



autostrade//per l'italia

Tronco

A52 - TANGENZIALE NORD

Oggetto

**Strada di collegamento urbana in affiancamento alla A52  
(ex SP46) in comune di Novate Milanese**

CUP:

D61B16000030005

Fase progettuale

**PROGETTO PRELIMINARE per verifica ASSOGGETTABILITA'**

LA CONCEDENTE



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE, GLI AFFARI GENERALI ED IL PERSONALE  
STRUTTURA DI VIGILANZA SULLE CONCESSIONARIE AUTOSTRADALI

LE CONCESSIONARIE



autostrade//per l'italia

**IL DIRETTORE TECNICO**  
Dott. Ing. Giuseppe Colombo

Il progettista



**AREA PROGETTAZIONE E  
REALIZZAZIONE NUOVE OPERE**  
Il Responsabile  
Roberto D'Avossa

**AREA PROGETTAZIONE E  
REALIZZAZIONE NUOVE OPERE**  
Il Progettista  
Ing. Matteo Maraschi

Descrizione elaborato

**IDROLOGIA E IDRAULICA**

*Verifica dell'interferenza idraulica e idrogeologica dell'opera*

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
A	Dicembre 2016	Integrazione	PRNO	PRNO	PRNO
B	-	-	-	-	-
C	-	-	-	-	-
D	-	-	-	-	-
E-	-	-	-	-	-

Codifica elaborato

**5 0 2 2** **P** **I D R** **0 0 8 R** **0** **X X** **X X X X** **X** **A** -

Codice

Fase

Ambito

Progressivo

Tipo

Lotto

Zona

Opera

Tratto

Rev

Scala

-

IL PRESENTE DOCUMENTO NON POTRA' ESSERE COPIATO, RIPRODOTTO O ALTRIMENTI PUBBLICATO, IN TUTTO O IN PARTE, SENZA IL CONSENSO SCRITTO DELLA MILANO SERRAVALLE MILANO TANGENZIALI S.P.A. OGNI UTILIZZO NON AUTORIZZATO SARA' PERSEGUITO A NORMA DI LEGGE.

THIS DOCUMENT MAY NOT BE COPIED, REPRODUCED OR PUBLISHED, EITHER IN PART OR IN ITS ENTIRETY, WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF MILANO SERRAVALLE MILANO TANGENZIALI S.P.A. UNAUTHORIZED USE WILL BE PROSECUTE BY LAW.

## Sommario

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>INTERFERENZA IDROGEOLOGICA DELL'OPERA .....</b>	<b>3</b>
2.1	IDROGEOLOGIA .....	3
2.2	MONITORAGGIO AMBIENTALE - RILIEVI 2016 .....	9
<b>3</b>	<b>SISTEMA IDRAULICO DI RACCOLTA E SMALTIMENTO .....</b>	<b>12</b>
3.1	ELEMENTI COSTITUENTI IL SISTEMA IDRAULICO DI RACCOLTA E SMALTIMENTO	12
3.1.1	Piattaforma in trincea ed in rilevato .....	12
3.1.2	Tratti in galleria.....	13
3.1.3	Fossi di guardia.....	13
3.1.4	Impianti di sollevamento.....	14
3.2	OPERE DI PRESIDIO IDRAULICO PER IL CONTROLLO QUALITATIVO E QUANTITATIVO ALLO SCARICO .....	14
3.2.1	Vasche di prima pioggia.....	14
3.2.2	Bacini d'infiltrazione .....	15
<b>4</b>	<b>STUDIO DELLE INFLUENZE DELLE OPERE SUL DEFLUSSO DELLA FALDA .....</b>	<b>16</b>
4.1	STUDIO DELLE INFLUENZE DELLE OPERE SUL DEFLUSSO DELLA FALDA .....	16
<b>5</b>	<b>CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE .....</b>	<b>21</b>

## 1 PREMESSA

Ad integrazione del progetto preliminare per la verifica di assoggettabilità a VIA presentata in data 01-04-2016, si allega il presente documento con il fine di analizzare eventuali interferenze idrauliche e idrogeologiche dell'opera.

L'intervento in essere, ed in particolare l'opera più significativa delle progetto – il sottopasso alla linea ferroviaria Milano/Varese - risulta posizionato sia planimetricamente che altimetricamente in adiacenza al progetto di riqualifica della SP 46 (attualmente in fase di realizzazione), ed anche la tipologia di manufatto e le modalità di costruzione risultano essere analoghe alle medesime effettuate per quest'ultimo.

Ne consegue che gli studi, le analisi e le considerazioni eseguite sia in fase progettuale che in fase costruttiva nel lotto adiacente possono ritenersi valide per l'opera oggetto di studio.

## 2 INTERFERENZA IDROGEOLOGICA DELL'OPERA

### 2.1 IDROGEOLOGIA

Per quanto riguarda, le caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero principale, ed in particolare della falda freatica "regionale", si è provveduto sia all'analisi dell'assetto attuale, sia alla valutazione delle sue caratteristiche evolutive. Particolare rilevanza, a tale scopo, hanno avuto sia l'attività di misura dei livelli freatici in corrispondenza dei punti di controllo appositamente installati (piezometri nei fori di sondaggio geognostico) sia l'analisi delle serie storiche dei dati di livello pubblicate dall'Amministrazione Provinciale di Milano.

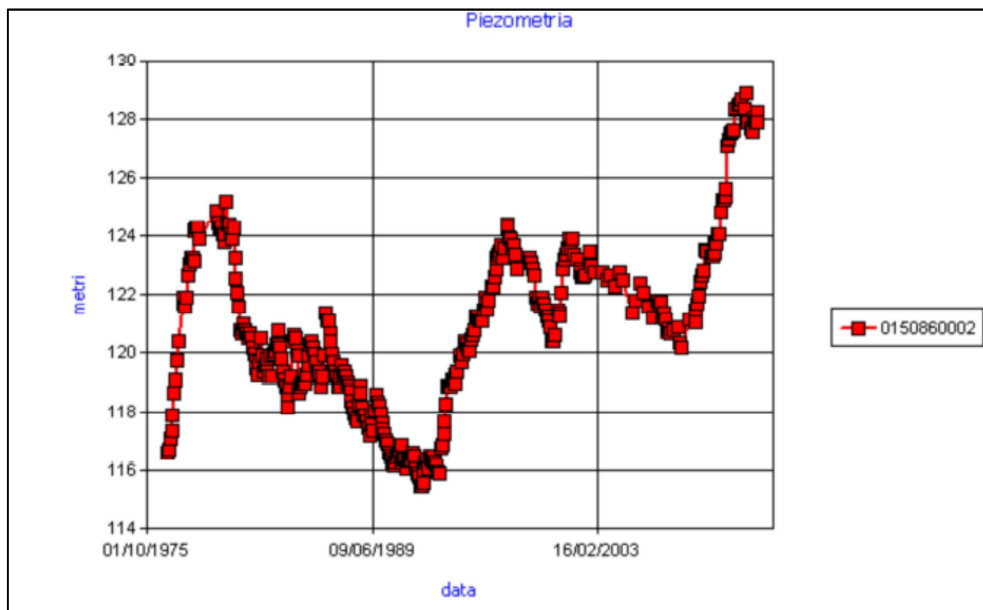
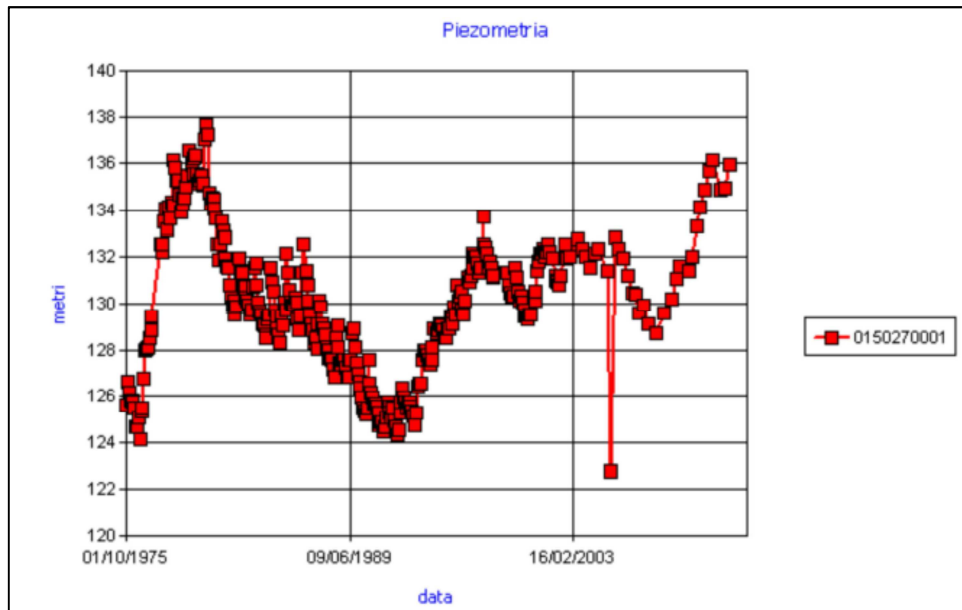
Per opportuna informazione si sintetizzano i dati meglio evidenziati e rappresentati nella relazione geologica, idrogeologica e geomorfologica 5022GEO004R0XXXXXXA allegata al progetto preliminare.

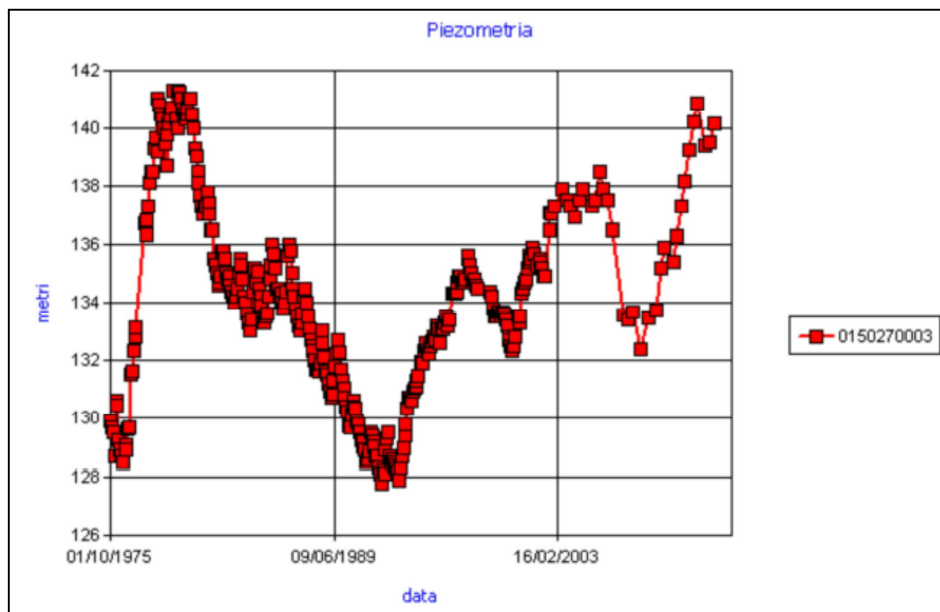
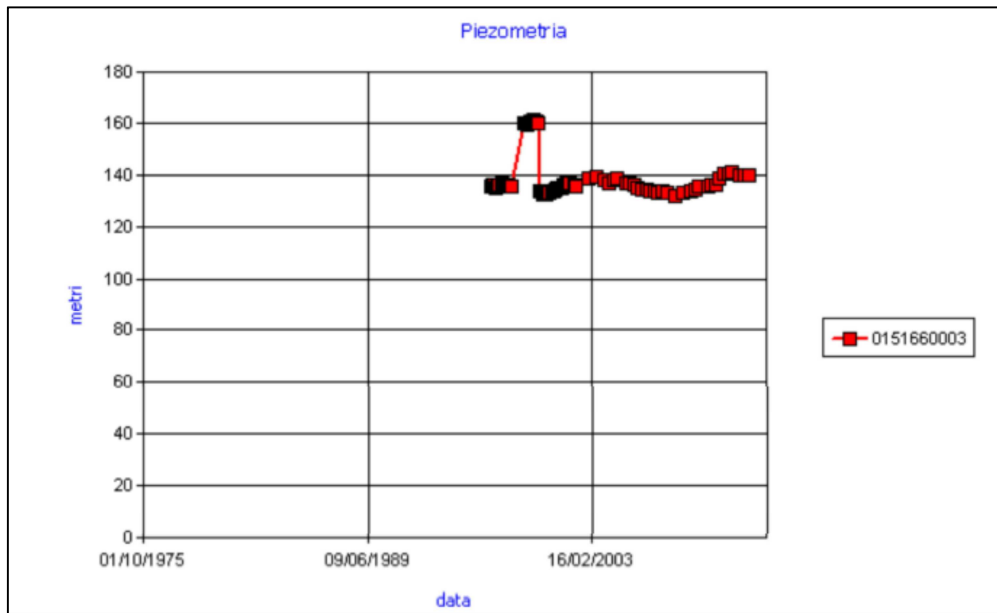
Si riportano a riferimento le misure mensili eseguite nell'ambito dell'attività di monitoraggio dei livelli effettuata dalla Provincia di Milano in corrispondenza dei pozzi e dei piezometri disponibili nei pressi dell'opera.

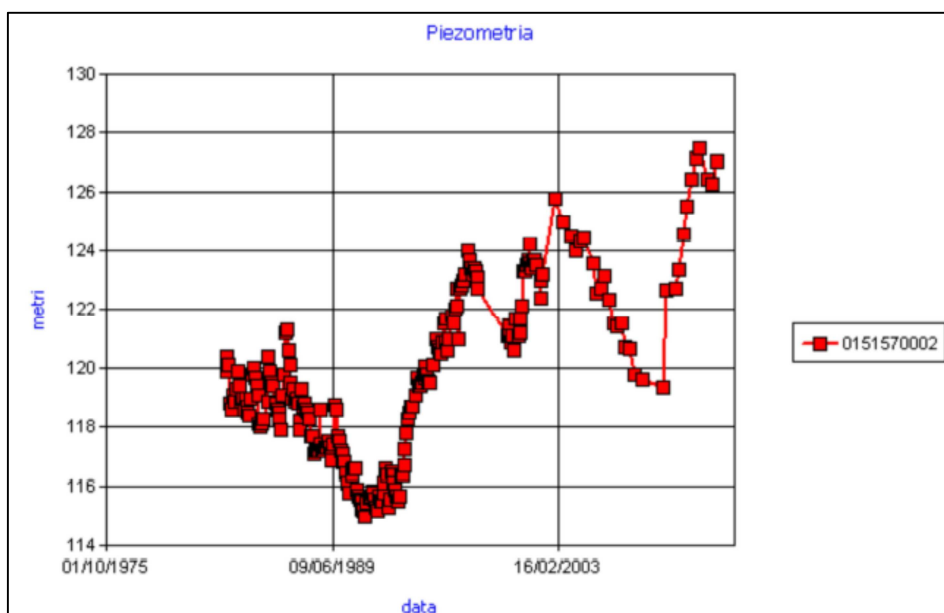
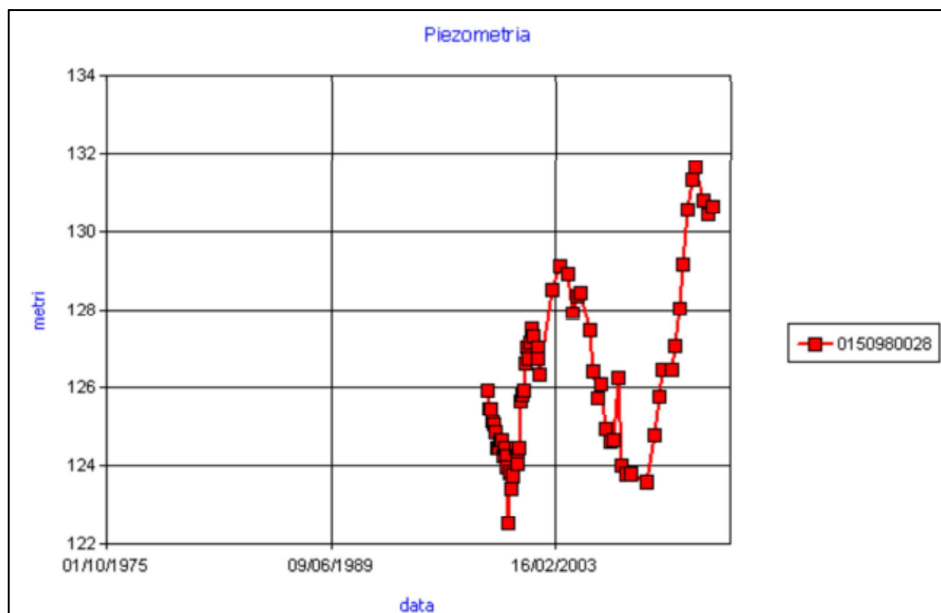
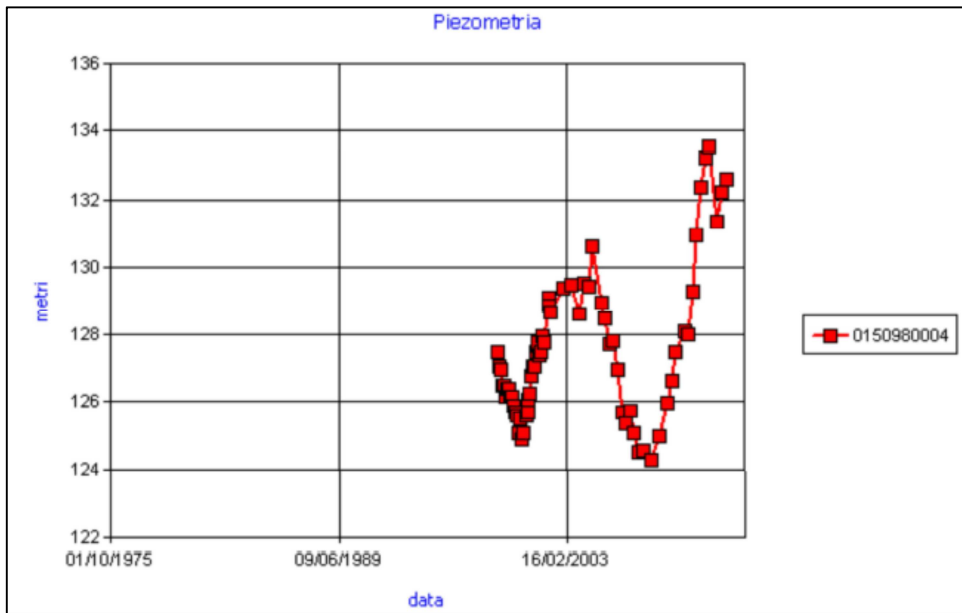
La seguente tabella riporta le codifiche e l'ubicazione dei pozzi della rete di monitoraggio le cui serie storiche sono state analizzate ai fini del presente lavoro.

Codice pozzo	Comune	Indirizzo	Tipo di utilizzo
150270003	BOLLATE	C.NA NUOVA VIA CARACCIOLO	Pubblico
150270001	BOLLATE	VIA A. DA BOLLATE EX SERBATOIO	Pubblico
151660003	PADERNO DUGNANO	VIA S. MICHELE DEL CARSO	Pubblico
151570002	NOVATE MILANESE	VIA MANZONI II	Pubblico
150860002	CORMANO	VIA SOMALIA	Pubblico
150980004	CUSANO MILANINO	VIA ITALIA II	Pubblico
150980028	CUSANO MILANINO	VIALE PEDRETTI	Pubblico

Dati Monitoraggio serie storiche (Provincia di Milano, Servizio Acque Sotterranee e Banca Dati Idriche, SIF)







Tutti i grafici sopra riportati evidenziano infatti come il picco massimo dei livelli nell'ambito della serie registrata sia in corrispondenza del 2011 (se si eccettua il picco della metà degli anni '70) e come pertanto il periodo attuale possa essere considerato un periodo di "alto" per quanto riguarda l'assetto della superficie freatica.

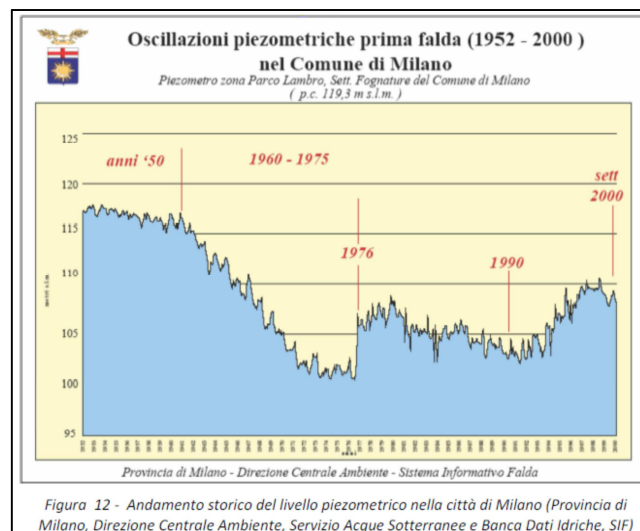
Al fine di aggiornare l'informazione e per verificare le potenziali interferenze dell'opera in progetto con le acque sotterranee, nell'ambito della campagna di indagine geognostica integrativa effettuata nel periodo luglio – settembre 2013 sono state installate alcune celle piezometriche in corrispondenza dei fori di sondaggio per consentire la misurazione dei livelli.

La seguente tabella rappresenta i risultati dell'attività di monitoraggio dei livelli eseguita all'interno dei piezometri (la cui posizione è riscontrabile nella allegata Carta Idrogeologica) ed i cui dati sono stati utilizzati per la redazione della carta delle isofreatiche riferita al settembre 2013.

Piezometro	quota p.c.	quota assoluta					
		08/08/2013	29/08/2013	04/09/2013	05/09/2013	12/09/2013	16/09/2013
SCC01_PE	150.40	135.40					136.55
SCC02_PE	148.46		135.19		135.09		135.05
SCC03_PE	149.41	149.41		136.13	135.96		134.62
SCC04_PE	149.70	134.20					134.45
SCC05_PE	150.20	136.20			135.48		134.30
SCC06_PE	150.99						134.30
SCC07_PE	157.35					138.73	138.73

Piezometro	quota p.c.	quota assoluta					
		08/08/2013	29/08/2013	04/09/2013	05/09/2013	12/09/2013	16/09/2013
SCC08_PE	156.55			135.81			135.47
SCC10_PE	157.72						135.19

L'assetto attuale, rappresentativo di una situazione di alto del livello freaticometrico rispetto ad una serie di misurazioni almeno trentennale, è stato confrontato, ai fini della definizione delle sue tendenze evolutive sia con la serie storica riportata nella figura 12 sotto riportata,

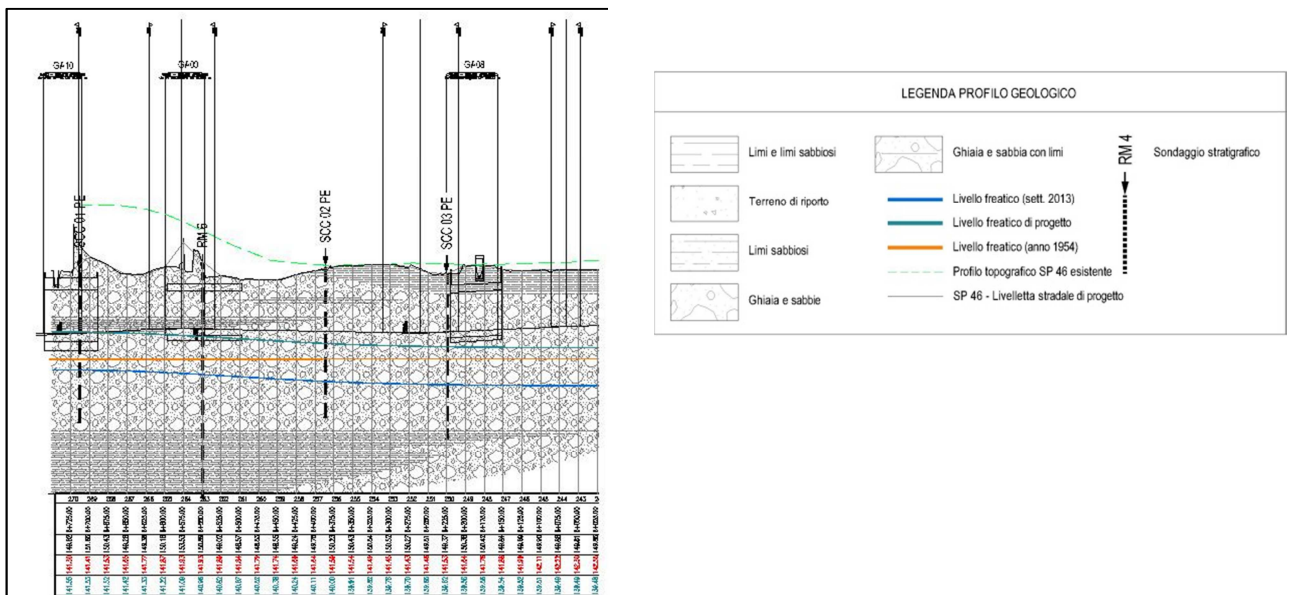


sia con la carta delle isofreatiche del territorio milanese riferita al 1954 realizzata dalla provincia (rif. Piezometria prima falda anno 1954 - Provincia di Milano, Servizio Acque Sotterranee e Banca dati Idriche, SIF). La serie storica dei livelli fornisce un quadro affidabile della tendenza alla variazione dei livelli in corrispondenza dell'intero territorio provinciale e valido pertanto anche per l'area in esame.

Sulla base di tali informazioni è stato possibile evidenziare come l'assetto attuale sia rappresentativo di un massimo rispetto all'andamento dell'ultimo trentennio e come esso risulti assai prossimo ai massimi rilevati a partire dal 1950 circa. Tale livello, in ragione dell'attuale panorama di utilizzo delle risorse idriche sotterranee e del territorio in generale, si ritiene possa costituire un affidabile riferimento per la definizione del livello freatico raggiungibile a lungo termine e pertanto corrispondente al livello di riferimento per le scelte progettuali (falda di progetto). Allo scopo pertanto di individuare un livello di progetto valido per l'intero tratto di infrastruttura che tenga conto in termini cautelativi sia delle peculiarità idrogeologiche locali, sia delle inevitabili approssimazioni che caratterizzano i dati utilizzati, si è optato per innalzare il profilo piezometrico ricavato dai dati attuali (massimo anno 2013) di 5 metri definendo in tale modo il profilo piezometrico di progetto.

Di seguito si allega figura rappresentante il profilo geologico e relativo andamento del tracciato stradale,

Come si può notare, sia dalla figura successiva, sia dai profili indicati negli elaborati cartografici del presentati allegati al progetto, che l'intero tracciato dell'infrastruttura risulta posizionato al di sopra dei livelli freatici massimi rilevati a partire dal 1950 circa e che pertanto non si prevede, anche nel lungo termine, la possibilità che essi possano arrivare ad interferire in modo significativo.





## 2.2 MONITORAGGIO AMBIENTALE - rilievi 2016

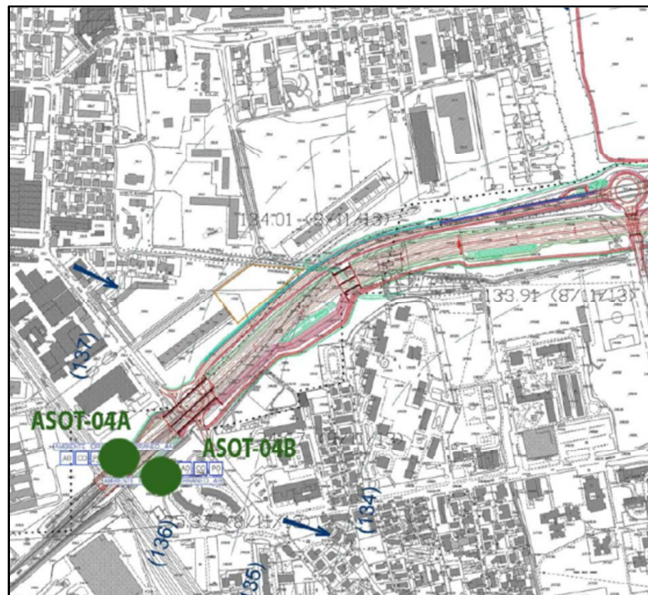
A supporto di quanto descritto prima, si allegano i dati estratti dalla campagna di monitoraggio ambientale relative al monitoraggio delle acque sotterranee - tutt'ora in corso di esecuzione – nel progetto di Riqualfica della SP46.

Tra le attività di monitoraggio delle acque sotterranee interessate, vi sono punti di monitoraggio ASOT-04A e ASOT-04B nel Comune di Bollate e Novate, situati proprio in prossimità del opera oggetto di studio. Tali punti sono stati individuati in seguito ad un'analisi idrogeologica dell'area di indagine, delle opere previste e delle aree di cantiere, in particolare si è tenuto conto delle caratteristiche idrogeologiche generali (flusso della falda rispetto all'asse dell'infrastruttura di progetto), della vicinanza al tracciato di progetto e alle aree di cantiere e delle possibili interferenze delle gallerie artificiali con la falda acquifera in fase di esercizio.

N	PUNTI	UBICAZIONE	COMUNE	DESCRIZIONE
7	ASOT-04A	Monte	Bollate	In corrispondenza tratto in trincea e galleria estremità Ovest (sottopasso ferroviario)
8	ASOT-04B	Valle		

*Tabella 1 – Elenco punti di misura*

si riporta l'ubicazione di punti di monitoraggio in relazione al tracciato dell'opera.



In funzione delle localizzazione geografica dell'opera oggetto di studio, si riportano i di seguito i dati relativi al piezometro 7 ed 8 ovvero ai punti di monitoraggio ASOT-04A e ASOT-04B.

Dai dati emerge che il livello freatico in corrispondenza del sottoattraversamento ferroviario risulta a quota 134.05 m slm pertanto inferiore anche alla quota di fondo scavo in fase realizzativa pari a 138.26 slm (vedi elaborato 5022PSTR001Z0XXXXXXA)

**Monitoraggio - Maggio 2016**

**ASOT-04A**

MILANO SERRAVALLE - MILANO TANGENZIALI S.p.A.

ACTIVA Soc. Coop.

**ANALISI FISICHE E CHIMICHE-MICRIBIOLOGICHE**

N°	Tipologia Parametro	Parametro	Unità di Misura	Gruppo parametri	Valore
1	in situ	Livello statico	m	Gruppo 1	-16,50
2		Temperatura aria	°C		22,0
3		Temperatura acqua	°C		19,1
4		Ossigeno ppm	mg/l		8,26
5		Ossigeno %	%		93%
6		Conducibilità elettrica	µS/cm		440
7		pH	--		6,93
8		Potenziale Redox	mV		134
9	di laboratorio	Idrocarburi totali	µg/l	Gruppo 2	<20
10		TOC	mg/l		<2
11		Tensioattivi ionici (anionici)	µg/l		<50
12		Tensioattivi non anionici	µg/l		<200
13		Cromo totale	µg/l		6,0
14		Cromo VI	µg/l		<1
15		Ferro	µg/l	4456	Gruppo 3
16		Alluminio	µg/l	4975	
17		Nichel	µg/l	11,4	
18		Zinco	µg/l	55,2	
19		Piombo	µg/l	29,3	
20		Cadmio	µg/l	1,1	
21		Arsenico	µg/l	3,9	
22		Manganese	µg/l	110	
23		Rame	µg/l	7,7	
24		Calcio	mg/l	53,8	
25	Sodio	mg/l	13,3		
26	Magnesio	mg/l	7,5		
27	Potassio	mg/l	1,7		
28	Nitrati	mg/l	34,5		
29	Cloruri	mg/l	20,7		
30	Solfati	mg/l	39,4		

Si allega di seguito Rapporto di Prova del laboratorio

**NOTE**

.....

.....

.....

**Responsabile Ambientale  
Specialistico - (RAS)**

**Arch. Maurizio De Luca**

*Riquilifica con caratteristiche autostradali della SP46 RHO-MONZA, dal termine della tangenziale Nord di Milano (galleria artificiale) al ponte sulla linea ferroviaria Milano-Varese (compreso), corrispondenti alle tratte 1 e 2 del "Progetto preliminare della viabilità di adduzione al sistema autostradale esistente A8/A52 RHO-MONZA"*  
**MONITORAGGIO AMBIENTALE - COMPONENTE IDRICO SUPERFICIALE**

**ASOT-04B**

MILANO SERRAVALLE – MILANO TANGENZIALI S.p.A.				ACTIVA Soc. Coop.	
ANALISI FISICHE E CHIMICHE-MICRIBIOLOGICHE					
N°	Tipologia Parametro	Parametro	Unità di Misura	Gruppo parametri	Valore
1	in situ	Livello statico	m	Gruppo 1	-16,80
2		Temperatura aria	°C		23,0
3		Temperatura acqua	°C		18,8
4		Ossigeno ppm	mg/l		8,16
5		Ossigeno %	%		89,7
6		Conducibilità elettrica	µS/cm		452
7		pH	--		6,89
8		Potenziale Redox	mV		145
9	di laboratorio	Idrocarburi totali	µg/l	Gruppo 2	<20
10		TOC	mg/l		<2
11		Tensioattivi ionici (anionici)	µg/l		<50
12		Tensioattivi non anionici	µg/l		<200
13		Cromo totale	µg/l		14,3
14		Cromo VI	µg/l		<1
15		Ferro	µg/l		6623
16		Alluminio	µg/l	7329	
17		Nichel	µg/l	Gruppo 3	15,7
18		Zinco	µg/l		22,1
19		Piombo	µg/l		6,8
20		Cadmio	µg/l		0,13
21		Arsenico	µg/l		7,4
22		Manganese	µg/l		170
23		Rame	µg/l		20,0
24		Calcio	mg/l		73,1
25		Sodio	mg/l		13,8
26	Magnesio	mg/l	10,0		
27	Potassio	mg/l	2,2		
28	Nitrati	mg/l	28,7		
29	Cloruri	mg/l	21,0		
30	Solfati	mg/l	41,6		

**Si allega di seguito Rapporto di Prova del laboratorio**

NOTE	
.....	
.....	
.....	

<b>Responsabile Ambientale Specialistico - (RAS)</b>	<b>Arch. Maurizio De Luca</b>
--	-------------------------------

*Riquilifica con caratteristiche autostradali della SP46 RHO-MONZA, dal termine della tangenziale Nord di Milano (galleria artificiale) al ponte sulla linea ferroviaria Milano-Varese (compreso), corrispondenti alle tratte 1 e 2 del "Progetto preliminare della viabilità di adduzione al sistema autostradale esistente A8/A52 RHO-MONZA"*  
MONITORAGGIO AMBIENTALE - COMPONENTE IDRICO SUPERFICIALE

### 3 SISTEMA IDRAULICO DI RACCOLTA E SMALTIMENTO

Il tracciato di progetto prevede sezioni tipologiche correnti in rilevato, in trincea e anche in galleria.

In linea del tutto generale si può dire che il progetto preveda per il tratto di trincea un “ciclo chiuso”, cioè che le acque meteoriche afferenti alla piattaforma stradale (sia di prima che di seconda pioggia) vengano convogliate, nella loro totalità e senza alcuna separazione, a mezzo di collettori circolari, ai manufatti di trattamento (vasca di prima pioggia). A valle di tali manufatti, previsti funzionanti in continuo, si ha l'immissione nei recapiti finali (normalmente bacini di infiltrazione e/o lagunaggio).

Per minimizzare l'impatto idraulico della nuova opera sul territorio, sull'idrografia superficiale e sulla rete di collettamento fognario artificiale (peraltro già ampiamente in difficoltà in tutto l'hinterland milanese) il principio generale applicato è di laminare l'acqua mediante bacini di infiltrazione e/o lagunaggio a fondo permeabile (disperdenti), che, oltre a determinare una fondamentale laminazione delle portate defluite dalla sede stradale, contribuiscono anche a ristabilire il riequilibrio ecologico dei deflussi.

Al piede dei tratti in rilevato, a raccolta delle acque, si prevedono fossi disperdenti, mentre in testa alle trincee (fatto salvo casi specifici in cui la morfologia del terreno declina allontanandosi dalla sede stradale) si prevedono, a protezione della piattaforma stradale, fossi di guardia disperdenti e/o rivestiti, che recapitano principalmente in aree disperdenti (fossi e micro-bacini).

Entrando maggiormente nel dettaglio, il drenaggio della piattaforma stradale della linea principale in trincea è demandato, per l'intera estensione dell'intervento di progetto, ad una coppia di collettori disposti, al di sotto della sede stradale, in posizione centrale o ai margini della sede stradale a seconda dell'inclinazione trasversale della superficie stradale.

I collettori colleghino le acque meteoriche alla vasca di prima pioggia VPP, e successivamente vengono invase e attraverso un impianto di sollevamento portate al bacino di infiltrazione e/o lagunaggio.

La necessità di sollevamento e recapito in un bacino di infiltrazione deriva dai seguenti elementi:

la vasca di prima pioggia si trova nella zona di oscillazione della falda di progetto, pertanto non è possibile disperdere le acque nel tratto sottostante la vasca medesima

non vi sono nelle immediate vicinanze i corsi d'acqua a cui recapitare le acque depurate.

#### 3.1 Elementi costituenti il sistema idraulico di raccolta e smaltimento

##### 3.1.1 Piattaforma in trincea ed in rilevato

La raccolta a margine carreggiata, nei tratti in rettilineo e di curva per la carreggiata interna, è realizzata per mezzo di una cunetta confinata da un cordolo delimitante la piattaforma ed opportunamente sagomata; lungo tale cunetta e ad interasse costante pari a 15 m sono posizionate le caditoie grigliate, larghe 30 cm e lunghe 1.0 m, che convogliano il deflusso nei collettori

sottostanti. Ad interasse fissato di 15 m, il bacino sotteso alla caditoia nel caso più cautelativo genera una portata di circa 13 l/s. La geometria delle griglie, di larghezza 30 cm e lunghezza 1 m, visto il passo costante applicato a tutto il tracciato di 15 m, garantisce, anche nel caso di pendenze elevate, l'intercettazione di tutta la portata. Il fitto passo garantisce, in ogni modo, la raccolta dell'acqua anche in caso di ostruzione della griglia.

Il sistema di raccolta in trincea prevede, oltre alla raccolta di piattaforma già descritto, una raccolta separata per le acque di scarpata, che vengono collettate nella vasca e poi nel bacino di infiltrazione mediante rete dedicata. Il contributo delle scarpate è raccolto da canalette in calcestruzzo aventi sezione rettangolare 0.5x0.3 m e con pendenza parallela alla sede stradale.

### 3.1.2 Tratti in galleria

Il drenaggio delle gallerie deve garantire:

- lo smaltimento delle acque meteoriche trascinate, ad esempio, dal moto degli autoveicoli all'interno della stessa;
- lo smaltimento delle acque di infiltrazione dal rivestimento.

Il drenaggio della galleria previste in progetto risulta costituito da collettori laterali che raccolgono le acque di stillicidio provenienti dalla calotta ubicati da ambo le parti della sezione e da un collettore in plastica che raccoglie le acque di piattaforma provenienti dall'esterno come dall'interno della galleria (acque di precipitazione e/o sversate accidentalmente dai veicoli).

### 3.1.3 Fossi di guardia

Il progetto prevede la presenza di fossi di guardia di sezione trapezia (base minore 0.5 m, altezza 0.5 m inclinazione delle sponde 45°).

Nei tratti in rilevato, oltre a fornire una protezione dalle acque che dall'esterno possono pervenire al piede del rilevato medesimo, tali fossi, previsti in terra, sono destinati anche a raccogliere le acque. Stante la tipologia di strada si prevede che tali fossi possano essere disperdenti.

Nel caso dei tratti in trincea, dove di contro i fossi hanno solo la funzione di proteggere la strada, i fossi sono previsti in cls laddove la morfologia declina verso l'asse stradale, in terra sul lato opposto divergente.

Per il dimensionamento dei due manufatti (fossi rivestiti ed in terra) sono state applicate due differenti metodologie, stante la differente loro funzione.

Per i primi (fossi rivestiti) si è essenzialmente applicata la formula razionale in congiunzione con l'ipotesi di moto uniforme, così come esposto nel paragrafo precedente per il collettori. In tal caso tuttavia si è assunto per le acque di versante un coefficiente di afflusso pari a 0.5, mentre il coefficiente  $K_s$  è stato assunto pari a 60 m<sup>1/3</sup>/s.

### 3.1.4 Impianti di sollevamento

L'analisi del tracciato plano-altimetrico dell'infrastruttura in progetto mostra la presenza di un punto in cui si rende necessaria la realizzazione di impianti di sollevamento, al fine di consentire il recapito dalle vasche di prima pioggia, al bacino di infiltrazione e/o lagunaggio

In corrispondenza del sollevamento è prevista una vasca di raccolta in cui sono alloggiare due pompe, una delle quali svolge la funzione di riserva attiva. E' previsto che la pompa di riserva entri in funzione parallelamente a quelle ordinarie in condizioni di emergenza. Le condotte di mandata sono state proporzionate imponendo una velocità media di portata non superiore a 1.5 m/s.

## 3.2 Opere di presidio idraulico per il controllo qualitativo e quantitativo allo scarico

Il progetto prevede che tutte le reti di raccolta del tratto in trincea, a monte dell'immissione nei recapiti in sottosuolo, siano previste vasche di prima pioggia con funzionamento in continuo.

### 3.2.1 Vasche di prima pioggia

Le soluzioni progettuali adottate sono volte ad assicurare la completa protezione ambientale del territorio secondo le vigenti norme, con particolare riferimento alla salvaguardia dei recapiti finali, rappresentati principalmente dal suolo.

L'allontanamento delle acque piovane dalle infrastrutture stradali avviene di norma essenzialmente attraverso tubazioni, canalette e fossi che a loro volta scaricano nei ricettori naturali.

Le acque meteoriche che ricadono sulle viabilità in progetto subiscono un processo di separazione tra prime piogge, considerate ad alta concentrazione di inquinanti, e seconde piogge, considerate sostanzialmente "bianche". Le prime piogge subiscono un processo di sedimentazione e disoleazione, al fine dell'abbattimento degli inquinanti.

Sulla base della legge regionale n°4 del 24 Marzo 2006, è stata prevista la realizzazione di un ciclo chiuso di trattamento per le acque di prima pioggia. Rimandando alla planimetria idraulica la localizzazione dei singoli manufatti, nel capitolo seguente si riportano le valutazioni che hanno portato al dimensionamento di questi dispositivi.

Il volume dei manufatti effettivamente previsti nel progetto è stato definito in ogni caso tenendo conto dell'esigenza di contenere un eventuale versamento accidentale da parte di un'autocisterna (40 m<sup>3</sup>).

Le vasche di prima pioggia sono previste funzionare in continuo, applicando la tecnologia delle vasche in c.a. prefabbricate all'interno delle quali sono ricavati i volumi necessari. Esse saranno costituite da comparti separati, per la sedimentazione e la separazione degli olii, con la presenza di filtri a coalescenza e del tipo Adsorboil. Tale ultimo accorgimento consente, come è noto, di migliorare sensibilmente l'efficacia di rimozione delle sostanze oleose, in quanto si combina la flottazione naturale dovuta alla minore densità con l'azione di agglomerazione delle particelle grasse in coaguli più facilmente intercettabili dal filtro.

### 3.2.2 Bacini d'infiltrazione

I bacini di infiltrazione sono delle vasche di laminazione con fondo filtrante operando pertanto un controllo qualitativo oltre che quantitativo.

La possibilità di utilizzare questo tipo di soluzione dipende: dalla permeabilità del terreno, dal livello max della falda (almeno 0.9 m sotto il fondo del bacino), da pendenze longitudinali basse.

In progetto il bacino è previsto all'attuale piano campagna pertanto a quota di circa 149-150 m slm, conseguentemente non interferisce con la il cui livello registrato nei rilievi 2016 è pari a 134.05 m slm.

Rimozione sostanze inquinanti

Si riportano di seguito i risultati indicati dalla Federal Highway Administration:

FHWA. Estimated pollutant removal effectiveness for infiltration basins (%)						
TSS	TP	TN	Metals	BOD	Bacteria	Comments
75	50- 55	45 - 55	75 - 80	70	75	Capture of 12.7 mm (0.5 in) of runoff (first flush)
99	65- 75	60 - 70	95 - 99	80	90	Capture of 25.4 mm (1 in) of runoff
90	60- 70	55 - 60	85 - 90	80	90	Capture of 50.8 mm (2 in) of runoff
Source: Schueler (1987).						

#### Manutenzione

Lo strato superficiale è affetto da facile intasamento, pertanto è necessaria una manutenzione atta a rimuovere periodicamente i sedimenti del materiale depositato.

La letteratura consiglia la rimozione almeno due volte all'anno o dopo ogni grande evento meteorico, lo strato di materiale che si deposita sul fondo del bacino e ripristinare la capacità d'infiltrazione "smuovendo" il terreno (ciotoli) di base.

La vita utile è funzione della manutenzione periodica. In letteratura viene indicata intorno a 5-10 anni.

## 4 STUDIO DELLE INFLUENZE DELLE OPERE SUL DEFLUSSO DELLA FALDA

Come già segnalato nella premessa iniziale, il progetto oggetto di studio è “in ombra” rispetto alla riqualifica Sp46 con caratteristiche autostradali, sia in termini di andamento freaticometrico sia in termini di opere strutturali.

Infatti, le uniche opere di possibile interazione con la falda risulterebbero:

- il manufatto scatolare, di analoghe dimensioni e giacitura a quello adiacente della SP46 riqualificata;
- le paratie provvisorie, previste a sostegno della fase di spinta nel monolite sotto le ferrovie, le quali sono tuttavia sia “in ombra” sia di estesa assai limitata rispetto alle medesime opere provvisorie dell’adiacente riqualifica della SP46,

Pertanto le opere di progetto incidono sul deflusso delle acque di falda. Per completezza si riporta di seguito quanto già effettuato in termini di studio dell’influenza delle opere sul deflusso della falda nell’intervento autostradale di riqualifica della SP46.

### 4.1 STUDIO DELLE INFLUENZE DELLE OPERE SUL DEFLUSSO DELLA FALDA

Lo studio delle influenze sul deflusso della falda determinate dalla realizzazione delle opere, nel tratto interessato dalla variante in sottopasso della linea ferroviaria Mi-Va, è stato effettuato implementando un modello numerico di simulazione basato sul codice di calcolo MODFLOW.

Le condizioni al contorno della simulazione possono essere sintetizzate come segue:

- modello del terreno derivato dalla CTR Regione Lombardia 1:10.000;
- acquifero monostrato con coeff. di permeabilità pari a  $3 \cdot 10^{-5}$  m/s;
- base dell’acquifero a 110 m s.m. in corrispondenza dell’acquitarzo argilloso;
- superficie piezometrica di progetto (piezometria sett. 2013 + 5 metri).

Ai fini della simulazione degli effetti delle opere di fondazione profonde, è stato inserita, in corrispondenza dell’asse dell’infrastruttura una barriera impermeabile (ipotizzando che i pali di fondazione affiancati determinino una assoluta impermeabilità) tra le progressive 6+175 e 6+700 (525 m) del Lotto 2, comprendendo anche il tratto tra le progressive 0+000 e 0+100 (100 m) del Lotto 3.

Sono state inoltre considerate le seguenti caratteristiche di dettaglio:

- primo tratto della lunghezza di 100 metri con infissione fino a quota 123.5 m s.m. (Lotto 3)
- finestra di ampiezza 50 metri in corrispondenza del monolite ferroviario (a confine tra Lotto 2 e Lotto 3);
- secondo tratto verso est (Lotto 2) di lunghezza pari a 525 m con infissione a quota 131.5.

I risultati delle simulazioni, riportati nelle seguenti figure, evidenziano che l’effetto della barriera costituita dall’insieme delle opere e delle strutture profonde di fondazione determinano un limitato



effetto sulle condizioni di deflusso, in termini di deformazione delle linee equipotenziali e di variazione assoluta dei livelli di falda.

In corrispondenza della barriera di permeabilità rappresentata dalle opere del lotto 2, a est del monolite ferroviario, si osserva in particolare un innalzamento dei livelli di 0,18 metri, ed un conseguente abbassamento a valle di 0,16 metri.

Un effetto del tutto analogo si osserva in corrispondenza del tratto di barriera presente all'inizio del lotto 3 immediatamente ad ovest del monolite ferroviario, dove il valore di innalzamento (sempre nell'ordine dei 0,18 metri) equivale esattamente all'innalzamento a valle.

L'estensione complessiva degli effetti, sia a monte che a valle della barriera di permeabilità si esaurisce ad una distanza di circa 500 metri sia a monte che a valle delle opere, riducendosi al 10% circa del valore massimo (circa 2 cm). A tale scopo deve essere inoltre precisato che dal momento che l'entità della variazione complessiva dei livelli è molto limitata in termini assoluti, la ricostruzione effettuata attraverso il modello mantiene un valore sostanzialmente teorico e gli effetti reali sul deflusso della falda potranno essere verificati solo nelle immediate vicinanze delle opere. A distanze maggiori, infatti, risulteranno prevalenti gli effetti locali legati alla variazione delle condizioni di permeabilità, alla profondità del substrato impermeabile nonché alla presenza di pozzi di prelievo ecc.

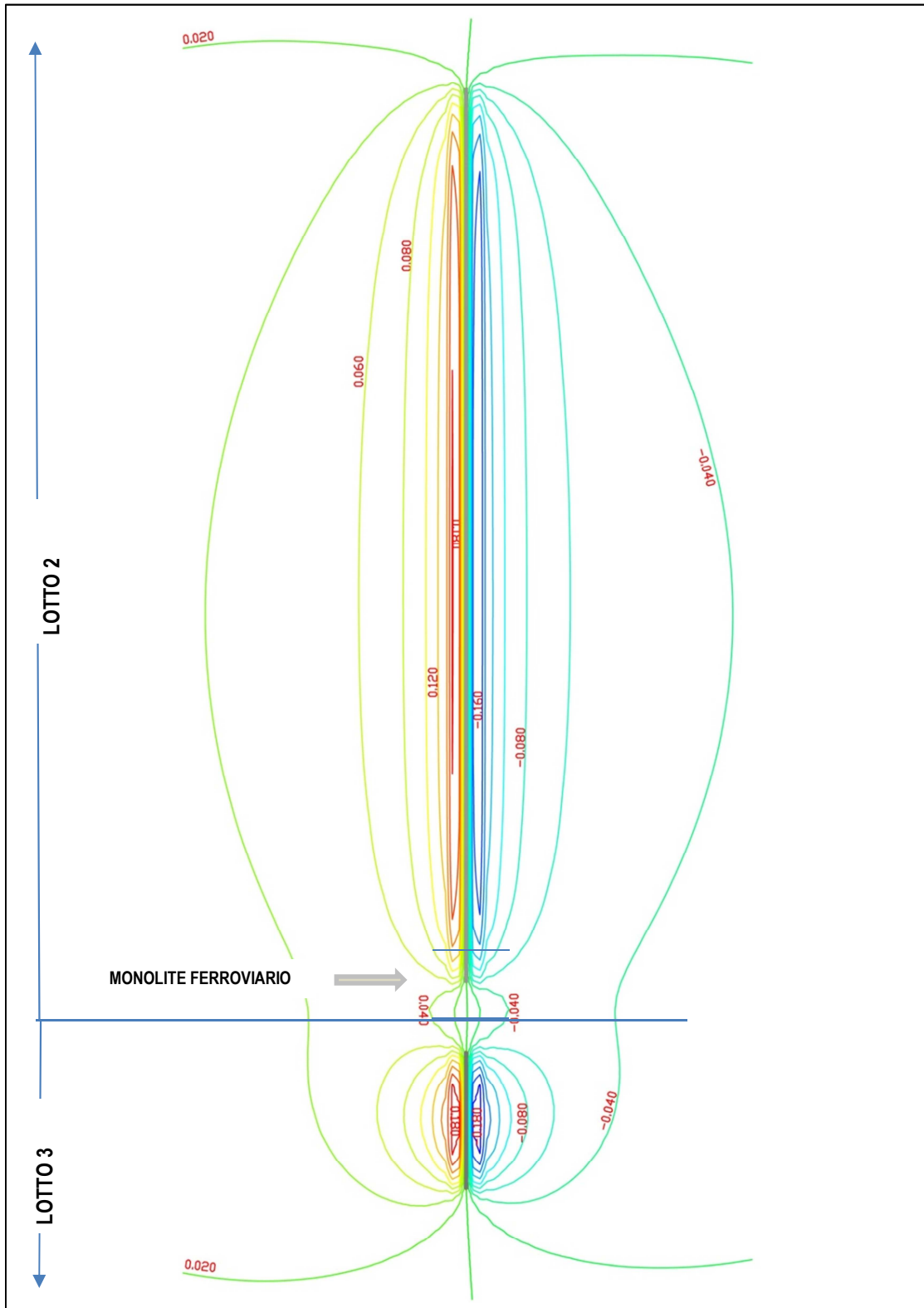
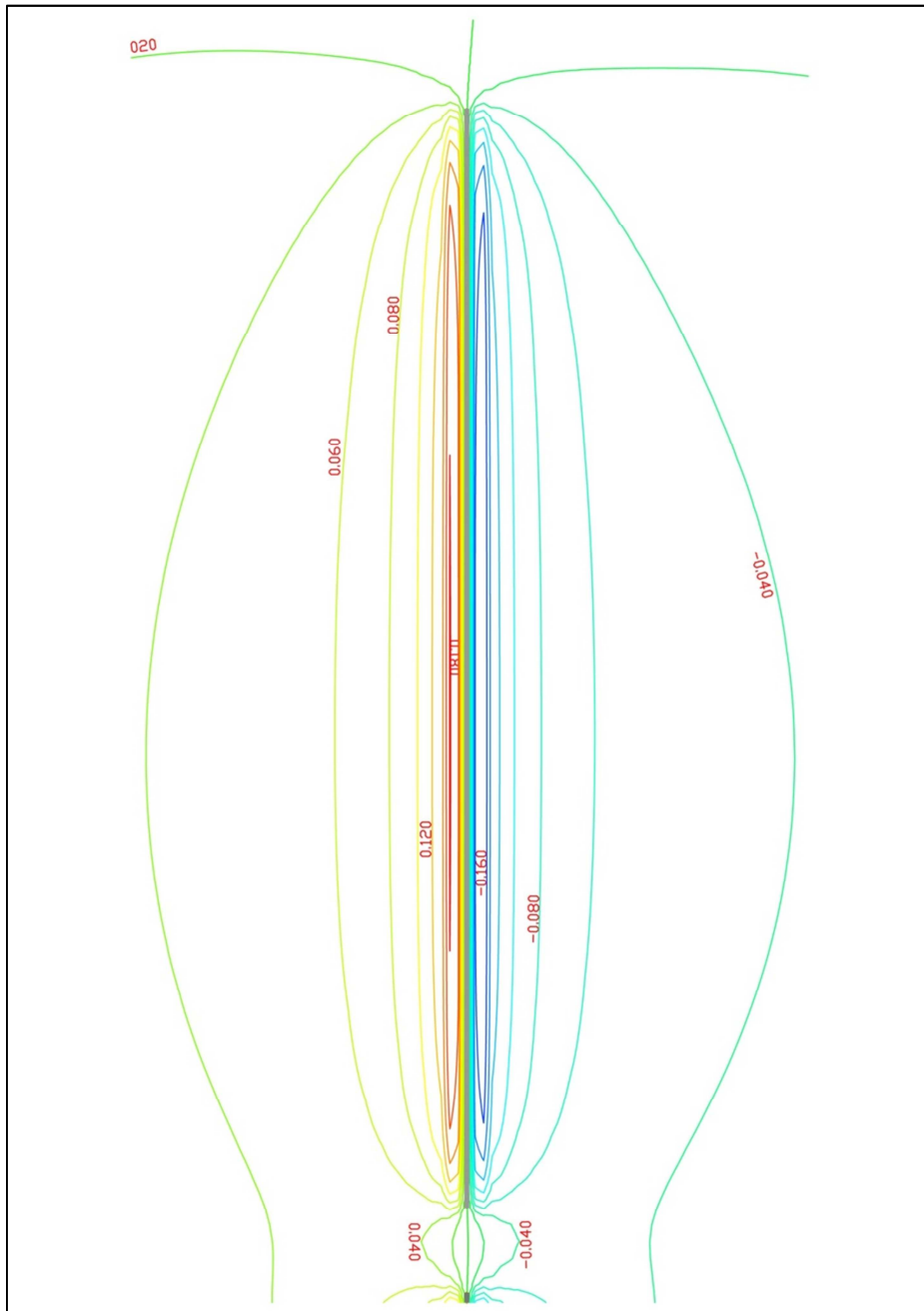
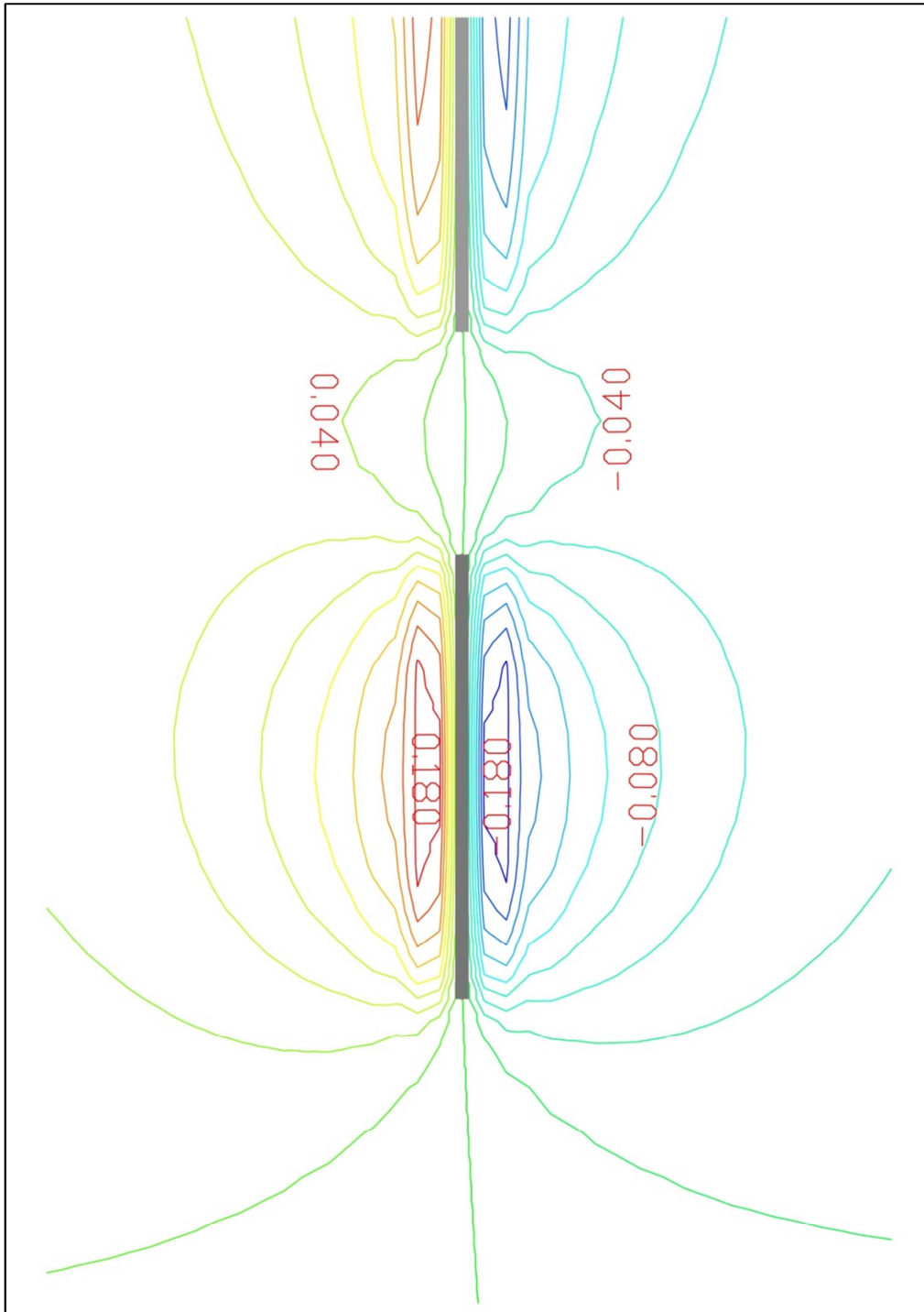


Figura 1 - Planimetria schematica di rappresentazione dei risultati dell'applicazione del modello di simulazione (variazione isofreatiche con equidistanza 2 cm)



*Figura 2- Dettaglio planimetrico dei risultati dell'applicazione del modello di simulazione in corrispondenza del Lotto 2 a est del monolite ferroviario (variazione isofreatiche con equidistanza 2 cm)*



*Figura 3 - Dettaglio planimetrico dei risultati dell'applicazione del modello di simulazione in corrispondenza del Lotto 3, a ovest della finestra del monolite ferroviario (variazione isofreatiche con equidistanza 2 cm).*

## 5 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Le informazioni idrogeologiche necessarie sono state desunte dagli elaborati idrogeologici e geologici del progetto ed in particolare dall'intervento di riqualifica della SP46 in corso nonché dai rilievi e monitoraggi effettuati nel 2016.

I profili indicati negli elaborati cartografici, evidenziano che l'intero tracciato dell'infrastruttura risulta posizionato al di sopra dei livelli freatici massimi rilevati a partire dal 1950 circa e che pertanto non si prevede anche nel lungo termine la possibilità che essi possano arrivare ad interferire in modo significativo.

Lo studio delle influenze sul deflusso della falda è stato condotto in relazione alla realizzazione delle opere, nel tratto interessato dalla variante in sottopasso della linea ferroviaria Mi-Va del tracciato autostradale adiacente alla strada locale in argomento. Le opere in progetto sono per dimensioni ed estensioni "in ombra" a quelle adiacenti del tracciato autostradale della SP46 riqualificata, pertanto sono non incidono sul deflusso delle acque di falda.