

***CTE***

COMPONENTE IDRICO SOTTERRANEO – PIV-VP-02

APPROFONDIMENTO IDROGEOLOGICO

**TEEM**

COMPONENTE IDRICO SOTTERRANEO – PIV-VP-02

APPROFONDIMENTO IDROGEOLOGICO

***Gennaio 2016***

**INDICE**

1. Premessa .....	3
2. Punti di Monitoraggio.....	4
3. Attività di cantiere .....	5
4. Metodologia e strumentazione .....	6
5. Risultati .....	7
6. Analisi comparativa dei dati pregressi: Roggia Maiocca - piezometro PIV-VP-02.....	11
7. Conclusioni.....	15

## **1. PREMESSA**

Al fine di eseguire un approfondimento sulle condizioni idrogeologiche del piezometro di cava PIV-VP-02, interessato da superamenti del limite normativo per il parametro As, il giorno 16/12/2015 sono state eseguite delle attività aggiuntive rispetto a quanto definito dal Piano di Monitoraggio Ambientale.

Sono state eseguite delle misure dei parametri chimico-fisici (T, conducibilità, pH) lungo la colonna d'acqua del piezometro al fine di evidenziare anomalie idrochimiche e possibili connessioni con l'adiacente Roggia Maiocca.

Tale attività integrativa è stata richiesta dal ST nell'ambito del TT del 2/12/2015.

Nel presente dossier sono riportati sia gli esiti dell'attività integrativa succitata che alcune considerazioni in merito allo storico delle analisi chimiche condotte presso i piezometri di cava e la Roggia Maiocca.

## 2. PUNTI DI MONITORAGGIO

Il piezometro PIV-VP-02 è posizionato nell'ambito della terna piezometrica di monitoraggio della Cava di Vizzolo Predabissi. La terna piezometrica è composta dai seguenti piezometri:

- PIM-VP-03 – Piezometro di monte
- PIV-VP-02 – Piezometro di valle
- PIV-VP-03 – Piezometro di valle

La Roggia Maiocca è posizionata in adiacenza al perimetro della Cava di Vizzolo, il corso d'acqua è monitorato attraverso due sezioni FIM-MI-01 (sezione di monte) e FIV-MI-01 (sezione di valle). Il monitoraggio ha lo scopo di individuare le potenziali pressioni

La Roggia è un corso d'acqua canalizzato con struttura seminaturale a tratti rettificata. Si tratta di un corso d'acqua facente parte del reticolo idrografico minore, di competenza del Consorzio di Bonifica Muzza Bassa Lodigiana.



### **3. ATTIVITA' DI CANTIERE**

Le attività di coltivazione della Cava di Vizzolo, obiettivo primario del monitoraggio idrogeologico, sono terminate nel mese di Dicembre 2014.

Nei mesi successivi sono state eseguite le operazioni di ripristino ambientali che hanno previsto la stesa del materiale vegetale e operazioni di piantumazione ed inerbimento.

#### **4. METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE**

Viene riportata di seguito la metodologia adottata e la strumentazione utilizzata.

1. Misurazione del livello statico e del Fondo Foro del piezometro PIV-VP-02.
2. Misura dei parametri Temperatura, pH e Conducibilità lungo tutta la verticale dello strumento, con passo 0,5 m mediante la sonda multiparametrica WATEC modello ProDSS dotata di 30m di cavo. Le letture sono state eseguite in progressione dal basso verso l'alto
3. Misura dei parametri Temperatura, Conducibilità e pH della Roggia Maiocca.
4. Sono state eseguite le operazioni di spurgo dinamico tramite pompa sommersa posizionata a 10 m dal p.c. con portata costante di circa 7,5 l/min e durata complessiva di circa 30 min.
5. Al termine delle operazioni di spurgo è stata effettuata la misura dei parametri chimico fisici contestualmente con il campionamento secondo le consuete modalità previste dal PMA.
6. Subito dopo le operazioni di spurgo e campionamento sono state eseguite nuovamente le misure dei parametri T, Conducibilità e pH lungo la verticale, dal basso verso l'alto con medesimo passo di 0,5m.
7. Misura del livello statico a fine intervento.

## 5. RISULTATI

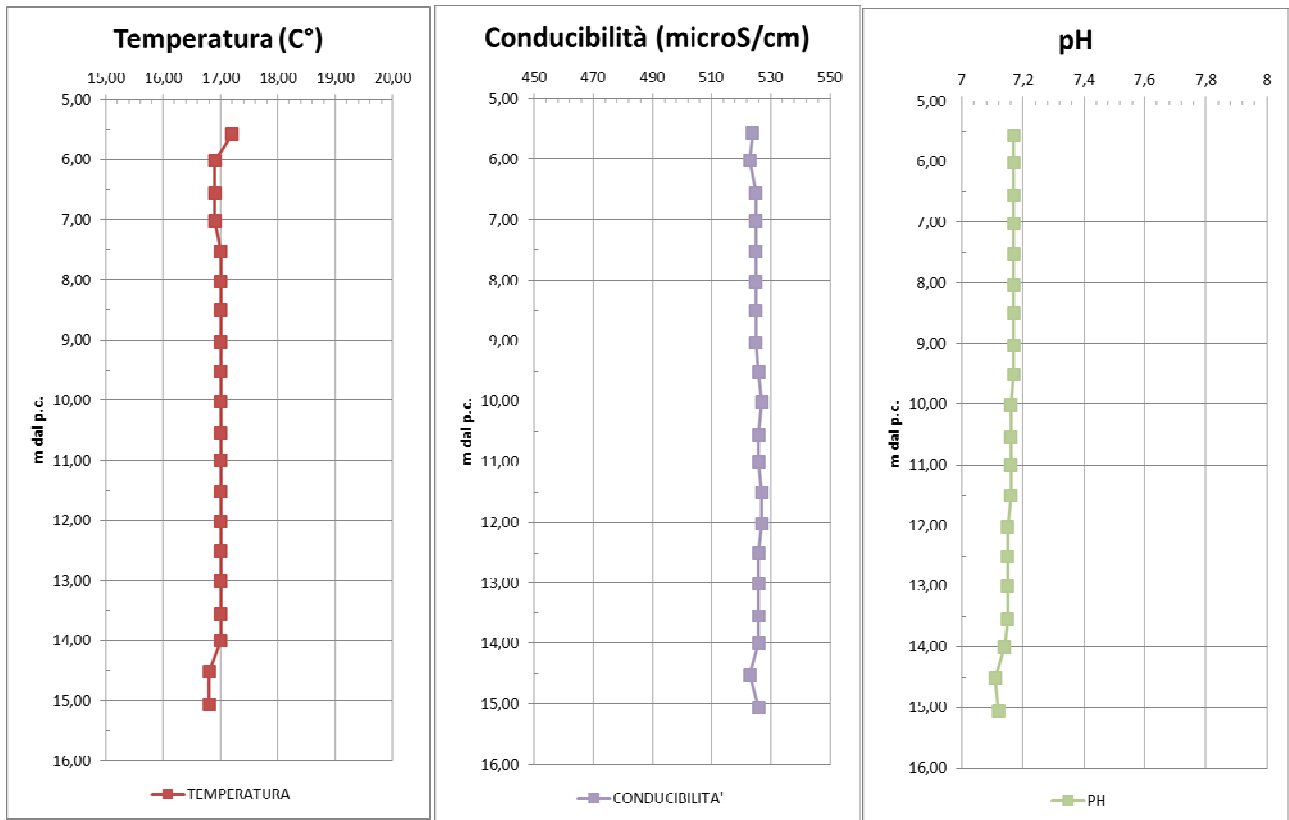
- **Misura dei parametri chimico fisici condotta sul piezometro PIV-VP-02 – Condizione pre spurgo**

Livello statico ad inizio attività = 5,33 m dal piano campagna.

Profondità del fondo foro = 15,8 m dal piano campagna

Letture dei parametri temperatura/Conducibilità e pH lungo la verticale – pre spurgo

Profondità m dal p.c.	Temperature C°	Conducibilità microS/cm	pH scala di pH
15,06	16,80	526	7,12
14,52	16,80	523	7,11
14,00	17	526	7,14
13,55	17	526	7,15
13,01	17	526	7,15
12,51	17	526	7,15
12,02	17	527	7,15
11,51	17	527	7,16
11,00	17	526	7,16
10,55	17	526	7,16
10,02	17	527	7,16
9,52	17	526	7,17
9,03	17	525	7,17
8,50	17	525	7,17
8,03	17	525	7,17
7,52	17	525	7,17
7,02	16,9	525	7,17
6,56	16,9	525	7,17
6,02	16,9	523	7,17
5,57	17,2	524	7,17



## • Misura condotta sulla Roggia Maiocca

Contestualmente alla misura presso il piezometro PIV-VP-02 sono stati misurati i parametri fisico chimici della Roggia Maiocca, adiacente al piezometro. La sonda è stata posta nell' alveo per la lettura e registrazione dei medesimi parametri di campo:

- Temperatura (C°): 6,4
- Conducibilità (microS/cm): 289
- pH: 7,75

L'acqua della Roggia si presentava torbida ed addirittura ferma durante le prime fasi di misurazione all'interno dello strumento PIV-VP-02; successivamente il deflusso idrico della Roggia Maiocca risultava attivo, ma decisamente basso.

## • Misura dei parametri chimico fisici condotta sul piezometro PIV-VP-02 – Condizione post spurgo.

Lo spurgo è stato condotto attraverso una pompa posizionata a 10 m dal p.c operante a portata costante pari a 7,5 l/min per una durata complessiva di 30 min circa.

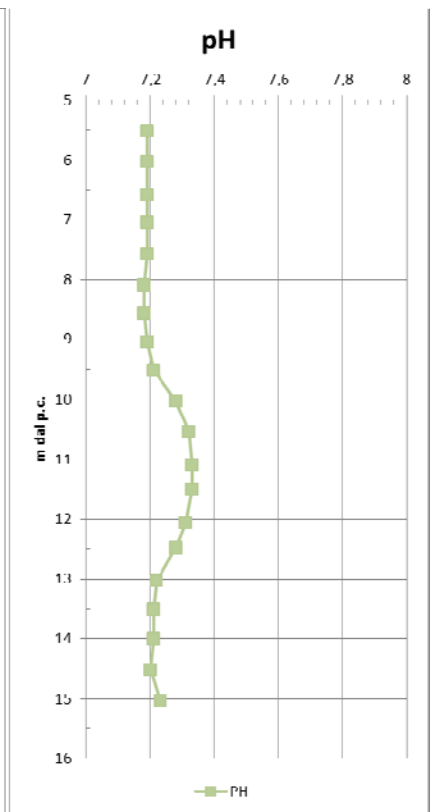
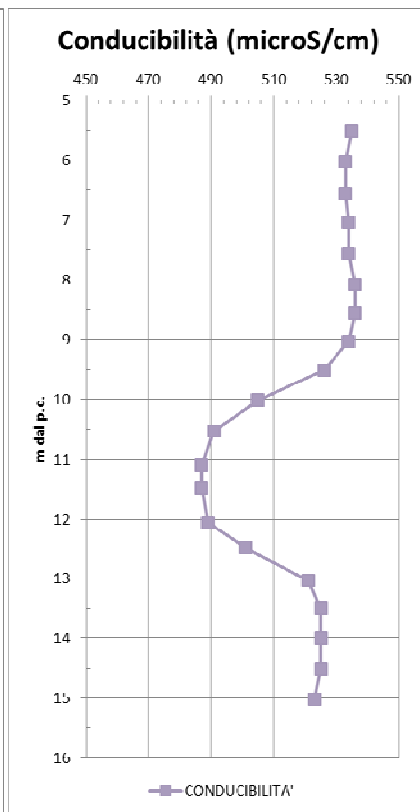
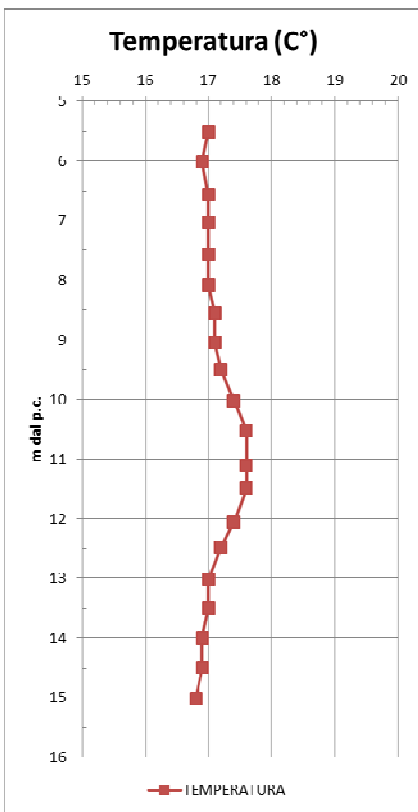


Si riportano nel seguito i parametri di campo misurati al termine dei 30 minuti di spurgo

- Temperatura (C°): 17,6
- Conducibilità (microS/cm): 485
- pH: 7,46
- Ossigeno disciolto (mg/l): 5,0
- Potenziale Redox (mV): -37,4

Nella seguente tabella si riportano le letture dei parametri temperatura/Conducibilità e pH lungo la verticale – post spurgo

<b>Profondità m dal p.c.</b>	<b>Temperature C°</b>	<b>Conducibilità microS/cm</b>	<b>pH scala di pH</b>
15,02	16,8	523	7,23
14,51	16,9	525	7,2
14,00	16,9	525	7,21
13,50	17	525	7,21
13,03	17	521	7,22
12,48	17,2	501	7,28
12,06	17,4	489	7,31
11,49	17,6	487	7,33
11,10	17,6	487	7,33
10,53	17,6	491	7,32
10,02	17,4	505	7,28
9,51	17,2	526	7,21
9,04	17,1	534	7,19
8,55	17,1	536	7,18
8,08	17	536	7,18
7,57	17	534	7,19
7,04	17	534	7,19
6,57	17	533	7,19
6,02	16,9	533	7,19
5,51	17	535	7,19



## 6. ANALISI COMPARATIVA DEI DATI PREGRESSI: ROGGIA MAIOCCA - PIEZOMETRO PIV-VP-02

Al fine di verificare l'eventuale possibilità di interscambi tra le acque della Roggia Maiocca e le acque di falda emunte dallo strumento PIV-VP-02, situato in prossimità della sponda idrografica destra del suddetto corso d'acqua, si riportano le seguenti serie storiche di dati, acquisite nel corso delle attività previste dal PMA.

Si riportano, nella tabella seguente, le condizioni di deflusso osservate per la Roggia Maiocca durante il corso del 2015, con specifico riferimento alla sezione di valle FIV-MI-01, che risulta localizzata circa 100 m a valle rispetto allo strumento PIV-VP-02.

Periodo	Condizioni di deflusso superficiale Roggia Maiocca	Portata (m <sup>3</sup> /s)
Gennaio 2015	Magra	0,17
Febbraio 2015	Magra	-
Marzo 2015	Magra	-
Aprile 2015	Corso d'acqua totalmente secco	Fine aggettamento acqua di cava
Maggio 2015	Corso d'acqua totalmente secco	-
Giugno 2015	Morbida	0,60
Luglio 2015	Morbida	0,52
Agosto 2015	Morbida	-
Settembre 2015	Magra (flusso debole)	-
Ottobre 2015	Magra	0,07
Novembre 2015	Magra	-
Dicembre 2015	Magra (flusso idrico molto debole)	-

Si riportano nelle figure seguenti gli andamenti di Temperatura, Cloruri ed Arsenico registrati nel corso delle attività di monitoraggio nei seguenti punti:

- Roggia Maiocca sezione fluviale di valle: FIV-MI-01;
- Piezometro PIV-VP-02;
- Piezometro PIM-VP-03.

Le metodiche di campionamento ed analisi adottate sono conformi a quanto definito nel PMA e concordate con il ST.

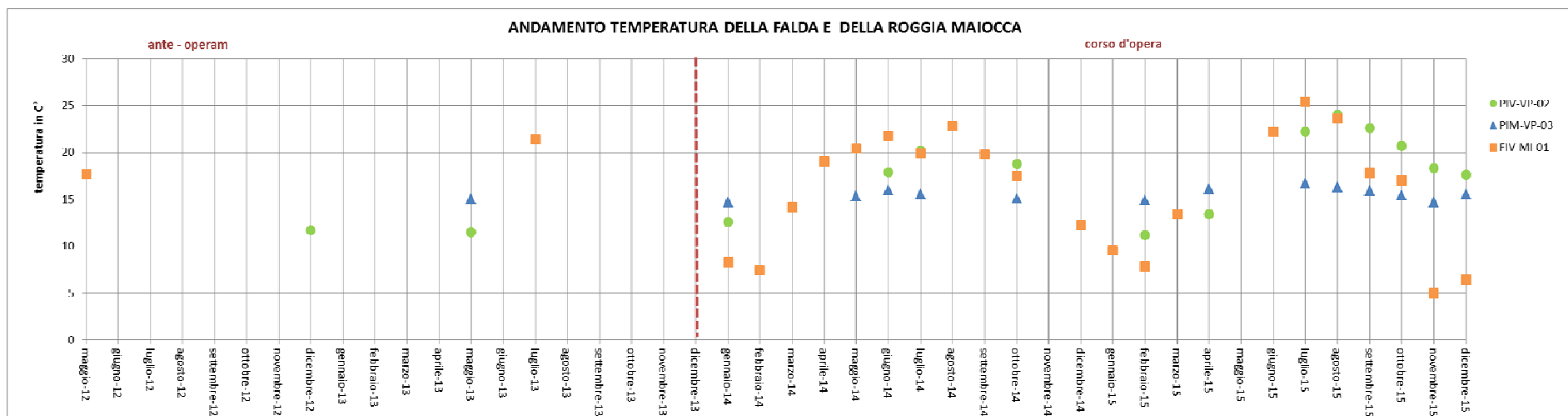


Figura 6-1: Valori di Temperatura registrati nella sezione fluviale FIV-MI-01 (Roggia Maiocca) e nelle acque sotterranee campionate dai piez. PIM-VP-03 e PIV-VP-02.

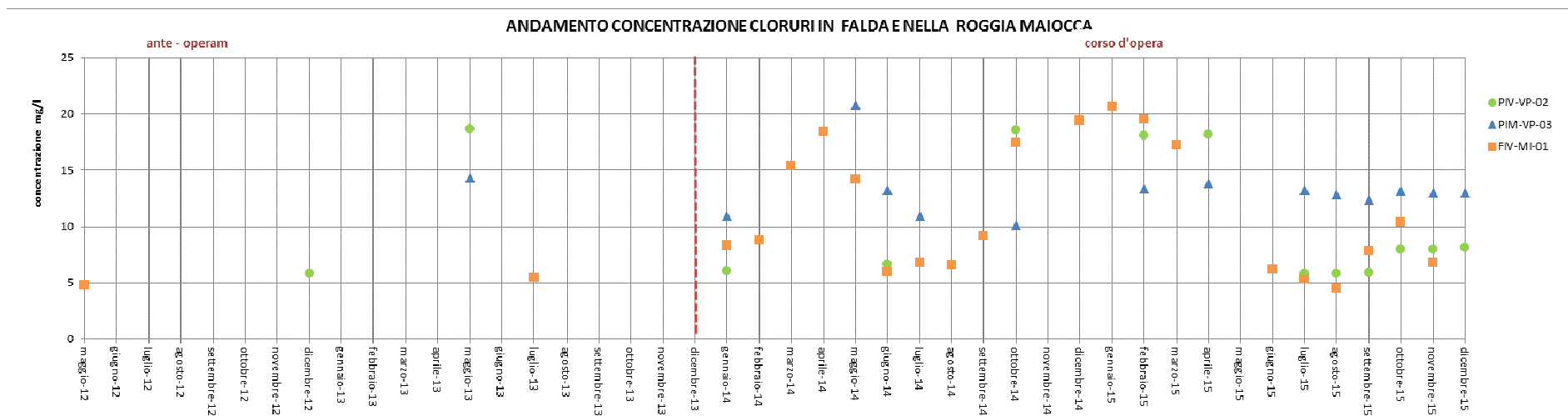


Figura 6-2: Concentrazioni di Cloruri (mg/l) registrate nella sezione fluviale FIV-MI-01 (Roggia Maiocca) e nelle acque sotterranee campionate dai piez. PIM-VP-03 e PIV-VP-02.

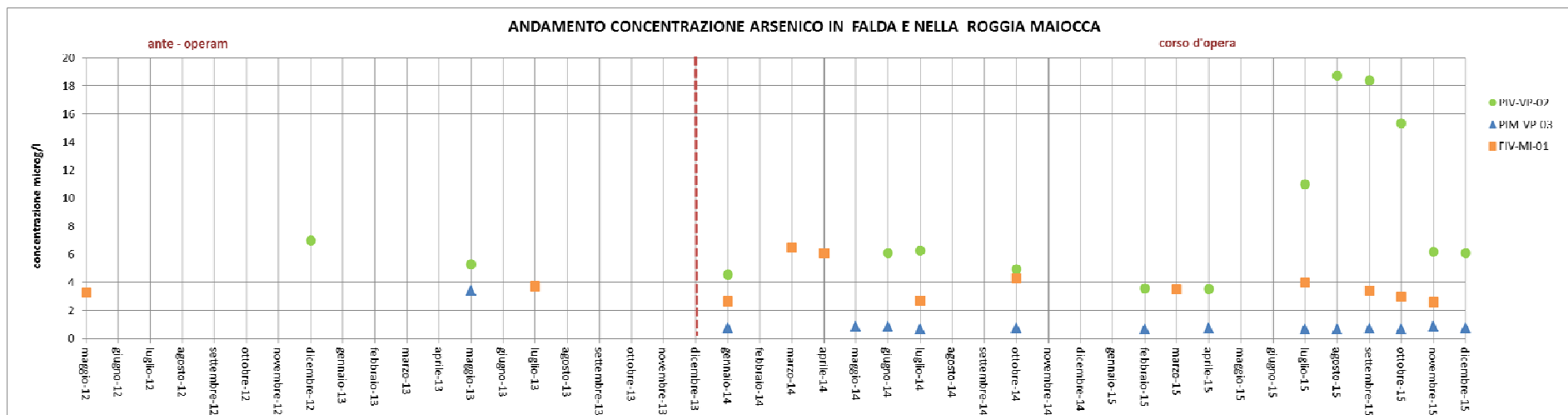


Figura 6-3: Concentrazioni di Arsenico (microg/l) registrate nella sezione fluviale FIV-MI-01 (Roggia Maiocca e nelle acque sotterranee campionate dai piez. PIM-VP-03 e PIV-VP-02.

Dal grafico della Temperatura (Figura 6-1) si possono dedurre le seguenti considerazioni:

- La temperatura dell'acqua campionata dallo strumento PIM-VP-03 risulta pressoché costante nel tempo e pari a circa 15,5 °C.
- La temperatura dell'acqua campionata dallo strumento PIV-VP-02 risulta avere un andamento variabile secondo stagionalità: in particolare si osservano valori medi di temperatura pari a circa 21°C nella stagione primavera-estate (da aprile a settembre compresi) e 16,5 °C in autunno-inverno (da ottobre a marzo compresi).
- La temperatura dell'acqua registrata nella sezione fluviale FIV-MI-01 ha un chiaro andamento stagionale, con temperature medie pari a circa 11°C nel periodo autunno-inverno, 21°C nel periodo primavera-estate.

Dal grafico che illustra l'andamento dei Cloruri (Figura 6-2) si possono dedurre le seguenti considerazioni:

- La concentrazione di Cloruri nei campioni prelevati dallo strumento PIM-VP-03 risulta pressoché costante nel tempo e pari a circa 13 mg/l.
- La concentrazione di Cloruri nei campioni prelevati dallo strumento PIV-VP-02 risulta variabile nel tempo, seguendo un andamento analogo a quello riscontrato per la sezione fluviale FIV-MI-01. È stato calcolato il coefficiente di correlazione R tra i set di dati, prendendo le sole concentrazioni di cloruri registrate in FIV-MI-01 e PIV-VP-02 nei medesimi periodi (stesso mese): il valore del suddetto coefficiente risulta pari a 0,96 (su un massimo di +1).

Dal grafico che illustra l'andamento dell'Arsenico (Figura 6-3) si possono dedurre le seguenti considerazioni:

- La concentrazione di Arsenico nei campioni prelevati dallo strumento PIM-VP-03 risulta pressoché costante nel tempo e pari a circa 0,95 microg/l.
- La concentrazione di Arsenico nei campioni prelevati dallo strumento PIV-VP-02 si attesta mediamente su valori pari a circa 5 microg/l. Si osserva, inoltre, un sensibile aumento della concentrazione di Arsenico nei mesi di luglio, agosto, settembre ed ottobre 2015, con un massimo in agosto (pari a 18,7 microg/l); nei mesi di novembre e dicembre 2015 la concentrazione si è attestata su valori pari a circa 6 microg/l, inferiori alla CSC.
- La concentrazione di Arsenico nei campioni prelevati nella sezione fluviale FIV-MI-01 si attesta mediamente su valori pari a circa 4 microg/l, seguendo un andamento che risulta pressoché costante nel tempo e con valori sempre inferiori alla CSC. Non si osservano, infine, particolari picchi nei mesi di luglio, settembre ed ottobre 2015, mesi in cui sono state registrate le criticità relative ai campioni prelevati dal PIV-VP-02.

## 7. CONCLUSIONI

- **Misura integrativa dei parametri chimico fisici condotta sul piezometro PIV-VP-02 in data 16/12/2015**

Le misure dei parametri chimico fisici (Temperatura, Conducibilità elettrica e pH) eseguite lungo la verticale del piezometro PIV-VP-02 hanno evidenziato i seguenti risultati:

- Nella condizione statica pre-spurgo l'andamento dei parametri monitorati risulta pressoché costante lungo tutta la colonna d'acqua presente nel piezometro.
- Successivamente allo spurgo del piezometro i parametri monitorati lungo la verticale, nell'intorno degli 11 m di profondità dal p.c. risultano analoghi ai valori registrati al termine del campionamento dinamico attraverso il rilievo standard dei parametri chimico fisici, a profondità superiori ed inferiori assumono valori più simili alle condizioni pre-spurgo.
- La variazione dei parametri osservata nelle misure lungo la colonna d'acqua in condizioni post-spurgo, graduale e senza particolari segnali di discontinuità, identifica la facies idrochimica caratteristica dell'acqua di falda, richiamata dalla pompa durante le operazioni di spurgo e campionamento.

Nell'ambito delle attività svolte il 16/12/2015 non è stata osservata una particolare relazione tra i valori dei parametri chimico fisici misurati presso il piezometro e i valori misurati nella Roggia Maiocca.

- **Misura nel tempo dei parametri Temperatura, Cloruri e Arsenico: comparazione Roggia Maiocca – piezometro PIV-VP-02**

Dall'analisi delle serie storiche di dati, riportati al paragrafo precedente, è possibile riassumere le seguenti deduzioni:

- I parametri Temperatura e Cloruri registrati nel corso delle attività di monitoraggio in PIV-VP-02 e FIV-MI-01 risultano confrontabili e caratterizzati da andamenti simili. Tali riscontri suggeriscono una potenziale correlazione tra le acque superficiali della Roggia e le acque di falda prelevate dal PIV-VP-02, correlazione maggiormente significativa nei periodi di morbida del corso d'acqua.
- Le concentrazioni di Arsenico misurate in PIV-VP-02 e FIV-MI-01 risultano sempre costantemente più elevate rispetto a quanto registrato in PIM-VP-03.

Alla luce della probabile connessione tra le acque della Roggia Maiocca e la falda freatica intercettata dal piezometro PIV-VP-02, non è possibile escludere un possibile trasferimento di specie chimiche tra le due matrici ambientali. Infine un diverso tempo di risposta al fenomeno, e di accumulo delle specie chimiche, deve essere tenuto in considerazione a seconda della matrice indagata: più veloce per le acque superficiali e più lento e con più possibilità di accumulo nelle acque sotterranee.