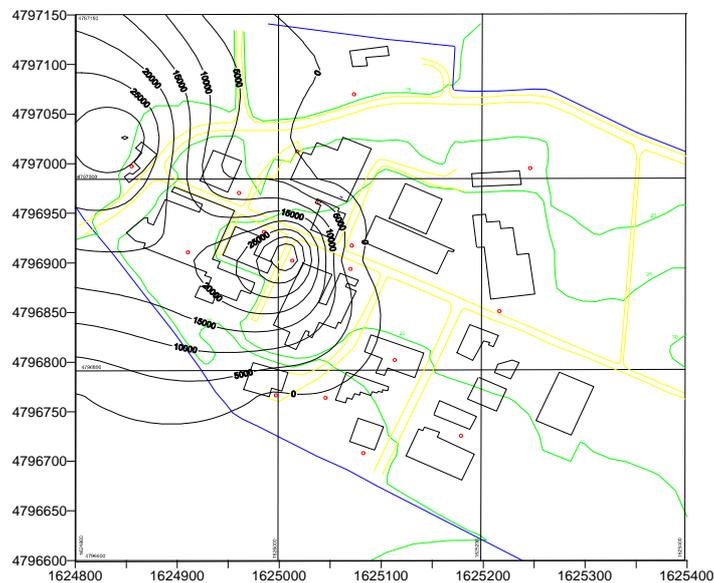


## Contaminazione da composti organo-alogenati nell'acquifero di Cecina

Attività di indagine e monitoraggio anno 2015



**AREA VASTA COSTA**  
Dipartimenti di Pisa e Livorno



**Regione Toscana**  
Diritti Valori Innovazione Sostenibilità



**ARPAT**  
Agenzia regionale  
per la protezione ambientale  
della Toscana

**1. Indice**

<u>1. Premessa.....</u>	<u>3</u>
<u>2. I composti organoalogenati e le norme di riferimento.....</u>	<u>5</u>
<u>3. Metodologia e strumenti.....</u>	<u>5</u>
<u>4. Area sorgente della contaminazione.....</u>	<u>6</u>
<u>5. Acquifero di Cecina.....</u>	<u>7</u>
<u>6. Conclusioni e raccomandazioni.....</u>	<u>11</u>

**Allegato 1 – Ubicazione pozzi monitorati**

**Allegato 2 – Carta delle isoconcentrazioni TCE+PCE dell'area pennacchio**

Responsabili stesura della presente relazione:

Responsabile del Dipartimento ARPAT di Pisa  
Responsabile del Dipartimento ARPAT di Livorno  
in collaborazione con la Direzione Tecnica

## Sintesi

Nella relazione è riportata l'attività di indagine e monitoraggio eseguita nel 2015 da ARPAT sull'area sorgente della contaminazione da organoclorurati in loc. Poggio Gagliardo, nel comune di Montescudaio, e sul territorio interessato dalla diffusione dei contaminanti nella falda dell'acquifero della pianura costiera, nel Comune di Cecina.

Le modalità di monitoraggio sono state aggiornate nell'aprile 2012 ed approvate dal Comitato Tecnico e dal Collegio di Vigilanza di cui all' *Accordo di Programma per l'attuazione degli interventi urgenti per la bonifica della falda acquifera a seguito inquinamento da organoalogenati Comuni di Montescudaio (PI) e Cecina (LI)* . Nel 2014, gli interventi di bonifica approvati ed in corso di realizzazione hanno riguardato la sostituzione della MISE, dimensionata in funzione di obiettivi di sbarramento idraulico a breve termine, con una barriera idraulica adeguata al modello concettuale definito durante le fasi di indagine e progettazione, sviluppate negli anni successivi a quello della messa in opera della MISE e conclusi nel 2011. A tale scopo è stato sviluppato da ARPAT nel corso del 2013 un modello di flusso idrico sotterraneo e di trasporto in falda dei composti organoalogenati nell'area di interesse che ha permesso di dimensionare correttamente, in funzione delle caratteristiche di flusso dell'acquifero regionale in transito al di sotto dell'area sorgente di Poggio Gagliardo, il sistema dei pozzi di sbarramento idraulico installati a valle della sorgente di rilascio della contaminazione. Più recentemente (ottobre 2015) l'affinamento del modello idrogeologico e l'analisi dei risultati dei monitoraggi hanno permesso di ridefinire le modalità di sbarramento con la riattivazione del pozzo CD5 e l'interruzione del pompaggio nel pozzo CD3.

In attesa che gli interventi effettuati sulla MISE inizino a far sentire i loro effetti risulta necessario mantenere l'attività di monitoraggio sia della MISE che del pennacchio di contaminazione, per verificare la sua stabilità nei confronti degli utilizzi dell'acquifero a scopo potabile nella piana di Cecina e ritenuti strategici da RT.

Il monitoraggio 2015 del pennacchio di contaminazione evidenzia per i pozzi Ladronaia e Campo Sportivo concentrazioni medie di TCE+PCE confrontabili con quelle degli anni precedenti (dopo il massimo del 2009), ad indicare una certa stazionarietà delle concentrazioni. Per i pozzi ubicati nella porzione distale del pennacchio di contaminazione (San Vincenzino, Villaggio Scolastico, Pomodorificio) si nota invece, negli ultimi anni di monitoraggio, un incremento delle concentrazioni medie di TCE+PCE, soprattutto per il più distante San Vincenzino. E' importante ricordare comunque che, anche per il 2015, tutti gli altri pozzi campionati esterni o ai margini del pennacchio di contaminazione (Pinetina, via Montegrappa, Paduletto, via della Macchia), presentano concentrazioni di TCE e PCE al di sotto del limite di rilevabilità strumentale.

Si ricorda che dal 2014, come concordato in sede di Comitato Tecnico, il monitoraggio si basa sulla determinazione di tricloroetilene, tetracloroetilene e 1,2 dicloroetilene (oltre alle prove in campo di temperatura, pH e conducibilità) e una sola volta l'anno viene effettuato uno screening completo determinando tutti gli alifatici clorurati.

Per assicurare la massima trasparenza e diffusione dei dati ambientali l'Agenzia, in accordo con la Regione Toscana, ha predisposto sul proprio sito web un sistema di pubblicazione automatica della banca dati dove è possibile consultare ed estrarre tutti i dati del monitoraggio dal 2004 ad oggi.

## 1. Premessa

Nel marzo 2004, nell'ambito della campagna di monitoraggio semestrale della qualità delle acque sotterranee degli acquiferi costieri, prevista dalla Regione Toscana (svolta ai sensi dell'allora vigente D.Lgs.152/99 e s.m. ed in attuazione della D.G.R.T. n.225 del 10/03/2003), è stata rilevata da ARPAT la presenza di composti organoalogenati alifatici, prevalentemente tricloroetilene (TCE) e tetracloroetilene (PCE), in due pozzi situati nel comune di Cecina e collegati al locale acquedotto. Da ciò ha preso avvio un'ampia attività di indagine volta alla comprensione dell'origine, dell'entità, dell'estensione del fenomeno ed alle sue possibili soluzioni.

La zona sorgente della contaminazione è stata individuata in un'area industriale-artigianale situata ad est del Comune di Cecina, sul territorio ricadente nella provincia di Pisa (area di Poggio Gagliardo, Comune di Montescudaio) dove in passato erano operanti una lavanderia industriale ed una conceria, in seguito dismesse.

Sin dall'inizio i dipartimenti ARPAT di Pisa e Livorno sono stati impegnati nelle attività di indagine, monitoraggio ed elaborazione dei dati, rispettivamente per quanto riguarda l'area sorgente in loc. Poggio Gagliardo nel comune di Montescudaio e il territorio interessato dalla diffusione dei contaminanti nella falda dell'acquifero della pianura costiera, in Comune di Cecina.

L'estrema rilevanza del problema, che ha visto coinvolti, insieme ai Dipartimenti di Livorno e Pisa, anche l'Azienda USL n.6 e l'Ente gestore dell'acquedotto (Asa SpA), ha portato alla definizione di un Accordo di Programma (AdP) tra la Regione Toscana e gli Enti coinvolti, per la bonifica della falda idrica fra i Comuni di Montescudaio (PI) e Cecina (LI). Tale AdP, realizzato nelle prime fasi emergenziali, prevede una serie di operazioni, tra cui una attività di monitoraggio che prosegue tutt'oggi, rivista ed aggiornata nell'aprile 2012 ed ulteriormente modificata per il 2014, in base all'evoluzione della normativa e degli aspetti amministrativi e tecnico-operativi del procedimento di bonifica, coordinato da una Conferenza dei Servizi.

Dalla prima stesura dell'AdP, effettuata durante le prime fasi dell'emergenza, i lavori della suddetta CdS hanno permesso di:

- completare la procedura amministrativa in conformità al Titolo V, Parte Quarta del Dlgs152/06 relativo alla bonifica dei siti contaminati, con approvazione definitiva del progetto di bonifica (Decreto Dirigenziale RT n195 del 20/1/12);
- approvare in via definitiva il modello concettuale della contaminazione in sorgente e le modalità della sua diffusione nella falda regionale, meglio dettagliate nel proseguo della presente relazione;
- monitorare attraverso campionamenti periodici e modellizzazione idrogeologica, il sistema di sbarramento idraulico di MISE finalizzato al contenimento del pennacchio di contaminazione che dall'area sorgente di Poggio Gagliardo si sviluppa verso la piana di Cecina.

Come previsto dall'art. 5 del citato AdP *"ARPAT provvede all'esecuzione del monitoraggio tecnico-analitico della situazione di inquinamento, in particolare delle acque dei pozzi sui quali è già attivato lo specifico piano di monitoraggio per la contaminazione da organoclorurati nell'acquifero interessato ... omissis ... con specifico riferimento a quelle emunte dai pozzi utilizzati per la messa in sicurezza d'emergenza anche al fine di controllare l'efficacia degli interventi posti in atto o che saranno successivamente adottati, riferendo e fornendo supporto tecnico alle decisioni degli Enti"*.

In questo ambito, il Dipartimento ARPAT di Pisa ha proseguito il controllo delle attività di MISE sui pozzi interessati dagli interventi di messa in sicurezza di emergenza nella Provincia di Pisa; il Dipartimento di Livorno ha proseguito il monitoraggio della zona ricadente nella Provincia di Livorno interessata dal pennacchio di contaminazione. In particolare ad aprile 2012 è stato concordato con la Regione ed approvato dal Comitato Tecnico e dal Collegio di Vigilanza di cui all'AdP un nuovo Piano di Monitoraggio che tiene conto del trasferimento delle competenze analitiche su acque potabili e alimenti dai Laboratori di ARPAT ai Laboratori di Sanità Pubblica (delibere della Giunta Regionale Toscana n. 839 del 20/10/08 e n. 932 del 17/11/2008), procedimento che si è concluso al termine del 1° trimestre 2011. Prima di tale data i parametri analizzati da ARPAT comprendevano oltre a quelli previsti dal D.Lgs 152/06 anche quelli del D. Lgs. 31/01 per la potabilità delle acque e, per quanto riguarda i pozzi dell'acquedotto, venivano monitorate sia le acque emunte in ingresso agli impianti di trattamento (filtri a carboni attivi), sia le acque in uscita dagli stessi. Da aprile 2012, con l'approvazione del nuovo piano di monitoraggio, i controlli a valle dei filtri a carboni attivi sono effettuati dall'Azienda USL6 e da ASA.

Nel novembre 2013 è stata concordata, in sede di comitato tecnico (riunione del 05/11/2013), una variazione delle modalità di monitoraggio per il 2014 effettuata sulla base degli andamenti riscontrati con il monitoraggio del 2013 e delle modifiche apportate alla MISE; per i dettagli si vedano il capitolo 3. Metodologia e Strumenti ed il capitolo 6. Conclusioni e raccomandazioni.

Nel proseguo della presente relazione vengono riassunte le attività e le considerazioni relative ai risultati di tali attività, separate per:

- area sorgente della contaminazione (loc. Poggio Gagliardo, Comune di Montescudaio) dove sono state eseguite le attività di caratterizzazione ambientale, progettazione della bonifica e gestione della MISE;
- piana di Cecina (comune di Cecina) dove vengono realizzati i monitoraggi del pennacchio di contaminazione in uscita dall'area sorgente non trattenuto dalla MISE.

Nel corso del 2013 ARPAT, su incarico della Regione Toscana, ha sviluppato un modello di flusso idrico sotterraneo e di trasporto in falda dei composti organoalogenati nell'area di interesse (area sorgente della contaminazione e piana di Cecina).

## 2. I composti organoalogenati e le norme di riferimento

Le caratteristiche chimico-fisiche peculiari di questi composti sono l'elevata densità (maggiore di quella dell'acqua), la bassa viscosità, l'estrema volatilità, la scarsa o nulla (a seconda del composto) miscibilità con l'acqua e la scarsa degradabilità.

Tali proprietà fanno sì che, qualora vengano rilasciati nell'ambiente, pur non rappresentando un pericolo per i corsi d'acqua superficiali (disperdendosi per evaporazione), costituiscano una fonte di contaminazione per l'aria, per il sottosuolo e soprattutto per le falde idriche. E' stato dimostrato che nell'aria, composti come tricloroetilene e tetracloroetilene, hanno velocità di degradazione che vanno da pochi giorni a qualche settimana, per cui, ad esempio, l'impatto sullo strato dell'ozono è trascurabile rispetto a quello generato dai clorofluorocarburi, a parità di emissioni in atmosfera. Viceversa, una volta dispersi in una falda, in terreni non permeabili, senza contatto con l'atmosfera, essi tendono ad accumularsi sul fondo dell'acquifero, in virtù della loro elevata densità e immiscibilità con l'acqua, e lì a rimanere, stante la loro scarsa biodegradabilità. Di conseguenza, questo tipo di contaminazione può risalire lontano nel tempo e, in tutti i casi, risulta di difficile risanamento.

Le norme di riferimento ed i relativi valori di concentrazioni ammissibili per i composti organoalogenati sono le seguenti:

Norma	Oggetto	Parametri e valori di riferimento (µg/L)	
D.Lgs. 31/01 Tab.A, All.1, Parte B	Acque destinate al consumo umano	Cloruro di vinile (µg/L)	0.5
		1,2-dicloroetano (µg/L)	3.0
		Tricloroetilene+Tetracloroetilene (µg/L)	10
		Triometani-Totale (*) (µg/L)	30
D.Lgs. 152/06 Parte IV, Titolo V, All.5, Tab.2	Bonifica dei siti contaminati - Concentrazioni soglia di contaminazione nelle acque	Limiti differenziati per 18 composti suddivisi tra cancerogeni e non cancerogeni, fra cui:	
		1,2-dicloroetilene (µg/L)	60
		Triclorometano (cloroformio) (µg/L)	0.15
		Tricloroetilene (µg/L)	1.5
		Tetracloroetilene (µg/L)	1.1

(\*) somma di cloroformio, bromodichlorometano, dibromoclorometano e bromoformio

## 3. Metodologia e strumenti

Il campionamento sui pozzi è preceduto da adeguato spurgo dell'opera di presa e dalla misura di temperatura, pH e conducibilità per l'accertamento della stabilizzazione delle caratteristiche chimico-fisiche dell'acqua (il prelievo del campione di acqua avviene solo dopo il raggiungimento di tale condizione).

Dal 2004 al 2008 la determinazione analitica dei composti organoalogenati è stata effettuata tramite gascromatografia con spazio di testa statico e rivelatore a cattura di elettroni (del tipo MECD). Grazie

all'acquisizione di una nuova e più sofisticata strumentazione (gascromatografo con rivelatore a selezione di massa e sistema Purge & Trap), dal 2009 è stato possibile aumentare il numero dei parametri determinati ed abbassare i limiti di quantificazione che attualmente si attestano su valori pari a 0,05 µg/L e in qualche caso anche 0,01 µg/L. Va tuttavia precisato che i risultati analitici sono affetti da un'incertezza di misura che può essere stimata (per valori inferiori a 120 µg/L) pari al 44% del valore (relazione di Thompson).

I composti organoalogenati determinati, sulla base dell'aggiornamento al Piano di Monitoraggio dell'aprile 2012 sono i seguenti:

1	clorometano	12	1,1,2,2-tetracloroetano
2	cloruro di vinile	13	1,2,3-tricloropropano
3	1,1-dicloroetilene		
4	1,2-dicloroetilene (cis+trans)		
5	1,1-dicloroetano		
6	triclorometano (cloroformio)		
7	1,2-dicloroetano		
8	1,1,2-tricloroetano		
9	tetracloroetilene (PCE)		
10	1,2-dicloropropano		
11	tricloroetilene (TCE)		

Poiché l'indicatore della contaminazione è rappresentato da TCE+PCE mentre gli altri organoclorurati di cui alle Tab 2 all. 5 Parte IV D.Lgs. 152/06, ad eccezione di 1,2-dicloroetilene e triclorometano, non sono stati rilevati nel corso degli anni di monitoraggio, è stato concordato nella riunione del comitato tecnico del 05/11/2013 di determinare a partire dal 2014 i seguenti parametri: tricloroetilene, tetracloroetilene e 1,2 dicloroetilene (oltre alle prove in campo di temperatura, pH e conducibilità) e una sola volta l'anno eseguire uno screening completo determinando tutti gli alifatici clorurati cancerogeni e non cancerogeni di cui alla tab. 2, All.5, Parte IV, D.Lgs. 152/06, metalli, anioni e cationi principali. Il triclorometano, presente nelle acque sotterranee della Toscana anche per altre cause sarà rilevato una volta l'anno.

#### **4. Area sorgente della contaminazione (Poggio Gagliardo)**

Le attività integrative di caratterizzazione ambientale, comprensive sia della definizione del modello concettuale definitivo che dei test pilota eseguiti al fine di definire il dimensionamento delle opere di bonifica da realizzare, sono stati completati nel 2011, con l'approvazione definitiva da parte della CdS decisoria (riunione del 26/6/2011) del progetto di bonifica.

Tale progetto prevede:

- la messa a regime di un sistema di sbarramento idraulico, in sostituzione della MISE originaria costituita dai pozzi La Rapida e Gianelli, costituita da una batteria di nuovi pozzi (CD1, CD2, CD3, CD4 e CD5) il cui scopo è interrompere il trasferimento della contaminazione verso l'acquifero di Cecina;
- la rimozione dei contaminanti in fase libera presenti nei primi 20-30m nell'area sorgente mediante estrazione in fase vapore.

Dopo un lungo iter di approvazione è imminente la gara per l'aggiudicazione dei lavori di realizzazione degli impianti di bonifica mediante soil gas extraction. Tale intervento conclude la predisposizione dei presidi per la bonifica del sito.

In attesa della realizzazione delle opere previste le attività svolte nel corso del 2015 per le aree sorgenti della contaminazione (ex-conceria ed ex-lavanderia) hanno previsto il proseguimento del monitoraggio periodico sui pozzi barriera e sui pozzi presidio ai lati del pennacchio con le stesse modalità dell'anno precedente. L'elaborazione del modello idrogeologico ha confermato la validità delle scelte progettuali relative alla barriera idraulica, consigliando la modifica del sistema originario. Per tale motivo a fine 2013 è stato spostato a valle l'impianto di P&T ubicato nel resede della ex-lavanderia (ora carrozzeria Cruciata) con suo allaccio al pozzo CD4. Durante tutto il 2014 la barriera idraulica è risultata attiva su 4 pozzi (CD1, CD2, CD3 e CD4) monitorati con campionamenti bimestrali.



Le previsioni della modellizzazione, che indicava tale configurazione come la più adatta al massimo contenimento del trasferimento del contaminante dalle aree sorgenti verso la piana di Cecina, è risultata solo in parte confermata. Il monitoraggio del 2014 ha infatti evidenziato come il pozzo CD3 sia in realtà posizionato immediatamente al di fuori del lato destro del pennacchio di contaminazione. Sulla base delle analisi di monitoraggio del 2013 e 2014 risultava invece parzialmente scoperto il lato sinistro del pennacchio essendo il pozzo più esterno di questo lato (CD5) caratterizzato da concentrazioni relativamente elevate di contaminanti. E' stata quindi effettuata una verifica ulteriore dei dati di modellizzazione con la richiesta di attivazione (relazione consegnata alla riunione del comitato tecnico del 21/06/2015) del pompaggio sul pozzo CD5 in sostituzione del pozzo CD3. La modifica è stata realizzata nell'ottobre 2015 con il primo campionamento della nuova configurazione effettuato il 29/10/2015.

Durante il 2013 sono stati realizzati nuovi pozzi in sostituzione dei vecchi pozzi chiusi minerariamente con l'obiettivo di sigillare le potenziali vie di migrazione tra la falda superficiale contaminata e la falda artesianica profonda. I nuovi pozzi sono stati perforati facendo particolare attenzione ad isolare efficacemente i livelli contaminati più superficiali. I risultati delle analisi sui nuovi pozzi (La Rapida pro, Intermare pro e Giannelli pro) effettuate nel 2014 confermano, con le bassissime concentrazioni di organoclorurati riscontrate, l'efficacia degli interventi effettuati. Come già illustrato nella relazione dello scorso anno circa le modalità di trasferimento dei contaminanti anche attraverso le finestrate e i dreni dei numerosi vecchi pozzi presenti nell'area sorgente, l'intervento avrebbe dovuto contribuire efficacemente a ridurre l'alimentazione del pennacchio di contaminazione.

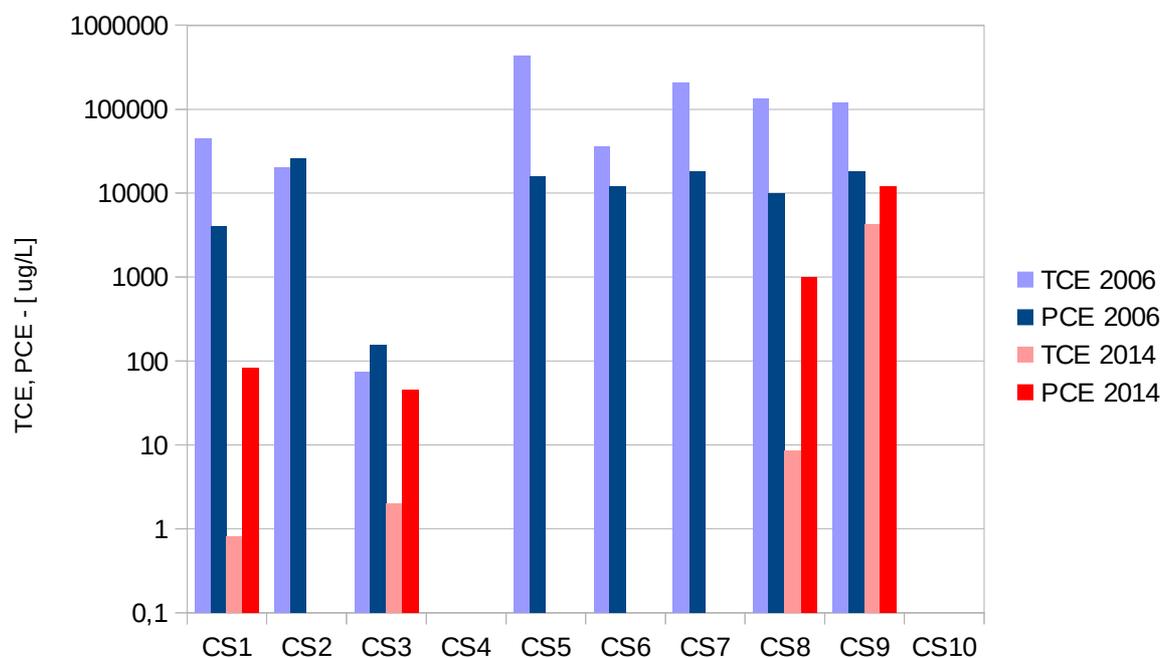
Nel corso del 2015 è stata condotta un'analisi complessiva dello stato attuale di contaminazione della sorgente. Sono stati analizzati i nuovi dati raccolti nel corso del 2014 relativi sia ai pozzi della prima falda, realizzati nel 2006 ed ancora disponibili (CS1, CS3, CS8 e CS9), sia ai nuovi pozzi della seconda falda perforati in sostituzione dei vecchi pozzi (Giannelli e La Rapida) con campagne di prelievo in magra e morbida

nell'area sorgente. Nel corso del 2015 sono stati inoltre considerati dati raccolti da 5 punti di prelievo relativi al soil-gas.

Per l'aggiornamento dello stato di contaminazione dell'area sorgente, è stata eseguita un'analisi statistica della distribuzione dei valori di TCE e PCE finalizzata alla verifica di un possibile valore di fondo per la contaminazione diffusa e rielaborati i dati di monitoraggio della MISE che, uniti alle portate, hanno permesso una lettura in termini di flussi di massa di contaminante estratto durante tutto il periodo di funzionamento della MISE stessa.

Sulla base di una avvenuta modifica su estensione e tenore della contaminazione dell'area sorgente si è quindi proceduto ad una verifica tramite simulazioni modellistiche degli effetti dello spostamento previsto.

Nel grafico seguente i risultati di TCE e PCE per la prima falda dell'area sorgente di Poggio Gagliardo sono stati confrontati con la campagna di prelievo del 2006 relativa alle indagini di caratterizzazione che, si ricorda, aveva riscontrato valori elevatissimi nei sondaggi CS5, CS7, CS8 e CS9 per il TCE, e CS2, CS5, CS7 e CS9 per il PCE.

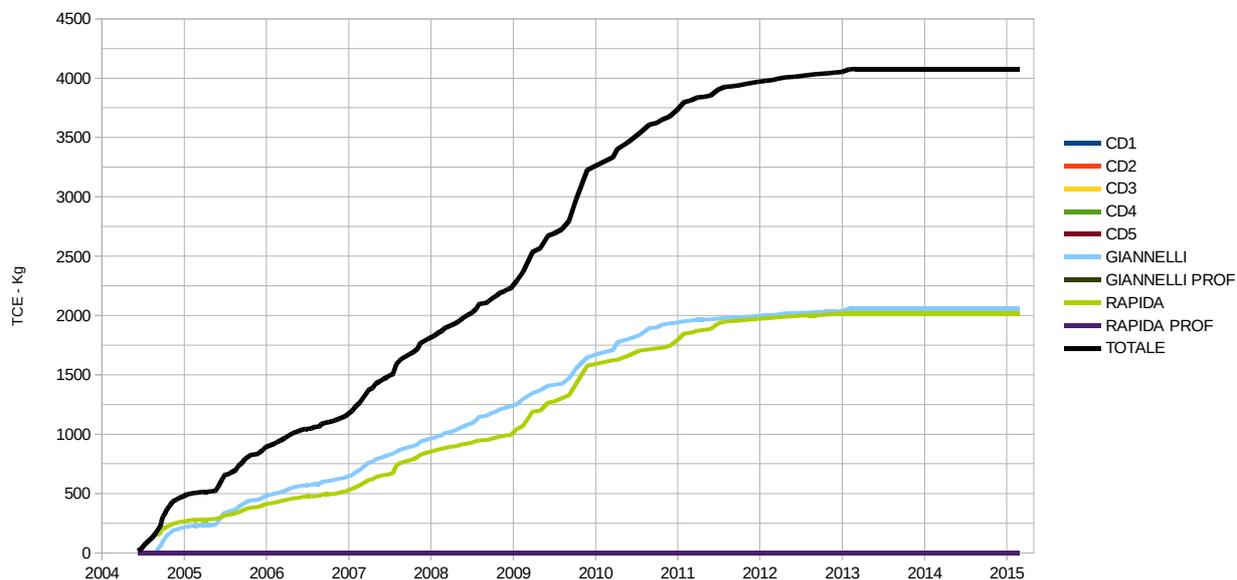


Il grafico rende evidente come i dati recenti sui pozzi della prima falda segnino una certa riduzione del PCE e soprattutto del TCE, anche se entrambi restano ancora in concentrazioni molto elevate, nell'ordine del mg/L, in special modo nella zona intorno alla ex lavanderia (CS8 e CS9). Nella valutazione di questi risultati bisogna comunque tener conto che i piezometri CS non erano stati realizzati per monitoraggi di lungo periodo (tubazioni di piccolo diametro con assenza di filtri nell'intercapedine) determinando alterazioni dei valori qualitativi che possono discostarsi da quelli realmente posseduti dalla falda freatica intercettata.

Il grafico delle quantità cumulate estratte di TCE, totali e per singolo pozzo, all'interno di un trend generale di estrazione ad un tasso 500 Kg/anno presenta due periodi di incremento nel 2007 e nel 2009, dove il tasso di estrazione si è quasi raddoppiato. Non compaiono nel grafico le quantità estratte dei pozzi CD e recenti Giannelli e Rapida del tutto irrilevanti.

Quantità cumulate Pozzi MISE

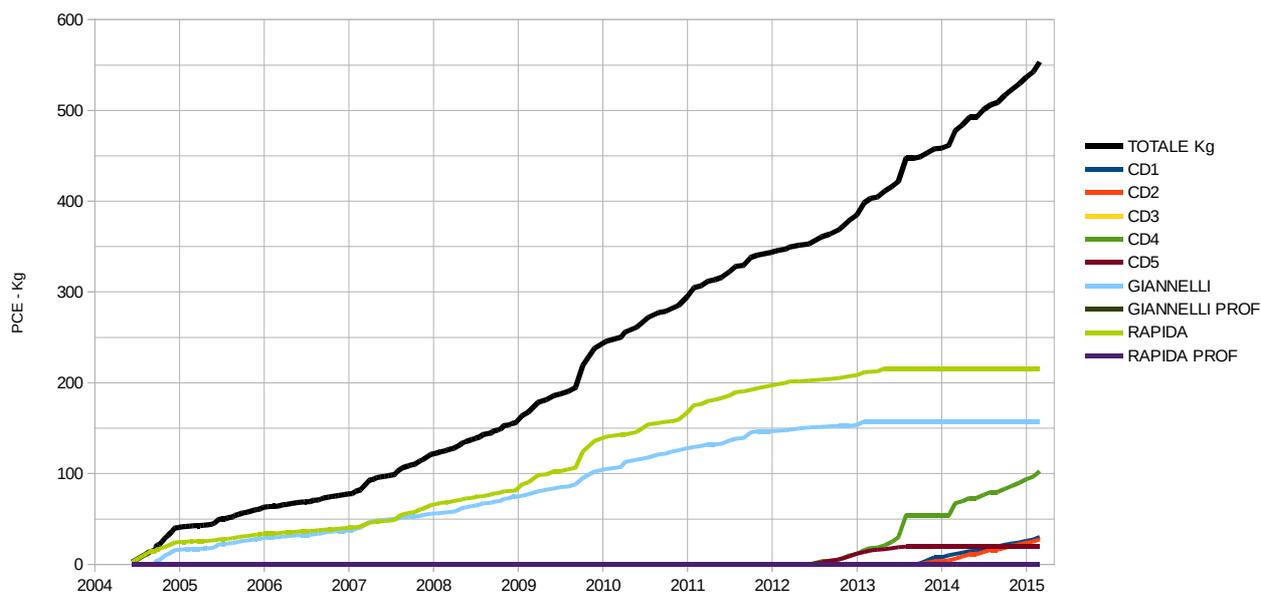
TCE 2002 - 2015



Molto diverso, come atteso, il grafico delle cumulate per il PCE, le quantità estratte sono inferiori di un ordine di grandezza a quelle del TCE e si descrive un andamento a tassi di estrazione crescenti per tutto il periodo. E' interessante osservare in questo grafico come Giannelli e Rapida anche prima della loro disattivazione denunciavano una progressiva diminuzione che ha un riflesso nella traiettoria sub orizzontale compresa tra la fine del 2011 e metà del 2012. Anche in questo caso nel 2009, soprattutto alla fine, si osserva il brusco incremento dei tassi di estrazione, circa raddoppiati 50 Kg/anno. Attualmente, le quantità estratte, salvo il periodo di temporanea sospensione di CD4, sono in linea se non ai massimi del periodo.

Quantità Cumulate Pozzi MISE

PCE 2002 - 2015



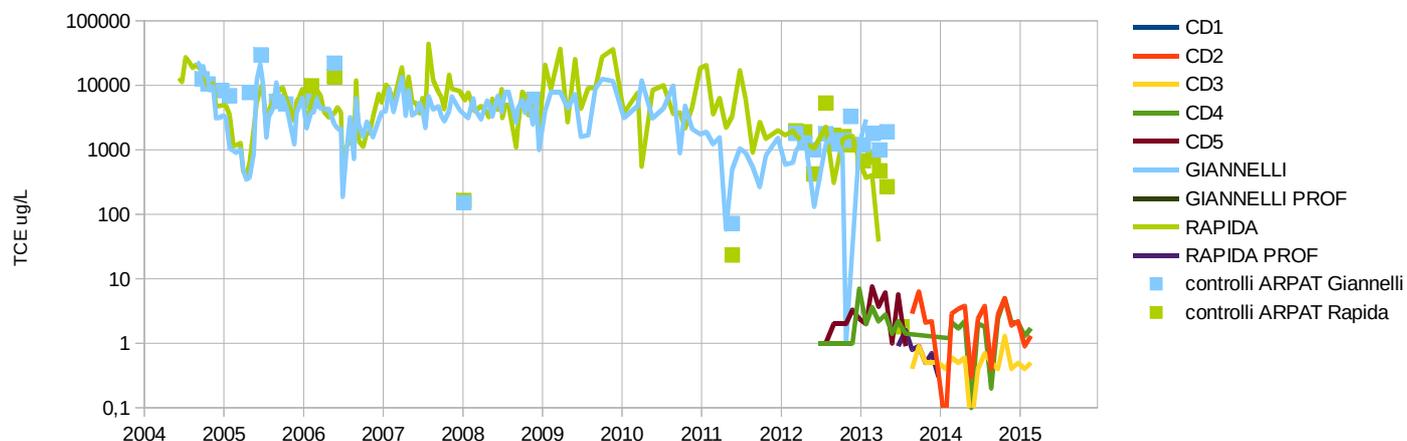
I grafici concentrazioni tempo evidenziano allo stesso modo il diverso comportamento di TCE e PCE, come, nel lungo periodo, il massimo relativo intorno al 2009.

Nel dettaglio il grafico concentrazioni/tempo del TCE mostra una significativa riduzione delle concentrazioni su tutti i punti di monitoraggio sia relativi alla falda superficiale sia a quella profonda.

Diverso andamento, è invece osservato per il PCE. In questo caso le concentrazioni di tutti i pozzi barriera posti sull'asse del pennacchio e i due vecchi pozzi La Rapida e Giannelli non presentano variazioni significative. Riduzioni significative si osservano per i soli nuovi pozzi Giannelli e Rapida profondi, ubicati come visto a monte idrogeologico dell'area contaminata mostrando come il contributo sia di PCE che di TCE fosse essenzialmente legato al suo trasferimento dalla falda freatica attraverso, le finestrate dei vecchi pozzi tombati.

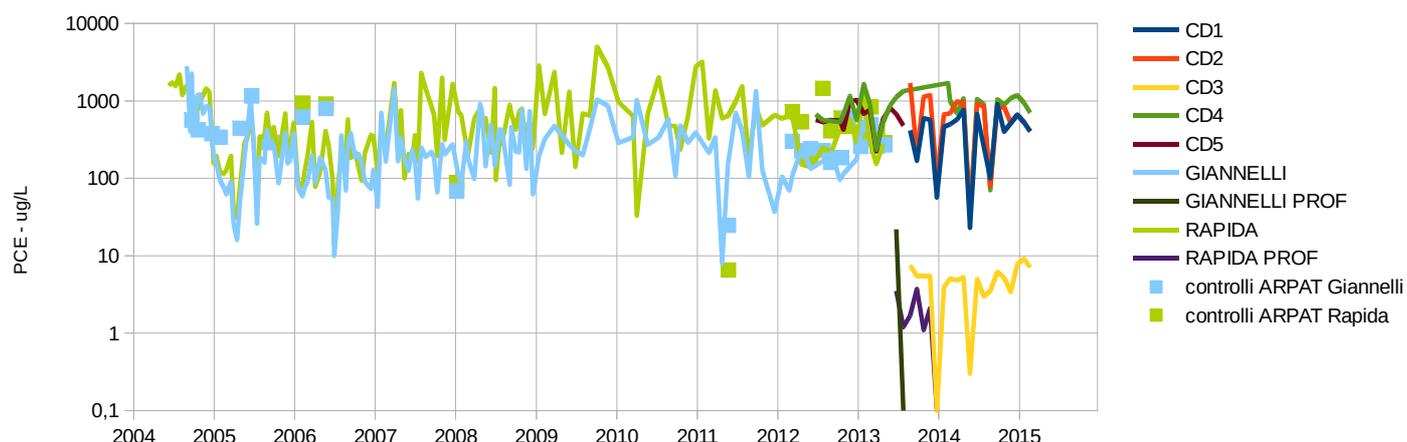
Trend Concentrazioni Pozzi MISE

TCE 2002 - 2015



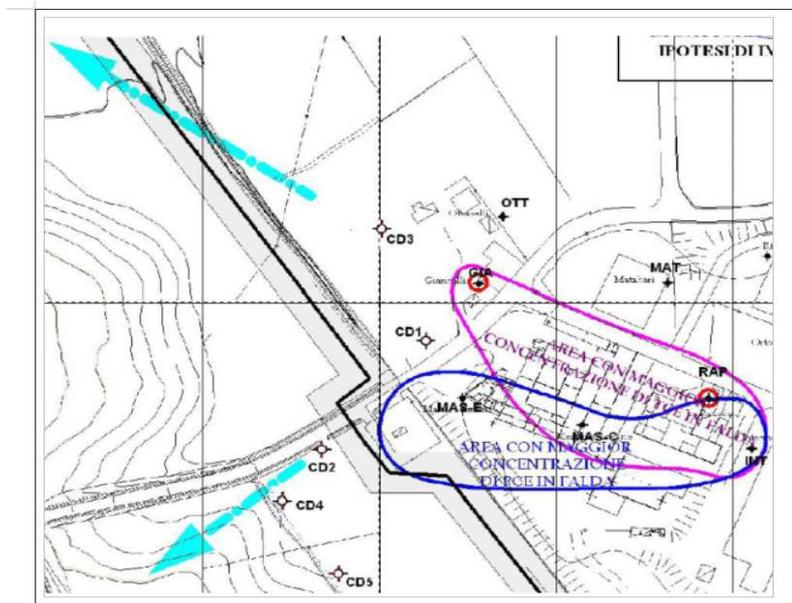
Trend Concentrazioni Pozzi MISE

PCE 2002 - 2015



È stata dunque evidenziata una decisa modifica dello stato della contaminazione, data da una riduzione del TCE, iniziata già dal 2010 e proseguita fino agli ultimi dati disponibili prima della loro tombatura nel 2013, con un declino nelle quantità estratte dei pozzi Giannelli e Rapida. Si osserva, altresì, come la disposizione di questi due pozzi, esistenti e che filtravano oltre che dalla falda principale anche dalla prima falda sospesa

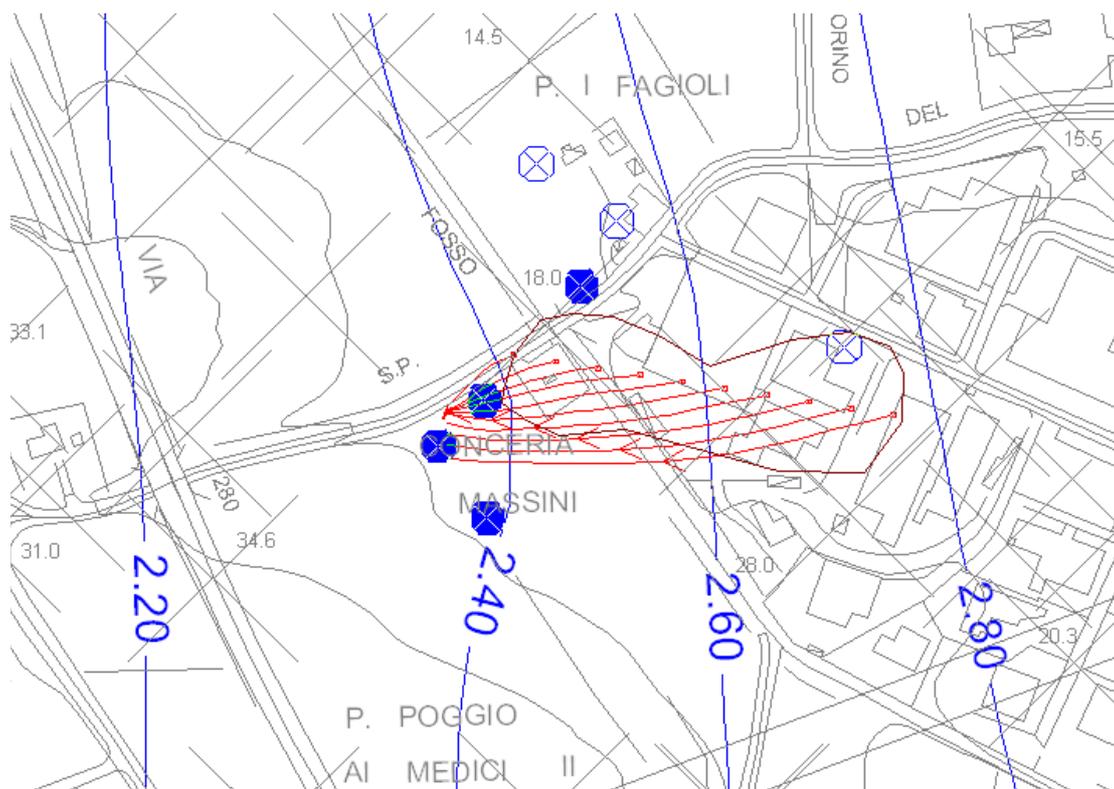
fortemente contaminata, appariva fin dall'inizio più favorevole per l'intercettazione del pennacchio di TCE rispetto a quello di PCE come rappresentato nella figura sottostante (Fig. 31 Relazione Test impianto Pilota).



- area con maggiori concentrazioni di TCE in falda
- area con maggiori concentrazioni di PCE in falda

Pur consapevoli che in un modello idrogeologico complesso come quello presente nell'area una semplice sovrapposizione delle contaminazioni in fase gassosa, fase separata e disciolta non è sempre facilmente riscontrabile, per le elaborazioni modellistiche di taratura della MISE è sembrato ragionevole concentrarsi sul pennacchio PCE, per il quale l'entrata in funzione già dal settembre 2013 dei nuovi pozzi barriera previsti dal progetto, soprattutto CD2, CD4 e CD5, sembra assicurare, sulla scorta delle valutazioni modellistiche, perlomeno un adeguato confinamento nei riguardi dell'area di diffusione nella falda principale.

A tal fine una nuova simulazione modellistica ha confermato l'opportunità di un riposizionamento dell'impianto di MISE dal pozzo CD3, originariamente collocato sul plumbe di TCE, al pozzo CD5 più idoneo a garantire un completo sbarramento del plume di PCE in direzione SO verso l'acquifero di Cecina.



Un'azione incisiva nei riguardi della rimozione della fonte inquinante, nell'ipotesi di una fonte di PCE ancora e soprattutto presente come fase separata nella prima falda, è da attendersi con la oramai prossima attivazione del soil-venting previsto dal progetto di bonifica.

Tuttavia, occorre evidenziare come il lungo periodo di persistenza della sorgente di contaminazione nella falda superficiale possa aver permesso il passaggio di importanti quantitativi di contaminante in fase libera, in particolare PCE, nell'acquifero sottostante come sembrano indicare le costanti ed elevate concentrazioni dello stesso PCE nei pozzi barriera CD della seconda falda.

Nel corso del 2016 il monitoraggio della barriera e dei pozzi a valle (piana di Cecina) permetterà, in ogni caso, di verificare l'efficacia della nuova configurazione dei pozzi barriera a fronte delle diverse ipotesi e in presenza della recente interruzione del trasferimento della contaminazione attraverso i vecchi pozzi.

## 5. Acquifero di Cecina

L'attività di monitoraggio dell'acquifero della pianura di Cecina sotteso all'area sorgente della contaminazione, ha lo scopo di tenere sotto controllo l'andamento delle concentrazioni dei composti organoalogenati nell'acquifero utilizzato a scopi idropotabili e consiste in prelievi periodici, sia su pozzi facenti parte dell'acquedotto che di proprietà di privati. Questi ultimi sono stati controllati soprattutto nei primi anni di monitoraggio (per l'ubicazione dei pozzi si faccia riferimento alla figura in allegato 1).

Ad oggi, alla luce dell'evoluzione del modello concettuale della contaminazione ed in base all'aggiornamento dell'aprile 2012, l'attività di monitoraggio dell'acquifero di Cecina è così articolata:

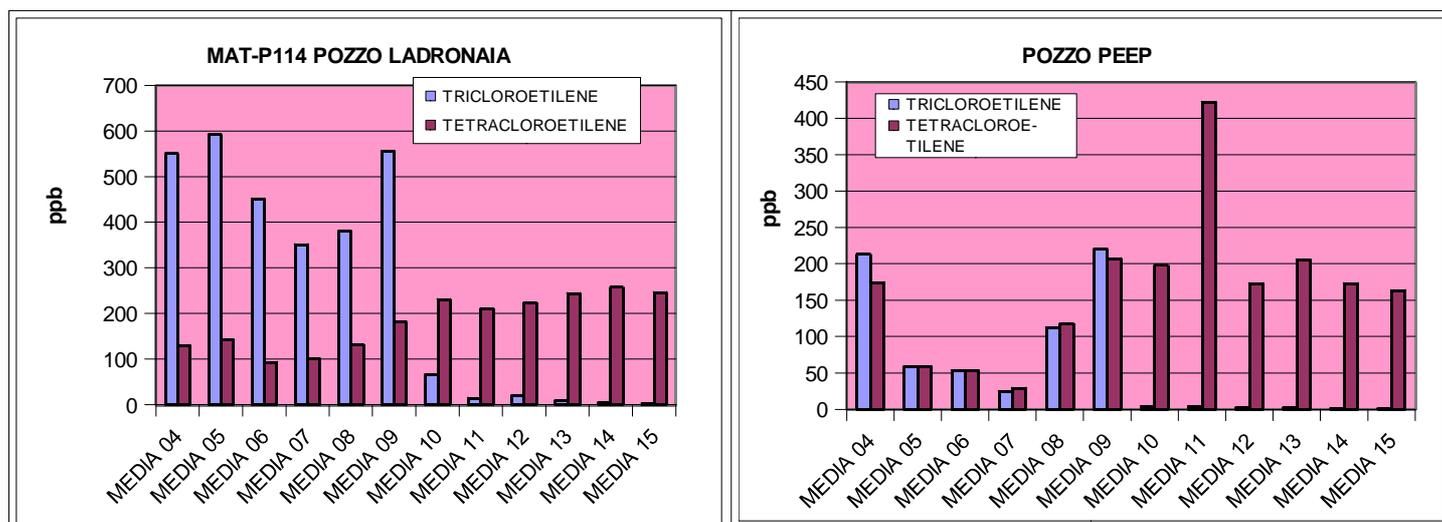
- prelievi su cinque pozzi facenti parte della rete di distribuzione in cui è in funzione un impianto di trattamento a carboni attivi. Il prelievo è effettuato a monte del trattamento e, solo una volta l'anno viene effettuato anche a valle del trattamento. I pozzi sono denominati: Pozzo Ladronaia (avente codice MAT-P114 in quanto parte anche della rete di monitoraggio regionale), Pozzo Peep, Pozzo Campo Sportivo, Pozzo Villaggio Scolastico, Pozzo San Vincenzino (MAT-P113). La frequenza di campionamento per il 2015 è stata bimestrale (quadrimestrale per Villaggio Scolastico) ;

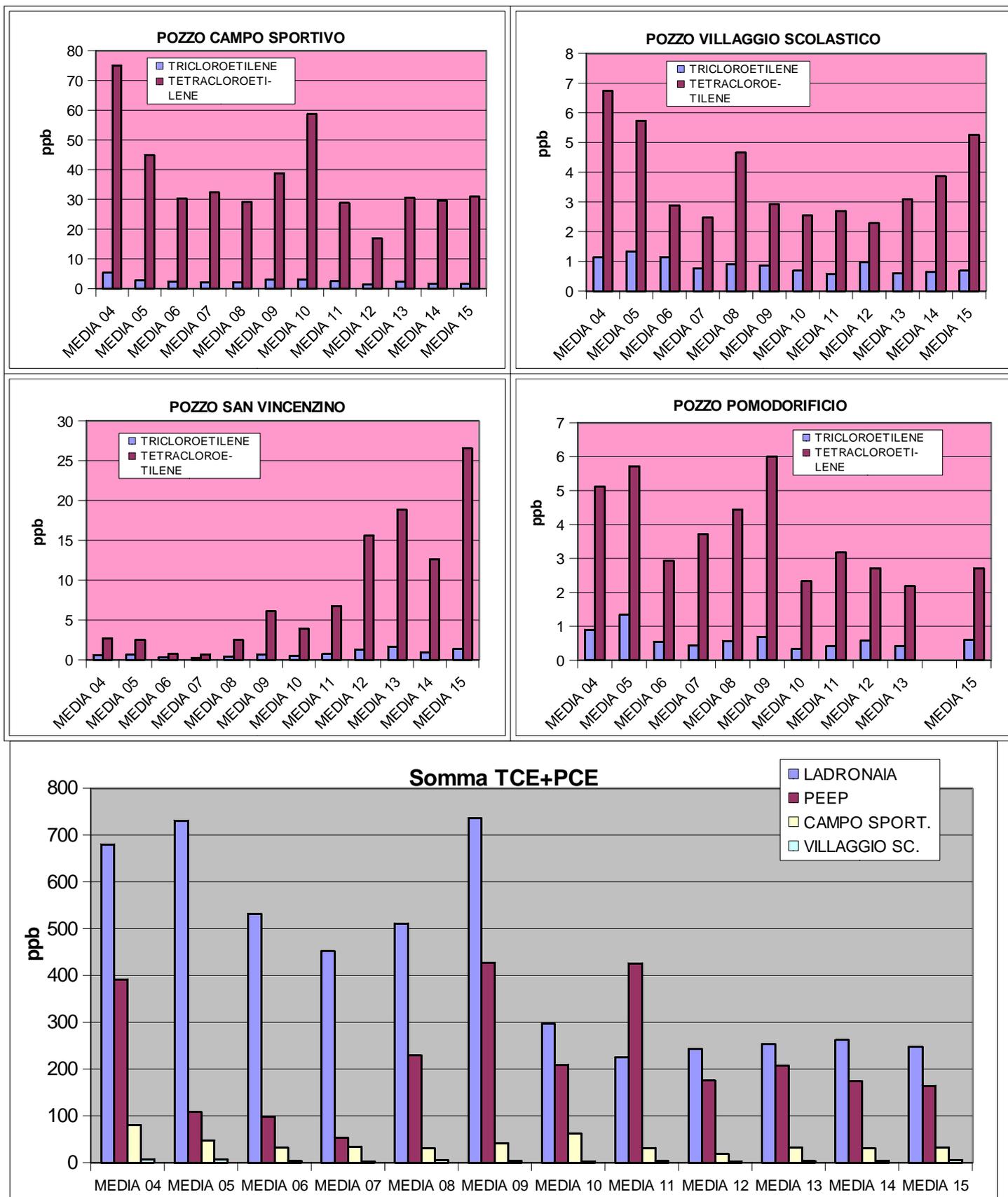
- prelievi su altri pozzi dell'acquedotto del comune di Cecina ubicati nel centro abitato: pozzo via Montegrappa, pozzo Pinetina, pozzo Paratino ASA, con frequenza quadrimestrale. Il Pozzo Pomodorificio, monitorato regolarmente fino a tutto il 2013, non è stato mai campionato nel 2014 perché non funzionante. In data 10/02/2015 Asa, su richiesta di ARPAT, ha comunicato ufficialmente la propria intenzione a dismettere il pozzo definitivamente. Da dicembre 2015 ARPAT ha ripreso il monitoraggio quadrimestrale del pozzo Pomodorificio in seguito ad accordi con la Regione Toscana, che ha messo a disposizione una pompa (montata stabilmente nel pozzo da ASA) e con il Comune di Cecina, che fornisce l'energia elettrica per il pompaggio.
- prelievi ad ampio raggio sui pozzi dell'acquedotto facenti parte della rete regionale di monitoraggio delle acque sotterranee, ai sensi del D.Lgs. 152/06, D.Lgs. 30/09 e DGRT n.100/2010, fra cui: Pozzo Paduletto (cod. reg. MAT-P112), Pozzo via della Macchia (MAT-P110) con frequenza semestrale. A seguito di campionamenti aggiuntivi fatti nel 2014 (in morbida e in magra) su alcuni pozzi privati già campionati nel 2004, ai fini di aggiornare lo stato della contaminazione, il pozzo privato Fattoria Ladronaia è stato inserito nella rete di monitoraggio con frequenza semestrale (per l'ubicazione si veda Figura 1).

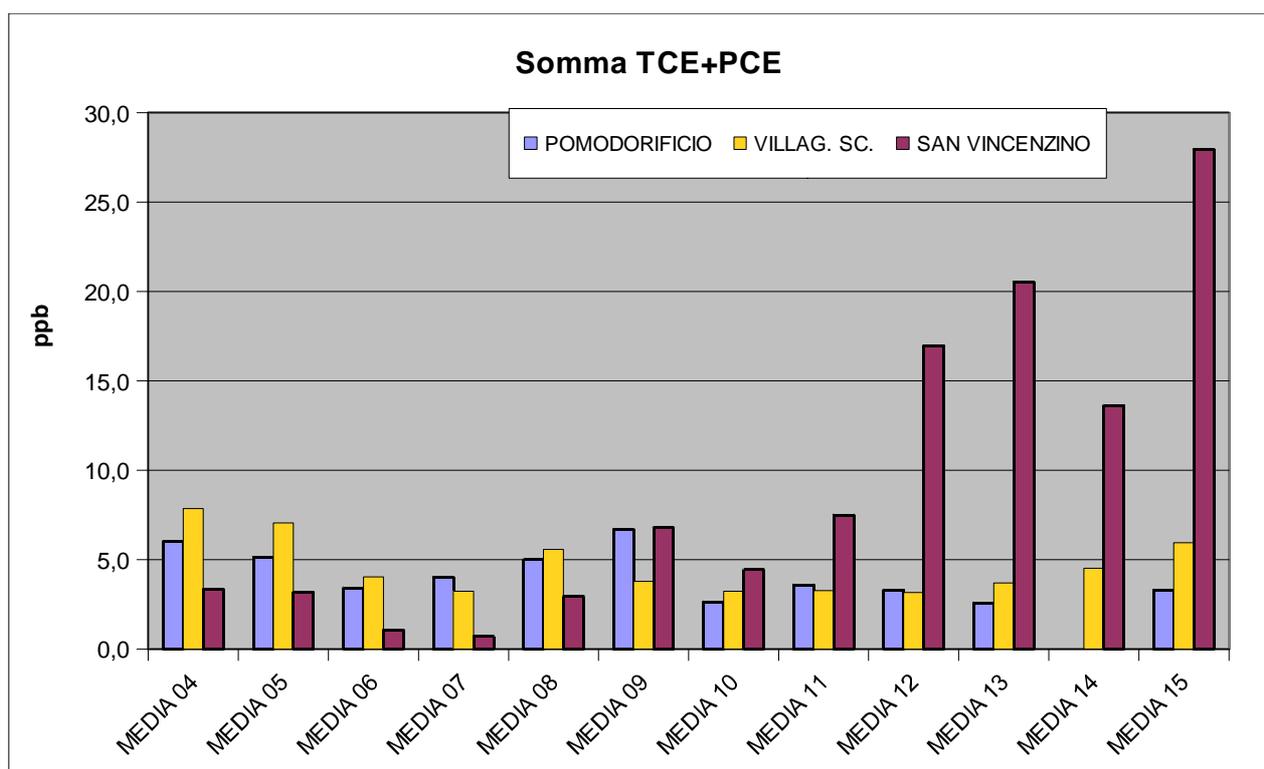
La contaminazione principale presente nell'acquifero di Cecina e direttamente legata allo sviluppo del pennacchio di contaminazione a partire dalla sorgente di Poggio Gagliardo, è dovuta alla presenza dei due composti organoalogenati, tricloroetilene (TCE) e tetracloroetilene (PCE), in concentrazioni tali da superare i valori previsti dal D.Lgs 152/2006 ed anche il requisito minimo di cui al D.Lgs.31/01 che fissa, per la somma dei due, un valore massimo ammissibile di 10 µg/L.

I pozzi dell'acquedotto in cui è stata rilevata, dal 2004 ad oggi, una presenza consistente di tricloroetilene e di tetracloroetilene, tale da richiedere un trattamento di potabilizzazione dell'acqua mediante carboni attivi sono: Ladronaia, a nord-est del centro abitato, Peep e Campo Sportivo, nel centro abitato di Cecina. Dal 2012 anche il pozzo San Vincenzino è stato dotato di impianto di trattamento a carboni attivi. Per il pozzo Villaggio Scolastico, il trattamento è stato attivato a fini precauzionali, in quanto le concentrazioni rilevate sono al di sotto dei 10 µg/L (anche se, occasionalmente, nel 2004 sono state raggiunte concentrazioni di poco superiori). Per tutti gli altri pozzi campionati, i livelli di TCE e PCE si attestano al di sotto del limite di rilevabilità strumentale.

Di seguito si riportano i grafici degli andamenti, dal 2004 al 2015, delle concentrazioni medie annuali di tricloroetilene e tetracloroetilene, nonché della sommatoria (TCE+PCE) per i pozzi che presentano concentrazioni significative dei contaminanti e si commentano gli andamenti, sia della sommatoria, sia dei singoli parametri.







Dall'analisi complessiva dei dati, relativi ai sei pozzi dell'acquedotto risultati contaminati, si osserva come, nel corso degli anni, si siano verificate oscillazioni, anche significative, della sommatoria (TCE+PCE). In particolare:

- 1) dal 2004 al 2007 si è assistito ad un decremento della contaminazione (TCE+PCE) a valle della MISE, segno dell'efficacia della stessa, con direzione prevalente del pennacchio di contaminazione verso NO in direzione del pozzo Ladronaia;
- 2) nel 2008-2009 le concentrazioni dei contaminanti risalgono progressivamente ai valori riscontrati nel 2004;
- 3) nel 2010-2011 la contaminazione ritorna progressivamente a decrescere ma la direzione di massima contaminazione del pennacchio migra verso O in direzione del centro di Cecina;

Le cause dell'evoluzione del quadro di diffusione della contaminazione possono essere molteplici; l'aumento della contaminazione negli anni 2008-2009 può essere stato determinato da maggiore piovosità in tale periodo (779 mm di pioggia sono stati registrati dalla stazione di Collemezzano, gestita dall'Arsia, nella stagione di ricarica ottobre 2008-aprile 2009, contro una media per lo stesso periodo, calcolata dal 2004 al 2013 di 577 mm) e, quindi, maggiore infiltrazione presso l'area sorgente dovuta anche ad interventi edilizi importanti che hanno reso permeabili le superfici sovrastanti la sorgente primaria di contaminazione. Si ipotizza, inoltre, che un mutato regime dei pompaggi dai pozzi a valle della MISE abbia contribuito a modificare la dinamica della falda e di conseguenza la sua direzione prevalente di scorrimento da NO a O registrata nel corso del 2011. In particolare potrebbero aver giocato un ruolo importante in tale contesto anche l'attivazione di nuovi emungimenti a SO dell'area sorgente di Poggio Gagliardo.

Nel corso del 2012, sulla base delle risultanze del monitoraggio, la Regione Toscana ha provveduto al potenziamento della MISE con l'attivazione di due nuovi pozzi di sbarramento ed il Comune di Cecina, con ordinanza sindacale n. 29 del 19/07/2012 ha ampliato l'area soggetta a divieto di utilizzo dei pozzi ad uso idropotabile ed irriguo sulle colture destinate ad uso alimentare di cui all'ordinanza n. 7 del 30/04/2004.

Il monitoraggio nel corso del 2012 ha evidenziato per il pozzo Peep (a sud-ovest dell'area sorgente di contaminazione) una diminuzione della concentrazione dei contaminanti, verosimilmente dovuta all'attivazione della barriera idraulica a potenziamento della MISE attivata dalla Regione Toscana; per il pozzo Ladronaia, a NO dell'area sorgente di contaminazione, si evidenzia un leggero aumento dei contaminanti mentre l'aumento più marcato si riscontra, a partire dalla metà del 2012 sul pozzo San Vincenzino (ad ovest dell'area sorgente).

Il monitoraggio 2013 evidenzia per tutti i pozzi monitorati nella Piana di Cecina un incremento della media della sommatoria TCE+PCE, da associare presumibilmente alla notevole piovosità riscontrata nella stagione di ricarica ottobre 2012-aprile 2013; al pluviometro di Collemezzano in questo periodo sono stati registrati 665 mm di pioggia (media per lo stesso periodo, calcolata dal 2004 al 2013 di 577 mm); si evidenzia inoltre la notevole piovosità del trimestre ottobre-dicembre 2013 pari a 359 mm.

Il monitoraggio 2014 evidenzia per i pozzi Ladronaia, Campo Sportivo e Villaggio Scolastico un leggero incremento della media della sommatoria TCE+PCE, mentre i pozzi Peep e San Vincenzino presentano una diminuzione. In particolare si segnala che l'andamento della concentrazione del pozzo San Vincenzino, in aumento dal 2010 al 2013, mostra nel 2014 una inversione di tendenza, passando da una media annua di 20.5 µg/L nel 2013 (massimo valore raggiunto) ad un valore di 13.6 µg/L.

Il monitoraggio 2015 evidenzia per i pozzi Ladronaia e Campo Sportivo concentrazioni medie di TCE+PCE confrontabili con quelle degli anni precedenti (dopo il massimo del 2009) ad indicare una certa stazionarietà delle concentrazioni. Nel caso di Peep, invece, a fronte degli interventi di potenziamento ed ottimizzazione della barriera idraulica si osserva dal 2015 una possibile e auspicabile tendenza ad un decremento. Per i pozzi ubicati nella porzione distale del pennacchio di contaminazione (San Vincenzino, Villaggio Scolastico, Pomodorificio) si nota, negli ultimi anni di monitoraggio, un incremento delle concentrazioni medie di TCE+PCE; soprattutto per il più distante pozzo San Vincenzino, dai minimi del 2007 si osserva un trend in aumento fino al valore massimo del 2015 (media TCE+PCE=27,9 µg/L). E' importante ricordare comunque che, anche per il 2015, tutti gli altri pozzi campionati esterni o ai margini del pennacchio di contaminazione (Pinetina, via Montegrappa, Paduletto, via della Macchia), presentano concentrazioni di TCE e PCE contenute al di sotto del limite di rilevabilità strumentale.

Si evidenzia che nei grafici sopra riportati il dato 2015 relativo al pozzo Pomodorificio consiste in un solo valore (rilevato a dicembre 2015) in quanto il pozzo, dismesso da ASA dalla fine del 2013, è stato riattivato soltanto a in tale data.

L'aumento delle concentrazioni in falda in conseguenza di stagioni particolarmente piovose è stato confermato dal modello di flusso e trasporto, per lo meno per i pozzi più vicini alla zona sorgente, come ad esempio il Peep. Il pozzo San Vincenzino, più distante dall'area sorgente, risponde con un certo ritardo; per questo pozzo però si deve tenere conto dell'effetto della ricarica proveniente dal Fiume Cecina che può determinare una diminuzione delle concentrazioni di contaminanti per effetto di diluizione.

Si evidenzia, a partire dal 2010 sui pozzi Ladronaia e Peep, una inversione dei contributi alla sommatoria TCE+PCE (fino al 2009, in entrambi i casi e soprattutto per il pozzo Ladronaia, prevale il tricloroetilene, negli anni successivi prevale nettamente il tetracloroetilene).

I campionamenti aggiuntivi, effettuati nel 2014 su alcuni pozzi privati già campionati nel 2004 sono riportati nella sottostante tabella.

	21/10/2014 e 03/11/2014		21/05/2014		MEDIA 2009 (2 determ.)		MEDIA 2008 (2 determ.)		MEDIA 2007 (7 determ.)		MEDIA 2006 (4 determ.)		MEDIA 2005 (5 determ.)		MEDIA 2004 (10 determinazioni)	
	TCE	PCE	TCE	PCE	TCE	PCE	TCE	PCE	TCE	PCE	TCE	PCE	TCE	PCE	TCE	PCE
<b>Fattoria Ladronaia</b>	0.05	<0.05	0.12	<0.05											<0.1	<0.03
<b>Oratorio</b>	1.69	<b>2.04</b>	<b>2.24</b>	<b>2.08</b>											0.77	1.05
<b>Shell/Eni</b>	0.08	<0.05	<0.05	<0.05											0.55	0.85
<b>Orazzini</b>	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05											<0.1	<0.03
<b>Acquapark</b>	nd	nd	0.53	0.08	0.36	0.14	0.37	0.23	<0.05	<0.05	0.24	0.28	0.25	0.26	0.21	0.26

Per i pozzi Orazzini, Shell/Eni, Fattoria Ladronaia ed Acquapark si nota una situazione sostanzialmente invariata. Per il pozzo Oratorio si nota invece un aumento delle concentrazioni di TCE e PCE fino a superare i limiti di cui alla Tab. 2, All.5 alla Parte IV, Titolo V D. Lgs. 152/06 e smi, pari a 1,5 µg/L TCE e 1.1 µg/L PCE. I valori massimi riscontrati nel 2004 sono di 1.31 µg/L TCE e 1.34 µg/L PCE, prossimi quindi al limite normativo.

La sommatoria TCE+PCE rimane comunque ampiamente inferiore al limite di 10 µg/L di cui al D.Lgs. 31/01 Tab.A, All.1, Parte B per le acque destinate al consumo umano anche nel 2014. La mancanza di determinazioni intermedie tra il 2004 ed il 2014 impediscono di fare ulteriori considerazioni.

## **6. Conclusioni e raccomandazioni**

Con l'approvazione del Progetto di Bonifica esecutivo (Decreto Dirigenziale RT n195 del 20/1/12) sembra finalmente imminente l'inizio delle attività di bonifica che dovrebbe portare alla graduale eliminazione dei contaminanti presenti nella sorgente secondaria di contaminazione individuata in loc. Poggio Gagliardo nel Comune di Montescudaio. Gli interventi approvati e fino ad ora realizzati hanno previsto la sostituzione dell'attuale MISE, dimensionata in funzione di obiettivi di sbarramento idraulico a breve termine, con una barriera idraulica adeguata al modello concettuale definito durante le fasi di indagine e progettazione, sviluppate negli anni successivi a quello della messa in opera della MISE e conclusi nel 2011. A tale scopo è stato sviluppato un modello idrogeologico che ha permesso di dimensionare correttamente, in funzione delle caratteristiche di flusso dell'acquifero regionale in transito al di sotto dell'area sorgente di Poggio Gagliardo, il sistema dei pozzi di sbarramento idraulico installati a valle della sorgente di rilascio della contaminazione. Sono, inoltre, stati realizzati gli interventi di messa in sicurezza che prevedevano la chiusura mineraria con sigillatura del tratto filtrante dei vecchi pozzi situati all'interno dell'area sorgente e potenzialmente veicolo di trasferimento dei contaminanti tra il livelli acquifero freatico e l'acquifero semiconfinato sottostante.

In attesa che gli interventi in atto e previsti inizino a far sentire i loro effetti risulta necessario mantenere l'attività di monitoraggio della MISE e del pennacchio di contaminazione sviluppato a partire dalla sorgente di Poggio Gagliardo, per verificare la sua stabilità nei confronti degli utilizzi dell'acquifero effettuati dal gestore nella piana di Cecina e ritenuti strategici da RT.

Il monitoraggio 2015 del pennacchio di contaminazione evidenzia per i pozzi Ladronaia e Campo Sportivo concentrazioni medie di TCE+PCE confrontabili con quelle degli anni precedenti (dopo il massimo del 2009) ad indicare una certa stazionarietà delle concentrazioni. Nel caso di Peep, invece, a fronte degli interventi di potenziamento ed ottimizzazione della barriera idraulica si osserva dal 2015 una possibile e auspicabile tendenza ad un decremento. Per i pozzi ubicati nella porzione distale del pennacchio di contaminazione (San Vincenzino, Villaggio Scolastico, Pomodorificio) si nota, negli ultimi anni di monitoraggio, un incremento delle concentrazioni medie di TCE+PCE; soprattutto per il più distante pozzo San Vincenzino, dai minimi del 2007 si osserva un trend in aumento fino al valore massimo del 2015 (media TCE+PCE=27,9 µg/L). E' importante ricordare comunque che, anche per il 2015, tutti gli altri pozzi campionati esterni o ai margini del pennacchio di contaminazione (Pinetina, via Montegrappa, Paduletto, via della Macchia), presentano concentrazioni di TCE e PCE contenute al di sotto del limite di rilevabilità strumentale.

Si ricorda che da aprile 2012 con l'approvazione del nuovo piano di monitoraggio i controlli a valle dei filtri a carboni attivi sono effettuati da Azienda USL6 e ASA, mentre ARPAT effettua un solo campionamento all'anno; nel 2015 il campionamento è stato effettuato nel mese di ottobre ed ha rilevato per il pozzo di San Vincenzino una concentrazione di TCE+PCE prossima al limite di 10 µg/l (D.Lgs. 31/2001). Si raccomanda quindi, anche in relazione alle maggiori concentrazioni rilevate in ingresso al pozzo, un controllo più serrato dell'efficienza dei filtri a carbone.

Anche per il monitoraggio 2016, così come per il 2015, è stato concordato di determinare i parametri: tricloroetilene, tetracloroetilene e 1,2 dicloroetilene (oltre alle prove in campo di temperatura, pH e conducibilità) e limitare ad una volta l'anno lo screening completo di tutti gli alifatici clorurati cancerogeni e non cancerogeni.

Il cronoprogramma del monitoraggio 2016 sarà il seguente. Il pozzo Pomodorificio, dismesso da ASA e mai campionato nel 2014 e per gran parte del 2015, è stato riattivato grazie ad una pompa messa a disposizione dalla Regione Toscana ed alla fornitura elettrica da parte del Comune di Cecina. Il primo campionamento in questo nuovo assetto è stato effettuato a dicembre 2015. La stessa operazione di allestimento pompa sarà necessaria per i pozzi nuovi Rapida e Giannelli inseriti nel programma.

	apr	mag	giu	lug	ago	sett	ott	nov	dic	gen	feb	mar
CD1												
CD2												
CD3												
Giannelli nuovo												
CD4												
CD5												
pozzo Panificio												
Pozzo privato Giusti												
pozzo La Rapida nuovo												
Uscita impianto Giannelli												
Uscita impianto La Rapida												
Ladronaia MAT-P114												
Peep												
Campo Sportivo												
San Vincenzino MAT-P113												
Villaggio Scolastico												
Pomodorigio												
via Montegrappa												
Pinetina												
Paratino Asa												
Paduletto MAT-P112												
via della Macchia MAT-P110												
Fattoria Ladronaia												
Uscita carboni attivi Peep												
Uscita c. attivi San Vincenzino												
Uscita c.attivi Campo sportivo												
Uscita c. attivi Villag. Scolastico												
Uscita carboni attivi Ladronaia												

Per assicurare la massima trasparenza e diffusione dei dati ambientali l'Agenzia, in accordo con la Regione Toscana, ha predisposto sul proprio sito web un sistema di pubblicazione automatica della banca dati dove è possibile consultare ed estrarre tutti i dati del monitoraggio dal 2004 ad oggi.

Si ricorda infine che nel corso del 2013 ARPAT, su incarico della Regione Toscana, ha sviluppato un modello di flusso idrico sotterraneo e di trasporto in falda dei composti organoalogenati nell'area di interesse (area sorgente della contaminazione e piana di Cecina).

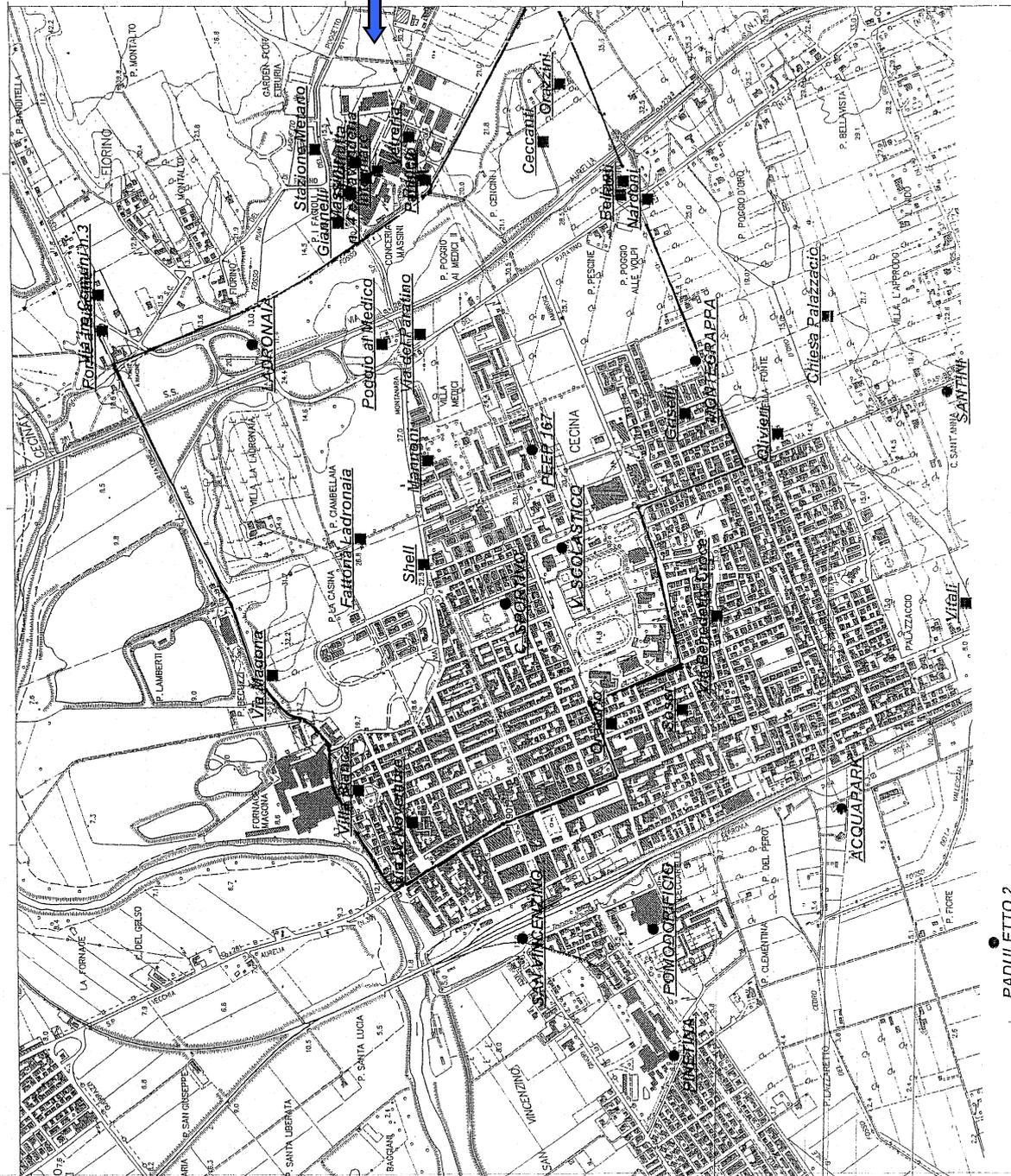
## 7. Bibliografia

- Baldini E., Del Seppia D., Franceschini F., Menichetti S., Tessitore S. (2014) Organoalogenati: modello di flusso e trasporto nella pianura del fiume Cecina. Rapporto ARPAT.
- Funari E., Bastone A., Griffino O., Ziglio G.: “Acque potabili: Composti organoalogenati nelle acque potabili: aspetti sanitari, normative e controllo”, Bologna, Pitagora Editrice, 1996.
- Ottaviani M. e Bonadonna L. (a cura di): “Metodi analitici di riferimento per le acque destinate al consumo umano ai sensi del DL.vo 31/2001. Metodi chimici”, Rapporti ISTISAN 07/31, Roma, [www.iss.it](http://www.iss.it), 2007.

- D. Lgs. 02/02/2001 n. 31 "Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano"
- D. Lgs. 03/04/2006 n. 152 "Norme in materia ambientale" e s.m.
- Sito web: [www.epa.gov](http://www.epa.gov)

Allegato 1: Ubicazione dei pozzi di monitoraggio

Area di Poggio Gagliardo



**Allegato 2:** Carta delle isoconcentrazioni TCE+PCE 2015, area pennacchio di contaminazione

**Legenda**

mappa 2015

- Pozzi ASA
- Fiumi
- Contour TCE + PCE
- Concentrazioni TCE + PCE (ug/L)
- <4
- 4-10
- 10-25
- 25-50
- 50-100
- 100-150
- 150-200
- 200-250
- 250-300
- 300-350
- 350-400
- 400-450
- 450-500
- >500

