

**MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI  
STRUTTURA TECNICA DI MISSIONE**

**REGIONE PIEMONTE  
COMUNI DI TORINO, COLLEGNO E RIVOLI**

INFRATRASPORTI.TO S.r.l.



**METROPOLITANA AUTOMATICA DI TORINO  
LINEA 1 - PROLUNGAMENTO OVEST - CASCINE VICA**

**PROGETTAZIONE ESECUTIVA  
METROPOLITANA DI TORINO TRATTA 3  
COLLEGNO (Diramazione Deposito) - CASCINE VICA  
Lotto Funzionale 2 : Collegno Centro - Cascine Vica**


| PROGETTO ESECUTIVO |  |                          |      |      |   |      |      |  |      |  |      |      |      |      |   |  |  |   |   |
|--------------------|--|--------------------------|------|------|---|------|------|--|------|--|------|------|------|------|---|--|--|---|---|
| IL PROGETTISTA     |  |                          |      |      |   |      |      |  |      |  |      |      |      |      |   |  |  |   |   |
|                    | <p align="center">SUDI E INDAGINI<br/>GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA, GEOTECNICA E SISMICA</p> <p align="center">RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA</p> |                          |      |      | <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">REV.</th> <th colspan="2">int.</th> <th colspan="2">est.</th> </tr> <tr> <th>int.</th> <th>est.</th> <th>int.</th> <th>est.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td></td> <td></td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table> | REV. | int. |  | est. |  | int. | est. | int. | est. | 0 |  |  | 0 | 1 |
| REV.               | int.   |                          | est. |      |   |      |      |  |      |  |      |      |      |      |   |  |  |   |   |
|                    | int.   | est.                     | int. | est. |   |      |      |  |      |  |      |      |      |      |   |  |  |   |   |
| 0                  |  |                          | 0    | 1    |   |      |      |  |      |  |      |      |      |      |   |  |  |   |   |
| SCALA              | DATA   | DIS.N.                   |      |      |   |      |      |  |      |  |      |      |      |      |   |  |  |   |   |
| -                  | 12-02-19   | MT L1 T3 A2 E GEOGENR002 |      |      |   |      |      |  |      |  |      |      |      |      |   |  |  |   |   |

**AGGIORNAMENTI**

Fg. 1 di 1

| REV. | DESCRIZIONE                        | DATA     | REDATTO | CONTROL. | APPROV. | VISTO |
|------|------------------------------------|----------|---------|----------|---------|-------|
| 0    | EMISSIONE                          | 14-01-19 | ØØW     | AEU      | AEU     | GAS   |
| 1    | REVISIONE A SEGUITO DI ISTRUTTORIA | 12-02-19 | ØØW     | AEU      | AEU     | GAS   |
| -    | -                                  | -        | -       | -        | -       | -     |
| -    | -                                  | -        | -       | -        | -       | -     |
| -    | -                                  | -        | -       | -        | -       | -     |

|  |          |          |     |          |              |              |   |
|--|----------|----------|-----|----------|--------------|--------------|---|
| <table border="1"> <tr> <td>LOTTO 2</td> <td>CARTELLA</td> <td>2.1</td> <td>11</td> <td>MTL1T3A2</td> <td>E GEOGENR002</td> </tr> </table> | LOTTO 2  | CARTELLA | 2.1 | 11       | MTL1T3A2     | E GEOGENR002 | <p align="center">CONCESSIONARIA<br/>Il Responsabile del Procedimento<br/><i>Vanni Cappellato</i></p> |
| LOTTO 2  | CARTELLA | 2.1      | 11  | MTL1T3A2 | E GEOGENR002 |              |   |

|  |   |                      |
|--|---|----------------------|
|  <b>INFRA.TO</b><br><i>infrastrutture per la mobilità</i> | Metropolitana Automatica di Torino – Linea<br>1- Tratta 3 Collegno – Cascine Vica: 2°<br>Lotto funzionale “Collegno Centro-Cascine<br>Vica” | MTL1T3A2E GEOGENR002 |
|  |   | Revisione 0-1        |


## Metropolitana Automatica di Torino – Linea 1 Prolungamento Ovest – Cascine Vica – Lotto funzionale 2 “Collegno Centro-Cascine Vica”

### RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA

| REV. | REDAZIONE              |       | VERIFICA                 |       | APPROVAZIONE             |       | DATA       |
|------|------------------------|-------|--------------------------|-------|--------------------------|-------|------------|
|      | NOME                   | FIRMA | NOME                     | FIRMA | NOME                     | FIRMA |            |
| 1    | Geol. Arianna<br>Bucci |       | Geol. Attilio<br>Eusebio |       | Geol. Attilio<br>Eusebio |       | 12/02/2019 |
| 0    | Geol. Arianna<br>Bucci |       | Geol. Attilio<br>Eusebio |       | Geol. Attilio<br>Eusebio |       | 14/01/2019 |
|      |                        |       |                          |       |                          |       |            |
|      |                        |       |                          |       |                          |       |            |

## INDICE

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUZIONE .....</b>   | <b>3</b>  |
| <b>2</b> | <b>NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....</b>  | <b>3</b>  |
| <b>3</b> | <b>DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....</b>   | <b>3</b>  |
| <b>4</b> | <b>INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....</b>  | <b>6</b>  |
| <b>5</b> | <b>INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E GEOLOGICO.....</b>                          | <b>6</b>  |
| 5.1      | Inquadramento geologico e studi precedenti.....                               | 6         |
| 5.2      | Cementazione dei depositi quaternari .....                                    | 9         |
| 5.3      | Inquadramento geomorfologico .....  | 10        |
| 5.4      | Inquadramento idrogeologico.....  | 10        |
| 5.5      | Sismicità dell’area .....   | 13        |
| <b>6</b> | <b>INDAGINI GEOGNOSTICHE .....</b>  | <b>14</b> |
| 6.1      | Indagini pregresse.....   | 14        |
| 6.2      | Indagini Progetto Esecutivo .....   | 15        |
| 6.2.1    | Sondaggi a carotaggio continuo e a distruzione di nucleo .....                | 15        |
| 6.2.2    | Prove in situ .....   | 16        |
| 6.2.3    | Indagini geofisiche .....   | 17        |
| 6.2.4    | Misura della falda freatica.....  | 17        |
| 6.2.5    | Prove di laboratorio .....  | 17        |
| <b>7</b> | <b>SITUAZIONE LITOSTRATIGRAFICA LOCALE .....</b>                              | <b>17</b> |
| <b>8</b> | <b>ASSETTO IDROGEOLOGICO LOCALE .....</b>                                     | <b>25</b> |
| <b>9</b> | <b>DESCRIZIONE DELLE CONDIZIONI GEOLOGICHE E IDROGEOLOGICHE DELLE OPERE..</b> | <b>28</b> |

|   |  |                      |
|---|--|----------------------|
|  | Metropolitana Automatica di Torino – Linea 1- Tratta 3 Collegno – Cascine Vica: 2° Lotto funzionale “Collegno Centro-Cascine Vica” | MTL1T3A2E GEOGENR002 |
|   |  | Revisione 0-1        |

## 1 INTRODUZIONE

La presente relazione geologica ed idrogeologica è parte integrante del Progetto Esecutivo relativo all’Appalto Infra.TO 2/2017, attinente alla progettazione della Metropolitana Automatica di Torino – Linea 1 – Tratta 3 - Prolungamento Ovest – Cascine Vica – Lotto Funzionale 2 “Collegno Centro-Cascine Vica” redatto dal Raggruppamento Temporaneo di Imprese Aggiudicatario dell’Appalto costituito da: Geodata Engineering S.p.A. (Mandataria) – Al Studio, Neosia S.p.A., Studium S.a.S. (Mandanti).

In particolare, il presente documento illustra il contesto geologico e idrogeologico e le indagini, eseguite per migliorare la conoscenza delle caratteristiche geologiche, geotecniche ed idrogeologiche dell’area in esame, interessata dal prolungamento della Linea 1 della Metropolitana di Torino.

Il presente documento riassume le indagini condotte tra novembre e dicembre 2018 a seguito del piano di indagine proposto in fase di Progetto Esecutivo (MTL1T3A2EGEOGENR001 rev.0.1). Riassume i risultati delle informazioni ottenuti dai carotaggi, dalle prove geotecniche in situ e di laboratorio e integra questi dati con dati elaborati da campagne pregresse avvenute in terreni limitrofi e litologicamente simili. I dati così raccolti, elaborati e integrati, incrementano e completano il livello di conoscenza del contesto in cui si inserirà l’opera. Le indagini eseguite sono prevalentemente di tipo diretto mediante l’esecuzione di sondaggi geognostici a carotaggio continuo o a distruzione, e solo in minima parte di tipo indiretto con l’ausilio di metodi geofisici. L’interpretazione dei dati geognostici, in particolar modo delle verticali stratigrafiche, si è avvalsa dell’elaborazione tridimensionale mediante apposito software.

## 2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Gli studi esposti nella seguente relazione sono stati effettuati nel rispetto delle seguenti normative:

- Decreto Ministero Infrastrutture 14 gennaio 2008. Nuove norme tecniche per le costruzioni.
- Circolare n.617 del 2 febbraio 2009 Ministero Infrastrutture e Trasporti. Istruzioni per l’applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni”.


## 3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

### Documenti del Progetto Definitivo (PD)

- [1] MTL1T3A0DGEOGENR001, Relazione geologica e idrogeologica.
- [2] MTL1T3A0DGEOGENR002, Relazione geotecnica e sismica.
- [3] MTL1T3A0DGOGENS003.1, Profilo geotecnico.
- [4] MTL1T3A0DGOGENS002.1, Profilo geologico.

### Documenti del Progetto Esecutivo (PE)


- [5] MTL1T3A2EGEOGENR001 rev.0, Relazione del piano degli studi e delle indagini geognostiche ed ambientali.

|   |  |                      |
|---|--|----------------------|
|  | Metropolitana Automatica di Torino – Linea 1- Tratta 3 Collegno – Cascine Vica: 2° Lotto funzionale “Collegno Centro-Cascine Vica” | MTL1T3A2E GEOGENR002 |
|   |  | Revisione 0-1        |

- [6] MTL1T3A2EGEOGENS001 rev.0, Piano delle indagini geognostiche e ambientali.
- [7] MTL1T3A2EGEOGENS002 rev.0, Planimetria con ubicazione delle indagini geologico-tecniche.
- [8] MTL1T3A2EGEOGENS003 rev.0, Profilo geologico.
- [9] MTL1T3A2EGEOGENS004 rev.0, Profilo geotecnico.
- [10] MTL1T3A2EGEOGENS005 rev.0, Carta geologica.
- [11] MTL1T3A2EGEOGENS006.1-6.4 rev0, Sezioni geotecniche in corrispondenza delle opere.
- [12] MTL1T3A2EGEOGENR003 rev.0, Relazione geotecnica e sismica.
- [13] MTL1T3A2EGEOGENR005 rev.0, Prove di laboratorio, prove in sito e monitoraggio della falda superficiale.
- [14] MTL1T3A2EGEOGENR004 rev.0, Monografie, stratigrafie e documentazione fotografica sondaggi.

### **Bibliografia**

- [15] Balestro G., Spagnolo G., Lucchesi S., Fioraso G., Forno M. G., Cadoppi P., Tallone S., Piccardo G. B., Polino R. (2009) In Polino R. (ed.) - Foglio 155, “Torino Ovest”, Carta Geologica d’Italia alla scala 1:50.000, ARPA, Litografia GEDA Nichelino (TO).
- [16] Balestro G., Cadoppi P., Piccardo G. B., Polino R., Spagnolo G., Tallone S., Fioraso G., Lucchesi S., Forno M. G. (2009) - Note Illustrative della Carta Geologica d’Italia alla scala 1:50000. Foglio 155, Torino Ovest.
- [17] Bortolami G., De Luca D., Filippini G. (1990) – Le acque sotterranee della pianura di Torino. Aspetti e problemi. Provincia di Torino, Assessorato Ecologia.
- [18] Bortolami G., De Luca D. A., Masciocco L., Morelli di Popolo e Ticineto A. (2002) - Le acque sotterranee della pianura di Torino. Carta della base dell’acquifero superficiale. Note illustrative. Provincia di Torino, Assessorato alle Risorse Idriche e Atmosferiche.
- [19] Bove A., Casaccio D., Destefanis E., De Luca D.A., Lasagna M., Masciocco L., Ossella L., Tonussi M. (2005) – Assetto geoidrologico della Regione Piemonte. In: Idrogeologia della pianura piemontese. Regione Piemonte – Direzione Pianificazione Risorse Idriche.
- [20] De Luca D.A., Ossella L. (2014) – Assetto idrogeologico della Città di Torino e del suo hinterland. Supplemento al n. 1/2014:10-15.
- [21] Festa A., De La Pierre F., Irace A., Piana F., Fioraso G., Lucchesi S., Boano P., Forno M.G. (2009) – In Polino R. (ed.) - Foglio 156, “Torino Est”, Carta Geologica d’Italia alla scala 1:50.000, ARPA, Litografia GEDA Nichelino (TO).
- [22] Franchi S, Mattiolo O, Novarese V., Sacco F. & Stella A. (1925) - Foglio 56 "Torino" della carta al 100.000 dell'Istituto geografico militare. I ed, R. Uff. Geol. It, Stab. Lit. L. Salomone, Roma.
- [23] Metropolitana automatica di Torino Linea 1, Progetto Esecutivo; Galleria artificiale tratta Deposito-Fermi Relazione Geologica ed Idrogeologica, MTL1T1A2EGE0GARR001; Systra S.A. –Geodata S.P.A.; 2000.

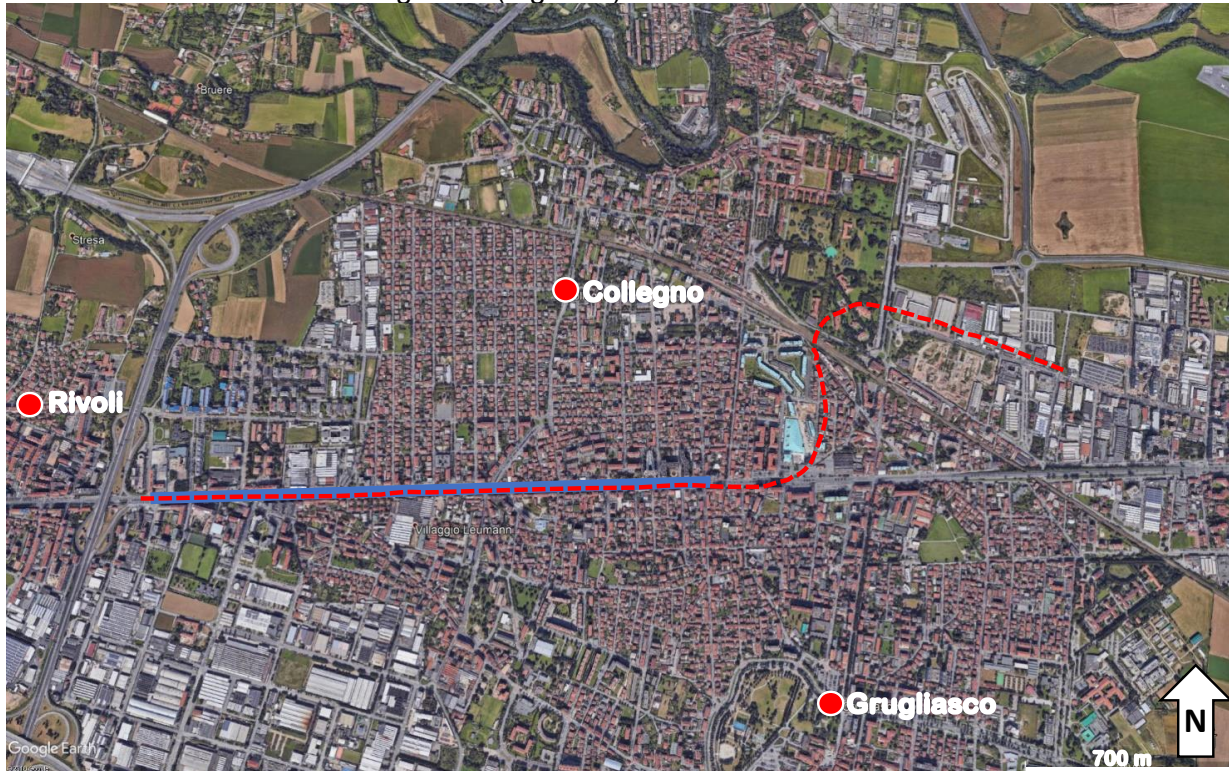
|   |  |                      |
|---|--|----------------------|
|  | Metropolitana Automatica di Torino – Linea 1- Tratta 3 Collegno – Cascine Vica: 2° Lotto funzionale “Collegno Centro-Cascine Vica” | MTL1T3A2E GEOGENR002 |
|   |  | Revisione 0-1        |

- [24] Lucchesi S. (2001) - Sintesi preliminare dei dati di sottosuolo della pianura piemontese centrale. GEAM(2-3):115-121.
- [25] Mandrone G. (2002) - Relazione geologica illustrativa. Piano Regolatore Generale. Città di Collegno.
- [26] Mandrone G. (2012) – Tavola n. 11.5 “Carta idrogeologica e delle fasce di rispetto delle risorse idropotabili”. Piano Regolatore Generale. Città di Collegno.
- [27] Metropolitana automatica di Torino Linea 1, Progetto Esecutivo; Galleria artificiale tratta Deposito-Fermi Relazione Geotecnica, MTL1T1A2EGE0GARR002; Systra S.A. –Geodata S.P.A.; 2000.
- [28] Metropolitana automatica di Torino Linea 1, Progetto Esecutivo; Galleria artificiale tratta Deposito-Fermi Relazione Geologica ed Idrogeologica, MTL1T1A2EGE0GARR001; Systra S.A. –Geodata S.P.A.; 2000.
- [29] Regione Piemonte (2011) - Classificazione sismica dei comuni piemontesi entrata in vigore a seguito dell'approvazione della DGR n.4-3084 del 12/12/2011 (BURP n.50 del 15/12/2011).



## 4 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'opera in progetto si sviluppa nel sottosuolo dei territori di Collegno e Rivoli, comuni situati ad ovest di Torino e a nord di Grugliasco (Figura 1).




**Figura 1:** In rosso la Tratta 3 della Metropolitana di Torino Collegno – Cascine Vica, in blu il 2° Lotto funzionale “Collegno Centro-Cascine Vica” oggetto della progettazione.

L'area studiata è situata in un tratto di pianura caratterizzato da forte urbanizzazione e da alta densità abitativa; per questo motivo l'originaria superficie topografica naturale risulta difficilmente osservabile.

## 5 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E GEOLOGICO

### 5.1 Inquadramento geologico e studi precedenti

Il territorio studiato è caratterizzato da un'area pianeggiante costituita dai depositi quaternari del conoide fluvioglaciale del fiume Dora Riparia; questi sono stati in seguito rimodellati dalla successiva attività erosiva del fiume stesso. Le litologie presenti nei depositi fluvioglaciali corrispondono ai litotipi del bacino idrografico di alimentazione: gneiss, quarziti, micascisti (Massiccio del Dora – Maira e Massiccio di Ambin), calcescisti e metabasiti (Zona Piemontese). Ai fini del presente studio è stata consultata la Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50000, Foglio 155 Torino Ovest e le relative Note Illustrative ([16]). Nel settore in cui si inserisce l'opera in esame, viene riportata la presenza delle seguenti unità litostratigrafiche (Figura 2):

|   |   |                      |
|---|---|----------------------|
|  | Metropolitana Automatica di Torino – Linea<br>1- Tratta 3 Collegno – Cascine Vica: 2°<br>Lotto funzionale “Collegno Centro-Cascine<br>Vica” | MTL1T3A2E GEOGENR002 |
|   |   | Revisione 0-1        |

· **UIN<sub>d</sub> - Unità ubiquitarie completamente formate:** così descritto nelle Note Illustrative "si tratta di depositi eolici (loess) che costituiscono il riempimento di alcuni settori blandamente depressi localizzati nell'area di pianura compresa tra Alpignano, Pianezza e Rivoli; sono inoltre conservati in forma di ridotti lembi che rivestono parzialmente i versanti sottovento (meridionali) o la sommità dei principali rilievi di origine glaciale fluvioglaciale".

Viene inoltre osservato che "La superficie limite inferiore è di natura deposizionale e generalmente netta, evidenziata dal forte contrasto cromatico con i sottostanti sedimenti intensamente pedogenizzati. La superficie limite superiore, che coincide con la superficie topografica, rappresenta l'originaria superficie di accumulo che nella maggior parte dei casi viene rimodellata.

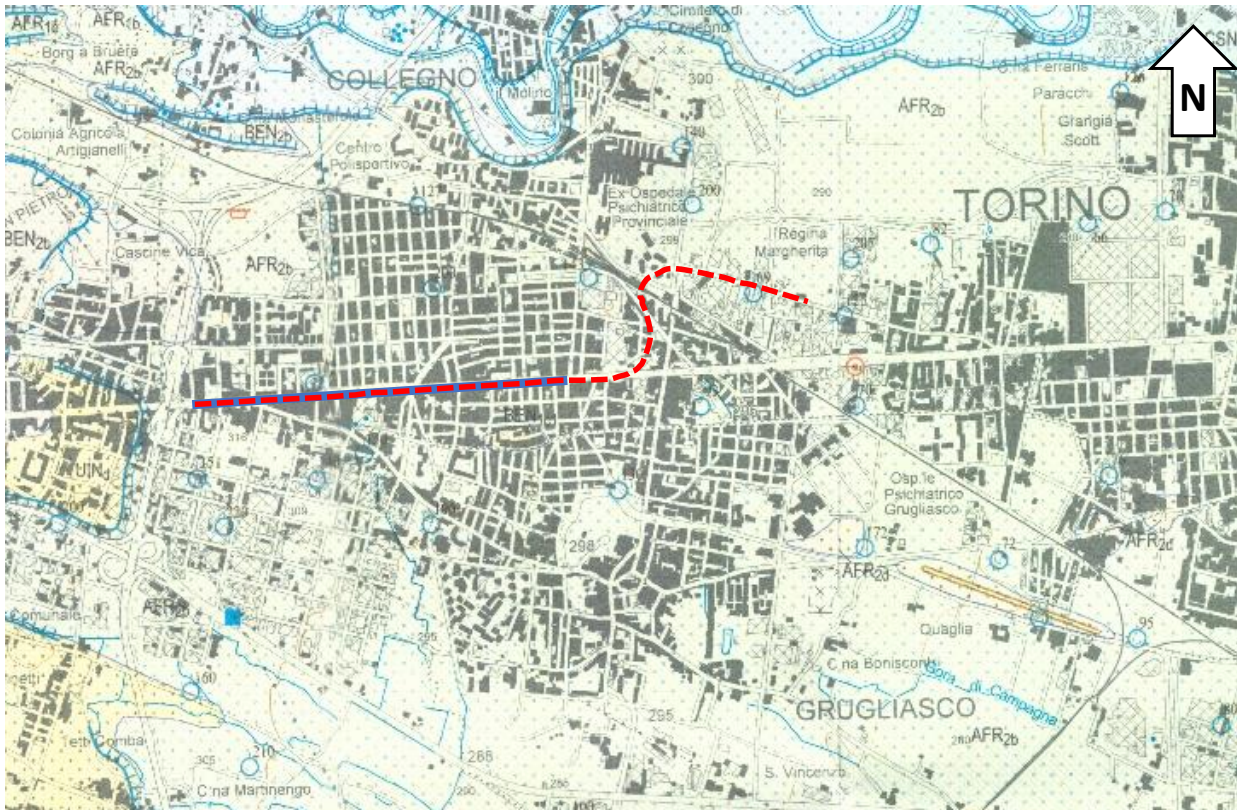
Sono costituiti da silt sabbiosi omogenei privi di stratificazione, mediamente addensati e di colore bruno giallastro. In base al grado di alterazione pedogenetica e alla loro posizione stratigrafica, questi sedimenti sono riferibili al Pleistocene superiore."

· **AFR<sub>2b</sub> - Sintema di Frassinere, Subsintema di Col Gianseco:** formato da "sabbie ghiaiose e ghiaie sabbiose con clasti eterometrici di quarziti, serpentiniti, gneiss e subordinatamente di prasiniti, calcescisti e marmi grigi (depositi fluvioglaciali)" (Parte superiore del Pleistocene Sup.). Nelle Note Illustrative viene riportato che "Nel settore di pianura, all'esterno dell'anfiteatro, l'unità comprende i depositi costituenti il conoide fluvioglaciale del F. Dora Riparia su cui si estende la città di Torino. [...] I depositi del Subsintema di Col Gianseco sono stati a loro volta incisi e terrazzati dal F. Dora Riparia nelle sue successive diverse configurazioni". Viene inoltre osservato come "La superficie sommitale coincide invece con la superficie topografica e localmente risulta sepolta da una coltre di spessore metrico di *loess s.l.*". In legenda la sottile copertura di depositi eolici è indicata con la sigla AFR<sub>2d</sub> e risulta essere costituita da silt sabbiosi, loess s.l. e locali accumuli di sabbie grossolane. Dalle Note Illustrative risulta infine che l'unità AFR ha uno spessore inferiore a 10 m nei settori di pianura.

· **BEN<sub>1c1</sub> - Sintema di Bennale, Subsintema di Truc Monsagnasco:** nella legenda del Foglio 155 Torino Ovest vengono descritti come "Depositati glaciali indifferenziati (parte inferiore del Pleistocene medio)". Lo stesso documento precisa come nelle precedenti edizioni della Carta Geologica D'Italia (Franchi et alii, 1925) venisse riportato che tale deposito nell'area in oggetto presentava una espressione morfologica corrispondente ad un ridotto rilievo caratterizzato da una superficie di circa 200 m<sup>2</sup> sopraelevato di 3 m rispetto ai più recenti depositi del Sintema di Frassinere, sporgente rispetto alla pianura circostante. Attualmente non è possibile osservare la natura o l'espressione morfologica di questi depositi in quanto l'area è completamente urbanizzata.

I depositi quaternari sopra descritti poggiano sulla successione fluviolacustre transizionale in "facies villafranchiana" (cfr [21] e [24]), non affiorante nell'area. Tale sequenza, di età plio-pleistocenica, è rappresentata da alternanze discontinue di depositi argilloso-siltosi, in rapporti variabili. Verso ovest la successione "villafranchiana" aumenta progressivamente lo spessore. Al di sotto della successione "villafranchiana", in rapporti tendenzialmente deposizionali, si impostano i depositi marini di età pliocenica argilloso-siltosi e fossiliferi ("facies piacentiana"). Verso ovest il tetto della successione pliocenica marina si approfondisce rapidamente, fino ad essere incontrato a circa 160 m di profondità in corrispondenza dei settori sud-occidentali dell'area urbana di Torino e a 220 m in corrispondenza della confluenza del Torrente Ceronda nel Fiume Stura di Lanzo: in questi due ultimi settori i sedimenti incontrati sono essenzialmente di natura sabbiosa e riconducibili ad una "facies astiana".





## SUCCESSIONE PLIOCENICO-QUATERNARIA

### UNITÀ NON DISTINTE IN BASE AL BACINO DI PERTINENZA

#### Unità ubiquitarie in formazione



UID

Depositi colluviali e detritico-colluviali sviluppati essenzialmente a spese di substrato particolarmente degradabile (UID<sub>b2</sub>). Depositi con tessitura aperta e parzialmente aperta, con clasti e blocchi angolosi e scarsa matrice sabbioso-siltosa e sabbioso-ghiaiosa (depositi detritici) (UID<sub>a3</sub>). Depositi caotici costituiti da clasti e blocchi eterometrici con matrice siltoso-sabbiosa; ammassi rocciosi costituiti da porzioni di substrato rilasciato e disarticolato anche di cospicue dimensioni (depositi di frana) (UID<sub>a1</sub>). Depositi siltosi con sporadiche intercalazioni sabbiose, sabbioso-siltose e torbose (depositi lacustri, palustri e di torbiera) (UID<sub>e</sub>). Accumuli di origine antropica (UID<sub>h</sub>). *PLEISTOCENE MEDIO - ATTUALE*

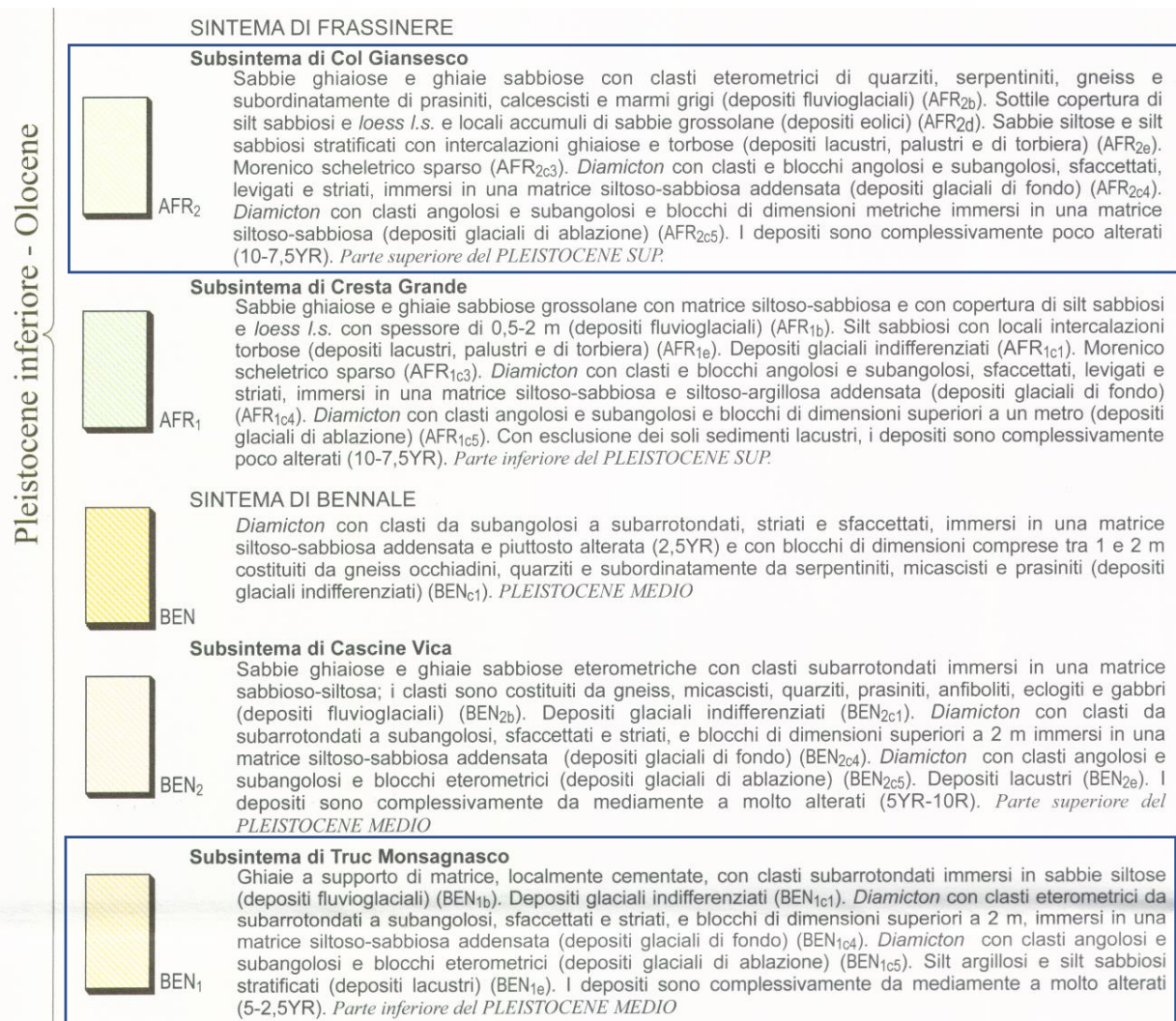
#### Unità ubiquitarie completamente formate



UIN

Silt omogenei privi di stratificazione, mediamente addensati e di colore bruno giallastro (10YR), potenti fino a 4-5 m e distribuiti sulla sommità delle superfici terrazzate (loess eolico) (UIN<sub>d</sub>). Depositi costituiti da clasti e blocchi angolosi di peridotiti e peridotiti serpentinite con tessitura aperta, passanti in profondità a depositi a supporto di matrice costituiti da sabbie siltoso-argillose con clasti e blocchi angolosi ed eterometrici (depositi detritici) (UIN<sub>a3</sub>). *PLEISTOCENE MEDIO - OLOCENE*





**Figura 2:** Stralcio della Carta Geologica d'Italia, Foglio 155 “Torino Ovest” alla scala 1:50000, e relativa legenda. In rosso la Tratta 3 della Metropolitana di Torino Collegno – Cascine Vica, in blu il 2° Lotto funzionale “Collegno Centro-Cascine Vica” oggetto della progettazione. Le unità presenti nell’area di studio sono racchiuse in un rettangolo blu in legenda.


## 5.2 Cementazione dei depositi quaternari

Il sottosuolo di Torino può essere definito relativamente semplice da un punto di vista geologico. A scala ridotta sono tuttavia presenti rilevanti variazioni sia laterali che verticali dal momento che i depositi fluvioglaciali presentano, localmente, livelli cementati.

I carbonati di calcio e magnesio, presenti nell’acqua di falda ma anche nelle acque di infiltrazione meteorica, precipitano in seguito a diminuzione di temperatura o aumento del pH.

Le acque di precipitazione meteorica, infiltrandosi nel suolo, si arricchiscono di CO<sub>2</sub>. Questa, combinandosi con l’acqua, produce acido carbonico (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) determinando una diminuzione del pH. Le acque, divenute quindi aggressive, riescono a portare in soluzione il carbonato di calcio e magnesio presente nei depositi.

All’aumentare della profondità l’equilibrio chimico delle specie carbonatiche disciolte varia al variare delle proprietà chimico-fisiche dell’acqua in infiltrazione e avviene la precipitazione.

|   |   |                      |
|---|---|----------------------|
|  | Metropolitana Automatica di Torino – Linea<br>1- Tratta 3 Collegno – Cascine Vica: 2°<br>Lotto funzionale “Collegno Centro-Cascine<br>Vica” | MTL1T3A2E GEOGENR002 |
|   |   | Revisione 0-1        |

Questi meccanismi sono alla base della formazione di lenti e livelli di materiale cementato, sia nella zona non satura, sia al di sotto del livello di oscillazione della falda superficiale. Nei depositi fluvioglaciali e glaciali della Pianura Torinese non è infrequente trovare livelli cementati, che hanno un'estensione discontinua e spessore e grado di cementazione generalmente crescente con la profondità e in direzione ovest (cfr. Figura 3).

### 5.3 Inquadramento geomorfologico

L'area di pianura antistante i rilievi alpini e l'Anfiteatro Morenico di Rivoli – Avigliana è articolata in una serie di estese superfici subpianeggianti, debolmente inclinate verso la Collina di Torino, che costituiscono i conoidi fluviali e fluvioglaciali della Dora Riparia (nel settore di pertinenza del seguente elaborato). Le superfici subpianeggianti sono interrotte dalle incisioni modellate dai principali corsi d'acqua e dal reticolato idrografico secondario, i quali, a partire dal Pleistocene superiore, sono stati interessati da una sensibile attività erosiva. L'alveo del fiume Dora Riparia, distante circa 1,5 km dall'opera in progetto in direzione nord, testimonia queste dinamiche erosive e infatti risulta profondamente inciso. Sono riconoscibili due alti terrazzi principali e vari ordini di terrazzi minori che separano le zone più rilevate dalle zone di più stretta pertinenza fluviale ([25]).

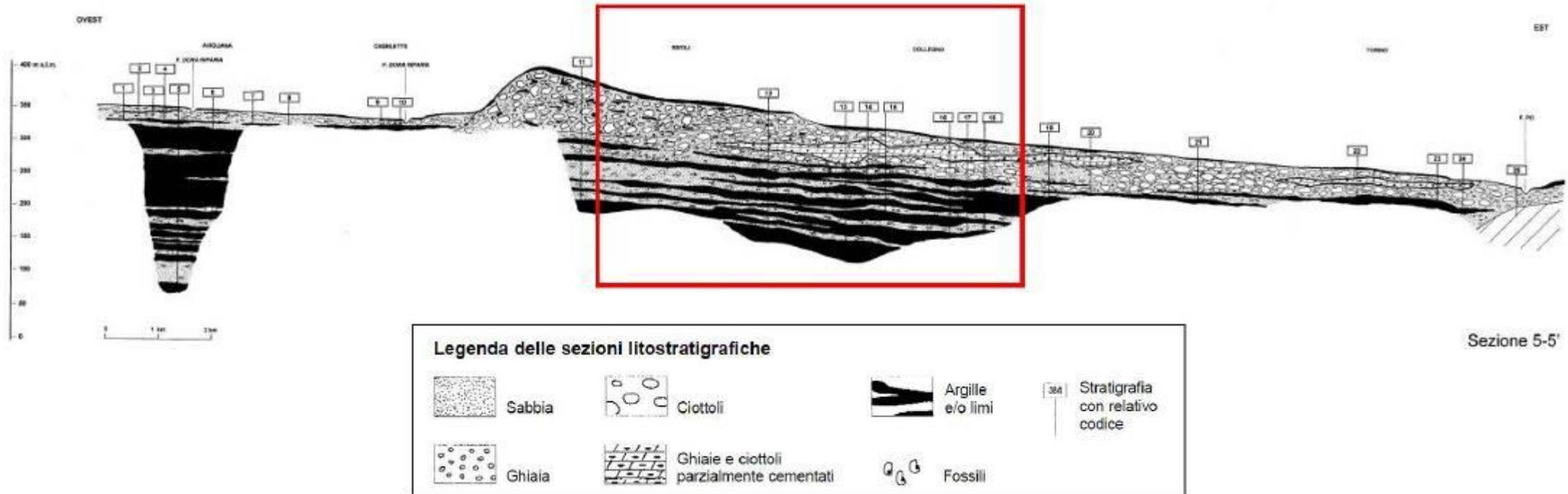
Le forme riconducibili alle dinamiche glaciali sono pressoché totalmente obliterate dalla copertura fluviale e fluvioglaciale del tardo Pleistocene. L'unica testimonianza è rappresentata da un rilievo di forma allungata in senso est-ovest in cui, da cartografia geologica esistente, affiorano i depositi glaciali pleistocenici dell'unità  $BEN_{1c1}$  (Figura 2, 250 m a sud del tracciato).

### 5.4 Inquadramento idrogeologico

L'area della pianura piemontese a est dell'Anfiteatro Morenico di Rivoli-Avigliana, nella quale si colloca l'opera, è caratterizzata da abbondanti risorse idriche superficiali e sotterranee; queste vengono sfruttate da numerosi impianti di captazione ad uso acquedottistico ed idropotabile.

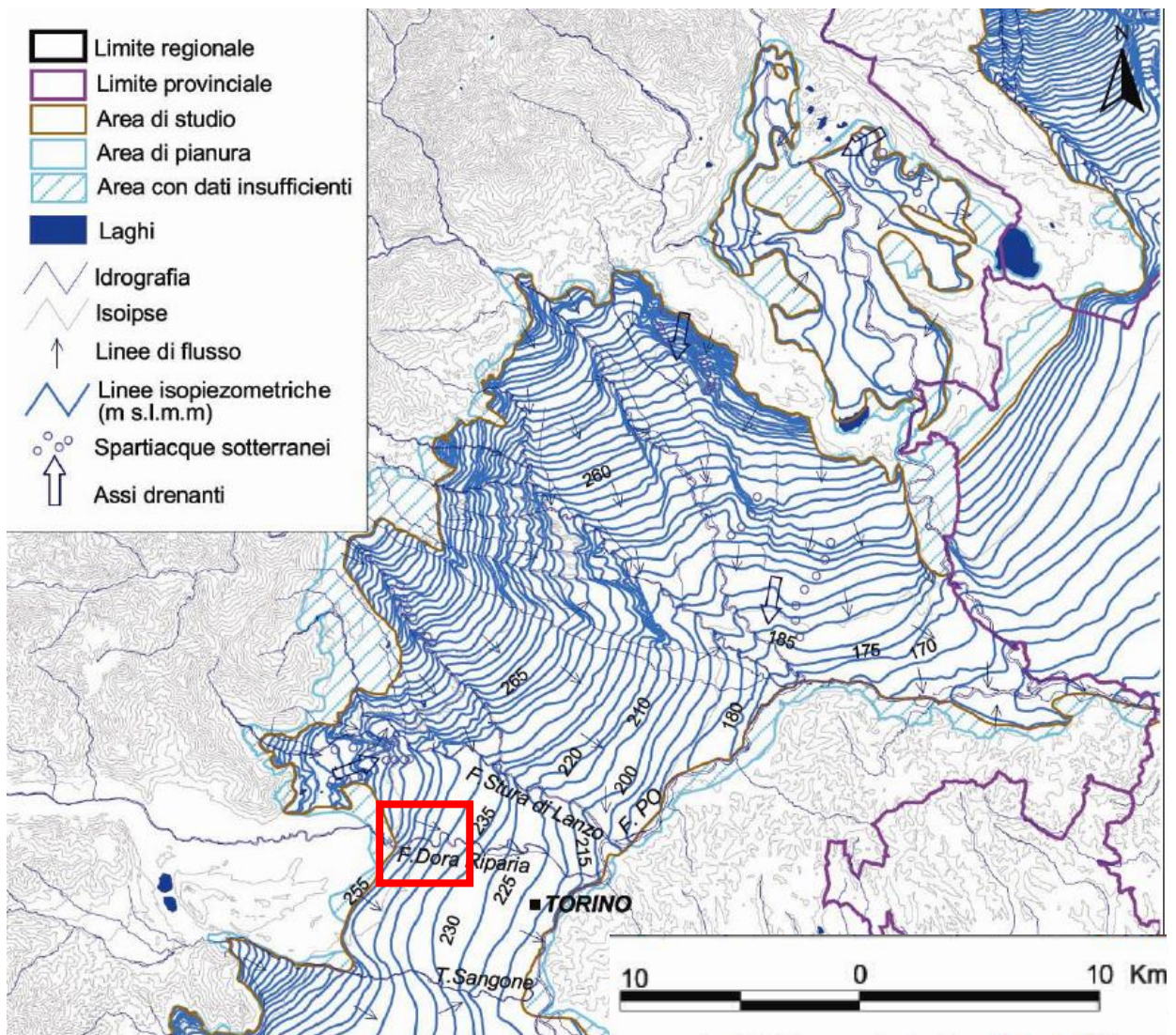
Dal punto di vista idrogeologico si individuano falde in pressione a buona e discreta produttività nei livelli sabbiosi confinati nella successione “villafranchiana”, di gran lunga la più sfruttata a questo scopo nell'area torinese ([20]), e nella successione pliocenica marina in facies astiana. Il sistema “villafranchiano” è un sistema acquifero multifalda ospitante falde in pressione di buona qualità, grazie alla notevole profondità a cui si trovano e alla presenza dei livelli siltoso-argillosi che garantiscono minore vulnerabilità (Figura 3).

I depositi fluvioglaciali e fluviali, costituiti da ghiaie e ciottoli con subordinate sabbie e limi, ospitano una falda a superficie libera, che mostra valori di soggiacenza in diminuzione verso est e generalmente maggiori di 50 m nel settore interessato dall'opera (Figura 5). Il flusso della falda libera è diretto verso est, in graduale raccordo con il livello di base regionale rappresentato dal Fiume Po (Figura 4), che svolge una funzione drenante nei confronti della falda. La Dora Riparia invece agisce, a seconda delle zone, come dreno o come alimentatore della falda stessa ([19]). In particolare, nel tratto prospiciente all'Anfiteatro Morenico di Rivoli-Avigliana, il fiume scorre 10-15 m al di sopra del livello di falda e pertanto i due corpi idrici non sono in rapporti tra loro, come testimonia anche l'andamento regionale delle isopieze nel settore di interesse (Figura 4).



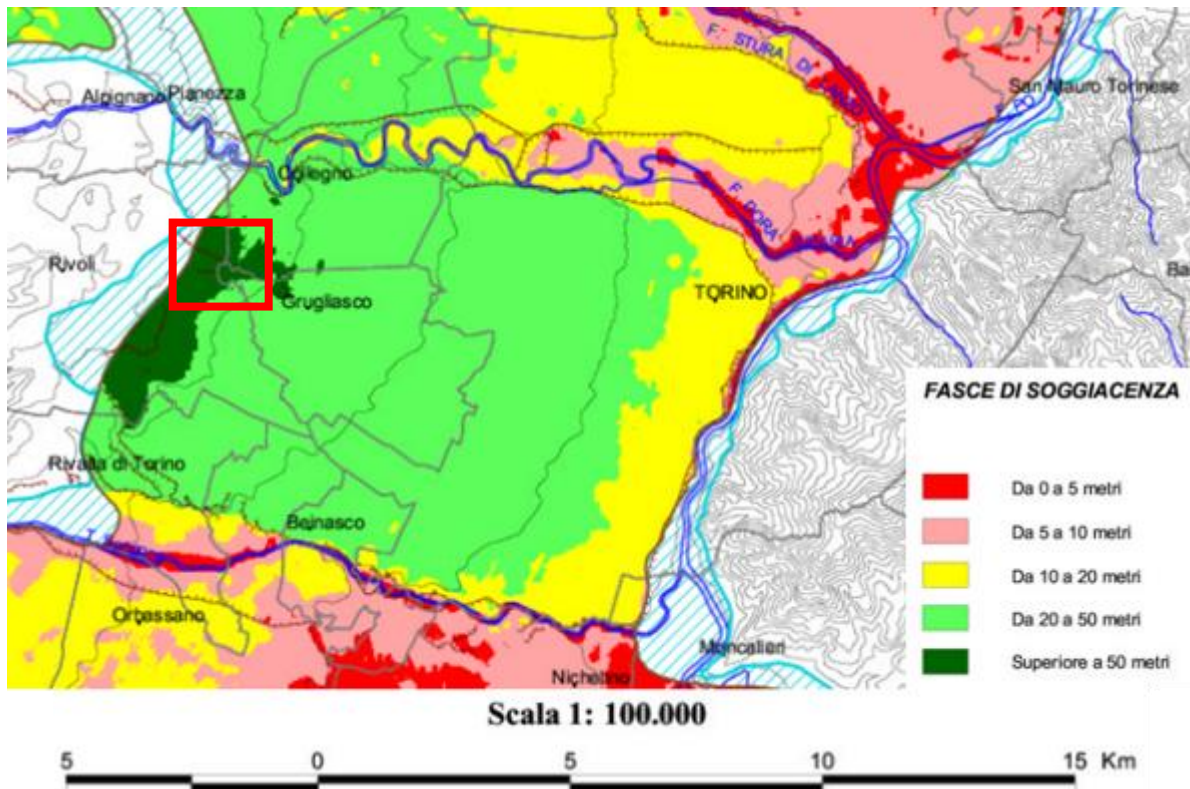
**Figura 3:** Sezione litostratigrafica della base dell'acquifero superficiale del settore di pianura della Provincia di Torino. In rosso il settore con l'opera in progetto.





**Figura 4:** Stralcio della Carta delle isopiezometriche della falda idrica a superficie libera; in rosso l'area interessata dall'opera (modificata da [19]).






**Figura 5:** Stralcio della Carta della soggiacenza della falda idrica a superficie libera; in rosso l'area interessata dall'opera (modificata da [19]).


### 5.5 Sismicità dell'area


Sulla base dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale del Piemonte n. 11-13058 del 19.01.2010, entrata in vigore con la D.G.R. n. 4-3084 del 12.12.2011, il territorio comunale delle città di Collegno e Rivoli non è inserito nell'elenco delle località sismiche di prima e seconda categoria, risultando il primo comune in zona sismica 4 mentre il secondo nella classe 3. Ne consegue l'assenza di particolari provvedimenti o restrizioni riguardanti la costruzione di opere o manufatti (Figura 6). Per un maggior dettaglio si rimanda all'elaborato "Relazione geotecnica e sismica".




**LEGENDA**

 Limiti provinciali

 Zona 3: ~~comuni obbligati al rispetto delle procedure di cui ai punti 4), 5), 7) e 8) della D.G.R.~~

 Zona 3: ~~comuni obbligati al rispetto delle procedure di cui ai punti 3), 5), 7) e 8) della D.G.R.~~ (\*) ora denominata "zona 3S"


 Zona 4

**Figura 6:** Stralcio tratto dalla "Classificazione sismica entrata in vigore a seguito dell'approvazione della DGR n.4-3084 del 12/12/2011 (BURP n.50 del 15/12/2011)" dei comuni piemontesi. Regione Piemonte. In rosso l'area in esame. Immagine non in scala.

## 6 INDAGINI GEOGNOSTICHE

### 6.1 Indagini pregresse

La campagna geognostica effettuata durante la progettazione definitiva (2014-2015) ha compreso numerose verticali: n. 11 sondaggi geologico-geotecnici (250 m) a carotaggio continuo, n. 2 sondaggi geologico-geotecnici (110 m), attrezzati con piezometro, di cui i primi 25 m a carotaggio continuo ed i restanti 30 m a distruzione di nucleo; n. 12 sondaggi ambientali (208 m). Inoltre, sono stati realizzati circa 800 m di prove geofisiche MASW2D.

|   |   |                      |
|---|---|----------------------|
|  | Metropolitana Automatica di Torino – Linea<br>1- Tratta 3 Collegno – Cascine Vica: 2°<br>Lotto funzionale “Collegno Centro-Cascine<br>Vica” | MTL1T3A2E GEOGENR002 |
|   |   | Revisione 0-1        |

Le indagini svolte hanno permesso di rilevare, lungo l'intero tracciato, la presenza di ghiaie eterometriche con matrice sabbiosa debolmente limosa, sabbie limose con ghiaia, talora con livelli limosi attribuibili ai depositi fluvioglaciali.

I dati esistenti, a seguito di una loro ulteriore revisione critica, stabiliscono con precisione lo spessore generalmente regolare del materiale da riporto, la presenza a fine tratta di un orizzonte regolare (max 3-4m) di depositi di materiale fine di origine eolica e la presenza dei depositi fluvioglaciali (sabbie ghiaiose e ghiaie sabbiose con clasti eterometrici) dell'unità AFR<sub>2b</sub> e colloca la falda ben al di sotto delle profondità di progetto, definendo in maniera esaustiva la natura geotecnica dell'unità geotecnica investigata.

L'insieme dei dati pregressi sopra citati mette fin d'ora a disposizione del proponente, un Modello Geologico e Geotecnico di Riferimento progettuale (MGGR), lungo la linea per gran parte caratterizzato da un alto grado di affidabilità, e in diversi settori anche molto elevato.

## 6.2 Indagini Progetto Esecutivo

Questo paragrafo riassume le principali tipologie di prove eseguite per migliorare la caratterizzazione, geologica, idrogeologica e geotecnica dell'area. Per maggiori dettagli sui risultati delle indagini si rimanda al documento del Progetto Esecutivo MTL1T3A2EGEOGENR003, Relazione geotecnica e sismica.

### 6.2.1 Sondaggi a carotaggio continuo e a distruzione di nucleo


Per ridurre i punti di incertezza nelle conoscenze ottenute dalle indagini pregresse, sono stati eseguiti ulteriori sondaggi e prove penetrometriche, permettendo una migliore rappresentatività statistica dei dati ottenuti. Si è arrivati a creare un Modello Geologico e Geotecnico di Riferimento progettuale (MGGR) in grado di definire con continuità le condizioni lungo la linea, i parametri progettuali e l'identificazione di potenziali elementi di criticità. I dati raccolti evidenziano come il MGGR lungo la linea sia per gran parte caratterizzato da un buon grado di affidabilità e in diversi settori molto elevato.

Durante questa campagna di indagini sono stati eseguiti (Tabella 1):

- n. 8 sondaggi a carotaggio continuo (sigla BH) per un totale di 200 m, con esecuzione di prove SPT.
- n. 4 sondaggi a distruzione (sigla S) per un totale di 130 m a cui si affiancano 4 diagrafie.
- n. 12 sondaggi ambientali (sigla SA), effettuati mediante carotaggio continuo per prelievo di campioni indisturbati, per un totale di 216 m.

La campagna di sondaggi geognostici ha avuto come scopo ultimo quello di caratterizzare la stratigrafia dal punto di vista geologico, geotecnico e ambientale mediante l'applicazione di prove in situ e il prelievamento di campioni.

Nei sondaggi a carotaggio continuo sono state eseguite n. 90 prove penetrometriche SPT. Il ricorso ad un'alta densità di prove ha permesso di minimizzare la perdita dei dati in caso di rifiuto e di ottenere una migliore rappresentatività statistica.

|   |   |                      |
|---|---|----------------------|
|  <b>INFRA.TO</b><br>infrastrutture per la mobilità | Metropolitana Automatica di Torino – Linea<br>1- Tratta 3 Collegno – Cascine Vica: 2°<br>Lotto funzionale “Collegno Centro-Cascine<br>Vica” | MTL1T3A2E GEOGENR002 |
|   |   | Revisione 0-1        |

**Tabella 1:** Tabella riassuntiva dei sondaggi geognostici e delle indagini eseguite.

|               | Lunghezza<br>(m) | Attrezzato a<br>piezometro | SPT (n°)  | Prove<br>Lefranc<br>(n°) | Diagrafie<br>eseguite<br>(n°) | Granulometria e<br>analisi laboratorio |
|---------------|------------------|----------------------------|-----------|--------------------------|-------------------------------|--|
| BH1           | 25               | no                         | 11        | -                        | -                             | 8                                      |
| BH2           | 25               | no                         | 11        | -                        | -                             | 8                                      |
| BH3           | 25               | no                         | 11        | -                        | -                             | 7                                      |
| BH4           | 25               | no                         | 11        | -                        | -                             | 7                                      |
| BH5           | 25               | no                         | 11        | 2                        | -                             | 8                                      |
| BH6           | 25               | no                         | 11        | 1                        | -                             | 7                                      |
| BH7           | 25               | no                         | 12        | -                        | -                             | 7                                      |
| BH8           | 25               | no                         | 12        | 1                        | -                             | 8                                      |
| <b>totale</b> | <b>200</b>       |                            | <b>90</b> |                          |                               | <b>60</b>                              |
| S1            | 25               | no                         | -         | -                        | 1                             | -                                      |
| S2            | 25               | no                         | -         | -                        | 1                             | -                                      |
| S3            | 25               | no                         | -         | -                        | 1                             | -                                      |
| S4            | 55               | sì                         | -         | -                        | 1                             | -                                      |
| <b>totale</b> | <b>130</b>       | <b>1</b>                   |           |                          | <b>4</b>                      |  |
| SA1           | 13               | no                         | -         |                          | -                             | -                                      |
| SA2           | 18               | no                         | -         |                          | -                             | -                                      |
| SA3           | 19               | no                         | -         |                          | -                             | -                                      |
| SA4           | 16               | no                         | -         |                          | -                             | -                                      |
| SA5           | 18               | no                         | -         | 2                        | -                             | -                                      |
| SA6           | 18               | no                         | -         |                          | -                             | -                                      |
| SA7           | 18               | no                         | -         |                          | -                             | -                                      |
| SA8           | 20               | no                         | -         |                          | -                             | -                                      |
| SA9           | 20               | no                         | -         |                          | -                             | -                                      |
| SA10          | 18               | no                         | -         |                          | -                             | -                                      |
| SA11          | 20               | no                         | -         |                          | -                             | -                                      |
| SA12          | 18               | no                         | -         |                          | -                             | -                                      |
| <b>totale</b> | <b>216</b>       |                            |           | <b>6</b>                 |                               |  |


Infine i sondaggi a distruzione di nucleo hanno visto la realizzazione di n. 4 diagrafie spinte fino alla profondità di 20 m da p.c., al fine di verificare la presenza di livelli cementati (segnalati in letteratura) e di ricostruire un profilo di addensamento nei depositi fluvioglaciali.

### 6.2.2 Prove in situ

Come da precedente paragrafo, nei sondaggi a carotaggio continuo (sigla BH) sono state eseguite n. 90 prove SPT con lo scopo di caratterizzare il sottosuolo ed individuare le proprietà di resistenza del terreno (Tabella 1).

Data la natura dei terreni da investigare, con la presenza di livelli cementati e/o di clasti con termini grossolani, un numero così fitto di prove ha permesso di minimizzare la perdita dei dati in caso di rifiuto e di ottenere una buona rappresentatività statistica.

Inoltre sono state realizzate n. 6 prove Lefranc all'interno di n. 2 sondaggi a carotaggio continuo (BH6 e BH8) e in n. 1 sondaggio ambientale (SA5). Le prove sono state eseguite tutte sopra falda in quanto interessavano la porzione di sottosuolo compresa tra il piano campagna e la parte superiore della sezione di scavo (*top heading*). Le prove sono state eseguite a profondità

|   |   |                      |
|---|---|----------------------|
|  | Metropolitana Automatica di Torino – Linea<br>1- Tratta 3 Collegno – Cascine Vica: 2°<br>Lotto funzionale “Collegno Centro-Cascine<br>Vica” | MTL1T3A2E GEOGENR002 |
|   |   | Revisione 0-1        |

comprese tra 3.0 m da p.c. e 9.0 m da p.c. e per lunghezza della camera di prova compresa tra 1.0 e 1.5 m. I risultati di tali prove sono di supporto alla scelta del metodo di iniezione cementizia più idoneo per il controllo dei cedimenti in fase di scavo, scelta che si basa sulle caratteristiche idrauliche del mezzo geologico al tetto della calotta del futuro scavo.

### 6.2.3 Indagini geofisiche

È stato eseguito un campo prova di indagini geofisiche con l'intento di meglio caratterizzare i terreni soggetti a scavo superficiale nelle aree delle due Stazioni (Leumann e Cascina Vica) e dell'area di parcheggio (attuale Piazza Palmiro Togliatti). Le indagini avevano le finalità specifiche di definire in maniera precisa i contatti tra materiali da riporto/superficiali ed i terreni sottostanti e di identificare anomalie (strutture sepolte) La ripartizione degli stendimenti MASW è stata come sotto indicato:

- Stazione Leumann, totali 170 m circa, disposti perpendicolarmente all'asse di sviluppo della galleria,
- Stazione Cascina Vica, totali 175 m circa, disposti perpendicolarmente all'asse di sviluppo della galleria,
- Area Parcheggio (attuale Piazza Palmiro Togliatti), circa 500 m totali, con pattern a maglie rettangolari.

Il totale è rappresentato da 845 m totali suddivisi in n. 10 stendimenti di lunghezze comprese tra un minimo di 75 m ad un massimo di 95 m.

### 6.2.4 Misura della falda freatica

Il sondaggio a distruzione S3 è stato spinto alla profondità di 55 m in modo da intercettare la falda superficiale, che nell'area di Collegno è particolarmente profonda (cfr. Par. 5.4). In questo scavo è stato installato un piezometro (SCPZ4), per poter monitorare le variazioni freatiche durante e dopo i lavori.

È stato tenuto conto anche di eventuali punti di misura del livello piezometrico in fase di Progetto Definitivo.

### 6.2.5 Prove di laboratorio


Lungo le verticali dei sondaggi a carotaggio continuo sono stati prelevati campioni sia rimaneggiati (riportati in Tabella 1) sia indisturbati per la caratterizzazione delle terre dal punto di vista sia geotecnico che ambientale (inquinanti, amianto, etc.).

## 7 SITUAZIONE LITOSTRATIGRAFICA LOCALE

La campagna di indagini geognostiche effettuata per la progettazione esecutiva ha permesso di ricostruire con maggiore dettaglio Modello Geologico e Geotecnico di Riferimento progettuale (MGGR).

Sulla base dei risultati dei sondaggi e delle prove è stata individuata una stratigrafia locale riassunta nella seguente Tabella 2. Ad eccezione della formazione BEN<sub>1c1</sub> che non è stata intercettata e dell'aggiunta unità R del riporto, le sigle di riferimento delle unità sono le medesime riportate sulla Carta Geologica d'Italia, Foglio 155 “Torino Ovest”, alla scala 1.50.000



|   |   |                      |
|---|---|----------------------|
|  | Metropolitana Automatica di Torino – Linea<br>1- Tratta 3 Collegno – Cascine Vica: 2°<br>Lotto funzionale “Collegno Centro-Cascine<br>Vica” | MTL1T3A2E GEOGENR002 |
|   |   | Revisione 0-1        |

**Tabella 2:** Quadro stratigrafico riassuntivo dell'area in esame.

| Unità Geologica   | Descrizione  |
|-------------------|--|
| R                 | Pavimentazione, riporti antropici, terreni rimaneggiati e/o vegetali               |
| UIN <sub>d</sub>  | Depositi eolici: silt omogenei privi di stratificazione mediamente addensati       |
| AFR <sub>2b</sub> | Depositi fluvioglaciali: sabbie ghiaiose e ghiaie sabbiose con clasti eterometrici |

### Terreni di riporto e terreni vegetali (R)

L'unità litostratigrafica in questione comprende i rilevati stradali, i riporti antropici e/o rimaneggiati, i terreni di copertura caratterizzati da alterazione superficiale. Si presenta generalmente costituita da ghiaie e sabbie con ciottoli, frammenti lateritici e asfalto scarificato (Figura 7); nell'area in esame è caratterizzata da spessori generalmente compresi tra 1.5 e 2.5 m e spessore massimo di 2.9 m.



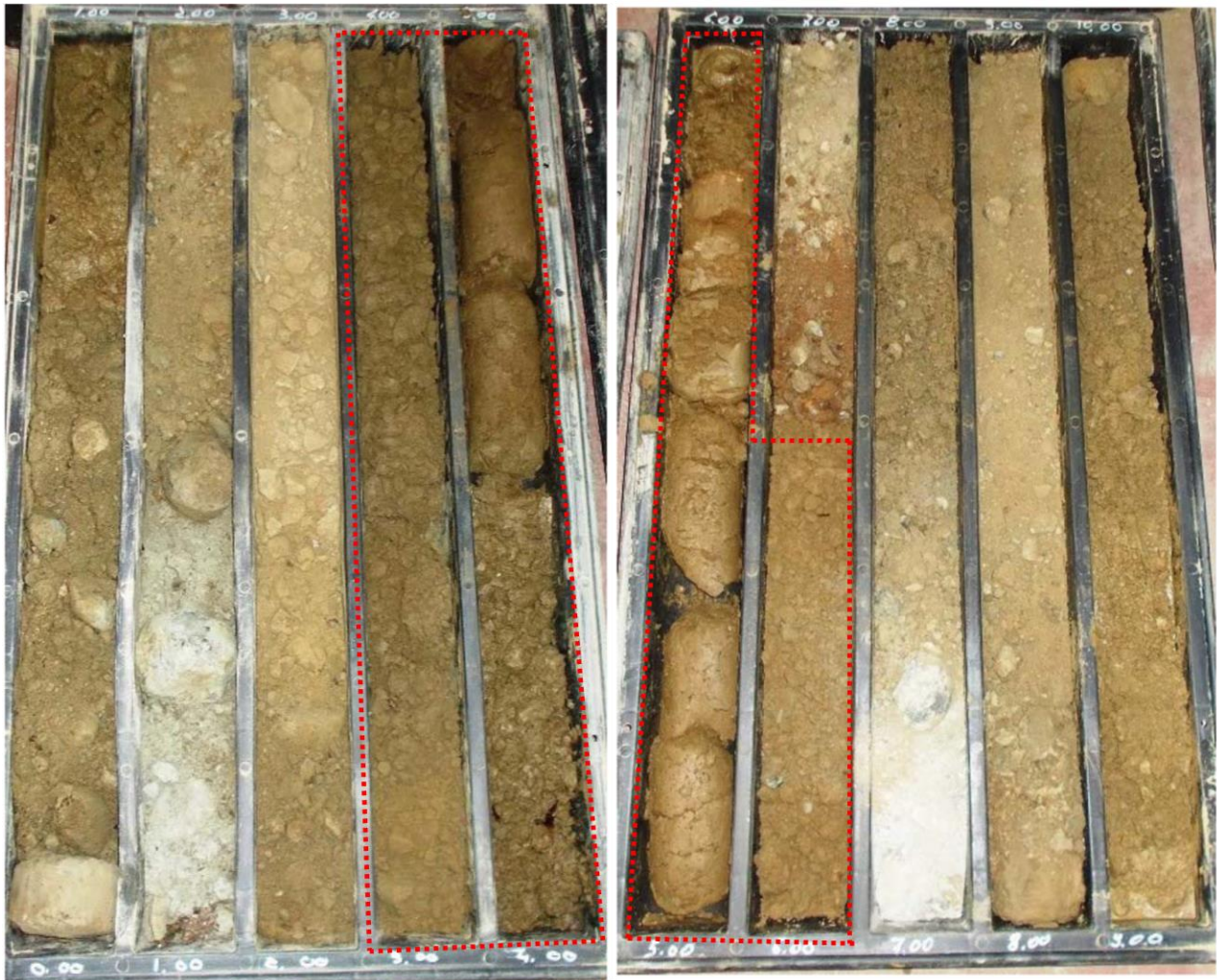
**Figura 7:** Carote estratte dal sondaggio a carotaggio continuo SA12, in prossimità della fine della tratta ad est (PK 1+800 circa). I materiali di riporto sono contornati in rosso, è stato individuato a 2.9 m dal p.c..

### Unità ubiquitarie completamente formate (UIN<sub>d</sub>)

L'unità UIN<sub>d</sub> comprende silt sabbiosi omogenei privi di stratificazione, talora passanti a sabbie limose, mediamente addensati e di colore bruno giallastro. Possono presentare ossidazione, generalmente ad inizio strato, così come frustoli vegetali e apparati radicali (Figura 8).

Lo spessore di questa unità è piuttosto variabile lungo il tracciato dell'opera, con massimi di 5.0 m e 5.4 m rispettivamente in BH8 e SA5 e un minimo di 0.4 m nel sondaggio BH6 situato nel comune di Rivoli. Si ritrova un'altra lente di depositi limoso-sabbiosi in corrispondenza dei sondaggi BH2 e SA10, con spessore massimo di circa 4 m (cfr. Profilo geologico MTL1T3A2EGEOGENS003). La profondità massima raggiunta dai depositi limoso-sabbiosi, di circa 7.5 m da piano campagna, si trova in corrispondenza del parcheggio di interscambio a fine tratta.

Nell'elaborato Carta geologica (MTL1T3A2EGEOGENS005), facendo fede ai ritrovamenti nei sondaggi, il limite dell'unità UIN<sub>d</sub> è stato spostato di circa 1 km ad est rispetto a quanto riportato nella Carta geologica d'Italia (Foglio 155 “Torino Ovest”).



**Figura 8:** Carote estratte dal sondaggio a carotaggio continuo BH7 presso il parcheggio della stazione Cascine Vica (PK 3+600 circa). Tra 3 e 6.5 m da p.c. è presente un intervallo di limi sabbiosi rientranti nell'unità UIN<sub>d</sub>.



### Depositi fluvioglaciali – Subsistema di Col Giansesco (AFR<sub>2b</sub>)

Si tratta dell'unità principale del sottosuolo di Torino e si rinviene sistematicamente al di sotto del terreno superficiale.


I depositi che la compongono si presentano costituiti da ghiaie eterometriche immerse in una matrice sabbiosa debolmente limosa di colore da grigio a grigio bruno, derivanti dal trasporto e successiva rielaborazione dei depositi glaciali ad opera dei torrenti alimentati dalle acque di fusione dei ghiacciai. Sono talora presenti livelli decimetrici molto addensati e talora cementati, più frequenti con l'aumentare della profondità (Figura 9).

La sostanziale corrispondenza tra le caratteristiche dei depositi componenti il Subsistema di Col Giansesco, unita con la sua distribuzione spaziale definita con le risultanze complessive della campagna di indagini geognostiche, permette di affermare che le opere in oggetto della progettazione si svilupperanno nella loro quasi totalità all'interno di questa unità.



**Figura 9:** Fotografie delle carote dei sondaggi SA11 (sinistra) e BH6 (destra), estratte tra 20 e 25 m di profondità dal p.c.; sono presenti livelli di spessore pluridecimetrico particolarmente addensati o cementati.

I risultati delle analisi granulometriche (Tabella 3) confermano che il materiale fluvio-glaciale è descritto prevalentemente da ghiaie sabbioso-limose, con subordinati ciottoli. Il contenuto di

|  |   |                      |
|--|---|----------------------|
| <br><b>INFRA.TO</b><br>infrastrutture per la mobilità | Metropolitana Automatica di Torino – Linea<br>1- Tratta 3 Collegno – Cascine Vica: 2°<br>Lotto funzionale “Collegno Centro-Cascine<br>Vica” | MTL1T3A2E GEOGENR002 |
|  |   | Revisione 0-1        |

materiale fine (limi e argille), varia lungo il profilo di scavo, senza seguire però un preciso andamento geometrico.

**Tabella 3:** Analisi per setacciatura, distribuzione percentuale delle principali classi granulometriche per l'unità geotecnica UG2 (depositi fluvio-glaciali).

| <b>Distribuzione<br/>Classi<br/>Granulometriche</b> | <b>Media<br/>(%)</b> | <b>Max<br/>(%)</b> | <b>Min<br/>(%)</b> | <b>Standard<br/>Deviation<br/>(%)</b> |
|---|----------------------|--------------------|--------------------|---------------------------------------|
| Ciottoli  | 2                    | 5.15               | ---                | ---                                   |
| Ghiaie  | 30                   | 45.24              | 65.50              | 26.90                                 |
| Sabbie  | 30                   | 31.45              | 39.80              | 18.20                                 |
| Limo/Argille  | 30                   | 22.97              | 36.50              | 11.80                                 |

Le proprietà sismiche delle unità sopra descritte sono state analizzate mediante le indagini geofisiche MASW, in particolar modo per i settori delle due stazioni Leumann e Cascine Vica e del parcheggio di interscambio. I risultati sono consistiti in:

- n. 10 sezioni MASW 2D in corrispondenza di ciascuno stendimento;
- n. 22 profili di velocità delle onde  $V_{seq}$ , calcolati a varie progressive delle sezioni MASW 2D.

Per le sezioni MASW 2D è stata utilizzata la seguente scala di colori (Figura 1), in cui è stato possibile individuare tre tipologie di terreni, ciascuno caratterizzato da un determinato intervallo di velocità delle onde S.

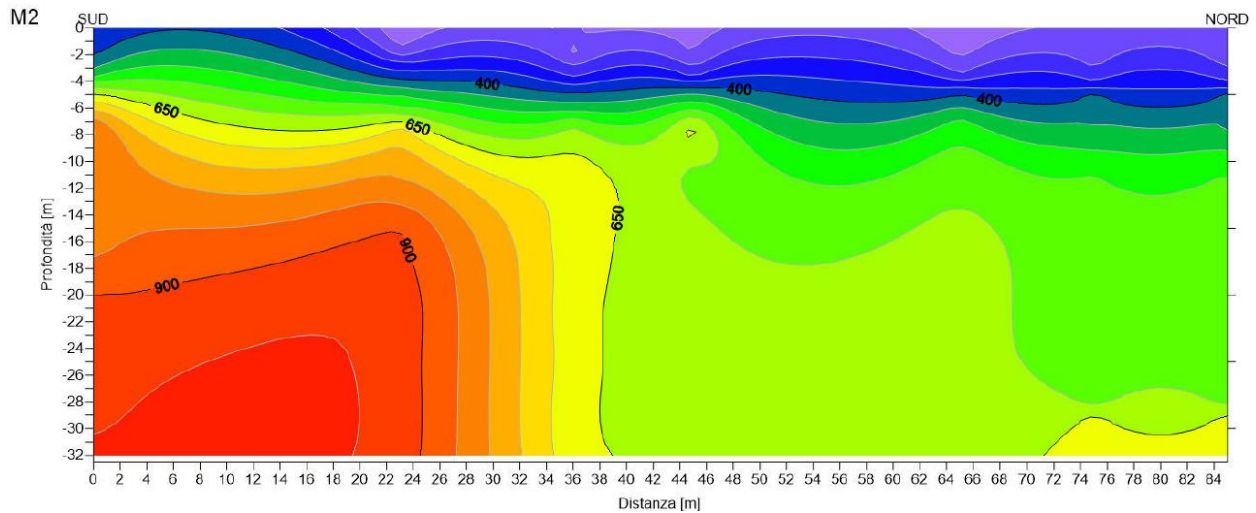


**Figura 10:** scala di colori della velocità delle onde di taglio e descrizione del litotipo corrispondente.

L'esempio di sezione MASW 2D riportato in Figura 11 evidenzia la presenza di depositi a grana grossa poco addensati e/o depositi a grana fine mediamente consistenti con spessori variabili da sud a nord tra 2 e 4 m di profondità. Tale orizzonte, ben marcato dai sottostanti grazie ad un elevato gradiente di aumento delle onde di taglio, rappresenterebbe i depositi del riporto antropico, ghiaioso-sabbiosi e poco addensati, insieme con i depositi limoso-sabbiosi loessici. Tale interpretazione è in accordo con gli spessori dei suddetti depositi, visibili nella tavola relativa ai pozzi (MTL1T3A2EGEOGENS006.3).

I profili di velocità ricavati dalle sezioni sismiche hanno infine consentito di definire che, in base alla  $V_{seq}$ , i suoli indagati rientrano nella categoria B, fatta eccezione per il profilo ricavato alla progressiva 30 m della sezione M4 (ubicata in Rivoli), in cui i terreni ricadono nella categoria E.



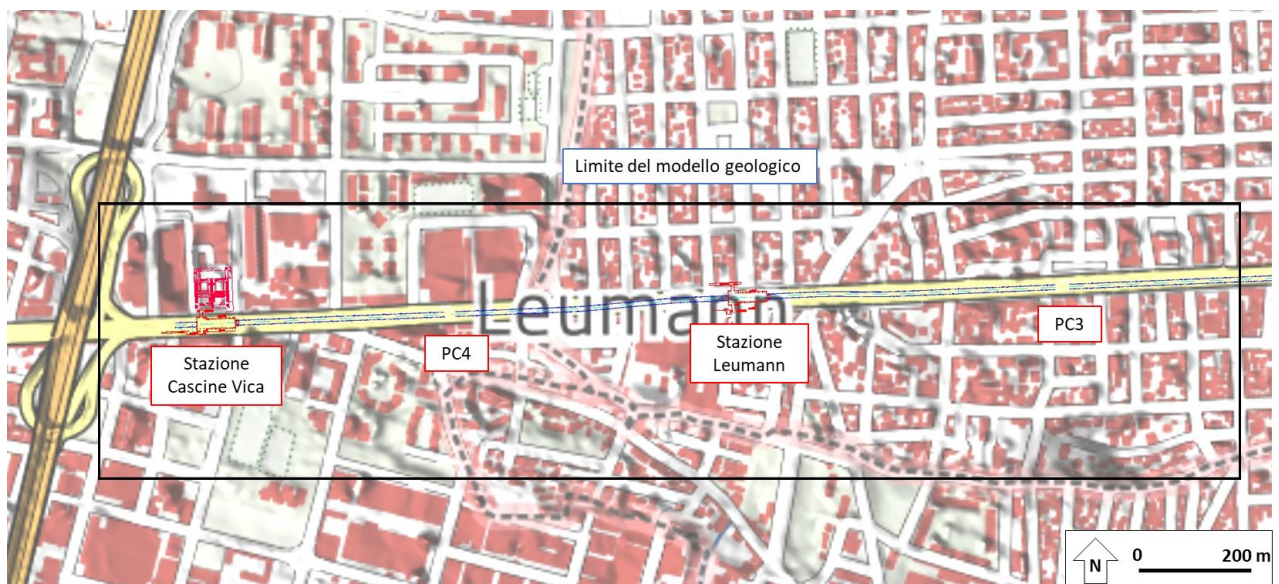


**Figura 11:** esempio di sezione MASW 2D (M2), eseguita trasversalmente all’asse del tracciato alla fine del Lotto funzionale, nei pressi del pozzo di fine tratta (PCT).

Per maggiori dettagli sui risultati delle indagini geofisiche si rimanda all’apposito elaborato MTL1T3A2EGEOGENR005.


A partire dal Modello Geologico e Geotecnico di Riferimento sopra descritto, l’interpretazione del dato è stata supportata dal software per la ricostruzione di modelli tridimensionali Leapfrog Works® (Seequent). Esso si basa sul metodo della modellazione implicita, ovvero l’interpolazione mediante algoritmi di una soluzione, espressa come superfici e volumi, tra i dati immessi dall’utente e le interpretazioni del medesimo utente, simulando le geometrie naturali dei corpi geologici.

Il modello ha interessato un’area significativa nell’intorno dell’opera avente dimensioni rettangolari di circa 500 X 2000 m (Figura 12).



**Figura 12:** Inquadramento in pianta del modello geologico 3D rispetto alle opere previste nel Lotto 2 (sfondo cartografico: BDTRE Base Dati Territoriale Regionale, versione 2018).



|   |  |                     |
|---|--|---------------------|
|  | Metropolitana Automatica di Torino – Linea 1- Tratta 3 Collegno – Cascine Vica: 2° Lotto funzionale “Collegno Centro-Cascine Vica” | MTL1T3A2E GEOENR002 |
|   |  | Revisione 0-1       |


Il modello è stato costruito a partire da dati dei sondaggi del PD e del PE, oltre ad alcuni sondaggi aggiuntivi provenienti dalla Banca Dati Geotecnica fornita da ARPA Piemonte, per un totale di 30 verticali stratigrafiche. Le informazioni litostratigrafiche presenti nei sondaggi sono state catalogate sulla base delle unità geologiche presenti nel settore indagato (Tabella 2).

L'interpolazione dei limiti tra le tre unità geologiche si è rivelato utile in particolare per l'unità UIN<sub>d</sub> (loess eolico), la cui profondità rispetto al tetto della calotta della galleria è significativa per definire i consolidamenti necessari nelle operazioni di scavo. L'unità ha una continuità laterale piuttosto irregolare ed interessa soprattutto il settore terminale del Lotto 2 (stazione Cascine Vica e del parcheggio di interscambio). Gli spessori, aggiornati rispetto agli elaborati da PD grazie al modello 3D, corrispondono a quanto riportato nei profili longitudinali e raggiungono 5 m massimi. L'unità del loess mostra una decrescita di spessore verso est, come evidenziato nei profili, e verso nord. Il loess è stato rinvenuto anche il settore intorno alle progressive 2+200-2+300 dell'opera, dove forma una lente superficiale al di sotto dei terreni di riporto di spessore inferiore a 5 m.

In Figura 13 e nell'elaborato dedicato (MTL1T3A2EGEOGENS007) sono mostrati maggiori dettagli del modello geologico tridimensionale.



Figura 13: Modello geologico 3D con immagine satellitare dell'area e volumi delle opere (verde).

|   |   |                      |
|---|---|----------------------|
|  <b>INFRA.TO</b><br>infrastrutture per la mobilità | Metropolitana Automatica di Torino – Linea<br>1- Tratta 3 Collegno – Cascine Vica: 2°<br>Lotto funzionale “Collegno Centro-Cascine<br>Vica” | MTL1T3A2E GEOGENR002 |
|   |   | Revisione 0-1        |

## 8 ASSETTO IDROGEOLOGICO LOCALE

In base alle stratigrafie ed ai rilievi freaticometrici effettuati in fase di progetto definitivo presso il piezometro SCPZ2 e di quello installato in fase esecutiva nel carotaggio S3 (denominato SCPZ4), è possibile distinguere all'interno della sequenza stratigrafica la presenza di un esteso corpo acquifero, ubicato entro i depositi fluvio-glaciali ghiaioso-sabbiosi. Tale acquifero coincide con la falda a superficie libera, che nell'area urbanizzata di Torino e cintura metropolitana è alimentata principalmente dagli apporti provenienti da ovest.

In Tabella 4 sono riassunte le misure dei livelli piezometrici eseguiti in fase definitiva ed esecutiva nel Lotto 2:

**Tabella 4:** Misure di soggiacenza eseguite in sondaggi attrezzati a piezometro.

| Piezometro | Fase progetto | Soggiacenza (m da p.c.) |
|------------|---------------|-------------------------|
| SCPZ2      | Definitiva    | 44.84                   |
| SCPZ4      | Esecutiva     | 51.17                   |

Nell'area oggetto del presente studio la superficie piezometrica presenta un andamento generale ovest-est, confermando il trend regionale a scala di Pianura Torinese, riconducibile all'azione drenante del F. Po (cfr. Elaborato Carta geologica, MTL1T3A2EGEOGENS005).


L'andamento delle linee isopiezometriche della falda idrica e della direzione di deflusso prevalente (sudest) è stata desunta a partire da dati bibliografici (Mandrone, 2002) e dalle misure dirette della soggiacenza, effettuate sia dai piezometri installati in fase di progetto definitivo sia nel nuovo piezometro SCPZ4 (Figura 14).

Da letteratura, i rapporti tra la falda superficiale e il F. Dora Riparia non sono univoci lungo il corso d'acqua: nell'area in cui si svilupperà l'opera, il corso d'acqua non ha rapporti con la falda (cfr. Par. 5.4). ne consegue che la falda è influenzata dal fiume Po che, pur distando 10 km circa dall'opera in progetto, rappresenta il livello di base locale dell'acquifero e pertanto influenza la falda nell'intera Pianura Torinese.

Considerando la profondità alla quale sarà realizzato lo scavo della galleria, delle stazioni e dei pozzi di ventilazione, l'opera non interferisce in alcun modo con l'acquifero superficiale.

Allo scopo di definire con maggiore accuratezza le proprietà idrogeologiche dei terreni interessati dagli scavi e dalle operazioni di consolidamento, si sono effettuate prove di permeabilità di tipo Lefranc a carico variabile e costante in base alla granulometria prevalente, per un totale di 6 prove eseguite. Le prove hanno interessato sia i depositi fluvio-glaciali che i depositi superficiali di loess (silt sabbiosi), ad una profondità compresa tra calotta di scavo e contatto con i terreni superficiali e all'interno degli orizzonti limosi superficiali di origine eolica.

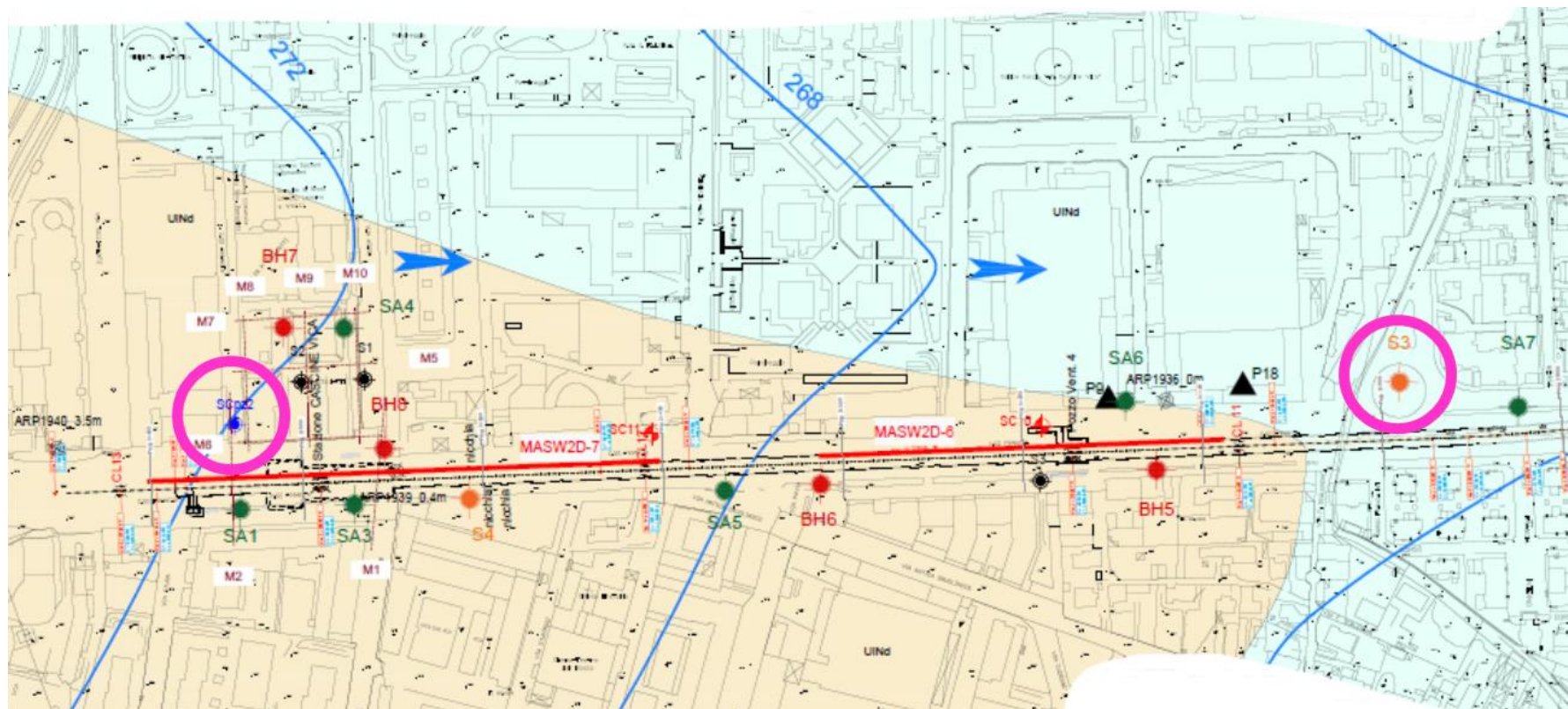
La Tabella 5 sotto riassume i risultati delle prove di permeabilità eseguite.

|   |   |                      |
|---|---|----------------------|
|  | Metropolitana Automatica di Torino – Linea<br>1- Tratta 3 Collegno – Cascine Vica: 2°<br>Lotto funzionale “Collegno Centro-Cascine<br>Vica” | MTL1T3A2E GEOGENR002 |
|   |   | Revisione 0-1        |

**Tabella 5:** Risultati delle prove Lefranc.


| Sondaggio | Litologia       | Profondità<br>Esecuzione<br>[m] | Tipo Lefranc<br>eseguita | Permeabilità k<br>[m/s] |
|-----------|-----------------|---------------------------------|--------------------------|-------------------------|
| SA5       | Silt sabbiosi   | 3-4.5                           | CV                       | 5.82E-07                |
| BH6       | Ghiaie sabbiose | 4.5-5.5                         | CC                       | 3.15E-05                |
| BH8       | Silt sabbiosi   | 3-4.5                           | CV                       | 4.97E-07                |
| BH8       | Ghiaie sabbiose | 5.5-7                           | CC                       | 9.32E-06                |
| BH5       | Ghiaie sabbiose | 4.5-4.8                         | CV                       | 1.78E-06                |
| BH5       | Ghiaie sabbiose | 9-9.4                           | CV                       | 3.52E-07                |

Si conferma che i depositi ghiaioso-sabbiosi hanno una permeabilità relativamente elevata e ricadono nella classe K3 della classificazione AFTES 1992, ad eccezione della prova effettuata a circa 9 m di profondità nel sondaggio BH5. I depositi loessici sabbioso-limosi ricadono invece entro valori medio-bassi dell'ordine di circa 5E-07 m/s, rientranti nella classe K2.



**Figura 14:** Stralcio della carta geologica (MTL1T3A2E GEOGENR002) con evidenziate in blu le linee isopiezometriche ed in violetto l'ubicazione dei punti di misura del livello di falda a disposizione da progettazione definitiva ed esecutiva riportati in Tabella 4.



|   |   |                      |
|---|---|----------------------|
|  | Metropolitana Automatica di Torino – Linea<br>1- Tratta 3 Collegno – Cascine Vica: 2°<br>Lotto funzionale “Collegno Centro-Cascine<br>Vica” | MTL1T3A2E GEOGENR002 |
|   |   | Revisione 0-1        |

## 9 DESCRIZIONE DELLE CONDIZIONI GEOLOGICHE E IDROGEOLOGICHE DELLE OPERE

Il 2° Lotto funzionale risulta costituito dalle seguenti opere:

- due stazioni (Leumann e Cascine Vica);
- due pozzi di intertratta (PC3, PC4);
- il pozzo terminale (PCT);
- un tratto di galleria naturale a foro cieco;
- il parcheggio d'interscambio a Cascine Vica.

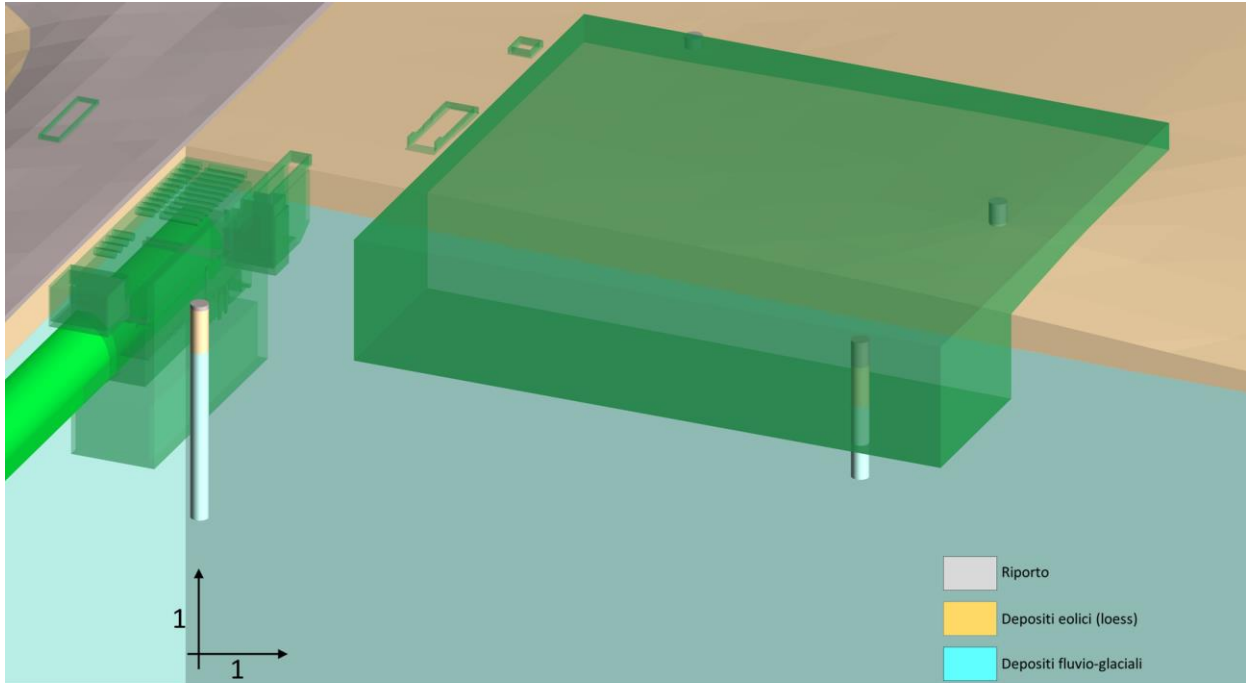
Con riferimento al Profilo geologico e al Profilo geotecnico (MTL1T3A2EGEOGENS003 e MTL1T3A2EGEOGENS004), è possibile descrivere le condizioni geologiche e idrogeologiche in corrispondenza della galleria. La galleria risulterà scavata interamente nei depositi sabbioso-ghiaiosi fluvio-glaciali dell'unità AFR<sub>2b</sub>. Tale unità presenta livelli cementati discontinui lungo l'asse della galleria. In corrispondenza alle progressive 3+350 e 3+400 la calotta della galleria arriva in prossimità del limite inferiore dell'unità UIN<sub>d</sub>, i depositi fini del loess. I livelli di falda misurati nei due punti di cui a Figura 14 si attestano ben al di sotto della galleria, consentendo di escludere interazioni con la falda presente nell'area.

Per quanto riguarda la stazione Leumann, è possibile fare riferimento all'elaborato Sezioni geotecniche in corrispondenza delle stazioni (1/2) (MTL1T3A2EGEOGENS006.1). I sondaggi di riferimento per la sezione trasversale, SC9, S4 (da PD) e SA9, SA8, S2, BH3 (da PE) evidenziano la presenza di due unità delle tre riconosciute nell'area, ovvero R (riporto, corrispondente all'unità geotecnica UG0) e AFR<sub>2b</sub>, depositi fluvio-glaciali, corrispondente alla UG1. Il riporto ha spessore di circa 2 metri da piano campagna, mentre al di sotto sono presenti unicamente i depositi fluvio-glaciali che, in particolare nei sondaggi SA9, SA8 e BH3, mostrano livelli cementati. La sezione longitudinale, definita dalle verticali dei sondaggi S4 (PD), SA8, BH3 ed S2 (PE), è del tutto simile alla sezione trasversale.

Per quanto riguarda la stazione Cascine Vica, è possibile fare riferimento all'elaborato Sezioni geotecniche in corrispondenza delle stazioni (1/2) e (2/2) (MTL1T3A2EGEOGENS006.2) e a Figura 15. Nella sezione trasversale, la cui stratigrafia è definita dal sondaggio S4, SA1, SA3 e BH8 (PE), si evidenzia la presenza di 1 m circa di riporto, seguito da 4 m circa di depositi sabbioso-limosi di loess, con spessore lievemente decrescente in direzione sud, e infine di depositi ghiaioso-sabbiosi fino alla base dei diaframmi dell'opera (circa 293 m s.l.m.). Nella sezione longitudinale le condizioni locali sono ascrivibili ai sondaggi BH8, SA3 ed SA1 (PE) e mostrano condizioni simili a quanto descritto per la sezione trasversale. La base dei depositi di loess (UIN<sub>d</sub> - UG2) mostra un lieve incremento di quota in direzione ovest cui corrisponde un decremento di spessore dell'unità.

Per quanto riguarda i 3 pozzi previsti, si fa riferimento all'elaborato Sezioni geotecniche in corrispondenza dei pozzi di ventilazione (MTL1T3A2EGEOGENS006.3). La sezione del pozzo di ventilazione PC3, elaborata a partire dai sondaggi S1, BH2, SA11 (PE) e S5 e SC7 (PD), evidenzia la presenza di riporto per circa 1.5 m di spessore e poi, da quote di circa 300-301 m s.l.m. fino a base diaframmi, di depositi fluvio-glaciali ghiaioso-sabbiosi, che presentano in particolare nel sondaggio BH2 livelli cementati. La sezione del pozzo di ventilazione PC4 (descritta dai sondaggi S3 ed SC10 del PD, BH5 e SA6 del PE) presenta uno spessore tra 0.6 e 0.8 m di riporto, cui segue tra le quote 310 e circa 307 m s.l.m. l'unità dei depositi di loess, con spessore relativamente costante. Al di sotto l'opera si inserirà nei depositi ghiaioso-sabbiosi fino a fondo scavo. Il pozzo terminale PCT, descritto dal sondaggio SA1 (PE), presenta uno

spessore superficiale di 0.8 m. Al di sotto è presente uno spessore di depositi loessici variabile tra 2.5 m e 1 m circa, in diminuzione verso sud.



**Figura 15:** particolare del modello geologico 3D su Stazione Cascine Vica e parcheggio di interscambio.

La sezione del parcheggio di interscambio (MTL1T3A2EGEOGENS006.4) è descritta dalle indagini S1, S2 (PD) e SA4, BH7 (PE). La sezione, posta trasversalmente al tracciato della galleria, evidenzia la presenza di riporto con spessore variabile da sud a nord tra 1.5 m circa e 6.5 m. Tale variabilità è spiegata dalla quota del limite inferiore del riporto, che decresce lievemente verso nord tra circa 315.5 e 314 m, mentre viceversa la quota topografica aumenta di alcuni metri. Al di sotto del riporto l'opera si interesterà nei depositi sabbioso-limosi loessici (UIN<sub>d</sub> - UG2), avente spessori variabili tra 2.5 m circa e 4.5 m da sud a nord. Il limite inferiore del loess si attesta ad una quota di circa 312.3 m s.l.m.. Al di sotto, sono presenti i depositi ghiaioso-sabbiosi dell'unità del fluvio-glaciale, con livelli cementati segnalati nei sondaggi SA4 e BH7.

In tutte le opere fin qui descritte si conferma l'assenza di interazione con la falda superficiale come da livelli piezometrici misurati in fase di PD e PE.