

# ADEGUAMENTO S.S. n°87 "SANNITICA"

## INTERVENTI LOCALIZZATI PER GARANTIRE LA PERCORRIBILITA' IMMEDIATA TRATTO "CAMPOBASSO – BIVIO S.ELIA" LOTTI A2 E A3

PROGETTO DEFINITIVO

CB-150

A.T.I. di PROGETTAZIONE:

(Mandataria)

**bonifica spa**

(Mandante)

**SOIL** Geotechnics Geology Structures Offshore  
ENGINEERING

(Mandante)

**FRANCHETTI**

IL PROGETTISTA:

Ing. Franco Persio Bocchetto - Ordine Ing. Roma n.° 8664-Sez A  
Ing. Luigi Albert – Ordine Ing. Milano n.° 14725-Sez A  
Ing. Paolo Franchetti – Ordine Ing. Vicenza n.° 2013-Sez A

IL GEOLOGO:

Dott. Geol. Anna Maria Bruna  
- Ordine Geol. Lazio n. 1531

RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE  
DISCIPLINE SPECIALISTICHE

Ing. Franco Persio Bocchetto - Ordine Ing. Roma n.° 8664-Sez A

COORDINATORE PER LA SICUREZZA:

Ing. Andrea Maria Enea Failla - Ordine Ing. Catania n.°A6701

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Ing. CLAUDIO BUCCI

## GE – GEOMORFOLOGIA

### RELAZIONE GEMORFOLOGICA

CODICE PROGETTO

PROGETTO

LIV.PROG. ANNO

D	P	C	B	0	1	5	0	D	2	2
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

NOME FILE:

T00GE00GEORE04B.DOCX

CODICE  
ELAB.

T	0	0	G	E	0	0	G	E	O	R	E	0	4
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

REVISIONE

SCALA

B
---

-

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
B	ISTRUTTORIA ANAS	Luglio 2022	Geol. M. Tedesco	Geol. F. Staffini	Ing. L. Albert
A	EMISSIONE	Aprile 2022	Geol. M. Tedesco	Geol. F. Staffini	Ing. L. Albert

**INDICE**

1	PREMESSA .....	1
1.1	ASSE VIARIO IN PROGETTO.....	1
1.2	DOCUMENTI DI PROGETTO .....	2
1.3	BIBLIOGRAFIA .....	2
2	INQUADRAMENTO GENERALE .....	3
3	sintesi dell'assetto geologico.....	5
4	SCHEMA GEOMORFOLOGICO .....	7
4.1	MODELLO EVOLUTIVO.....	7
4.2	PRINCIPALI ELEMENTI MORFOLOGICI .....	8
4.3	INTERFERENZE CON I LIMITI PAI E COMPATIBILITA' DEGLI INTERVENTI .....	10
5	COMPATIBILITA' GEOLOGICA-GEOMORFOLOGICA DEL TRACCIATO .....	0

## **1 PREMESSA**

La presente relazione di compatibilità geomorfologica intende illustrare esclusivamente gli aspetti geomorfologici dei territori interessati dal tracciato in progetto, ponendo attenzione alle forme individuate e a quelle censite nelle cartografie di vincolo PAI.

Le informazioni raccolte e sintetizzate nel seguito sono state utilizzate per la stesura del Progetto Definitivo oltre che essere alla base del modello geologico-geomorfologico della relazione geologica, alla quale si rimanda per maggiori dettagli.

### **1.1 ASSE VIARIO IN PROGETTO**

Il Progetto Definitivo degli interventi di adeguamento della "S.S. nel tratto Campobasso – Bivio S. Elia" prevede la realizzazione dei lotti A2 e A3 che si pongono in continuità con gli interventi già eseguiti e proseguono l'ammodernamento della S.S.87 in direzione di Campobasso per un'estensione di circa 3.400 m in comune di Campolieto. Il tracciato di progetto prevede il miglioramento degli standard esistenti lungo la S.S.87 alle caratteristiche tecnico-funzionali di una strada tipo C2 "extraurbana secondaria" ai sensi del DM 5/11/2001 e l'eliminazione di due passaggi a livello con la linea FS Campobasso Termoli sulla direttrice principale di traffico.

La variante in progetto ha inizio al Km 155+500 in località "Masseria Lombardi", dove è prevista una rotatoria per consentire l'innesto con l'attuale "Sannitica" e per la ricucitura con la viabilità locale.

La variante inizia tra il Km 156+000 ed il 158+000, in un tratto in cui l'attuale tracciato presenta un'alta tortuosità, consentendo velocità di percorrenza più elevate ed accorciando lo sviluppo dell'itinerario. Il tracciato prosegue per circa due chilometri in affiancamento alla linea FS "Campobasso-Termoli", con curve di ampio raggio e tratti in rettilineo. Dopo aver oltrepassato la strada provinciale di Campolieto, il tracciato in progetto termina ricollegandosi alla S.S.87 attuale all'altezza della stazione FS di Campolieto-Monacigliani al km 159+600 circa, con uno sviluppo totale dell'intervento di circa 3.335 ml (**Figura 1**).

L'intervento è caratterizzato dall'eliminazione dalla direttrice principale di traffico di due passaggi a livello della linea FS "Campobasso-Termoli", che restano attivi per il transito della sola viabilità locale.

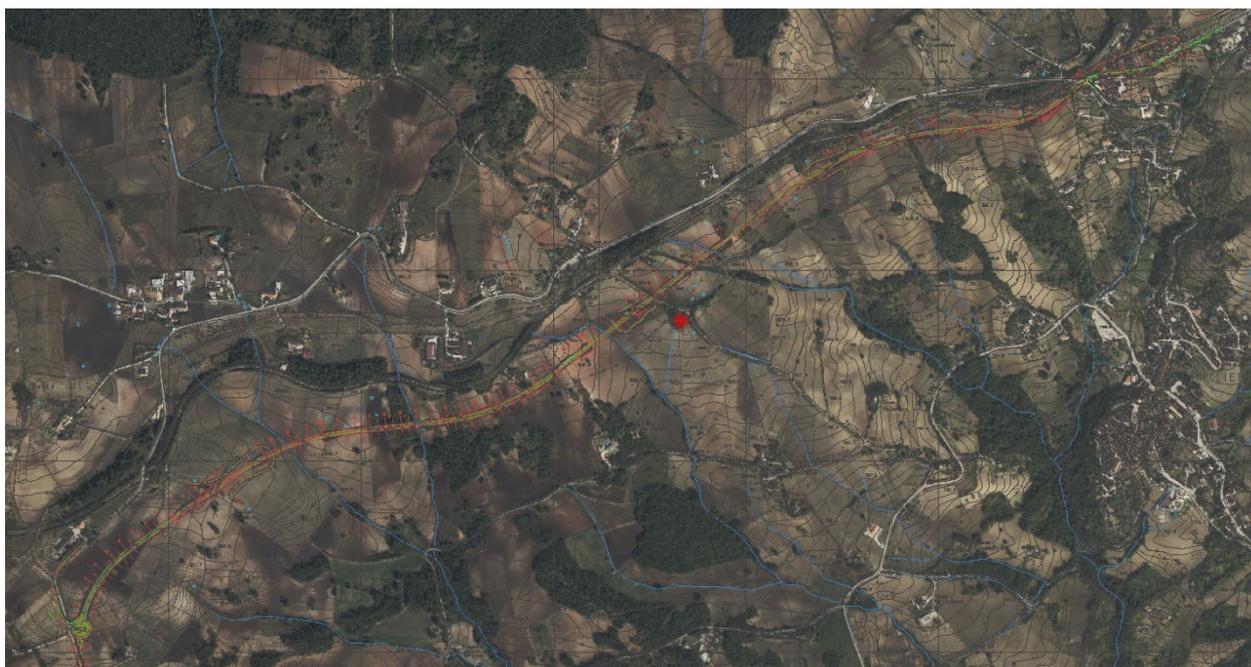


Figura 1 – Planimetria generale dell'area di intervento con riportato il tracciato in progetto

## **1.2 DOCUMENTI DI PROGETTO**

- [1] Doc. n. T00GE00GEOCG06/7/8 "Carta geomorfologica"

## **1.3 BIBLIOGRAFIA**

- [2] Bruno G., Cherubini C., Pagliarulo R., Surgo C., Trizzino R. - Giornale di Geologia Applicata 3 (2006) 167-172
- [3] Civita (1973): Proposte operative per la legenda delle carte idrogeologiche. Bollettino della Società dei Naturalisti in Napoli
- [4] Festa A., Ghisetti F. & Vezzani L. (2006) – Note illustrative della carta geologica del Molise in scala 1:100.000. Regione Molise.
- [5] Guida al Rilevamento e alla rappresentazione - Quaderno n°5. ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale). 1995
- [6] IFFI - Inventario dei fenomeni franosi in Italia: ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale)
- [7] ITHACA (ITaly HAZard from CApable faults): ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale)
- [8] Molin D. & Margottin C. (1981) – Il terremoto del 1627 nella Capitanata settentrionale. In "Sismicità dell'Italia: stato delle conoscenze e qualità della normativa, CNR-PFG
- [9] Norme di Attuazione dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale (ex Autorità di Bacino interregionale dei fiumi Trigno, Biferno e Minori, Saccione e Fortore)
- [10] Relazioni Tecniche dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale (ex Autorità di Bacino interregionale dei fiumi Trigno, Biferno e Minori, Saccione e Fortore)
- [11] Relazione Tecnica Matrice Ambientale Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale "Il Percorso per lo Sviluppo Sostenibile del Molise"
- [12] Norme Tecniche delle Costruzioni (NTC 2018) Patacca E., Scandone P. (1998). Struttura tettonica ed evoluzione cinematica dell'Appennino meridionale. 79° Congr. Soc. Geol. Ital., "La Sicilia, un Laboratorio Naturale nel Mediterraneo - Strutture, Mari, Risorse e Rischi" (Palermo, 21-23 sett. 1998)
- [13] Documentazione progettuale di accompagnamento delle precedenti fasi progettuali

## 2 INQUADRAMENTO GENERALE

La porzione di territorio interessata dal tracciato in progetto si attesta ca. 10Km in direzione NE rispetto all'agglomerato urbano di Campobasso, in un contesto collinare tipico dell'appenino centro-meridionale caratterizzato da blande morfologie e morbidi declivi.

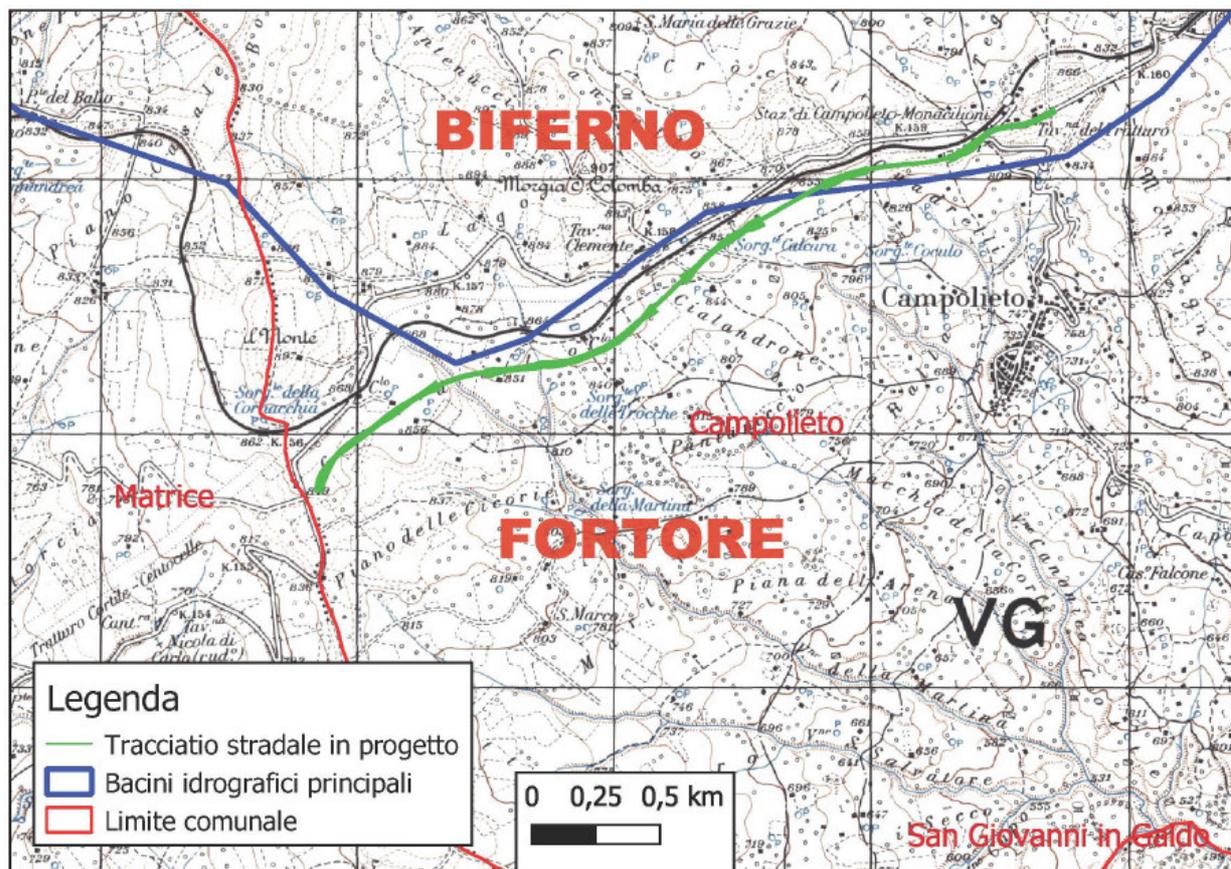


Figura 2 -Stralcio IGM con indicazione del limite dei Bacini idrografici del Fiume Fortore e del Fiume Biferno

L'intera estensione del tracciato si sviluppa all'interno del territorio comunale di Campolieto (CB), lungo lo spartiacque tra i bacini idrografici dei F. Biferno e F. Fortore. Il primo si sviluppa a NW dell'area, mentre il secondo in direzione SE, con il tracciato in progetto che si sovrappone parzialmente lungo il limite dei due bacini, passando da uno all'altro (Figura 2).

Nel dettaglio, il tracciato della S.S.87 corre lungo la sommità di una dorsale impostata secondo il lineamento geografico NE-SW e che coincide grossomodo con lo spartiacque tra i bacini idrografici dei F. Biferno (a N-NW) e F. Fortore (S-SE). La sommità della dorsale è caratterizzata nella porzione sud-occidentale da un'ampia superficie pianeggiante, che si restringe progressivamente spostandosi verso il tratto nord-orientale dell'area di studio. Questo tratto è caratterizzato da un crinale costituito da una successione di piccoli rilievi collegati fra loro da ampie selle morfologiche e che delimitano verso sud una superficie suborizzontale. Questa superficie si presenta a tratti pianeggiante e a tratti ondulata con inclinazioni di pochi gradi. In direzione nord est, in corrispondenza dello svincolo per Campolieto, si restringe fino a coincidere con l'attuale sede stradale (Figura 3). Dal crinale morfologico principale si sviluppano crinali secondari, poco sviluppati che degradano gradualmente verso le zone di fondovalle.

L'evoluzione geologica e tettonica a scala regionale ha fortemente influenzato l'evoluzione morfologica locale. Lungo l'asse della dorsale vi sono diversi affioramenti lapidei della formazione Argille Varicolori, che formano piccoli rilievi facilmente individuabili rispetto alle morfologie limitrofe.

## Relazione Geomorfológica



Figura 3 - Vista dell'estremità orientale dell'area di studio, dove l'attuale tracciato della S.S.87 corre lungo la cresta della dorsale morfologica

Blande e scarsamente inclinati sono invece i pendii impostati in corrispondenza dei livelli prevalentemente pelitici, la cui continuità è interrotta solo dalle incisioni del reticolo idrografico locale e dai fossi di scolo che generalmente seguono la direzione di massima pendenza del pendio. Di notevole importanza per la fisionomia del territorio sono i fenomeni erosivi e quelli gravitativi che modellano i versanti. I primi sono legati principalmente al reticolo di deflusso superficiale, ai canali di scolo dei campi e alla suscettibilità del territorio per via della connotazione agricola dell'area, mentre i fenomeni gravitativi si concentrano in corrispondenza dei versanti argillosi e sono rappresentati da un gran numero di frane, con differenti estensioni e gradi di attività.

### 3 SINTESI DELL'ASSETTO GEOLOGICO

Relativamente alla stratigrafia dell'area, si riporta nel seguito una distinzione sulla base dei complessi litologici omogenei dedotta dall'analisi della letteratura disponibile, della documentazione prodotta nelle precedenti fasi progettuali e sulla base delle evidenze di sito riscontrate in occasione dei sopralluoghi.

#### Terreni di copertura

Depositi recenti che ricoprono e mascherano i depositi più antichi con spessori variabili in funzione del punto di osservazione. Essi possono essere distinti in:

- **Terreni di riporto:** Materiali sciolti a granulometria mista che costituiscono il rilevato ferroviario, quello dell'attuale tracciato della S.S.87 ed altri rimodellamenti minori legati al patrimonio edilizio locale e alle attività agricole svolte, con spessori che variano da qualche decimetro fino ad alcuni metri;
- **Depositi di frana:** Questi si concentrano prevalentemente in corrispondenza delle Argille Varicolori e sono caratterizzati da terreni poco cementati, privi di coesione, destrutturati e/o con una struttura caotica. Nella maggior parte dei casi prevalgono terreni sabbio-argillosi con isolati elementi lapidei di pezzatura variabile. Gli spessori sono variabili in funzione dell'inclinazione del pendio e dell'entità del dissesto.

#### Terreni del substrato

Come precedentemente accennato, i terreni del substrato sono riconducibili alle unità del Sicilide e ai depositi dei bacini *top-thrust*, che sono legati essenzialmente alle fasi tettonogenetiche mioceniche della costruzione della catena alpina.



Figura 4 - Affioramento della successione lapidea in corrispondenza di una nicchia di frana

- **Unità Sicilide:** Nell'area di studio, questa unità è rappresentata esclusivamente dalla Formazione delle Argille Varicolori del Cretaceo sup. Miocene inf. In questo settore la formazione è presente con una successione prevalentemente pelitica, che affiora essenzialmente lungo i versanti che delimitano il rilievo. A questa si aggiunge una formazione che vede l'alternanza delle argille con livelli marnoso calcarei, individuabile perlopiù lungo la dorsale morfologica su cui si sviluppa il tracciato. Dall'analisi dei sondaggi eseguiti durante le campagne di indagini geognostiche del 2005 e del 2021 questa formazione può essere ulteriormente divisa in:
  - **Argille Varicolori nella componente pelitica (AVP):** Prevalenti argille scagliose di colore dal rosso-violaceo al grigio e al bluastro alternate a strati marnosi e calcarei di spessore centimetrico. Le argille si presentano minutamente scagliettate con una struttura caotica determinata dal notevole trasporto tettonico subito. In questa formazione si sviluppa la gran parte del tracciato in progetto;
  - **Argille Varicolori nella componente argilloso marnoso-calcareo (AVPL):** Prevalenti argille scagliose di colore dal rosso-violaceo al grigio e al bluastro alternate ad intercalazioni di strati marnosi, calcarei e calcareniti, con spessori da centimetrici a decimetri;
  - **Successione lapidea delle Argille Varicolori (AVL):** alternanza di calcareniti, calciruditi bianche e grigie, calcilutiti con strati che raggiungono spessori massimi nell'ordine del mezzo metro con interstrati argilloso-marnosi di colore rosso-verdastro (Figura 4);
  - **Livello superficiale delle Argille Varicolori (AVA):** Si tratta di un livello completamente destrutturato, alterato e degradato;
  - **Livello sabbioso-arenaceo delle Argille Varicolori (AVSA):** si tratta di una successione caratterizzata dall'alternanza di argille scagliose dal colore grigiastro al verde-azzurro, di argille marnose e di strati di arenarie e di sabbie.
- **Depositi dei bacini top-thrust (bacini sinorogenici):** Come precedentemente accennato, questi depositi appartengono alla Formazione delle Argille del Fiume Fortone (Carta Geologica del Molise Festa et alii 2006) e sono in contatto con quelli delle Argille Varicolori per via di superfici di sovrascorrimento. Dall'analisi dei sondaggi eseguiti nelle precedenti fasi progettuali, questi materiali sono caratterizzati da una successione prevalentemente sabbiosa (FS) e da una argillosa (FSA). Nel primo caso, vi è un'alternanza stratigrafica di arenarie e sabbie in strati centimetrici e decimetri con livelli millimetrici e centimetrici di argille e argille siltose biancastre, mentre nel secondo caso domina la componente argillosa rispetto a quella sabbiosa. La successione (FS) affiora nell'area del centro abitato di Campolieto e sui versanti a ovest del paese ed è interessata parzialmente dal tracciato in progetto, sebbene gli affioramenti principali si posizionino a valle.

## 4 SCHEMA GEOMORFOLOGICO

### 4.1 MODELLO EVOLUTIVO

L'assetto morfologico dell'area di studio è caratterizzato da un gran numero di dissesti gravitativi, in buona parte già individuati e cartografati nelle cartografie di vincolo sovraumunali (PAI) e nelle precedenti fasi progettuali mediante aerofotointerpretazione e rilievi di campagna. Queste forme sono state poi oggetto di maggiori approfondimenti in occasione delle campagne di indagine geognostiche del 2005 e del 2021, che hanno permesso una loro efficace caratterizzazione sia morfologica che litotecnica.

Nella gran parte dei casi, la stabilità e la dinamica evolutiva delle forme individuate dipendono da fattori climatici, dalle condizioni idrogeologiche, dalla sismicità dell'area e delle interferenze legate agli elementi antropici presenti sul territorio quali scarpate stradali, rilevati e rimodellamenti vari.

La gran parte delle frane individuate sono impostate sui depositi delle Argille Varicolori, che sono caratterizzate dall'alternanza di orizzonti pelitici e livelli lapidei. I cinematismi più frequenti riguardano gli scorrimenti rotazionali, rototraslazionali e traslazionali spesso con evoluzioni retrogressive. I piani di scorrimento sono generalmente impostati su superfici circolari o lungo piani di debolezza preesistenti, tipici delle formazioni fliscoidi a diverso contenuto pelitico.

In corrispondenza degli orizzonti pelitici, si evidenzia un'elevata propensione al dissesto, spesso legata al decadimento delle proprietà geomeccaniche delle argille in relazione alle pendenze, alle sollecitazioni indotte dalla fluttuazione della falda, alla cattiva gestione delle acque superficiali e ai rimodellamenti antropici, che in alcuni casi hanno causato il sovraccarico dei depositi e/o la destabilizzazione degli stessi.

Su questi materiali, i cinematismi più diffusi sono gli scorrimenti traslazionali ed i colamenti, che determinano tipiche forme di superficie oltre a diffuse evidenze sugli elementi antropici lineari (reti telefoniche e di distribuzione della bassa tensione elettrica).



Figura 5 - Esempio di frane superficiali in corrispondenza del settore NE del tracciato in progetto

I depositi strutturalmente più complessi, formati da associazioni argilloso-marnose, presentano un'alta propensione alla franosità, con forme generalmente attive spesso innescate da eventi meteorici intensi e/o prolungati. Queste condizioni sono legate alla natura prevalentemente argillosa dei terreni e alle intense e diffuse fessurazioni e deformazioni connesse alla complessa storia geologica dei luoghi. La natura dei fenomeni più ricorrenti in queste litologie sono i colamenti e nello specifico le colate di terra con meccanismo di movimento prevalentemente traslazionale (mudslides). Generalmente, questa tipologia di dissesti interessa i primi metri di deposito, caratterizzati da terreni argillosi fortemente degradati e destrutturati, con superfici di scorrimento ben definite. Le zone di accumulo sono facilmente individuabili, in quanto molto estese e solitamente incanalate all'interno delle linee di impluvio da cui deriva l'inquadramento dei fenomeni in "colamenti incanalati". In occasione degli eventi meteorici più intensi, ai fenomeni precedentemente descritti si possono sommare le colate di fango, che interessano essenzialmente i settori di impluvio con spessori più o meno variabili e superfici di scivolamento indefinite. Relativamente alla fascia di territorio percorsa dal tracciato, si evidenzia che il settore nord-orientale è quello più ricco di dissesti, con forme di diversa estensione e con differenti gradi di attività. Tale condizione, oltre che alla suscettibilità al dissesto delle coperture pelitiche della successione delle Argille Varicolori è legata all'assetto morfologico della dorsale, che in questo settore si restringe con versanti maggiormente acclivi sia a sud che a nord della linea di displuvio. In corrispondenza dei settori medio-apicali dei versanti abbondano i fenomeni roto-traslazionali, che verso valle evolvono in colate traslazionali o incanalate per via della maggiore incisione degli impluvi (Vd. carta geologica e dei dissesti).

Il quadro descritto, in buona parte già analizzato nelle precedenti fasi progettuali, è confermato dalla consultazione delle banca dati IFFI, dove l'attitudine dei versanti al dissesto idrogeologico è documentato dal censimento di vari fenomeni gravitativi.

#### 4.2 PRINCIPALI ELEMENTI MORFOLOGICI

Si riassumono nel seguito le principali forme di dissesto presenti nell'area, in parte già cartografate nelle banche dati nazionali e sovracomunali, le quali sono state indagate in occasione delle campagne di indagini geognostiche del 2005 e del 2021 che hanno anche permesso di definire il grado di attività dei fenomeni. Questi sono stati poi ulteriormente analizzati in occasione dei sopralluoghi condotti nell'area in questa fase progettuale, in occasione dei quali si è posta particolare attenzione nell'individuare di eventuali discrepanze e/o evoluzioni rispetto al quadro conoscitivo precedentemente delineato.

Riferimenti	Foto	Commento
Fr_01	002-006	Si tratta di un'ampia frana quiescente che interessa il versante a partire dal bivio per Campolieto e successivamente incanalato nel sottostante Vallone Canonico. Il movimento prevalente è di tipo rototraslazionale nei settori di testa e traslazionale in corrispondenza delle porzioni inferiori. La morfologia del corpo di frana è difficilmente distinguibile per via dei rimodellamenti legati all'attività agricola, ma si riescono ad individuare diversi ordini di scarpate in corrispondenza della nicchia. Lungo il corpo sono invece presenti alcune forme secondarie legate al dissesto, quali evidenze di creep e solchi di erosione da ruscellamento. Il tracciato interesserà la nicchia del fenomeno, in corrispondenza della quale dalla consultazione del materiale disponibile si ipotizza una quota della superficie di scivolamento di -5.0m dal pc.
Fr_2a-2b-2c-2d	007-055	Frana complessa formata da diversi corpi distinti con differenti gradi di evoluzione e cinematismi di movimento. Si individuano due forme principali, denominate 2a e 2b formate da scorrimenti rototraslazionali

**Relazione Geomorfologica**

		<p>quiescenti, con segni di riattivazioni superficiali lungo le porzioni di valle, dove sono presenti alcune scarpate secondarie. In corrispondenza della nicchia, si individuano due corpi secondari denominati 2c e 2d cartografati come "attivi" per via delle evidenze di terreno. Si tratta essenzialmente di scorrimenti traslazionali e rototraslazionali posti all'interno del corpo di frana più antico, quindi di fatto delle locali riattivazioni del fenomeno principale, con spessore stimato di 5-6m in corrispondenza del tracciato in progetto e della pila est del viadotto n.4 prevista in corrispondenza dell'estremità orientale della frana 2a.</p> <p>In corrispondenza dei settori più evoluti sono presenti terreni umidi, emergenze idriche, contropendenze, scarpate secondarie, localizzate fessurazioni, contropendenze e fenomeni di creep.</p>
<b>Fr_3a-3b</b>	007-055	<p>In aderenza al dissesto precedente è presente un altro areale di frana quiescente in parte riattivato. Come i fenomeni 2a-d, si tratta di uno scorrimento rototraslazionale evoluto in colata nei settori di valle. La porzione attiva è rappresentata dal corpo della 3b, facilmente individuabile per via di diverse contropendenze, rigonfiamenti e deformazioni che hanno interessato la massicciata della strada poderale che si sviluppa lungo la nicchia del dissesto. La presenza di fessurazioni e deformazioni lungo l'attuale tracciato della S.S.87 fanno presumere che il settore riattivato si spinga in direzione di monte oltre la ferrovia, fino ad interessare parzialmente la strada. A valle della nicchia, oltre alle contropendenze, sono presenti diversi ristagni, alcune emergenze idriche e localizzate tracce di ruscellamento. Il tracciato in progetto attraverserà tutto il settore di nicchia, con la pila ovest del viadotto n.4 fondata in corrispondenza del settore centro-occidentale della frana 3b, dove le quote dello scivolamento sono stimate tra i 5m e gli 8m di profondità.</p>
<b>Fr_04</b>	057-085	<p>Frana quiescente con cinematisimo rototraslazionale evoluto in direzione di valle in scorrimento attivo. In corrispondenza della nicchia, complici i rimodellamenti agricoli, non sono facilmente distinguibili le scarpate di scivolamento, ma vi sono solo alcune tracce di creep. In direzione di monte, lungo i manufatti della ferrovia, non sono presenti danni o ammaloramenti significativi. Il tracciato in progetto attraverserà la nicchia del dissesto, dove si presume uno spessore del corpo di frana compreso tra 3m e 5m.</p>
<b>Fr_05</b>	057-085	<p>Frana quiescente con prevalente dinamica traslazionale con tratti poco marcati e difficilmente distinguibili, il cui corpo, che presenta uno spessore stimato di ca. 5m-6m è attraversato dal tracciato in progetto</p>
<b>Fr_06</b>	086-098	<p>Frana attiva con movimento rototraslazionale che ha coinvolto le gabbionate a sostegno della massicciata ferroviaria fino ad interessate parte del rilevato su cui corre l'attuale tracciato della S.S.87. Chiare evidenze di movimento si riscontrano anche lungo la viabilità poderale, dove sono presenti rigonfiamenti, ondulazioni e traslazioni del tracciato. In direzione di valle, il corpo di frana è caratterizzato da contropendenze e ristagni idrici e si estende fino ad appoggiarsi al corpo della Fr_05, interessato la porzione di territorio dove è prevista la spalla est del viadotto n.3. Lo spessore stimato del dissesto è di ca. 6m.</p>

Fr_07	086-098	Frana di piccole dimensioni, riattivata nel settore di nicchia con dinamica rototraslazionale, dove sono presenti diverse evidenze di attività. In corrispondenza del dissesto è fondata una pila del viadotto n.3, con uno spessore del corpo di frana di ca.4m.
Fr_08	099-115 121-128 239-252	Grande frana quiescente con prevalente movimento rototraslazionale formata da diversi corpi minori che si fondono li uni con gli altri in corrispondenza della zona di accumulo, dove prevale il cinematismo di colata traslazionale. In corrispondenza della nicchia, dove saranno fondate n.2 pile del viadotto n.3 del tracciato in progetto, non si riscontrano tracce morfologiche significative. In corrispondenza dei corpi minori posti a ovest della nicchia, si riscontrano tracce di creep, mentre in direzioni di monte è presente un assestamento della massicciata stradale che fa presumere un'estensione del fenomeno fino all'attuale tracciato della S.S.87
Fr_09	147-156 205-207	Frana inattiva o naturalmente stabilizzata che si sviluppa su un pendio con pendenza inferiore ai 6° con spessore stimato di ca.3-4m. Le morfologie risultano molto degradate e alterate dai rimodellamenti agricoli, da cui deriva un difficile riconoscimento del corpo di frana. Non è direttamente attraversata dal tracciato in progetto, ma si attesta a breve distanza dal rilevato tra le sezioni di progetto n.41 e 43a.
Fr_10	-	Frana attiva di piccole dimensioni che ha interessato la scarpata di valle del rilevato su cui corre l'attuale tracciato della S.S.87. Il cinematismo ha visto lo scorrimento di uno spessore della porzione pelitica di 2-3m sul sottostante substrato lapideo.
Fr_11	168-192	Frana quiescente con movimento traslazionale che interessa una porzione di pendio debolmente inclinata. I rimodellamenti agricoli mascherano la gran parte delle evidenze morfologiche, motivo per il quale risulta difficilmente identificabile, ma che dalle indagini pregresse si stimanta uno spessore di ca.9m. In corrispondenza del settore mediano della frana saranno fondate la spalla est e una pila del viadotto n.1.
Fr_12a-12b	-	Frane quiescenti di medie dimensioni con dinamica rototraslazionale che interessano il versante a nord della dorsale morfologica su cui si sviluppa l'attuale tracciato della S.S.87, che nel tratto a ridosso delle nicchie presenta diverse lesioni della sede stradale. Il fenomeno non è interessato dal tracciato in progetto.

#### 4.3 INTERFERENZE CON I LIMITI PAI E COMPATIBILITA' DEGLI INTERVENTI

I territori attraversati dal tracciato sono compresi nelle aree dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale. Dalla sovrapposizione del tracciato con il Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico aggiornato ad Aprile 2017 risulta che la strada in progetto attraversa un'area zonizzata con Pericolosità Elevata (PF2 - *aree con elevata pericolosità da frana evidenziate dalla presenza di elementi che indicano un carattere di quiescenza e da indicatori geomorfologici diretti quali la presenza di corpi di frana preesistenti e di segni precursori di fenomeni gravitativi -ondulazioni, contropendenze, fratture di trazione, aperture anomale nei giunti di discontinuità, rigonfiamenti, etc.-*) inerente alle perimetrazioni dell'art. 26 delle Norme di Attuazione della ex Autorità di Bacino Interregionale del F. Fortore.

In caso di opere di pubblico interesse è necessario fare riferimento all'art. 28 (*Realizzazione di opere pubbliche e/o dichiarate di pubblico interesse*) delle Norme di Attuazione della ex Autorità di Bacino Interregionale del Fiume Fortore:

*La realizzazione di opere pubbliche e/o dichiarate di pubblico interesse nelle fasce di pericolosità può essere autorizzata dall'Autorità competente in deroga ai conseguenti vincoli, previa acquisizione del parere favorevole del Comitato Tecnico dell'Autorità di Bacino, a patto che:*

1. *si tratti di opere pubbliche e/o dichiarate di pubblico interesse non delocalizzabili;*
2. *non pregiudichino la realizzazione degli interventi del PAI;*
3. *non concorrano ad aumentare il carico insediativo;*
4. *siano realizzati con idonei accorgimenti costruttivi;*
5. *risultino coerenti con le misure di protezione civile di cui al presente PAI e ai piani comunali di settore.*

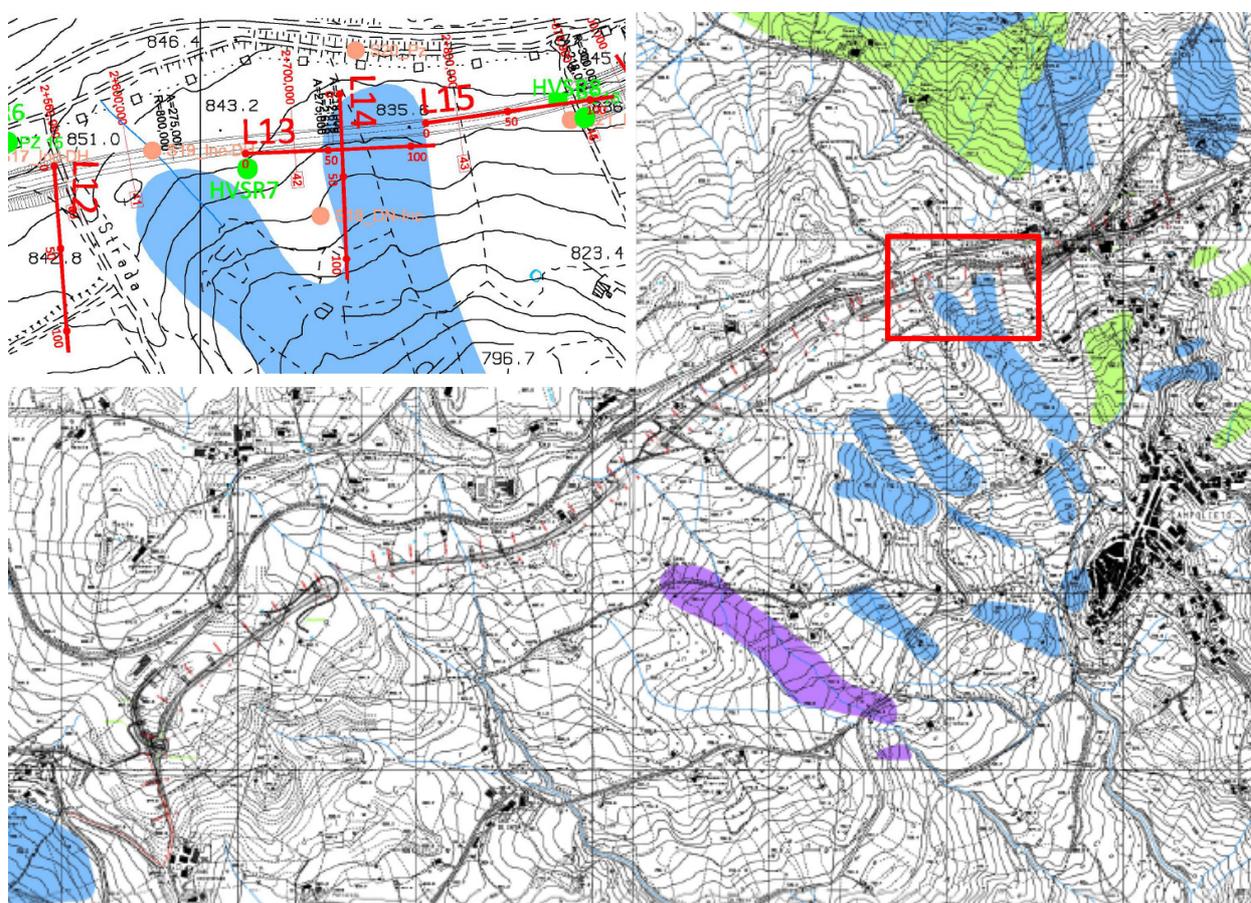


Figura 6 - Stralcio del tracciato con evidenziato il settore vincolato nella fascia Pf2

Il tratto di strada in progetto che ricade nell'area zonizzata in Pf2 è compreso tra il Km 2'926 e Km 3'006, dove è prevista la realizzazione del viadotto n.4, che si svilupperà su n.4 campate con uno sviluppo complessivo di 204m. La struttura permetterà di attraversare un settore di impluvio occupato da diversi corpi di frana (Frane 2a-b-c-d e Frane 3a-b), che presentano differenti gradi di evoluzione e stati di attività. Queste sono state indagate in occasione dei sopralluoghi e delle indagini geognostiche condotte nell'area, con l'esecuzione dei sondaggi S18-S19-S20-S21 attrezzati con piezometri ed inclinometri, e dagli stendimenti geofisici L13-L14-L15, che hanno permesso di ricostruire la geometria e gli spessori dei corpi di frana (generalmente non superiori a 5m).

Ne consegue, che l'interferenza diretta tra l'opera in progetto e l'area vincolata dal PAI è relativa alle sole pile del viadotto, che sono progettate per essere posate su fondazioni indirette (pali), che supereranno lo strato in frana per poi scaricare i carichi di progetto sul livello sottostante, formato da argille varicolori in posto non interessate dai dissesti. Le frana presenti nell'area sono perlopiù considerate come "frane quiescenti" con cinematici di colate traslazionali con prevalenti movimenti rotazionali in corrispondenza delle nicchie. Tali valutazioni sono confermate dalle campagne di letture inclinometriche, dove in corrispondenza del sondaggio S19\_Inc-Dh non sono state riscontrate deformazioni significative, mentre in corrispondenza del S18\_Dn-Inc si è registrato uno spostamento di 3.5mm a 2.0m di profondità.

Sulla base di tali premesse, in considerazione delle soluzioni progettuali adottate per il sistema di fondazioni del viadotto, **si considera l'opera compatibile** con il livello di pericolosità Pf2 descritto dalle cartografie PAI.

## 5 COMPATIBILITA' GEOLOGICA-GEOMORFOLOGICA DEL TRACCIATO

Sulla base di quanto esposto nelle sezioni precedenti, si sintetizzano nel seguito gli aspetti fondamentali relativi al modello geologico-geomorfologico-geotecnico locale, frutto della campagna di indagini geognostiche svolte nelle precedenti fasi progettuali e dei sopralluoghi condotti nella fascia di territorio interessata dal tracciato in progetto.

Progressiva Km	Commento			
0.0 - 0.800 (Sez. 1 - 22)	<b>Morfologia:</b> Superfici in leggero declivio, da piane a debolmente inclinate. Assenza di forme morfologiche degne di nota. Localizzati ristagni a monte del tracciato nei pressi del fabbricato "Casello"			
	<b>Geologia:</b> Tratto caratterizzato mediante il sondaggio S1_PZ. Prevalente formazione delle Argille (AVPL) sormontate da un sottile livello di depositi eluvio-colluviali			
	<b>Tracciato: (p. m)</b>	0 120 190 380	120 190 380 560	Sviluppo a raso on l'attuale p.c o con minimi rilevati Rilevato con altezze max di 1.5m Trincea con profondità di scavo di 5.5m Rilevato con altezze max di 2.4m
0.800 - 1'080 (Sez. 22 - 29)	<b>Morfologia:</b> Blando impluvio con solco di scolo agricolo denominato "Vallone della Martina", dove sono presenti diverse evidenze di creep lungo i versanti laterali oltre che una frana quiescente (Fr_11) attraversata dal tracciato tra le sezioni n.27 e 29			
	<b>Geologia:</b> In corrispondenza della spalla occidentale del viadotto n.1 prevale la successione argillosa (AVP) con la presenza di argille alterate (AVA) per i primi metri di profondità. La spalla orientale sarà fondata sui depositi di frana Fr_11, che come evidenziato dal sondaggio S3_PZ presenta spessori massimi nell'ordine dei 9.0m. La campagna di letture inclinometriche non ha evidenziato movimenti degni di nota, da cui deriva la classificazione di "frana quiescente".			
	<b>Tracciato: (p. m)</b>	800 873 1'032	873 1'032 1'080	Rilevato spalla ovest Viadotto 1 Viadotto 1 con 4 campate e 3 pile fondate su pali Rilevato spalla est Viadotto 1
1'080 - 1'725 (Sez. 22 - 45)	<b>Morfologia:</b> Tratto su superfici piane o debolmente inclinate con diversi rimodellamenti fondiari. Tra le sezioni n.41 e 44 il tracciato lambirà la nicchia di un corpo di frana naturalmente stabilizzato (Fr_09)			
	<b>Geologia:</b> Prevalente successione argillosa-marnosa (AVPL) sormontate da livelli metrici di argille varicolori alterate (AVA). La stratigrafia del sondaggio S5 evidenzia la presenza delle argille (AVP) a profondità maggiori di 10.0m-15.0m dal pc. Dalla stratigrafia del sondaggio S6_PZ la frana FR_09 e delle linee sismiche L4 e L5 lo spessore del corpo di frana è di pochi metri, mentre le letture eseguite sull'inclinometro S7_DN-Inc non hanno registrato deformazioni			
	<b>Tracciato: (p. m)</b>	1'080 1'160 1'380 1'520 1'640	1'160 1'380 1'520 1'640 1'725	Trincea con profondità di scavo max di 2.0m Rilevato con altezze max di 5.1m Trincea con profondità di scavo max di 1.8m Rilevato con altezze max di 0.8m Trincea con profondità di scavo max di 1.4m
1'725 - 2'000 (Sez. 45 - 52)	<b>Morfologia:</b> Blando impluvio solcato da un fosso agricolo con diffuse evidenze di creep sui versanti laterali			
	<b>Geologia:</b> Entrambe le spalle del viadotto n.2 poggeranno sulle successioni argillose e marnose calcaree (AVPL). La stratigrafia dei sondaggi S9_Pz, S10_Inc-DH e S11_Inc-DH			

**Relazione Geomorfologica**

	evidenziano un livello superficiale potente 2-3m di detrito eluvio-colluviale, a cui segue un livello prevalentemente calcareo-marnoso (AVL) e a profondità maggiori la successione argillosa-marnosa (AVPL). Le misure inclinometriche condotte sui tubi S10 e S11 non hanno evidenziato movimenti significati			
	<b>Tracciato: (p. m)</b>	1'725 1'788 1'931	1'788 1'931 1'200	Rilevato spalla ovest Viadotto 2 Viadotto 2 con 4 campate e 3 pile fondate su pali Rilevato est Viadotto 2
2'000 - 2'160 (Sez. 52 - 56)	<b>Morfologia:</b> Blando displuvio in leggero declivio.			
	<b>Geologia:</b> Prevalente successione argillosa-marnosa (AVPL) sormontate da livelli metrici di argille varicolori alterate (AVA), con strato superficiale di detrito eluvio-colluviale.			
	<b>Tracciato: (p. m)</b>	2'000	2'160	Trincea con profondità di scavo max di 3.8m
2'160 - 2'665 (Sez. 56 - 68a)	<b>Morfologia:</b> Ampia depressione morfologica in corrispondenza della quale sono presenti diversi corpi di frana, attive e quiescenti, con differenti gradi di evoluzione. Le geometrie dei corpi di frana sono state ricostruite, oltre che dai sopralluoghi condotti nell'area, anche dall'interpretazione delle indagini geognostiche eseguite. Le morfologie sono caratterizzate da diffusi ristagni idrici, contropendenze, increspature dei depositi superficiali e scarpate secondarie, con alcune lesioni lungo la massicciata dell'attuale tracciato della SS87.			
	<b>Geologia:</b> L'assetto stratigrafico di questo tratto è stato dedotto dai sondaggi S12_Inc-DH, S13_Pz, S14_DN_Inc, S15_Inc_DH e S16_Inc_DH. Da questi si deduce uno spessore dei corpi di frana compreso tra i 3m ed i 5m, confermati anche dalle prospezioni sismiche L9, L10 e L11. La spalla ovest del viadotto n.3 sarà fondata sulla successione argillosa marnoso-calcareo (AVPL), mentre quella est sarà fondata in parte sulla successione argillosa (AVP) ed in parte sui corpi di frana Fr_5 e Fr_6. Lungo l'asse dell'impluvio, al disotto dei depositi eluvio-colluviali e dei corpi di frana prevalgono le argille sabbioso-arenacee (AVSA) con lembi di (AVL) in corrispondenza dei contatti laterali. Le letture inclinometriche condotte sul tubo S15 evidenziano deformazioni maggiori di 2.5mm con piano di scivolamento a 4m dal pc.			
	<b>Tracciato: (p. m)</b>	2'160 2'244 2'572	2'244 2'572 2'665	Rilevato spalla ovest Viadotto 3 Viadotto 3 con 6 campate e 5 pile fondate su pali Rilevato est viadotto 3
2'665 - 2'760 (Sez. 68a - 71)	<b>Morfologia:</b> Blando dorso morfologico in asse del quale è impostata la frana Fr_4			
	<b>Geologia:</b> L'assetto stratigrafico è stato dedotto dal sondaggio S17_Inc-DH, che vede la prevalenza della successione argillosa (AVP) con deposito di frana relativo alla Fr_4, confermato anche dallo stendimento sismico L12. Le letture inclinometriche condotte sul tubo S17 non hanno evidenziato deformazioni degne di nota, da cui si desume lo stato quiescente della frana Fr_4			
	<b>Tracciato: (p. m)</b>	2665	2'780	Trincea con profondità di scavo max di 0.9m
2'760 – 3'120 (Sez. 71 - 80)	<b>Morfologia:</b> Porzione di versante dalla morfologia complessa occupato da diversi corpi di frana con differenti gradi di attività e stati di evoluzione. Numerosi tratti morfologici riconducibili all'evoluzione dei corpi di frana, quali contropendenze, increspature, ristagni idrici e deformazioni dell'attuale massicciata stradale della SS87. In direzione di valle, le maggiori pendenze del versante favoriscono la formazione di forme erosive formate dai ruscellamenti superficiali			

**Relazione Geomorfologica**

	<b>Geologia:</b> L'assetto stratigrafico di questo tratto è stato dedotto dai sondaggi S18_DN-Inc, S19_Inc-DH, S20_Pz e S21_Inc-DH oltre che dagli stendimenti sismici L13-L14-L15. Gli spessori dei corpi di frana sono compresi da pochi metri fino a ca. 5.0m ed interessano prevalentemente la successione argillosa (AVP). Le letture inclinometriche condotte sui tubi S19 e S21 non hanno fornito evidenze di movimento, mentre sul S18 sono state misurate deformazioni nell'ordine dei 3.5mm ad una profondità di ca.2.0m dal pc. La spalla ovest del viadotto n.4 sarà fondata sulla successione prevalentemente argillosa (AVP), mentre quella est poggerà sulle sabbie e arenarie del F. Fortore (FS), che in questo tratto di pendio si sovrappongono tettonicamente sulle Argille Varicolori.			
	<b>Tracciato: (p. m)</b>	2'760 2'862 3'069	2'862 3'069 3'120	Rilevato spalla ovest Viadotto 4 Viadotto 4 con 4 campate e 3 pile fondate su pali Rilevato est viadotto 4
3'120 – 3'558 (Sez. 78 - 91)	<b>Morfologia:</b> Superfici in leggero declivio, da piane a debolmente inclinate, con alcune evidenze di creep superficiali e la nicchia della frana Fr_01 in corrispondenza della blanda depressione posta a valle del bivio per Campolieto. Localizzati ristagni in asse dell'impluvio, dove sono presenti anche alcune scarpate di scivolamento secondarie			
	<b>Geologia:</b> La stratigrafia di questo tratto è stata dedotta dal sondaggio S21_Inc-DH e dallo stendimento sismico L16. Il tratto iniziale è caratterizzato dalla presenza di sabbie e arenarie del F. Fortore (FS) e del corpo di frana della Fr_1, mentre in direzione est vi è la netta prevalenza della successione argillosa (AVP), con minimi spessori di depositi eluvio-colluviali.			
	<b>Tracciato: (p. m)</b>	3'120 3'240	3'240 3'558	Rilevato con altezze max di 3.0m Sviluppo a raso o con minimi rilevati con altezze contenute in 0.5m

In riferimento a quanto esposto e alle soluzioni progettuali adottate, **si ritiene l'intervento compatibile** con l'assetto geologico-geomorfologico dei territori attraversati