

*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**

<b>PROGETTISTI:</b> Ing. Daniela Di GIOVANNI Ordine Ingegneri di Chieti n. 963 		<b>GRUPPO DI PROGETTAZIONE</b> Geom. Andrea PANCIOLO Geom. Maurizio RICCI Ing. Aldo PARIS Ing. Daniela CIAVARELLA Ing. Davide LUBERTI Ing. Paola Di GIANNATALE Ing. Matteo CASTELLANI Ing. Michele SERGIACOMO	
<b>IL GEOLOGO</b> Dott. Geol. Valerio MANZON Ordine Geologi del Lazio n.860 			
<b>COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</b> Geom. Renzo ROSSI			
<b>VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO</b> Ing. Antonio MARASCO 			
<b>PROTOCOLLO</b> 362361	<b>DATA :</b> 31/05/2022		

**B - STUDI E INDAGINI PRELIMINARI**

**GEOLOGIA**

**RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDROGEOLOGICA - SCARPATE FLUVIALI**

<b>CODICE PROGETTO</b> PROGETTO      LIV. PROG.      N. PROG. S1AQ01      F      2201		<b>NOME FILE</b> B10.1_T00SG00GEORE01A.doc		<b>REVISIONE</b>	<b>SCALA</b>
		<b>CODICE ELAB.</b> T00EG00GEORE01	A	--	
A	PRIMA EMISSIONE	GIUGNO 2022	V.MANZON	D. DI GIOVANNI	A. MARASCO
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

---

## SOMMARIO

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>1</b>
<b>2. INQUADRAMENTO TECNICO-NORMATIVO.....</b>	<b>2</b>
<b>3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E INDAGINI CARTOGRAFICHE.....</b>	<b>3</b>
<b>4. STUDI ED INDAGINI DEL SOTTOSUOLO.....</b>	<b>4</b>
4.1 LA CAMPAGNA DI INDAGINE.....	6
4.1.1 <i>Sondaggi a carotaggio</i> .....	8
4.1.2 <i>Sondaggi penetrometrici dinamici continui DPSH</i> .....	12
4.1.3 <i>Indagini sismiche</i> .....	24
4.1.3.1 <i>Indagini sismiche a rifrazione</i> .....	24
4.1.3.2 <i>Indagini sismiche tipo MASW</i> .....	27
4.2 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE SULLA CAMPAGNA DI INDAGINE.....	29
4.2.1 <i>Sezioni Geologiche interpretative</i> .....	29
<b>5. OPERE DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO.....</b>	<b>34</b>

## 1. PREMESSA

L'intervento in oggetto è ricompreso nel 8° Stralcio del Programma degli interventi di messa in sicurezza e di 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 da agosto 2016, di cui all'art. 4 comma 2 dell'Ordinanza C.D.P.C 408 del 15/11/2016, approvato per il ripristino della viabilità nelle aree interessate dagli eventi sismici di agosto ed ottobre 2016, di cui (G.U. n. 201 del 29/08/2017), approvato dal Direttore della Direzione generale per le strade e le autostrade, l'alta sorveglianza sulle infrastrutture stradali e la vigilanza sui contratti concessionari autostradali in data 28/12/2021, nota 11833, ai sensi dell'art. 3 dell'Ordinanza C.D.P.C. 475 del 18/08/2017.

L'intervento è altresì finanziato dal Piano Complementare al Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza nei territori colpiti dal sisma 2009-2016, Sub-misura A4, "Infrastrutture e mobilità", Linea di intervento 4, intitolata "Investimenti sulla rete stradale statale", ai sensi dell'art. 14 bis del decreto legge 31 maggio 2021, n. 77, convertito con modificazioni dalla legge 28 luglio 2021, n. 108, come disposto dall'Ordinanza Attuativa PNC-PNRR Sisma n. 1 del 16/12/2021 del Commissario Straordinario per la ricostruzione nei territori interessati dagli eventi sismici verificatisi a far data dal 24 agosto 2016, della Presidenza del Consiglio dei Ministri.

Il tracciato di progetto rappresenta il V Lotto funzionale di un itinerario ben più ampio, che si snoda dalla regione Lazio, interessando la S.S. 4 "Via Salaria" tra Rieti ed Amatrice per poi proseguire sulla S.S. 260 da Amatrice fino al confine regionale Abruzzo/Lazio e da qui fino al bivio Cermone ad innesto sulla SS 80 sulla quale prosegue fino a L'Aquila per poi finire sulla SS 17 "dell'Appennino Abruzzese ed Appulo Sannitico" fino a Navelli (al Km 68+500) dove prosegue sulla SS 153 "Della Valle del Tirino".

La SS.260 "Picente" nel tratto che interessa la Regione Abruzzo ha uno sviluppo di 29,462 Km di competenza ANAS, Struttura Territoriale Abruzzo e Molise. Il suddetto tratto, a partire da fine anni '80, è stato oggetto di adeguamento, in parte in sede ed in parte in variante, alla sezione C2 del D.M. 05/11/2001, realizzato per lotti funzionali di cui quello oggetto del progetto di fattibilità in studio, come anticipato, costituisce il V lotto di adeguamento del tratto da frazione Colle Calvo del Comune di Monteale, a partire dall'innesto con la S.P.106 in corrispondenza della fine intervento del realizzando Lotto IV, fino al confine regionale tra Abruzzo e Lazio

Al fine di acquisire, prima della presentazione del progetto definitivo, le condizioni per ottenere, alla successiva presentazione, i necessari pareri, intese, concerti, nulla osta, autorizzazioni, concessioni o altri atti di assenso, comunque denominati, a cura delle Amministrazioni in indirizzo, ai sensi dell'art. 14, comma 3, della L.241/90, secondo le previsioni dell'art. 48, comma 5 del D.L. 77/2021 e s.m.i., il Soggetto Attuatore ha convocato la Conferenza di Servizi Preliminare il giorno 05/04/2022.

In seguito a tale atto preliminare, ogni ente intervenuto ha reso le proprie determinazioni in merito, per quanto di propria competenza.

In particolare, dopo aver preso visione degli elaborati di progetto, l'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale ha segnalato con Nota Prot. 179553 del 21/03/2022, in prossimità dell'abitato di Aringo, alcune

interferenze tra le proposte progettuali dei tracciati e diversi "graficismi lineari di pericolosità da scarpata" individuati con linee di colore azzurro nella Carta della pericolosità del P.A.I. Abruzzo. A tal proposito la stessa Autorità di Bacino (definita nel seguito "AdB", per brevità), ha ricordato che le vigenti Norme (art. 20 comma 1 e allegato F delle Norme di attuazione del PAI, circolare commissariale n. RA/132630/2015) affidano ai Comuni la "corretta trasposizione" delle suddette scarpate e "l'apposizione delle relative fasce di rispetto", operazione che però non risulta essere stata mai effettuata.

Qualora l'intervento ricadesse nelle suddette fasce di rispetto, l'Ente promotore, al fine di poter acquisire il parere di compatibilità dell'opera da parte della AdB, sarebbe chiamato a redigere uno specifico Studio di Compatibilità Idrogeologica (Art. 10 ALL. E delle Norme di Attuazione del P.A.I.).

La presente relazione si pone dunque l'obiettivo di riassumere gli studi, le indagini effettuate e le proposte di mitigazione che compongono lo Studio di Compatibilità Idrogeologica (ai sensi dell'Allegato E delle Norme di Attuazione P.A.I.) effettuato sulla porzione di territorio in prossimità dell'abitato di Aringo, interessata dalla presenza cartografica di graficismi lineari di pericolosità da scarpata.

## **2. INQUADRAMENTO TECNICO-NORMATIVO**

La documentazione tecnica presa a riferimento nella redazione del presente studio fa parte del Piano Stralcio di Bacino "Fenomeni gravitativi e processi erosivi", che per semplicità è abbreviata con la sigla P.A.I, strumento di gestione del territorio fisico compatibile con le dinamiche naturali del territorio stesso, concepito dall'Autorità pubblica. Il P.A.I., oltre a fornire un insieme di indirizzi normativi utili a qualsiasi ente territoriale, mette a disposizione di qualsiasi cittadino una serie di elaborati e strumenti grafici di facile intendimento.

Tra gli elaborati di piano di maggiore interesse per la presente trattazione si richiamano le Norme di Attuazione del piano stesso, in particolare l'ALLEGATO E alle norme, in cui sono enunciate le linee guida per la redazione di un adeguato studio di compatibilità idrogeologica.

Per lo specifico intervento, il piano di riferimento risulta il *Piano di Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico dei bacini di rilievo regionale abruzzesi e del bacino interregionale del fiume Sangro*, la cui competenza in materia si rimanda al settore Sub-distrettuale per la Regione Abruzzo dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale.

Richiamando le definizioni generali del Piano, per "Scarpata" si intende una definita forma di dissesto di particolare rilievo per il territorio abruzzese. Questo termine sottende, in effetti, diverse categorie di dissesto che, almeno sotto l'aspetto informatico, sono rappresentate da elementi grafici lineari.

Tra le categorie di dissesto da scarpata la seguente trattazione si occuperà degli "Orli di Scarpata di erosione fluviale e torrentizia". Alle scarpate corrisponde, in base alla pendenza dei versanti ed alla litologia del territorio, un livello di pericolosità denominato Pericolosità da Scarpata.

Sulla cartografia tematica della pericolosità messa a disposizione dall'A.d.B. la Pericolosità da Scarpata è rappresentata da una linea azzurra (Figura 1).






<i>CLASSE DI PERICOLOSITÀ</i>	
	<b>P3 – Pericolosità Molto Elevata</b> Aree interessate da Dissesti in attività o riattivati stagionalmente
	<b>P2 – Pericolosità Elevata</b> Aree interessate da Dissesti con alta possibilità di riattivazione
	<b>P1 – Pericolosità Moderata</b> Aree interessate da Dissesti con bassa possibilità di riattivazione
	<b>Pscarpate – Pericolosità da Scarpate</b> Aree interessate da Dissesti tipo Scarpate
	<b>Aree in cui non sono stati rilevati Dissesti</b>

Figura 1 - Legenda Classi di Pericolosità - P.A.I. Abruzzo

### 3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E INDAGINI CARTOGRAFICHE

La zona di interesse si posiziona all'interno dei limiti amministrativi del comune di Montereale (AQ) dove, in prossimità dell'abitato di Aringo (Figura 2), si ravvisa l'interferenza del tracciato di progetto (in verde, definito "Alternativa B") con diverse linee di pericolosità da scarpata fluviale, in azzurro (Figura 3)



Figura 2 - Inquadramento territoriale

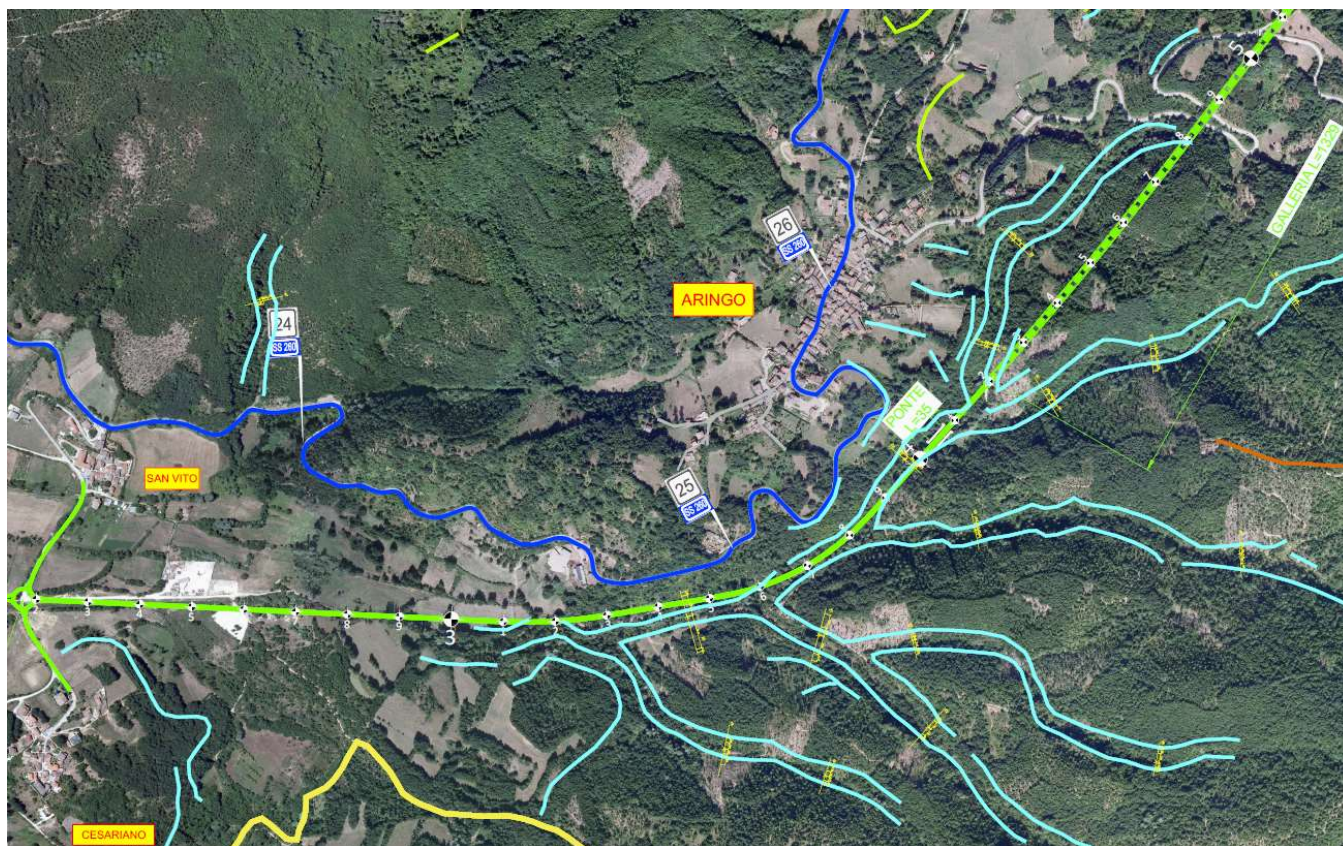


Figura 3 - Estratto di Carta della pericolosità da Scarpata

Al fine di individuare i linearismi di pericolosità da scarpata fluviale presenti nel territorio del comune di Montereale si è fatto ricorso all'utilizzo dei file formato ".shp" messi a disposizione dall'Autorità di Bacino della Regione Abruzzo.

Si è proceduto poi ad una sovrapposizione dei dati sulle ortofoto formato .ECW disponibili dagli Open Data della Regione, e tutti i files sono stati georeferenziati nel medesimo sistema di riferimento WGS 84 UTM 33 N.

A tal proposito si precisa che in corrispondenza delle depressioni intermontane comprese nel bacino idrografico dell'Aterno, quali la piana dell'Alto Aterno sulla quale sorge Montereale, risultano molto diffuse le scarpate fluviali inattive. In generale i fenomeni franosi, poco diffusi e generalmente quiescenti, sono costituiti da frane di scorrimento e da sporadici fenomeni di deformazioni gravitative profonde.

Si premette inoltre che il prosieguo dello studio non prenderà in considerazione quei linearismi che si sovrappongono al tratto in cui è prevista la costruzione della Galleria "Aringo", lunga 1329 m. Pertanto, lo studio sarà limitato al tratto che va dalla pkm di progetto 3+000, fino a poco dopo l'imbocco dell'opera sotterranea, pkm di progetto 4+300.

#### 4. STUDI ED INDAGINI DEL SOTTOSUOLO

Da un punto di vista geologico l'area in esame, che costituisce parte dell'alto corso del torrente Mandragone (1 in carta geologica) è caratterizzata dalle alluvioni che sono deposte sulla stretta vallecchia immediatamente ad est

di Aringo che proseguono verso ovest e sud sull’ampia valle che raggiunge il piede del rilievo su cui è posto l’abitato di Montereale.

Tali depositi alluvionali misti a detrito di falda passano verticalmente e/o lateralmente (interdigitazioni) ai depositi di conoide di deiezione e riempiono l’incisione scavata a spese delle formazione del flysch della Laga in associazione arenaceo-pelitica e pelitico-arenacea (si veda carta geologica in Figura 4).

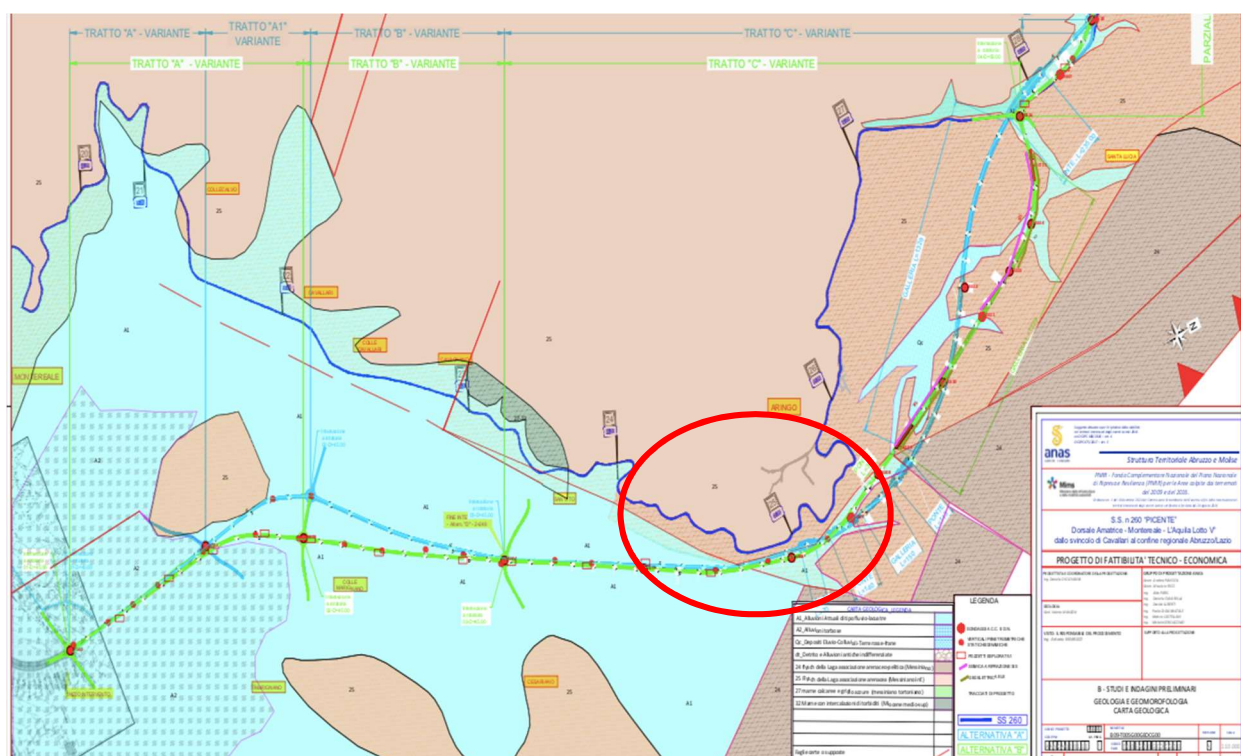


Figura 4 - Carta geologica con indicazione dell’area in esame nel tondo

A1_Alluvioni Attuali di tipo fluvio-lacustre	
A2_Alluvioni torbose	
Qc_Depositi Eluvio-Colluviali-Terre rosse-frane	
dt_Detrito e Alluvioni antiche indifferenziate	
24 flysch della Laga associazione arenaceo-pelitica (Messiniano)	
25 Flysch della Laga associazione arenacea (Messiniano inf.)	
27 marne calcaree e grigio azzure (messiniano tortoniano)	
32 Marne con intercalazioni di torbiditi (Miocene medio-sup)	
Faglie certe o supposte	

Figura 5 - Legenda da carta geologica di progetto

La formazione della Laga nel suo membro di Campotosto è suddivisa nelle associazioni seguenti:

- 24) associazione arenaceo-pelitica contraddistinta da alternanze di orizzonti arenaceo pelitici e francamente arenacei in strati spessi;
- 25) associazione arenacea in strati arenacei da spessi a molto spessi e con sottili orizzonti pelitici a geometria tabulare e lenticolare a grande scala, in cui si riconoscono le classiche facies di Bouma.

#### **4.1 La campagna di indagine**

Le indagini dirette (geologiche e geotecniche) ed indirette (sismiche) eseguite per il progetto del V lotto della SS260 "Picente", 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 relativo 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 geomeccanica degli ammassi terrosi e rocciosi scavati.

Nella zona in esame ubicate tra la pkm 3+500 e la pkm 4+300 (Figura 6) sono state svolti n.1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo + n.3 sondaggi penetrometrici tipo DPSH (Dinamic Penetrometer Super Heavy) e n.1 prospezione MASW e uno stendimento di sismica a rifrazione tomografica.

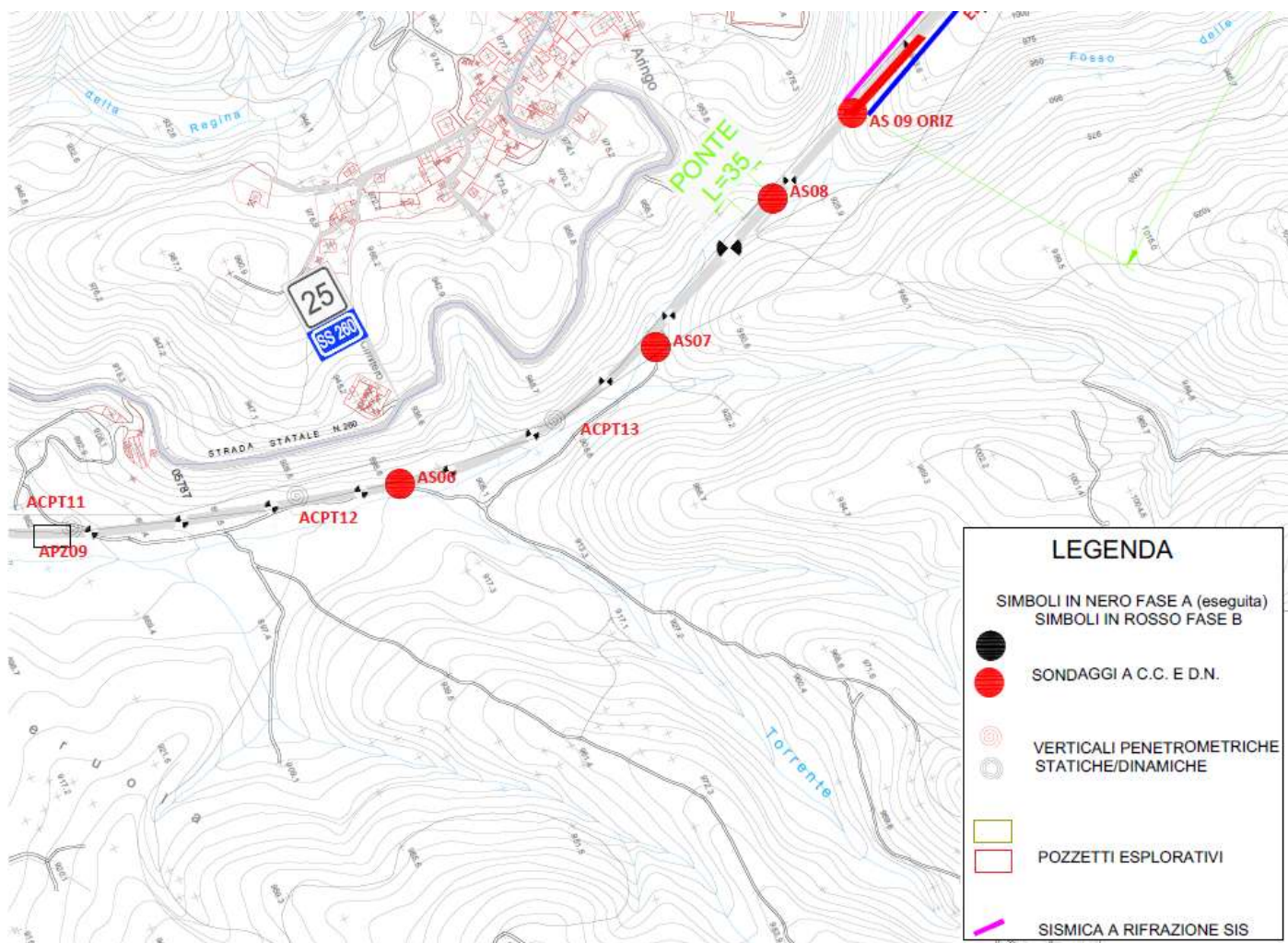
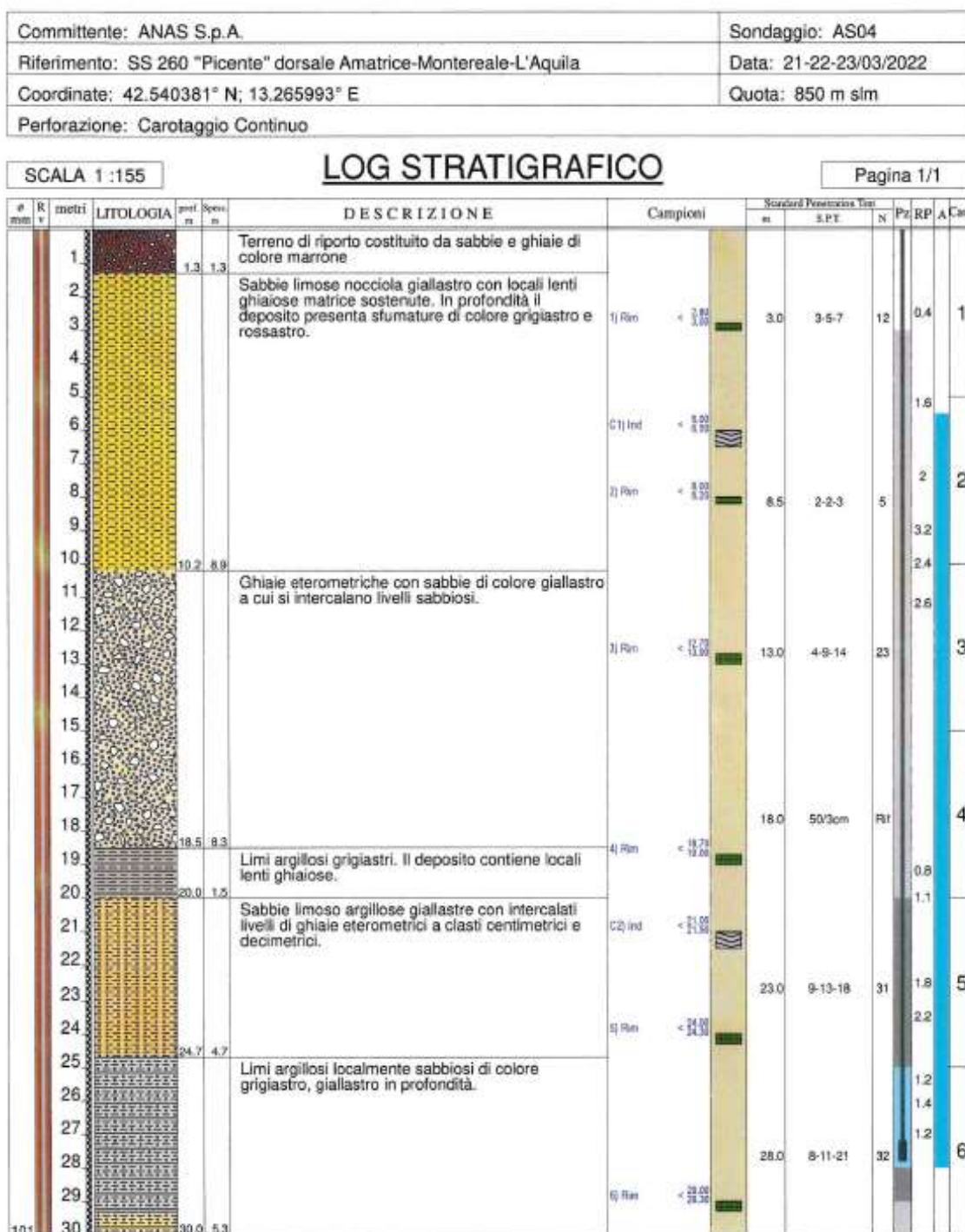


Figura 6 - Ubicazione prove geotecniche

#### 4.1.1 Sondaggi a carotaggio

Il sondaggio a carotaggio continuo AS04 è stato perforato poco più a sud ovest dell'area in esame e rappresenta la tipologia delle alluvioni cartografate, di seguito si presentano la stratigrafia e le foto cassette.





*Cassetta n. 1 (0.00 m - 5.00 m)*



*Cassetta n. 2 (5.00 m - 10.00 m)*



*Cassetta n. 3 (10.00 m - 15.00 m)*



*Cassetta n. 4 (15.00 m - 20.00 m)*



*Cassetta n. 5 (20.00 m - 25.00 m)*



*Cassetta n. 6 (25.00 m - 30.00 m)*

#### 4.1.2 Sondaggi penetrometrici dinamici continui DPSH

I sondaggi penetrometrici dinamici DPSH, eseguiti e tarati con il sondaggio AS04, sono ubicati nel tratto in esame come da foto satellitare sottostante (Figura 7).



Figura 7 – Ubicazione sondaggi penetrometrici eseguiti

Di seguito si riportano i log penetrometrici la cui stratigrafia stimata con riferimento al sondaggio a carotaggio continuo AS4, può essere come di seguito schematizzata:

##### DPSH11

- 0-9,6 alluvione mista a detrito di versante costituita da ghiaie e trovanti arenacei e marnosi intercalati a orizzonti sabbiosi limoso argillosi (Olocene)
- > 9,6 alternanze arenaceo marnose alterate e decomprese (flysch della Laga – Miocene sup.)

##### DPSH12

- 0-7,8 alluvione mista a detrito di versante costituita da ghiaie e trovanti arenacei e marnosi intercalati a orizzonti sabbiosi limoso argillosi (Olocene)
- > 7,8 alternanze arenaceo marnose alterate e decomprese (flysch della Laga – Miocene sup.)

### DPSH13

- 0-4,8 alluvione mista a detrito di versante costituita da ghiaie e trovanti arenacei e marnosi intercalati a orizzonti sabbiosi limoso argillosi (Olocene)
- > 4,8 alternanze arenaceo marnose alterate e decomprese (flysch della Laga – Miocene sup.)

### Masw08

- 0-2 m alluvioni e detrito ( $V_s = 250$  m/sec)
- 2-14 m flysch arenaceo marnoso alterato e decompresso ( $V_s = 391-490$  m/sec)
- >14 m flysch arenaceo marnoso compatto ( $V_s = 646-775$  m/sec)

La geometria del sottosuolo denota un assottigliamento delle alluvioni dell'alto corso del fosso di Mondragone procedendo dalla DSH11 (9,6 m) alla DPSH13 (4,8 m) sino allo affioramento del substrato marnoso arenaceo in corrispondenza dell'imbocco galleria.

La falda acquifera risulta a 4-5 m circa di profondità, all'interno delle alluvioni miste a detrito e probabilmente sorrette dal tampone meno permeabile costituito dai depositi flyschoidi, ed il cui flusso sotterraneo scorre lungo la pendenza della vallecola, che poco più a valle si apre gradualmente nella ampia valle del fiume Aterno in corrispondenza della frazione di Piedicolle.

Le caratteristiche geotecniche delle litofacies desunte dalle indagini eseguite possono essere riassunte come segue:

- A1+dt ) alluvione mista a detrito di versante costituita da ghiaie e trovanti arenacei e marnosi intercalati a orizzonti sabbiosi
  - densità naturale  $\rho_n$  (g/cm<sup>3</sup>) = 1,8-1,9
  - coesione drenata  $c'$  (KPa) = 0
  - angolo di attrito  $\Phi'$  (°) = 28-32
  - modulo elasticità E (MPa) = 4 – 9
  - Indice di poisson  $\sigma = 0,32-0,34$
- FLA (24a+24b) alternanze arenaceo marnose alterate e decomprese (flysch della Laga – Miocene sup.) sino a sabbie moderatamente cementate e argille marnose
  - densità naturale  $\rho_n$  (g/cm<sup>3</sup>) = 2,0-2,4
  - coesione drenata  $c'$  (KPa) = 10-100
  - angolo di attrito  $\Phi'$  (°) = 25-35
  - modulo elasticità E (MPa) = 300-1500
  - Indice di poisson  $\sigma = 0,25-0,3$

**“Aree di pericolosità da Scarpatata Ps: STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROGEOLOGICA”**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Dpsh11  
 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: ANAS S.P.A.  
 Descrizione: Indagini Geognostiche  
 Località: SS 260 "Picente" dorsale Amatrice-Monte reale-L'Aquila

29-03-2022

Scala 1:46

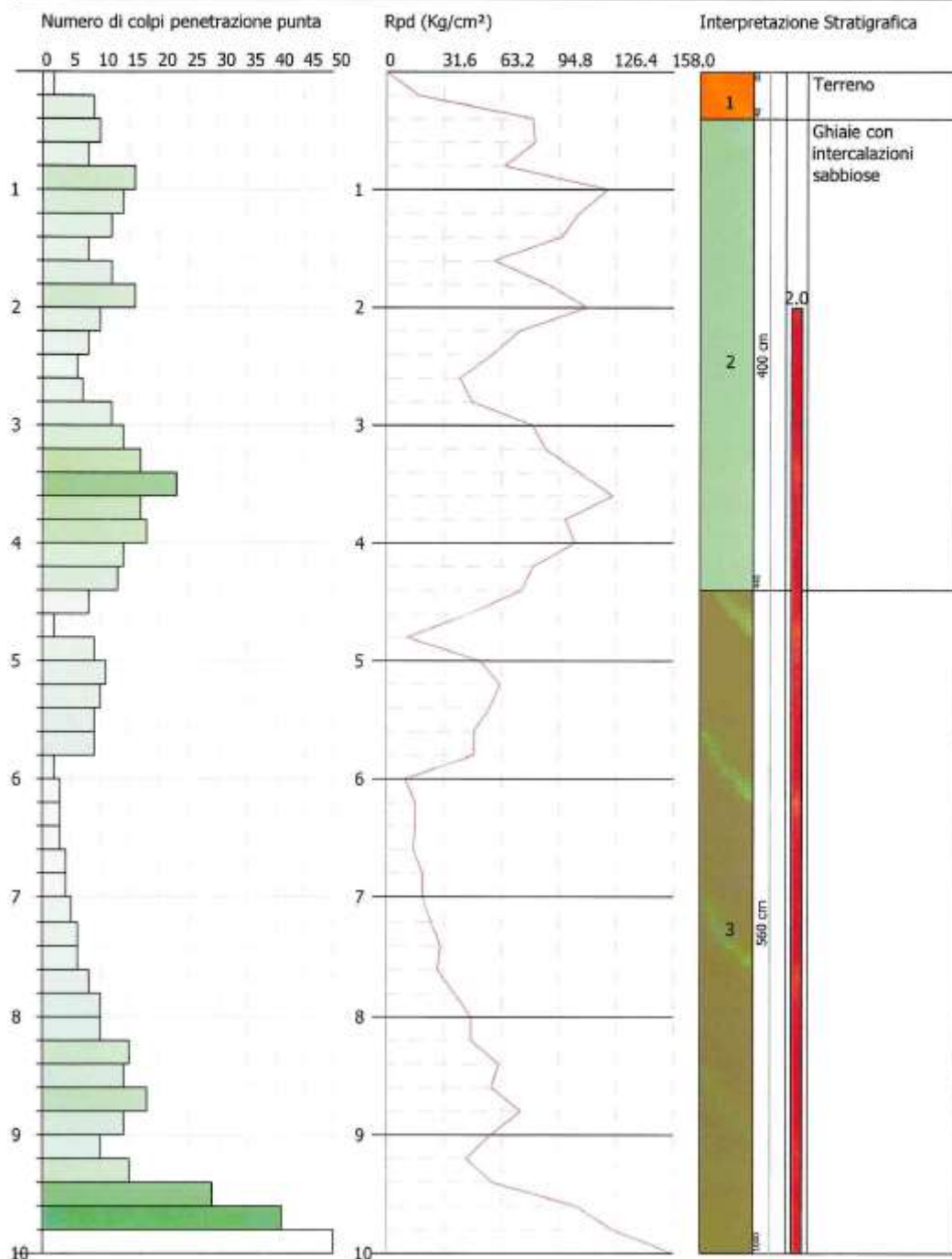


Figura 8 - risultati Prova penetrometrica dinamica Dpsh11



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Dpsh12  
 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: ANAS S.P.A.  
 Descrizione: Indagini Geognostiche  
 Località: SS 260 "Picente" dorsale Amatrice-Montereale-L'Aquila

28-03-2022

Scala 1:37

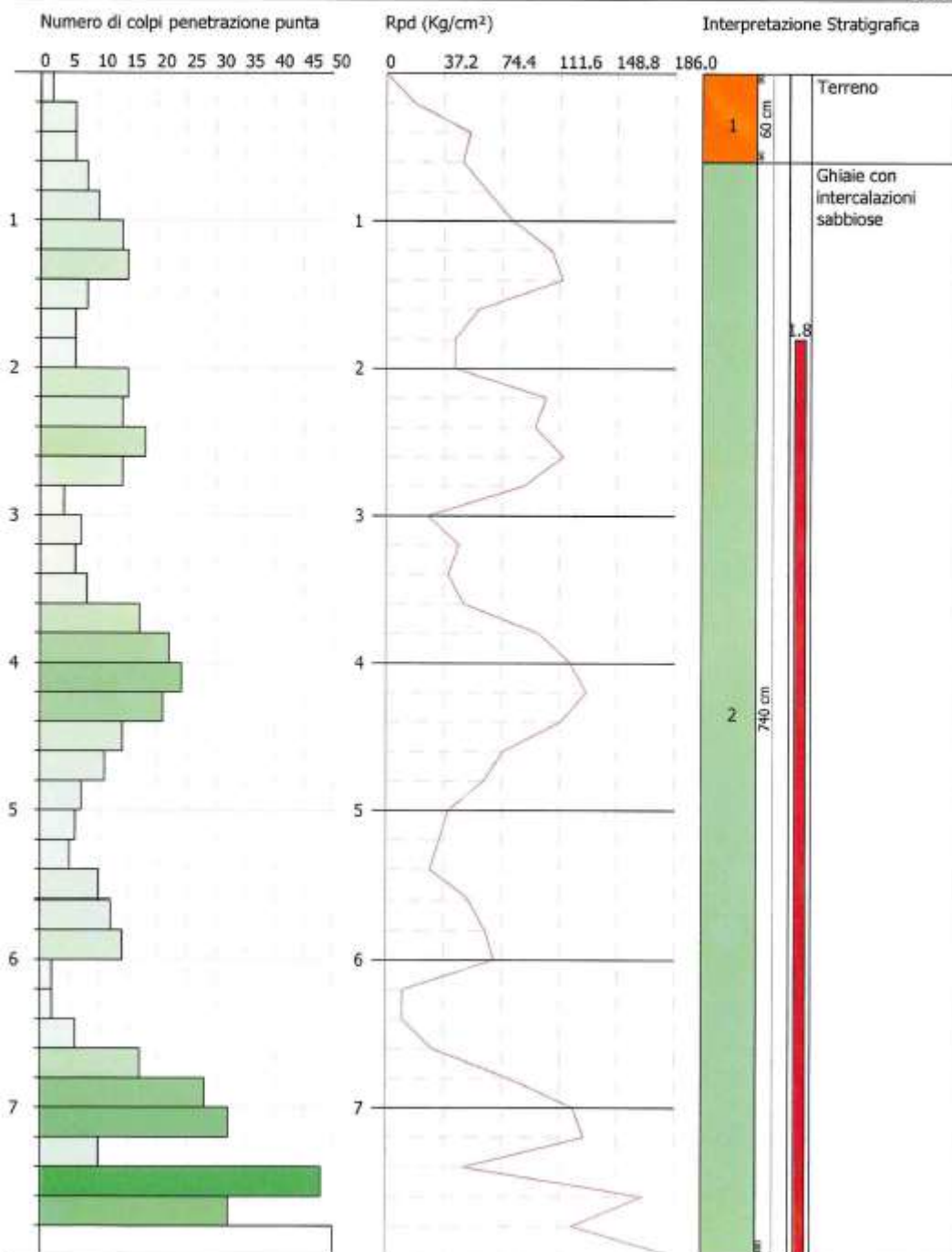


Figura 9- risultati Prova penetrometrica dinamica Dpsh12

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Dpsh13  
 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: ANAS S.P.A.  
 Descrizione: Indagini Geognostiche  
 Località: SS 260 "Picente" dorsale Amatrice-Montereale-L'Aquila

28-03-2022

Scala 1:23

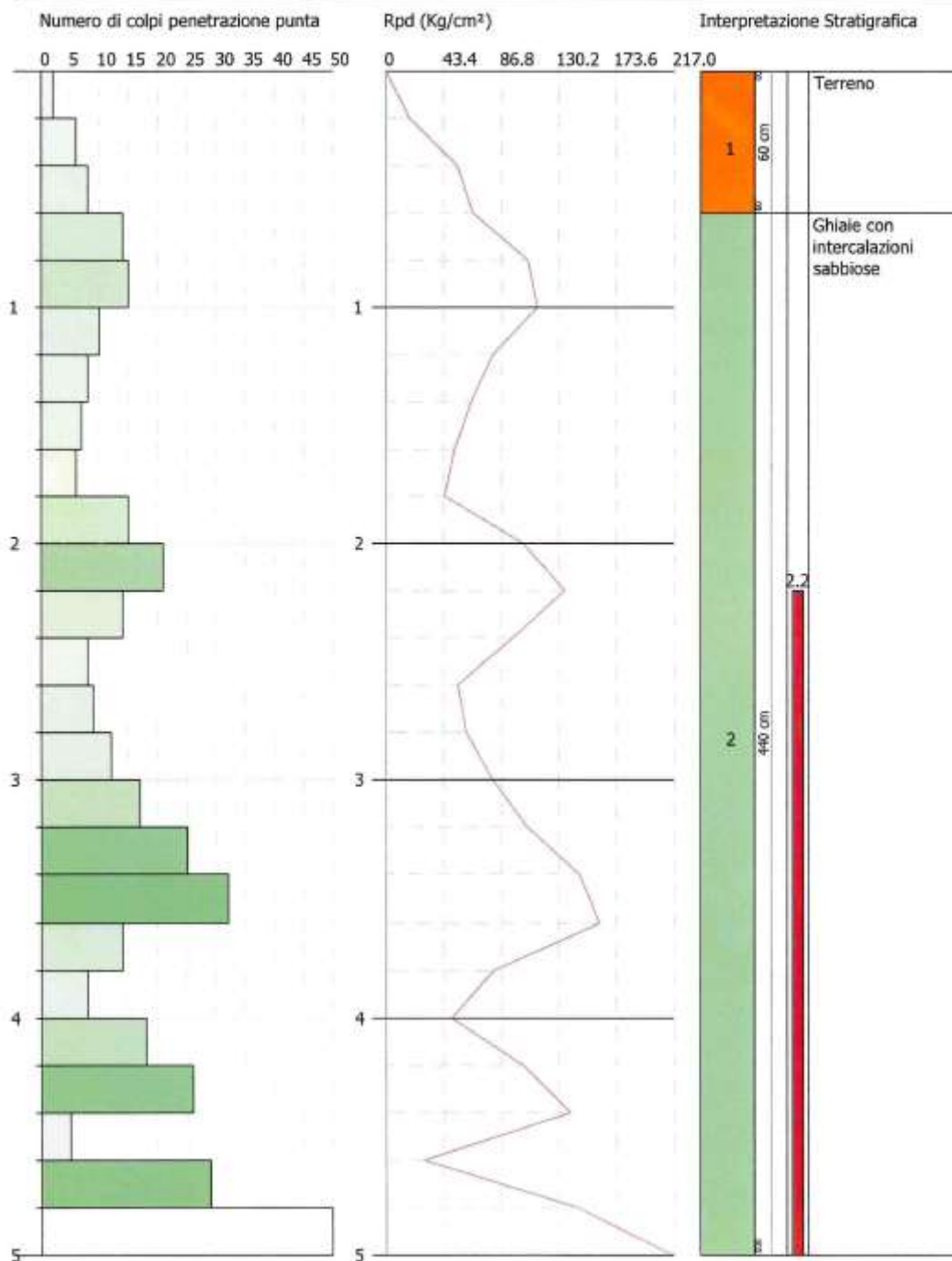


Figura 10 - risultati Prova penetrometrica dinamica Dpsh13

**"Aree di pericolosità da Scarpatata Ps: STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROGEOLOGICA"**

**PROVA ...Dpsh11**

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI  
 Prova eseguita in data 29-03-2022  
 Profondità prova 10.00 mt  
 Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	2	0.855	17.96	21.01	0.90	1.05
0.40	9	0.851	80.45	94.57	4.02	4.73
0.60	10	0.847	81.68	96.43	4.08	4.82
0.80	8	0.843	65.06	77.15	3.25	3.86
1.00	16	0.790	121.86	154.30	6.09	7.71
1.20	14	0.786	106.15	135.01	5.31	6.75
1.40	12	0.833	96.38	115.72	4.82	5.79
1.60	8	0.830	59.14	71.29	2.96	3.56
1.80	12	0.826	88.36	106.93	4.42	5.35
2.00	16	0.773	110.24	142.57	5.51	7.13
2.20	10	0.820	73.08	89.11	3.65	4.46
2.40	8	0.817	58.25	71.29	2.91	3.56
2.60	6	0.814	40.46	49.69	2.02	2.48
2.80	7	0.811	47.04	57.97	2.35	2.90
3.00	12	0.809	80.37	99.38	4.02	4.97
3.20	14	0.756	87.65	115.94	4.38	5.80
3.40	17	0.753	106.07	140.79	5.30	7.04
3.60	23	0.701	124.70	177.92	6.23	8.90
3.80	17	0.748	98.42	131.50	4.92	6.58
4.00	18	0.746	103.88	139.24	5.19	6.96
4.20	14	0.744	80.54	108.30	4.03	5.41
4.40	13	0.741	74.56	100.56	3.73	5.03
4.60	8	0.789	45.82	58.06	2.29	2.90
4.80	2	0.787	11.42	14.51	0.57	0.73
5.00	9	0.785	51.27	65.31	2.56	3.27
5.20	11	0.783	62.50	79.83	3.13	3.99
5.40	10	0.781	56.68	72.57	2.83	3.63
5.60	9	0.779	47.92	61.51	2.40	3.08
5.80	9	0.777	47.81	61.51	2.39	3.08
6.00	2	0.775	10.60	13.67	0.53	0.68
6.20	3	0.774	15.86	20.50	0.79	1.03
6.40	3	0.772	15.83	20.50	0.79	1.03
6.60	3	0.770	14.92	19.37	0.75	0.97
6.80	4	0.769	19.86	25.83	0.99	1.29
7.00	4	0.767	19.82	25.83	0.99	1.29
7.20	5	0.766	24.72	32.29	1.24	1.61
7.40	6	0.764	29.61	38.75	1.48	1.94
7.60	6	0.763	28.01	36.73	1.40	1.84
7.80	8	0.761	37.28	48.97	1.86	2.45
8.00	10	0.760	46.51	61.21	2.33	3.06
8.20	10	0.759	46.43	61.21	2.32	3.06
8.40	15	0.707	64.93	91.81	3.25	4.59
8.60	14	0.706	57.50	81.44	2.87	4.07
8.80	18	0.705	73.79	104.71	3.69	5.24
9.00	14	0.703	57.29	81.44	2.86	4.07
9.20	10	0.752	43.76	58.17	2.19	2.91
9.40	15	0.701	61.18	87.26	3.06	4.36
9.60	29	0.650	104.47	160.73	5.22	8.04
9.80	41	0.549	124.71	227.24	6.24	11.36
10.00	52	0.548	157.85	288.21	7.89	14.41

**Dynamic**

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>3</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.4	5.5	57.79	Incoerente	0	1.66	1.91	0.03	1.47	8.09	Terreno
4.4	12.75	109.05	Incoerente	0	1.97	1.97	0.46	1.47	18.74	Ghiaie con intercalazioni sabbiose
10	11.79	71.4	Incoerente	0	1.94	1.96	1.4	1.47	17.33	Alternanze di arenarie e marne con livelli sabbiosi

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Dpsh11**

**TERRENI INCOERENTI**

**Densita' relativa**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densita' relativa (%)
Strato (1) Terreno	8.09	0.00-0.40	8.09	Meyerhof 1957	69.76
Strato (2) Ghiaie con intercalazioni sabbiose	18.74	0.40-4.40	18.74	Meyerhof 1957	84.39
Strato (3) Alternanze di arenarie e marne con livelli sabbiosi	17.33	4.40-10.00	17.33	Meyerhof 1957	60.36

**Angolo di resistenza al taglio**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Terreno	8.09	0.00-0.40	8.09	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	29.31
Strato (2) Ghiaie con intercalazioni sabbiose	18.74	0.40-4.40	18.74	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	32.35
Strato (3) Alternanze di arenarie e marne con livelli sabbiosi	17.33	4.40-10.00	17.33	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	31.95

**Modulo di Young**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno	8.09	0.00-0.40	8.09	Bowles (1982)	42.27
Strato (2) Ghiaie con intercalazioni sabbiose	18.74	0.40-4.40	18.74	Bowles (1982)	74.22
Strato (3) Alternanze di arenarie e marne con livelli sabbiosi	17.33	4.40-10.00	17.33	Bowles (1982)	69.99

**Modulo Edometrico**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno	8.09	0.00-0.40	8.09	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	44.08
Strato (2) Ghiaie con intercalazioni sabbiose	18.74	0.40-4.40	18.74	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	65.96
Strato (3) Alternanze di arenarie e marne con livelli sabbiosi	17.33	4.40-10.00	17.33	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	63.06

**“Aree di pericolosità da Scarpatata Ps: STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROGEOLOGICA”**

**Dynamic**

**Classificazione AGI**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Terreno	8.09	0.00-0.40	8.09	Classificazione A.G.I.	POCO ADDENSATO
Strato (2) Ghiaie con intercalazioni sabbiose	18.74	0.40-4.40	18.74	Classificazione A.G.I.	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (3) Alternanze di arenarie e marne con livelli sabbiosi	17.33	4.40-10.00	17.33	Classificazione A.G.I.	MODERATAMENTE ADDENSATO

**Peso unita' di volume**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Terreno	8.09	0.00-0.40	8.09	Meyerhof et al.	1.66
Strato (2) Ghiaie con intercalazioni sabbiose	18.74	0.40-4.40	18.74	Meyerhof et al.	1.97
Strato (3) Alternanze di arenarie e marne con livelli sabbiosi	17.33	4.40-10.00	17.33	Meyerhof et al.	1.94

**Peso unita' di volume saturo**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Terreno	8.09	0.00-0.40	8.09	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.91
Strato (2) Ghiaie con intercalazioni sabbiose	18.74	0.40-4.40	18.74	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.97
Strato (3) Alternanze di arenarie e marne con livelli sabbiosi	17.33	4.40-10.00	17.33	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.96

**Modulo di Poisson**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Terreno	8.09	0.00-0.40	8.09	(A.G.I.)	0.34
Strato (2) Ghiaie con intercalazioni sabbiose	18.74	0.40-4.40	18.74	(A.G.I.)	0.32
Strato (3) Alternanze di arenarie e marne con livelli sabbiosi	17.33	4.40-10.00	17.33	(A.G.I.)	0.32

**Modulo di deformazione a taglio dinamico**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno	8.09	0.00-0.40	8.09	Ohsaki (Sabbie pulite)	463.86
Strato (2) Ghiaie con intercalazioni sabbiose	18.74	0.40-4.40	18.74	Ohsaki (Sabbie pulite)	1021.68
Strato (3) Alternanze di arenarie e marne con livelli sabbiosi	17.33	4.40-10.00	17.33	Ohsaki (Sabbie pulite)	949.26

**“Aree di pericolosità da Scarpatata Ps: STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROGEOLOGICA”**

Dynamic

**PROVA ...Dpsh12**

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI  
 Prova eseguita in data 28-03-2022  
 Profondità prova 8.00 mt  
 Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	2	0.855	17.96	21.01	0.90	1.05
0.40	6	0.851	53.64	63.04	2.68	3.15
0.60	6	0.847	49.01	57.86	2.45	2.89
0.80	8	0.843	65.06	77.15	3.25	3.86
1.00	10	0.840	80.98	96.43	4.05	4.82
1.20	14	0.786	106.15	135.01	5.31	6.75
1.40	15	0.783	113.24	144.65	5.66	7.23
1.60	8	0.830	59.14	71.29	2.96	3.56
1.80	6	0.826	44.18	53.47	2.21	2.67
2.00	6	0.823	44.01	53.47	2.20	2.67
2.20	15	0.770	102.94	133.66	5.15	6.68
2.40	14	0.767	95.70	124.75	4.79	6.24
2.60	18	0.764	113.93	149.07	5.70	7.45
2.80	14	0.761	88.28	115.94	4.41	5.80
3.00	4	0.809	26.79	33.13	1.34	1.66
3.20	7	0.806	46.73	57.97	2.34	2.90
3.40	6	0.803	39.92	49.69	2.00	2.48
3.60	8	0.801	49.56	61.88	2.48	3.09
3.80	17	0.748	98.42	131.50	4.92	6.58
4.00	22	0.696	118.45	170.18	5.92	8.51
4.20	24	0.694	128.79	185.65	6.44	9.28
4.40	21	0.691	112.32	162.45	5.62	8.12
4.60	14	0.739	75.10	101.60	3.76	5.08
4.80	11	0.787	62.83	79.83	3.14	3.99
5.00	7	0.785	39.88	50.80	1.99	2.54
5.20	6	0.783	34.09	43.54	1.70	2.18
5.40	5	0.781	28.34	36.28	1.42	1.81
5.60	10	0.779	53.25	68.34	2.66	3.42
5.80	12	0.777	63.74	82.01	3.19	4.10
6.00	14	0.725	69.41	95.68	3.47	4.78
6.20	2	0.774	10.58	13.67	0.53	0.68
6.40	2	0.772	10.55	13.67	0.53	0.68
6.60	6	0.770	29.85	38.75	1.49	1.94
6.80	17	0.719	78.91	109.78	3.95	5.49
7.00	28	0.667	120.64	180.82	6.03	9.04
7.20	32	0.616	127.22	206.65	6.36	10.33
7.40	10	0.764	49.35	64.58	2.47	3.23
7.60	48	0.563	165.32	293.80	8.27	14.69
7.80	32	0.611	119.73	195.87	5.99	9.79
8.00	54	0.560	185.07	330.53	9.25	16.53

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.6	4.67	47.31	Incoerente	0	1.62	1.9	0.05	1.47	6.86	Terreno
8	14.78	108.47	Incoerente	0	2.03	1.99	0.85	1.47	21.73	Ghiate con intercalazione i sabbiose

Dynamic

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Dpsh12

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Terreno	6.86	0.00-0.60	6.86	Meyerhof 1957	63.57
Strato (2) Ghiaie con intercalazioni sabbiose	21.73	0.60-8.00	21.73	Meyerhof 1957	78.67

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Terreno	6.86	0.00-0.60	6.86	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	28.96
Strato (2) Ghiaie con intercalazioni sabbiose	21.73	0.60-8.00	21.73	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	33.21

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno	6.86	0.00-0.60	6.86	Bowles (1982)	38.58
Strato (2) Ghiaie con intercalazioni sabbiose	21.73	0.60-8.00	21.73	Bowles (1982)	83.19

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno	6.86	0.00-0.60	6.86	Begemann 1974 (Ghiaie con sabbia)	41.56
Strato (2) Ghiaie con intercalazioni sabbiose	21.73	0.60-8.00	21.73	Begemann 1974 (Ghiaie con sabbia)	72.10

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Terreno	6.86	0.00-0.60	6.86	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) Ghiaie con intercalazioni sabbiose	21.73	0.60-8.00	21.73	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Terreno	6.86	0.00-0.60	6.86	Meyerhof et al.	1.62
Strato (2) Ghiaie con intercalazioni sabbiose	21.73	0.60-8.00	21.73	Meyerhof et al.	2.03

Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Terreno	6.86	0.00-0.60	6.86	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.90
Strato (2) Ghiaie con intercalazioni sabbiose	21.73	0.60-8.00	21.73	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.99

**Dynamic**

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Terreno	6.86	0.00-0.60	6.86	(A.G.I.)	0.34
Strato (2) Ghiaie con intercalazioni sabbiose	21.73	0.60-8.00	21.73	(A.G.I.)	0.31

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno	6.86	0.00-0.60	6.86	Ohsaki (Sabbie pulite)	397.24
Strato (2) Ghiaie con intercalazioni sabbiose	21.73	0.60-8.00	21.73	Ohsaki (Sabbie pulite)	1174.22



**"Aree di pericolosità da Scarpatata Ps: STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDROGEOLOGICA"**

**Dynamic**

**PROVA ...Dpsh13**

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI  
 Prova eseguita in data 28-03-2022  
 Profondità prova 5.00 mt  
 Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	2	0.855	17.96	21.01	0.90	1.05
0.40	6	0.851	53.64	63.04	2.68	3.15
0.60	8	0.847	65.34	77.15	3.27	3.86
0.80	14	0.793	107.11	135.01	5.36	6.75
1.00	15	0.790	114.24	144.65	5.71	7.23
1.20	10	0.836	80.64	96.43	4.03	4.82
1.40	8	0.833	64.25	77.15	3.21	3.86
1.60	7	0.830	51.74	62.38	2.59	3.12
1.80	6	0.826	44.18	53.47	2.21	2.67
2.00	15	0.773	103.35	133.66	5.17	6.68
2.20	21	0.720	134.76	187.13	6.74	9.36
2.40	14	0.767	95.70	124.75	4.79	6.24
2.60	8	0.814	53.95	66.25	2.70	3.31
2.80	9	0.811	60.48	74.54	3.02	3.73
3.00	12	0.809	80.37	99.38	4.02	4.97
3.20	17	0.756	106.44	140.79	5.32	7.04
3.40	25	0.703	145.63	207.04	7.28	10.35
3.60	32	0.651	161.11	247.54	8.06	12.38
3.80	14	0.748	81.05	108.30	4.05	5.41
4.00	8	0.796	49.26	61.88	2.46	3.09
4.20	18	0.744	103.55	139.24	5.18	6.96
4.40	26	0.691	139.06	201.12	6.95	10.06
4.60	5	0.789	28.64	36.28	1.43	1.81
4.80	29	0.687	144.60	210.45	7.23	10.52
5.00	51	0.585	216.52	370.10	10.83	18.51

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Napt	NSPT	Descrizione
0.6	5.33	53.74	Incoerente	0	1.65	1.9	0.05	1.47	7.84	Terreno
5	16.55	135.34	Incoerente	0	2.07	2.01	0.53	1.47	24.33	Ghiaie con intercalazioni sabbiose

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Dpsh13**

**TERRENI INCOERENTI**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Terreno	7.84	0.00-0.60	7.84	Meyerhof 1957	67.92
Strato (2) Ghiaie con intercalazioni sabbiose	24.33	0.60-5.00	24.33	Meyerhof 1957	92.49

**Angolo di resistenza al taglio**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Terreno	7.84	0.00-0.60	7.84	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	29.24
Strato (2) Ghiaie con intercalazioni sabbiose	24.33	0.60-5.00	24.33	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	33.95

**Dynamic**

**Modulo di Young**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno	7.84	0.00-0.60	7.84	Bowles (1982)	41.52
Strato (2) Ghiaie con intercalazioni sabbiose	24.33	0.60-5.00	24.33	Bowles (1982)	90.99

**Modulo Edometrico**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno	7.84	0.00-0.60	7.84	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	43.57
Strato (2) Ghiaie con intercalazioni sabbiose	24.33	0.60-5.00	24.33	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	77.44

**Classificazione AGI**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Terreno	7.84	0.00-0.60	7.84	Classificazione A.G.I.	POCO ADDENSATO
Strato (2) Ghiaie con intercalazioni sabbiose	24.33	0.60-5.00	24.33	Classificazione A.G.I.	MODERATAMENTE ADDENSATO

**Peso unita' di volume**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Terreno	7.84	0.00-0.60	7.84	Meyerhof et al.	1.63
Strato (2) Ghiaie con intercalazioni sabbiose	24.33	0.60-5.00	24.33	Meyerhof et al.	2.07

**Peso unita' di volume saturo**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Terreno	7.84	0.00-0.60	7.84	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.90
Strato (2) Ghiaie con intercalazioni sabbiose	24.33	0.60-5.00	24.33	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.01

**Modulo di Poisson**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Terreno	7.84	0.00-0.60	7.84	(A.G.I.)	0.34
Strato (2) Ghiaie con intercalazioni sabbiose	24.33	0.60-5.00	24.33	(A.G.I.)	0.31

**Modulo di deformazione a taglio dinamico**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Terreno	7.84	0.00-0.60	7.84	Ohsaki (Sabbie pulite)	450.37
Strato (2) Ghiaie con intercalazioni sabbiose	24.33	0.60-5.00	24.33	Ohsaki (Sabbie pulite)	1305.83

## 4.1.3 Indagini sismiche

### 4.1.3.1 Indagini sismiche a rifrazione

E' stata eseguita all'imbocco sud della galleria in progetto una stesa sismica (PS5 in planimetria) di 240 m di lunghezza che ha consentito di investigare il substrato costituente il rilievo prospiciente l'abitato di Aringo e che costituisce parte dei versanti rocciosi alterati che fanno da sponda al fosso in esame.



Figura 11 - Ubicazione indagini sismiche a rifrazione

Dalla analisi delle tomografie sismiche che presentano l'andamento delle onde di compressione (onde p) e delle onde di taglio (onde s) sino a circa 80 m dalla superficie del rilievo si evincono almeno tre sismostrati:

- primo sismostrato
  - 0,0-8 m c.a.
  - $v_s < 300$  m sec
  
- secondo sismostrato
  - 8,0-40 m
  - $300 \text{ m/sec} < v_s > 600 \text{ m/sec}$
  
- terzo sismostrato
  - 40,0 – 80,0 m
  - $600 \text{ m/sec} < v_s > 900 \text{ m/sec}$

**“Aree di pericolosità da Scarpa Ps: STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROGEOLOGICA”**

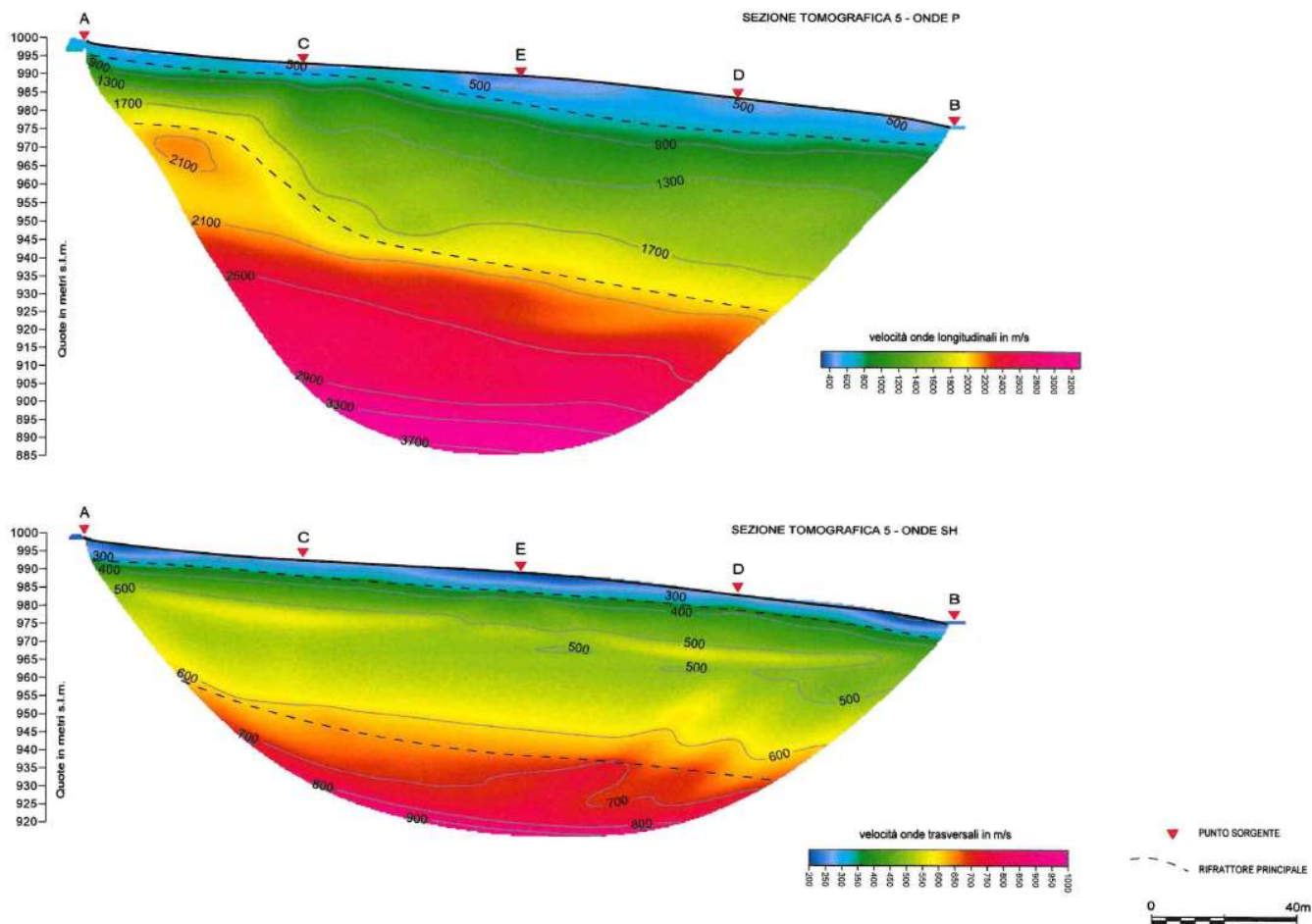


Figura 12 - risultati grafici indagine sismica

#### 4.1.3.2 Indagini sismiche tipo MASW

È stata eseguita una prospezione MASW in corrispondenza della spalla del ponte di progetto sul fosso di Mondragone alla pkm 3+900 come da planimetria seguente.

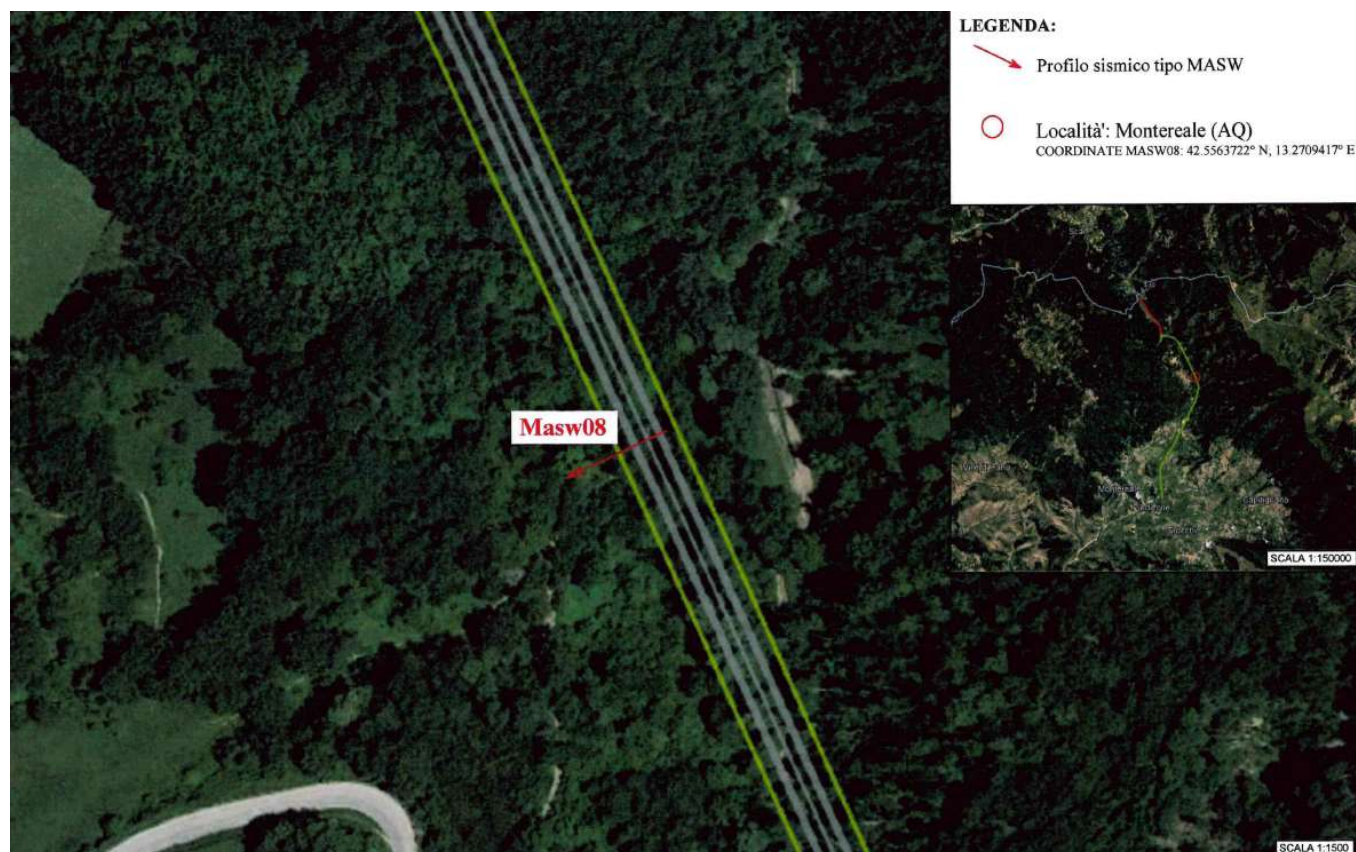


Figura 13 - ubicazione indagini sismiche tipo MASW

Le risultanze della prospezione hanno evidenziato (curva profondità / velocità onde di taglio vs) un andamento che si può interpretare come segue.

##### Alluvioni attuali e recenti del fosso

- 0,00-3,00 m
- $V_s < 300$  m/sec

##### Flysch arenaceo marnoso alterato e destrutturato

- 0,0-15,0 m
- $V_s = 390-490$  m/sec

##### Flysch arenaceo marnoso

- 15,0-30,0 m
- $V_s = 600-800$  m/sec

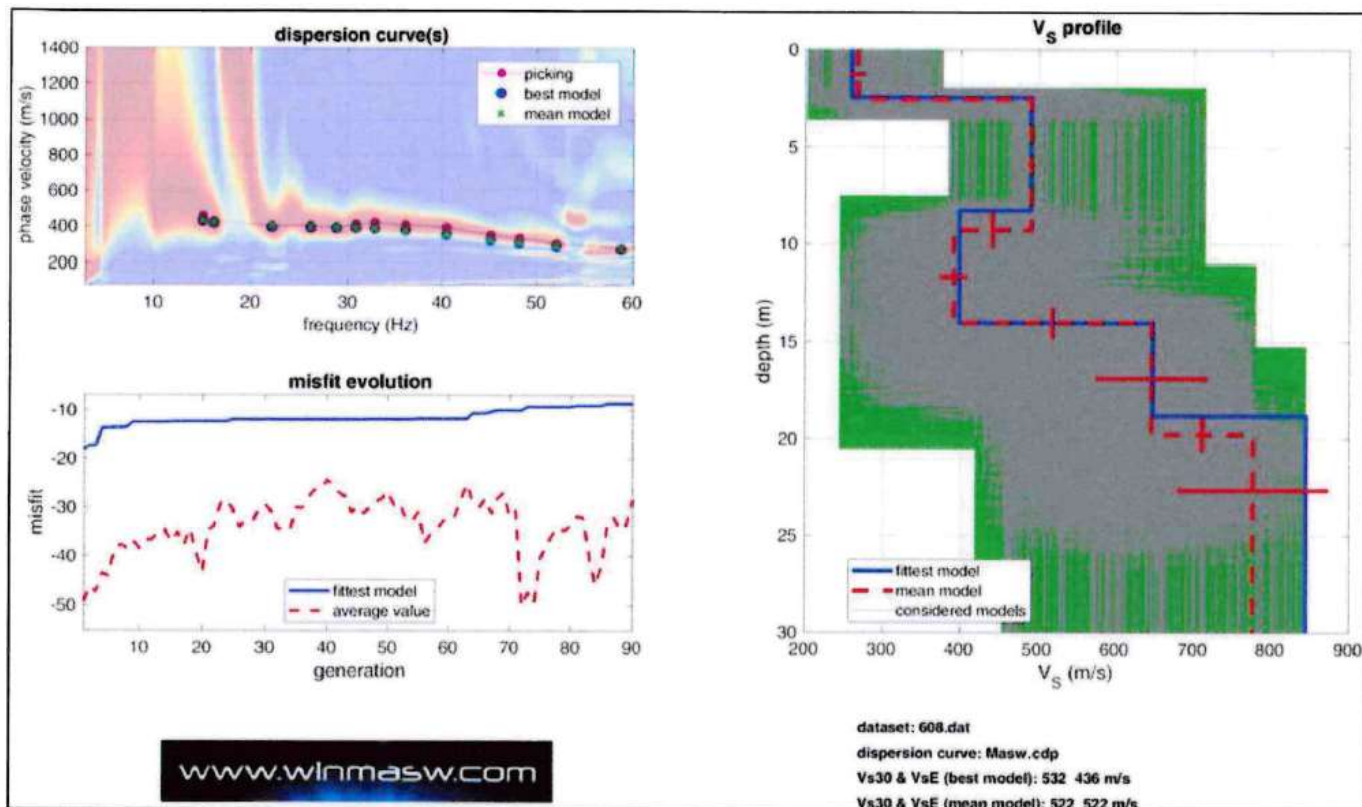


Figura 14 - Elaborazione MASW 8 Località Montereale SS260

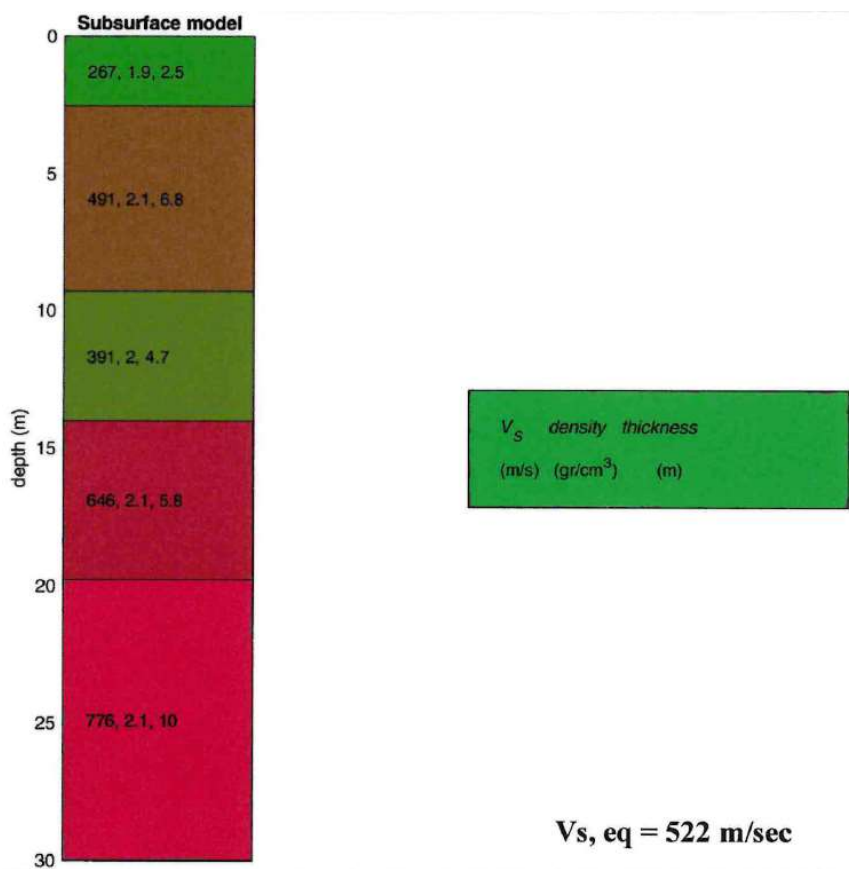


Figura 15 - Risultati Indagini MASW

## 4.2 Considerazioni conclusive sulla campagna di indagine

La campagna di indagini in situ ha consentito di ricostruire la geometria dei corpi sepolti in corrispondenza della stretta vallecchia in cui scorre l'alto corso del torrente Mondragone, in particolare lo spessore delle alluvioni e le caratteristiche sismiche del substrato litoide e semilitoide.

Quest'ultimo è sempre caratterizzato da una associazione arenaceo marnosa alterata e destrutturata (24°) a tratti ridotta ad una sabbione da molto addensato a poco cementato giallastro sovrastante una coltre poco alterata e altrettanto destrutturata della formazione.

E' probabile che il forte grado di alterazione di detto substrato, che costituisce anche i versanti del fosso, sono il risultato della intensa tettonizzazione e della presenza di importanti zone di faglia connesse anche con la recente sismicità (8sima di Amatrice 2016).

### 4.2.1 Sezioni Geologiche interpretative

In seguito ai risultati della campagna di indagini condotta è stato possibile configurare la composizione geologica stratigrafica del sottosuolo. In particolare sono state prese in considerazione n. 3 sezioni maggiormente

rappresentative ai fini dello studio in oggetto: Sezione n.32, 35 e 39 dell'Asse C (Ubicazione planimetrica in Figura 16)

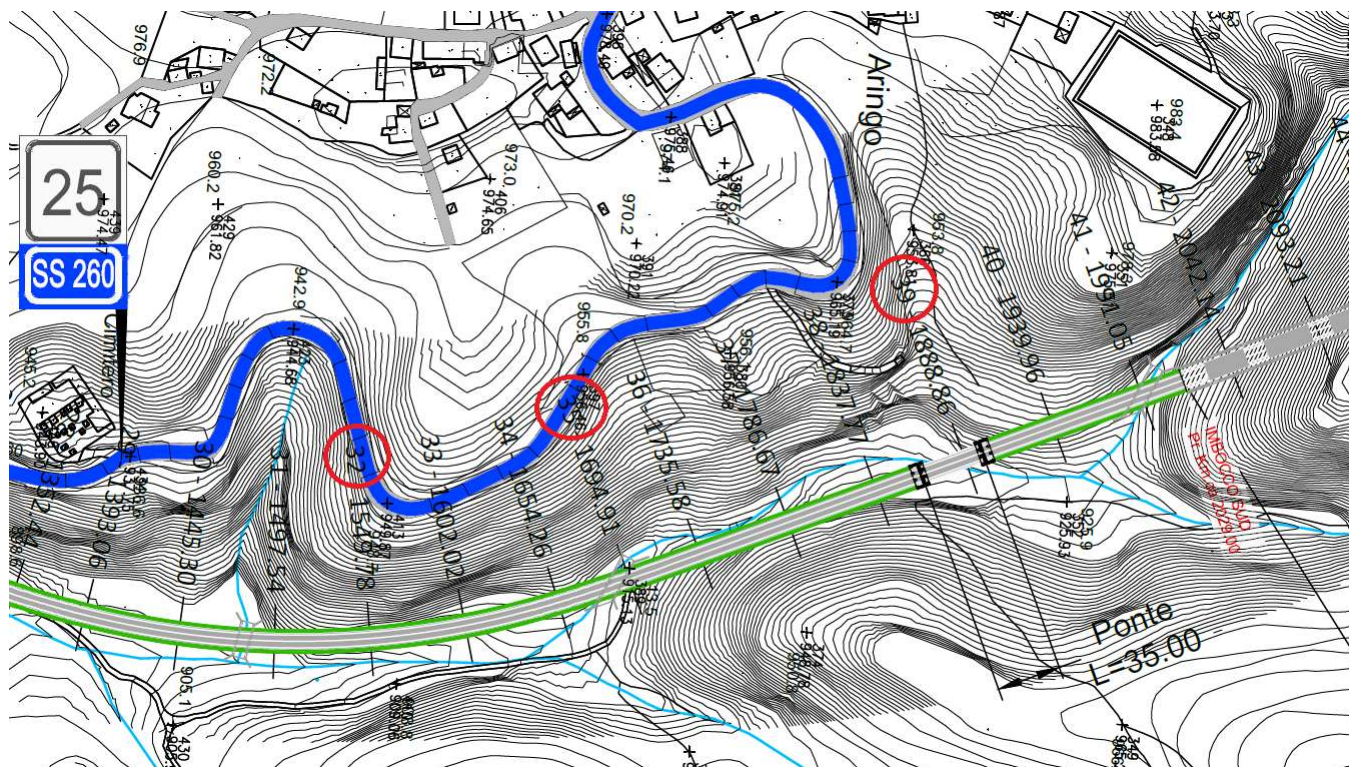


Figura 16 - Ubicazione Sezioni geologiche maggiormente rappresentative

**SEZIONE GEOLOGICA INTERPRETATIVA\_LEGENDA**




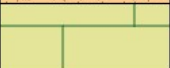
A1_Alluvioni attuali e recenti sabbiose e sabbioso limose	
dt_Detrito misto a alluvioni ghiaiose ciottolose	
24A_Flysch della Laga associazione arenaceo-pelitica alterata	
24B_Flysch della Laga associazione arenaceo-pelitica destrutturata	

Figura 17 - Legenda: stratigrafie sezioni geologiche



**PROFILO AX-03B SEZIONE N.32 PROGRESSIVA 1549 m**

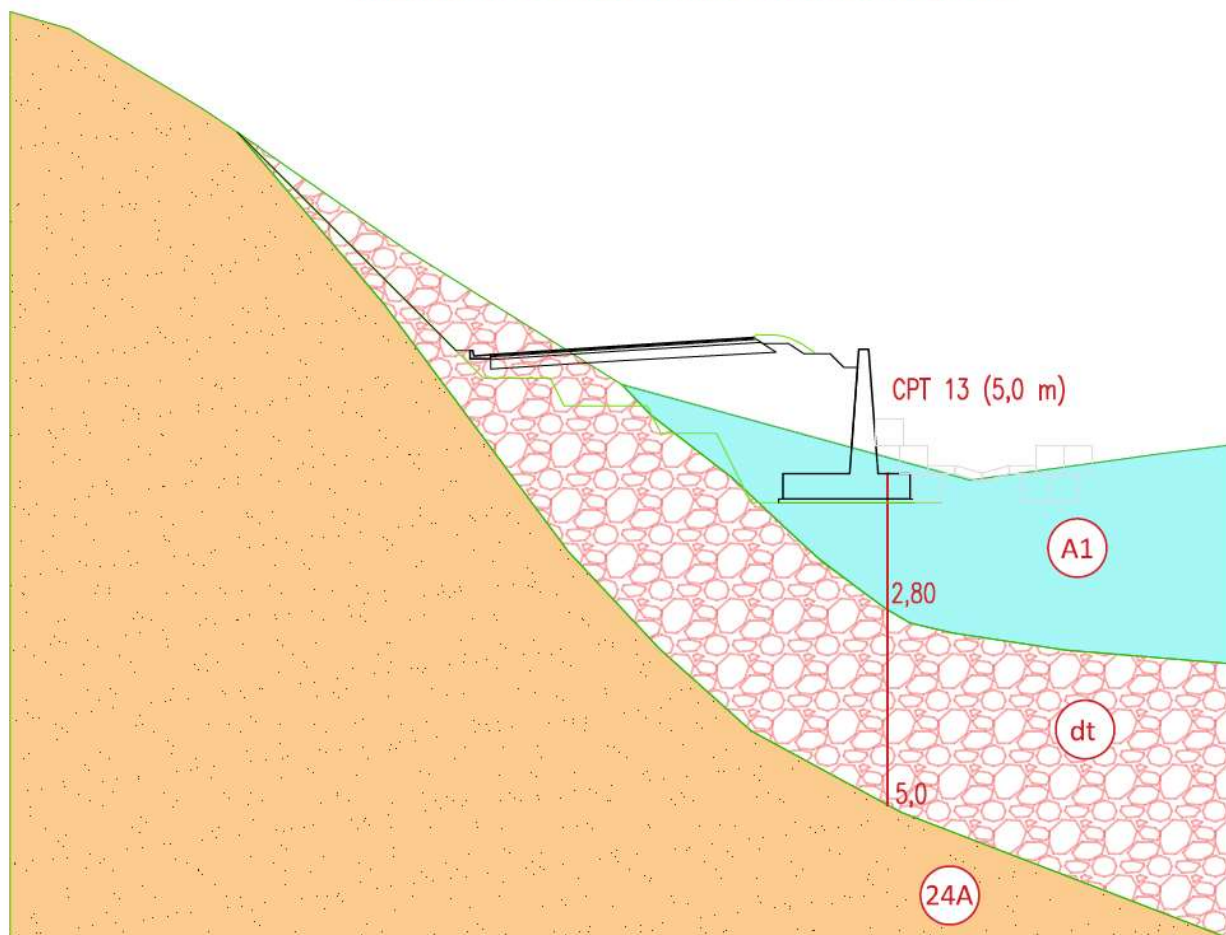


Figura 18 - Stratigrafia Sezione n.32 Asse C

**PROFILO AX-03B SEZIONE N.35 PROGRESSIVA 1695 m**

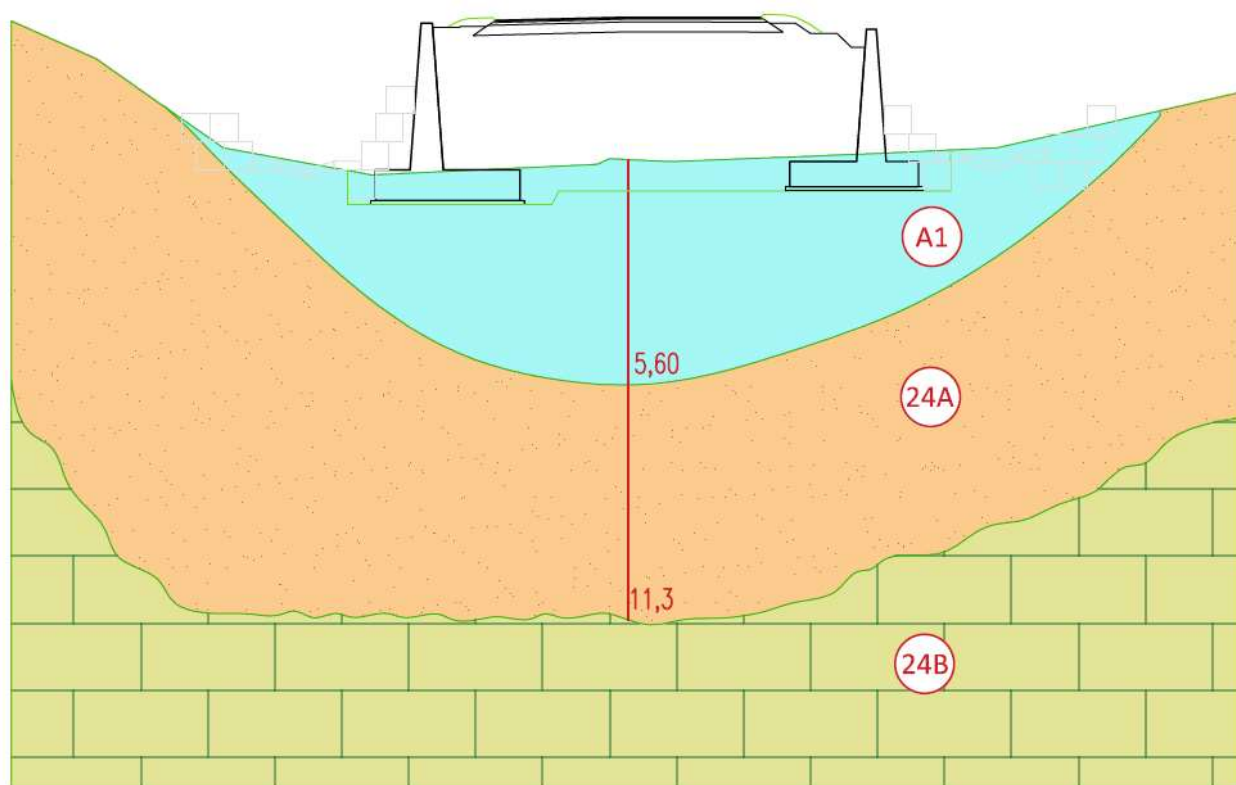


Figura 19 - Stratigrafia Sezione n.35 Asse C

**PROFILO AX-03B SEZIONE N.39 PROGRESSIVA 1888 m**

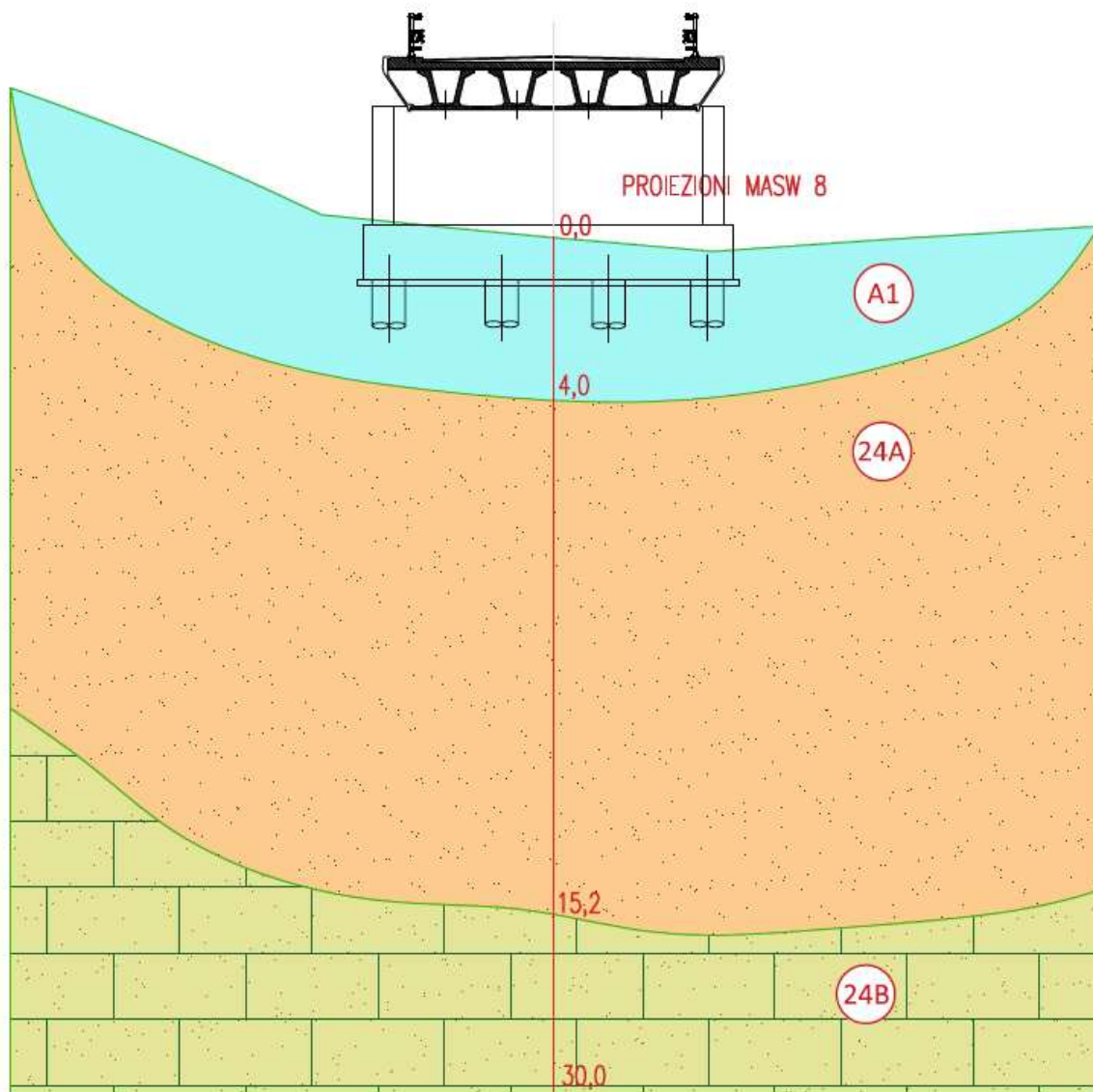


Figura 20 - Stratigrafia Sezione n.39 Asse C

## 5. OPERE DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO

Come già riportato negli elaborati costituenti il PFTE in oggetto, resta inteso che nei casi conclamati di sussistenza di scarpate fluviali rilevanti, lì dove non risulterà possibile attuare una ricomposizione morfologica atta a ridimensionare altezza e pendenza, si provvederà alla verifica ed alla progettazione di opere di mitigazione del rischio necessarie alla messa in sicurezza ed al miglioramento della situazione precedente all'inserimento dell'infrastruttura.

Nel far ciò, considerato anche il valore naturalistico e paesaggistico del territorio, ci si pone l'obiettivo di mettere in atto i principi e le metodologie dell'ingegneria naturalistica applicata al caso delle infrastrutture viarie, sia per gli interventi di pertinenza diretta sia per quelli indirettamente connessi, senza in alcun modo precludere le finalità tecnico funzionali delle opere stesse.

Da un punto di vista geomorfologico, l'asta torrentizia che interferisce col tracciato, che si sviluppa in un unico alveo nei tratti più stretti della valle o in almeno due alvei laddove questa si allarga o intercetta dei contributi laterali (settore al km 4+100 c.a.) sembrerebbe in fase deposizionale e solo più a monte in fase erosiva.



*Figura 21 - il Fosso Mondragone in corrispondenza della pkm di progetto 4+100*

Nonostante la non elevata resistenza del substrato marnoso arenaceo alterato e destrutturato citato, la presenza di una porzione di coesione rimasta dalla roccia madre, permette ai versanti di mantenere una certa stabilità: nel tratto in esame infatti non si rinvengono fenomeni gravitativi significativi .

Tra le tipologie di interventi auspicabili, particolare rilievo rivestono quelli di rivegetazione e stabilizzazione di scarpate con semine potenziate, stuoie organiche, vimate vive, messa a dimora di arbusti ecc.



*Figura 22 - Consolidamento scarpate: messa a dimora di specie arbustive e arboree con reti antifauna e pacciamatura a strisce*

Per particolari condizioni di substrato riscontrabili, ad esempio in scarpate su litologie sciolte (sabbie-argille) o rocce friabili in superficie (marne, scisti ecc.) potrebbe rivelarsi necessario ricorrere a rivestimenti artificiali per stabilizzare la superficie delle scarpate stesse, abbinandoli ad interventi a verde. Un esempio è l'utilizzo delle Mantellate, cioè quadroni di calcestruzzo appoggiati sulla superficie delle scarpate da stabilizzare, riempiti di terreno vegetale e rivegetati mediante semine e messa a dimora di arbusti autoctoni. Oppure si può ricorrere alle stuoie organiche e/o sintetiche quali provvedimenti antierosivi.



*Figura 23 - Scarpate stabilizzate con mattonelle in cls poggiate su geotessili e rivegetate.*



*Figura 24 - Rivestimento vegetativo in geostuoia tridimensionale e rete inerbita*

Infine, nei tratti con possibile erosione del versante ed al piede, si opterà per soluzioni maggiormente stabilizzanti quali opere di contenimento come reti paramassi sul pendio e gabbionate al piede del rilevato che costituiranno opere antiscalzamento del rilevato stradale, eventualmente poggianti su ture di micropali ove necessario.

## Indice delle Figure

Figura 1 - Legenda Classi di Pericolosità - P.A.I. Abruzzo .....	3
Figura 2 - Inquadramento territoriale .....	3
Figura 3 - Estratto di Carta della pericolosità da Scarpata .....	4
Figura 4 - Carta geologica con indicazione dell'area in esame nel tondo.....	5
Figura 5 - Legenda da carta geologica di progetto .....	5
Figura 6 - Ubicazione prove geotecniche .....	7
Figura 7 - Ubicazione sondaggi penetrometrici eseguiti .....	12
Figura 8 - risultati Prova penetrometrica dinamica Dpsh11 .....	14
Figura 9- risultati Prova penetrometrica dinamica Dpsh12.....	15
Figura 10 - risultati Prova penetrometrica dinamica Dpsh13 .....	16
Figura 11 - Ubicazione indagini sismiche a rifrazione .....	25
Figura 12 - risultati grafici indagine sismica .....	26
Figura 13 - ubicazione indagini sismiche tipo MASW .....	27
Figura 14 - Elaborazione MASW 8 Località Monteale SS260 .....	28
Figura 15 - Risultati Indagini MASW .....	29
Figura 16 - Ubicazione Sezioni geologiche maggiormente rappresentative.....	30
Figura 17 - Legenda: stratigrafie sezioni geologiche .....	30
Figura 18 - Stratigrafia Sezione n.32 Asse C .....	31
Figura 19 - Stratigrafia Sezione n.35 Asse C .....	32
Figura 20 - Stratigrafia Sezione n.39 Asse C .....	33
Figura 21 - il Fosso Mondragone in corrispondenza della pkm di progetto 4+100.....	34
Figura 22 - Consolidamento scarpate: messa a dimora di specie arbustive e arboree con reti antifauna e pacciamatura a strisce.....	35
Figura 23 - Scarpate stabilizzate con mattonelle in cls poggiate su geotessili e rivegetate.....	35
Figura 24 - Rivestimento vegetativo in geostuoia tridimensionale e rete inerbata .....	36