

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 DI VALICO – GALLERIA ARTIFICIALE POZZOLO DAL KM 40+794,00 AL KM 42+778,80 - 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 M 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-GA1M-00-001-A00

| | | |
|--|--|-------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | |
| | IG51-02-E-CV-RO-GA1M-00-001-A00 | Foglio 3 di 21 |

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 | 7 |
| 5.1. Successione sedimentaria dei bacini sin-orogenici post-messiniani | 8 |
| 5.1.1. Formazione delle Argille Azzurre | 9 |
| 5.1.2. Villafranchiano auct..... | 10 |
| 5.2. Depositi alluvionali del bacino alessandrino..... | 10 |
| 5.2.1. Depositi alluvionali | 10 |
| 6. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DELL'AREA D'INTERVENTO..... | 12 |
| 6.1. Aspetti geologici..... | 12 |
| 6.2. Aspetti geomorfologici..... | 13 |
| 7. CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA DELL'AREA D'INTERVENTO | 14 |
| 7.1. Contesto idrogeologico generale | 14 |
| 7.2. Piezometria e sistemi di flusso | 15 |
| 7.3. Interferenze dell'opera con la falda acquifera | 16 |
| 7.3.1. Effetti transitori durante lo scavo..... | 16 |
| 7.3.2. Effetti sul lungo periodo | 19 |
| 7.3.3. Gestione della falda acquifera durante gli scavi | 19 |

| | |
|--|--|
| GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |
| | IG51-02-E-CV-RO-GA1M-00-001-A00 |
| | Foglio 4 di 21 |

1. PREMESSA

Il presente rapporto riguarda la realizzazione delle opere identificate dal codice WBS GA1M ricadente lungo tracciato tra la PK 40+794,00 e la PK 42+778,80. 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>CODIV Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p> | <p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> |
| | <p>IG51-02-E-CV-RO-GA1M-00-001-A00</p> <p>Foglio 5 di 21</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).

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

La Galleria di Pozzolo (WBS GA1M) rappresenta una delle tre gallerie artificiali previste nella zona di pianura Novi Ligure–Pozzolo Formigaro. Quest'opera, situata lungo la linea di III Valico alla periferia est di Pozzolo F. è lunga 2049.67 m.

La documentazione progettuale consultata è rappresentata dalla Relazione Geologica ed Idrogeologica relativa al settore di Pianura (A301-00-D-CV-RO-GE00-01-002-B00), dalla Relazione sulla modellazione idrogeologica del flusso di falda per le gallerie artificiali Shunt-Torino e Pozzolo (A301-00-D-CV-RG-GE60-0X-001-B01), dai profili geologici-idrogeologici di Progetto Definitivo relativi alle tre gallerie (A310-00-D-CV-PZ-GE60-0X-002-B00, A301-00-D-CV-F5-GE50-01-001-B00, A301-00-D-CV-F5-GE40-01-001-B00). Oltre a questi documenti fondamentali sono stati consultati anche altri documenti progettuali relativi al settore di interesse.

Per la realizzazione della galleria il progetto prevede le seguenti tecniche realizzative (la descrizione dettagliata delle modalità costruttive è contenuta nel documento di Progetto Definitivo A301 00D CV RG OP 00X 001 B00:

- CUT AND COVER, ossia scavo a cielo aperto fino alla quota desiderata per la posa della linea, costruzione della galleria e ricoprimento;

- CON DIAFRAMMI, posa del solettone in testa e scavo a foro cieco quando l'altezza di scavo diventa rilevante e non è pensabile l'apertura di un fronte di scavo eccessivamente largo.

La ripartizione degli scavi con le due modalità operative sarà la seguente:

| Tipologia Cut and Cover | | | | | Tipologia Diaframmi | | | | |
|-------------------------|----------------|--------|--------|-----------|---------------------|----------------|--------|--------|-----------|
| WBS | Bin. di rifer. | Da pk | A pk | Lungh.(m) | WBS | Bin. di rifer. | Da pk | A pk | Lungh.(m) |
| GA1M | Pari | 40+794 | 42+400 | 1606,00 | GA1M | Pari | 42+400 | 42+780 | 380,00 |

I settori operativi sul fondo scavo avranno moduli di circa 100 m, corrispondenti in superficie ad una lunghezza variabile in funzione della profondità degli scavi da effettuare.

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-GA1M-00-001-A00 Foglio 8 di 21 |

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 e dal Sintema di Maranzana.

| | |
|---|--|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  |
| | IG51-02-E-CV-RO-GA1M-00-001-A00 Foglio 9 di 21 |

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.

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  | ALTA SORVEGLIANZA  |
| | IG51-02-E-CV-RO-GA1M-00-001-A00 <div style="float: right;">Foglio 10 di 21</div> |

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.

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.

| | |
|--|--|
| GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |
| | IG51-02-E-CV-RO-GA1M-00-001-A00 Foglio 11 di 21 |

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-GA1M-00-001-A00 Foglio 12 di 21 |

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, nel territorio comunale di Pozzolo Formigaro (AL); si tratta di un'area agricola localizzata tra la S.S. 211 e la S.P. 51 Pozzolo-Villalvernia.

6.1. Aspetti geologici

Dal punto di vista geologico l'area d'intervento ricade interamente nell'ambito dei depositi alluvionali del bacino alessandrino ed in particolare nell'unità dei depositi alluvionali recenti (fl3). I depositi alluvionali recenti sono posizionati in aree prossime all'alveo del T. Scrivia e sono delimitati a est dallo stesso corso d'acqua e a ovest dall'orlo di terrazzo di Novi Ligure - Formigaro ad orientazione nord ovest-sud est. Terrazzo alla cui base doveva posizionarsi un paleo-alveo dello Scrivia che dalla zona di Serravalle raggiungeva e attraversava l'attuale centro di Pozzolo e da qui proseguiva verso ovest secondo un tracciato corrispondente all'attuale Rio di Castel Gazzo. Lo spostamento successivo dell'alveo a est di Pozzolo e poi ancora verso est sino al raggiungimento della posizione attuale ha conformato questo tratto di pianura che viene attribuito al fluviale recente. Fluviale recente che si eleva, rispetto all'alveo attuale dello Scrivia, di 20 m nel tratto di monte (zona di Serravalle-Novì) e di 5 metri nel tratto di valle (tra Rivalta Scrivia e Tortona).

| | |
|---|--|
| <p>GENERAL CONTRACTOR</p>  | <p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  |
| | <p>IG51-02-E-CV-RO-GA1M-00-001-A00</p> <p style="text-align: right;">Foglio 13 di 21</p> |

Le informazioni circa l'andamento delle unità nel sottosuolo sono state derivate dai sondaggi XA301G068, SA301C069, SA301R070, XA301R071 XA301U072, XA301C073 e SI47 realizzati in fase di Progetto Preliminare, Progetto Definitivo e Progetto Esecutivo.

Le unità litologiche che caratterizzano l'area d'intervento sono costituite dal alto verso il basso da:

- terreno agricolo, costituito da sabbia medio-fine con limo color nocciola e rara ghiaia eterometrica (\emptyset max 3 cm) poligenica ed arrotondata. Spessore variabile tra 0,4 e 1 metro circa.
- depositi alluvionali, costituiti da ghiaie poligeniche poco addensate, con scarsa matrice sabbioso-siltosa e locali lenti di limi argilloso-argillosi di colore ocraceo. Lo spessore minimo misurato nei sondaggi, nel settore d'interesse, è variabile da 3 metri a 13 metri.
- depositi alluvionali, costituiti da ghiaie poligeniche da addensate a molto addensate, con matrice sabbioso-siltosa.

Sulla base dei sondaggi e della composizione granulometrica dei sedimenti afferenti al fluviale fl3 è possibile individuare schematicamente due orizzonti principali: uno superficiale, esteso sino a 18-20 m di profondità, caratterizzato da percentuali di ghiaia nettamente superiori al 50% e percentuali di sabbia superiori alla componente limo-argillosa e uno profondo (al di sotto dei 18-20 m) ove ad una riduzione della percentuale di ghiaia si accompagna anche un incremento della frazione limo-argillosa che arriva a superare in percentuale quella sabbiosa (vedere profili allegati).

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 40+794.00 a 41+000.00: 1-1.5 m di suolo ad uso agricolo, da 3 a 7 m di depositi Fluviale Recente (fl3);
- da pk 41+000.00 a 41+500.00: 1-1.5 m di suolo ad uso agricolo, da 7 a 13.5 m di depositi Fluviale Recente (fl3);
- da pk 41+500.00 a 42+000.00: 1-1.5 m di suolo ad uso agricolo, da 5 m a 13.5 m di depositi Fluviale Recente (fl3);
- da pk 42+000.00 a 42+500.00: 1-1.5 m di suolo ad uso agricolo, da 5 m a 7 m di depositi Fluviale Recente (fl3);
- da pk 42+500.00 a 42+778.80: 1-1.5 m di suolo ad uso agricolo, da 7 m a 8 m di depositi Fluviale Recente (fl3).

6.2. Aspetti geomorfologici

L'area indagata si trova a una quota media di 165-167 m, in un settore pianeggiante, con debole inclinazione ($< 1^\circ$) verso NNW.

| | |
|---|--|
| <p>GENERAL CONTRACTOR</p>  | <p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  |
| | <p>IG51-02-E-CV-RO-GA1M-00-001-A00</p> <p style="text-align: right;">Foglio 14 di 21</p> |

Il settore è attualmente interessato da coltivazioni agricole ed è privo di un reticolato idrografico naturale; nei pressi dell'area corre un canale artificiale ("acque private"), secco al momento del sopralluogo e con alveo situato a circa 2-2,5 metri dal piano campagna circostante.

Dai dati relativi alla soggiacenza della falda (cfr. "Piezometria e sistemi di flusso") è possibile ipotizzare che il canale, in determinati periodi dell'anno a piovosità più marcata, possa essere direttamente alimentato dalla falda acquifera, oltre che dalle acque superficiali di scolo; nei periodi di minore piovosità il canale, quando non asciutto, tende invece ad alimentare la falda.

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.

7. CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA DELL'AREA D'INTERVENTO

7.1. Contesto idrogeologico

Dal punto di vista idrogeologico, il settore in cui ricade la WBS GA1M 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 sono di tipo fluviale recente (fl3) e sono costituiti da ghiaie sabbioso-limose con percentuali variabili di matrice fine. All'interno di questi depositi è possibile distinguere tra un orizzonte superiore, maggiormente alterato e poco addensato, ed uno inferiore maggiormente addensato e caratterizzato da un maggior contenuto limoso. L'orizzonte superiore ha spessore variabile: il progressivo ispessimento di questo orizzonte è rilevabile tra la pk 40+794 e la pk 41+490, ove si osserva una variazione di spessore da ca. 3 m a ca. 13 m. Successivamente, esso tende a ridursi gradualmente raggiungendo uno spessore di ca. 5 m tra la pk 42+170 e la pk 42+220, e in seguito tende nuovamente ad ispessirsi con gradualità raggiungendo un valore di 7 m alla fine della tratta (pk 42+843). Su tutta la lunghezza della tratta al tetto dei depositi è presente un suolo agricolo dello spessore di ca. 1 m che ha scarsa rilevanza ai fini idrogeologici.

Un aspetto di rilievo che caratterizza il settore di realizzazione della Galleria di Pozzolo è che la permeabilità dei terreni è sensibilmente variabile sia in senso orizzontale che in senso verticale. In particolare, i terreni ubicati nell'orizzonte superiore ed inferiore dei depositi alluvionali hanno permeabilità differenti, con il primo orizzonte che presenta valori generalmente superiori al secondo. Un'indicazione sui valori di permeabilità dell'orizzonte superiore dei depositi fl3 deriva dalle prove idrauliche eseguite per il Progetto Definitivo sui pozzi esplorativi eseguiti tra Pozzolo Formigaro e Tortona, Tali prove sono state effettuate in trincee scavate fino ad una profondità di 1.5 m da pc. Le prove realizzate indicano una permeabilità compresa tra 2×10^{-4} m/s e 8×10^{-4} m/s.

Per quanto riguarda il livello inferiore dei depositi fl3, le prove Lefranc eseguite nell'ambito del Progetto Definitivo definiscono un intervallo piuttosto ampio di valori, compresi tra 1×10^{-6} e 1×10^{-3} m/s. Ulteriori indicazioni sulle permeabilità di tali depositi derivano dai test di pompaggio a lunga

| | |
|--|--|
| GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |
| | IG51-02-E-CV-RO-GA1M-00-001-A00 Foglio 15 di 21 |

durata eseguiti nell'ambito del Progetto Definitivo. Una prova su pozzo eseguita alla periferia Sud di Pozzolo Formigaro (ca. 100 m da tracciato ferroviario, in un settore compreso tra la ferrovia Novi Tortona e il Rio Gnavole) ha permesso di definire una permeabilità di 5.0×10^{-5} m/s ed un coefficiente di immagazzinamento di 1.6×10^{-3} . Un'altra prova effettuata nella cava dismessa di Cascina S. Maria (estremità settentrionale della prevista Galleria artificiale di Pozzolo) ha restituito valori di permeabilità compresi tra 2.0×10^{-4} e 3.0×10^{-4} m/s. Un'altra prova eseguita simultaneamente su 4 pozzi a Pozzolo Formigaro ha restituito un valore di 4.0×10^{-6} m/s. Infine, un'ulteriore prova di pompaggio a lunga durata eseguita in periferia Sud di Pozzolo Formigaro (Loc. Cascina Valle) ha restituito valori di 3.3×10^{-6} m/s e 1.1×10^{-5} m/s in regime transitorio e di 2.2×10^{-6} m/s e 9.5×10^{-6} m/s in regime stazionario, con un coefficiente di immagazzinamento di $S = 7.8 \times 10^{-4}$.

Dal punto di vista della rappresentatività dei valori, si rimarca che i risultati ottenuti attraverso le prove di pompaggio sono maggiormente significativi di quelli ottenuti dai test in foro, in quanto le prime permettono di valutare la permeabilità in un intorno esteso attorno al pozzo, mentre le seconde indagano la permeabilità solamente in un intorno localizzato attorno al sondaggio. Pertanto, i test in foro risentono maggiormente di effetti locali (es. eterogeneità locali, disturbi del terreno indotti dalla perforazione). Sulla base di queste considerazioni e dei risultati delle indagini sopra riportate è possibile affermare che la permeabilità di riferimento della tratta di scavo della Galleria artificiale di Pozzolo Formigaro si colloca in un intervallo piuttosto ampio, mediamente compreso tra 2×10^{-6} m/s e 2.0×10^{-4} m/s, con valori che possono essere localmente anche superiori o inferiori. Il coefficiente di immagazzinamento (in questo caso coincidente con la porosità efficace) è mediamente compreso tra 8×10^{-4} e 2×10^{-3} .

7.2. Piezometria e sistemi di flusso

I livelli idrici misurati lungo il tracciato della Galleria di Pozzolo su piezometri e pozzi si localizzano ad una profondità dal piano campagna compresa tra 2 e 4 m nel tratto iniziale sino a pk 42+000 e con valori tra 4 e 10 m nel tratto successivo. Nel tratto finale la soggiacenza massima da p.c. può anche raggiungere i 15 m nei periodi più secchi dell'anno e/o in corrispondenza al massimo prelievo effettuato dai pozzi adiacenti.

All'inizio della tratta il livello minimo di soggiacenza da piano campagna è di 2 m, come desumibile dall'estrapolazione dei valori disponibili per il piezometro XA301R068 (ubicato poco più a Sud dell'inizio della tratta). Successivamente, la soggiacenza minima da p.c. aumenta a 5 m attorno alla pk 41+500, a 6 m verso la pk 41+800, a 6.5 m attorno alla pk 42+100, crescendo infine progressivamente fino a 7.5 m al fondo della tratta. si mantiene ad una quota superiore alla quota inferiore a quella del solettone superiore della galleria. Invece, dai dati di monitoraggio piezometrico è possibile ipotizzare che, in alcuni periodi dell'anno, tra pk 42+370 e 42+470 il livello di falda possa abbassarsi ad una quota inferiore al solettone di fondo della galleria.

Dai dati di monitoraggio piezometrico a disposizione è possibile definire i seguenti livelli di soggiacenza minima (i.e. falda di progetto) e massima da piano campagna:

- da pk 40+794.00 a 41+000.00: tra 2 m e 4 m (min), tra 4.5 m e 7.5 m (max);
- da pk 41+000.00 a 41+500.00: tra 4 m e 5 m (min), tra 6 m e 6.5 m (max);

| | |
|--|--|
| GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |
| | IG51-02-E-CV-RO-GA1M-00-001-A00 Foglio 16 di 21 |

- da pk 41+500.00 a 42+000.00: tra 5 m e 7 m (min), tra 6.5 m e 10 m (max);
- da pk 42+000.00 a 42+500.00: attorno a 7 m (min), tra 10 m e 13 m (max);
- da pk 42+500.00 a 42+778.80: tra 7 m e 7.5 m (min), tra 13 e 15 m (max).

Quindi, le variazioni tra livello minimo e massimo di falda sono dell'ordine di 1-2 m fino attorno alla pk 41+500, aumentano a 3.0 m verso la pk 41+800, mantenendosi tali fino attorno alla pk 42+100. Successivamente, la variazione tra livello minimo e massimo cresce progressivamente, attestandosi ad un valore di 7-8 m che interessa tutto il tratto finale della galleria. In questo tratto l'accentuazione dei minimi piezometrici è verosimilmente legata ai prelievi idrici dai pozzi presenti nel settore circostante.

Va rimarcato che il monitoraggio piezometrico ha interessato un periodo di tempo di pochi anni ed è quindi possibile ipotizzare che i livelli piezometrici massimi e minimi possano raggiungere rispettivamente valori lievemente maggiori e minori di quelli sopra descritti. Comunque, sulla base dei dati a disposizione si ritiene che il discostamento non possa essere significativamente maggiore rispetto ai valori riportati in profilo (dell'ordine del $\pm 10\%$).

Nel settore della galleria di Pozzolo la direzione media di deflusso di falda è da SSE a NNW. Il Torrente Scrivia è ubicato a ca. 4 km ad Est della galleria e mantiene un'orientazione all'incirca corrispondente a quella ipotizzata per il deflusso sotterraneo. E' presumibile che a questa distanza la falda nel settore in cui ricade la galleria non risenta direttamente delle variazioni dei rapporti di alimentazione tra torrente e falda acquifera che, come noto, possono cambiare durante l'anno in funzione del ciclo stagionale delle piogge. Pertanto, le oscillazioni piezometriche in falda sono principalmente influenzate dalle variazioni delle infiltrazioni dirette dalla superficie, dall'alimentazione di falda da monte e anche dalle interferenze generate dai pozzi di emungimento principalmente presenti nel settore di pertinenza dell'ultimo tratto di galleria (all'incirca dalla pk 42+500).

7.3. Interferenze dell'opera con la falda acquifera

La valutazione delle interferenze dell'opera con la falda acquifera va effettuata considerando gli effetti sia durante lo scavo (effetti transitori), sia al termine della realizzazione della galleria (effetti sul lungo periodo). Un altro aspetto che viene affrontato in un successivo paragrafo riguarda sia la previsione delle portate di emungimento sia le modalità operative che dovranno essere adottate in modo che lo scavo possa essere realizzato operando una corretta gestione delle acque di falda.

7.3.1. Effetti transitori durante lo scavo

Durante lo scavo, l'emungimento previsto per la messa in opera della galleria determina un'interferenza con il normale deflusso delle acque sotterranee. Questa interferenza può avere delle conseguenze che si ripercuotono sulle risorse idriche superficiali e profonde presenti nella zona.

Per quanto riguarda la rete idrica superficiale, la galleria di Pozzolo interferisce con un corso d'acqua minore alla pk 40+950. Si tratta comunque di un'interferenza modesta, in quanto il corso d'acqua in questione è attivo solo nei periodi dell'anno in cui si verificano precipitazioni intense e

| | |
|--|--|
| GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |
| | IG51-02-E-CV-RO-GA1M-00-001-A00 Foglio 17 di 21 |

persistenti. In altri periodi invece il deflusso si riduce fino quasi a scomparire per infiltrazione diretta dell'acqua nel sottosuolo.

I pozzi presenti nel settore limitrofo alla WBS GA1M sono riportati in Figura 2. Per quanto riguarda le possibili interferenze con i pozzi presenti nei dintorni della galleria si riportano i seguenti pozzi:

| PROGRESSIVA | POZZO | MONITORAGGIO |
|-------------|--------|--------------|
| 39+650 | PPO30 | SI |
| 40+000 | PPO28 | SI |
| 40+300 | PPO55 | SI |
| 40+550 | PPO52 | |
| 40+600 | PPO54 | |
| 40+600 | PPO53 | SI |
| 40+750 | PPO19 | SI |
| 41+200 | PPO16 | SI |
| 42+200 | PPO62 | SI |
| 42+500 | PPO15 | SI |
| 42+600 | PPO12 | SI |
| 42+750 | PPO11 | SI |
| 43,250 | PPO 60 | SI |
| 43,250 | PPO 61 | |

Una stima delle interferenze sulla falda sotterranea effetti è stata effettuata attraverso una modellizzazione numerica di flusso realizzata nel Progetto Definitivo (cfr. relazione A301-00-D-CV-RG-GE60-0X-001-B01). Quest'analisi ha preso in conto le locali condizioni di falda così come definite dalle indagini e ha considerato diverse configurazioni di emungimento della falda in funzione della tipologia costruttiva considerata. In modalità Cut and Cover sono stati assunti punti di prelievo con un interasse longitudinale di circa 50 m disposti su tre file. Nella modalità con diaframmi i punti di prelievo sono stati considerati all'interno dei diaframmi con un interasse longitudinale di 30 m in linea ed una distanza tra le due file di circa 20 ÷ 25 m. Con queste configurazioni la simulazione numerica hanno messo in evidenza che il pompaggio determinerà un raggio massimo di influenza che si estenderà a 250 m sia ad Est che ad Ovest della Galleria di Pozzolo.

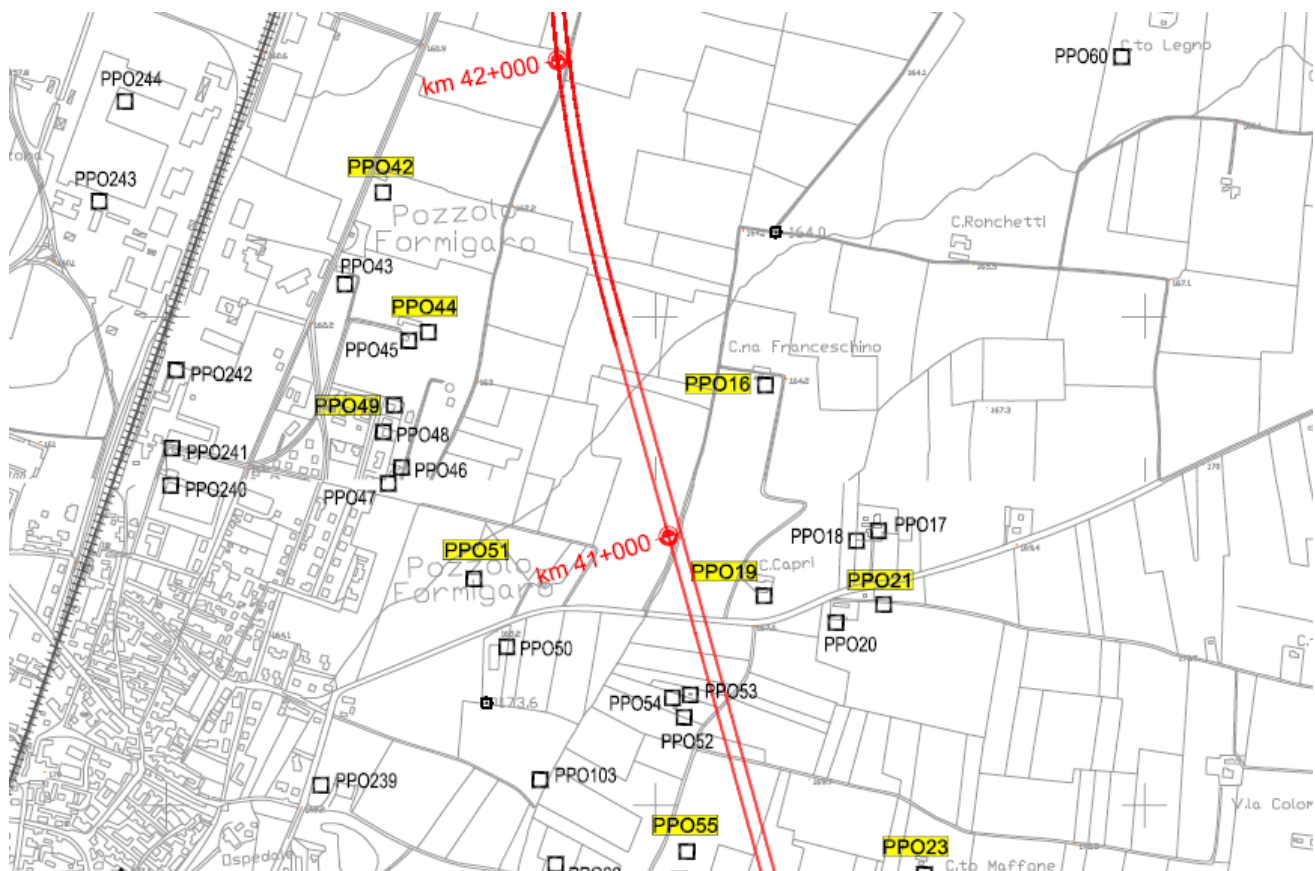


Figura 2 – Ubicazione dei pozzi censiti nell'area di progetto della WBS GA1M.

Alcuni dei pozzi ricadono all'interno di questa zona di influenza, altri all'esterno. Va tuttavia evidenziato che le simulazioni numeriche sono state eseguite considerando dei parametri medi di permeabilità dell'acquifero. In realtà, occorre considerare che, come descritto precedentemente, l'acquifero in cui sarà inserita la Galleria di Pozzolo è caratterizzato da sensibili variazioni di permeabilità sia in senso orizzontale che in senso verticale. Tale variabilità rende difficile una precisa valutazione degli effetti attesi nell'intorno della galleria. Va comunque precisato che, pur non essendo note le caratteristiche costruttive di tali pozzi, è comunque logico presumere che essi estraggano acqua da un livello più profondo e maggiormente trasmissivo dell'acquifero superficiale (es. dagli orizzonti sabbiosi presenti in profondità all'interno delle Argille di Lugagnano, come riportato da Pozzi & Francani, 1968). In questo caso 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. In conclusione, sebbene si ritenga che l'ipotesi di un'interferenza con i pozzi esistenti sia alquanto improbabile, si ritiene che comunque una valutazione più precisa in merito alle eventuali interferenze con i punti d'acqua esistenti sia possibile a valle delle risultanze delle indagini previste nell'ambito del Progetto Esecutivo, le quali potranno essere anche utilizzate per un affinamento delle simulazioni numeriche.

| | |
|--|--|
| GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |
| | IG51-02-E-CV-RO-GA1M-00-001-A00 |
| | Foglio 19 di 21 |

Un'ulteriore aspetto connesso all'abbattimento del livello di falda in corrispondenza dell'opera riguarda la possibilità che si verifichino dei cedimenti di terreno in superficie che possono coinvolgere, ed eventualmente lesionare, le fondazioni di edifici o di altri manufatti ubicati nel settore circostante la galleria. La probabilità che si verifichi tale fenomeno e l'eventuale entità dello stesso andranno indagate attraverso l'applicazione di specifiche analisi di carattere geotecnico che prendano in conto l'abbassamento del livello piezometrico previsto localmente in corrispondenza dei manufatti considerati e le specifiche caratteristiche litotecniche dei terreni coinvolti.

Oltre alle specifiche analisi sarà opportuno predisporre un piano di monitoraggio che permetta di avere continuamente sotto controllo le condizioni della falda in corrispondenza dei pozzi pubblici e privati ricadenti all'interno di un intervallo significativo di distanza dall'opera. Inoltre, è consigliabile che venga anche predisposto un monitoraggio dei possibili cedimenti, il quale potrà essere pianificato anche sulla base delle risultanze delle prossime indagini programmate e delle analisi geotecniche.

7.3.2. Effetti sul lungo periodo

Ad opera terminata la galleria artificiale costituirà un corpo impermeabile inserito all'interno di un acquifero, che quindi potrebbe determinare un effetto di sbarramento del flusso di falda, con conseguente possibile consistente variazione dell'assetto idrodinamico in falda rispetto alla situazione naturale ante-operam. Tuttavia, ciò che era stato già messo in luce nel Progetto Definitivo e che viene qui ribadito è che, essendo la galleria di Pozzolo allungata longitudinalmente rispetto al flusso di falda, essa non rappresenterà uno sbarramento di tale flusso. In linea di principio, a meno che i nuovi dati di sottosuolo che verranno forniti in futuro dalle indagini del Progetto Esecutivo non evidenzino nuove criticità particolari, non si ritiene di dover suggerire particolari accorgimenti progettuali per aumentare la trasparenza al flusso di tale opera. Peraltro, come già indicato precedentemente, nell'ultimo tratto della galleria in alcuni periodi dell'anno la falda si posiziona naturalmente ad una quota che è inferiore rispetto a quella prevista per la realizzazione del solettone di fondo.

Al termine del periodo di scavo, una volta realizzata la galleria, i punti di prelievo verranno dismessi, cosicché la falda tenderà a riequilibrarsi ritornando a condizioni prossime a quelle iniziali. Ovviamente, questo non avverrà in corrispondenza dei pannelli laterali di rivestimento della galleria, essendo questi costituiti da materiale impermeabile; in corrispondenza a questi avverranno locali deflessioni del sistema di flusso, che tuttavia tenderanno a scomparire a pochi metri di distanza in ragione del sostanziale parallelismo tra la galleria e la direzione di deflusso delle acque sotterranee.

Dai risultati della modellizzazione numerica effettuata nel Progetto Definitivo (cfr. relazione A301-00-D-CV-RG-GE60-0X-001-B01) emerge che per il ripristino della falda sarà necessario un periodo di 288 giorni, corrispondenti a 9.6 mesi, utilizzando un mese medio pari a 30 giorni. Questo significa che anche gli eventuali effetti di interferenza che si dovessero produrre su altri pozzi pubblici e privati presenti nel settore adiacente alla galleria in seguito all'abbattimento della falda tenderanno progressivamente a scomparire entro questo periodo temporale.

7.3.3. Gestione della falda acquifera durante gli scavi

| | |
|---|--|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  |
| | IG51-02-E-CV-RO-GA1M-00-001-A00 Foglio 20 di 21 |

Per quanto riguarda la valutazione degli aspetti di gestione della falda in corso d'opera va fatta una distinzione tra lo scavo effettuato con metodologia Cut and Cover e quello realizzato attraverso i diaframmi. Lo scavo attraverso la metodologia Cut and Cover prevede l'aggottamento della falda su campi da circa 100 m di lunghezza con pompe a depressione distribuite su pozzetti di evacuazione disposti su tre file e con un interasse longitudinale indicativamente di circa 50 m. Lo scavo effettuato attraverso il ricorso di diaframmi contempla la predisposizione di varchi entro i quali installare pozzi di emungimento per evacuare le acque all'interno dei pannelli con punti di prelievo all'interno dei diaframmi con interasse longitudinale di 30 m in linea e una distanza tra le due file di circa 20 ÷ 25 m.

Dai risultati della modellizzazione numerica effettuata nel Progetto Definitivo (cfr. relazione A301-00-D-CV-RG-GE60-0X-001-B01) e da una verifica attraverso formulazioni analitiche effettuate in questo ambito progettuale è stato possibile stimare le portate di emungimento necessarie per poter effettuare lo scavo.

Nella tipologia di scavo Cut and Cover le portata massima transitorie necessaria per effettuare lo scavo in condizioni di falda al di sotto del piano del solettone inferiore devono essere di 20-30 l/s ogni 100 m di tracciato. Con il tempo, qualora la trincea rimanga in stato drenante per alcune settimane, essi tenderanno progressivamente a ridursi, attestandosi sui valori minimi di 4-5 l/s*100 m; va precisato che, qualora ad ogni fase di scavo di 100m si aggiunga una nuova fase di scavo senza che la precedente sia stata impermeabilizzata, i nuovi afflussi generati dallo scavo della nuova tratta si sommeranno a quelli della tratta precedente. In questo caso, benché lo scavo della nuova tratta avverrà già in un contesto parzialmente drenato, a causa della presenza della tratta precedente, si dovrà cautelativamente di assumere che gli afflussi transitori nella nuova tratta scavata siano equivalenti agli afflussi transitori di quella precedente, e si sommeranno agli afflussi già parzialmente stabilizzati di quest'ultima.

Nella tipologia di scavo con diaframmi invece il prelievo delle acque di falda avverrà in un contesto sostanzialmente differente. Infatti, il sistema di aggottamento prevede l'installazione di pozzi all'interno di paratie, considerate impermeabili. Per tale motivo, l'abbassamento del livello di falda all'interno dei pannelli sarà abbastanza repentino e prolungato nel tempo, permettendo lo svolgersi dei lavori attraverso il ricorso a portate di emungimento modeste, dell'ordine di 3-5 l/s.

Un altro aspetto riguarda la scelta della modalità da adottare per il recapito dell'acqua di emungimento. In primo luogo, le acque aggottate dalle trincee e da fondo scavo dovranno transitare attraverso opportune vasche di calma e sedimentazione prima di essere immesse nella rete idrografica presente sul territorio. Un aspetto problematico è che per la Galleria di Pozzolo il recapito delle acque di aggottamento deve essere comunque attentamente valutato in quanto l'area appare carente di rete idrografica (fatto salvo per un unico canale attorno alla pk 40+950). Una possibilità da valutare è che l'immissione possa essere effettuata attraverso vasche di dissipazione che permettano la restituzione dell'acqua di emungimento verso la falda. Ovviamente, tale possibilità potrà essere considerata solo dopo che sarà accertata la loro compatibilità all'immissione nella rete idrografica esistente o in falda. Tuttavia, come già anche evidenziato nel Progetto Definitivo, dalle analisi sino ad oggi effettuate sull'acqua di falda appare possibile ipotizzare uno

| | | |
|---|--|----------------------------|
| <p>GENERAL CONTRACTOR</p>  | <p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  | |
| | <p>IG51-02-E-CV-RO-GA1M-00-001-A00</p> | <p>Foglio 21 di 21</p> |

smaltimento dell'acqua all'interno della vicina cava in progetto della Romanellotta. In alternativa, si dovranno recapitare le acque nello Scrivia mediante messa in opera di apposita canalizzazione.