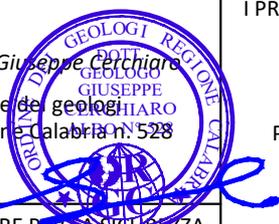


**S.S. 182 "TRASVERSALE DELLE SERRE"**  
Tronco 1° Lotto 1° Stralcio 2° completamento  
Superamento del Colle dello Scornari

**PROGETTO DEFINITIVO**

ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

<p>IL GEOLOGO</p> <p><i>Dott. Geol. Giuseppe Cerchiaro</i> Ordine dei geologi della Regione Calabria n. 528</p> 	<p>I PROGETTISTI SPECIALISTICI</p> <p><i>Ing. Ambrogio Signorelli</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. A35111</p>	<p>PROGETTAZIONE ATI: (Mandataria) <b>GPI INGEGNERIA</b> <i>GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl</i></p> <p>(Mandante)</p>  <p>(Mandante)</p>  <p><i>Studio di Architettura e Ingegneria Moderna</i></p> <p>(Mandante)</p> 
<p>COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</p> <p><i>Ing. Valerio Guidobaldi</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. A30025</p>	<p><i>Ing. Paolo Orsini</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 13817</p> <p><i>Ing. Giuseppe Resta</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p>	<p>IL PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE. (DPR207/10 ART 15 COMMA 12):</p>  <p><i>Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI</i> ORDINE INGEGNERI ROMA Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 140354035</p>
<p>VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO</p> <p><i>Ing. Gianfranco Vasselli</i></p>	<p><i>Ing. Vincenzo Secreti</i> Ordine Ingegneri Provincia di Crotone n. 412</p>	

**GEOLOGIA GEOTECNICA**  
Geologia  
Relazione geomorfologica

CODICE PROGETTO			NOME FILE	REVISIONE	SCALA
COMP.	PROGETTO	LIV. ANNO	T00GE01GEORE02_A		
DP	CZ0299	D18	CODICE ELAB. T00GE01GEORE02	A	-
D					
C					
B					
A	Emissione a seguito di RIV DGSV 135/1 e oss. CDS		Sett '19	M.Iannini	AS GG
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO APPROVATO

## INDICE

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
1.1. OGGETTO E SCOPO.....	3
1.2. METODOLOGIE UTILIZZATE.....	3
1.3. RACCOMANDAZIONI E NORMATIVE TECNICHE.....	4
<b>2. DESCRIZIONE GENERALE DEL TRACCIATO .....</b>	<b>7</b>
<b>3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CARTOGRAFICO .....</b>	<b>8</b>
<b>4. CARATTERISTICHE GEOLITOLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE .....</b>	<b>10</b>
<b>5. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE GENERALI.....</b>	<b>12</b>
5.1. IDROGRAFIA .....	13
<b>6. ANALISI MORFOLOGICHE IN AMBIENTE GIS .....</b>	<b>14</b>
<b>7. ANALISI FOTO-INTERPRETATIVA DI TIPO COMPARATIVA.....</b>	<b>20</b>
<b>8. RILEVAMENTO GEOMORFOLOGICO DI DETTAGLIO .....</b>	<b>26</b>
8.1. METODOLOGIA.....	26
8.2. ELEMENTI GEOMORFOLOGICI RILEVATI.....	26
8.3. RISULTANZE DERIVATE DAL RILEVAMENTO GEOMORFOLOGICO CONNESSE ALLE OPERE IN PROGETTO .....	32
<b>9. CONCLUSIONI.....</b>	<b>39</b>

## 1. PREMESSA

La presente relazione è parte integrante dello studio di approfondimento geomorfologico richiesto a seguito di RIV DGSV 135/1 e oss. CDS. Nello specifico vengono descritti gli aspetti e le caratteristiche connesse alle condizioni geomorfologiche generali e di dettaglio delle aree interessate dal Progetto Definitivo dell'intervento di adeguamento della SS 182 "Trasversale delle Serre", Tronco 1° Lotto 1° Stralcio 2° (attraversamento del Colle Scornari).

Per la redazione del presente studio oltre a documentazione bibliografica si è fatto anche riferimento alla documentazione geologica allegata al Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica (di seguito PFTE) elencata in Tabella 1.1. e a quella redatta per il Progetto Definitivo, nel quale non è stata realizzata una campagna geognostica integrativa, ma la stessa sarà realizzata per il progetto esecutivo.

ELABORATI PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA		
Codice elaborato	Titolo	Scala
T00GE00GEORE01B	Relazione geologica	-
T00GE00GEORE02B	Documentazione indagini geognostiche pregresse - Prov. VV 2005 e ANAS 2009	-
T00GE00GEORE03B	Documentazione indagini geofisiche pregresse - Prov. VV 2005 e ANAS 2009	-
T00GE00GEORE04B	Certificati prove di laboratorio indagini pregresse - Prov. VV 2005 e ANAS 2009	-
T00GE00GEORE05A	Documentazione indagini geognostiche ANAS 2014	-
T00GE00GEORE06A	Documentazione indagini geofisiche - ANAS 2014	-
T00GE00GEORE07A	Certificati prove di laboratorio - ANAS 2014	-
T00GE00GEOCG01A	Carta geologica	1:2.000
T00GE00GEOCG02A	Carta geomorfologica	1:2.000
T00GE00GEOCI01A	Carta idrogeologica	1:2.000
T00GE00GEOFG01A	Profilo geologico	1:2.000/200

**Tabella 1.1 – Elaborati del Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica consultati**

La presente relazione integra le conoscenze in ambito morfologico che hanno caratterizzato la prima versione del progetto definitivo, in quanto nella seguente fase sono state compiutamente verificate le condizioni in termini di stabilità generale e relativa alle porzioni di territorio connesse direttamente e indirettamente con le opere previste in progetto. Ai fini di una ricostruzione più fedele dei fenomeni e processi potenziali o in atto, soprattutto lungo i versanti costituenti i rilievi di interesse, ruolo centrale è stato dato al rilevamento geomorfologico di dettaglio, mirato a descrivere in maniera puntuale i processi morfologici in atto valutandone le morfogenesi e la loro tendenza evolutiva, in relazione con le opere previste al fine di definire la reale condizione di stabilità attuale e post intervento e garantire in tal senso eventuali variazioni progettuali. Le risultanze di tale studio di approfondimento geomorfologico oltre ad essere riportate nella presente relazione si esplicano attraverso la stesura di schede di rilevamento di dettaglio, che risultano essere elaborato integrante della revisione del Progetto Definitivo.

In tal senso, la presente relazione si completa con i seguenti elaborati, cui si rimanda per maggiori dettagli:

ELABORATI PROGETTO DEFINITIVO		
Codice elaborato	Titolo/sottotitolo	Scala
T00GE01GEORE01	Relazione geologica	-
T00GE01GEORE02	Relazione geomorfologica	-
T00GE01GEORE03	Relazione geomorfologica – Schede di rilevamento geomorfologico di dettaglio	-
T00GE00GEORE01	Documentazione indagini geognostiche pregresse -	-

PROGETTAZIONE ATI:

ELABORATI PROGETTO DEFINITIVO		
Codice elaborato	Titolo/sottotitolo	Scala
	Prov. VV 2005 e ANAS 2009	
T00GE00GEORE02	Documentazione indagini geofisiche pregresse - Prov. VV 2005 e ANAS 2009	-
T00GE00GEORE03	Certificati prove di laboratorio indagini pregresse - Prov. VV 2005 e ANAS 2009	-
T00GE00GEORE04	Documentazione indagini geognostiche ANAS 2014	-
T00GE00GEORE05	Documentazione indagini geofisiche - ANAS 2014	-
T00GE00GEORE06	Certificati prove di laboratorio - ANAS 2014	-
T00GE00GEOPU01	Planimetria Ubicazione Indagini	1:2.000
T00GE01GEOCG01	Carta geologica	1:2.000
T00GE01GEOCG02	Carta geomorfologica	1:2.000
T00GE01GEOCI01	Carta idrogeologica	1:2.000
T00GE01GEOFG01	Profilo geologico	1:2.000/200
T00GE01GEOSG01	Sezioni geologiche	1:500
T00GE03GEORE01	Relazione sismica	-
T00GE03GEOCS01	Planimetria con classificazione sismica del territorio	1:2.000

**Tabella 1.2 – Elaborati Progetto Definitivo**

Il lavoro è stato svolto in ottemperanza al DM 17/01/2018: "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni"

### 1.1. OGGETTO E SCOPO

Scopo della presente relazione è fornire, sulla base della documentazione, delle indagini disponibili e sulla scorta delle risultanze derivate dal rilevamento geomorfologico di dettaglio realizzato nell'area interferente con il tracciato stradale e per un intorno geomorfologico significativo, una valutazione delle condizioni morfologiche dell'area con riferimento ai principali fenomeni naturali indentificati, che causano il dissesto geologico-idraulico sui versanti ai fini di una ricostruzione dell'evoluzione degli stessi con possibili interferenza con le opere in progetto.

Il presente documento, redatto attraverso l'ausilio di studi mirati sul territorio permette quindi di:

- ricostruire dettagliatamente gli aspetti naturalistici del territorio ove sono collocate le opere;
- riconoscere le principali forme di erosione, di accumulo e più in generale di pericolosità geomorfologica ed idrogeologica nelle aree limitrofe e/o direttamente interessate dai lavori;
- fornire il modello geomorfologico di dettaglio dell'area di interesse da porre a base della progettazione;
- individuare la presenza di situazioni tali da determinare limitazioni o fattori di pericolo nell'ambito dello sviluppo della fase progettuale o durante l'esecuzione dei lavori.

Pertanto a valle di tale studio, sono state revisionate/integrate le rappresentazioni cartografiche e le relazioni associate al progetto definitivo.

### 1.2. METODOLOGIE UTILIZZATE

Lo studio di approfondimento è stato condotto a partire dal Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica e dalla ricostruzione morfologica eseguita nell'ambito della prima versione del Progetto Definitivo.

Anche in questo caso è stato previsto una successione coordinata di diverse fasi propedeutiche che ha visto l'acquisizione di tutte le conoscenze significative sull'area su larga scala, a cui è seguita una fase di studio di dettaglio, caratterizzato da un rilevamento approfondito dei fenomeni in atto o potenziali con la redazione di schede di rilevamento che riportano il riconoscimento e la quantificazione di quei fenomeni che possono generare instabilità geomorfologica o valutando la

PROGETTAZIONE ATI:

loro possibile tendenza evolutiva con riferimento all'interferenza con le attività e le opere in progetto.

Nel dettaglio il lavoro ha previsto una prima fase di analisi, basata su:

- lo studio della documentazione redatta nel corso delle precedenti fasi progettuali nonché l'adozione del modello geologico-geomorfologico rappresentato nella prima versione del Progetto Definitivo;
- Analisi morfologiche dell'area di interesse ottenute attraverso applicativi GIS, che definissero le caratteristiche in termini quantitativi delle forme del territorio.
- Analisi foto-interpretativa di tipo comparativa, ottenuta attraverso l'utilizzo di immagini satellitari disponibili in rete associata ad un'analisi di tipo diacronico.

I risultati di tale analisi sono stati quindi verificati ed integrati con quelli dall'indagine geologica eseguita nel corso della prima versione del Progetto Definitivo.

Successivamente sono state condotte le seguenti attività:

- Rilievo geomorfologico di dettaglio realizzato puntualmente con particolare riferimento ad approfondire/integrare/modificare le condizioni relative alle caratteristiche geomorfologiche e di potenziale instabilità già individuate nel corso delle fasi progettuali precedenti.
- Redazione di schede di rilevamento, parte integrante del seguente studio e rappresentate da un elaborato dedicato (T00GE01GEORE03), con indicazione e valutazione delle condizioni dei processi, delle forme e dei depositi riconosciuti durante il rilevamento di dettaglio.
- Modifica/integrazione delle Carte tematiche di riferimento con particolare riferimento alla stesura della Carta Geomorfologica "T00GE01GEOCG02"

### 1.3. RACCOMANDAZIONI E NORMATIVE TECNICHE

La presente relazione e gli studi ad essa associati sono redatti in conformità a quanto previsto dalla normativa tecnica, fra cui di seguito sono elencati i principali riferimenti:

- R.D.3267/23: "Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani".
- L. 10/05/76 n. 319: "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 ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione";
- L. 08/08/1985 n. 431: "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 27 giugno 1985, n. 312, recante disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale (G.U. 22 agosto 1985, n. 197)";
- L. 08/07/86 n. 349: "Istituzione del Ministero dell'Ambiente e norme in materia di danno ambientale";

PROGETTAZIONE ATI:

- D.M. 11/03/88: "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce.";
- L. 18/05/89 n. 183: "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo";
- D.P.C.M. 23/03/1990: "Atto di indirizzo e coordinamento a fini della elaborazione e adozione degli schemi previsionali e programmatici di cui all'art. 31 della legge 18 maggio 1989, n. 183, recante norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo";
- L. 07/08/1990 n.253: "Disposizioni integrative alla legge 18 maggio 1989 n. 183, recante norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo";
- L. 06/12/91 n. 394: "Legge quadro sulle aree protette";
- D.P.R. 07/01/1992: "Programmazione attività conoscitive";
- L. 05/01/1994 n. 37: "Norme per la tutela ambientale delle aree demaniali dei fiumi, dei torrenti, dei laghi e delle altre acque pubbliche L. 5 gennaio 1994, n. 36. Disposizioni in materia di risorse idriche";
- D.P.R. 14/04/1994: "Delimitazione bacini";
- D.P.R. 18/07/1995: "Approvazione dell'atto di indirizzo e coordinamento concernente i criteri per la redazione dei piani di bacino";
- L.R. 29/11/1996 n.35: "Costituzione dell'Autorità di Bacino Regionale in attuazione della legge 18 maggio 1989, n. 183 e successive modificazioni ed integrazioni";
- D.M. 14/02/1997: "Direttive tecniche per l'individuazione perimetrazione, da parte delle regioni delle aree a rischio idrogeologico";
- L.R. del 03/08/1998 n°267: "Programma Regionale di difesa del suolo";
- D.L. 11/06/1998, n. 180: "Misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella regione Campania";
- L. 03/08/1998 n. 267: "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180, recante misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella regione Campania";
- D.P.C.M. 29/09/1998: "Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180".
- D.L. 11/05/99 n. 152: "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della Direttiva CEE 91/271 e 91/676";
- L. 13/07/1999 n. 226 (G.U. 14.07.1999, n. 112): "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto - legge 13 maggio 1999, n.132, recante interventi urgenti in materia di protezione civile." (in vigore dal 15.7.1999);
- D.L. 18/08/2000 n. 258: "Disposizioni correttive ed integrative del D.L. 152/99;

- L. 11/12/2000 n. 365: "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 12 ottobre 2000, n. 279, recante interventi urgenti per le aree a rischio idrogeologico molto elevato ed in materia di protezione civile, nonché a favore delle zone della regione Calabria danneggiate dalle calamità idrogeologiche di settembre ed ottobre 2000";
- L. 23/03/2001 n. 93: "Disposizioni in campo ambientale";
- D.G.R. 31/07/2002 n.20: "Approvazione/Adozione Linee Guida PAI".
- D.P.R. 6 giugno 2001 n. 380: "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia";
- D.M. 18/09/2001 n. 468: "Regolamento recante programma nazionale di bonifica e ripristino ambientale";
- L.R. 16/04/2002 n. 19: "Norme per la tutela, governo ed uso del territorio - Legge Urbanistica della Calabria";
- D.L. 03/04/2006 n. 152: "Norme in materia ambientale";
- L.R. 11/05/2007 n. 9: "Provvedimento generale recante norme di tipo ordinamentale e finanziario (collegato alla manovra di finanza regionale per l'anno 2007 Art. 3, comma 4, della Legge regionale n. 8/2002)";
- O.P.C.M. 13/11/2010 n. 3907: "Contributi per gli interventi di prevenzione del rischio sismico";
- R.R. n. 7 del 28 giugno 2012 s.m.i. "Procedure per la denuncia, il deposito e l'autorizzazione di interventi di carattere strutturale e per la pianificazione territoriale in prospettiva sismica di cui alla L.R. n. 35 del 19 ottobre 2009 s.m.i." (testo coordinato con le modifiche ed integrazioni di cui al R.R. n. 3 del 24.02.2014 approvato con delibera G.R. n° 51 del 20.02.2014 pubblicato sul BURC parte I n. 9 del 03.03.2014 ripubblicato con avviso di errata corregge sul BURC parte I n. 10 del 5.03.2014);
- L.R. 28/12/2015, n. 37: "Modifica alla legge regionale n. 35 del 19 ottobre 2009 e s.m.i. (Procedure per la denuncia degli interventi di carattere strutturale e per la pianificazione territoriale in prospettiva sismica)".
- R.R. n.15 del 29/11/2016 "Procedure per la denuncia, il deposito e l'autorizzazione di interventi di carattere strutturale e per la pianificazione territoriale in prospettiva sismica" di cui alla legge regionale n. 37 del 28 dicembre 2015".
- DM 17/01/2018: Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni.

E' necessario ricordare che le norme stesse tengono conto del fatto che lo studio in fase di progetto, non è sufficiente per definire nei dettagli la reale situazione geologico-tecnica; è necessario pertanto che, in base a quanto disposto dalle norme medesime, sia da eseguirsi, in relazione alle esigenze della fase costruttiva, il controllo delle ipotesi di progetto attraverso i dati ottenuti con misure e indagini nel corso dei lavori.

## **2. DESCRIZIONE GENERALE DEL TRACCIATO**

Il progetto stradale in oggetto, fa parte degli interventi finalizzati alla costruzione della nuova S.S.182, infrastruttura di nuova costruzione a valenza regionale ed interregionale, che potenzia il collegamento tra il versante tirrenico e quello ionico della Calabria.

Il Lotto in oggetto ricade nel comune di Vazzano (VV), in Provincia di Vibo Valentia e interessa l'area del Colle dello Scornari che separa la vallata del fiume Mesima da quella del fiume Scornari.

L'intervento si configura come un adeguamento in sede in quanto completa e finalizza i lavori di un precedente appalto, non completato, della Provincia di Vibo Valentia.

In ragione di ciò, il progetto si sviluppa, per la maggior parte, all'interno delle aree già individuate ed acquisite dal precedente Soggetto Attuatore.

Il tracciato nella parte iniziale si allaccia con un tratto di raccordo di circa 146 m al precedente lotto (Serre – Scornari) già realizzato e collegato in via provvisoria ad una viabilità comunale, mentre nella parte finale, lato Vazzano, termina, dopo uno sviluppo di circa 1276 m con un'intersezione a rotatoria che permette la riconnessione alla viabilità secondaria esistente ed al tratto successivo della nuova SS 182 già adeguato.

Lo sviluppo complessivo dell'intervento quindi è pari a circa 1422 m.

Altimetricamente il tracciato, dovendo superare il dislivello generato dal "Colle dello Scornari", è caratterizzato da un tratto prevalentemente in salita (nel verso crescente delle progressive) con pendenze dell'ordine del 7% (limite di normativa) fino alla progr. 0+600 circa da cui ha inizio un raccordo verticale convesso con R= 4.050 m in corrispondenza al tratto di scavalco del colle, in cui è prevista la realizzazione della galleria Artificiale di 370 m, l'opera d'arte più importante dell'intervento.

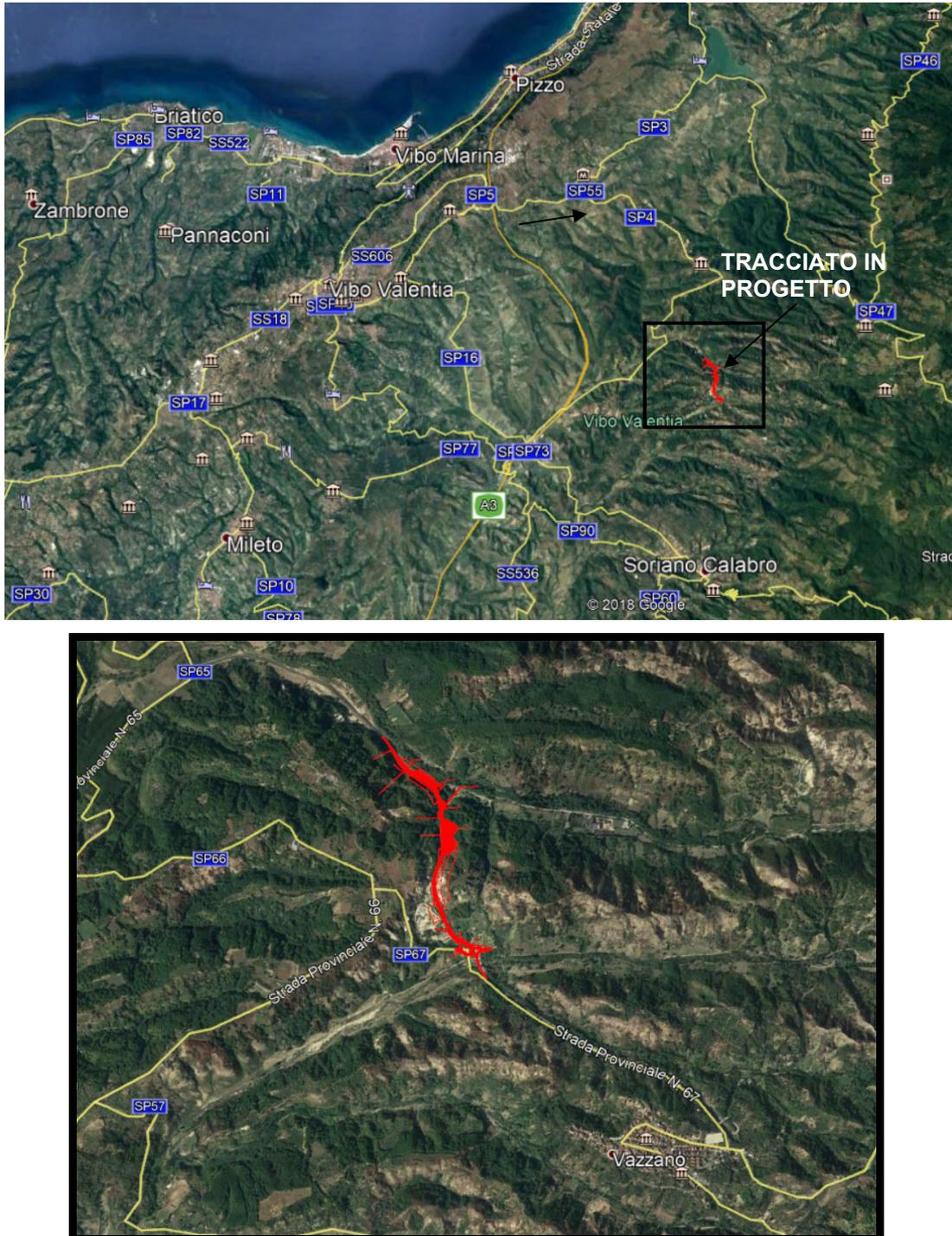
Alla galleria segue il tratto finale in discesa per il raccordo alla viabilità esistente con pendenze del 4,2 % fino alla rotatoria finale.

Lungo il tracciato, nei tratti in cui l'asse è contraddistinto da configurazioni di mezza costa e trincea, sono state previste opere di contenimento e di presidio dei versanti. Nella seguente tabella si riporta un elenco di opere presenti

da prog.	a prog.	Tipologia
0+040	0+300	Paratia di pali in dx
0+400	0+550	Paratia di pali in sx Interventi di protezione scarpate
0+550	0+590	Paratia di pali per realizzazione GA – tipo scatolare
0+920	0+960	Paratia di pali in sx
0+920	1+000	Paratia di pali in dx
1+000	1+020	Muro in c.a.

### 3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CARTOGRAFICO

L'area di studio ricade nel settore centro-meridionale della Regione Calabria e, più precisamente, nel territorio comunale di Vazzano (VV).



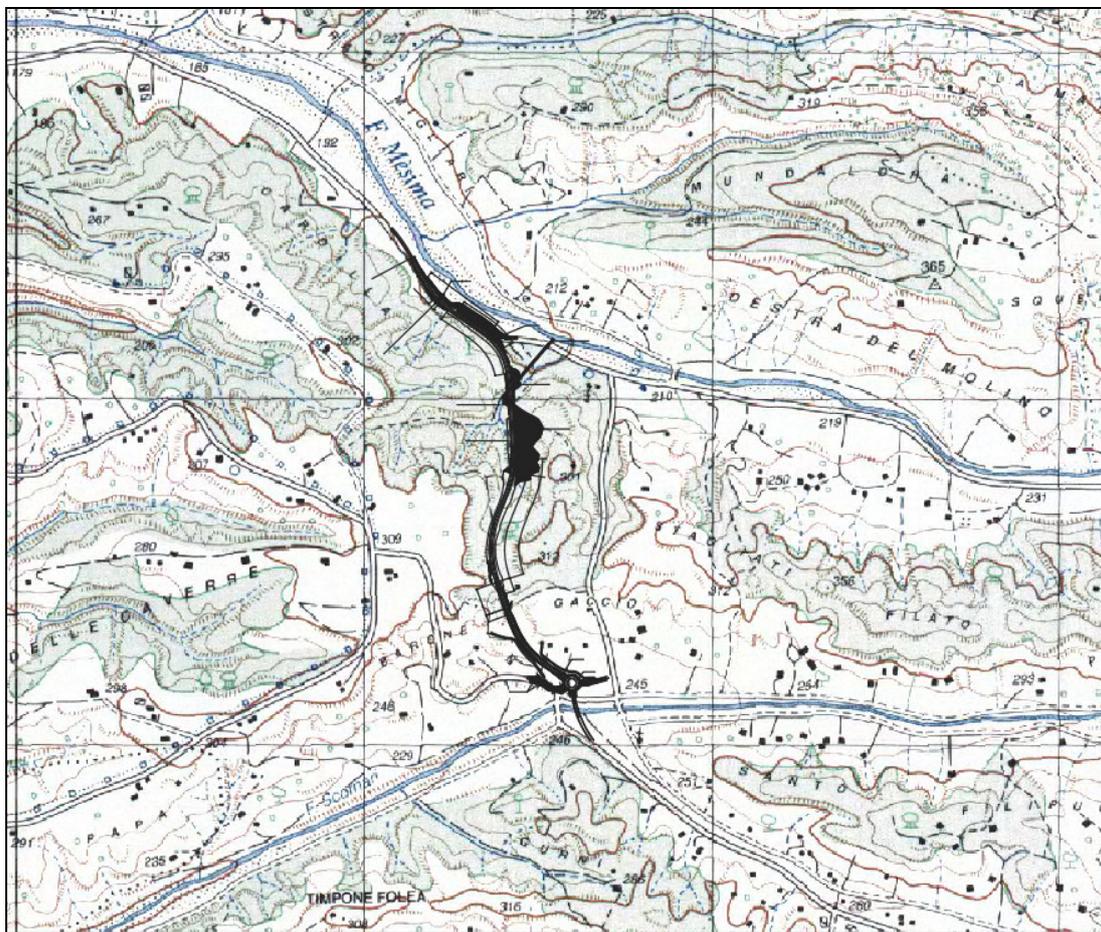
**Figura 3.1 – Ubicazione dell'areale di progetto da immagine satellitare con sovrapposizione del tracciato (fonte Google Earth)**

PROGETTAZIONE ATI:

L'area di studio si inserisce in un territorio prevalentemente collinare con presenza di incisioni torrentizie e superfici terrazzate. In particolare, il tracciato si sviluppa ai margini del fondovalle del Fiume Mesima, per giungere, infine, al fondovalle del Torrente Scornari. Il tracciato si estende a partire da quote minime di 195 m s.l.m. circa, in corrispondenza del collegamento con il tratto stradale precedente, e dopo aver superato il colle dello Scornari con versanti che presentano le porzioni sommitali poste anche a 300 m s.l.m. circa, giunge in corrispondenza del Torrente stesso a quote di 245 m s.l.m. circa.

Dal punto di vista cartografico, il sito di interesse rientra all'interno del Foglio 579 "Vibo Valentia" della nuova arta Topografica d'Italia edita dall'Istituto Geografico Militare Italiano (I.G.M.I.) in scala 1:50.000 (Serie 50) e nella Sezione 579 II "San Nicola da Crissa" in scala 1:25.000 (Serie 25).

Con riferimento alla Carta Tecnica della Regione Calabria, l'area è individuabile negli elementi 579112, 579113, 579151 e 579154 in scala 1:5.000.



**Figura 3.2 – Sovrapposizione dell'asse stradale in progetto (in nero) su stralcio in base topografica IGM a scala 1:25.000**

PROGETTAZIONE ATI:

#### 4. CARATTERISTICHE GEOLITOLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE

Da un punto di vista geologico, l'area di studio è localizzata nella porzione mediana dell'Arco Calabro e più precisamente in posizione intermedia fra il sistema costiero tirrenico del vibonese e le propaggini sudoccidentali del massiccio delle Serre.

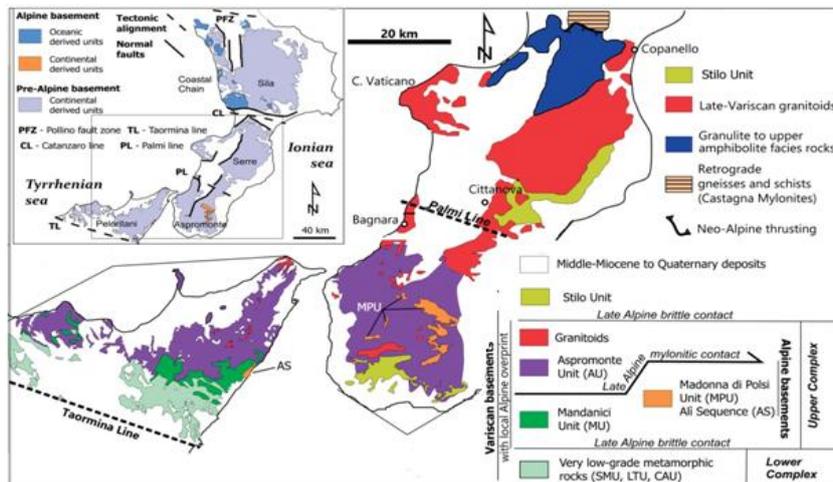


Figura 4.1 - Schema geologico-strutturale del settore meridionale dell'Arco Calabro-Peloritano (da Cirrincione et alii, 2015, modificato).

Nella stesura del Progetto Definitivo è stato realizzato un rilevamento di campagna è stato svolto attraverso il susseguirsi di diverse fasi, con lo scopo finale di raccogliere informazioni circa la costituzione geologica dell'area in esame, definendone la natura litologica dei terreni affioranti ed i loro rapporti laterali e verticali. Per il rilevamento geologico, oltre alla cartografia geologica del PFTE, si è fatto riferimento alla Carta Geologica della Calabria (Foglio 246 I NO "Soriano Calabro").

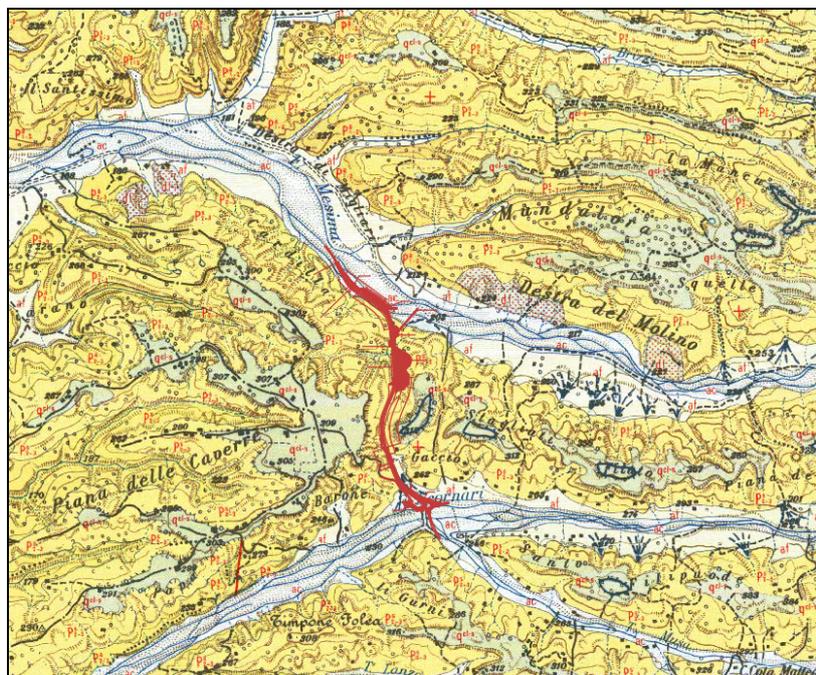


Figura 4.2 - Sovrapposizione dell'asse stradale in progetto (in rosso) su stralcio della Carta Geologica della Calabria scala 1:25.000

PROGETTAZIONE ATI:

Gli studi, quindi, hanno permesso di individuare e cartografare diverse unità geologiche, di seguito riportate dalla più antica alla più recente, descrivendo le caratteristiche principali che possono presentare una connotazione e implicazioni in termini geomorfologici. Per maggiore trattazione delle caratteristiche litologiche delle unità riconosciute, si rimanda alla Relazione Geologica.

### **DEPOSITI SEDIMENTARI PLIO-PLEISTOCENICI**

#### **Unità Sabbiosa-Limosa (sl)**

Risulta la più rappresentativa dell'area di intervento. Questo complesso presenta una scarsa resistenza all'erosione con grado di permeabilità medio-elevato, in particolare risulta caratterizzato da processi di erosione intensa di tipo lineare con manifestazione calanchive

#### **Unità Ghiaiosa-Sabbiosa (gn)**

Depositi che ricoprono, localmente, le porzioni sommitali dei rilievi presenti. Presentano una scarsa resistenza all'erosione ed una elevata permeabilità

### **DEPOSITI OLOCENICI**

#### **Depositi alluvionali (ba1 e ba)**

Comprendono prevalentemente i depositi alluvionali attuali del Fiume Mesima e del Torrente Scornari, risultando marginali all'area di intervento.

#### **Depositi alluvionali terrazzati recenti (bb)**

Formano corpi sedimentari di dimensioni variabili passando lateralmente e verticalmente a depositi di piana inondabile, ma non risultano soggetti all'azione dei corsi d'acqua.

#### **Conoidi alluvionali (ca)**

Si ritrovano allo sbocco delle valli laterali degli affluenti del Mesima e Scornari. Tali depositi danno origine ad una topografia a sezione leggermente convessa con spessore maggiore nella parte apicale ed hanno, in pianta, forma a ventaglio.

#### **Depositi di frana (a)**

Si rinviene, localmente, in corrispondenza dei versanti più estesi ed acclivi, soprattutto nei settori di affioramento dell'Unità sabbioso-limosa. Hanno implicazioni di carattere morfologico per il processo/processi che li hanno generati.

#### **Coltre eluvio-colluviale (ec)**

I depositi più importanti, comunque, si rinvengono in corrispondenza delle parti basse dei rilievi più estesi. Molto frequentemente, in corrispondenza degli sbocchi dei valloni principali lungo le aste dei Fiumi Mesima e Scornari, sono presenti piccoli conoidi detritico-colluviali originati dall'azione combinata della gravità e del deflusso delle acque correnti superficiali

#### **Riporto antropico (R)**

Si trovano in corrispondenza delle opere stradali eseguite nel passato, associate alle progettazioni pregresse ed interferenti con l'attuale tracciato in progetto

Passando agli aspetti idrogeologici, si può affermare come i fattori che condizionano la circolazione idrica sotterranea sono molteplici, ma riconducibili alle caratteristiche idrologiche dei terreni; queste ultime sono stimate in fase di rilevamento in maniera qualitativa ed integrate sulla base dei riscontri delle prove in sito effettuate nel corso delle indagini geognostiche pregresse.

PROGETTAZIONE ATI:

In tal senso sono stati identificati complessi idrogeologici associati alle caratteristiche litologiche dei terreni presenti. Nel territorio in esame la circolazione idrica sotterranea è influenzata dalla successione di terreni caratterizzati da valori di permeabilità variabili.

La diversa posizione stratigrafica dei complessi individuati, distribuiti in modo discontinuo nell'ambito della successione, unitamente alla loro diversa posizione orografica determinano, potenzialmente, l'assenza di interscambi idrici significativi fra i diversi acquiferi. Gli acquiferi principali, in ragione dello spessore e della loro estensione areale, possono essere individuati all'interno dei terreni alluvionali dei sistemi fluviali, con riferimento alle porzioni più granulari.

In funzione dei dati disponibili al momento, è stata ipotizzata una falda di progetto che si attesterebbe ad una profondità media di 10 -15m circa, anche in funzione della morfologia dell'area. Per una più approfondita trattazione delle caratteristiche idrogeologiche si rimanda alla Relazione Geologica.

## **5. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE GENERALI**

L'evoluzione morfologica dell'area ed i principali elementi geomorfologici rilevati sono direttamente connessi con l'azione della gravità sulle masse di versante e col deflusso delle acque correnti, superficiali e di prima infiltrazione, lungo i pendii ed alla base degli stessi. Ad essi si aggiungono ulteriori fattori morfoevolutivi di rilievo, come le attività antropiche, gli elementi strutturali e tettonici e, infine, i processi di origine mista dovuti all'effetto concomitante di più fattori.

L'evoluzione morfologica dell'area ed i principali elementi geomorfologici rilevati sono direttamente connessi con l'azione della gravità sulle masse di versante e col deflusso delle acque correnti, superficiali e di prima infiltrazione, lungo i pendii ed alla base degli stessi. Ad essi si aggiungono ulteriori fattori morfoevolutivi di rilievo, come le attività antropiche, gli elementi strutturali e tettonici e, infine, i processi di origine mista dovuti all'effetto concomitante di più fattori.

L'andamento morfologico generale risente, evidentemente, del succedersi delle diverse fasi evolutive, in senso geologico, che hanno caratterizzato l'area in esame, a partire dal tardo Pliocene fino all'epoca attuale.

L'intero settore interessato dagli interventi in progetto comprende un sistema collinare poco pronunciato, con quote medie variabili, in prevalenza, tra i 250 ed i 300 m s.l.m., costituito in gran parte da terreni plio-pleistocenici di natura prevalentemente sabbioso limosa -argillosa. Queste colline bordano la valle fluviale del Torrente Mesima, caratterizzata da un decorso arcuato e scorrimento verso sudovest. Il loro profilo regolare culmina, generalmente, con le tipiche strutture geomorfologiche delle aree sommitali, tabulari, correlate a lembi di superfici strutturali, corrispondenti a terrazzi morfologici pleistocenici, residui di una preesistente superficie, in gran parte smantellata dalla successiva azione dei processi erosivi che hanno condotto al modellamento del territorio secondo le linee attuali.

Le unità litologiche affioranti nell'area, caratterizzate nell'insieme da una resistenza all'erosione piuttosto bassa, sono state sottoposte, successivamente alla loro deposizione, ad un'erosione di tipo areale, controllata dall'attività tettonica verificatasi nell'area e legata ad un generale, seppur discontinuo, processo di sollevamento.

Le acque incanalate naturalmente e la forza di gravità sono gli agenti modellatori principali, sono infatti presenti numerose forme di erosione (forre, fossi di ruscellamento e accenni alle forme tipiche delle "piramidi da terra") e di instabilità.

L'intera area è caratterizzata, nei settori di affioramento delle formazioni, sabbiose e argilloso-siltose, da generalizzate manifestazioni di degradazione superficiale dei versanti. Sono segnalati, in prevalenza, dissesti di tipo superficiale e modesta entità, localizzati nella coltre eluviale di alterazione che ricopre, con spessori variabili, le unità del substrato.

In dipendenza del particolare regime idraulico dei corsi d'acqua presenti, della morfologia valliva e delle caratteristiche dei depositi alluvionali presenti, la morfologia degli alvei appare configurata, a

PROGETTAZIONE ATI:

volte, secondo tipologie “braided” (letto largo a rami divaganti –anastomizzati) laddove, nell’ambito di un alveo di piena piuttosto ampio, la posizione dell’alveo di magra può facilmente migrare in posizioni diverse. Tale conformazione è evidenziata dai torrenti Mesima e Scornari, nell’area a nord di Vazzano.

Per quanto concerne la franosità, quest’ultima è localizzata e rappresentata per lo più da fenomeni gravitativi quiescenti e secondariamente attivi (colamenti e frane complesse) la cui origine è da mettere in relazione in parte alle condizioni morfologiche (versanti più acclivi) in parte all’assetto idrogeologico (rapporti stratigrafici tra litotipi a differente comportamento meccanico-idrogeologico), nonché all’azione di intensa erosione lineare e diffusa ad opera delle acque dilavanti agenti lungo i versanti.

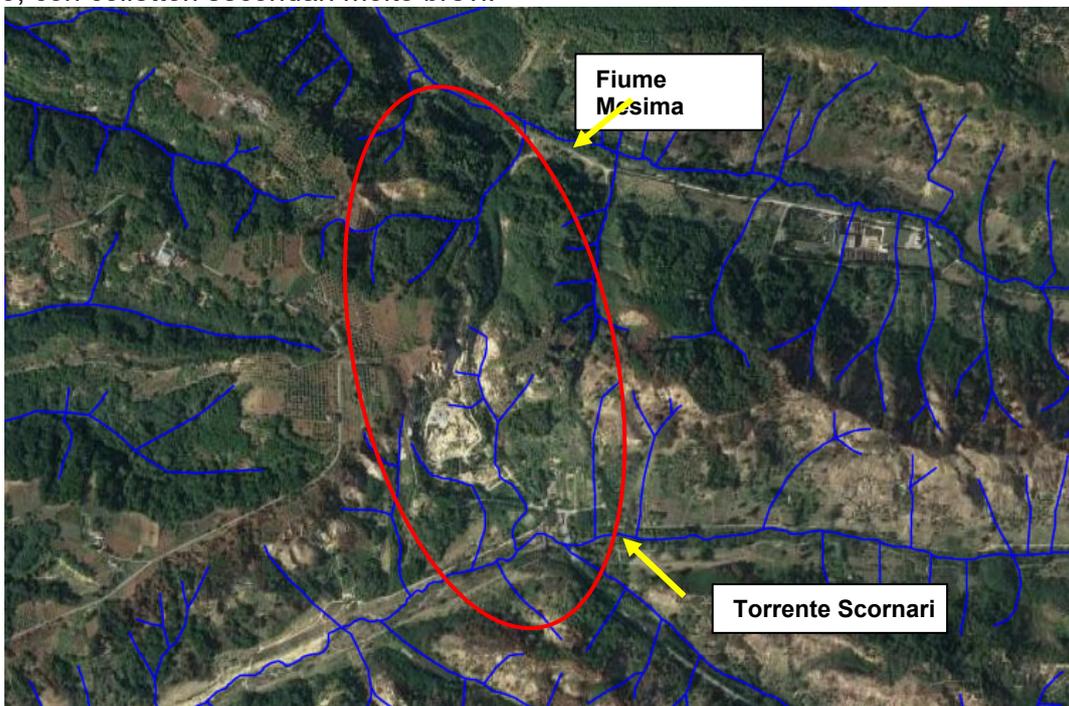
### 5.1. IDROGRAFIA

Il bacino idrico del Mesima interessa una vasta area, sviluppandosi su una superficie di circa 813.36 Km<sup>2</sup>., con sezione di chiusura coincidente con la foce del Mar Tirreno. Il perimetro dell’intero spartiacque è pari a 152.038 km e la lunghezza della sua asta principale è di circa 51.43 km con una pendenza media dell’1.47 %. Il valore della densità di drenaggio è 3.2 km/km<sup>2</sup>.

Passando all’area strettamente di interesse L’elemento principale del reticolo idrografico superficiale dell’area oggetto del presente studio è rappresentato dallo stesso Fiume Mesima, che scorre da Est verso Ovest in corrispondenza del confine settentrionale orientale del territorio comunale di Vazzano.

I corsi d’acqua principali dell’area, sono rappresentati dai Fiumi Mesima e dal Torrente Scornari, i quali presentano una marcata tendenza deposizionale, come evidenziato dagli estesi depositi alluvionali presenti lungo i fondovalle. Tali depositi sono tutti riferibili all’ultima fase evolutiva della rete idrografica, grosso modo corrispondente all’Olocene, ma risultano attivi solo in corrispondenza dei settori di piana attualmente interessati dal deflusso in alveo.

Verso questi assi idrografici principali converge una fitta rete di corsi minori, rappresentata da fossi e incisioni, che interessano capillarmente l’intero territorio circostante. Il reticolo risulta di tipo sub-dendritico, con collettori secondari molto brevi.



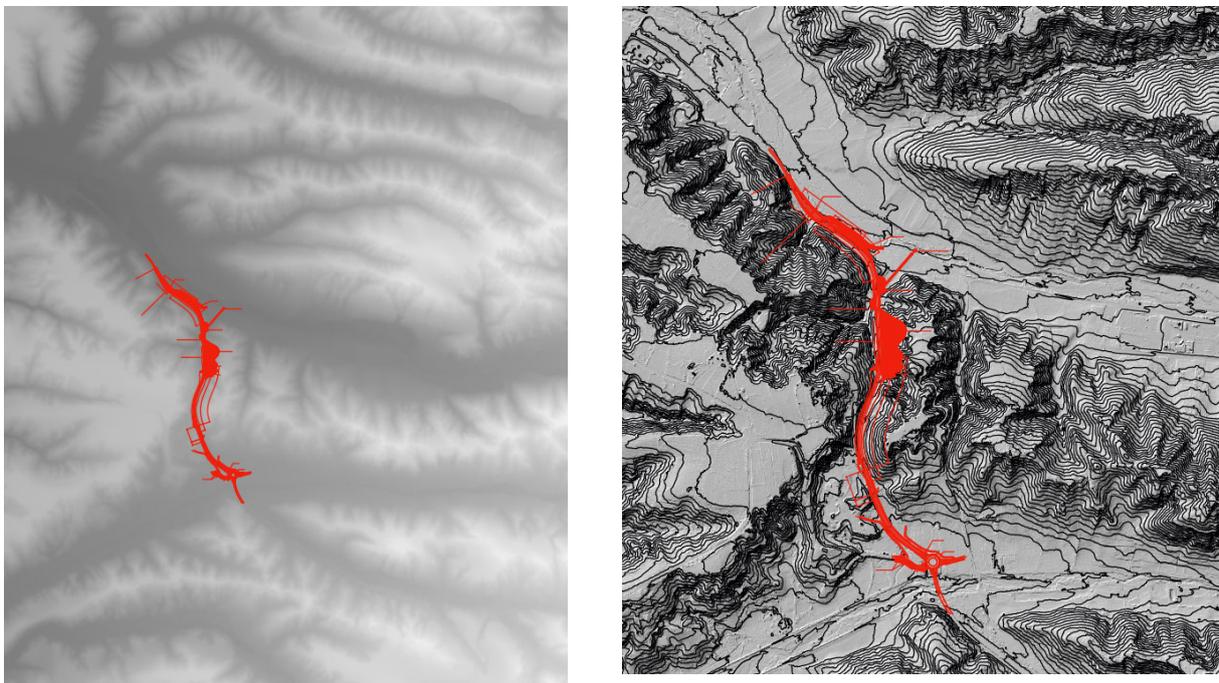
**Figura 5.1 – Immagine satellitare tratta dal WebGisABR Calabria con indicazione del reticolo idrografico presente ed interessato dall’intervento in progetto (area cerchiata in rosso)**

PROGETTAZIONE ATI:

## 6. ANALISI MORFOLOGICHE IN AMBIENTE GIS

In questa fase sono state realizzate analisi geomorfologiche, a partire dalla disponibilità di un DTM (Digital Terrain Model) e riprodotte attraverso gli applicativi disponibili in ambiente GIS, tramite i quali è stato possibile analizzare a scala di sottobacino ed in corrispondenza della porzione di territorio interessato dagli interventi in progetto, la conformazione morfologica e le caratteristiche riguardanti le pendenze dei versanti nonché l'esposizione degli stessi. Tali analisi hanno permesso di inquadrare il territorio sotto prospettive visive differenti rendendo la conoscenza delle condizioni morfologiche ampliate ad un quadro di riferimento più approfondito.

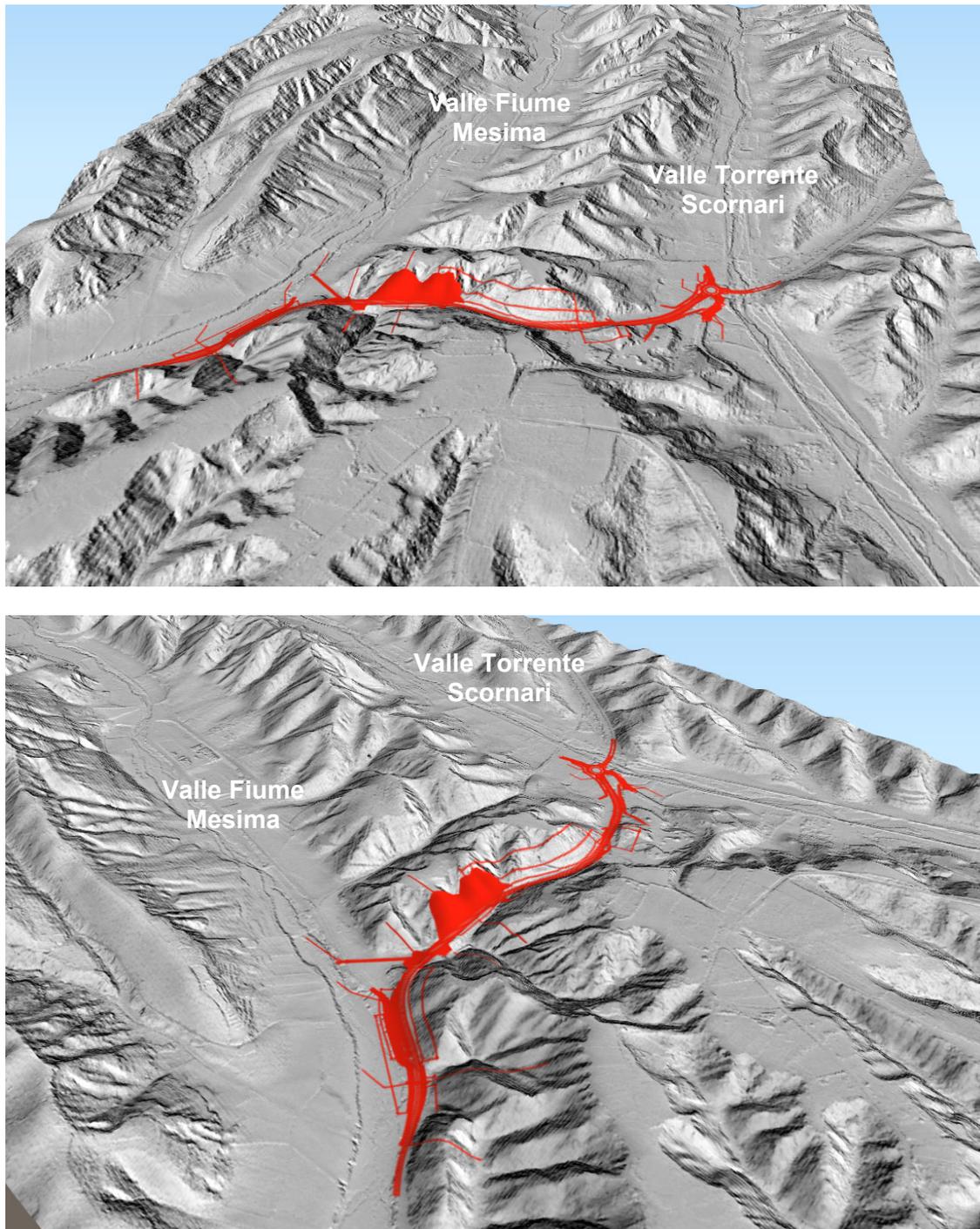
In particolare, di seguito, si riportano alcune immagini di interpolazioni ed analisi morfologiche eseguite per tale scopo.



**Figura 6.1 – Sovrapposizione del tracciato di progetto sul DTM da rilievo LIDAR a disposizione (a sx) e su modello Hillshade (ombreggiature), dopo aver estrapolato le isoipse direttamente dal DTM (a dx)**

Attraverso alcune analisi è stato possibile implementare le informazioni derivate dal DTM con la creazione, per esempio, di un modello Hillshade (ombreggiature), in particolare questo tipo di modello raster può essere utilizzato per dare una ombreggiatura al raster sorgente e produrre nell'osservatore l'impressione del rilievo del terreno. Si rende l'idea di tridimensionalità del DEM, grazie all'uso di una scala di grigi da 0 (nero) a 255 (bianco), valori interi applicati su ogni singola cella. La colorazione viene assegnata alle celle in funzione della direzione di illuminazione del sole, combinazione di Azimuth (angolo rispetto al Nord, misurato positivamente in senso orario) e angolo di elevazione sull'orizzonte.

PROGETTAZIONE ATI:

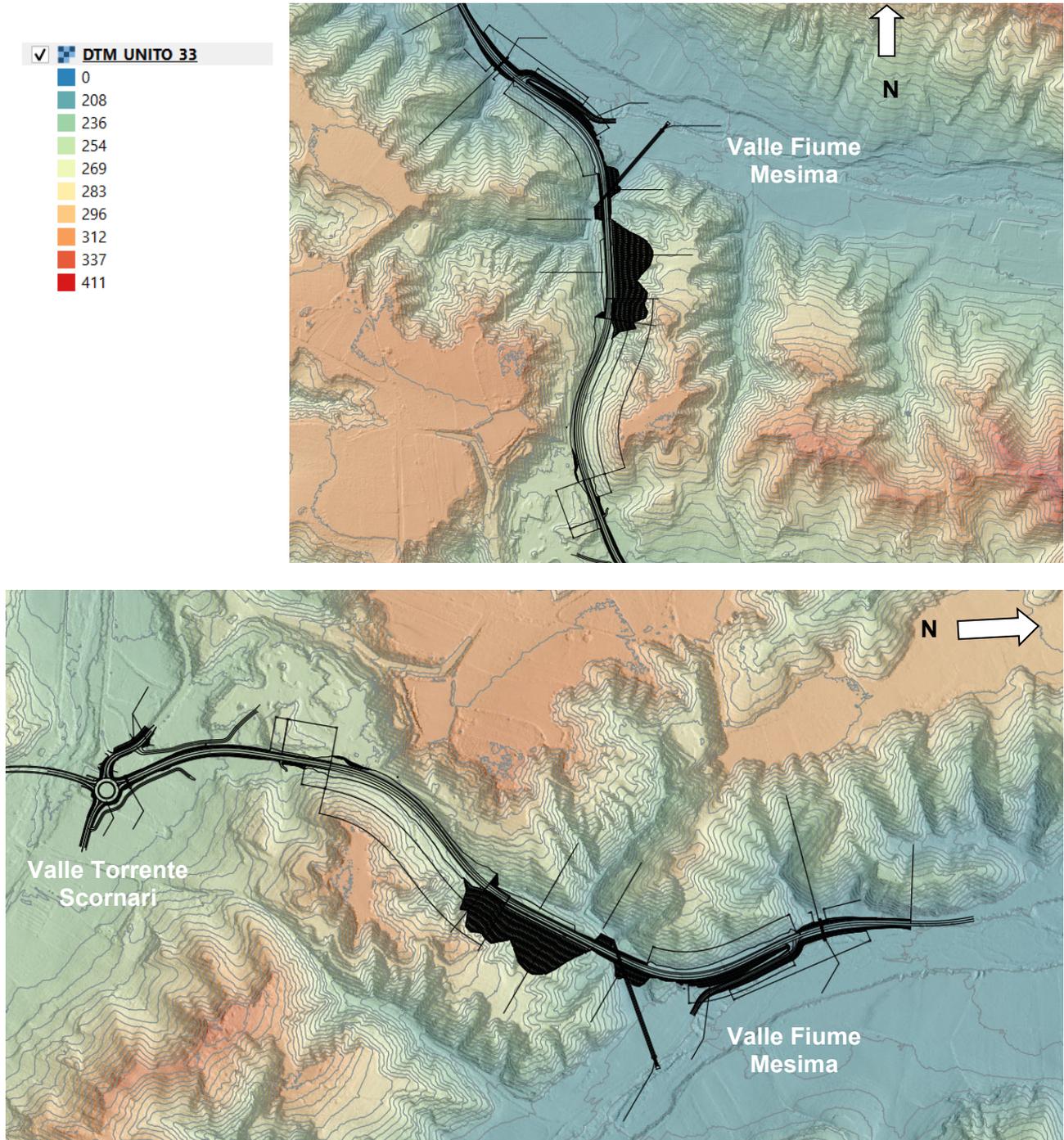


**Figura 6.2 – Immagini con visualizzazione in 3D del raster derivato tipo Hillshade (ombreggiatura)**

Dalle immagini riportate nelle figure precedenti e in quelle che seguono è possibile verificare il contesto morfologico di riferimento, in particolare l'intero settore appare ben delimitato dai corsi d'acqua principali che si manifestano attraverso le porzioni più depresse caratterizzate dai depositi alluvionali. Le colline presenti bordano la valle fluviale del Torrente Mesima, con un profilo regolare che culmina, generalmente, con le tipiche strutture geomorfologiche delle aree sommitali, tabulari, correlate a lembi di superfici strutturali, corrispondenti a terrazzi morfologici pleistocenici, residui di una preesistente superficie, in gran parte smantellata dalla successiva azione dei processi erosivi che hanno condotto al modellamento del territorio secondo le linee attuali.

PROGETTAZIONE ATI:

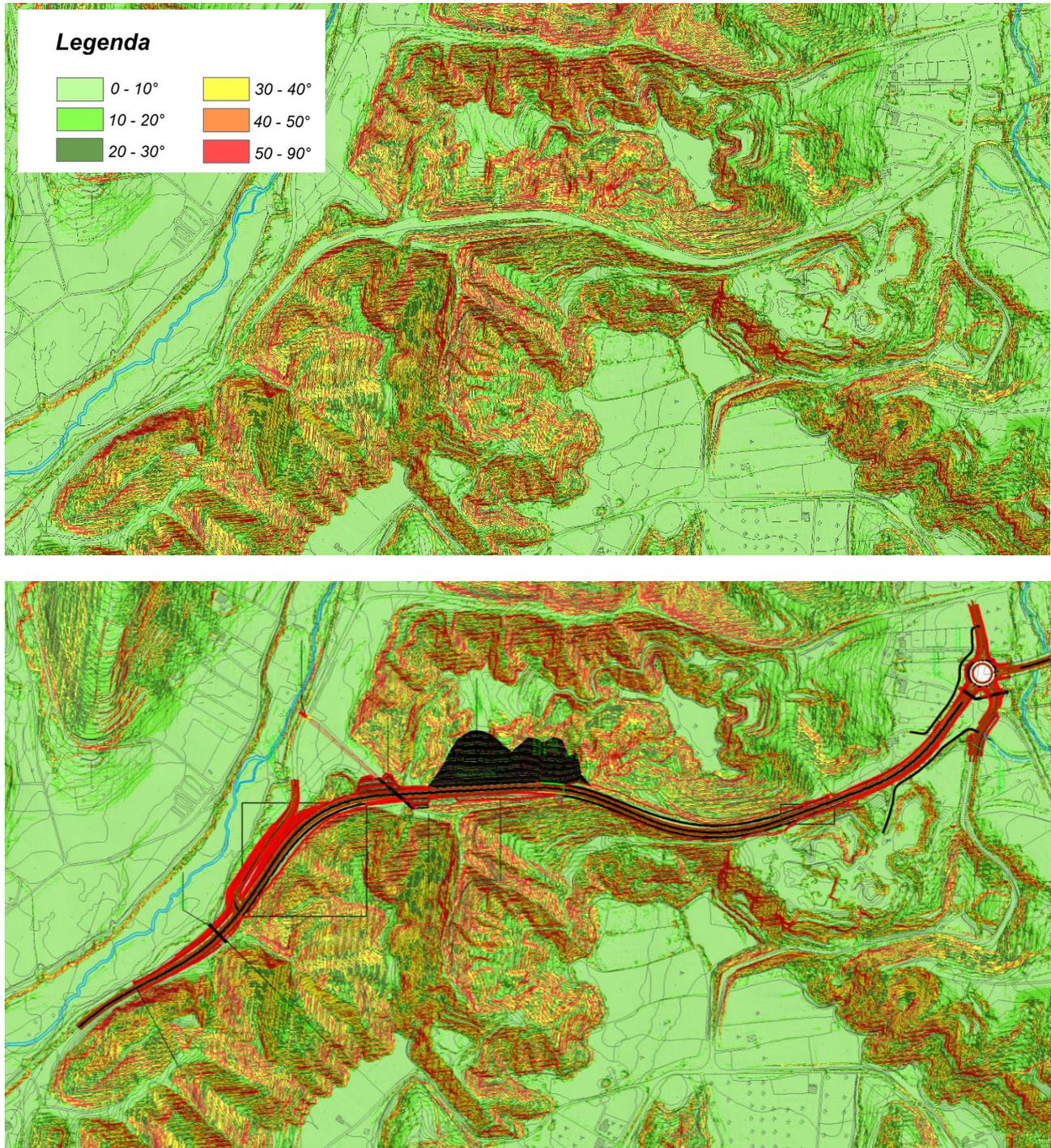
Attraverso l'utilizzo di interpolazioni e configurazioni disponibili, in modo molto rapido si è potuto realizzare delle visualizzazioni tematiche della superficie, evidenziando con colori differenti le differenti fasce di elevazione, il quale risultato rende l'informazione più diretta e meglio comprensibile nell'ottica di una caratterizzazione morfologica del territorio.



**Figura 6.3 – Esempio di restituzione a fasce di elevazione per il DTM disponibile con sovrapposizione del tracciato in oggetto**

PROGETTAZIONE ATI:

A partire dal DTM si è realizzato la creazione di Raster derivati che rappresentassero le classi di pendenza, queste esprimibili in termini di percentuali o gradi. In tal modo è stato possibile verificare le condizioni dei versanti interferenti con le opere in progetto ponendo tale condizione in relazione ai possibili inneschi di fenomeni di versante o di processi di dilavamento. Di seguito si riportano degli stralci di immagini derivate da tali rappresentante le classi di acclività espresse in gradi.



**Figura 6.4 - - Immagini rappresentative di analisi SLOPE (classi di pendenza espresse in gradi) a partire da DTM disponibile**

PROGETTAZIONE ATI:

Le informazioni di carattere morfologico sono state implementate attraverso l'analisi di rappresentazione dell'esposizione dei versanti (aspect) che rappresenta l'esposizione dei versanti rispetto al sud geografico, di cui si riporta alcune immagini.

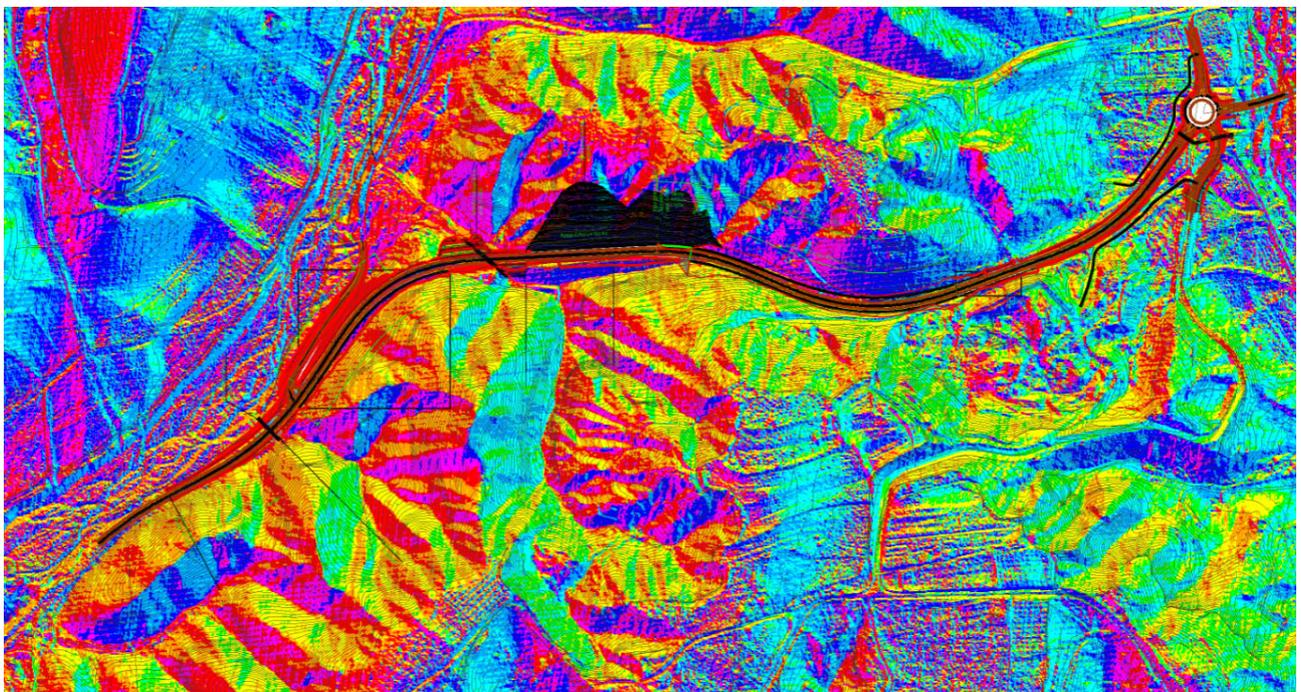
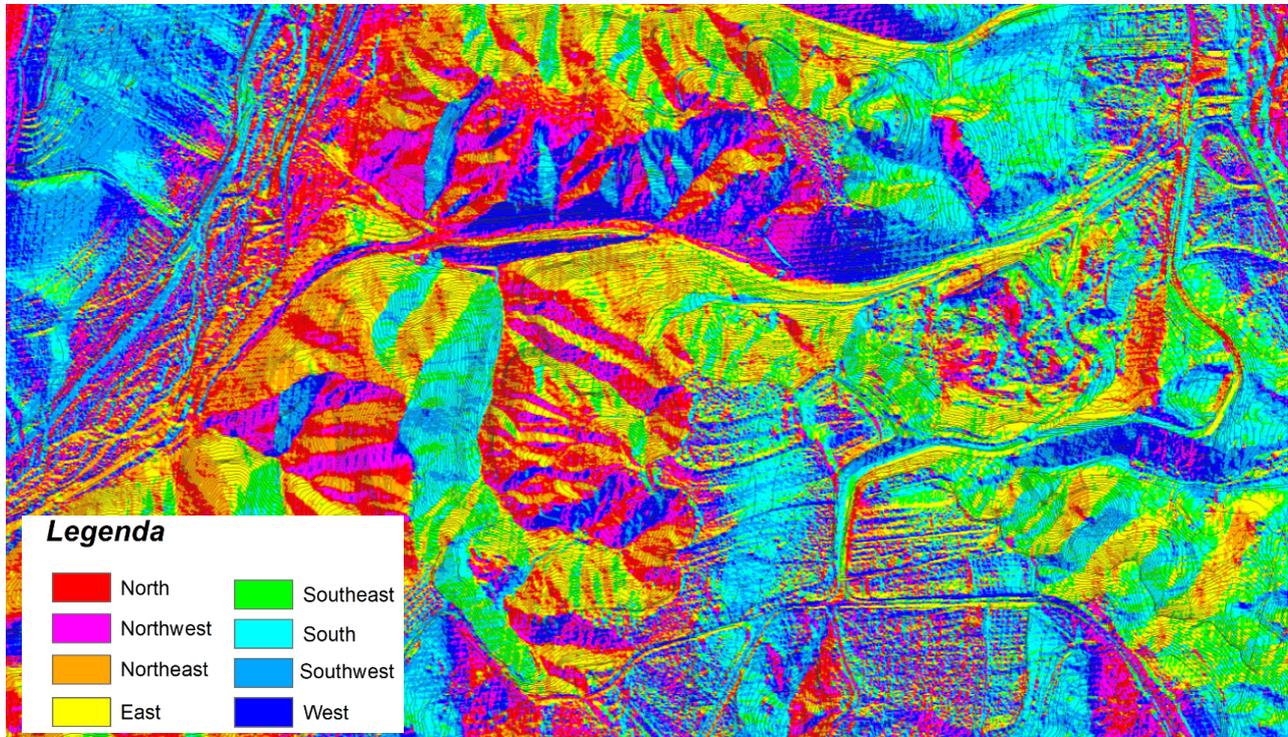


Figura 6.5 – Immagini rappresentative di analisi ASPECT (esposizione dei versanti) a partire da DTM disponibile

PROGETTAZIONE ATI:

In particolare, dalle risultanze delle analisi geomorfologiche rappresentate dalle immagini precedenti, è possibile constatare come i tratti maggiormente pendenti si riscontrano in corrispondenza dei versanti attualmente soggetti a processi di erosione intensa con associati fenomeni di natura gravitativa, come dimostrato anche nella carta geomorfologica, condizionando in maniera significativa la morfologia attuale.

PROGETTAZIONE ATI:

## 7. ANALISI FOTO-INTERPRETATIVA DI TIPO COMPARATIVA

La fotointerpretazione, anche quella ottenuta attraverso immagini satellitari con viste 3D, costituisce lo strumento di lavoro più utile e completo per eseguire sistematiche indagini di tipo geomorfologico su vaste aree di territorio. I vantaggi maggiori derivano da una visione di insieme globale ed omogenea di quegli elementi fisici territoriali (caratteristiche morfologiche e geologiche) difficilmente apprezzabili nelle attività di rilevamento a terra; L'analisi consente inoltre una buona definizione della geometria e della tipologia dei fenomeni, ma lascia un certo margine di incertezza per quanto riguarda la definizione dello stato di attività, specialmente in mancanza di riprese multitemporali delle medesime aree.

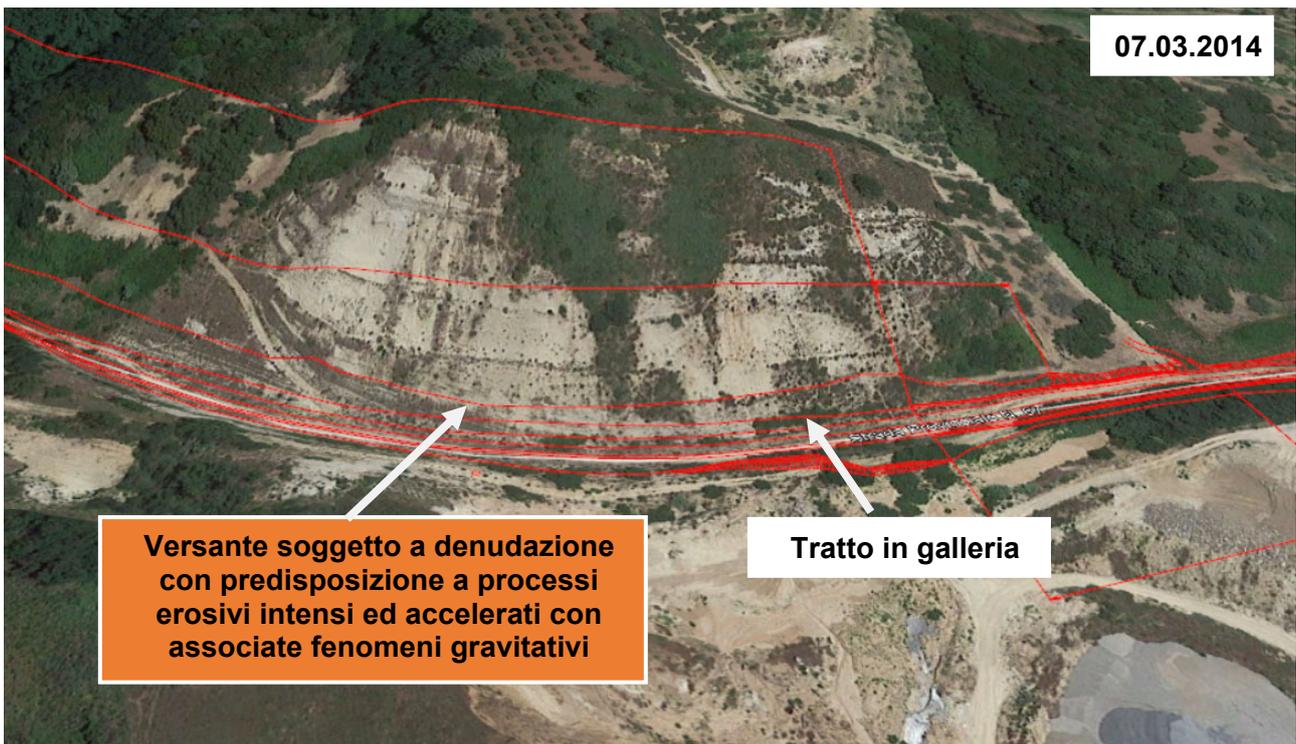
Con l'ausilio delle immagini satellitari disponibili tramite l'applicazione Google Earth, si è potuto svolgere una analisi geomorfologica dell'area strettamente di interesse, di tipo multitemporale. Di seguito si riportano alcune immagini catalogate per anno con indicazioni derivate dalle osservazioni.



PROGETTAZIONE ATI:



Figure 7-1 – Immagini satellitari in vista 3D (Fonte Google Earth) riferite all'anno 2010



PROGETTAZIONE ATI:

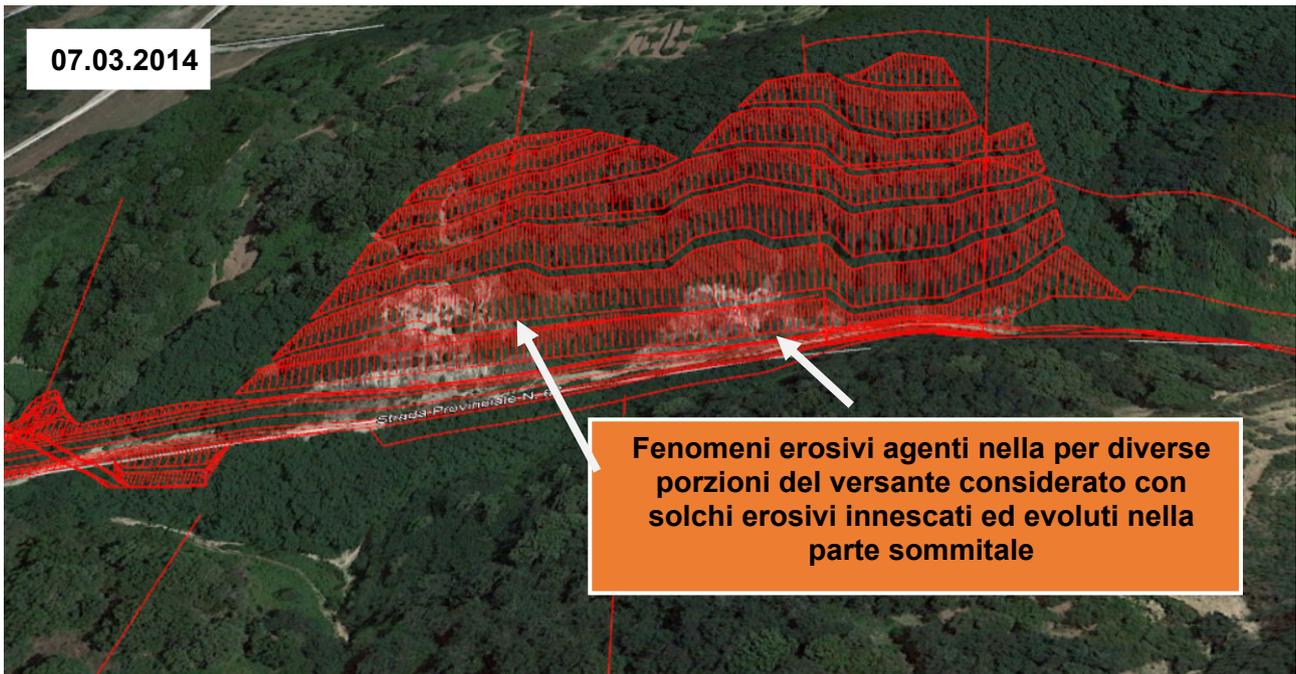
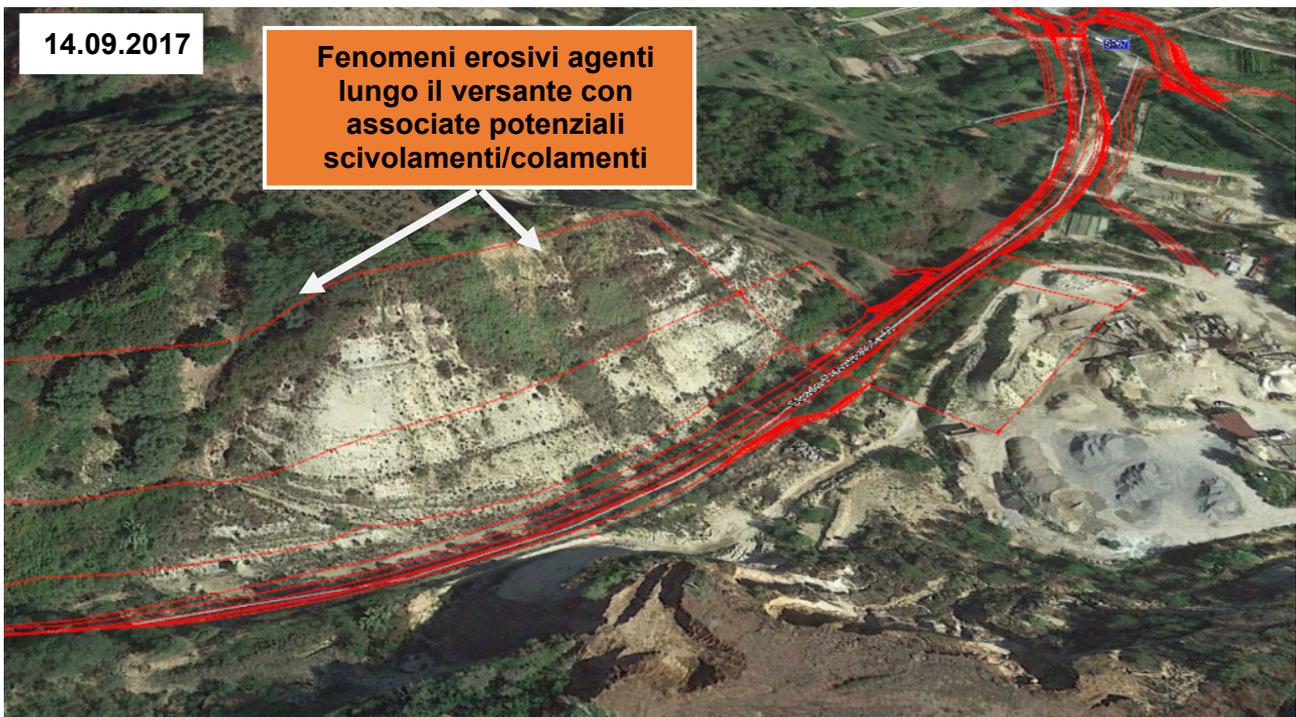


Figure 7-2 - Immagini satellitari in vista 3D (Fonte Google Earth) riferite all'anno 2014



PROGETTAZIONE ATI:

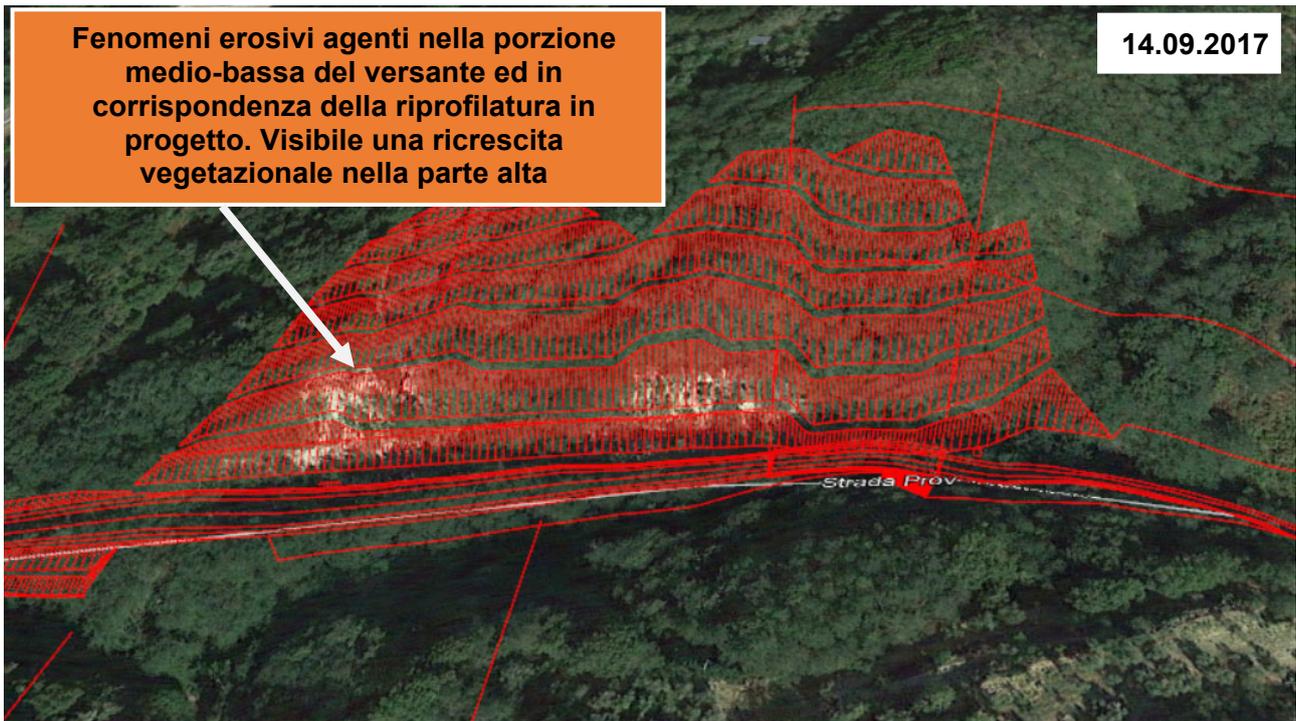
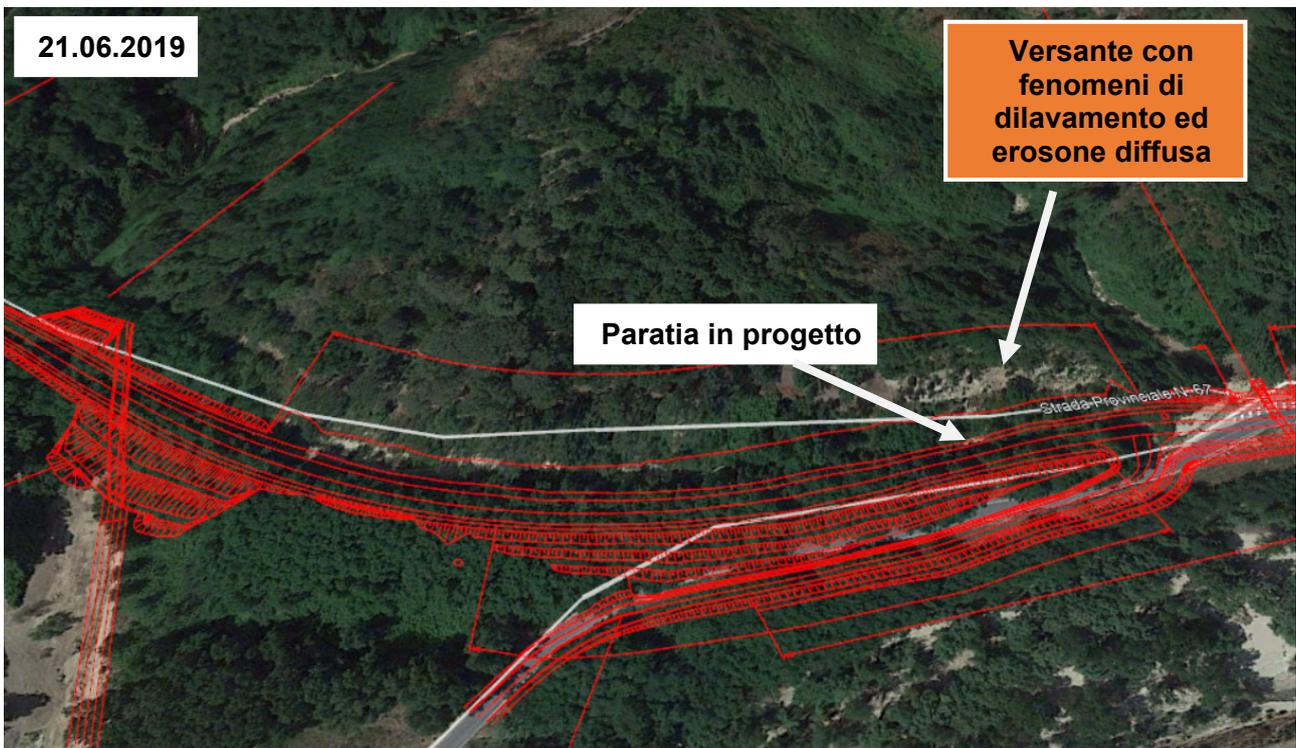


Figure 7-3 - Immagini satellitari in vista 3D (Fonte Google Earth) riferite all'anno 2017



PROGETTAZIONE ATI:



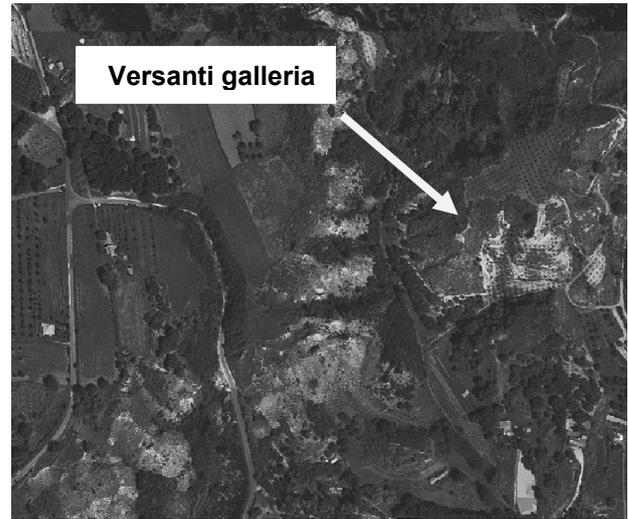
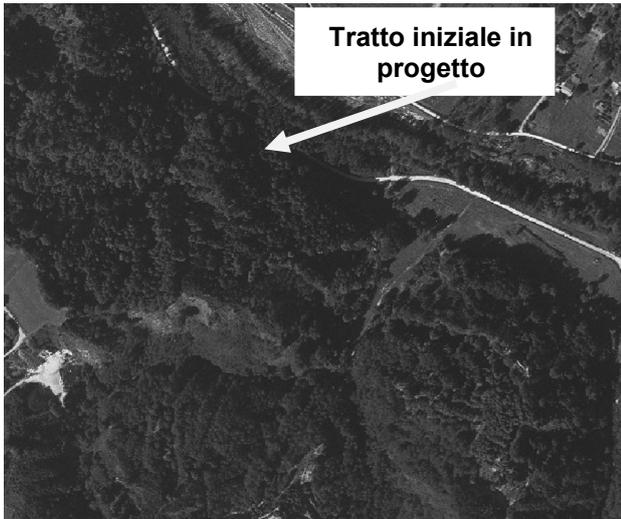
**Figure 7-4 - Immagini satellitari in vista 3D (Fonte Google Earth) riferite alla data 21.06.19**

In aggiunta a tali immagini satellitari, sono state consultate le ortofoto disponibili sul Geoportale Nazionale attraverso l'ausilio del visualizzatore 2D e riportate di seguito.

Dall'anno 1994 e fino al 2006, il settore di interesse presentava una relativa condizione di stabilità morfologica, soprattutto in corrispondenza del tratto iniziale dell'attuale progetto. Il versante posto in sinistra rispetto alla galleria era caratterizzato da alcuni movimenti associati alle dinamiche di versante, ma poco estesi e localizzati nella porzione di fondovalle, tuttavia gli stessi non compaiono a distanza di anni e contemporaneamente non si manifestano, al contrario dell'attuale periodo, gli agenti modellatori riferiti ai processi di dilavamento, anche se il versante in destra, presenta fenomeni riconducibili a processi gravitativi quali scivolamento/colata, visibile nelle ortofoto del 2006.

PROGETTAZIONE ATI:

**Anno 1994**



**Anno 2006**



Figure 7-5 – Ortofoto riferite all'anno 2006 con indicazione di alcune tratti in progetto (Fonte Geoportale Nazionale )

PROGETTAZIONE ATI:

## 8. RILEVAMENTO GEOMORFOLOGICO DI DETTAGLIO

### 8.1. METODOLOGIA

Il rilevamento geomorfologico di dettaglio, realizzato anche a seguito delle richieste di integrazione contenute nell'istruttoria dell'RIV.DGSV 135/1 e oss. CDS, ha avuto come finalità quella di descrivere in maniera puntuale i processi morfologici in atto valutandone le origini e la tendenza evolutiva, ma verificandone la relazione con le opere previste al fine di definire la reale condizione di stabilità attuale e post intervento e garantire in tal senso eventuali variazioni.

Il rilevamento geomorfologico ha avuto inizio a partire da ricerche preliminari, atte a raccogliere il maggior numero di informazioni sull'area di interesse e durante le quali sono state reperite carte topografiche, immagini telerilevate, studi, pubblicazioni scientifiche e relazioni tecniche. Successivamente, l'acquisizione di dati, elementi ed informazioni di tipo geomorfologico è avvenuta sia attraverso osservazioni dirette di terreno, sia attraverso l'esame di foto aeree, ortofoto ed immagini satellitari (Linee guida al rilevamento geomorfologico del Servizio Geologico Nazionale, 1994).

Gli esiti dello studio sono rappresentati sia attraverso il report delle schede di dettaglio nelle quali vengono riportate le principali risultanze derivate dallo stesso rilevamento e sia graficamente tramite la cartografia geomorfologica (modificata rispetto alla versione precedente ed allegata alla presente versione del Progetto Definitivo), nella quale sono state distinte le forme ed i processi in base all'"agente morfogenetico" che li ha prodotti (Canuti *et alii*, 1992; Linee guida al rilevamento geomorfologico del Servizio Geologico Nazionale, 1994), ovvero la "gravità" e le "acque superficiali". Inoltre, i movimenti franosi sono stati distinti sia in base alla tipologia di movimento, sia in base al tipo di materiale coinvolto, sia in base allo stato di attività (Carrara *et alii*, 1987; Del Prete *et alii*, 1992; Bisci & Dramis, 1992; Cruden & Varnes, 1996).

### 8.2. ELEMENTI GEOMORFOLOGICI RILEVATI

Di seguito si riporta la descrizione dei morfotipi più significativi rilevati, durante il rilevamento e rappresentati nel "Carta geomorfologica", distinguendo le forme ed i processi in base all'agente morfogenetico" che li ha prodotti (Canuti *et alii*, 1992; Linee guida al rilevamento geomorfologico del Servizio Geologico Nazionale, 1994).

Relativamente allo stato di attività si sono distinti fenomeni:

#### **Forme, depositi e processi dovuti al dilavamento e all'azione delle acque superficiali**

I processi rilevati e cartografati in questa classe di morfotipi sono caratterizzati da forme di denudazione e erosione. A questi si aggiungono i depositi alluvionali associati ai corsi d'acqua permanenti e temporanei. In particolare, i principali corsi d'acqua dell'area, a carattere perenne, sono rappresentati dal Fiume Mesima e dal Fiume Scornari, che defluiscono in direzione circa NE-SW dal Massiccio delle Serre verso il Mar Tirreno. Inoltre, sono presenti una serie di corsi d'acqua secondari, a carattere per lo più stagionale, con numerosi solchi da ruscellamento concentrato, che si attivano in concomitanza di eventi meteorici intensi e/o prolungati.

In particolare, relativamente alla dinamica delle acque superficiali, sulla base del rilievo geomorfologico, sono state identificati sia fenomeni di erosione areale che concentrata, mentre risultano presenti una serie di depositi alluvionali differenziabili dal punto di vista granulometrico.

**Aree interessata da erosione diffusa:** Sono aree sottoposte all'azione di fenomeni diversi che tendono a concentrarsi ed a sovrapporsi (erosione diretta da pioggia battente, ruscellamento diffuso, erosione a rivoli). In particolare, nelle aree prive o quasi di vegetazione e dotate di una certa pendenza è stata riscontrata una forma di ruscellamento diffuso (*rill erosion* e *sheet erosion*), determinato da una fitta rete di rivoli instabili nel tempo che in occasione di piogge torrenzie danno luogo ad un vero e proprio velo d'acqua continuo.

PROGETTAZIONE ATI:



**Foto 8.1 - Forme tipiche associate ai processi di erosione diffusa agenti sui terreni costituenti i versanti**

**Solchi di erosione concentrata:** I versanti di interesse, soprattutto nel corso degli eventi meteorici più abbondanti sono soggetti a fenomeni intensa erosione verticale. Difatti, il deflusso idrico superficiale non regimato, genera forme lineari, quali solchi da ruscellamento concentrato (*gully erosion*), con gli stessi che si approfondiscono nel corso del tempo, anche per effetto della presenza in affioramento di termini litologici prevalentemente limoso-argillosi e sabbioso-limosi.



**Foto 8.2 - Esempio di processi di erosione concentrata agenti lungo il tracciato in progetto**

**Depositi alluvionali:** I corsi d'acqua principali dell'area, rappresentati dai Fiumi Mesima e Scornari, presentano una marcata tendenza deposizionale. I corsi d'acqua secondari, invece, presentano caratteristiche geomorfologiche relativamente dipendenti dal contesto territoriale in cui si

PROGETTAZIONE ATI:

sviluppano. In particolare, nelle porzioni di territorio meno acclivi si riscontra una maggiore attività deposizionale, con in taluni casi, la formazione di vere e proprie conidi di deiezione.

Concludendo, in riferimento alle diverse fasi deposizionali e alle caratteristiche morfologiche riscontrabili lungo i versanti, si è deciso di differenziare, i diversi depositi alluvionali, sulla base delle caratteristiche granulometriche associate. Pertanto lungo gli stessi corsi d'acqua, la tessitura prevalente risulta essere quella più grossolana (sabbia e ghiaia), mentre per i depositi alluvionali ubicati in posizione più distante dai corsi d'acqua attuali, si riscontra una prevalenza di granulometria da media a fine (sabbia e limo).

### **Forme, depositi e processi gravitativi di versante**

Relativamente allo stato di attività si sono distinti fenomeni:

- ✓ *attivi*, attualmente in movimento o comunque con indizi di movimento entro l'ultimo ciclo stagionale;
- ✓ *quiescenti*, attualmente non in movimento, ma per le quali comunque permangono le condizioni naturali che lo hanno prodotto.

La determinazione dello stato di attività è stata compiuta sulla base di fattori relativi all'assetto morfologico generale deducibile dall'esame delle foto aeree, ma anche sulla base del rilievo di dettaglio *in situ* degli indizi di movimento in atto oppure al momento sospesi, ma attivi in tempi recenti. Per questo tipo di fenomeni è stata posta una particolare attenzione nei casi in cui essi coinvolgono aree prossime all'asse stradale in progetto, al fine di non introdurre fattori di accelerazione e ampliamento dei fenomeni gravitativi.

Nel caso di forme quiescenti, gli indizi del movimento, al momento non attivo, sono stati evidenziati con la stessa metodologia dei movimenti attivi. In tale caso, però, la momentanea stabilizzazione del fenomeno, è stata quasi sempre ricondotta alla presenza di una copertura vegetale sulla massa spostata, alla parziale modificazione delle scarpate ad opera della degradazione meteorica, e in minor misura, ad interventi di modificazione del profilo ad opera dell'uomo.

Con particolare riferimento ai fenomeni franosi generici, gli stessi risultano essere fenomeni naturali, consistenti in movimenti controllati dalla gravità, superficiali o profondi, rapidi o lenti, che interessano i materiali che formano i versanti. L'instabilità di un versante è raramente originata da una singola causa, ma generalmente, è il risultato dell'interazione simultanea di più fattori che hanno contribuito, con modalità e misure diverse, alla rottura dell'equilibrio. I fattori che regolano i processi morfodinamici legati alla instabilità di un pendio sono di ordine geologico, morfologico, idrogeologico, climatico e antropico.

Secondo le nomenclature maggiormente utilizzate (Dikau *et al.*, 1996; UNESCO, 1993; Varnes & Cruden, 1994; Servizio Geologico d'Italia, C.N.R. (G.N.D.C.I.), 1996], i movimenti franosi rilevati e riconosciuti sono stati distinti in:

**Frana e corpo di frana complessa:** Il movimento risulta essere la combinazione di due o più dei principali tipi di fenomeni gravitativi; nel caso in questione sono presenti prevalentemente movimenti complessi con particolare riferimento all'innescò di fenomeni di scivolamento che possono interessare porzioni significative di versante. Non sono disponibili informazioni sugli spessori delle masse mobilitate, anche se per i movimenti più estesi sono state ipotizzate spessori prossimi o poco superiori ai 5-6 m. In ogni caso, tali processi non risultano interferenti con il tracciato in progetto.

**Frana e corpo di frana di colamento lento:** Tale fenomeno è caratterizzato, generalmente, da spostamenti lenti di materiali costituenti i versanti. Il movimento è distribuito in maniera continua nella massa spostata, con superfici di taglio multiple e temporanee.

PROGETTAZIONE ATI:

Tali forme, sono state riconosciute lungo i versanti che delimitano il tracciato in progetto, con possibile locali interferenze, soprattutto in corrispondenza delle progressive iniziali dove è prevista una paratia di pali. Prevalentemente, lo stato di attività è stato valutato come quiescente, mentre il non sono disponibili informazioni dettagliate sugli spessori delle masse mobilitate, ma i dati ottenuti dai rilievi e la loro ridotta estensione areale fanno ipotizzare spessori mediamente compresi tra 2 e 3 m, raramente superiori.



**Foto 8.3 – Area di origine della frana di colamento posta nel tratto iniziale del tracciato**



**Foto 8.4 Corpo di frana di colamento visibile ai lati dell'attuale sede calpestabile e soggetta a processi erosivi**

**Area soggetta a deformazione superficiale lenta:** Zone caratterizzate da fenomeni deformativi superficiali diffusi, spesso non delimitabili singolarmente. Si tratta di fenomeni di soliflusso e creep, ai quali si possono associare frane in s.s.. Tali fenomeni interessano unicamente le coltri di copertura o le porzioni più superficiali ed alterate del substrato geologico dell'area, con spessori dell'ordine di pochi metri.



**Foto 8.5 - Porzione di versante caratterizzato da processi deformativi superficiali lenti**

PROGETTAZIONE ATI:

**Forme, depositi e processi di origine mista**

Sono presenti forme, processi e depositi dovuti all'azione concomitante di più fattori, ovvero di genesi mista. In generale, si tratta di elementi originati dall'azione combinata di gravità e acque correnti superficiali, anche se non si può escludere l'intervento di fattori secondari connessi con l'azione della tettonica o dell'uomo.

Con riferimento al progetto stradale in oggetto sono state rilevate i seguenti morfotipi:

**Deposito eluvio-colluviale:** Sono depositi che possono occupare significative estensioni, ma con spessori generalmente ridotti, compresi tra 1 e 2 m. Accumuli più importanti si rinvengono, solo localmente, in corrispondenza di alcune aree impluviali e nelle porzioni medio-basse dei rilievi più estesi, con associata anche la formazione di forme lobate e a ventaglio riconducibili a conoidi.



**Foto 8.6 - Accumulo eluvio - colluviale**

**Superficie terrazzata:** Sono presenti nelle porzioni sommitali delle maggior parte dei rilievi dell'area di interesse. Morfologie sub-pianeggianti o poco acclivi, più o meno estese, connesse sia all'assetto strutturale dei depositi presenti che a fenomeni erosivi di genesi fluviale.

**Forme antropiche e manufatti**

In generale, si tratta di riporti antropici connessi con le infrastrutture stradali, di argini e canali artificiali collegati alla bonifica idraulica degli alvei più importanti. A questi si aggiungono le aree di estrazione per inerti poste in corrispondenza della parte terminale del tracciato, di cui una risulta essere attualmente attiva ed estesa in termini areali.



**Foto 8.7 – Cava di inerti attiva posta in prossimità del tratto finale dell'asse stradale in progetto con visibile sullo sfondo il colle Scornari**

PROGETTAZIONE ATI:

### 8.3. RISULTANZE DERIVATE DAL RILEVAMENTO GEOMORFOLOGICO CONNESSE ALLE OPERE IN PROGETTO

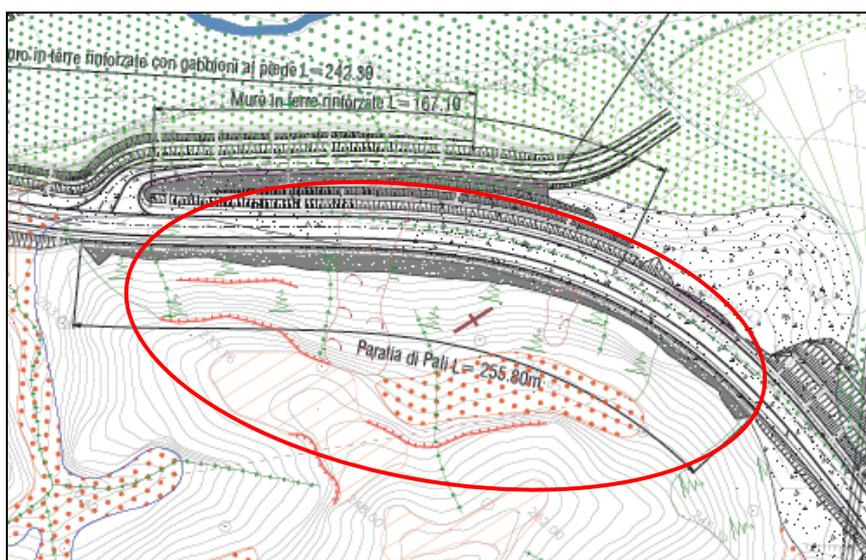
Con riferimento alle opere principali in progetto, di seguito si riportano le considerazioni di carattere geomorfologico derivate dal rilevamento di dettaglio, con specifico approfondimento nel riconoscimento dei fenomeni e processi in atto o potenzialmente innescanti e nella loro implicazione con le opere.

Tale rilevamento è stato eseguito sulla base delle evidenze considerate e valutate in sede di stesura della prima versione del Progetto Definitivo, modificando o integrando le informazioni acquisite nei rilievi, indagini ed analisi realizzate precedentemente.

Per una più approfondita trattazione si rimanda all'elaborato di riferimento allegato alla presente fase progettuale e contenente le schede di dettaglio del rilevamento geomorfologico.

#### Verifica 1 - Riferimento Progettuale: Inizio lotto – pk 0+300

- Versante posto a ridosso dell'opera di contenimento in progetto – Paratia di Pali della lunghezza di 255,80 m.



**Figura 8.1 – Stralcio della carta geomorfologica con riferimento all'area indagata**

Durante il rilevamento sono state identificate scarpate di degradazione o generate da fenomeni di scivolamento localizzati lungo il pendio, ma che manifestano una limitata estensione, associati alla porzione superficiale. A tali forme si aggiungono in percentuale maggiore i processi di erosione diffusa sottoposta all'azione di fenomeni diversi che tendono a concentrarsi ed a sovrapporsi. Sono state riscontrate forme lineari, quali solchi da ruscellamento concentrato (gully erosion) e in subordine forme di ruscellamento diffuso (rill erosion e sheet erosion), con formazioni di forre e forme tipiche delle piramidi di terra, a dimostrare la predisposizione di tali litologie a processi di tale genere.

Sono presenti corpi di frana associati a lenti colamenti, già evidenziati in occasione di primi rilievi eseguiti per la precedente versione del progetto definitivo, che producono spostamenti di materiali costituenti i versanti, lo stato di attività è stato valutato come quiescente, mentre non sono disponibili informazioni dettagliate sugli spessori delle masse mobilitate, ma i dati ottenuti dai diversi rilievi e la loro ridotta estensione areale fanno ipotizzare spessori mediamente compresi tra 2 e 3 m.

PROGETTAZIONE ATI:

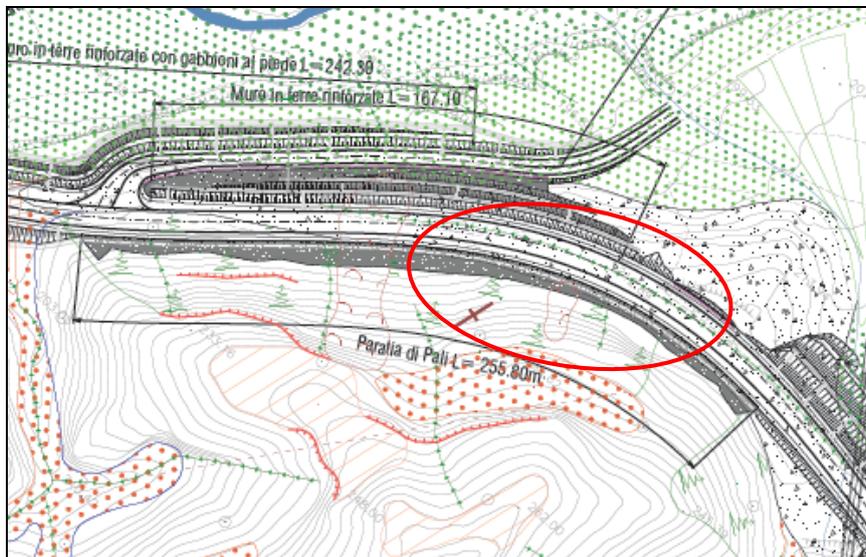
In questo tratto è prevista la realizzazione di una paratia di pali con una quota rialzata rispetto al p.c., in modo da contenere gli scavi e per evitare la rimozione di aree vegetate esistenti. L'opera di sostegno si pone inoltre come elemento di consolidamento e stabilizzazione del fenomeno di colamento presente. Nel tratto si prevede anche la regimentazione delle acque superficiali.



**Foto 8.8 – Alcune forme e processi in atto in corrispondenza del versante considerato**

**Verifica 2 - Riferimento Progettuale: pk 0+200 -0+300**

- Muro di sostegno esistente e porzioni in rilevato connesse alle progettazioni pregresse.



**Figura 8.2 - Stralcio della carta geomorfologica con riferimento all'area indagata**

Relativamente alla dinamica delle acque superficiali, lungo il rilevato presente, sono state identificate fenomeni di erosione concentrata, che si evidenziano anche con lo scalzamento e il trasporto di materiale alla base del muro esistente. Nel corso degli eventi meteorici più abbondanti tali porzioni sono soggette a fenomeni intensa erosione verticale. Sono presenti corpi di frana di ridotta estensione associati a lenti colamenti che producono spostamenti di materiali costituenti i versanti, lo stato di attività è stato valutato come quiescente, mentre, sugli spessori delle masse mobilitate, dai dati ottenuti nei diversi rilievi e considerando la loro ridotta estensione areale si può

PROGETTAZIONE ATI:

ipotizzare spessori mediamente compresi tra 1 e 2 m. Il muro esistente non interferisce con le opere in progetto. Difatti verrà realizzato a valle di esso un rilevato provvisorio per la realizzazione della paratia di pali. In progetto sono stati previsti interventi di regimazione delle acque.



**Foto 8.9 – Alcune evidenze dei processi erosivi intensi presenti nell’area di interesse**

**Verifica 3 - Riferimento Progettuale:**

- Riprofilatura scarpata esistente e Paratia di pali in sx di lunghezza 152,40 m



**Figura 8.3 - Stralcio della carta geomorfologica con riferimento all’area indagata**

PROGETTAZIONE ATI:

In questo tratto sono state riconosciute forme derivanti dai processi di dilavamento agenti lungo il versante, il deflusso idrico superficiale non regimato, genera forme lineari, quali solchi da ruscellamento concentrato (*gully erosion*), con possibile evoluzione in eventi gravitativi di versante, nello specifico si manifestano accumuli detritici di limitata estensione, in forma di conoide, posti alla base del versante stesso. Nella parte alta del versante, la presenza di una folta vegetazione arborea riduce in modo significativo i processi in atto.

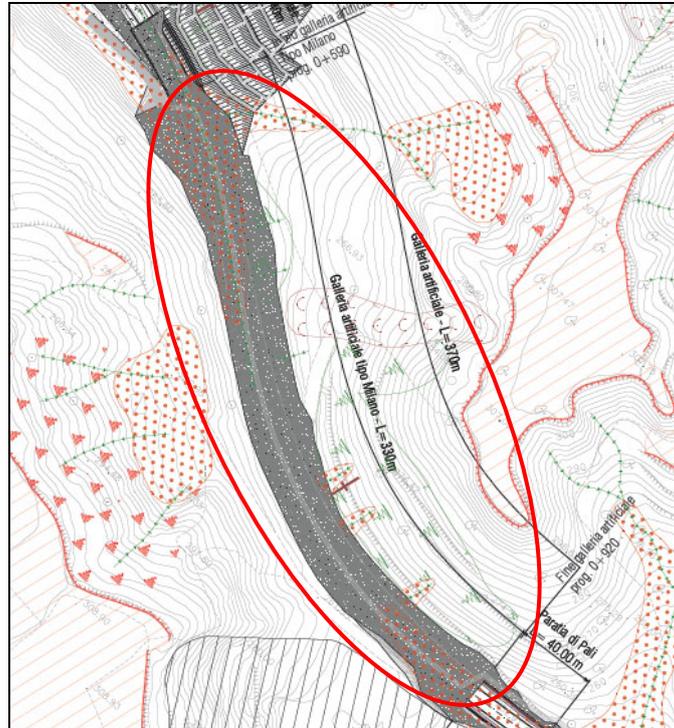
In progetto risultano presenti opere di regimazione delle acque superficiali e interventi atti a ridurre l'erosione in atto, per tutta scarpata considerata.



**Foto 8.10 – Forme di erosione in atto riscontrate nell'area di interesse**

**Verifica 4 - Riferimento Progettuale: Da pk 0+550.000 a pk 0+920.000**

- Galleria Artificiale



**Figura 8.4 - Stralcio della carta geomorfologica con riferimento all'area indagata**

Sono stati rilevati processi associati al dilavamento ed all'azione delle acque superficiali (*rill erosion, sheet erosion, e gully erosion*), che agiscono lungo il versante con maggior insistenza in corrispondenza della porzione medio-bassa dello stesso, con forme di ruscellamento diffuso e manifestazioni calanchive. Le acque incanalate naturalmente, la forza di gravità e l'assenza della vegetazione, in buona parte del rilievo considerato, sono gli agenti modellatori principali, sono infatti presenti numerose forme di erosione (forre, fossi di ruscellamento e accenni alle forme tipiche delle "piramidi da terra"), che possono evolvere in fenomeni di instabilità. A queste si aggiungono la formazione di depositi eluvio-colluviali, con spessori generalmente ridotti, compresi tra 1 e 1.5 m, in corrispondenza di alcune aree impluviali e nelle porzioni medio-basse del rilievo con associata anche la formazione di forme lobate e a ventaglio riconducibili a conoidi. È stato riconosciuto un corpo di frana, corrispondente ad un colamento lento che si manifesta attraverso spostamenti lenti di materiali superficiali o alterati costituenti i versanti. Il movimento è distribuito in maniera continua nella massa spostata, con superfici di taglio multiple e temporanee. Quest'ultimo non interferisce direttamente con il progetto della galleria.

In progetto sono previsti opere di regimazione delle acque superficiali, con particolare riferimento alla porzione medio bassa del versante e nello specifico in corrispondenza degli imbocchi della galleria artificiale. Interventi atti a ridurre l'erosione in atto, sono previsti per l'intero versante, ma con particolare riferimento alla parte medio-bassa dello stesso e in corrispondenza delle porzioni a maggior pendenza e prive di vegetazione.

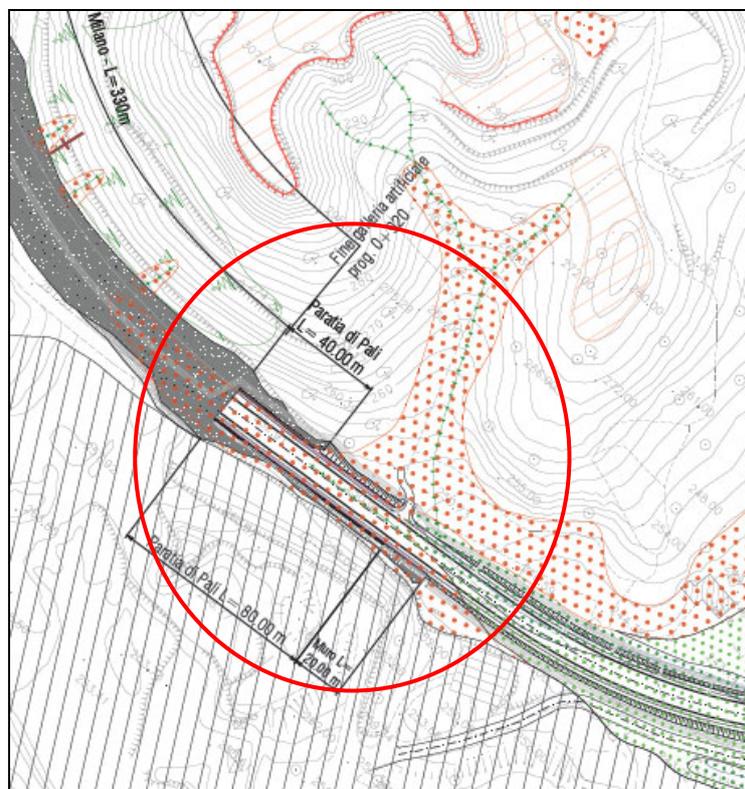
PROGETTAZIONE ATI:



**Foto 8.11 – Forme di accumulo e processi di erosione in atto sul versante considerato**

**Verifica 5- Riferimento Progettuale**

- Paratia di pali posta sx della lunghezza di 40.00 m. Paratia di Pali – Muro posti in dx della lunghezza di 100.00 m



**Figura 8.5 - - Stralcio della carta geomorfologica con riferimento all'area indagata**

PROGETTAZIONE ATI:

Durante il rilevamento sono stati rilevati processi associati al dilavamento ed all'azione delle acque superficiali associati alla presenza di depositi di origine mista. Area risulta interessata da erosione diffusa sottoposta all'azione di fenomeni diversi che tendono a concentrarsi ed a sovrapporsi. Sono state riscontrate prevalentemente forme lineari, quali solchi da ruscellamento concentrato (*gully erosion*) che agiscono originariamente lungo le aree di displuvio sui versanti producendo accumuli detritici posti allo sbocco degli stessi impluvi. Tali processi insistono lungo la sede calpestabile esistente associato alle attività pregresse.

Tale condizione è stata valutata in progetto attraverso opere di regimazione delle acque superficiali previste lungo il tracciato stradale.



**Foto 8.12 – Processi di dilavamento in atto con creazione di solchi erosivi lungo il piano calpestabile sede dell'asse stradale in progetto.**

## 9. CONCLUSIONI

Il presente documento è parte integrante dello studio di approfondimento geomorfologico richiesto a seguito di RIV DGSV 135/1 e oss. CDS. Nello specifico, la relazione geomorfologica integra le conoscenze in ambito morfologico che hanno caratterizzato la prima versione del progetto definitivo, in quanto nella seguente fase sono state compiutamente verificate le condizioni in termini di stabilità generale e relativa alle porzioni di territorio connesse direttamente e indirettamente con le opere previste in progetto.

Gli esiti dello studio sono rappresentati sia attraverso il report delle schede di dettaglio nelle quali vengono riportate le principali risultanze derivate dallo stesso rilevamento e sia graficamente tramite la cartografia geomorfologica (modificata rispetto alla versione precedente ed allegata alla presente versione del Progetto Definitivo), nella quale sono state distinte le forme ed i processi in base all'agente morfogenetico che li ha prodotti.

In relazione allo studio sono state condotte anche una serie di analisi geomorfologiche, a partire dalla disponibilità di un DTM (Digital Terrain Model), e riprodotte attraverso gli applicativi disponibili in ambiente GIS. Tali analisi hanno permesso di inquadrare il territorio sotto prospettive visive differenti rendendo la conoscenza delle condizioni morfologiche ampliate ad un quadro di riferimento più approfondito.

Attività fondamentale di tale studio risulta essere stato il rilevamento geomorfologico di dettaglio, mirato a descrivere in maniera puntuale i processi morfologici in atto valutandone le morfogenesi e la loro tendenza evolutiva, in relazione con le opere previste.

L'intera area è caratterizzata da generalizzate manifestazioni di degradazione superficiale dei versanti. Sono segnalati, in prevalenza, dissesti di tipo superficiale e di modesta entità, localizzati nella coltre eluviale di alterazione che ricopre, con spessori variabili, le unità del substrato.

Dal punto di vista geomorfologico, assumono importanza progettuale i terreni plio-pleistocenici caratterizzata da litologie da sabbiose a sabbio-limose, affioranti nella maggior parte del tracciato stradale.

I versanti impostati in tali litologie risultano predisposti a processi erosivi intensi, che si esplicano attraverso forme di solchi erosivi e manifestazioni calanchive, riscontrate durante i rilievi di campo, con conseguente innesco, in concomitanza di eventi meteorici intensi, di potenziali fenomeni gravitativi associati ai livelli superficiali.

I morfotipi maggiormente diffusi risultano essere proprio quelli connessi ai processi di dilavamento e all'azione delle acque superficiali. I processi rilevati e cartografati in questa classe di morfotipi sono caratterizzati da forme di denudazione ed erosione. In particolare, relativamente alla dinamica delle acque superficiali, sulla base del rilievo geomorfologico, sono state identificati sia fenomeni di erosione areale che concentrata, per le quali risultano previste una serie di adeguamenti relativi alla regimazione delle acque e al tempo stesso di riduzione dei processi attraverso l'utilizzo di materiali antierosivi. A queste si aggiungono le forme, depositi e processi gravitativi di versante riconosciuti lungo gli stessi, che delimitano il tracciato in progetto, ma che risultano interessare le porzioni più superficiali e nei confronti delle quali sono state anche progettate interventi finalizzati al consolidamento e alla stabilizzazione.

L'assetto geomorfologico locale e nello specifico il tratto di strada in progetto risente fortemente delle attività di costruzione della strada precedentemente avviate, che si manifestano con la presenza del corpo del rilevato, attualmente reinciati dai processi erosivi in atto. Tale condizione è stata valutata in progetto attraverso opere di regimazione delle acque superficiali e previste lungo il tracciato stradale.

In conclusione, fermo restando le indicazioni e prescrizioni fornite nel presente elaborato, si esprime parere geomorfologico favorevole alla realizzazione del progetto.