
Comune di Rivalta di Torino

RUP Arch. Maria Vitetta

RIVALTA DI TORINO (TO)

INTERVENTO DI MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE E BONIFICA PER FASI DEI SITI OMA, DISCARICA OMA E CHIMICA INDUSTRIALE.

PROGETTO PRELIMINARE



Bortolami - Di Molfetta s.r.l.

VIA PEANO, 11 - 10129 TORINO - TEL. 011 505142/011 504359 - FAX 011 505221
C.F. - P.IVA 10359910014 - REA di Torino n. 1126692 Cap.Soc. interamente versato € 10.000
studio@bortolami-dimolfetta.com www.bortolami-dimolfetta.com

prof. geol. Giancarlo BORTOLAMI
prof. ing. Antonio DI MOLFETTA
dott. ing. Paolo CORDERO
dott. geol. Bianca SAUDINO DUGHERA
dott. ing. Valerio ZOLLA

Progettisti:



| | | | | | | |
|------|--|---------|----------------|-------|----------------------------------|---------------------------|
| ogg. | RELAZIONE ILLUSTRATIVA GENERALE | | | comm. | 15014 | |
| red. | Saudino - Zolla | approv. | A. Di Molfetta | scala | cat. | Bon fase PR |
| file | 15014PR-00A-RelIII Gen_00.docx | | | num. | A | |
| | | | | rev. | 00 data 30/11/2015 | |

| revis. n. | data | oggetto revisione |
|-----------|----------|-------------------|
| 00 | 30/11/15 | prima emissione. |

INDICE

| | | |
|-------|---|----|
| 1. | PREMESSA..... | 4 |
| 1.1 | Documentazione di riferimento..... | 4 |
| 2. | INQUADRAMENTO GENERALE DEL SITO | 6 |
| 2.1 | Descrizione del sito e delle attività pregresse..... | 6 |
| 2.1.1 | Stabilimento OMA..... | 6 |
| 2.1.2 | Discarica OMA..... | 6 |
| 2.1.3 | Stabilimento Chimica Industriale..... | 8 |
| 2.2 | Inquadramento geologico e idrogeologico di area vasta | 9 |
| 2.2.1 | Il Complesso Superficiale..... | 12 |
| 2.2.2 | Il Complesso Villafranchiano | 12 |
| 2.3 | Inquadramento geologico e idrogeologico di dettaglio | 14 |
| 2.3.1 | Assetto litostratigrafico ed idrogeologico di dettaglio..... | 14 |
| 2.3.2 | Rilievi piezometrici..... | 19 |
| 2.3.3 | Caratterizzazione idrodinamica | 24 |
| 2.4 | Destinazione d'uso prevista da PRGC e inquadramento catastale | 26 |
| 2.4.1 | Stabilimento OMA..... | 26 |
| 2.4.2 | Discarica OMA..... | 27 |
| 2.4.3 | Stabilimento Chimica Industriale..... | 28 |
| 3. | RISULTATI DELLA CARATTERIZZAZIONE | 30 |
| 3.1 | Stabilimento e Discarica OMA | 30 |
| 3.1.1 | Rifiuti e sorgenti primarie di contaminazione | 30 |

| | | |
|-------|---|----|
| 3.1.2 | Gas interstiziali | 31 |
| 3.1.3 | Suolo e sottosuolo | 31 |
| 3.1.4 | Acque sotterranee..... | 37 |
| 3.2 | Stabilimento Chimica Industriale..... | 40 |
| 3.2.1 | Rifiuti e sorgenti primarie di contaminazione | 40 |
| 3.2.2 | Gas interstiziali | 41 |
| 3.2.3 | Suolo e sottosuolo | 41 |
| 3.2.4 | Acque sotterranee..... | 46 |
| 4. | ANALISI DI RISCHIO SANITARIO-AMBIENTALE | 51 |
| 4.1 | Stabilimento e Discarica OMA | 51 |
| 4.1.1 | Calcolo del rischio e delle CSR..... | 51 |
| 4.1.2 | Concentrazioni obiettivo di bonifica..... | 52 |
| 4.2 | Stabilimento Chimica Industriale..... | 56 |
| 4.2.1 | Calcolo del rischio e delle CSR..... | 56 |
| 4.2.2 | Concentrazioni obiettivo di bonifica..... | 56 |
| 5. | OBIETTIVI DELL'INTERVENTO IN PROGETTO | 61 |
| 5.1 | Stabilimento OMA..... | 61 |
| 5.2 | Discarica OMA..... | 62 |
| 5.3 | Stabilimento Chimica Industriale..... | 64 |
| 6. | DESCRIZIONE GENERALE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO | 66 |
| 6.1 | Discarica OMA..... | 66 |
| 6.1.1 | Opera di difesa spondale..... | 66 |
| 6.1.2 | Diaframma impermeabile di cinturazione | 67 |
| 6.1.3 | Rimozione e trattamento dell'accumulo di acque meteoriche nella Zona B | 68 |
| 6.1.4 | Riprofilatura del corpo discarica | 68 |
| 6.1.5 | Sistema di monitoraggio e recupero dei vapori..... | 68 |

| | | |
|-------------------|--|-----|
| 6.1.6 | Copertura superficiale della discarica | 69 |
| 6.2 | Stabilimento OMA..... | 69 |
| 6.2.1 | Demolizione di fabbricati e di impianti fuori terra..... | 70 |
| 6.2.2 | Impermeabilizzazione delle superfici | 70 |
| 6.2.3 | Rimozione della fase libera surnatante | 71 |
| 6.2.4 | In situ reactive zone (IRZ) per il trattamento del plume..... | 71 |
| 6.2.5 | Air Sparging e Soil Vapour Extraction per il trattamento della sorgente..... | 72 |
| 6.3 | Stabilimento Chimica Industriale..... | 73 |
| 6.3.1 | Demolizione di fabbricati e di impianti fuori terra..... | 73 |
| 6.3.2 | Impermeabilizzazione delle superfici | 74 |
| 6.3.3 | Rimozione della fase libera surnatante | 74 |
| 6.3.4 | In situ reactive zone (IRZ) per il trattamento del plume..... | 75 |
| 6.3.5 | Air Sparging e Soil Vapour Extraction per il trattamento della sorgente..... | 75 |
| 7. | ARTICOLAZIONE DELL'INTERVENTO PER FASI..... | 77 |
| 8. | CALCOLO SOMMARIO DELLA SPESA..... | 81 |
| 9. | PIANO ECONOMICO E FINANZIARIO DI MASSIMA..... | 82 |
| <u>ALLEGATO 1</u> | Tavole grafiche..... | 83 |
| <u>ALLEGATO 2</u> | Risultati slug-test..... | 112 |

1. PREMESSA

Il presente documento costituisce la Relazione Illustrativa Generale che descrive il Progetto Preliminare degli interventi di bonifica/messa in sicurezza permanente, ai sensi del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii., dei siti “Stabilimento OMA”, “Discarica OMA” e “Stabilimento Chimica Industriale” di Rivalta di Torino (TO). Esso è redatto dalla scrivente Bortolami-Di Molfetta S.r.l. su incarico del Comune di Rivalta di Torino, sulla base della convenzione stipulata in data 17/09/2015, rep. n. 2376/III.

Costituiscono parte integrante del progetto i seguenti elaborati:

- A – Relazione illustrativa generale;
- B – Relazione tecnica di progetto. Discarica e Stabilimento OMA;
- C – Relazione tecnica di progetto. Stabilimento Chimica Industriale;
- D – Prime indicazioni e misure finalizzate alla tutela della salute e sicurezza dei luoghi di lavoro per la stesura dei piani di sicurezza;
- E – Calcolo sommario della spesa e quadro economico;
- F – Piano economico e finanziario di massima.

Tali elaborati, come richiesto dal contratto, rispondono ai contenuti previsti dall’art. 17, comma 1, lettere a), b), e), f), g) e h), comma 4 del D.P.R. 207/2010.

Le Tavole citate nel testo sono riportate in Allegato 1.

1.1 Documentazione di riferimento

Per l’elaborazione del presente progetto si è tenuto conto delle informazioni sito-specifiche acquisite in fase di caratterizzazione e nel corso delle numerose indagini realizzate in passato sull’area per la cui descrizione di dettaglio si rimanda alla seguente documentazione di riferimento:

- [1] Dicembre 2003. Piano della caratterizzazione dello Stabilimento della Società Chimica Industriale Srl sita in Comune di Rivalta, ai sensi del DM 471/99. Studio Bortolami e Di Molfetta.
- [2] Dicembre 2003. Piano della caratterizzazione dello Stabilimento della Oma SpA sita in Comune di Rivalta, ai sensi del DM 471/99. Studio Bortolami e Di Molfetta.
- [3] Dicembre 2003. Piano della caratterizzazione della discarica Oma sita in Comune di Rivalta, ai sensi del DM 471/99. Studio Bortolami e Di Molfetta.
- [4] 2007-2008. Risultati delle indagini di caratterizzazione (relazioni varie). URS Italia.
- [5] Luglio 2007. Progetto Definitivo dei “Primi interventi urgenti di messa in sicurezza ex discarica OMA” Studio A.I.S.A., Studio Tedesi, Studio Anselmo associati.
- [6] Ottobre 2010. Applicazione della procedura di analisi di rischio sanitario-ambientale ai siti “Stabilimento Oma” e “Discarica OMA”. Studio Bortolami e Di Molfetta.
- [7] Ottobre 2010. Applicazione della procedura di analisi di rischio sanitario-ambientale ai siti “Stabilimento Chimica Industriale”. Studio Bortolami e Di Molfetta.
- [8] Febbraio 2010. Progetto Definitivo. Completamento dei primi interventi di bonifica della ex Discarica Oma. ETC Studio Associato.
- [9] Settembre 2012. Relazione di fine lavori. Completamento dei primi interventi di bonifica della ex Discarica Oma. Bugno Luciano Srl.
- [10] Giugno, 2015. Progetto Esecutivo. Interventi di messa in sicurezza del surnatante presente a valle della discarica Oma e monitoraggio acque sotterranee. Bortolami - Di Molfetta Srl.
- [11] Comunicazione della Regione Piemonte prot. n. 9117/DB10.12 del 11/07/14.

2. INQUADRAMENTO GENERALE DEL SITO

2.1 Descrizione del sito e delle attività pregresse

2.1.1 Stabilimento OMA

Lo stabilimento OMA è situato in Via Papini n. 53-55, in Comune di Rivalta di Torino, in destra idrografica del T. Sangone e a qualche centinaio di metri a ovest degli impianti della Chimica Industriale. Esso occupa un'area di 16'210 m² ed ha un perimetro di circa 580 metri (Tav. 2.1).

Nello stabilimento della OMA si svolgevano attività di rigenerazione oli usati, mediante trattamento a caldo, che hanno prodotto nel tempo un ingente quantitativo di morchie acide oleose, smaltite per molto tempo nella discarica realizzata immediatamente a monte dell'impianto, prima dell'entrata in vigore del D.P.R. 915/82. L'impianto era anche stato autorizzato ad incenerire sia i rifiuti provenienti dalla propria attività di trattamento oli, sia rifiuti "oleosi" provenienti da terzi.

2.1.2 Discarica OMA

La Discarica OMA è ubicata nel territorio del Comune di Rivalta di Torino, in destra idrografica del Torrente Sangone, praticamente a ridosso della scarpata che separa il ripiano sui cui insiste la discarica dall'alveo del torrente. Essa occupa un'area di circa 22'350 m² ed ha un perimetro di circa 800 m (Tav. 2.1).

Come accennato, la discarica OMA era legata all'attività dell'impianto: si tratta infatti di una vecchia cava per l'estrazione di inerti, le cui cavità sono state, tra il 1964-65 e il 1974, progressivamente riempite dalla OMA con i rifiuti prodotti dalle attività industriali.

Sulla base delle indagini effettuate storicamente sull'area (ante indagini di caratterizzazione), il corpo della discarica veniva suddivisa in n. 3 settori, denominate rispettivamente Zona A, Zona B e Zona C (Fig. 2.1).

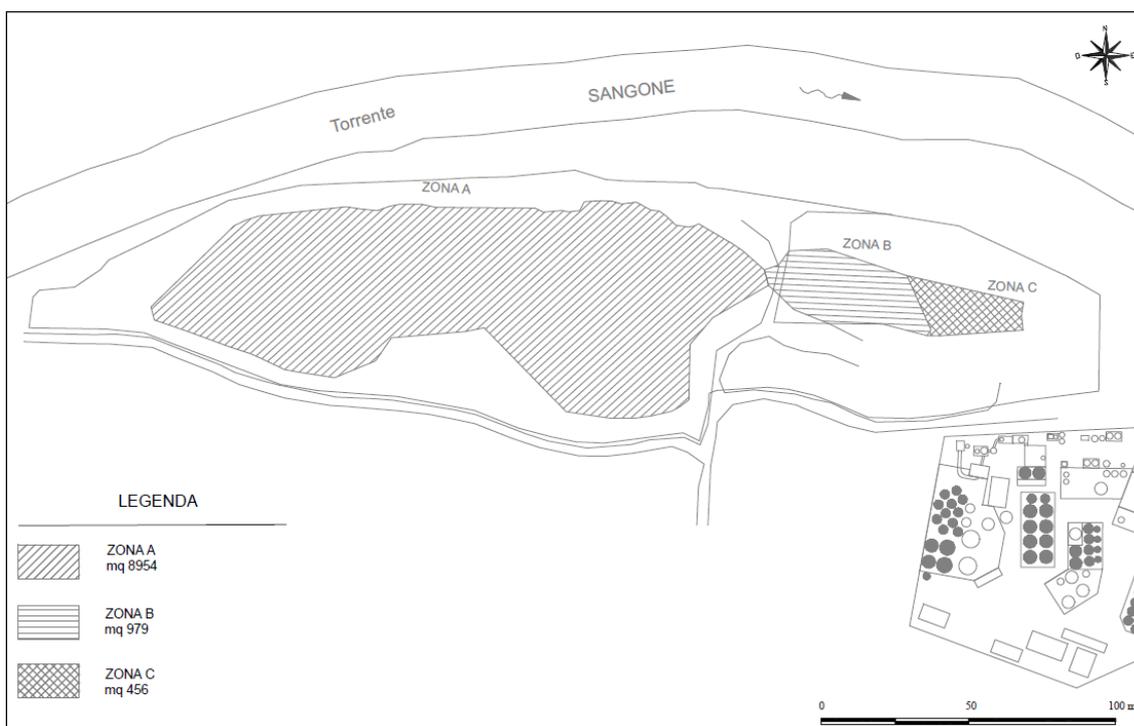


Fig. 2.1. Suddivisione della discarica in 3 settori: Zona A, Zona B e Zona C.

Nel settore centro-occidentale della discarica (Zona A) le morchie raggiungono una profondità mediamente costante di 4,50 m e risultano ricoperte da materiale di riporto costituito in prevalenza da materiale fine, limoso-argilloso, con subordinati ciottoli e potente al massimo 0,50 m. In tale settore, le melme acide furono parzialmente miscelate con terreno e/o calce, allo scopo di neutralizzare il rifiuto e diminuire la mobilità dei metalli tossici, prima di essere utilizzate come materiale di riempimento della cavità lasciata dalla vecchia attività di cava.

Durante la fase di riempimento del settore est (Zona B o "laghetto") anche la pratica cautelativa della miscelazione delle melme con terra e/o calce fu abbandonata e i rifiuti furono depositati direttamente nelle cavità da riempire. In questo settore si rilevano morchie fino ad una profondità media di 4.5 m, tranne che in due sondaggi dove raggiungono profondità massime 6,60 m.

Nel terzo settore (Zona C), non corrispondente ad un'originaria area di stoccaggio, bensì ad un settore immediatamente a valle della Zona B nel quale l'inquinamento deriva dalla propagazione verso valle di quanto stoccato a monte. Le maggiori profondità raggiunte dalle morchie si rilevano proprio nella porzione più orientale della discarica (Zona C) e immediatamente a valle della recinzione, fino a 10.0 m da p.c..

Per un maggior approfondimento sulla geometria del corpo discarica, anche alla luce delle più recenti indagini di caratterizzazione, si rimanda al cap. 3 dell'Elab. B.

Sulla base della suddetta ricostruzione, pertanto, la maggior parte della discarica è quindi caratterizzata da morchie oleose frammiste a terreno grossolano di riporto; solo una porzione, il cosiddetto "laghetto" o zona B, è invece costituita da morchie pure (Fig. 2.1).

Proprio in questo settore più a rischio, tra il 2008 e 2009, sono stati eseguiti i "Primi interventi di Bonifica della Ex discarica OMA" che hanno portato alla rimozione parziale delle melme, per circa un terzo del quantitativo complessivo.

Nel corso del 2012 sono stati effettuati ulteriori interventi di rimozione delle melme; tuttavia, non essendo stato possibile rimuovere completamente il terreno frammisto a morchie alla base del "laghetto", al termine dei lavori si è proceduto al rimodellamento del fondo scavo (riprofilatura delle scarpate laterali con angolo di scarpa di circa 30° e innalzamento della quota di fondo scavo di circa 40 cm) e alla realizzazione di un argine di sbarramento in terra, alto circa 1 m, lungo l'intero perimetro dello stesso, in modo da impedire lo scorrimento delle acque piovane dalle aree esterne verso l'interno dell'invaso. L'invaso è stato quindi completamente impermeabilizzato con la posa in opera di una geomembrana in HDPE dallo spessore di 2 mm e recintato con un ulteriore rete metallica perimetrale di protezione.

2.1.3 Stabilimento Chimica Industriale

L'impianto della Chimica Industriale è situato in Via Piossasco n. 14, nel Comune di Rivalta di Torino; è distribuito a S W dell'abitato di Rivalta in destra idrografica del T. Sangone,

poco a monte del nuovo ponte della Strada Provinciale che collega Rivalta a Piossasco; risulta situato a poche centinaia di metri a valle dello Stabilimento OMA e della Discarica OMA. Superficie e perimetro dell'impianto ammontano rispettivamente a circa 22'320 m² e 775 m (Tav. 2.1).

La Chimica Industriale era autorizzata in passato, mediante due atti amministrativi distinti, a svolgere attività di recupero rifiuti mediante distillazione di solventi, e di incenerimento dei rifiuti prodotti nel corso dell'attività (da ARPA: "Relazione Tecnica: Impianti di trattamento rifiuti OMA S.r.l. e Chimica Industriale S.r.l. Stato di attuazione delle procedure di messa in sicurezza, bonifica e situazione ambientale", del 01/08/03).

Attualmente, in un'area ubicata all'interno dello stabilimento è tuttora operativa la ditta GS PLASTIFICANTI Srl (Tav. 2.2), che esegue attività di miscelazione a freddo di miscele di alchil-benzoli (assimilati agli oli lubrificanti) con autorizzazioni rilasciate dall'Agenzia Dogane di Torino (da ARPA: "Verbale di Sopralluogo n. VS45/10/06.02/LM/GD", del 23/09/10). In considerazione del fatto che l'obiettivo del presente

Tenuto conto che l'obiettivo del presente progetto di bonifica e messa in sicurezza permanente è la rimozione definitiva delle passività ambientali presenti sul sito, in accordo con le indicazioni preliminari ricevute dagli Enti, l'area in attività è stata inclusa negli interventi in oggetto. Si precisa che nell'ambito della quantificazione economica degli interventi il progetto include i costi della demolizione delle strutture fuori terra, mentre non include eventuali costi di delocalizzazione dell'attività stessa.

2.2 Inquadramento geologico e idrogeologico di area vasta

Tutta l'area in oggetto risulta ben conosciuta dal punto di vista litostratigrafico ed idrogeologico, in relazione alla disponibilità di molti dati, tra i quali quelli dei numerosi sondaggi eseguiti durante la fase di caratterizzazione dei tre siti, oltre quelli relativi ai pozzi di vari campi acquiferi della SMAT, distribuiti in tre aree di captazione a est dell'abitato di

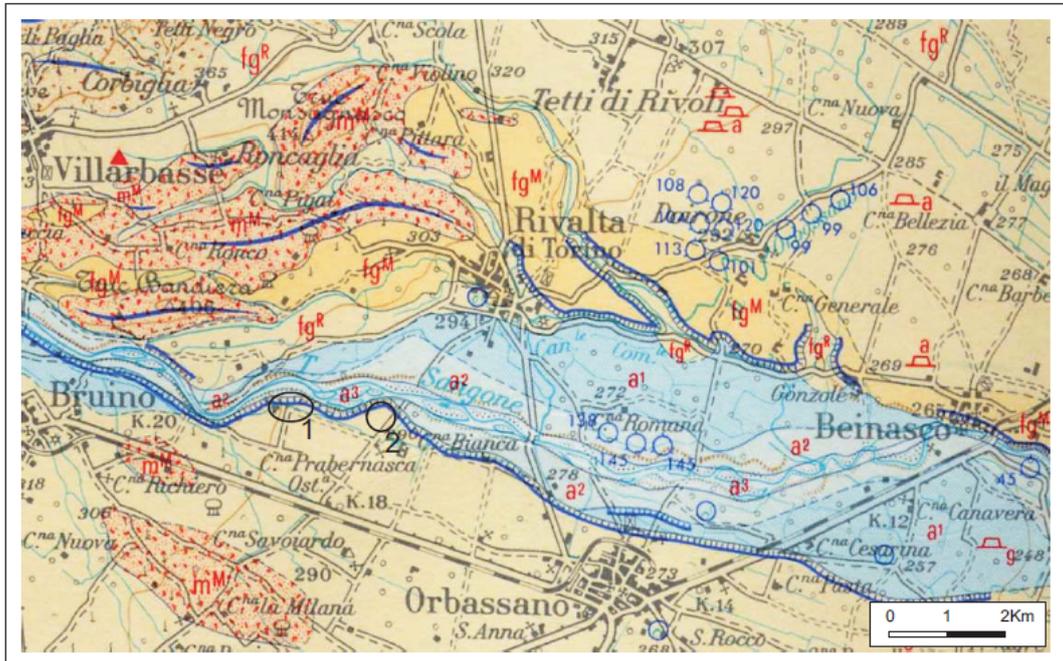
Rivalta, denominate C.na Romana, Doirone e Campofregoso.

Per quanto riguarda il contesto geolitologico di superficie, con riferimento alla cartografia ufficiale rappresentata dal F. 56 Torino della Carta Geologica d'Italia di cui in Fig. 2.2 è riportato uno stralcio, il territorio di Rivalta è distribuito su depositi alluvionali del Pleistocene medio. Tali depositi formano dei ripiani attribuiti rispettivamente al Fluvioglaciale-Fluviale Mindeliano Auct., riportato con la sigla fg^M-fl^M e raccordantesi verso monte con i corrispondenti depositi glaciali mindeliani dell'Anfiteatro Morenico di Rivoli, e al Fluvioglaciale Fluviale Rissiano Auct., riportato con le sigle $fg^R fl^R$ e formante il livello fondamentale della pianura torinese.

Tale sistema di ripiani alluvionali di età pleistocenica, distribuiti ad altimetrie diverse e separati di regola da scarpate di terrazzo di ordine metrico, sono stati dissecati dal corso del T.Sangone, che ha depositato all'interno di questa incisione valliva le alluvioni di età Olocene, anch'esse suddivise in una serie di ripiani di età via via più recente andando dal bordo dell'incisione all'alveo attuale del corso d'acqua, riportati in Fig. 2.2 con le sigle a^1, a^2, a^3 .

Il ripiano su cui insiste la discarica OMA è costituito da depositi alluvionali riferibili al sistema delle Alluvioni Medio-Recenti e corrispondenti alla parte bassa dell'Olocene. Il ripiano su cui insistono gli stabilimenti OMA e Chimica Industriale, invece, corrisponde al livello fondamentale della pianura piemontese, rappresentato dal complesso alluvionale del Fluvioglaciale-Fluviale Riss, coincidente con la parte alta del Pleistocene medio (Fig. 2.2).

Sulla base dei riscontri di superficie e della buona disponibilità di informazioni sul sottosuolo, l'assetto litostratigrafico e idrogeologico dell'area di Rivalta è così sintetizzabile, a partire dal piano campagna: Complesso Superficiale corrispondente all'Acquifero Superficiale, cui fa seguito il cosiddetto Complesso Villafranchiano, corrispondente all'Acquifero Villafranchiano.

**LEGENDA**

- Alluvioni ghiaioso-sabbiose recenti ed attuali (a3); depositi argillosi neri (p) (ALLUVIONI ATTUALI).
- Depositi ghiaiosi con lenti sabbioso-argillose, fiancheggianti i principali corsi d'acqua, talora debolmente terrazzati, anche attualmente inondabili (ALLUVIONI MEDIO-RECENTI).
- Alluvioni sabbioso-ghiaiose postglaciali, ricoprenti in parte i precedenti depositi del fluviale-fluvioglaciale wurmiano (ALLUVIONI ANTICHE).
- Depositi ghiaioso-sabbiosi con paleosuolo rosso-arancio, perlopiù terrazzati, corrispondenti al livello fondamentale della dell'alta pianura, raccordandosi con le cerchie moreniche rissiane (FLUVIOGLACIALE E FLUVIALE RISS Auct.=parte alta del Pleistocene Medio).
- Depositi fluvioglaciali dell'alto terrazzo ondulato, e paleosuolo argilloso rosso-bruno completamente decalcificato ("tipico ferretto") per uno spessore di oltre 5m, con scarsi ciottoli silicatici alterati e silicei, raccordato coi cordoni morenici mindeliani dell'anfiteatro di Rivoli; depositi fluviali costituenti i lembi relitti delle antiche conoidi della Dora Riparia e della Stura di Lanzo (fgM-FIM) (FLUVIOGLACIALE E FLUVIALE MINDELLIANO Auct.=parte bassa Pleistocene Medio).
- Depositi morenici delle cerchie più esterne dell'Anfiteatro di Rivoli, con paleosuolo intensamente alterato in argille rosso-brune ("tipico ferretto") e ciottoli silicatici alterati e silicei (MINDEL Auct.=parte bassa Pleistocene Medio).
- 1 OMA e Discarica OMA.
- 2 Chimica Industriale.

Fig. 2.2. Stralcio del Foglio n. 56 Torino della Carta Geologica d'Italia.

2.2.1 Il Complesso Superficiale

Corrisponde ad una sequenza, di potenza variabile tra 30 e 50 metri, di depositi alluvionali grossolani a composizione essenzialmente ciottoloso ghiaiosa e subordinatamente sabbiosa, di ambiente deposizionale fluvioglaciale e fluviale, di età complessiva Pleistocene medio-Olocene.

In alcune aree, in particolare in corrispondenza al campo acquifero di C.na Romana, la serie risulta praticamente indifferenziata, mentre in altri settori possono essere presenti a più livelli sia intercalazioni conglomeratiche e, subordinatamente, arenacee a cemento carbonatico, sia intercalazioni sabbioso limoso argillose in genere discontinue e di moderata potenza.

Come già accennato, le aree occupate dagli stabilimenti OMA e Chimica Industriale insistono sul ripiano alluvionale formato dai Depositi Fluvioglaciali e Fluviali di età Rissiana, mentre la discarica OMA è distribuita sul ripiano formato dalle Alluvioni di età Olocene. Più in particolare, il ripiano alluvionale che ospita la discarica OMA corrisponde alle Alluvioni Medio-Recenti, ed è separato da una scarpata di un paio di metri dal ripiano delle Alluvioni Attuali, nel quale è compreso il corso del T.Sangone.

La serie alluvionale sopra descritta, dal punto di vista idrogeologico forma il cosiddetto Acquifero Superficiale, molto potente in questo settore e caratterizzato da elevata permeabilità; in essa è compresa una falda idrica a superficie libera, in rapporti di interdipendenza idraulica con il reticolato idrografico superficiale e che localmente per la presenza di sequenze meno permeabili può compartimentarsi.

2.2.2 Il Complesso Villafranchiano

Al di sotto del Complesso Superficiale si riscontra un potente livello argilloso, a partire dal quale inizia il cosiddetto “Complesso o Acquifero Villafranchiano” nel quale è presente un sistema di falde idriche in pressione sfruttate da vari pozzi, tra i quali quelli ad uso

idropotabile, gestiti da SMAT, nei già citati campi acquiferi di C.na Romana, Doirone e Campofregoso.

Nella successiva Fig. 2.3 si riportano due sezioni geolitologiche ed idrogeologiche, rappresentative del quadro sopra descritto, tratte dal PRGC del Comune di Rivalta di Torino. Le tracce delle sue sezioni sono rappresentate in Fig. 2.4.

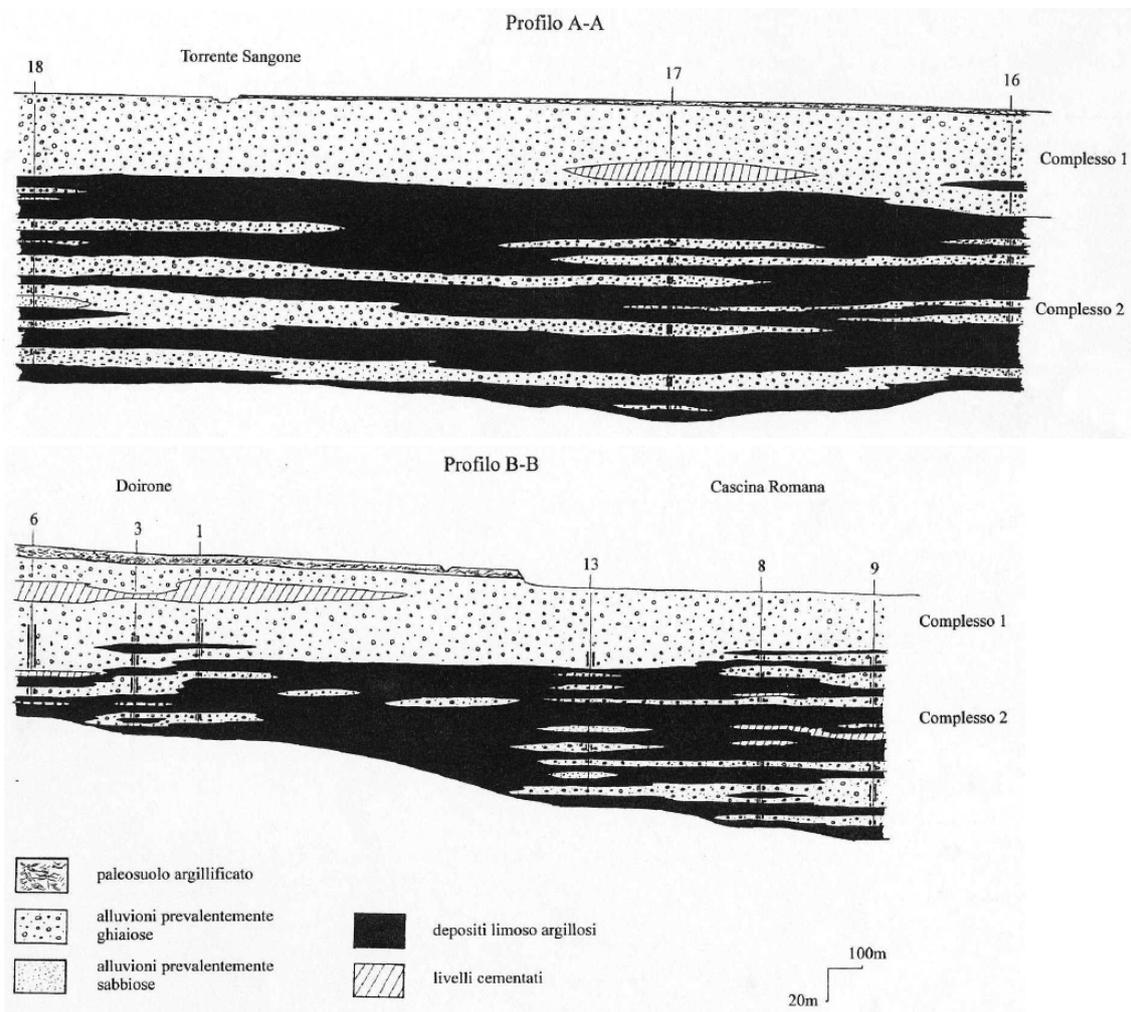


Fig. 2.3. Sezioni geologico-idrogeologiche mostranti l'andamento in profondità del Complesso Superficiale (Complesso I) e del Complesso Villafranchiano (Complesso II). Tratte dal PRGC di Rivalta di Torino.

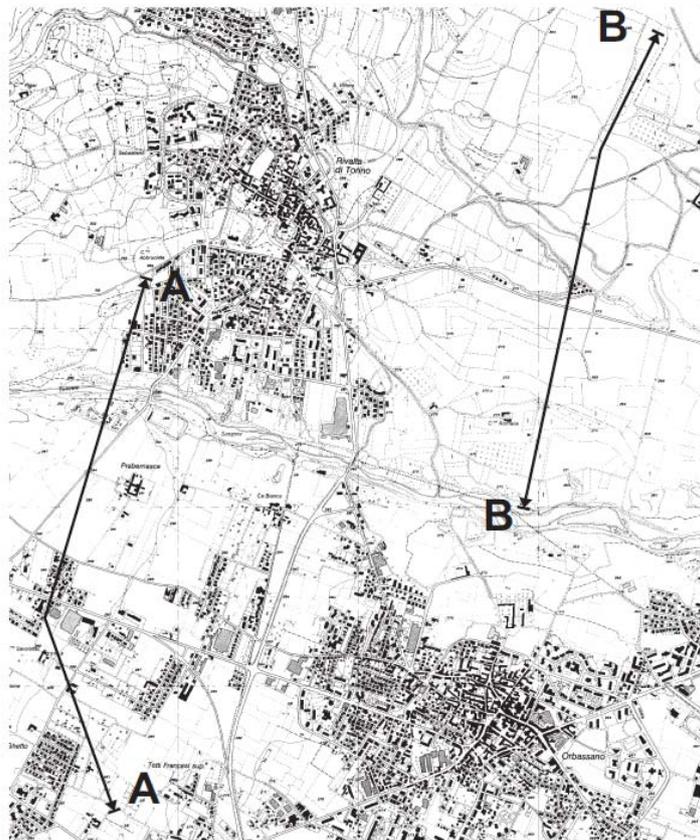


Fig. 2.4. Tracce delle sezioni di Fig. 2.3. Tratte dal PRGC di Rivalta di Torino.

2.3 Inquadramento geologico e idrogeologico di dettaglio

2.3.1 Assetto litostratigrafico ed idrogeologico di dettaglio

Sulla base dei sondaggi geognostici eseguiti nell'area, al di sotto del piano campagna è stata evidenziata una sequenza, di potenza pari a 40-50 metri, di depositi alluvionali grossolani a composizione essenzialmente ciottoloso ghiaiosa e subordinatamente sabbiosa, di ambiente deposizionale fluvio-glaciale e fluviale, di età complessiva Pleistocene medio-Olocene (c.d. Complesso Superficiale).

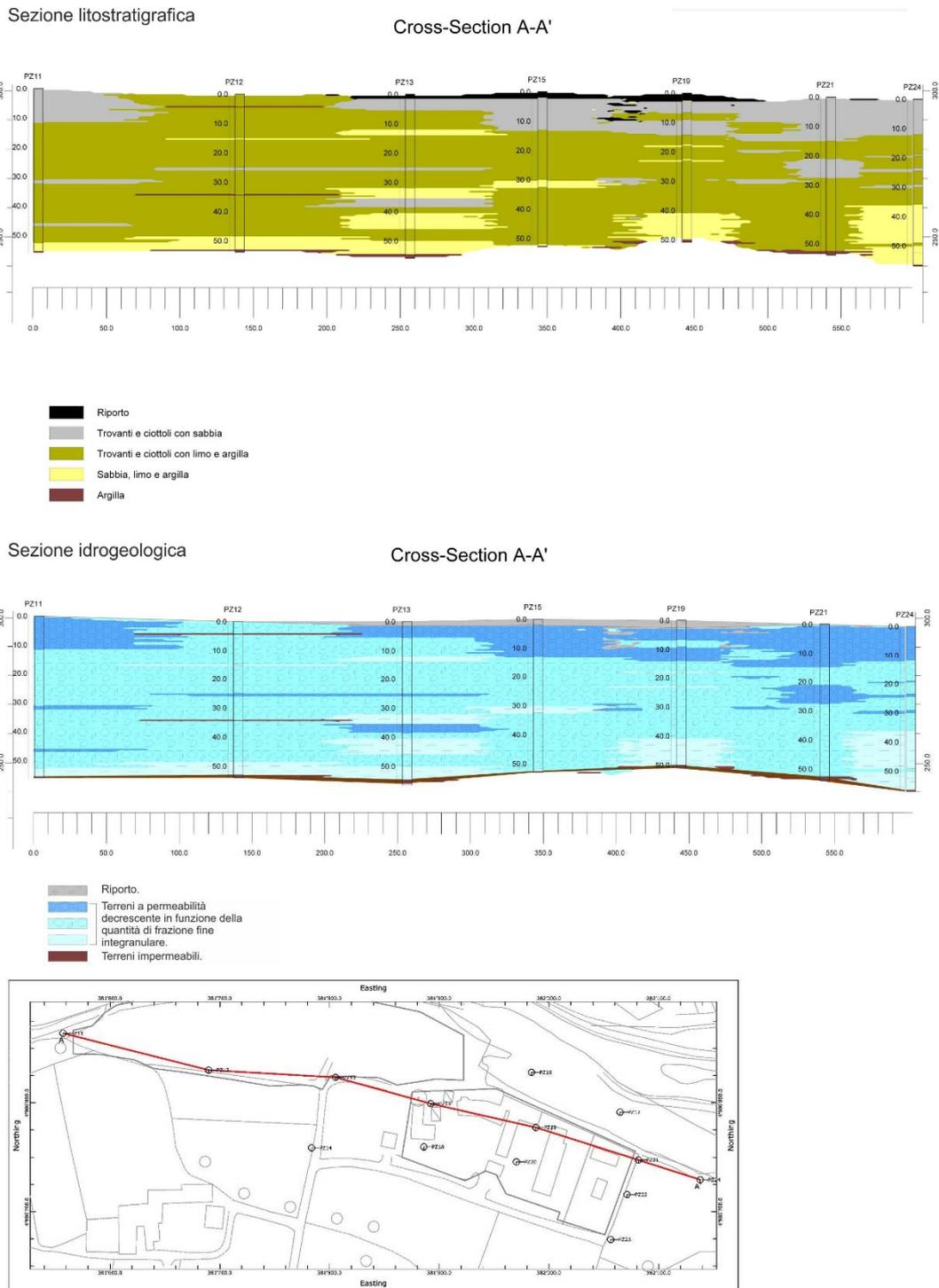
La serie alluvionale sopra descritta, dal punto di vista idrogeologico forma il cosiddetto Acquifero Superficiale, molto potente e caratterizzato da elevata permeabilità; in essa è compresa una falda idrica a superficie libera, in rapporti di interdipendenza idraulica con il reticolato idrografico superficiale.

L'insieme dei dati raccolti nell'ambito della caratterizzazione ha permesso di ricostruire il contesto litostratigrafico e conseguentemente idrogeologico delle aree d'indagine (Fig. 2.5 e Fig. 2.6). Come dato generale, risulta una maggiore distribuzione di depositi grossolani a trovanti, ciottoli, ghiaie e sabbie fino a 15-20 m di profondità, mentre nella parte restante, fino al contatto con il sottostante Complesso Villafranchiano, posto a circa 50 m di profondità, la frazione grossolana è mescolata ad una abbondante matrice fine, di tipo sabbioso limoso argilloso, che riduce le caratteristiche di permeabilità di questi materiali.

Occorre evidenziare che, sebbene dal punto di vista litologico nelle stratigrafie disponibili non sono stati evidenziati livelli e setti semipermeabili o impermeabili continui in grado di compartimentare l'Acquifero Superficiale, nell'ambito della ricostruzione piezometrica del sito, è stata evidenziata una netta separazione tra il carico idraulico della cosiddetta falda superficiale, monitorata dai piezometri S e M, e quella più profonda, monitorata dai piezometri P (Tav. 2.3 e Tav. 2.4).

A tal proposito si ricorda che nell'ambito dei lavori di caratterizzazione svolti nel periodo 2007-2008 da parte della ditta URS Italia Spa [4], sono stati realizzati nuovi cluster di piezometri a tre differenti profondità, le cui caratteristiche costruttive sono di seguito sintetizzate

- i piezometri più profondi (P) raggiungono la base dell'acquifero superficiale, posta a circa 50 m di profondità e sono finestrati negli ultimi 20 m a partire da fondo foro;
- i piezometri intermedi (M) sono stati spinti fino a 24 m da p.c., finestrati a partire da 11 m da p.c. e fino a fondo foro;
- i piezometri più superficiali (S) raggiungono i 12 m di profondità e il tratto finestrato è stato posizionato da 5 m da p.c. fino a fondo foro.



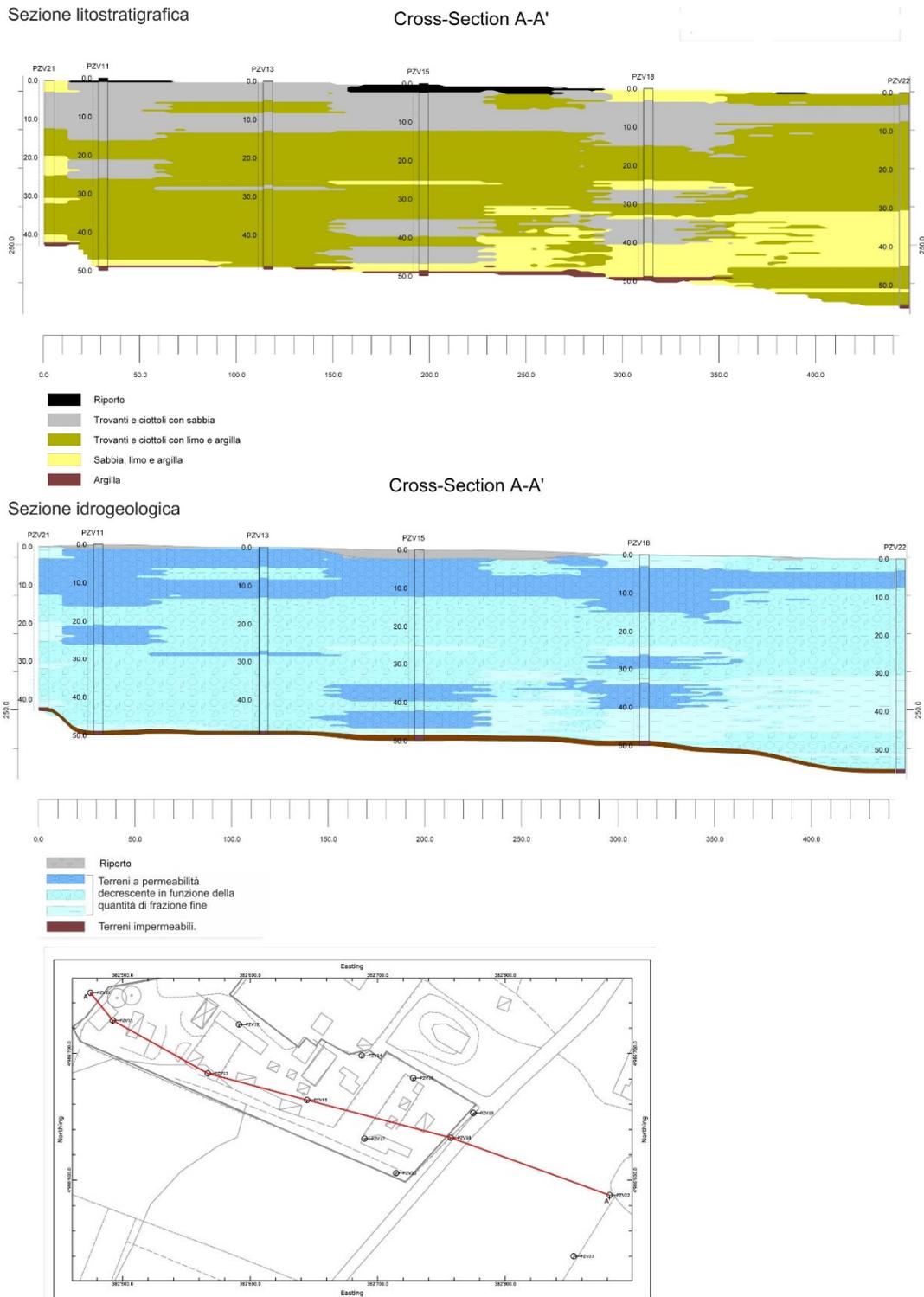


Fig. 2.6. Stabilimento Chimica Industriale - Sezione litostратigrafica ed idrogeologica di dettaglio.

Dai dati litostratigrafici disponibili [4], risulta di non facile spiegazione la suddivisione dell'Acquifero Superficiale in due sistemi idrici separati, come invece rilevato dalla notevole e sistematica differenza di carico idraulico registrata tra i piezometri completati fino a 25 m e quelli più profondi.

Come già accennato, tuttavia, la separazione in due sistemi idrici a differente carico idraulico potrebbe essere ricollegato alla presenza di sequenze più grossolane e permeabili nella parte più superficiale dell'acquifero e di sequenze ad abbondante matrice argilloso-limoso-sabbiosa poco permeabili (depositi di origine glaciale) in quelle più profonde. La separazione idraulica potrebbe essere riconducibile anche alla presenza di livelli conglomeratici, non evidenziati durante le fasi di perforazioni, ma la cui presenza nel sottosuolo di Rivalta è stata documentata nell'ambito delle perforazioni effettuate a scopi idropotabili (Fig. 2.3 e Fig. 2.4).

Al fine di chiarire il contesto idrogeologico del sottosuolo e confermare la suddivisione dell'Acquifero Superficiale in un sistema idrico superficiale e uno profondo, anche alla luce del dimensionamento delle opere del presente progetto, si ritiene necessario effettuare ulteriori approfondimenti. In particolare, **preliminarmente alla progettazione definitiva**, si prevede di effettuare le seguenti indagini integrative:

- esecuzione di n. 6 prove di emungimento (n. 2 per ciascun sito: Discarica OMA, Stabilimento OMA e Stabilimento Chimica Industriale), mettendo in pompaggio il piezometro profondo (P) e monitorando le variazioni di livello in corrispondenza ai punti di monitoraggio più superficiali (M-S);
- tomografie geoelettriche con misure in contemporanea di resistività elettrica e di polarizzazione indotta, per uno sviluppo lineare complessivo di almeno 1'800 m circa, sviluppati su diversi stendimenti da definire opportunamente in campo. I profili geoelettrici dovranno essere realizzati in modo da raggiungere una profondità di almeno 50 m e dovranno avere una risoluzione adeguata per la finalità dell'indagine.

Tale contesto idraulico, come vedremo in seguito, non ha comunque impedito che l'inquinamento a carico di acque e terreno si sia propagato mediante percolazione verticale su tutto l'Acquifero Superficiale, con massimi, riferiti a vari parametri inquinanti, distribuiti sulla medesima verticale in entrambi i due sistemi idrici. Nell'ambito dell'area della Chimica Industriale la diffusione di inquinanti sulla verticale dell'intero Acquifero Superficiale, viene anche documentata dalle note nei report stratigrafici prodotti da URS Italia SpA [4]. Da tali note, infatti, emerge la presenza macroscopica di tracce di inquinamento anche a notevoli profondità (in PZV17 tra 10,0-18,7 m da p.c. e tra 24,5 – 36,5 m da p.c.; in PZV18 tra 5,2-10,3 m da p.c. e tra 31,0-39,50 m da p.c, vedasi tabella 4.1 di [7]).

Anche i pochi macro-parametri chimico-fisici disponibili (conducibilità, cloruri, solfati, ecc.) sembrano suggerire una interdipendenza tra i due sistemi.

2.3.2 Rilievi piezometrici

Per quanto riguarda la matrice acque di falda, in considerazione della posizione dei siti in oggetto rispetto alla direzione di deflusso della falda, e della continuità spaziale con cui sono stati realizzati i piezometri di monitoraggio, l'analisi dei dati a disposizione è stata effettuata congiuntamente su tutti i punti a disposizione.

In particolare, sono stati effettuati n. 3 rilievi piezometrici completi, misurando la soggiacenza in tutti i punti di monitoraggio esistenti e di nuova realizzazione (Tab. 2.1 e Tab. 2.2):

- n. 2 rilievi sono stati realizzati in concomitanza con la prima e la seconda campagna di monitoraggio delle acque sotterranee (17/09/08 e 08/01/08, [4]);
- n. 1 rilievo piezometrico è stato effettuato il 18/06/09, nel corso dei primi interventi di bonifica della Discarica OMA ([8]).

Come già evidenziato, risulta una sostanziale e sistematica differenza dei valori di carico idraulico riferiti ai piezometri completati nel tratto superficiale (S) - medio (M) e quelli

completati nel tratto profondo (P), con delle differenze di circa 25 m. Tali differenze di carico piezometrico hanno portato a considerare due sistemi idrici separati, uno più superficiale ed uno più profondo, entrambi appartenenti all'Acquifero Superficiale.

In analogia a quanto effettuato nell'ambito dell'analisi di rischio, in Tav. 2.3 e Tav. 2.4 sono riportate le piezometrie relative alla falda superficiale e profonda dell'Acquifero Superficiale, relative alle misure della campagna di monitoraggio del 08/01/08, effettuata in concomitanza con i più recenti campionamenti delle acque sotterranee.

In particolare, essendoci una differenza nel carico idraulico misurato in corrispondenza ai piezometri M e S, legata al diverso completamento degli stessi, per la ricostruzione della superficie piezometrica superficiale sono stati considerati esclusivamente i valori relativi ai punti di monitoraggio più superficiali.

Dalle elaborazioni effettuate (Tav. 2.3 e Tav. 2.4), si osserva una direzione di deflusso analoga sia per la falda superficiale, che quella profonda, orientata all'incirca WNW-ESE. Invece, si evidenzia una netta differenziazione a livello di spaziatura delle isopieze, con gradiente idraulico uguale a circa 1.1% per il sistema superiore e circa 0.2% per quello inferiore.

Tab. 2.1: Rilievi piezometrici eseguiti sulla falda superficiale nei siti Chimica Industriale, OMA, Discarica OMA e aree circostanti.

| | Nome | X | Y | Z | Sogg. | Sogg. | Sogg. | Level | Level | Level |
|---|----------|---------------|---------------|---------------|----------|----------|----------|---------------|---------------|---------------|
| | | (UTM ED50) | (UTM ED50) | (m s.l.m.) | 17/09/07 | 08/01/08 | 18/06/09 | 17/09/07 | 08/01/08 | 18/06/09 |
| | | (m) | (m) | | (m) | (m) | (m) | (m s.l.m.) | (m s.l.m.) | (m s.l.m.) |
| Stabilimento Chimica Industriale | PZM1 | 382478.40 | 4986706.16 | 294.24 | 13.75 | 10.15 | 7.11 | 280.49 | 284.09 | 287.13 |
| | PZM2 | 382487.75 | 4986744.84 | 294.07 | 11.60 | 33.42 | 7.10 | 282.47 | 260.65 | 286.97 |
| | PZV1 | 382760.63 | 4986653.40 | 291.67 | 11.65 | 10.08 | 7.03 | 280.02 | 281.59 | 284.64 |
| | PZV2 | 382736.84 | 4986619.98 | 292.15 | 12.32 | 10.78 | | 279.83 | 281.37 | |
| | PZV3 | 382744.70 | 4986670.18 | 292.40 | 12.05 | 10.46 | 7.18 | 280.35 | 281.94 | 285.22 |
| | PZV5 | 382611.34 | 4986698.69 | 293.35 | 10.88 | 9.07 | 6.05 | 282.47 | 284.28 | 287.30 |
| | PZV6 | 382654.14 | 4986704.01 | 293.36 | 11.72 | 10.03 | 7.20 | 281.64 | 283.33 | 286.16 |
| | PZV8 | 382653.64 | 4986630.08 | 292.95 | 11.53 | 9.59 | 6.54 | 281.42 | 283.36 | 286.41 |
| | PZV11(S) | 382493.40 | 4986726.19 | 293.17 | 10.00 | 9.15 | 5.84 | 283.17 | 284.02 | 287.33 |
| | PZV11(M) | 382492.44 | 4986725.13 | 293.20 | 10.02 | 9.15 | 6.11 | 283.18 | 284.05 | 287.09 |

| Nome | X (UTM ED50) | Y (UTM ED50) | Z | Sogg. 17/09/07 | Sogg. 08/01/08 | Sogg. 18/06/09 | Level 17/09/07 | Level 08/01/08 | Level 18/06/09 |
|------------|--------------------|--------------------|---------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | (m) | (m) | (m s.l.m.) | (m) | (m) | (m) | (m s.l.m.) | (m s.l.m.) | (m s.l.m.) |
| PZV12(S) | 382589.69 | 4986723.78 | 292.54 | 9.88 | 9.15 | 5.90 | 282.66 | 283.39 | 286.64 |
| PZV12(M) | 382590.16 | 4986724.45 | 292.57 | 9.92 | 9.20 | 6.01 | 282.65 | 283.37 | 286.56 |
| PZV13(S) | 382566.43 | 4986685.32 | 292.40 | 9.89 | 8.81 | 5.58 | 282.51 | 283.59 | 286.82 |
| PZV13(M) | 382565.77 | 4986684.01 | 292.54 | 10.03 | 8.95 | 6.93 | 282.51 | 283.59 | 285.61 |
| PZV14(S) | 382688.67 | 4986698.82 | 291.72 | 9.50 | 8.65 | 5.76 | 282.22 | 283.07 | 285.96 |
| PZV14(M) | 382686.45 | 4986698.18 | 291.64 | 9.47 | 8.70 | 6.24 | 282.17 | 282.94 | 285.40 |
| PZV15(S) | 382644.95 | 4986664.38 | 292.09 | 9.71 | 8.68 | 5.59 | 282.38 | 283.41 | 286.50 |
| PZV15(M) | 382644.06 | 4986662.77 | 292.04 | 9.71 | 8.65 | 5.60 | 282.33 | 283.39 | 286.44 |
| PZV16(S) | 382728.59 | 4986680.01 | 291.30 | 9.62 | 8.68 | 5.59 | 281.68 | 282.62 | 285.71 |
| PZV16(M) | 382727.09 | 4986681.18 | 291.10 | 9.80 | 9.20 | 6.07 | 281.30 | 281.90 | 285.03 |
| PZV17(S) | 382688.71 | 4986633.29 | 291.57 | 10.04 | 9.03 | 5.44 | 281.53 | 282.54 | 286.13 |
| PZV17(M) | 382688.83 | 4986632.42 | 291.79 | 10.29 | 9.32 | 5.70 | 281.50 | 282.47 | 286.09 |
| PZV18(S) | 382757.35 | 4986634.30 | 290.45 | 9.98 | 9.10 | 4.89 | 280.47 | 281.35 | 285.56 |
| PZV18(M) | 382756.44 | 4986633.51 | 290.51 | 10.06 | 9.27 | 6.22 | 280.45 | 281.24 | 284.29 |
| PZV19(S) | 382774.85 | 4986653.69 | 289.90 | 9.13 | 8.40 | 5.64 | 280.77 | 281.50 | 284.26 |
| PZV19(M) | 382774.16 | 4986652.95 | 290.03 | 9.24 | 8.51 | 5.46 | 280.79 | 281.52 | 284.57 |
| PZV20(S) | 382713.50 | 4986604.99 | 291.55 | 10.55 | 9.50 | 5.73 | 281.00 | 282.05 | 285.82 |
| PZV20(M) | 382714.61 | 4986604.60 | 291.36 | 10.35 | 9.30 | 5.73 | 281.01 | 282.06 | 285.63 |
| PZV21(S) | 382473.87 | 4986747.36 | 292.88 | 9.67 | 8.94 | 5.79 | 283.21 | 283.94 | 287.09 |
| PZV21(M) | 382475.35 | 4986747.38 | 292.94 | 9.67 | 8.94 | 5.84 | 283.27 | 284.00 | 287.10 |
| PZV22(S-M) | 382882.40 | 4986588.89 | 289.86 | 10.98 | 10.04 | 7.58 | 278.88 | 279.82 | 282.28 |
| PZV23(S-M) | 382854.30 | 4986540.96 | 290.37 | 10.97 | 10.20 | 6.94 | 279.40 | 280.17 | 283.43 |
| PZV24(S-M) | 383149.47 | 4986490.30 | 284.82 | 8.81 | 8.73 | 4.98 | 276.01 | 276.09 | 279.84 |
| PZV25(S-M) | 383120.91 | 4986420.09 | 285.17 | 8.95 | 8.92 | 5.29 | 276.22 | 276.25 | 279.88 |
| PZV26(S-M) | 384064.55 | 4986518.18 | 278.35 | 10.60 | 13.35 | 6.31 | 267.75 | 265.00 | 272.04 |
| PZV27 | 382788.15 | 4987169.70 | 291.20 | 8.90 | 9.03 | 7.24 | 282.30 | 282.17 | 283.96 |
| PZV28 | 382887.36 | 4986879.89 | 288.97 | 7.29 | 7.76 | 5.59 | 281.68 | 281.21 | 283.38 |
| PZV29 | 383184.61 | 4986774.25 | 284.38 | 6.42 | 7.17 | 4.43 | 277.96 | 277.21 | 279.95 |
| PZV30 | 384252.31 | 4986945.91 | 277.16 | 8.15 | | 6.49 | 269.01 | | 270.67 |
| PZV31 | 383702.83 | 4986580.31 | 280.55 | 10.01 | 10.96 | 5.50 | 270.54 | 269.59 | 275.05 |
| PZV32(S-M) | 383691.13 | 4986388.50 | 279.53 | 9.24 | 11.00 | 4.50 | 270.29 | 268.53 | 275.03 |
| PZ1 | 381867.82 | 4986756.82 | 300.93 | 12.20 | 10.42 | 7.73 | 288.73 | 290.51 | 293.20 |
| PZ2 | 381875.71 | 4986801.12 | 300.11 | 11.79 | 10.65 | | 288.32 | 289.46 | |
| PZ3 | 381973.95 | 4986796.81 | 299.85 | 11.80 | 10.80 | 7.71 | 288.05 | 289.05 | 292.14 |
| PZ4 | 382036.61 | 4986771.18 | 299.41 | 16.80 | 16.62 | 15.25 | 282.61 | 282.79 | 284.16 |
| PZ5 | 382064.00 | 4986721.89 | 299.43 | 13.54 | 12.73 | 9.59 | 285.89 | 286.70 | 289.84 |
| PZ6 | 382028.28 | 4986688.89 | 299.86 | | 11.46 | 7.24 | | 288.40 | 292.62 |
| PZ7 | 381965.97 | 4986715.51 | 300.29 | 11.55 | 10.74 | 7.49 | 288.74 | 289.55 | 292.80 |
| PZ11(S) | 381557.86 | 4986863.29 | 300.67 | 7.09 | 6.50 | 4.30 | 293.58 | 294.17 | 296.37 |
| PZ11 (M) | 381558.27 | 4986864.38 | 300.46 | 11.13 | 10.48 | 8.44 | 289.33 | 289.98 | 292.02 |
| PZ14(S) | 381784.99 | 4986759.00 | 300.36 | 10.18 | 9.54 | 7.04 | 290.18 | 290.82 | 293.32 |
| PZ14 (M) | 381784.94 | 4986757.99 | 300.52 | 10.05 | 9.42 | 6.94 | 290.47 | 291.10 | 293.58 |

Stabilimento OMA

| Nome | X | Y | Z | Sogg. | Sogg. | Sogg. | Level | Level | Level |
|-----------|---------------|---------------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | (UTM ED50) | (UTM ED50) | (m s.l.m.) | 17/09/07 (m) | 08/01/08 (m) | 18/06/09 (m) | 17/09/07 (m s.l.m.) | 08/01/08 (m s.l.m.) | 18/06/09 (m s.l.m.) |
| PZ15(S) | 381893.21 | 4986798.48 | 299.65 | 10.37 | 10.54 | 6.53 | 289.28 | 289.11 | 293.12 |
| PZ15 (M) | 381893.18 | 4986799.40 | 299.45 | 10.17 | 10.35 | 6.43 | 289.28 | 289.10 | 293.02 |
| PZ18(S) | 381886.71 | 4986758.90 | 299.72 | 9.87 | 9.31 | 6.62 | 289.85 | 290.41 | 293.10 |
| PZ18 (M) | 381886.87 | 4986760.02 | 300.08 | 10.27 | 9.70 | | 289.81 | 290.38 | |
| PZ19(S) | 381988.95 | 4986777.19 | 298.90 | 10.24 | 9.66 | 6.36 | 288.66 | 289.24 | 292.54 |
| PZ19 (M) | 381988.51 | 4986778.04 | 298.94 | 10.47 | 9.88 | 6.95 | 288.47 | 289.06 | 291.99 |
| PZ20(S) | 381971.06 | 4986746.30 | 299.38 | 10.56 | 9.82 | 6.70 | 288.82 | 289.56 | 292.68 |
| PZ20 (M) | 381970.12 | 4986746.80 | 299.22 | 10.41 | 9.66 | 6.54 | 288.81 | 289.56 | 292.68 |
| PZ21(S) | 382082.22 | 4986748.16 | 298.23 | 10.58 | 10.08 | 6.74 | 287.65 | 288.15 | 291.49 |
| PZ21 (M) | 382081.12 | 4986748.45 | 298.33 | 10.68 | 10.19 | 6.82 | 287.65 | 288.14 | 291.51 |
| PZ22(S) | 382071.92 | 4986716.34 | 298.13 | 10.75 | 9.86 | 6.29 | 287.38 | 288.27 | 291.84 |
| PZ22 (M) | 382070.76 | 4986716.73 | 298.19 | 10.90 | 9.95 | 6.24 | 287.29 | 288.24 | 291.95 |
| PZ23(S) | 382056.95 | 4986674.97 | 298.69 | 11.51 | 10.29 | 6.18 | 287.18 | 288.40 | 292.51 |
| PZ23 (M) | 382056.10 | 4986675.52 | 298.50 | 11.30 | 10.10 | 6.02 | 287.20 | 288.40 | 292.48 |
| PZ24(S-M) | 382137.03 | 4986729.74 | 297.70 | 10.65 | 10.28 | 7.01 | 287.05 | 287.42 | 290.69 |
| PZ25(S-M) | 382148.84 | 4986537.75 | 296.56 | 13.20 | 8.40 | 4.93 | 283.36 | 288.16 | 291.63 |
| PZ26(S-M) | 382304.08 | 4986546.78 | 295.10 | 11.93 | 10.10 | 6.59 | 283.17 | 285.00 | 288.51 |
| PZ27 | 381553.99 | 4986956.69 | 291.20 | 7.42 | 6.90 | 4.69 | 283.78 | 284.30 | 286.51 |
| PZ30 | 382260.49 | 4987336.91 | 294.93 | | 8.25 | 6.53 | | 286.68 | 288.40 |
| PZ31 | 382509.77 | 4986992.93 | 292.01 | 8.51 | 7.45 | 4.43 | 283.50 | 284.56 | 287.58 |
| PZ32(S-M) | 382662.60 | 4986502.34 | 292.03 | 15.06 | 10.42 | 6.93 | 276.97 | 281.61 | 285.10 |
| PZ33(S-M) | 382520.07 | 4986337.72 | 292.71 | 11.00 | 9.77 | 7.68 | 281.71 | 282.94 | 285.03 |
| PZ34(S-M) | 383056.63 | 4986252.74 | 287.58 | 10.54 | 10.49 | 7.45 | 277.04 | 277.09 | 280.13 |
| PZ35(S-M) | 382999.77 | 4986106.60 | 287.40 | 16.32 | 23.28 | 6.33 | 271.08 | 264.12 | 281.07 |
| PZ1 | 381571.63 | 4986860.68 | 300.76 | 7.65 | 6.79 | 7.73 | 293.11 | 293.97 | 293.03 |
| PZ2 | 381560.29 | 4986860.87 | 300.97 | 7.43 | 6.57 | | 293.54 | 294.40 | |
| PZ5 | 381864.99 | 4986886.69 | 297.61 | 7.90 | 7.34 | 9.59 | 289.71 | 290.27 | 288.02 |
| PZ8 | 381621.31 | 4986884.00 | 299.69 | 7.14 | 6.70 | 4.30 | 292.55 | 292.99 | 295.39 |
| PZ9 | 381777.55 | 4986886.38 | 299.20 | 8.03 | 7.04 | 5.50 | 291.17 | 292.16 | 293.70 |
| PZ10 | 381902.27 | 4986877.67 | 297.36 | 8.10 | 7.82 | 5.05 | 289.26 | 289.54 | 292.31 |
| MW1 | 381935.69 | 4986854.11 | 297.13 | 8.80 | 8.13 | 5.17 | 288.33 | 289.00 | 291.96 |
| MW2 | 381938.93 | 4986849.19 | 297.31 | 8.95 | 8.23 | 5.29 | 288.36 | 289.08 | 292.02 |
| PZ12(S) | 381689.29 | 4986830.60 | 299.08 | 7.52 | 7.05 | 4.82 | 291.56 | 292.03 | 294.26 |
| PZ12(M) | 381688.81 | 4986829.59 | 298.80 | 7.12 | 6.73 | 4.44 | 291.68 | 292.07 | 294.36 |
| PZ13(S) | 381806.50 | 4986822.93 | 299.12 | 8.66 | 8.28 | 5.64 | 290.46 | 290.84 | 293.48 |
| PZ13(M) | 381806.34 | 4986823.91 | 298.75 | 8.24 | 7.85 | 5.21 | 290.51 | 290.90 | 293.54 |
| PZ16(S) | 381985.75 | 4986829.00 | 296.36 | 8.04 | 6.87 | 4.48 | 288.32 | 289.49 | 291.88 |
| PZ16(M) | 381984.81 | 4986829.54 | 296.10 | 8.25 | 7.09 | 5.27 | 287.85 | 289.01 | 290.83 |
| PZ17(S) | 382063.73 | 4986791.99 | 295.14 | 7.24 | 6.90 | 3.67 | 287.90 | 288.24 | 291.47 |
| PZ17(M) | 382063.71 | 4986790.96 | 295.94 | 7.50 | 8.40 | 4.02 | 288.44 | 287.54 | 291.92 |
| PZ28 | 381929.11 | 4986963.17 | 296.57 | 8.09 | 7.59 | 4.32 | 288.48 | 288.98 | 292.25 |
| PZ29 | 382132.22 | 4986878.93 | 295.81 | 8.35 | 8.05 | 5.18 | 287.46 | 287.76 | 290.63 |

Discarica OMA

Tab. 2.2: Rilievi piezometrici eseguiti sulla falda profonda nei siti Chimica Industriale, OMA, Discarica OMA e aree circostanti.

| | Nome | X | Y | Z | Sogg | Sogg | Sogg | Level | Level | Level |
|---------------------|-----------|------------|------------|------------|----------|----------|----------|------------|------------|------------|
| | | (UTM ED50) | (UTM ED50) | (m s.l.m.) | 17/09/07 | 08/01/08 | 18/06/09 | 17/09/07 | 08/01/08 | 18/06/09 |
| | | (m) | (m) | (m s.l.m.) | (m) | (m) | (m) | (m s.l.m.) | (m s.l.m.) | (m s.l.m.) |
| Chimica Industriale | PZV11(P) | 382492.32 | 4986726.12 | 293.12 | 32.31 | 33.34 | 29.64 | 260.81 | 259.78 | 263.48 |
| | PZV12(P) | 382591.25 | 4986722.87 | 292.65 | 31.94 | 33.02 | 29.20 | 260.71 | 259.63 | 263.45 |
| | PZV13(P) | 382566.76 | 4986684.30 | 292.64 | 31.94 | 38.00 | 29.16 | 260.70 | 254.64 | 263.48 |
| | PZV14(P) | 382687.49 | 4986698.43 | 291.73 | 31.17 | 32.32 | 28.30 | 260.56 | 259.41 | 263.43 |
| | PZV15(P) | 382644.59 | 4986663.31 | 291.99 | 31.36 | 32.52 | 28.56 | 260.63 | 259.47 | 263.43 |
| | PZV16(P) | 382727.85 | 4986680.67 | 291.20 | 31.75 | 31.95 | 28.80 | 259.45 | 259.25 | 262.40 |
| | PZV17(P) | 382689.65 | 4986632.82 | 291.84 | 31.29 | 32.48 | 28.34 | 260.55 | 259.36 | 263.50 |
| | PZV18(P) | 382757.27 | 4986633.54 | 290.60 | 30.19 | 31.41 | 27.17 | 260.41 | 259.19 | 263.43 |
| | PZV19(P) | 382774.98 | 4986653.03 | 290.07 | | 30.94 | 26.68 | 290.07 | | 263.39 |
| | PZV20(P) | 382714.44 | 4986605.60 | 291.48 | 30.98 | 21.16 | 27.94 | 260.50 | 270.32 | 263.54 |
| | PZV21(P) | 382474.71 | 4986747.97 | 293.21 | 32.39 | 33.42 | 30.72 | 260.82 | 259.79 | 262.49 |
| | PZV22(P) | 382881.80 | 4986588.17 | 289.92 | 29.87 | 31.14 | 26.75 | 260.05 | 258.78 | 263.17 |
| | PZV23(P) | 382853.68 | 4986539.95 | 290.54 | 29.27 | 10.44 | 7.70 | 261.27 | 280.10 | 282.84 |
| | PZV24(P) | 383148.80 | 4986488.97 | 284.60 | 24.87 | 26.42 | 21.52 | 259.73 | 258.18 | 263.08 |
| | PZV25(P) | 383120.48 | 4986418.91 | 285.14 | 25.32 | 26.68 | 19.72 | 259.82 | 258.46 | 265.42 |
| | PZV26(P) | 384064.12 | 4986517.02 | 278.08 | 19.61 | 21.6 | 15.13 | 258.47 | 256.48 | 262.95 |
| PZV32(P) | 383691.13 | 4986388.50 | 279.51 | 20.81 | 22.53 | 16.64 | 258.70 | 256.98 | 262.87 | |
| Stabilimento OMA | PZ11(P) | 381557.18 | 4986863.88 | 300.91 | 39.69 | 40.37 | 38.02 | 261.22 | 260.54 | 262.89 |
| | PZ14(P) | 381783.73 | 4986758.67 | 300.77 | 39.50 | 40.21 | 37.10 | 261.27 | 260.56 | 263.67 |
| | PZ15(P) | 381892.22 | 4986799.21 | 299.37 | 38.18 | 31.16 | 36.05 | 261.19 | 268.21 | 263.32 |
| | PZ18(P) | 381885.96 | 4986759.54 | 299.33 | 37.90 | 37.80 | 35.95 | 261.43 | 261.53 | 263.38 |
| | PZ19(P) | 381988.11 | 4986777.32 | 299.08 | 37.90 | 38.72 | 35.70 | 261.18 | 260.36 | 263.38 |
| | PZ20(P) | 381970.35 | 4986745.79 | 298.97 | 37.80 | 38.62 | 35.54 | 261.17 | 260.35 | 263.43 |
| | PZ21(P) | 382081.51 | 4986747.48 | 297.95 | 36.74 | 37.62 | 34.44 | 261.21 | 260.33 | 263.51 |
| | PZ22(P) | 382071.13 | 4986715.75 | 298.55 | 37.36 | 38.24 | 34.94 | 261.19 | 260.31 | 263.61 |
| | PZ23(P) | 382056.23 | 4986674.41 | 299.06 | 37.89 | 38.77 | 35.45 | 261.17 | 260.29 | 263.61 |
| | PZ24(P) | 382137.80 | 4986729.41 | 297.35 | 36.20 | 37.11 | 33.83 | 261.15 | 260.24 | 263.52 |
| | PZ25(P) | 382147.94 | 4986537.72 | 296.36 | 20.26 | 28.92 | 22.58 | 276.10 | 267.44 | 273.78 |
| | PZ26(P) | 382303.09 | 4986545.66 | 295.36 | 34.38 | 35.43 | 31.52 | 260.98 | 259.93 | 263.84 |
| | PZ32(P) | 382661.80 | 4986501.60 | 291.80 | 31.24 | 22.43 | 28.14 | 260.56 | 269.37 | 263.66 |
| | PZ33(P) | 382519.25 | 4986337.22 | 292.63 | 31.95 | 23.11 | 28.74 | 260.68 | 269.52 | 263.89 |
| PZ34(P) | 383056.42 | 4986251.60 | 287.98 | 28.16 | 29.54 | 24.51 | 259.82 | 258.44 | 263.47 | |
| PZ35(P) | 382999.30 | 4986105.47 | 287.73 | 28.00 | 29.37 | 24.22 | 259.73 | 258.36 | 263.51 | |
| Discarica OMA | PZ12(P) | 381689.82 | 4986830.03 | 299.15 | 37.99 | 38.70 | 36.15 | 261.16 | 260.45 | 263.00 |
| | PZ13(P) | 381805.46 | 4986823.38 | 299.02 | 37.84 | 38.60 | 35.92 | 261.18 | 260.42 | 263.10 |
| | PZ16(P) | 381984.04 | 4986827.95 | 296.03 | 34.76 | 35.02 | 33.66 | 261.27 | 261.01 | 262.37 |
| | PZ17(P) | 382064.80 | 4986791.46 | 295.37 | 34.16 | 35.63 | 31.43 | 261.21 | 259.74 | 263.94 |

2.3.3 Caratterizzazione idrodinamica

Preliminarmente all'applicazione della procedura dell'analisi di rischio sito-specifica e nell'ambito della presente progettazione preliminare, sono stati eseguiti a cura dagli scriventi degli slug-test, in corrispondenza ad alcuni dei piezometri S, M e P dei siti in oggetto, al fine di ricavare dei valori rappresentativo di conducibilità idraulica.

L'interpretazione delle prove è stata eseguita con il supporto del software Aqtesolv 4.0, adottando il metodo KGS (acronimo di Kansas Geological Survey), in grado di tener conto del parziale completamento del pozzo e del danneggiamento di permeabilità nel suo intorno ("skin effect").

In Tab. 2.3 e Tab. 2.4 si riportano i valori di conducibilità così ottenuti. Per un dettaglio si rimanda agli output del software di interpretazione, riportati in Allegato 2.

Tab. 2.3: Valori di conducibilità idraulica orizzontale ottenuti mediante l'interpretazione degli slug test eseguiti presso alcuni piezometri dei cluster dello Stabilimento Chimica Industriale.

| Piezometro | Tratto finestrato | Conducibilità (KGS) |
|------------|-------------------|---------------------|
| | (m) | (m/s) |
| PZV15(S) | 5-12 | 3.64E-04 |
| PZV15(M) | 11-24 | 1.29E-04 |
| PZV15(P) | 29-49 | 3.06E-05 |
| PZV19(S) | 5-12 | 2.28E-04 |
| PZV19(M) | 11-24 | 9.92E-05 |
| PZV19(P) | 30-50 | 2.37E-05 |
| PZV20(S) | 5-12 | 1.54E-04 |
| PZV20(M) | 11-24 | 1.11E-04 |
| PZV20(P) | 29-49 | 9.64E-05 |

Tab. 2.4: Valori di conducibilità idraulica orizzontale ottenuti mediante l'interpretazione degli slug test eseguiti presso alcuni piezometri dei cluster dello Satbilimento OMA.

| Piezometro | Tratto finestrato | Conducibilità (KGS) |
|------------|-------------------|---------------------|
| | (m) | (m/s) |
| PZ14(S) | 5-12 | 5.00E-04 |
| PZ14(M) | 11-24 | 7.43E-05 |
| PZ18(S) | 5-12 | 1.92E-03 |
| PZ18(M) | 11-24 | 2.12E-04 |
| PZ18(P) | 35-55 | 4.87E-06 |
| PZ20(S) | 5-12 | 2.37E-03 |
| PZ20(P) | 35-55 | 3.26E-05 |

In Tab. 2.5 si riporta una sintesi dei valori ottenuti: la conducibilità idraulica media del sistema idrico superficiale risulta compresa fra 1.0E-03 e 1.8E-04 m/s, quella del sistema idrico profondo fra 1.9E-05 e 5.0E-05 m/s. Pertanto, il sistema idrico superficiale risulta caratterizzato da una conducibilità mediamente superiore di circa un ordine di grandezza superiore, rispetto a quello profondo.

Tali valori risultano in accordo con il modello litostratigrafici ricostruito, infatti, con l'aumentare della profondità si riscontra una matrice fine limoso-argillosa prevalente, che riduce le caratteristiche di permeabilità dell'acquifero.

Tab. 2.5: Valori di conducibilità idraulica orizzontale ottenuti mediante l'interpretazione degli slug test eseguiti presso alcuni piezometri dei cluster.

| SITO | Falda | Kmax | Kmedia | Kmin |
|---------------------|--------------|---------|---------|---------|
| OMA | Superficiale | 2.4E-03 | 1.0E-03 | 7.4E-05 |
| OMA | Profonda | 3.3E-05 | 1.9E-05 | 4.9E-06 |
| Chimica Industriale | Superficiale | 3.6E-04 | 1.8E-04 | 9.9E-05 |
| Chimica Industriale | Profonda | 9.6E-05 | 5.0E-05 | 2.4E-05 |

2.4 Destinazione d'uso prevista da PRGC e inquadramento catastale

2.4.1 Stabilimento OMA

Dalla consultazione della cartografia allegata alla II^a Variante Generale del PRGC, il sito in esame ricade nella Classe IIb di idoneità all'utilizzazione urbanistica e nella Fascia C del PAI (approvata con D.G.R. n. 62-2471 del 27/07/2011).

Dal punto di vista urbanistico, la futura destinazione d'uso del sito è quella definita nell'ambito del Piano d'Area del Parco Fluviale del Po – Progetto Territoriale Operativo del Po – Area Stralcio Torrente Sangone, in cui per l'area della OMA (zona 25sT) è prevista la bonifica e il recupero per la creazione di attrezzature sportive da integrare ad una forte rinaturalizzazione e ad aree attrezzate per l'osservazione della natura, la fruizione didattica e la sosta (Fig. 2.7). Tale previsione urbanistica è stata così recepita dallo stesso PRGC di Rivalta T.se (Fig. 2.8).

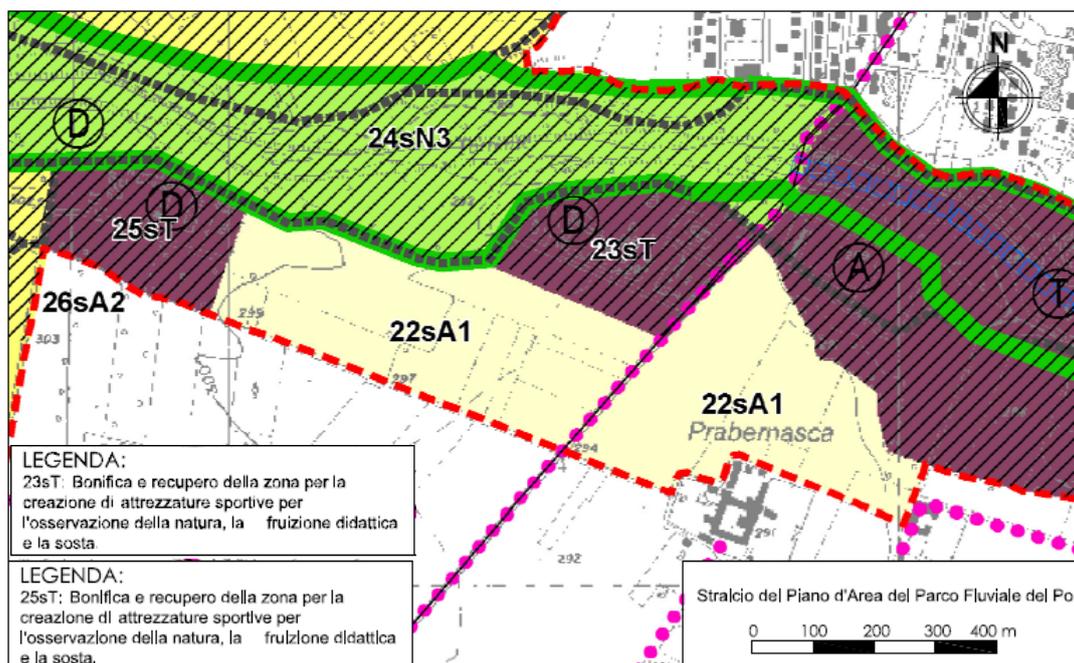


Fig. 2.7. Destinazione d'uso dei siti OMA e Chimica Industriale (Stralcio del Piano d'Area del Parco Fluviale del Po).

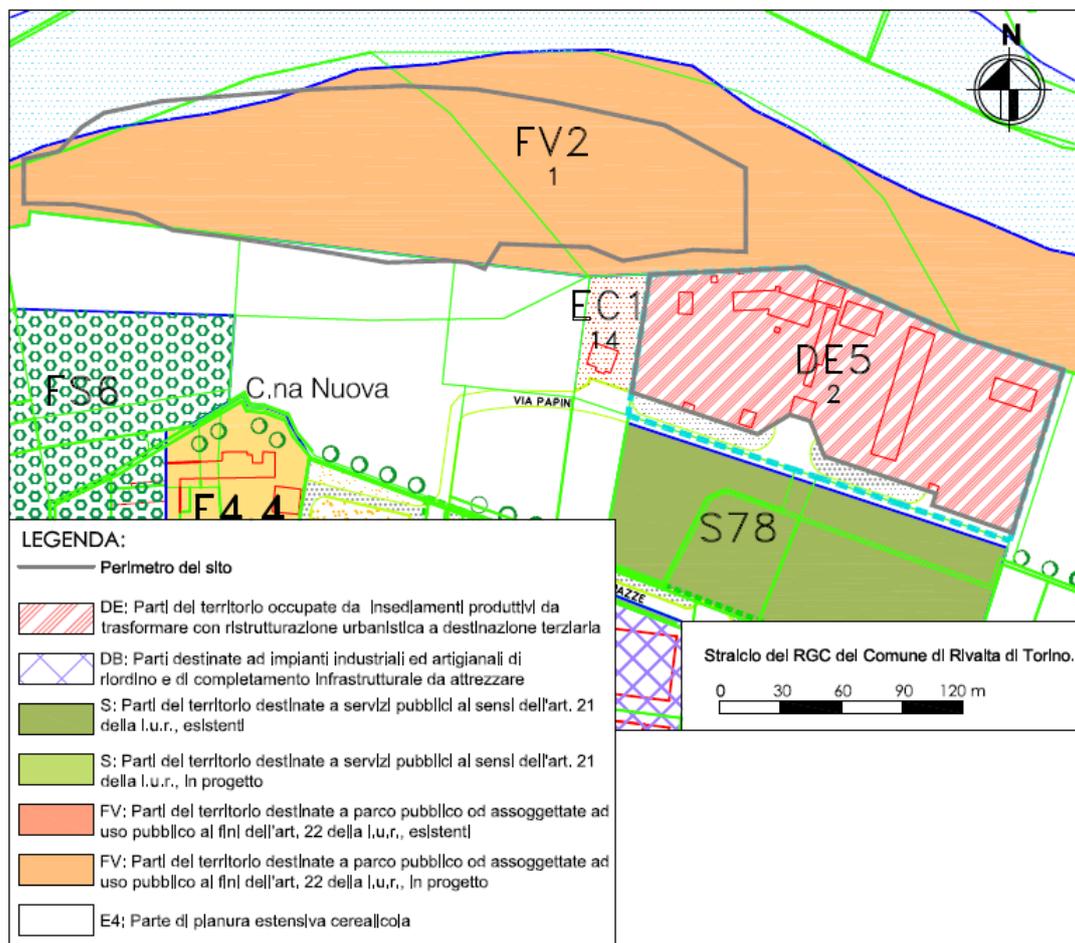


Fig. 2.8. Destinazione d'uso dei siti OMA e discarica OMA (Stralcio del PRGC del Comune di Rivalta di Torino).

2.4.2 Discarica OMA

Dalla consultazione della cartografia allegata alla II^a Variante Generale del PRGC, il sito in esame ricade nella Classe IIIa₂ di idoneità all'utilizzazione urbanistica e nella Fascia A del PAI se si considerano le perimetrazioni originali, in Fascia B se si considerano le perimetrazioni proposte nell'ambito della revisione del PRGC (approvata con DGR n. 62 del 27/07/119).

Dal punto di vista urbanistico, la futura destinazione d'uso del sito è quella definita

nell'ambito del Piano d'Area del Parco Fluviale del Po – Progetto Territoriale Operativo del Po – Area Stralcio Torrente Sangone, in cui l'area della discarica OMA (zona 24sN3) ricade nella fascia di pertinenza fluviale e in zone di interesse naturalistico (Fig. 2.7). Tale area nel PRGC di Rivalta T.se ricade in un territorio destinato a parco pubblico (Fig. 2.8).

2.4.3 Stabilimento Chimica Industriale

Dalla consultazione della cartografia allegata alla II^ Variante Generale del PRGC, il sito in esame ricade nella Classe IIb di idoneità all'utilizzazione urbanistica e nella Fascia C del PAI (approvata con D.G.R. n. 62-2471 del 27/07/2011).

Dal punto di vista urbanistico, la futura destinazione d'uso del sito è quella definita nell'ambito del Piano d'Area del Parco Fluviale del Po – Progetto Territoriale Operativo del Po – Area Stralcio Torrente Sangone, in cui per l'area della Chimica Industriale (zona 23sT) è prevista la bonifica e il recupero per la creazione di attrezzature sportive da integrare ad una forte rinaturalizzazione e ad aree attrezzate per l'osservazione della natura, la fruizione didattica e la sosta (Fig. 2.7). Tale previsione urbanistica è stata così recepita dallo stesso PRGC di Rivalta T.se (Fig. 2.9).

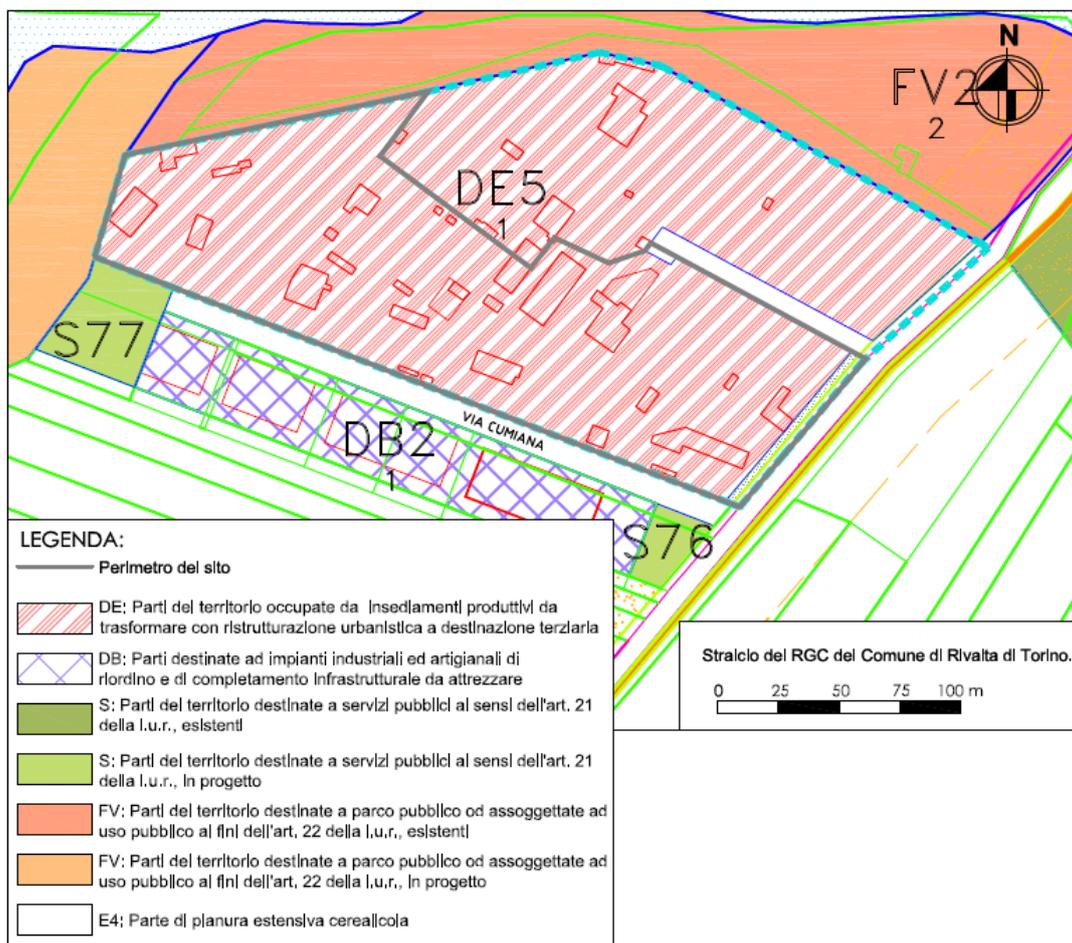


Fig. 2.9. Destinazione d'uso del sito Chimica Industriale (Stralcio del PRGC del Comune di Rivalta di Torino).

3. RISULTATI DELLA CARATTERIZZAZIONE

3.1 Stabilimento e Discarica OMA

3.1.1 Rifiuti e sorgenti primarie di contaminazione

La principale sorgente primaria di contaminazione è rappresentata dai rifiuti della discarica OMA, prevalentemente costituiti da melme acide in purezza o frammiste a terreno grossolano di riporto. Allo stato attuale, grazie all'esecuzione dei primi interventi di bonifica, le melme acide in purezza presenti nella Zona B della discarica sono state completamente rimosse [9].

L'esecuzione delle indagini di caratterizzazione ha consentito di delimitare con buona precisione l'estensione laterale della discarica e la profondità raggiunta dallo strato di rifiuti, il cui valore massimo è di circa 8 m. In considerazione dei valori di soggiacenza riscontrati (compresi tra 6.5 m e 8.0 m da p.c.) e delle fluttuazioni piezometriche stagionali, parte della discarica risulta periodicamente sommersa dalla falda.

Costituiscono una sorgente primaria di contaminazione anche gli idrocarburi in fase libera surnatante riscontrati nella fascia di terreno a Nord dello stabilimento OMA e compresa fra lo stabilimento stesso e il T. Sangone, e in una porzione ridotta dello stabilimento. Le videoispezioni eseguite hanno consentito di individuare la presenza di prodotto oleoso in ingresso dalle finestre dei piezometri tra 6 e 17 m di profondità dal piano campagna, quindi anche ben al di sotto della tavola d'acqua. Sono attualmente in corso attività di messa in sicurezza del surnatante ([10]), che prevedono l'esecuzione di n. 11 nuovi piezometri per l'estrazione della fase libera. L'ubicazione degli stessi è stata effettuata a seguito di un'indagine geofisica, che ha permesso di evidenziare la presenza di un "pennacchio" di contaminazione di circa 2'300 mq, posto a profondità compresa tra 5 e 7 m da p.c. (fascia di oscillazione della superficie piezometrica). Nella zona di origine del pennacchio (posta al confine con la recinzione dello stabilimento OMA), la stessa indagine geofisica ha evidenziato la presenza di una presunta struttura interrata in calcestruzzo e/o

terreni fortemente contaminati. Tale ipotesi è stata confermata attraverso un saggio geognostico recentemente realizzato.

Infine, grazie agli interventi di messa in sicurezza di emergenza realizzati nel 2004-2006, tutte le sorgenti primarie di contaminazione note all'interno dello stabilimento OMA sono state rimosse o bonificate.

3.1.2 Gas interstiziali

Nell'area dello stabilimento OMA è stato eseguito un rilievo dei gas interstiziali su n. 70 postazioni di campionamento.

Il rilievo ha evidenziato la presenza diffusa nel sottosuolo di tutto lo stabilimento di vapori di idrocarburi aromatici ed alifatici alogenati, con una serie di hot spot evidenziati nella porzione ovest dello stabilimento, nei pressi della vasca calce esausta, dell'inceneritore e tra le isole serbatoi IS1 e IS2 (Tav. 3.1).

3.1.3 Suolo e sottosuolo

Nell'area dello stabilimento OMA sono stati eseguiti n. 60 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, spinti fino alla profondità di 7 m dal piano campagna, da ciascuno dei quali sono stati prelevati n. 3 campioni a diversa profondità, per un totale di 180 campioni di terreno. Ulteriori 45 campioni di terreno, a 5 diverse profondità, sono stati prelevati in 9 sondaggi completati a piezometro.

Nell'area della discarica OMA sono stati eseguiti n. 46 sondaggi geognostici a carotaggio continuo e di profondità variabile, compresa fra 8 e 24 m dal piano campagna. Sulle melme in purezza della Zona B sono stati eseguiti ulteriori n. 3 saggi esplorativi con escavatore. Dai sondaggi eseguiti è stato prelevato un totale di n. 84 campioni di terreno/rifiuto da sottoporre ad analisi sul tal quale, oltre a n. 20 campioni per l'esecuzione di test di cessione e/o caratterizzazione per un'eventuale termodistruzione. Ulteriori 28 campioni di terreno, a

4 diverse profondità, sono stati prelevati in 7 sondaggi completati a piezometro.

I campioni analizzati presentano frequenti e notevoli superamenti delle concentrazioni soglia di contaminazione (CSC) fissate dal D.Lgs. 152/06 per terreni ad uso verde e residenziale: particolarmente rilevante è il numero sia di parametri che di punti di indagine per i quali è riscontrabile almeno un superamento.

In Tab. 3.1 e Tab. 3.2 sono elencati i contaminanti che, per suolo superficiale e profondo, presentano almeno un superamento delle CSC: per ciascuno è indicato il numero dei superamenti riscontrati, la concentrazione massima (C_{max}) rilevata e, infine, il rapporto C_{max}/CSC . In assenza di valori limite di riferimento, sono state adottate le CSC indicate dall'Istituto Superiore della Sanità, con Parere del luglio 2002 e successivi. Per **romo**, **nicel** e **cobalto**, caratterizzati da un fondo naturale superiore alle CSC, si è fatto riferimento allo stesso valore di fondo. In base a tali informazioni, è possibile avere una valutazione generale dell'entità del fenomeno di contaminazione.

Le maggiori criticità, sia per il suolo superficiale che per quello profondo, anche se in forma più attenuata, sono rappresentate dagli Idrocarburi pesanti e leggeri, dai PCB, dagli Idrocarburi aromatici (Xileni) e dai Fenoli non clorurati (Metilfenolo (o-, m-, p-) e Fenolo). I suddetti parametri si caratterizzano sia per l'ampia diffusione, sia per le elevate concentrazioni, come evidenziato dal rapporto C_{max}/CSC .

Le distribuzioni di concentrazione dei principali contaminanti (vedasi Tavv. 3.2÷3.6), evidenziano in particolare una contaminazione da idrocarburi pesanti $C>12$ distribuita pressoché sull'intero sito, con i massimi di concentrazione nello Stabilimento OMA, soprattutto nei pressi dell'impianto filtrazione, delle isole serbatoi IS1, IS2 e IS6, e della vasca calce esausta.

Particolarmente diffusi risultano anche i PCB, con i massimi di concentrazione raggiunti nell'area SIF dello stabilimento OMA, nella fascia di terreno tra lo stabilimento e il T. Sangone e presso le isole serbatoi IS6, IS8 e IS9.

Tab. 3.1. Stabilimento e Discarica OMA - Contaminanti presenti nel suolo superficiale.

| PARAMETRO | CSC Col. A D.Lgs. 152/06 (mg/kg) | n. superi su n. 125 punti campionati | Cmax (mg/kg) | Cmax/CSC |
|------------------------------|--|--|-----------------|----------|
| COMPOSTI INORGANICI | | | | |
| Antimonio (come Sb) | 10 | 1 | 17.7 | 1.8 |
| Cadmio (come Cd) | 2 | 4 | 7.60 | 3.8 |
| Cobalto (come Co) | 36** | 14 | 207 | 5.8 |
| Cromo totale (come Cr) | 524** | 2 | 1008 | 1.9 |
| Mercurio (come Hg) | 1 | 3 | 2.60 | 2.6 |
| Nichel (come Ni) | 467** | 5 | 930 | 2.0 |
| Piombo (come Pb) | 100 | 25 | 10000 | 100 |
| Rame (come Cu) | 120 | 7 | 690 | 5.8 |
| Zinco (come Zn) | 150 | 22 | 3400 | 22.7 |
| IDROCARBURI | | | | |
| Idrocarburi Pesanti C > 12 | 50 | 90 | 480000 | 9600 |
| Idrocarburi Leggeri C < 12 | 10 | 33 | 1404 | 140.4 |
| PCDD-PCDF | 10 | 23 | 379 | 37.9 |
| PCB TOTALI | 0.06 | 74 | 43.3 | 721.7 |
| AROMATICI POLICICLICI | | | | |
| Benzo (a) Antracene | 0.5 | 14 | 2.90 | 5.8 |
| Benzo (a) Pirene | 0.1 | 14 | 2.00 | 20.0 |
| Benzo (b) Fluorantene | 0.5 | 18 | 8.70 | 17.4 |
| Benzo (k) Fluorantene | 0.5 | 12 | 7.80 | 15.6 |
| Benzo (j) Fluorantene | 0.5* | 3 | 2.26 | 4.5 |
| Benzo (g,h,i) Perilene | 0.1 | 15 | 3.30 | 33.0 |
| Crisene | 5 | 11 | 21.7 | 4.3 |
| Dibenzo (a,l) Pirene | 0.1 | 1 | 0.12 | 1.2 |
| Dibenzo (a,h) Antracene | 0.1 | 1 | 1.50 | 15.0 |
| Indeno (1,2,3-c,d) Pirene | 0.1 | 7 | 1.90 | 19.0 |
| Pirene | 5 | 3 | 8.90 | 1.8 |
| Naftalene | 5* | 5 | 16.0 | 3.2 |
| Fenantrene | 5* | 15 | 44.8 | 9.0 |
| Fluorantene | 5* | 5 | 9.90 | 2.0 |
| AROMATICI | | | | |
| Benzene | 0.1 | 8 | 1.40 | 14.0 |
| Etilbenzene | 0.5 | 18 | 95.4 | 191 |
| Stirene | 0.5 | 1 | 13.4 | 26.8 |
| Toluene | 0.5 | 19 | 413 | 826 |

... continua Tab. 3.1.

| PARAMETRO | CSC Col. A D.Lgs. 152/06 (mg/kg) | n. superi su n. 125 punti campionati | Cmax (mg/kg) | Cmax/CSC |
|--|--|--|-----------------|----------|
| Xileni | 0.5 | 26 | 270 | 540 |
| iso-Propil Benzene (Cumene) | 0.5* | 13 | 197 | 394 |
| 1,2,4-Trimetil Benzene | 50* | 5 | 129 | 2.6 |
| ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI | | | | |
| Clorometano | 0.1 | 4 | 4.20 | 42.0 |
| Diclorometano | 0.1 | 8 | 3.40 | 34.0 |
| Triclorometano | 0.1 | 1 | 0.50 | 5.0 |
| 1,2-Dicloroetano | 0.2 | 1 | 1.10 | 5.5 |
| 1,2-Dicloropropano | 0.3 | 3 | 2.20 | 7.3 |
| 1,1,2-Tricloroetano | 0.5 | 1 | 1.00 | 2.0 |
| Tricloroetilene | 1 | 8 | 34.2 | 34.2 |
| Tetracloroetilene | 0.5 | 7 | 4.90 | 9.8 |
| ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI | | | | |
| 1,2-Dicloroetilene | 0.3 | 4 | 3.80 | 12.7 |
| 1,1,1-Tricloroetano | 0.5 | 5 | 0.90 | 1.8 |
| NITROBENZENI | | | | |
| 1,3-Dinitrobenzene | 0.1 | 2 | 0.15 | 1.5 |
| 3,4-Dicloronitrobenzene | 0.1* | 2 | 0.30 | 3.0 |
| CLOROBENZENI | | | | |
| Clorobenzene | 0.5 | 1 | 17.4 | 34.8 |
| 1,2-Diclorobenzene | 1 | 2 | 3.60 | 3.6 |
| 1,4-Diclorobenzene | 0.1 | 1 | 0.40 | 4.0 |
| 1,2,4-Triclorobenzene | 1 | 1 | 2.10 | 2.1 |
| FENOLI NON CLORURATI | | | | |
| Metilfenolo (o-, m-, p-) | 0.1 | 20 | 39.3 | 393 |
| Fenolo | 1 | 16 | 76.0 | 76.0 |
| FENOLI CLORURATI | | | | |
| 2,4,6-Triclorofenolo | 0.01 | 1 | 0.03 | 3.0 |
| Pentaclorofenolo | 0.01 | 7 | 1.00 | 100 |
| AMMINE AROMATICHE | | | | |
| Anilina | 0.05 | 1 | 0.21 | 4.2 |
| Difenilammina | 0.1 | 1 | 0.20 | 2.0 |

Note:

* Parere dell'Istituto Superiore di Sanità, luglio 2002 e successivi.

** Valori stimati del fondo naturale.

Tab. 3.2. Stabilimento e Discarica OMA - Contaminanti presenti nel suolo profondo.

| PARAMETRO | CSC Col. A D.Lgs. 152/06 (mg/kg) | n. superi su n. 117 punti campionati | Cmax (mg/kg) | Cmax/CSC |
|------------------------------|--|--|-----------------|----------|
| COMPOSTI INORGANICI | | | | |
| Fluoruri (come F-) | 100 | 1 | 103 | 1.0 |
| Antimonio (come Sb) | 10 | 1 | 40.0 | 4.0 |
| Cadmio (come Cd) | 2 | 5 | 7.60 | 3.8 |
| Cobalto (come Co) | 36** | 13 | 170 | 4.7 |
| Cromo totale (come Cr) | 524** | 10 | 1008 | 1.9 |
| Mercurio (come Hg) | 1 | 4 | 2.10 | 2.1 |
| Nichel (come Ni) | 467** | 11 | 900 | 1.9 |
| Piombo (come Pb) | 100 | 23 | 10000 | 100 |
| Rame (come Cu) | 120 | 9 | 690 | 5.8 |
| Zinco (come Zn) | 150 | 22 | 3400 | 22.7 |
| IDROCARBURI | | | | |
| Idrocarburi Pesanti C > 12 | 50 | 80 | 480000 | 9600 |
| Idrocarburi Leggeri C < 12 | 10 | 31 | 1404 | 140.4 |
| PCDD-PCDF | 10 | 4 | 379 | 37.9 |
| PCB TOTALI | 0.06 | 66 | 43.3 | 721.7 |
| AROMATICI POLICICLICI | | | | |
| Benzo (a) Antracene | 0.5 | 14 | 2.90 | 5.8 |
| Benzo (a) Pirene | 0.1 | 12 | 2.00 | 20.0 |
| Benzo (b) Fluorantene | 0.5 | 17 | 8.70 | 17.4 |
| Benzo (k) Fluorantene | 0.5 | 12 | 7.80 | 15.6 |
| Benzo (j) Fluorantene | 0.5* | 3 | 2.26 | 4.5 |
| Benzo (g,h,i) Perilene | 0.1 | 13 | 3.30 | 33.0 |
| Crisene | 5 | 12 | 21.7 | 4.3 |
| Dibenzo (a,h) Antracene | 0.1 | 1 | 1.50 | 15.0 |
| Indeno (1,2,3-c,d) Pirene | 0.1 | 4 | 1.90 | 19.0 |
| Pirene | 5 | 3 | 8.90 | 1.8 |
| Naftalene | 5* | 5 | 16.0 | 3.2 |
| Fenantrene | 5* | 16 | 44.8 | 9.0 |
| Fluorantene | 5* | 6 | 9.90 | 2.0 |

... continua Tab. 3.2.

| PARAMETRO | CSC Col. A D.Lgs. 152/06 (mg/kg) | n. superi su n. 117 punti campionati | Cmax (mg/kg) | Cmax/CSC |
|--|--|--|-----------------|----------|
| AROMATICI | | | | |
| Benzene | 0.1 | 8 | 1.40 | 14.0 |
| Etilbenzene | 0.5 | 19 | 95.4 | 191 |
| Toluene | 0.5 | 19 | 413 | 826 |
| Xileni | 0.5 | 27 | 270 | 540 |
| iso-Propil Benzene (Cumene) | 0.5* | 12 | 197 | 394 |
| 1,2,4-Trimetil Benzene | 50* | 4 | 86.4 | 1.7 |
| ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI | | | | |
| Clorometano | 0.1 | 4 | 4.20 | 42.0 |
| Diclorometano | 0.1 | 3 | 2.80 | 28.0 |
| Triclorometano | 0.1 | 1 | 0.50 | 5.0 |
| 1,2-Dicloroetano | 0.2 | 1 | 1.10 | 5.5 |
| 1,2-Dicloropropano | 0.3 | 4 | 2.20 | 7.3 |
| Tricloroetilene | 1 | 8 | 34.2 | 34.2 |
| Tetracloroetilene | 0.5 | 5 | 4.90 | 9.8 |
| ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI | | | | |
| 1,2-Dicloroetilene | 0.3 | 3 | 3.80 | 12.7 |
| 1,1,1-Tricloroetano | 0.5 | 6 | 1.40 | 2.8 |
| NITROBENZENI | | | | |
| 1,3-Dinitrobenzene | 0.1 | 2 | 0.15 | 1.5 |
| 3,4-Dicloronitrobenzene | 0.1* | 2 | 0.30 | 3.0 |
| CLOROBENZENI | | | | |
| Clorobenzene | 0.5 | 1 | 0.90 | 1.8 |
| 1,2-Diclorobenzene | 1 | 2 | 3.60 | 3.6 |
| 1,4-Diclorobenzene | 0.1 | 1 | 0.40 | 4.0 |
| 1,2,4-Triclorobenzene | 1 | 1 | 2.10 | 2.1 |
| FENOLI NON CLORURATI | | | | |
| Metilfenolo (o-, m-, p-) | 0.1 | 20 | 39.3 | 393 |
| Fenolo | 1 | 18 | 76.0 | 76.0 |
| FENOLI CLORURATI | | | | |
| 2,4,6-Triclorofenolo | 0.01 | 1 | 0.03 | 3.0 |
| Pentaclorofenolo | 0.01 | 6 | 0.62 | 62.0 |

3.1.4 Acque sotterranee

All'interno e nelle immediate vicinanze dello stabilimento OMA sono stati eseguiti n. 9 cluster di piezometri a tre profondità, ovvero spinti fino a 50 m (profondo), 24 m (medio) e 12 m (superficiale) dal piano campagna. A valle e lungo la direzione di deflusso della falda sono stati realizzati n. 7 cluster di piezometri a due profondità, ovvero spinti fino a 50 m (profondo) e 24 m (medio) dal piano campagna. Infine, sempre in aree esterne sono stati eseguiti n. 3 piezometri profondi 15 m dal p.c.

All'interno e nelle immediate vicinanze della discarica OMA sono stati eseguiti n. 4 cluster di piezometri a tre profondità, ovvero spinti fino a 50 m (profondo), 24 m (medio) e 12 m (superficiale) dal piano campagna. Sul lato settentrionale della discarica sono stati eseguiti n. 3 piezometri profondi 24 m dal p.c. Infine, in aree esterne sono stati realizzati n. 2 piezometri fino a 15 m dal p.c.

Sui piezometri realizzati nei due siti sono state condotte due campagne di monitoraggio, con prelievo e analisi di n. 81 campioni di acque sotterranee nella prima campagna (20 campionamenti statici e 61 campionamenti dinamici), e n. 73 campioni nella seconda campagna (tutti in condizioni dinamiche).

Anche nel caso delle acque sotterranee è rilevante il numero sia di parametri che di punti di monitoraggio per i quali è riscontrabile almeno un superamento. In Tab. 3.3 e in Tab. 3.4 sono elencati i contaminanti che, nelle due campagne di monitoraggio, hanno dato almeno un superamento delle CSC o dei valori limite proposti dall'ISS.

Il fenomeno di contaminazione più significativo, sia per la falda superficiale che per quella profonda, anche se per quest'ultima in misura sensibilmente inferiore, è dato da Idrocarburi totali e PCB. Grazie alla scarsa mobilità dei contaminanti presenti, l'estensione del plume a valle del sito risulta tuttavia piuttosto limitata. (vedasi Tavv. 3.13÷3.20). Particolarmente diffusi, almeno nella falda superficiale, sono anche Manganese e Nichel: tuttavia, l'inquinamento da queste sostanze può essere considerato un fenomeno di contaminazione secondaria, destinato ad esaurirsi una volta rimossi i contaminanti organici.

Tab. 3.3. Stabilimento e Discarica OMA – Contaminanti presenti in falda superficiale.

| PARAMETRI | CSC D.Lgs. 152/06 (ug/l) | n. superi su n. 40 punti campionati | Cmax (ug/l) | Cmax/CSC |
|---|--------------------------------|---|----------------|----------|
| COMPOSTI INORGANICI | | | | |
| Alluminio (come Al) | 200 | 1 | 790 | 4.0 |
| Arsenico (come As) | 10 | 5 | 23.0 | 2.3 |
| Ferro (come Fe) | 200 | 5 | 2100 | 10.5 |
| Manganese (come Mn) | 50 | 13 | 3900 | 78.0 |
| Nichel (come Ni) | 20 | 15 | 210 | 10.5 |
| Cromo totale (come Cr) | 50 | | | |
| Cromo esavalente (come Cr) | 5 | 1 | 6.00 | 1.2 |
| Azoto ammoniacale (come NH ₄) | 0.5* | 8 | 4.00 | 8.0 |
| Idrocarburi totali (come n-esano) | 350 | 10 | 8400000 | 24000 |
| Policlorobifenili | 0.01 | 21 | 63.7 | 6370 |
| PCDD/PCDF | 0.004 | 1 | 0.01 | 2.2 |
| AROMATICI | | | | |
| Benzene | 1 | 4 | 9.00 | 9.0 |
| Toluene | 15 | 2 | 18.0 | 1.2 |
| Xileni | 10 | 2 | 116 | 11.6 |
| 1,2,4-Trimetil Benzene | 10* | 2 | 75.0 | 7.5 |
| 1,3,5-Trimetil Benzene | 10* | 2 | 56.0 | 5.6 |
| ALIFATICI CLORURATI | | | | |
| Dicloro Metano | 0.15* | 40 | 5.40 | 36.0 |
| Cloroformio | 0.15 | 2 | 0.90 | 6.0 |
| Cloruro di Vinile | 0.5 | 1 | 1.00 | 2.0 |
| 1,1-Dicloro Etilene | 0.05 | 1 | 0.33 | 6.6 |
| 1,2-Dicloro Propano | 0.15 | 13 | 6.10 | 40.7 |
| 1,2,3-Tricloro Propano | 0.001 | 15 | 0.03 | 34.0 |
| Tetracloro Etilene | 1.1 | 7 | 5.60 | 5.1 |
| 1,1,1,2-Tetracloro Etano | 0.05* | 38 | 0.10 | 2.0 |
| AROMATICI POLICICLICI | | | | |
| Benzo (a) Antracene | 0.1 | 4 | 1.60 | 16.0 |
| Benzo (a) pirene | 0.01 | 5 | 0.30 | 30.0 |
| Benzo (b) fluorantene | 0.1 | 4 | 0.50 | 5.0 |
| Benzo (k) fluorantene | 0.05 | 1 | 0.06 | 1.2 |
| Benzo (ghi) perilene | 0.01 | 6 | 0.40 | 40.0 |
| Indeno (1,2,3-cd) pirene | 0.1 | 1 | 0.14 | 1.4 |
| Naftalene | 5* | 3 | 71.0 | 14.2 |
| Acenaftene | 5* | 1 | 7.50 | 1.5 |
| Fluorene | 5* | 3 | 34.7 | 6.9 |
| Fenantrene | 5* | 3 | 84.1 | 16.8 |
| Antracene | 5* | 1 | 7.10 | 1.4 |
| Fluorantene | 5* | 1 | 10.7 | 2.1 |

... continua Tab. 3.3.

| PARAMETRI | CSC D.Lgs. 152/06 (ug/l) | n. superi su n. 40 punti campionati | Cmax (ug/l) | Cmax/CSC |
|---------------------|--------------------------------|---|----------------|----------|
| CLOROBENZENI | | | | |
| 1,4-Diclorobenzene | 0.5 | 6 | 4.20 | 8.4 |
| Esaclorobenzene | 0.01 | 2 | 3.80 | 2.1 |

Note:

* Parere dell'Istituto Superiore di Sanità, luglio 2002 e successivi.

Tab. 3.4. Stabilimento e Discarica OMA – Contaminanti presenti in falda profonda.

| PARAMETRI | CSC D.Lgs. 152/06 (ug/l) | n. superi su n. 20 punti campionati | Cmax (ug/l) | Cmax/CSC |
|---|--------------------------------|---|----------------|----------|
| COMPOSTI INORGANICI | | | | |
| Alluminio (come Al) | 200 | | | |
| Arsenico (come As) | 10 | | | |
| Ferro (come Fe) | 200 | 1 | 1000 | 5.0 |
| Manganese (come Mn) | 50 | 3 | 3700 | 74.0 |
| Nichel (come Ni) | 20 | 3 | 37.0 | 1.9 |
| Cromo totale (come Cr) | 50 | 1 | 52.0 | 1.0 |
| Cromo esavalente (come Cr) | 5 | 1 | 61.0 | 12.2 |
| Azoto ammoniacale (come NH ₄) | 0.5* | 2 | 1.00 | 2.0 |
| Idrocarburi totali (come n-esano) | 350 | 2 | 5780 | 16.5 |
| Policlorobifenili | 0.01 | 7 | 1.49 | 149 |
| PCDD/PCDF | 0.004 | | | |
| AROMATICI | | | | |
| Benzene | 1 | | | |
| Toluene | 15 | | | |
| Xileni | 10 | | | |
| 1,2,4-Trimetil Benzene | 10* | | | |
| 1,3,5-Trimetil Benzene | 10* | | | |
| ALIFATICI CLORURATI | | | | |
| Dicloro Metano | 0.15* | 20 | 5.80 | 38.7 |
| Cloroformio | 0.15 | 2 | 0.20 | 1.3 |
| Cloruro di Vinile | 0.5 | | | |
| 1,1-Dicloro Etilene | 0.05 | 1 | 0.06 | 1.2 |
| 1,2-Dicloro Propano | 0.15 | 12 | 3.60 | 24.0 |
| 1,2,3-Tricloro Propano | 0.001 | 9 | 0.04 | 35.0 |
| Tetracloro Etilene | 1.1 | 7 | 2.10 | 1.9 |
| 1,1,1,2-Tetracloro Etano | 0.05* | 20 | 0.10 | 2.0 |

... continua Tab. 3.4.

| PARAMETRI | CSC D.Lgs. 152/06 (ug/l) | n. superi su n. 20 punti campionati | Cmax (ug/l) | Cmax/CSC |
|------------------------------|--------------------------------|---|----------------|----------|
| AROMATICI POLICICLICI | | | | |
| Benzo (a) Antracene | 0.1 | | | |
| Benzo (a) pirene | 0.01 | 1 | 0.03 | 3.0 |
| Benzo (b) fluorantene | 0.1 | | | |
| Benzo (k) fluorantene | 0.05 | | | |
| Benzo (ghi) perilene | 0.01 | 1 | 0.05 | 5.0 |
| Indeno (1,2,3-cd) pirene | 0.1 | | | |
| Naftalene | 5* | | | |
| Acenaftene | 5* | | | |
| Fluorene | 5* | | | |
| Fenantrene | 5* | | | |
| Antracene | 5* | | | |
| Fluorantene | 5* | | | |
| CLOROBENZENI | | | | |
| 1,4-Diclorobenzene | 0.5 | 1 | 1.2 | 2.4 |
| Esaclorobenzene | 0.01 | | | |
| ALTRI VOC | | | | |
| Metil ter-Butil Etere | 40* | 1 | 52 | 5.2 |

Note:

* Parere dell'Istituto Superiore di Sanità, luglio 2002 e successivi.

3.2 Stabilimento Chimica Industriale

3.2.1 Rifiuti e sorgenti primarie di contaminazione

Allo stato attuale, grazie agli interventi di messa in sicurezza di emergenza realizzati nel 2004-2006, tutte le sorgenti primarie di contaminazione note all'interno dello stabilimento Chimica Industriale sono state rimosse o bonificate.

L'unica sorgente primaria di contaminazione ancora attiva è rappresentata dagli idrocarburi in fase libera surnatante riscontrati in un'area di estensione limitata nel settore Nord-Est dello stabilimento (circa 1'000 mq). A seguito delle risultanze dell'applicazione della

procedura di analisi di rischio sanitario-ambientale ([7]), su incarico del Curatore Fallimentare del sito, sono stati eseguiti interventi periodici di recupero e smaltimento del surnatante, effettuati attraverso oil-skimmer passivi. Nell'ambito di tali attività, inoltre, sono stati realizzati n. 3 nuovi piezometri per meglio delimitare l'area interessata dalla fase libera ed è stata eseguita una videoispezione che ha consentito di individuare la presenza di prodotto oleoso in ingresso dalle finestre dei piezometri tra 6 e 19 m di profondità dal piano campagna, quindi anche ben al di sotto della tavola d'acqua.

3.2.2 Gas interstiziali

Nell'area dello stabilimento Chimica Industriale è stato eseguito un rilievo dei gas interstiziali su n. 80 postazioni di campionamento.

Il rilievo ha evidenziato la presenza diffusa nel sottosuolo di tutto lo stabilimento di vapori di idrocarburi aromatici e alifatici alogenati, con due hot spot evidenziati nella porzione centrale dello stabilimento, nei pressi degli impianti di distillazione e di decantazione/filtrazione (Tav. 3.7).

3.2.3 Suolo e sottosuolo

All'interno dello stabilimento Chimica Industriale sono stati eseguiti n. 60 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, spinti fino alla profondità di 5 m dal piano campagna, da ciascuno dei quali sono stati prelevati n. 3 campioni a diversa profondità, per un totale di 180 campioni di terreno. Ulteriori 55 campioni di terreno, a 5 diverse profondità, sono stati prelevati in 11 sondaggi completati a piezometro.

I campioni analizzati presentano frequenti e notevoli superamenti delle concentrazioni soglia di contaminazione (CSC) fissate dal D.Lgs. 152/06 per terreni ad uso verde e residenziale: particolarmente rilevante è il numero sia di parametri che di punti di indagine per i quali è riscontrabile almeno un superamento.

In Tab. 3.5 e in Tab. 3.6 sono elencati i contaminanti che, per suolo superficiale e profondo, presentano almeno un superamento delle CSC, dei valori limite proposti dall'ISS o del fondo naturale. In base a tali informazioni, è possibile avere una valutazione generale dell'entità del fenomeno di contaminazione.

Le maggiori criticità, sia per il suolo superficiale che per quello profondo, anche se in forma più attenuata, sono rappresentate dagli Idrocarburi pesanti e leggeri, dai PCB, dagli Idrocarburi aromatici (Xileni e Toluene) e dagli Idrocarburi alifatici clorurati (Tetracloroetilene e 1,2-Dicloropropano). I suddetti parametri si caratterizzano sia per l'ampia diffusione, sia per le elevate concentrazioni, come evidenziato dal rapporto C_{max}/CSC .

Le distribuzioni di concentrazione dei principali contaminanti (Tavv. 3.8÷3.12), evidenziano una contaminazione da idrocarburi pesanti $C>12$ e PCB distribuita pressoché sull'intero sito. I massimi di concentrazione sono raggiunti nella porzione Nord-Ovest dello stabilimento (impianto di termodistruzione, area di stoccaggio ZS6 e isole serbatoi IS9, IS11 e IS20), nella parte centrale (aree di stoccaggio ZS2, ZS4 e ZS5) e nella porzione Sud-Ovest (impianto di distillazione, impianto di decantazione e filtrazione, area di stoccaggio ZS1, isole serbatoi IS3, IS4, IS5, IS6, IS7 e IS12 e serbatoi interrati I2; I3 e I4). La contaminazione da idrocarburi aromatici e idrocarburi alifatici clorurati è invece concentrata nei settori Nord-Ovest e Sud-Ovest del sito.

Superamenti delle CSC sono stati riscontrati anche in alcuni sondaggi ubicati all'esterno del perimetro, oltre il confine Nord dello stabilimento.

Tab. 3.5. Chimica Industriale - Contaminanti presenti nel suolo superficiale.

| PARAMETRO | CSC Col. A D.Lgs. 152/06 (mg/kg) | n. superi su n. 71 punti campionati | Cmax (mg/kg) | Cmax/CSC |
|--|--|---|-----------------|----------|
| COMPOSTI INORGANICI | | | | |
| Fluoruri (come F-) | 100 | 1 | 110.00 | 1.1 |
| Antimonio (come Sb) | 10 | 1 | 34.80 | 3.5 |
| Arsenico (come As) | 20 | 1 | 139.00 | 7.0 |
| Cadmio (come Cd) | 2 | 5 | 21.60 | 10.8 |
| Cobalto (come Co) | 36** | 4 | 58.00 | 1.6 |
| Cromo totale (come Cr) | 524** | 2 | 757.00 | 1.4 |
| Cromo esavalente (come Cr) | 2 | 1 | 108.00 | 54.0 |
| Mercurio (come Hg) | 1 | 1 | 14.70 | 14.7 |
| Nichel (come Ni) | 467** | 1 | 470.00 | 1.0 |
| Piombo (come Pb) | 100 | 3 | 649.00 | 6.5 |
| Selenio (come Se) | 3 | 2 | 4.30 | 1.4 |
| Zinco (come Zn) | 150 | 3 | 1110.00 | 7.4 |
| IDROCARBURI | | | | |
| Idrocarburi Pesanti C > 12 | 50 | 44 | 4510.80 | 90.2 |
| Idrocarburi Leggeri C < 12 | 10 | 21 | 14203.00 | 1420.3 |
| PCDD-PCDF | 10 | 1 | 14.80 | 1.5 |
| PCB TOTALI | 0.06 | 39 | 14.07 | 234.5 |
| AROMATICI POLICICLICI | | | | |
| Benzo (a) Pirene | 0.1 | 2 | 0.19 | 1.9 |
| Benzo (b) Fluorantene | 0.5 | 1 | 0.59 | 1.2 |
| Benzo (g,h,i) Perilene | 0.1 | 1 | 0.32 | 3.2 |
| Indeno (1,2,3-c,d) Pirene | 0.1 | 2 | 0.64 | 6.4 |
| Pirene | 5 | 4 | 0.86 | 0.2 |
| Naftalene | 5* | 12 | 16.72 | 3.3 |
| AROMATICI | | | | |
| Benzene | 0.1 | 8 | 5.90 | 59.0 |
| Etilbenzene | 0.5 | 15 | 111.50 | 223.0 |
| Stirene | 0.5 | 4 | 4.80 | 9.6 |
| Toluene | 0.5 | 15 | 1763.40 | 3526.8 |
| Xileni | 0.5 | 17 | 733.30 | 1466.6 |
| iso-Propil Benzene (Cumene) | 0.5* | 14 | 67.90 | 135.8 |
| 1,2,4-Trimetil Benzene | 50* | 2 | 292.50 | 5.9 |
| 1,3,5-Trimetil Benzene | 50* | 2 | 149.60 | 3.0 |
| ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI | | | | |
| Diclorometano | 0.1 | 6 | 14.70 | 147.0 |
| Triclorometano | 0.1 | 5 | 25.50 | 255.0 |
| Cloruro di Vinile | 0.01 | 6 | 0.28 | 28.0 |
| 1,2-Dicloroetano | 0.2 | 3 | 44.20 | 221.0 |

... continua Tab. 3.5.

| PARAMETRO | CSC Col. A D.Lgs. 152/06 (mg/kg) | n. superi su n. 71 verticali campionate | Cmax (mg/kg) | Cmax/CSC |
|--|--|---|-----------------|----------|
| 1,1-Dicloroetilene | 0.1 | 5 | 3.40 | 34.0 |
| 1,2-Dicloropropano | 0.3 | 12 | 374.40 | 1248.0 |
| 1,1,2-Tricloroetano | 0.5 | 5 | 27.80 | 55.6 |
| Tricloroetilene | 1 | 8 | 378.60 | 378.6 |
| 1,2,3-Tricloropropano | 1 | 6 | 190.30 | 190.3 |
| 1,1,2,2-Tetracloroetano | 0.5 | 6 | 23.20 | 46.4 |
| Tetracloroetilene | 0.5 | 14 | 937.90 | 1875.8 |
| 1,1,1,2-Tetracloro Etano | 0.5* | 1 | 16.40 | 32.8 |
| Esaclorobutadiene | 0.5* | 5 | 62.80 | 125.6 |
| ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI | | | | |
| 1,1-Dicloroetano | 0.5 | 3 | 1.70 | 3.4 |
| 1,2-Dicloroetilene | 0.3 | 11 | 61.40 | 204.7 |
| 1,1,1-Tricloroetano | 0.5 | 6 | 245.10 | 490.2 |
| CLOROBENZENI | | | | |
| Clorobenzene | 0.5 | 4 | 7.50 | 15.0 |
| Pentaclorobenzene | 0.1 | 7 | 0.89 | 8.9 |
| Esaclorobenzene | 0.05 | 14 | 1.61 | 32.2 |
| FENOLI NON CLORURATI | | | | |
| Metilfenolo (o-, m-, p-) | 0.1 | 4 | 1.20 | 12.0 |
| Fenolo | 1 | 2 | 2.90 | 2.9 |
| FENOLI CLORURATI | | | | |
| Pentaclorofenolo | 0.01 | 2 | 1.27 | 127.0 |

Note:

* Parere dell'Istituto Superiore di Sanità, luglio 2002 e successivi.

** Valori stimati del fondo naturale.

Tab. 3.6. Chimica Industriale - Contaminanti presenti nel suolo profondo.

| PARAMETRO | CSC Col. A D.Lgs. 152/06 (mg/kg) | n. superi su n. 71 verticali campionate | Cmax (mg/kg) | Cmax/CSC |
|----------------------------|--|---|-----------------|----------|
| COMPOSTI INORGANICI | | | | |
| Cobalto (come Co) | 36** | 7 | 65.00 | 1.8 |
| Cromo totale (come Cr) | 524** | 12 | 889.00 | 1.7 |
| Mercurio (come Hg) | 1 | 1 | 2.52 | 2.5 |
| Nichel (come Ni) | 467** | 3 | 887.00 | 1.9 |

... continua Tab. 3.6.

| PARAMETRO | CSC Col. A D.Lgs. 152/06 (mg/kg) | n. superi su n. 71 verticali campionate | Cmax (mg/kg) | Cmax/CSC |
|--|--|---|-----------------|----------|
| IDROCARBURI | | | | |
| Idrocarburi Pesanti C > 12 | 50 | 22 | 3888.50 | 77.8 |
| Idrocarburi Leggeri C < 12 | 10 | 21 | 6547.00 | 654.7 |
| PCB TOTALI | 0.06 | 20 | 3.00 | 50.0 |
| AROMATICI | | | | |
| Benzene | 0.1 | 6 | 2.90 | 29.0 |
| Etilbenzene | 0.5 | 16 | 71.10 | 142.2 |
| Stirene | 0.5 | 3 | 11.70 | 23.4 |
| Toluene | 0.5 | 14 | 676.00 | 1352.0 |
| Xileni | 0.5 | 16 | 380.10 | 760.2 |
| iso-Propil Benzene (Cumene) | 0.5* | 16 | 37.80 | 75.6 |
| 1,2,4-Trimetil Benzene | 50* | 4 | 124.90 | 2.5 |
| 1,3,5-Trimetil Benzene | 50* | 2 | 61.60 | 1.2 |
| ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI | | | | |
| Diclorometano | 0.1 | 5 | 3.20 | 32.0 |
| Triclorometano | 0.1 | 6 | 7.30 | 73.0 |
| Cloruro di Vinile | 0.01 | 4 | 0.16 | 16.0 |
| 1,2-Dicloroetano | 0.2 | 5 | 16.20 | 81.0 |
| 1,1-Dicloroetilene | 0.1 | 4 | 4.50 | 45.0 |
| 1,2-Dicloropropano | 0.3 | 10 | 64.40 | 214.7 |
| 1,1,2-Tricloroetano | 0.5 | 4 | 29.70 | 59.4 |
| Tricloroetilene | 1 | 5 | 556.00 | 556.0 |
| 1,2,3-Tricloropropano | 1 | 5 | 224.40 | 224.4 |
| 1,1,2,2-Tetracloroetano | 0.5 | 9 | 52.70 | 105.4 |
| Tetracloroetilene | 0.5 | 9 | 1006.20 | 2012.4 |
| 1,1,1,2-Tetracloro Etano | 0.5* | 3 | 12.70 | 25.4 |
| Esaclorobutadiene | 0.5* | 6 | 10.80 | 21.6 |
| ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI | | | | |
| 1,2-Dicloroetilene | 0.3 | 10 | 31.40 | 104.7 |
| 1,1,1-Tricloroetano | 0.5 | 6 | 35.80 | 71.6 |
| ALIFATICI ALOGENATI CANCEROGENI | | | | |
| 1,2-Dibromoetano | 0.01 | 1 | 0.10 | 10.2 |
| CLOROBENZENI | | | | |
| Clorobenzene | 0.5 | 4 | 12.90 | 25.8 |
| Pentaclorobenzene | 0.1 | 2 | 0.70 | 7.0 |
| Esaclorobenzene | 0.05 | 6 | 1.33 | 26.6 |
| FENOLI NON CLORURATI | | | | |
| Metilfenolo (o-, m-, p-) | 0.1 | 2 | 0.20 | 2.0 |

* Parere dell'Istituto Superiore di Sanità, luglio 2002 e successivi.

3.2.4 Acque sotterranee

All'interno e nelle immediate vicinanze dello stabilimento Chimica Industriale sono stati eseguiti n. 11 cluster di piezometri a tre profondità, ovvero spinti fino a 50 m (profondo), 24 m (medio) e 12 m (superficiale) dal piano campagna. A valle e lungo la direzione di deflusso della falda sono stati realizzati n. 6 cluster di piezometri a due profondità, ovvero spinti fino a 50 m (profondo) e 24 m (medio) dal piano campagna. Infine, sempre in aree esterne sono stati eseguiti n. 5 piezometri profondi 15 m dal p.c.

Sui piezometri preesistenti e di nuova realizzazione sono state condotte due campagne di monitoraggio, con prelievo e analisi di n. 66 campioni di acque sotterranee nella prima campagna (10 campionamenti statici, 55 campionamenti dinamici e 1 di acque superficiali), e n. 57 campioni nella seconda campagna (tutti in condizioni dinamiche).

Anche nel caso delle acque sotterranee è particolarmente rilevante il numero sia di parametri che di punti di monitoraggio per i quali è riscontrabile almeno un superamento. In Tab. 3.7 e in Tab. 3.8 sono elencati i contaminanti che, nelle due campagne di monitoraggio, hanno dato almeno un superamento delle CSC o dei valori limite proposti dall'ISS.

Il fenomeno di contaminazione più significativo, sia per la falda superficiale che per quella profonda, è dato dagli idrocarburi alifatici clorurati, in particolare: 1,2-Dicloropropano, 1,2,3-Tricloropropano, 1,1,2,2-Tetracloroetano e Tetracloroetilene. Sebbene di minor estensione, occorre segnalare, per le concentrazioni massime rilevate, la contaminazione da Idrocarburi totali.

Esaminando le distribuzioni delle concentrazioni, riportate nel documento di Analisi di rischio, la contaminazione risulta distribuita pressoché omogeneamente su tutta la verticale del sito: in particolare, si osservano i massimi di concentrazione della falda superficiale e profonda in corrispondenza degli stessi punti di monitoraggio. Quindi, sulla base della diffusione di contaminanti delle acque di falda, sembra non esistere un vero e proprio setto di separazione tra il sistema idrico superficiale e profondo del cosiddetto Acquifero

Superficiale, come già accennato al par. 2.3.1.

Le concentrazioni più elevate vengono riscontrate nei piezometri interni allo stabilimento ed, in particolare, sia nella falda superficiale che in quella profonda, nelle aree dei piezometri PZV14 e PZV18. La contaminazione si è propagata a valle del sito, lungo la direzione di deflusso della falda, per oltre un chilometro (vedasi Tavv. 3.13÷3.20).

Particolarmente diffusi, almeno nella falda superficiale, sono anche Manganese e Nichel: tuttavia, l'inquinamento da queste sostanze può essere considerato un fenomeno di contaminazione secondaria, destinato ad esaurirsi una volta rimossi i contaminanti organici.

Tab. 3.7. Chimica Industriale – Contaminanti presenti in falda superficiale.

| PARAMETRI | CSC D.Lgs. 152/06 (ug/l) | n. superi su n. 30 punti campionati | Cmax (ug/l) | Cmax/CSC |
|---|--------------------------------|---|----------------|-------------|
| COMPOSTI INORGANICI | | | | |
| Ferro (come Fe) | 200 | 4 | 35000 | 175 |
| Manganese (come Mn) | 50 | 14 | 4100 | 82.0 |
| Nichel (come Ni) | 20 | 17 | 240 | 12.0 |
| Azoto ammoniacale (come NH ₄) | 0.5* | 5 | 9.00 | 18.0 |
| Idrocarburi totali (come n-esano) | 350 | 5 | 381000 | 1089 |
| Policlorobifenili | 0.01 | 12 | 0.48 | 48.0 |
| PCDD/PCDF | 0.004 | 3 | 0.02 | 3.8 |
| AROMATICI | | | | |
| Benzene | 1 | 11 | 8.70 | 8.7 |
| Toluene | 15 | 2 | 175 | 11.7 |
| Xileni | 10 | 4 | 104 | 10.4 |
| 1,2,4-Trimetil Benzene | 10* | 3 | 49.0 | 4.9 |
| 1,3,5-Trimetil Benzene | 10* | 2 | 24.0 | 2.4 |
| ALIFATICI CLORURATI | | | | |
| Dicloro Metano | 0.15* | 30 | 4.10 | 27.3 |
| Cloroformio | 0.15 | 16 | 11.0 | 73.3 |
| Cloruro di Vinile | 0.5 | 7 | 50.0 | 100 |
| 1,2-Dicloro Etano | 3 | 2 | 8.80 | 2.9 |
| 1,1-Dicloro Etilene | 0.05 | 16 | 17.6 | 352 |
| 1,2-Dicloro Propano | 0.15 | 20 | 257 | 1713 |
| 1,1,2-Tricloro Etano | 0.2 | 17 | 49.0 | 245 |
| Tricloro Etilene | 1.5 | 12 | 59.0 | 39.3 |
| 1,2,3-Tricloro Propano | 0.001 | 25 | 20.6 | 20600 |
| 1,1,2,2-Tetracloro Etano | 0.05 | 21 | 29.1 | 582 |
| Tetracloro Etilene | 1.1 | 21 | 45.0 | 40.9 |
| Carbonio Tetracloruro | 0.15* | | | |
| 1,1,1,2-Tetracloro Etano | 0.05* | 30 | 11.0 | 220 |
| Esacloro Butadiene | 0.15 | 9 | 3.50 | 23.3 |
| 1,2-Dicloro Etilene (cis+trans) | 60 | 2 | 271 | 4.5 |
| AROMATICI POLICICLICI | | | | |
| benzo (a) pirene | 0.01 | 2 | 0.02 | 2.0 |
| benzo (ghi) perilene | 0.01 | 1 | 0.02 | 2.0 |
| naftalene | 5* | 3 | 20.60 | 4.1 |
| Fenantrene | 5* | 2 | 6.44 | 1.3 |
| CLOROBENZENI | | | | |
| 1,4-Diclorobenzene | 0.5 | 6 | 2.80 | 5.6 |
| esaclorobenzene | 0.01 | 10 | 0.76 | 76.0 |

... continua Tab. 3.7.

| PARAMETRI | CSC D.Lgs. 152/06 (ug/l) | n. superi su n. 30 punti campionati | Cmax (ug/l) | Cmax/CSC |
|-----------------------------|--------------------------------|---|----------------|----------|
| FENOLI NON CLORURATI | | | | |
| pentaclorofenolo | 0.5 | 1 | 4.30 | 8.6 |
| AMMINE AROMATICHE | | | | |
| p-Toluidina | 0.35 | 1 | 0.70 | 2.0 |

Note:

* Parere dell'Istituto Superiore di Sanità, luglio 2002 e successivi.

Tab. 3.8. Chimica Industriale – Contaminanti presenti in falda profonda.

| PARAMETRI | CSC D.Lgs. 152/06 (ug/l) | n. superi su n. 17 punti campionati | Cmax (ug/l) | Cmax/CSC |
|---|--------------------------------|---|----------------|----------|
| COMPOSTI INORGANICI | | | | |
| Ferro (come Fe) | 200 | 1 | 1200 | 6.0 |
| Manganese (come Mn) | 50 | 5 | 2600 | 52.0 |
| Nichel (come Ni) | 20 | 4 | 130 | 6.5 |
| Azoto ammoniacale (come NH ₄) | 0.5* | 3 | 5.0 | 10.0 |
| Idrocarburi totali (come n-esano) | 350 | 3 | 1630 | 4.7 |
| Policlorobifenili | 0.01 | 6 | 0.09 | 9.0 |
| PCDD/PCDF | 0.004 | - | - | - |
| AROMATICI | | | | |
| Benzene | 1 | 6 | 1.90 | 1.9 |
| Toluene | 15 | 1 | 39.0 | 2.6 |
| Xileni | 10 | 1 | 36.0 | 3.6 |
| 1,2,4-Trimetil Benzene | 10* | 1 | 15.0 | 1.5 |
| 1,3,5-Trimetil Benzene | 10* | - | - | - |
| ALIFATICI CLORURATI | | | | |
| Dicloro Metano | 0.15* | 17 | 5.70 | 38.0 |
| Cloroformio | 0.15 | 11 | 3.50 | 23.3 |
| Cloruro di Vinile | 0.5 | 5 | 8.20 | 16.4 |
| 1,2-Dicloro Etano | 3 | - | - | - |
| 1,1-Dicloro Etilene | 0.05 | 9 | 1.65 | 33.0 |
| 1,2-Dicloro Propano | 0.15 | 14 | 143 | 953 |
| 1,1,2-Tricloro Etano | 0.2 | 10 | 23.0 | 115 |
| Tricloro Etilene | 1.5 | 7 | 14.0 | 9.3 |

... continua Tab. 3.8.

| PARAMETRI | CSC D.Lgs. 152/06 (ug/l) | n. superi su n. 17 punti campionati | Cmax (ug/l) | Cmax/CSC |
|---------------------------------|--------------------------------|---|----------------|----------|
| 1,2,3-Tricloro Propano | 0.001 | 17 | 66.3 | 66300 |
| 1,1,2,2-Tetracloro Etano | 0.05 | 12 | 15.2 | 304 |
| Tetracloro Etilene | 1.1 | 14 | 117 | 106 |
| Carbonio Tetracloruro | 0.15* | 2 | 0.40 | 2.7 |
| 1,1,1,2-Tetracloro Etano | 0.05* | 17 | 7.60 | 152 |
| Esacoloro Butadiene | 0.15 | 8 | 1.10 | 7.3 |
| 1,2-Dicloro Etilene (cis+trans) | 60 | - | - | - |
| AROMATICI POLICICLICI | | | | |
| benzo (a) pirene | 0.01 | - | - | - |
| benzo (ghi) perilene | 0.01 | - | - | - |
| naftalene | 5* | 1 | 18.1 | 3.6 |
| Fenantrene | 5* | - | - | - |
| CLOROBENZENI | | | | |
| 1,4-Diclorobenzene | 0.5 | 1 | 0.90 | 1.8 |
| esaclorobenzene | 0.01 | 7 | 0.31 | 31.0 |
| FENOLI NON CLORURATI | | | | |
| pentaclorofenolo | 0.5 | - | - | - |
| AMMINE AROMATICHE | | | | |
| p-Toluidina | 0.35 | - | - | - |

Note:

* Parere dell'Istituto Superiore di Sanità, luglio 2002 e successivi.

4. ANALISI DI RISCHIO SANITARIO-AMBIENTALE

Sulla base delle informazioni acquisite in fase di caratterizzazione, per i siti in esame è stata condotta un'analisi di rischio sanitario-ambientale, allo scopo di definire le concentrazioni soglia di rischio (CSR) da adottare quali concentrazioni obiettivo di bonifica.

Di seguito si sintetizzano i criteri utilizzati per l'analisi di rischio ed i risultati ottenuti.

4.1 Stabilimento e Discarica OMA

4.1.1 Calcolo del rischio e delle CSR

Ai fini dell'analisi di rischio, i due siti Discarica OMA e Stabilimento OMA sono stati trattati congiuntamente, in quanto distribuiti arealmente senza soluzione di continuità, sia con riferimento al contesto geolitologico idrogeologico, sia alla distribuzione e tipologie degli inquinanti presenti. Sulla base di tale impostazione, il punto di conformità (POC) in cui calcolare il rischio per la risorsa idrica sotterranea è stato posto a valle dell'intero comprensorio.

Per quanto concerne le matrici suolo superficiale e profondo, è stato possibile individuare tre sorgenti secondarie di contaminazione, rappresentate rispettivamente in Tav. 4.1 e in Tav. 4.2. Non essendo invece possibile applicare la procedura di analisi di rischio alle sorgenti primarie di contaminazione, l'area occupata dal corpo discarica è stata esclusa dalla valutazione.

Per la matrice acque sotterranee, all'interno del sito non è stato possibile stabilire una soluzione di continuità fra le singole sorgenti di contaminazione: si è quindi provveduto a trattare le acque di falda come un'unica sorgente estesa quanto l'intero sito.

Il calcolo del rischio è stato condotto facendo riferimento sia allo scenario attuale che a quello previsto dal Piano d'area del Parco Fluviale del Po per il futuro riutilizzo dell'area a

scopo ricreativo (attrezzature sportive, per l'osservazione della natura, di fruizione didattica e di sosta).

Per lo scenario attuale, quali potenziali bersagli on-site della contaminazione sono stati considerati i **residenti adulti e bambini** dell'edificio residenziale presente a meno di 30 m dal confine dello stabilimento (ex abitazione del custode); per l'utilizzo futuro, quali soggetti recettori sono stati considerati i futuri fruitori dell'area, **adulti e bambini**, in uno scenario **ricreativo**.

In Tab. 4.1, 4.2 e 4.3 sono sintetizzati, per ciascun comparto ambientale (suolo superficiale, suolo profondo, acque sotterranee), i contaminanti obiettivo e i valori di CSR calcolati.

4.1.2 Concentrazioni obiettivo di bonifica

Le concentrazioni obiettivo di bonifica per il sito in esame sono sintetizzate in Tab. 4.1, 4.2 e 4.3. Esse corrispondono alle CSR calcolate attraverso la procedura di analisi di rischio, ove queste sono risultate superiori alle CSC. Invece, per i contaminanti la cui CSR è risultata inferiore alle CSC, è stata assegnata una concentrazione obiettivo di bonifica pari alla stessa CSC, in linea con le recenti indicazioni ministeriali (circolare MATM n. 29706 del 18/11/2014).

Per **romo**, **nicel** e **cobalto**, caratterizzati da un valore di fondo naturale superiore alle CSC, nei terreni è stata fissata una concentrazione obiettivo pari allo stesso fondo naturale.

Per le acque sotterranee si è previsto un duplice obiettivo:

1. **entro il perimetro del sito** (terreni superficiali, terreni profondi e acque sotterranee), l'intervento di bonifica dovrà garantire il raggiungimento delle CSR calcolate rispetto ai percorsi di inalazione di vapori in ambienti aperti e in ambienti confinati;
2. in corrispondenza dei **punti di conformità al perimetro** del sito, l'intervento di bonifica dovrà garantire il raggiungimento delle CSC definite dall'Allegato 5 alla

Tabella 4.1. Discarica e Stabilimento OMA - Concentrazioni obiettivo di bonifica per il Suolo Superficiale.

| CONCENTRAZIONI OBIETTIVO | SUOLO SUPERFICIALE | | | |
|----------------------------------|--|--|----------------|--|
| | CSC D.L. 152/06 - Col. A (mg/kg) | Concentrazione alla sorgente (mg/kg) | CSR (mg/kg) | Concentrazione obiettivo (mg/kg) |
| SORGENTE 1 | | | | |
| - Idrocarburi Alifatici C9-C18 | - | 66 | 370 | - |
| - Idrocarburi Alifatici C19-C36 | - | 123 | 690 | - |
| - Idrocarburi Aromatici C11-C22 | - | 31 | 170 | - |
| Idrocarburi C>12 | 50 | 220 | 1200 | 1200 |
| Cobalto (**) | 36 | 46 | 260 | 260 |
| Nichel (**) | 467 | 562 | 3200 | 3200 |
| SORGENTE 2 | | | | |
| PCB | 0.06 | 0.21 | 0.0091 | 0.06 |
| SORGENTE 3 | | | | |
| - Idrocarburi Alifatici C5-C8 | - | 8.2 | 0.082 | - |
| - Idrocarburi Aromatici C9-C10 | - | 34.6 | 0.35 | - |
| - Idrocarburi Alifatici C9-C18 | - | 1175 | 15 | - |
| - Idrocarburi Alifatici C19-C36 | - | 1591 | 3393 | - |
| - Idrocarburi Aromatici C11-C22 | - | 399 | 2.7 | - |
| Idrocarburi C<12 | 10 | 360.8 | 3.6 | 10 |
| Idrocarburi C>12 | 50 | 2847 | 19 | 50 |
| Antimonio | 10 | 2.1 | 3.2 | 10 |
| Cadmio | 2 | 0.34 | 0.51 | 2 |
| Cobalto | 20 | 35.6 | 53 | 53 |
| Cromo totale | 150 | 230.4 | 350 | 524 (**) |
| Mercurio | 1 | 0.37 | 0.0037 | 1 |
| Nichel | 120 | 206.3 | 310 | 467 (**) |
| Piombo | 100 | 40.9 | 47 | 100 |
| Zinco | 150 | 107.2 | 160 | 160 |
| PCDD-PCDF | 1.E-05 | 5.0E-05 | 3.8E-06 | 1.0E-05 |
| PCB | 0.06 | 2.05 | 0.032 | 0.06 |
| Benzo(a)Antracene | 0.5 | 0.081 | 0.12 | 0.5 |
| Benzo(a)Pirene | 0.1 | 0.085 | 0.056 | 0.1 |
| Benzo(b)Fluorantene | 0.5 | 0.105 | 0.16 | 0.5 |
| Benzo(k)Fluorantene | 0.5 | 0.075 | 0.11 | 0.5 |
| Benzo(g,h,i)Perilene | 0.1 | 0.071 | 0.11 | 0.1 |
| Crisene | 5 | 0.18 | 0.27 | 5 |
| Dibenzo(a,i)pirene | 0.1 | 0.12 | 0.062 | 0.1 |
| Indeno(1,2,3,c,d)Pirene | 0.1 | 0.090 | 0.14 | 0.1 |
| Fenantrene (*) | 5 | 1.02 | 1.5 | 5 |
| Dinitrobenzene, 1,3- | 0.1 | 0.145 | 0.0015 | 0.1 |
| Dicloronitrobenzene, 3,4- | 0.1 | 0.3 | 0.055 | 0.1 |
| Clorobenzene | 0.5 | 17.4 | 0.17 | 0.5 |
| Metilfenoli (somm. isomeri) | 0.1 | 0.2 | 0.30 | 0.3 |
| Fenolo | 1 | 0.30 | 0.45 | 1 |
| Triclorofenolo, 2,4,6- | 0.01 | 0.03 | 0.045 | 0.045 |
| Pentaclorofenolo | 0.01 | 0.62 | 0.12 | 0.12 |
| Fenilammina (anilina) | 0.05 | 0.21 | 0.32 | 0.32 |
| Difenilammina | 0.1 | 0.20 | 0.30 | 0.30 |
| Benzene | 0.1 | 0.20 | 0.010 | 0.1 |
| Etilbenzene | 0.5 | 4.8 | 0.92 | 0.92 |
| Stirene | 0.5 | 13.4 | 0.13 | 0.5 |
| Toluene | 0.5 | 13.01 | 0.22 | 0.5 |
| Xileni (somm. isomeri) | 0.5 | 25.0 | 0.18 | 0.5 |
| Isopropilbenzene (Cumene) (*) | 0.5 | 0.58 | 0.87 | 0.87 |
| Trimetilbenzene, 1,2,4- (*) | 50 | 28.6 | 0.29 | 50 |
| Diclorometano | 0.1 | 0.40 | 8.0E-04 | 0.10 |
| Tricloroetano, 1,1,2- | 0.5 | 1.0 | 0.0013 | 0.5 |
| Tetracloroetilene | 0.5 | 0.25 | 0.025 | 0.5 |
| Dicloroetilene, cis-1,2- | 0.3 | 0.80 | 0.0080 | 0.3 |
| Tricloroetano, 1,1,1- | 0.5 | 0.70 | 1.1 | 1.1 |

(*) Parere ISS del luglio 2002 e successivi.

(**) Concentrazione obiettivo pari al valore stimato del fondo naturale.

Tabella 4.2. Discarica e Stabilimento OMA - Concentrazioni obiettivo di bonifica per il Suolo Profondo.

| CONCENTRAZIONI OBIETTIVO | SUOLO PROFONDO | | | |
|----------------------------------|--|--|----------------|--|
| | CSC D.L. 152/06 - Col. A (mg/kg) | Concentrazione alla sorgente (mg/kg) | CSR (mg/kg) | Concentrazione obiettivo (mg/kg) |
| SORGENTE 1 | | | | |
| - Idrocarburi Alifatici C9-C18 | - | 66 | 270 | - |
| - Idrocarburi Alifatici C19-C36 | - | 123 | 500 | - |
| - Idrocarburi Aromatici C11-C22 | - | 31 | 130 | - |
| Idrocarburi C>12 | 50 | 220 | 900 | 900 |
| Cobalto (**) | 36 | 46 | 630 | 630 |
| Nichel (**) | 467 | 562 | 1800 | 1800 |
| SORGENTE 3 | | | | |
| - Idrocarburi Alifatici C5-C8 | - | 5.8 | 0.0018 | - |
| - Idrocarburi Aromatici C9-C10 | - | 25 | 0.0077 | - |
| - Idrocarburi Alifatici C9-C18 | - | 13761 | 4.3 | - |
| - Idrocarburi Alifatici C19-C36 | - | 25087 | 5.0E+06 | - |
| - Idrocarburi Aromatici C11-C22 | - | 6282 | 1.9 | - |
| Idrocarburi C<12 | 10 | 263 | 0.081 | 10 |
| Idrocarburi C>12 | 50 | 44898 | 14 | 50 |
| Fluoruri | 100 | 12.4 | 14 | 100 |
| Antimonio | 10 | 3.6 | 2.0 | 10 |
| Cadmio | 2 | 0.37 | 0.41 | 2 |
| Cobalto | 20 | 33.8 | 25 | 36 |
| Cromo totale | 150 | 343.5 | 378 | 524 (**) |
| Mercurio | 1 | 0.39 | 1.2E-04 | 1 |
| Nichel | 120 | 310.4 | 72 | 467 (**) |
| Piombo | 100 | 332.8 | 5.0 | 100 |
| Rame | 120 | 42.2 | 46 | 120 |
| Zinco | 150 | 118.8 | 130 | 150 |
| PCDD-PCDF | 1.E-05 | 49.5 | 2.9E-06 | 1.0E-05 |
| PCB | 0.06 | 2.05 | 0.0081 | 0.06 |
| Benzo(a)Antracene | 0.5 | 0.25 | 0.18 | 0.5 |
| Benzo(a)Pirene | 0.1 | 0.056 | 0.052 | 0.1 |
| Benzo(b)Fluorantene | 0.5 | 0.061 | 0.067 | 0.5 |
| Benzo(k)Fluorantene | 0.5 | 0.053 | 0.058 | 0.5 |
| Benzo(g,h,i)Perilene | 0.1 | 0.06 | 0.066 | 0.1 |
| Crisene | 5 | 0.55 | 0.61 | 5 |
| Indeno(1,2,3,c,d)Pirene | 0.1 | 0.083 | 0.091 | 0.1 |
| Fenantrene (*) | 5 | 1.9 | 0.42 | 5 |
| Fluorantene (*) | 5 | 0.92 | 1.0 | 5 |
| Dinitrobenzene, 1,3- | 0.1 | 0.145 | 4.5E-05 | 0.1 |
| Dicloronitrobenzene, 3,4- | 0.1 | 0.3 | 0.0059 | 0.1 |
| Clorobenzene | 0.5 | 0.9 | 2.8E-04 | 0.5 |
| Metilfenoli (somm. isomeri) | 0.1 | 0.19 | 0.21 | 0.2 |
| Fenolo | 1 | 1.50 | 1.7 | 1.7 |
| Triclorofenolo, 2,4,6- | 0.01 | 0.03 | 0.033 | 0.033 |
| Pentaclorofenolo | 0.01 | 0.62 | 0.013 | 0.01 |
| Benzene | 0.1 | 0.50 | 0.0011 | 0.1 |
| Etilbenzene | 0.5 | 2.6 | 8.0E-04 | 0.5 |
| Toluene | 0.5 | 1.9 | 0.023 | 0.5 |
| Xileni (somm. isomeri) | 0.5 | 10.8 | 0.0033 | 0.5 |
| Isopropilbenzene (Cumene) (*) | 0.5 | 0.46 | 0.51 | 0.51 |
| Trimetilbenzene, 1,2,4- (*) | 50 | 20.5 | 0.0063 | 50 |
| Diclorometano | 0.1 | 0.60 | 8.6E-05 | 0.1 |
| Tricloroetano, 1,1,2- | 0.5 | 1.3 | 1.4E-04 | 0.5 |
| Tetracloroetilene | 0.5 | 0.4 | 0.0027 | 0.5 |
| Dicloroetilene, cis-1,2- | 0.3 | 0.4 | 1.2E-04 | 0.3 |
| Tricloroetano, 1,1,1- | 0.5 | 0.16 | 0.18 | 0.5 |

(*) Parere ISS del luglio 2002 e successivi.

(**) Concentrazione obiettivo pari al valore stimato del fondo naturale.

Tabella 4.3. Discarica e Stabilimento OMA - Concentrazioni obiettivo di bonifica per le Acque Sotterranee.

| CONCENTRAZIONI OBIETTIVO | ACQUE SOTTERRANEE | | | | |
|-----------------------------------|--------------------------------|---|-------------------------------|---|---|
| | CSC D.Lgs. 152/06 (µg/l) | Concentrazione alla sorgente (µg/l) | CSR inal. vapori (µg/l) | Conc. obiettivo interno sito (µg/l) | Conc. obiettivo valle sito (µg/l) |
| SORGENTE UNICA | | | | | |
| - Idrocarburi Alifatici C5-C8 | - | 12 | 0.276 | - | - |
| - Idrocarburi Aromatici C9-C10 | - | 51 | 1.19 | - | - |
| - Idrocarburi Alifatici C9-C18 | - | 1263 | 29.5 | - | - |
| - Idrocarburi Alifatici C19-C36 | - | 1472 | - | - | - |
| - Idrocarburi Aromatici C11-C22 | - | 369 | 8.62 | - | - |
| Idrocarburi totali | 350 | 3167 | 74.0 | 350 | 350 |
| Alluminio | 200 | 89.3 | 107 | 200 | 200 |
| Arsenico | 10 | 5.8 | 6.96 | 10 | 10 |
| Cromo totale | 50 | 52 | 62.4 | 62.4 | 50 |
| Ferro | 200 | 532.5 | 639 | 639 | 200 |
| Manganese | 50 | 2150 | 2580 | 2580 | 50 |
| Nichel | 20 | 33.7 | 40.4 | 40.4 | 20 |
| Cromo esavalente | 5 | 14.2 | 17.0 | 17.0 | 5 |
| Azoto ammoniacale | 0.5 | 2.1 | 2.52 | 2.52 | 0.5 |
| PCB | 0.01 | 15.7 | 1.88 | 1.88 | 0.01 |
| Benzo(a)Antracene | 0.1 | 0.28 | 0.420 | 0.420 | 0.1 |
| Benzo(a)Pirene | 0.01 | 0.044 | 0.066 | 0.066 | 0.01 |
| Benzo(b)Fluorantene | 0.1 | 0.089 | 0.134 | 0.134 | 0.1 |
| Benzo(k)Fluorantene | 0.05 | 0.016 | 0.024 | 0.050 | 0.05 |
| Benzo(g,h,i)Perilene | 0.01 | 0.063 | 0.076 | 0.076 | 0.01 |
| Indeno(1,2,3,c,d)Pirene | 0.1 | 0.14 | 0.210 | 0.210 | 0.1 |
| Naftalene (*) | 5 | 18.6 | 27.9 | 27.9 | 5 |
| Acenaftene (*) | 5 | 1.4 | 1.68 | 5 | 5 |
| Fluorene (*) | 5 | 9.0 | 10.8 | 10.8 | 5 |
| Fenantrene (*) | 5 | 21.2 | 25.4 | 25.4 | 5 |
| Antracene (*) | 5 | 1.3 | 1.56 | 5 | 5 |
| Fluorantene (*) | 5 | 1.8 | 2.16 | 5 | 5 |
| Diclorobenzene, (1,4) (-p) | 0.5 | 1.2 | 1.80 | 1.80 | 0.5 |
| Tetraclorobenzene, 1,2,4,5- | 1.8 | 0.62 | 0.74 | 1.8 | 1.8 |
| Benzene | 1 | 1.9 | 2.85 | 2.85 | 1 |
| Toluene | 15 | 4.5 | 5.40 | 15 | 15 |
| Xileni (somm. isomeri) | 10 | 23.5 | 28.2 | 28.2 | 10 |
| Trimetilbenzene, 1,2,4- (*) | 10 | 10.9 | 13.1 | 13.1 | 10 |
| Trimetilbenzene, 1,3,5- (*) | 10 | 9.5 | 11.4 | 11.4 | 10 |
| Diclorometano (*) | 0.15 | 2.8 | 4.20 | 4.20 | 0.15 |
| Cloroformio | 0.15 | 0.9 | 4.50 | 4.50 | 0.15 |
| Cloruro di vinile | 0.5 | 1 | 1.92 | 1.92 | 0.5 |
| Dicloroetilene, 1,1- | 0.05 | 0.33 | 0.405 | 0.405 | 0.05 |
| Dicloropropano, 1,2- | 0.15 | 1.6 | 2.40 | 2.40 | 0.15 |
| Tricloropropano, 1,2,3- | 0.001 | 0.012 | 0.018 | 0.018 | 0.001 |
| Tetracloroetilene | 1.1 | 0.74 | 1.11 | 1.11 | 1.1 |

(*) Parere ISS del luglio 2002 e successivi.

parte IV del D.Lgs. 152/06, a tutela della risorsa idrica sotterranea.

4.2 Stabilimento Chimica Industriale

4.2.1 Calcolo del rischio e delle CSR

Per tutte le matrici ambientali considerate (suolo superficiale, suolo profondo e acque sotterranee), non è stato possibile stabilire una soluzione di continuità fra le singole sorgenti di contaminazione (Tav. 4.3 e 4.4): si è quindi provveduto a considerare un'unica sorgente estesa quanto l'intero sito.

Il calcolo del rischio è stato condotto facendo riferimento sia allo scenario attuale che a quello previsto dal Piano d'area del Parco Fluviale del Po per il futuro riutilizzo dell'area a scopo ricreativo (attrezzature sportive, per l'osservazione della natura, di fruizione didattica e di sosta).

Per lo scenario attuale, quali potenziali bersagli on-site della contaminazione sono stati considerati i **lavoratori adulti** impegnati nell'impresa GS PLASTIFICANTI, che ha la propria sede all'interno del sito; per l'utilizzo futuro, quali soggetti recettori sono stati considerati i futuri fruitori dell'area, **adulti e bambini**, in uno scenario **ricreativo**.

In Tab. 4.4, 4.5 e 4.6 sono sintetizzati, per ciascun comparto ambientale (suolo superficiale, suolo profondo, acque sotterranee), i contaminanti obiettivo, i valori di CSR calcolati, il percorso di esposizione associato e l'estensione della sorgente.

4.2.2 Concentrazioni obiettivo di bonifica

Le concentrazioni obiettivo di bonifica per il sito in esame sono sintetizzate in Tab. 4.4, 4.5 e 4.6. Anche in questo caso, ai contaminanti per i quali l'analisi di rischio ha dato valori di CSR inferiori alle CSC è stata assegnata una concentrazione obiettivo di bonifica pari alla stessa CSC, secondo le indicazioni della circolare MATTM n. 29706 del 18/11/2014.

Tabella 4.4. Stabilimento Chimica Industriale - Concentrazioni obiettivo di bonifica per il Suolo Superficiale.

| CONCENTRAZIONI OBIETTIVO | SUOLO SUPERFICIALE | | | |
|--------------------------------------|--|--|----------------|--|
| | CSC D.L. 152/06 - Col. A (mg/kg) | Concentrazione alla sorgente (mg/kg) | CSR (mg/kg) | Concentrazione obiettivo (mg/kg) |
| - Idrocarburi Alifatici C9-C18 | - | 2260 | 23 | - |
| - Idrocarburi Alifatici C19-C36 | - | 385 | 3.9 | - |
| - Idrocarburi Aromatici C11-C22 | - | 274 | 2.8 | - |
| - Idrocarburi Alifatici C5-C8 | - | 38 | 0.39 | - |
| - Idrocarburi Aromatici C9-C10 | - | 273 | 2.8 | - |
| Idrocarburi C<12 | 10 | 311 | 3.2 | 10 |
| Idrocarburi C>12 | 50 | 2919 | 29.7 | 50 |
| Antimonio | 10 | 3.8 | 5.7 | 10 |
| Arsenico | 20 | 15.9 | 0.18 | 20 |
| Cadmio | 2 | 2.3 | 3.5 | 3.5 |
| Cobalto | 20 | 20.8 | 31 | 36 (**) |
| Cromo totale | 150 | 241 | 360 | 524 (**) |
| Cromo esavalente | 2 | 10.5 | 0.58 | 2 |
| Mercurio | 1 | 1.4 | 0.014 | 1 |
| Nichel | 120 | 182 | 270 | 467 (**) |
| Piombo | 100 | 77.4 | 7.8 | 100 |
| Selenio | 3 | 1.2 | 1.8 | 3 |
| Zinco | 150 | 151 | 230 | 230 |
| PCDD-PCDF | 1.E-05 | 5.5E-06 | 1.8E-06 | 1.0E-05 |
| PCB | 0.06 | 3.2 | 0.052 | 0.06 |
| Benzo(a)Pirene | 0.1 | 0.19 | 0.029 | 0.1 |
| Benzo(b)Fluorantene | 0.5 | 0.08 | 0.12 | 0.5 |
| Benzo(g,h,i)Perilene | 0.1 | 0.062 | 0.093 | 0.1 |
| Indeno(1,2,3,c,d)Pirene | 0.1 | 0.08 | 0.12 | 0.12 |
| Naftalene (*) | 5 | 2.3 | 0.25 | 5 |
| Clorobenzene | 0.5 | 0.96 | 9.8E-03 | 0.5 |
| Pentaclorobenzene | 0.1 | 0.18 | 0.27 | 0.27 |
| Esaclorobenzene | 0.05 | 0.27 | 0.041 | 0.05 |
| Metilfenoli (somm. isomeri) | 0.1 | 1.2 | 1.8 | 1.8 |
| Fenolo | 1 | 0.4 | 0.6 | 1 |
| Pentaclorofenolo | 0.01 | 0.13 | 0.2 | 0.2 |
| Benzene | 0.1 | 0.8 | 0.019 | 0.1 |
| Etilbenzene | 0.5 | 25.9 | 0.26 | 0.5 |
| Stirene | 0.5 | 0.63 | 0.95 | 0.95 |
| Toluene | 0.5 | 418 | 0.53 | 0.53 |
| Xileni (somm. isomeri) | 0.5 | 94.5 | 0.46 | 0.5 |
| Isopropilbenzene (Cumene) (*) | 0.5 | 13.4 | 0.14 | 0.5 |
| Trimetilbenzene, 1,2,4- (*) | 50 | 19.3 | 0.2 | 50 |
| Trimetilbenzene, 1,3,5- (*) | 50 | 71.4 | 0.73 | 50 |
| Diclorometano | 0.1 | 1.4 | 0.001 | 0.1 |
| Cloroformio | 0.1 | 4 | 0.002 | 0.1 |
| Cloruro di vinile | 0.01 | 0.05 | 0.012 | 0.012 |
| Dicloroetano, 1,2- | 0.2 | 4 | 0.022 | 0.2 |
| Dicloroetilene, 1,1- | 0.1 | 0.47 | 0.0016 | 0.1 |
| Dicloropropano, 1,2- | 0.3 | 54.8 | 2.0E-03 | 0.3 |
| Tricloroetano, 1,1,2- | 0.5 | 2.7 | 2.7E-03 | 0.5 |
| Tricloroetilene | 1 | 40.8 | 0.042 | 1 |
| Tricloropropano, 1,2,3- | 1 | 23.5 | 2.3E-05 | 1 |
| Tetracloroetano, 1,1,2,2- | 0.5 | 2.9 | 9.5E-04 | 0.5 |
| Tetracloroetilene | 0.5 | 185 | 0.05 | 0.5 |
| Tetracloroetano, 1,1,1,2- (*) | 0.5 | 16.4 | 4.9E-04 | 0.5 |
| Esaclorobutadiene (*) | 0.5 | 6.9 | 0.0099 | 0.5 |
| Dicloroetano, 1,1- | 0.5 | 0.34 | 0.51 | 0.51 |
| Dicloroetilene, cis-1,2- | 0.3 | 6.68 | 0.068 | 0.3 |
| Tricloroetano, 1,1,1- | 0.5 | 31 | 0.32 | 0.5 |

(*) Parere ISS del luglio 2002 e successivi.

(**) Concentrazione obiettivo pari al valore stimato del fondo naturale.

Tabella 4.5. Stabilimento Chimica Industriale - Concentrazioni obiettivo di bonifica per il Suolo Profondo.

| CONCENTRAZIONI OBIETTIVO | SUOLO PROFONDO | | | |
|--------------------------------------|--|--|----------------|--|
| | CSC D.L. 152/06 - Col. A (mg/kg) | Concentrazione alla sorgente (mg/kg) | CSR (mg/kg) | Concentrazione obiettivo (mg/kg) |
| - Idrocarburi Alifatici C9-C18 | - | 1544 | 13 | - |
| - Idrocarburi Alifatici C19-C36 | - | 276 | 2.4 | - |
| - Idrocarburi Aromatici C11-C22 | - | 197 | 1.7 | - |
| - Idrocarburi Alifatici C5-C8 | - | 25 | 0.22 | - |
| - Idrocarburi Aromatici C9-C10 | - | 180 | 1.6 | - |
| Idrocarburi C<12 | 10 | 205 | 1.8 | 10 |
| Idrocarburi C>12 | 50 | 2017 | 17 | 50 |
| Cobalto | 20 | 25.2 | 24 | 36 (**) |
| Cromo totale | 150 | 424 | 640 | 640 |
| Mercurio | 1 | 0.34 | 2.9E-03 | 1 |
| Nichel | 120 | 349.6 | 520 | 520 |
| PCB | 0.06 | 0.63 | 0.032 | 0.06 |
| Clorobenzene | 0.5 | 1.38 | 0.012 | 0.5 |
| Pentaclorobenzene | 0.1 | 0.084 | 0.13 | 0.13 |
| Esaclorobenzene | 0.05 | 0.12 | 0.016 | 0.05 |
| Metilfenoli (somm. isomeri) | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.3 |
| Benzene | 0.1 | 0.51 | 0.002 | 0.1 |
| Etilbenzene | 0.5 | 15.26 | 0.13 | 0.5 |
| Stirene | 0.5 | 1.6 | 0.48 | 0.5 |
| Toluene | 0.5 | 223.7 | 0.055 | 0.5 |
| Xileni (somm. isomeri) | 0.5 | 102.2 | 0.049 | 0.5 |
| Isopropilbenzene (Cumene) (*) | 0.5 | 9.3 | 0.08 | 0.5 |
| Trimetilbenzene, 1,2,4- (*) | 50 | 38.2 | 0.13 | 50 |
| Trimetilbenzene, 1,3,5- (*) | 50 | 13.4 | 0.12 | 50 |
| Diclorometano | 0.1 | 0.45 | 1.1E-04 | 0.1 |
| Cloroformio | 0.1 | 1.1 | 2.1E-04 | 0.1 |
| Cloruro di vinile | 0.01 | 0.16 | 1.3E-03 | 0.01 |
| Dicloroetano, 1,2- | 0.2 | 1.7 | 2.3E-03 | 0.2 |
| Dicloroetilene, 1,1- | 0.1 | 0.52 | 1.7E-04 | 0.1 |
| Dicloropropano, 1,2- | 0.3 | 12.3 | 2.2E-04 | 0.3 |
| Tricloroetano, 1,1,2- | 0.5 | 4.03 | 2.9E-04 | 0.5 |
| Tricloroetilene | 1 | 72.8 | 0.048 | 1 |
| Tricloropropano, 1,2,3- | 1 | 28.5 | 2.4E-06 | 1 |
| Tetracloroetano, 1,1,2,2- | 0.5 | 7.3 | 1.0E-04 | 0.5 |
| Tetracloroetilene | 0.5 | 204.4 | 5.2E-03 | 0.5 |
| Tetracloroetano, 1,1,1,2- (*) | 0.5 | 1.4 | 5.1E-05 | 0.5 |
| Esaclorobutadiene (*) | 0.5 | 1.9 | 1.0E-03 | 0.5 |
| Dicloroetilene, cis-1,2- | 0.3 | 4.9 | 0.042 | 0.3 |
| Tricloroetano, 1,1,1- | 0.5 | 4.9 | 0.042 | 0.5 |
| Dibromometano, 1,2- | 0.01 | 0.102 | 0.15 | 0.15 |

(*) Parere ISS del luglio 2002 e successivi.

(**) Concentrazione obiettivo pari al valore stimato del fondo naturale.

Tabella 4.6. Stabilimento Chimica Industriale - Concentrazioni obiettivo di bonifica per le Acque Sotterranee.

| CONCENTRAZIONI OBIETTIVO | ACQUE SOTTERRANEE | | | | |
|--------------------------------------|--------------------------------|---|-------------------------------|---|---|
| | CSC D.Lgs. 152/06 (µg/l) | Concentrazione alla sorgente (µg/l) | CSR inal. vapori (µg/l) | Conc. obiettivo interno sito (µg/l) | Conc. obiettivo valle sito (µg/l) |
| - Idrocarburi Alifatici C9-C18 | - | 12 | 0.28 | - | - |
| - Idrocarburi Alifatici C19-C36 | - | 51 | 1.2 | - | - |
| - Idrocarburi Aromatici C11-C22 | - | 1263 | 30 | - | - |
| - Idrocarburi Alifatici C5-C8 | - | 1472 | - | - | - |
| - Idrocarburi Aromatici C9-C10 | - | 369 | 8.6 | - | - |
| Idrocarburi totali | 350 | 3167 | 74.0 | 350 | 350 |
| Azoto ammoniacale | 500 | 3500 | 500 | 5300 | 500 |
| Ferro | 200 | 20696 | 31000 | 31000 | 200 |
| Manganese | 50 | 2331 | 3500 | 3500 | 50 |
| Nichel | 20 | 62.5 | 94 | 94 | 20 |
| PCDD-PCDF | 4E-06 | 6.6E-06 | 9.9E-06 | 9.9E-06 | 4.E-06 |
| PCB | 0.01 | 0.35 | 0.53 | 0.53 | 0.01 |
| Benzo(a)Antracene | 0.1 | 0.06 | 0.09 | 0.1 | 0.1 |
| Benzo(a)Pirene | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.03 | 0.01 |
| Benzo(b)Fluorantene | 0.1 | 0.05 | 0.075 | 0.1 | 0.1 |
| Benzo(k)Fluorantene | 0.05 | 0.04 | 0.06 | 0.06 | 0.05 |
| Benzo(g,h,i)Perilene | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.03 | 0.01 |
| Naftalene (*) | 5 | 5.1 | 7.7 | 7.7 | 5 |
| Fluorene (*) | 5 | 2.7 | 4.1 | 5 | 5 |
| Fenantrene (*) | 5 | 5.4 | 8.1 | 8.1 | 5 |
| Diclorobenzene, (1,4) (-p) | 0.5 | 1.96 | 2.9 | 2.9 | 0.5 |
| Esaclorobenzene | 0.01 | 0.65 | 0.98 | 0.98 | 0.01 |
| Pentaclorofenolo | 0.5 | 4.3 | 6.5 | 6.5 | 0.5 |
| Benzene | 1 | 2.3 | 3.5 | 3.5 | 1 |
| Toluene | 15 | 104.1 | 160 | 160 | 15 |
| Xileni (somm. isomeri) | 10 | 87.9 | 130 | 130 | 10 |
| Trimetilbenzene, 1,2,4- (*) | 10 | 37 | 56 | 56 | 10 |
| Trimetilbenzene, 1,3,5- (*) | 10 | 18.3 | 27 | 27 | 10 |
| Diclorometano (*) | 0.15 | 2.7 | 4.1 | 4.1 | 0.15 |
| Cloroformio | 0.15 | 8.9 | 13 | 13 | 0.15 |
| Cloruro di vinile | 0.5 | 41.3 | 11 | 11 | 0.5 |
| Dicloroetano, 1,2- | 3 | 5.96 | 8.9 | 8.9 | 3 |
| Dicloroetilene, 1,1- | 0.05 | 10.3 | 2.3 | 2.3 | 0.05 |
| Dicloropropano, 1,2- | 0.15 | 172.8 | 56 | 56 | 0.15 |
| Tricloroetano, 1,1,2- | 0.2 | 30.9 | 46 | 46 | 0.2 |
| Tricloroetilene | 1.5 | 11.97 | 18 | 18 | 1.5 |
| Tricloropropano, 1,2,3- | 0.001 | 40.6 | 3.3 | 3.3 | 0.001 |
| Tetracloroetano, 1,1,2,2- | 0.05 | 19.3 | 29 | 29 | 0.05 |
| Tetracloroetilene | 1.1 | 25.1 | 36 | 36 | 1.1 |
| Carbonio tetracloruro (*) | 0.15 | 0.4 | 0.6 | 0.6 | 0.15 |
| Tetracloroetano, 1,1,1,2- (*) | 0.05 | 11 | 17 | 17 | 0.05 |
| Esaclorobutadiene (*) | 0.15 | 2.4 | 3.6 | 3.6 | 0.15 |
| Dicloroetilene, cis-1,2- | 60 | 65.9 | 99 | 99 | 60 |
| Toluidina, p- | 0.35 | 0.7 | 1.1 | 1.1 | 0.35 |

(*) Parere ISS del luglio 2002 e successivi.

Per **romo**, **nichel** e **cobalto**, caratterizzati da un valore di fondo naturale superiore alle CSC, nei terreni è stata fissata una concentrazione obiettivo pari allo stesso fondo naturale.

Anche in questo caso, per le acque sotterranee si è previsto un duplice obiettivo:

1. **entro il perimetro del sito**, il raggiungimento delle CSR calcolate rispetto ai percorsi di esposizione per inalazione di vapori;
2. in corrispondenza dei **punti di conformità al perimetro** del sito, il raggiungimento delle CSC definite dall'Allegato 5 alla parte IV del D.Lgs. 152/06.

5. OBIETTIVI DELL'INTERVENTO IN PROGETTO

Il presente progetto si configura come un intervento di bonifica e messa in sicurezza permanente, finalizzato a minimizzare e ricondurre ad accettabilità il rischio derivante dallo stato di contaminazione presente nei siti in esame.

Secondo lo stesso approccio utilizzato per l'analisi di rischio, i due siti Discarica OMA e Stabilimento OMA sono stati trattati congiuntamente, in quanto distribuiti arealmente senza soluzione di continuità, sia con riferimento al contesto geolitologico idrogeologico, sia alla distribuzione e tipologie degli inquinanti presenti.

Sulla base di tale impostazione, il punto di conformità in cui garantire il raggiungimento dei requisiti di qualità per le acque sotterranee è stato posto a valle dell'intero comprensorio (stabilimento e discarica OMA).

5.1 Stabilimento OMA

Per lo Stabilimento OMA, l'analisi di rischio ha evidenziato concentrazioni superiori alle CSR in tutte le sorgenti secondarie di contaminazione (suolo superficiale, suolo profondo e acque sotterranee), sia all'interno dello stabilimento che nella limitrofa fascia di terreno compresa tra il confine Nord dell'impianto e il T. Sangone. Sia quest'area che una porzione ridotta dello stabilimento risultano interessati dalla presenza di idrocarburi in fase libera surnatante.

Concentrazioni superiori alle CSC per le acque sotterranee sono state riscontrate anche nei piezometri di monitoraggio a valle del sito. Grazie alla scarsa mobilità dei contaminanti presenti, l'estensione del plume nelle aree esterne risulta tuttavia piuttosto limitata.

Si rileva infine che all'interno dello stabilimento sono ancora presenti numerosi fabbricati, serbatoi ed impianti dismessi, di cui occorre prevedere la demolizione in quanto strettamente funzionale all'intervento di bonifica / messa in sicurezza permanente. I

sopralluoghi eseguiti sul sito hanno evidenziato la presenza, talora certa o in altri casi potenziale, di materiali pericolosi nelle strutture da demolire, quali amianto in matrice compatta, amianto in matrice friabile e fibre artificiali vetrose.

Tenuto conto degli aspetti sopra elencati, l'intervento di risanamento del sito è stato pertanto elaborato rispetto a quattro questioni distinte:

1. **demolizione di fabbricati ed impianti:** gli obiettivi sono identificare e rimuovere in sicurezza i materiali pericolosi presenti nelle strutture e completare quindi la demolizione di tutte le strutture fuori terra, per consentire l'esecuzione dei successivi interventi;
2. **contaminazione dei terreni:** l'obiettivo principale è ricondurre nei limiti di accettabilità il rischio per i fruitori dell'area, derivante dal contatto diretto con i terreni contaminati e dall'inalazione di vapori dal suolo superficiale e profondo;
3. **rimozione della fase libera surnatante:** l'obiettivo è eliminare questa sorgente primaria di contaminazione al fine di consentire l'esecuzione dei successivi interventi di bonifica delle acque sotterranee;
4. **contaminazione delle acque sotterranee:** gli obiettivi sono la riduzione a livelli accettabili del rischio di inalazione di vapori dalla falda e il raggiungimento dei requisiti di qualità delle acque sotterranee al punto di conformità.

5.2 Discarica OMA

Come descritto nei capitoli precedenti, nella ex discarica OMA sono state distinte tre zone (A, B e C). Il corpo di discarica (zona A e zona C) è costituito da terreno misto a morchie idrocarburiche, con locali accumuli di materiale catramoso, altamente viscoso e non mobile. Il cosiddetto “laghetto” (zona B) è un'area di circa 1.000 m² in cui erano state collocate melme acide pure con rifiuti misti (fusti metallici, plastiche, etc.).

Le melme acide del laghetto sono state rimosse e smaltite mediante due interventi

successivi, nel 2008-2009 e nel 2012. L'ultimo intervento (2012) ha consentito la totale rimozione delle melme acide pure, sebbene l'esaurimento dei fondi disponibili non abbia consentito di completare la rimozione del terreno direttamente a contatto con esse, con elevati livelli di contaminazione (cfr. "Completamento dei primi interventi di bonifica della ex discarica OMA" – Relazione finale, Bugno Luciano s.r.l., 2012).

Completata la rimozione delle melme pure dall'area "laghetto", nella ex discarica OMA permangono terreni di riporto misti ad idrocarburi, con locali accumuli di materiale catramoso. Le indagini di caratterizzazione hanno inoltre evidenziato la presenza di elevate concentrazioni di idrocarburi a quote che possono essere raggiunte dalla falda nei periodi di massima escursione.

Si rileva infine un problema di erosione da parte del Torrente Sangone lungo una porzione del lato nord della discarica.

Tenuto conto degli aspetti sopra elencati, l'intervento di risanamento della discarica è stato pertanto elaborato rispetto a tre questioni distinte:

1. **difesa spondale:** l'obiettivo è consolidare la parete nord della discarica ed impedire l'erosione da parte del Torrente Sangone;
2. **corpo di discarica:** gli obiettivi sono impedire il contatto dei fruitori dell'area con i terreni misti a morchie (rifiuti), il dilavamento dei materiali conseguente alle infiltrazioni meteoriche e l'eventuale dispersione di vapori di idrocarburi in atmosfera;
3. **rimodellamento morfologico:** creazione di una morfologia omogenea, senza avvallamenti e con pendenze non eccessive, sia per garantire la stabilità e le funzioni del capping sia per ottenere un aspetto naturale dal punto di vista paesaggistico;
4. **contaminazione dei terreni nella zona di escursione della falda:** l'obiettivo principale è impedire la propagazione dei contaminanti dal terreno in falda al fine di consentire il raggiungimento dei requisiti di qualità delle acque sotterranee al punto di conformità;
5. **contaminazione delle acque sotterranee:** gli obiettivi sono la riduzione a livelli

accettabili del rischio di inalazione di vapori dalla falda e il raggiungimento dei requisiti di qualità delle acque sotterranee al punto di conformità.

5.3 Stabilimento Chimica Industriale

Per lo Stabilimento Chimica Industriale, l'analisi di rischio ha evidenziato concentrazioni superiori alle CSR in tutte le sorgenti secondarie di contaminazione all'interno dello stabilimento (suolo superficiale, suolo profondo e acque sotterranee). Verosimilmente, in corrispondenza di un limitato settore sul lato Nord dell'impianto, la contaminazione dei terreni si estende anche oltre il perimetro del sito. Una porzione ridotta dello stabilimento risulta inoltre interessata dalla presenza di idrocarburi in fase libera surnatante.

Concentrazioni superiori alle CSC per le acque sotterranee sono state riscontrate anche nei piezometri di monitoraggio a valle del sito. A causa dell'elevata persistenza e mobilità dei contaminanti presenti, il plume di contaminazione si estende per diversi chilometri lungo la direzione di deflusso.

Si rileva infine che all'interno dello stabilimento sono ancora presenti numerosi fabbricati, serbatoi ed impianti, dismessi o tutt'ora in uso, di cui occorre prevedere la demolizione in quanto strettamente funzionale all'intervento di bonifica / messa in sicurezza permanente. Durante i sopralluoghi eseguiti è stata evidenziata la potenziale presenza di materiali pericolosi nelle strutture da demolire, quali amianto in matrice compatta, amianto in matrice friabile e fibre artificiali vetrose, seppur in quantitativi piuttosto limitati.

Tenuto conto degli aspetti sopra elencati, l'intervento di risanamento del sito è stato pertanto elaborato rispetto a cinque questioni distinte:

1. **demolizione di fabbricati ed impianti:** gli obiettivi sono identificare e rimuovere in sicurezza i materiali pericolosi presenti nelle strutture e completare quindi la demolizione di tutte le strutture fuori terra, per consentire l'esecuzione dei successivi interventi;

2. **completamento della caratterizzazione nelle aree esterne:** l'obiettivo è di completare la delimitazione delle sorgenti di contaminazione nelle aree a Nord dell'impianto, precedentemente non investigate;
3. **contaminazione dei terreni:** l'obiettivo principale è ricondurre nei limiti di accettabilità il rischio per i fruitori dell'area, derivante dal contatto diretto con i terreni contaminati e dall'inalazione di vapori dal suolo superficiale e profondo;
4. **rimozione della fase libera surnatante:** l'obiettivo è eliminare questa sorgente primaria di contaminazione al fine di consentire l'esecuzione dei successivi interventi di bonifica delle acque sotterranee;
5. **contaminazione delle acque sotterranee:** gli obiettivi sono la riduzione a livelli accettabili del rischio di inalazione di vapori dalla falda e il raggiungimento dei requisiti di qualità delle acque sotterranee al punto di conformità.

6. DESCRIZIONE GENERALE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO

Di seguito vengono brevemente descritti gli interventi previsti nei siti oggetto di intervento.

L'esame delle tecnologie di bonifica applicabili, la strategia di intervento prevista dal progetto, la descrizione delle opere previste e i relativi criteri di dimensionamento sono descritti nell'Elab. B - "Relazione tecnica di progetto. Discarica e Stabilimento OMA" e nell'Elab. C - "Relazione tecnica di progetto. Stabilimento Chimica Industriale" di progetto.

6.1 Discarica OMA

Per la Discarica OMA si prevede un intervento di messa in sicurezza permanente, che comprende l'esecuzione delle seguenti opere:

1. mantellata di difesa spondale in destra idrografica del Torrente Sangone;
2. diaframma impermeabile per la cinturazione laterale dei rifiuti;
3. rimozione e trattamento dell'accumulo di acque meteoriche nella Zona B (laghetto);
4. riprofilatura del corpo discarica;
5. installazione di un sistema di monitoraggio e recupero dei vapori;
6. copertura superficiale della discarica conforme al D.Lgs 36/2003.

6.1.1 Opera di difesa spondale

Preliminarmente alle operazioni vere e proprie di messa in sicurezza permanente, sarà necessario realizzare un'opera di difesa spondale in destra idrografica del Torrente Sangone, in quanto la sponda, interessata dalla presenza di rifiuti, è esposta all'erosione dell'acqua

superficiale.

Si prevede pertanto la realizzazione di una mantellata in massi ciclopici, caratterizzata da un'altezza di 5 m rispetto all'attuale fondo scorrevole del T. Sangone nel settore prospiciente l'area di intervento. Alle spalle dei massi si provvederà alla posa di un geosintetico impermeabile, in continuità con l'impermeabilizzazione superficiale della discarica, per minimizzare l'infiltrazione l'acqua nei rifiuti nel corso degli eventi di piena.

6.1.2 Diaframma impermeabile di cinturazione

L'intervento intende limitare o impedire il dilavamento orizzontale dei terreni misti ad idrocarburi a profondità che possono essere raggiunte dalla falda nei periodi di massima escursione della stessa. Per maggiore cautela, il diaframma comprenderà un'area più ampia, circa equivalente a quella occupata dal corpo di discarica.

A tale scopo sarà eseguito un diaframma impermeabile di cinturazione, eseguito mediante tecnologia *jet grouting* con iniezione di miscela a base di cemento e bentonite, in colonne affiancate in modo da creare un diaframma continuo.

L'esecuzione del diaframma lungo il lato nord dovrà tenere conto della accessibilità e stabilità delle aree per il posizionamento delle macchine esecutrici. A seguito del rilievo topografico di dettaglio, dovrà essere valutata l'eventuale necessità di anticipare l'esecuzione del diaframma nel tratto lungo il T. Sangone, in caso di sovrapposizione del suo tracciato con quello dell'opera di difesa spondale.

In alternativa alla realizzazione di un diaframma impermeabile di cinturazione si potrà valutare, in fase di progetto definitivo, un intervento in situ di inertizzazione dei terreni contaminati dalle melme acide nella zona di escursione della falda.

6.1.3 Rimozione e trattamento dell'accumulo di acque meteoriche nella Zona B

Gli interventi di rimozione delle morchie pure presenti nella Zona B della discarica, il cosiddetto "laghetto", sono terminati lasciando una zona depressa protetta da un telo impermeabile. Sopra il telo si è formato un invaso d'acqua, di volume stimato pari a 850 m³, derivante dall'accumulo delle precipitazioni meteoriche.

Risulta necessario asportare l'acqua accumulata prima di procedere alle successive operazioni di riempimento dell'invaso e riprofilatura della discarica. Le acque estratte saranno trattate presso un piccolo impianto on-site a carboni attivi e quindi scaricate nel T. Sangone.

6.1.4 Riprofilatura del corpo discarica

L'attuale morfologia dell'area dovrà essere regolarizzata al fine di consentire la messa in opera del capping superficiale e la realizzazione di idonee pendenze di deflusso delle acque meteoriche, le quali impediscano zone di ristagno. In particolare, in questa fase dovrà essere ricolmata la depressione lasciata dai precedenti intervento di rimozione delle morchie pure presenti nella Zona B della discarica.

Al fine di non interferire con i materiali in posto, la riprofilatura sarà effettuata minimizzando la movimentazione dei volumi attuali. Anche in considerazione del fatto che i materiali di riporto saranno collocati al di sotto di una copertura per rifiuti pericolosi ex D.lgs. 36/03, si ritiene opportuno che i terreni utilizzati per il riempimento e la riprofilatura siano prioritariamente approvvigionati recuperando le terre e rocce prodotte nell'ambito delle opere pubbliche realizzate nell'ambito della Città Metropolitana di Torino.

6.1.5 Sistema di monitoraggio e recupero dei vapori

Nella discarica in oggetto non sono presenti materiali organici biodegradabili che possano

dare origine alla produzione di biogas. Sono tuttavia presenti idrocarburi, i quali potrebbero rilasciare composti organici volatili (VOC). Potenzialmente, gli interventi di confinamento previsti (copertura e diaframma perimetrale impermeabili) potrebbero portare ad un eccessivo accumulo di VOC entro il corpo rifiuti.

Per tenere sotto controllo il fenomeno, il capping sarà dotato di strato di drenaggio dei gas, entro il quale saranno posate una serie di tubazioni microfessurate, che confluiranno in due collettori principali che a loro volta fuoriusciranno dalla copertura impermeabile in prossimità dell'ex stabilimento OMA.

A seguito della messa in opera della copertura, dovranno essere eseguiti monitoraggi volti a verificare le concentrazioni di VOC. Qualora si riscontri un eccessivo accumulo di VOC nel corpo rifiuti, potrà essere valutata l'opportunità di dotare l'uscita delle tubazioni di un sistema di estrazione forzata.

6.1.6 Copertura superficiale della discarica

Sull'area della discarica sarà posta in opera una copertura superficiale con le caratteristiche previste dal D.lgs. 36/03 per le discariche di rifiuti pericolosi. Tale copertura consentirà di isolare i rifiuti dall'ambiente esterno e di minimizzare le infiltrazioni meteoriche, i fenomeni di erosione, gli assestamenti e i fenomeni di subsidenza localizzata, riducendo al minimo la necessità di interventi di manutenzione.

Le acque meteoriche verranno raccolte mediante un sistema di canalette appositamente dimensionate e scaricate nel T. Sangone.

6.2 Stabilimento OMA

Per lo Stabilimento OMA si prevede un intervento di bonifica e messa in sicurezza permanente, che comprende l'esecuzione delle seguenti opere:

1. demolizione di fabbricati e impianti fuori terra;
2. impermeabilizzazione delle superfici;
3. rimozione della fase libera surnatante;
4. in situ reactive zone (IRZ) per il trattamento del plume;
5. air sparging e soil vapour extraction (AS+SVE) per il trattamento della sorgente.

6.2.1 Demolizione di fabbricati e di impianti fuori terra

È prevista la demolizione dei fabbricati, dei serbatoi e degli impianti fuori terra presenti all'interno dello stabilimento, in quanto strettamente funzionale all'intervento di bonifica / messa in sicurezza permanente.

Preliminarmente si procederà con il censimento e la rimozione in sicurezza dei materiali pericolosi presenti nelle strutture da demolire, quali amianto in matrice compatta, amianto in matrice friabile e fibre artificiali vetrose.

Si procederà quindi con l'inertizzazione dei serbatoi interrati ancora presenti e con la demolizione degli impianti e delle strutture fuori terra.

I materiali inerti, prodotti dalle demolizioni, saranno riutilizzati per la formazione dello strato di regolarizzazione previa selezione, vagliatura e riduzione volumetrica da effettuarsi mediante impianto mobile autorizzato all'interno dello stesso cantiere.

6.2.2 Impermeabilizzazione delle superfici

Sull'intera area dello Stabilimento OMA e nella limitrofa fascia di terreno compresa tra l'impianto e il T. Sangone è prevista la realizzazione di una copertura superficiale impermeabile ("capping"), allo scopo di minimizzare l'infiltrazione delle acque meteoriche attraverso il suolo contaminato, impedire il contatto diretto con il suolo superficiale

contaminato e minimizzare le eventuali emissioni di vapori inquinanti dal sottosuolo. La copertura superficiale sarà realizzata in modo tale da garantire continuità con il sistema di impermeabilizzazione previsto per la discarica OMA.

Non essendo ancora stata definita nel dettaglio l'effettiva destinazione d'uso finale delle aree in oggetto, vengono proposti due distinti sistemi di impermeabilizzazione, il primo compatibile con un utilizzo a parcheggio/strada, il secondo per un utilizzo ad area verde.

Le acque meteoriche verranno raccolte mediante un sistema di canalette appositamente dimensionate e scaricate nel T. Sangone.

6.2.3 Rimozione della fase libera surnatante

La fascia di terreno compresa tra il confine Nord dello stabilimento OMA e il T. Sangone, oltre che una porzione ridotta dello stesso stabilimento, sono interessate dalla presenza di idrocarburi in fase libera surnatante.

Si prevede un intervento di recupero della fase libera mediante l'installazione di disoleatori a nastro in tutti i piezometri caratterizzati dalla presenza di surnatante, collegati a serbatoi di accumulo del prodotto estratto.

Al termine delle operazioni, per rimuovere la massa idrocarburica residua si eseguirà un intervento "push&pull" di dosaggio di reagenti nell'acquifero e successivo recupero del prodotto in fase disciolta.

6.2.4 In situ reactive zone (IRZ) per il trattamento del plume

Per il trattamento del plume di contaminazione in uscita dallo stabilimento, è prevista la creazione di una Zona Reattiva In Situ (In Situ Reactive Zone - IRZ) in corrispondenza del fronte di valle dello stabilimento, mediante l'iniezione in falda di un reagente a base di carbone attivo micrometrico e nutrienti a rilascio controllato. Questo consentirà di

immobilizzare per adsorbimento i contaminanti organici presenti in falda, accelerando al tempo stesso il processo di biodegradazione.

Il reagente adsorbente sarà distribuito in corrispondenza sia della prima che della seconda falda, mediante la realizzazione di una serie di postazioni di iniezione allineate ortogonalmente alla direzione di deflusso. Obiettivo dell'intervento è il raggiungimento delle CSC nelle acque sotterranee a valle della zona reattiva.

L'intervento full-scale sarà preceduto dalla realizzazione di una prova pilota.

6.2.5 Air Sparging e Soil Vapour Extraction per il trattamento della sorgente

La longevità e l'efficienza dei mezzi adsorbenti sono tanto più elevate quanto più è basso il carico inquinante nel flusso da trattare. Di conseguenza, accoppiato alla Zona Reattiva In Situ, il progetto prevede un intervento di Air Sparging (AS), finalizzato ad abbattere le concentrazioni presenti alla sorgente di contaminazione.

L'insufflazione di aria avverrà attraverso una serie di pozzi di iniezione distribuiti in tutto lo stabilimento e nei terreni contaminati limitrofi allo stesso. I pozzi di air sparging saranno completati esclusivamente nella prima falda; la seconda falda, grazie al ridotto gradiente piezometrico, determina un basso flusso di contaminanti in uscita e, pertanto, non risulta necessario un abbattimento delle concentrazioni alla sorgente.

Per la captazione e il trattamento dei vapori, l'Air Sparging sarà accoppiato ad un intervento di Soil Vapour Extraction (SVE). Il sistema sarà completato da un impianto on-site centralizzato di compressione, aspirazione e trattamento dell'aria, a cui i pozzi di AS e SVE saranno collegati attraverso tubazioni interrate al di sotto del capping, per non interromperne la continuità.

L'abbattimento dei VOC presenti alla sorgente, sia nell'acquifero che nel mezzo non saturo, diminuirà la volatilizzazione di vapori verso il piano campagna e, unitamente all'impermeabilizzazione delle superfici, consentirà di eliminare il rischio di esposizione alla

contaminazione per inalazioni di vapori.

L'intervento full-scale sarà preceduto dalla realizzazione di una prova pilota.

6.3 Stabilimento Chimica Industriale

Per lo stabilimento Chimica Industriale si prevede una strategia di intervento analoga a quella adottata per lo stabilimento OMA, che comprende l'esecuzione delle seguenti opere:

1. demolizione di fabbricati e impianti fuori terra;
2. impermeabilizzazione delle superfici;
3. rimozione della fase libera surnatante;
4. in situ reactive zone (IRZ) per il trattamento del plume;
5. air sparging e soil vapour extraction (AS+SVE) per il trattamento della sorgente.

6.3.1 Demolizione di fabbricati e di impianti fuori terra

È prevista la demolizione dei fabbricati, dei serbatoi e degli impianti fuori terra presenti all'interno dello stabilimento, in quanto strettamente funzionale all'intervento di bonifica / messa in sicurezza permanente.

Preliminarmente si procederà con il censimento e la rimozione in sicurezza dei materiali pericolosi presenti nelle strutture da demolire, quali amianto in matrice compatta, amianto in matrice friabile e fibre artificiali vetrose.

Si procederà quindi con l'inertizzazione dei serbatoi interrati ancora presenti e con la demolizione degli impianti e delle strutture fuori terra.

6.3.2 Impermeabilizzazione delle superfici

Sull'intera area dello stabilimento Chimica Industriale e sui confinanti terreni contaminati è prevista la realizzazione di una copertura superficiale impermeabile (“capping”), allo scopo di minimizzare l'infiltrazione delle acque meteoriche attraverso il suolo contaminato, impedire il contatto diretto con il suolo superficiale contaminato e minimizzare le eventuali emissioni di vapori inquinanti dal sottosuolo.

Non essendo ancora stata definita nel dettaglio l'effettiva destinazione d'uso finale delle aree in oggetto, vengono proposti due distinti sistemi di impermeabilizzazione, il primo compatibile con un utilizzo a parcheggio/strada, il secondo per un utilizzo ad area verde.

Le acque meteoriche verranno raccolte mediante un sistema di canalette appositamente dimensionate e scaricate nel sistema fognario esistente, previa autorizzazione.

La realizzazione dell'opera sarà preceduta da una serie di indagini integrative per delimitare l'estensione delle aree contaminate nell'area confinante, a Nord dello stabilimento.

L'intervento sarà preceduto da un'indagine integrativa sulle aree a Nord dello stabilimento per completare la delimitazione della contaminazione e definire l'effettiva estensione del capping.

6.3.3 Rimozione della fase libera surnatante

Una porzione ridotta del sito è interessata dalla presenza di idrocarburi in fase libera surnatante. Si prevede quindi un intervento di recupero della fase libera mediante l'installazione di disoleatori a nastro in tutti i piezometri caratterizzati dalla presenza di surnatante, collegati a serbatoi di accumulo del prodotto estratto.

Al termine delle operazioni, per rimuovere la massa idrocarburica residua si eseguirà un intervento “push&pull” di dosaggio di reagenti nell'acquifero e successivo recupero del prodotto in fase disciolta.

6.3.4 In situ reactive zone (IRZ) per il trattamento del plume

Per il trattamento del plume di contaminazione in uscita dallo stabilimento, è prevista la creazione di una Zona Reattiva In Situ (In Situ Reactive Zone - IRZ) in corrispondenza del fronte di valle dello stabilimento, mediante l'iniezione in falda di un reagente a base di carbone attivo micrometrico e nutrienti a rilascio controllato. Questo consentirà di immobilizzare per adsorbimento i contaminanti organici presenti in falda, accelerando al tempo stesso il processo di biodegradazione.

Il reagente adsorbente sarà distribuito in corrispondenza sia della prima che della seconda falda, mediante la realizzazione di una serie di postazioni di iniezione allineate ortogonalmente alla direzione di deflusso. Obiettivo dell'intervento è il raggiungimento delle CSC nelle acque sotterranee a valle della zona reattiva.

L'intervento full-scale sarà preceduto dalla realizzazione di una prova pilota.

6.3.5 Air Sparging e Soil Vapour Extraction per il trattamento della sorgente

La longevità e l'efficienza dei mezzi adsorbenti sono tanto più elevate quanto più è basso il carico inquinante nel flusso da trattare. Di conseguenza, accoppiato alla Zona Reattiva In Situ, il progetto prevede un intervento di Air Sparging (AS), finalizzato ad abbattere le concentrazioni presenti alla sorgente di contaminazione.

L'insufflazione di aria avverrà attraverso una serie di pozzi di iniezione distribuiti in tutto lo stabilimento e nei terreni contaminati limitrofi allo stesso. I pozzi di air sparging saranno completati esclusivamente nella prima falda; la seconda falda, grazie al ridotto gradiente piezometrico, determina un basso flusso di contaminanti in uscita e, pertanto, non risulta necessario un abbattimento delle concentrazioni alla sorgente.

Per la captazione e il trattamento dei vapori, l'Air Sparging sarà accoppiato ad un intervento di Soil Vapour Extraction (SVE). Il sistema sarà completato da un impianto on-site centralizzato di compressione, aspirazione e trattamento dell'aria, a cui i pozzi di AS e SVE

saranno collegati attraverso tubazioni interrato al di sotto del capping, per non interromperne la continuità.

L'abbattimento dei VOC presenti alla sorgente, sia nell'acquifero che nel mezzo saturo, diminuirà la volatilizzazione di vapori verso il piano campagna, con una conseguente diminuzione del rischio connesso alla fruizione del sito.

L'intervento full-scale sarà preceduto dalla realizzazione di una prova pilota.

7. ARTICOLAZIONE DELL'INTERVENTO PER FASI

Considerata la complessità del caso in esame e la molteplicità degli interventi previsti, il presente progetto di bonifica e messa in sicurezza permanente sarà articolato per fasi temporali successive, così come consentito dall'art. 242, comma 7 del D.Lgs. 152/06, a seguito delle modifiche introdotte dalla Legge 22 dicembre 2011 n. 214:

“Nel caso di interventi di bonifica o di messa in sicurezza [...] che presentino particolari complessità a causa della natura della contaminazione, degli interventi, delle dotazioni impiantistiche necessarie o dell'estensione dell'area interessata dagli interventi medesimi, il progetto può essere articolato per fasi progettuali distinte al fine di rendere possibile la realizzazione degli interventi per singole aree o per fasi temporali successive. Nell'ambito dell'articolazione temporale potrà essere valutata l'adozione di tecnologie innovative, di dimostrata efficienza ed efficacia, a costi sopportabili, resi disponibili a seguito dello sviluppo tecnico-scientifico del settore”.

Gli obiettivi complessivi del progetto, definiti nel capitolo precedente, saranno perseguiti attraverso il raggiungimento di obiettivi intermedi per ciascuna fase di intervento; l'esecuzione parziale dell'intervento sarà improntata su criteri di economicità ed efficacia rispetto all'intervento complessivo e garantirà in ogni caso la salvaguardia delle matrici ambientali interessate.

Nello specifico, il progetto sarà articolato in cinque fasi, così come descritto in Tab. 7.1. La successione temporale delle diverse fasi è stata pianificata secondo priorità definite sulla base della diversa criticità dei fenomeni di contaminazione e della necessità di prove pilota e indagini di approfondimento. Nello specifico, si ritiene che le maggiori criticità siano rappresentate:

- dal fenomeno di erosione spondale in corso sul lato settentrionale della discarica OMA, che in caso di eventi eccezionali di piena potrebbe portare al dilavamento dei rifiuti da parte della corrente e alla diffusione della contaminazione lungo il letto del torrente.

- dalla contaminazione delle acque sotterranee a valle dello Stabilimento Chimica Industriale, a causa dell'elevata pericolosità dei composti presenti (idrocarburi alifatici clorurati cancerogeni), della notevole estensione del plume e della presenza di pozzi ad uso irriguo e idropotabile nelle aree a valle.

Il presente Progetto preliminare di insieme illustra le soluzioni tecniche previste per ciascuna fase di intervento e ne definisce, in termini di previsioni di massima, i costi e i criteri dimensionali.

Ciascuna fase è stata articolata in:

- attività di progettazione;
- rilievi e indagini preliminari, da realizzarsi a supporto della progettazione definitiva/esecutiva. Gli approfondimenti necessari per ciascuna tipologia di intervento (pilota o full-scale), sono stati evidenziati nell'Elab B. Le modalità esecutive di tali approfondimenti saranno definite a cura del progettista incaricato;
- interventi pilota, qualora necessari;
- interventi full-scale.

Tab. 7.1. Articolazione per fasi dell'intervento di bonifica sui tre siti Stabilimento OMA, Discarica OMA e Chimica industriale.

| FASE 1 - Opera di difesa spondale | |
|--|---|
| Progettazione | - Opera di difesa spondale sul T. Sangone |
| Rilievi e indagini preliminari | - Rilievo topografico di dettaglio - Studio idraulico di dettaglio |
| Interventi pilota | - |
| Interventi full-scale | - Opera di difesa spondale sul T. Sangone |
| FASE 2 - Interventi pilota di bonifica e rimozione della fase libera surnatante | |
| Progettazione | - Intervento pilota di stabilizzazione/inertizzazione su melme acide a contatto con la falda - Chimica Industriale. Intervento pilota di IRZ. - Chimica Industriale. Intervento pilota di AS+SVE. - Chimica Industriale. Rimozione della fase libera surnatante. - Stabilimento OMA. Intervento pilota di IRZ. - Stabilimento OMA. Intervento pilota di AS+SVE. - Stabilimento OMA. Rimozione della fase libera surnatante. |
| Rilievi e indagini preliminari | - Indagine geofisica per individuazione della fase libera. - Indagine geofisica per approfondimenti sul modello idrogeologico. - Campionamento delle melme acide a contatto con la falda - Prove di laboratorio di stabilizzazione/inertizzazione su melme acide a contatto con la falda |
| Interventi pilota | - Chimica Industriale. Intervento pilota di IRZ. - Chimica Industriale. Intervento pilota di AS+SVE. - Stabilimento OMA. Intervento pilota di IRZ. - Stabilimento OMA. Intervento pilota di AS+SVE. - Intervento pilota di stabilizzazione/inertizzazione su melme acide a contatto con la falda |
| Interventi full-scale | - Chimica Industriale. Rimozione della fase libera surnatante. - Stabilimento OMA. Rimozione della fase libera surnatante. |
| FASE 3 - Bonifica e messa in sicurezza dello stabilimento Chimica Industriale | |
| Progettazione | - Bonifica da amianto e materiali pericolosi - Demolizione di strutture e impianti fuori terra - Impermeabilizzazione delle superfici - Air Sparging + SVE per il trattamento della sorgente - In Situ Reactive Zone per il trattamento del plume |

| | |
|--|---|
| Rilievi e indagini preliminari | <ul style="list-style-type: none"> - Completamento della caratterizzazione delle aree esterne - Rilievo topografico di dettaglio - Mappatura dei materiali pericolosi nelle strutture da demolire |
| Interventi pilota | - |
| Interventi full-scale | <ul style="list-style-type: none"> - Bonifica da amianto e materiali pericolosi - Demolizione di strutture e impianti fuori terra - Impermeabilizzazione delle superfici - Air Sparging + SVE per il trattamento della sorgente - In Situ Reactive Zone per il trattamento del plume |
| FASE 4 - Messa in sicurezza permanente della discarica OMA | |
| Progettazione | <ul style="list-style-type: none"> - Diaframma impermeabile di cinturazione - Rimozione dell'accumulo di acque meteoriche nella Zona B - Riprofilatura della discarica - Sistema di monitoraggio e recupero dei vapori - Copertura superficiale della discarica |
| Rilievi e indagini preliminari | - |
| Interventi pilota | - |
| Interventi full-scale | <ul style="list-style-type: none"> - Diaframma impermeabile di cinturazione - Rimozione dell'accumulo di acque meteoriche nella Zona B - Riprofilatura della discarica - Sistema di monitoraggio e recupero dei vapori - Copertura superficiale della discarica |
| FASE 5 - Bonifica e messa in sicurezza dello stabilimento OMA | |
| Progettazione | <ul style="list-style-type: none"> - Bonifica da amianto e materiali pericolosi - Demolizione di strutture e impianti fuori terra - Impermeabilizzazione delle superfici - Air Sparging + SVE per il trattamento della sorgente - In Situ Reactive Zone per il trattamento del plume |
| Rilievi e indagini preliminari | <ul style="list-style-type: none"> - Rilievo topografico di dettaglio - Mappatura dei materiali pericolosi nelle strutture da demolire |
| Interventi pilota | - |
| Interventi full-scale | <ul style="list-style-type: none"> - Bonifica da amianto e materiali pericolosi - Demolizione di strutture e impianti fuori terra - Impermeabilizzazione delle superfici - Air Sparging + SVE per il trattamento della sorgente - In Situ Reactive Zone per il trattamento del plume |

8. CALCOLO SOMMARIO DELLA SPESA

Il Calcolo sommario della spesa per gli interventi previsti dal presente progetto e il relativo quadro economico sono riportati nell'Elaborato E di progetto. Per valutare la spesa di realizzazione degli interventi si è utilizzato come base di riferimento il Prezziario Regionale dei Lavori Pubblici della Regione Piemonte redatto dall'Assessorato ai Lavori Pubblici, attualmente in vigore. Tutti i prezzi riportati sono comprensivi di spese e utili per l'impresa e non comprendono l'IVA.

Il quadro economico di progetto comprende:

- A. Spese di esecuzione lavori e servizi nelle diverse fasi di intervento;
- B. Somme a disposizione per:
 - IVA sui lavori all'aliquota del 10%;
 - 10% imprevisti;
 - spese tecniche (progettazione e direzione lavori, coordinamento della sicurezza in fase di progettazione ed esecuzione, verifica di conformità e collaudo);
 - allacciamento a pubblici servizi (rete elettrica);
 - espropri, occupazioni temporanee e servitù;
 - 3% fondo per transazioni e accordi bonari (art. 12 D.P.R. 207/2010);
 - spese amministrative generali.
- C. Oneri di gestione e monitoraggio post operam.

Le spese tecniche sono state calcolate secondo le tariffe professionali degli ingegneri ed architetti stabilite dal D.M. 143/2013, sulla base dell'importo lavori previsto.

9. PIANO ECONOMICO E FINANZIARIO DI MASSIMA

Il Piano economico e finanziario di massima è riportato nell'Elaborato F di progetto. Tale Piano tiene conto dell'articolazione in fasi dell'intervento illustrata nel cap. 7. e comprende gli oneri di esercizio, manutenzione e monitoraggio delle opere di messa in sicurezza permanente a carico della Stazione Appaltante.

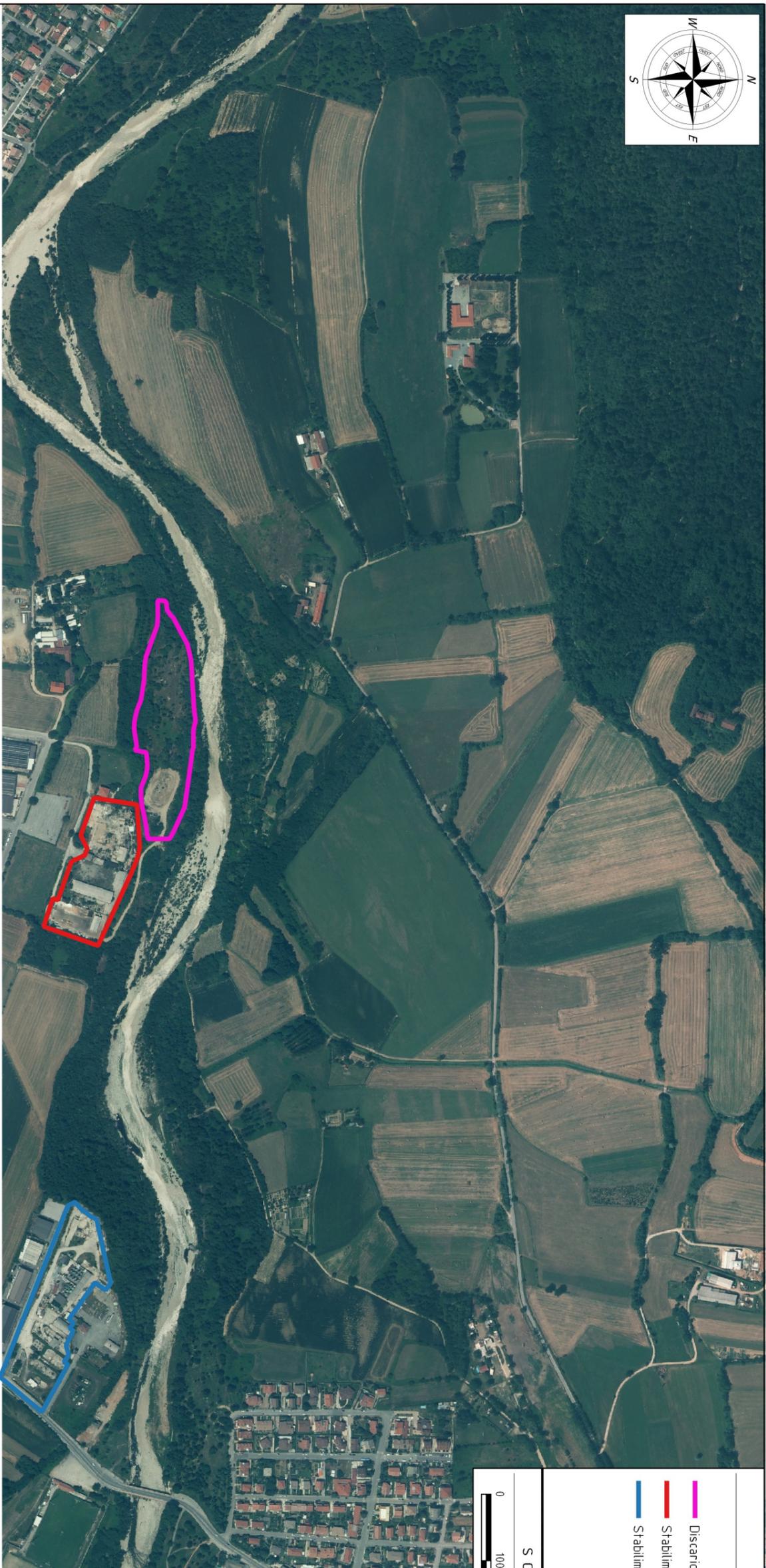
Per ciascuna fase sono stati dettagliati i costi necessari per la progettazione, per le indagini e i rilievi preliminari (a supporto della progettazione stessa) e i costi di intervento. Per alcune tipologie di intervento, prima della fase full-scale sono state previste delle prove pilota, che dovranno essere opportunamente progettati.

Pertanto, in funzione dei finanziamenti disponibili, sarà possibile articolare ciascuna fase di intervento in ulteriori lotti funzionali, da valutarsi in accordo con la Stazione Appaltante.

Torino, 30 novembre 2015

ALLEGATO 1

Tavole grafiche.



LEGENDA

- Disarica OMA
- Stabilimento OMA
- Stabilimento Chimica Industriale

SCALA GRAFICA

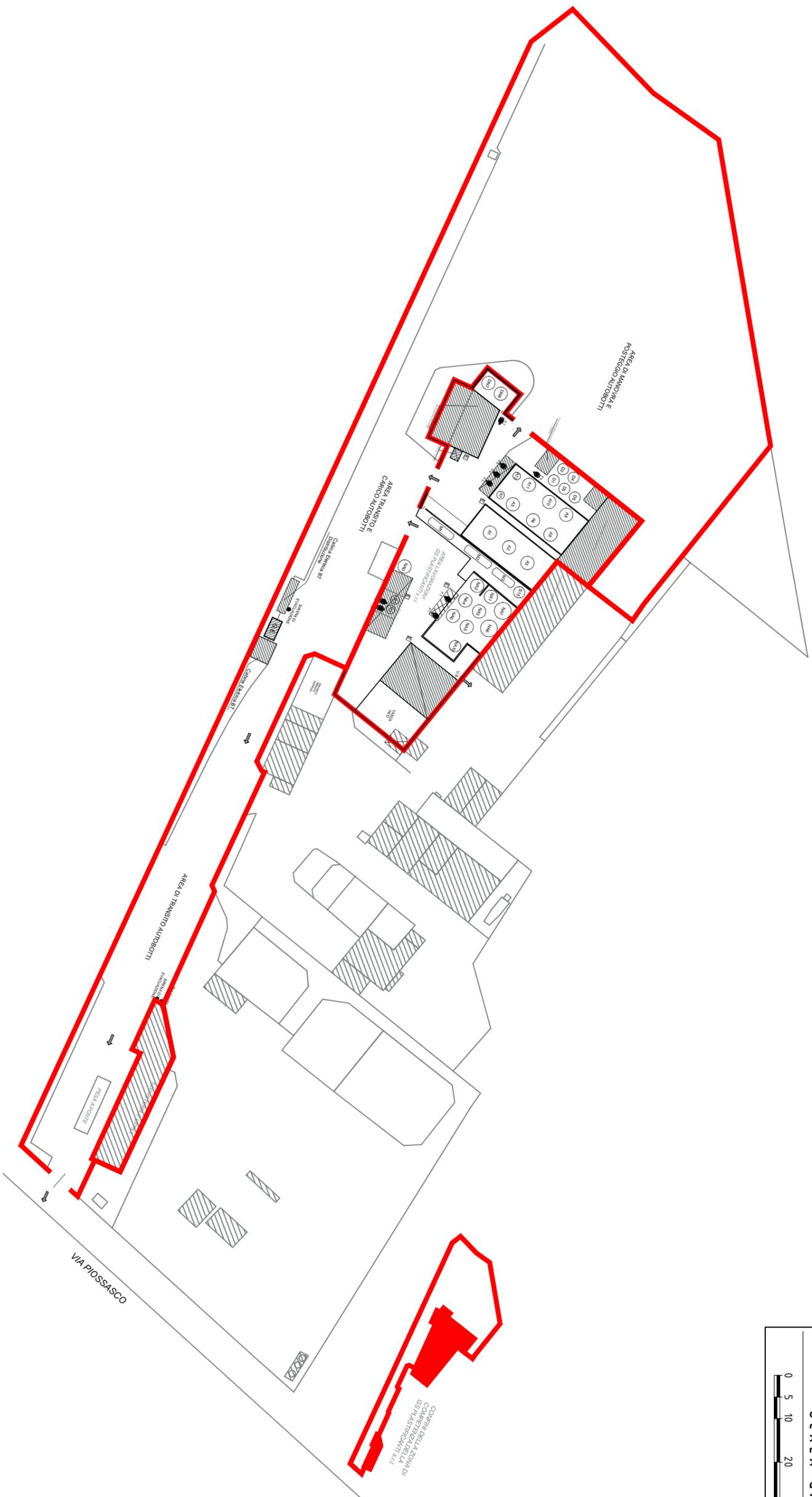
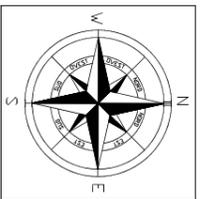


Oggetto:
Ubicazione dei siti d'intervento su foto
aerea del 2012 (fonte PCN).

Comune di Rivarola di Torino
Autore:
B.Sandino

Scala: 1:10'000
Data: nov-2015

File: 15014PR-Tavoletta_00.qgs



LEGENDA

— Zona di competenza della GS Plastificanti

SCALA GRAFICA



Objetto: Pianimetria dello Stabilimento Chimica Industriale, con evidenziata l'area di competenza della GS Plastificanti Srl.

Comittente:

Comune di Rivolta di Torino

Autore: B.Saudino

Scala:

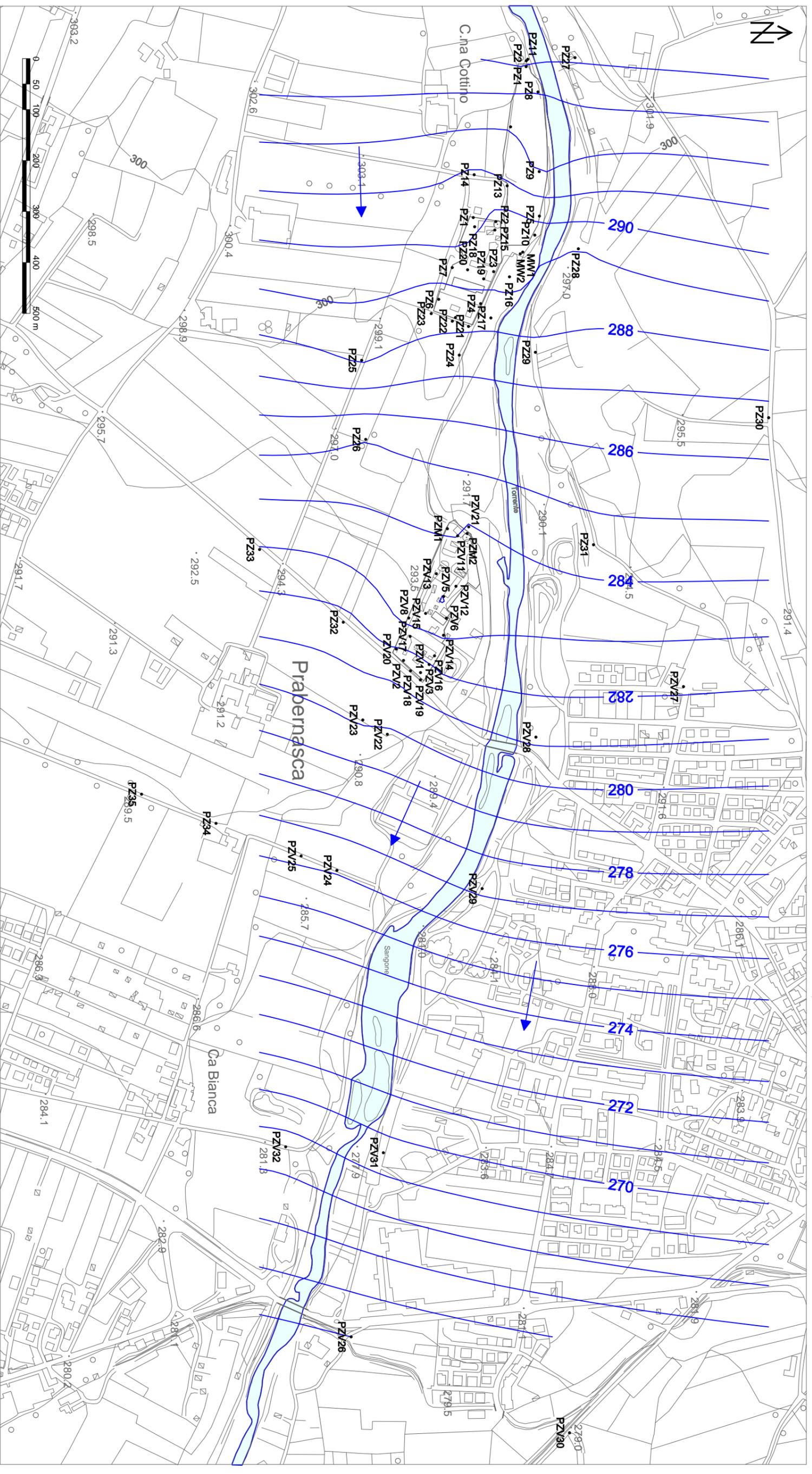
1:1'000

Data:

NOV-2015

Tav.

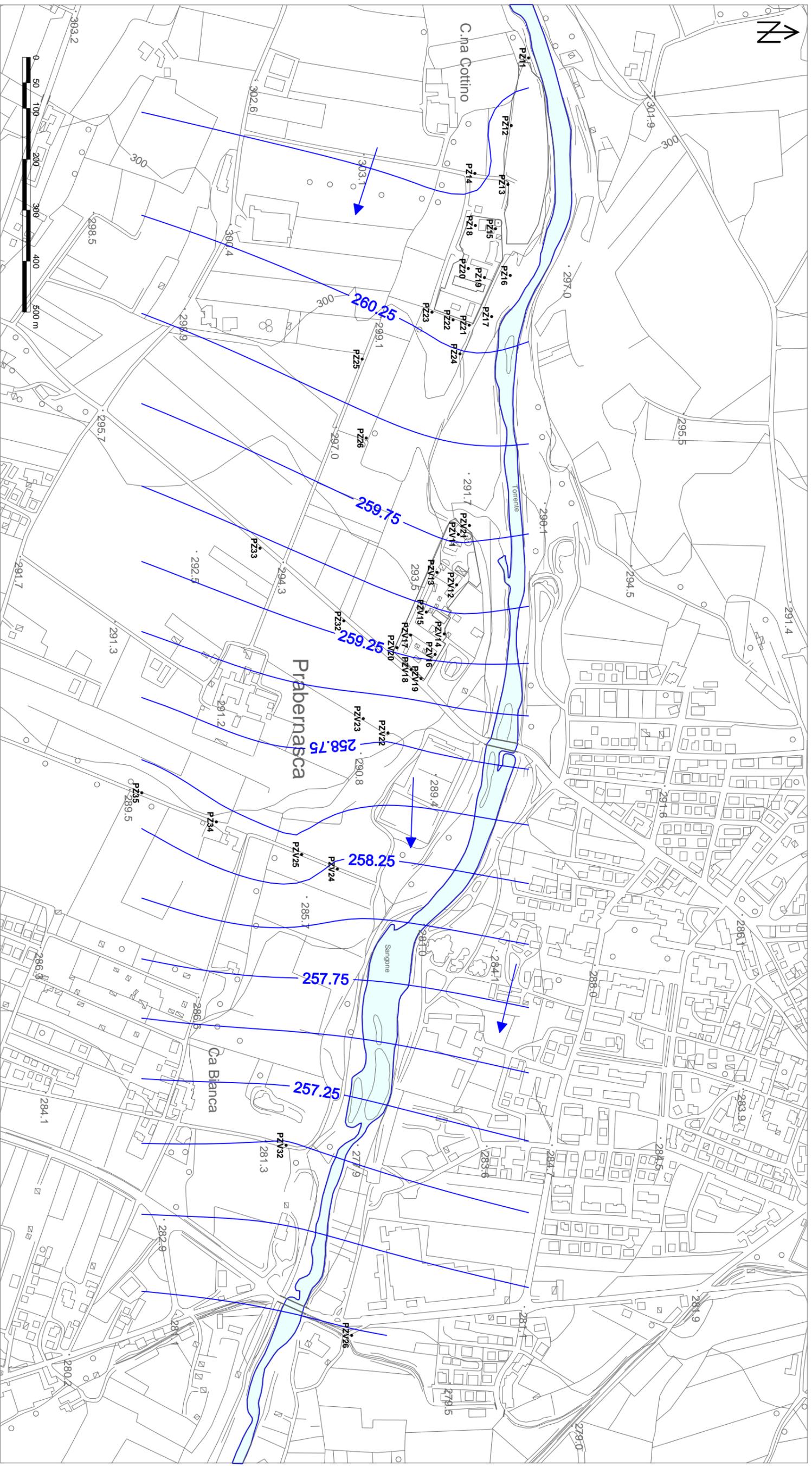
Titolo: 15014PR-A-TAV22_00.dwg



LEGENDA

- piezometria superficiale (gen-08)
- direzione di deflusso

| | | | |
|---|--|--|--|
|  | | Oggetto: Piezometria della falda superficiale. Rilievo del gennaio 2008. | |
| | | Autore: B. Saudino | |
| Committente: Comune di Rivaralta di Torino | | Data: nov-2015 | |
| Scala: grafica | | Tav. 2.3 | |
| File: 15014PR-A-Tav2.3-2_4_00.srf | | | |

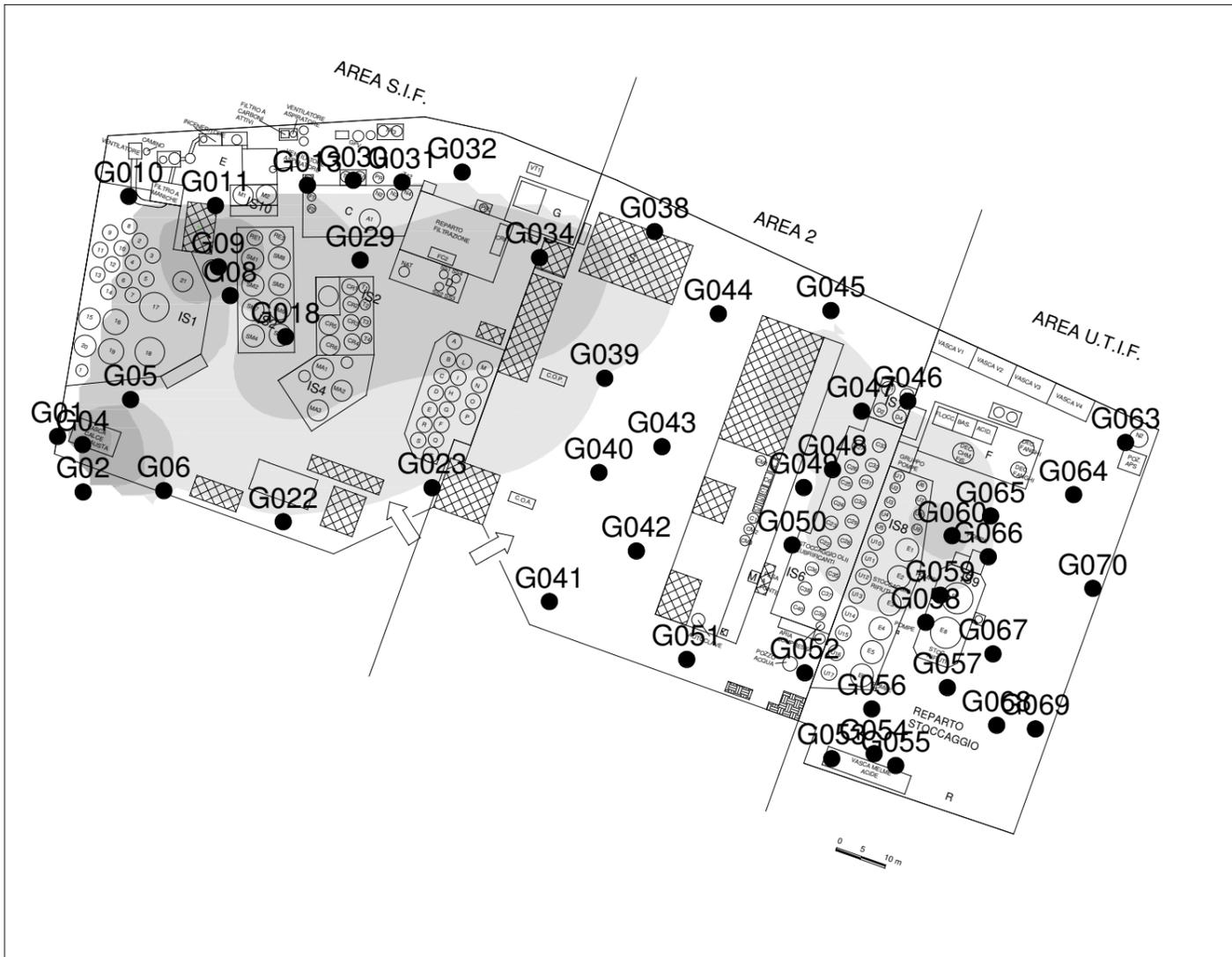


LEGENDA

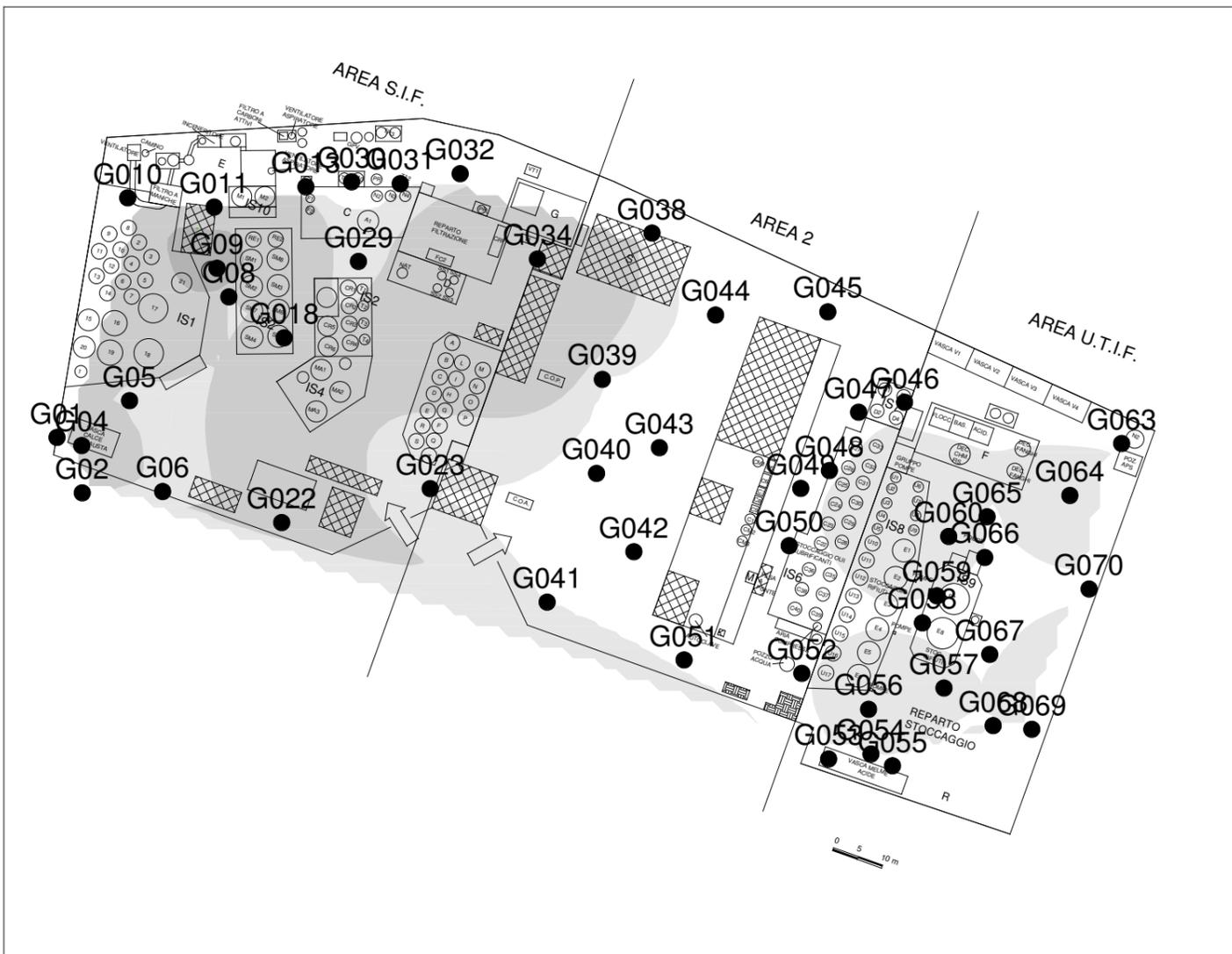
- piezometria profonda (gen-08)
- ▶ direzione di deflusso

| | | | |
|---|--------------------------|---|------------------------------|
|  | | Oggetto: Piezometria della falda profonda. Rilievo del gennaio 2008. | Autore: B. Saudino |
| Committente: Comune di Rivalta di Torino | | | |
| Scala: grafica | Data: nov-2015 | | |
| File: 15014PR-A-Tav2.3-2.4_00.srf | | 2.4 | |

Idrocarburi aromatici



Idrocarburi alifatici alogenati cancerogeni

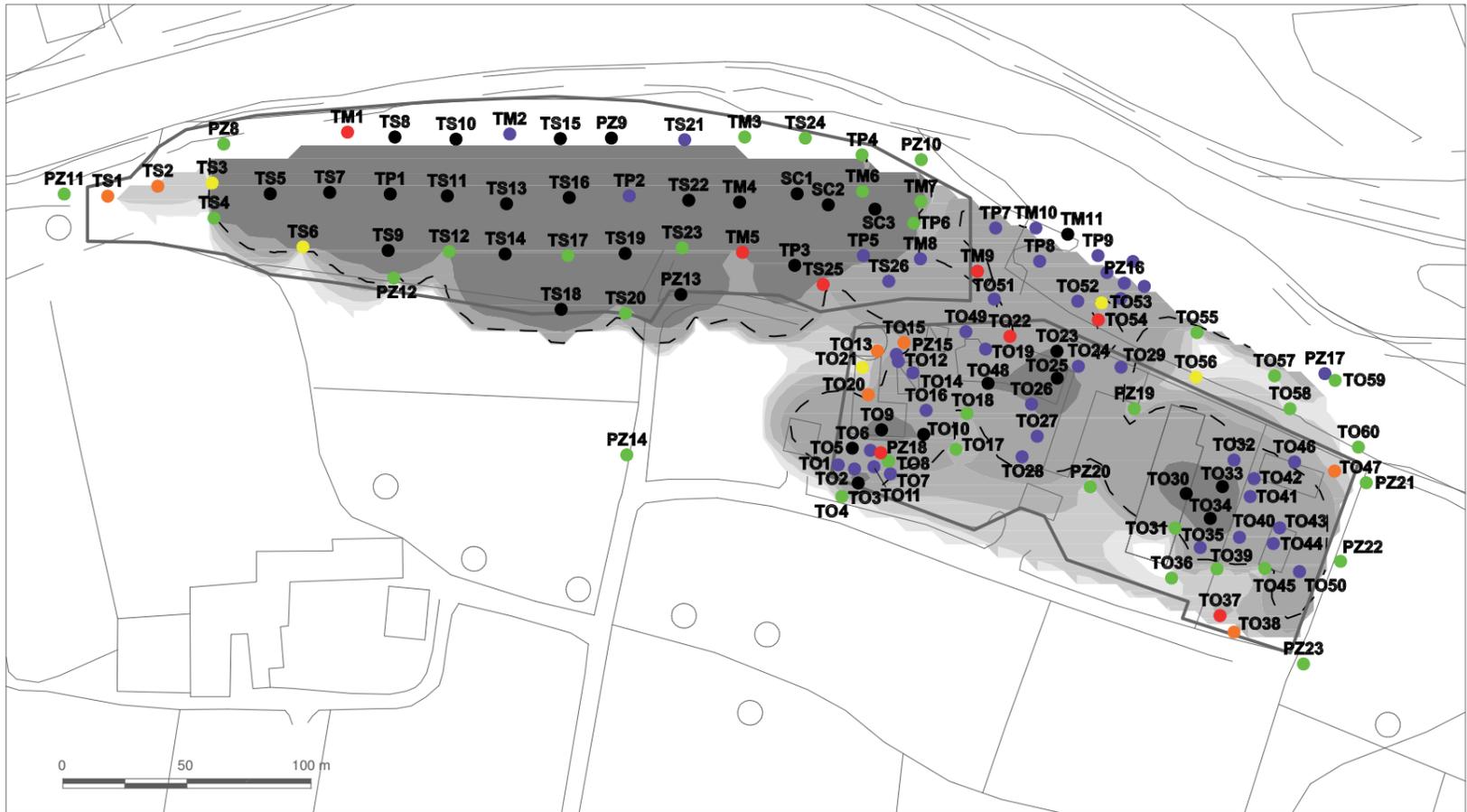


Aree di isoconcentrazione

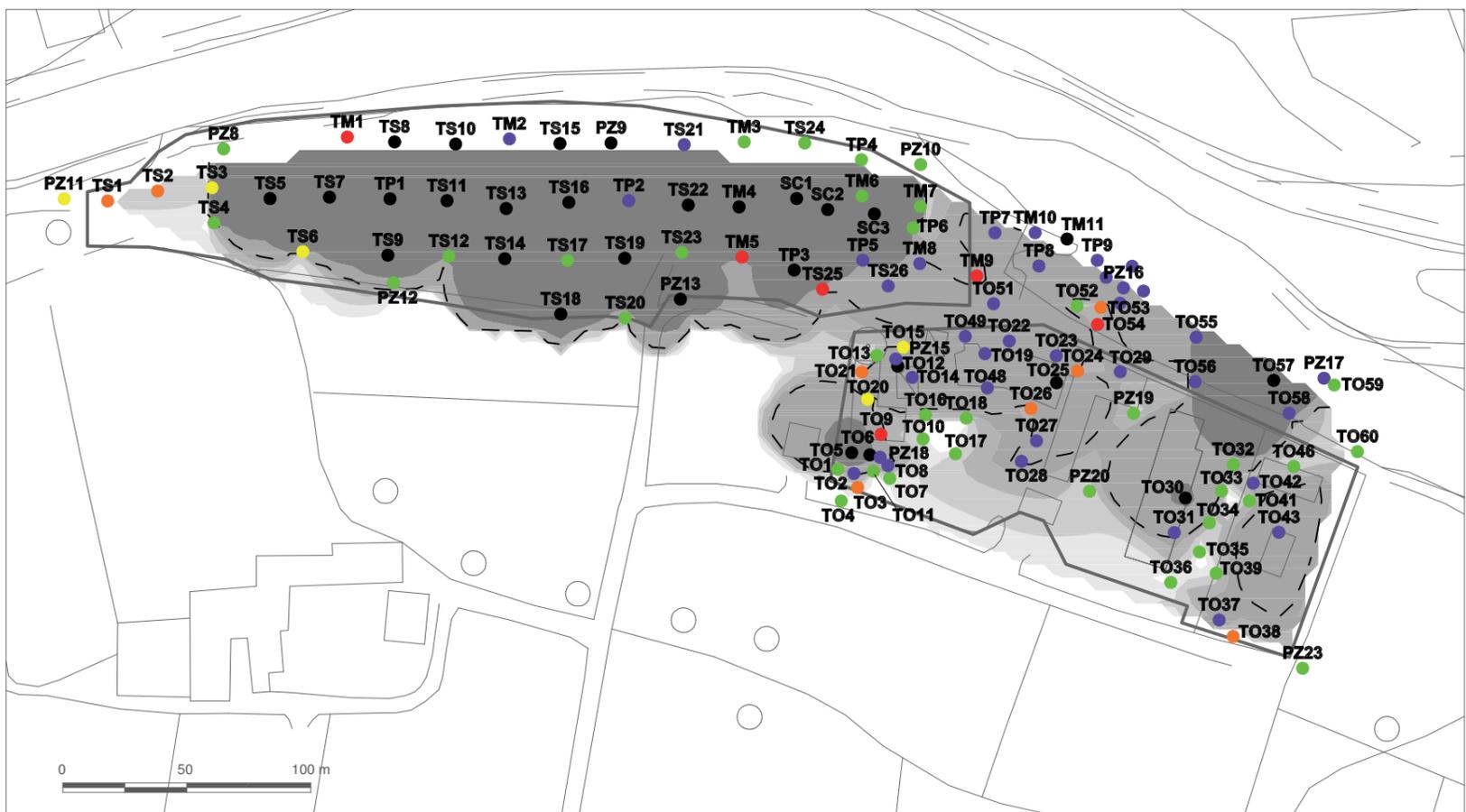


| | |
|---|-----------------------|
|  Oggetto: Stabilimento OMA. Distribuzione delle concentrazioni nei gas interstiziali. | |
| Committente: Comune di Rivalta | Autore: B.Saudino |
| Scala: varia | Data: nov-2015 |
| File: 15014PR-A-Fig3.1_00.srf | Tavola: 3.1 |

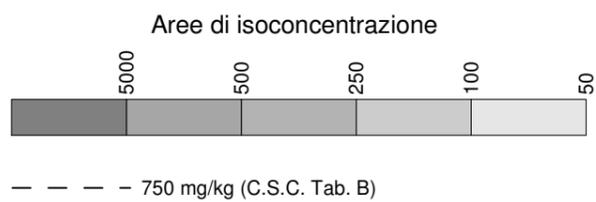
Suolo superficiale



Suolo profondo



- < C.S.C.
- C.S.C. ≤ < 2 C.S.C.
- 2 C.S.C. ≤ < 5 C.S.C.
- 5 C.S.C. ≤ < 10 C.S.C.
- 10 C.S.C. ≤ < 100 C.S.C.
- ≥ 100 C.S.C.

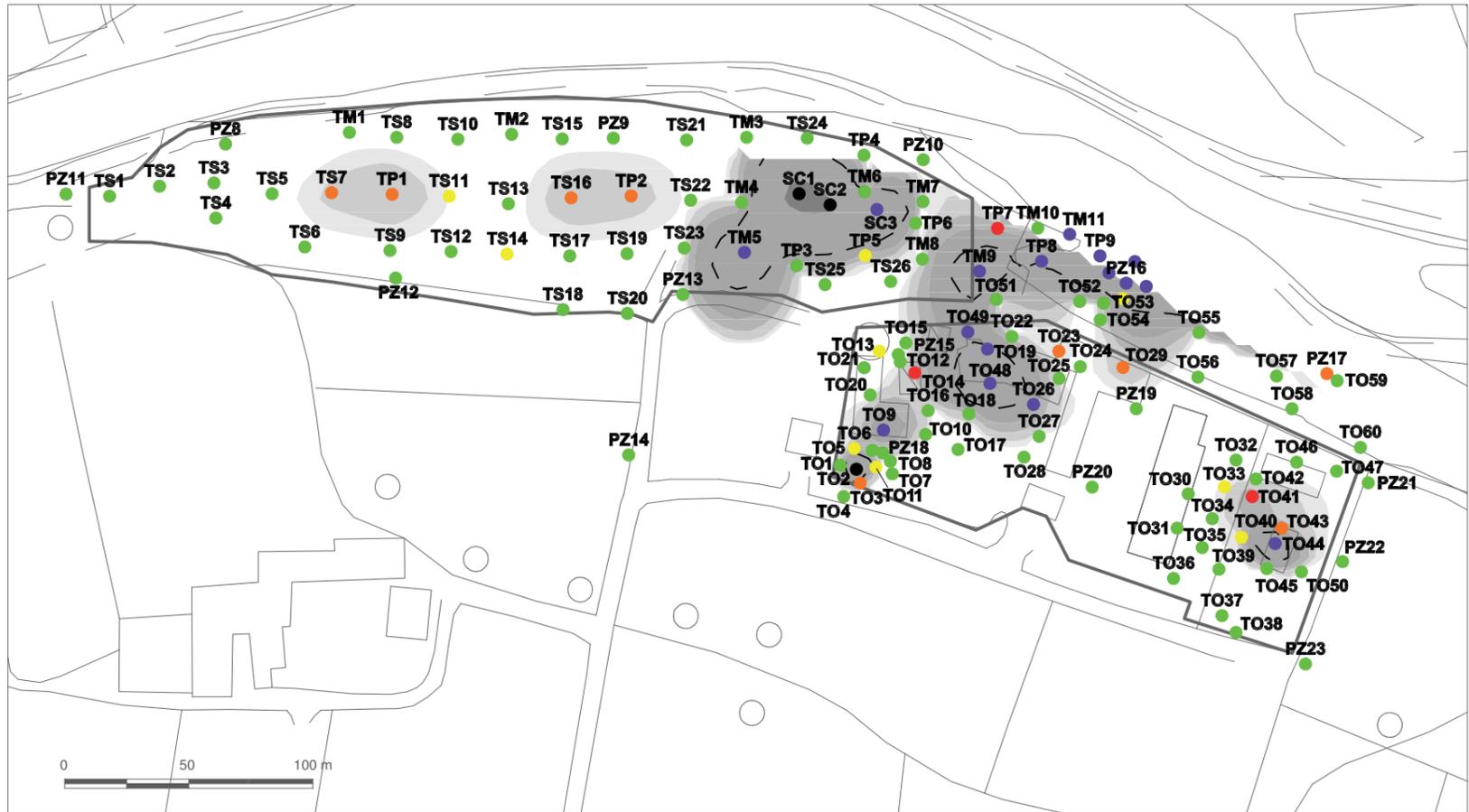


IDROCARBURI PESANTI
C.S.C. Tab. A: 50 mg/kg

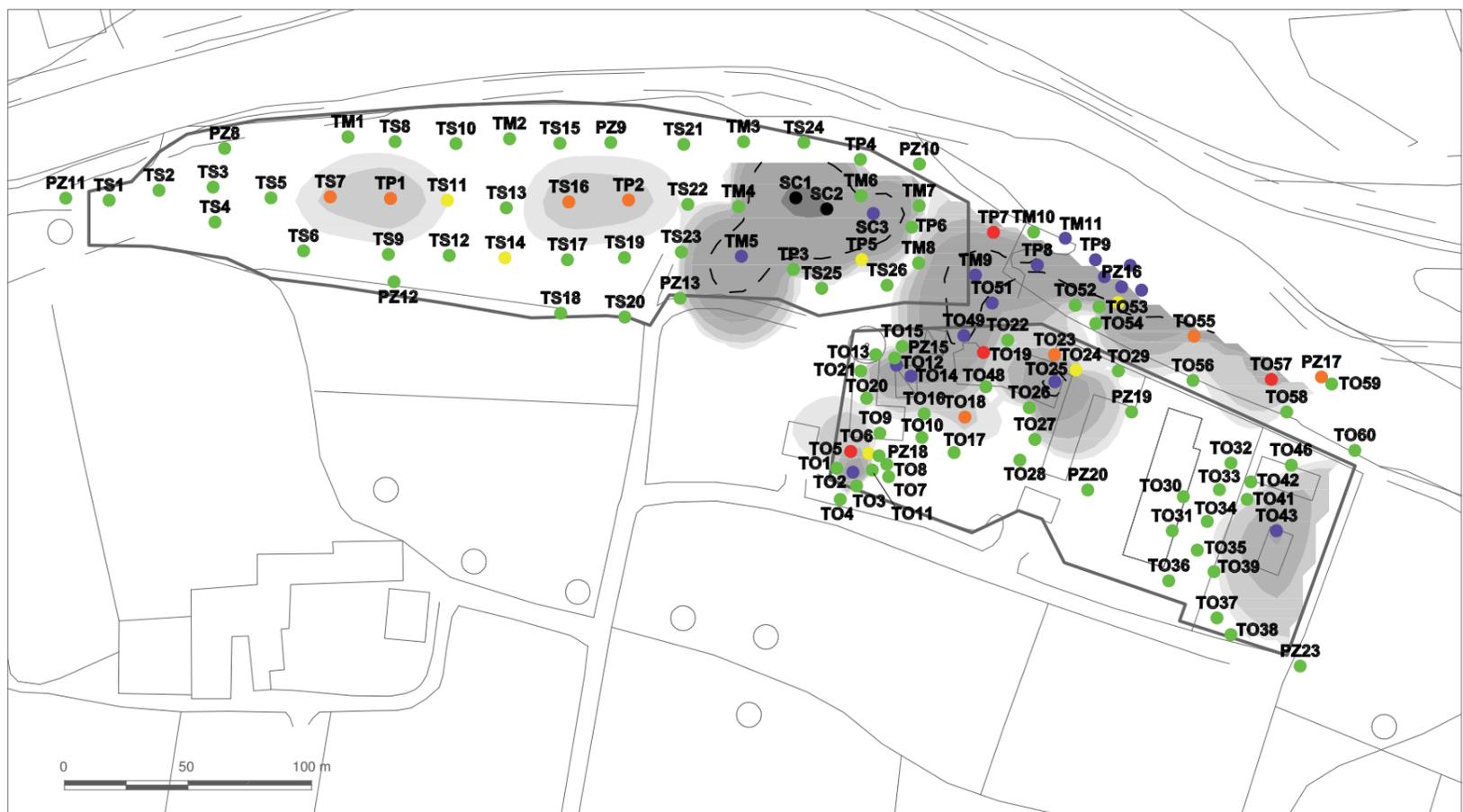


| | | | |
|--|-------------------|-----------------------------------|--|
| Oggetto: Stabilimento e discarica OMA. Massime concentrazioni riscontrate nel sottosuolo. | | Autore: B.Saudino | |
| | | Committente: Comune di Rivalta | |
| Scala: varia | Data: nov-2015 | Tavola: 3.2 | |
| File: 15014PR-A-Fig3.2_00.srf | | | |

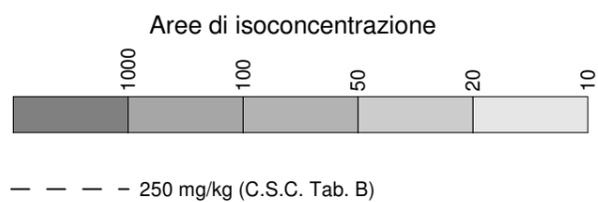
Suolo superficiale



Suolo profondo



- < C.S.C.
- C.S.C. <= < 2 C.S.C.
- 2 C.S.C. <= < 5 C.S.C.
- 5 C.S.C. <= < 10 C.S.C.
- 10 C.S.C. <= < 100 C.S.C.
- >= 100 C.S.C.

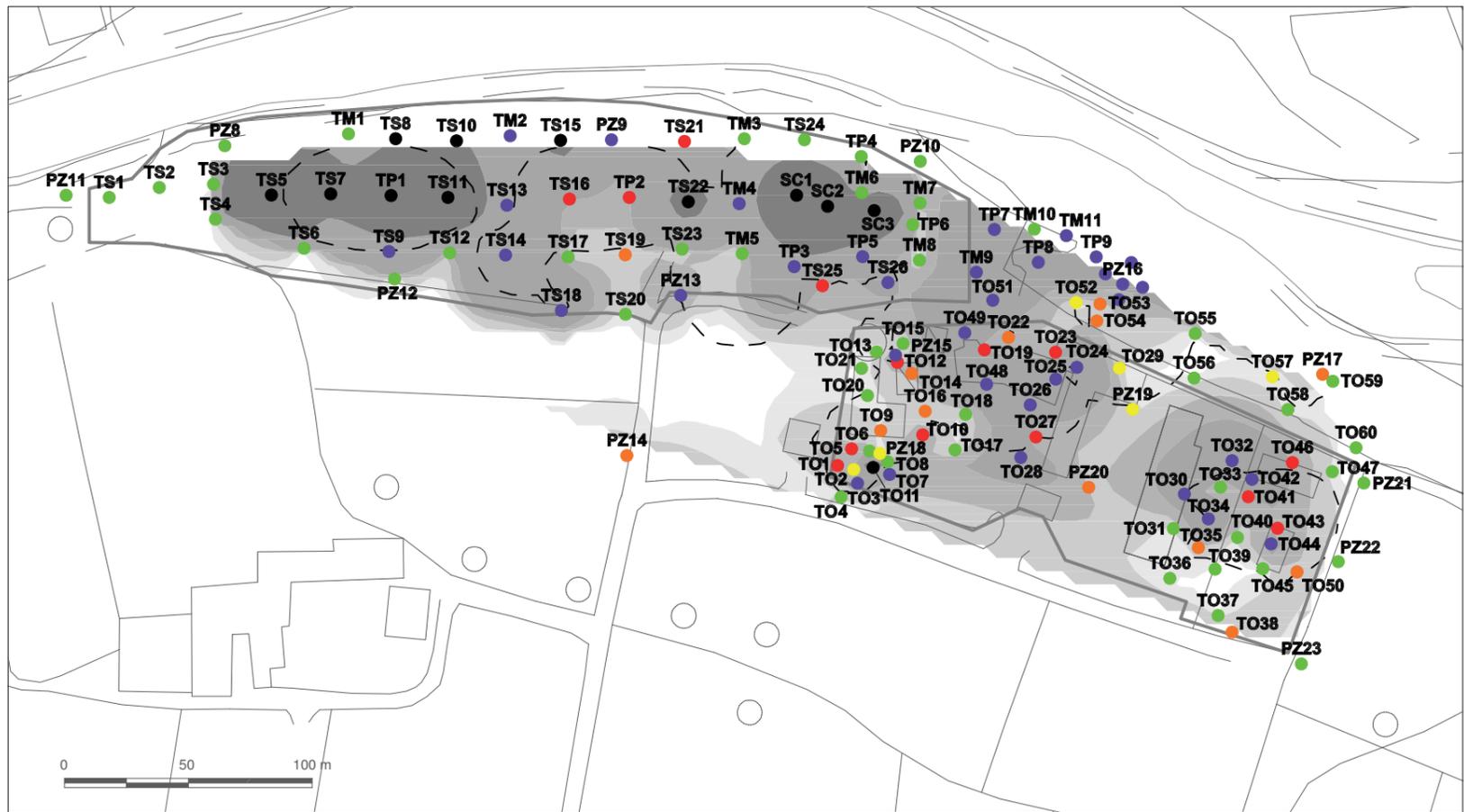


IDROCARBURI LEGGERI
C.S.C. Tab. A: 10 mg/kg

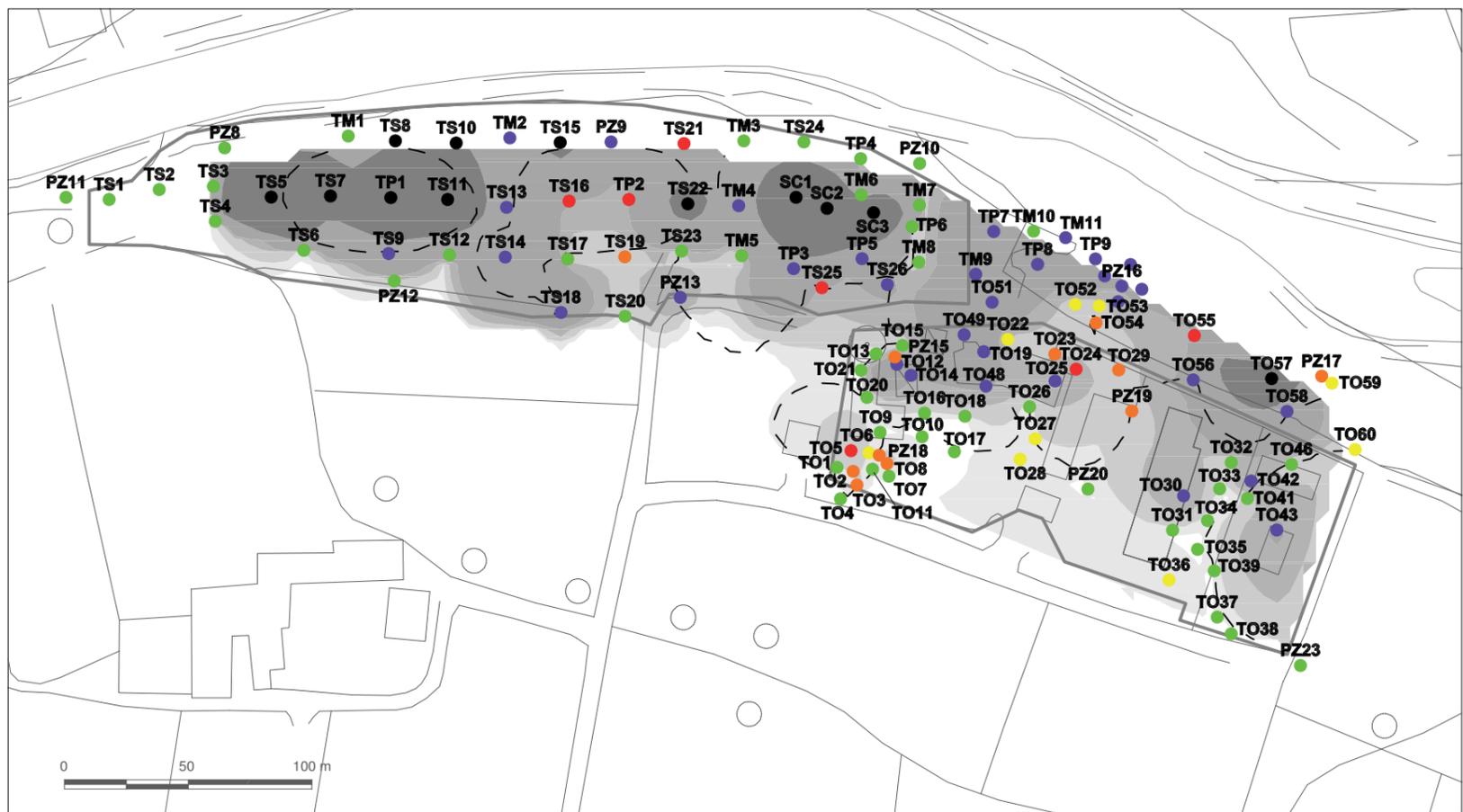


| | | | |
|--|-------------------|-----------------------------------|--|
| Oggetto: Stabilimento e discarica OMA. Massime concentrazioni riscontrate nel sottosuolo. | | Autore: V. Zolla | |
| | | Committente: Comune di Rivalta | |
| Scala: varia | Data: nov-2015 | Tavola: 3.3 | |
| File: 15014PR-A-Fig3.3_00.srf | | | |

Suolo superficiale



Suolo profondo



- < C.S.C.
- C.S.C. <= < 2 C.S.C.
- 2 C.S.C. <= < 5 C.S.C.
- 5 C.S.C. <= < 10 C.S.C.
- 10 C.S.C. <= < 100 C.S.C.
- >= 100 C.S.C.

Aree di isoconcentrazione



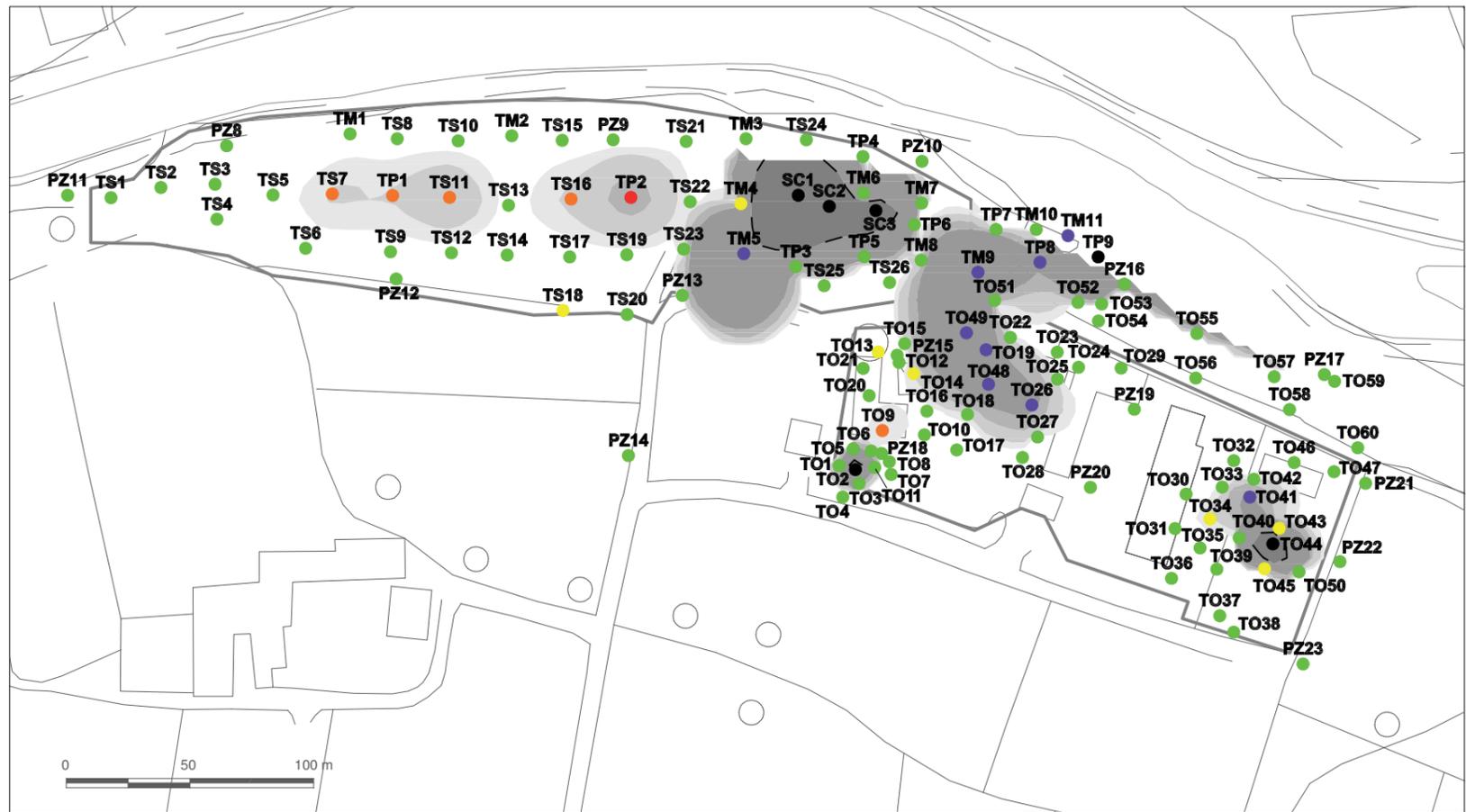
--- 5 mg/kg (C.S.C. Tab. B)

PCB
C.S.C. Tab. A: 0.06 mg/kg

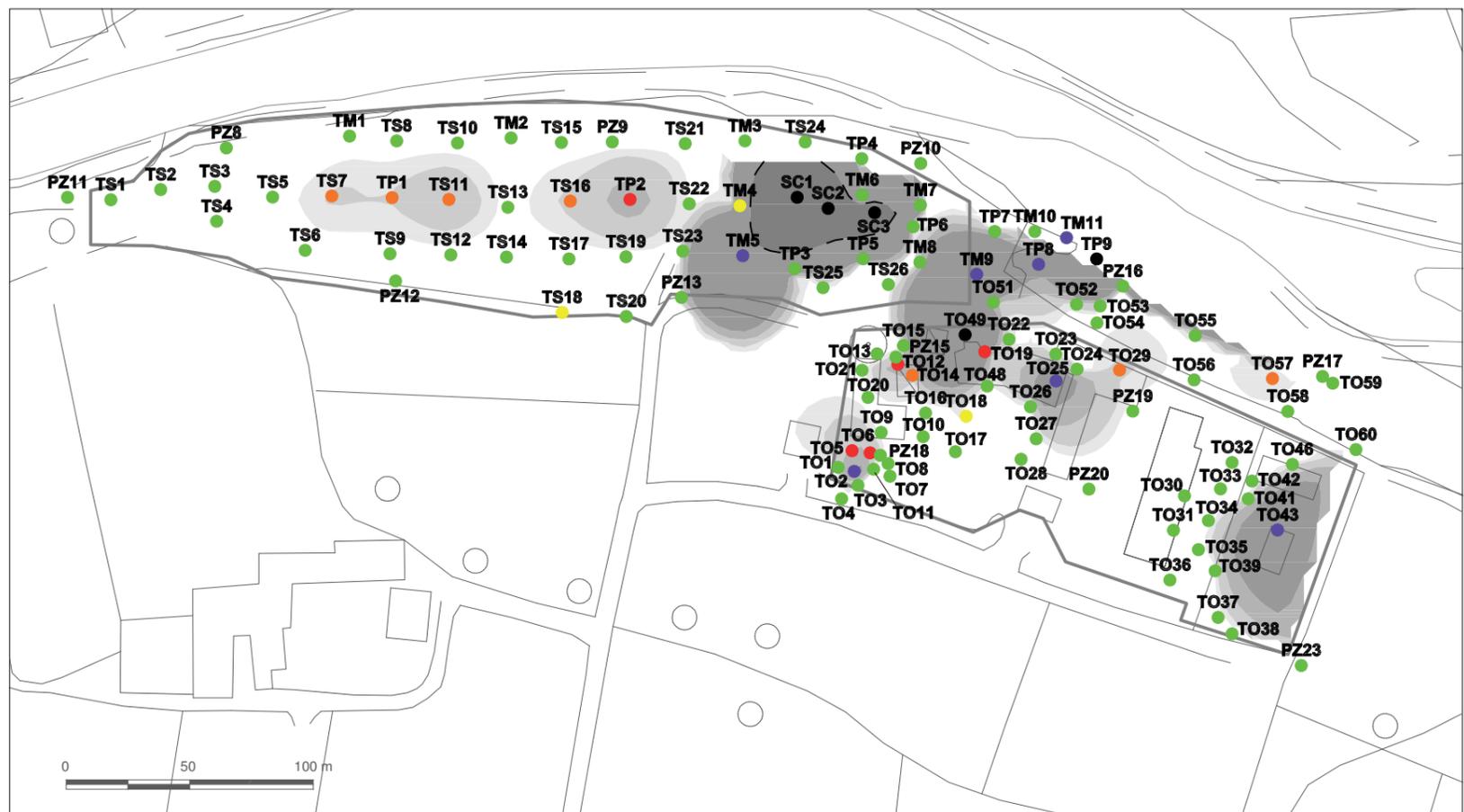


| | | | |
|--|-------------------|-----------------------------------|--|
| Oggetto: Stabilimento e discarica OMA. Massime concentrazioni riscontrate nel sottosuolo. | | Autore: B.Saudino | |
| | | Committente: Comune di Rivalta | |
| Scala: varia | Data: nov-2015 | Tavola: 3.4 | |
| File: 15014PR-A-Fig3.4_00.srf | | | |

Suolo superficiale



Suolo profondo



- < C.S.C.
- C.S.C. <= ● < 2 C.S.C.
- 2 C.S.C. <= ● < 5 C.S.C.
- 5 C.S.C. <= ● < 10 C.S.C.
- 10 C.S.C. <= ● < 100 C.S.C.
- >= 100 C.S.C.

Aree di isoconcentrazione



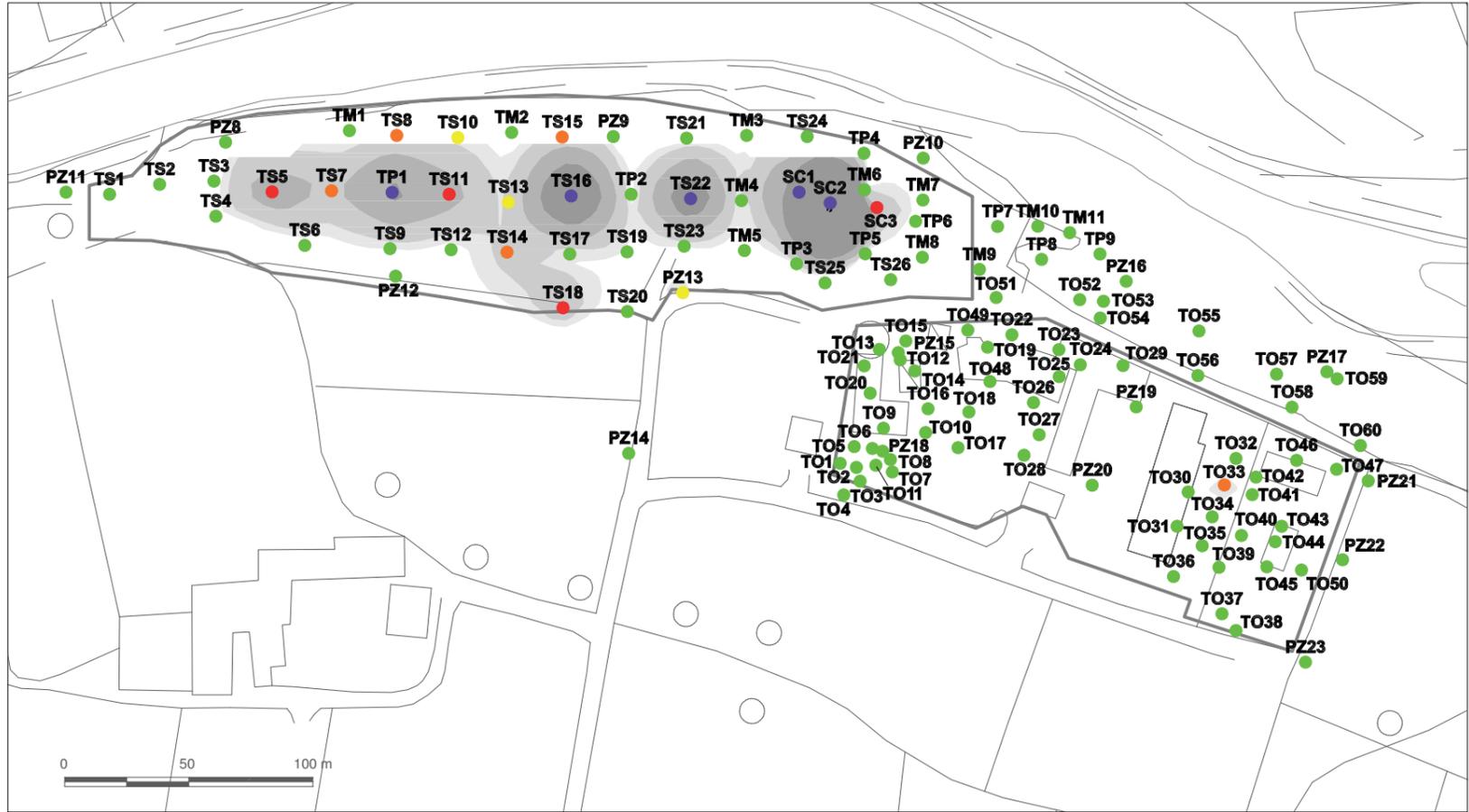
--- 50 mg/kg (C.S.C. Tab. B)

AROMATICI (Xileni)
C.S.C. Tab. A: 0.5 mg/kg

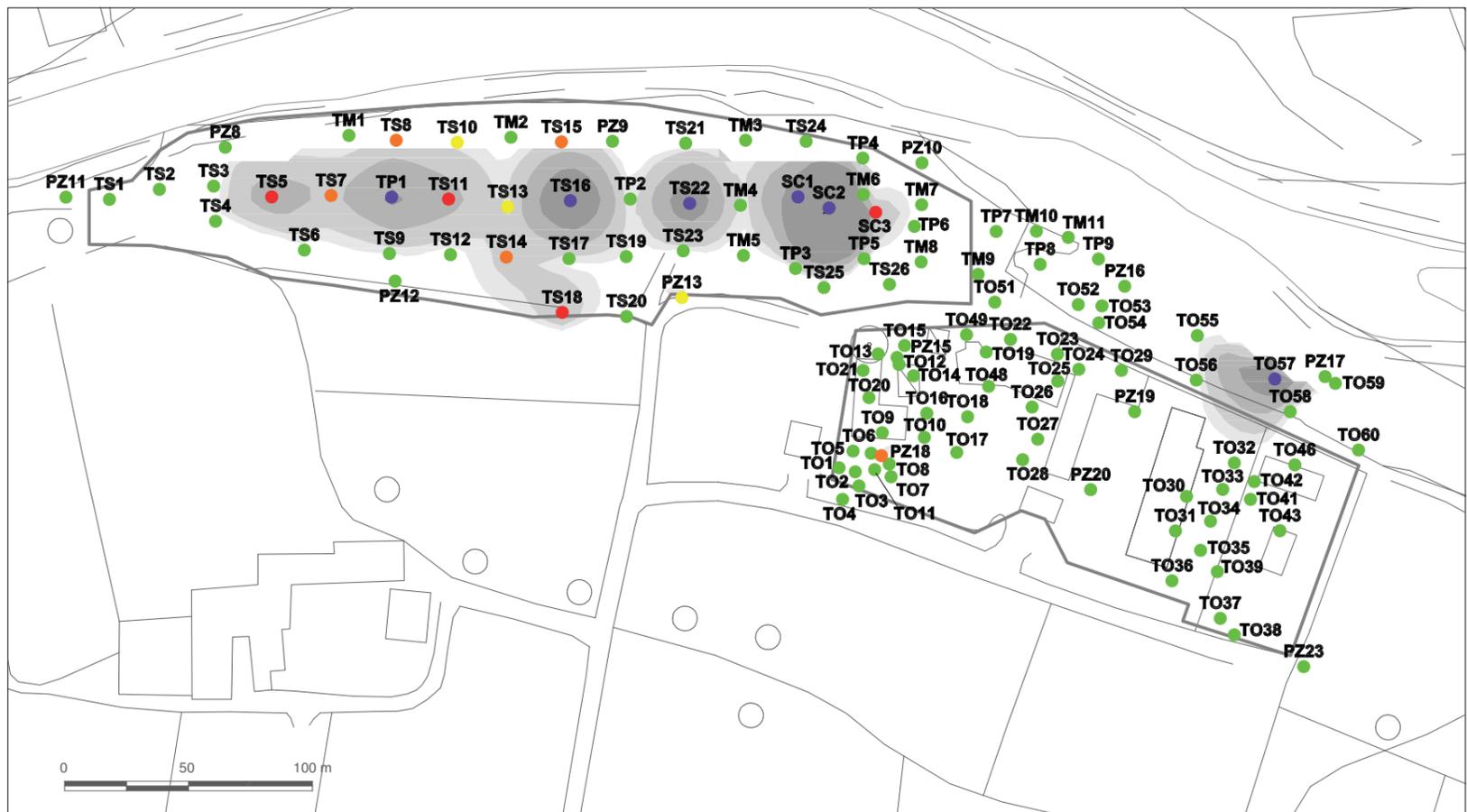


| | | | |
|--|----------|-------------------|-----------|
| Oggetto: Stabilimento e discarica OMA. Massime concentrazioni riscontrate nel sottosuolo. | | Committente: | Autore: |
| | | Comune di Rivalta | B.Saudino |
| Scala: | Data: | Tavola: | |
| varia | nov-2015 | | |
| File: | | 3.5 | |
| 15014PR-A-Fig3.5_00.srf | | | |

Suolo superficiale



Suolo profondo



- < C.S.C.
- C.S.C. <= < 2 C.S.C.
- 2 C.S.C. <= < 5 C.S.C.
- 5 C.S.C. <= < 10 C.S.C.
- 10 C.S.C. <= < 100 C.S.C.
- >= 100 C.S.C.

Aree di isoconcentrazione



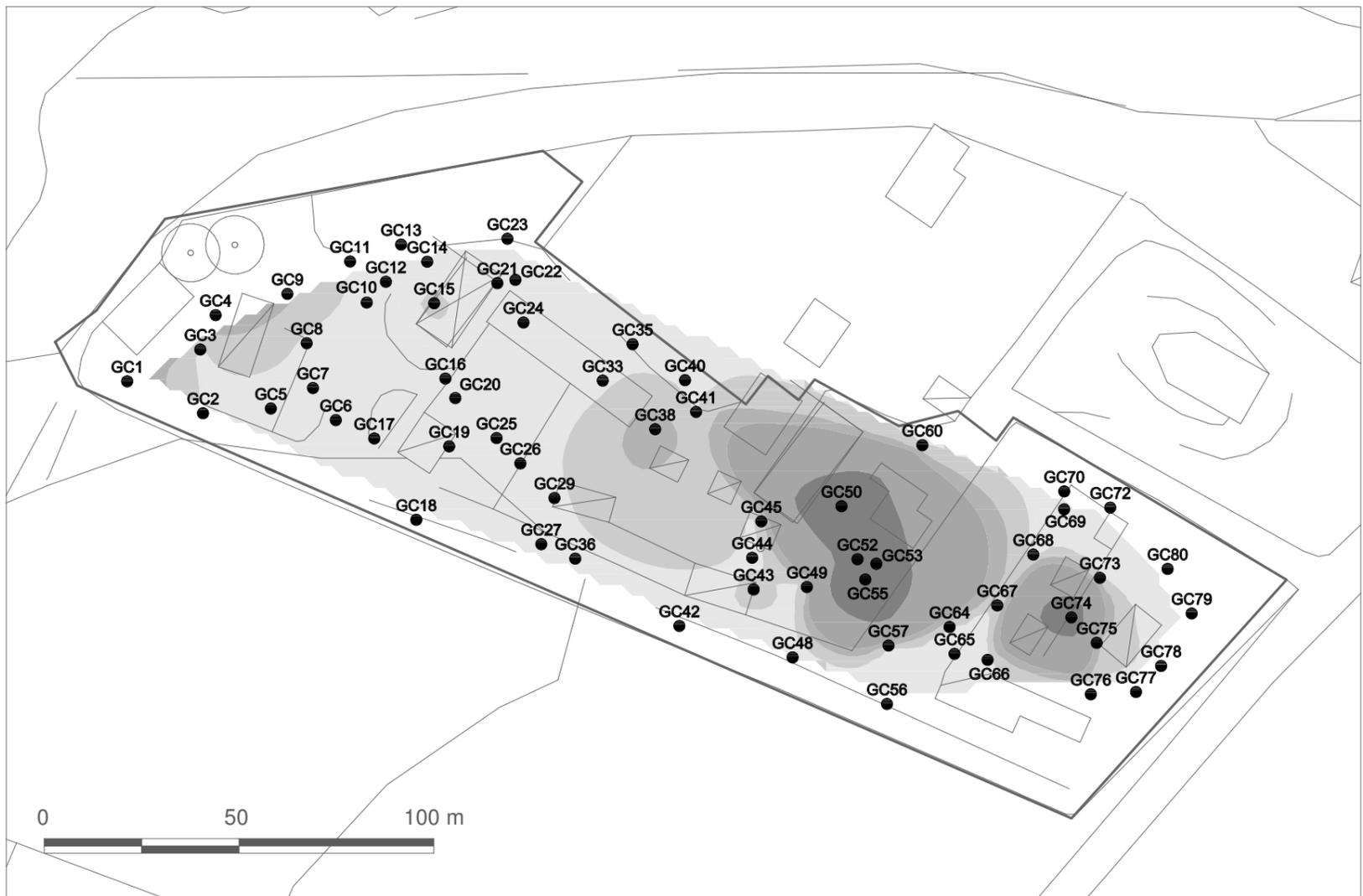
--- 60 mg/kg (C.S.C. Tab. B)

FENOLI NON CLORURATI (Fenolo)
C.S.C. Tab. A: 1 mg/kg

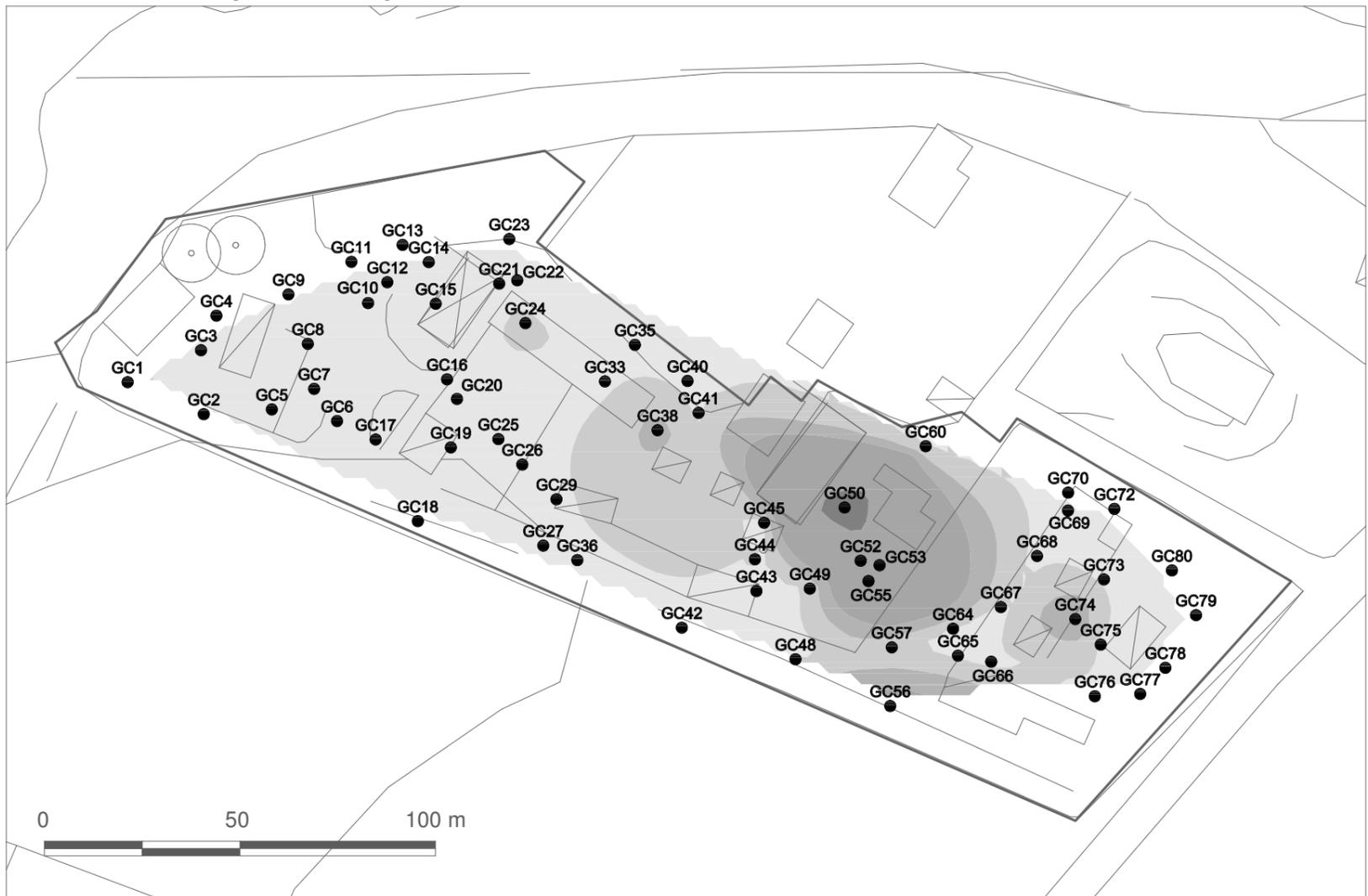


| | | | |
|--|-------------------|-----------------------------------|--|
|  Oggetto: Stabilimento e discarica OMA. Massime concentrazioni riscontrate nel sottosuolo. | | Autore: B.Saudino | |
| | | Committente: Comune di Rivalta | |
| Scala: varia | Data: nov-2015 | Tavola: 3.6 | |
| File: 15014PR-A-Fig3.6_00.srf | | | |

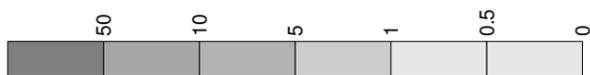
Idrocarburi aromatici



Idrocarburi alifatici alogenati cancerogeni

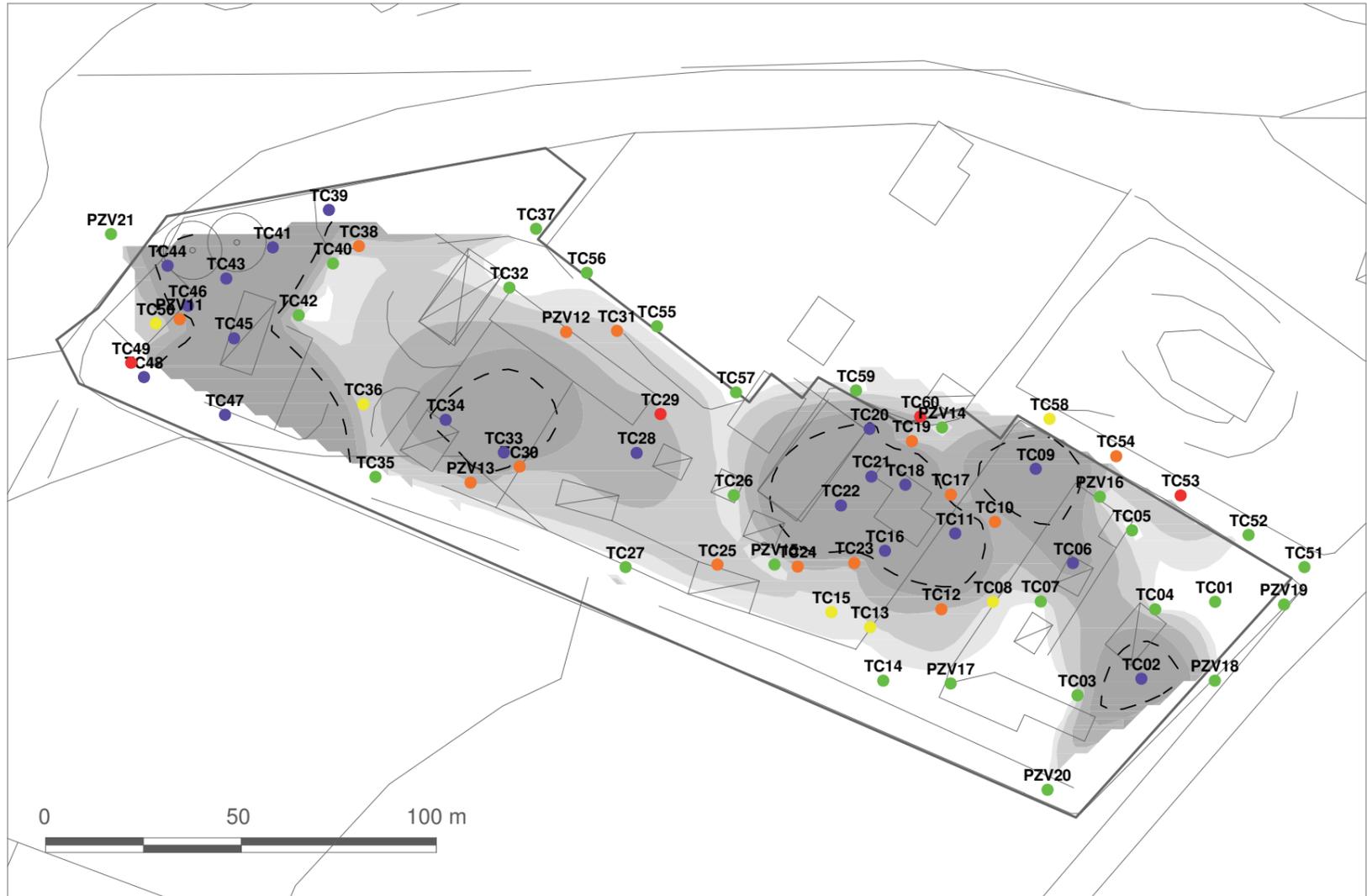


Aree di isoconcentrazione

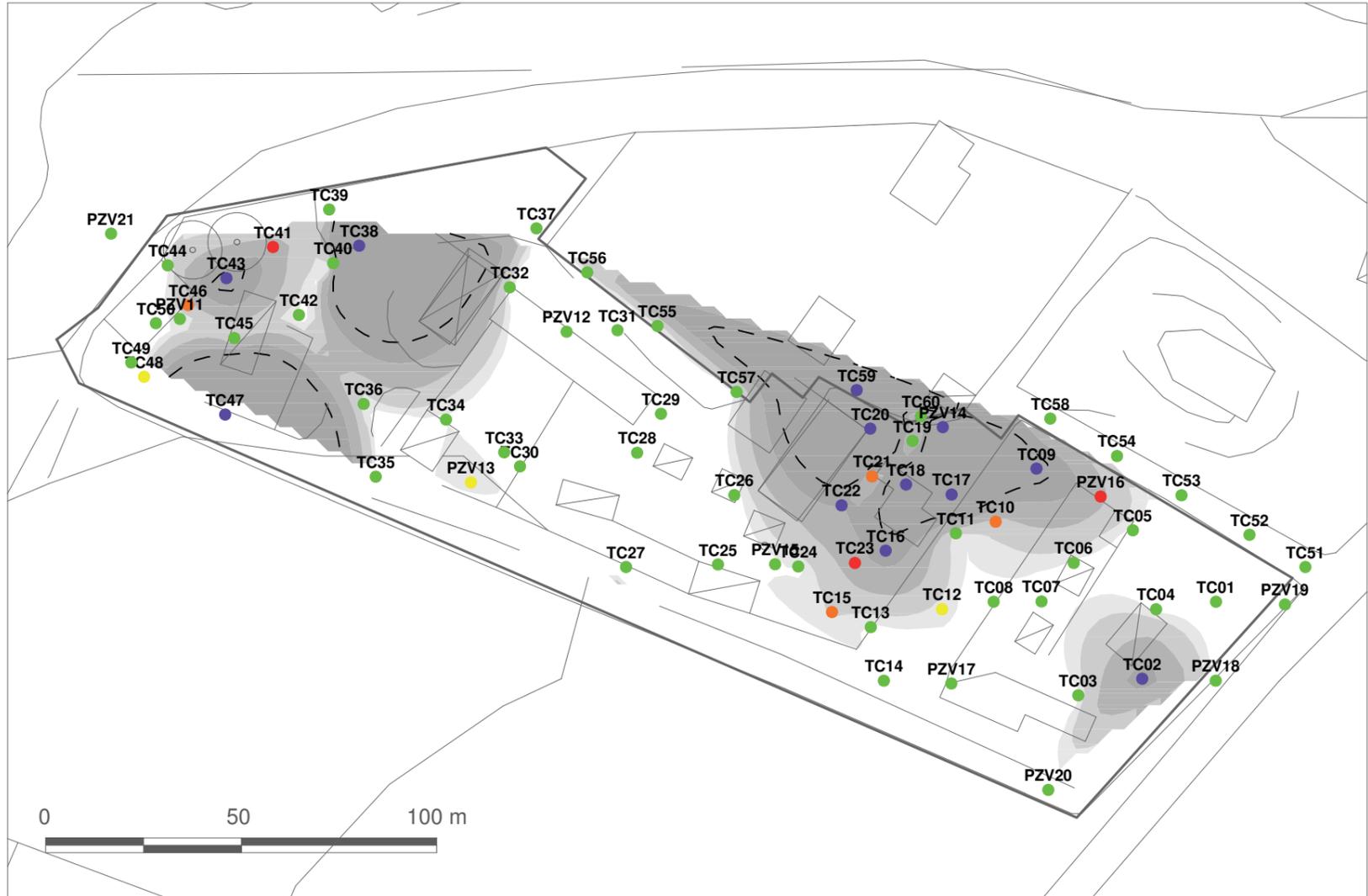


| | | | |
|---|-------------------|--|--|
|  | | Oggetto: Chimica Industriale. Distribuzione delle concentrazioni nei gas interstiziali. | |
| Committente: Comune di Rivalta | | Autore: B.Saudino | |
| Scala: varia | Data: nov-2015 | Tavola: 3.7 | |
| File: 15014PR-A-Fig3.7_00.srf | | | |

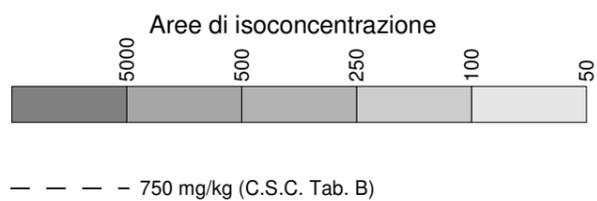
Suolo superficiale



Suolo profondo



- < C.S.C.
- C.S.C. <= < 2 C.S.C.
- 2 C.S.C. <= < 5 C.S.C.
- 5 C.S.C. <= < 10 C.S.C.
- 10 C.S.C. <= < 100 C.S.C.
- >= 100 C.S.C.

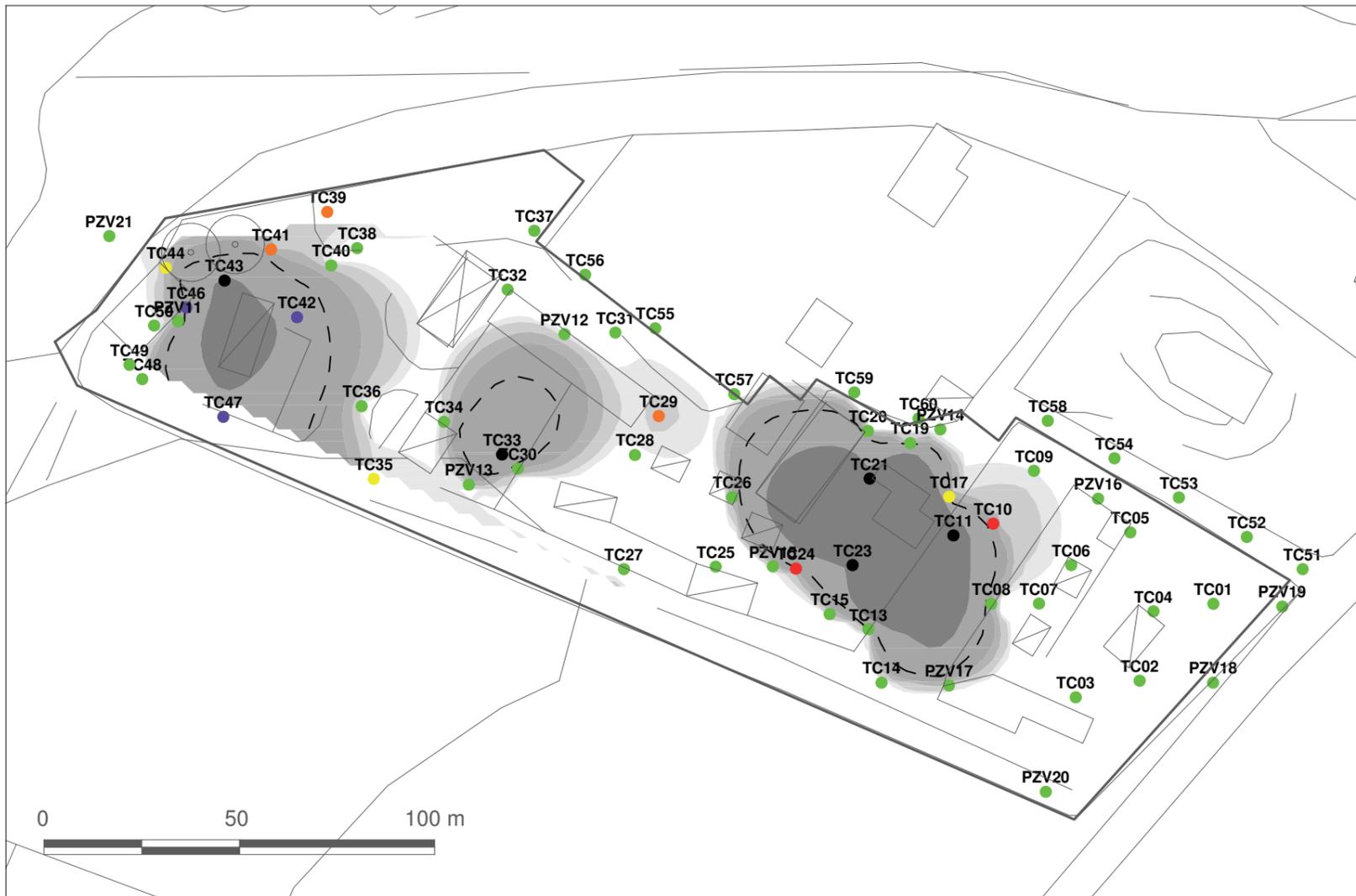


IDROCARBURI PESANTI
C.S.C. Tab. A: 50 mg/kg

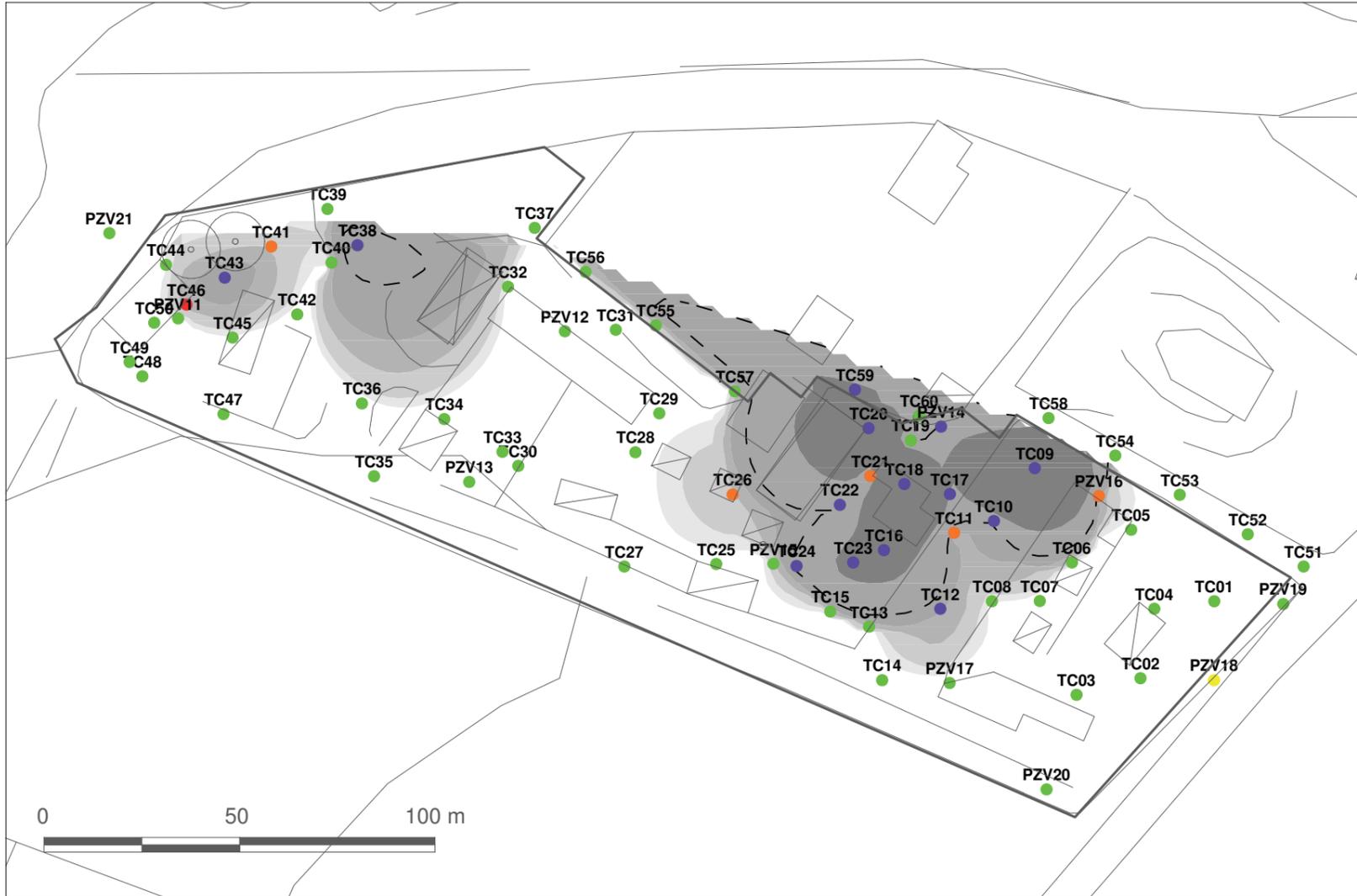


| | | | |
|--|----------|-------------------|-----------|
| Oggetto: Stabilimento Chimica Industriale. Massime concentrazioni riscontrate nel sottosuolo. | | Committente: | Autore: |
| | | Comune di Rivalta | B.Saudino |
| Scala: | Data: | Tavola: | |
| varia | nov-2015 | | |
| File: | | 3.8 | |
| 15014PR-A-Fig3.8_00.srf | | | |

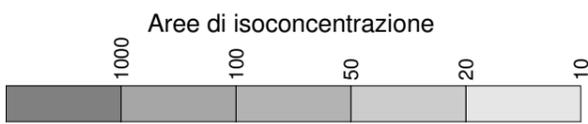
Suolo superficiale



Suolo profondo



- < C.S.C.
- C.S.C. <= < 2 C.S.C.
- 2 C.S.C. <= < 5 C.S.C.
- 5 C.S.C. <= < 10 C.S.C.
- 10 C.S.C. <= < 100 C.S.C.
- >= 100 C.S.C.



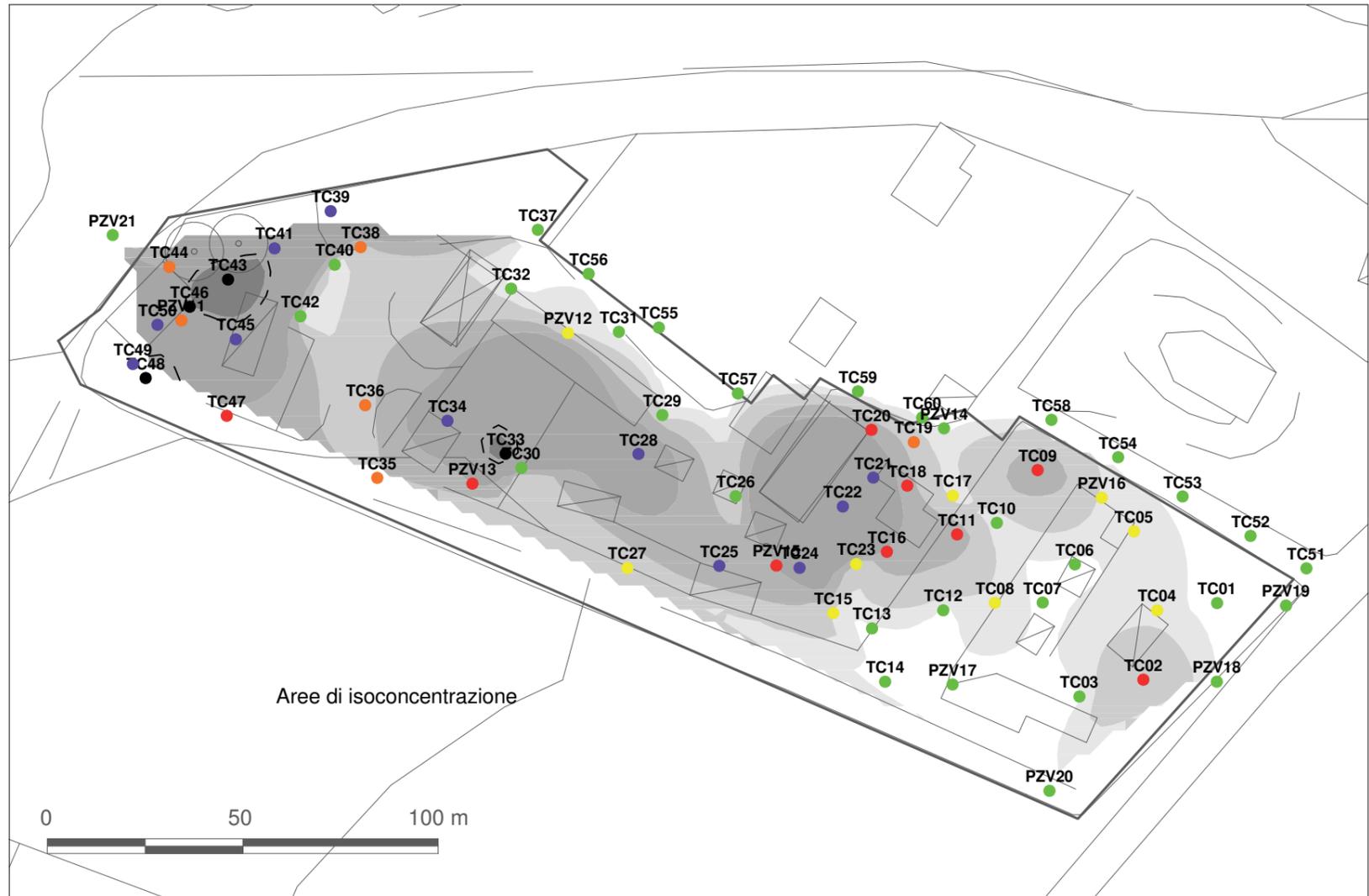
--- 250 mg/kg (C.S.C. Tab. B)

IDROCARBURI LEGGERI
C.S.C. Tab. A: 10 mg/kg

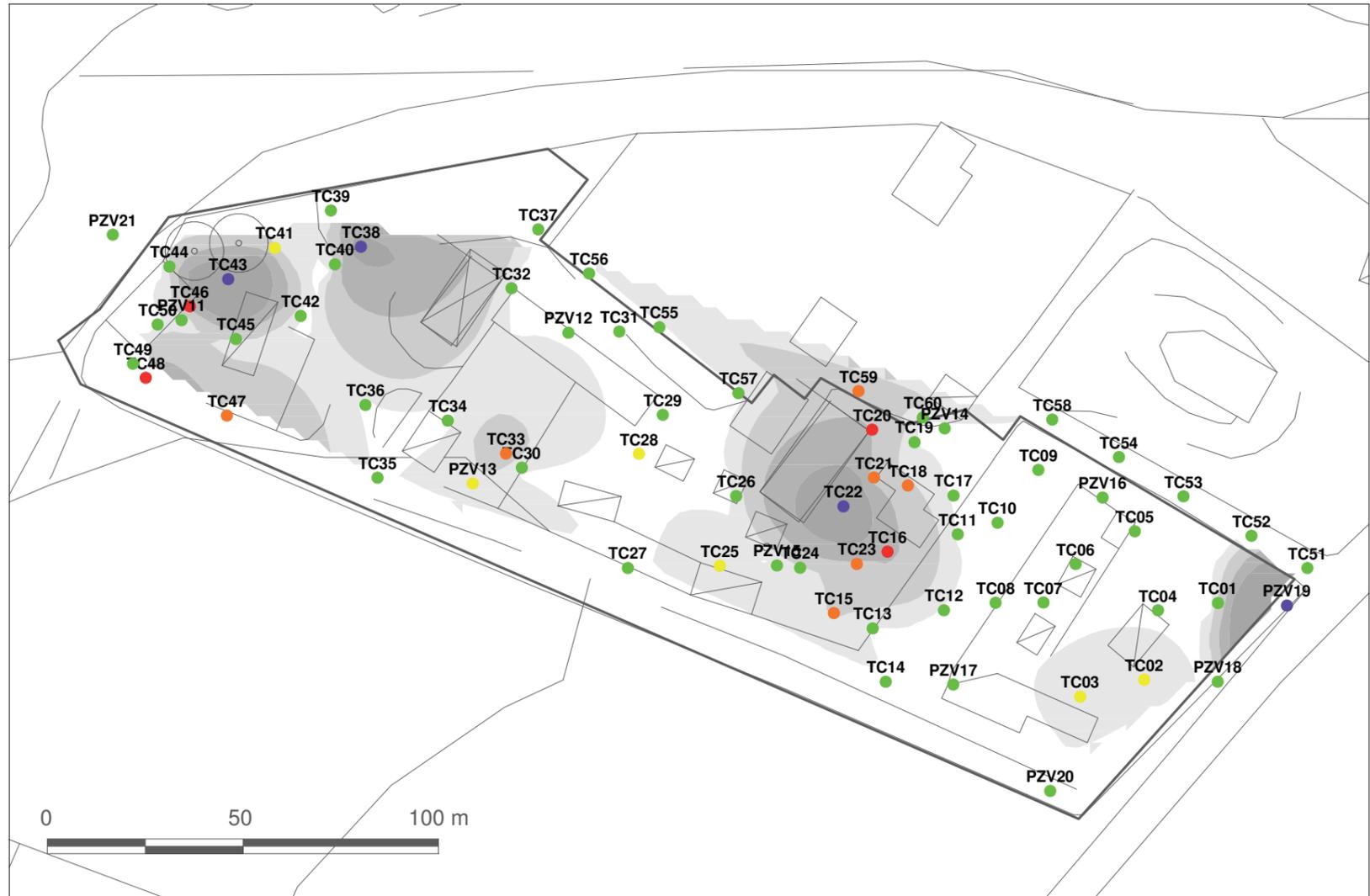


| | |
|--|----------------------|
| Oggetto: Stabilimento Chimica Industriale. Massime concentrazioni riscontrate nel sottosuolo. | |
| Committente: Comune di Rivalta | Autore: B.Saudino |
| Scala: varia | Data: nov-2015 |
| File: 15014PR-A-Fig3.9_00.srf | 3.9 |

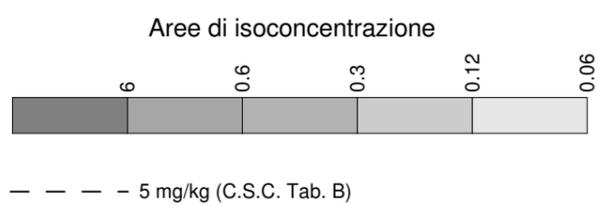
Suolo superficiale



Suolo profondo



- < C.S.C.
- C.S.C. <= < 2 C.S.C.
- 2 C.S.C. <= < 5 C.S.C.
- 5 C.S.C. <= < 10 C.S.C.
- 10 C.S.C. <= < 100 C.S.C.
- >= 100 C.S.C.

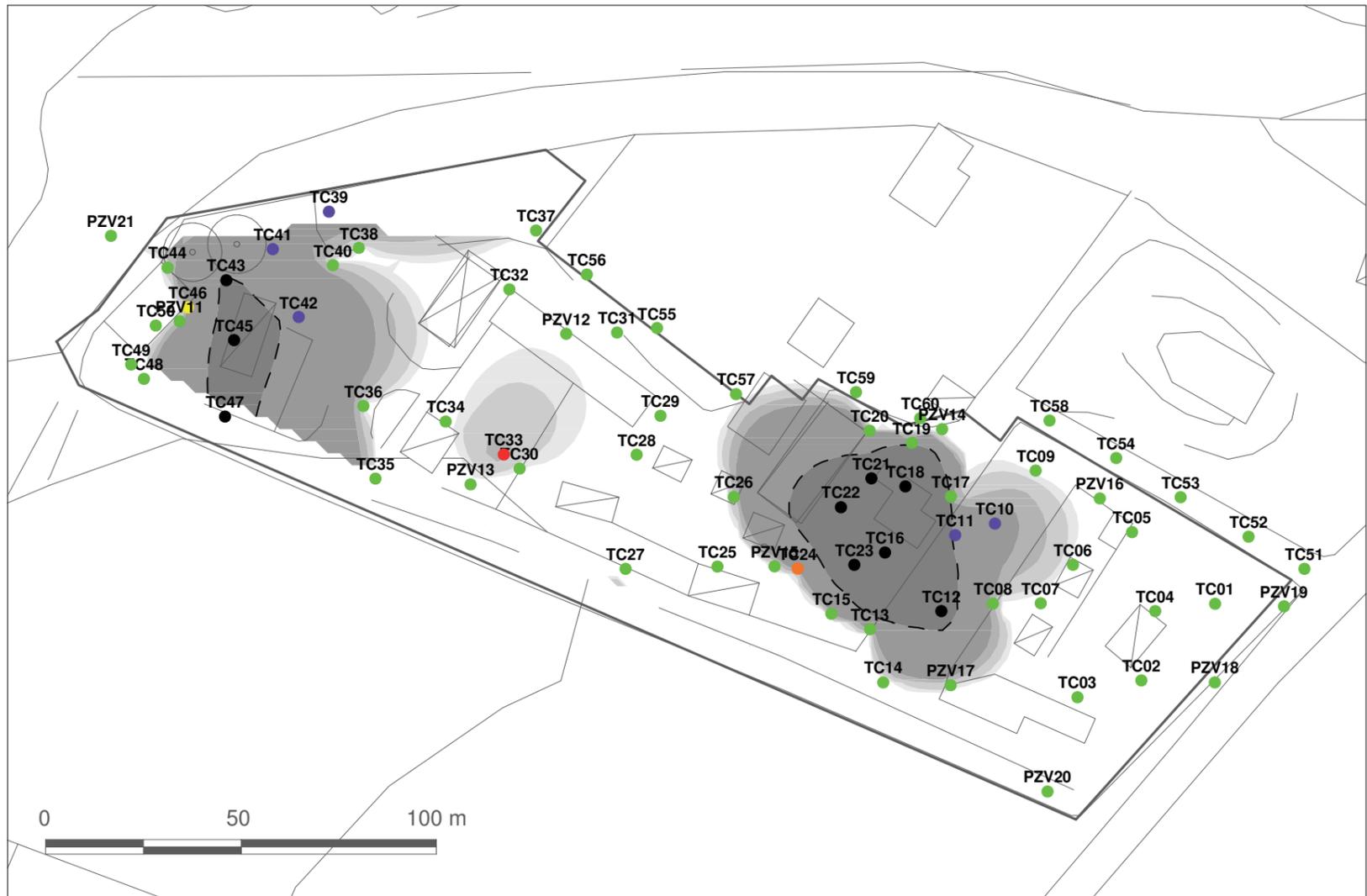


PCB
C.S.C. Tab. A: 0.06 mg/kg

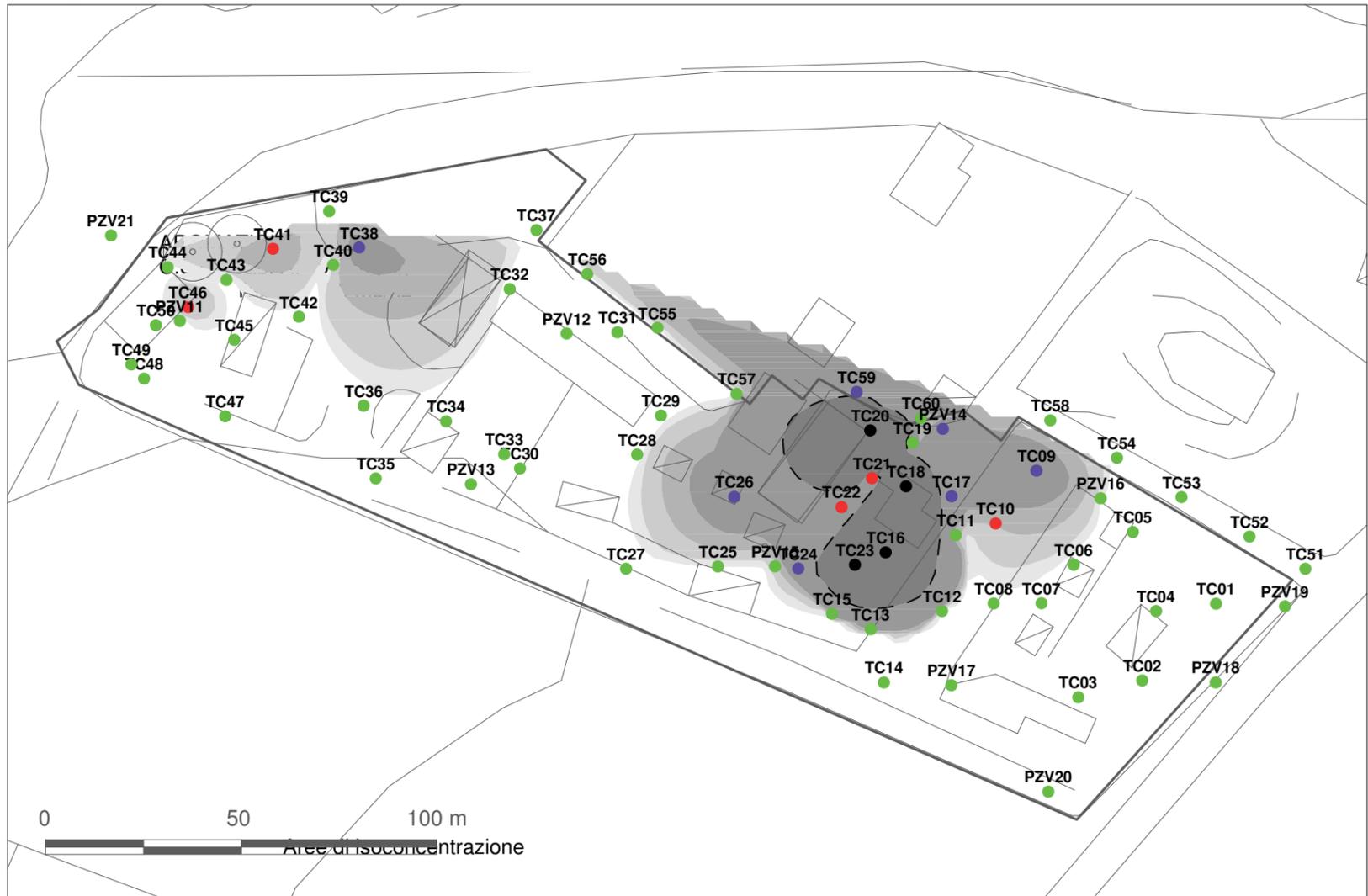


| | | |
|--|-------------------|-------------|
| Oggetto: Stabilimento Chimica Industriale. Massime concentrazioni riscontrate nel sottosuolo. | | |
| | | |
| Scala: varia | Data: nov-2015 | 3.10 |
| File: 15014PR-A-Fig3.10_00.srf | | |

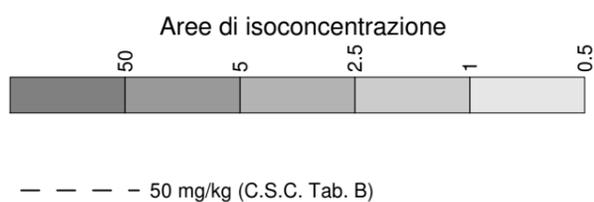
Suolo superficiale



Suolo profondo



- < C.S.C.
- C.S.C. ≤ < 2 C.S.C.
- 2 C.S.C. ≤ < 5 C.S.C.
- 5 C.S.C. ≤ < 10 C.S.C.
- 10 C.S.C. ≤ < 100 C.S.C.
- ≥ 100 C.S.C.

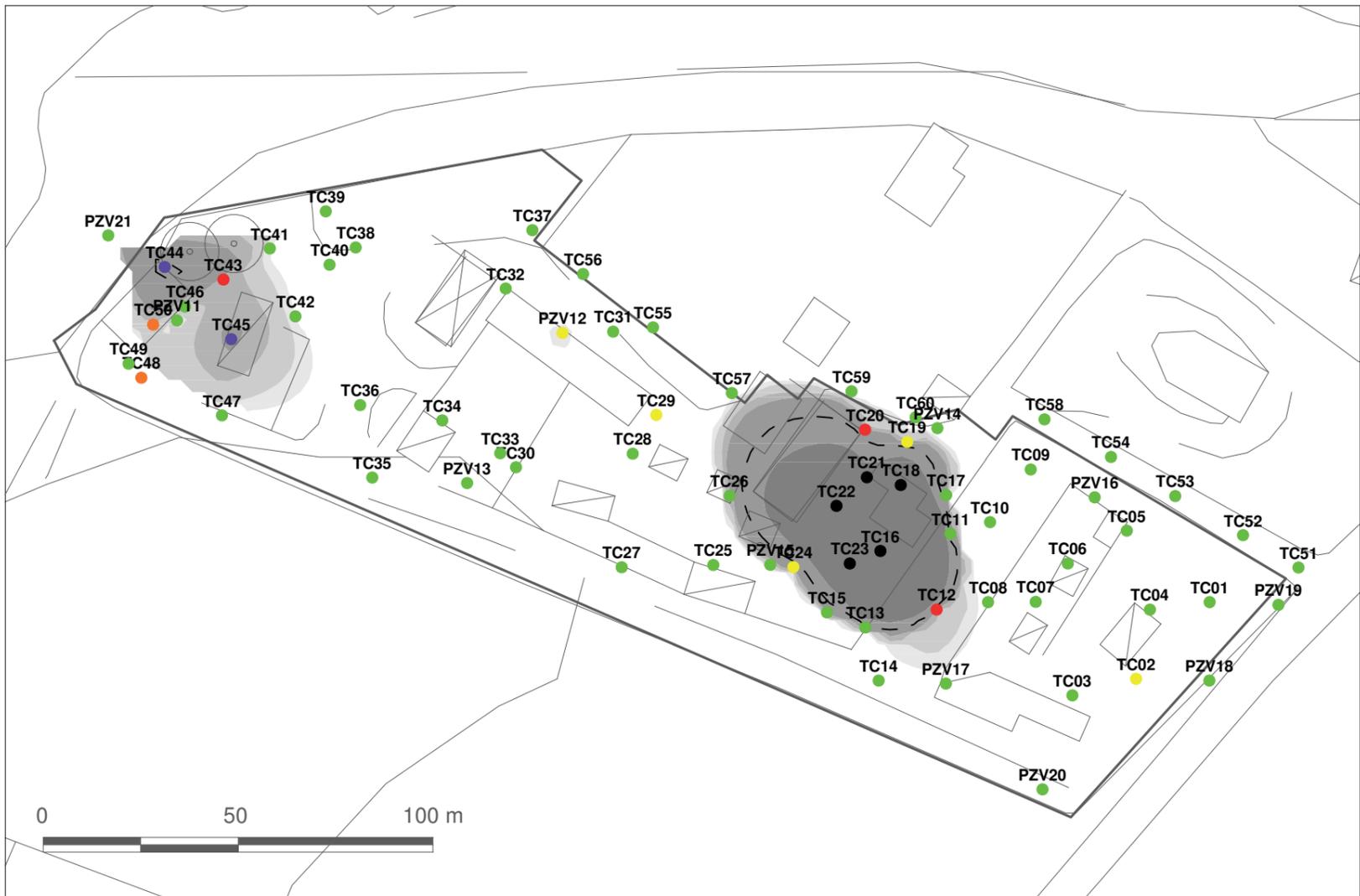


AROMATICI (Xileni)
C.S.C. Tab. A: 0.5 mg/kg



| | |
|--|----------------------|
| Oggetto: Stabilimento Chimica Industriale. Massime concentrazioni riscontrate nel sottosuolo. | |
| Committente: Comune di Rivalta | Autore: B.Saudino |
| Scala: varia | Data: nov-2015 |
| File: 15014PR-A-Fig3.11_00.srf | 3.11 |

Suolo superficiale



Suolo profondo



- < C.S.C.
- C.S.C. ≤ < 2 C.S.C.
- 2 C.S.C. ≤ < 5 C.S.C.
- 5 C.S.C. ≤ < 10 C.S.C.
- 10 C.S.C. ≤ < 100 C.S.C.
- ≥ 100 C.S.C.

Aree di isoconcentrazione

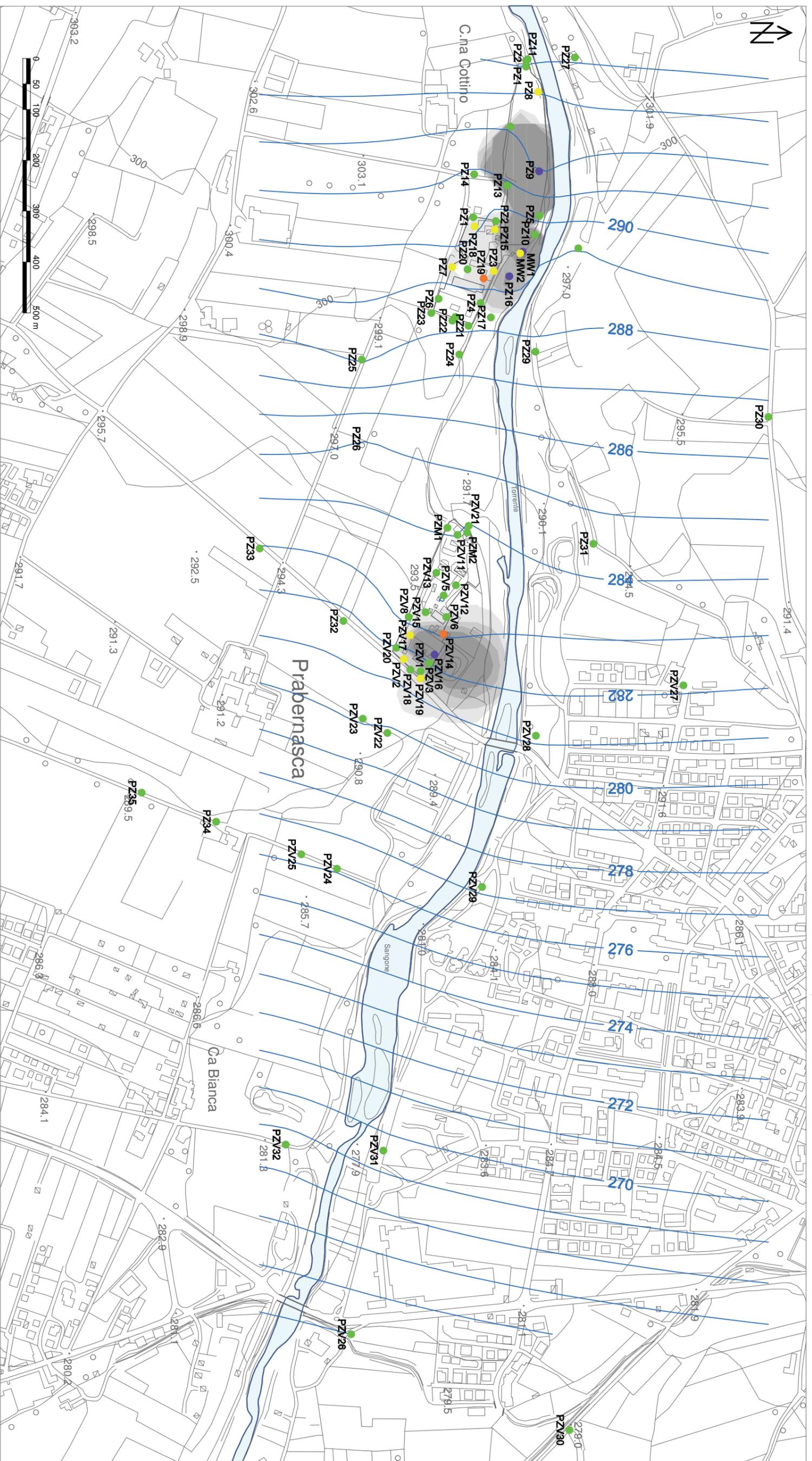


--- 20 mg/kg (C.S.C. Tab. B)

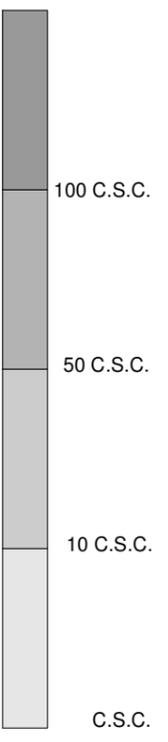
ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI (Tetracloroetilene)
C.S.C. Tab. A: 0.5 mg/kg



| | | | |
|--|-------------------|-----------------------------------|--|
|  Oggetto: Stabilimento Chimica Industriale. Massime concentrazioni riscontrate nel sottosuolo. | | Autore: B.Saudino | |
| Committente: Comune di Rivalta | | Tavola: 3.12 | |
| Scala: varia | Data: nov-2015 | File: 15014PR-A-Fig3.12_00.srf | |



- LEGENDA**
- < C.S.C.
 - C.S.C. <= < 10 C.S.C.
 - 10 C.S.C. <= < 50 C.S.C.
 - 50 C.S.C. <= < 100 C.S.C.
 - >= 100 C.S.C.



— piezometria (gen-08)

**IDROCARBURI TOTALI
FALDA SUPERFICIALE**

Objetto: Distribuzione delle concentrazioni massime nelle acque sotterranee

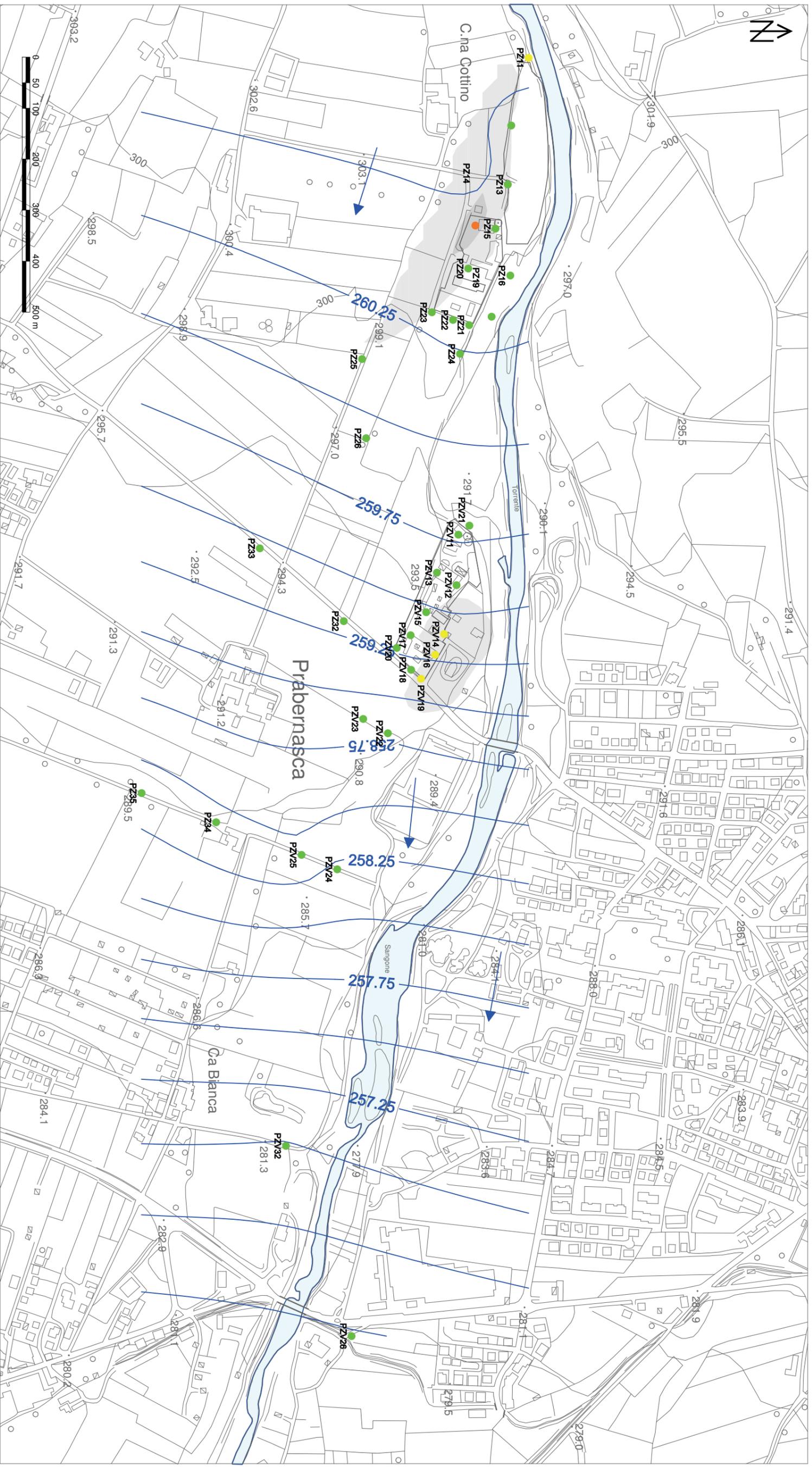
Comittente: Comune di Rivalta

Autore: B.Saudino

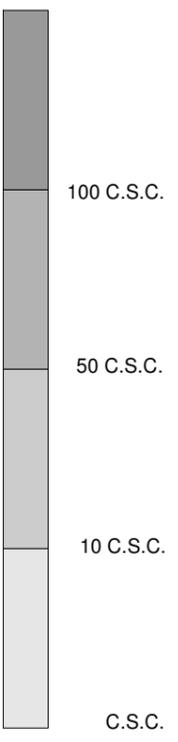
Scala: Varià

Data: nov-2015

File: 15014PR-Tav3.13_00.srf



- LEGENDA**
- < C.S.C.
 - C.S.C. ≤ < 10 C.S.C.
 - 10 C.S.C. ≤ < 50 C.S.C.
 - 50 C.S.C. ≤ < 100 C.S.C.
 - >= 100 C.S.C.

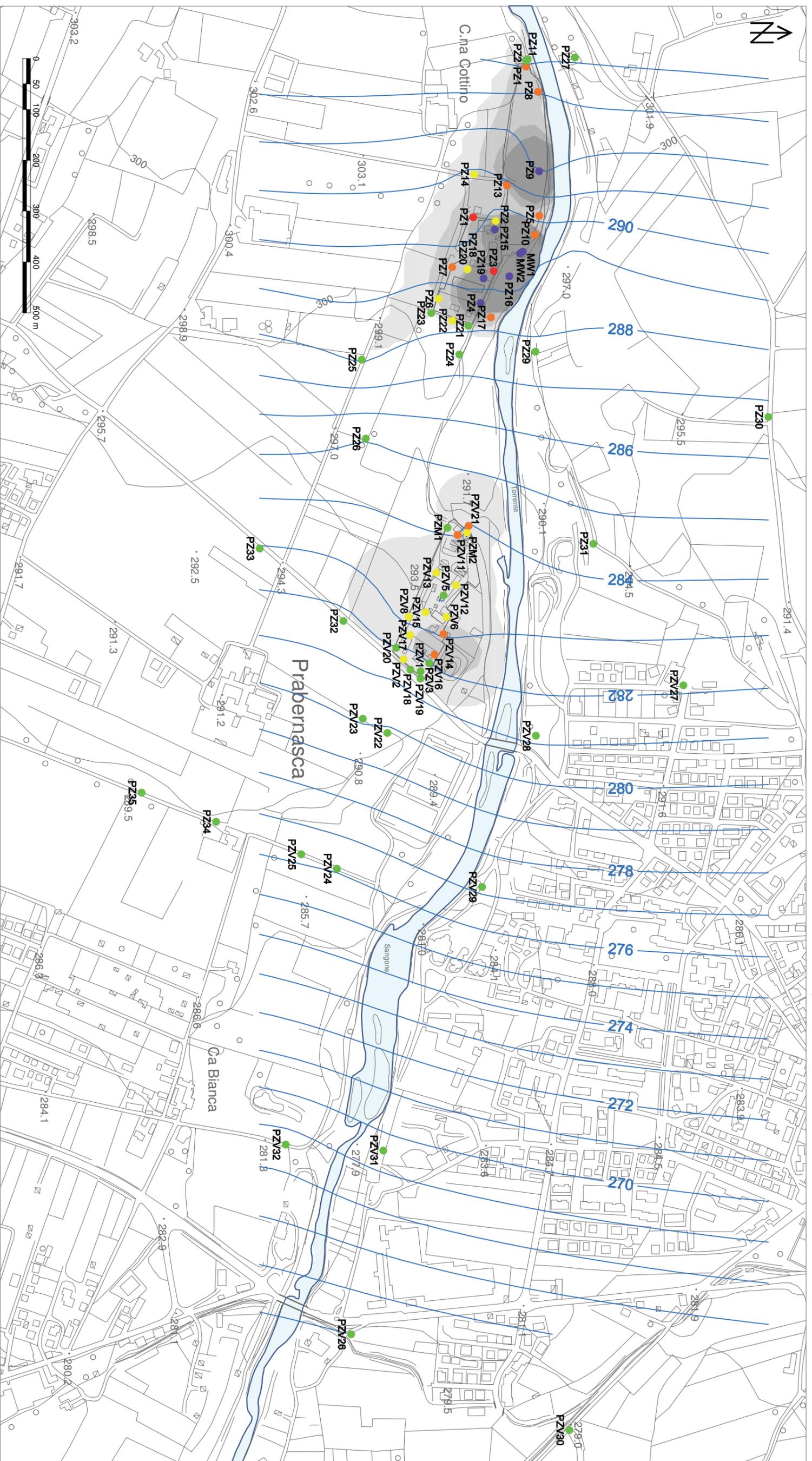


— piezometria (gen-08)

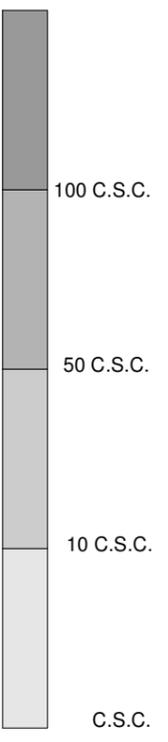
**IDROCARBURI TOTALI
FALDA PROFONDA**

Objetto: Distribuzione delle concentrazioni massime nelle acque sotterranee.

| | | |
|--------------------------------------|-----------------------|---------------------------|
| Comittente: Comune di Rivalta | | Autore: B. Saudino |
| Scala: Varià | Data: nov-2015 | Tavola: |
| File: 15014PR-Tav3.14_00.srf | | 3.14 |



- LEGENDA**
- < C.S.C.
 - C.S.C. <= < 10 C.S.C.
 - 10 C.S.C. <= < 50 C.S.C.
 - 50 C.S.C. <= < 100 C.S.C.
 - >= 100 C.S.C.



— piezometria (gen-08)

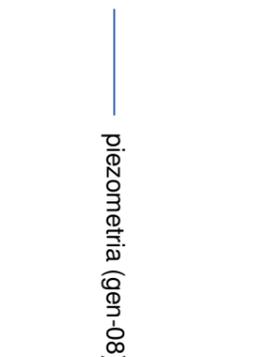
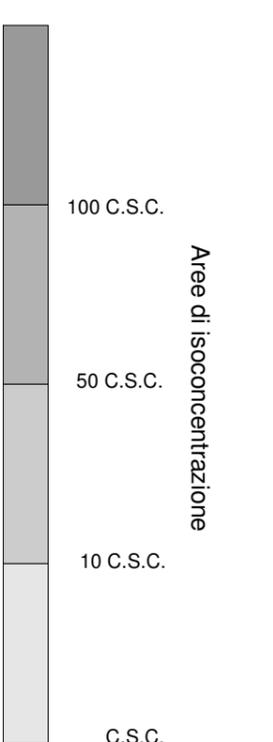
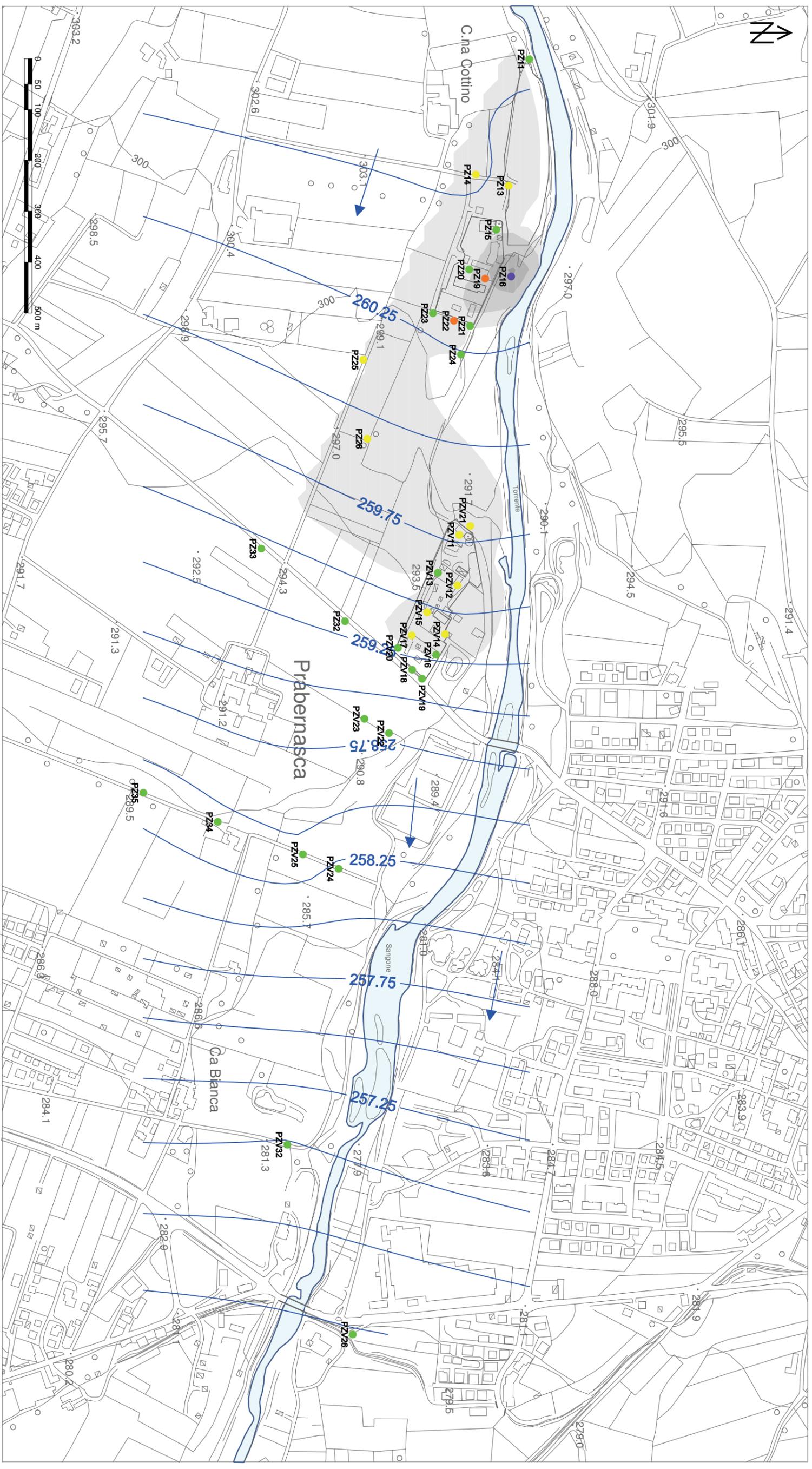
FALDA SUPERFICIALE
PCB TOTALI

Objetto: Distribuzione delle concentrazioni massime nelle acque sotterranee

Comittente: Comune di Rivalta
Autore: B.Saudino

Scala: Varià
Data: nov-2015
Tavola: **3.15**

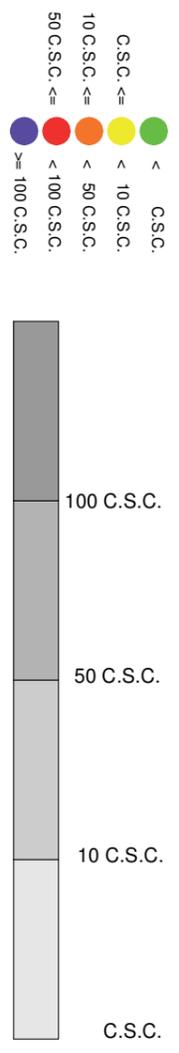
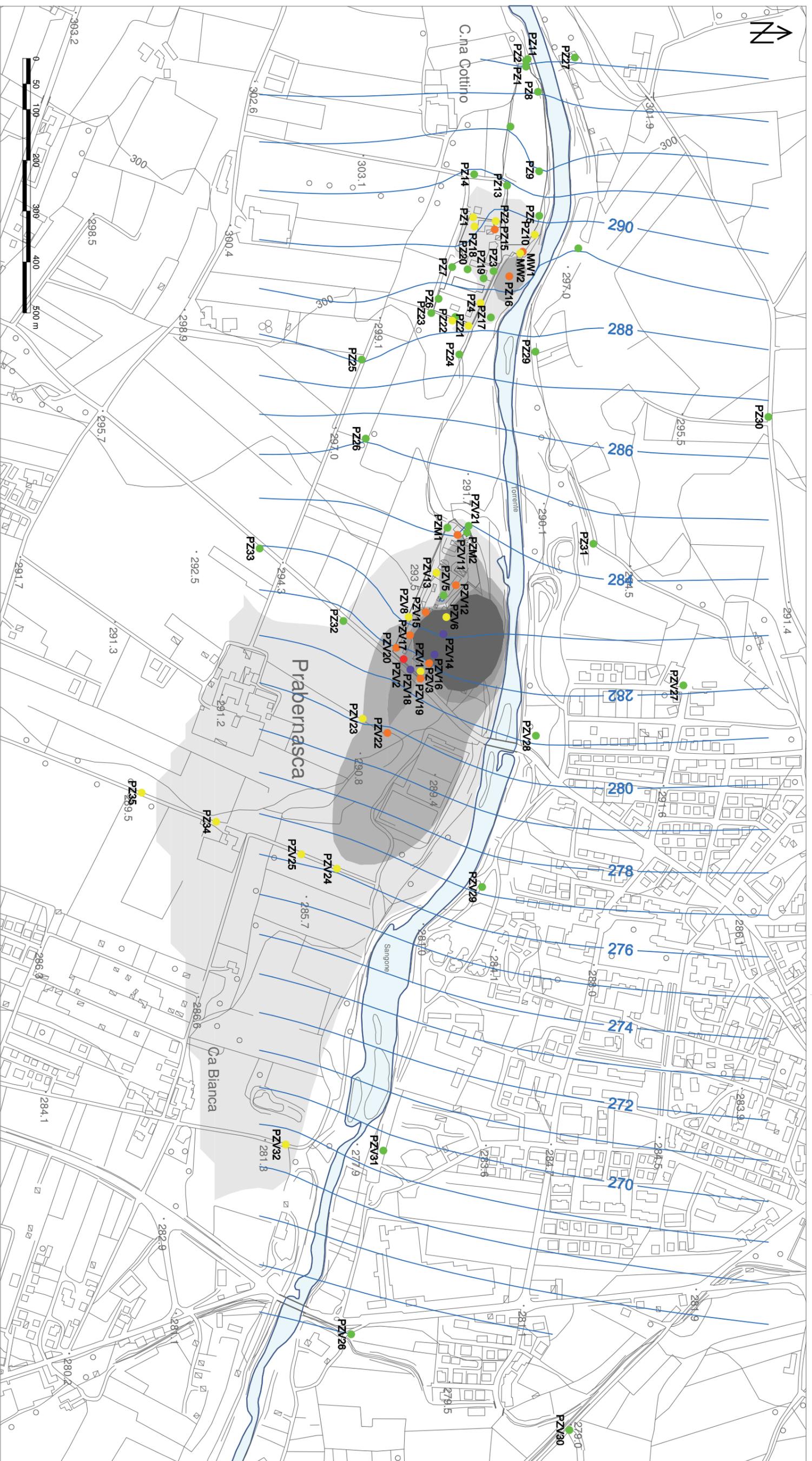
File: 15014PR-Tav3.15_00.srf



PCB TOTALI
FALDA PROFONDA

Objetto: Distribuzione delle concentrazioni massime nelle acque sotterranee.

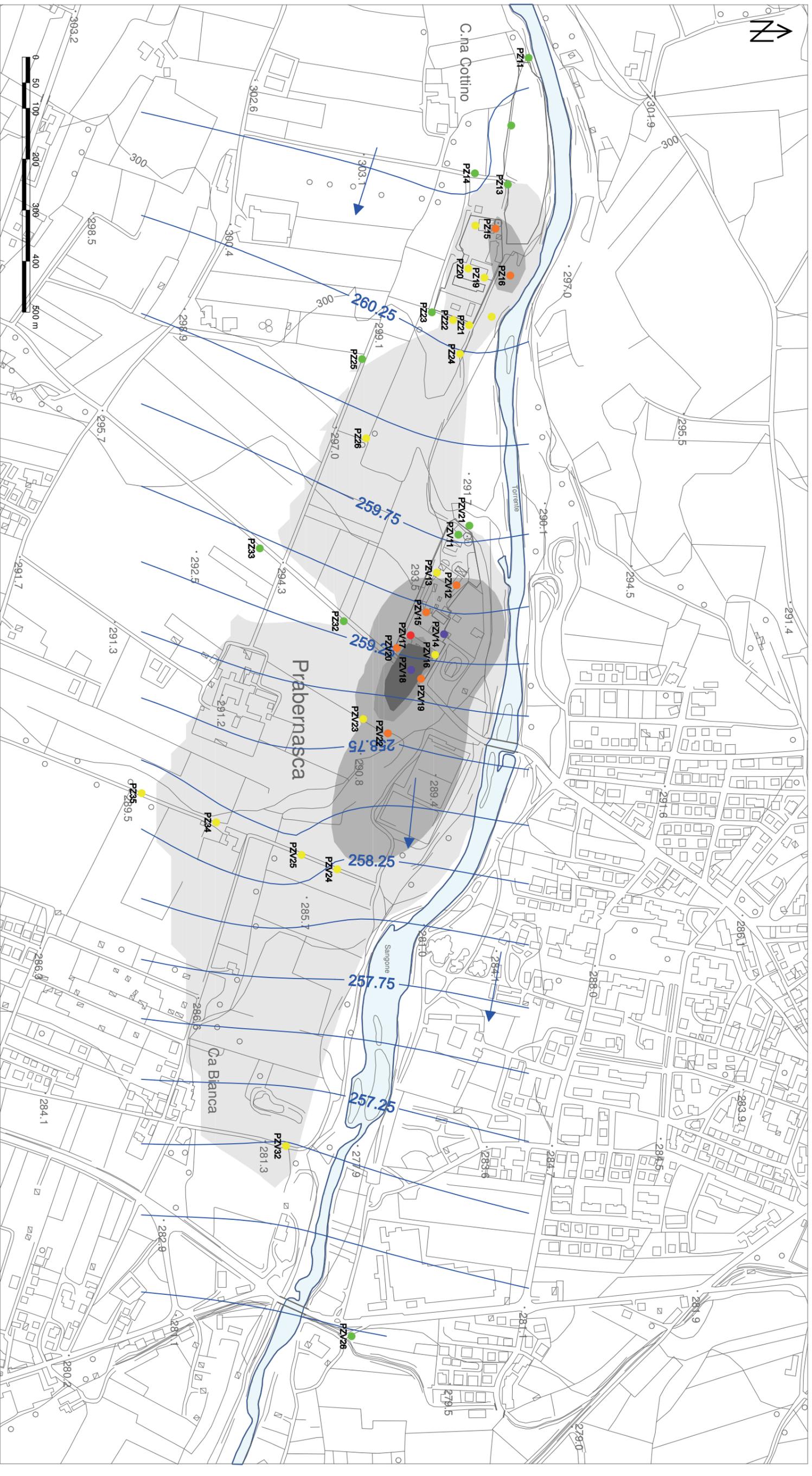
| | | |
|--------------------------------------|-----------------------|---------------------------|
| Comittente: Comune di Rivalta | | Autore: B. Saudino |
| Scala: Varià | Data: nov-2015 | Tavola: |
| File: 15014PR-Tav3.16_00.srf | | 3.16 |



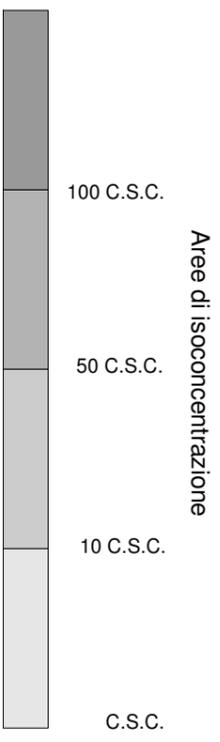
1,2-DICHLOROPROPANO
FALDA SUPERFICIALE


 Oggetto:
 Distribuzione delle concentrazioni massime nelle acque sotterranee

| | | | |
|-------------|------------------------|---------|-------------|
| Comittente: | Comune di Rivalta | Autore: | B.Saudino |
| Scala: | Varia | Data: | nov-2015 |
| File: | 15014PR-Tav3.17_00.srf | | |
| | | Tavola: | 3.17 |



- LEGENDA**
- < C.S.C.
 - < 10 C.S.C.
 - < 50 C.S.C.
 - < 100 C.S.C.
 - >= 100 C.S.C.

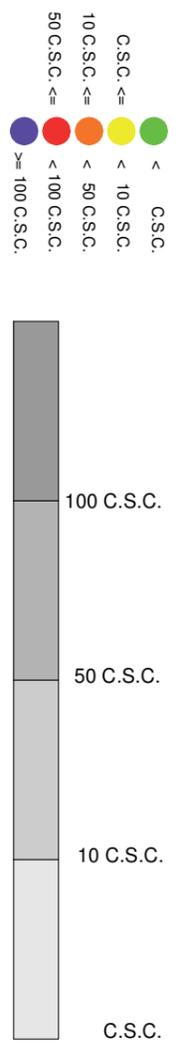
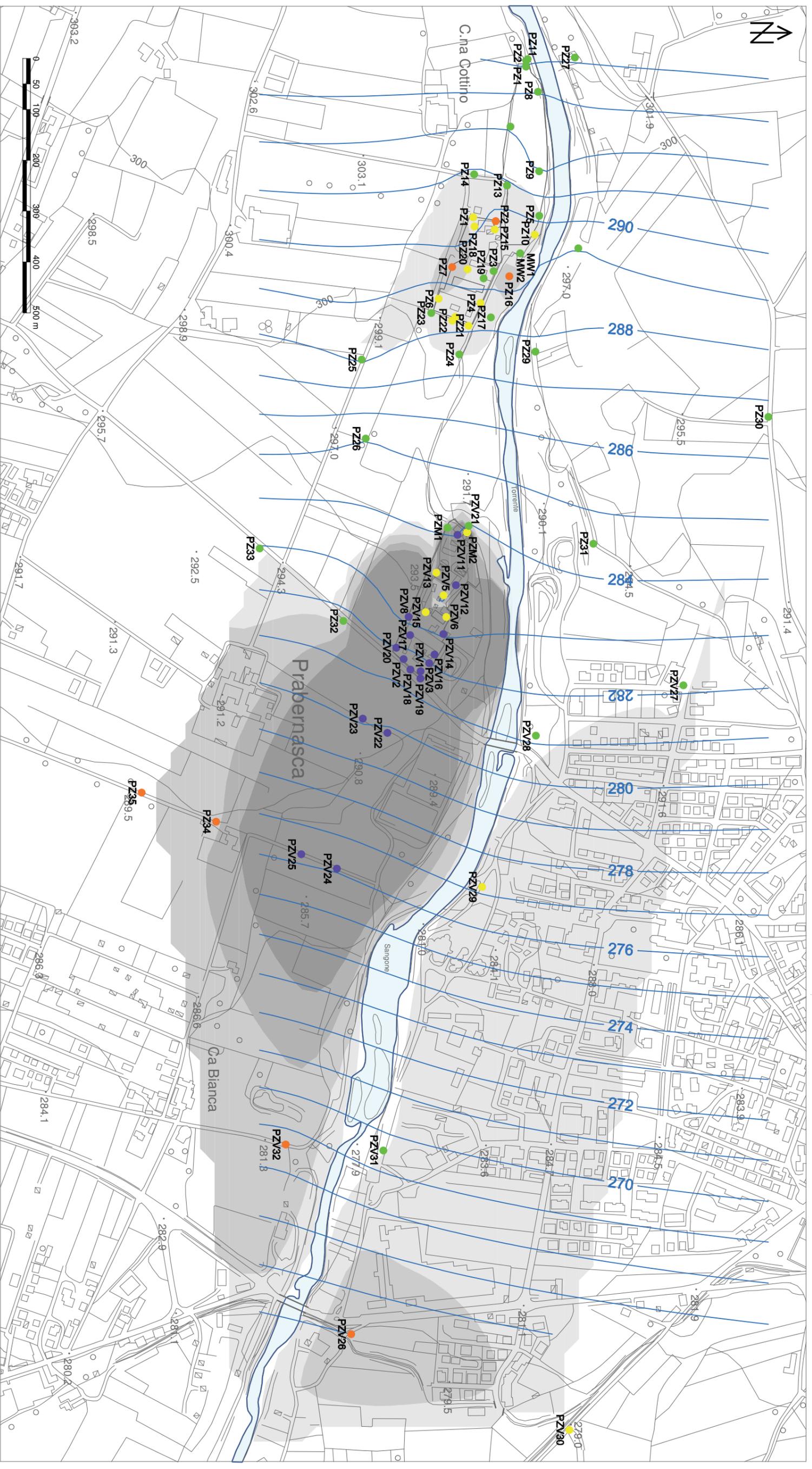


— piezometria (gen-08)

**1,2-DICHLOROPROPANO
FALDA PROFONDA**

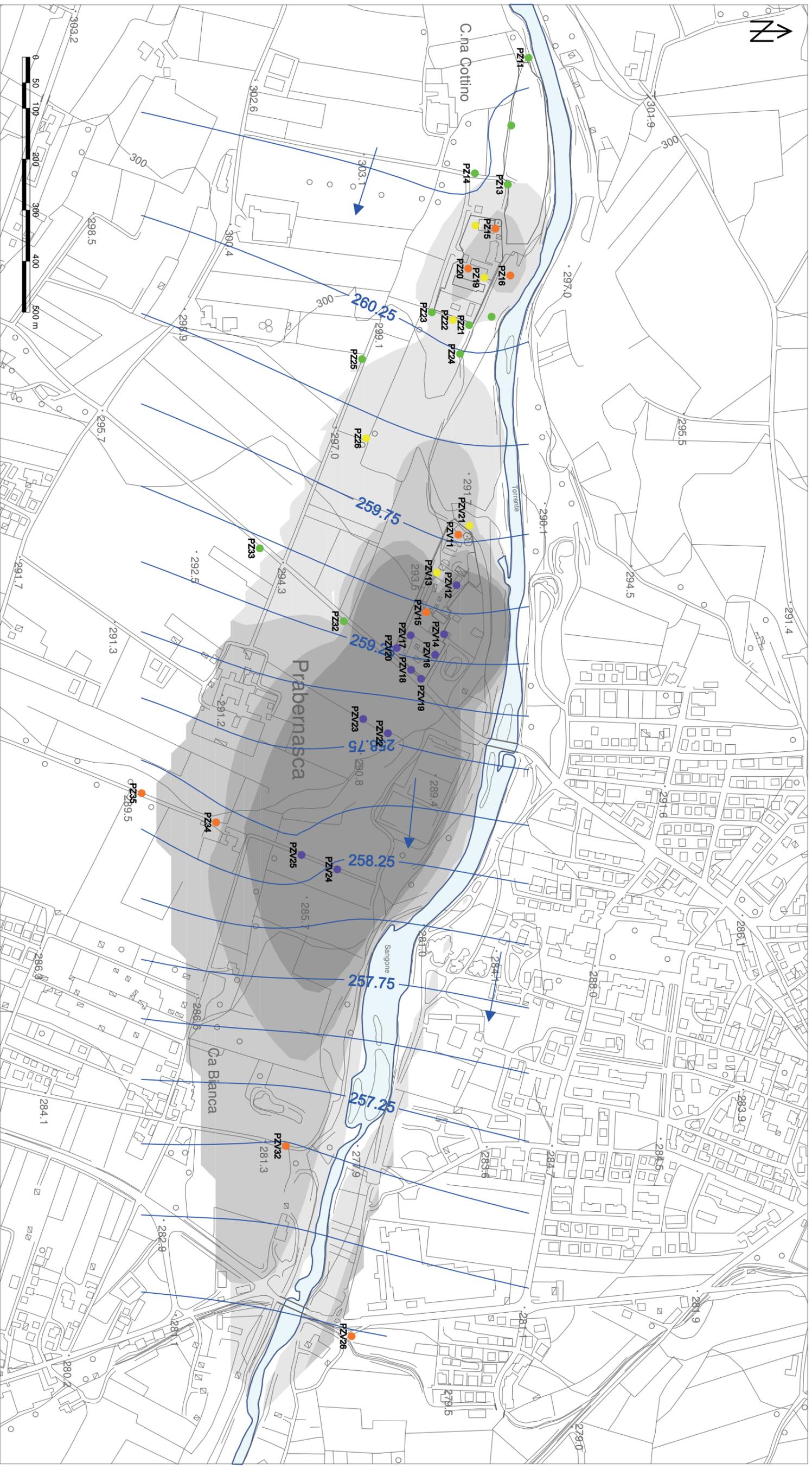
Objetto: Distribuzione delle concentrazioni massime nelle acque sotterranee.

| | | |
|--------------------------------------|-----------------------|---------------------------|
| Comittente: Comune di Rivalta | | Autore: B. Saudino |
| Scala: Varià | Data: nov-2015 | Tavola: |
| File: 15014PR-Tav3.18_00.srf | | 3.18 |

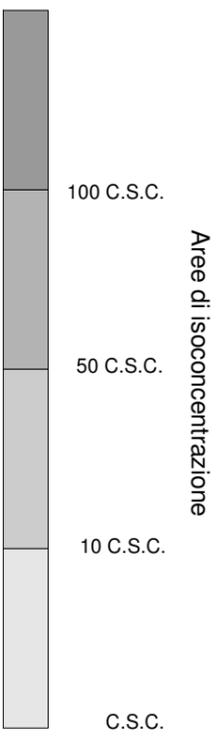


**1,2,3-TRICLOROPROPANO
FALDA SUPERFICIALE**

| | | | |
|---------------------------------|--|------------------------|----------------------|
| | Oggetto: Distribuzione delle concentrazioni massime nelle acque sotterranee | | Autore: B.Saudino |
| | Committente: Comune di Rivalta | | |
| Scala: Varià | Data: nov-2015 | Tavola: 3.19 | |
| File: 15014PR-Tav3.19_00.srf | | | |



- LEGENDA**
- < C.S.C.
 - C.S.C. ≤< 10 C.S.C.
 - < 10 C.S.C. ≤< 50 C.S.C.
 - < 50 C.S.C. ≤< 100 C.S.C.
 - < 100 C.S.C. ≤< 1000 C.S.C.
 - >= 1000 C.S.C.

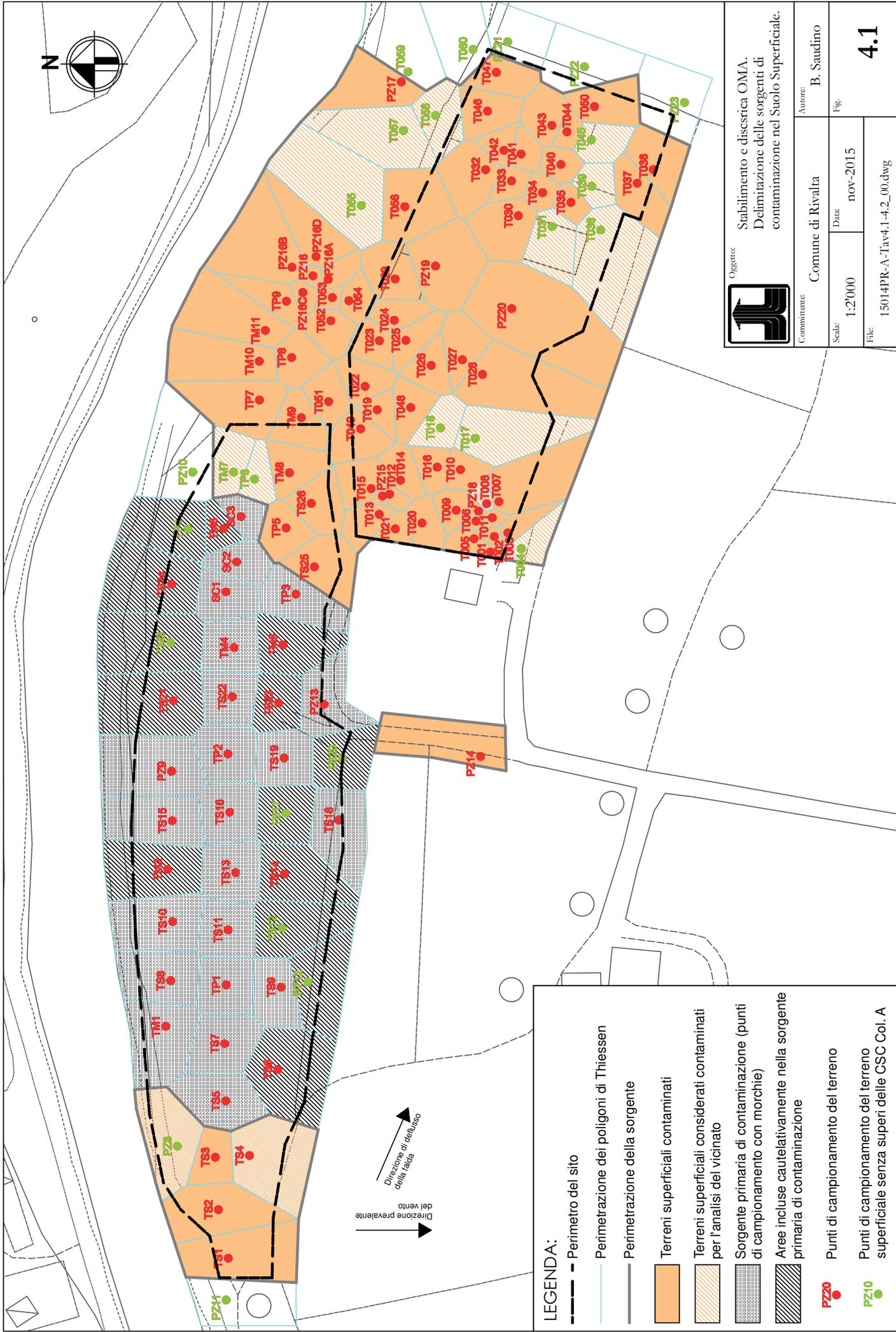


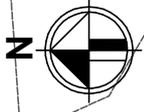
— piezometria (gen-08)

**1,2,3-TRICLOROPROPANO
FALDA PROFONDA**

Objetto: Distribuzione delle concentrazioni massime nelle acque sotterranee.

| | | |
|--------------------------------------|-----------------------|---------------------------|
| Comittente: Comune di Rivalta | | Autore: B. Saudino |
| Scala: Varià | Data: nov-2015 | Tavola: 3.20 |
| File: 15014PR-Tav3.20_00.srf | | |





Direzione prevalente
 Direzione di deflusso
 della falda

LEGENDA:

- Perimetro del sito
- Perimetrazione dei poligoni di Thiessen
- Perimetrazione della sorgente
- Terreni profondi contaminati
- Terreni profondi considerati contaminati per l'analisi del vicinato
- Sorgente primaria di contaminazione (punti di campionamento con morchie)
- Aree incluse cautelativamente nella sorgente primaria di contaminazione
- PZ20 PZ10 Puncti di campionamento del terreno
- Puncti di campionamento del terreno profondo senza superiori delle CSC Col. A.



Oggetto: Stabliamento e disesrica OMA. Delimitazione delle sorgenti di contaminazione nel Suolo Profondo.

| | | | |
|-----------------------------------|----------------|--------------------|--|
| Comittente: Comune di Rivalta | | Autore: B. Saudino | |
| Scala: 1:2'000 | Data: nov-2015 | Fig. 4.2 | |
| File: 15014PR-A-Tav4.1-4.2_00.dwg | | | |



Direzione prevalente
del vento

Direzione di deflusso
della falda

293.5

LEGENDA:

| | |
|--|---|
| | Perimetro del sito |
| | Perimetrazione dei poligoni di Thiessen |
| | Perimetrazione della sorgente |
| | Terreni superficiali contaminati |
| | Terreni superficiali considerati contaminati per l'analisi del vicinato |
| | Punti di campionamento del terreno |

TC14



Oggetto: Stabilimento Chimica Industriale. Delimitazione delle sorgenti di contaminazione nel Suolo Superficiale.

| | | | |
|------------|-------------------|--------|-----------------------------|
| Comittente | Comune di Rivalta | Autore | B. Saudino |
| Scala: | 1:1'500 | Data: | nov-2015 |
| Fig. | | File: | 15014PR-A-Tav4.3-4.4_00.dwg |



LEGENDA:

- Perimetro del sito
- Perimetrazione dei poligoni di Thiessen
- Perimetrazione della sorgente
- Terreni profondi contaminati
- ▨ Terreni profondi considerati contaminati per l'analisi del vicinato
- TC14
- ▲ Direzione prevalente del vento
- ▶ Direzione di deflusso della falda

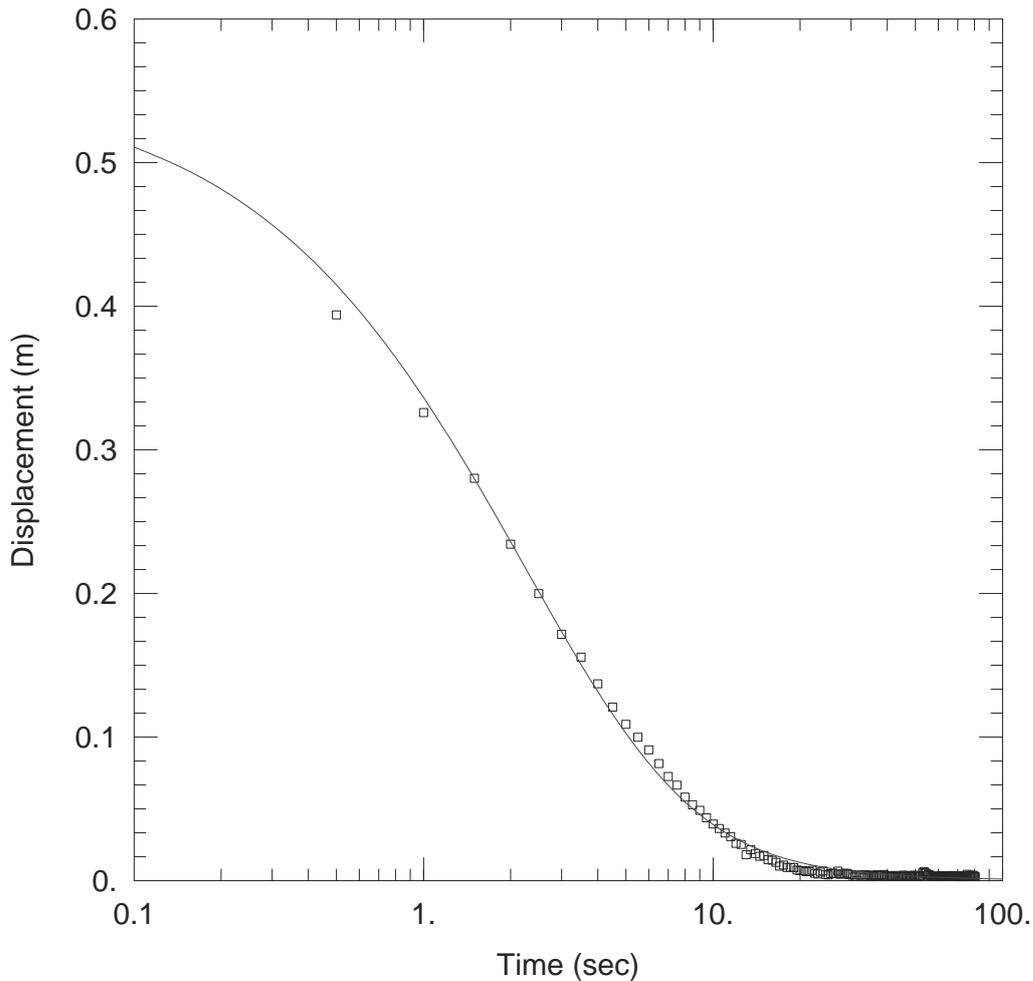


Oggetto: Stabilimento Chimica Industriale. Delimitazione delle sorgenti di contaminazione nel Suolo Profondo.

| | | | |
|-----------------------------------|----------------|--------------------|--|
| Comittente: Comune di Rivalta | | Autore: B. Saudino | |
| Scala: 1:1'500 | Data: nov-2015 | Fig. 4.4 | |
| File: 15014PR-A-Tav4.3-4.4_00.dwg | | | |

ALLEGATO 2

Risultati slug-test.



WELL TEST ANALYSIS

Data Set: \...\PZV15S.aqt
 Date: 11/24/15

Time: 17:26:01

PROJECT INFORMATION

Client: Comune
 Project: 15014Bon
 Location: Rivalta do Torino
 Test Well: PZV15S
 Test Date: 11-10-10

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 40.9 m

WELL DATA (PZV15S)

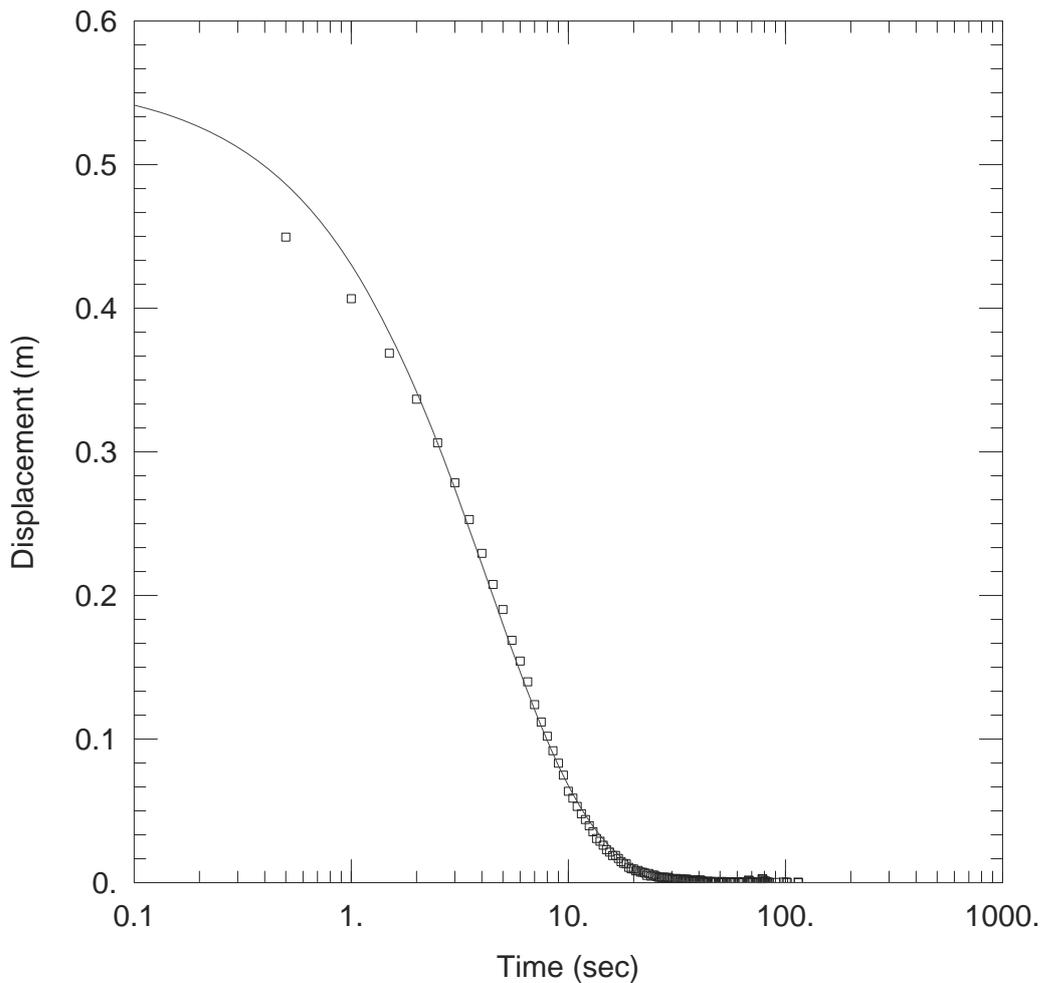
Initial Displacement: 0.56 m
 Total Well Penetration Depth: 4.4 m
 Casing Radius: 0.0508 m

Static Water Column Height: 4.4 m
 Screen Length: 4.4 m
 Well Radius: 0.051 m

SOLUTION

Aquifer Model: Unconfined
 $K_r = 0.0003636 \text{ m/sec}$
 $K_z/K_r = 0.1$

Solution Method: KGS Model
 $S_s = 0.001342 \text{ m}^{-1}$



WELL TEST ANALYSIS

Data Set: \\...\PZV15M-2010.aqt
 Date: 11/24/15

Time: 17:32:44

PROJECT INFORMATION

Client: Comune
 Project: 15014Bon
 Location: Rivalta di Torino
 Test Well: PZV15M
 Test Date: 11-10-10

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 40.9 m

WELL DATA (PZV15M)

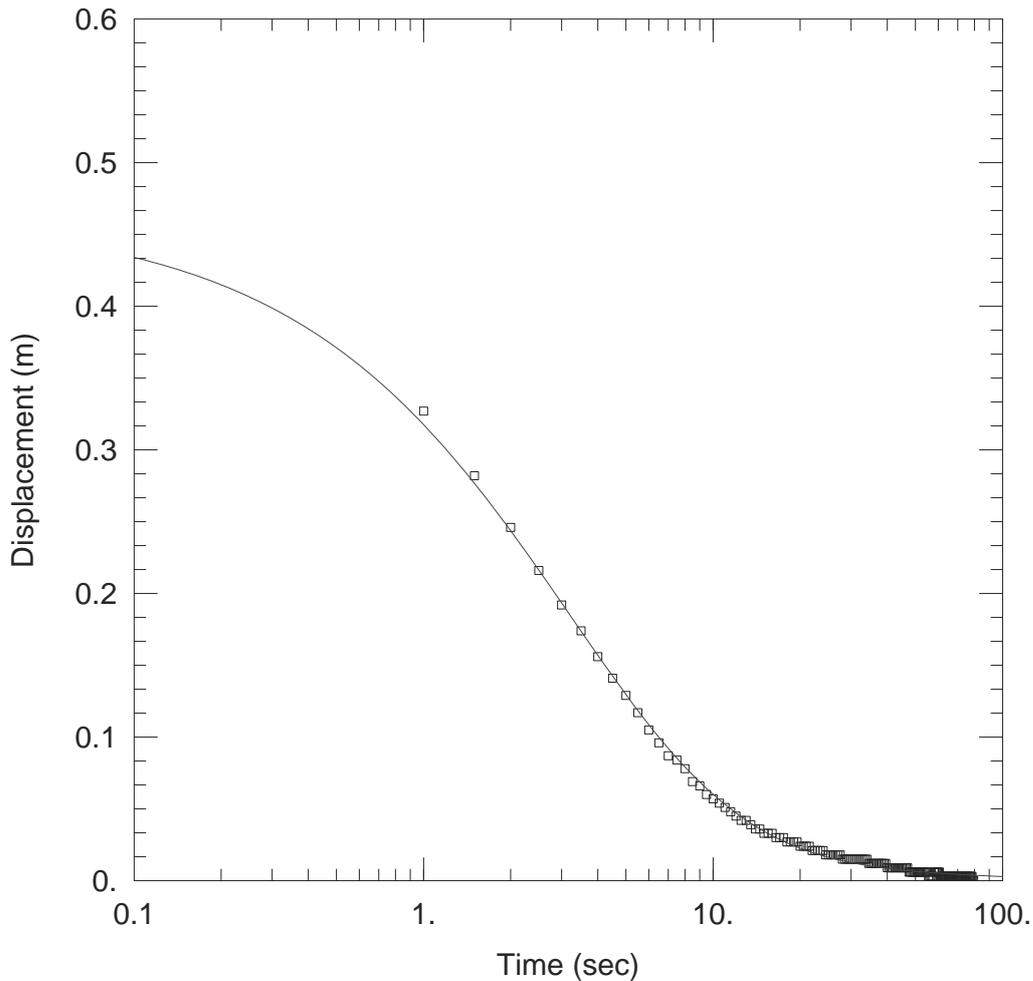
Initial Displacement: 0.56 m
 Total Well Penetration Depth: 16.4 m
 Casing Radius: 0.0508 m

Static Water Column Height: 16.4 m
 Screen Length: 13. m
 Well Radius: 0.051 m

SOLUTION

Aquifer Model: Unconfined
 $K_r = 0.0001292 \text{ m/sec}$
 $K_z/K_r = 0.1$

Solution Method: KGS Model
 $S_s = 1.805E-6 \text{ m}^{-1}$



WELL TEST ANALYSIS

Data Set: ...\PZV15P-1.aqt
 Date: 11/24/15

Time: 17:34:20

PROJECT INFORMATION

Client: Comune
 Project: 15014Bon
 Location: Rivalta di Torino
 Test Well: PZV15P
 Test Date: 05-10-15

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 19.7 m

WELL DATA (PZV15P)

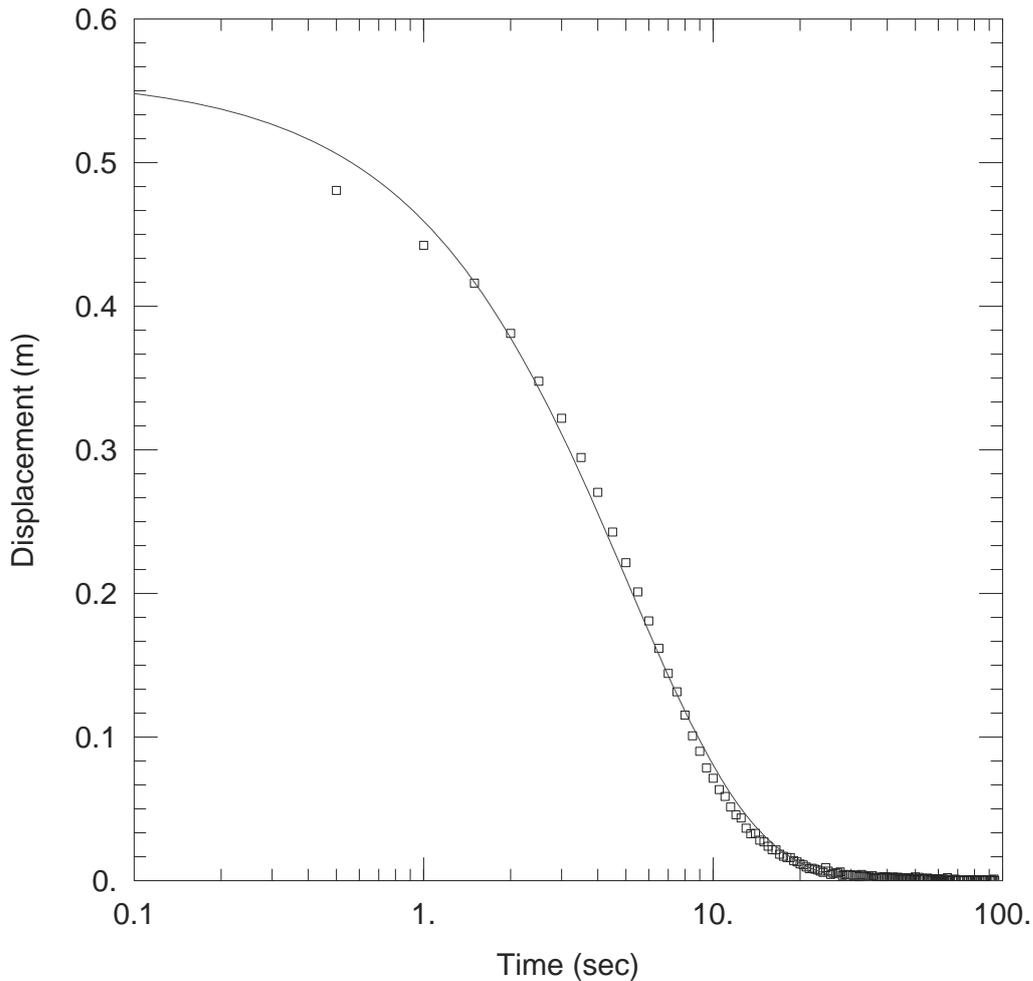
Initial Displacement: 0.466 m
 Total Well Penetration Depth: 19.7 m
 Casing Radius: 0.0375 m

Static Water Column Height: 19.7 m
 Screen Length: 19.7 m
 Well Radius: 0.0375 m

SOLUTION

Aquifer Model: Unconfined
 $K_r = 3.055E-5$ m/sec
 $K_z/K_r = 0.1$

Solution Method: KGS Model
 $S_s = 0.0003332$ m⁻¹



WELL TEST ANALYSIS

Data Set: ...\PZV19S.aqt
 Date: 11/24/15

Time: 17:35:59

PROJECT INFORMATION

Client: Comune
 Project: 15014Bon
 Location: Rivalta di Torino
 Test Well: PZV19S
 Test Date: 11-10-10

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 45.2 m

WELL DATA (PZV19S)

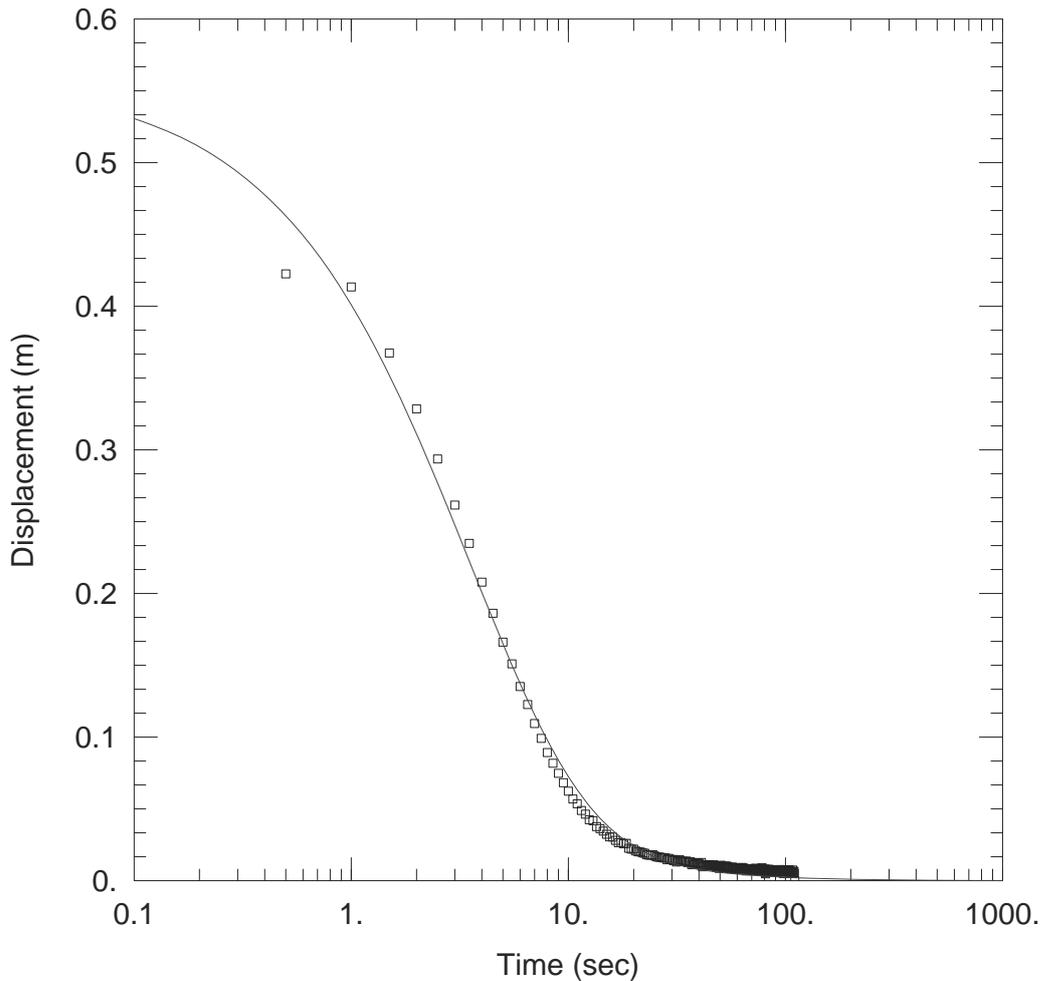
Initial Displacement: 0.56 m
 Total Well Penetration Depth: 5.3 m
 Casing Radius: 0.0508 m

Static Water Column Height: 5.3 m
 Screen Length: 5.3 m
 Well Radius: 0.051 m

SOLUTION

Aquifer Model: Unconfined
 $K_r = 0.0002276 \text{ m/sec}$
 $K_z/K_r = 0.1$

Solution Method: KGS Model
 $S_s = 4.341E-7 \text{ m}^{-1}$



WELL TEST ANALYSIS

Data Set: ...\PZV19M-2010.aqt
 Date: 11/24/15

Time: 17:37:19

PROJECT INFORMATION

Client: Comune
 Project: 15014Bon
 Location: Rivalta di Torino
 Test Well: PZV19M
 Test Date: 11-10-10

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 44.42 m

WELL DATA (PZV19M)

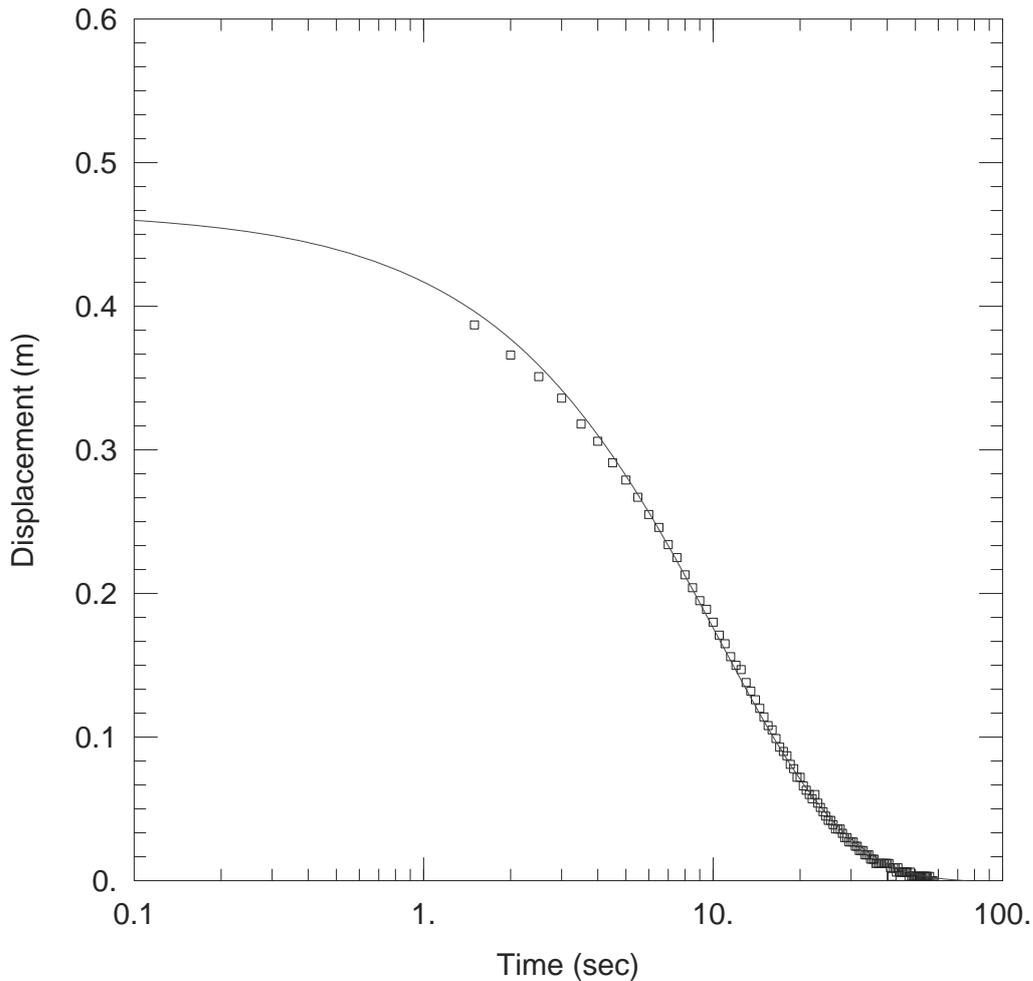
Initial Displacement: 0.56 m
 Total Well Penetration Depth: 16.4 m
 Casing Radius: 0.0508 m

Static Water Column Height: 16.4 m
 Screen Length: 13. m
 Well Radius: 0.051 m

SOLUTION

Aquifer Model: Unconfined
 $K_r = 9.92E-5$ m/sec
 $K_z/K_r = 0.1$

Solution Method: KGS Model
 $S_s = 0.0001064$ m⁻¹



WELL TEST ANALYSIS

Data Set: ...\PZV19P-2.aqt
 Date: 11/24/15

Time: 17:44:38

PROJECT INFORMATION

Client: Comune
 Project: 15014Bon
 Location: Rivalta di Torino
 Test Well: PZV19P
 Test Date: 05-10-15

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 24.5 m

WELL DATA (PZV19P)

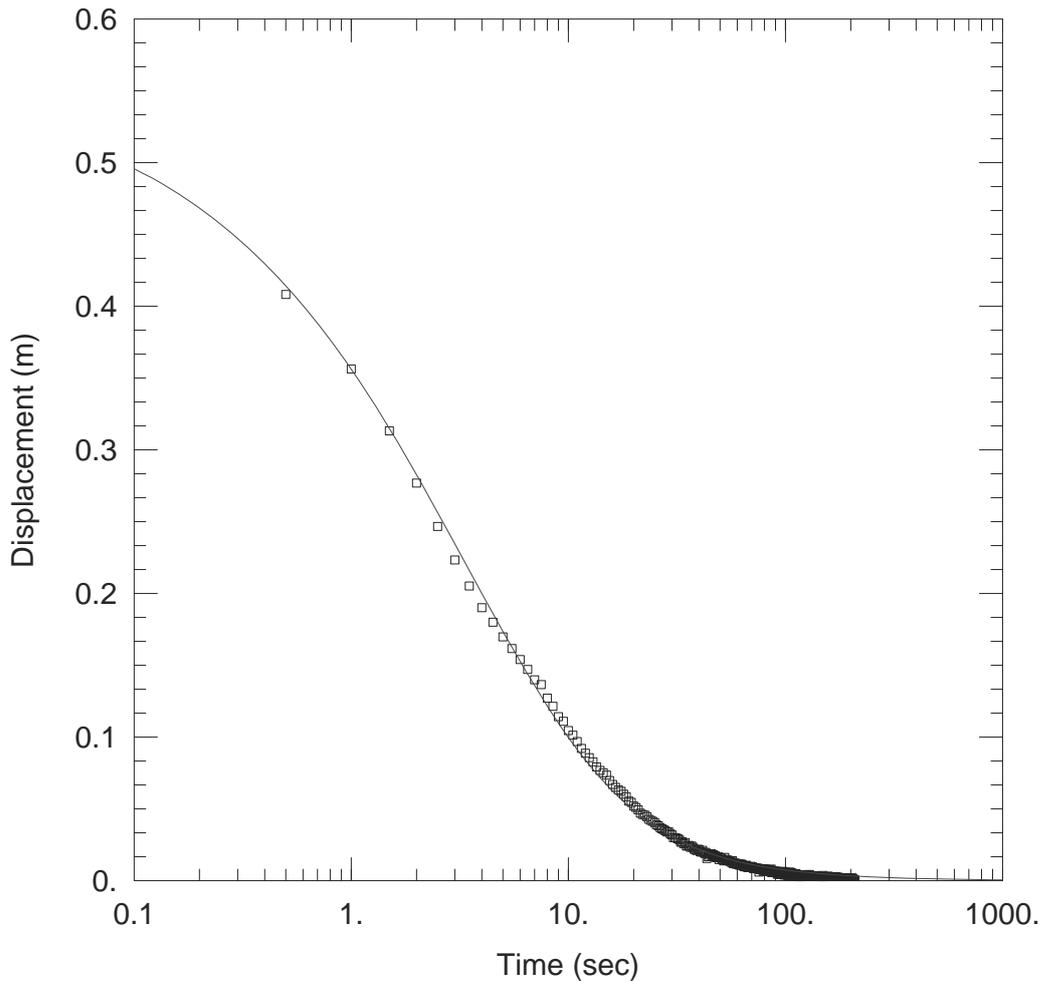
Initial Displacement: 0.466 m
 Total Well Penetration Depth: 23.9 m
 Casing Radius: 0.0375 m

Static Water Column Height: 23.9 m
 Screen Length: 20. m
 Well Radius: 0.0375 m

SOLUTION

Aquifer Model: Unconfined
 $K_r = 2.366E-5$ m/sec
 $K_z/K_r = 0.1$

Solution Method: KGS Model
 $S_s = 5.765E-8$ m⁻¹



WELL TEST ANALYSIS

Data Set: \\...\PZV20S.aqt
 Date: 11/24/15

Time: 17:46:01

PROJECT INFORMATION

Client: Comune
 Project: 15014Bon
 Location: Rivalta di Torino
 Test Well: PZV20S
 Test Date: 11-10-10

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 40. m

WELL DATA (PZV20S)

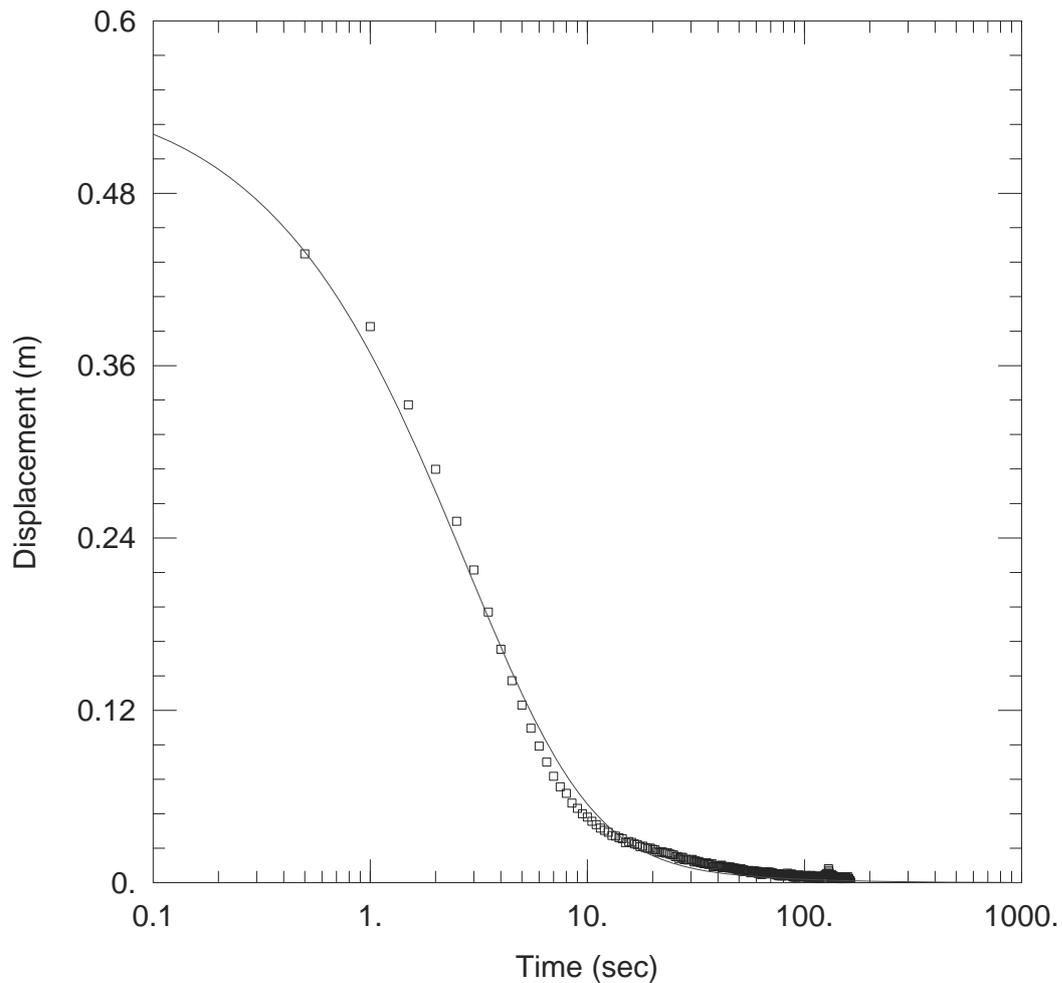
Initial Displacement: 0.56 m
 Total Well Penetration Depth: 3.2 m
 Casing Radius: 0.0508 m

Static Water Column Height: 3.2 m
 Screen Length: 3.2 m
 Well Radius: 0.051 m

SOLUTION

Aquifer Model: Unconfined
 $K_r = 0.0001535 \text{ m/sec}$
 $K_z/K_r = 0.1$

Solution Method: KGS Model
 $S_s = 0.03474 \text{ m}^{-1}$



WELL TEST ANALYSIS

Data Set: ...\PZV20M-2010.aqt
 Date: 11/24/15

Time: 17:47:14

PROJECT INFORMATION

Client: Comune
 Project: 15014Bon
 Location: Rivalta di Torino
 Test Well: PZV20M
 Test Date: 11-10-10

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 40.23 m

WELL DATA (PZV20M)

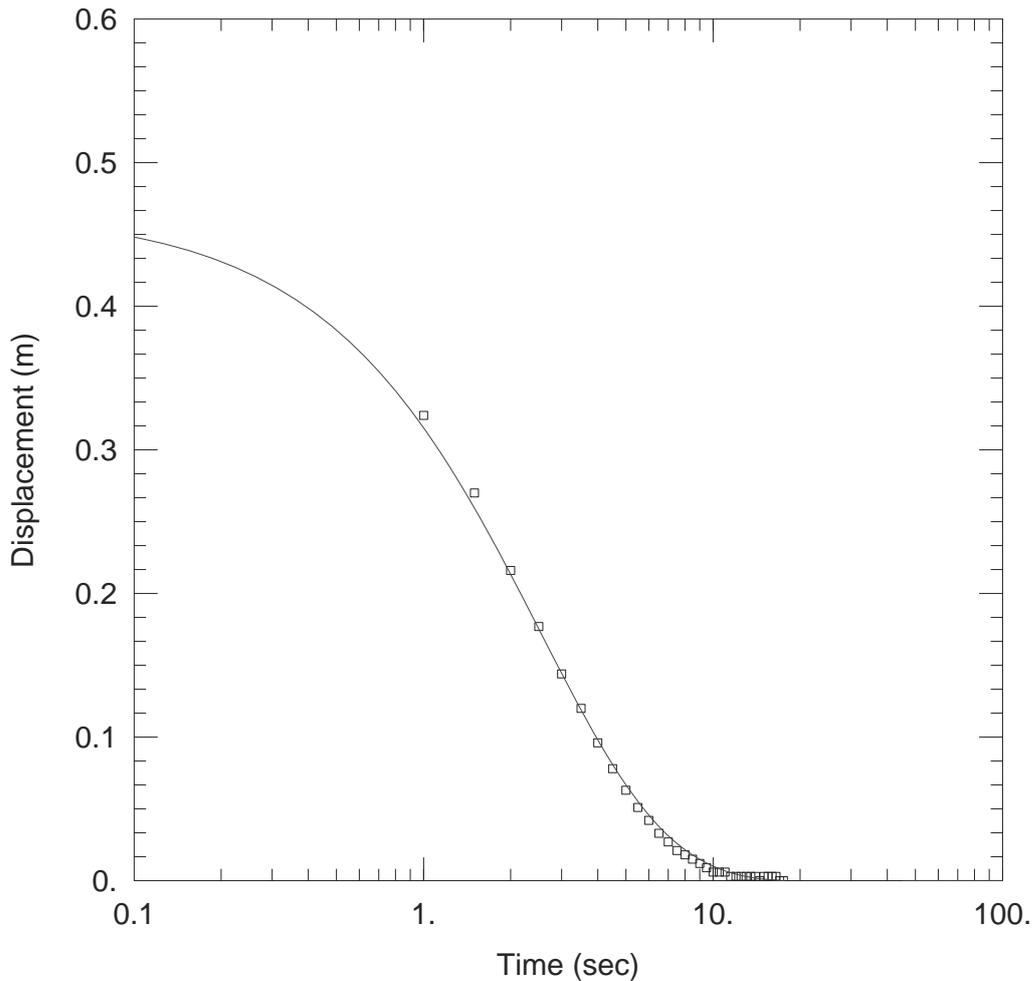
Initial Displacement: 0.56 m
 Total Well Penetration Depth: 15.43 m
 Casing Radius: 0.0508 m

Static Water Column Height: 15.43 m
 Screen Length: 13. m
 Well Radius: 0.051 m

SOLUTION

Aquifer Model: Unconfined
 $K_r = 0.0001113 \text{ m/sec}$
 $K_z/K_r = 0.1$

Solution Method: KGS Model
 $S_s = 0.0002471 \text{ m}^{-1}$



WELL TEST ANALYSIS

Data Set: \...\PZV20P-1.aqt
 Date: 11/24/15

Time: 17:49:12

PROJECT INFORMATION

Client: Comune
 Project: 15014Bon
 Location: Rivalta di Torino
 Test Well: PZV20P
 Test Date: 05-10-15

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 21.4 m

WELL DATA (PZV20P)

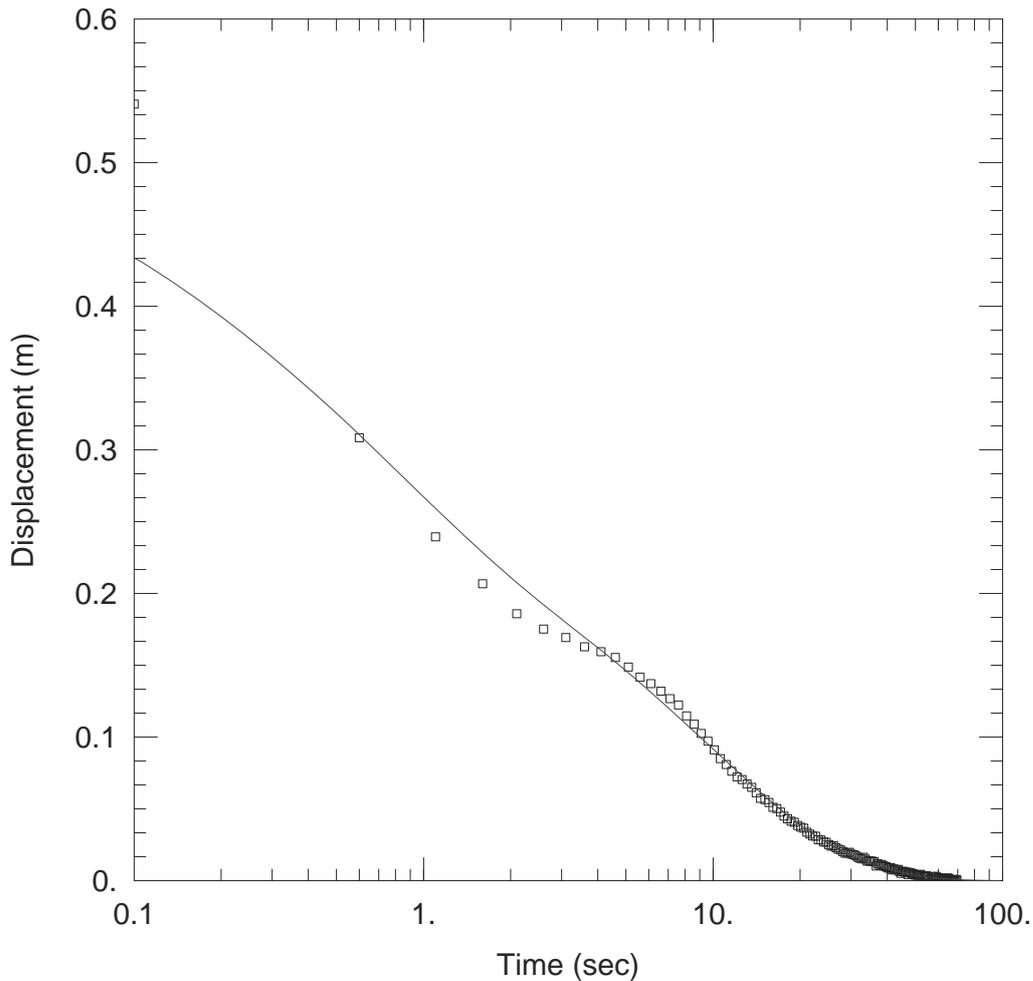
Initial Displacement: 0.466 m
 Total Well Penetration Depth: 21.4 m
 Casing Radius: 0.0375 m

Static Water Column Height: 21.4 m
 Screen Length: 19.8 m
 Well Radius: 0.0375 m

SOLUTION

Aquifer Model: Unconfined
 $K_r = 9.635E-5$ m/sec
 $K_z/K_r = 0.1$

Solution Method: KGS Model
 $S_s = 8.839E-11$ m⁻¹



WELL TEST ANALYSIS

Data Set: Z:\3-Tecnico\15014Bon-ComuneRivalta-Oma_Chimica\2-Pr\SlugTest_151005\PZ14S.aqt
 Date: 11/24/15 Time: 16:47:20

PROJECT INFORMATION

Client: Comune
 Project: 15014Bon
 Location: Rivalta di Torino
 Test Well: PZ14S
 Test Date: 11-10-10

AQUIFER DATA

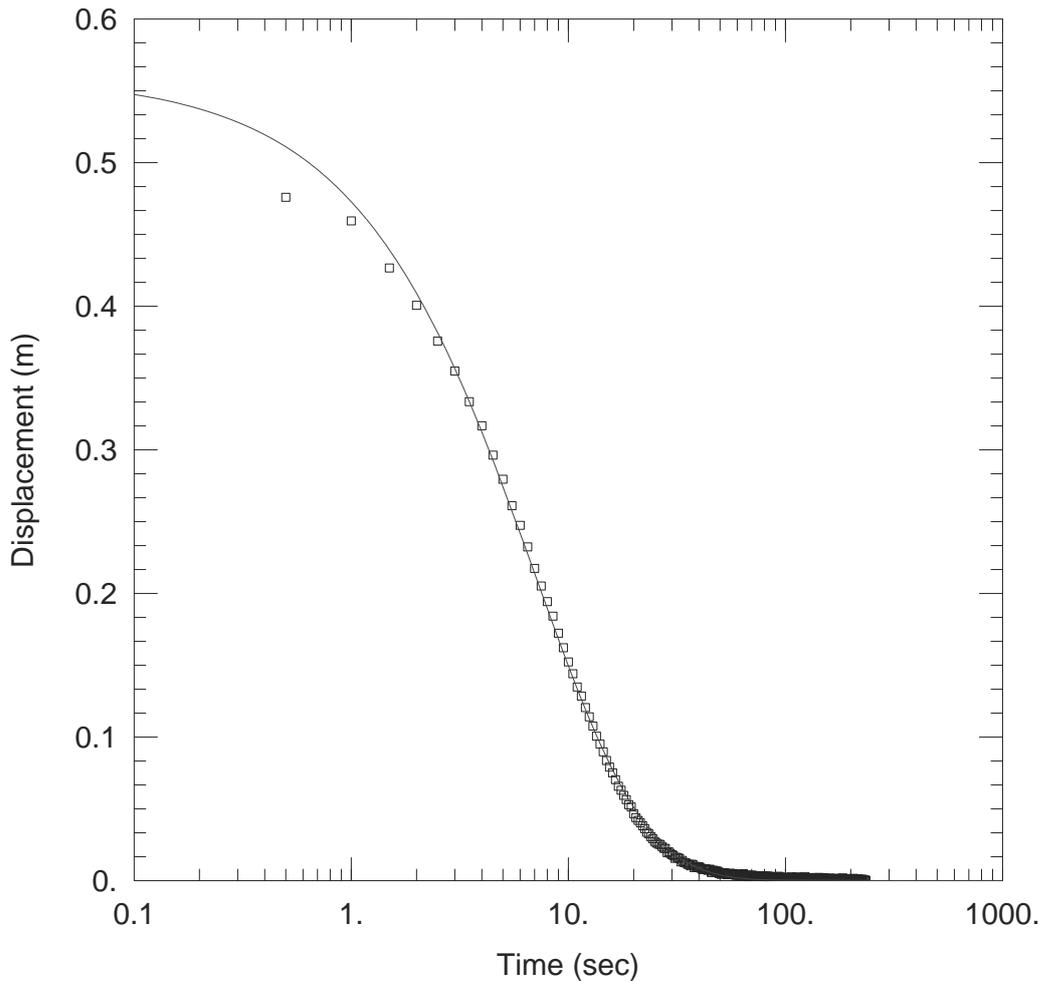
Saturated Thickness: 55.5 m

WELL DATA (PZ14S)

| | |
|---|---|
| Initial Displacement: <u>0.5625 m</u> | Static Water Column Height: <u>4. m</u> |
| Total Well Penetration Depth: <u>4. m</u> | Screen Length: <u>4. m</u> |
| Casing Radius: <u>0.0508 m</u> | Well Radius: <u>0.051 m</u> |
| Well Skin Radius: <u>0.076 m</u> | |

SOLUTION

| | |
|------------------------------------|--|
| Aquifer Model: <u>Unconfined</u> | Solution Method: <u>KGS Model w/skin</u> |
| Kr = <u>0.0005002 m/sec</u> | Ss = <u>0.0001804 m⁻¹</u> |
| Kz/Kr = <u>0.1</u> | Kr' = <u>5.501E-5 m/sec</u> |
| Ss' = <u>0.4017 m⁻¹</u> | Kz/Kr' = <u>1.</u> |



WELL TEST ANALYSIS

Data Set: Z:\...\PZ14M-2010.aqt
 Date: 11/24/15

Time: 16:46:38

PROJECT INFORMATION

Client: Comune
 Project: 15014Bon
 Location: Rivalta di Torino
 Test Well: PZ14M
 Test Date: 11-10-10

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 46.6 m

WELL DATA (PZ14M)

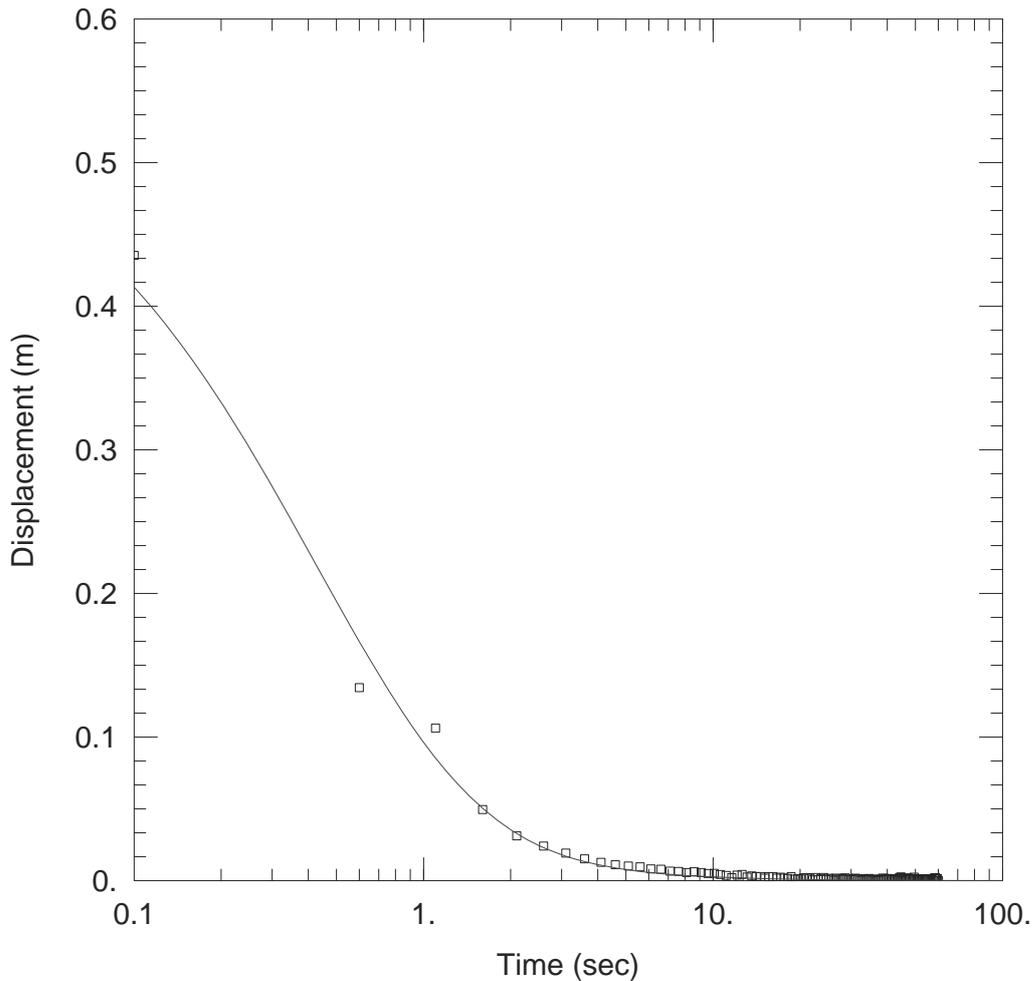
Initial Displacement: 0.56 m
 Total Well Penetration Depth: 16.1 m
 Casing Radius: 0.0508 m

Static Water Column Height: 16.1 m
 Screen Length: 13. m
 Well Radius: 0.051 m

SOLUTION

Aquifer Model: Unconfined
 $K_r = 7.426E-5$ m/sec
 $K_z/K_r = 0.1$

Solution Method: KGS Model
 $S_s = 3.28E-6$ m⁻¹



WELL TEST ANALYSIS

Data Set: ...\PZ18S.aqt
 Date: 11/24/15

Time: 16:49:21

PROJECT INFORMATION

Client: Comune
 Project: 15014Bon
 Location: Rivalta di Torino
 Test Well: PZ18S
 Test Date: 11-10-10

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 47. m

WELL DATA (PZ18S)

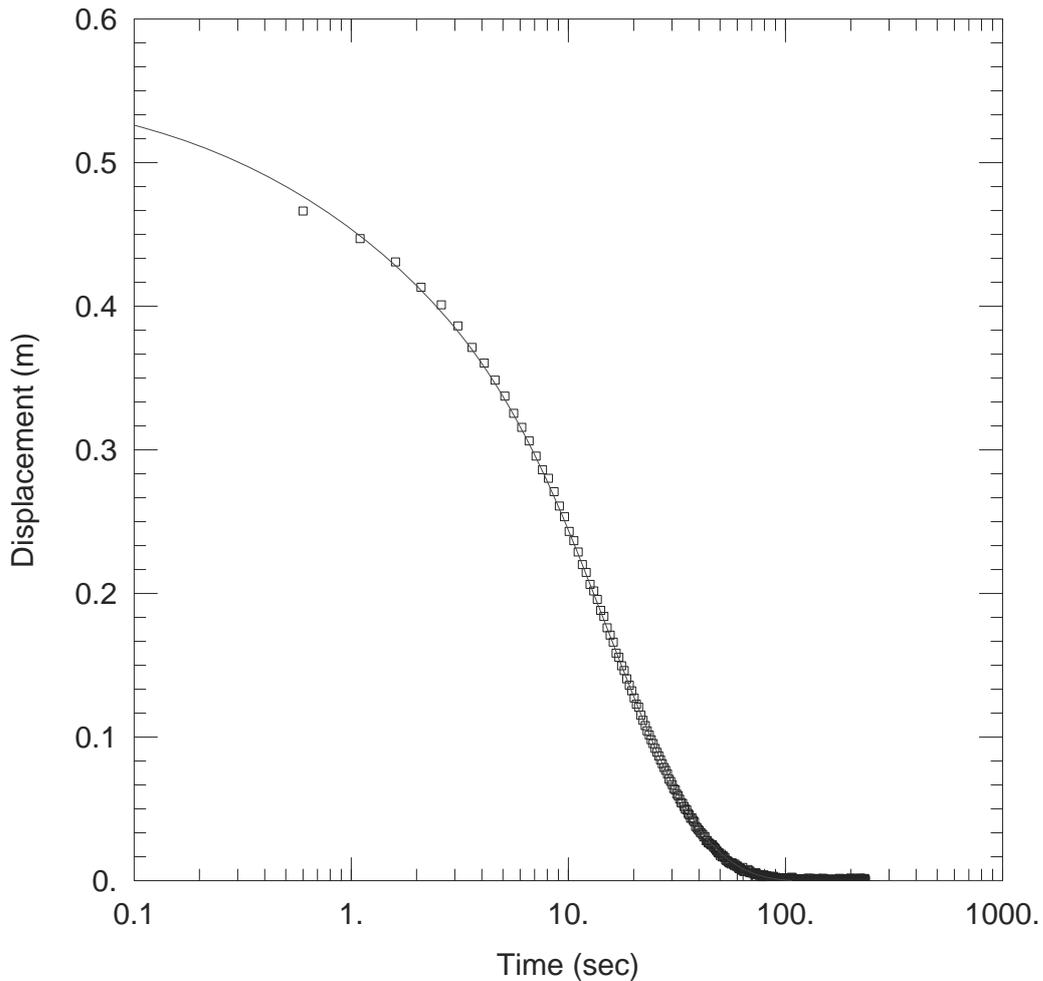
Initial Displacement: 0.5625 m
 Total Well Penetration Depth: 4.5 m
 Casing Radius: 0.0508 m

Static Water Column Height: 4.5 m
 Screen Length: 4.5 m
 Well Radius: 0.051 m

SOLUTION

Aquifer Model: Unconfined
 Kr = 0.001918 m/sec
 Kz/Kr = 0.1

Solution Method: KGS Model
 Ss = 0.001104 m⁻¹



WELL TEST ANALYSIS

Data Set: ...\PZ18M-2010Skin.aqt
 Date: 11/24/15

Time: 16:53:25

PROJECT INFORMATION

Client: Comune
 Project: 15014Bon
 Location: Rivalta di Torino
 Test Well: PZ18M
 Test Date: 11-10-10

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 47. m

WELL DATA (PZ18M)

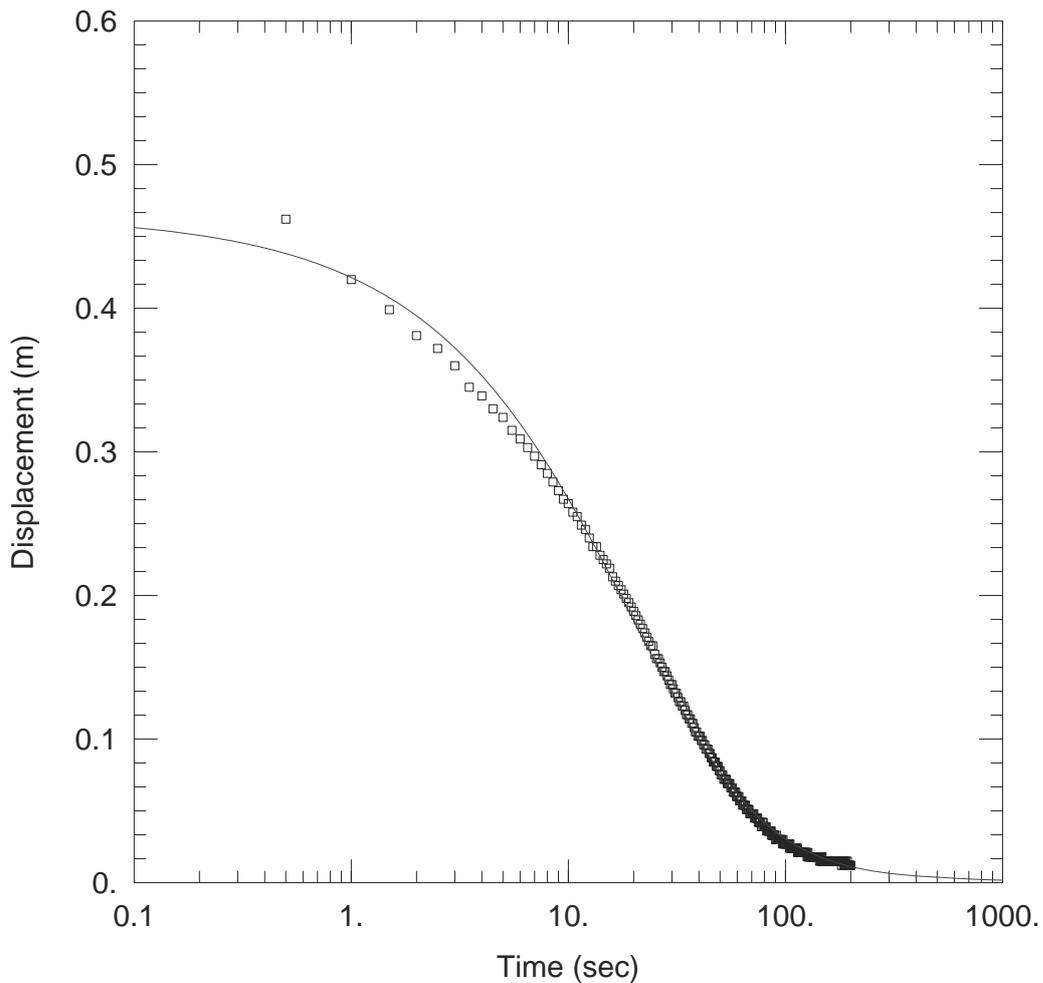
Initial Displacement: 0.5625 m
 Total Well Penetration Depth: 16.5 m
 Casing Radius: 0.0508 m
 Well Skin Radius: 0.076 m

Static Water Column Height: 16.5 m
 Screen Length: 12. m
 Well Radius: 0.051 m

SOLUTION

Aquifer Model: Unconfined
 $K_r = 0.0002115 \text{ m/sec}$
 $K_z/K_r = 0.1$
 $Ss' = 0.03559 \text{ m}^{-1}$

Solution Method: KGS Model w/skin
 $Ss = 9.84E-11 \text{ m}^{-1}$
 $K_r' = 4.23E-6 \text{ m/sec}$
 $K_z/K_r' = 1.$



WELL TEST ANALYSIS

Data Set: ...\PZ18P-2.aqt
 Date: 11/24/15

Time: 17:28:09

PROJECT INFORMATION

Client: Comune
 Project: 15014Bon
 Location: Rivalta di Torino
 Test Well: PZ18P
 Test Date: 05-10-15

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 20.2 m

WELL DATA (PZ18P)

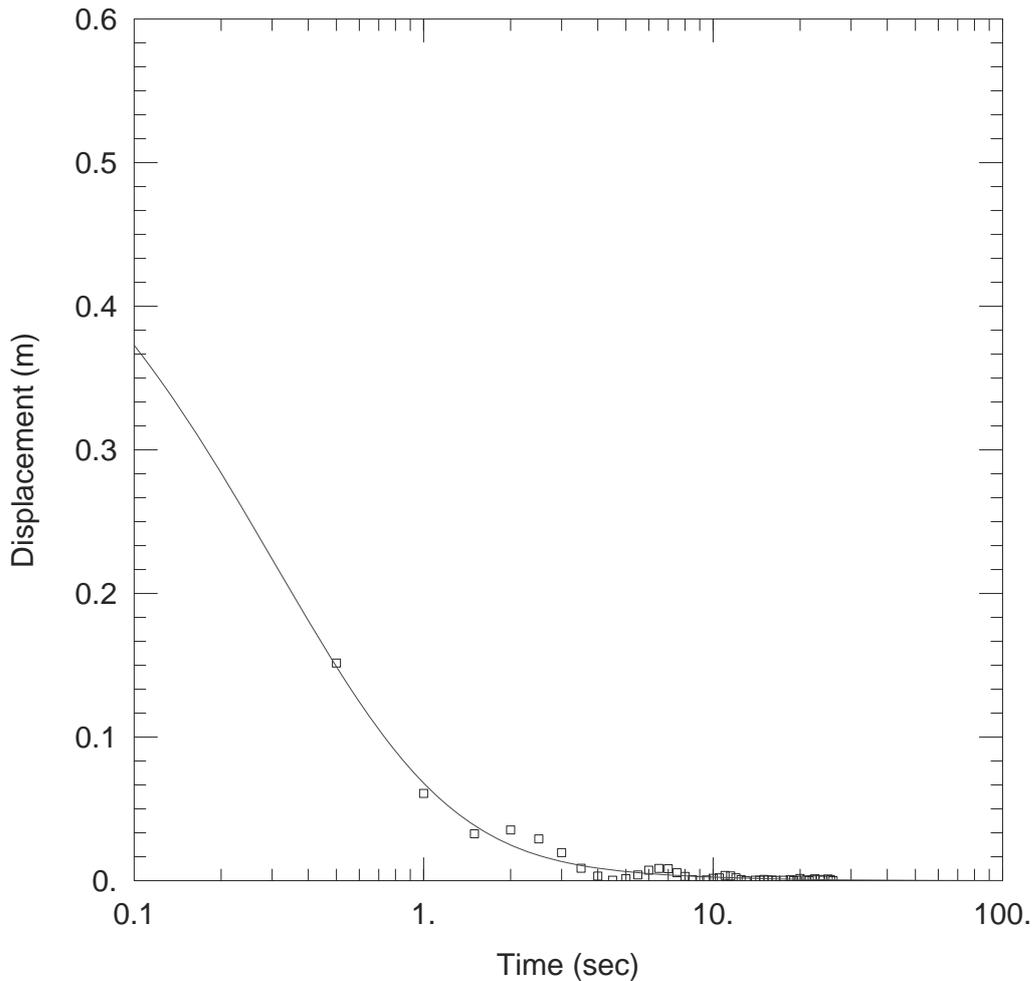
Initial Displacement: 0.466 m
 Total Well Penetration Depth: 20.2 m
 Casing Radius: 0.0375 m

Static Water Column Height: 20.2 m
 Screen Length: 20.2 m
 Well Radius: 0.0375 m

SOLUTION

Aquifer Model: Unconfined
 $K_r = 4.868E-6$ m/sec
 $K_z/K_r = 0.1$

Solution Method: KGS Model
 $S_s = 0.0003241$ m⁻¹



WELL TEST ANALYSIS

Data Set: ...\PZ20S.aqt
 Date: 11/24/15

Time: 17:14:02

PROJECT INFORMATION

Client: Comune
 Project: 15014Bon
 Location: Rivalta di Torino
 Test Well: PZ20S
 Test Date: 11-10-10

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 49.4 m

WELL DATA (PZ20S)

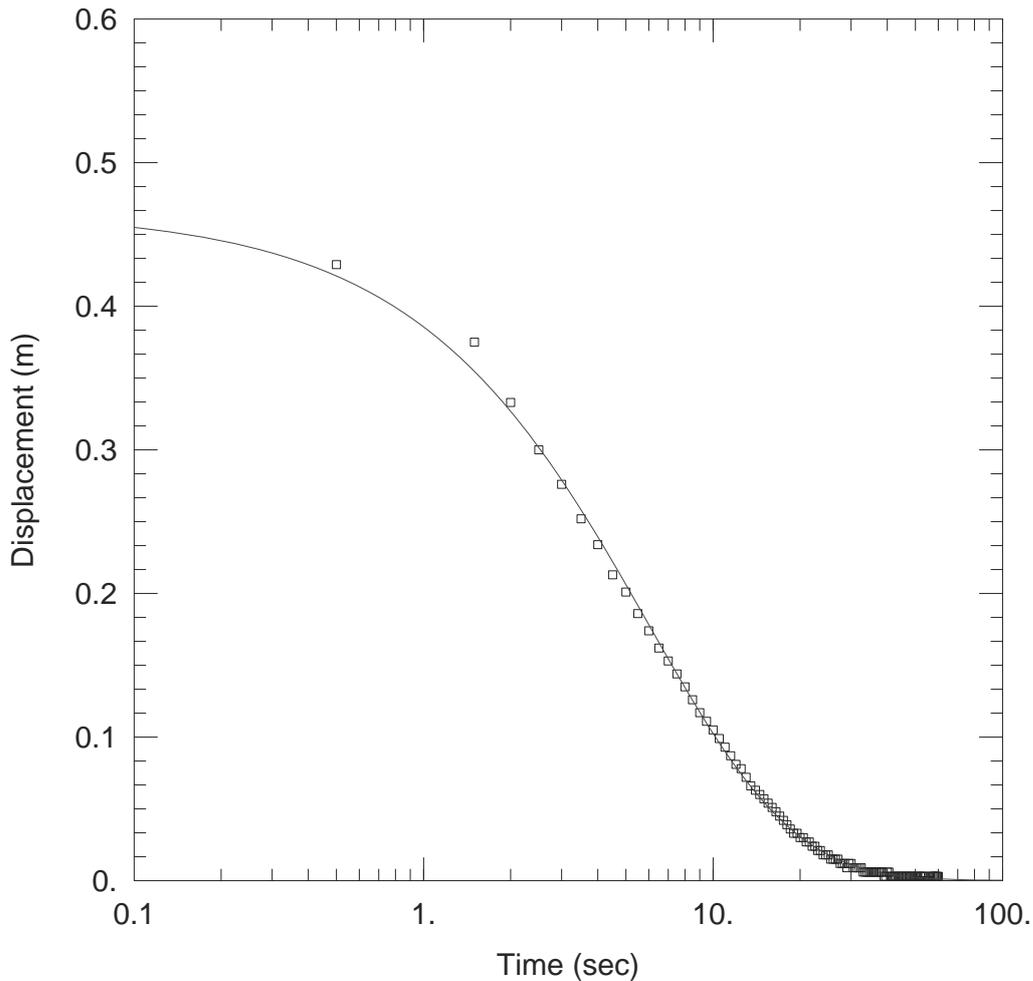
Initial Displacement: 0.56 m
 Total Well Penetration Depth: 4.4 m
 Casing Radius: 0.0508 m

Static Water Column Height: 4.4 m
 Screen Length: 4.4 m
 Well Radius: 0.051 m

SOLUTION

Aquifer Model: Unconfined
 Kr = 0.002368 m/sec
 Kz/Kr = 0.1

Solution Method: KGS Model
 Ss = 0.002284 m⁻¹



WELL TEST ANALYSIS

Data Set: ...\PZ20P-2.aqt
 Date: 11/24/15

Time: 17:31:14

PROJECT INFORMATION

Client: Comune
 Project: 15014Bon
 Location: Rivalta di Torino
 Test Well: PZ20P
 Test Date: 05-10-15

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 22.6 m

WELL DATA (PZ20P)

Initial Displacement: 0.466 m
 Total Well Penetration Depth: 20.6 m
 Casing Radius: 0.0375 m

Static Water Column Height: 20.6 m
 Screen Length: 20.6 m
 Well Radius: 0.0375 m

SOLUTION

Aquifer Model: Unconfined
 $K_r = 3.259E-5$ m/sec
 $K_z/K_r = 0.1$

Solution Method: KGS Model
 $S_s = 7.249E-7$ m⁻¹