AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DELL'AQUILA

- UFFICIO TECNICO -

SETTORE VIABILITA' - LOGISTICA E PROTEZIONE CIVILE

INTERVENTI DI SISTEMAZIONE E DI RIORDINO GENERALE SULLE SS.RR. E SULLE SS.PP. RICOMPRESE NEI TERRITORI DEI COMUNI DI CASTEL DEL MONTE, SANTO STEFANO DI SESSANIO, CASTELVECCHIO CALVISIO, CARAPELLE CALVISIO, SAN PIO DELLE CAMERE, VILLA SANTA LUCIA DEGLI ABRUZZI E CALASCIO (AQ)

CUP: F57H22001290001 - CIG: B5EA7819DC

PROGETTO ESECUTIVO

Il Geologo	Il Responsabile del Procedimento
Dott.ssa Geol. Adele Agnelli Geological Geotechnical & Earthquake Engineering s.r.l.	Ing. Angela Ghizzoni
	Visto Il Dirigente Ing. Nicolino D'Amico

Opera	Allegato
RELAZIONE GEOLOGICA	**R1**

Aggiornamenti			Data
Mod.	Data		Giugno 2025
Rev. 0			
Rev. 1			

PREMESSA

La presente relazione geologica è stata redatta su incarico della PROVINCIA DI L'AQUILA – UFFICIO VIABILITÀ (Determinazione Dirigenziale n. 71 del 06/03/2025) per la caratterizzazione geologica, sismica e geotecnica delle aree oggetto d'intervento. Lo scopo della presente relazione è fornire il modello geologico, la modellazione sismica e la modellazione geotecnica dei siti su cui si realizzeranno gli interventi in progetto. A tal fine, è stato dapprima effettuato il rilevamento geologico, quindi, in accordo con il progettista incaricato, è stata pianificata la campagna di indagini geotecniche e geofisiche le cui risultanze sono riportate in allegato.

Lo studio, nel rispetto della normativa vigente, è stato organizzato in tre relazioni:

- una relazione geologica in cui sono riportate gli inquadramenti geologici, geomorfologici ed idrogeologici delle aree di studio ed il modello geologico di riferimento ricostruito sulla base di un accurato rilevamento geologico, dei dati bibliografici e dei risultati della campagna di indagini eseguita.
- una relazione di modellazione sismica in cui sono fornite le informazioni sulla caratterizzazione sismica del sito di studio.
- una relazione sulla caratterizzazione geotecnica in cui sono fornite le informazioni sui parametri fisici, elastici e meccanici dei terreni interessati dagli interventi in progetto.

Gli interventi di sistemazione e riordino riguardano alcuni tratti delle strade oggetto di intervento, come dettagliatamente riportato nel progetto di fattibilità tecnico-economica; in particolare i tratti interessati ed i relativi interventi sono i seguenti (Allegato 1):

- INTERVENTO N° 1: SR602 – Km 11+350: posa Reti ex novo lato sinistro
- INTERVENTO N° 2: SR602 – Km 8+500 8+900: sostituzione protezioni laterali lato destro
- INTERVENTO N° 3: SP7 – Km 21+500: svuotamento reti lato destro
- INTERVENTO N° 4: SR17 BIS – Km 59+000: svuotamento e ripristino reti lato destro

G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L'AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662

In accordo con il progettista, alla luce delle caratteristiche geologiche dei terreni affioranti e della tipologia degli interventi previsti è stata eseguita la campagna di indagini geotecniche e geofisiche così costituita (Allegato 2):

- n. 2 prove penetrometriche dinamiche superpesanti DPSH;
- n. 3 rilievi geomeccanici;
- n. 1 prova sismica MASW.

Le indagini nei tratti di intervento sono state così distribuite (Allegato 2):

- INTERVENTO N° 1 (SR 602 Km. 11+350): n. 2 Rilievi Geomeccanici + n.1 MASW;
- INTERVENTO N° 2 (SR 602 Km. 8+500 8+900): n. 2 DPSH;
- INTERVENTO N° 4 (SR 17 bis Km. 59+000): n. 1 Rilievo Geomeccanico.

Inoltre nel sito di INTERVENTO N. 3 (SP7 Km. 21+500) è stato eseguito n. 1 Rilievo geologico di dettaglio.

I risultati delle indagini eseguite dalla Ditta GEO L'AQUILA s.r.l. sono riportati nell'elaborato denominato Rapporto di Indagine.

G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L'AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

DECRETO MINISTERO INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI (2018) – AGGIORNAMENTO DELLE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI. D.M. 17 GENNAIO 2018. S.O. N°42 G.U. 20 FEBBRAIO 2018

LEGGE REGIONALE 11 AGOSTO 2011, N. 28 (LEGGE SISMICA) - Norme per la riduzione del rischio sismico e modalità di vigilanza e controllo su opere e costruzioni in zone sismiche

CONSIGLIO SUPERIORE DEI LAVORI PUBBLICI (2009) - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Supplemento ordinario n. 27 alla GAZZETTA UFFICIALE 26-2-2009 Serie generale - n. 47

DECRETO MINISTERO INFRASTRUTTURE (2008) – Norme Tecniche per le Costruzioni. D.M. 14 gennaio 2008. S.O. n°30 G.U. 4 febbraio 2008, n° 29.

EUROCODICE 7 - UNI EN 1997-1 Progettazione geotecnica.

PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI 2005 - Modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003. Ordinanza n. 3431 del 5 marzo 2005

PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI (2003) - Modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003. Ordinanza n. 3316 del 2 ottobre 2003

PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI (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. Ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003.

DECRETO MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI 11 Marzo 1988 - Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. G.U. 1-6-1988, n. 127 suppl.

G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L'AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662

RELAZIONE GEOLOGICA

G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L'AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662

Indice

1.0 STUDIO GEOLOGICO....6

1.1 FINALITÀ E METODOLOGIA DI STUDIO 6

2.0 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO GENERALE 7

2.1 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO DI DETTAGLIO - INTERVENTI 1 E 2 ..7

2.2 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO DI DETTAGLIO - INTERVENTO 3 E 4 10

3.0 INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE 13

3.1 TETTONICA E NEOTETTONICA 16

3.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO DI DETTAGLIO INTERVENTI 1 E 2....17

3.3 MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO....19

3.4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO DI DETTAGLIO INTERVENTI 3 E 4....21

3.5 MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO....23

4.0 IDROGRAFIA ED ASSETTO IDROGEOLOGICO GENERALE E DI DETTAGLIO....25

5.0 PERICOLOSITA' GEOLOGICA E VINCOLISTICA....27

5.1 PERICOLOSITA’ DA LIQUEFAZIONE....32

5.1.1 MOTIVI DI ESCLUSIONE DELLA VERIFICA A LIQUEFAZIONE 32

6.0 INQUADRAMENTO MACROSISMICO 34

ALLEGATO 1 – CARTA DEGLI INTERVENTI

ALLEGATO 2 – CARTA DELLE INDAGINI

ALLEGATO 3 – CARTA DEGLI AFFIORAMENTI

ALLEGATO 4 – CARTA DELLA PERICOLOSITA’

ALLEGATO 5 – SEZIONI GEOLOGICHE E GEOTECNICHE – INTERVENTI N. 1 E 2

ALLEGATO 6 – SEZIONI GEOLOGICHE E GEOTECNICHE – INTERVENTI N. 3 E 4

G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L’AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662

1.0 STUDIO GEOLOGICO

1.1 FINALITÀ E METODOLOGIA DI STUDIO

Il presente studio è stato finalizzato alla ricostruzione della geologia delle aree su cui si realizzeranno gli interventi di sistemazione e riordino di alcuni tratti stradali e più in dettaglio alla elaborazione di una stratigrafia al fine di definire quali sono i depositi che interagiranno con le opere. Come lavoro propedeutico è stata consultata la bibliografia e visionati i dati in possesso della scrivente. A seguito del rilevamento geologico dell'area è stata pianificata ed eseguita, di concerto con il progettista incaricato, una campagna di indagini geotecniche e geofisiche eseguite dalla Ditta GEO L'AQUILA s.r.l. e riportata nell'elaborato denominato Rapporto di Indagine.

I tratti stradali interessati sono i seguenti (Allegato 1):

- INTERVENTO N° 1: SR602 – Km 11+350
- INTERVENTO N° 2: SR602 – Km 8+500 8+900
- INTERVENTO N° 3: SP7 – Km 21+500
- INTERVENTO N° 4: SR17 BIS – Km 59+000

I primi due interventi interessano la SR che percorre i territori compresi tra i Comuni di Ofena e Villa S. Lucia, mentre i secondi interessano la SP7 e la SR17 BIS che percorrono i territori ricompresi nel Comune di Castel del Monte.

G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L'AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662

2.0 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO GENERALE

La fisiografia del territorio abruzzese è caratterizzata dalla successione di ampie aree orograficamente omogenee: procedendo da oriente verso occidente si individua dapprima la fascia collinare, quindi quella pedemontana ed infine la zona montana.

Le creste montane si elevano di regola sino a 2000-2500 m e solo nei possenti massicci più esterni superano di qualche centinaio di metri tale limite. L'energia del rilievo è ovunque elevata e sempre notevole è anche l'acclività dei versanti; i dislivelli sono accentuati rispetto al fondo delle poche valli principali o delle conche, e talvolta si presentano con un solo imponente balzo.

La parte sommitale e più accidentata delle dorsali mostra prolungati crostoni a profilo ondulato, che spesso dividono due fianchi ad acclività diversa.

Con il paesaggio tipico della catena, appena descritto, contrastano ampie conche (depressioni tettoniche) delimitate dai rilievi, incise di norma su substrato calcareo e/o calcareo-marnoso. La complessità dei fattori geologici e climatici ha portato alla deposizione di successioni sedimentarie continentali ed al modellamento di forme anche molto diverse da bacino a bacino.

Tra le principali conche intrappenniniche abruzzesi, si citano la Conca di L'Aquila, la Conca Subequana, la Conca del Fucino, la Piana di Navelli e la Valle del Tirino, la Conca di Sulmona e la Conca di Sora.

2.1 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO DI DETTAGLIO - INTERVENTI 1 E 2

L'assetto geomorfologico che caratterizza il paesaggio nel tratto di strada ricompreso tra gli abitati di Ofena e di Villa S. Lucia lungo il quale si effettueranno gli interventi in progetto, ed in particolare gli interventi identificati come **INTERVENTO N. 1** ed **INTERVENTO N. 2**, è costituito essenzialmente da un ampio e lungo versante, tagliato a mezza costa dalla SR602, che dalla la piana di Villa S. Lucia e si raccorda a valle con la piana del Tirino. Il versante è modellato da più fossi di erosione concentrata che lo incidono profondamente e che sono sede di torrenti che si riattivano quando le precipitazioni meteoriche sono particolarmente intense. La natura calcarea dei terreni che lo costituiscono favorisce un elevato carsismo come si può dedurre dagli ampi campi di doline che si rinvengono nelle porzioni più elevate del versante.

G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L'AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662

Su gran parte del versante si rinvengono ampie fasce di fenomeni di dilavamento e ruscellamento diffuso di bassa pericolosità; ampie conoidi di deiezione si rinvengono nelle piana di Villa S. Lucia e del Tirino poste rispettivamente a monte e a valle della strada SR602 che non interferiscono comunque con le loro azioni sull'assetto geomorfologico del tratto interessato dagli interventi.

I tagli stradali in questo tratto sono costituiti da pareti calcaree molto scoscese che a causa dell'elevata pendenza, della loro natura litologica, della presenza di una forte tettonizzazione e soprattutto per la rilevante azione disgregatrice da parte degli elementi atmosferici, sono sottoposte a continui fenomeni di erosione e conseguente sgretolamento che determinano il crollo e l'accumulo di massi di dimensioni molto variabili da centimetriche a decimetriche sul piano stradale.

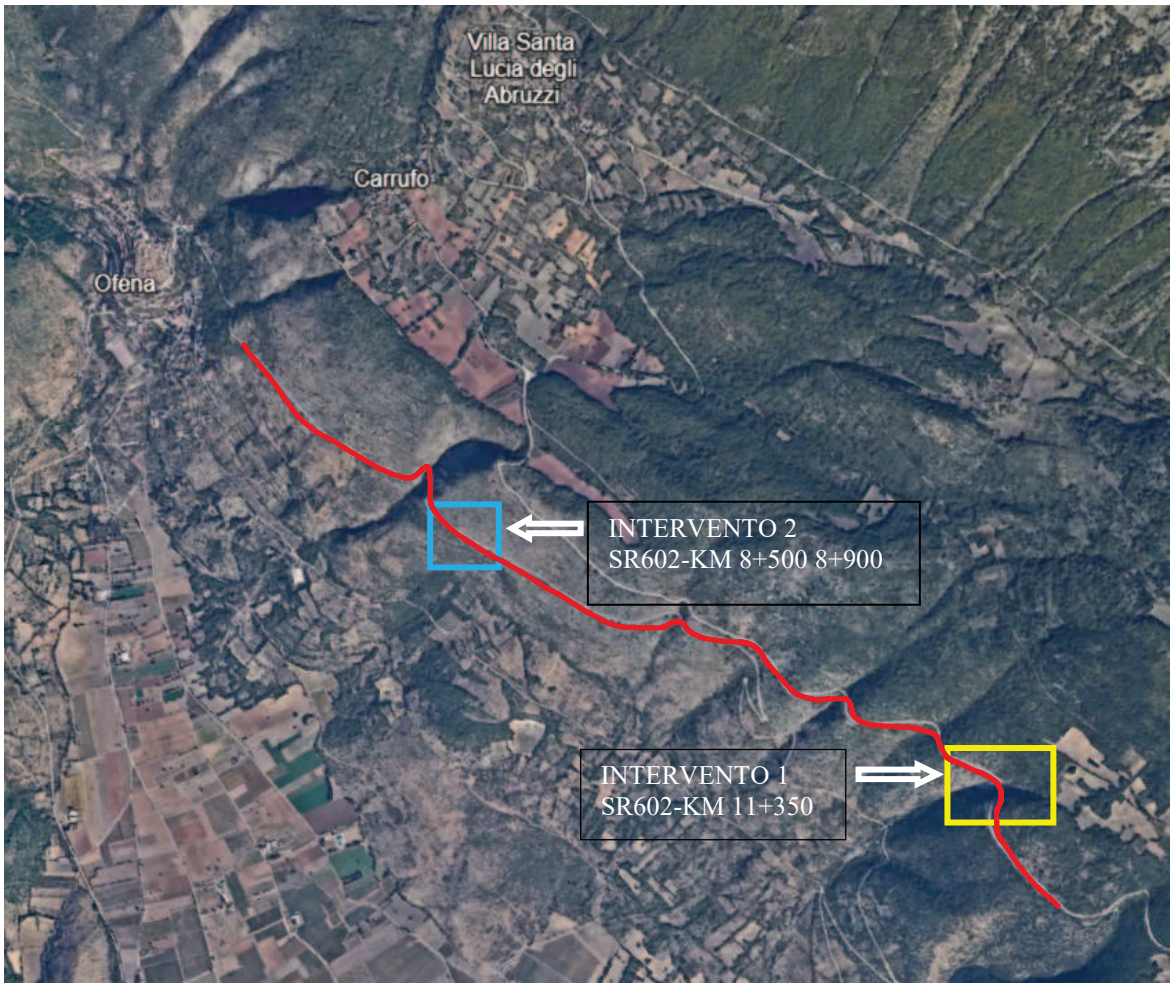
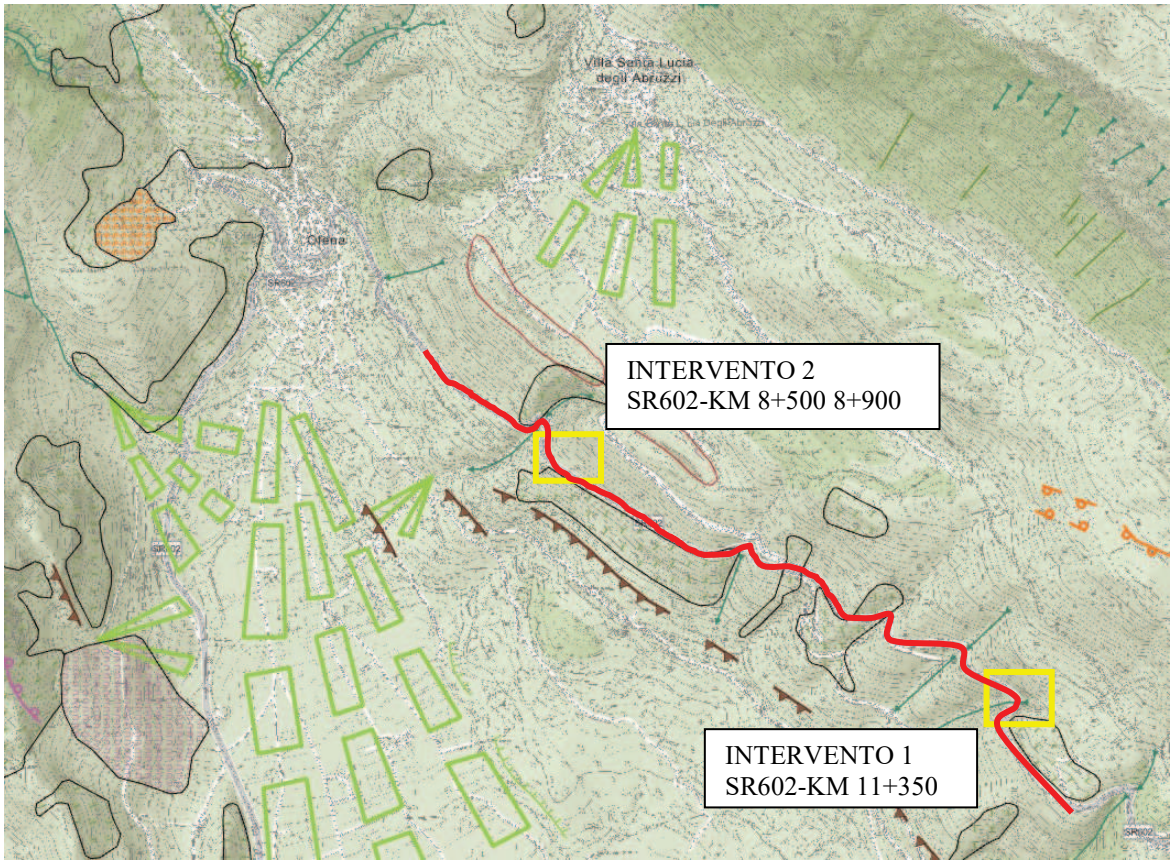


Fig. 2.1: Foto aerea con ubicazione degli Interventi 1 e 2; in rosso la strada SR 602

G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L'AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662

Di seguito si riporta il Foglio n. 360 O della Carta Geomorfologica del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico "Fenomeni gravitativi e processi erosivi" della Regione Abruzzo in scala 1:25.000



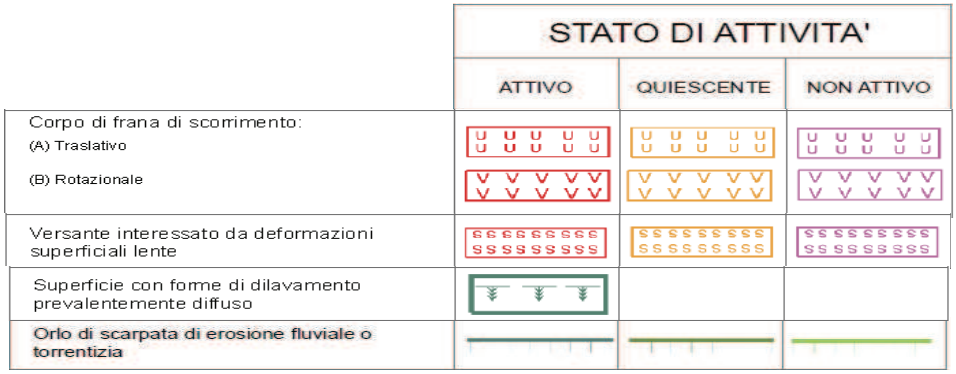


Fig. 2.2: Stralcio carta geomorfologica (Foglio 360 O), in rosso il tracciato in studio

G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L'AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662

2.2 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO DI DETTAGLIO - INTERVENTO 3 E 4

Le strade che saranno interessate dagli interventi 3 e 4 ricadono entrambe nel territorio del Comune di Castel del Monte e sono rispettivamente la SP7 e la SS17 Bis.

Il tratto interessato dall' **INTERVENTO N. 3** si sviluppa a valle del centro abitato, mentre il tratto interessato dall' **INTERVENTO N. 4** si rinviene a nord del centro abitato.

L'assetto geomorfologico dell'intero territorio è dominato prevalentemente dall'azione tettonica, dai processi carsici e dall'azione disgregatrice da parte degli elementi atmosferici. Entrambi i fattori hanno modellato profondamente il paesaggio ed il risultato delle loro azioni è caratterizzato dalla presenza di una serie di dorsali calcaree, sui cui versanti si rinvengono numerose scarpate di linee di faglia, allineate secondo le direttrici tettoniche principali intercalate da profonde fosse di natura carsica costituite dalle doline; l'azione tettonica alle doline sensu latu si affiancano anche intere aree note come campi di doline che evidenziano la profonda carsificazione dei terreni affioranti. I versanti presenti sul territorio presentano a luoghi falde di materiale detritico che si accumulano alla loro base.

Altri elementi geomorfologici che si rinvengono sull'ampio territorio sono rappresentati da fenomeni di dilavamento superficiale e da fossi di erosione concentrata.

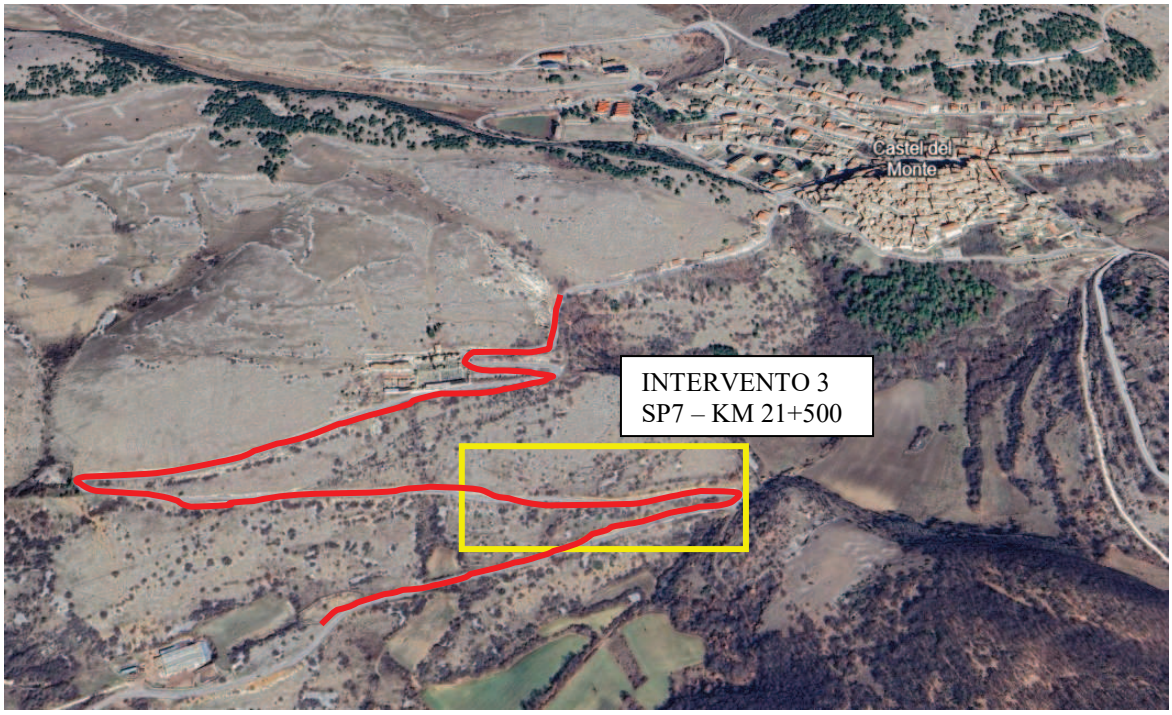


Fig. 2.3: Foto aerea con ubicazione dell'Intervento 3; in rosso la strada SP7

G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L'AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662



Fig. 2.4: Foto aerea con ubicazione dell'Intervento 4; in rosso la strada SR17 Bis

Di seguito si riporta il Foglio n. 360 O della Carta Geomorfologica del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico "Fenomeni gravitativi e processi erosivi" della Regione Abruzzo in scala 1:25.000

G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L'AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662

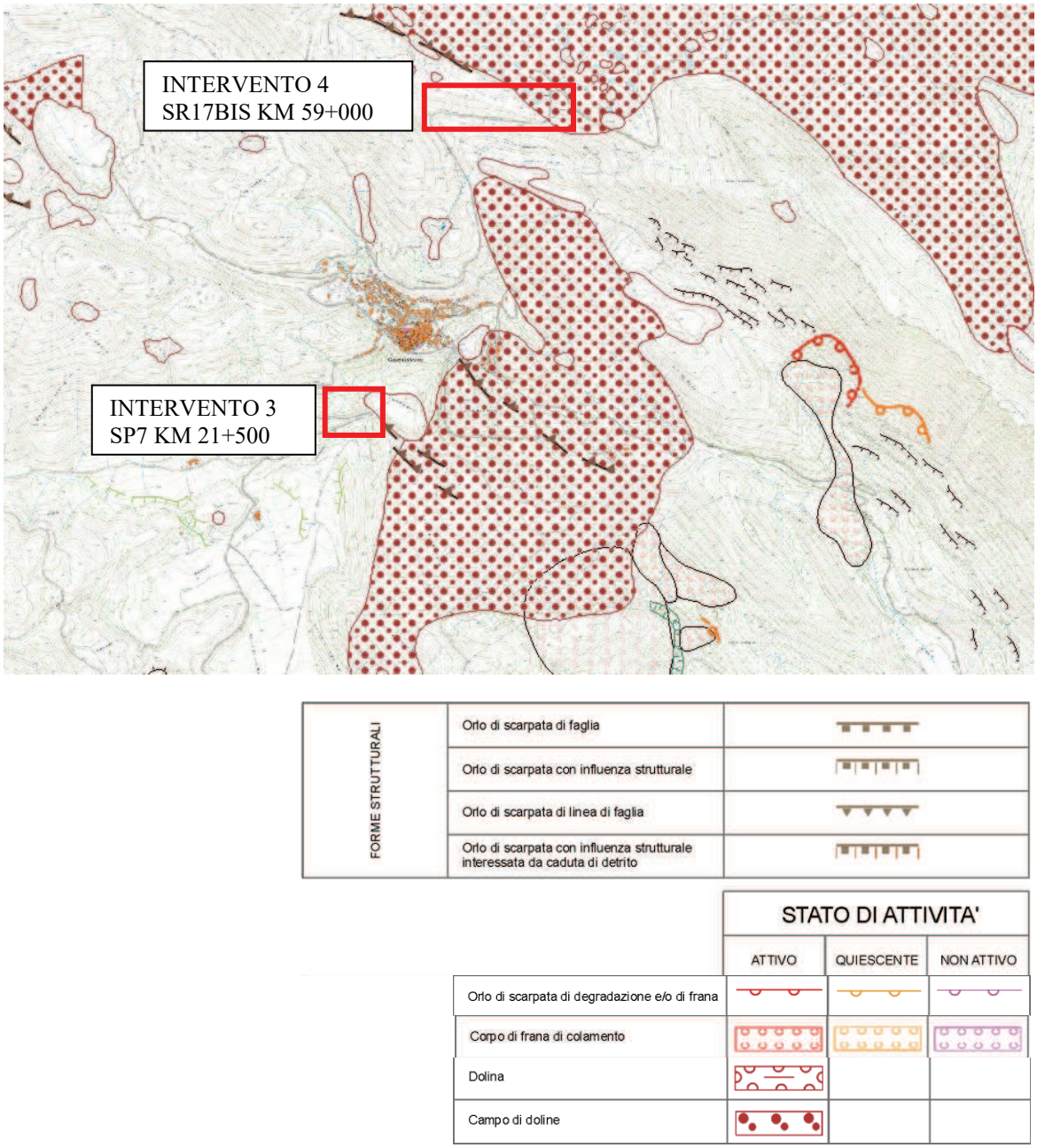


Fig. 2.5: Stralcio carta geomorfologica (Foglio 360 O), in rosso il tracciato in studio

G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L'AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662

3.0 INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

L'Appennino abruzzese è parte del tratto dell'Arco Appenninico meridionale compreso tra il Mar Tirreno e l'Adriatico ed è delimitato ad ovest dal lineamento strutturale con direzione nord-sud costituito dalla "linea Olevano-Antrodoco-Sibillini", mentre ad est è delimitato dal lineamento che dal versante orientale della Majella si dirige verso sud fino alla parte nord-occidentale dei Monti del Matese (Parotto & Praturlon, 2004; e riferimenti bibliografici ivi contenuti).

L'ossatura della catena è caratterizzata da una spessa successione di rocce carbonatiche, sedimentate dal Triassico al Miocene lungo il margine passivo Adriatico-Apulo, che testimoniano l'esistenza di un vasto arcipelago costituito da banchi carbonatici, con scarso o nullo apporto silicoclastico (Accordi & Carbone, 1988; Bosellini, 2004; e riferimenti bibliografici ivi contenuti). Nel corso del Cretacico superiore, l'evoluzione dei complessi di piattaforma è ben documentata dallo sviluppo e distribuzione delle comunità a rudiste. Questi macrofossili possono essere facilmente riconosciuti in molti affioramenti dell'area.

Tra l'Eocene e l'Oligocene, si registra un fenomeno di emersione della catena appenninica centrale dovuto ad un abbassamento del livello del mare e ad una contemporanea spinta tettonica con conseguente innalzamento della stessa. A questo periodo consegue una lacuna della sedimentazione marina e una fase di erosione dei sedimenti.

Dopo tale lacuna paleogenica, la sedimentazione marina, interrotta sulla maggior parte dell'area in esame, riprende gradualmente nel Miocene inf. con la generale ingressione, nota e documentata nella maggior parte dell'Appenninico carbonatico. In questo periodo si instaurano localmente ambienti con condizioni sedimentarie differenziate.

Nel tardo Messiniano, l'emersione della catena a pieghe e sovrascorrimenti ha avuto inizio nei settori più occidentali della dorsale appenninica abruzzese, mentre in quelli più orientali si raggiunge un completo e definitivo assetto continentale probabilmente nel Pliocene sup.

La progressiva costruzione della catena appenninica è testimoniata dall'instaurarsi di sedimentazione prevalentemente torbiditica silicoclastica che diventa progressivamente più giovane da ovest verso est.

Nella porzione di catena appenninica considerata, i sedimenti post-miocenici sono di origine continentale e sono riferibili, almeno per la massima parte, al Quaternario.

G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L'AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662

Durante questo periodo geologico si instaura un processo tettonico distensivo "post-orogenico" che si è espresso in superficie attraverso l'attività di faglie normali, molte delle quali rappresentano le strutture attive e sismogenetiche nella dorsale appenninica abruzzese.

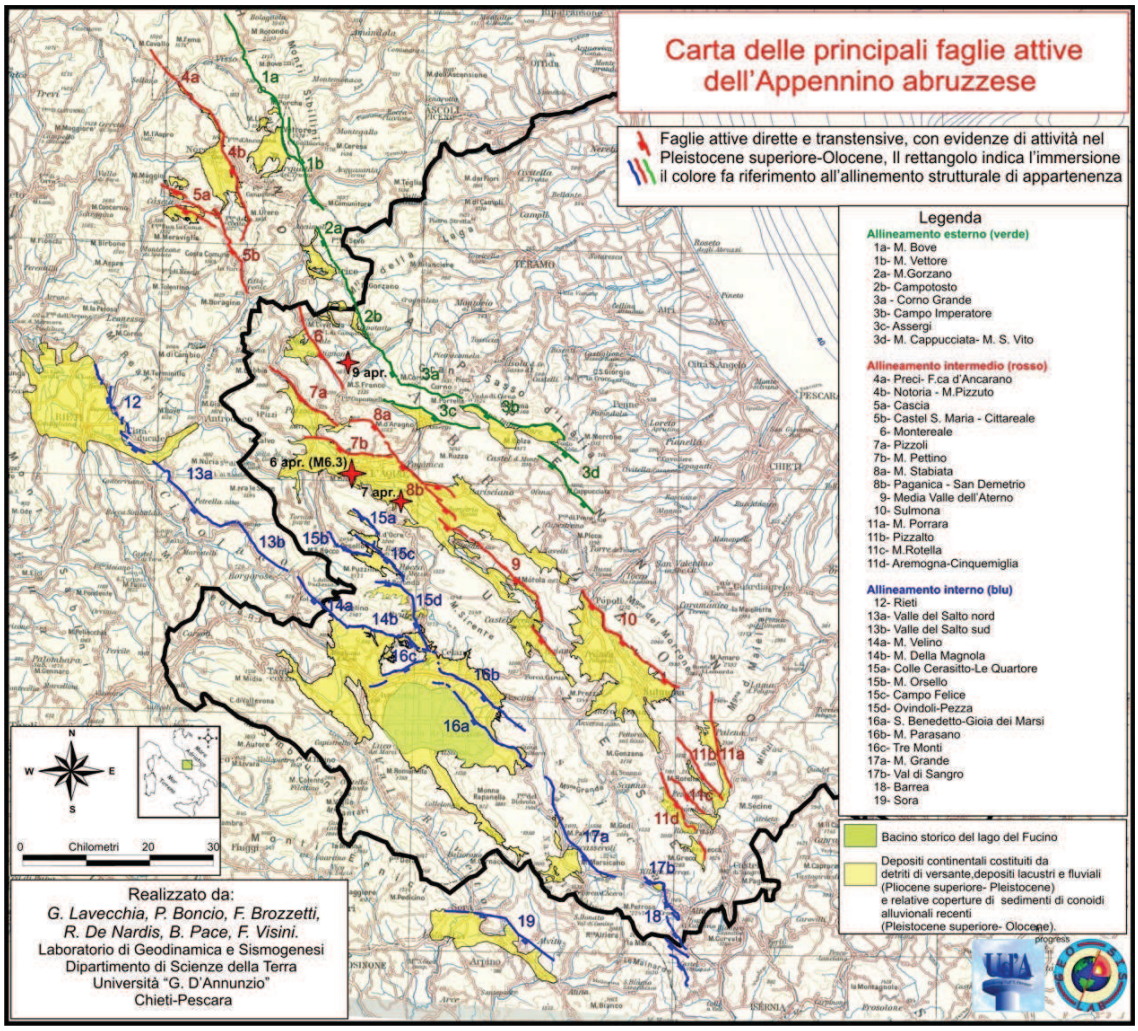


Fig. 3.1: Carta delle principali faglie dirette attive e probabilmente sismogeniche dell'Appennino abruzzese (modificato da Boncio et al., 2004a).

La più evidente espressione della tettonica estensionale dell'Italia centrale sono i bacini intramontani. La ricostruzione della loro evoluzione stratigrafica, sedimentaria e tettonica costituisce un elemento diagnostico fondamentale per caratterizzare l'evoluzione recente dell'Appennino. Le successioni stratigrafiche all'interno dei bacini, infatti, registrano le modalità ed entità dei processi sedimentari e delle deformazioni ad essi associate. Inoltre, la ricostruzione della geometria fornisce informazioni sui meccanismi e l'ammontare della tettonica estensionale.

G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L'AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662

In linea di massima, l'evoluzione dei diversi bacini nell'Appennino abruzzese è stata guidata da importanti sistemi bordieri di faglie con andamento circa NW-SE. Questi sistemi sono caratterizzati da una complessa cinematica neogenico-quaternaria a prevalente carattere distensivo o transtensivo che riutilizzano, almeno in parte, vecchi elementi compressivi legati alla strutturazione a falde della catena.

Proprio per la loro natura, i bacini sono comunemente colmati da spesse sequenze di depositi continentali fluviali e/o lacustri.

Nell'Appennino abruzzese diverse sono le conche intramontane (quella del Fucino, di Navelli-Tirino, L'Aquila, di Sora e di Pescasseroli), tra cui una delle più note è quella Subequana.

Tale conca risulta colmata da depositi fluviali e lacustri (come la maggior parte delle depressioni centro-appenniniche prima menzionate) che denotano condizioni passate di bacino chiuso, successivamente interrotte dall'erosione regressiva esercitata del Fiume Aterno (Note Illustrative Foglio 360 Torre de' Passeri, Progetto CARG).

Dal punto di vista strutturale, il territori interessati dagli interventi fanno parte dell'Unità M. Cappucciata-M. Offermo, facente parte dell'Unità Gran Sasso-Genzana, che rappresenta il segmento più esterno della catena carbonatica mesozoica-paleogenica, ampiamente sovrascorsa sul settore dell'avanfossa messiniana e composta da successioni carbonatiche (Note Illustrative Foglio 360 Torre de' Passeri, Progetto CARG).

Nell'area di studio al di sopra dei depositi carbonatici di paleopiattaforma del triassico-liassico inferiore affiorano i depositi detritici di versante e quelli di conoide alluvionale.

G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L'AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662



Fig. 3.2: Schema delle unità strutturali in cui ricade l'area oggetto di studio (figura estrapolata dalla Carta Geologica d'Italia del Progetto CARG – Foglio 369 Sulmona)

3.1 TETTONICA E NEOTETTONICA

L'assetto strutturale dell'area è il risultato di eventi deformativi molto complessi che hanno agito tra il Messiniano e Pliocene inferiore-medio, con una propagazione dei sovrascorrimenti in sequenza da ovest verso est. In particolare le aree in studio appartengono all'Unità del M. Cappucciata-M. Offermo sovrascorsa mediante il sovrascorrimento del Gran-Sasso a direzione N-S sul settore dell'avanfossa messiniana rappresentato dall'Unità Laga-Queglia (Note Illustrative Foglio 360 Torre de' Passeri, Progetto CARG).

La macrostruttura dell'Unità del M. Cappucciata-M. Offermo è costituita da un'anticlinale ad andamento assiale N-S in prossimità del sovrascorrimento ma non mancano altre strutture plicative e sovrascorrimenti minori obliterati in parte dalle successive faglie normali. Nell'area del M. Bolza e di Capo le Serre situati a nord e est di Castel del Monte, sono riconosciuti anche elementi compressivi minori come

G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L'AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662

faglie inverse e retroscorrimenti (Note Illustrative Foglio 360 Torre de' Passeri, Progetto CARG).

A partire dal Pleistocene inferiore-medio la tettonica distensiva ha coinvolto tali Unità in sistemi di faglie normali a direzione NW-SE che individuano settori depressi come la Piana di Navelli, la Piana di Ofena-Tirino e le depressioni tra S. Stefano di Sessanio e Castel del Monte (Note Illustrative Foglio 360 Torre de' Passeri, Progetto CARG).

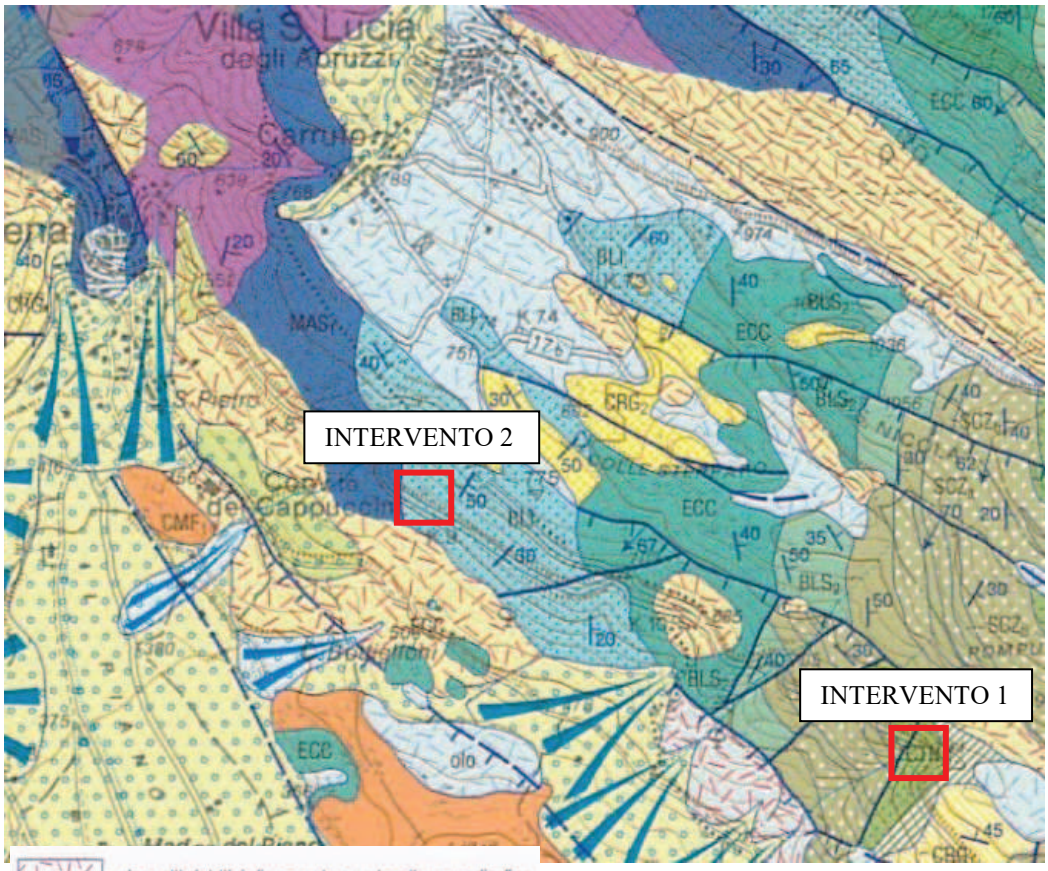
3.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO DI DETTAGLIO INTERVENTI 1 E 2

Il versante su cui si sviluppa il tratto di RS 602 interessato dagli interventi in progetto n. 1 e n. 2 è costituito dall'affioramento del substrato geologico carbonatico; in particolare la successione, nota come Successione Villa S. Lucia – Navelli, comprende i termini carbonatici più antichi costituiti dal Calcare Massiccio, dai Calcari Bioclastici inferiori e superiori e dai termini più giovani costituiti dalla Scaglia detritica.

Alla base del versante affiorano le facies sedimentarie quaternarie costituite da depositi detritici con tessitura medio-fine.

In riferimento all'ubicazione degli interventi nell'area di intervento n. 2 affiora la formazione dei Calcari bioclastici, mentre nella area di intervento n. 1 si rinviene in affioramento dei Calcari cristallini.

G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L'AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662



depositi detritici di versante con tessitura medio-fine

CALCARI CRISTALLINI - Calcari bioclastici fini molto porosi di aspetto saccaroide, in strati medi (CTN_a) Calcareniti-calciruditi bioclastiche cristalline, a frammenti di rudiste in strati da spessi a molto spessi (CTN_d). Calcari biomicritici a planctonici, in strati da sottili a medi, con intercalazioni calcarenitiche; presenza locale di selce (CTN_c)(parte medio-sup. della biozona a *Globotruncanita e Hippuritidae*; biozona a *Globotruncanita e Orbitoides*) (ra-gr-se).
CAMPANIANO-MAASTRICHTIANO

SCAGLIA DETRITICA - associazione micritico-calcarenitica - Prevalenti biomicriti, bianche e rosate, con selce, in strati medi e sottili, con intercalati calcari marnosi e bioclastici (SCZ_a). In alto intercalazioni di facies cristalline (CTN_c e CTN_d) (dalla parte sup. della biozona a *Rotalipora e Orbitolina*; alla biozona a *Morozovella velasconensis*) (se-bp).
CENOMANIANO p.p.-THANETIANO (YPRESIANO p.p.?)

CALCARI BIOCLASTICI "SUPERIORI" - membro calcarenitico-calciruditico - Il membro presenta caratteristiche analoghe a quello affiorante nelle aree A.e C.
APTIANO-CENOMANIANO p.p.

CALCARI BIOCLASTICI "INFERIORI" - Calcari biodetritici in strati medi con intercalazioni di orizzonti di spessore metrico di brecce, soprattutto alla base della successione. Subordinate micriti con selce più frequenti verso l'alto (dalla biozona a *Radiolaria, Palaeodasycladus, Anthozoa e Hydrozoa* alla biozona a *Saccocoma e Tubiphytes morronensis*) (ra-gr).
SINEMURIANO sup. - TITONIANO p.p.

CALCARE MASSICCIO "A" - Prevalenti calcari fango-sostenuti, localmente dolomitizzati, organizzati in cicli peritidali. Facies subtidali prevalentemente micritiche ad oncoidi, intraclasti, gasteropodi, alghe e foraminiferi bentonici. Al tetto dei cicli stromatoliti, strutture da disseccamento e paleosuoli carbonatici (biozona a Valvulinidae e Rivulariaceae; biozona a *Palaeodasycludus mediterraneus e Rivularia piae*) (pci).
HETTANGIANO - SINEMURIANO inf.

DOLOMIA PRINCIPALE ***auctt.*** - Prevalenti alternanze di calcari, calcari dolomitici e dolomie grigio-avana a grana fine, organizzate in cicli a scala metrica con, al loro tetto, stromatoliti, localmente predominanti, e strutture da disseccamento. Frequenti superfici di esposizione subaerea. Locale presenza di calcareniti organogene e di megalodontidi (biozona a *Triasina hantkeni e Griphoporella. curvata*) (pci).
RETICO

Figura 3.3: Stralcio Carta Geologica d'Italia del Progetto CARG – Foglio 360 Torre de' Passeri

G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L'AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662

3.3 MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO

Il rilevamento geologico di campagna e le indagini eseguite, hanno permesso di riconoscere le formazioni presenti nelle aree di intervento e definirne il modello geologico di riferimento (Allegato 5).

INTERVENTO N° 1: SR602 – Km 11+350: Gli interventi che si realizzeranno in questo tratto di strada saranno costituiti dalla posa in opera di Reti ex novo sul lato sinistro. Si riporta di seguito il modello geologico.

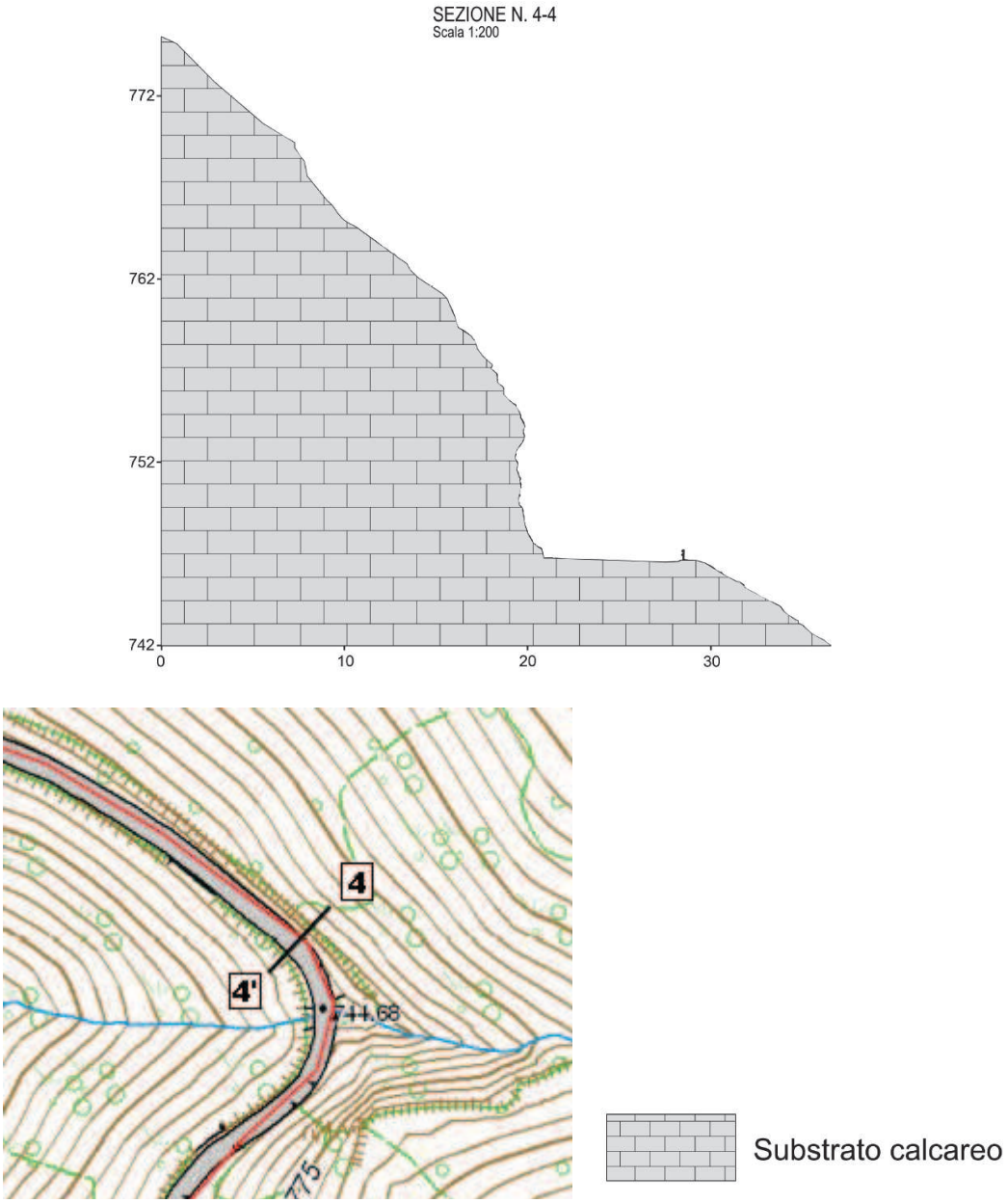


Figura 3.4: Modello geologico del sito di intervento N. 1 (Allegato 5)

G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L'AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662

INTERVENTO N° 2: SR602 – Km 8+500 8+900: Gli interventi che si realizzeranno in questo tratto di strada saranno costituiti dalla sostituzione delle protezioni laterali sul lato destro. Si riporta di seguito il modello geologico.

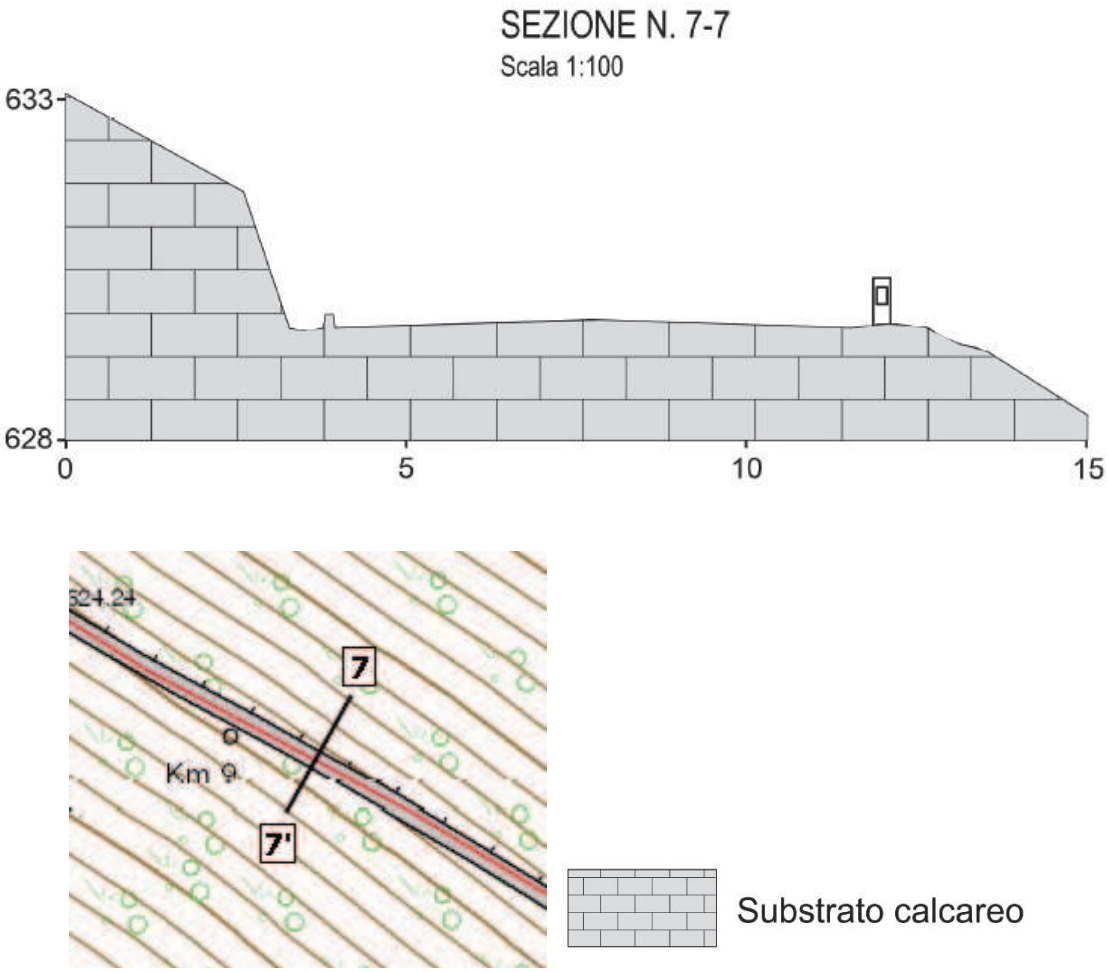


Figura 3.5: Modello geologico del sito di intervento N. 2 (Allegato 5)

G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L'AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662

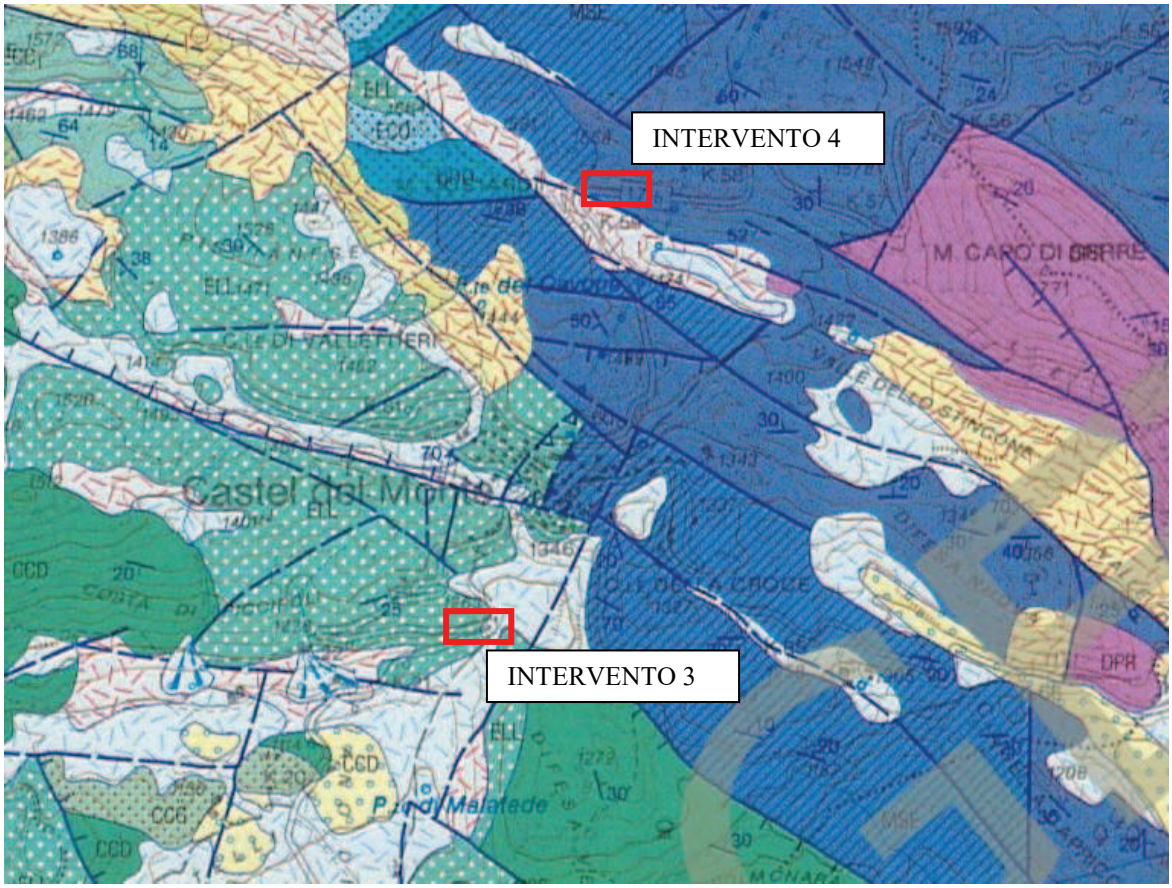
3.4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO DI DETTAGLIO INTERVENTI 3 E 4

Gli Interventi n. 3 e n. 4 saranno realizzati rispettivamente lungo la strada SP7, che si snoda a sud del centro abitato di Castel del Monte e lungo la strada SS 17 Bis che prosegue a nord del centro abitato.

I terreni che affiorano nel primo tratto (Intervento 3) lungo la SP7, che costituiscono il fronte stradale sono costituiti dai Calcari ad Ellipsactinie, in contatto stratigrafico con i depositi recenti rappresentati dai depositi detritici di versante. I depositi detritici di versante appartenenti alle facies sedimentarie quaternarie sono classificabili come ghiaie a matrice limo sabbiosa con interclusi massi anche di dimensioni metriche; essi si presentano molto sciolti e particolarmente soggetti al rotolamento ed accumulo del materiale clastico di natura calcarea alla base del pendio.

In riferimento al tratto di strada che si sviluppa lungo la SR17 Bis (Intervento 4), questo taglia un versante alla cui base si estende un'ampia dolina riempita da depositi recenti; i terreni che costituiscono il versante sono riconducibili ai termini calcarei più antichi rappresentati dall'unità del Calcare Massiccio; la formazione calcarea risulta così intensamente tettonizzata che l'estesa fratturazione favorisce ulteriormente l'azione degli agenti atmosferici per cui si ha il distacco continuo di frammenti calcarei di dimensioni da centimetriche a decimetriche alla base del fronte.

G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L'AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662



FACIES SEDIMENTARIE QUATERNARIE

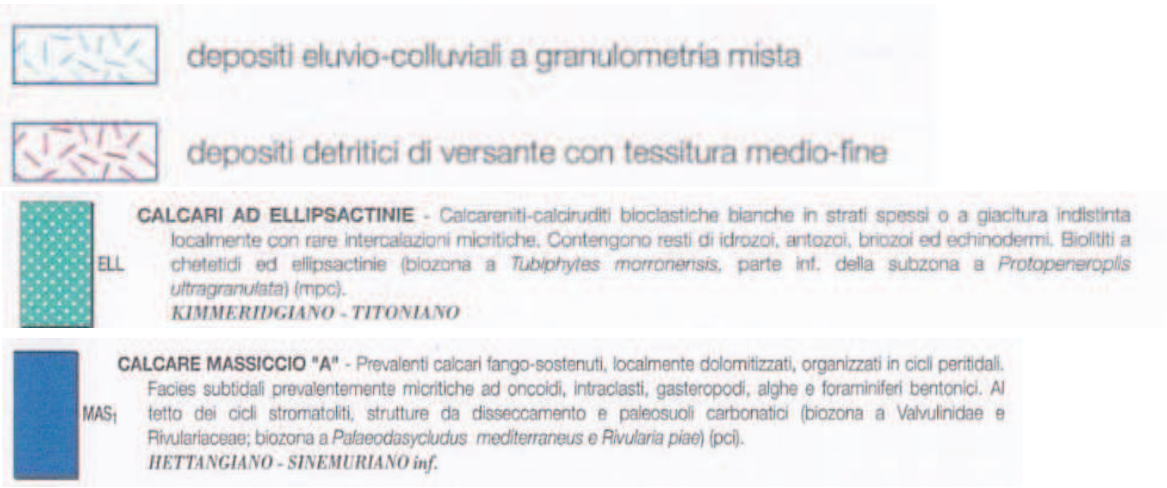


Figura 3.6: Stralcio Carta Geologica d'Italia del Progetto CARG – Foglio 360 Torre de' Passeri

G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L'AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662

3.5 MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO

Il rilevamento geologico di campagna e le indagini eseguite, hanno permesso di riconoscere le formazioni presenti nelle aree di intervento e definirne il modello geologico di riferimento (Allegato 6).

INTERVENTO N° 3: SP7 – Km 21+500: Gli interventi che si realizzeranno in questo tratto di strada saranno costituiti dallo svuotamento reti lato destro. Si riporta di seguito il modello geologico.

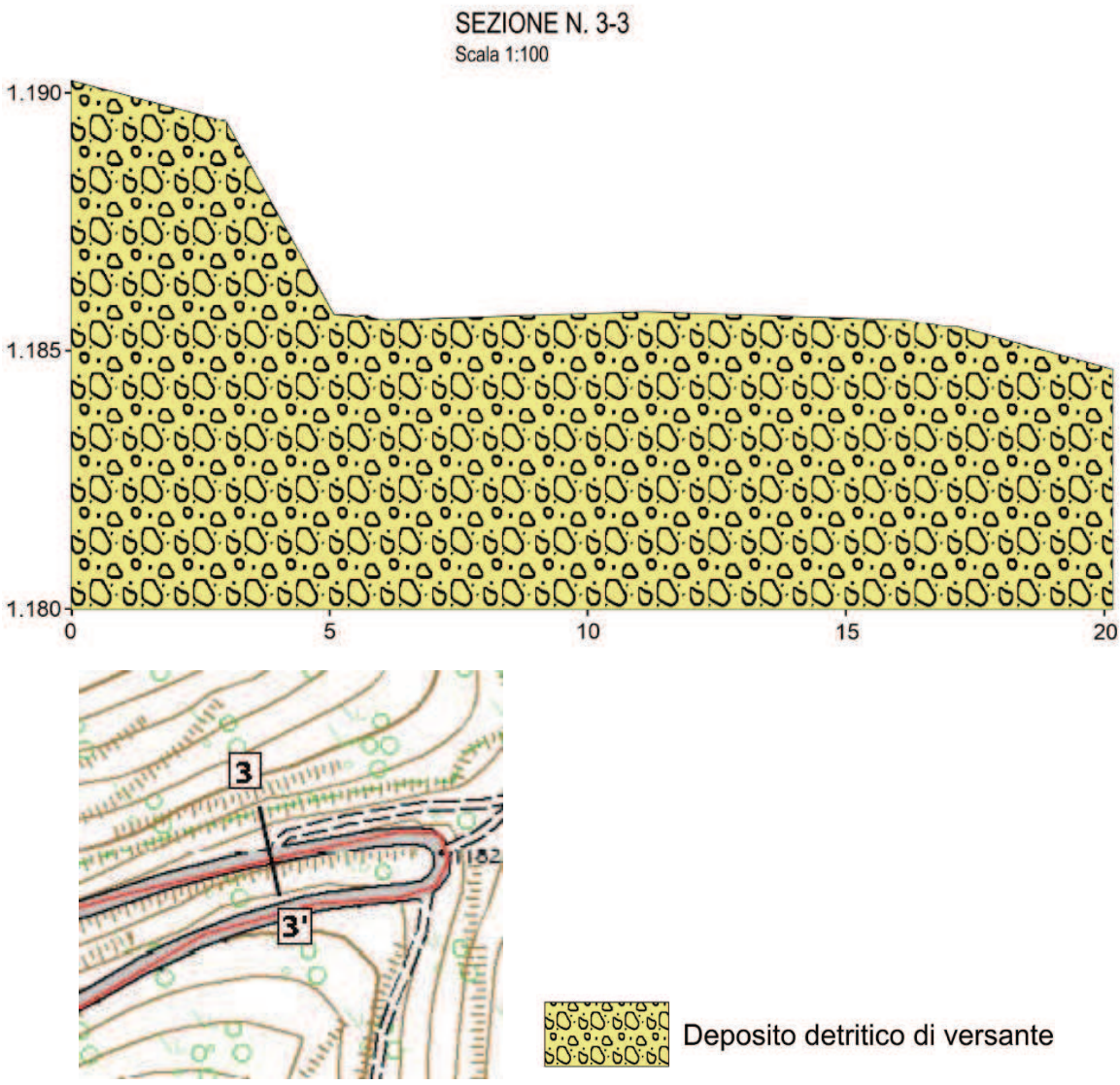


Figura 3.7: Modello geologico del sito di intervento N. 3 (Allegato 6)

G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L'AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662

INTERVENTO N° 4: SR17 BIS – Km 59+000: Gli interventi che si realizzeranno in questo tratto di strada saranno costituiti dallo svuotamento e ripristino reti lato destro. Si riporta di seguito il modello geologico.

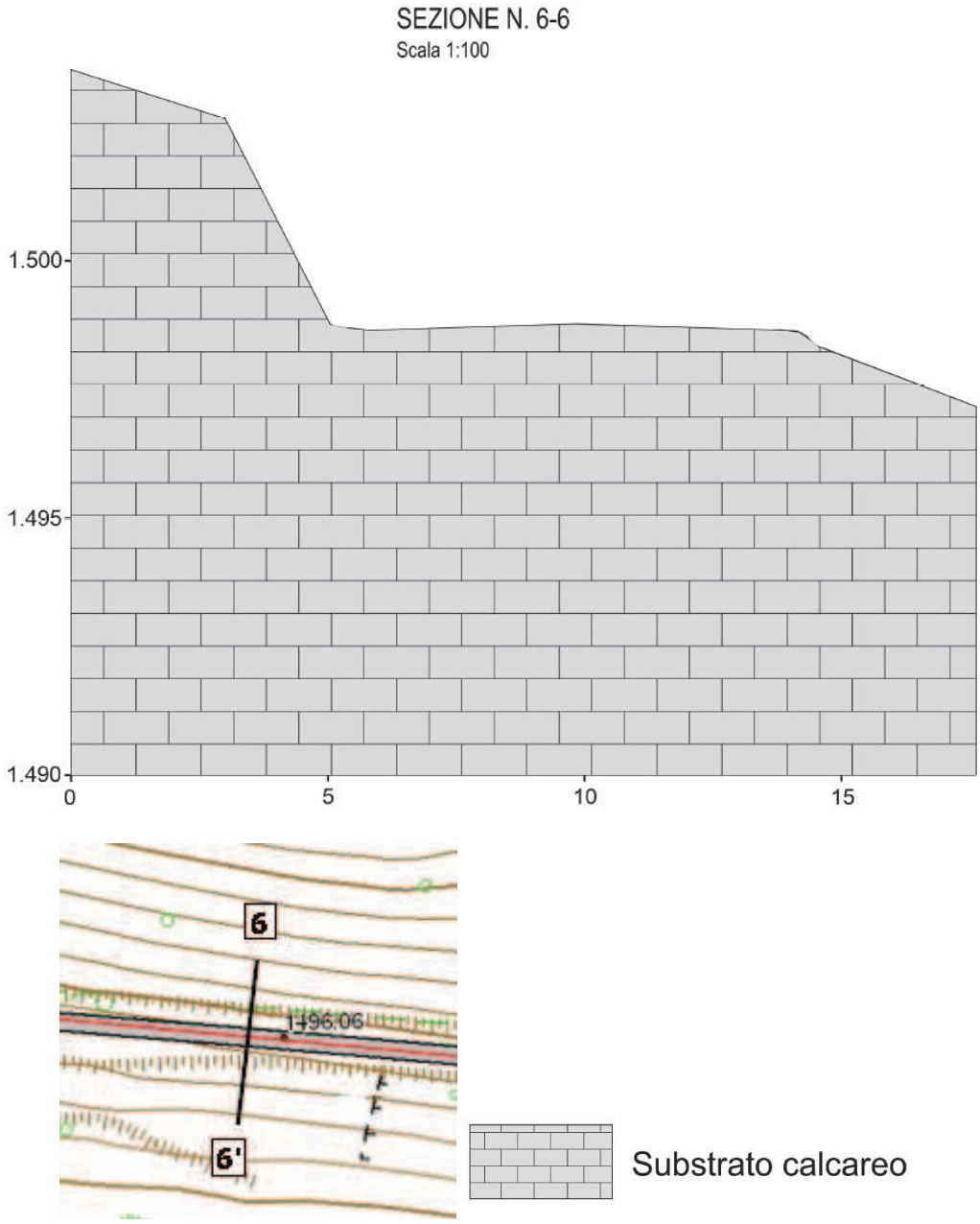


Figura 3.8: Modello geologico del sito di intervento N. 4 (Allegato 6)

G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L'AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662

4.0 IDROGRAFIA ED ASSETTO IDROGEOLOGICO GENERALE E DI DETTAGLIO

L'elemento idrografico principale dell'area in esame è il Fiume Tirino ed il suo gruppo sorgivo. Il Tirino è alimentato nella Valle da tre sorgenti: Capodacqua, il Lago e Presciano. Nel territorio di Bussi il fiume riceve acqua da altre due sorgenti: Sambuchi e Fontanelle. Il Tirino ha una lunghezza di 11 Km, attualmente ha una portata di 6.000 l/s che rimane pressoché costante per tutto l'anno, così come la temperatura che è intorno agli 11°. Il Tirino non riceve affluenti e le sue acque rimangono limpide in ogni situazione meteorologica. In ultima analisi, si riporta di seguito la Carta dei Complessi Idrogeologici per la Regione Abruzzo.

Per quanto riguarda l'assetto idrogeologico, la risorsa idrica sotterranea è concentrata con due modalità differenti in base ai diversi ambienti geologici, ovvero le dorsali carbonatiche e le conche intramontane, ed in funzione delle diverse caratteristiche di permeabilità dei depositi presenti.

La struttura idrogeologica più importante è costituita da quella della dorsale carbonatica del Gran Sasso.

L'assetto idrogeologico dei territori oggetto d'intervento può essere afferito all'idrostruttura del Gran Sasso che si può definire come un unico acquifero di tipo compartimentato. L'acquifero carbonatico, infatti, risulta formato da una serie di bacini intercomunicanti, confinati lateralmente da litotipi impermeabili. All'interno della struttura si possono individuare spartiacque secondari, corrispondenti a discontinuità tettoniche o stratigrafiche (Celico 1983), che ostacolano ma non impediscono la comunicazione idraulica sotterranea.

L'infiltrazione efficace è stata misurata in circa 800 mm/anno (Boni *et alii*, 1986), molto alta rispetto ad una precipitazione media sul massiccio di circa 1.200 mm/anno. A questo proposito, bisogna segnalare che le precipitazioni hanno subito a partire dalla fine degli anni '80 un deciso decremento, che ovviamente ha causato corrispondenti diminuzioni dell'infiltrazione e di conseguenza delle portate erogate dalle sorgenti. In ogni caso i valori alti di infiltrazione risultano dovuti a tre fattori principali: elevato indice di fratturazione delle rocce carbonatiche, caratteri climatici, presenza di numerosissime dissoluzioni carsiche. Sotto tale profilo si ritiene rilevante la presenza della vasta depressione tettonico-carsica di Campo Imperatore, ad una altitudine di m 1.700 circa.

Le maggiori sorgenti del massiccio (portata media 0.1 m^3/s) sono poste tipicamente ai margini della struttura ed al contatto con i depositi impermeabili di base. Vi sono 12 gruppi di sorgenti, con una portata media complessiva di circa 20 m^3/s: cinque gruppi sono ubicati sul versante settentrionale del massiccio, ad un'altitudine maggiore di m 1.000 e con una portata di soli 2 m^3/s. Sette gruppi risultano disposti sul versante meridionale, ad un'altitudine inferiore a m 650 e con una portata complessiva di 18 m^3/s, cui va sommato il contributo della sorgente di Capo Pescara (7 m^3/s), in parte alimentata dall'acquifero del M. Sirente (Massoli-Novelli *et alii*, 1999).

Il versante sud-occidentale del Gran Sasso ha sorgenti meno numerose, ma di maggiore portata rispetto al versante orientale: l'importante presenza delle sorgenti del Vera testimonia struttura idrogeologica del Gran Sasso appena descritta.

G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L'AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662

Nelle linee generali, si può riassumere, che nell'ambito della idrostruttura del Gran Sasso, gran parte delle acque sotterranee si dirigono verso i settori più depressi della struttura (area di Capestrano–Bussi-Popoli) attraverso una circolazione in rete che possiamo eguagliare ad un'unica falda regionale.

Nell'area di studi, considerando l'assetto geologico e strutturale dell'area, si esclude la presenza di una falda freatica rilevante ai fini degli interventi in progetto.

In ultima analisi, si definiscono i complessi idrogeologici presenti nell'area che vengono di seguito descritti.

Complesso carbonatico: costituito dalle unità calcaree del substrato pre-Quaternario caratterizzato da permeabilità alta, per porosità e fratturazione.

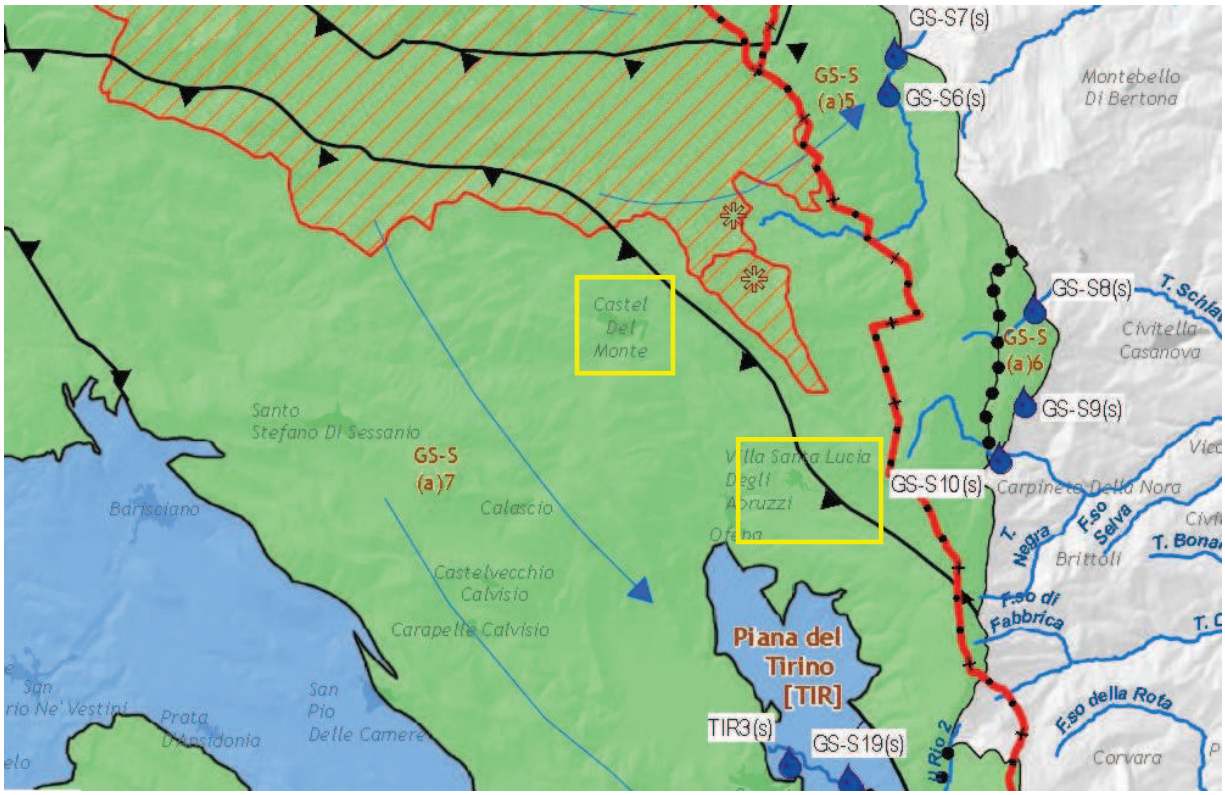


Fig. 4.1: stralcio della Carta dei Complessi Idrogeologici per la Regione Abruzzo, scala originale 1:250.000

LEGENDA

Corpo idrico sotterraneo principale significativo in successioni carbonatiche

Calcari, calcari con selce e calcari marnosi

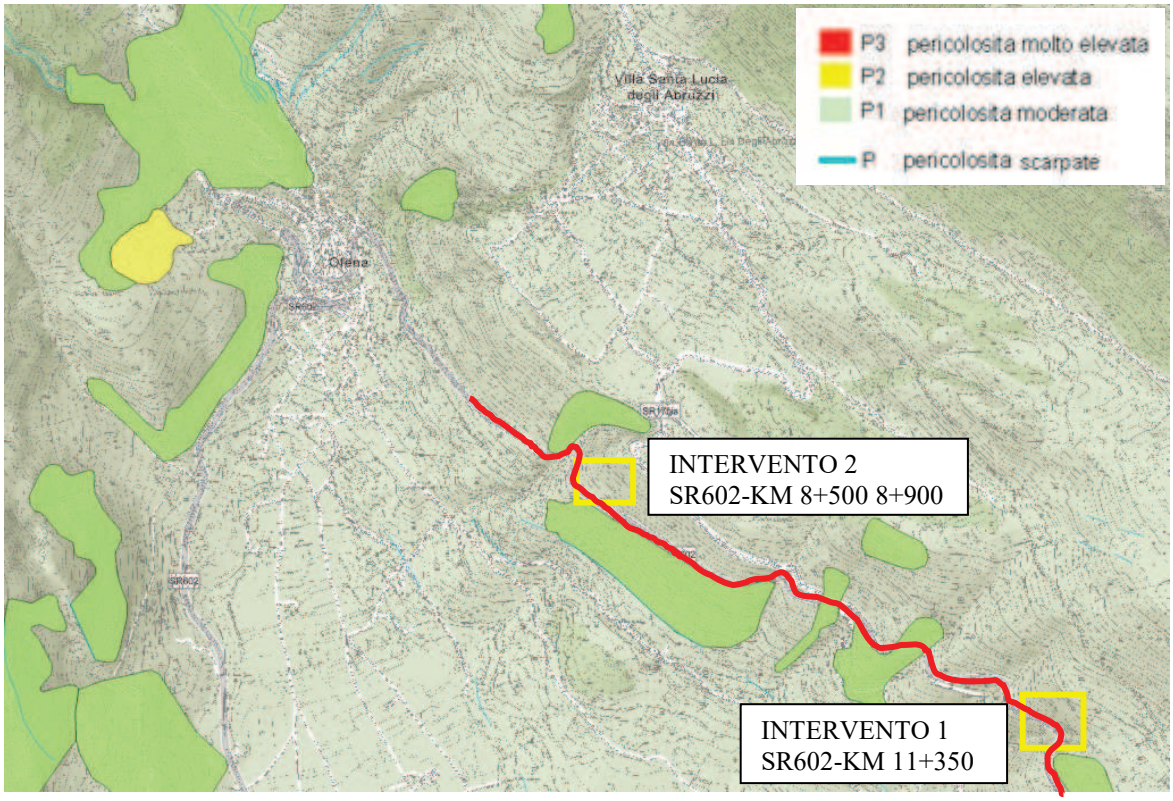
Corpo idrico sotterraneo principale significativo in successioni fluvio-lacustri

G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L'AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662

GGEE s.r.l.
Geological - Geotechnical & Earthquake Engineering

5.0 PERICOLOSITA' GEOLOGICA E VINCOLISTICA

Sulla base di quanto riportato finora, si riporta la carta della pericolosità del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico – "Fenomeni gravitativi e Processi Erosivi" della Regione Abruzzo. In tale carta è possibile osservare che tutti i siti oggetto di intervento non sono interessati da dissesti gravitativi in atto o latenti.



G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L'AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662

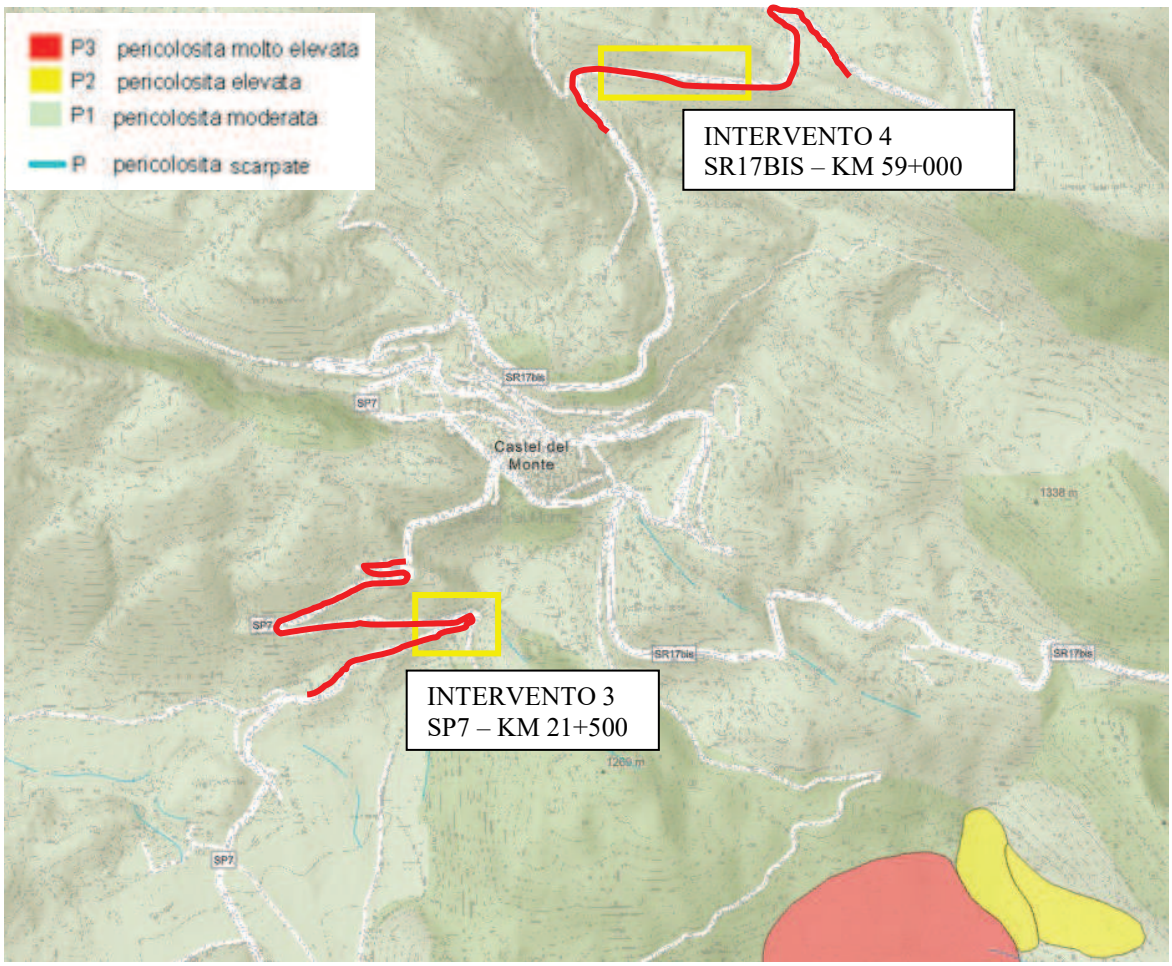


Fig. 5.1: Stralcio Carta della Pericolosità PAI Regione Abruzzo, in rosso le aree in studio (Allegato 4)

G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L'AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662

I dissesti cartografati dall'IFFI che si riportano di seguito, sono stati recepiti dal PAI; nelle aree in studio non sono presenti fenomeni gravitativi di versante

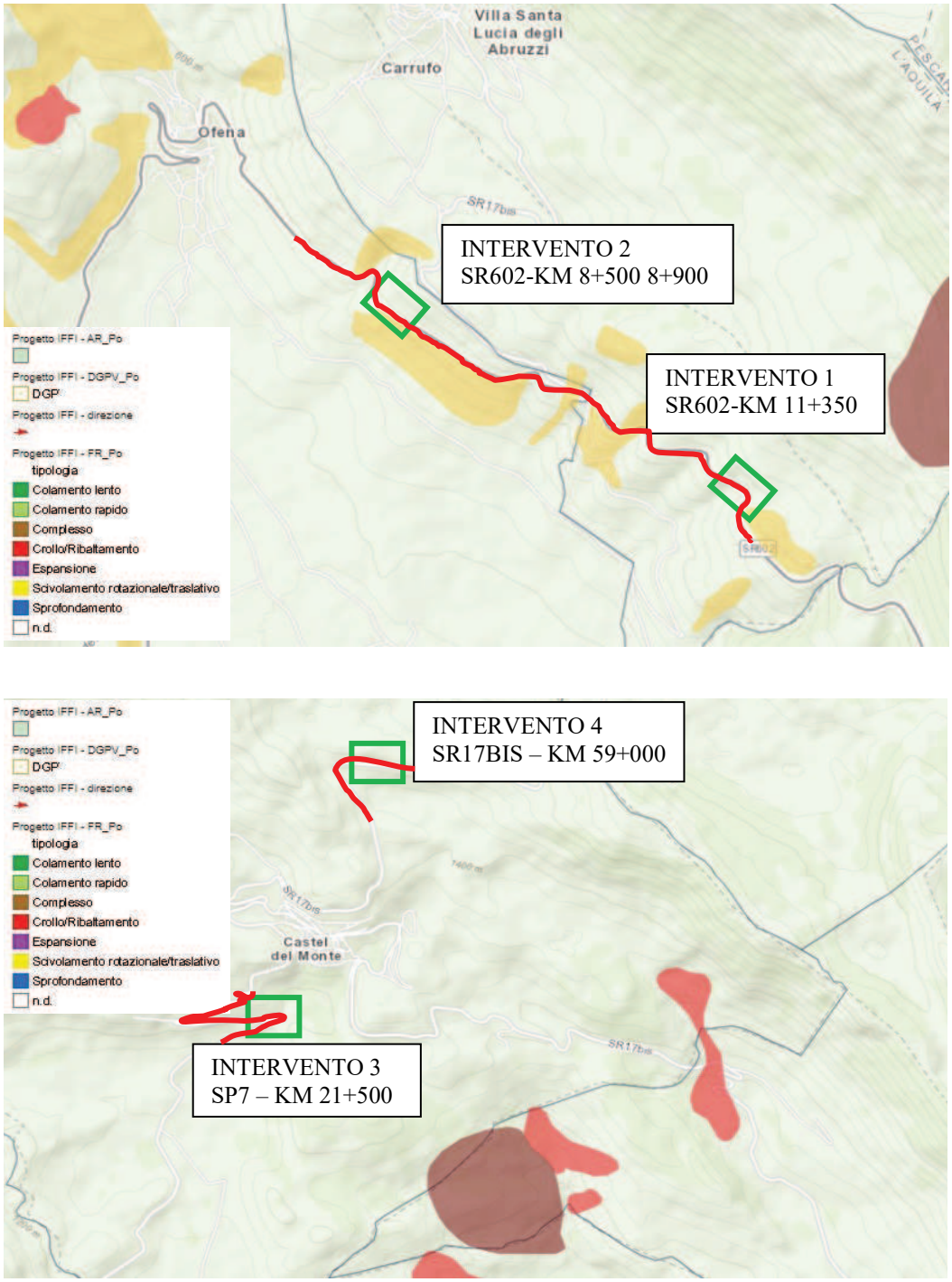


Fig. 5.2: Stralcio Carta dell'IFFI, in rosso le aree in studio (Allegato 4)

G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L'AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662

L'area d'intervento non rientra in zone definite a rischio di inondazione dal Piano Stralcio Difesa Alluvioni della Regione Abruzzo. Nulli, risultano pertanto i rischi connessi con la dinamica fluviale, non rientrando il sito nell'area di influenza di alcun corso d'acqua significativo.

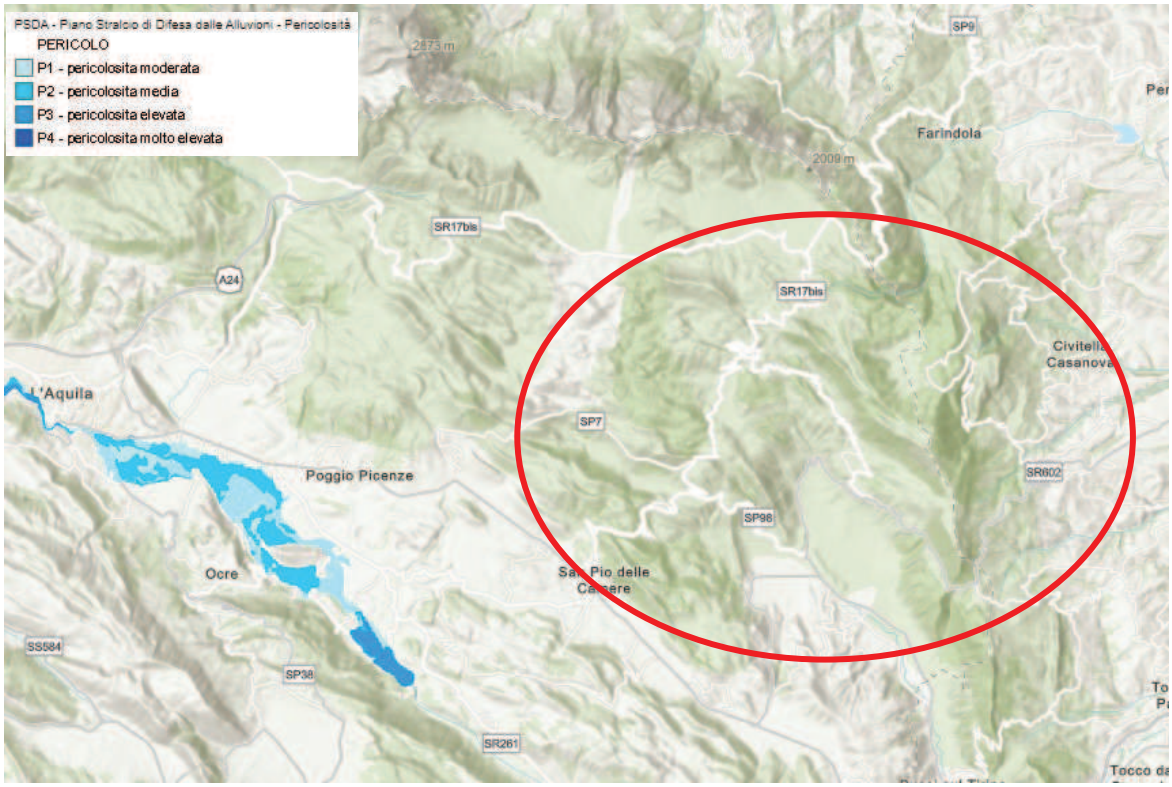
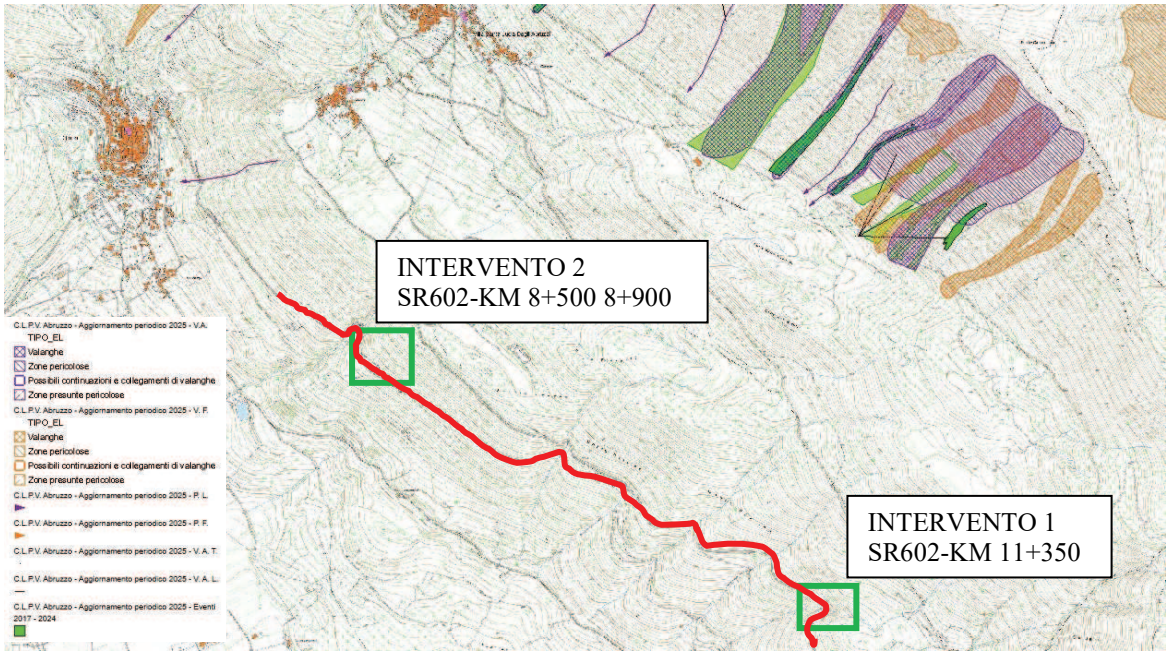


Fig. 5.3: Stralcio Carta della Pericolosità PSDA Regione Abruzzo, nel cerchio rosso l'area di studio (Allegato 4)



G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L'AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662

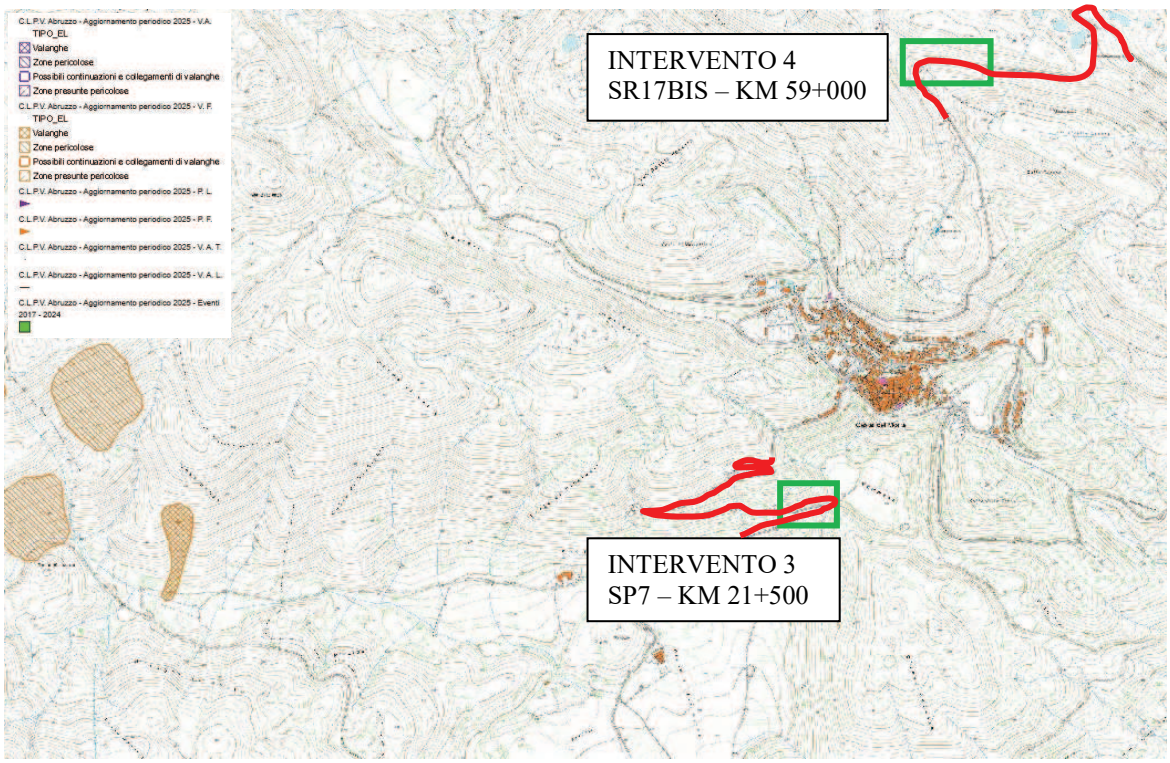


Fig. 5.4: Stralcio Carta di Localizzazione dei Pericoli da Valanga Regione Abruzzo, nel cerchio rosso l'area di studio (Allegato 4)

Per quanto concerne la pericolosità connessa agli eventi sismici, il territorio aquilano è caratterizzato da un'elevata sismicità che si manifesta con tempi di ritorno particolarmente lunghi, ma con terremoti di elevata intensità. Dagli studi effettuati dall'INGV nella piana la magnitudo massima attesa risulta essere 6,0-6,5 Richter.

In seguito agli eventi sismici del 6 Aprile 2009 nella conca Aquilana numerosi sono stati gli studi volti a definire eventuali effetti di sito che hanno contribuito a danneggiare in modo importante strutture in c.a. e costruite di recente. È noto che determinate morfologie e i terreni di riempimento che caratterizzano la piana possono indurre effetti di sito che possono determinare picchi di accelerazione o, in determinate condizioni geologiche e idrogeologiche, fenomeni di liquefazione.

Le aree su cui si realizzeranno gli interventi in progetto non rientrano nei limiti di studio delle Microzonazioni Sismiche di Livello 1 e 3.

G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L'AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662

5.1 PERICOLOSITA' DA LIQUEFAZIONE

In condizioni sismiche, il termine *liquefazione* indica una serie di fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate. Tali fenomeni sono legati allo sviluppo di sovrappressioni interstiziali che, se positive, causano una riduzione della tensione media efficace e, quindi, una riduzione della resistenza a taglio ed una variazione dello stato deformativo. La riduzione della resistenza può rappresentare solo una condizione temporanea, seguita da un successivo recupero, o può indurre nel terreno una condizione di collasso generalizzata.

L'avvenuta liquefazione si manifesta, in condizioni di free-field (cioè di assenza di manufatti), attraverso la formazione di vulcanelli di sabbia, rotture o spostamenti laterali del terreno, ovvero, in presenza di costruzioni, attraverso la perdita di capacità portante e/o lo sviluppo di elevati cedimenti e rotazioni.

Nel caso di liquefazione, se la superficie del piano campagna è orizzontale, si possono manifestare oscillazioni di grande ampiezza durante l'evento sismico. Al termine della sollecitazione, la dissipazione delle sovrappressioni interstiziali e la conseguente consolidazione possono dar luogo a fenomeni di subsidenza. Nei pendii, per la presenza di strati liquefacibili, durante il sisma può manifestarsi uno spostamento permanente cumulato o un flusso di terreno che può proseguire anche dopo il terremoto fino al raggiungimento di una nuova condizione di equilibrio.

5.1.1 MOTIVI DI ESCLUSIONE DELLA VERIFICA A LIQUEFAZIONE

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze (Paragrafo 7.11.3.4.2, NTC 2018)

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1*g*;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata ($N1$)60 > 30 oppure q_{c1N} > 180 dove ($N1$)60 è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove

G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L'AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662

penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;

4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 5.5 (a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità *Uc*.

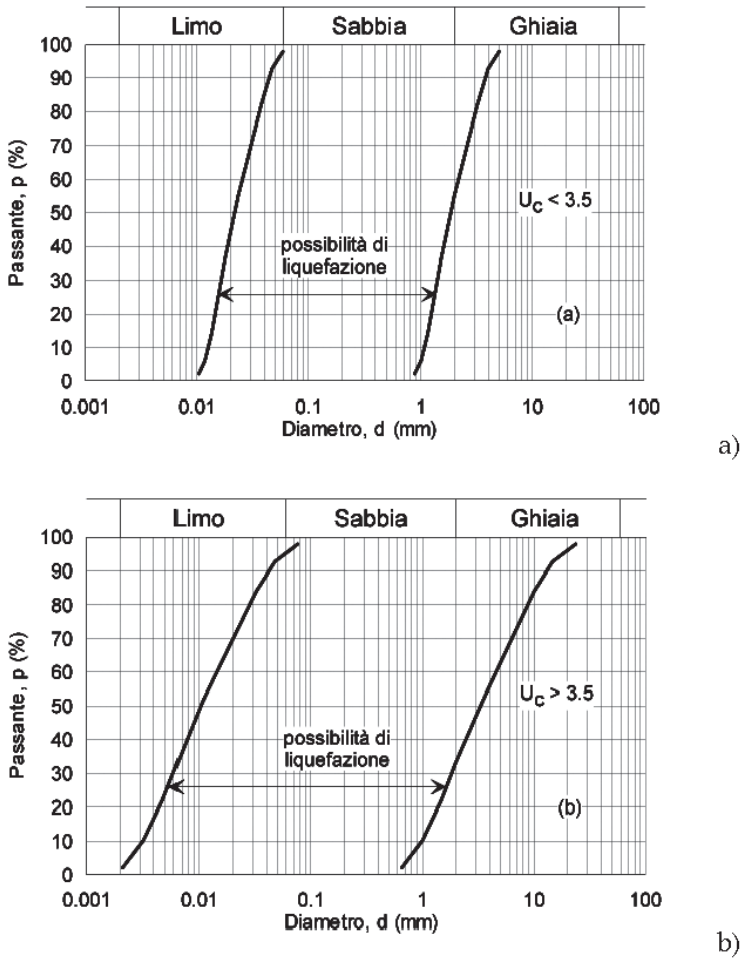


Figura 5.5. Fasce granulometriche per la valutazione preliminare della suscettibilità alla liquefazione di un terreno

Nei terreni investigati sull'area in studio è verificata almeno una delle circostanze di cui al paragrafo 5.1.1 e pertanto, la suscettibilità alla liquefazione dei terreni esaminati può essere omessa.

G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L'AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662

6.0 INQUADRAMENTO MACROSISMICO

Le aree in esame sono poste all'interno dei territori che dal Dicembre 2008 sono stati interessati dal movimento sismico che ha avuto nella scossa del 6 aprile 2009 (Mw=6,3) l'evento di massima intensità.

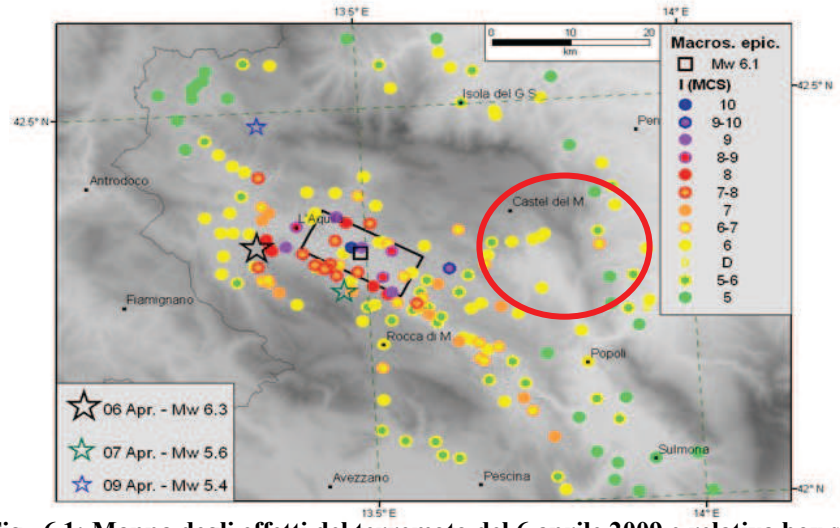


Fig. 6.1: Mappa degli effetti del terremoto del 6 aprile 2009 e relativa box sismogenetica

La sequenza sismica ha continuato la sua evoluzione fino ad oltre 1 anno dopo, nel quale si sono registrati eventi di bassa magnitudo da considerarsi eventi che appartengono alla fase di foreshock. La sequenza ha avuto moltissime repliche che sono state localizzate attraverso i dati della Rete Sismica Nazionale ed integrate da ulteriori stazioni sismiche installate subito dopo la scossa principale nell'area epicentrale.

L'area che comprende la zona colpita dalla sequenza sismica del 2009 è stata sede di numerosi terremoti distruttivi di cui si ha riscontro a partire dal 1300. In particolare, in aggiunta alla sequenza del 1703 (14 gennaio, Norcia; 2 febbraio, Aquilano) e al grande terremoto della Marsica (1915), si ricordano:

- alcuni terremoti che hanno colpito l'area aquilana, distruttivi (1315, 1461 e 1762) o comunque abbastanza forti (1958);
- l 'evento del 1639, che ha danneggiato la conca di Amatrice;
- gli eventi del 1950 e 1951 nell'area a Nord del Gran Sasso;
- gli eventi del 1706 e 1933 nell'area della Maiella.

In particolare l'evento del 1639 è simile alla sequenza sismica che ha interessato l'Italia centrale dal 24 agosto 2016.

Il primo sisma di questa lunga sequenza è avvenuto la notte del 24 agosto alle ore 3:36 (ora italiana) con epicentro in provincia di Rieti (nei pressi di Accumoli) ed ha interessato anche le province di Perugia, Ascoli Piceno, L'Aquila e Teramo. I comuni

G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L'AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662

più vicini all'epicentro sono: Accumoli, Amatrice e Arquata del Tronto. La magnitudo locale (Richter) del terremoto è stata pari a 6.0. La magnitudo momento Mw, calcolata con l'analisi delle forme d'onda della Rete Sismica Nazionale, è pari a 6.0 (INGV).

Il 26 ottobre 2016, a poco più di due mesi dal primo evento, due forti scosse sono state registrate tra le province di Macerata, Perugia e Ascoli Piceno. La prima alle 19.10, con una con magnitudo Richter ML 5.4, la seconda alle 21.18, con ML 5.9. Stavolta gli epicentri dei terremoti sono posizionati più a nord rispetto l'area di Amatrice (INGV).

Domenica 30 ottobre del 2016, a soli quattro giorni dai due eventi del 26, alle 7.40 un nuovo fortissimo terremoto è stato localizzato nella zona al confine tra Marche e Umbria, tra le province di Macerata, Perugia e Ascoli Piceno, a 7 km da Castelsantangelo Sul Nera, 5 km da Norcia e 17 km da Arquata del Tronto. L'ipocentro è stato osservato a 9 km di profondità e la magnitudo momento misurata risulta di 6.5. Si tratta dell'evento sismico più forte da quello dell'Irpinia del 1980 e ha provocato importanti effetti sul terreno come la dislocazione lungo il piano di faglia in roccia della faglia del M. Vettore e i vulcanelli di fango nelle Marche, dovuti al fenomeno della liquefazione del suolo.

Il 18 gennaio 2017, quattro terremoti, tutti con magnitudo superiore a 5.0 (10.25 - Mw 5.1; 11.14 - Mw 5.5, 11:24 - Mw 5.4; 14.3 - Mw 5.0) sono avvenuti all'estremità meridionale della grande area attivatasi a partire dal 24 agosto 2016 (in blu).

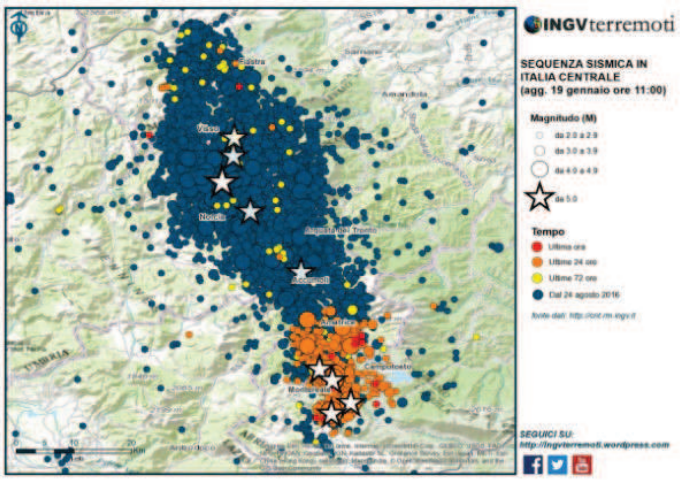


Fig. 6.2: Sequenza sismica in Italia centrale 2016-2017

G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L'AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662



Fig. 6.3: Fig. 1: storia simica del Comune di Castel del Monte e grafico dei massimi eventi sismici: sulle ascisse sono riportate le intensità sismiche (Is) dei terremoti rilevati, mentre sulle ordinate sono riportati i riferimenti temporali espressi in anni.



Fig. 6.4: storia simica del Comune di Villa Santa Lucia degli Abruzzi e grafico dei massimi eventi sismici: sulle ascisse sono riportate le intensità sismiche (Is) dei terremoti rilevati, mentre sulle ordinate sono riportati i riferimenti temporali espressi in anni.

G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L'AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662

GGEE s.r.l.
Geological - Geotechnical & Earthquake Engineering

MODELLAZIONE SISMICA

G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L'AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662

Indice

1.0 DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA SECONDO LA NORMATIVA VIGENTE (D.M. 17.01.2018) 39

1.1 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE 40

1.2 VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI DI SITO 41

1.2.1 CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA 42

1.2.2 RISULTATI INDAGINI SISMICHE 43

1.2.3 AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA 44

ALLEGATO 1 – CARTA DEGLI INTERVENTI

ALLEGATO 2 – CARTA DELLE INDAGINI

ALLEGATO 3 – CARTA DEGLI AFFIORAMENTI

ALLEGATO 4 – CARTA DELLA PERICOLOSITA'

ALLEGATO 5 – SEZIONI GEOLOGICHE E GEOTECNICHE – INTERVENTI N. 1 E 2

ALLEGATO 6 – SEZIONI GEOLOGICHE E GEOTECNICHE – INTERVENTI N. 3 E 4

G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L'AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662

1.0 DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA SECONDO LA NORMATIVA VIGENTE (D.M. 17.01.2018)

La sicurezza delle strutture deve essere valutata con riferimento ad un certo numero di stati limite, che possono verificarsi durante il periodo di osservazione di una data opera. Ai fini della definizione dell'azione sismica da utilizzare nelle verifiche o nella progettazione, è quindi necessario innanzitutto stabilire la *vita nominale* della struttura che, insieme alla *classe d'uso*, consente di definire questo periodo di osservazione che nelle NTC2018 è chiamato *periodo di riferimento*.

Sulla base del periodo di riferimento dei diversi stati limite da considerare e delle relative probabilità di superamento, è quindi possibile stabilire il *periodo di ritorno* associato a ciascuno stato limite, per la struttura in esame.

La definizione della *pericolosità sismica di base* per un certo sito è definita sulla base dello studio dell'I.N.G.V., pubblicato nel 2004 e successivamente aggiornato (Figura 2.1). I principali risultati di tale studio sono stati promulgati nell'O.P.C.M. 3519/2006 e integralmente recepiti dalle NTC2018. Il valore così ottenuto di pericolosità sismica deve essere poi modificato per tener conto *dell'amplificazione sismica locale*, sia per quanto riguarda gli effetti dovuti alla litostratigrafia, sia per quanto riguarda gli eventuali effetti topografici.

A questo punto può essere definita l'*azione sismica di riferimento*, la cui rappresentazione può essere data sia in termini di spettri di risposta elastici in accelerazione sia in termini di spettri in spostamento. Da questi spettri di riferimento, per mezzo del coefficiente di struttura, è possibile derivare i corrispondenti *spettri di progetto*.

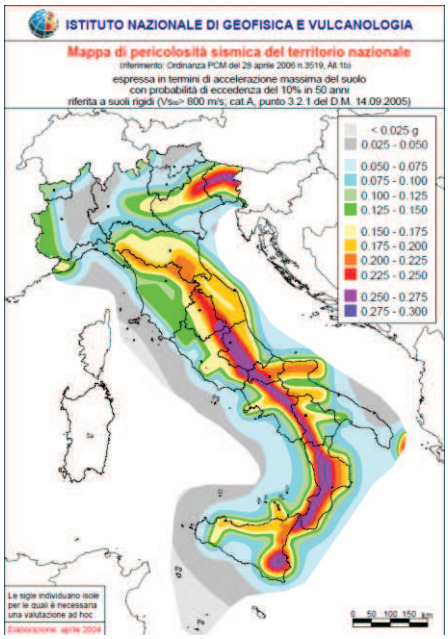


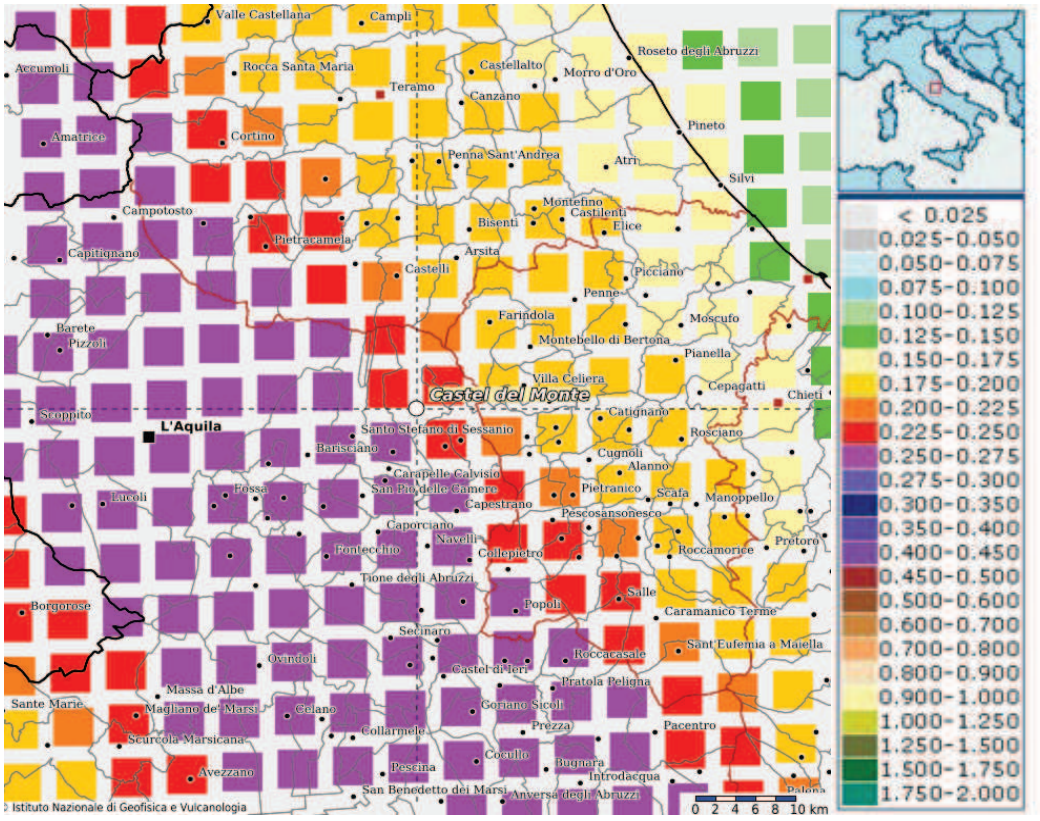
Figura 1.1 Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (O.P.C.M. 3519/2006).

G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L'AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662

1.1 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Nelle NTC2018 le caratteristiche del moto sismico atteso al sito di interesse, o pericolosità sismica di base, per una prefissata P_{VR}, si ritengono definite quando se ne conosca l'accelerazione di picco orizzontale ed il corrispondente picco di risposta elastico in accelerazione. Entrambe queste informazioni si intendono riferite a condizioni di suolo rigido e superficie topografica orizzontale. Le NTC2018 definiscono quindi la pericolosità di base secondo una procedura basata sui risultati di uno studio dell'I.N.G.V. (Meletti e Montaldo, 2007), disponibile sul sito http://esse1.mi.ingv.it/.

I valori della pericolosità vengono definiti secondo un reticolo di riferimento (identificato dalle coordinate geografiche latitudine e longitudine), i cui 10751 nodi sono situati ad una distanza l'uno dall'altro non superiore a 10 km. In Figura 2.2 è riportato il reticolo individuato per i comuni di Villa S. Lucia e Castel del Monte (AQ): differenti colori indicano differenti valori di accelerazione orizzontale di picco a_g, con prefissata probabilità di superamento. Ogni punto del reticolo in cui è stato suddiviso il territorio nazionale è quindi caratterizzato da specifiche curve di pericolosità che definiscono la frequenza media annua di occorrenza di una serie di terremoti caratterizzati da diversi livelli di severità (espressa per esempio in termini di a_g).



G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L'AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662

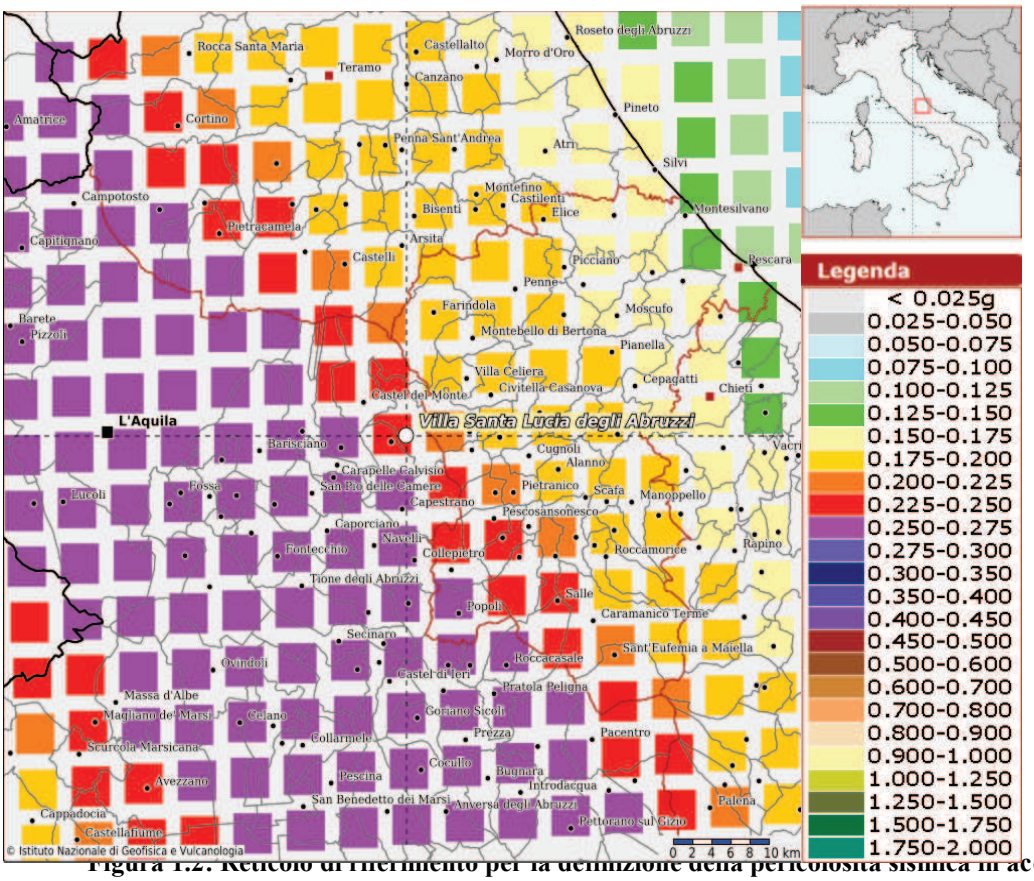


Figura 1.2: Reticolo di riferimento per la definizione della pericolosità sismica in accordo allo studio I.N.G.V. (http://esse1.mi.ingv.it/)

1.2 VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI DI SITO

Le NTC2018 prevedono che l'azione sismica di base definita su suolo rigido e superficie topografica orizzontale sia opportunamente modificata per tener conto delle condizioni litostratigrafiche e topografiche del sito in esame. A tal fine sarebbe necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi che consentano di definire le variazioni che il segnale sismico subisce a causa delle caratteristiche geologiche dei depositi di terreno e delle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono. Queste analisi presuppongono un'adeguata conoscenza delle proprietà geotecniche dei terreni, da determinare mediante specifiche indagini in sito e in laboratorio.

In assenza di tali informazioni le NTC2018 consentono, per particolari categorie di sottosuolo, di valutare in modo approssimato l'influenza degli effetti di sito, utilizzando metodi semplificati. I metodi semplificati si basano sulla definizione di categorie di sottosuolo e categorie topografiche, alle quali vengono associate dei parametri che modificano gli spettri di risposta elastici, per tener conto dell'effetto stratigrafico e di

G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L'AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662

quello topografico. Attraverso tali metodi il moto sismico in superficie è quindi definito in termini probabilistici mediante l'accelerazione di picco orizzontale attesa. L'accelerazione di picco orizzontale attesa è calcolata come prodotto tra l'accelerazione di picco orizzontale su suolo rigido e superficie topografica orizzontale e i coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica.

In tale studio si è proceduto a valutare l'accelerazione di picco orizzontale attesa con i metodi semplificati sopra enunciati, ma si rimanda comunque al progettista la scelta di utilizzare il metodo semplificato oppure di effettuare uno studio di risposta sismica locale.

1.2.1 CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA

Secondo quanto prescritto dalle *Norme tecniche per le costruzioni* (D.M. 17.01.2018), ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto è necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento, riportate nelle Tabella 1.1 (Tabella 3.2.II del D.M. 17.01.2018).

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
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 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 m/s e 800 m/s.
C	*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente 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 180 m/s 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 o D*, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Tabella 1.1: Categorie di sottosuolo (Tab. 3.2.II del D.M. 17.01.2018)

Fatta salva la necessità della caratterizzazione geotecnica dei terreni nel volume significativo, ai fini dell'identificazione della categoria di sottosuolo la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente $V_{S,eq}$ di propagazione delle onde di taglio.

G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L'AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662

Per le fondazioni superficiali tale profondità è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

La velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dall'espressione:

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

dove:

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.

Ad ogni categoria di sottosuolo le NTC2018 associano un coefficiente di amplificazione stratigrafica S_S, da applicare alle componenti orizzontali dell'azione sismica. Viene inoltre definito un coefficiente C_C che serve per il calcolo del periodo di controllo T_C, corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro di risposta elastico in accelerazione. In particolare T_C è calcolato come prodotto tra C_C e T^*_C. Le espressioni relative ai coefficienti S_S e C_C sono riportate in Tabella 1.2:

Categoria sottosuolo	S_S	C_C
A	1,00	1,00
B	$1,00 \le 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \le 1,20$	$1,10 \cdot (T^*_C)^{-0,20}$
C	$1,00 \le 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \le 1,50$	$1,05 \cdot (T^*_C)^{-0,33}$
D	$0,90 \le 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \le 1,80$	$1,25 \cdot (T^*_C)^{-0,50}$
E	$1,00 \le 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \le 1,60$	$1,15 \cdot (T^*_C)^{-0,40}$

Tabella 1.2: Definizione dei coefficienti S_S e C_C per le categorie di sottosuolo secondo NTC2018

1.2.2 RISULTATI INDAGINI SISMICHE

SITO DI INTERVENTO N. 1

Nel sito 1 i valori di $V_{S,eq}$ sono stati ricavati sulla base dei risultati della prova sismica MASW1.

Postazione	$V_{S,eq}$ (m/s)	Categoria
MASW1	559 (H=4.06 m)	B

Tabella 1.3: Categoria di sottosuolo sulla base dei risultati della prova sismica MASW1

G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L'AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662

Profondità sismostrato [m]	Spessore sismostrato [m]	Velocità onde di taglio Vs [m s^{-1}]
4,06	4,06	559
5,62	1,56	1109
30,00	24,38	1692

Tabella 1.4: valori delle velocità ricavati dalla prova sismica MASW1

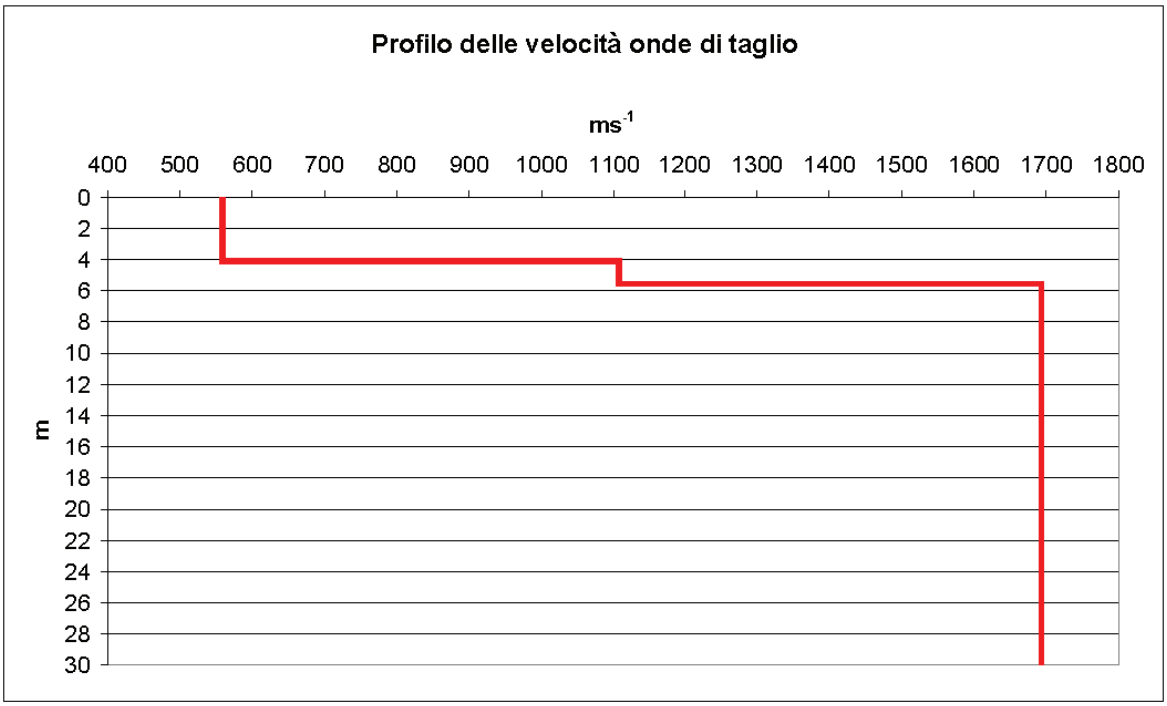


Fig. 1.3: Profilo di Vs ricavato dalla prova sismica MASW1

Pertanto, ai fini della classificazione del sottosuolo secondo le *Norme Tecniche per le Costruzioni* (D.M. 17 gennaio 2018), i terreni di fondazione presenti nel sito dell'intervento N. 1 possono essere classificati nella **Categoria B** (valori di $V_{S,eq}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s).

1.2.3 AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA

Per amplificazione topografica si intendono quei fenomeni di focalizzazione o defocalizzazione delle traiettorie di propagazione delle onde sismiche, che avvengono in configurazioni geomorfologiche con rilievi, creste e avvallamenti. La circolare delle NTC2018 riporta che *"la modifica delle caratteristiche del moto sismico per effetto della geometria superficiale del terreno va attribuita alla focalizzazione delle onde sismiche in prossimità della cresta dei rilievi a seguito dei fenomeni di riflessione delle onde sismiche e all'interazione tra il campo d'onda incidente e quello diffratto. I fenomeni di amplificazione cresta base aumentano in proporzione al rapporto tra l'altezza del rilievo e la sua larghezza"*. Nel caso in cui il sito di costruzione sia caratterizzato da una superficie

G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L'AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662

topografica che si discosta da una superficie pianeggiante, le NTC2018 consentono, per configurazioni tipografiche semplici, il ricorso ad una valutazione approssimata dell'amplificazione topografica, basata sulla definizione di una serie di categorie topografiche, a ciascuna delle quali viene associato un coefficiente di amplificazione topografica S_T, che moltiplica l'azione sismica di riferimento.

La Tabella 1.5 riporta la definizione delle quattro categorie topografiche considerate dalle NTC2018 e i corrispondenti valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T. Tali valori sono massimi nel senso che si riferiscono ad opere o interventi ubicati in corrispondenza della sommità del pendio o cresta del rilievo, poiché la variazione del coefficiente di amplificazione topografica è definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o rilievo dalla sommità o cresta fino alla base, dove S_T assume valore unitario.

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

Tabella 1.5: Categorie topografiche e corrispondenti valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica

Tutti e quattro i siti degli interventi, collocandosi a mezza costa su versanti con pendenza media maggiore di 15°, ricadono in **categoria topografica T2**.

G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L'AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662

RELAZIONE GEOTECNICA SULLE INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE DEL VOLUME SIGNIFICATIVO DI TERRENO

G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L'AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662

Indice

1.0 FINALITÀ E TIPOLOGIA DELLE INDAGINI.....48

2.0 INDAGINI GEOTECNICHE E SISMICHE.....49

2.1 UBICAZIONE DELLE INDAGINI.....49

3.0 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....52

ALLEGATO 1 – CARTA DEGLI INTERVENTI

ALLEGATO 2 – CARTA DELLE INDAGINI

ALLEGATO 3 – CARTA DEGLI AFFIORAMENTI

ALLEGATO 4 – CARTA DELLA PERICOLOSITA'

ALLEGATO 5 – SEZIONI GEOLOGICHE E GEOTECNICHE – INTERVENTI N. 1 E 2

ALLEGATO 6 – SEZIONI GEOLOGICHE E GEOTECNICHE – INTERVENTI N. 3 E 4

G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L'AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662

1.0 FINALITÀ E TIPOLOGIA DELLE INDAGINI

Le indagini sull'area in esame sono state svolte in accordo con il progettista incaricato allo scopo di definire le caratteristiche geotecniche e sismiche dei terreni di fondazione in ottemperanza alla normativa tecnica vigente (D.M. 17.01.2018).

Le indagini geotecniche e sismiche sono state eseguite allo scopo di:

– acquisire gli elementi necessari per un'adeguata ricostruzione delle caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni di fondazione dei siti di intervento;

– acquisire i dati necessari per la classificazione sismica dei terreni di fondazione e per la definizione delle azioni sismiche di progetto sulle costruzioni, in accordo con la normativa vigente.

Nell’area di interesse è stata pianificata ed eseguita una campagna di indagini consistita nell’esecuzione di (Allegato 2):

- INTERVENTO N° 1 (SR 602 Km. 11+350): n. 2 Rilievi Geomeccanici + n.1 MASW
- INTERVENTO N° 2 (SR 602 Km. 8+500 8+900): n. 2 DPSH
- INTERVENTO N° 4 (SR 17 bis Km. 59+000): n. 1 Rilievo Geomeccanico

G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L’AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662

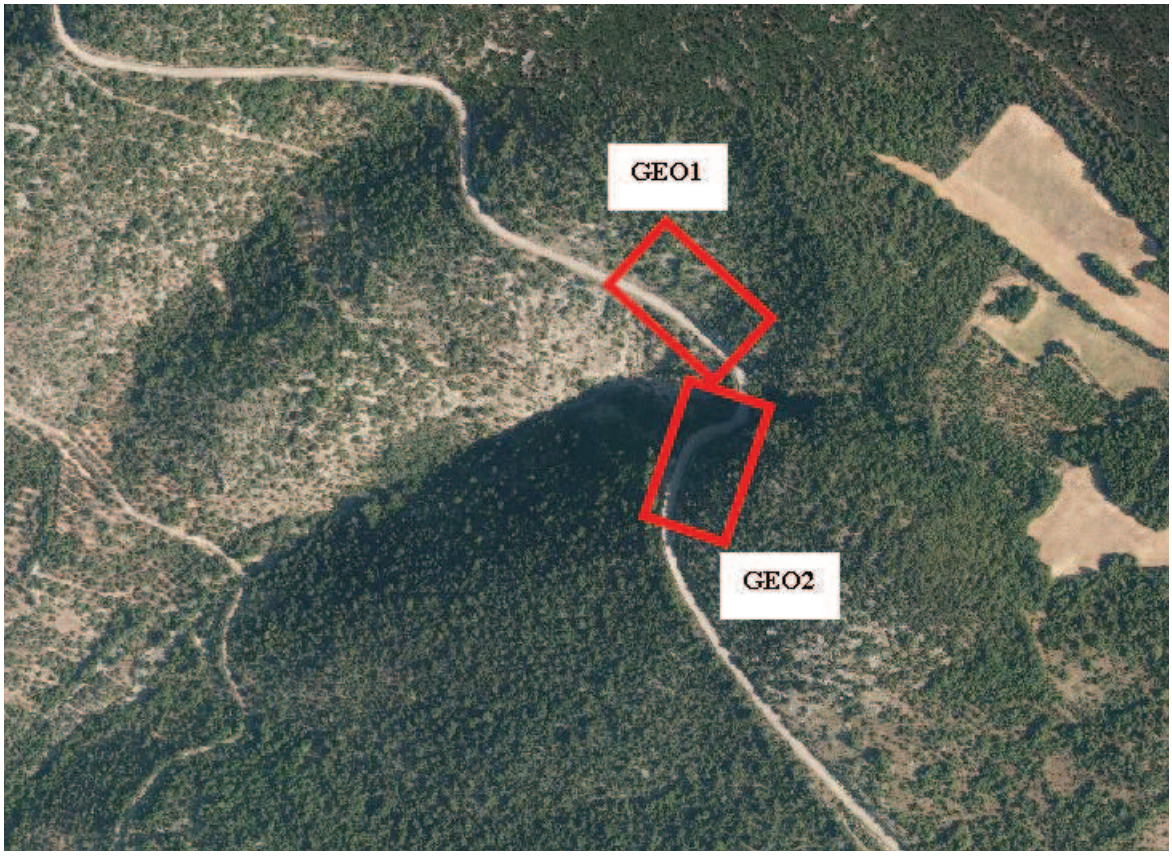
2.0 INDAGINI GEOTECNICHE E SISMICHE

2.1 UBICAZIONE DELLE INDAGINI

La campagna di indagini è consistita nell'esecuzione di (Allegato 2):

- INTERVENTO N° 1 (SR 602 Km. 11+350): n. 2 Rilievi Geomeccanici + n.1 MASW
- INTERVENTO N° 2 (SR 602 Km. 8+500 8+900): n. 2 DPSH
- INTERVENTO N° 4 (SR 17 bis Km. 59+000): n. 1 Rilievo Geomeccanico

Nel sito in cui si realizzerà l'INTERVENTO N. 1 costituito dalla posa in opera di reti ex novo sul lato sinistro della strada sono stati eseguiti n. 2 rilievi geomeccanici ed n. 1 prova sismica MASW.



G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L'AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662



Fig. 2.1: Ubicazione delle indagini nel sito di Intervento 1

Nel sito in cui si realizzerà l'INTERVENTO N. 2 costituito dalla sostituzione delle protezioni laterali sul lato destro sono state eseguite n. 2 prove penetrometriche dinamiche superpesanti DPSH.



Fig. 2.1: Ubicazione delle indagini nel sito di Intervento 2

G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L'AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662

Nel sito in cui si realizzerà l'INTERVENTO N. 3 costituito dallo svuotamento delle reti sul lato destro è stato eseguito un rilievo geologico.

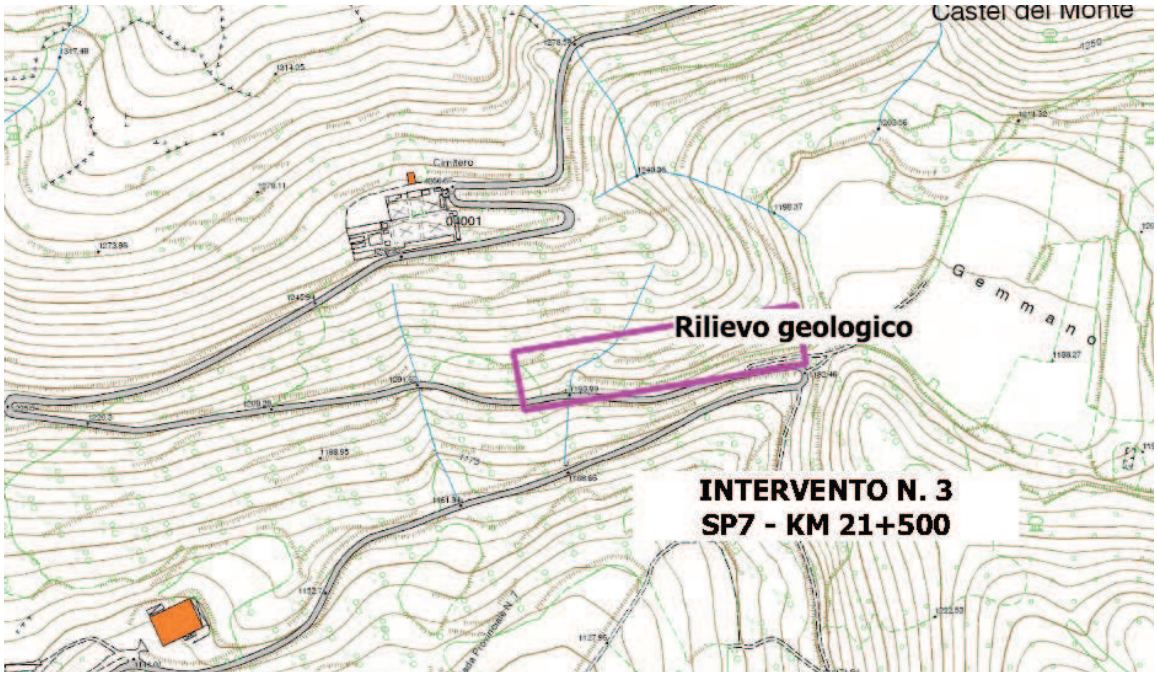


Fig. 2.3: Ubicazione delle indagini nel sito di Intervento 3

Nel sito in cui si realizzerà l'INTERVENTO N. 4 costituito dallo svuotamento e ripristino reti sul lato destro è stato eseguito n. 1 rilievo geomeccanico.



Fig. 2.4: Ubicazione delle indagini nel sito di Intervento 4

G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L'AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662

3.0 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

I modelli geotecnici dell'area sono stati ricostruiti in base ai risultati delle indagini effettuate.

- **INTERVENTO N° 1: SR602 – Km 11+350: posa Reti ex novo lato sinistro**

Per l'intervento N. 1 sono stati effettuati n. 2 rilievi geomeccanici e n. 1 prova sismica MASW di cui si riportano di seguito i risultati.

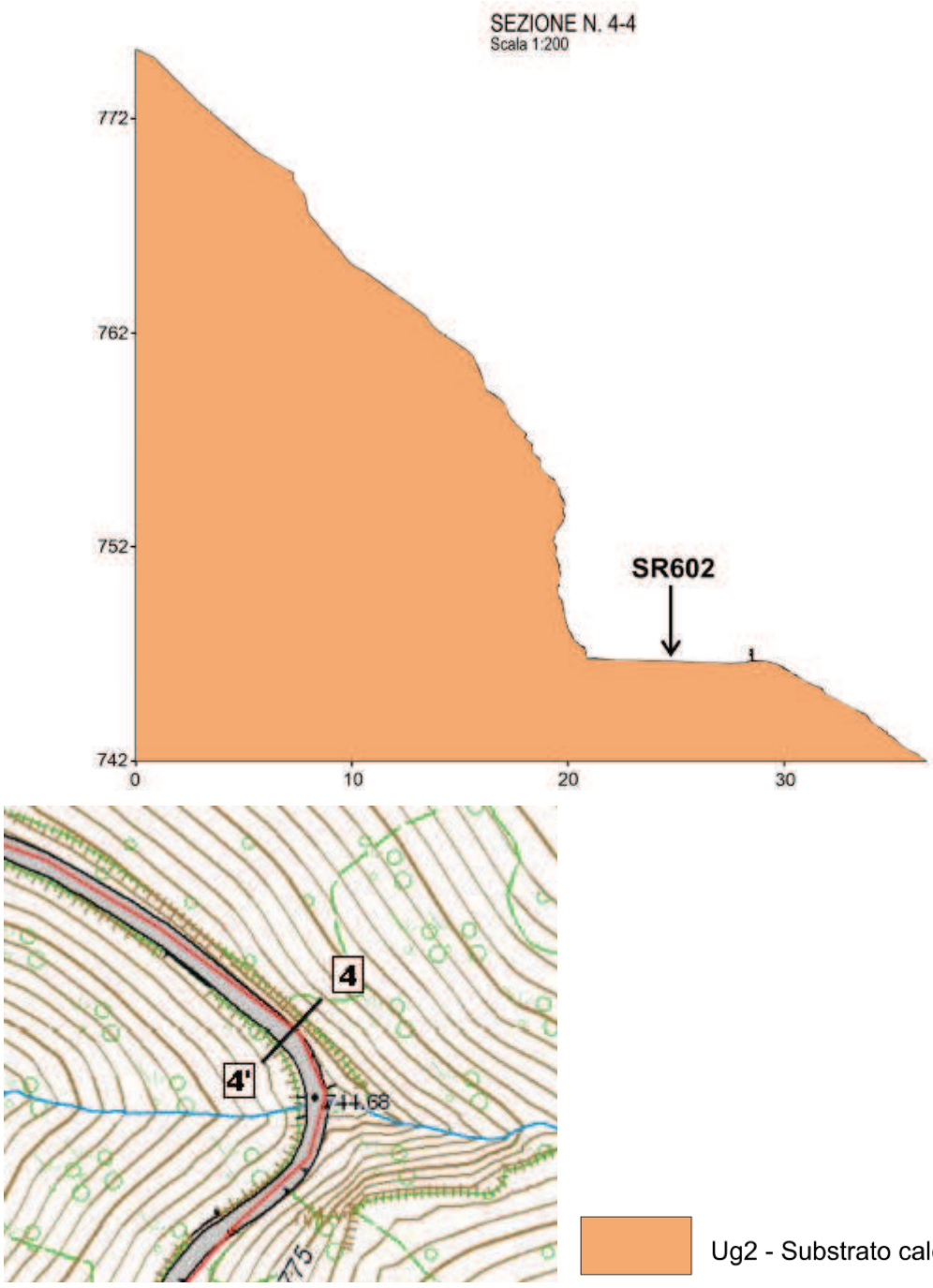


Figura 3.1: Modello geotecnico del sito di Intervento N. 1 (Allegato 5)

G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L'AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662

Rock Mass Rating (Beniawsky)	
RMR base	73.65
RMR corretto	58.65
Coesione c (KPa)	368.27
Angolo di attrito fi	41.83
Mod. di deformaz. E (GPa)	47.31
Classe	Terza
Descrizione	Mediocre

Tabella 3.1: Risultati dei rilievi geomeccanici

Profondità sismostrato [m]	Spessore sismostrato [m]	Velocità onde di taglio Vs [m s^{-1}]
4,06	4,06	559
5,62	1,56	1109
30,00	24,38	1692

Tabella 3.2: valori delle velocità ricavati dalla prova sismica MASW1

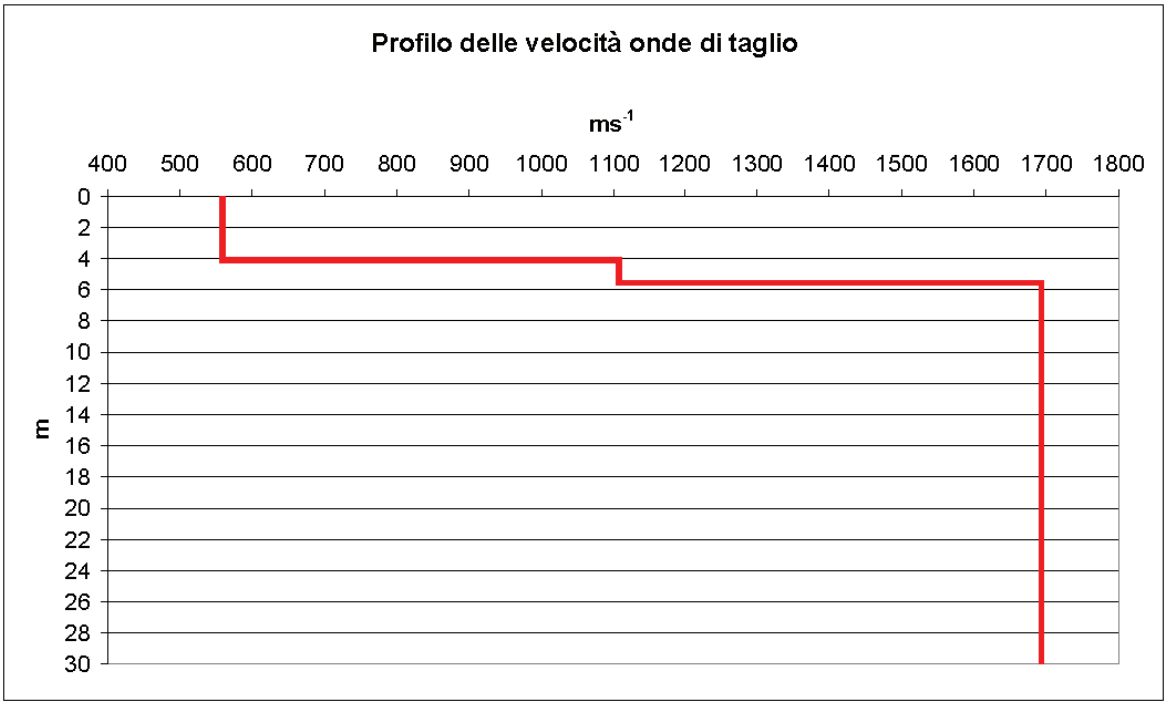


Fig. 3.2: Profilo di Vs ricavato dalla prova sismica MASW1

G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L'AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662

- **INTERVENTO N° 2: SR602 – Km 8+500 8+900: sostituzione protezioni laterali lato destro**

In corrispondenza del sito di intervento N. 2 sono state eseguite n. 2 prove penetrometriche dinamiche superpesanti DPSH. Di seguito si riportano i risultati delle indagini eseguite.

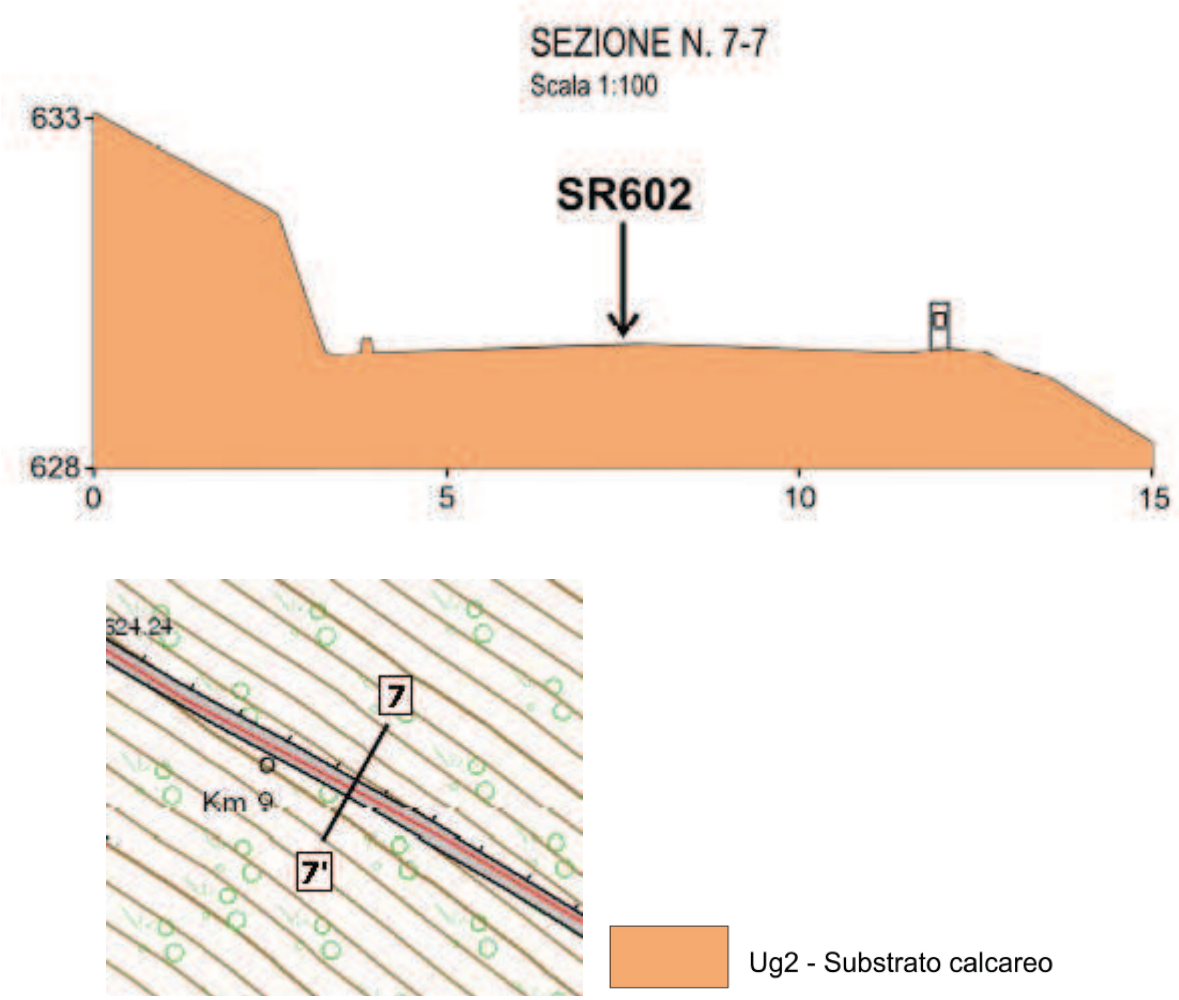


Fig. 3.3: Sezione geotecnica sito di intervento N. 2 (Allegato 5)

Prof. Strato (m)	NSPT
0,60	5,39
0,80	147

Prof. Strato (m)	NSPT
0,40	5,14
0,60	147

Tabella 3.3: Risultati delle prove DPSH1 (sx) e DPSH2 (dx)

G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L'AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662

Unità Geotecniche	Z (m)	N_{spt}	Peso di Volume γ_{sat} (t/m^3)	Angolo di attrito ϕ (°)	Coesione c (Kg/cm^2)	Coesione non drenata (Kg/cm^2)	Modulo Edometrico Ed (Kg/cm^2)	Modulo elastico E (Kg/cm^2)
Terreno vegetale/riporto	0.0 – 0.4/0.6	5	1.8	21.5	-	0.19	36	17
UG2	>0.4/0.6	-	2.1	36-40	1.5-2.5	-	-	1500-1800

Peso di volume: Bowles (1982) e Terzaghi peak (1948-1967)
Angolo di attrito: Japon Road Association (1990) fi = 0.3*Nspt + 20
Modulo Edometrico: Farrent Ed = 7.1*Nspt
Modulo elastico: Burland & Burbidge (1985):

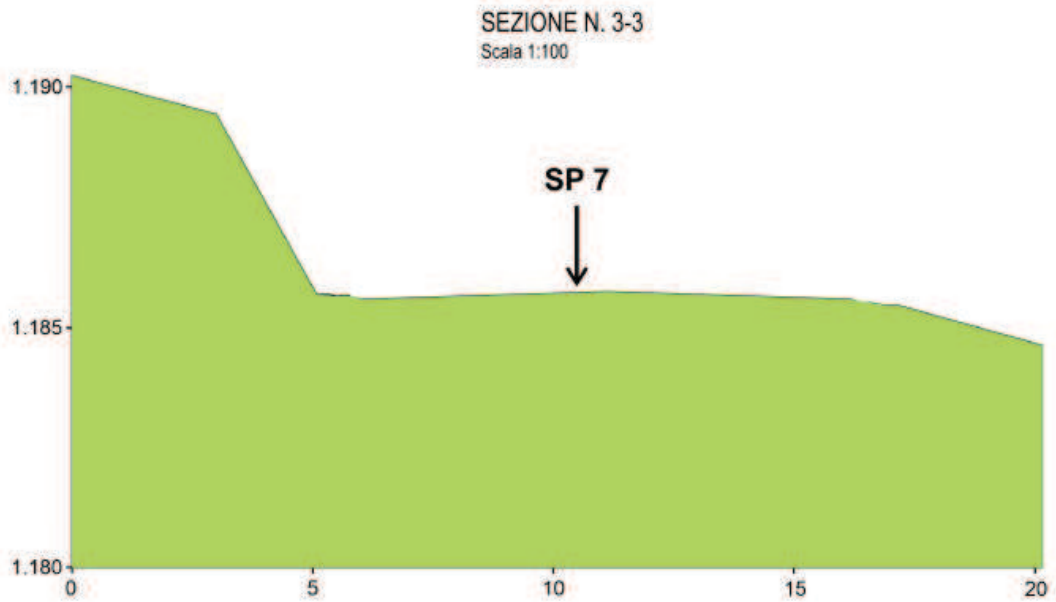
E = (1.6-2.4) Nspt; Nspt = 4
E = (2.2-3.4) Nspt; Nspt = 10
E = (3.7-5.6) Nspt; Nspt = 30
E = (4.6-7.0) Nspt; Nspt = 60

Coesione non drenata: Design manual for soil mechanics: Cu= 0.038*Nspt

Tabella 3.4. Parametri geotecnici

- **INTERVENTO N° 3: SP7 – Km 21+500: svuotamento reti lato destro**

In corrispondenza del sito di intervento N. 3 è stato eseguito un rilievo geologico. Di seguito si riporta il modello geotecnico dell'area.



G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L'AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662

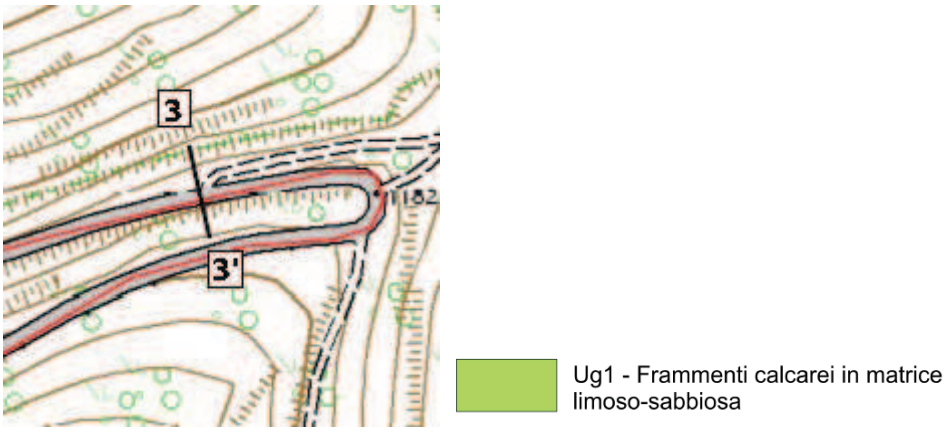


Figura 3.4: Modello geotecnico del sito 3 (Allegato 6)

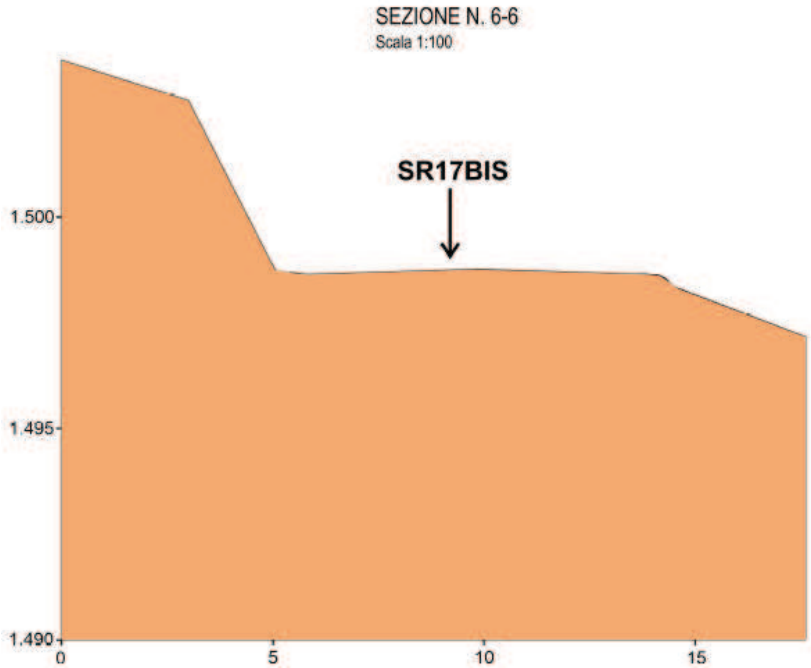
I parametri geotecnici assegnati all'UG1 sono stati desunti da letteratura scientifica.

Unità Geotecniche	Z (m)	Peso di Volume γ_{sat} (t/m^3)	Angolo di attrito ϕ (°)	Coesione non drenata (Kg/cm^2)	Modulo Edometrico Ed (Kg/cm^2)	Modulo elastico E (Kg/cm^2)
UG1	>0.0	1.8	21-23	0.2-0.4	30-70	15-35

Tabella 3.5. Parametri geotecnici

- **INTERVENTO N° 4: SR17 BIS – Km 59+000: svuotamento e ripristino reti lato destro**

Infine, per l'intervento N. 4 è stato effettuato n. 1 rilievo geomeccanico di cui si riportano di seguito i risultati.



G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L'AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662

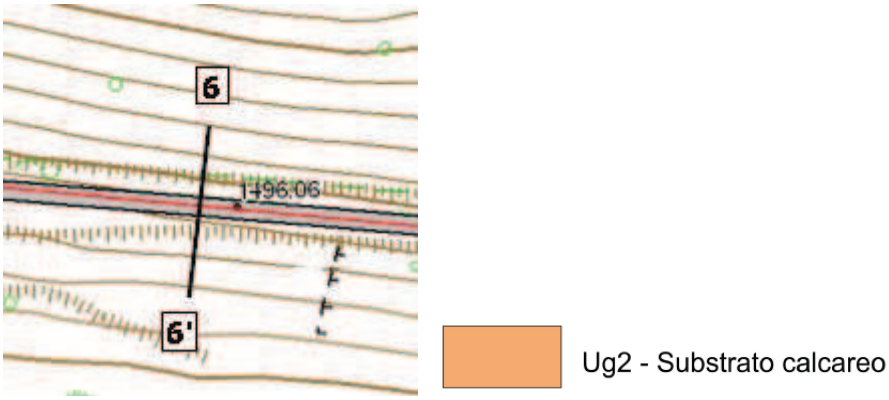


Figura 3.5: Modello geotecnico del sito di Intervento N. 4 (Allegato 6)

Rock Mass Rating (Beniawsky)	
RMR base	58.36
RMR corretto	33.36
Coesione c (KPa)	291.81
Angolo di attrito fi	34.18
Mod. di deformaz. E (GPa)	16.72
Classe	Quarta
Descrizione	Scadente

Tabella 3.6: Risultati del rilievo geomeccanico

G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L'AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662

CONCLUSIONI

Il presente studio è stato suddiviso in tre relazioni, una prima geologica in cui sono riportati gli inquadramenti geologico, geomorfologico e idrogeologico, una seconda di modellazione sismica ed una terza caratterizzazione geotecnica del volume significativo dei terreni oggetto di interventi. In riferimento a quanto emerso nei paragrafi precedenti, la situazione dell'area dal punto di vista geologico e geognostico può essere riassunta nei seguenti punti.

Contesto geografico e geologico

Le aree in studio sono ubicate sulla SR602 che percorre i territori compresi tra i Comuni di Ofena e Villa S. Lucia, la SP7 e la SR17BIS che percorrono i territori ricompresi nel Comune di Castel del Monte. La stratigrafia è stata ricostruita sulla base del rilevamento e delle prove geotecniche e geofisiche eseguite. Inoltre sono stati ricostruiti i modelli geologici dei siti indagati.

Morfologia e stabilità geomorfologica

I siti di intervento si collocano in aree montane a pendenza elevata.

Idrografia superficiale e profonda

Nei terreni nell'area in studio non è stata rilevata la presenza di alcun orizzonte acquifero.

Indagini sismiche e categorie di suolo e topografica

Sulla base della prova sismica MASW eseguita nel sito di INTERVENTO N. 1, ai fini della classificazione del sottosuolo secondo le *Norme Tecniche per le Costruzioni* (D.M. 17 gennaio 2018), i terreni presenti possono essere classificati nella **Categoria B** (valori di $V_{S,eq}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s).

Dal punto di vista topografico invece, i siti di intervento si collocano a mezza costa su versanti con pendenze maggiori di 15° e pertanto, secondo le *Norme Tecniche per le Costruzioni* (D.M. 17 gennaio 2018), i siti di interesse ricadono nella **categoria topografica T2**, con valore del coefficiente di amplificazione topografica di S_T **= 1.2.**

Parametrizzazione geotecnica

I modelli geotecnici delle aree di interesse sono stati ricostruiti in base ai risultati delle indagini eseguite e a dati dedotti dalla letteratura tecnico-scientifica.

G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L'AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Accordi G., Carbone F., Civitelli G., Corda L., De Rita D., Esu D., Funiciello R., Kotsakis T., Mariotti G. & Sposato A., 1988 - Note illustrative alla Carta delle litofacies del Lazio - Abruzzo ed aree limitrofe; con carta allegata. C.N.R. - Progetto Finalizzato Geodinamica: sottoprogetto 4. Quad. Ric. Scient., 114, vol. 5, pp.223.

Agostini S., Manni R., Massoli-Novelli R., Palombo M. & Speranza F., 1999 - Il giacimento a vertebreti delle Pagliare di Sassa Scalo (L'Aquila). GeoItalia 1999, 2° forum italiano di Scienze della Terra, Bellaria 20-23 settembre 1999, vol. 1°, 23-25.

Amoroso S. (2009). *Le principali tecniche di caratterizzazione statica e dinamica dei terreni naturali, con particolare riferimento a quelle della provincia dell'Aquila (L'Aquila, Avezzano, Sulmona)*. D.I.S.A.T., Facoltà di Ingegneria, Università degli Studi dell'Aquila, Pubblicato negli Atti di Dipartimento n.6/09, Maggio 2009.

Appunti del Corso di Geotecnica, Università degli Studi dell'Aquila, Facoltà di Ingegneria, http://ing.univaq.it/geo/geotecnica.html

Associazione Geotecnica Italiana (A.G.I.), 2005. *Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica. Linee guida*. Patron Editore, Bologna.

Bertini T. & Bosi C., 1993 - La tettonica quaternaria della conca di Fossa. Il Quaternario, 6 (2), 293-314.

Bertini T., Totani G., Cugusi F. & Farroni A., 1992 - Caratterizzazione geologica e geotecnica dei sedimenti quaternari del settore occidentale della conca aquilana. Quaderno DISAT 92/7, Università dell'Aquila, pp. 27.

Blumetti A M., Di Filippo M., Zaffiro P., 2001 - Carta geologica area urbana di L'Aquila. Studi Geologici Camerti.

Blumetti A. M., Cavinato G. P., Dramis F., Miccadei E. & Tallini M., 1995 - The significance of Quaternary extension and uplift for the evolution of intramontane basins in Central Italy. Abstracts 14° Congresso Internazionale dell'INQUA, 3-10 agosto 1995 Berlino, 44.

Blumetti A.M., Cavinato G.P. & Tallini M., 1996 - Evoluzione plio-quaternaria della conca di L'Aquila-Scoppito: studio preliminare. Il Quaternario 9 (1), 281-286.

Bosellini, A. 2004. *The western passive margin of Adria and its carbonate platforms.* In V. Crescenti, S. D'Offizi, S. Merlino, and L. Sacchi (Eds.), Geology of Italy, Special Volume of the Italian Geological Society for the IGC 32 Florence-2004. Italian Geological Society, Rome, p. 79-92.

Bosi C. & Locardi E., 1991 - Vulcanismo meso-pleistocenico nell'Appennino Laziale-Abruzzese. Studi Geologici Camerti, vol. spec. 1991\92, CROP 11, 319-325.

Bosi C. & Messina P., 1992 - Ipotesi di correlazione fra successioni morfo-lito-stratigrafiche plio-pleistoceniche nell'Appennino laziale-abruzzese. Studi Geologici Camerti, vol. spec. 1991\92, CROP 11, 257-263.

C.G. Lai, S. Foti, M. Rota, 2009. *Input sismico e Stabilità Geotecnica dei Siti di Costruzione*. Collana di Manuali di Progettazione Antisismica, Volume 6. Fondazione EUCENTRE (Centro Europeo di formazione e Ricerca in Ingegneria Sismica), I.U.S.S. Press (Istituto Universitario di Studi Superiori di Pavia).

Cavinato G. P., Cosentino D., de Rita D., Funiciello R., Parotto M., 1994 - Tectonic-sedimentary evolution of intrapenninic basins and correlation with the volcano-tectonic activity in Central Italy. Mem. Desc. Carta Geol. d'It. 49, 63-76.

Cavinato G.P., de Rita D., Milli S. & Zarlenga F., 1992 - *Correlazioni tra i principali eventi tettonici, sedimentari, vulcanici ed eustatici che hanno interessato l'entroterra (conche intrappenniniche) e il margine costiero laziale durante il Pliocene superiore ed il Pleistocene.* Studi Geol. Camerti (1992/1), 109-114.

Centamore E., Adamoli L., Berti D., Bigi G., Bigi S., Casnedi R., Cantalamessa G., Fumanti F., Morelli C., Micarelli A., Ridolfi M. & Salvucci R. con la collaborazione di Chiocchini M., Mancinelli A., Potetti M. & Chiocchini U., 1992 - *Carta geologica dei bacini della Laga e del Cellino e dei rilievi carbonatici circostanti (Marche meridionali, Lazio nord orientale, Abruzzo settentrionale).* S.EL.CA., Firenze.

Cetraro F., 2007. *Ingegneria geotecnica e geologia applicata*. Edilizia, Quaderni per la progettazione. EPC LIBRI s.r.l.

Colombo P., Colleselli F., 1996. *Elementi di geotecnica*. Zanichelli.

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (2009). *Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al DM 14 gen 2008*. Circolare 2 Feb 2009. GU N.47 del 26.2.09.

D'Agostino N., Speranza F. & Funiciello R., 1997 - Le "Brecce Mortadella" Auct. dell'area compresa tra Barisciano e Calascio (Abruzzo): primi dati di stratigrafia magnetica. Il Quaternario 10 (2), 385-388.

Demangeot J., 1965 - *Géomorphologie des Abruzzes Adriatiques*. Mémoires et Documents du C.N.R.S., Paris, pp. 403.

Esu D., Girotti O. & Kotsakis T., 1992 - *Molluschi e vertebrati di alcuni bacini continentali dell'Appennino centrale: indicazioni biostratigrafiche e paleoecologiche.* Studi Geologici Camerti, vol. spec. 1991\92, CROP 11, 295-299.

Fabrizio Agosta, Pietropaolo Pierantoni, Emanuele Tondi, Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Camerino, Rapporto del 10 Aprile 2009 - Il Terremoto di L'aquila del 6 Aprile 2009, Abruzzo.

Ge.Mi.Na., 1963 - *Ligniti e torbe dell'Italia continentale*. ILTE Ed., Torino, pp. 319.

G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L'AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662

Gravesen, S. (1960). *Elastic Semi-Infinite Medium Bounded by a Rigid Wall with a Circular Hole*. Laboratoriet for Bygninsteknik, Danmarks Tekniske Højskole, Meddelelse No. 10, Copenhagen.

Gruppo di lavoro MS, 2008. *Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica*. Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome, Dipartimento della protezione civile, Roma, 3 vol. e Dvd.

Gruppo di Lavoro Ms-AQ (2010)- Microzonazione sismica per la ricostruzione dell'area Aquilana 2010. regione Abruzzo- Dipartimento della Protezione Civile, L'Aquila 3 vol. e Cd-rom

http://esse1.mi.ingv.it/

http://www.infrastrutture.gov.it/consuplp/

Kayen, R.E., Mitchell, J.K., Lodge, A., Seed, R.B., Nishio, S., and Coutinho, R. (1992). *Evaluation of SPT-, CPT-, and shear wave-based methods for liquefaction potential assessment using Loma Prieta data*. Proceeding of the Fourth Japan - U.S.Workshop on Earthquake Resistant Design of Lifeline Facilities and Countermeasures for Soil Liquefaction, in M. Hamada and T.D. O'Rourke, eds., NCEER Res Tech. Rep. (92-0019, 1) 177-204.

Kramer, S.L. (1996). *Geotechnical Earthquake Engineering*. Prentice Hall, Inc., Upper Saddle River, New Jersey, 653 pp.

Lorè A. & Tallini M., 1997 - *Nuovi dati sulla stratigrafia quaternaria e sulla geomorfologia dell'area Roio - Pianola (L'Aquila, Abruzzo*). Studi Geologici Camerti, Volume Speciale 1995/2, 331-341, con carta geologica allegata.

Magaldi D. & Tallini M., 2000 - *A micromorphological index of soil development for the Quaternary geology research*. Catena, 41, 261-276.

Martin G. R. and Lew M. (1999). *Recommended procedures for implementation of DMG.* Special publication 117 – Guidelines for analyzing and mitigating liquefaction hazards in California.

Monaco P., Totani. G., Barla G., Vavallaro A., Costanzo A., D'Onofrio A., Evangelista L., Foti S., Grasso S., Lanzo G., Madiai C., Maraschini M., Marchetti S., Maugeri M., Pagliaroli A., Pallara O., Penna A., Saccenti A., Santucci de Magistris F., Scasserra G., Silvestri F., Simonelli A. L., Simoni G., Tommasi P., Vannucchi G., Verrucci L., 2009. *Geotechnical aspects of the L'Aquila earthquake*. Earthquake Geotechnical Engineering Satellite Conference, XVIIth International Conference on Soil Mechanics & Geotechnical Engineering, 2-3/10/2009, Alexandria, Egypt.

Monaco, P., Santucci de Magistris, F., Grasso, S., Marchetti, S., Maugeri, M. and Totani, G. (2010). *"Analysis of the Liquefaction Phenomena in the Village of Vittorito (AQ)."*, Bulletin of Earthquake Engineering.

Nash, D.F.Y., Powell, J.J.M. and Lloyd, I.M. (1992). Initial *investigations of the soft clay test site at Bothkennar*. Geotéchnique, 42, No. 2, 163-181.

Parotto & Praturlon, 1975 – *Geological summary of the Central Appennins.* Quad. de "La Ricerca Scientifica", 90: 257-311, C.N.R., Roma.

Petitta M. & Tallini M., 2000 - *Studi idrogeologici preliminari ad una valutazione della vulnerabilità degli acquiferi della piana L'Aquila-Scoppito*. Quaderni DISAT, Università dell'Aquila, 3/2000, pp. 33.

Progetto CARG – Carta Geologica d'Italia a scala 1:50.000 – Foglio N. 360 Torre dé Passeri.

R.D. Andrus and K.H. Stokoe, II (1997). *Liquefaction Resistance Based on Shear Wave Velocity.* Proceedings of NCEER Workshop on Evaluation of Liquefaction Resistance of Soils, T.Y. Youd and I.M. Idriss, Eds., Buffalo, NY.

Sabetta, F. and Pugliese, A. (1987). *Attenuation of peak horizontal acceleration and velocity from Italian strong motion records*. Bull Seism Soc Am 77(5):1491–1513.

Seed H.B. and Idriss I.M. (1971). *Simplified procedure for evaluating soil liquefaction potential*. ASCE J. Soil Mech. Found. Div. 97 9 (1971), pp. 1249–1273.

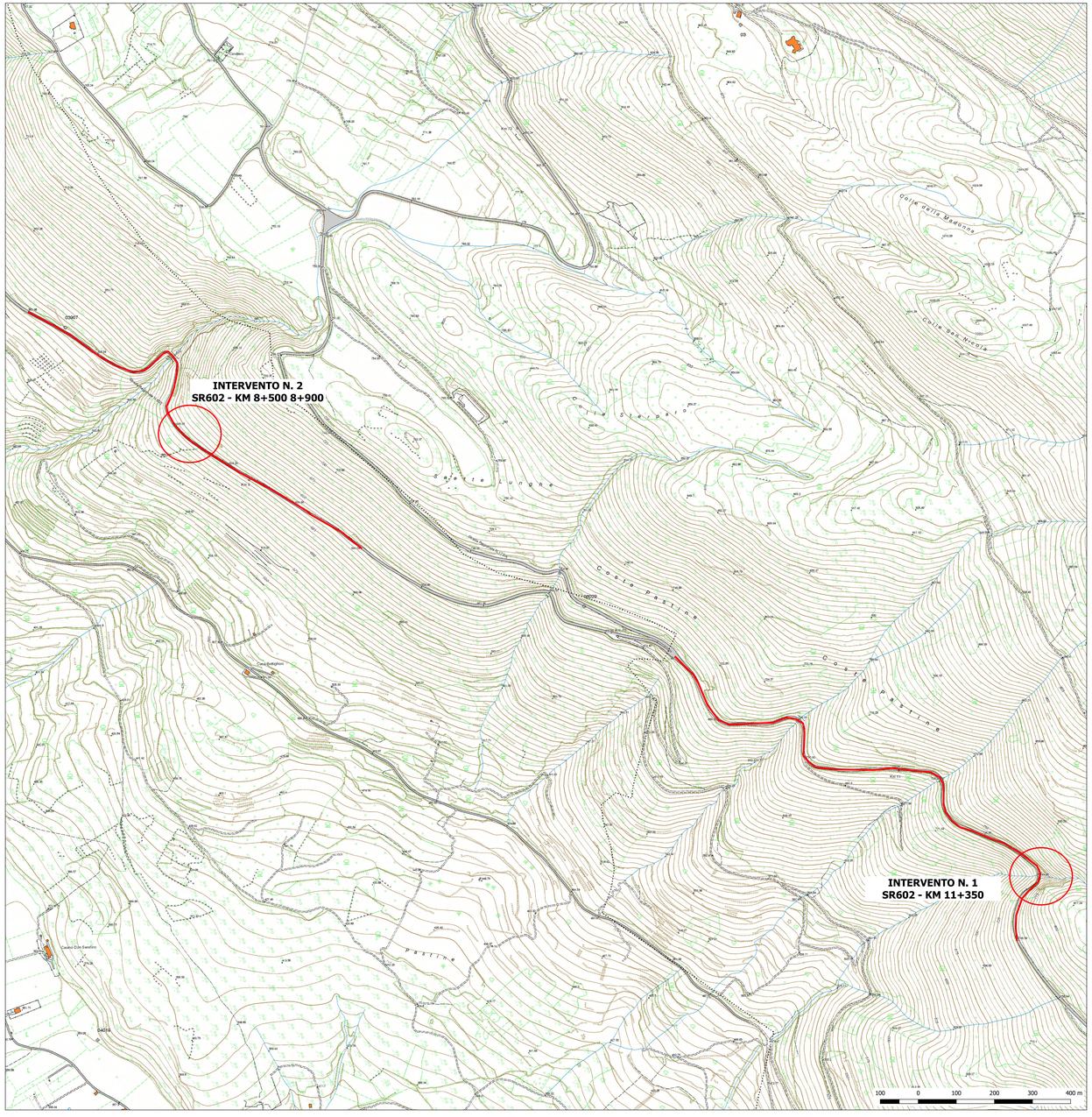
Società Geologica Italiana – Guida Geologica Regionale dell'Abruzzo, 2003.

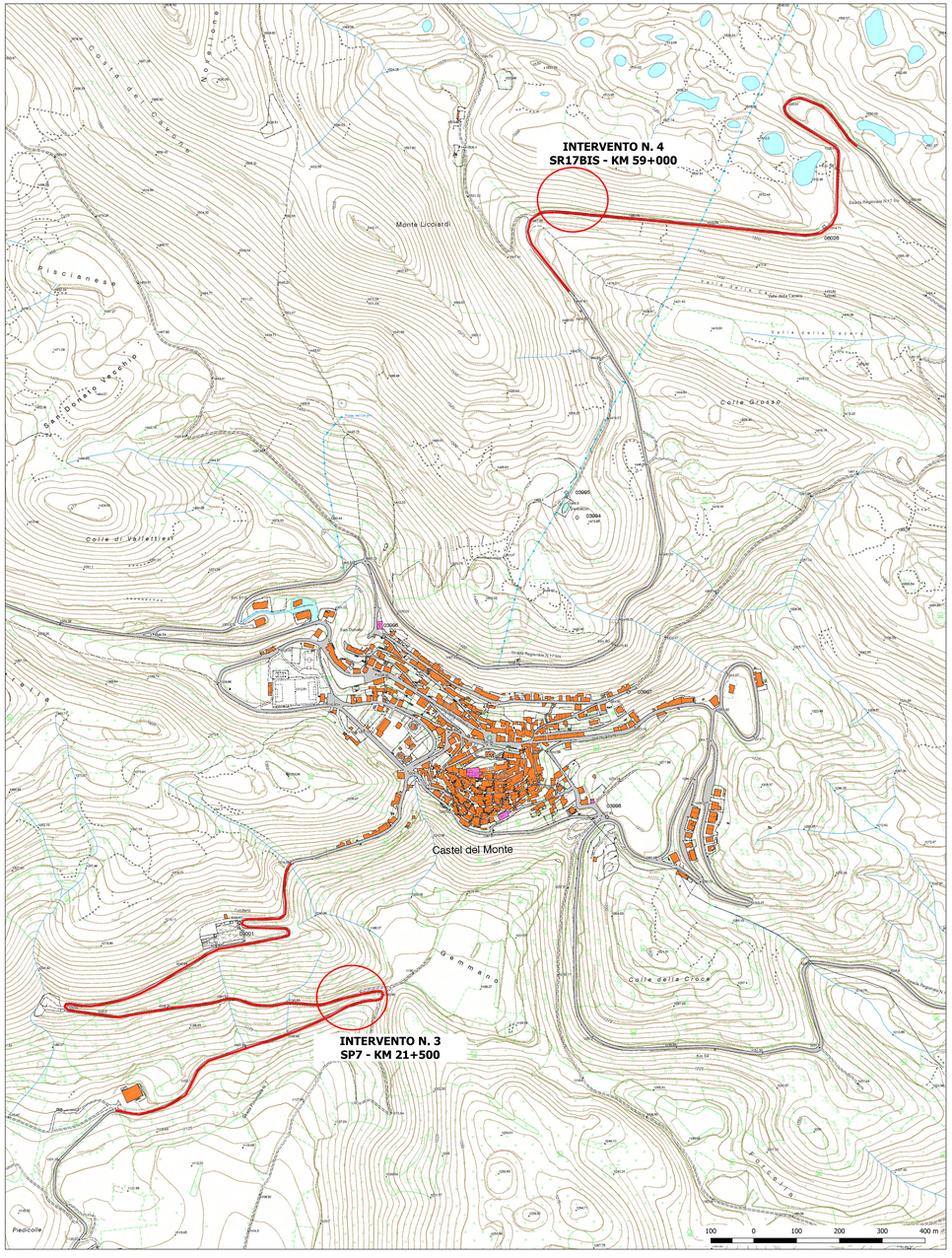
Sykora D.W. (1987). *Creation of a data base of seismic shear wave velocities for correlation analyses*. Misc. Paper GL-87-26. U.S. Army Corps of Engineers WES, Vicksburg, MS.

Vezzani L. & Ghisetti F., 1998 - *Carta Geologica dell'Abruzzo (scala 1/100.000)*. S.EL.CA., Firenze.

Youd, T. L., Idriss, I. M., Andrus, R. D., Arango, I., Castro, G., Christian, J. T., Dobry, R., Finn, W. D. L., Harder, L. F., Hynes, M. E., Ishihara, K., Koester, J. P., Liao, S. S. C., Marcuson, W. F., Martin, G. R., Mitchell, J. K., Moriwaki, Y., Power, M. S., Robertson, P. K., Seed, R. B., and Stokoe, K. H. (2001). *Liquefaction Resistance of Soils: Summary Report from the 1996 NCEER and 1998 NCEER/NSF Workshops on Evaluation of Liquefaction Resistance of Soils*. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, ASCE, 127(10), 817-833.

G.G.E.E. s.r.l. Via Monte Matese, 1 - 67100 L'AQUILA
e-mail: info.ggee@gmail.com, pec: eegg@pec.it
C.F./P.I.V.A. 01892570662





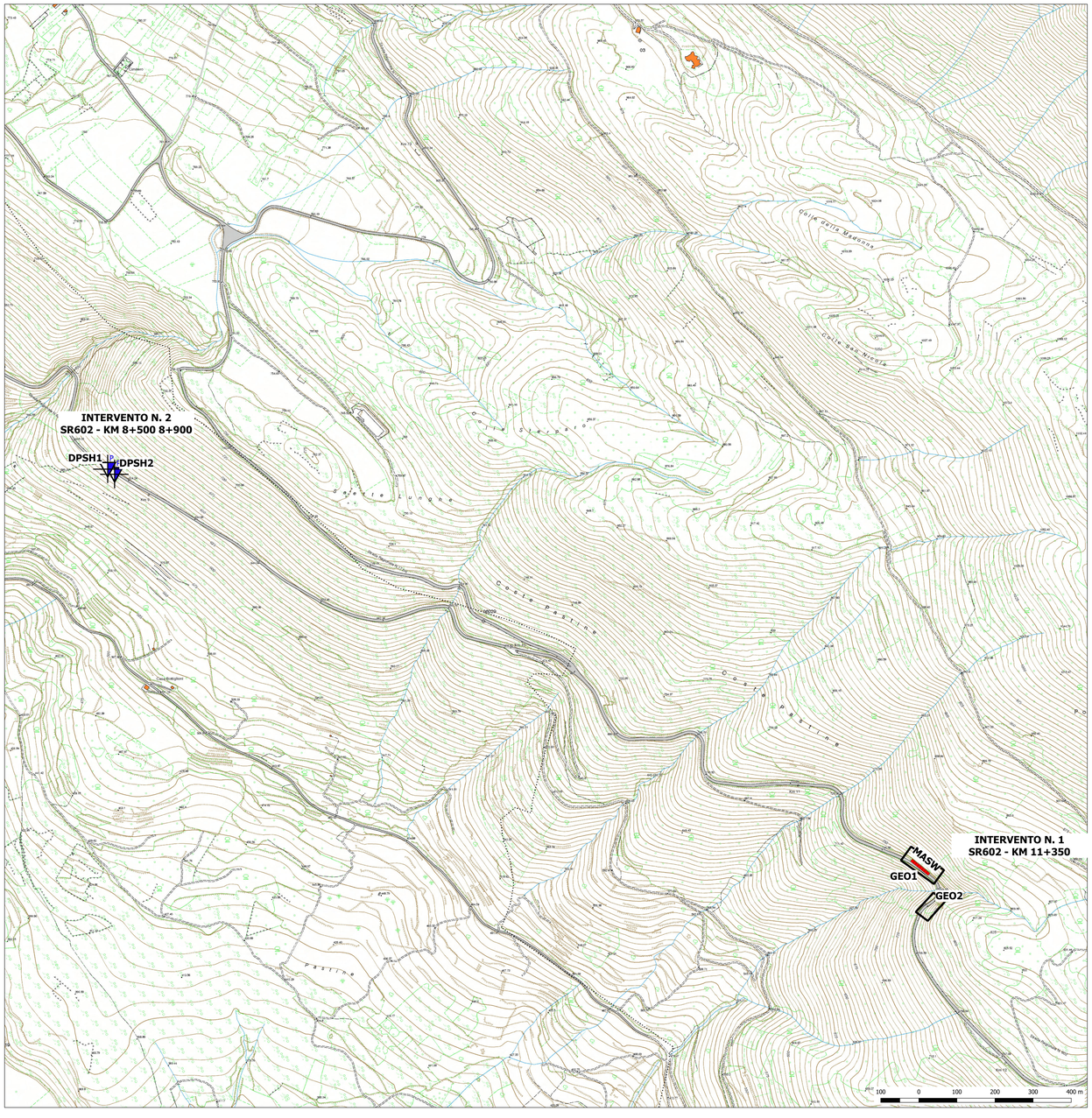
AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DELL'AQUILA

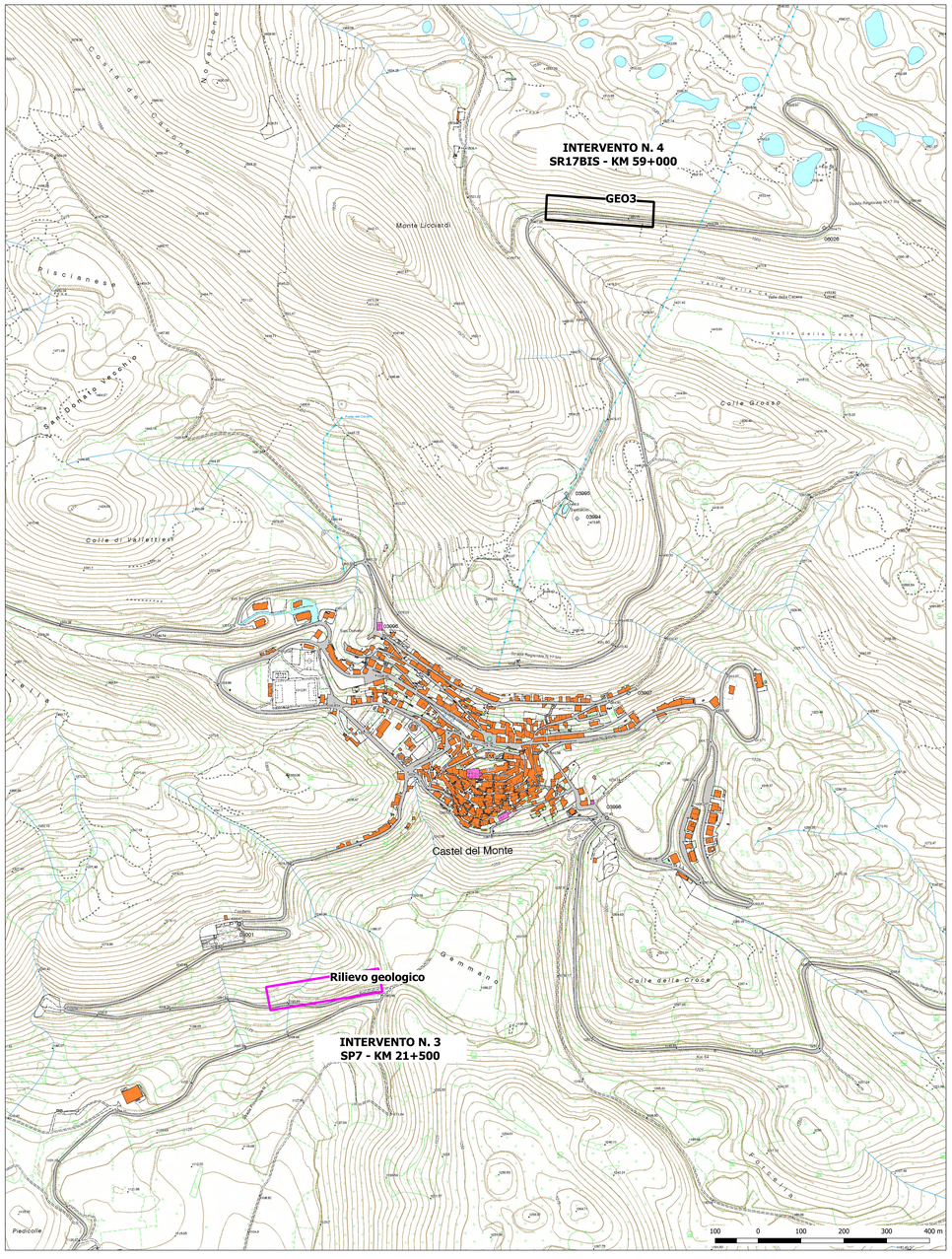
- UFFICIO TECNICO -
SETTORE VIABILITA' - LOGISTICA E PROTEZIONE CIVILE

INTERVENTI DI SISTEMAZIONE E DI RIORDINO GENERALE SULLE SS.RR. E SULLE SS.PP. RICOMPRESE NEI TERRITORI DEI COMUNI DI CASTEL DEL MONTE, SANTO STEFANO DI SESSANIO, CASTELVECCHIO CALVISIO, CARAPELLE CALVISIO, SAN PIO DELLE CAMERE, VILLA SANTA LUCIA DEGLI ABRUZZI E CALASCIO (AQ)

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

Il Geologo Dott.ssa Geol. Adele Agnelli Geological Geotechnical & Earthquake Engineering s.r.l.	Il Responsabile del Procedimento Ing. Angela Ghizzoni Visto il Dirigente Ing. Nicolino D'Amico
Opera Tavola CARTA DEGLI INTERVENTI	Allegato **A1** Scala 1:5.000
Aggiornamenti Mod. Data Rev. 1 Rev. 2	Data Maggio 2025





Legenda

- DPSH - Prova penetrometrica dinamica superpesante
- MASW - Prova sismica
- Rilievo geologico
- GEO - Rilievo geomeccanico

AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DELL'AQUILA

- UFFICIO TECNICO -

SETTORE VIABILITA' - LOGISTICA E PROTEZIONE CIVILE

INTERVENTI DI SISTEMAZIONE E DI RIORDINO GENERALE SULLE SS.RR. E SULLE SS.PP. RICOMPRESE NEI TERRITORI DEI COMUNI DI CASTEL DEL MONTE, SANTO STEFANO DI SESSANIO, CASTELVECCHIO CALVISIO, CARAPELLE CALVISIO, SAN PIO DELLE CAMERE, VILLA SANTA LUCIA DEGLI ABRUZZI E CALASCIO (AQ)

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

Il Geologo Dott.ssa Geol. Adele Agnelli Geological Geotechnical & Earthquake Engineering s.r.l.	Il Responsabile del Procedimento Ing. Angela Ghizzoni Visto Il Dirigente Ing. Nicolino D'Amico

Opera

Tavola

CARTA DELLE INDAGINI

Allegato

A2

Scala 1:5.000

Agg.menti	Data
Mod. 0	
Rev. 1	
Rev. 2	

Data Maggio 2025


FOTO 1


FOTO 3


FOTO 5

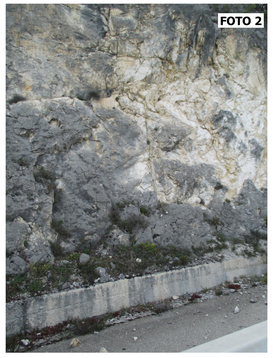

FOTO 2




FOTO 4




FOTO 6

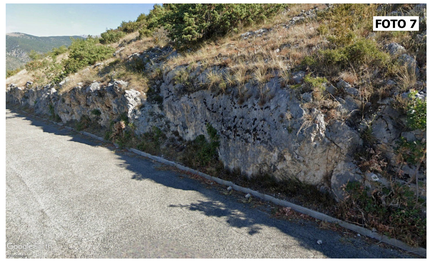

FOTO 7


FOTO 8




FOTO 12


FOTO 9


FOTO 10


FOTO 11


FOTO 13


FOTO 14


FOTO 15


FOTO 17




FOTO 16

AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DELL'AQUILA

- UFFICIO TECNICO -
SETTORE VIABILITA - LOGISTICA E PROTEZIONE CIVILE

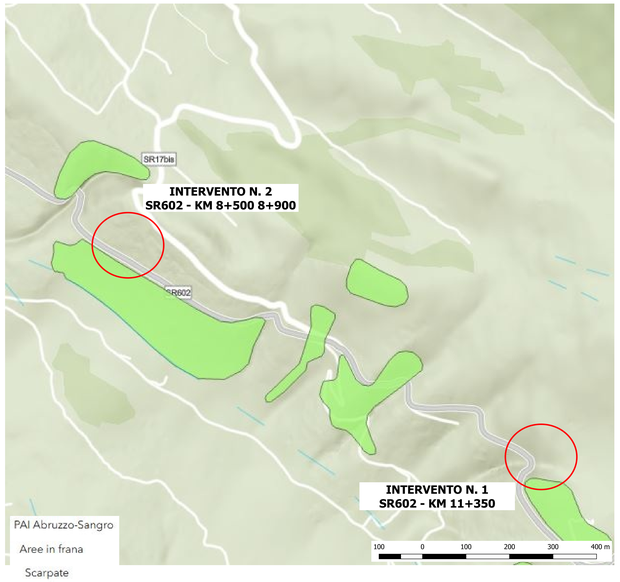
INTERVENTI DI SISTEMAZIONE E DI RIORDINO GENERALE SULLE SS.RR. E SULLE SS.PP. RICOMPRESE NEI TERRITORI DEI COMUNI DI CASTEL DEL MONTE, SANTO STEFANO DI SESSANIO, CASTELVECCHIO CALVISIO, CARAPELLE CALVISIO, SAN PIO DELLE CAMERE, VILLA SANTA LUCIA DEGLI ABRUZZI E CALASCIO (AQ)

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

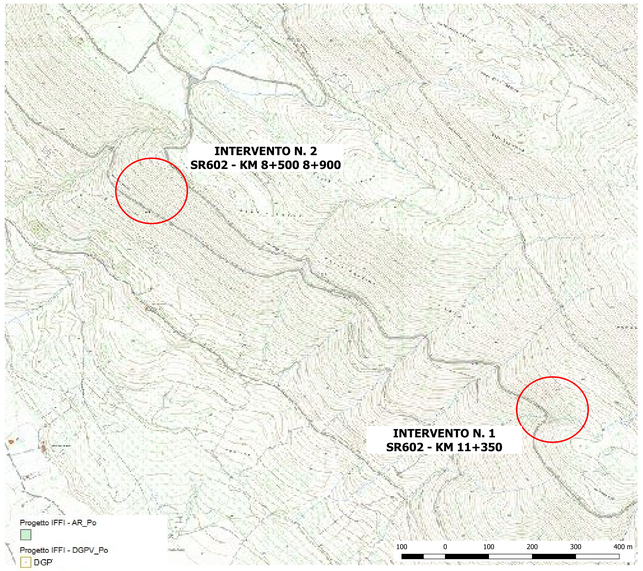
Il Geologo	Il Responsabile del Procedimento
Dott.ssa Geol. Adele Agnelli Geological Geotechnical & Earthquake Engineering s.r.l.	Ing. Angela Ghizzoni Visto Il Dirigente Ing. Nicolino D'Amico

Opera	Allegato
Tavola: CARTA DEGLI AFFIORAMENTI	A3 Scala 1:1.000

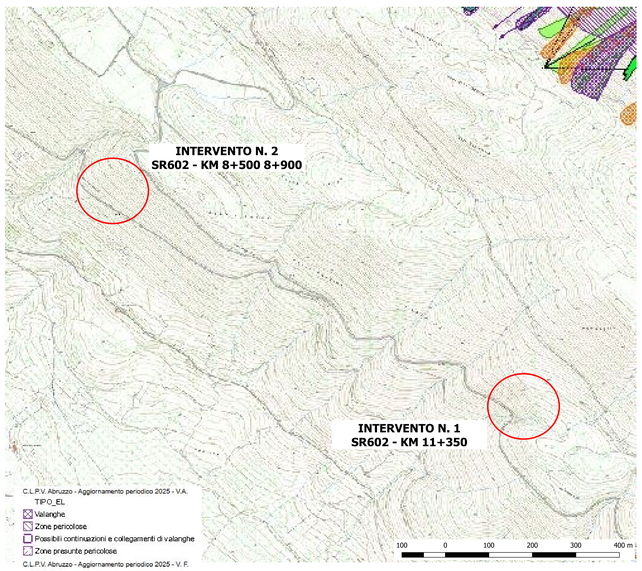
Aggiornamenti			Data
Rev. 0	Data		Maggio 2025
Rev. 1			



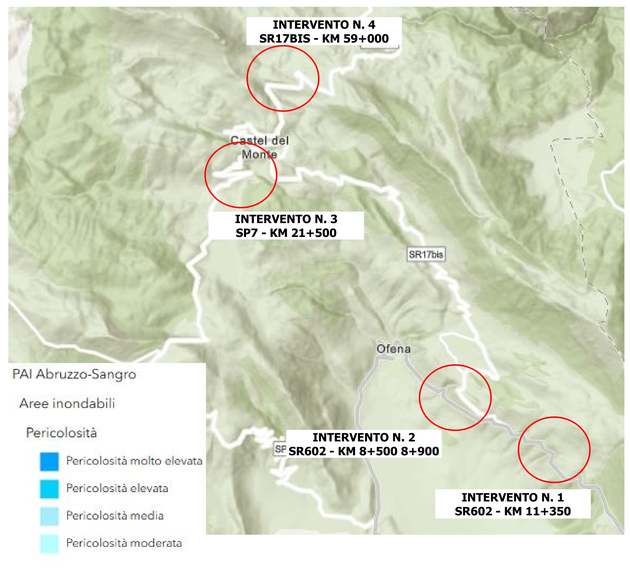
CARTA DELLA PERICOLOSITA' DEL PAI



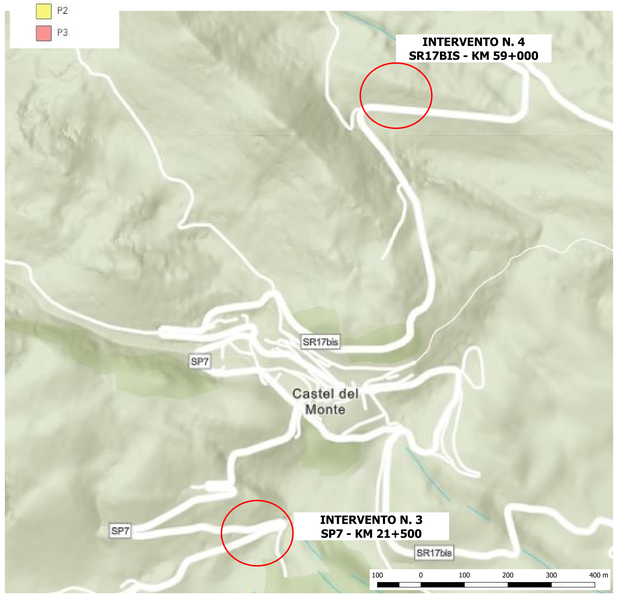
CARTA DEI DISSESTI DELL'IFFI

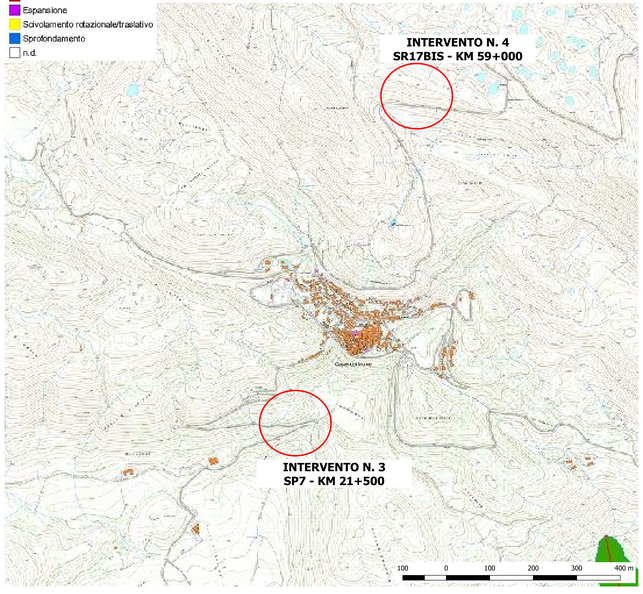


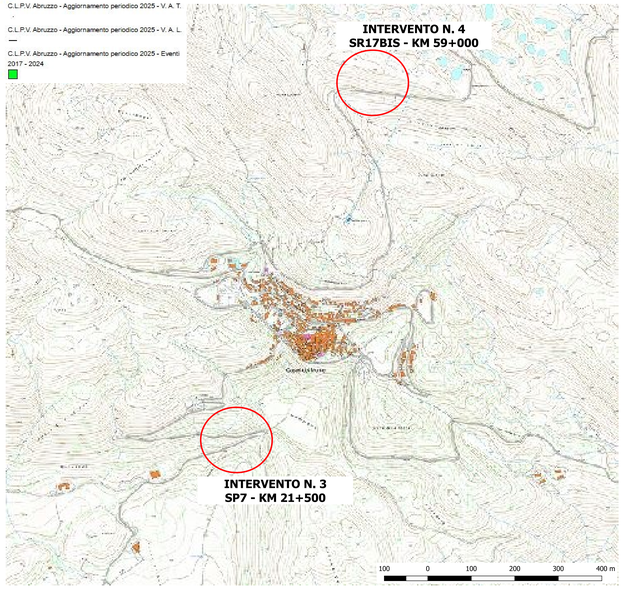
CARTA DELLA LOCALIZZAZIONE PERICOLI DA VALANGA



CARTA DELLA PERICOLOSITA' DEL PSDA







AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DELL'AQUILA

- UFFICIO TECNICO -
SETTORE VIABILITA' - LOGISTICA E PROTEZIONE CIVILE

INTERVENTI DI SISTEMAZIONE E DI RIORDINO GENERALE SULLE SS.RR. E SULLE SS.PP. RICOMPRESE NEI TERRITORI DEI COMUNI DI CASTEL DEL MONTE, SANTO STEFANO DI SESSANIO, CASTELVECCHIO CALVISIO, CARAPELLE CALVISIO, SAN PIO DELLE CAMERE, VILLA SANTA LUCIA DEGLI ABRUZZI E CALASCIO (AQ)

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

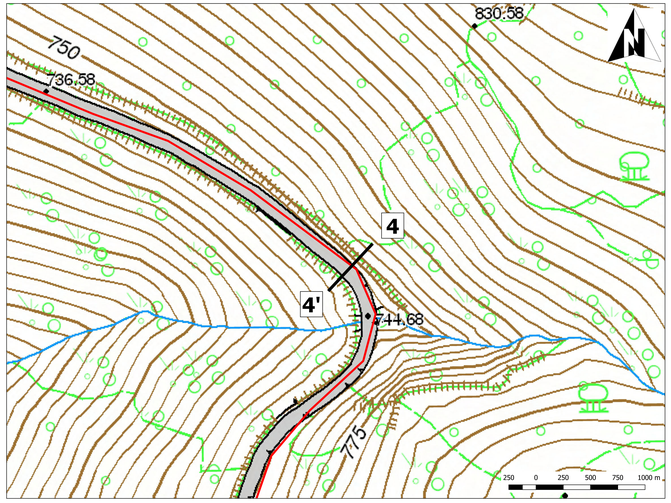
Il Geologo	Il Responsabile del Procedimento
Dott.ssa Geol. Adele Agnelli Geological Geotechnical & Earthquake Engineering s.r.l.	Ing. Angela Ghizzoni Visto Il Dirigente Ing. Nicolino D'Amico

Opera	Allegato
Tavola CARTA DELLE PERICOLOSITA'	A4 Scala 1:25.000

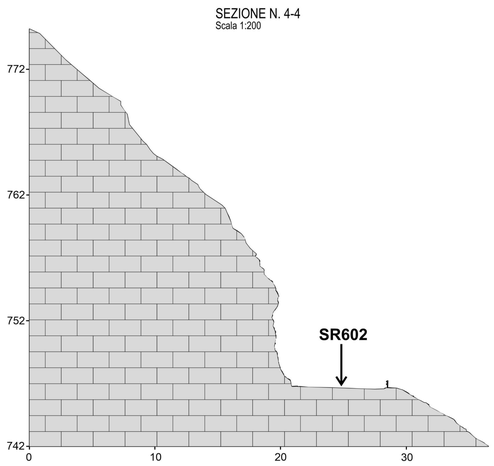
Aggiornamenti	Data
Mod. Rev. 0 Rev. 1	Maggio 2025

INTERVENTO N. 1
SR602 - KM 11+350
Sezione 4-4'

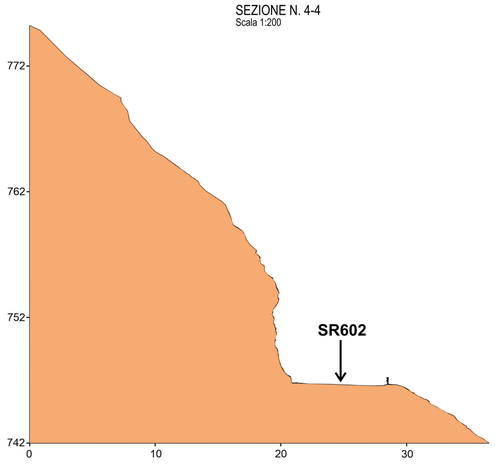
Legenda
- Sezione geologica e geotecnica
- SR602

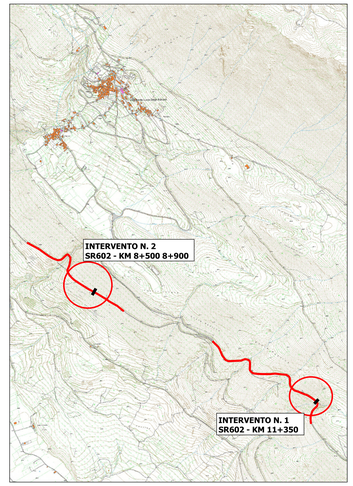


SEZIONE GEOLOGICA



SEZIONE GEOTECNICA



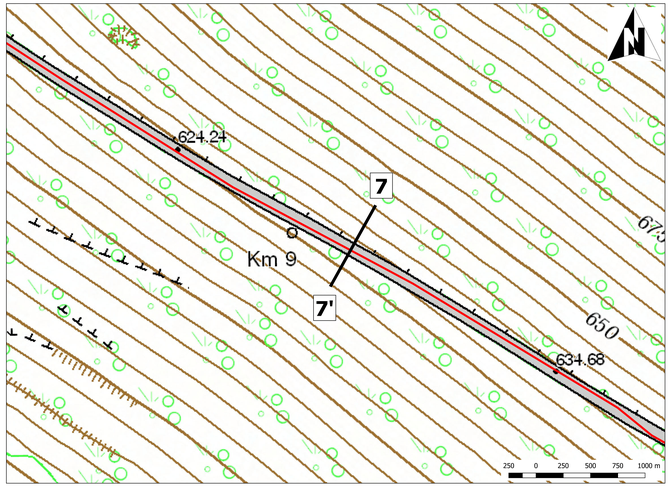


Legenda sezioni geologiche
- Deposito detritico di versante
- Substrato calcareo

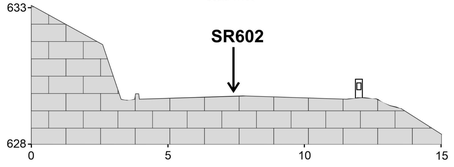
Legenda sezioni geotecniche
- Ug1 - Frammenti calcarei in matrice limoso-sabbiosa
- Ug2 - Substrato calcareo

INTERVENTO N. 2
SR602 - KM 8+500
8+900
Sezione 7-7'

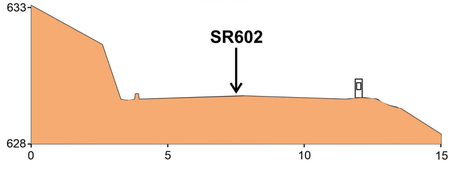
Legenda
- Sezione geologica e geotecnica
- SR602



SEZIONE GEOLOGICA



SEZIONE GEOTECNICA



AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DELL'AQUILA

- UFFICIO TECNICO -
SETTORE VIABILITA' - LOGISTICA E PROTEZIONE CIVILE

INTERVENTI DI SISTEMAZIONE E DI RIORDINO GENERALE SULLE SS.RR. E SULLE SS PP. RICOMPRESE NEI TERRITORI DEI COMUNI DI CASTEL DEL MONTE, SANTO STEFANO DI SESSANIO, CASTELVECCHIO CALVISIO, CARAPELLE CALVISIO, SAN PIO DELLE CAMERE, VILLA SANTA LUCIA DEGLI ABRUZZI E CALASCIO (AQ)

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

Il Geologo: Dott.ssa Geol. Adele Agnelli, Geological Geotechnical & Earthquake Engineering s.r.l.	Il Responsabile del Procedimento: Ing. Angela Ghizzoni
	Visto Il Dirigente: Ing. Nicolino D'Amico

Opera

Tavola: SEZIONI GEOLOGICHE E GEOTECNICHE - INTERVENTI 1 E 2

Allegato: **A5**

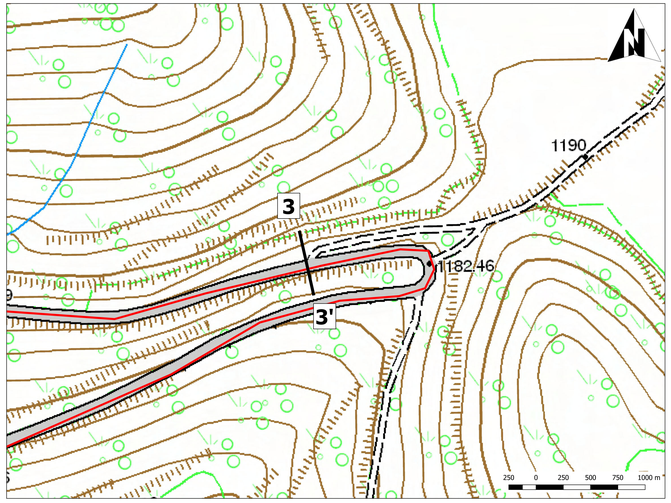
Scala: 1:100 - 1:200

Agg.menti	Mod.	Data
	Rev. 1	
	Rev. 2	
	Rev. n	

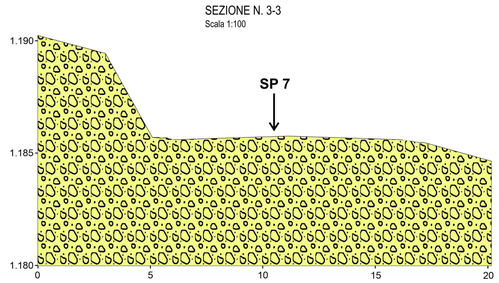
Data: Maggio 2025

INTERVENTO N. 3
SP7 - KM 21+500
Sezione 3-3'

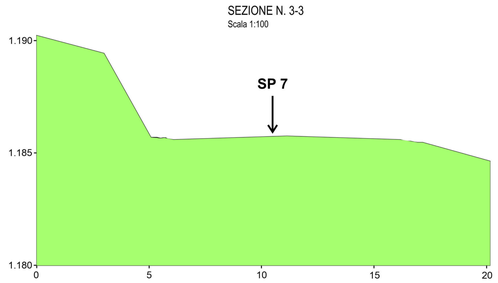
Legenda
- Sezione geologica e geotecnica
- SP7



SEZIONE GEOLOGICA

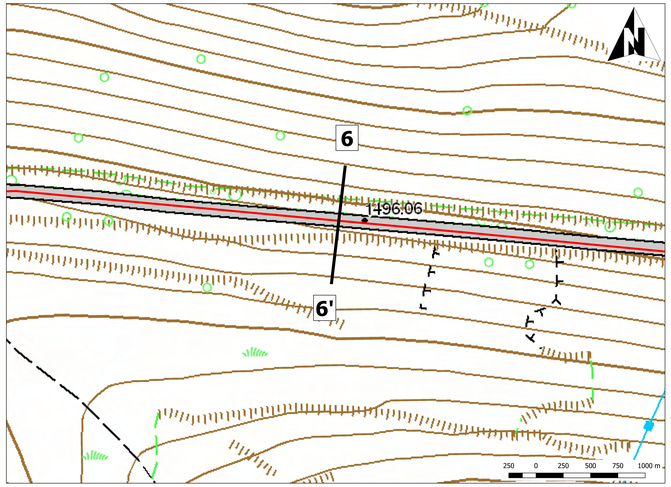


SEZIONE GEOTECNICA

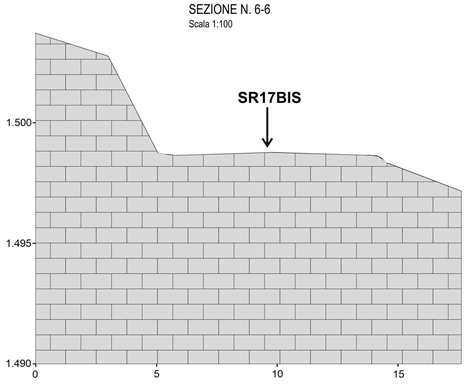


INTERVENTO N. 4
SR17BIS - KM 21+500
Sezione 6-6'

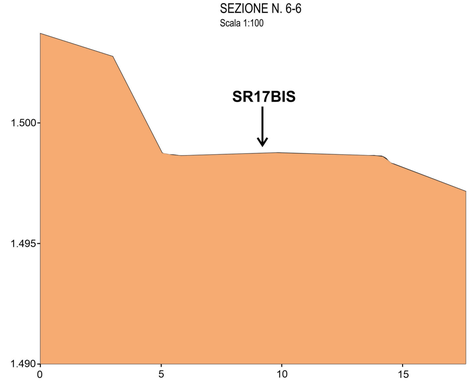
Legenda
- Sezione geologica e geotecnica
- SR17BIS

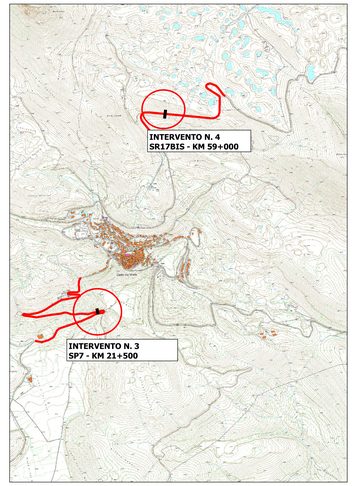


SEZIONE GEOLOGICA



SEZIONE GEOTECNICA





Legenda sezioni geologiche
- Deposito detritico di versante
- Substrato calcareo

Legenda sezioni geotecniche
- Ug1 - Frammenti calcarei in matrice limoso-sabbiosa
- Ug2 - Substrato calcareo

AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DELL'AQUILA

- UFFICIO TECNICO -
SETTORE VIABILITA' - LOGISTICA E PROTEZIONE CIVILE

INTERVENTI DI SISTEMAZIONE E DI RIORDINO GENERALE SULLE SS.RR. E SULLE SS PP. RICOMPRESE NEI TERRITORI DEI COMUNI DI CASTEL DEL MONTE, SANTO STEFANO DI SESSANIO, CASTELVECCHIO CALVISIO, CARAPELLE CALVISIO, SAN PIO DELLE CAMERE, VILLA SANTA LUCIA DEGLI ABRUZZI E CALASCIO (AQ)

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

Il Geologo
Dott.ssa Geol. Adele Agnelli
Geological Geotechnical
& Earthquake Engineering s.r.l.

Il Responsabile del Procedimento
Ing. Angela Ghizzoni

Visto Il Dirigente
Ing. Nicolino D'Amico

Opera

Allegato
A6

Tavola
SEZIONI GEOLOGICHE E GEOTECNICHE - INTERVENTI 3 E 4

Scala
1:100

Aggiornamenti

Mod.	Data
Rev. 0	
Rev. 1	

Data
Maggio 2025