

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP: J41C09000000005

S.O. GEOLOGIA TECNICA, DELL'AMBIENTE E DEL TERRITORIO

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

ASSE FERROVIARIO MONACO - VERONA

ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO
QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA

LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO

GEOLOGIA ED IDROGEOLOGIA

PIANO DI MONITORAGGIO GEOMORFOLOGICO - IDROGEOLOGICO

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

I B 1 Q 3 A R 6 9 R H G E 0 0 0 5 0 0 4 A

| Rev. | Descrizione | Redatto | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autorizzato Data |
|------|---------------------|------------|-------------|------------|-------------|--------------|-------------|----------------------------|
| A | Emissione Esecutiva | M. Sciarra | Agosto 2022 | S. Rodari | Agosto 2022 | C. Mazzocchi | Agosto 2022 | M. Comedini Agosto 2022 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |



File: IB1Q3AR69RHGE0005004A.doc

n. Elab.:

| | | | | | | |
|--|----------|-------|----------|-----------|------|---------|
| Piano di monitoraggio Geomorfologico e Idrogeologico | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| | IB1Q | 3A | R69RH | GE0005004 | A | 2 di 10 |

INDICE

| | | |
|----------|---|----------|
| 1 | PREMESSA | 3 |
| 2 | MONITORAGGIO INCLINOMETRICO | 4 |
| 2.1 | METODOLOGIA DI ACQUISIZIONE DEL DATO INCLINOMETRICO | 5 |
| 3 | ANALISI INTERFEROMETRICHE | 7 |
| 4 | MONITORAGGIO DELLE RISORSE IDRICHE | 8 |

INDICE DELLE TABELLE

| | | |
|------------|--|---|
| TABELLA 1: | PUNTI D'ACQUA CONFERMATI A SEGUITO DELLA PRIMA CAMPAGNA TRIMESTRALE COMPLETA. | 9 |
|------------|--|---|

INDICE DELLE FIGURE

| | | |
|-----------|--|----|
| FIGURA 1. | STRALCIO PLANIMETRICO DELLA CARTA UBICAZIONE INDAGINI, STOP GEOLOGICI E STAZIONI GEOMECCANICHE TAV 1/2 (IB1Q3AR69G4GE0005001A), L'UBICAZIONE DEGLI INCLINOMETRI MONITORATI È RACCHIUSA NEI POLIGONI DI COLORE ARANCIO. | 4 |
| FIGURA 2. | SEZIONI GEOLOGICHE L-L' E N-N' RIPORTATE NELLA TAVOLA SEZIONI GEOLOGICHE TRASVERSALI AL TRACCIATO TAV. 2/2 (IB1Q3AR69W4GE0001002A), CON IL POLIGONO BLU VINEE INDICATA LA PROFONDITÀ DELL'INCLINOMETRO. | 5 |
| FIGURA 3. | SCHEMA DEI COMPONENTI DELLA SONDA INCLINOMETRICA. | 6 |
| FIGURA 4. | GUIDE DELLA TUBAZIONE INCLINOMETRICA. | 7 |
| FIGURA 5. | UBICAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO ATTIVI..... | 10 |

| | | | | | | |
|---|---|-------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------|
|  | ASSE FERROVIARIO MONACO - VERONA ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO | | | | | |
| | Piano di monitoraggio Geomorfologico e Idrogeologico | COMMESSA IB1Q | LOTTO 3A | CODIFICA R69RH | DOCUMENTO GE0005004 | REV. A |

1 PREMESSA

Il presente documento illustra le attività di monitoraggio geomorfologico e idrogeologico in corso di svolgimento che proseguirà in fase di realizzazione e *post-operam* nell'ambito dell'arricchimento del Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica del Lotto 3A della Linea Fortezza – Verona, Circonvallazione di Trento.

L'attività di monitoraggio verrà effettuata sui seguenti punti di misura, di seguito riportati suddivisi per tipologia:

- n° 2 fori attrezzati con tubo inclinometrico, di cui 1 in fase di installazione;
- n° 50 fori attrezzati con piezometro a tubo aperto, di cui 7 nel settore del M. Marzola;
- n° 20 pozzi;
- n° 87 sorgenti;
- n° 4 punti di bianco;
- n° 2 campionatori di acqua piovana (pluviometri).

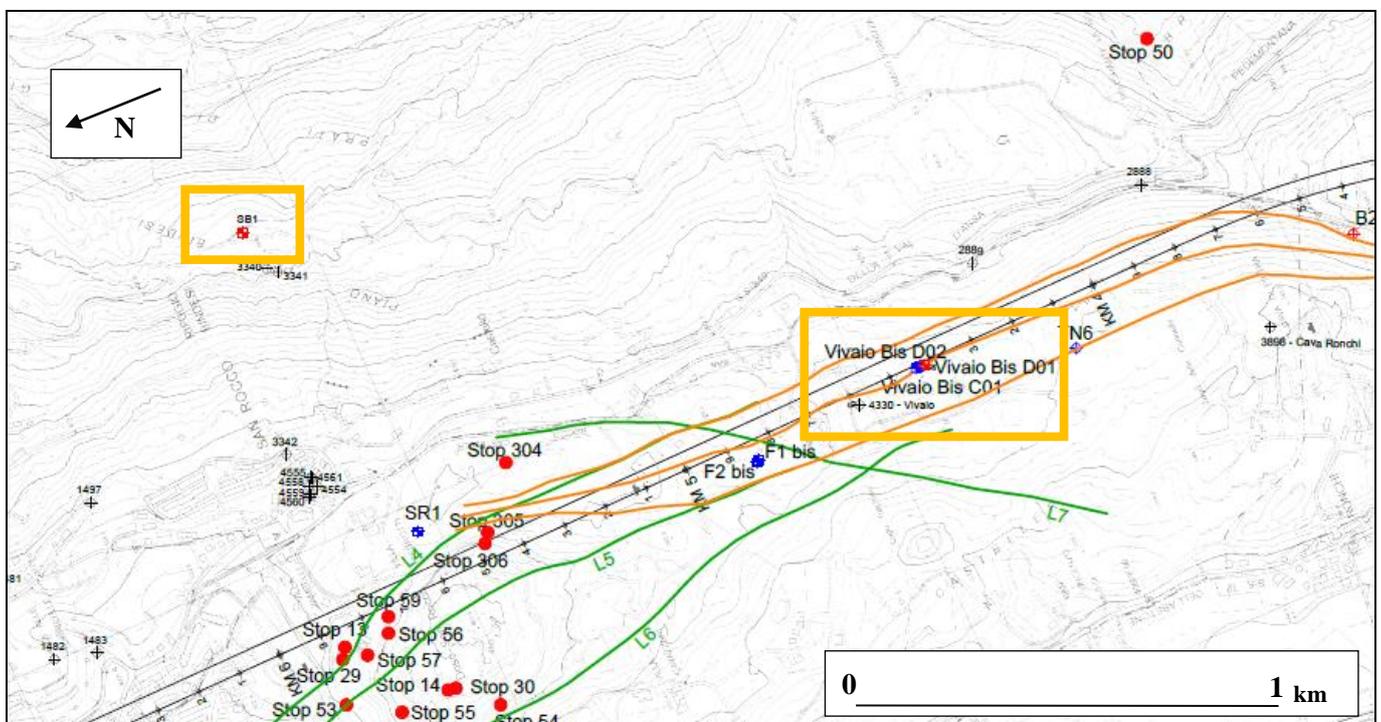
Le attività di monitoraggio sono integrate dai dati interferometrici satellitari, già presentati in fase di PFTE “*Rapporto sull'analisi interferometrica Radar Satellitare del M. Marzola (dati Sentinel 2016-20) - IB1Q3AR69RHGE0005003A*”, che verranno periodicamente aggiornati.

2 MONITORAGGIO INCLINOMETRICO

Nello specifico, il monitoraggio inclinometrico, iniziato ad Aprile 2022, sarà basato sulle letture di due inclinometri profondi:

- il primo, già attivo, denominato VIVAIO Bis D01, è ubicato in asse al tracciato, in corrispondenza della pk 4+400; il tubo inclinometrico (diametro 2") è installato fino ad una profondità di 140 m e le letture vengono effettuate con cadenza mensile. Le caratteristiche tecniche-costruttive dell'inclinometro sono riportate nel documento IB1Q3AR69SGGE0005003B;
- il secondo, in fase di attivazione e con frequenza di lettura mensile, denominato SB1, si trova fuori asse circa 850 m a monte rispetto al tracciato di progetto, all'altezza della pk 5+600; il tubo inclinometrico raggiunge la profondità di 249 m.

Nella figura sottostante che rappresenta uno stralcio della "Carta ubicazione indagini, stop geologici e stazioni geomeccaniche tav 1/2 (IB1Q3AR69G4GE0005001A)" sono riportate le ubicazioni degli inclinometri installati (rappresentati all'interno dei poligoni di colore arancio).



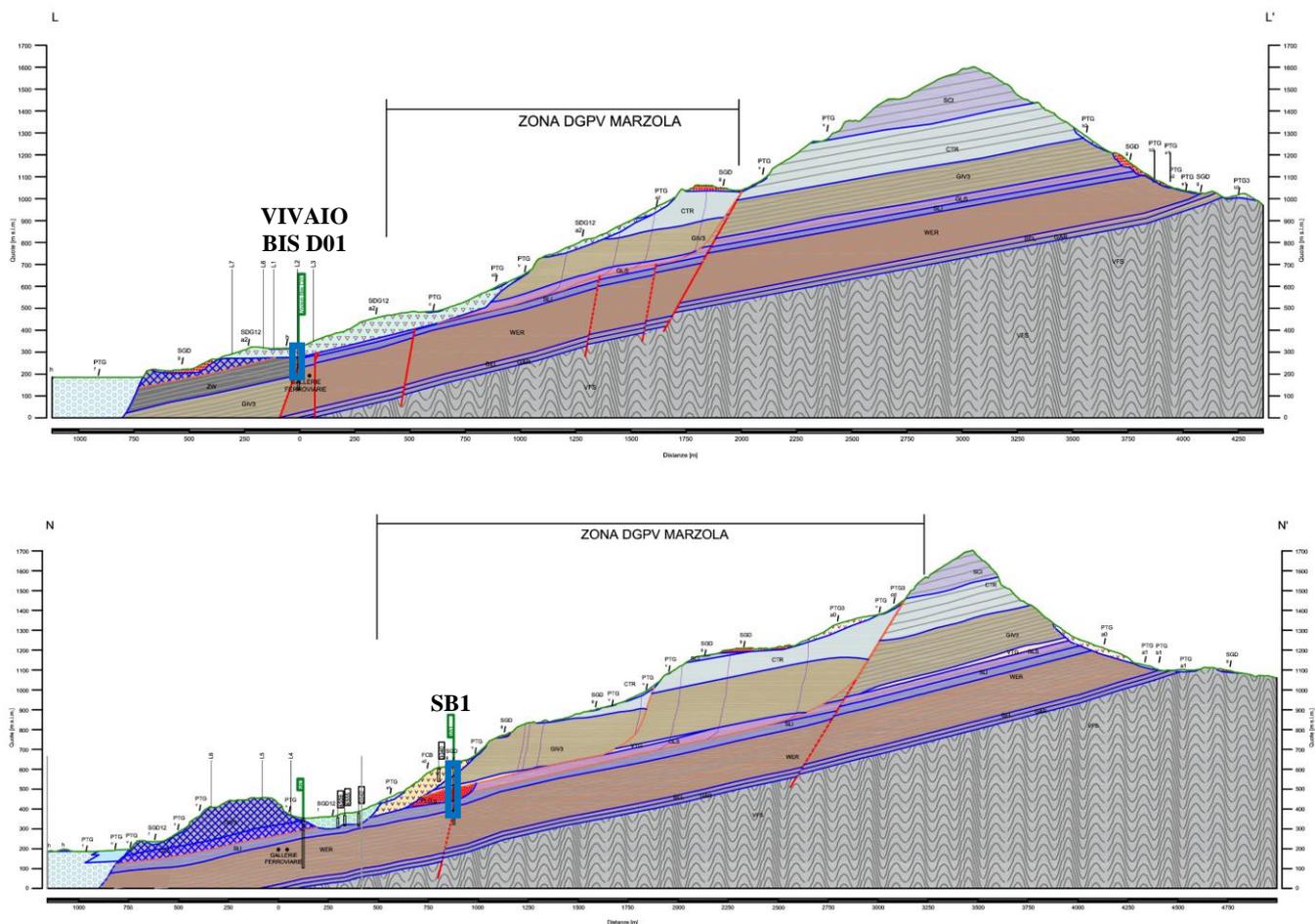


Figura 2. Sezioni geologiche L-L' e N-N' riportate nella tavola Sezioni geologiche trasversali al tracciato tav. 2/2 (IB1Q3AR69W4GE0001002A), con il poligono blu vince indicata la profondità dell'inclinometro.

Il monitoraggio dei due inclinometri, uno lungo il tracciato di progetto al piede del versante (VIVAIO BIS D01) e uno nella porzione mediana del versante (SB1) permetterà di avere un quadro degli eventuali spostamenti in profondità del M. Marzola.

2.1 Metodologia di acquisizione del dato inclinometrico

Le misure avvengono per mezzo di una sonda inclinometrica verticale; questa è costituita da:

- un corpo in acciaio inossidabile con sensore digitale biassiale,
- un connettore elettrico impermeabile,

- due carrelli di ruote di interasse 500 mm e da una punta di gomma per limitare eventuali danni da impatti accidentali.

La sonda calata nel tubo inclinometrico registra le misure con un passo di 0.5 m.

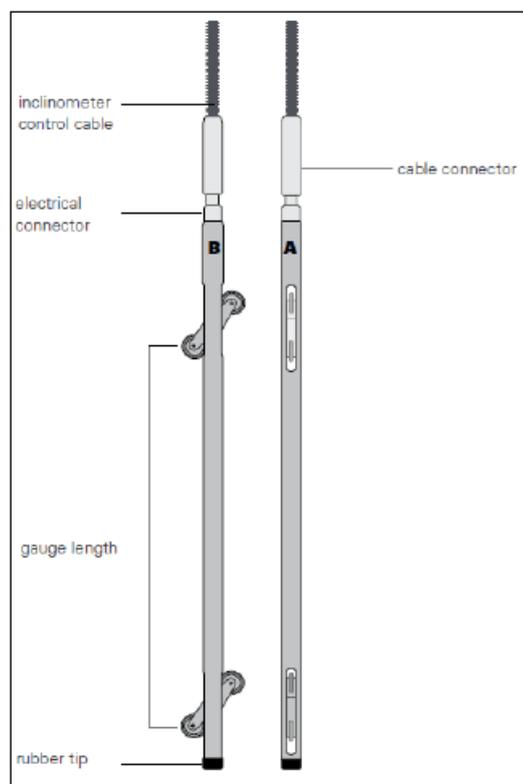


Figura 3. Schema dei componenti della sonda inclinometrica.

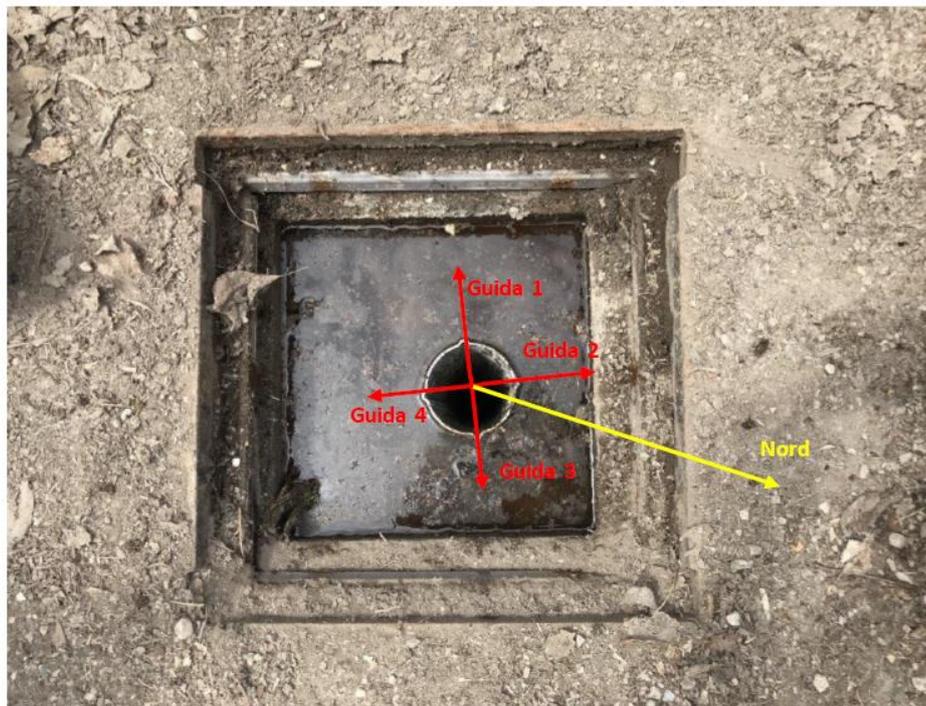


Figura 4. Guide della tubazione inclinometrica.

Per il sondaggio SB1, visto la profondità dell'attrezzaggio del foro, si sta valutando la possibilità di installare un sistema robotizzato.

3 ANALISI INTERFEROMETRICHE

Le attività di monitoraggio inclinometrico vengono integrate dai dati interferometrici satellitari, già presentati in fase di PFTE “Rapporto sull'analisi interferometrica Radar Satellitare del M. Marzola (dati Sentinel 2016-20) - IB1Q3AR69RHGE0005003A”.

L'analisi delle immagini S.A.R. (Synthetic Aperture Radar) vengono elaborate con la tecnica PSI (*Persistent Scatterers Interferometry*), ovvero basandosi sull'analisi di alcuni particolari *targets* presenti in superficie (chiamati *Persistent Scatterers*) con caratteristiche di riflettività costanti tali da poter essere considerati bersagli permanenti “affidabili” come edifici e/o strutture metalliche in elevazione (pali dell'alta tensione). Ove necessario la densità dei riflettori può essere incrementata attraverso l'installazione di nuovi elementi *ad hoc*.

L'elaborazione periodica dei dati acquisiti permetterà di avere valori di velocità media di spostamento (sollevamenti e abbassamenti) in mm/anno nel periodo di tempo esaminato.

| | | | | | | |
|---|---|------------------|-------------|-------------------|------------------------|-----------|
|  | ASSE FERROVIARIO MONACO - VERONA ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO | | | | | |
| | Piano di monitoraggio Geomorfologico e Idrogeologico | COMMESSA IB1Q | LOTTO 3A | CODIFICA R69RH | DOCUMENTO GE0005004 | REV. A |

4 MONITORAGGIO DELLE RISORSE IDRICHE

Da novembre 2021 è in atto un monitoraggio idrogeologico, che proseguirà in fase di realizzazione e *post-operam*, dei punti d'acqua maggiormente significativi all'interno del settore in esame. I punti monitorati sono costituiti da sorgenti, pozzi, piezometri, corsi d'acqua e campionatori di acqua piovana.

L'attività di monitoraggio è iniziata attraverso una valutazione preliminare dei punti d'acqua, per verificarne accessibilità, reale esistenza e fattibilità della misura. I punti monitorati, sono stati successivamente inseriti in un database appositamente costruito, contenente tutte le loro principali informazioni.

Per la definizione delle sorgenti da sottoporre a monitoraggio sono stati adottati i seguenti criteri:

- punto con rischio di interferenza (DHI) medio;
- sorgenti ad uso idropotabile entro i 500 m dal tracciato;
- sorgenti ad uso idropotabile, con portata dichiarata superiore a 0.1 l/s, fino a 1500 m dal tracciato;
- sorgenti fino a 1500 m dal tracciato, anche non per uso idropotabile, con portate superiori a 3 l/s;
- sorgenti localizzate nei pressi di lineamenti geologici significativi.

Per la definizione dei pozzi sono stati invece scelti tutti quelli ricadenti nell'immediato intorno del tracciato che, in funzione delle caratteristiche di profondità, ubicazione, e contesto geologico potessero fornire informazioni utili alla caratterizzazione delle acque sotterranee.

Per quanto concerne i piezometri, sono stati inseriti tutti i sondaggi eseguiti da Italferr negli anni e attrezzati con tubo piezometrico. Sono stati inoltre inseriti i piezometri PAT presenti nell'area Scalo Filzi – Solteri nonché ulteriori piezometri legati a precedenti sondaggi presenti nel database geognostico della PAT.

Per le acque superficiali si è scelto di monitorare tutti i corsi d'acqua principali e secondari che intercettano planimetricamente il tracciato, sia in termini di misura delle portate in alveo sia in termini di analisi idrochimiche.

Per ogni corso d'acqua sono monitorate due sezioni, una a monte ed una a valle del tracciato, al fine di valutare le variazioni di portata e parametri chimico-fisici in condizioni *ante-operam*.

La raccolta delle acque piovane a fini di analisi isotopica è invece affidata a due appositi raccoglitori (pluviometri) ubicati al Rifugio Maranza e al Centro Fauna Alpina del Casteller.

Infine, i cosiddetti punti di bianco (3 sorgenti e 1 acqua corrente), sono stati scelti in funzione della loro localizzazione oltre il preventivato areale di influenza dell'opera in progetto.

| | | | | | | |
|--|---|------------------|-------------|-------------------|------------------------|-----------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | ASSE FERROVIARIO MONACO - VERONA ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO | | | | | |
| | Piano di monitoraggio Geomorfologico e Idrogeologico | COMMESSA IB1Q | LOTTO 3A | CODIFICA R69RH | DOCUMENTO GE0005004 | REV. A |

Le campagne di misura, che si svolgono su base trimestrale e mensile, per una serie di punti ritenuti maggiormente significativi, prevedono le seguenti determinazioni:

- parametri chimico-fisici in situ attraverso misure speditive (portata, soggiacenza, temperatura, conducibilità elettrica specifica a 20 °C e pH);
- analisi idrochimiche su campioni di acqua: elementi principali (Sodio, Potassio, Calcio, Magnesio, Cloruri, Solfati, ione Bicarbonato, ione Carbonato, Nitrati, Silice solubile) con cadenza trimestrale; elementi in traccia (Arsenico, Alluminio, Stronzio, Litio, Fosfati, Uranio, Piombo, Selenio, Boro, Antimonio, Cadmio, Ferro, Nichel) con cadenza semestrale;
- analisi isotopiche su campioni d'acqua (cadenza da mensile a trimestrale per $\delta^{18}\text{O}$ e Deuterio; da trimestrale a semestrale per il Trizio);
- analisi batteriologiche con cadenza semestrale (conta colonie su agar a 36°C, conta coliformi totali, conta coliformi fecali, conta enterococchi e spore di clostridi solfito riduttori).

A seguito dell'eliminazione di alcuni punti, non trovati, inesistenti o abbandonati il totale dei punti ammonta a 177. Attualmente il monitoraggio idrogeologico ha finora permesso di ottenere dati su 151 punti d'acqua. Quelli per i quali non si è riusciti ad ottenere dati verranno riverificati nelle prossime campagne. L'ubicazione dei punti attualmente oggetto di monitoraggio, suddivisi per tipologia, è rappresentata in Figura 5. Di questi punti fanno parte anche 6 sorgenti inserite nel monitoraggio a partire da dicembre 2021 a seguito di richiesta della Provincia Autonoma di Trento.

Tabella 1: Punti d'acqua confermati a seguito della prima campagna trimestrale completa.

| POZZI | TORRENTI | SORGENTI | PIEZOMETRI | PLUVIOMETRI | PUNTI BIANCO |
|-------|----------|----------|------------|-------------|--------------|
| 20 | 7 * | 87** | 50 | 2*** | 4 |

* Totale di 14 sezioni di misura

** Numero comprensivo delle sorgenti suggerite dalla PAT e assimilate nel monitoraggio a seguito del primo controllo

*** 4 considerando anche i 2 contenitori installati accanto ai PALMEX

Nella carta di ubicazione dei punti d'acqua monitorati (IB1Q3AR69G3GE0002003A) sono indicati mediante apposito riquadro rosso i punti eliminati a seguito della prima campagna trimestrale, poiché sono risultati inesistenti o abbandonati. Con riquadro giallo invece, sono riportati quei punti per i quali non è stato possibile eseguire il monitoraggio poiché non raggiungibili, non trovati o non misurabili, ma comunque ritenuti meritevoli di ulteriore verifica. Infine, con il riquadro verde sono indicati i piezometri non ancora realizzati al tempo della prima campagna trimestrale e le sorgenti, segnalate dalla PAT, entrate nel monitoraggio solo a seguito di verifica preliminare.

Per la valutazione delle potenziali interferenze tra l'opera e i punti d'acqua si rimanda al capitolo sul DHI della relazione geologica (par. 10.9 Valutazione della possibilità di interferenza per le sorgenti lungo il tracciato), mentre per i dati specifici sui parametri registrati durante il monitoraggio si rimanda ai seguenti elaborati:

- IB1Q3AR69RHGE0002001A: Report di monitoraggio idrogeologico (nov. 2021 – mar. 2022);
- IB1Q3AR69RHGE0002002A: Report di monitoraggio idrogeologico. Misure di portata in alveo (gen. – feb. 2022);
- IB1Q3AR69RGGE0001002A: Schede dei punti d'acqua (nov. 2021 – mar. 2022).
- IB1Q3AR69G3GE0002002A: Carta del rischio dei punti d'acqua (DHI).

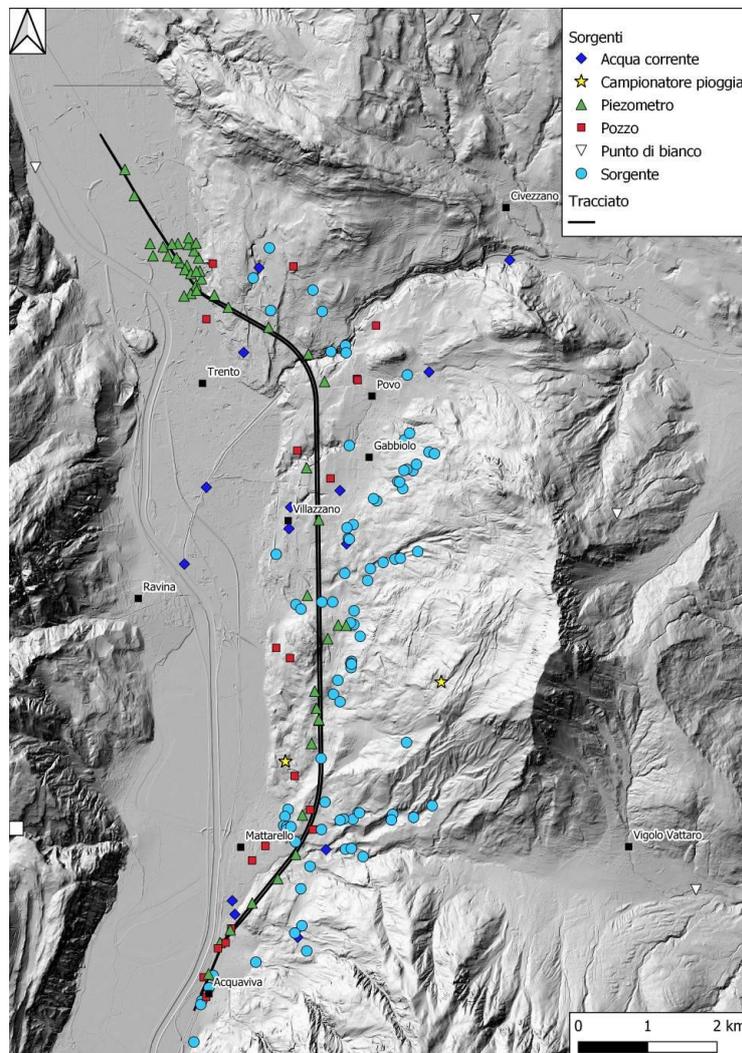


Figura 5. Ubicazione dei punti di monitoraggio attivi.