



ANAS S.p.A.

DIREZIONE REGIONALE PER LA SICILIA

PA17/08

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 - Svincolo Manganaro incluso) compresi raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121

Bolognetta S.c.p.a.

Contraente Generale:
Ing. Pierfrancesco Paglini

Il Responsabile Ambientale:
Ing. Claudio Lambertini

- PERIZIA DI VARIANTE N.1 -

BOLOGNETTA S.c.p.a.

Titolo elaborato:

OPERE DI SOSTEGNO - VIABILITA' SECONDARIA VS29 - Lotto 2a OS106 - Paratia pali sx da pk. 0+925 a pk. 0+985 Relazione Geologica

Codice Unico Progetto (CUP) : F41B03000230001

Codice elaborato:	OPERA	ARGOMENTO	DOC. E PROG.	FASE	REVISIONE
PA17/08	PV	OS106	RT01	5	0

CARTELLA:	FILE NAME:	NOTE:	PROT.	SCALA:
	PVOS106RT01_50_4137.dwg	1=1	4 1 3 7	Relazione
5				
4				
3				
2				
1				
0	PRIMA EMISSIONE		Novembre 2015	P.Accolti S. Fortino D. Tironi
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO APPROVATO

A.T.I. Progettisti : Capogruppo:

POLITECNICA

INGEGNERIA E ARCHITETTURA

Viale Amendola, 6 - 50121 Firenze
tel 055/2001660 fax 055/2344856
e-mail polifi@politecnica.it

Mandante:

ACS ingegneri

Via Catani, 28/c - 59100 Prato
tel 0574.527864 fax 0574.568066
E-mail acs@acsingegneri.it

Il Progettista Responsabile
Ing. Marcello Mancone

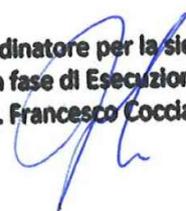


Il Geologo
dott. Pietro Accolti Gil



Il Coordinatore per la Sicurezza
in fase di esecuzione:
Ing. Francesco Cocciante

Il Coordinatore per la sicurezza
in fase di Esecuzione
Ing. Francesco Cocciante



Il Direttore dei Lavori:
Ing. Sandro Favero

Il Direttore dei Lavori
Ing. Sandro Favero

ANAS S.p.A.

DATA: PROTOCOLLO:

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

CODICE PROGETTO LO410C E 1101

Dott. Ing. Ettore de Cesbron de la Grennelais

SOMMARIO

1	PREMESSA	2
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	4
4	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	5
5	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	7
6	DATI GEOGNOSTICI E STRATIGRAFIA	8
7	DESCRIZIONE DEL CINEMATISMO ED IPOTESI SULLE CAUSE	14

1 PREMESSA

La presente relazione geologica è a supporto della progettazione dell'intervento di consolidamento sulla SP55bis all'incirca tra le progressive km0+934,25 e km0+986,40, viabilità che a tutt'oggi assurge a bypass della SS121 nel tratto compreso tra i due nuovi viadotti scorciavacche. L'intervento si è reso necessario a seguito del manifestarsi, nel suddetto tratto, di segnali di cedimento della piattaforma stradale registrati da metà Luglio 2015.

Il presente documento è parte integrante degli elaborati progettuali e descrive le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e stratigrafiche dell'area di intervento. La base di questo lavoro è costituita dalla Relazione Geologica di corredo al PEA (Progetto Esecutivo Approvato) con relativa cartografia tematica e dai dati delle campagne di indagini realizzate sia per il PD che per il PE.

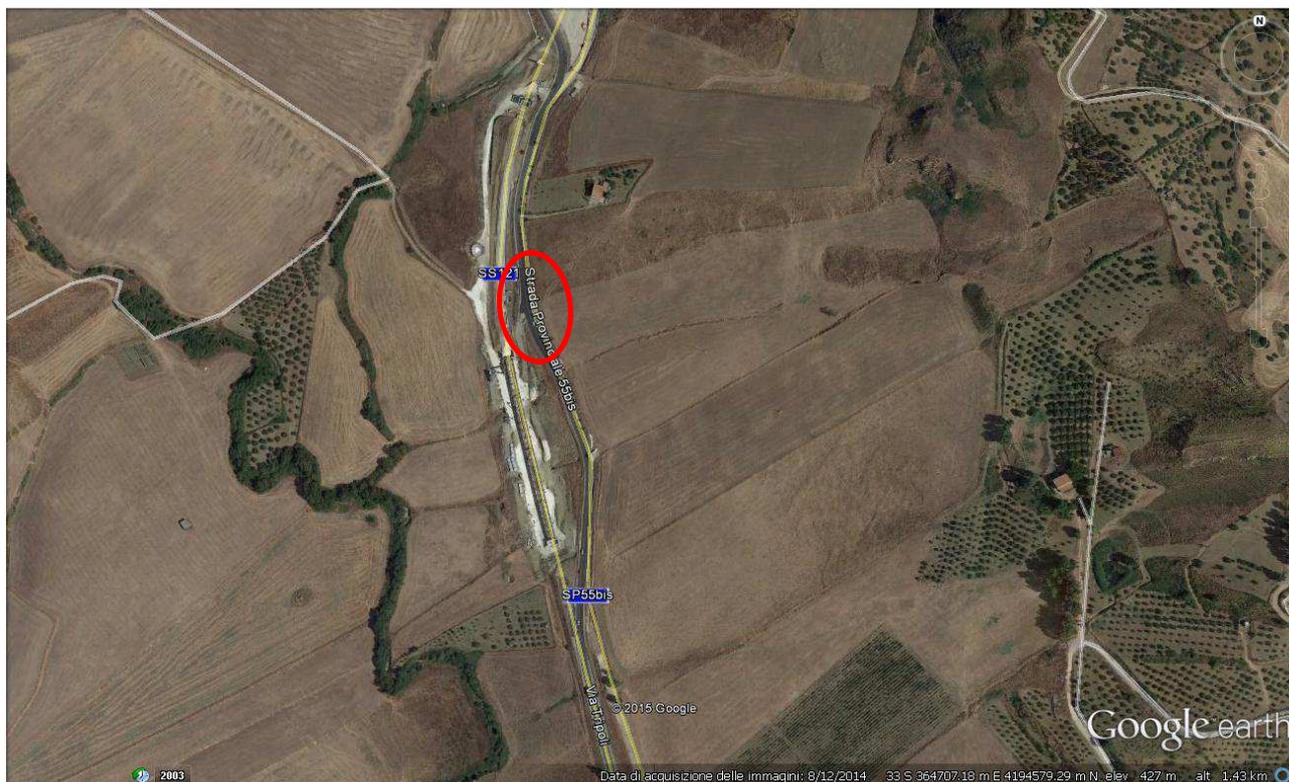


Fig. 1. Area in cui ricade l'intervento in esame. Immagine Google Earth 2014.

2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- **Decreto Ministeriale 14.01.2008**
Testo Unico – Norme Tecniche per le Costruzioni
- **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici**
Istruzioni per l’applicazione delle “Norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Circolare 2 febbraio 2009
- **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici**
Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n°36 del 27.07.2007
- **Eurocodice8 (1998) Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture**
Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici

3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area di intervento è impostata sulla Formazione di Castellana Sicula (FCS) (Fig. 2).

La Formazione di Castellana Sicula appartiene ai Depositi Sinorogenici che comprendono anche la Formazione di Terravecchia (TRV). Durante il sollevamento della catena si ha la sedimentazione di depositi terrigeni sulle unità già deformate. In particolare: a sud tale deposizione avviene sulle coltri in bacini di mare aperto (Formazione di Castellana Sicula, deposito di piattaforma-scarpata), a settentrione in bacini caratterizzati da depositi di ambiente fluvio-deltizio (Formazione di Terravecchia). La Formazione di Castellana Sicula è interpretabile come un prisma sedimentario costituito dall'alternanza di sabbie quarzose e peliti sabbiose, che si sviluppa sotto le successioni clastico-terrigene della Formazione di Terravecchia e in genere si trova in discordanza sui depositi numidici.

La Formazione di Castellana Sicula è costituita da arenarie, peliti e peliti sabbiose a foraminiferi planctonici (*Neogloboquadrina acostaensis*) e foraminiferi bentonici (*Ammonia inflata*, *Elphidium* sp.). Spessore totale 50-200m. Età: *Serravalliano (parte alta) – Tortoniano (parte bassa)*.

Nel tratto in cui ricade l'area di interesse progettuale le campagne geognostiche effettuate hanno messo in evidenza che il substrato in posto è coperto da una coltre regolitico/colluviale e da depositi di frana (aF); al piede del versante, nel fondovalle, sono presenti depositi alluvionali terrazzati (bn1).

Affidamento a Contraente Generale dei “Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121”.

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

OS 106 –Paratia di sostegno sp 55 bis - Relazione Geologica

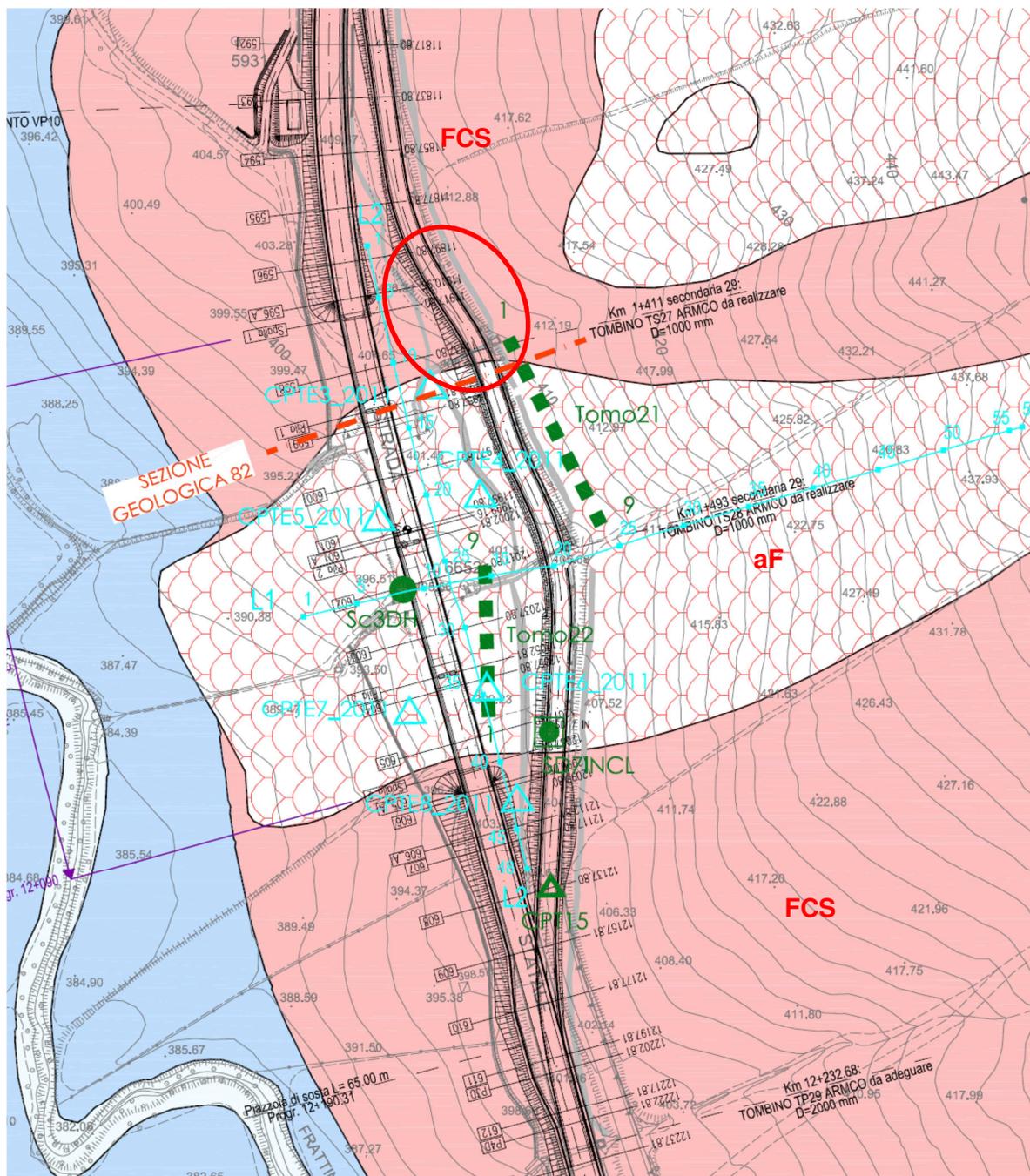


Fig. 2. Carta Geologica. Estratto da elaborato PEGEP007_31_4137 – Carta geologica di PEA. Per la descrizione delle formazioni consultare il testo

4 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Il tratto di strada in cui si è verificato il cedimento descritto in premessa, in situazione di parte inferiore di versante a pendenza media (20% circa), in fregio ad una frana per colamento attiva (Fig. 3).

Il versante attraversato dalla SP55 è interessato, oltre alla suddetta frana (direttamente intercettata dalla strada), da altri movimenti franosi attivi, anche piuttosto estesi, e da aree a dissesto generalizzato/franosità diffusa anch'essi attivi. Ne consegue che il versante a livello generale, non è esente da criticità geomorfologiche. Come già detto, il dissesto interessa la viabilità grosso modo tra le progressive km0+934,25 e km0+986,40 e, più precisamente, si manifesta in modo visibile tra le progressive km0+934,25 e km0+970,00. Il tratto di strada interessato dal cedimento del piano viabile non ricade, allo stato attuale, nell'ambito della frana attiva. In questo senso si fa presente che il limite morfologico di un dissesto, soprattutto se attivo, non deve essere considerato come un limite geometrico che definisce una separazione netta tra un'area stabile ed una instabile. Si tratta di un limite morfologico che individua un'area in cui sono evidenti situazioni attive (o inattive/quiescenti) da un'area in cui non vi sono evidenze **morfologiche** di dissesti. In corrispondenza del limite morfologico sono possibili fenomeni, anche localizzati, legati al movimento principale. In fregio al dissesto, in corrispondenza del limite morfologico con la zona in frana attiva, è presente un tombino nel quale recapitano le acque di versante (di origine meteorica) raccolte dal fosso di guardia a monte della strada e quelle provenienti da una linea di deflusso che corre lungo la linea di massima pendenza del versante.

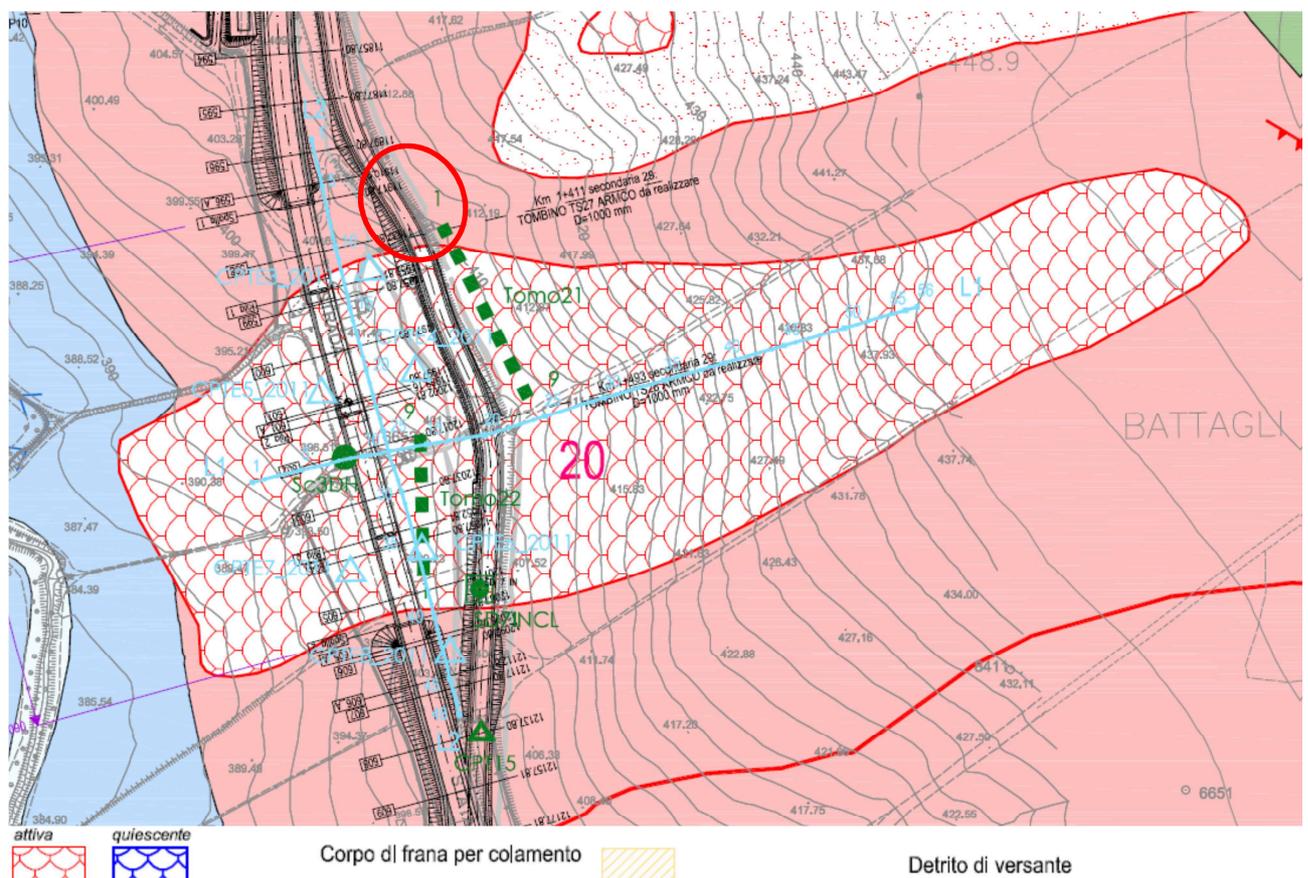


Fig. 3. Carta Geomorfologica. Estratto da elaborato PEGEP026_31_4137 – Carta geomorfologica di PEA.

Allo stato attuale delle conoscenze non vi sono evidenze morfologiche macroscopiche che individuino situazioni di dissesto a livello di versante, pertanto in prima istanza si ipotizza che i fenomeni osservati possano essere dovuti a fattori localizzati.

Per quanto concerne le acque superficiali, queste sono costituite esclusivamente dalle acque meteoriche e dai conseguenti apporti di versante. Nello specifico, stante la presenza di corpi di frana che si imbibiscono, i deflussi superficiali possono prolungarsi per diverso tempo dopo la fine degli eventi meteorici.

5 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Dal punto di vista idrogeologico l’area ricade su materiali con grado di permeabilità medio basso per porosità e per fratturazione. Fanno eccezione gli accumuli di frana caratterizzati da grado di permeabilità medio per porosità (Fig. 4-5). Questa differenza di permeabilità tra i materiali di accumulo facilita la formazione di falde all’interno degli accumuli stessi che, anche se di durata non permanente, in caso di periodi piovosi intensi e prolungati possono arrivare al piano campagna, come osservato durante sopralluoghi effettuati tra il mese di Febbraio e Marzo 2015. A livello progettuale, in assenza di dati diretti sulla falda (misure piezometriche) è dunque opportuno tenere conto di questo caso limite.

Unità	Tipo di permeabilità	Grado di permeabilità	Formazioni geologiche
1	Per porosità	medio	Depositi di versante (a) Accumuli di frana (aF) Coperture eluviali e depositi colluviali (b2)
2		estremamente variabile sia in senso orizzontale che verticale da basso a medio alto	Alluvioni attuali e depositi di terrazzi fluviali (b, bn1)
3		da medio a medio-basso	Livelli conglomeratici nel membro sabbioso della Formazione di Terravecchia (TRVsa-a) membro conglomeratico della Formazione di Terravecchia (TRVcg)
4		molto basso	Formazione di Mufara (MUF), Complesso di Lercara (CLE, CLEb)
5	Mista	medio-basso	Formazione di Castellana Sicula (FCS), Formazione di Tavernola (FYNpa), Formazione Portella Colla (FYNar- FYNco), membro sabbioso della Formazione di Terravecchia (TRVsa)
6	Per fratturazione	medio - basso	Formazione di Buccheri p.p. (B)
7		basso	Formazione di Polizzi (POZ)

Fig. 4. Legenda della Carta Idrogeologica. Estratto da elaborato PEGEP045_31_4137 – Carta idrogeologica di PEA

Affidamento a Contraente Generale dei “Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121”.

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

OS 106 –Paratia di sostegno sp 55 bis - Relazione Geologica

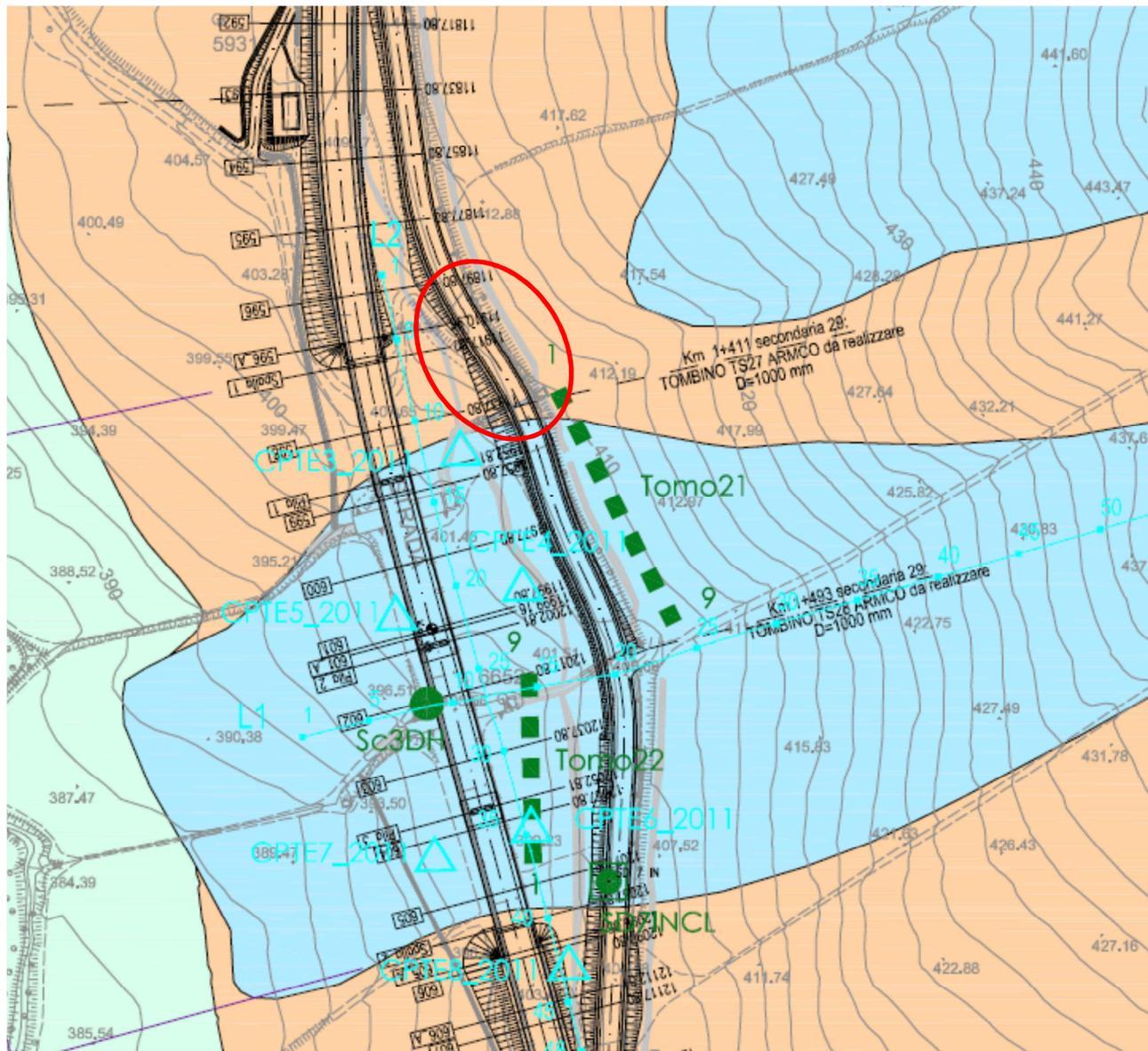


Fig. 5. Carta Idrogeologica. Estratto da elaborato PEGEP045_31_4137 – Carta Idrogeologica di PEA.

6 DATI GEOGNOSTICI E STRATIGRAFIA

Nelle adiacenze dell'area in cui si è verificato il dissesto sono state eseguite numerose indagini a supporto della Progettazione Definitiva ed Esecutiva consistenti sia in sondaggi a carotaggio continuo attrezzati con tubo inclinometrico e tubo downhole, sismica a rifrazione, tomografie sismiche, sismica a rifrazione di precisione e prove penetrometriche CPTE.

Ai fini di questo lavoro si considerano la stratigrafia del sondaggio Sc3DH, i dati della CPTE3_2011, e la sezione sismica tomografica TOMO21, tutte poco distanti dall'area di interesse (Fig. 6).

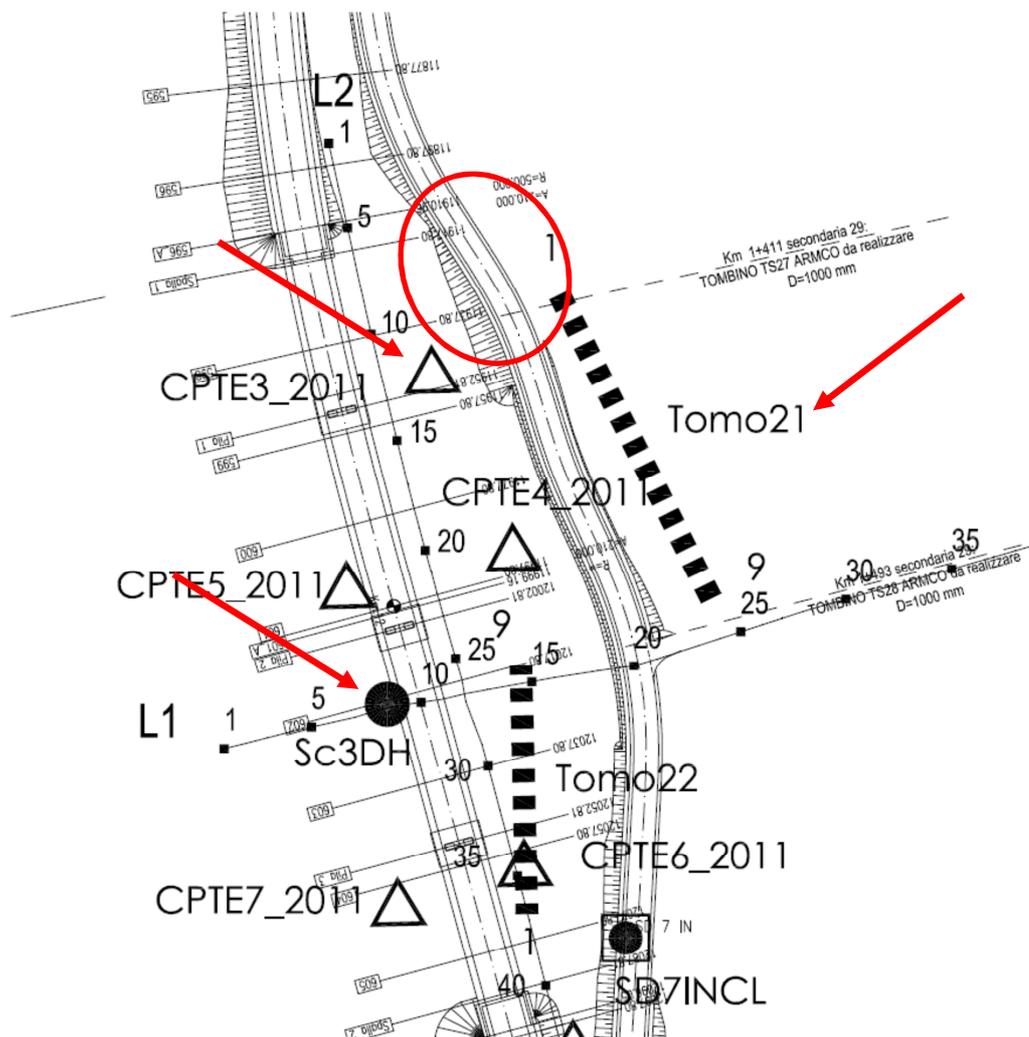


Fig. 6. Ubicazione delle indagini di PD e PE.

La stratigrafia del sondaggio Sc3DH è la seguente:

Sc3DH

N. sondaggio	Profondità da p.c. m	Litologia	Formazione
SC3DH	0-1,00	riporto	--
	1,00-3,20	sabbie fini limose e limo argilloso plastico	aF
	3,20-8,40	argille limose da plastiche a poco plastiche a tratti mediamente consolidate	FCS
	8,40-11,90	argille limose sabbiose grigiastre consolidate	
	11,90-14,90	argille limose consolidate con livelletti millimetrici sabbiosi	
	14,90-35	argille limose grigiastre consolidate, a struttura scagliettata con intercalati livelli millimetrici sabbiosi	FNYar

La stratigrafia mostra la presenza di materiali plastici fino alla profondità di 3,2m da p.c., considerando che il sondaggio è stato effettuato nel corpo di frana, il suddetto spessore di

materiale è stato attribuito al corpo di frana stesso. Al di sotto e fino a 8,40m da p.c. è presente del materiale che è stato attribuito alla formazione in posto, sia pure in facies di alterazione. Oltre la profondità di 8,4m si ritiene che il materiale appartenga alla formazione in posto progressivamente meno alterata.

Il grafico qc/profondità della prova CPTE3_2011 (Fig. 7), più vicina al tratto di strada in dissesto e realizzata anch'essa nel corpo di frana, sia pure in posizione marginale, concorda con i dati stratigrafici del sondaggio e mostra la presenza di uno spessore di circa 3m di copertura caratterizzata da valori di qc compresi tra 1 e 3MPa; tali valori di qc non sono propriamente bassi ma si discostano sensibilmente dal trend dei materiali presenti oltre i 3m dal piano campagna. Il grafico mostra inoltre la presenza, fino a circa 6m, di materiale nel quale la resistenza alla punta aumenta progressivamente con la profondità; tale materiale può essere attribuito alla formazione in posto in facies di alterazione. Oltre i 6m i valori di qc aumentano sensibilmente fino al rifiuto strumentale avvenuto a 13m da p.c..

Le sezione sismica tomografica in onde P TOMO21 (Fig. 8) conferma quanto rilevato in termini stratigrafici e di resistenza alla punta. Nel tratto di sezione sismica proiettabile sul tratto di strada in dissesto la sezione mostra la presenza di uno spessore di circa 3m di materiale di coltre non propriamente allentata (V_p compresa tra 400 e 600m/s) seguita da circa 3m di materiale con V_p compreso tra 700 e 1300m/s attribuibile al substrato in facies di alterazione. Segue infine il substrato con $V_p > 1500$ m/s.

Da quanto sopra deriva il modello stratigrafico che può essere adottato per il tratto di versante in studio; in figura 9 è rappresentata a titolo cautelativo una sezione geologica critica, ovvero passante per l'area in frana, seppure il cedimento del piano viabile risulti posizionato all'esterno di tale area. Si è dunque preferito fare riferimento alla sezione di progetto n. 82, sezione ricadente nell'area in frana, per la ricostruzione stratigrafica, ciò evidentemente a vantaggio di sicurezza, tenuto conto del contesto di fragilità geomorfologica che contraddistingue il versante in esame.

Profondità m da p.c.	Litologia	Formazione
0,00-3,00	sabbie fini limose e limo argilloso plastico	aF/coltre superficiale
3,00-6,00	argille limose e argille limoso-sabbiose da plastiche a poco plastiche a tratti mediamente consolidate	FCS alterata
6,00-15,00	argille limose consolidate con livelletti millimetrici sabbiosi	FCS

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

OS 106 –Paratia di sostegno sp 55 bis - Relazione Geologica

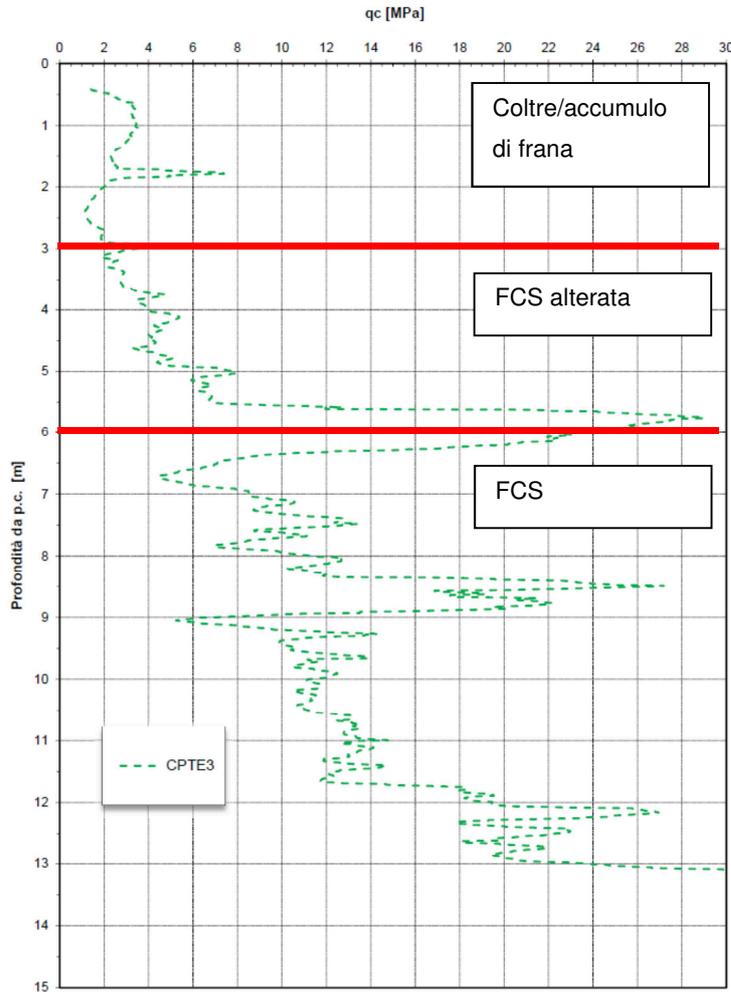


Fig. 7. Grafico qc/profondità della prova CPT3_2011

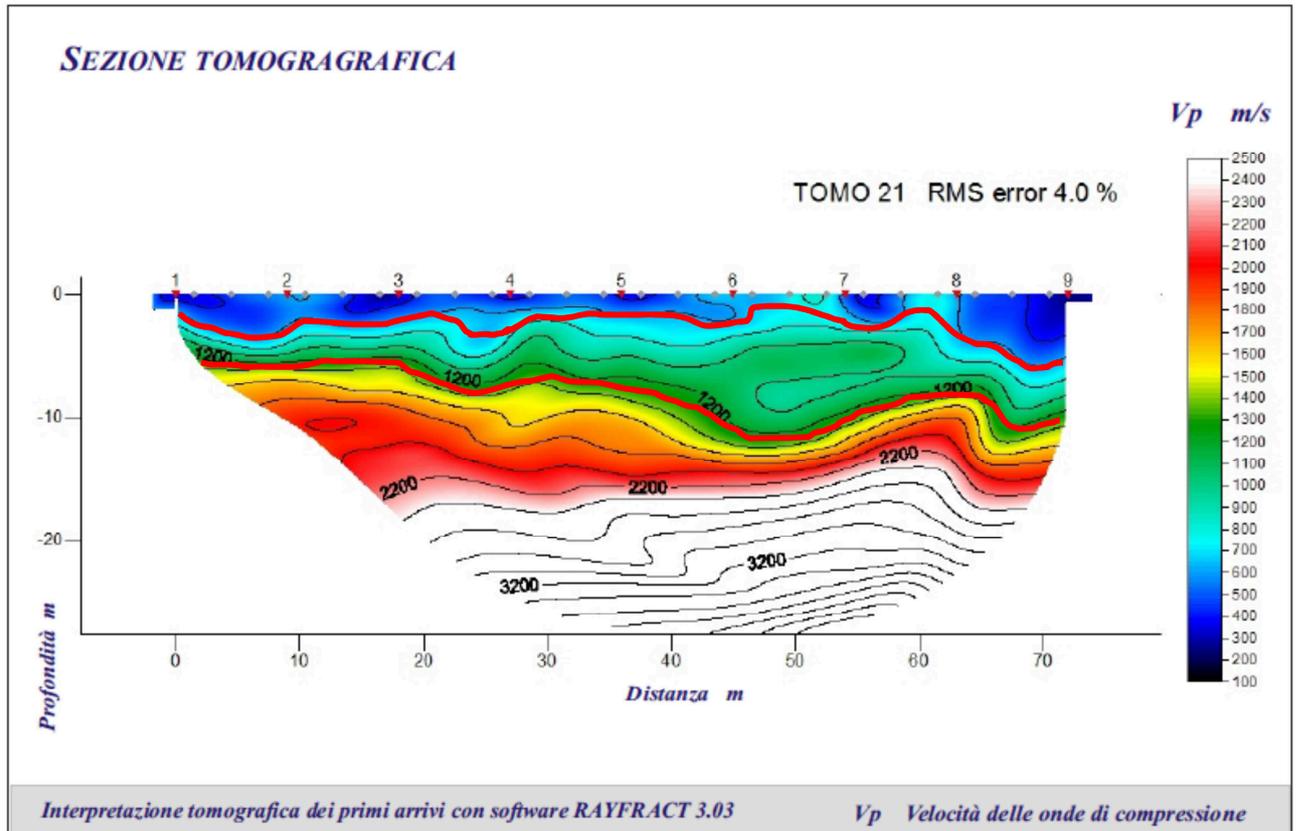


Fig. 8. Sezione sismica tomografica TOMO21. In rosso sono marcati i passaggi tra la coltre e il substrato alterato e tra questo e il substrato non alterato

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

OS 106 –Paratia di sostegno sp 55 bis - Relazione Geologica

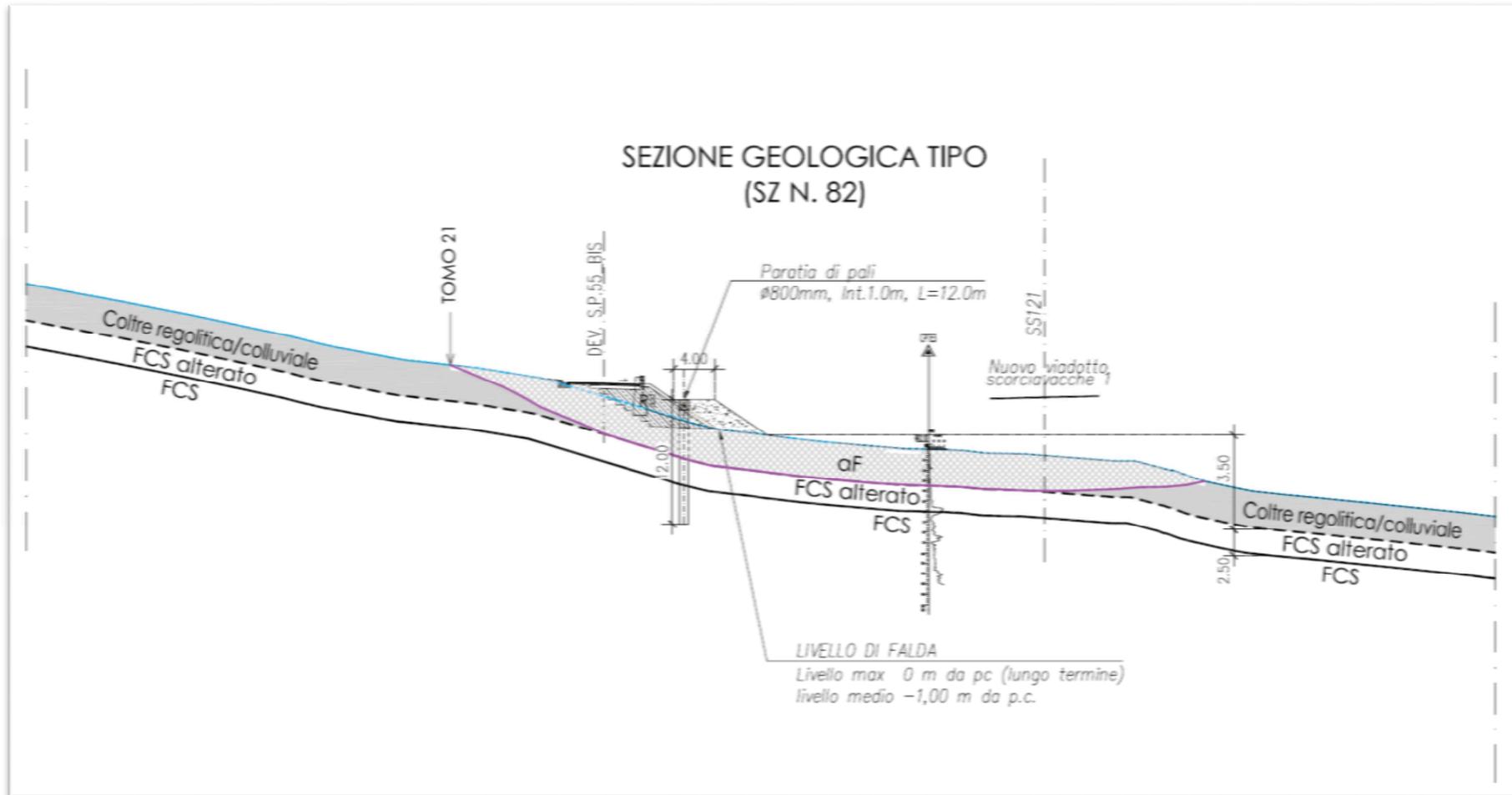


Fig. 9. Sezione geologica di riferimento

7 DESCRIZIONE DEL CINEMATISMO ED IPOTESI SULLE CAUSE

Il cinematismo nel tratto di SP55bis compreso tra le progressive km 0+934,25 e km 0+986,40 si è manifestato con l'abbassamento del piano viabile lato valle ed il cinematismo del muretto lato monte (Figg. 10-11).

Allo stato attuale si dispone delle indagini geognostiche di PEA e PD, peraltro effettuate molto vicino all'area in dissesto, delle immagini di Google Earth riferite a vari anni e della documentazione fotografica del sopralluogo.

In prima istanza possono essere fatte le seguenti considerazioni:

- in generale la SP55bis attraversa un versante che presenta molte situazioni di dissesto attive e dunque si inserisce in un contesto geomorfologico fragile;
- il tratto in cui si è manifestato il cedimento del piano viabile si trova in prossimità dell'area mappata in frana per colamento attiva in PEA
- aumento considerevole dei volumi di traffico, soprattutto pesante, agenti sulla SP55bis, a seguito della chiusura della PA-CT, che ha reso di fatto la SS121 (e dunque il tratto in esame), itinerario preferenziale per il collegamento stradale tra Palermo ed Agrigento.

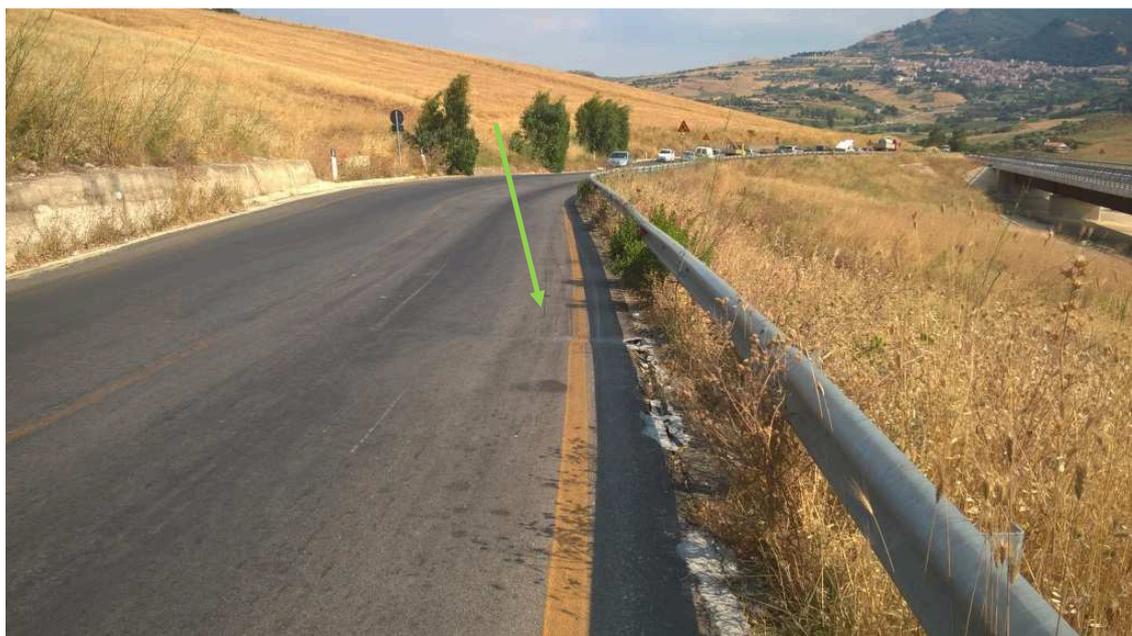


Fig. 10. Abbassamento del piano viabile lato valle



Fig. 11. Cinematismo sul muretto lato monte

Premesso tutto quanto sopra, in assenza di ulteriori dati sperimentali specifici e sulla base dei sopralluoghi effettuati e dei dati a disposizione, le probabili cause potrebbero essere le seguenti:

- innesco di un dissesto localizzato e di dimensioni tali da non essere visibile dalle foto aeree a causa della imbibizione della coltre, collegato o meno con la frana per colamento attiva il cui limite morfologico corre in fregio al tratto in dissesto;
- carico di mezzi pesanti e volumi di traffico molto superiori in termini di entità e durata rispetto a quanto prevedibile nelle ipotesi.

Chiaramente il cedimento del piano viabile ed i cinematismi registrati possono essere il risultato della coazione di più cause.