

ARPAT - DIREZIONE TECNICA - Settore VIA/VAS
Via Ponte alle Mosse, 211 - 50144 - Firenze

Prot.v. **segnatura informatica**

cl.: **FI.01.13.16/47.91**

03/11/2023

via **PEC**

c.a. Ing. Giacomo Parenti
Presidente Osservatorio Ambientale
Nodo AV di Firenze
PEC: osservatorioambientalenodoavfirenze@legalmail.it

Ing. Marco Gardenti
Ufficio Nodo AV di Firenze
Direzione Sistema Tramviario Metropolitan
Comune di Firenze
Viale Fratelli Rosselli 5/7, Firenze
PEC: sistemtramviario@pec.comune.fi.it

p.c. Ing. Antonio Milillo
segreteria tecnica Osservatorio Ambientale
Nodo AV di Firenze
c/o Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica
PEC: VA@pec.mite.gov.it

Ing. Fabrizio Rocca
Direzione Investimenti Area Centro
Rete Ferroviaria Italiana S.p.A.
PEC: rfi-din-dic.fi@pec.rfi.it

Oggetto: **Nodo AV di Firenze: opera di scavalco (Lotto 1) - Primi esiti delle verifiche sulle acque drenate dalla galleria artificiale.**

Indice

| | | |
|------|---|---|
| 1. | DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO..... | 1 |
| 1.1. | Principali documenti di riferimento | 1 |
| 2. | PREMESSA..... | 2 |
| 3. | DATI ACQUISITI..... | 2 |
| 3.1. | Localizzazione delle infiltrazioni in galleria e dei punti di campionamento | 2 |
| 3.2. | Risultati analitici | 3 |
| 4. | VALUTAZIONI..... | 5 |
| 4.1. | Elementi di idrogeologia dell'area | 5 |
| 4.2. | Esiti analitici | 6 |
| 4.3. | Possibili azioni di approfondimento..... | 7 |
| 5. | CONCLUSIONI..... | 8 |

1. DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

I documenti sono richiamati nel testo con pari numerazione tra parentesi quadre.

1.1. Principali documenti di riferimento

I documenti sono elencati in ordine cronologico inverso.

- [a] Nota consorzio Florentia prot. n. 55918 del 7/9/2023 "Trasmissione dei dati di monitoraggio del sistema di continuità di falda del mese di agosto 2023" (prot. ARPAT n. 66991 del 7/9/2023);
- [b] Elaborato Nodavia FEW100CZZRHGE0002002B "Addendum fase 1 - Studio dell'interferenza del tracciato interrato passante AV sulle acque sotterranee nel Comune di Firenze" del 19/9/2012;
- [c] Elaborato Nodavia FEW100EZZCLID0100001B – "Opera di scavalco e galleria artificiale – sistema di continuità della falda – relazione di calcolo" del 28/10/2009 (elaborati generali del PAC – n. 31 di 57);

- [d] Elaborato Nodavia FEW100EZZRHGE0002001C “Studio dell’interferenza del tracciato interrato passante AV sulla acque sotterranee del Comune di Firenze” del 31/10/2009 (elaborati generali del PAC – n. 29 di 57);
- [e] Elaborato Nodavia FEW100EZZF8GE0005002A “Profili geologici litologico tecnici trasversali” del 11/02/2008 (elaborati generali del PAC – n. 17 di 57).

2. PREMESSA

Nell’agosto 2022 è emersa sugli organi di informazione¹ la presenza di infiltrazioni nel tratto di galleria artificiale realizzato nell’ambito dell’opera di scavalco; tale elemento è stato evidenziato anche dall’Associazione Idra nell’ambito dell’audizione presso l’Osservatorio Ambientale svoltasi il 19/7/2023.

Si è perciò ritenuto opportuno effettuare, d’iniziativa, sopralluoghi e prelievi di acque presso l’opera in questione, al fine di ricavare elementi potenzialmente utili a definire eventuali connessioni/interferenze tra l’opera e le acque sotterranee di interesse ambientale.

3. DATI ACQUISITI

3.1. Localizzazione delle infiltrazioni in galleria e dei punti di campionamento

In base ai sopralluoghi effettuati (in data 1/9/2023 e 11/9/2023), le infiltrazioni sono risultate principalmente occorrere nella WBS GA01, intorno alla progressiva 6+900 lato binario pari (lato Sud-Ovest), nella camera di arrivo delle frese (GA01 in Figura 1). Le infiltrazioni sono risultate provenire dalla parte sommitale dei diaframmi di contenimento. Al momento dei sopralluoghi, il quantitativo d’acqua percolante appariva dell’ordine di 1÷2 l/s, quantificazione comunque solo approssimativamente valutabile “a vista” e non misurabile direttamente, dato che la venuta d’acqua è diffusa su alcuni metri e scorre in parte in aderenza ai diaframmi realizzati.

Altre infiltrazioni, di entità minore, sono state individuate intorno alle progressive 7+000 e 7+200, prevalentemente sul lato binario dispari (lato Nord-Est).

Inoltre, durante i sopralluoghi è emersa la presenza di infiltrazioni di acqua anche nel tratto “cieco” del sottopasso pedonale via Fanfani / via del Sodo (FA in Figura 1). Tale sottopasso pedonale, prima della realizzazione degli interventi di realizzazione dell’opera di scavalco, costituiva un collegamento pedonale senza soluzione di continuità tra via Fanfani e via del Sodo. In seguito ai lavori di realizzazione dell’opera di scavalco, il sottopasso è stato parzialmente demolito nel tratto sottostante alla linea ferroviaria Firenze-Prato, e sostituito dall’attuale sovrappasso. Si è quindi valutato di effettuare campionamento anche su tali acque.

Infine, allo scopo di completare il quadro, sono stati campionati i pozzi M2 e M4 del sistema di continuità di falda, attualmente in gestione al Consorzio Florentia, soggetto realizzatore delle opere per la riorganizzazione del Nodo AV di Firenze.

L’ubicazione dei punti di campionamento è riportata nella Figura 1.

¹ Si veda ad esempio:

- “Tav a Firenze, la galleria è un colabrodo. Da rifare anche i lavori conclusi 11 anni fa”, di Ilaria Ulivelli, La Nazione, 20/8/2022: <https://www.lanazione.it/firenze/cronaca/tav-0a2a2ed9>;
- “Qual’è lo stato dello scavalco ferroviario di Rifredi?”, Nove da Firenze, 22/8/2022: <https://www.nove.firenze.it/quale-lo-stato-dello-scavalco-ferroviario-di-rifredi.htm>.

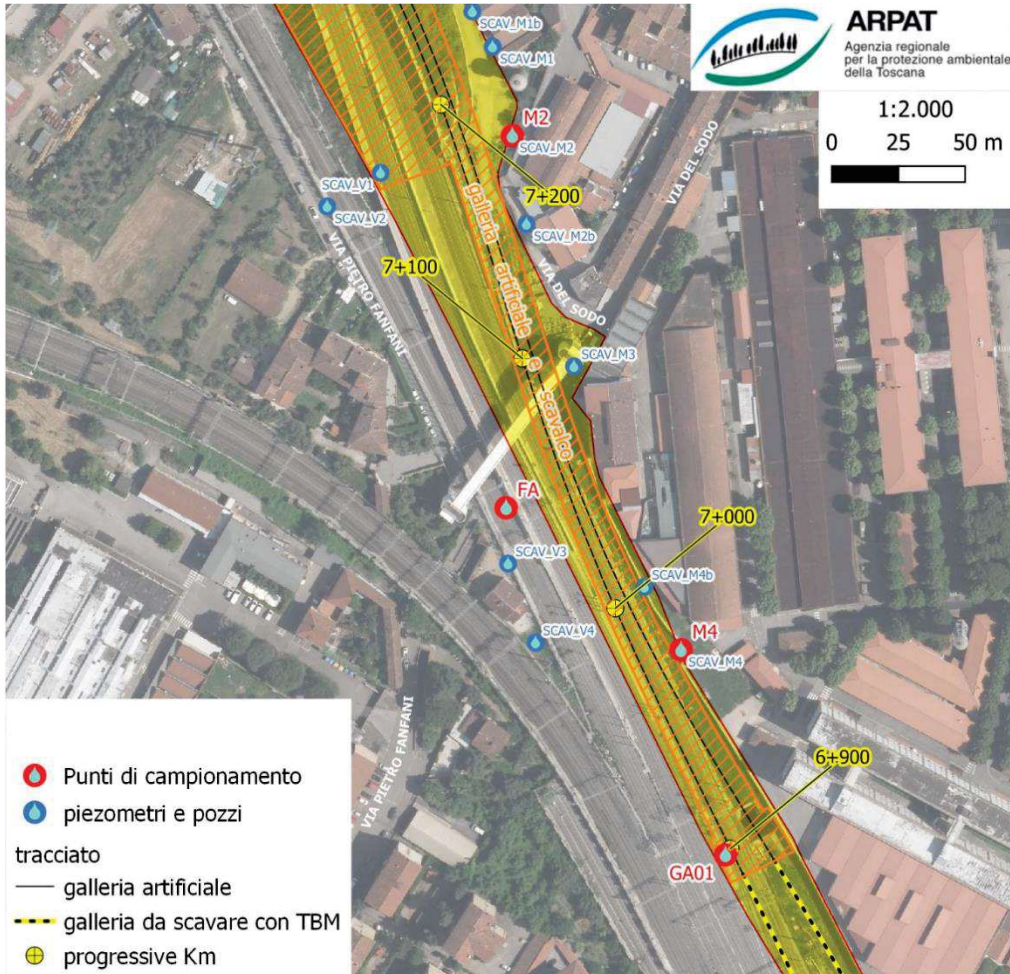


Figura 1: ubicazione punti di campionamento. **M4** pozzo M4 di emungimento del sistema di continuità di falda; **M2** pozzo M2 di emungimento del sistema di continuità di falda; **GA01** principale infiltrazione nella galleria artificiale GA01; **FA** infiltrazione in tratto cieco sottopasso via Fanfani / via del Sodo

3.2. Risultati analitici

Dai campionamenti sono risultati i valori analitici presentati in Tabella 1.

Tabella 1: esiti delle analisi sui campioni di acqua prelevati il 1/9/2023 e 11/9/2023.

In **arancio** sono evidenziati i valori superiori alla CSC²; in **giallo** i valori per cui non è prevista una CSC, ma comunque da attenzionare.

| | FA | | GA01 | | M2 | | M4 | |
|--|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|--|
| | 11/9/2023 | 1/9/2023 | 11/9/2023 | 1/9/2023 | 11/9/2023 | 1/9/2023 | 11/9/2023 | |
| BIOLOGIA | | | | | | | | |
| conta di Escherichia Coli - MPN/100 mL | 2 | | 5475 | | < 1 | | < 1 | |
| BTEX | | | | | | | | |
| Benzene - µg/L | < 0,1 | < 0,1 | | < 0,1 | | < 0,1 | | |
| Etilbenzene - µg/L | < 0,1 | < 0,1 | | < 0,1 | | < 0,1 | | |
| Meta-Xilene+Para-Xilene - µg/L | < 0,2 | < 0,2 | | < 0,2 | | < 0,2 | | |
| Orto-Xilene - µg/L | < 0,1 | < 0,1 | | < 0,1 | | < 0,1 | | |
| Toluene - µg/L | < 0,1 | < 0,1 | | < 0,1 | | < 0,1 | | |

2 Concentrazione Soglia di Contaminazione: Tabella 2, Allegato 5 al Titolo V, Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006.

| | FA | GA01 | | M2 | | M4 | |
|--|-----------|----------|-----------|--------------------|-----------|-------------------|-----------|
| | 11/9/2023 | 1/9/2023 | 11/9/2023 | 1/9/2023 | 11/9/2023 | 1/9/2023 | 11/9/2023 |
| CHIMICA DI BASE | | | | | | | |
| Ammonio - mg/L | 0,38 | 0,49 | 0,32 | 0,05 | 0,29 | 0,33 | 0,36 |
| Bicarbonati - mg/L HCO ₃ | 220 | 354 | 360 | 421 | 427 | 427 | 433 |
| Boro - µg/L | 84 | 85 | | 190 | | 57 | |
| Calcio - mg/L Ca | 69,7 | 98,5 | 99,6 | 116 | 115 | 110 | 115 |
| Carbonio Inorganico Totale (TIC) - mg/L C | | 63 | | 83 | | 80 | |
| Carbonio Organico Totale - mg/L C | 3,1 | 1,3 | | 3,2 | | 2,3 | |
| Cloruri - mg/L Cl | 53,7 | 44 | 44,3 | 41,3 | 41,5 | 80 | 101 |
| Fluoruri - mg/L | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,31 | 0,3 | 0,2 | 0,2 |
| Magnesio - mg/L Mg | 10 | 19,2 | 19,5 | 22,2 | 22,2 | 25,8 | 29,5 |
| Nitrati - mg/L NO ₃ | 6,5 | 19,5 | 19,2 | 32,4 | 31,7 | 8,1 | 9 |
| Nitriti - mg/L NO ₂ | < 0,05 | < 0,05 | < 0,02 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Potassio - mg/L K | 2,9 | 2,4 | 2,6 | < 1 | < 1 | < 1 | 0,3 |
| Sodio - mg/L Na | 39,5 | 40,4 | 40,8 | 43,9 | 43,5 | 55,6 | 56,2 |
| Solfati - mg/L SO ₄ | 52,2 | 53,1 | 53,2 | 45,1 | 44,7 | 43,6 | 42,5 |
| IDROCARBURI | | | | | | | |
| Idrocarburi 10<C<40 (espressi come n-Esano) - µg/L | < 25 | < 25 | | 21000 | | 6000 | |
| Idrocarburi 6<C≤10 (espressi come n-Esano) - µg/L | < 25 | < 25 | | < 25 | | < 25 | |
| Idrocarburi totali (espressi come n- Esano) - µg/L | < 25 | < 25 | | 21000 ³ | | 6000 ³ | |
| METALLI | | | | | | | |
| Alluminio - µg/L | 31 | < 20 | | < 20 | | < 20 | |
| Antimonio - µg/L | 1,1 | < 0,5 | | < 0,5 | | < 0,5 | |
| Argento - µg/L | < 0,5 | < 0,5 | | < 0,5 | | < 0,5 | |
| Arsenico - µg/L | 0,6 | < 0,5 | | < 0,5 | | < 0,5 | |
| Bario - µg/L | 61 | 58 | | 63 | | 92 | |
| Berillio - µg/L | < 0,4 | < 0,4 | | < 0,4 | | < 0,4 | |
| Cadmio - µg/L | < 0,2 | < 0,2 | | < 0,2 | | < 0,2 | |
| Cobalto - µg/L | < 0,5 | 1,1 | | < 0,5 | | < 0,5 | |
| Cromo - µg/L | < 2,5 | < 2,5 | | < 2,5 | | < 2,5 | |
| Cromo VI - µg/L | 0,6 | < 0,5 | | < 0,5 | | < 0,5 | |
| Ferro - µg/L | < 20 | < 20 | | < 20 | | 22 | |
| Manganese - µg/L | < 5 | < 5 | | 7,2 | | < 5 | |
| Mercurio - µg/L | < 0,1 | < 0,1 | | < 0,1 | | < 0,1 | |
| Nichel - µg/L | 1,3 | 3,6 | | < 1 | | 1,9 | |
| Piombo - µg/L | < 1 | < 1 | | < 1 | | < 1 | |
| Rame - µg/L | 3,4 | 2,1 | | 5,1 | | < 2 | |
| Selenio - µg/L | < 0,5 | < 0,5 | | < 0,5 | | < 0,5 | |
| Tallio - µg/L | < 0,2 | < 0,2 | | < 0,2 | | < 0,2 | |

3 CSC = 350 µg/L.

| | FA | GA01 | | M2 | | M4 | |
|--|-------------------|------------------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|
| | 11/9/2023 | 1/9/2023 | 11/9/2023 | 1/9/2023 | 11/9/2023 | 1/9/2023 | 11/9/2023 |
| Vanadio - µg/L | 3,8 | 1,2 | | < 0,5 | | < 0,5 | |
| Zinco - µg/L | < 10 | < 10 | | 20 | | 170 | |
| ORGANOALOGENATI | | | | | | | |
| 1,1,1-Tricloroetano - µg/L | < 0,1 | < 0,1 | | < 0,1 | | < 0,1 | |
| 1,2-Dicloroetano - µg/L | < 0,1 | < 0,1 | | < 0,1 | | < 0,1 | |
| 1,2-Dicloroetilene - µg/L | < 1 | < 1 | | < 1 | | 1,8 | |
| Bromodichlorometano - µg/L | 0,07 | < 0,01 | | < 0,01 | | < 0,01 | |
| Cloruro di Vinile - µg/L | < 0,05 | < 0,05 | | < 0,05 | | < 0,05 | |
| Dibromoclorometano - µg/L | < 0,01 | < 0,01 | | < 0,01 | | < 0,01 | |
| Diclorometano - µg/L | < 0,1 | < 0,1 | | < 0,1 | | < 0,1 | |
| Esaclorobutadiene - µg/L | < 0,01 | 0,01 | | < 0,01 | | < 0,01 | |
| Tetracloroetilene - µg/L | < 0,1 | 2,0 ⁴ | | 0,22 | | < 0,1 | |
| Tetraclorometano - µg/L | < 0,1 | < 0,1 | | < 0,1 | | < 0,1 | |
| Tricloroetilene - µg/L | < 0,1 | < 0,1 | | 0,27 | | 0,87 | |
| Triclorometano - µg/L | 0,53 ⁵ | 0,02 | | < 0,01 | | < 0,01 | |
| SPEDITIVI DI CAMPO | | | | | | | |
| conducibilità - µS/cm | 611 | 774 | 772 | 876 | 840 | 959 | 995 |
| pH | | 7,9 | | 7,9 | | 7,8 | |
| temperatura °C | 23,4 | 19,7 | 19,7 | 20,5 | 20,3 | 20 | 18,6 |
| TENSIOATTIVI | | | | | | | |
| Tensioattivi anionici (come MBAS) - mg/L | < 0,05 | | < 0,05 | | < 0,05 | | < 0,05 |
| Tensioattivi non ionici - mg/L | < 0,2 | | < 0,2 | | < 0,2 | | < 0,2 |

4. VALUTAZIONI

4.1. Elementi di idrogeologia dell'area

L'area interessata è al margine della pianura di Firenze-Prato-Pistoia, e del relativo corpo idrico sotterraneo. In particolare, al di sotto dei riporti antropici il sottosuolo è caratterizzato - fino ad alcuni metri dalla superficie - dai depositi olocenici del Torrente Terzolle, cui seguono, al di sotto, i depositi pleistocenici del sistema del lago di Prato-Pistoia, intercalati dai depositi del sistema dei torrenti minori (Figura 2). Si tratta, in tutti i casi, di depositi caratterizzati da granulometria variabile (da ghiaie sabbiose a limi argillosi e argille limose).

I valori di permeabilità si collocano nell'intervallo $1 \times 10^{-5} \div 7 \times 10^{-6}$ m/s [c][d], più bassi rispetto alle aree interessate dai cantieri Stazione AV e Campo di Marte. I flussi di falda sono pertanto più ridotti (Figura 3), come indicato dal funzionamento del sistema di continuità di falda, i cui pozzi vengono attivati per lo più in maniera intermittente (si veda ad esempio [a]).

4 Valore superiore alla CSC (1,1 µg/L) ma registrato su campione in prima analisi non riconducibile ad acqua sotterranea.

5 Valore superiore alla CSC (0,15 µg/L) ma registrato su campione in prima analisi non riconducibile ad acqua sotterranea.

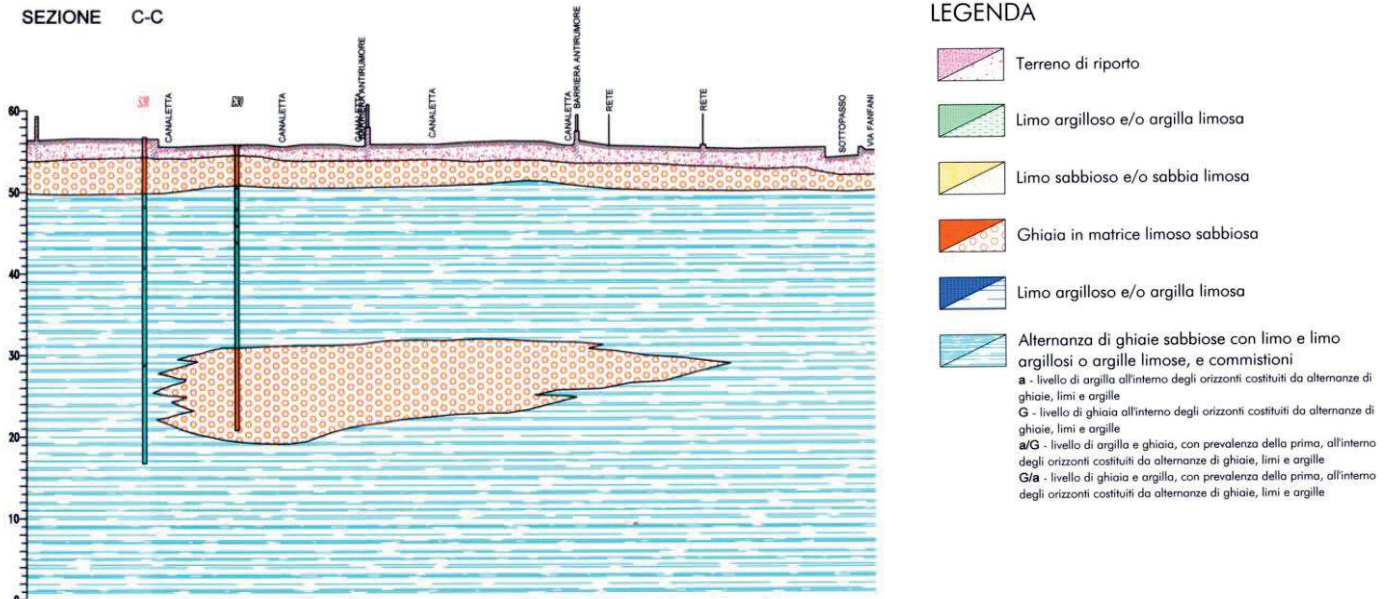


Figura 2: sezione, trasversale alle opere, circa in corrispondenza del sottopasso via Fanfani / via del Sodo (sezione C-C, Piano Ambientale della Cantierizzazione [e]).

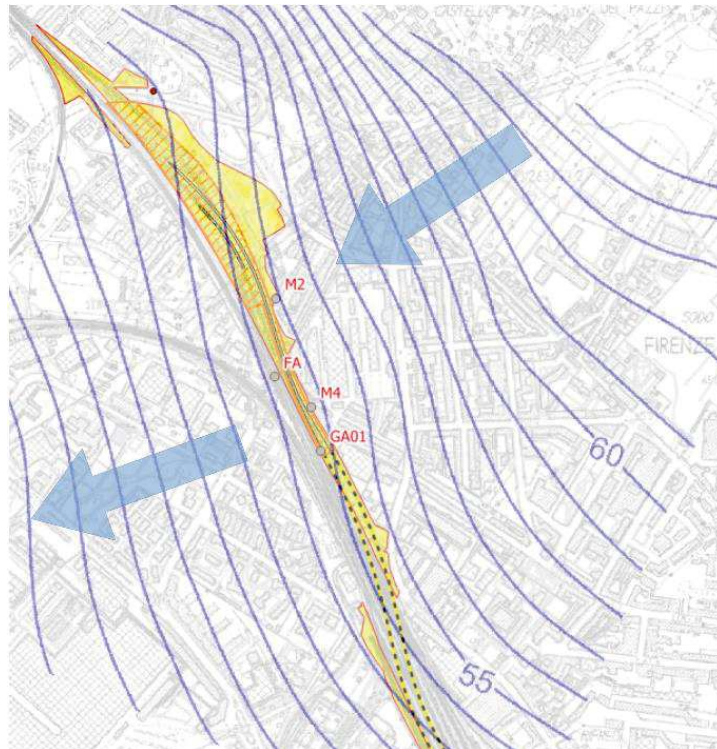


Figura 3: stralcio della piezometrica media (linee piezometriche da [b], cui è stata aggiunta la direzione di flusso prevalente e l'indicazione dei punti in cui sono stati effettuati i prelievi).

4.2. Esiti analitici

Dagli esiti analitici si evidenziano in particolare:

- elevato contenuto di enterobatteri *Escherichia coli* (oltre 5.000 MPN/100 ml) nelle acque filtranti in galleria; non si registra, invece, contaminazione batterica nelle acque da pozzi; evidenziata una minima presenza (2 MPN/100 ml) nelle acque del sottopasso pedonale;
- concentrazioni nei due pozzi campionati decisamente superiori alla CSC nelle acque sotterranee per gli Idrocarburi, contaminazione non presente in galleria e nel sottopasso pedonale;
- limitate evidenze di contaminazione da organoalogenati in galleria e nel sottopasso.

Gli elementi su esposti sono schematicamente evidenziati nelle mappe di seguito riportate (Figura 4 e Figura 5)

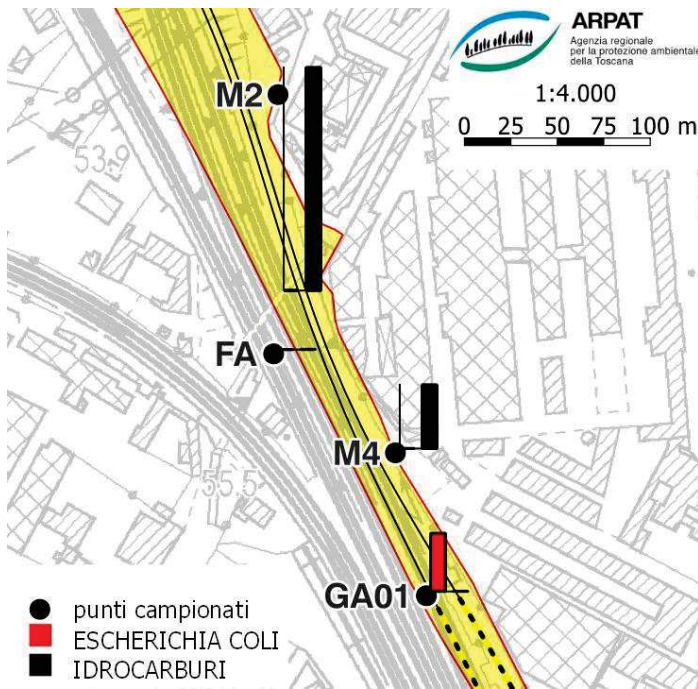


Figura 4: rappresentazione schematica dei valori di Idrocarburi ed Escherichia coli.

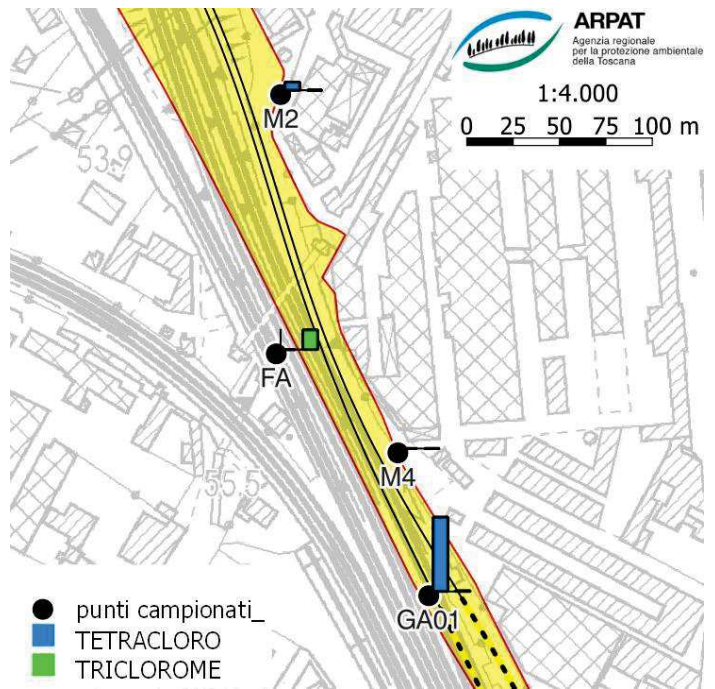


Figura 5: rappresentazione schematica dei valori di Tetracloroetilene e Triclorometano.

Per quanto riguarda il parametro Idrocarburi totali, è possibile effettuare un confronto con i dati rilevati da Italferr nei piezometri di monitoraggio dell'area durante il periodo di *corso d'opera* (realizzazione del cosiddetto "Lotto 1", opera di scavalco), cioè nel periodo dal 2009 al 2012. Da tali dati risulta (Figura 6) che non si sono mai registrati superamenti della CSC, eccetto un caso nel 2010 per il PZM_1 (piezometro di monte).

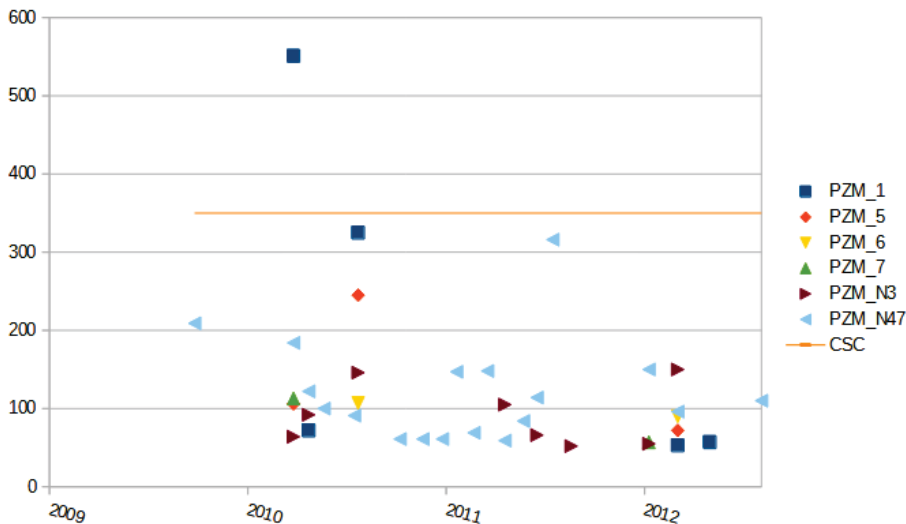


Figura 6: valori di Idrocarburi nei piezometri di monitoraggio Italferr.

I valori attualmente riscontrati si pongono quindi su livelli di oltre 10 volte superiori al massimo registrato fino all'anno 2012. Dopo tale anno, infatti, il monitoraggio è proseguito con il solo rilevamento dei livelli piezometrici, essendosi conclusi i lavori del "Lotto 1".

La marcata differenza nei valori analitici tra i pozzi di emungimento del sistema di continuità di falda e le infiltrazioni in galleria suggeriscono di poter escludere che la principale infiltrazione in galleria sia riconducibile ad acqua di falda. Visti invece i risultati di elevata presenza di enterobatteri, è ipotizzabile – ad una prima analisi – che le acque infiltranti derivino da condotti fognari o altri manufatti legati a scarichi civili.

4.3. Possibili azioni di approfondimento

Da quanto sopra emerso risulta opportuno indagare la possibile provenienza delle acque (di scarico) che recapitano in galleria.

Inoltre, appare necessario confermare l'effettivo superamento della CSC per gli Idrocarburi, verifica che potrebbe essere effettuata (Figura 7):

- sugli stessi pozzi M2 e M4;
- su alcuni pozzi e piezometri circostanti, quali:
 - i pozzi del sistema di continuità di falda M1 e M3;
 - alcuni piezometri della rete di monitoraggio Italferr, quali PZM_4, PZM_5, PZM_6, PZM_N3.

A valle di tali conferme, verrà effettuata comunicazione ex art. 244, comma 1 del D.Lgs. 152/2006.

Con tali dati potrà essere maggiormente circoscritta la contaminazione e potranno essere condotti approfondimenti in merito alla possibile provenienza, effettuando anche una valutazione di maggior dettaglio del flusso piezometrico attuale.

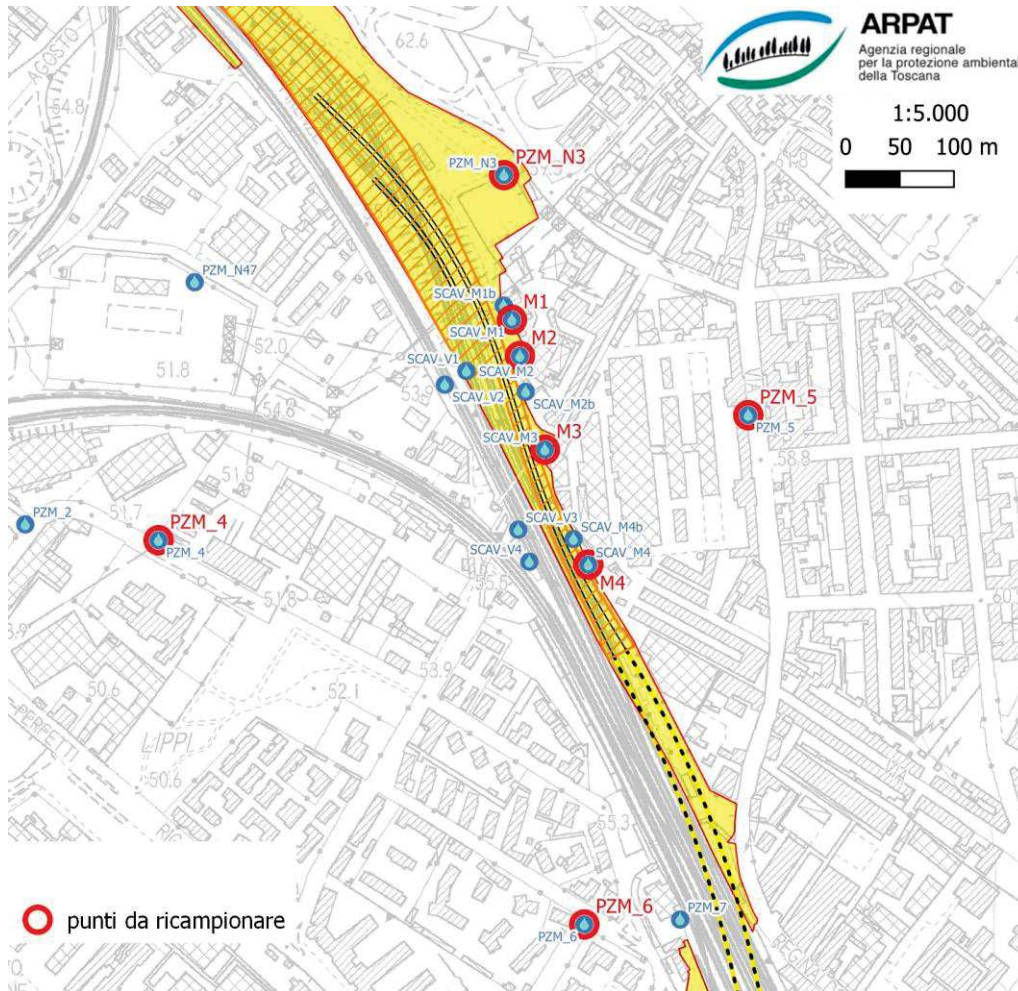


Figura 7: corografia dell'area, con piezometri della rete di monitoraggio Italferr e pozzi Consorzio Florentia.

5. CONCLUSIONI

In base agli esiti analitici condotti sulle acque prelevate presso l'opera di scavalco, la principale infiltrazione in galleria non sembra riconducibile ad acque di falda, bensì a perdite da condotti di scarichi civili, stante l'elevato contenuto in enterobatteri.

Gli esiti hanno anche evidenziato un potenziale superamento della CSC per gli Idrocarburi nelle acque sotterranee dei pozzi M2 e M4. Verrà perciò ripetuto il campionamento a fini confermativi, e successivamente inoltrata comunicazione di superamento concentrazione soglia di contaminazione.

Il Responsabile del Settore VIA/VAS
Dott. *Antongliulo Barbaro* *

* Documento informatico sottoscritto con firma digitale ai sensi del D.Lgs 82/2005. L'originale informatico è stato predisposto e conservato presso ARPAT in conformità alle regole tecniche di cui all'art. 71 del D.Lgs 82/2005. Nella copia analogica la sottoscrizione con firma autografa è sostituita dall'indicazione a stampa del nominativo del soggetto responsabile secondo le disposizioni di cui all'art. 3 del D.Lgs 39/1993