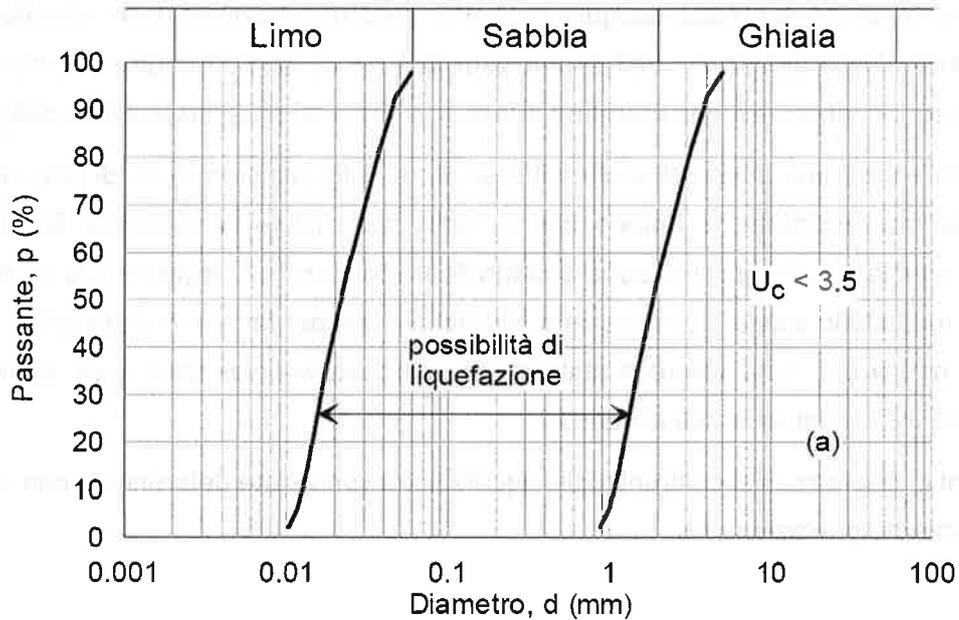


Fig 1 - Fusi granulometrici di terreni suscettibili alla liquefazione per $U_c < 3.5$

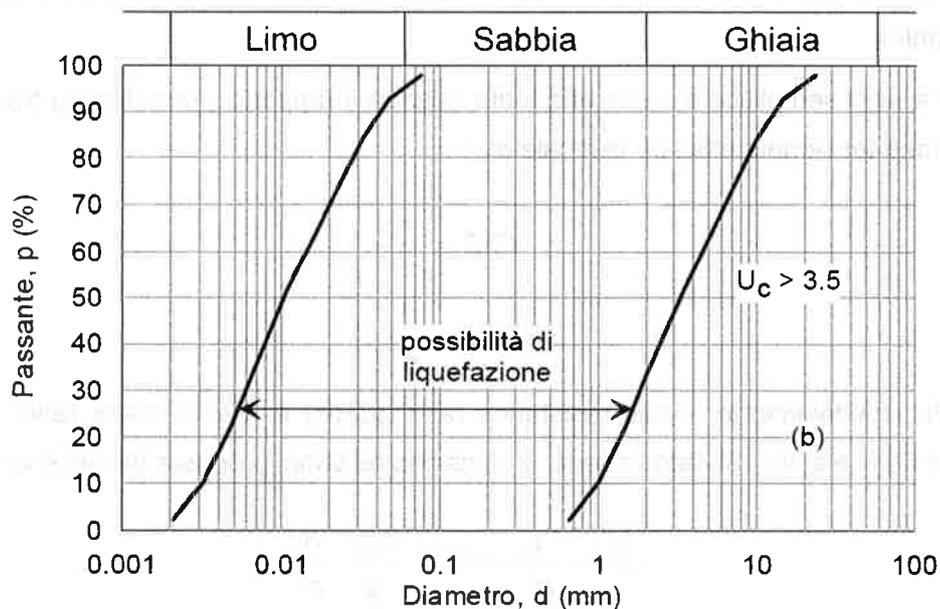


Fig 2 - Fusi granulometrici di terreni suscettibili alla liquefazione per $U_c > 3.5$

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO ESECUTIVO					
	RELAZIONE GEOTECNICA	COMMESSA IF0L	LOTTO 00 E 11	CODIFICA RB	DOCUMENTO GE0005 001	REV. A

La verifica a liquefazione è stata eseguita a partire dalla distribuzione delle velocità delle onde di taglio nel sottosuolo. Nella definizione dell'azione sismica è necessario introdurre alcuni parametri legati al moto sismico: a_{max}/g , accelerazione massima attesa al suolo e M , magnitudo locale della zona.

L'accelerazione massima attesa al suolo è il prodotto di a_g/g (accelerazione di picco attesa al suolo per piano campagna orizzontale e terreno tipo C, nello stato limite considerato, SLV) per S_s e S_T , rispettivamente coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica, legati al sito in esame. Per ciò che riguarda la magnitudo locale M , necessaria alla definizione del fattore di scala MSF , è stato scelto un valore di M pari a 6,5. Tale valore è stato scelto dall'osservazione delle serie storiche (messe a disposizione dalla INGV) dei terremoti avvenuti.

Le condizioni di sicurezza nei confronti della liquefazione sono state determinate con un approccio in base al coefficiente di liquefazione FL :

$$F_L = \frac{\tau_f}{\tau_m}$$

definito come il rapporto tra la resistenza a taglio τ_f e la media dello sforzo di taglio τ_m indotto dall'azione sismica.

Di solito, l'analisi semplificata viene effettuata usando il rapporto normalizzato tra lo sforzo di taglio (τ_m e τ_f) e lo stato tensionale efficace verticale σ'_{v0} :

$$CSR = \frac{\tau_m}{\sigma'_{v0}}$$

$$CRR = \frac{\tau_f}{\sigma'_{v0}}$$

denominati rispettivamente "cyclic resistance ratio" (CRR) e "cyclic stress ratio" (CSR). In queste analisi il valore CSR è stato valutato usando le classiche relazioni proposte da Seed e Idriss (1971):

$$CSR = \frac{\tau_m}{\sigma'_{v0}} = 0.65 \cdot \frac{a_{max,s}}{g} \cdot \frac{\sigma_v}{\sigma'_v} \cdot r_d$$

dove:

- $a_{max,s}$ è la massima accelerazione attesa a piano campagna per il terremoto di riferimento;
- g è l'accelerazione di gravità;
- σ_v e σ'_v sono rispettivamente lo stato tensionale totale ed efficace riferiti alla profondità in esame;

- r_d è un coefficiente (<1) che tiene in conto la deformabilità del terreno e i suoi effetti sul profilo delle massime accelerazioni orizzontali. Il coefficiente r_d può essere calcolato usando la seguente espressione (Idriss and Boulanger, 2004):

$$r_d = \exp \left[\left(-1.012 - 1.126 \cdot \operatorname{sen} \left(\frac{z}{11.73} + 5.133 \right) \right) + \left(0.106 + 0.118 \cdot \operatorname{sen} \left(\frac{z}{11.28} + 5.142 \right) \right) \cdot M \right]$$

dove z è la profondità in metri e M è la magnitudo momento dell'evento sismico atteso. Poiché la procedura semplificata è riferita ad eventi sismici aventi magnitudo momento M pari a 7.5, il valore di CSR è scalato al valore di riferimento M dalla seguente espressione:

$$(CSR)_{M=7.5} = \frac{CSR}{MSF}$$

dove MSF è il fattore di scala, espresso come (Idriss and Boulanger, 2004):

$$\begin{cases} MSF = 6.9 \cdot \exp \left(\frac{-M}{4} \right) - 0.058 \\ MSF \leq 1.8 \end{cases}$$

Il valore del rapporto di resistenza ciclica CRR è stato calcolato sulla base dei risultati di prove in sito (SPT, Down-Hole), come mostrato nei paragrafi successivi. Una volta note CRR e CSR, il fattore di sicurezza nei confronti della liquefazione FL è valutato come:

$$F_L = \frac{\tau_f}{\tau_{media}} = \frac{CRR}{CSR_{M=7.5}}$$

La velocità di propagazione delle onde di taglio S, V_S , è ridotta ad un valore V_{S1} dato da:

$$V_{S1} = C_V \cdot V_S$$

dove il coefficiente normalizzato C_V è:

$$C_V = \left(\frac{p_a}{\sigma'_v} \right)^{0.25}$$

dove p_a è la pressione atmosferica.

Il coefficiente C_V non dovrebbe eccedere il valore 1.4. Dal valore di V_{S1} , si ottiene CRR usando l'espressione (Idriss and Boulanger, 2004):

$$CRR = 0.022 \cdot \left(\frac{V_{s1}}{100} \right)^2 + 2.8 \cdot \left(\frac{1}{V_{s1}^* - V_{s1}} - \frac{1}{V_{s1}^*} \right)$$

Il parametro V_{s1}^* è il valore di soglia della velocità delle onde di taglio normalizzata, $VS1$, entro il quale la liquefazione non può avvenire. Il suo valore dipende dal contenuto di fine ed è calcolata come:

$$\begin{aligned} \text{for } FC \leq 5\%, \quad V_{s1}^* &= 215 \quad (m/s) \\ \text{for } 5\% \leq FC \leq 35\%, \quad V_{s1}^* &= 215 - 0.5 \cdot (FC - 5) \quad (m/s) \\ \text{for } FC > 35\%, \quad V_{s1}^* &= 200 \quad (m/s) \end{aligned}$$

Con le analisi semplificate, si ottengono i profili di FL (z) con la profondità; la valutazione degli effetti della possibile occorrenza della liquefazione sui depositi è fatta facendo riferimento all'intero volume di terreno compreso tra 6,00 e 25,00 m.

L'indice di suscettibilità alla liquefazione I_L (Iwasaki et al., 1982) utilizzato per questo scopo è definito come:

$$I_L = \int_0^{20m} F(z) \cdot w(z) \cdot dz$$

dove z è la profondità (in metri) da piano campagna e le funzioni $w(z)$ e $F(z)$ sono:

$$w(z) = 10 - 0.5 \cdot z$$

$$F(z) = \max \begin{cases} 1 - F_L \\ 0 \end{cases}$$

Iwasaki et al. (1982) forniscono i seguenti tre range di I_L per i depositi aventi differenti potenziali di liquefazione:

$I_L \leq 5$	<i>collapse potential is low</i>
$5 < I_L \leq 15$	<i>collapse potential is high</i>
$I_L > 15$	<i>collapse potential is very high</i>

Di seguito la tabella per valutare l'indice di suscettibilità alla liquefazione:

RELAZIONE GEOTECNICA

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
IF0L 00 E 11 RB GE0006 001 A 41 di 42

γ	σ_{vo}	u	σ'_{vo}	r_d	τ_{max}	CSR	$\sigma_{vo} / \sigma'_{vo}$	CSR _{M=7,50}	prof.	V_s	$V_{s,1}$	$V_{s,1}^*$	CRR	FL	F(z)=1-FL	w(z)	$\Delta(z)$	Δl_i
kN/m ³	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	-	kN/m ²	-	-	-	m	m/s	m/s	m/s	-			m		
										111.23								
17.0	17.0	0.0	17.0	0.985	5.01	0.191	1.00	0.147	1.00	155.763	218.07	215.0	0.500	3.398	0.000	9.0	1.0	0.00
17.0	34.0	0.0	34.0	0.970	9.86	0.189	1.00	0.145	2.00	198.413	277.78	215.0	0.500	3.451	0.000	8.5	1.0	0.00
17.0	51.0	0.0	51.0	0.955	14.56	0.186	1.00	0.143	3.00	247.525	334.46	215.0	0.500	3.505	0.000	8.0	1.0	0.00
17.0	68.0	0.0	68.0	0.940	19.11	0.183	1.00	0.140	4.00	403.226	507.03	215.0	0.500	3.561	0.000	7.5	1.0	0.00
17.0	85.0	0.0	85.0	0.925	23.51	0.180	1.00	0.138	5.00	458.716	545.51	215.0	0.500	3.618	0.000	7.0	1.0	0.00
17.0	102.0	10.0	92.0	0.910	27.75	0.196	1.11	0.167	6.00	393.701	447.33	215.0	0.500	2.992	0.000	6.5	1.0	0.00
17.0	119.0	20.0	99.0	0.895	31.84	0.209	1.20	0.193	7.00	406.504	444.42	215.0	0.500	2.588	0.000	6.0	1.0	0.00
17.0	136.0	30.0	106.0	0.880	35.78	0.219	1.28	0.216	8.00	268.139	262.38	215.0	0.500	2.311	0.000	5.5	1.0	0.00
17.0	153.0	40.0	113.0	0.865	39.57	0.228	1.35	0.237	9.00	219.78	225.65	215.0	0.500	2.111	0.000	5.0	1.0	0.00
17.0	170.0	50.0	120.0	0.850	43.21	0.234	1.42	0.255	10.00	250.627	250.63	215.0	0.500	1.962	0.000	4.5	1.0	0.00
17.0	187.0	60.0	127.0	0.835	46.69	0.239	1.47	0.270	11.00	196.85	192.22	215.0	0.191	0.707	0.293	4.0	1.0	1.17
17.0	204.0	70.0	134.0	0.820	50.02	0.243	1.52	0.284	12.00	826.446	789.62	215.0	0.500	1.761	0.000	3.5	1.0	0.00
17.0	221.0	80.0	141.0	0.805	53.19	0.245	1.57	0.295	13.00	221.729	207.65	215.0	0.463	1.567	0.000	3.0	1.0	0.00
17.0	238.0	90.0	148.0	0.790	56.22	0.247	1.61	0.305	14.00	197.628	181.68	215.0	0.144	0.471	0.529	2.5	1.0	1.32
17.0	255.0	100.0	155.0	0.775	59.09	0.248	1.65	0.313	15.00	352.113	318.17	215.0	0.500	1.596	0.000	2.0	1.0	0.00
17.0	272.0	110.0	162.0	0.760	61.81	0.248	1.68	0.320	16.00	581.395	516.94	215.0	0.500	1.562	0.000	1.5	1.0	0.00
17.0	289.0	120.0	169.0	0.745	64.38	0.248	1.71	0.325	17.00	354.61	310.56	215.0	0.500	1.536	0.000	1.0	1.0	0.00
17.0	306.0	130.0	176.0	0.730	66.79	0.247	1.74	0.330	18.00	581.395	501.94	215.0	0.500	1.517	0.000	0.5	1.0	0.00
17.0	323.0	140.0	183.0	0.715	69.05	0.245	1.77	0.333	19.00	355.872	303.11	215.0	0.500	1.503	0.000	0.0	1.0	0.00
17.0	340.0	150.0	190.0	0.700	71.16	0.243	1.79	0.335	20.00	178.571	150.16	215.0	0.080	0.238	0.762	-0.5	1.0	-0.38
17.0	357.0	160.0	197.0	0.685	73.12	0.241	1.81	0.336	21.00	877.193	728.69	215.0	0.500	1.488	0.000	-1.0	1.0	0.00
17.0	374.0	170.0	204.0	0.670	74.92	0.239	1.83	0.336	22.00	254.453	208.93	215.0	0.544	1.618	0.000	-1.5	1.0	0.00
17.0	391.0	180.0	211.0	0.655	76.58	0.236	1.85	0.336	23.00	355.872	288.98	215.0	0.500	1.488	0.000	-2.0	1.0	0.00
17.0	408.0	190.0	218.0	0.640	78.07	0.233	1.87	0.335	24.00	315	253.08	215.0	0.500	1.493	0.000	-2.5	1.0	0.00
17.0	425.0	170.0	255.0	0.625	79.42	0.202	1.67	0.259	25.00	297.619	236.69	215.0	0.500	1.928	0.000	-3.0	1.0	0.00
17.0	442.0	180.0	262.0	0.610	80.62	0.200	1.69	0.259	26.00	223.214	175.78	215.0	0.126	0.487	0.513	-3.5	1.0	-1.79
17.0	459.0	190.0	269.0	0.595	81.66	0.197	1.71	0.259	27.00	357.143	278.61	215.0	0.500	1.932	0.000	-4.0	1.0	0.00
17.0	476.0	200.0	276.0	0.580	82.55	0.194	1.72	0.258	28.00	591.716	457.43	215.0	0.500	1.940	0.000	-4.5	1.0	0.00
17.0	493.0	210.0	283.0	0.565	83.28	0.191	1.74	0.256	29.00	297.619	228.07	215.0	0.500	1.952	0.000	-5.0	1.0	0.00
17.0	510.0	220.0	290.0	0.550	83.87	0.188	1.76	0.254	30.00	444.444	337.70	215.0	0.500	1.968	0.000	-5.5	1.0	0.00
17.0	527.0	230.0	297.0	0.535	84.30	0.184	1.77	0.252	31.00	297.619	224.30	216.0	0.500	1.987	0.000	-6.0	1.0	0.00
17.0	544.0	240.0	304.0	0.520	84.58	0.181	1.79	0.249	32.00	446.429	333.78	217.0	0.500	2.010	0.000	-6.5	1.0	0.00
17.0	561.0	250.0	311.0	0.505	84.71	0.177	1.80	0.245	33.00	255.754	189.76	218.0	0.166	0.674	0.326	-7.0	1.0	-2.28
17.0	578.0	260.0	318.0	0.490	84.68	0.173	1.82	0.242	34.00	297.385	219.00	219.0	0.500	2.068	0.000	10.0	-34.0	0.00

l_i -1.960

Il potenziale di liquefazione è nullo.



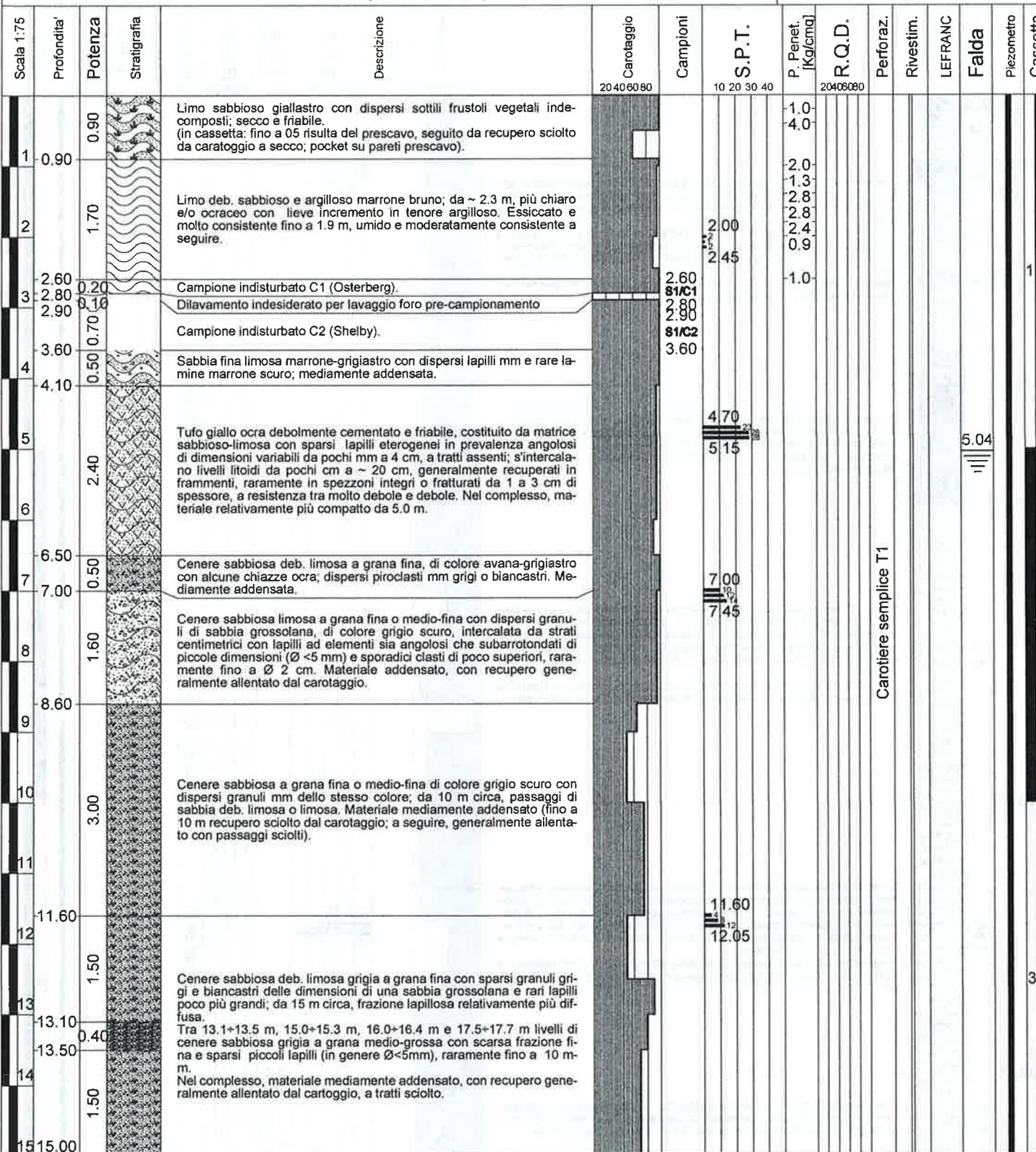
ITINERARIO NAPOLI - BARI
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO
I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E
VARIANTE ALLA LINEA ROMA NAPOLI VIA CASSINO NEL
COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE GEOTECNICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0L	00 E 11	RB	GE0005 001	A	42 di 42

11. ALLEGATO 1

Località: DUGENTA (BN)	Responsabile di Sito: Dott. Claudio Treviso
Data di inizio perforazione: 30/06/2015	Data di fine perforazione: 03/07/2015
Perforazione: a rotazione con carotaggio continuo	Sonda Ellettari EK 1000 su trattore gommato SAME Tiger 105
Rivestimento: tubo acciaio Ø127 Prof. rivestimento: 37.5 m	Coordinate WGS84: N 41°08'30.9223" - E 14°27'41.1665"
Note: Prescavo a mano 50x50 x60 cm ; foro attrezzato a piezometro tubo aperto	
Quota bocca-foro: 54.744 m slm	



Carotiere semplice T1

Località: DUGENTA (BN)	Responsabile di Sito: Dott. Claudio Treviso
Data di inizio perforazione: 30/06/2015	Data di fine perforazione: 03/07/2015
Perforazione: a rotazione con carotaggio continuo	Sonda Ellettari EK 1000 su trattore gommato SAME Tiger 105
Rivestimento: tubo acciaio Ø127 Prof. rivestimento: 37.5 m	Coordinate WGS84: N 41°08'30.9223" - E 14°27'41.1665"

Note: Prescavo a mano 50x50 x60 cm ; foro attrezzato a piezometro tubo aperto

Quota bocca-foro: 54.744 m sim

Scala 1:75	Profondità	Potenza	Straigrafia	Descrizione	Carotaggio	Campioni	S.P.T.	P. Penet. [kg/cm²]	R.Q.D.	Perforaz.	Rivestim.	LEFRANC	Falda	Piezometro	Cassetta
	15.000	0.30			20406080		10 20 30 40		20406080						
	15.30	0.70					16.00								
16	16.00	0.40					16.45								
17	16.40	1.10													
18	17.50	0.20													4
19	17.70	1.40													
20	19.10	1.70													
21	20.80						20.50								
22							20.95								
23		4.20													5
24															
25	25.00														
26															
27		3.85					26.70								
28							27.15								
29	28.85														
30	30.10	1.25													6
								2.4							
								3.3							
								1.7							
								1.5							
								1.7							
								2.0							

Località: DUGENTA (BN)	Responsabile di Sito: Dott. Claudio Treviso
Data di inizio perforazione: 30/06/2015	Data di fine perforazione: 03/07/2015
Perforazione: a rotazione con carotaggio continuo	Sonda Ellettari EK 1000 su trattore gommato SAME Tiger 105
Rivestimento: tubo acciaio Ø127 Prof. rivestimento: 37.5 m	Coordinate WGS84: N 41°08'30.9223" - E 14°27'41.1665"

Note: Prescavo a mano 50x50 x60 cm ; foro attrezzato a piezometro tubo aperto

Quota bocca-foro: 54.744 m slm

Scala 1:75	Profondità	Potenza	Stratigrafia	Descrizione	Carotaggio	Campioni	S.P.T.	P. Penet. (Kg/cm²)	R.Q.D.	Perforaz.	Rivestim.	LEFRANC	Falda	Piezometro	Cassetta
	30.10	0.50		Limo deb. sabbioso-argilloso da nerastro a grigio scuro con sparsi lapilli mm; alla base livello di 3 cm di limo argilloso grigio verde. Consistente.	20406080		10 20 30 40	2.0	20406080						
	30.60							-3.2							
	31	1.90		Limo argilloso sabbioso grigio con lieve tono verde, intercalato da sporadici livelli centimetrici di limo sabbioso dello stesso colore; a tratti, dispersi granuli litici verdi e noduetti/chiazze biancastro di spessore mm. Consistente, con brevi passaggi molto consistenti e riduzioni di consistenza nei livelli sabbiosi.				-4.5							
	32							-2.8							
	32.50	0.50		Limo argilloso-sabbioso grigiastro-ocraceo con sfumature/chiazze nerastre, con dispersi piroclasti mm. Molto consistente.				-1.4							
	33							-2.8							
	33.00	0.80		Limo argilloso da deb. sabbioso a sabbioso nocciola-grigiastro con punteggiature ocracee, con dispersi piroclasti mm. Molto consistente.				-2.8							
	34	0.50		Sabbia limosa grigiastro con livelli lapillosi ad elementi angosi da mm a cm (Ømax 3 cm). Addensata.				-4.6							
	34.30							-4.0							
	35	1.10		Argilla con limo verde chiaro con alcune punteggiature ocracee; da 5.3 m, tono ocraceo. Consistente.				-2.2							
	35.40	0.10		Pulizia foro pre-campionamento dopo prova LF.				-3.7							
	35.50							-4.7							
	36	0.70		Campione indisturbato C3 (Shelby).		S1C3		-4.4							
	36.20							-4.7							
	37	0.90		Limo argilloso-sabbioso con livelletti sabbioso-argillosi, nocciola con bande/punteggiature ocracee; rari inclusi piroclastici mm arrotondati. Consistente.				-4.4							
	37.10							-4.6							
	38	0.65		Sabbia limosa-argillosa con livelli di limo argilloso-sabbioso, con sparsi lapilli mm e cm (Ømax 3cm); matrice marrone chiaro-grigiastro con screziature ocracee e lapilli angolosi verdastri, grigi o biancastri. Mediamente addensata/consistente.				-3.2							
	37.75	0.25		Limo argilloso grigiastro, omogeneo e consistente.				-3.5							
	38.00							-3.9							
	38.60	0.60		Campione indisturbato C4 (Shelby).		S1C4		-2.9							
	38.60							-3.4							
	39	0.40		Argilla limosa verde chiaro, omogenea e consistente.				-2.0							
	39.00							-1.8							
	40	1.00		Limo sabbioso-argilloso di colore grigiastro virante a grigio verde; da 39.5 m circa, graduale passaggio a sabbia medio-fina limosa grigio-verde con acluni lapilli mm. Mediamente consistente/addensato.				-2.0							
	40.00							-2.0							

LETTURE PIEZOMETRICHE IN CORSO DI SONDAGGIO:

(quote in "m" dal p.c.)

DATA - ORE - ACQUA/FALDA - PROF. CAROTAGGIO - RIVESTIMENTO

30/06/2015	17:20	-4.90	-13.0	-12.0
01/07/2015	08:10	-4.80	-13.0	-12.0
01/07/2015	12:00	-4.20	-21.0	-21.0
01/07/2015	13:00	-5.95	-21.0	-21.0
01/07/2015	16:00	-5.78	-26.0	-24.0
02/07/2015	08:00	-7.12	-26.0	-24.0
03/07/2015	08:00	-14.10	-40.0	-

LETTURE PIEZOMETRICHE POST-INSTALLAZIONE PIEZOMETRO:

(quote in "m" dal p.c.)

DATA - ORE - ACQUA/FALDA

03/07/2015	13:00	-4.83
06/07/2015	14:00	-4.80
07/07/2015	11:30	-5.01
08/07/2015	12:30	-5.04

40.00

Località: DUGENTA (BN)	Responsabile di Sito: Dott. Claudio Treviso
Data di inizio perforazione: 03/07/2015	Data di fine perforazione: 07/07/2015
Perforazione: a rotazione con carotaggio continuo	Sonda Ellettari EK 1000 su trattore gommato SAME Tiger 105
Rivestimento: tubo acciaio Ø127 Prof. rivestimento: 33.0 m	Coordinate WGS84: N 41°08'24.4766" - E 14°27'39.0141"

Note: Prescavo a mano 50x50 x60 cm; foro attrezzato con Tubo PVC Ø 80 mm per down-hole

Quota bocca-foro: 55.699 m slm

Scala 1:75	Profondità	Potenza	Stratigrafia	Descrizione	Carotaggio 20406080	Campioni	S.P.T. 10 20 30 40	P. Penet. [kg/cm²]	R.Q.D. 20406080	Perforaz.	Rivestim.	LEFRANC	Tubo PVC Ø 80mm	Cassetta
1	1.00	1.00		Limo sabbioso deb. argilloso marrone bruno con dispersi granuli piroclastici mm alterati (Ømax 5 mm) e frustoletti vegetali; molto consistente e fragile/friabile (suolo essiccato). (in cassetta: fino a 0.5m risulta prescavo a mano).				3.0 6.0 6.0 5.0 4.0 3.5 3.4 3.0 2.7 2.2						
2	2.00	1.00		Materiale come sopra di colore poco più chiaro con lieve tono rossiccio, secco e molto consistente, a consistenza decrescente con la profondità.		2.00								
3	2.60	0.60		Campione indisturbato C1 (Schelby).		S2/C1								
3	3.00	0.40		Limo sabbioso-argilloso marrone scuro con punteggiature ocra, con sparsi piroclasti mm, a tetto livello sabbioso-limoso giallastro di 3 cm. Consistente.		2.60		1.3						1
3	3.30	0.30		Campione indisturbato S2/C1 (Schelby). (penetrazione arrestata su materiale tufaceo sottostante).		3.00		2.4						
4				Tufo scarsamente cementato, a matrice sabbioso-limoso giallo ocra con diffusi elementi pomicei grigiastri mm e cm, in prevalenza angolosi, e rare piccole scorie nerastre; fino a 3.8 m circa, matrice con chiazze grigio scuro-marrone. Parzialmente destrutturato dal carotaggio (friabile/sfaldabile), relativamente più compatto da 3.8 m circa. Da 4.0 m circa, inclusi scarsi.		3.30								
5		2.40		Tra 4.4+4.8 m, orizzonte poco più cementato recuperato in frammenti centimetrici e alcuni spezzoni dischi teneri fino a 3 cm di spessore (si sgranano con l'unghia e si frammentano con le mani). Da 5.0 m, inclusi molto scarsi e di dimensioni mm.		5.00								
6	5.70			Tufo scarsamente cementato, a matrice sabbiosa grigio scuro con alcuni livelletti/lenti ocreaci, con dispersi piccoli elementi piroclastici del colore della matrice; allentato e/o parzialmente destrutturato dal carotaggio, senza presenza litoidi.		5.45								
7	6.70	1.00												
8														
9														
10														
11		8.30		Cenere vulcanica sabbioso-limoso grigia a granulometria fina o medio-fina con dispersi granuli pomicei teneri poco più grossolani (Ø 2+4 mm), a tratti diffusi, intercalata da livelli di sabbia a grana medio-grossa in strati da pochi cm a circa 20 cm; sporadiche e sottili lenti biancastre orizzontali da 1+2 mm (inclusioni schiacciate) e alcuni livelli cm di limo con sabbia fina poco differenziabili dal litotipo prevalente. Nel complesso materiale mediamente addensato, con recupero generalmente allentato e a tratti sciolto dal carotaggio.										
12														
13														
14														
15	15.00													

Carotiere semplice T1

3

Località: DUGENTA (BN)	Responsabile di Sito: Dott. Claudio Treviso
Data di inizio perforazione: 07/07/2015	Data di fine perforazione: 07/07/2015
Perforazione: a rotazione con carotaggio continuo	Sonda Ellettari EK 1000 su CMV MK 1000
Rivestimento: tubo acciaio Ø127 Prof. rivestimento: 6.0 m	Coordinate WGS84: N 41°08'24.2940" - E 14°27'43.6081"

Note: Foro inclinato Di 20° dalla verticale, verso il rilevato stradale; prescavo a mano 50x50 x40 cm

Quota bocca-foro: 55.512 m slm

Scala 1:75	Profondità	Potenza	Stratigrafia	Descrizione	Carotaggio	Campioni	S.P.T.	P. Penet. [Kg/cm²]	R.Q.D.	Perforaz.	Rivestim.	Cassetta
		0.40		Limo sabbioso giallastro con dispersi frustoletti vegetali.; secco e friabile. (in cassetta risulta sciolta del prescavo)	20406080		10203040		20406080			
1	0.40	0.80		Limo sabbioso argilloso marrone bruno intercalato da livelletti sabbioso-limosi giallastri con granuli di sabbia piroclastica grossolana; fino a 1.2 m, dispersi alcuni minuti frustoli vegetali. Secco e molto consistente.				6.0 6.0 6.3 6.0 5.8 5.5 5.0 3.5 3.2 3.2 2.2				
2	1.20	0.30										
3	1.50	1.80		Limo sabbioso argilloso marrone scuro ocreo con sparsi granuli piroclastici mm arrotondati o sub-arrotondati, raramente fino a Ø 10 mm; da ~2.8 m, incremento della frazione sabbiosa e sottili intercalazioni sabbioso-limose. Consistente.								1
4	3.30	0.60		Campione indisturbato C1 (Shelby).		3.30						
5	3.90	0.10		Limo sabbioso marrone-giallastro.		3.90						
6	4.00	2.00		Genere vulcanica sabbioso-limosa grigiastro con lieve tono avana, a granulometria sabbiosa fina con sparsi granuli grigio-nerastri di sabbia media e grossolana e sporadici lapilli pomicei grigiastri arrotondati fino a Ø 10+15 mm; a luoghi, rare lenti biancastre orizzontali da 1 mm di spessore. Poco addensata.								
7	6.00	0.60		Campione indisturbato C2 (Shelby).		6.00						
8	6.60	0.40				6.60						
9	7.00	0.40										
10	7.40	1.90		Genere vulcanica come tra 4.0+6.0 m, di prevalente colore grigio scuro con più chiari, intercalata tra ~ 7.0+ 7.4 m e 9.3+9.8 m da livelli di cenere sabbiosa nerastra a granulometria relativamente più grossolana. Addensamento moderato/medio, con recupero generalmente allentato e a tratti sciolto dal carotaggio. Tra 8.0+8.6 m prelievo campione indisturbato C3 (Shelby).		8.00						
11	8.00	0.50				8.60						2
12	9.30	0.20										
13	9.80											
14	10.00											

LETTURE PIEZOMETRICHE IN CORSO DI SONDAGGIO:

(quote in "m" dal p.c.)

DATA - ORE ACQUA/FALDA - PROF. CAROTAGGIO - RIVESTIMENTO

07/07/2015 16:00 -4.30 -10.0 0.0 (già estratto)

Località: DUGENTA (BN)	Responsabile di Sito: Dott. Claudio Treviso
Data di inizio perforazione: 08/07/2015	Data di fine perforazione: 08/07/2015
Perforazione: a rotazione con carotaggio continuo	Sonda Ellettari EK 1000 su CMV MK 1000
Rivestimento: tubo acciaio Ø127 Prof. rivestimento: 7.5 m	Coordinate WGS84: N 41°08'23.8648" - E 14°27'43.2115"

Note: Foro inclinato di 20° dalla verticale, verso il rilevato stradale; prescavo a mano 50x50 x40 cm

Quota bocca-foro: 55.552 m slm

Scala 1:75	Profondità	Potenza	Stratigrafia	Descrizione	Carotaggio	Campioni	S.P.T.	P. Penet. [Kg/cm²]	R.Q.D.	Perforaz.	Rivestim.	Cassetta
	0.40	0.40		Limo sabbioso giallastro con dispersi frustoletti vegetali.; secco e friabile. (in cassetta risulta sciolta del prescavo)	20406080		10203040					
1	1.00	0.60		Limo sabbioso argilloso marrone bruno con dispersi granuli piroclastici alterati delle dimensioni di una sabbia media e grossolana e diffusi frustoli vegetali. Secco e molto consistente.				5.0				
2	1.70	0.70		Limo sabbioso argilloso marrone scuro ocreo con dispersi granuli piroclastici di dimensioni come sopra; Secco e molto consistente, a consistenza gradualmente decrescente verso il basso.				3.0				
		1.30		Limo sabbioso argilloso marrone chiaro con sfumature ocre e brune, con dispersi granuli piroclastici grigiastri o biancastri di dimensioni Ø<5 mm, arrotondati o sub-arrotondati, a tratti molto scarsi; da ~2.5 m incremento della frazione sabbiosa.				3.0				
3	3.00	0.55		Campione indisturbato C1 (Shelby).		3.00		4.5				
4	3.55	0.55				3.55		4.3				
5	5.40	1.85						4.2				
6	6.20	0.80		Genere vulcanica sabbioso-limosa di colore grigio scuro, a prevalente granulometria sabbiosa fina con sparsi granuli sabbiosi grigio-nerastri di taglia media e grossa e sporadici lapilli pomicei grigiastri fino a Ø 10*15 mm; occasionalmente, alcuni minuti elementi vetrosi neri e rare lenti biancastre schiacciate da 1 mm di spessore. Da 5.0 m, colore di fondo generalmente più scuro (grigio-nerastro). Tra ~ 5.4*6.2 m e 7.5*8.2 m livelli di cenere sabbiosa nerastra a granulometria relativamente più grossolana e/o con scarsa frazione limosa più diffusa frazione lapillosa. Nel complesso, addensamento da moderato a medio, con recupero generalmente allentato e a tratti sciolto dal carotaggio, relativamente più compatto a partire da da ~7.0 m. Tra 7.1*7.5 m prelievo campione indisturbato C2 (Shelby). Tra 9.4*10.0 m prelievo campione indisturbato C3 (Shelby).			2.5					
7	7.50	1.30						2.0				
8	8.20	0.70						2.0				
9	9.40	1.80						2.2				
10	10.00							2.6				

LETTURE PIEZOMETRICHE IN CORSO DI SONDAGGIO:

(quote in "m" dal p.c.)

DATA - ORE - ACQUA/FALDA - PROF. CAROTAGGIO - RIVESTIMENTO

08/07/2015 16:00 -4.80 -10.00 0.0 (già estratto)

Certificato: CBC 20254 del: 19/02/14	Protocollo n°: CBA 2230 del: 13/02/14	Commessa n°: 345
Committente: ITALFERR S.p.A.		Sondaggio: P26
Riferimento: Indagini geognostiche tratta Canello-Frasso e variante linea Roma-Napoli		Data esecuzione: 13-15/01/14
Coordinate: N 41° 08' 36,4" - E 14° 27' 41,7"		Quota: 57,1
Perforazione: Carotaggio continuo		

SCALA 1:75

STRATIGRAFIA - P26

Pagina 1/4

metri batt	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Standard Penetration Test		Precl. % 0 -- 100	prove in foro	RP	Campioni	P _v	R _v	Cass. A	ROD % 0 -- 100
					m	S.P.T.								
1		0,3	0,3	Terreno vegetale: limo argilloso debolmente sabbioso, di colore bruno. Limo argilloso sabbioso, di colore bruno-nocciola, con inclusi elementi piroclastici.										
2		2,0	1,7	Limo sabbioso debolmente argilloso di colore nocciola, con inclusi elementi piroclastici.										
3		2,6	0,6	Tufo vulcanico poco cementato, di colore giallastro, carotato in frammenti ed in dischetti di pochi centimetri, alternato a livelletti sabbiosi con incluse scorie e pomici.										
4		3,8	1,2	Sabbia vulcanica di colore grigiastro, addensata, con inclusi elementi piroclastici millimetrici e cenere (Faces tufo campano non cementato).										
5														
6														
7														
8														
9		8,3	4,5	Sabbia vulcanica poco addensata, di colore grigiastro, con inclusi elementi piroclastici e cenere.	8,5	8-12-14	26							
10														
11														
12					12,0	6-15-15	30							
13														
14														
15														

Il Responsabile di Sito:
 dott. geol. Giuseppe Scicolone

Il Vice Direttore di Laboratorio:
 dott. geol. Sabrina Chiavetta

Certificato: CBC 20254 del: 19/02/14	Protocollo n°: CBA 2230 del: 13/02/14	Commessa n°: 345
Committente: ITALFERR S.p.A.		Sondaggio: P26
Riferimento: Indagini geognostiche tratta Canello-Frasso e variante linea Roma-Napoli		Data esecuzione: 13-15/01/14
Coordinate: N 41° 08' 36,4" - E 14° 27' 41,7"		Quota: 57,1
Perforazione: Carotaggio continuo		

SCALA 1:75

STRATIGRAFIA - P26

Pagina 2/4

metri batt	LITOLOGIA	prof. m	Spess m	DESCRIZIONE	Standard Penetration Test			Prel. % 0 --- 100	prove in furo	RP	Campioni	P _v	R _v	Cass. A	RQD % 0 --- 100
					m	S.P.T.	N								
16		16,0	7,7	Sabbia vulcanica poco addensata, di colore grigiastro, con inclusi elementi piroclastici e cenere.	16,0	11-12-15	27								
17				Sabbia vulvanica grigiasta, alternata a limo sabbioso debolmente argilloso di colore giallo.											
18		18,0	2,0												
19				Sabbia vulcanica addensata, di colore grigiastro, con inclusione di scorie, pomici, cenere ed elementi piroclastici.											
20															
21					21,0	12-13-16	29								
22															
23															
24															
25		25,0	7,0	Sabbia vulcanica addensata, a grana media, di colore bruno-nocciola, con inclusi elementi piroclastici.											
26		26,0	1,0	Limo sabbioso argilloso di colore grigiastro, con inclusi elementi piroclastici.											
27		27,0	1,0												
28				Limo argilloso sabbioso, molto consistente, di colore grigiastro, a tratti argilla siltosa, con inclusi elementi piroclastici di colore verdastro e grigio chiaro.						4.5					
29										4					
30		30,0	3,0							3					

2) Rim < 24,00
24,50

3) She < 29,00
29,50

Il Responsabile di Sito:
dott. geol. Giuseppe Scicolone

Il Vice Direttore di Laboratorio:
dott. geol. Sabrina Chiavetta

Certificato: CBC 20254 del: 19/02/14	Protocollo n°: CBA 2230 del: 13/02/14	Commessa n°: 345
Committente: ITALFERR S.p.A.		Sondaggio: P26
Riferimento: Indagini geognostiche tratta Cancellò-Frasso e variante linea Roma-Napoli		Data esecuzione: 13-15/01/14
Coordinate: N 41° 08' 36,4" - E 14° 27' 41,7"		Quota: 57,1
Perforazione: Carotaggio continuo		

SCALA 1:75 **STRATIGRAFIA - P26** Pagina 3/4

metri but	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Standard Penetration Test		Prel. % 0 --- 100	prove in foro	RP	Campioni	P _v	R _v	Cass. A	RQD % 0 --- 100
					m	S.P.T.								
31				Sabbia limosa addensata a tratti argillosa, di colore grigio, con inclusi elementi piroclastici, alternata a livelli di limo argilloso sabbioso.										
32														
33		32,8	2,8	Limo argilloso sabbioso, di colore bruno, poco consistente, con inclusi livelli di sabbia grigiasta.									7	
34		34,3	1,5											
35		35,0	0,7	Argilla limosa consistente, di colore nocciola con striature nerastre ed inclusione di elementi piroclastici millimetrici.						3				
36				Argilla limosa da consistente a molto consistente, di colore nocciola con striature grigiastre, con inclusione di calcite e frammenti di natura calcarea di colore biancastro.						4				
37										7	4) She < 36,60 37,00			
38		38,0	3,0							8			8	
39				Sabbia limosa a tratti debolmente argillosa, di colore nocciola-grigiastro, con presenza di quarzo, addensata, alternata a livelli di arenaria stratificata.						2,5				
40		39,8	1,8							4				
41				Argilla limosa a struttura caotica, di colore nocciola-grigiastro e striature rosse, con incluso calcare e calcilutite. Sono presenti livelletti di sabbia.										
42		41,7	1,9											
43				Calcare, calcilutite e radiolarite, fratturati, in matrice limo argilloso sabbioso di colore bianco-giallastro.										9
44														
45														

Il Responsabile di Sito:
 dott. geol. Giuseppe Scicolone

Il Vice Direttore di Laboratorio:
 dott. geol. Sabrina Chiavetta

Certificato: CBC 20254 del: 19/02/14	Protocollo n°: CBA 2230 del: 13/02/14	Commessa n°: 345
Committente: ITALFERR S.p.A.		Sondaggio: P26
Riferimento: Indagini geognostiche tratta Canello-Frasso e variante linea Roma-Napoli		Data esecuzione: 13-15/01/14
Coordinate: N 41° 08' 36,4" - E 14° 27' 41,7"		Quota: 57,1
Perforazione: Carotaggio continuo		

SCALA 1:75

STRATIGRAFIA - P26

Pagina 4/4

metri batt.	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Standard Penetration Test			Prel. % 0 --- 100	prove in foro	RP	Campioni	Pz v	R v	Cass. A	RQD % 0 --- 100
					m	S.P.T.	N								
46		46,0	4,3	Calcere, calcilutite e radiolarite, fratturati, in matrice limo argillosa sabbiosa di colore bianco-giallastro.											
47		47,7	1,7	Argilla limosa a struttura caotica, consistente, con incluso calcare, a tratti l'argilla si presenta dura e siltosa,.						9					
48		48,0	0,3	Argilla siltosa molto consistente, di colore rossastro.						9					
49				Argilla limosa siltosa a struttura caotica, molto consistente, di colore grigiastro, con incluso abbondante calcare di colore biancastro e frammenti di quarzarenite.						9					
50		50,0	2,0							10					

Il Responsabile di Sito:
 dott. geol. Giuseppe Scicolone

Il Vice Direttore di Laboratorio:
 dott. geol. Sabrina Chiavetta

IMOS Srl

Cone Penetration Test (CPTU) - Date: 07/03/2015 13:19:00

Site: Viabilità linea Cancellò-Frasso - Test: Italferr-Dugenta-Cptu01

Company information

Name: IMOS Srl

Address:

Zip code:

City:

P.IVA:

E-Mail:

Phone number:

Fax number:

Site information

Name: Viabilità linea Cancellò-Frasso

Date: 03/07/2015

Commissioner: Italferr

Locality: Dugenta

Test information

Name: Italferr-Dugenta-Cptu01

Location: Dugenta

Date: 07/03/2015 13:19:00

Prehole mode:

Prehole depth [cm]: 0

Hydrostatic line [cm]: 0

Ground level [m]: 0

Latitude: 4108.4098N

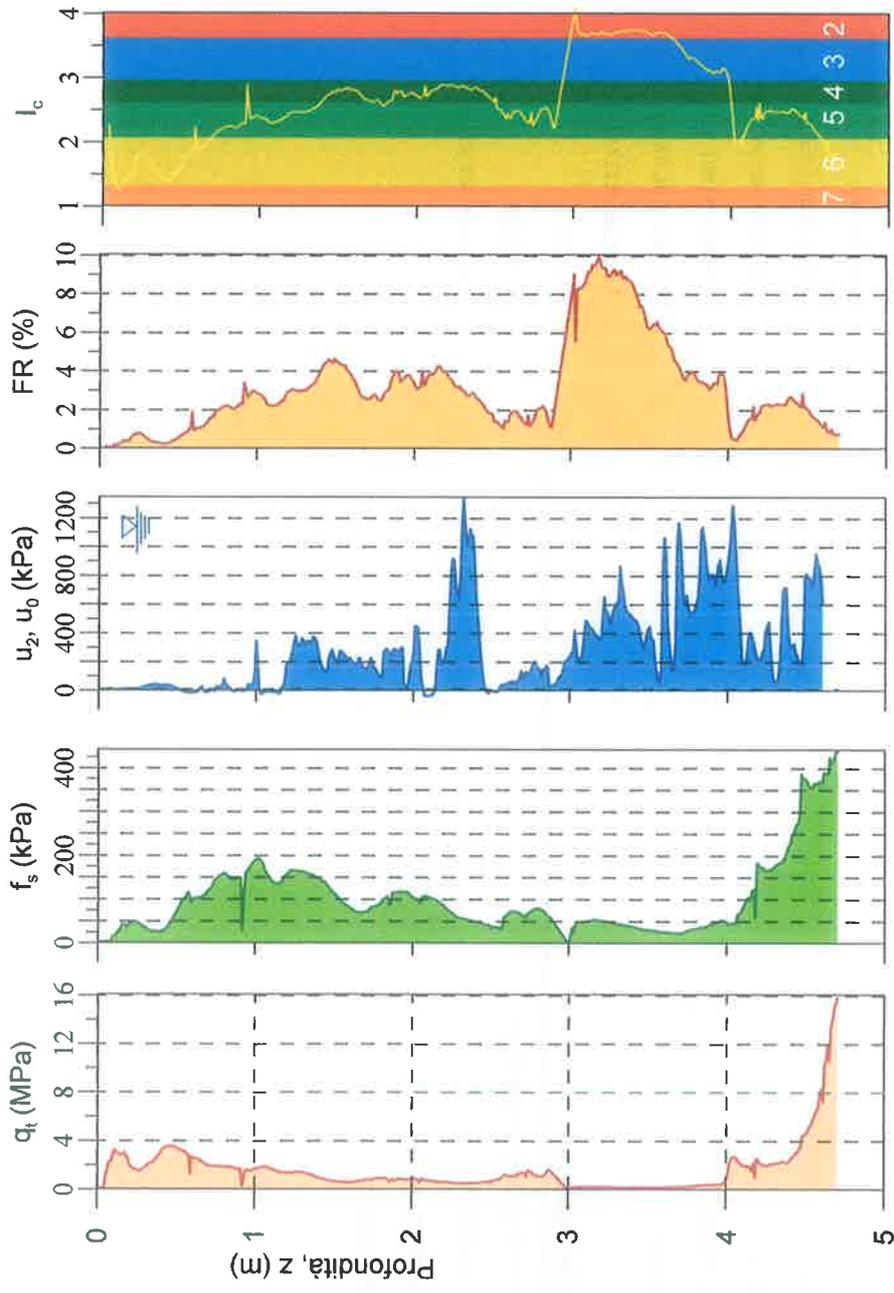
Longitude: 01427.6474E

Operator:

Comments:

Probe code: MKj454

CPTEU



LITOTIPI

1. Terreno sensitivo a grana fine
2. Terreno organico, torba
3. Argille e argille limose
4. Limi argillosi e argille limose
5. Sabbie limose e limi sabbiosi
6. Sabbie pulite e sabbie limose
7. Sabbie ghiaiose e sabbie
8. Sabbie molto dense e sabbie argillose
9. Terreni a grana fine molto consistenti