

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

GALLERIA NATURALE SERRAVALLE – IMBOCCO NORD – 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	G A 1 L 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-GA1L-00-001-A00
-----------	---------------------------------------

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51-02-E-CV-RO-GAIL-00-001-A00</p>	<p>Foglio 3 di 17</p>

INDICE

INDICE.....	3
1. PREMESSA.....	4
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
3. ORGANIZZAZIONE DELLO STUDIO.....	4
4. INQUADRAMENTO GENERALE DELL'OPERA	5
5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO	6
5.1. Successione sedimentaria dei bacini sin-orogenici post-messiniani	7
5.1.1. Formazione delle Argille Azzurre (Argille di Lugagnano, aL)	8
5.1.2. Sabbie d'Asti	8
5.1.3. Villafranchiano auct. p.p.....	9
5.2. Depositi alluvionali del bacino alessandrino.....	9
5.2.1. Depositi alluvionali	9
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	13
7.1. Contesto idrogeologico	13
7.2. Piezometria e sistemi di flusso	14
7.3. Interferenze dell'opera con la falda acquifera	15
8. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	17
9. BIBLIOGRAFIA	17

<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-GA1L-00-001-A00</p>	<p>Foglio 4 di 17</p>

1. PREMESSA

Il presente rapporto riguarda la realizzazione delle opere identificate dal codice WBS GA1L relativa all'imbocco Nord della Galleria Naturale di Serravalle. 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 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-GA1L-00-001-A00</p> <p style="text-align: right;">Foglio 5 di 17</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 (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 Galleria Naturale di Serravalle – Imbocco Nord (WBS GA1L) è costituita dalla realizzazione di un binario pari (b.p.) ed uno dispari (b.d.) con una suddivisione nelle seguenti tratte:

- Imbocco Galleria naturale alla pk 36+280 del b.p. e alla pk 36+290.50 del b.d.;
- Tratto "A" Galleria artificiale realizzata con Metodo Milano di lunghezza di 60.50 m per il b.p. e di 60.38 m per il b.d.;
- Tratto "B" Galleria artificiale passaggio fresa di lunghezza di 149.50 m per il b.p. e di 148.96 m per il b.d.;
- Tratto "C" Galleria artificiale passaggio fresa con rivestimenti da completare in seconda fase di lunghezza di 95.0 m per il b.p. e di 94.81 m per il b.d.

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).



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-

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-RO-GAIL-00-001-A00 Foglio 7 di 17

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 le 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 /FI ³ – Fluviale recente	A3 – Depositi fluviali del Pleistocene sup.	
FI ² – Fluviale medio	A4 – Depositi fluviali del Pleistocene medio - sup.	
FI ¹ – Fluviale antico I ² – Villafranchiano auct.	A5 – Depositi fluviali del Pleistocene medio A6 – Depositi fluviali del Pleistocene inf. - medio	
P ³⁻² - Sabbie di Asti	S9b – Sintema di Maranzana 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.).

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 (Argille di Lugagnano, aL), delle Sabbie d'Asti e dal *Villafranchiano auct. p.p.*

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-02-E-CV-RO-GAIL-00-001-A00 Foglio 8 di 17

5.1.1. Formazione delle Argille Azzurre (Argille di Lugagnano, aL)

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.

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.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-RO-GAIL-00-001-A00 Foglio 9 di 17

5.1.3. Villafranchiano auct. p.p.

Quest'unità comprende una parte della 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.

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.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51-02-E-CV-RO-GAIL-00-001-A00</p>	<p>Foglio 10 di 17</p>

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 infila 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 rinvengono 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%.

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.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-RO-GAIL-00-001-A00
	Foglio 11 di 17

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, a Sud-Est di Novi Ligure (AL) all'altezza di Cascina Malpensata; si tratta di un'area prevalentemente agricola. Nella zona prospiciente al futuro imbocco della galleria Serravalle al tempo in cui è stato effettuato il sopralluogo per il presente studio era in corso di completamento un rilevato stradale.

6.1. Aspetti geomorfologici

L'area indagata si trova a una quota compresa tra 205 m e 190 m, in un settore di pianura in cui l'elemento morfologico prevalente è rappresentato da una scarpata fluviale piuttosto marcata, che separa con un dislivello di 13-15 m la superficie di terrazzo dalla piana alluvionale inferiore. La scarpata ha una direzione media NNW e pendenze variabili del 15-25%. 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.

Il settore è attualmente interessato da coltivazioni agricole ed è privo di un reticolato idrografico naturale. 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

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-RO-GAIL-00-001-A00
	Foglio 12 di 17

direzione Novi Ligure. A sud della zona di imbocco è anche presente un corso d'acqua minore che incide i depositi alluvionali del terrazzo, caratterizzato da accentuata erosione di fondo.

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 nel sottosuolo sono state derivate dai sondaggi SF10 (ubicato in prossimità del binario dispari all'altezza del tratto "B" di scavo) e dai sondaggi XA301R011, XA301R010 e XA301R061 ubicati esternamente alla tratta di pertinenza dell'opera in oggetto, ma comunque significativi dal punto di vista delle informazioni ottenibili in quanto ricadenti in un simile contesto geologico.

La geologia del settore in cui ricade l'opera è prevalentemente influenzata dalla scarpata del terrazzo fluviale precedentemente descritto. Ad Ovest della scarpata affiorano i terreni appartenenti ai depositi alluvionali riferibili al Fluviale Medio (fl2), mentre ad Est affiorano (o sub-affiorano al di sotto di una sottile coltre detritico-colluviale) i terreni riferibili al Fluviale Recente (fl3).

Il substrato presente nella zona dell'imbocco nord della galleria III Valico 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.

Come evidenzia la stratigrafia del sondaggio SF10, ubicato lungo la scarpata in una zona prossima al passaggio con i depositi fluviali fl3, i depositi fl2 sono costituiti per i primi 3 m dalla superficie da limo argilloso debolmente sabbioso con ghiaia eterometrica e da 3 m a 7.5 m da limo argilloso molto consistente; al di sotto di tale livello sono presenti le Argille di Lugagnano. Il sondaggio XA301R011 (ubicato fuori dall'area cartografata) indica per i depositi fl2 la presenza di una maggiore frazione sabbiosa e di una minore frazione limosa rispetto a quella evidenziata dal sondaggio precedente.

I depositi del Fluviale Recente, presenti nella piana alluvionale alla base del terrazzo, sono costituiti da sabbie e ghiaie eterometriche con modesta alterazione superficiale; un sondaggio effettuato per il Progetto Preliminare (XA301R061, fuori dall'area cartografata) indica la presenza del substrato al di sotto di uno spessore pari a circa 4 m costituito da questi depositi e presumibilmente da lembi dei depositi del Fluviale Medio.

I depositi del Fluviale Medio che costituiscono il terrazzo fluviale alla base del quale sarà ubicato l'imbocco sono costituiti da sabbie e ghiaie eterometriche sovrastate da un orizzonte (circa 4-5 m) alterato limoso-argilloso; un sondaggio effettuato per il Progetto Preliminare (n° XA301R011, fuori dall'area cartografata) indica la presenza del substrato al di sotto di circa 8 m di questi depositi.

Prendendo come riferimento il binario pari, la successione geologica partendo dall'alto prevista lungo il profilo di tracciato è la seguente (la base corrisponde sempre al limite con le Argille di Lugagnano ed è di seguito omessa per brevità):

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-RO-GA1L-00-001-A00 Foglio 13 di 17

- da pk 36+280.00 a 36+340.50: da 3 a 7 m di depositi di Fluviale Medio (fl2);
- da pk 36+340.50 a 36+490.00: da 1.5 a 3 m di depositi di Fluviale Medio (fl2);
- da pk 36+490.50 a 36+585.00: nel primo tratto presenti da 1.5 a 2 m di depositi di Fluviale Medio (fl2), nel secondo tratto da 0.5 a 1.5 m di depositi detritico-colluviali.

L'imbocco della galleria naturale implica uno fronte di scavo che interesserà per circa i 3/4 del fronte le Argille di Lugagnano e per 1/4 i depositi alluvionali fl2. Tale proporzione di materiali di scavo verrà mantenuta anche per nel successivo tratto "A", mentre nel tratto "B" la progressiva diminuzione delle pendenze della scarpata implicherà una riduzione della percentuale di scavo delle argille a favore dei terreni alluvionali. Infine, la parte terminale di scavo del tratto "C" interesserà unicamente lo scavo attraverso terreni principalmente costituiti da coltri detritico-colluviali e in minima parte ancora costituiti da materiali riferibili ai depositi di tipo fl2. In questo tratto lo scavo del binario dispari invece inizierà ad interessare progressivamente, anche se per un tratto relativamente breve (ca. 15 m) i depositi riferibili al Fluviale Recente (fl3).

In conclusione, l'opera in oggetto interesserà principalmente l'attraversamento dei depositi di tipo fl2 mentre solo marginalmente quelli di tipo fl3 (solo la parte terminale del binario dispari).

Si sottolinea la necessità che in fase di progettazione venga definito quale sarà la stabilità del nuovo fronte di scavo e le eventuali conseguenze derivanti dal rimodellamento della scarpata fluviale. Questo va fatto nell'ottica sia di valutare la possibilità di innesco di possibili fenomeni gravitativi in corrispondenza dei settori in cui la scarpata non riceve un adeguato sostegno laterale da parte delle paratie, sia di poter predisporre le adeguate contromisure necessarie per scongiurare l'accadimento di tali fenomeni.

7. CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA DELL'AREA D'INTERVENTO

7.1. Contesto idrogeologico

Dal punto di vista idrogeologico, il settore in cui ricade la WBS GA1L 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 principalmente interessati dall'attraversamento dell'opera sono quelli di tipo Fluviale Medio (fl2), costituiti da limi prevalenti e sabbie in percentuali variabili con presenza di ghiaie. Subordinatamente, il tracciato interessa anche i depositi sabbioso-limoso-ghiaiosi del Fluviale Recente (fl3).

Dal punto di vista delle permeabilità di questi materiali hanno una permeabilità variabile da settore a settore, comunque generalmente medio-bassa e localmente medio-elevata. Dal punto di vista quantitativo è possibile fare riferimento a quanto riportato nella Relazione Geologica del Settore di Pianura (cfr. A301-00-D-CV-RO-GE00-01-002-B00), che riporta per questi depositi un intervallo di valori maggiormente rappresentativi tra 1×10^{-5} e 1×10^{-8} m/s. Nel sondaggio SF10 sono disponibili

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-RO-GA1L-00-001-A00 Foglio 14 di 17

solo le permeabilità ottenute attraverso prove Lugeon nella porzione di Argille di Lugagnano, mentre non sono disponibili valori relativi alle permeabilità dei terreno fl2. Tuttavia, stando alla descrizione stratigrafica della litofacies dei depositi alluvionali è ipotizzabile che la permeabilità si collochi verso la parte bassa dell'intervallo, presumibilmente attorno a $1 \times 10^{-7} - 1 \times 10^{-8}$ m/s. Questa ipotesi sembra essere confermata anche dal risultato di una prova Lefranc effettuata nei depositi fl2 nel sondaggio XA301R011 (ubicato poco più a Sud della WBS GA1L), corrispondente a 1.3×10^{-7} m/s.

I depositi di tipo fl3 sono solo marginalmente interessati dall'attraversamento dell'opera (tratto terminale del binario dispari). Essi presentano comunque permeabilità superiori che come evidenziato dalle prove Lefranc effettuate nel sondaggio XA301R010 sono dell'ordine di 5×10^{-6} m/s. Comunque, anche per questi terreni le diverse prove di permeabilità effettuate in un intorno molto esteso del settore di pianura hanno indicato un intervallo variabile di valori, mediamente compreso tra 2×10^{-6} m/s e 2.0×10^{-4} 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

Nel settore in cui ricade la WBS oggetto di studio risulta complicato effettuare una precisa ricostruzione piezometrica della falda. Infatti, non in tutti i sondaggi presenti nel settore circostante è stata misurata una falda acquifera. Nel sondaggio XA301R061 il monitoraggio piezometrico ha evidenziato un livello medio di falda che si attesta grosso modo sul limite del substrato, a ca. 185 m.l.m. Le oscillazioni piezometriche mostrano variazioni positive e negative di 1 m circa al di sopra e al di sotto di questo valore. Per il piezometro SF10, l'unico che permetta un riscontro diretto delle variazioni del livello di falda nel settore interessato dall'opera in oggetto, il livello piezometrico si colloca a 1.5-2.0 m sopra il substrato, con una soggiacenza di 5.5-6.0 m da piano campagna.

Integrando queste osservazioni con i dati derivanti dai piezometri ubicati in aree più distali risulta che la falda acquifera ospitata nei depositi fl2 risulta essere mediamente poco potente, talora persino assente, con valori di massimo 2-3 m sopra il substrato. In pratica, la trasmissività idraulica connessa a questi depositi pare essere bassa, anche in ragione dei bassi valori di permeabilità evidenziati in questo settore. 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+280.00 a 36+340.50: 1.5 - 6 m;
- da pk 36+340.50 a 36+490.00: 1.0 - 6 m;
- da pk 36+490.50 a 36+585.00: 1.0 – 2.0 m.

Per avere una stima delle oscillazioni minime e massime del livello piezometrico è necessario attendere le indagini ed il futuro monitoraggio in programma.

La direzione media di deflusso in questi depositi pare essere orientata da SSW a NNE. 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

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-RO-GA1L-00-001-A00
	Foglio 15 di 17

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.

Un aspetto poco chiaro che non emerge dai dati piezometrici disponibili riguarda il grado di connessione idraulica tra l'acquifero dei depositi f12 ubicati sulla superficie del terrazzo fluviale e l'acquifero dei depositi f13 collocati alla base della scarpata nella piana alluvionale che confluisce allo Scrivia. E' possibile infatti che i due acquiferi ospitino due sistemi di deflusso parzialmente indipendenti o solo parzialmente connessi l'uno con l'altro. Con le basse alimentazioni da monte e la piezometria poco più che pellicolare che si colloca al limite tra il substrato ed i depositi f12, è possibile che in corrispondenza della scarpata morfologica lungo cui sarà posta l'opera una frazione dell'acqua di falda emerga in superficie e si disperda per ruscellamento, magari in parte re-infiltrandosi in modo da contribuire parzialmente all'alimentazione dell'acquifero dei depositi f13 ubicati nella piana alluvionale dello Scrivia.

In conclusione, le indagini che sono in programma in questo settore aiuteranno a migliorare lo stato delle conoscenze dal punto di vista idrogeologico, anche se dai primi dati disponibili pare probabile che le falde acquifere presenti nei depositi Fluviali Medi e Recenti siano principalmente alimentate dalle infiltrazioni dirette dalla superficie con qualche probabile contributo di alimentazione da parte del rio che corre parallelamente alla linea ferroviaria di Novi Ligure.

7.3. Interferenze dell'opera con la falda acquifera

La realizzazione delle opere previste in corrispondenza della WBS GA1L prevede lo scavo di una tratta in naturale e di successive tratte in artificiale con metodo Cut and Cover. Come descritto precedentemente lo scavo del binario pari e dispari della galleria interesserà prevalentemente l'acquifero dei depositi f12, mentre i depositi f13 saranno interessati dallo scavo solo nella parte terminale della tratta del binario dispari. Dall'interpretazione dei dati piezometrici risulta che comunque sono solo i depositi f12 quelli in cui è verosimile che si instauri una qualche interferenza con la falda acquifera. Infatti, per il tratto di attraversamento dei depositi f13 si prevede che lo scavo vada ad interessare una porzione di terreno stabilmente collocata nell'insaturo. Per questo motivo, vengono di seguito esaminate le possibili interferenze con la falda unicamente nei depositi f12 costituenti il terrazzo fluviale.

Si presume che lo scavo in artificiale implicherà l'abbassamento della falda ad un livello inferiore a quello del solettone di fondo della galleria e pertanto ciò richiederà un emungimento dell'acqua sotterranea attraverso pozzi opportunamente dimensionati. Le caratteristiche dell'acquifero e della falda precedentemente descritte indicano che molto probabilmente le portate di emungimento necessarie per abbattere il livello di falda non dovranno essere particolarmente elevate e dell'ordine di massimo pochi litri al secondo per 100 m di scavo.

Per quanto riguarda la fase transitoria di scavo, l'abbattimento della falda potrà generare un interferenza con il sistema di deflusso che si propagherà entro un certo intorno. E' pertanto da segnalare la possibilità che il gruppo di pozzi ubicati ad Est della scarpata (PNL109, PNL218, PNL 74), ubicati ad una distanza tra i 20 m ed i 200 m dall'opera oggetto dello studio possano

teoricamente venire interessati da un depauperamento derivante dal vicino abbattimento di falda (Figura 2).

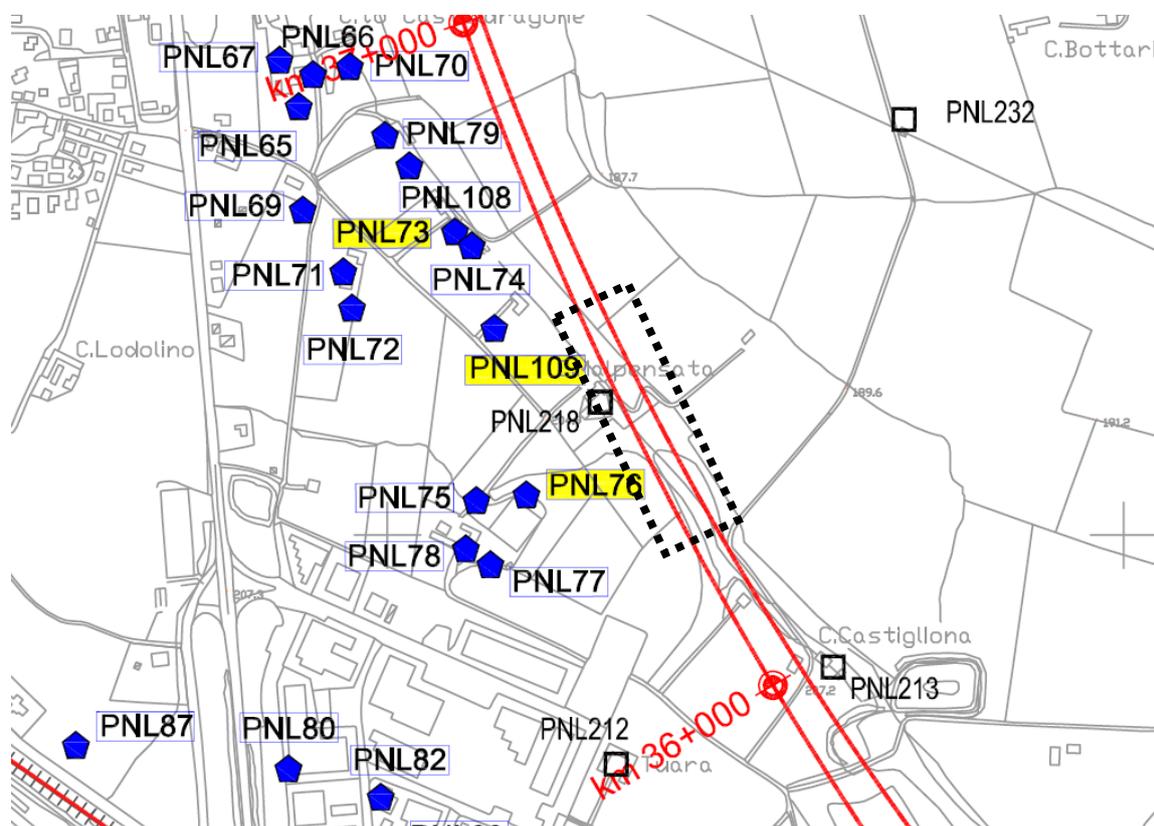


Figura 2 – Ubicazione dei pozzi censiti nell’area di progetto; la posizione della WBS GAIL è indicata dal riquadro tratteggiato.

Tuttavia, pur non essendo note le caratteristiche costruttive di tali pozzi, è logico presumere che tali pozzi estraggano acqua da un livello più profondo e maggiormente trasmissivo rispetto a quello da cui invece verrebbe effettuato il prelievo; questa supposizione è supportata dal fatto che una densità di pozzi quale quella rilevata in questo settore di pianura è difficile che sia sostenuta dall’acquifero fl2 che, come più volte rimarcato, costituisce un acquifero poco produttivo. Livelli acquiferi più produttivi potrebbero invece corrispondere agli orizzonti sabbiosi presenti in profondità all’interno delle Argille di Lugagnano (Pozzi & Francani, 1968). Se pertanto il prelievo viene effettuato dagli acquiferi profondi è possibile escludere che vi possano essere interferenze tra questi pozzi ed i pozzi che verrebbero installati nei depositi superficiali. Infatti i livelli limoso argillosi delle Argille di Lugagnano agiscono come acquiclude impedendo interferenze tra acquiferi sovrapposti.

Un altro aspetto riguarda le interferenze che potranno verificarsi sulla falda acquifera al termine delle operazioni di scavo. Infatti, la galleria avrà una direzione trasversale rispetto al deflusso dell’acqua di falda, diretto mediamente verso NNE. Se non venissero predisposte opportune soluzioni atte al drenaggio delle acque sotterranee attorno allo scatolare della galleria artificiale,

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-RO-GAIL-00-001-A00
	Foglio 17 di 17

sarebbe probabile che il livello di falda si innalzi a monte dell'opera provocando possibili effetti indesiderati. Ad esempio, un innalzamento potrebbe implicare l'infiltrazione di acqua in scantinati o altri manufatti interrati presenti in zona. Un altro effetto dell'innalzamento della quota della falda potrebbe essere quello di un innesco di fenomeni gravitativi di versante in corrispondenza del tratto della scarpata che non riceve un sostegno laterale da parte dei diaframmi della galleria artificiale.

Comunque, a valle degli approfondimenti e delle indagini previste in questa fase progettuale sarà possibile avere un quadro più preciso che consenta di valutare la probabilità che questi fenomeni si possano verificare, tanto più tenendo conto della presenza di alcuni edifici, tra cui anche di abitazioni civili presenti a ridosso dello scavo in progetto.

8. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Le problematiche emerse dal presente studio che richiederanno un approfondimento sul piano progettuale sono le seguenti:

- Valutazione della stabilità del fronte di scavo e dello stato tensionale della scarpata in seguito ad un suo futuro eventuale rimodellamento anche in funzione delle tempistiche di scavo previste;
- Analisi delle interferenze idrauliche possibili con pozzi ubicati nelle vicinanze in seguito all'eventuale abbassamento della falda eseguito per poter effettuare i lavori di scavo delle tratte di galleria artificiale; tale valutazione andrà effettuata anche sulla base di evidenze che effettivamente i pozzi ubicati nei settori circostanti siano effettuino un prelievo d'acqua dallo stesso acquifero e non da acquiferi più profondi (in tal caso sarebbe da escludere un'interferenza);
- Verifica previsionale delle possibili interferenze che potranno verificarsi sulla falda acquifera al termine delle operazioni di scavo connesse all'innalzamento del livello di falda a monte dell'opera e dimensionamento di adeguati sistemi di drenaggio da predisporre per minimizzare il rischio di interferenze con manufatti esistenti.

9. BIBLIOGRAFIA

Boni, A. & Casnedi, R. (1970) - Note illustrative della Carta geologica d'Italia in scala 1:100.000, Fogli Asti e Alessandria. Servizio geologico, Volumi 69-70, 64 pp.

Piana, F., Falletti, P., Fioraso, G., Irace, A., Mosca, P., & d'Atri A. (in prep.) – Carta geologica del Piemonte in scala 1:250.000. Arpa Piemonte e Consiglio Nazionale delle Ricerche, IGG Torino.