



COMUNE DI BRESCIA

SECONDO RAPPORTO OSSERVATORIO

ACQUA BENE COMUNE



ACQUABENECOMUNE
osservatorio

SECONDO RAPPORTO OSSERVATORIO "ACQUA BENE COMUNE"



ACQUABENE COMUNE
osservatorio



COMUNE DI BRESCIA



La vostra salute è la nostra priorità

Info: www.comune.brescia.it
email: osservatorioacqua@comune.brescia.it
tel.030/2978754

Maggio 2019

Come ricordato nel **Primo Rapporto dell'Osservatorio Acqua Bene Comune**, da diversi anni a Brescia si è avviato un vivace confronto sulla qualità dell'acqua distribuita dall'acquedotto comunale in particolare per il parametro Cromo esavalente (Cr VI), non a causa di un improvviso e significativo peggioramento della qualità dell'acqua distribuita, ma per un'aumentata sensibilità da parte della cittadinanza in considerazione anche di norme e studi di settore intervenuti negli ultimi anni.

Con la pubblicazione del **Primo Rapporto del dicembre 2015** si è ritenuto di aver proposto alla cittadinanza uno strumento importante per consentire un'informazione il più possibile oggettiva, in grado di facilitare il confronto sull'argomento fra i cittadini e fra i portatori di interesse partendo da dati consolidati e valutati attentamente dall'Osservatorio dal punto di vista scientifico, educativo, sociale ed istituzionale.

5

Con la pubblicazione del **Secondo Rapporto dell'Osservatorio Acqua Bene Comune** si intende fornire alla cittadinanza altri elementi conoscitivi in continuità con il Primo Rapporto. Il Secondo Rapporto poteva essere visto come una semplice integrazione di dati aggiornati rispetto al precedente Rapporto, oppure come un documento completo ed autonomo che potesse consentire al lettore una visione puntale e completa dell'argomento senza continui rimandi al Rapporto precedente. Si è ritenuto opportuno percorrere la seconda strada inserendo alcune novità quali, per le acque distribuite dall'acquedotto comunale, l'andamento delle concentrazioni di cromo esavalente, i nuovi impianti di depurazione delle acque, approfondendo inoltre il tema dell'inquinamento delle acque sotterranee alla luce delle ultime indagini a disposizione.

La presentazione alla cittadinanza del **Secondo Rapporto dell'Osservatorio Acqua Bene Comune**, era prevista nell'ambito dell'Os-

servatorio Acqua Bene Comune, la cui attività si è conclusa alla fine del precedente mandato amministrativo (primavera 2018), come stabilito dalla delibera di costituzione dell'Osservatorio stesso. A causa del prolungarsi di alcune attività relative alla stesura del **Rapporto**, il testo definitivo è risultato disponibile dopo la primavera 2018 e, quindi, la sua presentazione è stata inserita tra le prime attività dell'**Osservatorio Acqua Bene Comune ricostituito** con delibera 730/236980 del 13 dicembre 2018. Per tale motivo vengono citati i componenti di entrambi gli Osservatori che hanno contribuito alla redazione del documento.

SOMMARIO

1. Premessa	5
2. Da dove siamo partiti	8
3. Terminologia e simbologia	13
4. Le acque sotterranee nel territorio comunale	16
4.1 Caratteristiche strutturali dei corpi idrici sotterranei	17
4.2 Andamento della falda nei corpi idrici sotterranei	18
4.3 Qualità delle acque sotterranee a scala regionale	20
4.4 Qualità delle acque a scala comunale	22
4.4.1 Qualità delle acque nella zona sud-ovest della città	22
4.4.2 La contaminazione da cromo VI	24
5. Gestione dell'acquedotto e controlli	26
5.1 L'acqua del rubinetto	27
5.2 La gestione dell'acquedotto	28
5.3 Il controllo della qualità dell'acqua nell'acquedotto di Brescia	29
5.4 Impianti di trattamento per l'abbattimento del Cromo VI	31
6. La normativa italiana relativa all'acqua destinata al consumo umano	33
6.1 I controlli effettuati dalla Agenzia di Tutela della Salute di Brescia (ATS)	34
6.2 La normativa relativa al Cromo in Italia, Europa e Stati Uniti	36
6.3. Studi precedenti al parere della European Food Safety Authority (EFSA)	37
6.4 Il parere della European Food Safety Authority (EFSA)	38
6.5 Tecniche per il campionamento dell'acqua da sottoporre ad analisi.	40
6.6 Tecniche analitiche per la determinazione di Cromo totale e Cromo esavalente (VI) (vedi FAQ pto. 5)	40
Glossario da manuale n.179/0 - Unichim 1999	41
Bibliografia lavori ante EFSA e PARERE EFSA	42
7. Analisi dei controlli effettuati su CrVI ed altri inquinanti	44
8. FAQ	50
9. Indice delle figure	56

**DA DOVE
SIAMO PARTITI?**

2.

Sul tema della qualità delle acque per il consumo umano negli ultimi anni si è passati da una situazione statica, che ha visto nel limite di legge del cromo per le acque ad uso potabile il momento di sintesi conclusivo del confronto scientifico-sanitario, ad una situazione dinamica dove soggetti di diversa estrazione (scientifici, mediatici, istituzionali) hanno portato nuovi elementi di riflessione sul complesso argomento.

Inoltre, la facilitata acquisizione di informazioni su argomenti particolari consentita da internet, unita alla diffusione dell'utilizzo dei social network quale strumento di informazione e confronto su temi scientifici e sociali di rilevante importanza, ha di fatto messo in collegamento un elevato numero di portatori di interesse che, in qualche caso, si sono anche riuniti in gruppi organizzati con l'obiettivo di approfondire l'argomento anche con le Istituzione preposte.

La convinzione in alcuni cittadini che il limite di legge stabilito dalla normativa internazionale per il cromo nelle acque potabili, di fatto non garantisse la salute della popolazione ed in particolare quella dei bambini, ha generato una forte preoccupazione nella cittadinanza visto anche il rilievo al tema dato da stampa e televisioni locali.

I numerosi punti di vista sull'argomento, la non immediata facile disponibilità in rete dei dati sui controlli effettuati da ATS di Brescia ed A2A e la necessità di avviare un momento di informazione e confronto adeguati al tema ed alla situazione che si era venuta a creare, ha spinto l'amministrazione comunale ad istituire un apposito Osservatorio. Lo scopo è quello di coinvolgere attorno ad un unico tavolo le Istituzioni, i portatori di interesse ed alcuni esperti, al fine valutare il tema secondo le diverse sensibilità dei componenti e di affrontare le criticità emerse.

Per questi motivi la Giunta Comunale ha costituito l'“**Osservatorio Acqua Bene Comune**”, con le seguenti finalità:

- analisi periodica dei risultati dei controlli effettuati dall'ente gestore (A2A) e dall'ATS (ex ASL) nell'ambito delle proprie competenze previste dalla norma;
- elaborazione dei risultati di cui al punto precedente al fine di consentirne una lettura facilitata, anche attraverso la pubblicazione sulle pagine internet del Comune di Brescia;
- approfondimento dei temi relativi alla distribuzione dell'acqua tramite acquedotto, con particolare riferimento alla parte impiantistica di competenza dell'utenza (manutenzioni, impianti di trattamento domestici ecc.);
- valutazione del tema dell'acqua con riferimento all'alimentazione umana, in considerazione anche degli obiettivi individuati dall'Agenda 2030 dell'ONU in particolare l'obiettivo 6 (acque pulite) e 3 (buona salute);
- promuovere campagne di sensibilizzazione rivolte alle scuole ed alla cittadinanza sui temi trattati dall'Osservatorio;
- approfondire il tema dell'inquinamento delle acque sotterranee nel territorio comunale anche in riferimento all'approvvigionamento dell'acquedotto comunale;
- redigere ogni anno un documento riepilogativo dell'attività svolta, da pubblicare nella pagina Web dedicata all'Osservatorio già presente nel sito del Comune di Brescia;
- redigere con cadenza almeno biennale una relazione (Rapporto dell'Osservatorio) al fine di riferire al Sindaco e alla cittadinanza in merito all'attività svolta;
- proporre al Presidente di affrontare anche temi non specificamente riportati nell'elenco precedente (ad es: sviluppi urbanistici, mitigazioni ambientali, mobilità ecc.); per detti temi il Presidente si coordinerà con i soggetti a diverso titolo competenti per l'organizzazione e convocazione di sedute dell'Osservatorio dedicate.

10

La composizione dell'Osservatorio conferma la volontà dell'amministrazione comunale di affrontare questi complessi temi coinvolgendo i principali soggetti (Comune di Brescia, ATS, A2A Ciclo idrico di Brescia, Università degli Studi di Brescia, Organizzazioni Sindacali, un esperto della nutrizione, un esperto in sicurezza alimentare dell'Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Lombardia ed Emilia Romagna, un rappresentante della Consulta per l'Ambiente del Comune di Brescia, tre rappresentanti dei portatori di interesse, due rappresentanti dei Consigli di Quartiere), al fine di potere analizzare gli argomenti

considerando le molteplici sensibilità per raggiungere un livello di analisi e comunicazione il più completo possibile.

Di seguito si riportano i nominativi dei due Osservatori Acqua bene Comune che hanno contribuito alla stesura del presente **Rapporto** precisamente:

OSSERVATORIO ACQUA BENE COMUNE ATTIVO FINO ALLA PRIMAVERA 2018	OSSERVATORIO ACQUA BENE COMUNE ATTIVO FINO ALLA PRIMAVERA 2023
<ul style="list-style-type: none"> • Gianluigi Fondra: Assessore all'Ambiente Verde e Protezione Civile; • Giampietro Belleri: Assessore all'Ambiente e Lavori Pubblici del Comune di Concesio; • Daniele Emanuele Mannatrizio: Assessore ai Lavori Pubblici e Ambiente del Comune di Castel Mella; • Francesco Amonti: Esperto della nutrizione; • Pietro Apostoli: Esperto dell'Università degli Studi di Brescia Dipartimento Specialità Medico-Chirurgiche, Scienze Radiologiche e Sanità Pubblica con competenze tossicologiche; • Paolo Bergese, Tullia Bonomi, Guido Menapace: In rappresentanza dei genitori individuati dai Presidenti del Consiglio degli Istituti Comprensivi tra i genitori comunque eletti in organi rappresentativi degli stessi; • Elena Faggionato: Esperto in sicurezza alimentare dell'Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Lombardia ed Emilia Romagna; • Roberta Morelli: Assessore alla Scuola e Giovani; • Marco Pozzi: Presidente Commissione consiliare Ecologia, Ambiente, Protezione Civile; • Francesco Puccio: In rappresentanza della minoranza del Consiglio Comunale; • Oriella Savoldi, sostituita da Federica Trapletti e successivamente da Flavio Squassina: In rappresentanza delle organizzazioni sindacali; • Felice Scalvini: Assessore alle Politiche per la Famiglia, la Persona e la Sanità; • Fabrizio Speziani: In rappresentanza dell'ATS di Brescia; • Mario Tomasoni, sostituito da Piercostante Fioletti e successivamente da Tullio Montagnoli: In rappresentanza della società A2A Ciclo idrico S.p.A. di Brescia; 	<ul style="list-style-type: none"> • Miriam Cominelli: Assessore al Verde ed ai Parchi sovracomunali; • Giampietro Belleri: Assessore all'Ambiente e Lavori Pubblici del Comune di Concesio; • Daniele Emanuele Mannatrizio: Assessore ai Lavori Pubblici e Ambiente del Comune di Castel Mella; • Francesco Amonti: Esperto della nutrizione; • Pietro Apostoli: Esperto dell'Università degli Studi di Brescia Dipartimento Specialità Medico-Chirurgiche, Scienze Radiologiche e Sanità Pubblica con competenze tossicologiche; • Paolo Bergese, Tullia Bonomi, Guido Menapace: In rappresentanza dei genitori individuati dai Presidenti del Consiglio degli Istituti Comprensivi tra i genitori comunque eletti in organi rappresentativi degli stessi; • Elena Faggionato: Esperto in sicurezza alimentare dell'Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Lombardia ed Emilia Romagna; • Fabio Capra: Assessore alle Risorse dell'Ente Comune e alla Pubblica Istruzione; • Anita Franceschini: Presidente Commissione consiliare Ecologia, Ambiente, Protezione Civile; • Guido Ghidini: In rappresentanza della minoranza del Consiglio Comunale; • Flavio Squassina: In rappresentanza delle organizzazioni sindacali; • Marco Fenaroli: Assessore alle politiche per la Famiglia, la Persona e la Sanità e all'Associazionismo; • Lucia Leonardi: In rappresentanza dell'ATS di Brescia; • Tullio Montagnoli: In rappresentanza della società A2A Ciclo idrico S.p.A. di Brescia;

<ul style="list-style-type: none"> • Carmine Trecroci: in rappresentanza della Consulta per l'Ambiente del Comune di Brescia; 	<ul style="list-style-type: none"> • Anna Pensante: in rappresentanza della Consulta per l'Ambiente del Comune di Brescia; • Sabrina Sorlini: rappresentante dell'Università degli studi di Brescia - Dipartimento di Ingegneria Civile, Architettura, Territorio, Ambiente e Matematica; • Francesco Tomasini: rappresentante nominato dai Consigli di Quartiere;
<ul style="list-style-type: none"> • Angelo Capretti: responsabile del Settore Sostenibilità Ambientale e Scienze Naturali. 	<ul style="list-style-type: none"> • Angelo Capretti: responsabile del Settore Sostenibilità Ambientale

Ha inoltre collaborato alla stesura, Ejsa Papa studentessa della facoltà di ingegneria dell'Università di Brescia.

L'Osservatorio, al fine di rendere più agevole possibile la comunicazione dell'attività svolta, ha predisposto nell'ambito del sito internet del Comune di Brescia, una pagina dedicata all'osservatorio "**Acqua Bene Comune**" al fine di consentire la pubblicazione dell'attività svolta dall'Osservatorio.

- 12 Al fine di facilitare la comunicazione tra i "cittadini-portatori di interesse" e l'Osservatorio si è ritenuto opportuno attivare anche una mail dedicata e precisamente: *osservatorioacqua@comune.brescia.it*.

TERMINOLOGIA E SIMBOLOGIA

3.

Acquifero: formazione geologica in grado di contenere e trasmettere acqua;

Falda: acqua contenuta all'interno di un acquifero;

Litologia: caratteristica stratigrafica del materiale presente nel suolo e nel sottosuolo;

Sezione idrogeologica: rappresentazione grafica di una sezione verticale della struttura idrogeologica sotterranea.

Congiomerato: in geologia si indica una roccia sedimentaria composta da ghiaia, sabbia e ciottoli cementati;

Quota piezometrica: quota della superficie del tetto della falda. Confrontata con la quota del piano campagna, consente di valutare la profondità della falda;

Monitoraggio: rilevazione periodica e sistematica di parametri chimici, fisici e biologici, misurata in appositi piezometri;

Piezometro: un tubo verticale fenestrato di piccolo diametro inserito nel suolo-sottosuolo, utilizzato per il monitoraggio quantitativo e qualitativo delle acque sotterranee;

Plume di contaminazione: ricostruzione areale di una situazione di contaminazione rilevata attraverso il monitoraggio.

DEFINIZIONE	SIMBOLO
Cromo totale	Cr
Cromo esavalente	Cr(VI)
Tetracloroetilene	C ₂ Cl ₄
Beta-Esaclorocicloesano	C ₆ H ₆ Cl ₆
Triclorometano (cloroformio)	CHCl ₃
Mercurio	Hg
Policlorobifenili	PBC
Tetracloruro di carbonio	CCl ₄
Arsenico	As
Piombo	Pb
Nitriti: composti chimici formati da azoto ed ossigeno	NO ₂ -
Nitrati: composti chimici formati da azoto ed ossigeno	NO ₃ -
Rame	Cu
Zinco	Zn
Solfato di ferro	FeSO ₄
Ferro	Fe

**LE ACQUE
SOTTERRANEE
NEL TERRITORIO
COMUNALE**

4.

4.1

Caratteristiche strutturali dei corpi idrici sotterranei

Il sottosuolo del comune di Brescia è, da un punto di vista idrogeologico, strettamente connesso all'azione del Fiume Mella che ha inciso il substrato roccioso, determinando un'ampia depressione riempita prima da depositi marini e poi da depositi fluviali.

I depositi fluviali hanno litologie molto eterogenee sia lateralmente che in profondità che vanno a costituire "unità idrogeologiche" differenziate che contengono diverse tipologie di acquiferi.

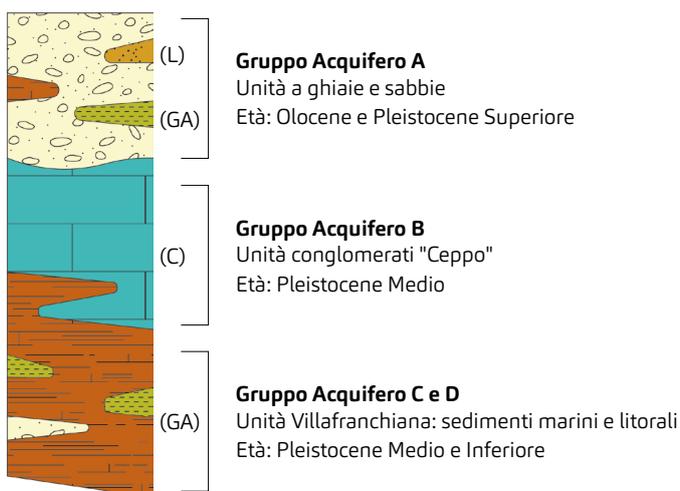
In Figura 1 è riportato uno schema delle relazioni tra i gruppi acquiferi ed una sezione idrogeologica, orientata da nord a sud (da Brescia verso Fornaci), che rappresenta la struttura idrogeologica sotterranea.

17

Dalla superficie topografica andando in profondità, si trova:

- a) Il gruppo acquifero A, cioè l'unità costituita da ghiaie e sabbie (giallo chiaro nella sezione), procedendo verso i settori più meridionali del comune, le ghiaie si presentano miste a limi sabbiosi e argille (parte verde nella sezione). Ha uno spessore che raggiunge anche i 70 m nella zona settentrionale e contiene la falda libera principale che viene ricaricata dalla superficie e può trasmettere acque alle falde sottostanti.
- b) Il gruppo acquifero B, unità a conglomerati (in azzurro nella sezione) costituita da potenti ghiaie e sabbie cementate, con qualche intercalazione argillosa. Nella parte settentrionale del comune raggiunge anche i 250 m, per diminuire intorno ai 40 m nella parte centrale del comune ed essere spessa poco più di 10 m in quella meridionale; allontanandosi dall'asse del Mella, si rileva una diminuzione laterale di questi spessori. Esso contiene una falda produttiva, in particolare ove il conglomerato risulta essere fratturato.
- c) Il gruppo acquifero C, unità Villafranchiana legata all'ingressione marina, costituita da sedimenti argilloso-limosi grigio-azzurri (marrone nella sezione). Contiene acque di bassa qualità per l'elevato contenuto in ferro, manganese, idrogeno solforato, ammonio, arsenico.

COMPLESSI IDROGEOLOGICI
(AGIP 2002)



Litologia

UNITÀ IMPERMEABILI

- (G) Ghiaia e sabbia
- (C) Congelamento

UNITÀ SEMIPERMEABILI

- (GA) Ghiaia e sabbia argilloso limose
- (L) Limo

UNITÀ IMPERMEABILI

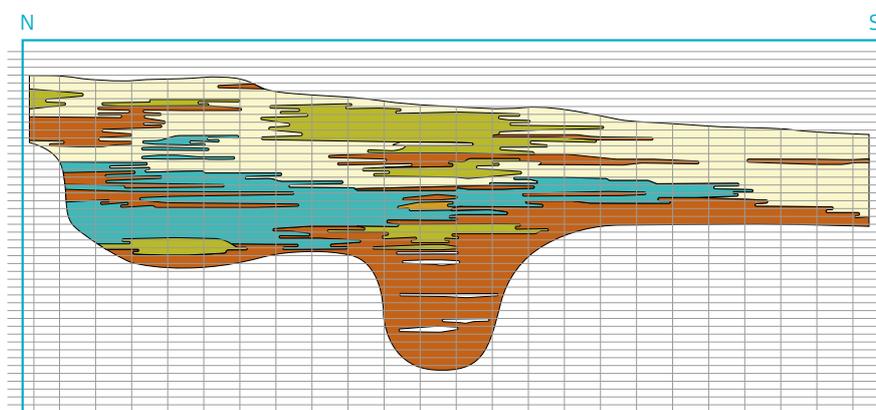
- (A) Argilla

Figura 1

Schema stratigrafico della pianura bresciana

Note

Tratto da Regione Lombardia, ENI Divisione Agip, a cura di Carcano C. e Piccin A., 2002, Geologia degli acquiferi padani della Regione Lombardia) e sezione idrogeologica schematica (da Studio di fattibilità per la realizzazione degli interventi di messa in sicurezza e bonifica delle acque di falda del SIN Caffaro, Sogesid 2014).



La circolazione idrica sotterranea è costituita, nel complesso, da un acquifero multistrato costituito da una falda più superficiale contenuta nei depositi più ghiaioso-sabbiosi (Gruppo A) ed una seconda racchiusa all'interno di depositi conglomeratici (Gruppo B). Questa struttura limita, ma non impedisce, scambi e intercomunicazioni fra loro, soprattutto a livello localizzato. Sempre localmente si possono verificare anche fenomeni di semiconfinamento delle acque contenute nei conglomerati, creando degli alti piezometrici, talvolta sospesi rispetto alla falda principale contenuta nei depositi ghiaioso-sabbiosi. Verso la parte meridionale dell'area cittadina, si passa invece ad acquiferi del tipo "multi falda" con falde meglio separate tra loro, da livelli a permeabilità bassa o nulla.

La principale differenza è che l'acquifero più superficiale, dotato di maggiore permeabilità, è anche fortemente vulnerabile alle contaminazioni di tipo antropico, mentre quello più profondo, circolante nei conglomerati, è meno vulnerabile all'inquinamento proveniente dalla superficie.

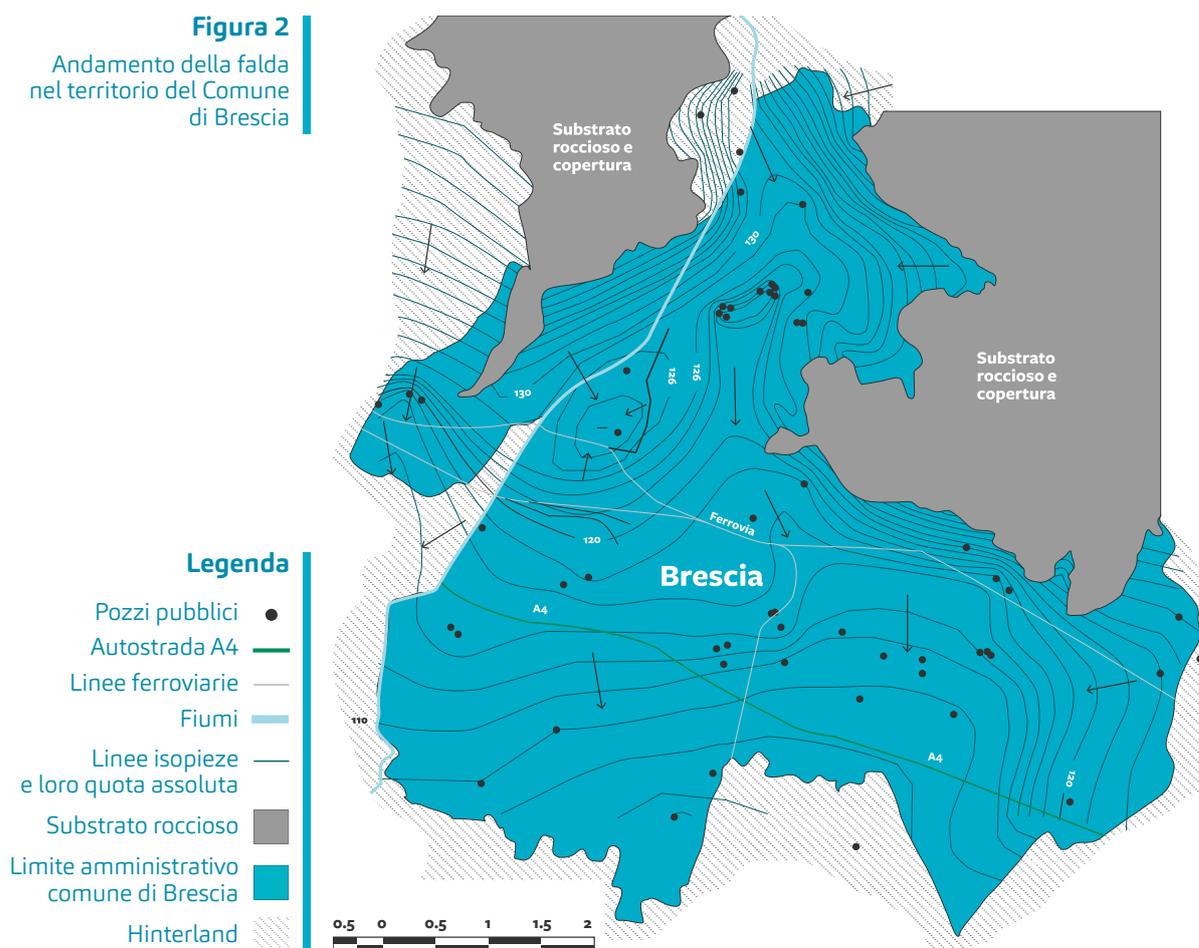
4.2

Andamento della falda nei corpi idrici sotterranei

La ricostruzione dell'andamento della falda si realizza mediante l'uso di carte piezometriche che esprimono il valore del carico idraulico della falda, espresso in m s.l.m. derivate dall'interpolazione di dati rilevati puntualmente in pozzi o piezometri appartenenti ad una rete di monitoraggio.

In Figura 2 è riportato l'andamento della falda nel territorio del Comune di Brescia, in base a misure rilevate da A2A, nel 2001. Si osserva come la falda presenti un deflusso principale in direzione Nord-Sud, con una alimentazione principale proveniente dalla Val Trompia. Sono evidenti due zone di depressione piezometrica: una in corrispondenza dei pozzi San Donino e l'altra nei pressi dell'area Caffaro, che deviano localmente il flusso sotterraneo. Si osserva anche un evidente asse di drenaggio, nella zona orientale del comune dove confluiscono le acque che fluiscono da nord-est con quelle provenienti dalla valle del fiume Chiese.

Figura 2
Andamento della falda
nel territorio del Comune
di Brescia



I monitoraggi di ARPA, dal 2014 al 2017, non hanno evidenziato elementi di novità significativi, nella ricostruzione areale, rispetto a quanto descritto relativamente al 2001.

Le rilevazioni puntuali, mostrano invece una notevole diminuzione del livello di falda dal 2014 al 2017, come mostra il grafico di Figura 3 relativo alle misure effettuate presso un piezometro della rete ARPA. Il 2014 presenta un alto piezometrico connesso alle forti precipitazioni del 2014, e quindi l'abbassamento del 2017 (oltre 6 m) non rappresenta un deficit idrico ma un riallineamento ai livelli di falda precedenti al 2014.



Figura 3

Variazione del livello delle acque sotterranee nel piezometro Emporio (quartiere Chiesanuova, BS)

20

La composizione chimica delle acque dipende sia dalla litologia degli acquiferi, che condiziona i parametri idrochimici naturali delle falde, sia da cause locali soprattutto di natura antropica, che in situazioni di vulnerabilità possono influire sulla qualità delle acque sotterranee. Con la pubblicazione del Decreto Ministeriale del 25 Ottobre 1999, n. 471 (D.M 471/99) sono stati introdotti, per la prima volta con una legge nazionale, i valori di concentrazione limite accettabili per le sostanze inquinanti presenti nel suolo, nel sottosuolo e nelle acque sotterranee.

I limiti di legge ora vigenti per le acque sotterranee sono quelli stabiliti dal D.L.gs. 152/06 (Codice dell'Ambiente) e riportati nella tabella 2 dell'allegato 5 alla Parte Quarta dello stesso decreto. Ai sensi di tale norma, nei corpi idrici sotterranei sono previsti, per esempio, i valori soglia per Cr(VI) di 5 µg/L e cromo totale di 50 µg/L. Detti limiti, se superati, determinano una situazione di inquinamento della falda ed il soggetto che ha determinato l'inquinamento deve avviare le procedure di bonifica (vedi FAQ n. 4, Legislazione).

Un documento aggiornato che consente la valutazione complessiva della qualità delle acque sotterranee nel comune di Brescia e aree limitrofe è il documento redatto da ARPA nel 2016 "**Rapporto sullo**

4.3

Qualità delle acque sotterranee a scala regionale

Stato dell'Ambiente della Regione Lombardia", dal quale si ricavano gli aspetti di seguito riportati.

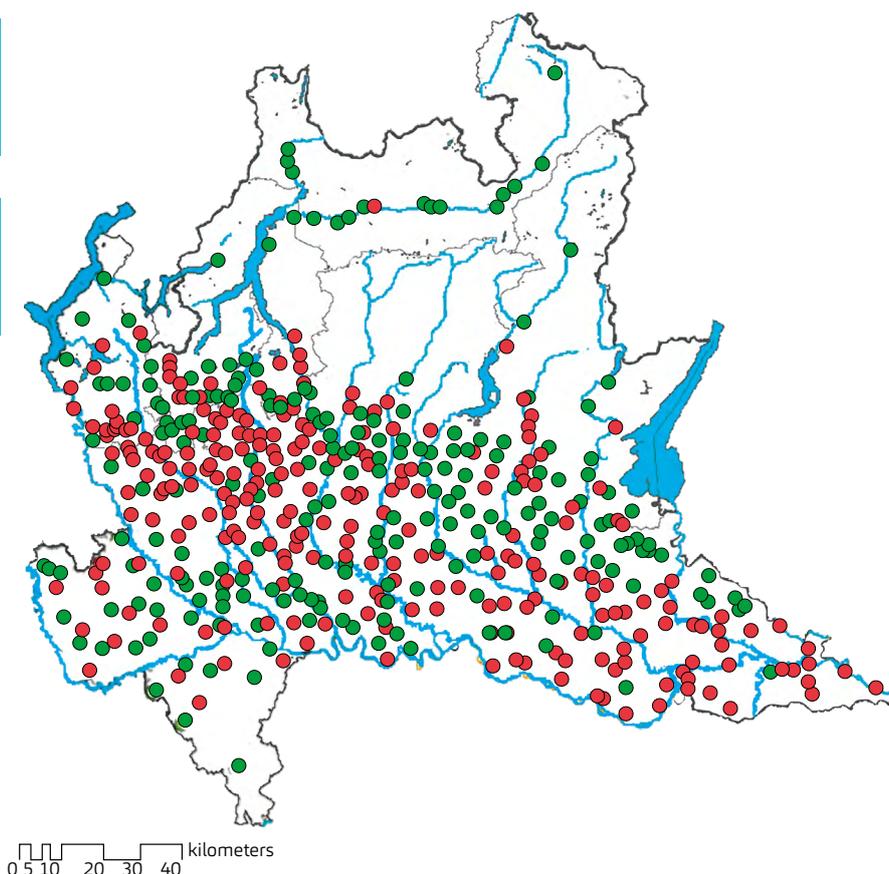
La Lombardia è la regione italiana più ricca di laghi (circa 50), sia in termini di superficie che di volume (40% e 63% rispettivamente del totale nazionale). La lunghezza complessiva dei corsi d'acqua naturali raggiunge circa 6.000 km. A questi si va ad aggiungere un'estesissima rete di canali irrigui e di bonifica (circa 200.000 km censiti) che consente di mantenere viva ed efficiente l'attività agricola nonostante l'intensa urbanizzazione del territorio. Anche le acque sotterranee e sorgentizie rappresentano un'importante risorsa che storicamente soddisfa l'ampio fabbisogno potabile, industriale, irriguo e, più di recente, l'uso per raffrescamento.

In Figura 4 è riportata la classificazione puntuale dello stato chimico delle acque sotterranee nella Regione Lombardia, da cui si evince una situazione di inquinamento delle acque sotterranee diffusa nell'intero territorio regionale.

Figura 4
Mappa della classificazione puntuale dello stato chimico delle acque sotterranee nella Regione Lombardia

Fonte
Rapporto sullo Stato dell'Ambiente della Regione Lombardia anno 2016

Legenda
Classificazione puntuale anno 2016
Buono ●
Non buono ●
Fiumi ~



Nel comune di Brescia, la rete di monitoraggio regionale delle acque sotterranee (anno 2016) comprende 495 punti per il monitoraggio qualitativo e 415 punti per il monitoraggio quantitativo; di seguito si riporta la sintesi degli esiti del monitoraggio dei corpi idrici sotterranei nei punti di controllo situati nel Comune di Brescia.

4.4

Caratteristiche strutturali dei corpi idrici sotterranei

PROV.	COMUNE	CODICE	CORPO IDRICO	SC	CAUSE SC NON BUONO
BS	BRESCIA	Po0170290R0008	GWB ISP AMPLO	NON BUONO	Tetracloroetilene
BS	BRESCIA	Po0170290RC490	GWB ISS APOM	BUONO	
BS	BRESCIA	Po0170290UB135	GWB ISS APOM	NON BUONO	<ul style="list-style-type: none"> • Beta-Esaclorocicloesano • Cromo VI • Sommatoria fitofarmaci • Tetracloroetilene • Triclorometano
BS	BRESCIA	Po0170290UC608	GWB ISS APOM	BUONO	
BS	BRESCIA	Po017029NR0001	GWB ISS APOM	NON BUONO	<ul style="list-style-type: none"> • Cromo VI • Tetracloroetilene • Triclorometano
BS	BRESCIA	Po017029NU0001	GWB ISS APOM	NON BUONO	<ul style="list-style-type: none"> • Beta-Esaclorocicloesano • Cromo VI • Sommatoria organoalogenati • Tetracloroetilene • Triclorometano

Tabella 1

Monitoraggio dei corpi idrici sotterranei nei punti di controllo situati nel Comune di Brescia

Note

BWB ISS APOM: Corpo idrico sotterraneo superficiale di Alta Pianura Bacino Oglio Mella;

GWB ISP AMPLO: Corpo idrico sotterraneo profondo di Alta e Media Pianura Lombarda

22

L'analisi degli indicatori che caratterizzano la composizione chimica delle acque (in particolare i valori di conducibilità elettrica e le concentrazioni di cloruri e magnesio) evidenzia come i settori occidentale e settentrionale del territorio comunale siano dominati dagli apporti provenienti dalla Val Trompia, mentre la zona sud-orientale nel Comune sia sotto l'influenza degli apporti del Chiese, dove risultano alte le concentrazioni dei cloruri e del magnesio e meno elevato il residuo salino.

La qualità delle acque sotterranee è oggetto di studio e monitoraggio da parte degli enti competenti, al fine di individuare e avviare a risoluzione i casi di degrado riscontrati. In particolare l'ARPA studia le risorse idriche superficiali e la loro qualità, mentre l'ATS vigila sulla potabilità delle acque distribuite per il consumo umano.

Sul tema dell'inquinamento delle acque sotterranee il Dipartimento di Brescia dell'ARPA Lombardia, in attuazione del "**Protocollo operativo per il coordinamento delle attività di monitoraggio delle acque sotterranee all'interno ed in prossimità del Sito di Interesse Nazionale (SIN) Brescia Caffaro**", ha avviato l'attività di monitoraggio qua-

4.4.1

Qualità delle acque nella zona sud-ovest della città

litativo (geochimico) e quantitativo (piezometrico) a partire dall'aprile 2014. Per gli aspetti relativi all'andamento delle acque sotterranee nel territorio comunale negli ultimi anni, si sono considerati i rapporti di ARPA pubblicati sul sito WEB di ARPA Lombardia (<http://www.arpalombardia.it>) di seguito elencati (cui si rimanda per gli aspetti di dettaglio):

- risultati delle indagini geochimiche e piezometriche campagna di gennaio 2015 (report emesso a gennaio 2016);
- risultati delle indagini geochimiche e piezometriche campagna di settembre – dicembre 2016 (report emesso a maggio 2017);
- risultati delle indagini geochimiche e piezometriche campagna di gennaio – giugno 2017 (report emesso a novembre 2017);

Da questi studi si possono sintetizzare, per il 2017, le seguenti principali considerazioni per la zona sud-ovest del territorio comunale:

- **Mercurio:** le concentrazioni di mercurio rilevate sono inferiori rispetto a quelle rilevate nel monitoraggio di ottobre 2016, presumibilmente in relazione alla diminuzione della quota della falda. Il piezometro storicamente più contaminato, presenta una concentrazione pari a 3,1 µg/L contro un valore di legge pari a 1,0 µg/L;

- **Policlorobifenili (PCB):** l'elaborazione ARPA dei dati relativi alle concentrazioni misurate di PCB è rappresentata nell'intorno dell'unica aerea sorgente rilevata, corrispondente allo stabilimento Caffaro, da cui si origina il plume. Le concentrazioni sono generalmente inferiori a quelle rilevate nei monitoraggi di giugno 2014 e di gennaio 2015 ed analoghe a quelle rilevate nell'ottobre 2016 (valori massimi del pennacchio maggiori di 500 µg/L contro un limite di legge pari a 0,01 µg/L);

- **Tetracloroetilene:** si conferma essere uno dei contaminanti più diffusi all'interno dell'area indagata nonostante l'individuazione delle sorgenti di contaminazione risulti complessa a causa dell'impiego comune di tale sostanza e della diffusa presenza nelle acque di falda con concentrazioni spesso tali da non permettere un'univoca correlazione con l'origine. Il tetracloroetilene ha densità superiore a quella dell'acqua (1,62 g/cm³) e quindi in falda tende a costituire la cosiddetta DNAPL (Dense Non Aqueous Phase Liquid): una parte del contaminante rilasciato in ambiente si solubilizza in acqua, con concentrazioni generalmente limitate, mentre una parte tende ad approfondirsi nell'acquifero e accumularsi in corrispondenza di orizzonti a litologia fine (limi o argille) (valori massimi del pennacchio maggiori di 100 µg/L contro un limite di legge pari a 1,10 µg/L);

- **Triclorometano:** I risultati relativi al triclorometano (cloroformio) hanno consentito di confermare la presenza di 3 plume principali, come da precedente campagna di monitoraggio (valori massimi misurati tra 1-10 µg/L contro un limite di legge pari a 0,15 µg/L);

- **Tetracloruro di carbonio:** ha origine da sorgente secondaria di contaminazione all'interno dello stabilimento Caffaro; come già av-

venuto in precedenza, la migrazione progressiva del tetracloruro di carbonio verso sud-ovest comporta che le concentrazioni maggiori siano riscontrate all'interno dei piezometri Oto Melara, piuttosto che in quelli Caffaro. (valori massimi misurati oltre 40 µg/L un valore guida OMS pari a 4 µg/L);

- **Fitofarmaci:** per quanto attiene ai fitofarmaci si conferma che il parametro **β-esaclorocicloesano** risulta essere quello significativamente presente nell'area di studio, in un intorno dello stabilimento Caffaro: sono stati rilevati superamenti con concentrazione massima pari a 1,05 µg/L contro un limite di legge pari a 0,1 µg/L;

- **Arsenico:** all'interno dell'area oggetto di indagine, l'origine di questo contaminante è da attribuire o alla sorgente antropica rappresentata da Caffaro (nell'ultima campagna di monitoraggio non sono stati rilevati superamenti) oppure ai fenomeni di rilascio di arsenico (spesso preceduto da ferro e manganese) naturalmente presente nel suolo in conseguenza di attività di bonifica che comportano l'instaurarsi di condizioni riducenti nel suolo e nel sottosuolo, insaturo e saturo (valori massimi misurati oltre 40 µg/L contro un limite di legge pari a 10 µg/L);

- **Piombo:** è stato rilevato un superamento nel sito ex SLM da attribuire ad un contributo della discarica presente sul versante presente a sud dello stabilimento ex SLM (valori massimi misurati oltre 60 µg/L contro un limite di legge pari a 10 µg/L);

- **Nitriti:** si conferma il superamento delle CSC rilevato nello stabilimento IVECO con valore di 1.450 µg/L rispetto al limite pari a 500 µg/L;

- Per i seguenti composti analitici non si è rilevato alcun superamento delle CSC: **rame, zinco, clorometano, cloruro di vinile, 1,2 – dicloroetano, esaclorobutadiene, 1,1-dicloroetano, 1,2-dicloroetilene;**

- Dove ricercati, si segnala inoltre l'assenza di superamenti per i seguenti parametri sito specifici: **alluminio, antimonio, cadmio, berillio, cobalto, selenio, boro, cianuri, fluoruri, solfati, BTEXs, idrocarburi totali, idrocarburi policiclici aromatici, MTBE, amianto;**

Come visto, il deflusso idrico sotterraneo proveniente dalla Val Trompia è la principale alimentazione degli acquiferi cittadini e trasporta con esso anche la contaminazione da Cr (VI), strettamente connessa alla storia industriale della valle. Questa sostanza è infatti un sottoprodotto che si libera nei processi di passivazione dei metalli e dei bagni galvanici, attività numerose in valle soprattutto in passato, e la sua diffusione nell'ambiente è riconducibile a pregressi incidenti (perdita dalle vasche per foratura, tracimazione di liquido, sversamenti) e agli scarichi industriali che nel passato non erano depurati. Nel corso del tempo l'intensificazione dei controlli ispettivi, i miglioramenti degli impianti utilizzati nei processi produttivi, la chiusura di numerose

4.4.2

La contaminazione da cromo VI

ditte artigianali del settore manifatturiero hanno favorito la riduzione degli apporti di Cr (VI) all'ambiente con effetti sulle concentrazioni rilevate in falda.

La qualità delle acque sotterranee, molto degradata già all'ingresso in città, viene aggravata dalla presenza di focolai di Cr (VI) localizzati nel territorio cittadino, legati ad insediamenti produttivi che ricadono nel perimetro del Sito di Interesse Nazionale Brescia Caffaro (SIN Caffaro).

Dagli studi di ARPA citati nel capitolo precedente, per il tema dell'inquinamento da Cr (VI) si ricava quanto segue:

- Il Cromo esavalente è da considerarsi l'inquinante principale dell'area in esame, sia per estensione del fenomeno che per intensità del livello di contaminazione. I dati sullo stato di contaminazione da Cr (VI) riferibili alla falda principale (acquifero ghiaioso-sabbioso e conglomeratico) sono stati elaborati mediante l'utilizzo di 210 dati di concentrazione.
- Le concentrazioni rilevate sono confrontabili con quelle relative al monitoraggio di ottobre 2016 e generalmente inferiori a quelle del monitoraggio del gennaio 2015; si ritiene che tale diminuzione sia principalmente da porre in relazione alla quota della falda, molto inferiore a quella rilevata nel corso delle precedenti campagne (vedi paragrafo 3.2).
- I plume individuati sono: Plume 1 - Val Trompia, Plume 2 – zona IVECO, 5.2.3 Plume 3 – zona Ideal Clima/Ideal Standard, Plume 4 – Caffaro, Plume 5 – monte idrogeologico del Comparto Milano, Plume 6 – Comparto Milano, 5.2.7 Plume 7 – monte idrogeologico dell'ex Monte Maniva, Plume 8 – Oto Melara, Plume 9 – Pietra Curva, Plume 10 – Baratti, Plume 11 – Forzanini, Plume 13 – pozzo Torchiani.
- Il plume principale è quello relativo alla Baratti che evidenzia valori massimi del pennacchio tali da poter definire detto inquinamento di particolare rilevanza. La Ditta Baratti ha avviato, presso il Comune di Brescia ed il Ministero dell'Ambiente le procedure previste dal D.Lgs. 152/'06 per quanto concerne la bonifica e la messa in sicurezza del suolo-sottosuolo e delle acque sotterranee.

Per informazioni di dettaglio fare riferimento al sito ARPA:

<http://www.arpalombardia.it/Pages/Bonifica/Brescia/Dati-Ambientali/Acque-sotterranee.aspx?firstlevel=Brescia>

GESTIONE DELL'ACQUEDOTTO E CONTROLLI

5.

5.1 L'acqua del rubinetto

La distribuzione dell'acqua potabile nella città di Brescia per mezzo dell'acquedotto pubblico fu assicurata, nel periodo compreso fra gli inizi del '900 e la fine degli anni '20, dalla produzione della "Fonte di Mompiano" integrata, successivamente nel 1914 dalle fonti di Cogozzo, queste ultime presenti nel Comune di Villa Carcina. Nel 1933 l'acquedotto di Brescia passò dalla gestione comunale a quella dell'allora Azienda Servizi Municipalizzati (ASM) fondata nel 1908, ora A2A. Nello stesso periodo iniziarono le ricerche e terebrazioni di nuovi pozzi ad uso idropotabile, con grande diffusione dopo il 1945, per fronteggiare i sempre crescenti consumi della città. Negli anni '60 e '70, in seguito al grande sviluppo industriale e urbano del dopoguerra, cominciarono a manifestarsi fenomeni di inquinamento di natura chimica nelle falde e impoverimento delle stesse, mettendo in crisi il servizio di acquedotto in diversi comuni dell'hinterland bresciano. Fu necessario soccorrere in modo continuo alcuni di essi, realizzando interconnessioni ancora oggi funzionanti.

Oggi l'acquedotto è alimentato da 41 pozzi diffusi sul territorio, che captano acquiferi profondi (fino a 200 metri dal piano campagna), meno vulnerabili all'inquinamento proveniente dalla superficie, anche nei confronti di sostanze come PCB, diossine, furani, MTBE, ecc. che infatti in oltre vent'anni di analisi sono sempre risultate assenti. In aggiunta ai pozzi, ancora oggi, sono utilizzate le tre sorgenti, quella di Mompiano, la più importante e le due presenti in località Cogozzo di Villa Carcina.

La rete idrica si estende per circa 705 km ed è dotata di serbatoi di compenso e riserva per un volume di stoccaggio pari a 29.000 metri cubi, che consentono di sopperire alle massime richieste idriche. La Città presenta una morfologia caratterizzata da importanti variazioni altimetriche da quota 109 m s.l.m. a quota 481 m s.l.m., digradanti verso sud. L'acquedotto è stato suddiviso in tre reti di distribuzione, per garantire a tutta l'utenza una soddisfacente fornitura idrica.

- **Rete Nord:** l'alimentazione è garantita da 7 pozzi e dalle sorgenti di Cogozzo (portata complessiva di circa 400 l/s), la distribuzione dell'acqua interessa la zona Nord della Città.
- **Rete Fossa:** la produzione è assicurata da 16 pozzi (portata complessiva di 760 l/s), la distribuzione dell'acqua interessa le zone Est e Ovest della Città e i quartieri a Nord del centro storico, fino alla zona Ospedale.
- **Rete Montagnola:** la produzione è garantita dalla fonte di Mompiano e da 18 pozzi (portata complessiva circa 600 l/s), l'area di distribuzione dell'acqua coincide con il Centro Storico e la zona a Sud della ferrovia Milano-Venezia.

28



Figura 5
Acquedotto della città di Brescia

Legenda
Lunghezza tubazioni: 705 km

- Rete Nord
- Rete Fossa
- Rete Montagnola
- Pozzi in esercizio: 41
- Pozzi fuori servizio: 3
- ▲ Sorgenti: 3
(2 in comune di Villa Carcina)

La gestione dell'acquedotto, effettuata da personale specializzato, si pone come obiettivo primario la fornitura continua di acqua di buona qualità e di assoluta sicurezza, monitorando i punti di approvvigionamento, gli impianti di trattamento e la rete di distribuzione. Tutta la filiera dell'acquedotto è controllata mediante verifiche sistematiche, che permettono di pianificare gli interventi di manutenzione, consentendo di individuare ed eliminare in tempi rapidi eventuali guasti. Inoltre la sorveglianza dell'acquedotto è garantita dalla "Sala Telecontrollo", presidiata 24 ore su 24, alla quale giungono tutte le informazioni utili per una gestione ottimale del servizio. Fra le atti-

5.2

La gestione dell'acquedotto

vità svolte sistematicamente, la ricerca delle perdite idriche¹ riveste un carattere di primaria importanza sia per migliorare la sostenibilità ambientale, riducendo di fatto l'acqua prelevata dalla falda, sia per diminuire le dispersioni di acqua nelle condotte di distribuzione.

A causa della compromessa qualità della falda acquifera, già dai primi anni '80, l'allora ASM, dotò numerosi pozzi di impianti di trattamento, con filtri a carbone attivo granulare (GAC), tuttora in esercizio, per la rimozione dei solventi clorurati o composti organoalogenati².

Sotto l'aspetto microbiologico, per assicurare la buona qualità dell'acqua fino al punto di consegna sono impiegati, su tutte le fonti di approvvigionamento (pozzi e sorgenti), impianti di disinfezione a biossido di cloro, sostanza che alle concentrazioni utilizzate, è minimamente percepibile organoletticamente e non dà origine a sottoprodotti indesiderati.

5.3

Il controllo della qualità dell'acqua nell'acquedotto di Brescia

La normativa di riferimento per quanto riguarda la qualità dell'acqua destinata al consumo umano è il D.lgs. n° 31 del 2 febbraio 2001 che fissa, per numerose sostanze, le concentrazioni massime ammesse e disciplina le attività di controllo della qualità dell'acqua. Per il controllo analitico è previsto un articolato piano di verifiche lungo tutta la filiera di produzione: dalle fonti di approvvigionamento (pozzi e sorgenti) agli impianti di trattamento, ai punti di monitoraggio della rete di distribuzione

Per ogni punto oggetto di controllo sono definiti i parametri analitici da indagare e la relativa frequenza di campionamento.

Fonti di approvvigionamento

È previsto un controllo annuale di tutte le sostanze (oltre 150) indicate nel D.lgs. 31/01, alle quali si aggiungono i PCB, il Cromo Esavalente, il Tetracloruro di Carbonio. In presenza di sostanze inquinanti in concentrazione prossima al limite di legge o con valori in aumento è prevista l'intensificazione dei controlli.

Impianti di trattamento

I controlli effettuati sugli impianti di trattamento sono volti a verificare il corretto funzionamento e l'idoneità dell'acqua trattata prima dell'immissione in rete. I parametri analizzati variano in relazione alla tipologia di trattamento effettuato e la frequenza di analisi di tutte le fasi del processo, di norma, è mensile.

Rete di distribuzione

I punti di controllo della rete di distribuzione sono costituiti da 26 fontanelle pubbliche individuate con un codice univoco ed utilizzate anche dall'ATS per i propri controlli periodici, che per numero e dislo-

¹ Con il termine perdite si intende il volume di acqua dispersa nel sottosuolo per microfratture delle condotte. In merito a tale argomento A2A ha effettuato uno studio nel 2009 "Il tasso di fallanza delle condotte negli acquedotti gestiti da A2A S.P.A.", pubblicato dalla Collana Fondazione AMGA, che ha preso in esame tutti gli acquedotti gestiti da A2A in un periodo di osservazione di 4 anni (2004 - 2007).

² I principali solventi clorurati presenti nelle falde bresciane sono il Tetracloroetilene ed il Tricloroetilene (Trielina). Nell'acqua di due pozzi, a sud della città, è presente anche il Tetracloruro di Carbonio, un prodotto utilizzato da un'industria del settore chimico per la produzione di gomme (clorocaucciù e cloropolietilene).

cazione sul territorio garantiscono la rappresentatività della qualità dell'acqua fornita al punto di consegna dell'utente.

Tutti i punti di monitoraggio sono oggetto di un duplice controllo:

- Verifica della qualità microbiologica e analisi chimica delle sostanze di attenzione con frequenza mensile;
- Analisi con cadenza quadrimestrale dei parametri di base della qualità dell'acqua, richieste dell'Autorità per l'energia elettrica, il gas e i servizi idrici.

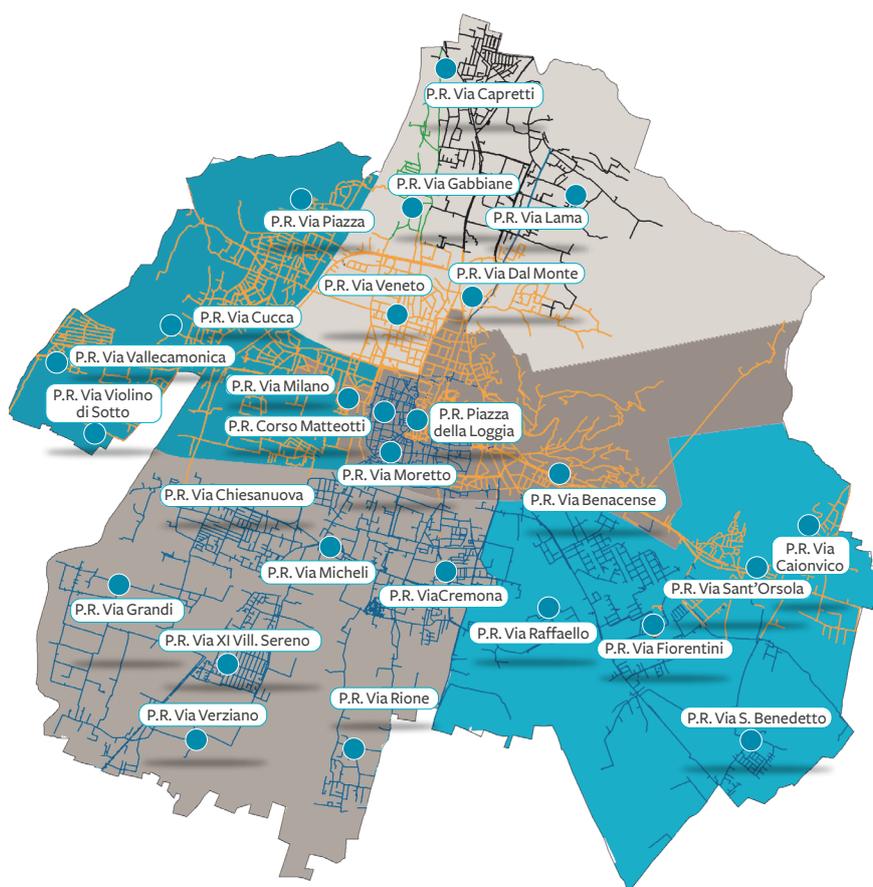


Figura 6

Punti di controllo della rete di distribuzione cittadina

30

Inoltre dall'aprile 2014, in tutte le 26 fontanelle della rete di distribuzione, sono svolte analisi con maggiore frequenza per verificare la concentrazione di cromo esavalente, cromo totale e ferro.

Le analisi sono effettuate da laboratori esterni privati operanti in regime di accreditamento ACCREDIA©.

Nel 2017 sono stati eseguiti 3.193 controlli ed indagati 41.843 parametri.

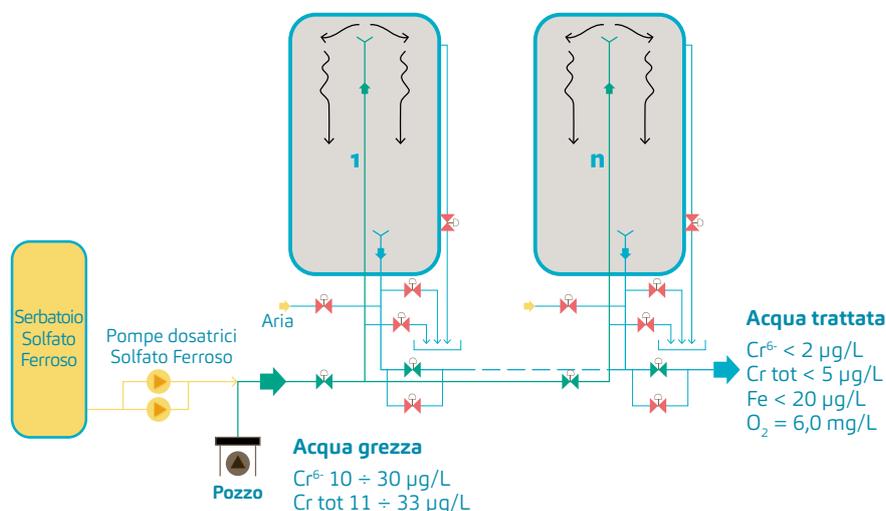
Sul sito di A2A Ciclo Idrico (www.a2acicloidrico.eu) per tutti gli acquedotti gestiti è possibile consultare la qualità dell'acqua distribuita inserendo l'indirizzo dell'area di interesse.

5.4

Impianti di trattamento per l'abbattimento del Cromo VI

La scelta tecnica adottata per l'abbattimento del Cromo esavalente è frutto di una sperimentazione tutta interna ad A2A Ciclo Idrico, supportata dai risultati dei test effettuati per oltre un anno, sia in laboratorio che "sul campo" attraverso un impianto pilota. La filosofia del trattamento si basa sulla riduzione del Cromo esavalente (solubile in acqua) in Cromo trivalente (insolubile), utilizzando un'opportuna sostanza riducente, nello specifico il Solfato di Ferro (II), con formazione di un precipitato di Ferro (III) in grado di inglobare il Cromo (III) ridotto. La successiva filtrazione su un letto di carbone attivo o sabbia quarzifera permette la separazione del precipitato dall'acqua che può quindi essere immessa nella rete di distribuzione.

Figura 7
Schema a blocchi dell'impianto di rimozione del Cromo



31

Alla data del 31 dicembre 2017 è stata completata l'installazione di tutti gli impianti previsti nel progetto. Oggi 28 pozzi e la fonte di Mompiano sono dotati di impianti di rimozione del Cromo.

In particolare, alle tre reti di distribuzione, fanno capo gli impianti indicati nella tabella che segue:

RETE DI DISTRIBUZIONE	DENOMINAZIONE IMPIANTO	PORTATA IN [L/S]	N° POZZI O SORGENTI
Montagnola	Mompiano	40-400*	1
	F.R.A.O.	12	1
	Sereno	40	1
	Chiesanuova	43	1
	Lamarmora	78	3
	Nodo Sud	16	1
	Volta	67	2
	Fiorentini	81	3
Fossa	San Donino	404	4
	Leonessa	84	2
	Bornata	19	1
	Caionvico	24	1
	Gabbiano	42	1
Nord	Nord	328	6
	Casazza	13	1

32

Sulla home page di A2A Ciclo Idrico è presente il link **“Acqua di Brescia: avanzamento progetto abbattimento”** con la descrizione della tecnologia degli impianti di abbattimento del cromo e i riscontri analitici mensili sia del Cromo totale che del Cromo esavalente.



Figura 8

Vista parziale dell'impianto Nord

LA NORMATIVA ITALIANA RELATIVA ALL'ACQUA DESTINATA AL CONSUMO UMANO

6.

La normativa nazionale di riferimento per l'acqua destinata al consumo umano è il D.Lgs 31/2001 (recepimento della dir. 98/83/CE) e s.m.i.

La norma prevede che le acque debbano soddisfare i requisiti minimi per un elenco di sostanze (valori di parametro microbiologici e chimici) elencati nelle parti A e B dell'Allegato I (Art. 4). In caso di superamento, si ha un giudizio di non conformità e quindi l'adozione di provvedimenti per il ripristino della qualità dell'acqua distribuita (Art. 10). È inoltre previsto che le acque soddisfino i requisiti dei cosiddetti valori di parametro indicatori, di cui alla parte C dell'Allegato I. A differenza dei parametri elencati nelle parti A e B, un eventuale superamento dei valori di parametro indicatori non comporta un giudizio di non conformità, ma l'adozione di provvedimenti che l'ATS competente può predisporre nel caso ravvisi un rischio per la salute umana (art. 14). Tutti i requisiti di qualità devono essere garantiti al punto di consegna che, in caso di acqua fornita attraverso una rete di distribuzione, è da intendersi "al contatore".

La ATS (ex ASL) ha il compito di garantire che la popolazione utilizzi acque idonee all'uso potabile, attraverso dei controlli nei punti rete che, eseguiti periodicamente, ogni volta permettono di certificare la buona qualità dell'acqua; in un'ottica di trasparenza, tutti gli esiti analitici sono pubblicati online dopo la refertazione. Questo ruolo di ATS di garante e controllore è sancito dal D.Lgs 31/2001.

I controlli di ATS sono pertanto definiti "controlli esterni", per sottolineare la loro indipendenza dai controlli degli Enti Gestori degli acquedotti. Gestori che pure sono obbligati a svolgere un continuo monitoraggio della qualità dell'acqua distribuita attraverso quello che viene definito "controllo interno".

I punti della rete che vengono monitorati da ATS sono stati selezionati

6.1

I controlli effettuati dalla Agenzia di Tutela della Salute di Brescia (ATS)

in quanto rappresentativi della rete di distribuzione dell'acquedotto, e anche per valutare i tratti di acquedotto potenzialmente più critici dove le caratteristiche dell'acqua possono maggiormente deteriorarsi, quali i punti terminali o di maggior ristagno. La frequenza minima con cui viene eseguito il monitoraggio è stabilita dalla normativa e dipende dai volumi d'acqua immessi in rete ovvero dal numero di abitanti serviti (maggiori i volumi d'acqua e maggiori gli abitanti serviti, più frequenti i controlli).

I tecnici dell'ATS prelevano i campioni di acqua e li conferiscono al Laboratorio di Sanità Pubblica, che esegue le analisi; queste ultime sono finalizzate a valutare la presenza di microorganismi patogeni, indicatori di contaminazione microbiologica (in particolare di natura fecale), e di sostanze chimiche di derivazione naturale o da fonti di inquinamento ambientale.

La norma prevede che annualmente siano effettuati i "controlli di verifica", che includono tutti i parametri previsti nelle Parti A, B e C dell'Allegato I del D.Lgs. 31/2001. Con una maggior frequenza vengono invece controllati i parametri microbiologici (Parte A dell'Allegato I), nei cosiddetti "controlli di routine". In Comune di Brescia, date le specifiche criticità di inquinamento ambientale presenti, tutti i controlli di routine includono, oltre ai parametri microbiologici, anche la determinazione di Cromo totale, Cromo VI, solventi, nitrati, nitriti, solfati e cloruri, oltre a conducibilità, torbidità e ammonio.

I controlli dei punti rete nel Comune di Brescia sono raggruppati in tre giri di campionamento, per un totale di 27 punti, che appartengono alle diverse reti di distribuzione dell'acquedotto. Per i controlli di routine ogni settimana viene effettuato un giro di campionamento. I tre giri di controllo comprendono rispettivamente 11, 7 e 9 punti rete, tutti presso fontanelle pubbliche, eccetto un punto rete presso gli Spedali Civili.

Tutti gli esiti più recenti dell'attività di controllo sulle acque potabili di ATS Brescia sono facilmente accessibili sul sito ufficiale <https://www.ats-brescia.it/bin/index.php?id=342>

Questa pagina permette di accedere ai rapporti di prova suddivisi Comune per Comune (vedi Figura).



Figura 9
La pagina di www.ATSBrescia.it da cui si accede alle analisi delle acque potabili

36

In caso di superamento del valore limite dei parametri microbiologici e/o chimici (Tabella A e B del D.Lgs. 31/2001) viene espresso un giudizio di non conformità e viene imposta da ATS all'Ente Gestore l'adozione immediata di provvedimenti per il ripristino della qualità dell'acqua distribuita, che può arrivare ad includere, se necessario, la sospensione temporanea della fornitura di acqua.

Pertanto, attraverso questa continua attività di monitoraggio, il cittadino è garantito rispetto alla buona qualità dell'acqua che arriva alla sua casa attraverso l'acquedotto.

Per quanto concerne il parametro Cromo per le acque destinate al consumo umano, la normativa italiana, così come quella europea, fissa un limite di legge pari a 50 µg/L (= 0,05 mg/L) e si riferisce al Cromo totale Cr (III), Cr (VI) e le altre forme ioniche.

Va registrata la novità introdotta dal Decreto Ministeriale 14 novembre 2016 che prevede un nuovo limite pari a 10 µg/L per il Cromo to-

6.2

La normativa relativa al Cromo in Italia, Europa e Stati Uniti

tale a partire dal 15 luglio 2017 data poi prorogata in prima istanza al 31 dicembre 2018 con il Decreto Ministeriale 6 luglio 2017 e successivamente al 31 dicembre 2019 con Decreto Ministeriale 31 dicembre 2018.

Nell'acqua la forma esavalente (Cr (VI)) è la più rappresentata (>95%) in quanto idrosolubile. Per una analisi più dettagliata delle caratteristiche del Cromo, si vedano le FAQ n. 1 e 2.

La tabella sottostante mostra i valori stabiliti da normative e linee guida in Europa, negli Stati Uniti (U.S. EPA 2013) ed in California, oltre all'indicazione dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (WHO 2011, World Health Organization).

STATO/ENTE	LIMITI PER IL CROMO TOTALE
Europa	0,05 mg/L (50µg/L)
U.S.EPA 2013	0,1 mg/L (100µg/L)
California	0,05 mg/L (50µg/L)
	0,01 mg/L (10µg/L) di Cr VI
WHO 2011	0,05 mg/L (50µg/L)

6.3

Studi precedenti al parere della European Food Safety Authority (EFSA)

Le conoscenze consolidate ed accettate fino a pochi anni fa erano che il cromo VI dovesse essere considerato cancerogeno certo per l'uomo quando inalato, mentre gli effetti cancerogeni in seguito alla sua ingestione, in particolare con l'acqua, erano o esclusi o ancora discussi ed oggetto di ricerche sia sperimentali che epidemiologiche.

Al riguardo si può citare uno studio sperimentale animale condotto da DeFlora (forse il più autorevole e riconosciuto esperto sul cromo a livello mondiale) nel 2008, in cui si investigava se la somministrazione di Cromo VI con l'acqua potesse provocare effetti genotossici locali nel tratto gastrointestinale di animali da laboratorio. Dopo 9 mesi di somministrazione di dosi da 5 a 20 mg/L (milligrammi/Litro) di dicromato di sodio non si sono rilevati danni di tipo ossidativo al DNA nelle cellule di stomaco ed intestino. Ciò ha permesso di affermare (a conferma di dati accumulati in più di 40 anni di ricerca) che il Cromo VI è privo di genotossicità nel tratto gastroenterico. Inoltre, dopo 9 mesi non si osservano lesioni neoplastiche in cute, polmoni e intestino.

Al contrario, una ricerca di Beaumont et al. (2008) su una popolazione cinese fortemente esposta (<20 mg/L) evidenziava effetti cancerogeni dell'apparato gastroenterico. Kerger et al. (2009) riesaminando la stessa casistica concludevano che non vi era aumento di incidenza di tumori nella popolazione esposta rispetto a quella di villaggi simili.

Vale la pena ricordare che tali studi epidemiologici sono pochi e risentono del basso numero di soggetti indagati con conseguente ridu-

zione della potenza statistica; i periodi in cui si attiva l'osservazione (follow up) sono brevi e mancano o sono carenti i dati circa livelli e vie di esposizione.

L'attenzione del mondo della ricerca e dei gestori della sanità pubblica è stata richiamata soprattutto da due studi. Quello sperimentale sull'esposizione prolungata negli animali (2 anni) avviato dal National Toxicology Program (NTP 2008), che è alla base del parere EFSA, e quello epidemiologico di Linos et al (2011) che riporta un aumento significativo di mortalità per tumore epatico in cittadini esposti a Cromo VI in Grecia. L'esposizione della popolazione era a livelli intorno a 150 µg/L (microgrammi/Litro). Va sottolineato che proprio tale studio ha fornito la base della richiesta del parere EFSA.

Più recentemente Thompson et al (2013) hanno rielaborato i dati NTP per calcolare un fattore di riferimento (Reference Dose) per il Cromo VI assunto per via orale. È stato dedotto un fattore protettivo per effetti cancerogenici intestinali che corrisponde ad un livello di sicurezza equivalente nell'acqua potabile pari a 210 µg/L (microgrammi/Litro). Tale concentrazione, val la pena di ricordare, è superiore al livello massimo consentito negli USA pari a 100 µg/L (microgrammi/Litro). Nel giugno 2014 è stato reso pubblico il parere della European Food Safety Authority (EFSA).

38 Il parere della European Food Safety Authority (EFSA) sul Cromo nell'acqua potabile rappresenta a nostro avviso un importante punto di riferimento.

EFSA ha espresso nel 2014 un parere scientifico sul rischio per l'uomo per la presenza di Cromo nel cibo, in particolare nei vegetali, e per il Cromo VI nell'acqua, su richiesta dall'Autorità di controllo alimentare della Grecia (EFET).

Per l'acqua si sono considerate le acque di rubinetto ma anche le acque in bottiglia, comunque sempre acque potabili.

Per quanto concerne l'acqua, il Comitato scientifico dell'EFSA (di seguito Comitato) considera la presenza di Cromo sempre da inquinamento antropico considerato nella sua specie esavalente (VI). Si assume infatti che il Cromo VI sia presente al 97% rispetto al Cromo totale, specie dopo i trattamenti necessari alla potabilizzazione dell'acqua stessa, che favoriscono il passaggio da Cromo III a Cromo VI.

Viene ribadito che secondo la IARC (Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro) il Cromo VI è un agente cancerogeno di gruppo I per l'uomo per l'apparato respiratorio (polmoni, seni nasali e paranasali) per via inalatoria.

Per quanto concerne la cancerogenicità a seguito della sua ingestione orale (con l'acqua, in particolare), EFSA fa riferimento agli studi a lungo termine (2 anni) condotti nell'ambito del National Toxicology Program (NTP, USA) su roditori. Tali studi hanno evidenziato un aumento dell'incidenza di tumori della cavità orale nel ratto e dell'inte-

6.4

Il parere della
European Food Safety
Authority (EFSA)

stino tenue nel topo. Le dosi somministrate avevano concentrazioni elevate, nell'ordine dei mg/L (milligrammi/Litro). La mancanza di informazioni sulla capacità ed il grado di riduzione del Cromo VI nel tratto gastrointestinale dei roditori rispetto all'uomo rende piuttosto problematico l'automatico trasferimento delle informazioni sull'esposizione neoplastica nei roditori all'uomo e conseguentemente la stima di un rischio in base all'assunzione di Cromo VI con l'acqua da parte dell'uomo.

Nell'uomo, infatti, non sono ancora disponibili studi che possano identificare eventuali effetti sulla salute in seguito all'esposizione orale del Cromo. I dati, pur limitati, derivanti da studi sull'uomo non mostrano per EFSA una evidente associazione tra l'esposizione orale al Cromo totale o al Cromo VI e gli effetti negativi sulla salute, ivi compreso il cancro.

Gli studi condotti permettono però di asserire che il Cromo VI ingerito subisca una riduzione sia a livello boccale attraverso la saliva che a livello gastrico per effetto del pH acido. Alcuni studi ribadiscono però che, in particolari condizioni individuali, una parte di Cromo VI (10 – 20%) non subisce questa riduzione.

Dagli studi elaborati da EFSA sono emerse le seguenti considerazioni conclusive:

- In animali da esperimento il Cromo VI ha effetti carcinogenici dopo esposizione orale, in particolare ciò viene espresso nel citato lavoro NTP (2008)
- Per l'uomo le informazioni sull'esposizione orale sono limitate non permettendo di dimostrare un'associazione con effetti tossici compreso l'effetto neoplastico. Inoltre le scarse informazioni a disposizione sono insufficienti per dimostrare una tossicità riproduttiva ed allergica
- I livelli correnti di esposizione al Cromo VI attraverso il consumo di tutti i tipi di acqua o di acqua in bottiglia sono di scarso impatto sulla salute pubblica per i consumatori abituali.
- Diverso il caso per i "forti" consumatori, tra cui in particolare i "giovani" (dai 0 mesi ai 10 anni), in cui potrebbe esservi un potenziale impatto. Questo probabilmente per la maggior assunzione di "differenti liquidi" contenenti acqua. Pertanto si suggeriscono margini di sicurezza maggiori per questa fascia di popolazione.
- Il Cromo VI può interessare, dopo somministrazioni orali ripetute in ratti e topi, organi del sistema ematopoietico (milza, midollo osseo), il fegato, il rene e tratti del sistema gastroenterico.
- Il Cromo VI mostra genotossicità in vitro e in vivo dopo somministrazione intraperitoneale (iniezioni in cavità addominale), ciò a indicare che la capacità riduttiva del tratto gastroenterico influenza, in maniera positiva, gli effetti genotossici in vivo.

Le modalità di prelievo devono essere rigorosamente standardizzate e finalizzate a far sì che all'analisi arrivino campioni di acqua rappresentativi e non alterati da scorrette modalità di prelievo e conservazione. Il prelievo dovrebbe essere affidato a personale qualificato, con l'utilizzo di adeguati contenitori che non cedano o adsorbano elementi metallici (ad es. in Polipropilene) sia durante la raccolta, la conservazione ed il trasporto. La raccolta dev'essere di adeguata quantità (almeno 500 ml) anche per un eventuale frazionamento durante il controllo.

Il contenitore deve essere ermeticamente chiuso, devono essere definiti e standardizzati i tempi e le modalità di invio al laboratorio per evitare fenomeni chimico-fisici o microbiologici che potrebbero alterarne la composizione (tempo massimo di conservazione, temperatura dei sistemi di trasporto/conservazione, esposizione alle radiazioni UV etc.)

Le tecniche analitiche per la determinazione del Cromo totale sono varie e diverse da quelle per la messa in evidenza del Cromo esavalente (Cr VI).

Per il Cromo totale sono previste, nel Manuale APAT IRSA-CNR 29/2003, varie tecniche spettroscopiche di assorbimento atomico con diversi tipi di atomizzazione che permettono di variare la sensibilità (**limite di rilevazione**).

Esistono inoltre tecniche più innovative quali l'ICP-MS (Spettrometria di massa a plasma accoppiato induttivamente) che permette di raggiungere **limiti di rilevazione** molto bassi (nell'ordine dei µg/L) e nel contempo soddisfa alti livelli di **specificità**.

La selezione delle tecniche analitiche viene fatta sulla base del **limite di rilevazione** minimo che si vuole raggiungere, fermo restando l'importanza della **specificità**.

In pratica, si sceglie una tecnica che permetta di rilevare la quantità minima di sostanza con una buona precisione.

Per il Cromo esavalente (Cr VI) la tecnica riportata nel Manuale APAT IRSA-CNR 29/2003 è eseguita per via spettrofotometrica tramite reazione con difenilcarbazide (il Cr VI si riduce a Cr III con contemporanea ossidazione della difenilcarbazide a difenilcarbazono che porta alla formazione di un composto colorato in rosso-violetto). Si tratta di una tecnica alquanto specifica ma poco sensibile (il limite di quantificazione è di 100 µg/L). È possibile comunque ridurre tale limite a valori inferiori (fino anche a 5 µg/L), attuando delle modifiche ai volumi dei reattivi utilizzati ed ai tempi di reazione. Nel caso di modifiche al metodo è importante eseguire una **validazione** della metodica.

Il metodo validato può essere successivamente "accreditato" da un organismo all'uopo incaricato. **L'accreditamento** attesta il livello di qualità del lavoro del Laboratorio, verificando la conformità del suo sistema di gestione e delle sue competenze a requisiti normativi in-

6.5

Tecniche per il campionamento dell'acqua da sottoporre ad analisi (vedi FAQ pto. 5)

6.6

Tecniche analitiche per la determinazione di Cromo totale e Cromo esavalente (VI) (vedi FAQ pto. 5)

ternazionalmente riconosciuti, nonché alle prescrizioni legislative obbligatorie.

La determinazione del cromo esavalente viene oggi eseguita tramite l'accoppiamento di tecniche cromatografiche separative (HPLC) con tecnica di spettrometria di massa. In questo modo si ottiene una buona sensibilità (valori bassi) con ottima specificità (buona precisione). Sia per la ricerca del Cr III che del Cr VI ciò che è importante è avere un **limite di rilevazione** il più basso possibile.

L'ATS è l'Ente di vigilanza come definito dalla normativa vigente ed i laboratori incaricati ad eseguire le analisi di controllo sono accreditati ed utilizzano metodiche accreditate.

Tali metodiche derivano dal Manuale Istisan 07/31 Met. ISS.DBA.035. rev.00 per il Cromo totale; per il Cromo esavalente viene utilizzato un metodo interno, che prevede l'uso dello spettrofotometro e la reazione con difenilcarbazide.

Le metodiche utilizzate hanno un **limite di rilevazione** di 5 µg/L, che rappresenta un decimo del limite di legge (50 µg/L), come previsto dalla legge stessa.

Glossario

Da Manuale
n. 179/0 - Unichim
1999

Limite di rilevazione/identificazione (LOD):

Minima concentrazione di analita (sostanza) in una definita matrice (campione) che può essere distinta dal bianco (campione privo della sostanza ricercata).

Limite di quantificazione (LOQ):

Minima concentrazione di analita (sostanza) in una definita matrice (campione) che può essere rilevata e quantificata con un definito grado di precisione e accuratezza (in modo sicuro e preciso).

Specificità:

Capacità di un metodo di distinguere inequivocabilmente l'analita da determinare (sostanza da cercare) rispetto ad altre sostanze (diverse da quella ricercata).

Validazione:

Esecuzione di prove ripetute in tempi diversi con differenti campioni preparati con quantità note dell'elemento che si intende ricercare. I risultati delle prove ripetute vanno poi elaborati statisticamente.

Ciò al fine di poter utilizzare metodi diversi che rispondano in modo analogo a determinate caratteristiche statistiche (deviazione standard, coefficiente di variazione.....)

Accreditamento:

È "l'attestazione di terza parte, relativa ad un organismo di valutazione della conformità (nel caso specifico il laboratorio di prova), consistente in una dimostrazione formale della competenza dello stesso a svolgere specifici compiti di valutazione della conformità ed a produr-

re dati e risultati tecnicamente validi” (Introduzione UNI CEI EN ISO/IEC 17025).

In pratica garantisce l’affidabilità e uniformità dei processi di controllo. Rappresenta lo strumento per la valutazione della competenza dei laboratori da parte delle Autorità preposte.

Ai laboratori incaricati all’esecuzione delle analisi dei campioni prelevati durante i controlli ufficiali, è richiesto di operare, essere valutati ed accreditati in conformità alla norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025 dall’ente unico nazionale di accreditamento che opera conformemente alla norma UNI CEI EN ISO/IEC 17011.

- De Flora S, D’Agostini F, Balansky R, Micale R, Baluce B, Izzotti A. Lack of genotoxic effects in hematopoietic and gastrointestinal cells of mice receiving chromium(VI) with the drinking water. *Mutat Res.* 2008 Jul-Aug;659(1-2):60-7. Epub 2007 Nov 19.
- De Flora S. Threshold mechanisms and site specificity in chromium(VI) carcinogenesis. 2000 Apr;21(4):533-41.
- Kerger, B.D., Butler, W.J., Paustenbach, D.J., Zhang, J.D. & Li, S.K., 2009. Cancer Mortality in Chinese Populations Surrounding an Alloy Plant with Chromium Smelting Operations. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*, 72:5:329.
- Linos A, Petralias A, Christophi CA, Christoforidou E, Kouroutou P, Stoltidis M, Veloudaki A, Tzala E, Makris KC, Karagas MR. Oral ingestion of hexavalent chromium through drinking water and cancer mortality in an industrial area of Greece--an ecological study. *Environ Health.* 2011 May 24;10:50.
- McCarroll, N., Keshava, N., Chen, J., Akerman, G., Kligerman, A. & Rinde, E., 2010. An Evaluation of the Mode of Action Framework for Mutagenic Carcinogens Case Study II:Chromium (VI). *Environmental and Molecular Mutagenesis*, 51:2:89.
- National Toxicology Program. Toxicology and carcinogenesis studies of sodium dichromate dihydrate (Cas No.7789-12-0) in F344/N rats and B6C3F1 mice (drinking water studies). *Natl Toxicol Program Tech Rep Ser.* 2008 Jul;(546):1-192.
- O’Brien TJ, Ding H, Suh M, Thompson CM, Parsons BL, Harris MA, Winkelman WA, Wolf JC, Hixon JG, Schwartz AM, Myers MB, Haws LC, Proctor DM. Assessment of K-Ras mutant frequency and micronucleus incidence in the mouse duodenum following 90-days of exposure to Cr(VI) in drinking water. *Mutat Res.* 2013 Jun 14;754(1-2):15-21.
- Proctor DM, Suh M, Aylward LL, Kirman CR, Harris MA, Thompson CM, Gurleyuk H, Gerads R, Haws LC, Hays SM. Hexavalent chromium reduction kinetics in rodent stomach contents. *Chemosphere.* 2012 Oct;89(5):487-93. doi: 10.1016/j.chemosphere.2012.04.065.
- Proctor, D.M., Thompson, C.M., Suh, M. & Harris, M.A., 2011. A

Bibliografia

**lavori ante EFSA
e Parere EFSA**

Response to "Quantitative Assessment of the Carcinogenicity of Hexavalent Chromium by the Oral Route and Its Relevance to Human Exposure". *Environmental Research*, 111:3:468. *Environmental Science and Health Part C*, 24:155.

- Stern AH. A quantitative assessment of the carcinogenicity of hexavalent chromium by the oral route and its relevance to human exposure. *Environ Res.* 2010 Nov;110(8):798-807
 - Stern, A.H., 2010. A Quantitative Assessment of the Carcinogenicity of Hexavalent Chromium by the Oral Route and Its Relevance to Human Exposure. *Environmental Research*, 110:8:798.
 - Stout, M.D., Herbert, R.A., Kissling, G.E., Collins, B.J., Travlos, G.S., Witt, K.L., Melnick, R.L., Abdo, K.M., Malarkey, D.E. & Hooth, M.J., 2009. Hexavalent Chromium Is Carcinogenic to F344/N Rats and B6C3F1 Mice after Chronic Oral Exposure. *Environ Health Perspect*, 117:5:716.
 - Thompson CM, Kirman CR, Proctor DM, Haws LC, Suh M, Hays SM, Hixon JG, Harris MA. A chronic oral reference dose for hexavalent chromium-induced intestinal cancer. *J Appl Toxicol.* 2013 Aug 14.
 - Thompson, C.M., Haws, L.C., Harris, M.A., Gatto, N.M. & Proctor, D.M., 2011a. Application of the U.S. EPA Mode of Action Framework for Purposes of Guiding Future Research: A Case Study Involving the Oral Carcinogenicity of Hexavalent Chromium. *Toxicological Sciences*, 119:1:20.
 - Thompson, C.M., Proctor, D.M., Haws, L.C., Hebert, C.D., Grimes, S.D., Shertzer, H.G., Kopec, A.K., Hixon, J.G., Zacharewski, T.R. & Harris, M.A., 2011b. Investigation of the Mode of Action Underlying the Tumorigenic Response Induced in B6C3F1 Mice Exposed Orally to Hexavalent Chromium. *Toxicological Sciences*, 123:1:58.
 - Thompson, C.M., Proctor, D.M., Suh, M., Haws, L.C., Herbert, C.D., Mann, J.F., Shertzer, H.G., Hixon, J.G. & Harris, M.A., 2012. Comparison of the Effects of Hexavalent Chromium in the Alimentary Canal of F344 Rats and B6C3F1 Mice Following Exposure in Drinking Water: Implications for Carcinogenic Modes of Action. *Toxicological Sciences*, 125:1:79.
 - Zhitkovich, A., 2011. Chromium in Drinking Water: Sources, Metabolism, and Cancer Risks. *Chemical Research in Toxicology*, 24:10:1617
- Scientific Opinion on the risk of public health related to the presence of chromium in food and drinking water. EFSA Panel on contaminants in the food chain, Parma Italy *EFSA Journal* 2014;12(3):3595.

**ANALISI DEI CONTROLLI
EFFETTUATI SU CrVI
ED ALTRI INQUINANTI**

7.

Di seguito si riportano i dati analizzati relativi ai controlli eseguiti dall'Agenzia di Tutela della Salute di Brescia (ATS) e dall'ente gestore (A2A Ciclo Idrico), presso 27 fontanelle pubbliche della rete acquedottistica della città. Gli elementi analizzati sono quelli già considerati nel Rapporto del 2015 e precisamente:

1. Cromo esavalente (Cr(VI)) (412 campioni di ATS e 2758 di A2A)
2. Somma di Tricloroetilene e Tetracloroetilene (406 campioni di ATS e 785 di A2A)
3. Nitrati (414 campioni di ATS e 818 di A2A)

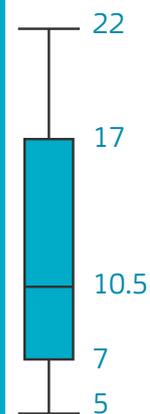
Il periodo temporale analizzato è stato da **ottobre 2014 a marzo 2017**.

Per ogni punto di campionamento è stata utilizzata una rappresentazione grafica box-plot (Tukey 1977, Exploratory Data Analysis, Addison-Wesley). Essa corrisponde ad una "scatola" che presenta come base inferiore il valore del primo quartile dei campioni (25% dei dati), come base superiore il valore del terzo quartile dei campioni (75% dei dati), mentre la linea orizzontale, che divide il box in due parti, è la mediana (valore corrispondente al 50% dei dati). Ogni box presenta due "baffi", uno inferiore ed uno superiore, rispettivamente il valore minimo e massimo della serie. I rombi neri nei grafici corrispondono agli outliers, valori considerati anomali rispetto alle altre osservazioni in quanto superiori, o inferiori, di 1.5 volte l'altezza del Box Plot (calcolata come differenza tra i valori del terzo e del primo quartile). Ove i dati hanno valori molto simili, o uguali, tra loro, il box-plot risulta molto compresso con massimo, minimo, mediana quasi coincidenti e può anche essere rappresentato da una sola linea.

A titolo d'esempio, in Figura 10, si riporta il box plot relativo alle concentrazioni di Cr(VI) misurate in una fontanella. I dati riportati vanno letti come di seguito descritto:

- il 25% dei campioni aveva una concentrazione compresa tra 5 e 7 µg/L;
 - il 50% dei campioni aveva una concentrazione inferiore a 10.5 µg/L (che corrisponde alla mediana);
 - il 75% dei campioni aveva una concentrazione inferiore a 17 µg/L;
 - il valore minimo misurato è stato di 5 µg/L (coincidente con il limite di rilevabilità);
 - il valore massimo misurato è stato di 22 µg/L;
- non vi sono rombi neri, cioè nessun outlier, quindi nessun valore aveva concentrazione superiore di 1.5 volte l'altezza del Box Plot rispetto al terzo quartile (nell'esempio terzo quartile 17 µg/L, altezza box plot 10 µg/L, nessun valore superiore a $(17 + (10 \cdot 1.5)) = 32$ µg/L).

Figura 10
Box plot relativo alla concentrazione di Cr(VI) nella fontanella di Via Veneto



46



Figura 11
Concentrazione Cr(VI) dati ATS ottobre 2014 - marzo 2017

Limite legge Cromo totale
50 µg/L
Limite rilevabilità 5 µg/L

Figura 12
Concentrazione Cr(VI) dati
A2A ottobre 2014 - marzo
2017*

Limite legge Cromo totale
 50 µg/L
 Limite rilevabilità 5 µg/L

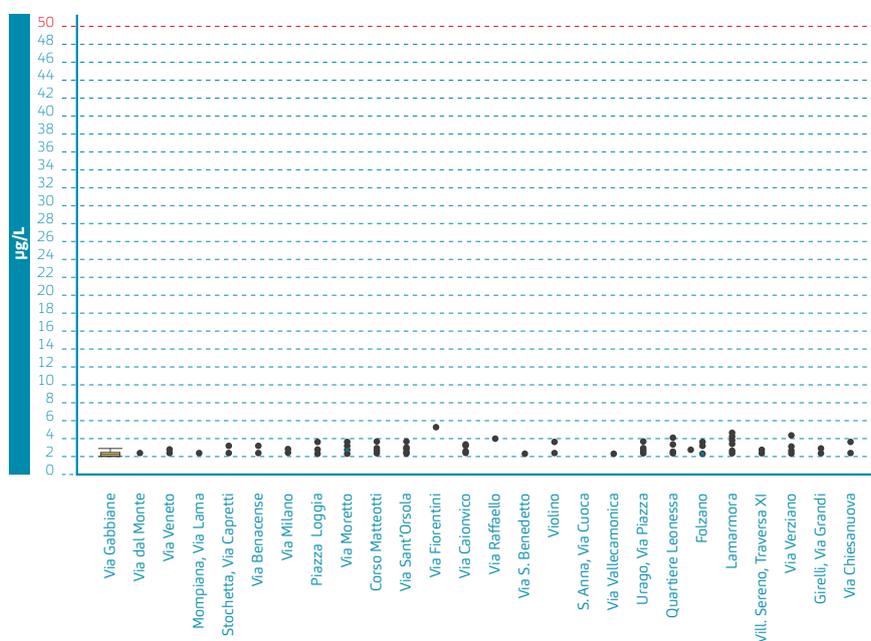
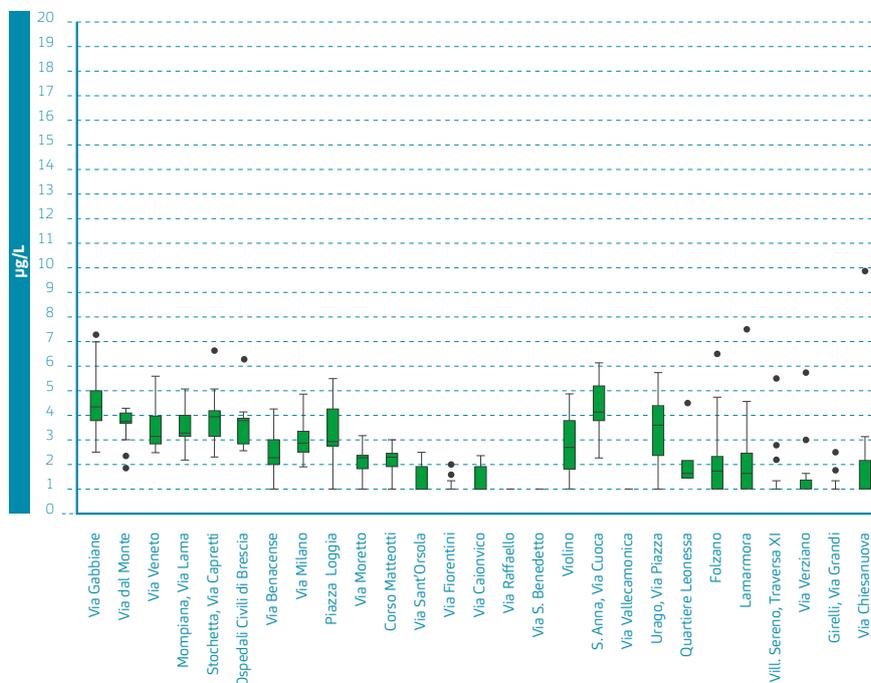


Figura 13
Concentrazione somma di
Tricloroetilene e
Tetracloroetilene - dati ATS
ottobre 2014 - marzo 2017

Limite legge 10 µg/L



*I valori di cromo VI superiori a 2 µg/L presenti nel grafico si riferiscono al periodo ottobre – dicembre 2014 prima della messa in servizio di tutti gli impianti di rimozione del Cromo. Da gennaio 2015 ad oggi le analisi hanno sempre rilevato concentrazioni inferiori a 2µg/L.

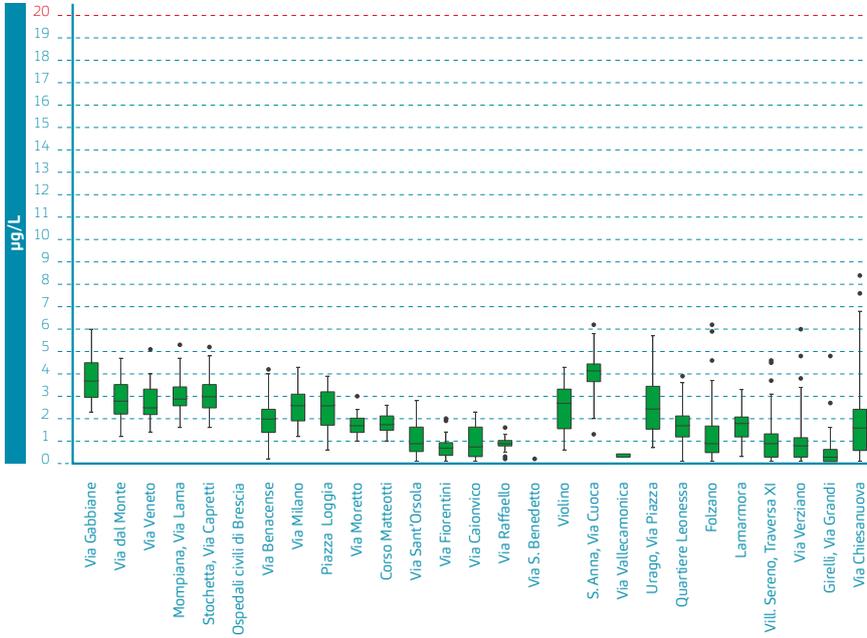


Figura 14
Concentrazione somma di Tricloroetilene e Tetracloroetilene - dati ATS ottobre 2014 - marzo 2017

Limite legge 10 µg/L

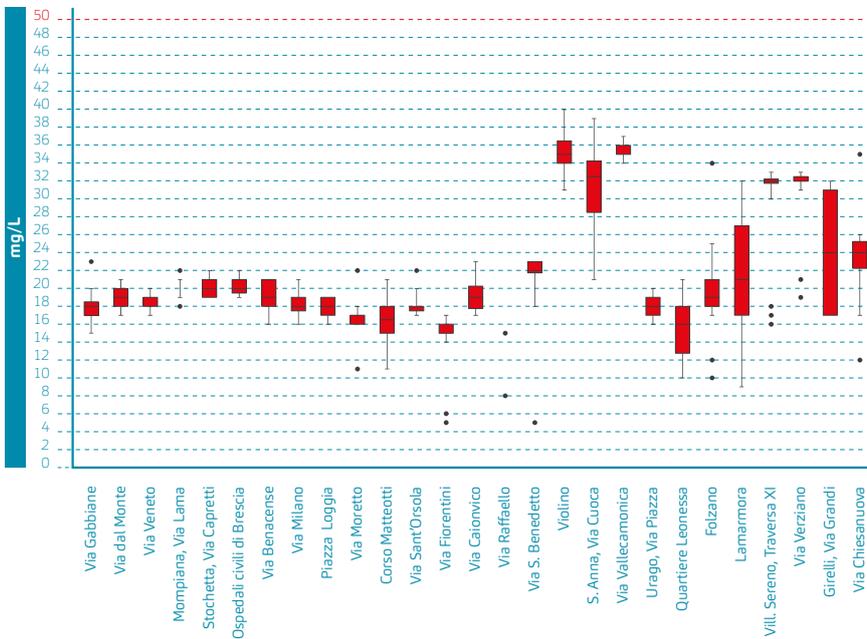
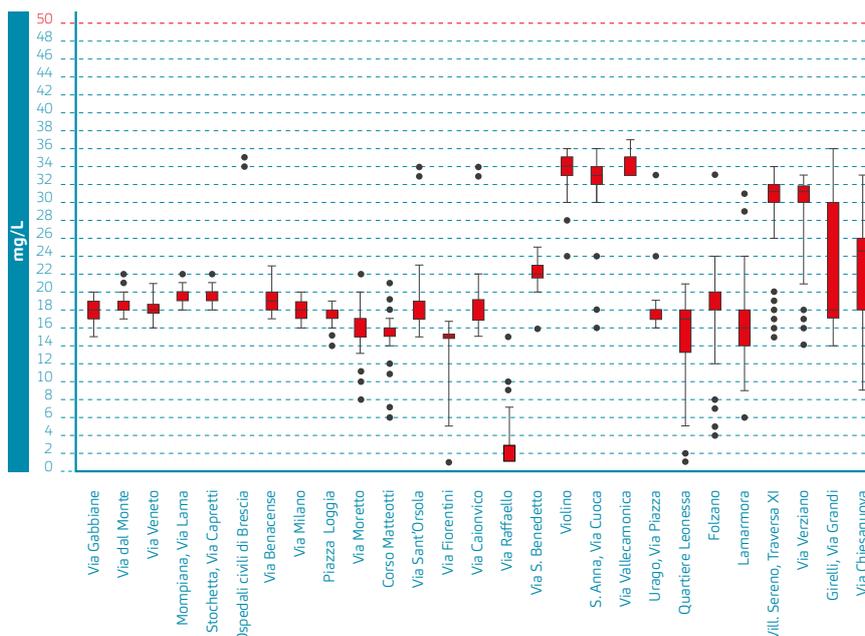


Figura 15
Concentrazione Nitrato - dati ATS ottobre 2014 - marzo 2017

Limite legge 50 mg/L

Figura 16
Concentrazione Nitrato -
dati A2A dati A2A ottobre
2014 - marzo 2017

Limite legge 50 mg/L



I dati relativi al Cr(VI) (Figura 11 e Figura 12) mostrano concentrazioni sempre inferiori a 5 µg/L (limite di legge 50 µg/L), confermando anche per questo secondo periodo di monitoraggio l'efficacia dei sistemi di rimozione del Cr(VI) applicati prima della distribuzione dell'acqua potabile nella rete acquedottistica. I grafici delle Figure 13 e 14 (dati ATS e A2A, rispettivamente) rappresentano la somma delle concentrazioni rilevate per Tricloroetilene e Tetracloroetilene (limite di legge 10 µg/L), relative ad un numero di campioni variabili da 9 a 44, prelevati da ottobre 2014 a marzo 2017. Le mediane dei valori risultano in tutti i punti di prelievo inferiori al limite di legge.

49

I grafici delle Figure 15 e 16 (dati ATS e A2A, rispettivamente) rappresentano le concentrazioni rilevate per i nitrati (limite di legge 50 mg/L), relative ad un numero di campioni variabili da 9 a 44, prelevati da ottobre 2014 a marzo 2017. Le mediane dei valori risultano in tutti i punti di prelievo inferiori al limite di legge.

In conclusione, dall'analisi dei 5593 campioni rilevati nei 27 punti di controllo dell'acqua potabile della rete da ATS e A2A, da ottobre 2014 a marzo 2017, pur risultando una certa variabilità legata alla diversa qualità iniziale delle fonti di approvvigionamento (pozzi e sorgenti), risulta che tutti i valori rilevati per i parametri analizzati (Cr(VI), somma di Tricloroetilene e Tetracloroetilene, Nitrati) sono sempre stati nel complesso ampiamente inferiori ai limiti indicati dalla normativa sulle acque destinate al consumo umano.

FAQ

8.

Glossario e simbologia

Cromo: elemento metallico espresso in questo documento come Cr

Cromo III: cromo trivalente (espresso in questo documento come Cr(III))

Cromo VI: cromo esavalente (espresso in questo documento come Cr(VI))

Cromo totale: somma di tutte le specie di cromo.

La concentrazione di cromo nelle acque può essere espressa in µg/L (microgrammi/Litro) o mg/L (milligrammi/Litro), dove:

mg = g/1000

µg = g/1.000.000

Bonifica: la bonifica di un sito inquinato è finalizzata ad eliminare l'inquinamento delle matrici ambientali o a ricondurre le concentrazioni delle sostanze inquinanti in suolo, sottosuolo, acque sotterranee e superficiali, entro i valori di concentrazione soglia di contaminazione (CSC) stabiliti per la destinazione d'uso prevista o ai valori di concentrazione soglia di rischio (CSR) definiti in base ad una metodologia di Analisi di Rischio (come definita nel decreto 152/2006).

Generalità sul cromo

Il cromo è un elemento metallico; in particolare l'elemento chimico di numero atomico 24, e dunque appartenente ai metalli di transizione. Il suo simbolo è Cr. Il nome deriva dal greco (chroma = colore) ed è dovuto al fatto che il Cr presenta nei suoi composti molte colorazioni. Il Cr non esiste in natura allo stato puro ma in composti, in cui è presente in differenti specie chimiche stabili quali, in particolare, la forma bivalente, indicata col simbolo Cr(II), quella trivalente, indicata col simbolo Cr(III), e quella esavalente, indicata col simbolo Cr(VI). Cr(II), Cr(III) e Cr(VI) corrispondono agli stati di ossidazione più comuni del Cr (che si indicano anche coi numeri +2, +3 e +6, oppure coi simboli Cr²⁺, Cr³⁺, Cr⁶⁺). Il Cr(III) è la specie più stabile e meno solubile in acqua mentre il Cr(VI) presenta elevata solubilità in acqua. I composti del Cr(VI) sono potenti ossidanti, e quindi fortemente aggressivi nei confronti dei sistemi biologici.

Il Cr puro – che si ottiene per estrazione dai suoi composti minerali, principalmente la cromite ($\text{FeO-Cr}_2\text{O}_3$) – si presenta come un metallo duro, lucido, di colore grigio acciaio; può essere facilmente lucidato, fonde con difficoltà ed è molto resistente alla corrosione.

Nel territorio bresciano il Cr è impiegato principalmente nel settore metallurgico e nei trattamenti di finitura superficiale dei metalli per le seguenti specifiche applicazioni: come costituente per leghe resistenti al calore (grazie alla funzione protettiva dell'ossido Cr_2O_3), nelle leghe per resistenze elettriche al Ni-Cr (80% Ni - 20% Cr) o Fe-Ni-Cr (con tenori massimi del 30%), nell'acciaio inox, nella cromatura, nell'alluminio anodizzato.

Che relazione esiste solitamente tra Cr totale e Cr(VI)

Il "Cr totale" è definito come la somma delle varie specie di Cr presenti in un campione di acqua. La quantità delle varie specie di Cr, ed in particolare di Cr(III) e Cr(VI), dipende e varia secondo il prevalere dei meccanismi di ossidazione o di riduzione. I meccanismi di ossidazione promuovono la trasformazione di Cr(III) in Cr(VI); viceversa i meccanismi di riduzione promuovono la trasformazione di Cr(VI) in Cr(III). La prevalenza di uno di questi meccanismi e di conseguenza la quantità di una specie rispetto all'altra varia a seconda che si tratti di aria, suolo, acqua e alimenti.

52 La concentrazione media di Cr naturale nelle acque varia da 0.04 a 0.5 $\mu\text{g/L}$ nelle acque di mare, da 0.02 a 0.5 $\mu\text{g/L}$ nelle acque di superficie ed è generalmente molto bassa ($< 1 \mu\text{g/L}$) nelle acque di falda (WHO, 2003).¹ In genere, in condizioni naturali non si raggiungono significative concentrazioni di Cr(VI) essendo la forma trivalente (Cr(III)) quella maggiormente associata alle rocce.

La presenza di Cr(VI) nelle acque naturali è generalmente associata a fonti di contaminazione industriale che possono portare a concentrazioni rilevanti, soprattutto nelle acque di falda, fino a 700 $\mu\text{g/L}$ (WRF, 2012).²

Nell'acqua fornita dagli acquedotti l'impiego di cloro per garantire l'abbattimento dei possibili inquinanti microbiologici crea un ambiente fortemente e rapidamente ossidante. Di conseguenza si assume che il Cr totale presente nell'acqua degli acquedotti sia tutto costituito dalla specie Cr(VI). Infatti, nell'acqua degli acquedotti la concentrazione di Cr totale è normalmente uguale o di poco superiore alla concentrazione di Cr (VI).

Il Cr(III), la specie trivalente, è considerata un nutriente essenziale per l'uomo e, come il Cr(II), la specie bivalente, è associata ad una tossicità ridotta. Invece il Cr(VI), la specie esavalente, diffuso nei composti di origine industriale, è caratterizzato da elevata tossicità e cancerogenicità. Gli studi scientifici attualmente pubblicati indicano l'apparato respiratorio come principale organo bersaglio del Cr(VI).



Cromo nelle acque



Quali sono gli effetti del cromo sulla salute?

L'esposizione acuta e cronica al Cr(VI), generalmente di tipo professionale ed associata ad inalazione durante le fasi di lavorazione del Cr, è riconosciuta come possibile causa di tumore al polmone. L'esposizione per ingestione a Cr(VI) è associata ad un minor grado di rischio in considerazione dell'effetto riducente che caratterizza il tratto gastro-intestinale, che è in grado di trasformare (tecnicamente ridurre) il Cr(VI) in Cr(III).

Il Cr(VI) è più solubile in acqua e quindi più facilmente assorbito. La via digerente del corpo umano rappresenta la via fisiologica di assorbimento del Cr come elemento essenziale. L'entità dell'assorbimento dipende da numerose variabili quali lo stato di ossidazione, l'idrosolubilità, l'acidità gastrica, il tempo di transito gastroduodenale. L'entità di assorbimento varia dallo 0,1% al 4,5% ed è maggiore per i composti di Cr(VI). Occorre rilevare che, nelle quantità presenti nella normale dieta, lo stomaco riduce il Cr(VI) a Cr(III) e ciò si traduce in una scarsa biodisponibilità del Cr(VI) nell'intestino. Tuttavia non si può escludere che anche a bassi livelli di esposizione, una piccola percentuale possa eludere la riduzione a Cr(III). Il Cr(VI) è facilmente assorbito dalle cellule e la sua riduzione intracellulare a Cr(III) determina i potenziali effetti tossici e/o cancerogeni.

IV Quali sono i limiti di legge per l'acqua potabile in Italia, in Europa, nel mondo per il cromo?

Legislazione

A livello nazionale, al fine di proteggere la salute, i requisiti di idoneità di un'acqua per il consumo umano, incluso l'utilizzo potabile ed altri impieghi domestici, sono stabiliti dal D. Lgs. 31/2001 e s.m.i., recepimento della Dir. 98/83/CE, in base al quale l'acqua, nei punti in cui è attinta per il consumo, deve essere conforme ad una serie di parametri chimici indicati nell'allegato I dello stesso Decreto. I parametri ed i valori di riferimento della dir 98/83/CE, così come il recepimento nazionale di questi, sono basati sulle conoscenze scientifiche disponibili, al fine di garantire che le acque possano essere utilizzate e consumate in condizioni di sicurezza nell'intero arco della vita. I valori di riferimento individuati sono fondati sugli orientamenti stabiliti dall'organizzazione Mondiale della Sanità (WHO) attraverso i valori guida contenuti nel WHO Guidelines for drinking-water quality (2011). Per la valutazione della qualità delle acque potabili è stato stabilito un valore guida per il cromo totale, ottenuto come somma del Cr(III) e del Cr(VI), pari a 50 µg/L (ovvero 0,050 mg/L). Negli Stati Uniti vige un MCL (Maximum Contaminant Level) per il cromo totale pari a 100 µg/L, mentre per la California è pari a 50 µg/L.

Esistono limiti specifici del Cr(VI) per le acque potabili ?

A livello nazionale, al fine di proteggere la salute, per la valutazione della qualità delle acque potabili è stato stabilito un valore guida per

il cromo totale, ottenuto come somma del Cr(III) e del Cr(VI), pari a 50 µg/L, valore riportato nelle linee guida dell'Organizzazione Mondiale della Sanità e nella Direttiva Europea 98/83/CE e recepito nel D.Lgs. 31/2001 e s.m.i.. Non esiste quindi un limite specifico per il Cr(VI) in quanto ricompreso nel valore del cromo totale.

Dal 1 luglio 2014 nel solo stato della California (USA), vige un MCL (Maximum Contaminant Level) per il Cr (VI) pari a 10 µg/L.

Esistono limiti del Cr(VI) per le acque sotterranee?

A livello nazionale, le misure ambientali di protezione delle risorse idriche dalla contaminazione chimica sono contenute nel Decreto Legislativo 152/2006.

Il decreto definisce gli elementi necessari per la redazione dell'analisi di rischio sanitario ambientale da utilizzarsi per la definizione degli obiettivi di bonifica. L'articolato normativo fa riferimento a due criteri-soglia di intervento: il primo (CSC) da considerarsi valore di attenzione, superato il quale occorre avviare una caratterizzazione, ed il secondo (CSR) che identifica i livelli di contaminazione residua accettabili, calcolati mediante analisi di rischio, sui quali impostare gli interventi di messa in sicurezza e/o di bonifica.

Ai sensi di tale norma, nei corpi idrici sotterranei sono previsti i seguenti valori soglia (CSC): per Cr(VI) 5 µg/L e cromo totale 50 µg/L.

54 Detti limiti, se superati, determinano una situazione di inquinamento della falda ed il soggetto che ha determinato l'inquinamento deve avviare le procedure di bonifica.

Esistono limiti per le acque in bottiglia per il cromo?

Il limite che vige in Europa per le acque minerali è di 50 µg/L ai sensi della direttiva 2003/40/EC (per il cromo totale).

Quali sono le difficoltà di eseguire le analisi del Cr(VI)?

Tutte le analisi sono attendibili?

L'analisi del Cr nell'acqua è caratterizzata da una intrinseca difficoltà e variabilità che deve essere conosciuta in modo da poterne correttamente interpretare il significato e evitare di affidarsi ad entità non adeguatamente qualificate, patendone così non solo un danno economico, ma traendone anche infondate conclusioni.

L'analisi si compone di diverse fasi che devono essere tutte conosciute per l'influenza che possono esercitare sul risultato finale

- Prelievo e conservazione del campione di acqua da esaminare.

Le modalità di prelievo devono essere rigorosamente standardizzate e finalizzate a far sì che all'analisi arrivino campioni di acqua rappresentativi e non alterati da scorrette modalità di prelievo e conservazione. Il prelievo dovrebbe essere affidato a personale qualificato, con l'utilizzo di adeguati contenitori per raccolta, conservazione e trasporto (ad esempio che non cedano o adsorbano elementi metal-



Analisi

lici) in adeguata quantità ed eventuale frazionamento per controllo. Il contenitore deve essere ermeticamente chiuso, devono essere definiti e standardizzati i tempi e le modalità di invio al laboratorio per evitare fenomeni chimico - fisico - microbiologici in grado di alterarne la composizione in elementi metallici (tempo massimo di conservazione, temperatura di sistemi di trasporto-conservazione, esposizione radiazioni UV ect)

- Fasi preanalitiche e di preparazione del campione.

Il laboratorio deve garantire attraverso procedure verificabili che il campione conferito non subisca alterazioni significative prima dell'analisi (ad esempio contaminazione o perdita del metallo)

- Misura dell'elemento metallico e sue specie.

Esistono diverse metodi di analisi (ETA - AAS, ICP Ottico, ICP MS) che devono essere conosciuti, compresi quelli per il dosaggio delle eventuali specie di interesse come il cromo esavalente (metodo UV, cromatografia ionica, ifenato HPLC ICPMS). I metodi hanno diversa complessità e costi. In ogni caso devono essere noti specie se poi si deve procedere al confronto di dati prodotti in tempi diversi da diversi laboratorio. Così come deve essere nota la qualificazione del laboratorio che effettua le analisi (possesso e tipo di accreditamento o certificazione di qualità). Le caratteristiche analitiche su cui maggiormente va posta l'attenzione sono:

— sensibilità (più bassa quantità di metallo che si riesce a misurare) si assume che essa deve essere almeno 10 volte inferiore ai valori guida che si utilizzano poi per interpretare il dato;

— specificità (capacità di eliminare interferenze e misurare solo il metallo che interessa);

— accuratezza (capacità di avvicinarsi il più possibile al valore "vero" del metallo ad esempio usando materiali a concentrazione certificata

— variabilità analitica;

Per variabilità analitica si assume il coefficiente di variazione che si ha esaminando più volte ad esempio il campione a concentrazione certificata. Si assume che sia accettabile una variazione dell'ordine del 5-10%.

Bibliografia citata

1) WHO (2003): Chromium in Drinking-water, Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality, WHO/SDE/WSH/03.04/04

(http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/chromium.pdf)

2) (WRF, 2012): State of the Science of Hexavalent Chromium in Drinking Water, Updated May 2012 (http://www.waterrf.org/resources/Lists/publicprojectpapers/attachments/2/4404_projectpaper.pdf)

INDICE DELLE FIGURE

9.

- pag. 18 Figura 1:** Schema stratigrafico della pianura bresciana
- pag. 19 Figura 2:** Andamento della falda nel territorio del Comune di Brescia
- pag. 20 Figura 3:** Variazione del livello delle acque sotterranee nel piezometro Emporio (quartiere Chiesanuova, BS)
- pag. 21 Figura 4:** Mappa della classificazione puntuale dello stato chimico delle acque sotterranee nella Regione Lombardia
- pag. 28 Figura 5:** Acquedotto della città di Brescia
- pag. 30 Figura 6:** Punti di controllo della rete di distribuzione cittadina
- pag. 31 Figura 7:** Schema a blocchi dell'impianto di rimozione del Cromo
- pag. 32 Figura 8:** Visita parziale dell'impianto Nord
- pag. 36 Figura 9:** La pagina di www.ATSbrescia.it da cui si accede alle analisi delle acque potabili
- pag. 46 Figura 10:** Box-Plot relativo alla concentrazione di Cr(VI) nella fontanella di via Veneto
- pag. 46 Figura 11:** Concentrazione Cr(VI) dati ATS ottobre 2014 - marzo 2017
- pag. 47 Figura 12:** Concentrazione Cr(VI) dati A2A ottobre 2014 - marzo 2017
- pag. 47 Figura 13:** Concentrazione somma di Tricloroetilene e Tetracloroetilene - dati ATS ottobre 2014 - marzo 2017
- pag. 48 Figura 14:** Concentrazione somma di Tricloroetilene e Tetracloroetilene - dati A2A ottobre 2014 - marzo 2017
- pag. 48 Figura 15:** Concentrazione Nitrato - dati ATS ottobre 2014 - marzo 2017
- pag. 49 Figura 16:** Concentrazione Nitrato - dati A2A ottobre 2014 - marzo 2017

Allegati

D.Lgs. 31/2001 Allegato I: valori limite

PARAMETRO	VALORE DI PARAMETRO
Escherichia coli	0/100 ml
Escherichia coli	0/250 ml per acque in bottiglia
Enterococchi	0/100 ml
Enterococchi	0/250 ml per acque in bottiglia
Pseudomonas aeruginosa	0/250 ml per acque in bottiglia
Conteggio delle colonie a 22°C	100/ml per acque in bottiglia
Conteggio delle colonie a 37°C	20/ml per acque in bottiglia

Parte A

Parametri microbiologici (requisiti minimi)

PARAMETRO	VALORE DI PARAMETRO/ UNITÀ DI MISURA
Acetilammide	0,10 µg/L
Antimonio	5,0 µg/L
Arsenico	10 µg/L
Benzene	1,0 µg/L
Benzo(a)pirene	0,010 µg/L
Boro	1,0 µg/L
Bromato	10 µg/L
Cadmio	5,0 µg/L
Cromo	50 µg/L
Rame	1,0 µg/L
Cianuro	50 µg/L
1,2-dicloroetano	3,0 µg/L
Epicloridrina	0,10 µg/L
Fluoruro	1,50 mg/L
Piombo	10 µg/L
Mercurio	1,0 µg/L
Nichel	20 µg/L
Nitrato (come NO ₃)	50 mg/L

Parte B

Parametri chimici (requisiti minimi)

PARAMETRO	VALORE DI PARAMETRO/ UNITÀ DI MISURA
Nitrito (NO ₂)	0,50 mg/L
Antiparassitari	0,10 µg/L
Antiparassitari totale	0,50 µg/L
Idrocarburi Policiclici Aromatici	0,10 µg/L
Selenio	10 µg/L
Tetracloroetilene – Tricoloroetilene	10 µg/L
Triometani tot.	30 µg/L
Cloruro di vinile	0,5 µg/L
Clorito	700 µg/L
Vanadio	50 µg/L

Parte C
Parametri indicatori
(requisiti minimi)

PARAMETRO	VALORE DI PARAMETRO/ UNITÀ DI MISURA
Alluminio	200 µg/L
Ammonio	0,50 mg/L
Cloruro	250 mg/L
Clostridium perfringens (spore comprese)	0/100 ml
Colore	Accettabile per i consumatori e senza variazioni anomale
Conduttività	2500 µS _{cm} ⁻¹ a 20°C
Concentrazione ioni idrogeno	6,5 – 9,5 Unità pH
Ferro	200 Unità pH
Manganese	50 µg/L
Odore	Accettabile per i consumatori e senza variazioni anomale
Ossidabilità	5,0 mg/L O ₂
Solfato	250 mg/L
Sodio	200 mg/L
Sapore	Accettabile per i consumatori e senza variazioni anomale
Conteggio delle colonie a 22°C	Senza variazioni anomale
Batteri coliformi a 37°C	0/100 ml
Carbonio organico totale (TOC)	Senza variazioni anomale
Torbidità	Accettabile per i consumatori e senza variazioni anomale

PARAMETRO	VALORE DI PARAMETRO/ UNITÀ DI MISURA
Durezza	Valori consigliati: 15 – 50° F
Residuo secco a 180°C	Valore massimo consigliato: 1500 mg/L
Disinfettante residuo	Valore consigliato: 0,2 mg/L (se impiegato)

PARAMETRO	VALORE DI PARAMETRO/ UNITÀ DI MISURA
Trizio	100 Becquerel/L
Dose totale indicativa	0,10 mSv/anno

Radioattività

