

S.S. 260 "Picente"
Lavori di adeguamento e potenziamento della tratta stradale laziale.
2 Lotto - dal km 43+800 al km 41+150

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTAZIONE STRADALE
Dott. Ingegneri Camillo Andreocci Ord. Prov. di Latina n.A1473

PROGETTAZIONE STRUTTURE
Dott. Ingegneri Ilaria Lardani Ord. Prov. di Roma n.A37398

PROGETTAZIONE GEOTECNICA
Dott. Geol. Massimo Pietrantonì Ord. Lazio n.A738

PROGETTAZIONE IMPIANTI
Dott. Ingegneri Salvatore Giua Ord. della Prov. di Roma n.15959

RESPONSABILE STUDIO AMBIENTALE
Dott. Geol. P. Mauri Ord. xxx Prov. di xxx n.xxx
Dott. Ing. R. Abate Ord. Prov. di xxx n.xxx
Dott. Arch. Laura Tasca Ord. Prov. di xxx n.xxx
Dott. Biol. A. Di Peso Ord. Prov. di xxx n.xxx
Dott. Arch. J. Zaccagna Ord. Prov. di xxx n.xxx
Dott. Arch. J. Zaccagna Ord. Prov. di xxx n.xxx

IL GEOLOGO
Dott. Geol. Massimo Pietrantonì Ord. Lazio n.A738

ARCHEOLOGIA
Dott. Grazia Savino 1° Fascia D.M. 244 2019 n.3856

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE
Dott. Ingegneri Camillo Andreocci Ord. Prov. di Latina n.A1473

IMPRESA ESECUTRICE: TOTO S.P.A. COSTRUZIONI GENERALI



DIRETTORE TECNICO
Dott. Ing. Camillo Colalongo

GRUPPO DI PROGETTAZIONE
CAPOGRUPPO MANDATARIA



RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE
Dott. Ing. Camillo Andreocci
Ord. della Prov. di Latina n.A1473

MANDANTI



ARCHEOLOGIA
Dott. Grazia Savino
1° Fascia D.M. 244 2019 n.3856



VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO
Dott. Ing. Antonio Aurelj

PROGETTISTA

VISTO PER APPROVAZIONE
DEL RUP

**STUDI E INDAGINI
GEOLOGIA**

RELAZIONE GEOLOGICA

CODICE PROGETTO		CODICE ELAB.		REVISIONE	SCALA	
PROGETTO	LIV. PROG. ANNO					
-		T00	GE00	GEORE01	A	-
A	LUGLIO 2023	PRIMA EMISSIONE	G. DIXIT DOMINUS	B. PICCINI	M. PIETRANTONI	
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	

INDICE

1	PREMESSA	4
2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE	5
2.1	Inquadramento geografico	5
2.2	Inquadramento geologico e geologico-strutturale	5
2.3	Inquadramento geomorfologico	8
2.4	Inquadramento Idrogeologico	10
	2.4.1 Pericolosità idrogeologica	11
2.5	Inquadramento Sismico	13
	2.5.1 Sismicità storica e strumentale	13
	2.5.2 Pericolosità Sismica	14
3	ANALISI DELLE CONDIZIONI DI SITO DI PROGETTO	15
3.1	Indagini pregresse	15
3.2	Indagini integrative	20
3.3	Modello geologico di sito	20
3.4	Geomorfologia e condizioni di stabilità	24
3.5	Assetto idrogeologico locale	28
4	CONCLUSIONI	30

INDICE DELLE TABELLE E DELLE FIGURE

Figura 1: Immagine satellitare raffigurante l'area di studio; in bianco il tracciato di progetto.	5
Figura 2: Schema geologico e geologico strutturale dell'area di studio (Vignaroli et al., 2019).	6
Figura 3: Stralcio della carta geologica in scala 1:50.000 foglio n.337 "Norcia" e sezione geologica estrapolata dal foglio (Progetto CARG). Nel riquadro rosso si riporta l'area di progetto.	8
Figura 4: Schema geomorfologico della Conca di Amatrice (Cacciuni et alii., 1995). Nel riquadro rosso si riporta l'area di progetto.	9
Figura 5: Carta Idrogeologica dell'area del foglio n.337 "Norcia" (Progetto CARG); nel riquadro rosso si riporta l'area di progetto.	10
Figura 6: Stralcio della carta del dissesto e delle aree esondabili, estratto dal PAI; nel riquadro rosso si riporta l'area di progetto.	12
Figura 7: Cartografia con riportate le aree a diversa pericolosità idrogeologica, estratto database IFFI; nel riquadro rosso si riporta l'area di progetto.	12
Figura 8: Distribuzione nel tempo dei terremoti risentiti ad Amatrice (RI) e la loro Intensità. (DBMI15 v4.0; Locati et al., 2022).	13
Figura 9: Mappa di pericolosità sismica (MPS04-S1); estratto dal sito dell'INGV.	14
Figura 10: Sondaggio S9 cassetta 1, profondità 0-5 m. Unità geologica GM.	21
Figura 11: Affioramenti del substrato arenaceo-pelitico. Immagine a) dettaglio dell'unità SFGRS; immagine b) dettaglio dell'unità SFALS.	22
Figura 12: Sondaggio S9 cassetta 4, profondità 15-20 m. Unità geologica SFALS.	22
Figura 13: Sondaggio S2 cassetta 7, profondità 30-35 m. Unità geologica SFGRS.	23
Figura 14: Sondaggio S4 cassetta 2, profondità 5-10 m. Unità geologica SM.	23
Figura 15: Stralcio dell'elaborato T00GE00GEOCG0 – Carta geomorfologica. Le frecce in verde mostrano le frane in oggetto.	24
Figura 16: Coronamento della frana rilevata a N dell'area di progetto	25
Figura 17: Dettaglio delle fratture superficiali rilevate nell'area della frana a N dell'area di progetto	26
Figura 18: Dettaglio di un palo della rete elettrica inclinato, indicato dalla freccia rossa, nell'area della frana a N dell'area di progetto	26

1 PREMESSA

Nella presente Relazione sono illustrati gli elementi geologici, geomorfologici, idrogeologici e sismici relativi al progetto definitivo della variante della Strada Regionale 260 "Picente" ad Amatrice in Provincia di Rieti. Il progetto è legato alla strategia di ricostruzione del Comune di Amatrice a seguito dell'evento sismico del 24/08/2016. Il progetto è mirato alla riqualificazione ed al potenziamento della rete stradale.

La raccolta di informazioni di carattere bibliografico unita all'analisi e all'interpretazione dei dati ottenuti mediante l'attività di rilevamento di terreno e dai risultati delle indagini geognostiche ha permesso la definizione in maniera più completa ed esaustiva del modello geologico che caratterizza il territorio.

Si precisa che il modello geomorfologico del PFTE si è basato sostanzialmente sulla perimetrazione delle aree in frana del PAI. In particolare, una precedente versione del PAI (aggiornamento Ottobre 2021) individuava alcune aree di frana con vario grado di rischio e sulla base di questa perimetrazione si era evidentemente basato il PFTE con le relative soluzioni progettuali.

Una seconda perimetrazione del PAI (aggiornamento Ottobre 2022) ha in parte modificato la precedente perimetrazione pur rimanendo inalterato il progetto. Ne è derivato che alcune aree precedentemente definite con un certo grado di rischio sono state declassate o eliminate, mentre altre sono state introdotte dove non era precedentemente previsto un rischio. Il progetto, non variato rispetto alla prima perimetrazione, presenta evidentemente elementi di criticità che sono stati sanati con il presente progetto.

Per tale ragione il presente studio si è basato su uno specifico studio geomorfologico condotto sul terreno. È stata inoltre pianificata una specifica campagna di indagini e monitoraggio, avviata ma ancora in corso, che potrà fornire elementi quantitativi oltre che di profondità ad integrazione degli elementi necessariamente qualitativi e di superficie che vengono rappresentati in questo studio.

Le risultanze di queste indagini saranno oggetto di specifiche valutazioni in sede di progetto esecutivo.

La presente relazione è suddivisa in due parti: nella prima (Capitolo 2) vengono descritti i lineamenti geologici, geomorfologici, idrogeologici e sismici a grande scala mentre, nella seconda (Capitolo 3), vengono esaminati gli aspetti di dettaglio che riguardano l'interazione delle condizioni territoriali con gli interventi previsti in progetto. Gli aspetti che riguardano la pericolosità geologica, quindi, verranno affrontati considerando sia il contesto generale sia gli aspetti specifici di interesse progettuale. Tuttavia, per quanto riguarda la caratterizzazione sismica di sito si rimanda all'elaborato T00GE00GETRE0 – Relazione sismica.

2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

2.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area di studio è situata nella porzione nord-orientale della regione Lazio, nel territorio comunale di Rieti. Nello specifico l'opera prevista da progetto si colloca ad ovest del centro storico di Amatrice ad una quota variabile tra 850 e 920m slm.

Di seguito viene riportata l'immagine satellitare che mostra l'area di studio, i settori limitrofi e il tracciato di progetto (Figura 1).



Figura 1: Immagine satellitare raffigurante l'area di studio; in bianco il tracciato di progetto.

2.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOLOGICO-STRUTTURALE

L'area di studio si colloca nell'Appennino Centrale, che costituisce il segmento intermedio della catena appenninica. L'Appennino si estende con direzione prevalentemente NW-SE ed è parte di una lunga catena a pieghe e sovrascorrimenti formatasi a seguito della convergenza tra la placca africana e la placca europea, sviluppatesi a partire dal tardo Mesozoico (Carminati & Doglioni, 2005; Cosentino et al., 2010).

A seguito della progressiva migrazione del fronte della catena appenninica verso E si è sviluppata, a partire dal Langhiano, una fase estensionale che ha smembrato le porzioni più interne di catena e ha portato alla formazione del bacino di retroarco tirrenico (Carminati & Doglioni, 2005; Cosentino et al., 2010). Attualmente l'Appennino è

caratterizzato da compressione al fronte della catena ed estensione nella zona assiale di quest'ultima (Carminati & Doglioni, 2005). A partire dal tardo Messiniano la sovrimposizione della fase estensionale alla fase compressiva ha portato alla formazione di numerosi bacini intramontani, come ad esempio la Piana del Fucino, la Piana di Rieti, il bacino dell'Aquila e la Piana di Sulmona (Cosentino et al., 2010).

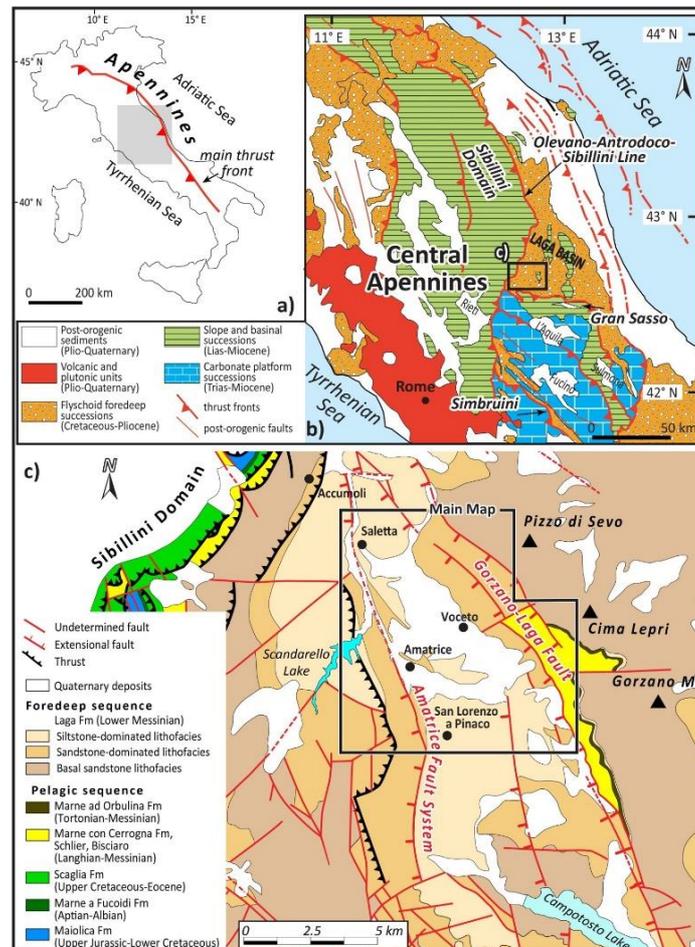


Figura 2: Schema geologico e geologico strutturale dell'area di studio (Vignaroli et al., 2019).

L'Appennino Centrale è costituito principalmente da successioni sedimentarie carbonatiche mesocenoiche, depositatesi sia in contesti di tipo bacinale sia di piattaforma. Durante la strutturazione dell'orogene nei bacini di avanfossa, sviluppatasi al fronte della catena appenninica, si sono depositati flysch a composizione prevalentemente silico-clastica (Cosentino et al., 2010).

L'area di studio si colloca nel punto di incontro tra diversi domini deposizionali:

- piattaforma carbonatica laziale-abruzzese;
- zona di transizione sabina tra piattaforma e bacino;
- bacino umbro-marchigiano.

Gli attuali rapporti tra le diverse formazioni appartenenti ai diversi paleoambienti sono il frutto di una tettonica polifasica iniziata a partire dal Lias inferiore-medio al Pliocene medio-superiore. La differenziazione degli ambienti deposizionali avviene a partire dal Lias inferiore-medio quando una fase tettonica disgiuntiva porta alla frammentazione della vasta piattaforma carbonatica di deposizione del Calcarea Massiccio, secondo una linea principale nota in letteratura come "Ancona-Anzio", alla quale è attribuito il ruolo di suddivisione geografica tra l'Appennino Settentrionale e l'Appennino Centrale.

Tale elemento strutturale, conosciuto anche come Sovrascorrimento Olevano-AnTRODoco è attivo già nel Messiniano e ha assunto il suo attuale assetto nel Pliocene, con la sua ultima fase di attività fuori sequenza (Cosentino et al, 2010).

Sebbene in maniera articolata, come indicato in precedenza, si individuano due settori a cavallo della suddetta linea tettonica, un settore occidentale di sedimentazione pelagica (bacino umbro-marchigiano) e un settore orientale dove prosegue la sedimentazione di piattaforma. Nella fascia di passaggio tra i due ambienti si rinvengono depositi di transizione dove si alternano litotipi di ambiente pelagico-emipelagico a litotipi di accumulo (brecce e megabrecce) di materiale detritico proveniente dalla piattaforma carbonatica.

A seguito di tale impostazione, a partire dall'inizio del Cretacico superiore, si osserva il passaggio dalla deposizione, all'interno del bacino, da calcari micritici con selce (Corniola, Rosso Ammonitico, Maiolica) a termini maggiormente marnosi (Marne a Fucoidi) indicativi di un probabile sollevamento nel settore occidentale. Nell'area di piattaforma la sedimentazione di calcari e dolomie continua fino al Cenomaniano quando si hanno episodi di emersione testimoniati da fenomeni erosivi, carsificazione e deposizioni bauxitiche. Nella zona di transizione invece tornano intercalazioni detritiche e biotritiche provenienti dalla piattaforma.

Fino al Paleogene nelle aree bacinali la sedimentazione continua con la messa in posto della Scaglia bianca, rossa e cinerea: calcari marnosi e marne calcaree, mentre nelle aree di piattaforma la sedimentazione protrae con la deposizione dei calcari a rudiste per poi arrestarsi improvvisamente fino al Miocene inferiore ("lacuna paleogenica"). Nella zona di transizione si rinvengono depositi calcarenitici risedimentati, marne e argille marnose. All'inizio del Miocene sulla piattaforma la sedimentazione riprende con la sedimentazione dei Calcari a Briozoi e Litotamni.

Nel Tortoniano con l'inizio dell'attività tettonica compressiva, si arresta il ciclo sedimentario marino, sia nelle aree di bacino che di piattaforma, con la messa in posto dapprima di depositi marnosi (Marne ad Orbulina) seguiti dai depositi flischoidi (Flysch della Laga) di riempimento di un bacino di avanfossa sviluppatosi al fronte della catena appenninica in via di formazione.

Dal punto di vista cartografico l'area in esame ricade all'interno dell'ambito della carta geologica in scala 1:50.000, Foglio n. 337 (Norcia) del Progetto CARG, di cui si riporta uno stralcio e una sezione geologica (Figura 3).

Nonostante l'azione tettonica sia stato il principale fattore morfogenetico dell'area di progetto, il modellamento fluviale e quello gravitativo hanno comunque prodotto nel paesaggio forme tipiche, che in molti casi sono ancora conservate nel record morfologico dell'area.

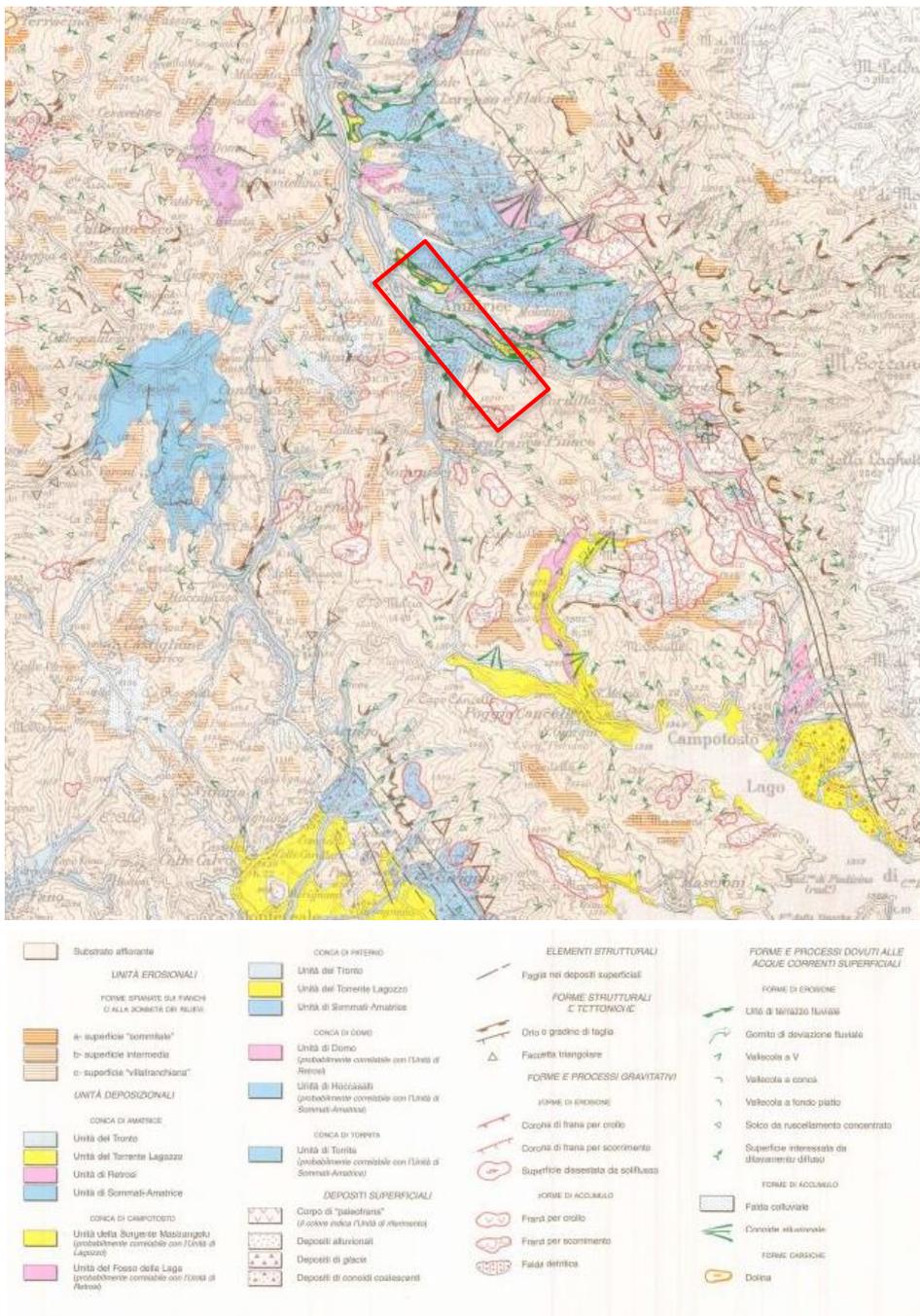


Figura 4: Schema geomorfologico della Conca di Amatrice (Cacciuni et alii., 1995). Nel riquadro rosso si riporta l'area di progetto.

2.4 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

L'area di Appenino centrale compresa nel Foglio 337 "Norcia" è caratterizzata da due distinti domini idrogeologici, aventi caratteristiche molto diverse in termini di produttività idrogeologica e di direzione dei deflussi superficiali e sotterranei. Tale divisione è marcata dalla struttura "Ancona-Anzio". Nel settore posto ad W dell'allineamento, prevalgono le unità carbonatiche dei Monti Sibillini, nel settore posto ad E predomina la formazione della Laga.

Per gli aspetti legati all'idrogeologia, come è mostrato nella Figura 5, l'area di studio ricade all'interno del dominio idrogeologico caratterizzato dalla formazione della Laga.

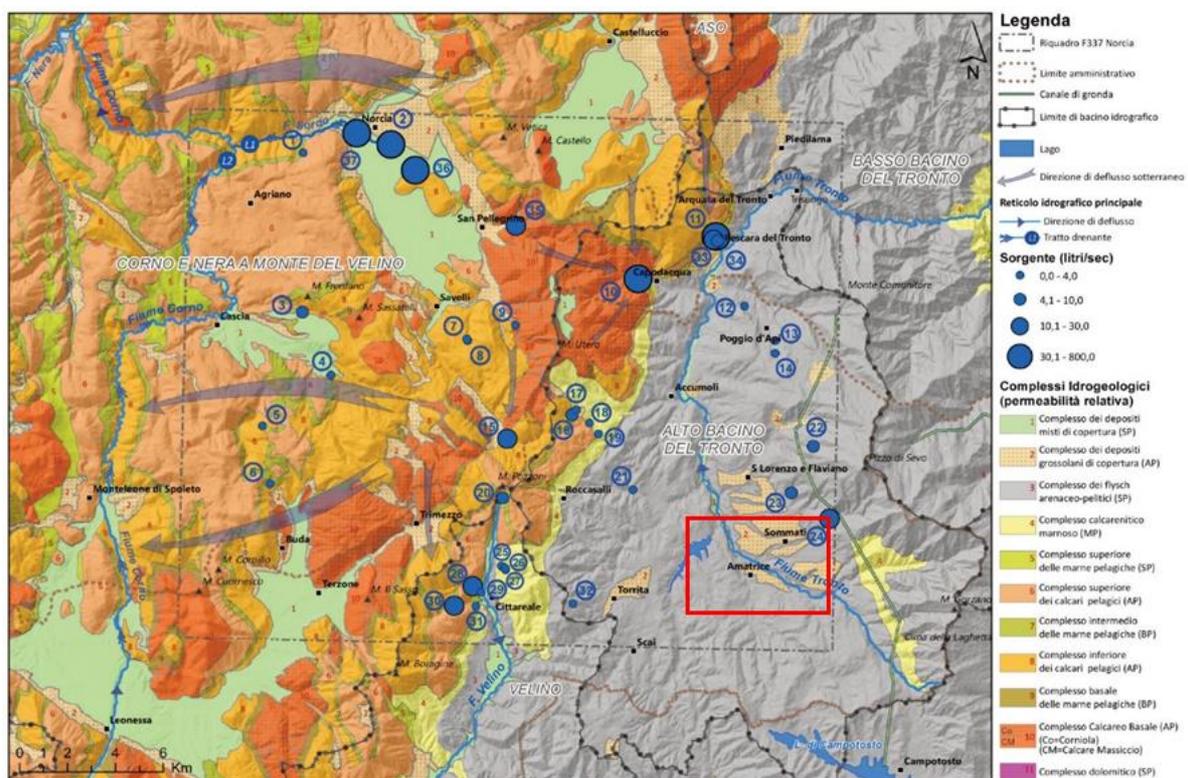


Figura 5: Carta Idrogeologica dell'area del foglio n.337 "Norcia" (Progetto CARG); nel riquadro rosso si riporta l'area di progetto.

I terreni che compongono tale formazione sono caratterizzati da alternanze di areniti, peliti e peliti arenacee e pertanto non sono mai sede di acquiferi importanti, ma piuttosto tendono a supportare una circolazione sub-superficiale, contenuta nelle porzioni arenitiche della formazione stessa e nelle coltri di alterazione. Per tale motivo sono estesamente presenti sia aree a ruscellamento diffuso in cui la circolazione superficiale assume un carattere stagionale, sia ristagni d'acqua dove la morfologia superficiale non consente il deflusso. Le precipitazioni efficaci alimentano quindi falde locali molto superficiali e discontinue il cui andamento è legato alla topografia. L'infiltrazione efficace media annua per i terreni della formazione della Laga è inferiore a 100 mm/anno. Il ruscellamento rappresenta mediamente più del 50% delle precipitazioni (Boni et alii, 1986).

L'area di studio è attraversata dal Fiume Tronto e dai suoi corsi d'acqua tributari, questo nasce dal versante occidentale dei Monti della Laga, al confine tra Abruzzo e Lazio e sfocia nel Mar Adriatico. Il Tronto e i suoi

tributari hanno una portata irregolare con un possibile limitato e variabile flusso in alveo anche nei mesi di magra estiva a causa della bassa permeabilità del substrato che drenano e del prevalente apporto da parte delle precipitazioni e dello scioglimento della neve.

I due complessi idrogeologici, affioranti nell'area di studio, sono così classificati all'interno della Carta idrogeologica del foglio n.337 "Norcia" (Progetto CARG):

1. *Complesso dei depositi grossolani di copertura*: in questo complesso sono stati riuniti i sedimenti continentali a granulometria grossolana (Pleistocene inferiore-Olocene; spessore totale da pochi metri ad un massimo di circa 100 m). Questi depositi si presentano in rapporti geometrici variabili, sia tra loro sia con le unità a granulometria mista. Il complesso comprende pertanto i detriti di falda, i depositi dei conoidi di deiezione, le alluvioni ciottolose terrazzate, che possono avere nel dettaglio permeabilità variabile ed ospitare acquiferi di importanza locale. L'infiltrazione efficace è variabile tra 300 e 500 mm/anno. Permeabilità relativa alta.
2. *Complesso dei depositi arenaceo-pelitici*: terreni appartenenti al membro del Lago di Campotosto della formazione della Laga (alternanza di arenarie, arenarie pelitiche, peliti arenacee; Miocene superiore p.p.) e marne-argillose del Miocene pre-torbiditico (unità argilloso-marnosa; Miocene medio-superiore p.p.). Lo spessore totale è di oltre 1500 m. Questi litotipi svolgono sia un ruolo di tamponamento laterale della falda di base delle unità idrogeologiche carbonatiche, sia un ruolo di acquiclude basale attraverso il piano di sovrascorrimento principale che sovrappone le unità carbonatiche ai depositi terrigeni. Questo complesso può ospitare acquiferi sospesi di importanza locale negli orizzonti maggiormente permeabili. L'infiltrazione efficace è generalmente inferiore a 200 mm/anno, ma può raggiungere i 200-300 mm/anno nei termini più permeabili. Permeabilità relativa scarsa.

2.4.1 PERICOLOSITÀ IDROGEOLOGICA

In merito ai dissesti in atto e potenziali, si riportano di seguito ed in estrema sintesi i dati relativi delle aree soggette alle pericolosità derivanti da fenomeni di dissesto idrogeologico.

Questi elementi sono stati desunti dalla consultazione degli elaborati cartografici prodotti sia dal Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) del fiume Tronto, redatto dall'autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Centrale, sia dall'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (IFFI). Il Progetto IFFI costituisce il primo inventario omogeneo dei fenomeni franosi sull'intero territorio nazionale, è stato realizzato dalle Regioni e Province Autonome d'Italia, in collaborazione con il Dipartimento Difesa del Suolo – Servizio Geologico d'Italia dell'APAT (ora in ISPRA).

Rimandando a quanto specificato in premessa, nel successivo capitolo saranno descritte e commentate le effettive condizioni geomorfologiche come desunte dagli studi sul terreno e non solo dalla cartografia di letteratura.

Dal punto di vista della pericolosità idraulica, nell'area di progetto, vengono evidenziate lungo le aste fluviali dei principali corsi d'acqua aree a pericolosità idraulica media con tempo di ritorno fra 100 e 200 anni (alluvioni poco frequenti) (Figura 6 e Figura 7).

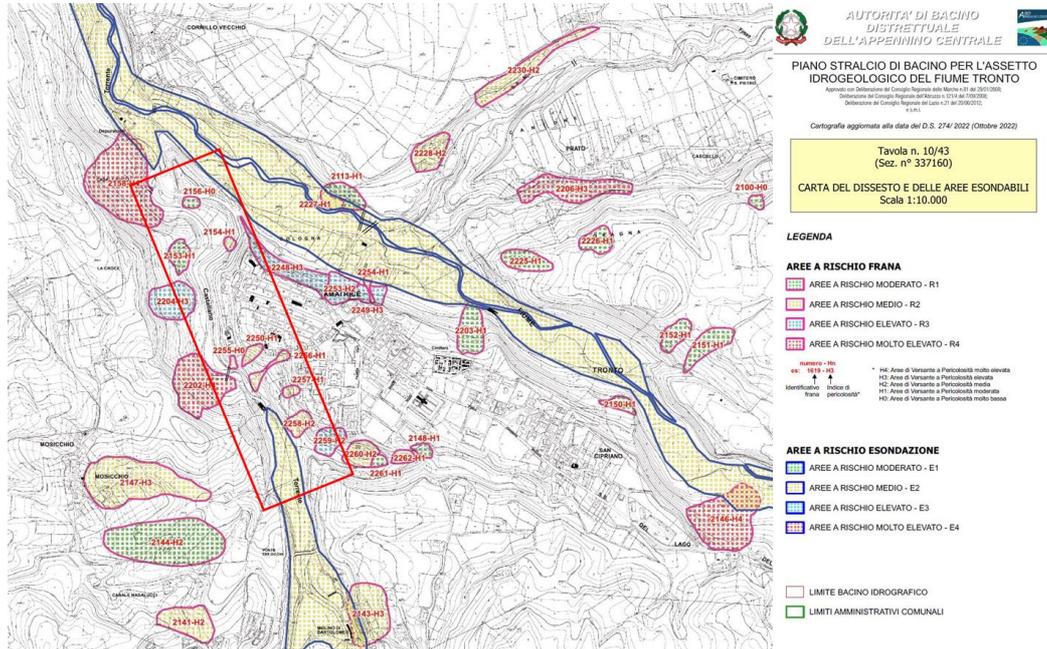


Figura 6: Stralcio della carta del dissesto e delle aree esondabili, estratto dal PAI; nel riquadro rosso si riporta l'area di progetto.

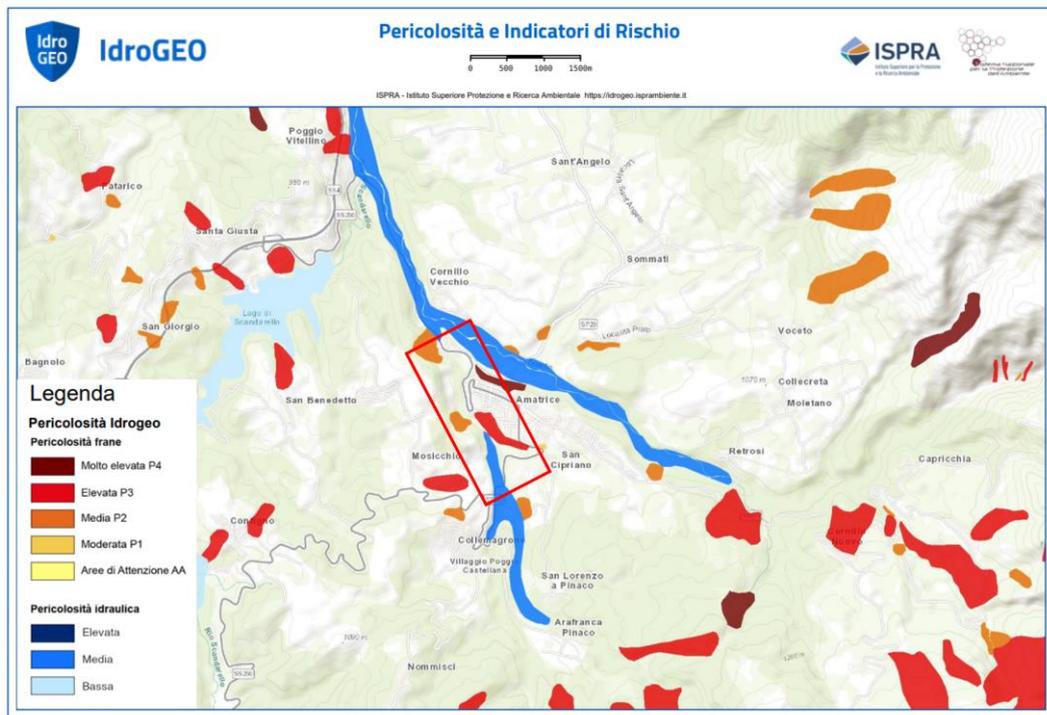


Figura 7: Cartografia con riportate le aree a diversa pericolosità idrogeologica, estratto database IFFI; nel riquadro rosso si riporta l'area di progetto.

Dal punto di vista della pericolosità legata alla presenza di frane, nell'area di progetto, ricadono diverse aree in frana identificate in entrambi i database consultati. Queste presentano pericolosità da medie a molto elevate (Figura 6 e Figura 7).

2.5 INQUADRAMENTO SISMICO

2.5.1 SISMICITÀ STORICA E STRUMENTALE

La sismicità italiana è in gran parte allineata lungo l'asse dell'Appennino. I terremoti più distruttivi sono generati da grandi faglie distensive orientate parallelamente alla catena ed affioranti generalmente al bordo dei bacini continentali intramontani che si sono sviluppati durante il Quaternario. Di fatto, l'area di studio e il territorio circostante è attraversato da diversi sistemi di faglie normali, attive e in grado di generare terremoti di $M_w > 6,5$; ad esempio il sistema dei Monti della Laga e il sistema di faglie del Monte Vettore. Ne consegue che il territorio dell'area di studio è caratterizzato da un elevato grado di sismicità.

Grazie agli studi pregressi, ai dati storici provenienti dal Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15) (Rovida et al., 2022) e ai dati strumentali estratti dal Database Macrosismico Italiano versione DBMI15 (Locati et al., 2022) sono ben conosciute la distribuzione e le caratteristiche della sismicità storica e strumentale. I dati desunti da tali database mostrano come l'area di progetto è stata storicamente sede di terremoti distruttivi che hanno raggiunto intensità massime di XI MCS e dimostrano come questo sia uno dei settori dell'Appennino centrale maggiormente attivi sismicamente, in termini di energia rilasciata, di massime intensità risentite e di frequenza di accadimento di terremoti di grande magnitudo.

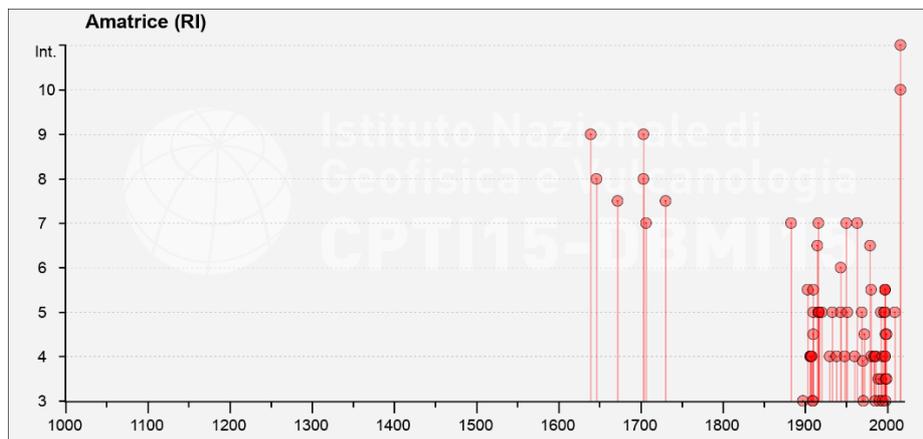


Figura 8: Distribuzione nel tempo dei terremoti risentiti ad Amatrice (RI) e la loro Intensità. (DBMI15 v4.0; Locati et al., 2022).

Come mostrato in Figura 8, ad Amatrice i terremoti catalogati sono 84, dei quali, i maggiormente distruttivi sono stati i due eventi recenti del 24/08/2016 (Intensità X) e del 30/10/2016 (Intensità XI), facenti parte della sequenza sismica del Centro Italia.

2.5.2 PERICOLOSITÀ SISMICA

L'Ordinanza del Presidente del C.d.M. n. 3274 del 20/3/2003 ha introdotto la nuova classificazione sismica del territorio italiano che viene diviso in 4 zone sismiche, ciascuna caratterizzata da un diverso valore del parametro a_g (accelerazione massima convenzionale su suolo di categoria A).

Con le Norme Tecniche per le Costruzioni del settembre 2005 è stato specificato che per le zone 1, 2 e 3 è possibile una suddivisione in sottozone caratterizzate da valori di a_g intermedi rispetto a quelli citati e intervallati da valori non minori di 0.025.

La Gazzetta Ufficiale del 11/5/2006 ha pubblicato l'Ordinanza del PdCM del 28 aprile 2006 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone" (Ordinanza n. 3519) con la quale sono approvati i criteri generali e la mappa di pericolosità sismica di riferimento a scala nazionale. Le valutazioni di a_g sono calcolate su un numero sufficiente di punti (griglia non inferiore a 0.05°), corredate da stime dell'incertezza. I valori di a_g sulle griglie suddette sono stati pubblicati sul sito web dell'INGV. La documentazione di interesse è riportata nella mappa seguente (Figura 9). I valori di pericolosità sismica riportati sono espressi in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi ($V_s > 800$ m/s).

Osservando la mappa si evince che il Comune di Amatrice ricade in zona sismica 1 con valori di a_g compresi fra 0.250 e 0.275 g.

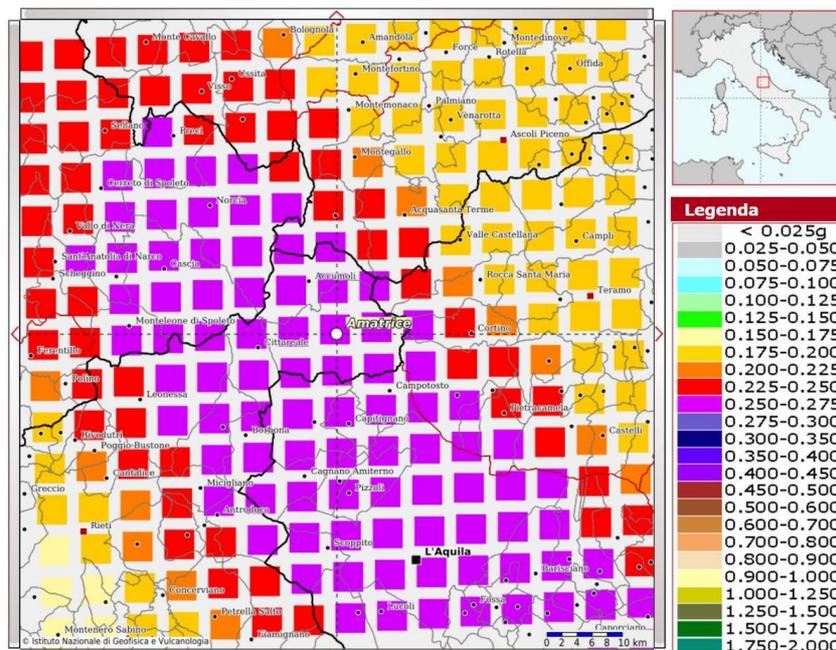


Figura 9: Mappa di pericolosità sismica (MPS04-S1); estratto dal sito dell'INGV.

Ai fini della valutazione delle classi di suolo e della risposta sismica locale, nel PFTTE sono state effettuate delle indagini geofisiche i cui risultati vengono riportati nell'elaborato T00GE00GETRE0 – Relazione sismica.

3 ANALISI DELLE CONDIZIONI DI SITO DI PROGETTO

3.1 INDAGINI PREGRESSE

Per una valutazione delle caratteristiche geologico-tecniche dei terreni affioranti nell'area di progetto, in fase di PFTE sono state eseguite le seguenti indagini geognostiche e geofisiche:

- n. 11 sondaggi a carotaggio continuo della profondità variabile da 30.00m a 50.00m;
- n.80 prove in foro di tipo SPT, 8 per ciascun sondaggio ad eccezione dei sondaggi S9 e S5 bis nei quali ne sono state eseguite rispettivamente 5 e 3;
- n. 3 allestimenti dei fori di sondaggio a piezometro (S7, S9, S5 bis);
- prelievo di n.49 campioni totali, 42 indisturbati e 7 rimaneggiati;
- n. 5 allestimenti per prove Down-Hole con tubo in PVC e successiva esecuzione di n. 5 indagini sismiche in foro (S2, S4, S5, S7 e S9);
- n. 2 allestimenti dei fori di sondaggio S3 e S6 a tubo inclinometrico;
- n. 2 profili sismici a rifrazione con ricostruzione tomografica;
- n. 4 profili sismici di superficie con metodologia MASW per il calcolo delle Vs, eq;
- n. 8 misure di rumore ambientale, sismica HVSR.

Nella Tabella 1 si riporta la profondità dei sondaggi effettuati, la data di esecuzione, la quota, le coordinate e l'attrezzatura relativa ai sondaggi eseguiti. La profondità di prelievo dei campioni rimaneggiati o indisturbati e i risultati delle prove SPT eseguite durante la perforazione dei sondaggi, sono riportati, rispettivamente, in Tabella 2 e Tabella 3. In Tabella 4 vengono riportati i risultati delle prove geofisiche eseguite.

Tabella 1: Campagna sondaggi Anas 2022

SONDAGGIO	PROFONDITA' (m dal p.c.)	DATA ESECUZIONE	Quota (m s.l.m.)	Coordinate GAUSS BOAGA		ATTREZZATURA
				E	N	
S1_L2	30 m	4-5/04/2022	920.94	851912.412	4727937.990	-
S2_L2	40 m	5-6/04/2022	886.32	851792.832	4728034.590	Downhole
S3_L2	55 m	15-21/04/2022	939.83	851779.846	4728282.857	Inclinometro
S4_L2	50 m	9-14/04/2022	943.39	851805.342	4728256.446	Downhole
S5_L2	40 m	11-12/04/2022	904.02	849559.188	4729926.799	Downhole
S5 bis_L2	40 m	25-27/05/2022	901.61	851718.128	4728190.664	Piezometro
S6_L2	40 m	7-8/04/2022	899.57	851068.146	4729162.352	Inclinometro

SONDAGGIO	PROFONDITA' (m dal p.c.)	DATA ESECUZIONE	Quota (m s.l.m.)	Coordinate GAUSS BOAGA		ATTREZZATURA
				E	N	
S7_L2	40 m	20-27/04/2022	870.12	851448.406	4728330.720	Piezometro/Downhole
S8_L2	40 m	5-6/04/2022	857.09	851434.236	4728781.725	-
S9_L2	40 m	6-7/04/2022	853.93	851360.658	4728881.208	Piezometro/Downhole
S10_L2	30 m	2-3/05/2022	874.59	851372.654	4728968.561	-

Tabella 2: Prelievo campioni nei sondaggi Anas 2022

Profondità Prova (m dap.c.)	S1_L2	S2_L2	S3_L2	S4_L2	S5_L2	S5bis_L2	S6_L2	S7_L2	S8_L1	S9_L2	S10L2
4.50				Ind.							
6.0			Ind.								
7.70											
8.50						Rim			Ind.		
9.50	Ind.	Ind.					Ind.				Ind.
10.0				Ind.							
10.50						Ind.					
12.0										Ind.	
12.50			Ind.								
14.0	Ind.										
15.0				Ind.	Ind.			Ind.			
15.80						Rim.					
16.0		Ind.	Ind.								
17.50							Ind.				
18.0						Ind.					Ind.
19.80											
20.0					Ind.			Ind.	Ind.		
21.50	Ind.										
26.0			Ind.							Ind.	
24.0						Rim.					

Profondità Prova (m dap.c.)	S1_L2	S2_L2	S3_L2	S4_L2	S5_L2	S5bis_L2	S6_L2	S7_L2	S8_L1	S9_L2	S10_L2
25.0					Ind.						Ind.
27.50							Ind.				
28.0		Ind.							Ind.		
29.0				Ind.							
30.0					Ind.			Ind.			
31.8		Ind.									
32.0									Ind.		
33.50							Ind.				
35.0					Ind.			Ind.		Ind.	
38.0			Ind.								
38.50							Ind.				

Tabella 3: Valori di Nspt registrati neri sondaggi Anas 2022.

Profondità Prova (m dap.c.)	S1_L2 (Nspt)	S2_L2 (Nspt)	S3_L2 (Nspt)	S4_L2 (Nspt)	S5_L2 (Nspt)	S5bis_L2 (Nspt)	S6_L2 (Nspt)	S7_L1 (Nspt)	S8_L2 (Nspt)	S9_L2 (Nspt)	S10_L2 (Nspt)
2.50											23
3.50	6	16									
4.0						28	12			R	
4.50					18				14		
5.0	3			17				33			
6.0						R					
6.5			31								50
7.0									40		
7.5	8			R							
8.0		R	34							R	
9.0								53	36		
9.50					28						
10.0	20		R				18				

Profondità Prova (m dap.c.)	S1_L2 (Nspt)	S2_L2 (Nspt)	S3_L2 (Nspt)	S4_L2 (Nspt)	S5_L2 (Nspt)	S5bis_L2 (Nspt)	S6_L2 (Nspt)	S7_L1 (Nspt)	S8_L2 (Nspt)	S9_L2 (Nspt)	S10_L2 (Nspt)
10.50				R							43
11.0						12					
12.0		28						23			
12.50					42		32		R	R	
14.0			R								
14.50	25										R
15.50								27			
16.50		R		R					R		
17.0					R		37				
17.50			47								
18.50											R
19.0				46							
20.0		R	R				47	36			
20.50					46				41		
21.0				R						R	R
22.0	R										
24.0				R			R	53			
24.50									R		
25.0	14	40	54								
25.50											R
26.0				51	R						
26.50										R	
28.0		R					R				R
28.50	R								R		
29.0								R			
30.0		R	54								
30.50					49						
34.0							R				
35.50					R			R			

Tabella 4: Prove geofisiche campagna di Anas 2022

PROVA	DATA	Coordinate GAUSS BOAGA		V _{seq} (m/s)	Categoria sottosuolo (NTC 2018)	Frequenza di picco (Hz)
	ESECUZIONE	E	N			
S2 Downhole	2022	851792.832	4728034.590	532	B	-
S4 Downhole	2022	851805.342	4728256.446	541	B	-
S5 Downhole	2022	849559.188	4729926.799	417	B	-
S7 Downhole	2022	851448.406	4728330.720	375	B	-
S9 Downhole	2022	851360.658	4728881.208	664	B	-
RIFRAZIONE 1	2022	13.288942	42.626046	-	-	-
RIFRAZIONE 2	2022	13.288975	46.625897	-	-	-
Masw 1	2022	850661.590	4730088.25	445	B	-
Masw 2	2022	851811.795	4728034.465	454	B	-
Masw 3	2022	847324.372	4728624.357	400	B	-
Masw4	2022	851458.305	4728370.843	353	B	-
Hvsr 1	2022	851916.770	4727930.004	-	-	3.03
Hvsr 2	2022	851811.651	4728042.141	-	-	13.36
Hvsr 3	2022	851717.655	4728202.504	-	-	5.91
Hvsr 4	2022	851736.9093	4728339.890	-	-	2.37
Hvsr 5	2022	851432.0842	4728346.351	-	-	5.63
Hvsr 6	2022	851376.081	4728630.020	-	-	0.65
Hvsr 7	2022	851426.909	4728786.935	-	-	8.36
Hvsr 8	2022	851366.1028	4728972.481	-	-	2.04

3.2 INDAGINI INTEGRATIVE

Ad integrazione delle precedenti indagini, si è ritenuto necessario realizzare una nuova campagna di indagini volta ad integrare e migliorare i dati geologici e geotecnici in un congruo intorno dell'area d'intervento, al fine di elaborare un modello geologico, idrogeologico e geotecnico affidabile, dettagliato ed esteso opportunamente.

Considerando quanto detto pocanzi, le principali tipologie di indagini geotecniche e geofisiche previste includono:

- n. 13 sondaggi meccanici a carotaggio continuo, spinti a profondità di 40 m.;
- n. 5 perforazioni a distruzione di nucleo spinti a profondità di 15 m.;
- prelievo fino a n.3 campioni indisturbati di tipo Shelby in terreni coesivi per ogni sondaggio a carotaggio continuo. Le profondità di prelievo saranno proposte e concordate con il Progettista. Il numero di campioni prelevati è indicativo e potrà variare a seguito dell'accertamento della stratigrafia.;
- esecuzione di n. 8 prove penetrometriche dinamiche Standard Penetration Test (S.P.T.) per foro di sondaggio, con frequenza minima di 3 m.;
- n. 3 prove pressiometriche MPT su terra per ogni foro di sondaggio realizzato a carotaggio continuo;
- installazione di n. 13 piezometri di lunghezza 15m. Il tipo di piezometro verrà deciso in corso d'opera in funzione dell'effettiva stratigrafia e della potenziale presenza di falde sovrapposte.;
- installazione di n. 5 inclinometri di lunghezza 40m per il monitoraggio dei movimenti franosi;
- n. 5 profili sismici MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) per la misura della velocità delle onde di taglio V_s . Al fine di indagare una profondità minima di 30 metri, lo stendimento dovrà essere almeno il doppio di questa lunghezza, ovvero 60m;
- n. 9 linee sismiche a rifrazione con stendimenti di lunghezza variabile tra 80 e 145 metri. Le prove dovranno essere eseguite mediante tecnica della doppia energizzazione in onde P e in onde S. L'acquisizione andrà fatta con tecnica tomografica, con almeno 48 canali di acquisizione, interdistanza dei geofoni pari a 2 – 3m e comunque non superiore a 5m e profondità di indagine non inferiore a 30m;
- tipo e quantità delle prove di laboratorio potranno essere decise dopo l'accertamento della stratigrafia e delle caratteristiche dei campioni prelevati.

Si prevede inoltre di eseguire il monitoraggio del livello piezometrico e della strumentazione inclinometrica con cadenza mensile, e per almeno 6 mesi. Il monitoraggio andrà esteso a piezometri ed inclinometri installati durante la fase di PFTE, le cui misurazioni potranno essere fatte in concomitanza con le misurazioni della nuova strumentazione.

3.3 MODELLO GEOLOGICO DI SITO

Non avendo ancora il supporto delle indagini integrative, poiché ancora in fase di realizzazione, per la definizione del modello geologico di sito si sono utilizzate le indagini geognostiche realizzate per il PFTE, e i dati acquisiti durante i rilievi di terreno.

Tale modello è stato suddiviso ed organizzato sulla base delle formazioni che compongono il substrato del sito e i depositi di copertura affioranti lungo il tracciato.

Nelle aree dove il tracciato incrocia il fondovalle attuale affiorano dei depositi terrazzati costituiti da ghiaie di dimensioni da centimetriche a decimetriche sciolte in una matrice sabbioso-limosa. Queste si rinvennero anche nei sondaggi posti nel fondovalle, alternate a livelli di sabbie limose nocciola-giallastre intercalate a blocchi di arenaria fratturata. Tali depositi hanno spessori variabili da un minimo di 6 m nel sondaggio S9 ad un massimo di 11 m nel sondaggio S7. Tali depositi alluvionali sono riferibili al Pleistocene sup. – Olocene, ed appartengono alle unità geologiche GM e GP (Figura 10).

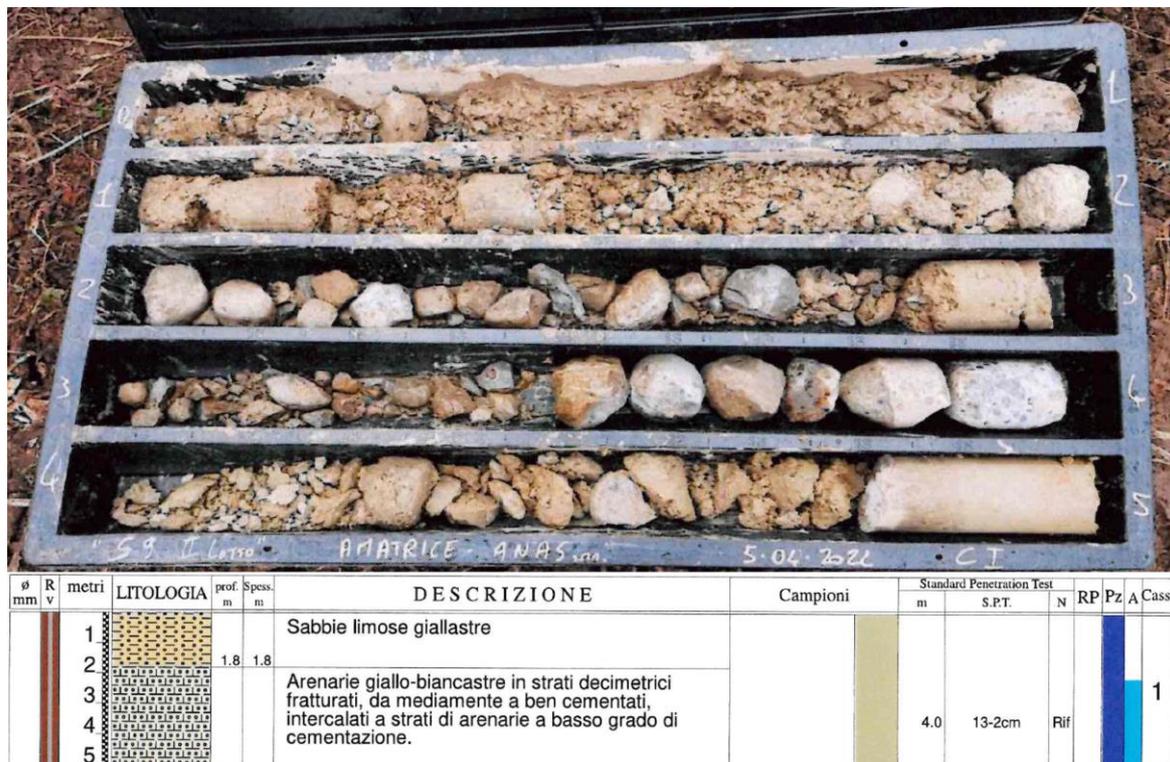


Figura 10: Sondaggio S9 cassetta 1, profondità 0-5 m. Unità geologica GM.

Lungo i versanti che bordano il fondovalle del Torrente Castellano si trovano sporadicamente affioramenti di depositi di versante, generati sia dall'azione della gravità che dal dilavamento. Questi sono costituiti da materiale di accumulo detritico proveniente dai versanti e sono composti da clasti eterometrici arenacei immersi in una matrice sabbioso limosa. Le ulteriori formazioni affioranti nell'area di progetto corrispondono principalmente alle due unità, costituenti il substrato arenaceo-pelitico Messiniano affiorante nell'area di studio, cioè le unità SFGRS e SFALS (Figura 11). Queste unità sono composte da diversi litotipi riscontrati nei sondaggi, ovvero: limi argillosi debolmente sabbiosi grigiastri di spessore variabile da un minimo di 2.5 m nel sondaggio S7, ad un massimo di 13 m nel sondaggio S1; marne argillose grigiastre molto consistenti con spessori che variano da un minimo di 11 m nel sondaggio S1, ad un massimo di 31.5 m nel sondaggio S5; bancate di arenarie grigio biancastre di spessore massimo 10 m nel sondaggio S2 (Figura 12 e Figura 13).



Figura 11: Affioramenti del substrato arenaceo-pelitico. Immagine a) dettaglio dell'unità SFGRS; immagine b) dettaglio dell'unità SFALS.

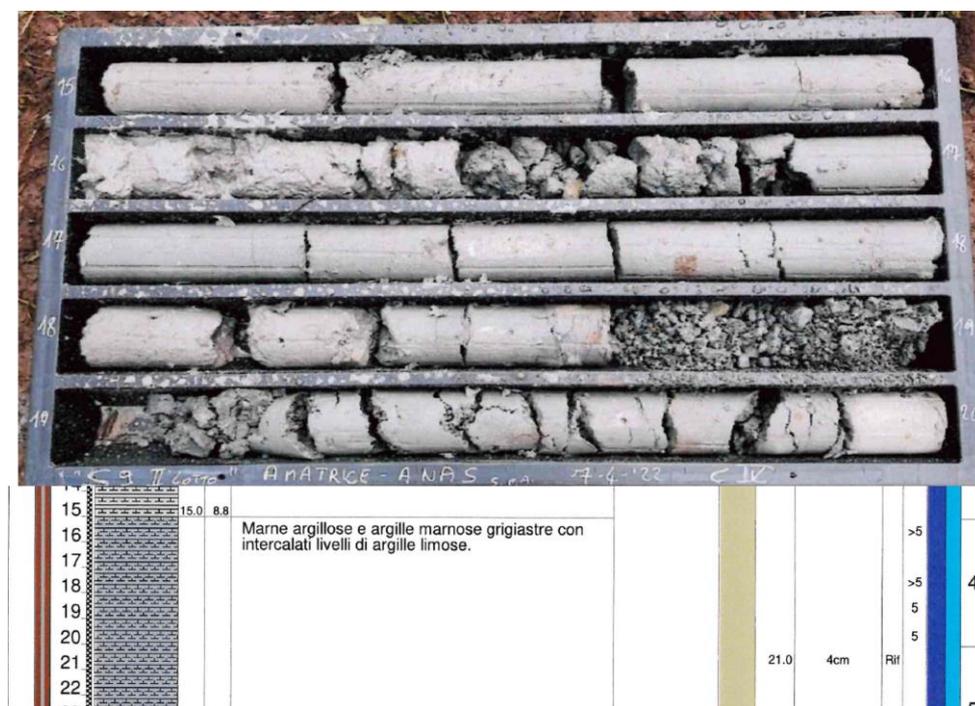


Figura 12: Sondaggio S9 cassetta 4, profondità 15-20 m. Unità geologica SFALS.

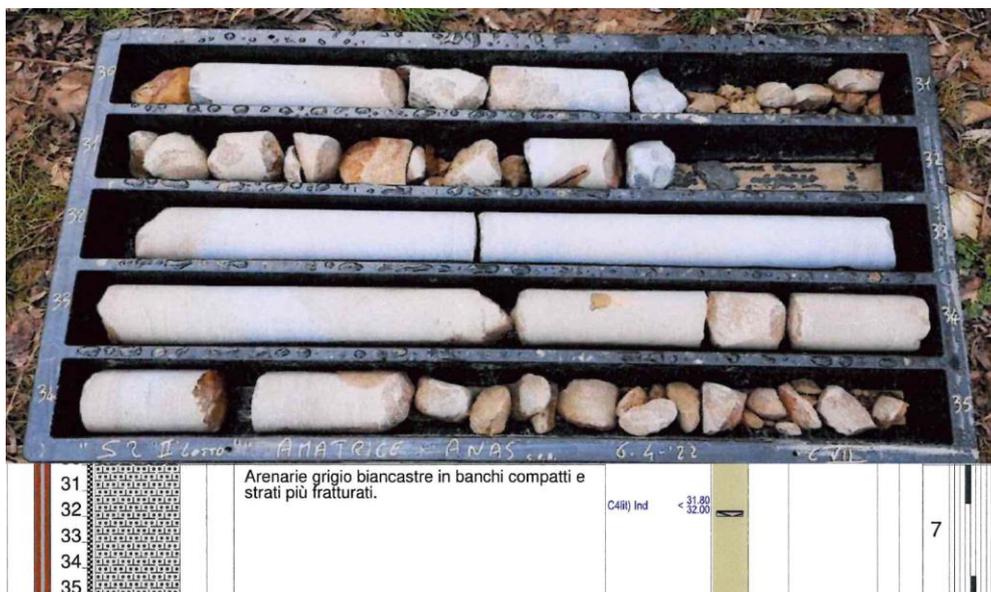


Figura 13: Sondaggio S2 cassetta 7, profondità 30-35 m. Unità geologica SFGRS.

Nell'area limitrofa a quella di progetto, posta al bordo sud-ovest dell'abitato di Amatrice, affiorano diffusamente alternanze di sabbie limose e limi sabbiosi intercalate a livelli di ghiaie arenacee grossolane. Questi sono stati rilevati nei sondaggi S3 ed S4 (Figura 14). Tali depositi, sui quali sorge l'abitato di Amatrice, sono appartenenti all'Unità del sistema di Amatrice SM (Pleistocene inf. – Pleistocene med.).

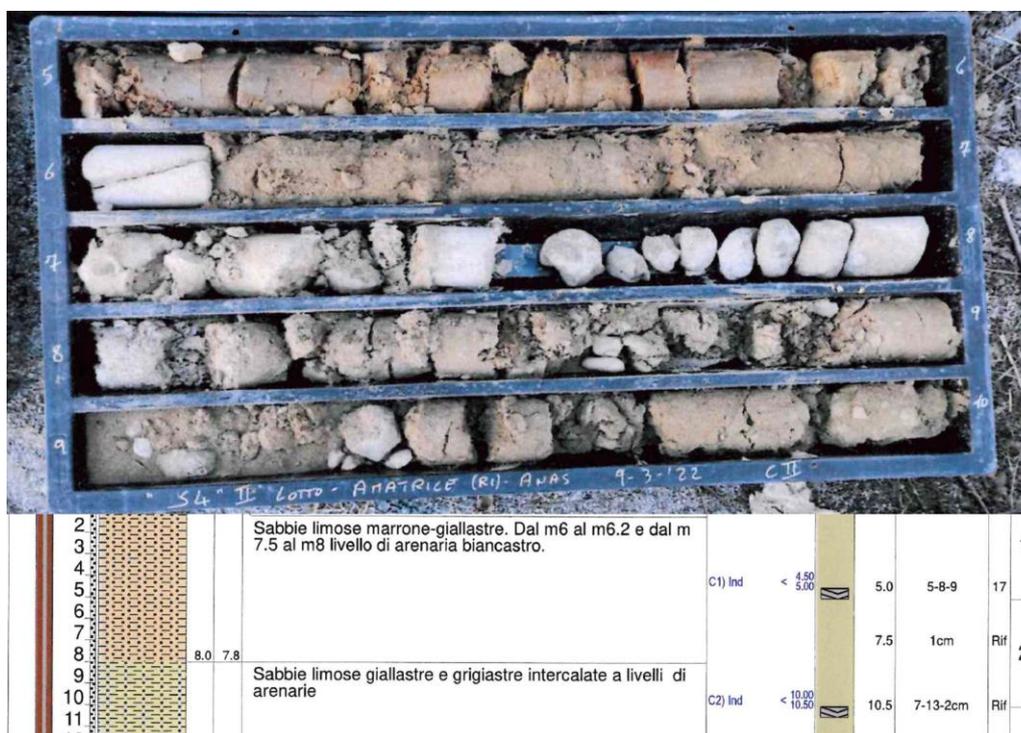


Figura 14: Sondaggio S4 cassetta 2, profondità 5-10 m. Unità geologica SM.

3.4 GEOMORFOLOGIA E CONDIZIONI DI STABILITÀ

Gli interventi previsti da progetto ricadono, per la maggior parte, lungo i fianchi dei versanti che bordano l'alveo del Torrente Castellano. I principali elementi geomorfologici da segnalare sono le forme legate ai dissesti gravitativi.

Al fine di verificare la loro potenziale presenza e migliorare la perimetrazione dei dissesti lungo il tracciato di progetto, si è effettuato un rilievo geomorfologico di dettaglio.

Il sopralluogo ha permesso di identificare due corpi franosi, mostrati in Figura 15, che interessano il tracciato di progetto. Per il primo, posto nella porzione più a sud del tracciato, il rilievo ha mostrato come l'intero pendio presenti numerosi rigonfiamenti, i quali indicano come tale versante sia stato in passato oggetto di processi gravitativi. Tuttavia, non sono state rilevate forme sul terreno che facciano ipotizzare che tale frana sia attiva o si sia attivata recentemente.

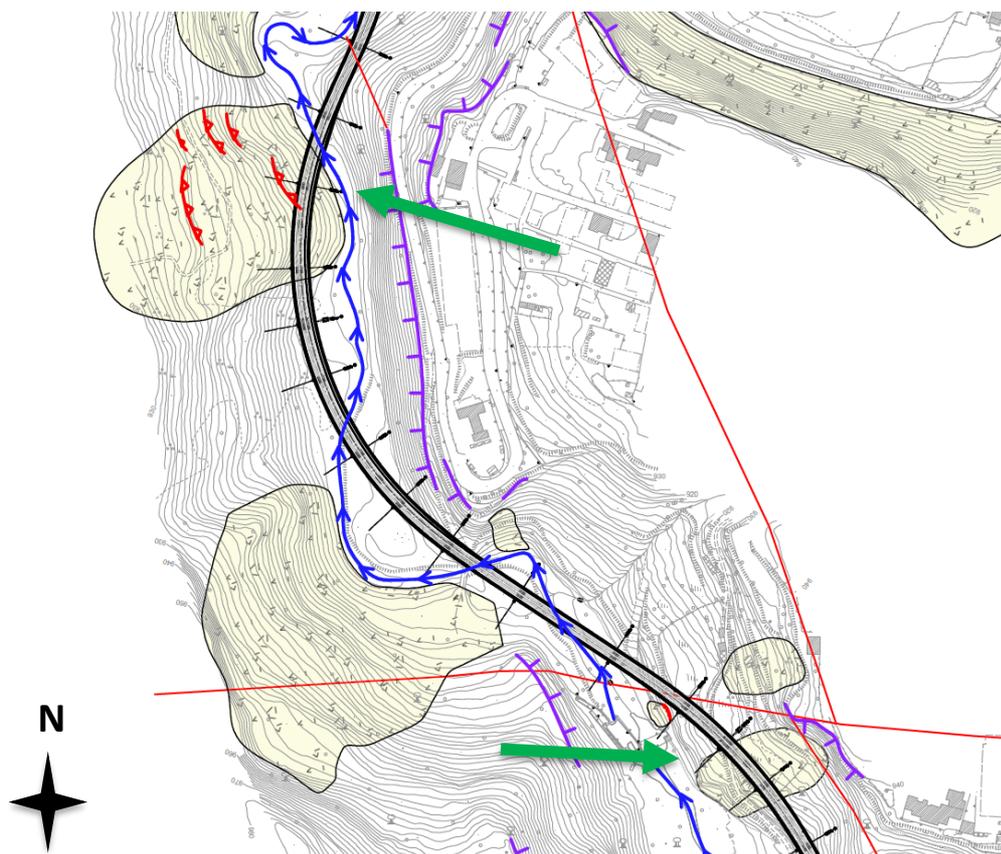


Figura 15: Stralcio dell'elaborato T00GE00GEOCG0 – Carta geomorfologica. Le frecce in verde mostrano le frane in oggetto.

Da segnalare invece è il secondo movimento franoso identificato nella porzione più a nord del tracciato. Dal rilevamento condotto si sono evidenziati e cartografati numerosi elementi diagnostici di movimenti in atto o recenti come scarpate di frana, terrazzi di frana, fratture nel terreno, rigonfiamenti e pali della rete elettrica

inclinati (Figura 16, Figura 17 e Figura 18). Dalla perimetrazione della frana, effettuata a valle del rilevamento condotto, si nota come questa interagisca con l'opera di progetto. È da segnalare, tuttavia, che tale interazione avviene limitatamente lungo i fianchi e la sua porzione terminale, dove lo spessore del corpo franoso diminuisce.



Figura 16: Coronamento della frana rilevata a N dell'area di progetto

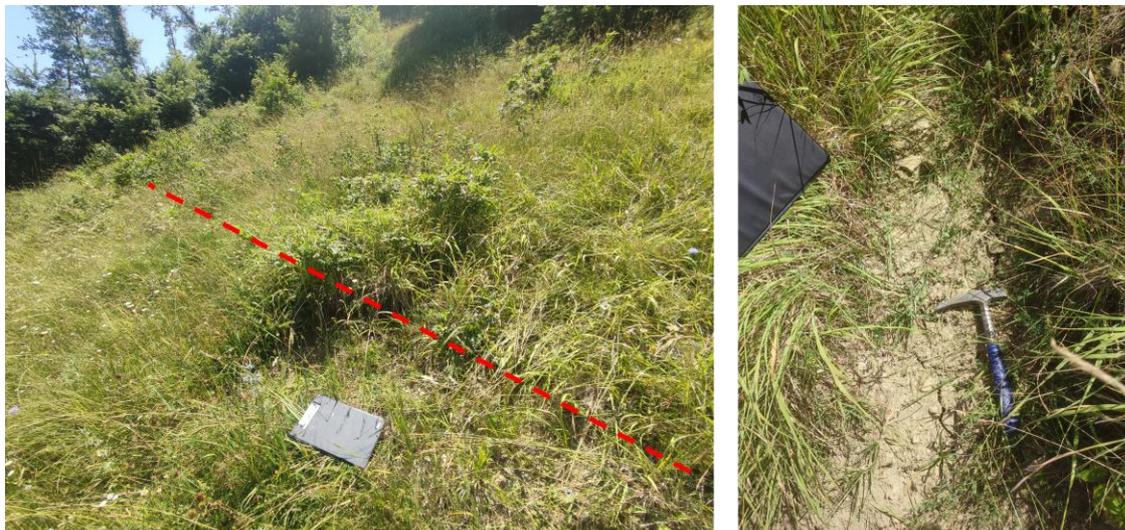


Figura 17: Dettaglio delle fratture superficiali rilevate nell'area della frana a N dell'area di progetto



Figura 18: Dettaglio di un palo della rete elettrica inclinato, indicato dalla freccia rossa, nell'area della frana a N dell'area di progetto

Nel PFTE venivano perimetrare ed attenzionate diverse aree a rischio frana possibilmente interferenti con le opere di progetto, sia in destra che in sinistra idrografica del Torrente Castellano. Tali corpi franosi venivano riportati poiché presenti nella cartografia PAI del fiume Tronto aggiornata ad ottobre 2021. L'aggiornamento della cartografia PAI, avvenuto ad ottobre 2022, nella quale veniva effettuata una nuova perimetrazione sugli areali a pericolosità di frana, non è stato preso in considerazione nel PFTE poiché pubblicato durante la stesura del progetto.

Appare quindi evidente che lo studio geomorfologico del PFTE si è basato su una perimetrazione del PAI superata, per tale motivo nella presente relazione si è effettuata una revisione della nuova cartografia PAI in relazione al rilievo geomorfologico di terreno realizzato.

In base alla cartografia PAI aggiornata ad ottobre 2022, il cui stralcio è riportato in Figura 6, è evidente come alcune delle frane riportate, generalmente caratterizzate da movimenti rotazionali/traslattivi, potrebbero interferire con le opere di progetto.

Tali frane sono riportate con le proprie codifiche nella seguente tabella:

Tabella 5: Frane potenzialmente interferenti con l'opera di progetto riportate dal Piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico del fiume Tronto

Identificativo frana	Indice di pericolosità	Classe di rischio	Indice di rischio
2258	H2	medio	R2
2256	H1	medio	R2
2204	H3	elevato	R3

Per la frana identificata con il codice 2256 il rilevamento geomorfologico condotto sul terreno non ha mostrato forme ascrivibili ad un fenomeno franoso, la forma cartografata dal PAI è piuttosto legata alla presenza di un impluvio a media pendenza.

La frana identificata con il codice 2258 coincide con la frana precedentemente descritta e posizionata nella porzione sud dell'area di progetto (Figura 15). Per cui, come già definito in precedenza, anche se il versante mostra il record di processi gravitativi, non sono state rilevate forme sul terreno che facciano ipotizzare che tale frana sia attiva o si sia attivata recentemente. L'unica evidenza di attivazione osservata nell'areale di frana-2258 è legata a piccole porzioni superficiali del corpo a ridosso del corso d'acqua. Ciononostante, tali piccole porzioni attive ricadono al di fuori delle zone d'intervento.

Come per la precedente, la frana identificata con il codice 2204 coincide con la frana precedentemente descritta e posizionata nella porzione nord dell'area di progetto (Figura 15). Dal rilevamento condotto per tale frana si è proceduto pertanto ad una ripermetrazione più coerente con le forme cartografate sul terreno. Tale nuova perimetrazione mostra come il corpo di frana attivo sia più esteso di quello cartografato dal PAI. Tuttavia, come

già segnalato l'interazione tra tale corpo franoso e l'opera avviene limitatamente lungo i fianchi e la sua porzione terminale, dove lo spessore del corpo franoso diminuisce.

3.5 ASSETTO IDROGEOLOGICO LOCALE

Conseguentemente all'analisi litologica delle formazioni intercettate dai sondaggi disponibili e dalle attività di rilevamento sul terreno è stato possibile raggruppare le formazioni geologiche all'interno di 4 complessi idrogeologici, ai quali, in maniera approssimativa, sono stati assegnati dei range di permeabilità.

Di seguito vengono sintetizzati i 4 complessi individuati:

- **Complesso dei materiali antropici (CRI):** depositi eterogenei derivanti dallo spostamento e ammassamento di materiali. La granulometria e gli spessori sono estremamente variabili, può essere sede di circolazione idrica non rilevante dal punto di vista idrogeologico. Tale complesso comprende l'unità geologica RI. Grado di permeabilità da basso a medio ($10^{-6} < K < 10^{-4}$).
- **Complesso dei depositi detritici e alluvionali antichi e recenti (CDA):** Alluvioni ghiaiose, sabbiose, argillose anche terrazzate, depositi detritici di falda a vario grado di cementazione. L'eterogeneità granulometrica dei litotipi di questo complesso favorisce la presenza di piccole falde sospese locali. Tale complesso comprende le unità geologiche GP, GM, SM, MH. Grado di permeabilità da basso a medio ($10^{-7} < K < 10^{-4}$).
- **Complesso del flysch arenaceo-pelitico (CFA):** Associazioni arenaceo-conglomeratiche, arenacee e subordinatamente arenaceo-pelitiche. Il complesso, privo di una circolazione idrica sotterranea di importanza regionale, può ospitare falde locali e discontinue all'interno degli orizzonti fratturati. Tale complesso comprende l'unità geologica SFGRS. Grado di permeabilità da molto basso a basso ($10^{-8} < K < 10^{-5}$).
- **Complesso del flysch pelitico-arenaceo (CFP):** sabbie e peliti prevalenti con sottili intercalazioni arenaceo-marnose. Dal punto di vista idrogeologico possono assumere il ruolo di aquitard o aquiclude laddove prevale la componente fine. Tale complesso comprende l'unità geologica SFALS. Grado di permeabilità da molto basso a basso ($10^{-8} < K < 10^{-6}$).

Considerando i 3 piezometri installati nei diversi sondaggi eseguiti e le relative misure piezometriche si può riassumere quanto segue in Tabella 6.

Tabella 6: Misure livello di falda nei piezometri installati

Sondaggio	Profondità sondaggio (m)	Profondità falda da p.c. (m)
S5 bis	40	12.71
S7	40	3.30
S9	40	2.14

Le letture piezometriche mostrano come nel piezometro più a monte dei tre presenti, l'S5bis, posto a circa 20 m sopra l'alveo del Torrente Castellano, la falda è impostata nel substrato arenaceo pelitico, all'interno di un livello sabbioso limoso a circa 12 m dal p.c., quindi a circa 8 m più in alto della quota dell'alveo; mentre nel piezometro più a valle, l'S9, posto a circa 2 m dall'alveo del torrente, la falda, posta all'interno dei depositi alluvionali attuali in un livello di ghiaie arenacee, è posizionata a circa 2 m dal p.c., quindi a circa il medesimo livello dell'alveo.

Ciò indica come il livello di falda, lungo il settore interessato dagli interventi, è compreso fra i 12 e i 2 m circa dal p.c. con una direzione di deflusso verso NO, progressivamente allineandosi al livello di base locale del Torrente Castellano.

4 CONCLUSIONI

In conclusione, si può affermare che:

- dal punto di vista geologico, l'area di studio è contraddistinta dalla presenza delle unità del substrato Miocenico (formazione della Laga) coperte da depositi alluvionali e di versante del Quaternario. Le unità del substrato sono contraddistinte da due formazioni; la prima è composta da un'alternanza di livelli pelitici e marnosi grigi di spessore da decimetrico a metrico intercalati a livelli arenacei centimetrici, la seconda è composta da bancate arenacee di spessore da decimetriche a metriche intercalate da livelli pelitici centimetrici. I depositi alluvionali, affioranti nel fondovalle, sono costituiti da ghiaie di dimensioni da centimetriche a decimetriche sciolte in una matrice sabbioso-limosa. Sporadicamente in affioramento si rilevano anche depositi di versante costituiti da clasti eterometrici arenacei immersi in una matrice sabbioso limosa.
- dal punto di vista dell'assetto idrogeologico, sono stati differenziati 4 complessi idrogeologici distinti, ai quali è stato assegnato n range di permeabilità caratteristico. A partire dalle indagini disponibili si è inoltre evidenziato la presenza di un livello di falda locale compreso fra circa 12 e 2 m dal p.c.. La falda è stata rinvenuta sia nel substrato arenaceo pelitico, all'interno di un livello sabbioso limoso, che nei depositi alluvionali attuali, all'interno di un livello ghiaioso. Dalle osservazioni svolte, è stata definita una direzione di deflusso della falda verso NO.
- per quanto concerne le criticità di natura geomorfologica, dai rilievi condotti sul terreno, si è evidenziato come due corpi franosi interessano il tracciato di progetto, uno non mostra forme sul terreno che facciano ipotizzare che tale frana sia attiva o si sia attivata recentemente; il secondo invece mostra numerosi elementi diagnostici di movimenti in atto o recenti. La revisione della cartografia tematica del PAI, Autorità di bacino del F. Tronto (agg. ottobre 2022), ha evidenziato come delle tre frane segnalate come possibilmente interferenti con il tracciato di progetto solamente due sono state verificate dal nostro rilevamento di terreno e sono quelle descritte in precedenza. Per la frana, ritenuta dal nostro rilevamento in stato di attività, si è proceduto ad una perimetrazione coerente con le forme cartografate sul terreno. Tale perimetrazione mostra come il corpo di frana attivo sia più esteso di quello cartografato dal PAI.
- Sulla base di questi elementi geomorfologici è stato rivisto criticamente il progetto individuando un tracciato più consono alle effettive condizioni geomorfologiche dei versanti minimizzando e riducendo (per quanto possibile) le interazioni tra i vari movimenti di versante o i rischi ad essi connessi e le opere in progetto. In tale ambito è stata rivista anche l'impostazione strutturale del viadotto studiando opportune luci e relativi appoggi sul terreno per evitare o minimizzare le interazioni delle fondazioni con le frane riconosciute o con i versanti a rischio di instabilità. Una analisi definitiva e di maggiore dettaglio potrà essere effettuata una volta acquisiti i dati di indagine e monitoraggio avviati con la nuova campagna.