AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DELL'AQUILA

SETTORE VIABILITA'

Via Saragat Loc. Campo di Pile, 67100 L'Aquila

DIRIGENTE DEL SETTORE Ing. Nicolino D'Amico

COESIONE ITALIA 21-27 ABRUZZO — ACCORDO PER LA COESIONE 2021-2027 — FSC Fondo per lo Sviluppo e la Coesione

Fondo di Sviluppo e Coesione 2021-2027 *Delibera CIPESS n. 15 del 23/04/2024 - Accordo per la Coesione Governo - Regione Abruzzo.* **INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA E DI ADEGUAMENTO FUNZIONALE DELLE STRADE PROVINCIALI.**

CUP : F37H24000030001

I Progettisti :

BRANDI SOCIETÀ D'INGEGNERIA
(mandataria)
Ing. Roberto Brandi

INGEGNERIA GEOLOGIA AMBIENTE — TECNOSOIL ENGINEERING s.r.l.
(mandante)
Geol. Eustachio Pietromartire

GEOCART PROFESSIONAL SERVICE S.R.L.
(mandante)
Geom. Nicola Mantini

LIMES SOCIETA' COOPERATIVA
(mandante)
Archeol. Hermann Borghesi

STUDIO TECNICO ING. TARABORRELLI B.
(mandante)
Ing. Taraborrelli Bellafronte Angelo

STUDIO TECNICO AGRONOMICO DOTT. NICOLA TAVANO *(mandante)*
Dott. Nicola Tavano

"ORANGES & DI CARMINE ASSOCIATI"
(mandante)
Arch. Maurizio Oranges

SGAI S.R.L. di E. Forlani & C.
(ausiliaria)
Ing. Andrea Forlani

Il Responsabile del Progetto:
Ing. Ghizzoni Angela

Approvazioni:

PROGETTO ESECUTIVO (D.Lgs. 36/2023 - All. I-7)

C - ELABORATI SPECIALISTICI

SUB-INTERVENTO 1.2 - SR17BIS DELLA FUNIVIA DEL GRAN SASSO E DI CAMPO IMPERATORE

Tavola/Allegato	*C11*	**Relazione geologica**			
Codice commessa	*T2502*	*Data di emissione* *Novembre 2025*	*Rev* *00*	*Scala*	*Formato* *doc*
Codice elaborato	*ES11*	*Redatto* *Pietromartire E.*	*Controllato* *Pietromartire L.*	*Approvato* *Brandi R.*	

	Novembre 2025	*Brandi R.*	*Emissione Progetto Esecutivo*
	Data	*Operatore*	*Descrizione*

I N D I C E

I N D I C E 1
1. INTRODUZIONE 2
2. METODOLOGIA D'INDAGINE 5
3. INQUARAMENTO GEOGRAFICO 6
4. CARATTERI GEOLOGICI 8
5. ASSETTO GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO 15
6. CARATTERI IDROLOGICI ED IDROGEOLOLOGICI 19
7. LITOSTRATIGRAFIA DEI TERRENI E LORO CARATTERISTICHE FISICO - MECCANICHE 22
8. SISMICITA' DELL'AREA E CLASSIFICAZIONE DEI TERRENI DI FONDAZIONE 24
8.1 SISMICITÀ STORICA 24
8.2 LA CRISI SISMICA DEL 6 APRILE 2009 25
8.3 CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO REGIONALE 27
8.1 CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE 29
9. CONCLUSIONI 34

ALLEGATI

- CARTA TOPOGRAFICA (SCALA 1:50.000)
- CARTA COROGRAFICA (SCALA 1:5.000)
- CARTA GEOLOGICA (CARG, SCALA 1:50.000)
- CARTA GEOMORFOLOGICA (PAI, SCALA 1:5.000)
- CARTA DELLA PERICOLOSITÀ PAI, SCALA 1:5.000)
- CARTA DEL RISCHIO (PAI, SCALA 1:5.000)
- CARTA DI LOCALIZZAZIONE DEI PERICOLI DA VALANGA (C.L.P.V)
- CARTA DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA (PSDA, FUORI SCALA)
- CARTA DEL VINCOLO IDROGEOLOGICO
- RAPPORTO DI INDAGINE
- SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA

1. INTRODUZIONE

Nella presente relazione si espongono i risultati di uno studio geologico, geomorfologico, geologico-tecnico, idrogeologico e sismico a supporto del progetto di: **"INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA E DI ADEGUAMENTO FUNZIONALE DELLE STRADE PROVINCIALI –INTERVENTO FUNZIONALE 1: SUB-INTERVENTO 1.2-SR17BIS DELLA FUNIVIA DEL GRAN SASSO E DI CAMPO IMPERATORE**" Commissionato dalla Provincia dell'Aquila.

In particolate la strada provinciale è ubicata nel territorio comunale dell'Aquila, nella porzione nord-orientale come da stralcio di carta satellitare di seguito riportato:

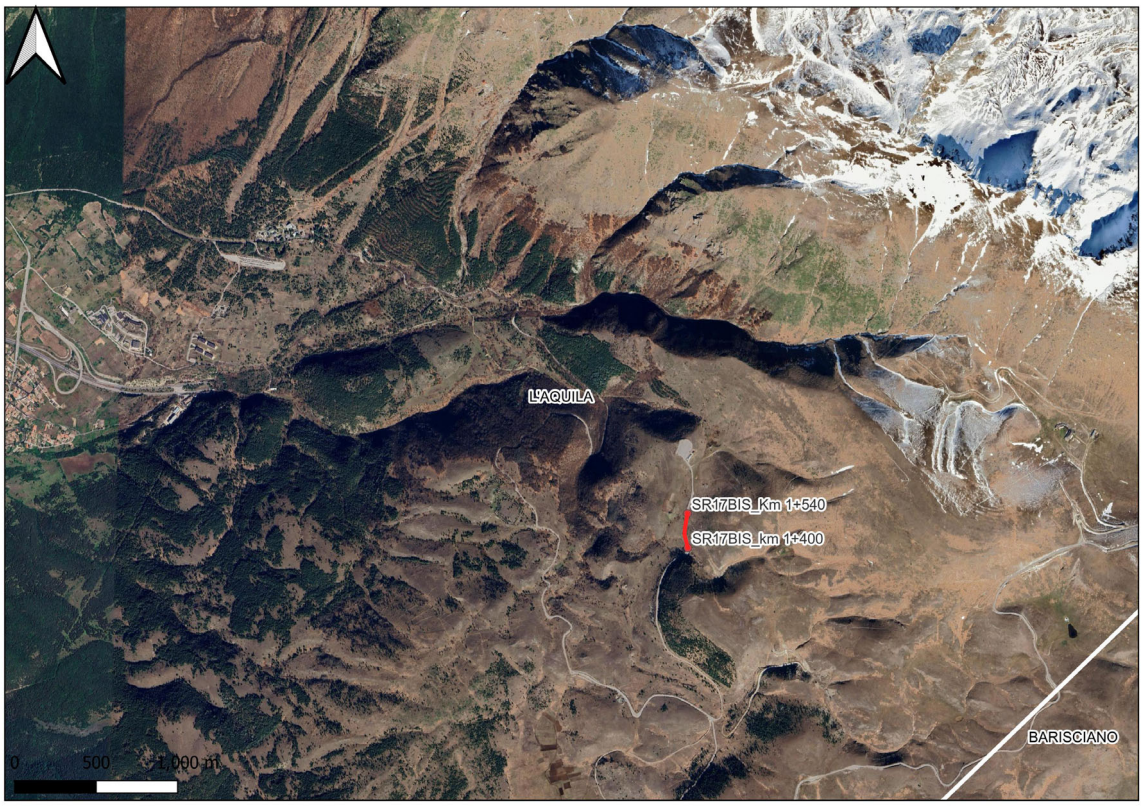


Figura 1:Ubicazione aree intervento funzionale 1: SR17BIS.

Lungo il tratto in studio della SR17 BIS sono state riscontrate criticità puntuali riconducibili in prima istanza alla loro collocazione geografica in corrispondenza dell'area montuosa del massiccio del Gran Sasso.

In particolare, visto il contesto montuoso caratterizzato da elevate escursioni termiche, l' area è soggetta in modo non trascurabile ad agenti geomorfologici come

fenomeni criologici, i quali si riflettono sullo stato di fratturazione dell'ammasso roccioso provocando allentamenti dei giunti di strato e delle fratturazioni la cui evoluzione può causare crolli di blocchi rocciosi anche di grandi volumi.

Secondo quanto riportato nella relazione tecnica la SR17BIS presenta un rischio molto elevato per quanto riguarda l'evoluzione dei fenomeni valanghivi e sono state rilevate criticità inerenti l'inadeguatezza di alcune barriere stradali. In particolare, a testimonianza dello stato di criticità della SR17Bis, sono stati individuati diffusi interventi finalizzati alla mitigazione del rischio valanghe in prossimità del piazzale Rifugio Montecristo.

Pertanto, a fronte delle problematiche riscontrate, al fine di definire puntualmente l'assetto stratigrafico e definire le caratteristiche fisico meccaniche dei depositi presenti è stata eseguita una campagna di indagine in corrispondenza dell'area di progetto che ha previsto l'esecuzione di due prove penetrometriche dinamiche super pesanti (DPSH) ed un'indagine sismica di tipo MASW per l'assegnazione della categoria di sottosuolo di appartenenza dei litotipi presenti.

Tali prove, eseguite a tergo dell'infrastruttura stradale, sono state spinte rispettivamente fino alla profondità di 3,40 e 4,20 m dal p.c.

Le indagini così definite hanno consentito la ricostruzione del modello geologico-tecnico finalizzato alla pianificazione degli interventi di messa in sicurezza delle aree interessate dalla problematiche sopra menzionate nonché la definizione dei parametri geotecnici delle unità investigate.

La normativa nazionale e regionale di riferimento è la seguente:

- D.M. 11/03/88 "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";
- G.U. n. 29 del 04 febbraio 2008;
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti approvata dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici "Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" (Gazzetta Ufficiale del 26.02.2009 n. 47, supplemento ordinario n. 27).

- D.M. 17 gennaio 2018 Aggiornamento Norme Tecniche per le Costruzioni.

- L.R. 26 Ottobre 1992 N°93 “Norme per lo snellimento di procedure per gli interventi di costruzione riparazione, sopraelevazione e ampliamento nelle zone dichiarate sismiche ai sensi della legge 2 febbraio 1974, n.64.”

- Legge Regionale 11 Agosto 2011, n. 28 – Norme per la riduzione del rischio sismico e modalità di vigilanza e controllo su opere e costruzioni in zone sismiche.

- D.M. 16 gennaio 1996 “Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche”;

- O.P.C.M. 20 marzo 2003 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”.

- 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” (G.U. n.108 del 11/05/2006).

- O.P.C.M. 13 novembre 2010, n.3907 pubblicata nella G.U. 1° dicembre 2010, n.281, S.O.

- Decreto 14/01/2008 del Ministero delle Infrastrutture “Norme tecniche per le costruzioni” (GU n.29 del 04/02/2008).

- Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geognostiche e geotecniche (A.G.I., 1977).

- L.R. 16.09.1998 n.81 e L.R. 24.08.2001 n.43 – Servizio Difesa del Suolo – Autorità dei Bacini Regionali – “piano di stralcio di bacino per l’assetto idrogeologico dei bacini di rilievo regionale abruzzesi e del bacino interregionale del fiume Sangro - Fenomeni gravitativi e processi erosivi e Difesa alluvioni

- Delibera Regione Abruzzo del 05.11.2007 n. 1049, in particolar modo a quanto contenuto nell’Allegato F “Specifiche tecniche in materia di scarpate” richiamato nell’art. 20 delle misure di salvaguardia parte integrante della deliberazione del Comitato Istituzionale dell’Autorità dei Bacini di rilievo regionale n. 8 del 31.07.2007 pubblicato nel BURA n. 66 23.11.2007.

- UNI EN 1997 – 1: Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali.

- UNI EN 1998 – 5: Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

2. METODOLOGIA D'INDAGINE

Per acquisire le conoscenze anticipate in premessa, ricostruire l'assetto geologico, geomorfologico, idrologico, idrogeologico, litostratigrafico e sismico si è predisposta una metodologia di lavoro per step successivi, propedeutici e consequenziali. Lo studio è stato quindi condotto attraverso le seguenti fasi:

- Sopralluoghi preliminari;
- Reperimento di materiale bibliografico (*cartografia topografica in scala 1:25.000 e 1:5.000, geologica da varie fonti e dal Servizio Geologico d'Italia, geomorfologica e pubblicazioni scientifiche*);
- Ricerca, presso i nostri archivi, di indagini geologiche, studi e rilievi geologici - geomorfologici svolti in precedenza nella stessa zona e in aree limitrofe;
- Rilevamento geologico e geomorfologico;
- Campagna di indagine geognostica e geofisica;
- Realizzazione di cartografia georeferenziata;
- Elaborazione e interpretazione dei dati bibliografici, di rilevamento e della campagna di indagine;
- Redazione dello studio.

Pertanto al fine di avere un quadro esaustivo dell'assetto litostratigrafico dell'area in esame, come anticipato in premessa, è stata pianificata ed eseguita una campagna di indagine sito specifica che ha previsto l'esecuzione di n. 2 prove penetrometriche dinamiche super pesanti ed un'indagine sismica di tipo MASW. I risultati sono riportati integralmente nell'allegato Rapporto di Indagine.

3. INQUARAMENTO GEOGRAFICO

L'area in oggetto ricade all'interno della parte più montuosa del territorio abruzzese. Essa si individua nel complesso dominio dell'Appennino centrale, in corrispondenza delle propaggini sud occidentali del massiccio del Gran Sasso d'Italia avente direzione E-W.

Nel dettaglio l'area è situata lungo la Strada Provinciale n. 17 Bis e dal punto di vista amministrativo è compresa all'interno del territorio comunale dell'Aquila.



Figura 2- Inquadramento geografico dell'area di studio, immagine da Google Earth.

Nella cartografia regionale, il territorio comunale in oggetto è inserito nel foglio n. 349 Est (SR17BIS) in scala 1:25.000 (Regione Abruzzo, 2000). In riferimento alla Carta Tecnica Regionale (CTR) in scala 1:5.000, il sito di progetto è individuato nell'elemento n. 349152 (SR17BIS).

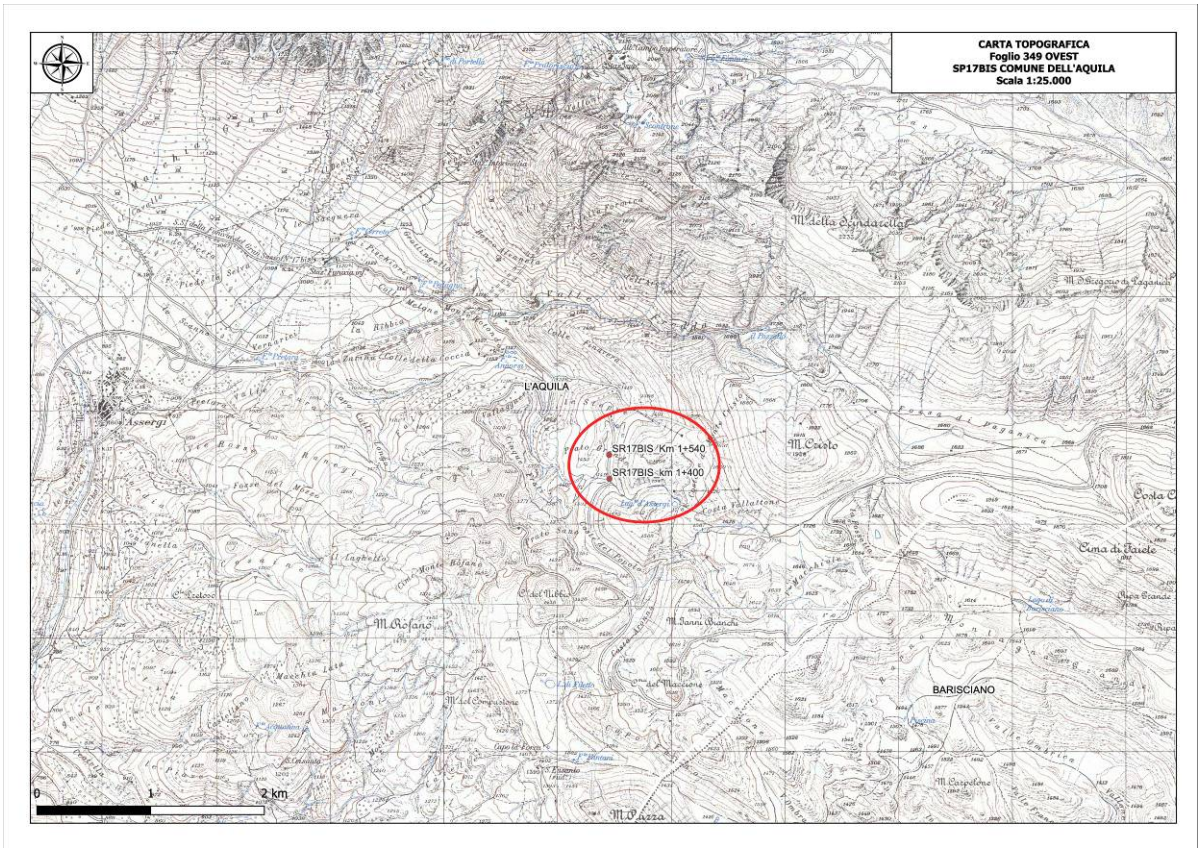


Figura 3-Stralcio carta topografica in scala 1:25.000 foglio 349 Ovest

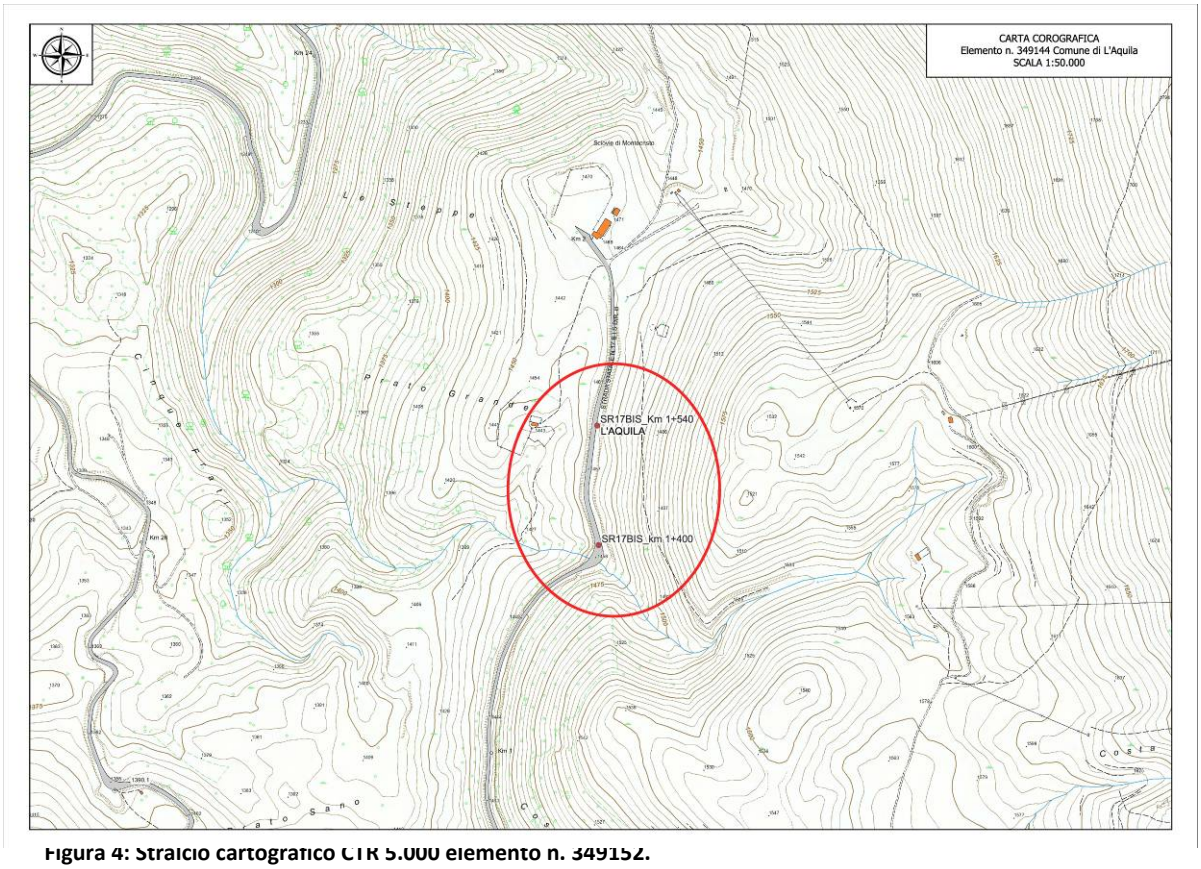


Figura 4: Stralcio cartografico CTR 5.000 elemento n. 349152.

4. CARATTERI GEOLOGICI

L'area dell''Aquila fa parte del settore a crosta continentale del blocco Adriatico ad affinità africana, e più in particolare del segmento più esterno dell'Appennino centrale, di cui rispecchia le caratteristiche geologiche ed il trend evolutivo paleogeografico e tettonico.

Il comune dell'Aquila comprende il fondovalle Aterno e le pendici meridionali del Gran Sasso e dei Monti di Assergi, Camarda e Aragno.

Tale settore si è strutturato in un edificio a thrust, costituito dalla sovrapposizione tettonica di unità appartenenti a diversi domini paleogeografici, su cui successivamente si sono impostati bacini satelliti, discordanti sul substrato deformato e spesso a loro volta successivamente inglobati nel dominio di catena.

Le successioni affioranti dell'Unità di M. Cefalone sono costituite prevalentemente da litofacies mesozoche del Giurassico superiore-Cretaceo di piattaforma carbonatica. Queste sono riferibili in genere ad un ambiente di piattaforma interna ed affiorano in tutto il settore centro-settentrionale ed orientale, mentre verso nord e nord-ovest si sviluppano facies da marginali a scarpata prossimale. Caratteristica delle aree più interne è la presenza di depositi bauxitici e della estesa "lacuna paleogenica".

Dopo la lacuna paleogenica, a dimostrazione di una continua evoluzione strutturale dell'area, la sedimentazione riprende, nel Miocene inferiore, con depositi carbonatici da piattaforma aperta a rampa distale, che poggiano, in evidente discordanza, sui diversi termini della successione cretacica.

Il settore viene inglobato nel dominio di avanfossa nel Messiniano inferiore con la sedimentazione di torbiditi silicoclastiche.

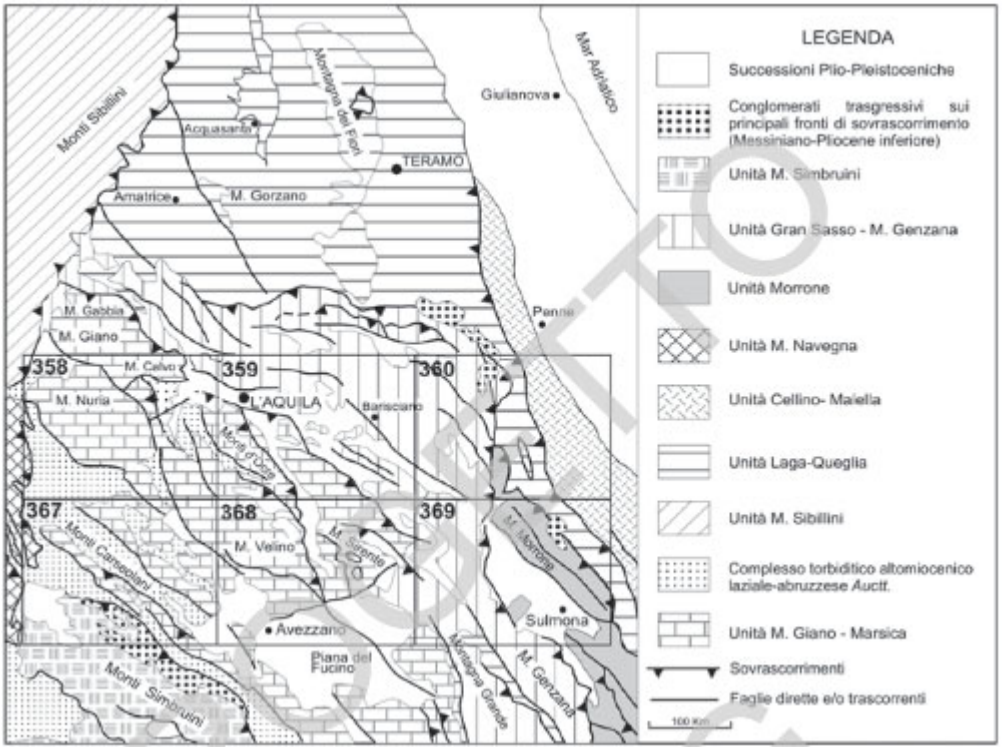


Figura5 – Schema della unità strutturali dell'Appennino Centrale.

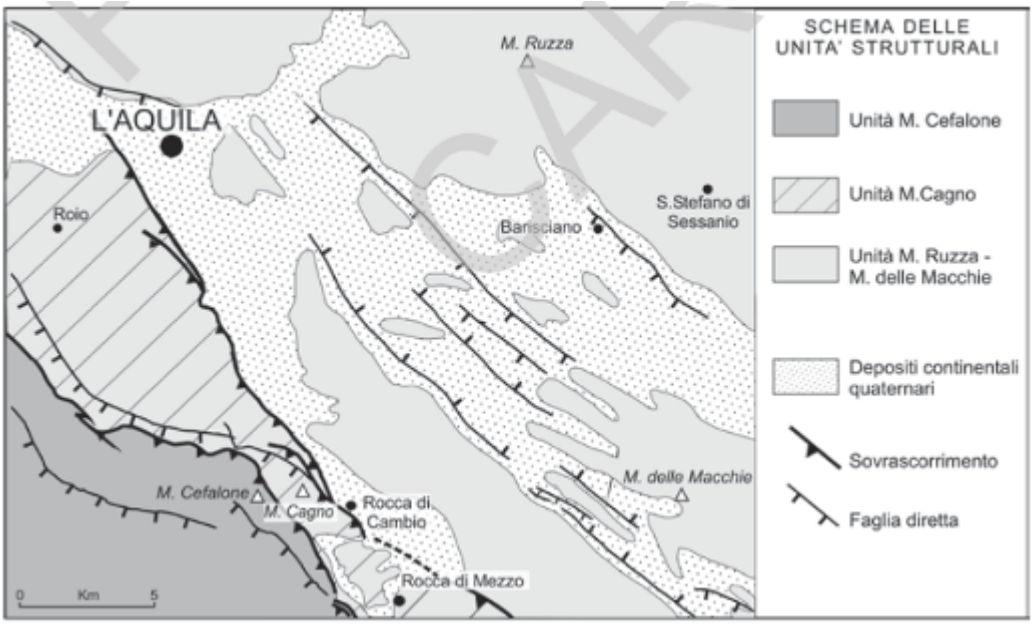


Figura 6 - Schema delle unità strutturali.

L'Unità di M. Cagno è caratterizzata da termini cretacici di piattaforma sui quali poggiano, in leggera discordanza angolare, i litotipi medio-miocenici delle calcareniti a briozoi.

L'unità M.Ruzza- M.delle Macchie, dove è inserita la SR17BIS, è costituita invece da un insieme di successioni che evidenziano un'organizzazione spazio temporale dei paleoambienti sedimentari assai più variabile e che riflette gli effetti della tettonica sin sedimentaria di questo settore.

Nella porzione centro-meridionale dell'unità affiorano depositi mesozoici di piattaforma carbonatica, con facies da interne a marginali mentre nell'estrema porzione centro-settentionale si sviluppa, già dal Lias medio, una successione di bacino pelagico. Nella fascia compresa tra le due aree, invece, a depositi mesozoici di piattaforma carbonatica, prevalentemente marginali, si sovrappongono facies paleogenico-mioceniche da rampa a scarpata prossimale. Le numerose discordanze rinvenute all'interno di quest'ultima successione, con depositi da scarpata sovrapposti a termini più antichi, chiaramente basculati ed erosi, mettono nettamente in evidenza una notevole articolazione strutturale dell'area durante il Paleogene-Miocene. Anche questo settore viene inglobato nel dominio di avanfossa durante il Messiniano basale, con la deposizione di torbiditi silicoclastiche nella parte alta delle calcareniti di M.Fiore. Il coinvolgimento in catena nel Messiniano superiore è evidenziato invece dalla deposizione dei conglomerati di M.Coppe depostisi in un bacino al di sopra di un settore che ha subito una prima e notevole deformazione a pieghe e sovrascorrimenti.

Nello specifico l' area in studio è inserita nelle propaggini meridionali del Gran Sasso e ricadono entrambi nel Foglio 349 "Gran Sasso" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 (Progetto CARG).

Di seguito si riporta una breve descrizione dei depositi presenti, dal più recente al più antico, presenti in corrispondenza del tratto di strada.

SR17bis

DEPOSITI OLOCENICI (Olo_a)

Sono costituiti da depositi di versante formatisi ai piedi delle pareti calcaree del Massiccio del Gran Sasso (Campo Pericoli, Val Maone, Val Venacquaro, Monte Corvo). Localmente sono stratificati ed il genere costituiti da clasti eterometrici, fino alle dimensioni dei blocchi, poligenici, con quantità variabile di matrice siltoso-sabbiosa e cementazione generalmente scarsa. Nel tratto in studio della SR17bis le coperture oloceniche come sopra descritte ammantano il versante. *Olocene*



Figura 7: Particolare dei depositi detritici olocenici a margine dell'infrastruttura viaria

SCAGLIA DETRITICA (SCZ)

Micriti prevalentemente bianche subordinate a livelli di selce scura e livelli di calcarenitici bioclastici con frammenti di echinidi, bivalvi, coralli e rudiste (**SCZ_4**).Affioranti nella porzione settentrionale del Rifugio Montecristo. Cenomaniano-Turoniano

CALCARENITI E CALCIRUDITI A FUCOIDI MEMBRO SUPERIORE (CCF_3)

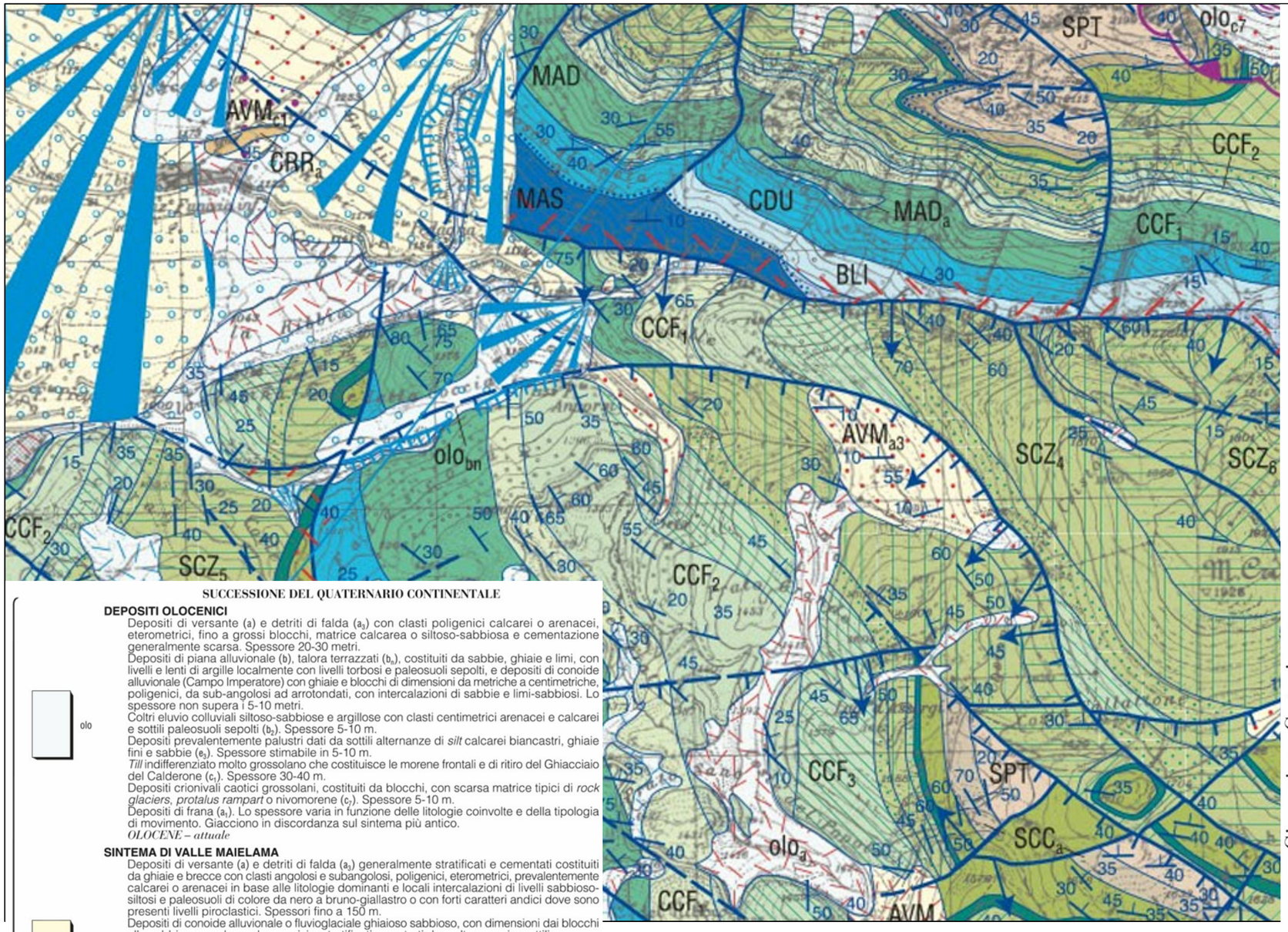
Costituite da calcareniti e calciruditi bioclastiche da fini a grossolane, di colore chiaro, in strati decimetrici con abbondanti frammenti di rudiste e orbitoline (membro inferiore **CCF_3**).Affiorano prevalentemente nel settore orientale dell'area in studio. *Cenomaniano*

CALCARENITI E CALCIRUDITI A FUCOIDI memebro intermedio (CCF_2)

Costituiti da packstone calcarenitici e calciruditici, pulvirulenti, a matrice marnosa e scarsamente cementati contenenti un'abbondante concentrazione di frammenti di molluschi e rudiste (membro intermedio **CCF_2**). Affiorano prevalentemente nel settore occidentale dell'area in studio. Albiano-Cenomaniano



Figura 8: Particolare delle Calcareniti e Calciruditi a Fucoidi in affioramento in prossimità della SR17 BIS



SUCCESSIONE DEL QUATERNARIO CONTINENTALE

DEPOSITI OLOCENICI

olo

Depositi di versante (a) e detriti di falda (a_s) con clasti poligenici calcarei o arenacei, eterometrici, fino a grossi blocchi, matrice calcarea o siltoso-sabbiosa e cementazione generalmente scarsa. Spessore 20-30 metri.
Depositi di piana alluvionale (b), talora terrazzati (b_a), costituiti da sabbie, ghiaie e limi, con livelli e lenti di argille localmente con livelli torbosi e paleosuoli sepolti, e depositi di conoide alluvionale (Campo Imperatore) con ghiaie e blocchi di dimensioni da metriche a centimetriche, poligenici, da sub-angolosi ad arrotondati, con intercalazioni di sabbie e limi-sabbiosi. Lo spessore non supera i 5-10 metri.
Coltri eluvio colluviali siltoso-sabbiose e argillose con clasti centimetrici arenacei e calcarei e sottili paleosuoli sepolti (b_2). Spessore 5-10 m.
Depositi prevalentemente palustri dati da sottili alternanze di *silt* calcarei biancastri, ghiaie fini e sabbie (e_3). Spessore stimabile in 5-10 m.
Till indifferenziato molto grossolano che costituisce le morene frontali e di ritiro del Ghiacciaio del Calderone (c_1). Spessore 30-40 m.
Depositi crionivali caotici grossolani, costituiti da blocchi, con scarsa matrice tipici di *rock glaciers*, *protalus rampart* o nivomorene (c_7). Spessore 5-10 m.
Depositi di frana (a_1). Lo spessore varia in funzione delle litologie coinvolte e della tipologia di movimento. Giacciono in discordanza sul sintema più antico.
OLOCENE – attuale

SINTEMA DI VALLE MAIELAMA

AVM

Depositi di versante (a) e detriti di falda (a_s) generalmente stratificati e cementati costituiti da ghiaie e brecce con clasti angolosi e subangolosi, poligenici, eterometrici, prevalentemente calcarei o arenacei in base alle litologie dominanti e locali intercalazioni di livelli sabbioso-siltosi e paleosuoli di colore da nero a bruno-giallastro o con forti caratteri andici dove sono presenti livelli piroclastici. Spessori fino a 150 m.
Depositi di conoide alluvionale o fluvioglaciale ghiaioso sabbioso, con dimensioni dai blocchi alle sabbie grossolane, da massivi a stratificati con strati da molto spessi a sottili e stratificazioni incrociate planari e a truogolo, associati a depositi glaciali, e depositi di piana alluvionale composti da ghiaie, sabbie e silt, con stratificazione incrociata planare e a truogolo o massive. Le ghiaie hanno clasti da arrotondati a sub-angolosi di dimensioni da centimetriche a decimetriche nelle piane alluvionali e fino alle dimensioni dei blocchi nelle conoidi alluvionali, cementazione variabile (generalmente alta nei settori montani)(b). Spessore massimo 20 m.
Till indifferenziato costituito da depositi eterometrici massivi o grossolanamente stratificati, con dimensioni dai blocchi alle ghiaie fini, clasti da angolosi a sub-arrotondati, comunemente molto cementati (c_1). Spessore fino a 30 m. Giacciono in discordanza sul sintema più antico e talora su un paleosuolo fersiallitico (suolo Eemiano).
PLEISTOCENE sup.

SCAGLIA DETRITICA

L'abbondante contenuto di calcareniti bioclastiche si intercala, con diverse percentuali,a micriti prevalentemente bianche, ma sempre subordinate. Dalla biozona (*Whiteinella*) a (*Radiolitidae*) alla biozona P11 a (*Gtk. subconglobata*) da Premoli e Silva & Verga (2004). L' ambiente è di base di scarpata, rampa distale. Lo spessore dell'unità varia da un minimo di circa 250 metri ad un massimo di circa 400 metri.
CENOMANIANO p.p. - LUTEZIANO p.p.

SCZ$_7$ SCZ$_{7a}$

membro micritico-calcarenitico con selce rossa (SCZ$_7$)
Strati sottili di micriti bianche, rosse e verdoline, con abbondante selce rossa sia in noduli che in livelli, a cui si alternano strati medi di *packstone* e *wackestone* bianchi a molluschi, echinidi e rudiste, anche di grosse dimensioni. A tratti i depositi risedimentati formano corpi canalizzati grossolani di limitata estensione laterale (SCZ$_{7a}$).
Dalla biozona P3a a *Morzovella angulata* alla biozona P11 a *GTK. subconglobata*.
SELANDIANO - LUTEZIANO p.p.

SCZ$_6$ SCZ$_{6a}$

membro calcarenitico (SCZ$_6$)
Calcari bianchi bioclastici, *grainstone* e *packstone* in grossi banchi, caratterizzati da un'intensa fratturazione e spesso da un aspetto cristallino. Sono altresì presenti strati medi di calcareniti fini di colore beige, con silicizzazione diffusa, e rare micriti bianche. A più livelli sono presenti banconi metrici ed estesi lateralmente diverse centinaia di metri di calcareniti fini bianche, dolomitizzate, con grossi frammenti di rudiste (SCZ$_{6a}$). A luoghi si hanno *packstone* bianchi e pulverulenti. Il limite inferiore ricade all'interno di un intervallo compreso tra la biozona a *Marginotruncana sigali-Dicarinella primitiva* e la biozona a *Dicarinella concavata*, mentre il limite superiore ricade all'interno di un intervallo compreso tra la biozona a *Radotruncana calcarata* e la biozona a *Globotruncana havanensis*.
CONIACIANO p.p. - CAMPANIANO p.p.

SCZ$_5$ SCZ$_{5a}$

membro micritico con selce rossa (SCZ$_5$)
Strati fini e sottili di micrite bianca e verdolina con livelli di selce rossa, in noduli ameboidali e liste, ricchi di globotruncane. Sono anche presenti calcareniti bianche (*packstone*) a frammenti di rudiste e banconi detritici biancastri, cristallini e con una diffusa silicizzazione. A luoghi affiorano calcareniti e calciruditi con *pebbly mudstone* e frammenti di molluschi e rudiste (SCZ$_{5a}$). Parte superiore della biozona a *Whiteinella archeocretacica* e un intervallo compreso tra la biozona a *Marginotruncana sigali-Dicarinella primitiva* e la biozona a *Dicarinella concavata*.
TURONIANO p.p. - CONIACIANO p.p.

SCZ$_4$ SCZ$_{4a}$

membro micritico con selce nera (SCZ$_4$)
Micriti bianche in strati centimetrici con globotruncane e livelli di selce scura (nerastra-rossiccia) e livelli calcarenitici (*grainstone-packstone*) bioclastici (SCZ$_{4a}$), con frammenti di echinidi, bivalvi, coralli e rudiste, di colore bianco/verdino. Dalla parte sommitale della biozona a *Rotalipora* e *Orbitolina* a parte della biozona a *Whiteinella* e *Radiolitidae* di Chiocchini et *alii* (2006).
CENOMANIANO p.p. - TURONIANO p.p

SCZ$_3$ SCZ$_{3a}$

membro calcarenitico-calciruditico a frammenti di rudiste (SCZ$_3$)
Strati medio/spessi di *packstone* e *rudstone* bianchi, dolomitizzati e dall'aspetto cristallino, talvolta amalgamati in banconi decametrici (SCZ$_{3a}$). La litologia dominante è caratterizzata da calcareniti e calciruditi bianche, con grossi frammenti di rudiste, *pebbly mudstone* e rara selce bruna in noduli e frammenti.
Parte sommitale della biozona a *Rotalipora* e *Orbitolina* di Chiocchini *et alii* (2006).
CENOMANIANO p.p.

CALCARENITI E CALCIRUDITI A FUCOIDI

Fenomeni di *slumping*, *pebbly mudstone* e zonazioni più detritiche, calcareniti bianche con orbitoline caratterizzano tutta la successione. Lo spessore è variabile tra i 60 e i 160 metri. L'ambiente di formazione è di base di scarpata dalla biozona a *Murichoedbergella planispira* a parte della biozona a *Dicarinella algeriana*, secondo gli schemi di Premoli Silva & Verga (2004); da parte della biozona a *Hedbergella* e *Orbitolina* alla biozona a *Rotalipora* e *Orbitolina*, secondo gli schemi di Chiocchini et *alii* (2006).
ALBIANO p.p. CENOMANIANO p.p.

CCF$_3$

membro superiore (CCF$_3$)
Calcareniti e calciruditi bioclastiche da fini a grossolane, di colore chiaro, in strati decimetrici con abbondanti frammenti di rudiste e orbitoline . Al passaggio con la formazione della scaglia, diminuisce la componente detritica a vantaggio di *wackestone* grigi, con screziature rosso/brunastre, in strati medi e fini alternati a livelli sottili di selce nera, spesso accompagnate da clasti rossi e bioclasti. Da un intervallo compreso tra la biozona a *Rotalipora globotruncanoides* e la biozona a *Rotalipora greenhornensis* a un intervallo compreso all'interno della biozona a *Dicarinella algeriana* degli schemi di Premoli Silva & Verga (2004). Parte superiore della biozona a *Rotalipora* e *Orbitolina*, secondo gli schemi di Chiocchini *et alii* (2006).
CENOMANIANO p.p.

CCF$_2$

membro intermedio (CCF$_2$)
Packstone calcarenitici e calciruditici, pulverulenti, a matrice marnosa verdastra con frammenti di molluschi e di rudiste e calcari marnosi fogliettati con bioturbazioni e tracce di limivori (fucoidi). Dalla biozona a *Rotalipora appenninica* ad un intervallo compreso tra la biozona a *Rotalipora globotruncanoides* e la biozona a *Rotalipora greenhornensis*, degli schemi di Premoli Silva & Verga (2004). Dalla parte superiore della biozona a *Hedbergella* e *Orbitolina* alla parte media della biozona a *Rotalipora* e *Orbitolina*, secondo gli schemi di Chiocchini *et alii* (2006).
ALBIANO p.p. - CENOMANIANO p.p.

CCF$_1$ CCF$_{1a}$

membro inferiore (CCF$_1$)
Prevalenti *packstone* e *grainstone* lito- e bioclastici ben cementati, color grigio/nocciola, a tratti *rudstone* biocalcarenitici, massivi o gradati. Nella parte bassa sono presenti brecce prevalentemente litoclastiche, avorio-giallastre, di spessore metrico e geometrie lenticolari, a cui si intercalano livelli calcarenitici bioclastici (CCF$_{1a}$). Dalla biozona a *Murichoedbergella planispira* alla biozona a *Rotalipora ticinensis*, degli schemi di Premoli Silva & Verga (2004), e alla parte media della biozona a *Hedbergella* e *Orbitolina* degli schemi di Chiocchini *et alii* (2006).
ALBIANO p.p.

Giurassico - Cretacico

Figura 9: Stralcio Carta Geologica Progetto CARG-Foglio n. 349 "Gran Sasso". Intervento 1 SR17BIS.

LINEAMENTI TETTONICI

L'area viene indicata con il toponimo "Conca dell'Aquila" che rappresenta una estesa depressione di origine tettonica racchiusa tra alti rilievi di rocce carbonatiche di età meso-cenozoiche riferibili a vari paleoambienti sedimentari (facies) della piattaforma carbonatica laziale-abruzzese, al "Bacino prossimale" ed a rocce terrigene arenaceo-marnose.

Nel settore occidentale della Conca, al margine NE, il perimetro è delimitato a nord dalla dorsale Torretta e Monte Soffiavento, allungati in direzione est-ovest e formati da calcari micritici e calcari marnosi cenozoici suddivisi in strati immergenti a nord-est. L'importante massa rocciosa di M. Pettino, dislocata per effetto di un'importante faglia diretta a direzione NW-SE che ha interessato i calcari micritici e le calciruditi cretaciche, costituisce, insieme a M. Castelvecchio e Colle S. Onofrio il fianco orientale della piana che ad occidente è chiusa dalle pendici dei rilievi di Sella di Corno dove affiorano i calcari marnosi miocenici. La faglia di Monte Pettini, attiva e capace presenta un rateo di movimento verticale secondo vari autori (Galadini e Galli n.d.r.) stimabile tra 0.47-0.86 mm annui.

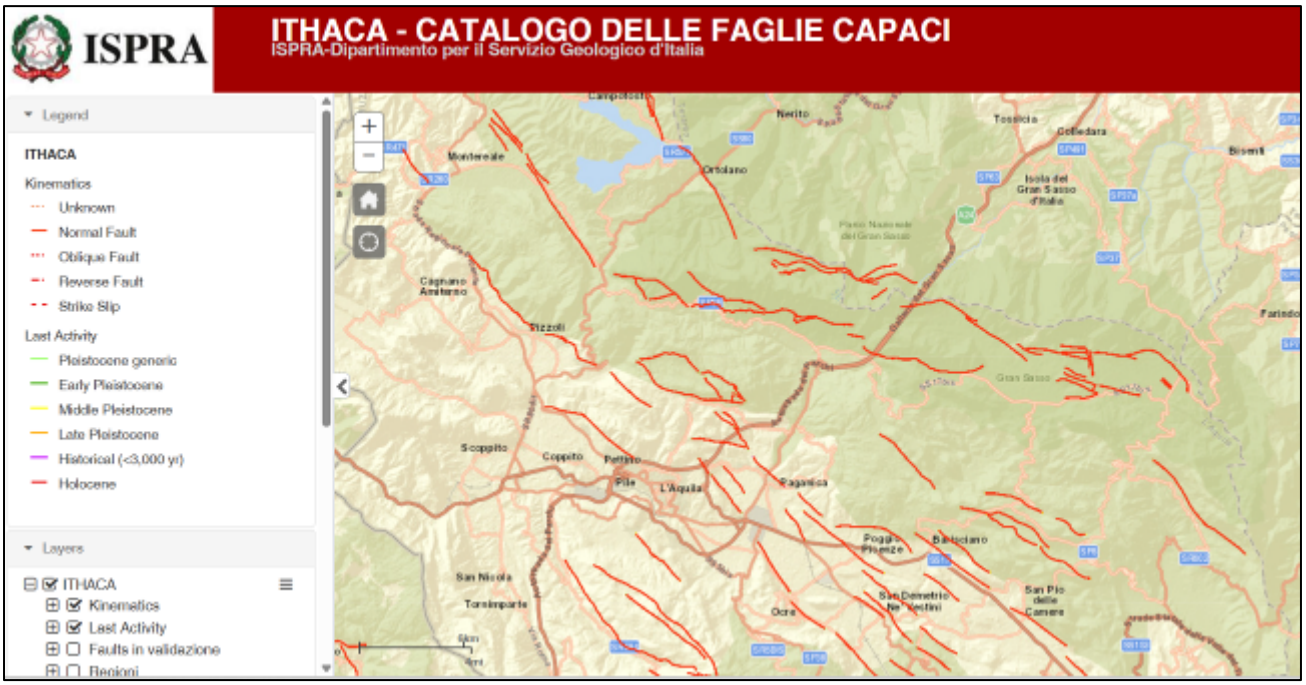


Figura 10: Schematizzazione del sistema di faglie presenti nelle aree in studio. Tratto dal catalogo delle faglie attive e capaci dell'ISPRA.

5. ASSETTO GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

L'aspetto morfologico della zona risulta condizionato direttamente dall'assetto geologico-strutturale e dal grado di erodibilità dei litotipi. Difatti la diversa natura dei litotipi affioranti si riflette sulle forme morfologiche a testimonianza di una risposta differenziata all'azione di modellamento degli agenti esogeni. A zone erte ed accidentate a marcata acclività, con pareti sub-verticali, sviluppate in corrispondenza delle dorsali calcaree, si contrappongono aree decisamente più dolci in corrispondenza degli affioramenti o depositi terrigeni. Infatti la geomorfologia delle pendici meridionali del Gran Sasso è il risultato dell'interazione tra litologia, tettonica attiva e modellamento climatico (soprattutto glaciale e carsico). Si tratta di una zona estremamente varia e spettacolare, che scende verso la conca aquilana e presenta forme legate a processi tettonici, carsici, gravitativi e fluviali.

Il tratto di strada in studio si inserisce in un contesto montuoso, topograficamente inserito alla quota di circa 1450 m s.l.m., caratterizzato forti dislivelli altimetrici con pendenze dell'ordine di 40°-60° come visibile dalla carta delle pendenze di seguito riportata:

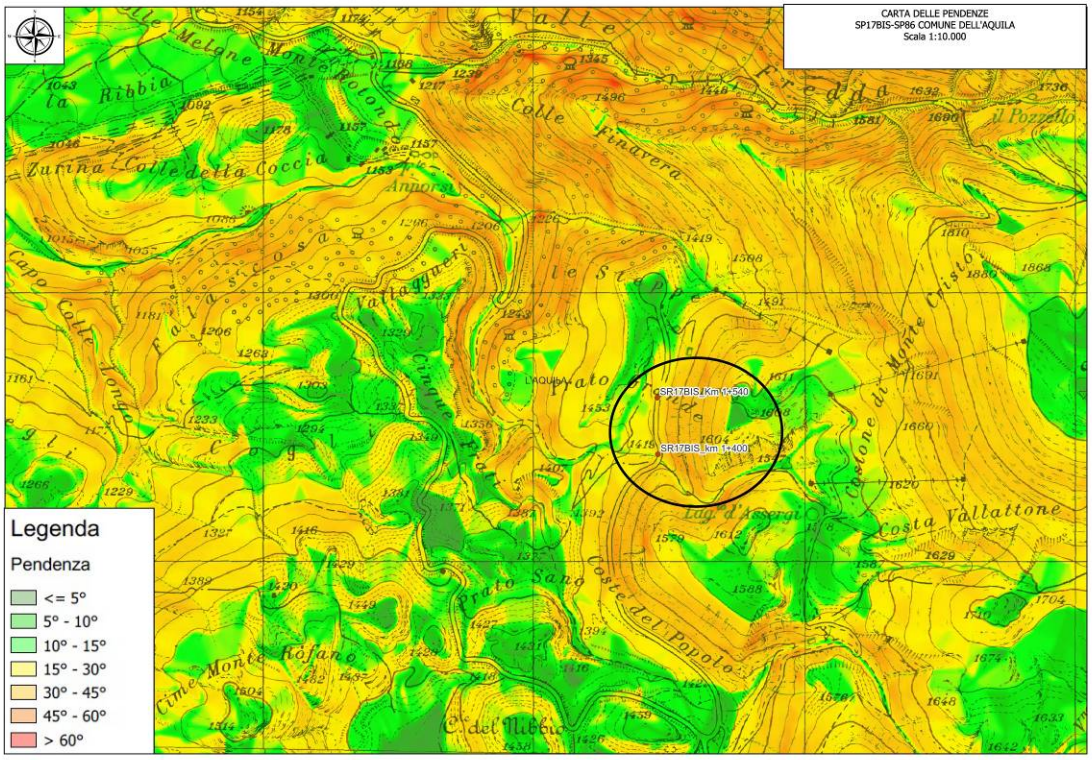


Figura 11: Stralcio della carta delle pendenze con evidenziato il tratto stradale di interesse lungo la SR17BIS.

Data dunque la collocazione geografica e morfologica la SR17bis presenta criticità riconducibili a frane, smottamenti, crolli di rocce e valanghe che possono riversarsi sulle careggiate stradali causando l'interruzione della viabilità nonché mettendo a rischio la pubblica e privata incolumità.

Dalla consultazione della cartografia redatta nell'ambito del Piano Stralcio di Bacino della Regione Abruzzo (AUBAC dell'Appennino Centrale), per quanto riguarda i fenomeni franosi e i processi erosivi, emerge che il tratto stradale di interesse non è direttamente interessato da perimetrazioni. Tuttavia è bene precisare che poco a monte del tratto in studio della SR17BIS è presente una deformazione profonda attiva.

Di seguito si riportano tutte le cartografie del PAI inerenti la SR17BIS:

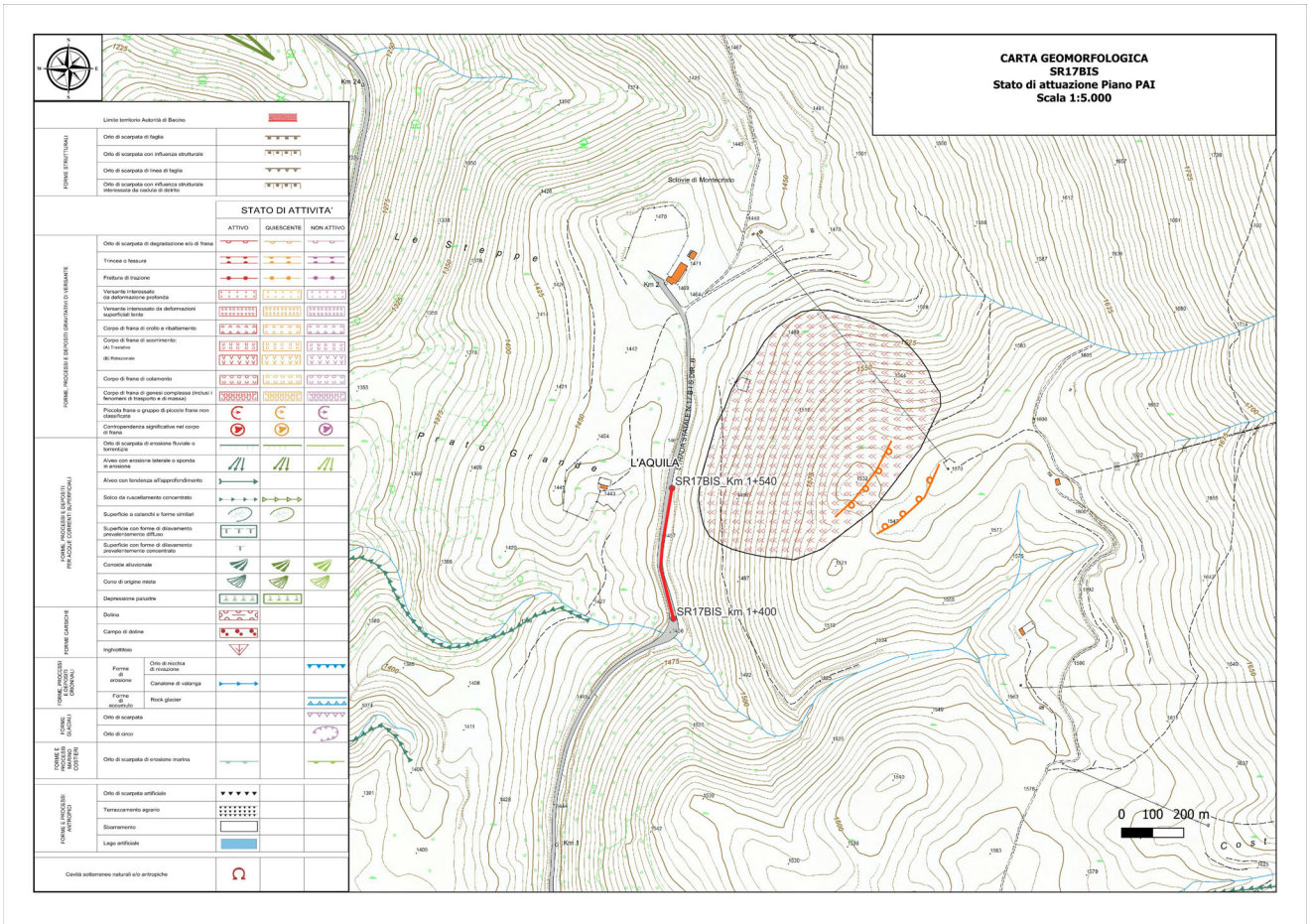


Figura 12:Stralcio Carta Geomorfologica PAI per la SR17BIS.

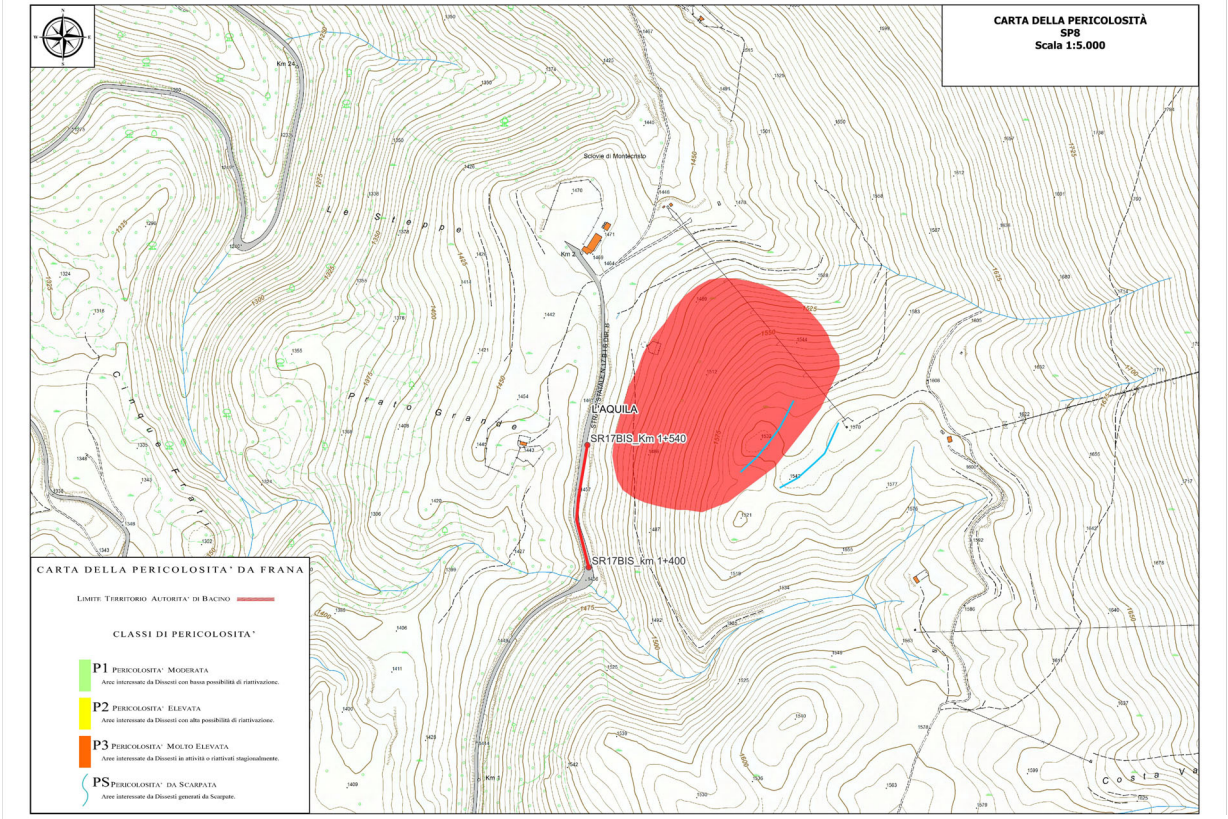


Figura 13: Stralcio Carta della Pericolosità PAI in corrispondenza del tratto della SR17bis di interesse.

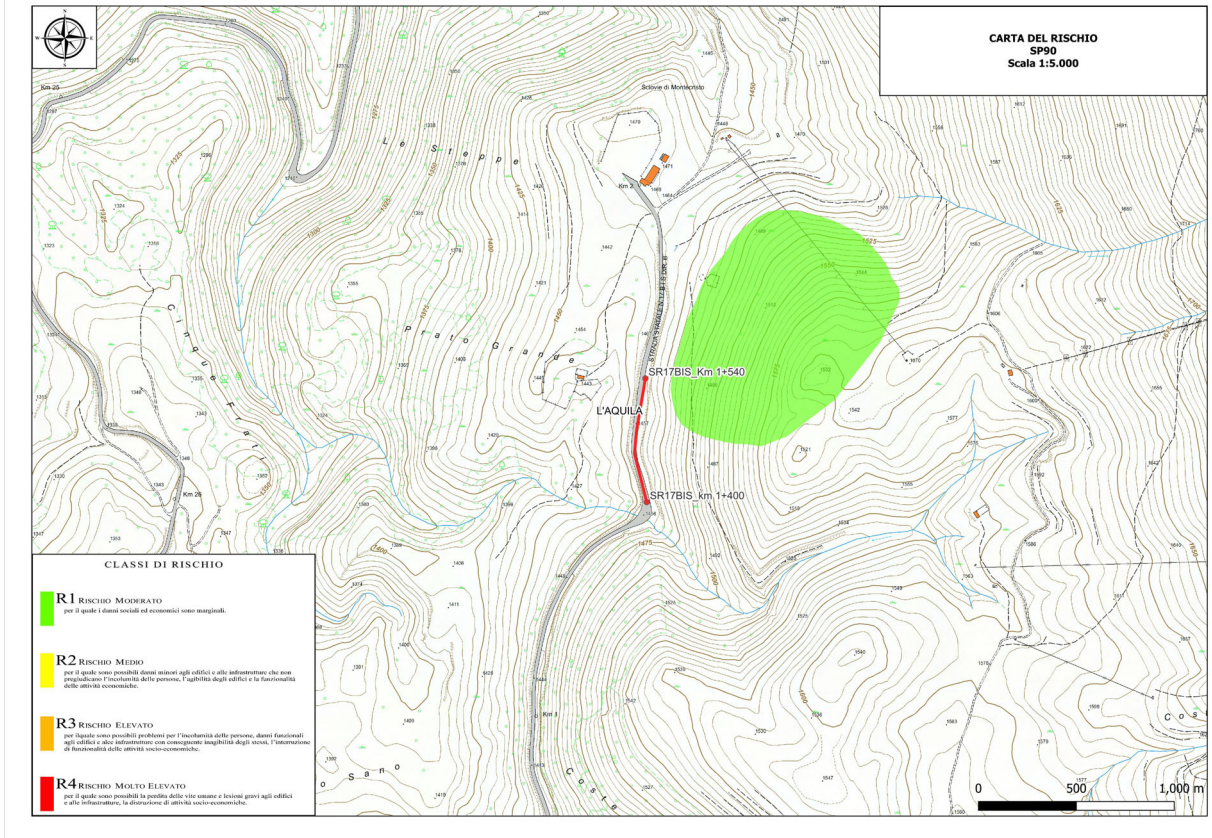


Figura 14: Stralcio carta del rischio PAI in corrispondenza del tratto della SR17bis di interesse.

Con D.G.R n. 559 del 13.09.2021, è stata approvata dalla Giunta Regionale la Carta di Localizzazione dei Pericoli da Valanga (C.L.P.V.) in scala 1:25.000, per i comuni con superficie a quota superiore a 1000 metri s.l.m. e con pendenza non inferiore a 25°. La Carta è stata elaborata in due successive fasi, corrispondenti alla fotointerpretazione condotta su fotografie aeree (cartografata con il colore arancio) ed alla successiva indagine diretta sul terreno alla ricerca di tracce oggettive lasciate dal passaggio delle valanghe (cartografata con il colore viola). Queste due fasi sono state avvalorate/integrate con indagini d'archivio e testimonianze dirette degli eventi occorsi.

N.B. La Carta contiene solo quanto conosciuto al momento della sua redazione e non fornisce indicazioni sulla frequenza e sull'intensità dei fenomeni: essa è un prodotto cartografico destinato unicamente alla perimetrazione delle aree potenzialmente pericolose e non è in alcun modo un documento destinato alla previsione del grado di rischio valanghivo.

Dalla consultazione della Carta di Localizzazione dei pericoli da Valanga (C.L.P.V.) si evince che la SR17BIS è posta in prossimità di un'area interessata da valanghe. Di seguito lo stralcio cartografico di interesse:

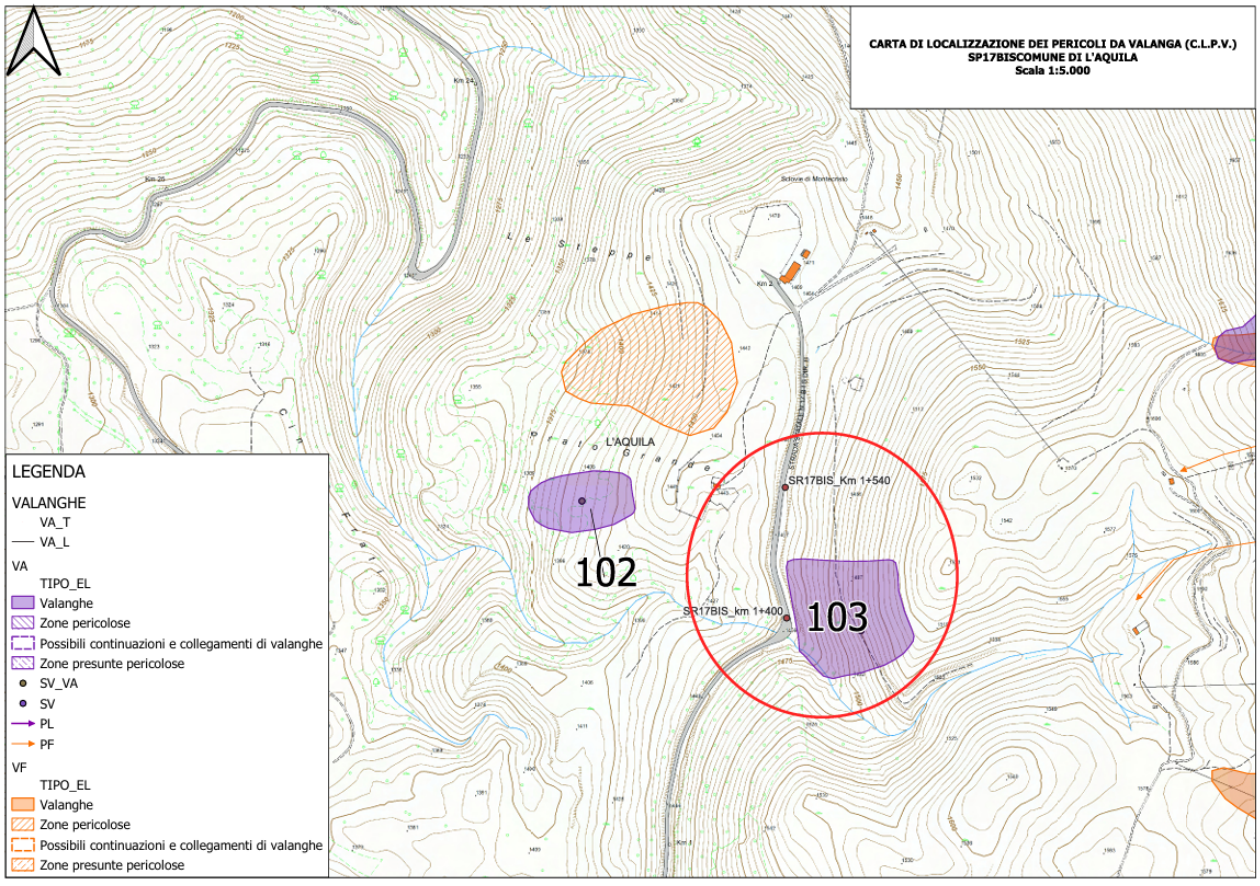


Figura 15: Stralcio Carta C.L.P.V. Regione Abruzzo per la SR17BIS.

6. CARATTERI IDROLOGICI ED IDROGEOLOLOGICI

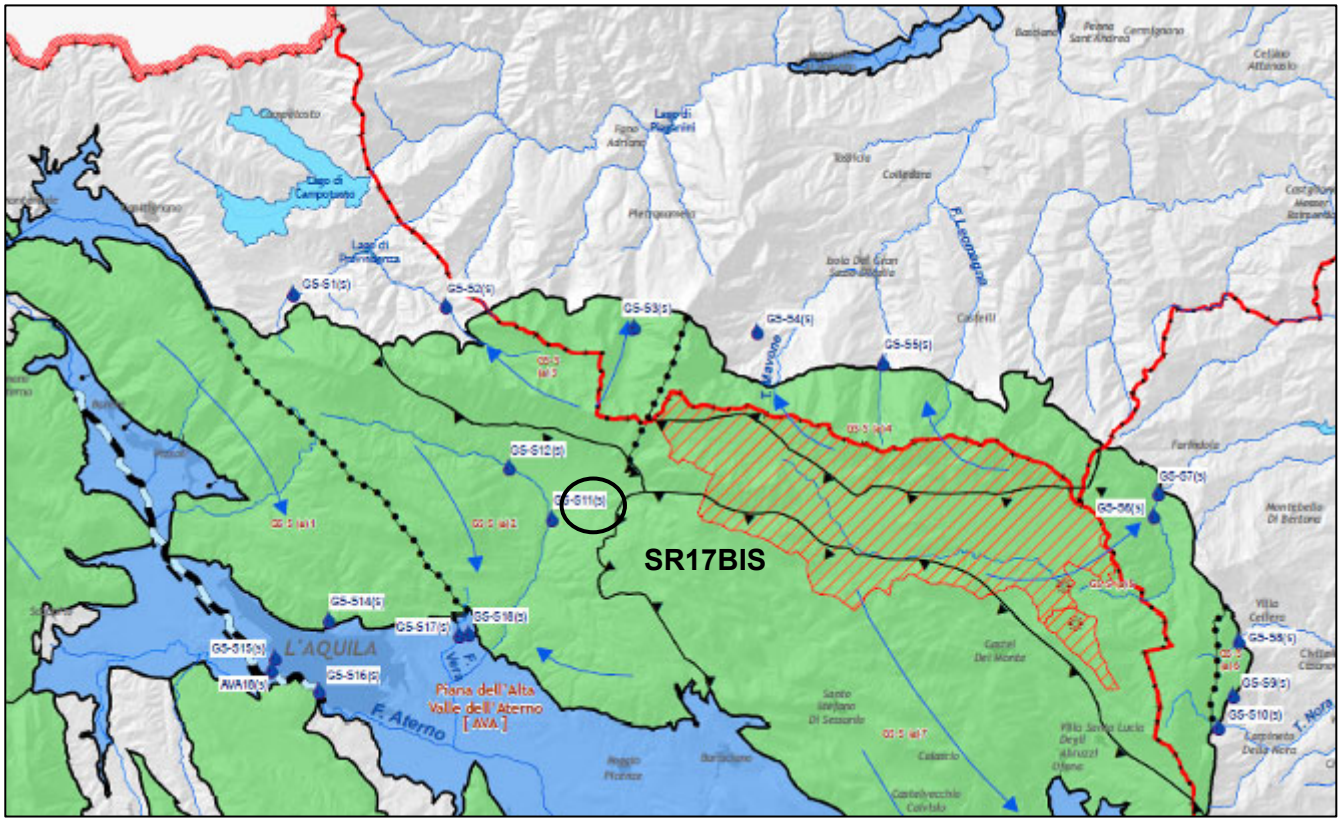
L’idrogeologia del versante meridionale del Gran Sasso d’Italia, una delle principali catene montuose dell’Appennino centrale, è particolarmente complessa e interessante per via della sua struttura geologica, morfologia e del ruolo fondamentale che svolge nell’alimentazione delle risorse idriche della regione.

Geologicamente, la zona è dominata da rocce carbonatiche mesozoiche (calcari e dolomie) molto fratturate, che costituiscono un grande acquifero carsico.

Le unità impermeabili (flysch e marne) affiorano nei settori più bassi, costituendo il fondo e i margini dell'acquifero.

Si tratta principalmente di un acquifero carsico fratturato, con una forte permeabilità secondaria dovuta a fratturazione e carsismo. Inoltre, la presenza di faglie e lineamenti tettonici influenza notevolmente i flussi idrico sotterraneo. L’acquifero alimenta così le numerose sorgenti poste a quote inferiori, spesso localizzate lungo contatti litologici o linee di faglia.

L’idrografia della porzione meridionale del Gran Sasso è caratterizzata da una rete di drenaggio discontinua con torrenti a regime stagionale, e da una forte interazione tra superficie e sottosuolo dovuta alla litologia carbonatica e carsica del massiccio. Questa zona comprende bacini fluviali montani, sorgenti, e aree di impluvio che drenano verso la Conca Aquilana e il Fiume Aterno come visibile dalla carta dell’idrografia superficiale riportata nelle successive pagine.



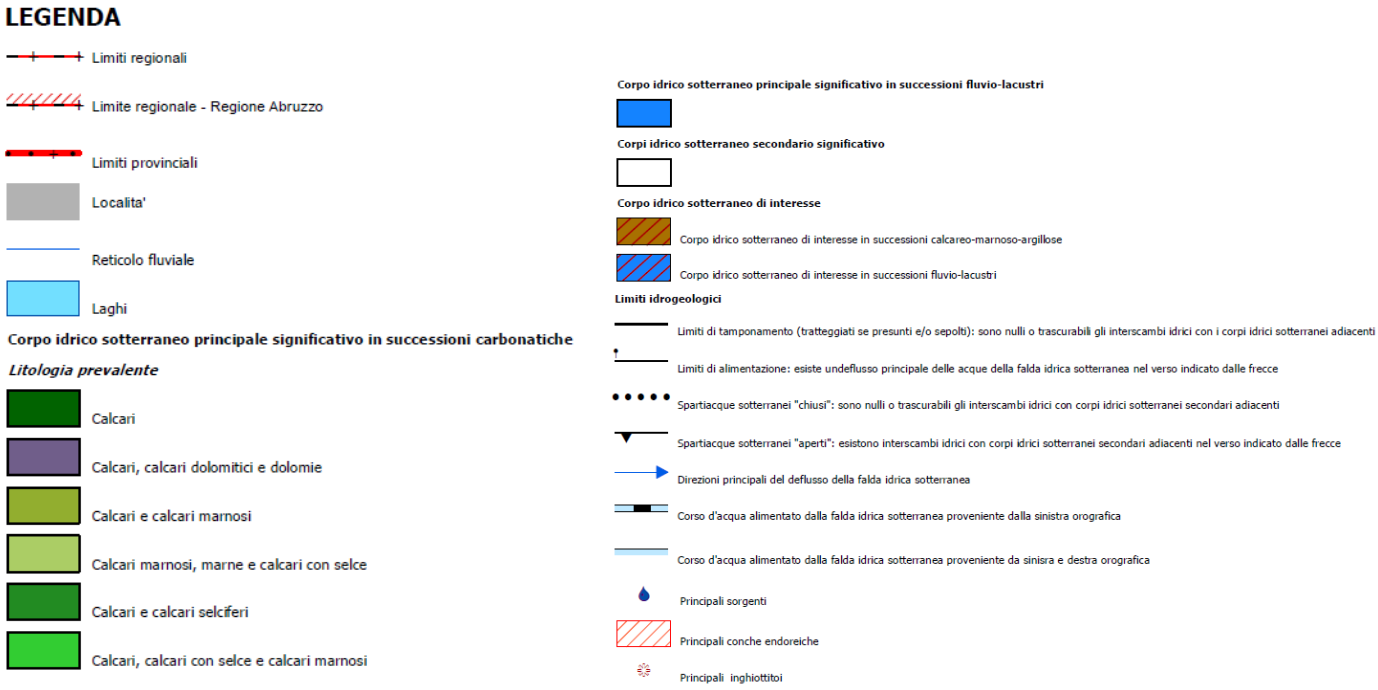


Figura 16: Stralcio Carta Idrogeologica dell' Abruzzo. Tratta dal PTA della Regione Abruzzo. Con il cerchio nero è indicata l'area in studio.

La SR17BIS attraversa versanti montuosi frammentati da fratture e lineamenti tettonici su rocce carbonatiche e con depositi impermeabili inferiori.

Questa conformazione, coadiuvata dalle elevate pendenze caratteristiche delle zone in studio, favorisce fenomeni di scorrimento rapido ed infiltrazione sotterranee con elevata vulnerabilità alla saturazione durante gli eventi pluviometrici intensi.

In tali condizioni possono generarsi, caduta massi nelle porzioni rocciose esposte e maggiormente fratturate, trasporto di detriti superficiali che rappresentano, insieme alle valanghe, i fattori di rischio a cui è esposta la SR17BIS.

7. LITOSTRATIGRAFIA DEI TERRENI E LORO CARATTERISTICHE FISICO – MECCANICHE

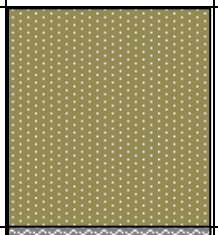
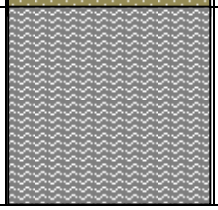
Come anticipato in premessa, per la definizione puntuale dell'assetto litostratigrafico e delle sue caratteristiche fisico meccaniche è stato eseguito un rilievo geologico-geomorfologico in sito ed è stata eseguita una campagna di indagine sito specifica che ha previsto l'esecuzione in due prove penetrometriche dinamiche super pesanti ubicate in corrispondenza della sede stradale. Mentre per l'assegnazione della categoria di sottosuolo è stata eseguita un'indagine sismica di tipo MASW.

Di seguito si riporta una breve descrizione degli orizzonti stratigrafici, dall'alto verso il basso, presenti nell'area in studio:

- **DEPOSITO SUPERFICIALE**
  Costituito da detrito di versante con clasti calcarei eterometrici in matrice limosa. Lo spessore dell'unità è variabile tra 1,50 e 2,50 m.
- **FORMAZIONE DI BASE**
  Costituita da Calcareniti bioclastiche con intercalazioni di micriti bianche e selce nera. Si presenta molto fratturata. Presenti oltre i 2,50 m dal p.c.

Di seguito si riporta il modello geotecnico del tratto in studio della Sr17bis a cui il progettista può fare riferimento per le considerazioni di carattere tecnico.

PROFILO LITOSTRATIGRAFICO E MODELLO GEOLOGICO - TECNICO

PROFONDITÀ	PROFILO STRATIGRAFICO	DESCRIZIONE	PARAMETRI GEOTECNICI
0,0 m 1,50-2,50 m		**COPERTURE** Costituito da clasti di natura calcarea in matrice limosa	γ = 19,20 kN/m^3 $\varnothing$ = 27° Cu = 40,00÷51,00 kPa c' = 0,00 kPa E' = 5.000,00 kPa
>2,50 m		**FORMAZIONE DI BASE** Costituita da Calcareniti bioclastiche con intercalazioni di micriti bianche e selce nera. Si presenta molto fratturata	γ= 24,50 KN/m^3 $\varnothing$ = 35° Cu= 0,0 KPa c' = 150,0 KPa E' = 80.000 kPa

Dove:
γ = peso di volume; ϕ = angolo di attrito; Cu = coesione non drenata; c' = coesione efficace;

E'= modulo elastico

Non è stata riscontrata la presenza di falda acquifera fino alla profondità di indagine.

8. SISMICITA' DELL'AREA E CLASSIFICAZIONE DEI TERRENI DI FONDAZIONE

8.1 SISMICITÀ STORICA

L'area di studio, dal punto di vista geodinamico, si presenta particolarmente attiva, anche alla luce delle recenti attività tettoniche delle strutture presenti nell'area.

Tale attività, a scala regionale, ancora in atto ed è visibile nella cartografia allegata in basso. Tutto il settore aquilano, è stato colpito da numerosi eventi sismici in epoca storica che hanno provocato numerosi danni a persone e cose, fino alla recente crisi sismica culminata nel terremoto del 6 aprile 2009. Di essi si ha riscontro certo a partire dal 1300.

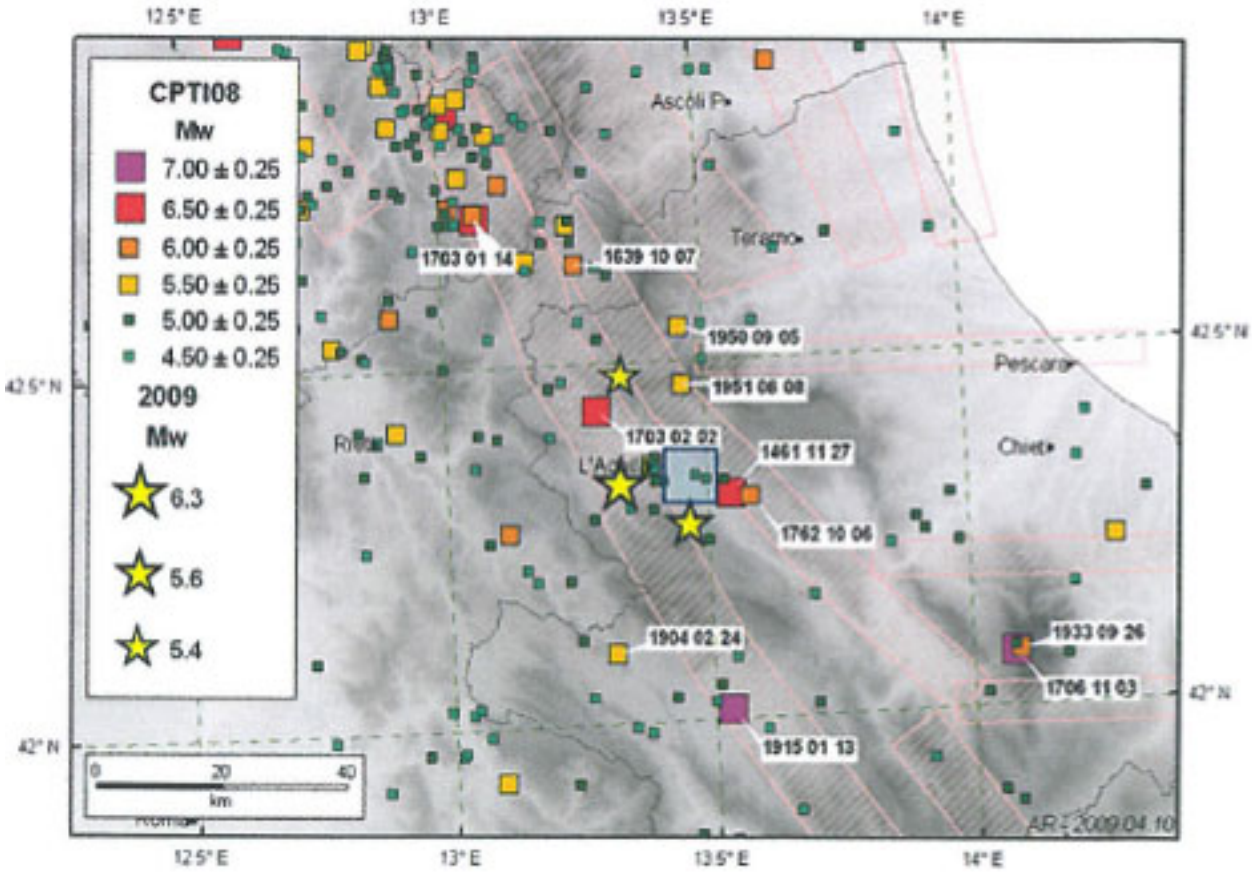


Figura 17– Principali eventi sismici fino al 2008.

8.2 La Crisi Sismica Del 6 Aprile 2009

Il 6 Aprile 2009 alle ore 3:32 la zona di L'Aquila è stata colpita da un forte terremoto di magnitudo M pari a 5,8 della scala Richter, corrispondente a 6,3 della scala Mercalli. Tre eventi di M>5 si sono avuti il 6 aprile (5.8), il 7 aprile (5.3) e il 9 aprile (5.1). i terremoti di magnitudo compresa tra 3,5 e 5 sono stati in totale 31, ma complessivamente le scosse conteggiate sono state oltre 20.000. la distribuzione superficiale degli epicentri ha delineato l'area coinvolta, che si estende per oltre 30 Km in direzione NW – SE, parallelamente all'asse della catena appenninica e all'allungamento della conca dell'Aquila. I terremoti della sequenza sono avvenuti principalmente nella crosta superiore, entro 10 – 12 Km di profondità. I dati raccolti concordano nell'identificare la struttura responsabile della scossa principale come una faglia con movimento diretto che si estende per circa 15 Km in direzione NO – SE ed immersione SO e la cui estensione in superficie si localizza in corrispondenza della faglia di Paganica, che ha manifestato, infatti, il verificarsi di effetti cosismici di superficie.

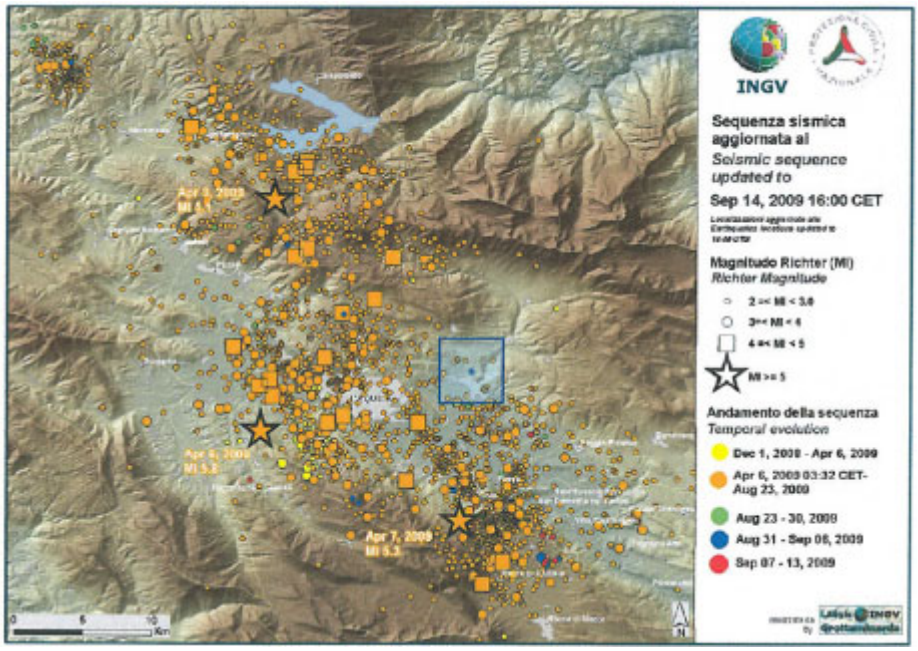


Figura 18 – Sequenza sismica terremoti relativi all'area di L'Aquila.

Al fine di individuare e ricostruire la storia sismica del territorio comunale in esame è stata effettuata una ricerca all'interno del database macrosismico italiano 2015, DBMI15 dell'INGV, indicando come area di riferimento L'Aquila . Sono stati così identificati terremoti aventi intensità "Is" compresa tra 6-7 e 3; tra i terremoti storici più significativi risentiti nell'area si possono mettere in evidenza quello del 1950 del Gran Sasso di intensità 6-7 della scala MCS. Si precisa che i dati riportati nelle tabelle seguenti sono riferiti ad un intervallo di tempo compreso tra il 1000 e il 2009. Si evidenzia che l'intensità macrosismica rilevata in corrispondenza del terremoto dell'Aquila del 2009 è pari a 5, inferiore alla soglia del danno.

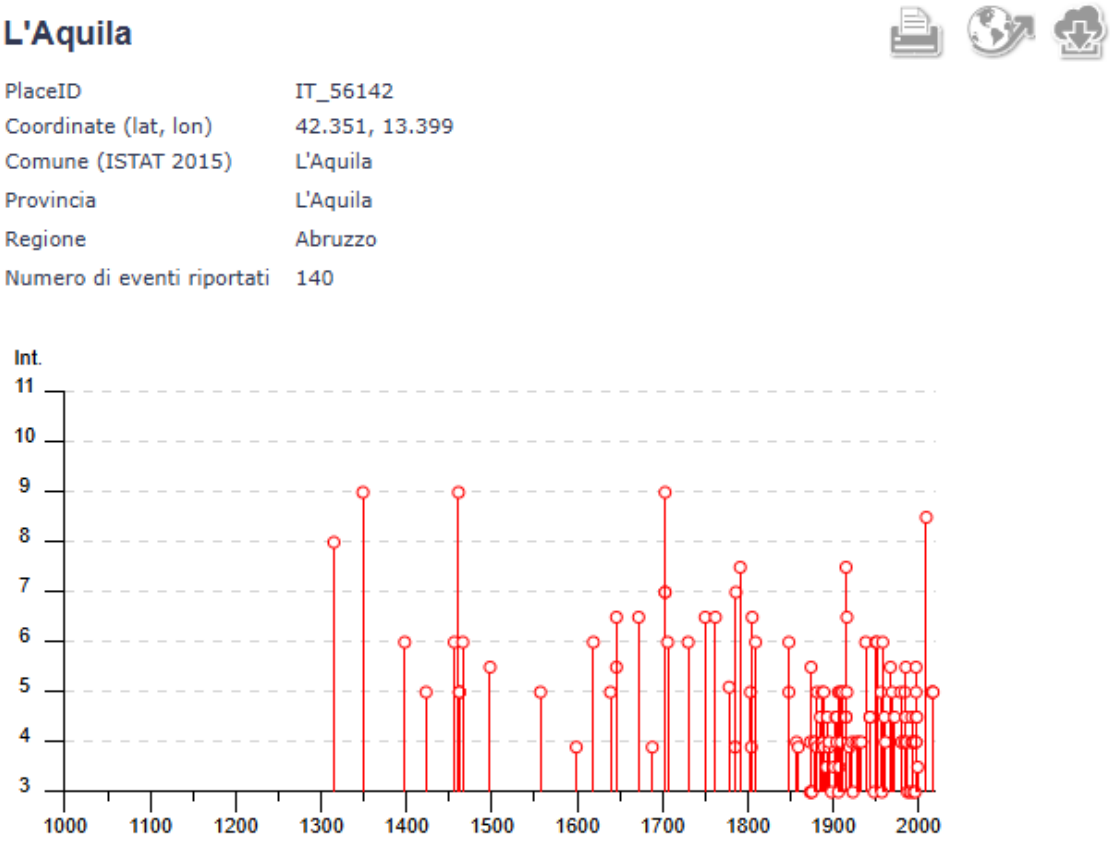


Figura 19 - Grafico illustrante la storia sismica dell'Aquila dal 1000 ad oggi. Sulle ascisse sono riportate le intensità sismiche (Is) dei terremoti rilevati, mentre sulle ordinate sono riportati i riferimenti temporali espresso in anni, (http://emidius.mi.ingv.it/DBMI15/query_place/).

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
9	1349	09	09				Appennino laziale-abruzzese	17	9	6.27
9	1461	11	27				Aquilano	8	10	6.50
9	1703	02	02	11	05		Aquilano	69	10	6.67
8-9	2009	04	06	01	32	4	Aquilano	316	9-10	6.29
8	1315	12	03				Aquilano	4	8	5.56
7-8	1791	01					L'Aquila	1	7-8	5.33
7-8	1915	01	13	06	52	4	Marsica	1041	11	7.08
7	1703	01	14	18			Valnerina	197	11	6.92
7	1703	01	16	13	30		Appennino laziale-abruzzese	22		
7	1786	07	31				Aquilano	7	6	4.89
6-7	1646	06	19	03			L'Aquila	1	6-7	4.86
6-7	1672	06	08	17	30		Monti della Laga	10	7-8	5.33
6-7	1750	02	01				Aquilano	1	6-7	4.86
6-7	1762	10	06				Aquilano	13	8	5.54
6-7	1805	07	26	21			Molise	220	10	6.68
6-7	1916	04	22	04	33		Aquilano	9	6-7	5.09
6	1398	04	03				Aquilano	2	6	4.63
6	1456	12	05				Appennino centro-meridionale	199	11	7.19
6	1466	12	20	11			Aquilano	2	5	4.16
6	1619	07	07	22			Aquilano	5	7-8	5.33
6	1706	11	03	13			Maiella	99	10-11	6.84
6	1730	05	12	05			Valnerina	115	9	6.04
6	1809	08	14	11			Aquilano	1	6	4.63
6	1848	12					L'Aquila	4	6	4.63
6	1938	08	12	02	28	3	Appennino laziale-abruzzese	55	5-6	4.56
6	1950	09	05	04	08		Gran Sasso	386	8	5.69
6	1951	08	08	19	56		Gran Sasso	94	7	5.25
6	1958	06	24	06	07		Aquilano	222	7	5.04

Figura 20 - Storia sismica dell'Aquila dal 1000 ad oggi degli eventi con Is> 6 (Database macrosismico italiano DBMI11 - Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (http://emidius.mi.ingv.it/DBMI15/query_place/).

8.3 CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO REGIONALE

In seguito al ripetersi di eventi sismici calamitosi che hanno investito anche zone ritenute e classificate con la 64/74 non sismiche, per una ridefinizione del rischio sismico, è stata emanata, in data 20 Marzo 2003, l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" pubblicata sulla G.U. n. 105 del 8.5.2003. Alla stessa è allegata la nuova classificazione sismica del territorio nazionale, articolata in quattro

zone, a sismicità alta, media e bassa. Con Deliberazione n. 425 del 15 luglio 2024, la Giunta Regionale ha preso atto e adottato la nuova classificazione sismica della Regione Abruzzo, elaborata dal Servizio Prevenzione dei rischi di protezione civile dell'Agenzia regionale di PC e approvata con Decreto del Presidente della Giunta regionale n. 4 dello scorso 5 luglio. In base alla riclassificazione sismica del territorio, il Comune dell'Aquila è classificato come **Zona 1**.

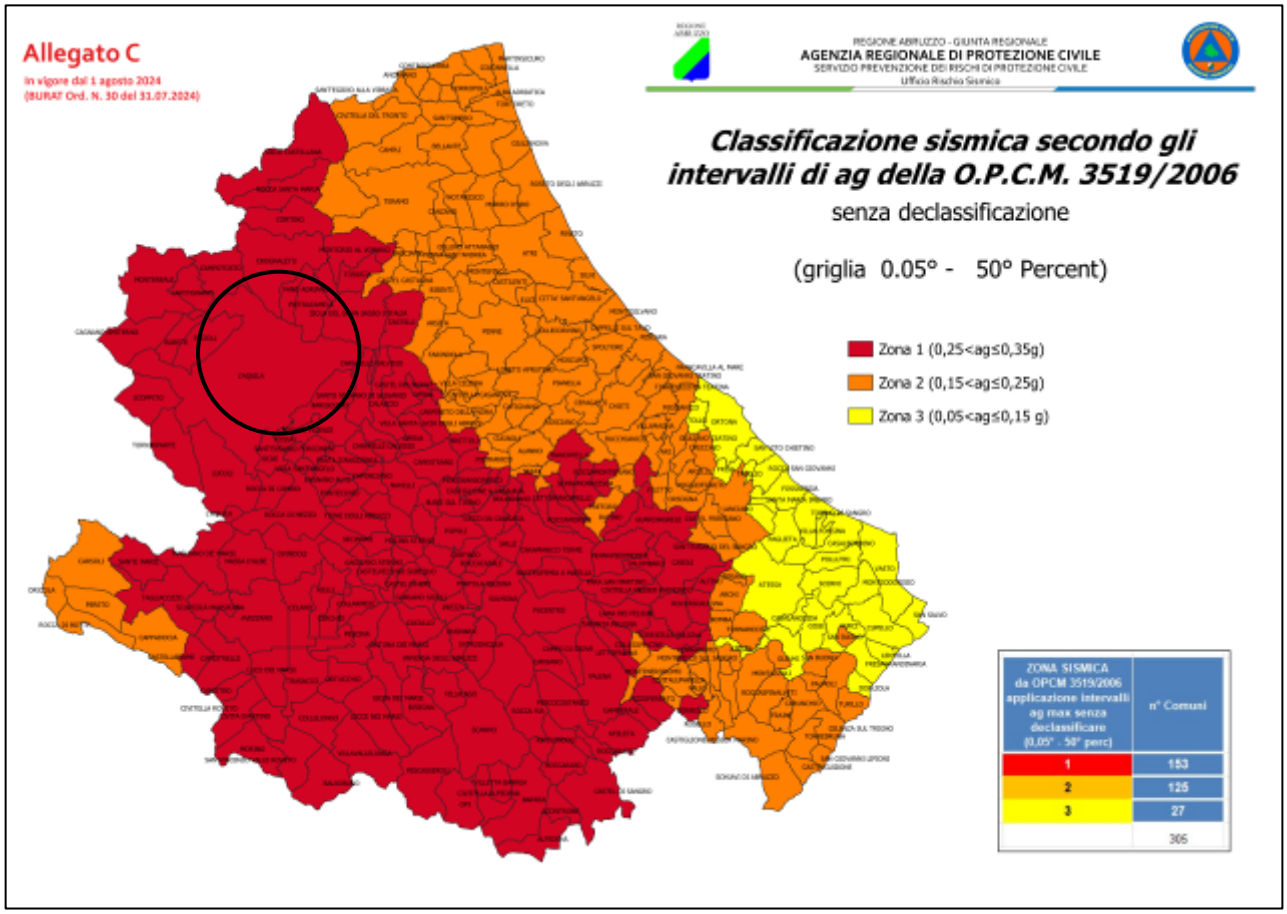


Figura 21:Mappa della classificazione sismica della Regione Abruzzo.

8.1 CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE

Il Decreto Ministeriale 17 Gennaio 2018 recante “Norme Tecniche per le Costruzioni” raccoglie in modo unitario le norme nazionali che disciplinano la progettazione, l‘esecuzione ed il collaudo delle costruzioni al fine di garantire criteri univoci di sicurezza e pubblica incolumità.

In particolare, per quanto di nostra competenza, nel decreto sono definiti i modelli per la descrizione delle azioni agenti sulle strutture con particolare riferimento all’azione sismica.

Come indicato nel Decreto, le azioni sismiche di progetto sono definite sulla base della “pericolosità sismica di base”, caratteristica del sito di costruzione.

Questa è funzione di diversi parametri:

- $\mathbf{a_g}$ accelerazione orizzontale massima del sito;
- $\mathbf{F_o}$ valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $\mathbf{T_c}$ periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Allo stato attuale ai fini della definizione dell’azione sismica di progetto la normativa definisce le seguenti categorie di sottosuolo a cui si può fare riferimento per valutare la risposta sismica locale:

A *Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti, con spessore massimo pari a 3,0 m.

B Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 e 800 m/s.

C Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiore a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 e 360 m/s.

D Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.

E Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C e D, con profondità del substrato non superiore a 30 metri.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, Vs, eq (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^{N} \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

con:

h_i	spessore dell'i-esimo strato;
$V_{S,i}$	velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;
N	numero di strati;
H	profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da Vs non inferiore a 800 m/s.

Per l'assegnazione della categoria di sottosuolo di fondazione si è fatto riferimento ai risultati dell'indagine geofisica di tipo MASW pregressa, dalla cui elaborazione è emerso un valore di $Vs_{,eq(0.0\text{-}30.0m)}$ uguale a **491 m/s,** per cui al sito di progetto è possibile attribuire una **categoria di sottosuolo "B"**.

L'andamento dello spettro di risposta elastico, oltre che dalla litologia, è anche influenzato dalle condizioni topografiche del sito in esame. Queste ultime sono definite e classificate come mostrato nella tabella seguente.

CATEGORIA	CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i≤ 15°
T2	Pendii con inclinazione media i > 15°
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media 15°≤ i ≤ 30°
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media i > 30°

Per quanto riguarda la categoria topografica, come emerge dalla osservazione della carta delle pendenze, 4**”.**

Nella definizione della pericolosità sismica di base è importante evidenziare il comportamento dei valori di ag/g. Nel sito ufficiale dell’INGV, attraverso l'applicazione Webgis, è possibile visualizzare tali valori. In accordo con l'Allegato 7 OPCM 3907/2010, questi sono espressi con rettangoli colorati (in corrispondenza dei nodi della maglia di riferimento) in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno (ag), con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferiti a suoli rigidi orizzontali (Vs_{30} > 800 m/s). Per il territorio comunale dell’ Aquila il valore di ***ag =0.261 g***.

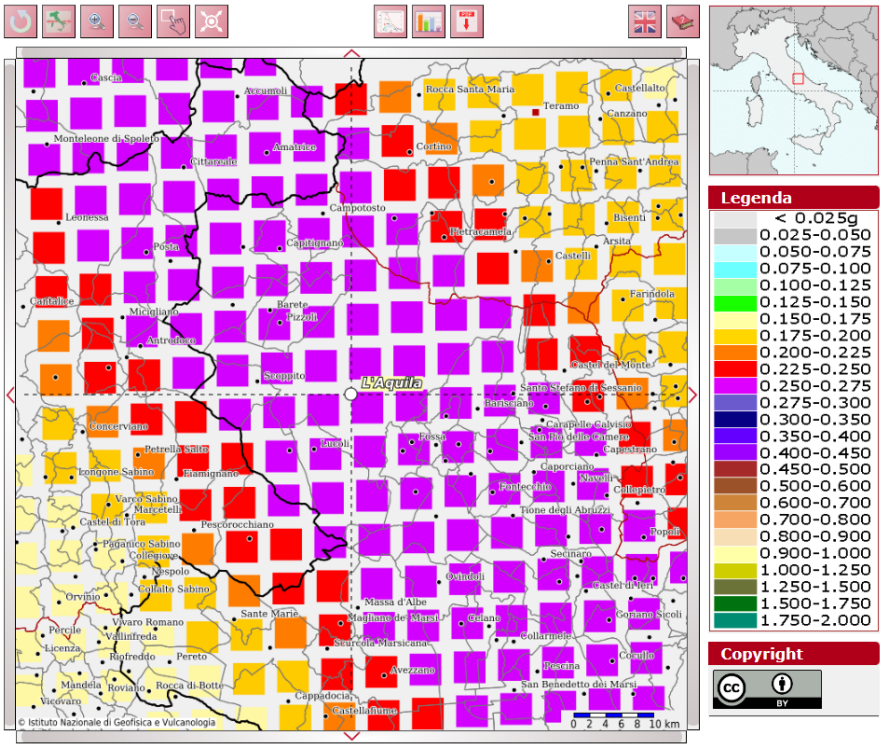
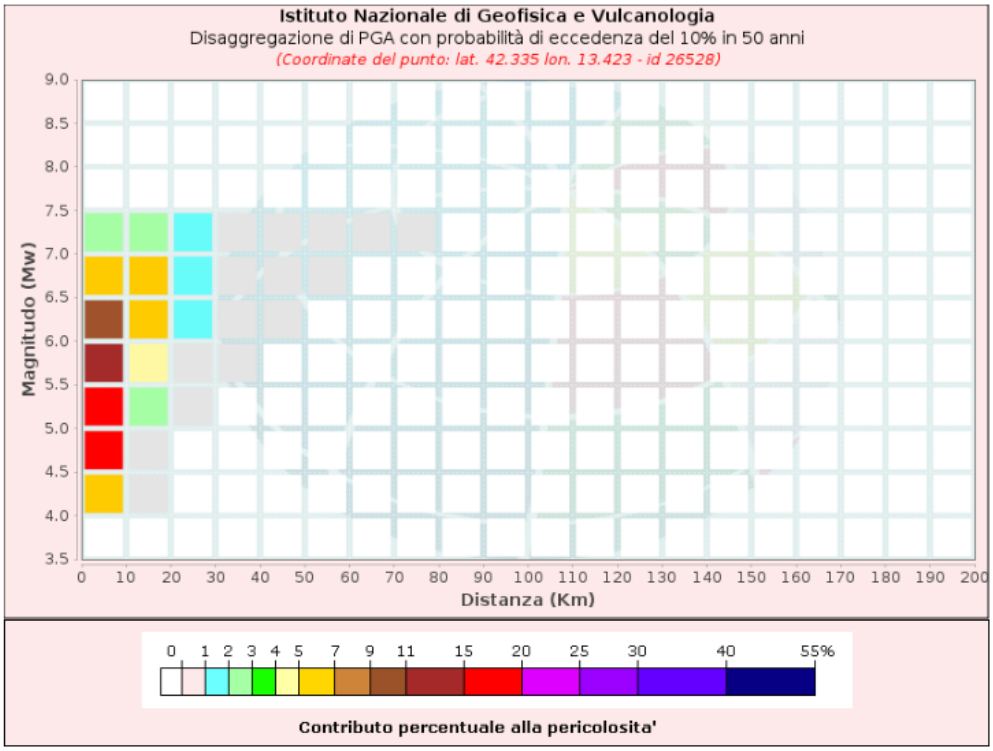


Figura 22 - Mappa interattiva di pericolosità sismica (INGV).



Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto: lat. 42.335 lon. 13.423 - id 26528)											
Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	5.8400	16.9000	17.2000	14.4000	10.2000	6.1900	2.5200	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	0.0119	0.6220	2.3400	4.2500	5.3000	5.1600	2.9900	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0000	0.0000	0.0113	0.4050	1.2100	1.8300	1.4400	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0030	0.1350	0.3790	0.3980	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0040	0.0771	0.1280	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0084	0.0415	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0095	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0006	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.72	7.97	0.981

Figura 23 Valori di disaggregazione dei parametri sismici dell'area.

Si precisa inoltre che per l'elaborazione del presente elaborato non è stato possibile consultare lo Studio di Microzonazione Sismica di I Livello del territorio comunale in quanto l'area rientra in una zona non compresa all'interno dello studio.

9. CONCLUSIONI

Nella presente relazione si sono esposti i risultati di uno studio geologico, geomorfologico, geologico-tecnico, idrogeologico e sismico eseguito nel territorio comunale de L'Aquila a supporto del progetto di " **INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA E DI ADEGUAMENTO FUNZIONALE DELLE STRADE PROVINCIALI –INTERVENTO FUNZIONALE 1: SUB-INTERVENTO 1.2-SR17BIS DELLA FUNIVIA DEL GRAN SASSO E DI CAMPO IMPERATORE**".

La SR17BIS è ubicata nel territorio comunale dell'Aquila, nella porzione nord-orientale, ove sono state riscontrate criticità puntuali riconducibili in prima istanza alla sua collocazione geografica in corrispondenza dell'area montuosa del massiccio del Gran Sasso.

Secondo quanto riportato nella relazione tecnica l'asse viario in studio presenta un rischio molto elevato per quanto riguarda l'evoluzione dei fenomeni valanghivi e sono state rilevate criticità inerenti l'inadeguatezza di alcune barriere stradali. In particolare, lungo la SR17Bis, sono stati individuati diffusi interventi finalizzati alla mitigazione del rischio valanghe in prossimità del piazzale Rifugio Montecristo.

Pertanto, a fronte delle problematiche riscontrate sui due assi viari, al fine di definire puntualmente l'assetto stratigrafico e definire le caratteristiche fisico meccaniche dei depositi presenti è stata eseguita una campagna di indagine la quale ha previsto l'esecuzione di due prove penetrometriche dinamiche super pesanti (DPSH) ed uun'indagine sismica di tipo MASW. Tali prove, eseguite a tergo dell'infrastruttura stradale, sono state spinte rispettivamente fino alla profondità di 3,40 e 4,20 m dal p.c.

L'analisi delle risultanze delle indagini congiuntamente al rilievo geologico di dettaglio ha consentito la definizione del modello geologico-tecnico di sottosuolo sintetizzato al paragrafo 7.0 del presente elaborato al quale il progettista può fare riferimento.

La SR17BIS è inserita in un contesto montano caratterizzato da pendenze variabili dai 40°ai 60°, e quote altimetriche pari a circa 1450 m s.l.m..

Data dunque la sua collocazione geografica e morfologica la SR17bis presenta criticità riconducibili a frane, smottamenti, crolli di rocce e valanghe che possono riversarsi sulle careggiate stradali creando non pochi disagi.

Dalla consultazione delle carte tematiche del Piano Stralcio di Bacino della Regione Abruzzo (AUBAC dell'Appennino Centrale) emerge che il tratto stradale di interesse non sono direttamente interessati da perimetrazioni. Tuttavia è bene precisare che poco a monte del tratto della SR17bis in studio è presente una deformazione profonda attiva.

Inoltre, dalla consultazione della Carta di Localizzazione dei pericoli da Valanga (C.L.P.V.) si evince che la SR17BIS è molto prossima ad un'area interessata da valanghe.

Dalla consultazione della Cartografia del Regio Decreto n. 30 del 1923, emerge la presenza di un vincolo idrogeologico, di cui si riporta uno stralcio relativo all'area di studio in allegato.

L'idrografia superficiale dell'area è dominata da fossi e impluvi che plasmano la topografia dell'area.

Dalla consultazione della Carta della Pericolosità da Alluvione (PSDA) redatta nell'ambito del Piano PAI dall'Autorità di Bacino distrettuale dell'Appennino Centrale (AUBAC) emerge che l'area di progetto non è interessata da alcuna perimetrazione.

Sismicamente il territorio comunale dell'Aquila risulta classificato come Zona sismica 1. In particolare, come da Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri numero 3907 del 13 Novembre 2010, la pericolosità sismica di base, espressa in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno "ag" per il tempo di ritorno di 475 anni, per il territorio comunale di ag è pari a 0.261 g.

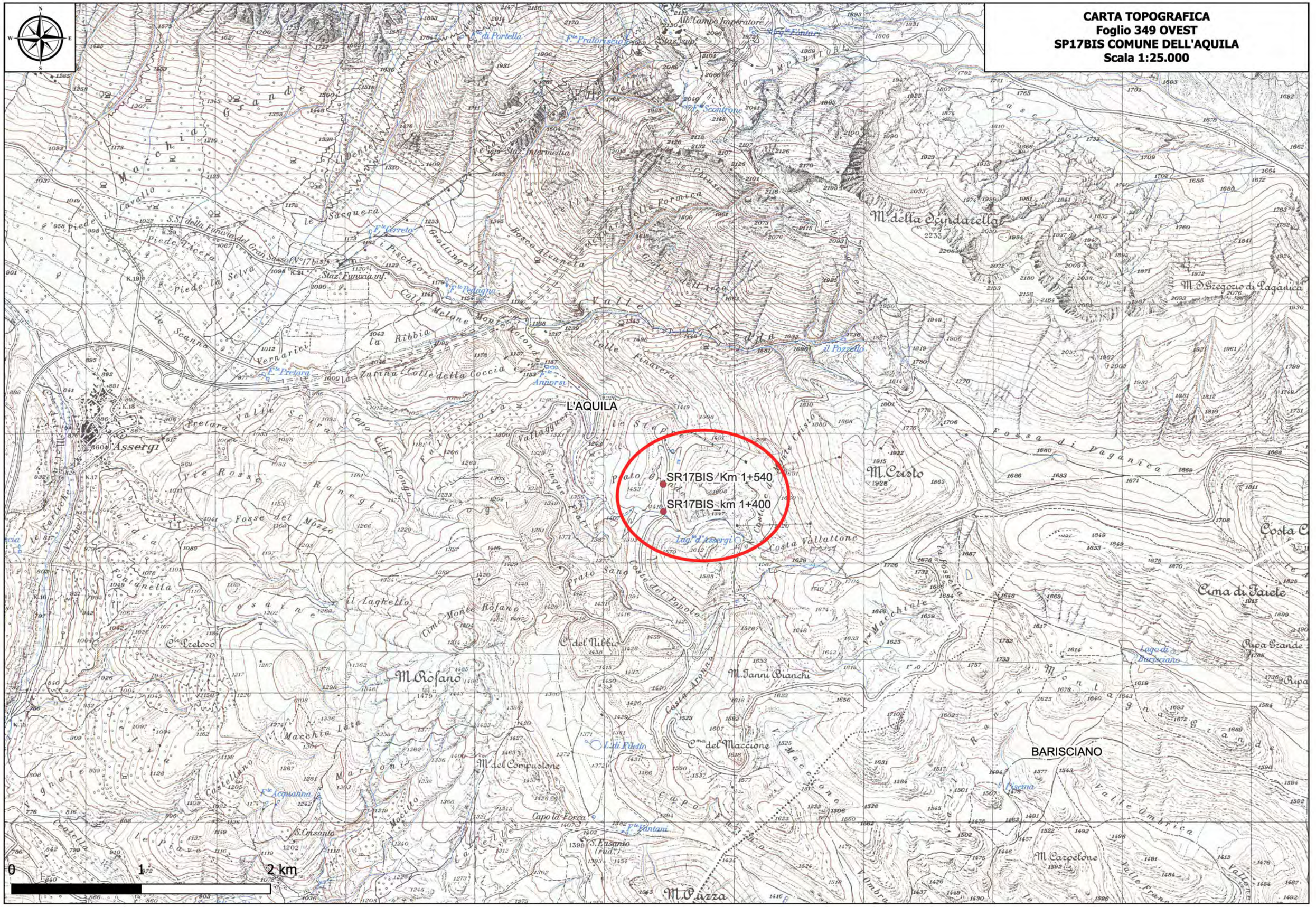
Per l'assegnazione della categoria di sottosuolo di fondazione, dall'elaborazione dell'indagine sismica di tipo MASW eseguita nelle immediate vicinanze dell'area in studio, è emerso un valore di $VS_{eq(0.0\text{-}30.0\ m)}$ pari a 491 m/s, per cui al sito di progetto è possibile attribuire una categoria di sottosuolo "B". Per quanto riguarda la categoria topografica, come emerge dall'osservazione della carta delle pendenze e dai sopralluoghi eseguiti, essendo le pendenze comprese tra i 40° e i 60°, si attribuisce all'area una categoria topografica "T4".

Il Progettista, per le sue valutazioni di carattere tecnico, può fare riferimento al modello geologico e geotecnico e ai parametri fisico – meccanici riportati al capitolo 7.0 della presente relazione.

ALLEGATI

- CARTA TOPOGRAFICA (SCALA 1:50.000)
- CARTA COROGRAFICA (SCALA 1:5.000)
- CARTA GEOLOGICA (CARG, SCALA 1:50.000)
- CARTA GEOMORFOLOGICA (PAI, SCALA 1:5.000)
- CARTA DELLA PERICOLOSITÀ PAI, SCALA 1:5.000)
- CARTA DEL RISCHIO (PAI, SCALA 1:5.000)
- CARTA DI LOCALIZZAZIONE DEI PERICOLI DA VALANGA (C.L.P.V)
- CARTA DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA (PSDA, FUORI SCALA)
- CARTA DEL VINCOLO IDROGEOLOGICO
- RAPPORTO DI INDAGINE SR17BIS
- SEZIONE LITOSTRAITGRAFICA

CARTA TOPOGRAFICA
Foglio 349 OVEST
SP17BIS COMUNE DELL'AQUILA
Scala 1:25.000



CARTA COROGRAFICA
Elemento n. 349144 Comune di L'Aquila
SCALA 1:50.000

SR17BIS_Km 1+540
L'AQUILA

SR17BIS_km 1+400

Km 24
Km 26
Km 2
Km 1

Sciovie di Montecristo

STRADA STATALE N.17 BIS DIR.B

Le Stoppe

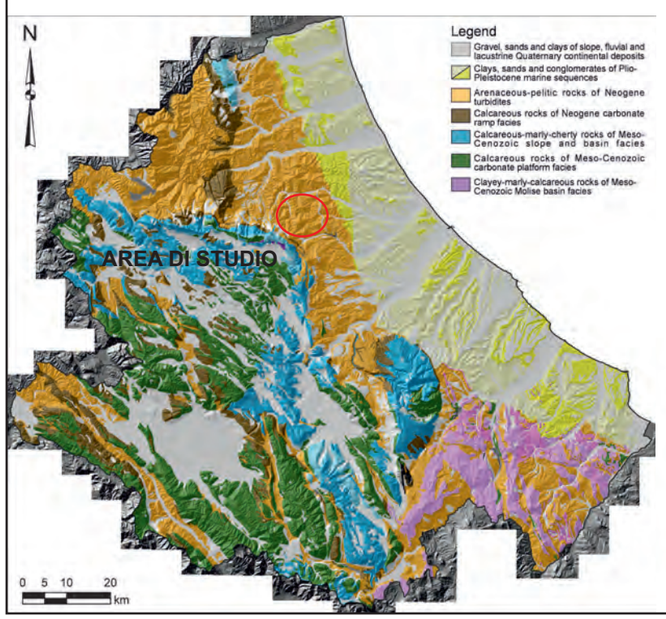
Prato Grande

Cinque Fratelli

Prato Sano

Costa





- strati diritti
- strati orizzontali
- strati verticali
- strati rovesciati
- strati contorti
- stria di faglia
- elemento lineare primario (groove cast)
- elemento lineare primario (flute cast)
- specchio di faglia inclinato
- contatto stratigrafico
- contatto stratigrafico inconforme
- faglia
- faglia diretta
- faglia con prevalente componente trascorrente
- faglia sinsedimentaria
- faglia transtensiva con prevalente componente trascorrente
- sovrascorrimento principale
- sovrascorrimento di importanza minore
- traccia di superficie assiale di anticlinale
- traccia di superficie assiale di sinclinale
- filone sedimentario
- orlo di terrazzo fluviale
- cono detritico
- conoide alluvionale o da debris flow
- cordone morenico
- circo glaciale
- argine detritico di nevaio (Protalus Rampart)
- rock glacier
- *slumping* intraformazionale non cartografabile
- trincea di deformazione gravitativa profonda
- deformazione gravitativa profonda di versante
- zona cataclastica
- dolina
- sondaggio esplorativo
- orlo di scarpata di cava
- cava attiva e inattiva
- orlo di scarpata di frana
- traccia di sezione geologica

Sovrassegni delle facies sedimentarie quaternarie

- a1 deposito di frana
- a deposito di versante
- a deposito di versante a grossi blocchi
- a3 detrito di falda
- a3 detrito di falda a grossi blocchi
- b deposito alluvionale e fluvio-glaciale sabbioso
- b deposito alluvionale e fluvio-glaciale ghiaioso
- bs deposito alluvionale e fluvio-glaciale sabbioso-ghiaioso
- b2 coltre eluvio colluviale e prodotti eluviali
- c1 till indifferenziato
- c7 deposito crionivale
- e3 deposito palustre limoso-ghiaioso

CARTA GEOLOGICA
(Stralcio Foglio 349 “Gran Sasso” Carta Geologica d’Italia scala 1:50.000) Comune dell’Aquila -SR17BIS

LEGENDA

olo

DEPOSITI OLOCENICI

Depositi di versante (a) e detriti di falda (a_3) con clasti poligenici calcarei o arenacei, eterometrici, fino a grossi blocchi, matrice calcarea o siltoso-sabbiosa e cementazione generalmente scarsa. Spessore 20-30 metri.
Depositi di piana alluvionale (b), talora terrazzati (b_s), costituiti da sabbie, ghiaie e limi, con livelli e lenti di argille localmente con livelli torbosi e paleosuoli sepolti, e depositi di conoide alluvionale (Campo Imperatore) con ghiaie e blocchi di dimensioni da metriche a centimetriche, poligenici, da sub-angolosi ad arrotondati, con intercalazioni di sabbie e limi-sabbiosi. Lo spessore non supera i 5-10 metri.
Coltri eluvio colluviali siltoso-sabbiose e argillose con clasti centimetrici arenacei e calcarei e sottili paleosuoli sepolti (b_2). Spessore 5-10 m.
Depositi prevalentemente palustri dati da sottili alternanze di *silt* calcarei biancastri, ghiaie fini e sabbie (e_3). Spessore stimabile in 5-10 m.
Till indifferenziato molto grossolano che costituisce le morene frontali e di ritiro del Ghiacciaio del Calderone (c_1). Spessore 30-40 m.
Depositi crionivali caotici grossolani, costituiti da blocchi, con scarsa matrice tipici di *rock glaciers*, *protalus rampart* o nivomorene (c_7). Spessore 5-10 m.
Depositi di frana (a_1). Lo spessore varia in funzione delle litologie coinvolte e della tipologia di movimento. Giacciono in discordanza sul sintema più antico.
OLOCENE – attuale

SCAGLIA DETRITICA

SCZ4
SCZ4a

membro micritico con selce nera (SCZ_4)
Micriti bianche in strati centimetrici con globotruncane e livelli di selce scura (nerastra-rossiccia) e livelli calcarenitici (*grainstone-packstone*) bioclastici (SCZ_{4a}), con frammenti di echinidi, bivalvi, coralli e rudiste, di colore bianco/verdino. Dalla parte sommitale della biozona a *Rotalipora* e *Orbitolina* a parte della biozona a *Whiteinella* e *Radiolitidae* di Chiocchini et *alii* (2006).
CENOMANIANO p.p. - TURONIANO p.p

CALCARENITI E CALCIRUDITI A FUCOIDI

Fenomeni di *slumping*, *pebbly mudstone* e zonazioni più detritiche, calcareniti bianche con orbitoline caratterizzano tutta la successione. Lo spessore è variabile tra i 60 e i 160 metri. L’ambiente di formazione è di base di scarpata dalla biozona a *Murichoedbergella planispira* a parte della biozona a *Dicarinella algeriana*, secondo gli schemi di Premoli Silva & Verga (2004); da parte della biozona a *Hedbergella* e *Orbitolina* alla biozona a *Rotalipora* e *Orbitolina*, secondo gli schemi di Chiocchini et *alii* (2006).
ALBIANO p.p. CENOMANIANO p.p.

CCF3

membro superiore (CCF_3)
Calcareniti e calciruditi bioclastiche da fini a grossolane, di colore chiaro, in strati decimetrici con abbondanti frammenti di rudiste e orbitoline . Al passaggio con la formazione della scaglia, diminuisce la componente detritica a vantaggio di *wackestone* grigi, con screziature rosso/brunastre, in strati medi e fini alternati a livelli sottili di selce nera, spesso accompagnate da clasti rossi e bioclasti. Da un intervallo compreso tra la biozona a *Rotalipora globotruncanoides* e la biozona a *Rotalipora greenhornensis* a un intervallo compreso all’interno della biozona a *Dicarinella algeriana* degli schemi di Premoli Silva & Verga (2004). Parte superiore della biozona a *Rotalipora* e *Orbitolina*, secondo gli schemi di Chiocchini *et alii* (2006).
CENOMANIANO p.p.

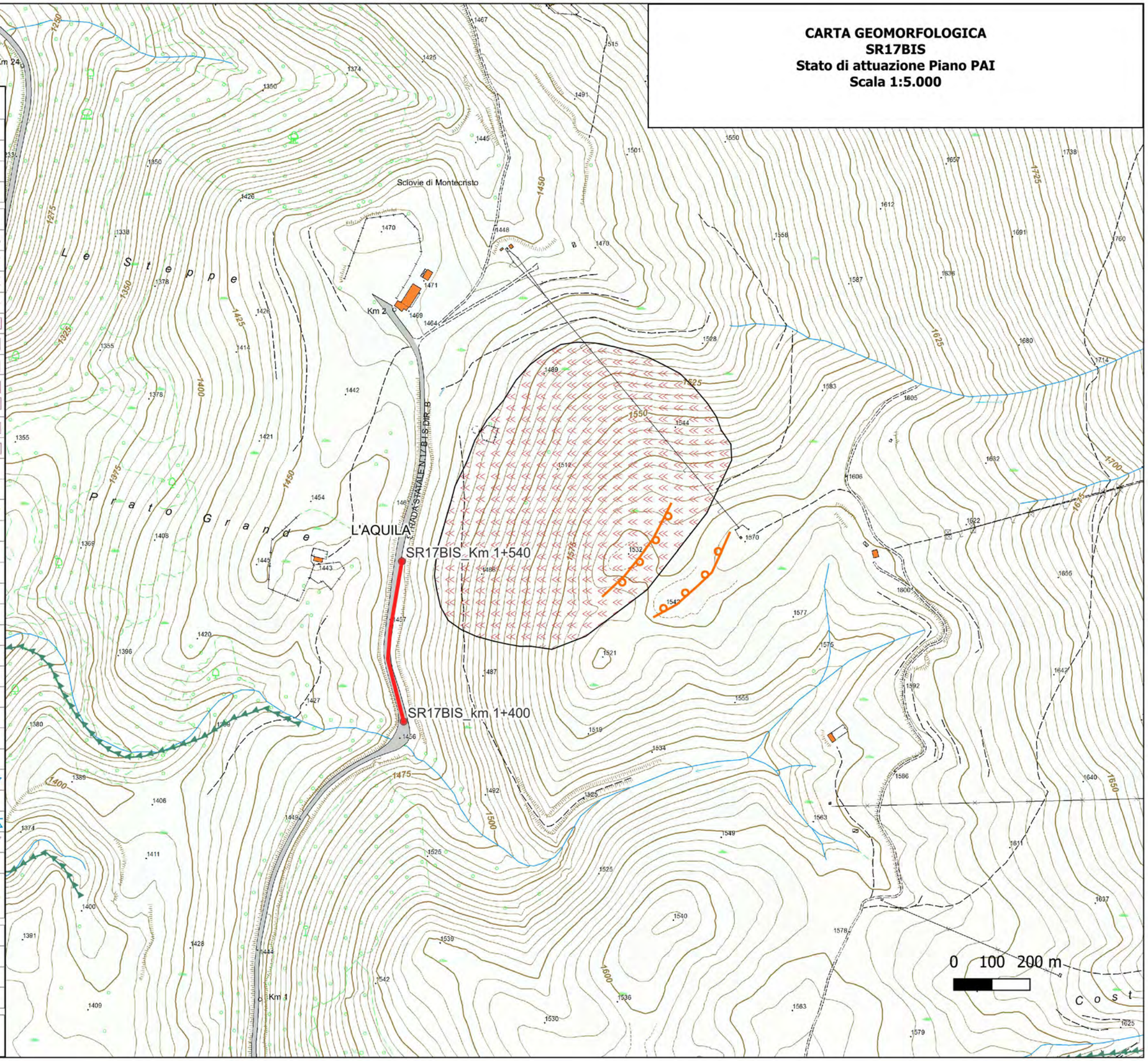
CCF2

membro intermedio (CCF_2)
Packstone calcarenitici e calciruditici, pulverulenti, a matrice marnosa verdastra con frammenti di molluschi e di rudiste e calcari marnosi fogliettati con bioturbazioni e tracce di limivori (fucoidi). Dalla biozona a *Rotalipora appenninica* ad un intervallo compreso tra la biozona a *Rotalipora globotruncanoides* e la biozona a *Rotalipora greenhornensis*, degli schemi di Premoli Silva & Verga (2004). Dalla parte superiore della biozona a *Hedbergella* e *Orbitolina* alla parte media della biozona a *Rotalipora* e *Orbitolina*, secondo gli schemi di Chiocchini *et alii* (2006).
ALBIANO p.p. - CENOMANIANO p.p.

CCF1

CARTA GEOMORFOLOGICA
SR17BIS
Stato di attuazione Piano PAI
Scala 1:5.000

		STATO DI ATTIVITA'		
		ATTIVO	QUIESCENTE	NON ATTIVO
	Limite territorio Autorità di Bacino			
FORME STRUTTURALI	Orlo di scarpata di faglia			
	Orlo di scarpata con influenza strutturale			
	Orlo di scarpata di linea di faglia			
	Orlo di scarpata con influenza strutturale interessata da caduta di detrito			
FORME: PROCESSI E DEPOSITI GRAVITATIVI DI VERSANTE	Orlo di scarpata di degradazione e/o di frana			
	Trincea o fessura			
	Frattura di trazione			
	Versante interessato da deformazione profonda			
	Versante interessato da deformazioni superficiali lente			
	Corpo di frana di crollo e ribaltamento			
	Corpo di frana di scorrimento: (A) Traslativo / (B) Rotazionale			
	Corpo di frana di colamento			
	Corpo di frana di genesi complessa (inclusi i fenomeni di trasporto e di massa)			
	Piccola frana o gruppo di piccole frane non classificate			
	Contropendenza significativa nel corpo di frana			
FORME, PROCESSI E DEPOSITI PER ACQUE CORRENTI SUPERFICIALI	Orlo di scarpata di erosione fluviale o torrentizia			
	Alveo con erosione laterale o sponda in erosione			
	Alveo con tendenza all'approfondimento			
	Solco da ruscellamento concentrato			
	Superficie a calanchi e forme similari			
	Superficie con forme di dilavamento prevalentemente diffuso			
	Superficie con forme di dilavamento prevalentemente concentrato			
	Conoide alluvionale			
	Cono di origine mista			
	Depressione palustre			
FORME CARSICHE	Dolina			
	Campo di doline			
	Inghiottitoio			
FORME PROCESSI E DEPOSITI CRIONIVALI	Forme di erosione: Orlo di nicchia di nivazione			
	Forme di erosione: Canalone di valanga			
	Forme di accumulo: Rock glacier			
FORME GLACIALI	Orlo di scarpata			
	Orlo di circo			
FORME E PROCESSI MARINO COSTIERI	Orlo di scarpata di erosione marina			
FORME E PROCESSI ANTROPICI	Orlo di scarpata artificiale			
	Terrazzamento agrario			
	Sbarramento			
	Lago artificiale			
	Cavità sotterranee naturali e/o antropiche			



CARTA DELLA PERICOLOSITÀ
SP8
Scala 1:5.000

Km 24

Sciovie di Montecristo

Km 2

L'AQUILA

SR17BIS_Km 1+540

SR17BIS_km 1+400

Km 1

STR. STATALE N.17 BIS DIR. B

L e S t e p p e

P r a t o G r a n d e

C i n q u e M i g l i a

C o s t a V a

CARTA DELLA PERICOLOSITA' DA FRANA

LIMITE TERRITORIO AUTORITA' DI BACINO

CLASSI DI PERICOLOSITA'

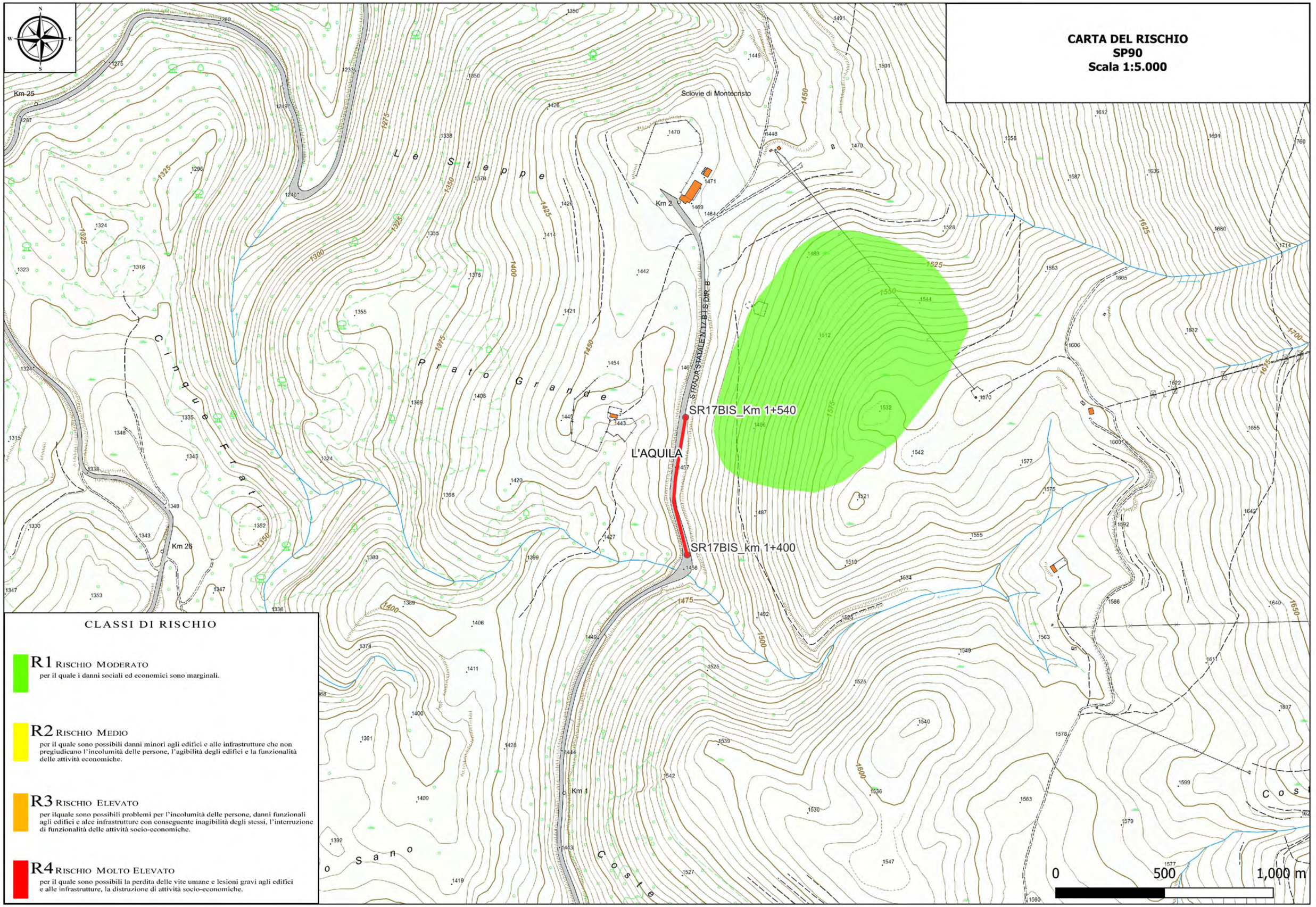
P1 PERICOLOSITA' MODERATA
Aree interessate da Dissesti con bassa possibilità di riattivazione.

P2 PERICOLOSITA' ELEVATA
Aree interessate da Dissesti con alta possibilità di riattivazione.

P3 PERICOLOSITA' MOLTO ELEVATA
Aree interessate da Dissesti in attività o riattivati stagionalmente.

PS PERICOLOSITA' DA SCARPATA
Aree interessate da Dissesti generati da Scarpate.

CARTA DEL RISCHIO
SP90
Scala 1:5.000



CLASSI DI RISCHIO

R1 RISCHIO MODERATO
per il quale i danni sociali ed economici sono marginali.

R2 RISCHIO MEDIO
per il quale sono possibili danni minori agli edifici e alle infrastrutture che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche.

R3 RISCHIO ELEVATO
per ilquale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alce infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, l'interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche.

R4 RISCHIO MOLTO ELEVATO
per il quale sono possibili la perdita delle vite umane e lesioni gravi agli edifici e alle infrastrutture, la distruzione di attività socio-economiche.

CARTA DI LOCALIZZAZIONE DEI PERICOLI DA VALANGA (C.L.P.V.)
SP17BISCOMUNE DI L'AQUILA
Scala 1:5.000

LEGENDA

VALANGHE
- VA_T
- VA_L

VA
- TIPO_EL
- Valanghe
- Zone pericolose
- Possibili continuazioni e collegamenti di valanghe
- Zone presunte pericolose
- SV_VA
- SV
- PL
- PF

VF
- TIPO_EL
- Valanghe
- Zone pericolose
- Possibili continuazioni e collegamenti di valanghe
- Zone presunte pericolose

102

103

SR17BIS_Km 1+540

SR17BIS_km 1+400

Km 24

Km 25

Km 2

Km 1

Le Steppe

Prato Grande

L'AQUILA

Sciovie di Montecristo

STRADALE N.17 BIS DIR. B

MISURE DI SALVAGUARDIA
BACINO PESCARA - DS 145/2025
SP17BISI-SP86 COMUNE DELL'AQUILA
Scala 1:50.000

SP86

SR17BIS_Km 1+540

SR17BIS_km 1+400

L'AQUILA

BARISCIANO

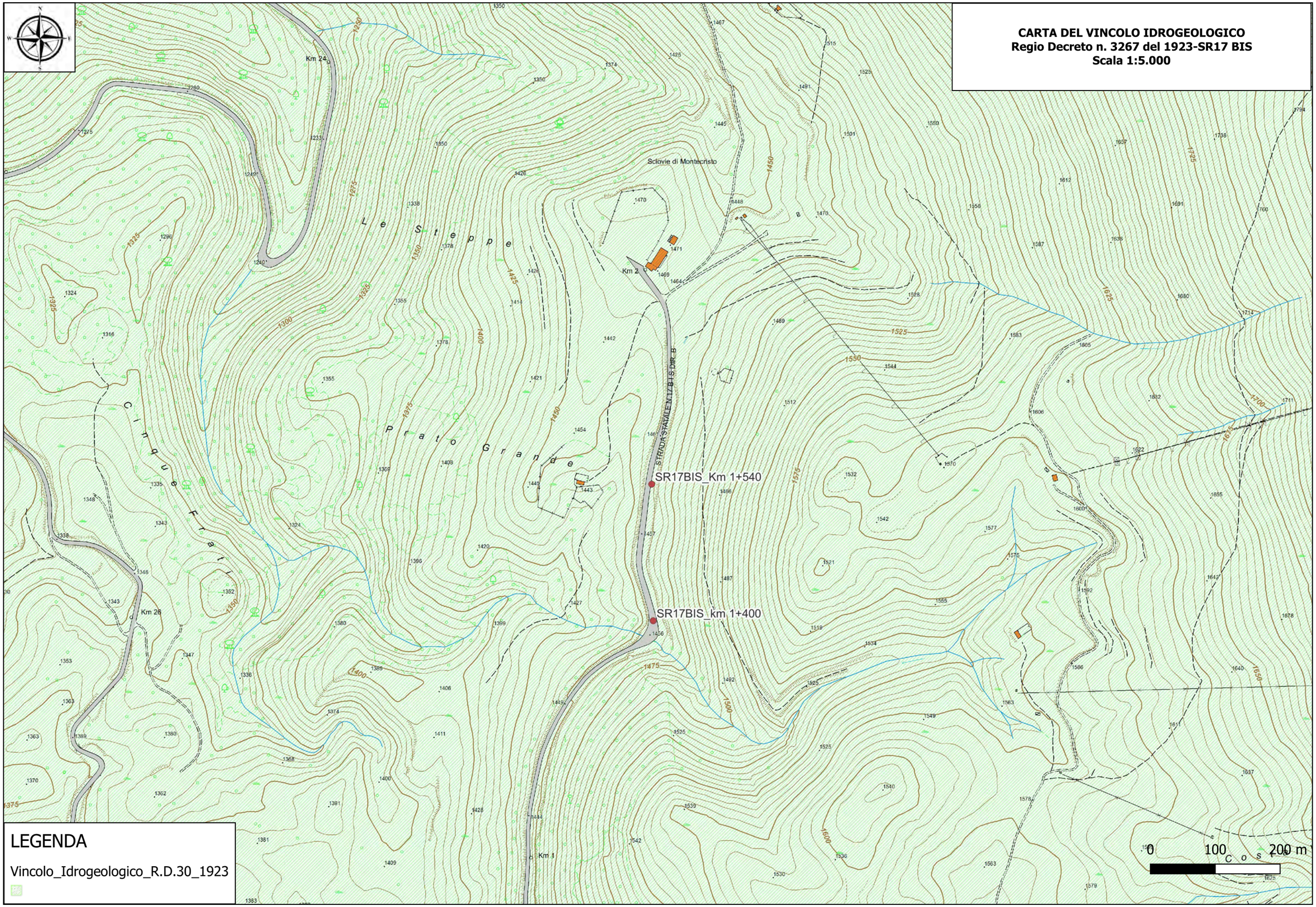
Legenda

Classi di pericolosità idraulica [Q50 - Q100 - Q200] (*)

Pericolosità molto elevata h50 > 1m v50 > 1m/s	Reticolo idrografico
Pericolosità elevata 1m > h50 > 0.5 m h100 > 1m v100 > 1m/s	
Pericolosità media h100 > 0m	
Pericolosità moderata h200 > 0m	

(*) Pericolosità idraulica. Per ogni riga il verificarsi di almeno una delle condizioni riportate, in assenza delle condizioni delle righe immediatamente superiori, sancisce l'appartenenza alla classe di pericolosità idraulica

CARTA DEL VINCOLO IDROGEOLOGICO
Regio Decreto n. 3267 del 1923-SR17 BIS
Scala 1:5.000



LEGENDA

Vincolo_Idrogeologico_R.D.30_1923

AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DELL'AQUILA
- SETTORE VIABILITÀ -

INDAGINI GEOGNOSTICHE

INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA E DI ADEGUAMENTO FUNZIONALE DELLE STRADE PROVINCIALI

CUP: F37H24000030001 CIG: B7C5D453D0

SUB-INTERVENTO 1.2 – SR17BIX-DIRB

agosto 2025

RAPPORTO D'INDAGINE



GEO L'AQUILA s.r.l. – via Casella n.14 - 67100 L'Aquila

Sede operativa: Via San Clemente – Fossa (AQ) - 0862 755102

Nel presente rapporto sono riportati i risultati dell'indagine geognostica eseguita per conto dell'***Amministrazione Provinciale Dell'Aquila - Settore Viabilità*** propedeutica al *Sub-intervento 1.2* nell'ambito degli "I*nterventi di messa in sicurezza e di adeguamento funzionale delle strade provinciali"* lungo la S.R. 17bis-DirB.

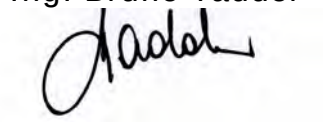
L'indagine, condotta con la direzione tecnica del professionista incaricato dalla committenza, è consistita nell'esecuzione di n.2 prove penetrometriche dinamiche.

Le prove penetrometriche dinamiche sono state eseguite con penetrometro dinamico superpesante tipo Pagani TG 63-200.

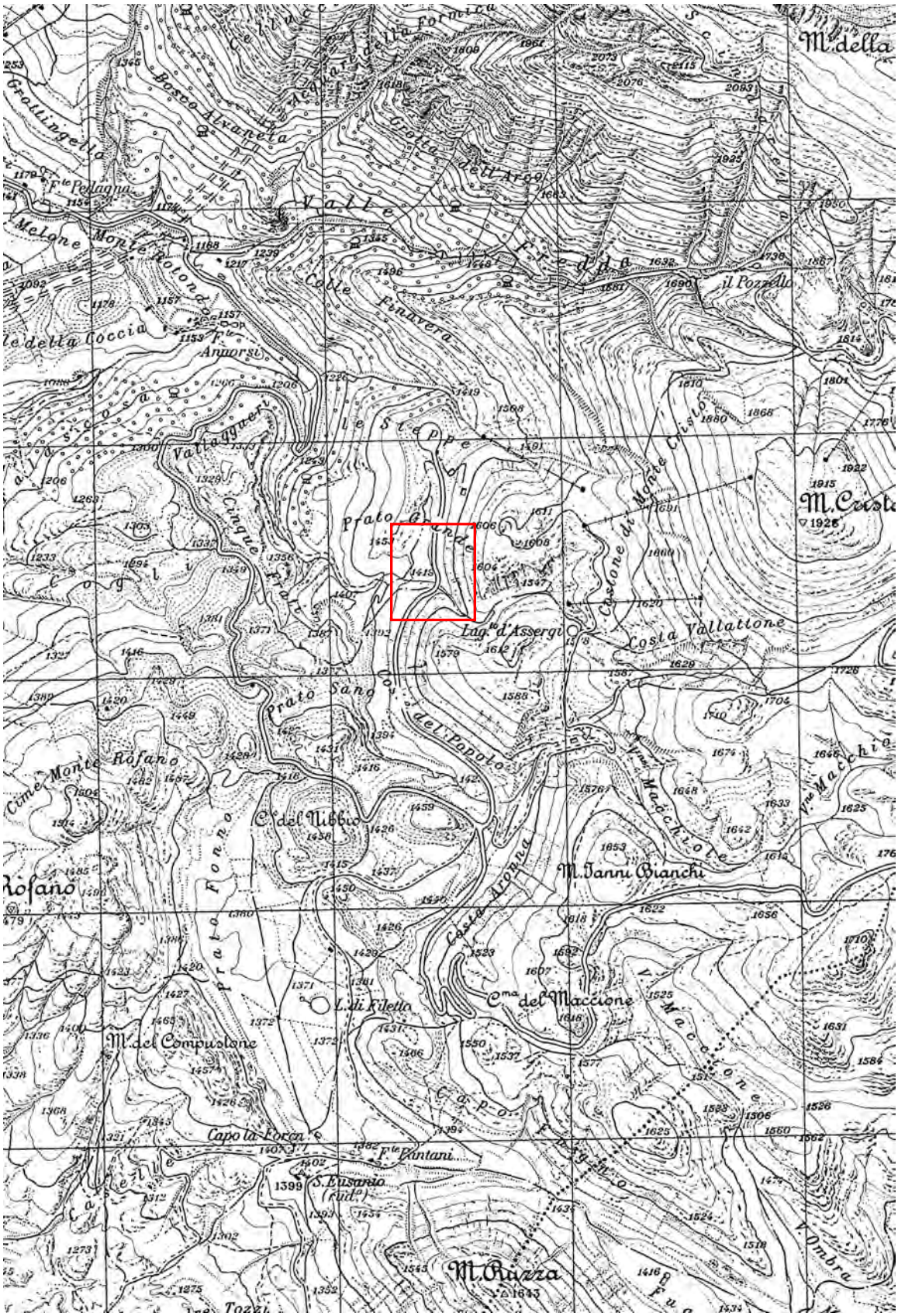
Nel seguito sono riportati:

- stralcio della Carta Topografica Regionale in scala 1:25.000;
- foto aerea con l'ubicazione delle prove;
- risultati prove penetrometriche dinamiche;
- documentazione fotografica.

Ing. Bruno Taddei



STRALCIO DELLA CARTA TOPOGRAFICA REGIONALE (1:25.000)



UBICAZIONE INDAGINI SR17BIS
Scala 1:1.000

PD/1

MASW SR17BIS

PD/2

LEGENDA

- Prova penetrometrica dinamica super-pesante.
- Indagine sismica MASW.

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: Amministrazione Provinciale dell'Aquila – Settore viabilità
Descrizione: Messa in sicurezza e adeguamento funzionale delle strade provinciali
Localita': Sr 17bis - DirB

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH TG 63-200 PAGANI

Rif. Norme	DIN 4094	
Peso Massa battente	63,5	Kg
Altezza di caduta libera	0,75	m
Peso sistema di battuta	0,63	Kg
Diametro punta conica	51,00	mm
Area di base punta	20,43	cm^2
Lunghezza delle aste	1	m
Peso aste a metro	6,31	Kg/m
Profondita' giunzione prima asta	0,40	m
Avanzamento punta	0,20	m
Numero colpi per punta	N(20)	
Coeff. Correlazione	1,47	
Rivestimento/fanghi	No	
Angolo di apertura punta	90	°

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE (DYNAMIC PROBING) DPL-DPM–DPH-DPSH

Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi δ) misurando il numero di colpi N necessari.

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M;
- altezza libera caduta H;
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura α);
- avanzamento (penetrazione) δ ;
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente) :

- tipo LEGGERO (DPL);
- tipo MEDIO (DPM);
- tipo PESANTE (DPH);
- tipo SUPERPESANTE (DPSH).

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

Tipo	**Sigla di riferimento**	**peso della massa M** *(kg)*	**prof. max indagine battente** *(m)*
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$	8
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$	25
Super pesante (Super Heavy)	DPSH	$M \geq 60$	25

Penetrometri in uso in Italia

In Italia risultano attualmente in uso i seguenti tipi di penetrometri dinamici (non rientranti però nello Standard ISSMFE):

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)
massa battente M = 30 kg, altezza di caduta H = 0.20 m, avanzamento δ = 10 cm, punta conica (α=60-90°), diametro D 35.7 mm, area base cono A=10 cm^2 rivestimento / fango bentonitico: talora previsto;

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)
massa battente M = 20 kg, altezza di caduta H=0.20 m, avanzamento δ = 10 cm, punta conica (α= 60-90°), diametro D 35.7 mm, area base cono A=10 cm^2 rivestimento / fango bentonitico: talora previsto;

- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)
massa battente M = 73 kg, altezza di caduta H=0.75 m, avanzamento δ=30 cm, punta conica (α = 60°), diametro D = 50.8 mm, area base cono A=20.27 cm^2 rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;

- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)
massa battente M=63.5 kg, altezza caduta H=0.75 m, avanzamento δ=20-30 cm, punta conica conica (α = 60°-90°) diametro D = 50.5 mm, area base cono A = 20 cm^2, rivestimento / fango bentonitico: talora previsto.

Correlazione con Nspt

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi Nspt ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con Nspt. Il passaggio viene dato da:

$$NSPT = \beta_t \cdot N$$

Dove:

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

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

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

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

in cui

M peso massa battente.
M' peso aste.

H	altezza di caduta.
A	area base punta conica.
δ	passo di avanzamento.

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd

Formula Olandesi

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

Rpd	resistenza dinamica punta (area A).
e	infissione media per colpo (δ/ N).
M	peso massa battente (altezza caduta H).
P	peso totale aste e sistema battuta.

Calcolo di $(N_1)_{60}$

$(N_1)_{60}$ è il numero di colpi normalizzato definito come segue:

$$(N_1)_{60} = CN \cdot N60 \text{ con } CN = \sqrt{(Pa/'\sigma_{vo})} \quad CN < 1.7 \quad Pa = 101.32 \text{ kPa}$$ *(Liao e Whitman 1986)*

$$N_{60} = N_{SPT} \cdot (ER/60) \cdot C_S \cdot C_r \cdot C_d$$

ER/60	rendimento del sistema di infissione normalizzato al 60%.
C_S	parametro funzione della controcamicia (1.2 se assente).
C_d	funzione del diametro del foro (1 se compreso tra 65-115mm).
C_r	parametro di correzione funzione della lunghezza delle aste.

Metodologia di Elaborazione

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software.*

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini (1983) - Meyerhof (1956) - Desai (1968) - Borowczyk-Frankowsky (1981).

Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare, consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e delle resistenze alla punta.

Valutazioni statistiche e correlazioni

Elaborazione Statistica

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono:

Media
Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media minima
Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Massimo
Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Minimo
Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Scarto quadratico medio
Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media deviata
Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

***Media* (+ s)**
Media + scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

***Media* (– s)**
Media - scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Distribuzione normale R.C.
Il valore di $N_{spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, secondo la seguente relazione:

$$Nspt,_k = Nspt,_{medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{Nspt})$$

dove σ_{Nspt} è la deviazione standard di Nspt

Distribuzione normale R.N.C.
Il valore di Nspt,k viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, trattando i valori medi di Nspt distribuiti normalmente:

$$Nspt,_k = Nspt,_{medio} - 1.645 \cdot \left(\sigma_{Nspt}\right) / \sqrt{n}$$

dove n è il numero di letture.

Pressione ammissibile

Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 m ed immorsamento d = 1 m.

Correlazioni geotecniche terreni incoerenti

Liquefazione

Permette di calcolare utilizzando dati Nspt il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi).

Attraverso la relazione di *SHI-MING (1982)*, applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se Nspt dello strato considerato risulta inferiore a Nspt critico calcolato con l'elaborazione di *SHI-MING*.

Correzione Nspt in presenza di falda

$$Nspt\ corretto = 15 + 0.5 \cdot (Nspt - 15)$$

Nspt è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda).

Angolo di Attrito

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof (1956) - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 m; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 m per terreni sopra falda e < 8 m per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)
- Meyerhof (1956) - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
- Sowers (1961) - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 m. sopra falda e < 7 m per terreni in falda) σ >5 t/mq.
- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito < 38° .
- Malcev (1964) - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m e per valori di angolo di attrito < 38°).

- Schmertmann (1977) - Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da Dr %.
- Shioi-Fukuni (1982) - ROAD BRIDGE SPECIFICATION, Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda) σ >15 t/mq.
- Shioi-Fukuni (1982) - JAPANESE NATIONALE RAILWAY, Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose.
- Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda) s>15 t/mq.
- Meyerhof (1965) - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 m e con (%) di limo > 5% a profondità < 3 m.
- Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

Densità relativa (%)

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie Dr viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Meyerhof (1957).
- Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC, metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

Modulo Di Young *(E_y)*

- Terzaghi - elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici.
- Schultze-Menzenbach, correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970), correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia.
- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

Modulo Edometrico

Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia

- Buismann-Sanglerat , correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.

- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977

Peso di Volume

- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Peso di volume saturo

- Terzaghi-Peck (1948-1967)

Modulo di poisson

- Classificazione A.G.I.

Potenziale di liquefazione *(Stress Ratio)*

- Seed-Idriss (1978-1981). Tale correlazione è valida solamente per sabbie, ghiaie e limi sabbiosi, rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio τ e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.

Velocità onde di taglio *Vs (m/s)*

- Tale correlazione è valida solamente per terreni incoerenti sabbiosi e ghiaiosi.

Modulo di deformazione di taglio *(G)*

- Ohsaki & Iwasaki – elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite.
- Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

Modulo di reazione *(Ko)*

- Navfac (1971-1982) - elaborazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico *(Qc)*

- Robertson (1983) - Qc

Correlazioni geotecniche terreni coesivi

Coesione non drenata

- Benassi & Vannelli - correlazioni scaturite da esperienze ditta costruttrice Penetrometri SUNDA (1983).
- Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con Nspt < 8, argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.
- Terzaghi-Peck (1948). *C*u (min-max).
- Sanglerat, da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi, tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensitività > 5, per argille sovraconsolidate fessurate e per i limi a bassa plasticità.
- Sanglerat, (per argille limose-sabbiose poco coerenti), valori validi per resistenze penetrometriche < 10 colpi, per resistenze penetrometriche > 10 l'elaborazione valida è comunque quella delle "argille plastiche " di Sanglerat.
- (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Coesione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità, (Cu-Nspt-grado di plasticità).
- Schmertmann (1975), Cu (Kg/cmq) (valori medi), valida per **argille** e **limi argillosi** con Nc = 20 e Qc/Nspt = 2.
- Schmertmann (1975), Cu (Kg/cmq) (valori minimi), valida per argille NC.
- Fletcher (1965), (Argilla di Chicago). Coesione non drenata Cu (Kg/cmq), colonna valori validi per argille a medio-bassa plasticità.
- Houston (1960) - argilla di media-alta plasticità.
- Shioi-Fukuni (1982), valida per suoli poco coerenti e plastici, argilla di media-alta plasticità.
- Begemann.
- De Beer.

***Resistenza alla punta del Penetrometro Statico** (Qc)*

- Robertson (1983) - Qc

***Modulo Edometrico-Confinato** (Mo)*

- Stroud e Butler (1975), - per litotipi a media plasticità, valida per litotipi argillosi a media-medio-alta plasticità - da esperienze su argille glaciali.
- Stroud e Butler (1975), per litotipi a medio-bassa plasticità (IP < 20), valida per litotipi argillosi a medio-bassa plasticità (IP < 20) - da esperienze su argille glaciali.
- Vesic (1970), correlazione valida per argille molli (valori minimi e massimi).
- Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinato -Mo (Eed) (Kg/cmq) -, valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto Qc/Nspt=1.5-2.0).

- Buismann- Sanglerat, valida per argille compatte (Nspt < 30) medie e molli (Nspt < 4) e argille sabbiose (Nspt = 6-12).

Modulo Di Young *(E_Y)*

- Schultze-Menzenbach - (Min. e Max.), correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi con I.P. > 15.
- D'Appollonia ed altri (1983), correlazione valida per argille sature-argille fessurate.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977.

Peso di Volume

- Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti.

Peso di volume saturo

- Meyerhof ed altri.

PROVA PD/1

Strumento utilizzato DPSH TG 63-200 PAGANI
Profondita' prova 3,40 mt

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,20	22	0,755	17,11	22,67	855,34	1133,46
0,40	23	0,751	17,79	23,70	889,65	1184,98
0,60	23	0,747	16,25	21,75	812,41	1087,55
0,80	16	0,793	12,00	15,13	600,20	756,56
1,00	14	0,790	10,46	13,24	522,81	661,99
1,20	10	0,836	7,91	9,46	395,43	472,85
1,40	11	0,833	8,66	10,40	433,20	520,13
1,60	9	0,830	6,52	7,86	326,21	393,23
1,80	11	0,826	7,94	9,61	397,15	480,62
2,00	7	0,823	5,04	6,12	251,77	305,85
2,20	7	0,820	5,02	6,12	250,83	305,85
2,40	14	0,767	9,39	12,23	469,26	611,70
2,60	10	0,814	6,61	8,12	330,65	406,08
2,80	8	0,811	5,27	6,50	263,60	324,86
3,00	11	0,809	7,22	8,93	361,22	446,69
3,20	12	0,806	7,86	9,75	392,76	487,29
3,40	100	0,603	49,01	81,22	2450,28	4060,78

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (KN/m³)	Peso unita' di volume saturo (KN/m³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT
0,6	22,67	22,71	Incoerente - coesivo	0	21,87	24,32	6,56	1,47	33,32
1	15	14,19	Incoerente - coesivo	0	20,69	20,99	17,26	1,47	22,05
2,2	9,17	8,26	Incoerente - coesivo	0	20,01	21,97	33,4	1,47	13,48
3,2	11	9,11	Incoerente - coesivo	0	20,4	22,46	55,61	1,47	16,17
3,4	100	81,22	Incoerente - coesivo	0	24,52	24,52	68,26	1,47	147

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA PD/1

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (KPa)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terzaghi-Peck	Sanglerat	Terzaghi-Peck (1948)	U.S.D.M.S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begemann	De Beer
[1] -	33,32	0,60	220,55	408,45	0,00	121,21	325,29	681,27	261,05	338,53	163,38	574,08	408,45
[2] -	22,05	1,00	145,92	270,27	98,07 - 196,13	83,26	214,18	425,71	181,72	223,40	108,07	371,38	270,27
[3] -	13,48	2,20	89,24	165,24	49,03 - 98,07	52,27	130,23	247,81	115,33	146,32	66,10	204,66	165,24
[4] -	16,17	3,20	106,99	198,19	98,07 - 196,13	62,17	156,51	273,31	136,70	169,56	79,24	236,54	198,19
[5] -	147	3,40	973,02	1801,97	0,00	329,80	1460,70	2436,56	544,56	2380,07	720,79	2514,72	1801,97

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
[1] -	33,32	0,60	Robertson (1983)	6,54
[2] -	22,05	1,00	Robertson (1983)	4,32
[3] -	13,48	2,20	Robertson (1983)	2,64
[4] -	16,17	3,20	Robertson (1983)	3,17
[5] -	147	3,40	Robertson (1983)	28,83

Modulo Edometrico (Mpa)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] -	33,32	0,60	14,99	--	33,50	32,68
[2] -	22,05	1,00	9,92	--	22,23	21,62
[3] -	13,48	2,20	6,07	--	13,66	13,22
[4] -	16,17	3,20	7,28	--	16,35	15,86
[5] -	147	3,40	66,14	--	147,21	144,16

Modulo di Young (Mpa)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] -	33,32	0,60	35,58	32,68
[2] -	22,05	1,00	22,87	21,62
[3] -	13,48	2,20	13,20	13,22
[4] -	16,17	3,20	16,24	15,86
[5] -	147	3,40	163,78	144,16

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] -	33,32	0,60	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE
[2] -	22,05	1,00	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
[3] -	13,48	2,20	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[4] -	16,17	3,20	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
[5] -	147	3,40	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (KN/m³)
[1] -	33,32	0,60	Meyerhof	21,87
[2] -	22,05	1,00	Meyerhof	20,69
[3] -	13,48	2,20	Meyerhof	20,01
[4] -	16,17	3,20	Meyerhof	20,40
[5] -	147	3,40	Meyerhof	24,52

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (KN/m³)
[1] -	33,32	0,60	Meyerhof	24,32
[2] -	22,05	1,00	Meyerhof	20,99
[3] -	13,48	2,20	Meyerhof	21,97
[4] -	16,17	3,20	Meyerhof	22,46
[5] -	147	3,40	Meyerhof	24,52

TERRENI INCOERENTI

Densita' relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	33,32	0,60	70,39	100	100	66,7
[2] -	22,05	1,00	55,96	100	100	54,15
[3] -	13,48	2,20	40,47	75,58	78,69	40,17
[4] -	16,17	3,20	40,48	75,02	75,11	45,09
[5] -	147	3,40	100	100	100	100

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] -	33,32	0,60	33,32	36,52	29,52	37,33	36,55	40,36	42	32-35	37,36	37	32,04	40,81
[2] -	22,05	1,00	22,05	33,3	26,3	34,17	33,78	37,67	42	30-32	33,19	33,61	30,06	36
[3] -	13,48	2,20	13,48	30,85	23,85	31,77	31,55	34,94	38,58	30-32	29,22	31,04	27,57	31,42
[4] -	16,17	3,20	16,17	31,62	24,62	32,53	30,74	35,86	38,5	30-32	30,57	31,85	27,4	32,98
[5] -	147	3,40	147	69	62	69,16	33,87	10,65	42	>38	61,96	71,1	35,28	69,22

Modulo di Young (Mpa)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appolloni a ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	33,32	0,60	33,32	40,41	26,14	38,63	42,16	23,69
[2] -	22,05	1,00	22,05	32,87	17,30	25,58	33,87	18,17
[3] -	13,48	2,20	13,48	25,70	10,58	15,67	27,57	13,96
[4] -	16,17	3,20	16,17	28,15	12,69	18,78	29,54	15,28
[5] -	147	3,40	147	84,87	115,33	170,17	125,77	79,43

Modulo Edometrico (Mpa)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	33,32	0,60	33,32	19,61	9,40	23,20	18,30
[2] -	22,05	1,00	22,05	12,97	7,14	15,35	13,37
[3] -	13,48	2,20	13,48	7,93	5,41	9,39	9,62
[4] -	16,17	3,20	16,17	9,51	5,95	11,26	10,80
[5] -	147	3,40	147	86,49	32,30	102,35	68,02

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	33,32	0,60	33,32	Classificazione A.G.I	ADDENSATO
[2] -	22,05	1,00	22,05	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] -	13,48	2,20	13,48	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[4] -	16,17	3,20	16,17	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[5] -	147	3,40	147	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' di Volume (KN/m³)
[1] -	33,32	0,60	33,32	Terzaghi-Peck 1948	16,95
[2] -	22,05	1,00	22,05	Terzaghi-Peck 1948	15,87
[3] -	13,48	2,20	13,48	Terzaghi-Peck 1948	14,91
[4] -	16,17	3,20	16,17	Terzaghi-Peck 1948	15,22
[5] -	147	3,40	147	Terzaghi-Peck 1948	16,46

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (KN/m³)
[1] -	33,32	0,60	33,32	Terzaghi-Peck 1948	20,35
[2] -	22,05	1,00	22,05	Terzaghi-Peck 1948	19,68
[3] -	13,48	2,20	13,48	Terzaghi-Peck 1948	19,09
[4] -	16,17	3,20	16,17	Terzaghi-Peck 1948	19,28
[5] -	147	3,40	147	Terzaghi-Peck 1948	19,96

Modulo di Poisson

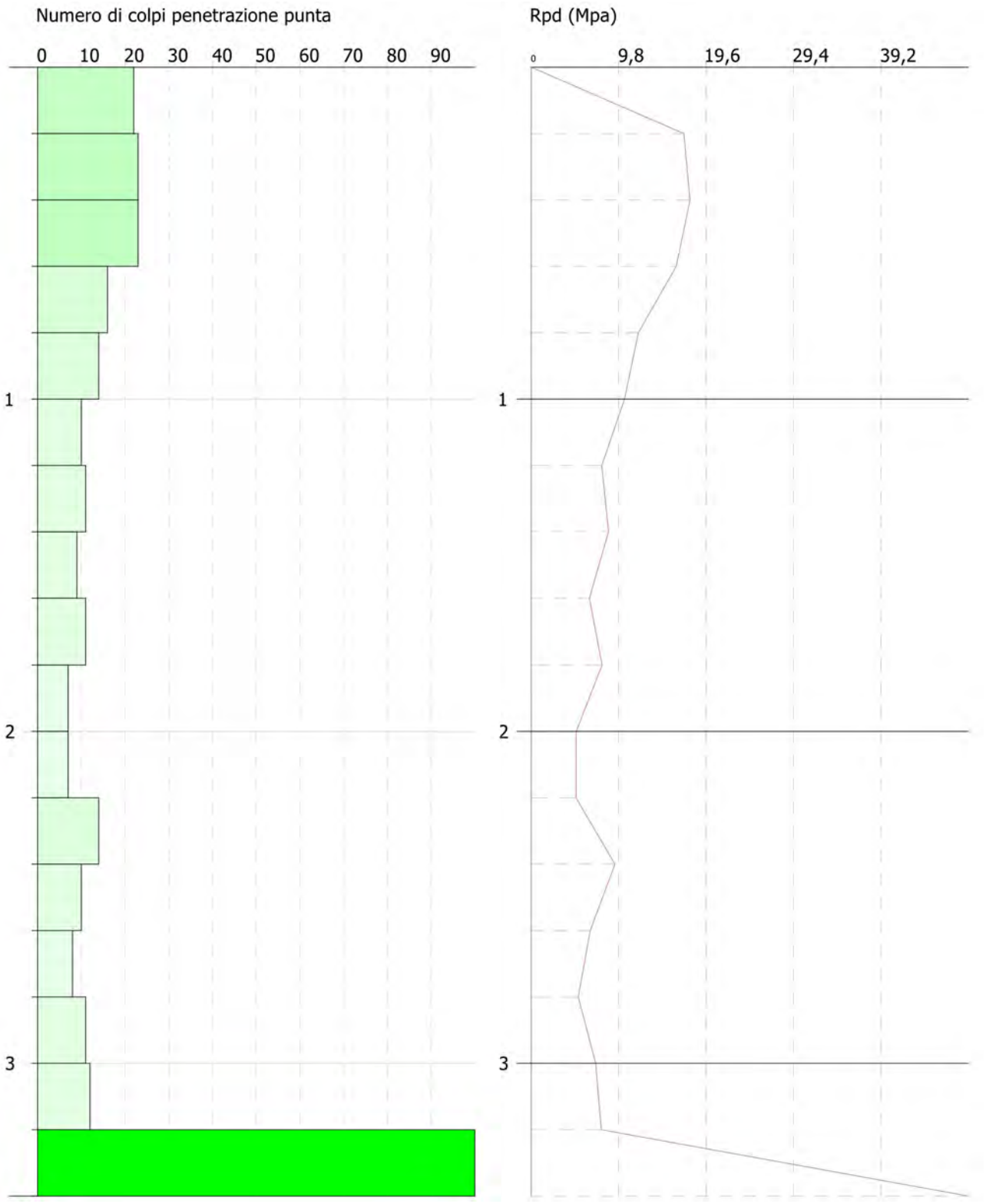
	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	33,32	0,60	33,32	(A.G.I.)	0,29
[2] -	22,05	1,00	22,05	(A.G.I.)	0,31
[3] -	13,48	2,20	13,48	(A.G.I.)	0,33
[4] -	16,17	3,20	16,17	(A.G.I.)	0,32
[5] -	147	3,40	147	(A.G.I.)	0,06

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Mpa)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	33,32	0,60	33,32	172,10	104,43
[2] -	22,05	1,00	22,05	116,75	81,14
[3] -	13,48	2,20	13,48	73,51	60,07
[4] -	16,17	3,20	16,17	87,22	67,14
[5] -	147	3,40	147	694,56	258,62

Velocita' onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocita' onde di taglio (m/s)
[1] -	33,32	0,60	33,32	Ohta & Goto (1978) Limi	99,46
[2] -	22,05	1,00	22,05	Ohta & Goto (1978) Limi	111,9
[3] -	13,48	2,20	13,48	Ohta & Goto (1978) Limi	117,48
[4] -	16,17	3,20	16,17	Ohta & Goto (1978) Limi	134,12
[5] -	147	3,40	147	Ohta & Goto (1978) Limi	204,24


Numero di colpi penetrazione punta
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
1
2
3
Rpd (Mpa)
0
9,8
19,6
29,4
39,2
1
2
3



Prova PD/1: postazione



Prova PD/1: punta a recupero

PROVA PD/2

Strumento utilizzato DPSH TG 63-200 PAGANI
Profondita' prova 4,20 mt

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,20	14	0,805	11,61	14,43	580,37	721,29
0,40	7	0,851	6,14	7,21	306,83	360,64
0,60	8	0,847	6,41	7,57	320,40	378,28
0,80	8	0,843	6,38	7,57	319,02	378,28
1,00	7	0,840	5,56	6,62	277,95	330,99
1,20	7	0,836	5,54	6,62	276,80	330,99
1,40	7	0,833	5,51	6,62	275,67	330,99
1,60	7	0,830	5,07	6,12	253,72	305,85
1,80	6	0,826	4,33	5,24	216,63	262,16
2,00	8	0,823	5,75	6,99	287,74	349,54
2,20	8	0,820	5,73	6,99	286,67	349,54
2,40	5	0,817	3,57	4,37	178,52	218,46
2,60	6	0,814	3,97	4,87	198,39	243,65
2,80	9	0,811	5,93	7,31	296,55	365,47
3,00	9	0,809	5,91	7,31	295,55	365,47
3,20	10	0,806	6,55	8,12	327,30	406,08
3,40	14	0,753	8,57	11,37	428,32	568,51
3,60	16	0,751	9,11	12,14	455,69	606,88
3,80	16	0,748	9,08	12,14	454,19	606,88
4,00	16	0,746	9,05	12,14	452,74	606,88
4,20	100	0,594	45,04	75,86	2251,88	3792,97

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (KN/m³)	Peso unita' di volume saturo (KN/m³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT
3,2	7,47	6,64	Incoerente - coesivo	0	19,52	21,48	31,23	1,47	10,98
4	15,5	11,95	Incoerente - coesivo	0	20,69	21,18	70,74	1,47	22,78
4,2	100	75,86	Incoerente - coesivo	0	24,52	24,52	81,47	1,47	147

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA PD/2

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (KPa)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terzaghi-Peck	Sanglerat	Terzaghi-Peck (1948)	U.S.D.M.S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassie Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begemann	De Beer
[1] -	10,98	3,20	72,67	134,55	49,03 - 98,07	42,95	105,81	199,17	94,93	125,62	53,84	147,69	134,55
[2] -	22,78	4,00	150,83	279,29	98,07 - 196,13	85,81	221,43	358,53	187,21	230,36	111,70	339,80	279,29
[3] -	147	4,20	973,02	1801,97	0,00	329,80	1460,70	2275,83	544,56	2380,07	720,79	2500,70	1801,97

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
[1] -	10,98	3,20	Robertson (1983)	2,15
[2] -	22,78	4,00	Robertson (1983)	4,47
[3] -	147	4,20	Robertson (1983)	28,83

Modulo Edometrico (Mpa)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] -	10,98	3,20	4,94	--	11,16	10,77
[2] -	22,78	4,00	10,25	--	22,96	22,34
[3] -	147	4,20	66,14	--	147,21	144,16

Modulo di Young (Mpa)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] -	10,98	3,20	10,38	10,77
[2] -	22,78	4,00	23,69	22,34
[3] -	147	4,20	163,78	144,16

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] -	10,98	3,20	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[2] -	22,78	4,00	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
[3] -	147	4,20	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (KN/m^3)
[1] -	10,98	3,20	Meyerhof	19,52
[2] -	22,78	4,00	Meyerhof	20,69
[3] -	147	4,20	Meyerhof	24,52

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (KN/m³)
[1] -	10,98	3,20	Meyerhof	21,48
[2] -	22,78	4,00	Meyerhof	21,18
[3] -	147	4,20	Meyerhof	24,52

TERRENI INCOERENTI

Densita' relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	10,98	3,20	36,41	68,95	72,61	35,11
[2] -	22,78	4,00	45,84	84,07	83,08	55,13
[3] -	147	4,20	97,61	100	100	100

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] -	10,98	3,20	10,98	30,14	23,14	31,07	31,37	34,04	37,65	<30	27,83	30,29	26,87	29,82
[2] -	22,78	4,00	22,78	33,51	26,51	34,38	30,77	37,87	39,77	30-32	33,49	33,83	28,11	36,34
[3] -	147	4,20	147	69	62	69,16	33,49	10,65	42	>38	61,96	71,1	34,76	69,22

Modulo di Young (Mpa)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appolloni a ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	10,98	3,20	10,98	23,19	8,61	12,77	25,73	12,74
[2] -	22,78	4,00	22,78	33,41	17,87	26,43	34,41	18,52
[3] -	147	4,20	147	84,87	115,33	170,17	125,77	79,43

Modulo Edometrico (Mpa)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	10,98	3,20	10,98	6,46	4,91	7,65	8,53
[2] -	22,78	4,00	22,78	13,40	7,28	15,86	13,69
[3] -	147	4,20	147	86,49	32,30	102,35	68,02

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	10,98	3,20	10,98	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[2] -	22,78	4,00	22,78	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] -	147	4,20	147	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' di Volume (KN/m³)
[1] -	10,98	3,20	10,98	Terzaghi-Peck 1948	14,61
[2] -	22,78	4,00	22,78	Terzaghi-Peck 1948	15,94
[3] -	147	4,20	147	Terzaghi-Peck 1948	16,46

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (KN/m³)
[1] -	10,98	3,20	10,98	Terzaghi-Peck 1948	18,90
[2] -	22,78	4,00	22,78	Terzaghi-Peck 1948	19,73
[3] -	147	4,20	147	Terzaghi-Peck 1948	19,96

Modulo di Poisson

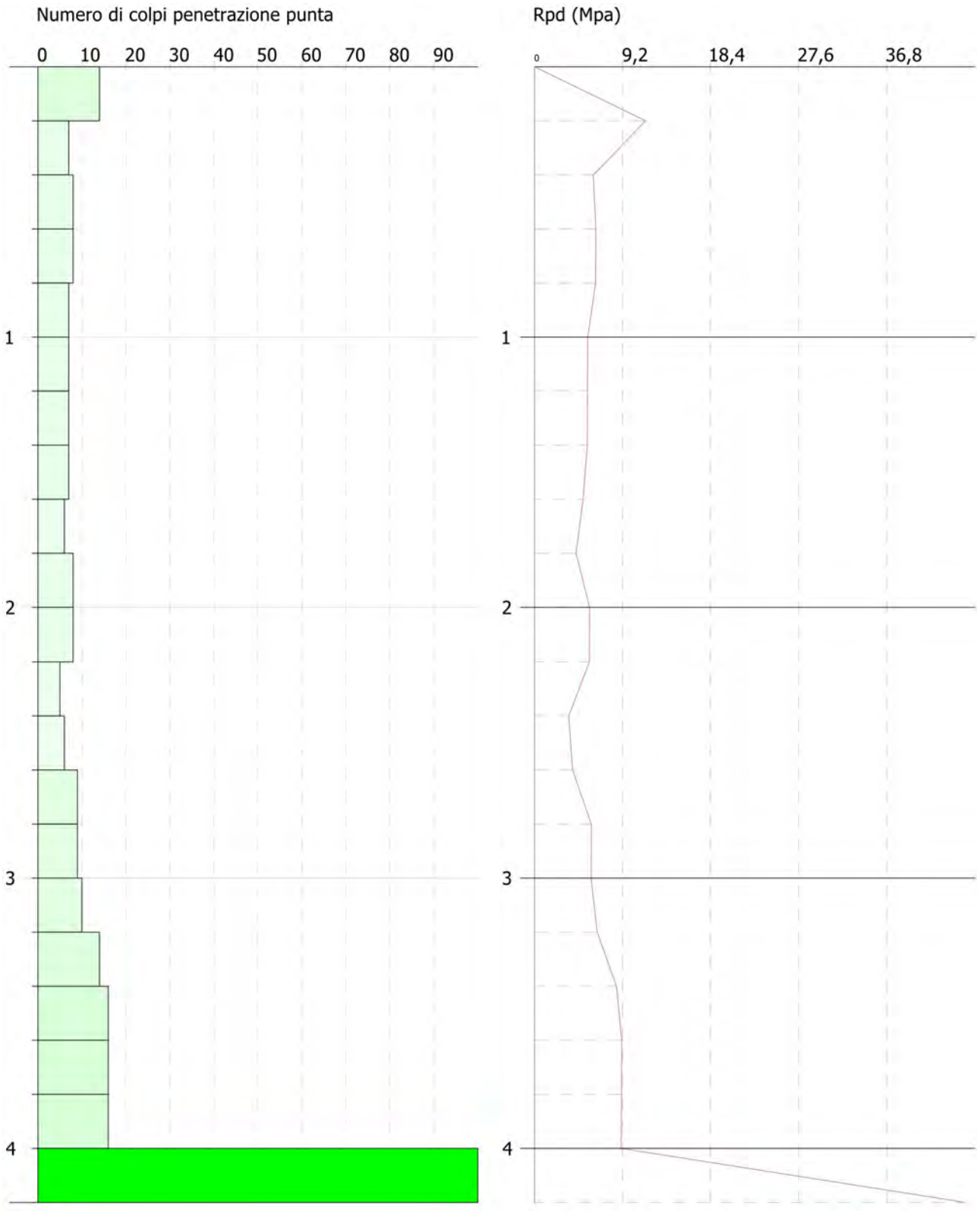
	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	10,98	3,20	10,98	(A.G.I.)	0,33
[2] -	22,78	4,00	22,78	(A.G.I.)	0,31
[3] -	147	4,20	147	(A.G.I.)	0,06

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Mpa)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	10,98	3,20	10,98	60,62	53,00
[2] -	22,78	4,00	22,78	120,37	82,77
[3] -	147	4,20	147	694,56	258,62

Velocita' onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocita' onde di taglio (m/s)
[1] -	10,98	3,20	10,98	Ohta & Goto (1978) Limi	113,38
[2] -	22,78	4,00	22,78	Ohta & Goto (1978) Limi	150,43
[3] -	147	4,20	147	Ohta & Goto (1978) Limi	212,98


Numero di colpi penetrazione punta
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
1
2
3
4
Rpd (Mpa)
0
9,2
18,4
27,6
36,8
1
2
3
4



Prova PD/2: postazione



Prova PD/2: punta a recupero

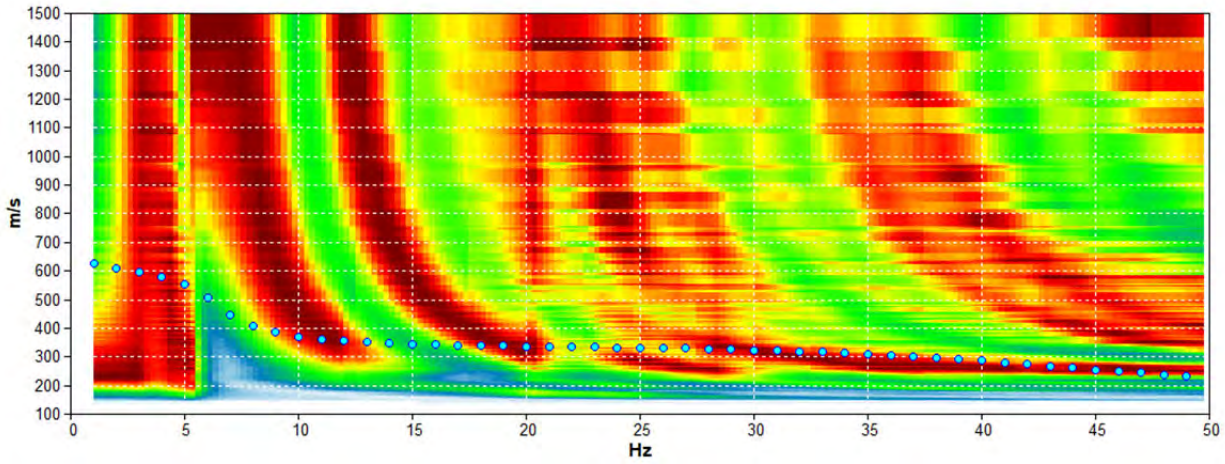
MASW L'AQUILA, [Z] LOCALITA' MONTE CRISTO

Start recording: 05/09/2025 11:41:33 End recording: 05/09/2025 11:47:33
Trace length: 0h00'02".
Sampling rate: 512 Hz

Channel labels: B1 ; B2 ; B3 ; B4 ; B5 ; B6 ; B7 ; B8 ; B9 ; B10 ; B11 ; B12 ; B13 ; B14 ; B15 ; B16 ; B17 ; B18 ; B19 ; B20 ; B21 ; B22 ; B23 ; B24

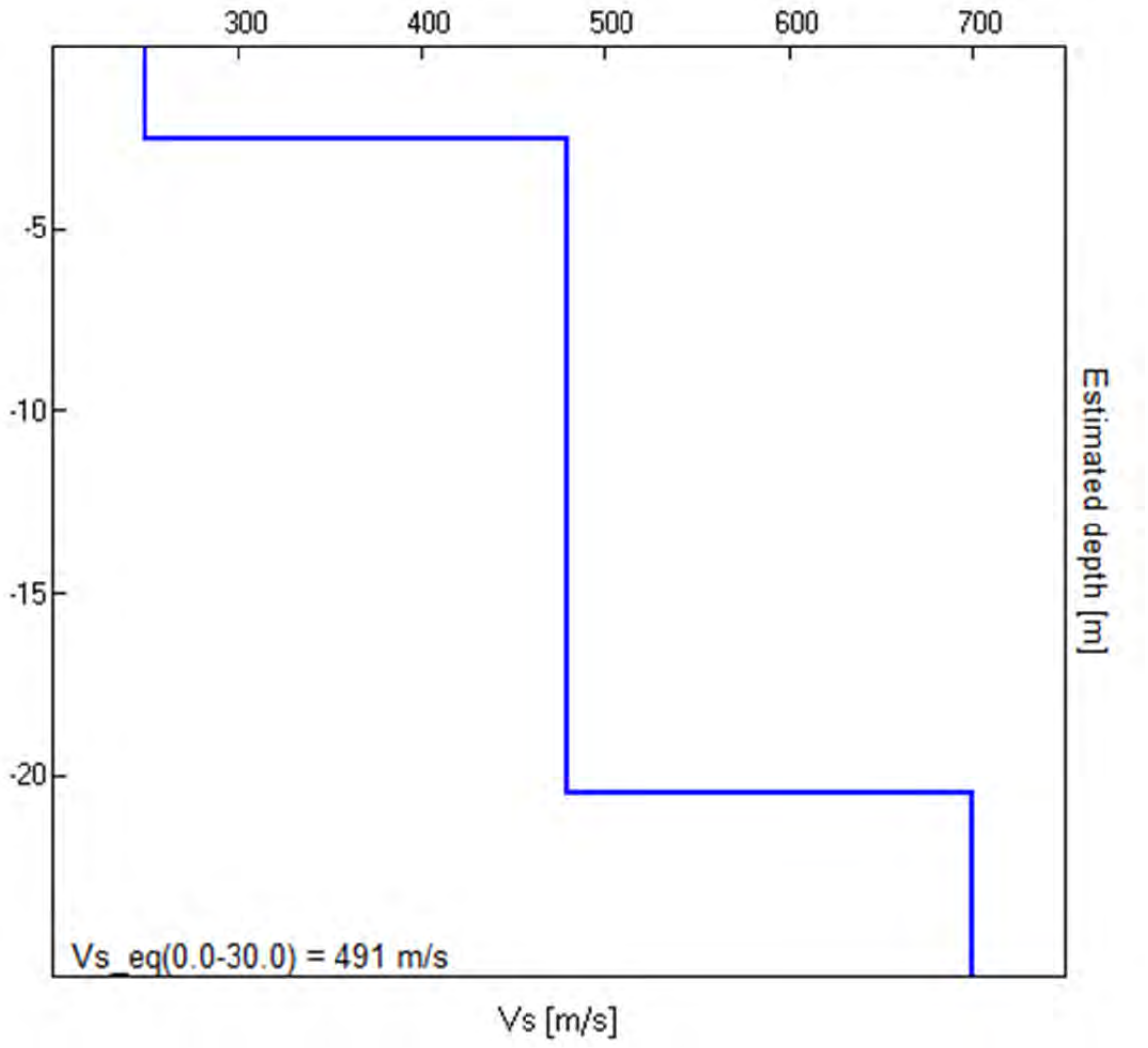
Array geometry (x): 0.0 2.0 4.0 6.0 8.0 10.0 12.0 14.0 16.0 18.0 20.0 22.0 24.0 26.0 28.0 30.0 32.0 34.0 36.0 38.0 40.0 42.0 44.0 46.0 48.0 m.

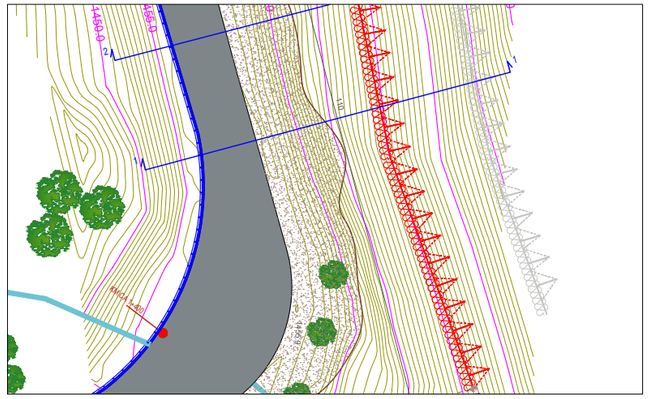
MODELLED RAYLEIGH WAVE PHASE VELOCITY DISPERSION CURVE



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
2.50	2.50	250	0.42
20.50	18.00	480	0.42
inf.	inf.	700	0.42

Vs_eq(0.0-30.0) = 491 m/s


300
400
500
600
700
-5
-10
-15
-20
Estimated depth [m]
Vs_eq(0.0-30.0) = 491 m/s
Vs [m/s]



SR17 BIS-SUB-INTERVENTO 1.2 SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA N. 1

Scala 1:200

Legenda

Detrito di versante costituito da clasti centimetrici in matrice limosa

Calcareniti bioclastiche con intercalazioni di micriti bianche e selce nera. Il deposito si presenta molto fratturato.

