

STRADA STATALE 4 "VIA SALARIA"
**Adeguamento della piattaforma stradale e messa in
sicurezza dal km 56+000 al km 64+000**
Stralcio 1 (pk 0+000 – 1+900)

PROGETTO ESECUTIVO

COD. **RM368**

PROGETTAZIONE: R.T.I.: PROGER S.p.A. (capogruppo mandataria)
PROGIN S.p.A.
S.I.N.A. S.p.A. – BRENG S.r.l.

RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:
Dott. Ing. Antonio GRIMALDI (Progin S.p.A.)
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Napoli n. 23799

CAPOGRUPPO MANDATARIA:



IL GEOLOGO:
Dott. Geol. Gianluca PANDOLFI ELMI (Progin S.p.A.)
Ordine dei Geologi Regione Umbria n. 467



Direttore Tecnico:
Dott. Ing. Lorenzo INFANTE

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:
Dott. Ing. Michele CURIALE (Progin S.p.A.)



VISTO: IL RESPONSABILE UNICO DEL PROGETTO
Dott. Ing. Paolo NARDOCCI



PROTOCOLLO	DATA Gennaio 2024
------------	----------------------

GEOLOGIA E GEOTECNICA
GEOLOGIA E IDROGEOLOGIA
Relazione geologica

CODICE PROGETTO		NOME FILE T01GE01GEORE01C		REVISIONE	SCALA:																									
<table border="1"> <tr> <td>D</td><td>P</td><td>R</td><td>M</td><td>3</td><td>6</td><td>8</td><td>E</td><td>2</td><td>3</td> </tr> </table>		D	P	R	M	3	6	8	E	2	3	<table border="1"> <tr> <td>T</td><td>0</td><td>1</td><td>G</td><td>E</td><td>0</td><td>1</td><td>G</td><td>E</td><td>0</td><td>R</td><td>E</td><td>0</td><td>1</td> </tr> </table>		T	0	1	G	E	0	1	G	E	0	R	E	0	1	<table border="1"> <tr> <td>C</td> </tr> </table>	C	-
D	P	R	M	3	6	8	E	2	3																					
T	0	1	G	E	0	1	G	E	0	R	E	0	1																	
C																														
C	Emissione a seguito istruttoria ANAS e Validazione	01 - 2024	F. Pontoni	G. Pandolfi	L. Infante																									
B	Emissione a seguito istruttoria ANAS	05 - 2023	F. Pontoni	G. Pandolfi	L. Infante																									
A	Prima emissione	11-2022	F. Pontoni	G. Pandolfi	L. Infante																									
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO																									

Sommario

1	<i>PREMESSA E METODOLOGIA DI INDAGINE</i>	1
2	<i>DOCUMENTI DI RIFERIMENTO</i>	2
2.1	Documenti consultati - Bibliografia	2
2.2	Riferimenti normativi	2
3	<i>GEOLOGIA</i>	3
3.1	Inquadramento geologico-strutturale.....	3
3.1.1	Faglie attive e capaci.....	5
3.2	Successione lito-stratigrafica.....	7
4	<i>GEOMORFOLOGIA</i>	11
5	<i>IDROGEOLOGIA</i>	14
6	<i>INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE, GEOTECNICHE E GEOSTRUTTURALI</i>	19
7	<i>MODELLO GEOLOGICO – CRITICITA’</i>	21

1 PREMESSA E METODOLOGIA DI INDAGINE

La presente relazione geologica è relativa al progetto esecutivo dello Stralcio 1 dei “lavori di adeguamento della piattaforma stradale e messa in sicurezza dal km 56+000 al km 64+000” (RM180) della SS4 via Salaria”. Il progetto interessa il I lotto funzionale di un progetto più ampio che prevede l’adeguamento della Salaria fino alla progressiva 70+800.

Lo Stralcio 1 in oggetto comprende il tratto dal km 0+000 al km 1+900, ricadente nei Comuni di Casaprota e Poggio san Lorenzo, e prevede l’ampliamento della sede stradale esistente con scavi significativi per la realizzazione della carreggiata Sud, direzione Roma.

Con riferimento ai risultati delle indagini geologiche eseguite per la progettazione definitiva del Lotto 1, sono stati approfonditi sia i rilievi geologici, geomorfologici e idrogeologici in sito, che le indagini geognostiche e geotecniche.

Le indagini sono state come di seguito articolate:

- Analisi della bibliografia disponibile;
- Analisi delle foto aeree disponibili per l’area in esame;
- Sopralluoghi e rilievi geologici, geomorfologici e idrogeologici in scala 1:1.000;
- Rielaborazione ed analisi di tutti i dati derivanti dalle indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche disponibili (campagne 2001 e 2021) e dalla campagna geognostica appositamente eseguita (2022);

L’obiettivo delle indagini è quello di evidenziare le eventuali problematiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche relative alla esecuzione delle opere previste e di fornire al Progettista, limitatamente agli aspetti geologici, tutti i dati qualitativi e quantitativi occorrenti per il progetto ed il controllo del comportamento delle opere in rapporto alle caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche dell'area di intervento.

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 Documenti consultati - Bibliografia

- Carta Geologica d'Italia del Progetto CARG - Foglio 357 Cittaducale; scala 1:50.000.
- Note illustrative della Carta Geologica d'Italia (scala 1:50.000), Foglio 357 "Cittaducale"
- Schema idrogeologico dell'Italia centrale; scala 1:250.000.
- Elaborati annessi al Progetto di Piano redatto dall'Autorità di Bacino del fiume Tevere.
- Elaborati annessi al Progetto preliminare e Definitivo "S.S.4 Salaria – Adeguamento della piattaforma stradale e messa in sicurezza dal km 56+000 al km 64+000".
- BONI C., BONO P. & CAPELLI G. (1986) - Schema idrogeologico dell'Italia centrale. Mem. Soc. Geol. It., 35, 991-1012.
- MARTARELLI L., PETITTA M., SCALISE A.R., SILVI A. - Cartografia idrogeologica sperimentale della Piana Reatina (Lazio) - Mem. Descr. Carta Geol. d'It. LXXXI (2008), pp. 137-156, figg. 4, tab. 1.
- ISPRA – ITHACA - Catalogo delle faglie attive e capaci (<http://sgi.isprambiente.it/ithaca/viewer/index.html>)

2.2 Riferimenti normativi

Lo studio è stato condotto in osservanza alla normativa vigente in materia ed in particolare:

- O.P.C.M. 28 aprile 2006 n. 3519 – “Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone”;
- Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018– Testa Unitario – Norme tecniche per le costruzioni (G.U. del 20.02.2018) e Circolare 21 gennaio 2019 n. 7” Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018”;
- D.M. 17/01/2018 “Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni” Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti;
- Circolare 21 gennaio 2019, n. 7, Ministero delle Infrastrutture e Trasporti. Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 17 gennaio 2018;
- DGR n. 571 del 2 agosto 2019 che modifica la DGR n. 387 del 22 maggio 2009 “Nuova classificazione sismica del territorio della Regione Lazio in applicazione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006 e della DGR Lazio n. 766/03”;
- DGR n. 724 del 20 ottobre 2020 “Regolamento regionale per la semplificazione e l'aggiornamento delle procedure per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di prevenzione del rischio sismico. Abrogazione del regolamento regionale 13 luglio 2016, n. 14 e successive modifiche”;
- Delibera Giunta Regione Lazio 5 novembre 2020, n. 793 “Modifica della Deliberazione di Giunta regionale 23 luglio 2019, n. 493. Sostituzione dell'allegato A rubricato “Elenco delle strutture in Classe d'Uso IV (Strategiche) e in Classe d'uso III (Rilevanti)”.

3 GEOLOGIA

3.1 Inquadramento geologico-strutturale

Il tracciato di progetto si sviluppa nel settore dei rilievi preappenninici della Sabina occidentale compreso tra l’incisione valliva del torrente Farfa a Sud (località Ponte Buida -Casaprota – km 56), con quota intorno a 270 m s.l.m. e il km 58 circa della attuale SS4, a quota intorno a 359 m. s.l.m.

Il territorio attraversato dalla strada in progetto è compreso nel Foglio 357 “Cittaducale” della Carta Geologica d’Italia alla scala 1:50.000.

Il tracciato in progetto ricade in un contesto geologico omogeneo in cui affiorano due domini principali:

- successione carbonatica pre-orogena, di età compresa tra il Giurassico inferiore e il Miocene medio;
- successione post-orogena rappresentata dalle serie sedimentarie marine e continentali di natura da argillosa a sabbioso-conglomeratica, trasgressive sui termini della successione sabina.

Quest’area, nel corso del Mesozoico, ha rappresentato una fascia di transizione tra la piattaforma carbonatica laziale-abruzzese ed il bacino occidentale pelagico umbro-marchigiano. In relazione all’ambiente deposizionale, in questo bacino si sono deposte formazioni geologiche costituite prevalentemente da calcari micritici ed in subordine depositi silico-marnosi con intercalazioni di materiale detritico grossolano (da calcareniti a megabrecce), depositatesi lungo la scarpata sottomarina formatasi al margine della piattaforma carbonatica laziale-abruzzese.

Durante l’orogenesi appenninica (a partire dal Miocene superiore) la successione sabina è stata sollevata, deformata e variamente smembrata in blocchi che oggi si ritrovano affiancati o sovrapposti in strutture tettoniche molto complesse.

L’assetto geometrico di questa porzione di catena appenninica, rappresentata nel Foglio 357-Cittaducale, è caratterizzato dalla presenza di pieghe e sovrascorrimenti a prevalente direttrice meridiana (Fig. 3.1.1).

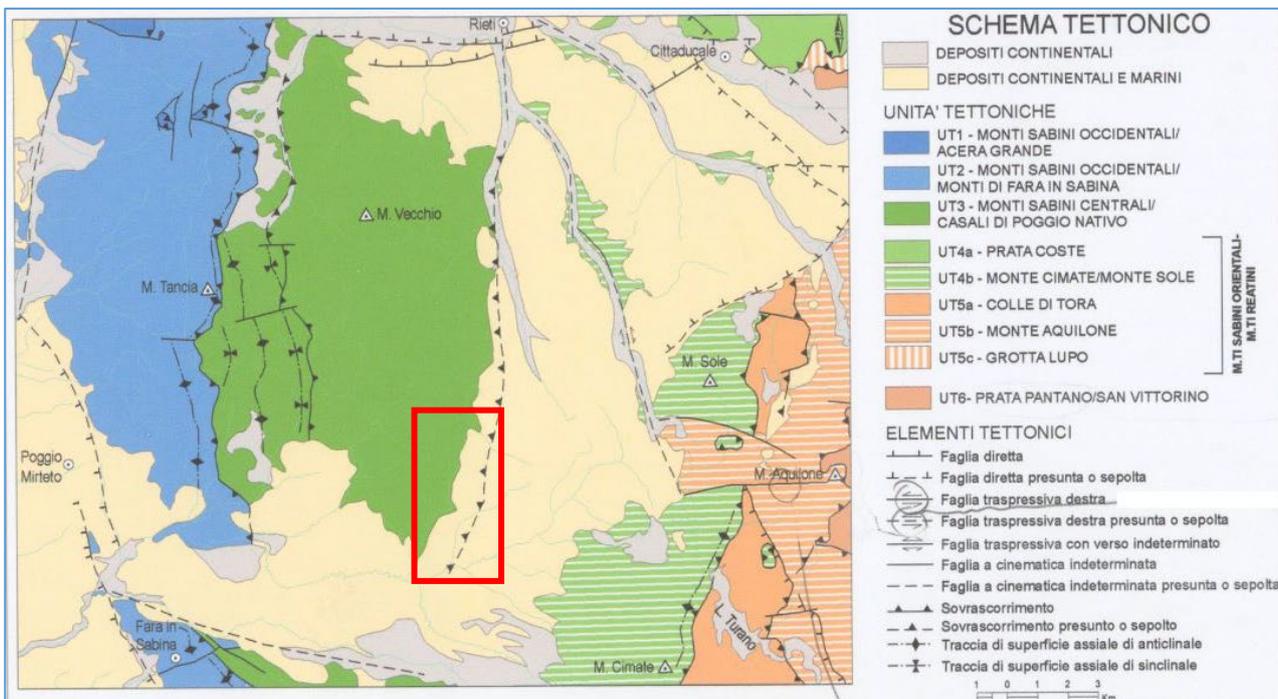


Fig. 3.1.1 - Schema tettonico del Foglio 357-Cittaducale. Tratto da Note illustrative della Carta Geologica d’Italia alla scala 1:50.000 – Foglio 357 Cittaducale.

L'area del Foglio interessata dall'affioramento delle successioni pre- e sin-orogeniche (ad esclusione della Faglia Sabina) è suddivisibile in sei unità tettoniche, ovvero corpi rocciosi separati da superfici di accavallamento:

UT1 – M.ti Sabini occidentali; Acera Grande Cimamonte;

UT2 – M.ti Sabini occidentali; M. Alto-M. Tancia-M.ti di Fara in Sabina;

UT3 – M.ti Sabini centrali; Casali di Poggio Nativo;

UT4 – M.ti Sabini orientali; M. Cimate-M. Sole;

UT5 – M.ti Sabini orientali; Castel di Tora-M. Porraglia-M. Aquilone;

UT6 – Prata Pantano-San Vittorino.

L'area interessata nel tracciato ricade nell'unità UT3 M.ti Sabini centrali; Casali di Poggio Nativo: tale unità tettonica è delimitata verso il basso da una superficie di sovrascorrimento mai affiorante nell'area poiché sepolta al disotto delle coperture villafranchiane e oloceniche. In superficie le formazioni coinvolte nell'UT3 vanno dalla Maiolica allo Schlier, deformate in una serie di pieghe leggermente oblique rispetto al sistema di sovrascorrimenti della struttura del M. Tancia, tale che in superficie le strutture plicative risultano troncate da quest'ultimo.

Alla fase di tettonica compressiva, terminata nel Pliocene inferiore, è seguita una fase distensiva legata all'apertura del Bacino tirrenico.

A causa della tettonica distensiva, all'interno della catena ormai interamente sollevata, si sono formate varie zone depresse in corrispondenza delle quali si sono instaurati bacini lacustri e, in quelle più importanti della zona marginale occidentale, si sono verificate anche ingressioni marine.

Nella sua fase di massima ingressione pliocenica, il mare è entrato all'interno dei rilievi fino a lambire la dorsale dei Monti di Fara in Sabina, mentre nei settori più orientali si è formata una serie di bacini continentali intramontani fra cui il Bacino reatino-cicolano, a nord del tratto di via Salaria oggetto del presente studio.

Si sono formate in questo periodo (Plio-Pleistocene) le importanti serie sedimentarie marine e continentali di natura da argillosa a sabbioso-conglomeratica, trasgressive sui termini della successione sabina.

In una fase successiva (Pleistocene medio-superiore), dopo la quasi totale emersione di quest'area, si è impostato un importante reticolo idrografico che ha dato luogo a fasi di erosione e sedimentazione fluviale che hanno dato luogo a vari ordini di terrazzi fluviali.

A nord dell'area studiata la tettonica distensiva si è manifestata su piani di faglia orientati circa E-O, con immersione verso nord; in tale zona un sistema di faglie distensive a direzione E-O caratterizza l'assetto tettonico del margine meridionale della Conca di Rieti, ribassando verso nord, a gradinata, la successione villafranchiana del Sistema del paleo Farfa, portandolo fin al disotto della copertura olocenica della Conca di Rieti.

3.1.1 Faglie attive e capaci

Nella figura seguente si riporta il database dell’ISPRA “ITHACA - Catalogo delle faglie capaci”, nella quale si evidenzia l’assenza di faglie attive o capaci interferenti col tracciato in progetto; si segnala la presenza del sistema di faglie riconducibili alla piana di Rieti.

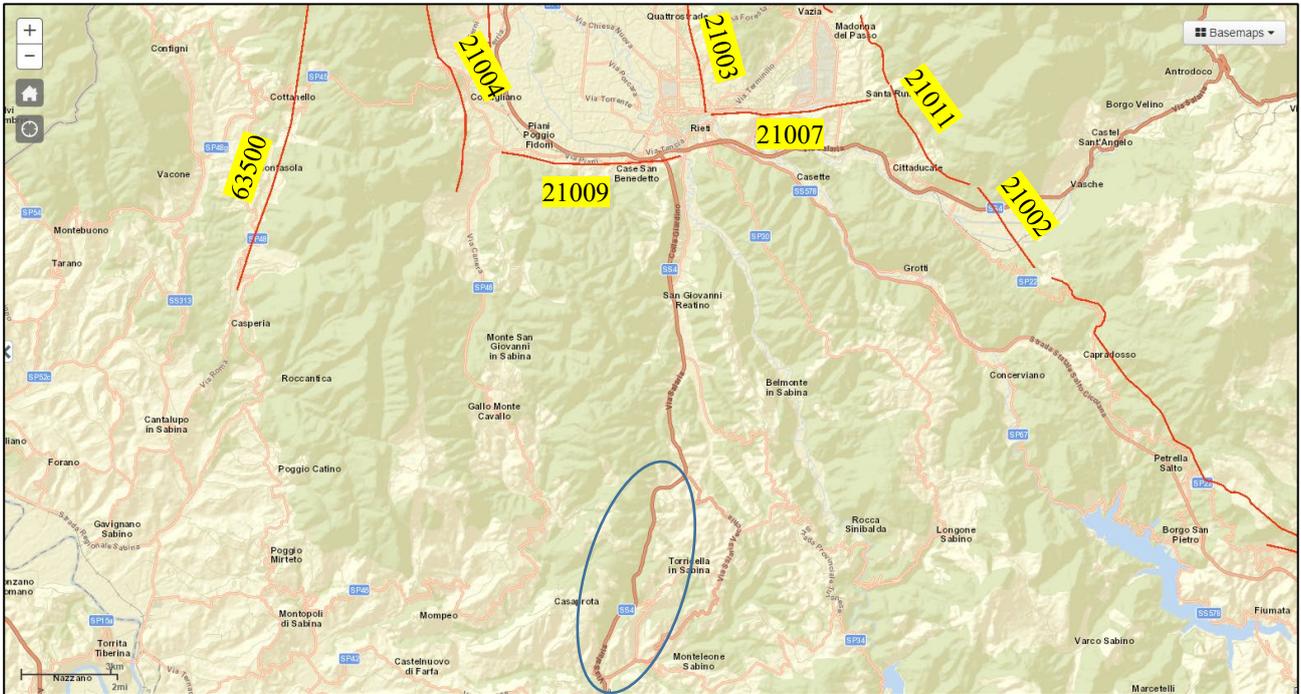


Fig. 3.1.2: Stralcio del catalogo delle faglie attive e capaci nell’aree limitrofe al tracciato di progetto (fonte: ISPRA – ITHACA – Catalogo delle faglie capaci).

A nord di San Giovanni Reatino è visibile una serie di faglie ad andamento prevalentemente E-O e N-S le quali sono state raggruppate nel Sistema “Rieti basin” o “Conca di Rieti”, con codici di faglia che vanno da 21000 a 21009. Quest’ultima risulta essere quella più vicina all’area in esame ed è una faglia normale caratterizzata da un andamento E-O, uno strike medio di 260° e una lunghezza di 6,2 km. Nelle note si specifica che una componente laterale destra è stata osservata su piani di faglia verticali nei conglomerati Villafranchiani (Figura 5). Da un punto di vista sismico hanno sviluppato terremoti fino a 8 nella scala MCS, che considera gli effetti distruttivi su persone e cose (Fig).

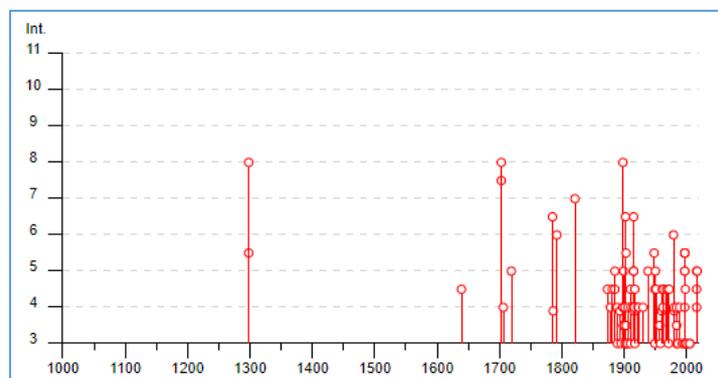


Fig. 3.1.3 - Rappresentazione degli eventi sismici significativi avvenuti nel comune di Rieti (fonte: DBMI15).

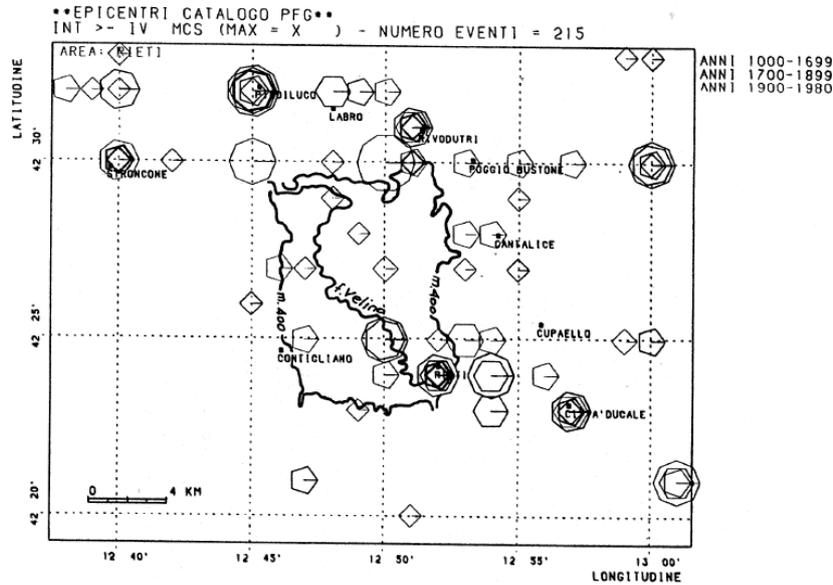


Fig. 3.1.3 - Ubicazione dei principali eventi sismici nella piana di Rieti (ogni lato dei poligoni rappresenta un grado della scala MCS).

GENERAL IDENTIFICATION	
Fault Code	21009
Fault Name	RIETI BASIN (Southern border)
Region Name	Lazio
Tectonic Environment	ND
System Name	RIETI BASIN
Synopsis	
Rank	Primary
GEOMETRY AND KINEMATICS	
Segmentation	Single Segment
Average Strike (°)	260
Dip (°)	Undefined
Dip Direction	N
Fault Length (km)	6.2
Mapping Scale	1:100000
Fault Depth (m)	
Kinematics	Normal Oblique DX
ACTIVITY	
Surface Evidence	ND
Last Activity	Late Pleistocene
FINAL REMARKS	
Capability Consensus	High reliability
Study Quality	FAIR
Notes	Right-lateral component observed on subvertical fault planes in the Villafranchian conglomerates (e.g., Cavinato, 1990)
Fault Trace Reference	
Last Update	

Fig. 3.1.5 - Scheda descrittiva della faglia Rieti Basin (Southern Border) – Codice 21009 dal Data Base ITHACA.

3.2 Successione lito-stratigrafica

Le unità stratigrafiche presenti nell’area esaminata possono essere distinte in due gruppi:

- depositi post-orogenesi;
- depositi pre-orogenesi.

Nel gruppo dei depositi post-orogenesi sono compresi i depositi che si sono formati dalla fine dell’orogenesi appenninica ad oggi (sedimenti marini e continentali); in questo gruppo sono stati distinti i depositi continentali più recenti (Pleistocene-Olocene) da quelli della serie marina e continentale del Plio-Pleistocene.

Nel gruppo dei depositi pre-orogenesi sono comprese le formazioni della Serie Sabina formatesi nell’ambiente di transizione della piattaforma carbonatica prima della formazione della catena appenninica.

A differenza di altre aree dell’Italia centrale, nell’ambito del settore sabino in esame non si rinvencono i depositi sin-orogenetici (formazioni in facies di flysch), formati durante il sollevamento della catena.

DEPOSITI ANTROPICI

- **Riporti (r):** depositi costituiti da materiali di diversa origine (sbancamenti, scavi, riporti, ecc.) e derivanti da processi di rimaneggiamento dei terreni in posto. Si tratta prevalentemente di ghiaie con ciottoli con spigoli vivi. Sono presenti lungo il tracciato stradale esistente a formare i tratti in rilevato.

COPERTURE RECENTI E DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI

Si tratta di depositi legati all’attività del reticolo fluviale e ai processi morfogenetici più o meno recenti.

- **Depositi alluvionali (al):** costituiti in prevalenza da ghiaie e sabbie con limo (OLOCENE). Si rinvencono lungo l’alveo incassato del Rio dei Cerri con spessori limitati a pochi metri.
- **Depositi di versante (dv):** costituiti da ghiaie in matrice sabbioso-limosa, generalmente sciolte, a luoghi stratificati (OLOCENE). Sono presenti in maniera piuttosto limitata nei versanti, in particolare negli impluvi con spessori anch’essi limitati a pochi metri.
- **Sintema del Fosso di Montenero (UNR):** costituito da ghiaie e conglomerati, con clasti eterometrici, sub-angolosi e sub-arrotondati, con livelli e lenti di sabbie limose (PLEISTOCENE SUPERIORE). Non è interessato dal tracciato stradale. Sono presenti due lembi nei due versanti all’inizio del tratto stradale.
- **Unità di Monteleone Sabino – associazione conglomeratica (MSa):** depositi costituiti prevalentemente da conglomerati clasto-sostenuti, con ciottoli calcarei e arenacei arrotondati, intercalati a sabbie ocracee a stratificazione incrociata e livelli marnoso-argillosi, con sottili livelli torboso-lignitici. I clasti sono in contatto fra loro, da arrotondati a sub-arrotondati, con abbondante matrice sabbiosa fine o media. L’unità è prodotta da un sistema fluviale intrecciato, con canali poco profondi, con drenaggio secondo linee di flusso da nord a sud (PLIOCENE SUPERIORE). Affiorano nel primo tratto fino alla progressiva 0+480 (Fig. 3.2.1).

DEPOSITI PRE-OROGENESI

- **Scaglia Rossa (SR):** è costituita in prevalenza da calcari marnosi di colore avana-biancastro, in strati sottili e medi, con sottili intercalazioni marnose, con selce in liste e noduli (CRETACICO SUPERIORE - EOCENE). Affiora diffusamente in tutto il tratto tra le progressive 0+480 e 1+900, in particolare lungo le scarpate stradali

esistenti. L’assetto strutturale generale è di tipo monoclinico con immersione degli strati verso Sud/Sud-Est, generalmente a traversopoggio/franapoggio rispetto alle scarpate sulla corsia Sud (Figg. 3.2.2 – 3.2.3 – 3.2.4).



Fig. 3.2.1 – Affioramento Unità di Monteleone Sabino



Fig. 3.2.2 – Affioramento dei calcari marnosi della Scaglia rossa (Km 0+540 – Sez. 28)



Fig. 3.2.3 – Affioramento dei calcari marnosi della Scaglia rossa (Km 0+580 – Sez. 30)



Fig. 3.2.4 – Affioramento dei calcari marnosi della Scaglia rossa (Km 1+660 – Sez. 84)

Nelle stratigrafie dei sondaggi precedenti all’ultima campagna geognostica e nelle schede di rilievo geostrutturale viene riportato si fa riferimento alla Formazione della “Scaglia bianca”, mentre come sopra detto nell’area in oggetto affiora esclusivamente la Formazione della “Scaglia rossa”.

La discrepanza tra i termini “Scaglia bianca” e “Scaglia rossa” deriva dal fatto che nel progetto definitivo gli affioramenti del substrato lungo il tratto in oggetto erano stati erroneamente attribuiti alla Formazione della Scaglia bianca, probabilmente per il fatto che i calcari presentano una colorazione biancastra e avana che non rappresenta però l’elemento distintivo per un’attribuzione crono-stratigrafica.

Per questo motivo tutte le indagini precedenti all’ultima campagna riportano il termine “Scaglia bianca”.

Per l’attribuzione della formazione affiorante nel tratto in oggetto si è fatto riferimento sia alla Carta Geologica in scala 1:50.000 che ad altri elementi distintivi quali il tipo di selce, ecc.

4 GEOMORFOLOGIA

Il territorio interessato dal tracciato in progetto si sviluppa nella valle del Rio dei Cerri, affluente del torrente Farfa. Sotto l'aspetto morfologico, la configurazione attuale del paesaggio è il risultato del modellamento superficiale più recente, successivo all'emersione dei rilievi e legato principalmente al progressivo approfondimento della rete idrografica. I caratteri morfologici del territorio risentono della situazione geologica prima delineata e in particolare della distribuzione areale dei differenti terreni, caratterizzati da diversa erodibilità.

Il paesaggio è di tipo montano, caratterizzato da rilievi accentuati che raggiungono quote comprese tra 600 e 900 m s.l.m. con media intorno a 700 m; separati da profonde e strette incisioni vallive.

Il tracciato si sviluppa in affiancamento alla profonda incisione del Rio o Fosso dei Cerri che ha eroso la copertura dei sedimenti sabbioso-conglomeratici dell'Unità di Monte Sabino fino a raggiungere le sottostanti formazioni carbonatiche, dove ha formato una valle molto stretta e incisa (Figg. 4.1 – 4.2).

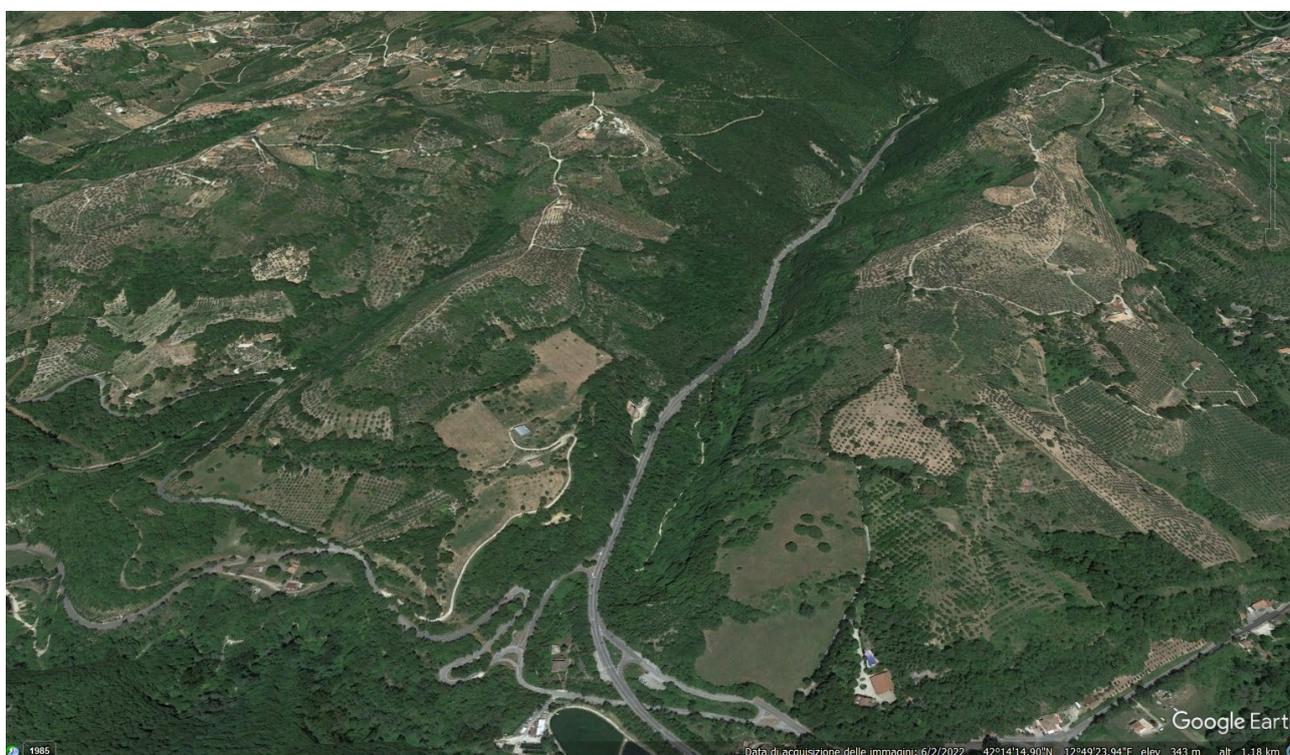


Fig. 4.1 – Vista panoramica del tracciato da Sud-Sud_Ovest

Dal punto di vista litologico si tratta di calcari detritici e micritici, debolmente marnosi, in strati con elevato grado di fessurazione.

La natura rocciosa dei terreni affioranti, caratterizzati da infiltrazione efficace molto elevata a causa dell'elevatissima permeabilità secondaria per fessurazione e carsismo delle rocce carbonatiche, non consente che si possa sviluppare un reticolo idrografico vero e proprio. Le scarse acque di corrvazione talora incidono i versanti in fossi dai fianchi ripidi e profondi. Questi fossi, o incisioni, risultano sempre asciutti e si riattivano solo in occasione di intense precipitazioni e possono determinare modesti fenomeni di trasporto solido (debris-flow).

Il paesaggio è assimilabile alla tipologia montana caratterizzato da condizioni geopedologiche sfavorevoli o poco favorevoli allo sviluppo del suolo: la vegetazione è di tipo boschivo, ceduo, non molto sviluppata.



Fig. 4.2 – Vista panoramica del tracciato da Nord

Nella carta geomorfologica sono riportate le forme ed i processi legati sia alle acque correnti superficiali che alla gravità (T01GE01GEOCG04A).

Per quanto riguarda i fenomeni legati alla gravità, il territorio investigato non appare soggetto a fenomeni di dissesto particolarmente rilevanti. I fenomeni segnalati nel PAI (Fig. 4.3) e nel progetto IFFI sono complessivamente in numero di tre ed ubicati in destra idrografica del Rio Cerro in corrispondenza di tre anse con erosione al piede particolarmente accentuata. Sono costituiti da fenomeni di scivolamento di strati e di detrito che non interferiscono con il tracciato stradale e sono individuati nella carta geomorfologica.

Sono anche evidenti due fenomeni di scivolamento traslativo di roccia, strato su strato, non riportati nel PAI, legati alla realizzazione delle scarpate stradali tra le progressive 1+580 e 1+700, che sono stati classificati inattivi in quanto stabilizzati con specifici interventi (contrafforti in cls, gabbionate e reti).

Tutte queste 5 frane sono individuate nella carta geomorfologica.

Sono presenti anche potenziali crolli di modeste dimensioni dalle scarpate stradali (tutte protette con reti metalliche, funi e barre di ancoraggio) e da quelle di erosione fluviale.

Per quanto riguarda le acque correnti superficiali sono presenti alcuni piccoli conoidi di deiezione inattivi, fenomeni di ruscellamento concentrato lungo le incisioni vallive laterali e scarpate di erosione torrentizia per lo più attive. Si segnalano almeno due deviazioni dell'alveo del Rio Cerro in corrispondenza di due meandri incassati eseguite con i lavori di costruzione della strada Flaminia.

Nella carta del rischio e della pericolosità geomorfologica, con riguardo alla strada Salaria, sono state circoscritte le aree potenzialmente pericolose nel caso di scavi per la possibilità di scivolamenti traslativi strato su strato che possono mettere a rischio la sicurezza del cantiere se non adeguatamente consolidate preventivamente agli scavi. Nella stessa sono

5 IDROGEOLOGIA

Il sistema idrogeologico dove ricade il tracciato in progetto è quello “delle Capore” (Fig. 5.1).

Si tratta di acquiferi costituiti da rocce calcaree permeabili per fratturazione, che danno luogo ad emergenze importanti, ubicate alle periferie del sistema.

Lo schema idrogeologico regionale, tratto dallo schema idrogeologico dell’Italia centrale (Bono et alii, 1987), è stato ripreso dall’Università La Sapienza e Roma Tre ed è illustrato nella Fig. 5.1, mentre in Fig. 5.2 è rappresentata in dettaglio l’ubicazione dell’opera nei complessi idrogeologici presenti.

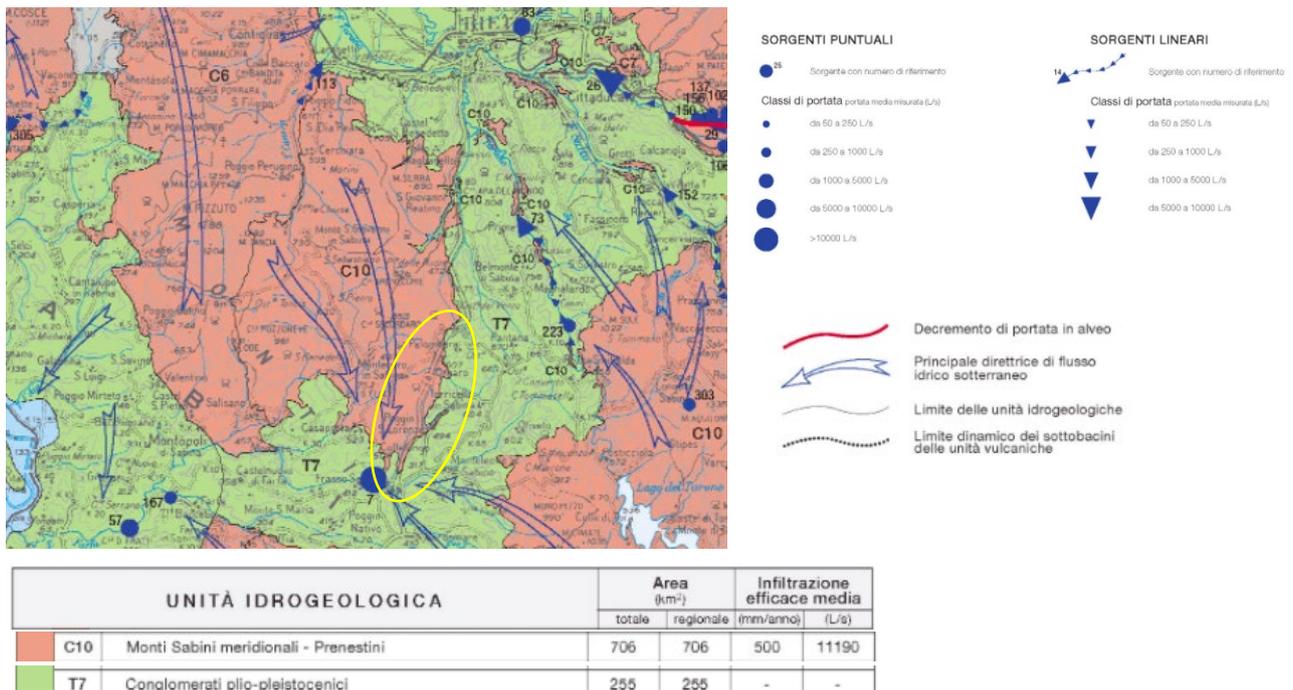


Fig. 5.1 - Stralcio della Carta delle Unità Idrogeologiche della Regione Lazio – Scala 1:250.000 (2013)

Come si nota in figura il tracciato in progetto ricade prevalentemente nelle Unità dei M. Sabini, e in parte sulle formazioni conglomeratiche plio-pleistoceniche. La prima è caratterizzata da un complesso calcareo-marnoso (Cretacico medio-Eocene medio) con un grado di permeabilità relativa medio bassa che ospita acquiferi, spesso sospeso sui terreni marnosi, di importanza locale. L’infiltrazione efficace è compresa tra 500 e 600 mm/anno per i termini carbonatici e inferiore per quelli marnosi (G. Conte et alii, 2018). Per quanto riguarda le unità conglomeratiche (Pliocene superiore-Pleistocene), la permeabilità, per porosità e subordinatamente per fratturazione, è medio-alta nei conglomerati poligenici cementati e inferiore nei livelli argilloso sabbiosi. L’infiltrazione efficace è variabile tra 300 e 500 mm/anno.

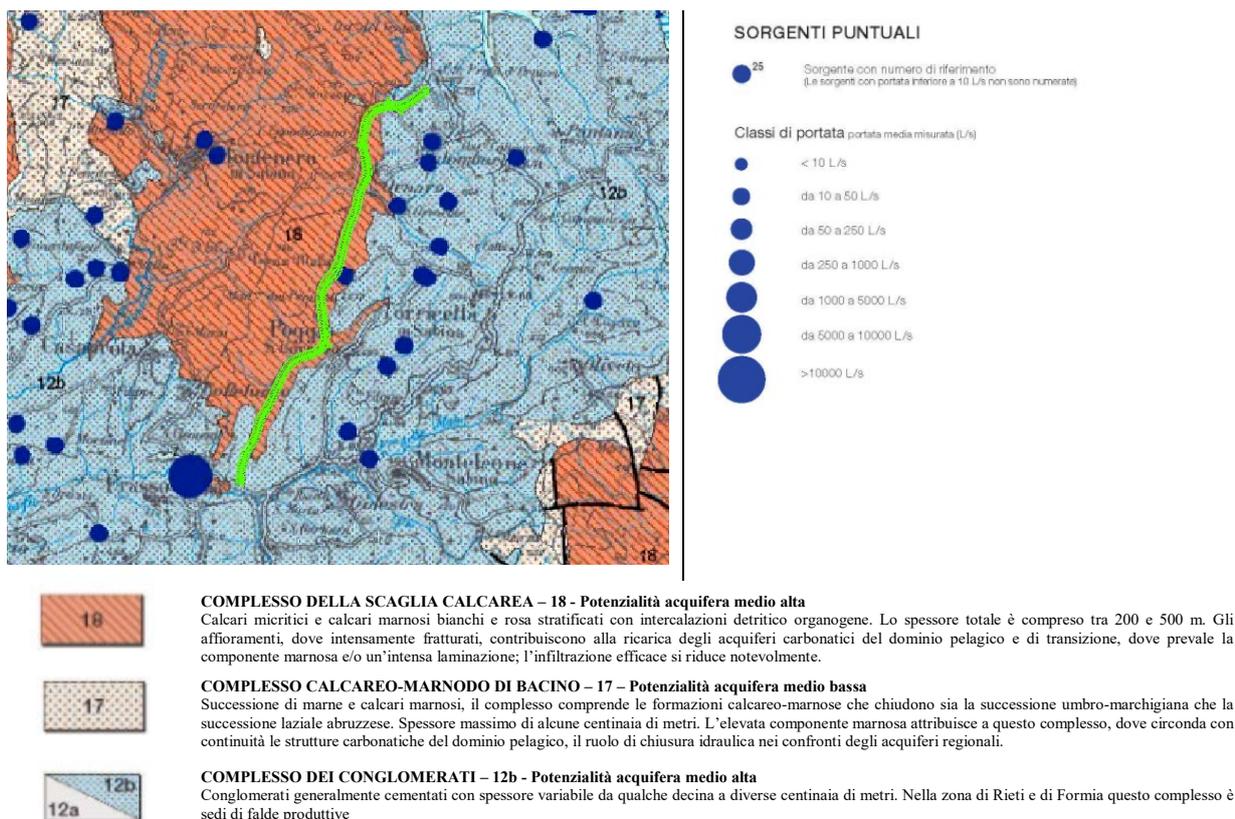


Fig. 5.2 - Stralcio della Carta Idrogeologica del territorio della Regione Lazio – Scala 1:100.000 (2013)

Le unità citate alimentano il sistema idrogeologico delle Capore compreso tra la linea tettonica del Licenza-Monte degli Elci-Monte Tancia ad ovest e la linea Olevano-Antrodoco ad est. Queste sorgenti si trovano a quota 246 m con una portata media prossima ai 5 m³/s (pallino grande blu in basso di Fig. 5.2) e sgorgano nell'alveo del Torrente Farfa, in località Frasso Sabino, circa 4 km a ovest dell'abitato di Monteleone Sabino, da un piccolo lembo di scaglia rossa ricoperto da pochi metri di scaglia cinerea; questi sedimenti affiorano al di sotto di una estesa copertura costituita dal complesso pleistocenico limo-argilloso con intercalazioni conglomeratiche.

Nei riguardi del tracciato queste sorgenti sono ubicate un km circa a ovest dell'innesto con la S.P. “Licinese”. Si esclude che gli interventi di adeguamento al tracciato stradale qui in studio possano interferire con i flussi idrici che alimentano le sorgenti delle Capore.

Le interazioni tra le opere stradali e l'assetto idrogeologico locale possono riguardare:

- il ruscellamento di superficie;
- lo scorrimento dei flussi idrici sotterranei.

Per quanto riguarda il ruscellamento superficiale, eventi piovosi molto intensi possono portare, specialmente nelle unità plio-pleistoceniche piccoli ciottoli o materiale più fine lungo il margine della carreggiata.

Le problematiche idrogeologiche connesse alle fasi di scavo e di riporto in terreni della natura di quelli sopra descritti, sono connesse alla probabile presenza di disturbi tettonici in genere e sovrascorrimenti, all'attraversamento al fronte di faglie, in specie se in presenza di fasce milonitiche.

Nel contesto geologico e geomorfologico delineato nei capitoli precedenti, le formazioni dell'area esaminata possono essere raggruppate in due classi idrogeologiche principali.

- Litologie caratterizzate da circolazione idrica per porosità: rientrano in questo gruppo i sedimenti ghiaioso sabbiosi delle unità plio-pleistoceniche e i terreni detritico-alluvionali. Le potenzialità idriche sono variabili in funzione delle permeabilità e degli spessori dei singoli corpi e dei rapporti stratigrafico-tettonici con altre formazioni.
- Litologie caratterizzate da circolazione idrica per fessurazione: rientrano in questo gruppo le formazioni calcaree e marnose che costituiscono i rilievi carbonatici.

Le acque di precipitazione che riescono ad infiltrarsi nel sottosuolo si comportano in modo differente e svolgono percorsi sostanzialmente diversi nel caso siano interessate le due diverse litologie prima citate.

I terreni sabbioso-ghiaiosi presentano una grande variabilità della permeabilità, in verticale e in orizzontale. In particolare, la presenza sulla stessa verticale di successioni a differente permeabilità può dare luogo alla comparsa di acquiferi multistrato. A grande scala questi acquiferi hanno una direzione di flusso circa est-ovest e tendono a formare un'unica falda avvicinandosi al livello di base rappresentato dal Fiume Tevere. In questi acquiferi sono presenti numerosi pozzi che mostrano potenzialità variabili in funzione delle caratteristiche locali.

Per contro, le acque che si infiltrano nei rilievi carbonatici seguono un percorso prevalentemente verticale attraverso la fitta rete di fratture e condotti carsici fino ad incontrare il livello saturo ad una profondità imprecisata, ma sicuramente maggiore di quella relativa alla falda che scorre nei depositi porosi plio-pleistocenici. La falda di base dell'acquifero carbonatico emerge per motivi tettonici in corrispondenza delle sorgenti delle Capore.

Le formazioni calcaree permeabili per fratturazione costituiscono quindi importanti acquiferi che vengono sfruttati tramite le sorgenti prima citate.

Per quanto riguarda i livelli di falda, vista l'assenza di numerose misurazioni lungo tutto il tracciato in progetto, non è stato possibile ricostruire un sufficiente andamento delle curve isopiezometriche. La soggiacenza misurata nell'unico piezometro esistente, installato nei depositi continentali post-orogenesi, ha permesso di individuare una falda più superficiale nel primo tratto (S01-Pz; liv. Idrico – 3,80m dal p.c.) e più profonda man mano che si va verso Nord; lungo il profilo geologico è stata inserita un falda di progetto più cautelativa rispetto ai valori puntuali misurati, che tiene conto della potenziale ricarica degli acquiferi individuati e che si attesta alla quota dell'incisione valliva del Rio Cerro.

Nella carta idrogeologica sono distinti i tre complessi idrogeologici presenti nell'area di interesse del tracciato:

COMPLESSO DEI DEPOSITI SUPERFICIALI

Comprende: Riporti (r): depositi costituiti da materiali di diversa origine (sbancamenti, scavi, riporti, ecc.) e derivanti da processi di rimaneggiamento dei terreni in posto. Si tratta prevalentemente di ghiaie con ciottoli con spigoli vivi; Depositi alluvionali (al): costituiti in prevalenza da ghiaie e sabbie con limo (OLOCENE) e Depositi di versante (dv): costituiti da ghiaie in matrice sabbioso-limosa, generalmente sciolte (OLOCENE). Permeabilità, per porosità, variabile da media a elevata ($k=10^{-7}$ - 10^{-3} m/s), con intercalazioni di strati e lenti poco permeabili. Può contenere orizzonti acquiferi continui ed essere sede di circolazione ove esistano condizioni di alimentazione e continuità idraulica con i corsi d'acqua.

I depositi alluvionali hanno una modestissima estensione e spessore e sono limitati al fondo dell'alveo del torrente che risulta incassato nel substrato. La direzione di deflusso in questi depositi coincide con l'andamento del corso d'acqua.

COMPLESSO DEI DEPOSITI GHIAIOSO-SABBIOSI PLIO-PLEISTOCENICI

Comprende: il Sintema del Fosso di Montenero (UNR): costituito da ghiaie e conglomerati, con clasti eterometrici, sub-angolosi e sub-arrotondati, con livelli e lenti di sabbie limose (PLEISTOCENE SUPERIORE) e l'Unità di Monteleone Sabino – associazione conglomeratica (UMSa): depositi costituiti prevalentemente da conglomerati clasto-sostenuti, con ciottoli calcarei e arenacei arrotondati, intercalati a sabbie ocracee a stratificazione incrociata e livelli marnoso-argillosi, con sottili livelli torboso-lignitici. I clasti sono in contatto fra loro, da arrotondati a sub-arrotondati, con abbondante matrice sabbiosa fine o media (PLIOCENE SUPERIORE). Permeabilità, prevalentemente per porosità e subordinatamente per fratturazione, variabile: da media nelle sabbie e arenarie ($k=10^{-7}$ - 10^{-5} m/s), a medio-alta nelle ghiaie e conglomerati ($k=10^{-6}$ - 10^{-4} m/s); presenza di intercalazioni limose e sabbiose fini poco permeabili. Questo complesso può contenere acquiferi di produttività generalmente limitata.

A partire dall'innesto della SS4 con la ex S.S. 314 “Licinese” (km 0+000), fino al 0+480, il tracciato si sviluppa nell'ambito dei depositi ghiaioso-sabbiosi Plio-Pleistocenici. L'ampliamento della carreggiata avviene tramite scavi molto significativi, fino a 15m di altezza, previa realizzazione di una paratia di pali tirantata.

Gli scavi relativi all'ampliamento della carreggiata non interferiranno con la falda acquifera che risulta posizionata alcuni metri al di sotto dell'attuale sede stradale.

L'intervento prevede un arretramento della scarpata esistente a monte dell'attuale sede stradale dove non vi sono emergenze idriche significative. Solo in corrispondenza di locali livelli limoso-argillosi poco permeabili all'interno dei prevalenti depositi ghiaioso-sabbiosi altamente permeabili si possono verificare modeste emergenze idriche a carattere stagionale. Considerando il fatto che gli scavi avverranno dopo l'esecuzione di opere di sostegno preventive (paratie di micropali) si ritiene che le eventuali venute idriche saranno limitate e temporanee e potranno pertanto essere gestite con normali mezzi.

COMPLESSO CALCAREO-MARNOSO

Comprende la Scaglia Rossa (SR): costituita in prevalenza da calcari marnosi di colore avana-biancastro, in strati sottili e medi, con sottili intercalazioni marnose, con selce in liste e noduli (CRETACICO SUPERIORE - EOCENE). Permeabilità, per fratturazione e carsismo, generalmente medio-alta ($k=10^{-6}$ - 10^{-4} m/s). La circolazione idrica è regolata dall'assetto strutturale e può essere condizionata dalla giacitura degli strati e dalla presenza di fratture e linee tettoniche.

Non avendo a disposizione piezometri nel tratto interessato dalla formazione della Scaglia rossa (SR) il livello piezometrico è stato ipotizzato coincidente con le massime incisioni dell'alveo del torrente lungo il quale è ubicato il tracciato. Tale ipotesi è suffragata anche dall'assenza di sorgenti a quote superiori e dai dati disponibili relativi a piezometri nel tratto più a Nord del tracciato (Stralcio 3).

Nel tratto in oggetto non sono presenti sistemi sorgentizi potenzialmente interferenti con le opere.

6 INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE, GEOTECNICHE E GEOSTRUTTURALI

Di seguito sono elencate le indagini disponibili per lo stralcio 1 in oggetto, comprendenti sia quelle preesistenti che quelle integrative, eseguite per il progetto esecutivo.

In sintesi, sono disponibili n. 3 campagne di indagine eseguite nel 2001, 2021 e 2022 (vedi elaborati T01GE00GEORE01A, T01GE00GEORE02A, T01GE00GEORE03A).

SONDAGGI GEOGNOSTICI

Sondaggio	Campagna Anno	Prof. (m)	Progr. (km)	Attrezzato
S1 - Pz	2001		70m prima dell'inizio del tracciato	Piezometro
S2	2001		0+500	-
S3	2001		1+875	-
S01 - Pz	2021		0+125	Piezometro
S02 - DH	2021		1+435	Tubo Down-Hole
S03 - DH	2021		1+760	Tubo Down-Hole
SE01	2022	34,50	0+325 (fuori asse)	-

Si precisa che per il sondaggio S2, che risale al 2001, è stato possibile visionare esclusivamente le foto delle cassette e la relativa stratigrafia, oltre ai risultati delle prove di laboratorio sul campione C1 prelevato a 7-7,5m di profondità. Si tratta di argilla con limo debolmente sabbiosa con $C_u = 3,6 \text{ kg/cm}^2$.

Anche dall'analisi delle foto il materiale al di sotto dei terreni di riporto fino a 10m di profondità non sembra poter appartenere al substrato. Tali terreni potrebbero essere costituiti da terre residuali molto compatte che possono essere associate localmente ai depositi di versante.

POZZETTI ESPLORATIVI

Denominazione	Campagna Anno	Prova carico su piastra	Progr. (km)
PZ01	2021	SI	40m prima dell'inizio del tracciato
PZ02	2021	SI	0+530
PZ03	2021	-	1+060
PZ04	2021	SI	1+850

INDAGINI GEOFISICHE

Tipo Indagine	Denominazione	Campagna Anno	Progr. (km)
MASW	MASW01	2021	0+365 - 0+410
Sismica rifrazione	R01	2021	0+460 - 0+530

Down-Hole	S02-DH	2021	1+435
	S03-DH	2021	1+760

PROVE PRESSIOMETRICHE IN FORO

Sondaggio	Prof. (m)	Campagna Anno	Progr. (km)
S03-DH	15,40	2021	1+760
SE01	23,00	2022	0+325 (fuori asse)

RILIEVI GEOSTRUTTURALI E GEOMECCANICI

Stazione/Sondaggio	Campagna Anno	Progr. (km)
AG01	2021	1+065
AG02	2021	1+435
AG09	2021	0+350
GM1	2021	0+525
GM2	2021	1+060
GM3	2021	1+860
S03-DH	2021	1+760
GE01	2022	-
GE02	2022	-

PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Sondaggio	Campione n.	Prof. (m)	Campagna Anno
S1	C1	4,5 – 5,0	2001
S2	C1	7,0 – 7,5	2001
S3	C1	2,0 – 2,5	2001
S01-Pz	CI01	3,5 – 4,0	2021
	CI02	7,0 – 7,5	2021
	CI03	28,5 – 29,0	2021
S02-DH	CL01	16,0 – 17,0	2021
	CL02	20,0 – 21,0	2021
	CL03	24,0 – 25,0	2021
S03-DH	CL01	18,0 – 19,0	2021
	CL02	24,0 – 25,0	2021

SE01	Cr1	4,50 – 4,95	2022
SE01	Cr2	7,50 – 7,85	2022
SE01	Cr3	13,50 – 13,80	2022
SE01	Cr4	16,50 – 16,60	2022
SE01	Ci1	25,50 – 25,90	2022
SE01	Ci2	28,50 – 28,85	2022

L'ubicazione di tutte le indagini è riportata nella planimetria dell'elaborato T01GE04GEOPU01A.

7 MODELLO GEOLOGICO – CRITICITA'

Il modello geologico di riferimento per il progetto dello Stralcio 1 si può osservare nella carta geologica di dettaglio, nel profilo geologico e nelle sezioni geologiche trasversali (vedi elabb. T01GE01GEOCG02A, T01GE01GEOCG03A, T01GE01GEOFG01A - T01GE01GEOSZ01A).

A partire dall'innesto della SS4 con la ex S.S. 314 “Licinese” (**km 0+000**), **fino al 0+480**, il tracciato si sviluppa nell'ambito dei depositi sabbioso-conglomeratici dell'Unità di Monteleone Sabino.

In questo tratto sono presenti diversi affioramenti sui versanti laterali alla SS4 ed i sondaggi S01, S01-Pz ed SE01 che hanno interessato questa unità.

Le litologie prevalenti sono costituite da sabbie e ghiaie a luoghi cementate e secondariamente da livelli di limi argilloso-sabbiosi con velocità $V_s < 800$ m/s (MASW1).

Negli affioramenti si nota una pseudostratificazione con inclinazione di circa 10°-15° e rapporti caratterizzati da strutture lentiformi.

L'ampliamento della carreggiata avviene tramite scavi molto significativi, fino a 15m di altezza, nel versante ovest tra le progressive 0+130 e 0+510 (carreggiata sud). Vista l'estrema variabilità litologica dei terreni, con grado di consistenza molto variabile (da sciolti a cementati), si ritengono necessarie opere di sostegno preventive costituite da paratie di pali, opportunamente tirantate (vedi Sez. geologica trasversale 18).

A partire dalla sezione n. 25 (progr. 0+480) il tracciato interessa, fino al km 1+900, i calcari stratificati della Formazione della Scaglia rossa, che affiorano diffusamente nelle numerose scarpate stradali, e che presentano velocità sismiche $V_s > 800$ m/s.

Sono previste n. 10 scarpate per l'ampliamento della carreggiata di cui n. 8 per la carreggiata sud e n. 2 per la carreggiata nord, indicate nella Tab. 7.1 dove sono riportate anche le condizioni geologico strutturali locali.

Tra le progressive **0+480 e 1+073** gli strati risultano a traversopoggio/franapoggio rispetto all'andamento della scarpata stradale, non comportando particolari problematiche rispetto allo scivolamento piano (OM da 01 a 04). La stratificazione rappresenta, comunque, la famiglia di discontinuità a maggiore persistenza e maggiore frequenza.

Le altre famiglie di discontinuità presentano orientazione nel complesso ortogonale rispetto al fronte di scavo. Risulterebbero cinematismi ammissibili di scivolamento a cuneo, che tuttavia non destano particolare preoccupazione per la modesta acclività delle rette di intersezione tra i vari giunti.

E' comunque possibile il distacco di blocchi generati dalle varie famiglie di discontinuità, generalmente con dimensioni del blocco elementare di volume dal decimetro cubo al metro cubo.

L'ammasso nel complesso è molto fratturato e rientra nella classe II (buono) secondo la classificazione RMR e SMR; l'indice di qualità dell'ammasso GSI oscilla tra 55 e 60.

Risultano necessari interventi di consolidamento dei fronti di scavo mediante barre di ancoraggio, funi e reti metalliche (rafforzamento corticale).

Tra le progressive **1+130 e 1+341** sono previste n. 2 scarpe con strati a franapoggio minore del pendio e con interstrati marnosi di 2-3 cm, che facilitano i fenomeni di scivolamento piano (OM05 – OM06). Sono possibili potenziali cinematismi di scivolamento piano lungo le superfici di strato, che possono interessare anche rilevanti volumi di roccia, essendo presenti fratture ad alta persistenza che tagliano la stratificazione stessa.

Risultano necessari, oltre ai normali interventi di rafforzamento corticale dei fronti di scavo, lavori di consolidamento preventivi agli scavi (barre di ancoraggio) da realizzarsi a monte dei fronti di scavo al fine di evitare scivolamenti lungo le superfici di strato.

Alla progressiva **1+267** gli scavi tagliano perpendicolarmente un'incisione valliva minore potenzialmente pericolosa per fenomeni di trasporto solido che, a seguito degli scavi, si troverà sospesa sulla carreggiata Sud. Si dovranno prevedere oltre alle normali opere idrauliche per il convogliamento delle acque superficiale nel tombino stradale, anche opere di intercettazione del trasporto solido.

WBS PE COMPUTI	WBS ELENCO ELABORATI PE	progressive		CARREG.	SEZIONI	GEOLOGIA		
		inizio	fine			N. SEZIONE	IMMERSIONE SCARPATA	NOTE
MS.TR.01.S	OM01	0+510	0+593	SUD	27 - 28 - 29 - 30	28 pk 0+540	N119	Traversopoggio/franapoggio - giacitura strati 157/28° - Inclinazione apparente franapoggio 22° - Ammasso molto fratturato (vedi stazione geomeccanica GM-01)
MS.TR.02.S	OM02	0+709	0+850	SUD	37 - 38 - 39 - 40 - 41 - 42 - 43	40 pk 0+780	N115	Traversopoggio/leggero franapoggio - giacitura strati 175/27° - Inclinazione apparente franapoggio 14° - Ammasso molto fratturato (vedi stazione geomeccanica GE01)
MS.TR.03.S	OM03	0+868	0+957	SUD	45 - 46 - 47 - 48	47 pk 0+920	N104	Traversopoggio/leggero franapoggio - giacitura strati 121-149/20°-24° - Inclinazione apparente franapoggio 18°
MS.TR.04.S	OM04	0+975	1+073	SUD	50 - 51 - 52 - 53 - 54	52 pk 1+020	N104	Traversopoggio/leggero franapoggio - giacitura strati 160/34° - Inclinazione apparente franapoggio 20°
MS.TR.05.S	OM05	1+130	1+270	SUD	58 - 59 - 60 - 61 - 62 - 63 - 64	60 pk 1+180	N122	Strati leggermente ondulati a franapoggio - Giacitura strati 142.146/30° - Inclinazione apparente franapoggio 28°
						63 pk 1+240		Strati a franapoggio giacitura strati 119-146/27-31° - Calcarci marnosi con interstrati marnosi 2-3cm Necessari preconsolidamenti a monte
MS.TR.06.S	OM06	1+275	1+341	SUD	65 - 66 - 67 - 68	66 pk 1+300	N122	Strati a franapoggio giacitura strati 127-133/30° - Calcarci marnosi con interstrati marnosi 2-3cm Necessari preconsolidamenti a monte
MS.TR.07.N	OM07	1+370	1+420	NORD	70 - 72	71 pk 1+400	N300	Strati a reggipoggio incl. 36°
MS.TR.08.S	OM08	1+442	1+514	SUD	73 - 74 - 75 - 76	75 1+480	N115	Strati a franapoggio leggermente ondulati giacitura strati 123/33° Necessari preconsolidamenti a monte
MS.TR.09.S	OM09	1+581	1+695	SUD	80 - 81 - 82 - 83 - 84 - 85	81 pk 1+600	N115	Strati ondulati a franapoggio con stessa inclinazione scarpata stradale esistente Inclinazione strati maggiore a monte 44° e minore a valle 25°. Sono presenti contrafforti in cls, reti e gabbionate. Necessari preconsolidamenti a monte
						84 pk 1+660		
MS.TR.10.N	OM10	1+750	1+815	NORD	89 - 90 - 91	91 pk 1+800	N295	Strati a leggero reggipoggio (inclinazione 4°-5°)

Tab. 7.1

Tra le progressive **1+370 e 1+420** è prevista una scarpata con strati a reggipoggio (OM7). Sono possibili distacchi di blocchi generati dalle varie famiglie di discontinuità, generalmente con dimensioni del blocco elementare di volume dal decimetro cubo al metro cubo. E' necessario l'intervento di rafforzamento corticale dei fronti di scavo.

Tra le progressive **1+442 e 1+695** sono previste n. 2 scarpate con strati leggermente ondulati, a franapoggio con inclinazione circa uguale al pendio e con interstrati marnosi di 2-3 cm, che facilitano i fenomeni di scivolamento piano (OM08 – OM09). Sono possibili potenziali cinematismi di scivolamento piano lungo le superfici di strato, che possono interessare anche rilevanti volumi di roccia, essendo presenti fratture ad alta persistenza che tagliano la stratificazione stessa. Questi scivolamenti sono già avvenuti a seguito degli scavi eseguiti per la realizzazione della strada Salaria esistente e prova ne sono anche gli interventi di consolidamento realizzati (contrafforti in cls, reti e gabbionate).

Anche qui risultano necessari, oltre ai normali interventi di rafforzamento corticale dei fronti di scavo, lavori di consolidamento preventivi agli scavi (barre di ancoraggio) da realizzarsi a monte dei fronti di scavo al fine di evitare scivolamenti lungo le superfici di strato.

Nel tratto della scarpata OM09, alla progressiva **1+632** gli scavi tagliano perpendicolarmente un'incisione valliva minore potenzialmente pericolosa per fenomeni di trasporto solido che, a seguito degli scavi, si troverà sospesa sulla carreggiata Sud. Si dovranno prevedere oltre alle normali opere idrauliche per il convogliamento delle acque superficiale nel tombino stradale, anche opere di intercettazione del trasporto solido. Attualmente vi è una canaletta in cls disposta diagonalmente alla scarpata.

Infine, tra le progressive **1+750 e 1+815** è prevista un'ultima scarpata con strati a leggero reggipoggio (OM10). Sono possibili distacchi di blocchi generati dalle varie famiglie di discontinuità, generalmente con dimensioni del blocco elementare di volume dal decimetro cubo al metro cubo. E' necessario l'intervento di rafforzamento corticale dei fronti di scavo.

Nella Tab. 7.2 sono riportati i tratti intermedi tra le scarpate in scavo dove sono previsti ampliamenti della carreggiata in rilevato. In questi tratti non si ravvisano particolari problematiche in quanto i rilevati possono essere intestati ed incassati nel substrato roccioso. Vanno evitate interferenze tra i rilevati ed il corso d'acqua (Rio dei Cerri) che scorre alla base degli stessi, mediante la realizzazione di muri di sostegno e/o opere di protezione idraulica.

Progressive	Sezioni di riferimento
0+570 – 0+710	31-32-33-34-35-36
1+340 – 1+ 360	68 – 69
1+400 – 1+440	71 – 72 – 73
1+520 – 1+565	77 – 78 – 79
1+670 – 1+900	85-86-87-88-89-90-91-92-93-94-95-96

Tab. 7.2 – Tratti in rilevato