

**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><b>IL GEOLOGO</b></p> <p><i>Dott. Geol. Giuseppe Cerchiaro</i></p> <p>Ordine dei geologi della Regione Calabria n. 528</p>	<p><b>I PROGETTISTI SPECIALISTICI</b></p> <p><i>Ing. Ambrogio Sironi</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 43589</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><i>Ing. Vincenzo Secreti</i> Ordine Ingegneri Provincia di Crotona n. 412</p>	<p><b>PROGETTAZIONE ATI:</b> (Mandataria)</p> <p><b>GP INGEGNERIA</b> GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl</p> <p>(Mandante)</p> <p><b>IRD ENGINEERING</b></p> <p>(Mandante)</p> <p><b>AIM</b> Studio di Architettura e Ingegneria Moderna</p> <p>(Mandante)</p> <p><b>HYpro</b> srl</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><b>COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</b></p> <p><i>Ing. Valerio Guidobaldi</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. A30025</p>		
<p><b>VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO</b></p> <p><i>Ing. Antonio Scalamandrè</i></p>		

**INQUADRAMENTO DELL'OPERA**

Elaborati Generali

Parere CTVA n.184 del 26 febbraio 2021–Nota di riscontro

CODICE PROGETTO			NOME FILE	REVISIONE	SCALA
COMP.	PROGETTO	LIV. ANNO	T00GE00GENRE12_A		
DP	CZ0299	D18	CODICE ELAB. T O O G E O O G E N R E 1 2	A	-
D					
C					
B					
A	Nota di riscontro Parere CTVA n.184 del 26 febbraio 2021	Maggio '21	Iannini	Signorelli	Guiducci
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

## INDICE

<u>1.</u>	<u>PREMESSA.....</u>	<u>2</u>
<u>2.</u>	<u>OSSERVAZIONI IN ORDINE ALLA CONDIZIONE AMBIENTALE N.2.....</u>	<u>4</u>

PROGETTAZIONE ATI:

## 1. PREMESSA

La presente relazione è redatta in risposta alla Verifica di Ottemperanza (Art. 28 D.Lgs. 152/06 del e s.m.i.) e al parere allegato CTVA n.184 del 26 febbraio 2021, relativamente al Progetto dell'intervento di adeguamento della S.S. 182 "Trasversale delle Serre", Tronco 1°, Lotto 1° Stralcio 2° (attraversamento del Colle Scornari) al fine di fornire gli elementi necessari ad attestare la rispondenza al progetto definitivo e alle prescrizioni dettate in sede di approvazione dello stesso.

Nel Decreto Direttoriale DVA-DEC 272 dl 15/06/2018 di verifica di assoggettabilità alla VIA, reso sulla base del Parere della Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale VIA e VAS n.2746 del 08/06/2018 con il quale il progetto è stato escluso da procedura di Valutazione di Impatto Ambientale, subordinatamente al progetto delle condizioni ambientali n.1 e n.2 riportate nell'Art.1 del medesimo decreto, che recitano:

- n.1 "Presentare il Piano di Utilizzo delle terre e rocce da scavo ai fini delle verifiche ai sensi dell'art. 9, del DPR120/2017"
- n.2 "Elaborare e produrre uno studio di approfondimento geomorfologico che assicuri lo stato di stabilità dell'area interessata dall'intervento".

La procedura di Verifica di Ottemperanza si è conclusa con esito "parzialmente ottemperata" (Determinazione DEC-87 del 17/03/2021), come di seguito specificato:

**"in ordine alle condizioni ambientali contenute nel provvedimento di Verifica di assoggettabilità alla VIA di cui al decreto Direttoriale n.272 del 15/06/2018 relativo al progetto "S.S. 182 "Trasversale delle Serre" tronco 1°- lotto 1° -stralcio 2° completamento superamento del Colle dello Scornari, ai sensi dell'art. 28, del D.Lgs. 152/2006.**

- **la ottemperanza della condizione ambientale n. 1, relativa alla verifica del Piano di Utilizzo delle terre e rocce da scavo ai sensi dell'art. 9, del D.P.R. 120/2017, fermo restando il rispetto di tutto quanto previsto dal predetto DPR 120/2017;**
- **la non ottemperanza della condizione ambientale n. 2, relativa allo studio di approfondimento geomorfologico che assicuri lo stato di stabilità dell'area interessata dall'intervento."**

Il citato provvedimento richiede di trasmettere, prima dell'avvio della progettazione esecutiva, la documentazione ai fini del completamento della verifica di ottemperanza della condizione n.2 "Elaborare e produrre uno studio di approfondimento geomorfologico che assicuri lo stato di stabilità dell'area interessata dall'intervento", tenendo conto delle indicazioni riportate nel parere n.184 del 26 febbraio 2021 della Commissione tecnica di verifica dell'impatto ambientale VIA e VAS.

A valle della prima trasmissione del progetto definitivo per la verifica di ottemperanza avvenuta con prot. ANAS CDG 318295 del 25.06.2020 e del successivo citato parere MATTM n.184 del 26 febbraio 2021, sono stati approfonditi vari aspetti progettuali che hanno portato ad alcune modeste modifiche e ottimizzazioni locali. In questa sede per correttezza di informazione si è ritenuto opportuno rappresentare alla Commissione l'ultimo assetto progettuale, fornendo elaborazioni grafiche e di calcolo aggiornate.

In particolare, a seguito di quanto emerso dallo studio di approfondimento geomorfologico, si è posta particolare attenzione alla progettazione degli interventi di riprofilatura dei versanti e di protezione degli stessi dall'erosione superficiale. Sono state analizzate nel dettaglio le sezioni e le situazioni di maggior esposizione e nei casi in cui con i lavori si incide la scarpata è stata prevista una profilatura meno acclive dell'attuale passando a pendenze 1V 2H e procedendo con la sistemazione della stessa mediante stesa di terreno vegetale, idrosemina e geostuoie antierosive, Un'attenta regimazione delle acque con fossi correnti sulle berme orizzontali ad ulteriore

PROGETTAZIONE ATI:

protezione e garanzia della stabilità superficiale delle pendici interessate dagli interventi di risagomatura.

Nel prosieguo della presente nota e negli elaborati grafici allegati sono descritte e rappresentate le suddette modeste modifiche al precedente assetto della scarpata e gli interventi proposti in progetto.

Le ottimizzazioni progettuali hanno causato una fisiologica variazione del Piano di Utilizzo delle terre e rocce da scavo precedentemente autorizzato come da condizione 1 del parere n. 184; tale variazione non costituisce variante sostanziale al piano di utilizzo ai sensi dell'Art. 15 Comma 2 Del DPR 120/2017. Nella tabella seguente viene effettuato il confronto sintetico con quanto previsto nel Progetto Definitivo trasmesso nell'istanza del giugno 2020 e al riguardo si evidenzia che malgrado un maggior volume degli scavi di circa il 9% il progetto prevede un più ampio utilizzo dei materiali in cantiere e consente una riduzione dei volumi conferiti a discarica.

Descrizione	Progetto Definitivo 2021	Progetto Definitivo 2020	Differenza
Scavi	136.174,33 mc	124.792,76 mc	11.381,57 mc
Materiale da inviare a discarica autorizzata	9.233,69 mc	12.223,07 mc	-2.989,38 mc
Materiale non idoneo allo smaltimento mediante procedura semplificata di recupero (D.M. 05/02/1998 e s.m.i.)	2.648,03 mc	2.493,90 mc	154,13 mc
Materiale idoneo per la formazione dei rilevati, per ricoprimenti e risagomature di cantiere – riutilizzo in situ (calcolato con rigonfiamento del 25% e ricompattamento del 15%)	141.871,70 mc	129.942,54 mc	11.929,16 mc

Inoltre, si precisa che i siti di destinazione delle terre e rocce da scavo sono gli stessi già individuati, che non sono previste variazioni dei siti di deposito intermedio rispetto a quelli precedentemente indicati e che non vi è alcuna modifica delle tecnologie di scavo.

Tutto ciò premesso, si riporta di seguito l'elenco delle tematiche sollevate dalla Commissione Tecnica in merito alla condizione ambientale n.2 e le relative azioni che sono state attuate in fase di progettazione definitiva per ottemperarvi.

## 2. OSSERVAZIONI IN ORDINE ALLA CONDIZIONE AMBIENTALE N.2

Con riferimento al Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico dei territori dell'ex Autorità di Bacino Regionale Calabria il progetto interessa, nel tratto iniziale, un'area a rischio idraulico in corrispondenza del fiume Mesima, mentre nel tratto finale si trova vicino a un'area e due punti di attenzione, sempre per rischio idraulico; non evidenzia zone a rischio o a pericolosità di frana.

La morfologia dell'area ha però portato la Commissione VIA a richiedere, con la condizione ambientale n. 2, di "Elaborare e produrre uno studio di approfondimento geomorfologico che assicuri lo stato di stabilità dell'area interessata dall'intervento".

Il Proponente ha risposto a tale condizione producendo gli elaborati sopra riportati e, in particolare: Relazione geologica e Relazione geomorfologica e relativi allegati, Piano di monitoraggio geotecnico e strutturale. Il Proponente riporta di aver eseguito un rilievo geomorfologico delle aree interessate da fenomeni di instabilità producendo schede di dettaglio relative alle osservazioni e le misure effettuate sul terreno, integrandole con altri dati e informazioni preesistenti, che risultano la base dello stesso rilevamento.

La finalità dichiarata è stata quella di descrivere in maniera puntuale i processi morfologici in atto valutandone le origini e la tendenza evolutiva e di verificarne la relazione con le opere previste, al fine di definire la reale condizione di stabilità attuale e post intervento. Alla luce delle valutazioni più avanti riportate, la reale condizione di stabilità attuale e post intervento non è chiaramente esplicitata.

Gli studi geologici e geomorfologici sono stati integrati ed approfonditi con maggiori dettagli e nuove informazioni derivanti da nuovi rilievi sul campo e da indagini geognostiche integrative. Gli esiti dello studio sono descritti nelle relazioni, nelle schede di dettaglio del rilevamento geomorfologico e nella cartografia geomorfologica, nella quale sono state distinte le forme ed i processi in base all'agente morfogenetico che li ha prodotti.

È stato eseguito un rilevamento geomorfologico di dettaglio, mirato a descrivere in maniera puntuale i processi morfologici in atto e potenziali valutandone le morfogenesi e la loro tendenza evolutiva, in relazione alle opere previste.

L'area è in alcuni casi caratterizzata da 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 modesti, le unità del substrato.

Elaborati di riferimento:

T00GE01GEORE01_D	GEOLOGIA GEOTECNICA-Geologia-Relazione geologica
T00GE01GEORE02_B	GEOLOGIA GEOTECNICA-Geologia-Relazione geomorfologica
T00GE01GEORE03_B	GEOLOGIA GEOTECNICA-Geologia-Relazione geomorfologica - Schede di rilevamento geomorfologico di dettaglio

**Relazione geologica**

Lo studio geologico è stato condotto sulla base dei risultati delle indagini geognostiche e di laboratorio eseguite nel corso dell'iter approvativo e associate a precedenti fasi di progettazione (campagne di indagine 2005 – 2009 e 2014 già presenti negli elaborati di Progetto di fattibilità tecnica ed economica oggetto della verifica di assoggettabilità), integrati con rilievi di campagna visivi; non sono state però condotte ulteriori indagini ed eventuali approfondimenti sono rinviati alla successiva fase progettuale. Inoltre si fa riferimento, a completamento della Relazione geologica, a elaborati di Progetto Definitivo non presentati.

Lo studio geologico presentato è stato integrato ed aggiornato con i risultati della campagna geognostica eseguita, a valle della consegna del Progetto Definito, nell'anno 2019, che ha permesso di definire e approfondire tutti gli aspetti progettuali necessari.

Si allegano gli elaborati relativi alle campagne di indagini geognostiche eseguite nelle varie fasi progettuali dell'opera.

**Elaborati di riferimento:**

T00GE01GEORE01_D	GEOLOGIA GEOTECNICA-Geologia-Relazione geologica
T00GE01GEORE02_B	GEOLOGIA GEOTECNICA-Geologia-Relazione geomorfologica
T00GE01GEORE03_B	GEOLOGIA GEOTECNICA-Geologia-Relazione geomorfologica - Schede di rilevamento geomorfologico di dettaglio
T00GE01GEOCG01_C	GEOLOGIA GEOTECNICA-Geologia-Carta geologica
T00GE01GEOCG02_C	GEOLOGIA GEOTECNICA-Geologia-Carta geomorfologica
T00GE01GEOCI01_C	GEOLOGIA GEOTECNICA-Geologia-Carta idrogeologica
T00GE00GEORE01_A	GEOLOGIA GEOTECNICA-Indagini geognostiche-Documentazione indagini geognostiche pregresse - Prov. VV 2005 e ANAS 2009
T00GE00GEORE02_A	GEOLOGIA GEOTECNICA-Indagini geognostiche-Documentazione indagini geofisiche pregresse - Prov. VV 2005 e ANAS 2009
T00GE00GEORE03_A	GEOLOGIA GEOTECNICA-Indagini geognostiche-Certificati prove di laboratorio indagini pregresse - Prov. VV 2005 e ANAS 2009
T00GE00GEORE04_A	GEOLOGIA GEOTECNICA-Indagini geognostiche-Documentazione indagini geognostiche ANAS 2014
T00GE00GEORE05_A	GEOLOGIA GEOTECNICA-Indagini geognostiche-Documentazione indagini geofisiche - ANAS 2014
T00GE00GEORE06_A	GEOLOGIA GEOTECNICA-Indagini geognostiche-Certificati prove di laboratorio - ANAS 2014
T00GE00GEORE07_A	GEOLOGIA GEOTECNICA-Indagini geognostiche-Documentazione indagini geognostiche ANAS 2019
T00GE00GEORE08_A	GEOLOGIA GEOTECNICA-Indagini geognostiche-Documentazione indagini geofisiche - ANAS 2019
T00GE00GEORE09_A	GEOLOGIA GEOTECNICA-Indagini geognostiche-Certificati prove di laboratorio - ANAS 2019
T00GE00GEOPU01_C	GEOLOGIA GEOTECNICA-Indagini geognostiche-Planimetria ubicazione indagini

Scopo dichiarato della relazione geologica è:

- ricostruire dettagliatamente gli aspetti naturalistici del territorio ove sono collocate le opere;
- rappresentare e illustrare le informazioni geologiche, stratigrafiche, strutturali e idrogeologiche;
- riconoscere le principali forme di erosione, di accumulo e più in generale di pericolosità geologica, geomorfologica e idrogeologica nelle aree limitrofe e/o direttamente interessate dai lavori;
- definire la distribuzione e la caratterizzazione delle principali falde idriche presenti nel sottosuolo;
- illustrare gli esiti dei rilievi geologici e geomorfologici realizzati, nonché delle indagini geognostiche ereditate dalla precedente fase progettuale;
- fornire il modello geologico-stratigrafico, geologico-strutturale, litotecnico, idrogeologico e sismico da porre a base della progettazione;
- individuare le interazioni fra le opere e i terreni fornendo gli elementi per una corretta progettazione geologica, idrogeologica e sismica;
- individuare la presenza di situazioni tali da determinare vincoli nell'ambito dello sviluppo della fase progettuale o durante l'esecuzione dei lavori.

Il lavoro viene sviluppato con una fase preliminare di disamina, che ha visto l'acquisizione delle conoscenze significative dell'area, basata sulla consultazione del materiale già disponibile e sull'apposita raccolta di materiale bibliografico, seguita una fase di studio, consistente nell'analisi foto interpretativa e nel rilevamento di superficie.

Le informazioni e i dati raccolti sono stati utilizzati per la individuazione della distribuzione spaziale dei litotipi, del modello geologico-stratigrafico, dell'assetto geologico-strutturale e per la verifica degli elementi geomorfologici caratteristici del territorio, con la finalità di definire con maggiore dettaglio il modello geologico, geomorfologico e idrogeologico da porre alla base del progetto.

Si osserva che tutto lo studio è stato svolto sulla base delle indagini preesistenti, a esclusione dei rilievi visivi di campagna e delle fotointerpretazioni e che non sono state realizzate indagini geognostiche integrative, rinviando approfondimenti *"nella successiva fase progettuale, con maggior riferimento alla definizione delle caratteristiche sismiche del comparto territoriale di interesse e alla valutazione dei possibili effetti di amplificazione stratigrafica e morfologica"*.

Lo studio geologico presentato è stato integrato ed aggiornato con i risultati della campagna geognostica eseguita, a valle della consegna del Progetto Definito, nell'anno 2019.

Nell'ambito della campagna geognostica integrativa del 2019 sono stati realizzati:

- n. 3 profili sismici a rifrazione,
- n. 3 prove MASW,
- n. 2 prove HVSR

I risultati sono esposti nella relazione sismica, che unitamente alle indagini sismiche pregresse, eseguite

PROGETTAZIONE ATI:

nelle precedenti fasi progettuali, hanno permesso di definire le caratteristiche sismiche del sito di progetto e dei terreni interessati dalla realizzazione delle opere, e, come richiesto dalla normativa vigente, sono stati di supporto alla redazione dello studio di risposta sismica locale, che ha consentito di valutare l'entità di amplificazione del moto sismico prodotta dalle caratteristiche litostratigrafiche o geomorfologiche del sito.

**Elaborati di riferimento:**

T00GE00GEORE01_A	GEOLOGIA GEOTECNICA-Indagini geognostiche-Documentazione indagini geognostiche pregresse - Prov. VV 2005 e ANAS 2009
T00GE00GEORE02_A	GEOLOGIA GEOTECNICA-Indagini geognostiche-Documentazione indagini geofisiche pregresse - Prov. VV 2005 e ANAS 2009
T00GE00GEORE03_A	GEOLOGIA GEOTECNICA-Indagini geognostiche-Certificati prove di laboratorio indagini pregresse - Prov. VV 2005 e ANAS 2009
T00GE00GEORE04_A	GEOLOGIA GEOTECNICA-Indagini geognostiche-Documentazione indagini geognostiche ANAS 2014
T00GE00GEORE05_A	GEOLOGIA GEOTECNICA-Indagini geognostiche-Documentazione indagini geofisiche - ANAS 2014
T00GE00GEORE06_A	GEOLOGIA GEOTECNICA-Indagini geognostiche-Certificati prove di laboratorio - ANAS 2014
T00GE00GEORE07_A	GEOLOGIA GEOTECNICA-Indagini geognostiche-Documentazione indagini geognostiche ANAS 2019
T00GE00GEORE08_A	GEOLOGIA GEOTECNICA-Indagini geognostiche-Documentazione indagini geofisiche - ANAS 2019
T00GE00GEORE09_A	GEOLOGIA GEOTECNICA-Indagini geognostiche-Certificati prove di laboratorio - ANAS 2019
T00GE00GEOPU01_C	GEOLOGIA GEOTECNICA-Indagini geognostiche-Planimetria ubicazione indagini
T00GE03GEORE01_A	SISMICA - Relazione sismica

L'assetto geologico e i caratteri geomorfologici del tratto di strada in progetto risentono fortemente delle attività di costruzione della strada precedentemente avviate, che si manifestano con la presenza del corpo del rilevato, con associati terreni di riporto, attualmente reinciati dai processi erosivi in atto.

Lo studio geologico riporta che " *si dovrà valutare la reale condizione di tali terreni prevedendo una significativa asportazione degli stessi, anche a seguito dei risultati delle indagini geognostiche realizzate e di altre integrative da realizzare nella fase progettuale successiva.*"

Sono state eseguite indagini di dettaglio sui materiali del corpo del rilevato posti in sito durante le precedenti attività di costruzione. In particolare, nel corso della campagna di indagine del 2014, sono state eseguite n. 6 prove di densità in situ, di cui 4 con attigua prova di carico su piastra.

I risultati sono riportati nelle seguenti tabelle:

**Tabella 1 Determinazione densità in sito.**

	$\gamma$	w	$\gamma_d$
	kN/m <sup>3</sup>	%	kN/m <sup>3</sup>
D1	20,46	14,0	17,94
D2	20,24	25,4	17,55
D3	15,41	7,6	14,31
D4	17,74	17,7	15,07
D5	18,08	19,8	15,10

PROGETTAZIONE ATI:



D6	18,87	24,8	15,12
----	-------	------	-------

**Tabella 2 Prove di carico su piastra.**

	Z	M <sub>EI</sub>
	m da p.c.	Mpa
D2	0,20	20,4
D3	0,20	11,7
D4	0,20	11,9
D5	0,20	6,6

Il rilevato parzialmente realizzato è costituito da terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-limosi, idonei a norma di capitolato dal punto di vista granulometrico, ma non adeguatamente compattati, quindi si prevede la rimozione, asportazione di radici e resti vegetali e successiva ricompattazione in posto dello strato superiore. Il costipamento sarà eseguito per gli strati dello spessore previsto da Capitolato e fino a conseguire i valori previsti di densità in sito.

**Elaborati di riferimento:**

T00GE00GEORE04_A	GEOLOGIA GEOTECNICA-Indagini geognostiche-Documentazione indagini geognostiche ANAS 2014
T00GE00GEORE05_A	GEOLOGIA GEOTECNICA-Indagini geognostiche-Documentazione indagini geofisiche - ANAS 2014
T00GE00GEORE06_A	GEOLOGIA GEOTECNICA-Indagini geognostiche-Certificati prove di laboratorio - ANAS 2014

Lo studio geologico presentato fornisce un generale inquadramento geologico-strutturale ed evoluzione geodinamica dell'Arco Calabro Meridionale; relativamente all'area di interesse, viene individuato il Complesso Post-Orogeno rappresentato dai depositi sedimentari appartenenti al riempimento del Bacino del Mesima.

Sono state individuate le formazioni geologiche affioranti nell'area in esame, con particolare attenzione a quelle affioranti lungo il tracciato stradale in progetto. In dettaglio, considerando solo quelle di interesse per il progetto, si hanno *Depositi alluvionali terrazzati recenti*, intercettati marginalmente dall'intervento in progetto in corrispondenza della parte iniziale del tracciato e per le opere annesse al collegamento con la viabilità comunale, *Depositi di frana*, interessati dal tracciato, soprattutto in corrispondenza della paratia posta a monte rispetto al tracciato stradale e nel tratto iniziale di intervento, *Coltre eluvio-colluviale*, presente nelle porzioni relative alla galleria artificiale e al collegamento con il lotto precedente e *Riperto antropico*, in corrispondenza delle opere stradali eseguite nel passato, associate alle progettazioni pregresse e interferenti con l'attuale tracciato in progetto.

Con riferimento alla geomorfologia, l'intera area nei settori di affioramento delle formazioni sabbiose e argilloso-siltose, è caratterizzata da generalizzate manifestazioni di degradazione superficiale dei versanti. La franosità è localizzata ed è 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.

L'assetto geologico ed i caratteri geomorfologici del tratto di strada in progetto risentono fortemente delle attività di costruzione della strada precedentemente avviate, che si manifestano con la presenza del

PROGETTAZIONE ATI:

corpo del rilevato, con associati terreni di riporto, attualmente reinciati dai processi erosivi in atto. Dal punto di vista geologico, assumono importanza progettuale i terreni plio-pleistocenici caratterizzata da litologie da sabbiose a sabbio-limose, affioranti nella maggior parte del tracciato stradale ed in particolar modo nel tratto coincidente con la realizzazione della galleria artificiale, dove se generalmente presentano caratteristiche di addensamento e resistenza migliori, possono essere presenti possibili eterogeneità granulometriche e di grado di addensamento, con maggior probabilità nelle porzioni più superficiali, per effetto della presenza di intercalazioni lenticolari più o meno continue e con spessori potenzialmente consistenti.

I versanti impostati in tali litologie risultano predisposti a processi erosivi causate dal deflusso incontrollato delle acque superficiali, che si esplicano attraverso forme di solchi erosivi e manifestazioni calanchive, riscontrate durante i rilievi di campo eseguiti, con potenziale evoluzione in possibili locali scivolamenti tipo "soil slip", intesi come movimenti per saturazione e fluidificazione dei terreni sciolti superficiali che si sviluppano in concomitanza di precipitazioni intense, ma che interessano spessori limitati di terreno e i quali effetti si esauriscono velocemente con la profondità.

Difatti tali fenomeni coinvolgono limitati spessori lungo i versanti non pregiudizievoli delle opere e facilmente contrastabili attraverso una serie di interventi, già previsti in progetto, atti a garantire una sensibile riduzione delle cause potenziali attraverso l'utilizzo di antierosivi (es. biustuoia) combinati ad una adeguata regimazione delle acque.

**Elaborati di riferimento:**

T00GE01GEORE01_D	GEOLOGIA GEOTECNICA-Geologia-Relazione geologica
T00GE01GEORE02_B	GEOLOGIA GEOTECNICA-Geologia-Relazione geomorfologica
T00GE01GEORE03_B	GEOLOGIA GEOTECNICA-Geologia-Relazione geomorfologica - Schede di rilevamento geomorfologico di dettaglio
T00GE01GEOCG01_C	GEOLOGIA GEOTECNICA-Geologia-Carta geologica
T00GE01GEOCG02_C	GEOLOGIA GEOTECNICA-Geologia-Carta geomorfologica

Per una caratterizzazione idrogeologica dei terreni affioranti nell'area in studio, le formazioni presenti sono state raggruppate in complessi idrogeologici, aventi grado di permeabilità omogeneo. I fattori che condizionano la circolazione idrica sotterranea sono molteplici, ma tutti riconducibili alle caratteristiche idrologiche dei terreni; queste ultime sono stimate in fase di rilevamento in maniera qualitativa e integrate sulla base dei riscontri delle prove in sito effettuate nel corso delle indagini geognostiche pregresse. La circolazione idrica sotterranea è influenzata dalla successione di terreni caratterizzati da valori di permeabilità variabili. Il *Complesso detritico-colluviale e di copertura* risulta intercettato per diversi tratti relativi agli interventi in progetto, e raggruppa le coltri di natura eluvio-colluviale (formazione "ec"), i depositi di frana (formazione "a") e le coperture associate ai materiali di riporto (formazione "r"), caratterizzati da un grado di permeabilità variabile, con possibile presenza di una falda a superficie libera con spessore, estensione e importanza ridotti. Il tracciato stradale intercetta per i tratti iniziali e terminali il *Complesso alluvionale*, composto da ciottoli, sabbie e sabbie limose, con ghiaie poligeniche subarrotondate, e lenti e/o livelli di limi argilloso-sabbiosi e ghiaie poligeniche subarrotondate in matrice sabbioso-limosa, con probabile presenza di una falda a superficie libera con spessore e importanza discreti, ma con estensione variabile, in funzione dell'estensione dei depositi. Infine, il *Complesso sabbioso – limoso*, composto da sabbie e sabbie limose, talora debolmente argillose, da sciolte a discretamente cementate, con locali intercalazioni di limi e limi argillosi con possibile presenza di una falda a superficie libera con spessore, estensione e importanza discreti, assume rilevanza progettuale, in quanto le opere più significative (Galleria Artificiale e Paratie) lo intercetteranno. Lo studio geologico "raccomanda una maggior definizione dell'assetto della circolazione idrica sotterranea per i terreni costituenti il citato complesso idrogeologico", ma tale analisi non è sviluppata negli elaborati presentati.

La campagna di indagini integrativa, realizzata nell'anno 2019, ha previsto un approfondimento di carattere idrogeologico, nello specifico sono stati installati n. 3 piezometri a Tubo Aperto, rispettivamente nei sondaggi Si1-pz, Si2-pz e Si3-pz. In funzione dei dati disponibili è stata rilevata una falda, all'interno dei depositi plio-pleistocenici, che si attesta ad una profondità compresa tra 10 e 25m circa, in relazione alla morfologia dell'area. Quest'ultima presenta una certa continuità lungo il tracciato con un andamento condizionato in parte dalla presenza dei livelli più fini che si manifestano sotto forma di corpi lenticolari più o meno estesi all'interno dello stesso complesso, ma che allo stato attuale configura una circolazione idrica sotterranea relativamente regolare e non interferente con le principali opere previste in progetto. Pur considerando la possibile presenza di una falda occasionale e transitoria potenzialmente ricadente all'interno del complesso detritico-colluviale e di copertura, la diversa posizione stratigrafica di tutti i complessi individuati, distribuiti in modo discontinuo nell'ambito della successione, unitamente alla loro diversa posizione orografica, porta alla conclusione dell'assenza di interscambi idrici significativi fra i diversi acquiferi.

Elaborati di riferimento:

T00GE01GEORE01_D	GEOLOGIA GEOTECNICA-Geologia-Relazione geologica
T00GE01GEOCG01_C	GEOLOGIA GEOTECNICA-Geologia-Carta geologica
T00GE01GEOCI01_C	GEOLOGIA GEOTECNICA-Geologia-Carta idrogeologica
T00GE00GEORE07_A	GEOLOGIA GEOTECNICA-Indagini geognostiche-Documentazione indagini geognostiche ANAS 2019
T00GE00GEORE08_A	GEOLOGIA GEOTECNICA-Indagini geognostiche-Documentazione indagini geofisiche - ANAS 2019
T00GE00GEORE09_A	GEOLOGIA GEOTECNICA-Indagini geognostiche-Certificati prove di laboratorio - ANAS 2019

PROGETTAZIONE ATI:

T00GE00GEOPU01_C	GEOLOGIA GEOTECNICA-Indagini geognostiche-Planimetria ubicazione indagini																								
<p>Per la individuazione della falda acquifera sono stati utilizzati dati relativi a 2 piezometri della campagna di indagine del 2005 e a un piezometro di quella del 2014. In funzione dei dati disponibili, è stata ipotizzata una falda di progetto che si attesterebbe a una profondità media di 10 -15 m circa, ma con innalzamenti in corrispondenza dei depositi alluvionali, anche in funzione della morfologia dell'area. Lo studio riporta, inoltre, che possibili acquiferi di particolare significatività possono essere riscontrabili all'interno del complesso idrogeologico alluvionale, condizionato anche dalla presenza dei corsi d'acqua principali posti nelle immediate vicinanze. <i>"Ad ogni modo, si fa presente che, trattandosi di misure effettuate in un arco temporale relativamente breve, l'andamento del livello piezometrico sarà confermato nella fase di progettazione esecutiva. In tal senso, non si esclude come vi possano essere ulteriori falde associate ai depositi alluvionali che possano presentare caratteristiche idrodinamiche discrete. Pertanto l'assetto idrogeologico dell'area, nonché i possibili interscambi tra acquiferi diversi, saranno approfonditi nella fase progettuale successiva."</i></p>																									
<p>Nella campagna di indagine integrativa è stata opportunamente pianificata e realizzata l'installazione di n. 3 piezometri a Tubo Aperto, (sondaggi Si1-pz, Si2-pz e Si3-pz). Le misure piezometriche hanno chiarito aspetti di natura idrogeologica, con particolare riferimento all'andamento della falda. Le misure ottenute hanno rilevato e confermato la presenza di un livello di falda posto a diversa quota, ma esclusivamente attribuibile al complesso sabbioso-limoso. Recentemente è stata condotta, sui fori condizionati e funzionanti, una nuova rilevazione piezometrica che ha evidenziato un sensibile approfondimento del livello piezometrico, a dimostrazione che la falda rilevata non interferisce con le opere previste in progetto.</p> <p>Le risultanze delle letture sono riportate nella tabella sottostante, nello specifico sono state eseguite le misure sui piezometri associati alla campagna di indagine del 2014 (S2) e in quelli installati nella campagna di indagini integrativa del 2019.</p>																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">CAMPAGNA DI INDAGINI 2014</th> </tr> <tr> <th>Piezometro</th> <th>Profondità falda (m)</th> <th>Data</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>S2</td> <td>10.00</td> <td>13/03/2014</td> </tr> <tr> <td>S2</td> <td>10.05</td> <td>19/03/2014</td> </tr> <tr> <td>S2</td> <td>20.50</td> <td>15/04/2021</td> </tr> </tbody> </table>		CAMPAGNA DI INDAGINI 2014			Piezometro	Profondità falda (m)	Data	S2	10.00	13/03/2014	S2	10.05	19/03/2014	S2	20.50	15/04/2021									
CAMPAGNA DI INDAGINI 2014																									
Piezometro	Profondità falda (m)	Data																							
S2	10.00	13/03/2014																							
S2	10.05	19/03/2014																							
S2	20.50	15/04/2021																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">CAMPAGNA DI INDAGINI INTEGRATIVE 2019</th> </tr> <tr> <th>Piezometro</th> <th>Profondità falda (m)</th> <th>Data</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Si1-pz</td> <td>8.17</td> <td>2019</td> </tr> <tr> <td>Si1-pz</td> <td>16.92</td> <td>15/04/2021</td> </tr> <tr> <td>Si2-pz</td> <td>21.92</td> <td>2019</td> </tr> <tr> <td>Si2-pz</td> <td>Non Rilevata</td> <td>15/04/2021</td> </tr> <tr> <td>Si3-pz</td> <td>8.76</td> <td>2019</td> </tr> <tr> <td>Si3-pz</td> <td>10.90</td> <td>15/04/2021</td> </tr> </tbody> </table>		CAMPAGNA DI INDAGINI INTEGRATIVE 2019			Piezometro	Profondità falda (m)	Data	Si1-pz	8.17	2019	Si1-pz	16.92	15/04/2021	Si2-pz	21.92	2019	Si2-pz	Non Rilevata	15/04/2021	Si3-pz	8.76	2019	Si3-pz	10.90	15/04/2021
CAMPAGNA DI INDAGINI INTEGRATIVE 2019																									
Piezometro	Profondità falda (m)	Data																							
Si1-pz	8.17	2019																							
Si1-pz	16.92	15/04/2021																							
Si2-pz	21.92	2019																							
Si2-pz	Non Rilevata	15/04/2021																							
Si3-pz	8.76	2019																							
Si3-pz	10.90	15/04/2021																							
<p>Elaborati di riferimento: T00GE01GEORE01_D      GEOLOGIA GEOTECNICA-Geologia-Relazione geologica</p>																									

PROGETTAZIONE ATI:

T00GE01GEOCG01_C	GEOLOGIA GEOTECNICA-Geologia-Carta geologica
T00GE01GEOCI01_C	GEOLOGIA GEOTECNICA-Geologia-Carta idrogeologica
T00GE00GEORE07_A	GEOLOGIA GEOTECNICA-Indagini geognostiche-Documentazione indagini geognostiche ANAS 2019
T00GE00GEORE08_A	GEOLOGIA GEOTECNICA-Indagini geognostiche-Documentazione indagini geofisiche - ANAS 2019
T00GE00GEORE09_A	GEOLOGIA GEOTECNICA-Indagini geognostiche-Certificati prove di laboratorio - ANAS 2019
T00GE00GEOPU01_C	GEOLOGIA GEOTECNICA-Indagini geognostiche-Planimetria ubicazione indagini

Per quanto riguarda le indagini geognostiche e geofisiche, sono riportati dati di sintesi delle campagne precedenti (2005-2009 e 2014) che fanno riferimento ad elaboratori progettuali non disponibili al valutatore.

Un quadro sintetico delle indagini svolte nelle varie fasi progettuali è stato inserito all'interno della relazione geologica, per maggior chiarezza si allegano alla presente tutti gli elaborati delle indagini geognostiche utilizzate per la redazione del progetto in oggetto.

**Elaborati di riferimento:**

T00GE01GEORE01_D	GEOLOGIA GEOTECNICA-Geologia-Relazione geologica
T00GE00GEORE01_A	GEOLOGIA GEOTECNICA-Indagini geognostiche-Documentazione indagini geognostiche pregresse - Prov. VV 2005 e ANAS 2009
T00GE00GEORE02_A	GEOLOGIA GEOTECNICA-Indagini geognostiche-Documentazione indagini geofisiche pregresse - Prov. VV 2005 e ANAS 2009
T00GE00GEORE03_A	GEOLOGIA GEOTECNICA-Indagini geognostiche-Certificati prove di laboratorio indagini pregresse - Prov. VV 2005 e ANAS 2009
T00GE00GEORE04_A	GEOLOGIA GEOTECNICA-Indagini geognostiche-Documentazione indagini geognostiche ANAS 2014
T00GE00GEORE05_A	GEOLOGIA GEOTECNICA-Indagini geognostiche-Documentazione indagini geofisiche - ANAS 2014
T00GE00GEORE06_A	GEOLOGIA GEOTECNICA-Indagini geognostiche-Certificati prove di laboratorio - ANAS 2014
T00GE00GEORE07_A	GEOLOGIA GEOTECNICA-Indagini geognostiche-Documentazione indagini geognostiche ANAS 2019
T00GE00GEORE08_A	GEOLOGIA GEOTECNICA-Indagini geognostiche-Documentazione indagini geofisiche - ANAS 2019
T00GE00GEORE09_A	GEOLOGIA GEOTECNICA-Indagini geognostiche-Certificati prove di laboratorio - ANAS 2019
T00GE00GEOPU01_C	GEOLOGIA GEOTECNICA-Indagini geognostiche-Planimetria ubicazione indagini

Con riferimento alla caratterizzazione sismica, la relazione geologica rimanda per una trattazione di dettaglio in merito alla pericolosità sismica dell'area di progetto a quanto esposto nell'elaborato "Relazione sismica", non presentato con la presente procedura, limitandosi a riepilogare le informazioni significative per la progettazione sismica delle opere, con riferimento alle NTC 2018. Desti qualche perplessità l'affermazione che *"Alla luce delle indagini geofisiche disponibili e associate a campagne geognostiche pregresse, fermo restando ulteriori approfondimenti da eseguire nella successiva fase progettuale, l'areale di progetto risulta al momento, caratterizzato dalla categoria di sottosuolo: C "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m,*

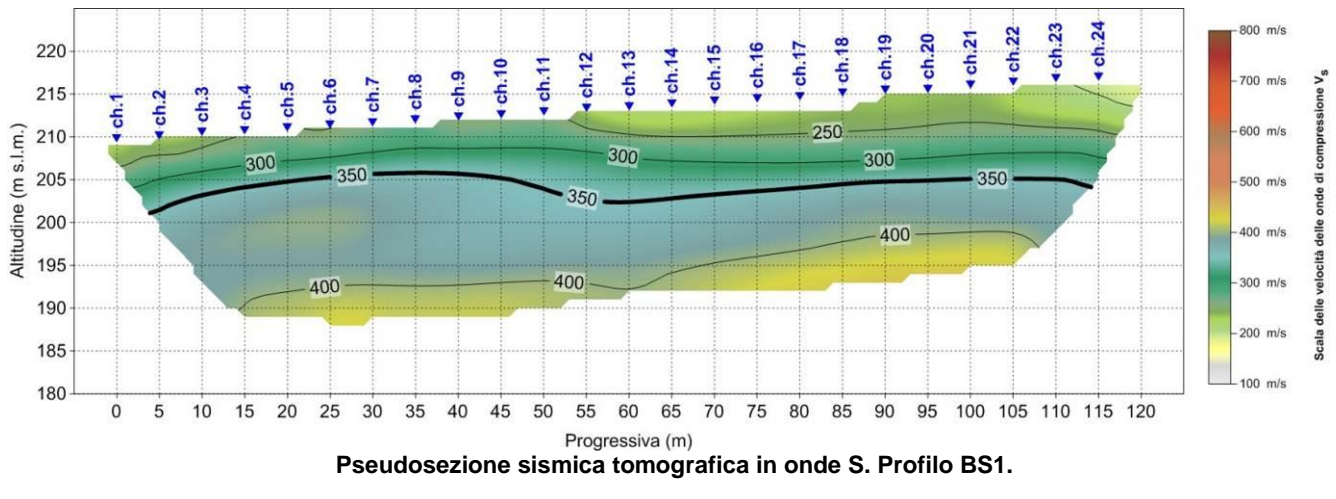
PROGETTAZIONE ATI:

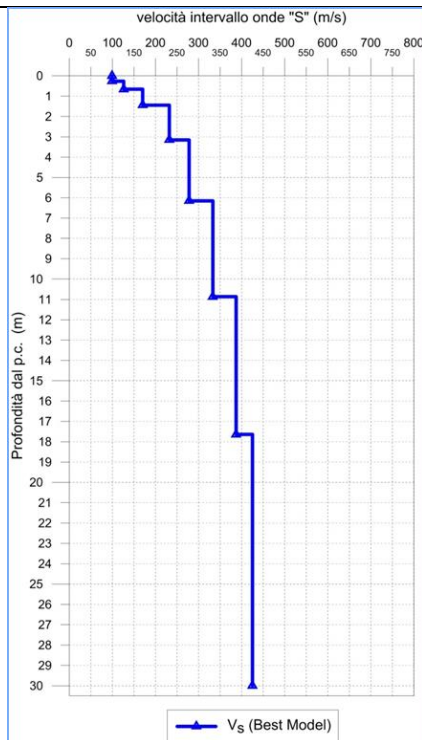
*caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s", anche se i risultati delle prospezioni sismiche in foro condotte mostrano per tutti i litotipi descritti valori di Vs estremamente disomogenei". Nell'attuale fase progettuale non sono state realizzate indagini geognostiche integrative, "approfondimenti potranno essere eseguiti nella successiva fase progettuale, con maggior riferimento alla definizione delle caratteristiche sismiche del comparto territoriale di interesse e alla valutazione dei possibili effetti di amplificazione stratigrafica e morfologica".*

Durante l'ultima campagna di indagini geognostiche sono stati realizzati ad integrazione delle indagini sismiche pregresse:

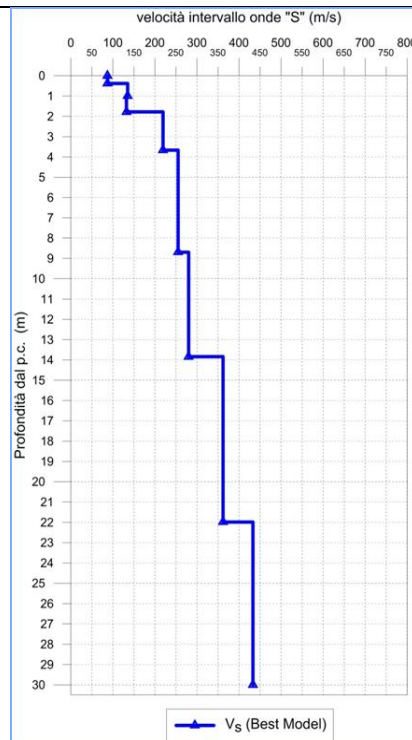
- n. 3 profili sismici a rifrazione, ottenuti anche in onde S;
- n. 3 prove MASW;
- n. 2 prove HVSR;

I risultati sono esposti sia nella Relazione Sismica sia, con maggior dettaglio, nei report dedicati.





**Profilo verticale della velocità delle onde S, in funzione della profondità – MASW 2**



**Profilo verticale della velocità delle onde S, in funzione della profondità – MASW 3**

Le incertezze derivate dalle poche indagini pregresse e dalla loro effettiva variabilità, sono state colmate dalle ultime prospezioni sismiche.

Codice indagine	Valore Vs,eq
MAWS MW1	289 m/s
MAWS MW2	336 m/s
MAWS MW3	292 m/s

Pertanto, alla luce delle risultanze delle indagini geofisiche realizzate sia nelle fasi precedenti ed opportunamente integrate da quelle eseguite nell'ultima campagna di indagini (2019), l'areale di progetto può essere classificato dalla categoria di sottosuolo di tipo C: *“Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360m/s”.*

**Elaborati di riferimento:**

T00GE00GEORE07_A	GEOLOGIA GEOTECNICA-Indagini geognostiche-Documentazione indagini geognostiche ANAS 2019
T00GE00GEORE08_A	GEOLOGIA GEOTECNICA-Indagini geognostiche-Documentazione indagini geofisiche - ANAS 2019
T00GE00GEORE09_A	GEOLOGIA GEOTECNICA-Indagini geognostiche-Certificati prove di laboratorio - ANAS 2019
T00GE00GEOPU01_C	GEOLOGIA GEOTECNICA-Indagini geognostiche-Planimetria ubicazione indagini
T00GE03GEORE01_A	SISMICA - Relazione sismica

PROGETTAZIONE ATI:

Per quanto riguarda gli aspetti geomorfologici, l'areale di progetto, come si evince anche dal profilo geologico e soprattutto dalla cartografia geomorfologica, risulta compreso in un sistema collinare poco pronunciato.

La carta geomorfologica non presenta significative variazioni rispetto a quanto già presentato in verifica di assoggettabilità.

I versanti presenti e comunque interferenti con gli interventi in progetto risultano predisposti a processi associati al dilavamento e all'azione delle acque superficiali, che si esplicano con la formazione di solchi di erosione, approfondendosi in particolar modo in concomitanza di eventi meteorici intensi. A tali processi si aggiungono forme di ruscellamento diffuso (rill erosion e sheet erosion), determinato da una fitta rete di rivoli instabili nel tempo, che in occasione di piogge intense danno luogo a un vero e proprio velo d'acqua continuo. *"Tale aspetto e pertanto l'adeguata regimazione delle acque superficiali, nonché opere di protezione dall'erosione, dovranno essere gestiti in modo adeguato dal punto di vista progettuale, garantendo il presidio lungo i versanti e a valle degli stessi."*

A seguito di quanto emerso dallo studio di approfondimento geomorfologico, si è posta particolare attenzione alla progettazione dell'intervento. Sono state analizzate nel dettaglio le sezioni e le situazioni di maggior esposizione, riducendo gli scavi in trincea e la conseguente rimozione di porzioni di vegetazione naturale. In tutti i casi in cui con i lavori si incide la scarpata è stata prevista la sistemazione della stessa mediante stesa di terreno vegetale, idrosemina e geostuoie antierosive, oltre ad un'attenta regimazione delle acque.

**Elaborati di riferimento:**

T00GE02GETRE02_A	GEOLOGIA GEOTECNICA-Geotecnica-Analisi delle condizioni di stabilità
T00ID00IDRPL01_C	IDROLOGIA E IDRAULICA - Planimetria smaltimento e raccolta acque di piattaforma_Tav 1 di 2
T00ID00IDRPL02_C	IDROLOGIA E IDRAULICA - Planimetria smaltimento e raccolta acque di piattaforma_Tav 2 di 2
T00IA02AMBPP02_A	INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO AMBIENTALE - Planimetria generale interventi di inserimento paesaggistico ed ambientale 1 di 4
T00IA02AMBPP03_A	INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO AMBIENTALE - Planimetria generale interventi di inserimento paesaggistico ed ambientale 2 di 4
T00IA02AMBPP04_A	INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO AMBIENTALE - Planimetria generale interventi di inserimento paesaggistico ed ambientale 3 di 4
T00IA02AMBPP05_A	INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO AMBIENTALE - Planimetria generale interventi di inserimento paesaggistico ed ambientale 4 di 4

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 plio-pleistoceniche.

Per quanto concerne la franosità, essa è localizzata nel primo tratto in progetto, ed è rappresentata per lo più da fenomeni gravitativi quiescenti.

Dal punto di vista geologico, assumono importanza progettuale i terreni plio-pleistocenici caratterizzati 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, che si esplicano attraverso forme di solchi erosivi e manifestazioni calanchive, riscontrate durante i rilievi di campo eseguiti. L'erosione a solchi, una volta innescata, può evolvere rapidamente, approfondendosi, allungandosi e ramificandosi, con un progressivo arretramento delle testate delle incisioni, con possibile evoluzione, in scivolamenti superficiali tipo "soil slip", intesi come movimenti per saturazione e fluidificazione dei

PROGETTAZIONE ATI:



terreni sciolti superficiali, che si sviluppano in concomitanza di precipitazioni intense, ma che interessano spessori limitati di terreno e i quali effetti si esauriscono velocemente con la profondità.

Difatti tali fenomeni coinvolgono limitati spessori lungo i versanti non pregiudizievole alla realizzazione delle opere e facilmente contrastabili attraverso una serie di interventi, già previsti in progetto, atti a garantire una sensibile riduzione delle cause potenziali di innesco.

Per questi fenomeni, di spessore contenuto rispetto alla lunghezza del versante, sono state effettuate analisi di stabilità con riferimento allo schema di pendio indefinito.

Sono state condotte analisi parametriche al variare dello spessore dello strato di coltre (0,5 – 1,0 -1,5 m) e al variare della profondità della falda dal p.c., per diverse pendenze del pendio. I risultati delle analisi eseguite confermano quanto osservato in fase di rilievo e descritto nelle Relazione geomorfologica. Per pendenze delle scarpate superiori a 30° si evidenzia la possibilità di fenomeni di instabilità innescati da moti di filtrazione all'interno della coltre superficiale.

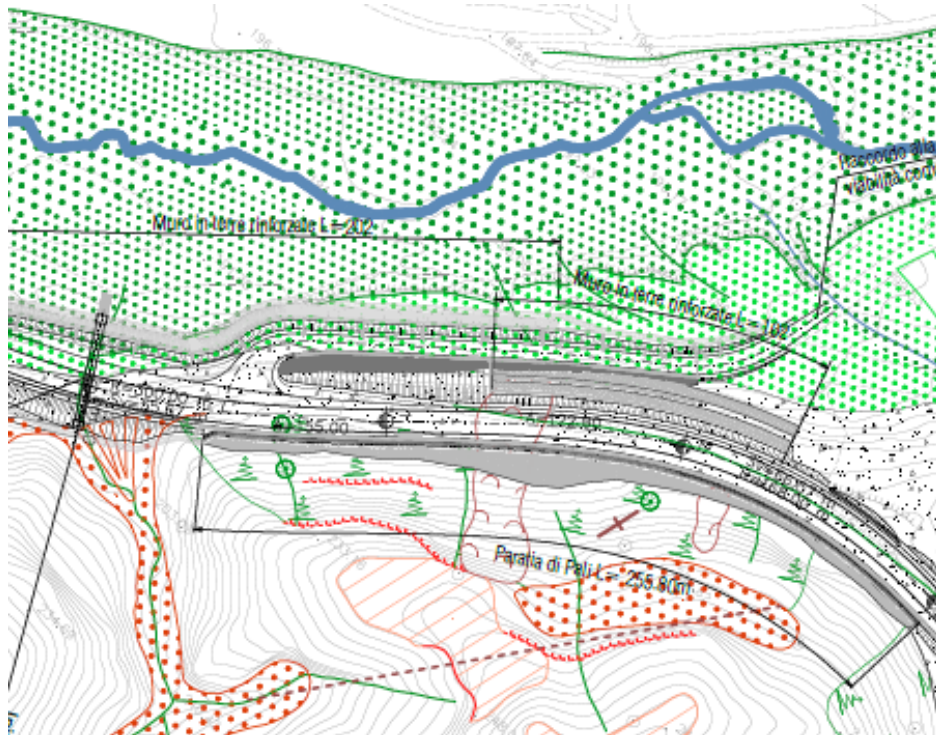
Dal punto di vista progettuale, sono state studiate sezioni tipologiche di dettaglio per limitare al minimo le operazioni di disboscamento e rimozione delle coperture vegetali esistenti. Lungo i versanti privi di copertura vegetale (per lavori pregressi o a causa di operazioni di scavo previste in progetto) è previsto un intervento di rinverdimento (geostuoie e stesa di vegetale), unitamente a interventi di raccolta e canalizzazione delle acque, al fine limitare l'infiltrazione delle acque superficiali nel terreno di copertura e quindi l'innesco di fenomeni di erosione."

Le forme e i processi di origine gravitativa riconosciuti nel primo tratto di intervento sono da ricondurre essenzialmente ad un limitato corpo di frana originatosi per un movimento di tipo colamento lento, al quale è stato associato uno stato di attività di tipo quiescente. La ridotta estensione areale del fenomeno in oggetto, le indagini e rilievi svolti hanno permesso di identificare uno spessore di terreno coinvolto mediamente tra 2 e 3 m. Tali forme sono limitate ai livelli superficiali e si esauriscono entro pochi metri a partire dal piano campagna.

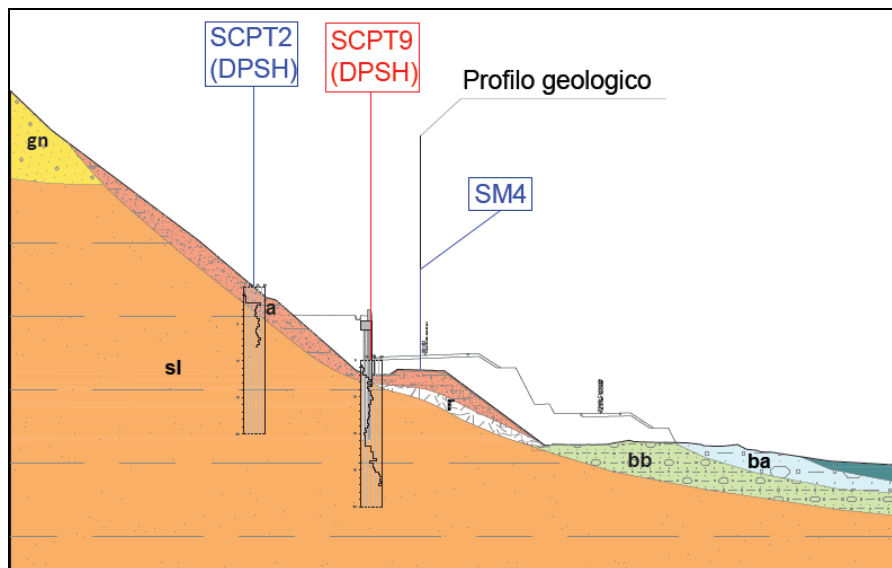
Per analizzare le condizioni di stabilità globale del versante, sia ante operam che post operam, sono state eseguite analisi di stabilità con il metodo dell'equilibrio limite, con superfici di scorrimento circolari che interessano profondità maggiori rispetto allo spessore di coltre, che risultano soddisfatte sia in condizioni statiche sia in condizioni sismiche.

Lungo l'asse stradale in progetto è prevista la realizzazione di una paratia di pali in dx. La scelta progettuale è stata quella di mantenere la quota della testa paratia prossima al p.c. attuale, in modo da contenere gli scavi ed evitare la rimozione della vegetazione esistente. Per la realizzazione dei pali sarà realizzato un rilevato provvisorio, nelle aree di riprofilatura è previsto un intervento di rinverdimento mediante stesa di terreno vegetale e idrosemina e un sistema di raccolta e canalizzazione delle acque.

Il muro esistente non interferisce con l'opera in progetto. Si evidenzia, inoltre, che la realizzazione del rilevato provvisorio al piede del muro stesso, costituisce un intervento stabilizzante, migliorandone le condizioni di stabilità.



Stralcio della carta geomorfologica con evidenza del tratto associato al corpo di frana quiescente



Stralcio della sezione geologica passante per il corpo di frana rilevato

**Elaborati di riferimento:**

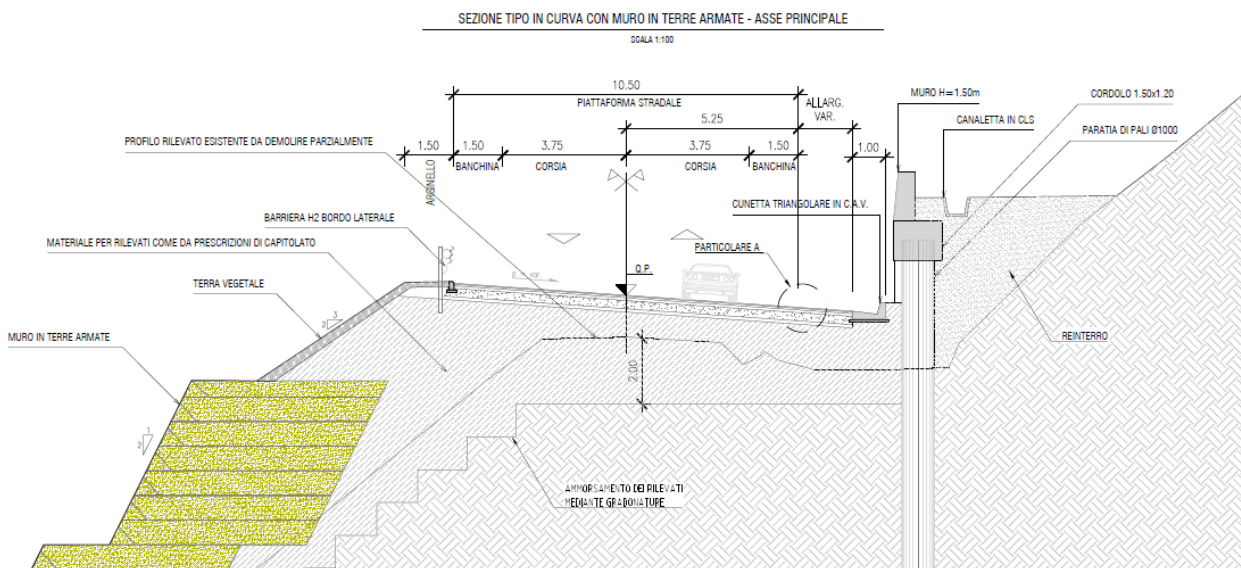
T00GE01GEORE01_D	GEOLOGIA GEOTECNICA-Geologia-Relazione geologica
T00GE01GEORE02_B	GEOLOGIA GEOTECNICA-Geologia-Relazione geomorfologica
T00GE01GEORE03_B	GEOLOGIA GEOTECNICA-Geologia-Relazione geomorfologica - Schede di rilevamento geomorfologico di dettaglio
T00GE01GEOCG01_C	GEOLOGIA GEOTECNICA-Geologia-Carta geologica
T00GE01GEOCG02_C	GEOLOGIA GEOTECNICA-Geologia-Carta geomorfologica
T00GE02GETRE02_A	GEOLOGIA GEOTECNICA-Geotecnica-Analisi delle condizioni di stabilità

PROGETTAZIONE ATI:

Nella parte iniziale di raccordo al precedente lotto (Serre – Scornari) gli interventi prevedono la realizzazione di rilevati associati anche all'esecuzione di opere di sostegno, quali muri in terra rinforzata a presidio del versante, per uno sviluppo complessivo di circa 430 m.

Il tratto di strada fino a pk 0+550, soprattutto nella parte iniziale e centrale, risente in modo più significativo delle attività avviate in passato e associate al corpo del rilevato, nonché alla presenza di infrastrutture di contenimento (muri) e idrauliche (tombini scatoari). Il corpo del rilevato risulta caratterizzato dalla presenza dei terreni di riporto, costituiti da litologie prevalentemente sabbiose e sabbioso-limose, idonee dal punto di vista granulometrico, ma non adeguatamente compattati e addensati, come scaturito dalle indagini di densità in situ e di carico su piastra, realizzate nel corso delle indagini pregresse. Pertanto, sarà necessario verificare, anche con indagini ulteriori, l'utilizzo di tali terreni e/o l'asportazione almeno del livello più superficiale. Non essendo stati oggetto di adeguate opere di regimazione delle acque superficiali, sono stati e lo sono tutt'ora oggetto dei processi di dilavamento ed erosione, riscontrati durante i rilievi di campo.

Nel tratto iniziale del tracciato, l'effetto della pregressa attività di costruzione è rappresentato dalla presenza del corpo del rilevato non completato. Questo è costituito da terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-limosi, idonei a norma di capitolato dal punto di vista granulometrico, ma non adeguatamente compattati. Per il rilevato parzialmente realizzato si prevede la rimozione, asportazione di radici e resti vegetali e successiva ricompattazione in posto dello strato superiore. Il costipamento sarà eseguito per gli strati dello spessore previsto da Capitolato e fino a conseguire i valori previsti di densità in situ.



**Stralcio sezione tipo su rilevato esistente**

Negli altri tratti di rilevato, viste le caratteristiche dei terreni in sito e i risultati delle prove di carico su piastra (eseguite a 0,2 m dal piano campagna), si prevede un intervento di bonifica con sostituzione dei terreni per uno spessore di 50 cm, oltre ai 20 cm di scotico.

PROGETTAZIONE ATI:

Proseguendo in modo crescente con le progressive, si raggiunge la porzione interessata dalla realizzazione di una paratia posta in sinistra al tracciato e della lunghezza di circa 152 m, ubicata tra la progr. 0+400 e la prog. 0+550, caratterizzata da un'intensa riprofilatura del versante a monte e interventi a protezione delle scarpate. Dal rilevamento geologico è stato possibile notare, in corrispondenza dei livelli superficiali, diverse forme derivanti dai processi di dilavamento agenti lungo il versante che, se da una parte confermano la natura predisponente da parte di questi terreni ad essere oggetto di fenomeni di erosione nelle porzioni più superficiali, dall'altra comportano, soprattutto in occasione di eventi meteorici intensi, fenomeni di ruscellamento incontrollato con possibile evoluzione in eventi gravitativi di versante. Pertanto, *"l'adeguata regimazione delle acque superficiali, nonché opere di protezione dall'erosione, dovranno essere gestiti in modo adeguato dal punto di vista progettuale, considerata gli interventi in progetto, in questa porzione di tracciato."*

L'area è caratterizzata da alcune manifestazioni di degradazione superficiale dei versanti. Sono segnalati fenomeni 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 caratterizzati da litologie da sabbiose a sabbioso-limose, affioranti nella maggior parte del tracciato stradale.

I versanti impostati in tali litologie risultano predisposti a processi erosivi, che si esplicano attraverso forme quali forre, fossi di ruscellamento e accenni alle forme tipiche delle "piramidi da terra", con potenziale evoluzione in taluni casi, in locali scivolamenti superficiali tipo "soil slip" intesi come movimenti per saturazione e fluidificazione dei terreni sciolti superficiali che si sviluppano in concomitanza di precipitazioni intense, ma che interessano spessori estremamente limitati e i quali effetti si esauriscono velocemente con la profondità. In questo tratto si prevede la riprofilatura della scarpata esistente, con scarpate di altezza 5,0 m e pendenza 1V:2H e berma di 2,0 m. Sono previsti interventi di protezione dell'erosione superficiale mediante stesa di geostuoia in polipropilene e idrosemina a spessore e un sistema di regimazione delle acque superficiali. Al piede della scarpata è prevista una paratia di pali.

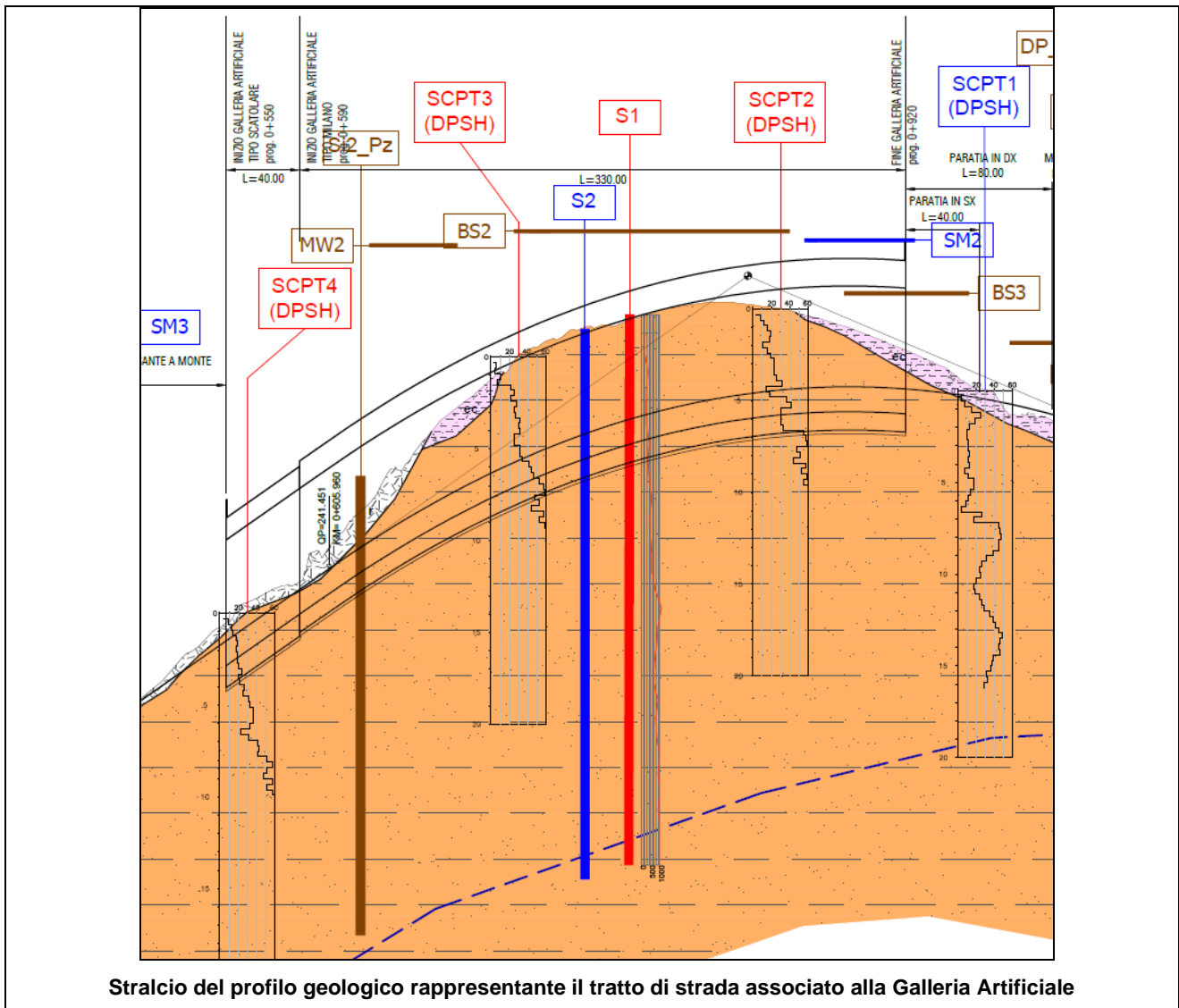
**Elaborati di riferimento:**

T00GE01GEORE01_D	GEOLOGIA GEOTECNICA-Geologia-Relazione geologica
T00GE01GEORE02_B	GEOLOGIA GEOTECNICA-Geologia-Relazione geomorfologica
T00GE01GEORE03_B	GEOLOGIA GEOTECNICA-Geologia-Relazione geomorfologica - Schede di rilevamento geomorfologico di dettaglio
T00GE01GEOCG01_C	GEOLOGIA GEOTECNICA-Geologia-Carta geologica
T00GE01GEOCG02_C	GEOLOGIA GEOTECNICA-Geologia-Carta geomorfologica
T00GE02GETRE02_A	GEOLOGIA GEOTECNICA-Geotecnica-Analisi delle condizioni di stabilità

PROGETTAZIONE ATI:

L'opera d'arte più importante dell'intervento in oggetto è rappresentata dalla Galleria Artificiale di lunghezza di 370 m, compresa tra le progressive 0+550 e 0+920, posta in corrispondenza del tratto di scavalco del Colle Scornari. Dal punto di vista geologico, l'opera e lo scavo annesso saranno realizzati, quasi complessivamente, nei depositi plio-plestocenici dell'unità sabbioso – limosa (sl), con caratteristiche litotecniche che variano in funzione del grado di cementazione e di addensamento. Solo nella parte iniziale riferita al secondo tratto, realizzato con il "Metodo Milano", gli interventi potrebbero interferire in modo significativo con i depositi di copertura associati alle coltri eluviocolluviali (ec), dove sarebbero previsti anche spessori massimi dell'ordine di 7-8 m, localizzati tra le progressive 0+600 a 0+640 circa. Tali depositi sono costituiti da sabbie limoso-argillose e subordinatamente da limi -argillosi di colore bruno e grigio, privi di struttura, con livelli ghiaiosi, che non presentano caratteristiche geotecniche ottimali. *Tale situazione dovrà essere confermata nella fase progettuale successiva, anche per mancanza di indagini dirette eseguite nella porzione d'area in questione.*

Il sondaggio Si2\_Pz, realizzato durante la campagna di indagini integrativa ed ubicato alla pk 0+620 circa, ha permesso di definire nel dettaglio il reale spessore della coltre eluvio-colluviale in corrispondenza dell'opera. In particolare, la potenza della coltre eluvio colluviale è stata notevolmente ridotta, rispetto alle precedenti fasi progettuali, passando dai 7-8 metri ipotizzati a 1-2metri.



**Stralcio del profilo geologico rappresentante il tratto di strada associato alla Galleria Artificiale**

**Elaborati di riferimento:**

T00GE00GEORE07_A	GEOLOGIA GEOTECNICA-Indagini geonostiche-Documentazione indagini geonostiche ANAS 2019
T00GE00GEORE08_A	GEOLOGIA GEOTECNICA-Indagini geonostiche-Documentazione indagini geofisiche - ANAS 2019
T00GE00GEORE09_A	GEOLOGIA GEOTECNICA-Indagini geonostiche-Certificati prove di laboratorio - ANAS 2019
T00GE00GEOPU01_C	GEOLOGIA GEOTECNICA-Indagini geonostiche-Planimetria ubicazione indagini
T00GE03GEORE01_A	SISMICA - Relazione sismica

PROGETTAZIONE ATI:

Gli interventi saranno eseguiti in corrispondenza della base di versanti impostati, prevalentemente sui depositi sabbiosi-limosi dell'unità sl, i quali sono predisposti a processi associati al dilavamento e all'azione delle acque superficiali con forme di ruscellamento diffuso e manifestazioni calanchive, che si approfondiscono in occasione di precipitazioni intense, processi e forme confermate durante il rilevamento geomorfologico di dettaglio realizzato in questa fase progettuale. In tal senso sono state previste in progetto una serie di interventi atti a garantire una riduzione di tali fenomeni, attraverso l'utilizzo di antiersivi (es. biustuoia) associati a una adeguata regimazione delle acque.

La realizzazione dell'opera interesserà la base di versanti impostati, prevalentemente, sui depositi sabbiosi-limosi dell'unità sl, lungo il versante sono stati rilevati e cartografati processi associati al dilavamento ed all'azione delle acque superficiali (rill erosion, sheet erosion, e gully erosion). Le acque incanalate naturalmente, la forza di gravità e l'assenza della vegetazione, in buona parte del rilievo considerato, sono gli agenti modellatori principali. 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, non interferendo direttamente con il progetto della galleria non risulta rilevante ai fini progettuali.

In base ai rilievi geologici e geomorfologici di campagna e ai risultati delle indagini geognostiche e di laboratorio eseguite nelle diverse fasi progettuali, è stato valutato che tali fenomeni sono efficacemente mitigati dagli interventi previsti in progetto.

**Elaborati di riferimento:**

T00GE01GEORE01_D	GEOLOGIA GEOTECNICA-Geologia-Relazione geologica
T00GE01GEORE02_B	GEOLOGIA GEOTECNICA-Geologia-Relazione geomorfologica
T00GE01GEORE03_B	GEOLOGIA GEOTECNICA-Geologia-Relazione geomorfologica - Schede di rilevamento geomorfologico di dettaglio
T00GE01GEOCG01_C	GEOLOGIA GEOTECNICA-Geologia-Carta geologica
T00GE01GEOCG02_C	GEOLOGIA GEOTECNICA-Geologia-Carta geomorfologica
T00ID00IDRPL01_C	IDROLOGIA E IDRAULICA - Planimetria smaltimento e raccolta acque di piattaforma_Tav 1 di 2
T00ID00IDRPL02_C	IDROLOGIA E IDRAULICA - Planimetria smaltimento e raccolta acque di piattaforma_Tav 2 di 2
T00IA02AMBPP02_A	INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO AMBIENTALE - Planimetria generale interventi di inserimento paesaggistico ed ambientale 1 di 4
T00IA02AMBPP03_A	INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO AMBIENTALE - Planimetria generale interventi di inserimento paesaggistico ed ambientale 2 di 4
T00IA02AMBPP04_A	INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO AMBIENTALE - Planimetria generale interventi di inserimento paesaggistico ed ambientale 3 di 4
T00IA02AMBPP05_A	INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO AMBIENTALE - Planimetria generale interventi di inserimento paesaggistico ed ambientale 4 di 4

PROGETTAZIONE ATI:

Alla galleria artificiale, segue il tratto finale in discesa per il raccordo alla viabilità esistente con pendenze del 4,2 % fino alla rotatoria finale. Allo sbocco della galleria sono previsti degli interventi di contenimento su ambo i versanti, rappresentati da paratie, che interesseranno quasi completamente le litologie sabbioselimose dell'unità geologica sl. Da punto di vista geomorfologico, la presenza dei depositi di coltre eluvio-colluviale comporta una maggior presenza in superficie, in corrispondenza della parte iniziale del tratto in questione, di fenomeni di erosione in atto, che si esplicano con la formazione di solchi concentrati approfondendosi in occasione di eventi meteorici intensi.

Tali fenomeni sono riscontrabili anche per le coperture, quali le coltri eluvio-colluviali "ecc., assumendo importanza poiché intercettati per diversi tratti dagli interventi in progetto e in taluni casi con spessori significativi, da confermare necessariamente a seguito di indagini geognostiche mirate.

Le indagini integrative e gli approfondimenti hanno confermato tale configurazione, tuttavia sono previsti interventi atti a rendere inefficaci tali processi garantendo un deflusso regolare delle acque lungo il tracciato.

### Relazione geomorfologica

La relazione presentata intende integrare le conoscenze in ambito morfologico che hanno caratterizzato la prima versione del progetto definitivo. Ai fini di una ricostruzione più fedele dei fenomeni e dei processi potenziali o in atto, soprattutto lungo i versanti costituenti i rilievi di interesse, un ruolo centrale è stato dato al rilevamento geomorfologico di dettaglio, mirato a descrivere in maniera puntuale i processi geomorfologici in atto valutandone la 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 sono riportate in schede di rilevamento di dettaglio

Scopo dichiarato del documento e delle rappresentazioni cartografiche allegate è 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 e 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.

Il lavoro ha previsto una prima fase di analisi, basata su: 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 a un'analisi di tipo diacronico. I risultati di tale analisi sono stati quindi verificati e integrati con quelli dall'indagine geologica eseguita nel corso della prima versione del Progetto Definitivo. E' singolare che la presente relazione geomorfologica non sia coordinata con la relazione geologica aggiornata presentata.

La relazione geologica e la relazione geomorfologica sono state aggiornate e integrate.

Elaborati di riferimento:

T00GE01GEORE01_D	GEOLOGIA GEOTECNICA-Geologia-Relazione geologica
T00GE01GEORE02_B	GEOLOGIA GEOTECNICA-Geologia-Relazione geomorfologica

Successivamente sono state condotte attività di:

- 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".

Nell'ambito della relazione geomorfologica 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 sono stati analizzati a scala di sottobacino e 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. I risultati presentati forniscono un inquadramento generale dell'area vasta interessata dall'intervento, con individuazione di fasce di elevazione, di pendenza, esposizione dei versanti.

Di maggior interesse è l'analisi foto-interpretativa di tipo comparativo. I vantaggi maggiori derivano da una visione di insieme globale e 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.

L'analisi comparativa diacronica è stata di supporto alla definizione di tutte quelle forme e depositi riconosciuti attraverso il rilevamento geomorfologico di dettaglio. Allo stesso tempo la determinazione dello stato di attività è stata compiuta sulla base di fattori relativi all'assetto morfologico generale deducibile sia dall'esame delle immagini satellitari ed ortofoto sia sulla base del rilievo di dettaglio. Per i fenomeni individuati è stata posta particolare attenzione nei casi in cui essi coinvolgono aree prossime all'asse stradale in progetto.

Tale valutazione dello stato di attività dei fenomeni osservati è stata opportunamente riprodotta nella Carta Geomorfologica.

Elaborati di riferimento:

T00GE01GEORE01_D	GEOLOGIA GEOTECNICA-Geologia-Relazione geologica
T00GE01GEORE02_B	GEOLOGIA GEOTECNICA-Geologia-Relazione geomorfologica
T00GE01GEORE03_B	GEOLOGIA GEOTECNICA-Geologia-Relazione geomorfologica - Schede di rilevamento geomorfologico di dettaglio
T00GE01GEOCG01_C	GEOLOGIA GEOTECNICA-Geologia-Carta geologica
T00GE01GEOCG02_C	GEOLOGIA GEOTECNICA-Geologia-Carta geomorfologica

PROGETTAZIONE ATI:

Con l'ausilio di immagini satellitari Google e delle ortofoto disponibili sul Geoportale Nazionale, sono stati confrontati i versanti più significativi, ovvero il tratto in galleria artificiale e il tratto della ripida scarpata già oggetto di precedenti lavori e che dovrà essere ripristinata con opportuni terrazzamenti e opere di difesa. Sono evidenziati fenomeni erosivi agenti lungo il versante con potenziali scivolamenti / colamenti e/o gravitativi e solchi erosivi di varia natura. In sintesi, 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, visibili nelle ortofoto del 2006.

E' stato eseguito un rilevamento geomorfologico di dettaglio i cui esiti 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 (di poco modificata rispetto alla versione precedente).

I morfotipi più significativi sono:

- Forme, depositi e processi dovuti al dilavamento e all'azione delle acque superficiali, con: aree interessate da erosione diffusa nelle quali una fitta rete di rivoli instabili nel tempo in occasione di piogge torrentizie danno luogo a un vero e proprio velo d'acqua continuo; solchi di erosione concentrata, intensi soprattutto nel corso degli eventi meteorici più abbondanti, e depositi alluvionali nella parti terminali in vicinanza dei corsi d'acqua principali dell'area, rappresentati dai Fiumi Mesima e Scornari.

Sono presenti aree di frana e corpo di frana di colamento lento: riconosciute lungo i versanti che delimitano il tracciato in progetto, con possibili 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 non sono disponibili informazioni dettagliate sugli spessori delle masse mobilitate.

Fenomeni di deformazione superficiale lenta interessano unicamente le coltri di copertura o le porzioni più superficiali e alterate del substrato geologico dell'area, con spessori dell'ordine di pochi metri.

- Forme, depositi e processi di origine mista, con deposito eluvio-colluviale e superficie terrazzata.
- Forme antropiche e manufatti.

Con riferimento alle opere in progetto, sono analizzati i tratti che seguono:

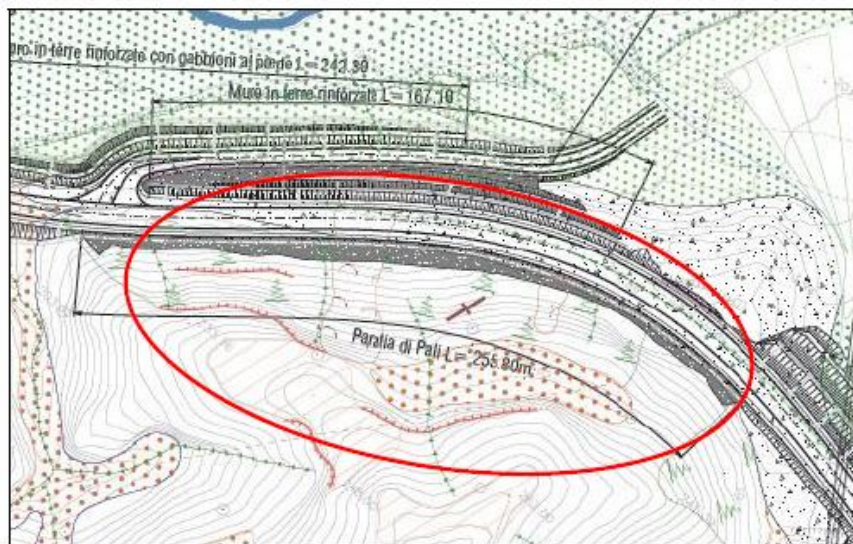
- **Versante posto a ridosso dell'opera di contenimento in progetto – Paratia di Pali della lunghezza di 255,80 m – pk 0+300**

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, con estesi processi di erosione diffusa sottoposta all'azione di fenomeni diversi che tendono a concentrarsi e 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.

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.

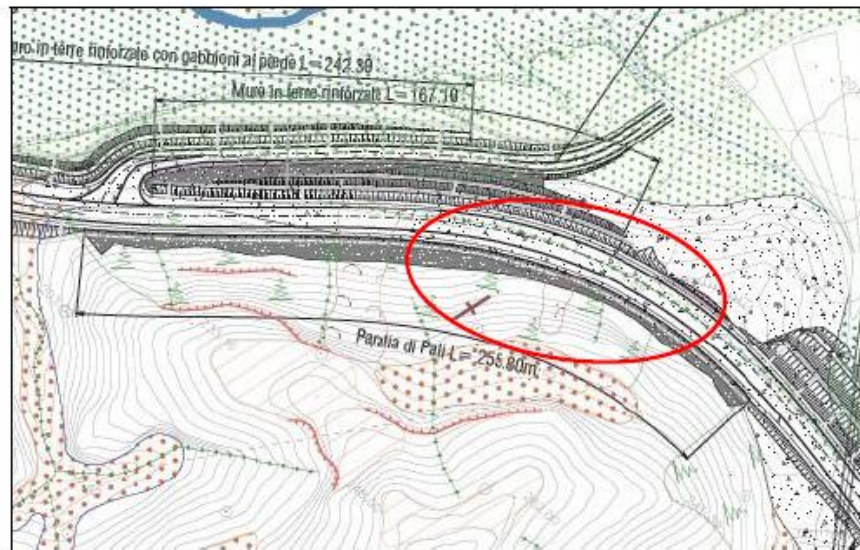


**Stralcio della carta geomorfologica con riferimento all'area indagata.**

**Muro di sostegno esistente e porzioni in rilevato connesse alle progettazioni pregresse (pk 0+200 – 0+300)**

Relativamente alla dinamica delle acque superficiali, lungo il rilevato presente sono stati identificati 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 di 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 possono 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 regimentazione delle acque.

PROGETTAZIONE ATI:



Stralcio della carta geomorfologica con riferimento all'area indagata.

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

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 la scarpata considerata.



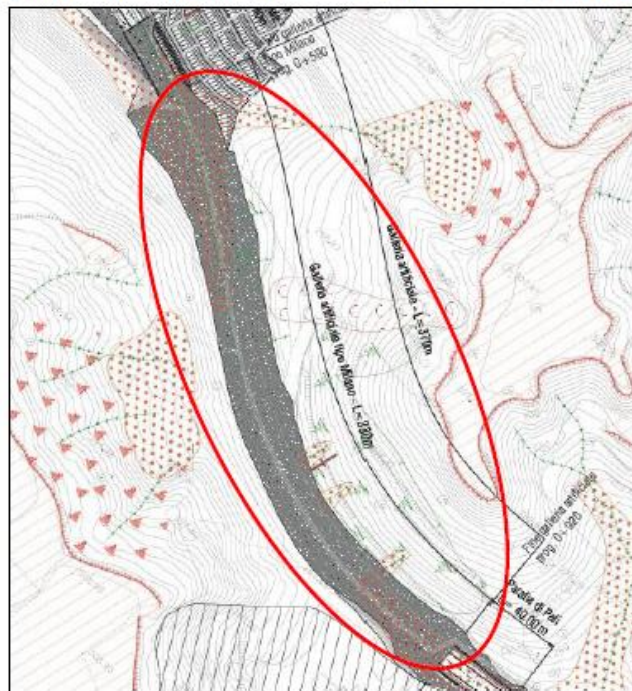
Stralcio della carta geomorfologica con riferimento all'area indagata.

PROGETTAZIONE ATI:

**Galleria artificiale (Da pk 0+550.000 a pk 0+920.000)**

Sono stati rilevati processi associati al dilavamento e 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 aggiunge 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 a un colamento lento che si manifesta attraverso spostamenti di materiali superficiali o alterati costituenti i versanti, che non interferisce direttamente con il progetto della galleria.

In progetto sono previste 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.



Stralcio della carta geomorfologica con riferimento all'area indagata.

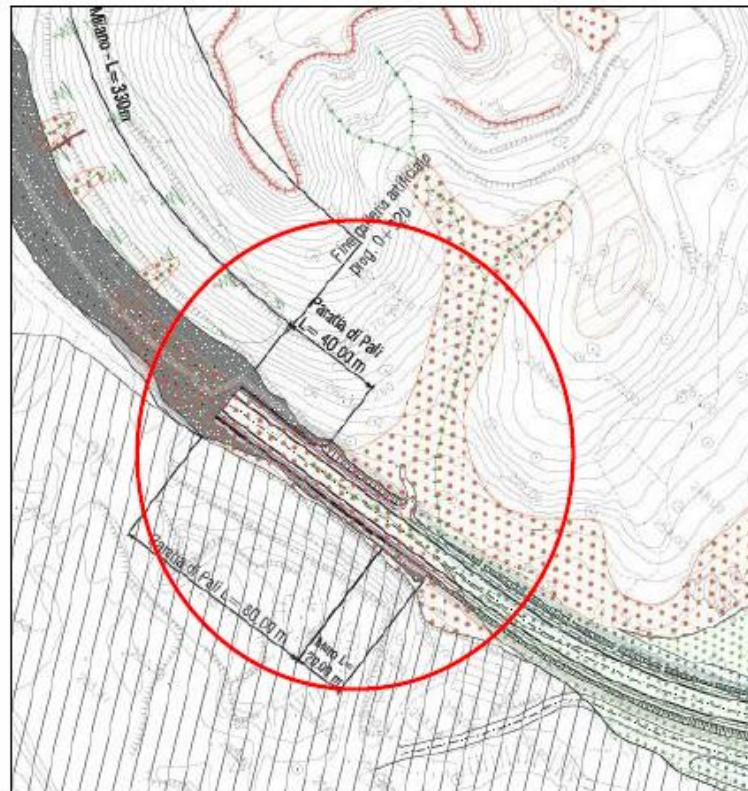
**Paratia di pali posta sx della lunghezza di 40.00 m. Paratia di Pali – Muro posti in dx della lunghezza di 100.00 m**

Sono stati rilevati processi associati al dilavamento e all'azione delle acque superficiali associati alla presenza di depositi di origine mista. L'area risulta interessata da erosione diffusa sottoposta all'azione di fenomeni diversi che tendono a concentrarsi e a sovrapporsi.

PROGETTAZIONE ATI:

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.



**Stralcio della carta geomorfologica con riferimento all'area indagata.**

Le considerazioni sopra riportate in merito agli interventi previsti non sono suffragate da dati oggettivi relativi alla stabilità sia dell'infrastruttura che dei pendii sovrastanti l'opera e al rischio residuo per l'opera.

È stata redatta una relazione specifica (“Relazione geotecnica - analisi delle condizioni di stabilità” – T00GE02GETRE02\_A) che illustra nel dettaglio gli interventi progettuali previsti in relazione ai processi geomorfologici evidenziati, unitamente alle considerazioni e alle verifiche di stabilità.

Nella relazione sono riportate le analisi di stabilità eseguite per i fenomeni che interessano le aree di progetto. Per i fenomeni di erosione superficiale sono state condotte verifiche con riferimento allo schema di pendio indefinito, al variare dello spessore della coltre e al variare della profondità della falda dal p.c., per diverse inclinazioni del pendio. Gli interventi previsti (inerbimenti, stuoie con funzione antierosiva) sono interventi atti a prevenire e stabilizzare i fenomeni osservati. Per il solo tratto da inizio lotto alla pk 0+300, in cui è stato individuato un corpo di frana di colamento quiescente, sono state condotte analisi di stabilità con il metodo dell'equilibrio limite (in condizioni statiche e sismiche) per

PROGETTAZIONE ATI:



verificare la stabilità del versante a monte dell'intervento. Tutte le verifiche eseguite confermano le condizioni di stabilità delle aree oggetto di intervento.

Elaborati di riferimento:

T00GE02GETRE02\_A GEOLOGIA GEOTECNICA-Geotecnica-Analisi delle condizioni di stabilità

Sia nell'ambito della Relazione geologica che di quella geotecnica si riporta, con riferimento alla normativa di settore 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"*. L'affermazione è in contrasto con lo spirito delle normative citate e, in particolare delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17/01/2018 e della relativa Circolare 21 gennaio 2019 n. 7 C.S.LL.PP, che riportano, tra l'altro, che *"In funzione del tipo di opera, di intervento e della complessità del contesto geologico nel quale si inserisce l'opera, specifiche indagini saranno finalizzate alla documentata ricostruzione del modello geologico. Inoltre, "il piano delle indagini nell'area di interesse deve essere definito e attuato sulla base dell'inquadramento geologico della zona e in funzione dei dati che è necessario acquisire per pervenire a una ricostruzione geologica adeguata e utile per la caratterizzazione e la modellazione geotecnica del sottosuolo. Gli studi svolti devono condurre a una valutazione delle pericolosità geologiche presenti e devono essere finalizzati alla definizione della compatibilità geologica con le peculiarità dell'opera da realizzare."*

Trattasi di refuso è stato corretto nelle Relazioni

Il progetto è stato elaborato, come indicato nel DM 17/01/2018, dopo la definizione del modello geologico, definito in base alle risultanze degli studi, dei rilievi e delle indagini geologiche eseguite; conseguentemente è stato definito il modello geotecnico, sono state definite le tipologie dell'opera, i materiali da costruzione, le modalità e le fasi esecutive; le scelte progettuali operate tengono conto dei peculiari caratteri geologici del sito, descritti nella relazione geologica e nella relazione geomorfologica.

Elaborati di riferimento:

T00GE01GEORE01\_D GEOLOGIA GEOTECNICA-Geologia-Relazione geologica

A tal proposito si evidenzia inoltre che la richiesta di approfondimento di cui alla condizione ambientale n. 2 era proprio finalizzata a una valutazione esaustiva della stabilità dell'area interessata dall'intervento e che, indipendentemente dal controllo delle ipotesi di progetto nel corso dei lavori, ad oggi non risultano svolte tutte le indagini geologiche e geotecniche necessarie alla valutazione della pericolosità ambientale (stabilità del territorio in condizioni statiche e sismiche) delle aree interessate dall'opera, ai sensi della normativa vigente, e alla conseguente definizione esecutiva della progettazione.

L'intera area è caratterizzata da generalizzate manifestazioni di degradazione superficiale dei versanti.

Le due relazioni, geologica e geomorfologica si concludono entrambe con un "*parere favorevole alla realizzazione del progetto*", senza però fornire un quadro realistico del grado di stabilità del versante sovrastante l'opera ai fini della fattibilità geologica degli interventi previsti, suffragato, oltre che dalle indagini pregresse e analisi morfologiche attraverso strumenti GIS e indagini visive, da una adeguata campagna geognostica aggiornata e analisi di laboratorio.

Alla luce di quanto esaminato, gli studi a oggi prodotti hanno rinviato numerosi approfondimenti a una successiva fase di progettazione, ovvero alla fase di progettazione esecutiva per la quale gli elementi richiesti sono fondamentali.

Anche con riferimento all'assetto idrogeologico dell'area, comprendendo anche i possibili interscambi tra acquiferi differenti, lo studio geologico rimanda ad analisi da effettuarsi nelle fasi progettuali successive.

Lo studio geologico presentato è stato integrato ed aggiornato con i risultati della campagna geognostica eseguita, a valle della consegna del Progetto Definito, nell'anno 2019, che ha permesso di definire e approfondire tutti gli aspetti progettuali necessari.

A seguito di quanto emerso dallo studio di approfondimento geomorfologico, si è posta particolare attenzione alla progettazione dell'intervento. Sono state analizzate nel dettaglio le sezioni e le situazioni di maggior esposizione, riducendo gli scavi in trincea e la conseguente rimozione di porzioni di vegetazione naturale. In tutti i casi in cui con i lavori si incide la scarpata è stata prevista la sistemazione della stessa mediante stesa di terreno vegetale, idrosemina e geostuoie antierosive, oltre ad un'attenta regimazione delle acque.

I principali fenomeni individuati lungo il tracciato e lungo i versanti in prossimità dello stesso, sono fenomeni di erosione superficiale diffusa, dovuti principalmente al ruscellamento delle acque e all'assenza di vegetazione, che arrivano ad interessare coltri di terreno con profondità massime dell'ordine di pochi metri. Tali fenomeni non interessano la stabilità globale dei versanti. Per questi fenomeni, di spessore contenuto rispetto alla lunghezza del versante, sono state effettuate delle analisi stabilità con riferimento allo schema di pendio indefinito.

Unicamente nel tratto da inizio lotto alla progr. 0+400 è stato individuato un corpo di frana di colamento quiescente di ridotte dimensioni areali e di spessori contenuti tra i 2,0 e i 3,0 m, che potrebbe interferire con il tracciato di progetto. In questo settore per analizzare le condizioni di stabilità globale del versante sono state eseguite analisi di stabilità con il metodo dell'equilibrio limite, con superfici di scorrimento circolari che interessano profondità maggiori rispetto allo spessore di coltre. Le verifiche di stabilità globale del versante risultano soddisfatte sia in condizioni statiche sia in condizioni sismiche.

Dal punto di vista idrogeologico la campagna di indagini integrativa, realizzata nell'anno 2019, ha

PROGETTAZIONE ATI:

previsto un approfondimento di carattere idrogeologico, nello specifico sono stati installati n. 3 piezometri a Tubo Aperto, rispettivamente nei sondaggi Si1-pz, Si2-pz e Si3-pz. In funzione dei rilievi piezometrici eseguiti, è stata prevista una falda che si attesta ad una profondità compresa tra 10 e 25m circa, anche in relazione all'andamento della morfologia dell'area strettamente di interesse ed impostata esclusivamente nei depositi plio-pleistocenici. Quest'ultima presenta una certa continuità lungo tracciato con un andamento condizionato in parte dalla presenza dei livelli più fini che si manifestano sotto forma di corpi lenticolari più o meno estesi all'interno dello stesso complesso, ma che allo stato attuale configura una circolazione idrica sotterranea relativamente regolare e non interferente con le principali opere previste in progetto. Pur considerando la possibile presenza di una falda occasionale ed effimera potenzialmente ricadente all'interno del complesso detritico-colluviale e di copertura, la diversa posizione stratigrafica di tutti i complessi individuati, distribuiti in modo discontinuo nell'ambito della successione, unitamente alla loro diversa posizione orografica, porta alla conclusione dell'assenza di interscambi idrici significativi fra i diversi acquiferi. Tale ipotesi risulta anche comprovata dall'approfondimento eseguito attraverso la realizzazione della campagna di indagini integrativa.

**Elaborati di riferimento:**

T00GE01GEORE01_D	GEOLOGIA GEOTECNICA-Geologia-Relazione geologica
T00GE01GEORE02_B	GEOLOGIA GEOTECNICA-Geologia-Relazione geomorfologica
T00GE01GEORE03_B	GEOLOGIA GEOTECNICA-Geologia-Relazione geomorfologica - Schede di rilevamento geomorfologico di dettaglio
T00GE02GETRE02_A	GEOLOGIA GEOTECNICA-Geotecnica-Analisi delle condizioni di stabilità
T00GE01GEOCG01_C	GEOLOGIA GEOTECNICA-Geologia-Carta geologica
T00GE01GEOCG02_C	GEOLOGIA GEOTECNICA-Geologia-Carta geomorfologica
T00GE01GEOCI01_C	GEOLOGIA GEOTECNICA-Geologia-Carta idrogeologica
T00GE00GEORE01_A	GEOLOGIA GEOTECNICA-Indagini geognostiche-Documentazione indagini geognostiche pregresse - Prov. VV 2005 e ANAS 2009
T00GE00GEORE02_A	GEOLOGIA GEOTECNICA-Indagini geognostiche-Documentazione indagini geofisiche pregresse - Prov. VV 2005 e ANAS 2009
T00GE00GEORE03_A	GEOLOGIA GEOTECNICA-Indagini geognostiche-Certificati prove di laboratorio indagini pregresse - Prov. VV 2005 e ANAS 2009
T00GE00GEORE04_A	GEOLOGIA GEOTECNICA-Indagini geognostiche-Documentazione indagini geognostiche ANAS 2014
T00GE00GEORE05_A	GEOLOGIA GEOTECNICA-Indagini geognostiche-Documentazione indagini geofisiche - ANAS 2014
T00GE00GEORE06_A	GEOLOGIA GEOTECNICA-Indagini geognostiche-Certificati prove di laboratorio - ANAS 2014
T00GE00GEORE07_A	GEOLOGIA GEOTECNICA-Indagini geognostiche-Documentazione indagini geognostiche ANAS 2019
T00GE00GEORE08_A	GEOLOGIA GEOTECNICA-Indagini geognostiche-Documentazione indagini geofisiche - ANAS 2019
T00GE00GEORE09_A	GEOLOGIA GEOTECNICA-Indagini geognostiche-Certificati prove di laboratorio - ANAS 2019
T00GE00GEOPU01_C	GEOLOGIA GEOTECNICA-Indagini geognostiche-Planimetria ubicazione indagini
T00GE03GEORE01_A	SISMICA - Relazione sismica

### Piano di monitoraggio geotecnico e strutturale

Il Proponente ha ritenuto di dotare il progetto definitivo anche di un piano *di monitoraggio geotecnico e strutturale* al fine di delineare e seguire nel tempo il quadro conoscitivo dell'area interessata dai lavori per gli aspetti geomorfologici e relative ricadute.

In particolare, si prevedono rilevamenti della falda a mezzo piezometri, misure inclinometriche e di spostamento.

Il piano, redatto in accordo alle "Linee Guida ANAS per il Monitoraggio Geotecnico" e del paragr. 6.2.6 del DM 17/01/2018, ha lo scopo di verificare la corrispondenza tra le ipotesi progettuali e i comportamenti osservati e di controllare la funzionalità dei manufatti nel tempo, mediante la misura di grandezze fisiche significative, prima durante e dopo la costruzione del manufatto.

Il piano di monitoraggio proposto, secondo il Proponente, si prefigge lo scopo di:

- verificare la corrispondenza tra le ipotesi progettuali e il comportamento osservato;
- verificare lo stato di attività degli elementi geomorfologici osservati e controllare la validità della soluzione progettuale proposta;
- controllare la possibilità di riattivazione di fenomeni definiti "quiescenti";
- verificare la qualità delle prestazioni dell'opera, dopo la costruzione.

Si ricorda che, ai sensi del paragr. 6.2.6 del DM 17/01/2018, il monitoraggio del complesso opera-terreno e degli interventi consiste nella installazione di un'appropriata strumentazione e nella misura di grandezze fisiche significative - quali spostamenti, tensioni, forze e pressioni interstiziali - prima, durante e/o dopo la costruzione del manufatto. Nell'ambito del metodo osservazionale il monitoraggio ha lo scopo, oltre che di confermare la validità della soluzione progettuale adottata, di individuare, in caso contrario, la più idonea tra le altre soluzioni previste in progetto. Nel piano presentato non si riscontra la presenza delle misure alternative da prendere.

Nel paragrafo 6.2 delle DM 17/01/2018 sono riportate le fasi in cui si articola il progetto. Tali fasi sono:

1. Caratterizzazione e modellazione geologica del sito;
2. Scelta del tipo di opera o di intervento e programmazione delle indagini geotecniche;
3. Caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni e delle rocce presenti nel volume significativo e definizione dei modelli geotecnici di sottosuolo;
4. Definizione delle fasi e delle modalità costruttive;
5. Verifiche di sicurezza e delle prestazioni;
6. Programmazione delle attività di controllo e monitoraggio.

Il monitoraggio del complesso opera-terreno e degli interventi (ai sensi del DM 17/01/2018) "*consiste nella installazione di un'appropriata strumentazione e nella misura di grandezze fisiche significative - quali spostamenti, tensioni, forze e pressioni interstiziali - prima, durante e/o dopo la costruzione del manufatto. Il monitoraggio ha lo scopo di verificare la corrispondenza tra le ipotesi progettuali e i comportamenti osservati e di controllare la funzionalità dei manufatti nel tempo.*"

Nello stesso paragrafo si specifica che, "*nell'ambito del metodo osservazionale, il monitoraggio ha lo scopo di confermare la validità della soluzione progettuale adottata o, in caso contrario, di individuare la più idonea tra le altre soluzioni previste in progetto.*"

PROGETTAZIONE ATI:

Tuttavia, nel paragrafo 6.2.5, sono esplicitate le motivazioni che inducono il progettista all'impiego del metodo osservazionale, come di seguito riportato.

*“La progettazione può fare ricorso anche al metodo osservazionale, nei casi in cui a causa della particolare complessità della situazione geologica e geotecnica e dell'importanza e impegno dell'opera, dopo estese ed approfondite indagini permangano documentate ragioni di incertezza risolvibili solo in fase di esecuzione dell'opera.”*

**La progettazione degli interventi previsti nel progetto in esame non fa ricorso al metodo osservazionale.**

Il progetto è stato sviluppato a partire dal modello geologico-geotecnico di riferimento, definito nel dettaglio e descritto negli elaborati di progetto. Per la definizione delle caratteristiche fisico-meccaniche si è tenuto conto dei risultati delle campagne di indagini eseguite e ritenute adeguate alla definizione dei parametri caratteristici utilizzati nei calcoli di dimensionamento. Non si riscontrano, pertanto, condizioni di incertezza tali da giustificare l'impiego del metodo osservazionale.

Il piano di monitoraggio previsto e descritto negli elaborati di progetto è finalizzato, come indicato nella normativa e nelle “Linee Guida ANAS per il Monitoraggio Geotecnico” alla verifica della corrispondenza tra le ipotesi progettuali e i comportamenti osservati in fase di costruzione e in esercizio e di controllare la funzionalità dei manufatti nel tempo, come più volte richiamato nell'ambito del DM 17/01/2018. Si evidenzia, infine che, non avendo fatto ricorso al metodo osservazionale, non risulta necessario definire misure progettuali alternative..

Indipendentemente dai singoli dettagli, si rileva l'assenza di un monitoraggio ante-operam, se si escludono le attività negli ultimi 3 mesi prima dell'inizio dei lavori. Tale attività dovrebbe andare a confluire nel novero delle indagini necessarie a completare il quadro conoscitivo precedente alla fase di progettazione esecutiva.

Il piano di monitoraggio geotecnico – strutturale elaborato in fase di progettazione fa esplicito riferimento al paragrafo 6.2.6 del DM 17/01/2018 ed ha lo scopo di verificare nel tempo la corrispondenza tra le ipotesi progettuali la cui definizione, come precedentemente esposto, non ha dovuto ricorrere al metodo osservazionale, e i comportamenti osservati.

Il monitoraggio previsto, pertanto, è mirato al controllo del complesso terreno - opera di nuova realizzazione, al fine di escludere qualsiasi tipo d'influenza e di impatto negativo da parte di quest'ultima sull'ambiente circostante.

Le attività finalizzate alla definizione del modello geologico ed evolutivo dei versanti (monitoraggio geomorfologico) sono riportate nella relazione geologica e nella relazione sulle indagini.

Il Piano di Monitoraggio descrive invece le modalità di acquisizione dei dati, l'ubicazione della strumentazione, la frequenza delle letture e dà alcune indicazioni circa la gestione dei dati. In fase di progettazione esecutiva il piano sarà oggetto di verifica ed eventuale affinamento/aggiornamento.

Inoltre, sebbene sia presentato un sistema di interscambio dati, non sono chiare le modalità di analisi dei dati di monitoraggio e della interazione tra misure a carico dell'Impresa e misure a carico della D.L.

L'analisi dei dati di monitoraggio sarà a cura di figure professionali specifiche all'interno delle strutture organizzative dell'impresa e della Direzione Lavori. Nella successiva fase di progetto esecutivo il piano di monitoraggio specificherà con maggior dettaglio questi aspetti, in questa sede però è già possibile

PROGETTAZIONE ATI:

chiarire che l'installazione degli strumenti e l'analisi dei dati di monitoraggio sono previsti a cura dell'Impresa esecutrice dei lavori, mentre la D.L. avrà la possibilità di fare dei controlli puntuali sia con misure in contraddittorio, sia tramite verifiche specifiche. I costi attuali del monitoraggio sono riconosciuti all'Impresa e già ricompresi con una voce specifica nel computo analitico di lavori di cui al presente PD. Per quanto riguarda le risorse per far fronte alle succitate attività di controllo eseguite dalla D.L. nelle somme a disposizione del quadro economico sono previste le voci di *Rilievi accertamenti e Indagini; spese tecniche per attività di collaudo oltre a spese per prove di laboratorio e verifiche tecniche.*

Nella fase successiva di sviluppo del Progetto Esecutivo, le informazioni riportate nel PD saranno oggetto di ulteriori approfondimenti e affinamenti con la redazione e/o l'aggiornamento di elaborati specifici finalizzati alla definizione e predisposizione degli strumenti ed esecuzione delle misure (organizzazione delle fasi lavorative e del processo).

**Elaborati di riferimento:**

T00GE01GEORE04\_C

GEOLOGIA GEOTECNICA-Geologia-Piano di monitoraggio geotecnico e strutturale