

Committente

/

Client

Fornitore / Supplier

**A2A Ambiente S.p.A.**

Ingegneria Ambiente

Via Olgettina 25 - 20132 Milano

T [+39] 02 2729 81

[ingegneria.ambiente@a2a.eu](mailto:ingegneria.ambiente@a2a.eu)[www.a2aambiente.eu](http://www.a2aambiente.eu)

Titolo progetto <i>Project title</i>	<b>Impianto per la produzione di energia elettrica e termica mediante combustione di rifiuti speciali non pericolosi sito in Comune di Cavaglia (BI)</b>
Titolo documento <i>Document title</i>	<b>Relazione di calcolo di verifica disponibilità acqua industriale</b>
Progettista <i>Design engineer</i>	<b>G. Anselmi</b>
Verifica <i>Checked by</i>	<b>P. Bottani</b>
Approvazione <i>Approved by</i>	<b>M. Mazzarella</b>
Numero documento <i>Document number</i>	CAVP09O10000PCR1200101
Numero documento fornitore <i>Supplier code</i>	-

**Tabella delle revisioni / Table of revisions**

Revisione <i>Revision</i>	Data <i>Date</i>	Descrizione <i>Description</i>	Pagina <i>Page</i>	Redazione <i>Created by</i>
<b>00</b>	<b>Novembre 2022</b>	<b>Prima emissione</b>	<b>68</b>	<b>G. Anselmi</b>

Versione per Fornitore / *Supplier version*

## **SOMMARIO**

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>INQUADRAMENTO COROGRAFICO .....</b>	<b>6</b>
<b>6</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO.....</b>	<b>7</b>
6.1	GEOLOGIA LOCALE .....	9
6.2	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO LOCALE .....	12
<b>7</b>	<b>INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO .....</b>	<b>13</b>
7.1	CARTA DELLA VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI.....	20
7.2	PIEZOMETRIA.....	23
7.3	AREE RICARICA DEGLI ACQUIFERI PROFONDI .....	26
7.4	PTA REGIONE PIEMONTE .....	28
7.4.1	INDICATORI DI STATO DEI CORPI IDRICI SOTTERRANEI .....	36
7.4.2	ZONE VULNERABILI DA PRODOTTI FITOSANITARI.....	38
7.4.3	TREND PIEZOMERICO DELLA FALDA SUPERFICIALE DELLA PIANURA PIEMONTESE 39	
7.4.4	BASE DELL'ACQUIFERO SUPERFICIALE .....	41
7.4.5	CLASSI DI SOGGIACENZA DELL'ACQUIFERO SUPERFICIALE.....	42
7.4.6	CARICHI DA FONTE DIFFUSA .....	44
<b>8</b>	<b>CARATTERISTICHE E RISULTATI DEL MODELLO DI FLUSSO DELLA FALDA – LEG-BI1/17/1 REDATTO DAL PROF. FRANCANI (2018) 45</b>	
<b>9</b>	<b>ZONE VULNERABILI DA NITRATI DI ORIGINE AGRICOLA.....</b>	<b>51</b>
<b>10</b>	<b>PROVE DI EMUNGIMENTO A PORTATA COSTANTE E CALCOLO DEI PARAMETRI IDRODINAMICI .....</b>	<b>52</b>
<b>11</b>	<b>PROVE DI EMUNGIMENTO A PORTATA VARIABILE .....</b>	<b>59</b>
<b>12</b>	<b>STRATIGRAFIA POZZO 3-POZZO 4.....</b>	<b>60</b>
<b>13</b>	<b>VERIFICA DISPONIBILITÀ ACQUA INDUSTRIALE .....</b>	<b>62</b>
13.1	CALCOLO DEL RAGGIO D'INFLUENZA – METODO DI SICHARD .....	62
<b>14</b>	<b>PROGETTO DEL NUOVO POZZO .....</b>	<b>65</b>

**15 CONCLUSIONI.....68**

## 1 PREMESSA

La presente relazione è stata redatta ai fini della verifica disponibilità acqua industriale destinata all'impianto per la produzione di energia elettrica e termica mediante combustione di rifiuti speciali non pericolosi sito all'interno del Comune di Cavaglià (BI).

Il sito di ubicazione dell'ampliamento proposto si trova in Comune di Cavaglià (BI), località Gerbido, a sud dell'abitato, in prossimità dei confini amministrativi dei Comuni di Santhià (VC) ed Alice Castello (VC).



L'area dista circa 800 m dalla SS 143 che collega Biella a Santhià. Di seguito viene riportata l'inquadramento dell'area su base BDTRE Regione Piemonte.



*Figura 1: area di studio evidenziata in rosso.*

Tale relazione ottempera a quanto richiesto dal D.M. 17.01.2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni".



	 <small>3ba srl Servizi di Progettazione di Ingegneria Integrata a socio unico</small>	Numero Documento CAVP09O10000PCR1200101	Impianto per la produzione di energia elettrica e termica mediante combustione di rifiuti speciali non pericolosi sito in Comune di Cavaglià (BI) - Relazione di calcolo di verifica disponibilità acqua industriale
---	---	--	--

## 2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- OPCM n. 3274 del 20 marzo 2003 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”.
- Deliberazione della Giunta Regionale 30 dicembre 2019, n. 6-887 OPCM 3519/2006. Presa d'atto e approvazione dell'aggiornamento della classificazione sismica del territorio della Regione Piemonte, di cui alla D.G.R. del 21 maggio 2014, n. 65- 7656.
- D.M.17/01/2018 Contenente le Nuove Norme Tecniche per le costruzioni (NTC 2018)

## 3 **DOCUMENTI DI RIFERIMENTO**

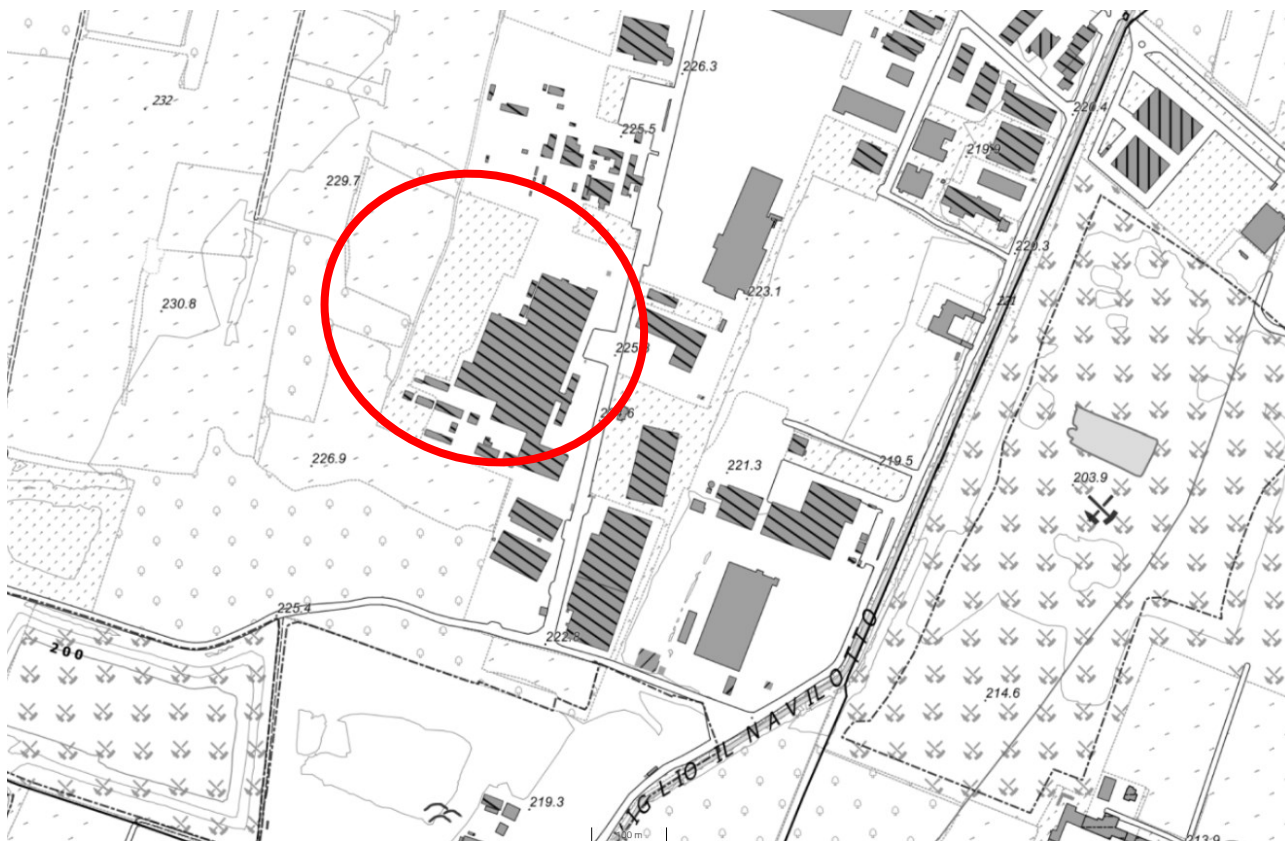
- “Polo Tecnologico per lo smaltimento dei Rifiuti da realizzare nel Comune di Cavaglià- Località Gerbido – Relazione geologica e Geotecnica” Dott. Geol. Elio Vanoni – Dott. Geol. Guido Bruno – Febbraio 1999
- “Discarica Rifiuti Località Gerbido – Comune di Cavaglià – Studio per l’ubicazione dei pozzi di spurgo e la realizzazione della rete di monitoraggio” Dott. Geol. Domenico De Luca - Marzo 1999 – Maggio 2000;
- “Ecodeco S.p.A. – Comune di Cavaglià – Nuovo impianto trattamento rifiuti – Indagine Geognostica – Prove di laboratorio” RCT (Radaelli Castellotti) - Marzo 2001
- “Ecodeco- Cavaglià (Biella) – Nuovo impianto di smaltimento rifiuti – Relazione Geotecnica” Ingegneri Consulenti associati – Ing. Pietro Romani – Giugno 2001- “Cavaglià S.p.A. - Fase di completamento e ripristino ambientale discarica 2B –
- Relazione Idrogeologica” Dott. Geol. Fulvio Epifani – Aprile 2002;
- “D.M. 25.10.1999 n° 471 - Cavaglià S.p.A. - Fase di completamento e ripristino ambientale- Discarica 2B – Relazione Idrogeologica” Dott. Geol. Fulvio Epifani – Maggio 2002;
- Progetto di ampliamento discariche ASRAB SpA e A2A Ambiente SpA in loc. Gerbido - Cavaglià (BI) - Relazione geologica idrogeologica e geotecnica – Dott. Geol. Paolo Bottani – Febbraio 2016
- Valutazioni idrogeologiche riguardo l’ampliamento delle discariche A.S.R.A.B. e A2A Ambiente in Comune di Cavaglià (BI)-Prof. Vincenzo Francani, Ing. Giovanni Formentin, Ing. Sara Mottini Gennaio 2018
- Valutazioni idrogeologiche riguardo alla migrazione di inquinanti Prof. Vincenzo Francani Ing. Giovanni Formentin- Dicembre 2018
- Report tecnico – Indagine sismica – Loc. Via della Mandria, Cavaglià (BI) – S.G.M Geologia e Ambiente s.r.l. – Novembre 2020
- PRGC Comune di Cavaglià(BI)

## 4 BIBLIOGRAFIA

- ARPA PIEMONTE. Area Valledora – Approfondimento del contesto ambientale – Relazione tecnica. Aprile 2017
- ARPA PIEMONTE. Banca dati geotecnica del Piemonte – collegamento internet [http://webgis.arpa.piemonte.it/geotecnica\\_webapp/](http://webgis.arpa.piemonte.it/geotecnica_webapp/) - Ultimo accesso gennaio 2018
- FORNO M.G., GIANOTTI F., GROSSO F., PINI R. (2007). Stratigrafia della sequenza cataglaciata nei colli di Ivrea e dati pollinici preliminari sui depositi lacustri di Chiaverano (Torino). *Italian Journal of Quaternary Sciences*, 20(2), 213-228
- FREEZE R.A., CHERRY J.A. (1979). *Groundwater*. Prentice-Hall, New Jersey, 1979 -604 pp.
- ISPRA (2005). Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio alle discariche”.
- GIANOTTI F. (2007). Stratigrafia dell'Anfiteatro Morenico di Ivrea. Tesi di dottorato di ricerca, XIX ciclo, inedita, Università degli Studi di Torino, 270 pp
- PENCK, A., BRUCKNER, E. (1909) *Die Alpen im Eiszeitalter*, 3 Vols. Tauchnitz, Leipzig, 1199 pp.
- PROVINCIA DI VERCELLI, A.T.O. 2, “Le acque sotterranee della pianura vercellese – Le falde profonde”, 2009
- REGIONE PIEMONTE. Geoportale Della Regione Piemonte – collegamento internet <http://www.geoportale.piemonte.it/cms/> - Ultimo accesso gennaio 2018
- REGIONE PIEMONTE. Aggiornamento e revisione delle aree di ricarica degli acquiferi profondi nei settori di pianura della Regione Piemonte, Allegato 1 alla D.D. 21 luglio 2016, n. 268

## 5 INQUADRAMENTO COROGRAFICO

Il sito oggetto d'interesse si trova in un settore a sud nel Comune di Cavaglià (BI) in via Bertone in località Gerbido, a sud dell'abitato, in prossimità dei confini amministrativi dei Comuni di Santhià (VC) ed Alice Castello (VC). L'area dista circa 800 m dalla SS 143 che collega Biella a Santhià. Di seguito viene riportata l'inquadratura dell'area su base BDTRE Regione Piemonte.



*Figura 2: Area d'intervento su CTR della Regione Piemonte in scala 1:10.000 (BDTRE Regione Piemonte). In rosso l'area d'interesse*

L'area d'interesse si trova a una quota compresa tra 225 e 228 m s.l.m

## 6 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

L'analisi della struttura geologica e geomorfologica del territorio è stata condotta utilizzando le informazioni contenute nella cartografia tecnica regionale a scala 1:10.000, nella cartografia a scala 1:25.000, e nella cartografia tematica dell'I.G.M. (Carta Geologica Biella, Foglio n° 43) ove sono stati analizzati inoltre la cartografia tematica provinciale, gli studi allegati ai PRG integrati da sopralluoghi e rilevamenti in situ.

A grande scala, la morfologia del territorio è il risultato del modellamento, avvenuto nel corso di più fasi di espansione e ritiro dei ghiacciai quaternari e dei fenomeni connessi, tra gli sbocchi in pianura della Dora Baltea e del Torrente Elvo.

L'area oggetto di studio ricade interamente a S della Linea dei Canavese, nel settore di pianura a ridosso di rilievi deposizionali di origine glaciale rappresentati dalla Serra d'Ivrea e dal gruppo di colline moreniche che circondano il Lago di Viverone.

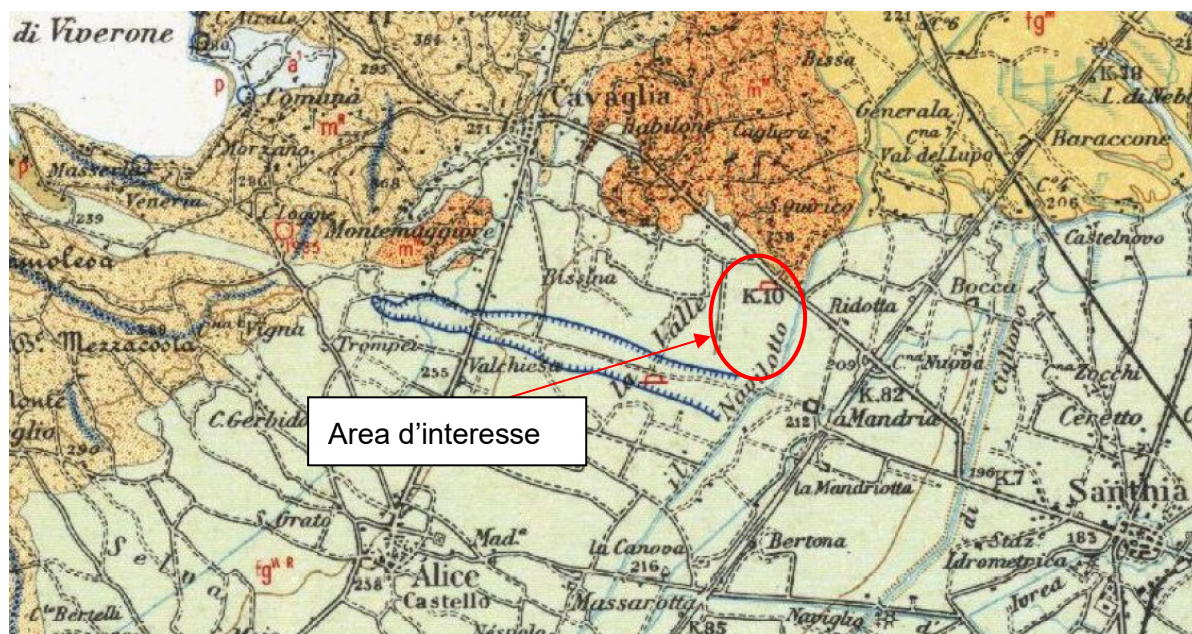


Figura 3: Carta geologica scala 1:100.000-Foglio Biella n.43



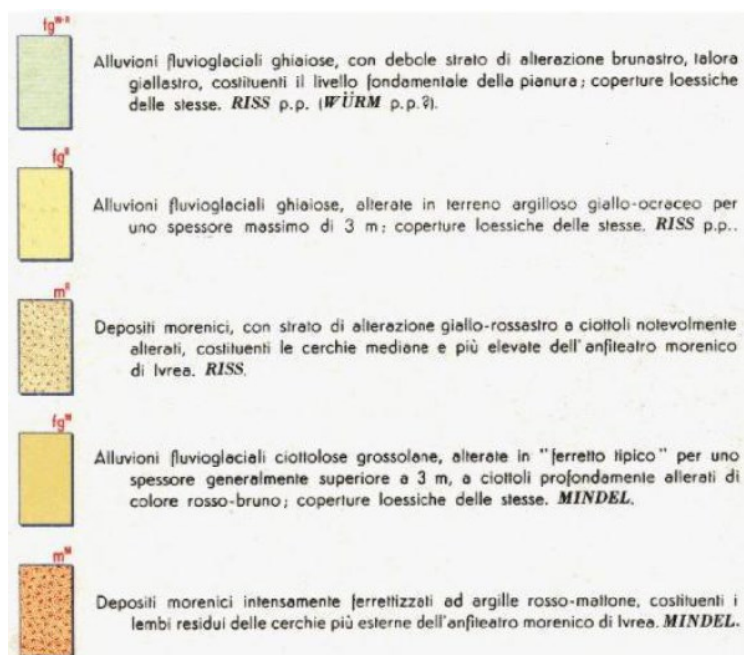


Figura 4: Legenda Carta geologica scala 1:100.000-Foglio Biella n.43

Le formazioni presenti nell'area sono di seguito descritte in modo sintetico

### I - Depositi morenici mindeliani

Sono formati da materiali angolosi di dimensioni variabili inglobati in una matrice fine abbondante. Localmente è presente un paleosuolo "ferrettizzato" costituito da argille rosso-brune con ciottoli di rocce silicatiche. Compaiono solo circa 1 Km a NE della località in esame.

### II - Depositi fluvioglaciali mindeliani

La litologia predominante è costituita da livelli ghiaioso-sabbiosi, intervallati da livelli sabbioso-argillosi. Localmente è possibile osservare la presenza di un paleosuolo di spessore variabile tra 2 e 3 m., costituito da argille brunastre con rari ciottoli. Sono presenti solo molto più a NE.

### III - Depositi morenici rissiani

Il litotipo predominante è rappresentato da ciottoli inglobati in una matrice sabbioso-ghiaiosa in cui sono dispersi blocchi lapidei di dimensioni superiori. Si può osservare, localmente, la presenza di un paleosuolo argilloso il cui spessore può raggiungere i 3 m. Anch'essi non interessano direttamente l'area.



#### IV - Depositi fluvioglaciali würmiano-rissiani

La litologia preminente è costituita da alternanze di livelli ghiaiosi con livelli sabbioso-argillosi. I livelli sabbioso-ghiaiosi sono stati e sono spesso tuttora oggetto di attività estrattiva. In particolare, la conformazione del bacino locale esame (Loc. La Valle) ha determinato una concentrazione dei litotipi granulari e sabbiosi puliti e sani, oggetto di coltivazione estesa ed intensa.

### 6.1 GEOLOGIA LOCALE

I dati desumibili dalle stratigrafie indicano la presenza di terreni a tessitura grossolana, costituiti prevalentemente da ghiaie sabbiose, talora differenziati in lenti a debole coesione di modesta estensione laterale, legati allo smantellamento della cerchia morenica eporediese. Lo spessore di tali depositi è compreso tra i 55 e i 60 m.

Al di sotto di tali profondità, da dati bibliografici, si rinvencono i primi livelli argillosi, con andamento talora lenticolare, dello spessore di alcuni metri, indicanti un radicale cambiamento nell'ambiente di deposizione caratterizzato ora da un'alternanza di strati sabbioso-ghiaiosi con strati argillosi, generalmente di spessore metrico. Una successione di questo tipo sembra attribuibile al complesso del Villafranchiano, caratterizzato appunto da un'alternanza di depositi limoso-argillosi, impermeabili, con livelli di natura ghiaioso-sabbiosa, permeabili, ospitanti falde in pressione.

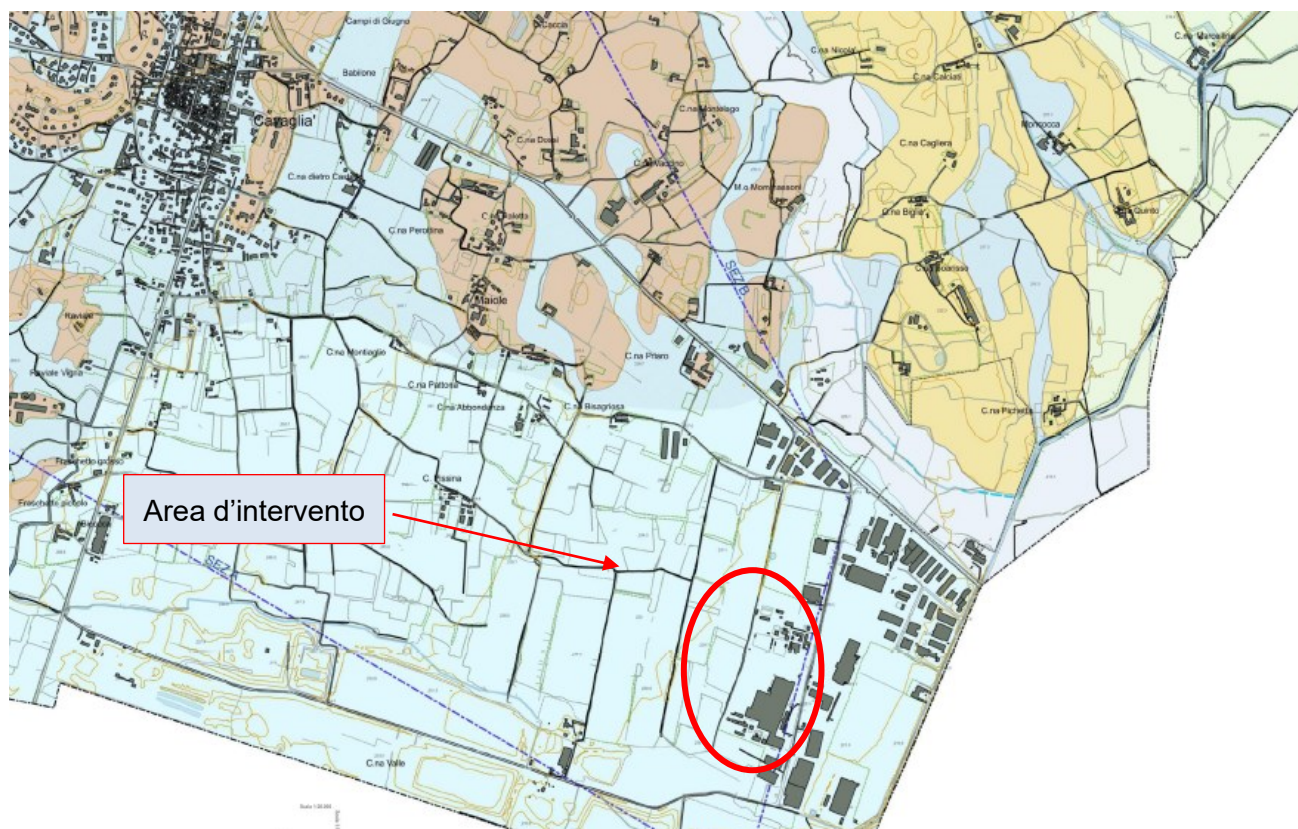


Figura 5: Geologia di dettaglio area d'intervento (Fonte PRGC Comune di Cavaglià)

Depositi glaciali (morenico)



----- traccia sezione geologica

Depositi alluvionali

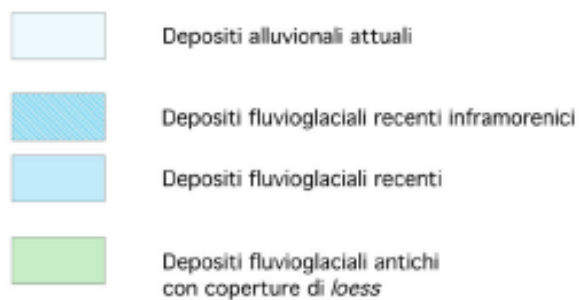
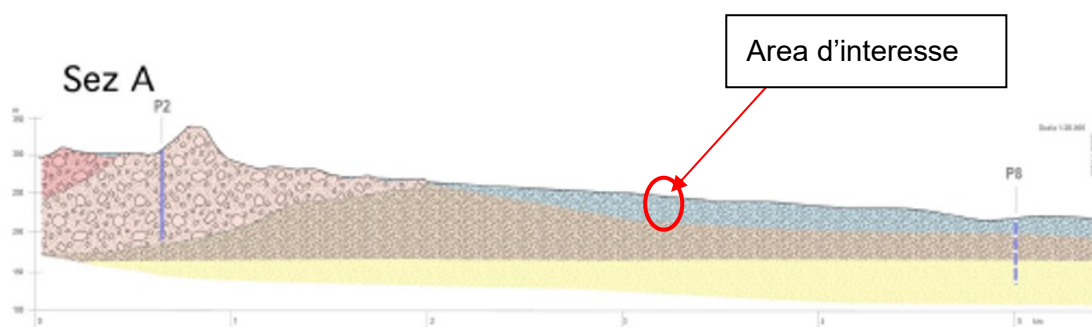
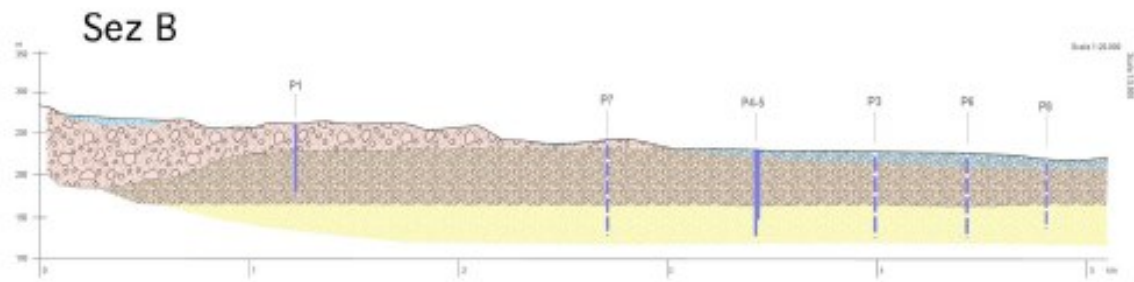


Figura 6: Legenda carta geologica










**LEGENDA**

**Depositi glaciali (morenico)**

-  Unità di Piverone
-  Unità della Serra
-  Unità di Mongrando

**Depositi alluvionali**

-  Depositi alluvionali attuali
-  Depositi fluvioglaciali recenti intramorenici
-  Depositi fluvioglaciali recenti
-  Depositi fluvioglaciali antichi
-  Conoidi preglaciale

**Sedimenti marini (Pliocene)**

-  Sabbie e argille

-  P4.5 Pozzo

*Figura 7: Legenda delle sezioni geologiche*

## 6.2 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO LOCALE

L'area in oggetto è collocata in pianura, al limite meridionale dell'apparato morenico di Ivrea e appartiene alla zona di transizione fluvio-glaciale rissiano-würmiana, originatasi da una serie di scaricatori le cui attività si sono succedute nei vari stadi della glaciazione rissiana protraendosi per un lasso di tempo relativamente lungo. Il paleosuolo di questi depositi fluvio-glaciali è caratterizzato dalla presenza superficiale di un debole strato d'alterazione bruno-giallastro che in superficie, per la profondità di alcuni decimetri, è stato profondamente modificato nella composizione e nelle caratteristiche fisico-chimiche dalle colture agrarie.

La pianura è delimitata verso Nord dai bassi rilievi mindeliani, costituenti le cerchie moreniche più esterne dell'anfiteatro eporediese, formati da depositi eterogenei caratterizzati da una coltre superficiale di argille rosse, "ferretto", e da sottostanti ciottoli di gneiss e di rocce granitiche molto alterate. Più ad Ovest sono presenti i terreni morenici rissiani, più recenti rispetto ai primi e quindi meno alterati; formano il corpo interno dell'apparato morenico (Serra d'Ivrea) con paleosuolo decisamente meno potente di quello mindeliano e generalmente asportato dall'erosione.

Nell'area non sono presenti corsi d'acqua naturali rilevanti, tuttavia l'intenso uso agricolo del suolo, ha fatto in modo che si sviluppasse una fitta rete di canali irrigui dei quali il più importante è il Navilotto. Il Navilotto deriva dal Naviglio d'Ivrea che a sua volta prende origine dallo sbarramento d'Ivrea del Fiume Dora Baltea.

## 7 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Nell'area oggetto di studio ,dal punto di vista idrogeologico compaiono depositi alluvionali che affiorano in pianura in modo pressoché continuo, ed assumono una forma lenticolare, più spessa nella parte centromeridionale della pianura dove la potenza raggiunge i 65-70 metri che va, in genere, rastremandosi gradualmente verso N, (si riduce a 15-20 metri lungo il margine settentrionale della pianura), e verso S in maniera più rapida avvicinandosi alle colline del Monferrato (nella zona Trino-Crescentino è potente 15-20 metri). L'area in esame, compresa in questo complesso, fa eccezione, nel senso di un maggiore spessore, per le ragioni morfologiche dettagliate in precedenza, pur essendo situata in prossimità della parte settentrionale della pianura.

Le ghiaie sabbiose del complesso quaternario costituiscono un acquifero libero localizzato, nella pianura, la falda ivi ospitata, pur avendo in quasi tutta l'area connotazioni freatiche, risulta localmente confinata a causa di livelli costituiti da materiale fine a conducibilità idraulica relativa inferiore. Anche in questo caso l'area in studio si differenzia per la scarsità di livelli fini interposti e per la maggior profondità della falda superficiale, da porre in relazione con le note caratteristiche morfologiche e formazionali.

Nell'area gli acquiferi più sfruttati da pozzi pubblici e privati interessano, nella maggior parte dei casi, i depositi fluviali e fluvio-glaciali di età quaternaria o i depositi villafranchiani sottostanti. I pozzi pubblici attingono di norma all'acquifero profondo: Comune di Santhià (pozzi profondi tra i 100 ed i 129 m circa), acquedotto comunale di Cavaglià (135 m), pozzi di Alice Castello (67-90 m), mentre nei depositi fluvioglaciali sono attestati generalmente i pochi pozzi privati ancora rimanenti ed a uso irriguo.



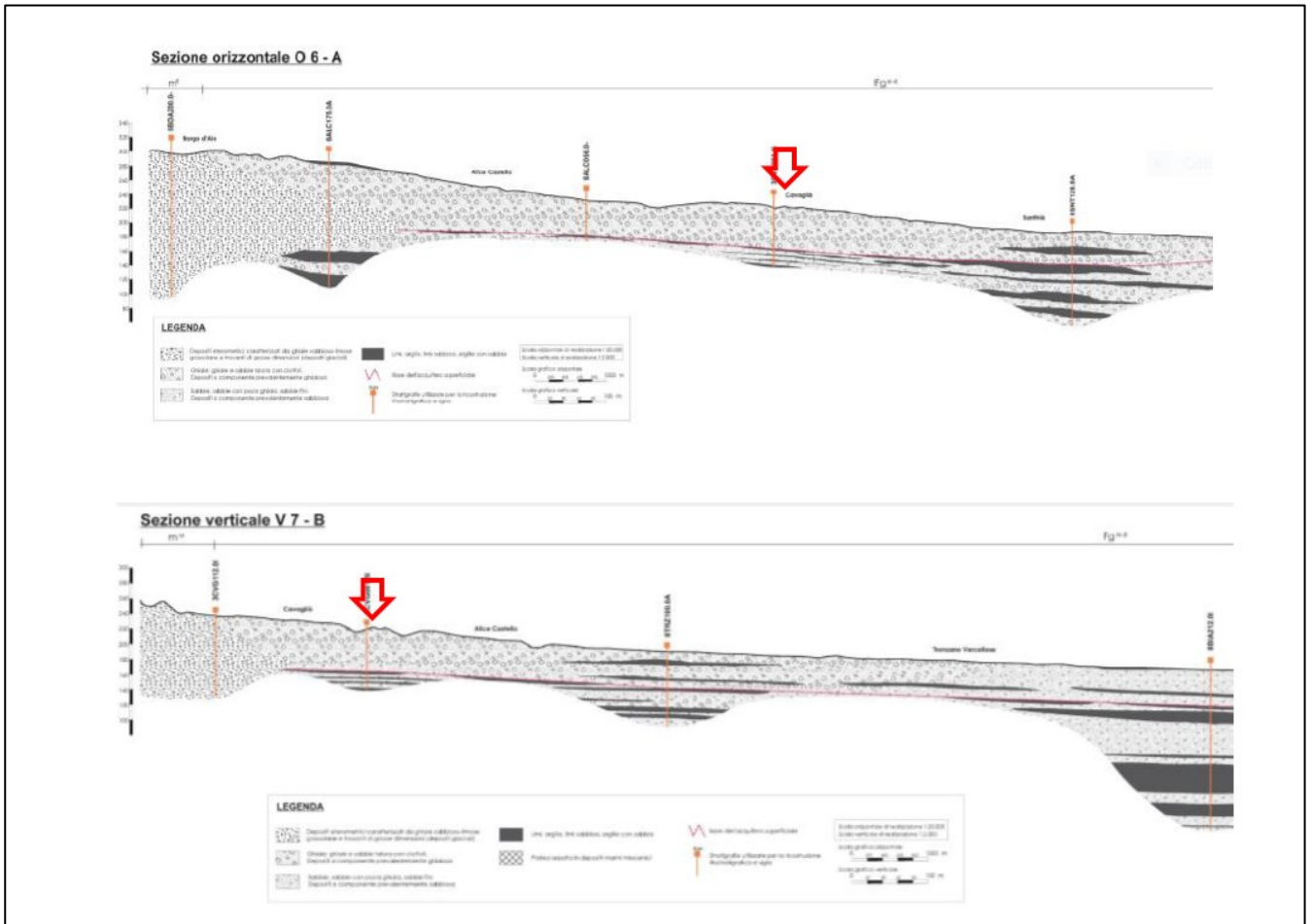


Figura 8: Sezioni geologiche (Provincia di Vercelli, ATOn.2,2009). Le frecce rosse indicano l'ubicazione dell'area d'interesse.

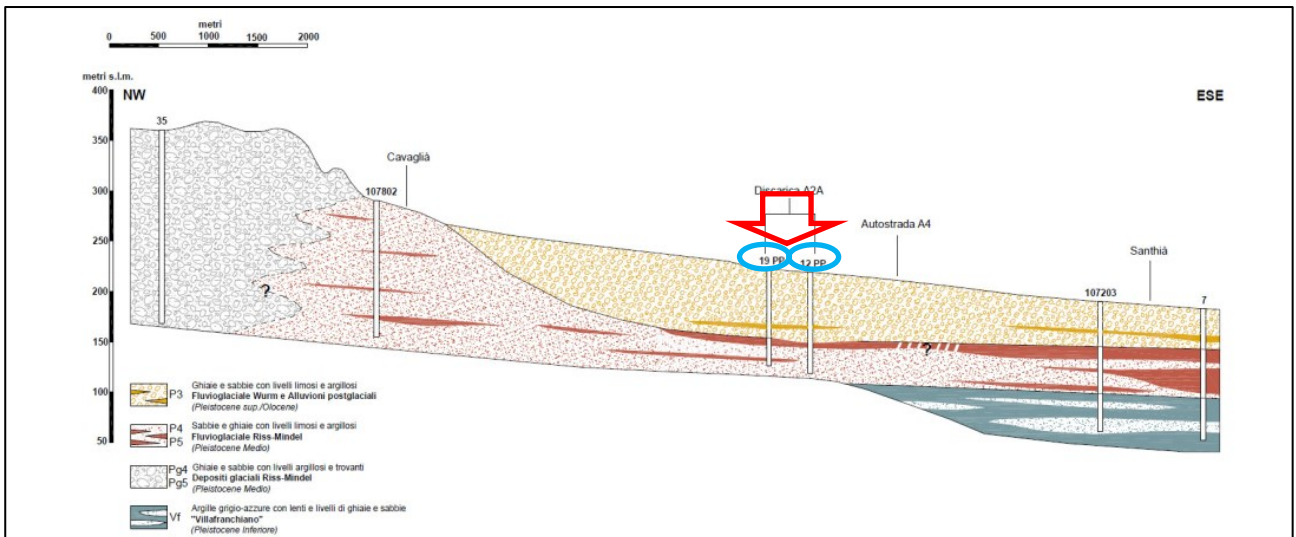


Figura 9: Sezione idrogeologica dell'area di interesse ricostruita utilizzando le stratigrafie dei sondaggi perforati nell'area delle discariche ("Discarica A2A") e di pozzi esterni. Con la freccia rossa viene indicata l'area d'interesse e nei riquadri azzurri i pozzi di riferimento (19 PP e 12 PP)

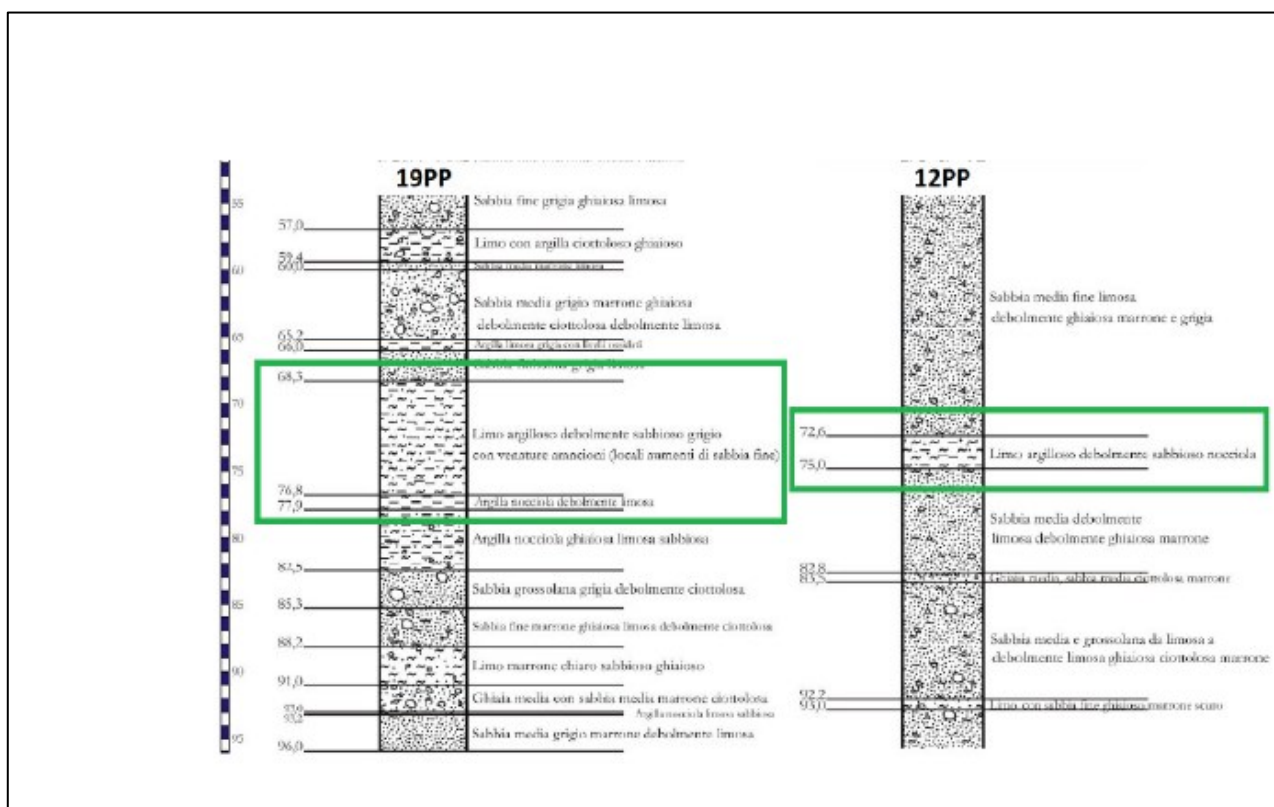


Figura 10: Pozzi di riferimento 19PP e 12PP realizzati in vicinanza all'area.

I riquadri verdi identificano i livelli limosi argillosi che separano l'acquifero superficiale dall'acquifero profondo e quindi i depositi fluviali e fluvio-glaciali di età quaternaria dai depositi villafranchiani sottostanti.

Nella figura seguente viene inquadrata l'area d'interesse all'interno della tavola della piezometria generale con ubicazione dei pozzi presente sulla documentazione del 2002 del Dottor Epifani per il progetto di ampliamento della Discarica ASRAB S.p.A.e Discarica A2A Ambiente S.p.A. poco distanti.

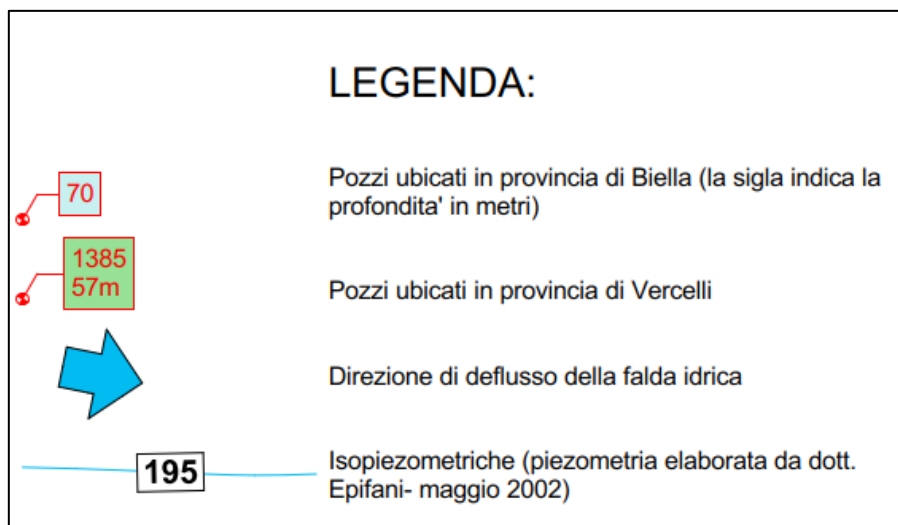
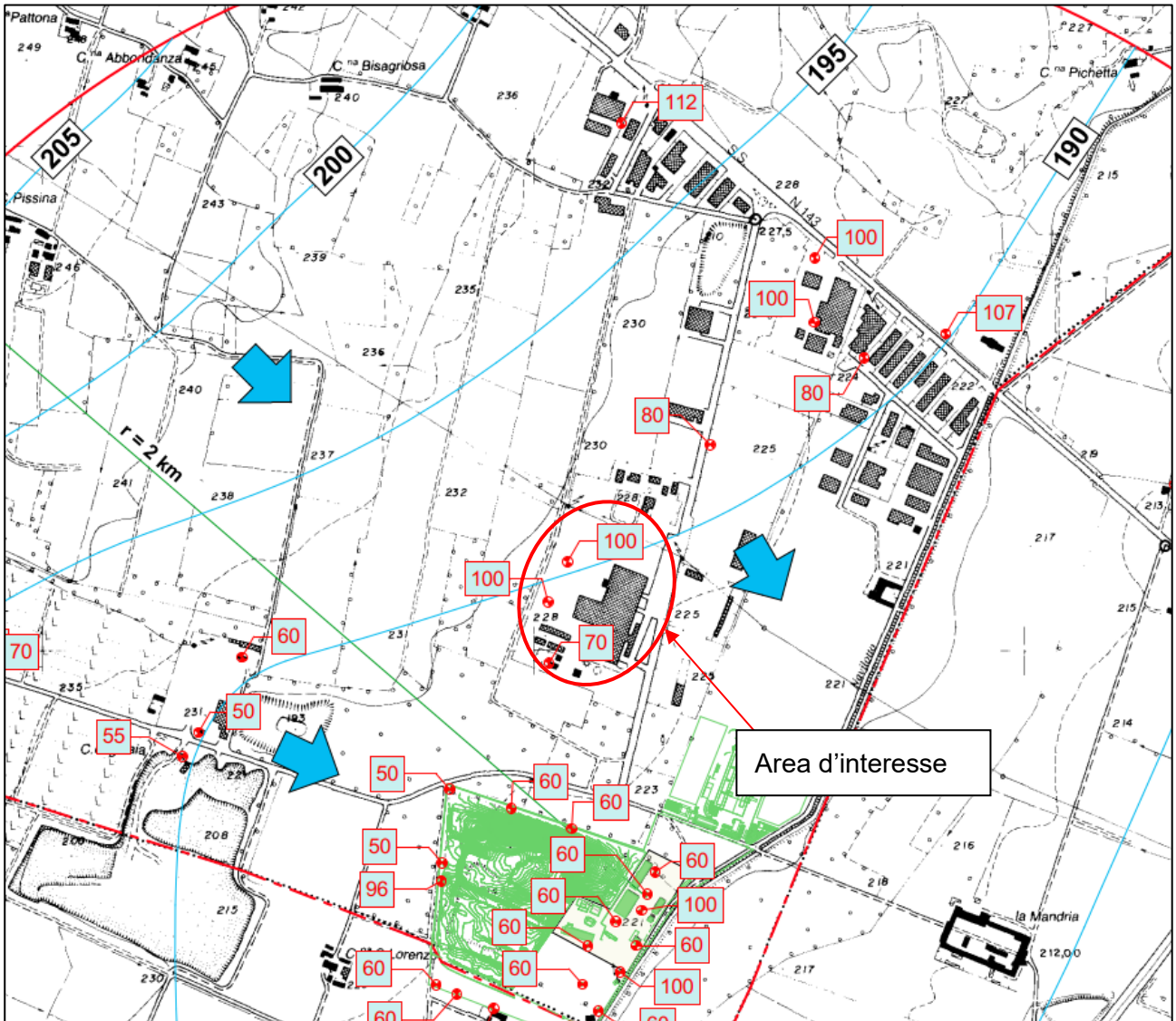


Figura 11: Carta idrogeologica con isopieze con relativa legenda.



Dalla carta idrogeologica riportata in Figura 11 si nota la presenza di 3 pozzi dismessi all'interno dell'area d'interesse a seguito dell'interruzione dell'attività industriale preesistente.

Nella documentazione del 2002 il Dottor Epifani ha ricostruito la configurazione della piezometria statica alla minima escursione. Si riportano di seguito i due stralci di elaborati all'interno dei quali viene inquadrata l'area oggetto di studio.

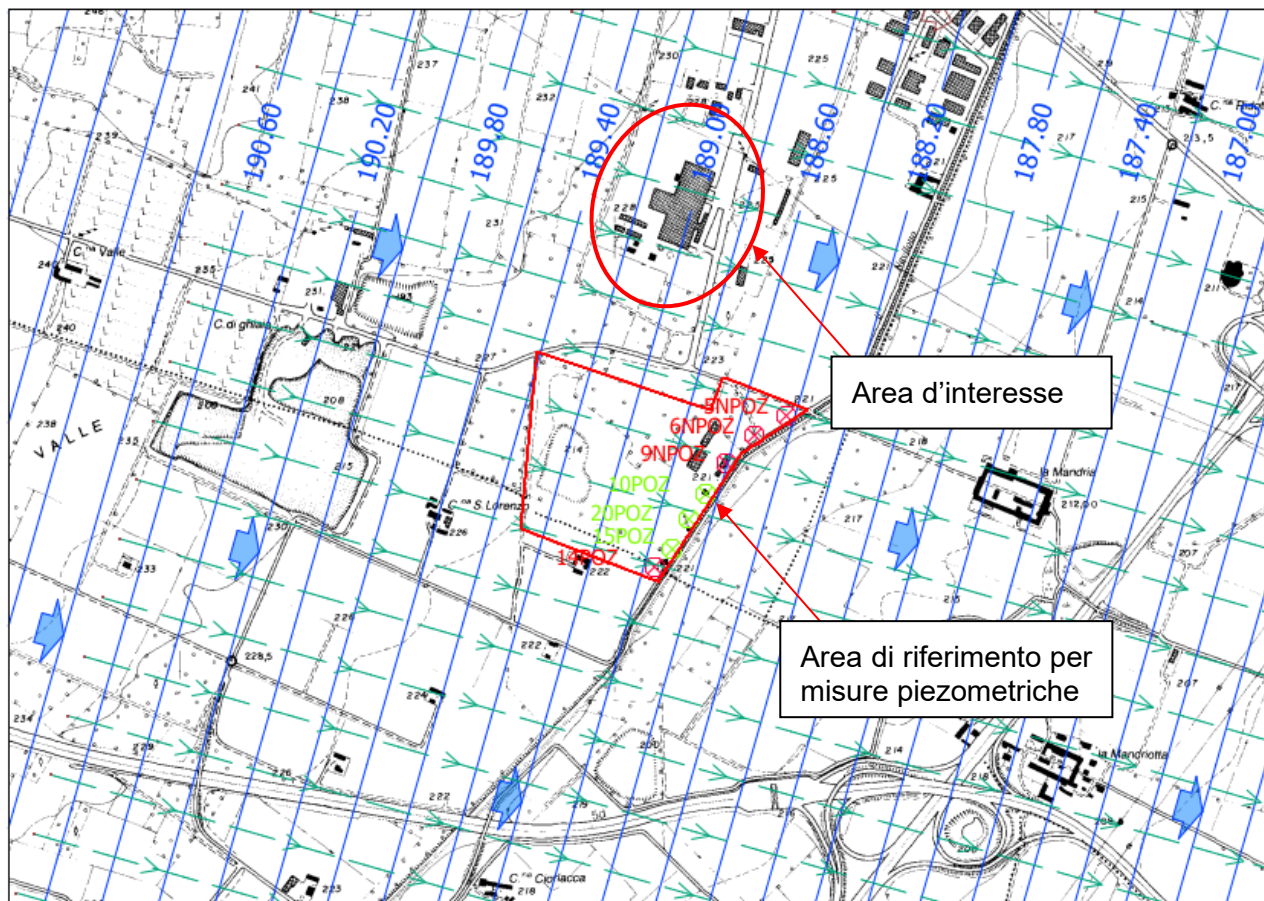


Figura 12: Piezometria statica alla minima escursione

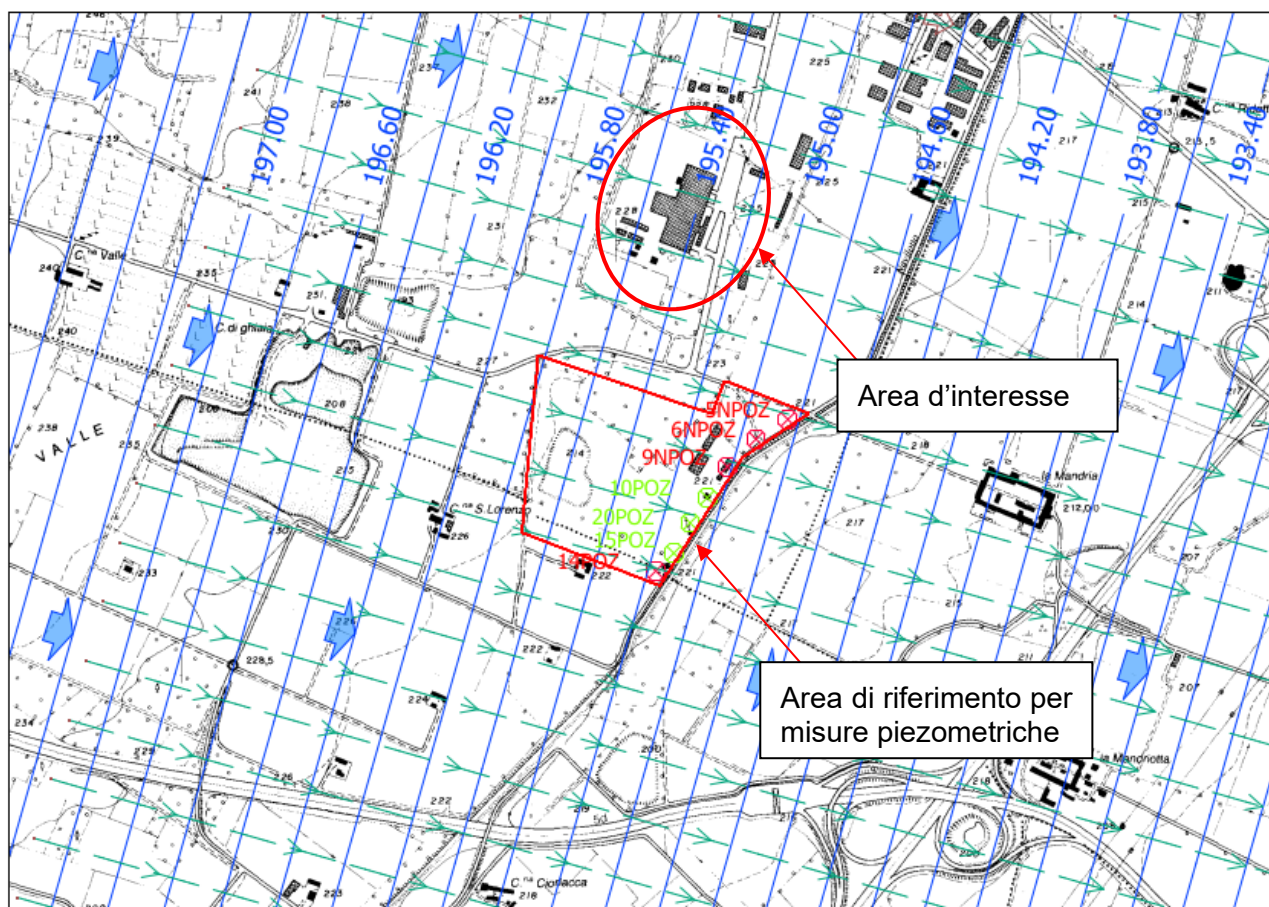
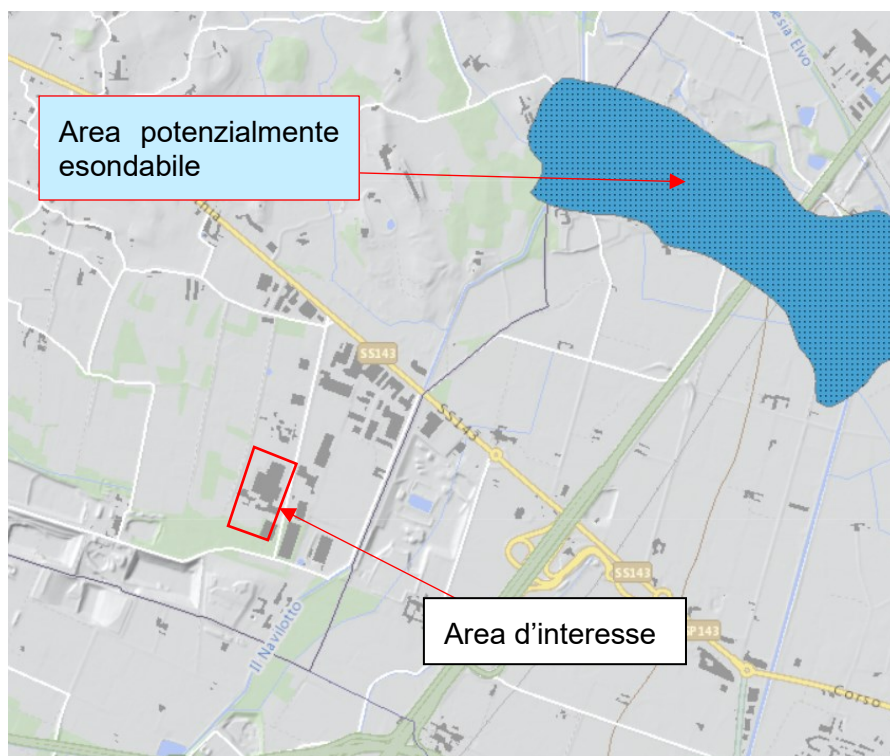


Figura 13: Piezometria statica alla massima escursione

Presi di riferimento i due elaborati si nota che l'escursione massima della falda dell'acquifero superficiale è di circa 6 metri (da isopieza 195,40 m s.l.m. a 189 m s.l.m.). Prendendo di riferimento la quota topografica 225 m s.l.m. e la minima e massima escursione della falda si può assegnare una soggiacenza variabile tra 30 e 36 m da p.c.

Nella figura seguente viene riportata la carta delle aree inondabili dal GeoPortale della Regione Piemonte dal quale si nota che l'area d'interesse non è interessata da questo tipo di problematica.





*Figura 14: Carta di riferimento aree inondabili-Dato Geoportale Regione Piemonte. L'area non ricade all'interno di zone potenzialmente inondabili*

## 7.1 CARTA DELLA VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI

In questo capitolo viene individuata la vulnerabilità dell'acquifero presente nell'area d'interesse utilizzando il metodo G.O.D., (Foster et al., 2002).

Il metodo G.O.D. (acronimo di Groundwater confinement, Overlaying strata, Depth to groundwater table), inizialmente proposto da Foster nel 1987, viene utilizzato nel presente studio secondo una versione più recente, messa a punto da Foster et al. nel 2002.

Tale metodo valuta la vulnerabilità intrinseca dell'acquifero come il prodotto dei seguenti fattori:

**G** = grado di confinamento dell'acquifero.

**O** = caratteristiche litologiche e grado di coesione delle rocce della zona non satura (per gli acquiferi non confinati) e dei livelli confinanti al tetto (per gli acquiferi confinati).

**D** = soggiacenza della falda a superficie libera nel caso di acquifero non confinato o tetto dell'acquifero per gli acquiferi confinati.

Per quanto concerne il grado di confinamento (G), è possibile scegliere tra sei classi alle quali vengono attribuiti punteggi variabili tra 0 e 1.

Alle caratteristiche litologiche e allo stato di coesione delle rocce della zona non satura, per gli acquiferi non confinati, o degli strati confinanti, per gli acquiferi in pressione, (**O**) compete un punteggio variabile tra 0,4 e 1.

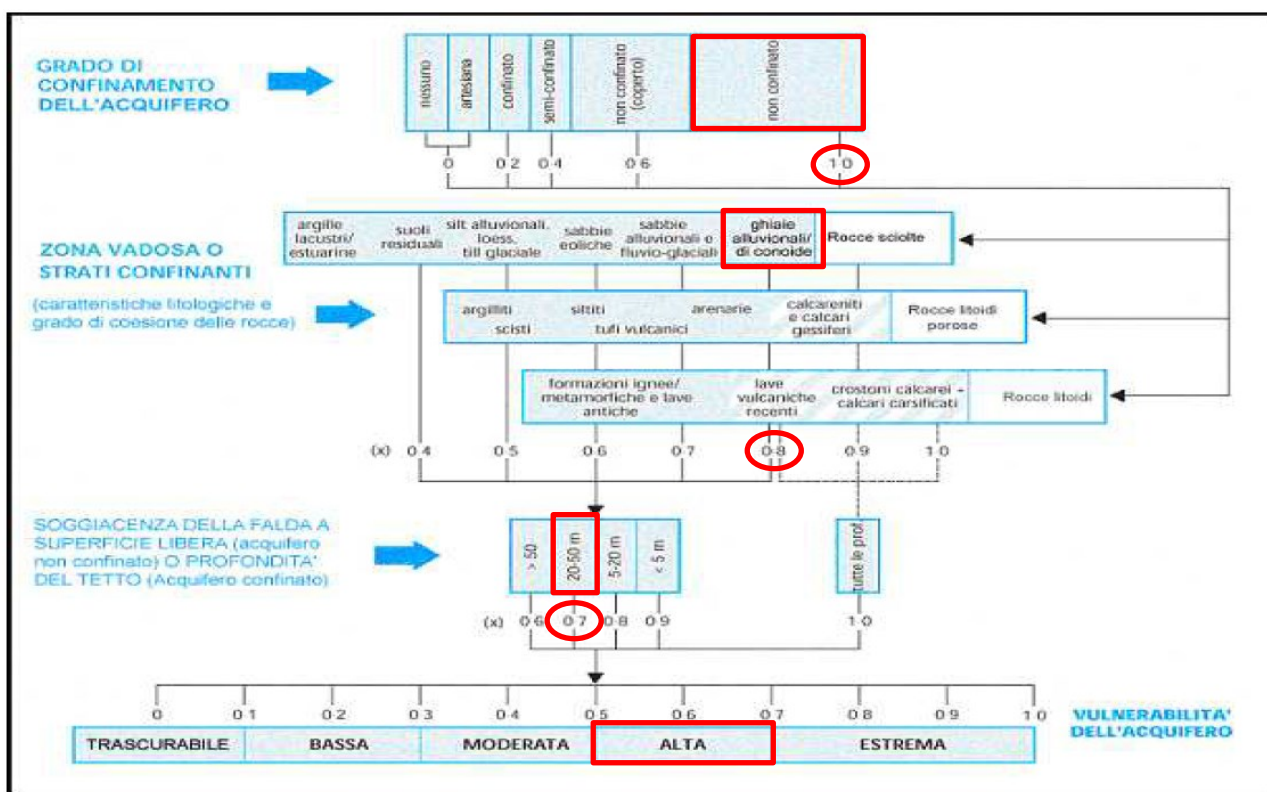
Al termine, alla soggiacenza della falda a superficie libera nel caso di acquifero non confinato, e alla profondità del tetto dell'acquifero, per gli acquiferi confinati (**D**), può essere assegnato, infine, un punteggio compreso tra 0,6 e 1.

La vulnerabilità intrinseca è valutata come il prodotto dei tre indici numerici corrispondenti ai parametri suddetti:

$$\text{Indice G.O.D.} = \mathbf{G} \times \mathbf{O} \times \mathbf{D}$$

Tale valore può essere compreso tra 0 e 1 e corrisponde a sei gradi di vulnerabilità individuati dagli autori.

Nella figura seguente viene mostrato il metodo empirico per l'ottenimento del valore di vulnerabilità intrinseca dell'acquifero.



Indice G.O.D. =  $1.0 \times 0.8 \times 0.7 = 0.56$  Vulnerabilità dell'acquifero **ALTA**

Dalla carta della vulnerabilità degli acquiferi si deduce che l'area d'interesse è caratterizzata da una vulnerabilità dell'acquifero alta a causa di:

- presenza di un acquifero di tipo non confinato
- granulometria grossolana del terreno
- soggiacenza della falda tra 20 e 50 metri.

Di seguito viene ubicata l'area d'interesse all'interno della cartografia della Regione Piemonte elaborata basandosi sul metodo G.O.D. di Foster et al., 2002.

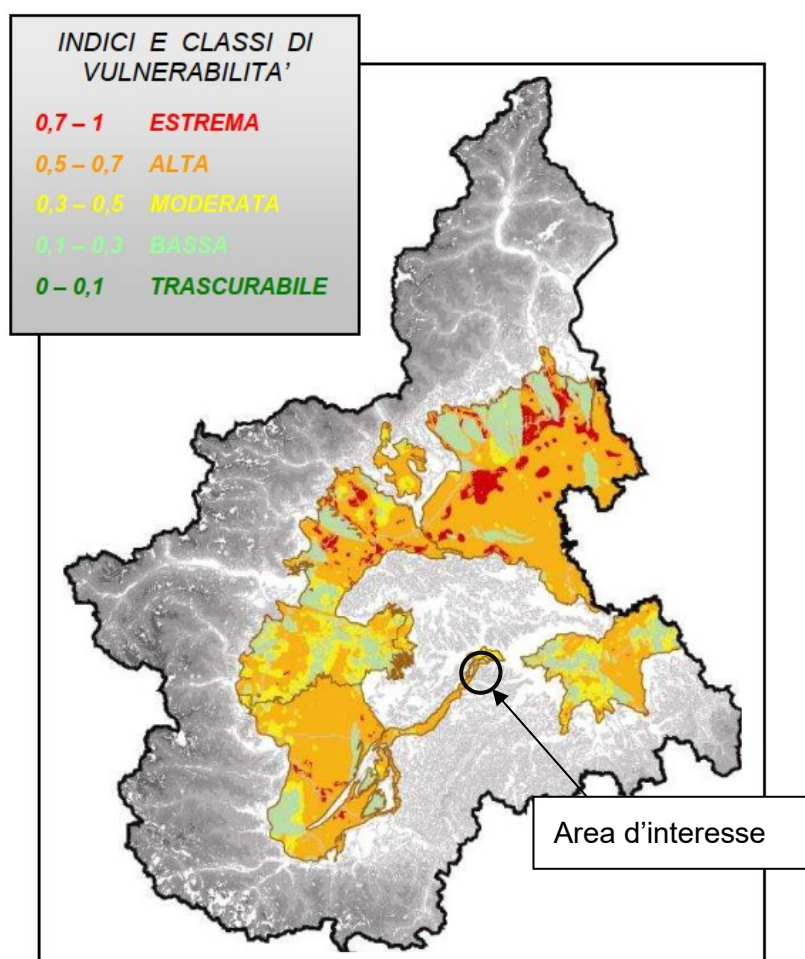


Figura 15: Carta della vulnerabilità dell'acquifero - Metodo G.O.D., (Foster et al., 2002)

Dallo “Schema idrogeologico, qualità e vulnerabilità degli acquiferi della pianura vercellese” di M. Civita, G. Fisso, M. E. Governa, P. Rossanigo -1990”) si deduce che l'acquifero superficiale oggetto di studio è caratterizzato da ghiaie eterometriche miste a sabbia con presenza di alcune lenti di materiale più fine (silt e silt argillosi) solitamente poco estese, di spessore limitato e rare.

Si tratta di depositi fluviali e fluvioglaciali.

Dal punto di vista idrogeologico si tratta di un acquifero produttivo libero localizzato, solo localmente sono stati rilevati fenomeni di risalita dell'acqua nei piezometri.



## 7.2 PIEZOMETRIA

L'andamento delle linee di uguale livello della superficie di falda (piezometria) è stato tracciato nella pubblicazione "Le acque sotterranee della pianura vercellese" redatto da Provincia di Vercelli e ATO n. 2 nel settembre 2010. L'attività è stata svolta sia riguardo alla falda superficiale (Figura 9), sia a quella profonda. Dagli elaborati si osserva che l'area Valledora si colloca in una depressione piezometrica che ha i suoi punti di quota inferiore disposti secondo un asse dirette da ONO a ESE, che segue l'antico alveo dello scaricatore glaciale del lago di Viverone.

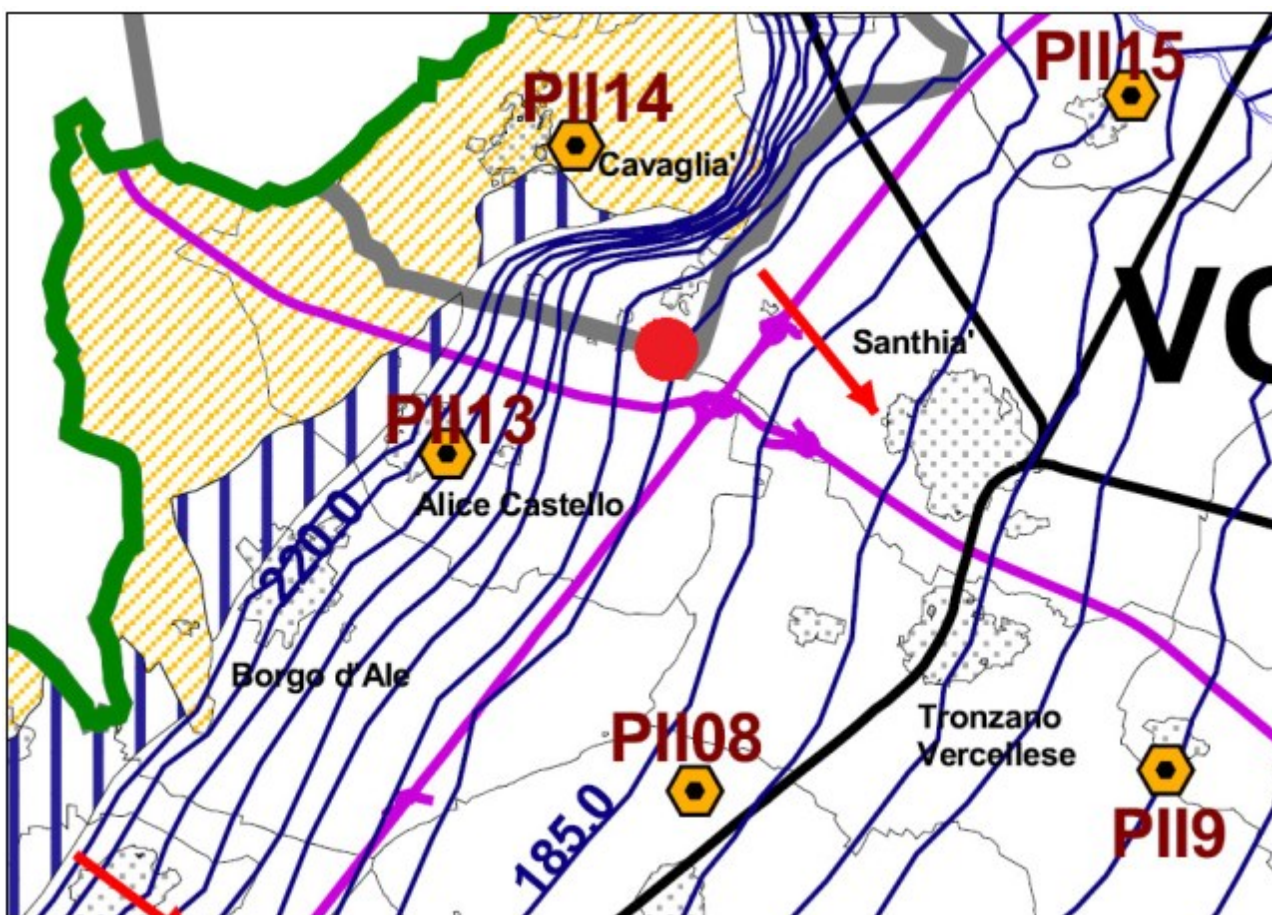


Figura 16: Piezometria della falda superficiale ricostruita con misure dell'agosto 2007 – dettaglio sull'area di interesse rappresentata dal cerchio rosso (fonte: Provincia di Vercelli, ATO n. 2, 2009, Figura 6, Tavola 2). In blu sono rappresentate le isopieze, ovvero le linee ideali che uniscono i punti di ugual quota piezometrica della falda (in analogia alle isoipse che uniscono i punti di ugual quota topografica). La falda fluisce perpendicolarmente alle isopieze.



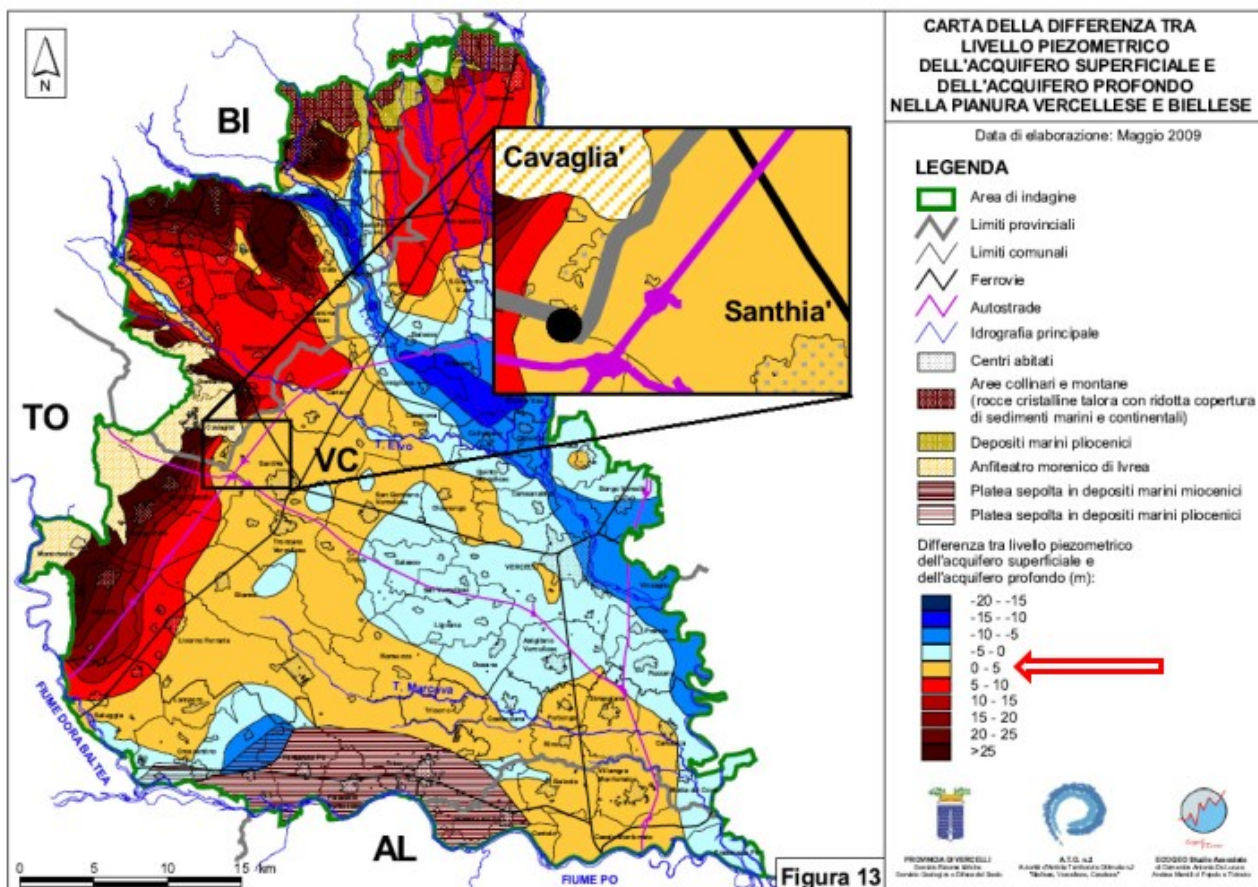


Figura 17: Carta della differenza tra livello piezometrico dell'acquifero superficiale e di quello profondo (fonte: Provincia di Vercelli, ATO n. 2, 2009). È sovrapposto un ingrandimento della stessa carta, da cui si può vedere come il sito in oggetto (cerchio nero nell'ingrandimento) ricada nell'area in cui la differenza di livello tra superficiale e profondo è inferiore a 5 metri

Si riportano di seguito i dati pluviometrici in riferimento alla stazione A2A Ambiente di Cavaglia.

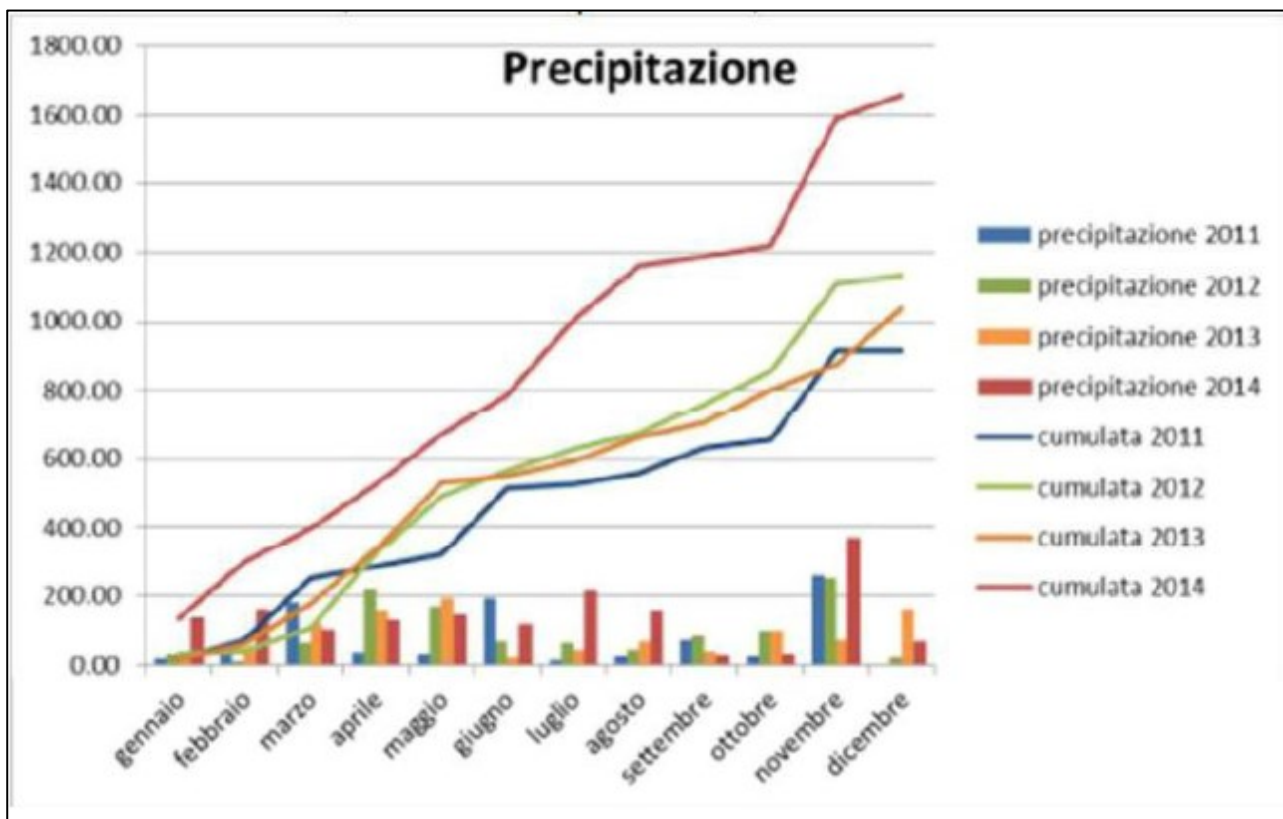
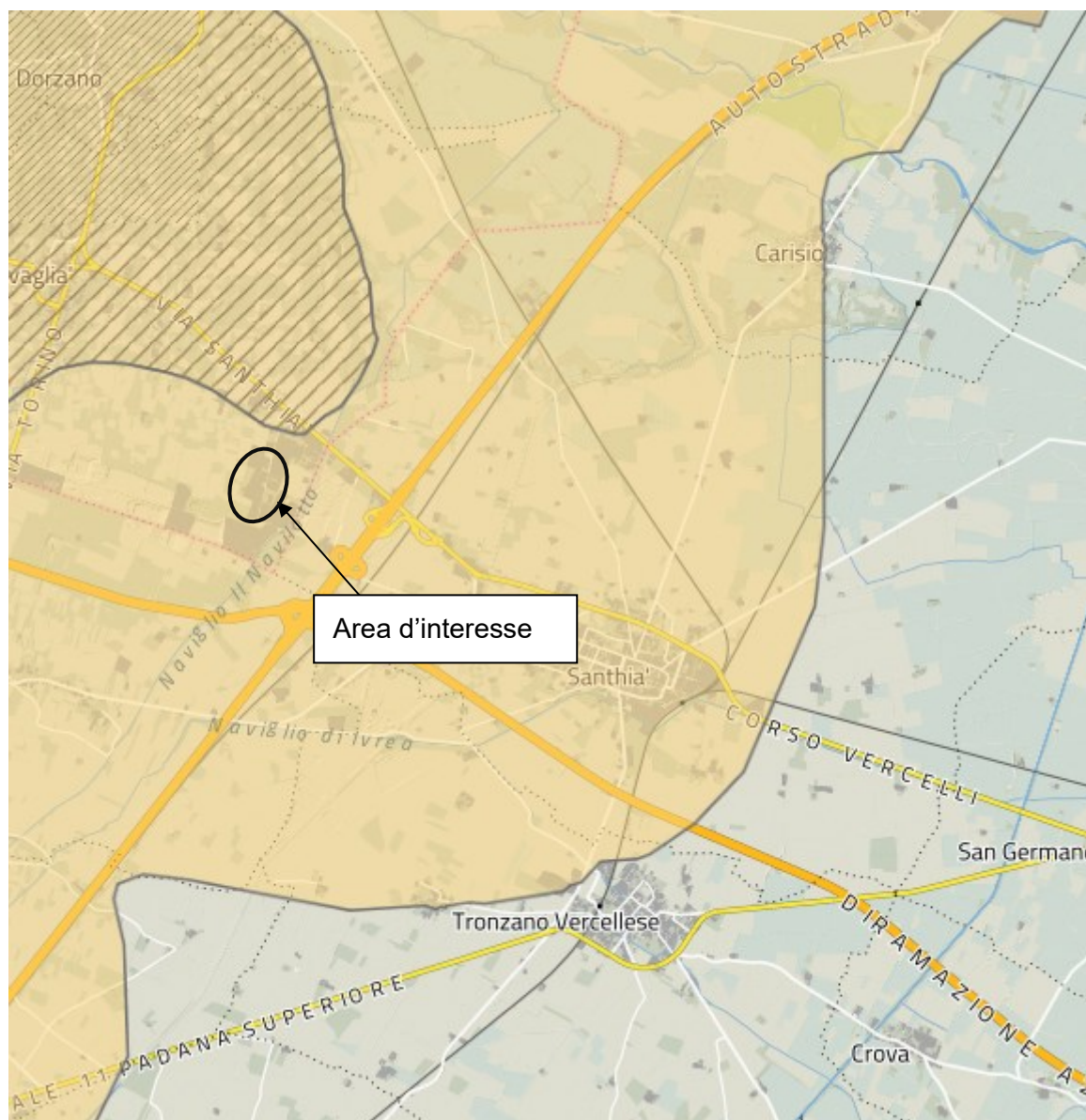


Figura 18: Dati pluviometrici rappresentati nel SIA in riferimento alla stazione dell'impianto A2A Ambiente di Cavaglià

### 7.3 AREE RICARICA DEGLI ACQUIFERI PROFONDI

Nel seguente capitolo viene inquadrata l'area d'interesse all'interno della cartografia del GeoPortale della Regione Piemonte con evidenziato il layer relativo alle aree di ricarica degli acquiferi profondi.



*Figura 19: Aree di ricarica degli acquiferi profondi evidenziate in giallo-ocra– Fonte Geoportale Regione Piemonte*

L'area d'interesse ricade all'interno di queste aree di ricarica.

Una recente analisi (gennaio 2018) alla quale si rimanda per maggiori dettagli, condotta dal prof. Francani nell'ambito di uno studio riguardante "Valutazioni idrogeologiche riguardo l'ampliamento delle discariche A.S.R.A.B. e A2A Ambiente in Comune di Cavaglià (BI)" situate in adiacenza all'area di intervento (con analoghe caratteristiche dal punto di vista idrogeologico), ha evidenziato che sulla

base dei dati idrogeologici raccolti e le conseguenti elaborazioni si possa ritenere che l'area delle discariche e degli ampliamenti e analogamente l'area del sito del nuovo impianto, non debbano rientrare, di fatto, nelle aree di ricarica delle falde profonde, sulla base dei criteri di esclusione previsti nell'Allegato 1 alla D.D. del 21 luglio 2016, n. 268.

In particolare, se si applica la stessa metodologia utilizzata dalla Regione Piemonte (Allegato 1 alla D.D. del 21 luglio 2016, n. 268), la fascia delle aree di ricarica degli acquiferi profondi può essere ridotta utilizzando i criteri escludenti, tra i quali ve ne sono due che interessano l'area in esame:

- la presenza di livelli fini continui e potenti che separino l'acquifero profondo dai livelli sovrastanti;
- il criterio della differenza di carico nullo o negativo, che porta alla presenza di componenti di flusso prevalentemente orizzontali o verticali ascendenti

A tal proposito, tutti i sondaggi eseguiti nell'area delle discariche adiacenti al sito di indagine, confermano la presenza di un livello fine a separare l'acquifero profondo da quello superficiale. I due acquiferi risultano essere separati da un livello di materiali limosi ed argillosi avente uno spessore minimo, nel sito in oggetto, di 2 metri e mezzo e che risulta avere una buona continuità anche all'esterno, come testimoniato dallo studio di Provincia di Vercelli ed ATO n. 2 del 2009.

Il criterio della differenza di carico nullo o negativo è stato verificato tramite i livelli di falda misurati nei piezometri delle discariche che interessano sia l'acquifero superficiale che quello più profondo. La differenza tra livelli superficiali e profondi risulta essere, in tutto il periodo esaminato, inferiore a 50 centimetri.

Questo risultato è conforme alla carta riportata nello studio di Provincia di Vercelli ed ATO n. 2 e significa che non esistono delle differenze di livello piezometrico tali da portare a potenziali flussi significativi di ricarica dell'acquifero profondo.



## 7.4 PTA REGIONE PIEMONTE

All'interno di questo capitolo viene inquadrata l'area d'interesse all'interno del PTA della Regione Piemonte.

Per poter definire le porzioni di acquifero soggette a vulnerazione da nitrati si sono definiti, a partire dal modello idrogeologico concettuale dell'area di pianura, settori omogenei dal punto di vista idrogeologico, vale a dire: Pianura cuneese e torinese meridionale, Altopiano di Poirino, Pianura torinese settentrionale, Pianure inframoreniche di Rivoli, di Ivrea e dell'alto novarese, Pianura biellese-vercellese-novarese, Settore cuneese della Valle Tanaro, Settore del Fondovalle Tanaro tra Cherasco e la stretta Quattordio-Masio, Pianura alessandrina-tortonese; tali settori idrogeologici sono stati ulteriormente suddivisi in Aree Idrogeologicamente Separate (AIS), che hanno come limite di monte il margine della pianura e come limiti laterali e di valle i corsi d'acqua che maggiormente hanno influenza sull'andamento della piezometria.

Quindi ogni AIS è una porzione del sistema di acquifero superficiale idraulicamente separata da limiti idrogeologici rispetto alle altre.

Nella redazione del PTA 2007 le AIS sono state aggregate in Macroaree Idrogeologiche di Riferimento Superficiali (MS) e si sono definite, grazie all'affinamento del modello idrogeologico, le corrispondenti Macroaree Idrogeologiche di Riferimento per il sistema profondo (MP).

In Piemonte le AIS, le MS e le MP sono state adeguate allo schema nazionale, integrate con specifici progetti tecnico scientifici e valutate tenendo conto dei dati derivanti dalla Rete di monitoraggio regionale delle acque sotterranee e dall'analisi delle pressioni, arrivando alla definizione dei seguenti corpi idrici sotterranei di riferimento (Groundwater Body - GWB):

- 13 GWB-S per il sistema acquifero superficiale di pianura
- 6 GWB-P per il sistema acquifero profondo di pianura
- 4 GWB-F per i sistemi acquiferi dei principali fondivalle alpini e appenninici
- 11 GWB per i sistemi acquiferi collinari e montani.

Nella figura seguente viene inquadrata l'area d'interesse all'interno della Tavola 2 del PTA della Regione Piemonte "GWB – Corpi idrici sotterranei soggetti ad obiettivi di qualità ambientale e aree idrogeologicamente separate".

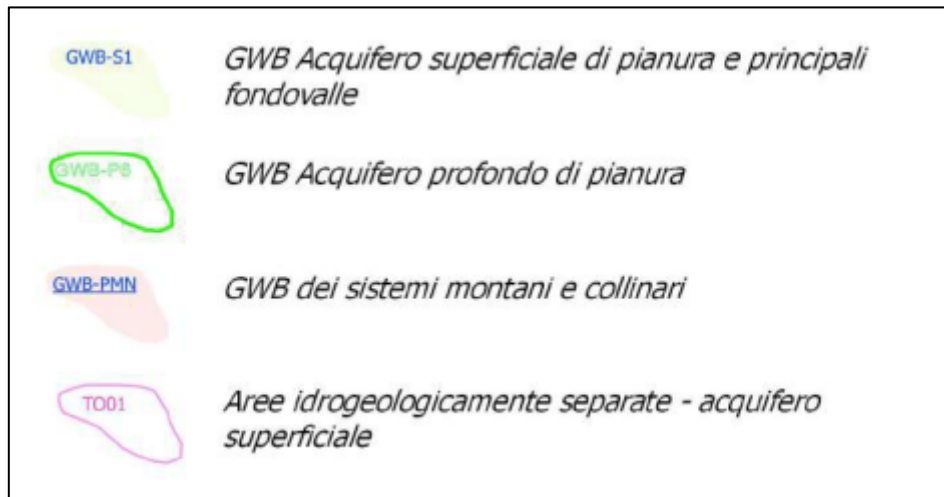
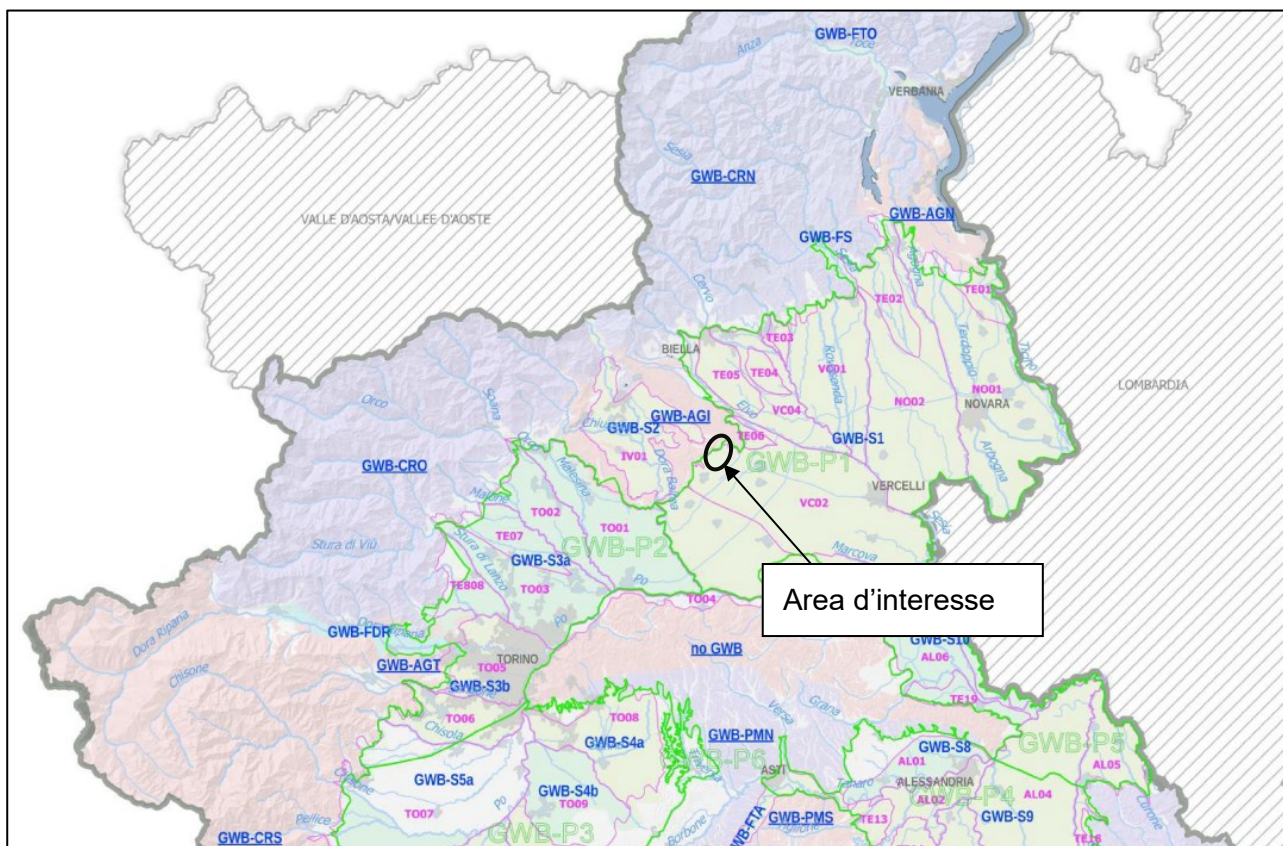


Figura 20: Stralcio della Tavola 2 del PTA della Regione Piemonte “GWB – Corpi idrici sotterranei soggetti ad obiettivi di qualità ambientale e aree idrogeologicamente separate”

Presa di riferimento la carta sopra riportata vengono individuati gli acquiferi che caratterizzano l’area oggetto di studio nello schema mostrato di seguito:



COMPLESSO IDROGEOLOGICO	SUB-COMPLESSO	TIPOLOGIA DI ACQUIFERO (ASSETTO IDRAULICO)	ACQUIFERO	CORPO IDRICO	CORPO IDRICO
			(UNITÀ DI BILANCIO)	CODICE	DENOMINAZIONE
Depositi delle depressioni quaternarie - DQ	Differenziato di pianura. Costituito da depositi alluvionali olocenici, depositi fluviali e fluvioglaciali del Wurm, del Riss e talora del Mindel (acquifero superficiale AS) e da depositi fluvioglaciali del Mindel e depositi Villafranchiani (acquiferi profondi AP) - DQ2	Acquifero multifalda confinata con orizzonti impermeabili di estesa continuità spaziale, in superficie può essere presente un acquifero freatico connesso con la rete idrografica	AS1 Pianura novarese, biellese e vercellese	GWB-S1	Pianura novarese, biellese e vercellese
			AS2 Piana inframorenica di Ivrea	GWB-S2	Piana inframorenica di Ivrea (Pianura eporediese)
			AS3 Pianura torinese e canavese	GWB-S3a	Pianura torinese Nord
				GWB-S3b	Pianura torinese Sud
			AS4 Altopiano di Poirino e Colline astigiane	GWB-S4a	Altopiano di Poirino Nord-Ovest
				GWB-S4b	Pianura torinese tra Ricchiardo, Po e Banna - Rioverde (Altopiano Poirino Sud-Est)
			AS5 Pianura pinerolese	GWB-S5a	Pianura pinerolese tra Chisola e sistema Chisone-Pellice (Area pinerolese Nord)
				GWB-S5b	Pianura pinerolese tra sistema Chisone-Pellice e Po (Area pinerolese Sud)

Figura 21: In rosso acquifero e corpo idrico superficiale di appartenenza (AS1, GWB-S1)

COMPLESSO IDROGEOLOGICO	SUB-COMPLESSO	TIPOLOGIA DI ACQUIFERO (ASSETTO IDRAULICO)	ACQUIFERO	CORPO IDRICO	CORPO IDRICO
			(UNITÀ DI BILANCIO)	CODICE	DENOMINAZIONE
Depositi delle depressioni quaternarie - DQ	Differenziato di pianura. Costituito da depositi alluvionali olocenici, depositi fluviali e fluvioglaciali del Wurm, del Riss e talora del Mindel (acquifero superficiale AS) e da depositi fluvioglaciali del Mindel e depositi Villafranchiani (acquiferi profondi AP) - DQ2	Acquifero multifalda confinata con orizzonti impermeabili di estesa continuità spaziale, in superficie può essere presente un acquifero freatico connesso con la rete idrografica	AS6 Pianura cuneese in sinistra Stura di Demonte	GWB-S6	Pianura cuneese in sinistra Stura di Demonte
			AS7 Pianura cuneese in destra Stura di Demonte	GWB-S7	Pianura cuneese in destra Stura di Demonte
			AS8 Pianura alessandrina in sinistra Tanaro	GWB-S8	Pianura alessandrina in sinistra Tanaro
			AS9 Pianura alessandrina in destra Tanaro	GWB-S9	Pianura alessandrina in destra Tanaro
			AS10 Pianura Casalese	GWB-S10	Pianura casalese (Area Valenza Po)
			AP1 Pianura novarese, biellese e vercellese	GWB-P1	Pianura novarese, biellese e vercellese
			AP2 Pianura torinese settentrionale	GWB-P2	Pianura torinese settentrionale
			AP3 Pianura cuneese, torinese meridionale ed Astigiano occidentale	GWB-P3	Pianura cuneese, torinese Sud ed Astigiano Ovest
			AP4 Pianura alessandrina e Astigiano orientale	GWB-P4	Pianura alessandrina ed Astigiano Est
			AP5 Pianura casalese tortonese	GWB-P5	Pianura casalese tortonese
AP6 Cantarana Valmaggione	GWB-P6	Settore Cantarana Valmaggione			

Figura 22: In rosso acquifero e corpo idrico profondo di appartenenza (AP1, GWB-P1)

Gli obiettivi definiti dalla DQA "Direttiva Quadro Acque" n. 2000/60/CE, integrata successivamente dalla "direttiva figlia", Groundwater Directive (GWD) n.2006/118/CE sono la definizione dei criteri per

prevenire e controllare l'inquinamento delle acque sotterranee attraverso il loro monitoraggio. L'obiettivo per tutti i corpi idrici sotterranei (GWB) è il conseguimento e il mantenimento del "buono" stato ambientale delle acque che deve essere ottenuto entro il 2015 ed è costituito dallo **Stato Chimico (SC)** e dello **Stato Quantitativo (SQ)**. Ai sensi della GWD sono previste due classi di SC e SQ: lo stato "buono" e lo stato "scarso".

Lo **stato chimico** complessivo viene determinato attraverso punti di monitoraggio: lo stato BUONO quando "lo standard di qualità delle acque sotterranee o il valore soglia è superato in uno o più siti di monitoraggio, che comunque rappresentino non oltre il 20 per cento dell'area totale o del volume del corpo idrico, per una o più sostanze". Conseguentemente, l'attribuzione dello stato SCARSO ad un determinato GWB si ottiene quando l'area/volume complessiva derivata dai punti in stato SCARSO sia superiore al 20% dell'area/volume totale del GWB. Viceversa, l'attribuzione dello stato BUONO ad un determinato GWB si ottiene quando l'area/volume complessiva derivata dai punti in stato BUONO sia superiore al 80% dell'area/volume totale del GWB.

Il buono **stato quantitativo** di un corpo idrico sotterraneo è pertanto raggiunto quando sono soddisfatti entrambi i seguenti criteri:

- Le risorse idriche sotterranee disponibili sono superiori ai prelievi, in una analisi quantitativa di bilancio di lungo termine (pluriennale);
- Le variazioni antropiche dei livelli di falda nel corpo idrico sotterraneo non provocano danni alle acque superficiali e agli ecosistemi connessi, anche quando il bilancio idrico non rilevi condizioni di criticità

### VALORI DI FONDO NATURALI (VF)

Nell'ambito della definizione dello stato chimico nelle acque sotterranee riveste un ruolo importante, per la corretta interpretazione delle anomalie e per l'attribuzione dell'eventuale origine antropica, la determinazione dei valori di fondo naturale di alcune sostanze.

Il VF è la soglia di concentrazione di una sostanza in assenza di alterazioni antropogeniche. La normativa prevede che i Valori Soglia (VS) vengano adeguati ai VF quando sia dimostrata scientificamente la presenza di sostanze di origine naturale in concentrazioni superiori ai VS stessi. La definizione del VF può interessare l'intero GWB o porzioni dello stesso.

La Regione in collaborazione con ARPA Piemonte ha completato un progetto sperimentale dal titolo "Definizione dei valori di fondo naturale per i metalli nelle acque sotterranee come previsto dalla Direttiva 2006/118/CE e dal decreto Legislativo 16 marzo 2009 n. 30" che ha contemplato una serie di attività, sviluppate nel corso dei 3 anni di durata del progetto (2010-2012).

Nel contesto piemontese la determinazione dei VF riguarda esclusivamente i metalli: la presenza di metalli pesanti nelle acque sotterranee può essere ricondotta sia a cause di origine antropica che a un'origine naturale legata alla composizione delle formazioni geologiche che costituiscono l'acquifero, al tempo di permanenza/interazione acqua/roccia ed alle condizioni chimico-fisiche del sistema.

Dai dati di partenza sono state considerate le occorrenze dei seguenti metalli in relazione ai Valori Soglia: Arsenico, Cadmio, Cromo Totale, Cromo VI, Mercurio, Nichel e Piombo.

Sono stati esclusi Cadmio, Piombo, Mercurio e Arsenico, in quanto le occorrenze rilevate per il periodo considerato erano inferiori al 1% sul totale delle medie dei campioni; sono stati quindi selezionati il Nichel e il Cromo VI.

Per una corretta valutazione del fenomeno, è stato inoltre valutato il Cromo Totale, anche se per le concentrazioni evidenziate non risulta problematico dal punto di vista ambientale.

Per quanto riguarda il corpo idrico superficiale GWB-S1 d'interesse è stata riscontrata un'anomalia di fondo relativa al Nichel che viene di seguito mostrata in carta.

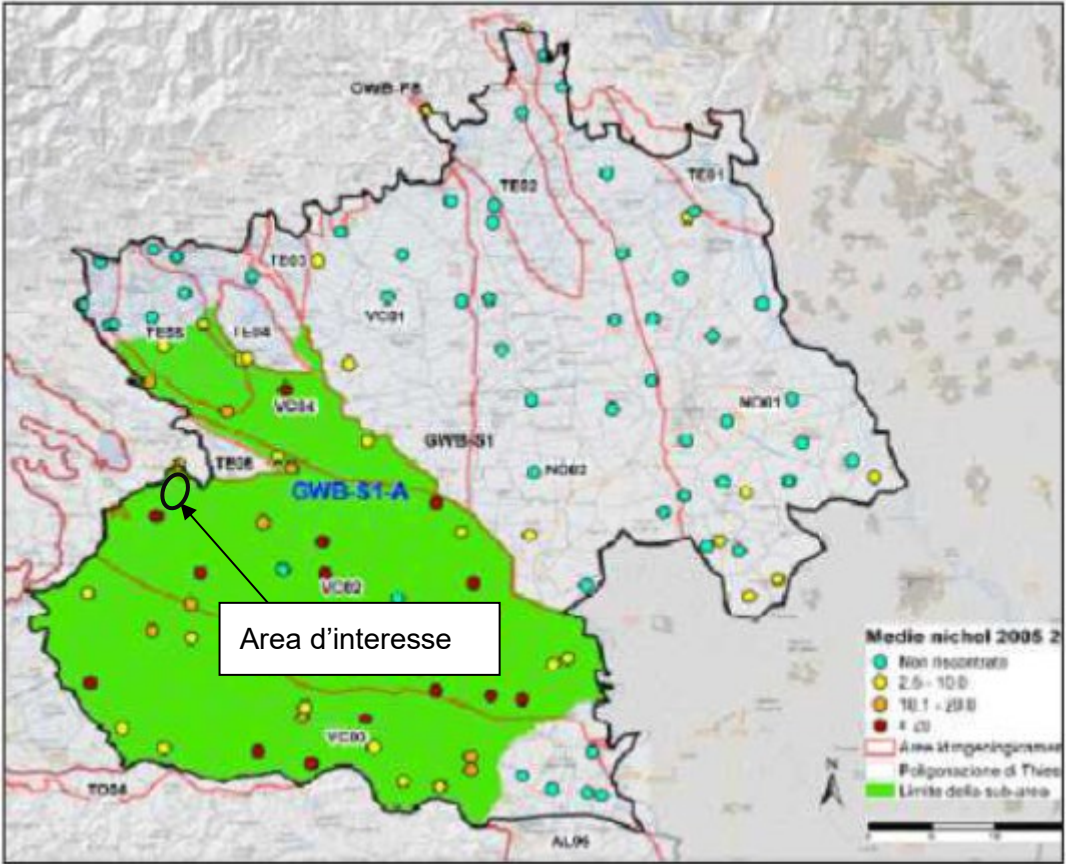


Figura 23: Anomalia di fondo per il Nichel nel corpo idrico superficiale GWB-S

## STATO CHIMICO DEL SISTEMA ACQUIFERO SUPERFICIALE

Nella tabella seguente viene riportata la classificazione per il sessennio 2009-2014 suddivisa per i 2 trienni di monitoraggio (2009-2011 e 2012-2014) corredata dei relativi Livelli di Confidenza (LC) (affidabilità del giudizio).

GWB	2009-2011	LC	2012-2014	LC	Sintesi Sessennio
GWB-FDR	Scarso (2011)	Basso	Scarso	Basso	Scarso
GWB-FS	Buono (2011)	Basso	Scarso	Medio	Scarso
GWB-FTA	Scarso	Alto	Scarso	Alto	Scarso
GWB-FTO	Buono (2011)	Basso	Scarso	Medio	Scarso
GWB-S1	Scarso	Alto	Scarso	Alto	Scarso
GWB-S2	Buono	Basso	Buono	Basso	Buono
GWB-S3a	Scarso	Alto	Scarso	Alto	Scarso
GWB-S3b	Scarso	Alto	Scarso	Alto	Scarso
GWB-S4a	Scarso	Alto	Scarso	Alto	Scarso
GWB-S4b	Scarso	Medio	Scarso	Medio	Scarso
GWB-S5a	Scarso	Medio	Buono	Medio	Buono
GWB-S5b	Buono	Basso	Scarso	Basso	Buono/Scarso
GWB-S6	Scarso	Alto	Scarso	Alto	Scarso
GWB-S7	Scarso	Medio	Scarso	Medio	Scarso
GWB-S8	Scarso	Alto	Scarso	Alto	Scarso
GWB-S9	Scarso	Alto	Scarso	Alto	Scarso
GWB-S10	Scarso	Alto	Scarso	Alto	Scarso

*Tabella 1 – classificazione per il sessennio 2009-2014 stato chimico del sistema acquifero*

Il corpo idrico d'interesse GWB-S1, nel sessennio preso di riferimento (2009-2014) era caratterizzato da uno stato chimico delle acque SCARSO dovuto alla presenza di metalli di origine naturale e di Nichel di fondo

Di seguito viene mostrato l'aggiornamento dello stato chimico per il triennio 2014-2016

GWB	Stato 2014	Stato 2015	Stato 2016	classificazione 2014-2016	LC
GWB-S1	Scarso	Scarso	Scarso	SCARSO	Alto
GWB-S2	Buono	Buono	Buono	BUONO	Medio
GWB-S3a	Scarso	Scarso	Scarso	SCARSO	Alto
GWB-S3b	Scarso	Scarso	Scarso	SCARSO	Alto
GWB-S4a	Scarso	Scarso	Scarso	SCARSO	Alto
GWB-S4b	Scarso	Scarso	Scarso	SCARSO	Medio
GWB-S5a	Buono	Buono	Buono	BUONO	Medio
GWB-S5b	Scarso	Scarso	Scarso	SCARSO	Medio
GWB-S6	Scarso	Scarso	Scarso	SCARSO	Alto
GWB-S7	Scarso	Scarso	Scarso	SCARSO	Alto
GWB-S8	Scarso	Scarso	Scarso	SCARSO	Alto

*Tabella 2 – classificazione con aggiornamento triennio 2014-2016 stato chimico del sistema acquifero*

Con l'aggiornamento del triennio 2014-2016 viene confermato lo stato chimico SCARSO dell'acquifero superficiale GWB-S1.

#### STATO CHIMICO DEL SISTEMA ACQUIFERO PROFONDO

Nella tabella seguente viene riportata la classificazione per il sessennio 2009-2014 suddivisa per i 2 trienni di monitoraggio (2009-2011 e 2012-2014) corredata dei relativi Livelli di Confidenza (LC) (affidabilità del giudizio).



GWB	2009-2011	LC	2012-2014	LC	Sintesi Sessennio
GWB-P1	Buono	Alto	Buono	Alto	Buono
GWB-P2	Scarso	Alto	Scarso	Alto	Scarso
GWB-P3	Scarso	Basso	Buono	Alto	Buono
GWB-P4	Scarso	Medio	Scarso	Basso	Scarso
GWB-P5	Buono	Medio	Buono	Alto	Buono
GWB-P6	Buono	Medio	Buono	Medio	Buono

Tabella 3 – classificazione per il sessennio 2009-2014 stato chimico del sistema acquifero

Il corpo idrico d'interesse GWB-P1, nel sessennio preso di riferimento (2009-2014) era caratterizzato da uno stato chimico delle acque BUONO.

Di seguito viene mostrato l'aggiornamento dello stato chimico per il triennio 2014-2016

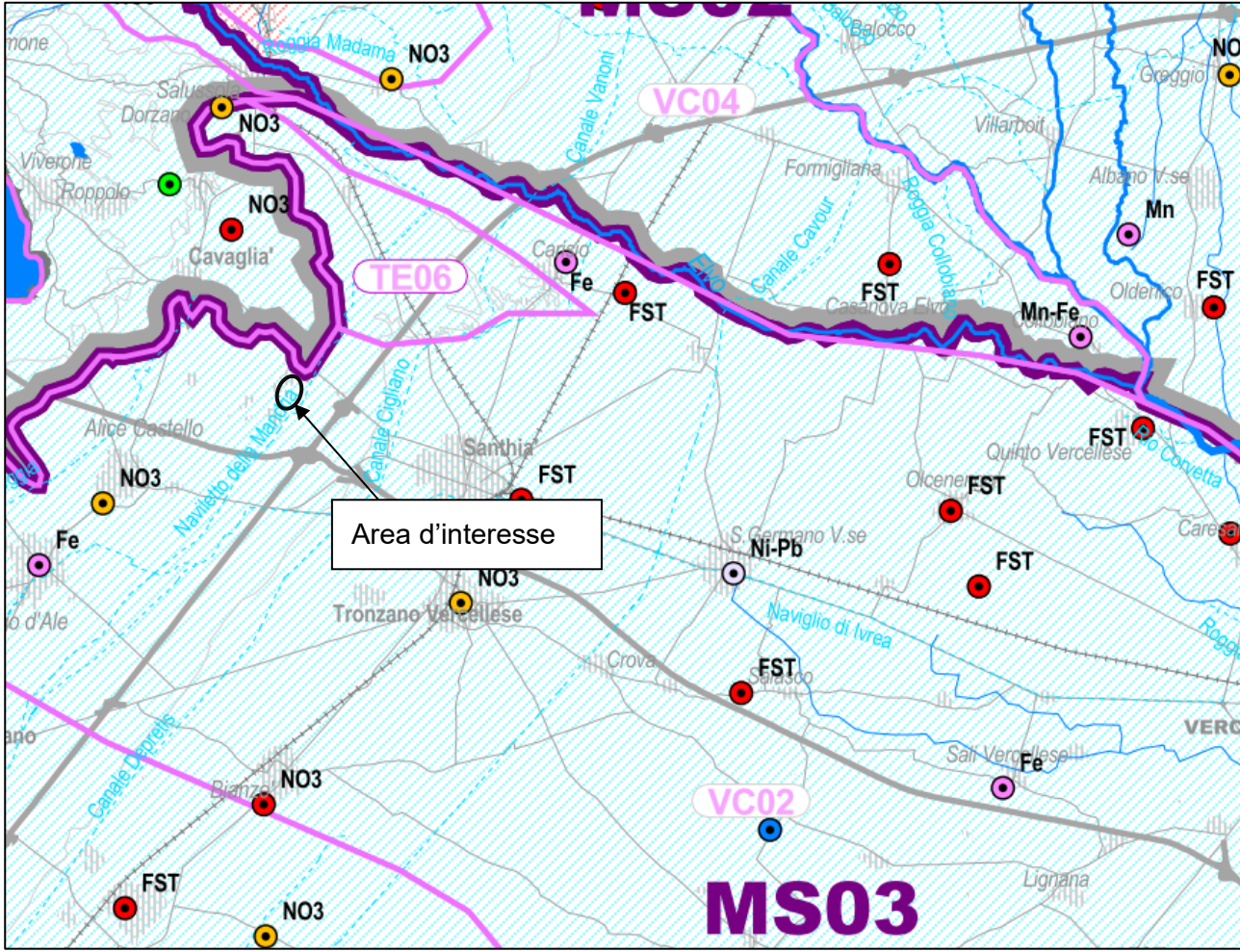
GWB	Stato 2014	Stato 2015	Stato 2016	classificazione 2014-2016	LC
GWB-P1	Buono	Buono	Buono	BUONO	Basso
GWB-P2	Scarso	Scarso	Scarso	SCARSO	Alto
GWB-P3	Buono	Buono	Scarso	BUONO	Medio
GWB-P4	Buono	Buono	Scarso	BUONO	Basso
GWB-P5	Buono	Buono	Buono	BUONO	Medio
GWB-P6	Buono	Buono	Buono	BUONO	Medio

Tabella 4 – classificazione con aggiornamento triennio 2014-2016 stato chimico del sistema acquifero

Con l'aggiornamento del triennio 2014-2016 viene confermato lo stato chimico BUONO dell'acquifero profondo GWB-P1.

**7.4.1 INDICATORI DI STATO DEI CORPI IDRICI SOTTERRANEI**

Nella figura seguente viene mostrata la cartografia che mostra lo stato quantitativo e chimico dei corpi idrici sotterranei della pianura vercellese.



## TAV. 4 - INDICATORI DI STATO DEI CORPI IDRICI SOTTERRANEI

### Stato quantitativo



*Classe A - L'impatto antropico è nullo o trascurabile con condizioni di equilibrio idrogeologico. Le estrazioni di acqua o alterazioni della velocità naturale di ravvenamento sono sostenibili sul lungo periodo*



*Classe B - L'impatto antropico è ridotto, vi sono moderate condizioni di disequilibrio del bilancio idrico, senza che tuttavia ciò produca una condizione di sovrasfruttamento, consentendo un uso della risorsa sostenibile sul lungo periodo*



*Classe C - Impatto antropico significativo con notevole incidenza dell'uso sulla disponibilità della risorsa evidenziata da rilevanti modificazioni agli indicatori generali sopraesposti*



*Classe D - Impatto antropico nullo o trascurabile, ma con presenza di complessi idrogeologici con intrinseche caratteristiche di scarsa potenzialità idrica*

### Stato chimico



*Classe 0*



*Classe 1*



*Classe 2*



*Classe 3*



*Classe 4*



*Classe 4-0*

### Parametri limitanti

<b>As</b>	<i>arsenico</i>	<b>Hg</b>	<i>mercurio</i>
<b>Benz.</b>	<i>benzene</i>	<b>Mn</b>	<i>manganese</i>
<b>Cl</b>	<i>cloruri</i>	<b>NO3</b>	<i>nitrati</i>
<b>CE</b>	<i>conducibilità elettrica specifica</i>	<b>Ni</b>	<i>nicel</i>
<b>NH3</b>	<i>azoto ammoniacale</i>	<b>Pb</b>	<i>piombo</i>
<b>Cr</b>	<i>cromo</i>	<b>SO4</b>	<i>solfati</i>
<b>FST</b>	<i>prodotti fitosanitari</i>	<b>Solv.</b>	<i>solventi clorurati</i>
<b>Fe</b>	<i>ferro</i>	<b>Zn</b>	<i>zinco</i>

Figura 24: Stralcio di Tav 4 MS03 – Pianura vercellese PTA Regione Piemonte

L'area d'interesse rientra nello stato quantitativo A dove l'impatto antropico è nullo o trascurabile con condizioni di equilibrio idrogeologico. Le estrazioni di acqua o alterazioni della velocità naturale di ravvenamento sono sostenibili sul lungo periodo.



**7.4.2 ZONE VULNERABILI DA PRODOTTI FITOSANITARI**

Di seguito viene inquadrata l'area d'interesse all'interno della Tav. 5 del PTA della Regione Piemonte "Zone vulnerabili da prodotti fitosanitari". L'area viene classificata come avente indice di vulnerazione medio-alto – IV2.

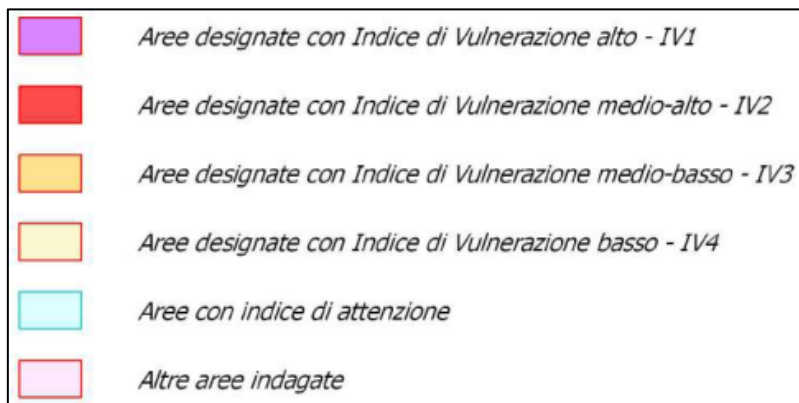
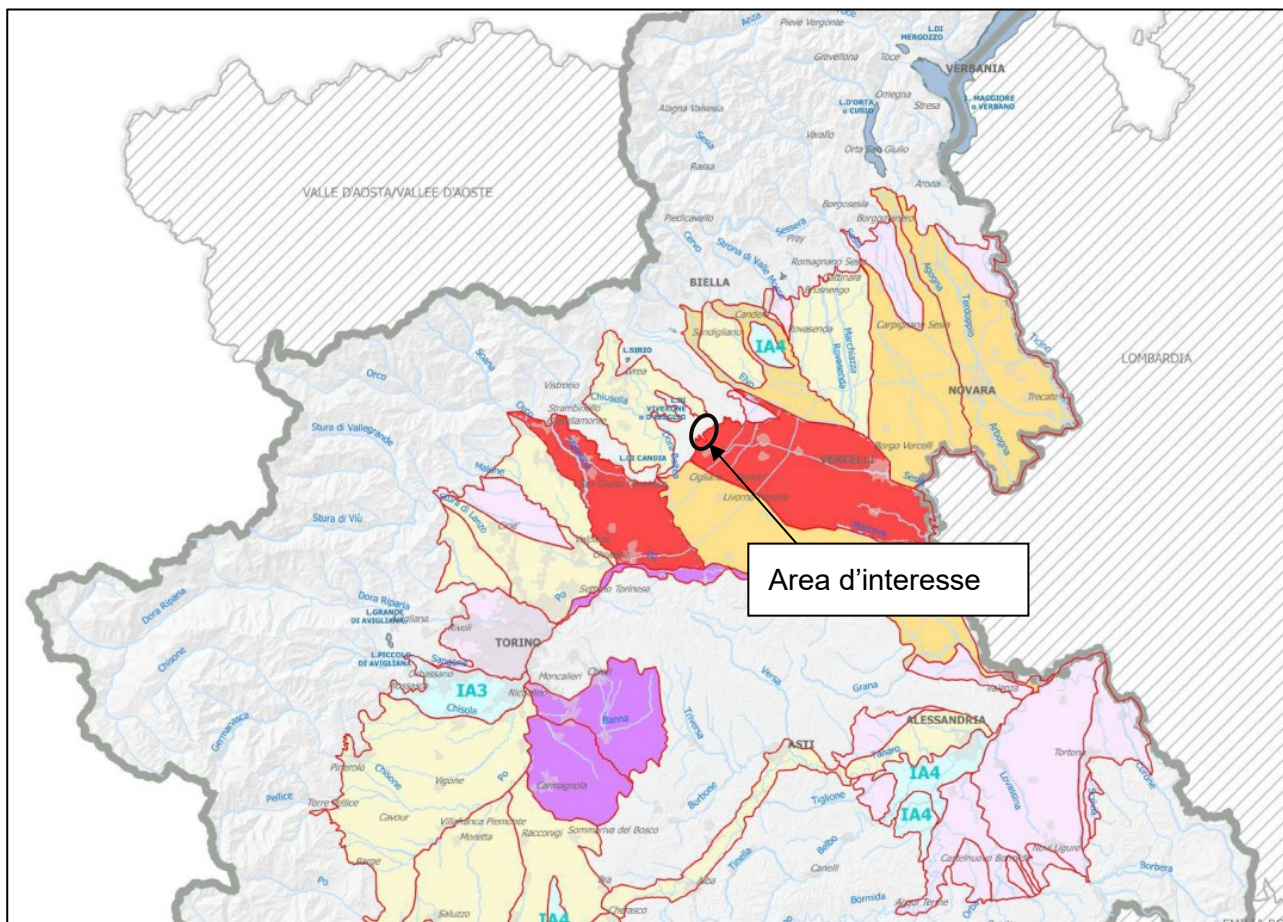


Figura 25: Stralcio della Tav. 5 del PTA della Regione Piemonte "Zone vulnerabili da prodotti fitosanitari"



### 7.4.3 TREND PIEZOMERICO DELLA FALDA SUPERFICIALE DELLA PIANURA PIEMONTESE

All'interno di questo capitolo viene inquadrata l'area d'interesse all'interno della cartografia che mostra l'andamento dei trend piezometrici medi nel periodo 2001-2017 per il corpo idrico GWB-S1.

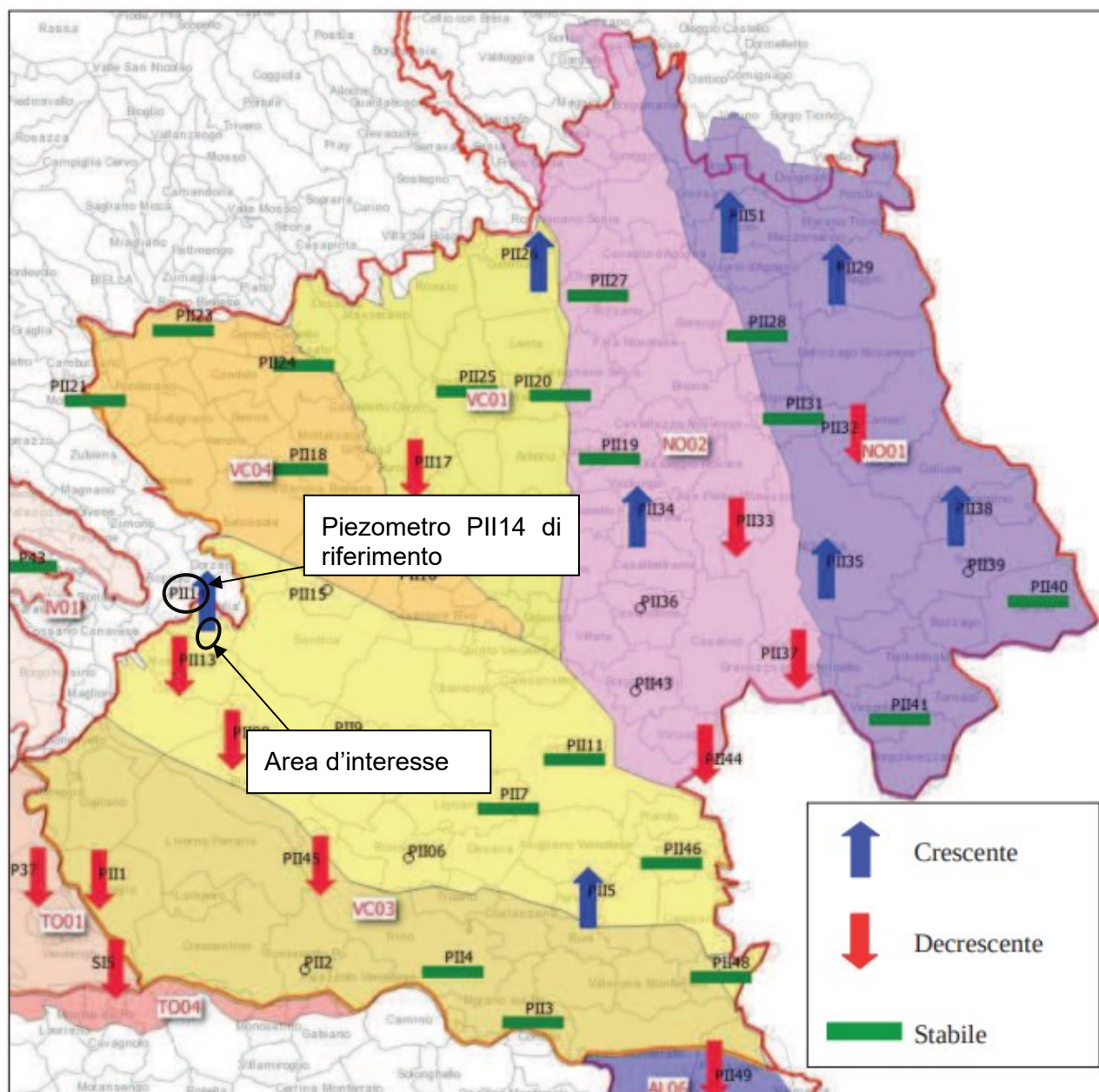


Figura 26: andamento dei trend piezometrici medi nel periodo 2001-2017

Per identificare l'andamento piezometrico dell'area viene preso di riferimento il piezometro PII14 limitrofo all'area. Di seguito se ne riporta il trend piezometrico.

### GWB-S1 VC02 PII14 Cavaglià (BI) medie mensili

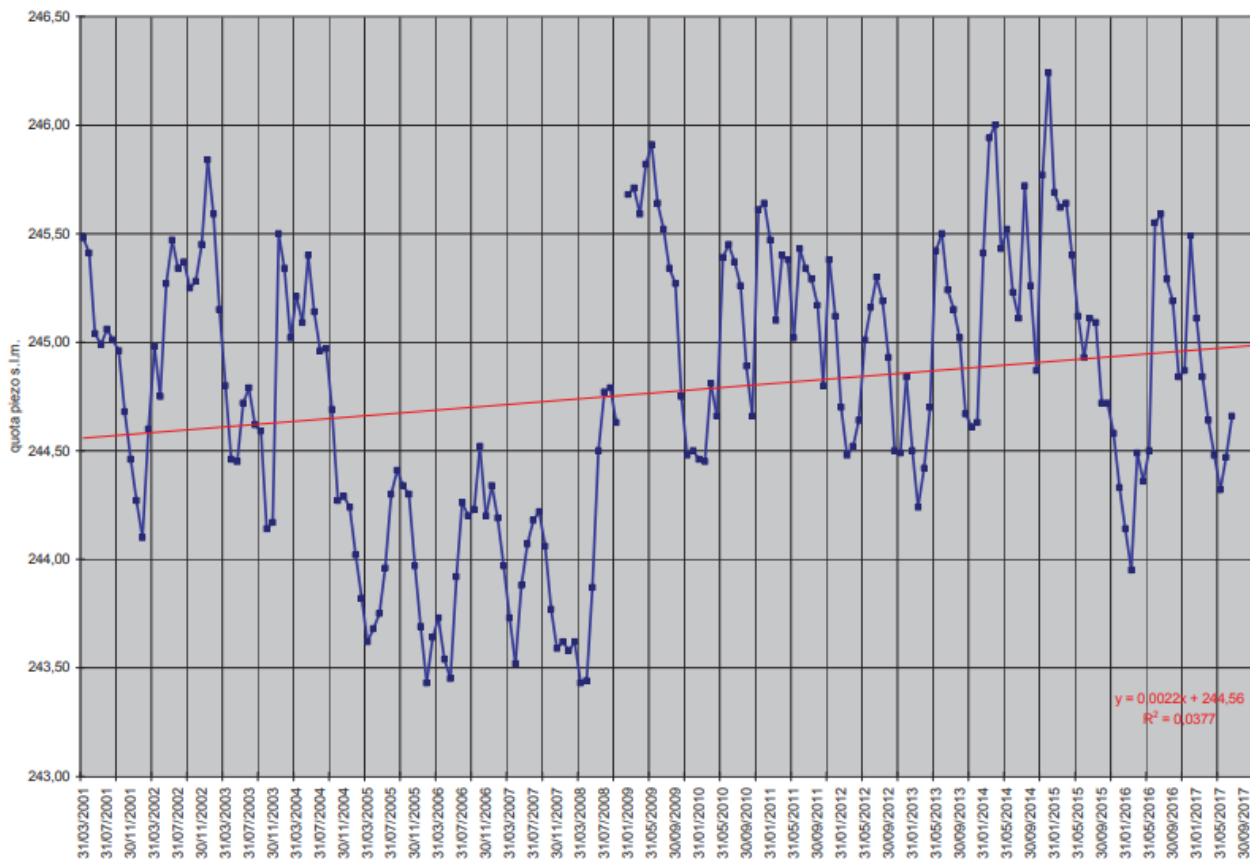
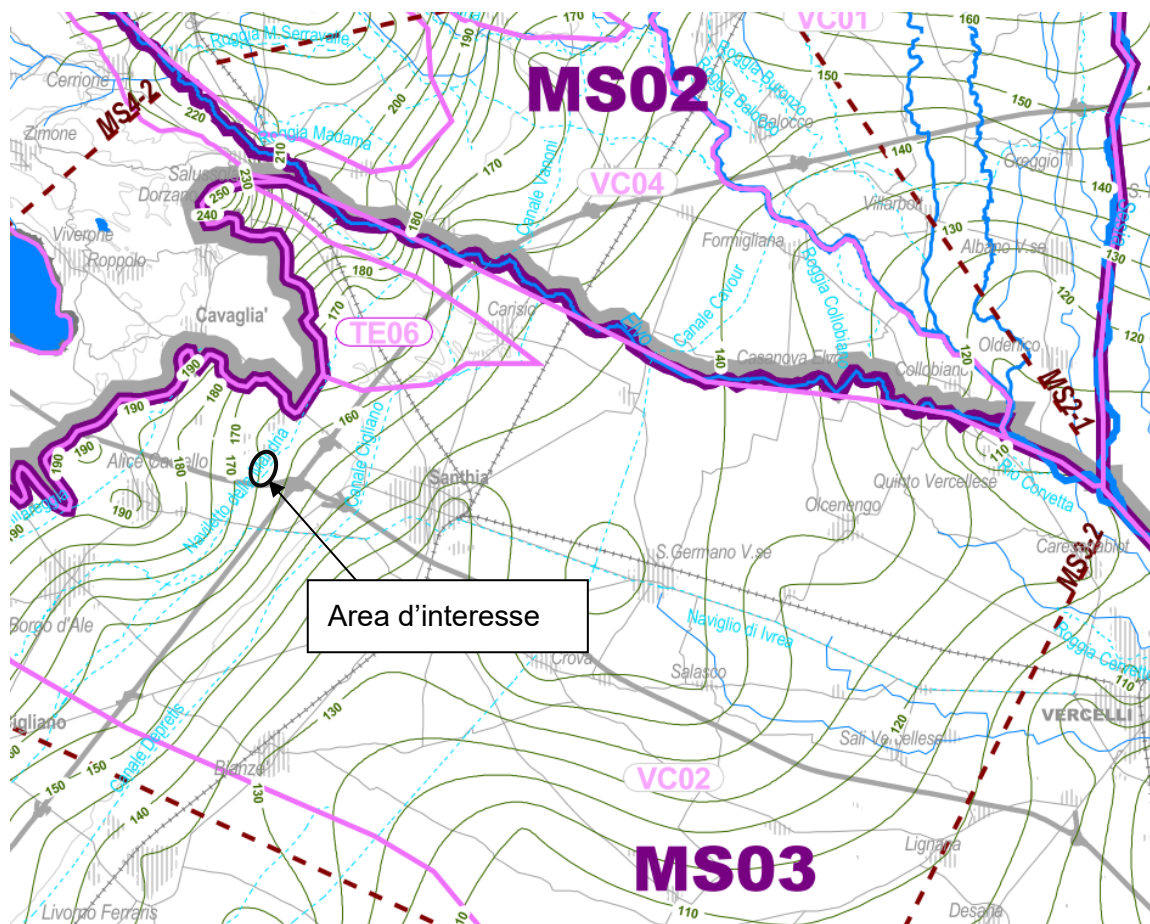


Figura 27: Trend piezometrico piezometro PII14

Il trend piezometrico nell'area di Cavaglià nel periodo 2001-2017 è stato in lieve aumento (+50 cm).

**7.4.4 BASE DELL'ACQUIFERO SUPERFICIALE**

Il PTA della Regione Piemonte fornisce informazioni riguardo la base dell'acquifero superficiale che nel caso oggetto di studio viene individuata a circa 165 m s.l.m.



**TAV. 2 - ELEMENTI DI ASSETTO IDROGEOLOGICO (PARTE 1)**

**Base dell'acquifero superficiale**

Isolinee della base dell'acquifero superficiale (m s.m.)

**Assetto stratigrafico**

**MS1-2** Tracce delle sezioni schematiche e relativo codice identificativo

Figura 28: Stralcio di Tav.2 MS03 – Pianura vercellese PTA Regione Piemonte



## 7.4.5 CLASSI DI SOGGIACENZA DELL'ACQUIFERO SUPERFICIALE

A ulteriore conferma della soggiacenza elevata dell'area oggetto di studio viene mostrata di seguito la Tav 3 MS03 – Pianura vercellese PTA Regione Piemonte

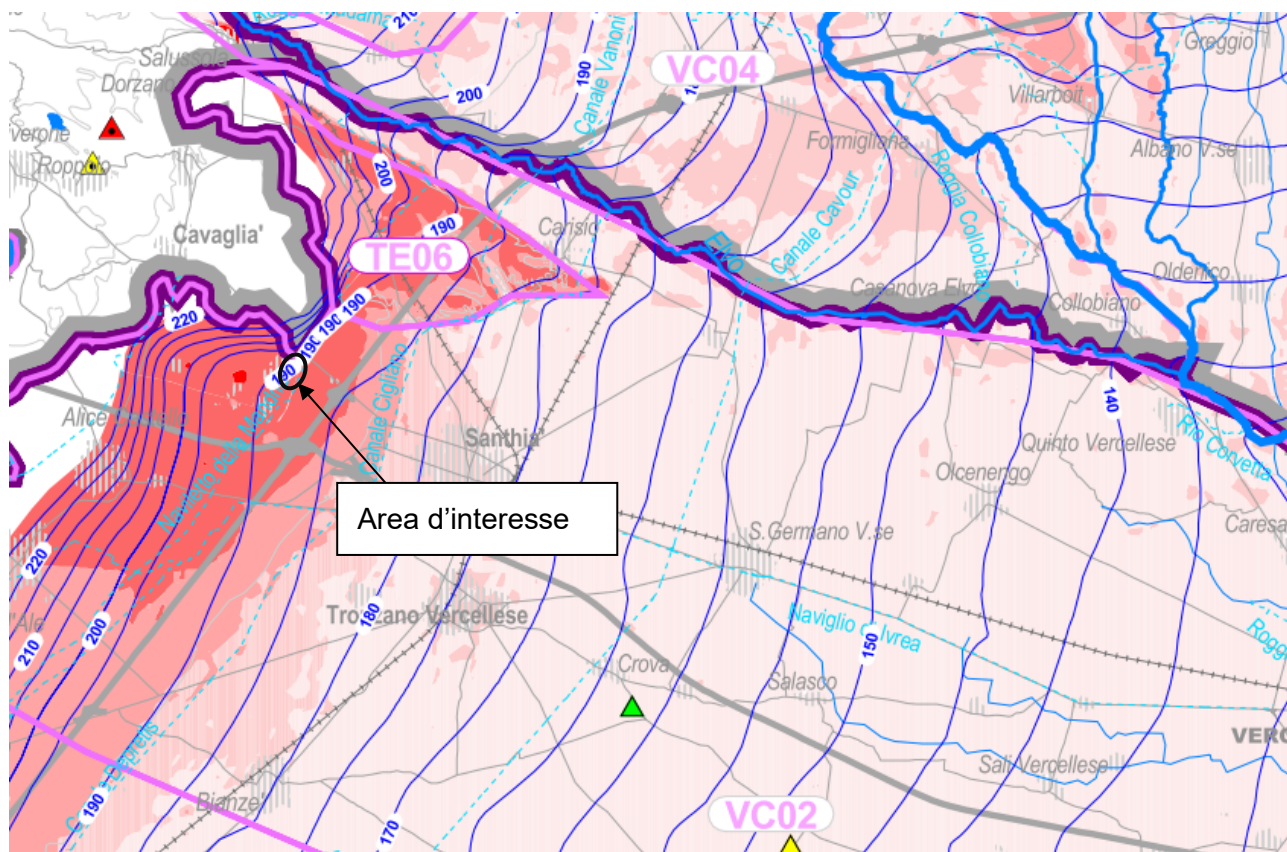


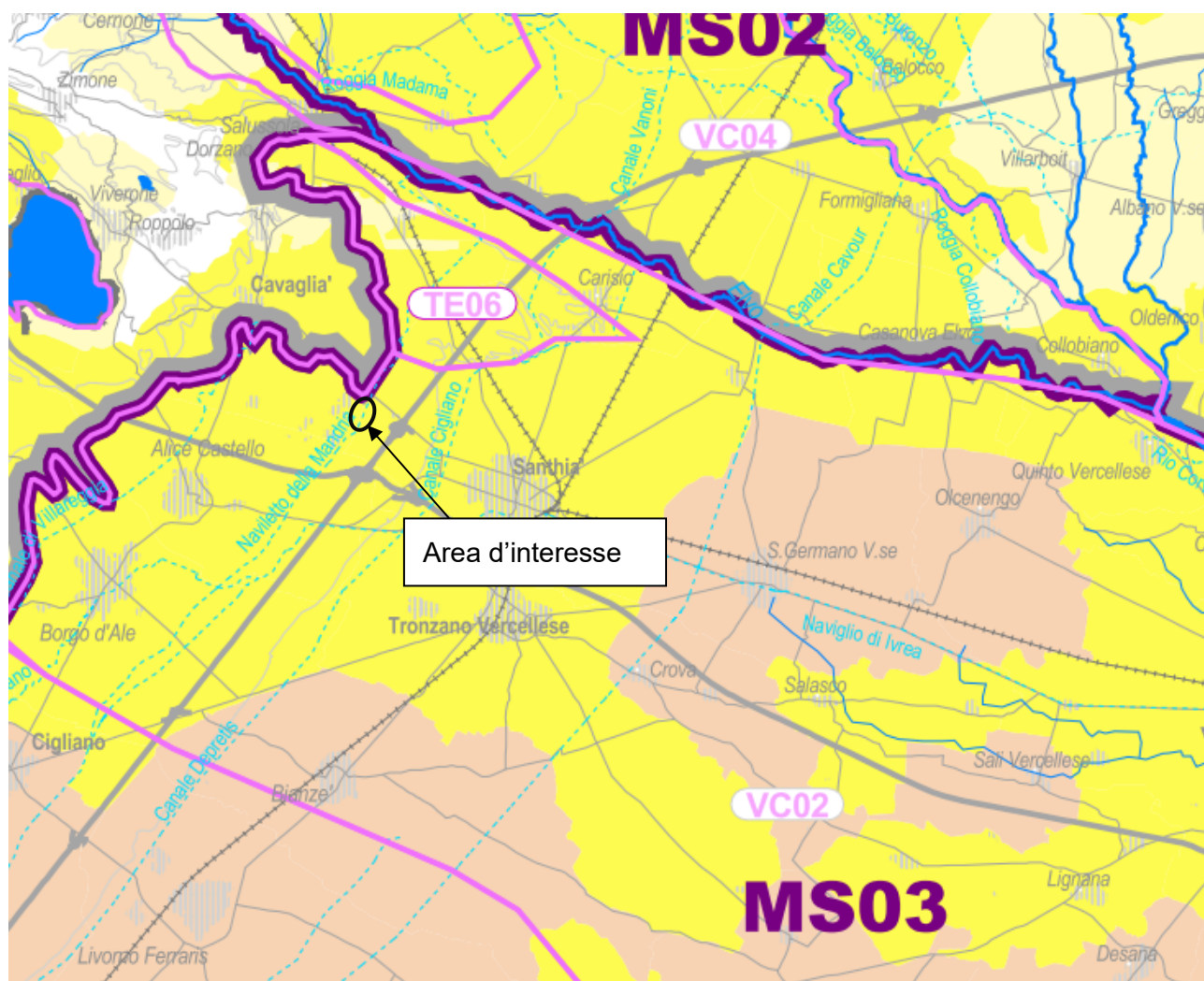




Figura 29: Stralcio di Tav 3 MS03 – Pianura vercellese PTA Regione Piemonte

### 7.4.6 CARICHI DA FONTE DIFFUSA

In questa sezione viene inquadrata l'area di studio all'interno della tavola del PTA che mostra un carico effettivo di azoto da fonte diffusa basso (da 2,5 a 5 t/anno/km<sup>2</sup>).



**TAV. 6 - CARICHI DA FONTE DIFFUSA**

**Carico effettivo di azoto da fonte diffusa**

	<i>Elevato</i>	$> 10 \text{ t/anno / km}^2$
	<i>Medio</i>	$5-10 \text{ t/anno / km}^2$
	<i>Basso</i>	$2.5-5 \text{ t/anno / km}^2$
	<i>Molto basso</i>	$< 2.5 \text{ t/anno / km}^2$

Figura 30: Stralcio di Tav 6 MS03 – Pianura vercellese PTA Regione Piemonte

## 8 CARATTERISTICHE E RISULTATI DEL MODELLO DI FLUSSO DELLA FALDA – LEG-BI1/17/1 REDATTO DAL PROF. FRANCANI (2018)

Per completezza di informazione, è stato condotto un approfondimento sulla disponibilità della falda.

### **Scelta del codice di calcolo**

*Il modello è stato realizzato con il codice di calcolo Modflow2000 (realizzato dallo United States Geological Survey). Si tratta di un codice di calcolo alle differenze finite, in grado di rappresentare il flusso delle acque di falda in mezzi porosi in tre dimensioni.*

*A differenza dei codici analitici, Modflow consente di rappresentare realisticamente la struttura del sottosuolo, sia in termini di geometria dei livelli idrogeologici che della distribuzione delle proprietà idrodinamiche.*

### **Dominio di calcolo**

*La griglia di calcolo a maglie quadrate è stata orientata secondo la direzione principale di deflusso (ONO – ESE). Il dominio, lungo 6 km e largo 4 km, è stato suddiviso in 75 righe e 50 colonne, a formare elementi quadrati di lato pari ad 80 metri.*

*L'area di interesse è stata in seguito sottoposta a raffittimento al fine di ottenere una maggiore precisione nel calcolo dei livelli di falda e delle velocità di deflusso. Lungo la direzione verticale, il modello raggiunge la base del secondo acquifero o acquifero profondo. Il primo ed il secondo layer rappresentano l'acquifero superficiale fino ad una profondità determinata sulla base delle stratigrafie esaminate e della rappresentazione della base dell'acquifero disponibile sul Geoportale della Regione Piemonte. Nell'area di interesse, la base è ubicata ad una quota di 162 – 165 metri s.l.m. Il terzo layer rappresenta il livello di separazione tra acquifero superficiale ed acquifero profondo, rinvenuto in tutte e tre le stratigrafie esaminate dei piezometri profondi ubicati nel sito di interesse (7PP, 12PP e 19PP). Lo spessore di tale livello limoso argilloso debolmente sabbioso è variabile, nelle stratigrafie esaminate, da 2,4 metri in 12PP a oltre 13 metri in 19PP. In via cautelativa, è stato impostato uno spessore costante in tutto il modello, pari allo spessore minimo rinvenuto nel sito di interesse (2,4 metri). Inoltre, il livello è stato interrotto verso monte, impostando conducibilità idrauliche maggiori, per rappresentare i materiali appartenenti alle deposizioni glaciali dell'arco morenico di Ivrea.*

*Il quarto ed il quinto layer rappresentano l'acquifero profondo e raggiunge una profondità variabile tra 113 m s.l.m. all'estremo sud-est e 151 m s.l.m. all'estremo nord-ovest. La profondità è stata*

stabilita sulla base delle stratigrafie raccolte, tra cui quella di un pozzo acquedottistico in territorio di Santhià. Il pozzo raggiunge la profondità di 130 m s.l.m. e la stratigrafia mostra la presenza di un livello molto potente (23 metri) di argilla azzurra, assunto come limite basale dell'acquifero profondo.

La discretizzazione verticale del modello è rappresentata in figura seguente.

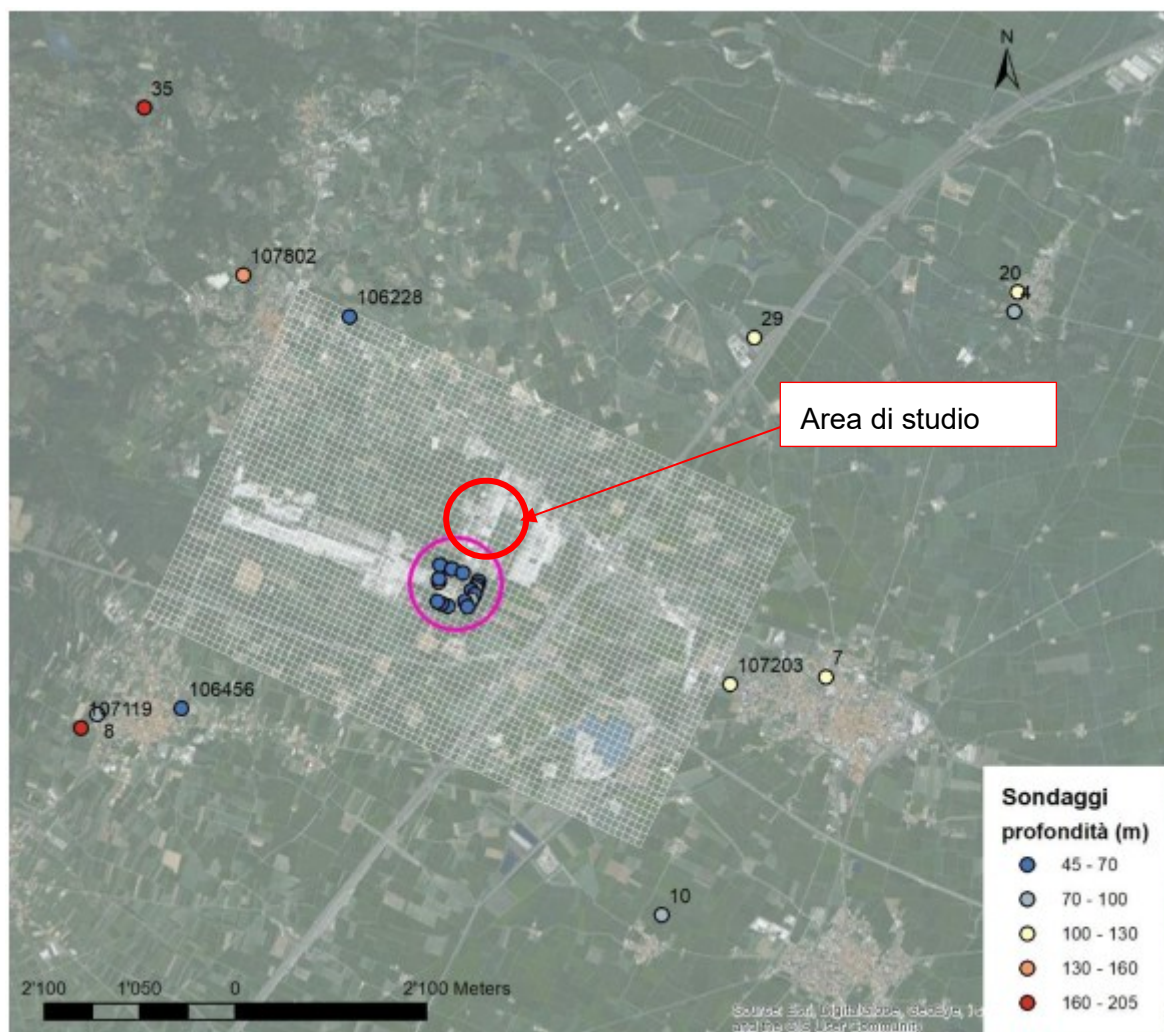


Figura 31: Posizione della griglia di calcolo (in bianco) e dei sondaggi utilizzati per definire le basi del modello. Il cerchio rosa delimita il sito di interesse



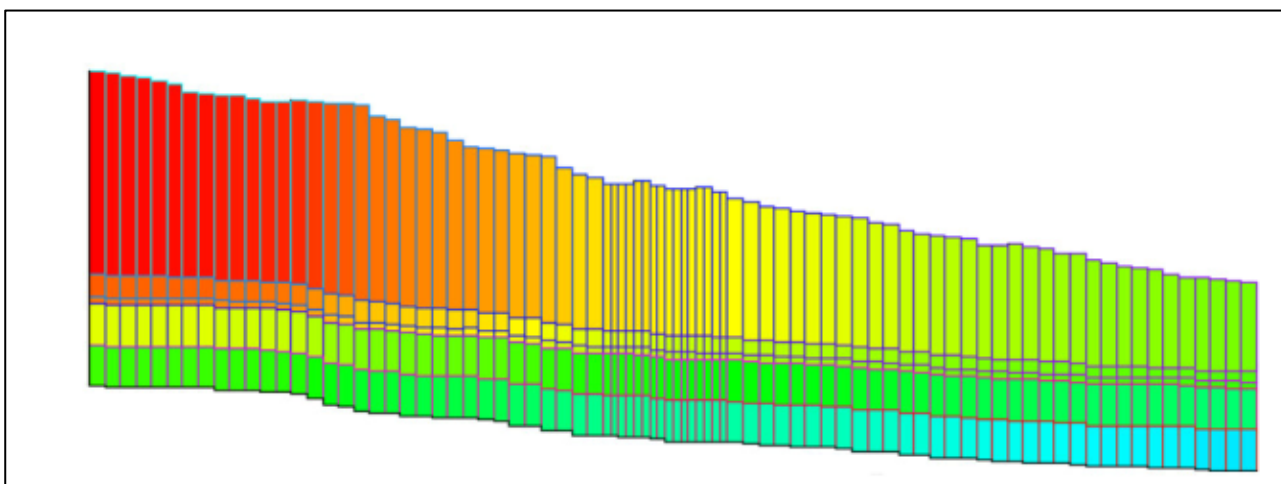


Figura 32: Sezione del modello lungo la direzione di deflusso. Si notano i 5 livelli (layer) in cui il modello è suddiviso lungo la verticale. I colori rappresentano le quote delle basi di ogni cella.

#### **Conducibilità idrauliche**

I valori ammissibili di conducibilità idraulica sono stati ricavati dalle prove di portata svolte nei piezometri del sito. Inoltre, sono stati raccolti valori di conducibilità idraulica riportati nelle banche dati del Geoportale di Regione Piemonte e di ARPA (Banca dati geotecnica del Piemonte). I valori di conducibilità nei quattro layer che rappresentano l'acquifero superficiale e l'acquifero profondo (layer 1 e 2 per il superficiale, layer 4 e 5 per il profondo), sono stati distribuiti tramite interpolazione. In layer 2 è stato attribuito un valore unico. Una volta stabiliti gli intervalli ammissibili, i valori di conducibilità sono stati sottoposti a calibrazione.

#### **Condizioni al contorno**

Ai limiti di monte e valle del modello sono state attribuite condizioni di carico costante (condizione di Dirichlet). I valori sono stati desunti dalla piezometria interpolata a scala regionale su dati del 2002, estratta dal Geoportale regionale. I valori di carico idraulico sono stati poi variati, in sede di calibrazione, al fine di ricercarne il valore ottimale rispetto ai livelli misurati nei piezometri del sito. La ricarica superficiale nell'area in esame è dovuta in misura preponderante alle precipitazioni meteoriche ed agli effetti dell'evapotraspirazione. Il valore è stato attribuito in sede di calibrazione.

### **Pozzi interni al dominio**

Nel dominio di simulazione sono stati inseriti tutti i pozzi di cui sono reperibili, nel Geoportale regionale, informazioni relative a posizione e portata media emunta. I pozzi sono stati ubicati in Layer 1 o Layer 4 a seconda che i tratti fenestrati siano posizionati nell'acquifero superficiale od in quello profondo. A fini di tutela della risorsa, la banca dati del Geoportale non riporta la posizione dei pozzi a scopo idropotabile.

Queste opere non sono quindi rappresentate all'interno del modello.

Le posizioni e le portate emunte dai pozzi nei due layer sono mostrate in figura seguente.



Figura 33: Posizione e portate (in litri/secondo) estratte dai pozzi inseriti nel modello

### **Modello calibrato**

*La calibrazione del modello di flusso è un processo che prevede la variazione dei valori dei parametri di input al fine di ottenere la migliore riproduzione delle condizioni di livello e/o flusso di riferimento entro un margine di errore ritenuto accettabile. In seguito alla variazione di uno o più parametri, l'accuratezza del modello viene verificata sia tramite confronto tra i valori simulati e le rispettive osservazioni, sia attraverso alcuni indicatori statistici. Nel caso specifico, è stato utilizzato un metodo di stima automatica dei parametri, adottando l'approccio della calibrazione inversa attraverso l'ausilio di PEST (Watermark Numerical Computing).*

*PEST è un programma di calibrazione automatica che calcola la relazione tra i parametri di input e le previsioni del modello al fine di minimizzare la funzione obiettivo, calcolata, in PEST, come la sommatoria del quadrato della differenza tra ogni osservazione (piezometri target) ed il corrispondente valore di output, opportunamente pesati. La calibrazione è stata condotta in condizioni stazionarie, utilizzando come osservazioni i livelli piezometrici misurati nel sito di interesse nella campagna del 28 settembre 2017. I parametri soggetti a variazione sono stati le condizioni al contorno di valle ed i valori di conducibilità idraulica in tutti i layer del modello.*

*La piezometria calibrata è riportata in Figura A 4. Gli scostamenti tra livelli piezometri misurati e simulati sono riportati in Figura 36. Il modello si discosta, rispetto alle misure, di pochi centimetri (5 cm in media).*



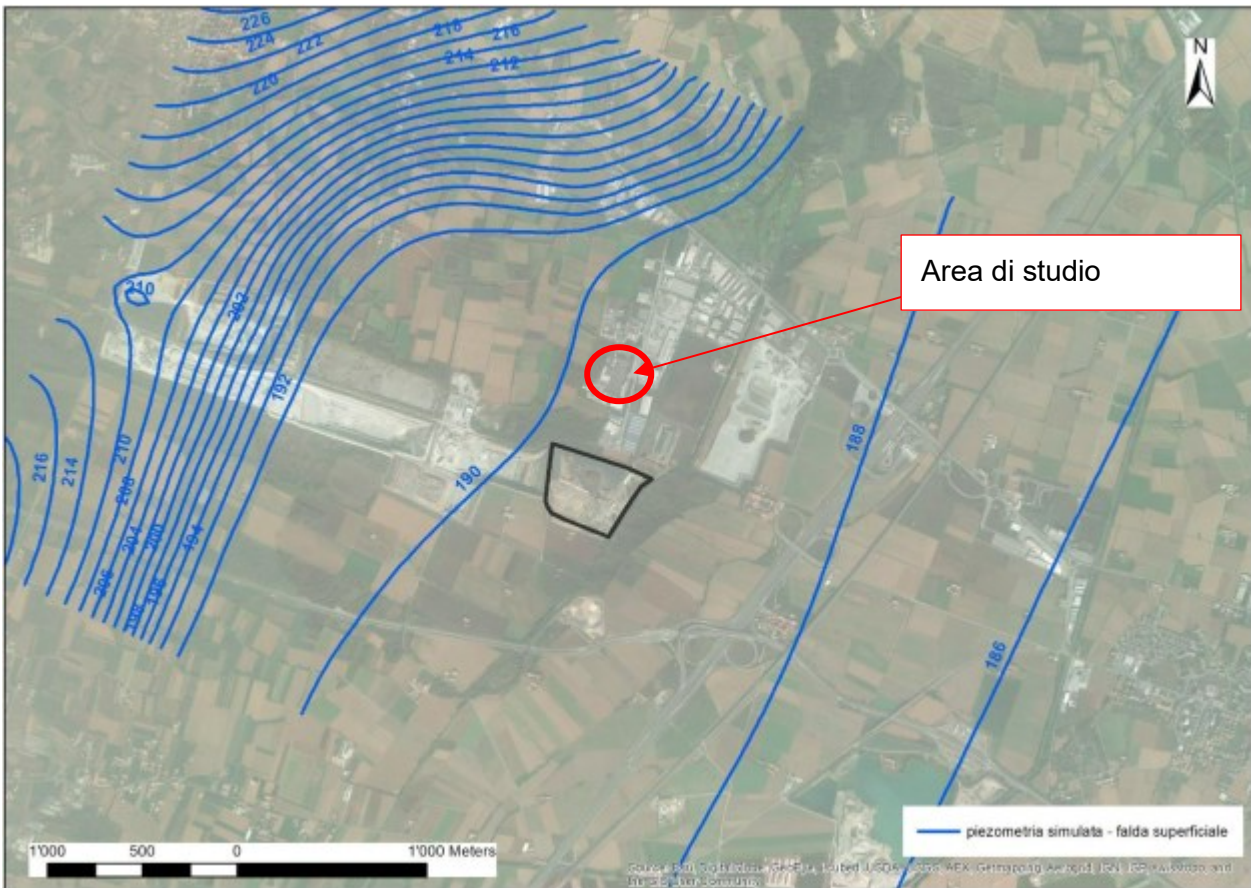


Figura 34: Modello calibrato – Piezometria simulata della falda superficiale.

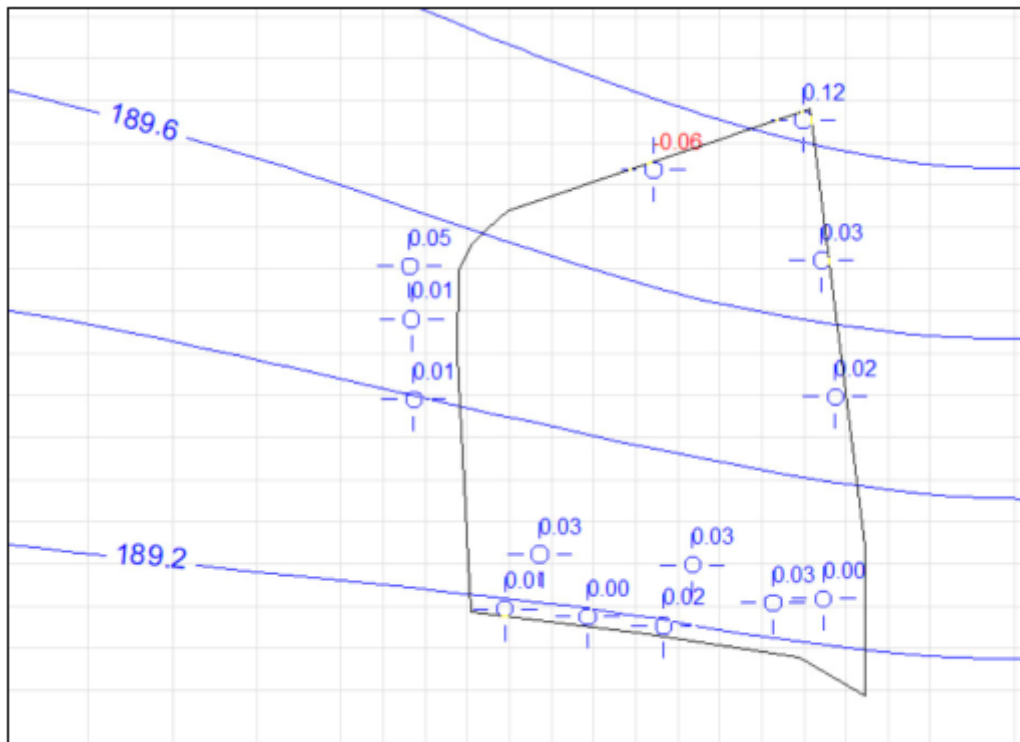
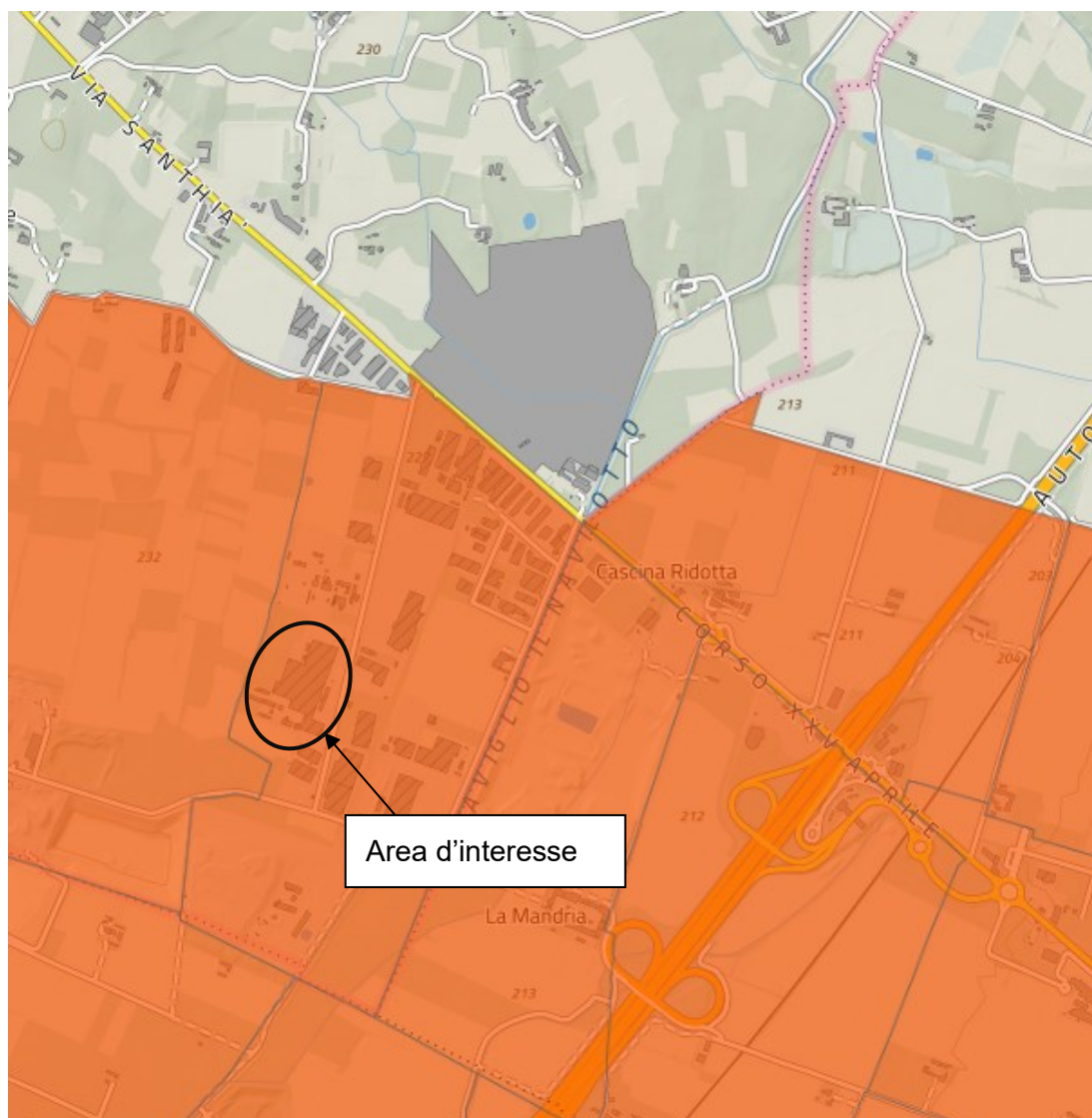


Figura 35: Scostamenti tra livelli piezometrici misurati e simulati - Valori in metri.



## 9 ZONE VULNERABILI DA NITRATI DI ORIGINE AGRICOLA

Nella figura seguente viene inquadrata l'area d'interesse all'interno della cartografia del GeoPortale della Regione Piemonte nella quale si evidenzia che l'area ricade tra le zone vulnerabili all'inquinamento da nitrati di origine agricola secondo il Regolamento regionale 28 dicembre 2007 n. 12/R e s.m.i.



Fogli di Mappa ZVN (designazione vigente)

- DGR 20-946 del 2020 (programma d'azione vigente dal 2021)
- DGR 21-551 del 2019 (programma d'azione vigente dal 2021)
- Reg. 12R/2007
- Reg 9R/2002

Figura 36: zone vulnerabili all'inquinamento da nitrati di origine agricola secondo il Regolamento regionale 28 dicembre 2007 n. 12/R e s.m.i.

## 10 PROVE DI EMUNGIMENTO A PORTATA COSTANTE E CALCOLO DEI PARAMETRI IDRODINAMICI

Al fine di valutare la permeabilità dei terreni interessati sono stati utilizzati i dati desunti dalle prove di emungimento eseguite in data 07/10/91 sul pozzo 4 (abbassamento e risalita) e in data 23/02/99 sui pozzi 4 e 3 (abbassamento); in quest'ultima data il pozzo 3 è stato usato solo come piezometro. Tutte le prove di emungimento a portata costante e a portata variabile del 1999 sono state eseguite a cura del Dott. Geologo Vanoni.

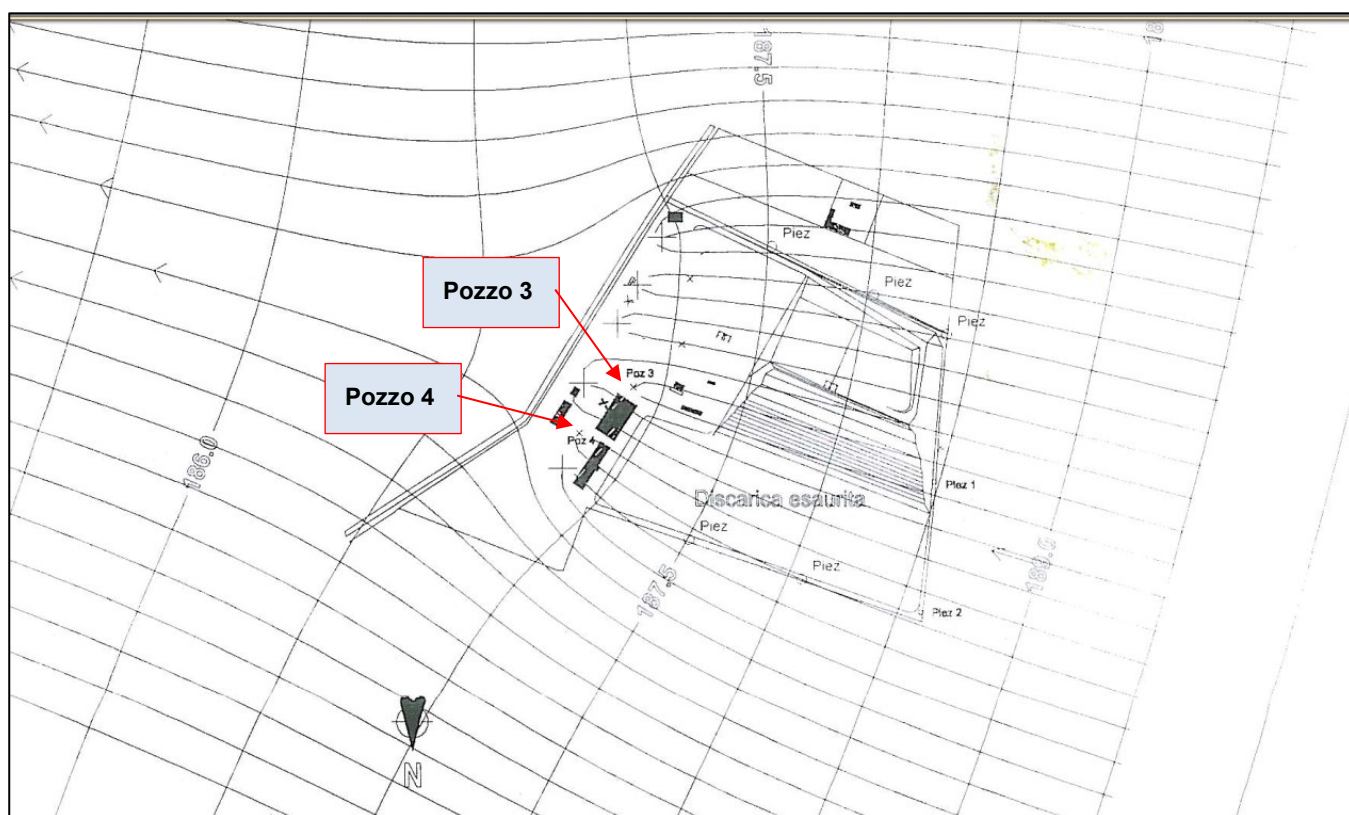


Figura 37: Ubicazione dei pozzi 3 e 4

## Pozzi e piezometri esistenti

○ Piezometri

X Pozzi di monitoraggio ed eventuale emungimento

## Pozzi e piezometri da realizzare

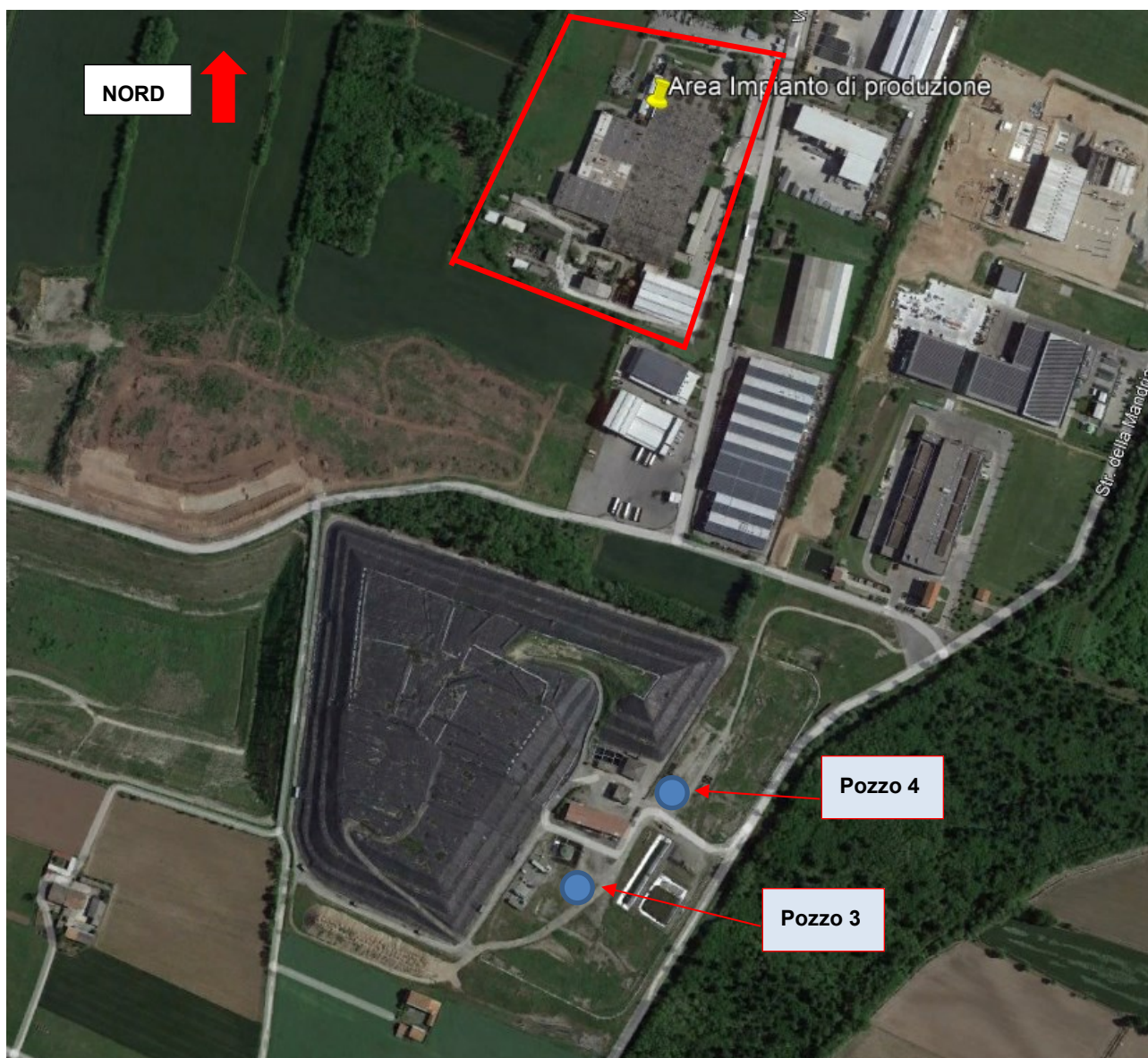
⊕ Pozzi di monitoraggio ed eventuale emungimento

—●●●— Linea isoplezometrica n.s.l.m.

→ Linea di flusso

Figura 38: Stralcio della legenda Ubicazione dei pozzi 3 e 4





*Figura 39: Ubicazione Pozzo 3 e Pozzo 4 da Google earth*

Il metodo utilizzato per l'interpretazione delle prove è stato quello di Cooper-Jacob.

Nei capitoli seguenti vengono riportati i dati e l'interpretazione degli stessi per la valutazione della permeabilità del suolo.

Si riportano di seguito i grafici delle prove eseguite



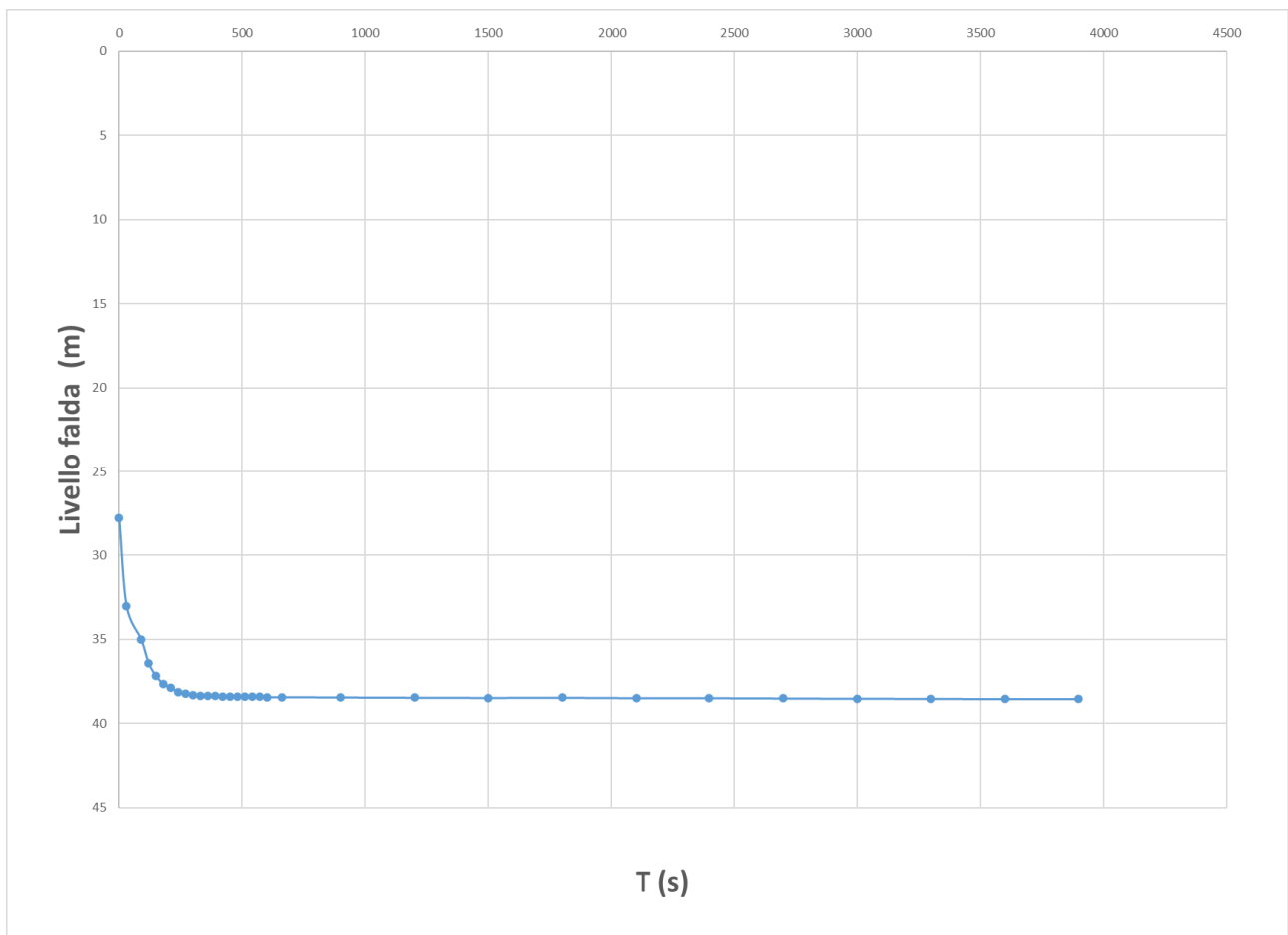


Figura 40: 07/10/91 - Pozzo 4 - Prova 1 (Emungimento)

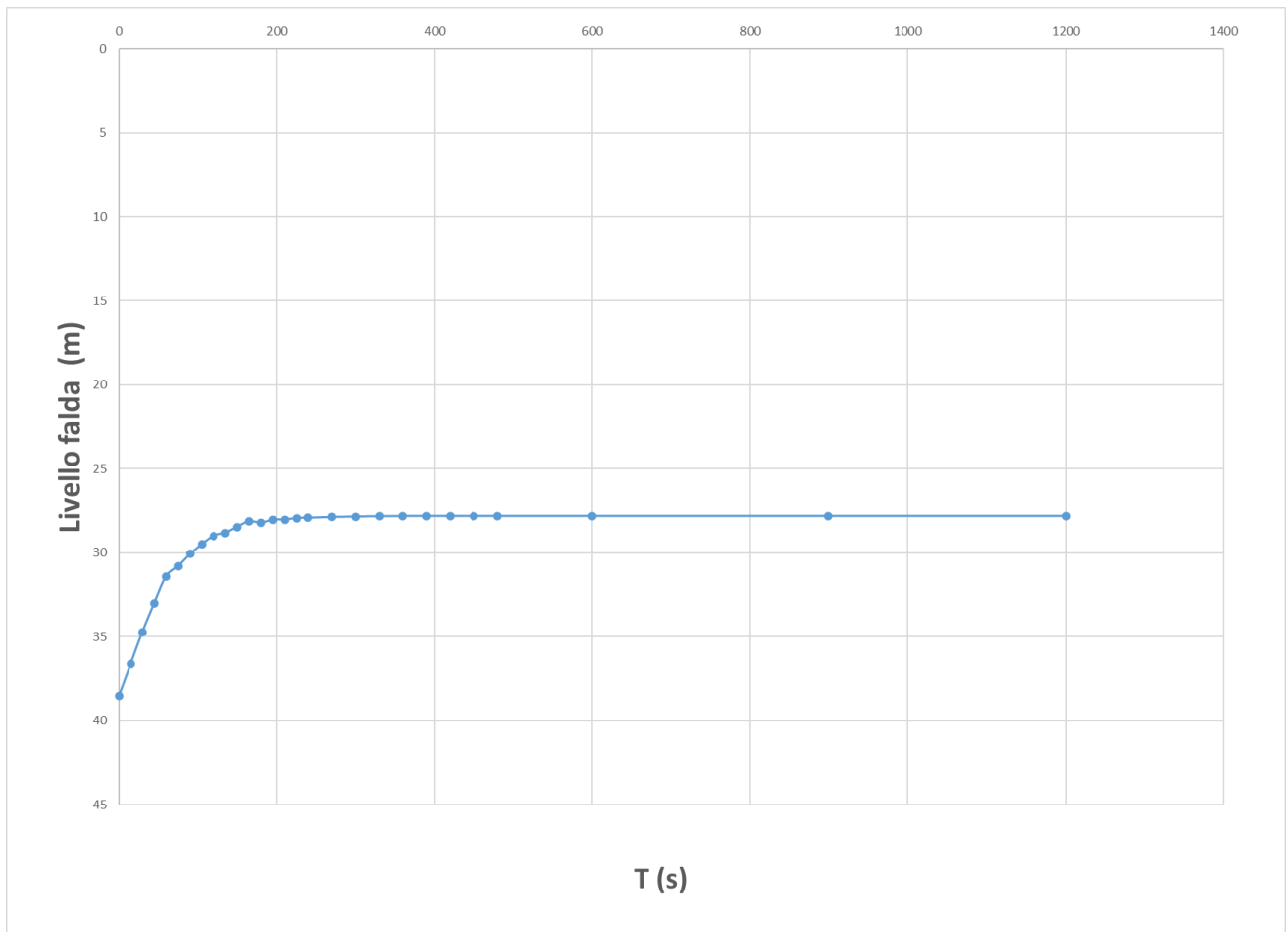


Figura 41: 07/10/91 - Pozzo 4 - Prova 2 (Risalita)

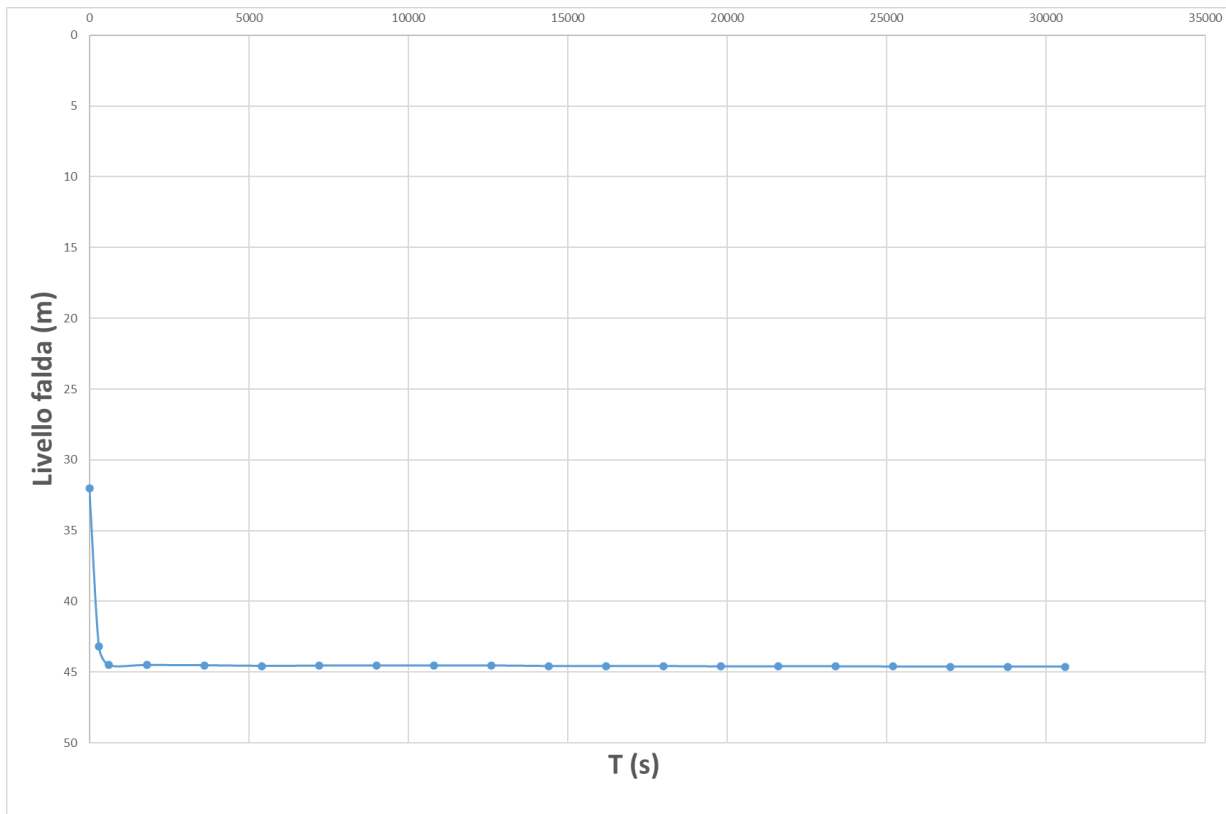


Figura 42: 23/02/99 - Pozzo 4 - Prova 3 (Emungimento)

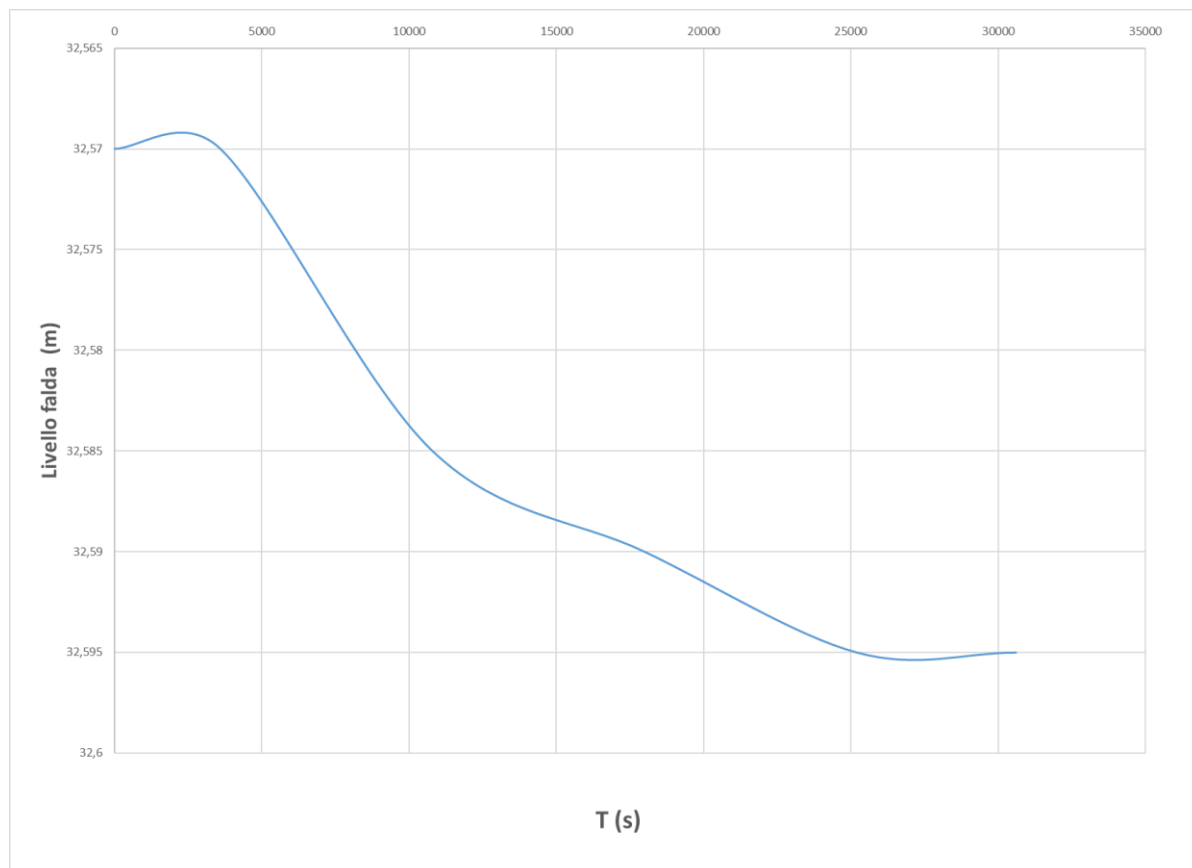


Figura 43: 23/02/99 - Pozzo 3 - Prova 4 (Emungimento da Pozzo 4)

Di seguito viene visualizzata la tabella riassuntiva dei valori dei parametri idrodinamici individuati.

PROVA	POZZO	TIPO DI PROVA	K (m/s)
1	4	EMUNGIMENTO	0,00013
2	4	RISALITA	0,00011
3	4	EMUNGIMENTO	0,00014
4	3	EMUNGIMENTO DA POZZO 4	0,00014

Tali valori attestano un'elevata permeabilità dell'acquifero nell'ordine di  $1 - 10^{-4}$  m/s.



## 11 PROVE DI EMUNGIMENTO A PORTATA VARIABILE

È stato elaborato i dati di una prova di emungimento a portata variabile eseguita su 4 gradini rispettivamente in data 12/02/99 e 22/02/99 allo scopo di valutarne l'efficienza (con il metodo di Jacob) e la portata critica (con il grafico  $Q^2/s$ ).

La prova sul pozzo 4 è stata realizzata con 4 gradini di portata variabili da 0.0077 m<sup>3</sup>/s (460 l/min) a 0.03 m<sup>3</sup>/s (1800 l/min). L'efficienza è risultata variare da 95% a 84%. Anche in questo caso la portata critica, per il campo di portate utilizzate, non è stata raggiunta.

In entrambi i casi si evidenzia una buona produttività dell'acquifero.

In allegato sono stati riportate le tabelle dei dati e dei risultati, e i grafici delle relative interpretazioni.

NOME PROVA: POZZO 4			
Dati di input:			
Gradino n°	Q (m <sup>3</sup> /s)	s (m)	Abbassamenti specifici s/Q (s/m <sup>2</sup> )
1	0.0077	2.86	371.429
2	0.0150	5.95	396.667
3	0.0200	8.03	401.500
4	0.0300	12.65	421.667

**12 STRATIGRAFIA POZZO 3-POZZO 4**

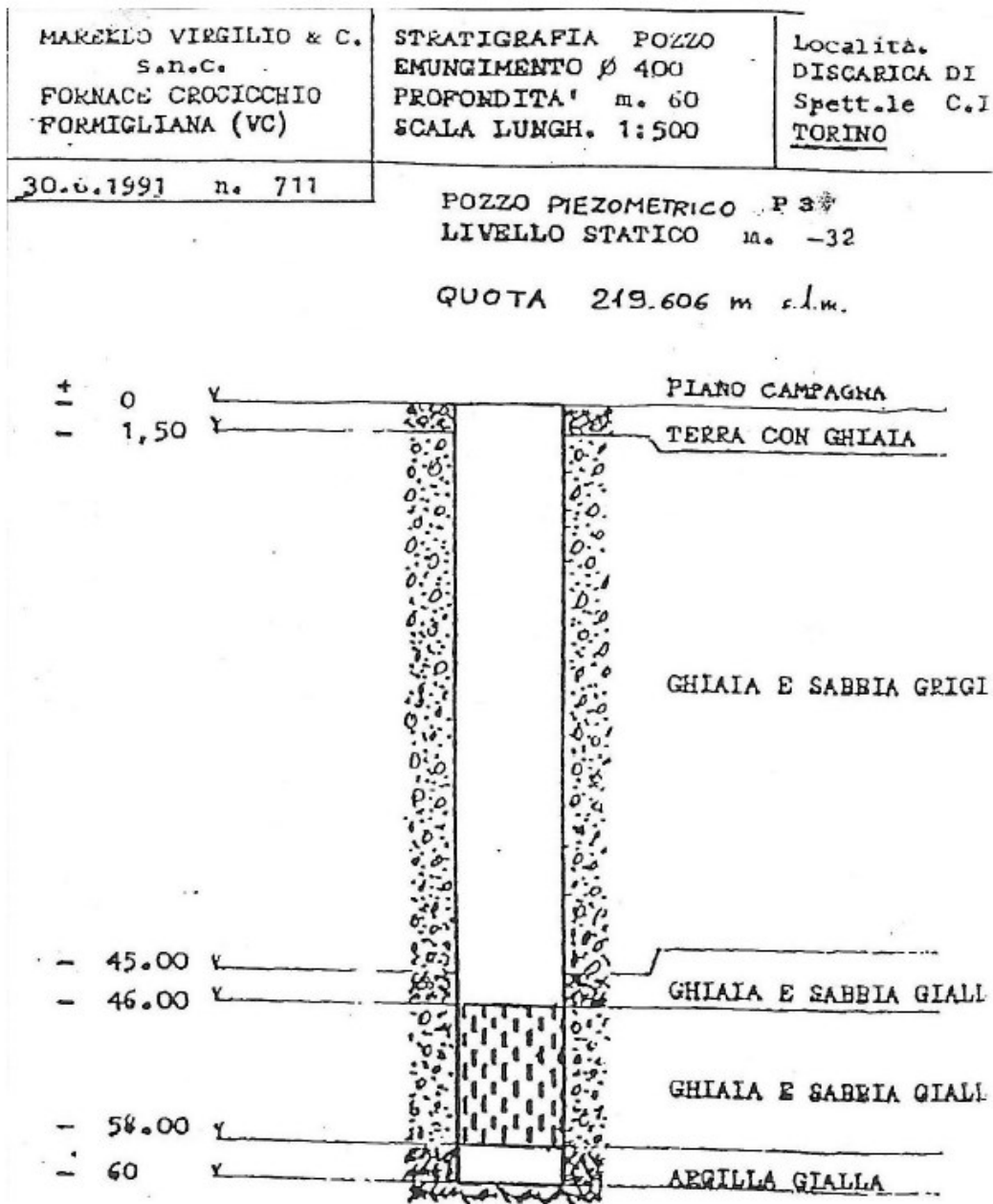


Figura 44-Stratigrafia Pozzo 3

MARELLO VIRGILIO & C.  
S.n.c.  
FORNACE CROCICCHIO  
FORMIGLIANA (VC)

STRATIGRAFIA POZZO  
EMUNGIMENTO Ø 400  
PROFONDITÀ m. 60  
SCALA LUNGH. 1:500

Località:  
DISCARICA DI CAVAGLIÀ  
Spett.le C.I.S. S.  
TORINO

30.6.91 n.710

POZZO EMUNGIMENTO R 4  
LIVELLO STATICO - 32 m.  
QUOTA 219.00 m s.l.m.

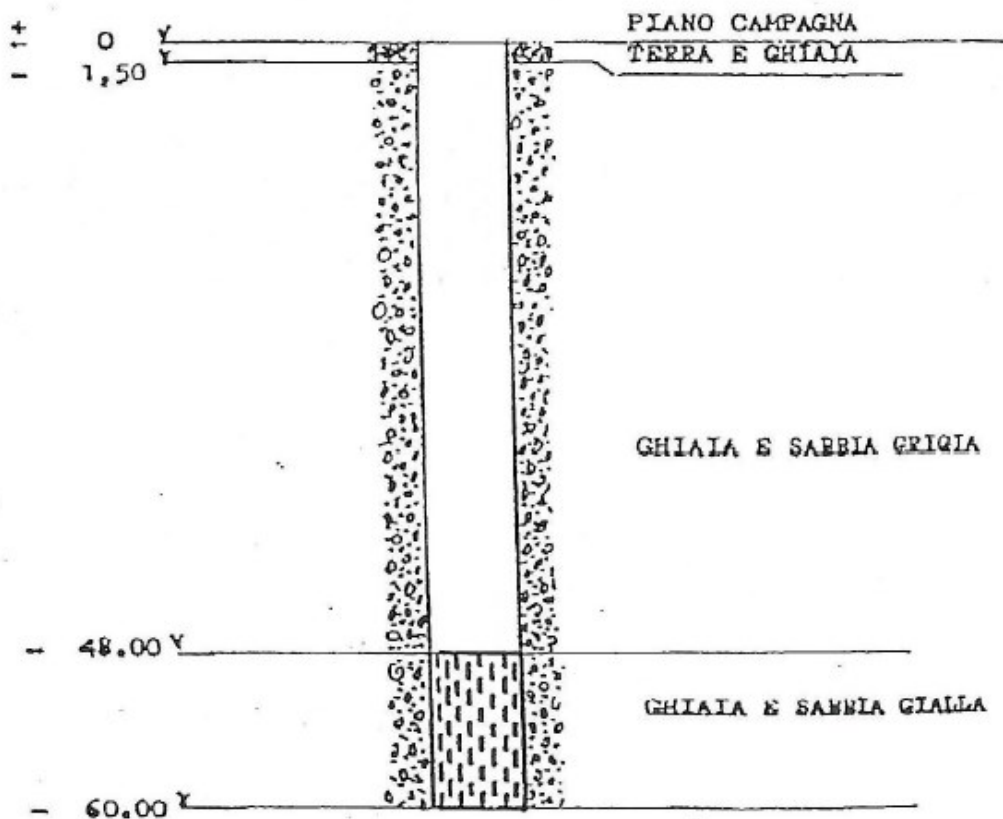


Figura 45-Stratigrafia Pozzo 4

## 13 VERIFICA DISPONIBILITÀ ACQUA INDUSTRIALE

Al fine di valutare la disponibilità di acqua industriale per il sito in oggetto, si è verificato l'abbassamento della falda ipotizzando l'inserimento all'interno dell'area di un pozzo e valutando l'estensione del raggio di influenza in funzione della portata emunta.

La valutazione del raggio di influenza in funzione della portata massima emungibile pari a 30 l/s è stata effettuata mediante il metodo di Sichard.

### 13.1 CALCOLO DEL RAGGIO D'INFLUENZA – METODO DI SICHARD

Qui di seguito si riporta il metodo utilizzato per il calcolo del raggio di influenza.

In letteratura esistono diverse formule empiriche e semi empiriche per il calcolo del raggio di influenza. La più comune, perché di immediato utilizzo è quella di Sichard.

In essa il raggio di influenza è calcolabile con la presente equazione

$$R = C \cdot \Delta h \cdot \sqrt{k}$$

con il seguente significato dei simboli:

R = Raggio d'influenza [m];

$\Delta h$  = rappresenta l'abbassamento in metri registrato nel pozzo in seguito al pompaggio [m];

k = coefficiente di permeabilità [m/s];

C = una costante empirica che nel caso del pozzo singolo si assume uguale a 3000.

Essendo il raggio di influenza funzione dell'abbassamento del livello di falda nel pozzo, questo è stato calcolato con la seguente formula, riportata nel manuale Ciria 113.

$$Q = \pi \cdot k \cdot \frac{(H^2 - h_w^2)}{\log_e \frac{R_0}{r_w}}$$

I cui simboli sono esplicitati dall'immagine sotto riportata.



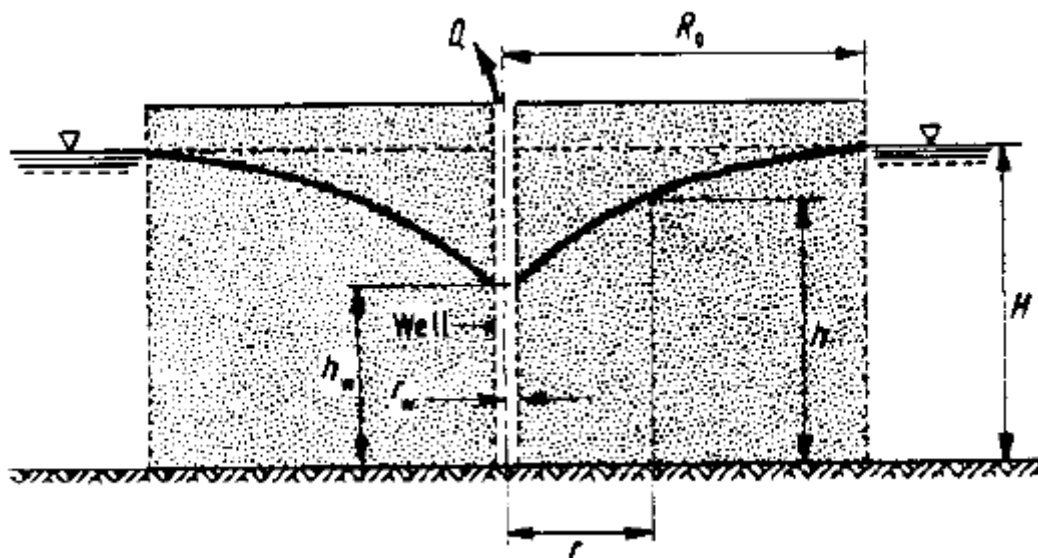


Figura 46 : Schema di un pozzo di pompaggio – tratto da manuale CIRIA 113

Applicando le formule sopra riportate risulta che:



### PUMPING TEST Q=30l/s

Q=30l/s

Parametro		Valore	u.m.
Altezza acquifero	H	50	[m]
Abbassamento previsto	$H-h_w$	5.00	[m]
Altezza falda nel pozzo	$h_w$	45.00	[m]
Portata emunta	Q	30	[l/s]
		0.03	[mc/s]
Permeabilità terreno	k	1.30E-04	[m/s]
Diametro pozzo	d	500	[mm]
Raggio pozzo	$r_w$	0.25	[m]
<b>Raggio di influenza</b>	<b><math>R_0</math></b>	<b>171.03</b>	<b>[m]</b>



Figura 47 - Ubicazione pozzo - Dettaglio raggio di influenza

		Numero Documento CAVP09O10000PCR1200101	Impianto per la produzione di energia elettrica e termica mediante combustione di rifiuti speciali non pericolosi sito in Comune di Cavaglià (BI) - Relazione di calcolo di verifica disponibilità acqua industriale
---	--	--	--

## 14 PROGETTO DEL NUOVO POZZO

Per la progettazione del nuovo pozzo si è pertanto tenuto in considerazione quanto emerso dai recenti sondaggi realizzati sull'area di intervento e dagli studi svolti su aree prossime a quella di intervento.



In particolare, il nuovo pozzo verrà realizzato con le stesse caratteristiche costruttive utilizzate per la terebrazione del pozzo 20POZ realizzato presso l'area del polo tecnologico A2A Ambiente.

La parte filtrante del pozzo intercetterà esclusivamente il sistema acquifero a superficie libera (acquifero superficiale) contenuta nei depositi depositi fluvioglaciali attribuiti generalmente al Pleistocene superiore (Wurm) e alla parte superiore del Pleistocene medio (Riss).

Il pozzo, pertanto, non consentirà la comunicazione tra la falda superficiale e le sottostanti falde profonde, poiché la perforazione si fermerà al di sopra dei depositi limosi argillosi che costituiscono la base dell'acquifero superficiale e la separazione con gli acquiferi profondi, risultando pertanto compatibile con i principi di tutela e salvaguardia delle acque sotterranee di cui all'art. 2, cm. 6 della L.R. 30 aprile 1996, n.22 e s.m.i.

Nella tabella seguente vengono indicate le principali caratteristiche del pozzo in progetto.

I recenti sondaggi eseguiti sull'area di intervento (v. allegato alla Relazione Geologica "Campagna di Indagine 2022") nei quali si è proceduto alla perforazione con posizionamento di un piezometro sino alla profondità di circa 40 m dal p.c. (sondaggio ZC1), confermano che la successione dei terreni incontrati è in accordo con le caratteristiche geologiche descritte nel capitolo precedente, infatti la stratigrafia di riferimento indica la presenza di "Ghiaia sabbie con ciottoli centimetrici in matrice sabbiosa grigia" distribuita in modo omogeneo da 0 a 40 m, e la presenza della falda a - 34,50 m da p.c.

		Numero Documento CAVP09O10000PCR1200101	Impianto per la produzione di energia elettrica e termica mediante combustione di rifiuti speciali non pericolosi sito in Comune di Cavaglià (BI) - Relazione di calcolo di verifica disponibilità acqua industriale
---	--	--	--

Profondità	di perforazione - 50 m dal p.c. medio di completamento - 50 m dal p.c. medio
Perforazione	a rotazione con circolazione inversa di acqua da 0 m a - 50 m
Diametri	di perforazione 500 mm da 0 m a - 50 m di completamento 300 mm da 0 m a - 50 m
Completamento	tubazione di rivestimento cieca $\varnothing = 355/6$ mm, per un totale di 39.00 m distribuita negli intervalli di profondità: 00.00 m $\rightarrow$ - 35.00 m - 49.00 m $\rightarrow$ - 50.00 m  tubazione filtrante in acciaio al carbonio e tipologia di "filtro punzonato a ponte" $\varnothing = 300$ mm sp 1.5 mm per un totale di 14.00 m posata nell'intervallo di profondità: - 35.00 m $\rightarrow$ - 49.00 m
Dreno	ghiaietto selezionato con diametro medio dei granuli $\varnothing = 3 - 5$ mm da - 50.00 m a - 25.00 m ghiaietto non selezionato da - 25.00 a - 5.00 m
Isolamenti	L'intercapedine tra la parete del foro e la tubazione di rivestimento da tamponare con boiaccia cementizia nell'intervallo di profondità da 00.00 m a - 5.00 m (Fig.3)
Sviluppo	Mediante elettropompa centrifuga sino alla completa chiarificazione dell'acqua emunta
Equipaggiamento	n.1+1 elettropompa centrifuga modello da 26 kW (35 CV) e $Q = 20 \div 45$ l/s e $H = 70 \div 38$ m.
Finitura	Avanpozzo realizzato in cls e/o muratura in opera dotato di manufatto esterno in cls e/o carpenteria metallica con tetto asportabile per facilitare le operazioni di estrazione della pompa
Portata di esercizio prevista	0.030 m <sup>3</sup> /s (30 l/s)

Lo schema di completamento del pozzo sarà indicativamente il seguente:



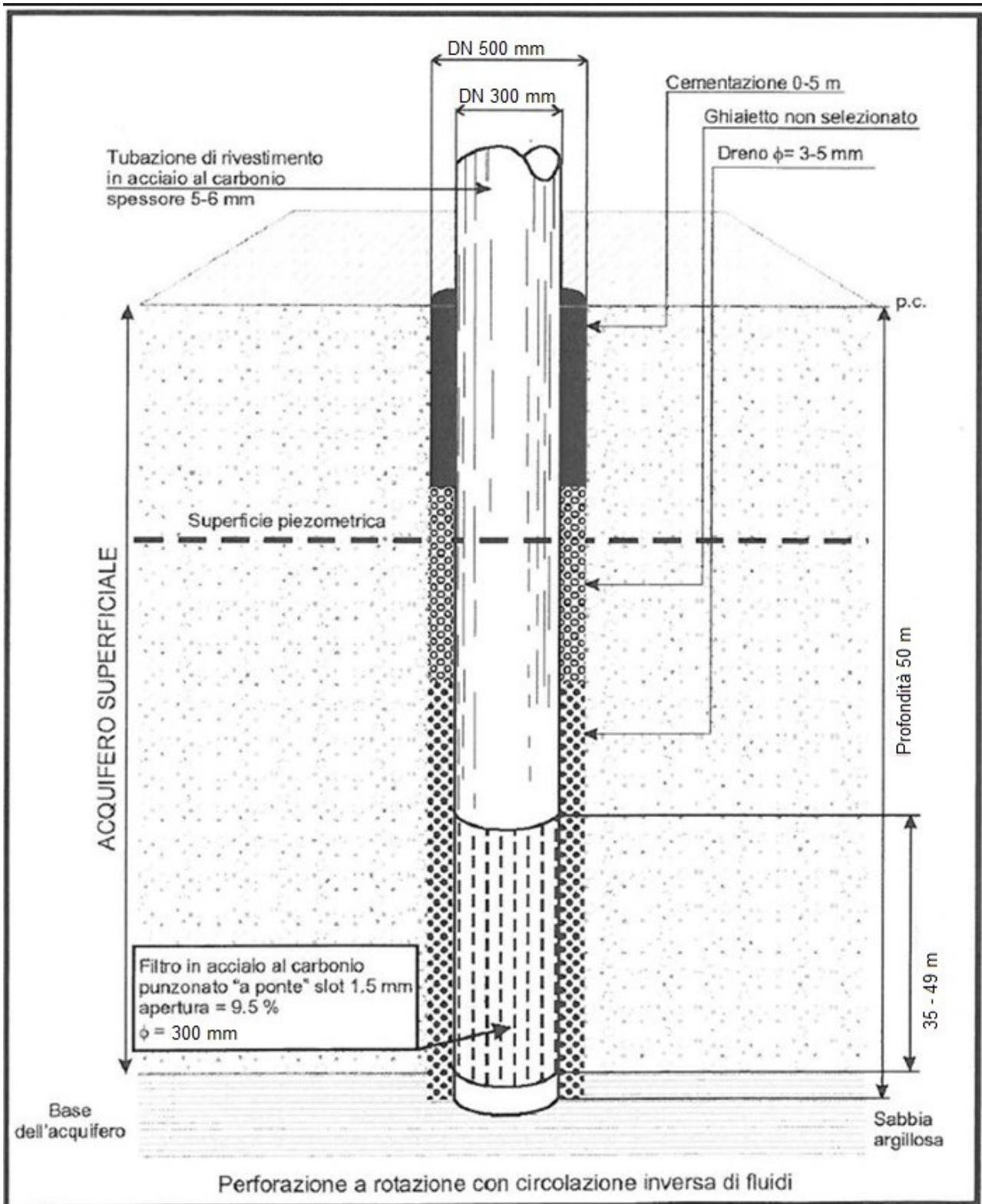


Figura 48– Schema di completamento del pozzo

## 15 CONCLUSIONI

Con riferimento a quanto sopra riportato si può affermare che:

- Sono state prese in considerazione le indagini geognostiche condotte sul sito di interesse ed i relativi dati di permeabilità derivanti dalle prove in sito.
- Sono state considerate le prove di pompaggio in possesso di A2a, in un sito adiacente a quello di studio, da considerarsi valide anche per il sito di studio.
- Il livello piezometrico si attesta attorno a -30 m da p.c. attuale con oscillazioni di circa 4-6m.
- La base del primo acquifero si attesta a circa -50-70 m da p.c. attuale e risulta costituito da sabbie e ghiaie.
- Il primo e il secondo acquifero sono divisi da una lente di argille potente qualche metro.
- A grande scala i due acquiferi sono comunicanti, così come rappresentato nelle sezioni geologiche soprariportate.
- Il pozzo sarà trivellato ad una profondità di circa 50 m da p.c.
- La portata massima sarà pari a 30l/s. Tale portata va considerata come dato di punta e tiene in conto anche delle necessità dell'antincendio.
- Dalle prove di portata risulta che con 30 l/s non si raggiunge la portata critica.
- Il diametro di perforazione del pozzo sarà pari a 500mm.
- All'interno dell'area sono presenti tre pozzi dismessi che sono stati oggetto di chiusura.
- Il pozzo interesserà solo il primo acquifero e sarà in grado di soddisfare le necessità del nuovo impianto