

**TRENO ALTA VELOCITA' S.p.A.**

Società con socio unico soggetta alla direzione e coordinamento di RFI S.p.A. - Gruppo Ferrovie dello Stato

**ALTA SORVEGLIANZA:****ITALFERR S.p.A.**

Società con socio unico, soggetta all'attività di direzione e coordinamento di Ferrovie dello Stato S.p.A.

**GENERAL CONTRACTOR:****CONSORZIO COCIV**

CONSORZIO

**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE  
DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01****TRATTA A.V./A.C. MILANO-GENOVA. TERZO VALICO DEI GIOVI  
CUP F81H92000000008  
PROGETTO DEFINITIVO****LINEA III VALICO  
GEOLOGIA ED IDROGEOLOGIA  
RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA****Settore di pianura**

|                   |  |            |      |           |      |
|-------------------|--|------------|------|-----------|------|
| ALTA SORVEGLIANZA |  | Verificato | Data | Approvato | Data |
|                   |  | BORGIA     |      | GAMBELLI  |      |

|          |       |      |      |           |                    |        |      |
|----------|-------|------|------|-----------|--------------------|--------|------|
| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC. | OPERA / DISCIPLINA | PROGR. | REV. |
| A 3 0 1  | 0 0   | D    | CV   | RO        | GE 0 0 0 1         | 0 0 2  | B    |

## PROGETTAZIONE GENERAL CONTRACTOR

| Rev. | DATA      | Descrizione emissione                          | Redatto     | Data       | Verificato | Data       | Approvato | Data       | Autorizzato/Data     |
|------|-----------|--|-------------|------------|------------|------------|-----------|------------|----------------------|
| A.01 | MAGGIO 04 | REVISIONE A SEGUITO<br>COMPLETAMENTO ATTIVITA' | GEOCO<br>NS | 29/09/2004 | BOG        | 29/09/2004 | O.C.      | 29/09/2004 |                      |
| A.02 | 29/04/05  | REVISIONE GENERALE                             | BOG         | 29/04/05   | COCIV      | 29/04/05   | COCIV     | 29/04/05   | MALVAGNA<br>15/06/05 |
| B.00 | 15/06/05  | EMISSIONE EX ART. 4 D.Lgs 190/02               | BOG         | 15/06/05   | COCIV      | 15/06/05   | COCIV     | 15/06/05   |                      |

Nome File: A301 00 D CV RO GE00 01 002 B.00

n. Elab.

## INDICE

|  |    |
|--|----|
| PARTE I SINTESI DEI RISULTATI .....  | 3  |
| 1. Premessa.....   | 3  |
| 2. Particolari situazioni di criticità emerse.....   | 4  |
| 2.1 Interferenze idrogeologiche legate alla realizzazione delle Gallerie artificiali.....  | 5  |
| 2.2 Interferenze idrogeologiche sui punti d'acqua (pozzi e corsi d'acqua minori).....  | 6  |
| 3. Valutazione dell'affidabilità delle previsioni geologiche e idrogeologiche .....  | 8  |
| 4. Indagini in corso.....  | 8  |
| PARTE II GALLERIE ARTIFICIALI .....  | 9  |
| 5. Modalità costruttive (Cenni).....   | 9  |
| 6. Modalità di aggotamento e gestione delle acque di falda .....   | 9  |
| PARTE III GEOLOGIA .....   | 10 |
| 7. Inquadramento geologico - strutturale .....   | 10 |
| 7.1 Assetto litostratigrafico dei termini afferenti al Ciclo sedimentario autoctono e<br>neautoctono padano – adriatico (CSNPA)..... | 11 |
| 7.2 Assetto litostratigrafico dei sedimenti alluvionali .....  | 12 |
| 7.2.1 Fluviale Recente (fl 3).....   | 13 |
| 7.2.2 Fluviale Medio (fl 2).....   | 13 |
| 7.2.3 Fluviale Antico (fl 1).....  | 13 |
| 8. Morfotettonica.....   | 14 |
| 9. Sismicità.....  | 14 |
| PARTE III IDROGEOLOGIA.....  | 14 |
| 10. Premessa.....  | 14 |
| 11. Idrografia superficiale .....  | 18 |
| 12. Complessi idrogeologici .....  | 19 |
| 12.1 Fluviale Recente fl3 .....  | 19 |
| 12.2 Fluviale Medio fl2.....   | 20 |
| 12.3 Fluviale Antico fl1 .....   | 20 |
| 13. Permeabilità dei terreni .....   | 20 |
| 14. Piezometria.....   | 23 |
| 14.1 Livelli piezometrici lungo il tracciato A.C. ....   | 23 |
| 14.2 Livelli piezometrici lungo lo Shunt Torino.....   | 23 |
| PARTE IV INTERFERENZE CON I PUNTI D'ACQUA .....  | 23 |
| 15. Censimento dei punti d'acqua.....  | 24 |
| 15.1 Corsi d'acqua .....   | 24 |
| 15.2 Pozzi.....  | 24 |
| 16. CONCLUSIONI.....   | 25 |
| PARTE V Bibliografia.....  | 26 |
| ALLEGATO 1 .....   | 27 |
| ALLEGATO 2 .....   | 27 |
| ALLEGATO 3 .....   | 27 |
| ALLEGATO 4 .....   | 27 |

## **PARTE I SINTESI DEI RISULTATI**

### **1. Premessa**

Scopo del lavoro in oggetto è fornire un inquadramento generale dei caratteri geologici, geomorfologici, idrografici e idrogeologici del territorio di pianura interessato dal tracciato della linea ferroviaria ad Alta Capacità Milano – Genova III Valico, nell’ambito delle attività propedeutiche alla sua progettazione definitiva.

La linea che si sviluppa in questo tratto di pianura, per 17.5 km circa, tra l’imbocco nord della Galleria di Serravalle (pk 36+446) e l’innesto sulla linea storica nei pressi di Tortona, a pk 54+000, presenta anche un tratto in sotterraneo (galleria artificiale di Pozzolo F.).

Nell’ambito del tratto di pianura compreso tra Novi Ligure e Pozzolo Formigaro è prevista inoltre una interconnessione verso Torino, della lunghezza di ca. 7.000 m, che si sviluppa per buona parte in galleria artificiale.

La progressiva di inizio, convenzionalmente fissata a pk 36+446, è ubicata alla periferia est di Novi Ligure mentre la progressiva di fine linea (53+000) è situata in sinistra F. Scrivia nei pressi di Tortona.

Le Amministrazioni interessate dalla linea e quindi coinvolte nella ricerca dei dati necessari per la stesura del lavoro sono state: la Regione Piemonte (con particolare riferimento all’Ufficio delle Risorse Idriche e all’Ufficio Meteoidrografico), la Provincia di Alessandria e i comuni di Serravalle Scrivia, Novi Ligure, Pozzolo Formigaro e Tortona.

A queste bisogna aggiungere l’ACOS (azienda consortile acqua e gas di Novi Ligure) che gestisce direttamente le risorse idropotabili presenti sul territorio.

Per la stesura della presente sono stati utilizzati i dati contenuti nella Relazione idrogeologica di Progetto preliminare e di nuovi dati relativi alla stratigrafia, alla permeabilità dei terreni ed ai livelli piezometrici raccolti tra Gennaio 2003 e Aprile 2005.

Il lavoro è stato sviluppato in diverse fasi, che possono essere riassunte come segue:

- revisione bibliografica del materiale a disposizione precedentemente redatto, con particolare riferimento alla “Relazione Idrogeologica preliminare” del 2002 e allo “Studio di Impatto Ambientale” del 2003.
- Analisi di alcuni dei punti d’acqua (pozzi) censiti.
- Analisi dell’idrografia superficiale
- Analisi dei dati ottenuti dalle prove di permeabilità eseguite nel corso dei sondaggi (campagne geognostiche del 1992, del 2001-2002 e del 2004) e da prove di pozzo.
- Analisi dei dati ottenuti dalle prove di permeabilità eseguite su pozzetti di superficie (Aprile 2005).

- Analisi dei dati piezometrici ottenuti a seguito delle campagne ge, ognostiche del 1992, 2001-2002, 2003, 2004 e primi mesi del 2005 (per i dati piezometrici, aggiornati ad Aprile 2005 si rimanda al doc. A301 00 D CV RG GE 00 01 004 B00).

- Ricostruzione lito-stratigrafica in asse al tracciato che tiene conto anche ai dati dei più recenti sondaggi (SI 3, SI 6, SI 7, SI 9, SI 10, SI 11, SI 12, SI 13, SI 14).

- Stesura di una carta geologica e idrogeologica, in scala 1:10.000, del territorio investigato ove sono ubicati tutti i punti d'acqua censiti, i sondaggi eseguiti ed i piezometri installati.

- Stesura di una carta della permeabilità superficiale, i cui limiti tra le diverse classi sono stati tracciati in base a considerazioni di carattere geomorfologico (posizione altimetrica dei diversi terrazzi alluvionali, differente grado di alterazione degli orizzonti superficiali, presenza o assenza di una rete idrografica naturale o di una rete scolante artificiale) e sulla base dei dati di permeabilità ricavati da prove Lefranc in foro e da prove a carico costante in corrispondenza di pozzetti di superficie.

- Descrizione delle modalità costruttive di trincee e gallerie artificiali e dei sistemi di aggotamento e gestione delle acque di falda.

- Individuazione delle zone di possibile interferenza e criticità. Ove per la redazione di questo punto si è fatto uso delle simulazioni applicate alle aree interessate dalle gallerie artificiali di Pozzolo Formigaro, e dello shunt Torino. (Quest'ultimo elaborato è contenuto nel Progetto denominato A301 00 D CV RG GE600X 001 B00).

Sono allegati alla presente relazione:

- la prova di pompaggio eseguita sul pozzo privato del Sig. Orlando ubicato in via S. Bovo a Pozzolo Formigaro (All. n. 1);

- la prova di pompaggio eseguita sul pozzo di C.na Valle – Pozzolo Formigaro appositamente realizzato (All. n. 2);

- le prove di permeabilità eseguite su pozzetti di superficie, nell'area di pianura posta a nord della progressiva 44+000 (All. n. 3);

- il data base dei pozzi censiti nell'area compresa tra Serravalle Scrivia e Tortona (All. n. 4).

## ***2. Particolari situazioni di criticità emerse***

Sulla base delle caratteristiche tessiturali dei depositi alluvionali disposti secondo più ordini di terrazzi e con un grado di pedogenizzazione diversificato, in considerazione della diversa età degli stessi, si hanno sensibili variazioni delle caratteristiche idrogeologiche sia in senso verticale sia in senso orizzontale.

Tali differenziazioni si sono evidenziate nel corso delle prove di permeabilità eseguite nei fori di sondaggio, delle prove di pozzo e delle misure dei livelli piezometrici.

Le situazioni di criticità, essenzialmente legate alle opere in sotterraneo, riguardano le interferenze prevedibili in fase di scavo e a medio-lungo termine, sui livelli piezometrici connessi alla presenza di una falda a superficie libera contenuta all'interno di sedimenti alluvionali della pianura.

Analogamente sono individuabili alcune zone critiche per la presenza di pozzi e di piccoli corsi d'acqua, a regime per lo più occasionale, posti a breve distanza dagli stessi tratti in sotterraneo.

## 2.1 Interferenze idrogeologiche legate alla realizzazione delle Gallerie artificiali

Il progetto della linea A.C. Milano Genova prevede nella zona di Novi Ligure –Pozzolo Formigaro la realizzazione di due gallerie artificiali: una, situata lungo la linea di III Valico alla periferia est di Pozzolo F., lunga ca. 3 km, l'altra, lungo lo shunt di collegamento in direzione Torino, lunga circa 5 km.

Analizzando il tracciato di tali opere, in relazione a quello che risulta essere l'andamento della falda, si evidenzia una situazione problematica per lo shunt che ha un'orientazione in parte perpendicolare alle direttrici di flusso idrico. Sensibilmente minore appare l'interferenza della galleria di Pozzolo che è orientata parallelamente alle linee di flusso.

Le interferenze sui livelli idrici, in fase di scavo e a gallerie completate, sono state oggetto di analisi mediante modello di flusso "MUDFLOW". I risultati delle simulazioni sono contenuti nel Progetto (Modellazione idrogeologica del flusso di falda per le Gallerie artificiali shunt-Torino e Pozzolo F. – Relazione tecnica).

Il modello è stato applicato a due ipotesi progettuali ("CUT AND COVER" e "DIAFRAMMI") consistenti la prima nello scavo a cielo aperto e successivo ritombamento, la seconda nella realizzazione di diaframmi e del successivo scavo a foro cieco. In entrambi i casi la realizzazione delle opere comporta un abbattimento dei livelli di falda mediante aggotamento delle acque da trincee appositamente realizzate e da fondo scavo.

Dalle simulazioni eseguite, nel tentativo di quantificare in termini numerici le variazioni dei livelli idrici, nell'ipotesi di falda massima e di falda minima, risulta quanto segue.

Per le aree interessate da "CUT AND COVER" l'abbattimento piezometrico, nell'ipotesi di falda massima risulta compreso tra i 9 - 10 m dello shunt, i 7-0 m di Pozzolo F; in base a queste ipotesi il raggio di influenza determinato sulla base dei quantitativi di acqua da aggotare e dei tempi di realizzazione delle opere, ha un'estensione compresa tra i 350 e i 500 m dall'asse del tracciato per lo shunt Torino e di 350 m su entrambi i lati per Pozzolo F.

*In pratica però l'estensione dell'area di interferenza potrebbe risultare più contenuta del previsto in quanto le acque aggotate a fondo scavo e immesse nella rete idrografica di superficie e/o in apposite fosse perdenti, da realizzarsi in prossimità del tracciato, si infiltreranno per buona parte. Queste considerazioni hanno trovato oggettivo riscontro nel corso di una prima prova di pompaggio eseguita alla cava in falda di pk 44+000 circa a C.na S. Maria - Pozzolo F. e nel corso della prova eseguita sul pozzo di C.na Valle (a pk 3+600 dello shunt). Nel caso di C.na S. Maria le acque aggotate (ca. 20 l/s), immesse nel fosso posto alla base del rilevato autostradale, venivano completamente assorbite a poche decine di metri dal punto di immissione.*

L'abbattimento piezometrico nelle aree interessate dai DIAFRAMMI, appare trascurabile in quanto l'aggotamento interesserà essenzialmente la porzione di acquifero interclusa tra le paratie.

In base a quanto emerso dalle simulazioni si ritiene che le situazioni di criticità siano da ricercare all'interno delle fasce di territorio sopra definite. Nell'ambito di tali aree sono stati pertanto individuati i punti d'acqua da porre sotto monitoraggio sin dall'ante operam.

Si tratta di pozzi situati a varie distanze dal tracciato ferroviario e con profondità che sono in genere sensibilmente superiori a quelle delle opere previste in sotterraneo. Per questi motivi saranno oggetto di un'interferenza parziale e temporanea; parziale perché la profondità di scavo è minore rispetto a quella della maggior parte dei pozzi

dell'area e temporanea perché l'effetto è limitato al tempo strettamente necessario all'esecuzione delle opere. Le riduzioni di livello idrico all'interno dei pozzi saranno altresì condizionate dalla distanza tra le opere in progetto e i pozzi.

Facendo riferimento ai valori del raggio di influenza sopra menzionati si ritiene che gli abbassamenti apprezzabili, superiori cioè al range di oscillazione annuale dei livelli piezometrici che come ricordato ha valori minimi intorno a 2 m (e senza tener conto della ricarica artificiale della falda indotta dallo scarico in superficie delle acque aggettate), non si estenderanno a più di 200-300 m dal tracciato. Questi valori si possono ritenere validi sia per lo shunt ove a battenti idraulici relativamente elevati si contrappongono valori di permeabilità più contenuti, sia per la galleria di Pozzolo F. ove a fronte di battenti idraulici contenuti si è in presenza di terreni più permeabili.

In fase di scavo, le interferenze sui livelli idrici e conseguentemente sui pozzi, se necessario, potranno essere, in certa misura, mitigate dalla ricarica artificiale dell'acquifero ottenuta per dispersione in superficie delle acque aggettate. Questa possibilità, come già detto, ha trovato riscontro nel corso delle ultime prove di pompaggio eseguite nell'area.

A gallerie completate si avrà una un ripristino delle condizioni iniziali di falda in tempi che sono stimati in circa 17 mesi nel caso dello shunt Torino e di circa 10 mesi nel caso della galleria di Pozzolo F.

Le modificazioni della superficie piezometrica, a medio e lungo termine, ricavate con l'applicazione del modello su indicato, evidenziano variazioni dei livelli idrici (tra monte e valle) di qualche centimetro anche nel caso più complesso dello shunt Torino. Variazioni queste che, per tutta l'area della Pianura alessandrina, sono irrilevanti se paragonate alle variazioni naturali dei livelli di falda su base annuale.

Le variazioni minime dei livelli piezometrici registrate nei piezometri e nei pozzi dell'area, dettate dalle variazioni climatiche stagionali, sono, infatti, dell'ordine dei 2 m.

## **2.2 Interferenze idrogeologiche sui punti d'acqua (pozzi e corsi d'acqua minori)**

Le interferenze sui corsi d'acqua della rete scolante e irrigua e sui pozzi sono, come sopra evidenziato, legate alla realizzazione delle opere in sotterraneo costituite dallo Shunt Torino e dalla Galleria artificiale di Pozzolo F..

I corsi d'acqua minori, afferenti per lo più alla rete scolante, sono per gran parte dell'anno asciutti. Il loro regime idrologico, ad eccezione del fosso alimentato dal depuratore di Novi L., è del tutto occasionale poiché legato a precipitazioni intense e persistenti. Anche il rapporto con le acque sotterranee, nelle attuali condizioni di falda idrica, appare temporaneo e occasionale dato che gli alvei si pongono, generalmente al di sopra dei livelli piezometrici dell'area.

In tali condizioni si possono determinare interferenze, in fase di scavo, alla progressiva 40+950 della linea III Valico e alle progressive 1+065, 1+905, 2+115, 2+429, 2+568, 3+360, 3+540/570, 3+617, 4+756, 5+294, 5+435 dello Shunt Torino.

Si tratta, per quanto detto sopra, di interferenze comunque modeste, in quanto i corsi d'acqua in questione, ad esclusione del canale posto a valle del depuratore di Novi Ligure, l'unico ad avere un deflusso idrico permanente, sono caratterizzati da fondo naturale ghiaioso-sabbioso all'interno del quale i deflussi idrici, qualora presenti, si riducono progressivamente, sin quasi a scomparire, per infiltrazione diretta delle acque nel sottosuolo.

Le opere di mitigazione previste per i corsi d'acqua sono illustrate nella Relazione idrologica di Progetto Definitivo. Un ulteriore elemento di mitigazione è costituito dalla prevista immissione dell'acqua aggettata, nel corso degli scavi, nei tratti di alveo posti a valle del tracciato. Il beneficio di tale immissione (ad esempio per l'uso irriguo) potrà essere apprezzato soprattutto nei mesi estivi.

Per quanto attiene i pozzi idrici, le cui interferenze sono previste solo in corso d'opera, sono state individuate alcune situazioni di criticità.

I pozzi idrici sotto indicati sono riportati nella Carta Geologica e Idrogeologica dell'area di pianura. Gran parte di questi sono anche nell'elenco e nella cartografia allegata al programma di monitoraggio ambientale ante operam.

**Linea di III Valico – Trincee di imbocco e Galleria artificiale di Pozzolo F.**

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

**Trincee di imbocco e Galleria artificiale shunt Torino**

| <b>PROGRESSIVA</b> | <b>POZZO</b> | <b>MONITORAGGIO</b> |
|--------------------|--------------|---------------------|
| 1+000              | NL17         | SI                  |
| 1+050              | NL14         |                     |
| 1+050              | NL15         |                     |
| 1+050              | NL16         | SI                  |
| 1+550              | NL50         | SI                  |
| 1+650              | NL41         | SI                  |
| 1+900              | NL151        | SI                  |
| 2+200              | PO37         |                     |
| 2+200              | PO38         | SI                  |
| 2+200              | PO40         | SI                  |
| 2+950              | PO174        | SI                  |
| 3+050              | PO171        | SI                  |
| 3+100              | PO172        | SI                  |
| 3+100              | PO173        |                     |
| 3+450              | PO176        | SI                  |
| 3+800              | PO178        |                     |
| 3+800              | PO179        |                     |
| 3+850              | PO111        | SI                  |
| 3+850              | PO177        | SI                  |
| 4+200              | PO184        | SI                  |
| 5+000              | NL12         | SI                  |

Il censimento dei pozzi, che può ritenersi completato al 90%, non esclude la possibilità che ai punti sopra elencati se ne possano aggiungere, in futuro, alcuni altri.

### **3. Valutazione dell'affidabilità delle previsioni geologiche e idrogeologiche**

L'area di pianura è stata oggetto di indagini anche attraverso un gran numero di sondaggi (ca. 70) eseguiti a carotaggio continuo. Su questi sono state eseguite prove di permeabilità tipo Lefranc, a carico variabile e a carico costante. Sono state effettuate inoltre prove S.P.T. e prelevati a varie profondità campioni sottoposti ad analisi granulometrica.

In base a queste indagini, vista anche la discreta omogeneità dei litotipi attraversati che sono costituiti prevalentemente da ghiaie sabbiose con matrice fine limo-argillosa, raramente superiore al 30%, i depositi alluvionali si ritiene siano stati sufficientemente indagati.

Analogamente per quanto attiene le conoscenze di carattere idrogeologico che risultano ulteriormente incrementate dalla serie di sondaggi recenti (SI), da 6 prove di permeabilità, a carico costante, su pozzetti di superficie e da prove di pozzo. Nell'area di pianura sono attualmente circa 50 i sondaggi attrezzati con piezometro.

### **4. Indagini in corso**

Relativamente alle indagini e approfondimenti effettuati/previsti nel corso del 2004 e dei primi mesi del 2005 la situazione è la seguente:

- Sono stati completati i sondaggi (SI) sopra elencati attrezzati con piezometro a tubo aperto, in sostituzione di quelli non funzionanti o distrutti.
- Sono state effettuate misure dei livelli piezometrici su pozzi privati dell'area posta a ovest dell'attuale linea ferroviaria Novi Ligure Tortona (tratto oltre la progressiva 4+000 dello shunt Torino) e ricostruito l'andamento delle curve piezometriche di questo tratto di pianura.
- E' stata effettuata una prova di pompaggio su un pozzo idrico privato situato in via San Bovo alla periferia sud di Pozzolo F. (Allegato 1).
- E' stata effettuata una prova di pompaggio su un pozzo attrezzato con piezometri, a C.na Valle, a pk 3+500 dello Shunt Torino, alla periferia sud di Pozzolo F. (Allegato 2)
- Sono state effettuate n. 6 prove di permeabilità su pozzetti di superficie (Allegato 3).
- E' stato quasi del tutto completato il censimento dei pozzi idrici nell'intorno di una fascia di 1 km posta a cavallo dei tracciati ferroviari (Allegato 4).
- E' di prossima esecuzione una prova di pompaggio sul laghetto in falda situato a C.na S. Maria alla progressiva 43+900.
- E' in fase di esecuzione una prova di pompaggio su 4 pozzi in linea attrezzati con 6 piezometri in un'area posta poco a ovest di C.na Valle (lungo il tracciato dello Shunt Torino).

## **PARTE II GALLERIE ARTIFICIALI**

### **5. Modalità costruttive (Cenni)**

Per le gallerie artificiali è prevista la realizzazione con scavo a cielo aperto "CUT AND COVER" tranne per quei tratti ove la presenza di infrastrutture si procederà alla realizzazione di "DIAFRAMMI". La descrizione dettagliata delle modalità costruttive è contenuta nel documento A301 00D CV RG OP 00X 001 B00

Lo scavo procederà per settori della lunghezza di circa 300 m e di larghezza variabile in funzione del dislivello esistente tra quota piano campagna e quota di progetto. Dopo un primo approfondimento, compatibile con il livello naturale della falda, gli approfondimenti successivi, estesi sino alla quota di progetto, verranno effettuati solamente dopo aver abbassato la piezometrica al di sotto di una certa quota. L'aggottamento dell'acqua sarà effettuato mediante apposite trincee drenanti realizzate longitudinalmente al tracciato e a lato dello scavo

### **6. Modalità di aggottamento e gestione delle acque di falda**

Lo scavo per la realizzazione delle gallerie artificiali che avviene per qualche metro in falda comporta l'aggottamento preventivo delle acque sino alla quota di posa del solettone di fondo.

Con l'ausilio delle trincee drenanti, da realizzarsi dopo un primo scavo fuori falda, sarà possibile aggottare acqua sostanzialmente pulita (percentuali più o meno elevate di limo soprattutto nella zona dello shunt sono comunque possibili).

A fondo scavo ci saranno sempre e comunque quantitativi di acqua, seppur minimi da aggottare. Acqua che in questo caso potrà contenere quantitativi di limo significativi.

Al momento i dati relativi ai quantitativi di acqua da aggottare sono stati stimati sulla base di simulazioni ottenute applicando il modello di cui sopra. Dati più attendibili si avranno a completamento delle prove di pompaggio in corso sul laghetto in falda a pk 44+000 della linea di III Valico e sul campo pozzi di C.na Valle, lungo il tracciato dello shunt.

Le acque aggottate dalle trincee e da fondo scavo dovranno comunque transitare attraverso opportune vasche di calma e sedimentazione prima di essere immesse nella rete idrografica presente sul territorio. Le stesse, laddove questa rete idrografica è assente o carente come nel primo tratto dello shunt o della Galleria di Pozzolo F., potranno essere immesse in vasche di dissipazione appositamente realizzate (o in vecchie aree di cava) posizionate a valle, rispetto alla direzione del flusso idrico (a nord dei tratti in fase di realizzazione per la galleria di Pozzolo e a nord ovest per lo shunt).

L'immissione delle acque dovrà avvenire solamente dopo che sarà accertata la loro compatibilità all'immissione nella rete idrografica esistente o in falda. In relazione alle analisi sino ad oggi effettuate sulle acque di falda appare possibile un loro smaltimento con le modalità sopra evidenziate. *Per la galleria di Pozzolo il recapito delle acque di aggottamento deve essere comunque attentamente valutato in quanto l'area appare priva di rete idrografica. In questo caso pertanto dato che le portate da aggottare per ogni campo di 250 m ammontano a qualche centinaio di l/s è necessario predisporre una o più aree di recapito sufficientemente ampie. Una possibile soluzione potrebbe essere quella di disperdere l'acqua all'interno della vicina cava in progetto della Romanellotta.*

*In alternativa si dovranno recapitare le acque nello Scrivia mediante apposita canalizzazione.*

## PARTE III GEOLOGIA

### **7. Inquadramento geologico - strutturale**

Il settore collinare di raccordo con la pianura è costituito da terreni ascrivibili alla successione del Bacino terziario Ligure Piemontese (BTLP) e al Ciclo sedimentario autoctono e neoautoctono padano adriatico (CSANPA).

La successione BTLP, essenzialmente terrigena, si sviluppa dall'Eocene superiore al Miocene superiore (Messiniano) raggiungendo spessori che superano in certe zone i 4.000 m.

Sulla verticale dell'area di studio la successione del BTLP rappresenta nel suo complesso un ciclo sedimentario trasgressivo successivamente legato a variazioni relative del livello del mare.

Essa inizia con sedimenti continentali (Eocene superiore – Oligocene inferiore?): breccie di pendio (Breccie della Costa di Cravara) e conglomerati di origine alluvionale; seguono ancora conglomerati di conoidi deltizie (Formazione di Molare) e successivamente (dall'Oligocene superiore) sedimenti marnosi, arenacei, arenaceo – marnosi francamente marini.

Questi ultimi, fino al Burdigagliano, esprimono condizioni di mare aperto (Formazioni di Rigoroso, Costa Montada e Costa Areasa) rivelando una tendenza alla diminuzione di profondità tra Langhiano e Serravalliano (Formazioni di Cessole e di Serravalle). Successivamente, nel Messiniano, si instaurano condizioni lagunari (Formazione Gessoso Solfifera).

La successione si sovrappone in chiara discordanza alle unità del substrato con un assetto caratterizzato da strati che si immergono in direzione nord e nord – ovest, con normale giacitura monoclinale e con inclinazione medio – bassa.

La regolarità di tale assetto è interrotta in alcuni settori da faglie subverticali di rigetto anche pluridecimetrico.

La successione del Ciclo Sedimentario autoctono e neoautoctono padano - adriatico (CSANPA) è sovrapposta in leggera discordanza rispetto a quella del BTLP, che costituisce le propaggini settentrionali dell'area considerata.

Tale successione risulta rappresentata da una formazione conglomeratica “Conglomerati di Cassano Spinola” (Messiniano superiore) e da una formazione argilloso – marnosa “Argille di Lugagnano” (Pliocene) immerse regolarmente a nord ovest ad inclinazione decrescente verso l'alto.

I Depositi alluvionali quaternari della pianura sono costituiti da potenti successioni che nell'area compresa tra Novi e Tortona presentano una granulometria scarsamente differenziata con una netta prevalenza di elementi clastici grossolani.

Questi sono di origine alluvionale e strettamente collegati all'azione d'erosione, di trasporto e di sedimentazione del Torrente Scrivia che ne ha condizionato la disposizione su diversi ordini di terrazzi; nel settore meridionale sul versante sinistro della valle, i depositi alluvionali ricoprono in discordanza i termini del BTLP e del CSANPA.

### **7.1 Assetto litostratigrafico dei termini afferenti al Ciclo sedimentario autoctono e neoautoctono padano – adriatico (CSNPA)**

Vengono descritte le caratteristiche litologiche e strutturali delle formazioni afferenti al CSNPA, situate al margine meridionale dei depositi alluvionali terrazzati di Novi Ligure, in quanto condizionano in maniera determinante le modalità di circolazione idrica superficiale e sotterranea all'interno degli stessi sedimenti alluvionali.

La serie stratigrafica inizia con una facies conglomeratica (Conglomerati di Cassano Spinola - cC) che affiora secondo una fascia ad orientazione circa est ovest che si estende tra Serravalle Scrivia e l'abitato di Zerbè.

Questa formazione è rappresentata da conglomerati grossolani a matrice arenacea, poligenici, a ciottoli arrotondati e irregolari, con prevalenza di elementi calcarei ed arenacei, non sempre ben cementati e con lenti e livelli costituiti da strati centimetrici marnoso sabbiosi di colore grigio; all'interno della massa conglomeratica si intuiscono passaggi da orizzonti decimetrici con ciottoli di dimensioni più grossolane ad orizzonti a grana più fine.

La composizione che caratterizza questo litotipo è assai variabile: è così possibile osservare tanto conformazioni tipiche di un ortoconglomerato, come accade lungo il Torrente Scrivia, quanto quelle caratteristiche di un paraconglomerato, come si evince dall'affioramento posto a Nord della località "La Luminosa", nei pressi della sede autostradale A7 Milano - Genova.

In entrambi gli affioramenti descritti si possono osservare delle superfici erosionali in corrispondenza del contatto tra le intercalazioni arenaceo – limose e gli orizzonti a granulometria maggiore; in questi casi, è di solito possibile osservare, all'interno di questi ultimi, una caratteristica gradazione inversa.

L'unità è presente anche immediatamente a ovest del tracciato in località Zerbe, dove ricopre la Formazione Gessoso – Solfifera, con debole discordanza: gli affioramenti qui osservati hanno permesso di osservare unicamente alcuni orizzonti arenaceo – marnosi spesso alterati.

La stratigrafia del sondaggio eseguito attraverso i Conglomerati di Cassano Spinola, conferma le caratteristiche osservabili in superficie, sottolineando l'alternanza degli strati conglomeratici con livelli limosi e sabbiosi.

La formazione che non affiora direttamente lungo il tracciato potrebbe assumere, in base ai dati bibliografici, uno spessore di circa 200 metri.

I conglomerati sono ricoperti solo marginalmente dalle alluvioni terrazzate del fluviale fl 1.

Le Argilliti di Lugagnano – aL (Pliocene), soprastanti il Conglomerato di Cassano Spinola, sono costituite essenzialmente da marne e argille limose, molto consistenti, talora sabbiose, fossilifere, di colore grigio azzurro, con intercalazioni sabbiose.

Questi dati trovano conferma nelle stratigrafie dei sondaggi ove risalta la netta predominanza degli orizzonti limoso-argillosi a cui si intercalano sottili livelli lentiformi di sabbie.

L'assetto strutturale evidenzia una stratificazione, talora indistinta, immergente a nord nord ovest con inclinazione di pochi gradi.

Dai dati bibliografici, lo spessore della formazione oscilla fra i 150 metri (zona occidentale del foglio Asti) e i 250 metri circa (zona orientale del foglio Alessandria); in profondità, in corrispondenza alla zona centrale del bacino, gli spessori sono superiori, come evidenziato da indagini geofisiche e da sondaggi profondi.

A nord dell'allineamento Serravalle Scrivia Zerbè e sino a Novi Ligure le argille affiorano in maniera discontinua poiché estesamente ricoperte dai sedimenti alluvionali ascrivibili alle tre fasi deposizionali indicate con fl1, fl2 e fl3.

## **7.2 Assetto litostratigrafico dei sedimenti alluvionali**

I sedimenti alluvionali che costituiscono superfici terrazzate di vario ordine sono prevalentemente distribuiti in sinistra valle Scrivia. Essi orlano con continuità la sponda del fiume nel tratto compreso tra Libarna e Novi Ligure mentre più a nord sono distribuiti secondo una superficie corrispondente al più recente e attuale conoide alluvionale.

Essi ricoprono in discordanza alcuni termini della Successione del Bacino terziario Ligure Piemontese e del Ciclo Sedimentario Autoctono e Neoautoctono Padano-adriatico (Conglomerato di Cassano Spinola e Argille di Lugagnano).

I terrazzi più antichi, indicati nella cartografia geologica con fl1, sono localizzati a sud di Novi, a quote intorno 250 m s.l.m. Essi sono solcati da un reticolo idrografico a pattern sub-parallelo orientato a NW secondo la linea di massima pendenza della superficie topografica. L'elevata densità del drenaggio e le forme particolarmente incise sono in accordo con la presenza in superficie di terreni impermeabili dovuti all'elevato sviluppo della pedogenesi. Questi depositi non sono attraversati dal tracciato in progetto in quanto si localizzano a quote superiori a questo.

La serie di terrazzi di quota 210 sui quali sorge l'abitato di Novi Ligure è attribuito ad un "Fluviale medio fl2". Anche questo terrazzo è caratterizzato da una superficie topografica che degrada verso nord ovest sino a posizionarsi, a ovest di Novi, sui 180 m di quota.

Queste superfici sono attraversate da un esiguo numero di impluvi a testimonianza di una minore pedogenesi cui corrisponde una maggiore permeabilità di questi terreni rispetto ai precedenti.

I depositi alluvionali più recenti indicati con fl3 sono quelli maggiormente rappresentati e affiorano estesamente in tutta l'area posta a ridosso dello Scrivia compresa tra l'imbocco nord della Galleria di Serravalle e Tortona. Sono pressoché privi di una rete idrica superficiale in quanto la maggior parte dell'acqua di precipitazione si infila andando ad alimentare l'acquifero.

Le originarie caratteristiche litostratigrafiche dei depositi alluvionali terrazzati evidenziano una certa omogeneità. Si tratta di depositi prevalentemente grossolani (ghiaiosi) con assetto massivo, o scarsamente stratificato a cui si intercalano rari orizzonti lentiformi di modesto spessore costituiti da sabbie limose e limo-argillose.

La stratigrafia dei sedimenti alluvionali ascrivibili al fluviale medio fl2 e al fluviale fl3 recente è stata ricostruita in base ai sondaggi.

Nei profili geolitologici longitudinali al tracciato, ricostruiti in base ai sondaggi, sono evidenziati i vari orizzonti che si differenziano tra loro per una diversa distribuzione dei rapporti ghiaia (G) sabbia (S), limo (L) e argilla (A).

Nell'ambito del fluviale intermedio (fl2) si evidenzia una maggiore percentuale di frazione fine limosa (come matrice) rispetto al terrazzo più recente (fl3); percentuale che può in alcuni casi superare il 30%.

### **7.2.1 Fluviale Recente (fl 3)**

Il fluviale recente comprende terreni a granulometria grossolana con ghiaie nettamente prevalenti (70-80%) sulle sabbie (10-20%) e sulle parti più fini (limo+argilla) 10-20%.

Questi litotipi sono distribuiti su gran parte dell'area di pianura interessata dal tracciato di III Valico. Nel tratto più meridionale, a ridosso dell'imbocco nord della Galleria di Serravalle si evidenziano modesti spessori (circa 4 m) di ghiaie sabbioso-limose che ricoprono le Argille di Lugagnano. In corrispondenza della progressiva 37+500, poco a nord del sondaggio AA301R062, si ha un rapido incremento dello spessore dei sedimenti che passa da 3-4 m a oltre 30 m. Spessori questi che aumentano poi progressivamente verso nord.

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

### **7.2.2 Fluviale Medio (fl 2)**

Il fluviale medio comprende terreni a granulometria grossolana con contenuto in ghiaia prevalente (circa il 50% ma localmente un po' meno) sulle sabbie (20-30%) e sulle parti fini che assumono percentuali comunque significative (20-30%).

Questi sedimenti che si differenziano dai precedenti anche per la maggiore alterazione dei clasti, con conseguente riduzione della tessitura, affiorano estesamente sul terrazzo di Novi e sono interessati dal tracciato dello Shunt Torino. Lo spessore della coltre maggiormente alterata non supera in genere i 5-6 m.

### **7.2.3 Fluviale Antico (fl 1)**

Di questi depositi non si hanno indicazioni stratigrafiche di dettaglio poiché, non interessati dal progetto, non sono stati sottoposti ad indagini specifiche. In affioramento si rinvengono coltri limo argillose massive di colore giallo

ocraceo che sembrano interessare i sedimenti alluvionali per tutto il loro spessore. Si rinvengono estesamente a sud di Novi a quote intorno a 250 m di quota.

## **8. Morfotettonica**

La morfotettonica è quella parte delle scienze della terra che studia i rapporti tra le forme del paesaggio terrestre e i movimenti tettonici. Essa si basa sul concetto che i movimenti tettonici determinano modificazioni della superficie terrestre le quali, a parità di intensità dei movimenti, appaiono più marcate ed evidenti quanto più i movimenti sono recenti. Questi movimenti della superficie terrestre possono avere conseguenze di tipo geomorfologico.

In questo settore della pianura alessandrina si evidenziano quali anomalie di tipo geomorfologico lo spostamento dell'alveo dello Scrivia da ovest verso est. Spostamento che da una orientazione sud est nord ovest, verso un depocentro localizzato nella zona di Alessandria, ha assunto, in tempi relativamente recenti, un andamento meridiano. L'anomalia di questa deviazione, solo in parte giustificata da una naturale diversione per aggirazione del conoide pedemontano, è anche dettata dalla posizione assunta dall'asta fluviale completamente a ridosso delle Colline tortonesi, in un contesto nel quale appare sostanzialmente ininfluenza l'apporto detritico degli affluenti di destra.

## **9. Sismicità**

Per quanto attiene la sismicità si rimanda al volume 1 riguardante la geologia dell'area collino-montana.

# **PARTE III IDROGEOLOGIA**

## **10. Premessa**

Le caratteristiche idrogeologiche dei Depositi alluvionali della pianura compresa tra Novi Ligure e Tortona appaiono legate alla natura dei sedimenti e alla evoluzione geomorfologica dell'area. La paleoidrografia e parte dell'attuale idrografia di questo tratto di pianura evidenziano direttrici di deflusso che in passato erano dirette da sud est verso nord ovest parallelamente all'attuale tracciato del T. Lemme. Questi elementi della vecchia idrografia, solo in parte attiva e percorsa da corsi d'acqua minori, si rinvengono sulla porzione di pianura situata a nord ovest di Serravalle Scrivia e verso nord sino a Pozzolo Formigaro. L'alveo attuale dello Scrivia, posto a ridosso dei rilievi collinari di Tortona, con un andamento meridiano, si discosta sensibilmente dalle direttrici di cui sopra.

Appare pertanto evidente che la zona di pianura caratterizzata dalle alluvioni più antiche è quella più elevata in quota ed incisa dalla vecchia rete idrografica, mentre i depositi più recenti e privi di rete idrografica sono localizzati a quote più basse e in vicinanza degli alvei attuali.

Gli effetti dell'alterazione occorsa ai sedimenti più antichi, per effetto della pedogenesi, è evidente sui terrazzi più alti (a sud di Novi L.) e ha trovato conferma dai sondaggi eseguiti nell'area. Da questi si evince che le coperture alluvionali meno alterate sono distribuite lungo lo Scrivia secondo una fascia posta a ridosso dell'alveo. Questa diversa tessitura dei sedimenti alluvionali dovuta alla pedogenesi si ripercuote ovviamente anche sulle caratteristiche idrogeologiche degli stessi.

In base a quanto emerso dai sondaggi appare evidente, seppure in maniera modesta, che i terreni costituenti il terrazzo di Novi Ligure, attribuibile al fluviale 2, hanno una tessitura diversa e solo in parte modificata, rispetto alle caratteristiche originarie, per la presenza di abbondante matrice limosa e limo-argillosa che ne riduce la permeabilità.

Diversa la situazione dei terreni posti tra la base del terrazzo di Novi e lo Scriva ove vi è una minore percentuale di elementi fini e una pedogenesi meno sviluppata o limitata agli orizzonti più superficiali; in questo contesto si hanno terreni con una permeabilità generalmente più elevata.

L'assetto idrogeologico dei Depositi alluvionali della Piana di Alessandria può essere diviso in due contesti separati che interessano, rispettivamente, la zona di pianura della provincia di Alessandria e le fasce collinari della stessa.

a) Zone di Pianura: i settori pianeggianti della provincia di Alessandria sono caratterizzati da un'elevata potenzialità idrica, anche se il rischio di inquinare la falda e di compromettere le riserve idriche sfruttate dai numerosi pozzi qui in emungimento rimane, secondo Baroni et al. (1987), molto elevato.

L'elemento idrogeologico di maggior interesse è rappresentato sicuramente dalla falda superficiale della conoide dello Scrivia che, sviluppandosi su un'estensione di 500 km<sup>2</sup> circa, si sviluppa interamente in sinistra idrografica del Torrente Scrivia, avendo come limiti naturali a nord il fiume Po, a ovest il fiume Tanaro e ad est i rilievi collinari tortonesi.

L'acquifero (fig. 1), di potenza massima di 30 metri, è costituito da sabbie e ghiaie, con locali lenti di argilla, e presenta una permeabilità medio alta (da  $1.5 \times 10^{-4}$  a  $5.8 \times 10^{-3}$  m/s) che decresce con la profondità (Pozzi & Francani, 1968).

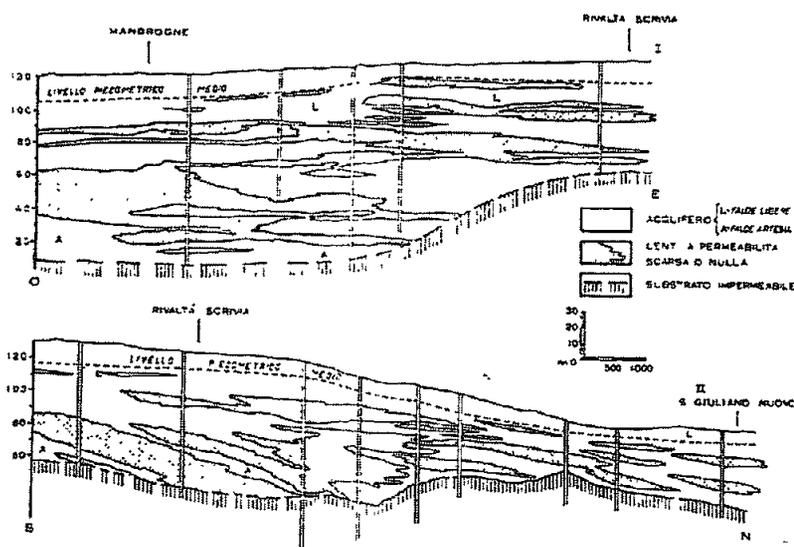


Fig 1: sezioni idrogeologiche della piana di Alessandria (Pozzi & Francani, 1968)

L'escursione massima del livello freatico può raggiungere, secondo De Luca et al. (1987), i 10 metri.

Il flusso idrico sotterraneo risulta avere un andamento radiale centripeto, venendo però localmente condizionato e controllato dalla presenza di numerosi assi drenanti, che si concentrerebbero lungo le direzioni di paleoalveo del torrente Scrivia (fig. 2). De Luca et al. (1987) individuano la presenza di uno spartiacque sotterraneo (fig. 2), che partendo da Villalvernia e sviluppandosi verso NW, controllerebbe a sua volta l'andamento del deflusso idrico sotterraneo.

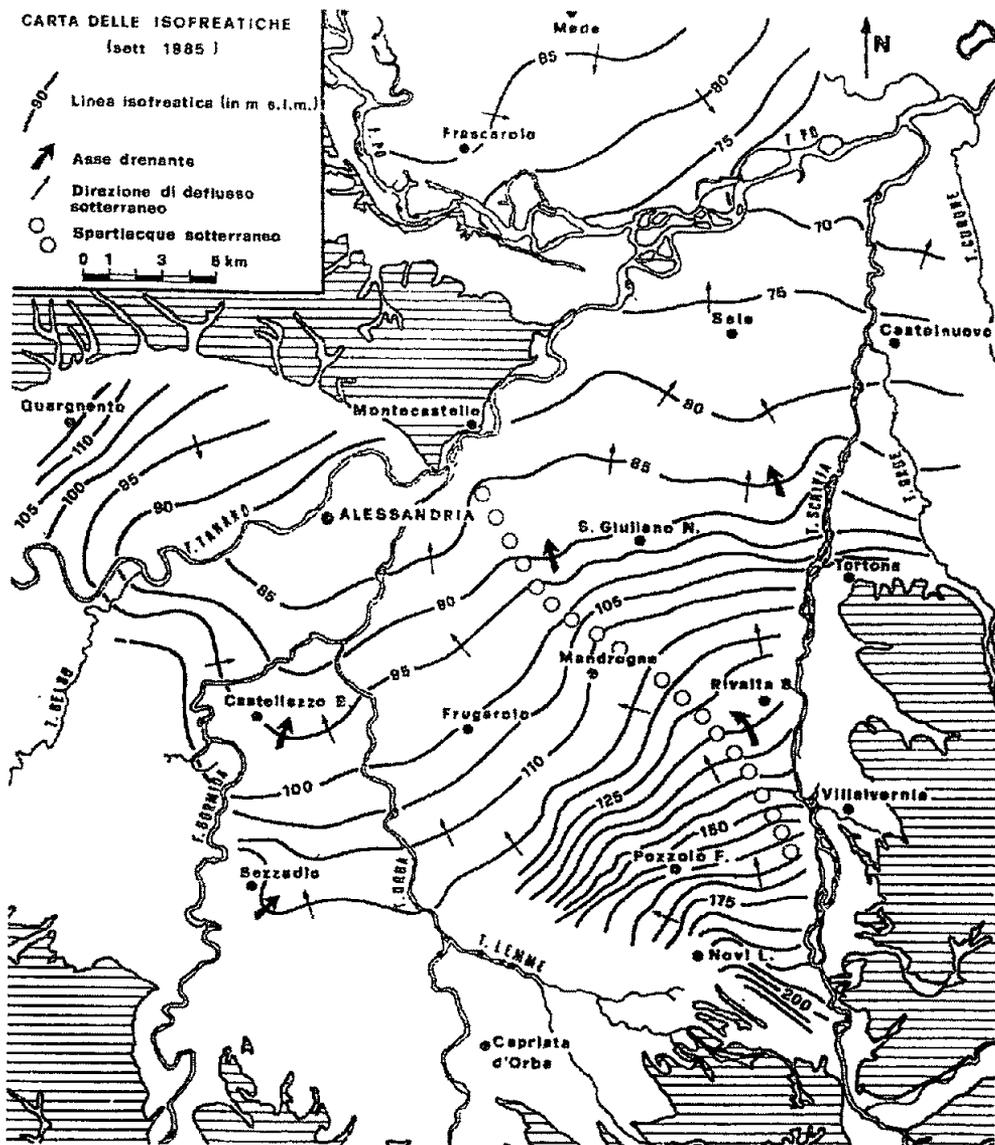


Fig. 2: carta delle isofreatiche, le quote sono espresse in metri sul livello del mare. (De Luca et al., 1987)

Il torrente Scrivia rimane l'unico elemento dell'idrografia superficiale ad alimentare la falda, almeno nel tratto a valle di Rivalta Scrivia, mentre il fiume Tanaro ne rappresenta il principale elemento drenante.

b) Zone collinari: i settori collinari della provincia di Alessandria sono caratterizzati da una potenzialità idrica piuttosto scarsa.

Gli acquiferi in questi settori sono di modesta entità, l'esistenza dei quali è da mettersi in relazione alle frequenti discontinuità litologiche riscontrabili, sia in senso verticale che in senso orizzontale, nei depositi entro i quali tali orizzonti sono ospitati.

Comuni sia alle zone di pianura che a quelle collinari sono le falde profonde artesiane, che si sviluppano al di sotto del substrato impermeabile che forma la base per gli acquiferi freatici superficiali. Procedendo dalle fasce collinari e muovendo verso la piana alessandrina il numero e l'importanza di queste falde profonde cresce. Gli acquiferi, che presentano spessori variabili dai 12 ai 30 m, hanno un tipico pattern radiale centripeto nelle zone di pianura, mentre si organizzano secondo una struttura monoclinale immergente a basso angolo verso nord nel

territorio collinare (De Luca et al., 1987). Nelle zone di alimentazione delle falde, in prossimità dell'innesto della conoide dello Scrivia, le falde profonde vengono a contatto con quella superficiale, perdendo il loro carattere di artesianità.

Merita un'analisi approfondita il lavoro proposto da Baroni et al. (1987) e mirato alla determinazione della vulnerabilità della falda freatica superficiale della piana di Alessandria. In generale la vulnerabilità di un acquifero dipende dalla sua soggiacenza e dalla permeabilità dei litotipi che lo ospitano, parametri che controllano direttamente la velocità di infiltrazione di un eventuale agente inquinante in movimento all'interno dell'acquifero. I dati ottenuti in questo studio sono stati elaborati cartograficamente (fig. 3), mediante la costruzione di isocrone di arrivo. Si distingue una carta della vulnerabilità massima (che corrisponde ad uno stato di soggiacenza minima della falda) e una carta della vulnerabilità minima (in condizioni di soggiacenza massima), e in entrambe si riconoscono due settori a comportamento diverso. Nel territorio ad Est del torrente Scrivia, dominato dalla componente limoso-argillosa nei depositi superficiali, si riconosce un andamento caotico delle isocrone, con tempi di arrivo anche maggiori ai 10 anni; nella porzione ad Ovest dello Scrivia, invece, la situazione si mostra più lineare, con isocrone generalmente inferiori ai 5 anni.

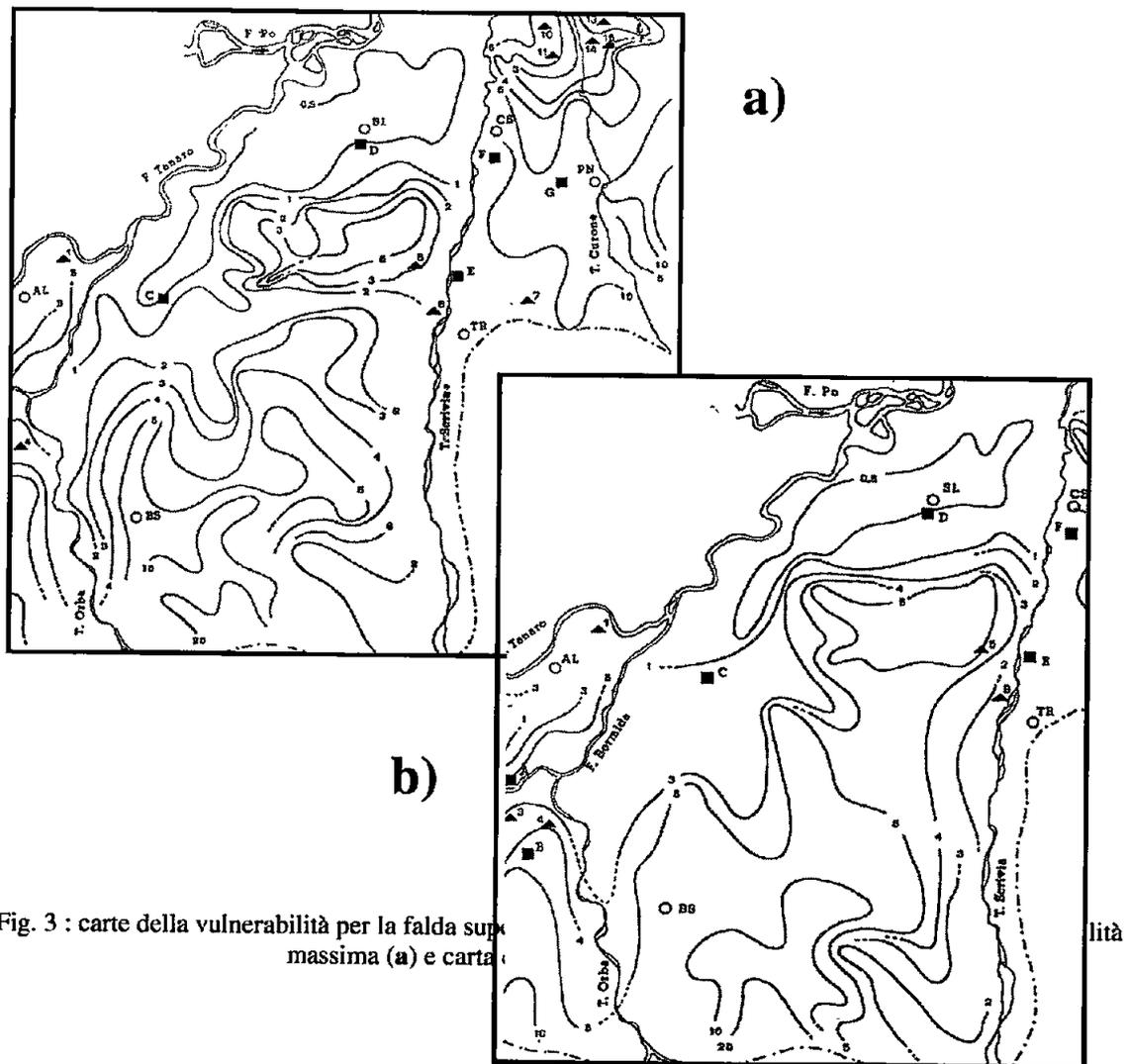


Fig. 3 : carte della vulnerabilità per la falda sup  
massima (a) e carta

lità

## 11. Idrografia superficiale

Dal momento che parte del tracciato ferroviario segue il suo decorso in galleria, le sue possibili interazioni con l'idrografia superficiale si manifestano in corrispondenza di questi tratti caratterizzati da basse coperture. Anche nel settore di pianura si evidenziano, a spese di corsi d'acqua minori (rogge e canali irrigui), analoghe situazioni di interferenza.

Il censimento di questi punti di intersezione ove si potrebbero manifestare venute d'acqua in galleria e conseguentemente una riduzione di portata in superficie, o modificazioni delle caratteristiche chimiche delle acque è importante per poter intervenire adeguatamente in fase progettuale.

Per il settore di pianura sono state individuate possibili interferenze sulla rete idrografica minore in corrispondenza dei tratti previsti in galleria artificiale alla progressiva: 40+950 della linea III Valico e alle progressive 1+065, 1+905, 2+115, 2+429, 2+568, 3+360, 3+540/570, 3+617, 4+756, 5+294, 5+435 dello Shunt Torino.

Il settore di pianura nel quale possono manifestarsi le maggiori interferenze con la rete idrografica è dunque quello corrispondente al terrazzo di Novi L.-Pozzolo F. per la presenza di una paleoidrografia evidenziata attualmente

da vallecicole concave, il fondo delle quali è stato localmente riprofilato artificialmente per favorirne il deflusso idrico. Si tratta comunque di corsi d'acqua caratterizzati da un regime idrologico modesto di tipo temporaneo o stagionale con deflussi che vanno progressivamente riducendosi per infiltrazione delle acque procedendo dalle aree di raccolta verso valle.

I principali corsi d'acqua di questo settore di pianura sono:

- Il Rio Gnavole (sottoattraversato a pk 3+320 e pk 3+490) che con andamento sinuoso e deflussi da sud est verso nord ovest raccoglie le acque della zona aeroportuale e le convoglia alla periferia ovest di Pozzolo. In questo confluiscano anche due canali (a pk 3+540 e 3+617), solo in parte artificiali, che raccolgono le acque della periferia nord di Novi.

- Il Rio di Castel Gazzo, sottoattraversato a pk 4+755, che raccoglie le acque della porzione di pianura posta alla periferia nord ovest di Novi.

- Il Rio adiacente il depuratore di Novi, sottoattraversato a pk 5+435, che raccoglie le acque reflue trattate al depuratore e quelle provenienti dalla porzione di pianura posta alla periferia ovest di Novi. Questo è l'unico corso d'acqua della pianura caratterizzato da deflussi idrici in ogni stagione.

## **12. Complessi idrogeologici**

Per complessi idrogeologici si intendono tutte le unità litostatigrafiche che possono definirsi acquiferi e dai quali pertanto si può, per un tempo generalmente molto lungo, estrarre un quantitativo significativo di acqua stabilizzando naturalmente (nel caso di sorgenti) o artificialmente (nel caso di pozzi) un determinato livello dinamico. In base a quest'ultima caratteristica appare implicito che l'acquifero deve possedere una permeabilità significativa e deve essere necessariamente esteso e con buone possibilità di alimentazione e ricarica. Si ritiene pertanto che l'acquifero debba avere una permeabilità media ( $10E-2 > k > 10E-5$  m/s) o elevata ( $k > 10E-2$ ).

Con permeabilità inferiori ( $10E-5 > k > 10E-9$  m/s) si dovrebbe parlare di complessi idrogeologici semipermeabili (aquitardi pro parte) o impermeabili (aquiclude) per  $k < 10E-9$  m/s.

### **12.1 Fluviale Recente fl3**

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

L'alimentazione dell'acquifero avviene principalmente per il contributo delle precipitazioni dirette e in minor misura dai flussi idrici disposti da sud est a nord ovest all'interno dei soprastanti e più antichi terrazzi alluvionali ferrettizzati. Anche le formazioni del substrato localizzate a monte dei depositi alluvionali non possono contribuire all'alimentazione di questi acquiferi poiché si tratta di terreni essenzialmente impermeabili (Argille di Lugagnano).

La circolazione idrica sotterranea è disposta verso nord e nord est nel settore compreso tra Serravalle e Rivalta Scrivia ove il corso d'acqua esercita un'azione drenante della falda e verso nord ovest nella zona di Tortona ove lo

Scrvia esercita un'azione neutra o di alimentazione della falda. Questi terreni sono attraversati da tutto il tratto di III Valico compreso tra l'imbocco nord della galleria di Serravalle e l'innesto sulla storica nei pressi di Tortona.

## 12.2 Fluviale Medio fl2

I depositi alluvionali ascrivibili al fluviale medio occupano l'ampio settore di pianura, tra Serravalle Scrivia, Pozzolo Formigaro e Novi Ligure, posto a ovest del fluviale recente. Anche questi si sono formati a seguito dell'abbandono di una paleoidrografia legata a direttrici di deflusso orientate da sud est verso nord ovest. L'orlo di terrazzo del fluviale antico fl1, posto a sud di Novi L. che si eleva di ca. 50 m rispetto a quello attribuito al fluviale medio ha, infatti, questa orientazione.

In questo caso l'acquifero, costituito dai terreni alluvionali fl2, è alimentato oltre che dalle precipitazioni dirette anche dai corsi d'acqua che incidono il terrazzo superiore (fl1) e fors'anche le sottostanti Argille di Lugagnano.

La conformazione delle linee isopiezometriche evidenzia una falda radiale divergente il cui spartiacque idrogeologico si sviluppa in direzione sud est - nord ovest tra gli abitati di Novi e Pozzolo. I flussi idrici sono pertanto disposti verso nord nel settore posto a est dello spartiacque e verso ovest e nord ovest nel settore occidentale.

Nel settore più occidentale di questo tratto di pianura, nell'intorno dell'area industriale e della discarica R.S.U. di Novi L. si evidenzia infatti, un basso piezometrico che determina una sensibile diversione verso ovest dei flussi idrici rispetto alla porzione di pianura posta più a est.

Il tracciato dello shunt di Torino che ha un'orientazione est ovest appare pertanto ortogonale alle direzioni di flusso idrico nel tratto iniziale mentre è conforme a tali direttrici nel tratto terminale.

## 12.3 Fluviale Antico fl1

I depositi alluvionali del fluviale antico affiorano a sud di Novi Ligure e sono direttamente sovrapposti alle Argille di Lugagnano. Costituiscono un terrazzo allungato in direzione sud est - nord ovest che si eleva di circa 50 m dal terrazzo di Novi ascrivibile al fluviale medio fl 2.

Pur non avendo a disposizione dati stratigrafici di dettaglio si ritiene che questi depositi a causa dell'intensa pedogenesi a cui sono stati sottoposti non costituiscano un acquifero ma siano essenzialmente da poco permeabili a impermeabili. Si è già detto come la presenza di una fitta rete idrografica sia associabile ad una limitata permeabilità dei terreni.

Questi terreni non sono interessati dalle opere in progetto.

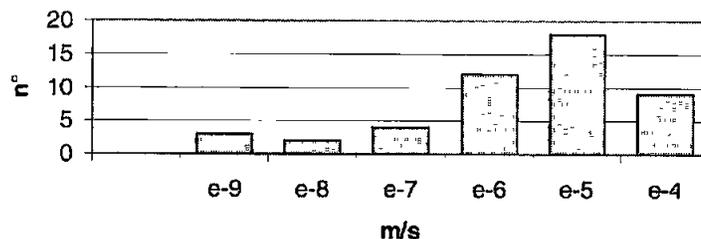
## 13. Permeabilità dei terreni

Sono di seguito riassunte le permeabilità medie caratteristiche delle principali formazioni litostratigrafiche affioranti nel territorio di pianura sede del tracciato ferroviario in progetto. Per fornire un quadro completo, è sembrato opportuno presentare, per ogni singola formazione geologica, la sintesi di tutte le prove di conducibilità idraulica svolte, nei fori di sondaggio, sulla verticale delle formazioni stesse.

Le classi di permeabilità adottate anche nella stesura della cartografia sono di seguito indicate.

| CLAS | DESCRIZIONE | CONDUCIBILITA' IDRAULICA (m/s) |
|------|-------------|--------------------------------|
| SE   | QUALITATIVA |                                |

**fl 3 conducibilità idraulica (m/s)**



|     |             |                     |
|-----|-------------|---------------------|
| I   | alta        | $>10^{-3}$          |
| II  | alta/media  | $10^{-3} - 10^{-5}$ |
| III | media/bassa | $10^{-5} - 10^{-7}$ |
| IV  | bassa       | $10^{-7} - 10^{-9}$ |
| V   | molto bassa | $<10^{-9}$          |

Figura 4: Conducibilità idraulica K in m/s del fluviale recente fl 3 indagato tra i 4 m e i 12 m dal piano campagna.

E' necessario fare una distinzione tra i depositi alluvionali recenti (fl3), intermedi (fl2) e i depositi alluvionali più antichi (fl1), che presentano caratteristiche di permeabilità differenti.

I depositi del fl3, e gran parte degli fl2, indagati perché ricadenti nell'area di progetto, presentano una permeabilità sicuramente maggiore di fl1 perché meno pedogenizzati.

I risultati delle prove di conducibilità idraulica effettuate, in foro di sondaggio, su fl3 ed fl2 sono sintetizzati nelle figure 4, 5 e 6.

I valori di conducibilità idraulica degli orizzonti più superficiali del fluviale recente (fl3) indagati tra i 4 m e i 12 m dal piano campagna sono illustrati in fig. 4. Da questi si evince che la classe maggiormente rappresentata corrisponde ad una permeabilità media ( $K = 10E-5$  m/s).

Le recenti prove di permeabilità a carico costante effettuate sul terrazzo fl3 alla base di pozzetti posizionati a 1.5 m di profondità da p.c., alle progressive 44+050 (S1), 44+650 (S2), 46+150 (S3), 47+375 (S4), 48+180 (S5) e 49+590 (S6), hanno fornito coefficienti di permeabilità in parte superiori a quelli dei sondaggi (prove Lefranc eseguite nei tratti più prossimi alla superficie)  $K = 10E-4$  m/s a fronte di un  $K = 10E-5$  m/s dei sondaggi.

Questi dati confermano che nell'ambito del fluviale recente fl3 la permeabilità decresce con la profondità.

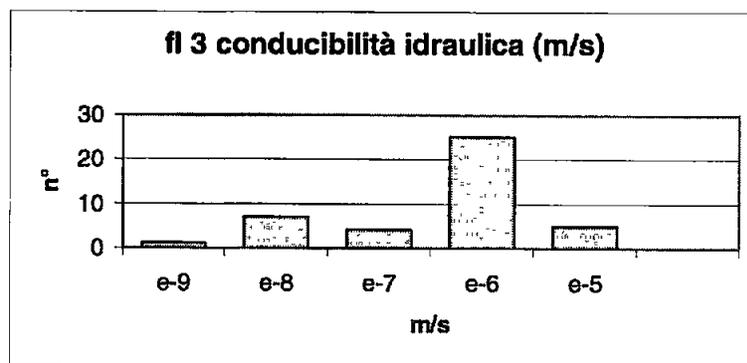


Figura 5: Conducibilità idraulica K in m/s del fluviale recente fl 3 indagato oltre i 12 m dal piano campagna.

Le prove di conducibilità idraulica confermano una permeabilità media ( $10E-6$  m/s) anche per gli orizzonti, del fluviale recente (fl3), posti tra i 12 e i 40 m dal piano campagna con valori sistematicamente inferiori a quelli degli orizzonti più superficiali.

I depositi del fluviale medio (fl2), invece, presentano una concentrazione di frazione fine, limosa maggiore. Questa realtà determina una diminuzione, localmente anche significativa, della permeabilità media di questi depositi la cui classe più rappresentata è compresa tra  $10E-6$  m/s e  $10E-8$  m/s.

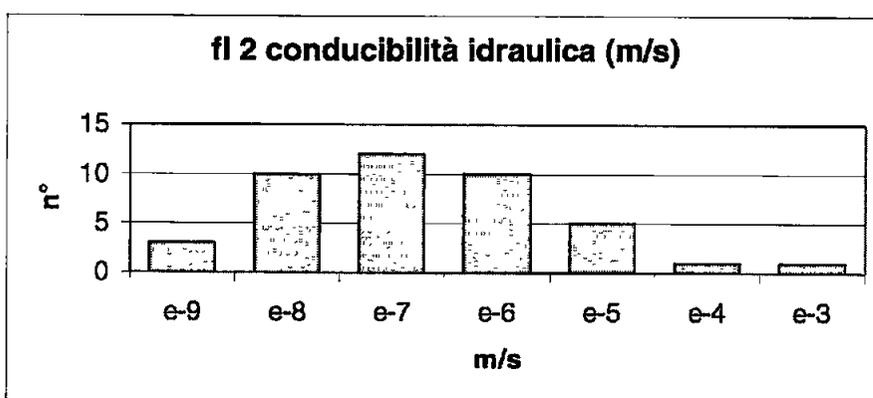


Figura 6: Conducibilità idraulica K in m/s del fluviale antico fl 2.

Si riconosce comunque in tutte le situazioni esaminate una certa dispersione nei valori registrati, a conferma dell'estrema eterogeneità litologica che caratterizza i depositi del fluviale medio.

Nella carta idrogeologica e nei profili longitudinali sono ubicati tutti i sondaggi sin qui eseguiti. La permeabilità dei materiali incontrati durante l'esecuzione dei sondaggi verticali è stata valutata mediante prove di conducibilità idraulica in foro di tipo Lefranc (con valori espressi in m/s). Ulteriori dati sono stati acquisiti da prove di pozzo. Si tratta in particolare di prove effettuate su un pozzo situato alla periferia sud di Pozzolo Formigaro (Allegato 1), di dati di un pozzo posizionato all'interno dello stabilimento ILVA. Essi forniscono, per l'area dello shunt Torino, nell'ambito dei terreni ascrivibili al fluviale intermedio fl 2, valori di permeabilità medi compresi tra  $3E-5$  m/s e  $5E-5$  m/s.

La prova di pompaggio eseguita nella stessa zona a C.na Valle ha fornito valori di permeabilità minori, compresi tra  $3.1E-6$  m/s e  $9.1E-6$  m/s.

I dati ottenuti da queste prove sembrano indicare, per il fluviale fl 2 valori di K lievemente superiori a quelli ricavati dalle prove in foro.

## **14. Piezometria**

Per completare la caratterizzazione idrogeologica del territorio sede del tracciato ferroviario in progetto, sono state analizzate le letture piezometriche eseguite nelle diverse campagne di misura effettuate tra il 1992 e la primavera del 2005. In particolare si è fatto riferimento alle campagne più recenti (tra il 2001 e il 2004) perché si tratta di misure effettuate con una certa continuità.

Nei profili allegati i livelli di minima soggiacenza sono riferibili all'inverno 2002-2003 mentre i livelli di massima soggiacenza si riferiscono all'estate 2003.

I dati ottenuti dalle precedenti campagne (1992-1993 e 1996-2001) sono stati utilizzati solamente a verifica della funzionalità dei piezometri e dell'attendibilità dei dati. I dati raccolti sui piezometri di recente realizzazione (SI) evidenziano a tutt'oggi, valori di soggiacenza intermedi tra valori, max e min., sin qui registrati negli altri punti di misura e confermano pertanto quanto riportato sui documenti cartografici.

L'analisi dei dati raccolti conferma le ipotesi fatte nei capitoli introduttivi. La falda di pianura, infatti, presenta una geometria costantemente tabulare, con livelli piezometrici che denotano una soggiacenza ridotta (raramente superiore ai 10 metri), subparallela alla superficie topografica.

Il valore minimo di soggiacenza si registra, nella quasi totalità dei casi, in Aprile Maggio, in risposta alle massime precipitazioni meteoriche che si registrano sempre nel mese di Aprile (picco primaverile). Localmente si hanno valori minimi di soggiacenza nei mesi di novembre, dicembre e gennaio (caso emblematico e in parte anomalo quello del Gennaio 2003) in corrispondenza del secondo picco di massima piovosità (picco autunnale).

Si registra normalmente una maggior dispersione nella distribuzione dei valori massimi della soggiacenza sia per i diversi tempi di risposta dell'acquifero a prolungati periodi di secco, sia per l'emungimento di acqua dal sottosuolo che avviene principalmente in estate. L'escursione della falda rimane comunque su valori contenuti, con una media di 2,0 m e con massimi localizzati e poco rappresentativi della situazione generale, di ca. 7-8 m.

### **14.1 Livelli piezometrici lungo il tracciato A.C.**

I livelli idrici misurati lungo il tracciato di III Valico, su piezometri e pozzi si localizzano ad una profondità dal piano campagna compresa tra 2 e 4 m nel tratto iniziale sino a pk 41+000 e con valori tra 4 e 10 m nel tratto successivo. Le maggiori oscillazioni (circa 7-8 m tra min e max piezometrico) si registrano in ambito stagionale nel tratto compreso tra pk 43+000 e fine linea. In questo tratto si ha un'accentuazione dei minimi piezometrici verosimilmente legata ai prelievi idrici.

### **14.2 Livelli piezometrici lungo lo Shunt Torino**

I livelli piezometrici misurati su piezometri e pozzi in asse al tracciato dello Shunt si localizzano a profondità comprese tra 4 e 13 m dal piano campagna. I valori massimi di soggiacenza si registrano oltre la progressiva 5+000, mentre i valori minimi si possono individuare tra pk 1+000 e pk 4+000.

## **PARTE IV INTERFERENZE CON I PUNTI D'ACQUA**

## **15. Censimento dei punti d'acqua**

Il censimento dei punti d'acqua è stato in gran parte completato sia per quanto attiene la rete idrografica che per i pozzi idrici (All. 4). L'area interessata dal censimento è disposta secondo una fascia della larghezza di ca. 1 km a cavallo dei tracciati (III Valico e Shunt Torino). Tale fascia si allarga ulteriormente, sino a ca. 2 Km, in corrispondenza delle gallerie artificiali.

La documentazione raccolta presso gli enti pubblici (Provincia di Alessandria e Comuni,) alquanto eterogenea, è stata completata attraverso sopralluoghi in sito; viene fornita una rappresentazione cartografica completa della loro distribuzione. Non di tutti i pozzi presenti nell'area si hanno peraltro le stratigrafie, valori di soggiacenza e dati di portata o di altri parametri tecnici necessari per una precisa caratterizzazione.

Allo stato attuale (Dicembre 2004) i pozzi idrici individuati all'interno della fascia posta a cavallo del tracciato A.C. e dello Shunt Torino sono circa 300.

### **15.1 Corsi d'acqua**

I principali corsi d'acqua dell'area hanno un regime essenzialmente occasionale con deflussi che tendono a ridursi verso valle. Si tratta principalmente di fossi situati alla base di ampie depressioni generalmente concave impostate sui terrazzi più antichi ascrivibili ai fluviali fl1 e fl2 (Rio Gnavole, Rio di Castel Gazzo e Fosso del depuratore di Novi L.). Quest'ultimo è l'unico caratterizzato da un deflusso idrico continuo in quanto alimentato dalle acque reflue in uscita dal depuratore.

Sui terrazzi dell' fl3 si distinguono la Roggia Marencano, la Roggia Cerca e la Roggia Vero.

Quelli che possono essere interferiti dalle opere in progetto (gallerie artificiali e trincee) sono localizzati alla progressiva 40+950 della linea III Valico e alle progressive 1+065, 1+905, 2+115, 2+429, 2+568, 3+360, 3+540/570, 3+617, 4+756, 5+294, 5+435 dello Shunt Torino.

Nei casi specifici le previste opere di mitigazione sono illustrate nella Relazione idrologica di Progetto Definitivo.

### **15.2 Pozzi**

In base a quanto sin qui censito vi è la possibilità di interferenza, in corso d'opera, per i seguenti pozzi:

**Linea di III Valico – Trincee di imbocco e Galleria artificiale di Pozzolo F.**

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

### Trincee di imbocco e Galleria artificiale shunt Torino

| PROGRESSIVA | POZZO | MONITORAGGIO |
|-------------|-------|--------------|
| 1+000       | NL17  | SI           |
| 1+050       | NL14  |              |
| 1+050       | NL15  |              |
| 1+050       | NL16  | SI           |
| 1+550       | NL50  | SI           |
| 1+650       | NL41  | SI           |
| 1+900       | NL151 | SI           |
| 2+200       | PO37  |              |
| 2+200       | PO38  | SI           |
| 2+200       | PO40  | SI           |
| 2+950       | PO174 | SI           |
| 3+050       | PO171 | SI           |
| 3+100       | PO172 | SI           |
| 3+100       | PO173 |              |
| 3+450       | PO176 | SI           |
| 3+800       | PO178 |              |
| 3+800       | PO179 |              |
| 3+850       | PO111 | SI           |
| 3+850       | PO177 | SI           |
| 4+200       | PO184 | SI           |
| 5+000       | NL12  | SI           |

## **16. CONCLUSIONI**

Nel documento in esame sono stati affrontati gli aspetti legati all'assetto idrogeologico delle aree interessate dalla progettazione definitiva della Linea A.C. Milano-Genova nel tratto in attraversamento della pianura piemontese.

La raccolta di tutti i dati illustrati nei precedenti paragrafi ha permesso la ricostruzione della circolazione idrica profonda del territorio e della geometria della falda, individuandone le principali linee di flusso e la presenza di eventuali spartiacque profondi. Per raggiungere questo obiettivo, si è dato particolare riferimento ai valori piezometrici registrati durante le campagne di misura degli anni dal 2002 al 2004 ottenuti dai piezometri fissi installati nei fori di sondaggio.

La falda di pianura, confinata tra i depositi alluvionali superficiali e il sottostante letto impermeabile rappresentato dalle Argille di Lugagnano, presenta una geometria relativamente semplice ed è omogeneamente distribuita su tutto il territorio.

Le linee di flusso, orientate verso la media Pianura Padana, rimangono costantemente subparallele all'asse del tracciato ferroviario di III Valico in progetto. La soggiacenza dell'acquifero si mantiene su valori ridotti, mentre l'escursione della stessa appare generalmente contenuta in pochi metri.

A nord ovest di Novi L. (area interessata dal tracciato dello shunt Torino), è presente un basso piezometrico che determina anche una sensibile modificazione delle linee isopiezometriche.

Per un'analisi più approfondita della geometria e delle caratteristiche della falda di pianura si rimanda alla "Carta idrogeologica".

In pianura le potenziali criticità sono state individuate in corrispondenza dei tratti in trincea e in galleria (shunt Torino, e galleria di Pozzolo Formigaro).

Per queste è stata elaborata una modellazione delle variazioni indotte sui livelli di falda in corso d'opera e ad opere ultimate. Da questa modellazione risulta che le interferenze sull'acquifero si esauriranno a completamento dei lavori con tempi di ripristino dei livelli piezometrici stimati in 10 mesi per l'area di Pozzolo F. e in 17 mesi per l'area dello Shunt.

Le interferenze, dovute all'abbassamento dei livelli piezometrici per effetto dell'aggettamento dell'acqua da fondo scavo, sono state stimate, sulla base, dell'estensione del raggio di influenza e della profondità dei pozzi. La fascia più significativa è quella che si estende per 200-300 m a lato dei tratti in galleria.

In fase di scavo, sulla base di quanto emerso dalle prove di permeabilità di superficie, di pompaggio su pozzi e su un laghetto in falda, si evidenzia la possibilità di una riduzione delle interferenze attraverso la restituzione in falda di gran parte dell'acqua aggettata (previa separazione dei sedimenti fini in sospensione), o attraverso la rete idrografica di superficie, o attraverso fosse perdenti appositamente realizzate.

## **PARTE V Bibliografia**

- AA.VV. (1992): linea ferroviaria ad alta velocità tratta Milano – Genova, III Valico, Relazione Idrogeologica di Massima.
- AA.VV. (2001): linea ferroviaria ad alta capacità A.C. tratta Milano – Genova, III Valico, Relazione Idrogeologica Preliminare.
- AA.VV. (2003): linea ferroviaria ad alta capacità tratta Milano – Genova, III Valico, Studio di Impatto Ambientale.
- Baroni D., Cotta Ramusino S. & Peloso G.F. (1987): La falda freatica nella pianura oltrepadana pavese e in quella alessandrina: considerazioni sulla vulnerabilità potenziale. Atti Tic. Sc. Terra, anno 31, pp. 351-376.
- Boni A. & Casnedi R (1970): note illustrative della Carta Geologica d'Italia, scala 1:100.000, fogli 69, Asti e 70, Alessandria. Poligrafica & Cartevalori, Ercolano (Na), pp. 64.
- Braga G. & Casnedi R. (1973): I Depositi alluvionali dello Scrivia (Provincia di Alessandria). C.N.R quaderni Ist. Ric. Acque, anno 28, vol 3, pp. 83-88
- Celico P (1988): Prospezioni Idrogeologiche, vol II, Liguori Editore, Napoli.
- Cortemiglia G.C. (1992): Relazione tecnica esplicativa della cartografia tematica relativa al piano geologico territoriale del comune di Tortona. Allegato alla delibera C.C n° 146 del 26-11-92.
  
- Cortemiglia G.C. (1994): Comune di Tortona, Relazione Geologico-Tecnica integrativa al piano regolatore generale. art. 14, 2a, L.R. 5.12.97 n° 56.
- De Luca D., Masciocco L., Ricci P. & Zuppi G.M. (1987): studio Idrogeologico della Pianura Alessandrina.

- Dressino A. (1989): Comune di Pozzolo Formigaro (Al), relazione geologica sul territorio comunale, allegato al P.R.G. con atto C.C. n° 97 del dic. 89.

Fogolino M (1998): Studio idrogeologico per la ridefinizione secondo criterio temporale delle zone di rispetto del pozzo di Arquata Scrivia.

- Morettini A. (1997): Città di Novi Ligure, variante generale del P.R.G., analisi geologico-tecnica, modifiche ed integrazioni

- Pozzi R. & Francani V. (1968): lineamenti idrogeologici della Pianura di Alessandria. Geol. Tec., anno 15, n 4, pp. 131-143.

- Priano L. (1999): Comune di Serravalle, Relazione geologico-tecnica, variante generale al P.R.G.C. Allegato alla Delibera C.C. n° 46 del 15 nov. 1999, Regione Piemonte.

## **ALLEGATO 1**

Gallerie artificiali Pozzolo e Shunt Torino - Ipotesi circa le variazioni dei livelli di falda indotte dalle opere in sotterraneo

## **ALLEGATO 2**

Lecture piezometriche aggiornate ad Agosto 2004

## **ALLEGATO 3**

Prova di pompaggio su pozzo esistente in località Pozzolo F.

## **ALLEGATO 4**

Censimento dei pozzi idrici