REGIONE LIGURIA

COMUNE DI ALBENGA

PROVINCIA DI SAVONA



CONCESSIONE DI DERIVAZIONE AD USO POTABILE PER UNA PORTATA DI 110 L/SEC. DAI POZZI NEGIAIRE

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

L.R. 38/1998

Elaborato 4 - RELAZIONE INTEGRATIVA

RICHIEDENTE: COMUNE DI ALBENGA
P.zza S.Michele, 17 - 17031 Albenga (SV)

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO: Arch. GRANATA Sandra

GRUPPO DI LAVORO
Aspetti geologici e idrogeologici:
Dott. Geol. MACCIO' M. Roberto
Via Bellò 4/A-San Fedele-17031 Albenga (SV)
tel./fax: 0182-548404
e-mail: macciogeo@alice.it
Iscriz. O.R.G.L. n°168 A.P.

Dott. Geol. ARRIGHETTI Fabio - Iscriz. O.R.G.L. n°583 A.P.

Giugno 2016

INDICE - ELABORATO 4

1. PREMESSE pag.3

2. AREA DI TUTELA ASSOLUTA pag.3
2.1 REALIZZAZIONE DELLE AREE DI TUTELA ASSOLUTA pag.4

3. UTILIZZO DEI POZZI NEGIAIRE pag.4

4. ATTI AUTORIZZATIVI PREGRESSI pag.6

5. QUALITA' E QUANTITA' DELLE ACQUE DEI POZZI DELL'ACQUEDOTTO POTABILE COMUNALE pag.7

6. PROGETTO GENERALE POZZI NEGIAIRE pag.9

7. COMPATIBILITA' POZZI CON IL PIANO D'ATO pag.9

8. OPERE DI ACCUMULO E CONTROLLO DELLE ACQUE pag.10

9. NUOVA PROVA DI PORTATA pag.10
9.1 PREPARAZIONE DEL CANTIERE DI PROVA pag.11
9.2 ESECUZIONE PROVA DI PORTATA A GRADINI pag.11
9.3 VALUTAZIONE DEI PARAMETRI IDROGEOLOGICI pag.17
9.4 ELABORAZIONE PROVA DI PORTATA IN POZZO PZ1 ..... pag.28
9.5 ELABORAZIONE PROVA DI PORTATA IN POZZO PZ2 ..... pag.35

10. MODELLAZIONE NUMERICA DI FLUSSO pag.45
10.1 METODOLOGIA pag.46
10.2 MODELLO CONCETTUALE pag.48
10.3 MODELLO NUMERICO pag.49
10.4 DISCRETIZZAZIONE ORIZZONTALE E VERTICALE DEL MODELLO .. pag.50
10.5 DEFINIZIONE DELLE CONDIZIONI INIZIALI E AL CONTORNO pag.53
10.6 ASSEGNAZIONE DEI PARAMETRI DELLE CELLE pag.55
10.7 PERTURBAZIONI ESTERNE AL SISTEMA pag.55
10.8 RISULTATI E CONCLUSIONI pag.58
10.9 CURVA DI DURATA pag.68

11. OPERE DI PRESA ESISTENTI NELL'INTORNO POZZI NEGIAIRE pag.73

12. AREA DI SALVAGUARDIA DEI POZZI pag.74

13. POTENZIALI INQUINAMENTI IN AREA DI RISPETTO pag.74

14. COMPATIBILITA' DEL PRELIEVO CON L'ITTIOFAUNA pag.75

15. COMPATIBILITA' DEL PRELIEVO CON L'ATTIVITA' AGRICOLA pag.76

16. DISPONIBILITA' IDRICA PROCAPITE pag.76

INDICE TABELLE (NEL TESTO)

TABELLA A – Consumi acquedotto potabile del Comune di Albenga pag.8-77
TABELLA B – Distanze punti di osservazione (piezometri) pag.13
TABELLA C - Risultati della prova di portata..... pag.13
TABELLA D – Correlazioni parametri idrogeologici..... pag.17
TABELLA E – Coefficiente C di perdita di carico pozzo pag.25
TABELLA F – Conducibilità idraulica iniziale del modello..... pag.55
TABELLA G – Conducibilità idraulica finale del modello pag.58
TABELLA H1 – Valori scarti punti di osservazione in assenza di pompaggio..... pag.61
TABELLA H2 - Valori scarti punti di osservazione in presenza di pompaggio pag.61
TABELLA I – Dati Sezione 7 di Bilancio Stralcio pag.70
TABELLA L – Dati Sezione 7bis di Bilancio Stralcio..... pag.71

INDICE FIGURE (NEL TESTO)

FIGURA 1. Acquifero libero..... pag.21
FIGURA 2. perdite di carico pag.23
FIGURA 3. Depressione piezometrica specifica..... pag.25
FIGURA 4. Diagramma Δh/log distanze..... pag.26
FIGURA 5. Raggio di influenza pozzo..... pag.28
FIGURA 6. Stratigrafia pozzo Pz1..... pag.30
FIGURA 7. Elaborazione analitica a gradini di portata pag.32
FIGURA 8. Curva caratteristica pozzo Pz1 ..... pag.33
FIGURA 9. Stratigrafia pozzo Pz2..... pag.36
FIGURA 10A. Elaborazione analitica a gradini di portata..... pag.38
FIGURA 10B. Curva caratteristica pozzo Pz2..... pag.39
FIGURA 11A. Elaborazione analitica a gradini di portata..... pag.41
FIGURA 11B. Curva caratteristica pozzo Pz2..... pag.42
FIGURA 12. Elaborazione grafica raggio d'azione..... pag.44
FIGURA 13. Ubicazione punti di misura..... pag.47
FIGURA 14. Griglia di discretizzazione orizzontale del modello numerico..... pag.51
FIGURA 15. Rappresentazione tridimensionale acquifero pag.52
FIGURA 16. Mappa di sintesi delle condizioni al contorno..... pag.54
FIGURA 17. Ubicazione pozzi Negiaire e di osservazione..... pag.57

FIGURA 18A. Risultati calibrazione del modello in assenza di pompaggio pag.59
FIGURA 18B. Risultati calibrazione del modello in presenza di pompaggio..... pag.60
FIGURA 19A. Risultati del modello in assenza di pompaggio pag.62
FIGURA 19B. Ingrandimento areale campo pozzi Negiaire – risultato modello.... pag.63
FIGURA 20A. Risultati del modello in presenza di pompaggio..... pag.65
FIGURA 20B. Ingrandimento areale campo pozzi Negiaire – risultato modello.... pag.66
FIGURA 21A. Confronto in condizione di non pompaggio/pompaggio
con mappa a colori. pag.67
FIGURA 21B. Confronto in condizione di non pompaggio/pompaggio
con linee isopieze. pag.68
FIGURA 22. Stralcio cartografia Regione Liguria – Portate e DMV pag.69
FIGURA 23. Curva della durata calcolata nel punto di sezione 7 ..... pag.71
FIGURA 24. Curva della durata calcolata nel punto di sezione 7bis..... pag.72

ALLEGATI

Allegato n.1 Lettera richiesta integrazioni del Settore VIA
Allegato n.2 Documentazione fotografica prova di portata (Ottobre 2014)
Allegato n.3A Certificati analisi chimiche: Pozzo Miranda
Allegato n.3B Certificati analisi chimiche: Pozzo Pontelungo
Allegato n.3C Certificati analisi chimiche: Pozzo Via XXVaprile/ degli Orti
Allegato n.3D Certificati analisi chimiche: Pozzo Lusignano
Allegato n.4 Grafici livelli piezometrici prova di portata
Allegato n.5A Prova di portata in pozzo Pz1
Allegato n.5B Prova di portata in pozzo Pz2
Allegato n.6 DGR disciplina fognatura in area di rispetto pozzi Negiaire
Allegato n.7 Scarico fossa Imhoff comunale

Foto in copertina: ripresa aerea Google Earth, 2010

1. PREMESSE

A seguito di incarico per il completamento della pratica VIA da parte del Comune di Albenga, con determina di incarico n.779/2015, si redige la presente relazione integrativa SIA con l'obiettivo di cercare di rispondere alle integrazioni richieste dalla Regione Liguria, Dipartimento Ambiente, Settore Valutazione Impatto Ambientale con lettere prot. N. 2011/PG/136991, datata 04-10-2011 (N.rif. V273), che si riporta in allegato n.1.

Tale Relazione viene trasmessa unitamente alla documentazione già presentata per la precedente procedura di VIA regionale, a supporto di una nuova procedura di VIA.

A favore dell'operato del Responsabile del Procedimento si sintetizza in breve l'iter della pratica precedente inerente i pozzi Negiaire:

il 15-07-2010 il Comune di Albenga consegna documentazione per la procedura verifica-screening alla Regione;

il 08/07/2011 il Comune consegna documentazione utile per la procedura VIA;

il 04-10-2011 la Regione sospende la pratica richiedendo integrazioni;

il 21-02-2014 la Regione con lettera prot. N. 2014/PG/0037231 ha archiviato la pratica VIA poiché non pervenute le integrazioni da parte del Comune di Albenga.

I pozzi sono utilizzati alla data odierna in base ad "ordinanza sindacale".

Il notevole intervallo di tempo trascorso dalla presentazione delle integrazioni non è conseguente al disinteresse da parte del Comune, ma solo alle restrizioni delle regole di finanza pubblica relative al "patto di stabilità", per poter eseguire una nuova prova di portata con "portata almeno doppia rispetto a quanto richiesto nell'istanza di osservazione" richiesta al punto VI della lettera integrazioni del Settore VIA, come si spiegherà nel paragrafo specifico.

Nel prosieguo si riportano le risposte, specificando la richiesta corrispondente ed il relativo punto della lettera precedentemente citata.

2. AREA DI TUTELA ASSOLUTA

(i) della riga n.8 "a prendere visione delle foto allegate…"

La foto n.14, come si può dedurre, è stata allegata appositamente per far risaltare l'esistenza di una **reale problematica derivante dall'assenza dell'area di tutela assoluta** e dalla facilità di ingresso di chiunque all'interno delle singole cabine pozzi e di manovra, fattore a conoscenza di tutti gli organi/autorità competenti, essendo stati i pozzi oggetto di campionamenti, sopralluoghi e compresi nella rete di monitoraggio Arpal (DLgs n.152/99).

Il Comune non era riuscito a realizzare la recinzione per delimitare l'area di tutela assoluta, poiché non permessa dall'Ufficio Competente provinciale, in quanto "realizzazione di nuova opera in area demaniale fluviale" non consentita dall'art.7 del R.R.3/2011.

2.1 REALIZZAZIONE DELLE AREE DI TUTELA ASSOLUTA

(ii) della riga n.10 "……messa in atto delle opere per la protezione…."

Pertanto ad inizio 2014, con apposita ordinanza sindacale, è stata realizzata un'opera di delimitazione per ogni pozzo, chiusa con lucchetto e costituita da una rete metallica collegata a pali di legno infissi a percussione nel terreno (cfr. Foto n. 21-22 in allegato n.2 Documentazione Fotografica prova di portata).
Tale opera ha una tipologia da non resistere ad una eventuale arrivo di piena, onde evitare denunce rispetto "alla tutela pubblica e privata", ma impedisce l'ingresso a soggetti non autorizzati per eventuali manomissioni, a tutela del Sindaco in qualità di responsabile della protezione civile.

3. UTILIZZO DEI POZZI NEGIAIRE

Si sintetizza l'iter che ha portato alla realizzazione dei pozzi Negiaire all'interno dell'area fluviale, avendo fornito assistenza tecnica alle confederazioni agricole Coldiretti e CIA per le loro osservazioni, poiché preoccupati dell'influenza dell'attività agricola dei vari progetti allora previsti ad uso idropotabile, poi non attuati.

La Regione Liguria – Servizio Tutela Ambiente a seguito di finanziamento del Ministero dell'Ambiente con decreto 122 del 16-02-1988 ha fatto svolgere uno "Studio particolareggiato di risanamento della Piana di Albenga per la protezione ed ottimizzazione della utilizzazione delle risorse idropotabili superficiali e sotterranee, 1990".
Tale studio non ha fornito nuove conoscenze sull'assetto idrogeologico della piana, ha riunito elementi già conosciuti, tra cui l'utilizzo di dati stratigrafici presenti nell'archivio regionale, caratterizzati anche da errori e derivati da precedenti indagini della Regione Liguria – Ufficio del G.C. di Savona, 1980 e dalla "indagine sulle risorse idriche della Provincia di Savona", 1974.
Di conseguenza con la L.R. n.24 del 04-09-1991 veniva concesso un contributo di 200 milioni di lire al Comune di Albenga per la realizzazione di pozzi ad uso potabile.

La Regione avendolo finanziato, dovrebbe aver approvato il progetto della realizzazione dei pozzi Negiaire, documento non reperito; sicuramente con la D.C.R. n.42 del 08-07-1997 ha fornito parere di competenza positivo all'istanza di concessione successiva, presentata presso il Ministero dei Lavori Pubblici.
Chi ha scelto l'ubicazione per la trivellazione dei pozzi aveva una conoscenza a grandi linee dell'assetto stratigrafico della Piana e la scelta del sito Negiaire, nel letto di un corso d'acqua, come può dedurre anche un tecnico non competente in materia, è stata decisa per avere la sicurezza di intercettare un discreto quantitativo di acqua, comunque presente anche lungo paleo-alvei (linee di deflusso preferenziali collegate al regime dei torrenti, esterne ad essi e quindi più idonee rispetto al fattore sicurezza qualitativa). Non esistendo dati stratigrafici pregressi inerenti al sito Negiaire; forse la scelta è stata conseguente a due condizioni:
a) la presenza del grosso lago attiguo derivante da una fossa di scavo inerti extra alveo (cfr. foto aeree datate in archivio regionale), poi colmato con limo di attività di frantoio e con la successiva realizzazione di capannoni artigianali (cfr. Allegato n.7);
b) la presenza di un argine all'interno del T. Arroscia, a protezione di eventuali esondazioni rispetto al suo alveo attivo.
Successivamente alla realizzazione dei pozzi è stata costruita la stazione di servizio con apposita linea di acquedotto potabile, per un costo totale di progetto pari a 3,10 miliardi di lire.

Pertanto si concorda sulla potenziale vulnerabilità del sito "pozzi Negiaire" rispetto ad inquinanti provenienti dalla superficie, che presenta un livello maggiore rispetto agli altri punti di approvvigionamento potabile a servizio del Comune; tale fatto conferma l'esistenza nella piana albenganese di altri punti idonei a trivellare pozzi per un uso potabile pubblico, ma, per tutte le opere già realizzate, **non si ritiene attuabile la dismissione dei "pozzi Negiaire", preferendo "soluzioni di approvvigionamento alternative".**
L'Amministrazione comunale attuale conferma la volontà di quella precedente di ottenere la concessione ad uso potabile dei "pozzi Negiaire", considerandola la fonte principale di approvvigionamento dell'acquedotto potabile, che viene integrata dalle altre esistenti.

Si precisa inoltre che quanto riportato nel Decreto Interministeriale prot. 6759 di assenso alla concessione di 220 lt/s, ovvero che il Comune avrebbe dovuto dismettere gli altri campi pozzi potabili in esercizio, costituiva una "assurdità idrogeologica".

Come si può obbligare un Comune a dismettere pozzi potabili idonei e servirsi solo del campo pozzi Negiaire, ovvero avere solo un punto di emungimento in funzione di eventuali inquinamenti?
Infatti il 05-08-2011 il Comune di Albenga ha presentato istanza alla Regione di riduzione del prelievo di 220 l/s già concessionato, a 110 l/s, per continuare ad utilizzare gli altri campi pozzi.
In passato episodi di inquinamento hanno portato alla sospensione temporanea di emungimento dal pozzo interessato, con conseguente aumento della produzione dagli altri campo pozzi.
Dal 2008 (data di attivazione dei "pozzi Negiaire") alla data attuale non si è a conoscenza di episodi di inquinamento che abbiano interessato i pozzi Negiaire, seppur rimangano potenziali.
I pozzi erano stati compresi nella rete di monitoraggio Arpal a cui può essere chiesto conferma qualitativa.

4. ATTI AUTORIZZATIVI PREGRESSI

(i) della riga n.21 "raccolta e riproduzione degli atti autorizzativi pregressi"

Non si è in grado di soddisfare tale richiesta di integrazione, ma si precisa che a supporto della precedente relazione SIA (cfr. elaborato 1 allegato) era stata eseguita, nel 2010, una ricerca di atti ufficiali presso il Comune di Albenga, la Provincia di Savona, il Provveditorato Opere Pubbliche per la Liguria, sede distaccata in Provincia di Savona, la Regione Liguria Ufficio Grandi Derivazioni, ma senza alcun esito**. Non si è rintracciata la documentazione di "regolare collaudo dei pozzi",** ma solo quella relativa alla realizzazione del successivo acquedotto potabile, che ad una analisi non ha fornito indicazioni utili sui pozzi.
A supporto della presente relazione è stato richiesto all'UTC di verificare la presenza di atti ufficiali relativi ai pozzi, che ha avuto esito negativo.
Ciò può essere la conseguenza del prelievo della documentazione da parte di tecnici, che si sono dimenticati di restituirla, come spesso si verifica.
Lo scrivete era in possesso delle stratigrafie originali di cantiere dei suddetti pozzi, fornite dalla ditta di perforazione, non rintracciate presso gli uffici regionali, pertanto ha fornito un elemento basilare a supporto di un esame di sostenibilità ambientale.

5. QUALITA' E QUANTITA' DELLE ACQUE DEI POZZI DELL'ACQUEDOTTO POTABILE COMUNALE

(ii) della riga n.21 "raccolta e analisi delle osservazioni sulla qualità e quantità delle acque prelevate dai pozzi …"

Il fabbisogno potabile del Comune di Albenga è fornito da n. 5 "campi pozzi" così denominati:

- Pozzo Lusignano
- Pozzo Pontelungo
- Pozzo loc. Miranda
- Pozzo loc. Via XXV Aprile/Via degli Orti
- Pozzi Negiaire

L'ubicazione è riportata sulla TAV.4 dell'elaborato 2 - Allegati, ove si evince la distanza di sicurezza esistente tra i diversi pozzi per evitare sfruttamenti concentrati in funzione anche della tutela dal rischio inquinamento da cuneo salino.
In relazione a quest'ultima problematica è facilmente deducibile che i "pozzi Negiaire" forniscono il maggior grado di sicurezza, anzi è possibile affermare che non possono esserne interessati.

Gli altri pozzi potabili sono oggetto di specifiche pratiche di concessione preferenziale di derivazione d'acqua presso il Servizio Gestione e Tutela Risorse Territoriali della Provincia di Savona, a cui lo scrivete ha consegnato integrazioni di competenza il 21-12-2015 e dovrebbero essere in fase conclusiva.
Riferimenti:
CLASSIFICA 013.005.001 – PRATICA N°44/2006 Id. I06 00078
CLASSIFICA 013.005.001 – PRATICA N°45/2006 Id. I06 00079
CLASSIFICA 013.005.001 – PRATICA N°47/2006 Id. I06 00081

La qualità chimica delle acque prelevate è idonea per l'utilizzo potabile, si rimanda ad alcune analisi rappresentative stralciate dalle relative documentazioni riportate in allegato 3A - 3B – 3C – 3D; la qualità batteriologica è conforme secondo le numerose analisi che vengono effettuate nei controlli di legge.

La quantità delle acque emunte è specificata nella seguente tabella A, che è stata fornita dal gestore ILCE S.p.A.

TABELLA A – Consumi acquedotto potabile del Comune di Albenga

CONCESSIONE PREFERENZIALE DERIVAZIONE ACQUA DA POZZI

PRELIEVO MEDIO

opera di presa	fabbisogno idrico medio garantito				
	ore [medio]	max [l/s]	consumo [l/s]	consumo [m³/gg]	consumo [m³/a]
Pontelungo:					
- pozzo 1 (pompa 1)	*24,0*	45	45	3.888	1.419.120
- pozzo 1 (pompa 2)	*11,0*	45	21	1.814	662.110
- pozzo 2	*4,0*	60	10	864	315.360
sommano:	*39,0*	*150,0*	***76***		
Miranda:	*0,0*	40	0	0	0
Via degli Orti					
sommano:	*14,0*	40	23	1.987	725.255
Nejaire:					
- pozzo 1	*24,0*	55	55	4.752	1.734.480
- pozzo 2	*24,0*	50	50	4.320	1.576.800
sommano:	*48,0*	*105,0*	***105***		
Lusignano:					
- pozzo 1 (pompa 1)	*8,0*	5	2	173	63.145
- pozzo 1 (pompa 2)	*9,0*	6	2	173	63.145
sommano:	*17,0*	*11,0*	***4***		
Sommano:			***208,0***	***17.971***	***6.559.415***

PRELIEVO IPOTETICO TOTALE

Popolazione (circa):	**24.000**	residenti	
Popolazione (circa):	**14.000**	fluttuanti	
Superficie irrigata:	**132,51**	ettari	
Superficie irrigata (I°lotto):	**71,00**	ettari	
Tot. Superficie irrigata:	**203,51**	ettari	
Consumo medio procapite:	**250**	l/gg/abitante	
Consumo medio uso agricolo:	**0,5**	l/s/ettaro	
Consumo totale potabile annuo:	**3.467.500**	m³/anno	
Consumo totale irriguo annuo:	**3.208.946**	m³/anno	
Consumo totale annuo:	**6.676.446**	m³/anno	(valore massimo teorico)

Come già precisato al paragrafo 3, non è prevista la dismissione di alcun pozzo che alimenta l'acquedotto potabile comunale, tutti di proprietà del Comune.

6. PROGETTO GENERALE POZZI NEGIAIRE

(iii) "riproduzione, qualora disponibile, del progetto generale e …."

Si presume che la richiesta sia riferita ai "pozzi Negiaire" non alle opere pertinenziali ed al successivo acquedotto potabile. Non è stato rintracciato un vero progetto, ma la tipologia dei pozzi è stata riportata nelle stratigrafie degli allegatati 2A - 2B – 2C in elaborato 2 - Allegati.
Si informa che il progetto delle opere di derivazione (1992) è presente al Settore Ecosistema Costiero e Ciclo delle Acque della Regione Liguria (pratica SV/1197).

7. COMPATIBILITA' POZZI CON IL PIANO D'ATO

(iv) "analisi delle previsioni del Piano d'ATO …"

Il Comune di Albenga (codice 09002) è compreso negli ambiti territoriali ottimali centro ovest "del Savonese", nello "ATO Centro Ovest 3", comparto costiero ponente, secondo la versione 2015 in vigore, approvato con L.R. 17/2015 del 23-09-2015.
C'è una scheda di ricognizione ed interventi alla pag. 6 riferita al Comune di Albenga, ove viene considerato il serbatoio Negiaire, ora non utilizzato.
L'ATO ha fatto la ricognizione dello stato acquedottistico esistente e le previsioni prevedono l'utilizzo dei pozzi Negiaire.
Pertanto l'utilizzo dei pozzi in oggetto è compatibile con le previsioni ATO.
Lo scrivente in genere svolge la sua attività professionale senza considerare l'ATO le cui previsioni non dovrebbero essere legge, poiché non sempre sono le più idonee.
Per esempio il piano d'ambito del 2008 prevedeva un impianto consortile fognario nel Comune di Villanova d'Albenga, in adiacenza all'alveo del T. Arroscia, in un settore caratterizzato da una risorsa idropotabile tra le più produttive e di buona qualità dell'intera regione, a monte di n.2 campi pozzi potabili, uno a servizio del Comune di Albenga, l'altro a servizio del Comune di Alassio e di Laigueglia e di uno potenziale.
Per lo scrivente tale soluzione consisteva in una "assurdità idrogeologica", che è stata abbandonata **"stante la necessità di evitare gli appesantimenti della sanzione comunitaria"?!**

8. OPERE DI ACCUMULO E CONTROLLO DELLE ACQUE

(v) "progetto …. Opere di accumulo, controllo e trattamento delle acque …."

Era stata realizzata una centrale operativa a servizio dei pozzi in oggetto, fortunatamente fuori dall'alveo T. Arroscia, comprendente una capiente vasca di accumulo e di pretrattamento. Alla data attuale, secondo comunicazione ricevuta dal gestore, in tale centrale è presente la stanza comando, mentre l'acqua non viene convogliata nella vasca interrata, ma confluisce direttamente nella rete acquedottistica, mentre sulla testata di ogni pozzo è presente un impianto di clorazione.

L'ubicazione della centrale operativa è stata riportata sulla TAV. 1C dell'elaborato 2 - Allegati.

Come protezione delle opere di presa è stata realizzata una recinzione che delimita l'area di tutela assoluta di entrambi i pozzi, atta ad impedire l'ingresso ai non addetti ai lavori.

Si rimanda ai paragrafi 2 e 2.1.

La vulnerabilità della risorsa idrica captata dai pozzi è alta, ma esistono campi pozzi in situazione analoga di subalveo, dal F. Roia al F. Magra, che sono utilizzati da decenni.

In funzione di "protezione civile" è previsto che al verificarsi di inquinamento chimico delle acque per incidenti/sversamenti nel tratto a monte del T. Arroscia/T. Lerrone, i pozzi Negiaire vengano fermati e il conseguente approvvigionamento potabile sia garantito aumentando la portata di prelievo dagli altri pozzi in esercizio.

9. NUOVA PROVA DI PORTATA

(vi) "esecuzione di una prova di emungimento di lunga durata …"

Le prove di portata eseguite nel 2010 erano state riferite alla portata oggetto della concessione **Q_1 = 110 l/s**, che corrispondeva alla massima portata estraibile con le 2 pompe presenti nei pozzi; le prove sono state eseguite con regime idraulico scarso ma attivo dell'attiguo T. Arroscia, benché si ricadesse in periodo estivo.

La nuova prova di portata è stata eseguita all'inizio di ottobre 2014, secondo le disposizioni impartite dal Settore VIA, in condizione di magra assoluta, essendo nullo lo scorrimento lungo l'alveo del corso d'acqua (cfr. foto n. 1 – 2 in allegato n.2 documentazione fotografica), come è solito nel periodo settembre/ottobre.

Nella progettazione della prova era stato chiesto alla ditta incaricata dal Comune per l'installazione del cantiere di prova, una portata complessiva Q = 300 l/s, ma nella realtà,

causa perdita di carico nelle condotte di uscita e dell'effetto di influenza reciproca tra le due pompe installate in ogni pozzo, la portata massima emunta è risultata **Q_2 = 255 l/s,** maggiore a quella richiesta di **Q_3 = 220 l/s** (doppio della portata concessionabile).

Lo scrivente, la cui attività comporta l'esecuzione di numerose prove di portata in pozzo per committenza sia pubblica che privata, ritiene di aver eseguito una prova completa ed assolutamente significativa.

9.1 PREPARAZIONE DEL CANTIERE DI PROVA

Si sintetizzano le fasi operative, rimandando alla documentazione fotografica in allegato n.2.

- Ottenimento delle dovute autorizzazioni provinciali per entrare con automezzi nell'area demaniale ed in area SIC;
- Asportazione delle coperture in c.a. dei due pozzi con camion gru (cfr. foto n.3);
- Spostamento della pompa presente in ogni pozzo, con collocazione di altra pompa e relativa tubazione di uscita dotata di contatore (cfr. foto n.9);
- Realizzazione di due condotte di scarico collegate alle due pompe integrative per scaricare l'acqua emunta verso valle, ad una distanza di non influenza sul regime della falda acquifera (cfr. foto n.8);
- Collocazione di due potenti gruppi elettrogenici per avere a disposizione la corrente necessaria, essendo insufficiente quella fornita dall'Enel (cfr. foto n.16);
- Installazione di n.2 aste idrometriche nella attigua fossa isolata sita in una depressione dell'alveo per verificare l'influenza dell'emungimento sul livello del corso d'acqua e di conseguenza sui corridoi ecologici acquatici (cfr. foto n.13 – 14);
- Installazione di datalogger elettrici sui due pozzi Negiaire e sul piezo 3, per monitorare in continuo il livello falda (cfr. foto n. 15 – 16) durante la prova di portata;
- Chiusura del cantiere con smontaggio delle condotte di scarico (cfr. foto n.22) e ricollocazione delle coperture pozzi (cfr. foto n.23).

9.2 ESECUZIONE PROVA DI PORTATA A GRADINI

La prova di portata a gradini viene effettuata di norma in un pozzo di produzione messo in pompaggio per portate variabili, crescenti e periodi costanti di tempo; questa è principalmente eseguita per prevedere gli abbassamenti a diverse portate (anche

leggermente superiori a quella di uso prevista), per conoscere l'efficienza del pozzo e quindi verificare la sua buona esecuzione/funzionalità e ricavare alcuni parametri fondamentali dell'acquifero.

La prova di portata è stata eseguita utilizzando le pompe attive dell'acquedotto installate rispettivamente nei pozzi Pz1 e Pz2 che raggiungono una portata totale di 110 l/s, con l'aggiunta di n.2 pompe integrative (una per ciascun pozzo) nei pozzi Negiaire, che hanno ottenuto una portata massima di derivazione pari a 255 l/s. I pozzi Pz1 e Pz2 in oggetto sono stati attrezzati con sonda piezometrica automatizzata per l'acquisizione delle variazioni dei livelli falda durante lo svolgimento della prova, utilizzando un intervallo di acquisizione pari a 1 min., ovvero configurando il trasduttore con tempo di registrazione delle misure pari a 1 minuto durante le fasi di pompaggio e risalita; inoltre, per monitorare il livello falda durante la prova dell'areale circostante il campo pozzi Negiaire, sono stati utilizzati n.4 piezometri (Pz3, Pz4, Pz5, Pz6) costituiti da pozzi esistenti a diverse distanze, con rispettivamente il pozzo Pz3 attrezzato anch'esso con sonda piezometrica elettrica (cfr. foto n. 4), mentre i restanti Pz4, Pz5 e Pz6 tramite letture manuali con sondino freatimetrico da parte di un operatore (cfr. foto n. 5-6-7); tali pozzi sono stati inutilizzati (pompe non attive) per l'intera durata della prova di portata a seguito di specifico accordo con i proprietari.

Tali procedure hanno permesso di operare disponendo di un numero di dati ritenuto sufficiente **per valutare la potenzialità della falda acquifera in modo esauriente e per la definizione del modello idrogeologico interessato.**

PROVA DI PORTATA (in pozzo Pz1 e Pz2)

La prova di portata è stata iniziata il 01-10-2014 nei pozzi Pz1 e Pz2 utilizzando la pompa da 30 CV con portata massima emunta pari a 65 l/sec. (3900 l/min.); sono stati misurati gli abbassamenti del livello falda utilizzando 4 gradini di portata, rispettivamente il 1°gradino con portata 65 l/s., il 2° gradino con 12 0 l/s., il 3° gradino con 190 l/s. e il 4° gradino con 255 l/s.; sono stati monitorati durante la prova anche i piezometri Pz3, Pz4, Pz5 e Pz6, per verificarne l'influenza del pompaggio, posti rispettivamente alle distanze dai pozzi Negiare indicati in Tabella B.

È stato monitorato un pozzo irriguo ubicato in sponda sinistra del T.Arroscia, opposta a quella dei pozzi in emungimento senza riscontrare influenze.

Tabella B – Distanze punti di osservazione (piezometri)

Distanza (m)	Pz3	Pz4	Pz5	Pz6
Pz1	51.5	256	221	133
Pz2	103	202	172	97

La prova di portata è stata eseguita per la durata di 72 ore di pompaggio e 64 ore di risalita, tempo considerato sufficiente a seguito dei contenuti abbassamenti della falda misurati e in relazione alla potenzialità massima e di esercizio della pompa.

La prova è iniziata a seguito del raggiungimento della condizione statica del livello falda (livello statico) conseguente allo spegnimento delle pompe dell'area pozzi ed di un suo adeguato intorno, avvenuto durante la giornata precedente.

Successivamente sono state attivate le pompe nei pozzi Pz1 e Pz2 in base alla portata relativa ad ogni gradino della prova.

L'acqua emunta è stata convogliata tramite condotte provvisorie e recapitata nell'alveo del T.Arroscia ad una distanza di sicurezza a valle dei pozzi in oggetto (cfr. foto n. 17-18).

La falda ha risentito dell'accensione della pompa e dei vari gradini di portata impostati e nella tabella seguente sono schematizzati i valori ottenuti di abbassamento del livello falda relativi ad ogni gradino della prova di emungimento:

TABELLA C - Risultati della prova di portata

PROVA DI PORTATA (Pompaggio Data: 01-10-2014 – 04-10-2014)				
CONDIZIONE STATICA (Pompe spente)				
Pozzo	**ora**	**Livello statico falda (m) da piano campagna**	**Abbassamento (m) Δ**	**Note**
Pz1	15:58	3.62	-	
Pz2	15:58	3.54	-	
Piezo Pz3	15:58	3.71	-	
Piezo Pz4	15:58	4.63	-	
Piezo Pz5	15:58	4.99	-	
Piezo Pz6	15:58	3.87	-	

CONDIZIONE DINAMICA 1 - I°GRADINO Q=65 lt/sec. (Pompa n.1 in Pz2 attiva)

Durata: dalle 16:00 del 01-10-2014 alle 8:50 del 02-10-2014 – tot.16h 50min.

Pozzo	**ora**	**Livello dinamico 1 falda (m) da piano campagna**	**Abbassamento (m) Δ1**	**Abbass. Tot. (Δ1+ Δ)**
Pz1	08:50	3.69	0.07	0.07
Pz2	08:50	3.76	0.22	0.22
Piezo Pz3	08:50	3.77	0.06	0.06
Piezo Pz4	08:50	4.69	0.06	0.06
Piezo Pz5	08:50	5.04	0.05	0.05
Piezo Pz6	08:50	3.93	0.06	0.06

CONDIZIONE DINAMICA 2 - II°GRADINO Q=120 lt/sec. (Pompa n.1-2 in Pz2 attive)

Durata: dalle 08:50 del 02-10-2014 alle 16:00 del 02-10-2014 – tot.7h 10min.

Pozzo	**ora**	**Livello dinamico 2 falda (m) da piano campagna**	**Abbassamento (m) Δ2**	**Abbass. Tot. (Δ1+ Δ2)**
Pz1	16:00	3.74	0.05	0.12
Pz2	16:00	3.99	0.23	0.45
Piezo Pz3	16:00	3.82	0.05	0.11
Piezo Pz4	16:00	4.72	0.03	0.09
Piezo Pz5	16:00	5.09	0.05	0.10
Piezo Pz6	16:00	3.97	0.04	0.10

CONDIZIONE DINAMICA 3 - III°GRADINO Q=190 lt/sec. (Pompa n.1-2 in Pz2 attive e Pompa n.1 in Pz1 attiva)

Durata: dalle 16:00 del 02-10-2014 alle 08:50 del 03-10-2014 – tot.16h 50min.

Pozzo	ora	Livello dinamico 3 falda (m) da piano campagna	Abbassamento (m) Δ3	Abbass. Tot. (Δ1+Δ2+Δ3)
Pz1	08:50	4.00	0.26	0.38
Pz2	08:50	4.08	0.09	0.54
Piezo Pz3	08:50	3.92	0.10	0.21
Piezo Pz4	08:50	4.82	0.10	0.19
Piezo Pz5	08:50	5.16	0.07	0.17
Piezo Pz6	08:50	4.05	0.08	0.18

CONDIZIONE DINAMICA 4 - IV°GRADINO Q=255 lt/sec. (Pompa n.1-2 in Pz2 attive e Pompa n.1-2 in Pz1 attive)

Durata: dalle 08:50 del 03-10-2014 alle 16:00 del 04-10-2014 – tot.31h 10min.

Pozzo	ora	Livello dinamico 4 falda (m) da piano campagna	Abbassamento (m) Δ4	Abbass. Tot. (Δ1+Δ2+Δ3+ Δ4)
Pz1	16:00	4.27	0.27	0.65
Pz2	16:00	4.19	0.11	0.65
Piezo Pz3	16:00	4.04	0.12	0.33
Piezo Pz4	16:00	4.93	0.11	0.30
Piezo Pz5	16:00	5.30	0.14	0.31
Piezo Pz6	16:00	4.17	0.12	0.30

I livelli falda dei pozzi Negiaire hanno risentito dell'effetto iniziale, quasi immediato, relativo all'accensione delle pompe per ogni gradino di portata, con la formazione di un cono di depressione fino ad un regime di equilibrio (regime stazionario) con un **abbassamento totale massimo pari a 0.65 m (65cm)** per il Pz1 e **0.65 m (65cm)** per il Pz2 corrispondente alla portata massima emunta di 255 l/s**.** Questi valori risultano conformi a quelli ottenuti nella

prova di portata del 2011e riportati nell'elaborato 1- Relazione.

Anche i piezometri ubicati nell'areale circostante hanno rilevato degli abbassamenti del livello falda durante la fase di pompaggio con abbassamenti massimi più contenuti, pari a 0.33 m (33cm) per il Pz3, 0.30 m (30cm) per il Pz4, 0.31 m (31cm) per il Pz5 e 0.30 m (30cm) per il Pz6; pertanto ricadono tutti nel raggio di influenza dei pozzi Negiaire.

I valori di portata del pompaggio dei pozzi Pz1 e Pz2 sono stati verificati tramite misuratori di portata a mulinello installati nelle tubazioni di prelievo delle due pompe integrative (cfr. foto n.9 in allegato n.2) e tramite installazione di misuratore di portata ad ultrasuoni PORTAFLOW SE – MICRONICS LTD, applicato esternamente alla tubazione di uscita di collegamento alla rete acquedottistica (cfr. foto n.10-11-12 in allegato n.2).

La restituzione dell'acqua emunta è avvenuta in parte (ca. 130 l/s) tramite la tubazione di rete dell'acquedotto ed in parte tramite condotte provvisorie recapitata nell'alveo del T.Arroscia ad una distanza di sicurezza a valle dei pozzi in oggetto (cfr. foto n.17-18 in allegato n.2), per escludere una rialimentazione della falda in studio.

I grafici relativi della prova di portata svolta, a seguito dell'elaborazione dei dati scaricati dai trasduttori, sono riportati nell'allegato n.4 grafici livelli piezometrici prove di portata Pz1, Pz2 e Pz3 (Piezo 3 in cartografia)**.**

La prova è stata assolutamente significativa essendo stata eseguita in concomitanza ad regime idraulico del T. Arroscia nullo, ad eccezione di alcune pozze stagnanti (cfr. foto n.13-14-20 in allegato n.2), in cui è stato monitorato il relativo abbassamento del pelo d'acqua tramite un'asta graduata fissata in alveo (cfr. foto n.14-20 in allegato n.2).

Le prova di portata eseguita (il 01/10/2014) **ha dimostrato che l'emungimento attuato corrispondente ad una portata Q_2 – 255 l/s dai "pozzi Negiaire" ha influenzato minimamente il regime quantitativo della falda acquifera superficiale, ovvero non ha prodotto alcuna alterazione negativa sulla produttività dei pozzi, sia agricoli che potabili, ubicati nell'areale circostante e/o verso la linea di costa.**

9.3 VALUTAZIONE DEI PARAMETRI IDROGEOLOGICI

Una prova di emungimento consiste nell'estrarre acqua dal sottosuolo mediante pozzi, misurando le portate emunte (Q), gli abbassamenti del livello piezometrico (Δh) e la risalita (Δh') dello stesso dopo l'arresto dell'emungimento.

Per realizzare però queste prove non è possibile stabilire un programma standard, poiché non esiste un tipo di prova universale che si applica a priori in ogni caso. Se le prove vengono eseguite senza tener conto delle condizioni idrogeologiche tipiche dell'area in esame o di altre variabili, si arriva di solito a conclusioni poco affidabili.

Per la corretta interpretazione delle prove di emungimento bisogna, a volte, conoscere la stratigrafia, la struttura e l'idrodinamica sotterranea dell'area interessata alla realizzazione del pozzo.

Le prove possono essere eseguite sia su ***pozzi singoli*** che su ***stazioni di prova***. Queste ultime sono formate da un pozzo, detto pilota, e da uno o più piezometri che vanno ubicati all'interno del raggio d'azione del pozzo (R), parametro che però nella fase iniziale non è misurabile e quindi bisogna determinarlo sulla base delle caratteristiche dell'acquifero, dell'esperienza e di eventuali dati bibliografici (Tabella 1).

Tabella D – Ordini di grandezza di R in funzione della granulometria e della permeabilità degli acquiferi, per una depressione piezometrica di 5-6 metri (da Bogomolov, in Castany 1967; semplificato e modificato).

Acquifero	Frazione granulometrica dominante (mm)	Coefficiente di permeabilità (m/s)	Portata del pozzo (m^3/h)	Raggio d'azione del pozzo (m)
Sabbie argillose	0,01 – 0,05	$2 – 6 \cdot 10^{-5}$	0,18 – 0,36	65
Sabbie fini	0,10 – 0,25	$2 – 3 \cdot 10^{-4}$	0,72 – 7,2	75
Sabbie medie	0,25 – 0,50	$4 – 6 \cdot 10^{-4}$	14,4 – 36	100
Sabbie grosse	0,50 – 1,00	$7 – 9 \cdot 10^{-4}$	39,6 – 50,4	125
Ghiaie		$1 – 2 \cdot 10^{-3}$	75,6 – 104,4	150

Attraverso le prove di emungimento si calcolano i principali parametri idrodinamici dell'acquifero come la ***portata specifica*** (Qs), il ***coefficiente di permeabilità*** (K), la ***trasmissività*** (T), il ***coefficiente di immagazzinamento*** (S).

TRASMISSIVITA' T

Corrisponde alla portata dell'acqua di falda attraverso una striscia verticale di terreno acquifero larga 1 m e di altezza uguale allo spessore della falda, quando si ha un gradiente unitario.

La trasmissività T è il prodotto del coefficiente di permeabilità k per lo spessore dell'acquifero, H.

$T = K \cdot H$

Si esprime usualmente in m^2/giorno (ovvero m^2/d) o in m^2/s.

I valori di T variano all'incirca da 10 a 10.000 m^2/d; con valori minori di 12 m^2/d si ha una falda povera, che potrebbe fornire acqua solo per usi domestici; quando essa è dell'ordine delle migliaia di m^2/d, si ha una falda molto produttiva, adatta per industrie, acquedotti, irrigazione.

PERMEABILITA' O CONDUCIBILITA' IDRAULICA K

Una valutazione delle capacità di drenaggio del terreno è fornita dal **coefficiente di permeabilità k** ("conducibilità idraulica"), indice della capacità del terreno a lasciarsi attraversare dall'acqua per effetto di un gradiente idraulico; K viene espresso con le unità di misura della velocità, in m/s o in cm/s. Il suo valore dipende in modo preminente dalle caratteristiche del terreno, quali composizione granulometrica, forma dei grani, stato di addensamento.

Nota la trasmissività T e lo spessore dell'acquifero H, la permeabilità è ricavabile indirettamente dal rapporto T/H.

COEFFICIENTE D'IMMAGAZZINAMENTO S

Per il calcolo del coefficiente d'immagazzinamento S, in condizioni analoghe a quelle sopra prospettate per la trasmissività, è comunque necessario disporre di misure effettuate in pozzi di osservazione o piezometri posti ad una ***distanza r*** dal pozzo di emungimento; graficamente si potrebbe in tal caso ricavare S, nota la trasmissività T:

$$S = \frac{2{,}25 \cdot T \cdot t_0}{r^2}$$

essendo

t_0 = tempo corrispondente all'intersezione del tratto rettilineo della curva tempo/abbassamento con l'asse delle ascisse.

RAGGIO D'INFLUENZA R

Il raggio d'influenza R rappresenta la distanza orizzontale tra il pozzo d'emungimento e il limite del cono d'influenza, ovvero la distanza alla quale l'abbassamento del livello statico è nullo.

E' dunque ricavabile, nelle condizioni sopra ipotizzate (**regime transitorio**), noti la trasmissività T ed il coefficiente d'immagazzinamento S, ponendo l'espressione uguale a zero, ottenendo:

$$R = 1{,}5 \cdot \sqrt{\frac{T \cdot t}{S}}$$

ove t = tempo dall'inizio del pompaggio (s)

Il raggio d'influenza del pozzo è dunque funzione del tempo trascorso dall'inizio del pompaggio.

In **regime stazionario** il raggio d'influenza del pozzo può essere stimato attraverso la relazione:

$$Rf\,(m) = 3000 \cdot s \cdot \sqrt{K}$$

dove:

s (m) = abbassamento misurato nel piezometro o nel pozzo;

K (m/s) = permeabilità dell'acquifero.

La prova di pompaggio a gradini, è una prova di emungimento generalmente eseguita con diversi gradini di portata, di portata crescenti durante le operazioni di spurgo del pozzo o durante una prova preliminare di breve durata, dove si misurano le corrispondenti depressioni piezometriche, il cui scopo è quello **di determinare la curva caratteristica del pozzo e di conseguenza i parametri idrogeologici dell'acquifero, principalmente la portata ottimale di utilizzo, l'efficienza dell'opera, trasmissività ed il coefficiente d'immagazzinamento.**

Per l'interpretazione delle prove di pompaggio si ricorre normalmente a due modelli riguardanti le modalità di sviluppo del cono di depressione intorno all'opera captante:

modello del **regime permanente o stazionario**: si suppone che dopo un periodo di pompaggio relativamente breve il cono di depressione assuma una configurazione ed estensione praticamente costante;

modello di **regime transitorio**: si suppone che le dimensioni del cono di depressione aumentino progressivamente in funzione del tempo di pompaggio.
Il modello del regime transitorio si adegua meglio a quanto si osserva in realtà e quindi è il più utilizzato. Condizioni di regime semi-permanente, cioè situazioni in cui l'aumento delle dimensioni del cono di depressione, è estremamente lento e graduale, si possono verificare per tempi di pompaggio sufficientemente lunghi.
"I metodi che prevedono l'impiego di un solo piezometro possono essere utilizzati anche se si opera con il solo pozzo di pompaggio, purché si determini solo la trasmissività. Infatti tutte le equazioni sono state ricavate considerando il pozzo come una sorgente matematica (r_0 = 0), e perciò non sarà possibile ricavare tutti quei parametri che richiedono la conoscenza del raggio del pozzo (G. Chiesa, *Idraulica delle acque di falda*)".

Nel presente caso si è considerato il ***deflusso in regime di equilibrio o permanente***, poiché si suppone che le variazioni di regime si verifichino esclusivamente nello spazio e non nel tempo, ovvero quando nell'opera di captazione a portata costante, l'alimentazione compensa esattamente l'emungimento, la curva di depressione tende ad un profilo di equilibrio e la superficie piezometrica non si deprime ad una certa distanza R (***raggio d'azione*** del pozzo). Quindi è basato su una teoria (Dupuit, 1863) costruita su delle ipotesi che tendono a semplificare la fenomenologia.
Questa teoria dimostra che, in un ***acquifero libero*** (figura 1), la ***portata*** (Q) di un pozzo, di raggio r, è data da:

$$Q = \pi K \frac{\left(H_1^2 - H_2^2\right)}{\ln\left(\frac{R}{r}\right)} \ (m^3/s)$$

da cui è possibile ricavare la formula per il calcolo del ***coefficiente di permeabilità*** (K):

$$K = \frac{Q}{\pi} \frac{\ln\left(\frac{R}{r}\right)}{\left(H_1^2 - H_2^2\right)} \ (m/s)$$

dove:

H_1 (m) = altezza della piezometrica indisturbata (***livello statico***) riferita al substrato impermeabile;

H_2 (m) = altezza del ***livello dinamico*** dell'acqua nel pozzo in emungimento, riferita al substrato impermeabile.

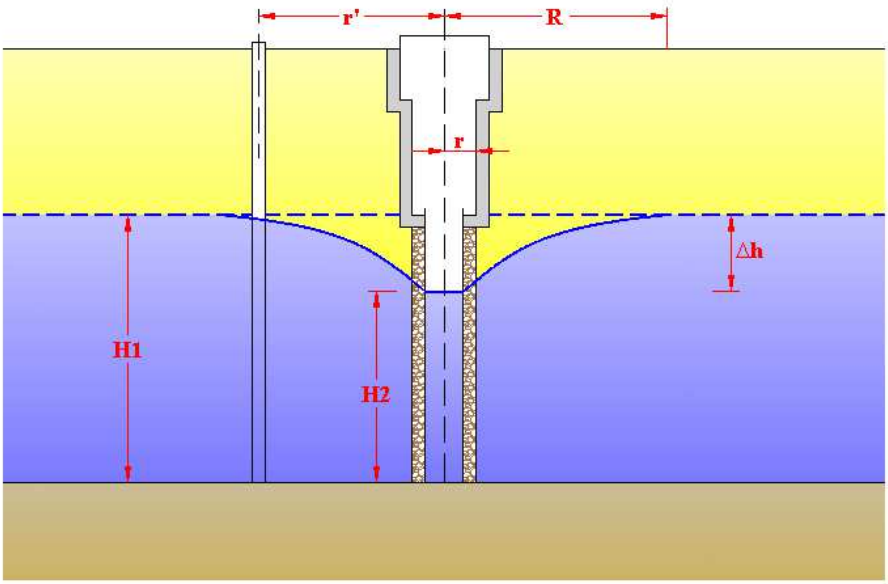


Figura 1 – acquifero libero

L'interpretazione dei risultati della prova di portata a gradini si esegue mediante l'elaborazione di grafici e l'applicazione di formule che permettono di ottenere i parametri sopra citati, oltre che ad una serie di valutazioni qualitative sull'insieme pozzo-acquifero.
Fissati i gradini di portata ed ottenuti i dati relativi degli abbassamenti del livello falda, è possibile costruire un diagramma, con in ascissa le portate emunte (Q1, Q2 …..) e in ordinata le depressioni piezometriche (Dh1, Dh2 ……), che dà l'andamento della ***curva caratteristica*** del pozzo.

Nelle falde libere, questa curva, è rappresentata da una parabola di secondo grado mentre nelle falde confinate, se non caratterizzate da moto turbolento, è formata da una retta, inversamente da una parabola come nelle falde libere.

Ogni gradino di portata viene mantenuto fisso fino a quando il *livello dinamico* (Dh) nel pozzo diventa costante per alcune ore, fino a quando cioè raggiunge una condizione di equilibrio.

Con le coppie di valori Qn-Dhn, per ogni gradino di portata, si ottiene:

$$Q_{sn} = \frac{Q_n}{\Delta h_n} \left(\frac{m^3}{h \cdot m}\right)$$

dove Qsn è la *portata specifica*, cioè la portata emunta riferita all'abbassamento misurato nel pozzo per il gradino n = 1, 2, ecc……; il suo inverso è l'*abbassamento specifico*.

Nel caso generale si osserva un primo tratto più rettilineo, cioè caratterizzato da una certa proporzionalità tra portate e depressioni piezometriche, ma, dopo quello che viene detto *punto critico*, la curva presenta una maggiore convessità che sta a significare che a piccole variazioni di portata corrispondono notevoli aumenti della depressione piezometrica.

Individuato graficamente il *punto critico* si ottengono automaticamente la ***portata critica* (Qc), la *depressione critica* (Dhc) e la *portata ottimale di esercizio* (Qe).** Essendo la *portata critica* legata alla *velocità critica* della falda, non deve essere superata se non si vuole entrare in regime turbolento. La *portata ottimale di esercizio* è sempre inferiore a quella critica ed è pari a circa:

$$\mathbf{Q_e = 0.9\ Q_c}$$

Per altri autori è pari a $\mathbf{Q_e = 2/3\ Q_c}$

Definiti i valori di Qc e Dhc, mediante la curva caratteristica, si calcola il valore della *portata specifica* del pozzo tramite la formula seguente:

$$Q_s = \frac{Q_c}{\Delta h_c}$$

L'abbassamento misurato nell'opera di captazione può essere anche espresso mediante l'equazione di Dupuit, che può essere scritta anche nel modo seguente (Jacob, 1947) :

$$H_1 - H_2 = \frac{Q}{2\pi T} \ln\left(\frac{R}{r}\right) + CQ^2 \ (m)$$

dove ($H_1 – H_2$) è la depressione piezometrica (Δh) e poiché, per le ipotesi di Dupuit, è:

$$\frac{\ln\left(\frac{R}{r}\right)}{2\pi T} = B$$

la precedente formula si può scrivere (Jacob, 1947; Rorabangh, 1953):

$$\Delta h = BQ + CQ^2 \text{ (m)}$$

Da questa espressione si evince che l'abbassamento misurato nell'opera di captazione è la somma di due componenti chiamate ***perdite di carico*** (figura 2 seguente):

Una ***perdita di carico lineare*** provocata nell'acquifero dal deflusso laminare nei pressi del pozzo, che viene indicata con BQ;

Una ***perdita di carico quadratico***, funzione del condizionamento del pozzo, provocata dal deflusso turbolento nell'opera di captazione, definita CQ^2.

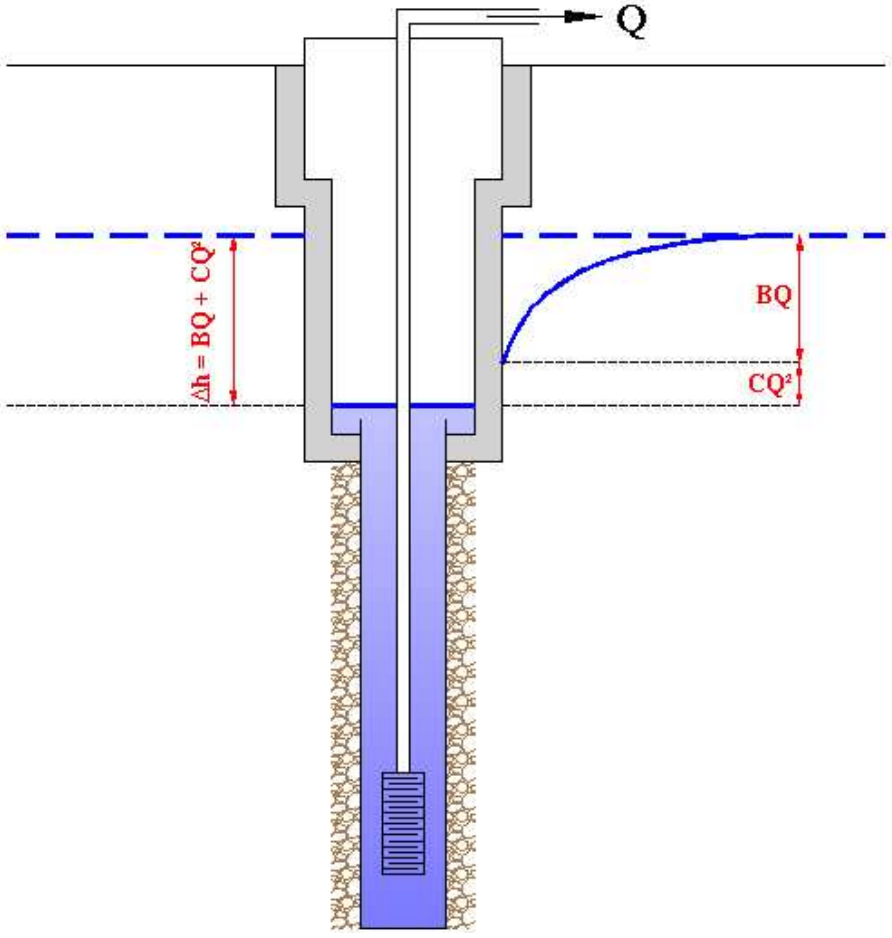


Figura 2 – perdite di carico

La formula di Jacob è la più conosciuta e, anche se è stata ricavata per le falde artesiane, può essere estesa anche agli acquiferi a falda libera quando la depressione piezometrica (Δh) riferita alla portata (Q) è, come nel presente caso:

$$\Delta h \leq 0{,}1\ H_1$$

dove H_1 è lo spessore della falda (figura 1).

L'espressione di Jacob può anche essere scritta nella forma seguente:

$$\frac{\Delta h}{Q} = B + CQ\ (m/m^3/h)$$

dove Δh/Q rappresenta la depressione piezometrica per unità di portata, cioè la ***depressione piezometrica specifica*** (Δh_S). Questa espressione rappresenta una retta di forma generale:

$$y = b + ax$$

di cui un esempio è riportato nella figura 3.
Il coefficiente B può essere letto nel punto di intersezione con l'asse delle ordinate, mentre C è dato dal coefficiente angolare della retta:

$$C = \tan \beta$$

L'esempio di figura 3 riporta uno dei casi che si possono presentare.

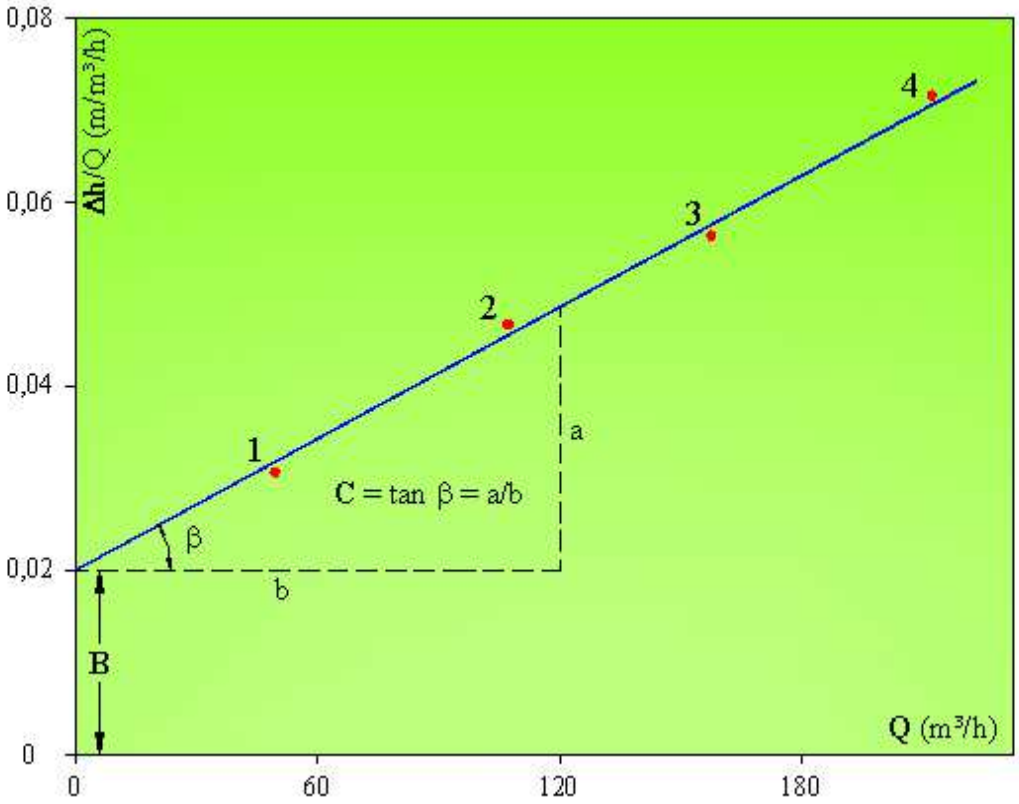


Figura 3 – **Depressione piezometrica specifica.**

Calcolati i valori di B e C, è possibile ricostruire analiticamente la ***curva caratteristica***, calcolare l'efficienza del pozzo e le condizioni del pozzo (Tabella 2):

$$\text{Efficienza del pozzo (\%)} = \frac{BQ}{BQ + CQ^2} \times 100$$

Tabella E – Relazione fra coefficiente di perdita del pozzo C e condizioni del pozzo (Walton, 1962)

Coefficiente di perdita del pozzo C (min^2/m^5)	Condizioni del pozzo
< 0,5	Correttamente progettato e sviluppato
0,5 – 1,0	Deterioramento moderato dovuto a intasamento
1,0 – 4,0	Deterioramento grave o intasamento
> 4,0	Difficoltà a riportare il pozzo nelle condizioni originali

La prova di pozzo a gradini di portata crescente, oltre che consentire di valutare la *portata critica*, la *portata ottimale di esercizio* e la *portata specifica*, permette di calcolare il ***raggio d'azione*** (R) del pozzo, il ***coefficiente di permeabilità*** (K) e la ***trasmissività*** (T). Però, per ottenere questi valori, la prova va eseguita su *stazioni di prova*.

Il *coefficiente di permeabilità* si può calcolare mediante la teoria di Dupuit riscrivendo la formula nel modo seguente:

$$K = 0{,}73\frac{Q}{\Delta h}\log\left(\frac{R}{r'}\right) = 0{,}73\frac{Q}{\Delta h}\left(\log R - \log r'\right)$$

dove r' rappresenta la distanza che intercorre tra il centro del pozzo e il piezometro (figure 1 e 2).
Se in un diagramma (figura 4) si riportano le depressioni piezometriche misurate nel pozzo e nei piezometri e sulle ascisse il logaritmo delle distanze tra pozzo e piezometri si ottiene una retta di forma:

$$y = C\,(\log a - \log x)$$

y = Δh e log x = log r' sono le variabili della retta, mentre C è il suo coefficiente angolare, pari a:

$$C = 0{,}73\frac{Q}{K} = \tan\beta$$

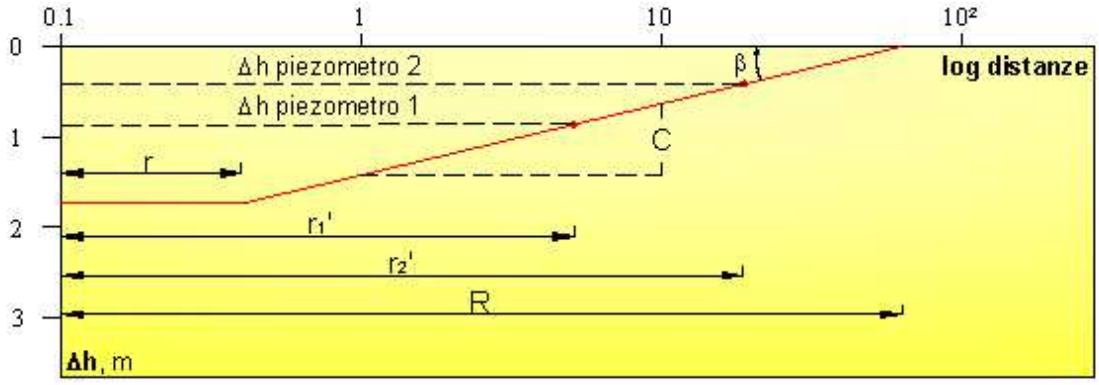


Figura 4 – Diagramma Δh/log distanze

Dalla espressione precedente è possibile derivare il valore del coefficiente di permeabilità per le falde libere:

$$K = 0{,}73\frac{Q}{C}\,(m/s)$$

Analogamente è possibile ricavare la trasmissività per le falde artesiane:

$$T = 0{,}366\frac{Q}{C}\,(m^2/s)$$

Invece il *raggio d'azione* del pozzo può essere misurato direttamente sul grafico oppure può essere calcolato nel modo seguente:

$$\log R = \frac{\Delta h}{C} + \log r'$$

dalla quale si ottiene:

$$R = 10^{\frac{\Delta h}{C} + \log r'}\ (m)$$

Quando si opera su pozzi singoli completi, dopo aver ricavato i valori della *portata critica* (Q_C) e dell'*abbassamento critico* (Δh_C) corrispondente dal grafico portate/depressioni piezometriche, si calcolano i valori del *coefficiente di permeabilità* (K) e della *trasmissività* (T) utilizzando le formule di Dupuit derivate dalla teoria del regime di equilibrio.
Quando invece si opera su pozzi singoli incompleti, bisogna distinguere tra pozzi in falde libere e pozzi in falde artesiane.
In falda libera il *coefficiente di permeabilità* (K) si può calcolare mediante l'equazione:

$$K = \frac{Q_c \ln\left(\frac{R}{r}\right)}{\pi\left[(H_1 - a)^2 - (H_2 - a)^2\right]\left[1 + \left(0{,}30 + 10\frac{r}{H_1}\right)\mathrm{sen}\left(1{,}8\frac{a}{H_1}\right)\right]}\ (m/s)$$

dove *a* rappresenta la distanza tra tubo-filtro e substrato impermeabile (figura 5).

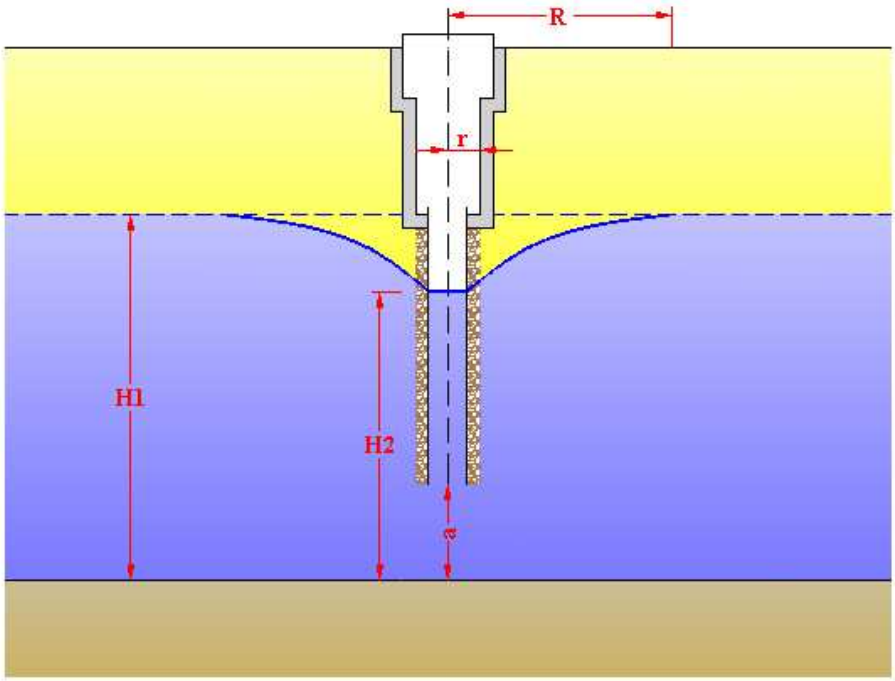


Figura 5 – Raggio di influenza pozzo

La prova di portata è stata eseguita nei pozzi Pz1 e Pz2 utilizzando 4 piezometri posti a diverse distanze (cfr. Tabella B) di cui si riporta di seguito l'elaborazione dei dati dei singoli pozzi Negiaire, sopra descritta in forma teorica.

9.4 ELABORAZIONE PROVA DI PORTATA IN POZZO PZ1

Dati generali

Dati relativi alla stratigrafia pozzo Pz1

Strato Nr.	Descrizione (-)	Profondità (m)
1	Sabbia ghiaiosa	3.5
2	Ghiaia sabbiosa	35.5

Dati relativi al pozzo di emungimento

Quota del piano campagna	11.00 m.s.l.m.
Quota del boccapozzo	9.7 m.s.l.m.
Raggio del pozzo	0.35 m
Lunghezza del foro cieco fra boccapozzo e tubo-filtro	12.00 m
Lunghezza del tubo-filtro	27.00 m
Pozzo completo	

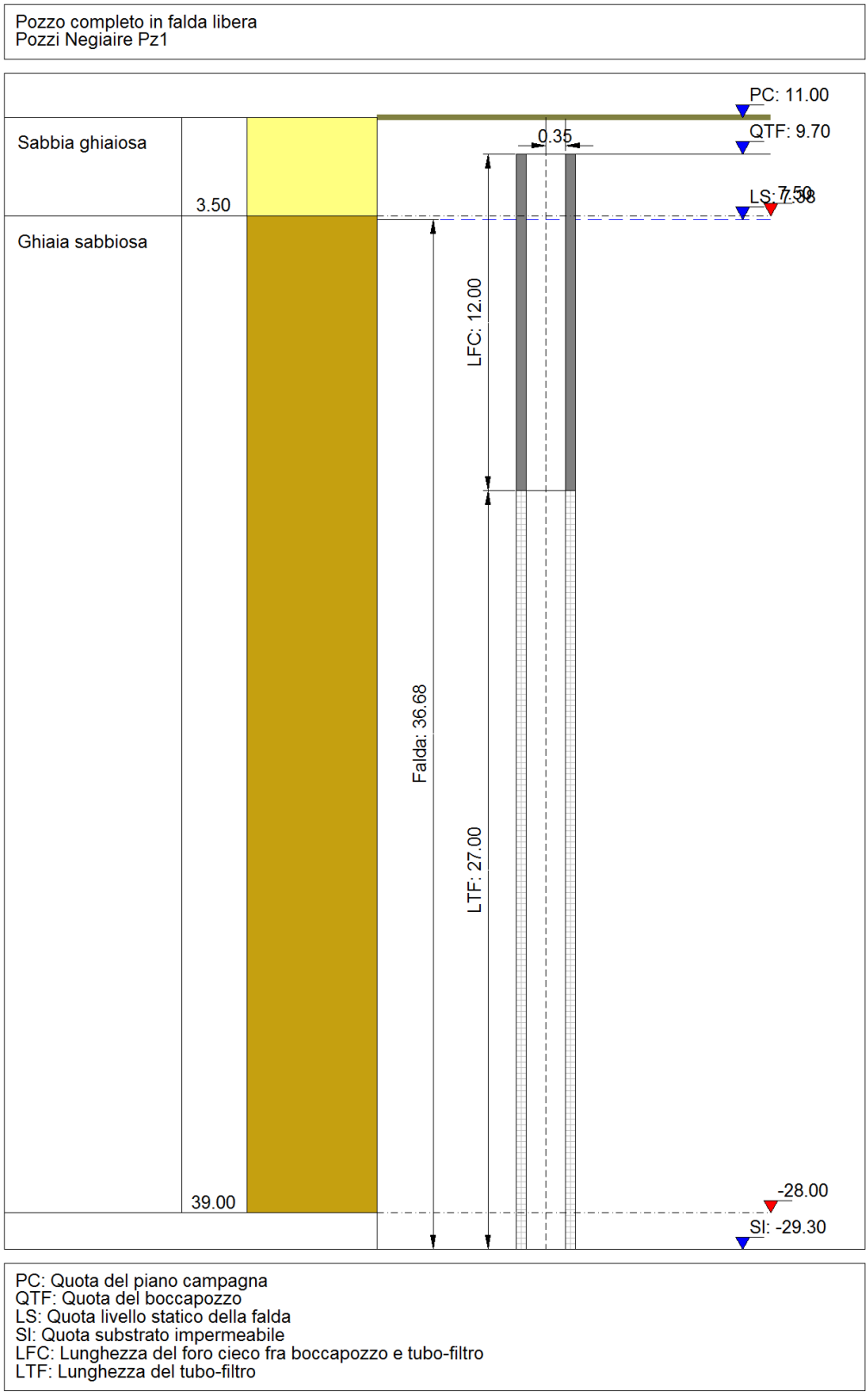
Dati relativi ai piezometri

Piezometro Nr.	Longitudine piezometro (-)	Latitudine piezometro (-)	Quota del piano campagna (m.s.l.m.)	Quota del boccaforo (m.s.l.m.)	Distanza dal pozzo (m)	Profondità dal piano campagna (m)
1	0	0	11	9.7	53.5	47
2	0	0	10	10	51.5	35
3	0	0	13	13	256	20
4	0	0	12.6	12.6	221	20
5	0	0	11.2	11.2	133	20

Dati relativi all'acquifero

Quota livello statico della falda	7.38 m.s.l.m.
Falda libera	

Figura 6 - Stratigrafia pozzo Pz1



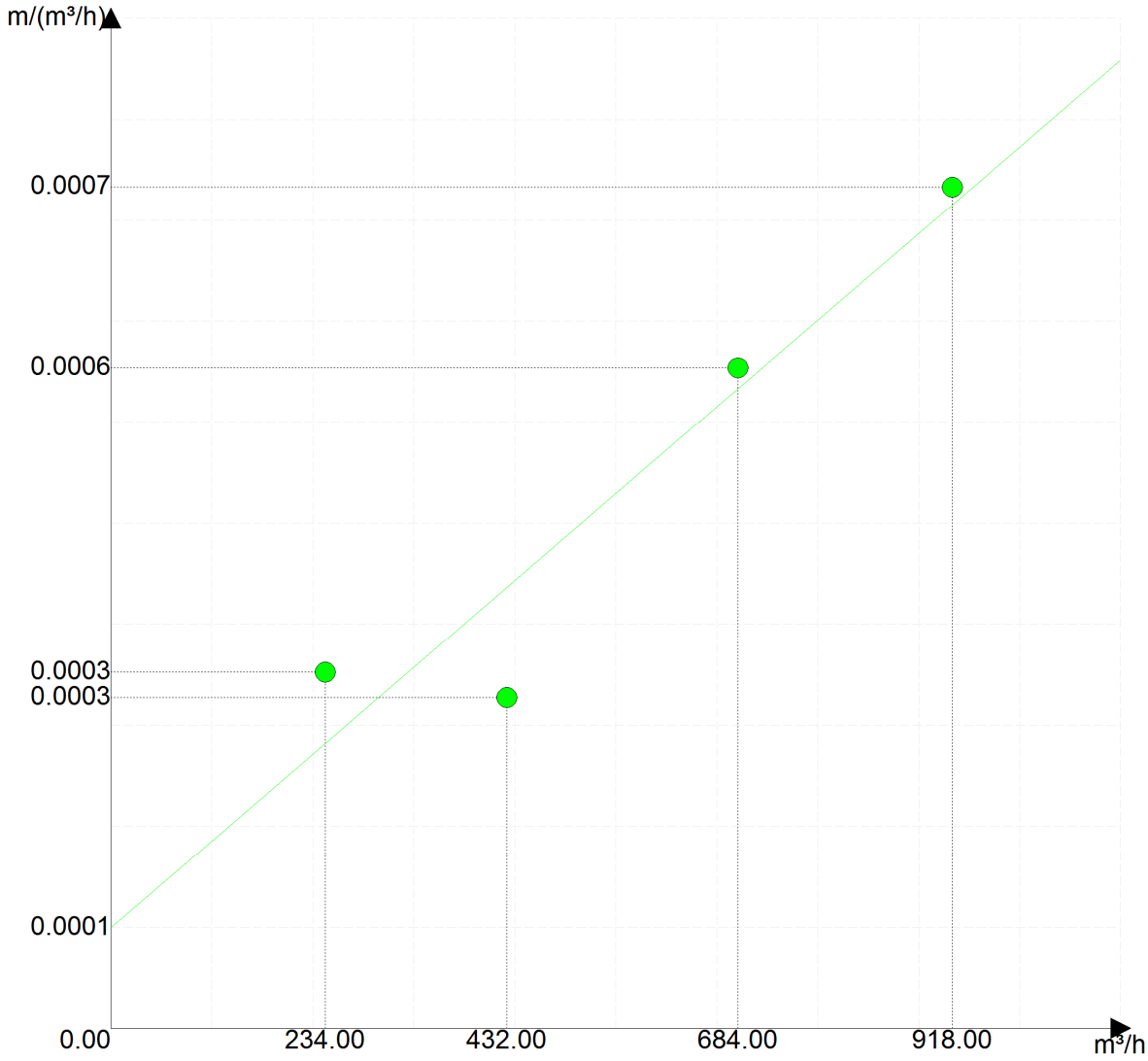
Dati relativi ai gradini di portata

Input dati

Gradino Nr.	Data	Ore	Minuti	Secondi	Portata (m^3/h)	Abbassamento nel pozzo (m)
1	01/10/2014	16	50	0	234	0.07
2	02/10/2014	7	10	0	432	0.12
3	02/10/2014	16	50	0	684	0.38
4	03/10/2014	31	10	0	918	0.65

Gradino Nr.	Abbassamento in P1 (m)	Abbassamento in P2 (m)	Abbassamento in P3 (m)	Abbassamento in P4 (m)	Abbassamento in P5 (m)
1	0.22	0.06	0.06	0.05	0.06
2	0.45	0.11	0.09	0.1	0.1
3	0.54	0.21	0.19	0.17	0.18
4	0.65	0.33	0.3	0.31	0.3

Figura 7 - Elaborazione analitica a gradini di portata



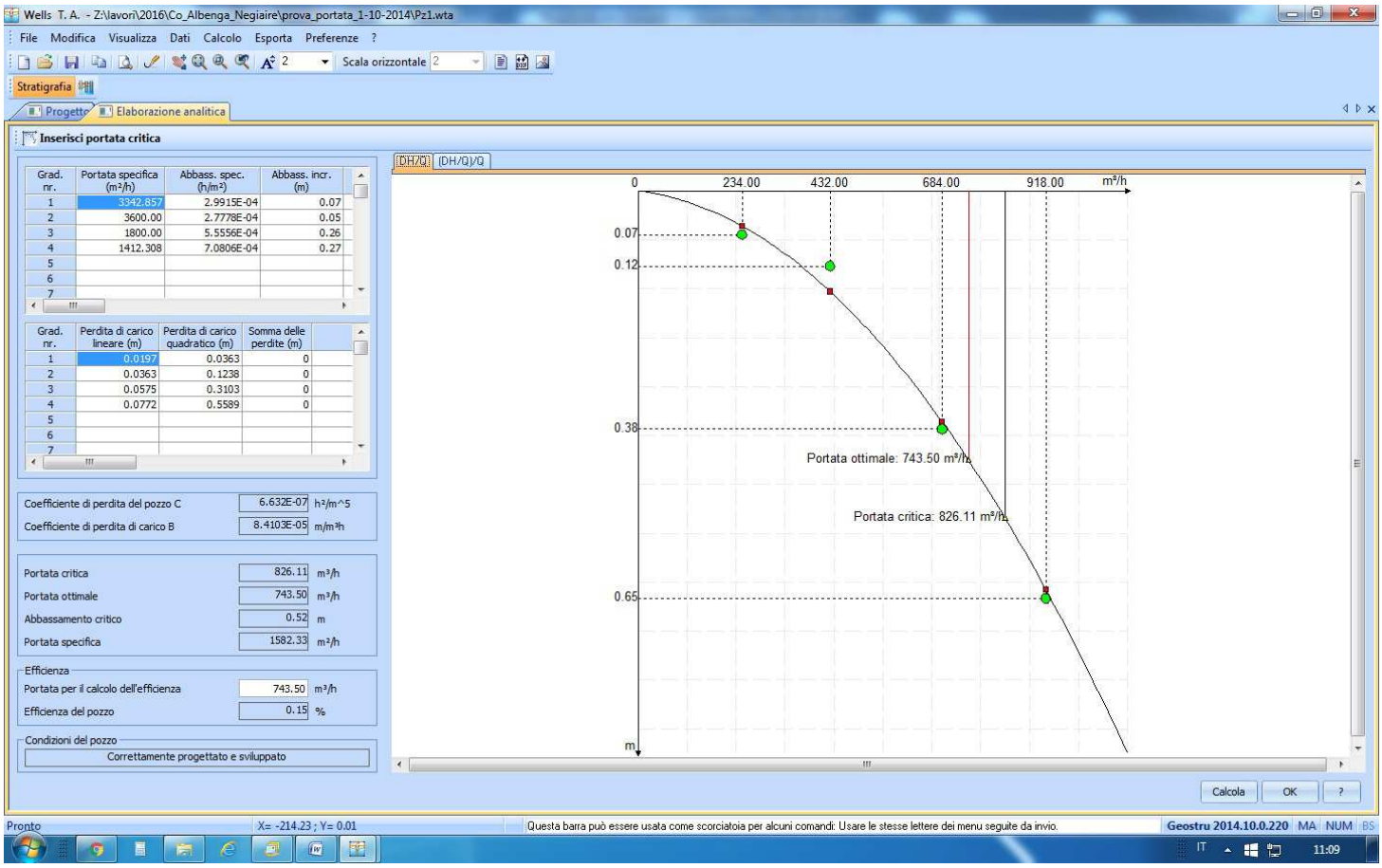


Figura 8 – Curva caratteristica pozzo Pz1

Coefficiente di perdita del pozzo C	6.632E-07 h²/m^5
Coefficiente di perdita di carico B	8.4103E-05 m/m³h
Portata per il calcolo dell'efficienza	743.50 m³/h
Efficienza del pozzo	0.15 %
Correttamente progettato e sviluppato	

Gradino Nr.	Perdita di carico lineare (m)	Perdita di carico quadratico (m)	Somma delle perdite (m)
1	0.0197	0.0363	0
2	0.0363	0.1238	0
3	0.0575	0.3103	0
4	0.0772	0.5589	0

Portata critica	826.11 m³/h
Portata ottimale	743.50 m³/h
Abbassamento critico	0.52 m
Portata specifica	1582.33 m²/h

Elaborazione a gradini di portata su stazione di prova

Metodo di Dupuit-Thiem

Gradino Nr.	Coefficiente di permeabilità K (m/s)	Trasmissività T (m²/s)
1	-6.7417E-05	-2.4728E-03
2	-5.8796E-05	-2.1566E-03
3	-9.6165E-05	-3.5273E-03
4	-1.3352E-04	-4.8975E-03

Elaborazione con metodo analitico in regime transitorio (cfr. Allegato n.5A)

Formula di Theis

Fase di risalita

PORTATA MEDIA DI POMPAGGIO

Q				
(l /min)	*(l /s)*	***(m^3/s)***	*(m^3/ora)*	*(m^3/giorno)*
9450,0	157,50	**0,15750**	567,0	13.608

TEMPO TOTALE DI POMPAGGIO

t=	*(s)*	*(min.)*	*(h)*
	259.200,0	**4320**	**72**

SPESSORE ACQUIFERO

(m)	*(m)*
35,0	30,0

Trasmissività T media **2.5±2E-01 m²/s**

Coefficiente di permeabilità K medio **7±5E-03 m/s**

9.5 ELABORAZIONE PROVA DI PORTATA IN POZZO PZ2

Dati generali

Dati relativi alla stratigrafia pozzo Pz2

Strato Nr.	Descrizione (-)	Profondità (m)
1	Sabbia ghiaiosa	3.5
2	Ghiaia sabbiosa	35.5

Dati relativi al pozzo di emungimento

Quota del piano campagna	11.00 m.s.l.m.
Quota del boccapozzo	9.7 m.s.l.m.
Raggio del pozzo	0.35 m
Lunghezza del foro cieco fra boccapozzo e tubo-filtro	12.00 m
Lunghezza del tubo-filtro	27.00 m
Pozzo completo	

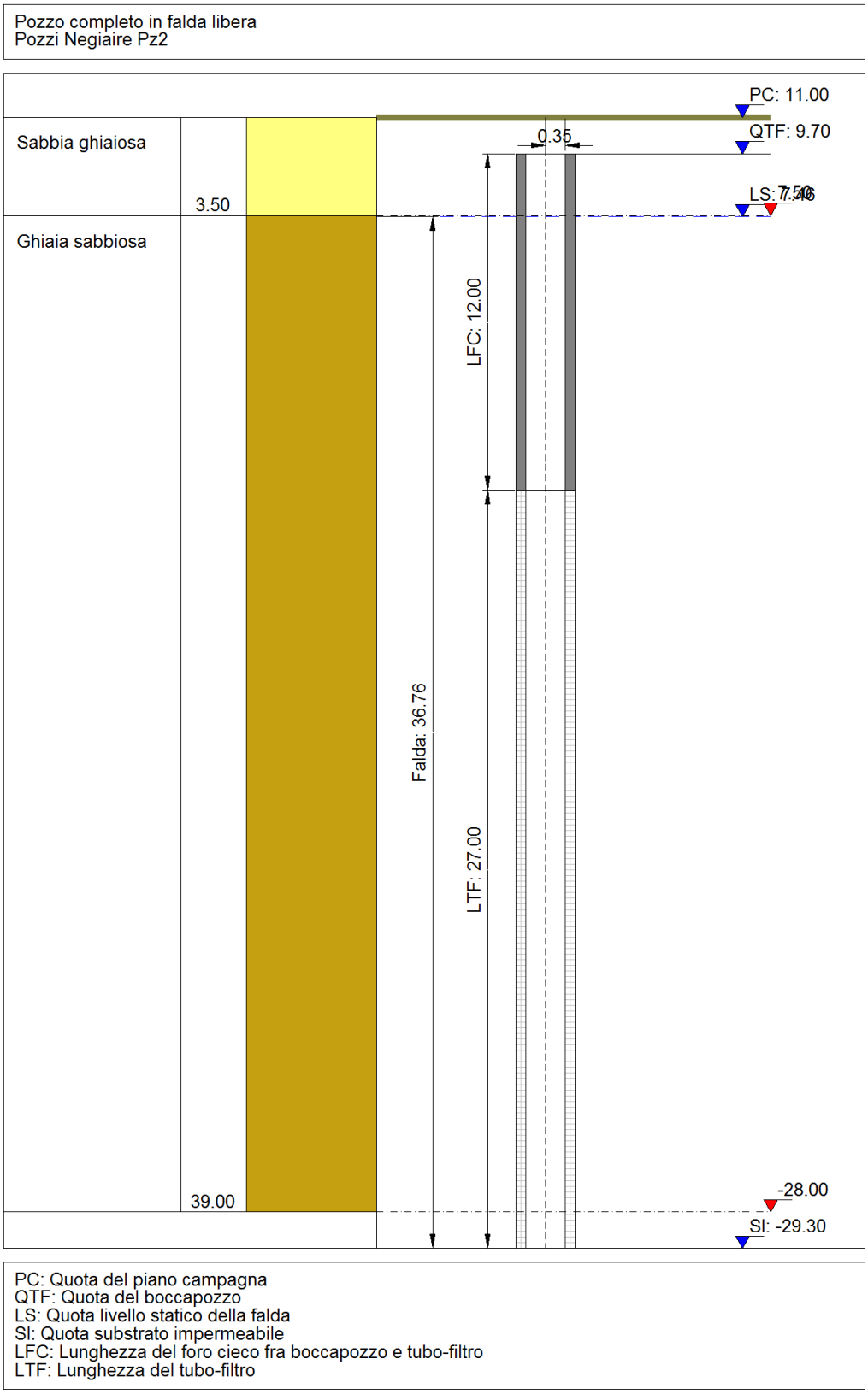
Dati relativi ai piezometri

Piezometro Nr.	Longitudine piezometro (-)	Latitudine piezometro (-)	Quota del piano campagna (m.s.l.m.)	Quota del boccaforo (m.s.l.m.)	Distanza dal pozzo (m)	Profondità dal piano campagna (m)
1	0	0	11	9.7	53.5	47
2	0	0	10	10	103	35
3	0	0	13	13	202	20
4	0	0	12.6	12.6	172	20
5	0	0	11.2	11.2	97	20

Dati relativi all'acquifero

Quota livello statico della falda	7.46 m.s.l.m.
Falda libera	

Figura 9 - Stratigrafia pozzo Pz2



Dati relativi ai gradini di portata

Input dati

Gradino Nr.	Data	Ore	Minuti	Secondi	Portata (m^3/h)	Abbassamento nel pozzo (m)
1	01/10/2014	16	50	0	234	0.22
2	02/10/2014	7	10	0	432	0.45
3	02/10/2014	16	50	0	684	0.54
4	03/10/2014	7	10	0	918	0.65

Gradino Nr.	Abbassamento in P1 (m)	Abbassamento in P2 (m)	Abbassamento in P3 (m)	Abbassamento in P4 (m)	Abbassamento in P5 (m)
1	0.07	0.06	0.06	0.05	0.06
2	0.12	0.11	0.09	0.1	0.1
3	0.38	0.21	0.19	0.17	0.18
4	0.65	0.33	0.3	0.31	0.3

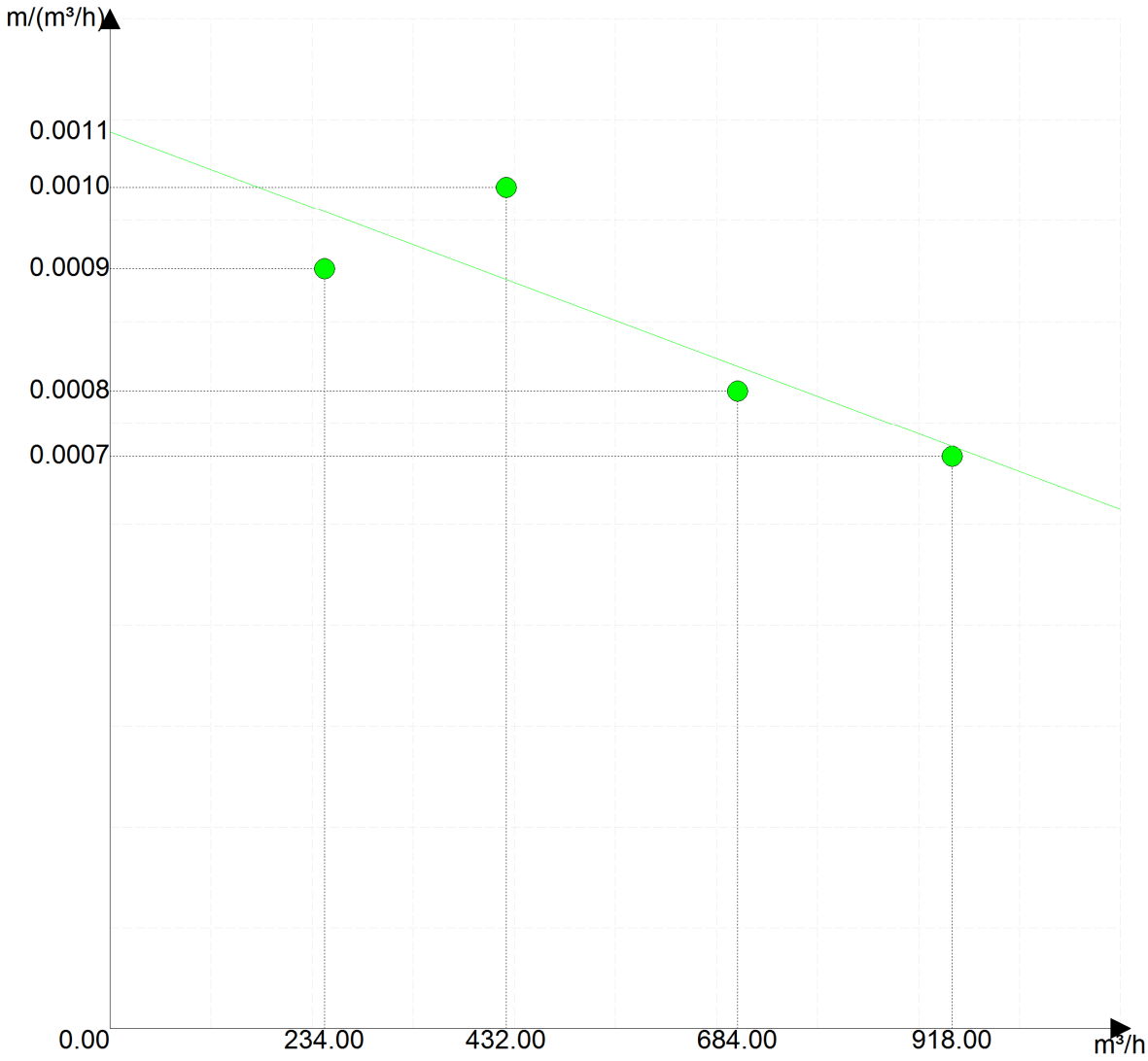
Elaborazione a gradini di portata su stazione di prova

Metodo di Dupuit-Thiem

Gradino Nr.	Coefficiente di permeabilità K (m/s)	Trasmissività T (m^2/s)
1	1.8467E-02	6.7885E-01
2	3.414E-02	1.255E+00
3	3.1954E-03	1.1746E-01
4	2.2905E-03	8.42E-02

Trasmissività T media 5.3388E-01 m^2/s
Coefficiente di permeabilità K medio 1.4523E-02 m/s

Figura 10A - Elaborazione analitica a gradini di portata



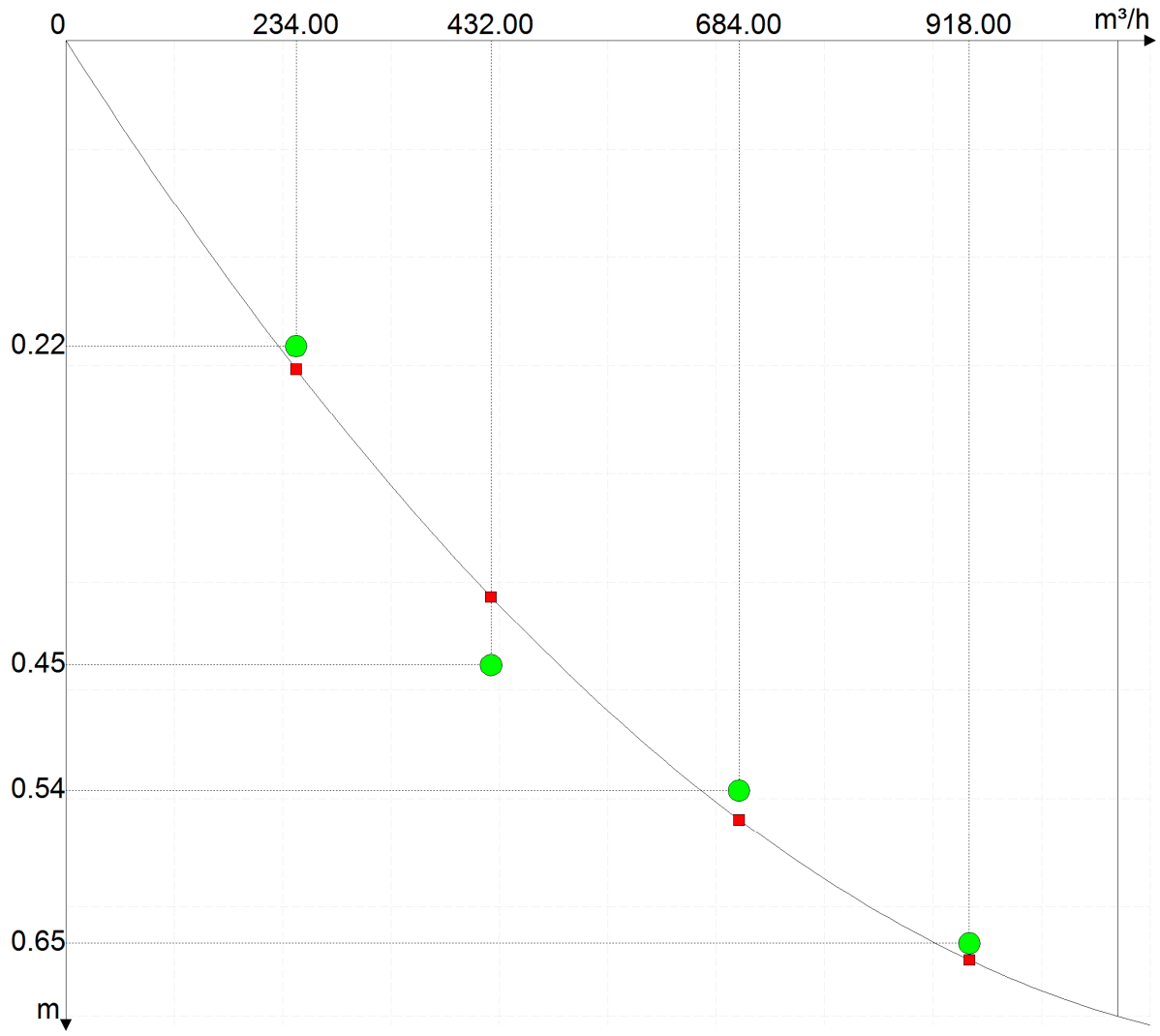


Figura 10B – Curva caratteristica pozzo Pz2

Le figure dei due grafici soprastanti rappresentano le curve caratteristiche del pozzo (Dh/Q/Q e Dh/Q) in esame il cui andamento non si raccorda con quello teorico essendo nel primo caso una retta con andamento opposto a quella atteso e nel secondo caso la curva caratteristica è concava invece di essere convessa.

Ciò è spiegabile considerando la posizione delle pompe attive rispetto al pozzo in esame per ciascun gradino di portata, infatti i primi due gradini di portata corrispondono ad abbassamenti dei livelli falda dovuti alla diretta presenza della pompa nel pozzo, mentre i III° e IV° gradini sono relativi ad abbassamenti indiretti dovuti all'attività delle pompe installate nel Pz1 e pertanto di minor entità seppur la portata sia crescente in modo costante.

Pertanto, per ottenere delle elaborazioni teoricamente accettabili, sono stati considerati solo i primi due gradini di portata, in cui le pompe di emungimento risultano essere installate nel pozzo Pz2 in studio, come da normale prassi.

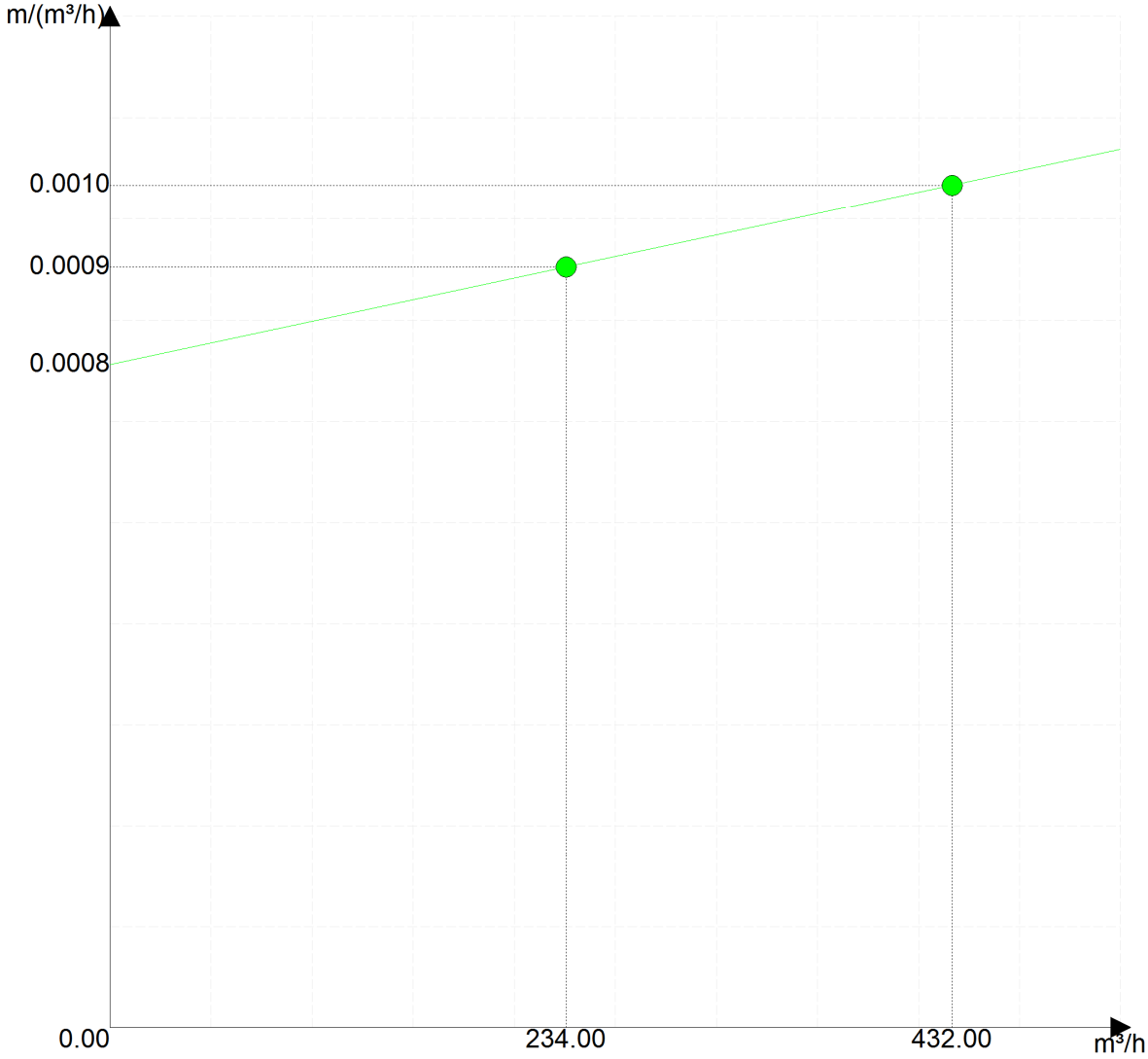
Dati relativi ai gradini di portata

Input dati

Gradino Nr.	Data	Ore	Minuti	Secondi	Portata (m^3/h)	Abbassamento nel pozzo (m)
1	01/10/2014	16	50	0	234	0.22
2	02/10/2014	7	10	0	432	0.45

Gradino Nr.	Abbassamento in P1 (m)	Abbassamento in P2 (m)	Abbassamento in P3 (m)	Abbassamento in P4 (m)	Abbassamento in P5 (m)
1	0.07	0.06	0.06	0.05	0.06
2	0.12	0.11	0.09	0.1	0.1

Figura 11A - Elaborazione analitica a gradini di portata



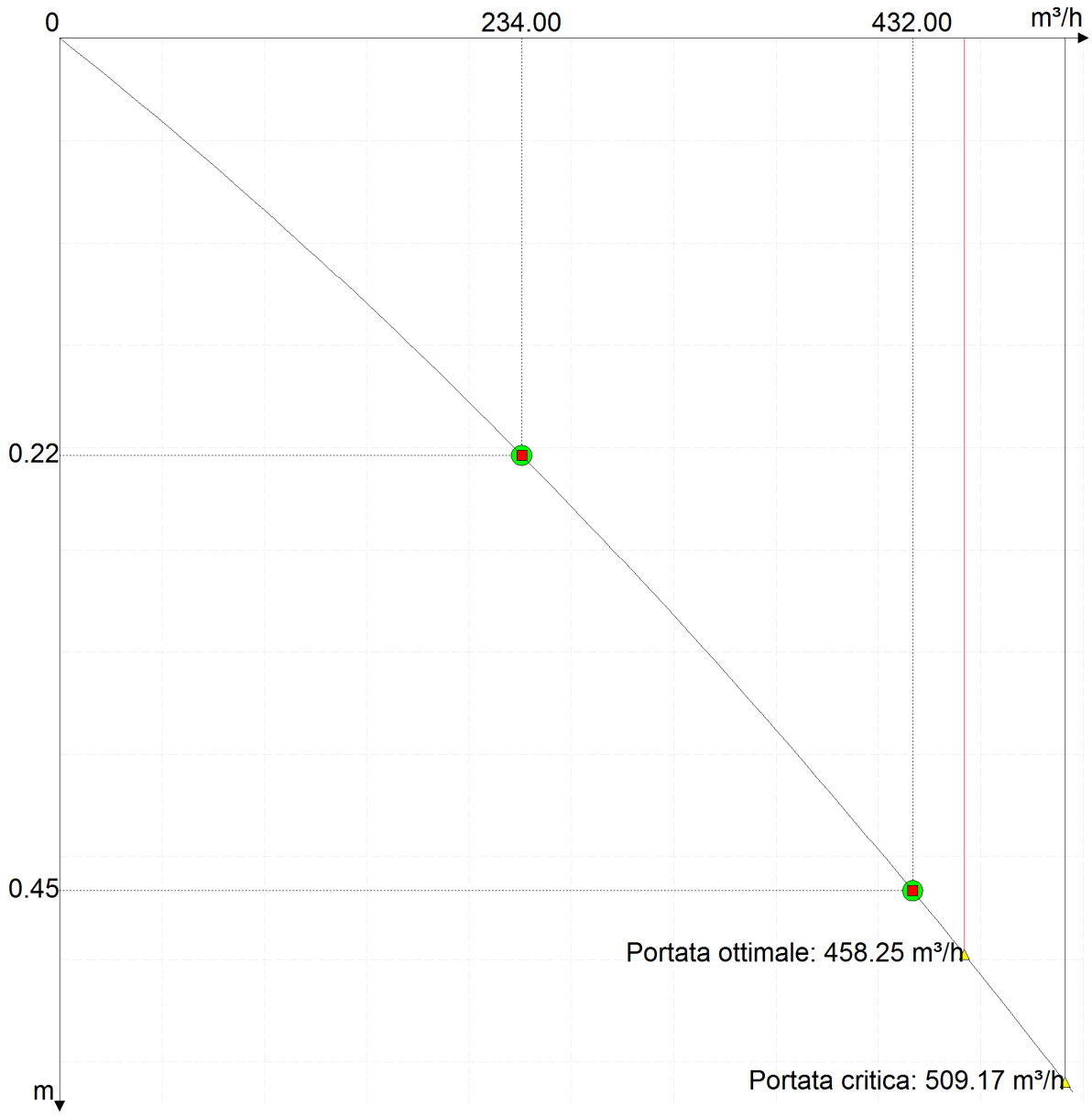


Figura 11B – Curva caratteristica pozzo Pz2

Coefficiente di perdita del pozzo C	5.126E-07 h²/m^5
Coefficiente di perdita di carico B	8.2024E-04 m/m³h
Portata per il calcolo dell'efficienza	458.25 m³/h
Efficienza del pozzo	0.78 %

Correttamente progettato e sviluppato

Gradino Nr.	Perdita di carico lineare (m)	Perdita di carico quadratico (m)	Somma delle perdite (m)
1	0.1919	0.0281	0
2	0.3543	0.0957	0

Portata critica	509.17 m³/h
Portata ottimale	458.25 m³/h
Abbassamento critico	0.55 m
Portata specifica	924.86 m²/h

Elaborazione grafica a gradini di portata

Gradino Nr.	Coefficiente C (m)	Coefficiente di permeabilità K (m/s)	Trasmissività T (m²/s)	Raggio d'azione del pozzo (m)
1	7.106195E-02	6.6773E-01	2.4546E+01	66718.16
2	0.145354	6.0267E-01	2.2154E+01	66718.16

Trasmissività T media	2.335E+01 m²/s
Coefficiente di permeabilità K medio	6.352E-01 m/s
Raggio d'azione R medio	436.47 m

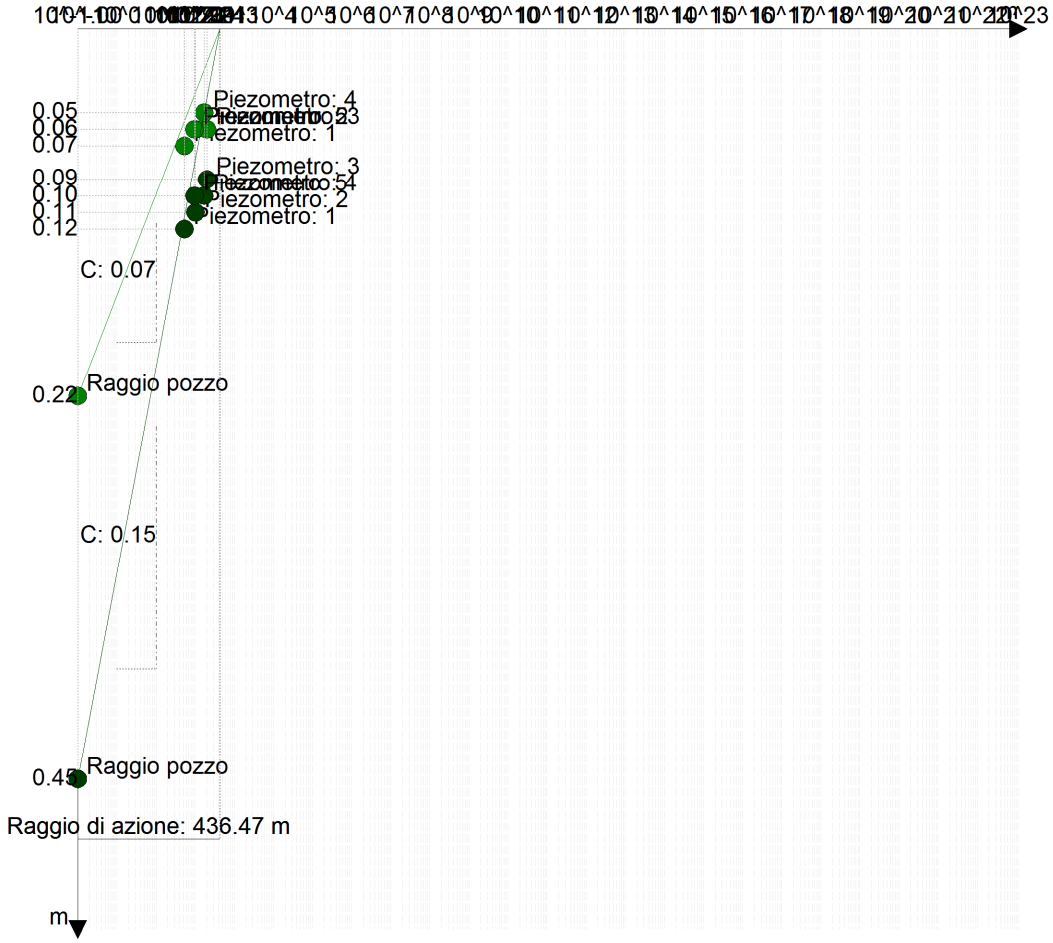


Figura 12 – Elaborazione grafica raggio d'azione

Elaborazione a gradini di portata su stazione di prova

Metodo di Dupuit-Thiem

Gradino Nr.	Coefficiente di permeabilità K (m/s)	Trasmissività T (m²/s)
1	1.8467E-02	6.7885E-01
2	3.414E-02	1.255E+00

Trasmissività T media	9.6693E-01 m²/s
Coefficiente di permeabilità K medio	2.6304E-02 m/s

Elaborazione con metodo analitico in regime transitorio (cfr. Allegato n.5B)

Formula di Theis

Fase di risalita

PORTATA MEDIA DI POMPAGGIO

Q				
(l /min)	*(l /s)*	***(m^3/s)***	*(m^3/ora)*	*(m^3/giorno)*
9450,0	157,50	**0,15750**	567,0	13.608

TEMPO TOTALE DI POMPAGGIO

t=	*(s)*	*(min.)*	*(h)*
	259.200,0	**4320**	**72**

SPESSORE ACQUIFERO

(m)	*(m)*
35,0	30,0

Trasmissività T media **2.4±1E-01 m^2/s**
Coefficiente di permeabilità K medio **6±4E-03 m/s**

La prova di portata eseguita è servita a quantificare i parametri idrogeologici della falda acquifera emunta e si **può affermare che la portata delle pompe installate è assolutamente sufficiente a garantire una portata ad uso potabile pari a 110 l/sec.**, come richiesta nella presente concessione, in funzione del fabbisogno reale, che non risulta influenzare in negativo l'assetto idrogeologico dell'areale.

10. MODELLAZIONE NUMERICA DI FLUSSO

(vii) "quantificazione attraverso modello numerico …"

I modelli matematici relativi alle acque sotterranee rappresentano uno strumento indispensabile per una gestione ottimale della risorsa idrica e per la sua salvaguardia sia in termini quantitativi che qualitativi.

La modellazione matematica è uno strumento atto a rappresentare un'approssimazione idealizzata di un fenomeno fisico, in particolare nel caso dei modelli numerici idrodinamici degli acquiferi viene descritto il flusso delle acque sotterranee attraverso le equazioni che governano il fenomeno sia all'interno del sistema sia lungo i suoi confini (condizioni al contorno) mentre per la distribuzione dei carichi idraulici viene risolta tramite metodi di approssimazione numerica (Anderson & Woessner 1992).

Fra le tecniche numeriche di approssimazione, le più utilizzate nei modelli numerici sono il metodo a differenze finite ed il metodo a elementi finiti; in entrambi i casi, il sistema naturale è discretizzato mediante un reticolo geometrico formato da celle elementari di forma prismatica in cui gli elementi fondamentali sono costituiti o dal centro delle celle o dai nodi del reticolo. Tuttavia un modello numerico affidabile deve basarsi su un solido modello idrogeologico concettuale, in quanto, la scelta delle semplificazioni che stanno alla base della sua implementazione dipende strettamente dal modello concettuale costruito.
La disponibilità dei dati di campagna omogeneamente distribuiti sul territorio e nel tempo è appunto il principale problema in molti studi idrogeologici in quanto spesso le incertezze su alcuni dati, quali ad esempio i parametri idraulici dell'acquifero, portano a dover semplificare eccessivamente il modello concettuale.

La realizzazione del presente modello matematico è stata realizzata utilizzando il codice di calcolo Modflow e come interfaccia grafica Model Muse. La costruzione del modello ha previsto una serie di operazioni quali la discretizzazione orizzontale e verticale dello spazio, la definizione delle condizioni iniziali e al contorno, l'attribuzione delle proprietà idrauliche alle celle ed infine la definizione delle perturbazioni esterne al sistema (ricarica, pozzi, fiumi).
Il modello è stato calibrato con il metodo "trial and error adjustment" sulla base dei livelli misurati durante campagne piezometriche, rappresentative rispettivamente di condizioni di magra e di morbida dell'acquifero.

10.1 METODOLOGIA

La realizzazione del modello matematico il più possibile rappresentativo del sistema acquifero in studio ha previsto due fasi principali:

- Realizzazione del modello concettuale del sistema reale al fine di avere uno strumento utile e affidabile per la gestione della risorsa idrica; tale modello ha previsto pertanto un approccio multidisciplinare a carattere geologico-stratigrafico e idrogeologico tramite la raccolta e interpretazione dei dati che ha portato ad una schematizzazione del sistema idrico sotterraneo reale, che però tiene conto dei fattori che concorrono a determinare il comportamento del sistema e la sua risposta a variazioni e sollecitazioni esterne. È importante sottolineare come, in generale, il modello migliore non sia quello più sofisticato, che porterebbe ad allungamenti del

tempo di calcolo, ma anzi quello con il quale si riesce a riprodurre il comportamento del sistema con la più semplice schematizzazione possibile.

Questa fase di lavoro ha permesso di definire le caratteristiche idrostrutturali dell'acquifero in esame e di comprendere i meccanismi che regolano la falda compresi i rapporti con i corsi d'acqua (T.Arroscia e T.Neva) dell'intorno.

Tale fase ha previsto l'elaborazioni delle informazioni stratigrafiche disponibili reperite nell'archivio di studio e dai risultati delle numerose trivellazioni di pozzi irrigui nella zona, nonché la produzione di nuovi dati tramite lo svolgimento di prove di portata nei pozzi Negiaire finalizzate ad incrementare le informazioni a riguardo della permeabilità idraulica e l'esecuzione di campagne piezometriche di oltre 10 pozzi/piezometri presenti nell'areale circostante (cfr. Fig.13).

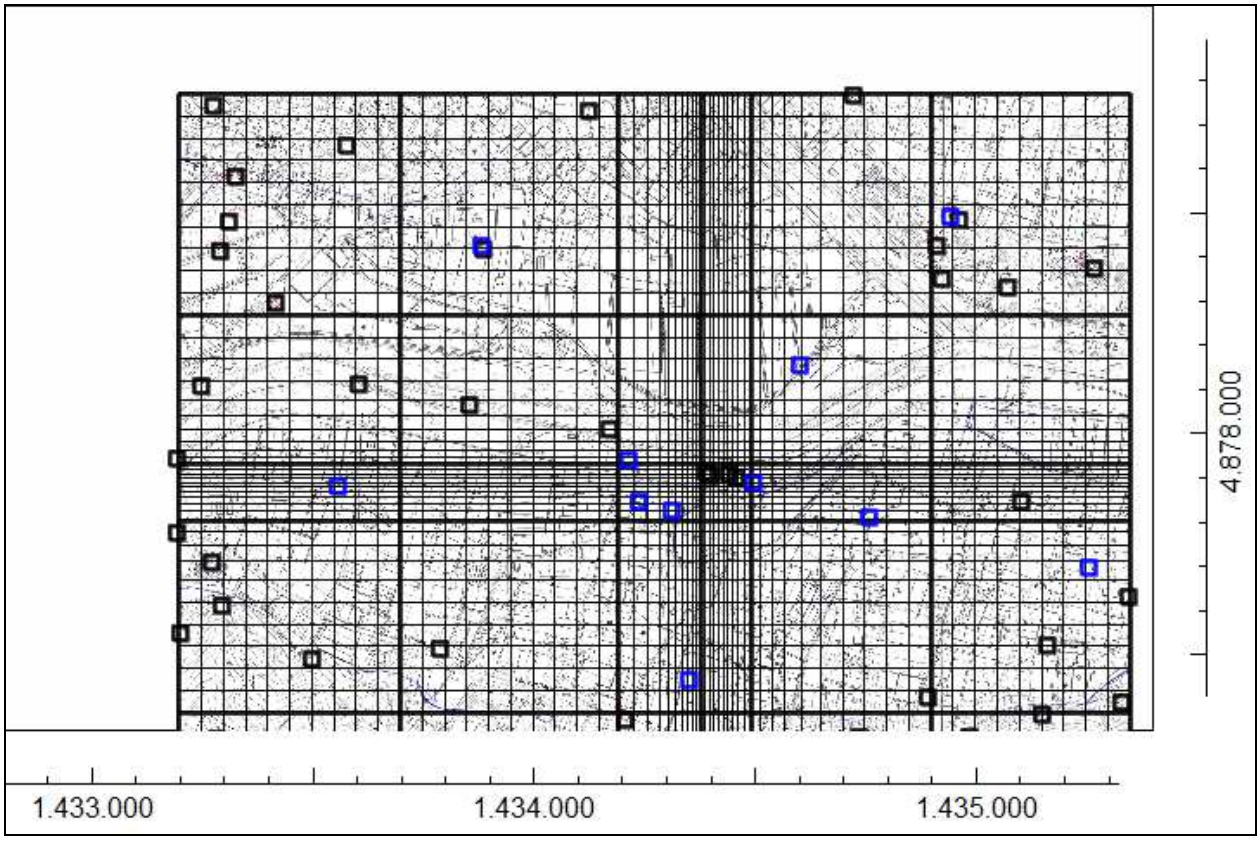


Fig.13 – Ubicazione punti di misura

- Sulla base del modello concettuale appena delineato è stato realizzato il modello numerico di flusso dell'acquifero indagato. Per l'implementazione, lo sviluppo e la calibrazione del modello numerico di flusso è stato utilizzato il codice di calcolo Modflow, Modular three-dimensional finite-difference groundwater flow model (Mc

Donald e Harbaugh 1988), modello a differenze finite che simula il flusso di acque sotterranee nelle tre dimensioni spaziali (x,y,z); tale codice incorpora i modelli tri e bidimensionali descritti da Trescott (1975), Trescott e Larson (1976), Trescott Pinder e Larson (1976) e ampiamente utilizzati dall'USGS; in questo lavoro è stata utilizzata l'interfaccia grafica Model Muse (Winston, 2009).

10.2 MODELLO CONCETTUALE

A seguito della raccolta, dell'analisi e dell'interpretazione dei dati disponibili e misurati dell'areale in studio, è stato definito un quadro descrittivo del funzionamento del sistema acquifero in studio di seguito espletato.

Sulla base dei dati di sottosuolo disponibili, in particolare delle stratigrafie di pozzi e sondaggi geognostici, si è definita la geometria del complesso idrogeologico costituito dall'acquifero superficiale di subalveo che alimenta i pozzi Negiaire. In particolare si è individuato un complesso idrogeologico costituito da sabbie-limi e ghiaie che ospita l'acquifero freatico in studio, tralasciando gli acquiferi profondi confinati all'interno di litologie rocciose ubicate a notevoli profondità, che non interagiscono direttamente con la falda in oggetto. È presente un substrato impermeabile argilloso (argille plioceniche) e roccioso conglomeratico (Pliocene) che rappresenta l'acquicludo con continuità al di sotto dell'acquifero, a profondità medie nei pressi dei pozzi Negiaire di ca. 40m, in diminuzione verso i settori settentrionali e meridionali dell'area modellata.

I dati reperiti di prove di portata in pozzi, unitamente a prove di laboratorio eseguite a supporto di altri progetti, indicano valori di conducibilità idraulica compresi tra 10^{-4} e 10^{-5} per il deposito alluvionale ospitante l'acquifero.

Per quanto riguarda i risultati desunti dalla realizzazione delle campagne piezometriche corrispondenti ad un periodo di magra (Ottobre 2014, durante l'esecuzione della 2°prova di portata nei pozzi Negiaire) e di morbida (durante la primavera 2016) è possibile osservare che la principale zona di ricarica del sistema indagato è rappresentata dalla fascia centro-occidentale corrispondente alla deflusso idrico sotterraneo del T.Arroscia e del T.Neva verso il settore settentrionale. I complessi rocciosi che costituiscono il settore meridionale dell'area modellata e quello nella zona nord-ovest dei conglomerati presso l'alto morfologico di Bastia rappresentano barriere impermeabili dell'acquifero superficiale che non vengono interessati dal deflusso in studio.

Sono inoltre state considerate nell'elaborazione del modello numerico le due aree situate a valle dei pozzi Negiaire denominate "Lago Scotto" e "Lago Bosco" costituite da antichi

laghetti da estrazione di inerti extra-alveo, attualmente colmati da limo impermeabile derivante da attività di cava, il cui spessore e conducibilità idraulica è stato verificato tramite l'esecuzione di prove dirette in sito a supporto di altri progetti passati.

10.3 MODELLO NUMERICO

La realizzazione del modello di flusso ha previsto l'utilizzo del codice di calcolo tridimensionale alle differenze finite Modflow (Mc Donald e Harbaught 1988) che descrive il moto tridimensionale dell'acqua in un mezzo poroso tramite la seguente equazione alle differenze finite:

$$\delta/\delta x(K_{xx}\,\delta h/\delta x) + \delta/\delta y(K_{yy}\,\delta h/\delta y) + \delta/\delta z(K_{zz}\,\delta h/\delta z) + W = S_s\,\delta h/\delta t$$

dove $K_{xx,}$ $K_{yy,}$ K_{zz} sono i valori di conducibilità idraulica lungo le direzioni x, y, z che sono state assunte parallele agli assi maggiori della conducibilità idraulica (LT^{-1}); h è il carico idraulico (L), W è il flusso volumetrico per unità di volume e rappresenta gli apporti o le perdite di acqua (T^{-1}), con W<0 per i flussi in uscita dall'acquifero e W>0 per quelli in ingresso, S_s è lo "storage" specifico del materiale poroso (L^{-1}) e t è il tempo (t).

L'equazione sopra riportata, insieme alle condizioni al contorno di carico idraulico e/o di flusso e con le condizioni di carico idraulico iniziali, costituisce la rappresentazione matematica di un sistema di flusso delle acque sotterranee. Ad eccezione di alcuni rari casi molto semplici, l'equazione non può essere risolta con semplici metodi analitici, per tale motivo sono stati sviluppati vari metodi di calcolo che forniscono soluzioni più o meno approssimative, tra cui appunto quello delle differenze finite, in cui il sistema continuo, descritto dall'equazione, viene sostituito da un set finito di punti discreti sia nello spazio che nel tempo e le derivate parziali sono sostituite da termini calcolati dalle differenze di carico idraulico in questi punti. Da questo processo si ottengono sistemi di equazioni algebriche lineari di differenze, la cui soluzione risolve il valore di carico idraulico negli specifici punti del sistema. Rispetto alla soluzione analitica dell'equazione, questi valori rappresentano un'approssimazione alla distribuzione del carico idraulico variabile nel tempo.

Per quanto suddetto il sistema acquifero viene discretizzato nelle tre dimensioni spaziali con una suddivisione in colonne e righe sul piano xy ed in strati nel piano z.

Modflow permette la simulazione sia in regime di flusso stazionario che in regime di flusso transiente.

10.4 DISCRETIZZAZIONE ORIZZONTALE E VERTICALE DEL MODELLO

Il processo di modellazione dell'acquifero dei pozzi Negiaire è stato condotto sulla base dei dati disponibili e acquisiti durante le fasi di caratterizzazione e di monitoraggio dell'area in studio che hanno permesso di sviluppare il modello concettuale da cui sono tratte tutte le informazioni necessarie per impostare e costruire il modello multistrato. Tale configurazione ha considerato tutte le successioni stratigrafiche riconosciute nella zona, ma è stato semplificato il modello idrogeologico sotterraneo considerando solo l'andamento del piano campagna e quello della superficie di base dell'acquifero, che è stato pertanto modellato tramite la realizzazione di n.3 layers a cui è assegnato un valore di conducibilità idraulica medio rappresentativo; in dettaglio i primi due layers hanno valori di conducibilità identici ma sono stati utili per la realizzazione delle barriere impermeabili costituite dai laghi Scotto e Bosco a differenti profondità.

L'areale in studio si estende per circa 1250m a monte e 900m a valle dei pozzi Negiaire e in termini di coordinate piane espresse nel sistema di riferimento Gauss-Boaga è compresa tra 1433197 e 1435378 metri nella direzione Est e 4877101 e 4878768 metri in direzione Nord. Il dominio, ricavato da uno stralcio georeferenziato della CTR digitale in scala 1:10.000 (Fg. 245150) è stato discretizzato orizzontalmente con una griglia costituita da 43 colonne e 33 righe per un totale di 1419 celle di 50x50m; successivamente è stata infittita la maglia della griglia in corrispondenza del campo pozzi Negiaire per un totale di 60 colonne e 46 righe, ovvero 2760 celle (Fig.14).

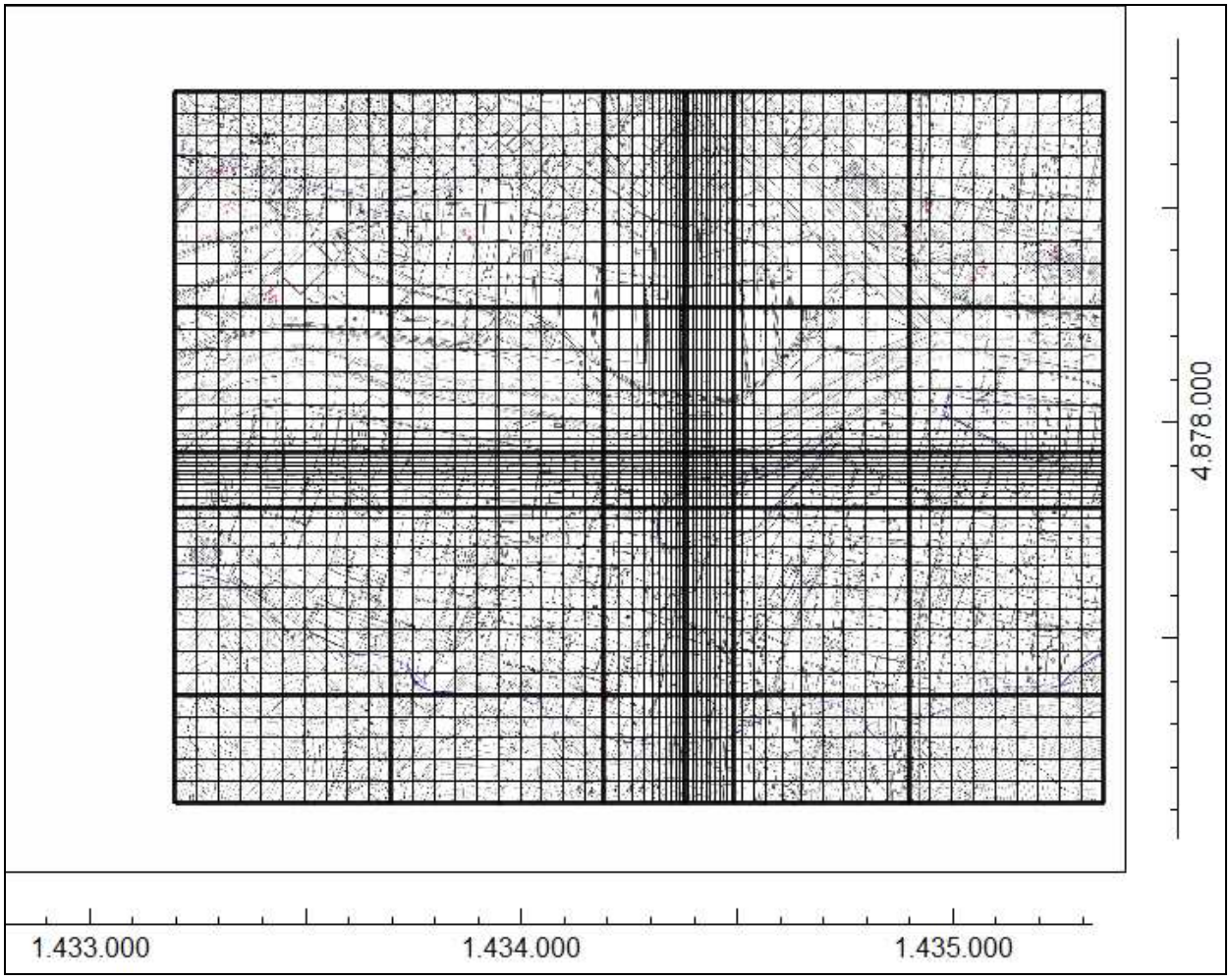


Fig.14 – Griglia di discretizzazione orizzontale del modello numerico

La discretizzazione verticale ha previsto la definizione delle geometrie del sistema acquifero in esame che è stato rappresentato da n.3 layers con spessori variabili in modo da simulare la variazione di spessore dei complessi idrogeologici che costituiscono il sistema acquifero in studio. I tre layers suddetti rappresentano la geometria dell'acquifero il cui "top" è rappresentato dalla superficie topografica e il "bottom" dal tetto delle litologie impermeabili (argille e conglomerati pliocenici) ove non è stato previsto sviluppo di flusso. I dati puntuali di archivio delle stratigrafie disponibili hanno permesso la ricostruzione, con un processo di interpolazione del software, delle superfici continue sia della topografia che del contatto litologico tra deposito alluvionale (acquifero) e Pliocene (acquicludo) (Fig.15).

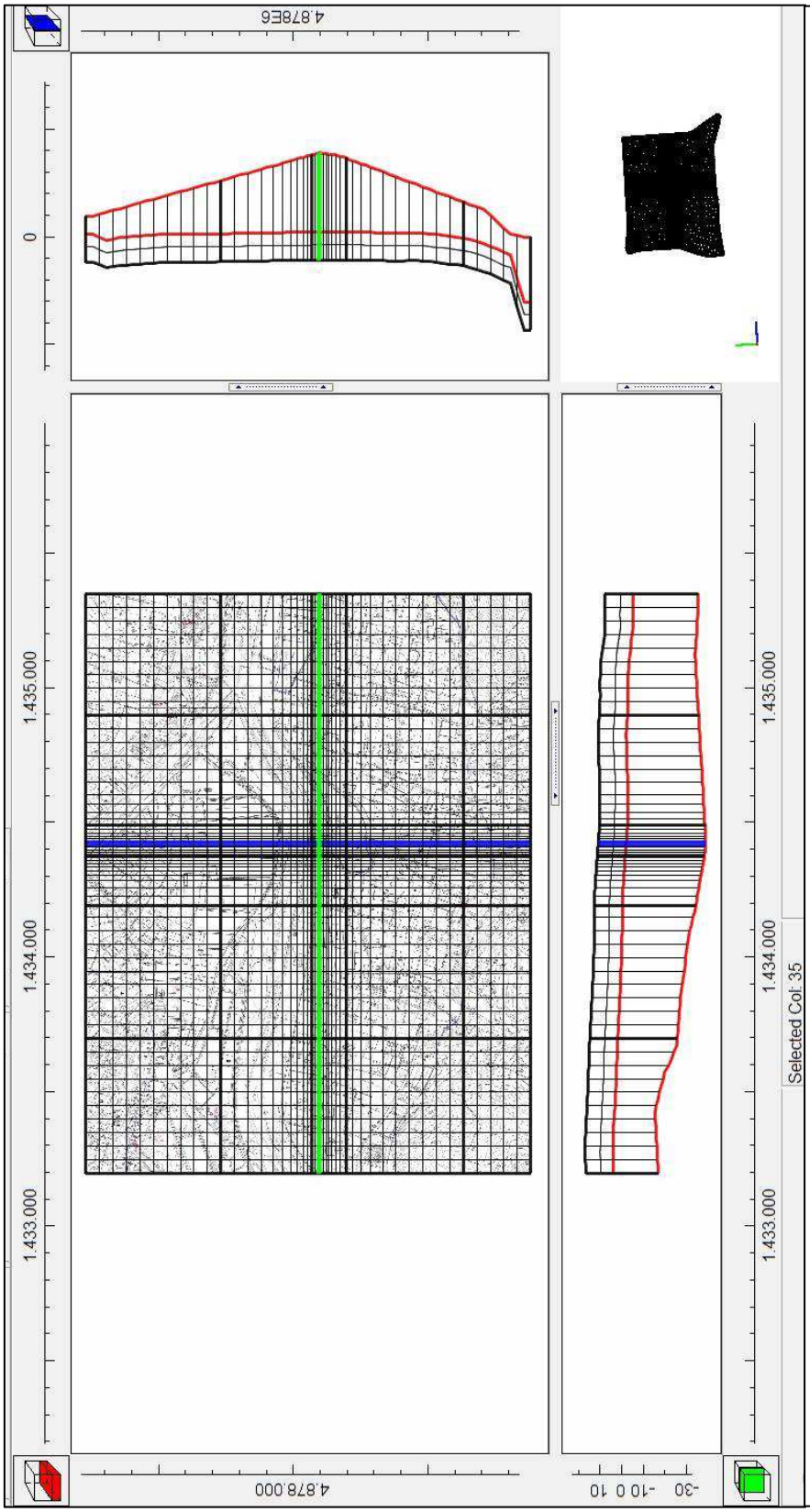


Fig.15 – Rappresentazione tridimensionale delle superfici/contatti ricostruiti come "top" e "bottom" del modello per sezioni passanti per il campo pozzi Negiaire.

10.5 DEFINIZIONE DELLE CONDIZIONI INIZIALI E AL CONTORNO

La definizione delle condizioni al contorno, in funzione delle quali è stato scelto un dominio del modello molto maggiore rispetto alla zona effettivamente indagata con la prova di portata del campo pozzi Negiaire, è stato uno dei passi più problematici del processo di modellazione. La mancanza di condizioni geologiche e idrogeologiche che potessero rappresentare valide condizioni al contorno ha infatti reso necessario allargare la zona studiata. Pertanto lungo tutto il margine meridionale, in corrispondenza della base del versante lungo la strada S.P.n.6 e nel margine nord-occidentale, in corrispondenza dell'alto morfologico di Bastia sono state poste delle condizioni di assenza di flusso (celle inattive).

Relativamente ai confini centro-occidentale, centro-settentrionale e centro-orientale, in corrispondenza del deflusso sotterraneo esercitato dagli acquiferi del T.Arroscia e T.Neva si è scelto di fissare una condizione al contorno del tipo di altezza assegnata (Constant Head) considerando il deflusso generale del sistema verso il mare, sulla base di piezometriche appositamente misurate e studi idrogeologici precedenti, cercando di ottenere un andamento della superficie piezometrica quanto più prossima a quella reale; il risultato ha portato a definire un valore pari a ca. 0.0042 del gradiente idraulico relativo al T.Arroscia con direzione circa W-E, mentre per il T.Neva un valore di gradiente idraulico di ca. 0.0057 con direzione N-SE. Le aree "Lago Scotto" e "Lago Bosco" sono state considerate come barriere impermeabili e inserite nel modello come settori di celle inattive (assenza di flusso) a diverse profondità comprese tra -15m (Lago Scotto) e -7m (Lago Bosco) dal piano campagna.

Oltre alle condizioni al contorno di altezza assegnata e assenza di flusso, sono stati digitalizzati, come condizioni "River", i corpi idrici superficiali presenti all'interno del dominio costituiti dal T.Arroscia e T.Neva a cui sono stati inseriti i seguenti parametri: valori del carico idraulico corrispondente all'interpolazione delle quote topografiche lungo il tratto di percorrenza del corso d'acqua; larghezza e lunghezza del tratto di fiume nella cella considerata, stimate sulla base della cartografia e immagini satellitari; spessori e conducibilità idraulica del letto del fiume, stimati sulla base di dati di letteratura e conoscenza del territorio; in particolare gli spessori sono stati imposti pari a 5m per il T.Arroscia e 4m per il T.Neva, mentre il valore della permeabilità del letto dei fiumi è stata assegnata pari a $2x10^{-2}$ m/s. In modo da sintetizzare graficamente l'insieme delle condizioni al contorno assegnate al modello multistrato si riporta la seguente mappa di Fig.16 in cui compaiono tutte le condizioni descritte:

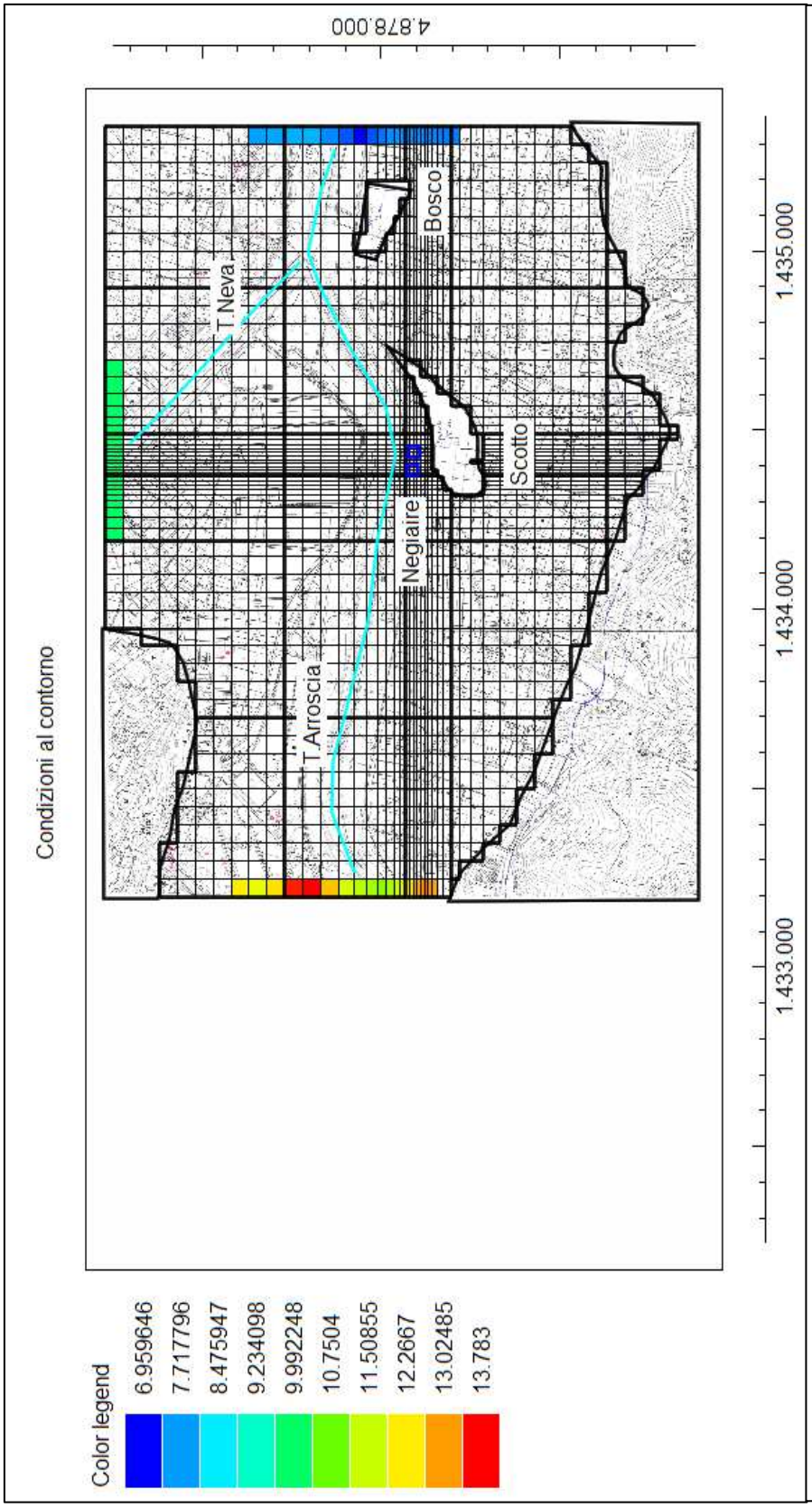


Fig.16 – Mappa di sintesi delle condizioni al contorno impostate nel modello: in scala colori le condizioni di altezza assegnata, in ciano le condizioni river e in bianco non grigliato le celle inattive.

10.6 ASSEGNAZIONE DEI PARAMETRI DELLE CELLE

Ogni cella del modello di flusso realizzato, non già definita come cella inattiva o a carico costante, è stata caratterizzata da un set di proprietà idrauliche, nello specifico sono stati attribuiti i valori di conducibilità idraulica (kx, ky, kz) dei layers che rappresentano approssimativamente il deposito di sedimenti che costituisce l'acquifero. Tali proprietà sono state assegnate sulla base dei dati di letteratura e dai risultati ottenuti durante le prove di portata effettuate durante lo studio in oggetto.
Si è quindi impostata una conducibilità idraulica omogenea pari a 1E-04 per i layers 1-2 e pari a 1E-05 per il layer 3 sia nella direzione x che y, mentre in direzione z si è introdotto un fattore di anisotropia 1:10 (Tabella F).

Tabella F – Conducibilità idraulica utilizzata nella fase iniziale di implementazione del modello

Layer	Kx (m/s)	Ky (m/s)	Kz (m/s)
1	1E-04	1E-04	1E-05
2	1E-04	1E-04	1E-05
3	1E-05	1E-05	1E-06

Relativamente alle quote piezometriche iniziali, si è posto un valore omogeneo pari alla quota topografica del modello; tale valore si ricorda che in stato stazionario rappresenta un requisito puramente numerico del quale Model Muse si serve per cominciare il processo iterativo.

10.7 PERTURBAZIONI ESTERNE AL SISTEMA

Le perturbazioni esterne sono considerate come l'insieme dei fattori esterni al sistema idrogeologico, ma in grado di condizionarne il comportamento e lo stato fisico reale; nel presente modello sono state impostati due principali effetti esterni: la ricarica e i pozzi.
Operando in regime stazionario le perturbazioni esterne sono state considerate costanti nel tempo e sono di seguito descritte:

- **Ricarica** (Recharge): con questa condizione si simula una ricarica distribuita assegnando al modello, cella per cella, il valore di infiltrazione efficace; tale valore

viene applicato solo al primo layer. Nel caso in esame è stato calcolato sulla base della serie temporale della stazione pluviometrica di Albenga Isolabella, ubicata in prossimità dell'areale in studio, utilizzando un valore medio decennale riferito al periodo 2005-2015. Il valore è stato moltiplicato per un coefficiente di infiltrazione potenziale (C.I.P.) che assume valori diversi sulla base del tipo di copertura del suolo, che nel presente caso corrisponde a 0.5, essendo stata considerata l'area in studio per la maggior parte ad uso agricolo.

- **Pozzi** (Well): la funzione "well" permette di schematizzare la presenza di pozzi di iniezione o di pompaggio e pozzi di osservazione della piezometrica. Per quanto riguarda i primi la differenza fra estrazione e pompaggio è data esclusivamente dal segno attribuito alla portata, a portate negative pertanto corrisponde l'estrazione come nel presente caso. Oltre al valore di portata, le altre informazioni da fornire al programma sono le coordinate e la quota della finestratura del pozzo stesso. A causa dei numerosi pozzi irrigui presenti nella zona, la cui portata non è assolutamente calcolabile in mancanza di un censimento ufficiale aggiornato, sono state inserite solo le portate dei pozzi Negiaire oggetto del presente studio, al fine di valutare la loro influenza in un modello ideale semplificato. Il valore così attribuito alle due celle rappresentanti i pozzi Negiaire 1 e 2 sono quelli relativi al quantitativo oggetto di richiesta concessione pari a 55 l/s caduno per un totale di 110 l/s.

Gli altri pozzi presenti nell'areale sono stati esclusivamente utili come punti di osservazione in cui il programma confronta il valore dato come input con quello calcolato dal modello, pertanto assumono importanza fondamentale nel processo di calibrazione.

Si è deciso pertanto di modellare i pozzi comunali Negiaire come pozzi di estrazione e quelli privati scelti nell'areale circostante come pozzi di osservazione (Fig.17).

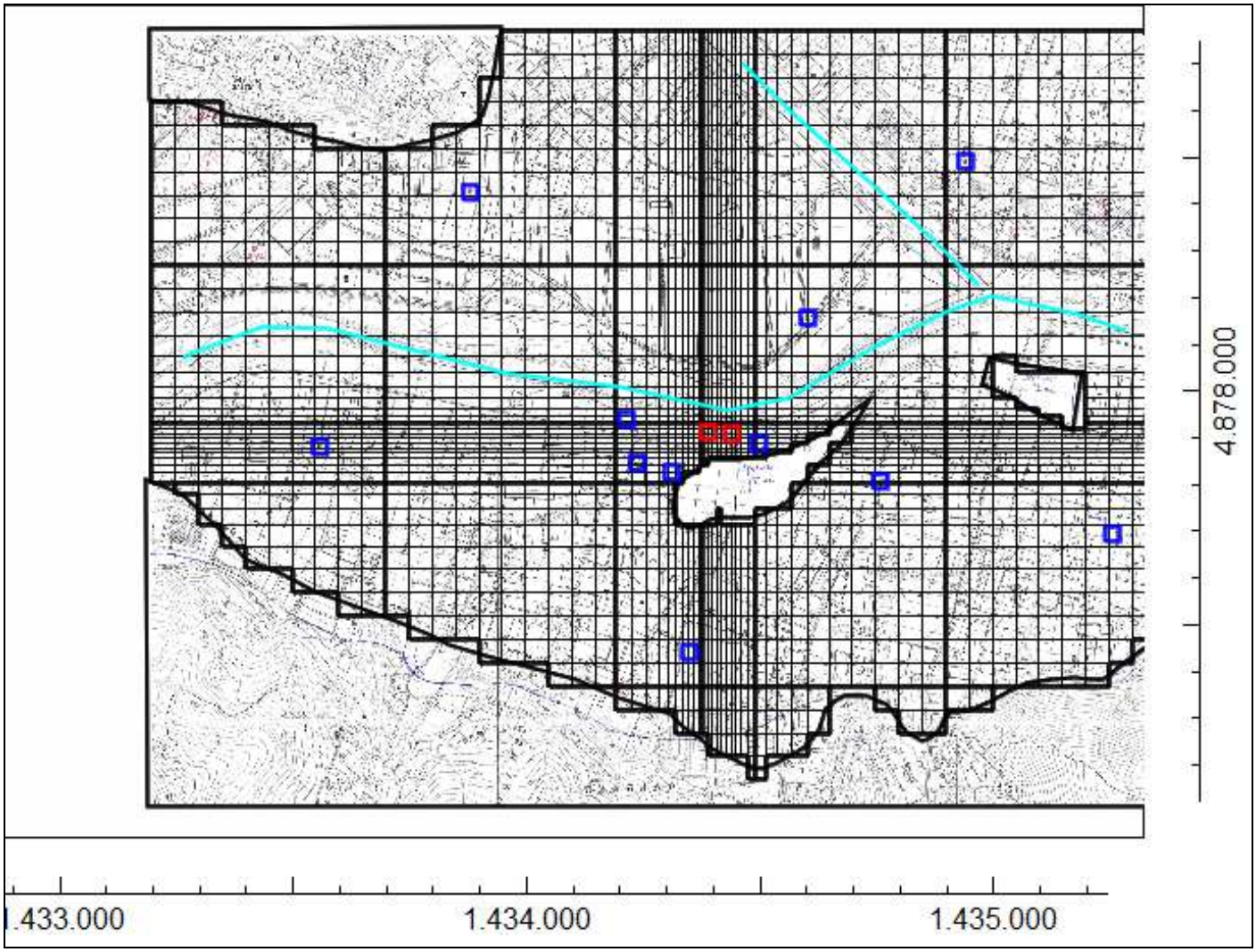


Fig.17 – Ubicazione pozzi di estrazione in colore rosso (Negiaire) e di osservazione in colore blu.

Successivamente alla fase di implementazione è stata eseguita la fase di calibrazione utilizzando il carico idraulico misurato durante le campagne piezometriche dell'ottobre 2014 e primavera 2016 come target di calibrazione. Parte integrante della calibrazione è stata l'analisi della sensitività che consiste in una procedura in cui vengono modificati separatamente i parametri e si osserva quanto e come questi influenzino i risultati del modello. Ciò aiuta a comprendere come ciascun parametro potrebbe essere modificato per ottenere una sempre maggiore corrispondenza tra valori misurati e valori simulati.

La calibrazione è stata effettuata utilizzando il metodo "trial and error adjustment", che

consiste in una procedura iterativa per fasi che prevede l'aggiustamento manuale dei parametri e il confronto tra i dati simulati e sperimentali fino la raggiungimento della soluzione migliore. La procedura ha previsto principalmente la modifica della conducibilità idraulica in quanto è risultata essere il parametro più sensibile, anche in accordo con le esperienze di letteratura.

Nella seguente Tabella G sono riportati i valori di permeabilità idraulica utilizzate nella calibrazione finale del modello di flusso:

Tabella G – Conducibilità idraulica utilizzata nella fase di calibrazione finale del modello

Layer	Kx (m/s)	Ky (m/s)	Kz (m/s)
1	1E-04	1E-04	1E-05
2	5E-04	5E-04	5E-05
3	2E-06	2E-06	2E-07

10.8 RISULTATI E CONCLUSIONI

La finalità della modellazione è stata quella di ottenere una rappresentazione del flusso dell'acquifero che alimenta il campo pozzi Negiaire e la sua influenza sul regime del T.Arroscia. La modellazione è stata svolta in regime stazionario valutando due situazione specifiche propedeutiche alla valutazione globale dell'areale in studio, ovvero la condizione con assenza di pompaggio dei 2 pozzi Negiaire e la condizione di attività dei 2 pozzi con un emungimento pari alla portata concessionabile in oggetto.

L'obiettivo della calibrazione è stato quello di ottenere una piezometria calcolata il più possibile coincidente con quella sperimentale ottenuta da una media delle piezometrie a disposizione, ovvero le misure acquisite in ottobre 2014 precedentemente all'attivazione dei pozzi per la prova di portata e quelle successive relative all'abbassamento ottenuto dall'accensione delle pompe nei pozzi.

Di seguito vengono riportati i due grafici relativi ai risultati della calibrazione per entrambi le condizioni suddette, in assenza di pompaggio (Fig.18A) e con le pompe in attività (Fig.18B):

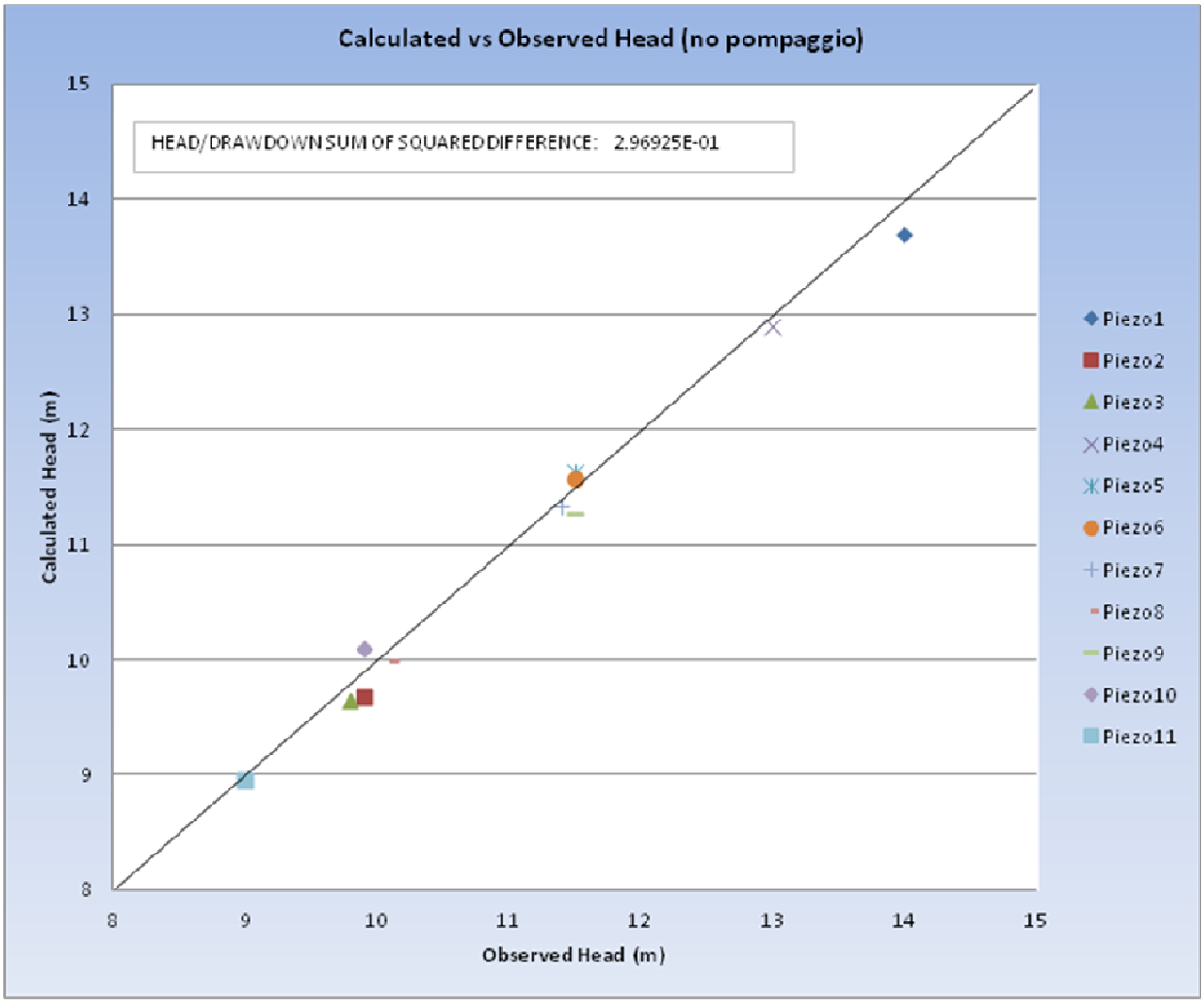


Fig.18A: Risultati della calibrazione del modello – raffronto dati misurati con dati calcolati in assenza di pompaggio.

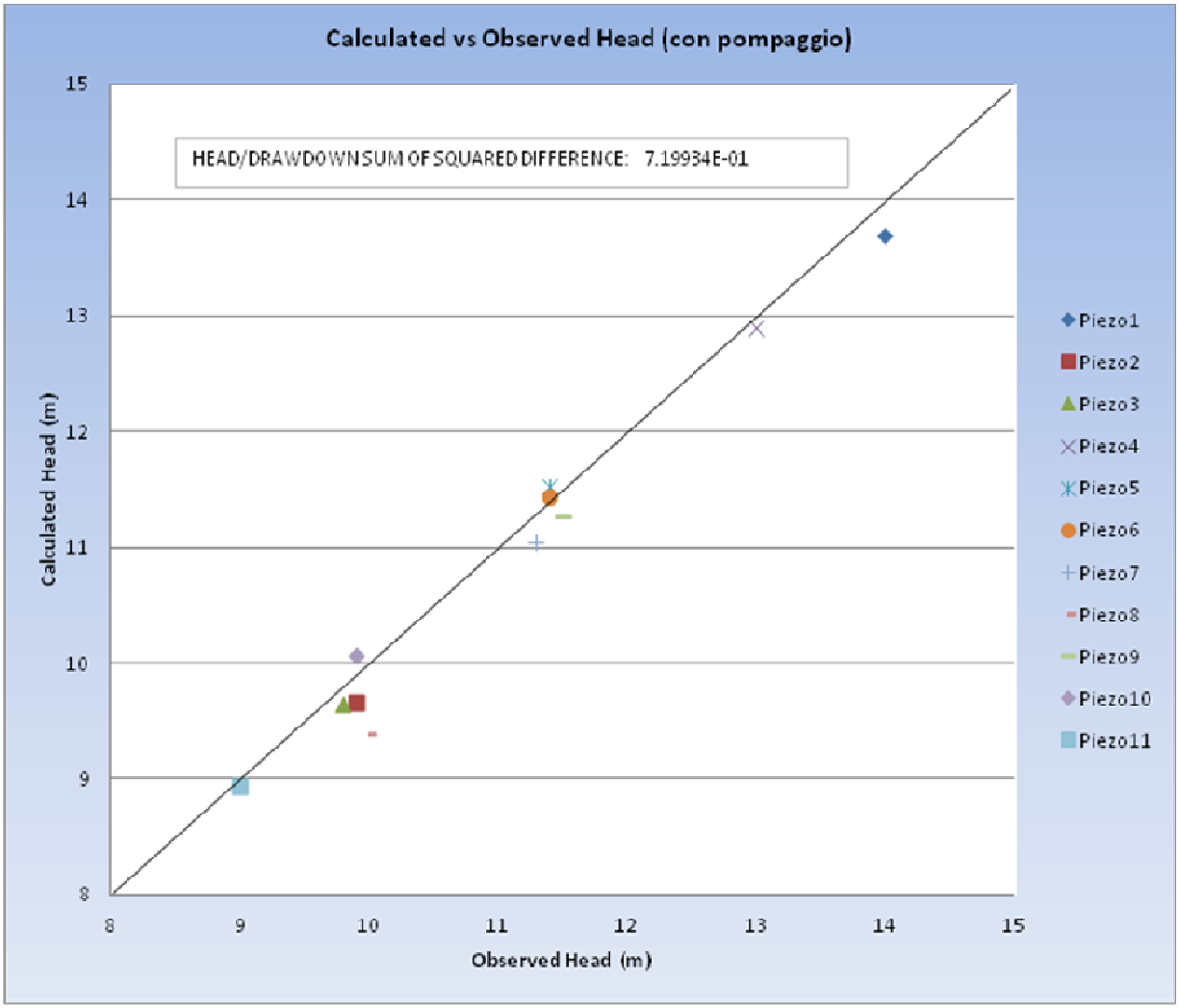


Fig.18B: Risultati della calibrazione del modello – raffronto dati misurati con dati calcolati con pompaggio.

Si può osservare una buona correlazione dei valori del carico idraulico calcolati dal modello e quelli osservati nei piezometri circostanti al campo pozzi, con modeste differenze tra i valori dei piezometri più prossimi all'ubicazione dei pozzi Negiaire (Piezo 5-6-7), che denotano una buona approssimazione del modello delle distribuzione reale delle caratteristiche idrauliche della zona.

È bene osservare che i grafici di correlazione fra i carichi calcolati e quelli osservati si riferiscono a tutti i piezometri del modello; questi grafici forniscono un'indicazione del grado di approssimazione del modello alla realtà: in caso di corrispondenza esatta, tutti i punti del

piano giacciono sulla retta a 45°.

Nella seguente tabelle sono riportati gli scarti tra i valori del carico idraulico calcolati dal programma e quelli osservati nei piezometri:

Tabella H1 – Confronto tra i valori della piezometrica calcolata dal modello con Modflow e quella misurata in campo, in assenza di pompaggio:

Nome	Valore osservato	Valore calcolato	Errore
Piezo1	14	13,69888	0,301121
Piezo2	9,9	9,683136	0,216864
Piezo3	9,8	9,647247	0,152753
Piezo4	13	12,89949	0,100512
Piezo5	11,5	11,62591	-0,12591
Piezo6	11,5	11,57029	-7,03E-02
Piezo7	11,4	11,32902	7,10E-02
Piezo8	10,1	9,99048	0,10952
Piezo9	11,5	11,27855	0,221453
Piezo10	9,9	10,09006	-0,19006
Piezo11	9	8,947165	5,28E-02

Tabella H2 – Confronto tra i valori della piezometrica calcolata dal modello con Modflow e quella misurata in campo, in presenza di pompaggio:

Nome	Valore osservato	Valore calcolato	Errore
Piezo1	14	13,69519	0,304814
Piezo2	9,9	9,660636	0,239364
Piezo3	9,8	9,646985	0,153015
Piezo4	13	12,89801	0,10199
Piezo5	11,4	11,53206	-0,13206
Piezo6	11,4	11,43459	-3,46E-02
Piezo7	11,3	11,05303	0,246972
Piezo8	10	9,391071	0,608929
Piezo9	11,5	11,26499	0,235008
Piezo10	9,9	10,06415	-0,16415
Piezo11	9	8,942464	5,75E-02

Si riportano i risultati della modellazione ottenuta nelle due condizioni considerate a seguito dei dati di input descritti in precedenza e successivi alla calibrazione:

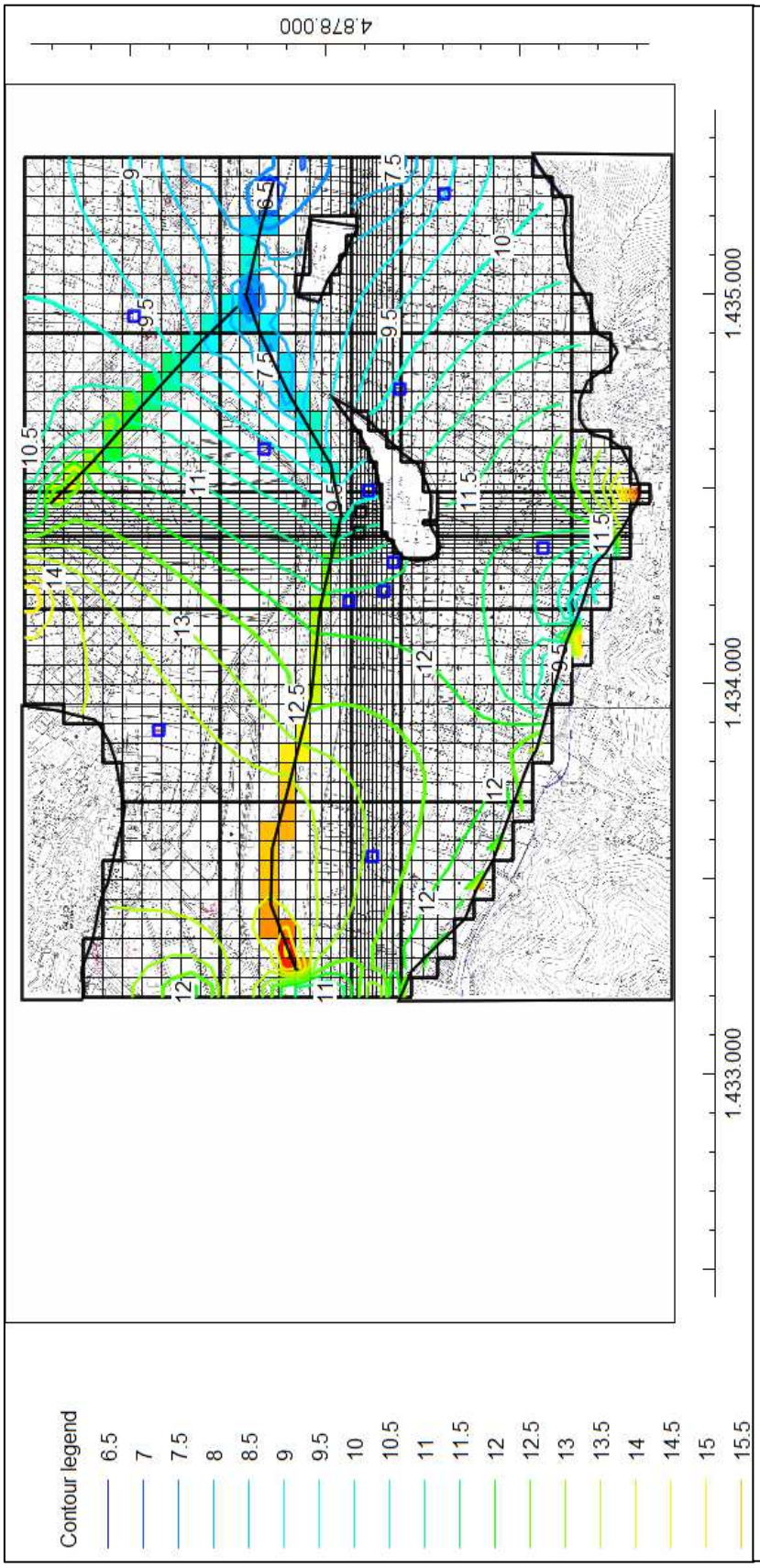


Fig.19A – Risultati del modello con rappresentazione isopieze in assenza di pompaggio del campo pozzi Negiaire.

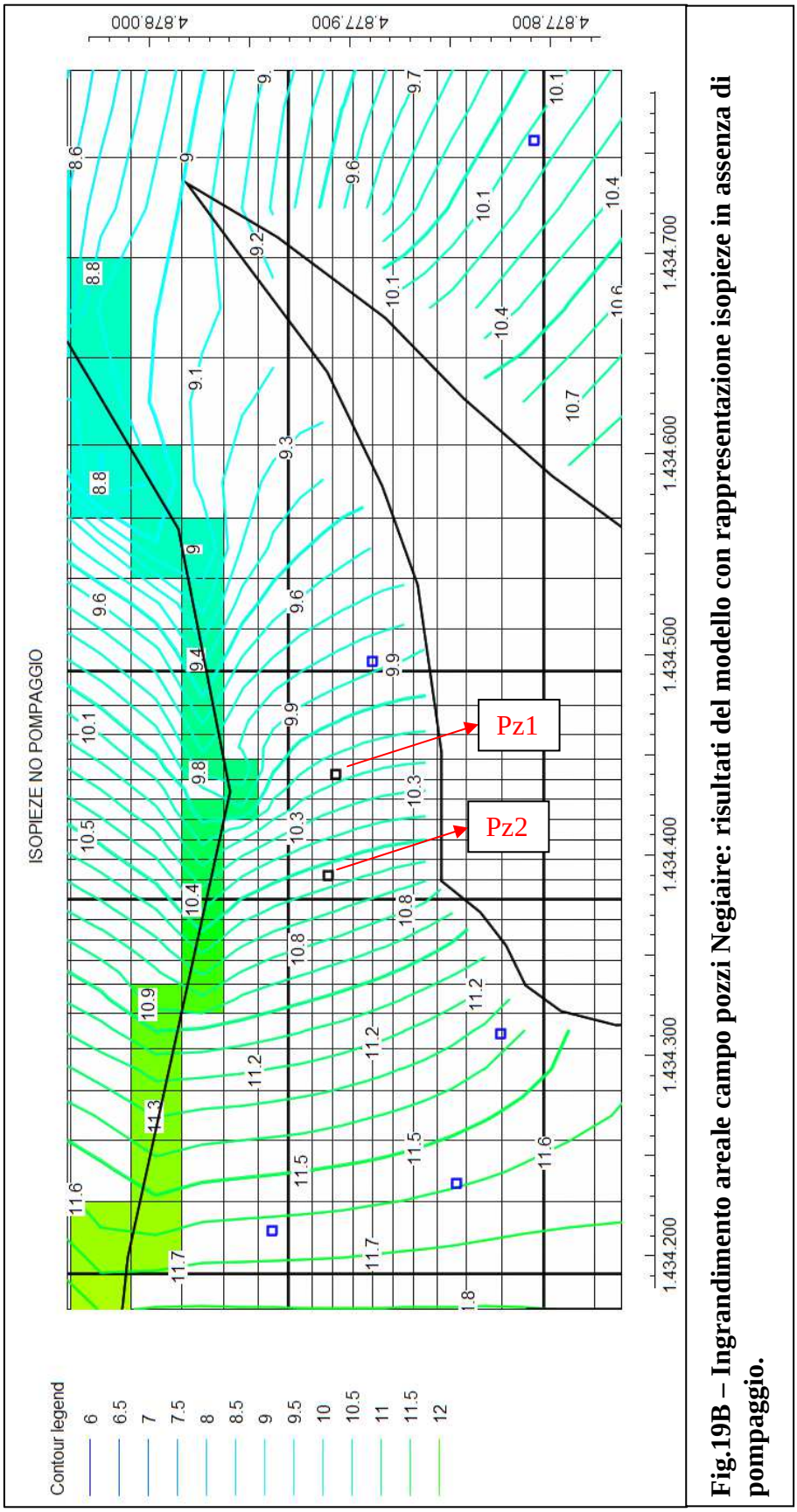


Fig.19B – Ingrandimento areale campo pozzi Negiaire: risultati del modello con rappresentazione isopieze in assenza di pompaggio.

Il modello multistrato ottenuto come risultato finale mostra un ottima rappresentazione dell'andamento della falda ricostruita a scala locale per l'areale del campo pozzi Negiaire, evidenziando un flusso che segue il gradiente idraulico impostato in direzione principale W-E interessato dalla presenza del corso d'acqua T.Arroscia (flessione delle isopieze in corrispondenza delle celle "river").

Le seguenti figure mostrano i risultati della modellazione ottenuta durante la condizione di pompaggio attivo, con portata uguale a quella oggetto di concessione pari a 55 l/s per ciascun pozzo Negiaire:

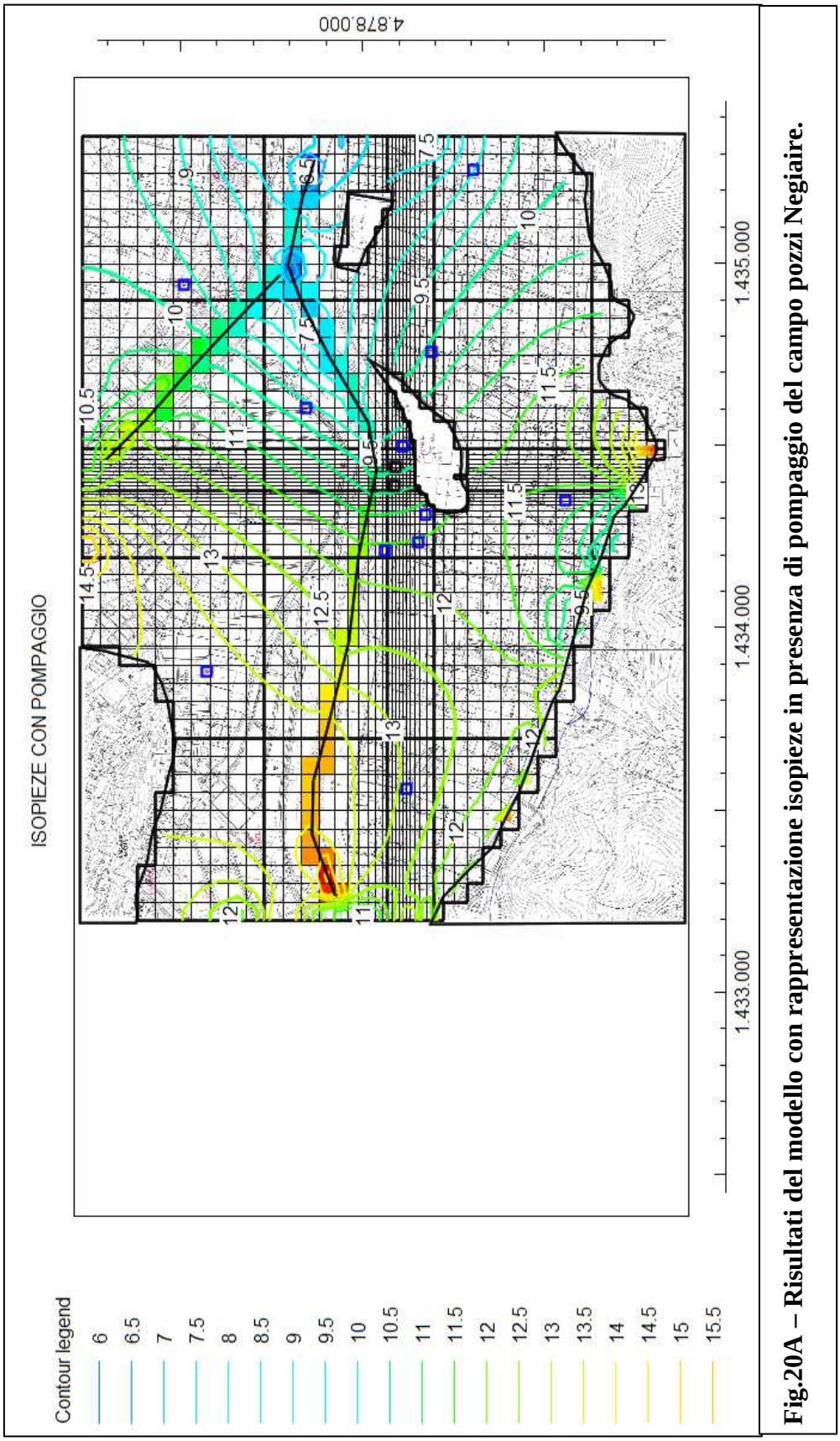


Fig.20A – Risultati del modello con rappresentazione isopieze in presenza di pompaggio del campo pozzi Negiaire.

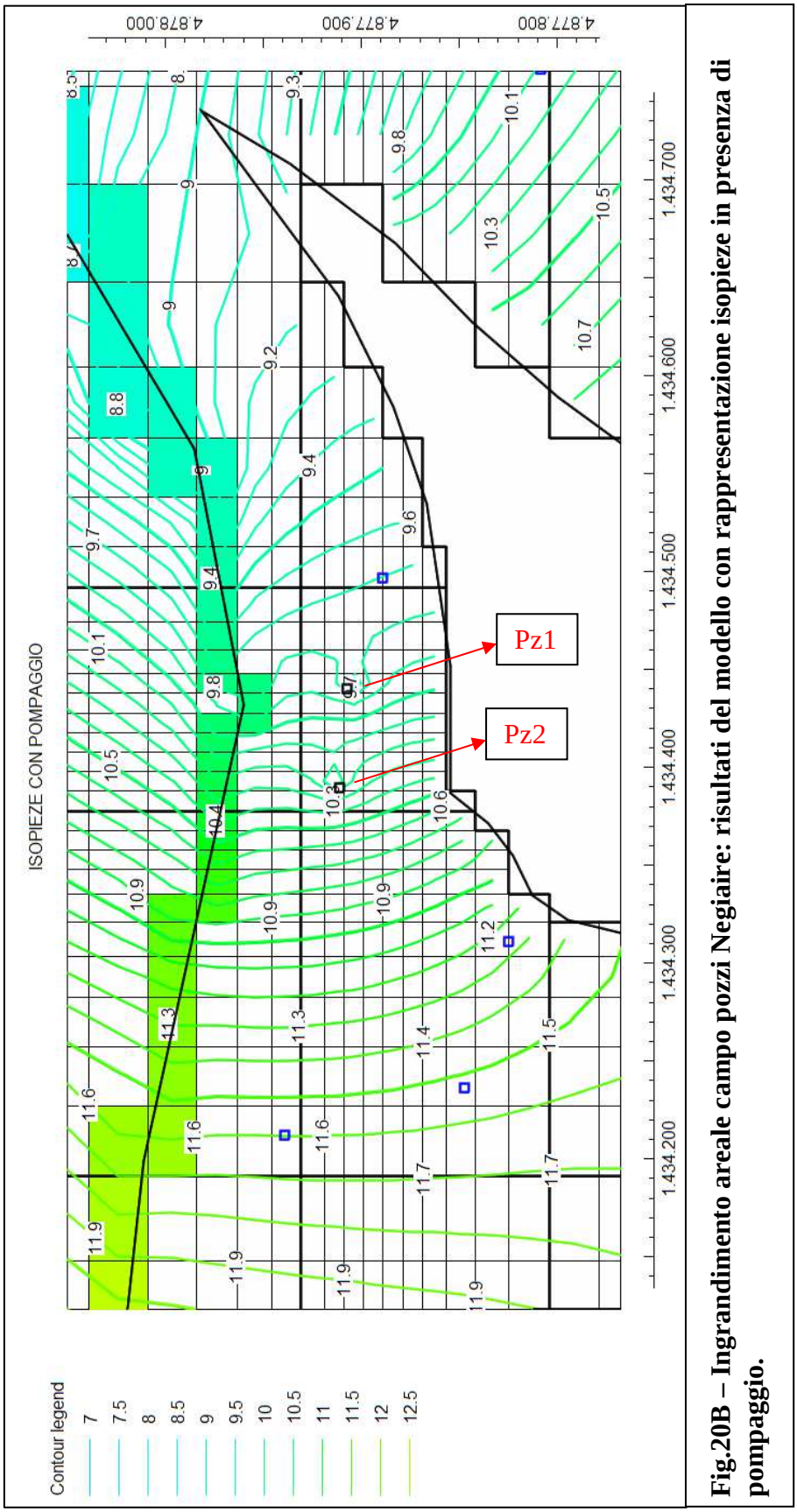


Fig.20B – Ingrandimento areale campo pozzi Negiaire: risultati del modello con rappresentazione isopieze in presenza di pompaggio.

Il risultato ottenuto, mostrato in dettaglio nella mappa delle isopieze ingrandita nell'areale del campo pozzi Negiaire (Fig.20B), evidenzia la caratteristica diminuzione dell'altezza piezometrica in prossimità dei pozzi Negiaire operata dall'azione di richiamo svolta sulle acque sotterranee dai pozzi di estrazione; tale abbassamento ha trovato un'ottima correlazione con i risultati misurati in campo durante lo svolgimento della prova di portata, in particolare durante il secondo gradino con portata pari a 120 l/s, corrispondente a ca. quella concessionabile (110 l/s), in cui l'abbassamento misurato è stato di alcune decine di centimetri, simile a quello calcolato dal modello.

Nelle figure seguenti sono stati stimati graficamente gli effetti degli emungimenti dei pozzi Negiaire sull'areale circostante che comprende il T.Arroscia tramite il risultato ottenuto dalla differenza della mappa isopieze in assenza di pompaggio e la mappa delle isopieze con pompaggio attivo:

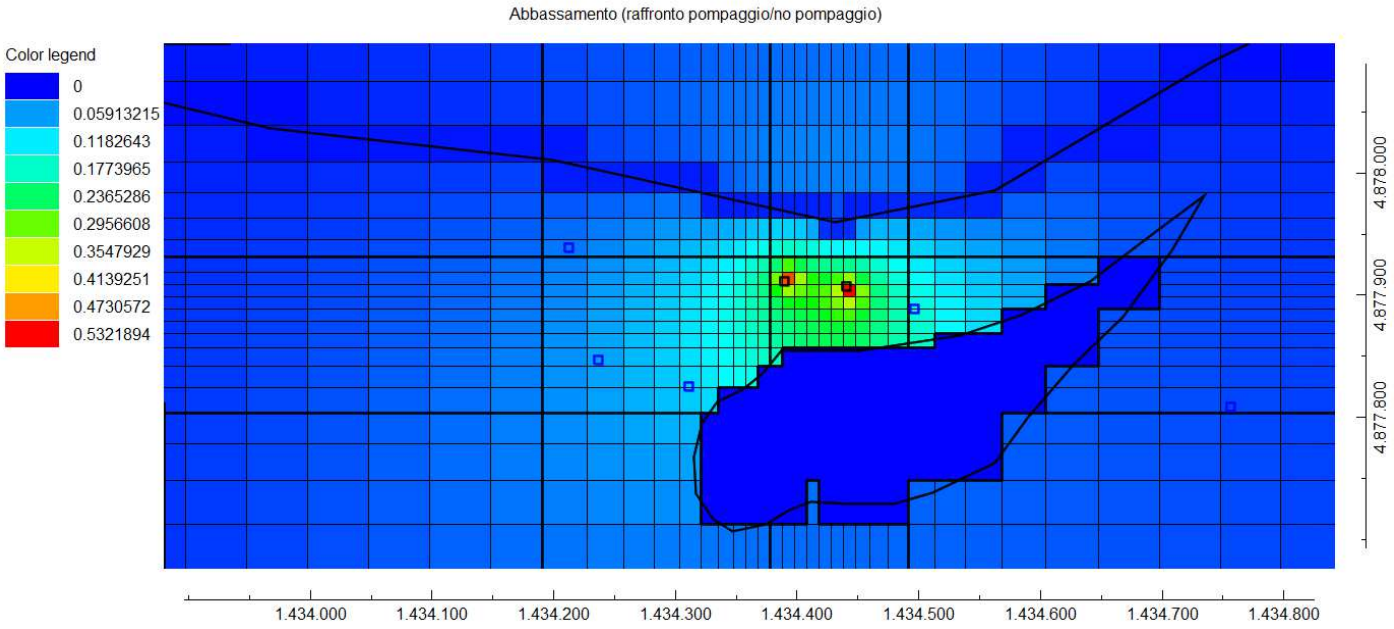


Fig. 21A – Stima dell'effetto dell'emungimento dei pozzi Negiaire ottenuto dal confronto dei valori di carico idraulico in condizione di non pompaggio/pompaggio con mappa a colori.

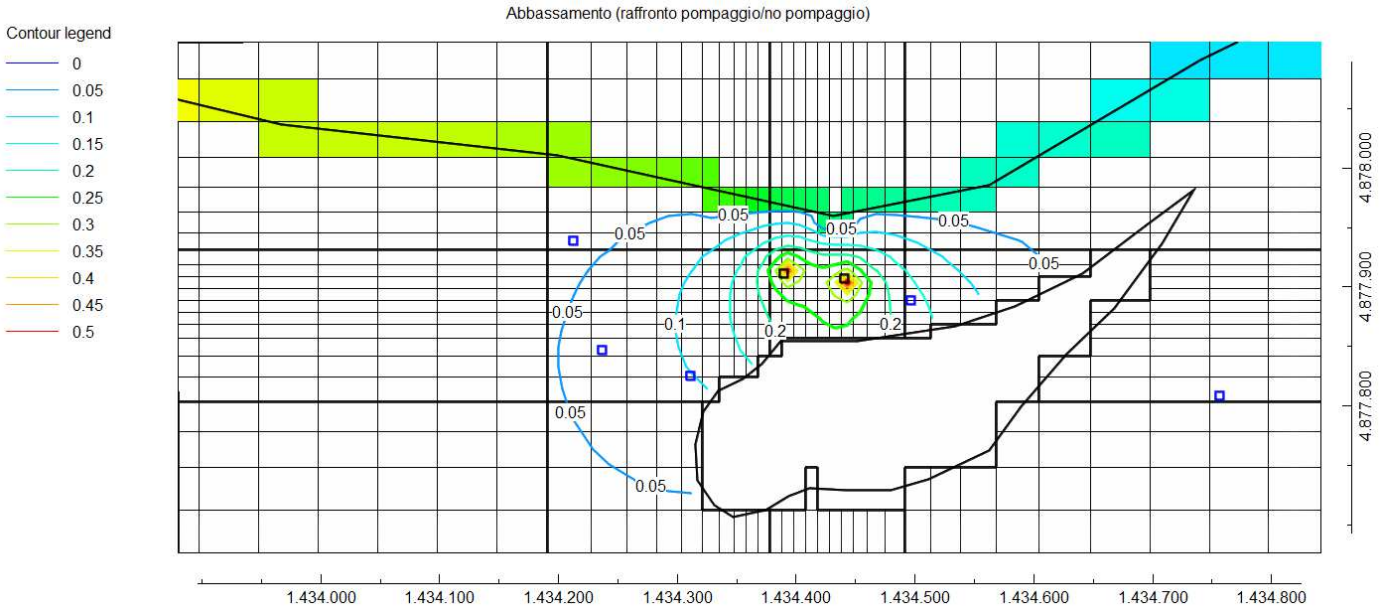


Fig. 21B – Stima dell'effetto dell'emungimento dei pozzi Negiaire ottenuto dal confronto dei valori di carico idraulico in condizione di non pompaggio/pompaggio con linee isopieze.

L'analisi dei risultati mostra un abbassamento massimo di 0.5m in corrispondenza delle celle relative ai pozzi Negiaire e le curve di richiamo che si estendono fino ad abbassamenti dell'ordine di 5cm a ca. 200m a monte e 150m a valle lungo la direzione di flusso, mentre in direzione N-S si può notare l'influenza esercitata dal corso d'acqua T.Arroscia, la cui presenza produce un effetto barriera indicato dal ravvicinamento delle isopieze verso nord; in corrispondenza del fiume infatti l'abbassamento calcolato risulta pari a 5cm (isopieza 0.05) che trova buona correlazione con i dati misurati in campo con asta idrometrica durante l'esecuzione della prova di portata.

10.9 CURVA DI DURATA

La curva delle durate consiste nell'elaborazione statistica dei dati relativi alla portata media giornaliera misurata in una certa sezione di un corso d'acqua nell'arco temporale di un anno, in particolare la durata di un certo valore di portata è definita come il numero di giorni dell'anno nei quali tale valore è stato raggiunto o superato.

Per analizzare il caso in studio sono stati presi in considerazione i dati relativi al Piano di bacino Stralcio sul Bilancio Idrico (bacino F.Centa) contenuti nel P.T.A.2015, in particolare i

punti delle sezioni dei Piani di Bilancio Stralcio **Sez 7 (B2) - Identificativo 91 e Sez 7 bis (B2) - Identificativo 90,** poste verso monte e verso valle rispetto al campo pozzi Negiaire, nel dettaglio a ca. 1100m di distanza a monte (Sez7) e a ca. 550m a valle (Sez7bis) (Fig.22).

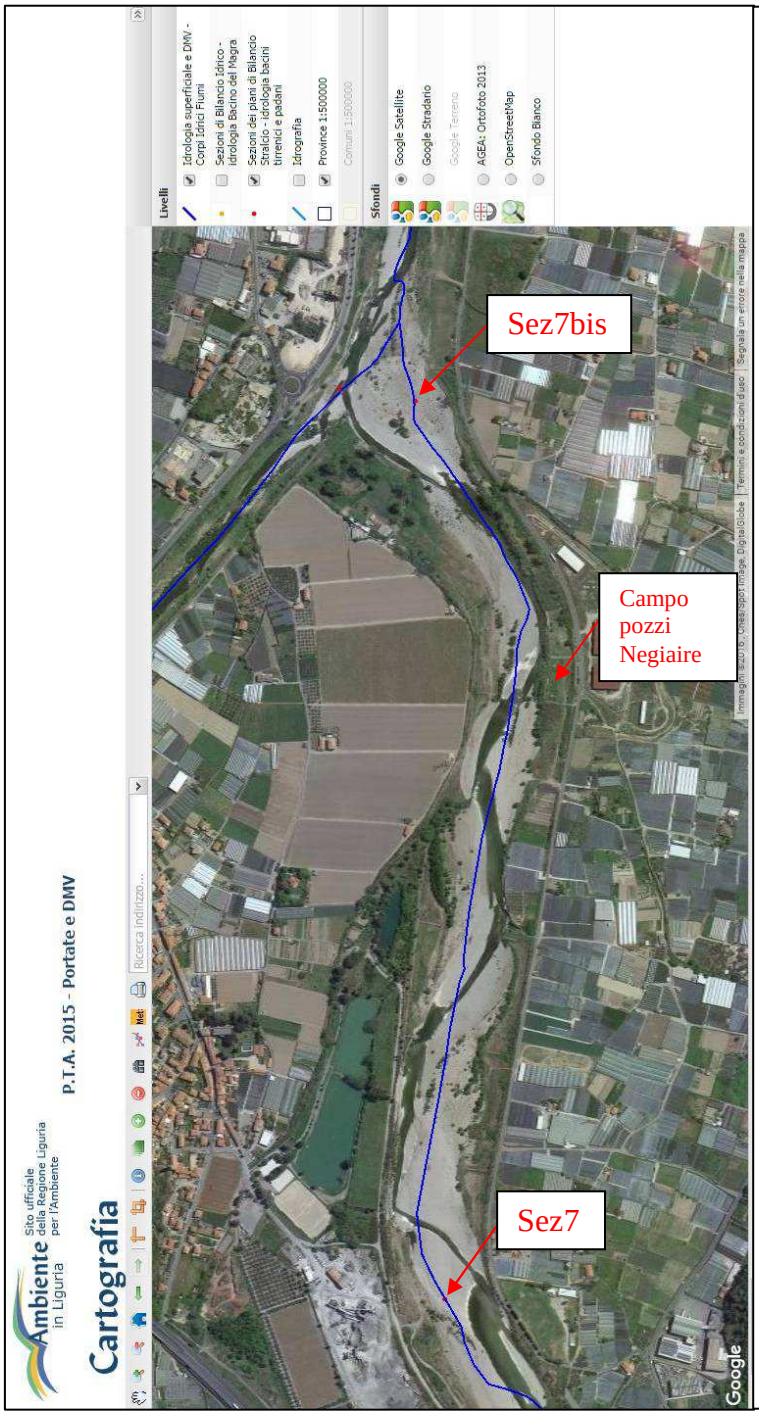


Fig.22 – Stralcio cartografia Regione Liguria – Portate e DMV.

Tali punti delle sezioni presentano i seguenti dati :

Tabella I – Sezione 7 dei piani di Bilancio Stralcio

Risultato della Selezione	
Identificativo	91
Ente Redattore	Provincia di Savona
Bacino di appartenenza	Fiume Centa
Nome sezione	Sez 7 (B2)
Portata media annua (l/s)	5900
Superficie	278.42
DMV	301
Fattore K	0.051
Portata antropizzata (l/s)	
Portata per la durata di 60 giorni (l/s)	8435
Portata per la durata di 90 giorni (l/s)	6098
Portata per la durata di 120 giorni (l/s)	4610
Portata per la durata di 150 giorni (l/s)	3506
Portata per la durata di 180 giorni (l/s)	2751
Portata per la durata di 210 giorni (l/s)	2160
Portata per la durata di 240 giorni (l/s)	1718
Portata per la durata di 270 giorni (l/s)	1334
Portata per la durata di 300 giorni (l/s)	1033
Portata per la durata di 330 giorni (l/s)	785
Portata per la durata di 360 giorni (l/s)	590

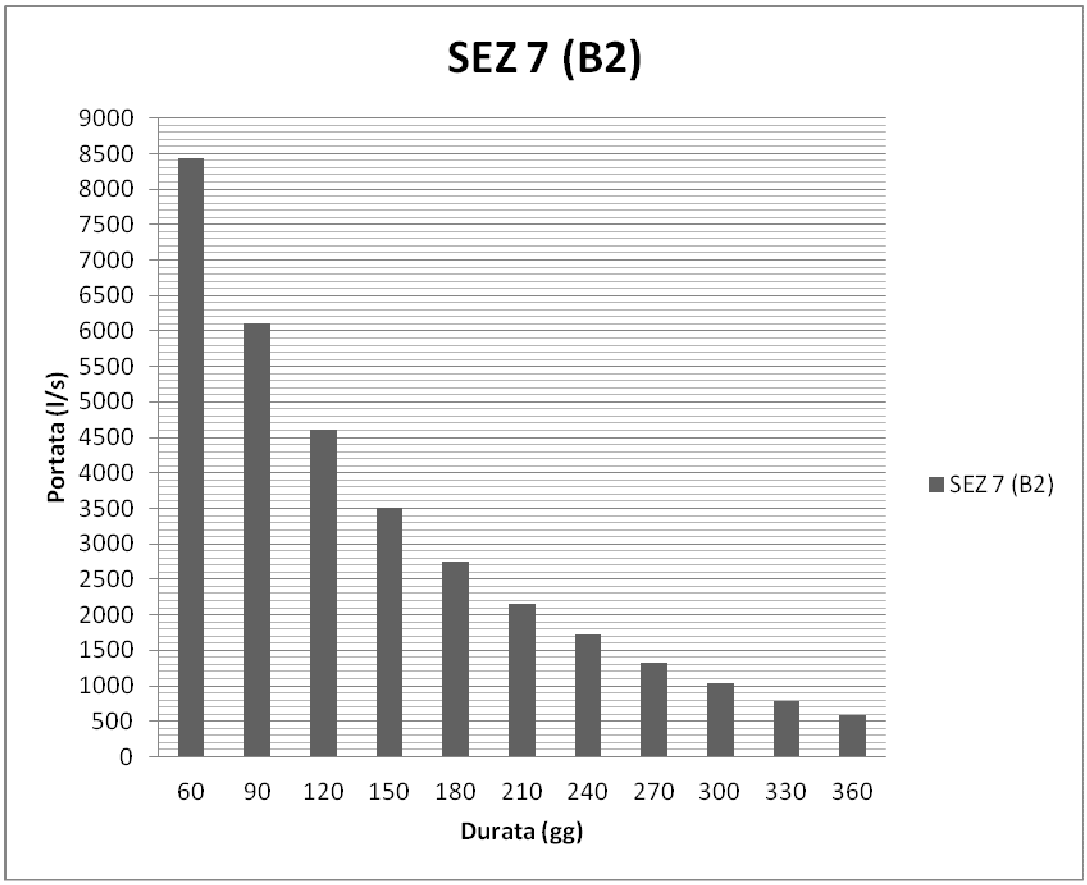


Fig.23 – Curva della durata calcolata nel punto di sezione 7 dei piani di Bilancio Stralcio

Tabella L – Sezione 7bis dei piani di Bilancio Stralcio

Risultato della Selezione	
Identificativo	90
Ente Redattore	Provincia di Savona
Bacino di appartenenza	Fiume Centa
Nome sezione	Sez 7 bis (B2)
Portata media annua (l/s)	6040
Superficie	290.39
DMV	314

Fattore K	0.051
Portata antropizzata (l/s)	
Portata per la durata di 60 giorni (l/s)	8627
Portata per la durata di 90 giorni (l/s)	6236
Portata per la durata di 120 giorni (l/s)	4715
Portata per la durata di 150 giorni (l/s)	3586
Portata per la durata di 180 giorni (l/s)	2813
Portata per la durata di 210 giorni (l/s)	2209
Portata per la durata di 240 giorni (l/s)	1757
Portata per la durata di 270 giorni (l/s)	1364
Portata per la durata di 300 giorni (l/s)	1056
Portata per la durata di 330 giorni (l/s)	803
Portata per la durata di 360 giorni (l/s)	604

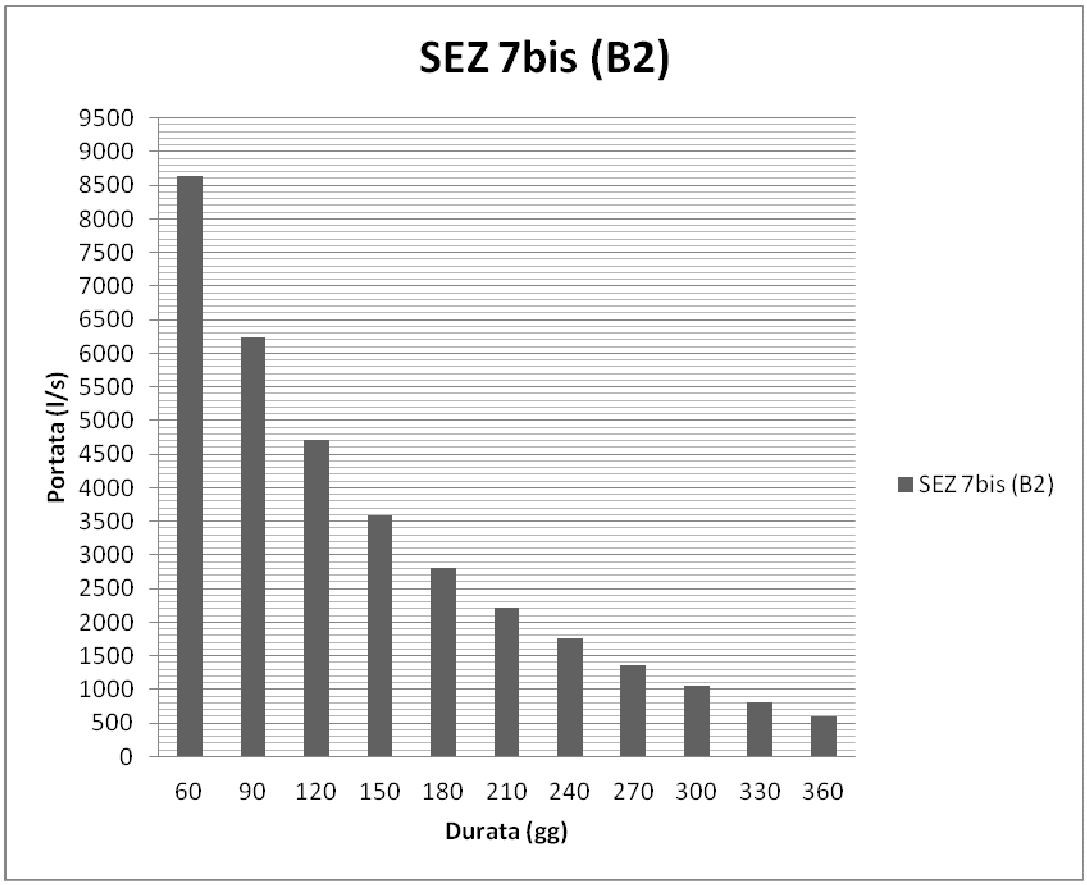


Fig.24 – Curva della durata calcolata nel punto di sezione 7bis dei piani di Bilancio Stralcio

In base ai valori suddetti è stata calcolata in proporzione la superficie drenata a monte della sezione passante per il campo pozzi Negiaire che risulta essere ca. S=286 km^2 e successivamente il relativo valore di portata DMV che è risultato ca. **310 l/s**.

Relazionando tale valore teorico del minimo deflusso vitale con le curve di durata delle due sezioni dei piani di Bilancio Stralcio, che comprendono quella passante per il campo pozzi Negiaire, si nota che al valore della portata della durata di 360 giorni corrispondono valori compresi tra 604 l/s (Sez7bis) e 590 l/s (Sez7), valori superiori al valore calcolato del DMV passante per la sezione dell'areale in studio. **Pertanto non risulterebbero giorni all'anno in cui la portata sia pari o minore al valore del minimo deflusso vitale.**

Nonostante che le derivazioni da subalveo possano influenzare anche il regime idrogeologico superficiale, ad oggi non esistono vincoli di rilascio da prelievi da subalveo, ma solo da derivazioni superficiali.

11. OPERE DI PRESA ESISTENTI NELL'INTORNO POZZI NEGIAIRE

(vii) "censimento diretto delle opere di presa …"

Sulla TAV.5 Carta ubicazione pozzi irrigui nell'areale campo pozzi Negiaire riportata nell'Elaborato 2 – Allegati erano stati cartografati i pozzi irrigui presenti attorno ai pozzi in oggetto a seguito di censimento diretto, non ripreso da altre cartografie, come si è verificato essere stato fatto in studi idrogeologici realizzati sulla piana albenganese.

Tali opere di presa non possono assolutamente interferire con il regime dei pozzi Negiaire data la modesta volumetria d'acqua emunta conseguente alla superficie da irrigare, e nonostante la profondità limitata del tubo pozzo di aspirazione, infatti, dal 2008 (data attivazione pozzi Negiaire) non hanno subito interferenze.

A monte del campo pozzi Negiaire non esistono opere di presa superficiali per derivazione diretta di acque dall'alveo del T. Arroscia; le più vicine sono quella del Consorzio Irriguo di Ortovero con punto di prelievo a monte dell'abitato di Ortovero e quella del Consorzio Irriguo di Villanova avente il punto di prelievo ubicato subito a valle dell'abitato di Ortovero, ovvero i prelievi ricadono ad una distanza di assoluta sicurezza.

12. AREA DI SALVAGUARDIA DEI POZZI

(ix) "definizione delle aree ……. sulla base indicazioni PTA"

Per l'area di tutela assoluta si rimanda ai paragrafi 2 e 2.1, mentre l'area di rispetto è riportata sulle TAV.3 in elaborato 2 – Allegati e in Allegato n.7 alla presente.

Per l'area di rispetto, non avendo in passato il Comune provveduto a definirla, si è riportata l'area ai sensi art.21 c7 del D.Lgs 152/1999, confermato dall'art. 94 del D.Lgs 152/2006 ancora in vigore.

In questa fase di procedura di VIA si è cercato di proporre una definizione dell'area di rispetto (secondo la D.G.R. 1806/2014), a seguito dei risultati della modellazione svolta, ma con risultati non attendibili.

Si precisa che al Settore Ecosistema Costiero e Ciclo delle Acque è presente la richiesta di rinnovo della concessione inerente alla presente procedura di VIA, denominata pratica SV/1197, ove verrà proposta una delimitazione delle aree di salvaguardia come richiesto dalla DGR 1279/2014.

Dovendo proporre anche le aree di salvaguardia degli altri pozzi potabili a servizio del comune di Albenga, a seguito dell'approvazione dell'aggiornamento del PTA, si vorrebbe operare con criterio omogeneo e opportunamente testato, onde evitare di conferire un regime vincolistico sulle destinazioni d'uso anche a terreni non pertinenziali, come già verificatosi in studi di pianificazione territoriale.

13. POTENZIALI INQUINAMENTI IN AREA DI RISPETTO

(x) "mappatura …. delle potenziali fonti di inquinamento presenti"

Si precisa che tale aspetto non era stato indagato perché ritenuto di competenza del parere sanitario ASL 2.

Nelle aree di rispetto, ai sensi art.94 D.Lgs. 152/2006, non dovrebbero essere presenti alla data attuale attività che possano produrre potenziali fonti di inquinamento.

Si precisa che l'areale attiguo artigianale, ove sono presenti nuove strutture a capannoni, è fermo da anni e non vi sono attività e depositi che possano "costituire potenziali fonti di inquinamento per la tutela della risorsa idrica".

I lavori edilizi e le reti di servizio dovrebbero aver seguito le disposizioni della Regione Liguria, Dipartimento Ambiente Settore Ciclo Integrato e Gestione Risorse Idriche 2004, il cui frontespizio si allega in allegato n.6.

Sul limite dell'area di rispetto attualmente ricade lo scarico dell'impianto di pretrattamento comunale di tipo Imhoff a servizio dell'abitato di Bastia, come riportato sulla cartografia in allegato n.7.

Il Comune di Albenga, a seguito del rilievo specifico da parte dello scrivente, ha intrapreso un progetto preliminare a supporto della richiesta di finanziamento per la realizzazione condotta (linea di colore blu sulla cartografia di allegato n.7) che porti lo scarico a valle dei pozzi Negiaire.

14. COMPATIBILITA' DEL PRELIEVO CON L'ITTIOFAUNA

(xi) "l'effetto che il prelievo potrebbe avere sui corridoi ecologici acquatici …."

Per poter rispondere a questa richiesta durante la nuova prova di portata sono state installate n.2 aste idrometriche graduate artigianali entro le uniche 2 fosse con acqua affiorante (cfr. foto n.13-20 in allegato n.2), ubicate nell'alveo del corso d'acqua in adiacenza all'argine destro e vicine ai pozzi, essendo il regime idraulico di scorrimento nullo (cfr. foto n.1-19 in allegato n.2).

La depressione massima del livello acqua è stata di -8 cm in concomitanza di una portata emunta Q_2 = 255 l/s; in funzione della portata di esercizio concessionabile Q_1 = 110 l/s si può affermare che l'effetto del prelievo sia quasi nullo sul regime del corso d'acqua e conseguentemente sull'ittiofauna, anche in riferimento ai risultati della modellazione numerica svolta, in cui è stato calcolato un abbassamento massimo in prossimità della sponda destra del corso d'acqua T.Arroscia pari a 5cm.

15. COMPATIBILITA' DEL PRELIEVO CON L'ATTIVITA' AGRICOLA

(xii) "valutazione dell'eventuale effetto negativo …. per l'agricoltura"

Lo scrivente negli anni 92÷94 ha prestato consulenza alle associazioni agricole inerente al procedimento della concessione pozzi Negiaire, e per tutelare l'attività agricola non era mai scritto nulla contro la derivazione, ma era stato richiesto un monitoraggio sulla portata e sugli effetto del prelievo, mai fatto effettuare dalle Amministrazioni competenti, a seguito del rilascio della concessione ad uso potabile di 220 lt/s del 28-06-2000.

Le varie prove di portata eseguite, unitamente alla conoscenza della potenzialità reale dell'acquifero della piana, desunto direttamente dall'attività professionale, permettono allo scrivente di affermare che **"non è assolutamente possibile che si verifichi un effetto negativo sulla risorsa idrica utilizzata per l'attività agricola relativamente alla portata Q_1 = 110 l/s, oggetto della richiesta di concessione".**

16. DISPONIBILITA' IDRICA PROCAPITE

(xiii) "valutazione della disponibilità idrica attuale procapite …"

La risposta a questa richiesta è espressa nella Tabella A del paragrafo 5, che si riporta di seguito.

Tale tabella è stata fornita dal gestore ILCE S.p.A., confermata dall'UTC del Comune di Albenga ed accettata dal Settore competente della Provincia nell'iter delle pratiche riferite agli altri pozzi a servizio dell'acquedotto potabile comunale.

TABELLA A – Consumi acquedotto potabile del Comune di Albenga

CONCESSIONE PREFERENZIALE DERIVAZIONE ACQUA DA POZZI

PRELIEVO MEDIO

opera di presa	fabbisogno idrico medio garantito				
	ore [medio]	max [l/s]	consumo [l/s]	consumo [m³/gg]	consumo [m³/a]
Pontelungo:					
- pozzo 1 (pompa 1)	*24,0*	45	45	3.888	1.419.120
- pozzo 1 (pompa 2)	*11,0*	45	21	1.814	662.110
- pozzo 2	*4,0*	60	10	864	315.360
sommano:	*39,0*	*150,0*	***76***		
Miranda:	*0,0*	40	0	0	0
Via degli Orti					
sommano:	*14,0*	40	23	1.987	725.255
Nejaire:					
- pozzo 1	*24,0*	55	55	4.752	1.734.480
- pozzo 2	*24,0*	50	50	4.320	1.576.800
sommano:	*48,0*	*105,0*	***105***		
Lusignano:					
- pozzo 1 (pompa 1)	*8,0*	5	2	173	63.145
- pozzo 1 (pompa 2)	*9,0*	6	2	173	63.145
sommano:	*17,0*	*11,0*	***4***		
Sommano:			***208,0***	***17.971***	***6.559.415***

PRELIEVO IPOTETICO TOTALE

Popolazione (circa):	**24.000**	residenti	
Popolazione (circa):	**14.000**	fluttuanti	
Superficie irrigata:	**132,51**	ettari	
Superficie irrigata (I°lotto):	**71,00**	ettari	
Tot. Superficie irrigata:	**203,51**	ettari	
Consumo medio procapite:	**250**	l/gg/abitante	
Consumo medio uso agricolo:	**0,5**	l/s/ettaro	
Consumo totale potabile annuo:	**3.467.500**	m³/anno	
Consumo totale irriguo annuo:	**3.208.946**	m³/anno	
Consumo totale annuo:	**6.676.446**	m³/anno	(valore massimo teorico)

Redazione: Geol. Arrighetti Fabio

(Iscrizione O.R.G.L. n°583)



Verifica: Geol. Macciò M. Roberto

(Iscrizione O.R.G.L. n°168)



ALLEGATO 1

CITTA' DI ALBENGA
PROTOCOLLO GENERALE
14 OTT. 2011
Prot. Gen. 64830
Tit. 01 Cias. Fasc.

REGIONE LIGURIA

DIPARTIMENTO AMBIENTE

Genova, 4/10/2011

Prot. n. 2011/PG/136991
Fascicolo. 2011/G13.17.2/27
Allegati: -

SETTORE VALUTAZIONE IMPATTO AMBIENTALE **N. rif. V273**

Uff. Lavori Pubblici

Oggetto:

Procedura di VIA regionale nell'ambito dell'istanza per concessione di derivazione ad uso potabile per una portata di 110 l/s dai pozzi Negialre nel Comune di Albenga (SV). Richiesta integrazioni.

Al Signor Sindaco del
Comune di Albenga (SV)
17031 ALBENGA SV

Raccomandata A/R

In merito al progetto in oggetto, il Comitato Tecnico Regionale Sezione per la VIA riunito nella seduta del 20 settembre 2011, ha ritenuto la documentazione presentata insufficiente per poter esprimere un giudizio di sostenibilità ambientale.

Preliminarmente, preso atto che l'attuale utilizzo dei Pozzi risulterebbe assentito in base ad un'ordinanza sindacale a partire dal 2008, il Comitato chiede chiarimenti in relazione all'assenza dei minimi requisiti di protezione delle opere di presa.

Facendo riferimento solo agli elementi più appariscenti, ad esempio, si invita codesto Comune: (i) a prendere visione delle foto allegate allo Studio d'Impatto Ambientale disponibile sul sito web del Dipartimento Ambiente della Regione Liguria e, in particolare, la foto 14 del SIA che mostra un gregge libero di pascolare intorno alle opere di presa e (ii) ad attivarsi con la massima celerità, anche presso gli organi competenti per le verifiche e i controlli sulla qualità delle acque potabili, alla messa in atto delle opere per la protezione dei pozzi e delle acque.

Inoltre, considerate le evidenti condizioni di vulnerabilità dei pozzi, realizzati in area inondabile dal T. Arroscia e in un acquifero di tipo non confinato ad elevata conducibilità idraulica, è opportuno che siano esplicitate le considerazioni che hanno condotto codesto Comune a preferire i pozzi Negialre rispetto a soluzioni di approvvigionamento alternative. In altri termini, è fondamentale che siano sviluppate matrici di confronto sugli impatti generati dall'opzione zero e le possibili alternative di approvvigionamento prese in esame.

Ciò premesso, la documentazione dovrà essere comunque integrata con quanto segue: (i) raccolta e riproduzione degli atti autorizzativi pregressi; (ii) raccolta e analisi statistica delle osservazioni sulla qualità e quantità delle acque prelevate dai pozzi che alimentano l'acquedotto di Albenga, con particolare riferimento ai pozzi che verrebbero dismessi o che potrebbero essere considerati in alternativa alle opere in loc. Negialre; (iii) riproduzione, qualora disponibile, del progetto generale e del primo stralcio approvati con DGC 984 del 10 ottobre 1991; (iv) analisi delle previsioni del Piano d'ATO per l'approvvigionamento potabile dell'ambito di riferimento (v) progetto definitivo delle opere di accumulo, controllo e trattamento delle acque e di protezione delle opere di presa per ovviare alle condizioni di vulnerabilità dei pozzi in esame; (vi) esecuzione di una prova di emungimento di lunga durata (72 ore) a gradini con controllo su almeno tre piezometri da realizzarsi in condizioni statiche (assenza di emungimento per almeno 24 ore), possibilmente in periodo di magra, attivando le pompe con portata almeno doppia rispetto a quanto

Dipartimento Ambiente Via D'Annunzio 111-16121 Genova
Responsabile del procedimento: dott. Geol. Edoardo De Stefanis, tel.010.548.5818
E-mail edoardo.destefanis@regione.liguria.it

richiesto nell'istanza di derivazione; (vii) quantificazione attraverso modello numerico di flusso esteso ad un significativo intorno degli effetti prodotti dall'emungimento del pozzo sul regime del T. Arroscia e sulle aree limitrofe, in particolare, (a) definizione di una curva di durata su base pluriennale (numero medio di giorni all'anno in cui la portata è pari al valore teorico del minimo deflusso vitale) in assenza di emungimento e come cambierebbe tale curva in caso di emungimento, ovvero per quanti giorni all'anno in più la portata sarebbe al di sotto di questo livello soglia critico e (b) stima dell'abbassamento del livello freatico della falda di subalveo (viii) censimento diretto delle opere di presa potenzialmente interferenti con i pozzi Negiaire; (ix) proposta di definizione delle aree di tutela assoluta e rispetto sulla base delle indicazioni del Piano di Tutela delle Acque; (x) mappatura nelle aree di rispetto delle potenziali fonti di inquinamento presenti, (xi) l'effetto che il prelievo potrebbe avere sui corridoi ecologici acquatici, ivi compresi i presumibili effetti sull'ittiofauna desumibile dalla carta ittica, soprattutto nei periodi riproduttivi e di migrazione delle singole specie, (xii) una valutazione dell'eventuale effetto negativo che il prelievo avrebbe sulla disponibilità di acqua di irrigazione per l'agricoltura, (xiii) valutazione della disponibilità idrica attuale pro capite (considerando ovviamente anche i turisti estivi), atta ad evidenziare il fabbisogno reale ed eventuali soluzioni alternative.

Cordiali saluti

IL DIRIGENTE

Ing. Roberto Boni

Dipartimento Ambiente Via D'Annunzio 111-16121 Genova
Responsabile del procedimento: dott. Geol. Edoardo De Stefanis, tel.010.548.5818
E-mail edoardo.destefanis@regione.liguria.it

ALLEGATO 2 - DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
PROVA DI PORTATA (ottobre 2014)



Foto 1. Vista verso valle (est) del regime idraulico nullo dell'alveo T.Arroscia nel periodo precedente l'inizio della prova



Foto 2. Vista verso monte (ovest) del regime idraulico nullo dell'alveo T.Arroscia nel periodo precedente l'inizio della prova

Studio di Geologia Macciò M. Roberto - Via Bellò 4/A S.Fedele - 17031 Albenga (SV)

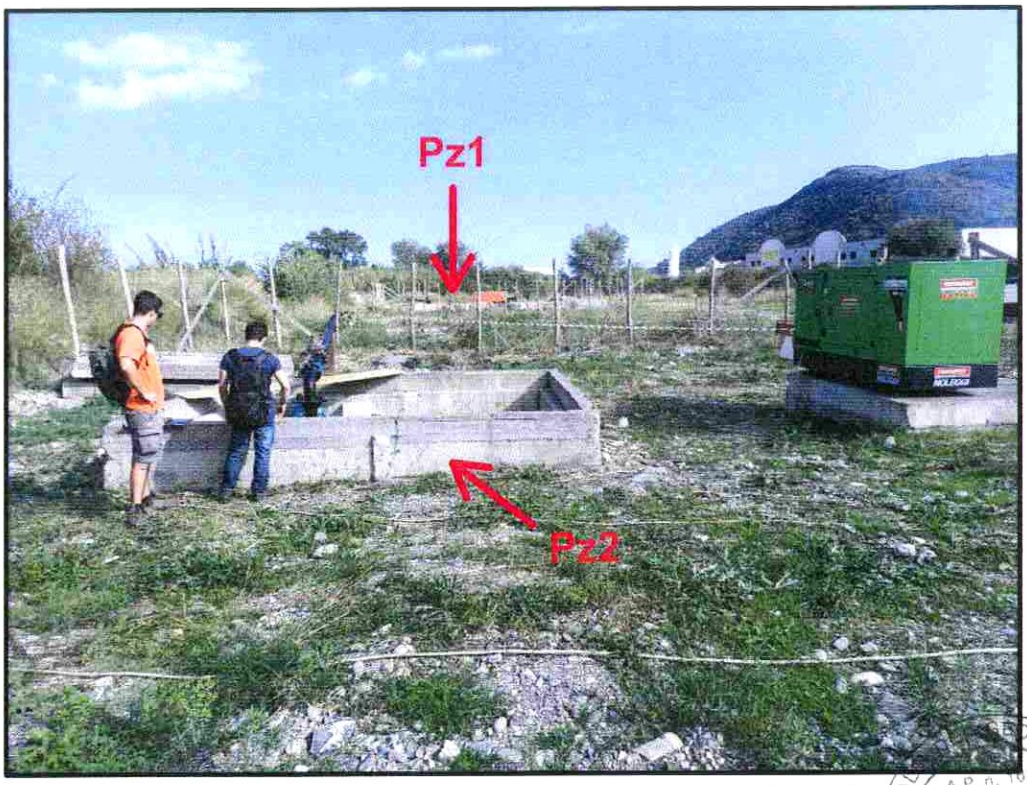


Foto 3. Vista panoramica del campo pozzi Negiaire con camere stagne di alloggiamento pozzi scoperchiate.



Foto 4. Ubicazione piezometro Pz3, attrezzato con datalogger elettrico.

Studio di Geologia Macciò M. Roberto - Via Bellò 4/A S.Fedele - 17031 Albenga (SV)



Foto 5. Ubicazione piezometro Pz4, con lettura manuale tramite sonda freatimetrica.



Foto 6. Ubicazione piezometro Pz5, con lettura manuale tramite sonda freatimetrica.

Studio di Geologia Macciò M. Roberto - Via Bellò 4/A S.Fedele - 17031 Albenga (SV)



Foto 7. Ubicazione piezometro Pz6, con lettura manuale tramite sonda freatimetrica.

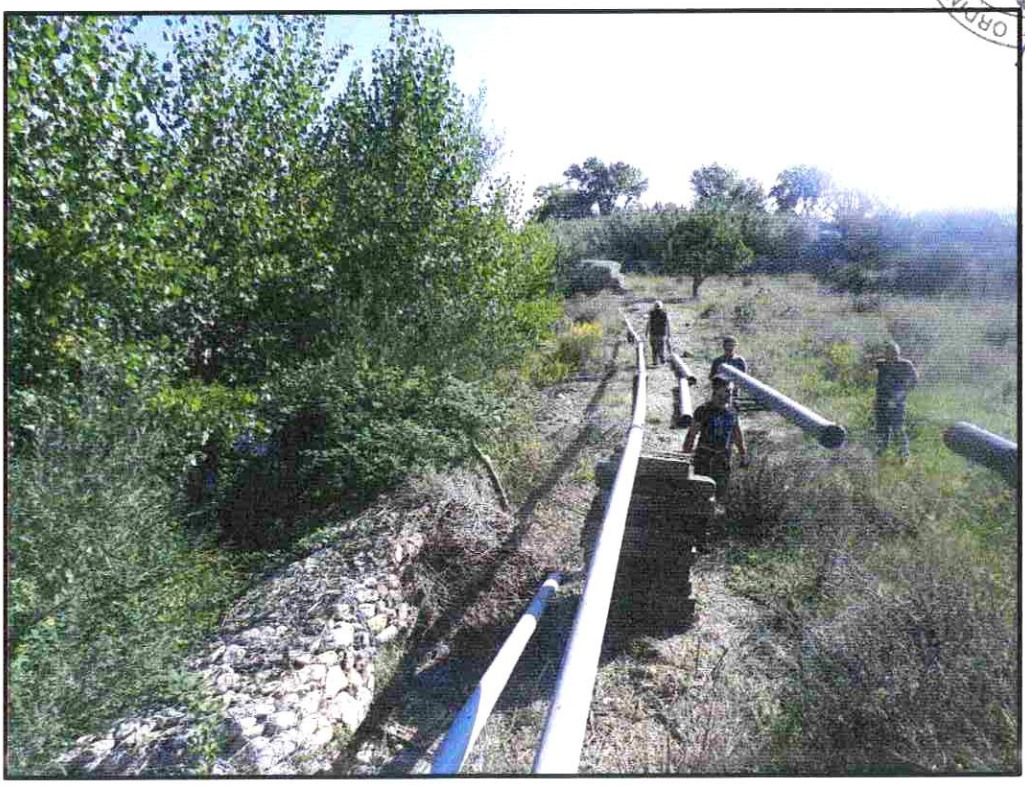


Foto 8. Lavori di installazione condotte di scarico delle due pompe integrative dei pozzi Negiaire.

Studio di Geologia Macciò M. Roberto - Via Bellò 4/A S.Fedele - 17031 Albenga (SV)



Foto 9. Contatore di portata installato sulla condotta di uscita dei pozzi Negiaire Pz1 e Pz2.



Foto 10. Misura di prova della portata tramite strumentazione ad ultrasuoni della condotta dell'acquedotto ILCE durante le fasi di taratura.

Studio di Geologia Macciò M. Roberto - Via Bellò 4/A S.Fedele - 17031 Albenga (SV)

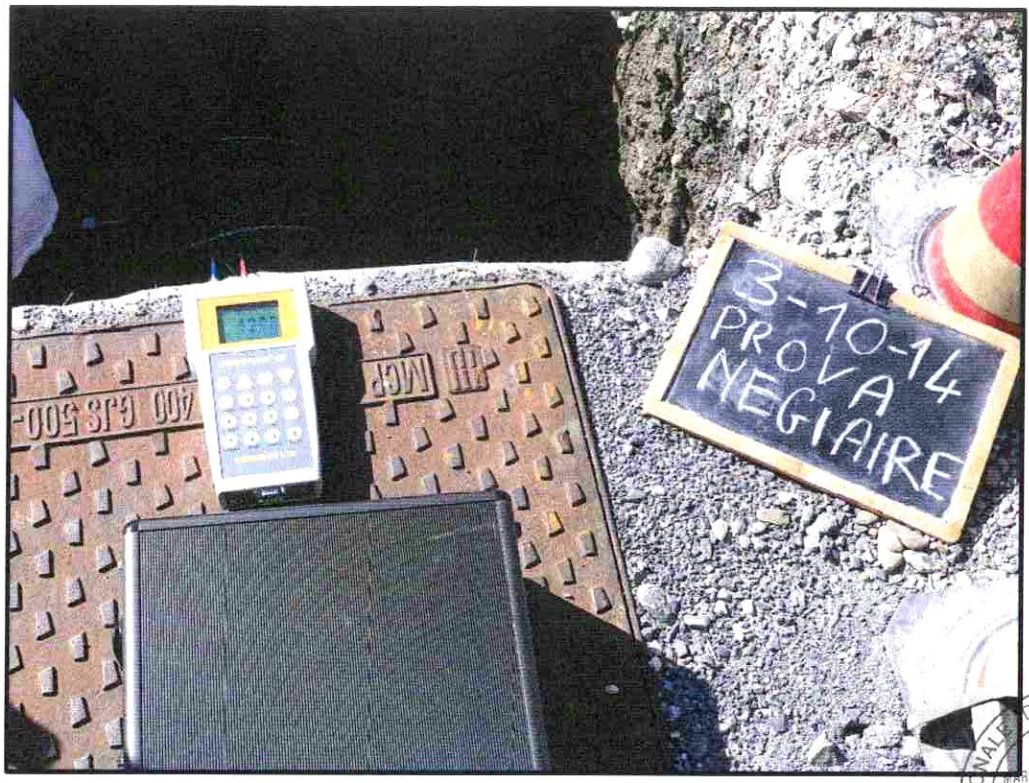


Foto 11. Controllo della portata della condotta acquedotto ILCE tramite strumentazione ad ultrasuoni durante l'esecuzione della prova di portata.

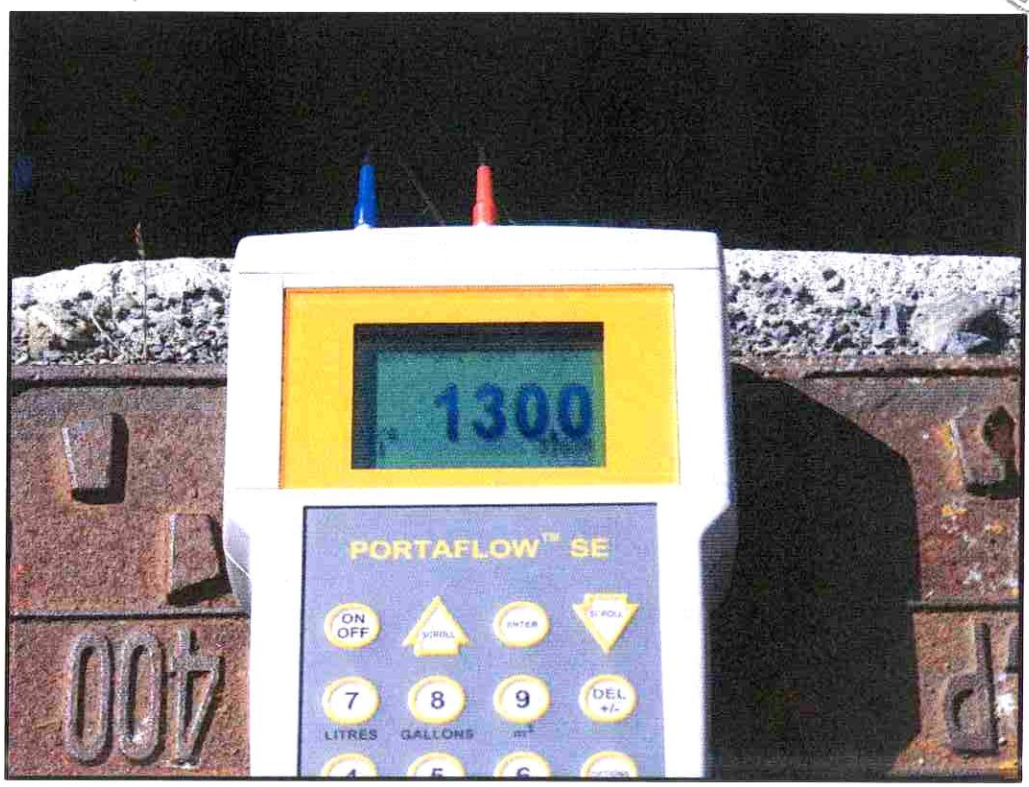


Foto 12. Particolare della precedente con portata pari a 130 l/s.

ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
A.P. n. 168
MARIO ROBERTO MACCIO'
GEOLOGO
data iscr. 15-07-1988

Studio di Geologia Macciò M. Roberto - Via Bellò 4/A S.Fedele - 17031 Albenga (SV)



Foto 13. Installazione asta graduata per la misura del livello falda del T.Arroscia in una depressione sotto il piano campagna in adiacenza al campo pozzi Negiaire.



Foto 14. Particolare della precedente.

Studio di Geologia Macciò M. Roberto - Via Bellò 4/A S.Fedele - 17031 Albenga (SV)



Foto 15. Svolgimento della prova di portata nel pozzo Pz1 monitorato dal datalogger elettrico collegato a pc.



Foto 16. Svolgimento della prova di portata nel pozzo Pz2 monitorato dal datalogger elettrico durante controllo della portata emunta; sullo sfondo compressore a scoppio silenziato utilizzato per il pompaggio dalla pompa integrativa nel Pz2.

Studio di Geologia Macciò M. Roberto - Via Bellò 4/A S.Fedele - 17031 Albenga (SV)



Foto 17. Esecuzione della prova di portata durante il II° gradino di portata con attiva una sola condotta di scarico.



Foto 18. Svolgimento del IV° gradino di portata con pompe a pieno regime (massimo emungimento di 255 l/s) e scarico attivo su entrambi le condotte.

ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
A.P. n. 168
MARIO ROBERTO MACCIO'
GEOLOGO
data iscr. 15-07-1988

Studio di Geologia Macciò M. Roberto - Via Bellò 4/A S.Fedele - 17031 Albenga (SV)

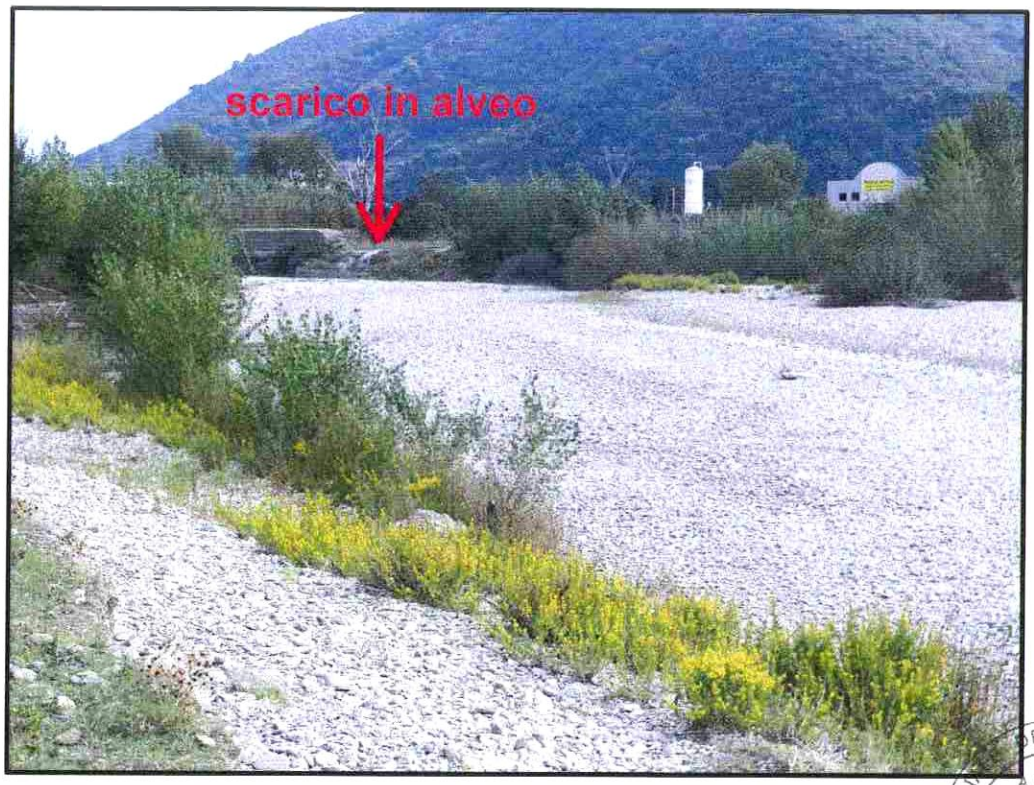


Foto 19. Regime nullo del T.Arroscia durante l'esecuzione della prova di portata con scarico attivo.



Foto 20. Misura del livello falda in alveo del T.Arroscia nei pressi di una depressione in corrispondenza del campo pozzi Negiaire.

Studio di Geologia Macciò M. Roberto - Via Bellò 4/A S.Fedele - 17031 Albenga (SV)



Foto 21. Controllo all'alba del 03-10-2014 durante lo svolgimento della prova di portata nel pozzo Pz2



Foto 22. Fase di risalita della falda acquifera il 06-10-2014 con pompe ferme e relativa fase di smontaggio condotte di scarico.

Studio di Geologia Macciò M. Roberto - Via Bellò 4/A S.Fedele - 17031 Albenga (SV)



Foto 23. Chiusura delle camere stagne in c.a. dei pozzi Negiaire tramite posizionamento soletta con argano.

Studio di Geologia Macciò M. Roberto - Via Bellò 4/A S.Fedele - 17031 Albenga (SV)

ALLEGATO 3A

N.4 ANALISI CHIMICHE POZZO MIRANDA

- 29/09/1987
- 25/07/2008
- 28/07/2009
- 11/07/2012



Campione denominato: Albenga, Miranda
Cod.Analytica: A 725.07.09
Data Prelievo: 23/07/2009
Tipologia: Acqua potabile

Parametro (unità di misura)	Valore riscontrato	Valore guida (Dlgs. 236 del 1988 Allegato I)	Valore Limite (Dlgs. 31 del 2001 Allegato I)	Metodo Analitico
Temperatura (°C)	n.d.	12	25	Termometria
Concentrazione ioni idrogeno (pH)	7.10	--	6,5÷9,5 valori consigliati	Elettrometria
Conducibilità elettrica ($\mu S\ cm^{-1}$ a 20°C)	376	400	2500	Elettrometria
Ossidabilità (mgO_2/l)	0.2	0,5	5	Metodo Kubel
Cloro residuo libero (mg/l)	n.d.	--	0,2 (*)	Colorimetria
Fluoruri (mg/l)	0.03	--	1,5	Cromatografia ionica
Cloruri (mg/l)	16.48	25	250	Cromatografia ionica
Solfati (mg/l)	17.56	25	250	Cromatografia ionica
Nitrati (mg/l)	5.68	5	50	Cromatografia ionica
Nitriti ($mg\ NO_2/l$)	0.01	--	0,5	Colorimetria
Ammoniaca ($mg\ NH_4^+/l$)	0.05	0,05	0,5	Colorimetria
Calcio (mg/l)	83.21	100	--	Spettr. assorb. atom.
Magnesio (mg/l)	8.1	30	50(**)	Spettr. assorb. atom.
Durezza totale (°F)	25.0	--	15 ÷ 50 valori consigliati	Spettr. assorb. atom.
Sodio (mg/l)	17.6	20	200	Spettr. assorb. atom
Potassio (mg/l)	1.3	10	--	Spettr. assorb. atom
Residuo fisso a 180°C (mg/l)	345	--	1500	Evaporaz. e pesata
Ferro (µg/l)	7	50	200	Spettr. assorb. atom.
Manganese (µg/l)	Ass.	20	50	Spettr. assorb. atom.
Cromo (µg/l)	1	--	50	Spettr. assorb. atom.
Rame (µg/l)	Ass.	100	1000	Spettr. assorb. atom.
Zinco (µg/l)	45	100	3000 (**)	Spettr. assorb. atom
Cadmio (µg/l)	Ass.	--	5	Spettr. assorb. atom
Alluminio (mg/l)	n.d.	0,05	0,2	Colorimetria
Fosforo ($\mu gP_2O_5/l$)	111	100	5000 (**)	Colorimetria

(*)Concentrazione limite prevista in caso di acqua clorata
(**) Valore limite riferito al Dlgs. 236 del 1988 Allega
n.d. = non determinato
Ass. = assente

ANALYTICA Srl

Campione denominato: Albenga, Miranda
Cod.Analytica: A 743.07.08
Tipologia: Acqua potabile

Parametro (unità di misura)	Valore riscontrato	Valore guida (Dlgs. 236 del 1988 Allegato I)	Valore Limite (Dlgs. 31 del 2001 Allegato I)	Metodo Analitico
Temperatura (°C)	n.d.	12	25	Termometria
Concentrazione ioni idrogeno (pH)	7.91	--	6,5÷9,5 (valori consigliati)	Elettrometria
Conducibilità elettrica ($\mu S\ cm^{-1}$ a 20°C)	350	400	2500	Elettrometria
Ossidabilità (mgO_2/l)	0.74	0,5	5	Metodo Kubel
Cloro residuo libero (mg/l)	n.d.	--	0,2(*)	Colorimetria
Fluoruri (mg/l)	0.08	-	1,5	Cromatografia ionica
Cloruri (mg/l)	39.2	25	250	Cromatografia ionica
Solfati (mg/l)	30.3	25	250	Cromatografia ionica
Nitrati (mg/l)	7.1	5	50	Cromatografia ionica
Nitriti (mg NO_2/l)	0.05	--	0,5	Colorimetria
Ammoniaca (mg NH_4^+/l)	0.12	0,05	0,5	Colorimetria
Calcio (mg/l)	70.1	100	--	Spettr. assorb. atom.
Magnesio (mg/l))	6.8	30	50(**)	Spettr. assorb. atom.
Durezza totale (°F)	20.4	--	15 ÷ 50 (valori consigliati)	Spettr. assorb. atom.
Sodio (mg/l)	9.0	20	200	Spettr. assorb. atom
Potassio (mg/l)	1.0	10	--	Spettr. assorb. atom
Residuo fisso a 180°C (mg/l)	120	--	1500	Evaporaz. e pesata
Ferro (µg/l)	40	50	200	Spettr. assorb. atom.
Manganese (µg/l)	Ass.	20	50	Spettr. assorb. atom.
Cromo (µg/l)	Ass.	--	50	Spettr. assorb. atom.
Rame (µg/l)	Ass.	100	1000	Spettr. assorb. atom.
Zinco (µg/l)	30	100	3000 (**)	Spettr. assorb. atom
Cadmio (µg/l)	Ass.	--	5	Spettr. assorb. atom
Alluminio (mg/l)	Ass.	0,05	0,2	Colorimetria
Fosforo (µg P_2O_5/l)	Ass.	400	5000 (**)	Colorimetria

(*) Concentrazione limite prevista in caso di acqua clorata
(**) Valore limite riferito al Dlgs. 236 del 1988 Allega
n.d. = non determinato

VII UNITA' SANITARIA LOCALE LIGURE 'del Savonese'

LABORATORIO CHIMICO P.M.P.

Via [illegible] - [illegible] Tel. 019 - 22938 - 796136

U.S.L. Nº 4-ALBENGA
PERVENUTO
-7.OTT.1987
PROT. Nº----------

CAMPIONE N. 5418 RELAZIONE N.° 6240

L'esame chimico eseguito sull'acqua potabile non Clorata prelev.[illegible]

presso: Pozzo Miranda

nel Comune di Albenga il giorno 29.9.87

dal Servizio Igiene Pubblica della U.S.L. n. IV Albenganese

Ha dato il seguente risultato :

C	1) Colore (Scala Pt/Co)	mg/l		n.r.
	2) Odore (fattore di diluizione)			n.r.
	3) Sapore (fattore di diluizione)			n.r.
	4) Concentrazione di ioni Idrogeno (pH)			7.6
	5) Conducib. Elettrica Specifica µS/cm a 20 °C			395
	17) Cloruri	mg/l	Cl	28
	36) Cloro residuo libero	mg/l	Cl_2	n.r.
C²	6) Torbidita'	mg/l	SiO_2	
	7 Temperatura		°C	
	8) Ossidabilita'	mg/l	O_2	
	1 Calcio	mg/l	Ca	
	27 Azoto Ammoniacale	mg/l	NH_4	
	28 Azoto Nitrico	mg/l	NO_3	
	29) Azoto Nitroso	mg/l	NO_2	

GIUDIZIO

Acqua [illegible] conforme dei parametri esaminati ai limiti di legge.

U.S.L. n. 4 - Albenganese
SERVIZIO IGIENE PUBBLICA
PROT. N. 6304
DEL 08/10/1987

[illegible] 30.9.87

IL DIRETTORE
(Dr. Francesco [illegible])

N. RESPONSABILE [illegible]

Laboratorio Chimico Merceologico

Azienda Speciale per la Formazione Professionale e la Promozione Tecnologica e Commerciale

Regione Rollo, 98 - 17031 Albenga (Savona) - Tel. e Fax 0182 50960

Rapporto di Prova N. 7253\2012

Albenga 16/07/2012

Committente: Macciò Geol. Mario Roberto
Via Bellò, 4/A San Fedele 17031 Albenga (SV)

Numero campione: 7.253 **Data ricevimento:** 11/07/12 **Data inizio prove:** 11/07/12 **Data termine prove:** 16/07/12
Categoria Merceologica: Acque sotterranee, sorgive e superficiali
Prodotto dichiarato: Acqua
Descrizione Campione: ACQUA DI POZZO MIRANDA, Comune di Albenga, causa 1600-09, ora prelievo 12.00
Etichetta Campione:
Descrizione Sigillo:
Quantità Campione: 1 **Restituzione Campione:** No
Imballaggio: Bottiglia in plastica
Campionamento: Effettuato dal cliente

Il presente rapporto riguarda esclusivamente il campione sottoposto a prova ed esso non può essere riprodotto parzialmente, se non previa approvazione scritta da parte di questo Laboratorio.
Le prove riportate in questo rapporto contrassegnate dal simbolo (*) non rientrano nell'Accreditamento ACCREDIA/SINAL di questo Laboratorio.

Il termine "i", se indicato nel Rapporto di Prova, rappresenta l'incertezza estesa con un fattore di copertura K = 2 ad un livello di probabilità P = 95%.

Nel caso di analisi in tracce, i risultati riportati sul presente rapporto di prova non tengono conto del recupero in quanto lo stesso non si discosta in modo statisticamente significativo dal 100%.

Il Laboratorio conserva i campioni per un massimo di 30 (trenta) giorni dalla data di emissione del rapporto di prova salvo diverse disposizioni di legge, accordi specifici con il cliente, specifica instabilità dei campioni (in questo caso i tempi possono essere modificati previa comunicazione al cliente).

Data	Nome Prova	Metodo analitico	Valore	Annotazione
11/07/2012	Conducibilità	*APAT CNR IRSA 2030 Man 29 2003*	430 microS/cm2 a 20°C	
11/07/2012	Residuo fisso a 180°C (*)	*Rapporti ISTISAN 2007/31 Met ISS BFA 032*	255 mg/L	
11/07/2012	Durezza	*APAT CNR IRSA 2040 A Man 29 2003*	211,3 mg CaCO3/L	
11/07/2012	Salinità (*)	*APAT CNR IRSA 2070 Man 29 2003*	0,23	
11/07/2012	Anioni: Cloruri	*Rapporti ISTISAN 2000/14 Pto 1 Pag 35*	14,0 mg/L	
11/07/2012	Anioni: Solfati	*Rapporti ISTISAN 2000/14 Pto 1 Pag 35*	36,4 mg/L	
11/07/2012	Carbonati (*)	*DM 23/03/2000 GU n° 87 13/04/2000 pag 74*	NR(< 0,1 meq/L)	
11/07/2012	Calcio	*APAT CNR IRSA 3130 A Man 29 2003*	73,0 mg/L	
11/07/2012	Magnesio	*APAT CNR IRSA 3180 Man 29 2003*	7,05 mg/L	
11/07/2012	Sodio	*APAT CNR IRSA 3270 A Man 29 2003*	15 mg/L	
11/07/2012	Potassio	*APAT CNR IRSA 3240 A Man 29 2003*	4 mg/L	

(*) Prova non accreditata da ACCREDIA

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
DOTT. LUCA MEDINI

LAB N° 0218

Il Laboratorio Chimico Merceologico è
- Certificato da Certiquality (n° 974) ed IQNET (n° IT-1539) per la conformità del sistema di gestione qualità ai sensi della norma UNI EN ISO 9001:2008
- Autorizzazione da parte del Ministero delle Politiche Agricole ad eseguire, per l'intero territorio nazionale, analisi ufficiali nel settore vitivinicolo e oleicolo
- Iscritto all'elenco della Regione Liguria dei laboratori che effettuano analisi ai fini dell'autocontrollo per le industrie alimentari

Rapporto di Prova N. 7253\2012

NR (<LoQ): Valore inferiore al limite di quantificazione (LoQ) della metodica applicata

(IL DIRETTORE DEL LABORATORIO)
Dott. Luca Medini

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
DOTT. LUCA MEDINI

LAB N° 0218

Il Laboratorio Chimico Merceologico è
- Certificato da Certiquality (n° 974) ed IQNET (n° IT-1539) per la conformità del sistema di gestione qualità ai sensi della norma UNI EN ISO 9001:2008
- Autorizzazione da parte del Ministero delle Politiche Agricole ad eseguire, per l'intero territorio nazionale, analisi ufficiali nel settore vitivinicolo e olericolo
- Iscritto all'elenco della Regione Liguria dei laboratori che effettuano analisi ai fini dell'autocontrollo per le industrie alimentari

ALLEGATO 3B

N.3 ANALISI CHIMICHE POZZO PONTELUNGO

- 8/10/1987
- 2/07/2007
- 10/06/2008



ANALYTICA SrL

BOLLETTINO D'ANALISI
COD. 257/08 N° 03
ILCE SPA
10 GIUGNO 2008

Campione denominato: Albenga, Fontana Pontelungo
Cod.Analytica: A 607.05.08
Tipologia: Acqua potabile

Parametro (unità di misura)	Valore riscontrato	Valore guida (Dlgs. 236 del 1988 Allegato I)	Valore Limite (Dlgs. 31 del 2001 Allegato I)	Metodo Analitico
Temperatura (°C)	n.d.	12	25	Termometria
Concentrazione ioni idrogeno (pH)	7.61	--	6,5÷9,5 (valori consigliati)	Elettrometria
Conducibilità elettrica ($\mu S\ cm^{-1}$ a 20°C)	425	400	2500	Elettrometria
Cloro residuo libero (mg/l)	n.d.	--	0,2(*)	Colorimetria
Ossidabilità (mgO_2/l)	0,20	0,5	5	Metodo Kubel
Fluoruri (mg/l)	Ass.	-	1,5	Cromatografia ionica
Cloruri (mg/l)	13.70	25	250	Cromatografia ionica
Solfati (mg/l)	35.16	25	250	Cromatografia ionica
Nitrati (mg/l)	9.63	5	50	Cromatografia ionica
Nitriti (mg NO_2/l)	n.d.	--	0,5	Colorimetria
Ammoniaca (mg NH_4^+/l)	0.013	0,05	0,5	Colorimetria
Calcio (mg/l)	74.0	100	--	Spettr. assorb. atom.
Magnesio (mg/l))	17.0	30	50(**)	Spettr. assorb. atom.
Durezza totale (°F)	25.6	--	15 ÷ 50 (valori consigliati)	Spettr. assorb. atom.
Sodio (mg/l)	10.0	20	200	Spettr. assorb. atom
Potassio (mg/l)	2.3	10	--	Spettr. assorb. atom
Residuo fisso a 180°C (mg/l)	260	--	1500	Evaporaz. e pesata
Ferro (µg/l)	14	50	200	Spettr. assorb. atom.
Manganese (µg/l)	Ass.	20	50	Spettr. assorb. atom.
Cromo (µg/l)	Ass.	--	50	Spettr. assorb. atom.
Rame (µg/l)	Ass.	100	1000	Spettr. assorb. atom.
Zinco (µg/l)	4	100	3000 (**)	Spettr. assorb. atom
Cadmio (µg/l)	Ass.	--	5	Spettr. assorb. atom
Fosforo ($\mu gP_2O_5/l$)	15	400	5000 (**)	Colorimetria

(*)Concentrazione limite prevista in caso di acqua clorata.
(**) Valore limite riferito al Dlgs. 236 del 1988 Allegato I
n.d. = non determinato

Campione denominato: Albenga Pontelungo
Cod.Analytica: A492.06.07
Tipologia: Acqua potabile

Parametro (unità di misura)	Valore riscontrato	Valore guida (Dlgs. 236 del 1988 Allegato I)	Valore Limite (Dlgs. 31 del 2001 Allegato I)	Metodo Analitico
Temperatura (°C)	15,5	12	25	Termometria
Concentrazione ioni idrogeno (pH)	7,25	--	6,5÷9,5 (valori consigliati)	Elettrometria
Conducibilità elettrica ($\mu S\ cm^{-1}$ a 20°C)	416	400	2500	Elettrometria
Cloro residuo libero (mg/l)	assente	--	0,2(*)	Colorimetria
Ossidabilità (mgO_2/l)	1,6	0,5	5	Metodo Kubel
Fluoruri (mg/l)	<1	-	1,5	Cromatografia ionica
Cloruri (mg/l)	23	25	250	Cromatografia ionica
Solfati (mg/l)	45	25	250	Cromatografia ionica
Nitrati (mg/l)	9	5	50	Cromatografia ionica
Nitriti ($mg\ NO_2/l$)	n.d.	--	0,5	Colorimetria
Ammoniaca ($mg\ NH_4^+/l$)	n.d.	0,05	0,5	Colorimetria
Calcio (mg/l)	49,9	100	--	Spettr. assorb. atom.
Magnesio (mg/l)	15,9	30	50(**)	Spettr. assorb. atom.
Durezza totale (°F)	19,1	--	15 ÷ 50 (valori consigliati)	Spettr. assorb. atom.
Sodio (mg/l)	9,2	20	200	Spettr. assorb. atom
Potassio (mg/l)	2,3	10	--	Spettr. assorb. atom
Residuo fisso a 180°C (mg/l)	292	--	1500	Evaporaz. e pesata
Ferro (µg/l)	8,0	50	200	Spettr. assorb. atom
Manganese (µg/l)	assente	20	50	Spettr. assorb. atom.
Cromo (µg/l)	assente	--	50	Spettr. assorb. atom.
Rame (µg/l)	2,0	100	1000	Spettr. assorb. atom.
Zinco (µg/l)	4,0	100	5000 (**)	Spettr. assorb. atom.
Cadmio (µg/l)	assente	--	5	Spettr. assorb. atom
Alluminio (mg/l)	assente	0,05	0,2	Colorimetria
Fosforo ($\mu g P_2O_5/l$)	0,14	400	5000 (**)	Colorimetria

(*)Concentrazione limite prevista in caso di acqua clorata.
(**) Valore limite riferito al Dlgs. 236 del 1988 Allegato I
n.d. = non determinato

60

VII UNITA' SANITARIA LOCALE LIGURE 'del Savonese'

LABORATORIO CHIMICO P.M.P

Via Zunini 1 - 17100 Savona - Tel. 019 - 22938 - 386136

CAMPIONE N. 5614 RELAZIONE N. 6361

L'esame chimico eseguito sull'acqua potabile prelevata

presso Pozzo Pontelungo

nel Comune di Albenga il giorno 8.10.87

dal Servizio Igiene Pubblica della U.S.L. n. IV Albenganese

Ha dato il seguente risultato :

C1					
	1)	Colore (Scala Pt/Co)	mg/l		n.r.
	2)	Odore (fattore di diluizione)			n.r.
	3)	Sapore (fattore di diluizione)			n.r.
	6)	Concentrazione di ioni Idrogeno (pH)			7.57
	7)	Conducib. Elettrica Specifica µS/cm a 20 °C			480
	17)	Cloruri	mg/l	Cl	16
	30)	Cloro residuo libero	mg/l	Cl_2	n.r.
C2					
	4)	Torbidita'	mg/l	SiO_2	
	5)	Temperatura		°C	
	12)	Ossidabilita'	mg/l	O_2	
	16)	Calcio	mg/l	Ca	
	23)	Azoto Ammoniacale	mg/l	NH_4	assente
	24)	Azoto Nitrico	mg/l	NO_3	
	25)	Azoto Nitroso	mg/l	NO_2	assente

GIUDIZIO

Acqua con valori dei parametri esaminati nei limiti di legge.

Savona : 09.10.1987

U.S.L. n. 4 - Albenganese
SERVIZIO IGIENE PUBBLICA
PROT. N. 6442
DEL 14/10/1987

IL DIRETTORE
(Dr. Francesco LIBRICI)

R
M

G. PEVERELLO Boft.

ALLEGATO 3C

N.3 ANALISI CHIMICHE POZZO VIA XXV APRILE

- 30/10/1993
- 10/06/2008
- 01/12/2009



ANALYTICA S.r.L

BOLLETTINO D'ANALISI
CODICE 535_09 N° 10
ITCI S.P.A.
01 DICEMBRE 2009
PAGINA 5 di 6

Campione denominato: Albenga, Via degli Orti
Cod.Analytica: A 1103.11.09
Data Prelievo: 25/11/2009
Tipologia: Acqua potabile

Parametro (unità di misura)	Valore riscontrato	Valore guida (Dlgs. 236 del 1988 Allegato I	Valore Limite Dlgs. 31 del 2001 Allegato I)	Metodo Analitico
Temperatura (°C)	n.d.	12	25	Termometria
Concentrazione ioni idrogeno (pH)	6,60	--	6,5÷9,5 (valori consigliati)	Elettrometria
Conducibilità elettrica ($\mu S\ cm^{-1}$ a 20°C)	390	400	2500	Elettrometria
Ossidabilità (mgO_2/l)	n.d.	0,5	5	Metodo Kubel
Cloro residuo libero (mg/l)	n.d.	--	0,2(*)	Colorimetria
Fluoruri (mg/l)	<0,005	-	1,5	Cromatografia ionica
Cloruri (mg/l)	154	25	250	Cromatografia ionica
Solfati (mg/l)	78,9	25	250	Cromatografia ionica
Nitrati (mg/l)	8,7	5	50	Cromatografia ionica
Nitriti ($mg\ NO_2/l$)	0,02	--	0,5	Colorimetria
Ammoniaca ($mg\ NH_4^+/l$)	0,03	0,05	0,5	Colorimetria
Calcio (mg/l)	123,8	100	-	Spettr. assorb. atom.
Magnesio (mg/l))	21,2	30	50(**)	Spettr. assorb. atom.
Durezza totale (°F)	39,8		15 ÷ 50 (valori consigliati)	Spettr. assorb. atom.
Sodio (mg/l)	17,8	20	200	Spettr. assorb. atom.
Potassio (mg/l)	2,04	10	--	Spettr. assorb. atom.
Residuo fisso a 180°C (mg/l)	376	-	1500	Evaporaz. e pesata
Ferro (µg/l)	106	50	200	Spettr. assorb. atom.
Manganese (µg/l)	<0,01	20	50	Spettr. assorb. atom.
Cromo (µg/l)	<0,01	--	50	Spettr. assorb. atom.
Rame (µg/l)	16	100	1000	Spettr. assorb. atom.
Zinco (µg/l)	110	100	3000 (**)	Spettr. assorb. atom.
Cadmio (µg/l)	<0,01		5	Spettr. assorb. atom.
Fosforo ($\mu gP_2O_5/l$)	150	400	5000 (**)	Colorimetria

(*)Concentrazione limite prevista in caso di acqua clorata.
(**) Valore limite riferito al Dlgs. 236 del 1988 Allega
n.d. = non determinato

ANALYTICA SrL

BOLLETTINO D'ANALISI
COD. 257/08 N° 03
ILCE SPA
10 GIUGNO 2008

Campione denominato: Albenga, Via degli Orti
Cod.Analytica: A 601.05.08
Tipologia: Acqua potabile

Parametro (unità di misura)	Valore riscontrato	Valore guida (Dlgs. 236 del 1988 Allegato I)	Valore Limite (Dlgs. 31 del 2001 Allegato I)	Metodo Analitico
Temperatura (°C)	n.d.	12	25	Termometria
Concentrazione ioni idrogeno (pH)	7.60	--	6,5÷9,5 (valori consigliati)	Elettrometria
Conducibilità elettrica ($\mu S\ cm^{-1}$ a 20°C)	836	400	2500	Elettrometria
Cloro residuo libero (mg/l)	n.d.	--	0,2(*)	Colorimetria
Ossidabilità (mgO_2/l)	0,52	0,5	5	Metodo Kubel
Fluoruri (mg/l)	Ass.	-	1,5	Cromatografia ionica
Cloruri (mg/l)	86.71	25	250	Cromatografia ionica
Solfati (mg/l)	39	25	250	Cromatografia ionica
Nitrati (mg/l)	5.07	5	50	Cromatografia ionica
Nitriti (mg NO_2/l)	n.d.	--	0,5	Colorimetria
Ammoniaca (mg NH_4^+/l)	0.052	0,05	0,5	Colorimetria
Calcio (mg/l)	113.6	100	--	Spettr. assorb. atom.
Magnesio (mg/l))	14.8	30	50(**)	Spettr. assorb. atom.
Durezza totale (°F)	34.6	--	15 ÷ 50 (valori consigliati)	Spettr. assorb. atom.
Sodio (mg/l)	80.2	20	200	Spettr. assorb. atom
Potassio (mg/l)	2.7	10	--	Spettr. assorb. atom
Residuo fisso a 180°C (mg/l)	508	--	1500	Evaporaz. e pesata
Ferro (µg/l)	2	50	200	Spettr. assorb. atom.
Manganese (µg/l)	Ass.	20	50	Spettr. assorb. atom.
Cromo (µg/l)	Ass.	--	50	Spettr. assorb. atom.
Rame (µg/l)	Ass.	100	1000	Spettr. assorb. atom.
Zinco (µg/l)	18	100	3000 (**)	Spettr. assorb. atom
Cadmio (µg/l)	Ass.	--	5	Spettr. assorb. atom
Fosforo (µgP_2O_5/l)	30	400	5000 (**)	Colorimetria

(*)Concentrazione limite prevista in caso di acqua clorata.
(**) Valore limite riferito al Dlgs. 236 del 1988 Allegato I
n.d. = non determinato

15.11.93 033893

[illegible]

[illegible]

[illegible]

ALLEGATO 3D

CERTIFICATI DI N°4 ANALISI POZZO POTABILE LUSIGNANO IN DATA:

- 26/02/07
- 14/03/07
- 04/06/07
- 25/05/08



P:3/4
A: 0018254804
DA: LLPP ALBENGA 0182562221
25-SET-2008 16:43

ARPAL Dipartimento provinciale di Savona
Via Zuniini 1 - 17100 Savona

Rapporto finale delle prove n. 940 del __/__/____

N° REG. CAMPIONE: 940

Rif.Verb./Ord.: 30
Data/Ora ricevimento: 26/02/2007 12.06.00
Data/Ora Verb/Ord: 26/02/2007
Richiedente: ASL 2 - IGIENE ALIMENTI E NUTRIZIONE

Punto: (00365)-ACQUA POTABILE-Terminale San Fedele-Albenga-
Data/Ora prelievo: 26/02/2007 9.25.00
Il campione è costituito da n° 1 aliquote
Matrice: ACQUA POTABILE

Prove effettuate sull' aliquota: Potabili asl controllo di verifica

Parametro (Metodo)	U.M.	Limite di rilevabilità	Risultato	Limite indicativo / Valore guida	Limite di legge / C.M.A.	Non conf.	Legge di riferimento	Data analisi inizio/fine	L.A.
Batteri coliformi a 37°C (Rapp. ISTISAN 03/XX-Metodo 1)	MPN/100 ml		0		0		D.L.31/01	26/02/07 00.00 27/02/07 00.00	MB
Escherichia coli (Rapp. ISTISAN 03/XX-Metodo 1)	MPN/100 ml		0		0		D.L.31/01	26/02/07 00.00 27/02/07 00.00	MB
Enterococchi (ISO 7899-2:2000)	n/100 ml		0		0		D.L.31/01	26/02/07 00.00 28/02/07 00.00	MB
Antimonio come Sb (UNI EN ISO 17294-2:2005)	microg/l		<0.5		5.0		D.L.31/01	26/02/07 00.00 28/02/07 00.00	CA
Arsenico come As (UNI EN ISO 17294-2:2005)	microg/l		<1		10		D.L.31/01	26/02/07 00.00 28/02/07 00.00	CA
Cadmio come Cd (Rapp. ISTISAN 00/14)	microg/l		<0.2		5.0		D.L.31/01	27/02/07 00.00 27/02/07 00.00	CA
Cromo Come Cr (Rapp. ISTISAN 00/14)	microg/l		<1		50		D.L.31/01	26/02/07 00.00 28/02/07 00.00	CA
Rame come Cu (UNI EN ISO 17294-2:2005)	mg/l		0.002		1.0		D.L.31/01	26/02/07 00.00 28/02/07 00.00	CA
Piombo come Pb (UNI EN ISO 17294-2:2005)	microg/l		1		25		D.L.31/01	26/02/07 00.00 28/02/07 00.00	CA
Nichel come Ni (UNI EN ISO 17294-2:2005)	microg/l		6		20		D.L.31/01	26/02/07 00.00 28/02/07 00.00	CA
Vanadio come V (UNI EN ISO 17294-2:2005)	microg/l		<1		50		D.L.31/01	26/02/07 00.00 28/02/07 00.00	CA
Mercurio come Hg (APAT-IRSA-CNR 29/03 Met.3020)	microg/l		<0.5		1.0		D.L.31/01	27/02/07 00.00 27/02/07 00.00	CA
Nitriti come NO2 (APAT-IRSA-CNR 29/03 Met.4050)	mg/l		0.009		0.5		D.L.31/01	26/02/07 00.00 28/02/07 00.00	CA
Nitrati come NO3 (Rapp. ISTISAN 00/14)	mg/l		25		50		D.L.31/01	27/02/07 00.00 27/02/07 00.00	AS

Continua su pag.2

IL RES.
LABORATORIO
(Dott. [illegible] Responsabile del Laboratorio

AZIENDA SANITARIA LOCALE N° 2
SAVONESE
29 MAR 2007
CAT. CL. S.CL.
FASC. SF.

Il rapporto delle prove effettuate è riferito esclusivamente alle aliquote sottoposte all'analisi relative al campione. Nessuna parte dello stesso può essere eliminata, modificata o riprodotta in qualsiasi forma senza l'espressa approvazione per iscritto del Laboratorio che ha effettuato le analisi.
La responsabilità del Laboratorio relativamente ai dati attribuiti a Settori diversi da CA, AS, MB, TA, RA, ME è relativa alla sola fedele trascrizione degli stessi.

P:4/4
A: 0018254804
25-SET-2008 16:43 DA: LLPP ALBENGA 0182562221

ARPAL Dipartimento provinciale di Savona
Via Zunini 1 - 17100 Savona

Rapporto finale delle prove n. 940 del __/__/____

N° REG. CAMPIONE: 940

Rif.Verb./Ord.: 30
Data/Ora Verb/Ord: 26/02/2007

Punto: (00385)-ACQUA POTABILE-Terminale San Fedele-Albenga-
Data/Ora prelievo: 26/02/2007 9.25.00 Il campione è costituito da n° 1 aliquote.
Matrice: ACQUA POTABILE

Data/Ora ricevimento: 26/02/2007 12.06.00
Richiedente: ASL 2 - IGIENE ALIMENTI E NUTRIZIONE

Prove effettuate sull' aliquota: Potabili asl controllo di verifica

Parametro (Metodo)	U.M.	Limite di rilevabilità	Risultato	Limite indicativo / Valore guida	Limite di legge / C.M.A.	Non conf.	Legge di riferimento	Data analisi inizio/fine	L.A.
Fluoruri come F (Rapp. ISTISAN 02/14)	mg/l		0.09		1.50		D.L.31/01	27/02/07 00.00 27/02/07 00.00	AS

MB : responsabile Microbiologia : _____ il 14.3.07

CA : responsabile Preparazione e chimica analitica : _____ il __/__/____

AS : responsabile Analisi strumentali : _____ il __/__/____

Riscontro complessivo esiti: **Campione regolamentare.**
Allegati:
Data redazione: mer,14 mar 2007
Fine rapporto. Totale pagine:2

IL RESP. LABORATORIO (Dott. [illegible])
Il Responsabile del laboratorio

Il rapporto della prova effettuata è riferito esclusivamente alla aliquota sottoposta all'analisi relative al campione. Nessuna parte dello stesso può essere eliminata, modificata o riprodotta in qualsiasi forma senza l'espressa approvazione per iscritto del laboratorio che ha effettuato le analisi.
La responsabilità del Laboratorio relativamente ai dati attribuiti a Settori diversi da CA, AS, MB, TA, RA, ME è relativa alla sola fedele trascrizione degli stessi.

UNITA' SANITARIA LOCALE SAVONESE
PROT.
ARRIVO
20 MAR 2007
CAT. CL. SCL.

25-SET-2006 11:25 DA: LLFP ALBENGA 0182562221 A: 0182548404 P:3/4

ARPAL Dipartimento provinciale di Savona
Via Zunini 1 - 17100 Savona

Rapporto finale delle prove n. 1273 del __/__/____ Pag.1

REG. CAMPIONE: 1273

Rif.Verb./Ord.: 39
Data/Ora ricevimento: 14/03/2007 11.42.03
Data/Ora Verb/Ord.: 14/03/2007
Richiedente: ASL 2 - IGIENE ALIMENTI E NUTRIZIONE

Punto: (00365)-ACQUA POTABILE-Terminale San Fedele-Albenga-
Data/Ora prelievo: 14/03/2007 9.20.00
Il campione è costituito da n° 1 aliquota.
Matrice: ACQUA POTABILE

Prove effettuate sull' aliquota: Potabili asl controllo di routine

Parametro (Metodo)	U.M.	Limite di rilevabilità	Risultato	Limite indicativo / Valore guida	Limite di legge / C.M.A.	Non conf.	Legge di riferimento	Data analisi inizio/fine	L.A.
Batteri coliformi a 37°C (Rapp. ISTISAN 03/XX-Metodo I)	MPN/100 ml		0		0		D.L.31/01	14/03/07 00.00 15/03/07 00.00	MB
Escherichia coli (Rapp. ISTISAN 03/XX-Metodo II)	MPN/100 ml		0		0		D.L.31/01	14/03/07 00.00 15/03/07 00.00	MB
Enterococchi (ISO 7899-2:2000)	n°/100 ml		0		0		D.L.31/01	14/03/07 00.00 16/03/07 00.00	MB
Ammonio (APAT-IRSA-CNR 2810 Met.4030A1)	mg/L		<0.013		0.50		D.L.31/01	14/03/07 00.00 14/03/07 00.00	CA
pH (Rapp. ISTISAN 97/30)	unità pH		7.3		>=6.5 e <=9.5		D.L.31/01	14/03/07 00.00 14/03/07 00.00	CA
Conducibilità elettrica a 20°C (Rapp. ISTISAN 97/30)	microS/cm		534		2500		D.L.31/01	14/03/07 00.00 14/03/07 00.00	CA
Durezza totale (Rapp. ISTISAN 97/30)	°F		29	valori consigliati da 15 a 50			D.L.31/01	15/03/07 00.00 15/03/07 00.00	CA
Ossidabilità come O2 (Rapp. ISTISAN 97/30)	mg/l O2		<1		5.0		D.L.31/01	14/03/07 00.00 14/03/07 00.00	CA

MB : responsabile Microbiologia

CA : responsabile Preparazione e chimica analitica

Riscontro complessivo esiti: Campione regolamentare.
Allegati:
Data redazione:mar,20 mar 2007
Fine rapporto. Totale pagine:1

IL RESPONSABILE DEL LABORATORIO
Il Responsabile del laboratorio

UNITA' SANITARIA LOCALE N° 2 SAVONESE - UFFICIO PROTOCOLLO
ARRIVO N° - 2 APR 2007
CAT. CL.
FASC.
SERV. U.O.

Il rapporto delle prove citate e riferito esclusivamente alle aliquote sottoposte all'analisi relative al campione. Nessuna parte dello stesso può essere riprodotta, modificata o utilizzata in qualsiasi forma senza l'autorizzazione scritta del laboratorio che ha effettuato le analisi.
La responsabilità del Laboratorio relativamente ai dati attribuiti a Settori diversi da CA, AS, MB, TA, RA, ME è relativa alla sola fedele trascrizione degli stessi.

P:4/4
A: 00182548404
25-SET-2008 11:25 DA: LLPP ALBENGA 0182562221

ARPAL Dipartimento provinciale di Savona
Via Zunini 1 - 17100 Savona

Rapporto finale delle prove n. 3151 del 18/6/2007 Pag.1

N° REG. CAMPIONE: 3151

Data/Ora ricevimento: 04/06/2007 12.23.00 Rif.Verb./Ord.: 62
Richiedente: ASL 2 - IGIENE ALIMENTI E NUTRIZIONE Data/Ora Verb/Ord: 04/06/2007

Punto: (00365)-ACQUA POTABILE-Terminale San Fedele Albenga-
Data/Ora prelievo: 04/06/2007 8.25.00 Il campione è costituito da n° 1 aliquote.
Matrice: ACQUA POTABILE

Prove effettuate sull' aliquota: Potabili asl controllo di routine

Parametro (Metodo)	U.M.	Limite di rilevabilità	Risultato	Limite indicativo / Valore guida	Limite di legge / C.M.A.	Non conf.	Legge di riferimento	Data analisi inizio/fine	C.A
Batteri coliformi a 37°C (Rapp. ISTISAN 03/XX-Metodo 1)	MPN/100 ml		0		0		D.L.31/01	04/06/07 00.00 05/06/07 00.00	MB
Escherichia coli (Rapp. ISTISAN 03/XX-Metodo 1)	MPN/100 ml		0		0		D.L.31/01	04/06/07 00.00 05/06/07 00.00	MB
Enterococchi (ISO 7899-2 2000)	n./100 ml		0		0		D.L.31/01	04/06/07 00.00 06/06/07 00.00	MB
Ammoniaca (APAT-IRSA-CNR 29/03 Met.4030A1)	mg/l		<0.013		0.50		D.L.31/01	04/06/07 00.00 04/06/07 00.00	CA
pH (Rapp. ISTISAN 97/8)	unità pH		7.4		>=6.5 e <=9.5		D.L.31/01	05/06/07 00.00 05/06/07 00.00	CA
Conducibilità elettrica a 20°C (Rapp. ISTISAN 97/06)	microS/cm		517		2500		D.L.31/01	05/06/07 00.00 05/06/07 00.00	CA
Durezza totale (Rapp. ISTISAN 97/06)	°F		28	valori consigliati da 15 a 50			D.L.31/01	05/06/07 00.00 05/06/07 00.00	CA
Ossidabilità come O2 (Rapp. ISTISAN 97/03)	mg/l O2		<1		5.0		D.L.31/01	04/06/07 00.00 04/06/07 00.00	CA

MB : responsabile Microbiologia

CA : responsabile Preparazione e chimica analitica

Risontro complessivo esiti: Campione regolamentare.
Allegati:
Data redazione:ven,08 giu 2007
Fine rapporto. Totale pagine:1

Il Responsabile del Laboratorio

Il rapporto delle prove emesse è riferito esclusivamente alle aliquote sottoposte all'analisi relative al campione. Nessuna parte dello stesso può essere alterata, modificata o riprodotta in qualsiasi forma senza l'espressa approvazione per iscritto del laboratorio che ha effettuato le analisi.
La responsabilità del Laboratorio relativamente ai dati attribuiti a Settori diversi da CA, AS, MB, TA, RA, ME è relativa alla sola fedele trascrizione degli stessi.

ASL N° 2 SAVONESE
UFFICI DI ALBENGA
PROTOCOLLO GENERALE
18 GIU 2007
ARRIVO

P:1/4
A: 0018254840A
DA: LLPP ALBENGA 0182562221
25-SET-2008 15:42

ARPAL Dipartimento provinciale di Savona
Via Zunini 1 - 17100 Savona

Rapporto finale delle prove n. 3117 del __/__/____

N° REG. CAMPIONE: 3117

Rif.Verb./Ord.: SS
Punto: (00355)-ACQUA POTABILE-Terminale San Fedele-Albenga-
Data/Ora ricevimento: 21/05/2008 12.05.00
Data/Ora Verb/Ord 21/05/2008
Data/Ora prelievo: 21/05/2008 9.40.00
Il campione è costituito da n° 1 aliquote.
Richiedente: ASL 2 - IGIENE ALIMENTI E NUTRIZIONE
Matrice: ACQUA POTABILE

Prove effettuate sull' aliquota: Potabili asl controllo di routine

Parametro (Metodo)	U.M.	Limite di rilevabilità	Risultato	Limite indicativo / Valore guida	Limite di legge / C.M.A.	Non conf.	Legge d. riferimento	Data analisi Inizio/Fine	L.A.
Batteri coliformi a 37°C (Rapp. ISTISAN 07/05 Met. ISS A 003A rev00)	MPN/100 ml		0		0		D.L.31/01	21/05/08 00.00 22/05/08 00.00	MB
Escherichia coli (Rapp. ISTISAN 07/05 Met. ISS A 001A rev00)	MPN/100 ml		0		0		D.L.31/01	21/05/08 00.00 22/05/08 00.00	MB
Enterococchi (ISO 7899-2:2000)	UFC/100 ml		0		0		D.L.31/01	21/05/08 00.00 23/05/08 00.00	MB
Ammonio (APAT-IRSA-CNR 29/03 Met. 4030A1)	mg/l		<0.013		0.50		D.L.31/01	21/05/08 00.00 21/05/08 00.00	CA
pH (Rapp. ISTISAN 97/08)	unità pH		7.3		>=6.5 e <=9.5		D.L.31/01	21/05/08 00.00 21/05/08 00.00	CA
Conducibilità elettrica a 20°C (Rapp. ISTISAN 97/09)	microS/cm		538		2500		D.L.31/01	21/05/08 00.00 21/05/08 00.00	CA
Durezza totale (Rapp. ISTISAN 97/09)	°F		29	valori consigliati da 15 a 50			D.L.31/01	21/05/08 00.00 21/05/08 00.00	CA
Ossidabilità come O2 (Rapp. ISTISAN 97/09)	mg/l O2		<1		5.0		D.L.31/01	21/05/08 00.00 21/05/08 00.00	CA

MB : responsabile Microbiologia : 9.6.08

CA : responsabile Preparazione e chimica analitica : 10.6.08

Riscontro complessivo esiti **Campione regolamentare.**
Allegati:
Data redazione:ven.06 giu 2008
Fine rapporto. Totale pagine: 1

Il Responsabile del laboratorio

Il rapporto della prova effettuata è riferito esclusivamente alle aliquote sottoposte all'analisi relative al campione. Nessuna parte dello stesso può essere alterata, modificata o riprodotta in qualsiasi forma senza l'espressa approvazione per iscritto del laboratorio che ha effettuato le analisi.
La responsabilità del Laboratorio relativamente ai dati attribuiti a Settori diversi da CA, AS, MB, TA, RA, ME è relativa alla sola fedele trascrizione degli stessi.

ASL N° 2 SAVONESE
16 GIU 2008

COMUNE DI ALBENGA (SV)

Oggetto: Studio di Impatto Ambientale Pozzi Negiaire
Località: Negiaire-Comune di Albenga
Committente: Comune di Albenga

- 2°prova di portata a gradini (Pozzi Pz1,Pz2, Pz3) -

ALLEGATO 4

GRAFICI DEI VALORI PIEZOMETRICI MISURATI (Datalogger V2.13 STS)

Studio di Geologia MACCIO' M. Roberto
Via Bellò 4/A - San Fedele
17031 Albenga (SV)
Tel./Fax 0182548404

GRAFICO POZZO Pz1 - Prova di portata a gradini (01/06-10-2014)

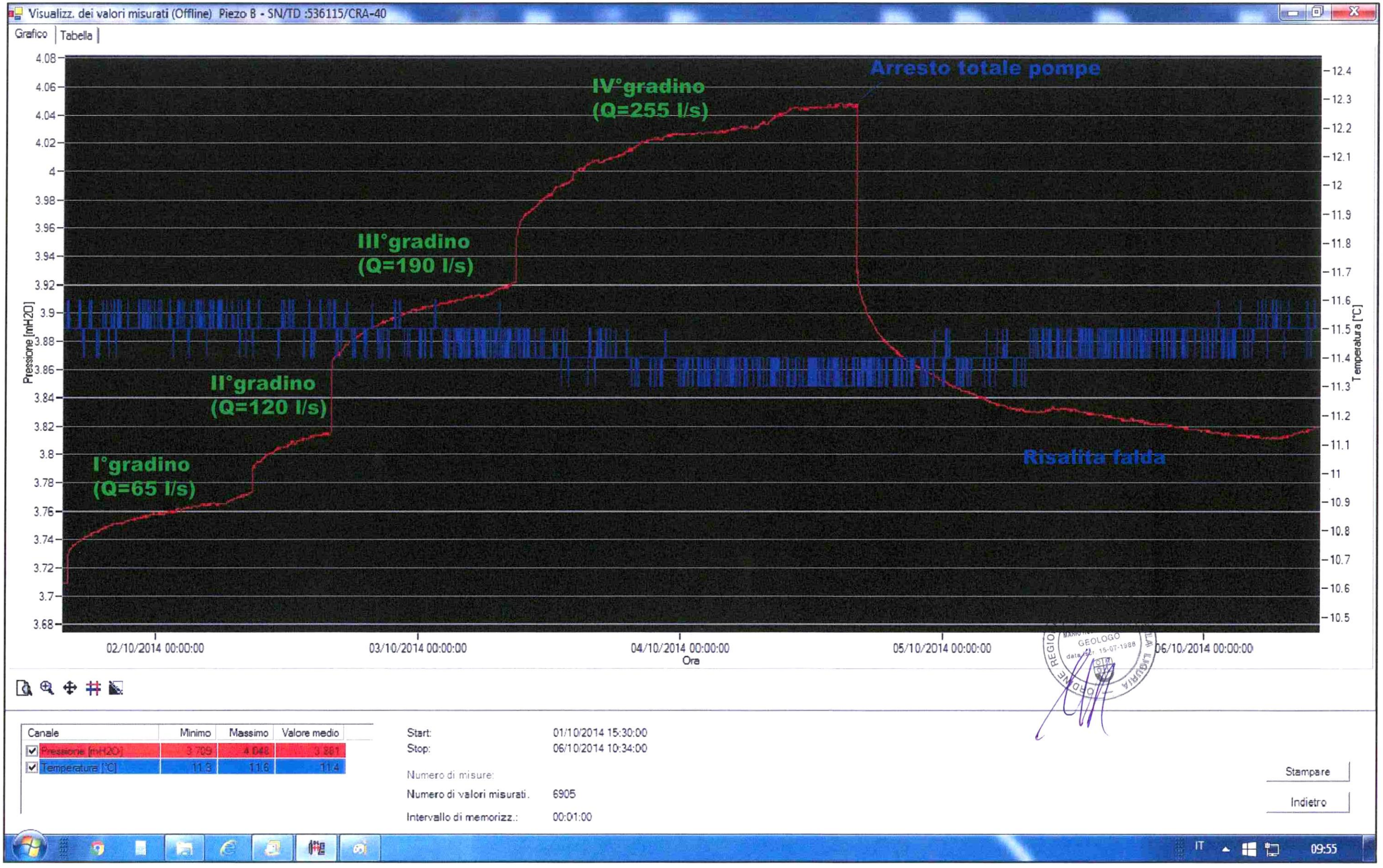


A.P. n. 168
MARIO ROBERTO MACCIO'
GEOLOGO

GRAFICO POZZO Pz2 - Prova di portata a gradini (01/06-10-2014)



GRAFICO Piezometro Pz3 - Prova di portata a gradini (01/06-10-2014)



PROVA DI POMPAGGIO - POZZO Pz1 Negiaire

Pozzo Pz1 - | data: inizio 01/10/2014 - fine 6/10/2014

ABBASSAMENTO

tempo progressivo da inizio pompaggio		tempo parziale		liv. falda da p.c.	abbassam.	abbass. parz.
t (min)	t (s)	dt (min)	dt (s)	Zw (m)	s (m)	ds (m)
0,0	**0**	0,0	0	3,620	**0,000**	0,000
1,0	**60**	1,0	60	3,650	**0,030**	0,030
60,0	**3600**	59,0	3.540	3,660	**0,040**	0,010
120,0	**7200**	60,0	3.600	3,660	**0,040**	0,000
180,0	**10800**	60,0	3.600	3,670	**0,050**	0,010
600,0	**36000**	420,0	25.200	3,680	**0,060**	0,010
1.010,0	**60600**	410,0	24.600	3,690	**0,070**	0,010
1.011,0	**60660**	1,0	60	3,710	**0,090**	0,020
1.070,0	**64200**	59,0	3.540	3,720	**0,100**	0,010
1.130,0	**67800**	60,0	3.600	3,730	**0,110**	0,010
1.190,0	**71400**	60,0	3.600	3,730	**0,110**	0,000
1.440,0	**86400**	250,0	15.000	3,740	**0,120**	0,010
1.441,0	**86460**	1,0	60	3,940	**0,320**	0,200
1.500,0	**90000**	59,0	3.540	3,950	**0,330**	0,010
1.560,0	**93600**	60,0	3.600	3,960	**0,340**	0,010
1.620,0	**97200**	60,0	3.600	3,960	**0,340**	0,000
2.040,0	**122400**	420,0	25.200	3,990	**0,370**	0,030
2.450,0	**147000**	410,0	24.600	4,000	**0,380**	0,010
2.451,0	**147060**	1,0	60	4,180	**0,560**	0,180
2.510,0	**150600**	59,0	3.540	4,200	**0,580**	0,020
2.570,0	**154200**	60,0	3.600	4,210	**0,590**	0,010
2.630,0	**157800**	60,0	3.600	4,220	**0,600**	0,010
3.050,0	**183000**	420,0	25.200	4,260	**0,640**	0,040
3.650,0	**219000**	600,0	36.000	4,270	**0,650**	0,010
4.320,0	**259200**	670,0	40.200	4,270	**0,650**	0,000

t_{tot} (s) = 259200

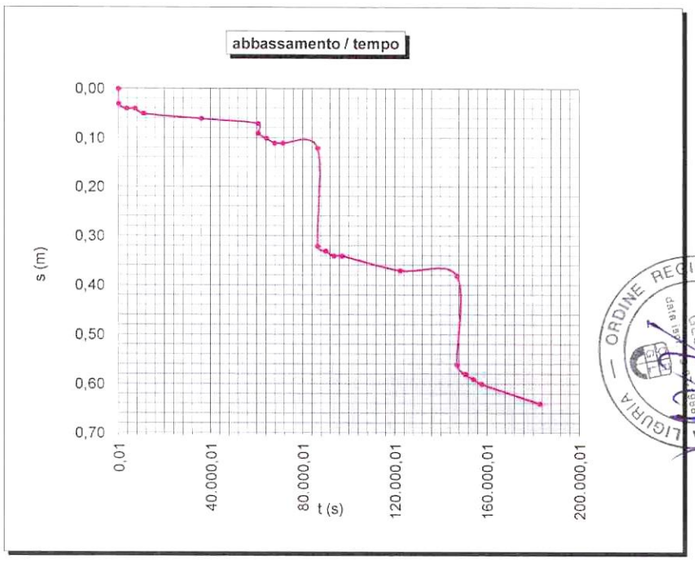
s_{tot} (m) = 0,650

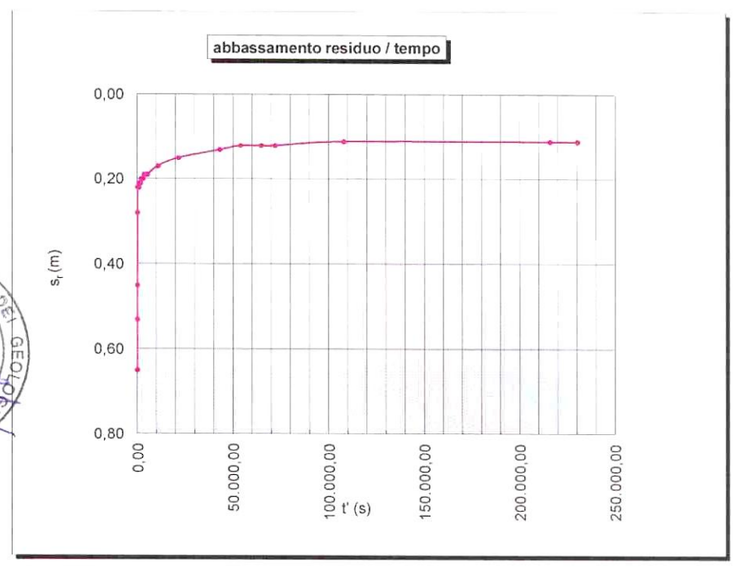
RISALITA

tempo progressivo da interruzione pompaggio		tempo parziale		liv. falda da p.c.	abbassam. residuo	risalita
t' (min)	t' (s)	dt' (min)	dt' (s)	Zw (m)	s_r (m)	$s_{tot} - s_r$ (m)
0,0	**0**	0,0	0	**4,270**	**0,650**	0,000
0,5	**30**	0,5	30	**4,150**	**0,530**	0,120
1,0	**60**	0,5	30	**4,070**	**0,450**	0,200
1,5	**90**	0,5	30	**3,900**	**0,280**	0,370
2,0	**120**	0,5	30	**3,840**	**0,220**	0,430
2,5	**150**	0,5	30	**3,840**	**0,220**	0,430
3,0	**180**	0,5	30	**3,840**	**0,220**	0,430
3,5	**210**	0,5	30	**3,840**	**0,220**	0,430
4,0	**240**	0,5	30	**3,840**	**0,220**	0,430
4,5	**270**	0,5	30	**3,840**	**0,220**	0,430
5,0	**300**	0,5	30	**3,840**	**0,220**	0,430
6,0	**360**	1,0	60	**3,840**	**0,220**	0,430
7,0	**420**	1,0	60	**3,840**	**0,220**	0,430
8,0	**480**	1,0	60	**3,840**	**0,220**	0,430
9,0	**540**	1,0	60	**3,840**	**0,220**	0,430
10,0	**600**	1,0	60	**3,840**	**0,220**	0,430
11,0	**660**	1,0	60	**3,840**	**0,220**	0,430
12,0	**720**	1,0	60	**3,840**	**0,220**	0,430
13,0	**780**	1,0	60	**3,840**	**0,220**	0,430
14,0	**840**	1,0	60	**3,840**	**0,220**	0,430
15,0	**900**	1,0	60	**3,830**	**0,210**	0,440
16,0	**960**	1,0	60	**3,830**	**0,210**	0,440
17,0	**1020**	1,0	60	**3,830**	**0,210**	0,440
18,0	**1080**	1,0	60	**3,830**	**0,210**	0,440
19,0	**1140**	1,0	60	**3,830**	**0,210**	0,440
20,0	**1200**	1,0	60	**3,830**	**0,210**	0,440
25,0	**1500**	5,0	300	**3,830**	**0,210**	0,440
30,0	**1800**	5,0	300	**3,830**	**0,210**	0,440
35,0	**2100**	5,0	300	**3,820**	**0,200**	0,450
40,0	**2400**	5,0	300	**3,820**	**0,200**	0,450
50,0	**3000**	10,0	600	**3,820**	**0,200**	0,450
60,0	**3600**	10,0	600	**3,810**	**0,190**	0,460
70,0	**4200**	10,0	600	**3,810**	**0,190**	0,460
80,0	**4800**	10,0	600	**3,810**	**0,190**	0,460
90,0	**5400**	10,0	600	**3,810**	**0,190**	0,460
180,0	**10800**	90,0	5.400	**3,790**	**0,170**	0,480
360,0	**21600**	180,0	10.800	**3,770**	**0,150**	0,500
720,0	**43200**	360,0	21.600	**3,750**	**0,130**	0,520
900,0	**54000**	180,0	10.800	**3,740**	**0,120**	0,530
1.080,0	**64800**	180,0	10.800	**3,740**	**0,120**	0,530
1.200,0	**72000**	120,0	7.200	**3,740**	**0,120**	0,530
1.800,0	**108000**	600,0	36.000	**3,730**	**0,110**	0,540
3.600,0	**216000**	1800,0	108.000	**3,730**	**0,110**	0,540
3.840,0	**230400**	240,0	14.400	**3,730**	**0,110**	0,540

t'_{tot} (s) = 230400

risalita $_{tot}$ (m) = 0,540





PORTATE DI POMPAGGIO

			Q				
gradino	*(l)*	*(s)*	*(l /min)*	*(l /s)*	***(m^3/s)***	*(m^3/ora)*	*(m^3/giorno)*
1,0	65	1	3900,0	65,00	**0,06500**	234,0	5.616
2,0	120	1	7200,0	120,00	**0,12000**	432,0	10.368
3,0	190	1	11400,0	190,00	**0,19000**	684,0	16.416
4,0	255	1	15300,0	255,00	**0,25500**	918,0	22.032
		VALORI MEDI :	**9450,0**	**157,50**	**0,15750**	**567,0**	**13.608**

(*) = Esecuzione prove portata dopo *t (min)* da inizio prova di pompaggio

Elaborato da: geol. Arrighetti Fabio
Studio di Geologia Macciò M. Roberto
Via Bellò 4/A S.Fedele - 17031 Albenga (SV)
Tel.0182548404 e-mail: macciogeo@alice.it

PROVA DI POMPAGGIO IN POZZO Pz1 - COMUNE DI ALBENGA

All. n.5A

Note. Prova di portata a gradini. Inizio pompaggio h16:00 del 01/10/2014 - fine pompaggio h16:00 del 04/10/2014.
Inizio risalita h16:00 del 04/10/2014 - fine risalita h16:00 del 06/10/2014.
Livello statico 3,62 m. Eseguita con n.3 piezometri elettrici (Pz2, Pz3) e n.3 piezometri manuali (Pz4, Pz5, Pz6)

PROVA DI POMPAGGIO - POZZO Pz1

DETERMINAZIONE TRASMISSIVITA' CON METODO ANALITICO

In regime transitorio (approssimazione logaritmica della formula di Theis)

$$s_r = \frac{0{,}183 \cdot Q}{T} \cdot \log_{10} \frac{t + t'}{t'} \qquad (1) \qquad \text{abbassamento residuo}$$

Dalla (1) ricavo la trasmissività T:

$$T = \frac{0{,}183 \cdot Q}{s_r} \cdot \log_{10} \frac{t + t'}{t'} \qquad (2) \qquad \text{trasmissività}$$

Dalla (2) calcolo la trasmissività, essendo Q la portata costante di emungimento:



PORTATA MEDIA DI POMPAGGIO

Q				
(l /min)	*(l /s)*	***(m^3/s)***	*(m^3/ora)*	*(m^3/giorno)*
9450,0	157,50	**0,15750**	567,0	13.608

TEMPO TOTALE DI POMPAGGIO

t=	*(s)*	*(min.)*	*(h)*
	259.200,0	**4320**	**72**

SPESSORE ACQUIFERO

(m)	*(m)*
35,0	30,0

tempo di risalita **t'** (s)	log10[(t+t')/t']	Abbassamento residuo **s_r** (m)	Tramissività **T** (m^2/s)	Permeabilità **k** (m/s)	Permeabilità **k** (m/s)
0,0	**0**	0,650	**0**		
30,0	**3,936564005**	0,530	**0,214078521**	0,00611653	0,00713595
60,0	**3,635584266**	0,450	**0,232859172**	0,00665312	0,00776197
90,0	**3,459543258**	0,280	**0,356116734**	0,01017476	0,01187056
120,0	**3,334654767**	0,220	**0,436877668**	0,01248222	0,01456259
150,0	**3,237794993**	0,220	**0,424187937**	0,01211966	0,0141396
180,0	**3,158663981**	0,220	**0,413820875**	0,01182345	0,01379403
210,0	**3,091767419**	0,220	**0,405056666**	0,01157305	0,01350189
240,0	**3,033825694**	0,220	**0,397465641**	0,01135616	0,01324885
270,0	**2,982723388**	0,220	**0,390770658**	0,01116488	0,01302569
300,0	**2,937016107**	0,220	**0,384782485**	0,01099379	0,01282608
360,0	**2,857935265**	0,220	**0,374421996**	0,01069777	0,01248073
420,0	**2,791088855**	0,220	**0,365664357**	0,01044755	0,01218881
480,0	**2,733197265**	0,220	**0,358079901**	0,01023085	0,011936
540,0	**2,682145076**	0,220	**0,351391484**	0,01003976	0,01171305
600,0	**2,636487896**	0,220	**0,345409875**	0,00986885	0,01151366
660,0	**2,595195499**	0,220	**0,340000101**	0,00971429	0,01133334
720,0	**2,557507202**	0,220	**0,335062506**	0,00957321	0,01116875
780,0	**2,522845337**	0,220	**0,330521408**	0,00944347	0,01101738
840,0	**2,490760871**	0,220	**0,326317978**	0,00932337	0,01087727
900,0	**2,460897843**	0,210	**0,337758229**	0,00965024	0,01125861
960,0	**2,432969291**	0,210	**0,333925035**	0,00954072	0,01113083
1.020,0	**2,406740501**	0,210	**0,330325134**	0,00943786	0,01101084
1.080,0	**2,382017043**	0,210	**0,326931839**	0,00934091	0,01089773
1.140,0	**2,358636049**	0,210	**0,323722798**	0,00924922	0,01079076
1.200,0	**2,336459734**	0,210	**0,320679098**	0,00916226	0,0106893
1.500,0	**2,240049772**	0,210	**0,307446831**	0,0087842	0,01024823
1.800,0	**2,161368002**	0,210	**0,296647758**	0,00847565	0,00988826
2.100,0	**2,094920115**	0,200	**0,301904175**	0,00862583	0,01006347
2.400,0	**2,037426498**	0,200	**0,293618626**	0,0083891	0,00978729
3.000,0	**1,941511433**	0,200	**0,279796066**	0,00799417	0,00932654
3.600,0	**1,86332286**	0,190	**0,282661174**	0,00807603	0,00942204
4.200,0	**1,79736648**	0,190	**0,272655765**	0,00779016	0,00908853
4.800,0	**1,740362689**	0,190	**0,26400844**	0,0075431	0,00880028
5.400,0	**1,69019608**	0,190	**0,256398297**	0,00732567	0,00854661
10.800,0	**1,397940009**	0,170	**0,237012505**	0,00677179	0,00790042
21.600,0	**1,113943352**	0,150	**0,214044215**	0,00611555	0,00713481
43.200,0	**0,84509804**	0,130	**0,187367987**	0,00535337	0,0062456
54.000,0	**0,763427994**	0,120	**0,183365861**	0,00523902	0,0061122
64.800,0	**0,698970004**	0,120	**0,167883858**	0,00479668	0,00559613
72.000,0	**0,662757832**	0,120	**0,159186147**	0,00454818	0,0053062
108.000,0	**0,531478917**	0,110	**0,139259555**	0,00397884	0,00464199
216.000,0	**0,342422681**	0,110	**0,089722525**	0,0025635	0,00299075
230.400,0	**0,327358934**	0,110	**0,085775481**	0,00245073	0,00285918

Elaborato da: geol. Arrighetti Fabio
Studio di Geologia Macciò M. Roberto
Via Bellò 4/A S.Fedele - 17031 Albenga (SV)
Tel.0182548404 e-mail: macciogeo@alice.it

PROVA DI POMPAGGIO - POZZO Pz2 Negiaire

Pozzo Pz2 - | data: inizio 01/10/2014 - fine 6/10/2014

ABBASSAMENTO

tempo progressivo da inizio pompaggio		tempo parziale		liv. falda da p.c.	abbassam.	abbass. parz.
t (min)	t (s)	dt (min)	dt (s)	Zw (m)	s (m)	ds (m)
0,0	**0**	0,0	0	3,540	**0,000**	0,000
1,0	**60**	1,0	60	3,610	**0,070**	0,070
60,0	**3600**	59,0	3.540	3,730	**0,190**	0,120
120,0	**7200**	60,0	3.600	3,740	**0,200**	0,010
180,0	**10800**	60,0	3.600	3,740	**0,200**	0,000
600,0	**36000**	420,0	25.200	3,750	**0,210**	0,010
1.010,0	**60600**	410,0	24.600	3,760	**0,220**	0,010
1.011,0	**60660**	1,0	60	3,960	**0,420**	0,200
1.070,0	**64200**	59,0	3.540	3,970	**0,430**	0,010
1.130,0	**67800**	60,0	3.600	3,970	**0,430**	0,000
1.190,0	**71400**	60,0	3.600	3,980	**0,440**	0,010
1.440,0	**86400**	250,0	15.000	3,990	**0,450**	0,010
1.441,0	**86460**	1,0	60	4,020	**0,480**	0,030
1.500,0	**90000**	59,0	3.540	4,040	**0,500**	0,020
1.560,0	**93600**	60,0	3.600	4,040	**0,500**	0,000
1.620,0	**97200**	60,0	3.600	4,050	**0,510**	0,010
2.040,0	**122400**	420,0	25.200	4,070	**0,530**	0,020
2.450,0	**147000**	410,0	24.600	4,080	**0,540**	0,010
2.451,0	**147060**	1,0	60	4,090	**0,550**	0,010
2.510,0	**150600**	59,0	3.540	4,120	**0,580**	0,030
2.570,0	**154200**	60,0	3.600	4,130	**0,590**	0,010
2.630,0	**157800**	60,0	3.600	4,140	**0,600**	0,010
3.050,0	**183000**	420,0	25.200	4,180	**0,640**	0,040
3.650,0	**219000**	600,0	36.000	4,190	**0,650**	0,010
4.320,0	**259200**	670,0	40.200	4,190	**0,650**	0,000

t_{tot} (s) = 259200

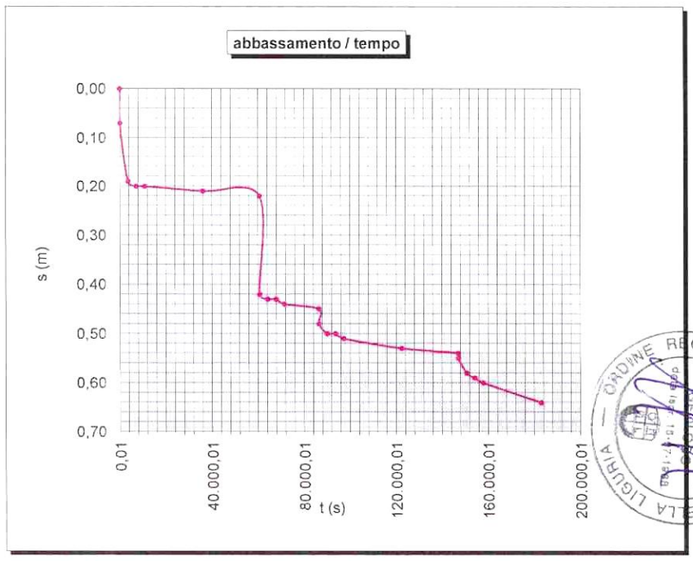
s_{tot} (m) = 0,650

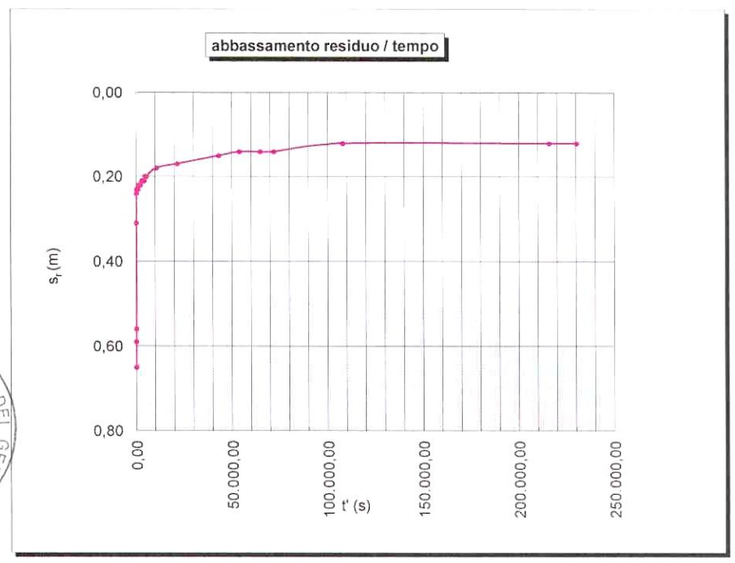
RISALITA

tempo progressivo da interruzione pompaggio		tempo parziale		liv. falda da p.c.	abbassam. residuo	risalita
t' (min)	t' (s)	dt' (min)	dt' (s)	Zw (m)	s_r (m)	$s_{tot} - s_r$ (m)
0,0	**0**	0,0	0	**4,190**	**0,650**	0,000
0,5	**30**	0,5	30	**4,130**	**0,590**	0,060
1,0	**60**	0,5	30	**4,100**	**0,560**	0,090
1,5	**90**	0,5	30	**3,850**	**0,310**	0,340
2,0	**120**	0,5	30	**3,780**	**0,240**	0,410
2,5	**150**	0,5	30	**3,780**	**0,240**	0,410
3,0	**180**	0,5	30	**3,780**	**0,240**	0,410
3,5	**210**	0,5	30	**3,780**	**0,240**	0,410
4,0	**240**	0,5	30	**3,780**	**0,240**	0,410
4,5	**270**	0,5	30	**3,780**	**0,240**	0,410
5,0	**300**	0,5	30	**3,780**	**0,240**	0,410
6,0	**360**	1,0	60	**3,770**	**0,230**	0,420
7,0	**420**	1,0	60	**3,770**	**0,230**	0,420
8,0	**480**	1,0	60	**3,770**	**0,230**	0,420
9,0	**540**	1,0	60	**3,770**	**0,230**	0,420
10,0	**600**	1,0	60	**3,770**	**0,230**	0,420
11,0	**660**	1,0	60	**3,770**	**0,230**	0,420
12,0	**720**	1,0	60	**3,770**	**0,230**	0,420
13,0	**780**	1,0	60	**3,770**	**0,230**	0,420
14,0	**840**	1,0	60	**3,770**	**0,230**	0,420
15,0	**900**	1,0	60	**3,770**	**0,230**	0,420
16,0	**960**	1,0	60	**3,770**	**0,230**	0,420
17,0	**1020**	1,0	60	**3,770**	**0,230**	0,420
18,0	**1080**	1,0	60	**3,770**	**0,230**	0,420
19,0	**1140**	1,0	60	**3,770**	**0,230**	0,420
20,0	**1200**	1,0	60	**3,760**	**0,220**	0,430
25,0	**1500**	5,0	300	**3,760**	**0,220**	0,430
30,0	**1800**	5,0	300	**3,760**	**0,220**	0,430
35,0	**2100**	5,0	300	**3,760**	**0,220**	0,430
40,0	**2400**	5,0	300	**3,760**	**0,220**	0,430
50,0	**3000**	10,0	600	**3,750**	**0,210**	0,440
60,0	**3600**	10,0	600	**3,750**	**0,210**	0,440
70,0	**4200**	10,0	600	**3,750**	**0,210**	0,440
80,0	**4800**	10,0	600	**3,740**	**0,200**	0,450
90,0	**5400**	10,0	600	**3,740**	**0,200**	0,450
180,0	**10800**	90,0	5.400	**3,720**	**0,180**	0,470
360,0	**21600**	180,0	10.800	**3,710**	**0,170**	0,480
720,0	**43200**	360,0	21.600	**3,690**	**0,150**	0,500
900,0	**54000**	180,0	10.800	**3,680**	**0,140**	0,510
1.080,0	**64800**	180,0	10.800	**3,680**	**0,140**	0,510
1.200,0	**72000**	120,0	7.200	**3,680**	**0,140**	0,510
1.800,0	**108000**	600,0	36.000	**3,660**	**0,120**	0,530
3.600,0	**216000**	1800,0	108.000	**3,660**	**0,120**	0,530
3.840,0	**230400**	240,0	14.400	**3,660**	**0,120**	0,530

t'_{tot} (s) = 230400

risalita $_{tot}$ (m) = 0,530





PORTATE DI POMPAGGIO

			Q				
gradino	*(l)*	*(s)*	*(l /min)*	*(l /s)*	*(m^3/s)*	*(m^3/ora)*	*(m^3/giorno)*
1,0	65	1	3900,0	65,00	**0,06500**	234,0	5.616
2,0	120	1	7200,0	120,00	**0,12000**	432,0	10.368
3,0	190	1	11400,0	190,00	**0,19000**	684,0	16.416
4,0	255	1	15300,0	255,00	**0,25500**	918,0	22.032
VALORI MEDI :			**9450,0**	**157,50**	**0,15750**	**567,0**	**13.608**

(*) = Esecuzione prove portata dopo *t (min)* da inizio prova di pompaggio

Elaborato da: geol. Arrighetti Fabio
Studio di Geologia Macciò M. Roberto
Via Bellò 4/A S.Fedele - 17031 Albenga (SV)
Tel.0182548404 e-mail: macciogeo@alice.it

PROVA DI POMPAGGIO IN POZZO Pz2 - COMUNE DI ALBENGA

All. n.5B

Note. Prova di portata a gradini. Inizio pompaggio h16:00 del 01/10/2014 - fine pompaggio h16:00 del 04/10/2014.
Inizio risalita h16:00 del 04/10/2014 - fine risalita h16:00 del 06/10/2014.
Livello statico 3,54 m. Eseguita con n.3 piezometri elettrici (Pz1, Pz3) e n.3 piezometri manuali (Pz4, Pz5, Pz6)

PROVA DI POMPAGGIO - POZZO Pz2

DETERMINAZIONE TRASMISSIVITA' CON METODO ANALITICO

In regime transitorio (approssimazione logaritmica della formula di Theis)

$$s_r = \frac{0{,}183 \cdot Q}{T} \cdot \log_{10} \frac{t + t'}{t'} \qquad (1) \qquad \text{abbassamento residuo}$$

Dalla (1) ricavo la trasmissività T:

$$T = \frac{0{,}183 \cdot Q}{s_r} \cdot \log_{10} \frac{t + t'}{t'} \qquad (2) \qquad \text{trasmissività}$$

Dalla (2) calcolo la trasmissività, essendo Q la portata costante di emungimento:



PORTATA MEDIA DI POMPAGGIO

Q				
(l /min)	*(l /s)*	***(m^3/s)***	*(m^3/ora)*	*(m^3/giorno)*
9450,0	157,50	**0,15750**	567,0	13.608

TEMPO TOTALE DI POMPAGGIO

t=	*(s)*	*(min.)*	*(h)*
	259.200,0	**4320**	**72**

SPESSORE ACQUIFERO

(m)	*(m)*
35,0	30,0

tempo di risalita t' (s)	log10[(t+t')/t']	Abbassamento residuo s_r (m)	Tramissività T (m^2/s)	Permeabilità k (m/s)	Permeabilità k (m/s)
0,0	**0**	0,650	**0**		
30,0	**3,936564005**	0,590	**0,192307824**	0,00549451	0,00641026
60,0	**3,635584266**	0,560	**0,187118978**	0,00534626	0,0062373
90,0	**3,459543258**	0,310	**0,321653824**	0,00919011	0,01072179
120,0	**3,334654767**	0,240	**0,400471196**	0,01144203	0,01334904
150,0	**3,237794993**	0,240	**0,388838942**	0,01110968	0,0129613
180,0	**3,158663981**	0,240	**0,379335802**	0,01083817	0,01264453
210,0	**3,091767419**	0,240	**0,371301943**	0,01060863	0,01237673
240,0	**3,033825694**	0,240	**0,364343504**	0,01040981	0,01214478
270,0	**2,982723388**	0,240	**0,358206437**	0,01023447	0,01194021
300,0	**2,937016107**	0,240	**0,352717278**	0,01007764	0,01175724
360,0	**2,857935265**	0,230	**0,358142779**	0,01023265	0,01193809
420,0	**2,791088855**	0,230	**0,349765907**	0,00999331	0,01165886
480,0	**2,733197265**	0,230	**0,342511209**	0,00978603	0,01141704
540,0	**2,682145076**	0,230	**0,336113593**	0,00960325	0,01120379
600,0	**2,636487896**	0,230	**0,330392054**	0,00943977	0,01101307
660,0	**2,595195499**	0,230	**0,325217488**	0,00929193	0,01084058
720,0	**2,557507202**	0,230	**0,320494571**	0,00915699	0,01068315
780,0	**2,522845337**	0,230	**0,316150912**	0,00903288	0,01053836
840,0	**2,490760871**	0,230	**0,31213024**	0,00891801	0,01040434
900,0	**2,460897843**	0,230	**0,308387948**	0,00881108	0,0102796
960,0	**2,432969291**	0,230	**0,304888076**	0,00871109	0,01016294
1.020,0	**2,406740501**	0,230	**0,301601209**	0,00861718	0,01005337
1.080,0	**2,382017043**	0,230	**0,298502984**	0,00852866	0,0099501
1.140,0	**2,358636049**	0,230	**0,295572989**	0,00844494	0,00985243
1.200,0	**2,336459734**	0,220	**0,306102776**	0,00874579	0,01020343
1.500,0	**2,240049772**	0,220	**0,293471975**	0,00838491	0,0097824
1.800,0	**2,161368002**	0,220	**0,283163769**	0,00809039	0,00943879
2.100,0	**2,094920115**	0,220	**0,274458341**	0,00784167	0,00914861
2.400,0	**2,037426498**	0,220	**0,266926024**	0,00762646	0,00889753
3.000,0	**1,941511433**	0,210	**0,266472444**	0,0076135	0,00888241
3.600,0	**1,86332286**	0,210	**0,255741063**	0,00730689	0,0085247
4.200,0	**1,79736648**	0,210	**0,246688549**	0,00704824	0,00822295
4.800,0	**1,740362689**	0,200	**0,250808018**	0,00716594	0,00836027
5.400,0	**1,69019608**	0,200	**0,243578383**	0,00695938	0,00811928
10.800,0	**1,397940009**	0,180	**0,223845144**	0,00639558	0,0074615
21.600,0	**1,113943352**	0,170	**0,188862543**	0,00539607	0,00629542
43.200,0	**0,84509804**	0,150	**0,162385588**	0,00463959	0,00541285
54.000,0	**0,763427994**	0,140	**0,157170738**	0,00449059	0,00523902
64.800,0	**0,698970004**	0,140	**0,14390045**	0,00411144	0,00479668
72.000,0	**0,662757832**	0,140	**0,136445269**	0,00389844	0,00454818
108.000,0	**0,531478917**	0,120	**0,127654592**	0,00364727	0,00425515
216.000,0	**0,342422681**	0,120	**0,082245648**	0,00234988	0,00274152
230.400,0	**0,327358934**	0,120	**0,078627524**	0,0022465	0,00262092

Elaborato da: geol. Arrighetti Fabio
Studio di Geologia Macciò M. Roberto
Via Bellò 4/A S.Fedele - 17031 Albenga (SV)
Tel.0182548404 e-mail: macciogeo@alice.it

PAG. 1 + 10

N. d'ORDINE .....
DATA SEDUTA.....

SCHEMA N. 84020
DEL PROT. GEN. ANNO 2004

N.
IN DATA

REGIONE LIGURIA - Giunta Regionale

Dipartimento Ambiente Edilizia e Lavori Pubblici

Ciclo Integrato e Gestione Risorse Idriche - Settore

ALLEGATO 6

OGGETTO : Disciplina, ai sensi dell'art.21, c.6 del d.lgs. 152/1999 e successive modifiche ed integrazioni, delle fognature all'interno dell'area di rispetto della grande derivazione in località Negiaire (titolare comune di Albenga).

CARTELLA DELLA DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA REGIONALE

L'ATTO, rientrante nei provvedimenti di cui alla lett. A punto) sub E dell'allegato alla deliberazione di Giunta Regionale n. 1335/1999 è corredato:

- ☐ delle prescritte preliminari REGISTRAZIONI CONTABILI;
- ☐ di ALLEGATI, che ne sono PARTE INTEGRANTE E NECESSARIA;
- ☐ di ALLEGATI che ne sono PARTE INTEGRANTE E NECESSARIA, peraltro trattenuti dalla struttura proponente unitamente al 2° originale del presente atto;
- ☐ di NOTE / OSSERVAZIONI DI ACCOMPAGNAMENTO;
- ☐ di RELAZIONE ILLUSTRATIVA;
- ☒ del visto di LEGITTIMITA' riportato a piè pagina della presente cartella.

Ed inoltre:

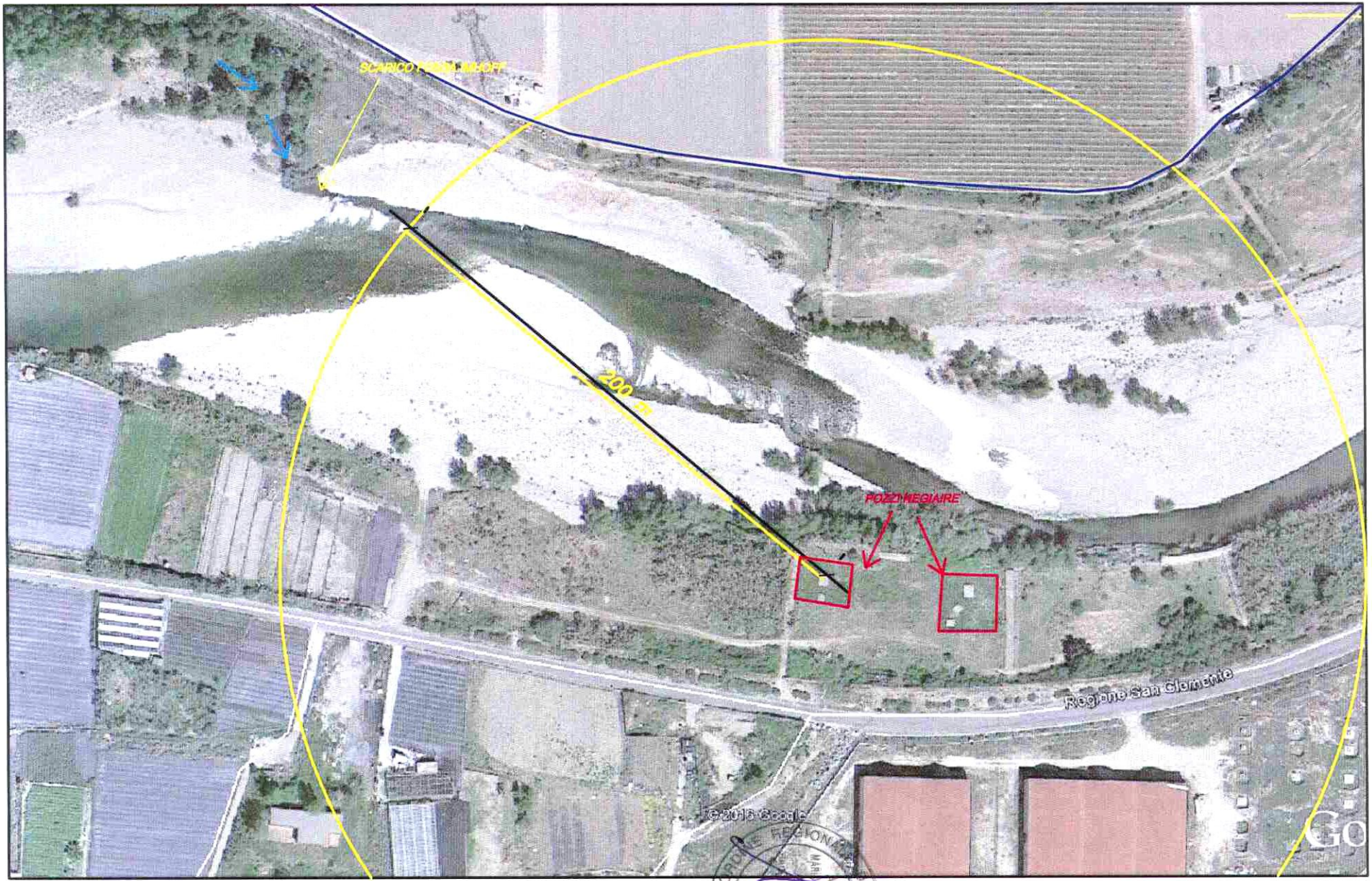
- ☐ DEVE ESSERE TRASMESSO in copia AL CONSIGLIO REGIONALE per il seguito di competenza;
- ☐ E' DA INVIARE AL BOLLETTINO UFFICIALE della Regione Liguria per la sua pubblicazione;
- ☐ E' DA PUBBLICARE NEL TESTO INTEGRALE DELL'ATTO sul sito WEB della Regione Liguria;
- ☐ NON E' DA PUBBLICARE NEL TESTO INTEGRALE DELL'ATTO sul sito WEB della Regione Liguria per ragioni di privacy.

Data - IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
(Dott.ssa Elisabetta Chiarondini)
30-07-2004

Data - L' ASSESSORE
(Dott. Franco Orsi)

Data - IL DIRIGENTE
(Dott. Giovanni Caraventa)
30/7/2004

CARTELLA	VISTO PER LA PREVENTIVA VERIFICA DI LEGITTIMITA' E COMPATIBILITA' FINANZIARIA Data - IL DIRIGENTE DEGLI AFFARI GIURIDICI E POLITICHE DEI LAVORI PUBBLICI (Dott.a Elda Traverso) 30.07.04	AUTENTICAZIONE COPIE	CODICE PRATICA : DISCIPL.
PAGINA : 1	COD. ATTO : DELIBERAZIONE		



ALLEGATO N.7 - SCARICO FOSSA IMHOFF COMUNALE - SCALA 1:2.000 (Immagine aprile 2016)

AREA DI TUTELA ASSOLUTA — NUOVA CONDOTTA IN PROGETTO DELLO SCARICO FOGNARIO

AREA DI RISPETTO (r=200 m. ART.94 D.LGS.152/2006)

Studio di Geologia Macciò M. Roberto - Via Bellò 4/A S.Fedele - 17031 Albenga (SV)