

Valenti Giuseppe

Conti Giuseppe
Di Stefano Maria

Episcopo
Favara Francesco

Barbaria Rita

FEUDO CEFALA
Società Agricola Semplice
C.da Scorciovacca, s.n.
90030 Mezzojuso (PA)
C.F./P.I. 05249990823

Margherita Lucia

Pizzomonte Paolo

PER RICEVUTA






UFFICIO PROTOCOLLO

6261
05 APR 2016

GEOLOGO DOTT. STEFANO FERRO

PROF. ING. GIANFRANCO MARCHI



V.	DATA	EMISSIONE DESCRIZIONE	FB REDATTO	GM CONTROLLATO	GM APPROVATO
	29/07/2016				
 ENSER _{srl} SOCIETA' DI INGEGNERIA Baccarini, 29 - 48018 FAENZA (RA) tel. 0546-663423 - fax 0546-663428 Zacconi, 16 - 40127 BOLOGNA (BO) tel. 051-245663 Andrea Costa, 115 - 47822 SANTARCANGELO DI ROMAGNA (RN) tel. 0546-663423 Ingegneria@enser.it - www.enser.it - P.E.C.: ensersrl-ra@legalmail.it			 		FASE DI PROGETTAZIONE: PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO
MMITTENTE: Bolognetta S.c.p.a.			CODICE LAVORO: S15022		
FORO: COMUNE DI VILLAFRATI (Provincia di Palermo) Progetto di un sito di conferimento e di miglioria agraria			CODICE ELABORATO: S 1 5 0 2 2 F 3		
TITOLO: AREA 2 RELAZIONE GEOLOGICA E DI SVINCOLO			ELABORATO: RE 011		

INDICE

1	PREMESSA.....	2
2	RIFERIMENTI NORMATIVI E BIBLIOGRAFICI.....	4
3	ELABORATI DI RIFERIMENTO.....	4
4	INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	5
4.1	LINEAMENTI GEOLOGICI DELL'AREA.....	5
4.2	TETTONICA.....	11
4.3	ASPETTI GEOMORFOLOGICI.....	11
4.4	ASPETTI IDROGEOLOGICI.....	14
5	VINCOLI GRAVANTI SULL'AREA DI INTERVENTO.....	15
6	INDAGINI IN SITO.....	21
7	MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO.....	26
8	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	28
9	ELEMENTI DI SISMICITÀ.....	28
9.1	CLASSIFICAZIONE SISMICA.....	28
9.2	STORIA SISMICA.....	28
9.3	Sorgenti sismogenetiche.....	29
9.4	Categoria di sottosuolo e condizioni topografiche.....	30
9.5	MAGNITUDO MASSIMA ATTESA DA ZS9.....	31
9.6	SUSCETTIBILITÀ NEI CONFRONTI DEI FENOMENI DI LIQUEFAZIONE.....	31
10	BREVE DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO.....	33
11	PRESCRIZIONI DI CARATTERE GENERALE.....	35
12	VERIFICHE DI STABILITÀ.....	36
12.1	Risultati delle verifiche.....	36
13	SINTESI CONCLUSIVA.....	40

1 PREMESSA

La presente relazione geologica viene redatta ai fini dell’ottenimento dello svincolo idrogeologico di terreni localizzati ad est del Comune di Villafрати (PA), individuati con sigla “AREA 2” nella corografia di Figura 1 ed identificati al Catasto Terreni di detto Comune al fg. 16, mapp. 66, 67, 69, 70, 71, 72, 286, 287, 288, 376, 377, 401, 402, 542 (Figura 2).

Tali terreni, che attualmente presentano una morfologia concava ed irregolare, saranno oggetto di interventi di bonifica, sistemazione e migioria agraria mediante il conferimento di materiale di scavo proveniente dai lavori di ammodernamento del tratto Palermo-Lercara Friddi.

Nell’ambito di questo studio verranno illustrate le peculiarità geologiche e geomorfologiche e sismiche dell’area sulla base delle informazioni generali disponibili per la zona e dei rilievi effettuati nel corso dei sopralluoghi in sito. Si valuteranno inoltre le caratteristiche geotecniche dei terreni in sito alla luce delle indagini geognostiche appositamente realizzate in sito.

Scopo finale della relazione è quindi la verifica della compatibilità degli interventi di migioria agraria previsti con le caratteristiche geologico-geomorfologiche e geotecniche dell’area ed il giudizio di fattibilità degli interventi in rapporto al vincolo idrogeologico gravante sull’area.

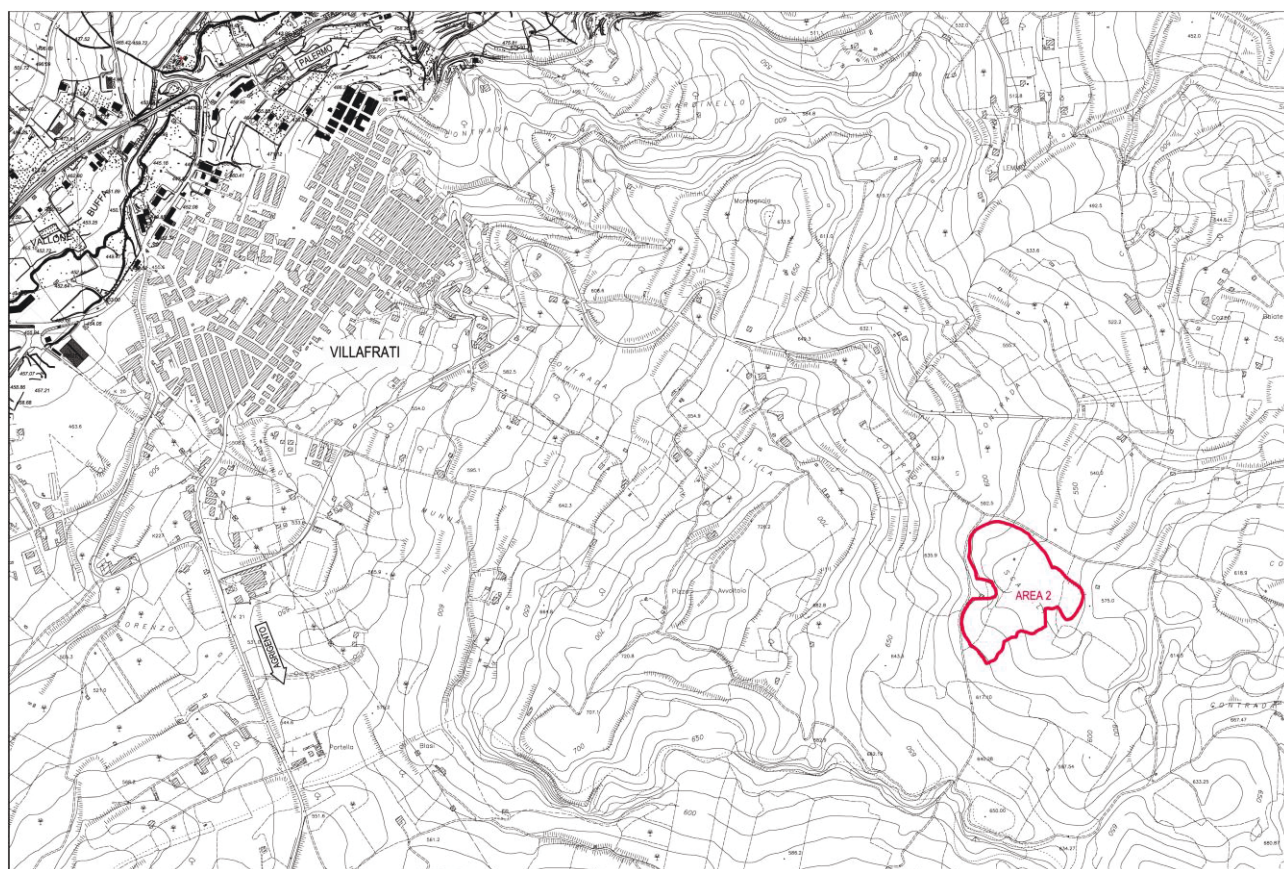


Figura 1: Ubicazione area di intervento su CTR (non in scala).

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

Villafrați-Sito di conferimento AREA 2. Relazione Geologica e di svincolo

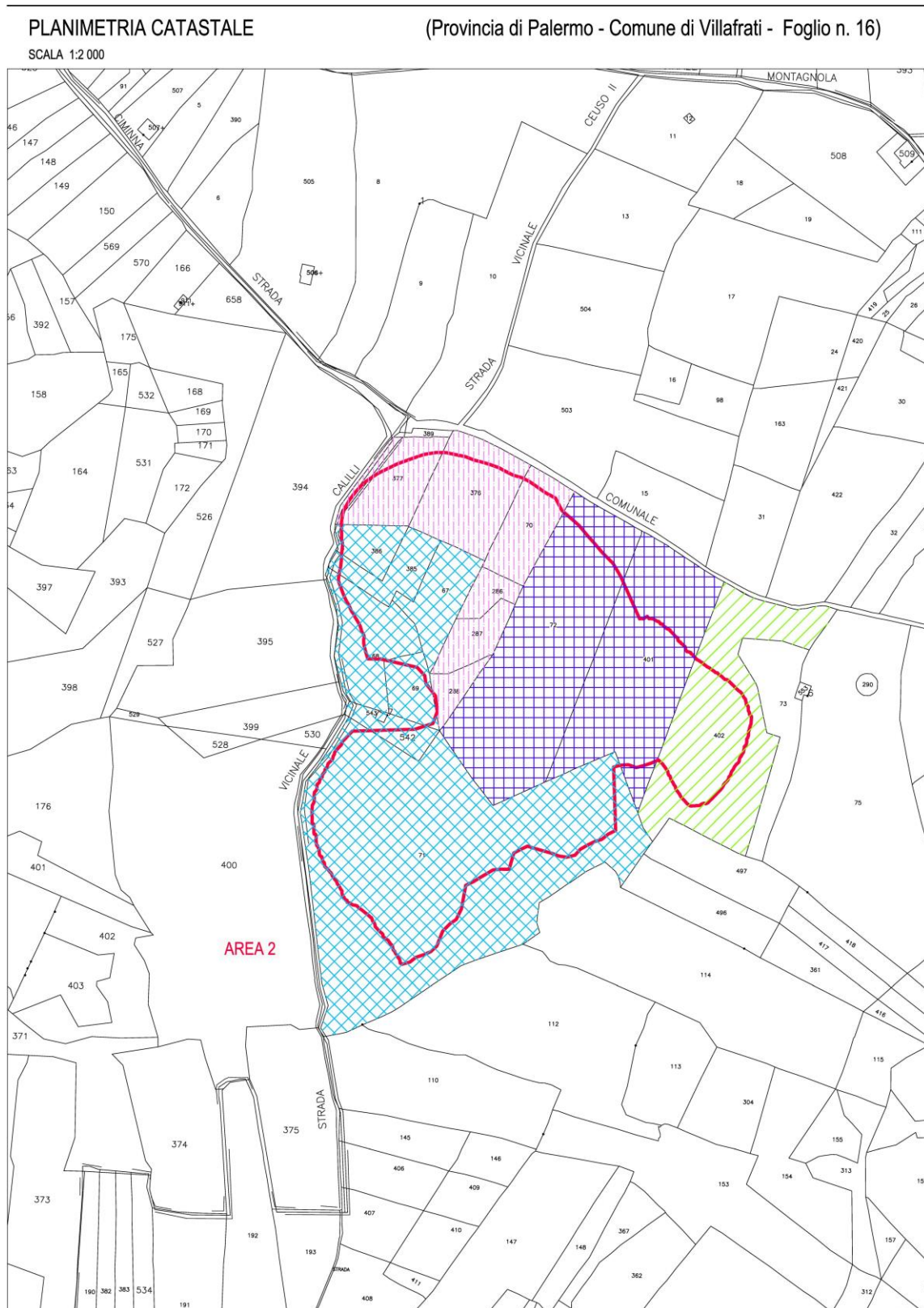


Figura 2: Ubicazione area di intervento su mappa catastale (non in scala).

2 RIFERIMENTI NORMATIVI E BIBLIOGRAFICI

- **O.P.C.M. n. 3274 del 20.03.2003 e s.m.i.**, "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e successive modifiche ed integrazioni.
- **O.P.C.M. n. 3519 del 28.04.2006**, "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone".
- **D.M. 14.01.2008**, "Norme tecniche per le Costruzioni".
- **D.M. 06.05.2008**, "Integrazione al D.M. 14 gennaio 2008".
- **Circ. Min. II.TT. 02.02.2009**, n. 617, "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14.01.2008".
- **Circ. Min. II.TT. 05.08.2009**, "Nuove norme tecniche per le costruzioni approvate con decreto del Ministro delle infrastrutture 14 gennaio 2008 - Cessazione del regime transitorio di cui all'articolo 20, comma 1, del decreto-legge 31 dicembre 2007, n. 248".
- **Linee guida AGI 2005**, "Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica".
- **UNI EN 1997-1** - Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali.
- **UNI EN 1997-2** - Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica – Parte 2: Indagini e prove nel sottosuolo.
- **UNI EN 1997-3** - Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica – Parte 3: Progettazione assistita con prove in sito.

3 ELABORATI DI RIFERIMENTO

Elaborati grafici:

- S15022-F3-TV010: Planimetria stato attuale e progetto.
- S15022-F3-TV011: Cartografia di inquadramento
- S15022-F3-TV012: Sezioni di progetto, tavola 1/2
- S15022-F3-TV013: Sezioni di progetto, tavola 2/2
- S15022-F3-TV014: Drenaggi. Piante e sezioni
- S15022-F3-TV015: Drenaggi. Dettagli

Relazioni:

- S15022-F3-RE010: Relazione Tecnica

4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

4.1 LINEAMENTI GEOLOGICI DELL'AREA

Il sito in oggetto di intervento si colloca sul fianco di una grande struttura brachisinclinale, orientata generalmente in senso NW-SE, costituita da sedimenti della successione evaporitica messiniana e dei sovrastanti depositi pliocenici. Il fianco occidentale e meridionale della brachisinclinale è delimitato da pareti più o meno alte, mentre è degradante verso settentrione e verso oriente.

Il cosiddetto *bacino intramontano messiniano di Ciminna* (Bommarito & Catalano, 1973; Ruggieri & Torre, 1987; Abate *et. al.*, 1988; Lo Cicero *et al.*, 1997; Ruggieri & Torre, 1997) è ubicato a S-SW delle due dorsali anticlinali meso-cenozoiche del settore occidentale e dei monti di Trabia (Monte Cane e Monte S. Onofrio) costituite da terreni carbonatico-dolomitici e carbonatico-silicoclastici appartenenti al Dominio Imerese (Montanari, 1966; Catalano & Montanari, 1979).

Il bacino di Ciminna è caratterizzato dalla presenza di due corpi evaporitici, che costituiscono altrettante scarpate morfologiche, separate da un orizzonte di marne sabbioso-siltose fossilifere. Questi depositi evaporitici poggiano su una successione di conglomerati, sabbie e marne sabbiose appartenenti alla Fm Terravecchia *Auct.* e verso N riposano anche sui calcari di scogliera a *Porites*, del Messiniano inf., come è visibile nei dintorni di Ciminna e di Baucina.

I due corpi evaporitici principali sono a loro volta ricoperti da depositi continentali, evaporitici e lacustri del Messiniano sup., dalle marne calcaree biancastre del Pliocene inf..

Con riferimento allo stralcio della Carta Geologica d'Italia in scala 1:25.000, foglio 608, riportato in Figura 3, viene di seguito illustrata la successione dei terreni affioranti nell'intorno dell'area in oggetto, dal più antico al più recente:

Formazione Terravecchia (TRV)

I terreni della Fm. Terravecchia del Tortoniano sup. (Flores, 1959; Schmidt di Friedberg, 1965), affiorano diffusamente sui versanti nell'intorno di Villafrati e sono costituiti da tre membri sovrapposti e parzialmente eteropici.

Il *membro inferiore conglomeratico* (TRV₁) è costituito da prevalenti conglomerati polimitici, con clasti prevalentemente carbonatici e/o arenacei immersi in una matrice siltoso-arenacea rossastra o giallastra. Talora si riscontrano, specialmente alla base, livelli e lenti di sabbia e di pelite. Tali conglomerati presentano, di solito, giacitura massiva o stratificazione mal visibile. Il *membro medio arenaceo* (TRV₂) è invece costituito da sabbie siltose o da arenarie giallastre ben stratificate, con locali intercalazioni conglomeratiche lenticolari.

Il *membro superiore pelitico* (TRV₃) è dato da argille marnose o da argilliti siltose giallastre o grigio-giallastre. Nell'area del bacino evaporitico di Ciminna, alla sommità della Fm. Terravecchia affiora una successione pelitica costituita da argilliti, a luoghi laminate, a *Turborotalita multiloba* (TRV_{3C}) che è chiaramente caratterizzata da rapporti di interdigitazione con le formazioni evaporitiche messiniane. Il complesso evaporitico misto si trova, infatti, intercalato in seno a tale successione.

Le argilliti a *Turborotalita multiloba* rappresentano il risultato di una deposizione in condizioni ristrette pre-evaporitiche o di ritorno di condizioni marine all'inizio della fase messiniana.

L'età della Fm. Terravecchia è Tortoniano sup. – Messiniano inf.

Evaporiti

L'elemento geologico distintivo dell'area è costituito dai depositi evaporitici messiniani. In generale, le evaporiti si originano per precipitazione diretta di sali da soluzioni concentrate (salamoie). Negli ambienti naturali la concentrazione necessaria per produrre tale processo si raggiunge per semplice evaporazione di acqua marina (la cui salinità media è del 35‰), solitamente in climi aridi o semiaridi ed all'interno di bacini, separati dal mare aperto più o meno totalmente, a causa di soglie morfologiche.

Per effetto dell'evaporazione, in tali bacini si ha un aumento della concentrazione salina fino alla saturazione che determina la precipitazione dei sali, in ordine inverso alla loro solubilità (per cui precipitano nell'ordine i carbonati, i solfati, principalmente costituiti da gessi, il salgemma ed in ultimo i sali potassici).

Si può ragionevolmente pensare che al tempo della formazione di questi bacini di deposizione (attorno ai 6 milioni di anni fa), si dovesse verificare il fatto che, più o meno periodicamente, acque marine provenienti dal mare aperto potessero riempire le depressioni formatesi in corrispondenza dell'area mediterranea.

Infatti, in un modello di mare completamente isolato, si dovrebbe ipotizzare l'esistenza di una colonna d'acqua alta diversi chilometri, per giustificare i notevoli spessori (anche di migliaia di metri) dei grandi depositi evaporitici esistenti (come quelli del Messiniano), mentre gli indicatori batimetrici riconosciuti (ad esempio i tappeti algali) denotano un ambiente deposizionale generalmente costiero o di mare sottile.

Proprio durante il Messiniano si ebbe la convergenza delle zolle eurasiatica ed africana che produsse sia un ulteriore sollevamento delle catene circummediterranee, sia il restringimento ora parziale, ora totale, delle comunicazioni con l'oceano Atlantico in formazione ad ovest, mentre si chiudeva definitivamente il passaggio dell'Oceano Indiano. A ciò si aggiunse anche un rilevante abbassamento eustatico del livello marino negli oceani.

Tutto ciò ebbe come conseguenza l'instaurazione di un ambiente eutrofico che dapprima generò condizioni anossiche nei fondali e portò alla deposizione di una sapropelite a diatomee (“Tripoli”). Successivamente, divenuto l'ambiente decisamente iperalino si iniziarono a depositare le evaporiti. La successione messiniana affiorante in Sicilia è caratterizzata da due cicli sovrapposti che risultano separati da una netta superficie di discontinuità di età medio-messiniana.

Il Ciclo evaporitico inferiore o “Gessi di Cattolica” (GTL) presenta, inoltre, una certa variabilità delle facies e degli spessori ed in generale comprende il *Tripoli*, il cosiddetto *Calcarea di Base* ed i depositi di gessi, di salgemma e di sali potassici.

La presenza di zolfo entro questa successione, a lungo oggetto di coltivazione nei secoli XIX e XX nelle miniere delle provincie di Agrigento, Caltanissetta, Enna e subordinatamente di Palermo, è probabilmente legata alla trasformazione, più o meno parziale, dei solfati (gesso) prodotta dall'attività dei cosiddetti batteri solfato-riducenti, in presenza di idrocarburi.

Il Ciclo evaporitico superiore o “Gessi di Pasquasia” (GPQ) è caratterizzato generalmente da gessareniti, gessoruditi e gessopeliti, in gran parte prodotte dall'erosione e dalla risedimentazione (nonché da rideposizione) dei gessi del ciclo precedente.

Alla sommità, il ciclo predetto è coronato dalle cosiddette “Argille a Congerie”, che si sono deposte in bacini lacustri ipoalini (noti in letteratura geologica con il termine “lago-mare”).

I terreni evaporitici e clastico-evaporitici del Messiniano di Ciminna sono stati suddivisi, dal basso verso l'alto, nelle seguenti tre unità litostratigrafiche (Catalano *et al.*, 1975; Lo Cicero *et al.*, 1997):

- a) *complesso evaporitico misto, del Messiniano inf.*, coevo con la parte sommitale dei Tripoli *Auct.*, i quali risultano qui assenti (Di Stefano, *et al.* 1998). Tale complesso è costituito da un membro basale, caratterizzato da argille gessose bianco-grigiastre, talvolta bituminose, livelli di stromatoliti algali e gessi selenitici massivi con filamenti algali, troncato da una superficie di erosione sulla quale poggia una ciclica ripetizione di gessi laminati e stromatolitici appartenente al *membro medio*. Quest'ultimo è costituito da gessi stromatolitici e carbonati evaporitici laminati, gesso selenitico in livelli ben stratificati e gesso selenitico massivo e/o ben stratificato, limitato superiormente da una superficie d'erosione. Il *membro superiore*, che poggia in discordanza sui precedenti, è invece costituito da torbiditi gessose grigiastre o rossastre o giallastre gradate e laminate (gessoareniti e gessoruditi), con alla base caratteristici noduli di gesso alabastrino, che attestano l'emersione dei depositi precedenti e la loro successiva erosione e risedimentazione.

Alla sommità del complesso misto si osserva una superficie di erosione che trancia l'intera successione e fa sì che l'intero complesso abbia uno spessore che oscilla tra i 60 ed i 200 m sino ad azzerarsi del tutto verso NW (direzione Villafrati).

- b) *depositi del ciclo evaporitico inferiore "Gessi di Cattolica Auct."* (GTL). Questi depositi costituiscono un'unica e continua balza generalmente caratterizzata da strati e banchi di gessi macrocristallini, talvolta separati da sottili livelli di marne gessose biancastre o grigiastre e da gessi massivi. Localmente si reperiscono livelli o corpi lenticolari di carbonati evaporitici oppure di laminiti algali. Tali gessi generalmente poggiano in discordanza sulle argille a *Turborotalita multiloba* (vedi oltre), talvolta direttamente sulle evaporiti del complesso misto. La potenza massima di queste evaporiti è di 150 m.
- c) *depositi del ciclo evaporitico superiore "Gessi di Pasquasia Auct."* (GPQ), qui rappresentati da gessareniti e gessopeliti (localmente anche da gessoruditi), argille e marne grigie o rossobrunastre (quest'ultime caratterizzate da una rara fauna ad ostracodi dulcicoli *Cyprideis pannonica*), con, a luoghi, intercalazioni lenticolari di conglomerati polimitici rossastri (fanglomerati).

Trubi

I "Trubi" (TRB) del Pliocene inf. poggiano, in discordanza, sui terreni alto-miocenici. Si tratta di marne e/o calcari marnosi, generalmente bianco-giallastri o bianco-grigiastri, a luoghi inglobanti ciottoli ben arrotondati, dispersi a sciami. Questi litotipi si presentano discretamente stratificati, con giunti di stratificazione sovente ondulati.

Coperture eluviali e colluviali. Macereti di frana

Sono costituiti da coperture di suoli brunastri formati sia per alterazione in situ del substrato (prodotti eluviali), sia per successiva mobilizzazione operata dagli agenti esogeni (depositi colluviali). In essi si possono far rientrare anche i macereti di frana generati dai movimenti gravitativi di versante.

Per quanto concerne gli aspetti geologici locali, si rileva che **i terreni interessati dagli interventi di miglioria agraria in ipotesi di progetto si modellano sui gessi selenitici della Formazione di Cattolica (GTL₂).**

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

Villafrati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione Geologica e di svincolo

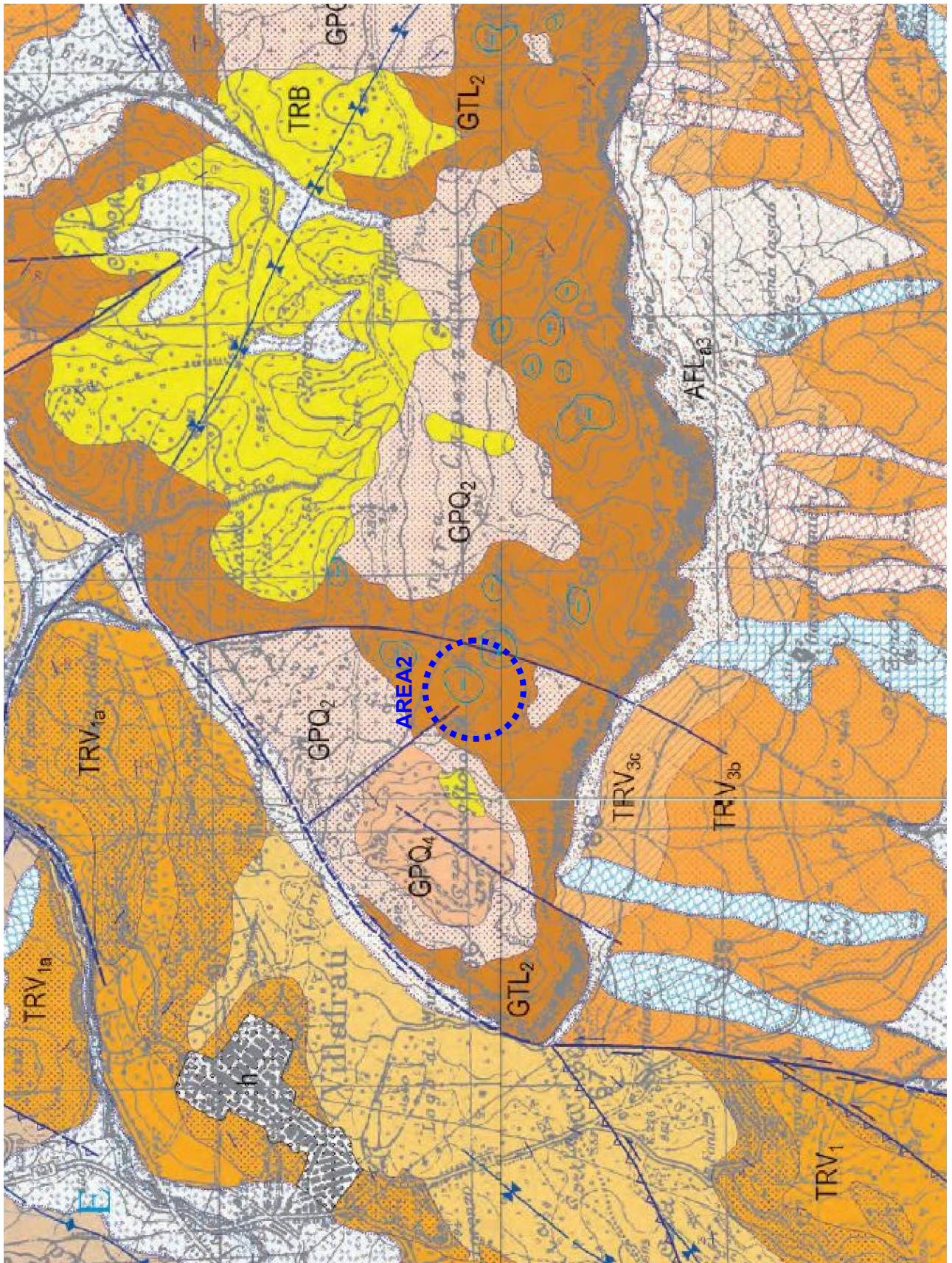


Figura 3: Stralcio della Carta Geologica d'Italia in scala 1:25.000, foglio 608 (non in scala).

DEPOSITI DI AVANFOSSA

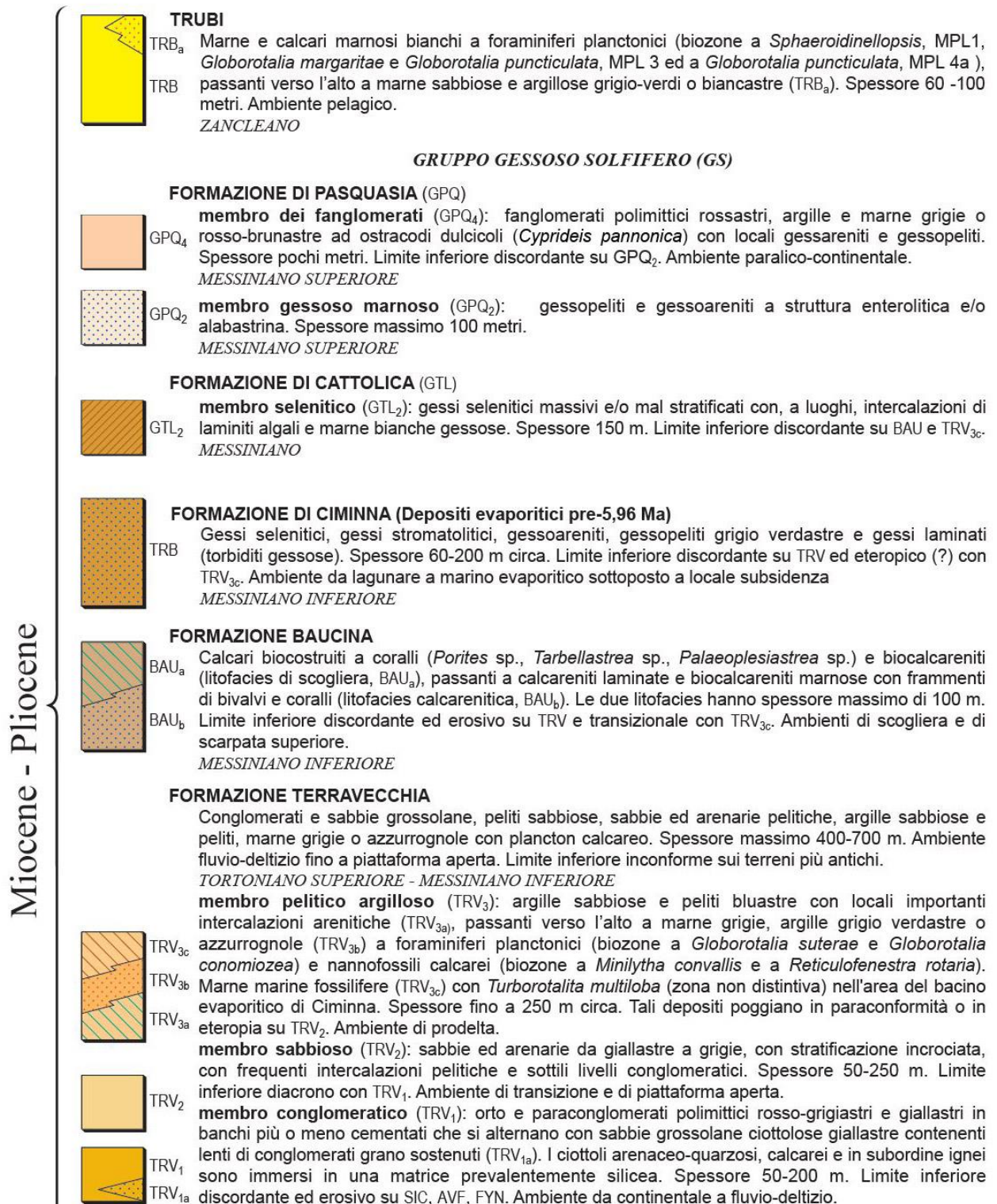


Figura 4: Legenda dello stralcio della Carta Geologica d'Italia in scala 1:25.000, foglio 608.

4.2 TETTONICA

L'analisi strutturale permette di riconoscere nell'area strutture plicative e faglie inverse che coinvolgono terreni tortoniani, messiniani e pliocenici.

In particolare, alla scala mesostrutturale si riconoscono due fasi plicative. La prima fase ha un'età intramessiniana ed è responsabile della nascita di un sistema plicativo con andamento NW-SE. La seconda fase, di età intrapliocenica, ha generato un sistema con andamento NE-SW, che ha deformato il precedente ed ha prodotto la formazione di faglie transpressive ad alto angolo.

Le strutture plicative di minore entità hanno interessato di preferenza litotipi sottilmente stratificati e caratterizzati da un elevato contrasto di competenza meccanica.

La tettonica distensiva si è espressa tramite la nascita di strutture di collasso, alcune riconoscibili all'interno del complesso Tortoniano-Messiniano, generalmente di modesta entità, almeno per il bacino di Ciminna, e sovrimposte a tutti i terreni tranne quelli olocenici.

La deposizione delle marne calcaree plioceniche (*Trubi Auct.*) denota il ripristino delle condizioni francamente marine. I successivi depositi calcarenitici e sabbiosi del Pliocene medio ricoprono in discordanza i sottostanti Trubi, piegati ed erosi.

La tettonica pliocenica, che ha prodotto la rideformazione delle unità della catena, è responsabile, oltre che della locale inversione dei rapporti strutturali originari, anche delle ripetute embricazioni interne delle coperture sedimentarie mio-plioceniche. La successiva tettonica quaternaria ha prodotto il progressivo sollevamento dell'area e l'impostazione di sistemi di faglie dirette.

4.3 ASPETTI GEOMORFOLOGICI

Dal punto di vista morfologico, l'intervento in progetto si inserisce in un paesaggio caratterizzato da un da un pianoro sommitale digradante verso N-NE e delimitato da pareti subverticali ad O e S. Sull'altopiano si sono sviluppate una serie di forme carsiche superficiali (sia macroforme che microforme); ed in particolare doline e inghiottitoi di varie dimensioni. La dolina è una conca chiusa che formerebbe un laghetto se l'acqua non scomparisse attraverso punti assorbenti situati al fondo della stessa. Gli inghiottitoi invece sono punti assorbenti in cui acqua che scorre superficialmente prende vie sotterranee ed accede al sistema carsico sotterraneo. Alcuni inghiottitoi sono accessibili e si prolungano nel sottosuolo in cavità ben rilevabili.

Altre piccole cavità hanno invece una origine "pseudocarsica" cioè non dovuta a fenomeni di corrosione ma a fratture e cavità causate da movimenti tettonici. La genesi di queste grotte può essere dovuta o a discontinuità meccaniche della massa rocciosa oppure all'accumulo caotico di blocchi di roccia franati alla base di pareti verticali. È chiaro che nella formazione delle cavità

pseudocarsiche l'azione di dissoluzione dovuta allo scorrimento delle acque meteoriche, pur agendo in qualche modo, rimane subordinata.

Alla scala di intervento, che si colloca a quote comprese tra 560÷600 m s.l.m., si osserva che **la morfologia concava dei terreni in oggetto di miglioria agraria è imputabile alla presenza di un'ampia dolina**, formatasi per dissoluzione nel tempo della formazione di substrato.

Per quanto concerne gli aspetti inerenti la stabilità dei terreni e dei versanti in oggetto di intervento, **i sopralluoghi in sito confermano le buone condizioni generali di stabilità**, fatta salva la presenza di un fenomeno di dissesto localizzato in prossimità del margine SO dell'area di intervento (Figura 5, Figura 6).

Si tratta di una fenomenologia a carattere superficiale, con coinvolgimento dei terreni di copertura, che nel caso specifico hanno uno spessore contenuto e quantificato, sulla base delle prove penetrometriche, in circa 2÷3 m nella porzione medio-superiore del corpo di frana, mentre presentano spessori di 6÷7 m nella porzione inferiore dell'accumulo. Tuttavia, il piede dell'accumulo di frana si colloca in corrispondenza di un'area sub-pianeggiante coincidente con la parte più depressa della dolina su cui insiste l'intervento, favorendo la stabilizzazione naturale del fenomeno franoso.

In riferimento a tale elemento, **si sottolinea come gli interventi in progetto miglioreranno la stabilità del versante in frana**, sia per l'effetto dell'abbancamento al piede dell'area in frana, sia per la regimazione e della bonifica idraulica che si andranno a realizzare nel corpo dell'abbancamento.



Figura 5: Dissesto in corrispondenza della carrareccia al limite Sud-Ovest dell'area di intervento.

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

Villafraati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione Geologica e di svincolo



Figura 6: Vista da valle dell'area in dissesto.

L'area di intervento risulta inoltre limitrofa ad un'area **censita nelle carte** a rischio idrogeologico e del dissesto idrogeologico di cui al decreto 4 luglio 2000 dell'Assessorato del Territorio e dell'Ambiente e successive modifiche ed integrazioni sul “Piano straordinario per l'assetto idrogeologico” (**PAI**) del Bacino Idrografico del Fiume Milicia (Figura 7). In particolare, l'area in dissesto (identificata alla scheda PAI 035-6VF-032) risulta **classificata a pericolosità elevata (P3)**, con problematiche di dissesto legate a fenomenologie di crollo e ribaltamento di volumi rocciosi.

In riferimento a tale perimetrazione, **si evidenzia come gli interventi di abbancamento in progetto non vanno ad interferire con l'area censita**, collocandosi immediatamente a valle di essa (Figura 7).

PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.) CARTA DELLE PERICOLOSITA' E DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO

SCALA 1:5 000

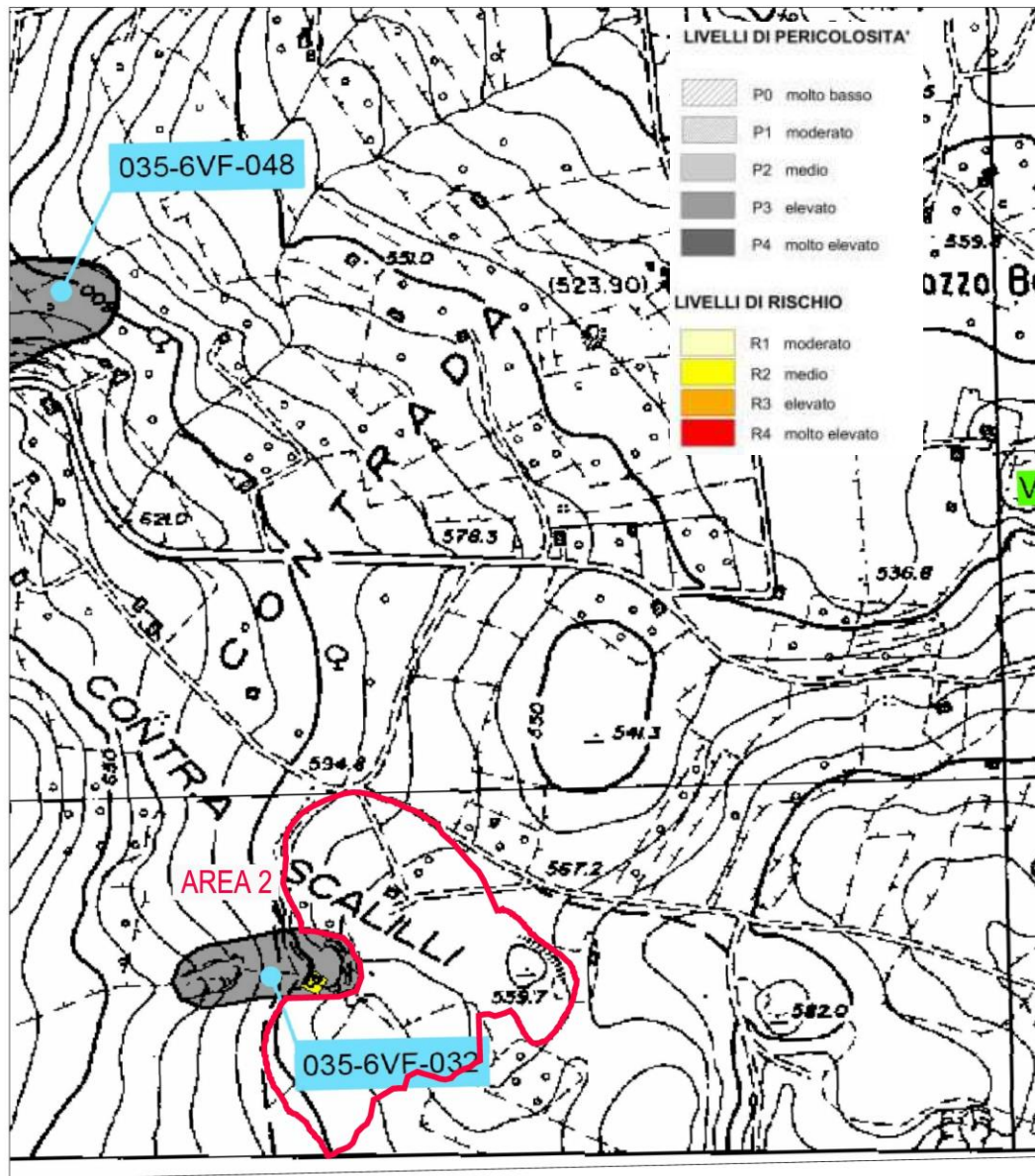


Figura 7: Stralcio della cartografia relativa alla pericolosità e al rischio geomorfologico del Piano straordinario per l'assetto idrogeologico (PAI) del Bacino del Fiume Milicia.

4.4 ASPETTI IDROGEOLOGICI

In generale, nell'area i terreni gessosi sono sede di una falda libera funzione dell'ampiezza degli affioramenti e della continuità nel sottosuolo. La circolazione delle acque sotterranee negli ammassi rocciosi evaporitici è condizionata da un'elevata permeabilità per carsismo. Le acque 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 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

Villafrati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione Geologica e di svincolo

infiltrano nel sottosuolo principalmente in corrispondenza degli inghiottitoi principali e seguono un percorso sotterraneo più o meno articolato, condizionato dalla presenza di cavità sotterranee.

Al contatto con le sottostanti argille verso la Piana di Vicari, a valle delle creste gessose, si osserva una diffusa presenza di piccole risorgenti e pozze temporanee durante i mesi da Ottobre a Maggio. Poche sono le sorgenti perenni e con portate estremamente limitate.

La falda presente nel bacino di Ciminna non ha un interesse regionale e non è compresa tra quelle “significative non di interesse primario”, così come classificate nel Piano di Tutela delle Acque di Sicilia, approvato dalla giunta regionale.

A livello locale, si segnala la presenza di un pozzo/cisterna collocato in prossimità del fianco sinistro del movimento franoso precedentemente descritto (Figura 8), con livello di falda misurato all'epoca dei sopralluoghi in sito (Giugno 2016) a circa 2,5 m dal piano di campagna.



Figura 8: Pozzo/cisterna sul fianco sx del fenomeno franoso al margine Sud-Ovest dell'area di intervento.

5 VINCOLI GRAVANTI SULL'AREA DI INTERVENTO

Di seguito si riporta l'ubicazione dell'area sulle cartografie di PRG del Comune di Villafrati (PA), da cui risultano i seguenti vincoli:

- USO DEL SUOLO: Seminativo ed arboreto

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

Villafrati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione Geologica e di svincolo

- VINCOLI DI TUTELA ECOLOGICA: Vincolo idrogeologico a norma Art. 1, Tit. 1, Capo 1 del R.D. 30 dicembre 1923 n. 3267.
- CARATTERI AMBIENTALI, PAESISTICI ED ARCHITETTONICI: Area di interesse ambientale a geomorfologia prevalentemente ondulata + Doline
- USO DEL SUOLO: E1 verde agricolo

Relativamente alla presenza della dolina in corrispondenza dell'area di progetto (Figura 11), **si segnala che gli interventi in progetto garantiranno la continuità idraulica del sistema carsico**. Tutte le acque di superficie saranno infatti convogliate verso un pozzo drenante da realizzarsi in corrispondenza delle cavità naturali al fondo della dolina, consentendo l'infiltrazione e l'assorbimento delle acque nel sottosuolo al pari dell'attuale infiltrazione naturale.

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

Villafraati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione Geologica e di svincolo

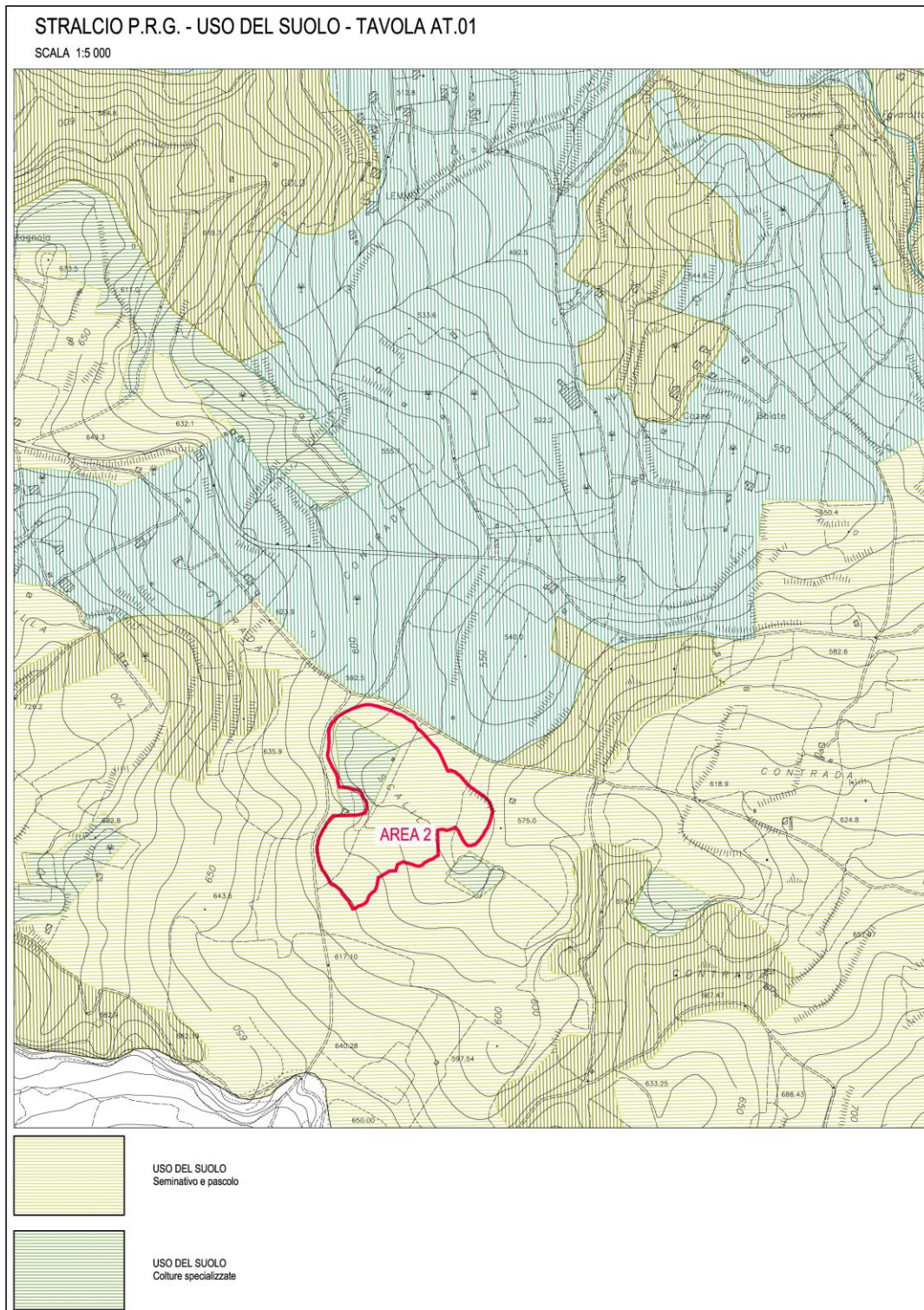


Figura 9: USO DEL SUOLO: Seminativo ed arboreto (non in scala).

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

Villafraati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione Geologica e di svincolo

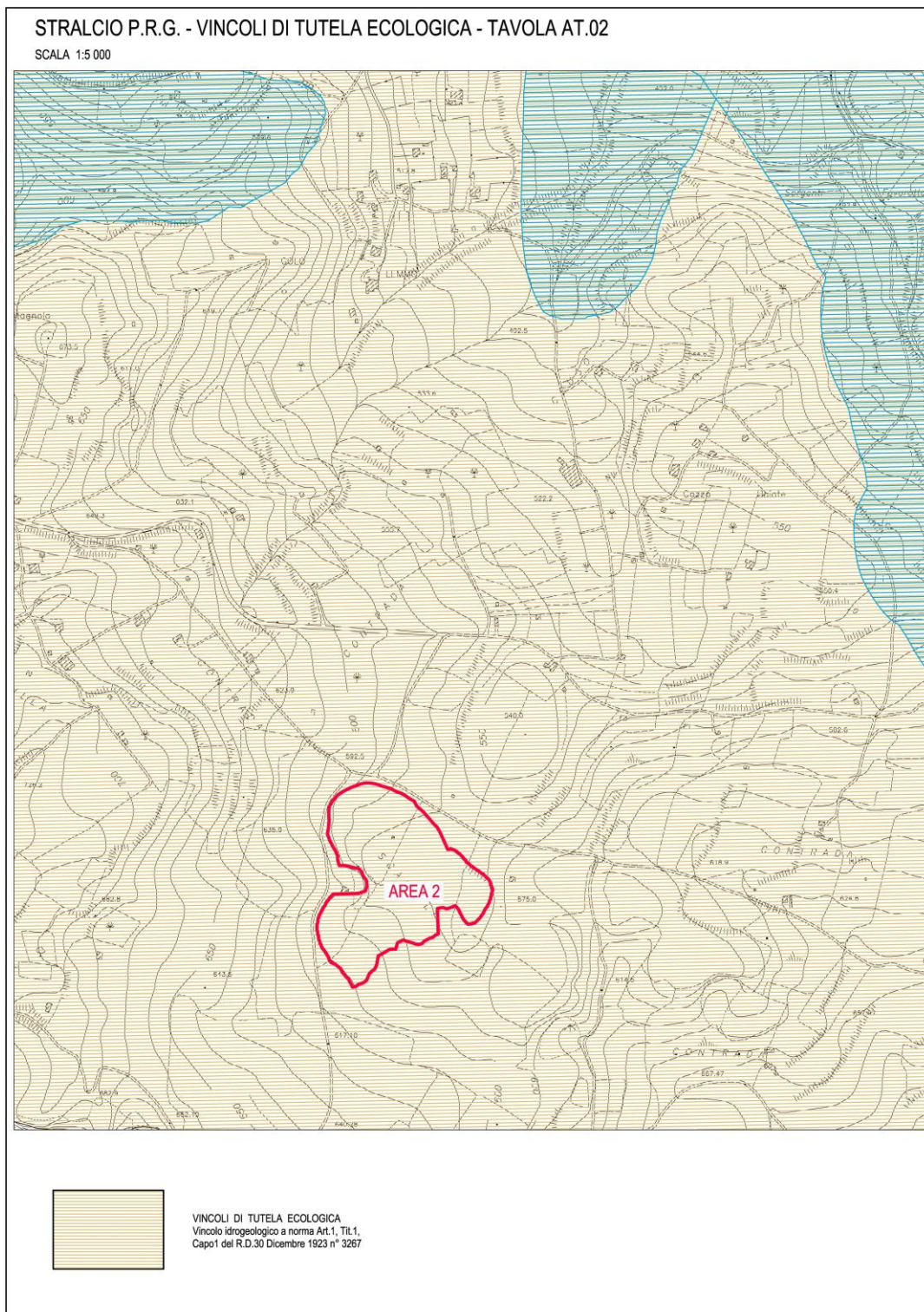


Figura 10: VINCOLI DI TUTELA ECOLOGICA: Vincolo idrogeologico a norma Art. 1, Tit. 1, Capo 1 del R.D. 30 dicembre 1923 n. 3267 (non in scala).

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

Villafraati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione Geologica e di svincolo

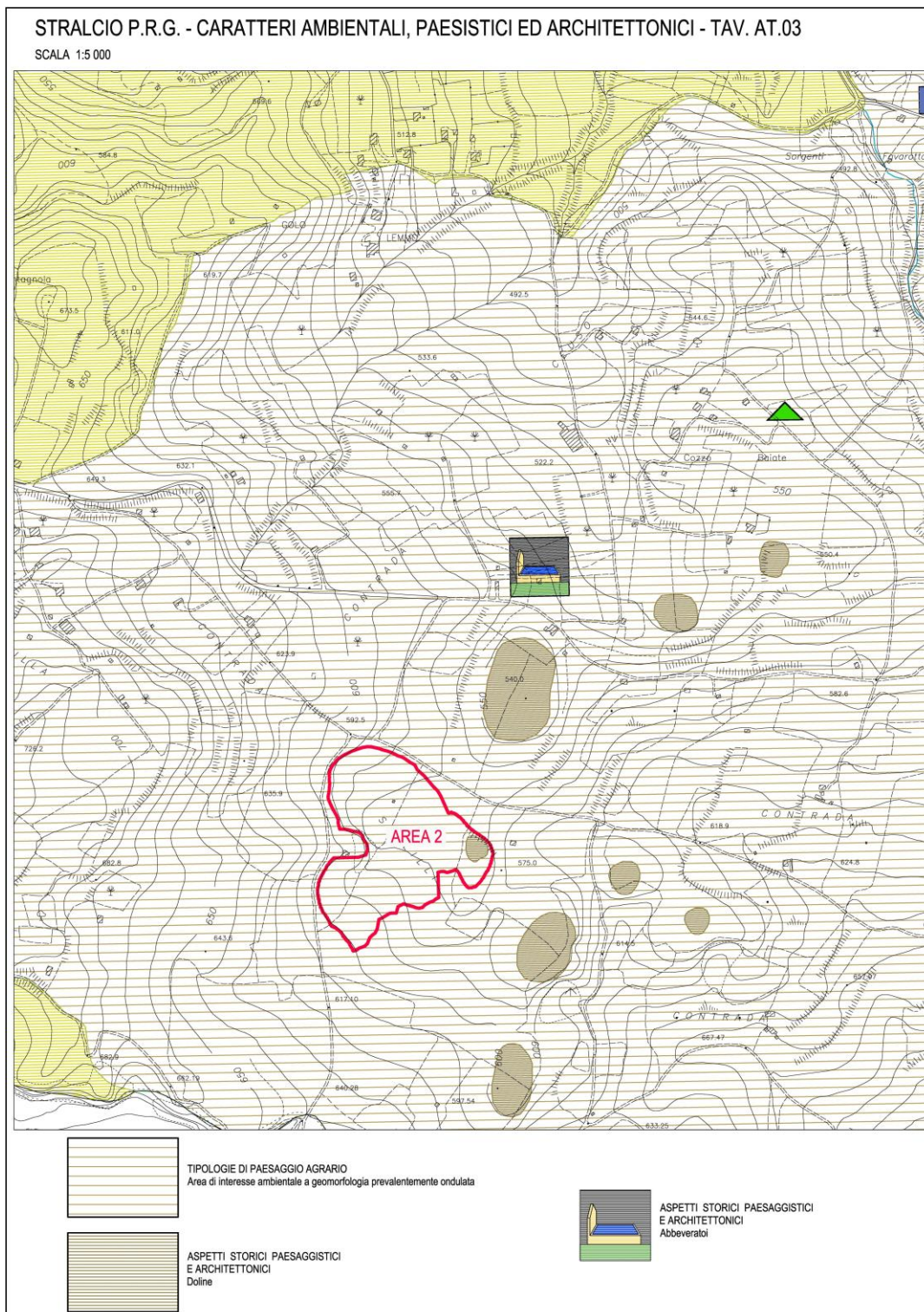


Figura 11: CARATTERI AMBIENTALI, PAESISTICI ED ARCHITETTONICI: Area di interesse ambientale a geomorfologia prevalentemente ondulata + Doline (non in scala).

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

Villafraati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione Geologica e di svincolo

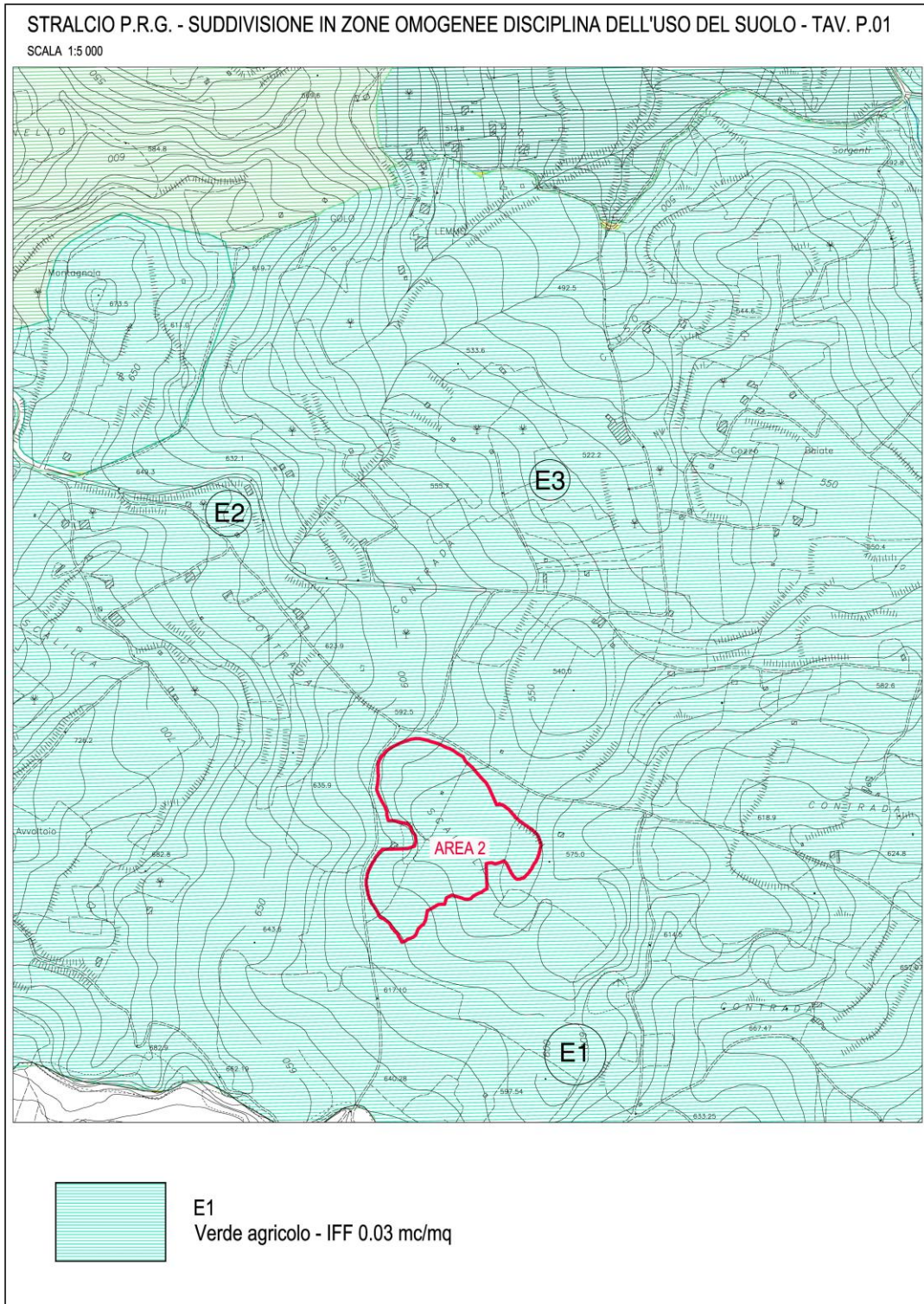


Figura 12: USO DEL SUOLO: E1 verde agricolo (non in scala).

6 INDAGINI IN SITO

A supporto degli interventi in progetto, in data 11 e 12 Luglio 2016 29/06/2015 è stata eseguita una campagna di attività geognostiche in sito volta alla caratterizzazione stratigrafica e geotecnica dei terreni in sito.

Le indagini geognostiche in sito, ubicate così come riportato in Figura 13, sono consistite nella realizzazione di n. 8 prove penetrometriche dinamiche super-pesanti (DPSH101÷DPSH108), spinte tutte sino al raggiungimento del rifiuto strumentale.

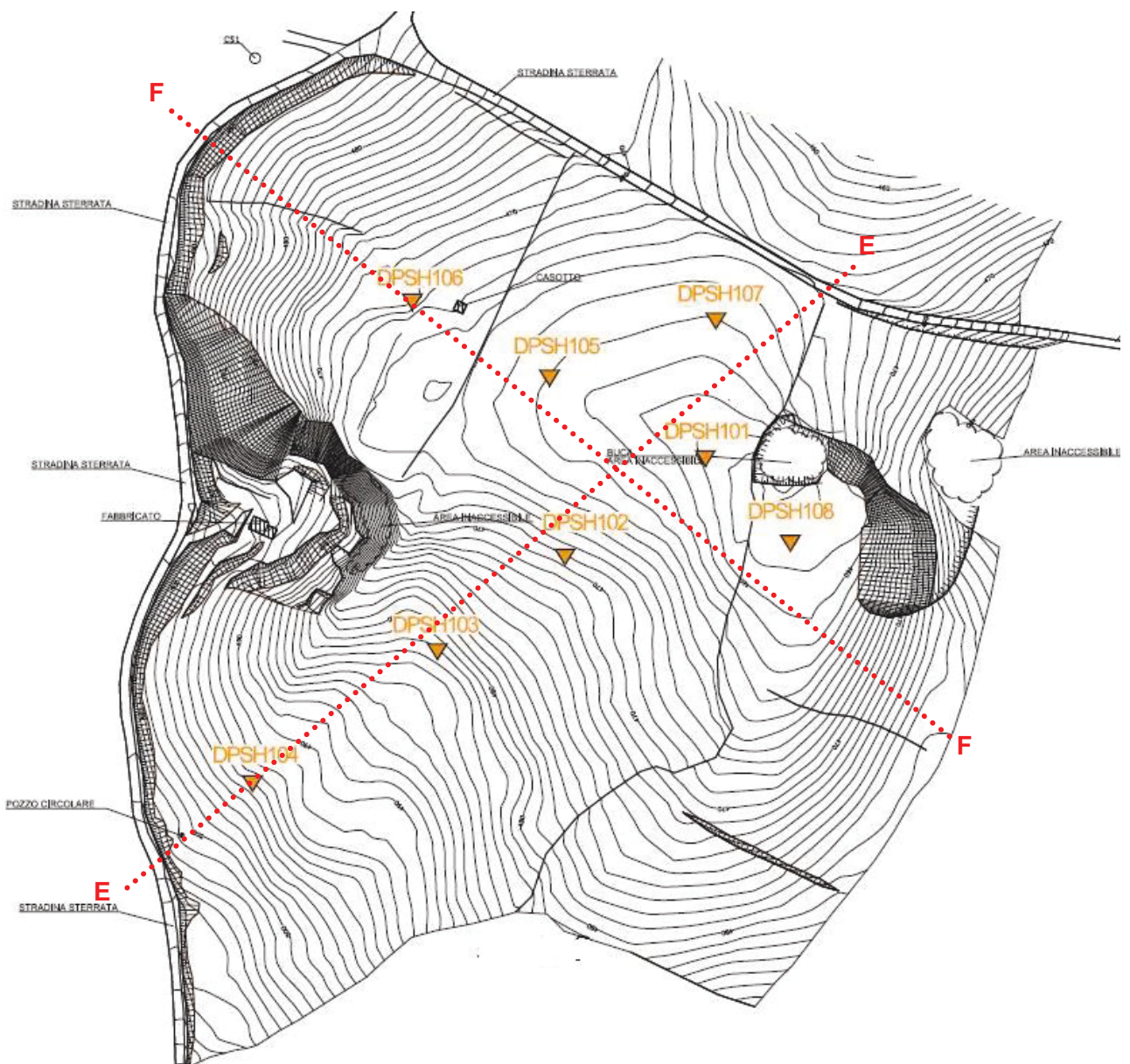


Figura 13: Planimetria delle prove penetrometriche dinamiche pesanti (DPSH) eseguite.

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

Villafrati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione Geologica e di svincolo

Per l'esecuzione delle prove è stato utilizzato un penetrometro dinamico Marca Pagani TMG 63-200 con punta conica di diametro 56 mm e angolo di apertura punta di 90°, collegata a mezzo aste di battuta diametro 32 mm e peso massa battente di 63,5 kg.

Nella seguente Tabella 1 si riporta in quadro riassuntivo delle indagini penetrometriche eseguite, con dettaglio delle relative profondità investigate.

Si segnala che al termine di ciascuna indagine penetrometrica non è stata rilevata falda all'interno dei fori di prova, denotando l'assenza di circolazione idrica alle quote investigate.

Tabella 1: Quadro riassuntivo delle indagini penetrometriche in sito.

Prova	Profondità raggiunta [m da p.c.]	Profondità falda [m da p.c.]
DPSH101	10,00	n.r.
DPSH102	6,40	n.r.
DPSH103	3,20	n.r.
DPSH104	3,00	n.r.
DPSH105	5,20	n.r.
DPSH106	4,00	n.r.
DPSH107	6,00	n.r.
DPSH108	7,40	n.r.

Nelle seguenti figure si forniscono i diagrammi relativi alle penetrometrie, dove, in funzione della profondità, viene graficato il numero di colpi necessari ad ottenere un avanzamento della punta di 20 cm.

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

Villafrati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione Geologica e di svincolo

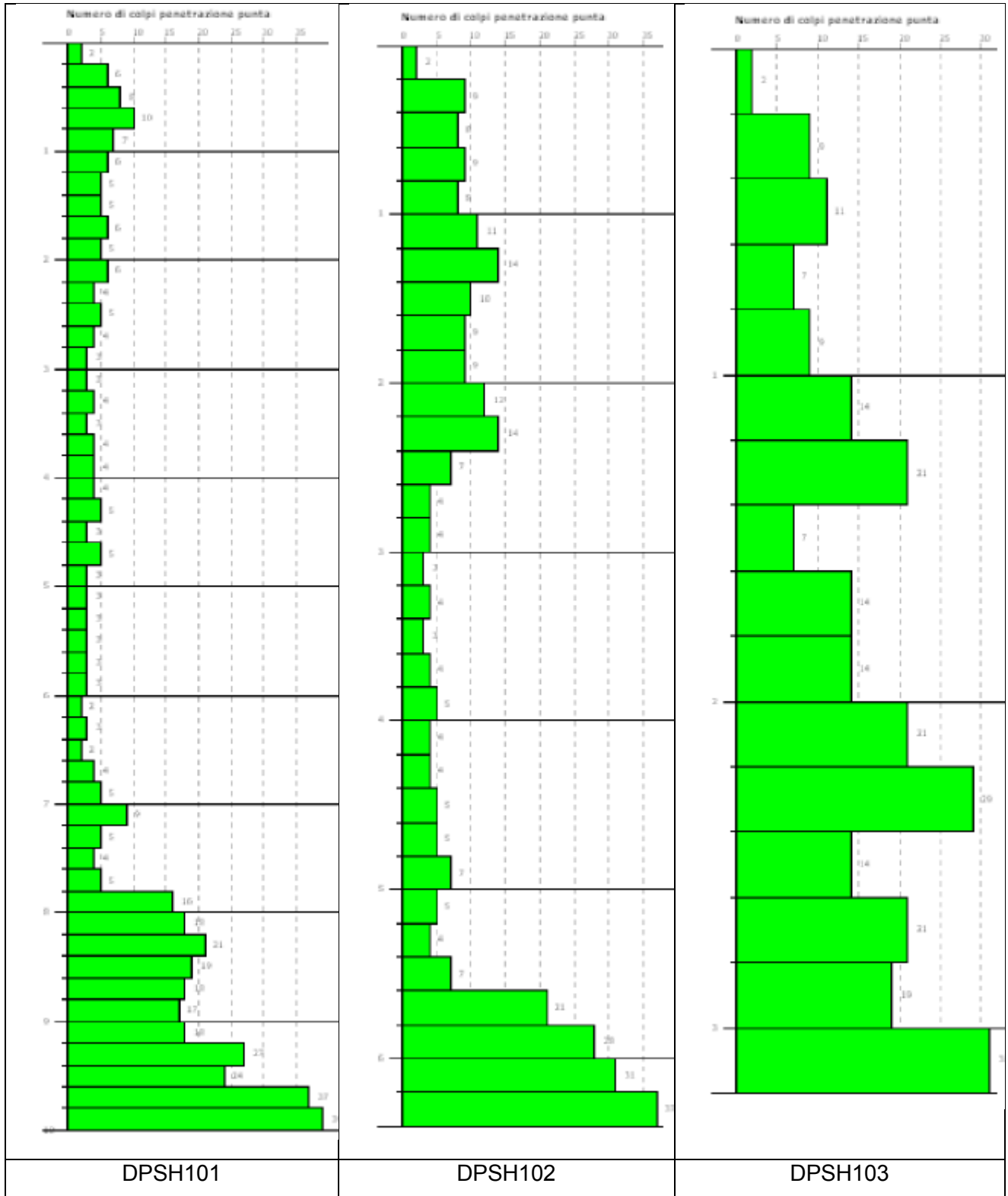


Figura 14: Diagrammi penetrometrici relativi alle DPSH101, DPSH102, DPSH103.

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

Villafrati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione Geologica e di svincolo

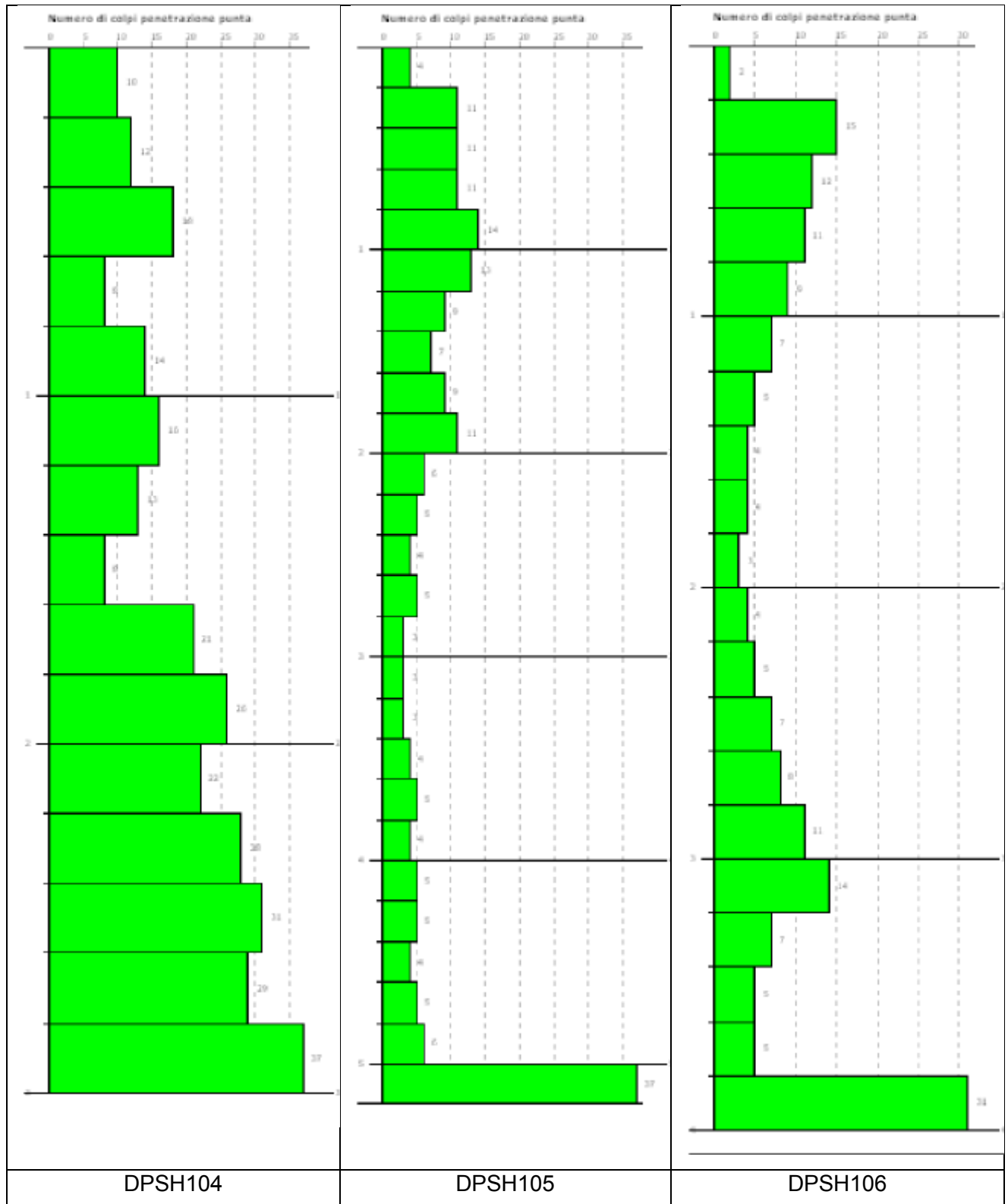


Figura 15: Diagrammi penetrometrici relativi alle DPSH104, DPSH105, DPSH106.

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

Villafrati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione Geologica e di svincolo

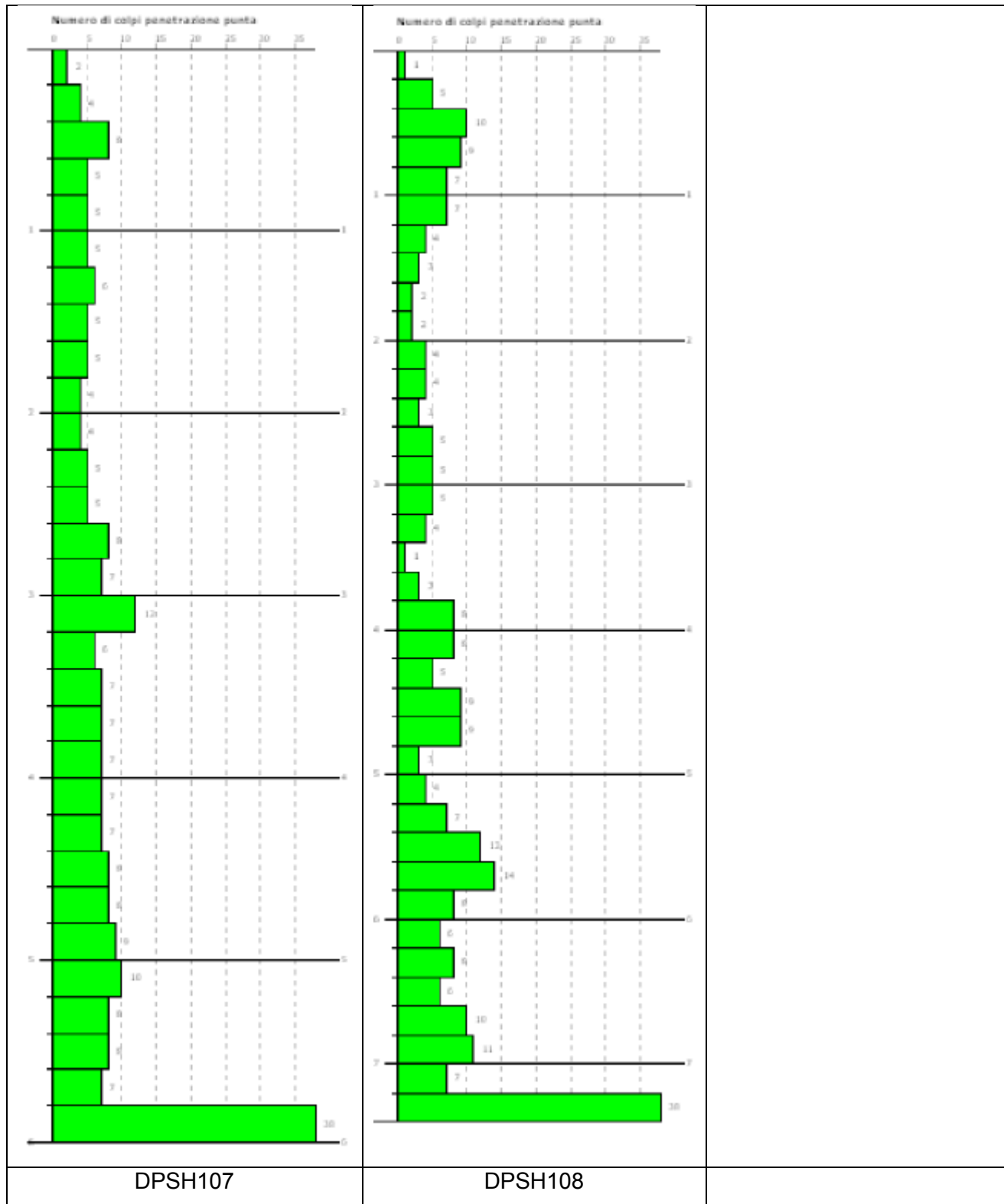


Figura 16: Diagrammi penetrometrici relativi alle DPSH107, DPSH108.

7 MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO

Con riferimento ai risultati delle indagini disponibili e alle risultanze dei rilievi visivi in campo, limitatamente all'area di studio si riportano le sezioni geologiche di riferimento per gli interventi in progetto (Figura 17) e la descrizione delle unità litotecniche individuate. In particolare, ai fini dell'intervento si individuano le seguenti unità litotecniche:

- **Coltre (C)** (da piano campagna fino a 7÷8 m di profondità): coltre eluvio-colluviale argilloso-limosa/sabbiosa, da consistente a molto consistente, caratterizzata da un numero di colpi N_{20} in genere < 5 ;
- **Subtrato (S)** (oltre i 7÷8 m di profondità): formazione evaporitica di substrato, competente, caratterizzata da un numero di colpi $N_{20} > 15$ ed in genere da un repentino raggiungimento del rifiuto strumentale.

Pur non essendo stata rilevata la presenza di falda in fase di indagine in sito, cautelativamente la falda di progetto, considerata anche la presenza delle trincee drenanti, viene posta a -1.0 m dall'attuale piano campagna.

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

Villafrati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione Geologica e di svincolo

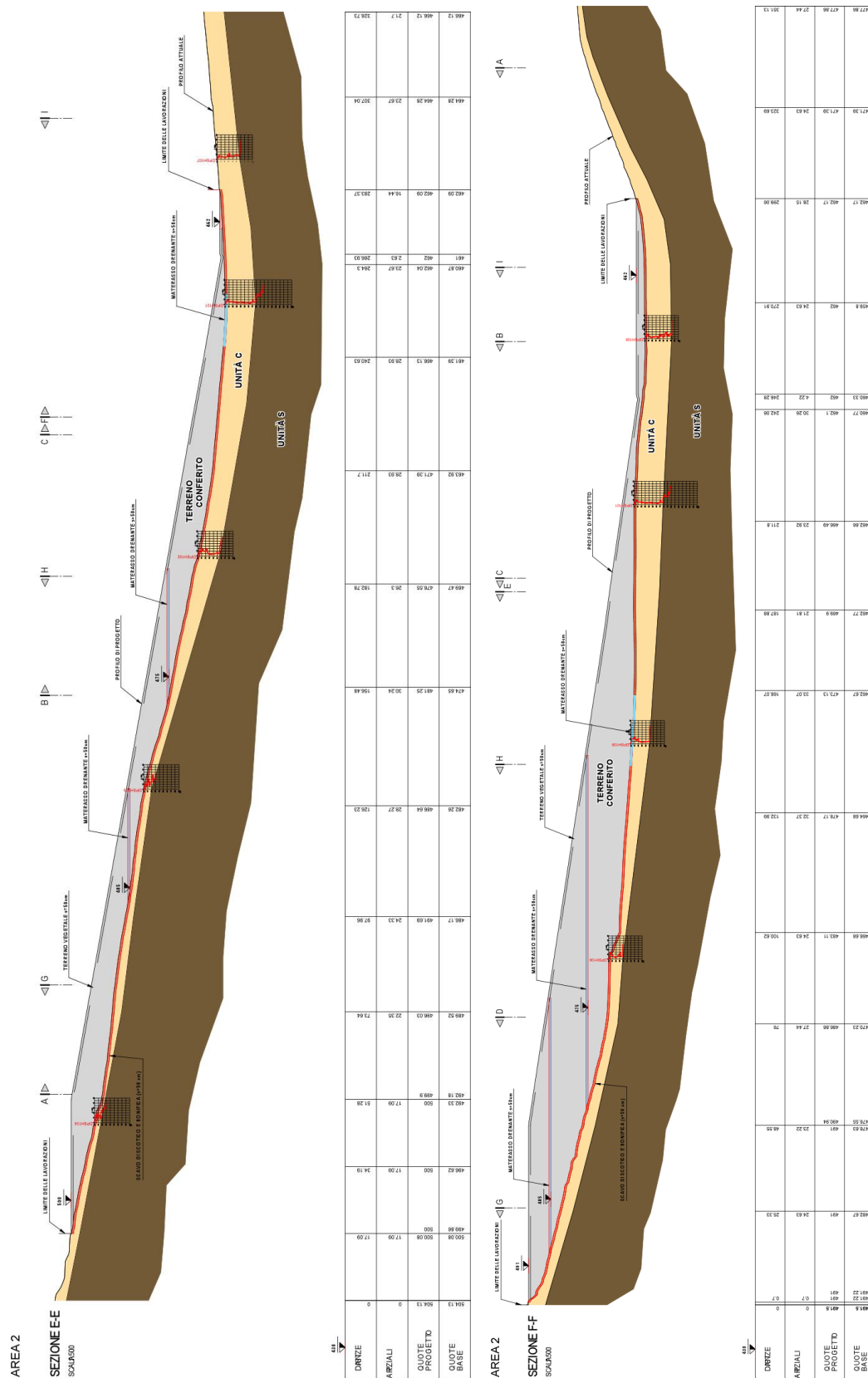


Figura 17: Sezione geologica di riferimento E-E ed F-F.

8 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Con riferimento all'elaborazione dei dati delle prove DPSH e alla caratterizzazione geotecnica riportata nella Relazione Tecnica di progetto (elab. S15022-F3-RE010) di seguito si riportano i parametri geotecnici di riferimento per le unità litotecniche individuate, caratteristici per quanto concerne quelli di resistenza al taglio.

Tabella 2: Parametri geotecnici, caratteristici per quanto concerne quelli di resistenza al taglio.

Unità	Profondità da p.c.	γ (kN/m ³)	ϕ'_k (°)	c'_k (kPa)	c_{uk} (kPa)
C	0.0/4.0÷9.0 m	20.0	20	0	60-150 (*)
S	>6.0÷17.0 m	20.0	26	10	>200 (*)

(*) crescente con la profondità

9 ELEMENTI DI SISMICITÀ

9.1 CLASSIFICAZIONE SISMICA

Per quanto concerne la classificazione sismica del territorio in esame, come indicato nella Delibera Giunta Regionale n. 408 del 19 dicembre 2003 e D.D.G. n.003 del 15 gennaio 2004, a decorre dal 15/01/2004 trova attuazione la classificazione sismica dei Comuni stabilita dall'Allegato 1, punto 3 dell'Ordinanza n.3274/2003, la quale ha introdotto una nuova classificazione sismica, suddividendo il territorio nazionale in quattro zone caratterizzate da diverso grado di sismicità e sottoposte alle normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.

Le zone sono definite rispettivamente ad alta sismicità la zona 1, a media sismicità la zona 2 e a bassa sismicità la zona 3, mentre nella zona 4 viene demandata alle regioni la facoltà di imporre o meno l'obbligo della normativa.

In base a tale nuova classificazione, il Comune di Villafrati (PA) risulta classificato in zona "2".

9.2 STORIA SISMICA

Al fine di inquadrare dal punto di vista della sismicità storica l'area in esame, si riporta di seguito un breve riepilogo delle osservazioni macrosismiche di terremoti al di sopra della soglia del danno che hanno interessato storicamente il Comune di Villafrati (PA).

Nello specifico, le informazioni riportate di seguito derivano dalla consultazione del DBMI11, il database macrosismico utilizzato per la compilazione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI11.

Pertanto, nella successiva tabella si intende:

Is	Intensità al sito (scala MCS)
Anno	Tempo origine: anno
Me	Tempo origine: mese
Gi	Tempo origine: giorno
Or	Tempo origine: ora
Mi	Tempo origine: minuti
Se	Tempo origine: secondi
Io	Intensità epicentrale nella scala MCS
Mw	Magnitudo momento

Storia sismica di Villafrati [37.906, 13.485] Numero di eventi disponibili: 3

Effetti	In occasione del terremoto del:			
I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw
5	1823 03 05 16:37	Sicilia settentrionale	107	6.47 ±0.15
06.56-7	1968 01 15 02:01	Valle del Belice	163	10 6.33 ±0.13
04.54-5	2002 09 06 01:21	PALERMO	132	5.94 ±0.09

Tabella 3: Storia sismica del comune di Villafrati (PA).

9.3 SORGENTI SISMOGENETICHE

Recentemente è stata presentata la nuova versione (vers. 3.2.0) del “*Database of Potential Sources for Earthquakes larger than M 5.5 in Italy*”, inizialmente divulgato in forma preliminare nel luglio 2000 come versione 1.0 e quindi pubblicato nel 2001 come versione 2.0 (Valensise e Pantosti, 2001).

Il Database contiene sorgenti sismogenetiche individuali e composite ritenute in grado di generare grandi terremoti.

La nuova versione del Database contiene oltre 100 sorgenti sismogenetiche identificate attraverso studi geologico-geofisici (70% in più rispetto alla precedente versione). Tali sorgenti ricadono sull'intero territorio italiano e su alcune regioni confinanti.

Dall'esame del Database (Figura 18) si osserva che l'area in esame non risulta collocata in prossimità di significative sorgenti sismogenetiche.

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

Villafraati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione Geologica e di svincolo

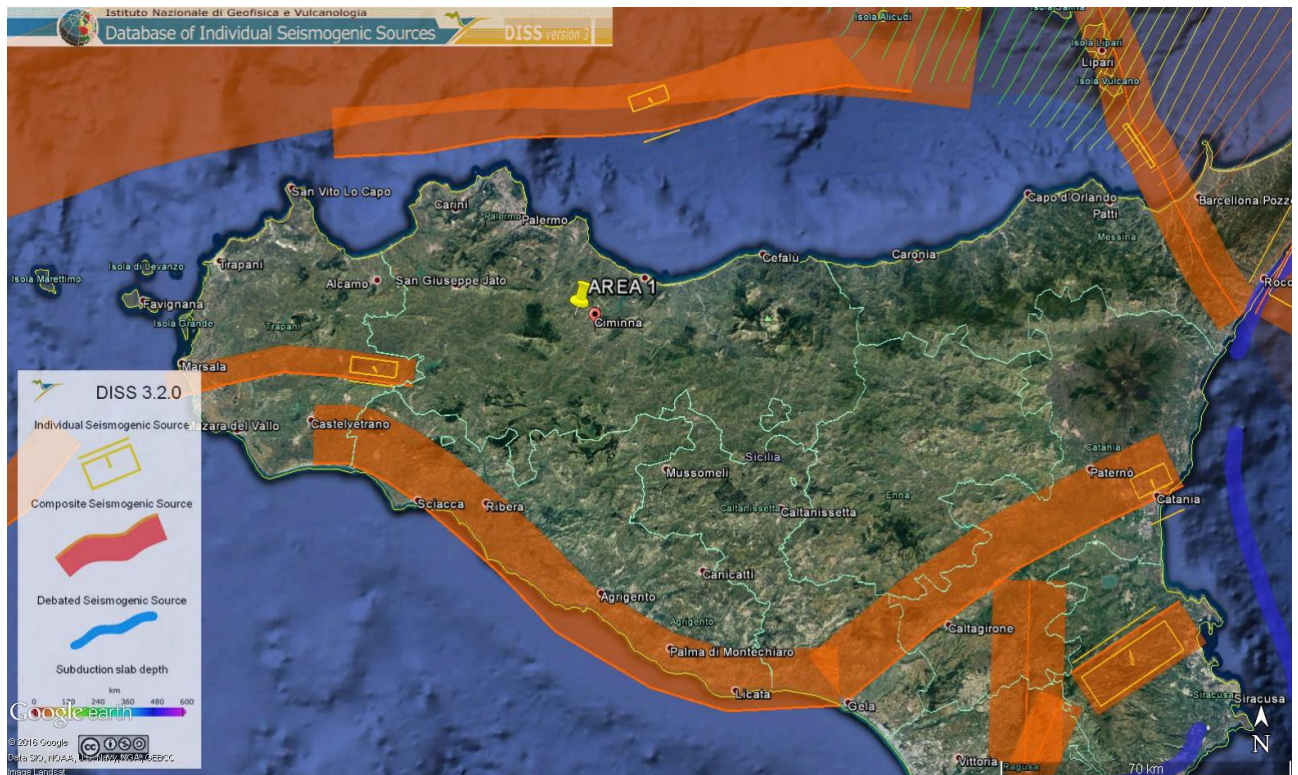


Figura 18: Sorgenti sismogenetiche contenute nella nuova versione del “Database of Potential Sources for Earthquakes larger than M 5.5 in Italy” per l’area in oggetto.

9.4 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Ai sensi del D.M. 14.01.2008 ai fini della definizione dell’azione sismica di progetto, deve essere valutata l’influenza delle condizioni litologiche e geomorfologiche locali, determinando quindi la corrispondente categoria (o tipo) di suolo nonché le condizioni topografiche del sito di interesse.

La determinazione del tipo di suolo, secondo normativa, può essere basata sulla stima dei valori della velocità media di propagazione delle onde di taglio $v_{s,30}$ entro i primi 30 metri di profondità ovvero sul numero medio di colpi $N_{SPT,30}$ ottenuti da prove penetrometriche dinamiche nei terreni ovvero sulla coesione non drenata media $c_{u,30}$.

Considerato che si è in presenza di depositi di terreni a grana fine mediamente consistenti caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e che $15 < N_{SPT,30} < 50$, i terreni in sito sono classificabili come **suolo di tipo “C”**, ovvero “*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $v_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina)*”.

Per quanto concerne le **caratteristiche della superficie topografica**, l'area in oggetto può essere classificata di **categoria T1** "*Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$* ", caratterizzata da un **coefficiente di amplificazione topografica ST = 1.0**.

9.5 MAGNITUDO MASSIMA ATTESA DA ZS9

In base alla zonazione sismogenetica ZS9 del territorio nazionale (Rapporto conclusivo INGV, 2004), la sismicità in Italia può essere distribuita in 36 zone (Figura 19), a ciascuna delle quali è associata una legge di ricorrenza della magnitudo, espressa in termini di magnitudo momento M_w .

Secondo la ZS9, che sostituisce la precedente zonazione sismogenetica ZS4, il territorio del comune di Villafrati non risulta ricompreso entro alcuna zona sismogenetica.

Risulta tuttavia prossimo al margine inferiore della zona 933, per la quale gli studi indicano una **magnitudo massima attesa $M_w = 6.14$** .

9.6 SUSCETTIBILITÀ NEI CONFRONTI DEI FENOMENI DI LIQUEFAZIONE

Per quanto concerne l'analisi di suscettibilità alla liquefazione dei terreni in sito, la verifica è stata omessa poiché la natura e le caratteristiche dei terreni in sito sono tali da non poter dar luogo a fenomeni di liquefazione a seguito di sollecitazione sismica.

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

Villafraati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione Geologica e di svincolo

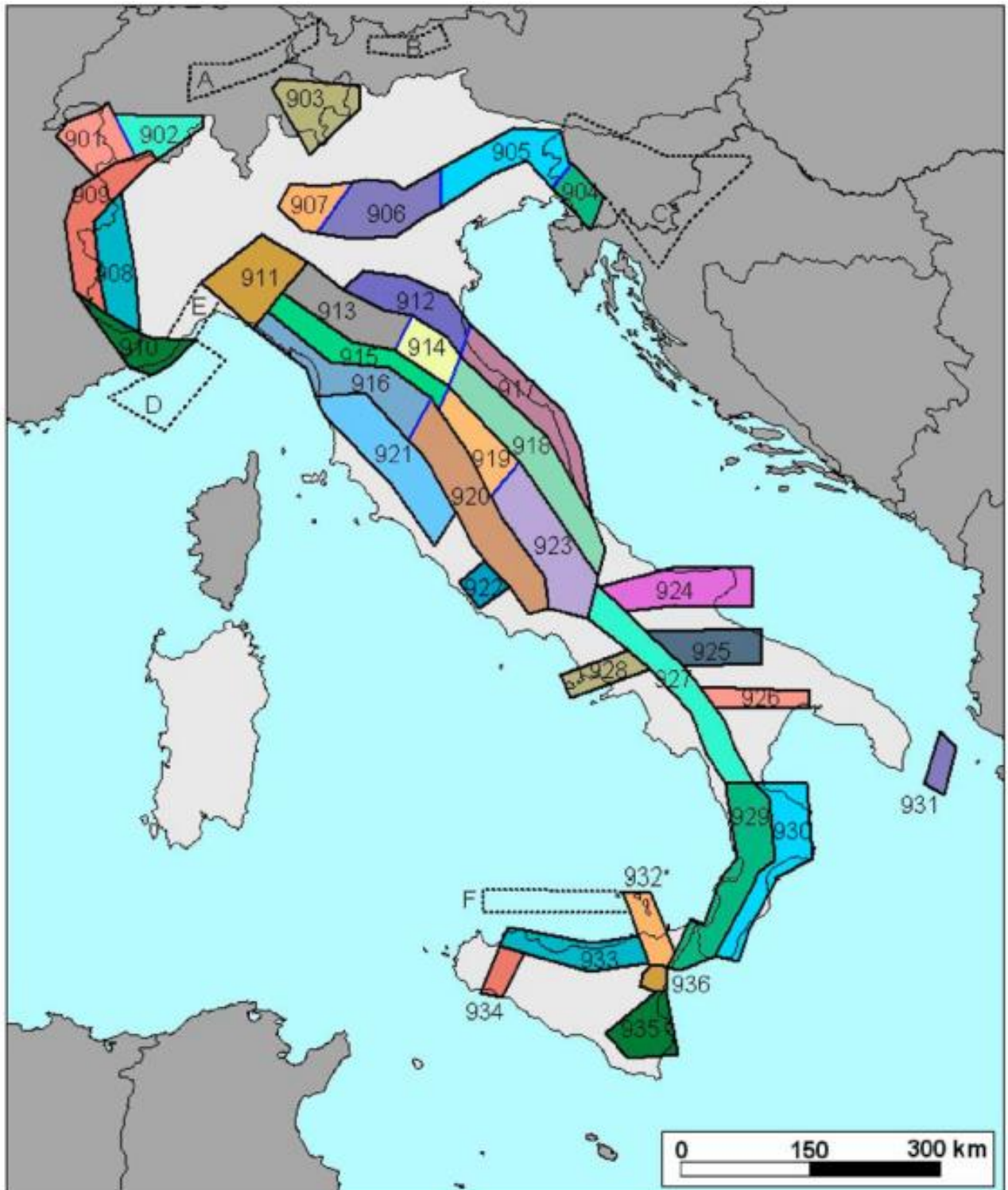


Figura 19: Zonazione sismogenetica ZS9 del territorio italiano (Rapporto Conclusivo INGV, 2004).

10 BREVE DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Il progetto prevede la sistemazione del terreno conferito riempiendo la parte più depressa dell'area fino alla di un primo terrazzamento alla quota di 462.0 per arrivare alla quota sommitale di 491.0 m e di 500.0 m (Figura 20). I due terrazzamenti alle quota di 491.0 m e 500.0 m sono collegati con il terrazzamento di valle a quota 462.0 m da una scarpata la cui pendenza massima è 21%.

N.B.: le quote di progetto sono espresse in un sistema di riferimento locale, pertanto non sono da intendersi come quote assolute riferite al livello medio del mare.

In Figura 21 è riportata una sezione longitudinale dell'accumulo da cui si evidenzia quanto segue:

- è previsto, prima della posa in opera del terreno di riporto, uno scavo di scotico e bonifica dello spessore di circa 50 cm. Tale materiale di scavo andrà poi ricollocato all'interno dell'abbancamento o utilizzato come terreno vegetale per la sistemazione finale dell'area;
- il terreno di rilevato verrà posto in opera per fasi successive partendo dal basso verso l'alto;
- sono previste trincee drenanti e materassi per la raccolta e lo smaltimento delle acque di infiltrazione e fossi per la regimazione delle acque superficiali. Tutte le acque sono convogliate verso il pozzo drenante "A" in lamiera ondulata e di diametro 1500 m che immette le acque nel sottosuolo in corrispondenza delle cavità naturali allo stesso modo in cui attualmente avviene lo smaltimento delle acque. E' previsto anche un secondo pozzo di drenaggio (pozzo "B") in corrispondenza dell'affioramento roccioso posto più a monte.

Al termine della realizzazione del rilevato si procederà al rinverdimento e al contempo alle nuove superfici verrà data una pendenza tale da convogliare le acque verso i fossi.

Il volume di riporto è di 340.372 m³ mentre lo scavo di scotico è bonifica da ricollocare nell'area è di 25.300 m³.

Per maggiori dettagli sull'intervento si rimanda alla Relazione Tecnica di progetto S15022-F3-RE010.

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

Villafrati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione Geologica e di svincolo



Figura 20: Sistemazione finale dell'area

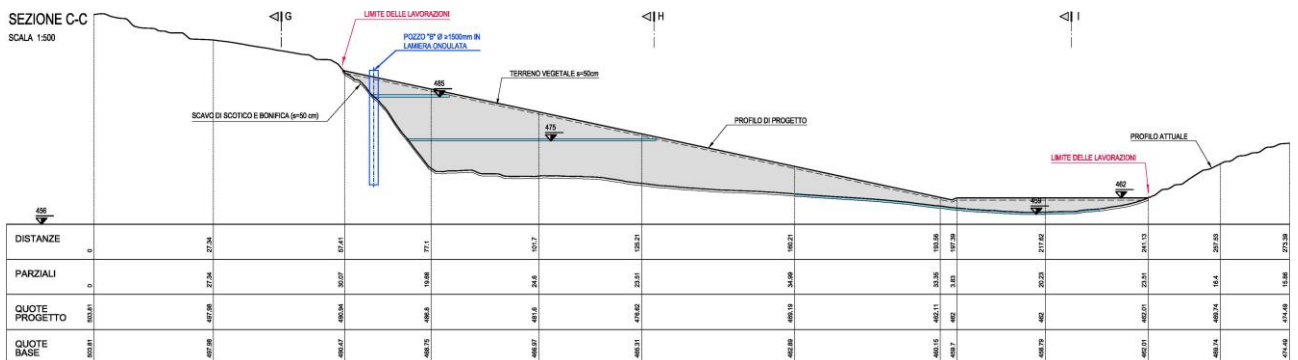


Figura 21: Sezione longitudinale dell'accumulo

11 PRESCRIZIONI DI CARATTERE GENERALE

Al termine degli interventi di miglioria agraria, sui terreni agricoli dovrà essere garantita la corretta regimazione delle acque superficiali mediante il mantenimento e completamento o la realizzazione ex novo di una idonea rete scolante costituita da fossetti secondari di pendenza indicativamente <5%, con frequenza in funzione all'acclività del versante, da raccordarsi ai collettori ed ai fossi principali esistenti. La profondità delle scoline e dei fossi collettori principali non dovrà essere inferiore alla profondità dell'aratura.

La tipologia e le caratteristiche della rete per la regimazione delle acque superficiali in tutti i suoli agricoli utilizzati come seminativi, in successione colturale o in rotazione, sono le seguenti:

- fossi di guardia a monte dei terreni messi a coltura collegati a fossi collettori naturali o artificiali;
- fosse livellari per la raccolta delle acque dei terreni sovrastanti, trasversali alle linee di massima pendenza, con profondità superiore a quella delle lavorazioni di circa 20 cm; lunghezza non superiore ai 100 m, interasse non superiore a 60 m e pendenza compresa tra 2-3%;
- solchi acquai obliqui realizzati a profondità di 15-30 cm e non superiore a quella di lavorazione, con pendenza compresa tra 1-3%; la distanza dell'interasse dei solchi non deve essere superiore a 30 metri, deve comunque essere rapportata alla pendenza del terreno diminuendone il valore con l'aumentare dell'acclività; i solchi acquai confluiscono nelle fosse livellari o nei fossi collettori naturali ed artificiali;
- strade fosso in sostituzione, anche parziale, delle fosse livellari, realizzate per il passaggio delle macchine agricole, con le stesse caratteristiche delle fosse livellari;
- collettori naturali o artificiali, adeguatamente dimensionati e regimati, disposti lungo le linee di massima pendenza, nei quali scaricano fossi di guardia, fosse livellari e strade fosso; tali collettori conducono le acque di monte entro i fossi principali o i corsi d'acqua.

I fossi naturali ed artificiali devono essere regimati in tutti i tratti ove ciò risulti necessario e soprattutto in quelli a pendenza accentuata, con adeguate opere idrauliche e rivestiti, possibilmente utilizzando le tecniche della bioingegneria al fine di prevenire fenomeni di erosione ed instabilità.

La perfetta efficienza della rete scolante deve essere garantita anche con l'immediata rimozione dei residui delle lavorazioni dei terreni, dei materiali vegetali ed in genere di tutti i rifiuti che possono ostacolare il regolare deflusso delle acque.

Le acque di sorgente, di drenaggio, d'irrigazione, di scolo provenienti da serbatoi e da abbeveratoi e quelle di ristagno idrico superficiale devono essere adeguatamente raccolte e convogliate nella

rete di regimazione idrica superficiale naturale e/o artificiale.

12 VERIFICHE DI STABILITÀ

Al fine di valutare la fattibilità degli interventi in progetto sono state condotte verifiche di stabilità globale in accordo ai in accordo al DM 14.01.2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni - NTC).

Le verifiche di stabilità globale sono state condotte con l'Approccio 1, combinazione 2 (A2+M2+R2), in riferimento ai coefficienti parziali per le azioni e per i parametri geotecnici del terreno definiti alle tab. 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I di cui alle NTC 2008.

Le verifiche sono condotte per le seguenti condizioni:

- statica drenata:
 - parametri drenati di resistenza al taglio per le unità geotecniche e per i materiali di riporto;
 - falda posta a 1.0 m da piano campagna;
- sismica:
 - parametri non drenati di resistenza al taglio per le unità geotecniche e per i materiali di riporto;
 - falda posta a 1.0 m da piano campagna;
 - coefficienti sismici secondo quanto riportato nella Relazione Tecnica di progetto:
 - sisma +: accelerazione sismica verticale diretta verso il basso;
 - sisma -: accelerazione sismica verticale diretta verso l'alto.

Per ulteriori dettagli sul programma di calcolo utilizzato, le modalità di analisi, i criteri, le assunzioni di calcolo e la definizione dell'azione sismica si rimanda alla Relazione Tecnica di progetto (elab. S15022-F3-RE010).

12.1 RISULTATI DELLE VERIFICHE

Nel seguito sono riportate le figure di output del programma di calcolo con riportati:

- il modello di calcolo;
- il fattore di sicurezza nei confronti della stabilità;
- i parametri geotecnici adottati nelle elaborazioni (già fattorizzati secondo i parametri M2);
- i coefficienti sismici adottati.

Dall'esame dei risultati ottenuti risulta che **il fattore di sicurezza minimo alla stabilità è sempre superiore al valore minimo (FS ≥ 1.1) richiesto dalla normativa.**

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

Villafrati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione Geologica e di svincolo

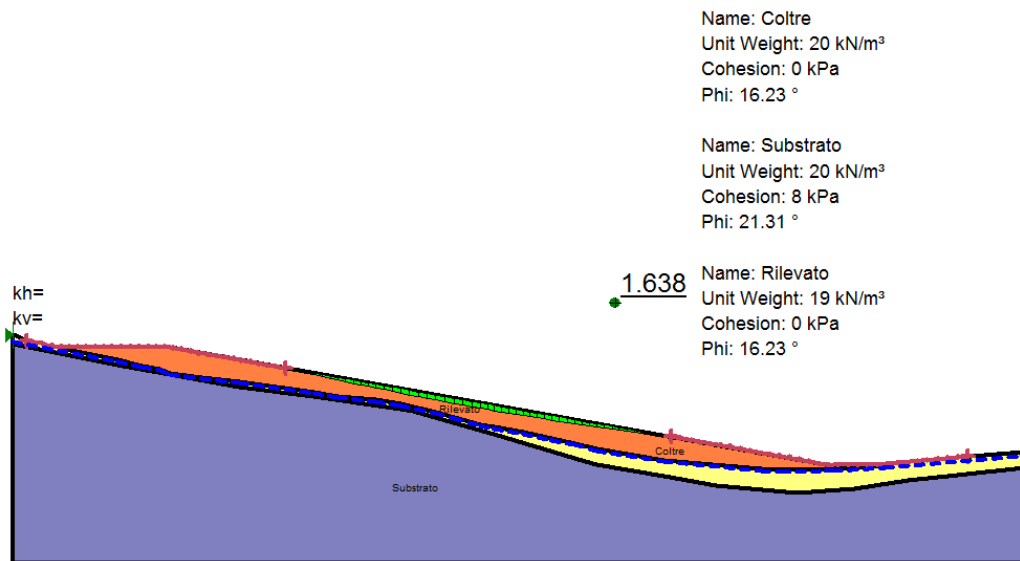


Figura 22: Sezione E-E - Condizione statica. Verifica di stabilità globale.

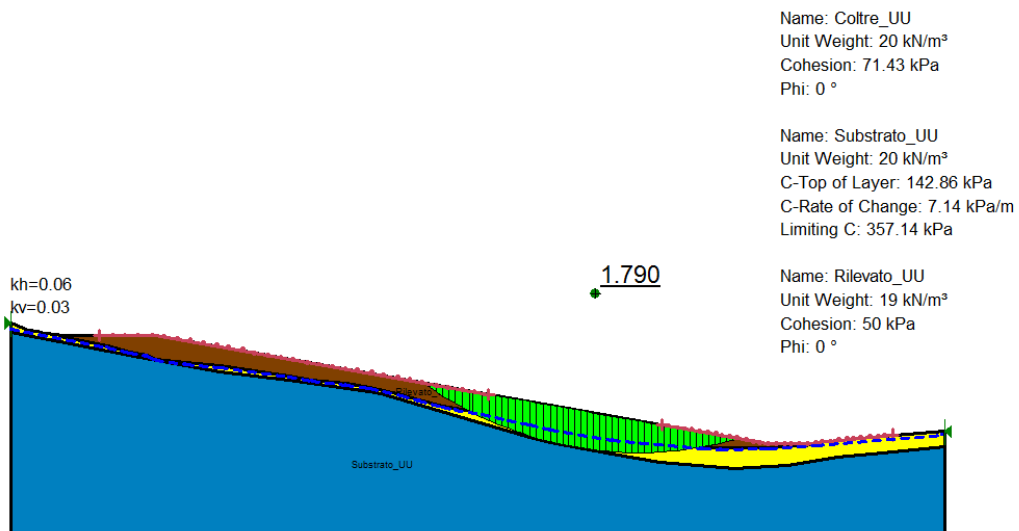


Figura 23: Sezione E-E - Condizione sisma +. Verifica di stabilità globale.

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

Villafrati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione Geologica e di svincolo

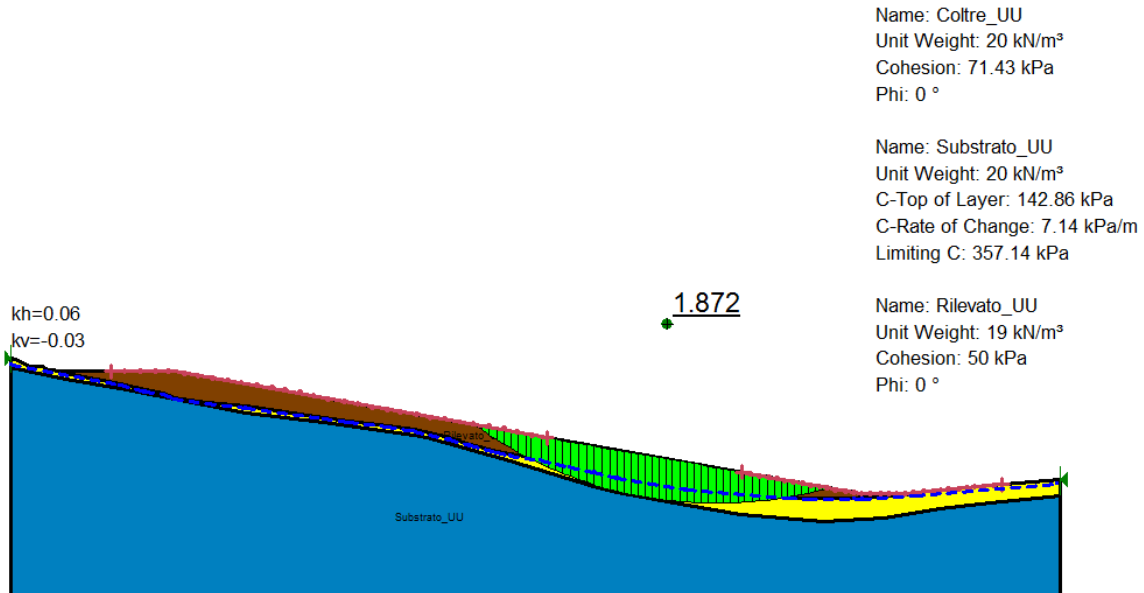


Figura 24: Sezione E-E - Condizione sisma -. Verifica di stabilità globale.

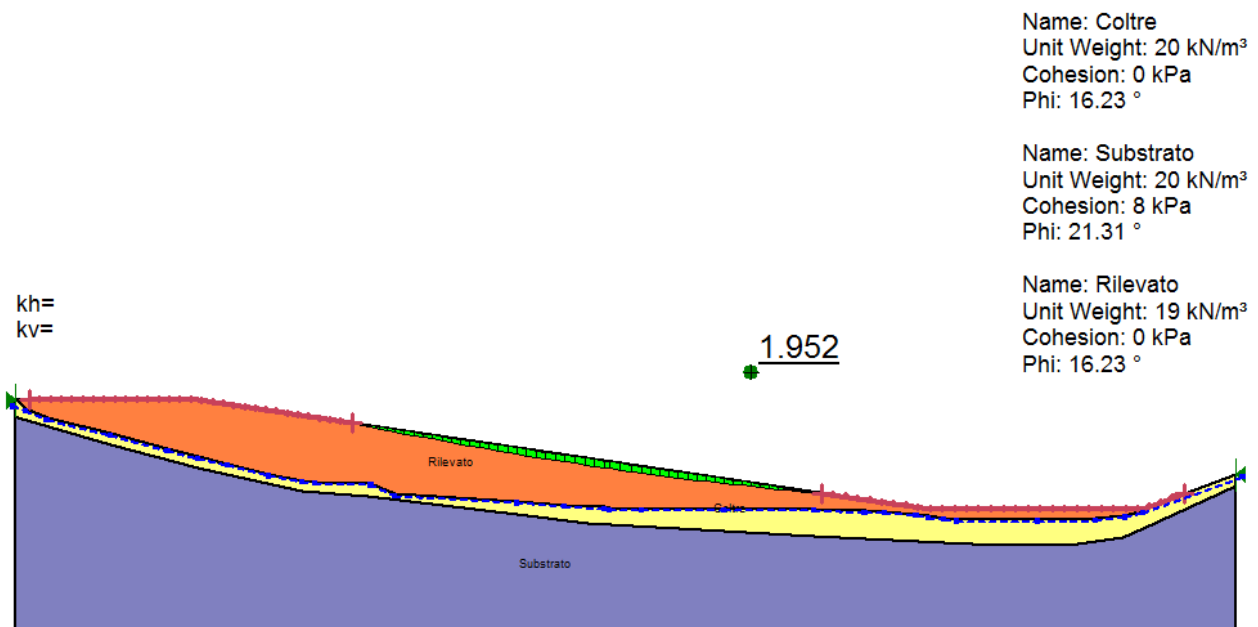


Figura 25: Sezione F-F - Condizione statica. Verifica di stabilità globale.

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

Villafrati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione Geologica e di svincolo

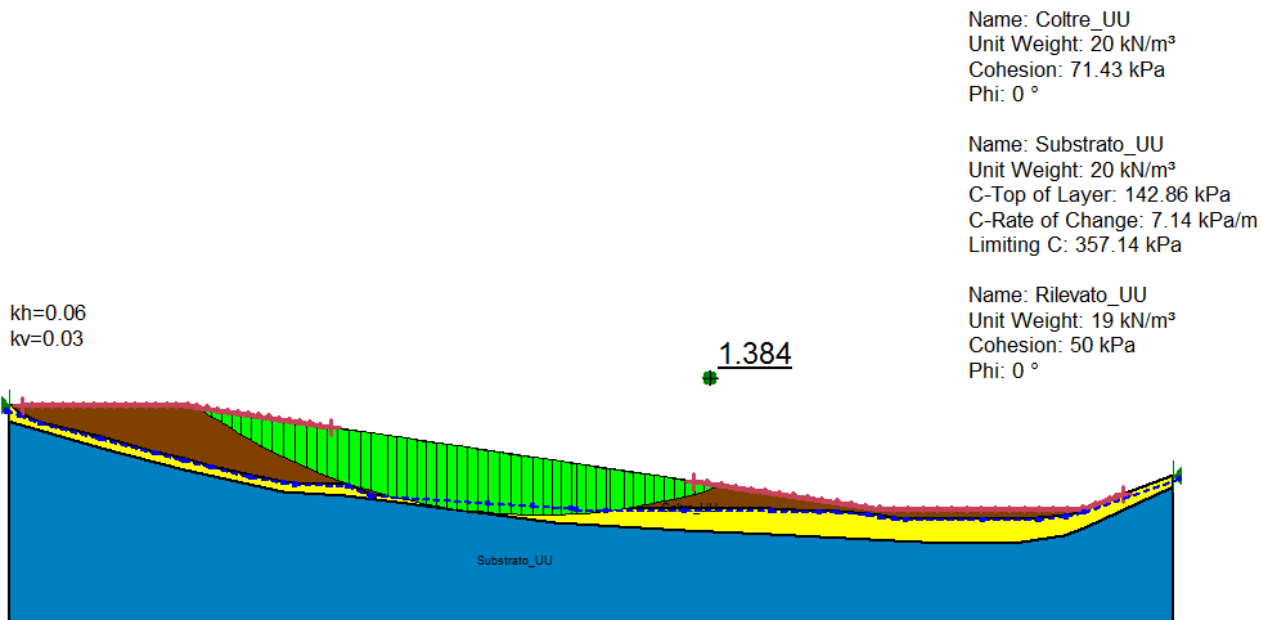


Figura 26: Sezione F-F - Condizione sisma +. Verifica di stabilità globale.

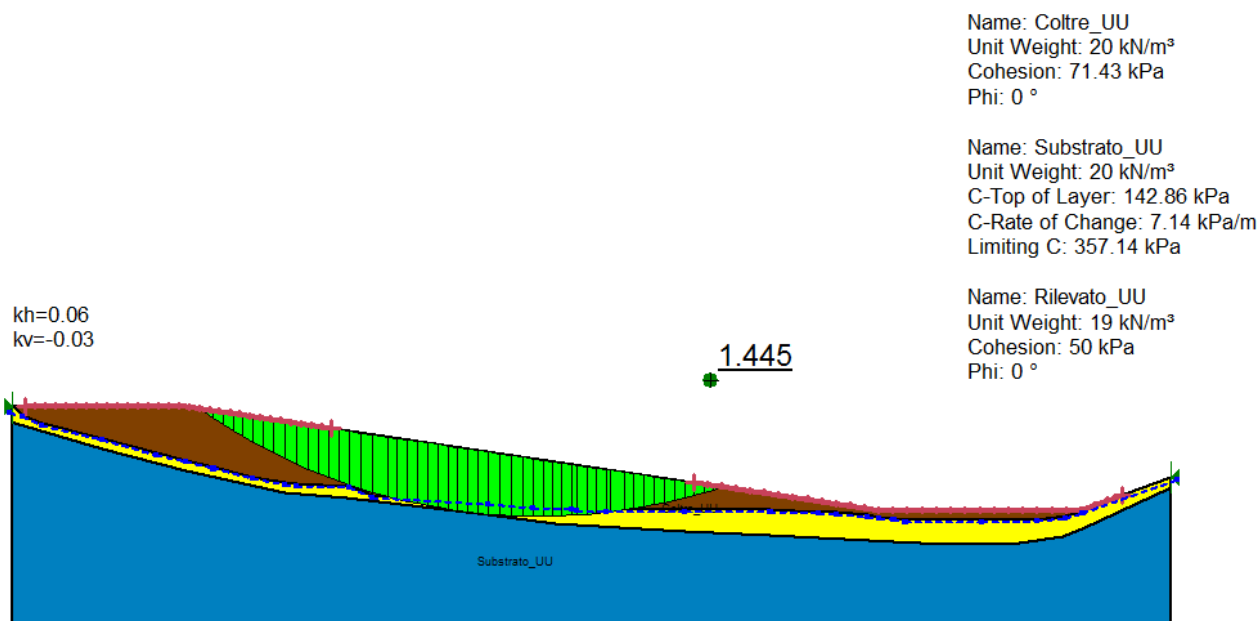


Figura 27: Sezione E-E - Condizione sisma -. Verifica di stabilità globale.

13 SINTESI CONCLUSIVA

La presente relazione geologica è stata redatta ai fini dell'ottenimento dello svincolo idrogeologico dei terreni localizzati in Comune di Villafrati (PA), al fg. 16, mapp. 66, 67, 69, 70, 71, 72, 286, 287, 288, 376, 377, 401, 402, 542, oggetto di interventi di bonifica, sistemazione e miglioria agraria mediante il conferimento di materiale di scavo proveniente dai lavori di ammodernamento del tratto Palermo-Lercara Friddi.

Lo studio raccoglie e sintetizza le informazioni bibliografiche disponibili per il sito in oggetto, sia i rilievi e le valutazioni effettuate nel corso dei sopralluoghi in sito e le risultanze delle indagini geognostiche appositamente realizzate allo scopo di caratterizzare dal punto di vista stratigrafico e geotecnico i terreni in sito.

L'area interessata dallo studio si colloca ad est dell'abitato di Villafrati, a quote comprese tra 560 e 600 metri s.l.m., sul fianco di una grande struttura brachisinalica, orientata generalmente in senso NW-SE, costituita da sedimenti della successione evaporitica messiniana e dei sovrastanti depositi pliocenici.

In particolare, l'area di intervento si modella sui litotipi della Formazione di Cattolica (GTL₂), generalmente caratterizzati da strati e banchi di gessi macrocristallini, talvolta separati da sottili livelli di marne gessose biancastre o grigiastre e da gessi massivi. Localmente si reperiscono livelli o corpi lenticolari di carbonati evaporitici oppure di laminiti algali.

A livello locale, le indagini geognostiche effettuate indicano la presenza di terreni di copertura eluvio colluviali in spessore da pochi metri fino a 7 a 8 m, con gli spessori massimi localizzati in corrispondenza delle zone più depresse. Tale coltre poggia direttamente sulla sottostante formazione di substrato, in facies inalterata, compatta.

Dal punto di vista morfologico, si segnala, quale elemento distintivo del territorio, la presenza di una serie di forme carsiche superficiali ed in particolare doline e inghiottitoi di varie dimensioni. In particolare, **i terreni in oggetto di intervento si collocano in prossimità di un'ampia dolina**, formatasi per dissoluzione nel tempo della formazione di substrato.

Per quanto concerne gli aspetti inerenti la stabilità dei terreni e dei versanti in oggetto di intervento, i sopralluoghi in sito confermano le buone condizioni generali di stabilità, fatta salva la presenza di un fenomeno di dissesto localizzato in prossimità del margine SO dell'area di intervento.

Si tratta di un dissesto a carattere superficiale, con coinvolgimento della coltre eluvio-colluviale, che si estende sino a raggiungere la porzione più depressa e pianeggiante della dolina su cui insiste l'intervento. Il movimento tende quindi ad una naturale stabilizzazione. Di più, **si sottolinea come gli interventi in progetto miglioreranno la stabilità del versante in frana**, sia per l'effetto dell'abbancamento al piede dell'area in frana, sia per la regimazione e della bonifica idraulica che si andranno a realizzare nel corpo dell'abbancamento.

L'area di intervento risulta inoltre limitrofa ad un'area **censita nelle carte** a rischio idrogeologico e del dissesto idrogeologico di cui al decreto 4 luglio 2000 dell'Assessorato del Territorio e dell'Ambiente e successive modifiche ed integrazioni sul "Piano straordinario per l'assetto idrogeologico" (**PAI**) del Bacino Idrografico del Fiume Milicia. In particolare, l'area in dissesto (identificata alla scheda PAI 035-6VF-032) risulta **classificata a pericolosità elevata (P3)**, con problematiche di dissesto legate a fenomenologie di crollo e ribaltamento di volumi rocciosi. In riferimento a tale perimetrazione, **si evidenzia come gli interventi di abbancamento in progetto non vanno ad interferire con l'area censita**, collocandosi immediatamente a valle di essa.

Relativamente agli aspetti idrogeologici, nell'area i terreni gessosi sono sede di una falda libera funzione dell'ampiezza degli affioramenti e della continuità nel sottosuolo. La circolazione delle acque sotterranee negli ammassi rocciosi evaporitici è condizionata da un'elevata permeabilità per carsismo. Le acque si infiltrano nel sottosuolo principalmente in corrispondenza degli inghiottitoi principali e seguono un percorso sotterraneo più o meno articolato, condizionato dalla presenza di cavità sotterranee. Al contatto con le sottostanti argille verso la Piana di Vicari si osserva una diffusa presenza di piccole risorgenti e pozze temporanee durante i mesi da Ottobre a Maggio. Poche sono le sorgenti perenni e con portate estremamente limitate.

Si segnala che all'atto dei sopralluoghi in sito è stato rilevato un pozzo/cisterna collocato in prossimità del fianco sinistro del movimento franoso precedentemente descritto, con livello di falda misurato a circa 2,5 m dal piano di campagna.

L'analisi delle cartografie di PRG del Comune di Villafrati (PA) evidenzia la presenza di alcuni vincoli gravanti sull'area; in particolare, oltre al vincolo idrogeologico (R.D.L. 30/12/1923) si segnala che l'area risulta di interesse ambientale per la geomorfologia prevalentemente ondulata associata alla presenza di doline.

In particolare, **relativamente alla presenza della dolina** in corrispondenza dell'area di progetto, **si segnala che gli interventi in progetto garantiranno la continuità idraulica del sistema carsico**. Tutte le acque di superficie saranno infatti convogliate verso un pozzo drenante da realizzarsi in corrispondenza delle cavità naturali al fondo della dolina, consentendo l'infiltrazione e l'assorbimento delle acque nel sottosuolo al pari dell'attuale infiltrazione naturale.

In riferimento alle risultanze delle indagini eseguite, la successione stratigrafica locale è classificabile, dal punto di vista sismico, come **suolo di tipo C**, mentre, per quanto riguarda l'amplificazione topografica, l'area può essere classificata come **categoria T1**.

Per quanto concerne l'analisi di suscettibilità alla liquefazione dei terreni in sito, la verifica è stata omessa poiché la natura e le caratteristiche dei terreni in sito sono tali da non poter dar luogo a fenomeni di liquefazione a seguito di sollecitazione sismica.

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

Villafraati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione Geologica e di svincolo

Al fine di valutare la fattibilità degli interventi in progetto sono state condotte verifiche di stabilità globale in accordo ai in accordo al DM 14.01.2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni - NTC).

Le verifiche effettuate mostrano che il fattore di sicurezza minimo alla stabilità è sempre superiore al valore minimo ($FS \geq 1.1$) richiesto dalla normativa.

In conclusione, fatte salve tutte le necessarie pratiche e le buone condotte per la regimazione delle acque corrive superficiali, **si ritiene che gli interventi previsti siano compatibili con le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e sismiche evidenziate e non produrranno perturbativa agli equilibri geostatici dell'area.**

Si ritiene pertanto che sussistano le condizioni per l'autorizzazione ad eseguire lavori in area sottoposta a vincolo idrogeologico.