

*PNRR - Fondo Complementare Nazionale del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza
(PNRR) per le Aree colpite dai terremoti del 2009 e del 2016, Sub-misura A4,
"Investimenti sulla rete stradale statale"*

**S.S. n 260 "PICENTE" Dorsale Amatrice - Montereale - L'Aquila
Lotto V° dallo svincolo di Cavallari al confine regionale
1° STRALCIO**

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

PROGETTISTI:

*Ing. Daniela DI GIOVANNI
Ordine Ingegneri di Chieti n. 963*



GRUPPO DI PROGETTAZIONE

*Geom. Andrea PANCIOLI
Geom. Maurizio RICCI
Ing. Aldo PARIS
Ing. Daniela CIAVARELLA
Ing. Davide LUBERTI
Ing. Paola Di GIANNATALE
Ing. Matteo CASTELLANI
Ing. Michele SERGIACOMO*

IL GEOLOGO

*Dott. Geol. Valerio MANZON
Ordine Geologi del Lazio n.860*



COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Geom. Renzo ROSSI

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO

Ing. Antonio MARASCO

PROTOCOLLO 362361

DATA: 31/05/2022

B - STUDI ED INDAGINI PRELIMINARI GEOTECNICA RELAZIONE DI FATTIBILITA' GEOTECNICA

CODICE PROGETTO		NOME FILE	REVISIONE	SCALA	
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.			
S1AQ01	F	2201			
		CODICE ELAB.			
		T00SG00GETRE00	B	VARIE	
B	ESITO CONFERENZA DEI SERVIZI E PRIMA EMISSIONE IN STRALCI	GIUGNO 2022	V. MANZON	D. DI GIOVANNI	A. MARASCO
A	PRIMA EMISSIONE	FEBBRAIO 2022	V. MANZON	D. DI GIOVANNI	A. MARASCO
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

Sommario

1	PREMESSA	2
2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	3
3	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA PRELIMINARE DEI DEPOSITI ALLUVIONALI	4
4	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA PRELIMINARE DEL FLYSCH DELLA LAGA	10
5	PIANO DELLE INDAGINI GEOLOGICHE, GEOTECNICHE E SISMICHE	12
6	RISULTANZE DELLE INDAGINI FASE A PER PFTE (MARZO APRILE 2022)	14
6.1	TRATTO "A" (DALLA PK 0,0 ALLA PK 1.217,18 – INDAGINI ESEGUITE SU TRACCIATO PRE CONFERENZA SERVIZI)	14
6.1.1	Inquadramento geologico locale Tratto "A"	15
6.1.2	Inquadramento geologico locale dai risultati dei sondaggi	15
6.1.3	Inquadramento geologico locale dai risultati delle prove penetrometriche DPSH.	19
6.2	TRATTO "B" (DALLA PK 0,0 ALLA PK 958 INDAGINI ESEGUITE SU TRACCIATO PRE CONFERENZA SERVIZI)	21
6.3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO LOCALE TRATTO "B"	22
6.4	INQUADRAMENTO GEOLOGICO LOCALE DAI RISULTATI DEI SONDAGGI	22
6.4.1	Inquadramento geologico locale dai risultati delle prove penetrometriche DPSH.	25
6.5	TRATTO "D" (DALLA PK 0,0 ALLA PK 1.446)	27
6.5.1	Inquadramento geologico locale Tratto "D"	28
6.5.2	Inquadramento geologico locale dai risultati dei sondaggi	28
6.6	RISULTANZE DELLE PROVE DI LABORATORIO E PRESSIOMETRICHE/DILATOMETRICHE IN FORO	33
7	CONCLUSIONI	34

1 PREMESSA

Il presente studio di fattibilità geotecnica, redatto dal gruppo di progettazione interno ad ANAS S.p.A. Struttura Territoriale Abruzzo e Molise - Unità Operativa Progettazione è finalizzato al progetto di fattibilità tecnico-economica del tracciato della SS.260"Picente" Dorsale Amatrice -Monte Reale -L'Aquila. Lotto V dallo svincolo di Cavallari al confine regionale. - 1° stralcio

Il progetto in esame ricade nel più generale: "Interventi urgenti di messa in sicurezza e ripristino della viabilità delle infrastrutture stradali interessate dagli eccezionali eventi sismici che hanno colpito il territorio delle Regioni Lazio, Marche, Umbria e Abruzzo a partire dal giorno 24 agosto 2016 (art. 15-ter decreto legge n. 189/2016, conv. in L. n.229/2016; O.C.D.P.C. n. 408/2016) Attuazione del Programma degli interventi di ripristino della viabilità – 8° stralcio", in cui ANAS S.p.A. riveste il ruolo di Soggetto Attuatore

A seguito della campagna di indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche eseguite in marzo - aprile 2022 e dagli esiti della conferenza dei servizi, il tracciato è stato variato di un tratto nella prima parte e successivamente è stato finanziato il I stralcio del progetto SS260 Lotto V, a cui questa relazione si riferisce.

Alcuni riferimenti e prove geotecniche relative al I stralcio di progetto (tratto dall'abitato di San Vito alla rotonda di Santa Lucia) non sono stati tolti al fine di conferire continuità alla descrizione geotecnica di insieme ma evidentemente **costituiscono informazioni escluse da significato operativo per le opere da realizzarsi**

Di seguito si fa riferimento alla normativa tecnica sull'argomento :

- D.M. 17 gennaio 2018 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni"
- Circolare del 21 gennaio 2019 n. 7 "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018";
- O.P.C.M. 28 aprile 2006, n. 3519 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone";
- O.P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica";
- D.M. LL. PP. 11 marzo 1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione", così come disposto dall'art. 1 della L. del 2 febbraio 1974 n. 64, e successive modifiche ed integrazioni;
- L. del 18 maggio 1989 n. 183, "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo".

2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Come evidenziato nella Relazione geologica allegata al progetto, lungo il tracciato stradale della variante alla SS260, tronco compreso fra lo svincolo di Cavallari (Montereale) e il confine con la Regione Lazio, l'infrastruttura stradale interesserà le seguenti formazioni geologiche schematizzate (cfr. stralcio carta geologica allegato):

- 1-1a Depositi continentali quaternari,
- 24-25 Formazione della Laga membri arenacei e arenaceo pelitici

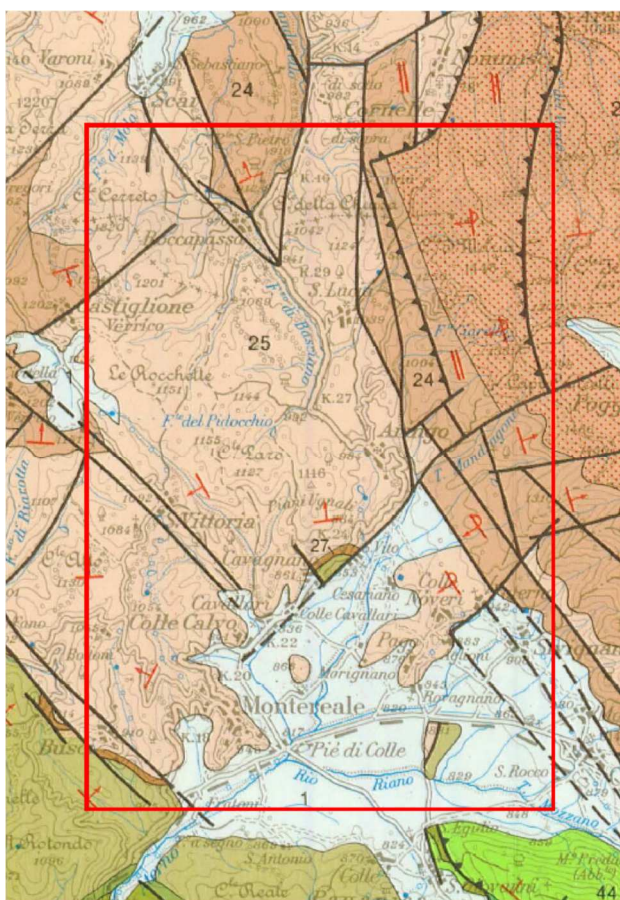


Fig.1 – Carta geologica della zona di interesse (estratta dalla Carta geologica dei bacini della Laga e del Cellino e dei rilievi carbonatici circostanti da Centamore et al – Studi geologici camerti – Volume speciale 1991/2)

I primi sono costituiti da depositi di origine marina plio-pleistocenica. Sono costituiti da sedimenti ghiaiosi a stratificazione piano parallela o incrociata, in matrice limoso-sabbiosa più o meno abbondante.

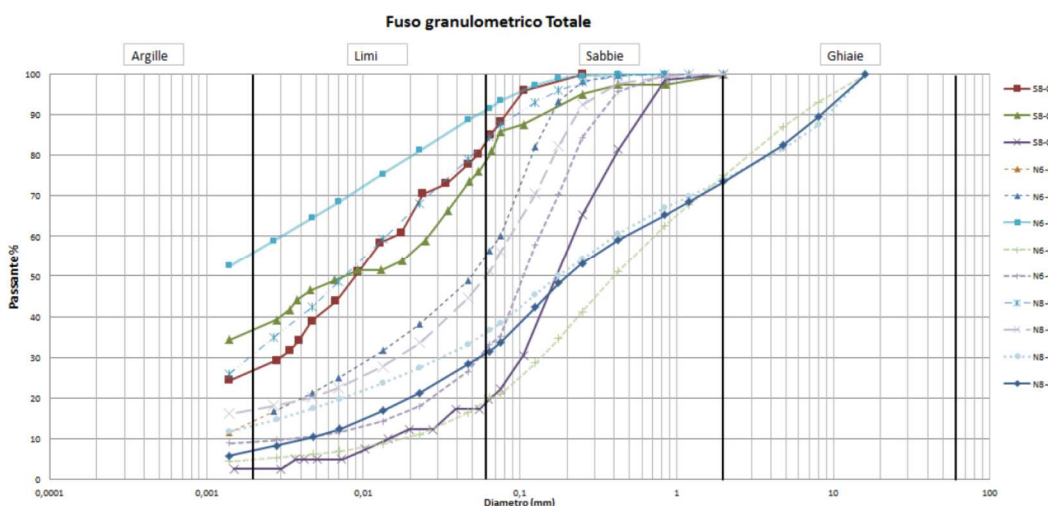
La seconda (Formazione della Laga) è costituita da formazioni fliscioidi di tipo arenaceo-pelitica (24: alternanze di orizzonti arenaceo-pelitici e orizzonti arenacei in strati molto spessi) o arenacea (25: strati arenacei da spessi a molto spessi, amalgamati o separati da sottili intercalazioni pelitiche).

In mancanza di determinazioni dirette, per la caratterizzazione geotecnica preliminare dei litotipi presenti lungo il tracciato si è fatto riferimento ai risultati delle prove geotecniche effettuate in corrispondenza del IV lotto delle SS260.

3 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA PRELIMINARE DEI DEPOSITI ALLUVIONALI

In particolare per quanto riguarda i depositi alluvionali si è fatto riferimento ai risultati delle indagini svolte in area Fiume Aterno e Rio Riano presenti in corrispondenza dello svincolo di Cavallari (Monteareale) da cui ha inizio il lotto V.

I sondaggi effettuati in detta zona hanno evidenziato alcuni metri di terreni a prevalentemente componente coesiva, seguiti da uno strato di potenza 5-7 m di sabbie e limi argillosi, seguiti da un potente banco di ghiaia sabbioso-limoso a partire da 11 m di profondità. Sono state eseguite prove penetrometriche statiche, che si arrestano intorno ai dieci metri di profondità al tetto del banco di ghiaie. Nella figura che segue si riportano le curve granulometriche dei campioni esaminati, mentre nella tabella si riportano i risultati delle prove geotecniche di laboratorio.



SONDAGGIO	CAMPIONE	TIPO	PROFONDITA'	CLASS. GRANULOM.	LITOLOGIA	CARATTERISTICHE FISICHE													
						w	γ_n	γ_{sat}	γ_{dry}	γ_s	Sr	w _l	w _p	I _p	I _c	I _j	e ₀	n	
			m da p.c.			%	kN/mc	kN/mc	kN/mc	kN/mc	%	%	%	%	%	%			
N6M	1	I	3,0-3,35	S con L Aosa	ALLUVIO	20,70	20,28	20,27	16,80	26,00	99,70	21,70	0,00	21,7	0,05	1,0	0,547	0,354	
	2	I	6,0-6,5	L con A Sosa	ALLUVIO	28,30	18,48	18,78	14,40	26,00	93,50	36,70	29,60	7,1	1,18	-0,2	0,805	0,446	
	3	I	9,0-9,55	A con L deb Sosa	ALLUVIO	37,30	17,44	17,72	12,70	26,00	94,10	57,10	39,80	17,3	1,14	-0,1	1,047	0,511	
	A	R	12,0-12,3	S Losa Gosa deb Aosa	ALLUVIO	11,80	20,79	21,50	18,60	26,39		15,60	0,00	15,6	0,24	0,8	0,419	0,295	
	B	R	27,0-27,3	S Losa Aosa	ALLUVIO	22,30	19,93	20,05	16,30	26,39		25,70	0,00	25,7	0,13	0,9	0,619	0,382	
NB	1	I	6,0-6,5	A con L Sosa	ALLUVIO	31,20	18,76	18,75	14,30	26,19	99,90	35,10	27,90	7,2	0,54	0,5	0,832	0,454	
	2	I	9,0-9,4	S con L Aosa	ALLUVIO	30,10	17,82	18,44	13,70	26,49	86,80	27,20	0,00	27,2	-0,11	1,1	0,933	0,483	
	A	R	12,6-12,9	S Losa Gosa Aosa	ALLUVIO	10,60	20,46	21,41	18,50	26,29		20,80	0,00	21	0,49	0,5	0,421	0,296	
	B	R	20,5-20,8	S Losa Gosa Aosa	ALLUVIO	13,60	21,13	21,50	18,60	26,39		15,80	0,00	16	0,14	0,9	0,419	0,295	
S8	1	I	1,5-2,0	L con A Sosa	ALLUVIO	24,90	18,87	19,44	15,11	27,08		41,20	28,00	13,2	1,23	-0,2	0,792	0,442	
	2	I	4,5-5,1	L con A Sosa	ALLUVIO	37,30	25,90	18,09	13,15	26,49		50,40	31,10	19,3	0,68	0,3	1,015	0,504	
	3	I	7,3-7,9	S Losa	ALLUVIO	24,40	20,01	19,94	16,09	26,49		18,50	17,30	1,2	-4,92	5,9	0,646	0,393	

I campioni esaminati indicano la presenza di Limi ed Argille sabbiose o debolmente sabbiose con stati di consistenza estremamente variabili. I depositi risultano essere sovraconsolidati per essiccamento in superficie (N6 e S8); oltre i medesimi diventano normalconsolidati.

I valori degli indici di liquidità indicano uno stato di consistenza elevato per i materiali coesivi; dal confronto tra tali indici e le distribuzioni granulometriche dei relativi campioni, quando essi approssimano l'unità

Relazione di Fattibilità Geotecnica

deve considerarsi rilevante la presenza di materiale granulare che, nei fatti, impedisce di valutare correttamente lo stato di consistenza della parte coesiva.

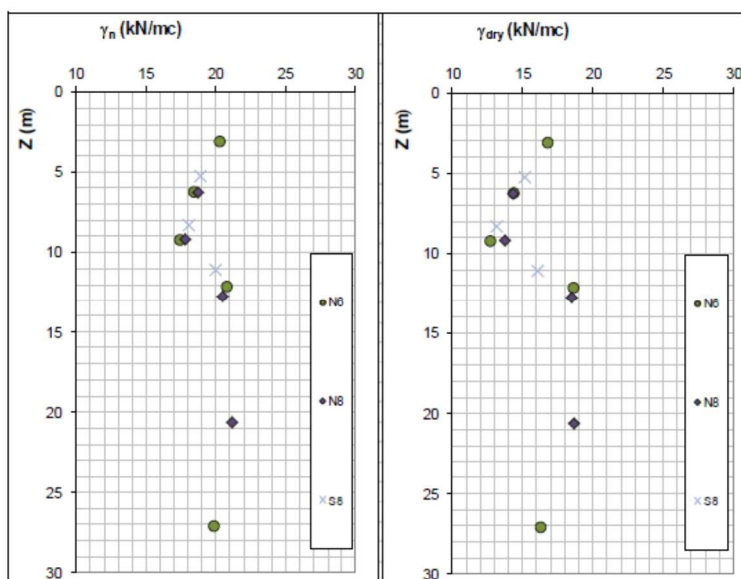
Al di sotto dei 9-10 m di profondità i terreni presentano una maggiore presenza di elementi granulari, con incremento dei parametri di rigidezza e resistenza al taglio.

Per quanto attiene ai livelli di falda presenti in area, i dati a disposizione indicano una quota, stabile, prossima al piano campagna.

SONDAGGIO	CAMPIONE	PROFONDITA' m da p.c.	T.L.		ANALISI EDOMETRICA								TD - TX CIU			TX CIU		TX UU		ELL
			z (m)	σ_v kPa	OCR	C_c	C_s	$\Delta\sigma'_v$ kPa	$E_{ed(v)}$ MPa	$E_{ed(ur)}$ MPa	C_v mq/s	k m/s	c' kPa	ϕ °	ϕ_{res} °	c' kPa	ϕ °	Cu kPa	Cu kPa	
N6M	1	3,0-3,35	3,15	64	8,00	0,10	0,008	100,00	3,5	44,5	1,05E-08	1,23E-11	2,7	34,5						16,0
	2	6,0-6,5	6,25	115																
	3	9,0-9,55	9,25	161											6,4	23,5				
	A	12,0-12,3	12,15	253											0,0	40,6				
	B	27,0-27,3	27,15	541											0,0	36,0				
N8	1	6,0-6,5	6,25	117	1,00	0,24	0,060	100,00	1,8	7,0	1,38E-08	9,31E-11	3,7	28,6						13,0
	2	9,0-9,4	9,20	164													16,0	43,2		
	A	12,6-12,9	12,75	261											0	36,6				
	B	20,5-20,8	20,65	436											0,0	37,4				
S8	1	1,5-2,0	5,25	99	4,00	0,25	0,040	100,00	1,6	10,3	2,00E-07	6,83E-10								
	2	4,5-5,1	8,30	150	1,00	0,25	0,050	200,00	3,7	18,5	2,79E-08	9,68E-11								39,0
	3	7,3-7,9	11,10	222																

Prove di laboratorio per progetto esecutivo SS260 lotto IV in costruzione

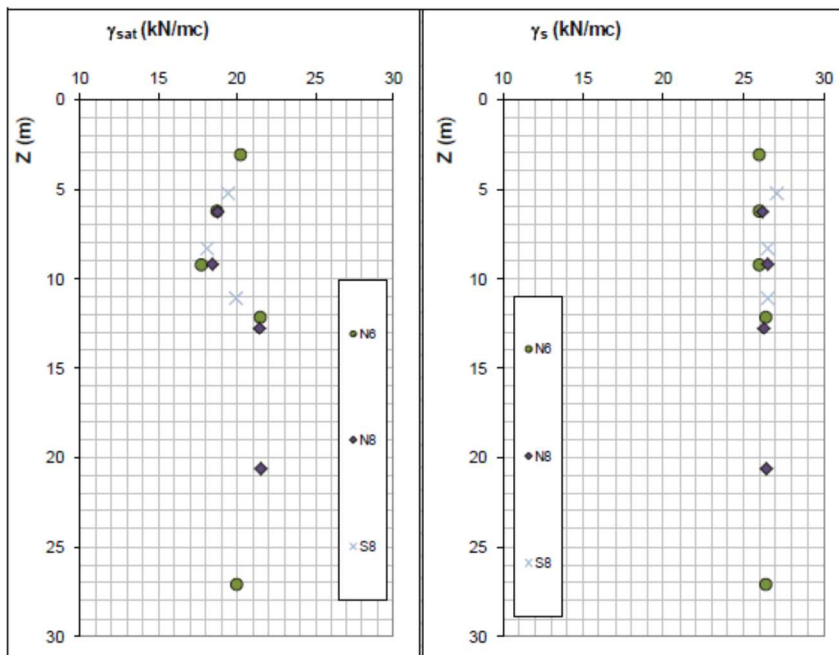
Entrando nel dettaglio dei risultati delle prove di laboratorio a seguire si riportano le distribuzioni con la profondità dei valori dei principali parametri fisico meccanici ottenuti dai risultati delle prove di laboratorio effettuate su campioni indisturbati e rimaneggiati:



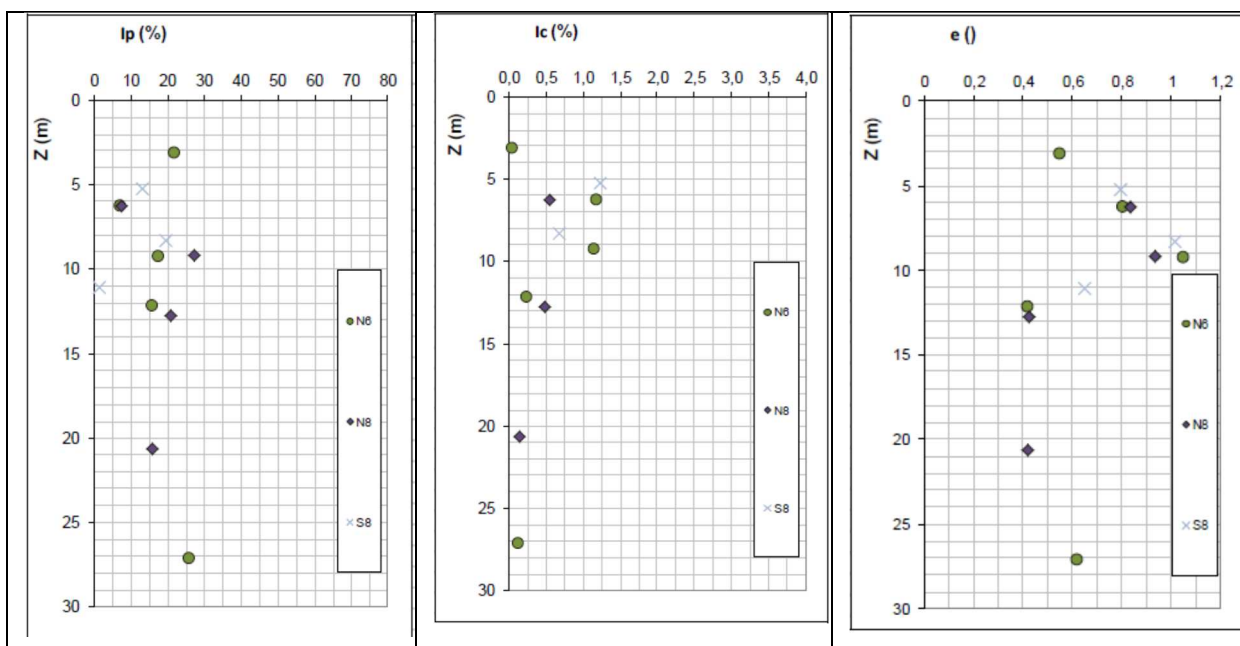
La distribuzione dei pesi dell'unità di volume evidenzia un fuso di valori abbastanza disperso per i primi metri, corrispondenti alla zona con maggiore presenza di materiale coesivo (range tra i 17.44 ed i 21.13 kN/mc); oltre i 10 m di profondità i valori si allineano intorno a valori compresi, per il peso dell'unità di

Relazione di Fattibilità Geotecnica

volume tra i 19.93 ed i 21.13 kN/mc. Le differenze sono da attribuire a valori di porosità con variazioni assai ampie (da 0.419 a 1.047) e contenuti d'acqua differenti (tra il 20.7% ed il 37.3%). Infatti, assai più modesto, è la variazione del peso dei grani.



Il grado di saturazione, pari al 100% per i campioni più superficiali, presenta tendenza decrescente all'aumentare della profondità: compreso tra il 94.1% del campione N6-C3 (prelevato a quota di 9 m dal p.c.) ed il valore di 86.8% del campione N8-C2 (prelevato alla medesima quota del primo).



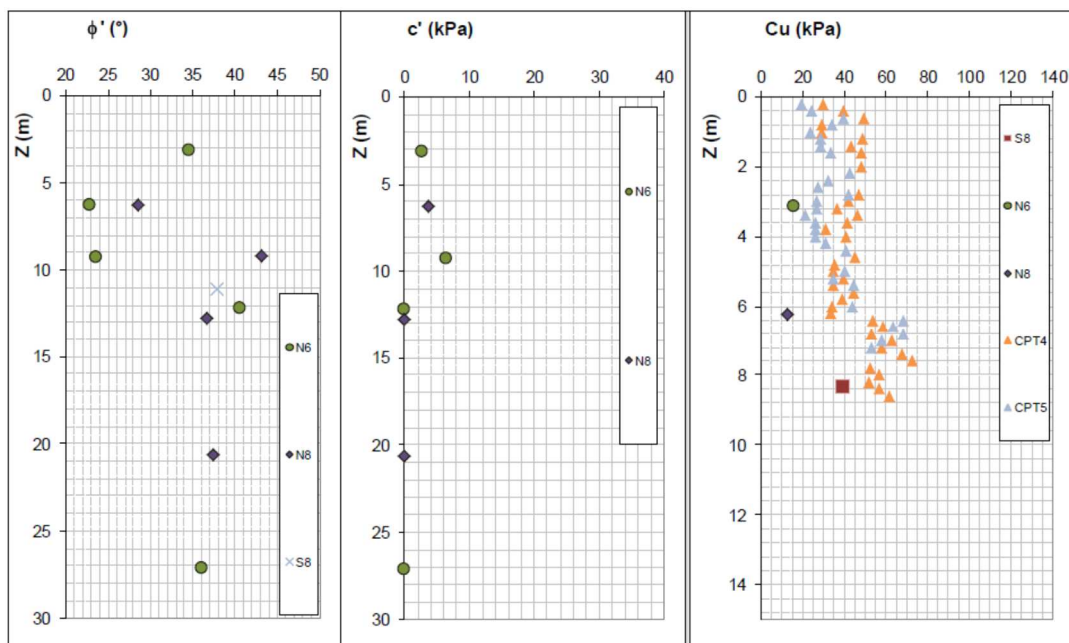
Relazione di Fattibilità Geotecnica

A seguire si riportano i valori medi delle grandezze fin qui esaminate, relativi ai due banchi distinti individuati in precedenza: da 0 a 10 m di profondità ed oltre i 10 m:

	w	γ_n	γ_{sat}	γ_{dry}	γ_s	Sr	w _l	w _p	I _p	I _c	I _l	e ₀	n
	%	kN/mc	kN/mc	kN/mc	kN/mc	%	%	%	%	%	%		
0 - 10 m	29,28	18,71	18,93	14,53	26,34	94,80	35,99	21,71	14,28	-0,02	1,02	0,83	0,45
> 10 m	14,58	20,58	21,11	18,00	26,36		19,48		19,48	0,25	0,75	0,47	0,32

Per i terreni in esame sono stati individuati sia parametri di resistenza al taglio drenata che non drenata. La distribuzione dei valori di angolo di attrito evidenzia una certa disomogeneità dei dati (in concordanza con la natura dei terreni della porzione più superficiale).

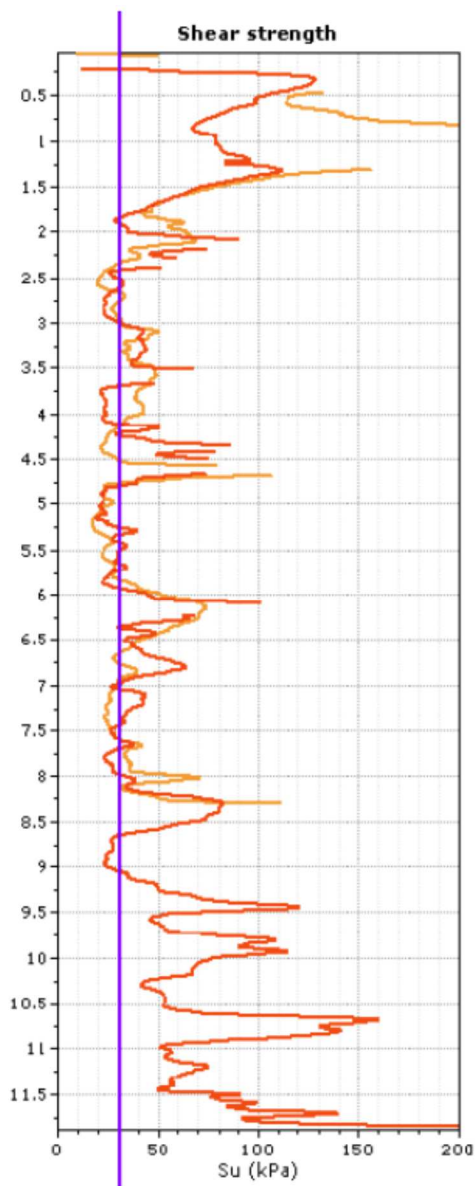
Oltre i 10 m di profondità il parametro presenta un range abbastanza netto e contenuto in ampiezza. Per la zona più profonda, come da attendersi, i valori di coesione efficace sono sistematicamente nulli.



A seguire i valori di media, mediana e valori caratteristici assunti per i due banchi di terreno individuati:

	c'	ϕ	c'	ϕ
	0-10m		>10m	
Granulari	kPa	°	kPa	°
MEDIA	4,27	26,05		38,01
MEDIANA	3,70	26,05		37,40
CARATT.	3,50	23,00	0,00	37,00
Coesivi	6,40	23,50		
Coesivi CARATT	3,50	22,00		

I valori di coesione non drenata sono stati correlati con i risultati delle prove CPT e CPTU; Il valore medio nell'intervallo -2.20m / -4.5m della CPTU3, ove si attingono i minori valori di coesione non drenata per il banco più superficiale, risulta pari a $C_u = 34$ kPa. Tale valore è basato essenzialmente sui risultati delle prove CPT ed è confermato dai risultati delle prove CPTU.



I parametri di deformabilità a disposizione sono quelli ottenuti dai risultati di prove edometriche e quelli desumibili dalle prove CPT precedentemente menzionate; applicando la correlazione di Mitchell & Gardner (1975), a tali prove viene fornito il modulo confinato M:

$$M = \sigma_m \times q_c$$

Con

$$2 < \sigma_m < 8 \quad q_c < 0.7 \text{ MPa}$$

$2 < \sigma_m < 5 \text{ MPa} < q_c < 2.0 \text{ MPa}$

$1 < \sigma_m < 2.5 \text{ MPa} > 2.0 \text{ MPa}$

Da cui:

$\sigma_m = 4$

I valori ottenuti sono confrontati con quelli desunti dalle prove CPTU: si osserva il buon accordo tra i dati delle correlazioni e quelli edometrici, oltre a quelli delle CPTU.

Come valore medio viene assunto, per l'intero banco, il seguente

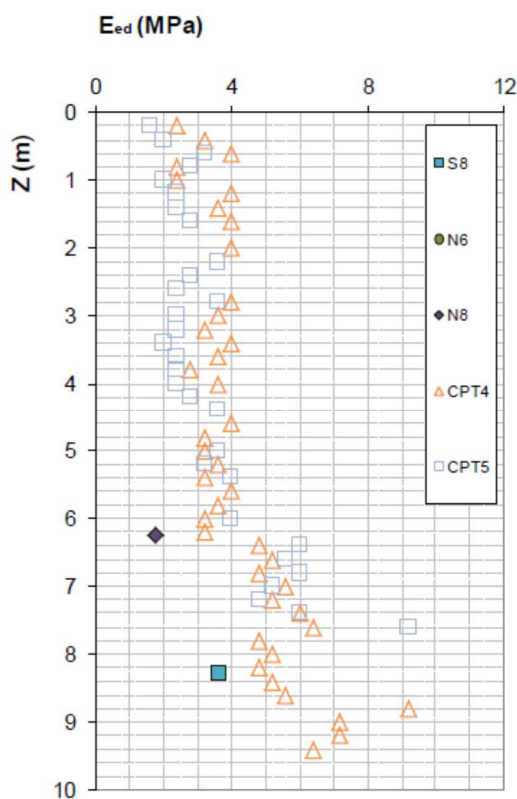
$E_{m\ ed} = 3.5 \text{ MPa}$

Per quanto attiene al valore di Modulo non drenato, vale la seguente correlazione:

$E_u = 800 \text{ cu (kPa)}$:

da cui

$E_u = 24 \text{ MPa}$



4 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA PRELIMINARE DEL FLYSCH DELLA LAGA

Nel caso dei terreni flisciodi, non si dispone di prove geotecniche di laboratorio o in sito eseguite in altro lotto della SS260. Sono anche difficili da reperire risultati di prove eseguite su questo tipo di materiale in zone limitrofe a quelle in esame.

Si è fatto, pertanto, riferimento ad uno studio scientifico realizzato nell'ambito del progetto CARG e riguardante il Foglio 348 "Antrodoco", della nuova Carta geologica d'Italia in scala 1:50.000, all'interno del quale ricade la zona in esame. Lo studio, eseguito da Chiessi et al.; si intitola "*Carta della suscettibilità per instabilità di versante dell'area del foglio Antrodoco della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000*".

Al capitolo 3 di detta nota scientifica sono riportate le Caratteristiche litologiche tecniche delle formazioni geologiche presenti nel foglio, comprese le formazioni strutturalmente complesse. Nella tabella seguente (Tab.7 della nota scientifica) è riportata la suddivisione dei terreni presenti nel Foglio 139 in classi litologiche. Le formazioni flisciodi sono individuate dalle sigla 3 e riguardano Formazioni strutturalmente complesse (così come definite da Esu, 1969) a litologia arenaceo-siltosa, nelle facies pelitica, pelitica arenacea e arenacea.

Nella figura seguente (Fig.5 della nota scientifica citata) è riportata la distribuzione sul territorio dei vari tipi di terreno, fra cui il Flysch presente in modo diffuso a nord del centro abitato di Montereale.

Trattandosi di materiale strutturalmente complesso, esso è stato inserito nel paragrafo 3.3 riguardante le caratteristiche delle rocce, in particolare le caratteristiche meccaniche, valutate con l'approccio di Bienawsky (RMR) e di Hoek (GSI).

I risultati delle analisi svolte sui vari tipi di ammassi rocciosi presenti nel Foglio Antrodoco sono riportati sinteticamente nella tabella 8 di detta nota, di cui si riporta di seguito un estratto contenente non solo i materiali flisciodi, ma anche materiali simili, quali le marne e le marne argillose.

Sigla	Classe litologica	Voci in legenda corrispondenti	Litotipo Accorpato
1	Depositi di età quaternaria sciolti o debolmente cementati a granulometria da fine a medio-grossolana, il cui comportamento dal punto di vista geotecnico è controllato da meccanismi di tipo attritivo o dalla presenza della coesione	Dt, q2, mo, q1-1 con a1, a2	Depositi quaternari
2	Depositi di età quaternaria cementati a comportamento litoide o semilitoide	T, tv, br	Depositi quaternari cementati
3	Formazioni strutturalmente complesse a litologia arenaceo-siltosa	m2	Flysch
4	Marne e marne calcaree	m1	Calcarei marnosi
5	Marne argillose	m1a	Marne e marne Argillose
6	Formazioni strutturalmente complesse a litologia argilloso-marnoso-calcareo	e2-o, l3, cr2	Alternanza di calcari Argille e Marne
7	Calcarei e calcari marnosi fittamente stratificati e Calcarei in strati di spessore pluridecimetrico o in banchi	cr3-e1, l2, cr1, gs, l1, gc, gc-d	Calcarei stratificati
8	Dolomie e calcari dolomitici	cr1-l2, l1-dts	Calcarei dolomitici e Dolomie

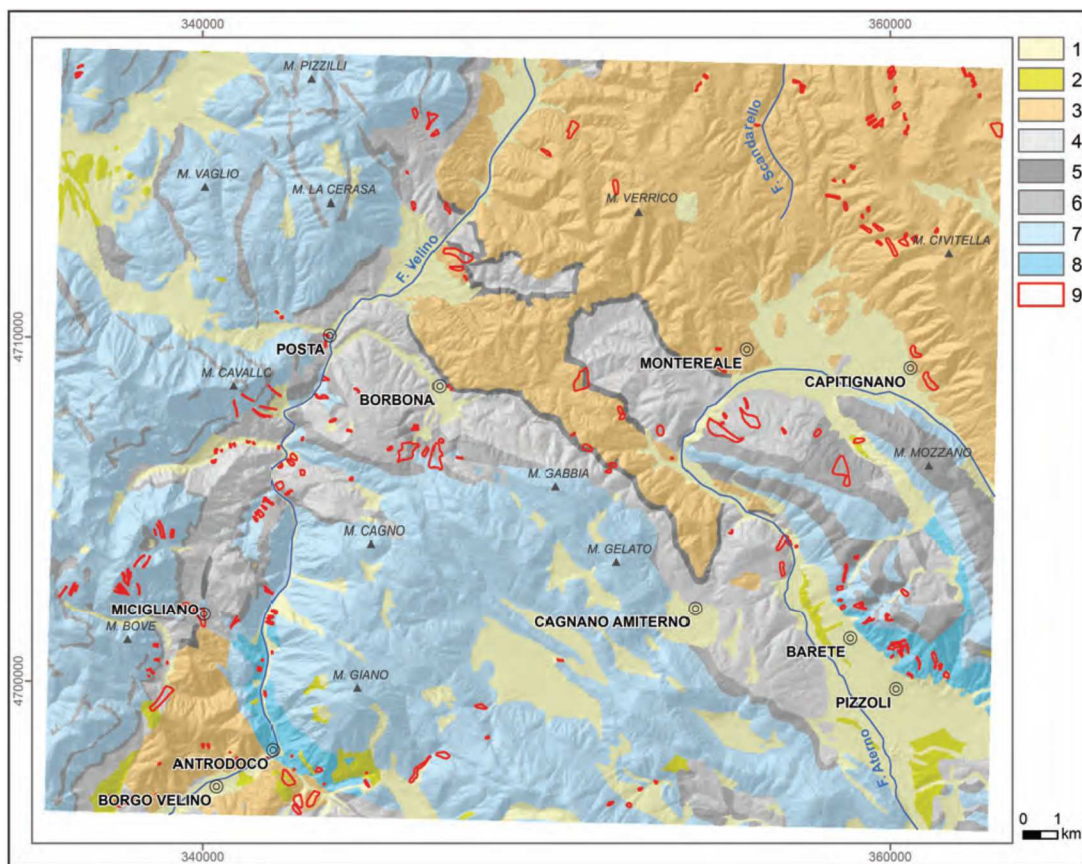


Fig. 5 – Carta litologica. Legenda: (1) Depositi quaternari; (2) Depositi quaternari cementati; (3) Flysch; (4) Calcarei marnosi; (5) Marne e marne Argillose; (6) Alternanza di calcari Argille e Marne; (7) Calcarei stratificati; (8) Calcarei Dolomitici e Dolomie; (9) Frane.

Litologia	Classificazione		Coesione (KPa)	Attrito (°)
Flysch	RMR	44	220	27
	GSI	39	228	34
Calcarei marnosi	RMR	54	270	32
	GSI	39	444	45
Marne e marne argillose	RMR	53	218	32
	GSI	48	247	40

Tab.8 – Caratteristiche meccaniche preliminari dei litotipi

5 PIANO DELLE INDAGINI GEOLOGICHE, GEOTECNICHE E SISMICHE

A supporto del prossimo progetto definitivo è stato redatto nella fase progettuale in corso un piano preliminare delle indagini geologiche, geotecniche e sismiche che è allegato al presente progetto (elaborato B21-T00SG00GETPU00_A).

Le indagini dirette (geologiche e geotecniche) ed indirette (sismiche) sono state finalizzate alla caratterizzazione del volume di substrato interessato dalle sollecitazioni indotte dalle opere in progetto come prevede la normativa NTC2018 e le prove dovranno essere eseguite da laboratori autorizzati ai sensi art.59 DPR 380/01.

Le prove previste nel piano sono finalizzate a:

prove penetrometriche dinamiche tipo SPT in foro: stima resistenza e addensamento dei terreni granulari e stima della suscettibilità alla liquefazione

prove pressiometriche su terre : determinazione della deformabilità (modulo pressiometrico E_m , modulo di Young e modulo di taglio G) e resistenza non drenata dei terreni coesivi e stima della resistenza dei terreni granulari

prove dilatometriche su roccia: determinazione della deformabilità (modulo deformabilità E_g , modulo di Young e modulo di taglio G) e resistenza non drenata dei litotipi da seimilitoidi/ terre dure a litoidi e stima della resistenza dei terreni granulari grossolani (ghiaie e conglomerati sciolti)

prove penetrometriche dinamiche continue tipo SCPT o statiche continue tipo CPT e CPTe : finalizzate alla stima delle resistenze non drenate e della deformabilità dei granulari nonché della dissipazione delle pressioni neutre dei terreni coesivi

verticali down hole in foro : finalizzate alla stratigrafia dinamica (v_p e v_s e indice di Poisson) e alla stima dei moduli dinamici e parametri correlati

misure inclinometriche: geometria e cinematica di corpi franosi eventualmente intercettati durante l'indagine

piezometri in foro: andamento e livelli piezometrici della o delle falde acquifere

prospezioni sismiche tomografiche a rifrazione: sezione sismica tomografica in corrispondenza dei tratti in galleria con particolare attenzione agli imbocchi

prospezioni elettriche tomografiche : sezione elettrica tomografica in corrispondenza dei tratti in galleria con particolare attenzione agli imbocchi con analisi pseudostratigrafica

rilievi geomeccanici di affioramenti rocciosi determinazioni degli indici di Bieniawski, GSI e/o Barton per la caratterizzazione geomeccanica di ammasso

pozzetti esplorativi con escavatore a braccio meccanico: per la determinazione della profondità di scotico delle fondazioni dei rilevati e della portanza mediante prove di carico su piastra e densità in sito del terreno

prove geotecniche di laboratorio su campioni rimaneggiati ed indisturbati prelevati in foro (proprietà indici, limiti di Atterberg, granulometrie complete, prove di taglio piano e triassiali drenate e non drenate, prove di taglio e compressione su rocce etc.) finalizzate alla caratterizzazione geotecnica di laboratorio dei parametri meccanici a breve e lungo termine .

In particolare lungo il corpo stradale e le opere d'arte in progetto la strategia di indagine è stata così finalizzata:

- rilevati : determinazione della stratigrafia, ed in particolare della compressibilità dei terreni nonché dei livelli piezometrici e della portanza dello strato fondale
- ponti: caratteristiche stratigrafiche geotecniche e sismiche del substrato delle spalle
- galleria: determinazione della stratigrafia dei livelli piezometrici delle caratteristiche sismiche ed eventualmente della presenza di gas metano nei piezometri installati .
- tratti in trincea: eventuali misure inclinometriche se presenza di corpi franosi, stratigrafia e geo-meccanica degli ammassi terrosi e rocciosi scavati .

6 RISULTANZE DELLE INDAGINI FASE A PER PFTE (MARZO APRILE 2022)

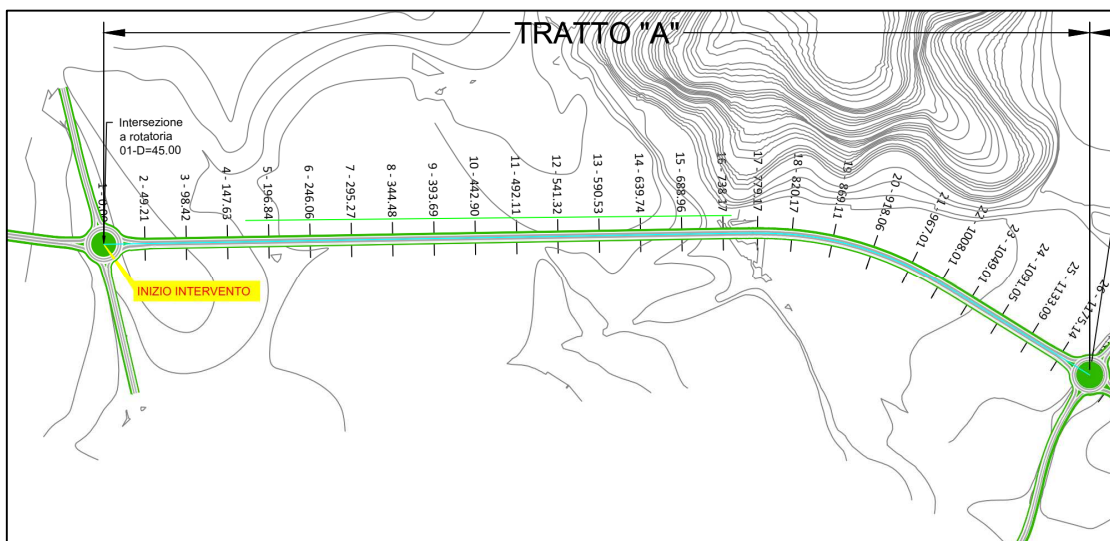
Di seguito vengono esaminate e descritte le caratteristiche geo delle formazioni interessate dal tracciato di progetto, sulla scorta dei risultati della campagna di indagini geognostiche eseguite nella campagna fase A in marzo aprile 2022 (sondaggi in nero su planimetria allegata al progetto B21).

Le risultanze ivi presentate sono sintetizzate nel profilo geologico di progetto (elaborato B15) dei tratti stradali in progetto come di seguito identificati.

TRATTO	DISTANZA PROGRESSIVA (m)
A	pk 0,00 – pk 1.217 (Tratto pre conferenza servizi)
B	pk 0,00 – pk 958
D	pk 0,00 – pk 1.446

Le caratteristiche geolitotecniche dei singoli tratti vengono di seguito esposte.

6.1 TRATTO "A" (DALLA PK 0,0 ALLA PK 1.217,18 – INDAGINI ESEGUITE SU TRACCIATO PRE CONFERENZA SERVIZI)



Lungo questo tratto sono state realizzate le seguenti indagini geognostiche:

- n° 3 sondaggi stratigrafici a rotazione e carotaggio continuo;
- n° 19 prove S.P.T. (*Standard Penetration Test*) durante l'esecuzione dei sondaggi geognostici;
- n° 4 prove penetrometriche dinamiche continue superpesanti DPSH (*Dynamic Probing Super Heavy* - classificazione ISSMFE, 1988);
- n° 1 indagine sismica attiva multicanale MASW (*Multichannel Analysis of Surface Waves*) per la definizione del profilo verticale di velocità delle onde di taglio V_s , ai fini dell'accertamento della categoria di sottosuolo (D.M. 17/01/2018 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni" e Circolare del

C.S.LL.PP. 7/2019 "Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17/01/2018").

La tabella seguente riassume i dati caratteristici dei sondaggi geognostici a rotazione e carotaggio continuo eseguiti.

SEZIONE	SIGLA	PROFONDITÀ (m dal p.c.)	Standard Penetration Test	Piezometro
1	AS 01	40,0	8	Casagrande
16	AS 02	30,0	6	Tubo aperto
27	AS 03	30,0	5	Tubo aperto

Sono state inoltre eseguite n° 4 prove penetrometriche dinamiche continue superpesanti DPSH (*Dynamic Probing Super Heavy*), utilizzando un penetrometro statico-dinamico modello Pagani TG63-200 cingolato semovente. Le prove sono state interrotte quando la compattezza dei litotipi ha impedito ulteriori avanzamenti. La tabella seguente riassume i dati caratteristici.

SEZIONE	SIGLA	PROFONDITÀ (m dal p.c.)
- 5	- ACPT 01	- 12,0
- 8	- ACPT 02	- 13,0
- 12	- ACPT 03	- 10,0
- Tra 22 e 23	- ACPT 04	- 8,0

6.1.1 Inquadramento geologico locale Tratto "A"

Nel complesso l'area è caratterizzata da depositi continentali fluvio-lacustri, con spessori variabili, fino ad una profondità massima dal p.c. di oltre 30 metri (sondaggio AS 03).

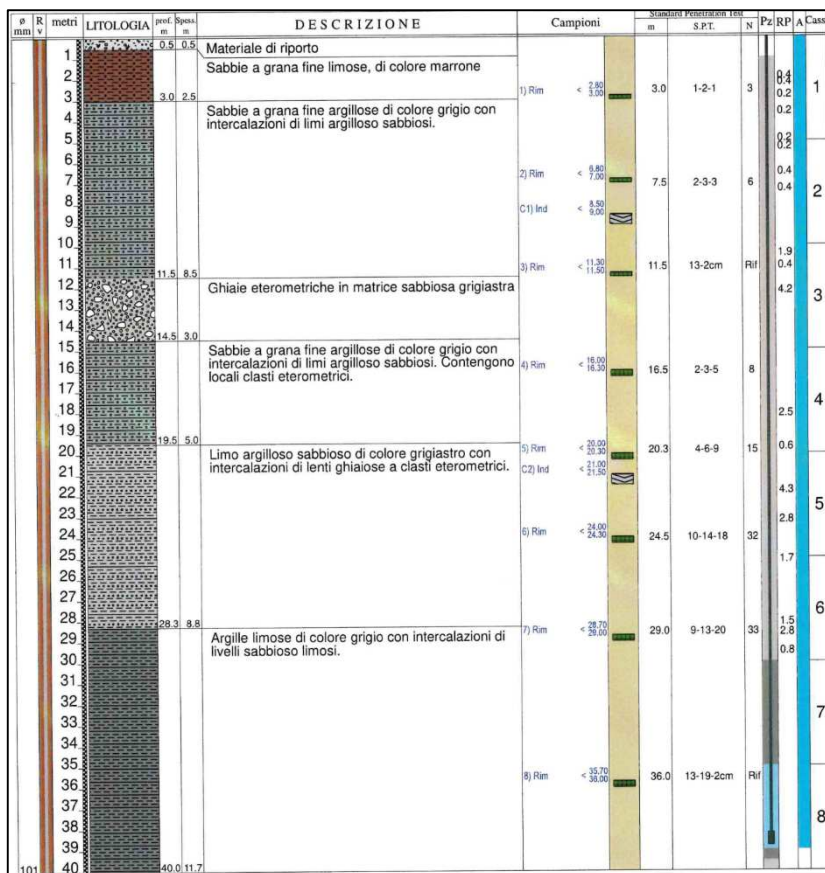
Il substrato geologico è rappresentato dalla successione terrigena torbida sin-orogena di avanfossa del membro "pre-evaporitico" della Formazione della Laga, o membro di Campotosto, del Messiniano (Centamore et alii, 1991).

6.1.2 Inquadramento geologico locale dai risultati dei sondaggi

Vengono descritte le successioni litostratigrafiche riscontrate per mezzo dei sondaggi geognostici eseguiti nel tratto in esame.

Sondaggio AS 01 (sezione 1)

Relazione di Fattibilità Geotecnica



Al di sotto di uno strato di terreni sabbioso argillosi sciolti e limo argillosi molli, rinvenuti fino a m 11,0 dal p.c., inizia una successione moderatamente addensata di depositi fluvio-lacustri composti da sabbie, limi sabbiosi e argille limose, inglobanti localmente clasti arenacei eterometrici e lenti ghiaiose. Si ritrovano fino a m 28,3 dal p.c.

Tra m 11,5 e m 14,5 dal p.c. si rinviene uno strato composto da ghiaie eterometriche in matrice sabbiosa; esso dovrebbe avere una certa continuità laterale, poiché probabilmente correlabile alla parte basale delle prove DPSH eseguite nel tratto in esame, come meglio evidenziato in seguito. Da m 28,3 dal p.c. fino a fondo foro (m 40,0 dal p.c.) si ritrovano argille limose compatte con intercalazioni sabbioso-limose, di origine incerta.

I depositi continentali sopra descritti poggiano in contatto erosivo e discordanza angolare sui litotipi del substrato geologico del membro "pre-evaporitico" della Formazione della Laga del Messiniano, composti da strati arenacei da spessi a molto spessi con geometrie tabulari e lenticolari a grande scala, cui sono interposti orizzonti arenaceo-pelitici e pelitico-arenacei in strati da sottili a medi.

Il foro di sondaggio è stato strumentato con piezometro di Casagrande, con cella porosa. I rilievi eseguiti (periodo compreso tra 19/03/2022 e 20/04/2022) hanno riscontrato una risalita del livello della falda acquifera al di sopra del p.c. (falda artesianica).

Il sondaggio non ha raggiunto il substrato geologico, pertanto non si hanno informazioni sulla profondità di rinvenimento dello stesso, sulle condizioni di alterazione e sul grado di fratturazione.

Sondaggio AS 02 (sezione 16)

Relazione di Fattibilità Geotecnica

R mm	v	LITOLOGIA	prof. m	DESCRIZIONE	Campioni	Standard Penetration Test			Pz kPa	RP %	A Class	RQD % 0-100
						m	S.P.T.	N				
1				Terreno di riporto costituito da sabbie e ghiaie di colore marrone								
2			2.1									
3			2.1	Sabbie limose di colore giallastro con locali inclusioni arenitiche. Nella parte di base, dal m 6.8 al m 7.2, livello di arenaria giallastra a grana fine.	1) Rim < 2.80 3.00	3.0	5-7-10	17	4.8	1		
4									2.8			
5									2.7			
6					C1) Ind < 6.00 6.50				2.2			
7			7.2						2.8			
8			5.1	Limi sabbioso argillosi di colore giallastro intercalati ed alternati a livelli di arenaria giallastra a grana fine.	2) Rim < 7.50 8.00	8.0	50/5cm	Rif	2.4	2		
9									4.2			
10									0.8			
11									0.8			
12			12.0			12.0	50/3cm	Rif	4.4			
13				Arenarie a grana fine, biancastre e giallastre compatte, da poco a mediamente fratturate.	3) Rim < 13.00 13.20					3		
14												
15												
16			15.4	Limi sabbioso argillosi di colore giallastro intercalati livelletti di arenarie.					3.6	4		
17												
18					4) Rim < 17.80 18.00	17.0	13/26-50/6cm	Rif	2.2			
19												
20			19.3									
21			20.8	Arenarie a grana fine, biancastre e giallastre compatte, da poco a mediamente fratturate.	5) Rim < 20.80 21.00							
22												
23				Limi sabbioso argillosi di colore giallastro intercalati livelletti di arenarie.	C2) Ind < 23.00 23.50	22.5	10-16-21	37	4.2	5		
24									3.8			
25									2.4			
26			25.3									
27			27.1	Arenarie a grana fine, biancastre e giallastre compatte, da poco a mediamente fratturate.								
28												
29				Limi sabbioso argillosi di colore giallastro intercalati livelletti di arenarie.	6) Rim < 28.70 29.00	28.0	50/4cm	Rif		6		
30			30.0						3.1			

Al di sotto di uno strato di terreni di riporto sciolti, rinvenuti fino a m 2,1 dal p.c., si ritrovano depositi fluvio-lacustri moderatamente addensati, composti da sabbie limose giallastre inglobanti localmente clasti arenacei. Si rinvenivano fino a m 7,2 dal p.c.

I depositi continentali sopra descritti poggiano in contatto erosivo e discordanza angolare sui litotipi del substrato geologico del membro "pre-evaporitico" della Formazione della Laga del Messiniano, rinvenuti fino a fondo foro (m 30,0 dal p.c.).

Detti litotipi sono spesso molto alterati e destrutturati, fino a presentarsi in forma di limi sabbioso-argillosi giallastri (FL A), sebbene di elevata consistenza (valori di N_{SPT} spesso > 50).

Il foro di sondaggio è stato strumentato con piezometro a tubo aperto fino a fondo foro. I rilievi eseguiti (periodo compreso tra 20/03/2022 e 20/04/2022) hanno misurato la profondità della falda acquifera a quote dal p.c. variabili da m 2,3 a m 2,6.

Sondaggio AS 03 (SEZIONE 27)

R mm	V m	LITOLOGIA	prof. Spese m m	DESCRIZIONE	Campioni	Standard Penetration Test		N	Pz m	RP m	A m	Cass
						m	S.P.T.					
1			0.7	0.7								
2			2.8	2.1								
3					1) Rim	< 3.00 < 3.20	3.5	2-3-3	6	0.8		1
4										0.8		
5										0.4		
6					C1) Ind	< 8.00 < 8.50	6.5	3-4-6	10	0.4		
7												
8					2) Rim	< 8.40 < 8.80				1.3		2
9										1.7		
10										1.2		
11										2.6		
12							12.0	13-50/4cm	Rif	2		
13										1.7		
14			14.0	11.2	3) Rim	< 13.50 < 13.80				2.8		3
15												
16			16.0	2.0						2.6		
17					4) Rim	< 17.50 < 17.80				1.4		4
18												
19												
20					C2) Ind	< 19.50 < 20.00						
21												
22			22.2	6.2			22.5	50/5cm	Rif	2.8		
23										2.4		
24					5) Rim	< 23.80 < 24.00				2.8		5
25												
26												
27					6) Rim	< 26.80 < 27.00						
28												
29												
30			30.0	7.8								

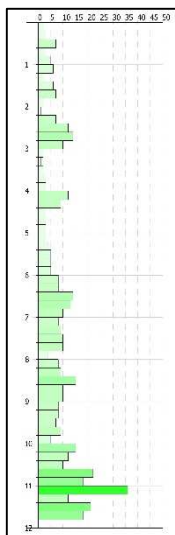
Successione fino a fondo foro (m 30,0 dal p.c.) di depositi fluvio-lacustri composti da limi argillosi e sabbie limose con locali intercalazioni sottili di ghiaie eterometriche a geometria lentiforme, più frequenti da m 22,2 dal p.c.

Deposito nel complesso in condizioni di elevato addensamento (valori di N_{SPT} spesso > 50), con locali passaggi meno addensati.

Il foro di sondaggio è stato strumentato con piezometro a tubo aperto fino a fondo foro. I rilievi eseguiti (periodo compreso tra 21/03/2022 e 20/04/2022) hanno riscontrato una risalita del livello della falda acquifera al di sopra del p.c. (falda artesianica).

6.1.3 Inquadramento geologico locale dai risultati delle prove penetrometriche DPSH.

Prova ACPT 01 (SEZIONE 5)



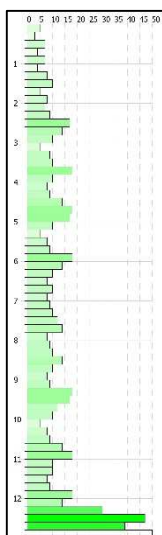
Successione composta da depositi fluvio-lacustri poco addensati fino a m 6,4 dal p.c., con locali intercalazioni più addensate (livelli a maggiore granulometria).

Da m 6,4 fino a m 10,6 dal p.c. i terreni presentano addensamento da moderato a medio, in funzione della percentuale di clasti grossolani inglobati.

Da m 10,6 dal p.c. fino a fondo foro (m 12,0, quota del rifiuto strumentale della prova) la frazione ghiaiosa si fa prevalente e aumenta in maniera sensibile l'addensamento.

Probabilmente il livello di base è correlabile al tetto dello strato composto da ghiaie eterometriche in matrice sabbiosa rinvenuto tra m 11,5 e m 14,5 dal p.c. nel sondaggio AS 01.

Prova ACPT 02 (SEZIONE 8)

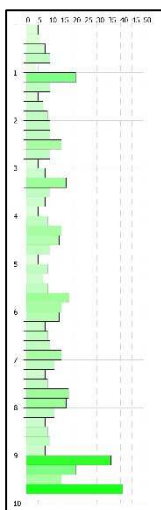


Terreni poco addensati fino a m 2,4 dal p.c.

Da m 2,4 fino a m 12,2 dal p.c. i terreni appartenenti all'unità dei depositi fluvio-lacustri presentano addensamento da moderato a medio, in funzione della percentuale di clasti grossolani inglobati (livelli a maggiore granulometria).

Da m 12,2 dal p.c. fino a fondo foro (m 13,0, quota del rifiuto strumentale della prova) la frazione ghiaiosa si fa prevalente e aumenta in maniera sensibile l'addensamento.

Probabilmente il livello di base è correlabile al tetto dello strato composto da ghiaie eterometriche in matrice sabbiosa rinvenuto tra m 11,5 e m 14,5 dal p.c. nel sondaggio AS 01.



Prova ACPT 03 (SEZIONE 12)

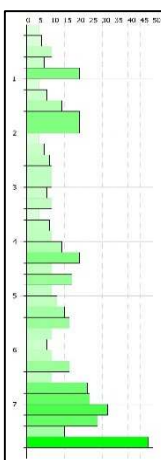
Terreni poco addensati fino a m 1,0 dal p.c.

Da m 1,0 fino a m 9,0 dal p.c. i terreni appartenenti all'unità dei depositi fluvio-lacustri presentano addensamento da moderato a medio, in funzione della percentuale di clasti grossolani inglobati (livelli a maggiore granulometria).

Da m 9,0 dal p.c. fino a fondo foro (m 10,0, quota del rifiuto strumentale della prova) la frazione ghiaiosa si fa prevalente e aumenta in maniera sensibile l'addensamento.

Probabilmente il livello di base è correlabile al tetto dello strato composto da ghiaie eterometriche in matrice sabbiosa rinvenuto tra m 11,5 e m 14,5 dal p.c. nel sondaggio AS 01.

Prova ACPT 04 (TRA SEZIONE 22 E SEZIONE 23)



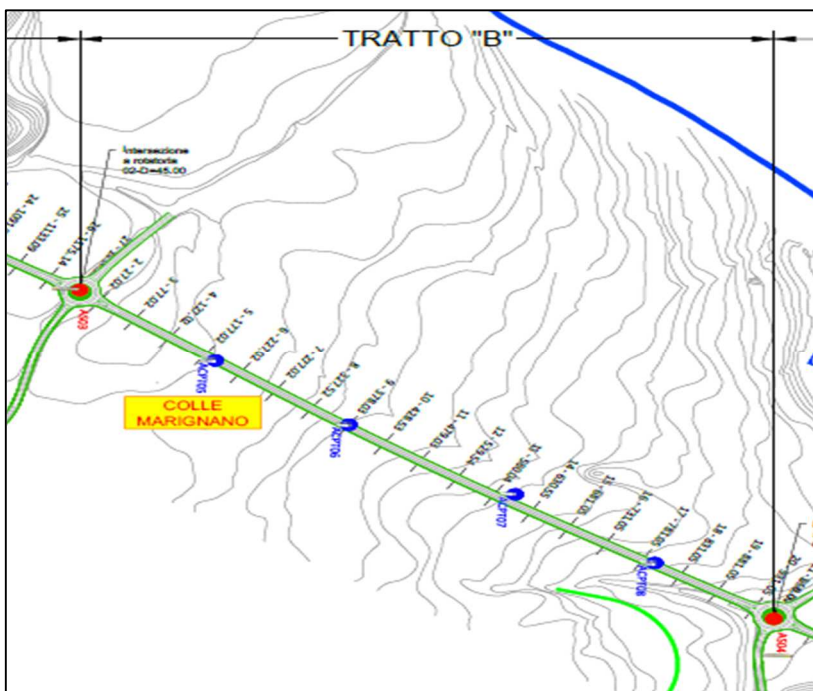
Terreni poco addensati fino a m 0,8 dal p.c.

Da m 0,8 fino a m 6,6 dal p.c. i terreni appartenenti all'unità dei depositi fluvio-lacustri presentano addensamento da moderato a medio, in funzione della percentuale di clasti grossolani inglobati (livelli a maggiore granulometria).

Da m 6,6 dal p.c. fino a fondo foro (m 8,0, quota del rifiuto strumentale della prova) la frazione ghiaiosa si fa prevalente e aumenta in maniera sensibile l'addensamento.

Probabilmente il livello di base è correlabile al tetto dello strato composto da ghiaie eterometriche in matrice sabbiosa rinvenuto tra m 11,5 e m 14,5 dal p.c. nel sondaggio AS 01

6.2 TRATTO "B" (DALLA PK 0,0 ALLA PK 958 INDAGINI ESEGUITE SU TRACCIATO PRE CONFERENZA SERVIZI)



Lungo questo tratto sono state realizzate le seguenti indagini geognostiche:

1. n° 2 sondaggi stratigrafici a rotazione e carotaggio continuo;
2. n° 11 prove S.P.T. (Standard Penetration Test) durante l'esecuzione dei sondaggi geognostici;
3. n° 4 prove penetrometriche dinamiche continue superpesanti DPSH (*Dynamic Probing Super Heavy* - classificazione ISSMFE, 1988).

La tabella seguente riassume i dati caratteristici dei sondaggi geognostici a rotazione e carotaggio continuo eseguiti.

SEZIONE	SIGLA	PROFONDITÀ (m dal p.c.)	Standard Penetration Test	Piezometro
1	AS 03	30,0	5	Tubo aperto
21	AS 04	30,0	6	Casagrande

Sono state inoltre eseguite n° 4 prove penetrometriche dinamiche continue superpesanti DPSH (*Dynamic Probing Super Heavy*), utilizzando un penetrometro Pagani TG63-200. Le prove sono state interrotte quando la compattezza dei litotipi ha impedito ulteriori avanzamenti. La tabella seguente riassume i dati caratteristici.

SEZIONE	SIGLA	PROFONDITÀ (m dal p.c.)

Relazione di Fattibilità Geotecnica

- Poco dopo sez. 5	- ACPT 05	- 16,0
- 9	- ACPT 06	- 16,0
- Tra 13 e 14	- ACPT 07	- 15,0
- Poco dopo sez. 17	- ACPT 08	- 14,0
-	-	-

6.3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO LOCALE TRATTO "B"

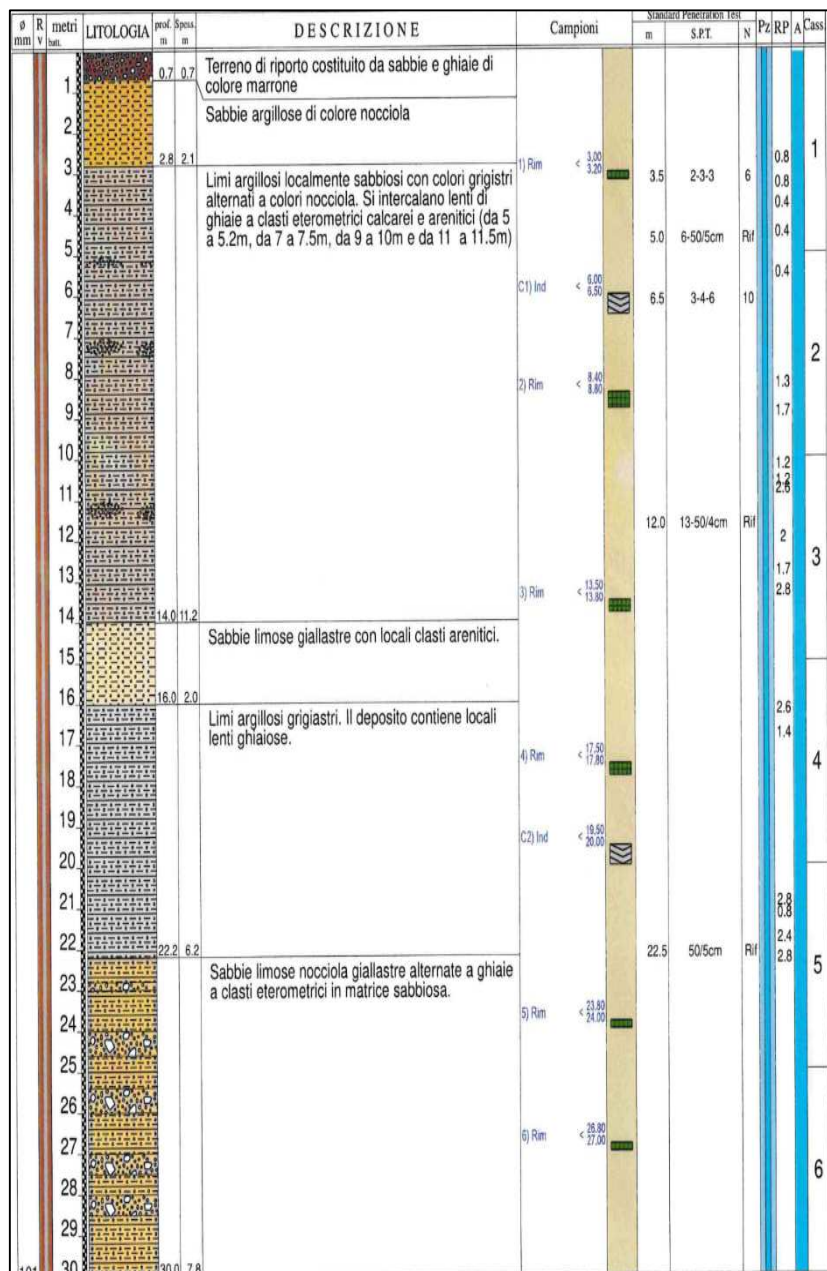
Nel complesso l'area è caratterizzata da depositi continentali fluvio-lacustri fino ad oltre 30 metri dal p.c. (sondaggi AS 03 e AS 04).

Il substrato geologico è rappresentato dalla successione terrigena torbida sin-orogena di avana fossa del membro "pre-evaporitico" della Formazione della Laga, o membro di Campotosto, del Messiniano (Centamore et alii, 1991).

6.4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO LOCALE DAI RISULTATI DEI SONDAGGI

Vengono descritte le successioni litostratigrafiche riscontrate per mezzo dei sondaggi geognostici eseguiti nel tratto in esame.

Sondaggio AS 03 (SEZIONE 1)



Successione fino a fondo foro (m 30,0 dal p.c.) di depositi fluvio-lacustri composti da limi argillosi e sabbie limose con locali intercalazioni sottili di ghiaie eterometriche a geometria lentiforme, più frequenti da m 22,2 dal p.c.

Deposito nel complesso in condizioni di elevato addensamento (valori di N_{SPT} spesso > 50), con locali passaggi meno addensati.

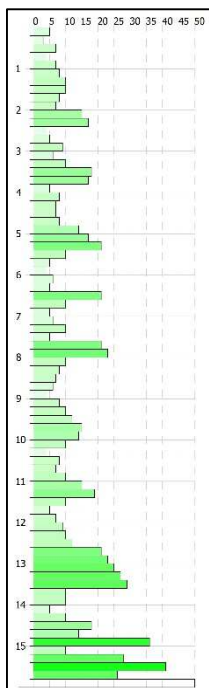
I depositi continentali sopra descritti poggiano in contatto erosivo e discordanza angolare sui litotipi del substrato geologico del membro "pre-evaporitico" della Formazione della Laga del Messiniano, composti da strati arenacei da spessi a molto spessi con geometrie tabulari e lenticolari a grande scala, cui sono interposti orizzonti arenaceo-pelitici e pelitico-arenacei in strati da sottili a medi.

Il foro di sondaggio è stato strumentato con piezometro a tubo aperto fino a fondo foro. I rilievi eseguiti (periodo compreso tra 21/03/2022 e 20/04/2022) hanno riscontrato una risalita del livello della falda acquifera al di sopra del p.c. (falda artesianica).

Il sondaggio non ha raggiunto il substrato geologico.

6.4.1 Inquadramento geologico locale dai risultati delle prove penetrometriche DPSH.

Prova ACPT 05 (DOPO SEZIONE 5)



Da p.c. fino a m 12,6 dal p.c. i terreni appartenenti all'unità dei depositi fluvio-lacustri hanno un addensamento che risente della composizione granulometrica, moderato nei livelli a minore granulometria e elevato nei livelli con clasti grossolani inglobati.

Da m 12,6 dal p.c. fino a fondo foro (m 16,0, quota del rifiuto strumentale della prova) la frazione ghiaiosa si fa prevalente, sebbene con passaggi a minore granulometria e aumenta in maniera sensibile l'addensamento.

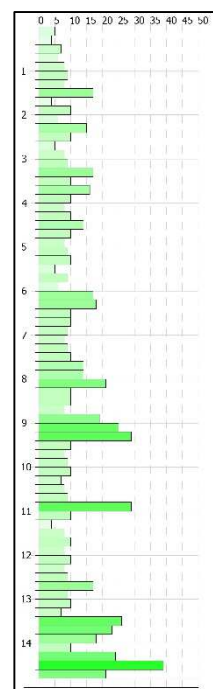
Probabilmente il livello di base è correlabile al tetto dello strato di sabbie limose con intercalazioni ghiaiose che si rinviene a partire da m 22,2 dal p.c. in AS 03 e al tetto dello strato di ghiaie eterometriche in matrice sabbiosa con intercalazioni sabbiose tra m 10,2 e m 18,5 dal p.c. in AS 04.

Prova ACPT 06 (SEZIONE 9)

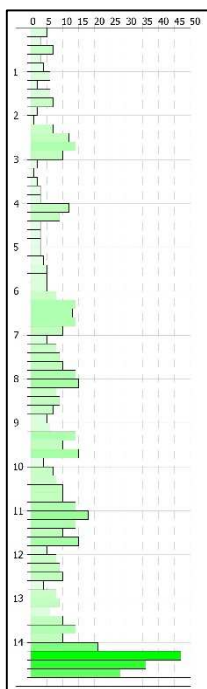
Da p.c. fino a m 13,4 dal p.c. i terreni appartenenti all'unità dei depositi fluvio-lacustri hanno un addensamento che risente della composizione granulometrica, moderato nei livelli a minore granulometria e elevato nei livelli con clasti grossolani inglobati.

Da m 13,4 dal p.c. fino a fondo foro (m 15,0, quota del rifiuto strumentale della prova) la frazione ghiaiosa si fa prevalente, sebbene con passaggi a minore granulometria e aumenta in maniera sensibile l'addensamento.

Probabilmente il livello di base è correlabile al tetto dello strato di sabbie limose con intercalazioni ghiaiose che si rinviene a partire da m 22,2 dal p.c. in AS 03 e al tetto dello strato di ghiaie eterometriche in matrice sabbiosa con intercalazioni sabbiose tra m 10,2 e m 18,5 dal p.c. in AS 04.



Prova ACPT 07 (TRA SEZIONE 13 E SEZIONE 14)

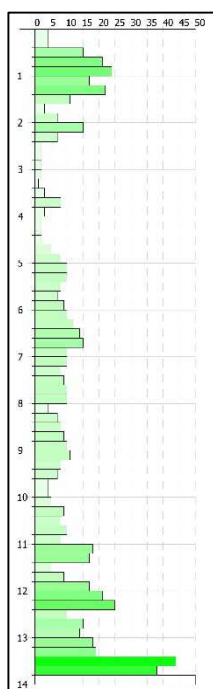


Da p.c. fino a m 14,0 dal p.c. i terreni appartenenti all'unità dei depositi fluvio-lacustri hanno un addensamento che risente della composizione granulometrica, moderato nei livelli a minore granulometria e elevato nei livelli con clasti grossolani inglobati.

Da m 14,0 dal p.c. fino a fondo foro (m 15,0, quota del rifiuto strumentale della prova) la frazione ghiaiosa si fa prevalente, sebbene con passaggi a minore granulometria e aumenta in maniera sensibile l'addensamento.

Probabilmente il livello di base è correlabile al tetto dello strato di sabbie limose con intercalazioni ghiaiose che si rinviene a partire da m 22,2 dal p.c. in AS 03 e al tetto dello strato di ghiaie eterometriche in matrice sabbiosa con intercalazioni sabbiose tra m 10,2 e m 18,5 dal p.c. in AS 04.

Prova ACPT 08 (DOPO SEZIONE 17)

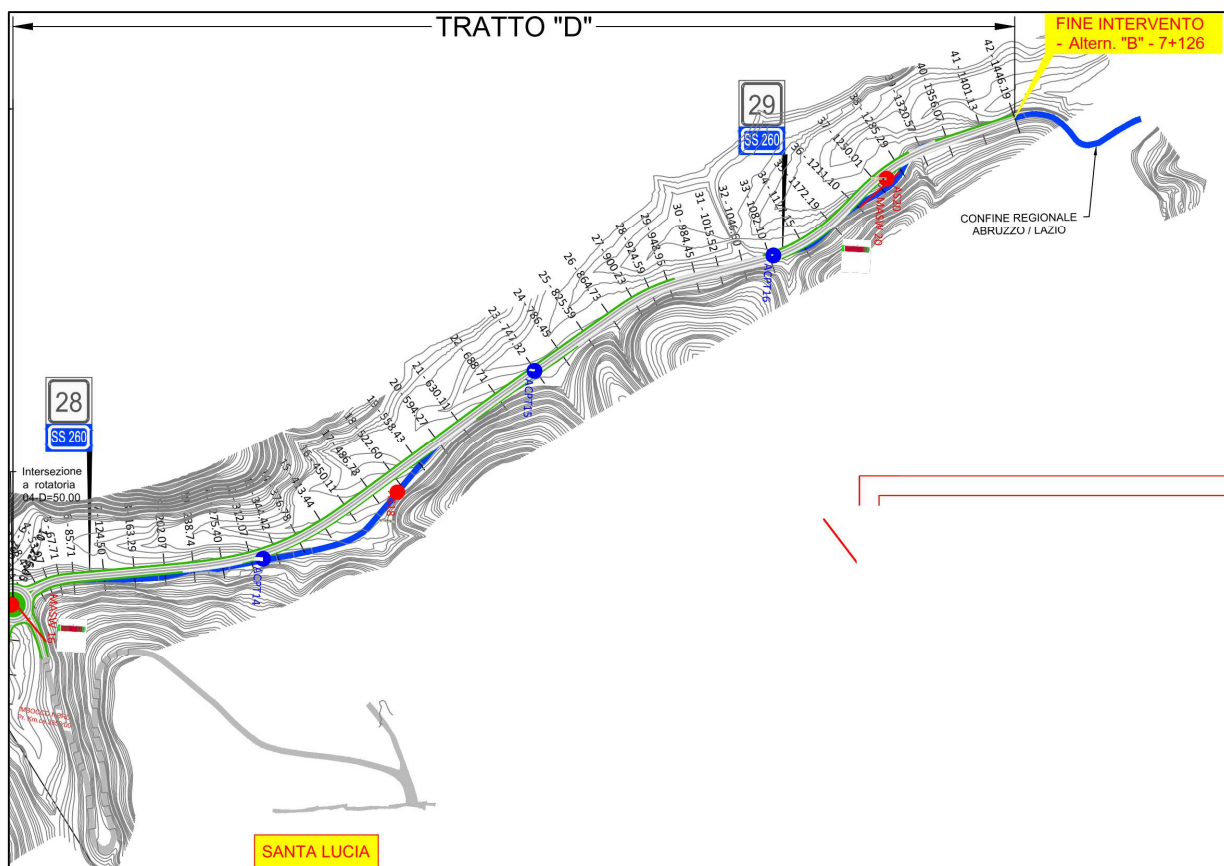


Da p.c. fino a m 13,4 dal p.c. i terreni appartenenti all'unità dei depositi fluvio-lacustri hanno un addensamento che risente della composizione granulometrica, moderato nei livelli a minore granulometria e elevato nei livelli con clasti grossolani inglobati.

Da m 13,4 dal p.c. fino a fondo foro (m 14,0, quota del rifiuto strumentale della prova) la frazione ghiaiosa si fa prevalente e aumenta in maniera sensibile l'addensamento.

Probabilmente il livello di base è correlabile al tetto dello strato di sabbie limose con intercalazioni ghiaiose che si rinviene a partire da m 22,2 dal p.c. in AS 03 e al tetto dello strato di ghiaie eterometriche in matrice sabbiosa con intercalazioni sabbiose tra m 10,2 e m 18,5 dal p.c. in AS 04.

6.5 TRATTO "D" (DALLA PK 0,0 ALLA PK 1.446)



Lungo questo tratto sono state realizzate le seguenti indagini geognostiche:

1. n° 3 sondaggi stratigrafici a rotazione e carotaggio continuo;
2. n° 14 prove S.P.T. (Standard Penetration Test) durante l'esecuzione dei sondaggi geognostici;
3. n° 3 prove penetrometriche dinamiche continue superpesanti DPSH (*Dynamic Probing Super Heavy* - classificazione ISSMFE, 1988);
4. n° 1 indagine sismica attiva multicanale MASW (*Multichannel Analysis of Surface Waves*) per la definizione del profilo verticale di velocità delle onde di taglio V_s .

La tabella seguente riassume i dati caratteristici dei sondaggi geognostici a rotazione e carotaggio continuo eseguiti.

SEZIONE	SIGLA	PROFONDITÀ (m dal p.c.)	Standard Penetration Test	Piezometro
1	AS 16	30,0	6	no
18	AS 18	20,0	4	Tubo aperto
Tra 37 e 38	AS 20	20,0	4	no

Relazione di Fattibilità Geotecnica

Sono state inoltre eseguite n° 3 prove penetrometriche dinamiche continue superpesanti DPSH (*Dynamic Probing Super Heavy*), utilizzando un penetrometro modello Pagani TG63-200. Le prove sono state interrotte quando la compattezza dei litotipi ha impedito ulteriori avanzamenti. La tabella seguente riassume i dati caratteristici.

SEZIONE	SIGLA	PROFONDITÀ (m dal p.c.)
- Tra 12 e 13	- ACPT 14	- 13,0
- 23	- ACPT 15	- 7,0
- 33	- ACPT 16	- 2,4

6.5.1 Inquadramento geologico locale Tratto "D"

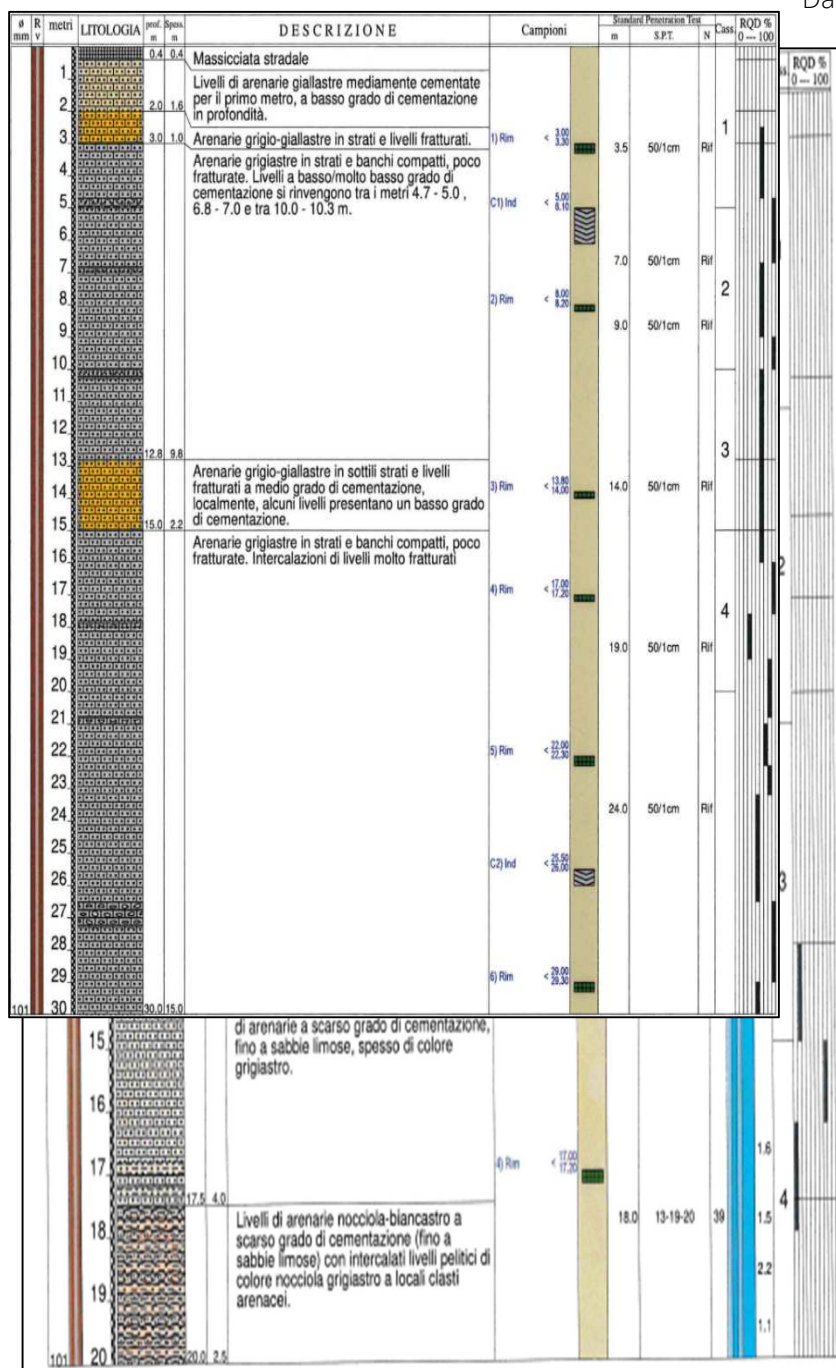
Nel complesso l'area è caratterizzata da depositi continentali fluvio-lacustri del fosso di Basciano di ridotto spessore, poggianti sui litotipi del substrato geologico, rappresentato dalla successione terrigena torbiditica sin-orogena di avanfossa del membro "pre-evaporitico" della Formazione della Laga, o membro di Campotosto, del Messiniano.

In questo tratto il substrato si rinviene a ridotta profondità (m 4,5 m dal p.c. nel sondaggio AS 18) oppure è sub-affiorante (sondaggi AS 16 e AS 20).

6.5.2 Inquadramento geologico locale dai risultati dei sondaggi

Vengono descritte le successioni litostratigrafiche riscontrate per mezzo dei sondaggi geognostici eseguiti nel tratto in esame.

Sondaggio AS 16 (SEZIONE 1)



Dal p.c. a fondo foro (m 30,0 dal p.c.) la perforazione ha intercettato i litotipi del substrato geologico della successione terrigena torbiditica sin-orogena di avanfossa del membro "pre-evaporitico" della Formazione della Laga, o membro di Campotosto, del Messiniano (Centamore et alii, 1991).

Ad esclusione della porzione superficiale (fino a m 3,0 dal p.c.) e di un livello compreso tra m 12,8 e m 15,0 dal p.c. (composto da arenarie giallastre alterate a basso grado di cementazione) la Formazione è costituita da arenarie grigiastre in strati e banchi compatti, poco fratturate e ben cementate, con sottili intercalazioni di livelli molto fratturati a basso grado di cementazione (spessore 20 - 40 cm).

Sondaggio AS 18 (SEZIONE 18)

Al di sotto della massicciata stradale, rinvenuta fino a m 0,7 dal p.c., si ritrovano depositi fluvio-lacustri moderatamente addensati, composti da sabbie limose nocciola, fino a m 4,5 dal p.c.

Relazione di Fattibilità Geotecnica

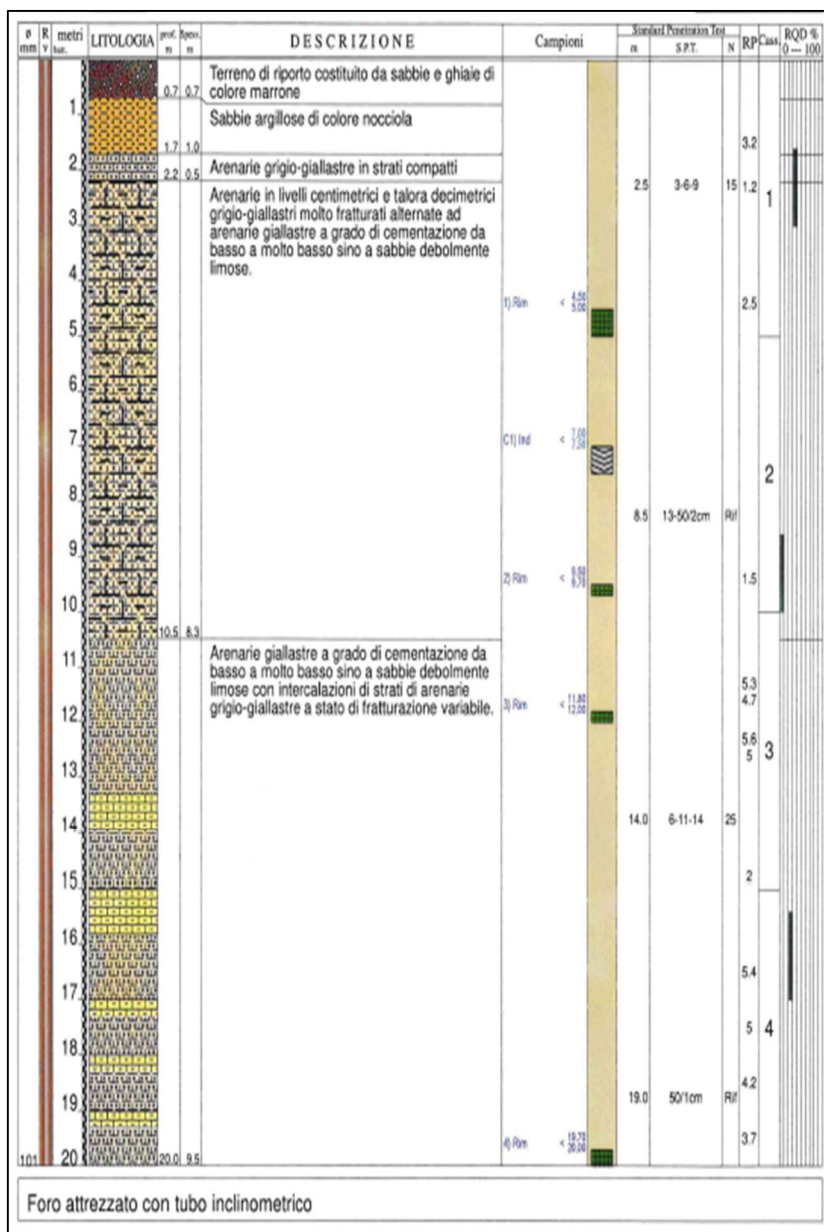
I depositi continentali sopra descritti poggiano in contatto erosivo e discordanza angolare sui litotipi del substrato geologico del membro "pre-evaporitico" della Formazione della Laga del Messiniano, rinvenuti fino a fondo foro.

Detti litotipi, fino a m 13,5 dal p.c., sono molto alterati e destrutturati, fino a presentarsi in forma di sabbie limoso-argillose e limi argillosi, a scarso grado di cementazione, tuttavia di elevata consistenza (valori di $N_{SPT} > 50$).

Da m 13,5 dal p.c. fino a fondo foro (m 20,0 dal p.c.) diminuisce il grado di alterazione della Formazione e si alternano arenarie biancastre in banchi compatti da poco a mediamente fratturati e arenarie a scarso grado di cementazione, fino a sabbie limoso-argillose.

Il foro di sondaggio è stato strumentato con piezometro a tubo aperto fino a fondo foro. I rilievi eseguiti (periodo compreso tra 24/03/2022 e 20/04/2022) hanno misurato la profondità della falda acquifera a quote dal p.c. variabili da m 3,2 a m 3,3.

Sondaggio AS 20 (TRA SEZIONE 27 E SEZIONE 28)



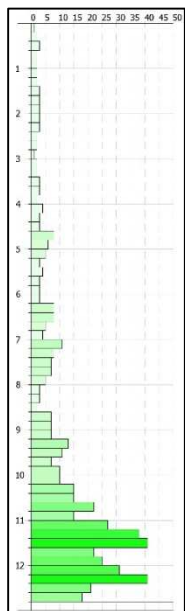
Al di sotto del terreno di riporto sabbioso-ghiaioso, rinvenuto fino a m 0,7 dal p.c., si ritrovano depositi fluvio-lacustri moderatamente addensati, fino a m 1,7 dal p.c.

I terreni suddetti poggiano in contatto erosivo e discordanza angolare sui litotipi del substrato geologico del membro "pre-evaporitico" della Formazione della Laga del Messiniano, rinvenuti fino a fondo foro (m 20,0 dal p.c.).

La Formazione si presenta, nel complesso, molto alterata e destrutturata, fino a presentarsi in forma di sabbie debolmente limose, a scarso grado di cementazione. A luoghi sono presenti arenarie grigio-giallastre sottilmente stratificate, poco cementate e a variabile stato di fratturazione.

1.0 Inquadramento geologico locale dai risultati delle prove penetrometriche DPSH

Prova ACPT 14 (TRA SEZIONE 12 E SEZIONE 13)

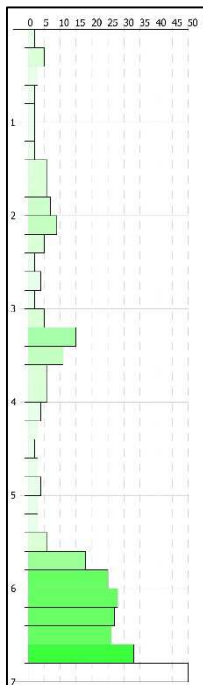


Da p.c. fino a m 10,0 dal p.c. i terreni appartenenti all'unità dei depositi fluvio-lacustri hanno un addensamento da moderato a medio, in funzione della composizione granulometrica.

Da m 10,0 dal p.c. fino a fondo foro (m 13,0, quota del rifiuto strumentale della prova) l'arenaria si fa prevalente, sebbene con alternanze di livelletti marnoso-sabbiosi più sciolti e aumenta sensibilmente la consistenza.

Probabilmente il livello di base è correlabile al tetto del substrato geologico alterato che si rinviene a partire da m 4,5 dal p.c. in AS 18 e da m 1,7 dal p.c. in AS 20.

Prova ACPT 15 (SEZIONE 23)

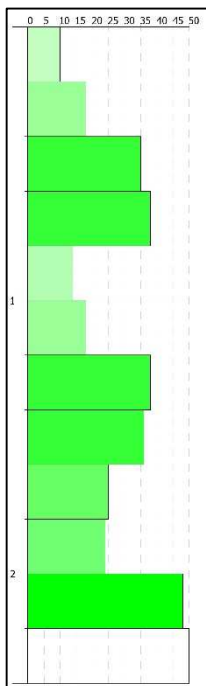


Da p.c. fino a m 5,6 dal p.c. i terreni appartenenti all'unità dei depositi fluvio-lacustri hanno un addensamento da moderato a medio, in funzione della composizione granulometrica.

Da m 5,6 dal p.c. fino a fondo foro (m 7,0, quota del rifiuto strumentale della prova) l'arenaria si fa prevalente, sebbene con alternanze di livelletti marnoso-sabbiosi più sciolti e aumenta sensibilmente la consistenza.

Probabilmente il livello di base è correlabile al tetto del substrato geologico alterato che si rinviene a partire da m 4,5 dal p.c. in AS 18 e da m 1,7 dal p.c. in AS 20.

Prova ACPT 16 (SEZIONE 33)



Dal p.c. fino a fondo foro (m 2,4, quota del rifiuto strumentale della prova) si ritrova uno strato di arenaria molto addensato, con alternanze di livelletti marnoso-sabbiosi più sciolti.

6.6 RISULTANZE DELLE PROVE DI LABORATORIO E PRESSIOMETRICHE/DILATOMETRICHE IN FORO

I campioni di terreno/roccia indisturbati e rimaneggiati prelevati in foro di sondaggio, sono stati successivamente sottoposti a prove geotecniche di laboratorio le cui risultanze sono riportate nell'elaborato B23 (certificati di laboratorio) mentre le prove pressiometriche su terreno e dilatometriche su roccia eseguite sull'intero tracciato di progetto (I e II Stralcio) sono contenute nell'elaborato B22 (indagini in sito).

7 CONCLUSIONI

Con riferimento alle indagini e rilievi eseguiti e riportati nella presente relazione, ed in congruenza con il modello geologico per il progetto in esame descritto negli elaborati da B10 (Relazione geologica e sismica) sino a B 18 (Carta dei fenomeni franosi del PAI), si possono esprimere le seguenti indicazioni sulla fattibilità geotecnica dei tratti stradali in progetto (A,B e D).

Tratto A

Il tracciato si sviluppa in un settore pianeggiante prevalentemente su rilevato con opere idrauliche e ponti che sovrappassano il fosso di Mandragone e canali di bonifica affluenti: le principali criticità sono costituite dalla compressibilità del primo strato di terreno intercettato sino a circa 10 m dal p.c. e dalla presenza di una settore alluvionabile con una estesa falda acquifera dotata di piezometrica di tipo moderatamente artesiano ($H_{h2O} > p.c.$).

Tratto B

Il tracciato si sviluppa prevalentemente in rilevato in un settore subpianeggiante debolmente pendente verso sud, in cui non si è chiaramente rilevato lo strato compressibile superficiale e la falda acquifera interessante la coltre alluvionale, tende ad approfondirsi al di sotto del piano campagna.

Tratto D

Dall'incrocio per Santa Lucia sulla attuale SS260 sino al confine regionale.

il tracciato di progetto si snoda parzialmente sulla sede esistente con tratti in trincea e tratti in rilevato con ponti e tombini. Sia la coltre alluvionale che la falda acquifera non hanno evidenziato particolari criticità né i versanti al cui piede sarà ospitato il nuovo tracciato hanno presentato particolari problemi di stabilità, ad eccezione di un modesto movimento al limite del lotto.

Il territorio del comune di Monteoreale su cui si snodano i tratti suesposti, è caratterizzato dalla 1° classe sismica (alta sismicità), e, nel suo tratto finale lambisce presumibilmente la zona di faglia regionale che ha indotto il recente terremoto di Amatrice (2016).

Pertanto oltre alla azione sismica locale da definire per le opere d'arte in progetto, particolare attenzione andrà condotta negli studi ed indagini successivi anche nei confronti del potenziale di liquefazione dei terreni limo sabbiosi poco addensati alluvionali, testè citati.