

<b>Contraente:</b> 	<b>Progetto:</b> <b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE</b> <b>DN 4007300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2</b>		<b>Cliente:</b> 
	<b>N° Contratto :</b> <b>N° Commessa :</b> NR/19188		
<b>N° Documento:</b> 03858-PPL-RE-000-090	<b>Foglio</b> 1 di 52	<b>Data</b> 15-03-2021	<b>N° Documento Cliente:</b> RE-GEO-090

**STUDIO INTEGRATIVO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA**  
**Varianti ed Ottimizzazioni di Tracciato**



00	15-03-2021	EMISSIONE	QUARTARONE	FILANDRO	PEDINI
REV	DATA	TITOLO REVISIONE	PREPARATO	CONTROLLATO	APPROVATO

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2</b>					
<b>STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA</b>					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-090		Foglio 2 di 52		Rev.: 00	
				N° Documento Cliente: RE-GEO-090	

## INDICE

<b>INDICE.....</b>	<b>2</b>
<b>1 INTRODUZIONE .....</b>	<b>4</b>
<b>2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>6</b>
<b>3 INQUADRAMENTO GENERALE.....</b>	<b>7</b>
<b>3.1 Inquadramento geografico .....</b>	<b>7</b>
<b>3.2 Inquadramento geologico .....</b>	<b>8</b>
<b>3.3 Inquadramento geomorfologico .....</b>	<b>9</b>
<b>3.4 Inquadramento idrogeologico.....</b>	<b>10</b>
<b>3.5 Inquadramento sismico .....</b>	<b>11</b>
<b>4 PIANO DELLE INDAGINI .....</b>	<b>13</b>
<b>4.1 Prima campagna geognostica .....</b>	<b>13</b>
<b>4.2 Indagini integrative .....</b>	<b>14</b>
<b>5 VARIANTE 2 .....</b>	<b>17</b>
<b>5.1 Inquadramento geografico.....</b>	<b>17</b>
<b>5.2 Caratterizzazione geologica, geomorfologica e idrogeologica locale.....</b>	<b>18</b>
<b>5.3 Interferenze della variante con aree a rischio idrogeologico .....</b>	<b>20</b>
<b>6 VARIANTE 3 .....</b>	<b>21</b>
<b>6.1 Inquadramento geografico .....</b>	<b>21</b>
<b>6.2 Caratterizzazione geologica, geomorfologica e idrogeologica locale.....</b>	<b>21</b>
<b>6.3 Interferenze della variante con aree a rischio idrogeologico .....</b>	<b>24</b>
<b>7 VARIANTE 5 .....</b>	<b>25</b>
<b>7.1 Inquadramento geografico .....</b>	<b>25</b>
<b>7.2 Caratterizzazione geologica, geomorfologica e idrogeologica locale.....</b>	<b>26</b>

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2</b>				
<b>STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA</b>				
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-090	Foglio 3	di 52	Rev.: 00	N° Documento Cliente: RE-GEO-090

<b>7.3</b>	<b>Interferenze della variante con aree a rischio idrogeologico .....</b>	<b>28</b>
<b>7.4</b>	<b>Verifica di compatibilità geomorfologica .....</b>	<b>29</b>
7.4.1.	Profilo n.1 .....	31
7.4.1.1	Modello geologico – geotecnico .....	31
7.4.1.2	Verifica di stabilità del versante .....	32
7.4.1.3	Compatibilità della variante in progetto con il movimento gravitativo .....	34
7.4.2.	Profilo n.2.....	34
7.4.2.1	Modello geologico – geotecnico .....	34
7.4.2.2	Verifica di stabilità del versante .....	35
7.4.2.3	Compatibilità della variante in progetto con il movimento gravitativo .....	37
<b>8</b>	<b>VARIANTE 6 .....</b>	<b>38</b>
8.1	Inquadramento geografico .....	38
8.2	Caratterizzazione geologica, geomorfologica e idrogeologica locale.....	39
8.3	Interferenze della variante con aree a rischio idrogeologico .....	41
<b>9</b>	<b>VARIANTE 7 .....</b>	<b>42</b>
9.1	Inquadramento geografico .....	42
9.2	Caratterizzazione geologica, geomorfologica e idrogeologica locale.....	42
9.3	Interferenze della variante con aree a rischio idrogeologico .....	44
<b>10</b>	<b>VARIANTE 8.....</b>	<b>45</b>
10.1	Inquadramento geografico .....	45
10.2	Caratterizzazione geologica, geomorfologica e idrogeologica locale.....	45
10.3	Interferenze della variante con aree a rischio idrogeologico .....	47
<b>11</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>49</b>
<b>12</b>	<b>ALLEGATI .....</b>	<b>51</b>
<b>13</b>	<b>ANNESI .....</b>	<b>52</b>

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2</b>							
<b>STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA</b>							
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-090		Foglio 4 di 52		Rev.:		N° Documento Cliente: RE-GEO-090	
				00			

## 1 INTRODUZIONE

Il presente documento costituisce un annesso all'integrazione volontaria correlata allo Studio di Impatto Ambientale, redatto in conformità a quanto disposto dalla Parte seconda, Titolo III, del Decreto Legislativo n. 152/06 "Norme in materia ambientale" e ss.mm.ii. (tra cui il DLgs n. 104/2017) e riferito al progetto del metanodotto di nuova realizzazione "Rif. Met. Gagliano – Termini Imerese DN 400 / DN 300 (16"/12") – DP 75 bar – Fase 2".

Il progetto prevede la realizzazione di una condotta per il trasporto di gas naturale che avrà una lunghezza pari a circa 61+205 km, ripartita in 60+850 km di linea principale e 0+355 km di allacciamenti. Questa nuova linea andrà a sostituire l'esistente "Metanodotto Gagliano – Termini Imerese DN Vari" che sarà dismesso nel tratto equivalente al nuovo tracciato, per una lunghezza pari a circa 60+186 km (59+861 km di linee principali e 0+325 km di allacciamenti). Contestualmente al metanodotto principale in rimozione, saranno dismessi/rimossi anche alcuni allacciamenti in corrispondenza delle condotte di nuova costruzione, mentre alcune porzioni delle condotte esistenti saranno mantenute e collegate alle opere di nuova progettazione.

Tale studio integrativo si rende necessario per la definizione di alcune varianti al tracciato di progetto, funzionali alla risoluzione di interferenze emerse successivamente alla fase iniziale di studio, che permettono di ottimizzare la scelta del tracciato di progetto contestualizzandolo alle esigenze del territorio.

Lo studio non contempla le varianti non sostanziali rispetto all'impostazione originaria del progetto, poiché funzionali alle sole disposizioni planimetriche di punti impiantistici, in relazione alle normative ed alle indicazioni di tutela del contesto in cui le opere si inseriscono.

Nel complesso sono stati definiti 8 tratti di tracciato in variante, in particolare la presente relazione illustra le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, geotecniche e sismiche delle varianti ubicate nei comuni di Bompietro, di Petralia Sottana, di Caltavuturo e di Termini Imerese, in provincia di Palermo.

N° variante	Comune	Provincia	Intervento N.	da km circa (vecchio tracciato)	a km circa (vecchio tracciato)	Tipologia variante / Lunghezza variante circa (m)	Variante oggetto di studio
1	Sperlinga	EN	1	4+775	4+775	Spostamento impianto	NO
2	Bompietro	PA	4	5+735	5+885	170	SI
3	Petralia Sottana		4	11+500	11+500	Ricollegamento	SI
4	Caltavuturo		8	1+800	1+800	Spostamento impianto	NO
5			8	2+080	3+720	2085	SI
6			9	2+365	2+725	295	SI
7			10	0+403	1+622	1175	SI
8	Termini Imerese		10	3+520	3+630	170	SI

La compatibilità geomorfologica delle nuove ipotesi di tracciato è stata verificata attraverso la caratterizzazione delle pericolosità geomorfologiche, la ricostruzione dell'assetto stratigrafico, le condizioni geotecniche dei terreni, mediante l'esecuzione di una campagna geognostica integrativa laddove i dati ottenuti dalla prima campagna non sono risultati

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2</b>						
<b>STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA</b>						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-090	Foglio 5 di 52	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-GEO-090
		00				

sufficienti per lo studio delle nuove varianti, unitamente all'ausilio di rilievi geologici e geomorfologici di dettaglio.

Pertanto, si è proceduto analizzando eventuali interferenze delle varianti con aree censite dal Piano Stralcio d'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) della regione Sicilia, poiché secondo quanto riportato all'interno delle NTA di tale strumento, lo studio di compatibilità geomorfologica deve essere redatto per le aree a pericolosità geomorfologica P3 (elevata) e P4 (molto elevata), così come riporta il comma 7 dell'art. 8 *“Nelle aree a pericolosità P4 e P3 sono esclusivamente consentite: (omissis) “Le occupazioni temporanee di suolo, da autorizzarsi ai sensi dell’articolo 5 della legge regionale 10 agosto 1985, n.37; realizzate in modo da non recare danno o da risultare di pregiudizio per la pubblica incolumità”.*

Nel comma 8 dell'art.8 delle NTA del P.A.I. è riportato quanto segue: *“Nelle aree a pericolosità P2, P1 e P0, è consentita l’attuazione delle previsioni degli strumenti urbanistici, generali e attuativi, e di settore vigenti, corredati da indagini geologiche e geotecniche effettuate ai sensi della normativa in vigore ed estese ad un ambito morfologico o ad un tratto di versante significativo.*

Sulla base di quanto esposto, l'analisi, estesa anche ai movimenti gravitativi del progetto I.F.F.I (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia) ed a quelli rilevati in campo, ha escluso interferenze delle varianti in progetto con le aree in frana; nonostante ciò, si è proceduto con una valutazione di verifica di sicurezza a scopo cautelativo, laddove il contesto geologico – geomorfologico risulta vulnerabile nei confronti dei fenomeni di dissesto in atto o di potenziale sviluppo, per i quali ai fini della protezione della condotta di nuova progettazione, si è ritenuto opportuno conoscere il fattore di sicurezza e pertanto poter procedere con la scelta di opere di stabilità più idonee.

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2</b>					
<b>STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA</b>					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-090	Foglio 6	di 52	Rev.: 00		N° Documento Cliente: RE-GEO-090

## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le norme osservate per la redazione del presente studio sono:

- Decreto Ministeriale 17/04/2008: Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e degli impianti di trasporto di gas naturale con densità non superiore a 0.8.
- D.M. 23/02/1971 n. 2445 aggiornato con D.M. 04/04/2014: Norme tecniche per gli attraversamenti e i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto;
- P.A.I. (Piano per l'Assetto Idrogeologico) della Regione Sicilia, redatto ai sensi delle leggi 365/2000, 183/1989 e 267/1998 ed approvato con Delibera del Consiglio Regionale n°115 del 28.12.2001, D.L. 180/98 e successive modifiche.
- Legge nr. 64 del 02/02/1974 Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. LL.PP. del 11/03/1988 Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C. "Istruzione per l'applicazione delle Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" di cui al D.M. 9 Gennaio 1996.
- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG. "Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. 16 Gennaio 1996.
- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018).
- Circolare applicativa del D.M. 17/01/2018 (NTC 2018) del 21/01/2019 n.7 C.S.LL.PP. "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M.17 gennaio 2018".
- Circolare n. 218/24/3 del 09.01.1996 «Istruzioni applicative per la redazione della Relazione Geologica e della Relazione Geotecnica»;
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20.03.2003 «Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica» e ss.mm.ii.;
- Circ. Min. LL.PP. n. 30483 del 24.09.1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione".
- A.G.I. 1977 «Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche».
- Specifiche Snam Rete Gas e documentazione contrattuale.

Per la normativa inerente alle indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche si rimanda all'allegato "*Report sulle indagini geotecniche e geofisiche*" e relativo annesso (Doc. n. PG-TPSG-122 "*Carta delle indagini geotecniche e geofisiche - Met. Gagliano – Termini Imerese DN 400 / DN 300 (16"/12")*"), redatto a corredo dello stesso progetto e che costituisce parte integrante del presente documento.

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2</b>						
<b>STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA</b>						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-090	Foglio 7 di 52	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-GEO-090
		00				

### 3 INQUADRAMENTO GENERALE

#### 3.1 Inquadramento geografico

I metanodotti in progetto sono localizzati nel settore centro-settentrionale della Sicilia ed interessano le province di Enna, Caltanissetta e Palermo (Fig. 3-A ).  
 In particolare i tracciati in oggetto si suddividono in n.10 interventi principali (v. "INTERVENTO x" su Doc. PG-TP-100) e n. 4 allacciamenti (v. Doc. PG-TP-300).  
 Lo studio analizza le varianti in progetto n.2 e n.3 (intervento 4), n.5 (intervento 8), n.6 (intervento 9), n.7 e n.8 (intervento 10) (v. Tab. 3-A).



**Fig. 3-A – Inquadramento geografico delle opere in progetto ed in dismissione; i poligoni gialli indicano l'ubicazione delle varianti oggetto di studio.**

**Tab. 3-A – Caratteristiche dimensionali dei tracciati in progetto; in blu sono evidenziati i metanodotti e le relative lunghezze, aggiornate a seguito delle varianti**

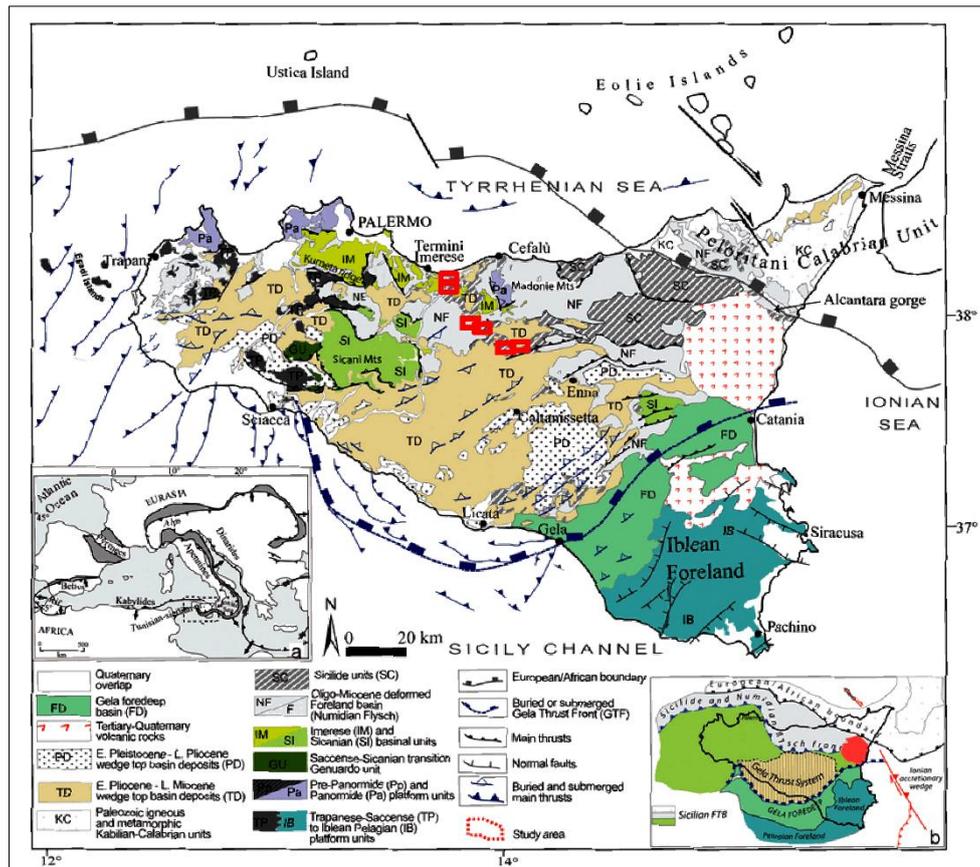
Metanodotti in progetto	Interventi	Province	DN		Pressione (bar)	Lunghezza Tracciato originario (km)	Lunghezza Tracciato aggiornato (km)
			mm	pollici			
Rif. Gagliano-Termini Imerese – Fase 2	1	Enna	400	16	75	9+315	9+315
	2	Enna/Palermo				0+855	0+855
	3	Palermo				8+370	8+370
	4					15+595	15+615
	5					1+870	1+870
	6					2+300	2+300
	7					0+075	0+075
	8					4+415	4+880
	9					14+015	13+945
	10					3+640	3+625
Rif. All. Com. di Sperlinga	-	Enna	150	6	0+110	0+110	
Rif. All. Com. di Bompietro	-	Palermo	150	6	0+130	0+130	
Rif. All. DSM S.r.l.	-		100	4	-	0+025	
Rif.All.Com.CastellanaSicula	-		150	6	0+065	0+065	
Rif. All. Com. di Caltavuturo	-		150	6	0+025	0+025	

## STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-090	Foglio 8 di 52	Rev.:	N° Documento Cliente: RE-GEO-090
		00	

### 3.2 Inquadramento geologico

Le opere in progetto si inseriscono nel dominio Orogenico, ed in particolare all'interno della Catena Appenninico-Maghrebide, che occupa gran parte del territorio siciliano, caratterizzata da un sistema a thrust e pieghe a vergenza sud-orientale che ha coinvolto, dall'Oligocene superiore, sequenze Mesozoico-Terziarie caratterizzate da depositi di piattaforma carbonatica e di bacino, appartenenti al paleo-margine africano, e le relative coperture terrigene mioceniche (Lentini et al., 1996; 2006) (Fig. 3-B).



**Fig. 3-B - Carta geo-strutturale schematica della Sicilia (modificata da Morticelli et al., 2017). I rettangoli in rosso indicano le aree delle varianti in progetto**

In linea generale, l'area oggetto di studio è caratterizzata da strutture tettoniche di tipo compressivo (Fig. 3-B) date da sovrascorrimenti a basso angolo e faglie inverse la cui attività ha generato sistemi di pieghe a lunghezza d'onda differente. Le principali direttrici tettoniche sono allungate prevalentemente in direzione circa E-O ed i sovrascorrimenti rappresentano gli elementi strutturali dominanti, la cui propagazione ha favorito la geometria a duplex che coinvolge le unità Sicilidi.

Per ulteriori dettagli sulle caratteristiche geologico-strutturali del progetto "Met. Gagliano-Termini Imerese DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 bar -Fase 2" si rimanda alla relazione RE-GEO-020 annessa allo SIA.

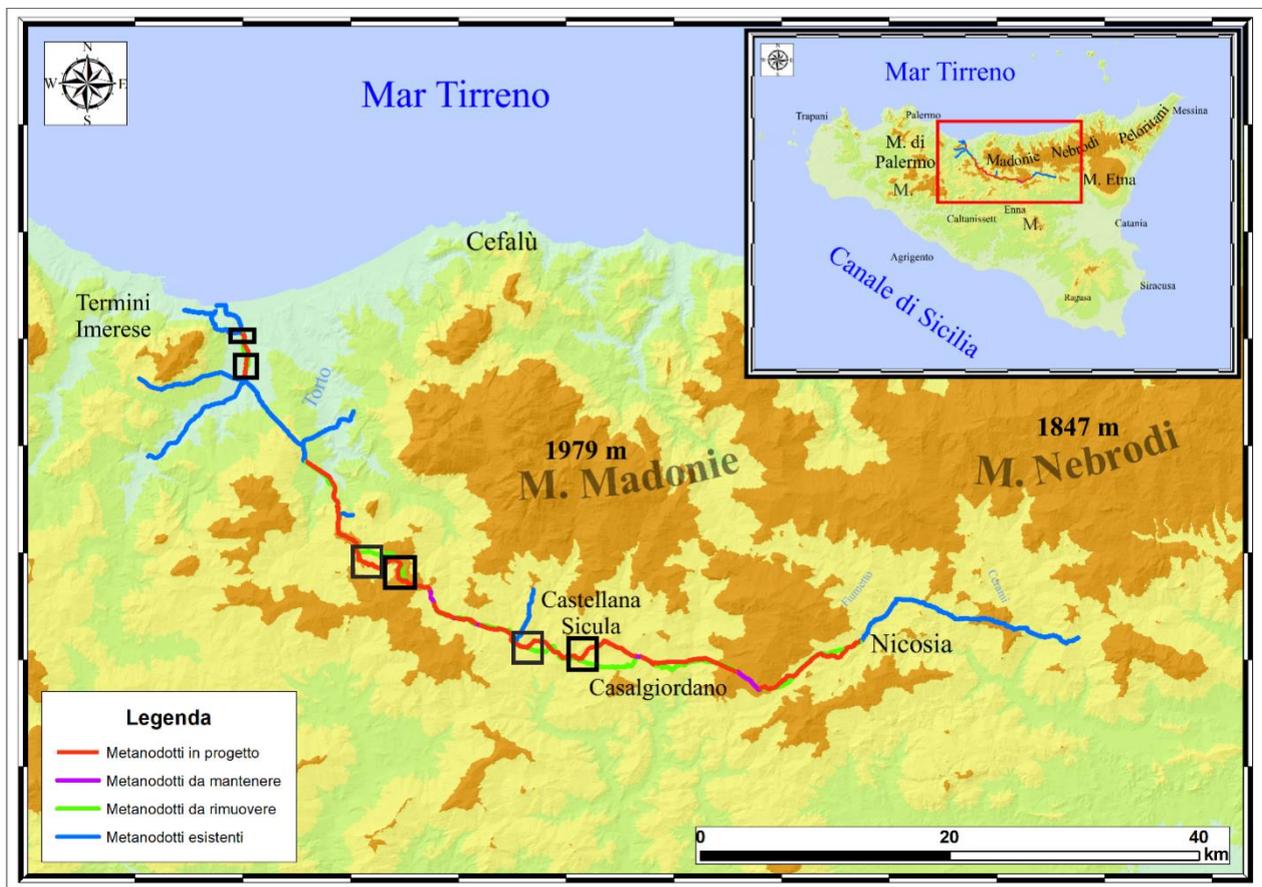
Nei paragrafi 5.2, 6.2, 7.2, 8.2, 9.2 e 10.2 vengono tratti gli aspetti geologici delle varianti in progetto.

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2</b>					
<b>STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA</b>					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-090	Foglio 9 di 52	Rev.:			N° Documento Cliente: RE-GEO-090
		00			

### 3.3 Inquadramento geomorfologico

Lungo il territorio siciliano l'interazione tra natura litologica dei terreni, agenti erosivi, tettonica e variazioni climatiche, susseguitesì durante il Quaternario, ha dato luogo ad una rilevante varietà di forme differenti da settore a settore. Si distinguono infatti paesaggi con caratteristiche tipiche di aree montuose, paesaggi collinari fino ad arrivare a grandi pianure aperte impostate prevalentemente lungo aree costiere o in corrispondenza di estesi sistemi fluviali.

Le varianti in progetto si inseriscono in un contesto morfologico di tipo alto collinare piuttosto eterogeneo che caratterizza la fascia pedemontana meridionale della dorsale Nebrodi-Madonie e la zona a cavallo tra le Madonie occidentali (Monti di Trabia) e quelle orientali, a nord dei Monti Erei, mentre nelle aree caratterizzate da depositi quaternari e olocenici, come l'area sottesa dal fiume Torto o dai principali fiumi, predominano paesaggi sub-pianeggianti (Fig. 3-C).



**Fig. 3-C - Caratteristiche morfologiche delle aree interessate dalle opere in progetto; i rettangoli in nero indicano le aree delle varianti in progetto.**

Per ulteriori dettagli sulle caratteristiche geomorfologiche del progetto "Met. Gagliano-Termini Imerese DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 bar -Fase 2" si rimanda alla relazione RE-GEO-020 annessa allo SIA.

Nei paragrafi 5.2, 6.2, 7.2, 8.2, 9.2 e 10.2 vengono tratti gli aspetti geomorfologici delle varianti in progetto.

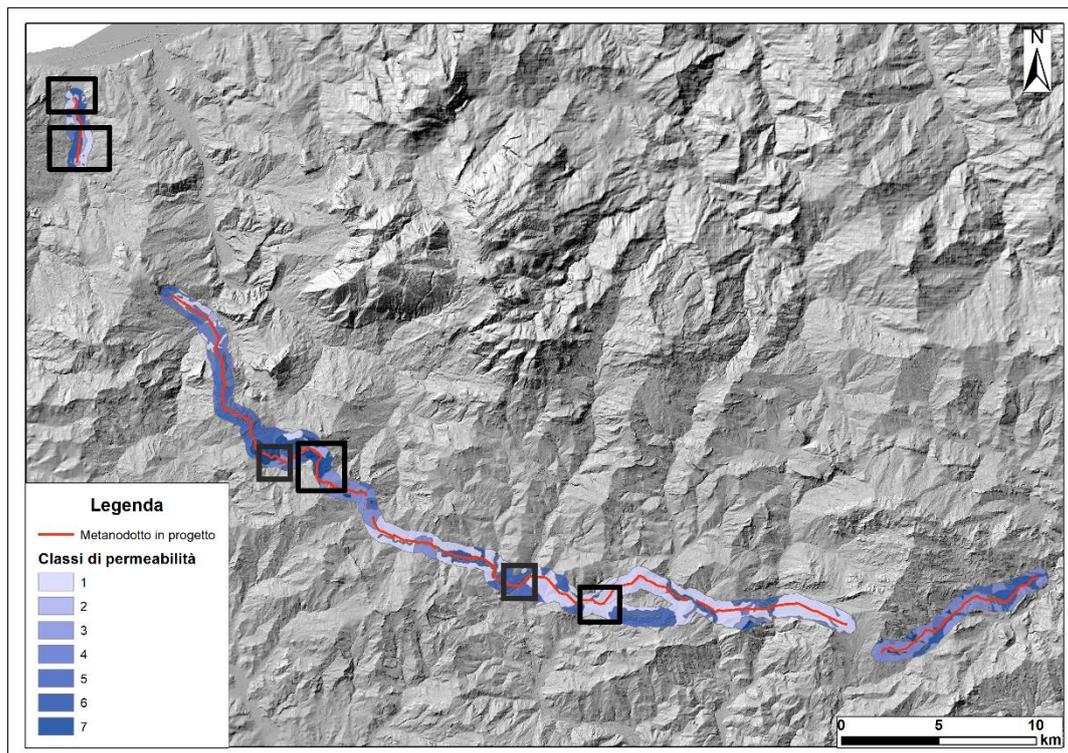
RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2						
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-090	Foglio 10 di 52	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-GEO-090
		00				

### 3.4 Inquadramento idrogeologico

I terreni affioranti nel settore in studio presentano sostanziali differenze di comportamento nei confronti dell'infiltrazione delle acque meteoriche e della circolazione idrica al loro interno. Ciò dipende principalmente dalla permeabilità dei litotipi, ma anche da estensione, continuità e spessore dei termini permeabili che condizionano l'esistenza di corpi idrici estesi e dotati di apprezzabile potenzialità (Fig. 3-D).

In relazione alle caratteristiche di permeabilità, le unità litostratigrafiche presenti possono essere classificate secondo le seguenti classi di permeabilità:

Grado di permeabilità	k (m/s)	Litotipi
Alto	$K > 10^{-2}$	Depositi alluvionali
Medio/Alto	$K = 10^{-2} \div 10^{-4}$	Depositi sabbiosi a grana grossa
Medio	$10^{-5}$	Depositi sabbiosi a grana media
Medio/Basso	$K = 10^{-6} \div 10^{-7}$	Depositi sabbiosi a grana fine
Basso	$10^{-8}$	Marne e calcari marnosi
Basso/Impermeabile	$10^{-8} \div 10^{-9}$	Limi, argille limose, marne argillose
Impermeabile	$K < 10^{-9}$	Argille



**Fig. 3-D- Carta delle classi di permeabilità del Met. Gagliano-Termini Imerese DN 400 (16'') - DP 75 bar – Fase 2; i rettangoli in nero indicano le aree delle varianti in progetto.**

Per ulteriori dettagli sulle caratteristiche idrogeologiche del progetto “Met. Gagliano-Termini Imerese DN 400/DN300 (16'') - DP 75 bar - Fase 2” si rimanda alla relazione “RE-IDRO-021” annessa allo SIA.

Nei paragrafi 5.2, 6.2, 7.2, 8.2, 9.2 e 10.2 vengono tratti gli aspetti idrogeologici delle varianti in progetto.

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2</b>						
<b>STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA</b>						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-090	Foglio 11 di 52	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-GEO-090
		00				

### 3.5 Inquadramento sismico

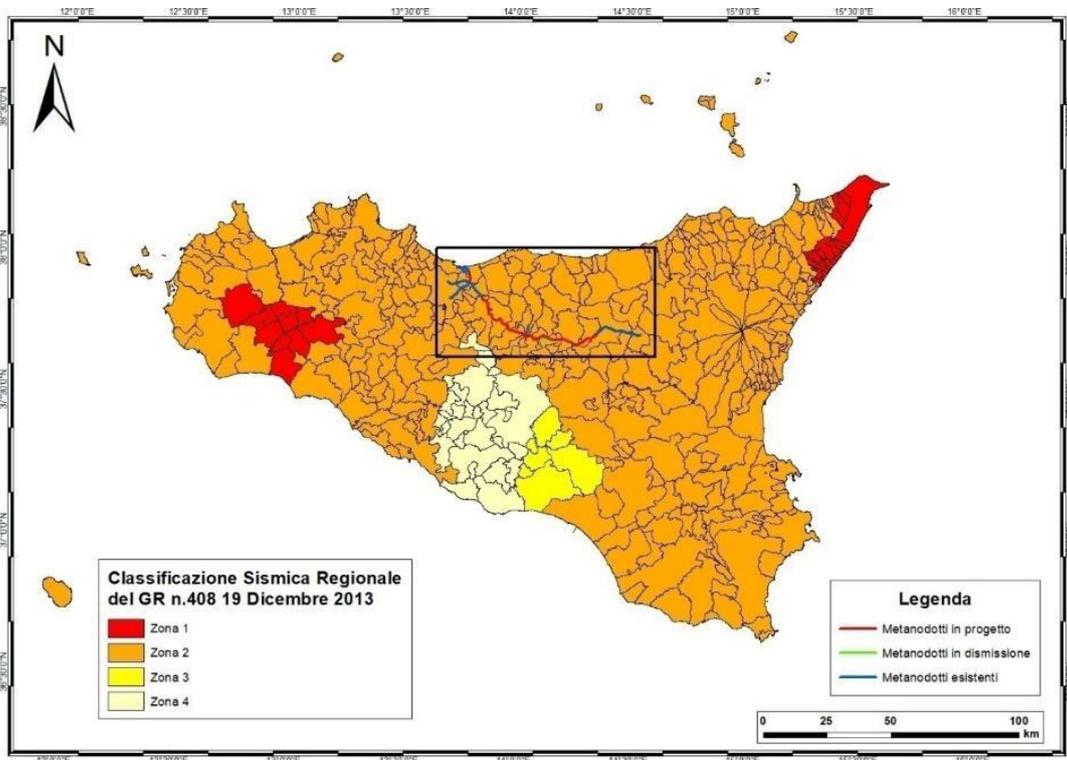
Dopo il terremoto del 2002 in Puglia ed in Molise, ai sensi dell'O.P.C.M. del 20 marzo 2003 n°3274, è stata effettuata una riclassificazione delle categorie sismiche attribuite ai vari comuni del territorio nazionale individuando quattro zone sismiche, numerate da 1 a 4, ciascuna delle quali viene contrassegnata da un differente valore del parametro  $a_g$  con probabilità di superamento del 10% in 50 anni (accelerazione orizzontale massima su suolo rigido di categoria A). La proposta di riclassificazione sismica nazionale riformula, quindi, le classi delle categorie sismiche ed inserisce una nuova categoria riguardante l'intensità sismica di progetto.

Il successivo testo dell'OPCM 3519 del 28 aprile 2006 dalla G.U. n.108 del 11/05/06 fissa i "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone".

In relazione alle norme tecniche per le Costruzioni (NTC) approvate con D.M. delle infrastrutture e dei trasporti del 14/09/2005 sono individuate 4 zone, caratterizzate da 4 differenti valori di accelerazione ( $a_g$ ) orizzontale massima convenzionale su suolo di tipo A, ai quali ancorare lo spettro di risposta elastica.

Le varianti al metanodotto in progetto si sviluppano all'interno della regione Sicilia, ed in particolare nei comuni di Bompietro (variante 1), di Caltavuturo (variante 2), di Sciarra (variante 3) e di Termini Imerese (variante 4).

I territori attraversati ricadono interamente all'interno della *Zona Sismica 2* (Fig. 3-E e Tab. 3-B).



**Fig. 3-E - Classificazione sismica regionale (GR n. 408, 19 Dicembre 2013). Le aree interessate dalle opere ricadono all'interno della zona sismica 2.**

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2</b>						
<b>STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA</b>						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-090	Foglio 12 di 52	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-GEO-090
		00				

**Tab. 3-B - Suddivisione delle zone sismiche in funzione dell'accelerazione al suolo.**

ZONA SISMICA	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (ag/g)	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (ag/g)
Zona 1	>25	0,35 g
Zona 2	0,15 – 0,25	0,25 g
Zona 3	0,05 – 0,15	0,15 g
Zona 4	<0,05 g	0,05 g

La Zona sismica 2 identifica aree in cui si possono verificare forti terremoti ed a cui viene associata un'accelerazione di picco (OPCM 3519/06), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (ag), compresa tra 0,15 e 0,25 g.

Per ulteriori dettagli sulla sismicità delle aree interessate dal metanodotto in progetto "Gagliano-Termini Imerese DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 bar -Fase 2", si rimanda alla specifica relazione RE-SISM-032 annessa allo SIA.

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2</b>						
<b>STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA</b>						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-090	Foglio 13 di 52	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-GEO-090
		00				

## 4 PIANO DELLE INDAGINI

La caratterizzazione degli aspetti geotecnici e geofisici dei terreni attraversati dalle opere in progetto è stata ottenuta mediante l'esecuzione di un'ampia campagna di indagini geognostiche e geofisiche estesa lungo le aree attraversate dal metanodotto in progetto. Laddove i dati ottenuti non sono risultati sufficienti per la ricostruzione del modello geologico e geotecnico delle quattro varianti in progetto, è stata eseguita una campagna geognostica integrativa come descritto nei paragrafi seguenti.

### 4.1 Prima campagna geognostica

La prima campagna di indagini geognostiche e geofisiche, eseguita nel periodo compreso tra settembre 2019 e gennaio 2020, è stata finalizzata, oltre che alla ricostruzione litostratigrafica ed all'assetto idrogeologico locale, anche alla verifica ed alla definizione di alcuni fenomeni d'instabilità presenti lungo i tracciati in progetto.

Le indagini sono state effettuate al fine di acquisire elementi utili per la ricostruzione sia del modello geologico sia geotecnico dei terreni in corrispondenza delle aree di interesse progettuale, quali attraversamenti delle principali infrastrutture viarie, dei corsi d'acqua, delle aree dove è prevista la realizzazione di impianti di linea relativi alla condotta in progetto e di tutte quelle aree in dissesto censite lungo il tracciato.

In particolare, per quanto concerne le indagini geofisiche (sismica a rifrazione, tomografie elettriche e M.A.S.W.), le stesse sono state eseguite per integrare le risultanze puntuali emerse dai sondaggi, mentre per definire la velocità delle onde di taglio verticali  $V_s$  dei primi 30 m di profondità ( $V_{s_{eq}}$ ) sono state effettuate prove MASW necessarie per la classificazione sismica dei differenti terreni secondo la normativa vigente (NTC 2018).

In sintesi, il programma delle indagini geotecniche e geofisiche è stato articolato come segue:

- **n°101** sondaggi geognostici a carotaggio continuo ai fini della caratterizzazione geotecnica ed in parte ambientale. Durante l'esecuzione di tali sondaggi sono state effettuate **n°462** prove SPT in foro;
- **n°5** prove penetrometriche di tipo CPTu;
- **n°38** prove penetrometriche di tipo DPSH;
- **n°313** campioni indisturbati di terreno alle profondità dei singoli target nei sondaggi geognostici e sottoposti a prove geotecniche di laboratorio;
- **n°41** stendimenti geofisici di sismica a rifrazione, per un totale di 10310 m circa, in funzione della stratigrafia dei terreni esplorati, per l'investigazione dell'intero sviluppo delle trenchless previste in progetto;
- **n°34** prove geofisiche di tipo MASW;
- **n°7** prospezioni di tomografia elettrica;
- **n°1** prova down-hole.

Sui campioni indisturbati e/o rimaneggiati e ritenuti rappresentativi sono state eseguite le seguenti prove di laboratorio:

- misurazione delle caratteristiche fisiche del terreno;
- analisi granulometrica;
- determinazione dei limiti di Atterberg;
- Espansione Laterale Libera (E.L.L.)

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2					
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA					
N° Documento:	Foglio	Rev.:			N° Documento Cliente:
03858-PPL-RE-000-090	14 di 52	00			RE-GEO-090

- prova di taglio anulare;
- prova di taglio diretto;
- prova triassiale non consolidata non drenata.

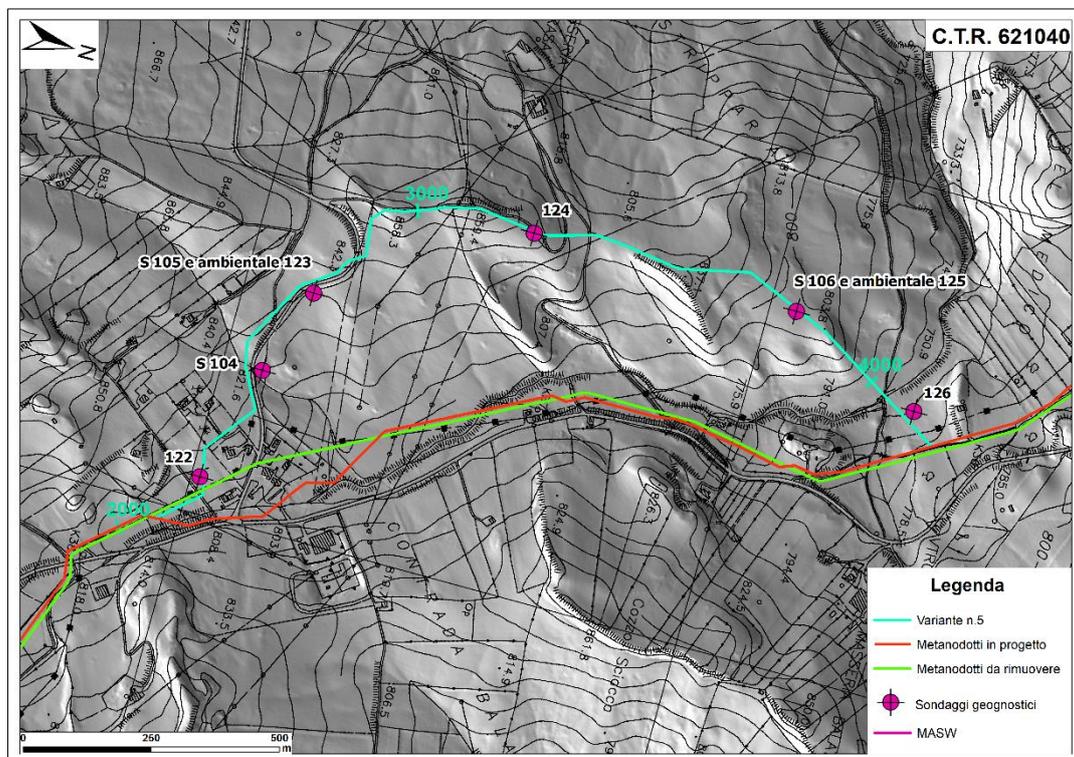
Per ulteriori dettagli sui risultati ottenuti dalla prima campagna geognostica e geofisica si rimanda alla specifica relazione “RE-GEO-030” e i relativi annessi allegati allo SIA.

## 4.2 Indagini integrative

Nel periodo compreso tra giorno 21/10/2020 e 26/10/2020 è stata effettuata una campagna geognostica e geofisica integrativa lungo la variante n. 5 situata nel comune di Caltavuturo. Relativamente alle varianti n.2 (comune di Bompietro), n.3 (comune di Petralia Sottana), n. 6 (comune di Sciara) e n.7 (comune di Termini Imerese) i dati ottenuti dalla prima campagna sono risultati sufficienti per procedere con la ricostruzione del modello geologico e geotecnico delle aree interessate.

Di seguito si riporta il programma delle indagini integrative ubicate lungo la variante n.5 (comune di Caltavuturo):

- **n°6** sondaggi geognostici a carotaggio continuo ai fini della caratterizzazione geotecnica ed in parte ambientale. Durante l’esecuzione di tali sondaggi sono state effettuate **n°18** prove SPT in foro;
- **n°7** campioni indisturbati di terreno alle profondità dei singoli target nei sondaggi geognostici e sottoposti a prove geotecniche di laboratorio;
- **n°1** prova geofisica di tipo MASW.



**Fig. 4-A – Indagini geognostiche e geofisiche integrative ubicate lungo la variante n. 5 sita nel comune di Caltavuturo**

Di seguito si riporta la tabella riepilogativa dei sondaggi ambientali eseguiti:

**RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2**

**STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA**

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-090	Foglio 15 di 52	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-GEO-090
		00				

ID Sondaggio	Profondità (m)	Prove SPT prof. (m)/n. colpi	N <sub>SPT</sub>
S122	6,00	3,00/ 6-9-12	21
		5,00/ 4-5-13	18
S124	5,00	7,00/ 6-8-12	20
		10,00/ 7-9-12	21
S126	5,00	15,00/ 7-10-13	23
		6,00/ 10-11-13	24

Di seguito si riporta la tabella riepilogativa dei sondaggi geognostici eseguiti:

ID Sondaggio	Profondità (m)	ID Campione	Prof. Campioni (m)	Prove SPT prof. (m)/n. colpi	N <sub>SPT</sub>
S104	15,00	CI1	6,00-6,30	1,80/ 6-8-9	17
		CI2	12,00-12,30	3,00/ 6-9-12	21
		-	-	5,00/ 4-5-13	18
		-	-	7,00/ 6-8-12	20
		-	-	10,00/ 7-9-12	21
		-	-	15,00/ 7-10-13	23
S105	25,00	CI1	6,00 – 6,30	3,50/ 6-6-9	15
		CI2	12,00 – 12,30	5,00/ 3-5-7	12
		CI3	22,70 – 23,00	7,00/ 8-11-13	24
		-	-	15,00/ 3-6-8	14
S106	6,00	CI1	4,00 – 4,20	3,50/ 13-15-18	33
		CI2	5,00 – 5,30	6,00/ 10-11-13	24

Di seguito si riporta la tabella riepilogativa dei risultati ottenuti dalle prove di laboratorio effettuata sui campioni dei singoli target:

Sondaggio	Campione	Prof. (m)	W	$\gamma$	$\gamma_s$	eo	n	Sr	c'	$\Phi'$	cr	$\Phi_r$	cu
			%	t/m <sup>3</sup>				%	kN/m <sup>2</sup>	°	kN/m <sup>2</sup>	°	kN/m <sup>2</sup>
S104	C1	6,00 - 6,30	26,12	1,91	2,63	0,74	0,42	93,20	28	18	0	11	-
S104	C2	12,00 - 12,30	18,97	1,99	2,69	0,61	0,38	83,95	31	20	-	-	243
S105	C1	6,00 - 6,30	15,28	2,04	2,74	0,55	0,35	76,65	14	24	0	14	-
S105	C2	12,00 - 12,30	14,79	2,00	2,76	0,58	0,37	70,13	27	19	-	-	162
S105	C3	22,70 - 23,00	14,02	2,04	2,77	0,55	0,35	71,04	15	23	-	-	266
S106	C1	4,00 - 4,20	25,63	1,85	2,75	0,87	0,47	81,01	32	19	0	13	-
S106	C2	5,00 - 5,30	18,79	1,92	2,66	0,65	0,39	77,38	39	27	-	-	115,71

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2</b>						
<b>STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA</b>						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-090	Foglio 16 di 52	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-GEO-090
		00				

Di seguito si riportano i risultati della prova MASW:

Sismostrato	Profondità (m)	Spessore h (m)	V <sub>s</sub>	H/V <sub>s</sub> (sec <sup>-1</sup> )	V <sub>seq</sub> (m/s)
1	0,00	2,10	169.20	0.0124	<b>283.79</b>
2	2,10	3,96	193.16	0.0205	<b>SUOLO C</b>
3	6,06	5,23	270.12	0.0194	
4	11,29	6,93	313.26	0.0221	
5	18,22	1,00	355.40	0.0028	
6	19,22	10,78	378.33	0.0285	

I certificati delle indagini sono consultabili nel documento "Report delle indagini geognostiche e geofisiche" annesso al presente studio.

## 5 VARIANTE 2

### 5.1 Inquadramento geografico

La variante n.2 è situata a SO del centro abitato di Bompietro (PA) e ricade all'interno del foglio n. 622060 "Bompietro" della Carta Tecnica Regionale (CTR) Siciliana in scala 1:10.000 dell'Assessorato Regionale Territorio e Ambiente (Fig. 5-A\_a). L'opera ha una lunghezza pari a 170 m circa ed è compresa tra la progressiva chilometrica 5+735 e 5+905 dell'intervento 4. Tale variante è resa necessaria al fine di porsi ad una distanza adeguata da un'area destinata alla costruzione di un capannone agricolo (Fig. 5-A\_b).

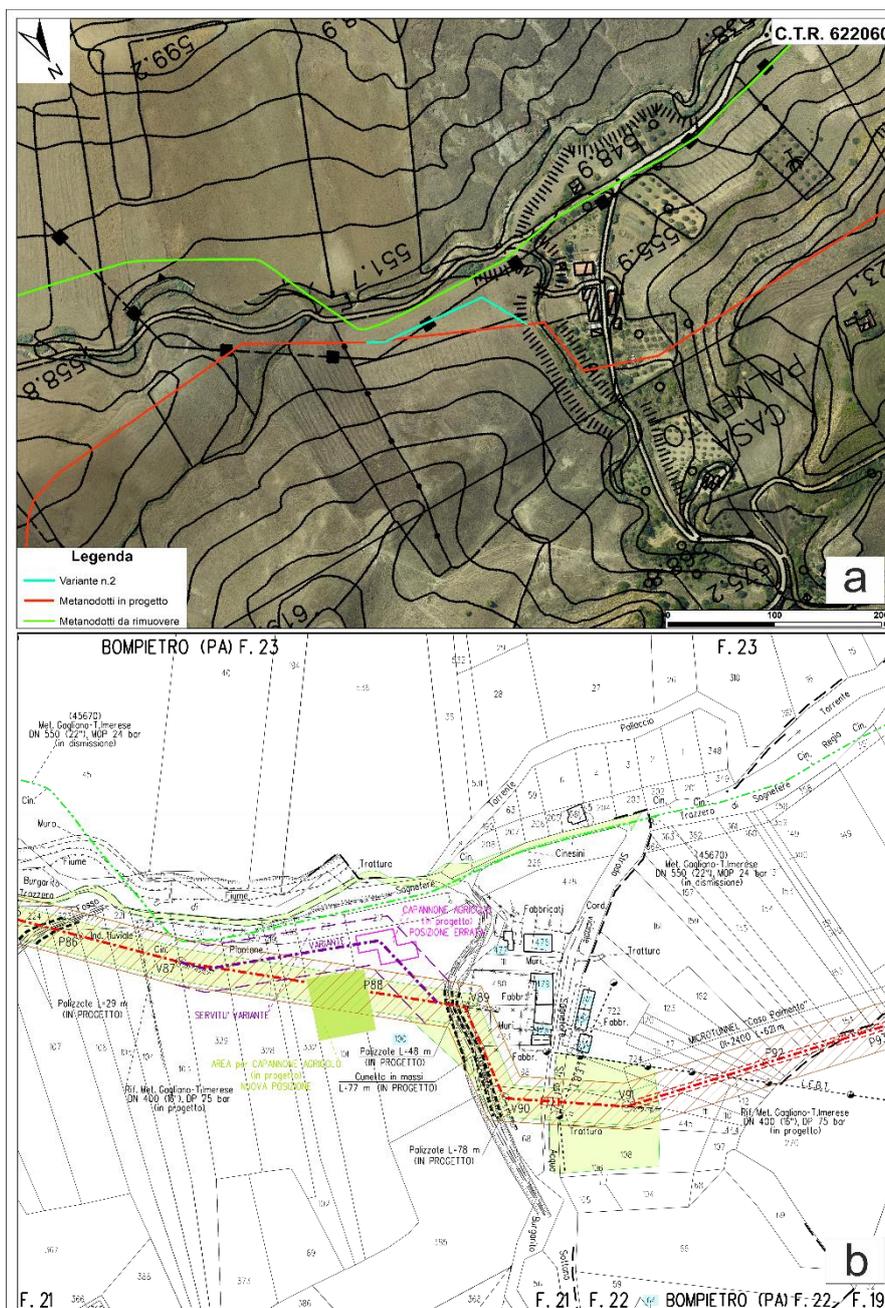
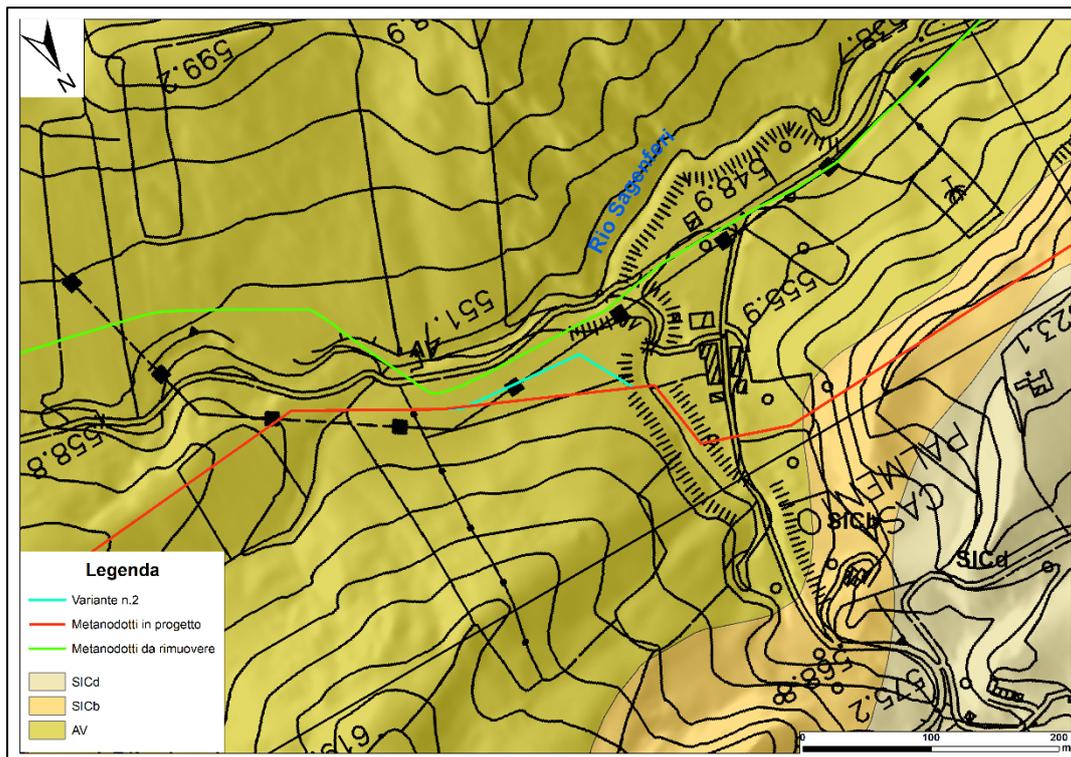


Fig. 5-A – a) Ortofoto con sovrapposta CTR ed ubicazione della variante n.2; b) stralcio planimetrico della variante n.2.

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2</b>					
<b>STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA</b>					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-090	Foglio 18 di 52	Rev.:			N° Documento Cliente: RE-GEO-090
		00			

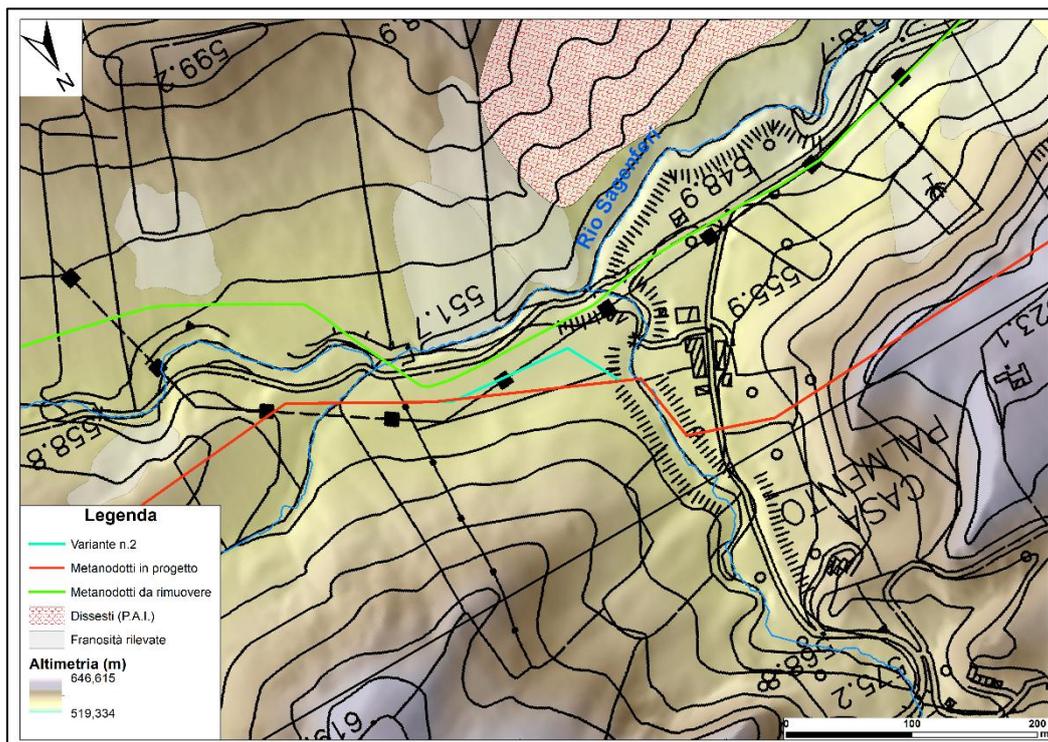
## 5.2 Caratterizzazione geologica, geomorfologica e idrogeologica locale

La variante al metanodotto in progetto (Intervento 4, v. PG-TP-100) attraversa il piede di un rilievo collinare, caratterizzato dai terreni afferenti alla formazione delle Argille Variegata (AV, Oligocene Sup. – Miocene Inf.), le quali sono costituite da argille verdi e rosso vinaccia a struttura caotica ed intercalazioni di siltiti micacee, quarzareniti e microconglomerati passanti verso l'alto ad argille rosse e brune (Fig. 5-B).



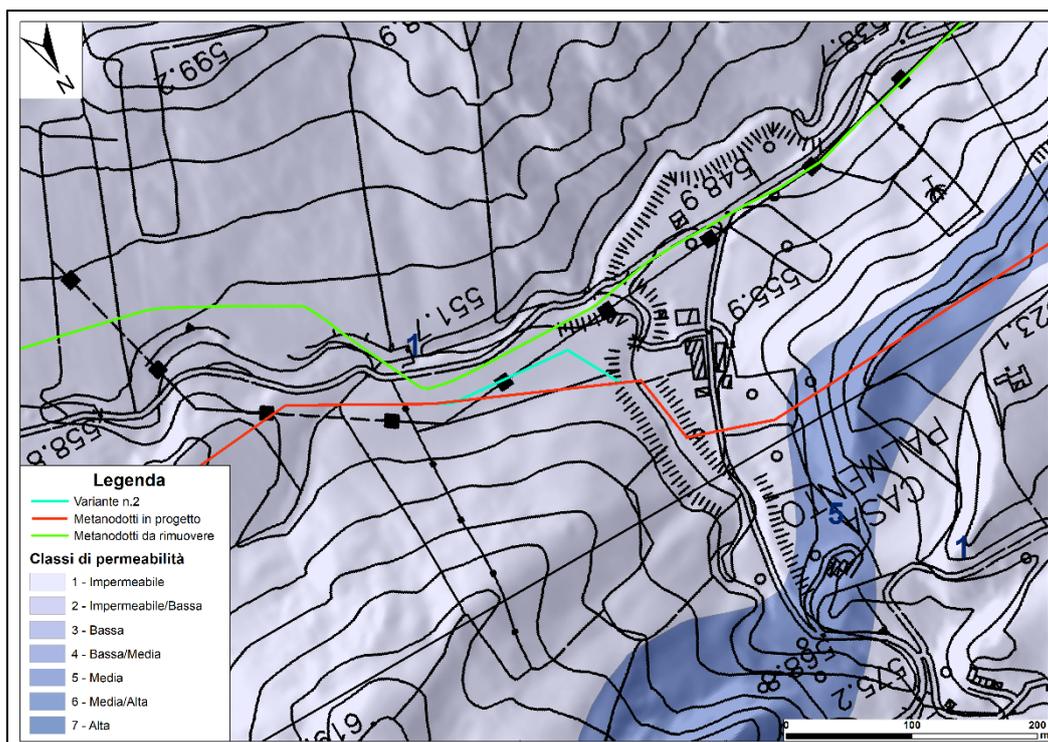
**Fig. 5-B – Caratteri geologici dell'area relativa alla variante n.2**

Dal punto di vista geomorfologico, la variante in progetto percorre il piede di un versante caratterizzato da pendenze blande, inserendosi pertanto in un contesto caratterizzato da rilievi collinari che presentano pendenze generalmente comprese tra i 5° e i 25°, ad eccezione di alcuni tratti in cui si raggiungono anche i 45°. L'area in esame è costituita da un reticolo idrografico composto principalmente dal fosso Rio Sagneferi, la cui azione erosiva e modellatrice che, unitamente alla scarsa vegetazione ed alla tipologia di terreno prevalentemente argilloso, provoca l'innescarsi di fenomeni franosi. Tali dissesti, censiti dal P.A.I. e durante la campagna di rilevamento geologico-geomorfologico, sono afferibili ad aree soggette ad erosione concentrata o diffusa e sono localizzati a sud del tracciato in progetto, il quale non interferisce con alcuna di tale aree in dissesto (v. Fig. 5-C).



**Fig. 5-C – Caratteri geomorfologici dell'area relativa alla variante n.2**

Dal punto di vista idrogeologico, i terreni interessati dalla variante al metanodotto in progetto sono caratterizzati da una natura prevalentemente argillosa e/o argilloso-marnosa e presentano un coefficiente di permeabilità  $K$  compreso tra  $10^{-8} \div 10^{-9}$  m/s (Fig. 5-D).



**Fig. 5-D – Classi di permeabilità dell'area relativa alla variante n.2**

## STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

N° Documento:

03858-PPL-RE-000-090

Foglio

20 di 52

Rev.:

00

N° Documento Cliente:

RE-GEO-090

### 5.3 Interferenze della variante con aree a rischio idrogeologico

Dalla consultazione delle aree censite nel Piano Stralcio d'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) si evince che la variante n.2 non ricade all'interno di alcuna area soggetta a fenomeni franosi, pertanto, come specificato nelle NTA del P.A.I. non è richiesto lo studio di compatibilità geomorfologica (Fig. 5-E).

La verifica delle interferenze con aree a rischio idrogeologico è stata estesa anche ai fenomeni franosi censiti dal Progetto I.F.F.I. (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia) e a quelli rilevati durante la fase di rilevamento geologico-geomorfologico, dalla cui consultazione non sono emerse criticità.

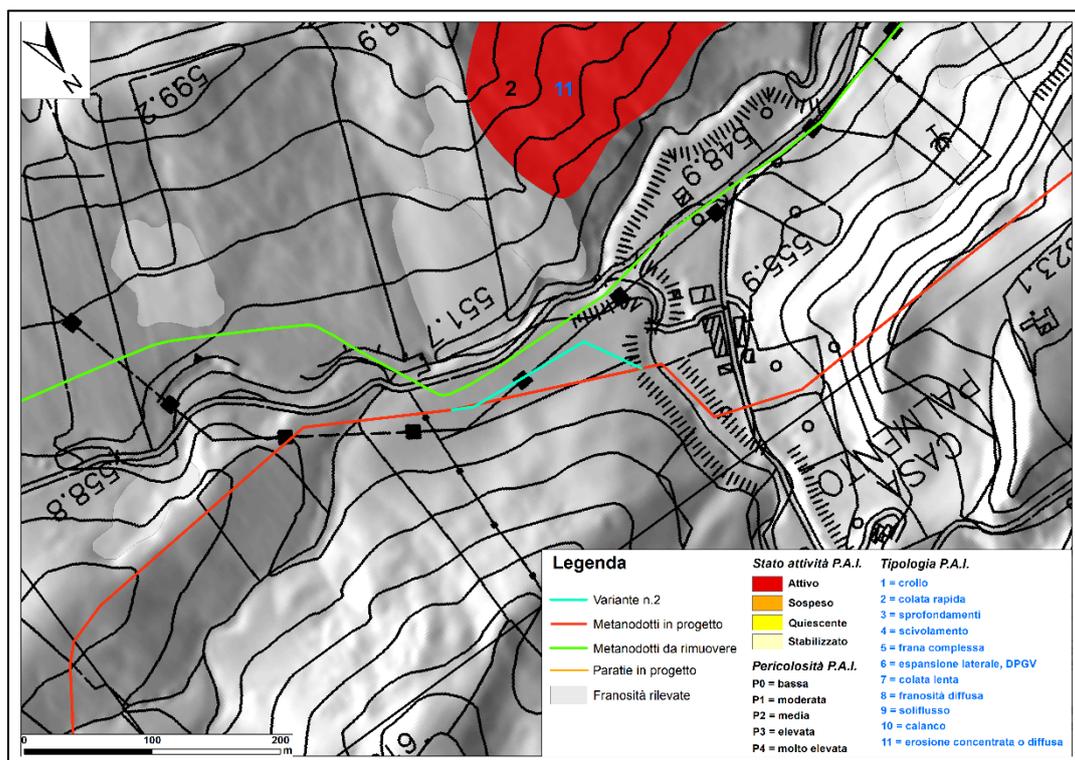


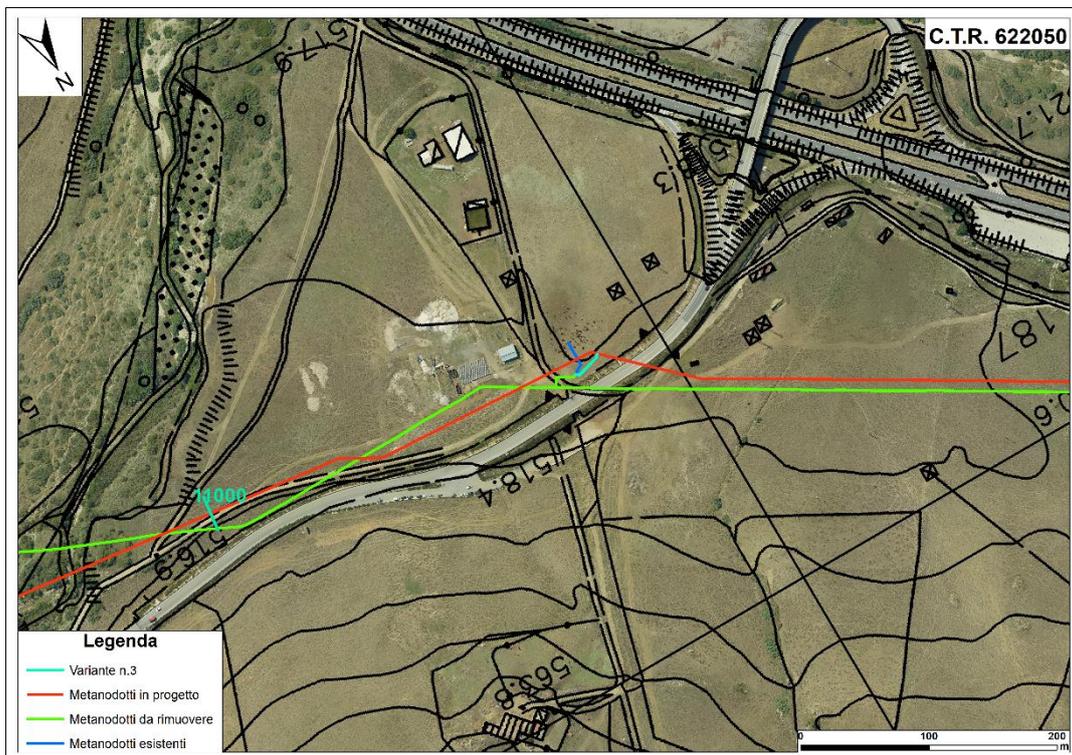
Fig. 5-E – Stralcio Carta dei dissesti

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2</b>				
<b>STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA</b>				
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-090	Foglio 21 di 52	Rev.:		N° Documento Cliente: RE-GEO-090
		00		

## 6 VARIANTE 3

### 6.1 Inquadramento geografico

La variante n.3 è situata a SO del centro abitato di Petralia Sottana (PA) e ricade all'interno del foglio n. 622050 "Ferrarello" della Carta Tecnica Regionale (CTR) Siciliana in scala 1:10.000 dell'Assessorato Regionale Territorio e Ambiente (Fig. 6-A). L'opera ha una lunghezza pari a 25 m circa e si stacca dall'intervento 4 del metanodotto in progetto alla progressiva chilometrica 11+330. Tale variante è resa necessaria per il ricollegamento al nuovo "Allacciamento DCM Srl DN 100 (4)", DP 75 bar", in località Casa Virga.



**Fig. 6-A – Ortofoto con sovrapposta CTR ed ubicazione della variante n.3**

### 6.2 Caratterizzazione geologica, geomorfologica e idrogeologica locale

Il metanodotto in progetto "Ricoll. All. DCM S.r.l. DN 100 (4)", DP 75 bar" attraversa il piede di un rilievo collinare, caratterizzato dai depositi alluvionali olocenici (bb), costituiti da sabbie medie e fini, con livelli di sabbie grossolane e ghiaie afferenti al fiume Imera Meridionale (Fig. 6-B).

STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-090	Foglio 22 di 52	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-GEO-090
		00				

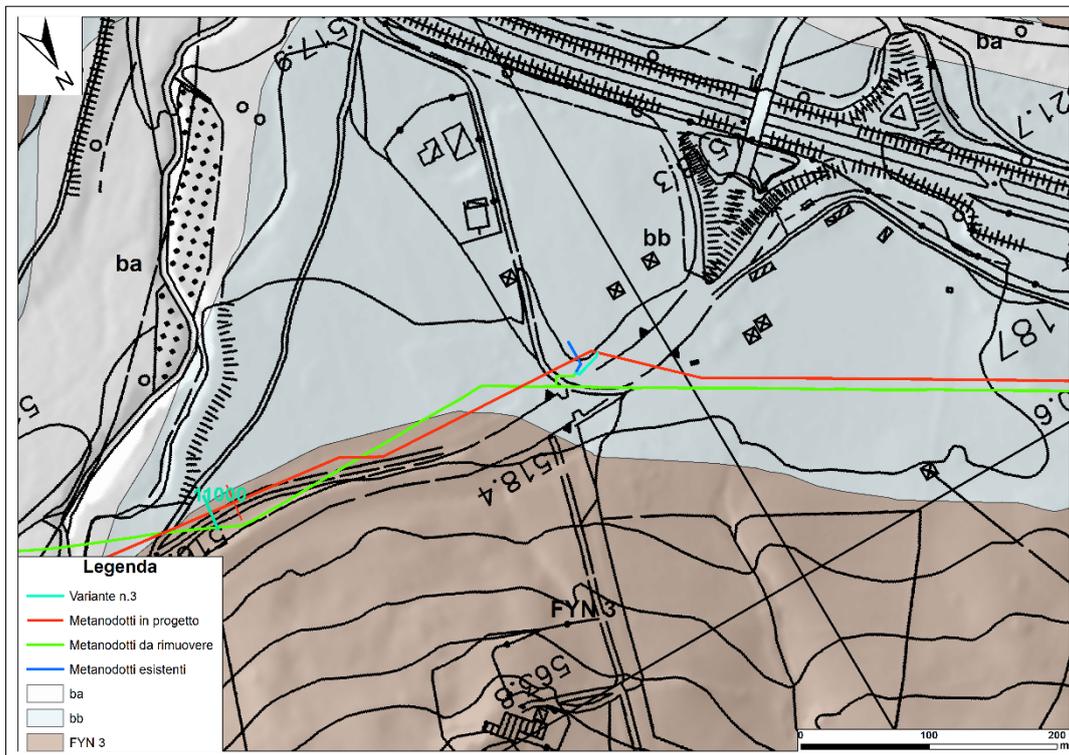


Fig. 6-B – Caratteri geologici dell'area relativa alla variante n.3

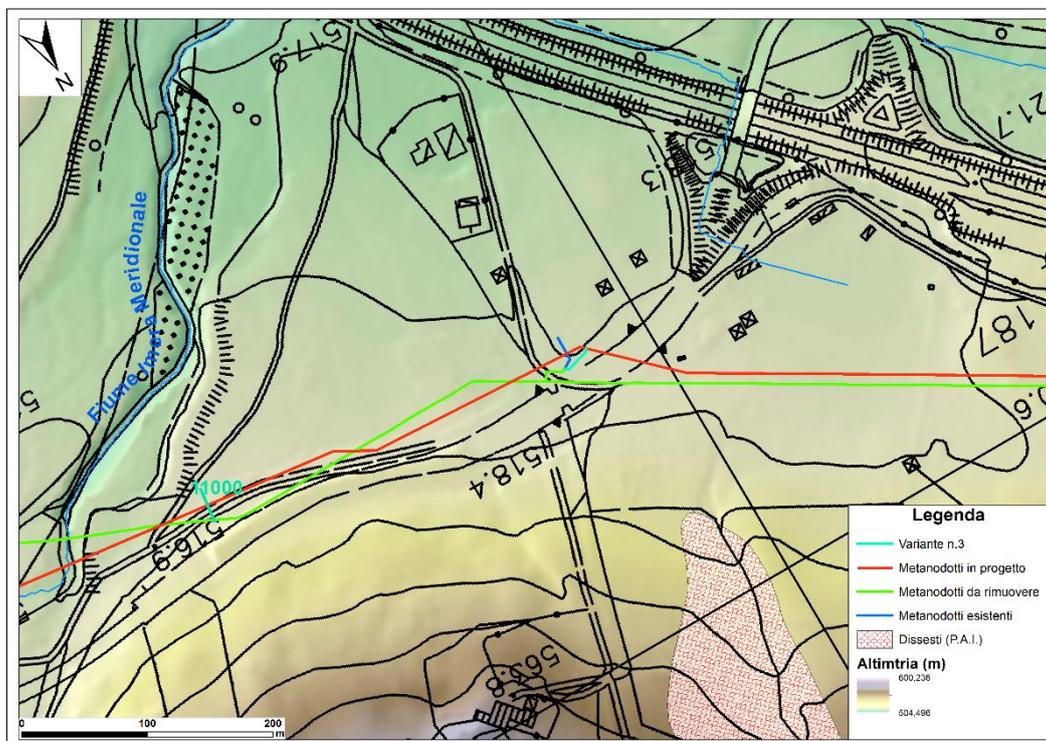


Fig. 6-C – Caratteri geomorfologici dell'area relativa alla variante n.3

## STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

N° Documento:

03858-PPL-RE-000-090

Foglio

23 di 52

Rev.:

00

N° Documento Cliente:

RE-GEO-090

Dal punto di vista idrogeologico, i terreni interessati dalla variante al metanodotto in progetto sono caratterizzati da una natura prevalentemente argillosa e/o argilloso-marnosa e presentano un coefficiente di permeabilità  $K$  compreso tra  $10^{-8} \div 10^{-9}$  m/s (Fig. 5-D).



**Fig. 6-D – Classi di permeabilità dell'area relativa alla variante n.3**

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2</b>					
<b>STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA</b>					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-090	Foglio 24 di 52	Rev.:			N° Documento Cliente: RE-GEO-090
		00			

### 6.3 Interferenze della variante con aree a rischio idrogeologico

Dalla consultazione delle aree censite nel Piano Stralcio d'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) si evince che la variante n.3 non ricade all'interno di alcuna area soggetta a fenomeni franosi, pertanto, come specificato nelle NTA del P.A.I. non è richiesto lo studio di compatibilità geomorfologica (Fig. 6-E).

La verifica delle interferenze con aree a rischio idrogeologico è stata estesa anche ai fenomeni franosi censiti dal Progetto I.F.F.I. (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia) e a quelli rilevati durante la fase di rilevamento geologico-geomorfologico, dalla cui consultazione non sono emerse criticità.

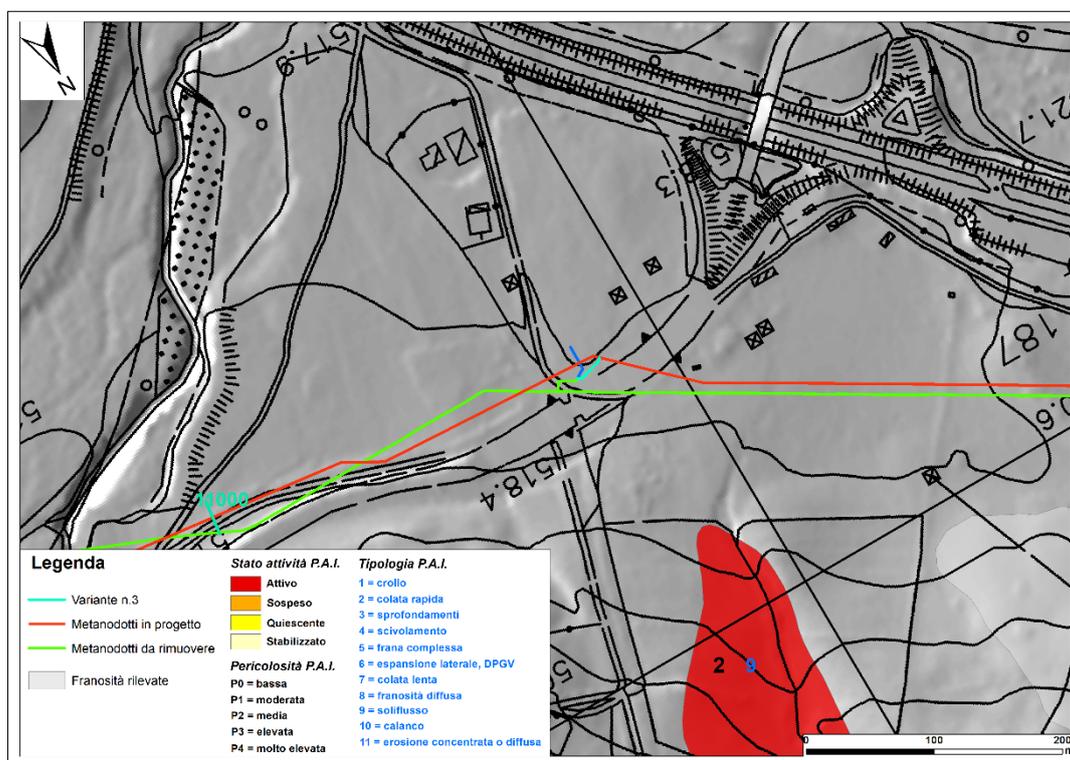


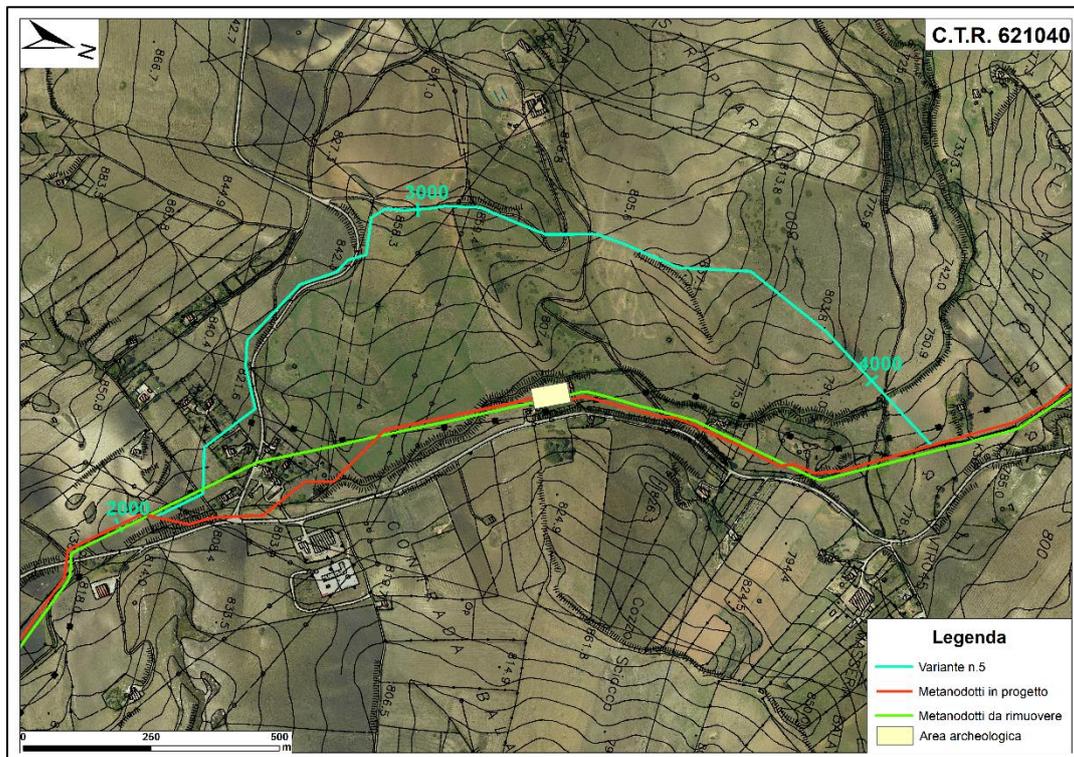
Fig. 6-E – Stralcio Carta dei dissesti

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2</b>					
<b>STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA</b>					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-090	Foglio 25 di 52	Rev.:			N° Documento Cliente: RE-GEO-090
		00			

## 7 VARIANTE 5

### 7.1 Inquadramento geografico

La variante n.5 è localizzata a SE del comune di Caltavuturo (PA) e ricade all'interno del foglio n. 621040 "Piombino" della Carta Tecnica Regionale (C.T.R.) Siciliana in scala 1:10.000 dell'Assessorato Regionale Territorio e Ambiente. L'opera si sviluppa per una lunghezza complessiva pari a 2,085 km circa ed interessa l'intervento n. 8 del tracciato di progetto tra la progressiva chilometrica 2+075 e il km 4+160 (Fig. 7-A). Tale variante si è resa necessaria a seguito della scoperta di un tratto dell'antica strada romana "Catina-Thermae" che collegava i comuni di Catania e di Termini Imerese, riemersa nel corso dei saggi archeologici preventivi realizzati nell'ambito dei lavori di "Rifacimento del Metanodotto Gagliano – Termini Imerese".



**Fig. 7-A - Ortofoto con sovrapposta CTR ed ubicazione della variante n.5**

## STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

N° Documento:

03858-PPL-RE-000-090

Foglio

26 di 52

Rev.:

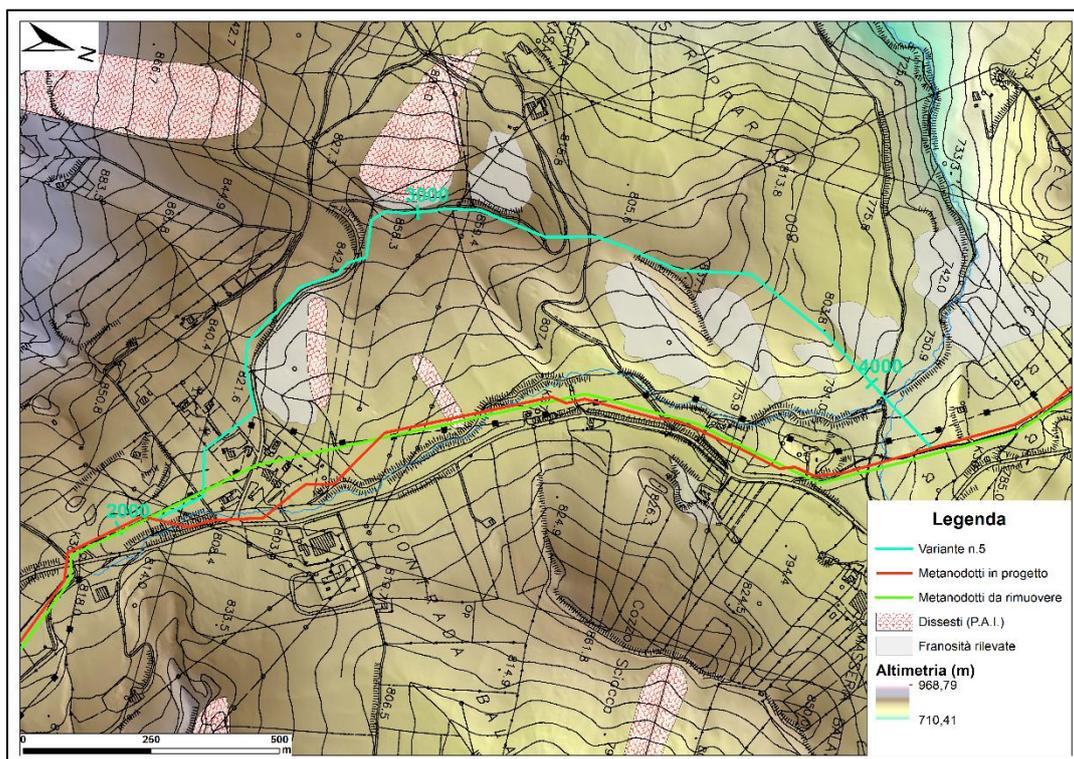
00

N° Documento Cliente:

RE-GEO-090

## 7.2 Caratterizzazione geologica, geomorfologica e idrogeologica locale

La variante in progetto ha inizio dalla progressiva chilometrica 2+075 dell'intervento 8 (v. PG-TP-100), attraversando nei primi 60 m la formazione Baucina (BAU, Messiniano Inferiore), costituita da biocalcareni, calciruditi e areniti calcareo-marnose, per poi salire di quota in direzione ONO lungo il versante orientale di un rilievo (Fig. 7-B), caratterizzato da pendenze comprese tra 5° e 20° e soggetto a fenomeni gravitativi, censiti dal P.A.I. e durante rilievi in campi, non interferiti dalla variante in progetto. Quest'ultima percorre fino alla progressiva chilometrica 2+745 la litofacies pelitico-argillosa della formazione Terravecchia (TRVc, Tortoniano Sup. – Messiniano Inf.), costituita da argille grigio-azzurre o brune, talora marnose, spesso siltose con intercalazioni di sabbie e sabbie argillose (Fig. 7-C). I sondaggi S104 e S105 eseguiti nell'area in esame, rispettivamente in corrispondenza del km 2+465 e del km 2+705, mostrano fino ad una profondità di circa 6,50 m terreni di natura limosa-argillosa all'interno dei quali sono presenti inclusi centimetrici di natura carbonatica; oltre tale profondità si rinvenivano depositi di tipo argilloso-limoso. La natura talvolta marnosa di tale formazione (TRVc) è avvalorata dai risultati del sondaggio ambientale S122 (km 2+215).

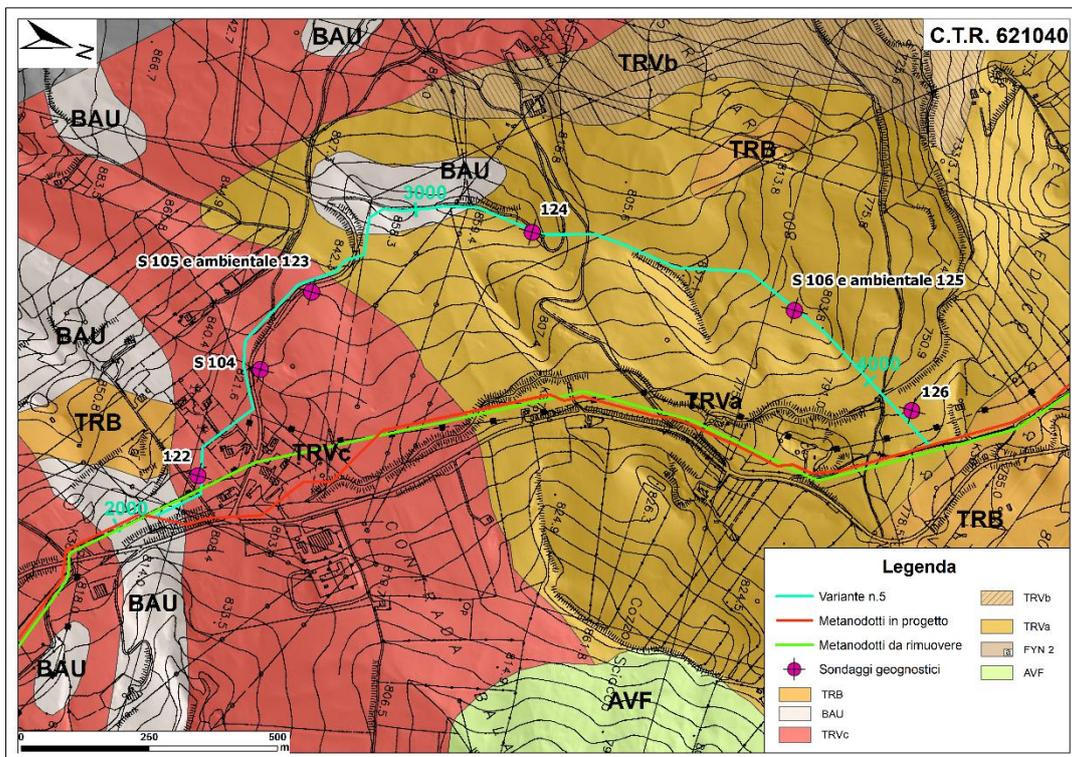


**Fig. 7-B – Caratteri geomorfologici dell'area relativa alla variante n.5**

La variante in progetto prosegue attraversando la litofacies conglomeratica della formazione Terravecchia (TRVa, Tortoniano Sup. – Messiniano Inf.), costituita da conglomerati rossastri a clasti eterometrici, ad eccezione di un tratto compreso tra il km 2+870 e il km 3+105 nel quale la condotta percorre la formazione Baucina (BAU) raggiungendo la quota di circa 860 m s.l.m. La variante dopo aver virato in direzione nord (km 2+935 circa) scende lungo il crinale del rilievo, i cui versanti sono caratterizzati dalla presenza di diversi fenomeni franosi (censiti dal PAI e cartografati durante la campagna di rilevamento geologico-

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2					
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-090	Foglio 27 di 52	Rev.:			N° Documento Cliente: RE-GEO-090
		00			

geomorfologico) classificati come aree ad erosione concentrata e deformazioni superficiali. In corrispondenza del km 3+675 circa la variante prosegue in direzione ENE, interferisce con il Torrente Vigne del Medico al km 4+045, il quale sarà superato mediante scavo a cielo aperto, per poi ricongiungersi all'originario tracciato in progetto in corrispondenza della progressiva km 4+160, attraversando la litofacies conglomeratica della formazione Terravecchia (TRVa, Tortoniano Sup. – Messiniano Inf). I caratteri litologico-stratigrafici desunti dai sondaggi eseguiti nell'area in esame (S124 al km 3+240, S106 al km 3+790 e S126 al km 4+095), mostrano terreni di natura ghiaiosa con ciottoli arrotondati di colore rossastro, afferenti alla litofacies conglomeratica della formazione Terravecchia (TRVa), i quali poggiano su marne e argille varicolori riconducibili alla sottostante formazione delle Argille Varicolori Inferiori (AVF), affiorante ad est rispetto all'area di intervento.



**Fig. 7-C – Caratteri geologici dell'area relativa alla variante n.5**

Dal punto di vista idrogeologico, i terreni argillosi della Formazione Terravecchia (TRVc) e le rocce calcaree della Formazione Baucina (BAU) presentano una permeabilità bassa rispettivamente per porosità e per fratturazione con un coefficiente di permeabilità  $K$  pari a  $10^{-8}$  m/s. I terreni conglomeratici della Formazione Terravecchia (TRVa), viceversa, sono caratterizzati da una permeabilità per porosità elevata caratterizzata da un coefficiente di permeabilità  $K > 10^{-2}$  m/s (Fig. 7-D).

## STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

N° Documento:

03858-PPL-RE-000-090

Foglio

28 di 52

Rev.:

00

N° Documento Cliente:

RE-GEO-090

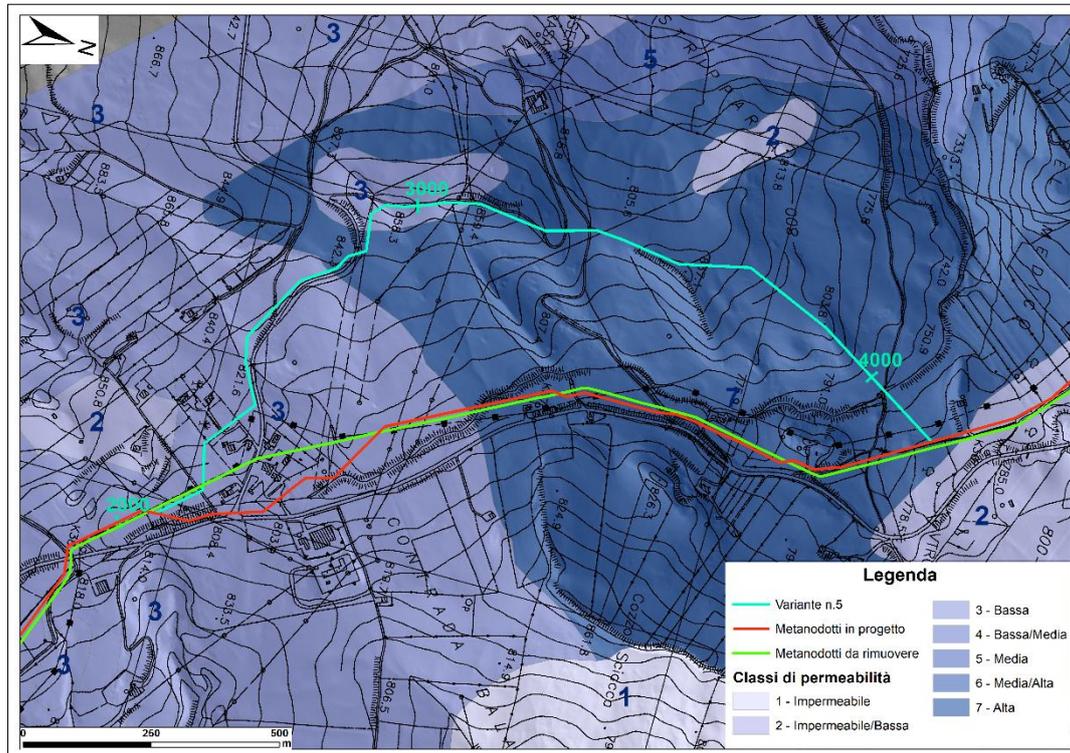


Fig. 7-D - Classi di permeabilità dell'area relativa alla variante n.5

### 7.3 Interferenze della variante con aree a rischio idrogeologico

Dalla consultazione delle aree soggette a rischio idrogeologico, censite sia dal Piano Stralcio d'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) della regione Sicilia sia dal progetto I.F.F.I. (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia) dell'ISPRA, è emerso che la variante in progetto non interferisce con alcuna delle aree soggette a pericolosità e rischio geomorfologico, nonché a pericolosità e rischio idraulico.

Tuttavia, a seguito del rilievo geologico-geomorfologico eseguito, è stato osservato che la strada ubicata a valle del tratto in variante compreso tra il km 2+400 e il km 2+730 circa, risulta dissestata a causa del richiamo delle deformazioni superficiali lente che interessano il versante orientale del rilievo collinare (Fig. 7-E).

Pertanto al fine della messa in sicurezza del tratto della condotta, a monte dei movimenti gravitativi, il cui stato evolutivo nel lungo termine potrebbe destabilizzare le attuali condizioni morfologiche del sito in esame, si è proceduto nell'eseguire delle verifiche di stabilità del versante.

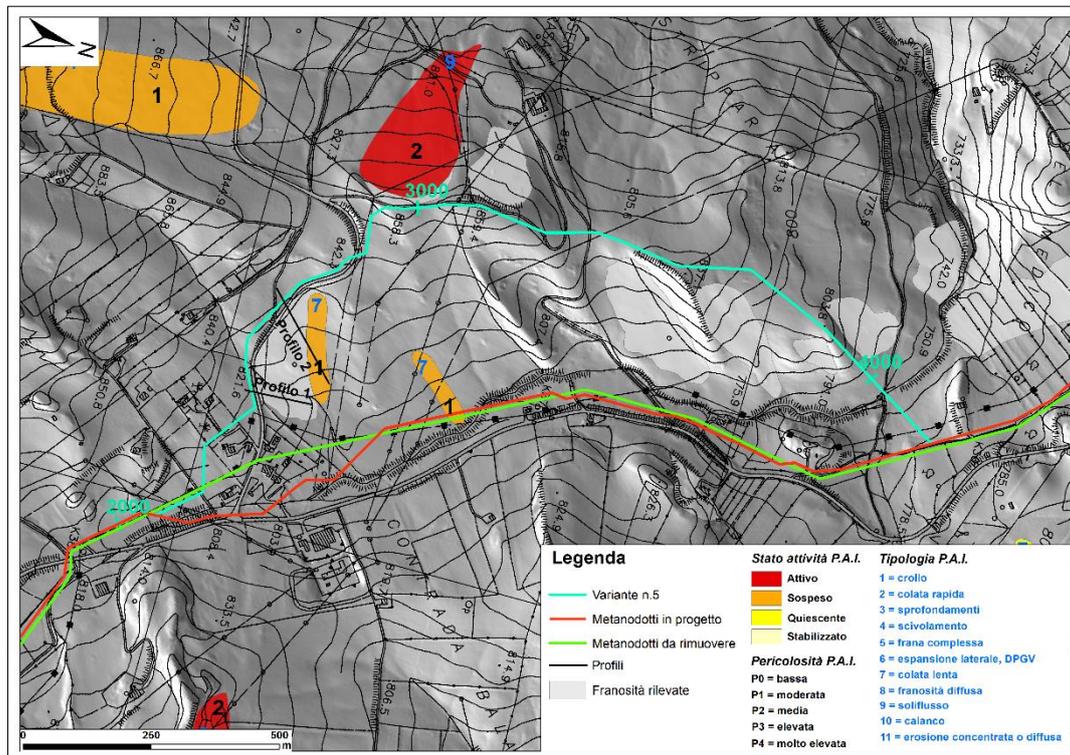


Fig. 7-E – Stralcio carta dei dissesti

#### 7.4 Verifica di compatibilità geomorfologica

Trattandosi di opere a sviluppo lineare, le verifiche di stabilità sono state condotte laddove il contesto geologico – geomorfologico risulta vulnerabile nei confronti di fenomeni di dissesto in atto o di potenziale sviluppo.

L'analisi di stabilità consiste nella ricerca della superficie di scorrimento rilevata o verosimilmente riscontrabile nel pendio di studio o che potrebbe svilupparsi in funzione della natura geologica – geomorfologica dell'area con l'individuazione delle zone a "resistenza" minore, al fine di confrontare il fattore di sicurezza espresso con quello richiesto dalla normativa vigente.

La potenziale superficie di scorrimento viene ricostruita in funzione della geometria del pendio, delle caratteristiche stratigrafiche e geotecniche del sottosuolo e dei coefficienti sismici, come previsto dalle NTC del 2018.

Le verifiche svolte riguardano la stabilità globale del versante, eseguite sulla sezione più cautelativa dal punto di vista della sicurezza, rappresentata dalla direzione di massima pendenza del sito (condizione più sfavorevole) e/o dalla zona dove sono state riscontrate le maggiori criticità geomorfologiche.

Per i profili considerati le verifiche sono state eseguite in condizioni non drenate e in condizioni drenate.

Si riporta in allegato la verifica con il coefficiente di sicurezza minimo tra la condizione non drenata e la condizione drenata.

In caso di verifica negativa, l'eventuale efficacia degli interventi di stabilizzazione, richiesti per carenza delle condizioni di sicurezza attese, sarà verificata mediante un'analisi post-operam che permette di determinare l'azione stabilizzante offerta dall'intervento in progetto.

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2</b>						
<b>STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA</b>						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-090	Foglio 30 di 52	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-GEO-090
		00				

Le elaborazioni sono state eseguite utilizzando il programma *Stap 14.0*, prodotto dalla "Aztec", un programma per l'analisi di stabilità dei pendii in terra con i metodi dell'Equilibrio Limite (Fellenius, Bishop, Janbu, Bell, Sarma, Spencer, Morgenstern e Price). Il software consente di analizzare sia superfici di rottura circolari che di forma generica, in presenza di falda, sisma e terreno pluristratificato. Le caratteristiche geometriche del pendio, gli elementi ad esso connessi (sovraccarichi, opere di sostegno, sollecitazioni sismiche) ed i parametri geotecnici del terreno possono essere inseriti e modificati all'interno dell'area di lavoro.

Le ulteriori ipotesi adottate a riguardo del metodo di calcolo, sono di seguito specificate:

- sono state considerate sia superfici di scorrimento generiche sia di forma circolare che approssimano l'intero corpo di frana cartografato;
- il metodo di calcolo utilizzato nelle analisi di stabilità è quello proposto da Janbu, un procedimento che si basa sul metodo dell'equilibrio limite e che consente di analizzare la stabilità di un pendio con superficie di scorrimento di forma circolare e generica;
- le superfici sono state analizzate sia in condizioni statiche sia in condizioni sismiche.

Inoltre le superfici sono state analizzate per i casi:

- Pendio naturale [PC] - Parametri caratteristici;
- Fronte di scavo [A2-M2] - Parametri di progetto;
- Sisma orizzontale e Sisma verticale (verso il basso e verso l'alto).

Il Fattore di Sicurezza minimo ritenuto accettabile per garantire le condizioni di sicurezza dei versanti interessati dalla realizzazione del progetto, in considerazione del buon livello di conoscenze raggiunto, dell'affidabilità dei dati disponibili e del modello di calcolo adottato, è pari a **1,2 in condizioni sismiche (1,1 in condizioni statiche)** (Tab. 7-A).

**Tab. 7-A – Valori del Fattore di Sicurezza correlati alla stabilità dei versanti**

<b>Valori del Fattore di Sicurezza e stabilità dei versanti</b>		
<b>Fs &lt; 1</b> <i>Versante instabile</i>	<b>1 &lt; Fs &lt; 1,2</b> <i>Versante in precaria stabilità</i>	<b>Fs &gt; 1,2</b> <i>Versante stabile in condizioni sismiche</i>

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2</b>						
<b>STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA</b>						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-090	Foglio 31 di 52	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-GEO-090
		00				

#### 7.4.1. Profilo n.1

##### 7.4.1.1 *Modello geologico – geotecnico*

Lo schema geologico di partenza, utilizzato nella verifica di stabilità, è basato sul modello di un pendio con 2 strati, ottenuto sintetizzando i risultati del rilevamento geologico e delle indagini svolte, come di seguito descritto:

- **Orizzonte 1:** *Coltre costituita da limo argilloso debolmente marnoso, fino alla profondità variabile di circa 6 m dal p.c.*
- **Orizzonte 2:** *argilla limosa a buona consistenza*

La geometria e gli spessori degli orizzonti stratigrafici, visibili nella sezione in Allegato 1 al presente documento, sono stati ricostruiti sulla base della cartografia disponibile, del rilevamento geologico e dei risultati delle indagini svolte.

Nella verifica di stabilità sono stati inseriti i seguenti parametri geotecnici, desunti dalla bibliografia disponibile e dalle indagini svolte nei pressi della sezione (sondaggio S104 + relative prove geotecniche di laboratorio su campioni indisturbati prelevati sul medesimo sondaggio), i cui risultati sono visibili nell'Annesso 1 allegato al presente studio.

La verifica è stata eseguita in condizioni non drenate e in condizioni drenate.

Si precisa che, essendo stato rilevato un movimento gravitativo nell'area in esame, per il primo orizzonte stratigrafico sono stati cautelativamente ridotti i parametri geotecnici  $c'$  e  $\Phi'$ , in modo tale da essere rappresentativi delle condizioni residue.

I parametri geotecnici dei terreni affioranti nell'area di studio sono di seguito riportati:

- ***Orizzonte 1 (spessore circa 6 m)***  
Peso di volume  $\gamma = 18,7 \text{ kN/m}^3$   
Peso di volume saturo  $\gamma_s = 19,1 \text{ kN/m}^3$   
Angolo d'attrito  $\Phi' = 12^\circ$   
Coesione drenata  $c' = 10 \text{ kPa}$   
Resistenza non drenata  $C_u = 150,00 \text{ kPa}$
- ***Orizzonte 2***  
Peso di volume  $\gamma = 19,5 \text{ kN/m}^3$   
Peso di volume saturo  $\gamma_s = 20,1 \text{ kN/m}^3$   
Angolo d'attrito  $\Phi' = 20^\circ$   
Coesione drenata  $c' = 31 \text{ kPa}$   
Resistenza non drenata  $C_u = 243,00 \text{ kPa}$

Come parametri sismici di input sono stati considerati:

- **Categoria di sottosuolo C** (ricavata dalla prospezione MASW)
- **Categoria Topografica T1** (pendenza del versante minore di  $15^\circ$ )

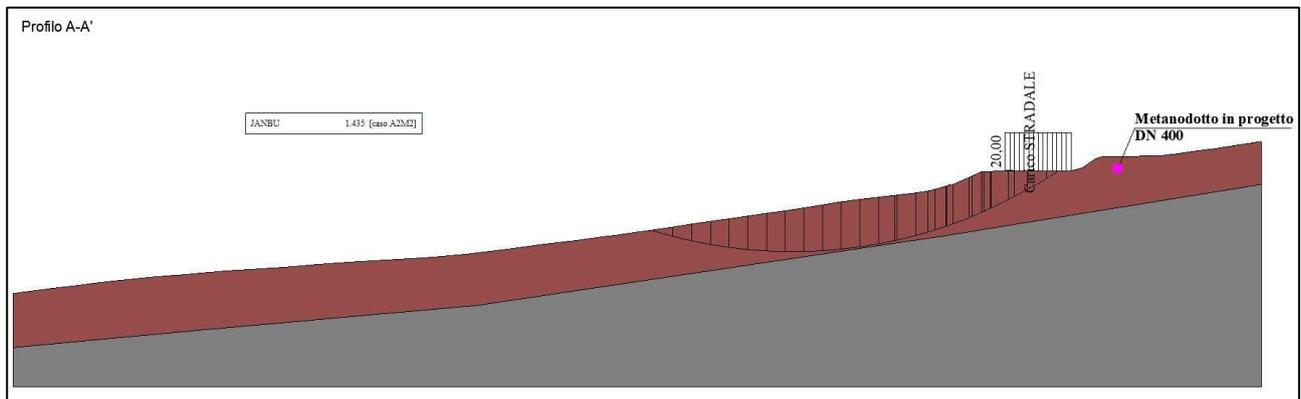
<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2</b>					
<b>STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA</b>					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-090	Foglio di 32 di 52	Rev.:			N° Documento Cliente: RE-GEO-090
		00			

#### 7.4.1.2 Verifica di stabilità del versante

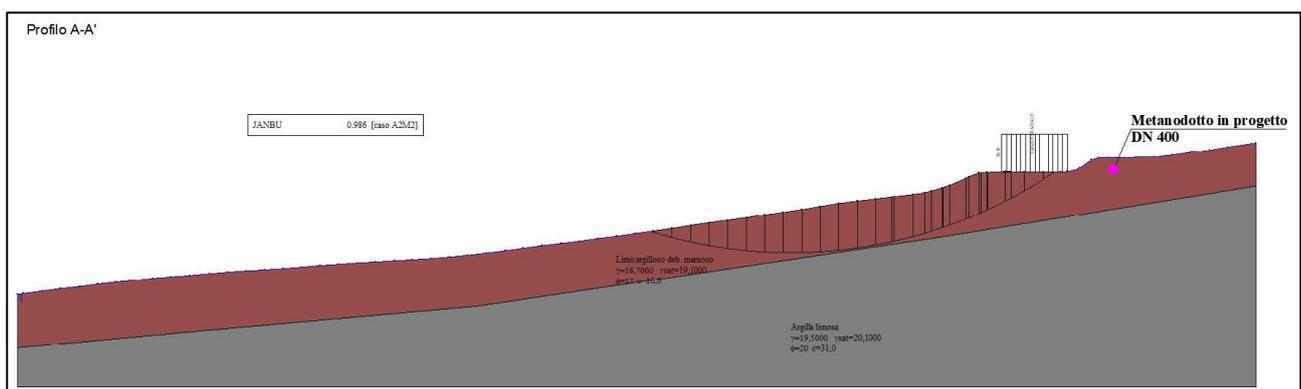
La verifica di stabilità è stata eseguita nel settore dove sono state rilevate le maggiori criticità geomorfologiche.

Dallo studio di stabilità ante-operam in condizioni dinamiche sono stati ottenuti i seguenti risultati:

- 1) nel caso di assenza di falda acquifera (condizione rappresentativa dei periodi privi di precipitazioni meteoriche), il versante in esame risulta essere stabile, in quanto il fattore di sicurezza **Fs** è maggiore di **1,2 (Fs = 1,435)** (Fig. 7-F);
- 2) nel caso ipotizzato di falda al p.c., il versante in esame non risulta essere stabile secondo la normativa vigente, in quanto il fattore di sicurezza **Fs** è minore di **1,2 (Fs = 0,986)** (Fig. 7-G).



**Fig. 7-F - Sezioni di verifica in assenza di falda**

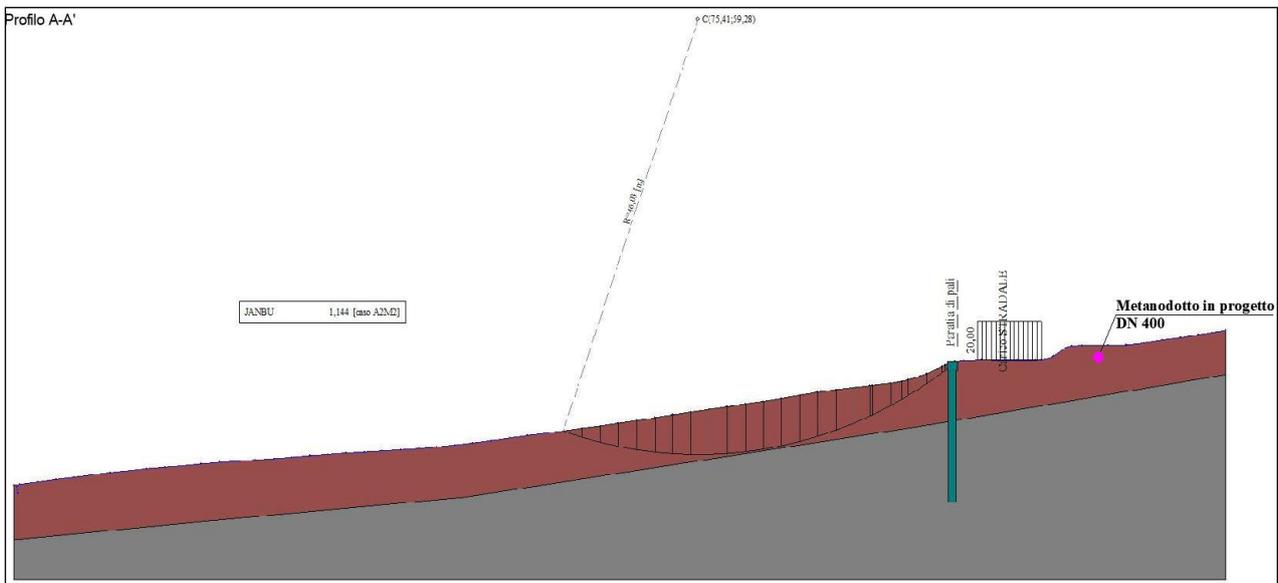


**Fig. 7-G - Sezioni di verifica in presenza di falda al p.c.**

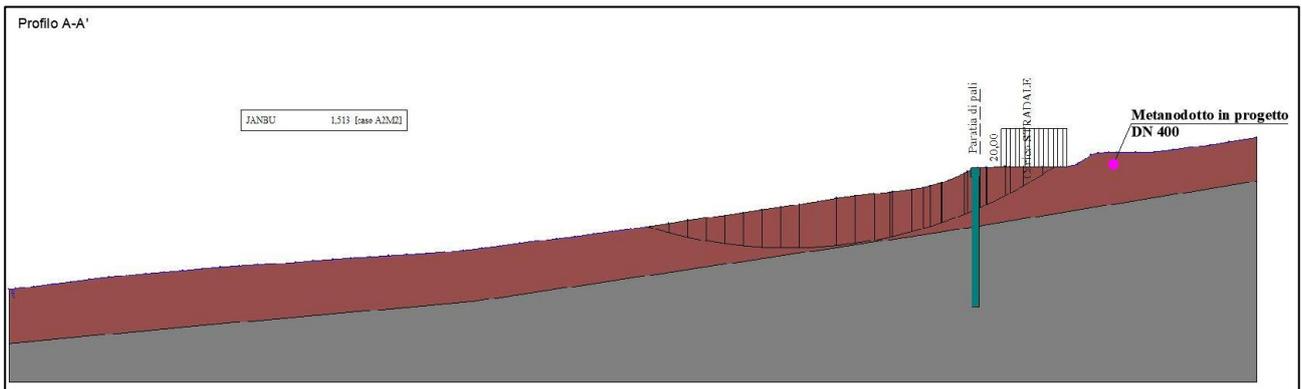
<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2</b>						
<b>STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA</b>						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-090	Foglio 33 di 52	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-GEO-090
		00				

Dallo studio di stabilità *post-operam* in condizioni dinamiche e nel caso di saturazione della coltre (condizione rappresentativa dei periodi con precipitazioni meteoriche estreme), inserendo una paratia di pali subito a valle della strada, è stato desunto quanto segue:

- il versante in esame non risulta essere stabile nella zona a valle della paratia (Fig. 7-H), mentre non risultano superfici di scorrimento con fattori di sicurezza **Fs** minore di **1,2** (**Fs = 1,513**) che intersecano la paratia, dunque la variante in progetto si trova in condizioni di sicurezza (Fig. 7-I).



**Fig. 7-H - Sezione di verifica con superficie di scorrimento non intersecante la paratia in progetto (Fs = 1,144)**



**Fig. 7-I - Sezione di verifica con superficie di scorrimento intersecante la paratia in progetto (Fs = 1,513)**

Per ulteriori approfondimenti si rimanda alla relazione di calcolo in Allegato 1 al presente documento.

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2</b>						
<b>STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA</b>						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-090	Foglio 34 di 52	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-GEO-090
		00				

#### 7.4.1.3 *Compatibilità della variante in progetto con il movimento gravitativo*

La variante al metanodotto in progetto percorre il crinale di un versante, il cui settore orientale è caratterizzato da deformazioni superficiali lente, che non interferiscono direttamente con l'opera in progetto, ma nel tempo un arretramento di tali dissesti potrebbe incidere sulla sicurezza della condotta, pertanto è stata eseguita a scopo cautelativo la verifica di stabilità del versante.

La variante risulta essere compatibile con il contesto geomorfologico al contorno, in quanto a valle, in corrispondenza dei fenomeni gravitativi osservati e censiti, è previsto un intervento di stabilizzazione mediante la posa in opera di una paratia di pali. Inoltre sono previste opere di sostegno quali palizzate (vedi Doc. n. ST1392 – Palizzate) posizionate a monte della strada e opere di drenaggio quali letti di posa drenante (vedi Doc. n. ST1383 – Letto di Posa Drenante) allo scopo di drenare le acque che da monte andrebbero ad imbibire il corpo di frana.

#### 7.4.2. Profilo n.2

##### 7.4.2.1 *Modello geologico – geotecnico*

Lo schema geologico di partenza utilizzato nella verifica di stabilità, è basato sul modello di un pendio con 2 strati, ottenuto sintetizzando i risultati del rilevamento geologico e delle indagini svolte, come di seguito descritto:

- **Orizzonte 1**: *Coltre costituita da limo argilloso debolmente marnoso, fino alla profondità variabile di circa 6 m dal p.c.*
- **Orizzonte 2**: *argilla limosa a media consistenza*

La geometria e gli spessori degli orizzonti stratigrafici, visibili nella sezione in Allegato 2 al presente documento, sono stati ricostruiti sulla base della cartografia disponibile, del rilevamento geologico e dei risultati delle indagini svolte.

Nella verifica di stabilità sono stati inseriti i seguenti parametri geotecnici, desunti dalla bibliografia disponibile e dalle indagini svolte nei pressi della sezione (sondaggio S105 + relative prove geotecniche di laboratorio su campioni indisturbati prelevati dal medesimo sondaggio), i cui risultati sono visibili nell'Annesso 1 allegato al presente studio.

La verifica è stata eseguita in condizioni non drenate e in condizioni drenate.

Nel caso in esame è stata riscontrata una falda alla profondità di circa 6,00 m dal p.c..

Si precisa che, essendo stato rilevato un movimento gravitativo nell'area in esame, per il primo orizzonte stratigrafico sono stati cautelativamente ridotti i parametri geotecnici.

I parametri geotecnici dei terreni affioranti nell'area di studio sono di seguito riportati:

- **Orizzonte 1 (spessore circa 6 m)**  
Peso di volume  $\gamma = 20,0 \text{ kN/m}^3$   
Peso di volume saturo  $\gamma_s = 20,9 \text{ kN/m}^3$   
Angolo d'attrito  $\Phi' = 16^\circ$   
Coesione drenata  $c' = 12 \text{ kPa}$   
Resistenza non drenata  $C_u = 125,00 \text{ kPa}$

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2</b>						
<b>STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA</b>						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-090	Foglio 35 di 52	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-GEO-090
		00				

- **Orizzonte 2**

Peso di volume  $\gamma = 19,6 \text{ kN/m}^3$

Peso di volume saturo  $\gamma_s = 20,7 \text{ kN/m}^3$

Angolo d'attrito  $\Phi' = 19^\circ$

Coesione drenata  $c' = 27 \text{ kPa}$

Resistenza non drenata  $C_u = 162,00 \text{ kPa}$

Come parametri sismici di input sono stati considerati:

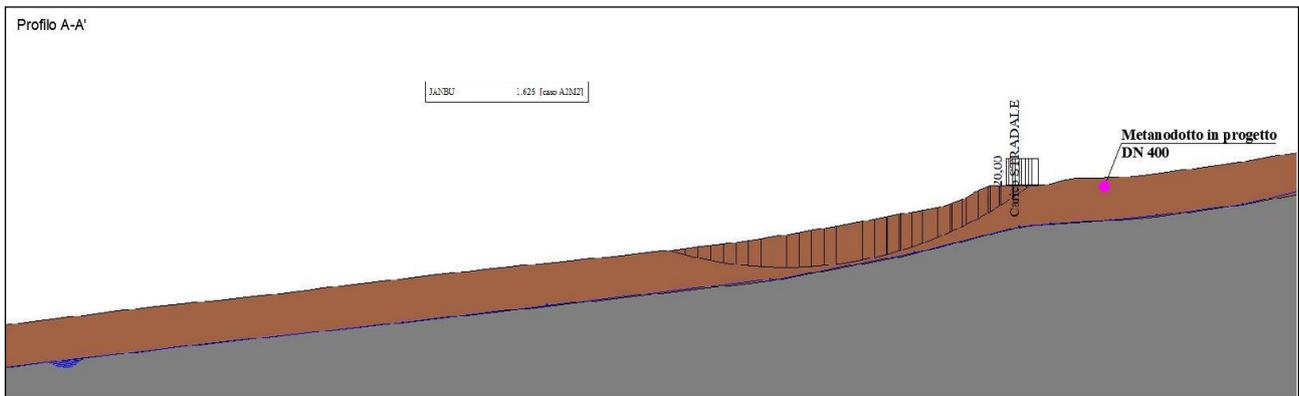
- **Categoria di sottosuolo C** (ricavata dalla prospezione MASW)
- **Categoria Topografica T1** (pendenza del versante minore di  $15^\circ$ )

#### 7.4.2.2 Verifica di stabilità del versante

La verifica di stabilità è stata eseguita nel settore dove sono state rilevate le maggiori criticità geomorfologiche.

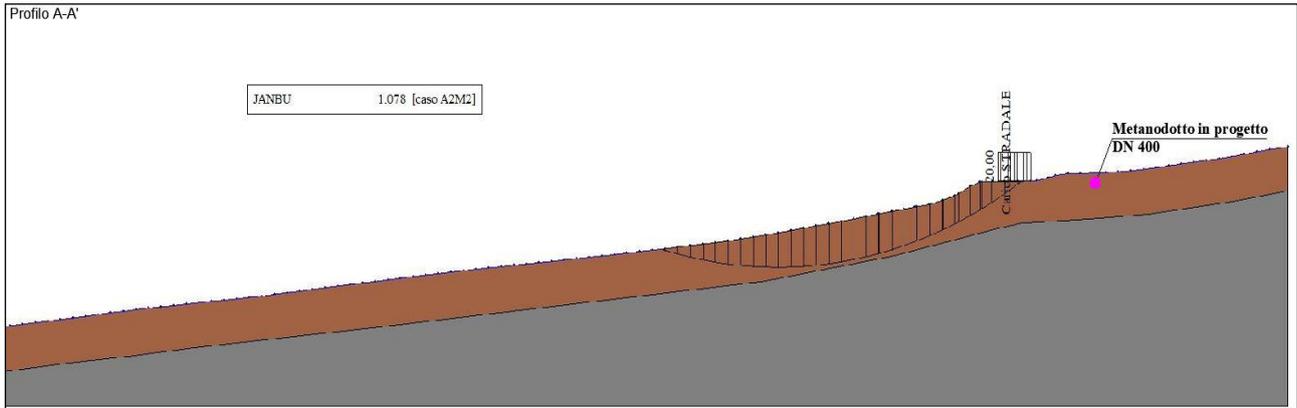
Dallo studio di stabilità ante-operam in condizioni dinamiche sono stati ottenuti i seguenti risultati:

- 1) nel caso di falda acquifera alla profondità di 6,00 m (condizione rappresentativa dei periodi con scarse precipitazioni meteoriche), il versante in esame risulta essere stabile, in quanto il fattore di sicurezza **Fs** è maggiore di **1,2 (Fs = 1,626)** (Fig. 7-J);
- 2) nel caso ipotizzato di falda al p.c., il versante in esame non risulta essere stabile secondo la normativa vigente, in quanto il fattore di sicurezza **Fs** è minore di **1,2 (Fs = 1,078)** (Fig. 7-K).



**Fig. 7-J – Sezioni di verifica in assenza di falda**

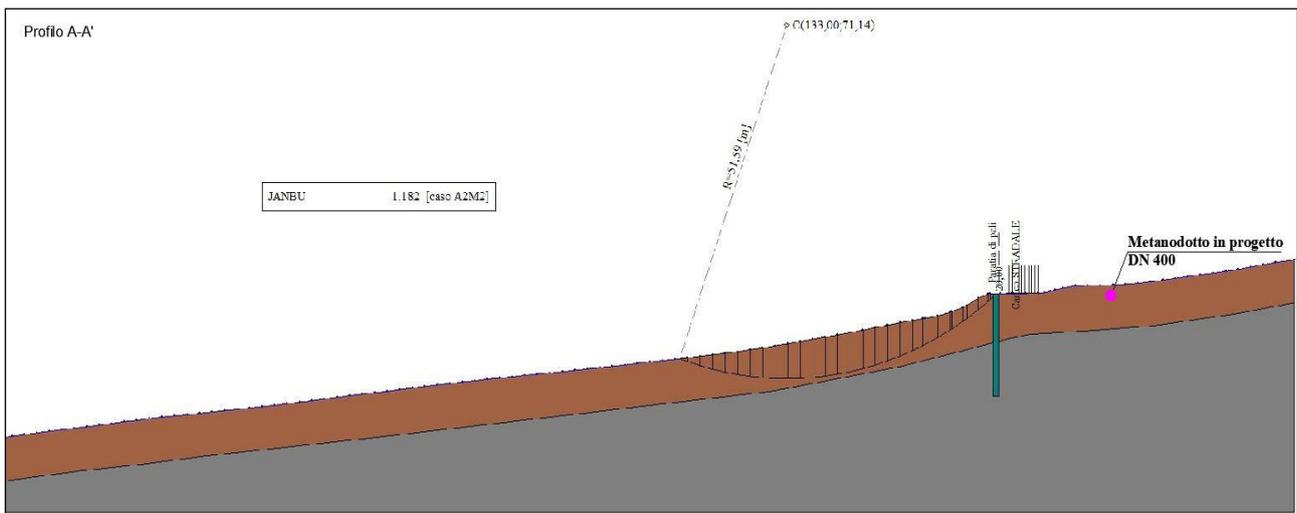
<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2</b>					
<b>STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA</b>					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-090	Foglio di 36 di 52	Rev.:			N° Documento Cliente: RE-GEO-090
		00			



**Fig. 7-K - Sezioni di verifica in assenza di falda dal p.c.**

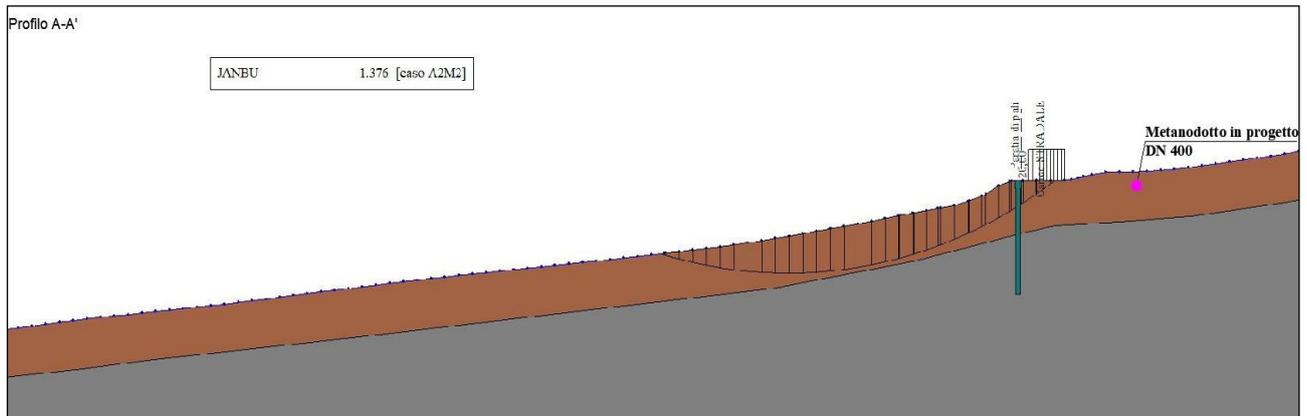
Dallo studio di stabilità *post-operam* in condizioni dinamiche e nel caso di saturazione della coltre/corpo di frana (condizione rappresentativa dei periodi con precipitazioni meteoriche estreme), inserendo una paratia di pali subito a valle della strada, è stato desunto quanto segue:

- il versante in esame non risulta essere stabile nella zona a valle della paratia (Fig. 7-L), mentre non risultano superfici di scorrimento con fattori di sicurezza **F<sub>s</sub>** minore di **1,2 (F<sub>s</sub> = 1,376)** che intersecano la paratia, dunque la variante in progetto si trova in condizioni di sicurezza (Fig. 7-MFig. 7-L).



**Fig. 7-L - Sezione di verifica con superficie di scorrimento non intersecante la paratia in progetto (F<sub>s</sub> = 1,182)**

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2</b>					
<b>STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA</b>					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-090	Foglio 37 di 52	Rev.:			N° Documento Cliente: RE-GEO-090
		00			



**Fig. 7-M - Sezione di verifica con superficie di scorrimento intersecante la paratia in progetto ( $F_s = 1,376$ )**

Per ulteriori approfondimenti si rimanda alla relazione di calcolo in Allegato 2 al presente documento.

#### 7.4.2.3 *Compatibilità della variante in progetto con il movimento gravitativo*

La variante al metanodotto in progetto percorre il crinale di un versante, il cui settore orientale è caratterizzato da un'area censita dal P.A.I. come colamento lento a pericolosità moderata (P1) e da fenomeni gravitativi superficiali (rilevati in campo), che non interferiscono direttamente con l'opera in progetto, ma nel tempo un arretramento di tali dissesti potrebbe incidere sulla sicurezza della condotta, pertanto è stata eseguita a scopo cautelativo la verifica di stabilità del versante.

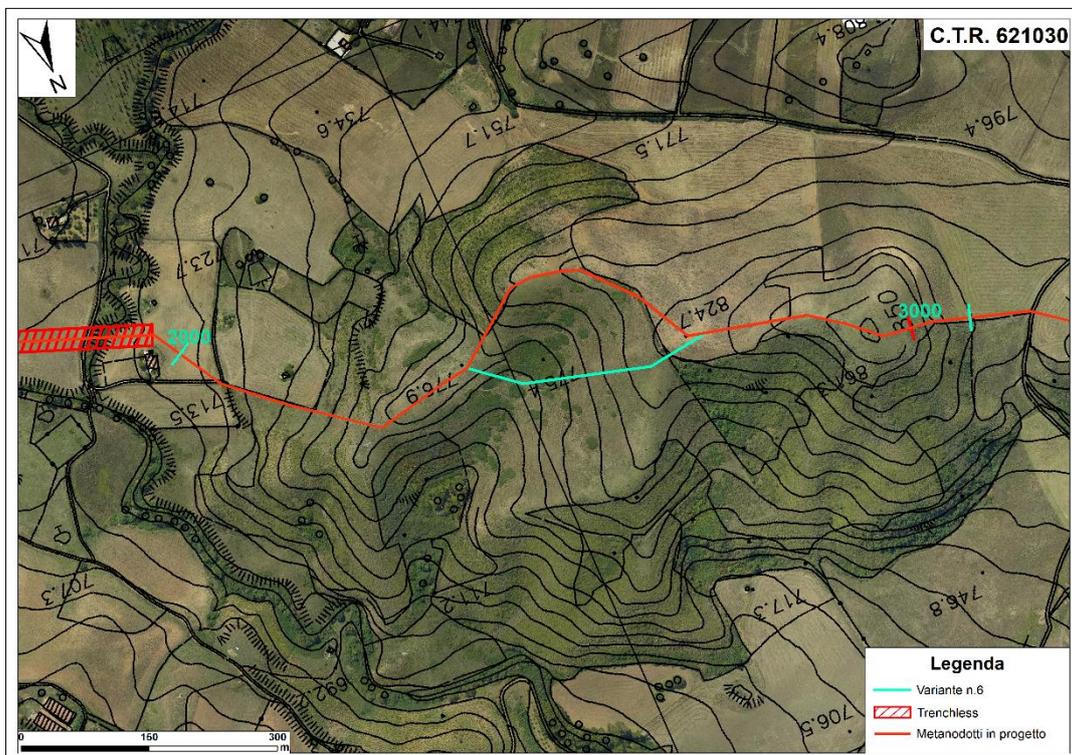
La variante risulta essere compatibile con il contesto geomorfologico al contorno, in quanto a valle del tracciato in progetto, in corrispondenza dei fenomeni gravitativi osservati e censiti, è previsto un intervento di stabilizzazione mediante la posa in opera di una paratia di pali. Inoltre sono previste opere di sostegno quali palizzate (vedi Doc. n. ST1392 – Palizzate) posizionate a monte della strada e opere di drenaggio quali letti di posa drenante (vedi Doc. n. ST1383 – Letto di Posa Drenante) allo scopo di drenare le acque che da monte andrebbero ad imbibire il corpo di frana.

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2</b>					
<b>STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA</b>					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-090	Foglio 38 di 52	Rev.:			N° Documento Cliente: RE-GEO-090
		00			

## 8 VARIANTE 6

### 8.1 Inquadramento geografico

La variante n.6 è localizzata a SSE del comune di Caltavuturo (PA) e ricade all'interno del foglio n. 621030 "Pizzo Comune" della Carta Tecnica Regionale (C.T.R.) Siciliana in scala 1: 10.000 dell'Assessorato Regionale Territorio e Ambiente. L'opera si sviluppa per una lunghezza complessiva pari a 295 m circa ed interessa l'intervento n. 9 del tracciato di progetto ed in particolare tra la progressiva chilometrica 2+365 e il km 2+660 (Fig. 7-A). Tale variante si è resa necessaria al fine di mantenere la distanza di sicurezza dalla pala eolica Amuni Srl.

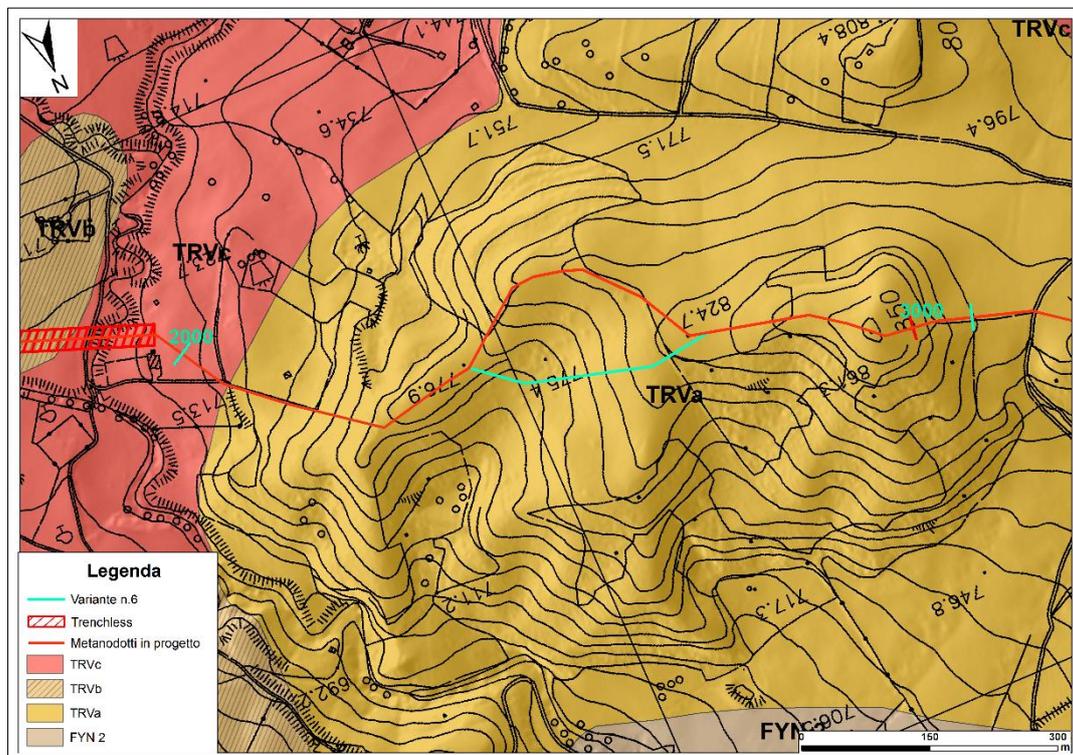


**Fig. 8-A - Ortofoto con sovrapposta CTR ed ubicazione della variante n.6**

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2</b>					
<b>STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA</b>					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-090	Foglio 39 di 52	Rev.:			N° Documento Cliente: RE-GEO-090
		00			

## 8.2 Caratterizzazione geologica, geomorfologica e idrogeologica locale

La variante in progetto, di lunghezza complessiva pari a 295 m, ha inizio dalla progressiva chilometrica 2+365 dell'intervento 9 (v. PG-TP-100), attraversando per tutta la sua estensione la litofacies conglomeratica della formazione Terravecchia (TRV, Tortoniano Sup. – Messiniano Inf.), caratterizzata da conglomerati rossastri a clasti eterometrici di natura sia sedimentaria, costituiti in prevalenza da arenarie del Flysch Numidico e da calcari mesozoici, sia metamorfica di vario grado, stratificati in grossi banchi (Fig. 8-B). La variante in progetto, al fine di porsi a distanza di sicurezza dalle pale eoliche situate sulla cresta del versante, scende leggermente di quota, attraversando per circa 70 m l'impluvio del rilievo, caratterizzato da pendenze comprese tra 10° e 25°, per poi salire di quota in direzione ONO e riposizionarsi sulla cresta del versante in corrispondenza della progressiva chilometrica 2+660 (Fig. 8-C).



**Fig. 8-B – Caratteri geologici dell'area relativa alla variante n.6**

STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-090	Foglio di 40 di 52	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-GEO-090
		00				

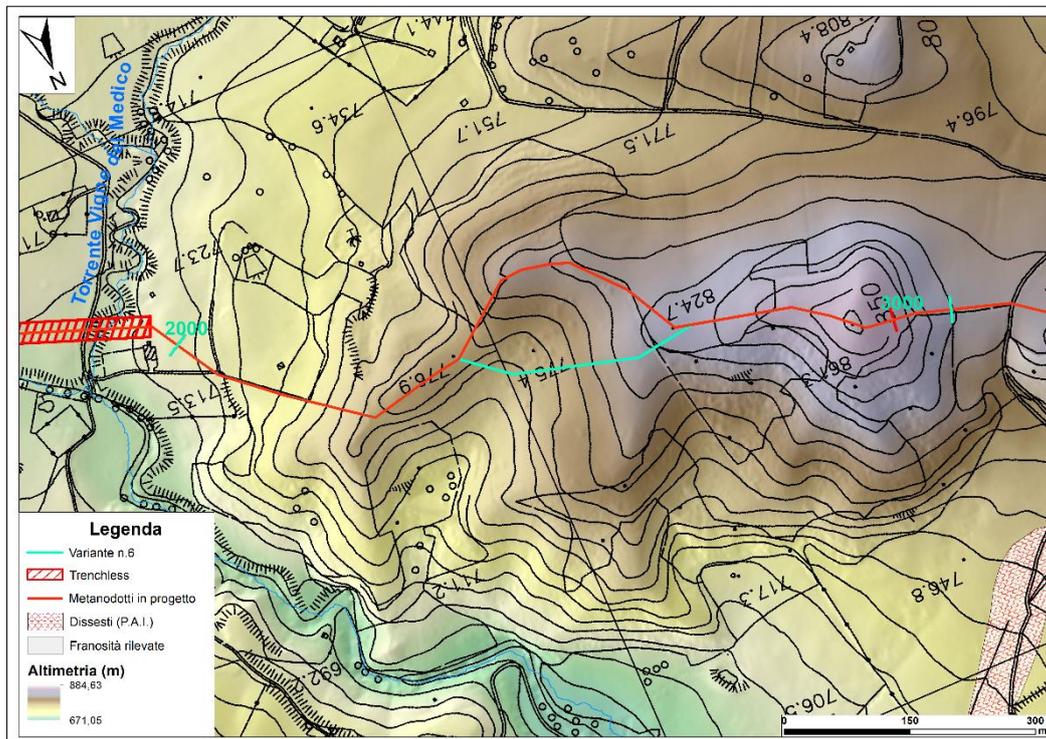


Fig. 8-C – Caratteri geomorfologici dell’area relativa alla variante n.6

Dal punto di vista idrogeologico, i terreni argillosi della Formazione Terravecchia (TRVc) presentano una permeabilità bassa per porosità con un coefficiente di permeabilità K pari a  $10^{-8}$  m/s (Fig. 8-D).

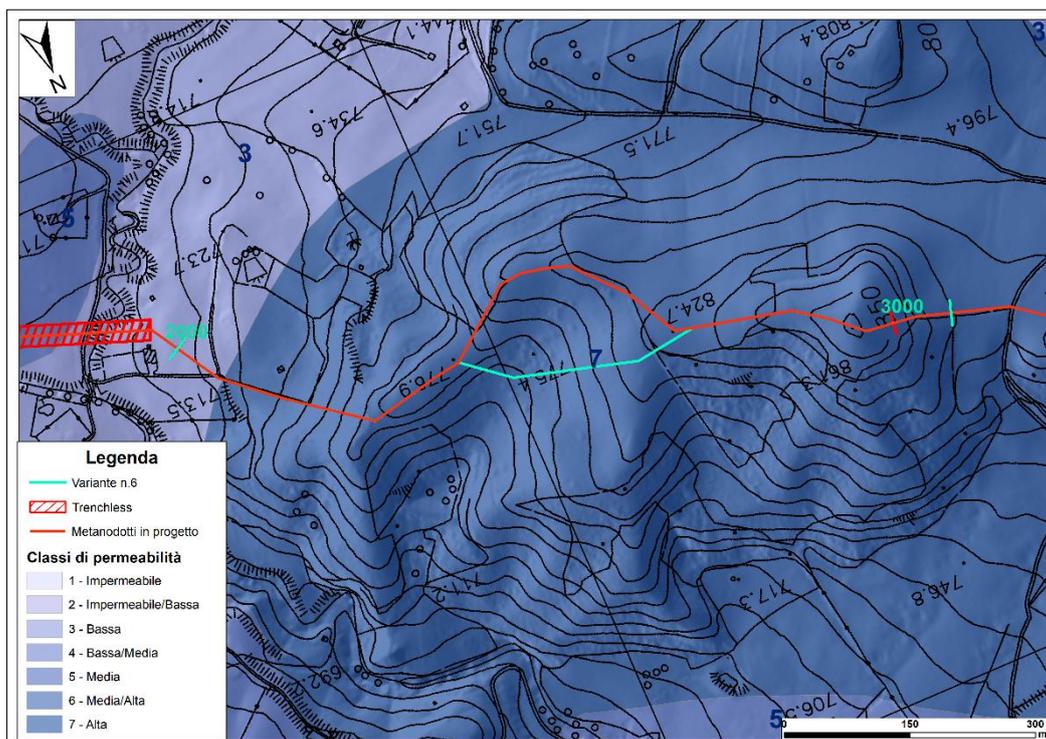


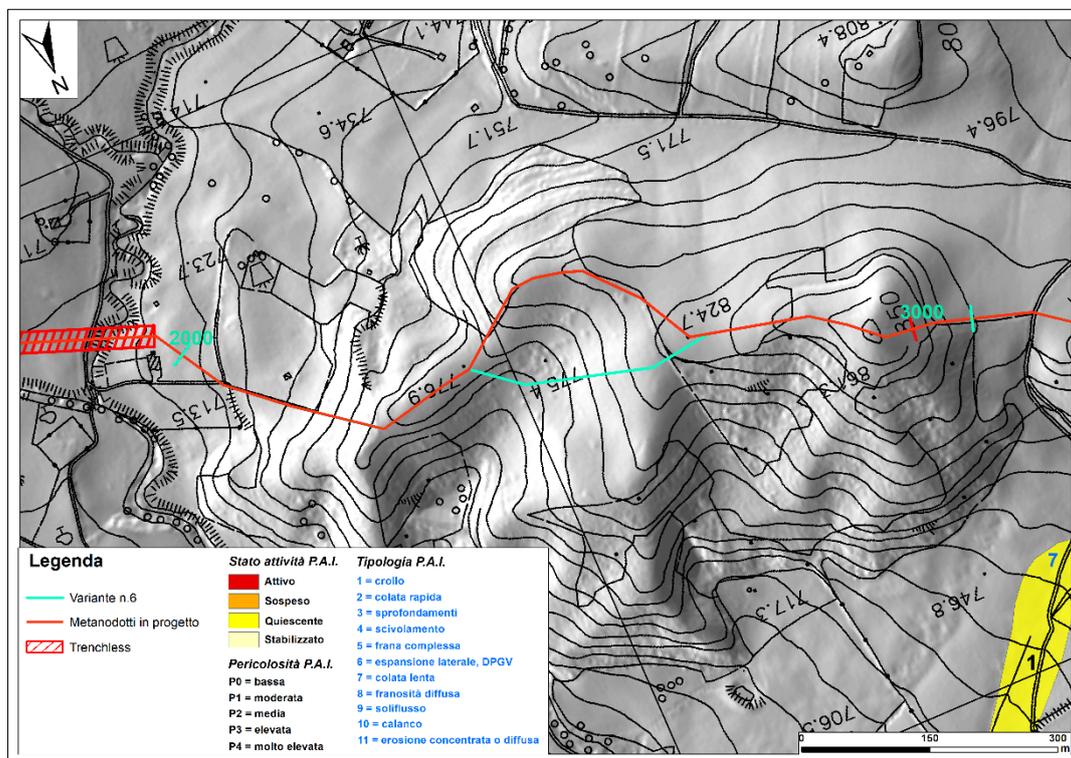
Fig. 8-D - Classi di permeabilità dell’area relativa alla variante n.6

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2</b>					
<b>STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA</b>					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-090	Foglio 41 di 52	Rev.:			N° Documento Cliente: RE-GEO-090
		00			

### 8.3 Interferenze della variante con aree a rischio idrogeologico

Dalla consultazione delle aree censite nel Piano Stralcio d'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) si evince che la variante n.6 non ricade all'interno di alcuna area soggetta a fenomeni franosi, pertanto, come specificato nelle NTA del P.A.I. non è richiesto lo studio di compatibilità geomorfologica (Fig. 8-E).

La verifica delle interferenze con aree a rischio idrogeologico è stata estesa anche ai fenomeni franosi censiti dal Progetto I.F.F.I. (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia) e a quelli rilevati durante la fase di rilevamento geologico-geomorfologico, dalla cui consultazione non sono emerse criticità.



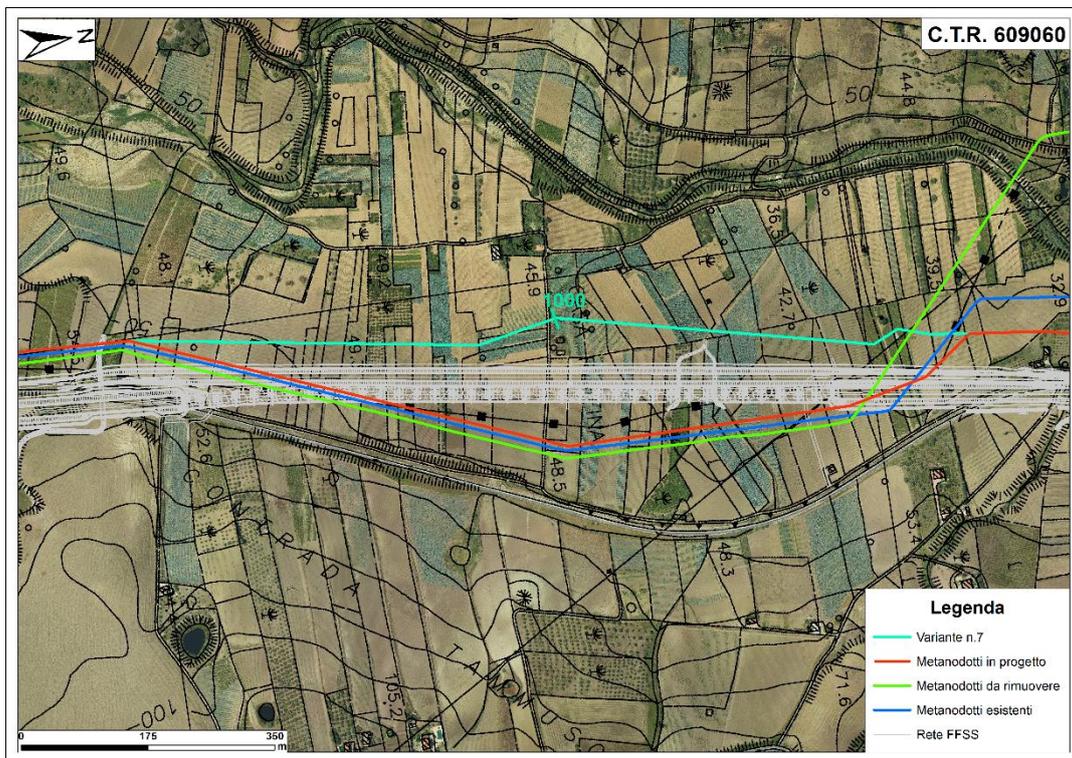
**Fig. 8-E – Stralcio Carta dei dissesti**

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2</b>						
<b>STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA</b>						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-090	Foglio 42 di 52	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-GEO-090
		00				

## 9 VARIANTE 7

### 9.1 Inquadramento geografico

La variante n.7 è situata a NE del centro abitato di Sciara (PA) e ricade all'interno del foglio n. 609060 "Cerde" della Carta Tecnica Regionale (C.T.R.) Siciliana in scala 1: 10.000 dell'Assessorato Regionale Territorio e Ambiente. L'opera si sviluppa per una lunghezza complessiva di circa 1,175 km ed interessa l'intervento n.10 del tracciato di progetto tra la progressiva km 0+403 e il km 1+622. La variante in progetto è resa necessaria al fine di porsi ad una distanza adeguata dalla linea ferroviaria di nuova progettazione (Fig. 9-A).



**Fig. 9-A - Ortofoto con sovrapposta CTR ed ubicazione della variante n.7**

### 9.2 Caratterizzazione geologica, geomorfologica e idrogeologica locale

La variante al metanodotto in progetto ha inizio dal km 0+403 e percorre in direzione nord il fondovalle del Fiume Torto, caratterizzato da pendenze inferiori a 5° (Fig. 9-B). L'opera in progetto attraversa per la sua interezza i depositi alluvionali recenti (bb) del fondovalle del Fiume Torto (Fig. 9-C), costituiti prevalentemente da ghiaie e ciottoli in matrice sabbioso-limosa per poi ricongiungersi al km 1+622 al tracciato in progetto originario.

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-090	Foglio 43 di 52	Rev.: 00	N° Documento Cliente: RE-GEO-090
---------------------------------------	--------------------	-------------	-------------------------------------

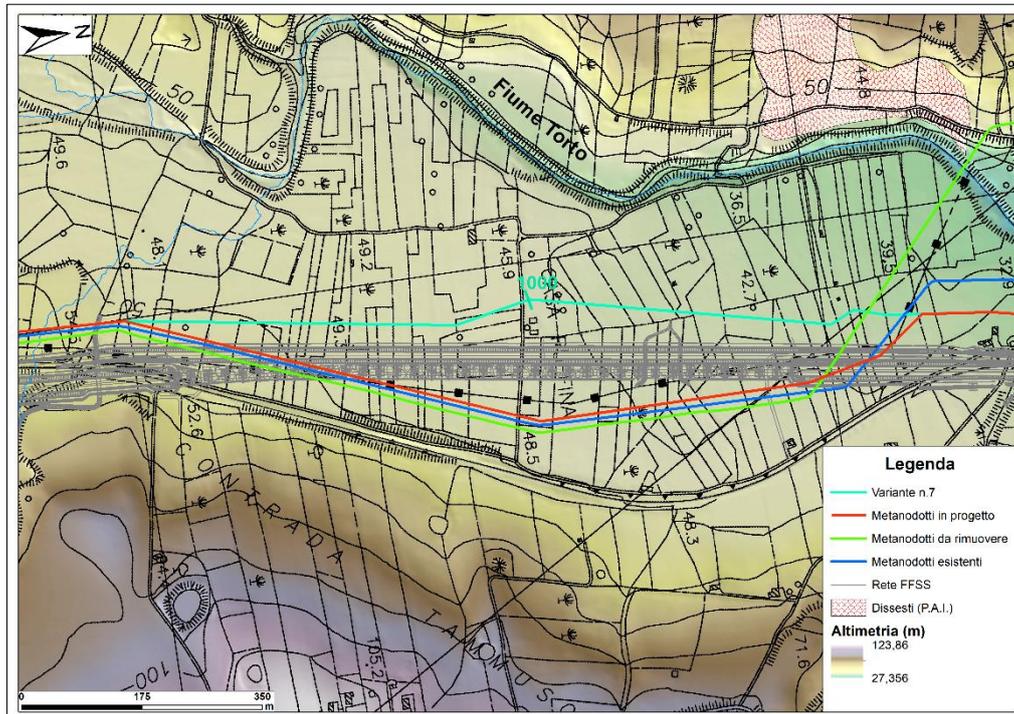


Fig. 9-B – Caratteri geomorfologici dell’area relativa alla variante n.7

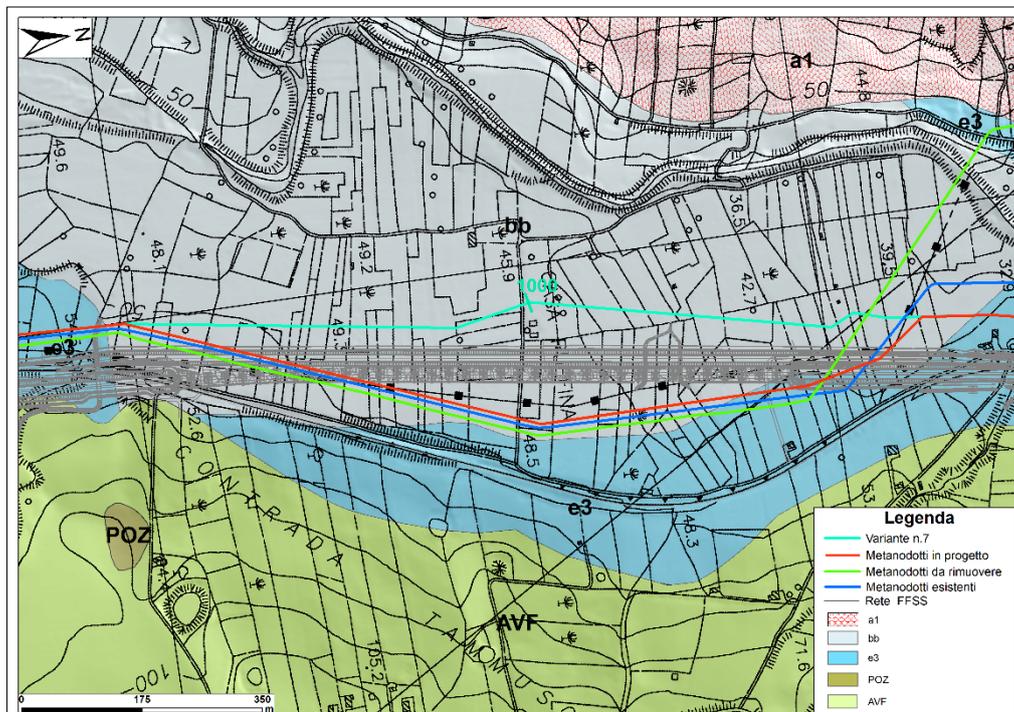


Fig. 9-C – Caratteri geologici dell’area relativa alla variante n.7

Dal punto di vista idrogeologico, i terreni alluvionali (bb) presentano una permeabilità medio/alta con un coefficiente K compreso tra  $10^{-4}$  e  $10^{-2}$  m/s, i quali talvolta ospitano acquiferi multifalda, sfruttati mediante pozzi (Fig. 9-D).

STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-090	Foglio 44 di 52	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-GEO-090
		00				

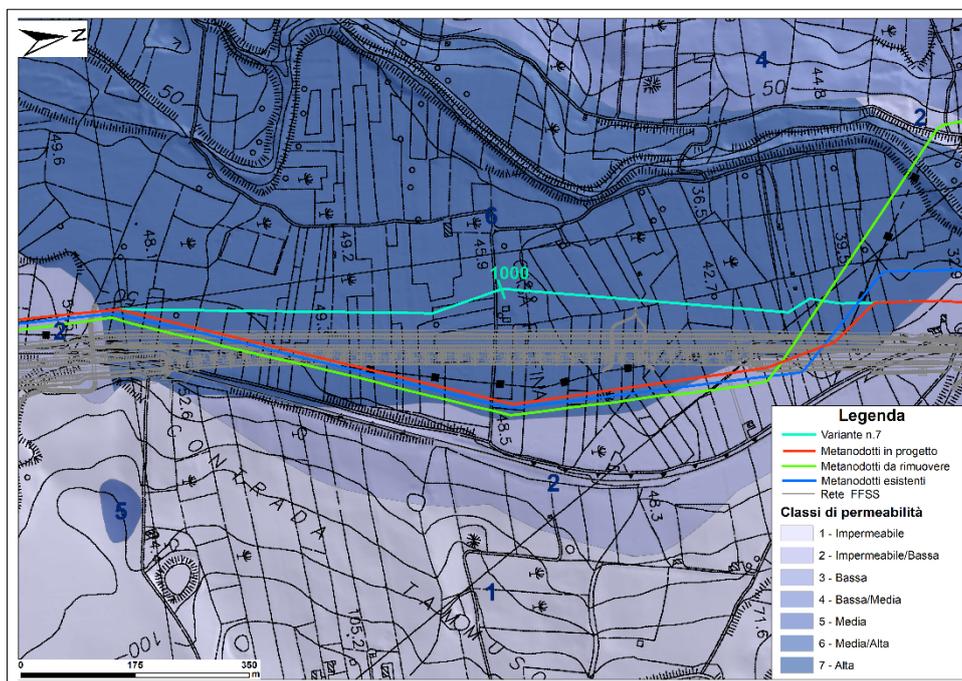


Fig. 9-D – Classi di permeabilità dell’area relativa alla variante n.7

### 9.3 Interferenze della variante con aree a rischio idrogeologico

Dalla consultazione delle aree a rischio idrogeologico, censite dal P.A.I. e dall’I.F.F.I., non è emersa alcuna interferenza con aree soggette a pericolosità e rischio geomorfologico e/o idraulico (Fig. 9-E).

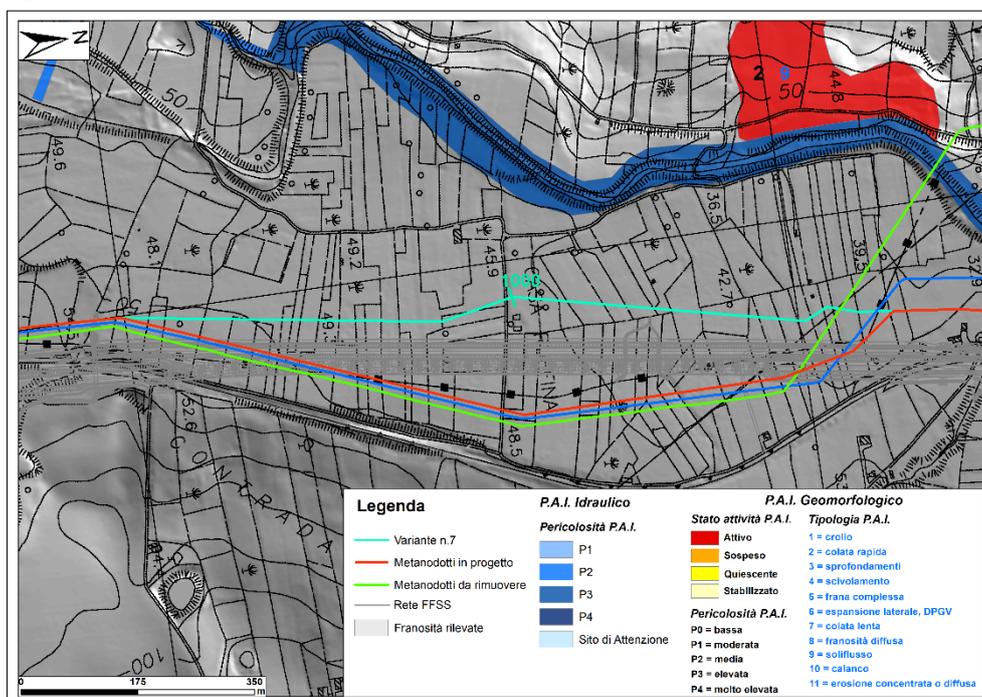


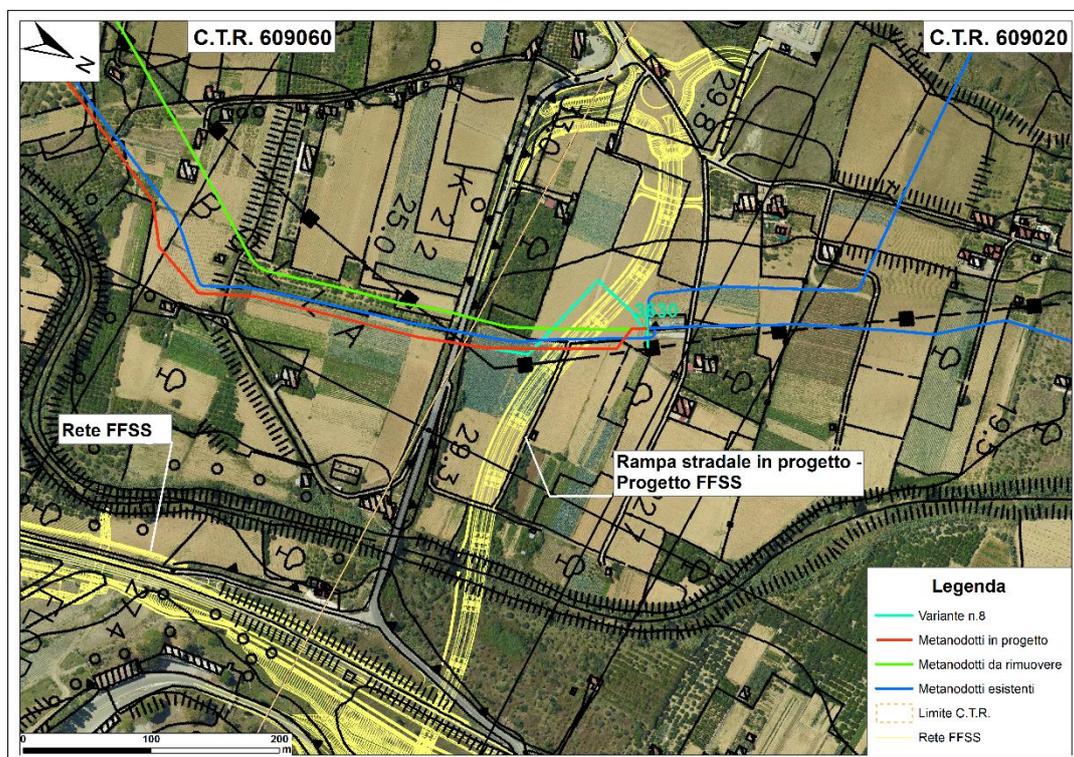
Fig. 9-E – Stralcio Carta dei rischi idrogeologici

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2</b>					
<b>STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA</b>					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-090	Foglio 45 di 52	Rev.:			N° Documento Cliente: RE-GEO-090
		00			

## 10 VARIANTE 8

### 10.1 Inquadramento geografico

La variante n.8 è situata a SE del centro abitato di Termini Imerese (PA) e ricade all'interno del foglio n. 609020 "Buonfornello" della Carta Tecnica Regionale (C.T.R.) Siciliana in scala 1: 10.000 dell'Assessorato Regionale Territorio e Ambiente. L'opera si sviluppa per una lunghezza complessiva di circa 110 m ed interessa il tratto terminale dell'intervento n.10 del tracciato di progetto tra la progressiva km 3+520 e il km 3+630. Tale variante è resa necessaria a seguito dell'interferenza del tracciato originario con una delle pile della rampa stradale a servizio della linea ferroviaria di nuova realizzazione Palermo-Catania (Fig. 10-A).



**Fig. 10-A - Ortofoto con sovrapposta CTR ed ubicazione della variante n.8**

### 10.2 Caratterizzazione geologica, geomorfologica e idrogeologica locale

La variante al metanodotto in progetto ha inizio al km 3+520 dell'intervento 10 del metanodotto in progetto e percorre il fondovalle del Fiume Torto, caratterizzato da pendenze inferiori a 5° (Fig. 10-B). L'opera in progetto attraversa per la sua interezza i depositi palustri olocenici (e3), costituiti prevalentemente da argille limose (Fig. 10-C). La variante termina all'impianto isolamento 757 esistente al km 3+630.

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-090	Foglio 46 di 52	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-GEO-090
		00				

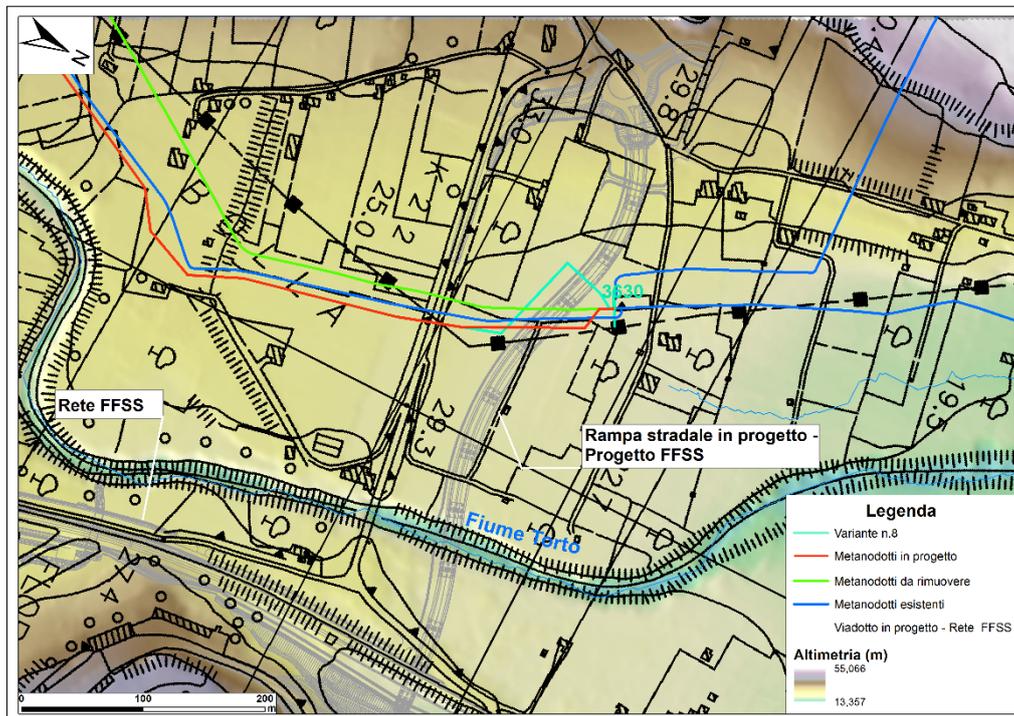


Fig. 10-B – Caratteri geomorfologici dell’area relativa alla variante n.8

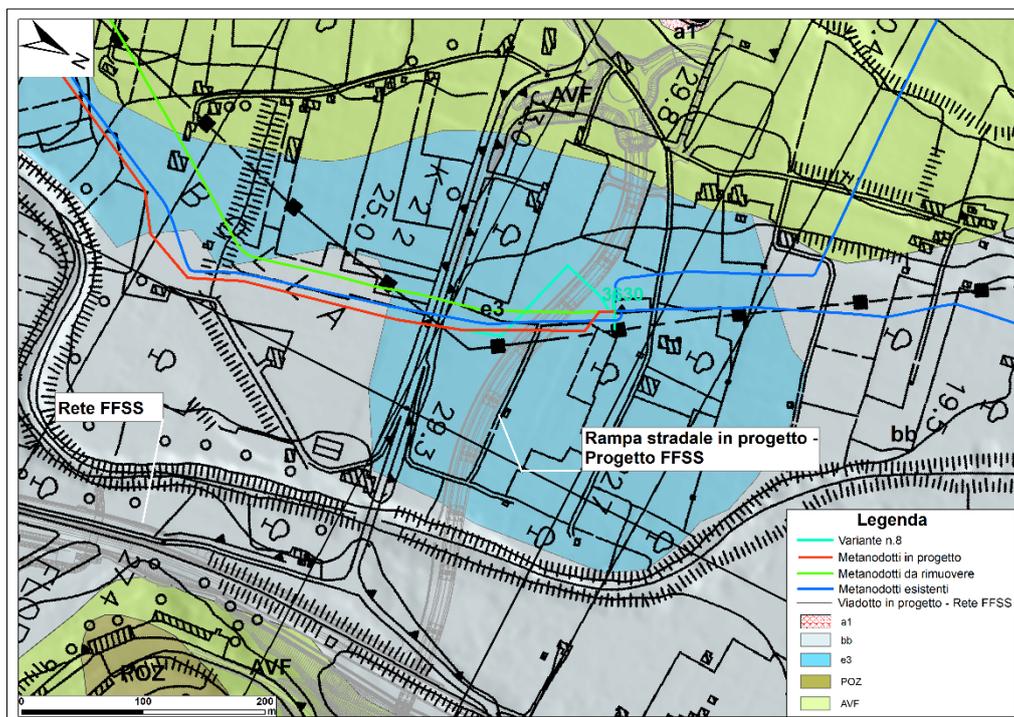


Fig. 10-C – Caratteri geologici dell’area relativa alla variante n.8

Dal punto di vista idrogeologico, i depositi palustri (e3) presentano una permeabilità molto bassa con un coefficiente K compreso tra  $10^{-8}$  e  $10^{-9}$  m/s (Fig. 10-D).

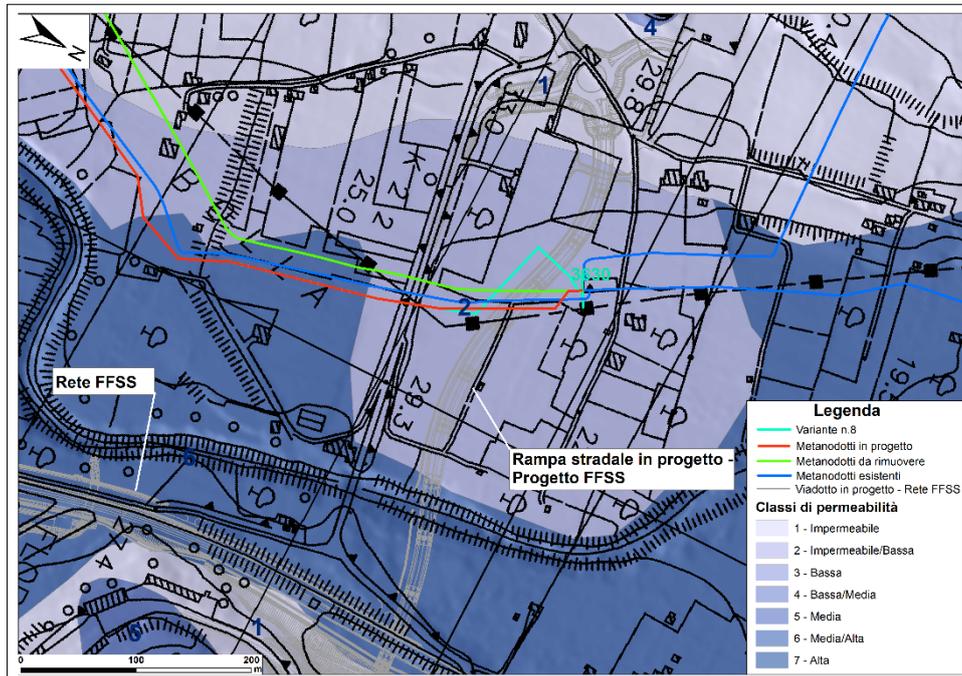


Fig. 10-D – Classi di permeabilità dell'area relativa alla variante n.8

### 10.3 Interferenze della variante con aree a rischio idrogeologico

Dalla consultazione delle aree a rischio idrogeologico censite dal P.A.I. e dall'I.F.F.I., non è emersa alcuna interferenza con aree soggette a pericolosità geomorfologica. Per quanto concerne le aree a pericolosità idraulica censite dal P.A.I. la variante in progetto interferisce dal km 3+480 al km 3+570 con un'area a pericolosità moderata (P2) e dal km 3+570 al km 3+630 con un'area a pericolosità alta (P3) (v. Fig. 10-E e Tab. 10-A).

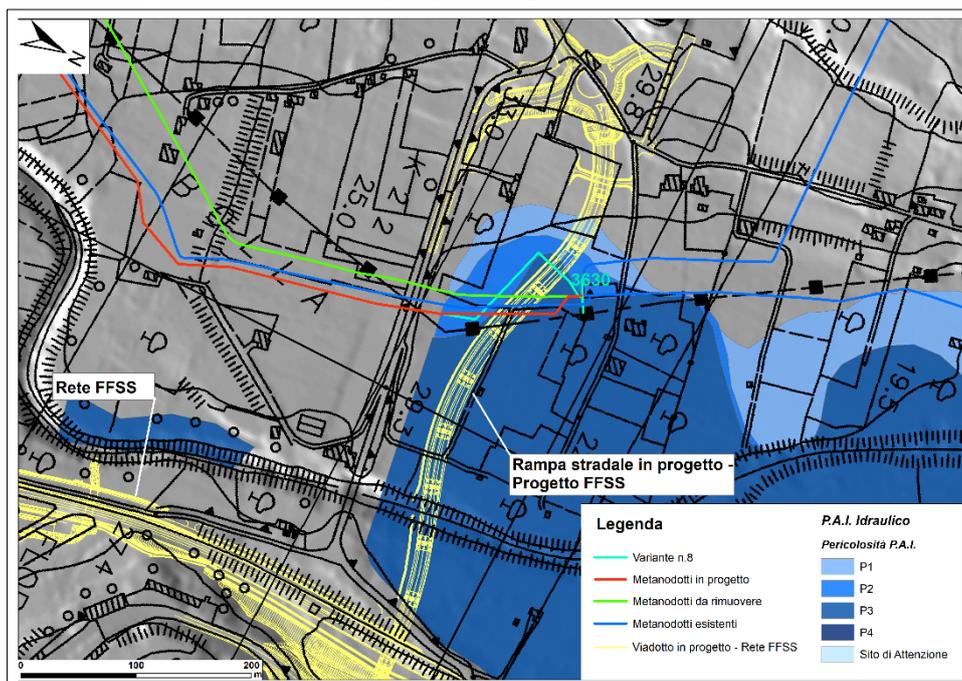


Fig. 10-E – Stralcio Carta dei rischi idrogeologici

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2</b>						
<b>STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA</b>						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-090		Foglio 48 di 52		Rev.:		N° Documento Cliente: RE-GEO-090
				00		

**Tab. 10-A – Interferenze della variante 4 con aree a pericolosità idraulica (P.A.I.)**

Rifacimento Metanodotto Gagliano-Termini Imerese DN 400 (16") – DP 75 bar						
INTERVENTO 10 – Variante 8						
Id	Comune	Provincia	Grado di pericolosità	Inizio percorrenza (progressiva km)	Fine percorrenza (progressiva km)	Percorrenza (km)
1	Termini Imerese	Palermo	P2	3+480	3+570	0,090
2			P3	3+570	3+630	0,060

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2</b>						
<b>STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA</b>						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-090	Foglio 49 di 52	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-GEO-090
		00				

## 11 CONCLUSIONI

Il presente documento rappresenta un annesso all'integrazione volontaria allo Studio di Impatto Ambientale, relativo al progetto del rifacimento del "Metanodotto Gagliano – Termini Imerese DN400/DN300 (16"/12") – DP 75 bar – Fase 2".

L'integrazione ha interessato sei varianti (vedi tabella in premessa) al metanodotto in progetto, localizzate rispettivamente nei comuni di Bompietro (variante n.2), di Petralia Sottana (variante n.3), di Caltavuturo (varianti n.5 e n.6), di Sciara (variante n.7) e di Termini Imerese (variante n.8), in provincia di Palermo, rese necessarie a seguito di interferenze di varia natura emerse successivamente alla fase iniziale di studio.

Dal punto di vista geologico, le varianti si inseriscono all'interno del dominio orogenico caratterizzato dalla Catena Appenninica Maghrebide, interessando in gran parte i terreni afferenti alla formazione della Argille Variegate (variante n.2), le litofacies della Formazione Terravecchia (variante n.5), i depositi alluvionali recenti (varianti n.3 e n.7) e i depositi palustri (variante n.8).

Morfologicamente, le varianti n.2, n.5 e n.6 si collocano in un contesto collinare, caratterizzato da tratti morfologici che presentano quote intorno ai 900 m s.l.m. e interessato da fossi e corsi d'acqua quali il Rio Sagneferi e il Torrente Vigne del Medico. La variante n.3 è situata ai piedi di un rilievo collinare ad una quota intorno a 500 m s.l.m. in prossimità del fondovalle del Fiume Imera Meridionale. Per quanto concerne le varianti n.7 e n.8, esse sono localizzate lungo il fondovalle del Fiume Torto, con quote che si attestano intorno ai 20 m.

Al fine di ottenere una caratterizzazione stratigrafica, fisico-meccanica e sismica del sottosuolo, è stata eseguita una campagna di indagini geognostiche e geofisiche integrative, localizzata principalmente lungo la variante sita a Caltavuturo (variante n.5) che ha previsto l'esecuzione di n.6 sondaggi geognostici ed in parte ambientali a carotaggio continuo con prove SPT in foro, prelievo di campioni indisturbati per l'esecuzione di prove geotecniche di laboratorio e una prova di prospezione sismica di tipo MASW al fine di definire la velocità delle onde di taglio verticali  $V_s$  dei primi 30 m di profondità ( $V_{seq}$ ). I risultati delle indagini integrative eseguite sono consultabili nell'Annesso 1 al presente studio. Per quanto concerne le restanti varianti non sono state eseguite indagini integrative, poiché i dati ottenuti dalla prima campagna sono risultati esaustivi per la caratterizzazione delle aree su cui le varianti insistono.

Inoltre, dalla consultazione della cartografia PAI ed IFFI e dal rilevamento geologico-geomorfologico realizzato, è stato verificato che le varianti in progetto non interferiscono con dissesti. Tuttavia, si è proceduto nell'eseguire verifiche di stabilità laddove le condizioni geomorfologiche a contorno dell'area sono risultate più critiche e pertanto più vulnerabili ai fini della sicurezza della condotta nel lungo termine. In particolare, tali verifiche sono state eseguite in corrispondenza di movimenti gravitativi di tipo deformazioni superficiali (censiti dal P.A.I. e durante rilievi in campo), prossimi alla variante n.5 sita a Caltavuturo.

Le verifiche sono state realizzate considerando le condizioni ante-operam e post-operam e utilizzando il modello geologico e geotecnico desunto dal rilevamento geologico, dai risultati delle indagini svolte e dalla bibliografia disponibile.

Dai risultati ottenuti dalle verifiche di stabilità ante-operam in condizioni sismiche e di completa saturazione della coltre, è emerso che il fattore di sicurezza calcolato risulta essere  $F_s < 1,2$ . Pertanto, sono state previste paratie di pali come opere di sostegno al fine di migliorare le condizioni di stabilità del versante soggetto a fenomeni gravitativi. Inoltre, sono state previste opere di stabilizzazione quali palizzate disposte a valle del metanodotto

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2</b>						
<b>STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA</b>						
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-090	Foglio 50	di	52	Rev.:	00	N° Documento Cliente: RE-GEO-090

e al fine di evitare che il corpo di frana raggiunga la saturazione è prevista l'esecuzione di un letto di prosa drenante sotto condotta.

In definitiva, sulla base di quanto esposto è possibile affermare che le varianti in progetto rientrano tra gli interventi consentiti dall'art. 8 delle NTA del PAI in quanto sono compatibili con le condizioni geomorfologiche ed idrogeologiche locali.

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2</b>						
<b>STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA</b>						
<b>N° Documento:</b> 03858-PPL-RE-000-090	<b>Foglio</b> 51	<b>di</b> 52	<b>Rev.:</b>			<b>N° Documento Cliente:</b> RE-GEO-090
			00			

## 12 ALLEGATI

Allegato 1 – Verifica di stabilità profilo 1

Allegato 2 – Verifica di stabilità profilo 2

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO-TERMINI IMERESE DN 400/DN300 (16"/12") - DP 75 BAR – FASE 2</b>						
<b>STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA</b>						
<b>N° Documento:</b> 03858-PPL-RE-000-090	<b>Foglio</b> 52	<b>di</b> 52	<b>Rev.:</b>			<b>N° Documento Cliente:</b> RE-GEO-090
			00			

### 13 ANNESSI

Annesso 1 – Report sulle indagini geognostiche e geotecniche