Firmato digitalmente da:
SANSONE FRANCESCO
Firmato il 03/04/2026 17:38
Serial#: 1d02763a
Valido dal 29/12/2025 al 29/12/2028
InfoCamere Qualified Electronic Signature CA

PROVINCIA DELL'AQUILA
COMUNE DI AVEZZANO



PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

TITOLO PROGETTO: **MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER ADEGUAMENTO E MESSA IN SICUREZZA DEL PERCORSO PEDONALE ADIACENTE LA S.R. 82 DELLA VALLE DEL LIRI ALL'INTERNO DELLA RISERVA NATURALE MONTE SALVIANO NEL COMUNE DI AVEZZANO**

INDIRIZZO: **PERCORSO PEDONALE DEL SALVIANO**
Comune di AVEZZANO (AQ)

COMMITTENTE: **PROVINCIA DELL'AQUILA**
RUP: Geom. Luca COLELLA

DATA: **02/04/2026**

SCALA: **/**

TAVOLA: **D05**

TITOLO: **RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA**

Ordine degli Ingegneri della Provincia dell'Aquila – Settore: dell'informazione – Ingegnere Francesco Sansone N° 3644 – Sezione A

Ordine degli Ingegneri della Provincia dell'Aquila – Settore: civile e ambientale – Ingegnere Junior Pietro Belmaggio N° 369 – Sezione B

PROGETTAZIONE DIREZIONE LAVORI E COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE:

NUIMA PROGETTI

Via Sabotino, 42
67051 - Avezzano (AQ)
C.F./P.IVA 02117910667
web: *www.nuima.it*
email: *info@nuima.it*

Ing. Pietro BELMAGGIO

Ing. Francesco SANSONE

Geol. Luca RUBEIS

Luca RUBEIS
03.04.2026 11:13:27 UTC

Sommario

1. Premessa 2
2. Normativa di riferimento 3
3. Inquadramento Territoriale 4
3.1. Descrizione delle aree di intervento 4
3.2. Caratteristiche del tracciato oggetto di intervento 5
3.3. Inquadramento Geologico 7
3.4. Inquadramento Geomorfologico 10
3.5. Inquadramento Idrogeologico 11
3.6. Inquadramento Sismico 13
3.7. Quadro Vincolistico 21
4. Campagna di Indagini Geognostiche 23
5. Modello Geologico Locale 26
5.1. Modello geologico e parametrizzazione geotecnica 26
5.2. Quadro sismico locale 27
6. Conclusioni 28
7. Allegati 30

1. Premessa

La presente Relazione Geologica e Sismica viene redatta a supporto del Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica (PFTE) riguardante le opere di mitigazione del rischio idrogeologico lungo il tracciato pedonale di connessione tra l'abitato di Avezzano (AQ) e il Valico del Monte Salviano.

L'area d'intervento ricade sul versante orientale del gruppo montuoso del Monte Salviano, un rilievo calcareo che delimita a ovest il bacino endoreico del Fucino. Il tracciato, di fondamentale importanza turistica, ambientale e sociale per la comunità locale, risulta attualmente vulnerabile a fenomeni di instabilità superficiale, erosione accelerata e scalzamento idraulico, innescati dalla pendenza del versante e dalla gestione delle acque meteoriche di scorrimento superficiale.

Il presente studio geologico si pone l'obiettivo di definire il modello geologico, idrogeologico, geomorfologico e sismico di dettaglio del sito, al fine di:

- Caratterizzare i terreni e gli ammassi rocciosi interessati dalle opere di consolidamento (palificate, gabbionate e ripristino fondazioni);
- Valutare la pericolosità idrogeologica e la stabilità globale dei tratti di versante oggetto di ricarico e protezione;
- Fornire i parametri geotecnici necessari al calcolo delle strutture di sostegno e alla verifica dello scalzamento idraulico sulla pila della passerella esistente;
- Definire l'azione sismica di progetto in conformità alla normativa vigente.

Al fine di conseguire gli obiettivi elencati è stata condotta una specifica campagna di indagini in sito.
La campagna di indagine ha previsto l'esecuzione dei seguenti accertamenti:

- **Rilievo Geologico e Geomorfologico di superficie:** finalizzato al riconoscimento delle unità litologiche affioranti, alla mappatura dei solchi erosivi e all'analisi dello stato di conservazione dei versanti e delle opere esistenti.
- **Prova Penetrometrica Dinamica Super Pesante (DPSH):** è stata eseguita n. 1 prova penetrometrica per la caratterizzazione del sottosuolo. L'indagine ha permesso di valutare il grado di addensamento e la resistenza alla penetrazione dei terreni superficiali (coltri detritiche e suoli di alterazione), fornendo dati essenziali per il dimensionamento delle palificate e per la verifica della capacità portante nel punto di appoggio della passerella interessata dallo scalzamento.
- **Indagine Sismica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves):** è stata effettuata n. 1 indagine sismica basata sull'analisi delle onde superficiali. Tale prova ha consentito di definire il profilo delle velocità delle onde di taglio (Vs) nel sottosuolo, parametro fondamentale per la determinazione della velocità media equivalente (Vs,30) e per la conseguente classificazione del suolo di fondazione secondo le Categorie di Sottosuolo previste dalle **NTC 2018**.

I risultati ottenuti dalle suddette prove, integrati con i dati della letteratura geologica locale e le evidenze del rilievo di campo, costituiscono la base per la modellazione geotecnica e sismica descritta nei capitoli successivi.

2. Normativa di riferimento

Normativa Tecnica e Progettazione Strutturale
Queste norme definiscono i criteri per la sicurezza statica e sismica delle opere di sostegno e delle infrastrutture previste (come palificate e passerelle):

- **D.M. Infrastrutture 17 Gennaio 2018 (NTC 2018):** Costituisce la norma primaria per le "Norme tecniche per le costruzioni" in Italia.
- **Circolare 21/01/19, n. 7 C.S.LL.PP.:** Fornisce le istruzioni applicative per l'aggiornamento delle NTC 2018.
- **Eurocodici (UNI EN):** Vengono richiamati per specifici ambiti progettuali, tra cui i criteri generali (**Eurocodice 0**), le strutture in acciaio (**Eurocodice 3**), la progettazione geotecnica (**Eurocodice 7**) e la resistenza sismica di fondazioni e strutture di contenimento (**Eurocodice 8**).

Tutela Paesaggistica e Urbanistica
L'intervento deve garantire l'integrità dei valori percettivi e l'uso sostenibile del suolo:

- **D.lgs. 42/2004 (Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio):** Disciplina l'obbligo dell'**autorizzazione paesaggistica**, necessaria per dimostrare che le opere non alterino il paesaggio.
- **Piano Regionale Paesistico (PRP):** Classifica l'area in zone a diversa tutela (**A2** per la conservazione di ambiti identitari e **C1** per trasformazioni guidate da qualità ambientale).
- **PRG del Comune di Avezzano:** In particolare l'**Art. 11.1.1 delle NTA**, che definisce l'area come **Zona E1 (Conservazione)**, limitando pesantemente nuovi volumi e imponendo l'uso di materiali specifici.

Vincoli Idrogeologici e Assetto del Territorio
L'area presenta una significativa criticità geomorfologica (rischio frana R4), rendendo essenziali queste norme:

- **Piano Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI) Liri-Garigliano-Volturno:** Inserisce l'area in zone ad **Alta Attenzione (A4)** e di possibile ampliamento di fenomeni franosi (**C1**), richiedendo studi di compatibilità specifici.
- **Regio Decreto 30 dicembre 1923, n. 3267:** La "norma madre" sul **Vincolo Idrogeologico** per i terreni montani, volta a prevenire il dissesto causato da usi impropri del suolo.

3. Inquadramento Territoriale

3.1. Descrizione delle aree di intervento

L'intervento in oggetto riguarda la mitigazione del rischio idrogeologico attualmente presente lungo il percorso pedonale attrezzato che affianca la S.R. 82 in un tratto che si estende da circa il km 2+750 (nei pressi della Curva delle Castagne, punto di avvio storico di alcuni sentieri) fino al Valico del Monte Salviano o poco oltre, in direzione Capistrello/Valle del Liri, raggiungendo approssimativamente il km 5+850.

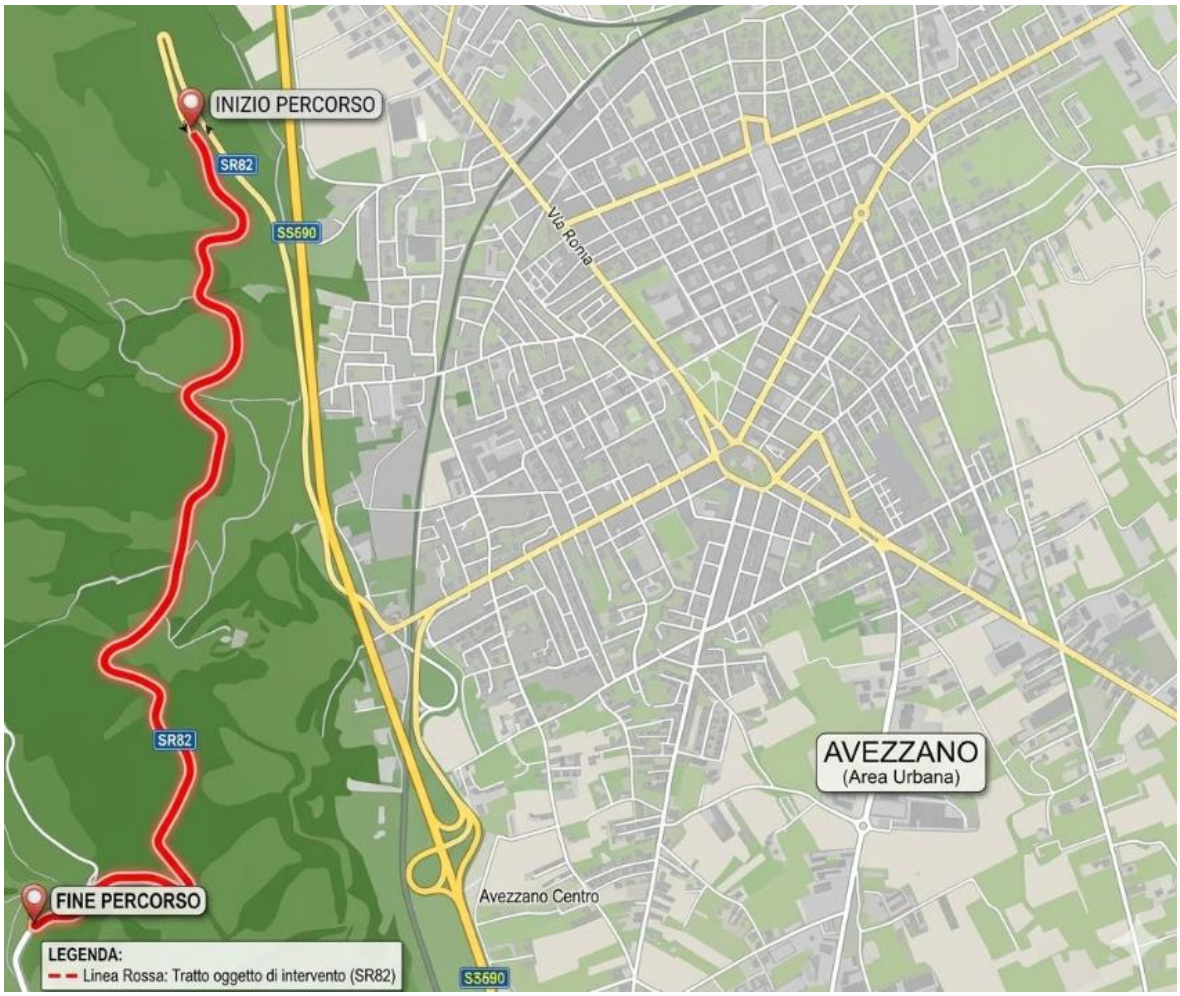


Figura 1 - *Planimetria generale del tratto di percorso oggetto di intervento*

Il tracciato della Strada Regionale 82 (S.R. 82) "della Valle del Liri" interessa il settore meridionale della Riserva Naturale Guidata Monte Salviano. L'area protetta, istituita nel 1999, ricade interamente nel territorio comunale di Avezzano (AQ) e si estende per una superficie di circa 722 ettari. Dal punto di vista orografico, il rilievo del Monte Salviano costituisce l'elemento di separazione morfologica e spartiacque tra la Conca del Fucino (est) e i Piani Palentini (ovest).

L'infrastruttura non assolve unicamente a funzioni di collegamento intermodale tra Avezzano e la Valle del Liri, ma si integra in un contesto ad alto valore storico-spirituale, rappresentato dal Santuario della Madonna di Pietraquaria. L'uso antropico attuale è riconducibile alla fruizione turistico-ricreativa sostenibile (trekking, cicloturismo) e alla gestione conservativa degli ecosistemi, con particolare attenzione alla prevenzione del rischio incendi boschivi.

3.2. Caratteristiche del tracciato oggetto di intervento

Il percorso pedonale attrezzato che affianca la S.R. 82 in questo tratto è un'infrastruttura di supporto fondamentale per la mobilità lenta e la sicurezza dei fruitori della Riserva. L'intervallo chilometrico di interesse si estende da circa il km 2+750 (nei pressi della Curva delle Castagne, punto di avvio storico di alcuni sentieri) fino al Valico del Monte Salviano o poco oltre, in direzione Capistrello/Valle del Liri, raggiungendo approssimativamente il km 5+850.



Figura 2 – *Vista aerea con drone del percorso oggetto di intervento*

Si tratta di un sentiero a fondo naturale e/o stabilizzato che corre in adiacenza, ma separato, dalla carreggiata della S.R. 82. La sua funzione primaria è garantire un transito sicuro a pedoni ed escursionisti, separandoli dal traffico veicolare e fungendo da connessione tra la parte bassa e la parte alta della montagna (il valico).



Figura 3 – *Vista della barriera di sicurezza del percorso pedonale*

Il sentiero presenta generalmente una larghezza variabile (compresa tra 1 e 1,5 metri), sufficiente per il transito in sicurezza. Il fondo è tipicamente composto da terra battuta, pietrisco stabilizzato, con possibili tratti in cui sono presenti gradoni in materiale ecocompatibile o pietra per superare i dislivelli maggiori, specialmente nel tratto di ascesa.

Lungo l'intero percorso, è installata una staccionata di sicurezza in legno di abete che delimita chiaramente il percorso pedonale dalla strada e dal pendio, in particolare nei punti esposti o lungo i muri di contenimento della carreggiata. Sono presenti aree di sosta e, occasionalmente, elementi di arredo urbano come panchine e cartellonistica informativa sulla Riserva e i sentieri secondari.



Figura 4 – *Vista della barriera di sicurezza del percorso pedonale*

Il tratto descritto è caratterizzato da una costante e progressiva salita lungo il versante del Monte Salviano, superando un significativo dislivello altimetrico.

Da un punto di vista altimetrico si identificano in dettaglio i seguenti tratti:

- Tratto Iniziale (Km 2+750 – Curva delle Castagne): Il percorso pedonale affianca la strada con minore pendenza iniziale ma con rapida accentuazione.

- Tratto Centrale (dalla Curva al Valico): È il settore con la massima pendenza media e il maggior sviluppo longitudinale. Il sentiero qui si snoda spesso in trincea rispetto alla strada o su un terrapieno laterale. Questo tratto è particolarmente esposto dal punto di vista panoramico, offrendo viste sempre più ampie sulla sottostante Conca del Fucino e sul massiccio del Monte Velino.

- Tratto Finale (verso Km 5+850 - Valico): Il percorso raggiunge il Valico del Monte Salviano, dove la pendenza si attenua. Da qui, è possibile ricollegarsi ad altri sentieri che scendono verso i Piani Palentini o proseguono verso Capistrello, come previsto dai recenti interventi di prolungamento del percorso attrezzato. L'ambiente

circostante è un bosco più fitto in alcuni punti, con rocce affioranti e una sensazione di maggiore altitudine

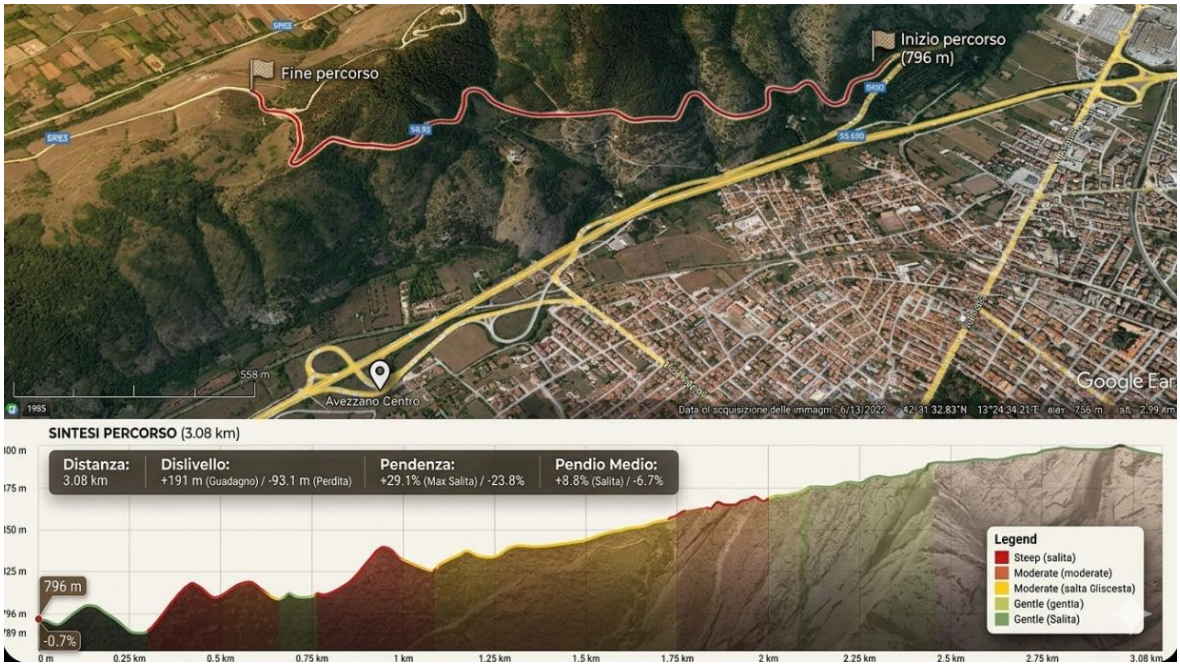


Figura 5 – *Vista 3D del percorso pedonale con indicazione delle pendenze lungo il tracciato*

3.3. Inquadramento Geologico

Dal punto di vista geologico, l'area oggetto di intervento si colloca lungo il versante orientale della dorsale del Monte Salviano, in una fascia di transizione geomorfologica tra il rilievo carbonatico e il bacino tettonico del Fucino. Il tracciato intercetta una successione cronostratigrafica complessa che spazia dal Cretacico al Quaternario, caratterizzata da una marcata eterogeneità litologica e reologica.

- *Il Substrato Meso-Cenozoico (Bedrock Lapideo)*

Il settore sommitale e le porzioni a pendenza più elevata del percorso poggiano direttamente sulle formazioni del substrato carbonatico, che costituiscono l'ossatura rigida del versante. In particolare, si distinguono:

- **Calcari intrabauxitici (IBX):** Riferibili al Cenomaniano p.p., rappresentano i termini più antichi della sequenza locale intercettata. Sono calcari compatti, spesso testimoni di fasi di emersione della piattaforma carbonatica.
- **Calcari a radiolitidi (RDT):** Unità dominante del substrato lapideo nel settore d'intervento (Cenomaniano sup. - Santoniano p.p.). Si tratta di calcari bioclastici e calcareniti grigie, caratterizzati da una diffusa fratturazione e da una carsificazione superficiale che ne influenzano la permeabilità secondaria.
- **Calcari a briozoi e litotamni (CBZ):** Formazione marina del Miocene medio (Langhiano - Serravalliano). Questi calcari organogeni segnano una transizione sedimentologica significativa rispetto ai termini cretacici, presentando una

tessitura più granulare e una porosità primaria variabile, fattori che li rendono mediamente più sensibili all'alterazione meteorica superficiale.

- *Le Coperture Quaternarie (Materiali Sciolti)*

La morfologia del versante e la sede del percorso sono ampiamente condizionate dalla presenza dei depositi di copertura recenti, che si sovrappongono in discordanza al substrato lapideo descritto in precedenza:

- **Depositi di versante (Ver2**): Riferibili al Pleistocene superiore - Olocene, costituiscono il materiale di fondazione della maggior parte del sedime pedonale. Sono composti da clasti calcarei a spigoli vivi (detriti di falda) immersi in una matrice da sabbiosa a limosa. A causa della loro natura sciolta e dell'assenza di cementazione, questi depositi presentano una spiccata suscettibilità all'erosione idraulica e ai fenomeni di instabilità superficiale.

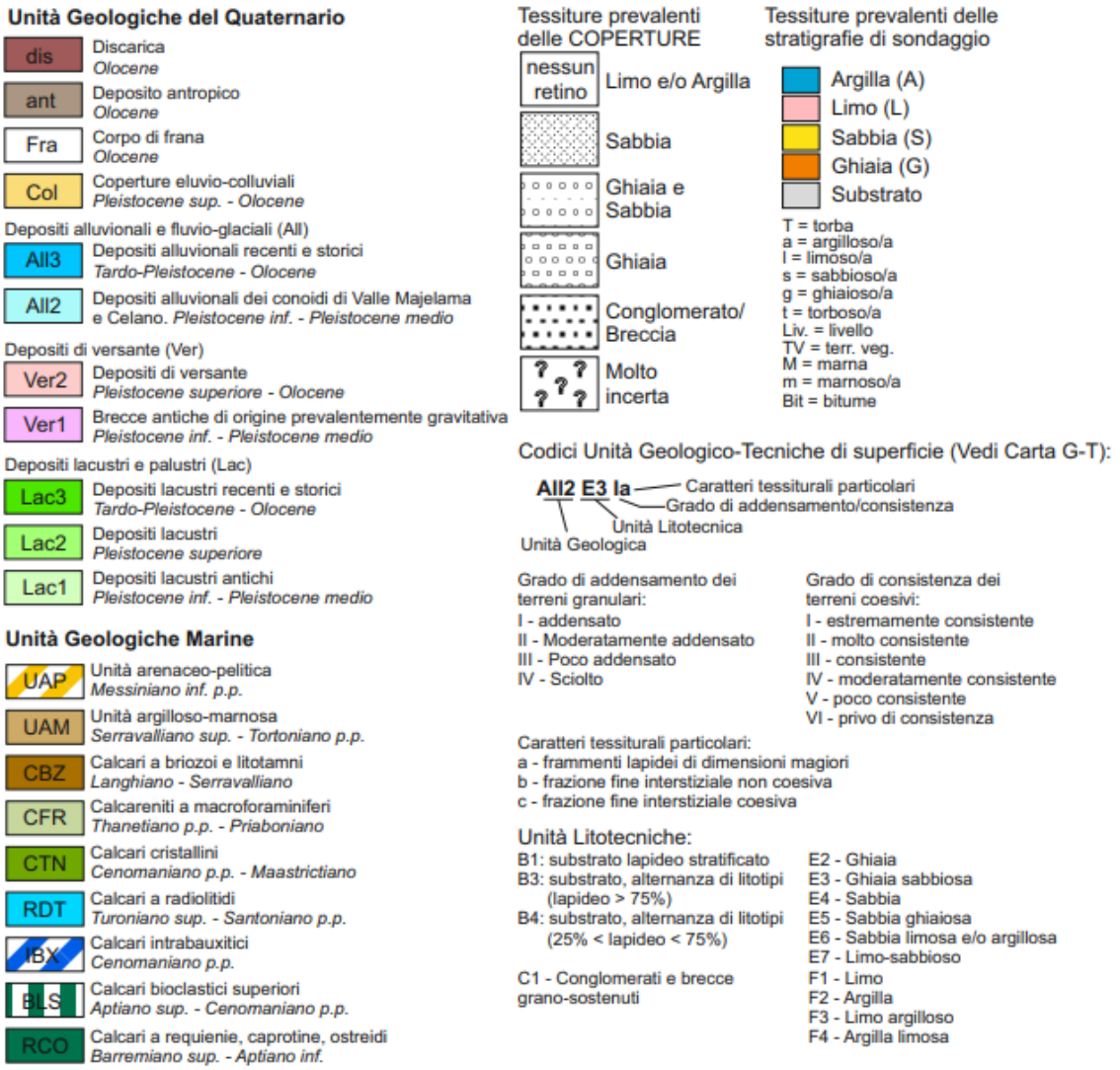


Figura 6 – *Stralcio legenda della carta geologica dell'area del Monte Salviano*

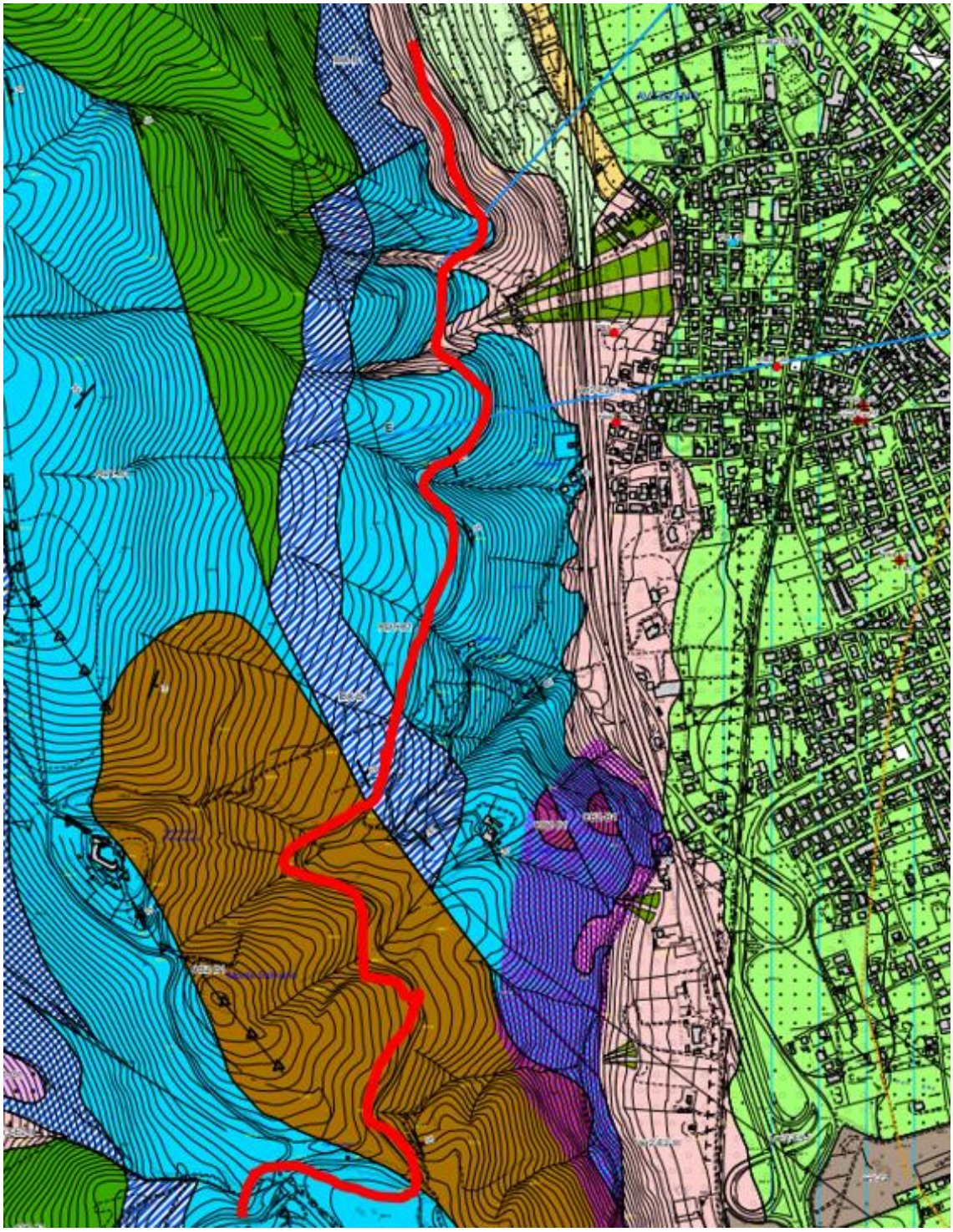


Figura 7 – *Stralcio carta geologica dell'area del Monte Salviano*

L'assetto geologico locale evidenzia un forte contrasto reologico tra il substrato rigido (IBX, RDT, CBZ) e le coltri detritiche detensionate (Ver2).

L'interazione tra queste unità definisce le principali criticità del sito: l'acqua meteorica, pur infiltrandosi nel sistema carsico-fratturato delle unità carbonatiche, tende a scorrere superficialmente in corrispondenza di strati meno permeabili o laddove la roccia affiora, concentrando il proprio potere erosivo non appena incontra i depositi di versante (Ver2).

Questo meccanismo è responsabile della genesi dei solchi di erosione profondi e dello scalzamento delle opere d'arte esistenti, fenomeni che giustificano gli interventi di consolidamento e regimentazione idraulica previsti nel progetto.

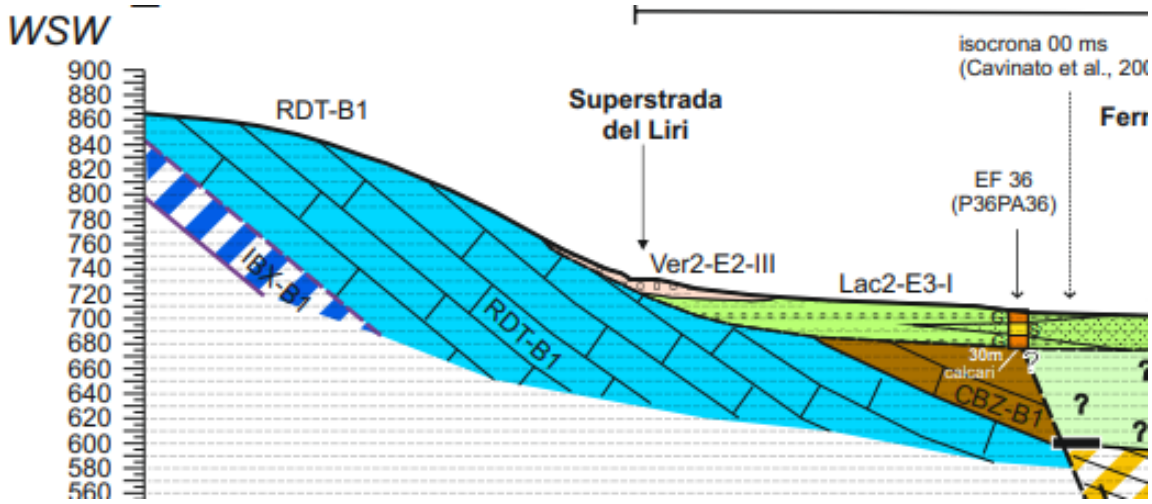


Figura 8 – *Sezione schematica della successione del Monte Salviano*

3.4. Inquadramento Geomorfologico

L'area di intervento si sviluppa lungo il versante orientale del Monte Salviano (958 m s.l.m.), un rilievo dorsale a direzione NW-SE che costituisce lo spartiacque morfologico tra la Conca del Fucino a Est e i Piani Palentini a Ovest. Il percorso pedonale oggetto di mitigazione attraversa una fascia altimetrica compresa tra l'abitato di Avezzano e il Valico, caratterizzata da pendenze medio-alte e una dinamica geomorfologica attiva.

Il rilievo è costituito prevalentemente da una possente successione di **calcari e calcari marnosi** (Serie Laziale-Abruzzese). La morfologia del versante è controllata dalla struttura tettonica (faglie del bordo fucense) che conferisce al pendio un profilo asimmetrico e scosceso. Il substrato roccioso è diffusamente ricoperto da:

- **Coltri detritiche e depositi di versante:** accumuli di materiale calcareo di varia pezzatura, da grossolana a fine, spesso immersi in una matrice limoso-sabbiosa di alterazione.

- **Suoli antropizzati:** la sede del percorso pedonale, parzialmente modellata dall'uomo, poggia su questi depositi incoerenti che risultano altamente suscettibili all'erosione idrica.

Il principale agente modellatore attuale è rappresentato dal ruscellamento superficiale delle acque meteoriche. L'assenza di una regimentazione idraulica efficiente e l'aumento dell'intensità degli eventi meteorici hanno innescato i seguenti processi:

- **Erosione Lineare e Gully Erosion:** lungo il sentiero si osservano incisioni profonde (solchi erosivi) che tendono ad approfondirsi regredendo verso monte, asportando la frazione fine del terreno e destabilizzando il piano di calpestio.

- **Instabilità dei cigli (Creep):** le coltri detritiche superficiali subiscono lenti movimenti di scivolamento verso valle, aggravati dal degrado delle vecchie opere di sostegno lignee che non garantiscono più il contenimento laterale.

- **Scalzamento Idraulico localizzato:** in corrispondenza degli scarichi (tombini di monte), l'energia cinetica dell'acqua concentrata provoca l'asportazione dei materiali alla base delle strutture (pila della passerella), compromettendo la stabilità delle fondazioni.

3.5. Inquadramento Idrogeologico

Le dorsali carbonatiche che circondano la piana del Fucino sono caratterizzate da acquiferi ad alta potenzialità idrica e da un'elevata circolazione idrica sotterranea grazie all'elevata permeabilità per fratturazione e carsismo che caratterizza le rocce calcaree. Questa circolazione sotterranea trova sbocco in diverse sorgenti per soglia di permeabilità sovrimposta, grazie al contatto dei sedimenti argilloso-siltosi a bassa permeabilità della piana del Fucino con i calcari fratturati molto permeabili. Per questa ragione le sorgenti sono allineate lungo i margini della Piana del Fucino (Celico, 1983). In particolare si ritrovano sorgenti:

1) a Nord, dai massicci del Monte Velino e del Monte Sirente;
2) a Est, dai massicci del Monte Sirente e del Monte Pianeccia-Fontecchia;
3) a Sud, dai Monti Carseolani e da Monte Cornacchia;
4) a Ovest, dai massicci dei Monti Carseolani e del Monte Velino.

La situazione è più complessa per l'acquifero sotterraneo nella piana del Fucino. L'acquifero sotterraneo è costituito principalmente da depositi fluvio-lacustri (Pliocene-Olocene) con elevata variabilità di litotipi. In particolare, depositi fluviali prevalentemente ghiaioso-sabbiosi sono presenti verso i bordi della Piana a ridosso dei rilievi carbonatici, mentre depositi lacustri essenzialmente argilloso-limosi-sabbiosi sono presenti nel settore centrale e sono caratterizzati da uno spessore di circa 1000 metri (Giraudi, 1988; Cavinato et al., 2002). Il limite inferiore è dei depositi fluvio-lacustri è marcato dal contatto con il complesso arenaceo-argilloso dei depositi flyschoidi (Cavinato et al., 2002). I depositi affioranti nella Piana sono costituiti prevalentemente da limi e sabbie (Zarlenga, 1987), a bassa permeabilità. Verso il centro della piana si passa a litotipi prevalentemente argillosi, con permeabilità quasi nulla, mentre verso la base delle dorsali calcaree si passa verso litotipi più ghiaiosi (Bosi et al., 1995). Alla base delle dorsali carbonatiche sono presenti numerose conoidi ghiaiose (Cardarelli et al., 2003) con valori di conducibilità idraulica che variano tra 1 cm/s e 5 cm/s.

A causa della elevata eterogeneità geologica e giaciturale che caratterizza i vari litotipi (con lenti più o meno estese e tra loro interdigitate a depositi con differente grado di permeabilità) che costituiscono l'acquifero sotterraneo nella piana del Fucino, la circolazione idrica sotterranea si esplica secondo "falde sovrapposte" caratteristica di un acquifero multifalda poroso; (Celico, 1988). Dall'assetto stratigrafico appena descritto ne consegue che, in poche centinaia di metri, vi possono essere variazioni orizzontali e verticali di permeabilità di parecchi ordini di grandezza, cosicché la struttura dei corpi alluvionali è molto complessa

a scala locale (con interdigitazioni di corpi lenticolari a diversa permeabilità). Tuttavia, alla scala regionale del bacino del Fucino, le unità idrogeologiche hanno una geometria pressoché tabulare (Celico, 1988).

L'elevata permeabilità per fratturazione dei calcari del Monte La Salviano, permette un'ottima infiltrazione delle acque piovane limitando il ruscellamento e lo scorrimento superficiale delle acque meteoriche e favorendo una circolazione idrica sotterranea nell'acquifero carbonatico fratturato. L'infiltrazione delle acque meteoriche è permessa anche all'elevata permeabilità dei depositi Plio-Quaternari che caratterizzano la base del versante sud-orientale del Salviano così come tutto il ventaglio rappresentato dalla parte distale del conoide di Valle Majelama. La permeabilità relativa dei sedimenti alluvionali quaternari può influenzare l'idrodinamica sotterranea, permettendo scambi idrici sotterranei tra acquiferi carbonatici e falde multistrato dei depositi quaternari, che in genere ricevono apporti idrici sotterranei dai rilievi montuosi.

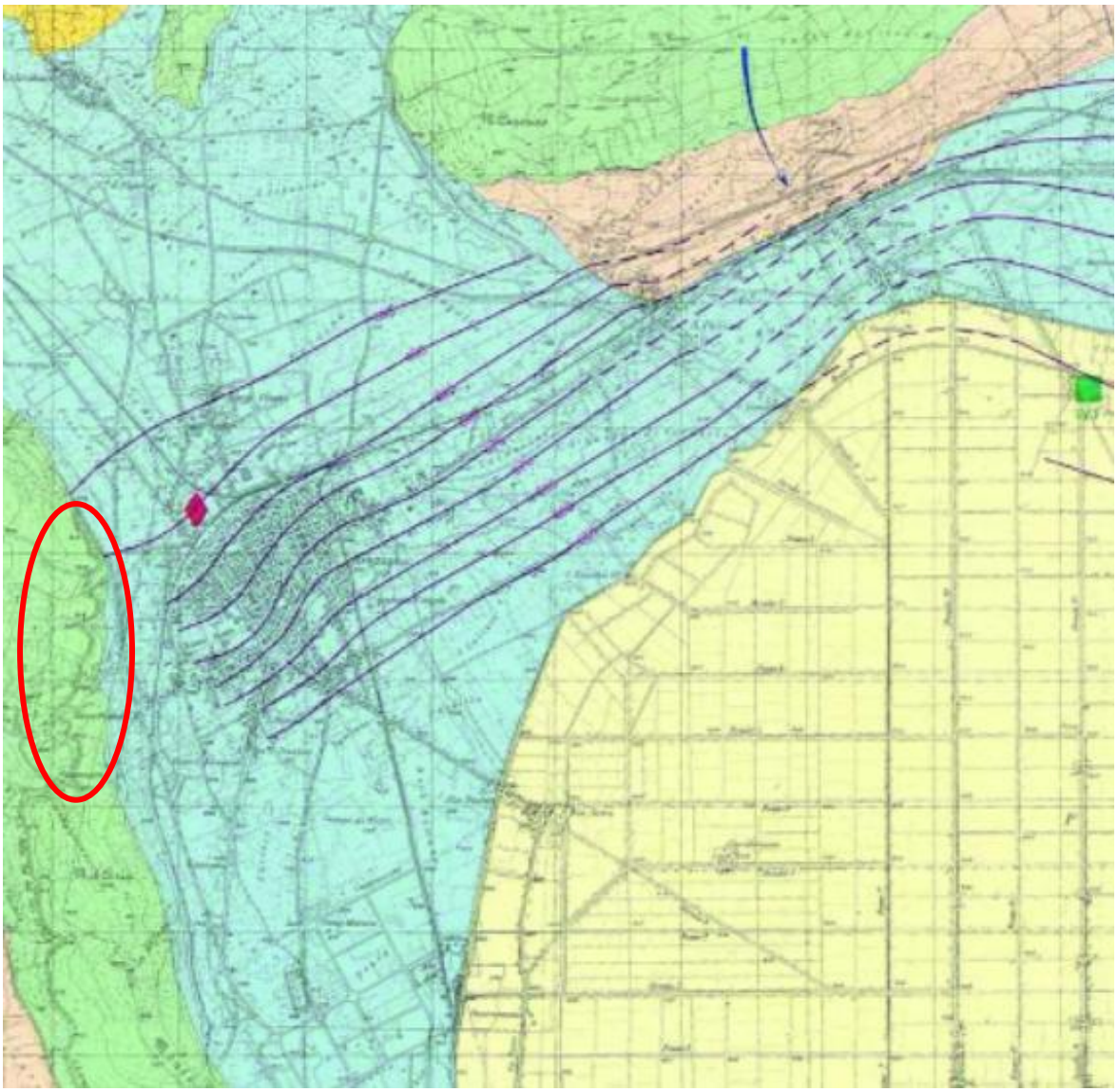


Figura 9 – Stralcio idrogeologico del sito in esame, mod. dalla Carta Idrogeologica del Fucino (Petitta M. et al., 2005).



Figura 10 – *Legenda della carta dei complessi idrogeologici*

L'area in esame ricade nel complesso dei depositi detritico - alluvionali recenti: è costituito da depositi di versante, eluvio-colluviali, di conoide alluvionale e fluvio-lacustri del Pleistocene superiore – Olocene; la permeabilità è variabile, generalmente medio-alta per porosità; sono presenti falde di limitata estensione e potenzialità, a luoghi sospese.

3.6. Inquadramento Sismico

Nel territorio abruzzese l'attività sismica più forte è concentrata in prevalenza lungo la catena appenninica, in particolare ad W del Gran Sasso e della Maiella, mentre lungo la fascia pedemontana e costiera si osserva una sismicità più modesta.
La massima intensità macrosismica osservata in Abruzzo è pari all'XI grado della Scala MCS. I terremoti dell'area appenninica abruzzese sono associabili a faglie quaternarie, normali o trastensive, osservabili in superficie, ben definibili in termini di lunghezza, giacitura e cinematica e spesso caratterizzate da attività riferibile al Pleistocene sup - Olocene, talvolta con evidenze dirette di dislocazione cosismica superficiale in occasione di forti terremoti (*Lavecchia et alii, 2006).* Le strutture che possono influenzare maggiormente la sismicità dell'area di studio, sono le seguenti:
Alta valle dell'Aterno: (comprende i segmenti del Monte Pettino e di Camarda/Paganica, che si sono attivati durante l'evento del 6 aprile 2009), *Campo Felice – Piani di Pezza-Ovindoli, Conca di Rieti, Valle del Salto M. Velino, Montereale, Media Valle dell'Aterno, Gran Sasso, Campo Imperatore, Assergi - M. Cappucciata - M. S. Vito, Monti della Laga, Fucino.*

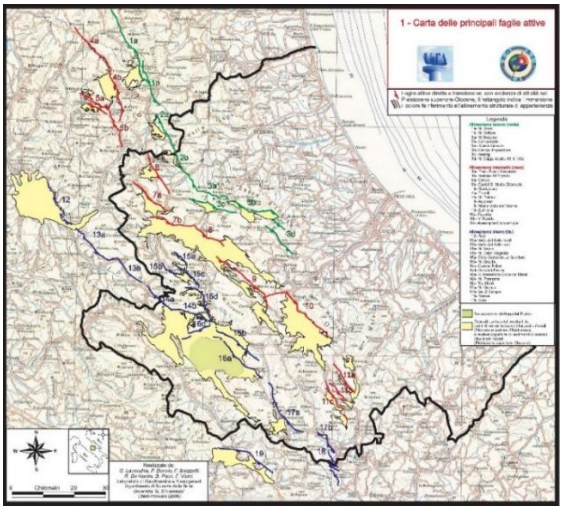


Figura 11: Carta delle principali faglie attive della regione Abruzzo
(Lavecchia et al., 2006)

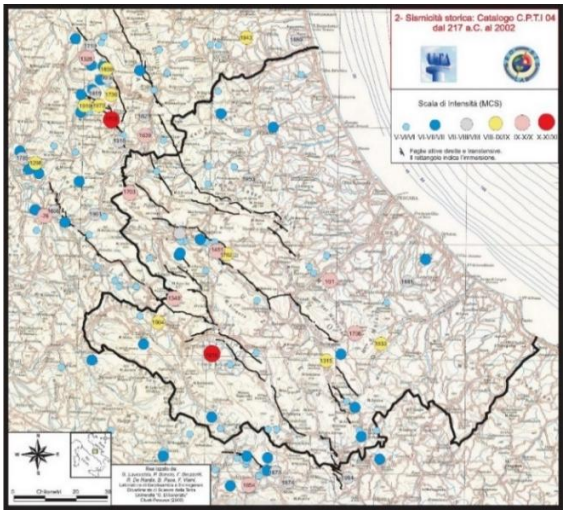


Figura 12: Carta dei principali eventi sismici avvenuti nella Regione Abruzzo (Lavecchia et al., 2006)

Queste strutture hanno dato luogo a terremoti, come i sismi distruttivi, avvenuti in epoca storica, del 1349, 1461, 1703, 1706 e 1915.
Senza dimenticare l'evento aquilano del 6 aprile 2009 (intensità epicentrale I0= IX-X MCS, magnitudo momento Mw = 6.3) il quale come quelli sopra menzionati, è avvenuto all'interno della **ZS 923** della zonazione sismogenetica ZS9 (Meletti et al. 2004), utilizzata per la compilazione della mappa di pericolosità sismica MPS04 (GdL MPS, 2004).

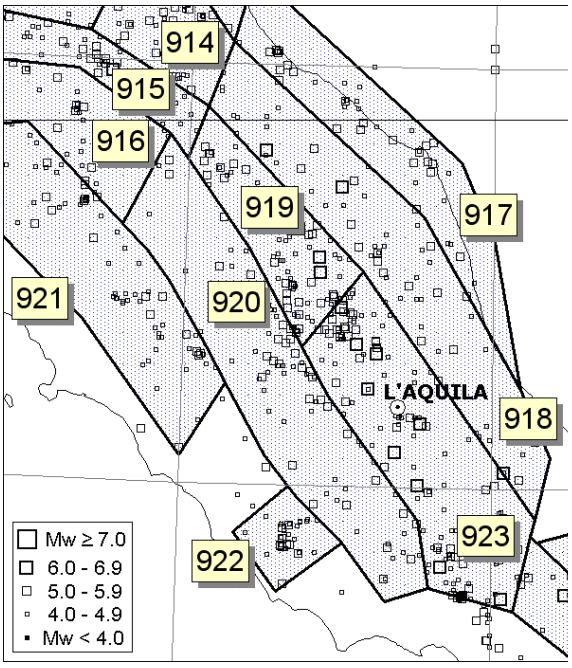


Figura 13: Zone sorgenti dell'Appennino centrale (Meletti et al., 2008)

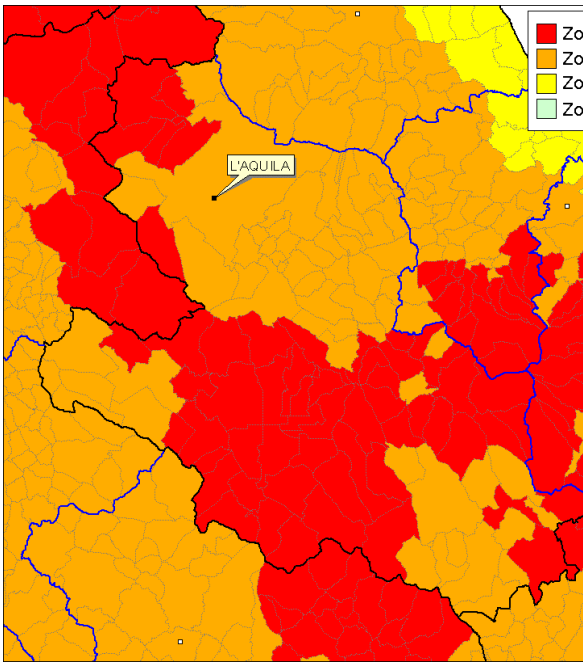


Figura 14: Zone sismiche aggiornate dall'OPCM 3274/2003 e recepite dalle Regioni.

Attualmente il territorio della Comune di Avezzano in base a quanto stabilito dall''Ordinanza PCM 3274/2003, è classificato in **Zona Sismica 1** e cioè quella a più elevato rischio sismico.

Per una più adeguata caratterizzazione macrosismica dell'area di progetto, si è provveduto alla consultazione del **catalogo DISS** (Database per l'individuazione delle sorgenti sismogenetiche del quale si riporta uno stralcio:

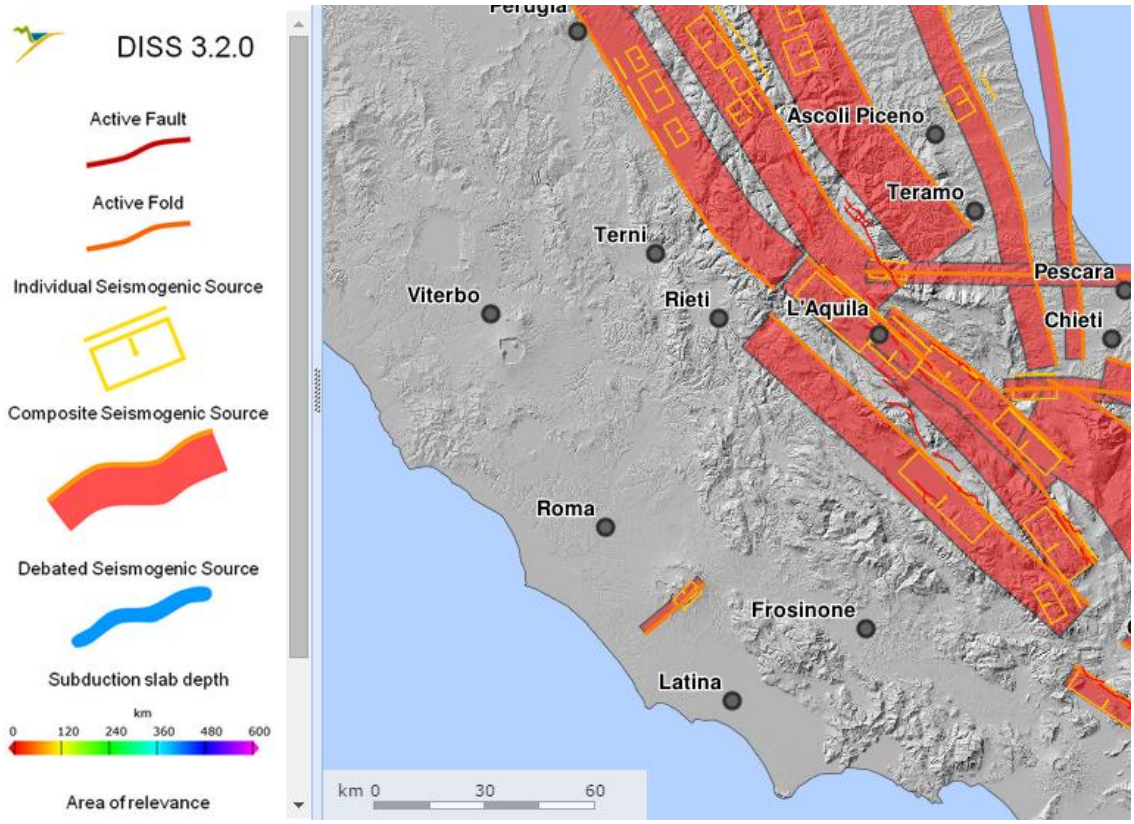


Figura 15: Immagine tratta dal Catalogo DISS (Database per l'individuazione delle sorgenti sismogenetiche). Il cerchio nero indica l'areale di studio.

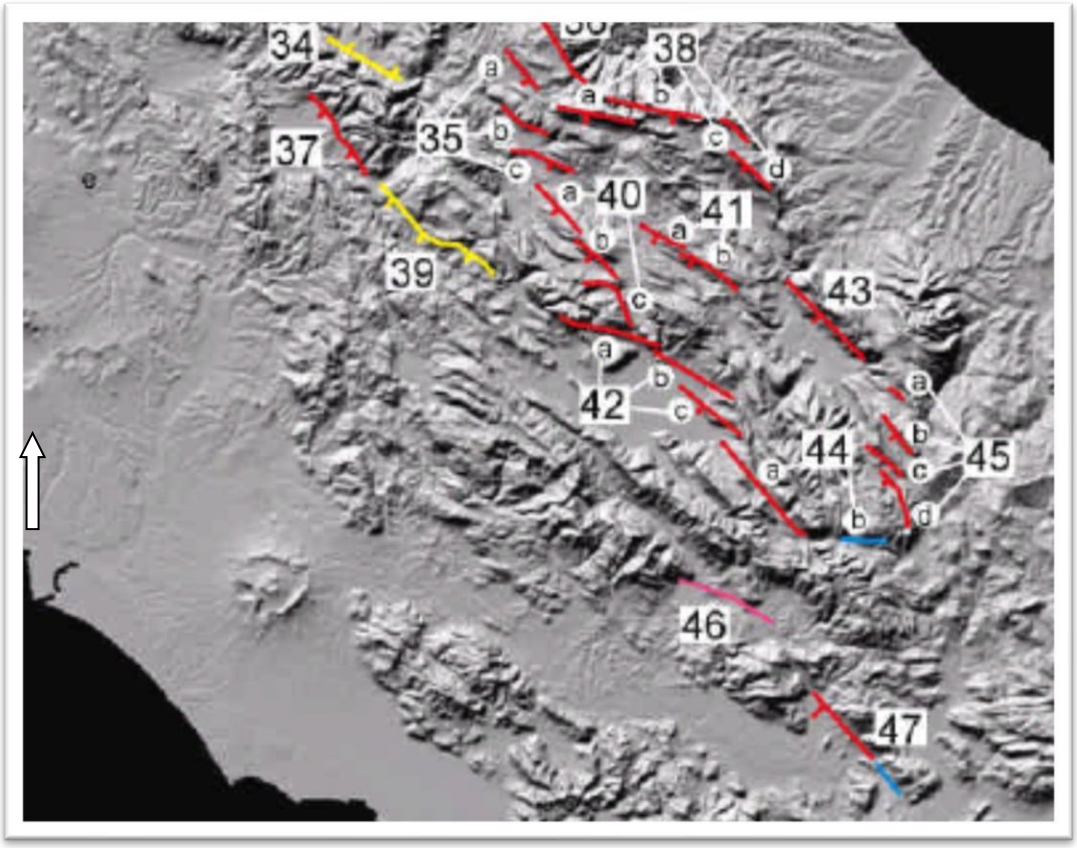
Da tale analisi, emerge come il nostro sito sia incluso all'interno del Box Sismogenetico dato dalla sorgente sismogenetica composita **Lago del Salto Ovindoli Barrea**. La massima Magnitudo associata a questa sorgente, e paria a **6.7**.

Inquadramento Sismotettonico

Una visione esaustiva dei lineamenti tettonici sismogenetici dell'Appennino centrale è data dallo stralcio della "Carta delle faglie attive dell'Appennino centrale" *(Galadini et al., 2000)* e la relativa tabella descrittiva; in particolare per l'area del Comune di Avezzano, particolare rilievo è assunto dal lineamento n°42 a,c,b. (Fucino) per l'estrema vicinanza, ma effetti disastrosi si sono registrati anche a seguito di eventi sismici connessi con le faglie della Conca Aquilana, e delle più distanti strutture della media Valle dell'Aterno e del Monte Morrone nonché delle strutture di Leonessa e Rieti

Dalla "Sintesi delle conoscenze sulle faglie attive in Italia centrale" (CNR-GNDT, 2000) è noto che la faglia del Fucino a cinematica normale ha una struttura di superficie con direzione grossomodo appenninica di lunghezza superiore a 20 km; tale lineamento è responsabile del terremoto di Avezzano del 1915 a seguito del quale si sono avute numerose manifestazioni di fagliazione superficiale. Lo spostamento cosismico medio

associato all'evento del 1915 è stimato pari a 60 cm, mentre la profondità dello strato sismogenetico è ritenuta pari a 8-10 km. La massima magnitudo attesa per questa struttura è pari a 7.



Faglie e sistemi di faglia	Lunghezza del sistema di faglia (km)	Slip rate verticale (mm/a)	Slip rate verticale minimo (mm/a)	Intervallo cronologico	Intervallo di ricorrenza per eventi di fagliazione di superficie (anni)	Spessore strato sismogenetico (km)
Gubbio (29)	21	-	-	-	-	5
Gualdo Tadino (30)	-	-	-	-	-	-
Colfiorito (31)	20	0,3-0,4	-	Quaternario	-	8-10
Norcia (32)	30	0,5-0,7[4]	0,2[2]	[1]Quaternario [2]0,1 Ma	-	10-12
M. Vettore (33)	18	0,5-0,6	0,25-0,3	12000-3600 BP	-	-
Leonessa (34)	21	0,3	-	Olocene	-	-
Alta Valle dell'Aterno (35)	25	0,47-0,86	-	31710±760 BP 23330±300 BP	-	8-12
M.ti della Laga (36)	18	0,73-0,9[1]	0,3-0,36[2]	[1]20000-30000 BP [2]6395-6175 BC	-	-
Rieti (37)	27	0,5	-	Olocene	-	-
Campo Imperatore-Assergi-M. Cappucciata (38)	40	0,67-1	-	[1]18000-13000 BP	2.500-7.000	8-12
Valle del Salto (39)	24	0,3	-	Olocene	-	-
Campo Felice-Colle Cersasito*/ Ovindoli-Pezza** (40)	*16/**12-20	*1,1/**0,8-1,2[1] **1,2-2,3[2]	-	*18000 BP **7000 BP[2] **7000-10000 BP[2]	**2.760-3.200	-
Media Valle dell'Aterno (41)	21	0,33-0,43	-	1,5 Ma	-	-
Fucino (42)	33	0,7-0,8[4]	0,4-0,5[2] 0,37-0,43[3]	[1]0,8-1 Ma [2]19100±650 BP [3]0,4 Ma	1.400-2.600	-
M. Morrone (43)	20	-	0,5-0,66	0,9-1,0 Ma	-	-
Alta Valle del Sangro (44)	20	-	0,17-0,21	0,8-1 Ma	-	13
Aremogna-Cinquemiglia (45)	16	-	0,2	10000 BP	-	-
Sora (46)	-	-	-	-	-	-
S. Pietro Infine (47)	17	-	-	-	-	-

Tab. 2 - Sintesi dei dati disponibili sulle faglie attive dell'Appennino centrale.

Figura 16: Carta delle faglie attive dell'Appennino centrale" (Galadini et al., 2000)

A proposito delle faglie reputate attive che insistono all'interno del territorio comunale di Avezzano, si è provveduto alla consultazione del catalogo "on-line" ITHACA, tramite il portale del Servizio Geologico d'Italia, GeoMapViewer-2 (http://sgi1.isprambiente.it/GMV2/index.html).

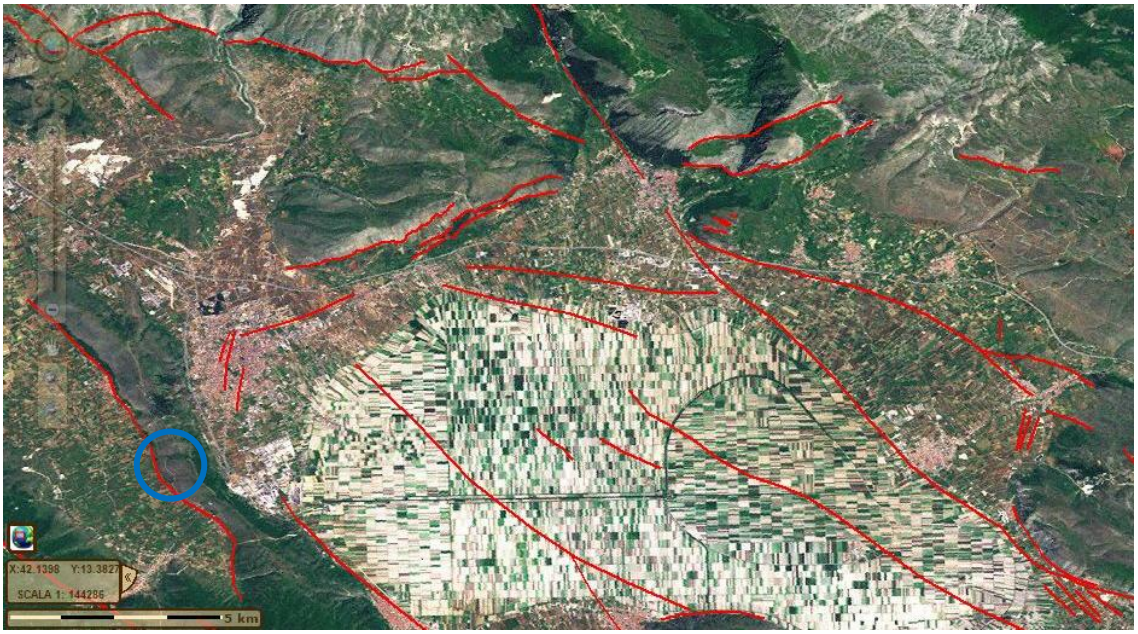


Figura 17: Carta delle Faglie attive e capaci data base ITHACA. Sismicità Storica (Con il cerchio blu è evidenziata l'area di indagine)

Sismicità storica

L'analisi della pericolosità sismica storica del Comune di Avezzano è stata eseguita utilizzando le informazioni macrosismiche messe a disposizione della comunità scientifica a seguito del Progetto S1 dell'INGV, vale a dire il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI15 (*Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F., Castelli V., Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A., Azzaro R., D'Amico S., Conte S., Rocchetti E. (2016). DBMI15, the 2015 version of the Italian Macroseismic Database. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. doi:http://doi.org/10.6092/INGV.IT-DBMI15*) ed il **BDMI15** che rappresenta un database di osservazioni macrosismiche di terremoti nell'area italiana al di sopra della soglia del danno. In particolare, è stata adottata una procedura che analizza la sismicità locale con un approccio "di sito". Come noto, tale approccio tende a riscostruire le storie sismiche locali analizzando le distribuzioni areali dei risentimenti generati dai terremoti noti per il territorio nazionale e presenti, nei Cataloghi Sismici. In questa relazione, l'obiettivo è stato quello di valutare le massime intensità sismiche risentite nel Comune di Avezano. Più in dettaglio si riporta di seguito la tabella ed il grafico della storia sismica di Avezzano.

Osservazioni sismiche (71) disponibili per Avezzano (AQ):

File downloaded from CPTI15 - DBMI15					
Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2015 - Database Macrosismico Italiano 2015					
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia					
Seismic history of	**Avezzano**				
PlaceID	**IT_55944**				
Coordinates (lat, lon)	**42.032, 13.426**				
Municipality (ISTAT 2015)	**Avezzano**				
Province	**L'Aquila**				

Region	**Abruzzo**				
No. of reported earthquakes	**71**				
Intensity	**Year Mo Da Ho Mi Se**	**Epicentral area**	**NMDP**	**Io**	**Mw**
4	1778 01 24 07 45	Marsica	6	6-7	4,86
6-7	1850 12 30 05 30	Marsica	4	6-7	4,86
4-5	1873 03 12 20 04	Appennino marchigiano	196	8	5,85
5-6	1885 04 10 01 44	Appennino laziale-abruzzese	44	5	4,57
NF	1887 01 27 02 45	Aquilano	30	5	4,17
4	1887 04 15 02 50	Marsica	2	4-5	3,93
5	1891 05 09 00 16	Val Roveto	41	5	4,42
3	1892 01 21 20 15	Valle del Salto	14	5	4,4
4	1895 08 09 17 38 20.00	Adriatico centrale	103	6	5,11
NF	1895 11 01	Campagna romana	94	6-7	4,83
3	1898 06 27 23 38	Reatino	186	8	5,5
5	1904 02 24 15 53 26.00	Marsica	56	8-9	5,68
5	1904 02 25 00 29 13.00	Marsica	34	5-6	4,56
5-6	1904 03 03 18 55 44.00	Marsica	6	4-5	4,32
4-5	1904 03 10 04 21 36.00	Marsica	4	5	4,16
4	1905 08 25 20 41	Valle Peligna	29	6	5,15
NF	1910 02 22 15 35	Magliano de' Marsi	13	5	4,16
NF	1911 04 10 09 43	Colli Albani	79	6	4,74
NF	1913 10 04 18 26	Molise	205	7-8	5,35
4-5	1914 04 14 02 49	Marsica	22	5	4,26
11	1915 01 13 06 52 43.00	Marsica	1041	11	7,08
5-6	1915 04 05 06 18 58.00	Valle dell'Aniene	21	6	4,8
5-6	1915 07 08 23 41 18.00	Marsica	1		
5	1915 09 23 18 07	Marsica	18	6	5,07
5-6	1915 12 04 01 02	Marsica	27	5-6	4,47
5	1917 01 03 01 35	Marsica	57		
4-5	1917 07 08 02	Appennino laziale-abruzzese	44	5-6	4,68
4-5	1919 04 20 06 32	Marsica	11	4-5	4,11
3	1919 10 22 06 10	Anzio	142	6-7	5,22
5-6	1922 12 29 12 22 06.00	Val Roveto	119	6-7	5,24
3	1923 05 13 14 30 59.00	Valle del Salto	21	5	4,33
6-7	1927 10 11 14 45 08.00	Marsica	81	7	5,2
NF	1927 12 26 15 06 14.00	Colli Albani	38	7	4,89
4	1929 01 14 04 01	Monti della Meta	32	4-5	4,42
3-4	1930 07 23 00 08	Irpinia	547	10	6,67
4	1931 10 21 07 35	Ciociaria	23	5	4,23
4	1933 09 26 03 33 29.00	Maiella	325	9	5,9
5	1950 09 05 04 08	Gran Sasso	386	8	5,69
F	1951 08 08 19 56	Gran Sasso	94	7	5,25
3	1957 04 11 16 19	Valle del Salto	46	6	4,94
4	1958 06 24 06 07	Aquilano	222	7	5,04

5	1960 03 14 04 44	Marsica	40	7	4,72
5	1961 04 06 11 34 42.00	Val Roveto	13	6	4,55
F	1961 04 10 06 56	Alto Aniene	19	6	4,55
F	1961 04 12 00 44	Alto Aniene	44	6-7	4,62
3-4	1961 10 31 13 37	Reatino	84	8	5,09
4	1962 08 21 18 19	Irpinia	562	9	6,15
4-5	1967 12 03 21 29 59.00	Aquilano	32	5	4,37
5	1979 09 19 21 35 37.00	Valnerina	694	8-9	5,83
4	1980 06 09 16 02 47.00	Aquilano	28	6	4,64
5	1980 06 14 20 56 50.00	Marsica	69	5-6	4,96
3	1980 10 01 00 57 38.00	Frusinate	41	5	4,26
4	1980 11 23 18 34 52.00	Irpinia-Basilicata	1394	10	6,81
5	1983 08 12 19 36 30.00	Monti della Meta	53	5	4,76
NF	1984 04 29 05 02 59.00	Umbria settentrionale	709	7	5,62
5	1984 05 07 17 50	Monti della Meta	912	8	5,86
4	1984 06 24 22 02 44.47	Monti della Meta	79	6	4,57
4	1984 07 01 07 47 12.54	Monti della Meta	74	6	4,63
3	1985 05 20 10 00 28.35	Aquilano	29	5-6	4,51
2	1986 10 13 05 10 00.31	Monti Sibillini	322	5-6	4,46
NF	1990 05 05 07 21 29.61	Potentino	1375		5,77
NF	1991 05 05 06 33 35.68	Aquilano	64	6	3,86
NF	1994 08 05 22 01 23.47	Val Roveto	81	5-6	4,15
2	1994 08 07 06 31 12.68	Val Roveto	103	5-6	4,25
2	1997 09 26 00 33 12.88	Appennino umbro-marchigiano	760	7-8	5,66
3-4	1997 10 14 15 23 10.64	Valnerina	786		5,62
3-4	1998 05 12 21 46 30.46	Monti Simbruini	48	5	3,77
NF	1998 08 15 05 18 08.89	Reatino	233	5-6	4,42
2	2000 03 11 10 35 27.49	Valle dell'Aniene	214	6	4,25
2	2000 06 27 07 32 31.75	Valle dell'Aniene	138	6	4,24
5	2009 04 06 01 32 40.40	Aquilano	316	9-10	6,29

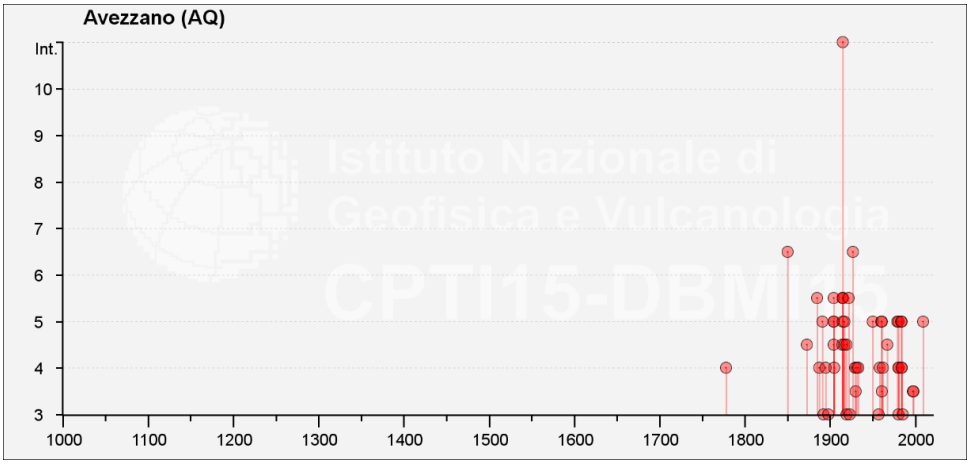


Tabella 1: Grafico illustrante la storia sismica di Avezzano dal 1000 al 2016. Sulle ordinate sono riportate le intensità sismiche (Is) dei terremoti rilevati, mentre sulle ascisse sono riportati i riferimenti temporali espressi in anni. (http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/query_place/).

Si tiene a precisare che i dati di danneggiamento esistenti in letteratura per il Comune di Avezzano indicano che buona parte del territorio comunale, è soggetto a fenomeni di amplificazione locale del moto sismico al suolo cosi come si evince dalla Carta delle MOPS (Microzone Omogenee in prospettiva sismica) estratta dal lavoro di Microzonazione Sismica di I Livello del territorio comunale di Avezzano e riportata in stralcio.

Microzonazione sismica di I livello

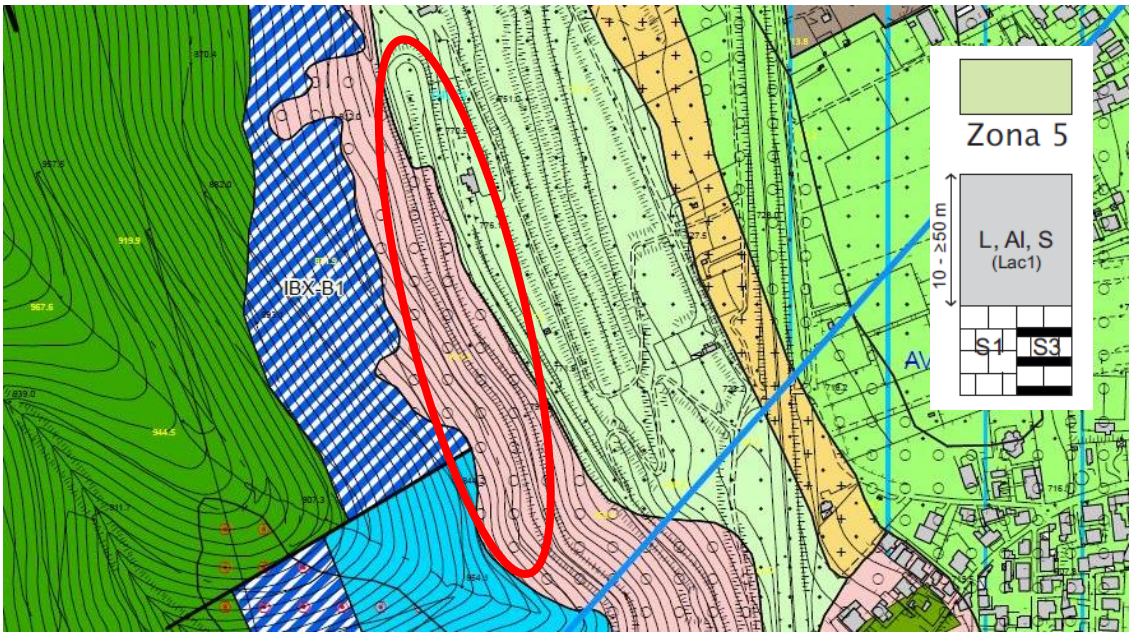


Figura 18: Stralcio tratto dal lavoro di Microzonazione Sismica del Comune di Avezzano (AQ).

Da tale cartografia, si evince come il sito d'indagine rientri nella Zona 5 classificata come Zona Stabile Suscettibile di Amplificazione locale.
La zona è caratterizzata dalla presenza di alternanze di limi e limi argillosi da consistenti a molto consistenti e sabbie medie. Tali litologie caratterizzano dunque la fascia pedemontana ad ovest di Avezzano fra le quote 730 e 780 mslm.

3.7. Quadro Vincolistico

L'analisi dell'inquadramento vincolistico del percorso pedonale tra il centro abitato di Avezzano e il Valico del Monte Salviano costituisce un passaggio preliminare indispensabile per garantire la coerenza dell'intervento con gli strumenti di pianificazione sovraordinata. L'area in oggetto è infatti caratterizzata da una complessa stratificazione di tutele, che spaziano dalla salvaguardia ambientale del sistema delle aree protette regionali ai vincoli paesaggistici e idrogeologici, volti a preservare l'integrità di uno dei corridoi ecologici e storici più significativi della Marsica.

- **Vincolo PAI**

L'area di intervento è interessata dalla perimetrazione PAI Liri Garigliano Volturno che la inserisce in zone A4 (Alta Attenzione) e in aree di possibile ampliamento di fenomeni franosi (C1)

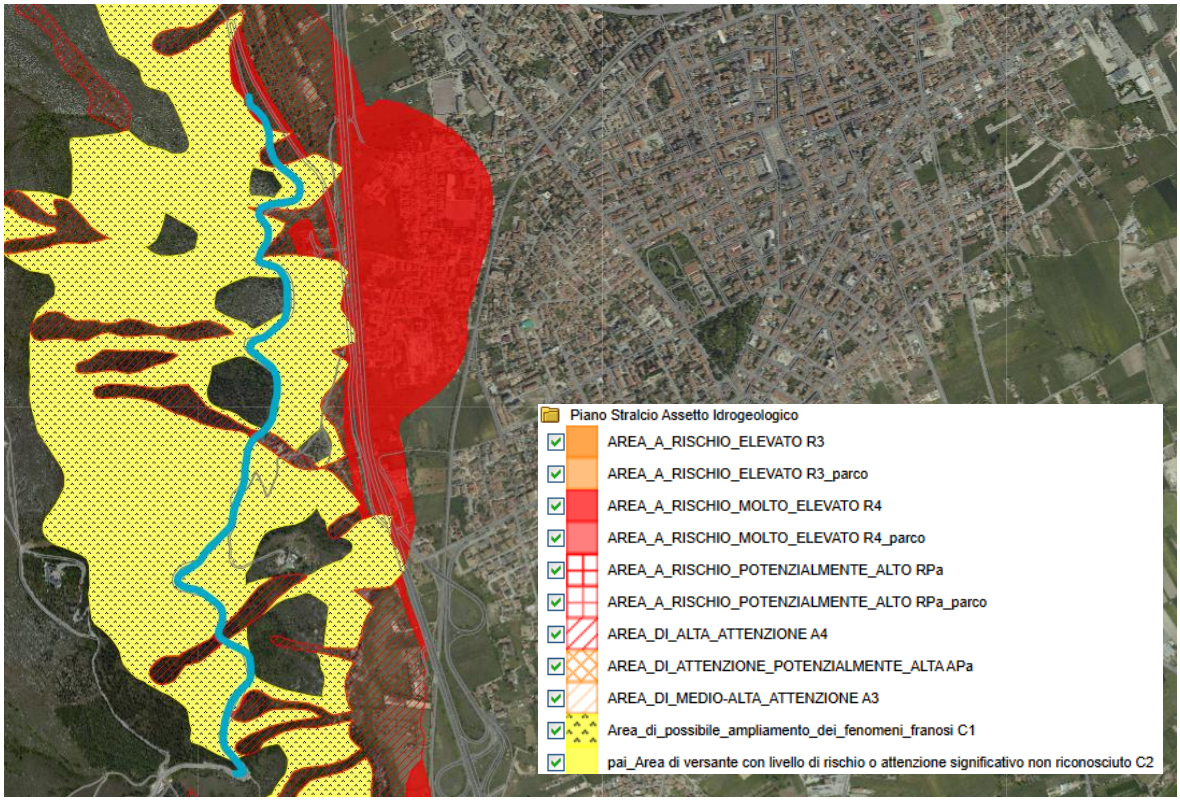


Figura 19 – *Stralcio PAI Liri-Garigliano-Volturno*

Le zone A4 sono aree in cui, pur in assenza di fenomeni franosi attivi conclamati al momento della mappatura, le caratteristiche geomorfologiche, litologiche e di pendenza indicano una propensione molto elevata al dissesto. In queste zone la stabilità è precaria. Qualsiasi intervento che modifichi il profilo del terreno, il carico sul versante o il regime delle acque può innescare un movimento franoso.

L'Area di Possibile Ampliamento dei Fenomeni Franosi (C1) indica zone limitrofe a frane esistenti o aree che, per evoluzione naturale del versante, possono essere coinvolte in futuri

cinematismi. Il rischio non è statico ma dinamico. L'area C1 funge da "cuscinetto" o zona di potenziale espansione del rischio, rendendo l'area soggetta a forti limitazioni cautelative.

Data la classificazione A4 e C1, la realizzazione di interventi lungo il percorso è subordinata ai seguenti adempimenti:

- Studio di Compatibilità Idrogeologica: È obbligatorio produrre una relazione geologica e geotecnica di dettaglio, basata su indagini in situ (sondaggi, prove penetrometriche), che dimostri che l'opera non pregiudichi la stabilità del versante.
- Invarianza Idraulica e Gestione Acque: Ogni intervento deve prevedere un sistema di regimazione delle acque meteoriche che impedisca l'infiltrazione concentrata o il ruscellamento superficiale erosivo.

- **Vincolo Idrogeologico**

L'area interessata dal tracciato pedonale ricade all'interno del perimetro del Vincolo Idrogeologico istituito con **Regio Decreto 30 dicembre 1923, n. 3267:** *"Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani"*. È la norma madre che definisce quali terreni devono essere vincolati (Art. 1).



Figura 20 – *Stralcio della carta del Vincolo Idrogeologico*

In questo caso il vincolo mira al rispetto dell'attuale uso del suolo in modo tale che l'intervento da realizzare non comporti l'innesco di fenomeni erosivi, il disboscamento incontrollato dei versanti e l'alterazione del regime delle acque.

4. Campagna di Indagini Geognostiche

Il presente rapporto descrive in dettaglio la campagna di indagini condotta il 15 marzo 2026 nel comune di Avezzano (AQ), lungo il versante nord-orientale del Monte Salviano. L'intervento è finalizzato alla caratterizzazione geotecnica del sottosuolo per la progettazione di opere di sostegno in gabbioni a protezione del versante.

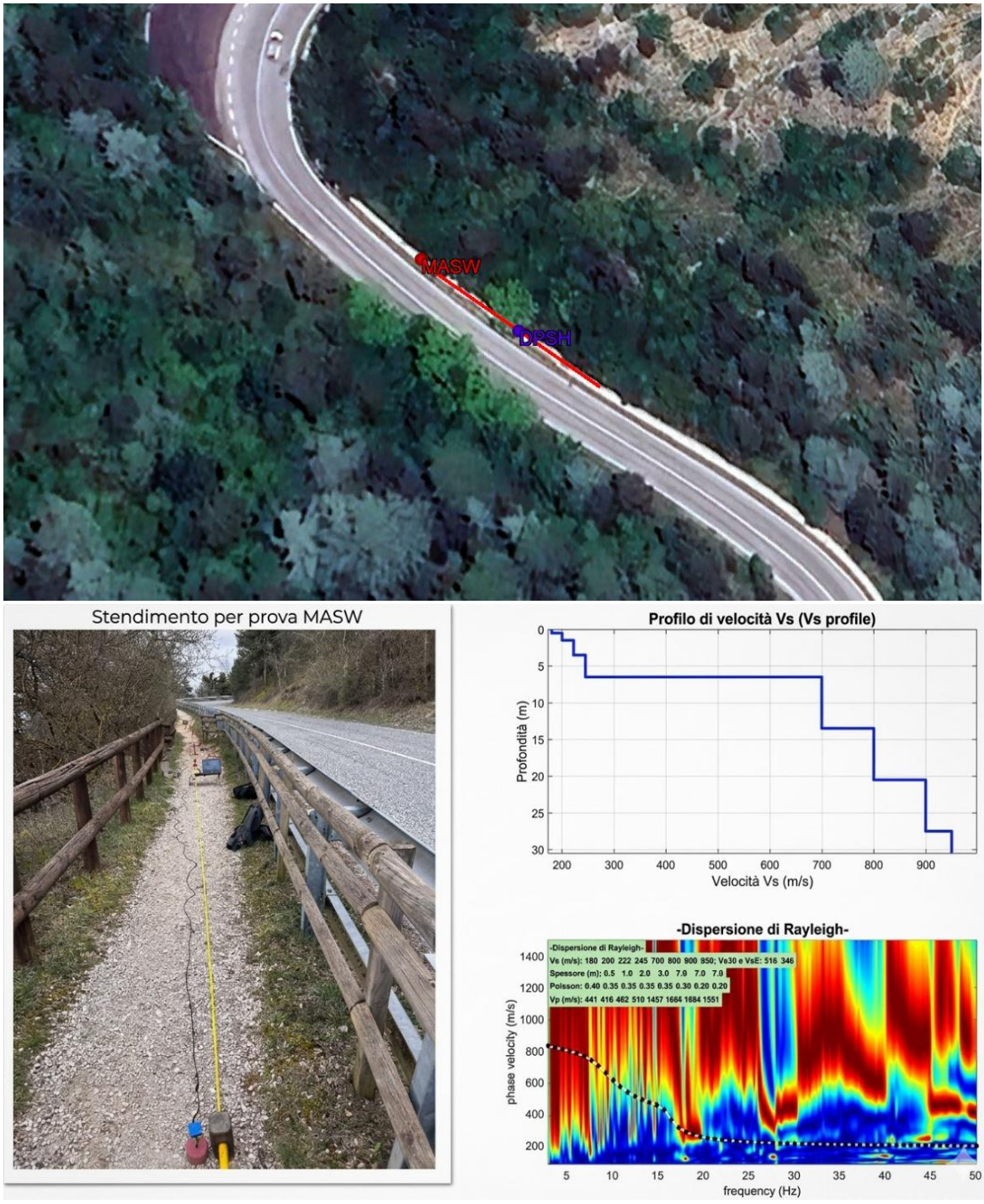


Figura 21 – *Dettagli sulla prova MASW eseguita in sito con relativo report*

Al fine di definire la stratigrafia e le caratteristiche di resistenza dei terreni, è stata eseguita una prova penetrometrica dinamica super pesante (DPSH) mediante l'utilizzo di un penetrometro Pagani TG 63-200.

- Modalità di esecuzione: La prova consiste nell'infissione nel terreno di una batteria di aste dotata di una punta conica all'estremità. L'avanzamento avviene tramite la caduta libera di una massa battente di peso noto da un'altezza prefissata. Durante l'infissione, viene registrato il numero di colpi necessario per l'avanzamento della punta per intervalli di profondità costanti.
- Finalità e Parametri: Il numero di colpi (N) ottenuto funge da indice della resistenza alla penetrazione, permettendo di stimare il grado di addensamento o la consistenza dei terreni. Attraverso correlazioni empiriche, questa prova consente di ricavare parametri fondamentali quali il peso di volume, l'angolo di resistenza al taglio per terreni granulari, la coesione non drenata per quelli coesivi e i moduli deformativi.
- Risultati in sito: L'indagine ha raggiunto una profondità di 3,00 metri, evidenziando una coltre superficiale di depositi eluvio-colluviali rimaneggiata limoso-argillosa (0.00-2.60 m) poggiante su un deposito detritico grossolano molto più compatto.

Per la caratterizzazione sismostratigrafica e la determinazione del profilo delle velocità delle onde di taglio (Vs), è stata impiegata la metodologia MASW, una tecnica geofisica non invasiva.

- Principio del metodo: Il metodo sfrutta la natura dispersiva delle onde superficiali di Rayleigh in un mezzo stratificato. Poiché onde a diverse frequenze penetrano a profondità differenti (le alte frequenze indagano la superficie, le basse penetrano più nel profondo), l'analisi della loro velocità di fase permette di ricostruire un modello di rigidezza del sottosuolo.
- Modalità di esecuzione: L'acquisizione è avvenuta tramite una stesa lineare di geofoni collegati a un sistema di acquisizione digitale. Le onde sono state generate artificialmente in superficie tramite una sorgente impulsiva (colpo di mazza su piastra) e registrate simultaneamente dai sensori.
- Elaborazione e Risultati: I segnali registrati sono stati elaborati mediante software specifici per ottenere la curva di dispersione e, tramite inversione, il profilo verticale delle velocità Vs. L'indagine ha permesso di calcolare il parametro Vs30 (516 m/s), fondamentale per la classificazione sismica del suolo secondo le NTC 2018 (Categoria E), e di individuare un netto contrasto di rigidezza a circa 6,5 metri di profondità.

La combinazione di prove dirette (DPSH) e indirette (MASW) ha permesso di ottenere un quadro completo del sito:

- DPSH: Ha definito con precisione i parametri geomeccanici dei primi 3 metri, utili per il dimensionamento diretto delle fondazioni dei gabbioni.
- MASW: Ha esteso la conoscenza del sottosuolo fino a oltre 27 metri, identificando la profondità del substrato rigido e fornendo i parametri necessari per l'analisi della risposta sismica locale

Oltre alle prove descritte, al fine di caratterizzare il volume del terrapieno attualmente sede del percorso pedonale, sono stati effettuati una serie di scavi a sezione obbligata che hanno messo a nudo la struttura emergente della palizzata esistente.



Figura 22 – *Immagini delle trincee esplorative effettuate lungo il percorso*

Le indagini condotte tramite saggi meccanizzati lungo il percorso pedonale del Salviano hanno permesso di delineare un quadro preciso della natura del terreno e delle opere di sostegno presenti. Il rilevato è costituito da un deposito di riporto antropico caratterizzato da una matrice sabbiosa mista a inerti di varie dimensioni. Procedendo verso il fondo dello scavo, che ha raggiunto una profondità di circa un metro dal piano di calpestio, si osserva un progressivo aumento della pezzatura dei clasti, che passano da dimensioni centimetriche in superficie a diametri decimetrici negli strati più profondi, formando un basamento granulometricamente più grossolano.

Parallelamente, l'ispezione ha messo in luce le caratteristiche costruttive della palizzata di delimitazione, realizzata con legname di abete di modesta qualità tecnologica. La struttura si compone di montanti verticali con diametro di circa dieci centimetri, posizionati con un interasse regolare di un metro, ai quali sono fissati elementi orizzontali di pari sezione. Un aspetto tecnico critico emerso dal saggio riguarda l'effettiva capacità di contenimento dell'opera, che si limita a un'altezza emergente di circa cinquanta o sessanta centimetri. Al di sotto di tale quota, il terreno non risulta supportato da alcuna opera strutturale, configurandosi come terreno vivo privo di contrasto meccanico, il che evidenzia una potenziale vulnerabilità del piede del terrapieno.

5. Modello Geologico Locale

5.1. Modello geologico e parametrizzazione geotecnica

L'area di intervento è caratterizzata da una coltre di depositi eluvio-colluviali e detritici che ricoprono il substrato carbonatico mesozoico. Per la caratterizzazione del sottosuolo sono state eseguite una prova penetrometrica dinamica super pesante (DPSH) e un'indagine sismica MASW.

Dall'interpretazione dei dati sono state individuate due unità geotecniche principali fino alla profondità indagata di 3,00 metri:

- Unità 1 (da 0.00 a 2.60 m): Deposito eluvio-colluviale rimaneggiato limoso-argilloso. Si tratta di una coltre superficiale derivante dall'alterazione delle rocce carbonatiche. Il terreno appare mediamente consistente ma piuttosto deformabile, con una resistenza alla penetrazione bassa (NSPT≈3.3).

- Unità 2 (da 2.60 a 3.00 m): Deposito detritico grossolano di versante. Questo orizzonte è costituito da materiali granulari molto addensati, con un netto incremento della resistenza (NSPT≈39) e buone proprietà geomeccaniche. Al di sotto dei 6.5 m, l'indagine MASW suggerisce il passaggio a livelli ancora più rigidi (detrito cementato o substrato carbonatico).

Nella tabella seguente si riportano i parametri geotecnici ricavati dalle correlazioni empiriche basate sulla prova DPSH. Si nota che per la coesione drenata (c′) le fonti non forniscono valori espliciti, essendo parametrizzate principalmente la coesione non drenata per i fini e l'angolo di attrito per la componente granulare.

Parametro	Unità 1 (Limo-argilloso)	Unità 2 (Detrito grossolano)
Spessore / Profondità	0.00 – 2.60 m	2.60 – 3.00 m*
Peso specifico (γ)	1.65 t/m³	1.78 t/m³
Angolo di resistenza al taglio (ϕ')	21°	31°
Coesione non drenata (cu)	0.21 kg/cm²	Non applicabile (Granulare)
Coesione drenata (c')	Non fornita dai test in sito	Assunta nulla (Sciolto/Addensato)

**Nota: Sebbene la prova DPSH si sia arrestata a 3 metri, l'indagine MASW indica che materiali con caratteristiche di elevata rigidezza proseguono in profondità con un ulteriore incremento a circa 6.5 metri.*

Il modello geotecnico evidenzia una copertura superficiale limoso-argillosa di circa 2.6 metri che poggia su un livello detritico molto più competente. Tale assetto è coerente con la realizzazione di opere di sostegno (gabbioni) previste dal progetto, a patto di attestare le fondazioni o considerare il contrasto di rigidezza tra i due strati.

5.2. Quadro sismico locale

Inquadrando i risultati della prova sismica MASW all'interno del contesto normativo delle NTC 2018, emerge il seguente quadro. 7 Sebbene il parametro calcolato sia pari a un valore che teoricamente suggerirebbe una categoria B, l'analisi di dettaglio del profilo stratigrafico rivela un netto contrasto di impedenza che sposta inevitabilmente la classificazione verso la **Categoria E**. Questa categoria è stata definita proprio per i casi in cui una coltre superficiale di materiale meno rigido, come il detrito di versante o i suoli di alterazione che caratterizzano il percorso pedonale, poggia su un substrato roccioso compatto a profondità relativamente contenute.
Questa scelta non è solo un atto di conformità formale alla norma, ma riflette la necessità di considerare i fenomeni di amplificazione stratigrafica che possono verificarsi quando le onde sismiche passano bruscamente dalla roccia calcarea profonda ai depositi superficiali più sciolti. In definitiva, optare per la categoria E permette di ottenere una modellazione delle azioni sismiche molto più aderente alla realtà fisica del versante, assicurando che le opere di mitigazione del rischio idrogeologico siano dimensionate per resistere alle sollecitazioni effettivamente attese in questo specifico scenario geomorfologico della Riserva.

Per quanto attiene alla categoria topografica la pendenza del versante su cui verranno realizzate le opere di mitigazione del rischio è pari ad una media di circa il 30%. Si definisce pertanto una **Categoria topografica T2** ai sensi della normativa vigente.

6. Conclusioni

L'intervento di mitigazione del rischio idrogeologico lungo il percorso pedonale della S.R. 82 (km 2+750 – 5+850) risulta improcrastinabile a causa di un quadro di vulnerabilità diffusa che interessa sia il sedime del sentiero sia le opere di sostegno esistenti.

Le attività di rilievo e la campagna di indagini geognostiche hanno permesso di definire un modello del sito caratterizzato dalle seguenti criticità:

- *Quadro delle Instabilità Geologiche e Geotecniche*

Il modello geologico evidenzia un forte contrasto reologico tra il substrato carbonatico rigido e le coltri detritiche superficiali. Le indagini hanno rivelato che:

- I primi 2,60 metri di terreno (Unità 1) sono composti da depositi eluvio-colluviali limoso-argillosi mediamente consistenti ma altamente deformabili.
- Le attuali palizzate in legno di abete presentano un degrado avanzato e una capacità di contenimento limitata (solo 50-60 cm di altezza), lasciando il piede del terrapieno privo di contrasto meccanico e soggetto a instabilità.
- Le coltri superficiali subiscono lenti movimenti di scivolamento verso valle, aggravati dall'assenza di un sostegno laterale efficace.

- *Rischio Idrogeologico e Geomorfologico*

L'area è soggetta a una dinamica geomorfologica attiva, classificata dal PAI come zona ad Alta Attenzione (A4) e di possibile ampliamento di fenomeni franosi (C1). Il rischio è alimentato principalmente da:

- Erosione accelerata: Il ruscellamento delle acque meteoriche, non adeguatamente regimentato, ha innescato solchi erosivi profondi che destabilizzano il piano di calpestio.
- Scalzamento idraulico: In corrispondenza di scarichi e sottopassi, l'energia cinetica dell'acqua ha provocato l'asportazione di materiale alla base della passerella esistente, compromettendo la stabilità delle fondazioni.

- *Quadro Sismico e Fenomeni di Amplificazione*

Il sito ricade nel Comune di Avezzano, classificato in Zona Sismica 1 (massima pericolosità).

- Classificazione del sottosuolo: Sebbene le velocità delle onde di taglio suggerirebbero una categoria superiore, la presenza di una coltre sciolta su substrato rigido a profondità contenuta impone la **Categoria di Sottosuolo E**.
- Amplificazione stratigrafica: Tale assetto comporta il rischio di amplificazioni locali del moto sismico, che devono essere obbligatoriamente considerate nel dimensionamento delle nuove opere di sostegno (gabbionate e palificate).

- Categoria Topografica: Data la pendenza media del versante, è stata definita una **categoria T2**.

- *Considerazioni Finali per il Progetto*

Per garantire la sicurezza del percorso e la stabilità del versante, il progetto dovrà prevedere:

- Nuove opere di sostegno: L'uso di gabbionate o palificate che si attestino sull'orizzonte detritico più compatto per garantire la necessaria capacità portante.
- Regimentazione idraulica: Un sistema efficiente di gestione delle acque meteoriche per arrestare i fenomeni erosivi e l'infiltrazione concentrata.
- Rispetto dei vincoli: L'aderenza alle prescrizioni del Vincolo Idrogeologico (R.D. 3267/1923) e paesaggistico (D.lgs. 42/2004), assicurando l'uso di materiali ecocompatibili in linea con le norme della Riserva Naturale Monte Salviano.

In conclusione, la modellazione effettuata fornisce i parametri necessari per una progettazione che mitighi efficacemente i rischi identificati, assicurando la durabilità dell'infrastruttura e la tutela della pubblica incolumità

7. Allegati

All.1. Rapporto di indagini geognostiche

All.2. Rapporto fotografico delle trincee esplorative

GEOLOGIA ENGINEERING GEOLOGIST SRLU SEDE LEGALE TAGLIACOZZO AQ – 67069 – VIA CAMERATA SNC.
EMAIL: GEOLOGIA.RUBEIS@GMAIL.COM PEC: GEOLOGIA.RUBEIS@PEC.COM P.I 0219048661. AMMINISTRATORE GEOL. RUBEIS LUCA TEL 3497741239

REPORT PRELIMINARE DI CANTIERE – INDAGINI GEOFISICHE E GEOGNOSTICHE

Località: Avezzano
Comune: Avezzano
Provincia: L'Aquila

Coordinate (WGS84): 42.028809 N – 13.407786 E

Data indagini: 15 marzo 2026

CONTESTO GEOLOGICO PRELIMINARE:

Il sito di indagine è ubicato sul versante nord-orientale del **Monte Salviano**, lungo la passerella pedonale che costeggia la strada provinciale che conduce al santuario della **Madonna della Pietraquaria**.

Dal punto di vista geologico l'area ricade nel settore di margine della conca del Fucino, dove i rilievi carbonatici del Monte Salviano delimitano il bacino intramontano. Il substrato è costituito prevalentemente da **rocce carbonatiche mesozoiche**, affioranti o subaffioranti lungo il versante, localmente ricoperte da **coltri detritiche di versante e depositi eluvio-colluviali** derivanti dall'alterazione e dal disfacimento delle litologie carbonatiche.

Lungo il tracciato della passerella pedonale e della viabilità provinciale sono inoltre presenti **materiali rimaneggiati e riporti antropici**, connessi alle opere di sistemazione del versante e alla realizzazione delle infrastrutture viarie.

CAMPAGNA DI INDAGINI:

Nel sito è stata condotta una **campagna di indagini geognostiche e geofisiche** finalizzata alla caratterizzazione geotecnica del sottosuolo lungo un tratto della passerella pedonale, nell'ambito di un intervento progettuale che prevede la **realizzazione di opere di sostegno mediante gabbioni in pietrame** a protezione del versante.

Le indagini eseguite sono le seguenti:

- **n. 1 prova penetrometrica dinamica DPSH**, finalizzata alla definizione della stratigrafia geotecnica e delle caratteristiche di resistenza dei terreni;
- **n. 1 indagine sismica MASW**, finalizzata alla determinazione del profilo delle velocità delle onde di taglio **Vs** e alla caratterizzazione sismostratigrafica del sottosuolo.



PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE DPSH

Al fine di caratterizzare dal punto di vista **geotecnico** i terreni presenti nel sottosuolo è stata eseguita una **prova penetrometrica dinamica super pesante (DPSH)**.

La prova è stata realizzata mediante **penetrometro dinamico tipo DPSH**, costituito da una batteria di aste alla cui estremità è fissata una punta conica. L'avanzamento della punta nel terreno avviene mediante la **caduta libera di una massa battente di peso noto da una determinata altezza**, registrando il **numero di colpi necessario per l'avanzamento della punta** per intervalli di profondità prefissati.

Il parametro principale ottenuto dalla prova è il **numero di colpi N**, che rappresenta un indice della **resistenza alla penetrazione del terreno** e quindi della sua **consistenza o grado di addensamento**. Attraverso specifiche correlazioni empiriche è inoltre possibile stimare il valore equivalente di **NSPT** e ricavare indicazioni sui principali **parametri geotecnici dei terreni**, quali:

- peso di volume;
- angolo di resistenza al taglio nei terreni granulari;
- coesione non drenata nei terreni coesivi;
- moduli deformativi.

Le prove penetrometriche dinamiche risultano particolarmente utili per individuare **variazioni stratigrafiche nel sottosuolo**, consentendo di riconoscere il passaggio tra terreni più deformabili e livelli più addensati o consistenti attraverso l'analisi dell'aumento della resistenza alla penetrazione con la profondità.

Nel caso specifico, la prova è stata eseguita mediante **penetrometro dinamico DPSH TG 63-200 Pagani**, con registrazione del numero di colpi necessari per l'avanzamento della punta e successiva elaborazione dei dati al fine di ottenere i principali **parametri geotecnici dei terreni attraversati**.

ELABORAZIONE ED INTERPRETAZIONE DELLA PROVA PENETROMETRICA DPSH

Nel sito di indagine è stata eseguita una **prova penetrometrica dinamica super pesante (DPSH)** mediante penetrometro **DPSH TG 63-200 Pagani**, in data **15/03/2026**, raggiungendo una profondità massima di **3.00 m dal piano campagna**. Durante l'esecuzione della prova **non è stata intercettata la falda**.

L'andamento della resistenza alla penetrazione evidenzia valori generalmente bassi nella porzione superficiale, seguiti da un **brusco incremento del numero di colpi a partire da circa 2.6 m di profondità**, indicativo del passaggio a livelli molto più compatti e grossolani.

Dall'interpretazione dei dati penetrometrici è possibile distinguere **due principali livelli stratigrafici**.

Strato 1 – Deposito eluvio-colluviale rimaneggiato limoso-argilloso

- profondità: **0.00 – 2.60 m**
- valori equivalenti **NSPT ≈ 3.3**
- peso di volume: circa **1.65 t/m³**
- angolo di resistenza al taglio: circa **21°**
- velocità stimata onde di taglio: circa **88 m/s**

Questo livello superficiale è costituito da **coltri eluvio-colluviali rimaneggiate di natura limoso-argillosa**, derivanti dall'alterazione delle litologie carbonatiche del versante del Monte Salviano. I valori penetrometrici relativamente bassi indicano terreni **mediamente consistenti ma piuttosto deformabili**, coerenti con la presenza di materiali fini alterati e localmente rimaneggiati.

Strato 2 – Deposito detritico grossolano di versante

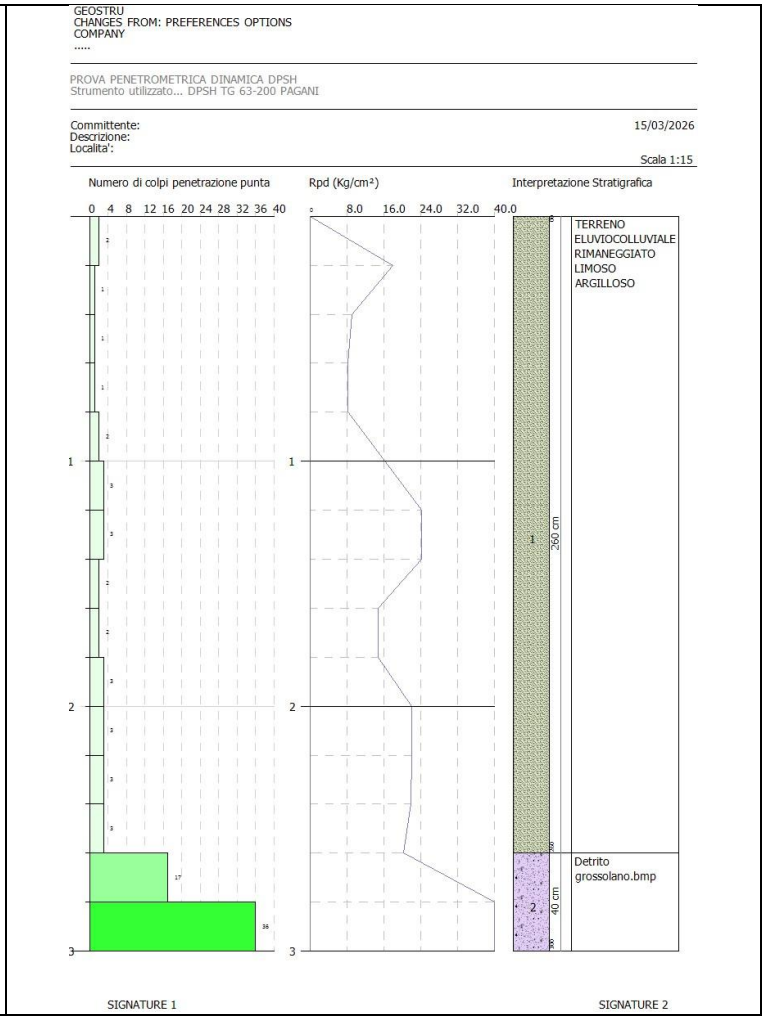
- profondità: **2.60 – 3.00 m**
- valori equivalenti **NSPT ≈ 39**
- peso di volume: circa **1.78 t/m³**
- angolo di resistenza al taglio: circa **31°**
- velocità stimata onde di taglio: circa **157 m/s**

Al di sotto della coltre superficiale si rinviene un deposito costituito da **detrito grossolano di versante**, caratterizzato da un marcato incremento della resistenza alla penetrazione e da valori molto elevati di **NSPT**, indicativi di terreni granulari **molto addensati** con buone caratteristiche geomeccaniche.

Nel complesso la prova evidenzia quindi la presenza di una **coltre superficiale eluvio-colluviale rimaneggiata di spessore dell'ordine di circa 2.5–2.6 m**, poggiante su **depositi detritici grossolani molto compatti** che rappresentano il naturale accumulo di versante legato al disfacimento delle rocce carbonatiche del Monte Salviano.

Dal punto di vista geotecnico, il passaggio ai materiali detritici addensati rappresenta un **livello significativamente più competente**, caratterizzato da migliori proprietà di resistenza e deformabilità rispetto alla copertura superficiale alterata. Tale assetto stratigrafico risulta coerente con il contesto geomorfologico di **versante detritico carbonatico** tipico dell'area del Monte Salviano.





PROVA ...DPSH

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI
Prova eseguita in data 15/03/2026
Profondita' prova 3.00 mt
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0.20	2	0.855	17.96	21.01	0.90	1.05
0.40	1	0.851	8.94	10.51	0.45	0.53
0.60	1	0.847	8.17	9.64	0.41	0.48
0.80	1	0.843	8.13	9.64	0.41	0.48
1.00	2	0.840	16.20	19.29	0.81	0.96
1.20	3	0.836	24.19	28.93	1.21	1.45
1.40	3	0.833	24.10	28.93	1.20	1.45
1.60	2	0.830	14.78	17.82	0.74	0.89
1.80	2	0.826	14.73	17.82	0.74	0.89
2.00	3	0.823	22.01	26.73	1.10	1.34
2.20	3	0.820	21.92	26.73	1.10	1.34
2.40	3	0.817	21.84	26.73	1.09	1.34
2.60	3	0.814	20.23	24.85	1.01	1.24
2.80	17	0.761	107.20	140.79	5.36	7.04
3.00	36	0.659	196.38	298.14	9.82	14.91

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m³)	Peso unita' di volume saturo (t/m³)	Tensione efficace (Kg/cm²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
2.6	2.23	20.66	Incoerente - coesivo	0	1.65	1.86	0.21	1.47	3.28	TERRENO ELUVIOCOLLUVIALE RIMANEGGIATO LIMOSO ARGILLOSO
3	26.5	219.46	Incoerente	0	2.2	2.1	0.47	1.47	38.96	Detrito grossolano.bmp

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terzaghi-Peck	Sanglerat	Terzaghi-Peck (1948)	U.S.D.M.S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begemann	De Beer
[1] - TERRENO ELUVIO COLLUVIALE RIMANEGGIATO LIMOSO ARGILLOSO	3.28	2.60	0.21	0.41	0.15 - 0.25	0.13	0.32	0.62	0.30	0.68	0.16	0.28	0.41

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] - TERRENO ELUVIOCOLLUVIALE RIMANEGGIATO LIMOSO ARGILLOSO	3.28	2.60	Robertson (1983)	6.56

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] - TERRENO ELUVIOCOLLUVIALE RIMANEGGIATO LIMOSO ARGILLOSO	3.28	2.60	15.05	49.20	35.25	41.00

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] - TERRENO ELUVIOCOLLUVIALE RIMANEGGIATO LIMOSO ARGILLOSO	3.28	2.60	17.32	32.80

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione

[1] - TERRENO ELUVIOCOLLUVIALE RIMANEGGIATO LIMOSO ARGILLOSO	3.28	2.60	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (t/m³)
[1] - TERRENO ELUVIOCOLLUVIALE RIMANEGGIATO LIMOSO ARGILLOSO	3.28	2.60	Meyerhof	1.65

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (t/m³)
[1] - TERRENO ELUVIOCOLLUVIALE RIMANEGGIATO LIMOSO ARGILLOSO	3.28	2.60	Meyerhof	1.86

Velocita' onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocita' onde di taglio (m/s)
[1] - TERRENO ELUVIOCOLLUVIALE RIMANEGGIATO LIMOSO ARGILLOSO	3.28	2.60	Ohta & Goto (1978) Limi	88.38

TERRENI INCOERENTI

Densita' relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - TERRENO ELUVIOCOLLUVIALE RIMANEGGIATO LIMOSO ARGILLOSO	3.28	2.60	15.32	39.77	45.2	16.1
[2] - Detrito grossolano.bmp	38.96	3.00	64.11	100	100	71.53

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presen	Peck-Hanson-Thornburn-	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDG	Japanese National	De Mello	Owasaki & Iwasaki

			za falda	Meyerhof 1956							E SPECIFICATION)	Railway		
[1] - TERRENO ELUVIOCOLLUVIALE RIMANEGGIATO LIMOSO ARGILLOSO	3.28	2.60	3.28	27.94	20.94	28.92	30.27	30.94	0	<30	22.01	27.98	22.69	23.1
[2] - Detrito grossolano.bmp	38.96	3.00	38.96	38.13	31.13	38.91	32.56	41.32	42	35-38	39.17	38.69	31.09	42.91

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appolloni a ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - TERRENO ELUVIOCOLLUVIALE RIMANEGGIATO LIMOSO ARGILLOSO	3.28	2.60	3.28	---	26.24	---	---	---
[2] - Detrito grossolano.bmp	38.96	3.00	38.96	445.53	311.68	460.43	472.20	269.80

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - TERRENO ELUVIOCOLLUVIALE RIMANEGGIA	3.28	2.60	3.28	---	34.20	23.29	52.63

TO LIMOSO ARGILLOSO							
[2] - Detrito grossolano.bmp	38.96	3.00	38.96	233.76	107.49	276.62	211.76

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - TERRENO ELUVIOCOLLUVIALE RIMANEGGIATO LIMOSO ARGILLOSO	3.28	2.60	3.28	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
[2] - Detrito grossolano.bmp	38.96	3.00	38.96	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m^3)
[1] - TERRENO ELUVIOCOLLUVIALE RIMANEGGIATO LIMOSO ARGILLOSO	3.28	2.60	3.28	Terzaghi-Peck 1948	1.39
[2] - Detrito grossolano.bmp	38.96	3.00	38.96	Terzaghi-Peck 1948	1.78

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m^3)
[1] - TERRENO ELUVIOCOLLUVIALE RIMANEGGIATO LIMOSO ARGILLOSO	3.28	2.60	3.28	Terzaghi-Peck 1948	1.86
[2] - Detrito grossolano.bmp	38.96	3.00	38.96	Terzaghi-Peck 1948	2.10

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - TERRENO ELUVIOCOLLUVIALE RIMANEGGIATO LIMOSO ARGILLOSO	3.28	2.60	3.28	(A.G.I.)	0.35
[2] - Detrito grossolano.bmp	38.96	3.00	38.96	(A.G.I.)	0.28

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm^2)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - TERRENO ELUVIOCOLLUVIALE RIMANEGGIATO LIMOSO ARGILLOSO	3.28	2.60	3.28	198.53	258.29
[2] - Detrito grossolano.bmp	38.96	3.00	38.96	2032.80	1171.60

Velocita' onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocita' onde di taglio (m/s)
[1] - TERRENO ELUVIOCOLLUVIALE RIMANEGGIATO LIMOSO ARGILLOSO	3.28	2.60	3.28	Ohta & Goto (1978) Limi	88.38
[2] - Detrito grossolano.bmp	38.96	3.00	38.96	Ohta & Goto (1978) Limi	157.25

Liquefazione

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] - TERRENO ELUVIOCOLLUVIALE RIMANEGGIATO LIMOSO ARGILLOSO	3.28	2.60	3.28	Seed e Idriss (1971)	--
[2] - Detrito grossolano.bmp	38.96	3.00	38.96	Seed e Idriss (1971)	--

Coefficiente spinta a Riposo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K0
[1] - TERRENO ELUVIOCOLLUVIALE RIMANEGGIATO LIMOSO ARGILLOSO	3.28	2.60	3.28	Navfac 1971-1982	0.58
[2] - Detrito grossolano.bmp	38.96	3.00	38.96	Navfac 1971-1982	6.76

INDAGINE SISMICA MASW (MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES)

Al fine di caratterizzare dal punto di vista **sismostratigrafico** il sottosuolo è stata eseguita un'indagine sismica di superficie mediante metodologia **MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves)**.

Il metodo MASW è una tecnica di indagine **geofisica non invasiva** che consente di determinare il profilo verticale delle **velocità di propagazione delle onde di taglio (Vs)** nei terreni di copertura, attraverso l'analisi della propagazione delle **onde superficiali di Rayleigh** generate artificialmente in superficie.

Il principio del metodo si basa sulla natura **dispersiva delle onde di Rayleigh** nei mezzi stratificati. In un terreno costituito da più livelli con differenti proprietà elastiche, onde caratterizzate da **diverse frequenze e lunghezze d'onda** si propagano con **diverse velocità di fase**. In particolare:

- le **alte frequenze** (lunghezze d'onda corte) investigano gli **strati più superficiali**;
- le **basse frequenze** (lunghezze d'onda lunghe) penetrano negli **strati più profondi**.

Analizzando la **curva di dispersione** delle onde superficiali è quindi possibile ricavare un modello sismostratigrafico del sottosuolo, definendo la variazione della **velocità delle onde di taglio Vs con la profondità**.

L'acquisizione dei dati viene effettuata tramite una **stesa lineare di geofoni** posti sulla superficie del terreno e collegati ad un sistema di acquisizione digitale. Le onde superficiali generate da una sorgente impulsiva vengono registrate simultaneamente dai sensori e successivamente elaborate mediante specifici software di analisi che permettono di ricavare il modello di velocità Vs del sottosuolo.

La determinazione del profilo delle **velocità delle onde di taglio** riveste un ruolo fondamentale nella **caratterizzazione sismica dei terreni di fondazione**, in quanto il parametro **Vs30**, ovvero la velocità media equivalente delle onde di taglio nei primi 30 metri di profondità, rappresenta uno dei principali indicatori utilizzati dalla normativa sismica per la classificazione del suolo di fondazione.

Secondo quanto previsto dalle **Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018)**, la classificazione del sottosuolo viene effettuata proprio sulla base del valore di **Vs30**, che consente di distinguere diverse categorie di suolo caratterizzate da differenti condizioni di risposta sismica locale.

L'indagine MASW consente pertanto di ottenere informazioni fondamentali sulla **rigidezza dinamica dei terreni**, sulla **struttura sismostratigrafica del sottosuolo** e sulle condizioni di **amplificazione sismica locale**, risultando uno degli strumenti più efficaci per la caratterizzazione geofisica dei terreni di fondazione.

Elaborazione ed interpretazione della prova MASW

L'elaborazione della prova **MASW** ha consentito di definire il modello sismostratigrafico del sottosuolo mediante l'analisi della dispersione delle **onde di Rayleigh**. Il profilo ottenuto evidenzia un progressivo incremento delle velocità delle onde di taglio **Vs** nei primi metri di profondità, seguito dal passaggio a livelli decisamente più rigidi, coerenti con il contesto di versante carbonatico del **Monte Salviano**.

Il modello interpretativo individua i seguenti livelli sismici:

- **0.0 – 0.5 m:** Vs = **180 m/s**
- **0.5 – 1.5 m:** Vs = **200 m/s**
- **1.5 – 3.5 m:** Vs = **222 m/s**
- **3.5 – 6.5 m:** Vs = **245 m/s**
- **6.5 – 13.5 m:** Vs = **700 m/s**
- **13.5 – 20.5 m:** Vs = **800 m/s**
- **20.5 – 27.5 m:** Vs = **900 m/s**

- **oltre 27.5 m:** Vs = **950 m/s**

Il profilo mostra una **copertura superficiale relativamente deformabile**, estesa fino a circa **6.5 m di profondità**, caratterizzata da valori di **Vs compresi tra 180 e 245 m/s**. Tale intervallo è interpretabile come espressione di **coltri eluvio-colluviali e materiali di versante rimaneggiati**, con componente limoso-argillosa e detritica, coerenti con il contesto geomorfologico del sito indagato.

A partire da circa **6.5 m di profondità** si osserva un **marcato incremento della velocità sismica**, con passaggio a valori di **Vs pari a 700 m/s**, che aumentano progressivamente fino a **950 m/s** nei livelli più profondi. Tale incremento individua il passaggio a un orizzonte molto più rigido, interpretabile come **detrito grossolano addensato e/o substrato carbonatico fratturato o alterato nella porzione superiore**.

I valori di densità adottati nel modello risultano compresi tra **1.84 e 2.18 g/cm³**, mentre i corrispondenti **moduli di taglio** aumentano da circa **60–114 MPa** nei terreni superficiali fino a valori superiori a **1900 MPa** nei livelli più profondi, a conferma del sensibile aumento della rigidezza con la profondità.

Dall'elaborazione sono stati inoltre ottenuti i seguenti parametri sintetici:

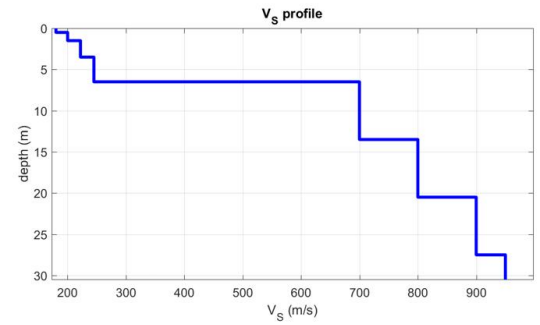
- **Vs30 = 516 m/s**
- **VsE = 346 m/s**

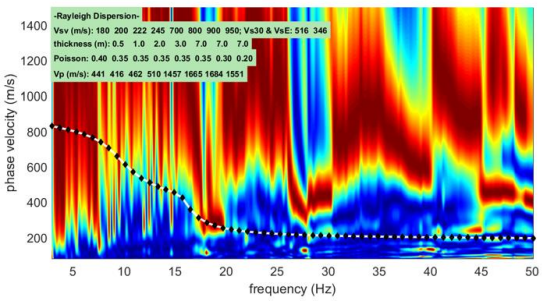
Il valore di **Vs30 pari a 516 m/s** consente di riferire il sito, sulla base del solo parametro sismico, alla **categoria di sottosuolo E** ai sensi delle **NTC 2018**, corrispondente a depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti.

Dal punto di vista geologico-tecnico, il modello sismostratigrafico ottenuto appare coerente con il quadro locale del versante nord-orientale del **Monte Salviano**, dove una **copertura eluvio-colluviale rimaneggiata** poggia su **depositi detritici grossolani di versante** e, più in profondità, su livelli ad elevata rigidezza riconducibili al **substrato carbonatico** o alla sua coltre detritica più addensata.

Il marcato contrasto di velocità individuato a circa **6.5 m di profondità** rappresenta pertanto il principale elemento sismostratigrafico del sito.







winMASW - Inversion of Surface-Wave Dispersion Curves

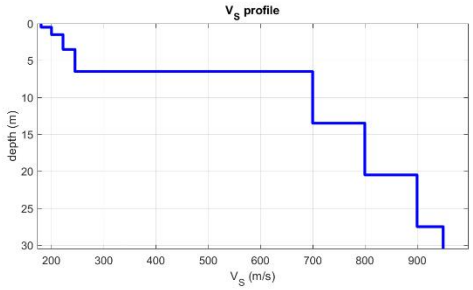
www.winmasw.com

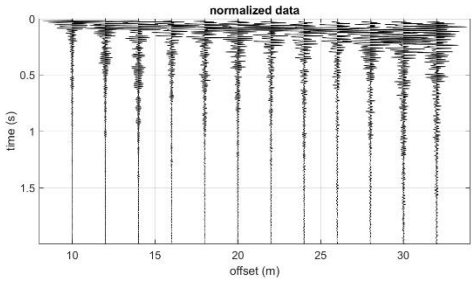
Date: 15 3 2026

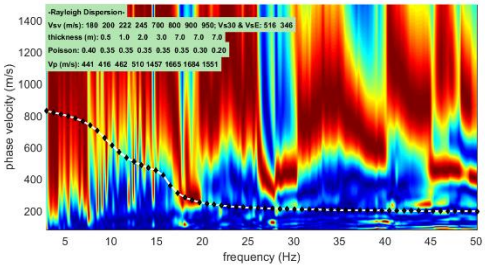
Time: 14 36

Dataset:









Subsurface Model

Vs (m/s): 180 200 222 245 700 800 900 950

Thickness (m): 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 7.0, 7.0, 7.0

Density (gr/cm3) (approximate values): 1.86 1.84 1.87 1.89 2.15 2.18 2.18 2.16

Shear modulus (MPa) (approximate values): 60 74 92 114 1051 1394 1766 1950

Analyzing Phase velocities

Analysis: Rayleigh Waves

Approximate values for Vp and Poisson (please, see manual)

Vp (m/s): 441 416 462 510 1457 1665 1684 1551

Poisson: 0.40 0.35 0.35 0.35 0.35 0.35 0.30 0.20

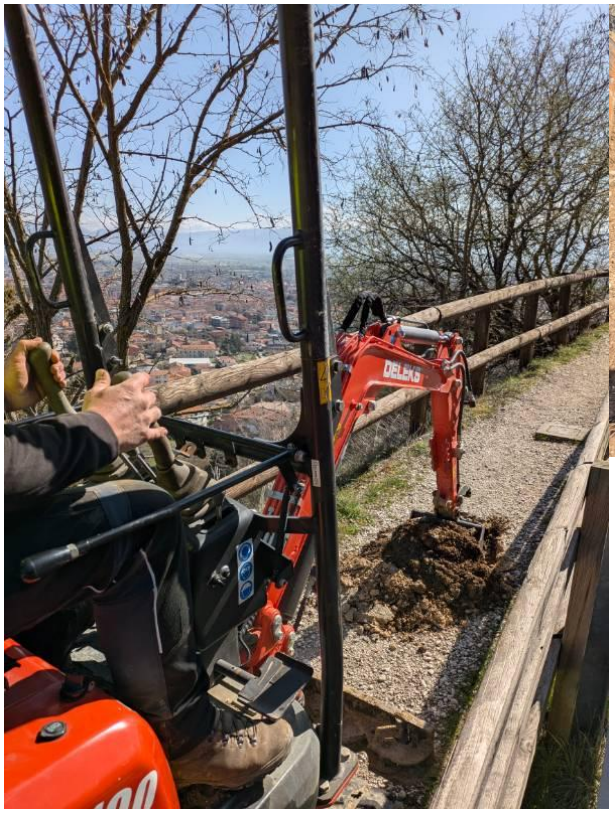
Vs30 and VsE (m/s): 516 346



1



2



3



4



5



6



7



8



9



10



11



12



13



14



15



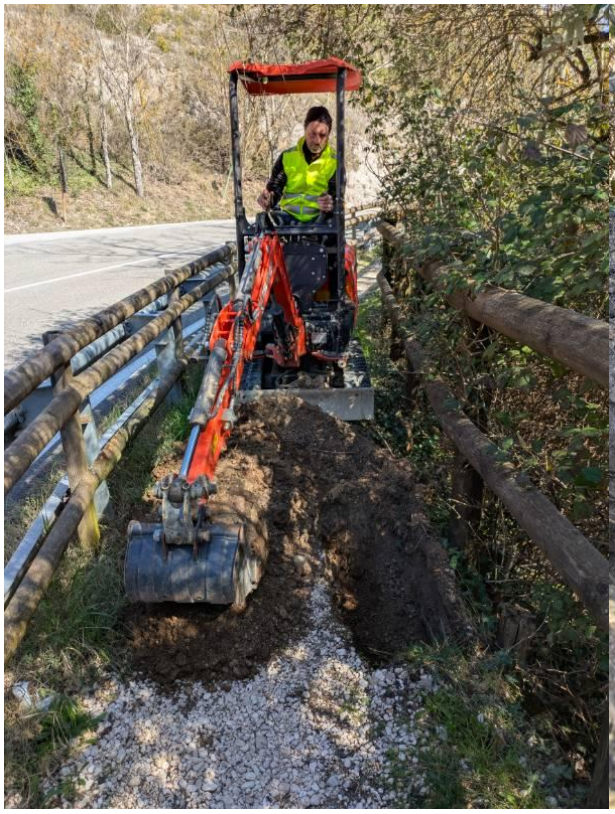
16



17



18



19



20



21



22



23



24



25