

SATTI
S.p.A. TORINESE TRASPORTI INTERCOMUNALI TORINO
METROPOLITANA AUTOMATICA DI TORINO
LINEA 1
TRATTA FUNZIONALE COLLEGNO – TORINO PORTA NUOVA
GALLERIA ARTIFICIALE – TRATTA DEPOSITO - FERMI
PROGETTO ESECUTIVO

STUDI E INDAGINI

GEOLOGIA IDROGEOLOGIA E GEOTECNICA

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA

REV.	REDAZIONE		VERIFICA		APPROVAZIONE		
	NOME	FIRMA	NOME	FIRMA	NOME	FIRMA	DATA
0	Dott. E. Rabbi Dott. G. Ricci		Ing.S.Xu		Ing. P. Grasso		15/07/2000
a							
b							
c							

INDICE

1. INTRODUZIONE	1
2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO GENERALE.....	2
2.1 Inquadramento geologico-geomorfologico	2
2.1.1 La cementazione dei depositi quaternari.....	3
2.2 Inquadramento idrogeologico.....	4
3. LOTTO 2	5
3.1 Quadro di riferimento progettuale.....	5
3.2 Geologia e Geomorfologia	5
3.3 Idrogeologia.....	5
4. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO.....	7
5. BIBLIOGRAFIA	8

1. INTRODUZIONE

La presente relazione illustra il contesto geologico ed idrogeologico del lotto 2 della linea 1 della Metropolitana Automatica di Torino.

La prima tratta funzionale della linea 1 della Metropolitana di Torino si sviluppa per circa 9,6km da Collegno (area Deposito-Officina) fin poco oltre la Stazione di Porta Nuova (asta di manovra), e si articola in 5 lotti di opere civili al rustico:

- lotto 1 Deposito
- lotto 2 Tratta Deposito - Fermi
- lotto 3 Tratta Fermi - Pozzo Strada
- lotto 4 Tratta Pozzo Strada - Acaja
- lotto 5 Tratta Acaja - Porta Nuova

Lungo la linea saranno realizzate 15 stazioni di cui 13 poste in corrispondenza dei principali incroci (Fermi, Paradiso, Marche, Massaua, Pozzo Strada, Monte Grappa, Rivoli, Racconigi, Bernini, Principi d'Acaja, XVIII dicembre, Vinzaglio, Re Umberto) e 2 di interscambio con linee delle Ferrovie dello Stato: le stazioni di Porta Susa e di Porta Nuova.

Il piano banchina è normalmente a -15,50m dal piano campagna.

Tre stazioni e precisamente Paradiso, XVIII Dicembre e Vinzaglio sono più profonde (-17,40m da p.c.).

La galleria di linea verrà realizzata con una macchina di scavo a piena sezione (TBM: Tunnel Boring Machine) e avrà diametro interno finito pari a 6.80m.

Il tracciato, muovendosi da Ovest verso Est con progressive crescenti, percorre inizialmente via De Amicis, nel Comune di Collegno, quindi, entrando nel comune di Torino, si sviluppa in asse a Corso Francia, fino all'intersezione con Corso Inghilterra; da qui, in curva ampia, sottopassa il Passante Ferroviario e si porta in Piazza XVIII dicembre, di fronte all'attuale stazione di Porta Susa, per proseguire poi lungo Corso Bolzano fino alla seconda curva, prevista per permettere l'imbocco di Corso Vittorio Emanuele II. Il corso, uno dei più importanti di Torino, viene percorso fin poco oltre la stazione di Porta Nuova.

Il tracciato, da un punto di vista costruttivo, risulta così suddiviso:

1. tratta eseguita a cielo aperto, che si sviluppa nel Comune di Collegno, lungo via Fratelli Cervi e via De Amicis, tra il Deposito/Officina e la Stazione Fermi, coincidente con il lotto 2;
2. tratta eseguita a foro cieco, dalla stazione Fermi fino alla stazione di Porta Nuova.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO GENERALE

2.1 Inquadramento geologico-geomorfologico

Il territorio comunale di Torino si estende per circa l'80% su un'area semi-pianeggiante costituita dagli apporti successivi delle conoidi alluvionali poste allo sbocco delle valli alpine della Dora Riparia e della Stura di Lanzo; la restante parte del territorio è costituito dai rilievi collinari posti a est del fiume Po. L'area urbana presenta una debole pendenza procedendo da ovest verso est, passando da 260-270 m s.l.m. a circa 220 m s.l.m.

Le conoidi alluvionali sono costituite da depositi di origine fluvioglaciale, successivamente rimodellati, almeno nei livelli più superficiali, dai corsi d'acqua che attraversano il territorio comunale (Po, Stura di Lanzo, Dora Riparia e Sangone). I termini litologici dei depositi fluvioglaciali sono legati ai litotipi del bacino idrografico di alimentazione; il Massiccio Ultrabasico di Lanzo (serpentiniti, ultrabasiti) per la Stura di Lanzo e il Complesso Dora Maira (gneiss, quarziti), Calcescisti e Pietre Verdi, Serie d'Ambin (micascisti, quarziti) per la Dora Riparia.

L'assetto geologico generale è suddiviso, per i primi 150 metri circa, in tre complessi litostratigrafici:

- depositi fluvioglaciali e fluviali Rissiani (Quaternario), principalmente composti da ghiaie, ciottoli e sabbie in matrice sabbioso-limosa (figura 2.1);
- depositi lacustri e fluviolacustri riferibili al Villafranchiano Autoctono (Pleistocene Inferiore-Pliocene Superiore) composti da limi argillosi e livelli sabbioso ghiaiosi;
- depositi d'ambiente marino neritico del Pliocene composti da limi argillosi, limi sabbiosi e sabbie grigio azzurre con fossili.

Lo spessore del primo complesso ghiaioso lungo il tracciato è variabile da un minimo di 25 metri (zona a nord di Torino) ad un massimo di circa 45 metri. Questi depositi presentano, al loro interno, orizzonti e livelli ad andamento discontinuo e a vario grado di cementazione; i livelli a maggior cementazione (livelli conglomeratici) sono caratteristici del sottosuolo di Torino e sono noti in letteratura con il termine formazionale di "puddinghe". Il limite inferiore dei depositi fluvioglaciali Rissiani è costituito da un contatto di tipo erosionale.

La potenza del secondo complesso, ricavata dalla bibliografia, varia molto in relazione alla zona di riferimento, da un massimo di 140 metri (Piazza Marmolada) a pochi metri nella zona nord di Torino, nelle vicinanze della Stura di Lanzo. Il contatto tra la base del complesso Villafranchiano e i sottostanti depositi Pliocenici è di eteropia di facies.

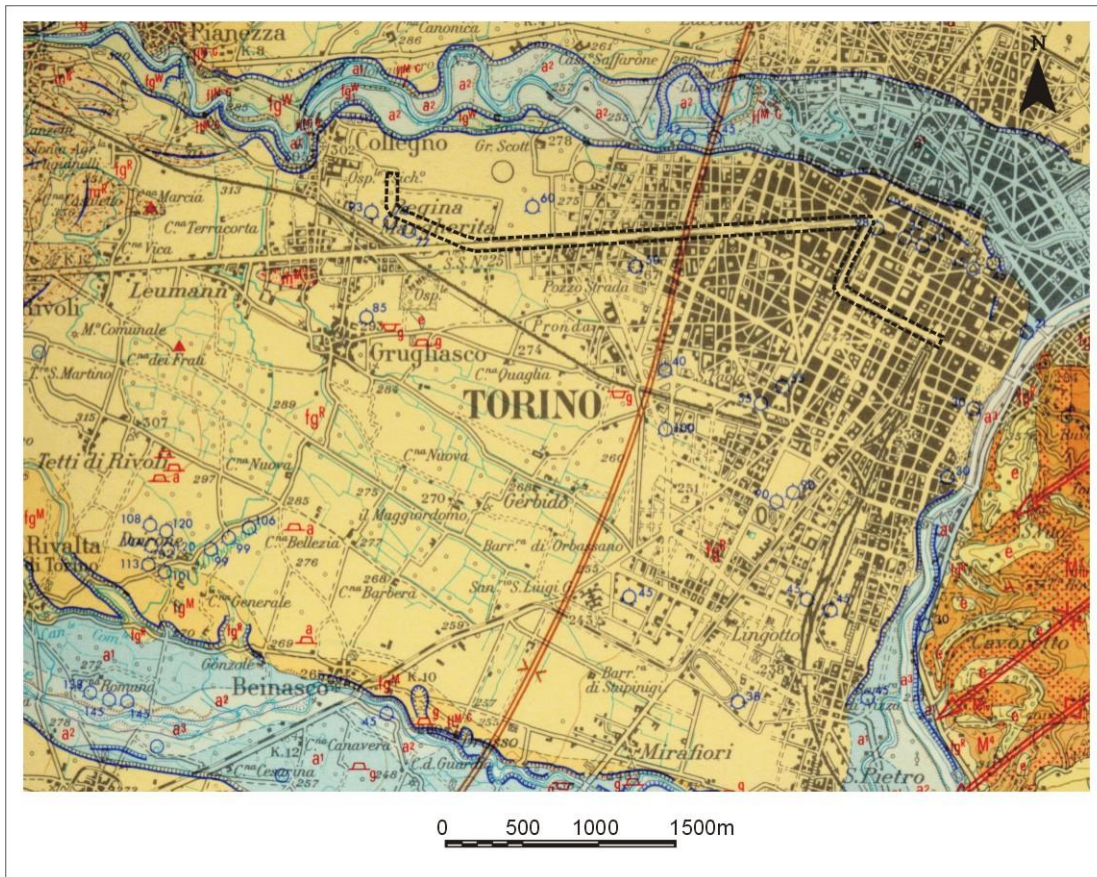


Figura 2.1: Estratto dal foglio n. 56 della Carta Geologica d'Italia, scala 1:100.000; con la sigla fg^R sono identificati i depositi fluvio-glaciali e fluviali Rissiani. Lo sviluppo dell'opera è evidenziato in tratteggiato.

2.1.1 La cementazione dei depositi quaternari

Il sottosuolo di Torino, se da un punto di vista geologico può essere definito relativamente semplice, presenta delle rilevanti variazioni sia lateralmente, sia lungo la profondità relativamente alla cementazione dei depositi fluvio-glaciali (ghiaie, ciottoli e sabbie in matrice limosa).

La natura della cementazione è dovuta alla precipitazione del carbonato di calcio e magnesio presente in soluzione sia nell'acqua di falda, sia nell'acqua di infiltrazione meteorica, per variazioni di temperatura e di pH.

I carbonati presenti in soluzione nelle acque della falda superficiale provengono principalmente dalle acque della Dora Riparia (350-400 mg/l CaCO₃ disciolto), che alimenta la falda nei periodi di maggior portata. Quando le acque della falda superficiale, cariche di carbonati, si miscelano con acque provenienti da altri bacini di alimentazione, la variazione di temperatura (diminuzione) o di pH (innalzamento del valore) provoca la precipitazione dei carbonati disciolti in soluzione.

Le acque di precipitazione meteorica infiltrandosi nel suolo si arricchiscono di CO₂, che combinandosi con l'acqua produce acido carbonico (H₂CO₃) e determinano, dunque, una diminuzione del pH. Le acque così divenute aggressive riescono a portare in soluzione il carbonato di calcio e magnesio presente nei depositi. All'aumentare della profondità, il

variare della temperatura (la temperatura delle acque di infiltrazione non è più influenzata dalla temperatura dell'aria, generalmente si verifica un abbassamento della temperatura) modifica l'equilibrio chimico delle specie carbonatiche disciolte, provocandone la precipitazione.

I due meccanismi di formazione dei depositi cementati sopraccitati spiegano la formazione di lenti e livelli di materiale cementato sia nella zona non satura, sia al di sotto del livello di oscillazione della falda superficiale.

2.2 Inquadramento idrogeologico

Con riferimento all'assetto litostratigrafico per i primi 150-200m, il sottosuolo di Torino è sede di un sistema di falde sovrapposte. Dalle informazioni ricavate dalla letteratura e dai dati riassunti nelle schede dei pozzi, risulta evidente il seguente assetto idrogeologico:

- acquifero superficiale a falda libera costituito da depositi grossolani riferibili al Quaternario (ciottoli, ghiaie e sabbie in matrice sabbioso-limosa), con uno spessore della zona satura variabile tra 15 e 30 m e limitato alla base da uno strato di argille con spessore pari a circa 30 m, presente in quasi tutte le stratigrafie dei pozzi analizzati. La superficie dell'acquifero a falda libera si trova a una profondità variabile dai 40 ai 15 metri di profondità dal piano campagna.
- acquifero profondo, verosimilmente confinato e del tipo multifalda, è situato indicativamente tra 70 e 200 m dal p.c., come desunto dalle informazioni provenienti da diversi pozzi profondi presenti nell'area oggetto di studio. Tale acquifero è costituito da alternanze di depositi medio grossolani e fini (argille limose con livelli di ghiaie e sabbie), appartenenti a depositi fluviolacustri; la sua base è rappresentata da uno strato di argille presente, a seconda delle zone, a circa 150-200 m dal piano campagna.

Nella carta idrogeologica allegata alla scala 1:5.000 sono riportate le seguenti informazioni:

- isopiezometrica della falda superficiale (febbraio-marzo 2000)
- isopiezometrica della falda superficiale (giugno 1995)
- direzione di deflusso idrico sotterraneo
- isobate della base dell'acquifero superficiale (tetto dei depositi argillosi) come ricostruito dall'analisi delle stratigrafie dei pozzi censiti
- pozzi censiti (divisi tramite simbologia in misurabili, con stratigrafia, irreperibili, attivi, dismessi)

Sono allegate le schede relative al censimento pozzi effettuato nel periodo febbraio-marzo 2000.

La carta delle curve isopiezometriche riferite alle misure del periodo febbraio-marzo 2000 mostra un andamento della superficie piezometrica piuttosto regolare, con gradiente medio pari a circa $3.5 \cdot 10^{-3}$, e direzione di flusso orientata da ovest verso est; lo stesso gradiente aumenta nel settore orientale, in vicinanza del Po, e mostra valori pari a circa $1.0 \cdot 10^{-2}$. Appare comunque evidente come il Po risulti essere il livello di base locale dell'acquifero a falda libera, mentre la Dora Riparia agisca, a seconda delle zone, come dreno o come alimentatore della falda stessa.

3. LOTTO 2

3.1 Quadro di riferimento progettuale

Il tracciato del 2° lotto si sviluppa per 750m circa, interamente nel Comune di Collegno, in galleria a cielo aperto, dalla zona Deposito fino alla stazione Fermi esclusa.

Il tracciato si dispone, oltre il limite dello scatolare scoperto previsto nel lotto 1, in galleria artificiale dalla prog. 0+160.000m, quota progetto di 294m sml, quota terreno 292.6 m slm fino a Corso Fratelli Cervi, quindi, con una curva, si porta in via De Amicis percorrendola fino alla stazione Fermi (prog. 0+912,089m, quota progetto 277m slm, quota terreno 289m sml), attraverso una zona popolata sia da insediamenti industriali che, in misura secondaria, abitativi.

Nel lotto, oltre alla galleria a cielo aperto, è presente una serie di opere accessorie:

- camino di ventilazione;
- pozzo di aggettamento;
- manufatto speciale per il futuro prolungamento verso Rivoli;
- spostamento dei sottoservizi, in particolare condotte fognarie profonde (8-10m da p.c.) e sifone stazione Fermi (lotto 3) che interferisce nella sua deviazione con il lotto in oggetto.

3.2 Geologia e Geomorfologia

La ricostruzione dell'andamento dei principali livelli litologici riconosciuti è stata realizzata utilizzando informazioni derivanti dalle indagini eseguite appositamente.

Sostanzialmente la galleria artificiale si svilupperà attraverso depositi fluvio-glaciali e fluviali Rissiani costituiti da ghiaie, ciottoli e sabbie in matrice limosa. Localmente sono presenti livelli di ciottoli o sabbie privi di matrice fine e blocchi. La continuità laterale di questi livelli è altamente discontinua e variabile.

Più dettagliatamente l'opera si troverà ad attraversare depositi ghiaiosi con ciottoli e sabbie in matrice limosa, caratterizzati da livelli con cementazione variabile da assente a media.

I ciottoli campionati durante l'esecuzione dei sondaggi risultano sostanzialmente composti da quarziti, gneiss, serpentiniti e metagabbri e raramente presentano un'alterazione tale da comprometterne la struttura. La forma varia da sub-arrotondata ad arrotondata. Le dimensioni sono variabili da pochi centimetri fino a un massimo osservato di 50cm di diametro. Il diametro di 15-20cm è quello maggiormente osservato (dati relativi allo smarino dei pozzi ispezionabili). Sono inoltre presenti livelli di ciottoli privi di matrice sabbioso limosa fine. La presenza di concrezioni di calcite e cemento calcareo prevalentemente sulla parte superiore dei ciottoli avvalorà l'interpretazione che vede la cementazione legata al fenomeno della percolazione delle acque di infiltrazione (zona non satura).

3.3 Idrogeologia

La situazione idrogeologica relativa al lotto in questione mostra la profondità della falda superficiale variabile dai 44 a 45m dal piano campagna. La direzione di deflusso sotterraneo, come evidenziato dalla carta delle isopiezometriche relativa alla campagna di misure febbraio-marzo 2000, è orientata da ovest a est (N100E). Data la direzione di deflusso sotterraneo, il gradiente è praticamente orizzontale per la prima parte del lotto (lungo V. F.

Cervi, fino alla svolta su V. E. de Amicis), mentre nella seconda parte ha un valore di 0.5%. Dai dati acquisiti durante la campagna geognostica (prove Lefranc a carico costante) e dall'analisi dei dati bibliografici si può attribuire la classe di permeabilità K3 (AFTES, 1992) ai terreni interessati dallo sviluppo dell'opera. I valori di permeabilità della classificazione AFTES sono così definiti:

K1 < 10^{-8} m/s

K2 da 10^{-8} a 10^{-6} m/s

K3 da 10^{-6} a 10^{-4} m/s

K4 $>10^{-4}$ m/s.

Data la profondità dell'opera e la quota della falda superficiale, non si evidenziano problemi di interferenza tra lo scavo dell'opera e il deflusso sotterraneo dell'acqua di falda per tutto lo sviluppo del lotto.

4. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

La campagna di indagini, come questa relazione, è stata effettuata nel rispetto della Normativa in vigore, ed in particolare:

- D.M. 11 marzo 1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione" e successive istruzioni;
- Circolare ANAS, relativa al D.M. 11/3/1988;
- Legge Quadro sui Lavori Pubblici n. 109 (Legge Merloni);
- C.M.L.P. n. 2535 e applicazione delle norme 25/11/1962 n. 1684, legge 2 febbraio 1974 n. 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".

5. BIBLIOGRAFIA

BONSIGNORE G., BORTOLAMI G., ELTER G., MONTRASIO A., PETRUCCI F., RAGNI U., SACCHI R., STURANI C. E ZANELLA E.: *“Note illustrative della Carta Geologica d’Italia”* fogli 56 e 57 (TorinoVercelli). Servizio Geologico d’Italia, Roma, 1969.

BOTTINO G., CIVITA M.: *“Engineering geological features and mapping of subsurface in the metropolitan area of Turin, North Italy”*. 5th International IAEG Congress, Buenos Aires, 1986, pp. 17411753

BORTOLAMI G., DE LUCA D., FILIPPINI G.: *“Le acque sotterranee della pianura di Torino. Aspetti e problemi”*. Provincia di Torino, Assessorato Ecologia, 1990.

FRANCERI E., BORTOLAMI G., RICCI B.: *“Lineamenti geoidrologici della provincia di Torino con riferimento allo stato idrogeochimico delle falde del sottosuolo dell’area ecologico torinese”*. Provincia di Torino – Assessorato Ecologia. Marzo 1980.