



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.

- PERIZIA DI VARIANTE N.3 -

Il Responsabile Ambientale:
Dott. Maurizio D'Angelo



Titolo elaborato:

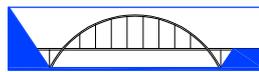
OPERE D'ARTE NUOVI VIADOTTI - VIADOTTO BAUCINA Relazione geologica

Codice Unico Progetto (CUP) : F41B03000230001

| Codice elaborato: | OPERA | ARGOMENTO | DOC. E PROG. | FASE | REVISIONE |
|-------------------|-------|-----------|--------------|------|-----------|
| PA17/08 | PV | V7 | RE01 | 6 | 0 |

| CARTELLA: | FILE NAME: | NOTE: | PROT. | SCALA: | |
|-----------|------------------|-------|-------------|---------------------------------|-----------|
| | PVV7RE01_60_4137 | 1=1 | 4 1 3 7 | - | |
| 5 | | | | | |
| 4 | | | | | |
| 3 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 1 | | | | | |
| 0 | Prima emissione | | Maggio 2021 | F.Bianchi S. Fortino N. Behaman | |
| REV. | DESCRIZIONE | DATA | REDATTO | VERIFICATO | APPROVATO |

Progettisti :



ENSER srl
SOCIETA' DI INGEGNERIA

Viale Baccarini, 29 - 48018 FAENZA (RA) tel. 0546-663423
Via Zacconi, 16 - 40127 BOLOGNA (BO) tel. 051-245663
Via Andrea Costa, 115 - 47822 SANTARCANGELO DI ROMAGNA (RN) tel. 0541-1832933
ingegneria@enser.it - www.enser.it - P.E.C.: ensersrl-ra@legalmail.it



Il Progettista Responsabile
Prof. Ing. Gianfranco Marchi

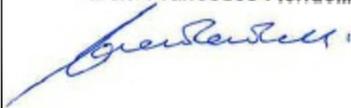


Il Geologo
Dott. Stefano Ferro



Il Coordinatore per la Sicurezza
in fase di esecuzione:
Arch. Francesco Rondelli

Il Coordinatore per la
Esecuzione dei Lavori
arch. Francesco Rondelli



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. Luigi Mupo |

INDICE

| | |
|--|----|
| INDICE | 1 |
| 1 PREMESSA | 2 |
| 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO | 4 |
| 3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO | 5 |
| 4 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO | 6 |
| 5 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO | 11 |
| 6 PERIODO INVERNALE 2014-2015 E PIOVOSITA' | 13 |
| 7 DATI GEOGNOSTICI DISPONIBILI | 17 |
| 8 STRATIGRAFIA | 22 |
| 9 NOTE CONCLUSIVE | 26 |

1 PREMESSA

La presente relazione geologica è a supporto della progettazione dell'opera d'arte V7, Viadotto Baucina, da realizzarsi in luogo dell'originaria Rampa 1 dell'omonimo svincolo prevista in Progetto Esecutivo (Fig. 1).

Gli interventi si rendono necessari in seguito alla rivisitazione progettuale scaturita dall'importante aggravio, in termini di dissesto, del contesto idrogeologico generale conseguente alle abbondanti piogge dell'inverno 2014÷2015, con fenomeni di instabilità che si sono manifestati in maniera diffusa lungo tutto il tracciato ed un contestuale generale e marcato rammollimento delle coltri superficiali, in seguito all'anomalo e perdurante innalzamento dei livelli freatici.

Inoltre, la rivisitazione della soluzione progettuale si rende ancor più necessaria alla luce delle problematiche emerse durante gli scavi di ammorsamento del rilevato effettuati nel tratto di strada fra le sezioni 279 e 325, tra lo svincolo di Ciminna e lo svincolo Baucina. In particolare, gli scavi hanno riportato alla luce imponenti spessori di conglomerato bituminoso e di materiale da rilevato, riferibili a considerevoli e straordinari interventi manutentivi eseguiti nel tempo da ANAS a fronte di diffusi fenomeni deformativi che hanno coinvolto in passato il corpo stradale e di cui fino ad ora non si aveva evidenza né testimonianza alcuna.



Fig. 1. Area in cui ricade il nuovo viadotto V7. Immagine Google Earth 2016.

La constatazione di tali interventi manutentivi di carattere straordinario che si sono susseguiti negli anni passati denuncia forti anomalie di stabilità del corpo stradale e aggravano in generale il quadro conoscitivo dell'area, denotando diffuse condizioni di stabilità precaria dei terreni di copertura sul versante interferito in tale tratto.

Alla luce delle criticità e delle fragilità geomorfologiche palesatesi, dei nuovi dati geognostici e stratigrafici acquisiti mediante le indagini integrative realizzate in corso d'opera, nonché delle evidenze di vecchie problematiche di instabilità del corpo stradale emerse in seguito realizzazione dagli scavi di ammorsamento del rilevato, si impone l'adozione di cautele e soluzioni progettuali adeguate al mutato contesto idrogeologico generale e alle peculiarità stratigrafiche e geomorfologiche palesate dai nuovi dati.

Il presente documento è dunque 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, integrata con le valutazioni scaturite dagli ulteriori approfondimenti geologici e geotecnici scaturiti dalla fase di rilievi e indagini geognostiche in campo realizzate nei primi mesi del 2015 (fase 1) e tra la seconda metà del 2015 ed inizio 2016 (fase 2).

2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- **D.M. 17.01.2018**
Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni.
- **Circ. Min. Il.TT. 21/01/2019, n. 7,**
Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.
- **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
- **Eurocodice 7.1 (2005)**
Progettazione tecnica parte1
- **Eurocodice 7.2 (2002)**
Progettazione geotecnica – Parte 2: progettazione assistita da prove geotecniche.
- **Eurocodice 7.3 (2002)**
Progettazione geotecnica – Parte 2

3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Per quanto concerne gli aspetti geologici, l'area di intervento si imposta sulla Formazione di Portella Colla (FNYar) (Fig. 2), appartenente alle Unità derivanti dalla deformazione del Bacino Numidico, un grande bacino sedimentario caratterizzato da sedimentazione terrigena silicoclastica che si instaura a partire dall'Oligocene superiore, in seguito allo stadio di collisione continentale.

Il bacino Numidico costituisce un'avanfossa in cui la sedimentazione è caratterizzata da diacronismo delle facies e regressività delle successioni che terminano tutte con depositi pelitici e testimoniano la migrazione del bacino verso Sud.

La sedimentazione nei settori interni del Dominio Numidico è silico-clastica ed è caratterizzata da facies caotiche nelle aree più prossimali e da facies canalizzate e di lobo sedimentario nelle porzioni più distali. Le successioni numidiche poggiano in discordanza angolare sui terreni della Piattaforma Panormide, mentre seguono in continuità sui depositi pelagici nel settore più interno del Dominio Imerese-Sicano.

Le unità facenti parte della deformazione del Bacino Numidico sono: la Formazione di Tavernola, la Formazione di Geraci Siculo (Flysch Numidico s.s.) e la Formazione Portella Colla.

Nello specifico la Formazione di Portella Colla (Oligocene sup.-Miocene inf.) è costituita da peliti prevalenti di colore bruno talora mangesifere, con laminazione piano-parallela e microfauna a *Globorotalia opima*, cui si alternano in subordinate strati centimetrici di siltiti ed arenarie a grana fine. Intercalati, a luoghi, si rinvengono biocalcareni risedimentate a macroforaminiferi (*Lepidocyclina* spp.), quarzoareniti e/o conglomerati prevalentemente quarzosi, con ciottoli di argilla e matrice arenaceo-pelitica, in alcuni casi con geometrie canalizzate (FYNco). Spessore 200-400m.

Alla formazione di substrato, nel tratto di interesse progettuale si sovrappongono localmente le coperture alluvionali terrazzate di fondovalle (bn1) del T. Buffa, generalmente costituiti da conglomerati, ghiaie e sabbie prevalenti, localmente blocchi e materiale fine, ricoperti da una coltre limoso-argillosa pedogenizzata.

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

V7 – Viadotto Baucina – Relazione Geologica

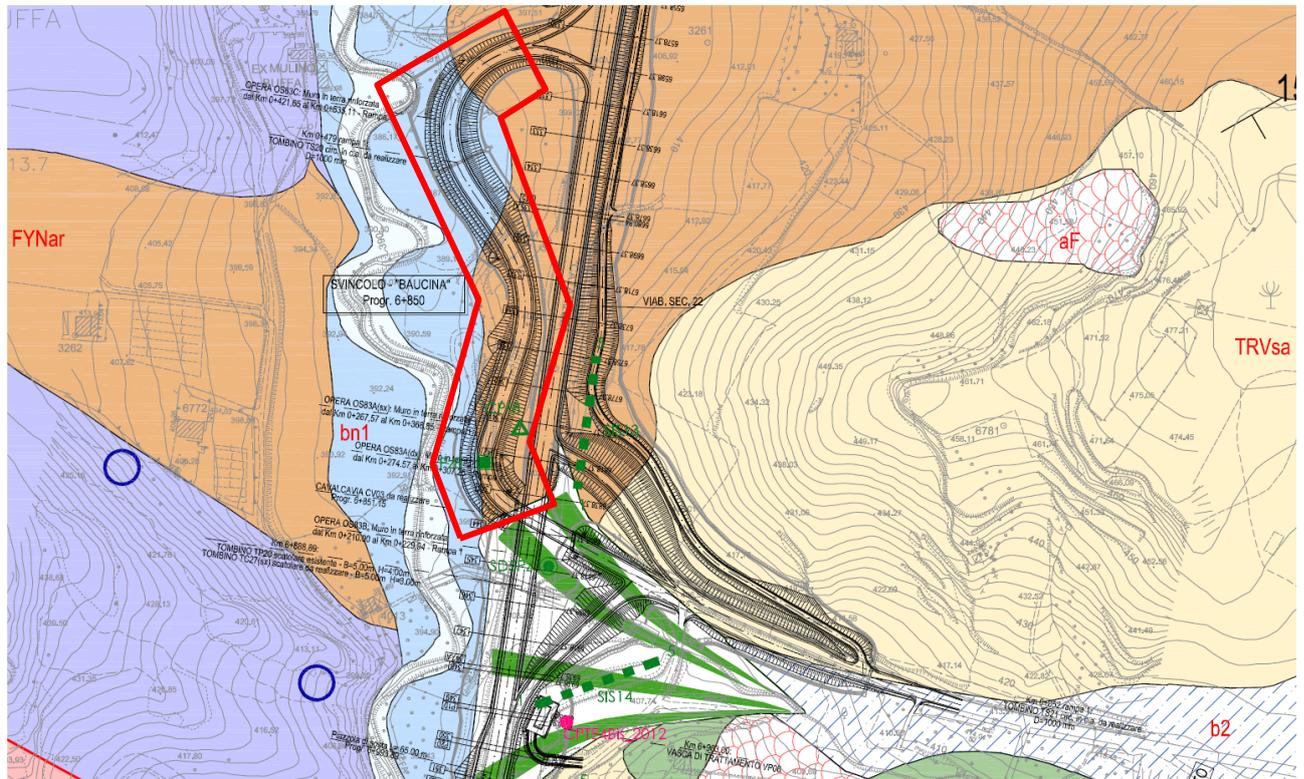


Fig. 2. Carta Geologica. Estratto da elaborato PEGEP004_31_4137 – Carta geologica di PE. Per la descrizione delle formazioni consultare il testo.

4 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Il tratto in oggetto di intervento si colloca al piede di un versante esposto a Sud-Ovest e caratterizzato da una morfologia regolare, con pendenze medie nell'ordine dei 16÷18° circa, al passaggio con la piana di fondovalle che in questo tratto caratterizza il corso del T. Buffa.

Limitatamente all'area in oggetto di intervento, la carta geomorfologica redatta in ambito di PEA non evidenzia particolari criticità e/o significativi processi morfologici in atto (Fig. 9).

I sopralluoghi effettuati nel periodo Marzo-Luglio 2015 hanno confermato sostanzialmente il quadro geomorfologico rilevato in ambito di progetto e le discrete condizioni di stabilità generali dell'area.

Tuttavia, durante i recenti scavi di ammorsamento del rilevato eseguiti per la realizzazione dell'opera OS135, lungo tutta la porzione di versante interferita dall'infrastruttura e posta in prossimità del fondovalle sono state osservate in più punti evidenze di considerevoli e importanti interventi manutentivi eseguiti da ANAS in passato, verosimilmente a seguito di fenomeni deformativi che hanno coinvolto, più volte, il corpo stradale.

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

V7 – Viadotto Baucina – Relazione Geologica

In particolare, nel tratto in prossimità della sezione 282 gli scavi eseguiti hanno messo in luce i sostegni delle vecchie barriere stradali, nonché la vecchia pavimentazione, “annegati” nelle successive imponenti ricariche di materiale da rilevato eseguite nel corso degli anni dall’Ente Gestore (Fig. 3). In altre zone sono presenti spessori considerevoli di conglomerato bituminoso, che diventano addirittura abnormi in prossimità della sez. 288 (Fig. 4).



Fig. 3. Sezione stradale n.282 - sostegni delle vecchie barriere stradali e vecchia pavimentazione ricoperti da successive ricariche di materiale da rilevato.



Fig. 4. Sezione stradale n.288 – abnorme spessore di conglomerato bituminoso che testimonia le ripetute ricariche di asfalto eseguite nel tempo.

La constatazione di interventi manutentivi di carattere straordinario che si sono susseguiti negli anni passati denunciano forti anomalie di stabilità del corpo stradale e aggravano il quadro conoscitivo dell'area.

È evidente che tali nuovi elementi testimoniano come in passato il versante sia stato interessato in maniera più o meno diffusa da movimenti franosi di tipo roto-traslativo.

Nelle Fig. 5.+Fig. 8 sono rappresentati, per le sezioni in cui sono stati riscontrati le maggiori profondità delle vecchie pavimentazioni stradali, alcuni verosimili cinematismi di dissesto riconducibili sia a movimenti a prevalente componente rotazionale della scarpata stradale che a movimenti a prevalente componente traslativa del versante di valle fino al sottostante torrente.

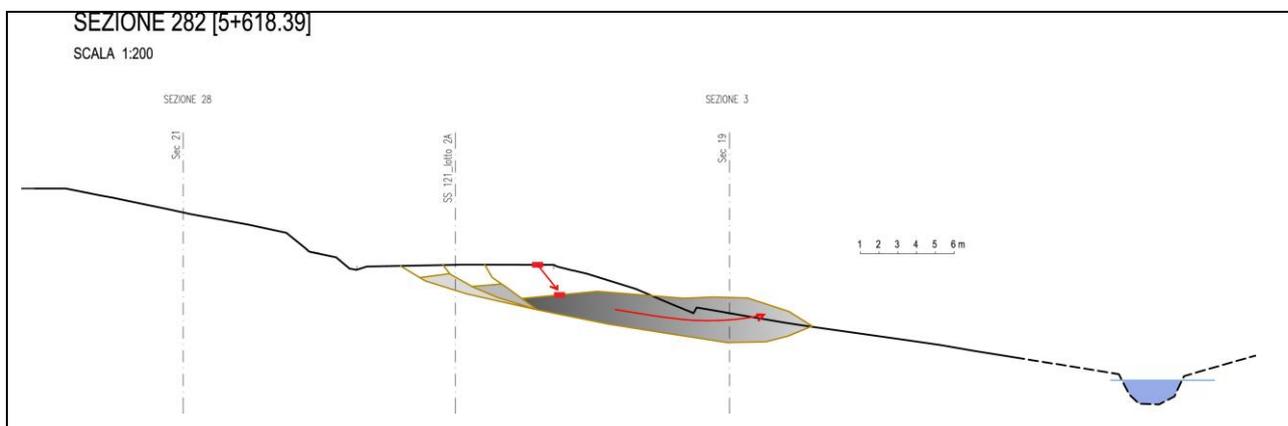


Fig. 5. Sezione 282. Possibile cinematismo di instabilità di tipo rotazionale

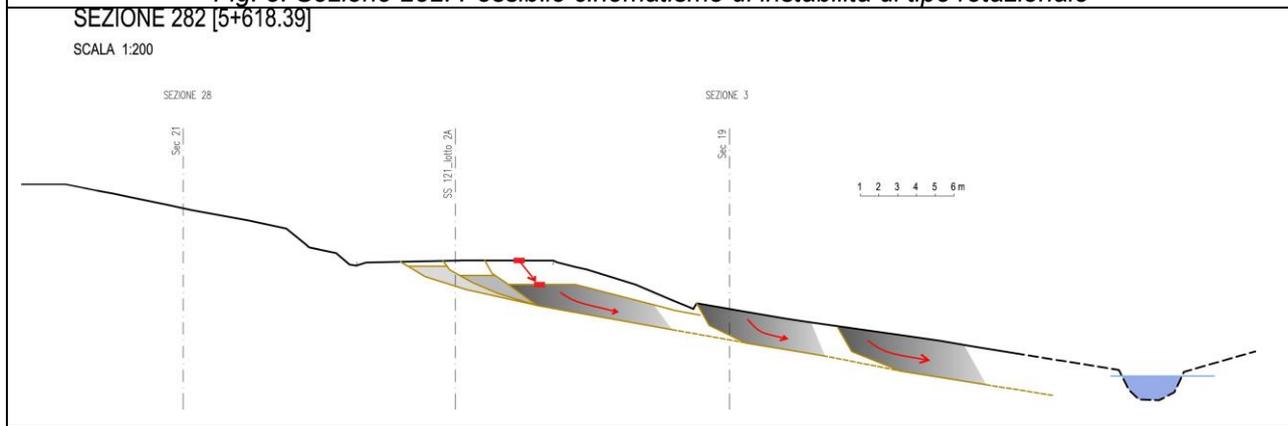


Fig. 6. Sezione 282. Possibile cinematismo di instabilità di tipo traslativo da valle

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

V7 – Viadotto Baucina – Relazione Geologica

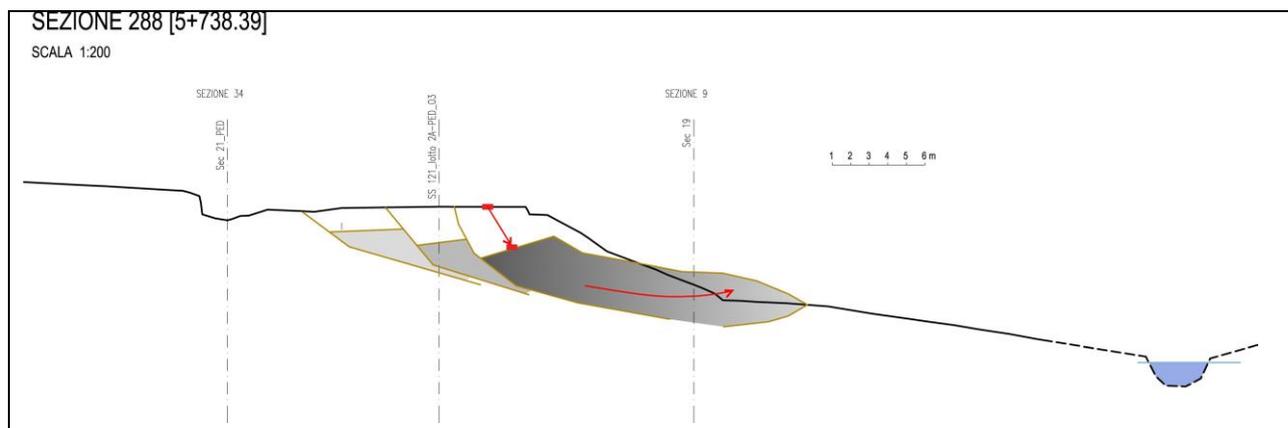


Fig. 7. Sezione 288. Possibile cinematico di instabilità di tipo rotazionale

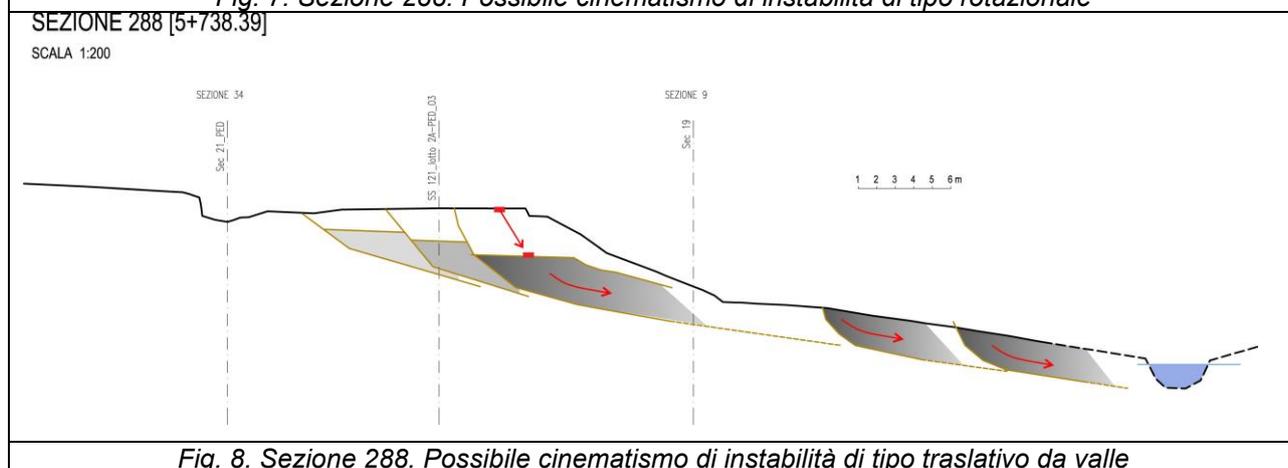


Fig. 8. Sezione 288. Possibile cinematico di instabilità di tipo traslativo da valle

In base a quanto rilevato durante gli scavi risultano abbassamenti massimi della pavimentazione stradale di circa 2.0 m per cui è ragionevole, considerata le modeste pendenze del terreno ($7\div 8^\circ$) e alla luce delle risultanze delle indagini integrative, che lo spessore di terreno instabile coinvolto sia dello stesso ordine di grandezza (mediamente $2\div 3$ m).

Alla luce di queste nuove evidenze osservate sul tratto di strada interessato dalle opere OS134 e OS135 e considerato che il sedime dell'originaria Rampa 1 dello svincolo di Baucina si colloca in adiacenza e prosecuzione del tratto di strada interessato dai suddetti dissesti, in un contesto geologico e geomorfologico analogo a quello interessato dalle evidenze di dissesto rinvenute, si rende indispensabile riconsiderare le condizioni di equilibrio geomorfologico dell'area e provvedere ad una progettazione che tenga conto delle criticità palesatesi.

Allo scopo, al fine di non alterare i precari equilibri geostatici dell'area si rende indispensabile una soluzione che consenta di trasferire i carichi e le azioni in profondità.

Per quanto concerne le acque superficiali, queste sono costituite esclusivamente dalle acque meteoriche e dai conseguenti apporti di versante.

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

V7 – Viadotto Baucina – Relazione Geologica

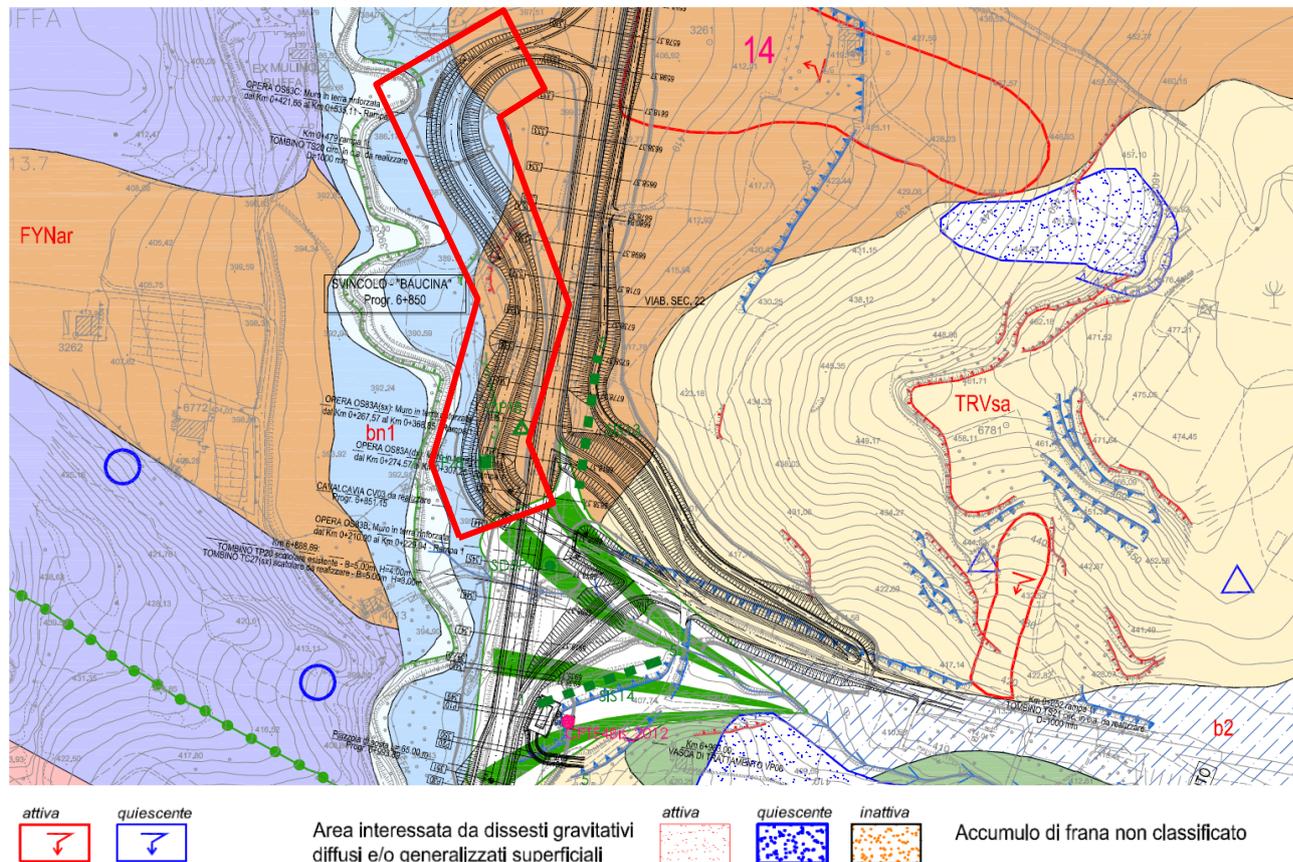


Fig. 9. Carta Geomorfologica. Estratto da elaborato PEGEP023_31_4137 – Carta geomorfologica di PEA.

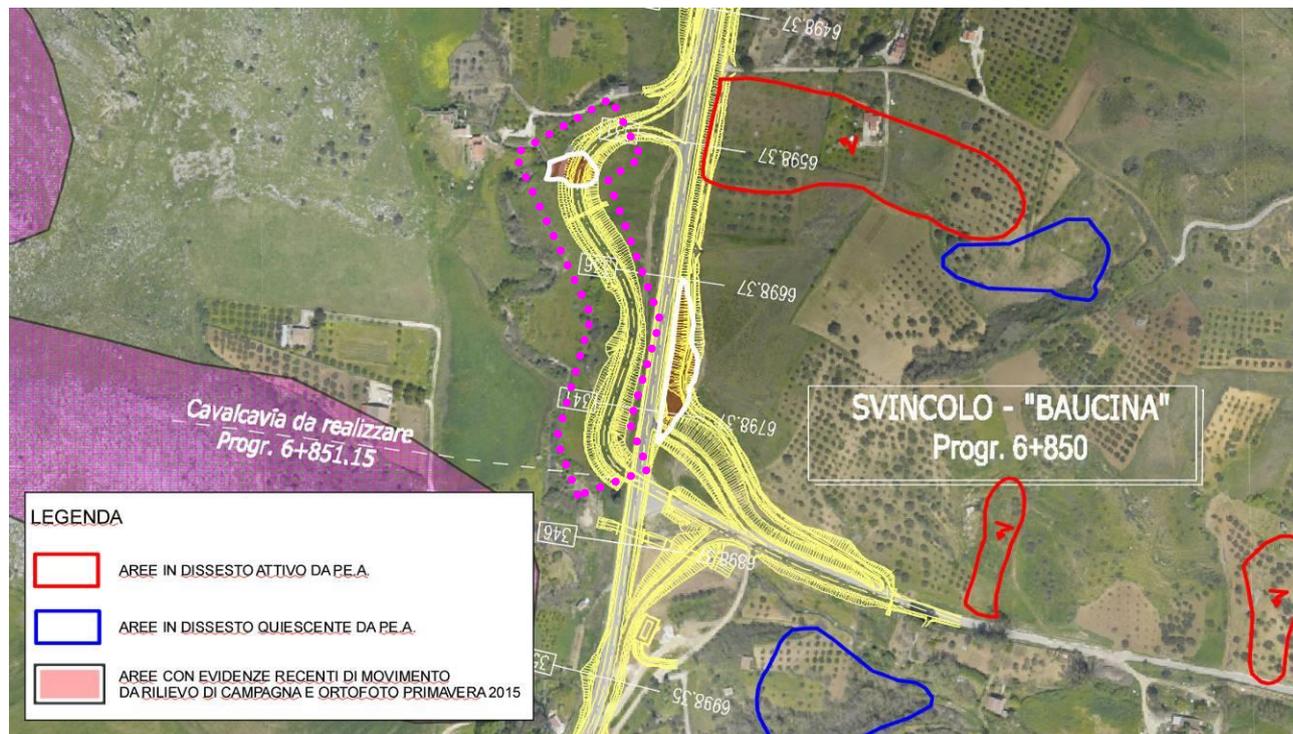


Fig. 10. Aree con evidenze recenti di movimento da rilievo di campagna e ortofoto primavera 2015.

5 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Dal punto di vista idrogeologico l'area ricade su materiali con grado di permeabilità medio-basso per porosità, ad eccezione dei tratti che insistono sulle alluvioni di fondovalle, caratterizzate da una permeabilità estremamente variabile, in funzione della natura eterogenea dei depositi che le caratterizzano (Fig. 11, Fig. 12).

Ai fini della progettazione delle opere si deve tener conto che le alluvioni terrazzate di fondovalle sono generalmente sede di falda libera che interessa tutto lo spessore dei depositi e che può avere carattere permanente, il cui livello è sostanzialmente influenzato e regolato dal regime idraulico del T.Buffa.

Tale falda è inoltre soggetta a forti escursioni stagionali in funzione della piovosità, potendo pertanto giungere, in concomitanza a periodi piovosi intensi e prolungati, in prossimità del piano campagna (0.5 m÷1.0 m), come osservato durante sopralluoghi effettuati tra il mese di Febbraio e Marzo 2015.

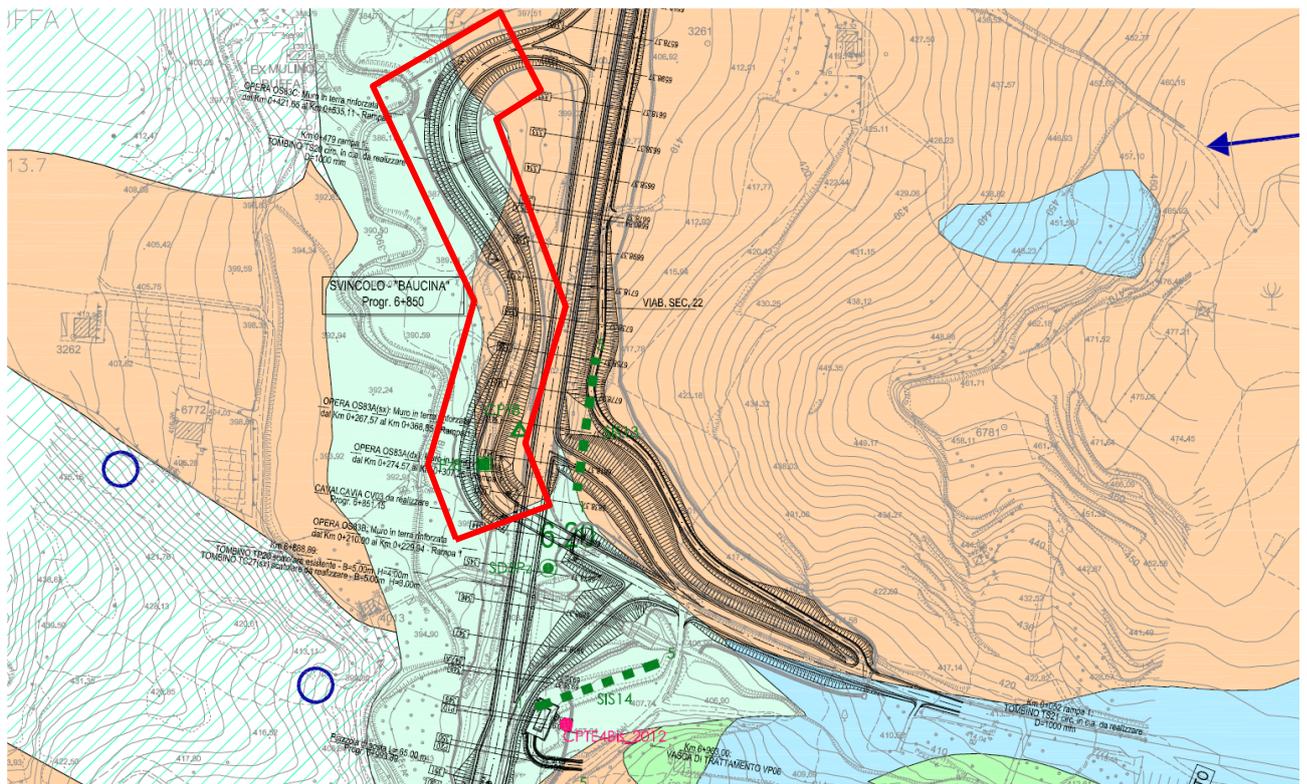


Fig. 11. Carta Idrogeologica. Estratto da elaborato PEGEP042_31_4137 – Carta Idrogeologica di PEA.

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 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

V7 – Viadotto Baucina – Relazione Geologica

| 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. 12. Legenda della Carta Idrogeologica. Estratto da elaborato PEGEP042_31_4137 – Carta idrogeologica di PEA

6 PERIODO INVERNALE 2014-2015 E PIOVOSITA'

Come precedentemente accennato, nel periodo invernale 2014/2015, con particolare riferimento al mese di Dicembre 2014 ed ai primi tre mesi del corrente anno 2015, su tutto il territorio interessato dai lavori di ammodernamento della SS121 si sono verificate condizioni meteorologiche tali da poter essere considerate decisamente fuori dall'ordinario, contraddistinte da un aumento consistente del numero di giorni piovosi (*Fig. 14*) e da un significativo incremento delle precipitazioni giornaliere e mensili cumulate (*Fig. 13*).

Il grafico riportato in *Fig. 13*, mette in evidenza il confronto fra le piogge registrate dalla stazione meteorologica di Mezzojuso negli ultimi due anni circa (cumulate mensili rappresentate dalle barre in blu) e le precipitazioni medie mensili misurate dalla stessa stazione nel decennio 2002/2012 (andamento medio stagionale riportato in verde).

I dati mostrati sono stati acquisiti dal Servizio Informativo Agrometeorologico Siciliano (Regione Siciliana, Assessorato Risorse Agricole e Alimentari - Dipartimento Interventi Infrastrutturali).

Dall'analisi del grafico risulta evidente come, nei mesi di Dicembre 2014 e nei primi tre mesi dell'anno 2015, i volumi di pioggia caduti siano stati di molto superiori alla media mensile stagionale, con un picco nel mese di Febbraio, nel quale si sono registrate precipitazioni cumulate più di due volte maggiori (185,4 mm di pioggia, pari ad una variazione percentuale del +135%) rispetto alla media mensile dello stesso mese per il periodo 2002/2012.

Di più, nei soli 4 mesi di Dicembre 2014 ÷ Marzo 2015 la precipitazione cumulata è risultata essere pari a 542 mm di pioggia, ovvero un quantitativo all'incirca pari ai valori medi annui che caratterizzano normalmente le aree collinari interne orientali del territorio della provincia di Palermo, per cui si registrano medie annue di circa 582 mm.

Il perdurare di condizioni pluviometriche così anomale, caratterizzate da piogge incessanti e valori cumulati di gran lunga fuori dall'ordinario, ha determinato da un lato livelli di piena anomali dei torrenti, con diffusi fenomeni di erosione spondale, ruscellamento concentrato e dilavamento, dall'altro un sensibile e prolungato innalzamento generalizzato dei livelli di falda, con saturazione ed eccessivo rammollimento dei terreni di copertura per prolungata imbibizione, con conseguente riduzione drastica della coesione apparente ed innesco di diffusi fenomeni franosi lungo il tracciato in progetto.

Tale situazione climatica estrema si innesta sulla coda di una persistente anomala distribuzione delle precipitazioni che ha caratterizzato il periodo maggio 2012 a aprile 2014, con elevati quantitativi sulle province occidentali e valori decisamente inferiori su tutto il settore sud-orientale.

Il confronto tra i valori medi provinciali cumulati in 24 mesi al 30/04/2014 rispetto alla media degli ultimi 10 anni (*Fig. 15*) mostra in modo evidente valori sopra le medie per le province di Trapani, Palermo e Agrigento, inferiori per tutte le altre (*Fig. 16*).

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

V7 – Viadotto Baucina – Relazione Geologica

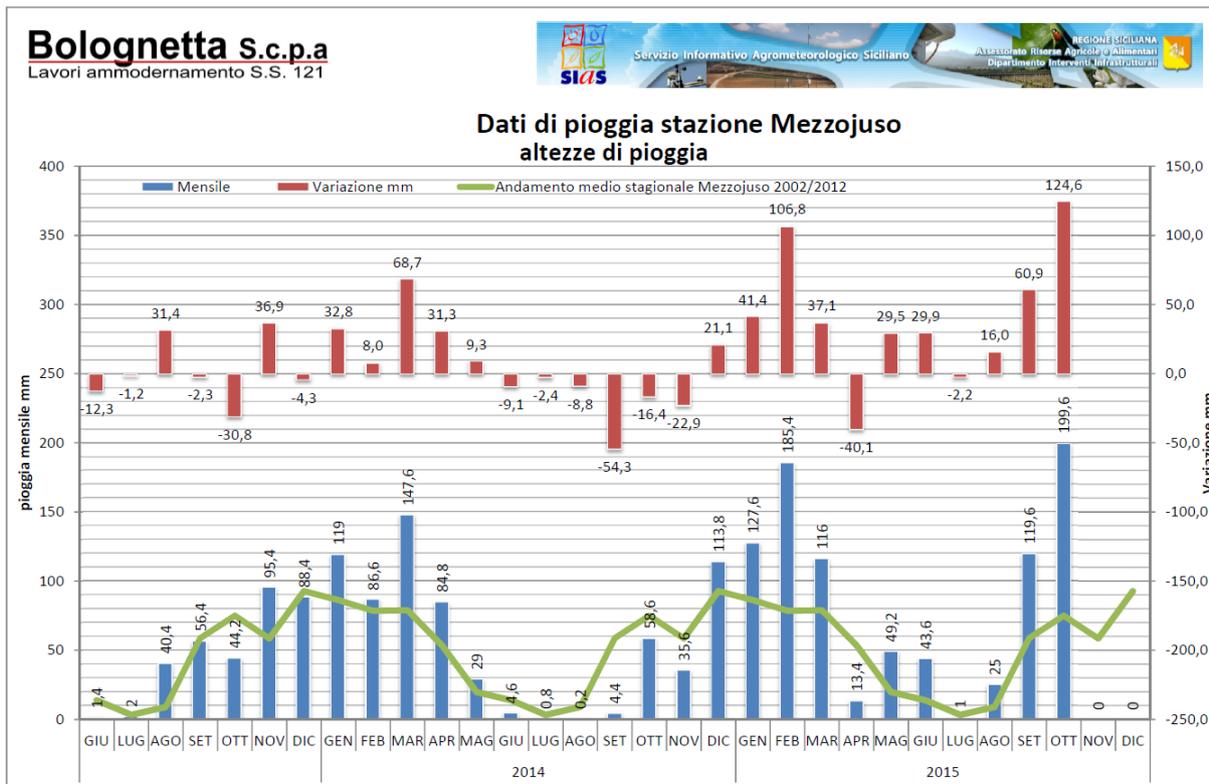


Fig. 13. Confronto pluviometria 2014/2015 rispetto alle serie storiche 2002/2012 – altezze di pioggia

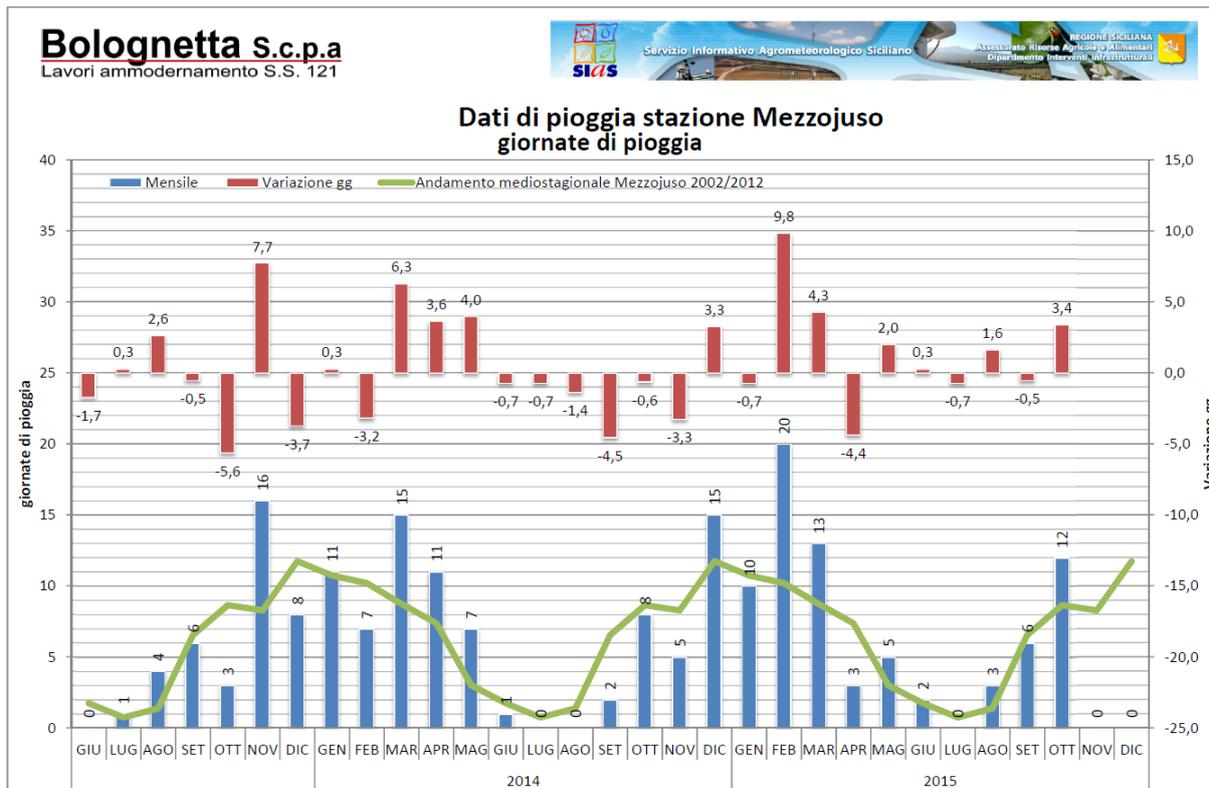


Fig. 14. Confronto pluviometria 2014/2015 rispetto alle serie storiche 2002/2012 – giorni di pioggia

Peraltro i valori superiori alle medie delle province occidentali giungono dopo un decennio che ha visto periodi siccitosi molto limitati e valori cumulati mediamente più elevati del trentennio 1971-2000, confermando così che il periodo maggio 2012 ÷ aprile 2014 ha costituito una vera anomalia all'interno di un ciclo climatico relativamente piovoso iniziato dopo la grande siccità del 2002 e, almeno per il settore occidentale, non ancora giunto alla fine.

Nei 12 mesi da maggio 2013 ad aprile 2014 (*Fig. 17*) si è ripetuta una distribuzione quasi identica già vista nei 12 mesi precedenti: precipitazioni mediamente superiori alle medie climatiche nelle province di Trapani, Agrigento e Palermo, specie nella sua parte occidentale, inferiori invece nelle province di Catania, Siracusa e Ragusa.

È evidente quindi che da maggio 2012 in poi, fino a giungere al recente periodo invernale, il territorio attraversato dalla viabilità di progetto è stato interessato da severe condizioni meteorologiche, sia in termini di precipitazioni cumulate, decisamente fuori norma, sia come numerosità dei giorni di pioggia ed intensità dei singoli eventi. **Tali circostanze**, di certo non osservate né preventivabili durante l'intero iter progettuale, **hanno indubbiamente contribuito ad un aggravio del fragile contesto idrogeologico generale**, sia per quanto riguarda lo stato di attività dei versanti, con un generale incremento delle aree interessate da fenomeni erosivi e processi gravitativi attivi, sia per quanto concerne il regime delle falde superficiali, con un generale innalzamento dei livelli freatici fino a quote prossime a piano campagna e per periodi prolungati. A ciò, si aggiungono inoltre numerose carenze funzionali, strutturali e di sicurezza della strada esistente manifestatesi in seguito agli stessi eccezionali eventi meteorici.

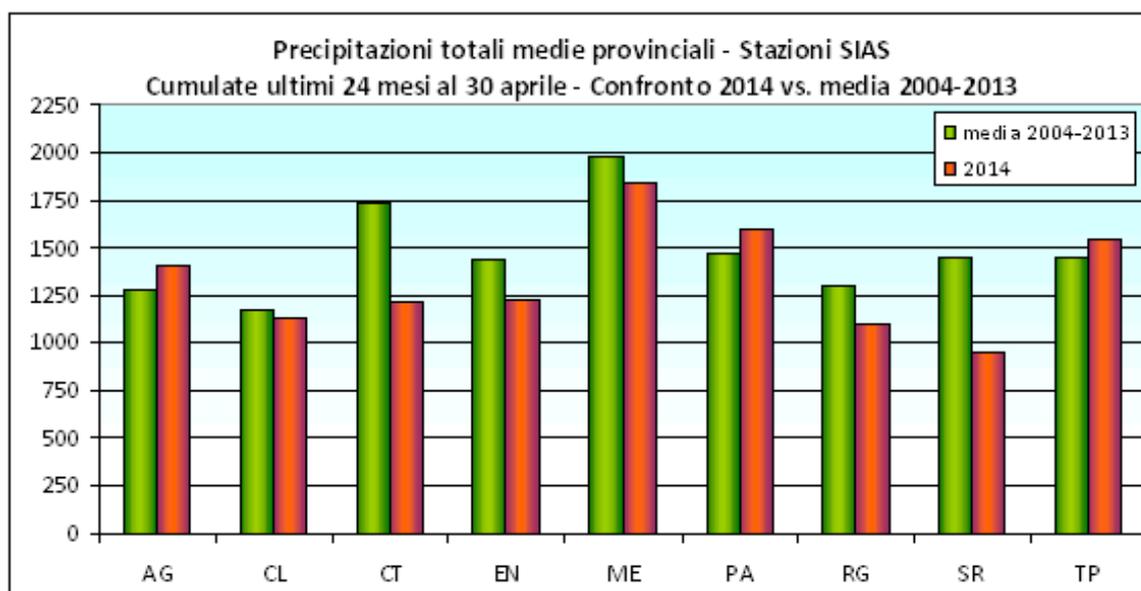


Fig. 15. Confronto tra i valori medi provinciali cumulati in 24 mesi al 30/04/2014 rispetto alla media degli ultimi 10 anni.

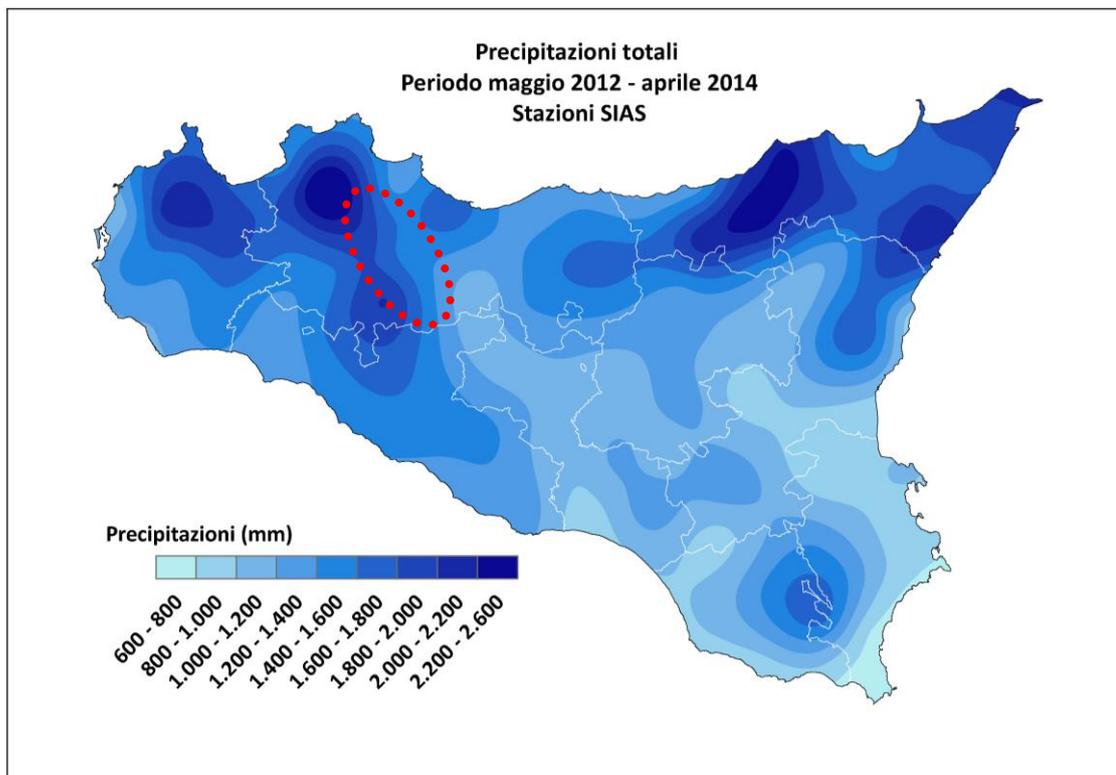


Fig. 16. Precipitazioni totali relative al periodo maggio 2012 – aprile 2014.

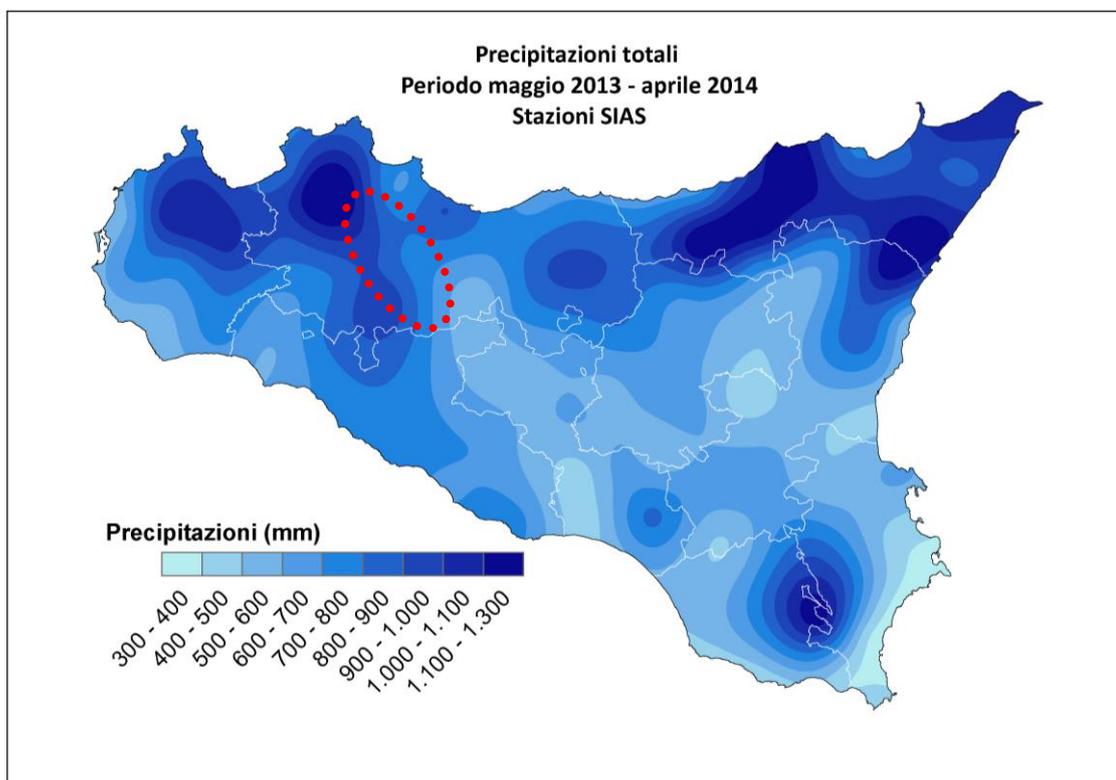


Fig. 17. Precipitazioni totali relative al periodo maggio 2013 – aprile 2014.

7 DATI GEOGNOSTICI DISPONIBILI

Nell'ambito delle attività di approfondimento delle problematiche geologiche e geomorfologiche evidenziate in seguito alle abbondanti e anomale precipitazioni dell'inverno 2014+2015, è stata predisposta una campagna di indagini geognostica integrativa che ha visto una prima fase di attività in campo nei primi mesi del 2015 (fase 1) ed una successiva fase di indagine nei primi mesi del 2016 (fase 2).

Le indagini geognostiche, realizzate dalla ditta PLP Prospezioni Laboratorio Prove S.r.l. di Baronissi (SA) in fase 1 e dalla ditta L&R Laboratori e Ricerche S.r.l. di Tremestieri Etneo (CT) in fase 2, hanno previsto principalmente la realizzazione di sondaggi stratigrafici, indagini penetrometriche (statiche e meccaniche), oltre che l'esecuzione di pozzetti esplorativi ed indagini di laboratorio (Fig. 18). In particolare, le indagini disponibili consistono in:

- Indagini di PD e PEA:
 - n.1 prova penetrometrica statica meccanica (CPT8);
 - n.1 pozzetto esplorativo (PZ8).
- Indagini integrative:
 - n.4 prove penetrometriche statiche meccaniche (CPT28, CPT29, CPT31 e CPT33);
 - n.2 sondaggi a carotaggio continuo alla profondità di 5 m da p.c., realizzati in sostituzione di pozzetto esplorativo con escavatore (Pz13_15b, Pz14_15b).

Ai fini della caratterizzazione stratigrafica dell'area si è fatto riferimento ai diagrammi penetrometrici ed alle stratigrafie di seguito riportati.

I diagrammi penetrometrici indicano la presenza di terreni di copertura (regolitico-colluviale e/o alluvionale) a bassa consistenza in spessori alquanto variabili, da meno di 1.0 m fino anche a 7.0 m, sovrastanti la formazione di substrato, decisamente compatta e generalmente con una porzione sommitale alterata molto esigua.

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

V7 – Viadotto Baucina – Relazione Geologica

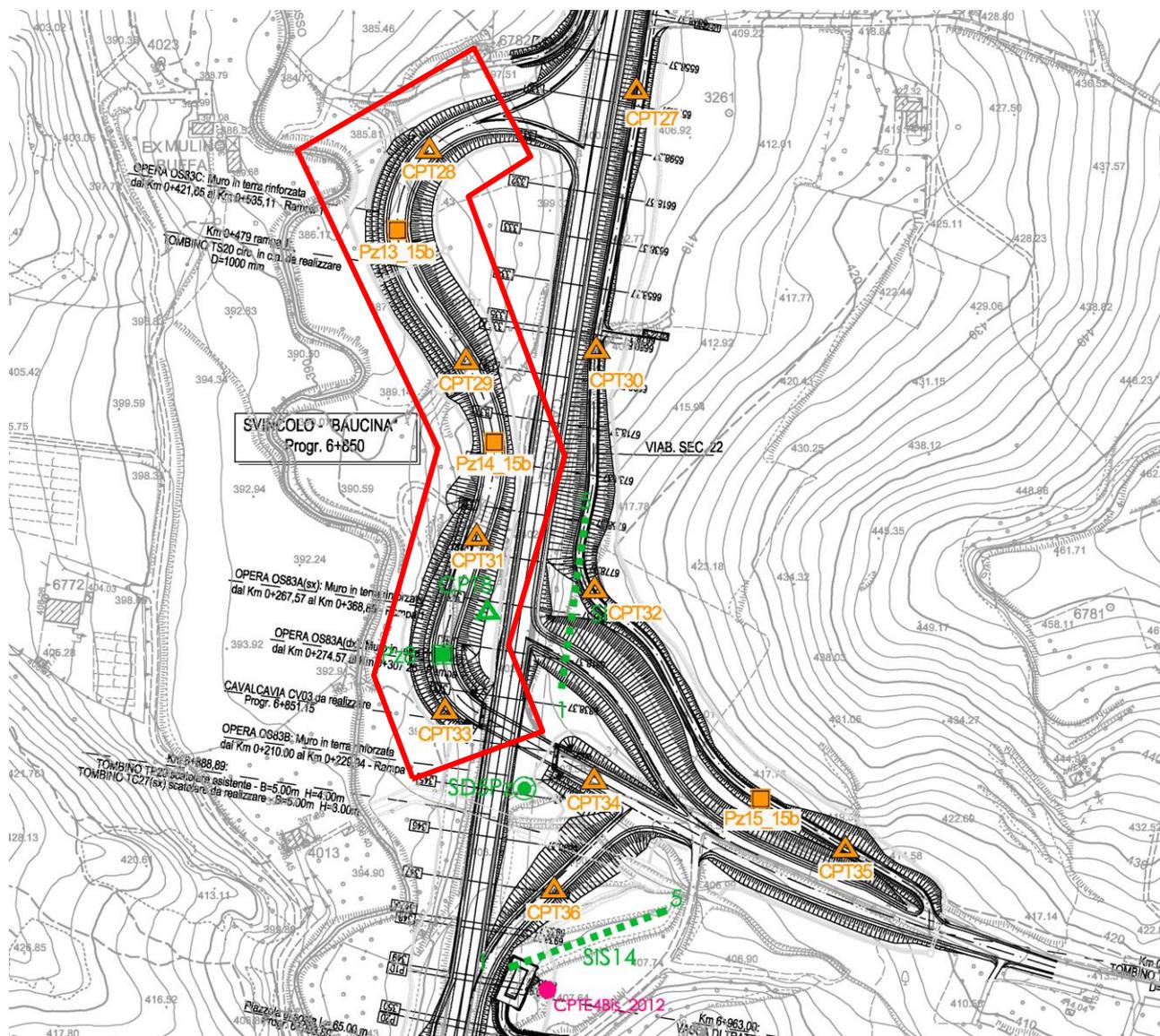


Fig. 18. Planimetria con ubicazione indagini geotecniche disponibili.

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

V7 – Viadotto Baucina – Relazione Geologica

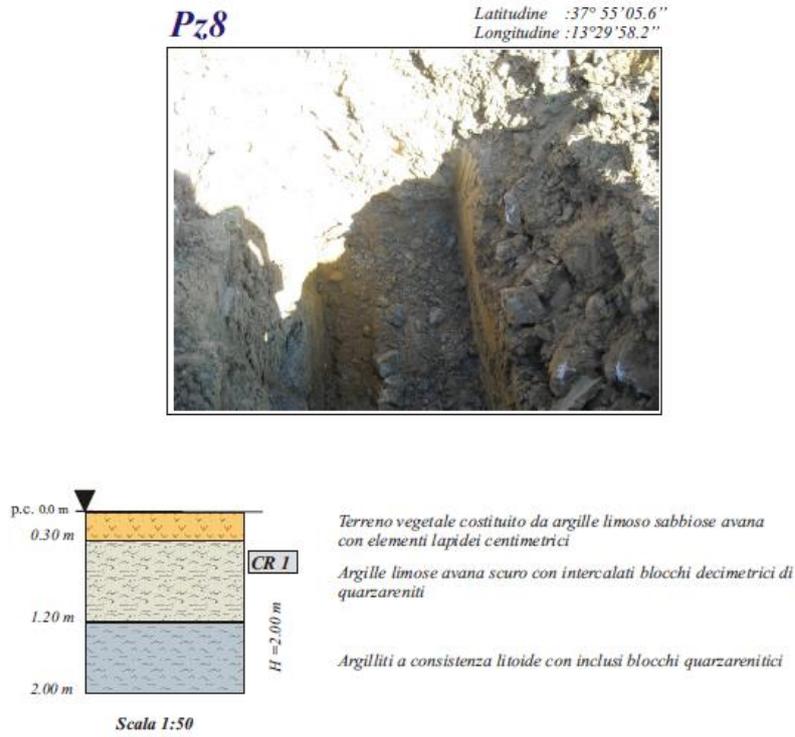


Fig. 19. Stratigrafia del pozzetto Pz8 (Indagini PD e PEA).

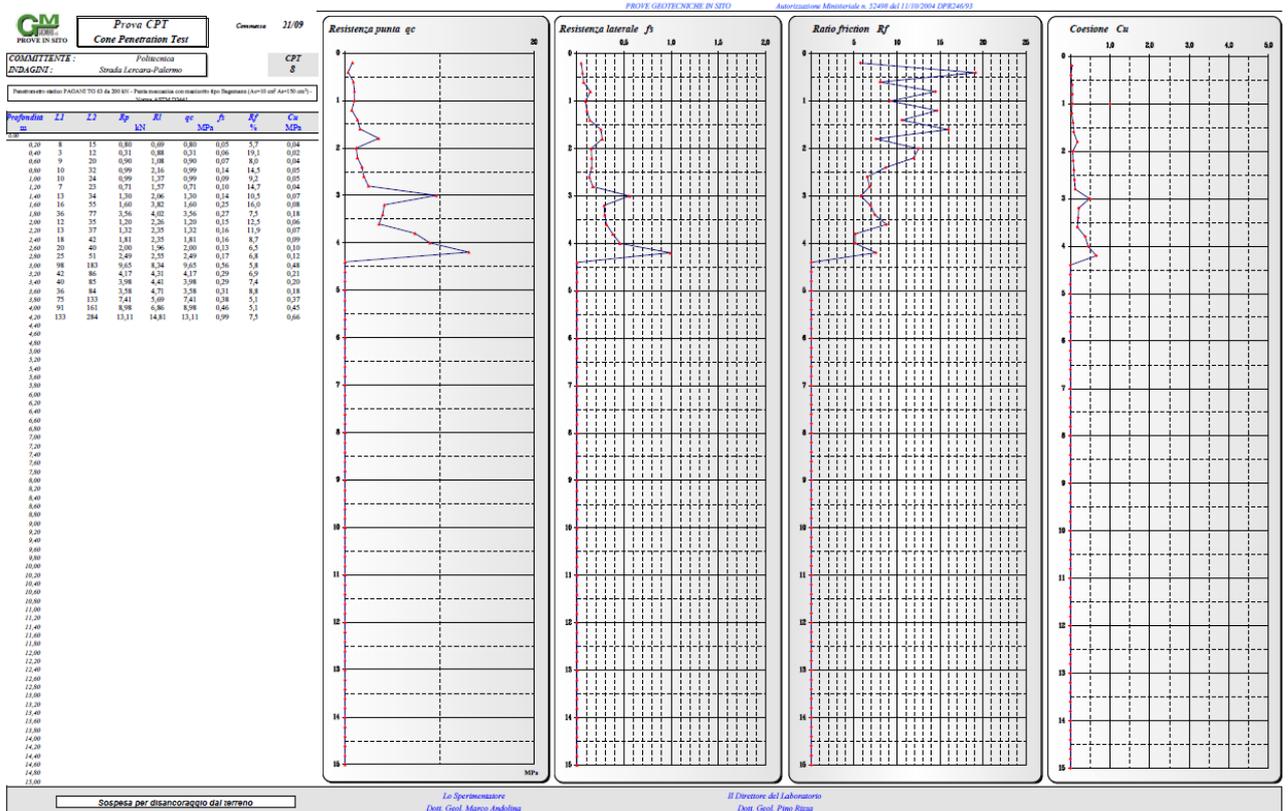


Fig. 20. Diagrammi penetrometrici CPT8 (Indagini PD e PEA).

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 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

V7 – Viadotto Baucina – Relazione Geologica

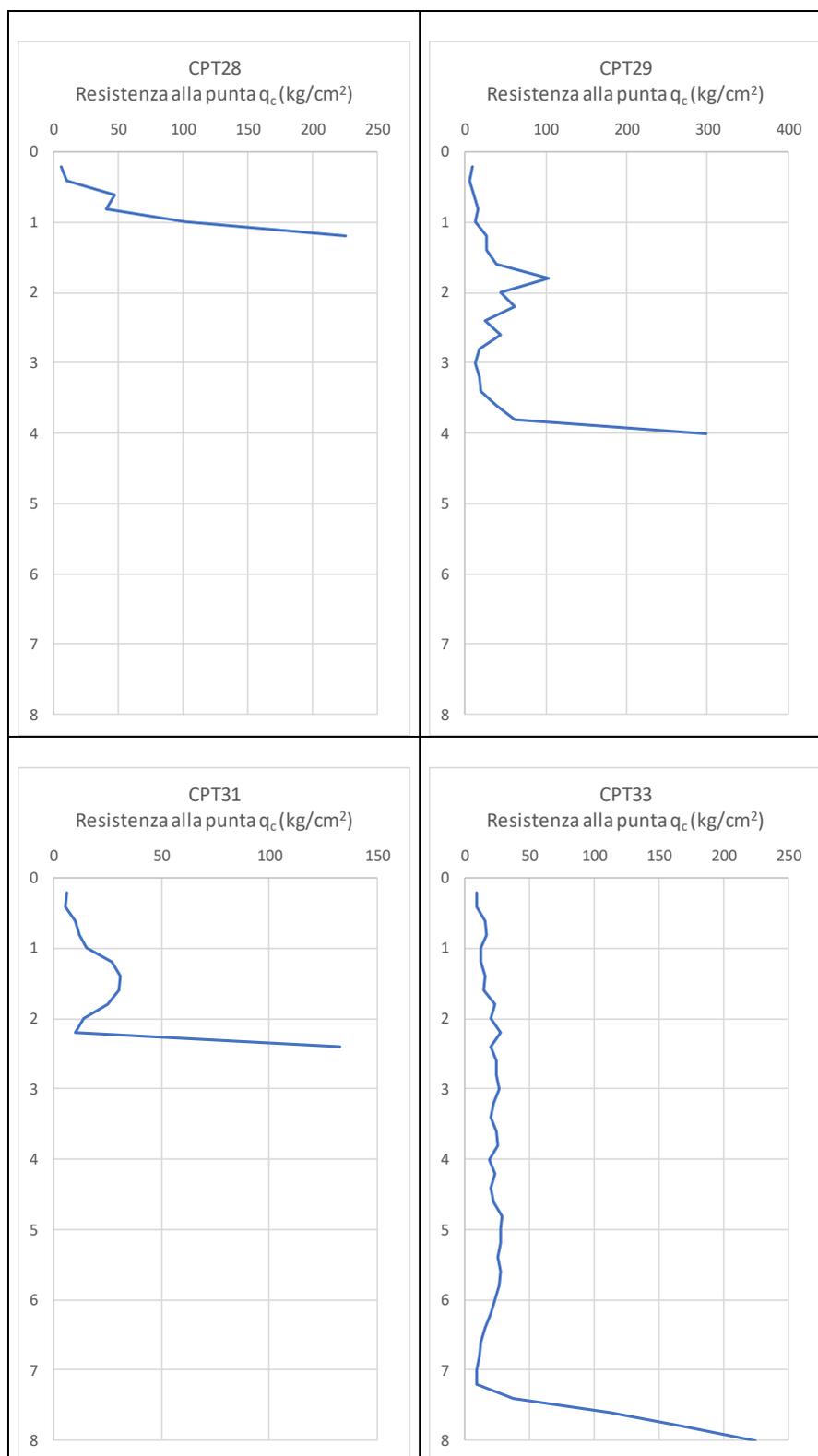


Fig. 21. Diagrammi penetrometrici delle prove CPT (Indagini integrative).

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

V7 – Viadotto Baucina – Relazione Geologica

| Scala (mt) | Litologia | Descrizione litologica | Spessore dello strato | % carotaggio | S.P.T. | Pocket Test kg/cmq | Campioni | Metodo Perforazione | Metodo Stabilizzaz. | Falda |
|------------|-----------|--|-----------------------|--------------|--------|--------------------|--------------|---------------------|---------------------|-------|
| 1 | | Limi argillosi bruno nerastri, con sporadici ciottoli a spigoli vivi, mediamente consistenti | 3.00 | %C=100 | | 4 | | | | |
| 2 | | | | | | 4 | | | | |
| 3 | | limo argilloso-sabbioso di colore giallo bruno con bande di colore grigiastre di spessore millimetrico verso con sporadici elementi litici di dimensioni mill.; mediamente consistenti | 1.20 | %C=100 | | | 3.00 3.40 | S | | |
| 4 | | Sabbie limose con ciottoli arrotondati tra 4,20m e 4,60m, di colore giallastre. | 0.80 | %C=80 | | | | | | 4.20 |
| 5 | | | | | | | | | | |

Fig. 22. Stratigrafia del pozzetto Pz13_15b (Indagini integrative).

| Scala (mt) | Litologia | Descrizione litologica | Spessore dello strato | % carotaggio | S.P.T. | Pocket Test kg/cmq | Campioni | Metodo Perforazione | Metodo Stabilizzaz. | Falda |
|------------|-----------|--|-----------------------|--------------|--------|--------------------|--------------|---------------------|---------------------|-------|
| 1 | | Limi argillosi bruno nerastri, con sporadici ciottoli a spigoli vivi, mediamente consistenti | 2.40 | %C=100 | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | |
| 3 | | Sabbie poco limose e poco addensate di colore giallo tabacco. | 1.80 | %C=80 | | | 3.00 3.40 | S | | |
| 4 | | Argille limose di colore grigio mediamente consistenti. | 0.80 | %C=100 | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | |

Fig. 23. Stratigrafia del pozzetto Pz14_15b (Indagini integrative).

8 STRATIGRAFIA

Le indagini integrative eseguite hanno permesso di aggiornare e ridefinire, per l'opera in esame, il modello geologico rispetto al quadro stratigrafico delineato in sede di PEA.

In particolare, in ambito di progettazione esecutiva il complesso delle indagini disponibili aveva individuato una modesta copertura di terreni di riporto (r) sovrastante la locale formazione di substrato (FYNar). Localmente alla formazione di substrato si sovraimpongono inoltre le coperture alluvionali terrazzate di fondovalle.

Sulla base invece delle nuove informazioni stratigrafiche disponibili è stato possibile dettagliare meglio la successione dei terreni in sito, con particolare riferimento alle porzioni più superficiali, con individuazione di una copertura eluvio-colluviale con basse caratteristiche meccaniche e con spessore fino a 4÷5 m circa, sovrastante la formazione di substrato.

In base alle informazioni stratigrafiche descritte poc'anzi, in Fig. 24÷Fig. 30 si riportano le sezioni geologiche di riferimento per gli interventi in progetto. Le unità stratigrafiche sono state individuate a partire dalla resistenza alla punta q_c con riferimento ai seguenti criteri:

| Resistenza alla punta q_c kPa | Unità stratigrafica | |
|------------------------------------|----------------------------------|--|
| --- | Depositi alluvionali | |
| $900 \leq q_c \leq 1800$ | Coltre regolitica/colluviale | |
| $1800 \leq q_c \leq 3000$ | Formazione di substrato alterata | |
| > 3000 | Formazione di substrato | |

Per un confronto dettagliato tra la stratigrafia di progetto esecutivo e la stratigrafia di perizia di variante e per la valutazione degli effetti della nuova caratterizzazione sulla stabilità dell'opera prevista in PEA, si rimanda alla relazione geotecnica (PVV7RE02_50_4137).

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

V7 – Viadotto Baucina – Relazione Geologica

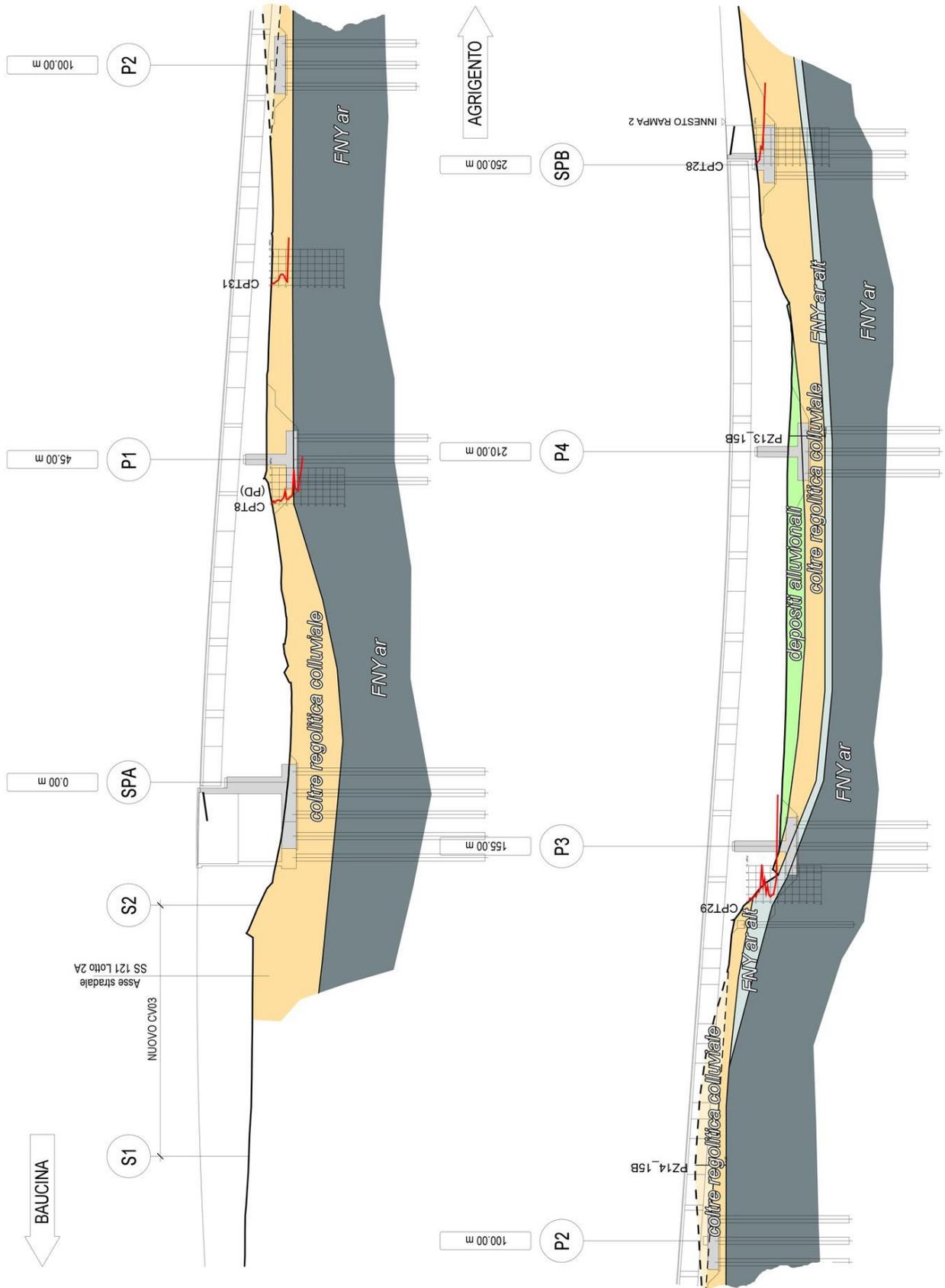


Fig. 24. Sezione geologica in asse al viadotto Baucina.

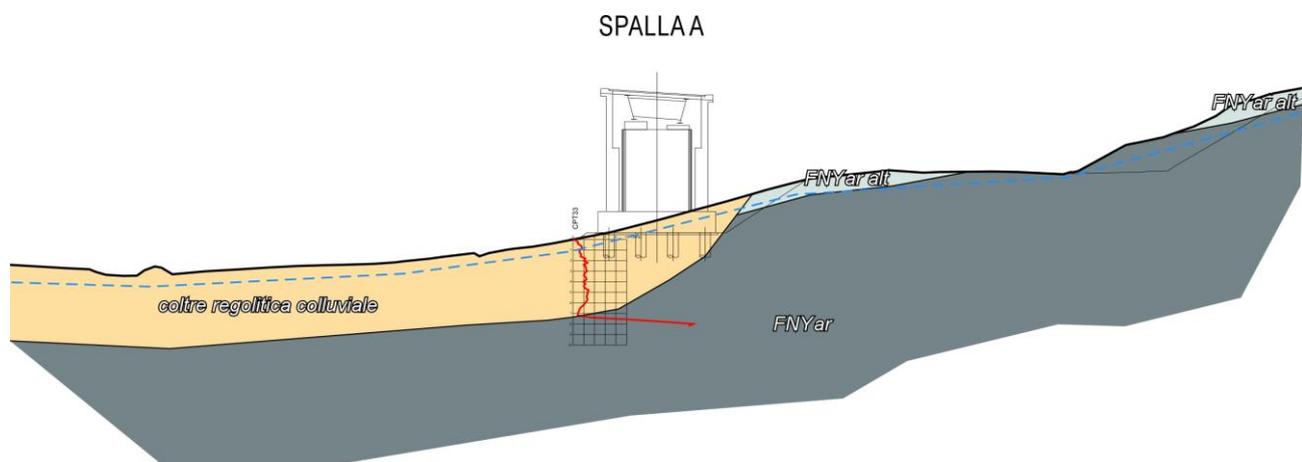


Fig. 25. Sezione geologica trasversale – Spalla A.

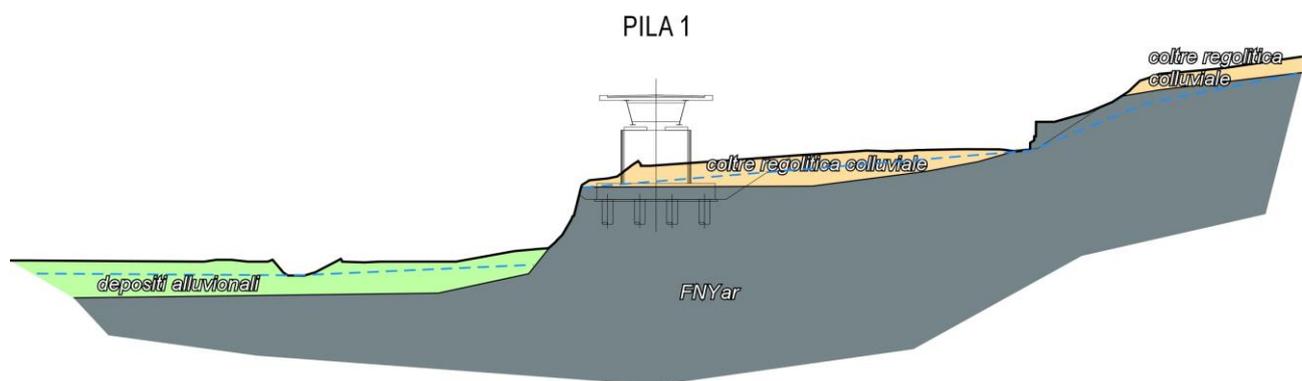


Fig. 26. Sezione geologica trasversale – Pila 1.

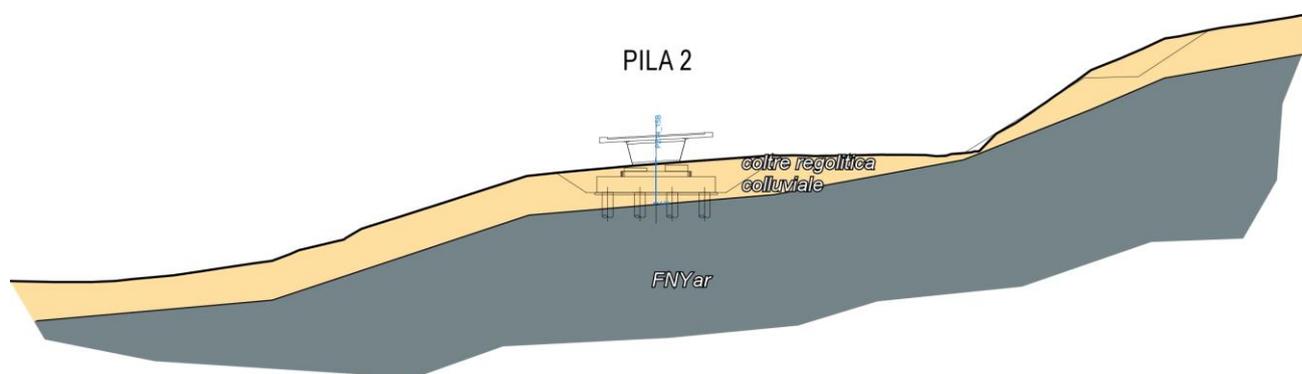


Fig. 27. Sezione geologica trasversale – Pila 2.

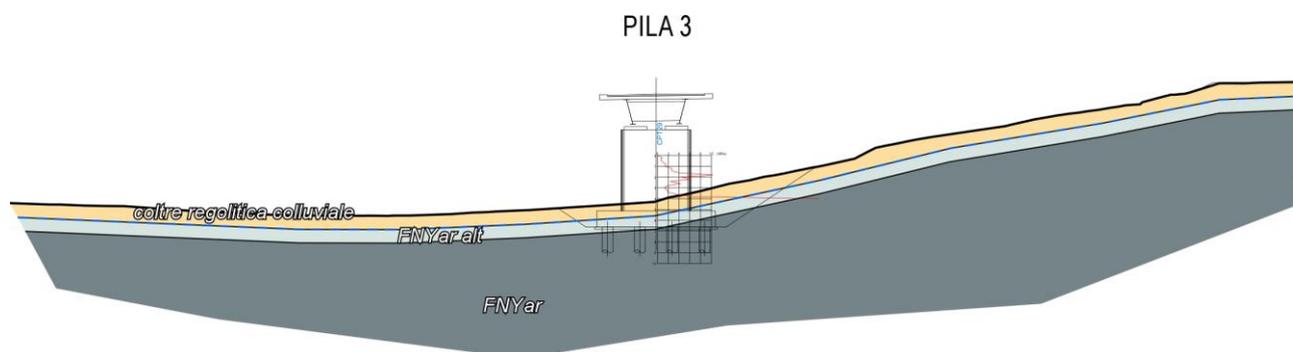


Fig. 28. Sezione geologica trasversale – Pila 3.

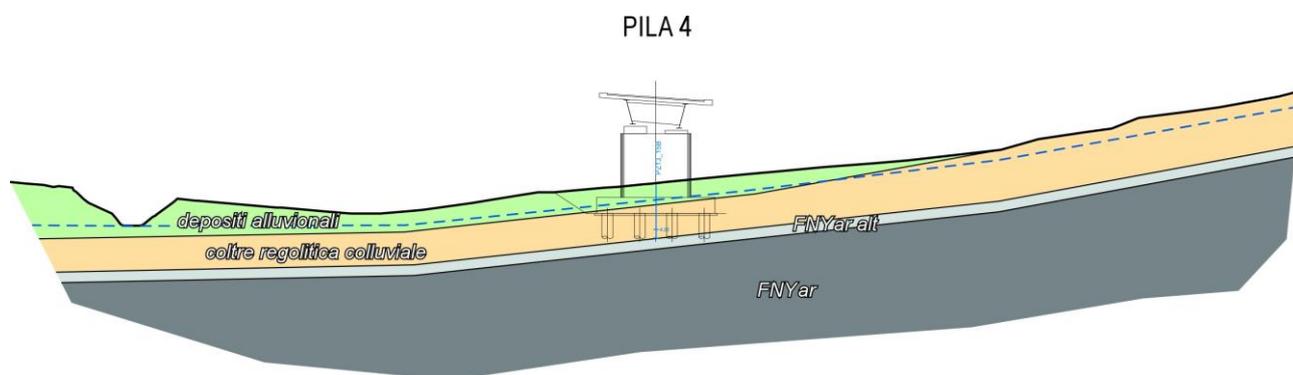


Fig. 29. Sezione geologica trasversale – Pila 4.

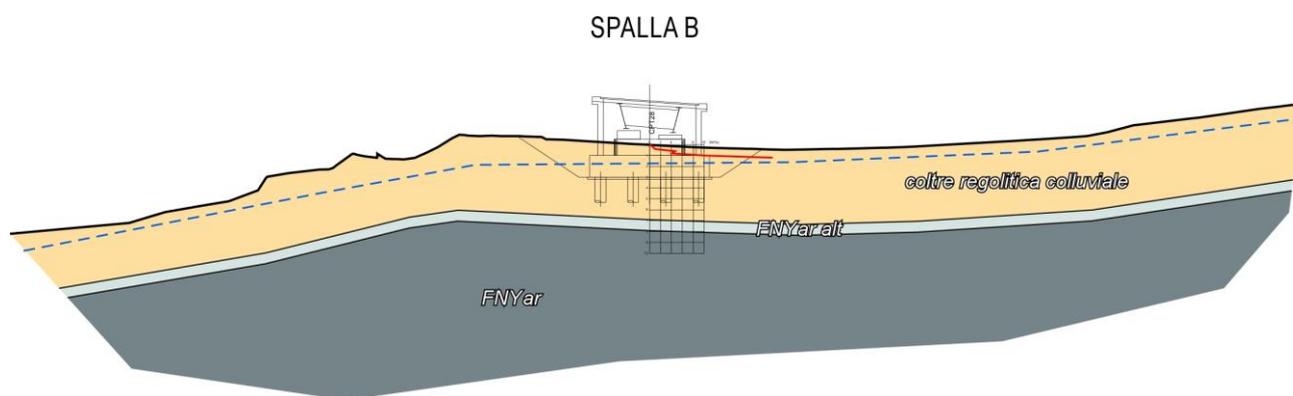


Fig. 30. Sezione geologica trasversale – Spalla B.

9 NOTE CONCLUSIVE

La presente relazione geologica è a supporto della progettazione dell'opera d'arte V7, Viadotto Baucina, da realizzarsi in luogo dell'originaria Rampa 1 dell'omonimo svincolo prevista in Progetto Esecutivo.

In seguito alle abbondanti piogge dell'inverno 2014÷2015 e al conseguente anomalo e perdurante innalzamento dei livelli freatici, il contesto idrogeologico generale ha subito un importante aggravio in termini di dissesto, con fenomeni di instabilità che si sono manifestati in maniera diffusa sui versanti prospicienti tutto il tracciato ed un contestuale generale e marcato rammollimento delle coltri superficiali.

Inoltre, la rivisitazione della soluzione progettuale si rende ancor più necessaria alla luce delle problematiche emerse durante gli scavi di ammorsamento del rilevato effettuati nel tratto di strada fra le sezioni 279 e 325, tra lo svincolo di Ciminna e lo svincolo Baucina. In particolare, gli scavi hanno riportato alla luce imponenti spessori di conglomerato bituminoso e di materiale da rilevato, riferibili a considerevoli e straordinari interventi manutentivi eseguiti nel tempo da ANAS a fronte di diffusi fenomeni deformativi che hanno coinvolto in passato il corpo stradale e di cui fino ad ora non si aveva evidenza né testimonianza alcuna.

Alla luce di queste nuove evidenze osservate e considerato che il sedime dell'originaria Rampa 1 dello svincolo di Baucina si colloca in adiacenza e prosecuzione del tratto di strada interessato dai suddetti dissesti, in un contesto geologico e geomorfologico analogo a quello interessato dalle evidenze di dissesto rinvenute, si rende indispensabile riconsiderare le condizioni di equilibrio geomorfologico dell'area e provvedere ad una progettazione che tenga conto delle criticità palesatesi.

In particolare, al fine di limitare gli impatti sugli equilibri geostatici dell'area, si rende indispensabile una soluzione che consenta di trasferire i carichi e le azioni in profondità.

Allo scopo di definire in dettaglio la stratigrafia dell'area di impianto dell'opera e di verificare le caratteristiche geotecniche dei materiali in sito, si è fatto riferimento alle indagini di PEA e alle risultanze delle indagini integrative realizzate nei primi mesi del 2016 (fase 2).

Per quanto concerne la stratigrafia dell'area di intervento, le indagini indicano la presenza di terreni di copertura (regolitico-colluviale e/o alluvionale) a bassa consistenza in spessori alquanto variabili, da meno di 1.0 m fino anche a 7.0 m, sovrastanti la formazione di substrato, decisamente compatta e generalmente con una porzione sommitale alterata molto esigua.

Relativamente agli aspetti idrogeologici, si segnala che, essendo l'opera localizzata in prossimità del fondovalle, dove è presente una copertura alluvionale del T. Buffa, ai fini della progettazione si

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

V7 – Viadotto Baucina – Relazione Geologica

deve tener conto di una falda libera che interessa tutto lo spessore dei depositi terrazzati, il cui livello è sostanzialmente influenzato e regolato dal regime idraulico del T. Buffa.

Tale falda è soggetta a forti escursioni stagionali in funzione della piovosità, potendo pertanto giungere, in concomitanza a periodi piovosi intensi e prolungati, in prossimità del piano campagna (0.5 m÷1.0 m), come osservato durante sopralluoghi effettuati tra il mese di Febbraio e Marzo 2015.

Per un confronto dettagliato tra la stratigrafia di progetto esecutivo e la stratigrafia di perizia di variante e per la valutazione degli effetti della nuova caratterizzazione sulla stabilità dell'opera prevista in PEA si rimanda alla relazione geotecnica (PVV7RE02_50_4137).