

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

**TRATTA A.V. /A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI
PROGETTO ESECUTIVO**

**RILEVATO DI LINEA III VALICO DA PK 36+585.21 A PK 37+395.19 –
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA**

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE DEI LAVORI
Consorzio Cociv Ing. P.P. Marcheselli	

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I G 5 1	0 2	E	C V	R O	R I 1 3 0 0	0 0 1	A

Progettazione :

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	IL PROGETTISTA
A00	Emissione	GDP 	15/07/2013	Rocksoil 	15/07/2013	A. Palomba 	19/07/2013	

n. Elab.:	File: IG51-02-E-CV-RO-RII3-00-001-A00
-----------	---------------------------------------

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51-02-E-CV-RO-RI13-00-001-A00	Foglio 3 di 16

INDICE

INDICE.....	3
1. PREMESSA.....	4
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
3. ORGANIZZAZIONE DELLO STUDIO.....	4
4. INQUADRAMENTO GENERALE DELL'OPERA	6
5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO	6
5.1. Successione sedimentaria dei bacini sin-orogenici post-messiniani	8
5.1.1. Formazione delle Argille Azzurre	8
5.1.2. Villafranchiano auct.....	9
5.2. Depositi alluvionali del bacino alessandrino.....	10
5.2.1. Depositi alluvionali	10
6. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DELL'AREA D'INTERVENTO.....	11
6.1. Aspetti geomorfologici.....	11
6.2. Aspetti geologici.....	12
7. CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA DELL'AREA D'INTERVENTO	14
7.1. Contesto idrogeologico	14
7.2. Piezometria e sistemi di flusso	14
7.3. Interferenze dell'opera con le risorse idriche	15

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>CODIV Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	
	<p>IG51-02-E-CV-RO-RI13-00-001-A00</p>	<p>Foglio 4 di 16</p>

1. PREMESSA

Il presente rapporto riguarda la realizzazione delle opere identificate dal codice WBS RI13 relativa al rilevato di Linea III Valico da pk 36+585.21 a pk 37+395.19. L'intervento si inserisce nel quadro delle opere di linea previste dal Progetto Esecutivo del nuovo collegamento AC/AV Milano-Genova "Terzo Valico dei Giovi". La WBS in oggetto pertiene alla realizzazione di un rilevato posto a Nord dell'imbocco Nord della Galleria Naturale di Serravalle (WBS GA1L).

La presente nota costituisce una revisione e un aggiornamento degli studi geologici eseguiti in fase di Progetto Definitivo, rispetto alla quale sono stati eseguiti ex novo alcuni rilievi geologici integrativi di superficie. Al momento dell'emissione del presente rapporto non sono ancora disponibili i risultati delle nuove indagini geognostiche previste in fase di Progetto Esecutivo per l'affinamento della caratterizzazione geologica e geomeccanica alla quota alla quale si colloca la galleria in progetto.

Questo rapporto descrive quanto rappresentato negli elaborati grafici allegati:

- profilo geologico generale;
- sezioni geologico-stratigrafiche trasversali;
- carta geologica, geomorfologica e idrogeologica.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il presente rapporto fa riferimento alla seguente documentazione:

- D.M. 11.03.1988 e s.m.i. "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e le scarpate, i criteri generali, e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione"
- Circ. LL.PP. 24 settembre 1988 n. 30483 Legge 02/02/74, n.64 art.1. D.M. 11/03/1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione".

3. ORGANIZZAZIONE DELLO STUDIO

Lo studio geologico-geomorfologico e idrogeologico del sito di intervento ha previsto:

- l'esecuzione di una ricerca bibliografica;
- il rilevamento di terreno e l'acquisizione dei dati geologici, geomorfologici ed idrogeologici relativi alle aree di intervento;
- l'analisi ed interpretazione delle immagini aeree disponibili;

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51-02-E-CV-RO-RI13-00-001-A00</p> <p style="text-align: right;">Foglio 5 di 16</p>

- la revisione critica dei dati della campagna geognostica del Progetto Definitivo approvato nel 2005, nonché delle relazioni geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche del medesimo Progetto Definitivo (PD);
- l'esame dei dati dei sondaggi e delle indagini integrative richieste in sede di Progettazione Esecutiva (ove disponibili);
- l'interpretazione dei dati raccolti sul terreno alla luce dell'insieme delle informazioni disponibili;
- la redazione degli elaborati geologici del Progetto Esecutivo (PE).

In particolare, la documentazione progettuale consultata è rappresentata dalla Relazione Geologica ed Idrogeologica del Progetto Definitivo relativa al settore di Pianura (A301-00-D-CV-RO-GE00-01-002-B00), dalla Relazione geologico-geomeccanica-geomorfologica del Progetto Definitivo relativa all'imbocco Galleria Naturale Serravalle lato Milano (opera posta a Sud in continuazione alla WBS RI13; A301-00-D-CV-RO-GA1L-0-X-001-B-00).

L'elaborazione dei dati è stata eseguita in ottemperanza alle specifiche tecniche di progettazione e alle richieste di approfondimento riportate nella delibera CIPE n. 80/2006, relative alle opere in oggetto.

Il gruppo di lavoro è così costituito:

- coordinamento generale: Dott. Geol. Luca Delle Piane (responsabile di progetto);
- supervisione e controllo elaborati: Dott. Geol. L. Delle Piane, Dott. Geol. Paolo Perello;
- rilevamento geologico-strutturale, sedimentologico-stratigrafico e geomorfologico: Dott. Geol. L. Delle Piane, Dott. Geol. P. Perello, Dott. Geol. Antonio Damiano, Dott.sa Geol. Alessandra Giorza, Dott.sa Geol. Alessia Musso, Dott. Geol. Dario Varrone;
- idrogeologia, modellazione idrogeologica numerica, idrogeochimica: Dott. Geol. Alessandro Baietto, Dott.sa Geol. Laura Citernesì;
- elaborazioni GIS e CAD: Dott.sa Geol. A. Musso, Dott.sa Geol. A. Giorza, I. Zatti.

4. INQUADRAMENTO GENERALE DELL'OPERA

L'opera consiste nella realizzazione di un rilevato di ca. 810 di lunghezza m ubicato lungo la linea AV. Il progetto prevede il riporto di materiale in modo da spostare artificialmente il limite superiore dell'attuale scarpata naturale fino quasi a ridosso del rilevato di progetto. Sono previste opere di regimentazione del reticolato idrico superficiale con la realizzazione di due tombini che attraverseranno trasversalmente il rilevato convogliando le acque verso la zona di pianura ad Est del rilevato stesso.

5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'opera oggetto del presente rapporto è situata in un settore di pianura, caratterizzato dalla successione di depositi alluvionali del Bacino di Alessandria (Pleistocene inf- Olocene) che poggiano in discontinuità sulla successione sedimentaria post-messiniana, rappresentata in questo settore dalla Formazione delle argille Azzurre (Zancleano), dalle Sabbie d'Asti I.s. e dal Villafranchiano" *p.p. auct.* (Figura 1).



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-RO-RI13-00-001-A00 Foglio 7 di 16

Figura 1 - Estratto della nuova Carta Geologica del Piemonte in scala 1:250.000 e relativa legenda (Piana *et al.*, in prep.) con l'ubicazione dell'area di studio. La parte in bianco corrisponde al territorio della Regione Liguria.

LEGENDA

Depositi alluvionali

A1/A6 depositi fluviali del bacino alessandrino n(Pleistocene medio – Attuale)

Bacino Terziario Piemontese

S8a Successioni marnoso-siltose zancleane; **S6a** Successioni terrigene messiniane; **S4c** Evaporiti e successioni euxiniche messiniane; **S4b** Corpi arenaceo-conglomeratici tortoniano-messiniani; **S4a** Successioni marnose tortoniano-messiniane; **S3b** Successioni arenaceo-pelitiche ed arenacee serravalliano-tortoniane; **S3a** Successioni arenaceo-pelitiche e marnose burdigaliano-langhiane; **S2a** Successioni prevalentemente carbonatiche burdigaliane; **S1d** Depositi silicei aquitaniano-burdigaliani; **S1b** Successioni marnose rupeliano-aquitaniense; **S1c** Corpi lenticolari arenaceo-conglomeratici rupeliano-aquitaniense; **S1a** Successioni arenacee e arenaceo-pelitiche rupeliane.

Dominio Ligure-Piemontese (unità non metamorfiche) - Flysch ad Helminthoides dell'Appennino

L1a Formazione del M. Antola, Formazione di Bruggi-Selvapiana, Argilliti di Pagliaro (Campaniano-Maastrichtiano p.p.); **L1c** Flysch di Monte Cassio (Cretacico sup.-Eocene inf.?).

Per il settore in cui è previsto l'intervento oggetto del presente rapporto, la cartografia geologica di riferimento è rappresentata dal Foglio n° 70 Alessandria dalla Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 e dalla più recente (e al momento inedita) Carta Geologica del Piemonte in scala 1.250.000 (Piana *et al.*, in prep., Figura 1), che pur essendo stata realizzata ad una scala più piccola rispetto al foglio Alessandria, tiene conto delle informazioni derivanti dalle indagini del sottosuolo condotte nell'ultimo ventennio e utilizza una terminologia e concetti più attuali per descrivere i processi geologici ed i loro prodotti. Nel presente lavoro si farà riferimento a entrambe la carte geologiche quindi, al fine di fornire un chiaro quadro terminologico e descrittivo delle unità presenti nell'areale d'indagine, viene di seguito proposto uno schema che mette a confronto le differenti gerarchizzazioni, età e terminologie (Tabella 1).

Foglio 70 Alessandria 1:100.000	Carta Geologica del Piemonte 1:250.000	
A3 – Alluvioni attuali	A1- Depositi fluviali del Pleistocene sup. - Olocene	Depositi fluviali del bacino alessandrino
A ²⁻¹ – Alluvioni post-glaciali	A2 – Depositi fluviali della parte terminale del Pleistocene sup.	
A ¹ /Fl ³ – Fluviale recente	A3 – Depositi fluviali del Pleistocene sup.	
Fl ² – Fluviale medio	A4 – Depositi fluviali del Pleistocene medio - sup.	
Fl ¹ – Fluviale antico I ² – Villafranchiano auct.	A5 – Depositi fluviali del Pleistocene medio A6 – Depositi fluviali del Pleistocene inf. - medio S9b – Sintema di Maranzana	
P ³⁻² - Sabbie di Asti	S8b – Successioni siltose e sabbioso-ghiaiose piacentiane	Successioni post- messiniane
P - Argille di Lugagnano, Pliocene	S8a – Formazione delle Argille Azzurre dello Zancleano	

Tabella 1 - Schema di correlazione tra le unità rappresentate nel foglio 70 “Alessandria” della CGI e nella Carta Geologica del Piemonte in scala 250.000 (Piana *et al.*, in prep.).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-02-E-CV-RO-RI13-00-001-A00 Foglio 8 di 16

5.1. Successione sedimentaria dei bacini sin-orogenici post-messiniani

I depositi appartenenti alla successione sedimentaria post-messiniana affiorano all'estremità settentrionale della dorsale montuosa dell'Appennino ligure, in prossimità dell'apice dell'ampio conoide del Torrente Scrivia, a nord di Serravalle Scrivia e sono rappresentati dalla Formazione delle Argille Azzurre e dal Sintema di Maranzana.

5.1.1. Formazione delle Argille Azzurre

Questa unità comprende i sedimenti che nei Fogli 1:100.000 "Asti" ed "Alessandria" sono riferiti alla Formazione delle Argille di Lugagnano (Boni & Casnedi, 1970). Le Argille Azzurre rappresentano il termine basale della successione pliocenica e raggiungono uno spessore massimo di circa 250 m. L'unità è costituita da marne e marne calcaree di colore beige o grigio-azzurro, con stratificazione mal definita, localmente sottolineata da livelli con maggior contenuto in sostanza organica. Si mostrano localmente bioturbate e contengono resti di bivalvi, gasteropodi, echinidi, pteropodi, associazioni a foraminiferi planctonici e bentonici ed abbondanti frustoli vegetali. Nella porzione inferiore si rinvencono arenarie e conglomerati, che costituiscono corpi lenticolari, potenti fino a qualche metro. All'incirca i due terzi superiori della successione sono costituiti da marne siltose e siltiti e i sedimenti più prossimi al limite superiore mostrano un netto aumento della frazione terrigena e una concomitante diminuzione nell'abbondanza del contenuto fossilifero.

I depositi marnosi, che costituiscono circa un terzo della formazione a partire dalla sua base, sono riferibili a un ambiente bacinale profondo mentre i depositi marnoso-siltosi, che costituiscono i due terzi superiori della formazione sono attribuibili a un ambiente di scarpata, fino al limite con la piattaforma esterna.

Sulla base della associazioni a foraminiferi planctonici le Argille Azzurre sono riferibili allo Zancleano (Pliocene inferiore).

Lo spessore della formazione oscilla fra 150 m (nella zona occidentale del foglio Asti) e 250 m circa (nella zona orientale del foglio Alessandria).

A nord dell'allineamento Serravalle Scrivia-Zerbe e fino a Novi Ligure, le argille affiorano in maniera discontinua poiché sono estesamente ricoperte dai sedimenti alluvionali recenti.

5.1.2. Sabbie d'Asti

Questa unità poggia sulle Argille Azzurre tramite con un passaggio graduale, caratterizzato da alternanze tra sabbie e siltiti. Mostra spessore variabile da 70 a 150 m ed è costituita da sabbie da fini a grossolane passanti a siltiti, a composizione silicoclastica, di colore giallo o grigio-azzurro, organizzate in strati da decimetrici a plurimetrici (fino a 5 m) amalgamati, a base netta e sovente irregolare. Gli strati mostrano cenni di laminazione piano-parallela (evidenziata da allineamenti sparsi di ciottoli e da concentrazioni di gusci iso-orientati di bivalvi e gasteropodi) o di laminazione obliqua a festoni, tuttavia si presentano sovente omogenei a causa dell'intensa bioturbazione. Alla base sono presenti gruppi di strati con ripple da onda. Sono inoltre presenti abbondanti concrezioni.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-02-E-CV-RO-RI13-00-001-A00 Foglio 9 di 16

Sulla base dell'associazione a foraminiferi le Sabbie d'Asti possono essere riferite allo Zancleano-Piacenziano.

Le associazioni a foraminiferi bentonici (*Florilus boueanum*, *Ammonia spp.*, *Cibicides lobatulus*, *Protoelphidium granosum*, *Bolivina spp.*, *Brizalina spp.*, *Textularia spp.*) suggeriscono un ambiente di deposizione tra infralitorale e circalitorale.

5.1.3. Villafranchiano auct.

Quest'unità comprende all'incirca tutta la porzione di successione nota in letteratura come "Villafranchiano" di età Zancleano-Gelasiana, rappresentata da sedimenti sabbioso-limosi, talora ghiaiosi, di ambiente marino transazionale e continentale, che poggiano con contatto transazionale rapido sulle Argille Azzurre.

In particolare, dal basso verso l'alto, si possono osservare:

- sabbie da fini a grossolane passanti a siltiti, a composizione silicoclastica, di colore giallo o grigio-azzurro, organizzate in strati da decimetrici a plurimetrici (fino a 5 m) amalgamati, a base netta e sovente irregolare (spessore variabile da 70 a 150 m). Gli strati mostrano cenni di laminazione piano-parallela o obliqua a festoni, tuttavia si presentano sovente omogeneizzati dall'intensa bioturbazione. Alla base sono presenti di gruppi di strati con ripple marks da onda. Sono inoltre presenti abbondanti concrezioni.
- Sabbie e sabbie ghiaiose in strati decimetrici, parzialmente cementate, alternate verso l'alto a peliti. Gli strati sabbiosi presentano strutture sedimentarie a grande scala quali lamine oblique sia a festoni che planari e strutture a piccola scala quali ad es. flaser-bedding; nella parte medio-bassa della formazione gli strati sabbiosi sono bioturbati (icnogenere *Ophiomorpha*) e sono presenti corpi conglomeratici a geometria canalizzata e a laminazione incrociata. Le siltiti sono per lo più laminate, mostrano weavy-bedding, ma sono anch'esse in qualche caso bioturbate. La potenza raggiunge gli 80 m. Nel complesso sono interpretabili come depositi marini marginali, di fronte e piana deltizia a controllo tidale.
- Ghiaie e sabbie ghiaiose mal selezionate, parzialmente cementate, organizzate in corpi piano-concavi canalizzati, che si ritagliano l'un l'altro, in gran parte caratterizzati da laminazione obliqua planare. Sono localmente associate siltiti contenenti resti di molluschi dulcicoli e rizoconcrezioni. I sedimenti di quest'unità sono interpretabili come depositi fluviali di braided stream ghiaioso-sabbioso e subordinatamente di piana di inondazione. Nel complesso raggiungono uno spessore fino a 150 m.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-02-E-CV-RO-RI13-00-001-A00 Foglio 10 di 16

5.2. Depositi alluvionali del bacino alessandrino

5.2.1. Depositi alluvionali

I depositi alluvionali del settore di pianura adiacente ai rilievi appenninici sono costituiti da potenti successioni che, nell'area compresa tra Novi Ligure e Tortona, presentano una granulometria scarsamente differenziata con netta prevalenza di elementi clastici grossolani.

I depositi alluvionali presenti nell'area di progetto sono correlati all'azione di erosione, trasporto e sedimentazione del T. Scrivia, che ne ha condizionato la deposizione su diversi ordini di terrazzi; nel settore a ridosso dei rilievi, sul versante sinistro della Valle Scrivia (settore a N di Arquata Scrivia) i depositi alluvionali poggiano in discordanza sulle successioni sedimentarie Plio-Pleistoceniche.

I depositi alluvionali sono prevalentemente distribuiti in sinistra orografica Scrivia e occupano con continuità il fondovalle nel tratto compreso tra Rigoroso e Novi Ligure; a nord di Novi Ligure i depositi alluvionali formano un corpo corrispondente al conoide alluvionale più recente.

I terrazzi più antichi, indicati nella cartografia geologica con fl1, sono localizzati a sud di Novi, a quote intorno ai 250 m. Essi sono solcati da un reticolo idrografico a pattern sub-parallelo, orientato a NW secondo la linea di massima pendenza della superficie topografica. L'elevata densità del drenaggio e le forme particolarmente incise sono in accordo con la presenza in superficie di terreni impermeabili dovuti a una pedogenesi diffusa.

La serie di terrazzi di quota 210 m sui quali sorge l'abitato di Novi Ligure è attribuita ad un "fluviale medio" (fl2). Anche questi terrazzi sono caratterizzati da una superficie topografica che digrada verso NW fino ad arrivare intorno ai 180 m di quota a W di Novi. Questa superficie è attraversata da un esiguo numero di impluvi, a testimonianza di una maggiore permeabilità verosimilmente correlabile a una pedogenesi meno sviluppata rispetto ai terreni fl1.

I depositi alluvionali più recenti, indicati con fl3, occupano tutta l'area posta a ridosso del T. Scrivia compresa tra l'imbocco nord della galleria di Serravalle e Tortona. Sono pressoché privi di una rete idrica superficiale in quanto la maggior parte dell'acqua di precipitazione e ruscellamento superficiale si infiltra immediatamente, andando ad alimentare l'acquifero.

Dal punto di vista litostratigrafico i depositi alluvionali terrazzati presentano una certa omogeneità: si tratta di depositi prevalentemente ghiaiosi, a tessitura massiva o scarsamente stratificata, in cui si rinvencono rare intercalazioni lenticolari e di modesto spessore, costituite da sabbie limose e limoso-argillose.

La stratigrafia dei sedimenti alluvionali ascrivibili al fluviale medio fl2 e al fluviale fl3 recente è nota sulla base dei sondaggi eseguiti nell'ambito della progettazione definitiva del tracciato, che evidenziano una successione di orizzonti differenziabili in relazione al diverso rapporto percentuale tra ghiaie, sabbie, limi e argille.

Nell'ambito del "fluviale medio" (fl2) si evidenzia in generale una maggiore percentuale di frazione fine limosa (come matrice) rispetto ai depositi fl3, che costituiscono i depositi più recenti; tale percentuale può in alcuni casi superare il 30%.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51-02-E-CV-RO-RI13-00-001-A00</p> <p style="text-align: right;">Foglio 11 di 16</p>

5.2.1.1. FLUVIALE RECENTE (FL3)

Il fluviale recente comprende terreni a granulometria grossolana con ghiaie nettamente prevalenti (70-80%) sulle sabbie (10-20%) e sulle parti più fini (limo+argilla) 10-20%.

La litofacies è distribuita su gran parte dell'area di pianura interessata dal tracciato del III Valico. Nel tratto meridionale, a ridosso dell'imbocco nord della Galleria di Serravalle, si evidenziano modesti spessori (circa 4 m) di ghiaie sabbioso-limose che ricoprono la formazione delle Argille Azzurre. Verso nord, in corrispondenza della progressiva 37+500 ca., si osserva un rapido incremento dello spessore dei sedimenti, che passa da 3-4 m a oltre 30 m; tale spessore aumenta ulteriormente verso nord.

5.2.1.2. FLUVIALE MEDIO (FL2)

Il fluviale medio fl2 comprende terreni a granulometria grossolana con contenuto in ghiaia prevalente (circa il 50%, localmente inferiore) sulle sabbie (20-30%) e sulle parti fini che raggiungono percentuali comunque significative (20-30%).

Questi sedimenti che si differenziano dai precedenti anche per la maggiore alterazione dei clasti, con conseguente riduzione della tessitura, affiorano estesamente in corrispondenza del terrazzo di Novi Ligure. Lo spessore della coltre di alterazione superficiale non supera in genere i 5-6 m.

5.2.1.3. FLUVIALE ANTICO (FL1)

Di questi depositi non si hanno indicazioni stratigrafiche di dettaglio, poiché non essendo interessati dalle opere afferenti al progetto della linea AV/AC Milano-Genova, non sono stati sottoposti ad indagini specifiche nelle precedenti fasi progettuali.

In affioramento si rinvencono localmente coltri limoso-argillose a tessitura massiva, di colore giallo ocreo, che sembrano interessare i sedimenti alluvionali antichi per tutto il loro spessore. Alcuni affioramenti di questo tipo si rinvencono estesamente a sud di Novi Ligure, a quote intorno a 250 m.

6. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DELL'AREA D'INTERVENTO

L'area oggetto d'intervento ricade nel bacino idrografico dello Scrivia e si situa in sponda sinistra del corso d'acqua, ad Est di Novi Ligure (AL). Nella zona prospiciente l'opera sono attualmente presenti coltivazioni agricole, edifici residenziali singoli e villette a schiera.

6.1. Aspetti geomorfologici

L'area indagata si trova a una quota compresa tra 185 m e 190 m, in un settore di pianura appena a valle di una scarpata fluviale, ubicata ad Ovest del tracciato dell'opera. La scarpata separa la

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51-02-E-CV-RO-RI13-00-001-A00</p> <p style="text-align: right;">Foglio 12 di 16</p>

superficie di terrazzo dalla piana alluvionale inferiore con un dislivello di 13-15 m. In questo settore la scarpata ha una direzione media NNW e una pendenza attorno al 15%. A monte della scarpata le superfici sono sostanzialmente pianeggianti in prossimità dell'opera e debolmente pendenti verso NNW a valle. Il tracciato dell'opera oggetto di questo studio taglia la scarpata con angolo molto basso rispetto alla direzione della scarpata stessa.

L'unico corso d'acqua presente in questo settore è rappresentato dal rio che passa in prossimità della Cascina Barbellotta e che corre parallelamente alla linea ferroviaria esistente in direzione Novi Ligure (direzione NW-SE). Sono anche presenti alcuni canali che corrono lungo la base della scarpata e trasversalmente ad essa; tuttavia, questi sono attivi solo in corrispondenza di periodi pioggia prolungata o intensa, mentre rimangono prevalentemente secchi per la maggior parte dell'anno.

L'opera definitiva prevede la realizzazione di due tombini scatolari che attraverseranno il rilevato e che permetteranno la regimazione delle acque superficiali convogliando le acque verso la base della scarpata.

Dalla consultazione del catalogo IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi italiani) e dei documenti del PAI (Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico), non emergono particolari situazioni di instabilità relative all'area d'indagine, né vincoli legati all'andamento delle fasce di rispetto fluviali.

6.2. Aspetti geologici

Le informazioni circa l'andamento delle unità litologiche nel sottosuolo sono state principalmente derivate dai sondaggi XA301R061 e XA301R062 ubicati in prossimità del tracciato di progetto. Oltre a questi due sondaggi sono state anche consultate le stratigrafie dei sondaggi SF10 (ubicato più a Sud nel settore dell'imbocco Nord della Galleria Serravalle) e di XA301R063 (ubicato più a Nord in corrispondenza della WBS RI14); questo confronto con sondaggi ubicati anche in zone più distali consente di avere una visione più dettagliata del quadro geologico particolare attorno al settore della WBS oggetto della presente relazione.

La geologia del settore in cui ricade l'opera è prevalentemente influenzata dalla scarpata del terrazzo fluviale precedentemente descritta. Al di sotto di una sottile coltre di terreno agricolo o colluviale, ad Ovest della scarpata sub-affiorano i terreni appartenenti ai depositi alluvionali riferibili al Fluviale Medio (fl2; depositi ubicati sul terrazzo fluviale), mentre ad Est sub-affiorano i terreni riferibili al Fluviale Recente (fl3; depositi ubicati nell'attuale piana alluvionale dello Scrivia). Il substrato è rappresentato dalle argille di Lugagnano, costituite da silt argillosi grigio-azzurri con locali intercalazioni sabbiose e arenitiche fini. Nella porzione superiore al passaggio con i depositi fluviali le argille presentano frequentemente un livello di alterazione limoso color ocra.

La realizzazione del rilevato ferroviario contempla il riporto di materiale che insisterà sulla porzione inferiore della scarpata e un tratto della sottostante piana alluvionale.

L'opera oggetto di questo studio ricade interamente sui depositi riferibili al Fluviale Recente e sulle loro coperture costituite da coltri detritico-colluviali o da suoli da coltivo dello spessore medio di 1-1.5 m. I suoli ad uso agricolo costituiscono una rielaborazione dei depositi alluvionali recenti.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-RO-RI13-00-001-A00 Foglio 13 di 16

I depositi fluviali fl3 sono poco potenti, con livelli di massimo 3-4 m; questi terreni sono costituiti da ghiaia addensata con più o meno abbondante matrice limoso-sabbiosa.

Le analisi granulometriche realizzate sul livello di alterazione delle argille di Lugagnano in prossimità della transizione con i sovrastanti depositi alluvionali hanno restituito i seguenti risultati:

Codice Sondaggio	Prof (m)	% ciottoli	% ghiaia	% sabbia	% limo	% argilla
XA301R061	4.25	0	0.03	6.20	64.84	28.93
XA301R062	4.25	0	0.03	4.64	58.61	36.72

Un riferimento di massima della composizione granulometrica dei depositi fluviali recenti di questo settore può essere derivato dalle prove del sondaggio XA301R063, ubicato ca. 550 m più a Nord rispetto al limite settentrionale della WBS RI13:

Codice Sondaggio	Prof (m)	% ciottoli	% ghiaia	% sabbia	% limo	% argilla
XA301R063	4.85	0	3.28	42.21	29.61	24.9

I limiti di Atterberg definiti in corrispondenza a questo campione di terreno sono:

Codice Sondaggio	Prof (m)	Limite liquido %	Limite plastico %	Indice plastico %
XA301R063	4.85	53	32	21

Lungo il profilo di tracciato la successione geologica prevista partendo dall'alto è la seguente (la base corrisponde sempre al limite con le Argille di Lugagnano ed è di seguito omessa per brevità):

- da pk 36+585.21 a 36+650.00: 0.9-1.5 m di depositi detritico-colluviali;
- da pk 36+650.00 a 36+700.00: riduzione progressiva depositi detritico-colluviali e comparsa depositi Fluviale Recente (fl3) di 3.8 m;
- da pk 36+700.00 a 37+000.00: depositi fl3 da 4 a 6 m (comprendenti una coltre di suolo agricolo di spessore di ca. 1m);
- da pk 37+000.00 a 37+395.19: depositi fl3 da 3 a 4.5 m (comprendenti una coltre di suolo agricolo di spessore di ca. 1m).

Si sottolinea la necessità che in fase di progettazione venga definita quale sarà la stabilità del cumulo dei materiali di riporto che verranno predisposti per il rimodellamento della scarpata naturale. Questo va fatto nell'ottica sia di valutare la possibilità di innesco di possibili fenomeni gravitativi, sia di poter predisporre eventuali contromisure necessarie per scongiurare l'accadimento di tali fenomeni.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-RO-RI13-00-001-A00 Foglio 14 di 16

7. CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA DELL'AREA D'INTERVENTO

7.1. Contesto idrogeologico

Dal punto di vista idrogeologico, il settore in cui ricade la WBS RI14 è caratterizzato dalla presenza di un acquifero superficiale a falda libera costituito da depositi alluvionali di pianura. Il substrato impermeabile o molto poco permeabile è invece costituito dalle Argille di Lugagnano. I depositi sui quali sarà costruito il rilevato ferroviario sono quelli riferibili al Fluviale Recente (f13).

Nel sondaggio XA301R062, la caratterizzazione della permeabilità delle Argille di Lugagnano tramite test in foro ha definito permeabilità molto basse dell'ordine $5 \times 10^{-10} - 1 \times 10^{-9}$ m/s.

Nella zona in cui ricade la WBS RI13 non è disponibile alcuna prova idraulica che fornisca un riscontro diretto sulla permeabilità della falda ospitata nei depositi f13. E' tuttavia possibile fare riferimento alle prove in foro effettuate nei depositi f13 in altri settori di pianura. Tali prove, eseguite in settori che hanno distanze anche di qualche chilometro rispetto alla zona di studio, definiscono un intervallo piuttosto ampio di valori, compresi tra 1×10^{-6} e 1×10^{-3} m/s; probabilmente, una delle prove più rappresentative è costituita da quella effettuata nel sondaggio XA301R010 (uno dei più prossimi al settore di intervento), in cui la permeabilità è di 5×10^{-6} m/s,. Ulteriori indicazioni sulle permeabilità di tali depositi derivano dai test di pompaggio a lunga durata eseguiti qualche km più a Nord nell'ambito del Progetto Definitivo, i quali definiscono permeabilità comprese tra 2×10^{-4} e 3×10^{-6} m/s.

I depositi del Fluviale Medio f12 non sono direttamente coinvolti dalla realizzazione del rilevato ma potrebbero esserlo indirettamente se fosse necessario effettuare un abbassamento del livello piezometrico della falda a monte del rilevato stesso; per questo motivo sono inseriti nella presente descrizione. Essi hanno una permeabilità variabile da settore a settore, comunque generalmente medio-bassa e localmente medio-elevata (in genere comunque minore rispetto a quella dei depositi f13). Il dato di riferimento sulla loro permeabilità è desumibile dal sondaggio XA301R011, che è quello più vicino sul quale sia stata effettuata una prova idraulica. Il risultato di tale prova indica una permeabilità di 1.3×10^{-7} m/s.

Le Argille di Lugagnano presentano invece permeabilità dell'ordine di $1 \times 10^{-8} - 1 \times 10^{-9}$ m/s.

7.2. Piezometria e sistemi di flusso

Al di sotto della tratta di rilevato ferroviario, la soggiacenza del livello di falda varia da 1 a 3 m al di sotto del piano campagna (intendendo quello naturale precedente al riporto del materiale utilizzato per effettuare il rilevato).

Data la scarsità di dati di monitoraggio piezometrico disponibili, nelle diverse tratte dell'opera è stato possibile definire solamente la seguente soggiacenza media della falda rispetto al piano campagna:

- da pk 36+585.21 a 36+700.00: tra 0.5 m e 3 m;

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-RO-RI13-00-001-A00
	Foglio 15 di 16

- da pk 36+700.00 a 36+700.00: tra 2.5 m e 3 m;
- da pk 36+700.00 a 36+700.00: tra 2.0 e 2.5 m.

L'unico dato di monitoraggio che permetta una stima delle oscillazioni del livello di falda durante il ciclo stagionale è quello relativo al piezometro XA301R061, ubicato nella prima tratta tra quelle sopra riportate, e che riporta una fluttuazione massima dell'ordine di 2.0 m tra il livello minimo e massimo.

Data la scarsità di dati in questo settore non è tuttavia possibile effettuare una precisa ricostruzione piezometrica della falda, la quale potrà essere realizzata a valle delle future campagne di indagini previste dal progetto.

Dalle indicazioni disponibili su vasta scala, la direzione media di deflusso in questi depositi pare essere orientata all'incirca da S a N. La falda riceve un'alimentazione diretta principalmente dalla superficie, mentre il bacino d'alimentazione sotterraneo è piuttosto limitato nel settore di monte. Lo spartiacque topografico di monte, che costituisce molto probabilmente anche lo spartiacque idrologico, è rappresentato da un terrazzo fluviale ubicato a meno di 2 km in direzione Sud-Ovest. Un ulteriore contributo alla ricarica di questo acquifero è possibile che provenga da un rio che passa in prossimità della Cascina Barbellotta e che corre parallelamente alla linea ferroviaria esistente in direzione Novi Ligure. Esso è posto ad una distanza di ca. 1 km a Sud-Ovest dall'imbocco della Galleria di Serravalle.

7.3. Interferenze dell'opera con le risorse idriche

La realizzazione del rilevato ferroviario contempla il riporto di materiale che interesserà la porzione inferiore della scarpata e un tratto della sottostante piana alluvionale. Presumibilmente, prima di procedere alla messa in posa degli inerti che verranno utilizzati per il rimodellamento dell'attuale scarpata naturale verrà effettuata l'asportazione del terreno superficiale costituito dalla coltre detritico-colluviale e da suolo agrario. Infatti, tali terreni costituiscono materiali scadenti dal punto di vista delle caratteristiche geotecniche e visto il loro limitato spessore converrà asportarli in modo che gli inerti che verranno posati siano sistemati su terreni con migliori caratteristiche meccaniche. Questo procedimento implica che, nel primo tratto di rilevato in cui la soggiacenza della falda è minima, l'asportazione dei materiali superficiali possa comportare la venuta a giorno della falda, il che ovviamente comporterebbe una complicazione per la gestione delle lavorazioni di cantiere.

Questa fase andrà pertanto gestita attraverso un controllo del livello di falda, quindi con un emungimento da effettuare a monte e a valle della scarpata. Sebbene una quantificazione delle portate non sia possibile con i dati attualmente a disposizione si può supporre che comunque tali portate saranno piuttosto basse, vista la scarsa alimentazione di cui sembra essere caratterizzato l'acquifero di monte ospitato nei depositi f12. Sarà comunque da valutare la possibilità che tale pompaggio vada ad interferire con i numerosi pozzi presenti nelle vicinanze della WBS RI13 (principalmente ad Ovest).

Non si ravvisa invece alcuna particolare interferenza con le risorse idriche dopo la conclusione dei lavori previsti per la realizzazione del rilevato. La regimazione delle acque superficiali prevista a monte della nuova scarpata artificiale permetterà di operare un controllo sulle infiltrazioni delle

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51-02-E-CV-RO-RI13-00-001-A00	Foglio 16 di 16

acque e quindi di evitare l'innesco di possibili fenomeni sui fianchi del rilevato. Tale controllo potrà essere anche efficacemente integrato con altri sistemi di ingegneria naturalistica (es. piantumazioni, canalette di drenaggio).