AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DELL'AQUILA

SETTORE VIABILITA'

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

DIRIGENTE DEL SETTORE Ing. Nicolino D'Amico

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

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

CUP : F37H24000030001

I Progettisti :

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

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

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

LIMES SOCIETA' COOPERATIVA
(mandante)
Archeol. Hermann Borghesi

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

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

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

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

Il Responsabile del Progetto:
Ing. Ghizzoni Angela

Approvazioni:

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

C - ELABORATI SPECIALISTICI

SUB-INTERVENTO 5.1 - SP17 DEL PARCO NAZIONALE DI ABRUZZO

Tavola/Allegato	*C46*	**Relazione geologica**			
Codice commessa	*T2502*	*Data di emissione* *Novembre 2025*	*Rev* *00*	*Scala*	*Formato* *doc*
Codice elaborato	*ES46*	*Redatto* *Pietromartire E.*	*Controllato* *Pietromartire L.*	*Approvato* *Brandi R.*	

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

I N D I C E

I N D I C E 1
1. INTRODUZIONE 2
2. METODOLOGIA D'INDAGINE 5
3. INQUARAMENTO GEOGRAFICO 6
4. CARATTERI GEOLOGICI SP17 8
5. ASSETTO GEOMORFOLOGICO SP17 del Parco Nazionale d'Abruzzo 11
6. CARATTERI IDROLOGICI ED IDROGEOLOLOGICI 13
7. SERIE DEI TERRENI E LORO CARATTERISTICHE TECNICHE 15
8. SISMICITA' DELL'AREA E CLASSIFICAZIONE DEI TERRENI DI FONDAZIONE 19
8.1 SISMICITA' STORICA 20
9. CONCLUSIONI 25

ALLEGATI

- CARTA TOPOGRAFICA (SCALA 1:50.000)
- CARTA COROGRAFICA SR17BIS E SP86 (SCALA 1:5.000)
- CARTA GEOLOGICA (CARG, SCALA 1:50.000)
- CARTA DEGLI SCENARI DI RISCHIO FRANA
- CARTA DELLE PENDENZE
- RAPPORTO D'INDAGINE
- RILIEVO GEOMECCANICO
- POINT LOAD TEST
- SEZIONI LITOSTRATIGRAFICHE

1. INTRODUZIONE

Nella presente relazione si espongono i risultati di uno studio geologico, geomorfologico, geologico-tecnico, idrogeologico e sismico a supporto del progetto di: **"INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA E DI ADEGUAMENTO FUNZIONALE DELLE STRADE PROVINCIALI –INTERVENTO FUNZIONALE 5: SUB-INTERVENTO 5.1-SP17- DEL PARCO NAZIONALE D'ABRUZZO**" Commissionato dalla Provincia dell'Aquila.

In particolate il tratto d'interesse della SP17 è ubicato prevalentemente nel Comune di Bisegna come da stralcio cartografico di seguito riportato:



Figura 1:Ubicazione area intervento funzionale 2: SP17 del Parco Nazionale d'Abruzzo.

La SP17 è morfologicamente caratterizzata da pendii ripidi ed esposti con scarpate spesso incise particolarmente sensibili all'azione minacciosa degli agenti esogeni e tellurici. In particolare, visto il contesto montuoso caratterizzato da elevate escursioni termiche, l'area è soggetta ad effetti criologici che si riflettono sull'ammasso roccioso provocando allentamenti dei giunti di strato e delle fratturazioni la cui evoluzione può causare crolli di blocchi rocciosi anche di grandi volumi.

La sensibilità storica dell' area è testimoniata dall'evoluzione di fenomeni di crollo, valanghivi e di slavine.

Secondo quanto riportato nella relazione tecnica la SP17, Il tratto immediatamente a valle dell'abitato di Bisegna, attualmente, verte in una condizione di pericolo a causa della caduta massi.

Pertanto, a fronte delle problematiche riscontrate sulla SP17, al fine di definire puntualmente l'assetto stratigrafico e definire le caratteristiche fisico meccaniche dei depositi presenti è stata pianificata una campagna di indagine sito specifica che prevedrà l'esecuzione delle attività di seguito brevemente elencate:

SP17 del Parco Nazionale d'Abruzzo

- Esecuzione di un sondaggio geognostico a carotaggio continuo spinto fino a -20.0 m dal p.c. con esecuzione di S.P.T. ed un'indagine sismica di tipo MASW.
- Esecuzione di n.3 stop di rilievo geomeccanico in corrispondenza dei tratti viari maggiormente critici finalizzato alla caratterizzazione delle condizioni geologiche e strutturali degli ammassi rocciosi ed alla valutazione del comportamento meccanico.
- saranno prelevati blocchi di roccia su cui saranno successivamente eseguite misure di point-load per la valutazione della resistenza a compressione della roccia.

Le indagini così pianificate consentiranno la definizione del modello geologico-tecnico finalizzato alla pianificazione degli interventi di messa in sicurezza delle aree interessate dalle problematiche sopra brevemente descritte.

La normativa nazionale e regionale di riferimento è la seguente:

- *D.M. 11/03/88 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione";*

- G.U. n. 29 del 04 febbraio 2008;

- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti approvata dal Consiglio Superiore dei Lavori *Pubblici "Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni"* (Gazzetta Ufficiale del 26.02.2009 n. 47, supplemento ordinario n. 27).

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

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

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

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

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

- *O.P.C.M. 28 aprile 2006 n° 3519 "criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone" (G.U. n.108 del 11/05/2006).*

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

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

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

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

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

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

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

2. METODOLOGIA D'INDAGINE

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

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

Pertanto al fine di avere un quadro esaustivo dell'assetto litostratigrafico dell'area in esame, come anticipato in premessa, è stato innanzitutto eseguito un rilievo geomeccanico in corrispondenza delle maggiori criticità rilevate in corrispondenza della SP17 mediante l'utilizzo della bussola, del pettine di Burton e del Martello di Schmidt.

Sono stati inoltre prelevati blocchi di roccia da sottoporre a prove point load per determinare la resistenza a rottura dei depositi litoidi presenti lungo entrambi i tracciati e saranno eseguite le indagini in sito così come previsto nel piano di indagine.

3. INQUARAMENTO GEOGRAFICO

La SP 17 ricade nella Provincia dell'Aquila e precisamente nel territorio comunale di Bisegna. Nella cartografia regionale la SP17 è inserita nel foglio 378 OVEST in scala 1:25.000 mentre, in riferimento alla Carta Tecnica Regionale (CTR) in scala 1:5.000, la SP17 è individuata nell' elemento n. 378063 come da stralci cartografici di seguito riportati:

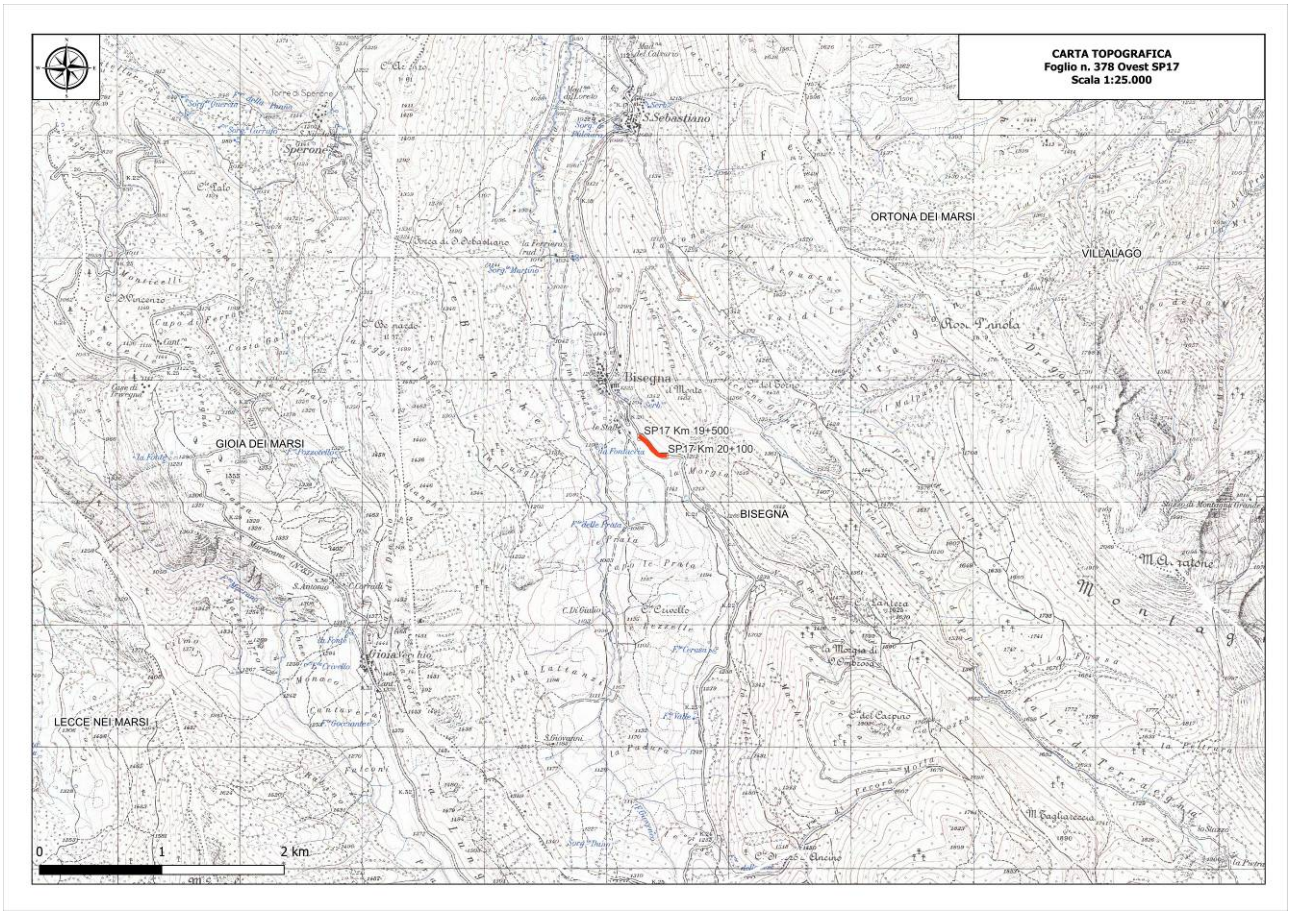


Figura 2-Stralcio carta topografica in scala 1:25.000 foglio n. 378 OVEST-SP17 del Parco Nazionale d'Abruzzo.

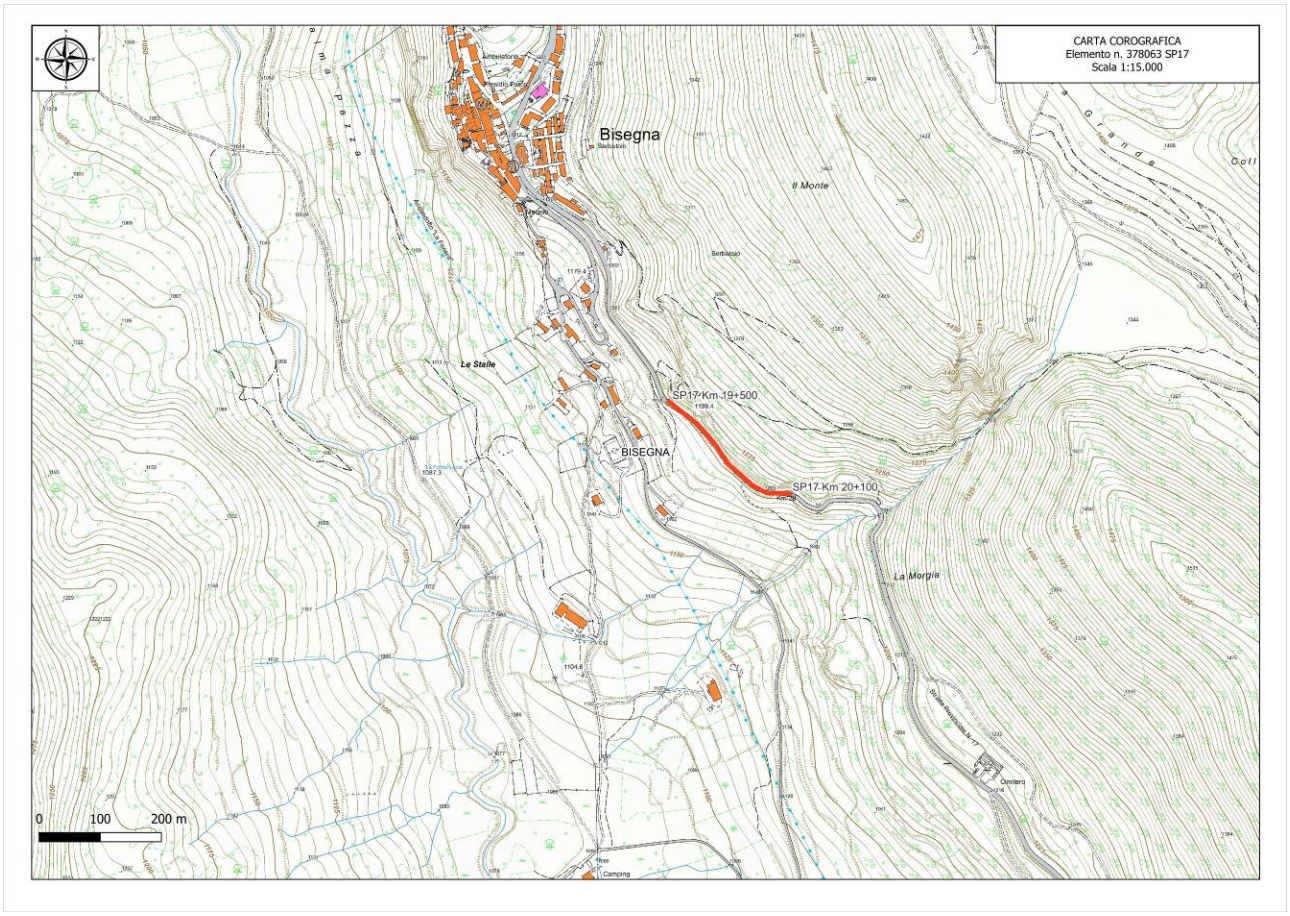


Figura 3- Stralcio cartografico CTR 5.000 elemento n. 378063 SP17 del Parco Nazionale d'Abruzzo

4. CARATTERI GEOLOGICI SP17

L'area in esame si inserisce nella porzione centrale dell'Appennino abruzzese caratterizzata da una configurazione geologica molto articolata e varia. Essa può schematizzarsi come un mosaico di successioni di rocce sedimentarie litostratigraficamente diverse proprie di regioni geologiche dell'Appennino centrale paleogeograficamente differenti, portate a contatto e più o meno disarticolate al loro interno per effetto degli sconvolgimenti tettonici che hanno accompagnato l'orogenesi appenninica.

L'**assetto geologico generale della SP17 nel tratto di Bisegna**, nel cuore della **Valle del Giovenco** e all'interno del **Parco Nazionale d'Abruzzo,** riflette le caratteristiche tipiche dell'Appennino centro-meridionale: **catena orogenetica giovane**, costituita da **rocce carbonatiche mesozoiche** e soggetta a intensi fenomeni tettonici, carsici e franosi.

L'area di stretto interesse ricade all'interno del Foglio 378 Scanno della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 e dalla sua lettura della quale emerge che l'area in studio è caratterizzata dalla presenza delle formazioni geologiche di seguito brevemente descritte dalla più vecchia alla più recente:

CALCARI CICLOTEMICI A GASTEROPODI (CCG)

Sono costituiti da alternanze di calcari micritici e calcareniti. I calcari micritici sono wackestone nocciola biancastri, con punti e lamine di clacite, con livelli ricchi in gasteropodi, dispositi in strati da medi a spessi con livelli dolomitizzati. Le calcareniti sono grainstone e packstone, localmente con ooliti rotte e rigenerate, disposti in strati e livelli da centimetrici a decimetrici.(Berriasiano-Berremiano).

CALCARENITI A ECHINODERMI E CORALLI (ECO)

Le calcareniti a echinodermi e coralli sono costituite da calcareniti a tessitura grainstone, intra e bioclastiche spesso marcatamente porose e calcareniti oolitiche a grainstone; si intercalano calciruditi bioclastiche a matrice micritica, a tessitura rudstone, poco elaborate e ricche di frammenti di echinodermi. Il litotipo principale è alternato a calcareniti a tessitura packstone e wackstone e a spesse lenti di calcari organogeni in assetto massivo, ricche in coralli ed echinodermi. (Giurassico medio).

COMPLESSO TORBIDITICO ALTOMIOCENICO LAZIALE ABRUZZESE-ASSOCIAZIONE ARENACEO PELITICA I (UAPA)

Tale unità, particolarmente sviluppata lungo il fondovalle del F. Giovenco è costituita da argilla siltosa grigiastra e sabbia argillosa giallastra debolmente o mediamente cementata. A varia altezza si rinvengono intercalazioni centimetriche di arenarie gialle-avana. (Tortoniano sup.)

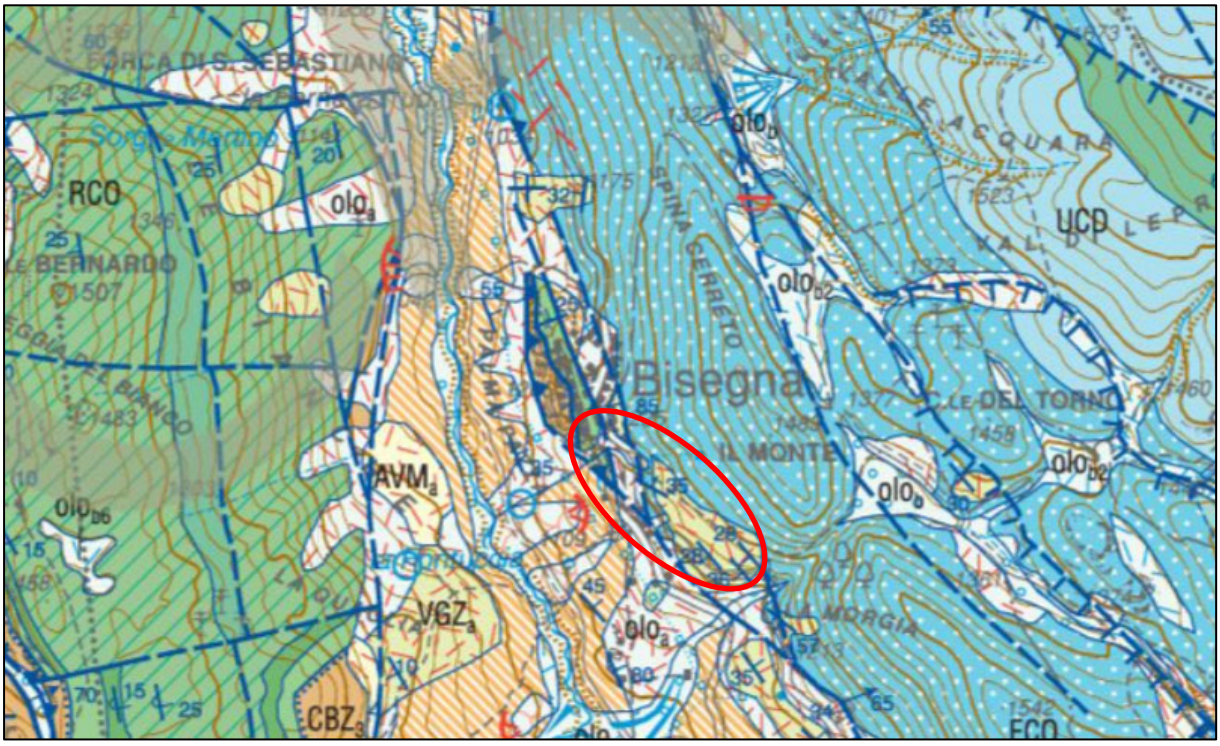
SINTEMA DELLA VALLE DEL F. GIZIO -DEPOSITI DI VERSANTE (VGZA)

I depositi sono formati da brecce eterometriche grossolane, con clasti di 10-30 cm e con blocchi più grandi, organizzati in bancate metriche e in corpi lenticolari, e da brecce a clasti di 5-10 cm, con strati regolari spessi 30-100 cm, con stratificazione piano parallela ed incrociata. Sono frequenti livelli limoso-sabbiosi rossastri, riferibili a sedimento di suolo, spessi da pochi centimetri fino a 40-50 cm, che evidenziano discontinuità più o meno marcate nella sedimentazione. Le brecce sono sempre arrossate e molto cementate. (Pleistocene medio)

DEPOSITI OLOCENICI -DEPOSITI DI VERSANTE (OLOA)

Sono formati da detriti sciolti eterometrici, con matrice da scarsa ad abbondante, soprattutto in corrispondenza delle aree di affioramento dei depositi terrigeni.

Di seguito si riporta uno stralcio cartografico del Foglio 378 Scanno:



DEPOSITI OLOCENICI

Litofacies riferibili a depositi di versante (olo$_a$) e di frana (olo$_{a1}$), detriti di falda (olo$_{a3}$), depositi alluvionali (olo$_b$), coltri eluvio colluviali (olo$_{b2}$) e prodotti eluviali (olo$_{b6}$), depositi crionivali (olo$_{c7}$), depositi lacustri e palustri (olo$_e$), depositi antropici (olo$_h$) e depositi di origine mista (olo$_i$). Il limite inferiore è erosivo sui depositi continentali più antichi o sui depositi pre- e sin-orogenici, il limite superiore è costituito da una superficie deposizionale, in molti casi attiva.

Detriti calcarei sciolti eterometrici, talora con grossi blocchi, con matrice da scarsa ad abbondante (olo$_a$).

Accumuli caotici argilloso-limosi; accumuli caotici di grossi blocchi calcarei, con matrice più o meno abbondante; accumuli caotici di blocchi di conglomerato e brecce (olo$_{a1}$).

Detriti calcarei eterometrici, sciolti, privi di matrice (olo$_{a3}$).

olo — Ghiaie fluviali e di conoide alluvionale, con clasti da centimetrici a decimetrici, da sub-angolosi ad arrotondati, con livelli e lenti di sabbie, limi e suolo (olo$_b$).

Limi, argille e sabbie, con clasti centimetrici calcarei e arenacei; pezzame calcareo, eterometrico, generalmente angoloso, immerso in matrice terrosa (olo$_{b2}$).

Limi e argille rossastri (terre rosse), con clasti calcarei centimetrici dispersi nella frazione fine (olo$_{b6}$).

Pietrame calcareo eterometrico, con matrice sabbioso-limosa, riferibile a *rock glacier*; depositi a blocchi eterometrici, fino a plurimetrici, in assetto caotico (olo$_{c7}$).

Limi e limi argillosi scuri, con livelli e lenti sabbioso-ghiaiosi, lenti di torba (olo$_e$).

Ghiaie e pietrame misto a sabbie e frammenti di manufatti, più o meno addensati (olo$_h$).

Detriti e ghiaie prevalentemente carbonatici, angolosi o sub angolosi, fortemente eterometrici, con matrice sabbioso-limosa (olo$_i$).
OLOCENE

SINTEMA DELLA VALLE DEL GIZIO

Depositi di versante (VGZ$_a$) e localmente depositi alluvionali (VGZ$_b$). Il limite inferiore è costituito dal contatto erosivo e discordante sui depositi delle successioni pre- e sin-orogeniche. Il tetto è sempre eroso.

VGZ — Brecce calcaree eterometriche grossolane, in bancate metriche; brecce a stratificazione pianoparallela e incrociata, arrossate e cementate, disposte in strati o lenti (VGZ$_a$).

Conglomerati a clasti prevalentemente calcarei, arrotondati, con sottili livelli interstrato di sabbie grossolane e conglomerati fini (VGZ$_b$).
PLEISTOCENE medio p.p.

CALCARENITI A ECHINODERMI E CORALLI

ECO — Calcareniti intra e bioclastiche spesso marcatamente porose e calcareniti oolitiche disposte in strati spessi o mal stratificate; si intercalano calciruditi bioclastiche a matrice micritica, poco elaborate e ricche in frammenti di echinodermi. Localmente sono presenti lenti di calcari organogeni in assetto massivo, ricchi in coralli ed echinodermi (bioerme tipo *patch-reef*).
GIURASSICO medio p.p. – GIURASSICO superiore p.p. (Bajociano p.p. – Oxfordiano p.p.)

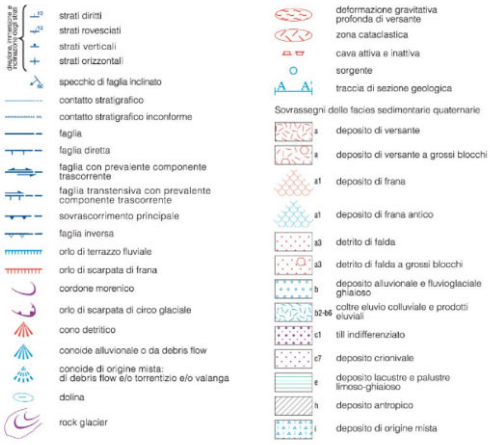


Figura 4 – Stralcio Carta Geologica in scala 1:000000 Foglio 147 Lanciano.

5. ASSETTO GEOMORFOLOGICO SP17 del Parco Nazionale d'Abruzzo

L'area in studio , ovvero la SP17, si sviluppa in ambiente montano appenninico, con morfologie complesse modellate da fattori strutturali, tettonici, carsici e climatici.

Le caratteristiche geomorfologiche generali dell'area in studio sono rappresentate da valli incise, versanti ripidi e morfologicamente attivi, altopiani carsici e presenza di forme di accumulo detritico ai piedi dei versanti.

Lungo la SP17 i versanti, di prevalente natura calcarea, raggiungono pendenze ragguardevoli come visibile dallo stralcio della carta delle pendenze di seguito riportato:

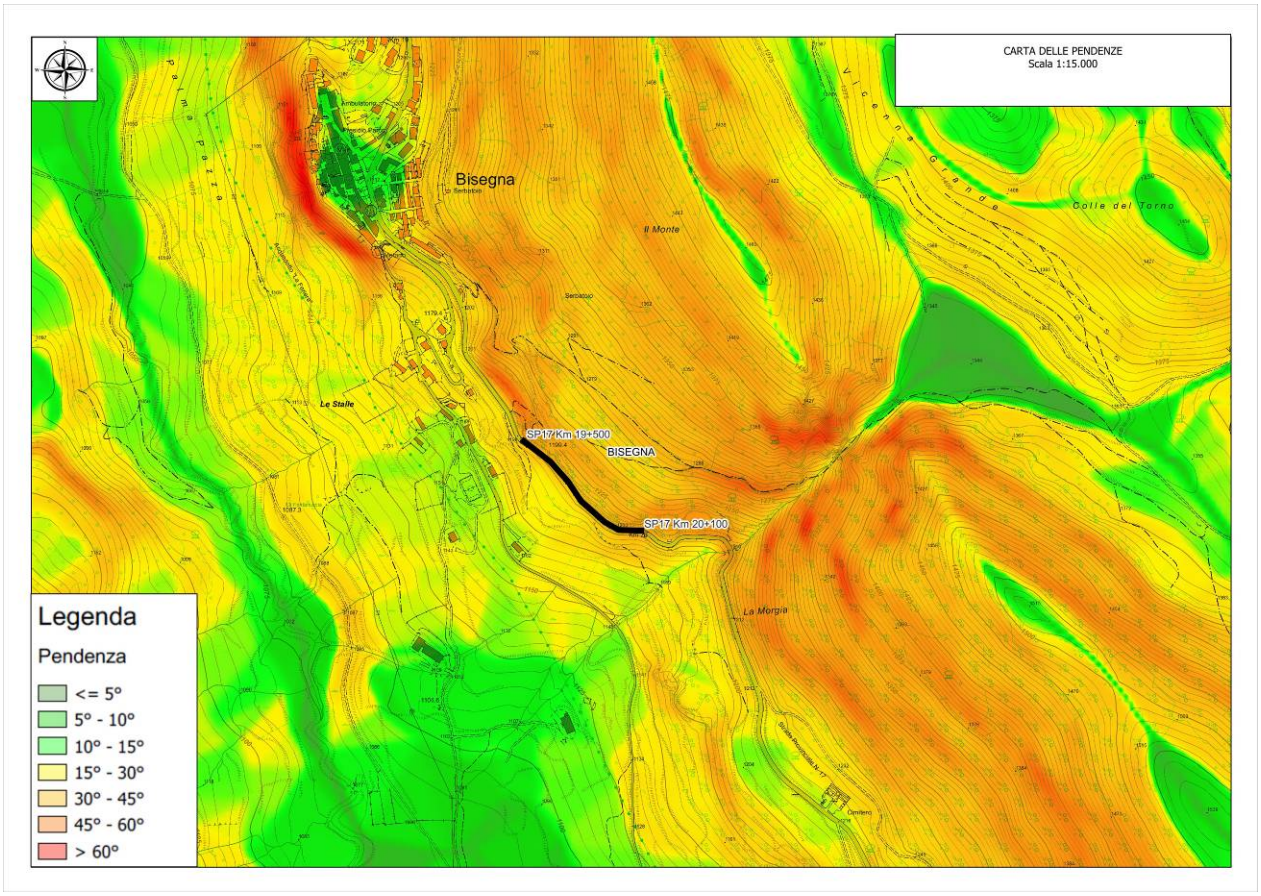


Figura 5: Stralcio carta delle pendenze con indicato in nero il tratto in studio della Sp17.

Dalla consultazione delle carte tematiche del Piano Stralcio di Bacino del Liri Garigliano Volturno (AUBAC dell'Appennino Meridionale) emerge che la SP17, lungo il tracciato in studio, è classificata con rischio molto elevato R4 ed interferisce con un'area di attenzione A4 come visibile dallo stralcio cartografico di seguito riportato:

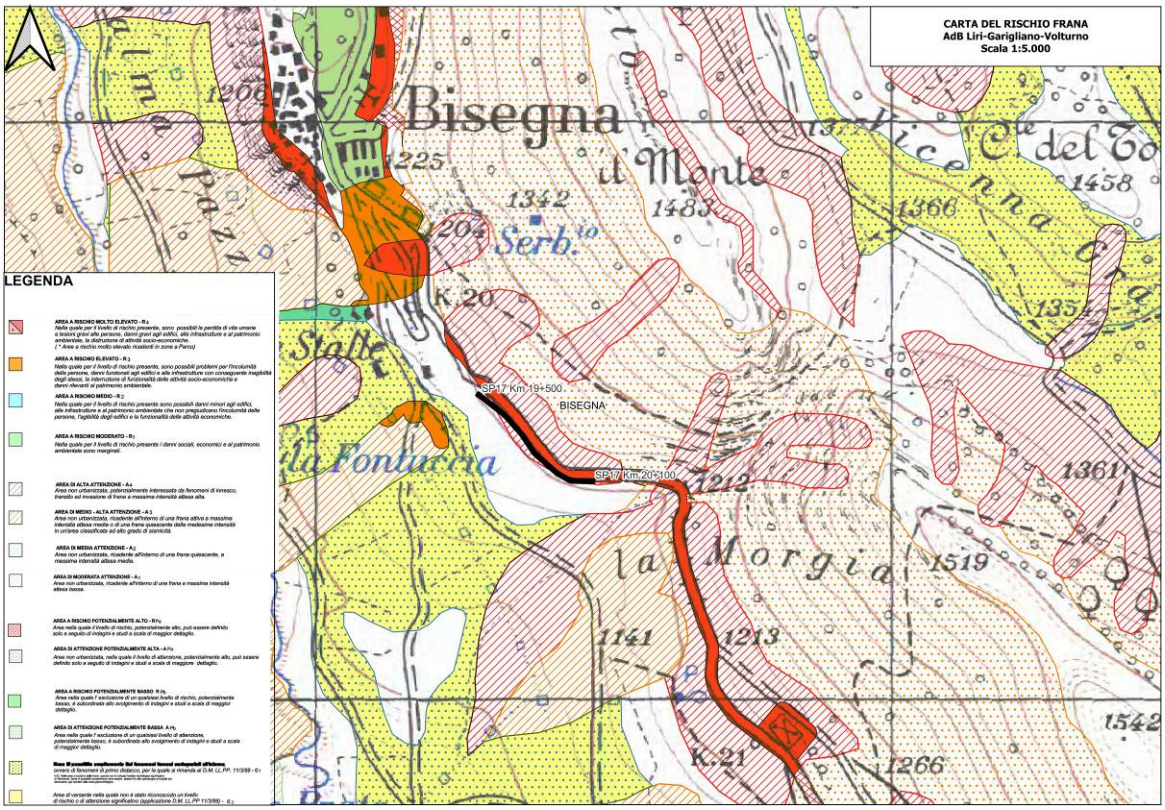


Figura 6: Stralcio Carta degli Scenari di rischio frana dell'AdB del Liri-Garigliano-Volturno.

6. CARATTERI IDROLOGICI ED IDROGEOLOLOGICI

L'idrografia dell'area in esame è fortemente condizionata dal regime pluviometrico e dalla litologia delle formazioni affioranti.

L'area in cui insiste la SP17 è soggetta ad intense precipitazioni concentrate nel periodo autunno-inverno con temperature medie non elevate che riducono l'evapotraspirazione.

Le precipitazioni abbondanti, oltre ad aumentare il deflusso idrico superficiale innalzando il potere erosivo delle acque di scorrimento, contribuiscono ad aumentare la saturazione dei terreni, che si conserva per un periodo anche prolungato. Lungo le pendici dei rilievi proliferano fossi e rii spesso secchi per parte dell'anno e attivi solo in coincidenza dei periodi delle massime precipitazioni ed in fase di scioglimento delle coperture nevose.

Essi hanno un pattern dentritico ed un regime a carattere torrentizio con variazioni di portata molto evidenti, sia stagionalmente sia in occasioni di forti precipitazioni.

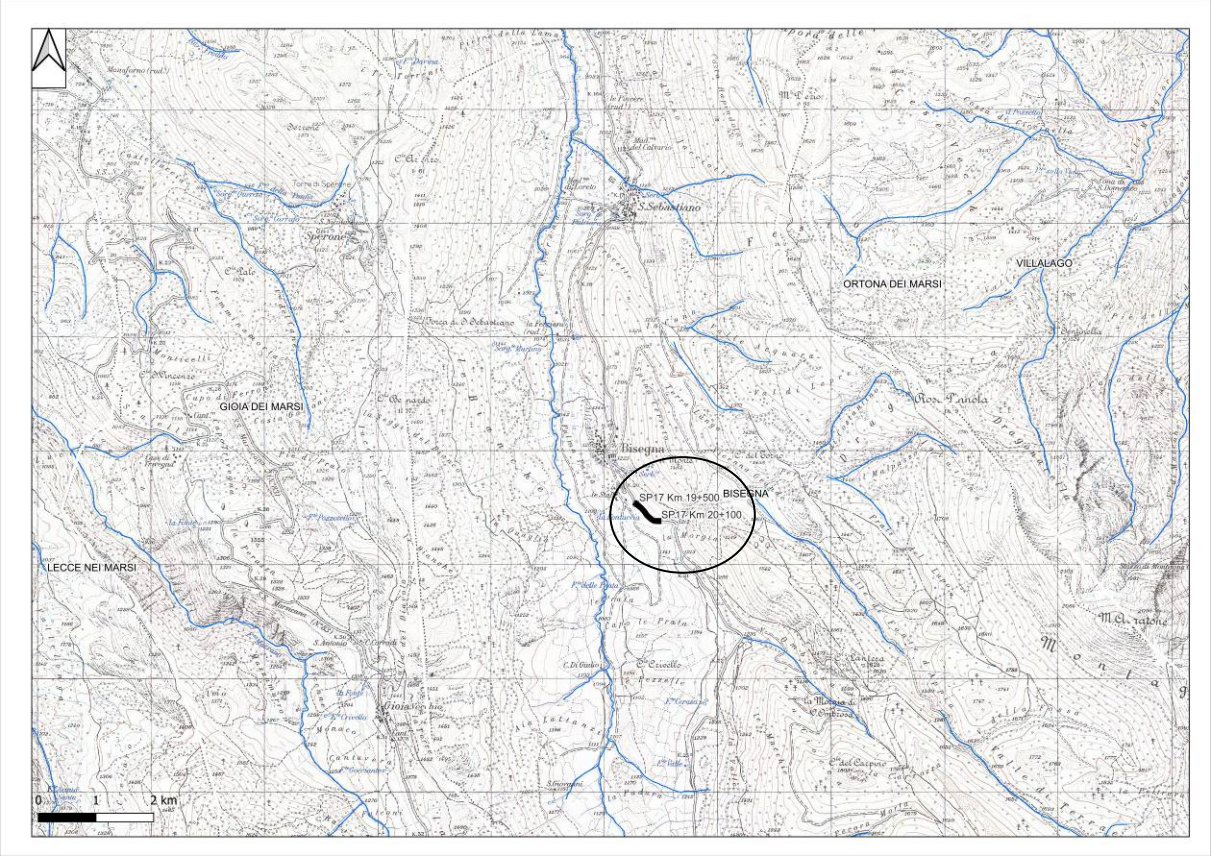


Figura 7: Andamento idrografia superficiale. In nero è indicato il tratto in studio della SP17.

Le massime portate si hanno in corrispondenza dei mesi autunnali molto piovosi ed in primavera in concomitanza dello scioglimento delle nevi.

Ulteriore aspetto che influenza la stabilità della zona, risulta essere la registrazione di eventi metereologici particolarmente intensi e prolungati che, in particolar modo nella fascia pedemontana, alzano di molto le medie delle precipitazioni.

Tali eventi, concentrati in alcuni periodi favoriscono l'attivazione dei fenomeni franosi. Dal punto di vista idrogeologico l'elemento dominante dell'area è rappresentato dalla presenza di formazioni calcaree fratturate e quasi sempre affioranti. La presenza di tali litologie influenza in maniera rilevante l'infiltrazione efficace nel bacino legato alla fratturazione delle formazioni calcaree che permette la circolazione sotterranea dell'acqua di precipitazione. Le formazioni calcaree risultano sempre caratterizzate da una permeabilità secondaria per fratturazione, fessurazione e lungo i piani di strato, che costituiscono un sistema idrico sotterraneo complesso con bacini idrogeologici non coincidenti con quelli idrografici superficiali.

Le coperture detritiche veicolano le acque di infiltrazione superficiale e vanno ad alimentare un deflusso profondo con costanza nel tempo. Dove si evidenziano in superficie, contatti tra termini litologici a differente grado di permeabilità, quali tra detrito e termini flyschioidi o in seno al detrito tra livelli prettamente granulari e termini coesivi, spesso prendono vita delle sorgenti, particolarmente diffuse nella porzione basale dell'area in esame. La distribuzione spaziale di queste risulta irregolare senza una disposizione coerente, a sottolineare ulteriormente l'estrema variabilità litologica dell'area.

7. SERIE DEI TERRENI E LORO CARATTERISTICHE TECNICHE

La situazione litostratigrafica locale, come accennato in premessa, è stata ricostruita attraverso i rilievi geologico-strutturali geologico strutturale eseguiti in corrispondenza dei tratti viari maggiormente esposti a criticità di carattere geologico, da quanto emerso dal sondaggio geognostico a carotaggio continuo e dalla bibliografia esistente dei litotipi riconducibili a quelli in studio.

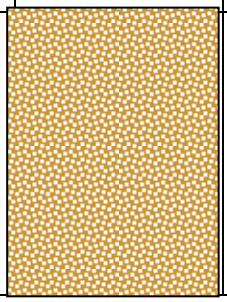
La SP17 lungo il suo sviluppo attraversa due formazioni, ovvero i depositi appartenenti al Sintema della Valle del F.Gizio (VGZa) costituiti da brecce eterometriche grossolane con clasti di 5-10 cm con stratificazione piano parallela ed incrociata ed i Calcari ad echinodermi e calcari a coralli e diceratidi costituiti da calcari micritici e calcareniti oolitiche in strati spessi e mal stratificate che sono in contatto tettonico con le brecce.

Dai rilievi geomeccanici eseguiti è stato possibile classificare gli ammassi rocciosi e determinare le loro caratteristiche fisico meccaniche così come indicato nelle tabelle riportate nell'allegato del rilievo geomeccanico riferite a Bieniawski 1976 e Bieniawski 1989. Di seguito una tabella riassuntiva i valori di RMR registrati:

STOP LUNGO LA SP17	LITOLOGIA	VALORE DI RMR	CLASSE
STOP 1	Brecce	37	II-SCADENTE
STOP 2	Brecce	37	II-SCADENTE
STOP 3	Calcari	45	III-MEDIOCRE

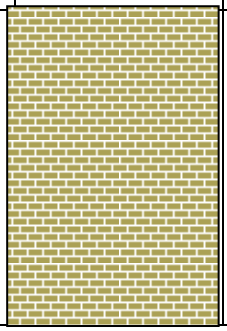
Va evidenziato che le brecce si presentano da cementate a molto cementate con livelli meno competenti facilmente erodibili dagli agenti esogeni (acqua, neve, vento…) che generano una erosione selettiva che causa una "sottoescavazione" lasciando *a getto* gli stati più competenti. Tale assetto, combinato al grado di fratturazione diffuso, rappresenta la causa principale dei crolli di blocchi di conglomerati talora anche metrici lungo la SP17.

PROFILO LITOSTRATIGRAFICO E MODELLO GEOLOGICO - TECNICO "BRECCE CEMENTATE"

PROFONDITÀ (M DAL P.C.)	PROFILO STRATIGRAFICO	DESCRIZIONE	PARAMETRI GEOTECNICI
>30,00		Brecce eterometriche grossolane da fratturate a molto fratturate	**R.M.R. SCADENTE** γ= 24,50-25,00 KN/m^3 c' =100-200 KPa ϕ= 15-25 ° E= 4,73 GPa

Dove:
γ = peso di volume; ϕ = angolo di attrito; c' = coesione efficace; E=modulo di deformazione

PROFILO LITOSTRATIGRAFICO E MODELLO GEOLOGICO - TECNICO "CALCARI E CALCARENITI

PROFONDITÀ (M DAL P.C.)	PROFILO STRATIGRAFICO	DESCRIZIONE	PARAMETRI GEOTECNICI
>30,00		Calcari micritici e calcareniti oolitiche da fratturati a molto fratturati	**R.M.R. MEDIOCRE** γ= 24,50 KN/m^3 c' =200-300 KPa ϕ= 25-35 ° E= 7,49 GPa

Dove:
γ = peso di volume; ϕ = angolo di attrito; c' = coesione efficace; E=modulo di deformazione

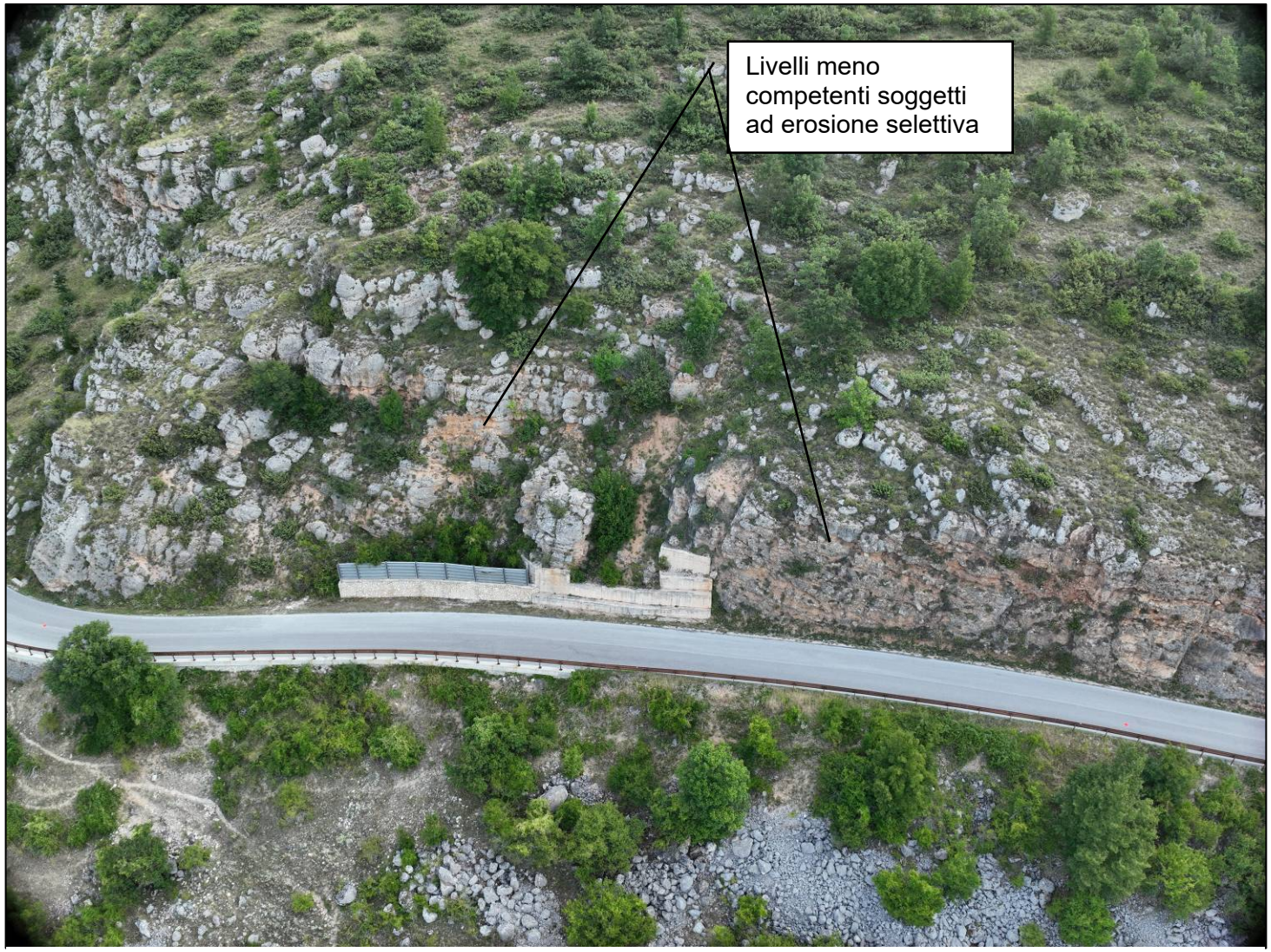


Figura 8: Vista panoramica delle brecce cementate. Si evidenziano i livelli meno competenti soggetti a fenomeni di erosione selettiva che determinano processi di sottoescavazione, con conseguente isolamento di blocchi ciclopici aggettanti.





Figura 9: Particolari dei livelli meno competenti presenti all'interno dei depositi delle brecce soggetti alle problematiche sopra descritte.

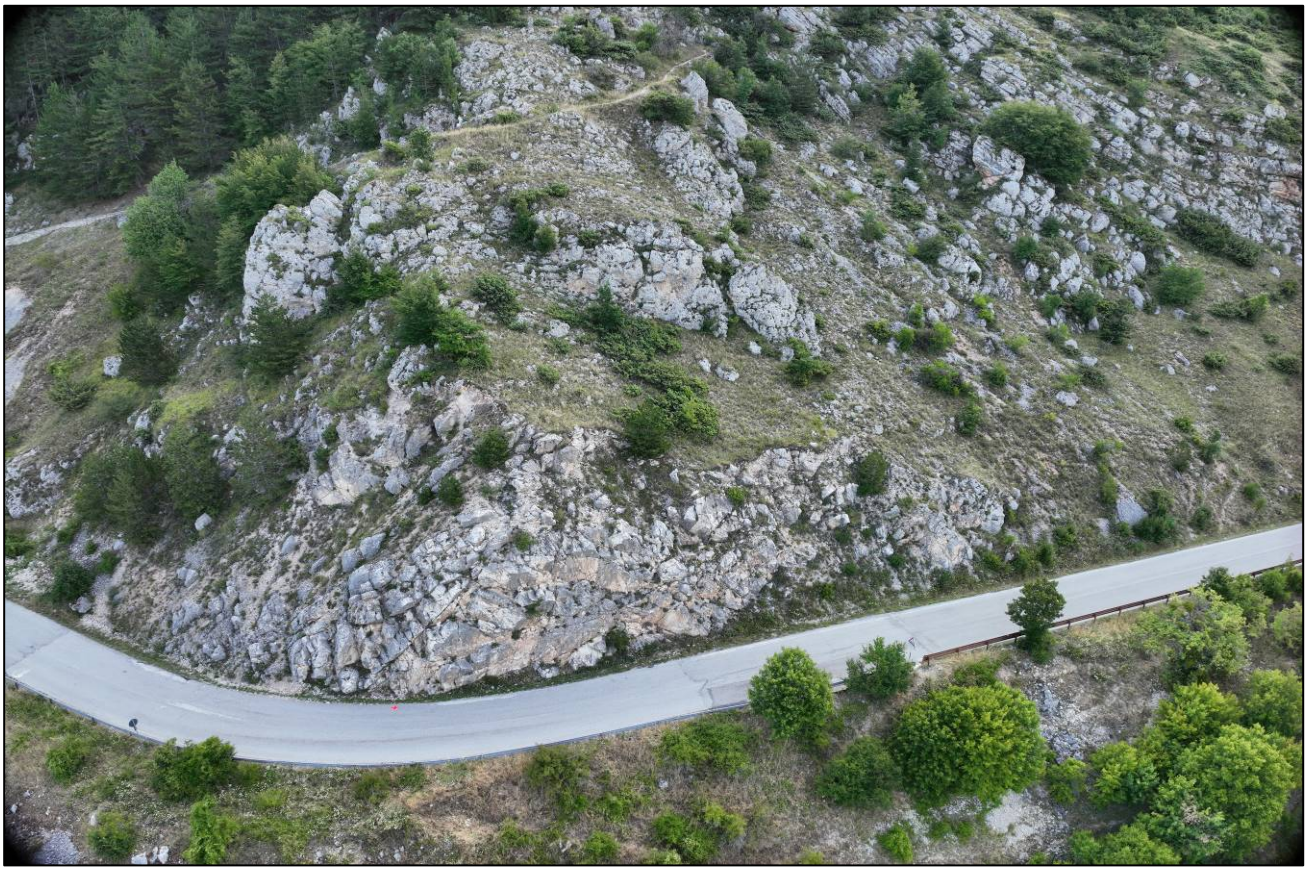


Figura 10:Panoramica mediante drone dell'affioramento calcareo. E' evidente l'elevato grado di fratturazione che caratterizza l'ammasso roccioso in studio.

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

8.1 SISMICITA' STORICA

In seguito al ripetersi di eventi sismici calamitosi che hanno investito anche zone ritenute e classificate con la 64/74 non sismiche, per una ridefinizione del rischio sismico, è stata emanata, in data 20 Marzo 2003, l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" pubblicata sulla G.U. n. 105 del 8.5.2003. Alla stessa è allegata la nuova classificazione sismica del territorio nazionale, articolata in quattro zone, a sismicità alta, media e bassa. Con Deliberazione n. 425 del 15 luglio 2024, la Giunta Regionale ha preso atto e adottato la nuova classificazione sismica della Regione Abruzzo, elaborata dal Servizio Prevenzione dei rischi di protezione civile dell'Agenzia regionale di PC e approvata con Decreto del Presidente della Giunta regionale n. 4 dello scorso 5 luglio. In base alla riclassificazione sismica del territorio **il Comune di Bisegna è** individuato in **<u>Zona sismica 1.</u>**

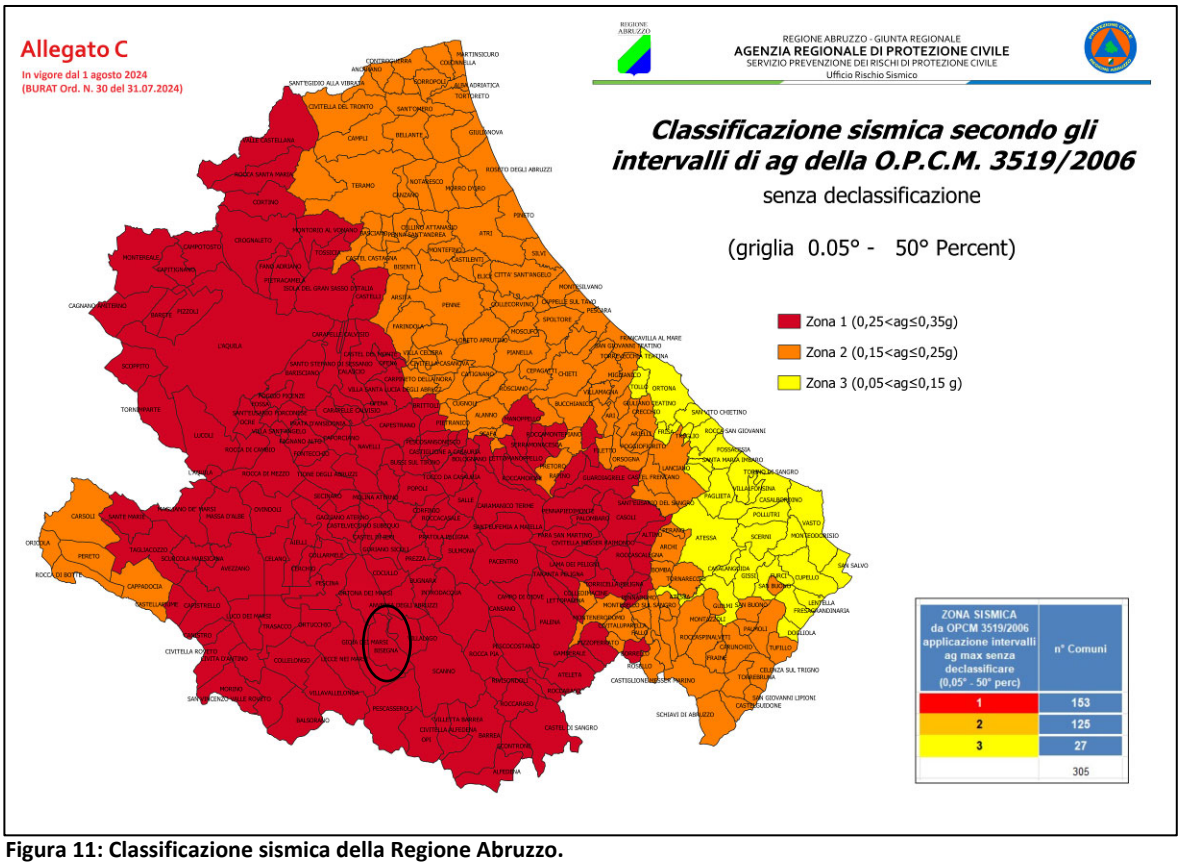


Figura 11: Classificazione sismica della Regione Abruzzo.

Il Decreto Ministeriale 17 Gennaio 2018 recante “Norme Tecniche per le Costruzioni” raccoglie in modo unitario le norme nazionali che disciplinano la progettazione, l‘esecuzione ed il collaudo delle costruzioni al fine di garantire la criteri univoci di sicurezza e pubblica incolumità. Come indicato nel Decreto le azioni sismiche di progetto sono definite sulla base della “pericolosità sismica di base”, caratteristica del sito di costruzione, funzione di diversi parametri:

- accelerazione orizzontale massima del sito a_g
- F_o valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale
- T^*_c periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

Il concetto di pericolosità sismica di un sito, fa riferimento alla probabilità che in un fissato lasso di tempo in detto sito, si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato.

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

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

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

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

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

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

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

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

con:

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

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

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

Nel caso specifico il sito di progetto rientra in una categoria topografica **T4.**

Al fine di determinare la categoria di sottosuolo, è stata eseguita una indagine geofisica di tipo MASW dalla cui elaborazione è emerso un valore di **Vs_{eq}** pari a **475 m/s**.

Infine si evidenzia che nel territorio comunale di Bisegna è stato prodotto e validato lo Studio di Microzonazione sismica Livello I dal cui stralcio si evince che il tratto di SP17 in studio interferisce prevalentemente con la microzona stabile suscettibile di amplificazione locale 2006 costituita da spessori variabili di conglomerati seguiti dal substrato lapideo che con zone caratterizzate da instabilità di versante allo stato attivo. Di seguito si riporta lo stralcio cartografico di interesse:

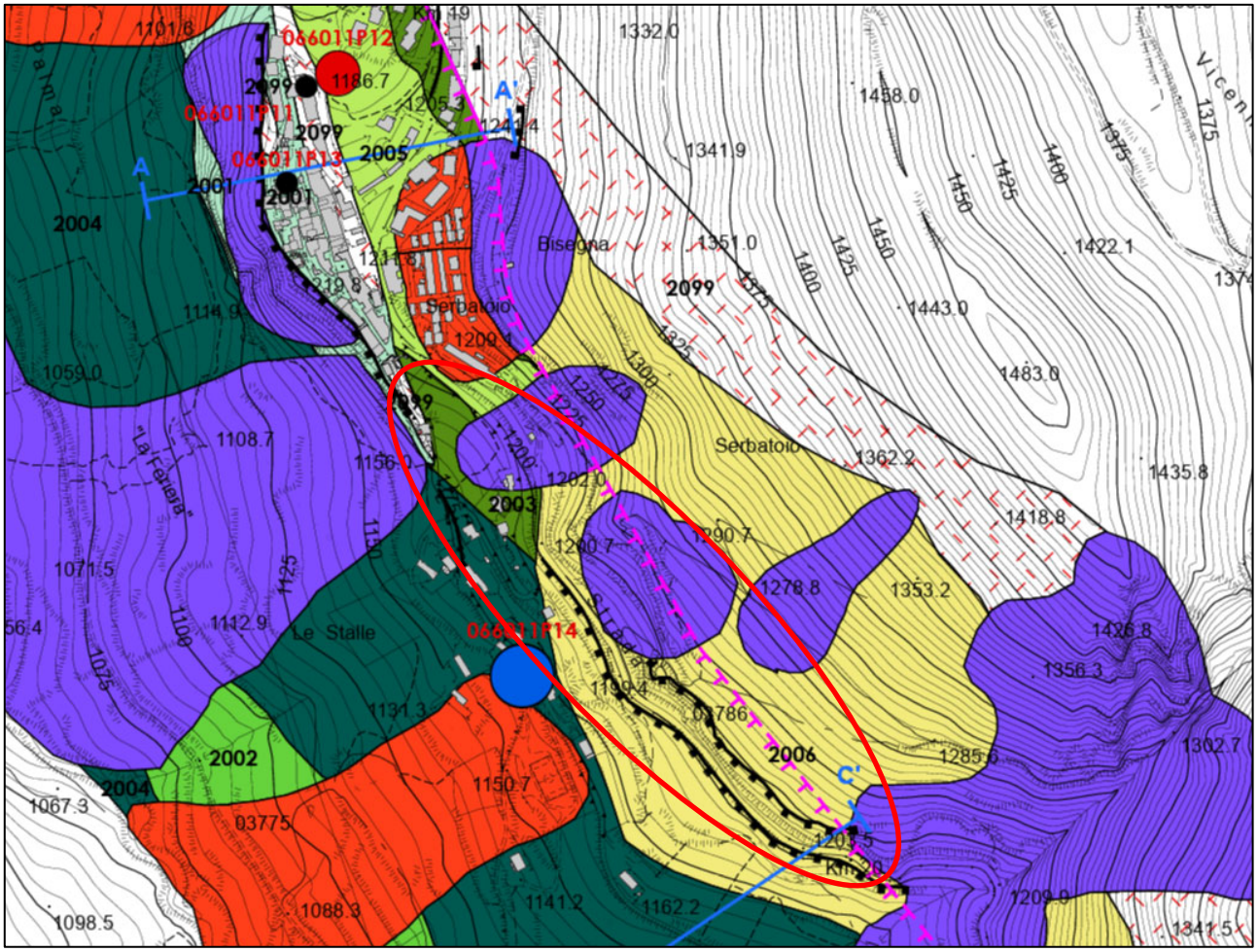
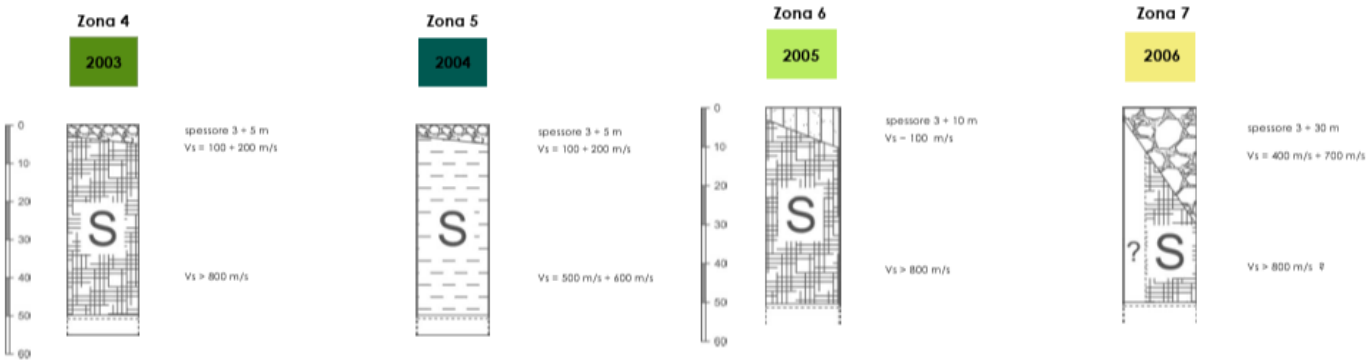
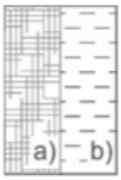


Figura 12: Stralcio carta delle MOPS comune di Bisegna. Con l'ellisse nera è indicato il tratto in studio della SP17.



INFORMAZIONI SUL SUBSTRATO



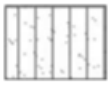
Substrato:

a) lapideo;

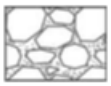
b) coesivo sovraconsolidato;

S — Stratificato

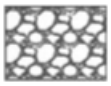
LEGENDA DEI TERRENI DI COPERTURA



Coltri eluvio colluviali
Limi - sabbiosi



Conglomerati in matrice sabbiosa



Ghiaie sabbiose

ZONE SUSCETTIBILI DI INSTABILITA'



Instabilità di versante attiva (FR)



Instabilità di versante quiescente (FR)

9. CONCLUSIONI

Nella presente relazione si sono esposti i risultati di uno studio geologico, geomorfologico, geologico-tecnico, idrogeologico e sismico eseguito nei territori comunali di Cansano ed Anversa degli Abruzzi a supporto del progetto di ” INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA E DI ADEGUAMENTO FUNZIONALE DELLE STRADE PROVINCIALI – INTERVENTO FUNZIONALE 5: SUB-INTERVENTO 5.1-SP17 DEL APRCO NAZIONALE D’ABRUZZO”.

La strada provinciale in studio è inserita in un contesto geologico-geomorfologico sensibile caratterizzato dalla presenza di pendii acclivi delineati dalla presenza di depositi carbonatici caratterizzati da un elevato grado di fratturazione e fessurazione, la cui evoluzione a causa degli agenti esogeni, genera crolli, disgaggi improvvisi colate detritiche etc…

Pertanto, a fronte delle problematiche riscontrate sulla SP17, al fine di definire puntualmente l’assetto stratigrafico e definire le caratteristiche fisico meccaniche dei depositi presenti sono stati eseguiti rilievi geo-strutturali in corrispondenza delle maggiori criticità riscontrate. Inoltre, nel corso dei rilievi sono stati prelevati inoltre campioni litoidi sottoposti a prove point load, è stato eseguito un sondaggio geognostico a carotaggio continuo spinto fino a -20.0 m dal p.c. con esecuzione di prove S.P.T. ed infine, per l’assegnazione della categoria di sottosuolo di appartenenza dei litotipi presenti è stata eseguita un’indagine sismica di tipo MASW.

La SP17 è inserita in un contesto montano caratterizzato da pendenze variabili dai 30°ai 60°, e quote altimetriche superiori ai 1.000 m s.l.m..

La SP17, lungo il suo sviluppo, attraversa due formazioni, ovvero i depositi appartenenti al Sintema della Valle del F.Gizio (VGZa) costituiti da brecce eterometriche grossolane con clasti di 5-10 cm con stratificazione piano parallela ed incrociata ed i Calcari ad echinodermi e calcari a coralli e diceratidi costituiti da calcari micritici e calcareniti oolitiche in strati spessi e mal stratificate.

Dai rilievi geomeccanici eseguiti con il metodo RMR **(Rock Mass Rating)** sviluppato da Bieniawski è emerso che i depositi calcarei appartengono ad una classe III- MEDIOCRE mentre le brecce cementate ad una classe IV-SCADENTE. La classificazione degli ammassi ha consentito di definire i parametri di coesione non drenata ed angolo di attrito così come riportati a pagina 15 del presente elaborato.

Va evidenziato che le brecce si presentano da cementate a molto cementate con livelli meno competenti facilmente erodibili dagli agenti esogeni che generano una erosione selettiva che causa una "sottoescavazione" lasciando a getto gli stati più competenti. Tale assetto, combinato al grado di fratturazione diffuso, rappresenta la causa principale dei crolli di blocchi di conglomerati talora anche metrici lungo la SP17.

Data dunque la sua collocazione geografica e morfologica la SP17 presenta criticità riconducibili a frane, smottamenti, crolli di rocce e valanghe che possono riversarsi sulle careggiate stradali creando non pochi disagi.

Dalla consultazione delle carte tematiche del Piano Stralcio di Bacino DEL Liri-Garigliano Volturno emerge che la SP17, lungo il tracciato in studio, è classificata con **rischio molto elevato R4** ed interferisce con un'area di attenzione A4 con **un'area di attenzione A4.**

Il Comune di Bisegna è individuato in zona sismica 1 e dall'indagine MASW è merso un valore di Vseq pari a 475 m/s pertanto è possibile assegnare una categoria di sottosuolo B.

ALLEGATI

- CARTA TOPOGRAFICA (SCALA 1:50.000)
- CARTA COROGRAFICA SR17BIS E SP86 (SCALA 1:5.000)
- CARTA GEOLOGICA (CARG, SCALA 1:50.000)
- CARTA DEGLI SCENARI DI RISCHIO FRANA
- CARTA DELLE PENDENZE
- RAPPORTO DI INDAGINE
- RILIEVO GEOMECCANICO
- POINT LOAD TEST
- SEZIONI LITOSTRATIGRAFICHE

CARTA TOPOGRAFICA
Foglio n. 378 Ovest SP17
Scala 1:25.000

SP17 Km 19+500

SP17 Km 20+100

GIOIA DEI MARSI

LECCE NEI MARSI

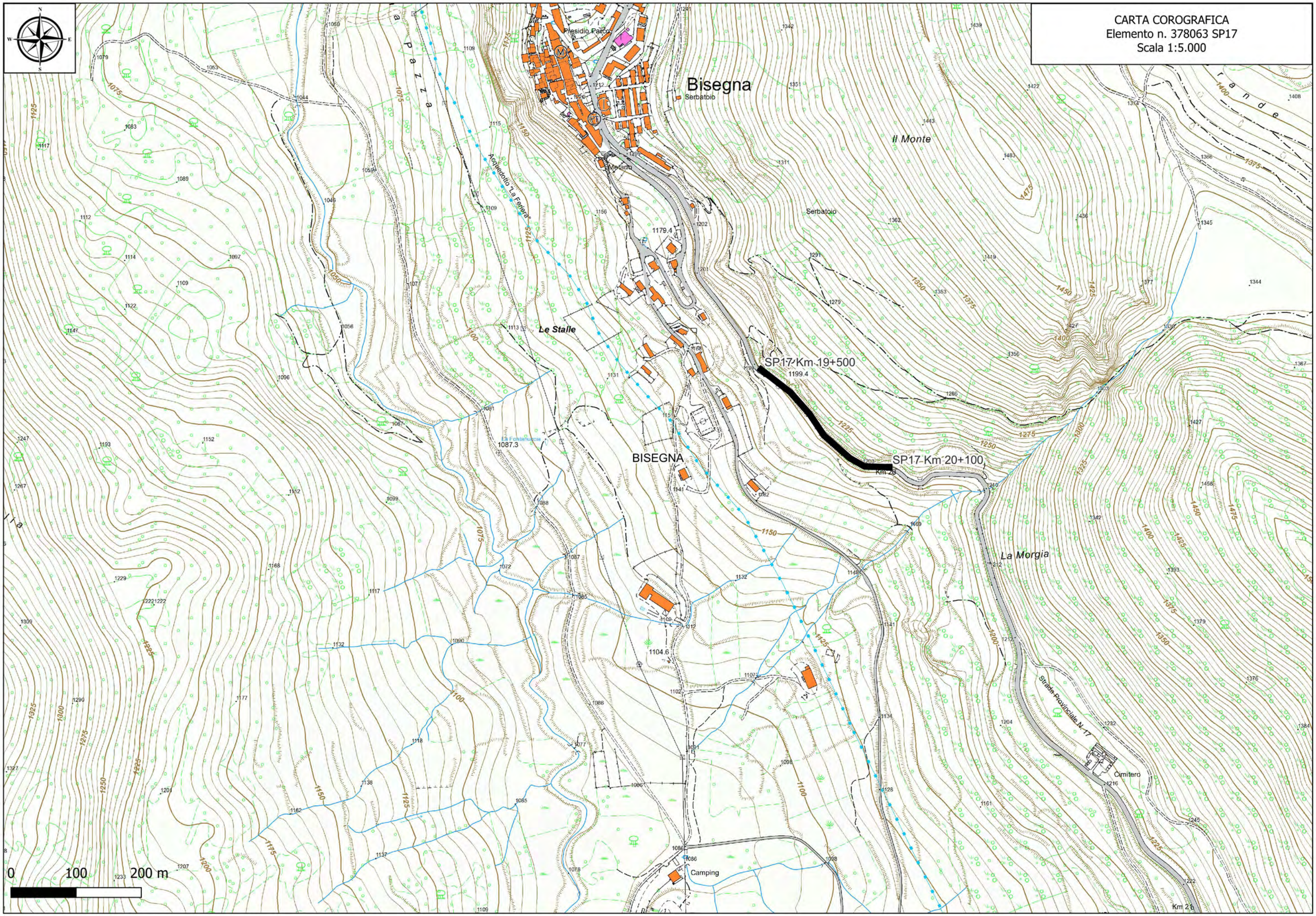
BISEGNA

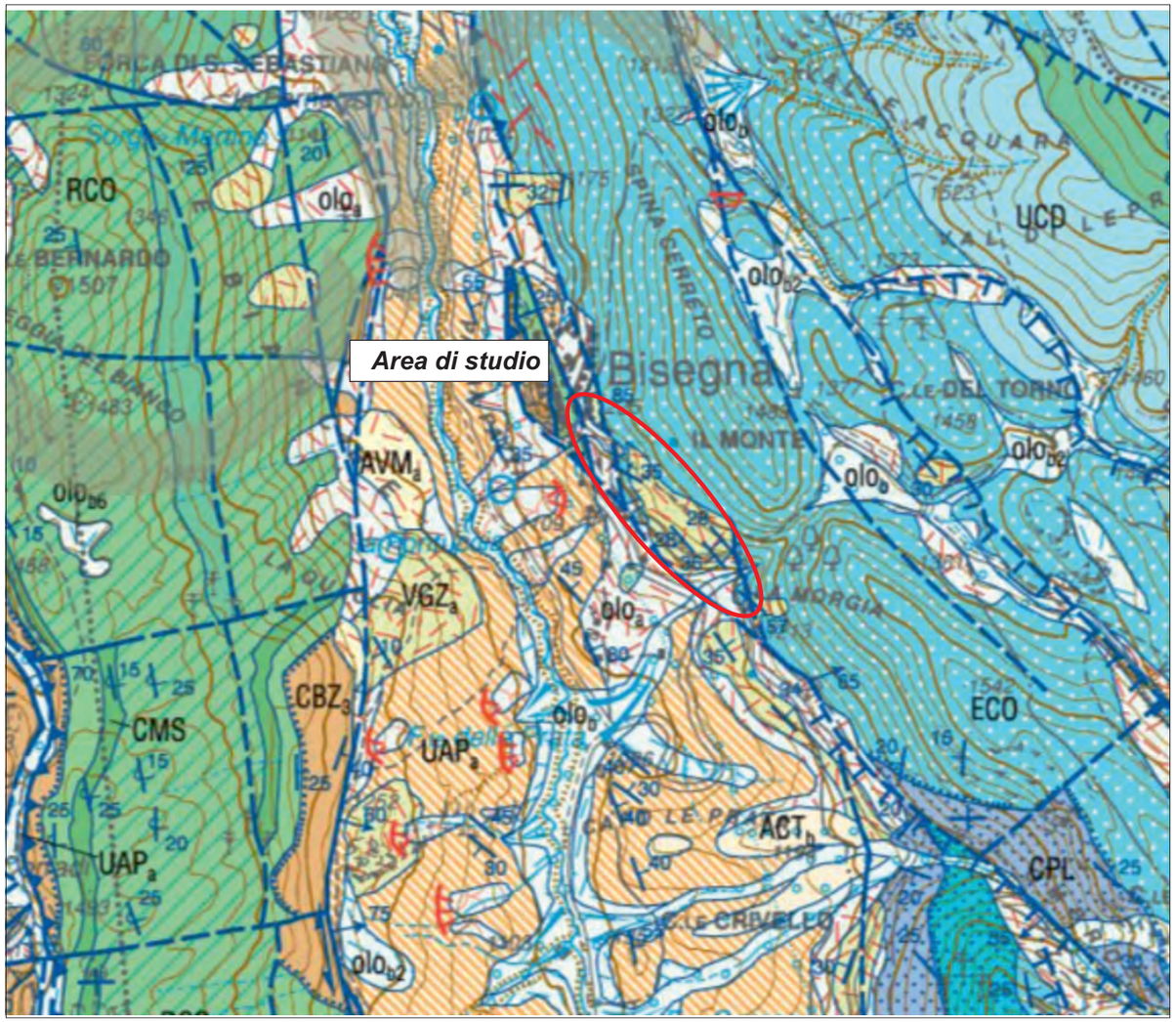
ORTONA DEI MARSI

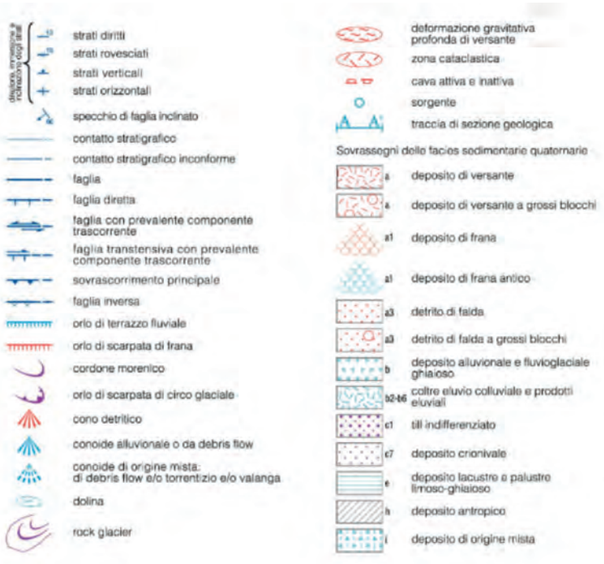
VILLALAGO

0 1 2 km

CARTA COROGRAFICA
Elemento n. 378063 SP17
Scala 1:5.000







CARTA GEOLOGICA
(Stralcio Foglio 378"SCANNO" Carta Geologica d'Italia scala 1:50.000)
SP12

LEGENDA

olo

DEPOSITI OLOCENICI

Litofacies riferibili a depositi di versante (olo$_a$) e di frana (olo$_{a1}$), detriti di falda (olo$_{a2}$), depositi alluvionali (olo$_b$), coltri eluvio colluviali (olo$_{b2}$) e prodotti eluviali (olo$_{b6}$), depositi crionivali (olo$_{c7}$), depositi lacustri e palustri (olo$_e$), depositi antropici (olo$_h$) e depositi di origine mista (olo$_i$). Il limite inferiore è erosivo sui depositi continentali più antichi o sui depositi pre- e sin-orogenici, il limite superiore è costituito da una superficie deposizionale, in molti casi attiva.

Detriti calcarei sciolti eterometrici, talora con grossi blocchi, con matrice da scarsa ad abbondante (olo$_a$).

Accumuli caotici argilloso-limosi; accumuli caotici di grossi blocchi calcarei, con matrice più o meno abbondante; accumuli caotici di blocchi di conglomerato e brecce (olo$_{a1}$).

Detriti calcarei eterometrici, sciolti, privi di matrice (olo$_{a2}$).

Ghiaie fluviali e di conoide alluvionale, con clasti da centimetrici a decimetrici, da sub-angolosi ad arrotondati, con livelli e lenti di sabbie, limi e suolo (olo$_b$).

Limi, argille e sabbie, con clasti centimetrici calcarei e arenacei; pezzame calcareo, eterometrico, generalmente angoloso, immerso in matrice terrosa (olo$_{b2}$).

Limi e argille rossastri (terre rosse), con clasti calcarei centimetrici dispersi nella frazione fine (olo$_{b6}$).

Pietrame calcareo eterometrico, con matrice sabbioso-limosa, riferibile a *rock glacier*; depositi a blocchi eterometrici, fino a plurimetrici, in assetto caotico (olo$_{c7}$).

Limi e limi argillosi scuri, con livelli e lenti sabbioso-ghiaiosi, lenti di torba (olo$_e$).

Ghiaie e pietrame misto a sabbie e frammenti di manufatti, più o meno addensati (olo$_h$).

Detriti e ghiaie prevalentemente carbonatici, angolosi o sub angolosi, fortemente eterometrici, con matrice sabbioso-limosa (olo$_i$).
OLOCENE

VGZ

SINTEMA DELLA VALLE DEL GIZIO

Depositi di versante (VGZ$_a$) e localmente depositi alluvionali (VGZ$_b$). Il limite inferiore è costituito dal contatto erosivo e discordante sui depositi delle successioni pre- e sin-orogeniche. Il tetto è sempre eroso.

Brecce calcaree eterometriche grossolane, in bancate metriche; brecce a stratificazione pianoparallela e incrociata, arrossate e cementate, disposte in strati o lenti (VGZ$_a$).

Conglomerati a clasti prevalentemente calcarei, arrotondati, con sottili livelli interstrato di sabbie grossolane e conglomerati fini (VGZ$_b$).
PLEISTOCENE medio p.p.

ECO

CALCARENITI A ECHINODERMI E CORALLI

Calcareniti intra e bioclastiche spesso marcatamente porose e calcareniti oolitiche disposte in strati spessi o mal stratificate; si intercalano calciruditi bioclastiche a matrice micritica, poco elaborate e ricche in frammenti di echinodermi. Localmente sono presenti lenti di calcari organogeni in assetto massivo, ricchi in coralli ed echinodermi (bioerme tipo *patch-reef*).
GIURASSICO medio p.p. – GIURASSICO superiore p.p. (Bajociano p.p. – Oxfordiano p.p.)

CARTA DEL RISCHIO FRANA
AdB Liri-Garigliano-Volturno
Scala 1:5.000

LEGENDA

AREA A RISCHIO MOLTO ELEVATO - R_4
Nella quale per il livello di rischio presente, sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione di attività socio-economiche.
*(* Aree a rischio molto elevato ricadenti in zone a Parco)*

AREA A RISCHIO ELEVATO - R_3
Nella quale per il livello di rischio presente, sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale.

AREA A RISCHIO MEDIO - R_2
Nella quale per il livello di rischio presente sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche.

AREA A RISCHIO MODERATO - R_1
Nella quale per il livello di rischio presente i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono marginali.

AREA DI ALTA ATTENZIONE - A_4
Area non urbanizzata, potenzialmente interessata da fenomeni di innesco, transito ed invasione di frana a massima intensità attesa alta.

AREA DI MEDIO - ALTA ATTENZIONE - A_3
Area non urbanizzata, ricadente all'interno di una frana attiva a massima intensità attesa media o di una frana quiescente della medesima intensità in un'area classificata ad alto grado di sismicità.

AREA DI MEDIA ATTENZIONE - A_2
Area non urbanizzata, ricadente all'interno di una frana quiescente, a massima intensità attesa media.

AREA DI MODERATA ATTENZIONE - A_1
Area non urbanizzata, ricadente all'interno di una frana a massima intensità attesa bassa.

AREA A RISCHIO POTENZIALMENTE ALTO - R_{Pa}
Area nella quale il livello di rischio, potenzialmente alto, puó essere definito solo a seguito di indagini e studi a scala di maggior dettaglio.

AREA DI ATTENZIONE POTENZIALMENTE ALTA - A_{Pa}
Area non urbanizzata, nella quale il livello di attenzione, potenzialmente alto, puó essere definito solo a seguito di indagini e studi a scala di maggiore dettaglio.

AREA A RISCHIO POTENZIALMENTE BASSO R_{Pb}
Area nella quale l' esclusione di un qualsiasi livello di rischio, potenzialmente basso, è subordinata allo svolgimento di indagini e studi a scala di maggior dettaglio.

AREA DI ATTENZIONE POTENZIALMENTE BASSA A_{Pb}
Area nella quale l' esclusione di un qualsiasi livello di attenzione, potenzialmente basso, è subordinata allo svolgimento di indagini e studi a scala di maggior dettaglio.

Aree di possibile ampliamento dei fenomeni franosi esistenti attivabili, ovvero di fenomeni di primo distacco, per la quale si rimanda al D.M. LL.PP. 11/3/88 - C_1
N.B.: Nelle aree a contorno delle frane, quando non è indicato l'ambito morfologico significativo di riferimento, l'area di possibile ampliamento deve essere estesa fino alle spartiacque principale e/o secondario, già riportati nella carta geomorfologica.

Area di versante nella quale non è stato riconosciuto un livello di rischio o di attenzione significativo (applicazione D.M. LL.PP 11/3/88) - C_2

Bisegna
Serbatoio
Ambulatorio
Presidio Parco
Metano
Acquedotto "Lo Fenera"
Il Monte
Colle del Torno
Vallone Grande
Le Stalle
SP17 Km 19+500
BISEGNA
SP17 Km 20+100
Km 20
La Morgia
Strada Provinciale N.17
Cimitero

CARTA DELLE PENDENZE
Scala 1:15.000

Bisegna
Serbatoio
Ambulatorio
Presidio Parco
Vetana
Acquedotto "La Fontera"
Palma Pazza
Vicenna Grande
Colle del Torno
Il Monte
Serbatoio
Le Stalle
La Fontanuccia
1087.3
1179.4
1104.6
1199.4
SP17 Km 19+500
BISEGNA
SP17 Km 20+100
Km 20
La Morgia
Strada Provinciale N. 17
Cimitero

Legenda

Pendenza

- <= 5°
- 5° - 10°
- 10° - 15°
- 15° - 30°
- 30° - 45°
- 45° - 60°
- > 60°

AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DELL'AQUILA

- SETTORE VIABILITÀ -

INDAGINI GEOGNOSTICHE E SISMICHE

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

CUP: F37H24000030001 CIG: B7C5D453D0

SUB-INTERVENTO 5.1 - SP17 DEL PARCO NAZIONALE D'ABRUZZO

agosto 2025

RAPPORTO D'INDAGINE



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

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

Nel presente rapporto sono riportati i risultati dell'indagine geognostica e sismica eseguita per conto dell'***Amministrazione Provinciale Dell'Aquila - Settore Viabilità*** propedeutica al *Sub-intervento 5.1* nell'ambito degli "I*nterventi di messa in sicurezza e di adeguamento funzionale delle strade provinciali"* lungo la S.P. 17 del Parco Nazionale d'Abruzzo.

L'indagine, condotta con la direzione tecnica del professionista incaricato dalla committenza, è consistita nell'esecuzione di n.1 sondaggio a carotaggio continuo spinto alla profondità di 20 m, n.5 prove SPT in foro e n.1 prova sismica tipo MASW (Multichannel Analisys of Surface Wawes).

Il sondaggio è stato eseguito con perforatrice idraulica a rotazione tipo CMV MK900. Per la perforazione sono stati utilizzati carotieri Ø 101 mm e tubazioni di rivestimento provvisorio Ø 127 mm.

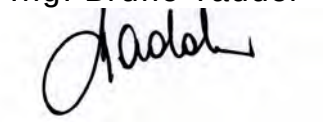
Il materiale campionato è stato sistemato in cassette catalogatrici in PVC con l'indicazione delle profondità di prelievo.

Le prove SPT (Standard Penetration Test), i cui risultati sono riportati nei profili stratigrafici dei sondaggi, sono state eseguite utilizzando il campionatore standard tipo Raymond con punta conica e il maglio standard a sganciamento automatico (massa battente 63.5 kg e altezza di caduta 76 cm).

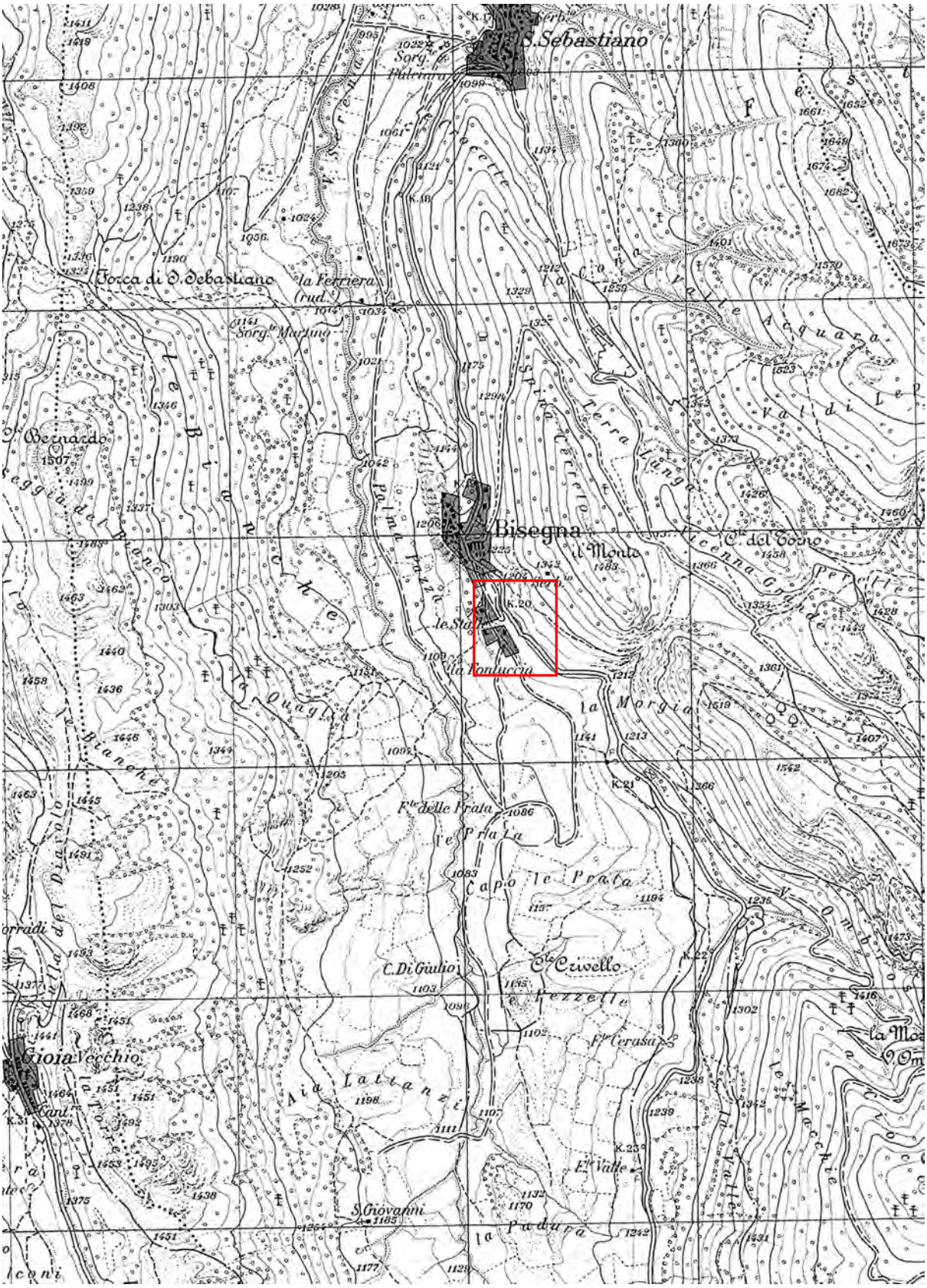
Nel seguito sono riportati:

- stralcio della Carta Topografica Regionale in scala 1:25.000;
- foto aerea con l'ubicazione delle prove;
- profilo stratigrafico con i risultati delle prove SPT;
- risultati prova MASW;
- documentazione fotografica.

Ing. Bruno Taddei



STRALCIO DELLA CARTA TOPOGRAFICA REGIONALE (1:25.000)




A
sondaggio
A'





Sondaggio s1: postazione



Sondaggio s1: il materiale campionato da 0 a 5 m



Sondaggio s1: il materiale campionato da 5 a 10 m



Sondaggio s1: il materiale campionato da 10 a 15 m



Sondaggio s1: il materiale campionato da 15 a 20 m

PROVA M.A.S.W.

PREMESSA

La prova M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves) consente la misurazione in sito delle velocità delle onde superficiali a diverse frequenze.

Nel metodo in esame si analizzano le sole onde di Rayleigh, trascurando gli effetti dovuti alle onde P e S, in quanto le prime trasportano circa i due terzi dell'energia generata dalla sorgente e subiscono un'attenuazione geometrica inferiore alle P e S, dovuta al fatto che si propagano su fronti d'onda cilindrici e non sferici.

Una volta noto il profilo di velocità delle onde di taglio lungo la verticale di indagine, risulta immediata la determinazione del parametro $\mathbf{V_{s,eq}}$ e la valutazione della **categoria di sottosuolo** ai sensi del D.M.17-01-2018 "Norme tecniche per le costruzioni".

Inoltre, accettando l'assunzione che il materiale indagato sia un mezzo omogeneo, isotropo e con comportamento elastico, è possibile calcolare i valori dinamici medi di parametri meccanici quali modulo di Young, di taglio, di compressibilità e coefficiente di Poisson. Tali valori sono propri, data la natura della prova, di stati di deformazione molto contenuti, bene al di sotto della soglia elastica lineare del materiale.

La metodologia della prospezione sismica M.A.S.W. presenta, tra gli altri, il vantaggio di conservare la sua attendibilità anche in presenza di stratificazioni caratterizzate da velocità delle onde di taglio decrescenti con la profondità.

ACQUISIZIONE DATI

Le prove sono state condotte approntando tre stendimenti rettilinei di 24 geofoni ad interasse costante pari a 2,0 m per lunghezze complessiva di 46,0 m. In seguito si effettua una serie di energizzazioni superficiali in onde P su ogni estremità degli stendimenti ad una distanza di 2,0 m dal primo e dall'ultimo geofono.

STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

- Sismografo Ambrogeo ECHO 24/2002 Seismic UNIT a 24 canali

Number of channels	24
Sampler interval	0,296 msec
A/D Conversion	16 bit
Amplifiers	
Input impedance	1 KOhm
Gain	10 dB - 100 dB, step 1 dB
Saturation tension	+/- 2,3 V
Saturation level	100 dB
Distorsion	0,01%
Sampler	25 msec (191 points) 50 msec (383 points) 100 msec (756 points) 200 msec (1530 points) 400 msec (3060 points) 800 msec (6121 points)
Sampling	130 micro/sec
Record lenght	25-50 -10 -20 -400-800 millisec
Filter low pass	from 50 to 950 Hz, step1 Hz
Digital Filter (Fir) low pass	1000-900-800-700-600-500-400-300-200-100-50 Hz
Digital Filter (Fir) high pass	0-25-50-75-100-125-150-175-200-225-250 Hz
Frequency response	7-950 Hz, filter at 950 Hz
Dynamic range	93 dB
Noise	0,66 uV rms, gain = 55 dB
Crosstalk	52 dB, gain = 55 dB
Power	12 V



- Geofoni ad asse verticale con frequenza di taglio pari a 4,5 Hz



- Trigger: sistema elettronico che, nell'istante dell'energizzazione, invia un impulso al sismografo che a sua volta lo interpreta come inizio della registrazione delle onde.
- Apparato energizzante: mazza battente rispettivamente su di una piastra di alluminio in senso verticale, come sorgente di onde P.



- Notebook collegato al sismografo e dotato di software di acquisizione e di elaborazione dati.

ELABORAZIONE DATI

L'elaborazione dei dati della **prova M.A.S.W.**, effettuata con il software Easy MASW, consiste dapprima nell'individuare la curva di dispersione apparente sperimentale, frutto dell'interazione tra tutti i modi di Rayleigh, e poi nel cercare la curva di dispersione apparente numerica, a partire da un modello sintetico di sottosuolo, che meglio approssimi quella sperimentale. Tanto più è piccolo lo scarto relativo tra le due curve e maggiore è la probabilità che il profilo delle velocità delle onde di taglio sia quello più realistico.

Una volta noto il profilo delle suddette onde di taglio è immediato il calcolo del parametro $\mathbf{V_{s,eq}}$ e la valutazione della **categoria di sottosuolo** ai sensi del D.M.17-01-2018 "Norme tecniche per le costruzioni".

MODULI ELASTO-DINAMICI

$$E_d = \rho \cdot V_S{}^2 \cdot \frac{3V_P{}^2 - 4V_S{}^2}{V_P{}^2 - V_S{}^2}$$ Modulo di Young dinamico

$$G_d = \rho \cdot V_S{}^2$$ Modulo di taglio dinamico

$$Kd = \rho \cdot \left(V_P{}^2 - \frac{4}{3} V_S{}^2 \right)$$ Modulo di compressibilità dinamico

$$\nu = \frac{1}{2} \cdot \frac{\left(\frac{V_P}{V_S} \right)^2 - 2}{\left(\frac{V_P}{V_S} \right)^2 - 1}$$ Coefficiente di Poisson dinamico

CATEGORIE DI SOTTOSUOLO
paragrafo 3.2.2 del D.M. 17-01-2018 – NTC

Premesso che l'azione sismica relativa al sito di riferimento rigido differisce da quella effettiva che interessa l'opera, si rende necessario tenere conto, oltre che di altri fattori, delle condizioni stratigrafiche del volume di terreno interessato dall'opera medesima. Queste infatti tendono a modificare l'azione sismica in superficie, rispetto a quella attesa su un sito rigido, in ampiezza, durata e spettro di frequenze. La stima di queste modifiche è parte fondante dello studio della **risposta sismica locale**.

Essa può essere definita come l'azione sismica quale emerge "in superficie" a seguito delle suddette modifiche subite trasmettendosi dal substrato rigido. In tal senso un ruolo molto importante è giocato dai cosiddetti **effetti stratigrafici**, legati alla successione stratigrafica, alle proprietà meccaniche dei terreni, alla geometria del contatto tra il substrato rigido ed i terreni sovrastanti ed alla geometria dei contatti tra gli strati di terreno.

Gli effetti della **risposta sismica locale** possono essere valutati con specifiche analisi, di non immediata applicazione, oppure con metodi semplificati, basati sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento. Quest'ultimi, a rigore, possono essere impiegati solo se l'azione sismica in superficie è descritta dall'accelerazione massima oppure dallo spettro elastico di risposta: non se ne può fare uso qualora tale azione sia descritta mediante accelerogrammi. Secondo tali approcci semplificati si attribuisce il sito ad una delle categorie di sottosuolo definite nella tabella 1. In particolare la valutazione della risposta sismica locale consiste nella modifica dello spettro di risposta in accelerazione del moto sismico di riferimento, relativo all'affioramento della formazione rocciosa (categoria di suolo A) su superficie orizzontale.

Ai fini della identificazione della categoria di sottosuolo, è fortemente raccomandato che la classificazione si effettui in base ai valori della velocità equivalente $\mathbf{V_{s,eq}}$ di propagazione delle onde di taglio entro i primi trenta metri di profondità, riferita al piano di imposta, qualora si tratti di fondazioni superficiali, oppure alla testa dei pali, qualora si tratti di fondazioni profonde, oppure alla sommità di opere di sostegno di terreni naturali oppure ancora al piano d'imposta della fondazione di muri di sostegno di terrapieni.

Categoria	Descrizione
A	**Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi** caratterizzati da valori di velocità di onde di taglio superiori a 800 m s^{-1}, 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 fine molto consistenti**, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,eq}$ compresi tra 360 m s^{-1} e 800 m s^{-1}.
C	**Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti**, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,eq}$ compresi tra 180 m s^{-1} e 360 m s^{-1}.
D	**Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti**, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,eq}$ compresi tra 100 m s^{-1} e 180 m s^{-1}.
E	**Terreni caratteristiche e valori di $V_{s,eq}$ riconducibili a quelle definite per le categorie C o D**, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Tabella 1 (Tabella 3.2.II del D.M. 17-01-2018)

La velocità equivalente $\mathbf{V_{s,eq}}$ di propagazione delle onde di taglio è definita dalla seguente espressione:

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

con

i – i-esimo strato;

h_i (m) – spessore dell'i-esimo strato;

$V_{s,i}$ (ms^{-1}) – velocità di propagazione 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 V_s non inferiore a 800 ms^{-1}.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $v_{S,eq}$ è definita dal parametro $V_{S,30}$, ottenuto ponendo H=30 m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Dalle suddette analisi è stato possibile determinare che il valore del parametro $\mathbf{V_{s,eq}}$, calcolate rispetto al piano campagna dello stendimento di geofoni, risulta pari a **475,4 $\mathbf{ms^{-1}}$**.

Di seguito è allegata la tabella con il profilo delle velocità ed i relativi grafici.

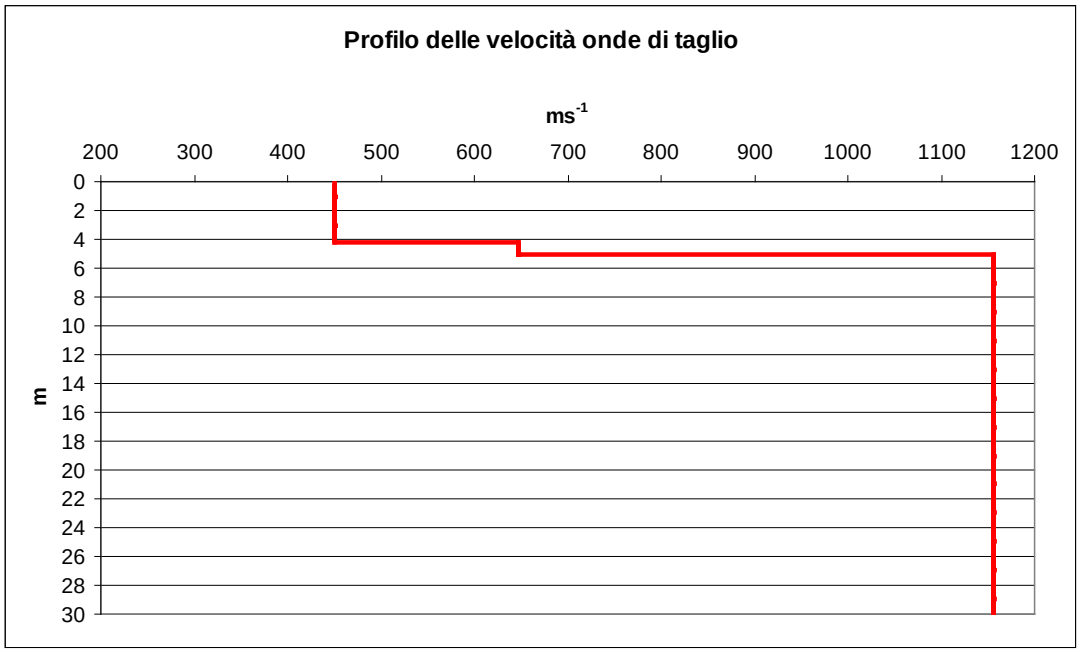
Profilo delle onde di taglio A-A'

Profondità sismostrato [m]	Spessore sismostrato [m]	Velocità onde di taglio Vs [m s^{-1}]
4,18	4,18	450
5,07	0,89	647
30,00	24,93	1156

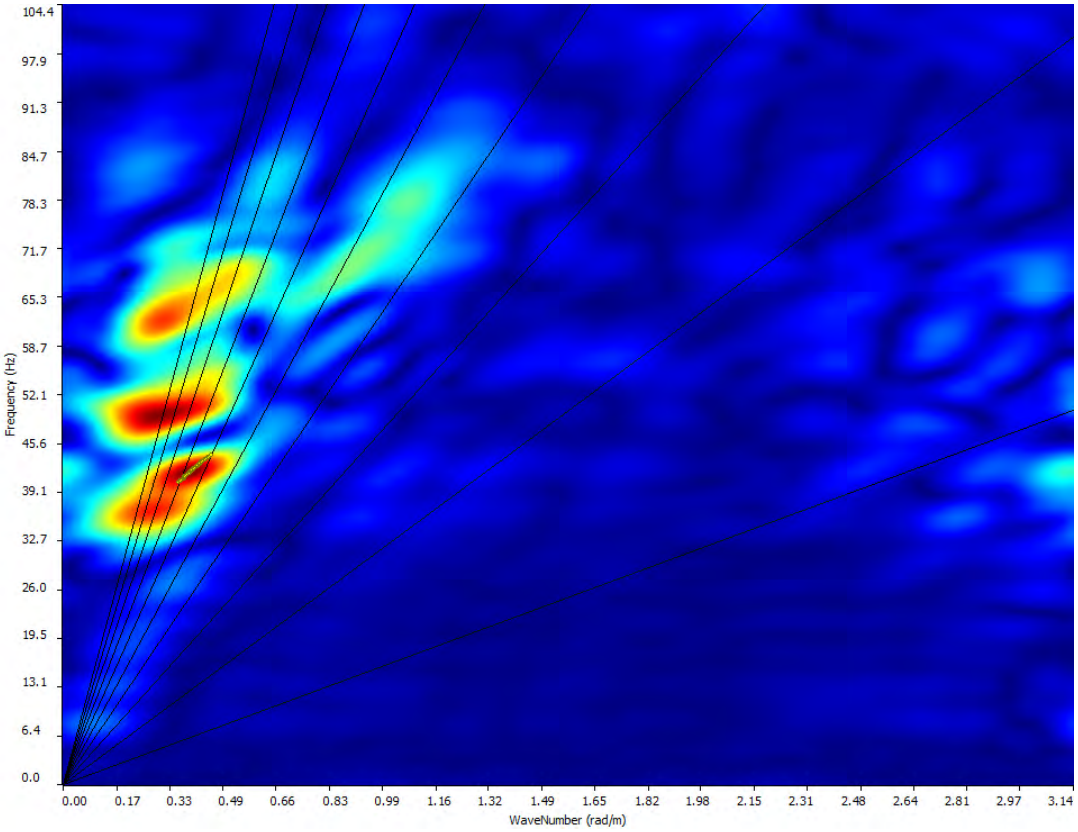
$$V_{s,eq} = 475,4\ ms^{-1}$$

ALLEGATI

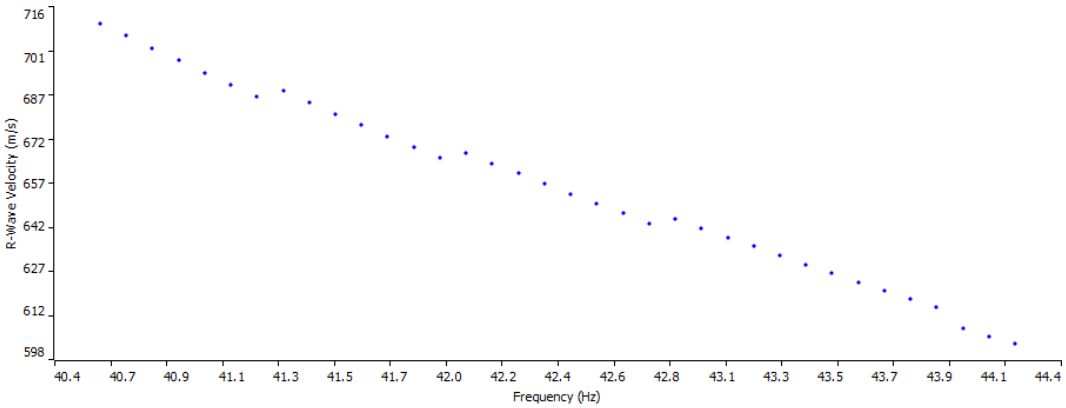
Stendimento A-A'



Profilo delle velocità delle onde di taglio



Spettro FK



Curva di dispersione



Esecuzione della prova M.A.S.W.: stendimento A-A'

COMUNE DI BISEGNA

(PROVINCIA DI L'AQUILA)

COMMITTENTE:

PROVINCIA DELL'AQUILA

OGGETTO:

RILIEVO GEOMECCANICO SP17

TECNOSOIL ENGINEERING s.r.l.

Il Relatore
Dott. Geol. Eustachio Pietromartire

SOMMARIO

1.0 RILEVAMENTO GEOSTRUTTURALE.....2

1.1 Martello di Schmidt 5

1.2 Bussola di Brunton com – pro 5008 5

1.3 Pettine di Burton 6

1.4 Point Load Test 6

2.0 LA CLASSIFICAZIONE GEOMECCANICA DELL'AMMASSO ROCCIOSO 7

2.1 SCHEDA RILEVAMENTO GEOMECCANICO – STOP 01-SP17..... 18

2.2 SCHEDA RILEVAMENTO GEOMECCANICO – STOP 2-SP17..... 23

2.3 SCHEDA RILEVAMENTO GEOMECCANICO – STOP 3-SP17..... 28

3.0 CONCLUSIONI..... 32

65010 SPOLTORE (PESCARA) - Via Fontevecchia n°4 - tel./fax 085/412875 - P.IVA 00929310688 - email info@tecnosoil.it

1.0 RILEVAMENTO GEOSTRUTTURALE

Nell'ambito dello studio geologico al fine di valutare la stabilità dei versanti lungo la Strada Provinciale 17 "del Parco Nazionale d'Abruzzo", è stato eseguito un rilievo geomeccanico dettagliato, in corrispondenza delle aree maggiormente sensibili a fenomeni di instabilità, al fine di caratterizzare le condizioni geologiche, strutturali e meccaniche degli ammassi rocciosi affioranti in prossimità del tracciato stradale.

L'attività di rilievo ha previsto l'ispezione visiva e l'analisi diretta degli affioramenti rocciosi presenti lungo i versanti interessati, con particolare attenzione alle discontinuità geologiche (fratture, diaclasi, piani di stratificazione e/o scistosità), al fine di:

- Individuare e classificare i principali sistemi di discontinuità presenti;
- Rilevare orientamento (direzione e immersione), spaziatura, continuità, apertura, presenza di riempimenti e condizioni di alterazione delle superfici;
- Valutare la qualità dell'ammasso roccioso attraverso l'applicazione di metodi di classificazione geomeccanica (es. RMR – Rock Mass Rating, GSI – Geological Strength Index, ecc.);
- Identificare eventuali cinematismi di instabilità attivi o potenziali, sia di tipo planare che cuneiforme o toppling;
- Supportare la progettazione di interventi di consolidamento o messa in sicurezza laddove necessario.

I rilievi geomeccanici sono stati dunque effettuati per la caratterizzazione della matrice rocciosa e dei principali sistemi di discontinuità, dove per discontinuità si intende una qualsiasi interruzione di continuità (fratture, piani di stratificazione, piani di scistosità ecc.) che può determinare una modificazione della resistenza di un ammasso roccioso. I parametri si possono distinguere in due principali categorie, ovvero geometrici e meccanici.

Di seguito vengono riportati i principali parametri e indici geometrici previsti per la caratterizzazione geomeccanica di un ammasso roccioso secondo le indicazioni I.S.R.M. (1978, 1985, 1993):

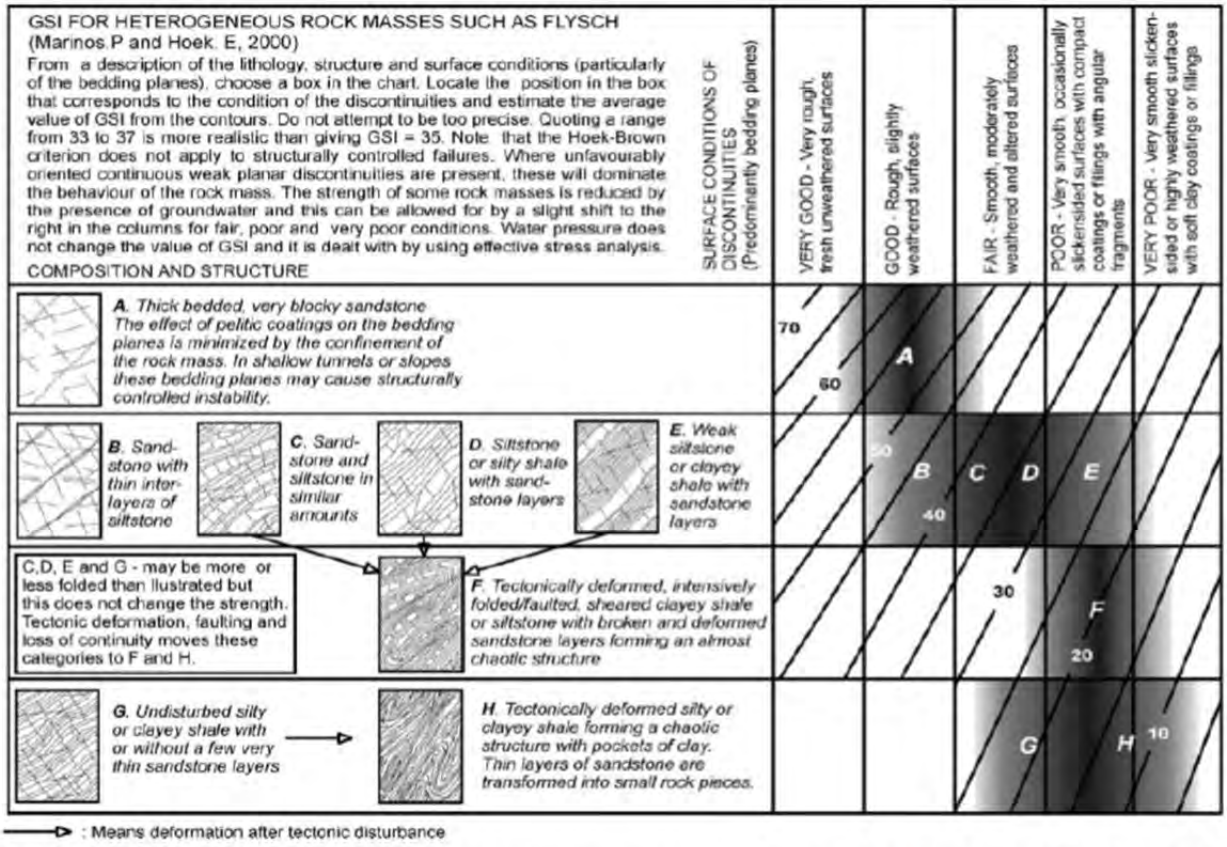
- **Orientazione**: è la posizione della discontinuità nello spazio. Viene descritta dalla direzione di immersione e dall'inclinazione della linea di massima pendenza del piano di discontinuità.
- **Spaziatura**: è la distanza tra discontinuità adiacenti misurata in direzione ortogonale alle discontinuità stesse.

65010 SPOLTORE (PESCARA) - Via Fontevecchia n°4 - tel./fax 085/412875 - P.IVA 00929310688 - email info@tecnosoil.it

- **Persistenza**: è la lunghezza della traccia della discontinuità osservata in affioramento. Le discontinuità si distinguono in funzione della loro terminazione: discontinuità che si estendono al di fuori della roccia esposta (X), discontinuità che terminano nella roccia esposta (R) e discontinuità che terminano contro altre discontinuità (D).
- **Scabrezza**: è la rugosità e l'ondulazione delle superfici di una discontinuità relativamente al piano medio delle discontinuità. La rugosità e il suo andamento morfologico contribuiscono alla resistenza di taglio.
- **Apertura**: è la distanza perpendicolare che separa le pareti di una discontinuità aperta il cui spazio è riempito da aria o da acqua.
- **Ampiezza**: è la distanza perpendicolare che separa le pareti di una discontinuità aperta il cui spazio è riempito di materiale localmente dilavato.
- **Riempimento**: è il materiale che separa le pareti adiacenti di una discontinuità e che solitamente presenta caratteristiche meccaniche differenti rispetto all'ammasso principale.
- **Alterazione**: indica il grado di alterazione delle discontinuità che talvolta possono essere decomposte o disgregate.
- **Condizioni idriche**: indica la presenza di un flusso d'acqua o di abbondante umidità visibili nelle singole discontinuità o nella massa rocciosa nel suo insieme.
- **Indice della dimensione dei blocchi I_b**: è un indice che rappresenta le dimensioni medie dei blocchi tipo misurate sull'affioramento.
- **Numero volumetrico delle discontinuità Jv**: è un parametro che rappresenta il numero totale delle discontinuità che intercettano un'unità di volume (1 m3) dell'ammasso roccioso.

A partire dai dati geostrutturali è poi possibile associare ad ogni affioramento un valore di GSI (Geological Strenght Index), ovvero un indice che valuta la riduzione di resistenza di un ammasso in differenti condizioni geologiche. Il GSI viene valutato attraverso un grafico (Tab. 1) dove i caratteri strutturali dell'ammasso in termini di grado di fratturazione e disturbo tettonico sono intercorrelati con le caratteristiche della superficie delle discontinuità in termini di rugosità, alterazione e riempimento della frattura (Hoek e Brown, 1997).

65010 SPOLTORE (PESCARA) - Via Fontevecchia n°4 - tel./fax 085/412875 - P.IVA 00929310688 - email info@tecnosoil.it



Tab. 1 - GSI per ammassi rocciosi eterogenei come flysch (da Marinos e Hoek, 2001).

Di seguito vengono riportati invece i principali parametri meccanici previsti dalle indicazioni I.S.R.M. (1978, 1985, 1993):

- **Resistenza delle pareti delle discontinuità:** è la resistenza a compressione equivalente dei lembi affacciati di una discontinuità. Può essere minore della resistenza della matrice rocciosa per l'esposizione agli agenti atmosferici e per l'alterazione delle pareti. Quando non sono applicabili le prove convenzionali (es. sclerometro di Schmidt) si effettuano prove di indice manuale che permettono di saggiare un gran numero di discontinuità fornendo una descrizione più rappresentativa delle condizioni delle pareti.
- **Resistenza della matrice rocciosa:** è il valore corrispondente allo sforzo di rottura per un campione di roccia sottoposto a compressione monoassiale senza confinamento. La resistenza a compressione semplice viene stimata mediante indici ottenuti in campagna con la prova di carico puntuale Point Load Test (PLT).

65010 SPOLTORE (PESCARA) - Via Fontevecchia n°4 - tel./fax 085/412875 - P.IVA 00929310688 - email info@tecnosoil.it

CLASSE	DESCRIZIONE	IDENTIFICAZIONE	U.C.S. (MPa)
R0	ROCCIA ESTREM. DEBOLE	Scalfita dall'unghia	0,25 - 1 MPa
R1	ROCCIA MOLTO DEBOLE	Si sbriciola sotto i colpi della punta del martello; si graffia col coltello	1 - 5 MPa
R2	ROCCIA DEBOLE	Graffiata con difficoltà dal coltello; piccole scalfiture provocate da colpi con la punta del martello	5 - 25 MPa
R3	ROCCIA MED. RESISTENTE	La roccia si frattura con un colpo di martello	25 - 50 MPa
R4	ROCCIA RESISTENTE	Richiede più di un colpo di martello per fratturarsi	50 - 100 MPa
R5	ROCCIA MOLTO RESISTENTE	Richiede molti colpi di martello per fratturarsi	100 - 200 MPa
R6	ROCCIA ESTR. RESISTENTE	Si scheggia solamente col martello	> 200 MPa

Tabella standard ISRM (1978) per la valutazione della resistenza a compressione uniassiale.

Molti dei parametri ed indici sopra descritti sono stati ricavati attraverso un'analisi geostrutturale di campagna mediante l'ausilio della seguente strumentazione:

1.1 Martello di Schmidt

Il martello di Schmidt, noto come sclerometro, è ampiamente utilizzato come prova non distruttiva e volta a misurare la resistenza dell'ammasso roccioso. Dalla prova si ricava l'indice di rimbalzo R che è possibile correlare alla resistenza a compressione uniassiale (Su) mediante la relazione di Irfan e Dearman (1978):

$$S_u = 0{,}775\ R + 21{,}3$$

1.2 Bussola di Brunton com – pro 5008

- Singolo magnete Nd Fe B, più resistente alla smagnetizzazione di un qualsiasi altro magnete; Precisione azimuth: ±½ con gradazioni da 1°; Precisione angolo verticale: ±½ con gradazioni da 1° e lettura da 10 minuti; Misura angolo verticale: da ±90° o 100% gradi; Scala

65010 SPOLTORE (PESCARA) - Via Fontevecchia n°4 - tel./fax 085/412875 - P.IVA 00929310688 - email info@tecnosoil.it

graduata percentuale con incrementi del 5%; Ago di precisione per misure rapide ed accurate; Cuscinetto allo zaffiro per maggiore sensibilità ai piccoli movimenti dell'ago.

1.3 Pettine di Burton

Il pettine di Burton, detto anche profilometro, viene utilizzato per determinare il profilo di rugosità dei giunti, ricavato appoggiandolo sulla superficie della discontinuità, e confrontato poi con alcuni profili standard proposti da Barton & Choubey (1977). Visto che la lunghezza dei profili standard è pari a 10 cm, l'indice JRC fornisce indicazione sulle asperità a scala millimetrica.

1.4 Point Load Test

Per meglio caratterizzare l'ammasso roccioso sono stati prelevati blocchi e frammenti di roccia da inviare al laboratorio geotecnico per effettuare prove di carico puntuale (Point Load Test). Da queste ultime, unitamente ai risultati ottenuti dall'esecuzione della prova di Schmidt, è

65010 SPOLTORE (PESCARA) - Via Fontevecchia n°4 - tel./fax 085/412875 - P.IVA 00929310688 - email info@tecnosoil.it

2.0 LA CLASSIFICAZIONE GEOMECCANICA DELL'AMMASSO ROCCIOSO

Nel quadro delle indagini geotecniche e geomeccaniche eseguite lungo un tratto selezionato della **Strada Provinciale 17 "del Parco Nazionale d'Abruzzo"**, è stato effettuato un **rilievo geomeccanico in situ** finalizzato alla caratterizzazione degli ammassi rocciosi affioranti e alla **valutazione della stabilità dei versanti**. L'analisi è stata condotta attraverso la **classificazione geomeccanica RMR** (Rock Mass Rating), nella formulazione proposta da **Z.T. Bieniawski (1989)**.

L'obiettivo del rilievo è stato quello di classificare la qualità dell'ammasso roccioso ai fini della valutazione della stabilità naturale e della progettazione di eventuali opere di consolidamento o protezione. La metodologia RMR "*Rock Mass Rating* (BIENIAWSKI, 1973-1989) impiegata, consente di formulare un giudizio non solo qualitativo ma anche quantitativo sulle caratteristiche globali di un ammasso roccioso mediante l'attribuzione di un punteggio complessivo sulla base di **sei parametri principali**, rilevati direttamente sul campo:

I seguenti parametri sono stati valutati per ciascun punto significativo di rilievo:

1. **Resistenza uniaxiale della roccia (UCS)**
   - Determinata indirettamente mediante martinetti Schmidt (martello di Schmidt, tipo N) e confrontata con letteratura per la litologia affiorante (ad es. calcari compatti, marne, o flysch).
   - Classi RMR da >250 MPa (eccellente) a <1 MPa (molto scarsa).
2. **RQD – Rock Quality Designation**
   - Stimata su base visiva e con l'ausilio di rilievi di scanline nei tratti accessibili.
   - Valori compresi generalmente tra 50% e 90%.
3. **Spaziatura delle discontinuità**
   - Rilevata mediante misurazione diretta su superfici esposte e con approccio statistico nei tratti con sufficiente esposizione.
   - Frequenze da molto ravvicinate (<60 mm) a distanziate (>2 m).
4. **Condizioni delle discontinuità**
   - Valutate su base visiva secondo i sottoparametri: rugosità, apertura, alterazione delle superfici, presenza di riempimenti (argille, calcite, ossidi).
   - Descrizione dettagliata secondo scheda RMR standard.
5. **Condizioni dell'acqua**
   - Presenza o assenza di umidità, stillicidio o flussi d'acqua nelle fratture o tra i letti rocciosi.
   - In linea generale, si sono riscontrate condizioni asciutte o localmente umide.
6. **Orientazione delle discontinuità rispetto al versante** (correzione dell'RMR)
   - Analisi cinematica effettuata con software stereografico (es. DIPS) per identificare geometrie favorevoli a instabilità planari, cuneiformi o ribaltamenti.
   - Correzione negativa dell'RMR nei casi di orientazioni sfavorevoli.

L'analisi geomeccanica è stata eseguita in corrispondenza di tratti in cui si evidenziano morfologie acclivi e condizioni litostratigrafiche potenzialmente critiche, spesso aggravate da

65010 SPOLTORE (PESCARA) - Via Fontevecchia n°4 - tel./fax 085/412875 - P.IVA 00929310688 - email info@tecnosoil.it

fenomeni di disgregazione superficiale, alterazione delle rocce e presenza di sistemi di fratture ben sviluppati. L'obiettivo principale del rilievo è stato quello di fornire un quadro tecnico dettagliato delle caratteristiche geomeccaniche dell' ammasso, utile sia per l'interpretazione dei fenomeni d'instabilità in atto o potenziali, sia per la progettazione di eventuali interventi di consolidamento o protezione.

In particolare, lungo il tracciato in studio della SP17 sono state rilevate due formazioni come di seguito meglio specificato.

SINTEMA DELLA VALLE DEL F. GIZIO -DEPOSITI DI VERSANTE (VGZA)

La prima formazione è rappresentata da brecce eterometriche grossolane, con clasti di 10-30 cm e con blocchi più grandi, organizzati in bancate metriche e in corpi lenticolari, e da brecce a clasti di 5-10 cm, con strati regolari spessi 30-100 cm, con stratificazione piano parallela ed incrociata. Sono frequenti livelli limoso-sabbiosi rossastri, riferibili a sedimento di suolo, spessi da pochi centimetri fino a 40-50 cm, che evidenziano discontinuità più o meno marcate nella sedimentazione e si riflettono sulle caratteristiche meccaniche dell'ammasso roccioso. Le brecce si presentano da cementate a molto cementate con livelli meno competenti facilmente erodibili dagli agenti esogeni che generano una erosione selettiva che causa una "sottoescavazione" lasciando a getto gli stati più competenti. Tale assetto, combinato al grado di fratturazione diffuso, rappresenta la causa principale dei crolli di blocchi di conglomerati talora anche metrici lungo la SP17.(Pleistocene medio)

CALCARENITI A ECHINODERMI E CORALLI E CALCARI A CORALLI E DICERATIDI

La seconda formazione che si intercetta lungo la SP17 in prossimità dell'abitato di Bisegna è rappresentata da calcari micritici e calcareniti oolitiche in strati spessi e mal stratificate. I calcari micritici sono wackestone nocciola biancastri, con punti e lamine di clacite, con livelli ricchi in gasteropodi, dispositi in strati da medi a spessi con livelli dolomitizzati, con direzione di circa 40°N ed inclinazione di 55° circa, caratterizzati da diffuse fratture (Giurassico e Cretacico).

In particolare, lungo la SP17-del Parco Nazionale d'Abruzzo sono stati eseguiti n. 3 stop di rilievo geomeccanico come meglio evidenziato nella planimetria di seguito riportata:

65010 SPOLTORE (PESCARA) - Via Fontevecchia n°4 - tel./fax 085/412875 - P.IVA 00929310688 - email info@tecnosoil.it

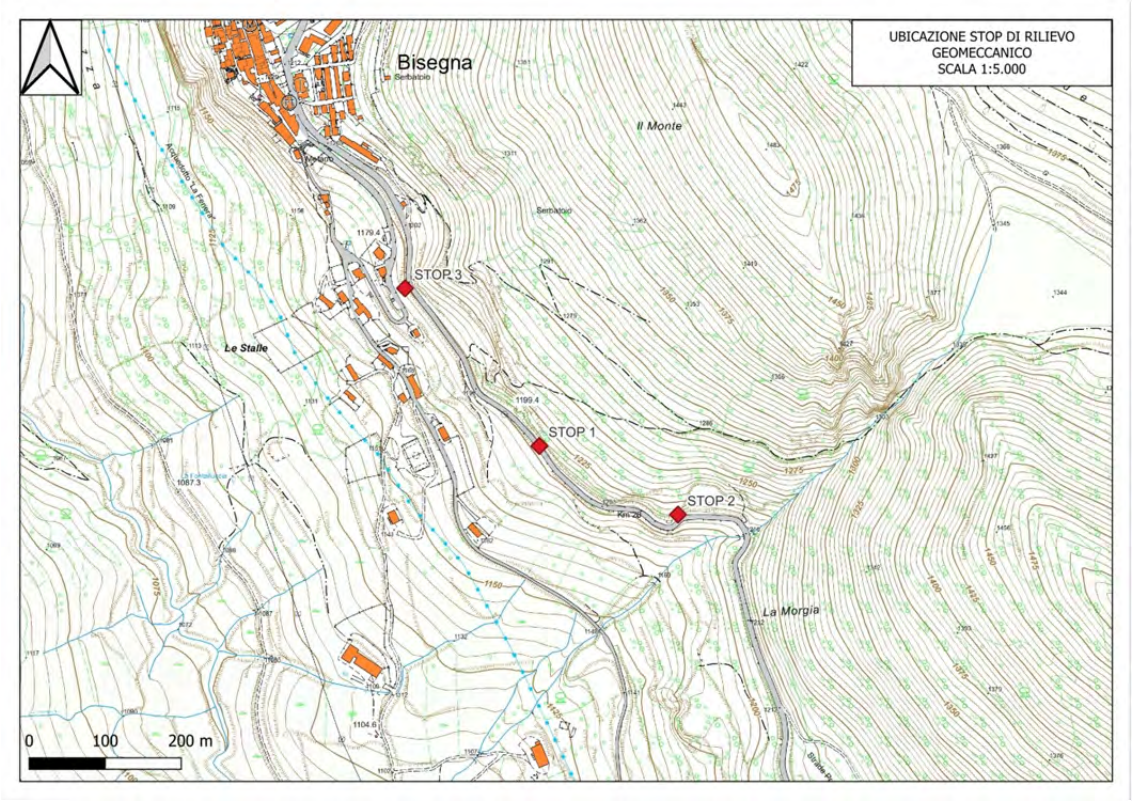


Figura 2: Ubicazione degli STOP di rilievo geomeccanico lungo la SP17-del Parco Nazionale d'Abruzzo.

Si evidenzia infine che i rilievi geomeccanici in corrispondenza degli STOP 1 e 2 hanno interessato affioramenti delle brecce cementate mentre lo STOP 3 è stato eseguito in corrispondenza di un affioramento calcareo-calcarenitico.

L'utilizzo della classificazione RMR ha consentito di:

- Quantificare oggettivamente la qualità geomeccanica dell'ammasso roccioso;
- Fornire parametri geomeccanici dell'ammasso roccioso;
- Guidare la scelta e la progettazione degli interventi di mitigazione del rischio.

I risultati ottenuti in corrispondenza degli stop eseguiti lungo la SP17 sono di seguito riassunti.

65010 SPOLTORE (PESCARA) - Via Fontevecchia n°4 - tel./fax 085/412875 - P.IVA 00929310688 - email info@tecnosoil.it

RILIEVO GEO-STRUTTURALE SP17 - DEL PARCO NAZIONALE D'ABRUZZO

STOP	TIPO	DIP DIR	DIP	SPAZIATURA	APERTURA	RUGOSITA'	JRC	ALTERAZIONE	H2O	PERSISTENZA	RIEMPIMENTO	S.HAMMER	JCS
		°	°	cm	mm	Beniawski		Beniawski		m			Sc Mpa
	COORDINATE: 41°55'00,36"N - 13°45'40,80" E												
STOP 1	STRATO	198	34	40-100	20	RUGOSA	18-20	ALTERATA	ASSENTE	0,1	ASSENTE	22	38
	JOINT	230	80	50-100	30	RUGOSA	18-20	ALTERATA	ASSENTE	0,3	ASSENTE	25	41
	JOINT	173	85	60-80	30	LEGGERMENTE RUGOSA	18-20	ALTERATA	ASSENTE	0,5	ASSENTE	21	38
	JOINT	230	83	80	20	RUGOSA	18-20	MEDIAMENTE ALTERATA	ASSENTE	0,6	ASSENTE	22	38
	COORDINATE: 41°54'57,57"N - 13°45'48,77" E												
STOP 2	JOINT	200	34	80	4_6	RUGOSA	16_18	MEDIAMENTE ALTERATA	ASSENTE	0,9	ASSENTE	25	41
	JOINT	210	28	100	2_4	RUGOSA	18-20	MEDIAMENTE ALTERATA	ASSENTE	0,22	ASSENTE	22	38
	COORDINATE: 41°55'07,00"N - 13°45'33,00" E												
STOP 3	STRATO	240	55	40-100	2	LISCIA	18-20	ALTERATA	ASSENTE	2	ASSENTE	50	60
	JOINT	230	90	50-100	4	LISCIA	18-20	ALTERATA	ASSENTE	1	ASSENTE	52	61
	JOINT	270	85	60-80	3	LEGGERMENTE RUGOSA	18-20	ALTERATA	ASSENTE	0,8	ASSENTE	38	51
	JOINT	220	70	80	6	LISCIA	18-20	MEDIAMENTE ALTERATA	ASSENTE	1,2	ASSENTE	45	56
	JOINT	110	60	100	4	LISCIA	18-21	MEDIAMENTE ALTERATA	ASSENTE	1,2	ASSENTE	44	55
	JOINT	164	62	100	3	LISCIA	18-22	MEDIAMENTE ALTERATA	ASSENTE	1	ASSENTE	43	54

Figura 3: Tabella riassuntiva degli STOP di rilievo geomoccanico eseguito lungo la SP17.

65010 SPOLTORE (PESCARA) - Via Fontevecchia n°4 - tel./fax 085/412875 - P.IVA 00929310688 - email info@tecnosoil.it



Figura 4: Affioramenti di brecce eterometriche cementate lungo la SP17 del Parco Nazionale d'Abruzzo ove è evidente la stratificazione con profilo verticale a "dente di sega" dovuto all'erosione selettiva dei livelli meno competenti.

65010 SPOLTORE (PESCARA) - Via Fontevecchia n°4 - tel./fax 085/412875 - P.IVA 00929310688 - email info@tecnosoil.it





Figura 5: Affioramenti di brecce eterometriche cementate lungo la SP17 del Parco Nazionale d'Abruzzo.

65010 SPOLTORE (PESCARA) - Via Fontevecchia n°4 - tel./fax 085/412875 - P.IVA 00929310688 - email info@tecnosoil.it





Figura 6: Affioramenti di brecce eterometriche cementate lungo la SP17.

65010 SPOLTORE (PESCARA) - Via Fontevecchia n°4 - tel./fax 085/412875 - P.IVA 00929310688 - email info@tecnosoil.it



Figura 7: Particolari di affioramenti di brecce eterometriche cementate con evidenza sella sottoescavazione dei livelli meno competenti che generano la "erosione selettiva"

.

65010 SPOLTORE (PESCARA) - Via Fontevecchia n°4 - tel./fax 085/412875 - P.IVA 00929310688 - email info@tecnosoil.it





Figura 8:Panoramica di affioramenti calcareo-calcarenitici lungo la SP17 in prossimità dell'abitato di Bisegna, caratterizzati da un elevato grado di fratturazione.

65010 SPOLTORE (PESCARA) - Via Fontevecchia n°4 - tel./fax 085/412875 - P.IVA 00929310688 - email info@tecnosoil.it





Figura 9: Affioramenti calcareo-calcarenitici lungo la SP17 in prossimità dell'abitato di Bisegna

65010 SPOLTORE (PESCARA) - Via Fontevecchia n°4 - tel./fax 085/412875 - P.IVA 00929310688 - email info@tecnosoil.it



Figura 10: Fasi del rilievo geomeccanico.

65010 SPOLTORE (PESCARA) - Via Fontevecchia n°4 - tel./fax 085/412875 - P.IVA 00929310688 - email info@tecnosoil.it

2.1 SCHEDA RILEVAMENTO GEOMECCANICO – STOP 01-SP17

In corrispondenza dello stop 1 così come indicato nella planimetria sopra riportata è stato eseguito un rilievo geomeccanico del quale di seguito si riportano gli stereogrammi e la relativa analisi cinematica:

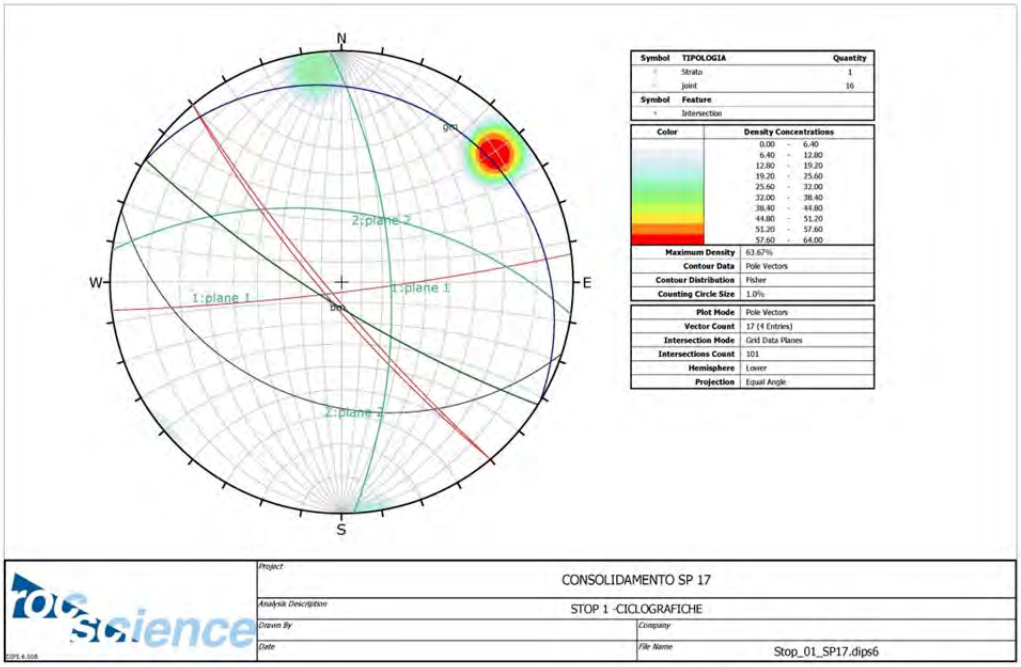


Figura 11-Stereogramma rilievo geomeccanico STOP 1 SP17.

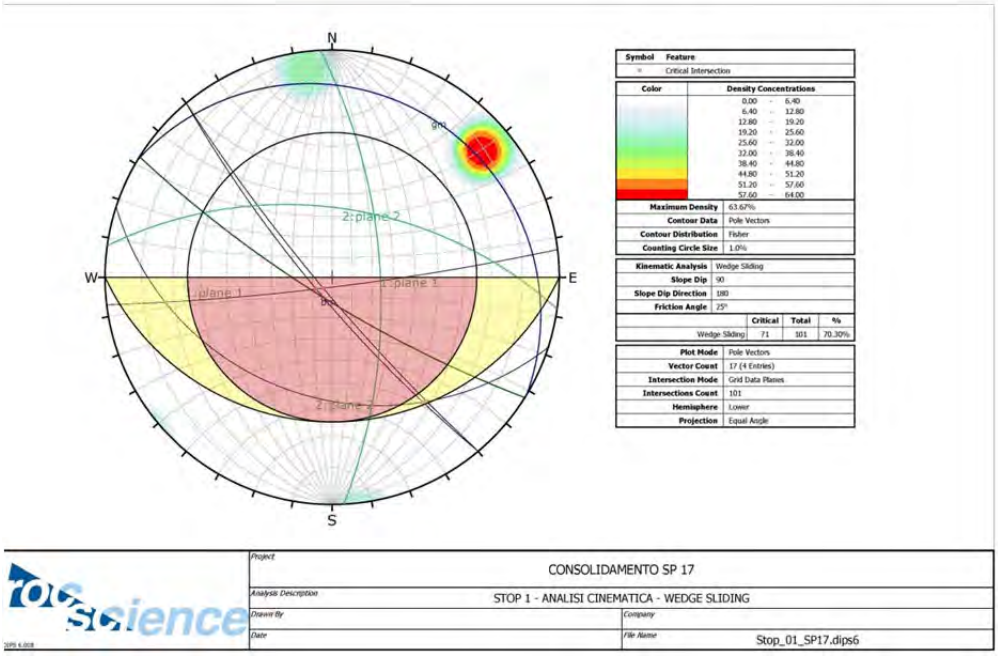


Figura 12: Analisi cinematica STOP 1 - Scorrimento a cuneo.

.

65010 SPOLTORE (PESCARA) - Via Fontevecchia n°4 - tel./fax 085/412875 - P.IVA 00929310688 - email info@tecnosoil.it

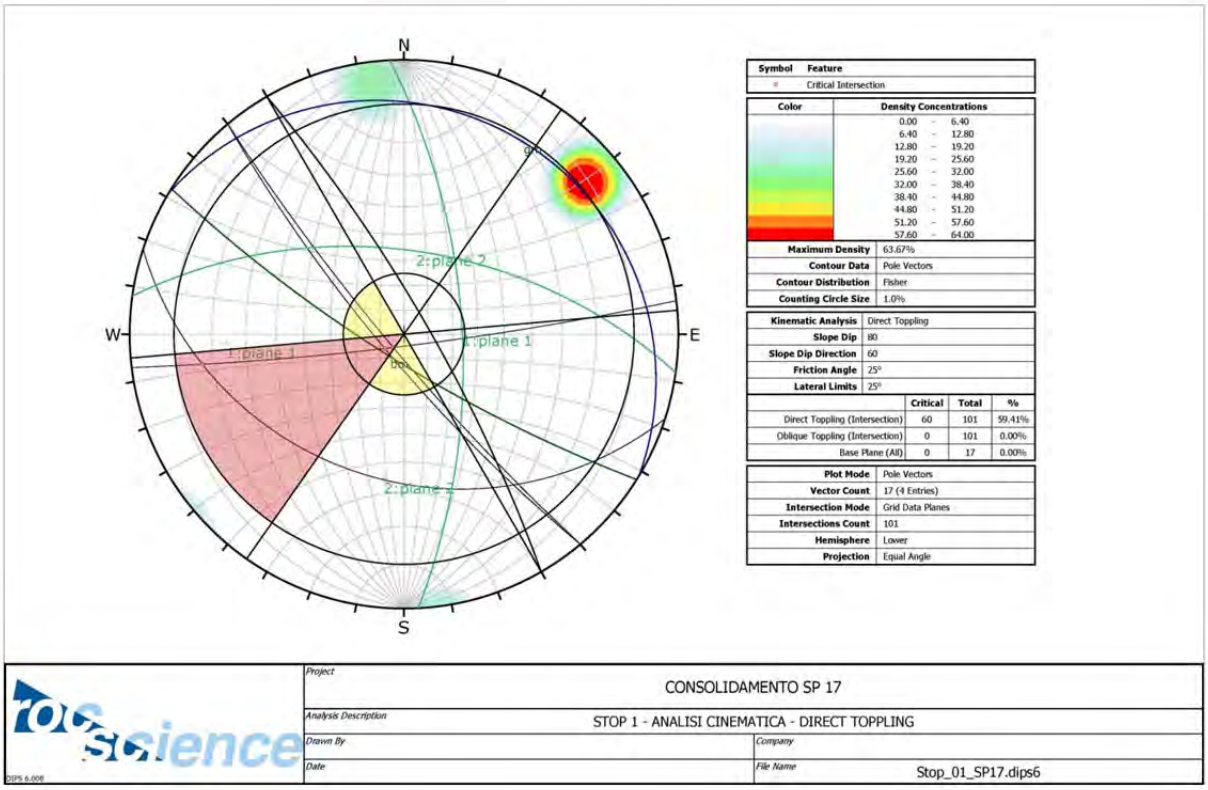


Figura 13: Analisi cinematica STOP 1 -Ribaltamento di blocchi.

Di seguito si riportano i valori assegnati allo STOP 1 per il calcolo dell'RMR secondo la tabella del Sistema di Calssificazione di Bieniawsky (1989) nel quale sono indicati in rosso i valori assegnati all'ammasso roccioso in studio

Classificazione di Bieniawski 1989								
Parametri Significativi								
Parametro		Valori significativi						
compressione della roccia intatta	Point Load - Indice di Resistenza I_s	>8 MPa	4-8 MPa	2-4 MPa	1-2 MPa	si ricorre a C_0		
	resistenza a compressione monoassiale	> 250 Mpa	100-250 MPa	50-100MPa	25-50MPa	5-25 Mpa	1-5MPa	<1MPa
Indice		15	12	7	4	2	1	0
RQD		90-100%	75-90%	50-75%	25-50%	< 25%		
Indice		20	17	13	8	3		
Spaziatura delle discontinuità		> 3 m	1-3 m	0,3-1 m	50-300 mm	< 50 mm		
Indice		30	25	20	10	5		
Condizioni delle discontinuità		molto scabre non continue non separate superfici dei lembi dure	poco scabre separazione < 1 mm superfici dei lembi dure	poco scabre separazione < 1 mm superfici dei lembi soffici	superfici lisce o spessore del riempimento < 5 mm o giunti aperti 1-5 mm e continui	materiale di riempimento soffice > 5 mm di spessore o giunti aperti > 5 mm continui		
Indice		25	20	12	6	0		
condizioni idrauliche	Su 10 metri di lunghezza in galleria (pressione dei giunti)/(tensione principale max)	nessuna		25 L/min	25-125 L/m	> 125 L/m		
		0		0,0-0,2	0,2-0,5	> 0,5		
	Condizioni generali	asciutto		umido	modesta pressione	molte venute		
Indice		10		7	4	0		
ORIENTAMENTO DELLE DISCONTINUITA'								
Immersione ed Inclinazione dei joints		molto favorevole	favorevole	poco favorevole	sfavorevole	molto sfavorevole		
	Galleria	0	-2	-5	-10	-12		
	Fondazione	0	-2	-7	-15	-25		
	Pendii	0	-2	-25	-50	-60		

Classificazione di Bieniawski 1975								
RMRb	62							
RMRc	37							
CLASSI DELL'AMMASSO ROCCIOSO								
CLASSE		I	II	III	IV	V		
DESCRIZIONE		ottima	buona	discreta	scadente	molto scadente		
		81-100	61 - 80	41 - 60	21 - 41	< 20		

STIMA DEI PARAMETRI DI RESISTENZA DELL'AMMASSO ROCCIOSO					
Coesione	> 400 Kpa	300 - 400 Kpa	200 - 300 Kpa	100 - 200 Kpa	< 100 Kpa
Angolo d'attrito	> 45°	35° 45°	25° - 35°	15° - 25°	< 15°

Dal valore di RMRb si derivano i parametri caratteristici dell'ammasso, che secondo Beniawsky assumono il valore:

$$\text{coesione c (kPA)} = 5\ RMRb$$

$$\text{angolo di attrito } \phi = 0{,}5\ RMRb + 5$$

$$\text{modulo di deformazione E (GPa)} = 2\ RMRb - 100$$

La formula di E è però da considerare valida per valori di RMR superiori di 50, mentre per valori inferiori si utilizza la formula di Serafim e Pereira (1983):

$$E\ (GPa) = 10^{(RMR_b - 10\ /\ 40)}$$

65010 SPOLTORE (PESCARA) - Via Fontevecchia n°4 - tel./fax 085/412875 - P.IVA 00929310688 - email info@tecnosoil.it

Sulla base di tale classificazione è emerso un valore di **RMR** pari a **37 corrispondente ad una classe IV SCADENTE**, pertanto è possibile assegnare un valore stimato della coesione e dell'angolo di attrito dell'ammasso roccioso come da tabelle di seguito riportate riferite a Bieniawski, 1989 e C.S.I.R –Rock Mass Rating Bieniawski 1976:

INDICE RMR	100÷81	80÷61	60÷41	40÷21	<20
CLASSE	I	II	III	IV	V
qualità roccia	ottima	buona	mediocre	scadente	molto scadente

CLASSE	I	II	III	IV	V
Coesione (kPa)	>400	400÷300	300÷200	200÷100	<100
Angolo attrito interno	>45°	45°÷35°	35°÷25°	25°÷15°	<15°
tempo medio autoostentamento	20 anni	1 anno	1 settimana	10 ore	30 minuti

Figura 14: Bieniawski, 1989

Classe	RMR	c (kg/cmq)	ϕ (°)
I Ottima	100 – 81	> 3	> 45
II Buona	80 – 61	2 ÷ 3	40 : 45
III Discreta	60 – 41	1.5 ÷ 2	35 : 40
IV Scadente	40 – 21	1 ÷ 1.5	30 : 35
V Molto Scadente	< 20	< 1	< 30

Figura 15: C.S.I.R –Rock Mass Rating Bieniawski 1976

65010 SPOLTORE (PESCARA) - Via Fontevecchia n°4 - tel./fax 085/412875 - P.IVA 00929310688 - email info@tecnosoil.it

Dal rilievo geologico e dall'analisi del rilievo geostrutturale si evidenzia che l'ammasso roccioso, di classe IV SCADENTE, mostra una fratturazione significativa che rappresenta un fattore destabilizzante. L'analisi degli stereogrammi evidenzia la presenza di 3 set principali di fratture sub-verticali che definiscono come possibile cinematismo l'instabilità a cuneo con formazione di cunei instabili, le cui dimensioni sono variabili da pochi cm^3 a circa 1 m^3, che presentano un'elevata probabilità di scorrimento critico verso sud.

L'ammasso roccioso in corrispondenza di questo STOP presenta inoltre una significativa predisposizione al ribaltamento diretto. Le discontinuità che lo caratterizzano presentano inclinazioni favorevoli al ribaltamento orientate verso valle, ovvero verso la SP17.

65010 SPOLTORE (PESCARA) - Via Fontevecchia n°4 - tel./fax 085/412875 - P.IVA 00929310688 - email info@tecnosoil.it

2.2 SCHEDA RILEVAMENTO GEOMECCANICO – STOP 2-SP17

In corrispondenza dello stop 2 così come indicato nella planimetria sopra riportata è stato eseguito un rilievo geomeccanico del quale di seguito si riportano gli stereogrammi e la relativa analisi cinematica:

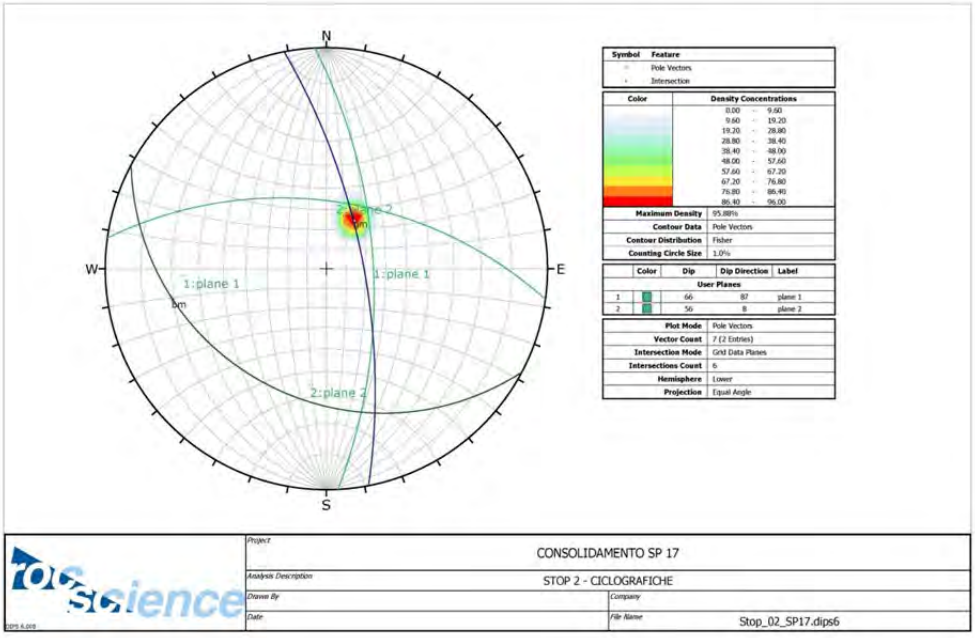


Figura 14-Stereogramma rilievo geomeccanico STOP2.

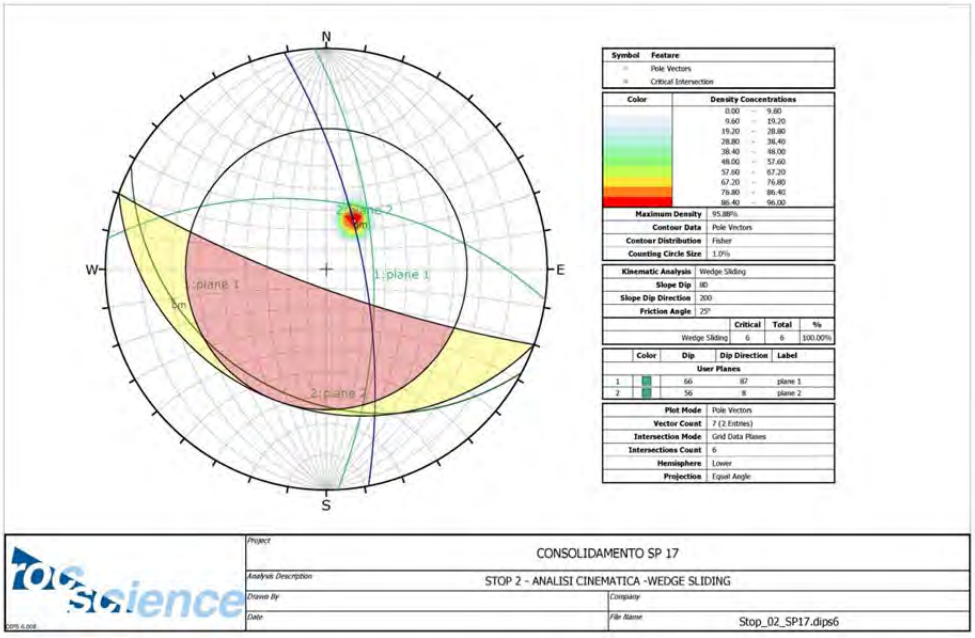


Figura 15: Analisi cinematica STOP 2 -Scorrimento a cuneo.

65010 SPOLTORE (PESCARA) - Via Fontevecchia n°4 - tel./fax 085/412875 - P.IVA 00929310688 - email info@tecnosoil.it

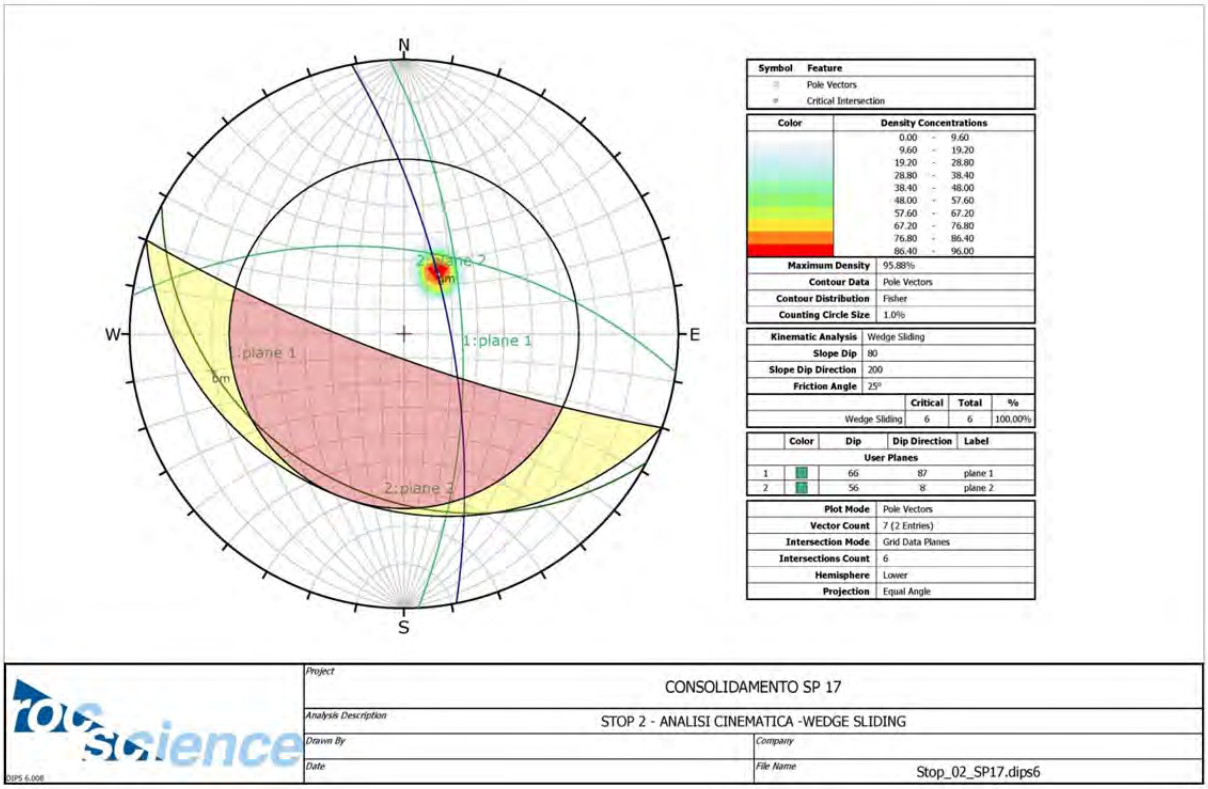


Figura 16: Analisi cinematica STOP 2 -Ribaltamento di blocchi.

65010 SPOLTORE (PESCARA) - Via Fontevecchia n°4 - tel./fax 085/412875 - P.IVA 00929310688 - email info@tecnosoil.it

Di seguito si riportano i valori assegnati allo STOP 2 per il calcolo dell'RMR secondo la tabella del Sistema di Calssificazione di Bieniawsky (1989) nel quale sono indicati in rosso i valori assegnati all'ammasso roccioso in studio:

Classificazione di Bieniawski 1989								
Parametri Significativi								
Parametro		Valori significativi						
compressione della roccia intatta	Point Load - Indice di Resistenza I_s	>8 MPa	4-8 MPa	2-4 MPa	1-2 MPa	si ricorre a C_0		
	resistenza a compressione monoassiale	> 250 Mpa	100-250 MPa	50-100MPa	25-50MPa	5-25 Mpa	1-5MPa	<1MPa
Indice		15	12	7	4	2	1	0
RQD		90-100%	75-90%	50-75%	25-50%	< 25%		
Indice		20	17	13	8	3		
Spaziatura delle discontinuità		> 3 m	1-3 m	0,3-1 m	50-300 mm	< 50 mm		
Indice		30	25	20	10	5		
Condizioni delle discontinuità		molto scabre non continue non separate superfici dei lembi dure	poco scabre separazione < 1 mm superfici dei lembi dure	poco scabre separazione < 1 mm superfici dei lembi soffici	superfici lisce o spessore del riempimento < 5 mm o giunti aperti 1-5 mm e continui	materiale di riempimento soffice > 5 mm di spessore o giunti aperti > 5 mm continui		
Indice		25	20	12	6	0		
condizioni idrauliche	Su 10 metri di lunghezza in galleria	nessuna		25 L/min	25-125 L/m	> 125 L/m		
	(pressione dei giunti)/(tensione principale max)	0		0,0-0,2	0,2-0,5	> 0,5		
	Condizioni generali	asciutto		umido	modesta pressione	molte venute		
Indice		10		7	4	0		
ORIENTAMENTO DELLE DISCONTINUITA'								
Immersione ed Inclinazione dei joints		molto favorevole	favorevole	poco favorevole	sfavorevole	molto sfavorevole		
	Galleria	0	-2	-5	-10	-12		
	Fondazione	0	-2	-7	-15	-25		
	Pendii	0	-2	-25	-50	-60		

Classificazione di Bieniawski 1975	
RMRb	62
RMRc	37

LASSI DELL'AMMASSO ROCCIOSO								
CLASSE		I	II	III	IV	V		
DESCRIZIONE		ottima	buona	discreta	scadente	molto scadente		
		81-100	61 - 80	41 - 60	21 - 41	< 20		

STIMA DEI PARAMETRI DI RESISTENZA DELL'AMMASSO ROCCIOSO					
Coesione	> 400 Kpa	300 - 400 Kpa	200 - 300 Kpa	100 - 200 Kpa	< 100 Kpa
Angolo d'attrito	> 45°	35° 45°	25° - 35°	15° - 25°	< 15°

Dal valore di RMRb si derivano i parametri caratteristici dell'ammasso, che secondo Beniawsky assumono il valore:

$$\text{coesione c (kPA)} = 5\ RMRb$$

$$\text{angolo di attrito } \phi = 0{,}5\ RMRb + 5$$

$$\text{modulo di deformazione E (GPa)} = 2\ RMRb - 100$$

La formula di E è però da considerare valida per valori di RMR superiori di 50, mentre per valori inferiori si utilizza la formula di Serafim e Pereira (1983):

$$E\ (GPa) = 10^{(RMR_b - 10\ /\ 40)}$$

65010 SPOLTORE (PESCARA) - Via Fontevecchia n°4 - tel./fax 085/412875 - P.IVA 00929310688 - email info@tecnosoil.it

Sulla base di tale classificazione è emerso un valore di **RMR** pari a **37 corrispondente ad una classe IV SCADENTE**, pertanto è possibile assegnare un valore stimato della coesione e dell'angolo di attrito dell'ammasso roccioso come da tabelle di seguito riportate riferite a Bieniawski, 1989 e C.S.I.R –Rock Mass Rating Bieniawski 1976:

INDICE RMR	100÷81	80÷61	60÷41	40÷21	<20
CLASSE	I	II	III	IV	V
qualità roccia	ottima	buona	mediocre	scadente	molto scadente

CLASSE	I	II	III	IV	V
Coesione (kPa)	>400	400÷300	300÷200	200÷100	<100
Angolo attrito interno	>45°	45°÷35°	35°÷25°	25°÷15°	<15°
tempo medio autoostentamento	20 anni	1 anno	1 settimana	10 ore	30 minuti

Figura 27: Bieniawski, 1989

Classe	RMR	c (kg/cmq)	ϕ (°)
I Ottima	100 – 81	> 3	> 45
II Buona	80 – 61	2 ÷ 3	40 : 45
III Discreta	60 – 41	1.5 ÷ 2	35 : 40
IV Scadente	40 – 21	1 ÷ 1.5	30 : 35
V Molto Scadente	< 20	< 1	< 30

Figura 18: C.S.I.R –Rock Mass Rating Bieniawski 1976

65010 SPOLTORE (PESCARA) - Via Fontevecchia n°4 - tel./fax 085/412875 - P.IVA 00929310688 - email info@tecnosoil.it

Dal rilievo geologico e dall'analisi del rilievo geostrutturale si evidenzia che l'ammasso roccioso, di classe IV SCADENTE, mostra una fratturazione significativa che rappresenta un fattore destabilizzante. L'analisi degli stereogrammi evidenzia la presenza di 2 set principali di fratture che definiscono come possibile cinematismo l'instabilità a cuneo con formazione di cunei instabili, le cui dimensioni sono variabili da pochi cm3 a circa 1 m3, che presentano un'elevata probabilità di scorrimento critico verso sud.

Le discontinuità subverticali e retroinclinate rispetto al pendio configurano condizioni di instabilità sia per scivolamento cuneiforme che per ribaltamento diretto verso la SP17.

Riassumento la combinazione delle importanti inclinazioni dei giunti, l'alta densità dei poli concentrata e la presenza di intersezioni critiche indicano prismi instabili che possono interessare la Statale 17 a seguito di forti precipitazioni, effetti criologici ed eventi tellurici.

65010 SPOLTORE (PESCARA) - Via Fontevecchia n°4 - tel./fax 085/412875 - P.IVA 00929310688 - email info@tecnosoil.it

2.3 SCHEDA RILEVAMENTO GEOMECCANICO – STOP 3-SP17

In corrispondenza dello stop 3 così come indicato nella planimetria sopra riportata è stato eseguito un rilievo geomeccanico del quale di seguito si riportano gli stereogrammi e la relativa analisi cinematica:

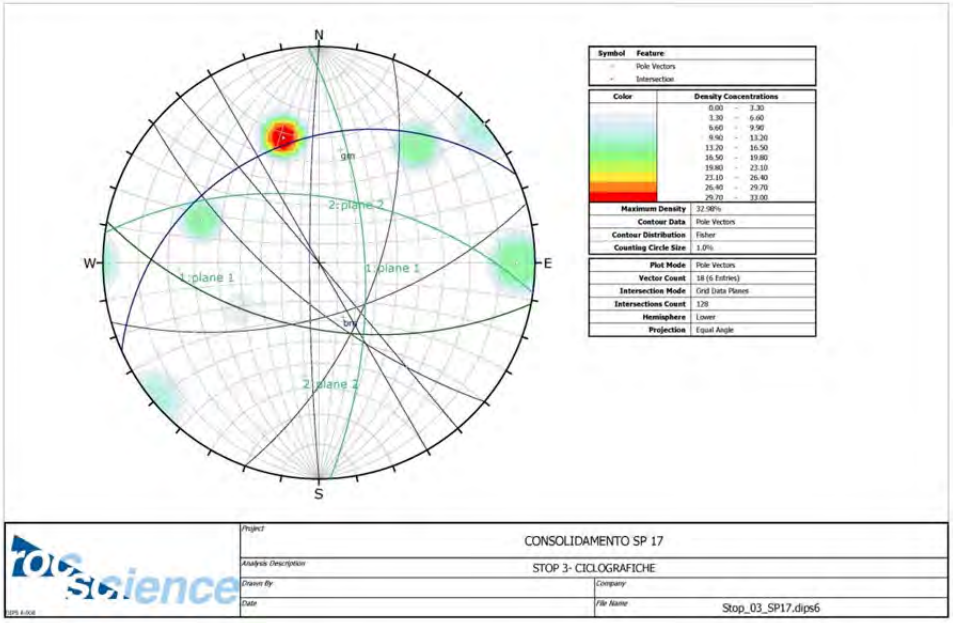


Figura 17-Stereogramma rilievo geomeccanico STOP3.

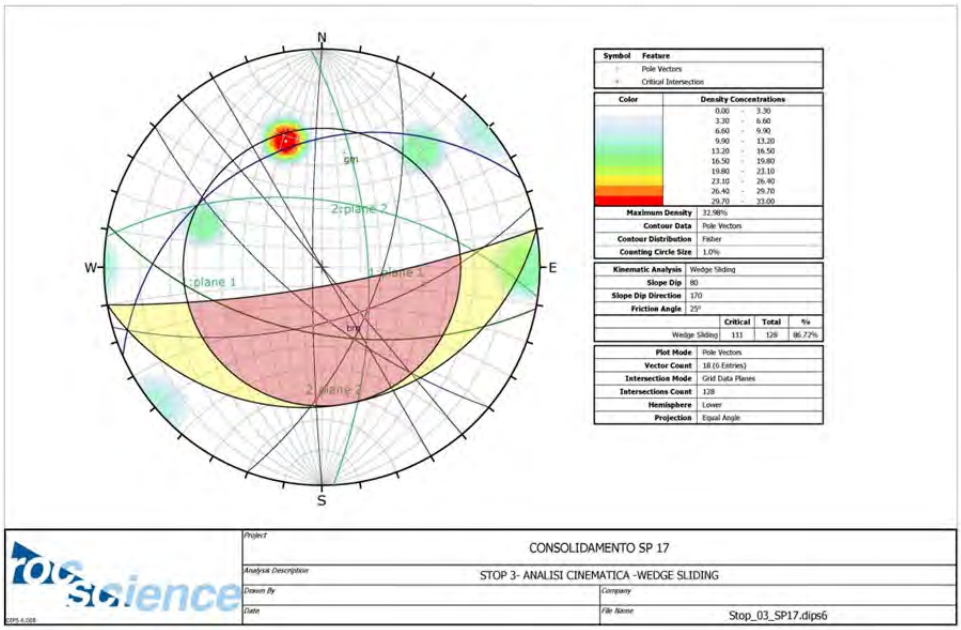


Figura 18: Analisi cinematica STOP 3-Scorrimento a cuneo.

65010 SPOLTORE (PESCARA) - Via Fontevecchia n°4 - tel./fax 085/412875 - P.IVA 00929310688 - email info@tecnosoil.it

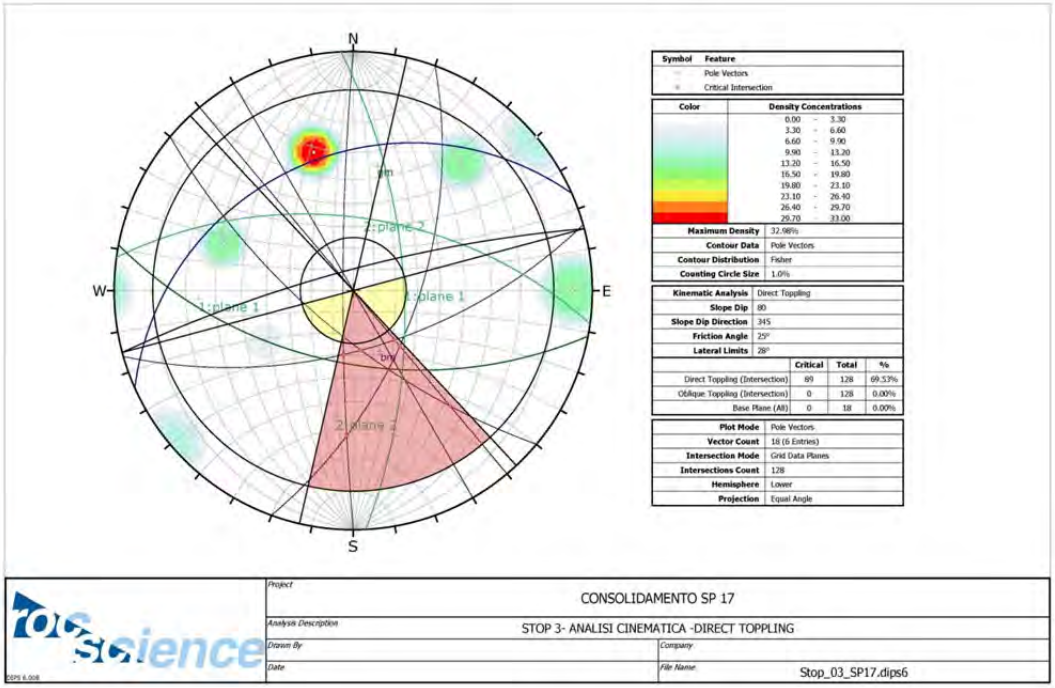


Figura 19: Analisi cinematica STOP 3 -Ribaltamento di blocchi.

65010 SPOLTORE (PESCARA) - Via Fontevecchia n°4 - tel./fax 085/412875 - P.IVA 00929310688 - email info@tecnosoil.it

Di seguito si riportano i valori assegnati allo STOP 3 per il calcolo dell'RMR secondo la tabella del Sistema di Calssificazione di Bieniawsky (1989) nel quale sono indicati in rosso i valori assegnati all'ammasso roccioso in studio

Classificazione di Bieniawski 1989								
Parametri Significativi								
Parametro		Valori significativi						
compressione della roccia intatta	Point Load - Indice di Resistenza I_s	> 8 MPa	4-8 MPa	2-4 MPa	1-2 MPa	si ricorre a C_0		
	resistenza a compressione monoassiale	> 250 Mpa	100-250 MPa	50-100MPa	25-50MPa	5-25 Mpa	1-5MPa	< 1MPa
Indice		15	12	7	4	2	1	0
RQD		90-100%	75-90%	50-75%	25-50%	< 25%		
Indice		20	17	13	8	3		
Spaziatura delle discontinuità		> 3 m	1-3 m	0,3-1 m	50-300 mm	< 50 mm		
Indice		30	25	20	10	5		
Condizioni delle discontinuità		molto scabre non continue non separate superfici dei lembi dure	poco scabre separazione < 1 mm superfici dei lembi dure	poco scabre separazione < 1 mm superfici dei lembi soffici	superfici lisce o spessore del riempimento < 5 mm o giunti aperti 1-5 mm e continui	materiale di riempimento soffice > 5 mm di spessore o giunti aperti > 5 mm continui		
Indice		25	20	12	6	0		
condizioni idrauliche	Su 10 metri di lunghezza in galleria	nessuna		25 l/min	25-125 l/m	> 125 l/m		
	(pressione dei giunti)/(tensione principale max)	0		0,0-0,2	0,2-0,5	> 0,5		
	Condizioni generali	asciutto		umido	modesta pressione	molte venute		
Indice		10		7	4	0		
ORIENTAMENTO DELLE DISCONTINUITA'								
Immersione ed Inclinazione dei joints		molto favorevole	favorevole	poco favorevole	sfavorevole	molto sfavorevole		
	Galleria	0	-2	-5	-10	-12		
	Fondazione	0	-2	-7	-15	-25		
	Pendii	0	-2	-25	-50	-60		

Classificazione di Bieniawski 1975								
RMRb	70							
RMRc	45							
CLASSI DELL'AMMASSO ROCCIOSO								
CLASSE		I	II	III	IV	V		
DESCRIZIONE		ottima	buona	discreta	scadente	molto scadente		
		81-100	61 - 80	41 - 60	21 - 41	< 20		

STIMA DEI PARAMETRI DI RESISTENZA DELL'AMMASSO ROCCIOSO					
Coesione	> 400 Kpa	300 - 400 Kpa	200 - 300 Kpa	100 - 200 Kpa	< 100 Kpa
Angolo d'attrito	> 45°	35° 45°	25° - 35°	15° - 25°	< 15°

Dal valore di RMRb si derivano i parametri caratteristici dell'ammasso, che secondo Beniawsky assumono il valore:

$$\text{coesione c (kPA)} = 5\ RMRb$$

$$\text{angolo di attrito } \phi = 0{,}5\ RMRb + 5$$

$$\text{modulo di deformazione E (GPa)} = 2\ RMRb - 100$$

La formula di E è però da considerare valida per valori di RMR superiori di 50, mentre per valori inferiori si utilizza la formula di Serafim e Pereira (1983):

$$E\ (GPa) = 10^{(RMR_b - 10\ /\ 40)}$$

65010 SPOLTORE (PESCARA) - Via Fontevecchia n°4 - tel./fax 085/412875 - P.IVA 00929310688 - email info@tecnosoil.it

Sulla base di tale classificazione è emerso un valore di **RMR** pari a **45 corrispondente ad una classe III MEDIOCRE (discreta)** , pertanto è possibile assegnare un valore stimato della coesione e dell'angolo di attrito dell'ammasso roccioso come da tabelle di seguito riportate riferite a Bieniawski, 1989 e C.S.I.R –Rock Mass Rating Bieniawski 1976:

INDICE RMR	100÷81	80÷61	60÷41	40÷21	<20
CLASSE	I	II	III	IV	V
qualità roccia	ottima	buona	mediocre	scadente	molto scadente
CLASSE	**I**	**II**	**III**	**IV**	**V**
Coesione (kPa)	>400	400÷300	300÷200	200÷100	<100
Angolo attrito interno	>45°	45°÷35°	35°÷25°	25°÷15°	<15°
tempo medio autoostentamento	20 anni	1 anno	1 settimana	10 ore	30 minuti

Figura 20: Bieniawski, 1989

Classe	RMR	c (kg/cmq)	ϕ (°)
I Ottima	100 – 81	> 3	> 45
II Buona	80 – 61	2 ÷ 3	40 : 45
III Discreta	60 – 41	1.5 ÷ 2	35 : 40
IV Scadente	40 – 21	1 ÷ 1.5	30 : 35
V Molto Scadente	< 20	< 1	< 30

Figura 21: C.S.I.R –Rock Mass Rating Bieniawski 1976

65010 SPOLTORE (PESCARA) - Via Fontevecchia n°4 - tel./fax 085/412875 - P.IVA 00929310688 - email info@tecnosoil.it

Dal rilievo geologico e dall'analisi del rilievo geostrutturale si evidenzia che l'ammasso roccioso, di classe III MEDIOCRE (discreta), mostra una fratturazione significativa che rappresenta un fattore destabilizzante. L'analisi degli stereogrammi evidenzia condizioni instabili sia per cinematismi di tipo cuneiforme che per ribaltamenti. Le dimensioni dei cunei e dei blocchi sono variabili da pochi dm^3 a circa 1 m^3.

3.0 CONCLUSIONI

Complessivamente, il rilievo ha fornito una base tecnica per la comprensione delle dinamiche geomeccaniche lungo il tracciato della SP17, contribuendo alla definizione delle priorità d'intervento e alla pianificazione delle azioni di messa in sicurezza dei versanti a tutela dell'infrastruttura stradale e dell'incolumità pubblica.

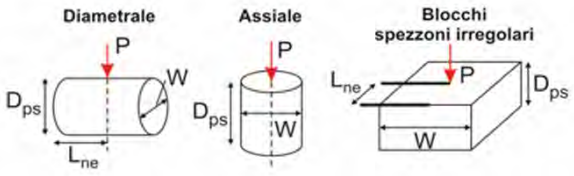
In generale gli stop 1 e 2 hanno interessato affioramenti di brecce cementate caratterizzati da un ammasso fratturato con discontinuità aperte e persistenti che generano cinematismi di instabilità a cuneo e ribaltamenti.

Mentre lo stop 3, eseguito in corrispondenza di depositi calcarei, ha mostrato una maggiore resistenza della roccia con un grado di fratturazione che genera cinematismi di scorrimento cuneiforme e ribaltamento di blocchi le cui dimensioni possono variare dal dm^3 al m^3.

65010 SPOLTORE (PESCARA) - Via Fontevecchia n°4 - tel./fax 085/412875 - P.IVA 00929310688 - email info@tecnosoil.it

POINT LOAD TEST

ISRM: 1985



DATA DI EMISSIONE:

Inizio analisi: **01/09/2025** Fine analisi: **01/09/2025**

Attrezzatura di prova:
Matest Treviolo modello C094

Geologo: EUSTACHIO PIETROMARTIRE

COMMITTENTE: **PROVINCIA DI L'AQUILA**

OGGETTO: **SP17-DEL PARCO NAZIONALE D'ABRUZZO**

PRELIEVO SUPERFICIALE **CAMPIONE:** **STOP1-C1**

POINT LOAD TEST

Modalità di prova: Norma IRSM 1985

CARATTERISTICHE FISICHE DEL CAMPIONE:

Peso di volume naturale:	24.50 ÷ 25.00 kN/m^3
Umidità:	0,00%
Peso di volume secco:	24.50 ÷ 25.00 kN/m^3
Forma del provino:	D

RISULTATI DELLA PROVA

Prova n°	Piani di debolezza	W mm.	H mm.	P kN	D_e mm.	D^2_e mm^2.	I_s MPa	F	$I_s(50)$ MPa
CMP 1	D	50	40	6,55	50,463	2546,48	2,57218	1,00415	**2,583**
CMP 2	C	30	35	5,56	36,564	1336,9	4,15887	0,86863	**3,613**
CMP 3	D	35	35	3,02	39,493	1559,72	1,93625	0,89929	**1,741**
CMP 4	D	45	60	8,77	58,632	3437,75	2,55109	1,0743	**2,741**
CMP 5	D	42	45	6,51	49,055	2406,42	2,70526	0,99145	**2,682**
CMP 6	D	55	55	4,01	62,061	3851,55	1,04114	1,10213	**1,147**
CMP 7	D	62	42	3,33	57,581	3315,52	1,00437	1,06558	**1,070**
CMP 8	C	46	48	4,66	53,022	2811,31	1,65759	1,02676	**1,702**
CMP 9	D	35	60	3,14	51,709	2673,8	1,17436	1,01524	**1,192**
CMP 10	C	25	65	4,08	45,486	2069,01	1,97195	0,95832	**1,890**

Indice di anisotropia I_a **-**

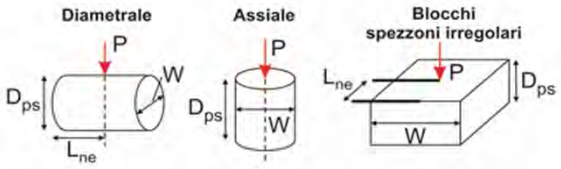
Forma del provino:
A - Blocco
B - Cilindrico - rottura diametrale
C - Cilindrico - rottura assiale
D - Informe

Posizione dei piani di debolezza:
A - Assenti
B - Perpendicolari alla direzione del carico
C - Paralleli alla direzione del carico
D - In direzioni varie

W = larghezza
H = distanza iniziale tra le punte
P = carico di rottura puntuale
D_e = diametro equivalente
I_s = indice point load
Is = indice point load corretto
F = fattore di correzione
I_a = Indice di anisotropia

POINT LOAD TEST

ISRM: 1985



DATA DI EMISSIONE:

Inizio analisi: **01/09/2025** Fine analisi: **01/09/2025**

Attrezzatura di prova:
Matest Treviolo modello C094

Geologo: EUSTACHIO PIETROMARTIRE

COMMITTENTE: **PROVINCIA DI L'AQUILA**

OGGETTO: **SP17-DEL PARCO NAZIONALE D'ABRUZZO**

PRELIEVO SUPERFICIALE **CAMPIONE:** **STOP2-C1**

POINT LOAD TEST

Modalità di prova: Norma IRSM 1985

CARATTERISTICHE FISICHE DEL CAMPIONE:

Peso di volume naturale:	24.50 ÷ 25.00 kN/m^3
Umidità:	0,00%
Peso di volume secco:	24.50 ÷ 25.00 kN/m^3
Forma del provino:	D

RISULTATI DELLA PROVA

Prova n°	Piani di debolezza	W mm.	H mm.	P kN	D_e mm.	D^2_e mm^2.	I_s MPa	F	$I_s(50)$ MPa
CMP 1	D	35	65	4,4	53,82	2896,62	1,51901	1,03369	**1,570**
CMP 2	C	45	55	7,2	56,136	3151,27	2,28479	1,05347	**2,407**
CMP 3	D	30	55	4,5	45,835	2100,85	2,14199	0,96162	**2,060**
CMP 4	D	28	50	8,2	42,22	1782,54	4,60019	0,92672	**4,263**
CMP 5	D	33	45	7,33	43,483	1890,76	3,87675	0,93909	**3,641**
CMP 6	D	55	61	4,55	65,358	4271,72	1,06515	1,1281	**1,202**
CMP 7	D	48	58	4,87	59,537	3544,7	1,37388	1,08173	**1,486**
CMP 8	C	50	60	5,66	61,804	3819,72	1,48178	1,10007	**1,630**
CMP 9	D	46	50	4,3	54,115	2928,45	1,46835	1,03623	**1,522**
CMP 10	C	37	55	6,6	50,902	2591,04	2,54724	1,00808	**2,568**

Indice di anisotropia I_a **-**

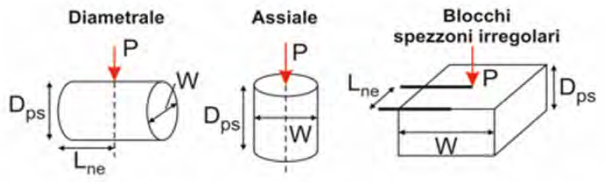
Forma del provino:
A - Blocco
B - Cilindrico - rottura diametrale
C - Cilindrico - rottura assiale
D - Informe

Posizione dei piani di debolezza:
A - Assenti
B - Perpendicolari alla direzione del carico
C - Paralleli alla direzione del carico
D - In direzioni varie

W = larghezza
H = distanza iniziale tra le punte
P = carico di rottura puntuale
D_e = diametro equivalente
I_s = indice point load
Is = indice point load corretto
F = fattore di correzione
I_a = Indice di anisotropia

POINT LOAD TEST

ISRM: 1985



DATA DI EMISSIONE:

Inizio analisi: **01/09/2025** Fine analisi: **01/09/2025**

Attrezzatura di prova:
Matest Treviolo modello C094

Geologo: EUSTACHIO PIETROMARTIRE

COMMITTENTE: **PROVINCIA DI L'AQUILA**

OGGETTO: **SP17-DEL PARCO NAZIONALE D'ABRUZZO**

PRELIEVO SUPERFICIALE **CAMPIONE:** **STOP3-C1**

POINT LOAD TEST

Modalità di prova: Norma IRSM 1985

CARATTERISTICHE FISICHE DEL CAMPIONE:

Peso di volume naturale:	24.50 ÷ 25.00 kN/m^3
Umidità:	0,00%
Peso di volume secco:	24.50 ÷ 25.00 kN/m^3
Forma del provino:	A

RISULTATI DELLA PROVA

Prova n°	Piani di debolezza	W mm.	H mm.	P kN	D_e mm.	D^2_e mm^2.	I_s MPa	F	$I_s(50)$ MPa	Litotipi
CMP 1	A	50	80	18,77	71,365	5092,96	3,68548	1,17363	**4,325**	**Calcare**
CMP 2	A	40	50	11,92	50,463	2546,48	4,68097	1,00415	**4,700**	**Calcare**
CMP 3	D	45	70	14,9	63,33	4010,7	3,71506	1,11221	**4,132**	**Calcare**
CMP 4	A	50	40	14,78	50,463	2546,48	5,80409	1,00415	**5,828**	**Calcare**

Indice di anisotropia I_a **-**

Forma del provino:
A - Blocco
B - Cilindrico - rottura diametrale
C - Cilindrico - rottura assiale
D - Informe

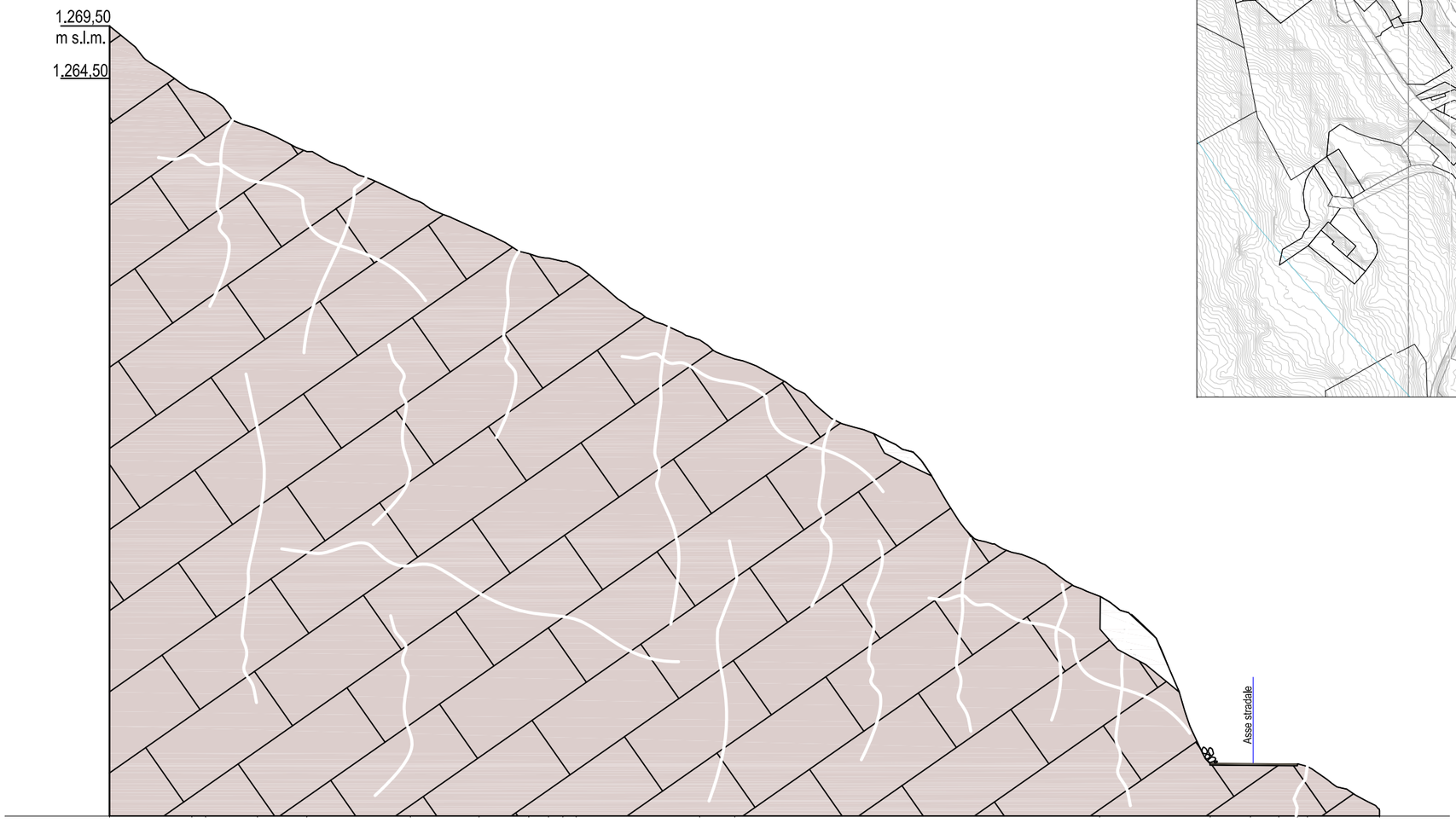
Posizione dei piani di debolezza:
A - Assenti
B - Perpendicolari alla direzione del carico
C - Paralleli alla direzione del carico
D - In direzioni varie

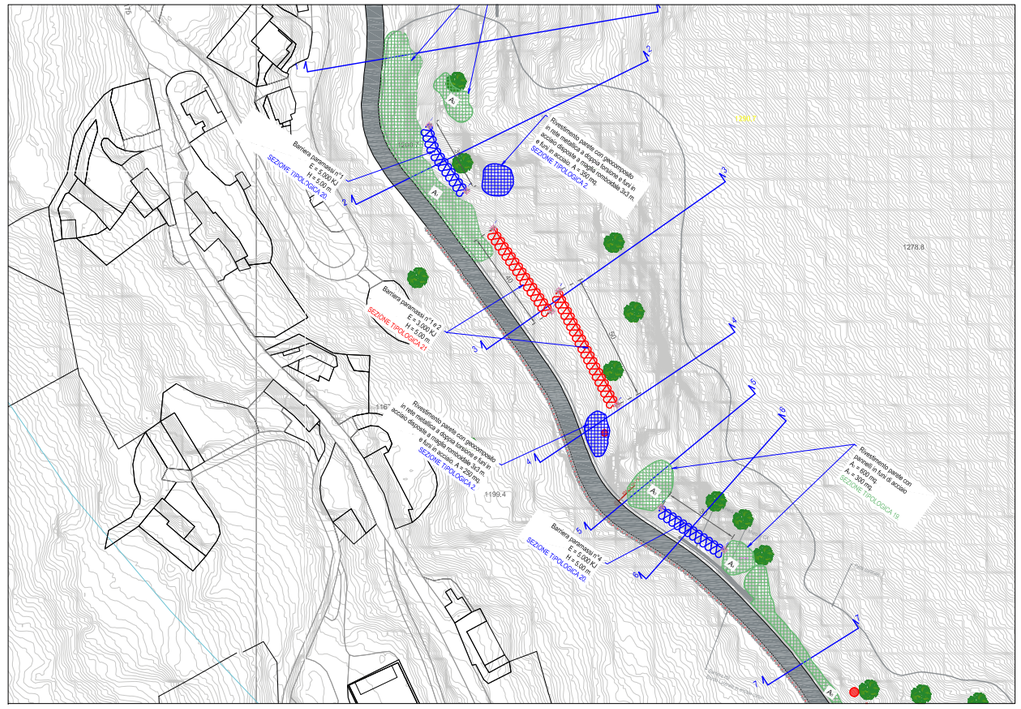
W = larghezza
H = distanza iniziale tra le punte
P = carico di rottura puntuale
D_e = diametro equivalente
I_s = indice point load
Is = indice point load corretto
F = fattore di correzione
I_a = Indice di anisotropia

SP17-SUB-INTERVENTO 5.1 SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA N. 2

Scala 1:500

SEZIONE N.2





Legenda

Detrito eterometrico costituito da clasti e ciottoli calcarei.

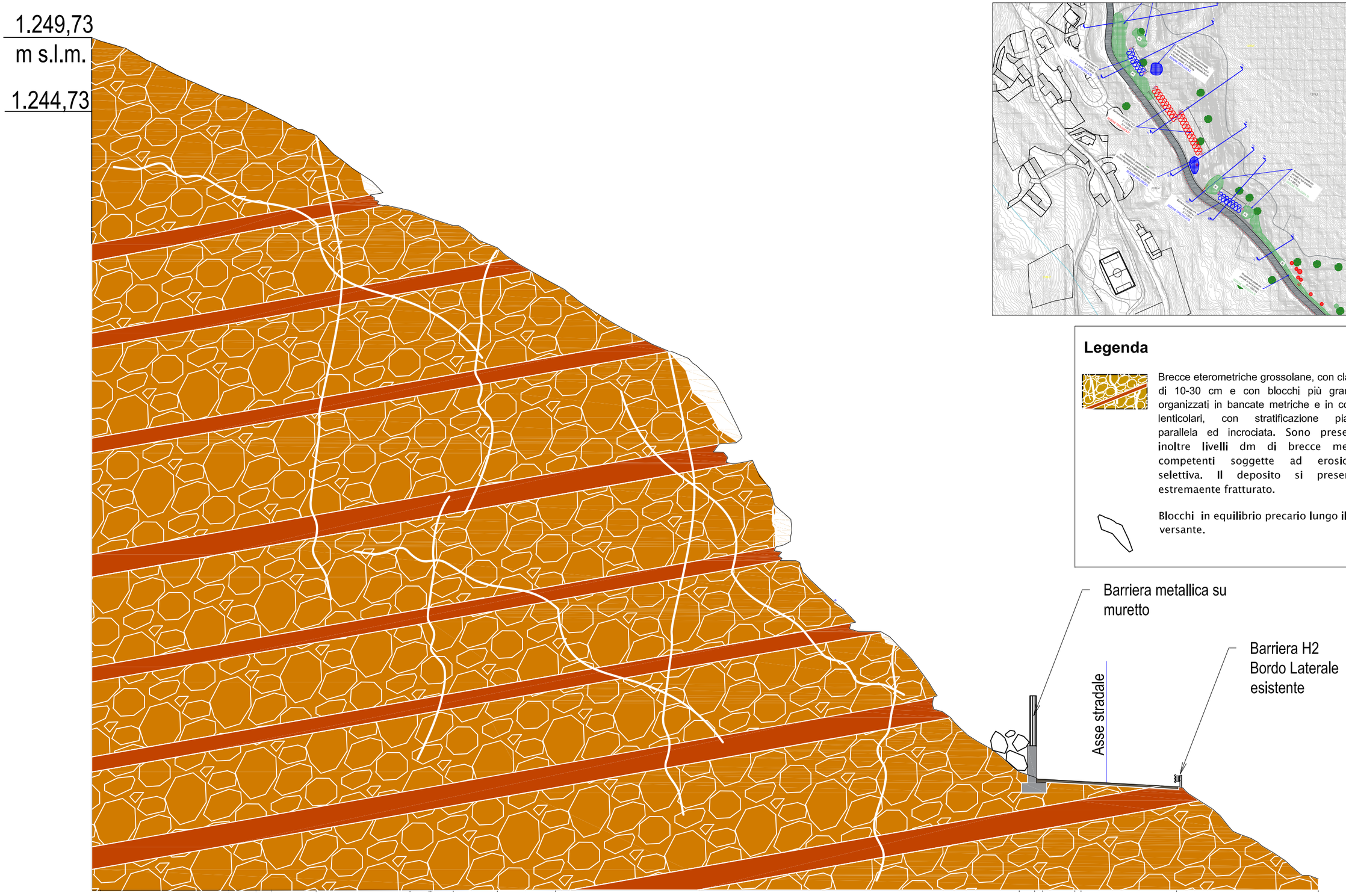
Calcari micritici e calcareniti oolitiche. Il deposito si presenta estremaente fratturatoe soggetto ad erosione selettiva.

Blocchi calcarei in equilibrio precario lungo il versante.

SP17-SUB-INTERVENTO 5.1 SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA N. 6

Scala 1:250

SEZIONE N.6



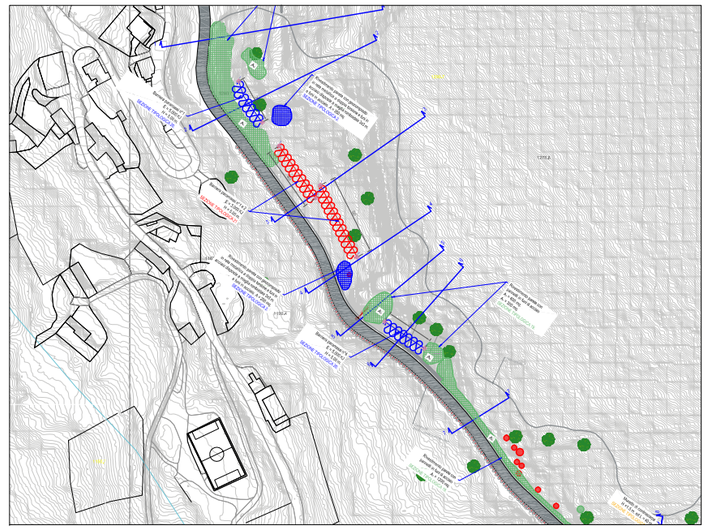
Legenda

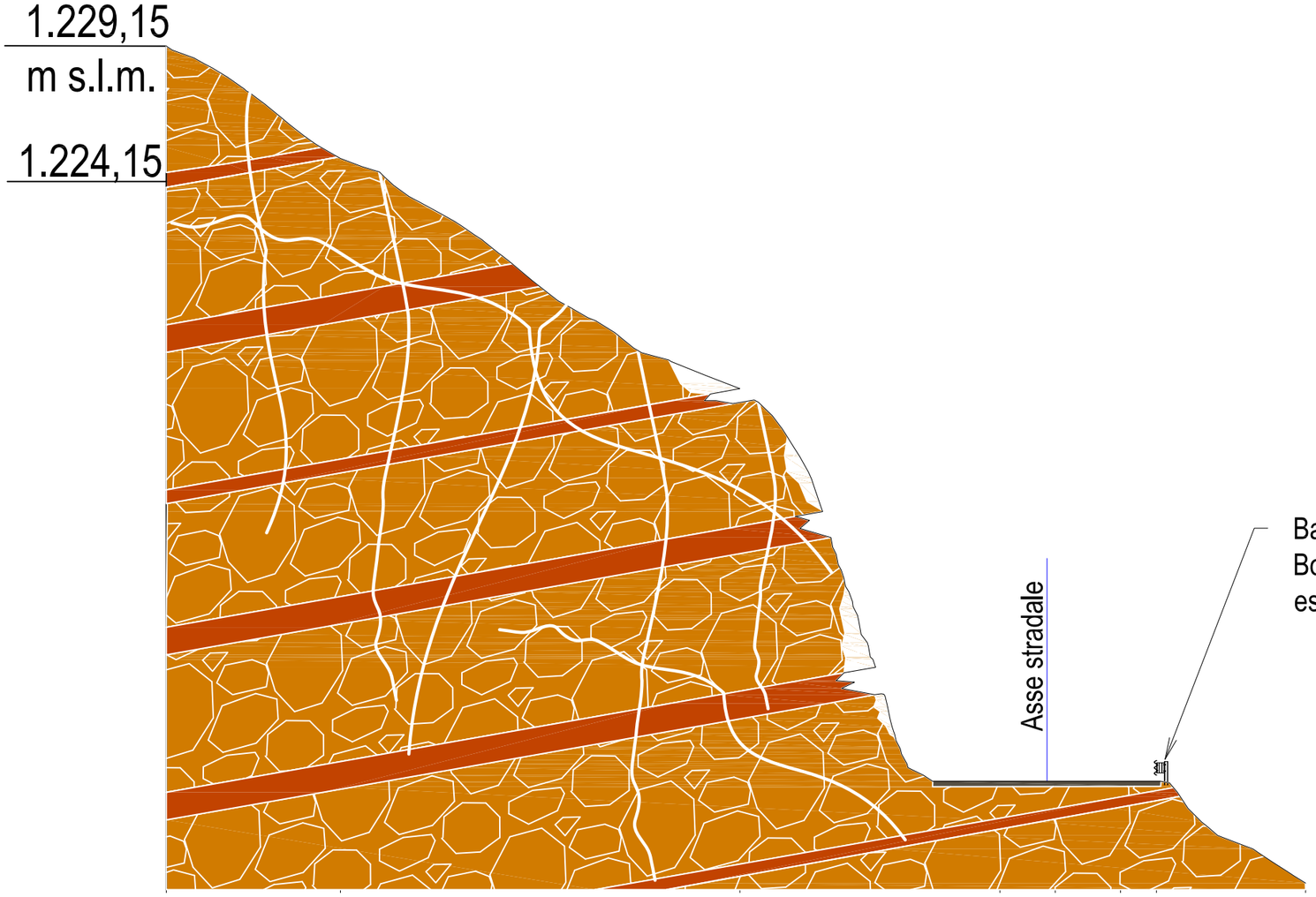
Brecce eterometriche grossolane, con clasti di 10-30 cm e con blocchi più grandi, organizzati in bancate metriche e in corpi lenticolari, con stratificazione piano parallela ed incrociata. Sono presenti inoltre livelli dm di brecce meno competenti soggette ad erosione selettiva. Il deposito si presenta estremaente fratturato.

Blocchi in equilibrio precario lungo il versante.

SP17-SUB-INTERVENTO 5.1 SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA N. 7

Scala 1:200





Legenda

Brecce eterometriche grossolane, con clasti di 10-30 cm e con blocchi più grandi, organizzati in bancate metriche e in corpi lenticolari, con stratificazione piano parallela ed incrociata. Sono presenti inoltre livelli dm di brecce meno competenti soggette ad erosione selettiva. Il deposito si presenta estremaente fratturato.

Blocchi in equilibrio precario lungo il versante.