

Committente

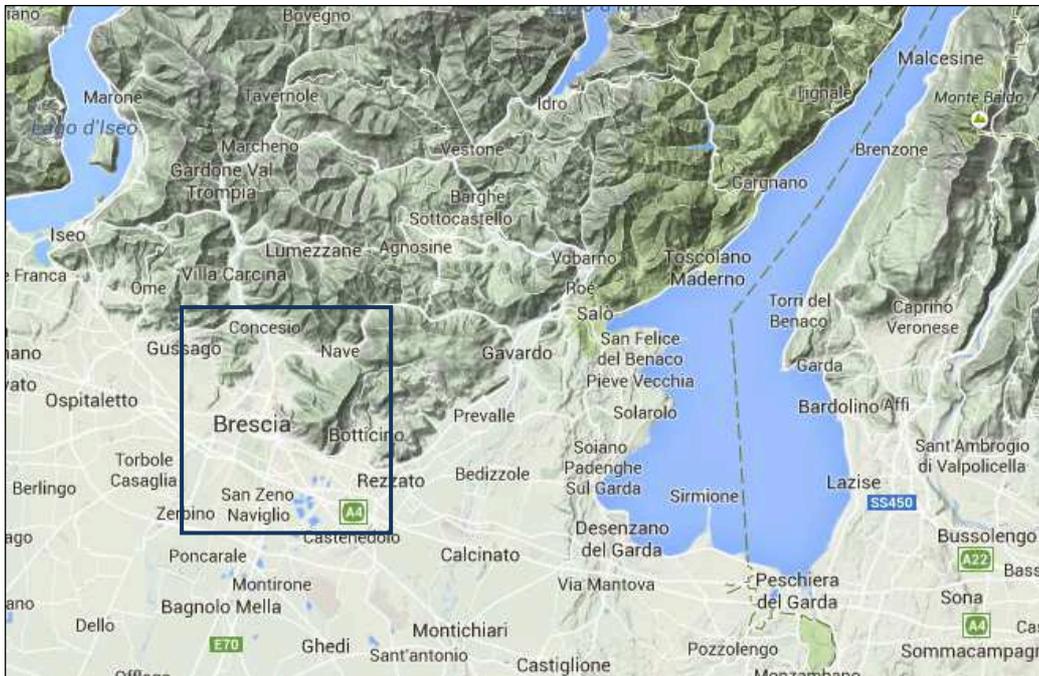


in collaborazione con



**ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE SULLA CONTAMINAZIONE
DELLE ACQUE SOTTERRANEE IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED INDIVIDUAZIONE DELLE
POTENZIALI FONTI DI CONTAMINAZIONE**

**- LOTTO A -
AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO**



**FASE 1
RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI INQUADRAMENTO**

EG/R1/0316/PBS/MM
MARZO 2016

Gruppo di lavoro



VIA BATTISTI 25 – 20048 CARATE B.ZA (MB) - TEL. 0362/800091 - FAX 0362/803628 - E-MAIL eg@studioeg.net

In collaborazione con:

PROF. ING. MENTORE VACCARI, ING. S. SBAFFONI, ING. GIULIO BERTOLINI
Topografia: GEOM. M. FERRARI, GEOM. P. MAGRI'



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO



INDICE

1.	PREMESSA	5
2.	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	8
2.1	Idrografia	10
3.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	11
3.1	Descrizione delle unità litologiche	12
4.	STRUTTURA IDROGEOLOGICA DEL SOTTOSUOLO	16
4.1	Caratteri geometrico-strutturali degli acquiferi	29
5.	CARATTERISTICHE CLIMATOLOGICHE	34
5.1	Termometria	34
5.2	Pluviometria	36
5.3	Evapotraspirazione	38
6.	INDIVIDUAZIONE DELLA RETE DI MONITORAGGIO - BS002 BRESCIA - CAFFARO	41
6.1	Punti d'acqua censiti	41
6.2	La rete di monitoraggio del SIN BS002 Brescia - Caffaro	42
7.	ANDAMENTO DEL FLUSSO IDRICO SOTTERRANEO	46
7.1	Analisi dei dati e delle ricostruzioni storiche	46
7.2	Andamento attuale della falda (campagne di monitoraggio ARPA 2014 – 2015)	56
8.	OSCILLAZIONI DEL LIVELLO PIEZOMETRICO	71
8.1	Misurazioni in continuo del livello di falda	76
9.	QUALITA' DELLE ACQUE SOTTERRANEE	79
9.1	Analisi dei dati ed evoluzione storica	79
9.2	Analisi storica dell'inquinamento da Cromo VI nelle acque sotterranee	81
9.4	Analisi storica dell'inquinamento da Solventi clorurati nelle acque sotterranee	86
9.5	Stato qualitativo delle acque di falda rilevato dalle campagne di monitoraggio ARPA 2014 - 2015	92
10.	CENTRI DI PERICOLO	110
10.1	Metodologia di indagine	110
10.2	Centri di pericolo individuati	113
11.	BIBLIOGRAFIA	117

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 2/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO



FIGURE NEL TESTO

- Figura 1** – Inquadramento dell'area BS002 e traccia delle sezioni idrogeologiche
Figura 2 – Struttura idrogeologica dell'area bresciana (tratta da Francani V. et al., 1999)
Figura 3 - Sezione idrogeologica N-S - Settore Ovest comune di Brescia (sezione 1)
Figura 4 - Sezione idrogeologica N-S - Settore centrale comune di Brescia (sezione 2)
Figura 5 - Sezione idrogeologica N-S - Settore Est comune di Brescia (sezione 3)
Figura 6 - Sezione idrogeologica W-E (sezione A)
Figura 7 - Sezione idrogeologica W-E (sezione B)
Figura 8 - Sezione idrogeologica W-E (sezione C)
Figura 9 - Sezione idrogeologica W-E (sezione D)
Figura 10 - Sezione idrogeologica N-S (sezione E)
Figura 13 - Andamento dello spessore dell'acquifero profondo sabbioso-argilloso (m) nella città di Brescia
Figura 14 - Valori di temperatura media annua - Stazione ARPA Itas Pastori (2004÷2013)
Figura 15 - Valori medi di temperatura mensile - Stazione ARPA Itas Pastori (2004÷2013)
Figura 16 - Valori di precipitazione annua - Stazione ARPA Itas Pastori (2004÷2013)
Figura 17 - Valori di precipitazione cumulata mensile - Stazione ARPA Itas Pastori (2004÷2013)
Figura 18 - Bilancio idrico calcolato per il periodo 2004÷2013
Figura 19 - Valori di evapotraspirazione potenziale e reale calcolati per il periodo 2004÷2013
Figura 20 - Ricostruzione andamento piezometrico della prima falda a Brescia - Anni '40-'50
Figura 21 - Ricostruzione andamento piezometrico della prima falda a Brescia - Anno 1985
Figura 22 - Ricostruzione andamento piezometrico della prima falda a Brescia - Anno 1994
Figura 23 - Ricostruzione andamento piezometrico della prima falda a Brescia - Anno 2001
Figura 24 - Ricostruzione andamento piezometrico della prima falda a Brescia - Anno 2004
Figura 25 - Ricostruzione andamento piezometrico della prima falda a Brescia - Anno 2005
Figura 26 - Ricostruzione andamento piezometrico della falda nell'area BS002 - Campagna Aprile 2014
Figura 27 - Ricostruzione andamento piezometrico della falda nell'area BS002 - Campagna Giugno 2014
Figura 28 - Ricostruzione andamento piezometrico della falda nell'area BS002 - Campagna Settembre 2014
Figura 29 - Ricostruzione andamento piezometrico della falda nell'area BS002 - Campagna gennaio 2015
Figura 30 - Livello di falda e precipitazioni Brescia - Pozzi pubblici con serie storica 1973 - 2014
Figura 31 - Livello di falda Brescia - Pozzi pubblici - Serie 1990 - 2014

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 3/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli

 <p>PROVINCIA DI BRESCIA</p>	<p>ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI CONTAMINAZIONE</p> <p>LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI INQUADRAMENTO</p>	 <p>ARPA LOMBARDIA Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente</p>
---	--	---

Figura 32 - Livello di falda Brescia - Piezometro Caffaro Pz5 - Serie 2001 - 2014

Figura 33 - Livello di falda Brescia - Piezometro PZ64 Emporio commerciale Serie 9/2014 - 2015

Figura 34 - Livello di falda Brescia - Piezometro PZ8 Vivaio Serie 1/2015 - 2015

Figura 35 - Interpolazione livelli di Cromo VI nelle acque sotterranee - Dicembre 1982 (fonte: ARPA 2014)

Figura 36 - Pennacchio di contaminazione da Tetracloruro di Carbonio rilevato nel 1983

Figura 37 - Plume di contaminazione da Cr VI individuati in corrispondenza dei pozzi pubblici San Donino e Nord (1) e dl sito Iveco (2) (elaborazioni ARPA)

Figura 38 - Plume di contaminazione da Cr VI individuati in corrispondenza dei siti Ideal Standard (3), Caffaro (4), Comparto Milano (5)(6), Ex Monte Maniva (7), Oto Melara (8) (elaborazioni ARPA)

Figura 39 - Plume di contaminazione da Cr VI individuati in corrispondenza dei siti Ex Pietra (9), Baratti (10) e Forzanini (11) (elaborazioni ARPA)

Figura 40 - Plume di contaminazione da PCE individuati in corrispondenza del sito Ori Martin (1) e dei pozzi San Donino e Nord (2) (elaborazioni ARPA)

Figura 41 - Plume di contaminazione da PCE individuati in corrispondenza dei siti Ideal Standard (3) e Comparto Milano (4 e 5) (elaborazioni ARPA)

Figura 42 - Plume di contaminazione da TCE individuati in corrispondenza dei siti Caffaro (1) e Oto Melara (2) (elaborazioni ARPA)

Figura 43 - Plume di contaminazione da Tetraclorometano individuato in corrispondenza del sito Caffaro (1) (elaborazioni ARPA)

ALLEGATI FUORI TESTO

ALLEGATO 1 – Sezioni idrogeologiche

ALLEGATO 2 – Grafici tendenze idrochimiche – Cromo VI

ALLEGATO 3 – Grafici tendenze idrochimiche – PCE - TCE - Tetraclorometano

ALLEGATO 4 – Censimento punti d'acqua e identificazione Rete di controllo BS002

ALLEGATO 5 – Esiti Campagne di monitoraggio Rete di controllo BS002 (2014 – 2015)

ALLEGATO 6 – Esiti indagine sui centri di pericolo

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 4/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO



1. PREMESSA

La Provincia di Brescia con Determina Dirigenziale n.426 del 30/04/2014 ha conferito l'incarico agli scriventi per le Attività di affinamento delle conoscenze sulla contaminazione delle acque sotterranee in cinque aree della Provincia di Brescia e in particolare nel Lotto A (Aree BS001 e BS002) e nel Lotto B (Aree BS003 e BS005).

Oggetto della presente relazione illustrativa è la descrizione delle attività eseguite in FASE 1 nell'Area BS002 - Brescia - Caffaro, ricadente nel Lotto A e riguardante nel dettaglio la perimetrazione della falda sottostante il Sito di Interesse Nazionale Brescia - Caffaro, così come integrata dal MATT in data 11 Marzo 2010.

Il territorio del comune di Brescia è stato storicamente interessato da attività industriali e artigianali nell'ambito dell'industria siderurgica e chimica, oggi in buona parte dismesse.

Nel settore oggetto di studio è presente una sviluppata rete di monitoraggio piezometrico e idrochimico costituita sia da pozzi pubblici e privati che da piezometri realizzati per il monitoraggio dei siti contaminati.

Le campagne di monitoraggio effettuate sulla rete di controllo ARPA tra il 2005 e il 2015 hanno evidenziato o confermato la presenza di alcuni focolai interni alla perimetrazione riconducibili prevalentemente a Cromo VI, Tetracloroetilene, Tricloroetilene e Tetracloruro di Carbonio.

La presente relazione tecnica è stata predisposta sulla base di tutta la documentazione tecnico scientifica reperita durante la fase di acquisizione dei dati esistenti.

La metodologia di lavoro adottata ha previsto lo svolgimento delle seguenti fasi operative:

1. verifica della qualità dei dati quali-quantitativi reperiti;
2. analisi dei dati acquisiti e ricostruzione della cartografia di base con l'ubicazione di tutti i punti di controllo presenti;
3. elaborazione di carte strutturali riportanti la distribuzione areale della base dell'unità idrogeologica interessata dall'acquifero monostrato (ghiaioso-sabbioso e conglomeratico) e il relativo spessore saturo;

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 5/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO



4. elaborazioni di sezioni idrogeologiche atte a illustrare la struttura idrogeologica, impostate sia in senso Nord-Sud sia in senso Ovest-Est;
5. elaborazione di grafici delle oscillazioni piezometriche;
6. analisi e sintesi dei dati qualitativi acquisiti ed elaborazione di grafici idrochimici per i principali parametri di interesse;
7. elaborazione delle principali caratteristiche climatologiche dell'area;
8. esame dell'attuale rete di controllo piezometrico e idrochimico;
9. analisi delle campagne di monitoraggio piezometrico e idrochimico eseguite da ARPA (Aprile, Giugno e Settembre 2014, Gennaio 2015);
10. elaborazione dei dati rilevati nelle campagne di monitoraggio con predisposizione di carte piezometriche e di distribuzione dei contaminanti ricercati;
11. censimento e redazione di schede di dettaglio di tutti i centri di pericolo attivi e cessati e predisposizione di cartografia tematica con l'ubicazione.

L'esecuzione delle attività svolte ha permesso di definire il modello idrogeologico concettuale preliminare ai sensi del D.d.u.o 19/07/2012 n.6475, la struttura idrogeologica dell'area oggetto di studio e le sue caratteristiche piezometriche storiche e attuali, nonché di individuare le aree contaminate da sottoporre a successiva analisi di dettaglio e di integrare un adeguato piano di monitoraggio.

Il materiale utile per lo studio è stato reperito consultando tutti i dati disponibili presso le amministrazioni pubbliche, Enti (Regione, Provincia, ARPA, ASL e i singoli Comuni), Camera di Commercio, ecc..

In particolare sono state raccolte le seguenti informazioni:

- Monitoraggi e studi eseguiti da ARPA (2005/2008/2009/2011/2014/2015)
- Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) (Provincia di Brescia, Gennaio 2014)
- Studi geologici eseguiti a corredo dei PGT
- Banca dati della Provincia di Brescia (pozzi e sorgenti)
- Banca dati dei pozzi della Provincia di Brescia (TANGRAM)
- Banca dati di A2A (ex ASM) relativa a livelli freatici e prelievi mensili e annui relativi ai pozzi acquedottistici

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 6/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli

	<p>ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI CONTAMINAZIONE</p> <p>LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI INQUADRAMENTO</p>	
---	--	---

- Piani di caratterizzazione, progetti di bonifica (in oltre 15 siti) e progetti di MISE della falda, documentazione relativa ad AIA e procedimenti aperti per RIR (Archivio Provincia)
- Ubicazione e principali studi connessi a cave e discariche (Provincia, ARPA o Comune): Piano Cave della Provincia di Brescia, studi inerenti i Poli estrattivi autorizzati/in fase di autorizzazione, progetti inerenti le discariche autorizzate/in corso di approvazione
- Analisi pozzi pubblici e privati e sorgenti ad uso acquedottistico (ASL e ARPA su captazioni idropotabili, soggetti privati su captazioni private)
- Dati climatici (piogge totali annue, piogge medie mensili, temperature medie mensili) da stazioni termo-pluviometriche presenti sul territorio in esame.
- Documentazione raccolta per l'indagine dei centri di pericolo (vedi dettaglio al **Capitolo 10**).

Oltre ai documenti sopra citati, sono state utilizzate tutte le informazioni riportate nei piani di caratterizzazione e progetti di bonifica attivati ai sensi delle normative succedutesi nel tempo e resisi disponibili agli scriventi.

Per l'inquadramento del settore di studio e l'analisi storica dei dati sono stati inoltre presi in considerazione alcuni studi geologici a carattere generale, riportati in bibliografia.

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 7/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli

	<p>ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI CONTAMINAZIONE</p> <p>LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI INQUADRAMENTO</p>	
---	--	---

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

La provincia di Brescia occupa una superficie pari a 477.749 ha, di cui 264.411 di montagna, 75.505 di collina e 137.833 di pianura.

Il settore oggetto del presente studio comprende la città di Brescia e in particolare l'area delimitata dal SIN Brescia - Caffaro, che si estende a ridosso del margine prealpino in prossimità dello sbocco in pianura della Val Trompia; la superficie del territorio comunale interessa i Fogli D5b5, D5c5, D6b1, D6b2, D6c1 e D6c2 della CTR della Regione Lombardia.

Il SIN Brescia - Caffaro è situato in sinistra idrografica del fiume Mella, nel settore occidentale della conurbazione bresciana, in una zona ad elevata urbanizzazione di tipo produttivo e residenziale **Figura 1**.

L'assetto morfologico del territorio di Brescia è quello caratteristico delle aree di pianura nelle zone prospicienti la Prealpe Lombarda, nelle quali l'azione dei ghiacciai determinò una modificazione delle strutture pre-quadernarie, con fenomeni di erosione ed escavazione profonda del preesistente substrato, a cui fece seguito la deposizione di una spessa coltre di sedimenti quadernari.

L'area di interesse è tuttavia caratterizzata dall'assenza di depositi morenici che solitamente identificano il settore pedemontano posto al passaggio tra Prealpi e alta pianura, in quanto si ubica in posizione marginale rispetto all'anfiteatro morenico del Lago d'Iseo.

Per quanto concerne il settore di pianura occupato dai depositi quadernari, in affioramento si rinviene la presenza di una coltre di depositi fluviali (fluviale Würm Auct.) che costituiscono il livello fondamentale della pianura bresciana, su cui insiste anche il SIN Brescia - Caffaro.

Tale livello costituisce un piano blandamente inclinato verso Sud, con acclività decrescente nella medesima direzione e, limitatamente alla città di Brescia, quote altimetriche variabili da Nord a Sud tra 190 e 105 m s.l.m..

Una ulteriore caratteristica morfologica del territorio è rappresentata dai rilievi formati dal substrato roccioso pre-Quadernario che nell'area affiora a ridosso della conurbazione bresciana costituendo ad est il rilievo del Monte Maddalena (circa 820 m s.l.m.) e ad ovest del Monte Picastello (circa 373 m s.l.m.).

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 8/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli

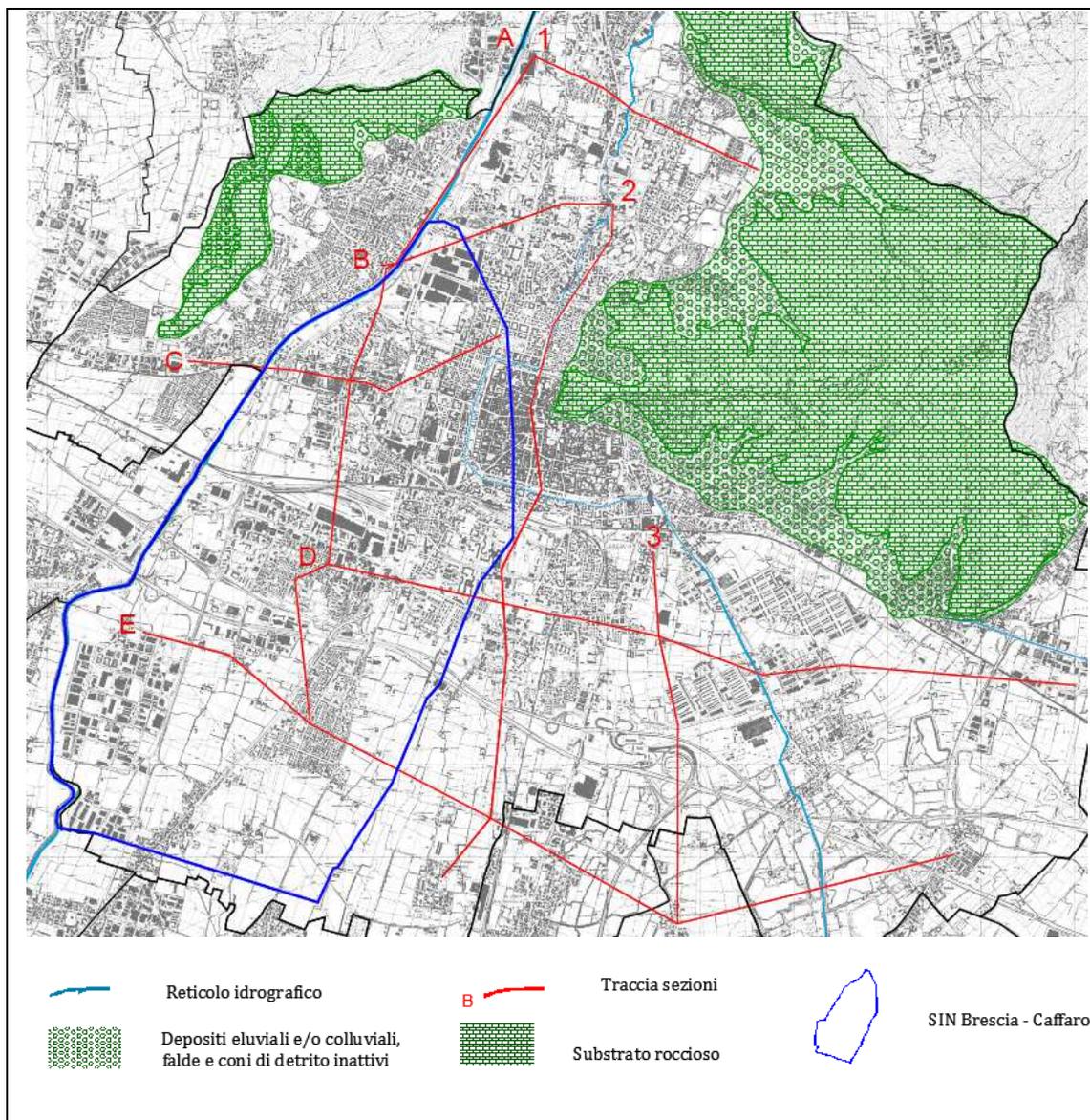


Figura 1 – Inquadramento dell'area BS002 e traccia delle sezioni idrogeologiche



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO



2.1 Idrografia

Il corso d'acqua che scorre in vicinanza del margine occidentale del SIN Brescia - Caffaro è il Fiume Mella (**Figura 1**), che riveste grande importanza per l'economia bresciana: le sue acque vengono ampiamente utilizzate a scopi industriali (nella parte centrale e meridionale della Val Trompia) e irrigui (nella bassa bresciana).

Il bacino del F.Mella è racchiuso tra la Val Camonica e gli ultimi contrafforti dell'Adamello a Nord, il bacino del F. Oglio e il lago d'Iseo ad Ovest, la Val Sabbia con il lago d'Idro ad Est, mentre a Sud si estende all'interno della Pianura Padana.

Il bacino comprende una zona montana - la Val Trompia - estesa per 48 km dal passo Maniva (1670 m s.l.m.) a Concesio (218 m s.l.m.) e una zona di pianura di più difficile delimitazione, per una superficie complessiva pari a circa 766 km², di cui circa 417 km² appartenenti al settore montano della Val Trompia.

Il fiume nasce a Collio dal gruppo del Maniva e sfocia nel fiume Oglio dopo un percorso di circa 96 km: nel tratto montuoso l'alveo del fiume si presenta abbastanza irregolare, localmente meandriforme, e scorre su un fondovalle pianeggiante intensamente antropizzato, edificato anche a ridosso dell'alveo stesso.

L'andamento pluviometrico, insieme ai fattori orografici, geologici e vegetazionali del bacino determina un regime dei deflussi di tipo prealpino, contrassegnato da due periodi di piena nella tarda primavera e in autunno, separati da un minimo invernale e da un moderato minimo estivo.

Nel suo corso il Fiume Mella è alimentato da un buon numero di affluenti che provengono dalle valli trasversali alla Val Trompia.

Il reticolo idrografico minore è composto da un insieme di torrenti ad andamento N-S provenienti dai rilievi della prealpe bresciana: per il territorio comunale di Brescia si segnala in particolare il torrente Garza, che nasce a metà strada tra Lumezzane e Agnosine e che, scorrendo attraverso la Valle del Garza, raggiunge da Nord-Est la città di Brescia e l'attraversa in tutta la sua lunghezza con un percorso misto scoperto e sotterraneo.

E' presente inoltre un sistema complesso di rogge e canali irrigui, sviluppato soprattutto nei settori più esterni contraddistinti da intensa attività agricola.

Si segnala inoltre la presenza del Naviglio di Brescia, canale derivato dal fiume Chiese che attraversa la porzione Est della città per poi lambire i comuni della bassa bresciana orientale.

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 10/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO



3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

La provincia di Brescia è caratterizzata da una notevole varietà litologica e da un'apprezzabile complessità strutturale che determinano una molteplicità di situazioni idrogeologiche.

Il territorio in esame si colloca nel Bacino Lombardo del Sudalpino, a Sud della Linea del Tonale.

Dal punto di vista strutturale, la presenza di una serie di superfici tettoniche immergenti verso nord, con inclinazione variabile, ha portato alla sovrapposizione delle unità più antiche e originariamente più profonde sulle unità più recenti.

A questo proposito, nell'area studiata è possibile individuare a grande scala i seguenti lineamenti strutturali:

- il sistema Giudicariense, costituito dalla Linea delle Giudicarie e dal fascio di faglie minori con direzione NNE – SSW
- il sistema Orobico con la linea della Val Trompia e le faglie secondarie con direzione WNW – ESE.

Le valli incise, attualmente percorse da torrenti, si sono originate in zone di debolezza a causa di faglie e/o fratture.

Nell'area di studio sono presenti unità stratigrafiche marine e continentali. In particolare, l'ossatura dei rilievi è costituita da una successione di rocce sedimentarie di età giurassica e cretacea, ben stratificate, in prevalenza di natura carbonatica, formatesi in ambiente di mare aperto, con un contenuto variabile di argilla.

Le rocce, in prevalenza di natura calcarea e calcareo-marnosa, sono talora coperte da depositi quaternari continentali legati all'azione delle acque e degli altri agenti morfogenetici.

Le rocce più antiche, che costituiscono il basamento cristallino, si rinvengono nell'alta Val Trompia e sono costituite dai Micascisti del Maniva, alla cui sommità si colloca la successione vulcano sedimentaria.

La fase tettogenetica, sviluppatasi tra il Permiano inferiore e superiore, produsse un marcato inarcamento del basamento con l'insorgere di intensi fenomeni erosivi. Lo smantellamento dei rilievi consentì la costituzione di formazioni continentali clastiche (conglomerati e arenarie prevalenti) rappresentate dalla facies del Verrucano Lombardo.

Al di sopra del Verrucano Lombardo, all'inizio del Trias, si sviluppò un ciclo sedimentario prevalentemente marino in cui i primi depositi carbonatico-terrigeni (noti come "Servino")

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 11/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli

	<p>ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI CONTAMINAZIONE</p> <p>LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI INQUADRAMENTO</p>	
---	--	---

sostituirono in modo sempre più evidente quelli continentali. Al di sopra di questi depositi si colloca la Carniola di Bovegno.

Con l'Anisico ebbe inizio la sedimentazione calcarea del ciclo mediotriassico. Le formazioni che costituiscono questo ciclo sono: Calcarea di Angolo, Calcarea di Prezzo, Formazione di Buchenstein, Formazione di Wengen, Calcarea di Esino e calcari lastriformi ("Plattenkalk" Auctt. = Calcarea metallifero).

Nel Trias superiore, ai depositi bacinali si sostituì la sedimentazione terrigena di depositi rossastri fluvio-deltizi (Arenaria di Val Sabbia) seguiti, verso l'alto, dalla Formazione di San Giovanni Bianco.

Al di sopra si trovano depositi di piattaforma carbonatica come la Dolomia Principale, del Norico.

Il Trias termina con le successioni retiche rappresentate dalle Argilliti di Riva di Solto, e dal Calcarea di Zu. Il Lias inferiore è caratterizzato dalla successione carbonatica della Corna.

Le successioni bacinali che si svilupparono al di sopra della Corna, sono rappresentate da Corso, Medolo e Formazione di Concesio, alle quali seguirono le successioni del Selcifero Lombardo, e, superiormente, della Maiolica.

La successione prosegue con depositi rappresentati dalla Scaglia Lombarda nelle facies: Scaglia Variegata e Scaglia Rossa.

3.1 Descrizione delle unità litologiche

Le unità affioranti in corrispondenza del settore esaminato possono essere preliminarmente suddivise in:

- unità del substrato roccioso pre-Quaternario;
- unità plioceniche e quaternarie a carattere sciolto o cementato.

Di seguito sono illustrate le caratteristiche litologiche salienti delle unità affioranti e di quelle presenti nel sottosuolo dell'area di Brescia, dalle più antiche alle più recenti.

Unità del Substrato roccioso pre-quaternario

Il substrato roccioso pre-quaternario è formato dalla serie mesozoica e cenozoica affiorante lungo il margine settentrionale dell'area di studio; sotto l'aspetto litologico, esso è costituito da

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 12/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO



complessi in prevalenza calcarei e calcareo marnosi. Nella zona di pianura poste in vicinanza del margine prealpino, ad eccezione delle aree poste allo sbocco delle vallate alpine, il substrato si rinviene a debole profondità (poche decine di metri), mentre procedendo verso Sud si approfondisce repentinamente al di sotto dei terreni quaternari della pianura.

Dal punto di vista idrogeologico, le unità più propriamente calcaree sono caratterizzate da una significativa circolazione idrica che si sviluppa all'interno di condotti carsici, mentre le unità a litologia prevalentemente marnosa sono perlopiù improduttive.

Unità plioceniche e quaternarie

Queste unità rappresentano i terreni depositati a partire dal Pliocene e in particolare durante durante le fasi glaciali, e interglaciali che hanno interessato il quaternario; tali depositi costituiscono delle unità morfostratigrafiche (individuate sulla base di caratteri prevalentemente morfologici) e nel settore in esame sono perlopiù rappresentate dai terreni fluvioglaciali e alluvionali che formano i terrazzi a morfologia pianeggiante.

Nell'ambito dei terreni quaternari i litotipi affioranti e presenti nel sottosuolo possono essere così suddivisi (dal più antico al più recente):

- Argille villafranchiane;
- Ceppo Lombardo e facies conglomeratiche analoghe;
- Fluvioglaciali antichi Mindel e Riss;
- Fluvioglaciali del Würm;
- Alluvioni recenti a attuali.

Argille Villafranchiane – Costituiscono un'unità che viene rinvenuta unicamente nel sottosuolo, costituita da limi, limi sabbiosi e argillosi di colore grigio azzurro, talora fossiliferi, di origine lacustre e/o palustre, con intercalazioni sabbioso-ghiaiose di forma lenticolare.

Sotto l'aspetto idrogeologico l'unità villafranchiana riveste notevole importanza in quanto, per la sua scarsa permeabilità, sostiene la falda contenuta nel primo acquifero.

In corrispondenza della città di Brescia è possibile rinvenire i depositi villafranchiani a una profondità media di circa 70-80 m dal p.c., mentre vengono raggiunti a debole profondità in prossimità dei colli isolati della pianura (es. Capriano, Castenedolo), in ragione dell'innalzamento connesso a motivi tettonici.

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 13/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO



Conglomerati tipo "Ceppo Lombardo" - A tetto dell'Unità villafranchiana, oppure a diretto contatto con il substrato roccioso in prossimità del margine prealpino, la maggior parte dei pozzi della città di Brescia rinvencono nel sottosuolo depositi grossolani in parte cementati (conglomerati, ghiaie, sabbie e sottili intercalazioni lentiformi di arenaria), ricollegabili agli effetti degli scaricatori glaciali pre-würmiani, che per analogia litologica si possono ricondurre al "Ceppo Lombardo".

Nell'area di Brescia all'interno di questa unità si possono individuare importanti livelli acquiferi che, in ragione dell'elevato grado di fratturazione e/o della presenza di livelli ghiaiosi, costituiscono un serbatoio di significativa potenzialità idrica.

In corrispondenza del settore occidentale della città di Brescia, una parte dei depositi conglomeratici presenti nel sottosuolo sarebbe ascrivibile al "paleoalveo" del F. Mella, che "inciderebbe" localmente la sottostante Unità villafranchiana.

Fluvioglaciali Mindel e Riss - I depositi attribuiti al Mindel e al Riss affiorano estesamente nel vicino anfiteatro morenico del Garda.

Nell'area in esame, sebbene con qualche incertezza, verrebbero attribuiti a queste unità alcuni sedimenti localmente rinvenibili nel sottosuolo formati da ghiaie e sabbie in abbondante matrice limoso-argillosa rossastra.

Più verosimilmente, in ragione della loro litologia a prevalenza sabbioso-ghiaiosa, queste unità non risultano sempre distinguibili dal sovrastante Fluvioglaciale Würm al quale vengono frequentemente accorpati.

Fluvioglaciale Würm - Sono rappresentati dai terrazzi fluvioglaciali del "Diluvium recente" che costituisce l'unità morfostratigrafica rappresentata dal "livello fondamentale della pianura".

Da un punto di vista litologico questi depositi sono rappresentati da ciottoli, ghiaie e sabbie con scarse intercalazioni argillose; lo strato d'alterazione superficiale è limitato ai primi 2 m ed è costituito da suoli ad evoluzione poco spinta di colore bruno.

La prevalenza di litotipi ghiaioso-sabbiosi conferisce buone caratteristiche di permeabilità superficiale all'unità favorendo la ricarica dei corpi idrici sotterranei ad opera delle acque meteoriche e di ruscellamento.

Alluvioni recenti e attuali - Questi depositi formano affioramenti di estensione areale e verticale eterogenea strettamente connessi all'alveo della rete idrografica attuale, individuando pertanto zone di infiltrazione preferenziale delle acque superficiali nel sottosuolo.

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 14/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO



La loro costituzione litologica può variare dai ciottoli, alle ghiaie e sabbie, fino alle sabbie limose e ai limi argillosi, in relazione alle locali variazioni della capacità di trasporto dei singoli corsi d'acqua. Tali depositi si presentano generalmente sciolti, per nulla o poco alterati in superficie e affiorano soprattutto lungo il corso del Fiume Mella.

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 15/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli

	<p>ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI CONTAMINAZIONE</p> <p>LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI INQUADRAMENTO</p>	
---	--	---

4. STRUTTURA IDROGEOLOGICA DEL SOTTOSUOLO

Nei suoi lineamenti fondamentali, la struttura idrogeologica dell'area bresciana è nota nei suoi caratteri fondamentali in ragione dei numerosi studi effettuati da vari autori.

Le caratteristiche principali del sottosuolo evidenziano il progressivo affinamento dei caratteri litologici all'aumentare della profondità e una marcata e generale riduzione della granulometria procedendo verso Sud.

Per la ricostruzione della geometria e dei rapporti tra i diversi acquiferi presenti nel sottosuolo dell'area in oggetto possono essere adottati criteri distintivi basati sull'identificazione di "unità idrogeologiche", che sono contraddistinte da un'associazione di litotipi che presentano caratteri simili per circolazione idrica sotterranea, rapporto di alimentazione-deflusso delle falde e disposizione geometrica rispetto agli altri acquiferi.

In generale nel settore della pianura bresciana occupato dal capoluogo di Provincia il sottosuolo è contraddistinto da una discreta omogeneità strutturale e le principali caratteristiche litologiche e idrogeologiche si rinvengono con buona continuità areale.

A partire dal piano campagna e sino ad una massima profondità di circa 200 m, è possibile identificare, dal basso verso l'alto, le seguenti unità idrogeologiche:

- *unità ghiaioso-sabbiosa (fluviale Würm Auct. e localmente anche Mindel e Riss);*
- *unità conglomeratica (Ceppo Lombardo Auct.);*
- *unità argilloso-sabbiosa (Villafranchiano Auct.).*

I rapporti geometrici tra queste unità sono rappresentate nella **Figura 2** tratta da Francani V. et al., "Studio idrogeologico del Comune di Brescia" (1999).

Secondo la terminologia introdotta da studi più recenti (AAVV, "Geologia degli acquiferi padani della Regione Lombardia, Regione Lombardia", Gennaio 2002), alle suddette unità idrogeologiche corrisponderebbero le seguenti unità idrostratigrafiche:

- *unità ghiaioso-sabbiosa - Gruppo Acquifero A (Pleistocene Medio e Sup.);*
- *unità conglomeratica - Gruppo Acquifero B (Pleistocene Medio);*
- *unità argilloso-sabbiosa - Gruppi Acquiferi C e D (Pleistocene Medio e Inf.).*

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 16/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli

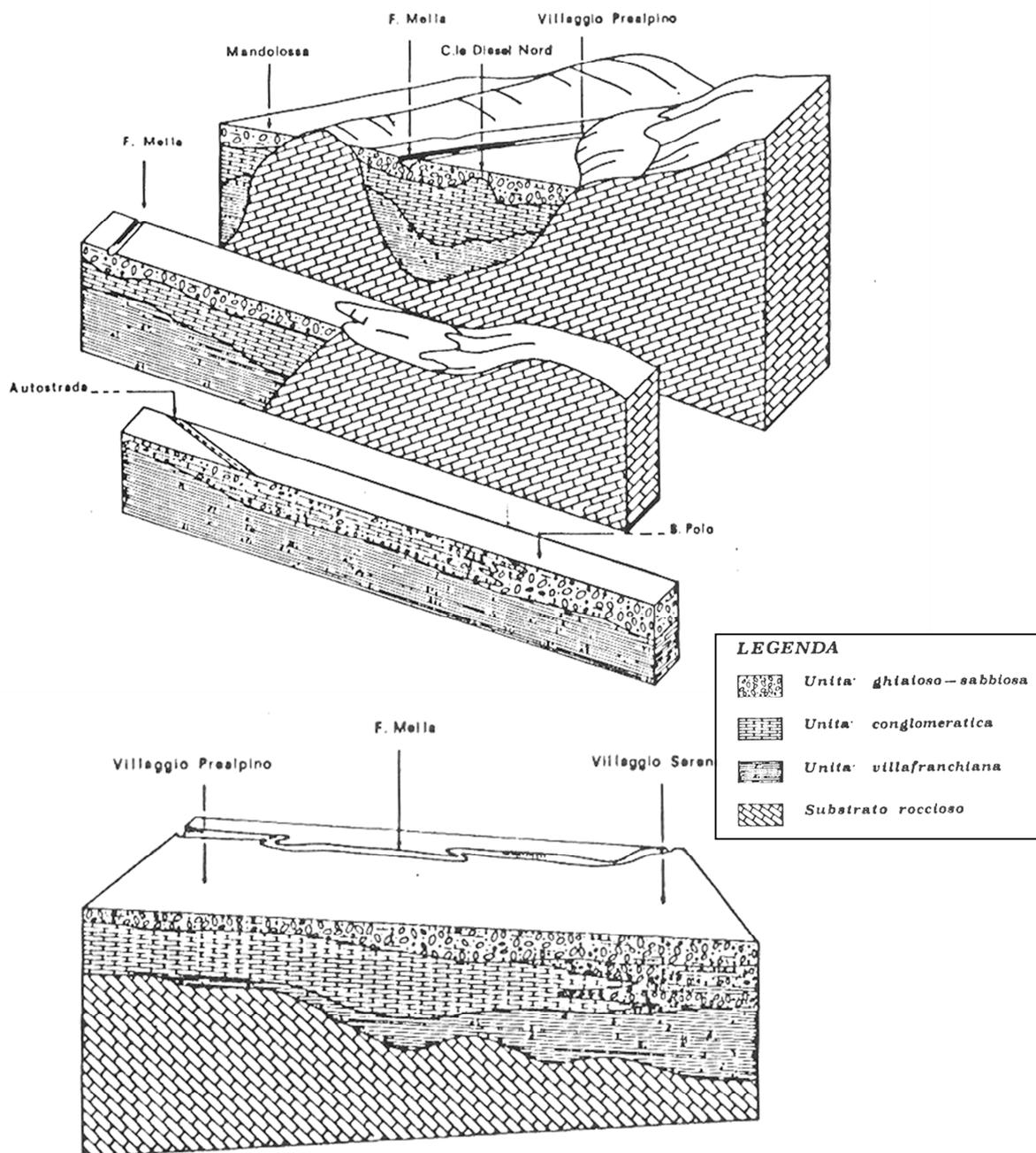


Figura 2 – Struttura idrogeologica dell'area bresciana (tratta da Francani V. et al., 1999)

	<p>ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI CONTAMINAZIONE</p> <p>LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI INQUADRAMENTO</p>	
---	--	---

I tratti filtranti della maggior parte dei pozzi presenti nel settore di studio sono ubicati all'interno dell'unità conglomeratica e, nel caso dei pozzi più profondi, dell'unità argilloso-sabbiosa.

Per ricostruire con maggior dettaglio la struttura idrogeologica degli acquiferi presenti nell'area in esame, sono state elaborate 8 sezioni idrogeologiche, riportate in **Figura 3 ÷ Figura 10** e in **Allegato 1**; la traccia delle sezioni è riportata in **Figura 1**.

Le sezioni 1, 2 e 3 sono tracciate con direzione Nord-Sud, concorde con lo sviluppo della conoide del Fiume Mella; le sezioni A, B, C, D ed E sono tracciate con direzione Est-Ovest, trasversale allo sviluppo della conoide, a partire dalla zona apicale al confine con Concesio fino al settore meridionale della città di Brescia.

L'unità ghiaioso-sabbiosa costituisce il sottosuolo della città di Brescia sino ad una profondità media di circa 30 m dal p.c..

Sotto l'aspetto litologico essa forma un complesso di natura discretamente omogenea, contraddistinta dalla prevalenza di terreni ghiaioso-sabbiosi; solo localmente (soprattutto alla base dell'unità a profondità di circa 20-30 m) si hanno livelli e lenti limoso-argillose attribuibili dal punto di vista litostratigrafico alle unità fluvioglaciali più antiche (Mindel e Riss).

Si prendano ad esempio le sezioni C e D, orientate in direzione E-W e ricostruite rispettivamente all'altezza e a valle del comparto Caffaro: è possibile notare che l'unità ghiaioso-sabbiosa mantiene costante il suo spessore intorno a valori di circa 30 m; solo localmente si possono osservare ispessimenti verosimilmente connessi alla presenza di paleovalvei.

Nel settore più a Nord (sezioni A e B) lo spessore si presenta invece mediamente pari a 40 m. Le variazioni di spessore dell'unità ghiaioso-sabbiosa sono visibili anche sulle sezioni longitudinali più estese (sezioni 1 e 2), che nel settore meridionale a Sud del tracciato autostradale mostrano un incremento dello spessore dell'unità fino a circa 50 m (vedi anche sezioni D ed E).

Essendo caratterizzata da una permeabilità piuttosto elevata, consente la ricarica degli acquiferi da parte delle acque meteoriche e incanalate.

La sottostante unità conglomeratica si rinviene a profondità comprese tra circa 30 e 90 m dal piano campagna; essa è formata da conglomerati e arenarie passanti a ghiaie e sabbie, laddove minore è il grado di cementazione, con frequenti intercalazioni limoso-argillose con

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 18/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO



spessore generalmente variabile tra 5 e 10 m. Generalmente dette intercalazioni non sono arealmente molto estese se non nel settore meridionale del territorio comunale.

Le sezioni 1, 2 e 3, orientate circa N-S e sviluppate dall'apice della conoide fino alla zona Sud del territorio comunale, evidenziano che lo spessore di questa unità tende a ridursi notevolmente procedendo verso il settore meridionale. Questo andamento è particolarmente visibile nella sezione 2 che mostra, in prossimità del settore Nord della città (pozzo 400) la presenza di un rilevante spessore (oltre 200 m) di litotipi conglomeratici (vedi anche sezione B trasversale). In questo settore apicale della conoide del Mella si è infatti in presenza di un monostrato acquifero indifferenziato. Solo a Sud di questo settore, all'altezza dei pozzi n. 43 (sezione 2) e n.129 (sezione 1) inizia a comparire anche la sottostante unità argilloso-sabbiosa.

La tendenza alla riduzione dello spessore dell'unità conglomeratica procedendo verso Sud, viene confermata anche dal confronto tra le sezioni C, D ed E, orientate in direzione E-W: nella sezione C, posta più a Nord, all'altezza del comparto Caffaro, lo spessore dell'unità conglomeratica presenta uno spessore medio di circa 50 – 60 m, mentre lungo la sezione D, posta più a Sud rispetto alla precedente, si ha uno spessore di circa 30-35 m (pozzi 17 e 63) che tende a ridursi ulteriormente nel settore orientale della città dove presenta valori di circa 10 m (pozzi 28 e 29); la sezione E mostra spessori variabili tra circa 20 e 30 m.

L'unità in esame costituisce la roccia serbatoio dell'acquifero principale e maggiormente produttivo presente nel settore di indagine, sfruttato dalla maggior parte dei pozzi.

I livelli limoso-argillosi posti a differente profondità entro l'acquifero conglomeratico determinano una compartimentazione del serbatoio acquifero, ma data la loro insufficiente estensione areale la falda in esso contenuta assume solo localmente carattere semiconfinato mantenendo perlopiù i caratteri di una falda libera, presentando un basso grado di protezione nei riguardi degli inquinamenti provenienti dalla superficie.

L'*unità conglomeratica* poggia su un complesso di depositi formanti l'*unità argilloso-sabbiosa* (Villafranchiano Auct.), che si rinvergono sino alla profondità massima di 170-200 m raggiunta dai pozzi per acqua perforati in corrispondenza della città di Brescia.

Il complesso in oggetto è costituito da sedimenti a prevalente litologia limoso-argillosa, con fossili, ai quali si intercalano livelli sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi di discreta continuità laterale ma di spessore generalmente limitato e non superiore a 8-10 m.

Il tetto dell'unità viene rinvenuto a profondità variabili in ragione dei fenomeni erosivi che si sono verificati successivamente alla deposizione: procedendo da Nord a Sud nel settore

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 19/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE

LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO



prossimale al corso del Fiume Mella (sezione 1), è visibile un primo approfondimento in corrispondenza dell'area Caffaro (pozzi n. 1, 2, 5, 7) laddove viene rilevata a una profondità variabile tra 80 e 100 m circa (vedi anche sezione C trasversale); continuando ancora verso Sud si assiste a un nuovo innalzamento del tetto dell'unità, rinvenibile mediamente a 70 m dal p.c., che mantiene una morfologia complessa raggiungendo minimi di profondità di circa 50 m dal p.c. nel settore centro orientale (sezione D).

L'unità villafranchiana è caratterizzata da un andamento opposto rispetto alla precedente unità conglomeratica, in quanto presenta un incremento di spessore procedendo da Nord verso Sud.

La sezione 2 e la sezione B mostrano inoltre come l'unità in oggetto non sia presente nel settore apicale della conoide del Mella (pozzo n. 400) e si rinvenga solo a partire dal pozzo n. 43, in corrispondenza del quale lo spessore totale non è tuttavia quantificabile in ragione della limitata profondità del pozzo.

Per quanto concerne i caratteri idrogeologici, i livelli più grossolani intercalati ai depositi argillosi formano un complesso di acquiferi (denominati anche acquiferi profondi) che contengono falde confinate, separate dalla superficie e dalla falda soprastante da continui livelli limoso-argillosi di spessore cospicuo: anche questi livelli vengono sfruttati da pozzi sia privati che a scopo acquedottistico e presentano uno spessore complessivo generalmente inferiore a 10 m.

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 20/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO

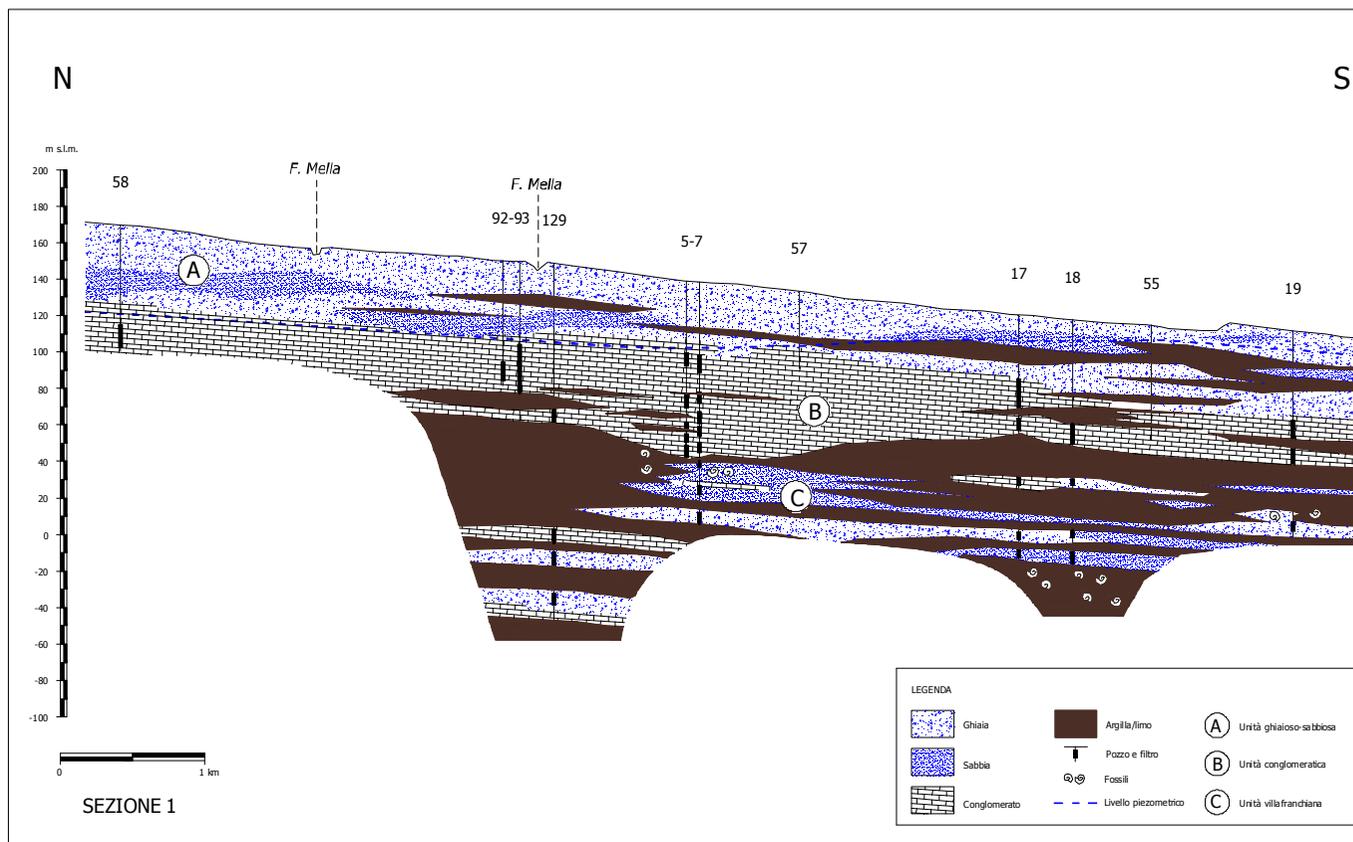


Figura 3 - Sezione idrogeologica N-S - Settore Ovest comune di Brescia (sezione 1)

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 21/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO

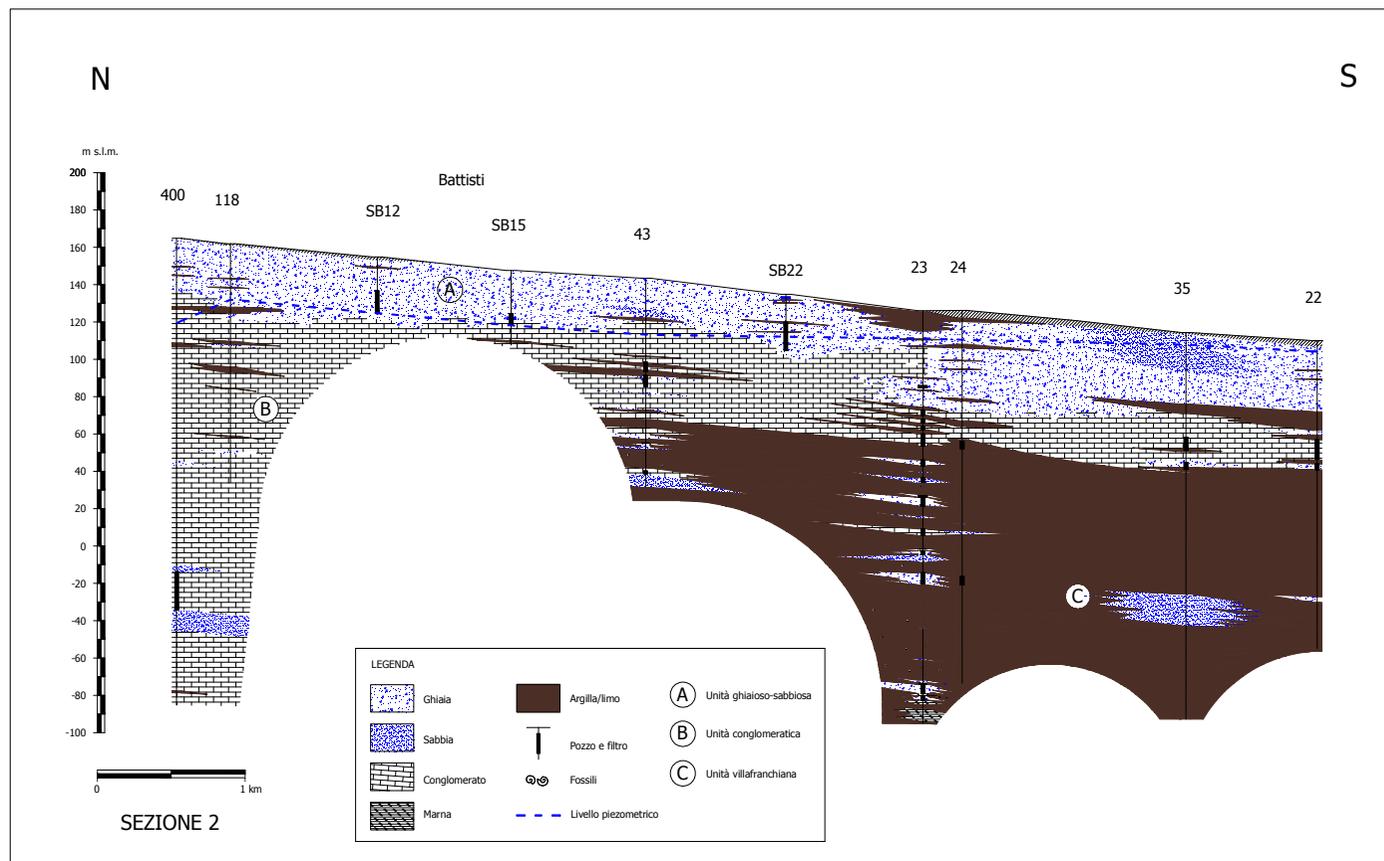


Figura 4 - Sezione idrogeologica N-S - Settore centrale comune di Brescia (sezione 2)

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 22/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli

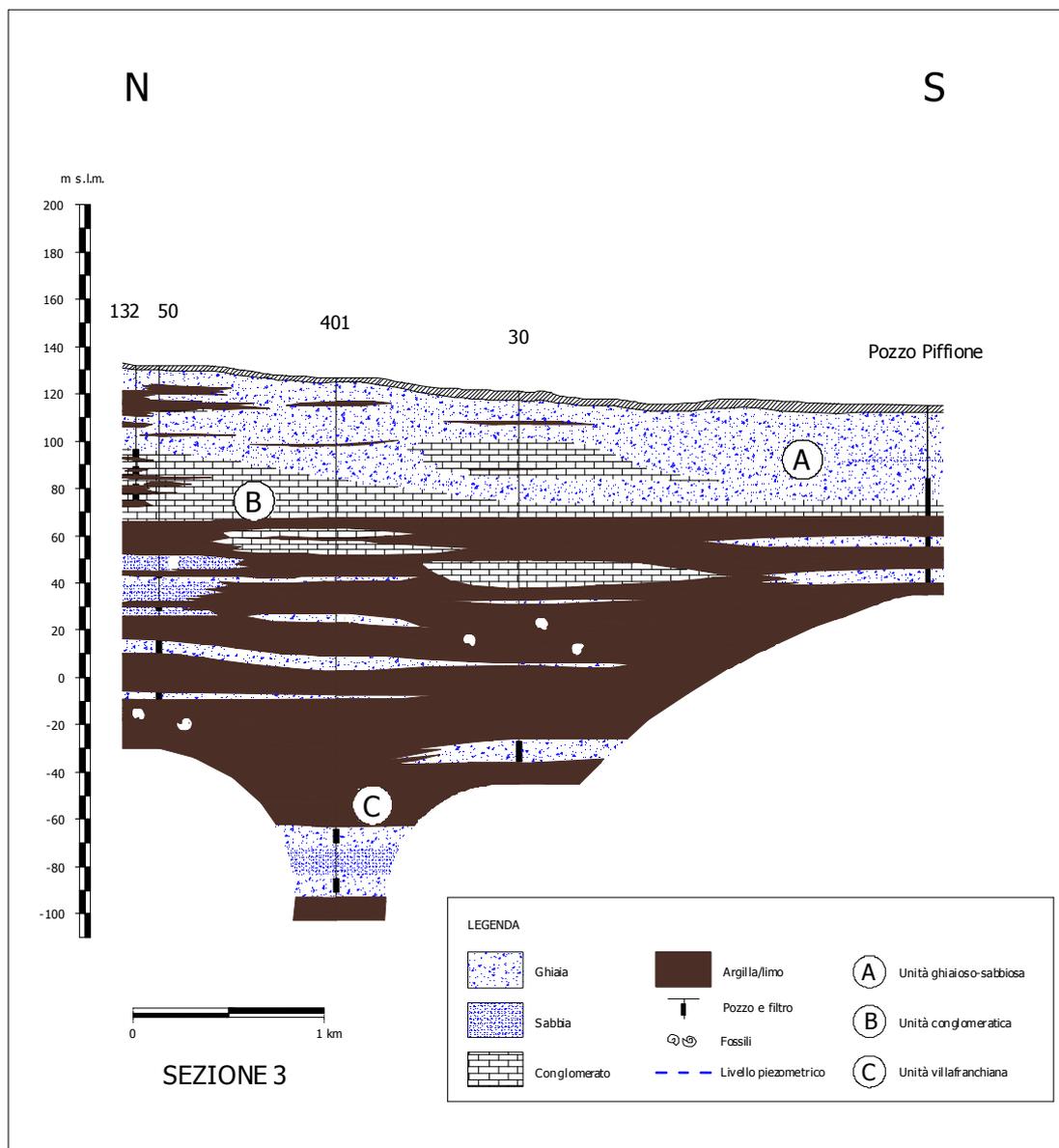


Figura 5 - Sezione idrogeologica N-S - Settore Est comune di Brescia (sezione 3)



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO

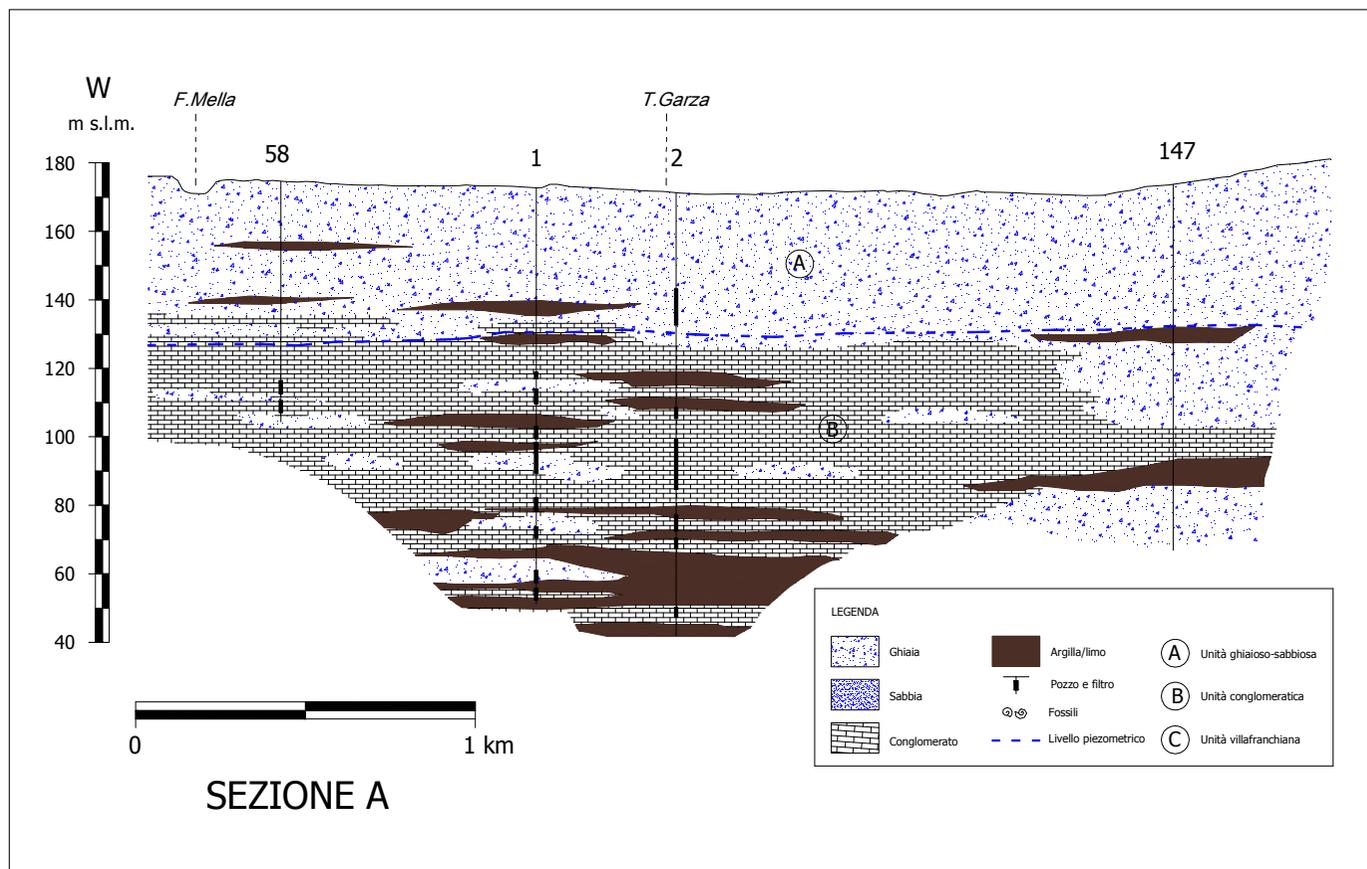


Figura 6 - Sezione idrogeologica W-E (sezione A)

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 24/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A. Cantoni	Approvato: M. Nespoli

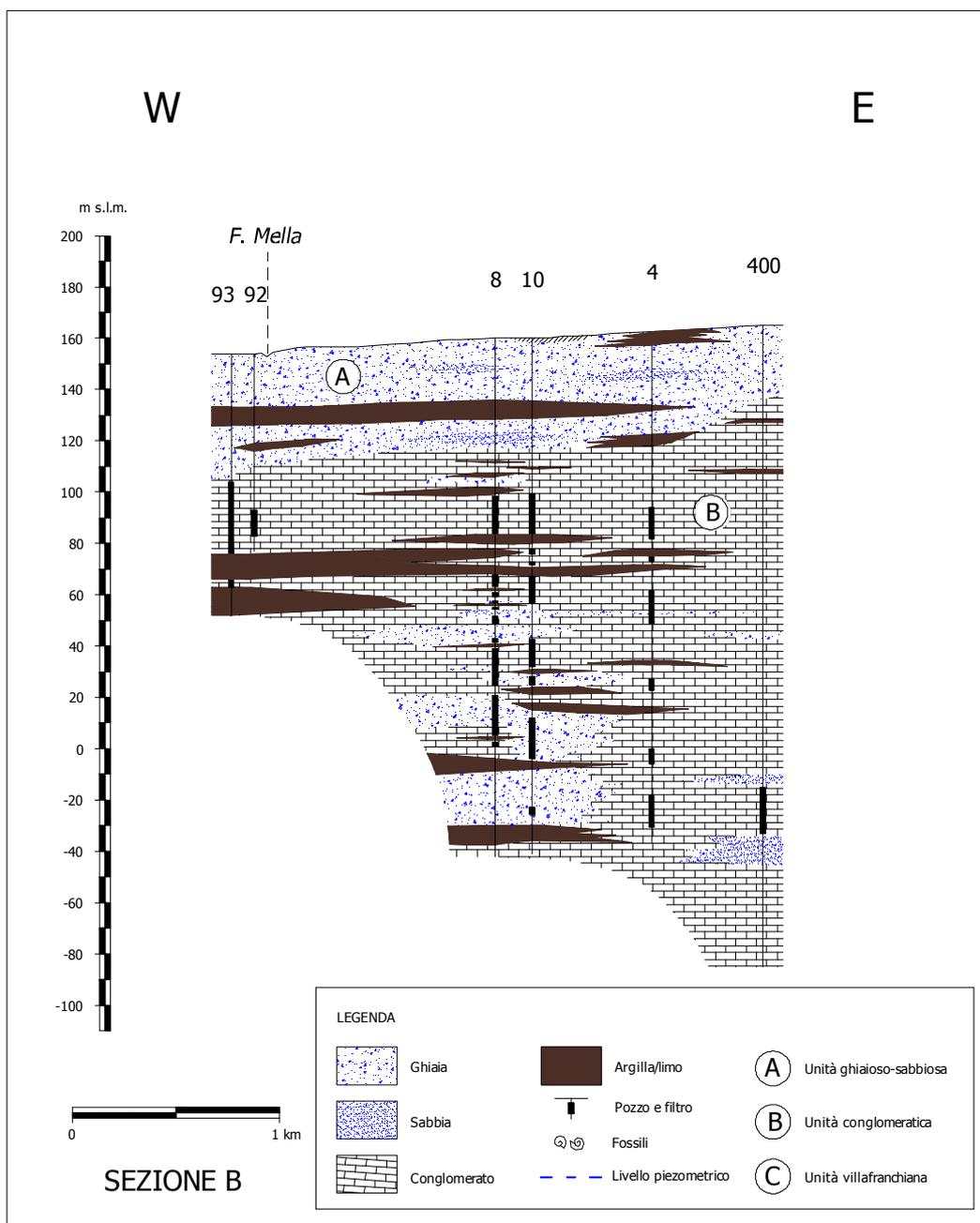


Figura 7 - Sezione idrogeologica W-E (sezione B)

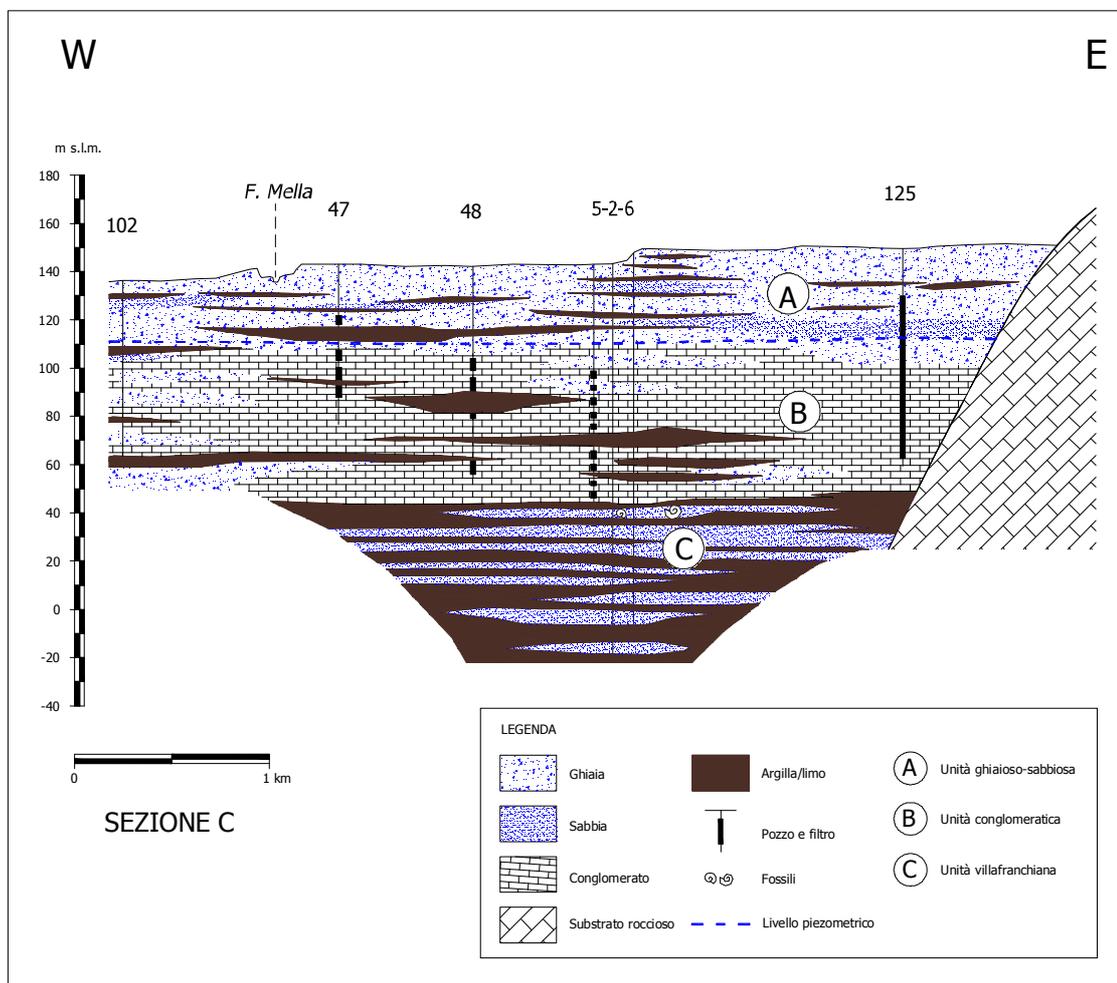


Figura 8 - Sezione idrogeologica W-E (sezione C)



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO

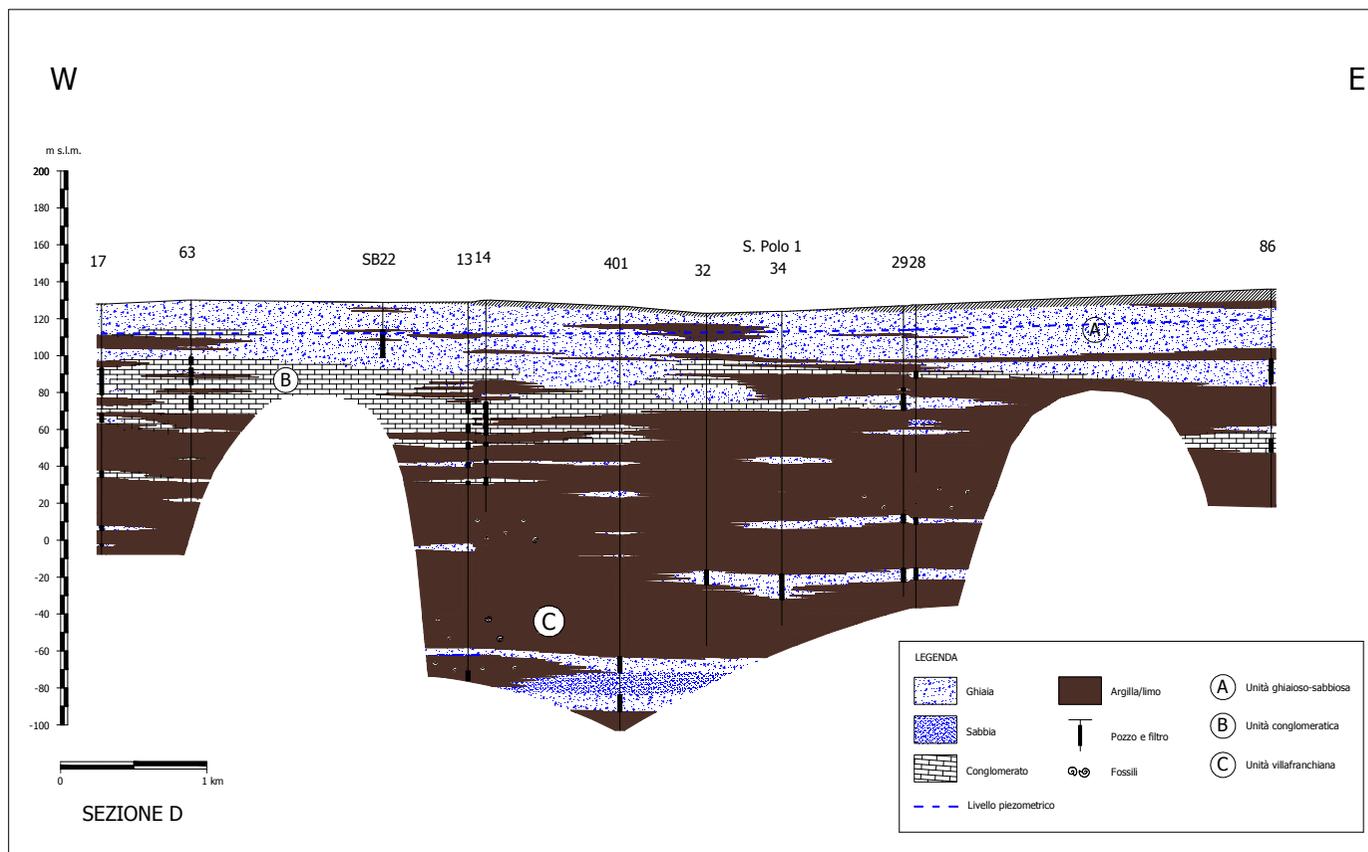


Figura 9 - Sezione idrogeologica W-E (sezione D)

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 27/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO

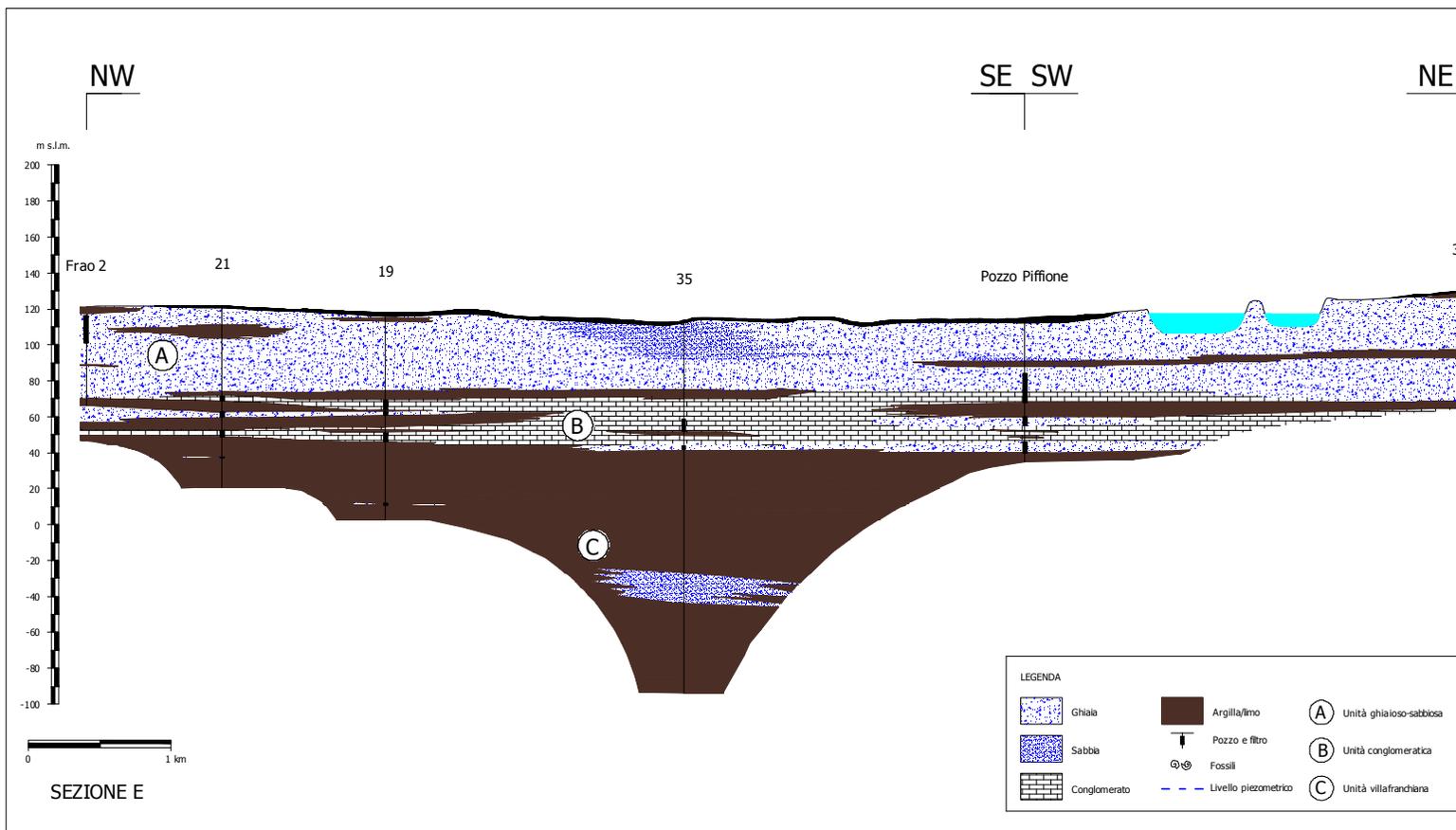


Figura 10 - Sezione idrogeologica N-S (sezione E)

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 28/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A. Cantoni	Approvato: M. Nespoli

	<p>ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI CONTAMINAZIONE</p> <p>LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI INQUADRAMENTO</p>	
---	--	---

4.1 Caratteri geometrico-strutturali degli acquiferi

Attraverso l'esame dei dati stratigrafici reperiti per un intorno significativo della città di Brescia è stata caratterizzata la geometria delle strutture acquifere presenti nel sottosuolo.

In particolare vengono di seguito presentate e descritte le seguenti elaborazioni, tratte dallo studio "Analisi dell'interferenza tra il tracciato della Metropolitana leggera "Metrobus Brescia" e la falda" (EG, 2005):

- base dell'acquifero monostrato (ghiaioso-sabbioso e conglomeratico) (**Figura 11**);
- spessore saturo dell'acquifero monostrato (ghiaioso-sabbioso e conglomeratico) (**Figura 12**);
- spessore dell'acquifero profondo sabbioso-argilloso (**Figura 13**).

4.1.1 Base dell'acquifero monostrato (ghiaioso-sabbioso e conglomeratico)

Alla scala dell'areale investigato la base dell'acquifero monostrato mostra un generale approfondimento verso Sud-Est, con un'inclinazione mediamente compresa tra 0.5 e 1%.

Nel settore più settentrionale, all'imbocco della Val Trompia, lo spessore del primo acquifero raggiunge profondità molto elevate in ragione del fatto che in questo settore si ha un monostrato acquifero che si estende, praticamente senza soluzione di continuità, sino a oltre 150 m di profondità, come evidenziato dalle stratigrafie dei pozzi delle centrali ASM di S. Bartolomeo, Nord e S. Donino.

Solo a Sud di questi campi acquedottistici, i dati stratigrafici mettono in evidenza la presenza di un orizzonte argilloso che separa l'unità conglomeratica dalla sottostante unità villafranchiana.

La morfologia della base è abbastanza regolare, sebbene nel settore centrale sia evidente una dorsale allungata in direzione Sud-Ovest, con limite identificato approssimativamente dall'isolinea 60 m s.l.m..

Lungo il margine prealpino la base del primo acquifero si rileva a una quota di circa 80 m s.l.m. e si approfondisce verso Sud fino a quote di circa 40-45 m s.l.m. all'altezza dei pozzi acquedottistici Sereno, Folzano e Fornaci.

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 29/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli

	<p>ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI CONTAMINAZIONE</p> <p>LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI INQUADRAMENTO</p>	
---	--	---

4.1.2 Spessore saturo dell'acquifero monostrato (ghiaioso-sabbioso e conglomeratico)

L'elaborato relativo allo spessore saturo dell'acquifero monostrato è stato ottenuto dalla differenza tra la quota della superficie piezometrica ricostruita per il mese di Maggio 2001 e quella della base del primo acquifero sopra descritta.

La ricostruzione riflette, nelle sue linee principali, l'andamento descritto per la base del primo acquifero.

Mediamente nell'area investigata si osservano spessori saturi compresi tra circa 10 e 85 m; i valori minimi si osservano in corrispondenza del margine prealpino dove lo spessore saturo può essere anche di pochi metri e verso Sud si incrementano fino a raggiungere valori di circa 65 m in corrispondenza dei pozzi acquedottistici Lamarmora, Folzano, Sereno e Fornaci.

4.1.3 Spessore dell'acquifero profondo (sabbioso-argilloso)

Lo spessore del secondo acquifero presenta valori compresi tra 0 e 100 m che, in linea di massima, tendono a diminuire spostandosi verso Sud; in particolare, è possibile notare valori minimi presso la centrale Fornaci, e valori massimi nell'area centro-settentrionale, in corrispondenza della centrale acquedottistica S. Donino; in quest'ultimo caso si tratta tuttavia di valori solo ipotetici, in quanto valgono le medesime considerazioni già effettuate per la base dell'acquifero monostrato.

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 30/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli

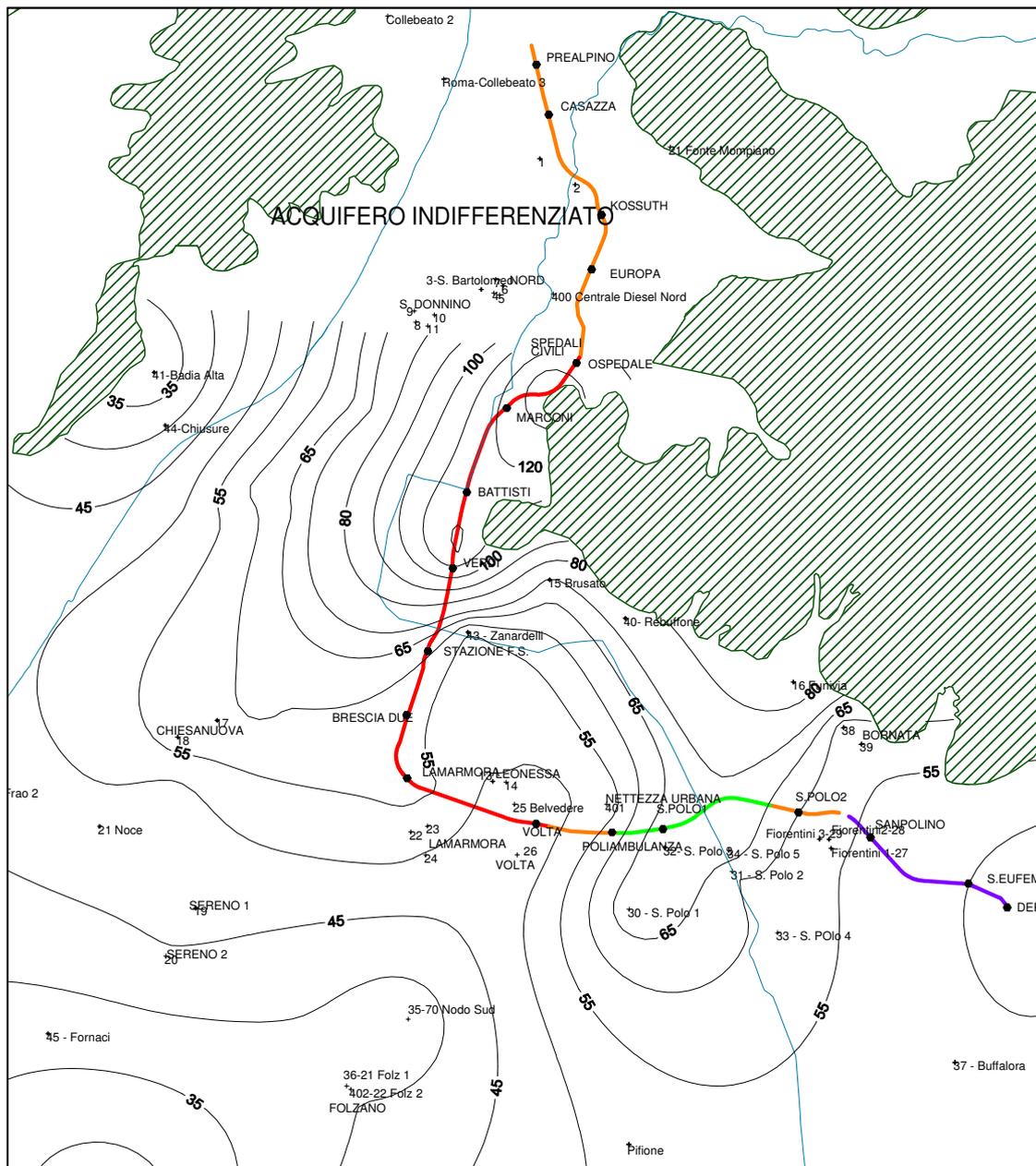


Figura 11 - Andamento della base dell'acquifero monostrato ghiaioso-sabbioso e conglomeratico (m s.l.m.) nella città di Brescia

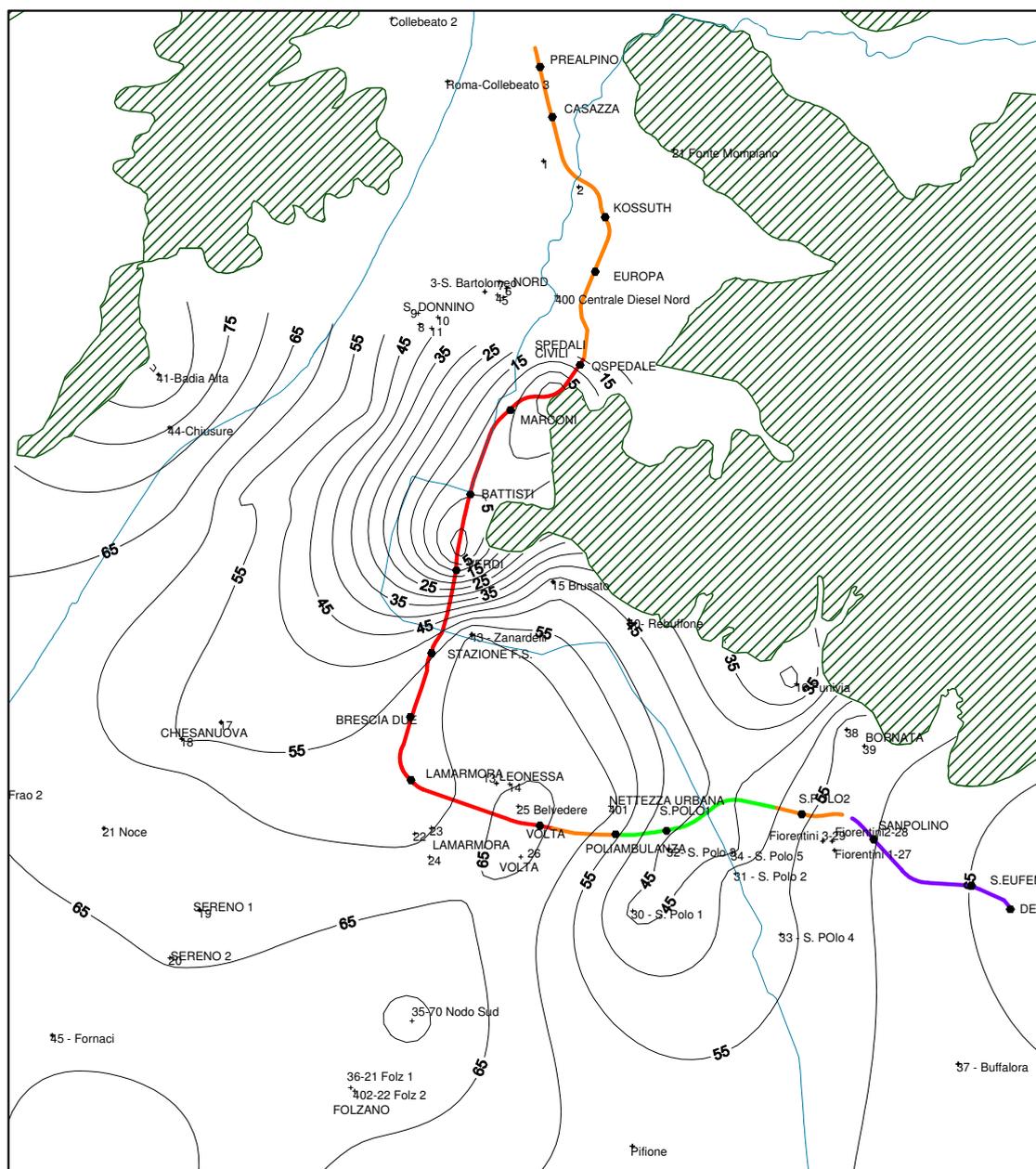


Figura 12 - Andamento dello spessore saturo dell'acquifero monostrato ghiaioso-sabbioso e conglomeratico (m) nella città di Brescia

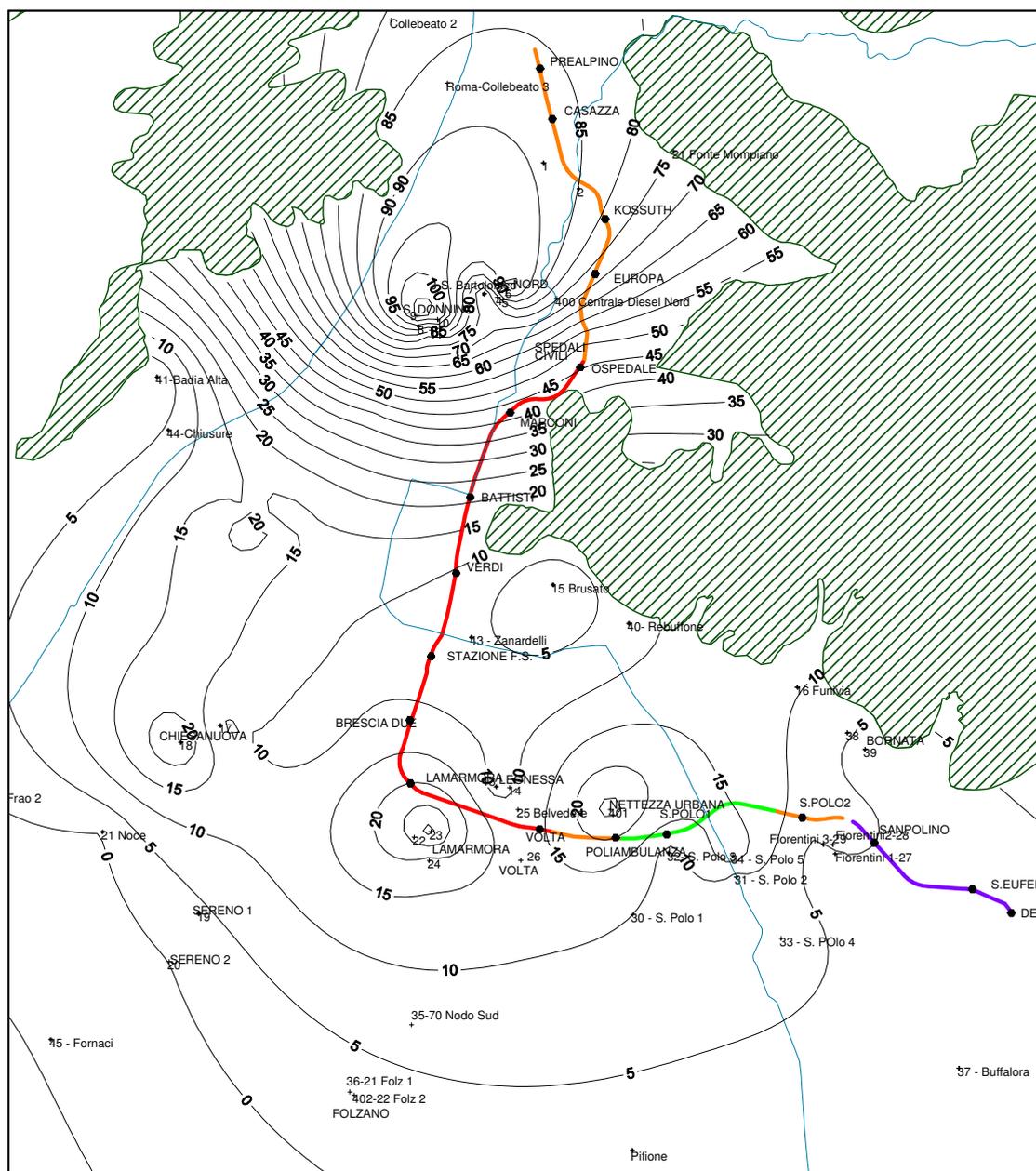


Figura 13 - Andamento dello spessore dell'acquifero profondo sabbioso-argilloso (m) nella città di Brescia



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO



5. CARATTERISTICHE CLIMATOLOGICHE

Per definire le caratteristiche termometriche e pluviometriche dell'area di intervento sono stati analizzati i dati storici relativi alla Stazione di Brescia del Servizio Idrografico del Po (dati termometrici periodo 1930-1973) e alla stazione dell'Istituto Tecnico Agrario G.Pastori di Brescia (dati pluviometrici periodo 1950-2004); la serie storica è stata poi integrata con i dati relativi al periodo più recente (decennio 2004-2013) riferiti alla stazione ARPA Itas Pastori di Brescia.

Poiché il periodo di misurazione abbraccia un arco temporale sufficientemente ampio, si ritiene che l'analisi delle condizioni termometriche e pluviometriche dell'area sia significativa per le finalità dell'indagine.

5.1 Termometria

L'analisi del regime termico riveste importanza nella valutazione del bilancio idrico dell'area poiché influisce sull'evapotraspirazione.

L'analisi termometrica relativa alla serie storica di registrati alla stazione di Brescia del Servizio Idrografico del Po nel periodo 1930-1973 ha permesso di calcolare una temperatura media annua pari a 13.7 °C. La temperatura media mensile manifestava un andamento unimodale con valori massimi in corrispondenza del mese di luglio (24.7 °C) e minimi nel mese di gennaio (1.8 °C), con una escursione termica annua pari a circa 23 °C.

L'analisi termometrica relativa al periodo più recente (2004-2013), condotta sulla serie di dati registrati alla stazione ARPA Itas Pastori di Brescia ha mostrato una temperatura media annua analoga alla precedente (13.7 °C) (**Figura 14**). La temperatura media mensile presenta il medesimo andamento unimodale, ma con massimi nel mese di agosto (27.6 °C) e minimi nel mese di dicembre (0.5 °C), con una escursione termica annua pari a circa 27 °C (**Figura 15**).

Alla luce delle elaborazioni condotte sia per la serie storica sia per il decennio più recente, applicando la classificazione proposta da Koppen (1931) l'area presenta caratteristiche tipiche della Pianura Padana in quanto interessata da clima "temperato subcontinentale" (tipo "C" di Koppen) in ragione di:

- una temperatura media annua fra 10 e 14.4 °C;
- una temperatura media del mese più freddo fra -1 e 3.9 °C;

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 34/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO



- un periodo variabile da 1 a 3 mesi con temperatura media di 20 °C;
- una escursione termica annua superiore a 19 °C.

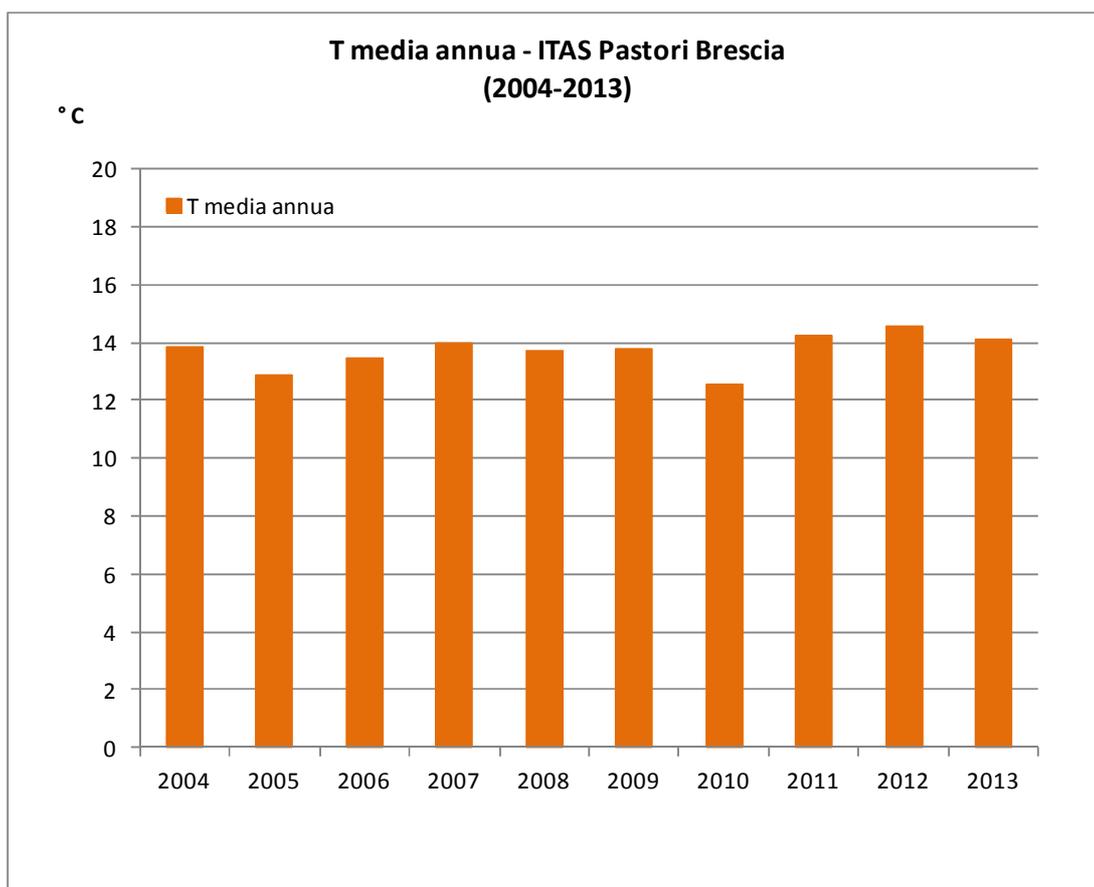


Figura 14 - Valori di temperatura media annua - Stazione ARPA Itas Pastori (2004÷2013)

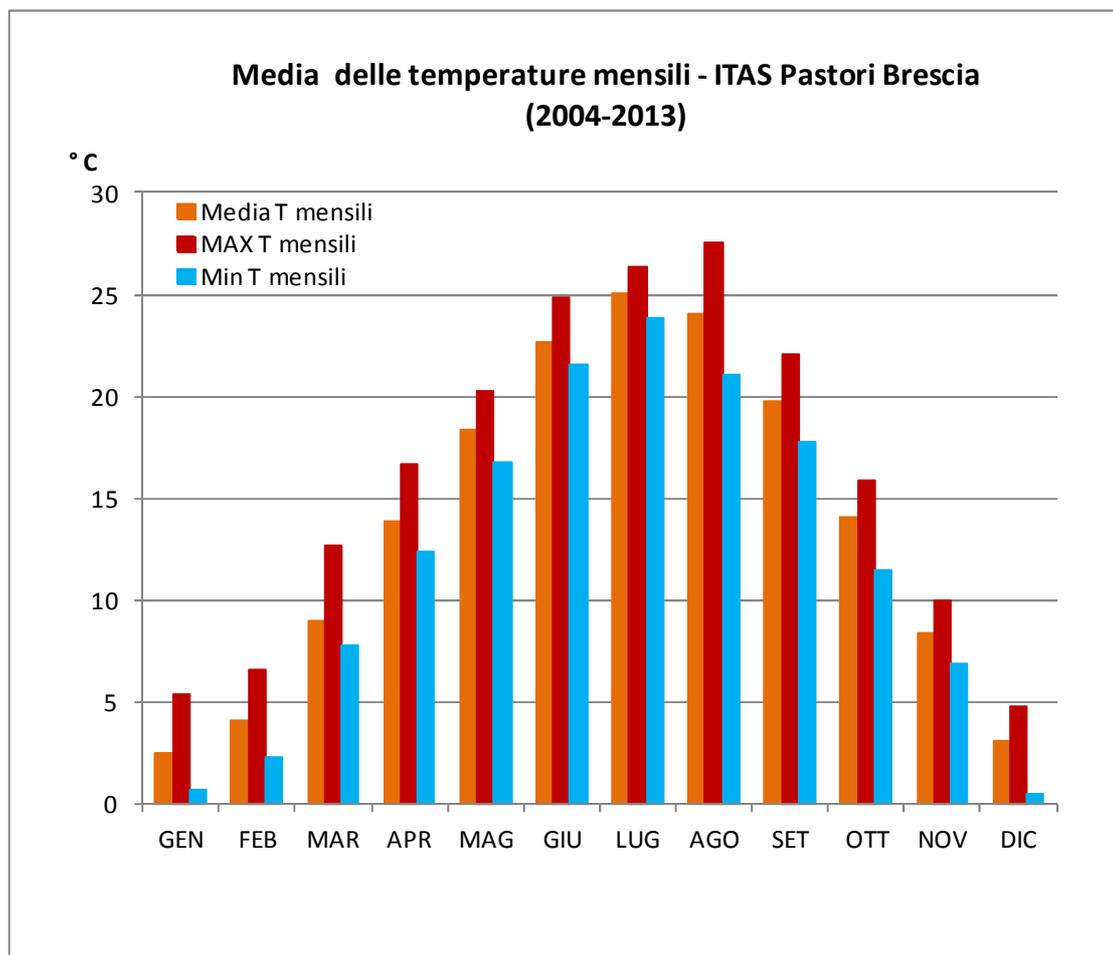


Figura 15 - Valori medi di temperatura mensile - Stazione ARPA Itas Pastori (2004÷2013)

5.2 Pluviometria

Le precipitazioni costituiscono una caratteristica climatica molto importante in quanto determinano la disponibilità idrica di un territorio.

In base a dati bibliografici riferiti al periodo 1950-2004 relativi alla Stazione dell'Istituto Tecnico Agrario G.Pastori di Brescia, il regime pluviometrico annuale presentava un valore medio di 1002 mm, con massimi in corrispondenza degli anni 1951 (1571.8 mm), 1959 (1489.8 mm) e 1960 (1448.2 mm) e minimi negli anni 1944 (586 mm), 1983 (630.5 mm) e 2003 (637.3 mm).



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO



Il regime pluviometrico mensile aveva evidenziato valori massimi nel mese di ottobre (339.5 mm) e minimi nei mesi di gennaio e febbraio (0.9 e 1.2 mm).

Secondo quanto emerso dall'analisi dei dati più recenti relativi al periodo 2004-2013, registrati alla stazione ARPA Itas Pastori di Brescia, il regime pluviometrico annuale (**Figura 16**) presenta un analogo valore medio (1002 mm), con un massimo in corrispondenza del 2010 (1447 mm) e un minimo nel 2007 (756 mm).

Il regime pluviometrico mensile (**Figura 17**) evidenzia un andamento generalmente caratterizzato da due massimi di precipitazione in corrispondenza del trimestre autunnale (media trimestrale pari a circa 95 mm) e del mese di maggio (con massimo assoluto di 261 mm nel mese di maggio 2010). I mesi mediamente più siccitosi sono risultati quelli invernali (52 mm in media a gennaio).

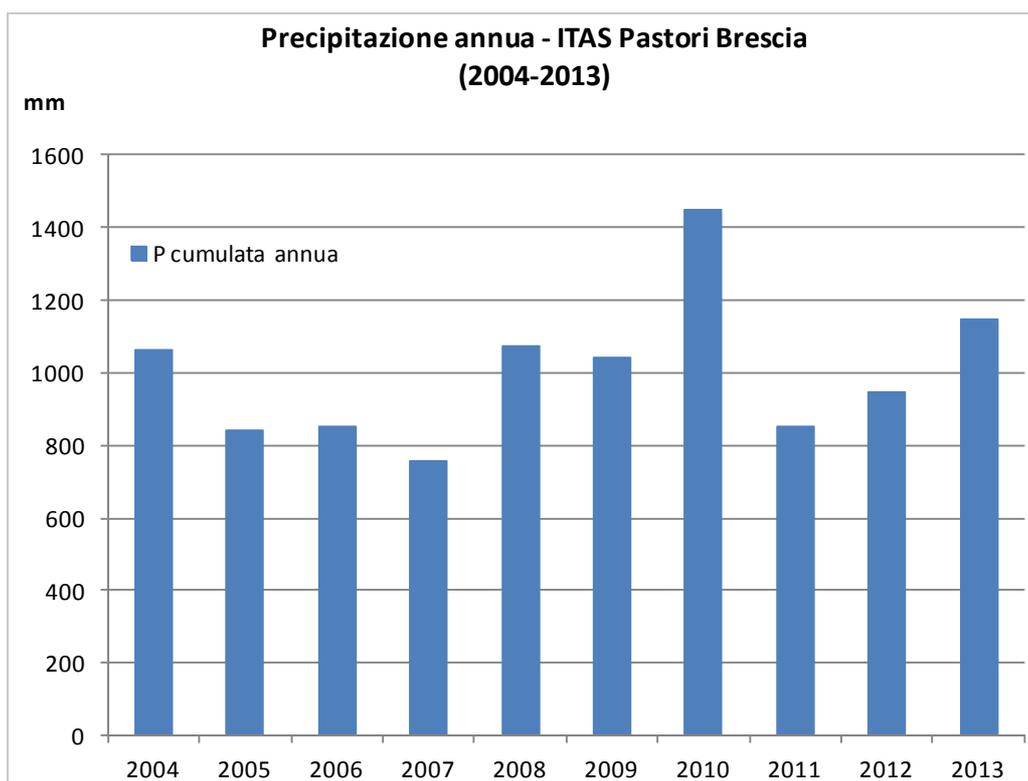


Figura 16 - Valori di precipitazione annua - Stazione ARPA Itas Pastori (2004÷2013)

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 37/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli

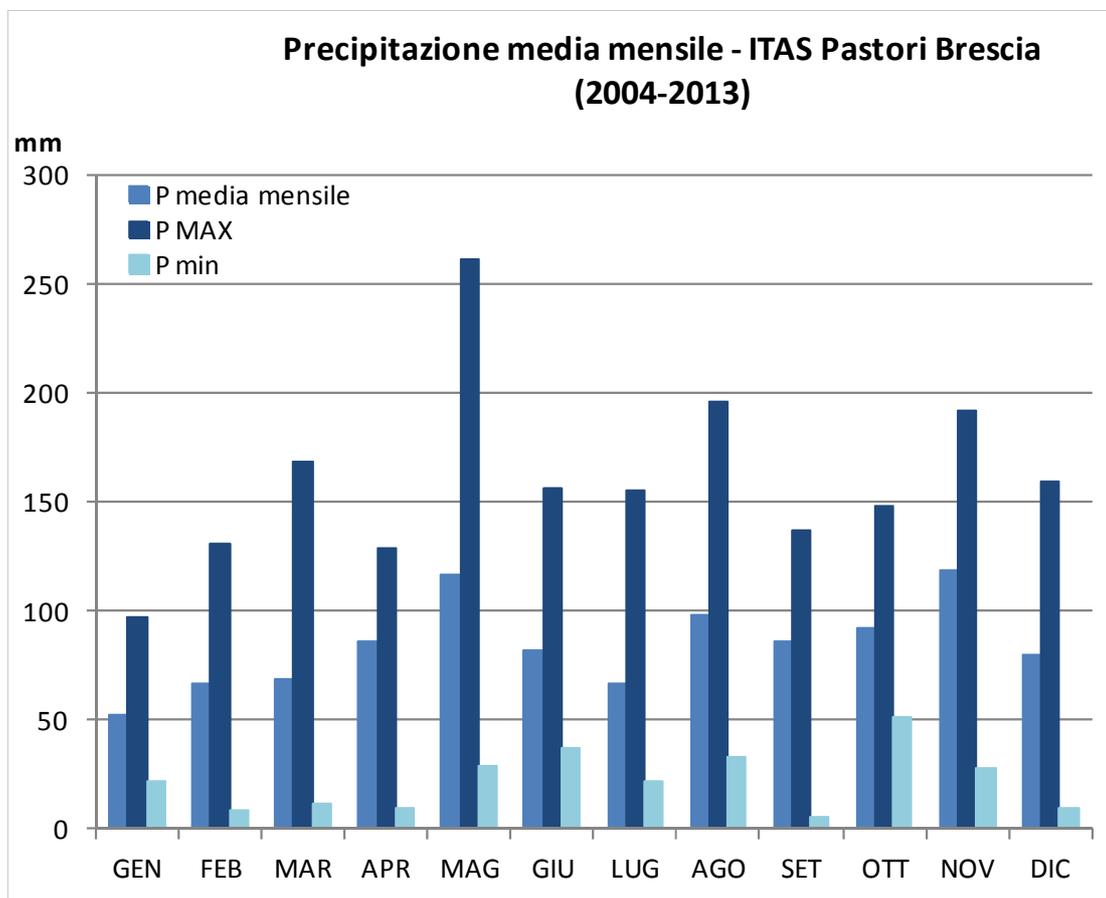


Figura 17 - Valori di precipitazione cumulata mensile - Stazione ARPA Itas Pastori
(2004÷2013)

5.3 Evapotraspirazione

La conoscenza dell'aliquota di evapotraspirazione all'interno di un bacino è di fondamentale importanza per il calcolo del bilancio idrologico tra afflusso meteorico e ricarica della falda: i quantitativi di apporto meteorico disponibili per l'infiltrazione costituiscono infatti un'aliquota della precipitazione totale sulla quale incidono i fenomeni di evapotraspirazione.

Sulla base dei valori mensili di temperatura e precipitazione più aggiornati (decennio 2004÷2013) è stato quantificato il bilancio idrico mediante il metodo di Thornthwaite-Mather, che permette di valutare le perdite per evapotraspirazione e i quantitativi di pioggia eccedente a disposizione del ruscellamento superficiale.



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO



Per il calcolo è stata utilizzata la media dei valori di temperatura (T) e precipitazione (P) misurati con sostanziale continuità nel decennio 2004÷2013 presso la stazione ARPA Itas Pastori di Brescia.

L'elaborazione ha fornito i valori riportati nella

Tabella 1, corrispondenti ad una aliquota di evapotraspirazione reale totale annua (AE) di 714 mm ed a quantitativi totali di pioggia eccedente (T.RO) di 300 mm.

La pioggia eccedente rappresenta l'acqua a disposizione del ruscellamento superficiale, che, in aree di pianura non pavimentate, può essere considerata equivalente al quantitativo disponibile per la ricarica delle falde.

L'elaborazione grafica di **Figura 18** evidenzia che i valori più elevati di surplus idrico si rilevano dall'autunno inoltrato a metà primavera (tra novembre e maggio, con massimo a dicembre), mentre il deficit idrico si manifesta nei mesi estivi, allorquando subentra la voce passiva dovuta all'evapotraspirazione evidenziata in **Figura 19**.

	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Anno
P (mm)	52,0	66,7	68,6	86,3	116,6	82,3	66,4	98,2	86,3	92,4	118,5	79,5	1013,7
T (°C)	2,4	4,1	9,0	13,8	18,4	22,7	25,0	24,0	19,7	14,0	8,3	3,1	13,7
AE (mm)	3	6,8	27,8	58	101,4	129,8	115,2	111,8	87,4	49,3	19,1	4,2	713,8
T.RO (mm)	47,3	53,6	47,2	37,7	26,5	13,2	6,6	3,3	1,7	0,8	16,1	45,7	299,7

Tabella 1 - Valori medi mensili e annui dell'evapotraspirazione reale (AE) e della pioggia eccedente (T.RO) calcolati con il metodo di Thornthwaite-Mather per il periodo 2004÷2013

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 39/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli

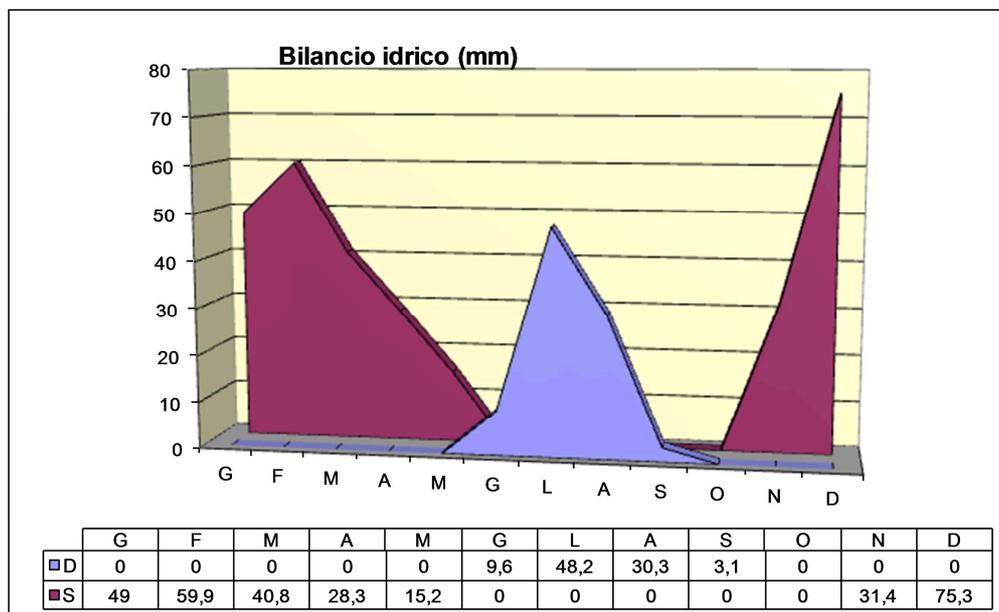


Figura 18 - Bilancio idrico calcolato per il periodo 2004÷2013

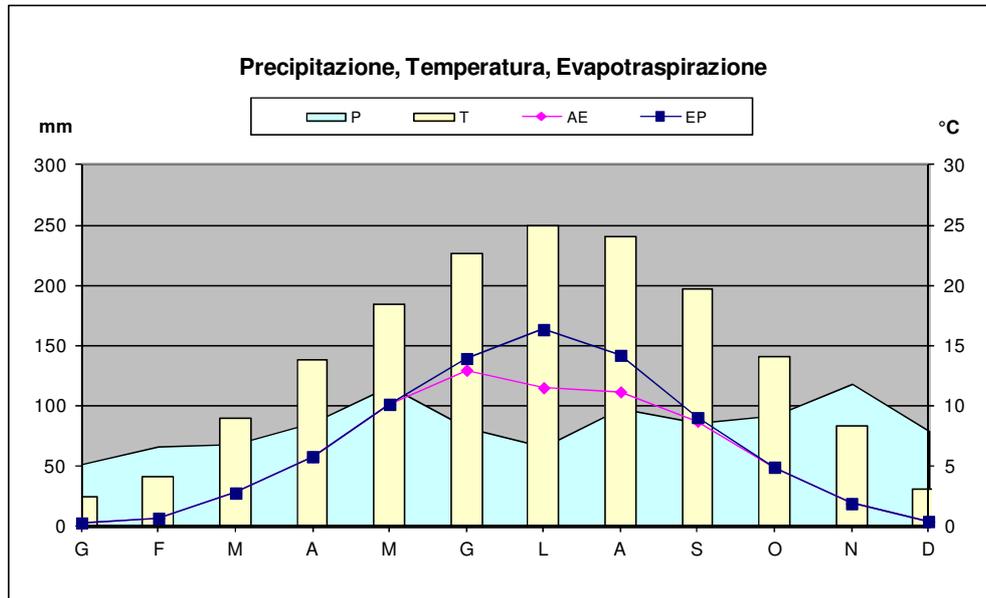


Figura 19 - Valori di evapotraspirazione potenziale e reale calcolati per il periodo 2004÷2013



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO



6. INDIVIDUAZIONE DELLA RETE DI MONITORAGGIO - BS002 BRESCIA - CAFFARO

Una volta ricostruito il modello concettuale dell'idrogeologia dell'area, è stato effettuato un censimento dei pozzi pubblici e privati e dei piezometri di controllo presenti nel territorio per una prima verifica dello stato di attività, delle caratteristiche e della distribuzione spaziale degli stessi.

L'intero censimento dei punti d'acqua presenti si è basato sulla consultazione delle seguenti banche dati con i relativi documenti:

- Banca dati della Provincia di Brescia;
- Banca dati dei pozzi della Provincia di Brescia (TANGRAM);
- Banca dati di A2A (ex ASM);
- Piani di caratterizzazione, progetti di bonifica progetti di MISE della falda;
- Principali studi connessi a cave e discariche (Provincia, ARPA o Comune).

6.1 Punti d'acqua censiti

Il censimento eseguito reperendo i dati dalle succitate banche dati ha consentito di individuare i seguenti punti d'acqua.

Punti di captazione a uso pubblico, comprensivi delle captazioni acquedottistiche a2a e dei pozzi utilizzati per irrigazione di parchi, giardini e campi sportivi di proprietà comunale:

- n. 71 pozzi attivi;
- n. 5 pozzi dismessi;

Punti di captazione e di controllo a uso privato:

- n. 385 pozzi attivi;
- n. 30 pozzi dismessi;
- n. 237 piezometri di monitoraggio.

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 41/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli

	<p>ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI CONTAMINAZIONE</p> <p>LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI INQUADRAMENTO</p>	
---	--	---

La distribuzione dei punti di captazione pubblici e privati censiti per l'Area BS002 - Brescia - Caffaro è riportata nella planimetria in **Allegato 4**.

In riferimento ai punti censiti si specifica quanto segue:

- tra i pozzi privati riportati in cartografia con il simbolo “pozzo attivo” sono state inserite anche opere di captazione per le quali non si hanno informazioni circa lo stato di conservazione o attività;
- i pozzi privati classificati come “pozzi dismessi” nella cartografia elaborata ricomprendono sia opere esistenti, ma attualmente inutilizzate, sia impianti realmente dismessi per i quali si ignora la presenza e lo stato di conservazione delle pompe al loro interno;
- alcuni pozzi presentano un'ubicazione indicativa, poiché privi di informazioni relative alle coordinate o con dati di dubbia veridicità; laddove possibile, i pozzi privati sono stati collocati all'interno delle ditte, ma con posizione sommaria;
- per alcuni pozzi, oltre a non poter reperire le coordinate, non è stato neppure possibile desumere l'ubicazione sommaria, pertanto tali punti non sono riportati nella cartografia;
- l'ubicazione dei piezometri è da ritenersi sostanzialmente precisa, in quanto desunta da informazioni planimetriche o geografiche inserite nei Piani di Caratterizzazione.

Tutte le informazioni disponibili relative ai punti censiti sono state acquisite in un Sistema Informativo Territoriale (QGIS versione 2.2); il relativo database è disponibile in formato digitale.

6.2 La rete di monitoraggio del SIN BS002 Brescia - Caffaro

L'area delimitata dal SIN Brescia Caffaro, in ragione delle problematiche ambientali riscontrate in essa e della presenza di numerosi siti oggetto di procedura di bonifica, dispone di una rete di monitoraggio delle acque sotterranee di significativo sviluppo e diffusione.

Infatti, nell'ambito delle attività indicate dall'Accordo di Programma del 29 settembre 2009 fra Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e gli Enti, ARPA Lombardia – Dipartimento di Brescia ha identificato e predisposto una rete di monitoraggio della qualità delle acque di falda nel Sito di Interesse Nazionale Brescia Caffaro, basata su piezometri perforati da privati nell'ambito delle attività di caratterizzazione ambientale dei propri siti,

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 42/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO



piezometri perforati ad hoc presso aree ritenute di interesse, pozzi già esistenti sia a uso privato che acquedottistico.

La rete di controllo individuata da ARPA è stata definita in base alla distribuzione spaziale e alle caratteristiche costruttive di ciascun punto d'acqua, dando preferenza a quelli captanti singoli acquiferi evitando, qualora possibile, le captazioni multifalda che potrebbero fornire indicazioni fuorvianti per la potenziale miscelazione di più falde contraddistinte da differenti carichi idraulici e gradi di contaminazione, alla necessità di disporre di controllo sopragradiante e sottogradiante di sorgenti di contaminazione note all'interno del SIN, oltre che alla effettiva disponibilità dei proprietari a concedere l'accesso ai propri punti d'acqua; Sulla base di questi criteri sono stati individuati i seguenti 190 punti di controllo idonei per il monitoraggio dell'area BS002 - Brescia – Caffaro, rappresentati da:

- n. 27 pozzi a uso pubblico;
- n. 12 pozzi a uso privato;
- n. 151 piezometri di monitoraggio.

L'elenco e la distribuzione dei punti della rete di controllo individuata per l'Area BS002 - Brescia - Caffaro sono riportati nei tabulati e nelle planimetrie in **Allegato 4**.

Oltre alle misure eseguite direttamente da ARPA ci si è avvalsi dei dati il cui rilievo è di competenza dei diversi soggetti obbligati e/o interessati presenti internamente al SIN.

I soggetti obbligati/interessati titolari di procedimenti di bonifica/MISE/monitoraggio che, in attuazione del protocollo operativo stabilito per le attività di monitoraggio delle acque sotterranee, hanno effettuato il campionamento in coordinamento con le attività ARPA sono i seguenti:

- Caffaro Chimica in A.s., SNIA S.p.A. in A.s., Caffaro S.r.l. in A.s. per lo Stabilimento Caffaro;
- Baratti di Eredi Inselvini s.r.l.;
- Italferr S.p.a. per il sito Scalo Merci IBS04;
- Oto Melara S.p.A.;
- IVECO SpA;
- PMB Costruzioni S.r.l. per il Sito "Ex Cam Petroli";

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 43/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli

	<p>ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI CONTAMINAZIONE</p> <p>LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI INQUADRAMENTO</p>	
---	--	---

- Ideal Standard S.p.A.;
- Eredi Forzanini Raffaele e Forzanini S.r.l. per l'ex Galvanica Forzanini;
- Basileus S.r.l. per il sito "Comparto Milano".

Hanno inoltre collaborato effettuando campionamenti presso pozzi e piezometri di proprietà i seguenti soggetti:

- A2A Ciclo Idrico, in quanto titolare del servizio acquedottistico del comune di Brescia
- Ideal Clima S.p.A. in liquidazione, titolare del procedimento di bonifica per il sito omonimo di Via Milano.

In attuazione dell'impegno assunto, ARPA Lombardia, previe le necessarie verifiche e controlli (ispezione e schedatura di ogni singolo punto d'acqua, rilievo topografico delle teste di riferimento, ecc.), ha attivato il monitoraggio sulla succitata rete mediante 4 campagne di rilievo freaticometrico e 2 campagne di monitoraggio idrochimico.

Più in particolare sono state al momento effettuate:

- una campagna di rilievo freaticometrico nell'Aprile 2014, i cui risultati sono mostrati nel rapporto "Sito di Interesse Nazionale Brescia – Caffaro: Risultati rilievo freaticometrico dell'Aprile 2014", che ha riguardato 182 punti di misura;
- una campagna di rilievo freaticometrico e idrochimico nel Giugno 2014 i cui risultati sono mostrati nel rapporto "Sito di Interesse Nazionale Brescia – Caffaro: Monitoraggio delle acque sotterranee - Risultati delle indagini geochimiche e piezometriche - Campagna di Giugno 2014";
- una campagna di rilievo freaticometrico nel Settembre-Ottobre 2014, eseguita su 169 punti di misura, i cui risultati sono descritti nel succitato rapporto relativo alla campagna di Giugno 2014;
- una campagna di rilievo freaticometrico e idrochimico nel Gennaio 2015 i cui risultati sono mostrati nel rapporto "Sito di Interesse Nazionale Brescia – Caffaro: Risultati monitoraggio acque sotterranee indagine geochimica e piezometrica Gennaio 2015";

I risultati delle succitate campagne di monitoraggio, riportati nei tabulati in **Allegato 5** e descritti nei successivi capitoli, forniscono un primo quadro aggiornato dello stato quantitativo

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 44/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO



e qualitativo delle acque sotterranee e una prima verifica dell'evoluzione della contaminazione rispetto ai dati già disponibili.

I risultati di queste campagne, descritte nei vari rapporti emessi dall'Agenzia, sono stati utilizzati dagli scriventi per la redazione di carte piezometriche e carte idrochimiche a corredo delle elaborazioni già eseguite da ARPA.

Oltre ai risultati più recenti si dispone anche delle precedenti campagne eseguite negli anni 2000 da ARPA su numerosi punti della succitata rete di monitoraggio.

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 45/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli

	<p>ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI CONTAMINAZIONE</p> <p>LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI INQUADRAMENTO</p>	
---	--	---

7. ANDAMENTO DEL FLUSSO IDRICO SOTTERRANEO

7.1 Analisi dei dati e delle ricostruzioni storiche

Per il territorio comunale di Brescia sono disponibili numerose ricostruzioni della superficie piezometrica realizzate sia da ARPA, sia per studi di carattere generale o locale.

Le ricostruzioni piezometriche disponibili hanno consentito di osservare le variazioni del livello di falda occorse in termini di quota assoluta e le locali deformazioni della superficie, così come meglio dettagliate in seguito; le modifiche sono riconducibili sia ai cambiamenti negli apporti stagionali e pluriennali da parte delle precipitazioni sia ai cambiamenti nei regimi dei prelievi.

Nei citati studi, per i quali si può fare riferimento alla bibliografia allegata, la morfologia della superficie piezometrica della prima falda è stata ricostruita utilizzando misure di livello dei punti di controllo (pozzi pubblici e privati) della rete gestita dall'Azienda acquedottistica di Brescia (ASM/A2A), in alcuni casi integrate con ulteriori misure rilevate presso le reti di piezometri di controllo presenti nella Città di Brescia e nel suo hinterland.

I punti di controllo utilizzati per le ricostruzioni storiche sono sia di tipo monofalda sia di tipo multifalda e rappresentano pertanto un livello piezometrico mediato tra quello contenuto nell'unità ghiaioso – sabbiosa e conglomeratica e quello delle falde più profonde.

Più nel dettaglio sono state analizzate le seguenti ricostruzioni piezometriche storiche, perlopiù rappresentative di periodi di innalzamento del livello di falda:

- Anni '40 – '50 (**Figura 20**);
- agosto 1985 (**Figura 21**);
- gennaio 1994 (**Figura 22**);
- maggio 2001 (**Figura 23**);
- giugno - luglio 2004 (**Figura 24**);
- aprile 2005 (**Figura 25**).

La maggior parte di esse si riferiscono agli sturi eseguiti per la realizzazione del Metrobus, opera in sotterraneo che ha implicato, per ovvie ragioni strutturali e di difesa dall'innalzamento delle acque sotterranee, accurate valutazioni sulle massime elevazioni attese della falda, altre

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 46/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO



sono state tratte dalle elanprazioni redatte a corredo del PGR e da ARPA per studi idraulico/idrochimici nel SIN Brescia Caffaro.

Solo le più recenti ricostruzioni piezometriche sono state effettuate, per quanto possibile, sulla base di una rete “ragionata”, vale a dire costituita da piezometri e pozzi aventi filtri nel solo primo acquifero (unità ghiaioso - sabbiosa e unità conglomeratica), sebbene alcuni studi eseguiti sui siti in caratterizzazione ambientale abbiano evidenziato che anche tra la falda contenuta nell'unità ghiaioso – sabbiosa e quella della sottostante unità conglomeratica possano, localmente, esistere differenze di carico idraulico (dell'ordine del metro) soprattutto in presenza di estesi livelli di compartimentazione costituiti da limi, argille o banchi di conglomerato compatto.

Appare evidenze che le complicazioni litologico – strutturali del sottosuolo, contestualmente all'utilizzo di reti disomogenee, possano aver determinato ricostruzioni della direzione del flusso idrico sotterraneo talora difformi da quello reale, ma ciononostante si ritiene che alla scala dell'intero territorio comunale esse forniscano importanti strumenti per lo studio della dinamica idraulica e idrochimica della falda nella zona bresciana.

La ricostruzione relativa agli anni '40 – '50 (**Figura 20**) è stata effettuata allo scopo di evidenziare l'andamento della superficie piezometrica non ancora influenzato, o quanto meno non in modo significativo, dallo sviluppo demografico e industriale dell'area occorso circa a partire dagli anni '60 che, comportando la creazione di diversi poli industriali, ha determinato un incremento del prelievo delle acque sotterranee e un progressivo abbassamento dei livelli di falda.

Le misure di livello risultano numericamente limitate e sono state rilevate in modo discontinuo su un lungo periodo (1943 e il 1963): tali fattori comportano necessariamente numerose approssimazioni nella ricostruzione che consente, tuttavia, di effettuare le seguenti osservazioni:

- l'andamento generale della superficie piezometrica è contraddistinto da una morfologia piuttosto regolare con una direzione di falda da NNE verso SSW;
- le quote piezometriche rilevate risultano comprese circa tra 160 e 140 m s.l.m. nella porzione Nord (da pozzi Kossuth a pozzi S. Donnino) e di circa 125 e 110 m s.l.m. a Sud (pozzi area Caffaro e ASM Sereno);
- non sono presenti anomalie piezometriche significative, indice di prelievi più contenuti o apporti significativi

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 47/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO



Le elaborazioni piezometriche relative all'agosto 1985 (**Figura 21**) e al gennaio 1994 (**Figura 22**), anch'esse indicative di periodi con alto livello di falda, sono state ricostruite utilizzando i soli punti della rete di controllo ASM, allora disponibili in numero ridotto.

L'andamento complessivo sull'area vasta appare concorde rispetto a quanto rilevato in precedenza, sebbene, entrambe le elaborazioni evidenzino la formazione di un asse di drenaggio impostato lungo il conoide del Mella, dovuto al prelievo esercitato presso le centrali S. Donino e . Bartolomeo. L'assenza di misure relative all'area industriale Caffaro non permette di cogliere appieno il cono di depressione prodotto dai relativi pozzi industriali.

Le quote piezometriche rilevate nell'agosto 1985 risultano leggermente superiori rispetto a quelle determinate nel gennaio 1994.

La ricostruzione della superficie piezometria del maggio 2001 (**Figura 23**) rappresenta una condizione di massimo piezometrico per il ventennio 1984-2004.

L'andamento della superficie di falda è stato ricostruito utilizzando unicamente i punti di controllo di prima falda appartenenti alla rete ASM.

L'elaborazione risultante presenta caratteristiche morfologiche analoghe a quelle riferite agli anni precedenti, mentre le quote assolute risultano inferiori rispetto alla ricostruzione storica antecedente gli anni '60, nei pozzi Donino e Nord di circa 15 metri e in misura minore a Sud nei pozzi Caffaro e Sereno, rispettivamente di 9 e 5 metri. Tale differenza si riscontra nella porzione Est del territorio (località s.Eufemia) anche rispetto alle ricostruzioni del 1985 e del 1994.

Si conferma la presenza di un asse di drenaggio lungo il conoide del Mella con quote piezometriche superiori, e il cono di depressione correlabile all'emungimento dei pozzi della ditta Caffaro.

L'elaborazione riferita all'anno 2004 (**Figura 24**) consente di analizzare in modo più preciso i caratteri piezometrici generali del territorio comunale di Brescia in quanto ricostruita utilizzando un elevato numero di punti di controllo disponibili (pozzi pubblici e privati ASM, piezometri Metrobus e altri).

Dall'analisi dell'elaborato piezometrico è possibile desumere le seguenti considerazioni:

- è visibile l'effetto del contributo di alimentazione degli acquiferi di pianura da parte degli acquiferi carbonatici di monte, che si realizza lungo tutto il margine pedemontano;

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 48/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO



- nell'area di pianura posta a Sud di Brescia il flusso idrico sotterraneo ha all'incirca una direzione Nord-Sud nel tratto apicale della conoide del fiume Mella che, procedendo verso Est tende a ruotare assumendo una direzione ENE - WSW (località S. Polo e S. Eufemia);
- nel complesso le quote piezometriche risultano superiori a quelle misurate nel maggio 2001 fatta eccezione per la porzione orientale della città (settore S. Eufemia) dove l'andamento risulta in controtendenza, ossia con quote inferiori;
- si individua una distorsione piezometrica in corrispondenza dell'asse di drenaggio impostato lungo la valle del Mella, attribuibile in parte alla presenza di un paleoalveo ma soprattutto all'influenza dei prelievi di acque sotterranee sia a opera dei pozzi acquedottistici (centrali Nord e S. Donino) sia industriali (Iveco);
- l'asse di drenaggio si estende anche più a Sud, allo sbocco in pianura, laddove però la marcata inflessione delle isopiezometriche è da imputare principalmente al consistente emungimento industriale operato dai pozzi della Ditta Caffaro e in minor misura da quelli della Ditta Ideal Standard;
- lungo l'asse di drenaggio le quote piezometriche variano tra valori di circa 140 m s.l.m., all'altezza della località Casazza, a circa 112 m all'altezza di Via Milano, mentre si rilevano forti variazioni del gradiente idraulico che valori molto elevati pari a 1.3% (all'altezza di Casazza e nei settori laterali della Valle) e valori più ridotti pari a 0.1% (nel settore compreso tra i pozzi S. Donino e i pozzi Caffaro),;
- il cono di depressione provocato dai pozzi della Ditta Caffaro determina, sottogradiente agli stessi, la formazione di una vasta area contraddistinta da un gradiente molto basso dell'ordine dello 0.09%.

L'elaborazione riferita all'aprile 2005 (**Figura 25**) predisposta da ARPA nell'ambito della *Prima indagine conoscitiva sullo stato della falda nel Sito Nazionale Brescia-Caffaro* evidenzia un andamento piezometrico della falda del tutto simile a quanto rilevato nel giugno 2004.

La ricostruzione evidenzia nuovamente la presenza di un asse di drenaggio in corrispondenza dei pozzi San Donino e San Bartolomeo che, in particolare, risulta collegato al cono di depressione presente in corrispondenza del Sito Caffaro, fenomeno che genera un unico avvallamento che si estende lungo l'intera valle.

In prossimità del Comparto Milano l'elaborazione piezometrica risulta deviata in direzione ovest, sempre in conseguenza della depressione prodotta dall'emungimento del sito Caffaro.

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 49/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli

La suddetta conformazione piezometrica, è chiaramente legata anche al rilevante prelievo effettuato al Sito Caffaro contestualmente a un periodo di scarsa alimentazione della falda.

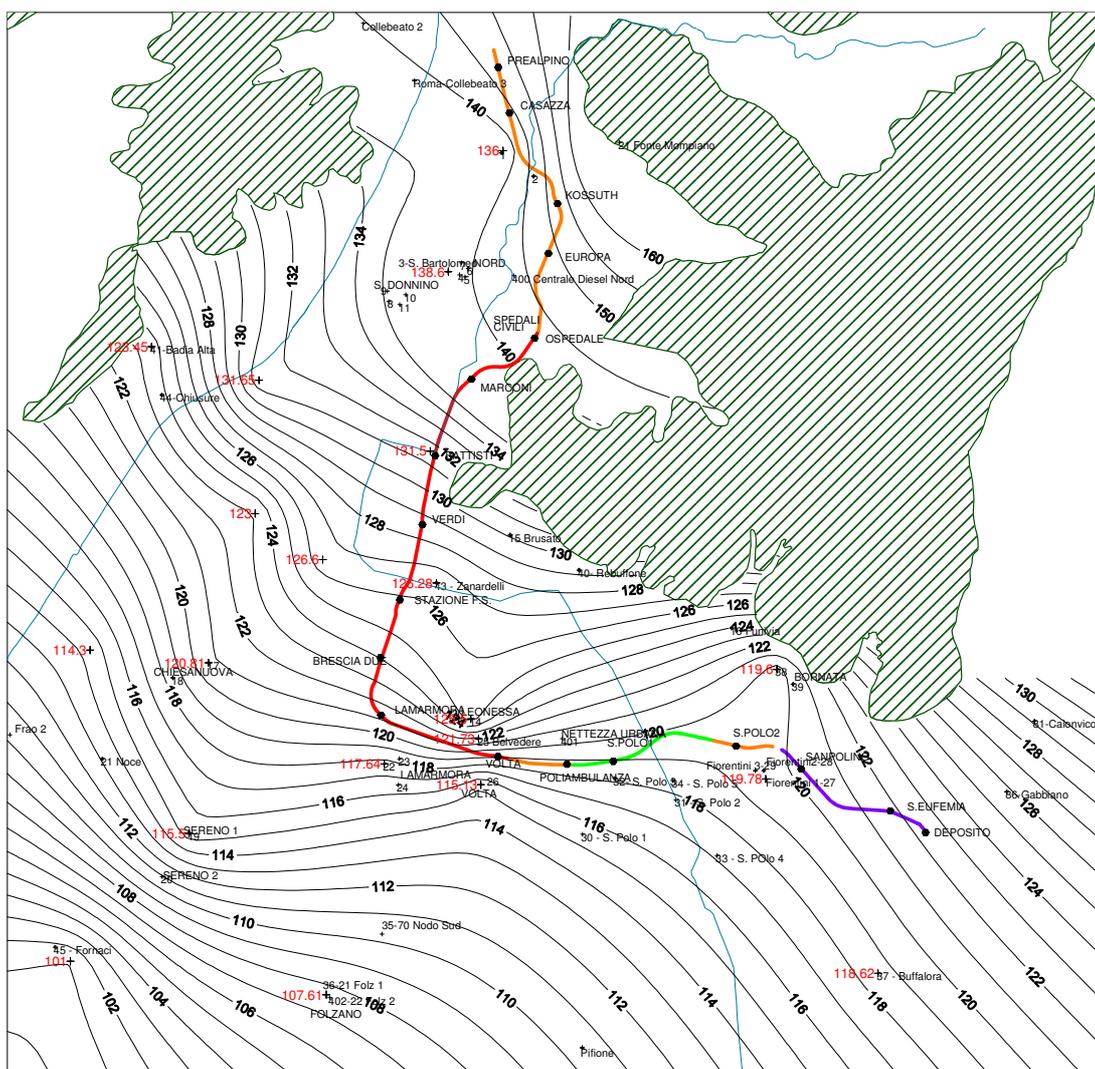


Figura 20 - Ricostruzione andamento piezometrico della prima falda a Brescia - Anni '40-'50

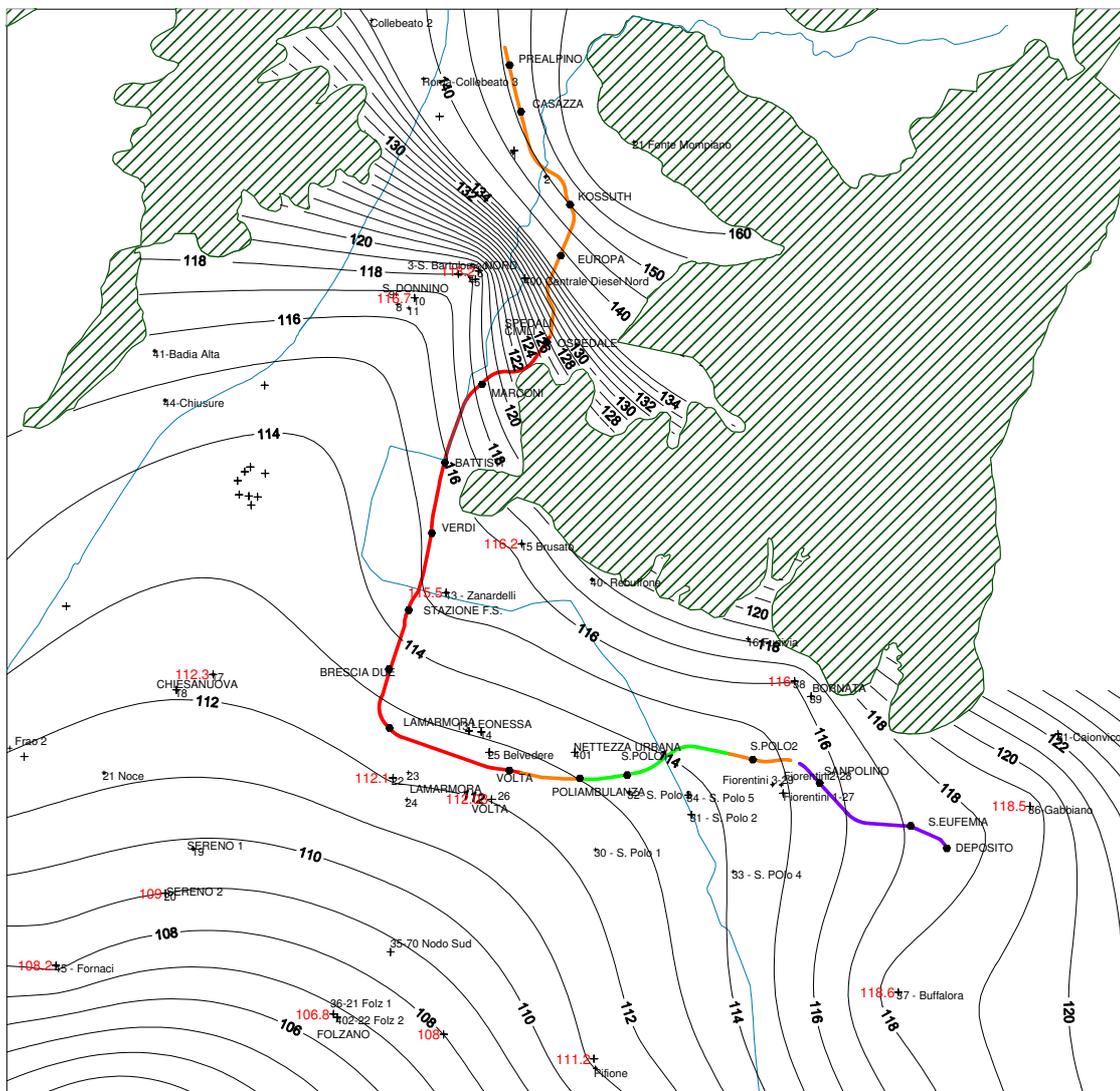


Figura 21 - Ricostruzione andamento piezometrico della prima falda a Brescia - Anno 1985

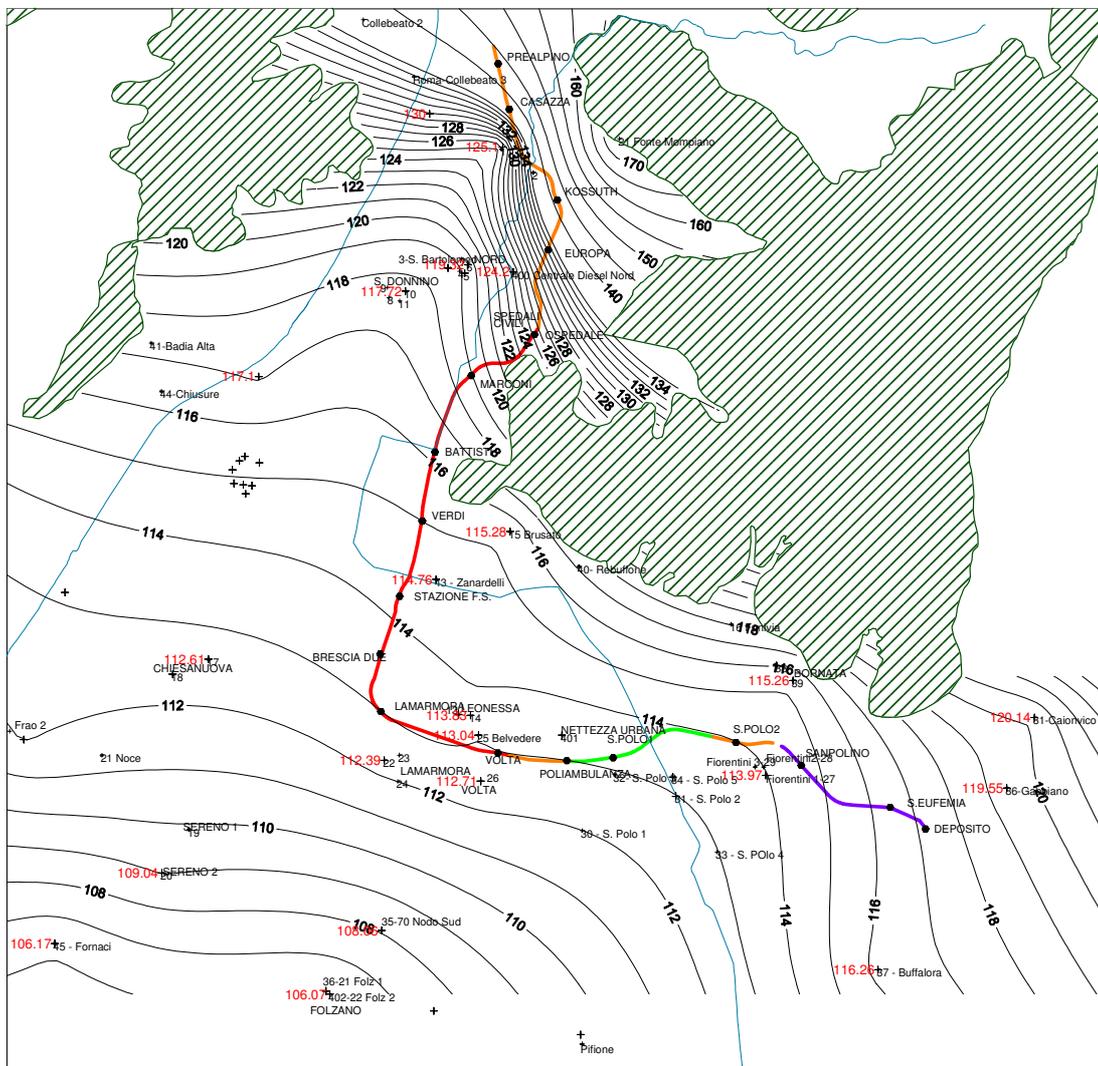


Figura 22 - Ricostruzione andamento piezometrico della prima falda a Brescia - Anno 1994

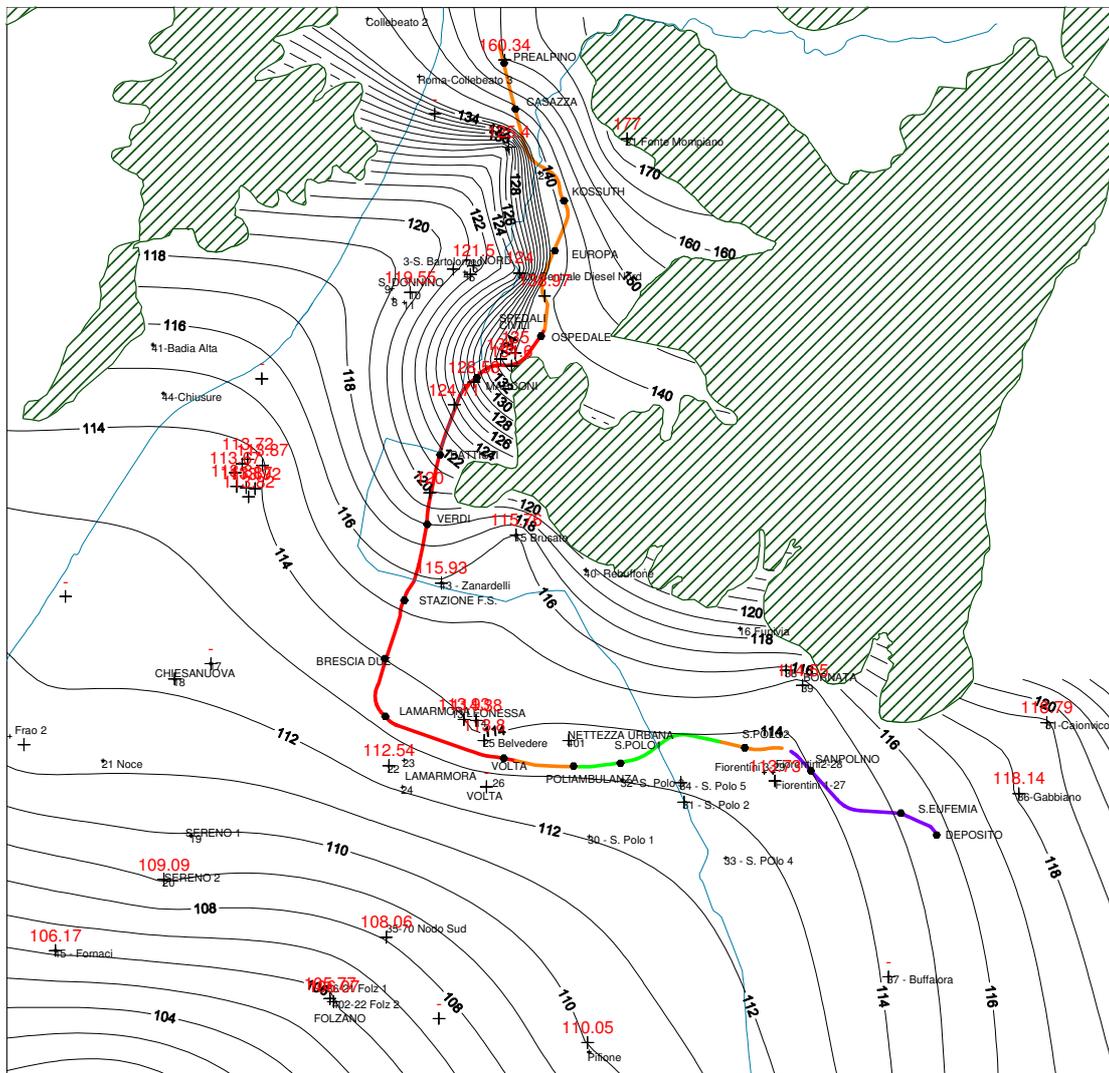


Figura 23 - Ricostruzione andamento piezometrico della prima falda a Brescia - Anno 2001

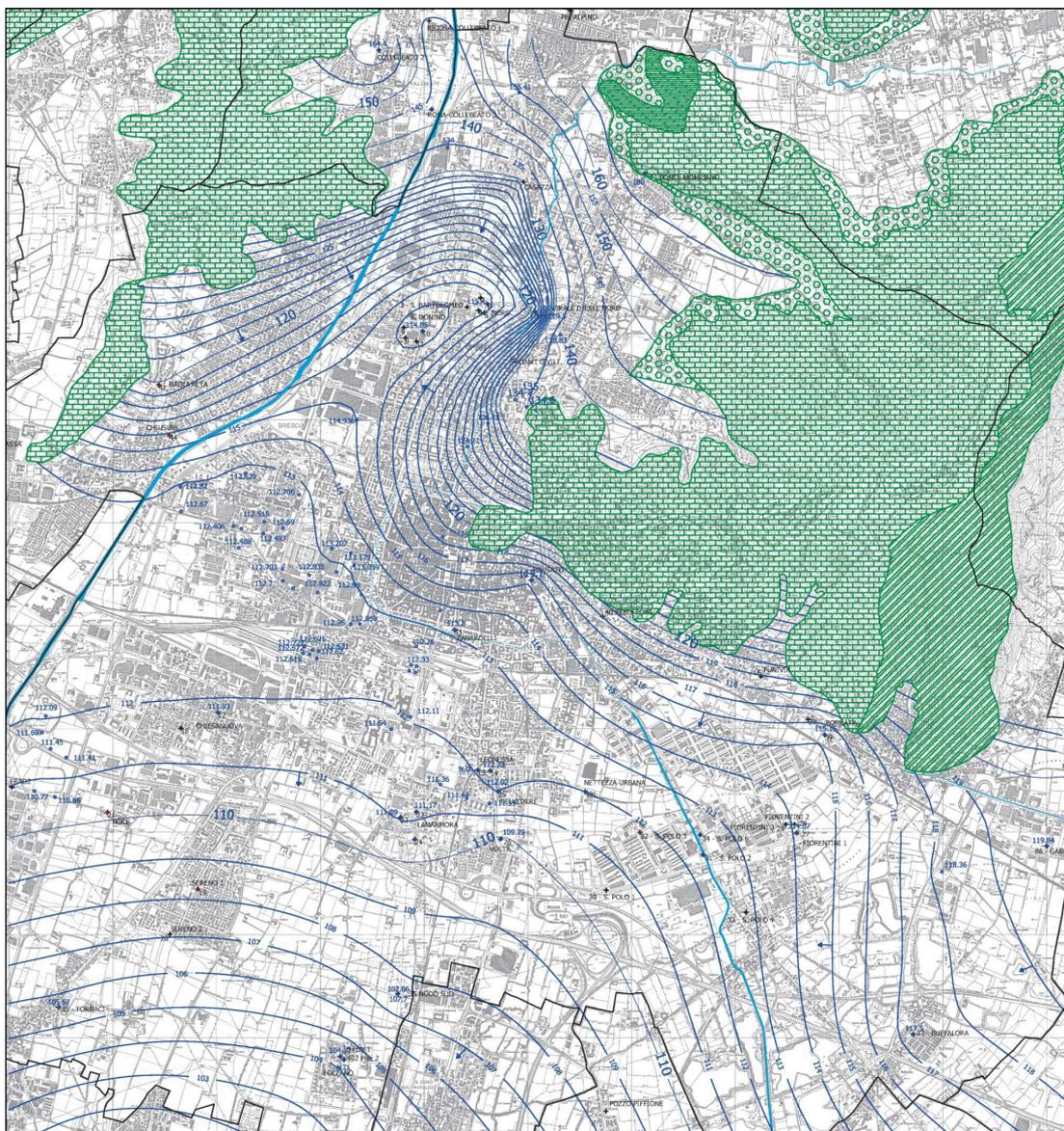


Figura 24 - Ricostruzione andamento piezometrico della prima falda a Brescia - Anno 2004

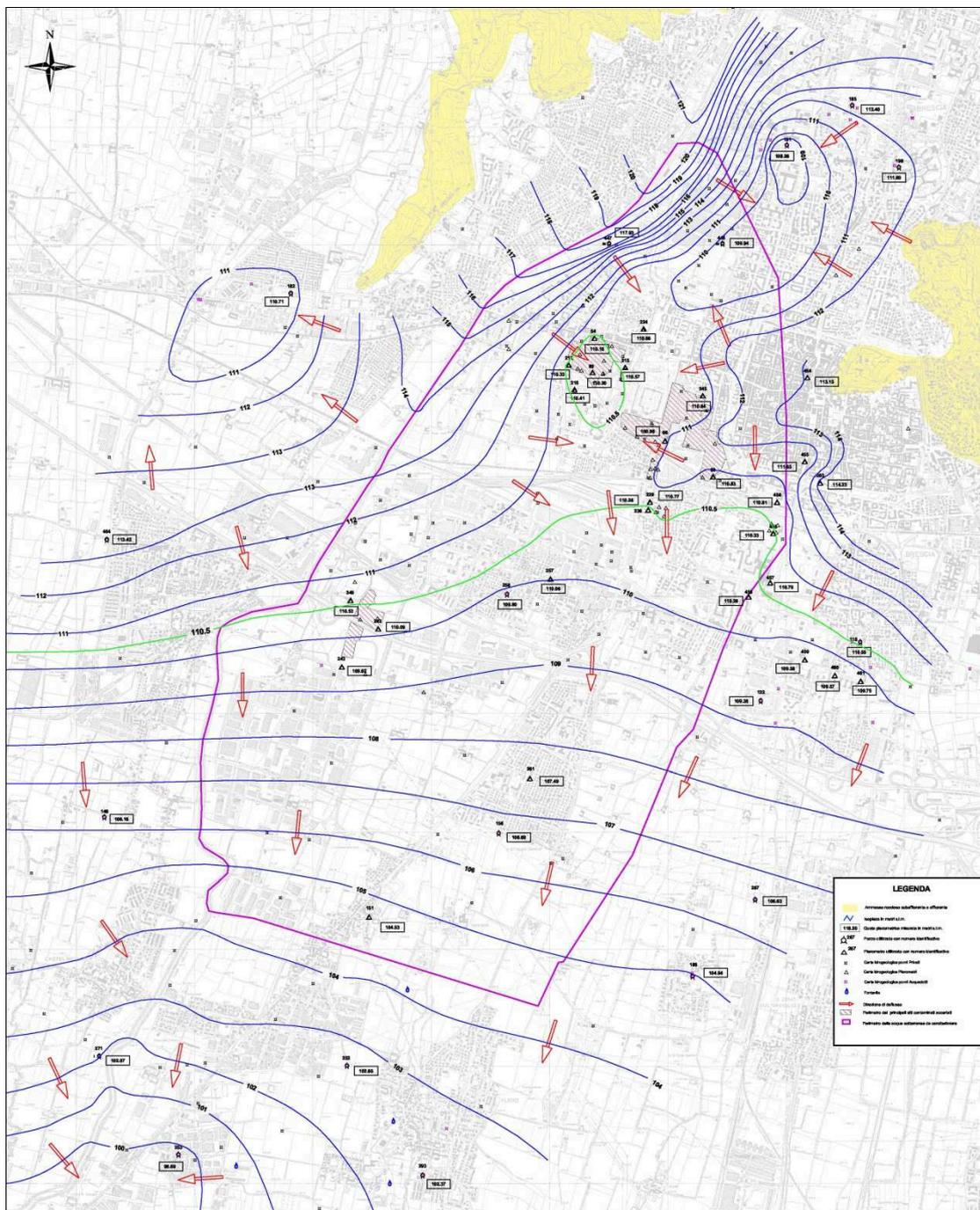


Figura 25 - Ricostruzione andamento piezometrico della prima falda a Brescia - Anno 2005

 <p>PROVINCIA DI BRESCIA</p>	<p>ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI CONTAMINAZIONE</p> <p>LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI INQUADRAMENTO</p>	 <p>ARPA LOMBARDIA Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente</p>
---	--	---

7.2 Andamento attuale della falda (campagne di monitoraggio ARPA 2014 – 2015)

Per il monitoraggio quantitativo delle acque sotterranee sui punti della rete di controllo che risultavano accessibili alla misura sono state eseguite n.3 campagne nel corso del 2014 (Aprile, Giugno, Settembre) e n.1 campagna nel Gennaio 2015.

L'indagine quantitativa ha fornito i risultati sintetizzati in **Tabella 2** che, opportunamente elaborati, hanno permesso di ricostruire gli andamenti piezometrici riportati rispettivamente in **Figura 26 ÷ Figura 29**.

L'andamento piezometrico rilevato nell'Aprile 2014 mostra una direzione generale concorde agli anni precedenti, all'incirca NNE-SSW con una modesta rotazione antioraria nella porzione meridionale del territorio comunale e alcune deformazioni locali, di seguito descritte, connesse a relievi o a elementi idrogeologico – strutturali del sottosuolo.

In termini di quote piezometriche assolute, il livello della falda risulta, variabile tra circa 140 - 150 m s.l.m. (nella porzione più settentrionale del territorio comunale) e 105 m s.l.m. (Pozzo Parco della Pace), corrispondenti a innalzamenti di quota di circa 10 m rispetto al decennio precedente.

L'andamento generale risulta localmente influenzato dagli emungimenti locali: sono visibili depressioni piezometriche in corrispondenza dei pozzi S. Donino e Nord nella zona settentrionale, laddove i cospicui emungimenti creano un'inversione della direzione della superficie di falda da Sud verso Nord nella porzione a monte dello stabilimento Iveco.

Ulteriori distorsioni della superficie piezometrica, più o meno significative, sono osservabili in corrispondenza nell'area Caffaro, laddove la depressione indotta dai pozzi per la MISE della falda determina un flusso di tipo radiale convergente e la formazione di un settore con gradiente piezometrico molto ridotto che si estende sino allo scalo merci ferroviario.

Nella zona Sud si osservano locali deformazioni in prossimità dei pozzi Lamarmora e, in misura minore, presso il quartiere Chiesanuova.

La ricostruzione di Giugno 2014 evidenzia nel complesso lo stesso andamento piezometrico, con variazioni in termini di quote assolute che mostrano un innalzamento del livello, fino a circa un paio di metri nella zona settentrionale e in termini molto minori nell'area di valle.

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 56/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO



In corrispondenza dello stabilimento Iveco risultano ancora osservabili sia lo spartiacque a Nord con la inversione di direzione dell'andamento della superficie di falda, sia la depressione piezometrica, seppure più modesta in corrispondenza dei pozzi Nord, Donino e Spedali civili. Il cono di emungimento in corrispondenza dell'area Caffaro appare moderatamente più limitato come estensione rispetto alla ricostruzione precedente.

Al sito Baratti si mantiene la situazione di alto piezometrico già osservata in precedenza, così come la deformazione della superficie di falda in prossimità dell'area Forzanini.

Anche nella zona meridionale del territorio comunale, in prossimità dei pozzi Lamarmora, permane la deformazione locale con deviazione del flusso verso Est.

La piezometria elaborata con le misure effettuate a Settembre 2014 evidenzia un andamento generale molto simile alle precedenti, con variazioni in termini di quote assolute che mostrano un innalzamento del livello, fino a circa 3 metri nella zona settentrionale rispetto all'aprile del medesimo anno, di circa un paio di metri nella zona Caffaro e in misura minore via via che ci si sposta verso l'area di valle.

La ricostruzione conferma l'asse piezometrico a monte dello stabilimento Iveco, il cono di depressione derivato dall'emungimento della barriera di Caffaro e l'alto piezometrico che è ricondotto nella zona a Est del SIN, presso i pozzi Lamarmora a misure di livello effettuate in condizioni statiche influenzate dalla presenza di livelli in pressione captati dai pozzi multifalda.

L'elaborazione effettuata utilizzando le misure del Gennaio 2015 conferma complessivamente le osservazioni delle ricostruzioni precedenti.

In particolare, appare ancora rilevante la depressione generata dalla presenza dei campi pozzi a2a a uso potabile San Donino e Nord che genera lo spartiacque orientato Est-Ovest a monte dell'area Iveco.

Anche nella porzione centrale e meridionale della città si riconfermano le depressioni piezometriche riconducibili agli emungimenti nei pressi dell'insediamento Caffaro e le anomalie piezometriche presso i pozzi Lamarmora.

Nel complesso, tra Settembre 2014 e Gennaio 2015, si osservano variazioni minime delle quote assolute del livello di falda. Nel dettaglio, gli unici abbassamenti significativi sono stati rilevati in corrispondenza dei pozzi San Donino, Nord, Chiesanuova 2, Lamarmora e Folzano, riconducibili pertanto agli emungimenti e non a fattori climatici o meteorologici.

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 57/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO



Tipologia	Codice	Nome	Proprietà	APRILE 2014 (m s.l.m.)	GIUGNO 2014 (m s.l.m.)	SETTEMBRE 2014 (m s.l.m.)
Pozzo	P59	PZ79/2 (POZZO SPEDALI CIVILI 2)	A2A	125,42	122,91	124,16
Piezometro	PZ32	Pz 1 - Dp. Verziano	A2A	104,16		
Piezometro	PZ33	Pz 9 - Dp. Verziano	A2A	104,18		
Piezometro	PZ34	Pz 8 - Dp. Verziano	A2A	104,51		
Piezometro	PZ35	Pz 7 - Dp. Verziano	A2A	104,48		
Piezometro	PZ36	Pz 5 - Dp. Verziano	A2A	104,15		
Piezometro	PZ37	Pz 6 - Dp. Verziano	A2A	103,63	103,70	
Piezometro	PZ38	Pz 4 - Dp. Verziano	A2A	103,13		
Piezometro	PZ39	Pz 2 - Dp. Verziano	A2A	103,05	103,12	
Piezometro	PZ40	Pz 10 - Dp. Verziano	A2A	106,24	107,34	
Piezometro	PZ41	Pz V2 Lamarmora	A2A		111,00	
Pozzo	P37	NORD 1	A2A CICLO IDRICO	127,76	122,76	122,53
Pozzo	P38	NORD 4	A2A CICLO IDRICO	123,18	125,38	120,88
Pozzo	P41	LAMARMORA 1	A2A CICLO IDRICO	114,98	112,26	114,76
Pozzo	P42	LAMARMORA 2	A2A CICLO IDRICO	116,55	111,84	115,64
Pozzo	P43	NORD 2	A2A CICLO IDRICO	125,40	122,76	122,90
Pozzo	P44	NORD 3	A2A CICLO IDRICO	127,55	125,31	124,89
Pozzo	P45	LAMARMORA 3	A2A CICLO IDRICO	116,91	104,77	116,31
Pozzo	P54	CHIESANUOVA 2	A2A CICLO IDRICO	113,38	113,20	118,01
Pozzo	P55	CHIESANUOVA 1	A2A CICLO IDRICO	119,23		119,84
Pozzo	P56	SERENO 1	A2A CICLO IDRICO	111,46	111,23	111,45
Pozzo	P57	SERENO 2	A2A CICLO IDRICO	107,59	107,79	109,66
Pozzo	P58	PZ78/1 (POZZO SPEDALI CIVILI 1)	A2A CICLO IDRICO	127,71	125,38	125,21
Pozzo	P62	DONINO 2	A2A CICLO IDRICO	125,90	122,31	123,00
Pozzo	P63	DONINO 3	A2A CICLO IDRICO	125,17	122,24	123,64



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO



Pozzo	P64	DONINO 1	A2A CICLO IDRICO	126,46	123,66	117,64
Pozzo	P65	CENTRALE FREDDO	A2A CICLO IDRICO	127,35		124,68
Pozzo	P66	NORD 5	A2A CICLO IDRICO	136,30		125,07
Pozzo	P67	POZZO FOLZANO 2	A2A CICLO IDRICO	106,44	106,75	107,01
Pozzo	P68	POZZO FOLZANO 1	A2A CICLO IDRICO	106,63	107,00	107,10
Pozzo	P69	FRAO2	A2A CICLO IDRICO	112,50	112,00	113,00
Pozzo	P71	DONINO 4	A2A CICLO IDRICO	126,67	122,37	121,07
Piezometro	PZ205	PzV1	A2A SPA	113,39		
Piezometro	PZ206	PzV2	A2A SPA	112,85		
Piezometro	PZ207	PzV3	A2A SPA	113,06		
Piezometro	PZ208	PzM1	A2A SPA	113,72	113,23	
Piezometro	PZ123	PZ A3	ABIP			120,06
Pozzo	P75	POZZO ALMAG	ALMAG SPA			114,71
Piezometro	PZ237	PZ ALMAG	ALMAG SPA			117,62
Piezometro	PZ229	PZ ROSE	ARPA		121,94	121,79
Piezometro	PZ230	PZ CACCIAMALI	ARPA		114,02	113,86
Piezometro	PZ133	SC 16	ATI METROBUS	119,39		118,71
Piezometro	PZ136	SB 24	ATI METROBUS	115,12		115,04
Pozzo	P26	POZZO 20 m MAZZOTTI	AZIENDA AGRICOLA MAZZOTTI	106,58		106,82
Piezometro	PZ213	PZ E5	BARATTI DI EREDI INSELVINI	118,11	117,50	117,69
Piezometro	PZ214	PZ E3	BARATTI DI EREDI INSELVINI	118,19	117,61	117,80
Piezometro	PZ215	PZ10	BARATTI DI EREDI INSELVINI	119,02	115,43	118,55
Piezometro	PZ218	PZ E4	BARATTI DI EREDI INSELVINI	117,88	117,07	117,70
Piezometro	PZ44	Pz 1	BARATTI DI EREDI INSELVINI	118,86	118,21	118,39
Piezometro	PZ45	Pz 2	BARATTI DI EREDI INSELVINI	118,89	118,26	118,43



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO



Piezometro	PZ46	Pz 5	BARATTI DI EREDI INSELVINI	119,06	118,47	118,59
Piezometro	PZ47	Pz 3	BARATTI DI EREDI INSELVINI	117,90	117,24	117,37
Piezometro	PZ48	Pz Giardino Via Padova (Pz ASL)	BARATTI DI EREDI INSELVINI	118,03	117,49	
Piezometro	PZ49	Pz 4	BARATTI DI EREDI INSELVINI	119,06	118,42	118,54
Piezometro	PZ50	Pz Profondo	BARATTI DI EREDI INSELVINI		119,64	
Piezometro	PZ51	Pz Via Fura	BARATTI DI EREDI INSELVINI	117,25	116,91	
Piezometro	PZ52	Pz 6	BARATTI DI EREDI INSELVINI	118,97	118,36	118,49
Piezometro	PZ53	Pz 7	BARATTI DI EREDI INSELVINI	118,92	118,28	118,46
Piezometro	PZ54	Pz 8	BARATTI DI EREDI INSELVINI	118,76	118,16	118,30
Piezometro	PZ55	Pz 9	BARATTI DI EREDI INSELVINI	118,73	118,15	118,30
Piezometro	PZ70	Pz E1	BARATTI DI EREDI INSELVINI	118,16	118,31	117,76
Piezometro	PZ71	Pz E2	BARATTI DI EREDI INSELVINI	117,99	117,23	117,74
Piezometro	PZ8	PZ Vivaio	Brembate Cesare	116,87	120,22	116,35
Piezometro	PZ56	Pz Sud-pz1 valle	Bruschi e Muller	109,31		
Piezometro	PZ57	Pz Nord-pz2 monte	Bruschi e Muller	108,52		
Piezometro	PZ100	Pz 5	Caffaro SpA	122,21	120,75	
Piezometro	PZ101	Pz 6	Caffaro SpA	122,19	120,77	121,16
Piezometro	PZ102	Pz 7	Caffaro SpA	122,18	120,67	
Piezometro	PZ103	Pz 8	Caffaro SpA	121,94	120,64	120,92
Piezometro	PZ104	Pz 9	Caffaro SpA	122,31	120,84	121,25
Piezometro	PZ105	Pz 10	Caffaro SpA	122,39	120,91	121,33
Piezometro	PZ106	PZ 1 EST 120	Caffaro SpA	121,09	120,55	
Piezometro	PZ107	PZ 1 EST 80	Caffaro SpA	122,05	120,59	120,93
Piezometro	PZ108	PZ 1 EST 40	Caffaro SpA	121,86	120,45	



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO



Piezometro	PZ109	PZ 2 EST 120	Caffaro SpA		121,03	
Piezometro	PZ110	PZ 2 EST 80	Caffaro SpA		120,89	
Piezometro	PZ111	PZ 2 EST 40	Caffaro SpA		120,95	
Piezometro	PZ112	PZ 3 EST 120	Caffaro SpA		120,45	
Piezometro	PZ113	PZ 3 EST 80	Caffaro SpA		120,73	121,02
Piezometro	PZ114	PZ 3 EST 40	Caffaro SpA		120,68	
Piezometro	PZ115	PZ 4 EST 120	Caffaro SpA	122,92	121,43	
Piezometro	PZ116	PZ 4 EST 80	Caffaro SpA	122,77	121,43	121,64
Piezometro	PZ117	PZ 4 EST 40	Caffaro SpA	122,58	121,21	
Piezometro	PZ118	PZ 5 EST 120	Caffaro SpA		121,38	
Piezometro	PZ119	PZ 5 EST 80	Caffaro SpA	122,57	121,10	121,42
Piezometro	PZ120	PZ 5 EST 40	Caffaro SpA	122,55	121,09	
Piezometro	PZ96	Pz 1	Caffaro SpA	122,21	120,93	121,16
Piezometro	PZ97	Pz 2	Caffaro SpA	122,29	121,01	121,23
Piezometro	PZ98	Pz 3	Caffaro SpA	121,96	120,89	120,95
Piezometro	PZ99	Pz 4	Caffaro SpA	121,97	120,65	120,95
Pozzo	P76	POZZO SANT'ANNA	CLINICA SANT'ANNA			118,12
Piezometro	PZ145	COM 1	COMPARTO MILANO	122,97	121,18	121,32
Piezometro	PZ146	COM 2	COMPARTO MILANO	121,72	120,18	120,39
Piezometro	PZ147	COM 3	COMPARTO MILANO	122,28	120,62	120,79
Piezometro	PZ148	COM 4 bis	COMPARTO MILANO	122,00	120,35	120,55
Piezometro	PZ149	COM 5	COMPARTO MILANO	122,39	120,67	120,85
Piezometro	PZ151	COM 7	COMPARTO MILANO	121,99		120,52
Piezometro	PZ153	COM 9	COMPARTO MILANO	122,91	121,13	121,27
Piezometro	PZ154	COM 10	COMPARTO MILANO	124,79	121,08	121,23
Piezometro	PZ155	COM 11	COMPARTO MILANO	122,96	121,22	121,31
Piezometro	PZ156	COM 12	COMPARTO MILANO	121,79	120,21	120,43
Piezometro	PZ157	COM 13	COMPARTO MILANO	122,52	120,79	120,95



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO



Piezometro	PZ158	COM 14 bis	COMPARTO MILANO	122,22	120,57	120,75
Piezometro	PZ221	COM 15	COMPARTO MILANO	122,18	120,50	120,64
Pozzo	P1	POZZO PESCHETO	COMUNE DI BRESCIA	120,17		119,31
Pozzo	P2	POZZO GIARDINI FURA	COMUNE DI BRESCIA	118,33		117,71
Pozzo	P3	POZZO GIARDINI VIA ROMA	COMUNE DI BRESCIA	117,47	116,71	117,03
Pozzo	P4	POZZO PANIGADA	COMUNE DI BRESCIA	121,95		
Pozzo	P5	POZZO PARCO DELLA PACE	COMUNE DI BRESCIA	105,14	105,30	105,49
Pozzo	P6	POZZO FARFENGO	COMUNE DI BRESCIA			121,94
Pozzo	P7	POZZO GIFFONI	COMUNE DI BRESCIA	112,32	112,17	112,32
Piezometro	PZ178	Pz 1 - Via Caprera	Comune di Brescia	116,94	116,17	116,66
Piezometro	PZ179	Pz 2 - Via Caprera	Comune di Brescia	116,31		116,06
Piezometro	PZ180	Pz 3 - Via Caprera	Comune di Brescia	115,72		115,47
Piezometro	PZ181	Pz 4 - Via Caprera	Comune di Brescia	116,70		115,41
Piezometro	PZ182	Pz 5 - Via Caprera	Comune di Brescia			111,48
Piezometro	PZ183	Pz 7 - Via Caprera	Comune di Brescia			113,85
Piezometro	PZ184	Pz 8 - Via Caprera	Comune di Brescia			114,45
Piezometro	PZ185	Pz 9 - Via Caprera	Comune di Brescia	113,08	112,53	113,13
Piezometro	PZ188	Pz 11 - Via Caprera	Comune di Brescia	114,83		
Piezometro	PZ59	Pz Ercoliani	Comune di Brescia	115,60	115,12	115,30
Piezometro	PZ60	Pz via Flero	Comune di Brescia		113,09	113,23
Piezometro	PZ61	Pz Sereno I (25m)	Comune di Brescia	114,19	113,89	
Piezometro	PZ62	Pz Sereno I (42 m)	Comune di Brescia	114,31	117,87	
Piezometro	PZ193	PZ	CONGREGA DELLA CARITA' APOSTOLICA	122,37	119,80	120,01
Pozzo	P70	COPAN POZZO	COPAN	110,69	110,35	110,86
Piezometro	PZ78	Pz Nord	DEPOSITO AUTOMEZZI MONTE MANIVA	122,21	119,81	120,94
Piezometro	PZ159	PZ1	DOTTI ARTURO	122,53		
Piezometro	PZ160	PZ2	DOTTI ARTURO	121,95	120,59	120,71



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO



Piezometro	PZ64	Emporio Commerciale	Emporio Commerciale	117,71	117,09	117,26
Piezometro	PZ210	PM4	ENI SPA	121,11	119,85	
Piezometro	PZ220	PM1	ENI SPA	121,41	120,15	
Piezometro	PZ222	PM2	ENI SPA	120,23	119,00	
Piezometro	PZ223	PM3	ENI SPA	121,75	123,85	124,19
Piezometro	PZ140	PZ1	Ex CAM Petroli	119,18	118,10	
Piezometro	PZ141	PZ2	Ex CAM Petroli	118,42	117,35	117,93
Piezometro	PZ143	PZ4	Ex CAM Petroli	118,88		
Piezometro	PZ144	PZ5	Ex CAM Petroli	118,74	117,67	118,26
Piezometro	PZ212	PZ6	EX CAM PETROLI	118,88	117,80	118,38
Piezometro	PZ1	PZ1	EX FORZANINI GALVANICA	116,99	116,30	116,43
Piezometro	PZ2	PZ2	EX FORZANINI GALVANICA	116,97	116,27	116,41
Piezometro	PZ3	PZ3	EX FORZANINI GALVANICA	117,54	116,82	116,95
Piezometro	PZ4	PZ4	EX FORZANINI GALVANICA	118,55	116,82	116,94
Piezometro	PZ5	PZ5	EX FORZANINI GALVANICA	117,19	116,49	116,63
Piezometro	PZ7	PZ6	EX FORZANINI GALVANICA	115,95	115,36	115,45
Piezometro	PZ90	Pz E1a	ex pietra curva		118,19	118,38
Piezometro	PZ211	PZ SUD	FINSIBI - CASE DEL SOLE	124,03		
Piezometro	PZ219	PZ NORD	FINSIBI - CASE DEL SOLE	124,65		
Piezometro	PZ168	PzT2	FINSIBI SPA	118,98	118,09	118,21
Piezometro	PZ169	PzC1	FINSIBI SPA	120,70	119,39	119,66
Piezometro	PZ172	PzC4	FINSIBI SPA	119,39	118,29	118,55
Piezometro	PZ173	PzC5	FINSIBI SPA	119,66	118,51	118,73
Piezometro	PZ174	PzC6	FINSIBI SPA	120,12	118,92	119,20
Piezometro	PZ225	PZ 2	IDEAL Clima		122,21	122,79
Piezometro	PZ226	PZ 3	IDEAL Clima		122,51	122,96
Piezometro	PZ227	PZ 4	IDEAL Clima		121,32	121,97
Piezometro	PZ162	PZ 2	IDEAL STANDARD	124,94	123,34	123,43



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO



Piezometro	PZ163	PZ 4	IDEAL STANDARD	122,27	120,72	121,04
Piezometro	PZ164	PZ 5	IDEAL STANDARD	124,44	122,86	123,08
Piezometro	PZ165	PZ 3	IDEAL STANDARD	122,38	120,83	121,15
Piezometro	PZ166	PZ 6	IDEAL STANDARD	121,47	119,92	120,24
Piezometro	PZ65	Pz 1 - Scalo Merci	Italferr	121,80	120,11	120,23
Piezometro	PZ66	Pz 4 - Scalo Merci	Italferr	121,10	119,60	119,67
Piezometro	PZ67	Pz 5 - Scalo Merci	Italferr	120,68	119,26	119,31
Piezometro	PZ68	Pz 6 - Scalo Merci	Italferr	120,28	119,05	119,10
Piezometro	PZ69	Pz 3 - Scalo Merci	Italferr	120,86	119,51	119,32
Piezometro	PZ10	SP2	IVECO S.p.a.	133,65	132,78	132,62
Piezometro	PZ12	SP4	IVECO S.p.a.	132,31	132,05	131,75
Piezometro	PZ13	SP5	IVECO S.p.a.	132,10	130,84	131,27
Piezometro	PZ14	SP6	IVECO S.p.a.	131,79	131,70	131,57
Piezometro	PZ15	SP7	IVECO S.p.a.	131,54	131,56	131,27
Piezometro	PZ16	SP8	IVECO S.p.a.	134,46	134,25	
Piezometro	PZ17	SP9	IVECO S.p.a.	132,23	131,60	
Piezometro	PZ18	SP10	IVECO S.p.a.	130,04	128,18	126,89
Piezometro	PZ19	SP11	IVECO S.p.a.	134,88	131,96	
Piezometro	PZ20	SP12	IVECO S.p.a.	132,98	132,36	132,19
Piezometro	PZ21	SP13	IVECO S.p.a.	152,43	134,30	134,47
Piezometro	PZ22	SP14	IVECO S.p.a.	131,54	136,18	130,64
Piezometro	PZ23	SP15	IVECO S.p.a.	135,49	132,58	135,46
Piezometro	PZ24	SP16	IVECO S.p.a.	132,66	127,69	132,57
Piezometro	PZ25	SP17	IVECO S.p.a.	127,18	129,89	127,05
Piezometro	PZ26	SP18	IVECO S.p.a.	130,76	131,74	130,15
Piezometro	PZ27	SP19	IVECO S.p.a.	132,35	132,90	131,61
Piezometro	PZ28	SP alfa	IVECO S.p.a.	133,64	131,94	133,42
Piezometro	PZ29	SP beta	IVECO S.p.a.	133,14	133,01	132,84



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO



Piezometro	PZ30	SP gamma	IVECO S.p.a.	134,89		134,44
Piezometro	PZ9	SP1	IVECO S.p.a.	134,37		
Piezometro	PZ200	PZ1	LA PICCOLA VELOCITÀ		119,41	119,42
Piezometro	PZ201	PZ2	LA PICCOLA VELOCITÀ	121,45	120,30	120,27
Piezometro	PZ73	Pz 2	Magazzini generali	120,56		119,64
Piezometro	PZ74	Pz 5	Magazzini generali	118,75		117,94
Piezometro	PZ76	Pz 6	Magazzini generali	118,07	117,88	117,33
Pozzo	P77	Pozzo Barbi	OLEIFICIO BARBI			120,84
Pozzo	P22	ONOFRI CESARE	ONOFRI CESARE	109,91	108,90	
Pozzo	P19	ORLANDI ACCIAI	ORLANDI ACCIAI	110,85		110,94
Piezometro	PZ231	PZ6	Oto - Melara			120,79
Piezometro	PZ79	Pz 1	Oto - Melara	122,85	120,68	121,04
Piezometro	PZ80	Pz 5	Oto - Melara	121,79		120,61
Piezometro	PZ81	Pz 3	Oto - Melara	122,12	120,45	120,83
Piezometro	PZ82	Pz 2	Oto - Melara	121,92	120,28	120,66
Piezometro	PZ83	Pz 4	Oto - Melara	121,50	120,37	120,73
Pozzo	P30	PALAZZOLI S.P.A.	PALAZZOLI S.P.A.			136,21
Piezometro	PZ84	Pz P3	Piemonte Est			122,72
Piezometro	PZ87	Pz P4	Piemonte Est			117,11
Piezometro	PZ89	Pz P5	Piemonte Est			117,16
Piezometro	PZ124	PZ P2	PIEMONTE EST/ABIP			117,08
Piezometro	PZ86	Pz P1	Piemonte Est/ABIP			122,85
Piezometro	PZ176	PZ TUB2	PIETRA SPA	120,47		
Piezometro	PZ93	PZ TUB3	PIETRA SPA	119,99	119,03	119,14
Piezometro	PM2	PM2	PONTE MELLA	149,40		
Piezometro	PM3	PM3	PONTE MELLA	140,89		
Piezometro	PM4	PM4	PONTE MELLA	134,84		
Piezometro	PM5	PM5	PONTE MELLA	124,62		



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO



Piezometro	PM6	PM6	PONTE MELLA	103,32		
Piezometro	PM1	PM1	PONTI MELLA	153,19		
Piezometro	PZ6	PZ Parenzo	Provincia di Brescia	116,66		116,28
Piezometro	PZ94	Pz UBI Banca	Provincia di Brescia	119,41	118,62	118,58
Pozzo	P24	RIPORTI GALVANICI	RIPORTI GALVANICI	111,78		
Pozzo	P24	RIPORTI GALVANICI	RIPORTI GALVANICI	123,54		
Piezometro	PZ209	PZ1	SCUOLA DELEDDA	116,69	116,09	116,28
Piezometro	PZ216	PZ3	SCUOLA DELEDDA	116,41	115,83	115,99
Piezometro	PZ217	PZ2	SCUOLA DELEDDA	116,47	115,86	116,06
Pozzo	P59	PZ79/2 (POZZO SPEDALI CIVILI 1)	SPEDALI CIVILI DI BRESCIA	160,41		
Piezometro	PZ203	PZS3	TGF	122,91	121,37	121,50

Tabella 2 - Risultati del monitoraggio quantitativo Aprile - Giugno - Settembre 2014

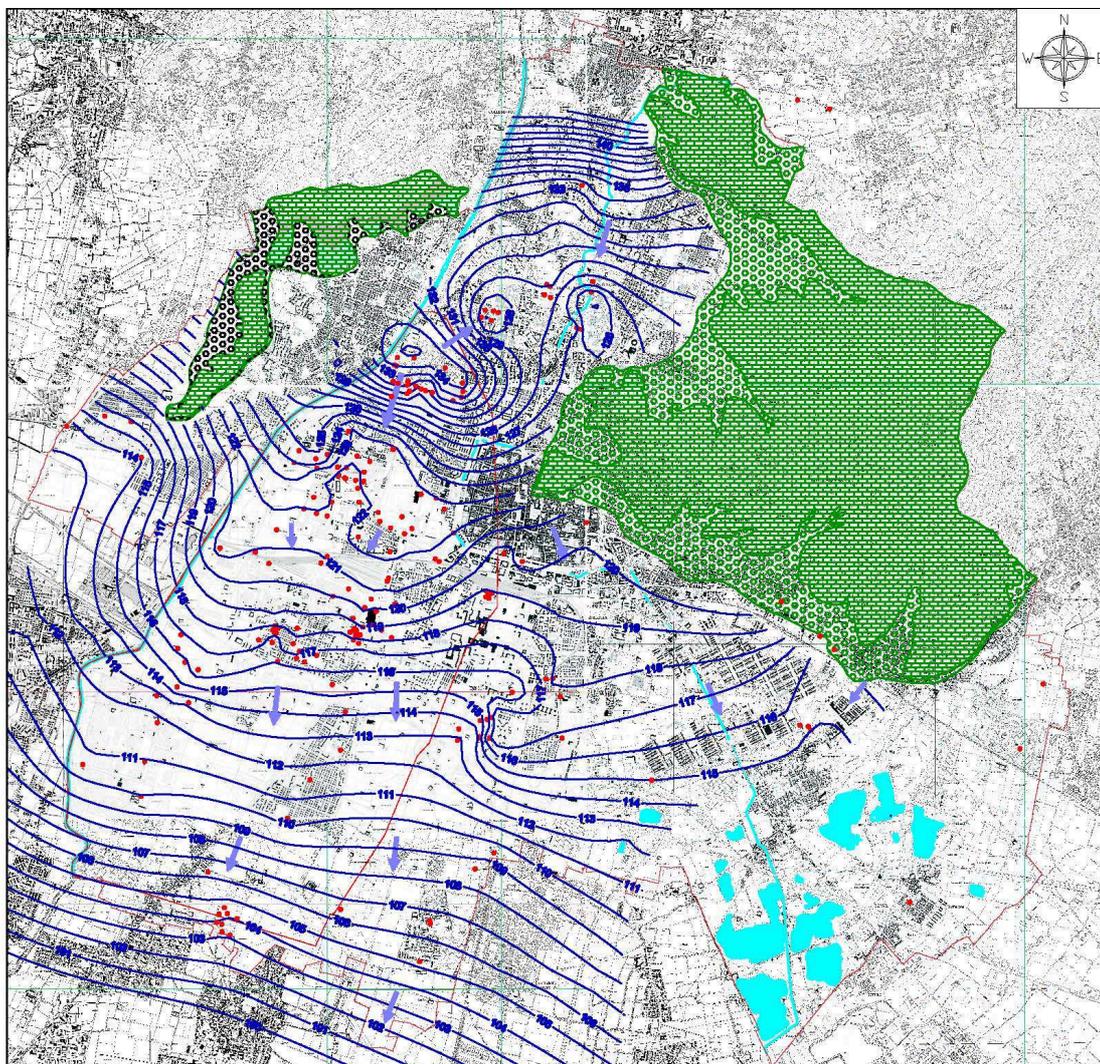


Figura 26 - Ricostruzione andamento piezometrico della falda nell'area BS002 - Campagna
Aprile 2014

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 67/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli

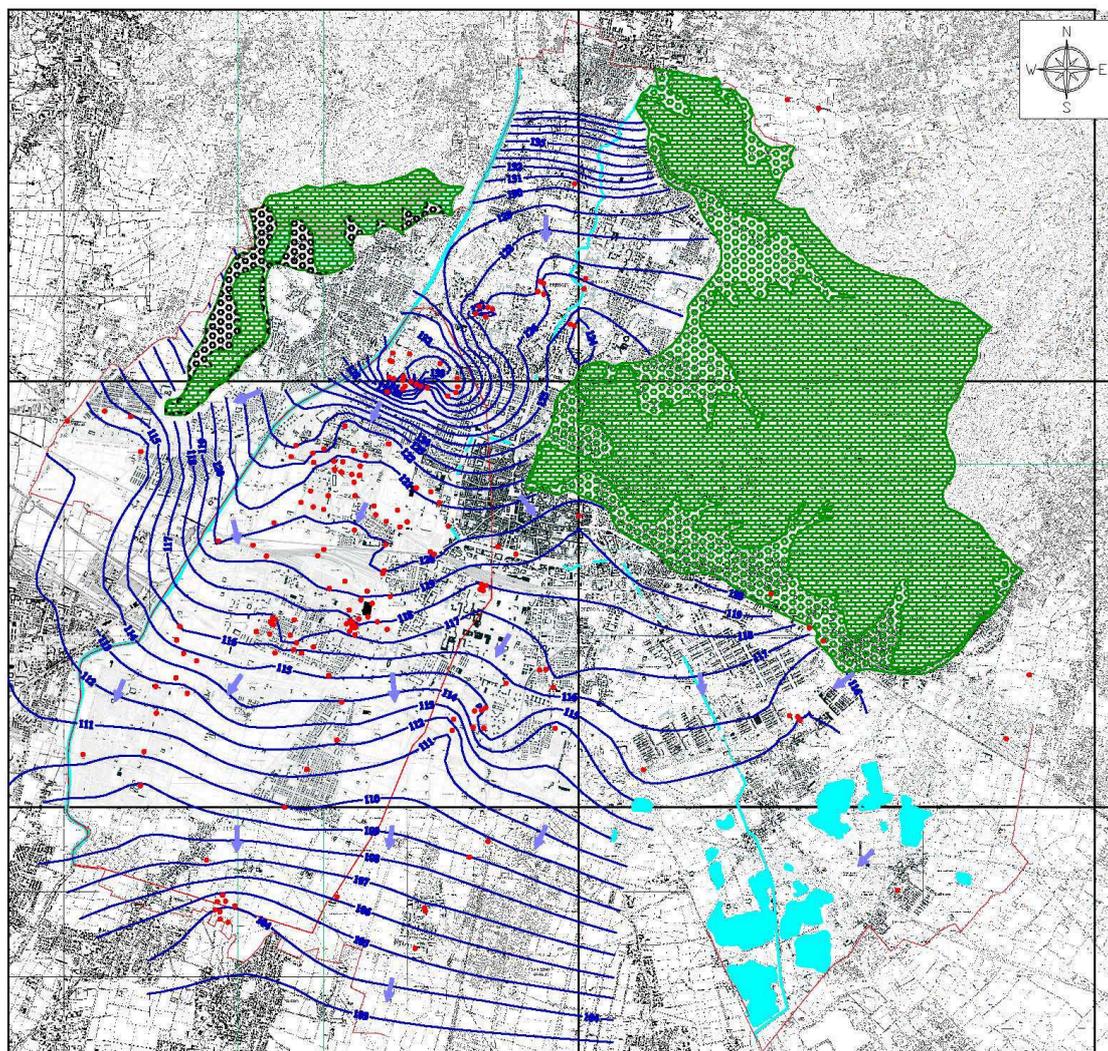


Figura 27 - Ricostruzione andamento piezometrico della falda nell'area BS002 - Campagna
Giugno 2014

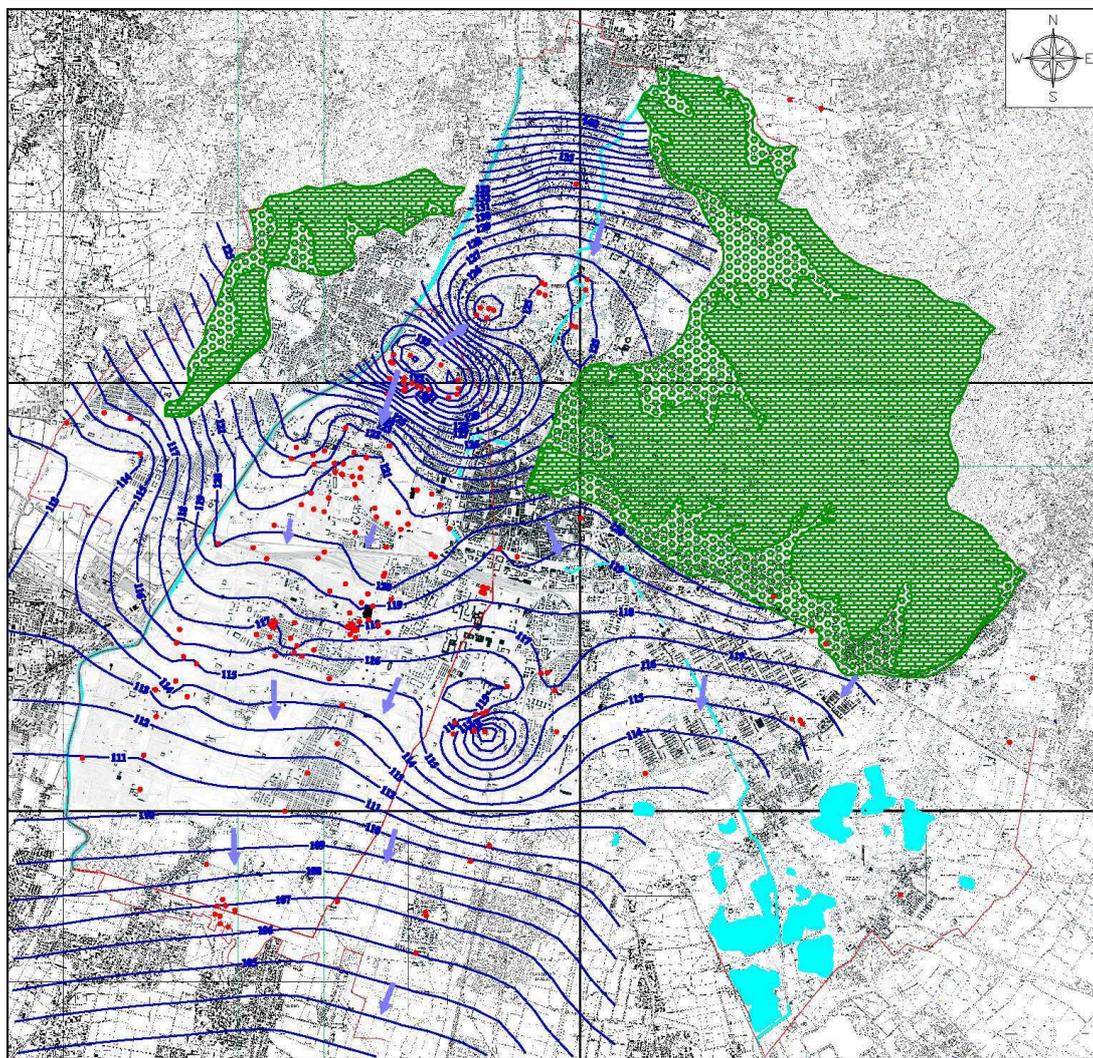


Figura 28 - Ricostruzione andamento piezometrico della falda nell'area BS002 - Campagna
Settembre 2014

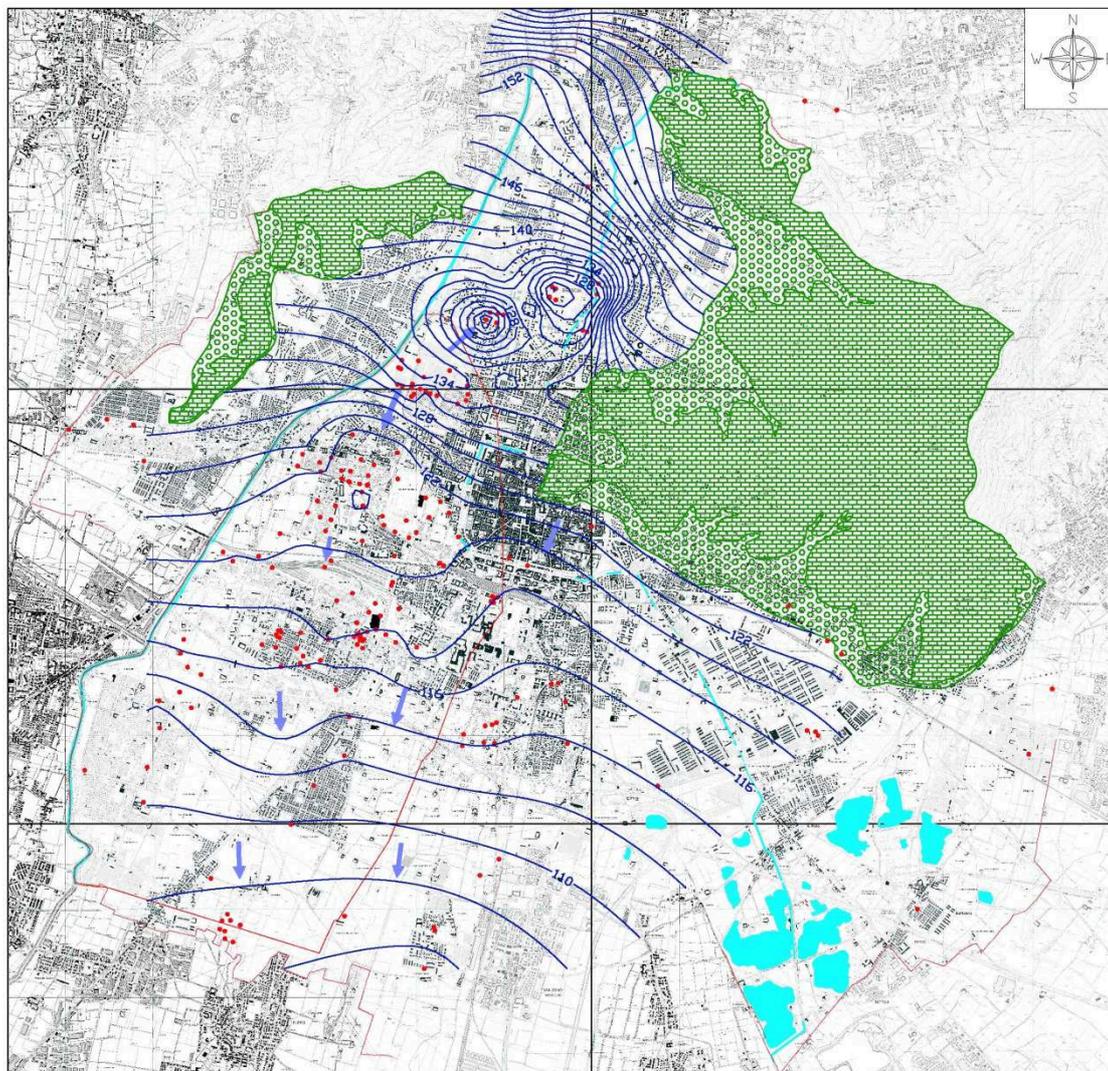


Figura 29 - Ricostruzione andamento piezometrico della falda nell'area BS002 - Campagna
Gennaio 2015



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO



8. OSCILLAZIONI DEL LIVELLO PIEZOMETRICO

Le oscillazioni temporali del livello piezometrico di un'area rappresentano uno degli elementi di maggiore importanza nella valutazione delle risorse idriche sotterranee in quanto esprimono le variazioni di bilancio dei corpi idrici sotterranei dovute ai fattori di ricarica e uscita degli acquiferi.

La ricostruzione delle fluttuazioni del livello piezometrico della falda nel tempo è stata possibile grazie alle misurazioni di livello effettuate con cadenza mensile dall'Azienda Acquedottistica di Brescia (ASM e A2A) su una rete di pozzi pubblici e privati presenti nell'ambito territoriale e in alcuni comuni limitrofi.

Nell'ambito del presente studio sono state considerate le oscillazioni misurate nei seguenti pozzi pubblici facenti parte della suddetta rete di controllo piezometrico, aventi tipologia di tipo monofalda, con captazione del primo acquifero, o multifalda, con captazione del primo e secondo acquifero:

- A.S.M. pozzo n. 10 S. Donino 3 – periodo 1973-2014;
- A.S.M. pozzo n. 17 Chiesanuova 1– periodo 1975-2014;
- A.S.M. pozzo n. 36 Folzano 1 – periodo 1975-2014;
- A.S.M. pozzo n. 400 Diesel Nord – periodo 1990-2014;
- A.S.M. pozzo n. 15 Brusato – periodo 1990-2014;
- A.S.M. pozzo n. 43 Zanardelli – periodo 1985-2014;
- A.S.M. pozzo n. 13 Leonessa 1 – periodo 1990-2014;
- A.S.M. pozzo n. 25 Belvedere – periodo 1990-2014;
- A.S.M. pozzo n. 22 La Marmora 1 – periodo 1985-2014;
- A.S.M. pozzo n. 26 Volta – periodo 1985-2014;
- A.S.M. pozzo n.27 Fiorentini 1 – periodo 1990-2014;
- A.S.M. pozzo n. 38 Bornata 1 – periodo 1990-2014;
- A.S.M. pozzo n. 86 Gabbiano – periodo 1992-2014.

La serie di misurazioni, pur presentando alcune lacune temporali, abbraccia circa gli ultimi 40 anni per il pozzo S. Donino (1973-2014) ubicato nel settore Nord della Città e per i pozzi Chiesanuova 1 e Folzano 1 (1975-2014); la maggior parte dei punti di controllo possiede

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 71/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli

	<p>ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI CONTAMINAZIONE</p> <p>LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI INQUADRAMENTO</p>	
---	--	---

rilevazioni che coprono un intervallo temporale minore, in genere 1985-2014 oppure 1990-2014.

La rappresentazione dell'oscillazione della falda rilevata nei diversi punti di controllo analizzati è riportata nei grafici in **Figura 30** e **Figura 31**.

In particolare, in **Figura 30** sono rappresentate le oscillazioni relative ai pozzi S. Donino 3, Chiesanuova 1, Fornaci e Folzano 1, che, oltre a essere contraddistinti dalla serie più estesa di rilevazioni, permettono di evidenziare le caratteristiche principali delle fluttuazioni piezometriche nei settori settentrionale (pozzo S. Donino 3), centrale (pozzo Chiesanuova 1) e meridionale (pozzo Fornaci e pozzo Folzano 1) del SIN Brescia - Caffaro.

Nell'elaborazione prodotta, all'oscillazione del livello piezometrico è stato associato l'andamento delle precipitazioni mensili rilevate alla stazione di Brescia (Istituto Tecnico Agrario G. Pastori) nel medesimo periodo, al fine di evidenziare le potenziali correlazioni tra regime pluviometrico e condizioni di alimentazione della falda nell'area in oggetto.

L'analisi delle suddette oscillazioni consente di effettuare le seguenti considerazioni:

- nell'ultimo quarantennio si sono manifestati periodi pluriennali di innalzamento e discesa dei livelli perlopiù connessi all'entità delle precipitazioni e, in minor misura, alla dismissione di poli industriali idroesigenti;
- i massimi valori di soggiacenza (massimo abbassamento) sono stati registrati nel settore settentrionale nella prima metà degli anni 70, nel biennio 1981-1982 e nel triennio 1991-1993, mentre nel settore meridionale il massimo abbassamento si è verificato nel 2000;
- l'escursione tra i massimi e minimi delle quote piezometriche si riduce notevolmente procedendo da Nord verso Sud; infatti, sono state rilevate escursioni rispettivamente pari a circa 25 m nel settore settentrionale (pozzi S. Donino), circa 15 m nel settore centrale (pozzo Chiesanuova) e circa 5 m nel settore meridionale (pozzo Fornaci e pozzo Folzano 1).

Nel dettaglio, per quanto attiene il settore settentrionale:

- nei pozzi S. Donino e Chiesanuova, nella seconda metà degli anni '70, a seguito di forti afflussi meteorici, si verificò un primo, forte innalzamento dei livelli di falda che portò a raggiungere valori di soggiacenza piuttosto ridotti nel 1977;

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 72/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO



- negli anni '80 si manifestò un trend negativo con un abbassamento del livello pari a circa 7-10 m dovuto alle scarse precipitazioni con un innalzamento solo in corrispondenza del 1985, conseguente verosimilmente alle cospicue precipitazioni nevose invernali che favorirono una ricarica significativa proveniente dagli acquiferi di monte;
- nel decennio successivo si assistette a un nuovo recupero del livello piezometrico, con picchi tra il 1994 e il 1998, seguito da un ulteriore decremento fino all'anno 2000, mentre nel 2001 si verificò una nuova brusca risalita con picchi analoghi o superiori a quelli rilevati nel 1977;
- nel periodo più recente, ossia circa negli ultimi cinque anni (tra il 2009 e il 2014), il livello della falda è salito ulteriormente e si sono osservati i minimi di soggiacenza rilevati in questo settore nell'ultimo quarantennio.

Per quanto riguarda il settore meridionale:

- nei pozzi Fornaci e Folzano 1 si è verificato invece un progressivo decremento del livello piezometrico nel tempo.

Di notevole importanza è anche il confronto tra i massimi registrati nell'ultimo quarantennio e quelli relativi ad anni precedenti (periodo 1950-1960), perlopiù rappresentati da livelli statici acquisiti all'atto della realizzazione dei pozzi.

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 73/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO

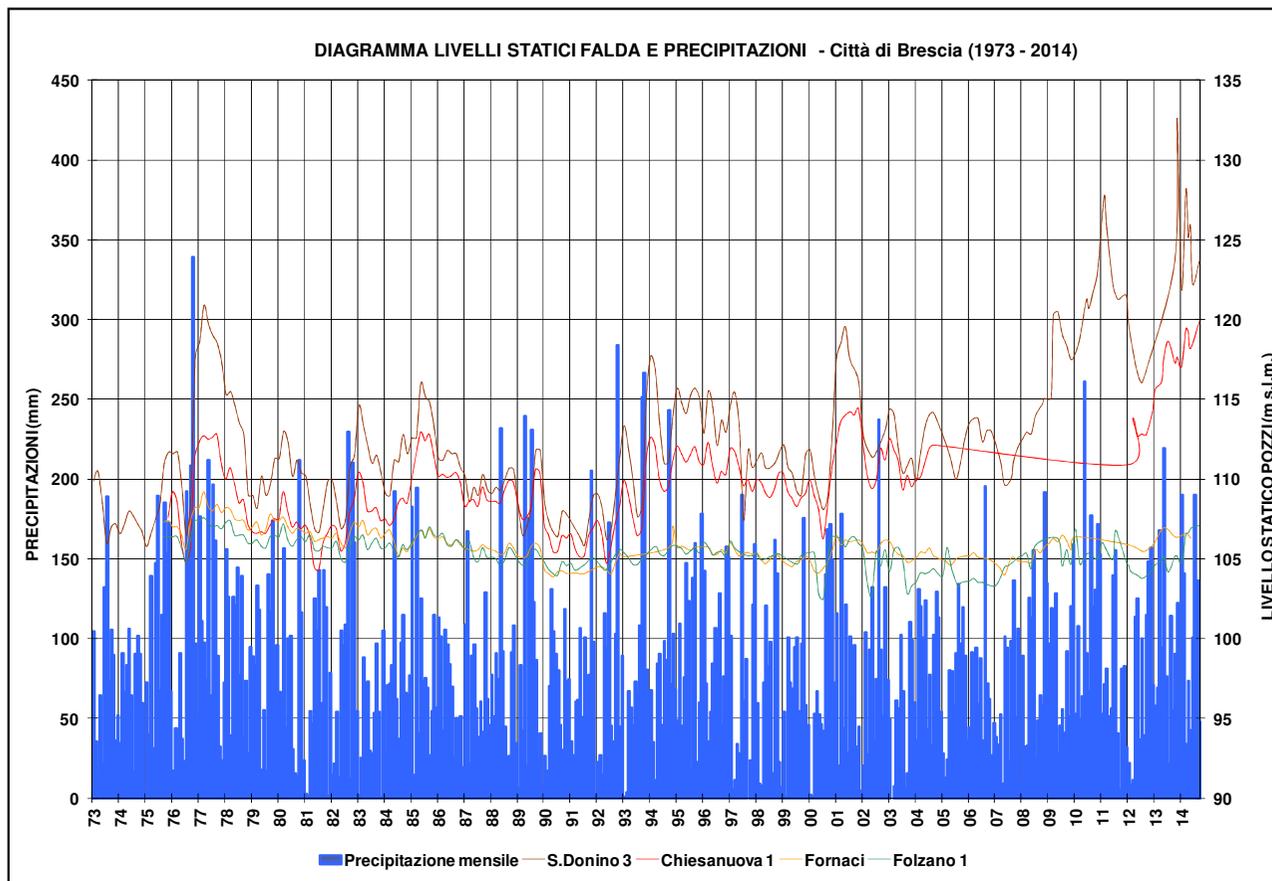


Figura 30 - Livello di falda e precipitazioni Brescia - Pozzi pubblici con serie storica 1973 - 2014

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 74/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO

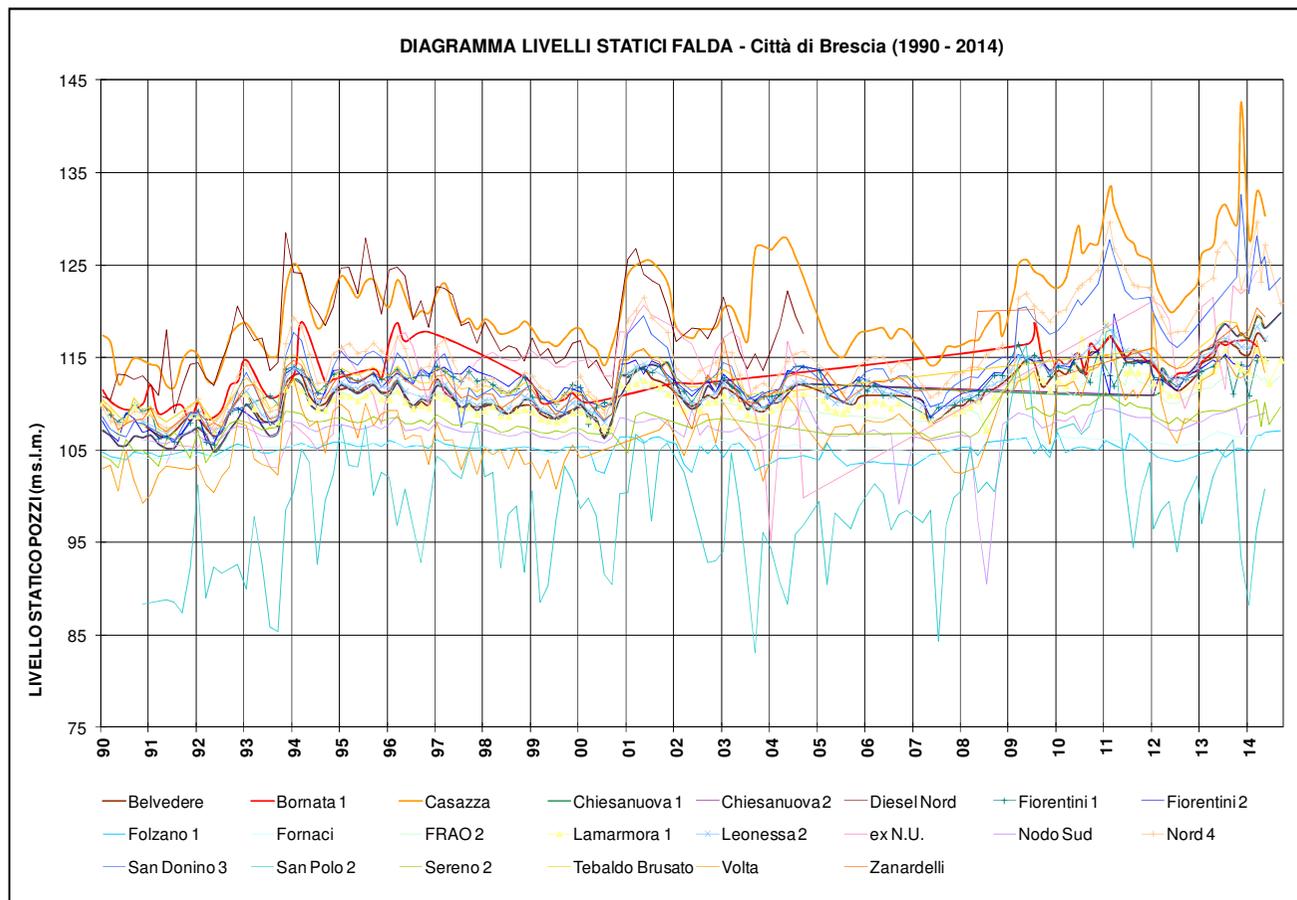


Figura 31 - Livello di falda Brescia - Pozzi pubblici - Serie 1990 - 2014

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 75/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli

	<p>ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI CONTAMINAZIONE</p> <p>LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI INQUADRAMENTO</p>	
---	--	---

8.1 Misurazioni in continuo del livello di falda

Nel comparto Caffaro è stato posizionato nel 2002 all'interno del piezometro Pz5 un datalogger con misurazione in continuo (una registrazione ogni ora) del livello di falda. Relativamente al suddetto strumento si dispone di una estesa serie di misure, dal posizionamento fino al Maggio 2014 (**Figura 32**).

Le misurazioni effettuate dal 2002 al 2007 hanno evidenziato una fluttuazione continua del livello, rappresenta da un'alternanza ciclica di discese e risalite, con escursione massima di circa 4 metri. A partire dalla primavera 2007, il trend risulta in notevole e continua rimonta fino all'inizio del 2011, passando da circa 109 m s.l.m. registrati nel maggio 2007 a circa 123 m s.l.m. misurati nel gennaio 2011, con un aumento del livello sull'intero periodo di circa 14 metri.

Dopo un breve periodo senza variazioni significative, il livello di falda ha mostrato un modesto decremento, fino all'aprile 2012 allorquando è stata registrata una quota assoluta di circa 114.5 m s.l.m., che si è mantenuta all'incirca costante fino all'ottobre 2012.

Il periodo successivo ha evidenziato un nuovo innalzamento, al termine del quale alla primavera del 2014 i livelli sono risultati del tutto simili a quelli registrati al gennaio 2011.

Le ultime misure disponibili, fino al maggio 2014, hanno palesato un ulteriore decremento di circa 2 metri.

Oltre alle misurazioni rilevate presso l'area Caffaro, a partire dalla fine del 2014 ARPA, in ottemperanza a quanto stabilito nell'Accordo di Programma del 29 settembre 2009, ha installato sistemi di monitoraggio in continuo del livello, della temperatura e della conducibilità elettrica della falda in due punti nell'area di interesse.

Nel dettaglio, uno dei due datalogger è stato installato nel mese di settembre 2014 nel piezometro PZ64 (denominato PZ Emporio Commerciale) posto in via Fura, circa 40 m a valle del sito "Baratti di Eredi Inselvini", al fine di valutare l'andamento della superficie piezometrica in uscita dal sito, anche in relazione alle attività di bonifica/MISE in corso.

Il secondo data logger è stato posizionato nel mese di gennaio 2015 nel piezometro PZ8 (denominato PZ Vivaio) ubicato in area privata a valle del sito "Ex Galvanica Forzanini", anche in questo caso per consentire valutazioni di dettaglio inerenti le variazioni del livello di falda.

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 76/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO



Per quanto attiene il datalogger posizionato nel piezometro PZ64 Emporio commerciale, è possibile osservare una moderata diminuzione del livello piezometrico da inizio misure al novembre 2014, seguito da un aumento fino al dicembre del medesimo anno, correlabile alle intense e continue precipitazioni occorse tra fine ottobre e il mese di novembre 2014. Nel periodo seguente, fino alla fine del 2015, il livello ha mostrato un progressivo abbassamento che ha raggiunto, complessivamente dall'inizio delle misure, valori di circa 4 metri corrispondenti a un livello assoluto di circa 113 rispetto agli iniziali 117 m s.l.m..

Analogamente a quanto registrato nel piezometro sopra descritto, le misure a oggi disponibili per il datalogger collocato nel PZ8 Vivaio hanno mostrato un progressivo incremento della soggiacenza, con un modesto innalzamento solo da febbraio a circa metà marzo del 2015. In termini di quote assolute, il livello misurato è passato da 118.8 a 115.3 m s.l.m. con un abbassamento complessivo nel corso del 2015 pari a circa 3 metri.

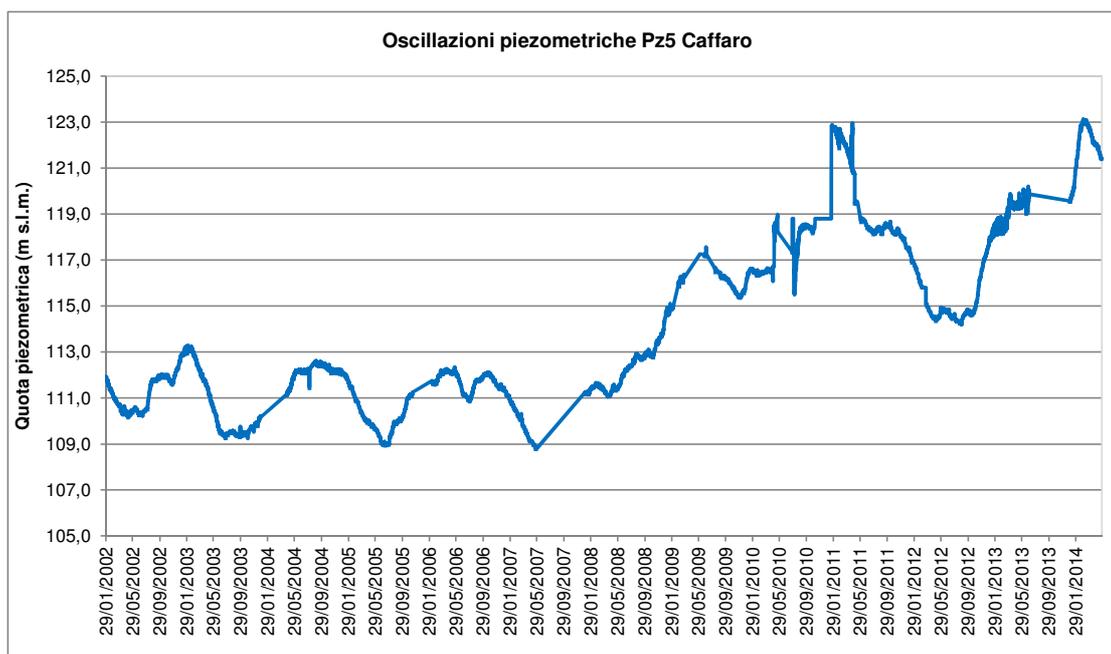


Figura 32 - Livello di falda Brescia - Piezometro Caffaro Pz5 - Serie 2001 - 2014

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 77/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO

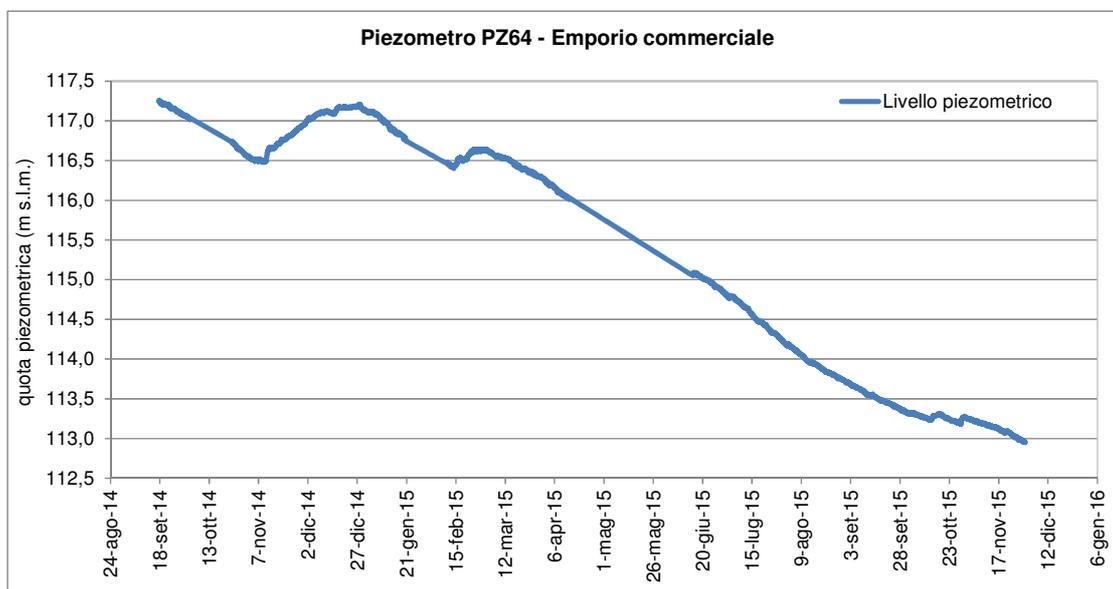


Figura 33 - Livello di falda Brescia - Piezometro PZ64 Emporio commerciale Serie 9/2014 - 2015

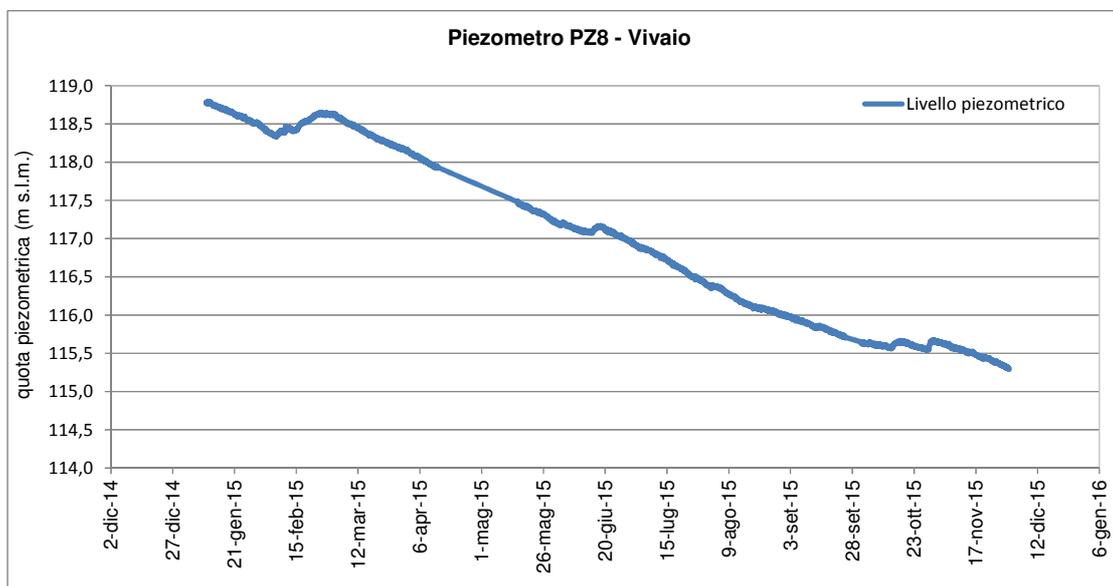


Figura 34 - Livello di falda Brescia - Piezometro PZ8 Vivaio Serie 1/2015 - 2015



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO



9. QUALITA' DELLE ACQUE SOTTERRANEE

9.1 Analisi dei dati ed evoluzione storica

Le analisi effettuate dagli Enti di competenza hanno evidenziato che sin dagli anni '70 nelle acque di falda messe in produzione dai pozzi pubblici e privati distribuiti sul territorio in esame era presente un diffuso degrado qualitativo dovuto soprattutto alla presenza di sostanze di origine antropica, quali ad esempio Nitrati, Composti organo-alogenati e Cromo esavalente.

La contaminazione da Nitrati è da attribuire con ogni probabilità all'infiltrazione in falda di reflui civili, a perdite da fognatura o da corsi d'acqua, da scarico diretto di pozzi perdenti, nonché da pratiche agricolo-zootecniche; tale degrado è pertanto strettamente connesso alla distribuzione del tessuto urbano e della rete di scarico dei reflui, nonché alla vulnerabilità intrinseca dell'acquifero, che non risulta adeguatamente protetto in superficie da continui e spessi livelli impermeabili.

Per quanto riguarda i Composti organo-alogenati e il Cromo VI sono state osservate contaminazioni sia locali sia diffuse su tutto il territorio soprattutto nell'area della città di Brescia, dovute a scarichi impropri sul suolo e nel sottosuolo, in reti fognarie e corsi d'acqua.

Dato che le captazioni allora esistenti sfruttavano prevalentemente la I falda contenuta nell'acquifero conglomeratico, al fine di soddisfare la sempre crescente richiesta di acque idonee all'uso potabile (soprattutto nella città di Brescia) negli anni la ricerca si è spinta a maggiore profondità, tanto da giungere a sfruttare le falde degli acquiferi confinati dell'"unità argillosa villafranchiana", posti al di sotto di quello normalmente sfruttato dai pozzi presenti sul territorio bresciano.

Anche in alcuni di questi pozzi profondi sono tuttavia riscontrabili concentrazioni di Ferro, Ammoniaca e Manganese che ne compromettono l'impiego per il consumo umano. La presenza di queste sostanze è legata a fenomeni naturali, nella fattispecie alle condizioni riducenti che caratterizzano gli acquiferi profondi, nei quali le acque di falda sono soggette a tempi di residenza elevati in ragione della scarsa possibilità di rialimentazione.

In relazione al periodo precedente l'entrata in vigore delle normative sui siti contaminati e sul monitoraggio geochimico dei corpi idrici sotterranei (DM 471/99, D.Lgs 152/1999, D.Lgs 31/2001, D.Lgs 152/2006, D.Lgs 30/2009) le prime informazioni disponibili riguardano alcune indagini condotte dagli Enti tra il 1982 e il 1983, allorché fu accertata la diffusione della contaminazione da Cromo VI e da Tetracloruro di Carbonio.

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 79/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli

 <p>PROVINCIA DI BRESCIA</p>	<p>ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI CONTAMINAZIONE</p> <p>LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI INQUADRAMENTO</p>	 <p>ARPA LOMBARDIA Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente</p>
---	--	---

In riferimento al periodo successivo le serie di dati disponibili si riferiscono sia alle campagne condotte in Area Caffaro a partire dagli anni '90, sia ai monitoraggi periodici eseguiti dal 2003 in poi presso i pozzi pubblici da vari Enti di controllo e aziende acquedottistiche (ASL, ARPA, A2A) e presso le reti di monitoraggio delle aree in bonifica e gli impianti di scarica presenti nell'area in esame.

I punti di controllo che sono stati analizzati per una preliminare verifica dello stato qualitativo delle falde, per i quali si dispone di una serie di dati significativa e aggiornata agli anni più recenti, sono i seguenti:

- pozzi pubblici Città di Brescia - periodo 2003 - 2014
- reti di controllo siti in bonifica:
 - Baratti Eredi Inselvini - periodo 2006 - 2012
 - Caffaro - periodo 2004 - 2010
 - Comparto Milano - periodo 2002 - 2012
 - Ex Magazzini Generali - periodo 2006 - 2012
 - Ex Pietra - periodo 2005 - 2011
 - Piemonte Est - Ex ABIP - periodo 2004 - 2011
- reti di controllo scariche:
 - Buffalora - periodo 2009 - 2013
 - Via Caprera - periodo 2006 - 2013

In relazione alle problematiche storiche presenti nell'area di studio, di seguito si propone una analisi delle principali contaminazioni relative ai parametri Cromo VI e Solventi clorurati (Tricloroetilene, Tetracloroetilene, Tetracloruro di Carbonio), con il dettaglio dell'evoluzione avvenuta nell'ultimo decennio di rilevazione (generalmente a partire dal 2003).

Sono omesse considerazioni sulla evoluzione di altri contaminanti tipici del territorio bresciano, quali PCB, Mercurio, Arsenico, Alifatici clorurati di minore importanza (Triclorometano, 1,1 Dicloroetilene, eccetera) che pur rappresentando importanti fenomeni locali di inquinamento delle falde o estese contaminazioni di rogge e terreni non hanno manifestato una diffusione significativa sul territorio.

I grafici di evoluzione idrochimica riferiti ai parametri presi in esame e ricostruiti per le serie di dati disponibili (generalmente a partire dal 2003) sono riportati negli **Allegati 2 e 3**.

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 80/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO



9.2 Analisi storica dell'inquinamento da Cromo VI nelle acque sotterranee

La concentrazione soglia di contaminazione (CSC) fissata dal D.Lgs 152/2006 per il Cromo VI è pari a 5 µg/l, mentre in riferimento alle acque destinate al consumo umano il limite di potabilità è fissato dal D.Lgs 31/2001 solo per il Cromo totale ed è pari a 50 µg/l.

La problematica di inquinamento da Cromo VI è nota nelle acque sotterranee del comune di Brescia almeno a partire dalla seconda metà degli anni '70, allorché il contaminante fu riscontrato all'interno delle acque captate dai pozzi pubblici a seguito di analisi condotte dalla locale USSL 41 e dall'ente gestore. Le contaminazioni storiche possono essere correlate con l'impatto esercitato dalle numerose attività antropiche di trattamento dei metalli (attività galvaniche di cromatura) e conciarie, attive o dismesse, diffuse nel territorio del comune di Brescia e in Val Trompia già a partire dai primi del '900, sebbene anche altre attività del settore metallurgico potrebbero aver provocato inquinamenti di minore entità, ma di tipo diffuso sul territorio.

Nel corso degli anni l'intensificazione dei controlli ispettivi, i miglioramenti operati sugli impianti utilizzati e la chiusura di numerose ditte hanno favorito la graduale riduzione della problematica.

In particolare, l'indagine condotta da USSL 41 nel dicembre 1982, rielaborata da ARPA nel 2014 (vedi **Figura 35**) mostrava la presenza di diffuse concentrazioni di Cr VI superiori a 5 µg/l.

All'interno dell'area del SIN i tenori di Cr VI nel 1982 risultavano prevalentemente compresi tra 10 e 25 µg/l, tuttavia con presenza di vasti settori contraddistinti da valori anche superiori a 50 µg/l (limite di potabilità previsto dal D. Lgs 31/2001 per il Cromo totale); le maggiori criticità (concentrazioni comprese tra 50 e 100 µg/l) si registravano in corrispondenza di questi settori:

- stabilimento Caffaro (settore settentrionale del SIN)
- siti Ex Pietra e Baratti (area Chiesanuova - settore centrale del SIN)
- area agricola Sud (settore meridionale del SIN)

Al di fuori del SIN importanti focolai furono riscontrati presso il settore attualmente occupato dall'industria Ori Martin, nell'estremo settore settentrionale del territorio comunale, lungo la via Stretta, dove storicamente si ubicavano numerose attività conciarie e a Sud Ovest del centro storico di Brescia.

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 81/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli

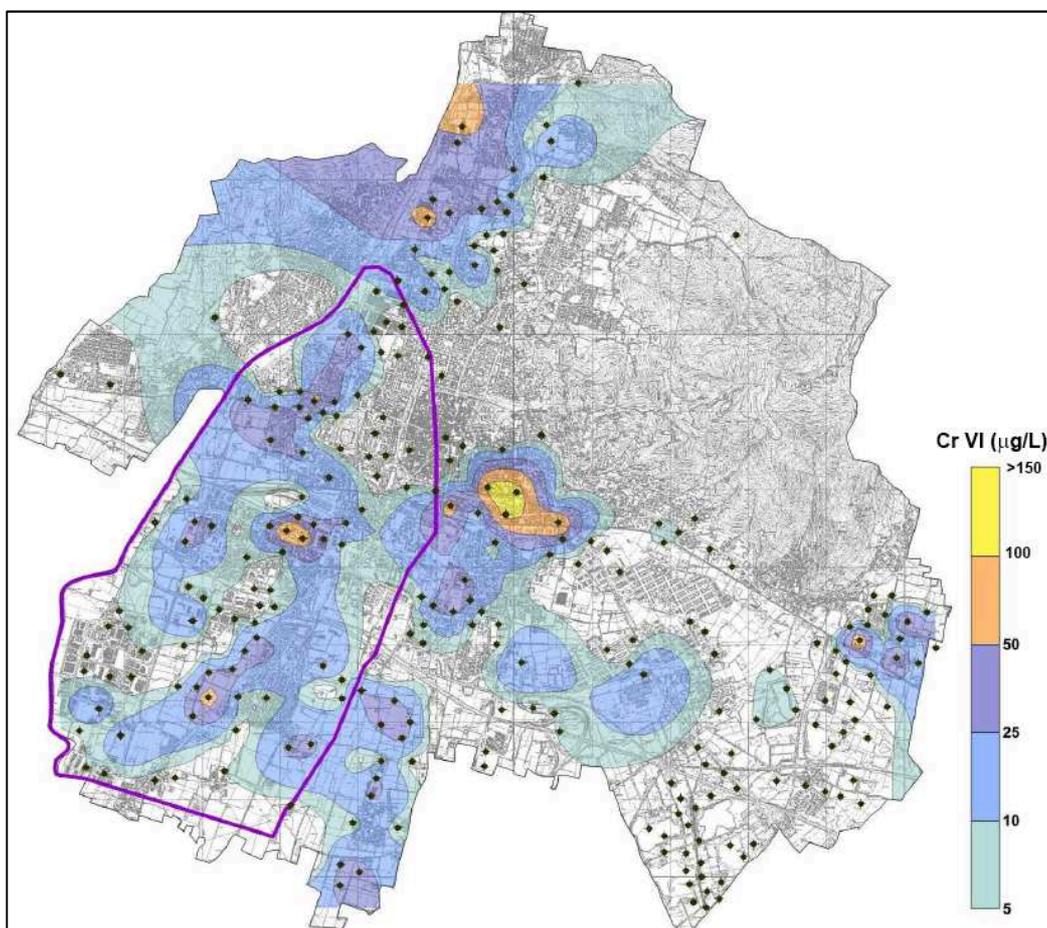


Figura 35 - Interpolazione livelli di Cromo VI nelle acque sotterranee - Dicembre 1982
(fonte: ARPA 2014)

Pozzi a uso potabile

Più nel dettaglio, per quanto riguarda i campi pozzi ad uso idropotabile presenti a monte del SIN (campi pozzi Nord, San Donino e pozzi San Bartolomeo-Via Grazzine e San Bartolomeo-Casazza), nell'indagine del 1982 della USSL 41 le concentrazioni in questo settore si mostravano comprese tra 5 e 25 $\mu\text{g/l}$, in analogia con la serie di dati più recenti (a partire dal 2003), che mostra valori di Cr VI variabili rispettivamente tra 5 e 15 $\mu\text{g/l}$ (pozzi Nord), tra 8 e 30 $\mu\text{g/l}$ (pozzi San Donino), tra 10 e 18 $\mu\text{g/l}$ (pozzo San Bartolomeo-Via Grazzine) e tra 7 e 10 $\mu\text{g/l}$ (pozzo San Bartolomeo-Casazza).

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 82/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO



Con specifico riferimento al SIN e in particolare al settore centrale della città di Brescia, i pozzi pubblici Chiesanuova 1-2 e Sereno 1-2 storicamente presentavano numerose problematiche da Cr VI; nel dettaglio:

- pozzo Chiesanuova 1: negli anni '80 registrava concentrazioni di Cr VI molto elevate (fino a oltre 450 µg/l), tali da rendere impossibile l'utilizzo delle acque emunte. Le campagne di verifica condotte dall'Ente Gestore nel 2008 hanno invece evidenziato concentrazioni confrontabili con i valori di fondo naturale stabiliti da ARPA in un range compreso tra 10 e 15 µg/l, denotando un sostanziale miglioramento della qualità delle acque;
- pozzo Chiesanuova 2: negli anni '80 e '90 (in particolare nei bienni 1987-1988 e 1994-1995) sono stati rilevati i valori massimi, pari a 45-46 µg/l, comunque inferiori all'attuale limite normativo previsto per il Cromo totale; a partire dal 2000 i livelli di Cr VI si sono ridotti mostrandosi dell'ordine dei valori di fondo naturale (tra 10 e 15 µg/l);
- pozzo Sereno 1: ha registrato a partire dal 2005 valori di Cr VI superiori al limite normativo vigente per il Cromo totale, con un continuo e graduale peggioramento fino al 2009, allorquando la concentrazione si attestava su un valore pari a circa 90 µg/l. Test eseguiti in quel periodo evidenziarono una proporzionalità diretta tra la concentrazione di Cr VI e la portata del pozzo, a testimonianza della presenza nell'intorno della captazione di un esteso pennacchio di contaminazione. Dopo un periodo di miglioramento verificatosi a partire dal 2010 si registrò un successivo incremento, a partire dal 2012, evidenziato da valori frequentemente superiori a 50 µg/l;
- pozzo Sereno 2: a partire dagli anni '80 e fino al 2005 le acque captate dal pozzo presentavano livelli di Cr VI generalmente inferiori a 25 µg/l con un massimo di circa 40 µg/l registrato nel 1988. A partire dal 2005 è stato registrato un continuo e graduale peggioramento qualitativo delle concentrazioni, che tuttavia non ha mai determinato il superamento di 50 µg/l.
- pozzo Frao 2: il pozzo in oggetto non ha mai evidenziato concentrazioni significative, in quanto sia nel 1982 che tra il 2003 e il 2013 ha mostrato tenori quasi sempre inferiori a 10 µg/l.

Per quanto riguarda infine i trend idrochimici osservati presso le captazioni pubbliche ubicate nel settore di valle (ad ESE del SIN), è possibile osservare quanto segue:

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 83/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO



- pozzi Lamarmora: nell'indagine del 1982 della USSL 41 le concentrazioni in questo settore si mostravano generalmente ridotte (inferiori a 10 µg/l), in analogia con la serie di dati più recenti (a partire dal 2003), che mostra valori mediamente compresi tra 5 e 20 µg/l;
- pozzi Folzano: nell'indagine del 1982 della USSL 41 le concentrazioni in questo settore si mostravano comprese tra 10 e 50 µg/l; la serie di dati più recenti (tra il 2003 e il 2014) mostra valori pari o inferiori a 30 µg/l fino al 2011, anno a partire dal quale è stato rilevato un graduale peggioramento qualitativo fino a picchi di concentrazione di circa 85 µg/l (Folzano 2) e 160 µg/l (Folzano 1).

Siti in bonifica

- Presso il sito Caffaro le indagini eseguite per la caratterizzazione dell'area nel corso degli anni 2000 evidenziarono la presenza di concentrazioni di Cr VI superiori alla CSC sia nei pozzi industriali che nella rete di piezometri appositamente predisposta. A partire dal 2004 si dispone di una serie sostanzialmente continua di dati estesa fino al Marzo 2010 (riportata nei grafici in **Allegato 2**), che consente di osservare l'evoluzione della contaminazione da Cr VI in tutti i punti sotto controllo. Il Cr VI rilevato nelle acque captate dai pozzi industriali tra il 2005 e il 2010 presentava concentrazioni quasi sempre superiori alla CSC (5 µg/l), mediamente variabili tra 5 e 25 µg/l, eccetto che per il pozzo 2, in corrispondenza del quale la concentrazione variava mediamente tra circa 20 e 40 µg/l, con massimi di circa 60-70 µg/l nel 2005. I tenori di Cr VI registrati nella rete di monitoraggio risultarono prevalentemente dello stesso ordine di grandezza di quelli rilevati presso i pozzi industriali e generalmente compresi tra 5 e 40 µg/l; tenori superiori a 50 µg/l furono registrati in corrispondenza dei piezometri interni Pz5, Pz6 e Pz9 (con massimi di 75-80 µg/l rispettivamente nel 2009, nel 2008 e nel 2005) e soprattutto al piezometro Pz10, laddove la concentrazione di Cr VI risultò estremamente più elevata in tenori pari o superiori a 200 µg/l e con valori di picco superiori a 600 µg/l raggiunti all'inizio del 2009.
- Presso il sito Iveco, ubicato a monte dell'area Caffaro, il monitoraggio condotto nell'Ottobre 2008 ha evidenziato diffusi superamenti relativi al Cr VI, in concentrazioni variabili tra 1 e 15.3 µg/l.

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 84/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO



- In corrispondenza del Comparto Milano, ubicato circa 800 m ad est del sito Caffaro, nel biennio 2010-2011 i piezometri della rete di controllo predisposta per la caratterizzazione dell'area hanno mostrato quasi tutti concentrazioni inferiori a 25 µg/l, ad eccezione del piezometro Sud COM14bis, in corrispondenza del quale i tenori di Cr VI evidenziarono valori mediamente più elevati fino a raggiungere, nella prima metà del 2011, massimi di circa 145 µg/l.
- Presso il sito Oto Melara, ubicato a Sud Ovest del sito Caffaro, i monitoraggi eseguiti nel Dicembre 2011 hanno mostrato concentrazioni di Cr VI quasi ovunque superiori alla CSC, con un massimo di 197 µg/l al piezometro Pz2.
- I monitoraggi condotti tra il 2004 e il 2011 presso i piezometri del sito Ex ABIP di via Piemonte (ubicato poco a Sud del Comparto Milano) evidenziarono concentrazioni massime di circa 160-200 µg/l presso i piezometri PzP1 e PzP2.
- Presso il sito Ex Pietra (Pietra Curva, Pietra Tagliatella, Tubificio), ubicato a Sud dello Scalo Merci, tra il 2005 e il 2009 furono rilevate concentrazioni molto elevate di Cr VI in corrispondenza del piezometro di valle PzC2, laddove nel Maggio 2009 fu raggiunto un massimo di circa 1400 µg/l.
- I piezometri di controllo del sito Ex Magazzini Generali (ubicato a Est della ex acciaieria Pietra), monitorati tra il 2006 e il 2012, hanno registrato concentrazioni massime di Cr VI pari a circa 15 µg/l.
- Per quanto riguarda il sito Baratti di Eredi Inselvini (posto poco a valle della ex acciaieria Pietra), i monitoraggi condotti tra il 2008 e il 2011 all'interno della rete di controllo predisposta per le attività di caratterizzazione e bonifica mostrarono concentrazioni di Cr VI estremamente elevate. Infatti il range rilevato presso il sito Baratti risultò variabile tra un massimo di 237000 µg/l (2008) e un minimo di 2500 µg/l (2011) entro i pozzi di MISE seguendo un trend in graduale decremento conseguente anche alle attività di bonifica implementate nel sito. Punti di controllo esterni al sito mostrarono nel medesimo periodo tenori di Cr VI rispettivamente variabili tra circa 90 e 230 µg/l a monte del sito (pz UBI) e tra 3300 e 9400 µg/l a valle del sito (pz Ex Emporio).
- Per quanto riguarda il sito Ex Galvanica Forzanini, posto subito ad Ovest dei pozzi pubblici Chiesanuova 1 e 2, le concentrazioni di Cr VI misurate nel biennio 2011-2012 risultarono molto elevate in corrispondenza dei piezometri di valle Pz1 e Pz Vivaio, con massimi rispettivamente pari a circa 4420 µg/l (Pz1) e 3280 µg/l (Pz Vivaio).

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 85/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO



9.4 Analisi storica dell'inquinamento da Solventi clorurati nelle acque sotterranee

La concentrazione soglia di contaminazione (CSC) fissata dal D.Lgs 152/2006 è pari a 1.5 µg/l per il Tricloroetilene (TCE) e 1.1 µg/l per il Tetracloroetilene (PCE), mentre in riferimento alle acque destinate al consumo umano, il limite di concentrazione è fissato dal D.Lgs 31/2001 a 10 µg/l per la sommatoria di Tricloroetilene (TCE) e Tetracloroetilene (PCE).

Per il Tetracloruro di carbonio, per il quale non sono previsti limiti normativi, si considera il limite di 0.15 µg/l stabilito dall'Istituto Superiore di Sanità.

Le falde dell'area bresciana evidenziano già da decenni una compromissione qualitativa ad opera dei Solventi clorurati, la cui "concentrazione di fondo" risulta pressoché ubiquitariamente al limite normativo previsto dal D Lgs 152/2006 per le acque sotterranee.

Le maggiori criticità, in termini estensione ed entità delle contaminazioni, nel territorio del comune di Brescia sono riconducibili al parametro Tetracloroetilene (PCE) e Tetracloruro di Carbonio.

Altri composti alifatici, quali ad esempio Tricloroetilene e Triclorometano, hanno prodotto fenomeni di contaminazione più localizzati limitati ad alcuni siti già oggetto di bonifica.

Per ulteriori composti, quali ad esempio il 1,1 Dicloroetilene e Dicloropropano, è frequente riscontrare superamenti estesi su buona parte del territorio, che sono tuttavia principalmente riconducibili al ridotto valore di CSC di queste sostanze.

In base a quanto emerso nel corso dell'indagine condotta da ARPA nel 2005 ("*Prima indagine conoscitiva della falda nel sito nazionale Brescia-Caffaro*"), la concentrazione di Tetracloroetilene (PCE) riscontrò i tenori massimi presso un pozzo industriale interno all'insediamento Iveco (P7) nel quale furono registrati valori di circa 130 µg/l. A questa contaminazione fu ricondotto un pennacchio in espansione sia verso i campi pozzi a Nord che verso la Caffaro a Sud. Valori significativi vennero inoltre riscontrati presso l'area Caffaro, a valle del promontorio del Castello e della discarica di Via Caprera, nonché a SudEst del SIN presso i pozzi di Folzano, con concentrazioni di PCE variabili tra 10 e 40 µg/l.

Per quanto riguarda invece il Tetracloruro di Carbonio, nell'agosto del 1983 è stato stilato un rapporto tecnico sulla situazione del pubblico acquedotto di Brescia, all'interno del quale è stato individuato un plume di contaminazione proveniente dallo stabilimento Caffaro, che si estendeva da quest'ultimo insediamento fino ai confini meridionali del territorio comunale

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 86/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli

 <p>PROVINCIA DI BRESCIA</p>	<p>ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI CONTAMINAZIONE</p> <p>LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI INQUADRAMENTO</p>	 <p>ARPA LOMBARDIA Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente</p>
---	--	---

(località Verziano), All'interno del succitato plume furono individuati numerosi punti d'acqua con concentrazioni comprese tra 10 e 50 µg/l, distribuiti lungo la direzione principale di deflusso della falda. All'esterno del plume i punti di controllo evidenziarono concentrazioni generalmente comprese tra 1 e 10 µg/l (**Figura 36**).

I successivi studi condotti da ARPA nel 2006 circa l'evoluzione del pennacchio di Tetracloruro di Carbonio proveniente dal sito Caffaro evidenziarono una marcata riduzione della contaminazione sia in termini quantitativi che di estensione areale.

Per quanto attiene infine il Tricloroetilene (TCE), negli studi prodotti da ARPA nel 2005 furono riscontrate concentrazioni generalmente inferiori alla CSC con la sola eccezione di alcuni isolati settori (Nord Caffaro e valle discariche di Via Caprera) in cui si registrarono concentrazioni di poco superiori, dell'ordine di 2-3.5 µg/l.

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 87/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli

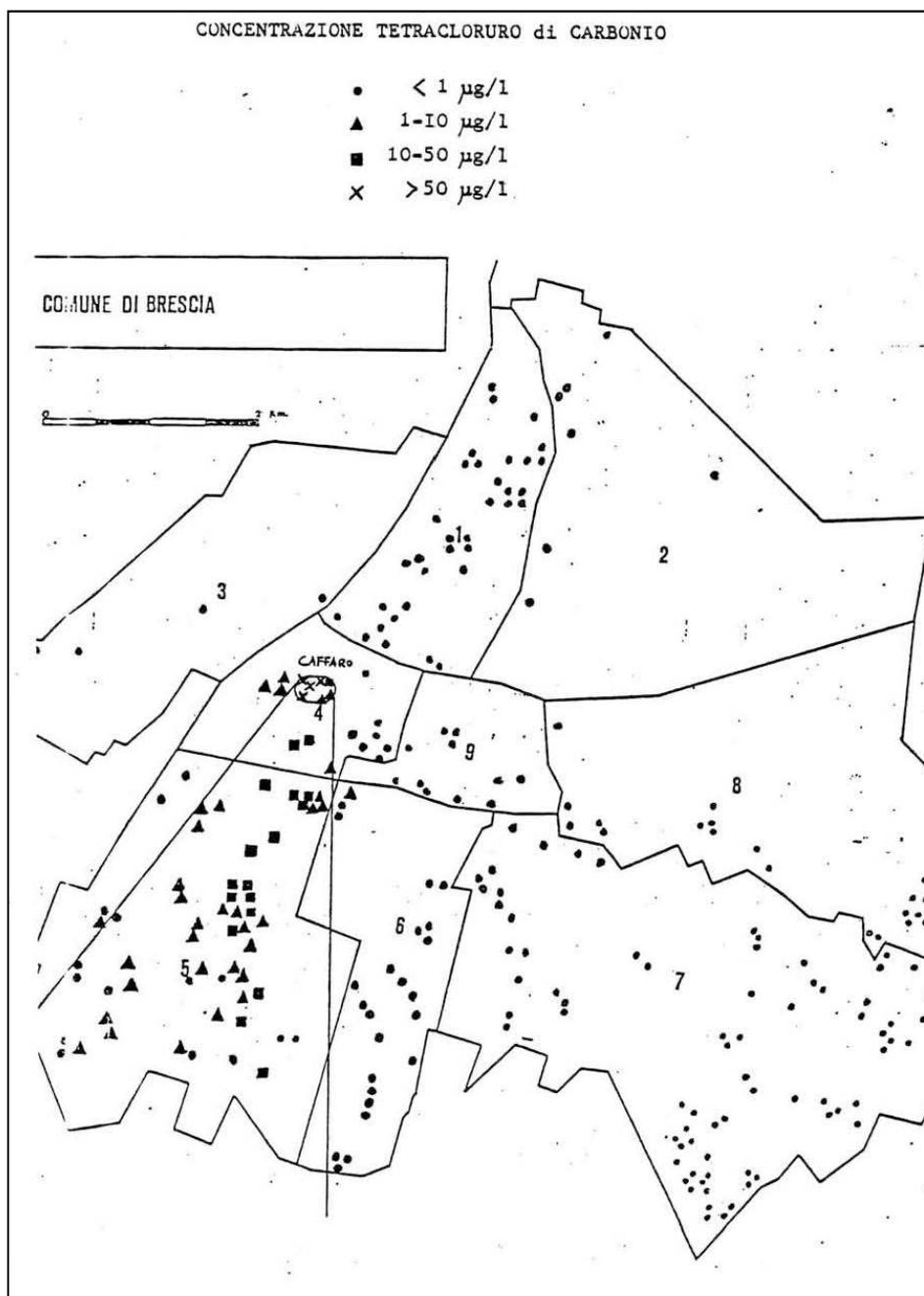


Figura 36 - Pennacchio di contaminazione da Tetracloruro di Carbonio rilevato nel 1983
(fonte: ARPA 2006)



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO



Pozzi a uso potabile

Più nel dettaglio, per quanto riguarda le opere di captazione ad uso potabile presenti a monte del SIN (campi pozzi Nord, San Donino e pozzi San Bartolomeo-Via Grazzine e San Bartolomeo-Casazza), la serie di dati più recenti riferita al periodo 2003÷2014 (riportata nei grafici in **Allegato 3**) ha mostrato valori di PCE sempre superiori al limite di potabilità (pari a 10 µg/l), con massimi rispettivamente pari a 72 µg/l (pozzo Nord 1), 100 µg/l (pozzo San Donino 1), 115 µg/l (pozzo San Bartolomeo-Via Grazzine) e 38 µg/l (pozzo San Bartolomeo-Casazza); i valori di TCE e Tetraclorometano si sono invece mostrati più ridotti e compresi tra 0 e 3.2 µg/l.

Con specifico riferimento al SIN e in particolare al settore centrale della città di Brescia, posto sottoflusso allo stabilimento Caffaro e pertanto impattato dal relativo pennacchio di contaminazione da Tetracloruro di Carbonio rilevato nel 1983, le indagini eseguite presso i pozzi pubblici Chiesanuova 1-2 e Sereno 1-2 e al pozzo Frao2 (laterale SudOvest) mostrarono quanto segue:

- pozzi Chiesanuova: le campagne condotte tra il 2003 e il 2013 evidenziarono concentrazioni di TCE e Tetraclorometano abbastanza ridotte, con massimi rispettivamente pari a 3.6 e 2 µg/l. Il PCE mostrò invece tenori più elevati, con un massimo di 57 µg/l rilevato nel 2013 al pozzo Chiesanuova 2.
- pozzi Sereno: in questo settore tra il 2003 e il 2013 furono registrate concentrazioni massime di TCE e Tetraclorometano rispettivamente pari a 4.8 e 7.2 µg/l e valori più elevati di PCE, con massimi di 30 µg/l (Sereno 1) e 17 µg/l (Sereno 2).
- pozzo Frao 2: tra il 2003 e il 2014 è stato rilevato un graduale decremento delle concentrazioni dei solventi clorurati nelle acque captate da questo pozzo, da 6 a 1.2 µg/l per il PCE, da 4 a 0.5 µg/l per il TCE e da 2 a 0 µg/l per il Tetraclorometano. A questo proposito si evidenzia che presso la discarica di via Caprera, ubicata a monte del pozzo Frao 2, i dati di monitoraggio raccolti tra il 2006 e il 2013 mostrarono concentrazioni di Tetraclorometano quasi sempre inferiori a 1 µg/l, con un unico massimo di 4.4 µg/l rilevato a Luglio 2010.

Per quanto riguarda infine i trend idrochimici osservati presso le captazioni pubbliche ubicate nel settore di valle (ad ESE del SIN), è possibile osservare quanto segue:

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 89/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO



- pozzi Lamarmora: le campagne condotte tra il 2003 e il 2013 hanno mostrato una sostanziale assenza di Tetraclorometano, concentrazioni di TCE pari o inferiori a 3.5 µg/l e tenori di PCE spesso superiori al limite di potabilità (pari a 10 µg/l), con massimi di circa 21 µg/l al pozzo Lamarmora 1.
- pozzi Folzano: anche in questo settore sono state rilevati tenori di Tetraclorometano sostanzialmente nulli, concentrazioni di TCE ridotte (quasi sempre inferiori a 5 µg/l) e livelli di PCE più elevati, sebbene quasi sempre inferiori al limite di potabilità, superato solo nel 2014 con massimi di 12.4 µg/l (Folzano 1) e 10.2 µg/l (Folzano 2).

Siti in bonifica

- Presso il sito Caffaro le indagini eseguite per la caratterizzazione dell'area nel corso degli anni 2000 evidenziarono la presenza di concentrazioni di PCE, TCE e Tetraclorometano superiori alla CSC sia nei pozzi industriali che nella rete di piezometri appositamente predisposta, con massimi rispettivamente pari a 63 µg/l (PCE), 70 µg/l (TCE) e 1531 µg/l (Tetraclorometano).
A partire dal 2004 si dispone di una serie sostanzialmente continua di dati estesa fino al Marzo 2010 (riportata nei grafici in **Allegato 3**), che consente di osservare l'evoluzione della contaminazione da Solventi clorurati in tutti i punti sotto controllo.
Il PCE in questo periodo risultò sempre superiore alla CSC in tutti i punti di controllo (pozzi di MISE, piezometri interni ed esterni), con un range di concentrazioni variabile tra 2 e 110 µg/l.
Il TCE invece risultò spesso superiore alla CSC presso i pozzi di MISE e i piezometri interni al sito Caffaro, con massimi rispettivamente compresi tra 3 e 9 µg/l (pozzi barriera) e tra 2.4 e 13.5 µg/l (piezometri interni). Per quanto riguarda invece i piezometri esterni al sito, furono rilevate concentrazioni quasi sempre inferiori alla CSC nei piezometri Pz1EST80 e PZ4EST80 e prevalentemente superiori alla CSC nei piezometri Pz3EST80 e PZ5EST80, con massimi compresi tra 1.9 e 13 µg/l, quest'ultimo registrato presso il piezometro PZ4EST80.
- Presso il sito Iveco, ubicato a monte dell'area Caffaro, il monitoraggio condotto nell'Ottobre 2008 evidenziò diffusi superamenti relativi al PCE, in concentrazioni variabili tra 1 e 55 µg/l nei piezometri di controllo predisposti nel sito.

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 90/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO



- Presso i siti Ideal Clima e Ideal Standard, situati immediatamente a Ovest dell'area Caffaro, nel 2013 furono riscontrate concentrazioni di PCE fino a 7 µg/l e tenori di TCE e Tetraclorometano inferiori alla CSC.
- In corrispondenza del Comparto Milano, ubicato circa 800 m ad est del sito Caffaro, nel 2011 si registrarono diffusi superamenti della CSC per il PCE, con valori prevalentemente inferiori a 20 µg/l, con la sola eccezione dei piezometri Pz5, Pz8 e Pz10 dove si riscontrarono concentrazioni fino a 64 µg/l. Non furono registrati superamenti relativi a TCE e Tetraclorometano.
- Le acque campionate nel 2006 presso il sito Ex ABIP Piemonte Est mostrarono valori superiori alla CSC sia per il PCE (valore massimo 9.4 µg/l) che per il Tetraclorometano (valore massimo 0.6 µg/l).
- Presso i siti Ex Pietra (dati 2005 ÷ 2010), Magazzini Generali (dati 2006 ÷ 2010) e Baratti di Eredi Inselvini (dati Maggio 2009) sono stati registrati tenori di PCE quasi sempre superiori alla CSC (massimo pari a 27.4 µg/l rilevato presso il sito Ex Pietra) e concentrazioni di TCE e Tetraclorometano quasi sempre inferiori al limite normativo.

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 91/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO



9.5 Stato qualitativo delle acque di falda rilevato dalle campagne di monitoraggio ARPA 2014 - 2015

Nei mesi di Giugno 2014 e Gennaio 2015 sono state condotte da ARPA Brescia due campagne di monitoraggio quali-quantitative sui punti della rete di controllo che sono risultati accessibili al campionamento.

L'elenco completo dei punti di controllo indagati nelle due campagne e dei relativi risultati analitici è riportato in **Allegato 5**.

Il range di concentrazioni rilevate in merito alle criticità più importanti evidenziate nell'ambito dell'indagine qualitativa condotta sono sintetizzate in **Tabella 3**.

Parametro	CSC DLgs 152/06	VDP DLgs 31/01	Limite di Riferimento	Campagna Giugno 2014	Campagna Gennaio 2015
Tetracloruro di carbonio (µg/l)	5	-	0.15	0÷276	0÷104.5
PCE (µg/l)	1.1	10	-	0÷156	0÷84.2
TCE (µg/l)	1.5	10	-	0÷4.4	0÷3.2
Sommatoria PCE+TCE (µg/l)	-	10	-		
Sommatoria Organoalogenati (µg/l)	10	-	-		
Cromo VI (µg/l)	5	-	-	0÷21800	0÷10740

Tabella 3 - Sintesi delle principali criticità emerse dalle due campagne di monitoraggio qualitativo (Giugno 2014 – Gennaio 2015)

Di seguito vengono analizzate le principali criticità rilevate nelle due campagne di monitoraggio per quanto attiene Cromo VI, Tetracloroetilene (PCE), Tricloroetilene (TCE) e Tetracloruro di Carbonio; a queste criticità sono spesso associate forme di contaminazione

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 92/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli

	<p>ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI CONTAMINAZIONE</p> <p>LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI INQUADRAMENTO</p>	
---	--	---

minori da parte di altri parametri che tuttavia comportano ugualmente il superamento del limite di legge fissati dal DLgs 152/06.

A questo proposito nell'arco delle due campagne sono stati rilevati superamenti, più o meno diffusi, relativi anche ai seguenti parametri:

- Metalli: Arsenico, Mercurio, Nichel (siti Baratti, Caffaro, Oto Melara)
- Alifatici clorurati cancerogeni: Triclorometano e 1,1 Dicloroetilene, con superamenti molto diffusi ma in tenori ridotti, eccetto che presso il sito Caffaro, laddove sono stati registrati massimi rispettivamente pari a 178 e 2.02 µg/l;
- Alifatici clorurati non cancerogeni: 1,1 Dicloroetilene, 1,2 Dicloropropano (pozzi Sereno 2, Parco Pubblico e Parco della Pace) e 1,1,2 Tricloroetano (pozzi idropotabili Chiesanuova 2, Lamarmora 2, Folzano 1 e 2, Sereno 1 e 2, SP9 Iveco Spa);
- Alifatici alogenati: Dibromoclorometano e Bromodichlorometano (Caffaro);
- Fitofarmaci (Caffaro).

Alle suddette contaminazioni, si aggiungano i diffusi superamenti dei limiti normativi per il Ferro e il Manganese presso il sito Baratti (laddove a Giugno 2014 sono stati raggiunti picchi di 339000 e 30200 µg/l) e, in concentrazioni molto più ridotte ma sempre consistenti, presso i siti Caffaro e Iveco.

Presso il sito Caffaro, infine, nel Giugno 2014 il parametro PCB ha raggiunto massimi (fuori norma) pari a 0.311 µg/l: è stato identificato un plume in uscita dallo Stabilimento Caffaro che tende poi a diffondersi verso il sito Oto-Melara (anche se in concentrazioni inferiori alle CSC). Si evidenzia, inoltre, la presenza di concentrazioni rilevanti di PCB in ulteriori piezometri posti a valle del sito Caffaro.

In linea generale, nell'arco dei 6 mesi intercorsi tra la campagna di Giugno 2014 e la campagna di Gennaio 2015 è stata osservata una attenuazione delle contaminazioni all'interno dei siti maggiormente compromessi (Baratti e Forzanini per il Cromo VI, Caffaro per i PCB e gli Alifatici clorurati).

Di seguito è descritta la distribuzione areale riscontrata per i principali parametri oggetto di studio nel territorio del SIN e nelle fasce limitrofe di monte e di valle.

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 93/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli

	<p>ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI CONTAMINAZIONE</p> <p>LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI INQUADRAMENTO</p>	
---	--	---

9.5.1 Cromo esavalente

Sono state preliminarmente analizzate le concentrazioni rilevate nella rete dei pozzi acquedottistici della città di Brescia, in riferimento sia al valore soglia di contaminazione (CSC) fissato dal D Lgs 152/06 (pari a 5 µg/l) che, a titolo indicativo, al limite di potabilità delle acque emunte, che si ricorda essere fissato dal D Lgs 31/2001 solo per il Cr totale (50 µg/l).

In base alle misure effettuate nelle due campagne di Giugno 2014 e Gennaio 2015, sono emerse le seguenti criticità (da monte a valle):

- *pozzi pubblici a monte del SIN (Nord - San Donino):*
le concentrazioni rilevate a monte del SIN mostrano tenori confrontabili con quanto emerso dall'analisi storica, compresi tra 5 e 25 µg/l, ovunque superiori alla CSC, ma non al limite di potabilità del Cr totale. Il dato si riferisce alla sola campagna di Giugno 2014, unica tra le due nella quale sono stati effettuati i campionamenti in questo settore.
- *pozzi pubblici interni al SIN (pozzi Chiesanuova - Sereno - Frao 2):*
le rilevazioni sono state condotte in entrambe le campagne su tutti i pozzi tranne con la sola eccezione del pozzo Chiesanuova 1. I risultati hanno evidenziato un ulteriore lieve miglioramento al pozzo Chiesanuova 2 e al pozzo Frao2, che tuttavia mostrano ancora tenori poco al di sopra della CSC (6-8 µg/l). Anche presso i pozzi Sereno 1 e 2 sono state registrate concentrazioni di Cr VI in lieve diminuzione rispetto a quanto osservato tra il 2012 e il 2014, comprese tra 25 e 40 µg/l, sempre superiori alla CSC.
- *pozzi pubblici a valle del SIN (settore ESE) (pozzi Lamarmora - Folzano):*
presso i pozzi Lamarmora le concentrazioni di Cr VI si mantengono poco al di sopra della CSC in analogia con il trend storico. Ai pozzi Folzano 1 e 2, al contrario, la marcata contaminazione da Cr VI rilevata a partire dal 2011 si mantiene in tenori compresi tra 68 e 231 µg/l a Giugno 2014 e tra 128 e 142 µg/l a Gennaio 2015.

In riferimento al valore soglia di contaminazione (CSC) fissato dal D Lgs 152/06 (pari a 5 µg/l) sono stati rilevati i seguenti ulteriori focolai di contaminazione da Cromo VI (da monte a valle):

- *sito Caffaro:* la rete di monitoraggio ha registrato valori generalmente compresi tra 10 e 100 µg/l, sempre superiori alla CSC; in accordo con il trend rilevato in passato, al piezometro Pz10 sono stati riscontrati valori superiori di un ordine di grandezza rispetto a quanto rilevato altrove, sebbene in attenuazione tra Giugno 2014 (410 µg/l) e Gennaio 2015 (241 µg/l).

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 94/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO



- *Sito Oto Melara*: presso i piezometri Pz2 - Pz6 sono stati registrati tenori i massimi di Cr VI, rispettivamente pari a 118 - 214 µg/l (Giugno 2014) e 69 - 77 µg/l (Gennaio 2015).
- *Comparto Milano*: le concentrazioni di Cr VI, quasi ovunque superiori alla CSC, risultano mediamente comprese tra 5 e 50 µg/l, eccetto che al Pz14bis (83.9 µg/l a Giugno 2014, in diminuzione fino a 48 µg/l a Gennaio 2015), laddove già in passato i tenori di Cr VI risultavano superiori alla media rilevata nel sito.
- *Deposito Monte Maniva*: in questo sito, posto immediatamente sottogradiente al Comparto Milano, il piezometro Pz78 ha registrato concentrazioni variabili tra un massimo di 514 µg/l (Giugno 2014) e un minimo di 349 µg/l (Gennaio 2015).
- *Sito Ex Pietra*: le analisi ivi condotte (limitatamente al Giugno 2014) hanno mostrato concentrazioni comprese nei piezometri di valle tra 50 e 70 µg/l, in apparente diminuzione rispetto ai massimi registrati nel 2009.
- *Sito Forzanini*: nella rete di controllo del sito Forzanini i tenori di Cr VI si mostrano ovunque superiori alla CSC con massimi di 1821 µg/l (Giugno 2014) e 1377 µg/l (Gennaio 2015); nel Gennaio 2015 sono stati analizzati anche due pozzi privati posti a valle del sito (Azienda Agricola Motta - Torchiani srl), che hanno evidenziato una contaminazione da Cr VI contraddistinta da tenori rispettivamente pari a 136 e 64 µg/l.
- *Sito Baratti di Eredi Inselvini*: la contaminazione da Cr VI rilevata all'interno e a valle del sito Baratti (vedi anche piezometro Emporio Commerciale) si mostra ancora estremamente consistente in quanto con valori massimo pari a 21800 µg/l nel Giugno 2014 e in tenori sempre nettamente superiori rispetto a quelli registrati a monte del sito stesso.
- *Piezometri Sereno e Via Flero*: i due piezometri, ubicati in località Villaggio Sereno circa 1 km a valle del sito Baratti, mostrano una contaminazione da Cr VI dell'ordine di 150-250 µg/l, in concentrazioni decrescenti tra Giugno 2014 e Gennaio 2015.
- *Pozzi Spedali Civili e Guerrini Irene (località Gardellone di Sopra)*: in questo settore, ubicato circa 800 m ad Est dei pozzi pubblici Sereno 1 e 2, sono stati registrati tenori di Cr VI superiori alla CSC e rispettivamente pari a 89 µg/l (Giugno 2014) e 300 µg/l (Gennaio 2015).

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 95/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO



- *Pozzi Parco della Pace - Biloni Pietro (località Case Sparse):* nel settore a Sud dei pozzi pubblici Folzano sono stati registrati tenori di Cr VI superiori alla CSC e pari a 57.6 µg/l (Giugno 2014) e 79-111 µg/l (Gennaio 2015).

Le criticità fin qui esposte hanno confermato che la problematica relativa alla contaminazione da Cromo VI deriva dalla sovrapposizione di numerose sorgenti concorrenti, alcune delle quali già note, altre ancora da accertare.

In **Figura 37 ÷ Figura 39** sono riportati i principali plume di contaminazione da Cr VI individuati da ARPA nelle campagne di analisi del Giugno 2014 e Gennaio 2015.

Tra i siti all'interno dei quali la presenza di una sorgente di contaminazione da Cr VI è da considerare certa o molto probabile, si hanno:

- *Sito Caffaro (Plume 4 in **Figura 38**):* è probabile che la contaminazione da Cr VI riscontrata in concentrazioni talora di un ordine di grandezza superiori a quelle dei punti di controllo posti sopragradiente sia riconducibile interamente al sito. Lo sviluppo del plume si estende mostra una limitata estensione verso valle, anche in ragione delle attività di messa in sicurezza in atto presso l'area.
- *Oto Melara (Plume 8 in **Figura 38**):* è stata accertata la presenza di una sorgente interna al sito, il cui relativo plume risulta tuttavia poco esteso. Nel Gennaio 2015 sono stati rilevate concentrazioni inferiori rispetto al Giugno 2014, che tuttavia rimangono significative anche nei punti di controllo di valle del sito.
- *Pietra Curva/Pietra Tagliatella (Plume 9 in **Figura 39**):* la presenza di una sorgente interna al sito in oggetto è verosimile ma non provata con certezza, in quanto le concentrazioni più elevate si riscontrano in prossimità del confine meridionale dell'area. I punti immediatamente a valle, realizzati lungo la via Orzinuovi, evidenziano un rapido decremento delle concentrazioni che risultano tuttavia significativamente superiori alla CSC ma di gran lunga inferiori a quelle riscontrate presso il litrofo sito Baratti.
- *Baratti di Eredi Inselvini (Plume 10 in **Figura 39**):* è stata accertata la presenza di una sorgente interna al sito, il cui relativo plume tende a migrare verso valle sviluppandosi in direzione SSE, probabilmente influenzato anche dagli emungimenti dei pozzi pubblici e da altre captazioni esistenti. Sebbene all'interno e subito a valle del sito le

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 96/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO



concentrazioni abbiano mostrato una marcata riduzione, il plume di contaminazione raggiungerebbe ancora una distanza a valle di alcuni km. Non è tuttavia certo che la contaminazione riscontrata presso i pozzi pubblici Folzano 1 e 2 e al pozzo Parco della Pace, laddove il Cr VI mostra ancora concentrazioni superiori a 100 µg/l, sia riconducibile al medesimo plume di contaminazione.

- *Ex Galvanica Forzanini* (Plume 11 in **Figura 39**): è stata accertata la presenza di una sorgente interna al sito, il cui relativo plume si diffonde verso Sud o verso SSE, influenzato anche dal prelievo operato dai pozzi Chiesanuova, impattando anche l'area del Villaggio Sereno laddove si sovrappone al plume del sito Baratti. Nel Gennaio 2015 sono stati rilevate concentrazioni in diminuzione rispetto al Giugno 2014, ma i tenori sono ancora significativi (1377 µg/l).

Tra i siti per i quali si può presumere, ma senza alcuna certezza, la presenza di una sorgente di contaminazione, si hanno:

- *Iveco SpA* (Plume 2 in **Figura 37**): la contaminazione da Cr VI potrebbe originarsi da una sorgente interna al sito mai rilevata; l'assenza di piezometri di valle e l'articolata conformazione piezometrica del sito, complicata anche dal prelievo dei pozzi industriali, non consente tuttavia di avere alcuna certezza in merito all'ubicazione della sorgente.
- *Siti Ideal Standard – Ideal Clima* (Plume 3 in **Figura 38**): presso questi siti è stata riscontrata una contaminazione da Cr VI che tuttavia potrebbe provenire da settori sopragradiante tuttora non identificati; anche in questo caso l'assenza di piezometri di monte non rende certa l'attribuzione al sito di una sorgente di Cr VI. Il plume presente internamente all'area Ideal Standard si propaga verso l'area Caffaro in ragione della deformazione piezometrica indotta dai pozzi di sbarramento ivi presenti.
- *Comparto Milano* (Plume 5-6 in **Figura 38**): all'interno del Comparto Milano è stata riscontrata una contaminazione che potrebbe essere ritenuta responsabile anche degli elevati valori rilevati presso la sottostante area Monte Maniva. La presenza di concentrazioni modeste in entrata al sito potrebbe suggerire una sorgente interna al sito, ma tale evidenza potrebbe essere correlata anche alla disomogeneità della rete di controllo interna al comparto in oggetto.

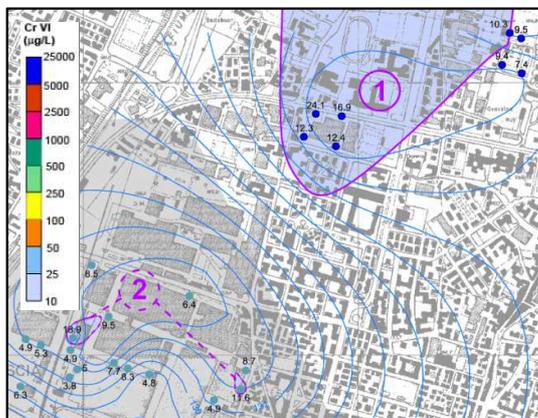
File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 97/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli

	<p>ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI CONTAMINAZIONE</p> <p>LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI INQUADRAMENTO</p>	
---	--	---

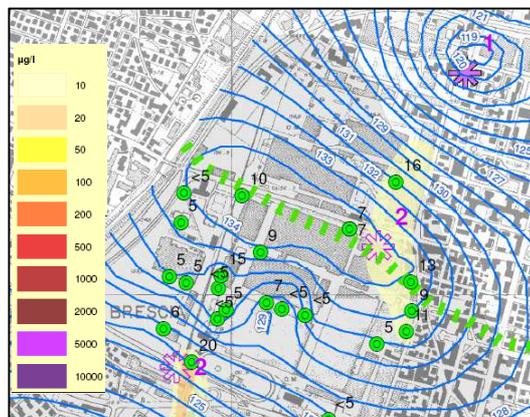
Tra i siti e i pozzi impattati da plume di contaminazione di provenienza indeterminata si hanno:

- *Settore a monte dei pozzi pubblici San Donino e Nord* (Plume 1 in **Figura 37**): Il superamento delle CSC rilevato in questo settore è riconducibile ad un generico plume di contaminazione proveniente dal settore più settentrionale del territorio comunale di Brescia o dai siti industriali posti nell'intorno delle centrali San Donino, Nord e San Bartolomeo, vista anche la conformazione centripeta della piezometria connessa al prelievo esercitato dalle opere di captazione acquedottistiche.
- *Ex Monte Maniva* (Plume 7 in **Figura 38**): presso l'area Monte Maniva è stata rilevata un'elevata concentrazione in ingresso sulla cui origine si dovranno estendere le verifiche.

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 98/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli

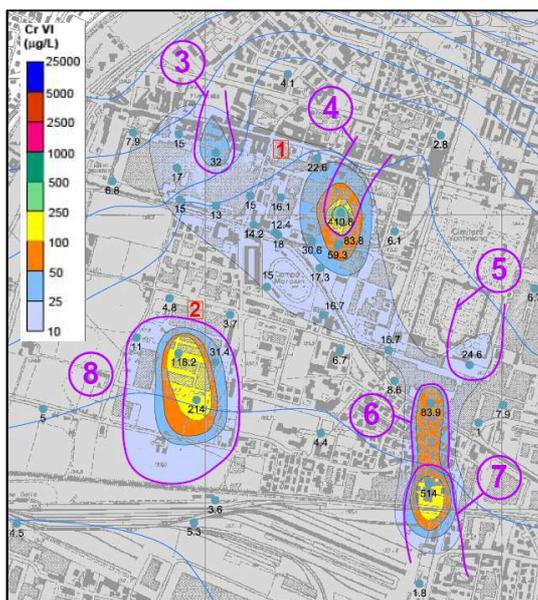


ARPA Giugno 2014

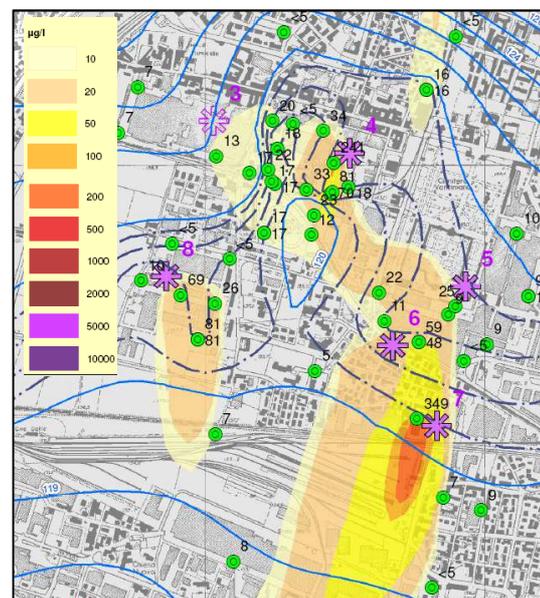


ARPA Gennaio 2015

Figura 37 - Plume di contaminazione da Cr VI individuati in corrispondenza dei pozzi pubblici San Donino e Nord (1) e dl sito Iveco (2) (elaborazioni ARPA)

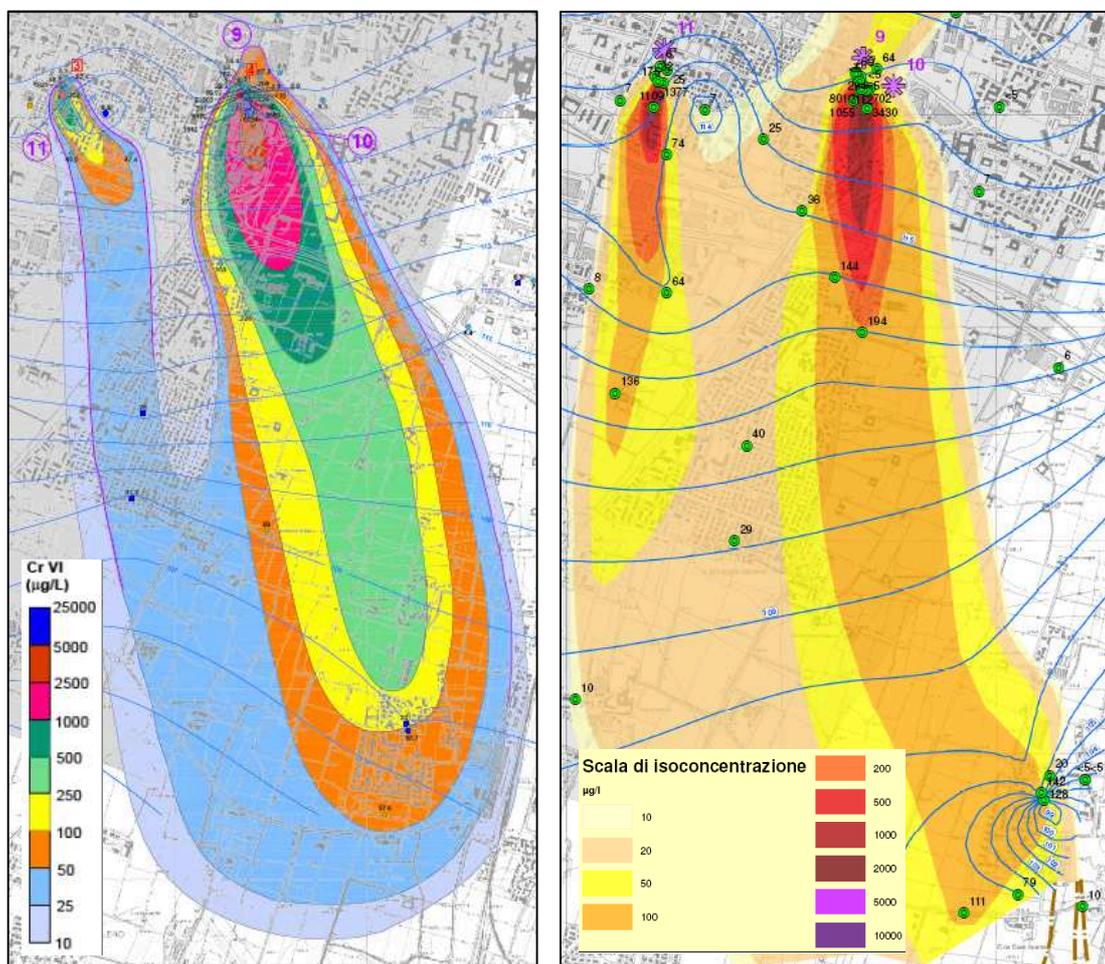


ARPA Giugno 2014



ARPA Gennaio 2015

Figura 38 - Plume di contaminazione da Cr VI individuati in corrispondenza dei siti Ideal Standard (3), Caffaro (4), Comparto Milano (5)(6), Ex Monte Maniva (7), Oto Melara (8) (elaborazioni ARPA)



ARPA Giugno 2014

ARPA Gennaio 2015

Figura 39 - Plume di contaminazione da Cr VI individuati in corrispondenza dei siti
Ex Pietra (9), Baratti (10) e Forzanini (11)
(elaborazioni ARPA)



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO



9.5.2 Solventi clorurati

Sono state preliminarmente analizzate le concentrazioni rilevate nella rete dei pozzi acquedottistici della città di Brescia, in riferimento sia ai valori soglia di contaminazione (CSC) fissati dal D Lgs 152/06 (rispettivamente pari a 1.5 µg/l per il TCE e 1.1 µg/l per il PCE) e al valore di riferimento per il Tetraclorometano (fissato dall'ISS in 0.15 µg/l), sia al limite di potabilità delle acque emunte, che si ricorda essere fissato dal D Lgs 31/2001 a 10 µg/l per la sommatoria di TCE+PCE e a 30 µg/l per i Trialometani.

In base alle misure effettuate (laddove possibile) nelle due campagne di Giugno 2014 e Gennaio 2015, sono emerse le seguenti criticità (da monte a valle):

- *pozzi pubblici posti a monte del SIN (pozzi Nord, San Donino e San Bartolomeo):*
le concentrazioni rilevate a monte del SIN mostrano tenori di PCE confrontabili con quanto emerso dall'analisi storica, ovunque superiori alla CSC e quasi ovunque superiore al limite di potabilità, con un massimo di circa 35 µg/l; anche i tenori di TCE e Tetraclorometano sono risultati invece superiori al limite normativo. I dati si riferiscono alla sola campagna di Giugno 2014, dato che a Gennaio 2015 le analisi in questo settore non sono state condotte.
- *pozzi pubblici interni al SIN (pozzi Chiesanuova, Sereno e Frao2):*
le rilevazioni sono state condotte in entrambe le campagne su tutti i pozzi tranne che al pozzo Chiesanuova 1.
I risultati hanno evidenziato, come per il Cr VI, un lieve miglioramento al pozzo Chiesanuova 2, che tuttavia mostra ancora tenori consistenti di PCE (superiori alla CSC con un massimo pari a 44 µg/l nel Giugno 2014), mentre le concentrazioni di TCE e Tetraclorometano sono prossime o di poco superiori ai relativi valori soglia di contaminazione.
Il pozzo Frao2, analizzato solo nella campagna di Giugno 2014, ha mostrato valori poco al di sopra della CSC per i parametri PCE e Tetraclorometano.
Presso i pozzi Sereno 1 e 2 sono state registrate concentrazioni sempre superiori alla CSC, sebbene in diminuzione rispetto a quanto osservato tra il 2003 e il 2014, con tenori di PCE più elevati al pozzo Sereno 1 (massimo pari a 27 µg/l) e valori di TCE e Tetraclorometano più elevati al pozzo Sereno 2 (massimi rispettivamente pari a 2.8 e 2.2 µg/l).
- *pozzi pubblici posti a valle del SIN (settore ESE) (pozzi Lamarmora e Folzano):*

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 101/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO



sia presso i pozzi Lamarmora che presso i pozzi Folzano le concentrazioni di PCE si mostrano ancora superiori alla CSC e sostanzialmente invariate rispetto a quanto rilevato nella serie storica (comprese tra 12-20 µg/l ai pozzi Lamarmora e tra 9.5-10.9 µg/l ai pozzi Folzano), mentre i tenori di TCE e Tetraclorometano sono diminuiti e si presentano mediamente pari o di poco superiori alla CSC.

In riferimento ai valori soglia di contaminazione (CSC) fissati dal D Lgs 152/06 e al valore di riferimento per il Tetraclorometano fissato dall'ISS sono stati rilevati i seguenti ulteriori focolai di contaminazione (da monte a valle):

- *Pozzo Insse Cilindri*: le acque emunte da questo pozzo, analizzato nella sola campagna di Gennaio 2015 e ubicato in corrispondenza del limite Nord del SIN, hanno mostrato una modesta contaminazione da PCE e TCE (7.5 e 2.1 µg/l).
- *Iveco SPA*: è stata rilevata una contaminazione da PCE diffusa ma in concentrazioni mediamente ridotte e variabili tra 1.1 e 6.7 µg/l; nel mese di Gennaio 2015 è stata registrata una concentrazione di PCE molto elevata (31.6 µg/l) in corrispondenza del Pozzo 6 di valle.
- *Caffaro*: presso tutti i punti di controllo del sito Caffaro sono state rilevate concentrazioni fuori norma di PCE, TCE, Tetraclorometano e Triclorometano in entrambe le campagne analitiche, con prevalenza di PCE, Tetraclorometano e Triclorometano, in tenori massimi rispettivamente pari a 22.7 µg/l (PCE), 104.54 µg/l (Tetraclorometano) e 178 µg/l (Triclorometano); il Tetraclorometano si mostra in incremento tra Giugno 2014 e Gennaio 2015.
- *Ideal Standard*: presso il sito Ideal Standard, ubicato poco ad Ovest, si rilevano le medesime problematiche legate a significative concentrazioni di PCE (valori massimi rispettivamente pari a 9.2 e 9.6 µg/l); anche i tenori di Tetraclorometano risultano superiori alla CSC nella campagna di Gennaio 2015.
- *Comparto Milano*: in corrispondenza del sito è stata rilevata una contaminazione più consistente rispetto a quanto emerso dall'analisi storica, con concentrazioni fuori norma di PCE e TCE, che risultano più consistenti e diffuse nella campagna di Gennaio 2015, con massimi pari a 84 µg/l (PCE) e 2.6 µg/l (TCE).
- *Oto Melara*: presso il sito Oto Melara le concentrazioni di tutti e tre i parametri analizzati risultano superiori alla CSC, con massimi rispettivamente pari a 21 µg

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 102/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO



(PCE), 2.8 µg/l (TCE) e 276 µg/l (Tetraclorometano); si evidenzia che i valori più elevati sono stati registrati nel settore orientale del sito, posto sottoflusso al sito Caffaro, in particolare presso i piezometri Pz3 e Pz4.

- *Ex Cam Petroli:* presso il sito Ex Cam Petroli, ubicato a valle della ferrovia all'estremità orientale del SIN, le concentrazioni di PCE risultano superiori alla CSC e pari a 14-15 µg/l; non si registrano contaminazioni di TCE, mentre il Tetraclorometano risulta poco al di sopra della CSC (0.2 µg/l).
- *Ex Abip Via Piemonte:* in corrispondenza del sito Ex Abip di via Piemonte e dei punti di controllo posti sottoflusso allo stesso (Magazzini Generali - Pozzo Pescheto - Pozzo Millennium Fitness) è stata rilevata una contaminazione da PCE in concentrazioni variabili da Nord a Sud tra 36.4 µg/l e 21.4 µg/l. I tenori rilevati tra il 2014 e il 2015 al sito Ex Abip sono superiori rispetto a quanto emerso dalle analisi del 2006.
- *Ex Pietra:* in questo settore, laddove storicamente era stata registrata una contaminazione da PCE, tra il Giugno 2014 e il Gennaio 2015 sono state registrate concentrazioni fuori norma per tutti e tre i parametri considerati, benchè i tenori di TCE e Tetraclorometano si presentino molto ridotti. Per quanto riguarda il PCE invece sono state rilevate concentrazioni in aumento, rispettivamente pari a 21.3 µg/l (Giugno 2014) e 40.6 µg/l (Gennaio 2015).
- *Ex Galvanica Forzanini:* in questo settore sono stati registrati valori appena superiori alla CSC per i parametri PCE (valore massimo pari a 1.4 µg/l) e Tetraclorometano (valore massimo pari a 0.3 µg/l).
- *Baratti di Eredi Inselvini:* in corrispondenza del sito Baratti è stata rilevata una diffusa e consistente contaminazione da PCE in tenori massimi di circa 30 µg/l e un locale superamento della CSC per il TCE nel Gennaio 2015 al piezometro Pz E3 (2.31 µg/l). La contaminazione è stata registrata, in tenori superiori (compresi tra 30 e 40 µg/l), anche in corrispondenza del piezometro UBI Banca a monte e dei piezometri di valle Emporio Commerciale e Via Fura.
- *punti di controllo zona Chiesanuova (Piezometro Scuola Deledda - Piezometro Ercoliani - Piezometro Sereno - Piezometro via Flero):* in corrispondenza di questo settore, ubicato tra i siti Forzanini e Baratti i tenori di PCE, TCE e Tetraclorometano sono risultati prevalentemente superiori alla CSC in entrambe le campagne di analisi;

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 103/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO



in particolare sono state rilevate concentrazioni massime di 39-43 µg/l (PCE), 2.3 µg/l (TCE) e 1.9 µg/l (Tetraclorometano).

- *pozzo Benini*: in corrispondenza di questo pozzo nel mese di Giugno 2014 è stata registrata una concentrazione di Tetraclorometano pari a 3.7 µg/l, superiore rispetto ai valori riscontrati nelle immediate vicinanze.
- *Area Sud*: pressi i pozzi Onofri e Bonera, analizzati rispettivamente a Giugno 2014 e Gennaio 2015, il PCE ha evidenziato concentrazioni superiori alla CSC rispettivamente pari a 6 e 7.3 µg/l.

Le criticità fin qui esposte hanno confermato che la problematica relativa alla contaminazione da Solventi clorurati, pur presentandosi in diminuzione tra Giugno 2014 e Gennaio 2015, deriva dalla persistenza di numerose sorgenti concorrenti, alcune delle quali già note, altre ancora da accertare.

In **Figura 40** ÷ **Figura 43** sono riportati i principali plume di contaminazione da PCE, TCE e Tetraclorometano individuati da ARPA nelle campagne di analisi del Giugno 2014 e Gennaio 2015.

Sono state accertate le seguenti sorgenti di contaminazione da Solventi clorurati interne al SIN:

- *Caffaro* (Plume TCE 1 in **Figura 42**) (Plume Tetraclorometano 1 in **Figura 43**):
E' stata accertata la presenza di una sorgente di contaminazione interna al sia per il TCE che per il Tetraclorometano; il relativo plume coinvolge anche parte del sito Ideal Standard ed evolve verso Sud fino al sito Oto Melara, in corrispondenza del quale vengono registrate concentrazioni molto elevate presumibilmente generate anche dal richiamo un tempo operato dai pozzi industriali.
- *Oto Melara*: (Plume TCE 2 in **Figura 42**):
la problematica da TCE e Tetraclorometano rilevata nella porzione orientale del sito è presumibilmente legata al richiamo delle contaminazioni provenienti dal sito Caffaro, mentre i superamenti nei punti di monte potrebbero essere ricondotti al plume riscontrato presso il sito Ideal Clima; il relativo plume di contaminazione risulta tuttavia poco esteso e sembra esaurirsi internamente al sito.

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 104/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli

	<p>ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI CONTAMINAZIONE</p> <p>LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI INQUADRAMENTO</p>	
---	--	---

Resta tuttavia da accertare l'origine dei plume riscontrati presso i seguenti siti:

- Iveco SPA:**

i valori di PCE riscontrati nei piezometri di monitoraggio e soprattutto in alcuni pozzi industriali sono superiori alla CSC. Non è certo che la sorgente di contaminazione sia interna al sito in ragione degli emungimenti dei pozzi industriali, ma in assenza di un'adeguata rete di piezometri di valle tale eventualità non può essere esclusa.
- Ideal Standard, Ideal Clima (Plume PCE 3 in Figura 41):**

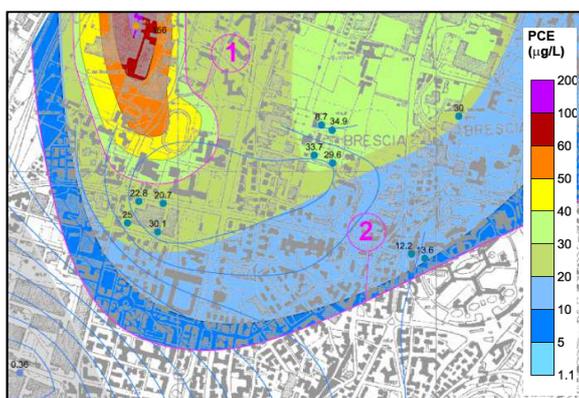
la sorgente di PCE non è identificabile con certezza come sorgente interna a uno di questi siti ma potrebbe invece derivare dal settore di monte; per la verifica di questa ipotesi sarebbe tuttavia necessario disporre di ulteriori punti di controllo.
- Comparto Milano (Plume PCE 4-5 in Figura 40):**

Alla luce dell'incremento delle concentrazioni di PCE dai piezometri di monte (COM1) ai piezometri di valle (COM10), si ritiene che la sorgente di contaminazione si possa ubicare internamente o a monte del sito. Anche in questo caso, non è possibile verificarne la collocazione in assenza di una adeguata rete di controllo nel settore a Nord dello stabilimento.
- Oto Melara:** la contaminazione da PCE riscontrata presso questo sito sembrerebbe provenire da monte, ad esempio rappresentare la propagazione del plume rilevato presso il sito Ideal Clima, mentre la contaminazione da Tetraclorometano è verosimilmente riconducibile alla propagazione del plume Caffaro. Sono necessari ulteriori piezometri integrativi.
- Ex Cam Petroli:** la contaminazione da PCE rilevata in corrispondenza del sito sia a Giugno 2014 che a Gennaio 2015, potrebbe rappresentare la coda di un plume proveniente da monte, deviato verso Est in ragione della distorsione piezometrica generata dalla presenza del promontorio geologico del Colle Cidneo.
- Ex Pietra - Forzanini - Baratti e punti di controllo in zona pozzi Chiesanuova (Scuola Deledda - Piezometro Ercoliani - Piezometro Sereno - Piezometro via Flero - Pozzi Sereno 1 e 2):**

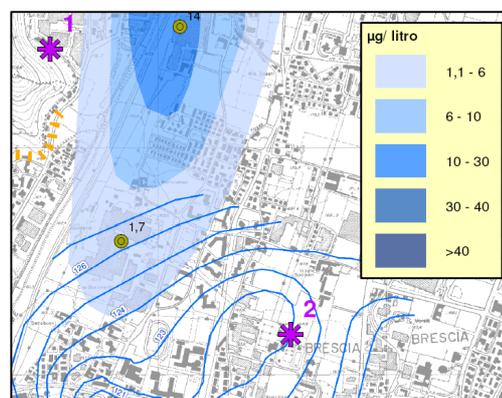
la non conformità relativa a PCE e TCE potrebbe essere legata alla presenza di specifiche sorgenti oppure alla coda di un plume principale proveniente da monte. I pozzi Sereno, posti più a valle, potrebbero ricevere la contaminazione per effetto del richiamo operato dall'emungimento.

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 105/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli

- *Pozzo Frao 2 - Pozzo Benini*: è da verificare la presenza di una ipotetica sorgente di PCE (Pozzo Frao2) e Tetraclorometano (Pozzo Frao2, pozzo Benini) a monte dei suddetti punti di controllo; tale sorgente potrebbe essere rappresentata dalle discariche di via Caprera, sebbene i superamenti riscontrati siano modesti e di rilievo del tutto secondario qualora paragonati a quelli di altre aree.
- *Area Sud*: è da verificare la presenza di sorgenti puntuali di contaminazione in corrispondenza dei pozzi Onofri (PCE, TCE) e Bonera (PCE, Tetraclorometano).

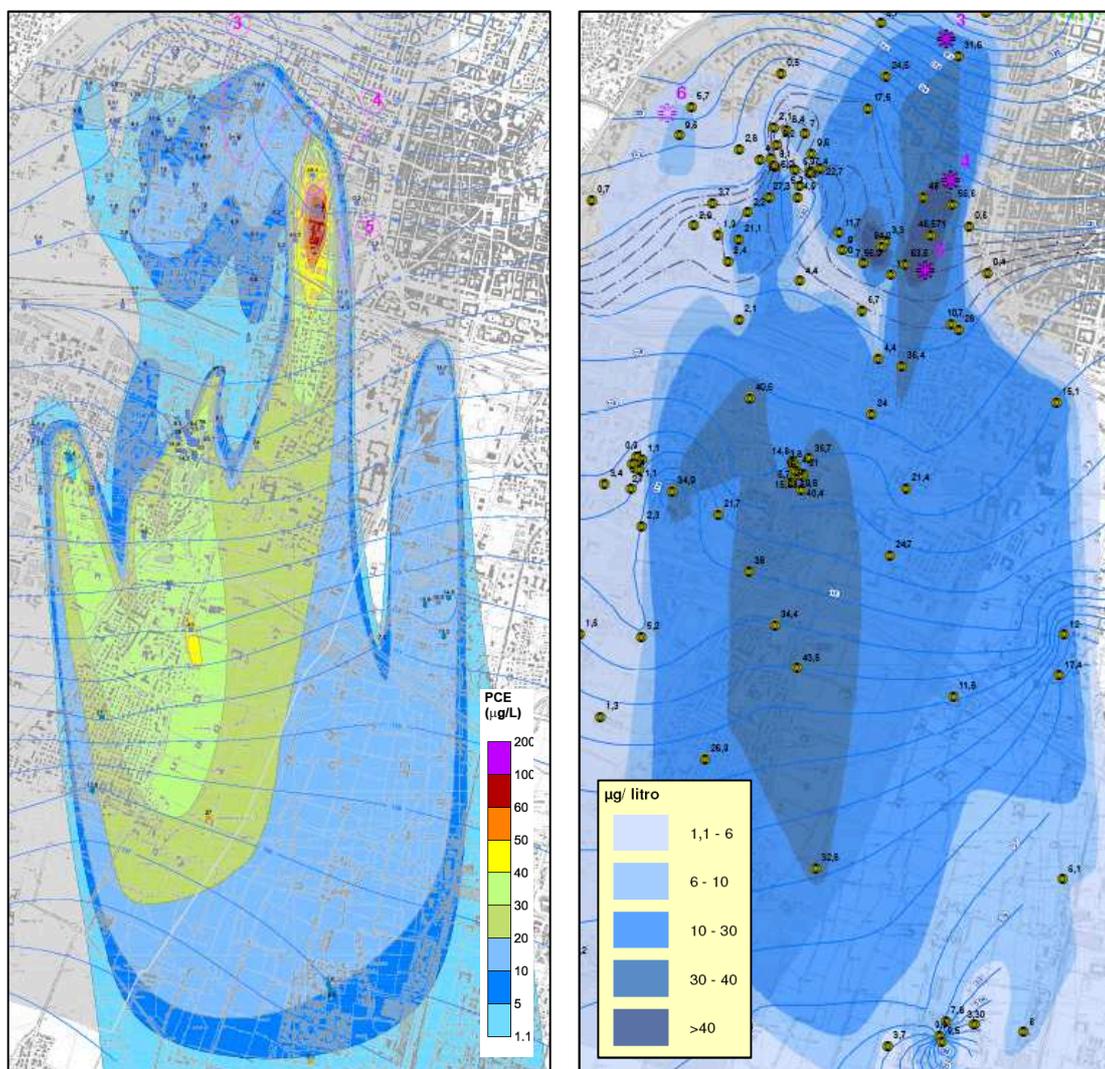


ARPA Giugno 2014



ARPA Gennaio 2015

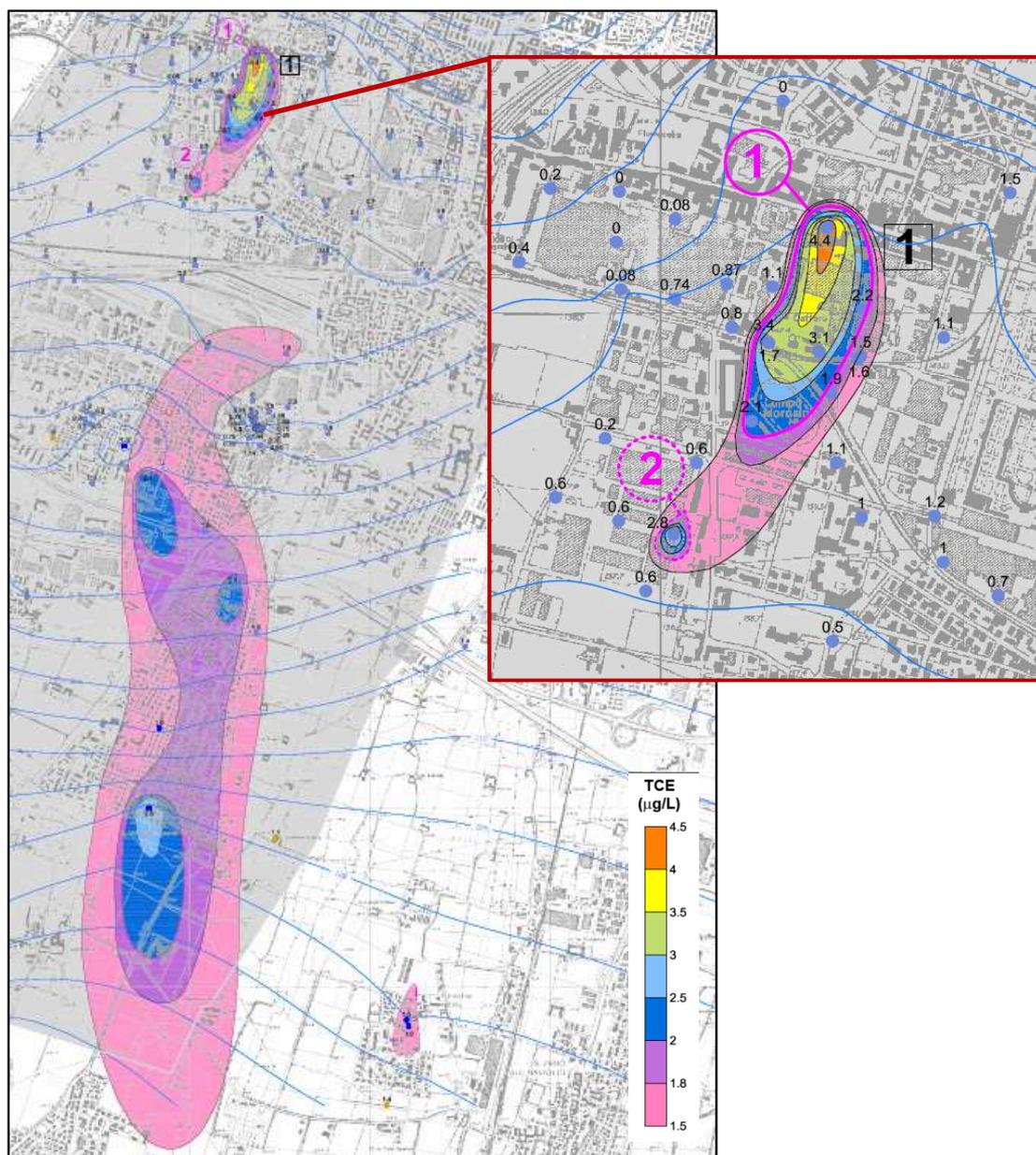
Figura 40 - Plume di contaminazione da PCE individuati in corrispondenza del sito Ori Martin (1) e dei pozzi San Donino e Nord (2) (elaborazioni ARPA)



ARPA Giugno 2014

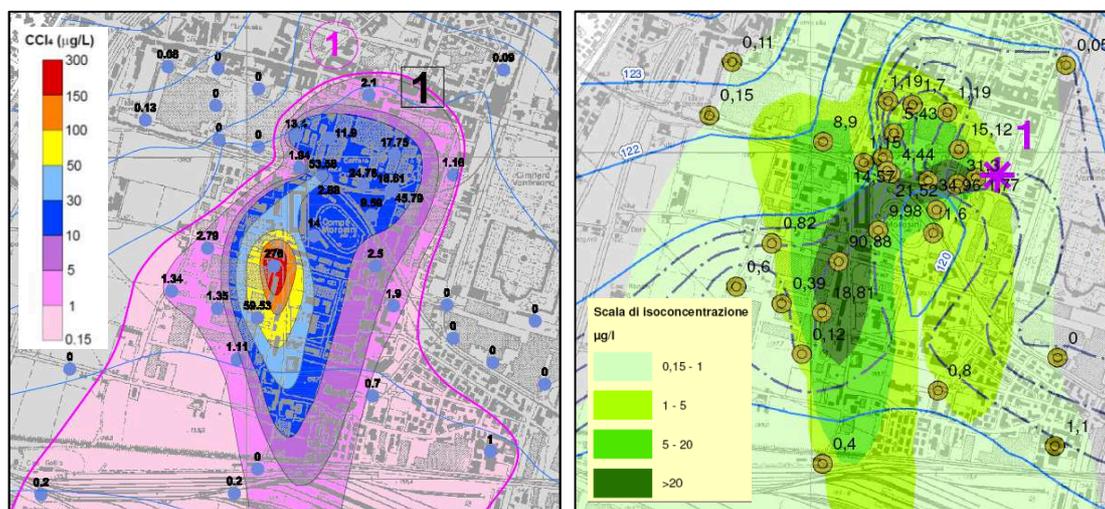
ARPA Gennaio 2015

Figura 41 - Plume di contaminazione da PCE individuati in corrispondenza dei siti Ideal Standard (3) e Comparto Milano (4 e 5) (elaborazioni ARPA)



ARPA Giugno 2014

Figura 42 - Plume di contaminazione da TCE individuati in corrispondenza dei siti Caffaro (1) e Oto Melara (2) (elaborazioni ARPA)



ARPA Giugno 2014

ARPA Gennaio 2015

Figura 43 - Plume di contaminazione da Tetraclorometano individuato in corrispondenza del sito Caffaro (1) (elaborazioni ARPA)



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO



10. CENTRI DI PERICOLO

Il presente capitolo riporta inizialmente la metodologia di indagine adottata per identificare i centri di pericolo inseriti nell'Area "BS 002 Comune di Brescia Sito Caffaro". Nel paragrafo successivo vengono quindi riportati i centri di pericolo individuati e le loro principali informazioni.

10.1 Metodologia di indagine

Inizialmente, a partire dai dati raccolti presso la Provincia di Brescia e tutti i Comuni oggetto di studio, in particolare di quelli compresi nell'Area BS002 SIN Brescia Caffaro, sono state selezionate le attività già oggetto di interventi di bonifica/messa in sicurezza che hanno comportato la contaminazione delle acque sotterranee con gli inquinanti oggetto di indagine per l'area di studio, ossia Cromo esavalente e Composti organo alogenati.

Successivamente, con la collaborazione della CCIAA di Brescia, sono stati reperiti tutti i codici Ateco 2007 (eventualmente definiti a partire dai codici Ateco 2002) relativi alle attività, dismesse o in esercizio, che possono potenzialmente comportare inquinamento di corpi idrici sotterranei in relazione alle contaminazioni oggetto del presente studio.

Tale metodologia potrebbe determinare una certa approssimazione nella ricerca dei centri di pericolo, ma la si ritiene idonea per circoscrivere la ricerca agli insediamenti produttivi più a rischio.

L'elenco completo dei codici individuati come di interesse per la identificazione dei centri di pericolo è riportato nella **Tabella 4**. Tali codici si riferiscono alle seguenti attività produttive:

- preparazione e concia del cuoio; fabbricazione di articoli da viaggio, borse, pelletteria e selleria; preparazione e tintura di pellicce;
- fabbricazione di pitture, vernici e smalti, inchiostri da stampa e adesivi sintetici;
- siderurgia;
- fabbricazione di tubi, condotti, profilati cavi e relativi accessori in acciaio (esclusi quelli in acciaio colato);
- fabbricazione di altri prodotti della prima trasformazione dell'acciaio;
- fonderie;
- fabbricazione di armi e munizioni;

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 110/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli

 <p>PROVINCIA DI BRESCIA</p>	<p>ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI CONTAMINAZIONE</p> <p>LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI INQUADRAMENTO</p>	 <p>ARPA LOMBARDIA Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente</p>
---	--	---

- fucinatura, imbutitura, stampaggio e profilatura dei metalli; metallurgia delle polveri;
- trattamento e rivestimento dei metalli; lavori di meccanica generale;
- fabbricazione di articoli di coltelleria, utensili e oggetti di ferramenta;
- trattamento e smaltimento dei rifiuti.

Sono stati quindi richiesti alla CCIAA di Brescia gli elenchi delle imprese attive e cessate situate nel Comune di Brescia dal 2000 (primo anno disponibile nei loro archivi) al Giugno 2014 e catalogate secondo i codici indicati nella **Tabella 4**.

In totale, gli elenchi forniti dalla CCIAA comprendevano 275 imprese attive e 235 imprese cessate.

Gli elenchi forniti dalla CCIAA comprendono numerose informazioni di carattere prevalentemente amministrativo.

Le informazioni di interesse per la selezione dei centri di pericolo, pertanto analizzate puntualmente, sono le seguenti:

- Denominazione
- Indirizzo
- Comune
- Codice Ateco
- Tipo di attività
- Numero di dipendenti
- Data di inizio attività
- Eventuale data di cessazione

Gli elenchi forniti dalla CCIAA sono quindi stati integrati con i dati forniti dal Comune e con i dati contenuti nelle seguenti altre fonti:

- Analisi storico-ambientale del territorio comunale di Brescia svolta da Terra srl nel 2001 per il Comune di Brescia
- Aziende con autorizzazione AIA presenti nei comuni di interesse nel 2009 (dati forniti dal Dott. Marchesini di ARPA)
- Censimento della Regione Lombardia delle aree dismesse risalente al 2010 (dati forniti dal Dott. Marchesini di ARPA)

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 111/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO



- Piano Provinciale di Gestione dei Rifiuti del gennaio 2010, con particolare riferimento a Discariche per rifiuti attive e cessate
- Studio dell'ASL di Brescia del 2014 sulla localizzazione delle aziende galvaniche (cromature) nel territorio di competenza ASL BS (dati forniti dalla dr.ssa Speziani dell'ASL)
- Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Brescia del gennaio 2014, con particolare riferimento agli elementi di pressione ambientale
- Ulteriori dati messi a disposizione dalla Provincia di Brescia e riguardanti: siti potenzialmente contaminati e siti contaminati; industrie a rischio di incidente rilevante; attività soggette ad AIA; discariche.

I dati raccolti da queste fonti non sono purtroppo completi come quelli forniti dalla CCIAA. In particolare, da queste fonti non è sempre stato possibile ricavare il numero di dipendenti e il codice Ateco prevalente delle attività.

A partire dagli elenchi predisposti come sopra descritto, sono quindi state selezionate le imprese ritenute potenziali centri di pericolo.

In questa prima fase, sono state definite tre diverse categorie di imprese:

- imprese di Classe 1, ossia imprese che per attività condotta ed elevata produttività (testimoniata dall'elevato numero di dipendenti) rappresentano senz'altro un centro di pericolo;
- imprese di Classe 2 che per attività condotta rappresentano un potenziale centro di pericolo, ma, data la piccola dimensione (testimoniata dall'esiguo numero di dipendenti), non appaiono tali da determinare un sostanziale rischio di contaminazione delle acque sotterranee. In questa categoria sono inoltre state inserite le imprese per le quali non sono disponibili sufficienti elementi per classificarle in Classe 1 o Classe 3;
- imprese di Classe 3, ossia imprese che non svolgono/svolgevano attività che possono/potevano dare luogo a contaminazione delle acque sotterranee.

Per ciascuna impresa di Classe 1 sono state individuate le coordinate Gauss-Boaga, quindi, attraverso il software QGIS versione 2.2, sono state georeferenziate e sono state compilate schede riportanti le caratteristiche salienti (nominativo, indirizzo, principale attività, codice

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 112/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli

 <p>PROVINCIA DI BRESCIA</p>	<p>ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI CONTAMINAZIONE</p> <p>LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI INQUADRAMENTO</p>	 <p>ARPA LOMBARDIA Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente</p>
---	--	---

Ateco, data di inizio attività, eventuale data di cessazione) e l'ubicazione cartografica su base CTR alla scala 1:10.000.

Le imprese di Classe 2 non sono per ora state georeferenziate; ciò avverrà nelle fasi successive dello studio qualora le risultanze dei monitoraggi evidenziassero porzioni di acque sotterranee inquinate non riconducibili a fonti certe e situate in corrispondenza di imprese presenti in detta Classe.

10.2 Centri di pericolo individuati

I centri di pericolo di Classe 1 e 2 identificati nell'Area BS002 - SIN Brescia Caffaro sono riportati nei tabulati in **Allegato 6**, con la seguente suddivisione:

- Tabella 1: centri di pericolo di Classe 1 attivi (tot = 77);
- Tabella 2: centri di pericolo di Classe 1 cessati (tot = 64);
- Tabella 3: centri di pericolo di Classe 2 attivi (tot = 65);
- Tabella 4: centri di pericolo di Classe 2 cessati (tot = 35).

In **Allegato 6** sono inoltre riportati:

- le planimetrie con la collocazione geografica dei centri di pericolo di Classe 1 attivi/cessati
- le schede di ciascun centro di pericolo

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 113/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO



15.1	PREPARAZIONE E CONCIA DEL CUOIO; FABBRICAZIONE DI ARTICOLI DA VIAGGIO, BORSE, PELLETERIA E SELLERIA; PREPARAZIONE E TINTURA DI PELLICCE
15.11	Preparazione e concia del cuoio; preparazione e tintura di pellicce
15.11.0	Preparazione e concia del cuoio e pelle; preparazione e tintura di pellicce
15.11.00	Preparazione e concia del cuoio e pelle; preparazione e tintura di pellicce
20.12	Fabbricazione di coloranti e pigmenti
20.12.0	Fabbricazione di coloranti e pigmenti
20.12.00	Fabbricazione di coloranti e pigmenti
20.13.09	Fabbricazione di altri prodotti chimici di base inorganici
20.14.09	Fabbricazione di altri prodotti chimici di base organici nca
20.3	FABBRICAZIONE DI PITTURE, VERNICI E SMALTI, INCHIOSTRI DA STAMPA E ADESIVI SINTETICI
20.30	Fabbricazione di pitture, vernici e smalti, inchiostri da stampa e adesivi sintetici
20.30.0	Fabbricazione di pitture, vernici e smalti, inchiostri da stampa e adesivi sintetici
20.30.00	Fabbricazione di pitture, vernici e smalti, inchiostri da stampa e adesivi sintetici
23.63	Produzione di calcestruzzo pronto per l'uso
23.63.0	Produzione di calcestruzzo pronto per l'uso
23.63.00	Produzione di calcestruzzo pronto per l'uso
24.1	SIDERURGIA
24.10	Siderurgia
24.10.0	Siderurgia - Fabbricazione di ferro, acciaio e ferroleghie
24.10.00	Siderurgia - Fabbricazione di ferro, acciaio e ferroleghie
24.2	FABBRICAZIONE DI TUBI, CONDOTTI, PROFILATI CAVI E RELATIVI ACCESSORI IN ACCIAIO (ESCLUSI QUELLI IN ACCIAIO COLATO)
24.20	Fabbricazione di tubi, condotti, profilati cavi e relativi accessori in acciaio (esclusi quelli in acciaio colato)
24.20.1	Fabbricazione di tubi e condotti senza saldatura
24.20.10	Fabbricazione di tubi e condotti senza saldatura
24.20.2	Fabbricazione di tubi e condotti saldati e simili
24.20.20	Fabbricazione di tubi e condotti saldati e simili
24.3	FABBRICAZIONE DI ALTRI PRODOTTI DELLA PRIMA TRASFORMAZIONE DELL'ACCIAIO
24.31	Stiratura a freddo di barre
24.31.0	Stiratura a freddo di barre
24.31.00	Stiratura a freddo di barre
24.32	Laminazione a freddo di nastri
24.32.0	Laminazione a freddo di nastri
24.32.00	Laminazione a freddo di nastri
24.33	Profilatura mediante formatura o piegatura a freddo
24.33.0	Profilatura mediante formatura o piegatura a freddo
24.33.01	Fabbricazione di pannelli stratificati in acciaio

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 114/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO



24.33.02	Profilatura mediante formatura o piegatura a freddo
24.34	Trafilatura a freddo
24.34.0	Trafilatura a freddo
24.34.00	Trafilatura a freddo
24.45	Produzione di altri metalli non ferrosi
24.45.0	Produzione di altri metalli non ferrosi e semilavorati
24.45.00	Produzione di altri metalli non ferrosi e semilavorati
24.5	FONDERIE
24.51	Fusione di ghisa
24.51.0	Fusione di ghisa e produzione di tubi e raccordi in ghisa
24.51.00	Fusione di ghisa e produzione di tubi e raccordi in ghisa
24.52	Fusione di acciaio
24.52.0	Fusione di acciaio
24.52.00	Fusione di acciaio
24.53	Fusione di metalli leggeri
24.53.0	Fusione di metalli leggeri
24.53.00	Fusione di metalli leggeri
25.12.1	Fabbricazione di porte, finestre e loro telai, imposte e cancelli metallici
25.12.10	Fabbricazione di porte, finestre e loro telai, imposte e cancelli metallici
25.4	FABBRICAZIONE DI ARMI E MUNIZIONI
25.40	Fabbricazione di armi e munizioni
25.40.0	Fabbricazione di armi e munizioni
25.40.00	Fabbricazione di armi e munizioni
25.5	FUCINATURA, IMBUTITURA, STAMPAGGIO E PROFILATURA DEI METALLI; METALLURGIA DELLE POLVERI
25.50	Fucinatura, imbutitura, stampaggio e profilatura dei metalli; metallurgia delle polveri
25.50.0	Fucinatura, imbutitura, stampaggio e profilatura dei metalli; metallurgia delle polveri
25.50.00	Fucinatura, imbutitura, stampaggio e profilatura dei metalli; metallurgia delle polveri
25.6	TRATTAMENTO E RIVESTIMENTO DEI METALLI; LAVORI DI MECCANICA GENERALE
25.61	Trattamento e rivestimento dei metalli
25.61.0	Trattamento e rivestimento dei metalli
25.61.00	Trattamento e rivestimento dei metalli
25.7	FABBRICAZIONE DI ARTICOLI DI COLTELLERIA, UTENSILI E OGGETTI DI FERRAMENTA
25.71	Fabbricazione di articoli di coltelleria e posateria
25.71.0	Fabbricazione di articoli di coltelleria, posateria ed armi bianche
25.71.00	Fabbricazione di articoli di coltelleria, posateria ed armi bianche
25.72	Fabbricazione di serrature e cerniere

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 115/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO



25.72.0	Fabbricazione di serrature e cerniere e ferramenta simili
25.72.00	Fabbricazione di serrature e cerniere e ferramenta simili
25.93.1	Fabbricazione di prodotti fabbricati con fili metallici
25.93.10	Fabbricazione di prodotti fabbricati con fili metallici
25.94	Fabbricazione di articoli di bulloneria
25.94.0	Fabbricazione di articoli di bulloneria
25.94.00	Fabbricazione di articoli di bulloneria
25.99.3	Fabbricazione di oggetti in ferro, in rame ed altri metalli
25.99.30	Fabbricazione di oggetti in ferro, in rame ed altri metalli
28.14	Fabbricazione di altri rubinetti e valvole
28.14.0	Fabbricazione di altri rubinetti e valvole
28.14.00	Fabbricazione di altri rubinetti e valvole
28.15.2	Fabbricazione di cuscinetti a sfere
28.15.20	Fabbricazione di cuscinetti a sfere
29.32.09	Fabbricazione di altre parti ed accessori per autoveicoli e loro motori nca
38.2	TRATTAMENTO E SMALTIMENTO DEI RIFIUTI
38.21	Trattamento e smaltimento di rifiuti non pericolosi
38.21.0	Trattamento e smaltimento di rifiuti non pericolosi; produzione di compost
38.21.01	Produzione di compost
38.21.09	Trattamento e smaltimento di altri rifiuti non pericolosi
38.22	Trattamento e smaltimento di rifiuti pericolosi
38.22.0	Trattamento e smaltimento di rifiuti pericolosi
38.22.00	Trattamento e smaltimento di rifiuti pericolosi
96.01	Lavanderia e pulitura di articoli tessili e pelliccia
96.01.1	Attività delle lavanderie industriali
96.01.10	Attività delle lavanderie industriali

Tabella 4 - Codici Ateco 2007 di interesse per l'individuazione dei centri di pericolo

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 116/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli

 <p>PROVINCIA DI BRESCIA</p>	<p>ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI CONTAMINAZIONE</p> <p>LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI INQUADRAMENTO</p>	 <p>ARPA LOMBARDIA Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente</p>
--	---	--

11. BIBLIOGRAFIA

- ARPA Lombardia (2005), Prima indagine conoscitiva sullo stato della falda nel Sito Nazionale Brescia - Caffaro (BRESCIA) - Settembre 2005
- ARPA Lombardia (2006), Monitoraggio dei corpi idrici sotterranei - Pennacchio del Tetracloruro di Carbonio nel Sito Nazionale Brescia - Caffaro (BRESCIA) - Dicembre 2006
- ARPA Lombardia (2009), Sito "Baratti di Eredi Inselvini" (BRESCIA) - Relazione Giugno 2009
- ARPA Lombardia (2012), Inquinamento Area Sud-Ovest del Comune di Brescia - Luglio 2012
- ARPA Lombardia (2014), Monitoraggio acque sotterranee, Risultati rilievo freaticometrico dell'Aprile 2014 - Giugno 2014
- ARPA Lombardia (2015), Monitoraggio acque sotterranee, Risultati delle indagini geochimiche e piezometriche Campagna di Giugno 2014 - Gennaio 2015
- ARPA Lombardia (2016), Risultati monitoraggio acque sotterranee indagine geochimica e piezometrica Gennaio 2015 - Gennaio 2016
- A.S.M. Brescia (1986-1988-1990), Statistiche ambientali del Comune di Brescia.
- A.S.M. Brescia S.p.A. (2001), Dati per indagine ambientale – Allegato 1 - Dicembre 2001.
- A.S.M. Brescia S.p.A. (2001), Dati per indagine ambientale – Allegato 2 - Dicembre 2001.
- A.S.M. Brescia S.p.A. (2001), Dati per indagine ambientale – Allegato 4 - Dicembre 2001.
- Astaldi S.p.A. (2002), SIA – Studio di Impatto Ambientale - Giugno 2002.
- Astaldi S.p.A. (2004), Relazione geotecnica - Marzo 2004.
- Bissolati G., ASM Brescia S.p.A., Proposta di delimitazione delle fasce di rispetto dei 4 pozzi S. Donino in Brescia con criterio idrogeologico.
- Bissolati G., ASM Brescia S.p.A., Proposta di delimitazione della fascia di rispetto del pozzo S. Polo 4 in Brescia con criterio idrogeologico.
- Bissolati G., Vercesi P.L., L'uso della risorsa idrica nel bacino del Mella dalla sorgente alla città di Brescia. Caratteristiche idrogeologiche, in Atti della Giornata di studio "C'è un fiume in città. Stato attuale e risanamento del Fiume Mella", Facoltà di Ingegneria dell'Università di Brescia, 27/10/2001.

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 117/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO



- Boni A., Cassinis G. (1973), Carta geologica delle Prealpi Bresciane a Sud dell'Adamello - Scala 1:50.000. Atti dell'Istituto Geologico dell'Univ. di Pavia, v. XXIII, pp. 119-159, Pavia.
- Boni A., Cassinis G., Cavallaro E., Cerro A., Fugazza F., Mediolì F., Venzo S., Zezza F. (1968), "Carta Geologica d'Italia. Foglio 47 - Brescia. Scala 1:100.000". Servizio Geologico d'Italia, Poligrafico dello Stato, Napoli.
- EG Engineering Geology (2005), Analisi dell'interferenza tra il tracciato della Metropolitana leggera "Metrobus Brescia" e la falda - Gennaio 2005
- CNR Gruppo Nazionale per la Difesa dalla Catastrofi Idrogeologiche, ASM Brescia, Società Speleologica Italiana, Istituto di Vie e Trasporti del Politecnico di Milano (1991), Carta idrogeologica delle parte meridionale delle Prealpi Bresciane, scala 1: 50.000. SELCA, Firenze.
- Denti E., Lauzi S., Sala P., Scesi L. (1988), Studio idrogeologico della pianura bresciana compresa tra i fiumi Oglio e Chiese. Studi idrogeologici sulla Pianura Padana, v. 4-II, pp. 1-36, Milano.
- Desio A, Villa F. (1960), Stratigrafie dei pozzi per acqua della Pianura Padana. 1 - Lombardia, Università di Milano, Istituto di geologia, Milano.
- Farini A., Gandellini L., Guerini G., Viganò P. (1978), Il bacino idrografico del fiume Mella: composizione e qualità delle acque, Genio Rurale, Anno XLI, n.2, Bologna.
- Francani V. (1991), Individuazione di un'area per la costruzione di nuovi pozzi in Comune di Brescia, Acque sotterranee, n. 3/1991, pagg. 17-33.
- Francani, Denti, Sala, Saibene (1988), Studio idrogeologico della parte orientale del Comune di Brescia. Studio professionale redatto su incarico dell'ASM di Brescia.
- Francani, Denti, Sala, Saibene (1994), Delimitazione delle aree di salvaguardia dei pozzi dell'acquedotto del Comune di Brescia ai sensi del D.P.R. 236/88. Studio professionale redatto su incarico dell'ASM di Brescia.
- Francani, Denti, Sala, Scesi (1987), Studio idrogeologico del Comune di Brescia per la delimitazione delle zone di rispetto dei pozzi pubblici. Studio professionale redatto su incarico di ASM Brescia Spa.
- Francani, Barozzi, Guadagnini (1999), Studio idrogeologico del Comune di Brescia. Studio professionale redatto su incarico dell'ASM di Brescia.
- Provincia di Brescia, Progetto di monitoraggio delle acque sotterranee - Acquiferi di montagna (2000).

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 118/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO



- Studio Geologia Ambiente (1996), Progetto di monitoraggio delle acque sotterranee della Provincia di Brescia.
- Vercesi P.L., Bissolati G., Finotelli F., Ziliani L. (1993), Aspetti quali-quantitativi delle risorse idriche sotterranee del bresciano. Natura Bresciana, Ann. Mus. Civ. Sc. Nat. , v. 29, pp. 21-52, Brescia.
- Villa F. (1980), Le risorse d'acqua del comprensorio Brescia - Valtrompia - Studio idrogeologico del bacino del fiume Mella - Stima delle riserve - Tutela dagli inquinamenti, ASM Brescia.
- Ziliani L. (1993), Piano di tutela delle acque destinate al consumo umano relativo al 1992 - Studio relativo alla falda di fondovalle della Val Trompia. Committ.: Distretto Socio Sanitario di Base n.4: Valle Trompia (ex ASL n.16).
- Ziliani L. (1995), Piano di tutela delle acque destinate al consumo umano relativo al 1993 - Campagna di controllo 1994. Committ.: Distretto Socio Sanitario di Base n.4: Valle Trompia (ex ASL n.16).

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 119/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli



ATTIVITA' DI AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE
SULLA CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE
IN CINQUE AREE DELLA PROVINCIA DI BRESCIA CON
DEFINIZIONE DEI PLUMES DI CONTAMINANTI ED
INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FONTI DI
CONTAMINAZIONE
LOTTO A - AREA BS002 - BRESCIA - CAFFARO
FASE 1 - RELAZIONE IDROGEOLOGICA DI
INQUADRAMENTO



Carate B., 1 marzo 2016

M. Nespoli

M. Vaccari



A. Cantoni

S. Sbaffoni



M. Maiocchi

G. Bertolini

File: EG/R1/0316/PBS/MM	Pagina: 120/120	Data: 1 marzo 2016
Redatto: M. Maiocchi	Verificato: A.Cantoni	Approvato: M. Nespoli