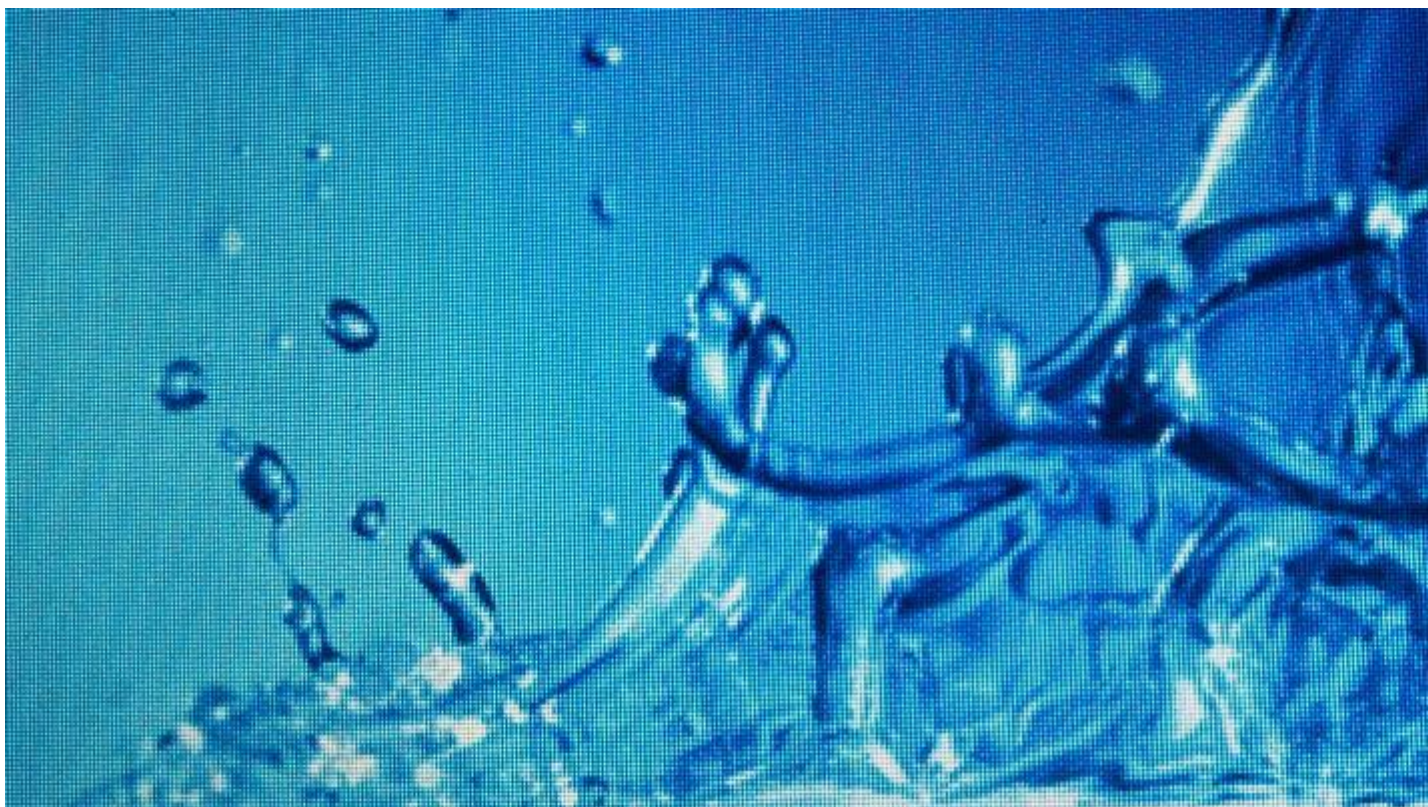




COMUNE DI BRESCIA

# “ACQUA BENE COMUNE: UN BENE PREZIOSO PER TUTTI I CITTADINI”

COMUNE DI BRESCIA  
SETTORE SOSTENIBILITA' AMBIENTALE



**Dr.ssa Donatella Maldina**  
Funzionario Amministrativo  
Ufficio Documentazione e Ricerca Pedagogica  
Comune di Brescia

[dmaldina@comune.brescia.it](mailto:dmaldina@comune.brescia.it)

## PRESENTAZIONE

Come sappiamo il **22 marzo** di ogni anno si celebra la Giornata Mondiale dell'Acqua (World Water Day), istituita dalle Nazioni Unite nel 1992 come parte integrante delle Direttive Agenda 21, adottate nello stesso anno dalla Conferenza di Rio sullo Sviluppo Sostenibile.

Lo scopo della Giornata è quello non solo di richiamare l'attenzione di tutti noi sull'importanza di questo bene naturale per la vita, ma anche di richiamare alla necessità, da un lato, che il suo utilizzo avvenga in modo responsabile e sostenibile, dall'altro quello di garantire la sicurezza degli approvvigionamenti idrici.

Infatti gli impatti negativi della scarsità dell'acqua, delle inondazioni e dell'inquinamento hanno fatto inserire i **rischi correlati all'acqua** tra le prime 5 minacce globali negli annuali Rapporti del World Economic Forum.

Per questi motivi il Comune di Brescia, attraverso il coordinamento dell'Ing. Capretti, Responsabile del settore Sostenibilità Ambientale, ha inteso offrire alla cittadinanza, da un lato momento concreti di riflessione sui temi ambientali importanti quali l'acqua, l'aria, il dissesto idrogeologico attraverso "i venerdì della Sostenibilità", dall'altro proporre strumenti di lavoro destinati alle scuole – schede di supporto alla didattica - allo scopo di veicolare la cultura ambientale e la promozione di stili di vita maggiormente improntati ai valori della Sobrietà e della Salute.

Il documento che oggi si propone ha come obiettivo la promozione della conoscenza dell'elemento acqua, bene prezioso per tutti i cittadini e per la stessa agricoltura dove è necessaria un'acqua abbondante, pulita biologicamente attiva per la buona qualità dei prodotti che giungeranno sulle nostre tavole.

Il percorso proposto partendo dal lavoro svolto dall' "Osservatorio Acqua Bene Comune" offre validi riferimenti in ordine alla terminologia e alla simbologia, alla conoscenza delle acque dei nostri territori, alla gestione dell'acquedotto, con alcune indicazioni relative alle fonti normative ed ai controlli periodicamente effettuati.

Il Comune di Brescia con il Settore Sostenibilità Ambientale esprime sin d'ora un grato riconoscimento agli studenti, alle classi, ai docenti e dirigenti che, anche partendo dagli spunti contenuti in questa scheda di supporto alla didattica, sapranno approfondire e riflettere sui temi ambientali e sul valore dell' "Acqua Bene Comune e Prezioso per tutti i cittadini.



COMUNE DI BRESCIA

## “EDUCAZIONE ALLO SVILUPPO SOSTENIBILE TARGET 4.7 DELL’AGENDA 2030”

Oggetto: “Acqua bene comune: un bene prezioso per tutti i cittadini”

Schede di supporto alla didattica per gli studenti delle scuole secondarie inferiori.

- Presentazione
- Premessa
- L’ “Osservatorio acqua bene comune” costituito dalla giunta comunale del Comune di Brescia
- Terminologia e simbologia: alcune preliminari conoscenze
- I temi affrontati: dalle acque sotterranee, alla gestione dell’acquedotto ed alla normativa relativa all’acqua destinata al consumo umano
- I corpi idrici sotterranei
- L’acqua del rubinetto e la gestione dell’acquedotto
- La normativa italiana relativa all’acqua destinata al consumo umano
- I controlli periodicamente effettuati sulle acque cittadine
- Conclusioni: un impegno comune ci aspetta perché l’acqua rappresenti un bene importante per tutti i cittadini
- Faq
- Glossario

**Dr.ssa Donatella Maldina**  
Funzionario Amministrativo  
Settore Sostenibilità Ambientale

Comune di Brescia

[dmaldina@comune.brescia.it](mailto:dmaldina@comune.brescia.it)

## TITOLO: "L'OSSERVATORIO ACQUA BENE COMUNE" COSTUITO DALLA GIUNTA COMUNALE DEL COMUNE DI BRESCIA

L'Amministrazione Comunale di Brescia ha deciso di avviare un movimento di informazione e confronto sui temi dell'acqua, quale bene comune e prezioso per tutti i cittadini, attraverso l'istituzione di un apposito osservatorio allo scopo di coinvolgere attorno ad un medesimo tavolo le istituzioni, i portatori di interesse, riuniti anche in gruppi organizzati e gli esperti allo scopo di valutare il tema e giungere a proposte condivise.

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.

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 ACQUABENE COMUNE ATTIVO FINO ALLAPRIMAVERA 2018	OSSERVATORIO ACQUABENE COMUNE ATTIVO FINO ALLA PRIMAVERA 2023
<p>Luigi Fondra: Assessore all'Ambiente Verde e Protezione Civile;</p> <p>Giampietro Belleri: Assessore all'Ambiente e Lavori Pubblici del Comune di Concesio;</p> <p>Daniele Emanuele Mannatrizio: Assessore ai Lavori Pubblici e Ambiente del Comune di Castel Mella;</p> <p>Francesco Amonti: Esperto dell'alimentazione;</p> <p>Pietro Apostoli: Esperto dell'Università degli Studi di Brescia Dipartimento Specialità Medico-Chirurgiche, Scienze Radiologiche e Sanità Pubblica con competenze tossicologiche;</p> <p>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;</p> <p>Elena Faggionato: Esperto in sicurezza alimentare dell'Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Lombardia ed Emilia Romagna;</p> <p>Roberta Morelli: Assessore alla Scuola e Giovani;</p> <p>Marco Pozzi: Presidente Commissione consiliare Ecologia, Ambiente, Protezione Civile;</p> <p>Francesco Puccio: In rappresentanza della minoranza del Consiglio Comunale;</p> <p>Oriella Savoldi, sostituita da Federica Trapletti e successivamente da Flavio Squassina: In rappresentanza delle organizzazioni sindacali;</p> <p>Felice Scalvini: Assessore alle Politiche per la Famiglia, la Persona e la Sanità;</p> <p>Fabrizio Speziani: In rappresentanza dell'ATS di Brescia;</p> <p>Mario Tomasoni, sostituito da Piercostante Fioletti e successivamente da Tullio Montagnoli: In rappresentanza della società A2A Ciclo idrico S.p.A. di Brescia;</p>	<p>Miriam Cominelli: Assessore al Verde ed ai Parchi sovracomunali;</p> <p>Giampietro Belleri: Assessore all'Ambiente e Lavori Pubblici del Comune di Concesio;</p> <p>Daniele Emanuele Mannatrizio: Assessore ai Lavori Pubblici e Ambiente del Comune di Castel Mella;</p> <p>Francesco Amonti: Esperto dell'alimentazione;</p> <p>Pietro Apostoli: Esperto dell'Università degli Studi di Brescia Dipartimento Specialità Medico-Chirurgiche, Scienze Radiologiche e Sanità Pubblica con competenze tossicologiche;</p> <p>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;</p> <p>Elena Faggionato: Esperto in sicurezza alimentare dell'Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Lombardia ed Emilia Romagna;</p> <p>Fabio Capra: Assessore alle Risorse dell'Ente Comune e alla Pubblica Istruzione;</p> <p>Anita Franceschini: Presidente Commissione consiliare Ecologia, Ambiente, Protezione Civile;</p> <p>Guido Ghidini: In rappresentanza della minoranza del Consiglio Comunale;</p> <p>Flavio Squassina: In rappresentanza delle organizzazioni sindacali;</p> <p>Marco Fenaroli: Assessore alle politiche per la Famiglia, la Persona e la Sanità e all'Associazionismo;</p> <p>Lucia Leonardi: In rappresentanza dell'ATS di Brescia;</p> <p>Tullio Montagnoli: In rappresentanza della società A2A Ciclo idrico S.p.A. di Brescia;</p>

## TERMINOLOGIA E SIMBOLOGIA: ALCUNE PRELIMINARI CONOSCENZE

### Terminologia di riferimento:

**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.

**Conglomerato:** 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.

## Simbologia di riferimento:

si indicano nella tabella che segue i simboli riferiti a ciascuno degli elementi che possono essere contenuti nell'acqua analizzata

DEFINIZIONE	SIMBOLO
Cromo totale	Cr
Cromo esavalente	Cr(VI)
Tetracloroetilene	C <sub>2</sub> Cl <sub>4</sub>
Beta-Esaclorocicloesano	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> Cl <sub>6</sub>
Triclorometano (cloroformio)	CHCl <sub>3</sub>
Mercurio	Hg
Policlorobifenili	PBC
Tetracloruro di carbonio	CCl <sub>4</sub>
Arsenico	As
Piombo	Pb
Nitriti: composti chimici formati da azoto ed ossigeno	NO <sub>2</sub> -
Nitrati: composti chimici formati da azoto ed ossigeno	NO <sub>3</sub> -

## **I TEMI AFFRONTATI DALLE ACQUE SOTTERRANEE, ALLA GESTIONE DELL'ACQUEDOTTO ED ALLA NORMATIVA RELATIVA ALL'ACQUA DESTINATA AL CONSUMO UMANO**

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

I depositi fluviali avendo litologie molto eterogenee sia lateralmente che in profondità 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.

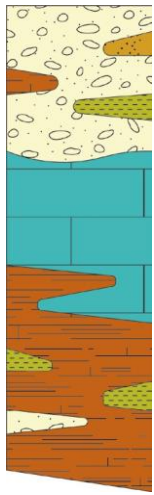
Dalla superficie topografica andando in profondità, si trovano diversi gruppi acquiferi:

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 nel proprio acquifero la falda libera principale che viene ricaricata dalla superficie e può trasmettere acque alle falde sottostanti.

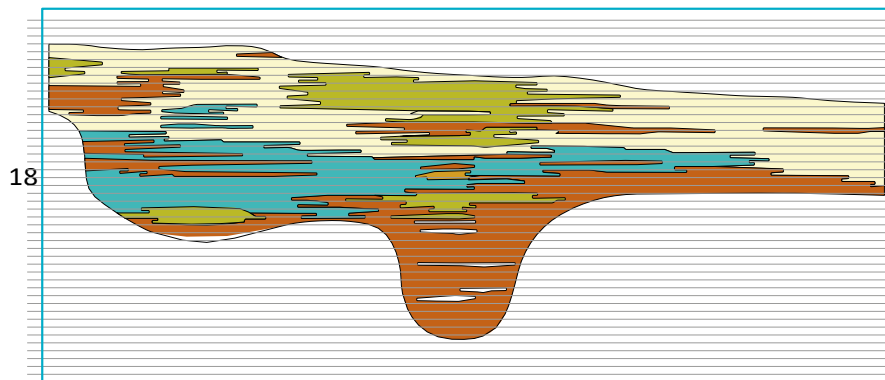
Il gruppo acquifero B, unità a conglomerati (in azzurro nella sezione) costituita da potenti ghiaie e sabbie cementate, con qualche intercalazione argillosa. Nella parte settentrionale del comune di Brescia raggiunge anche i 250 m, per diminuire intorno ai 40 m nella parte centrale del comune ed essere 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, la roccia sedimentaria composta da ghiaia, sabbia e ciottoli cementati, risulta essere fratturato.

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.





- (L)      **Gruppo Acquifero A**  
Unità a ghiaie
- (GA)    Età : Oliocene e Pleistocene Superiore
  
- (C)      **Gruppo acquifero B**  
Unità conglomerati "Ceppo"  
Età: Pleistocene Medio
  
- (GA)    **Gruppo Acquifero C e D**  
Unità Villafranchiana: sedimenti marini e litorali  
Età : Pleistocene Medio e Inferiore



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.

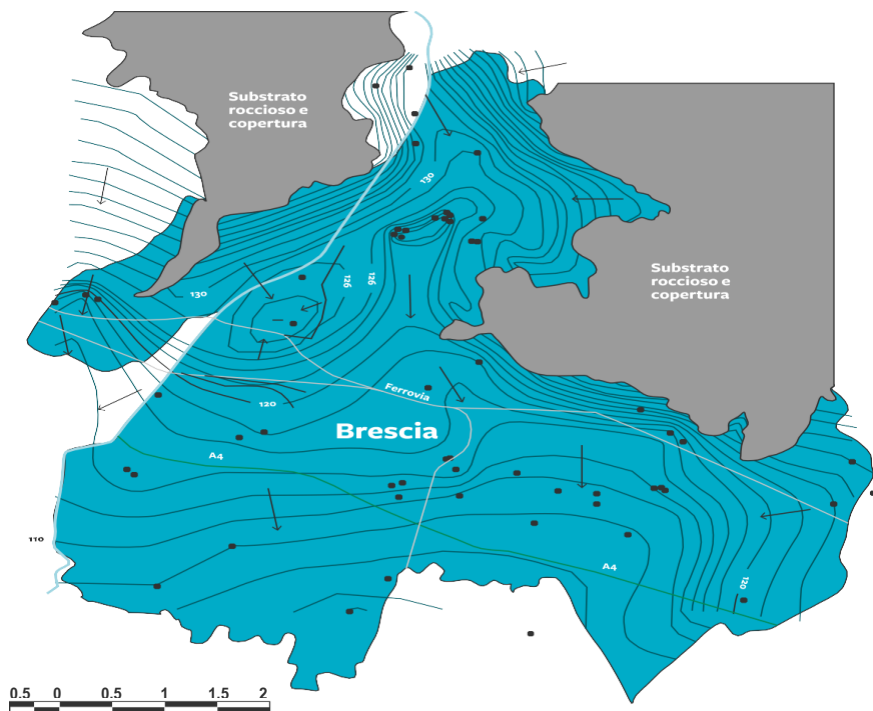
La principale differenza è che l'acquifero più superficiale, dotato di maggiore permeabilità, è anche fortemente vulnerabile alle contaminazioni di tipo antropico, mentre quello più profondo, circolante nei conglomerati, è meno vulnerabile all'inquinamento proveniente dalla superficie.

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 retedi 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



### Qualità delle acque sotterranee a scala regionale

Legenda:

- Pozzi pubblici

In azzurro : limite amministrativo Comune di Brescia

In grigio : substrato roccioso

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.

Come sappiamo 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, insediamenti lavorativi ed industriali, 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.

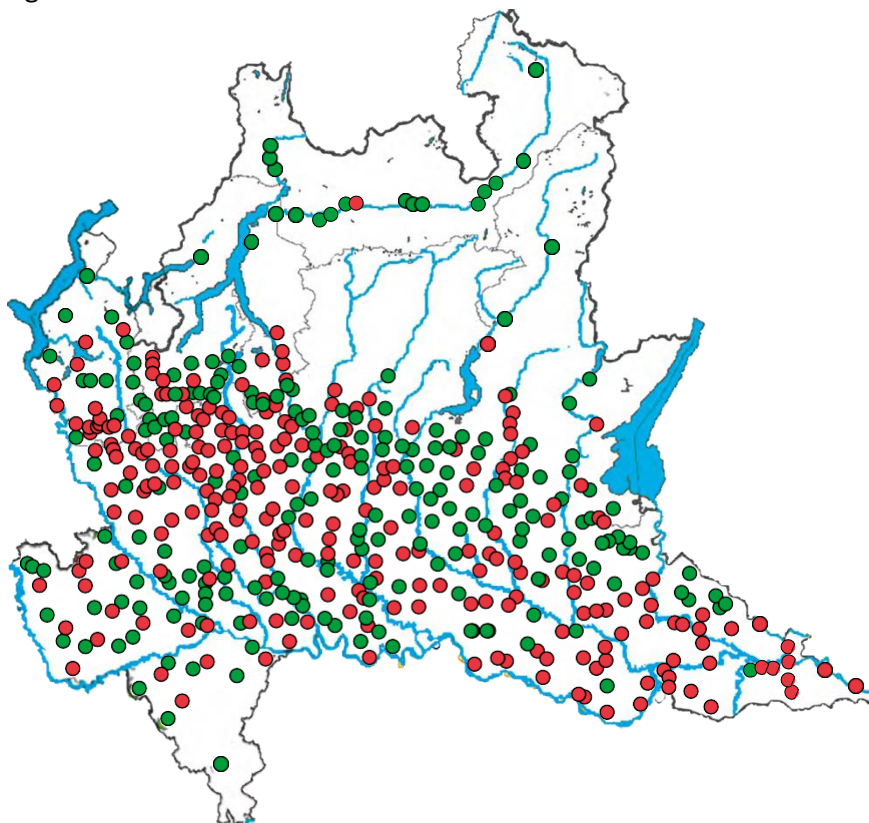
I limiti di legge ora vigenti per le acque sotterranee sono quelli stabiliti dal D.Lgs. 152/06 (Codice dell'Ambiente). Ai sensi di tale norma, nei corpi idrici sotterranei sono previsti, per esempio, i valori soglia per Cr(VI) di 5 µg/L e cromo totale di 50 µg/L. Detti limiti, se superati, determinano 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 Stato dell'Ambiente della Regione Lombardia"**, dal quale si ricavano gli aspetti di seguito riportati.

**Viviamo in una bellissima regione molto ricca di laghi, corsi d'acqua, canali irrigui e di bonifica, acque sotterranee e sorgentizie.**

**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.



Mappa della classificazione puntuale dello stato chimico delle acque sotterranee nella Regione Lombardia  
 Bollino verde: stato chimico buono  
 Bollino rosso: stato chimico non buono

Fonte: rapporto sullo Stato dell'Ambiente della Regione Lombardia anno 2016

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.

PROV.	COMUNE	CODICE	CORPO IDRICO	SC	CAUSE SC NON BUONO
BS	BRESCIA	Po0170290R0008	GWB ISPAMPLO	NON BUONO	Tetracloroetilene
BS	BRESCIA	Po0170290RC490	GWB ISSAPOM	BUONO	
BS	BRESCIA	Po0170290UB135	GWB ISSAPOM	NON BUONO	Beta- Esaclorocicloesano Cromo VI Sommatoria fitofarmaci Tetracloroetilene Triclorometano
BS	BRESCIA	Po0170290UC608	GWB ISSAPOM	BUONO	
BS	BRESCIA	Po017029NR0001	GWB ISSAPOM	NON BUONO	Cromo VI Tetracloroetilene Triclorometano
BS	BRESCIA	Po017029NU0001	GWB ISSAPOM	NON BUONO	Beta- Esaclorocicloesano Cromo VI Sommatoria organoalogenati Tetracloroetilene Triclorometano

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

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 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 qualitativo (geochimico) e quantitativo (piezometrico) a partire dall'aprile 2014.

Dagli 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 area 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. Il tetracloroetilene ha densità superiore a quella dell'acqua (1,62 g/cm<sup>3</sup>) 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 avvenuto 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, insediamenti lavorativi e industriali 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 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 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.

Per informazioni di dettaglio fare riferimento al sito ARPA:  
<http://www.arpalombardia.it/Pages/Bonifica/Brescia/Dati-Ambientali/Acque-sotterranee.aspx?firstlevel=Brescia>

## **“L’ACQUA DEL RUBINETTO E LA GESTIONE DELL’ACQUEDOTTO”**

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)**

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, quelladi 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.



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 attività svolte sistematicamente, la ricerca delle perdite idriche<sup>1</sup> 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 organoalogenati<sup>2</sup>.

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.

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



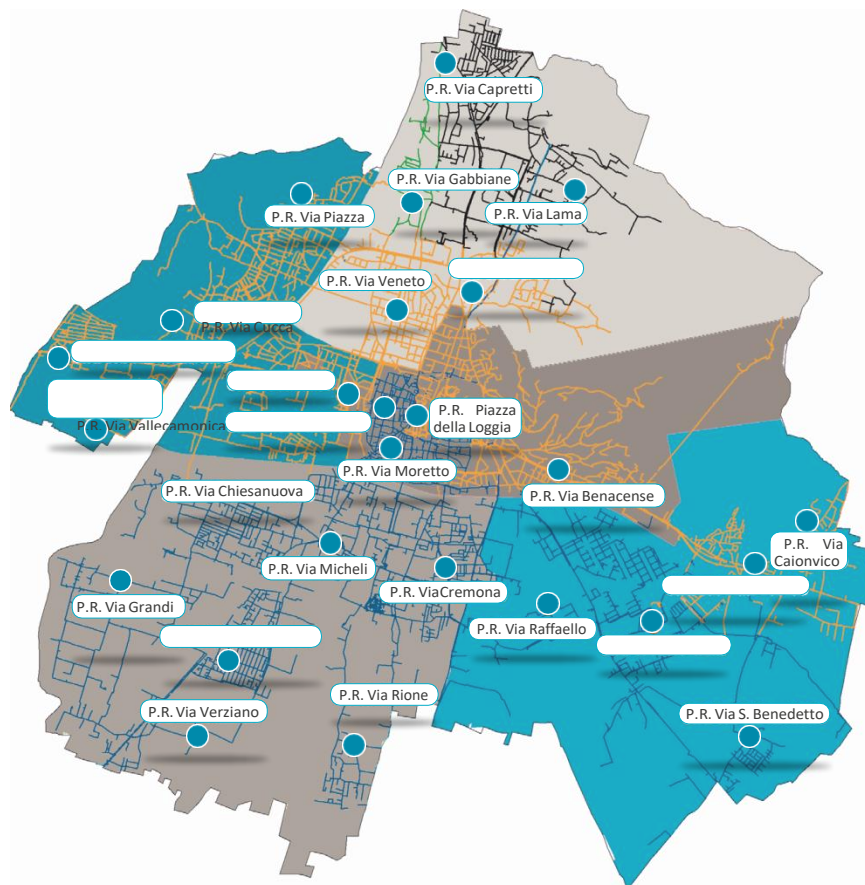
È previsto un controllo annuale di tutte le sostanze (oltre 150) indicate nel D.lgs. 31/01, alle quali si aggiungono i PCB, il Cromo Esavalente, il Tetracloruro di Carbonio. In presenza di sostanze inquinanti in concentrazione prossima al limite di legge o con valori in aumento è prevista l'intensificazione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

I controlli effettuati sugli impianti di trattamento sono volti a verificarne 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.

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 dislocazione 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.



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](http://www.a2acicloidrico.eu)) per tutti gli acquedotti gestiti è possibile consultare la qualità dell'acqua distribuita inserendo l'indirizzo dell'area di interesse.

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 (VI) ridotto. La successiva filtrazione su un letto di carbone attivo o sabbiaquarzifera permette la separazione del precipitato dall'acqua che può quindi essere immessa nella rete di distribuzione. 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 DISTRIBUZIONE	DENOMINAZIONE E 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

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.



## “LA NORMATIVA ITALIANA RELATIVA ALL’ACQUA DESTINATA AL CONSUMO UMANO”

**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.

Nel caso in cui i valori di parametro siano superiori a quanto indicato nelle tabelle previste verranno adottati provvedimenti da parte dell’ATS competente (Agenzia di Tutela della Salute di Brescia) qualora si ravvisi un rischio per la salute umana.

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

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 periodicamente effettuati sulle acque cittadine”

**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 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 saranno i controlli).

**I campioni d’acqua vengono prelevati dai tecnici dell’ATS e conferiti 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”.

Nel 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, sol-fati 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).



The screenshot shows a web browser window with the URL <https://www.ats-brescia.it/bin/index.php?id=342>. The page title is "ANALISI ACQUE POTABILI". The main content area contains several paragraphs of text explaining the water control process, including the number of sampling points (727) and the frequency of monitoring. Below the text, there is a section titled "Visualizza tabella sostanze e valori limite" and a dropdown menu for selecting a commune. At the bottom, there is an interactive map showing the Brescia region with numerous red pins indicating sampling points. The map includes labels for various locations like Clusone, Boario Terme, and Malcesine.

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 presso l'abitazione 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 totale 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 (WHO2011, World Health Organization).

<b>STATO/ENTE</b>	<b>LIMITI PER IL CROMO TOTALE</b>
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)

## “GLI STUDI COMPIUTI SUL CROMO NELL’ACQUA”

Fino a qualche anno fa si riteneva 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 riduzione 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, vale 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).

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 dei tumori della cavità orale nel ratto e dell'intestino 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 subisce 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.



**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 produrre 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.

## FAQ: PAGINE DI APPROFONDIMENTO DEDICATE AL CROMO, AL CROMO III, AL CROMO VI, AL CROMO TOTALE ecc.

### 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 Cr<sup>2+</sup>, Cr<sup>3+</sup>, Cr<sup>6+</sup>). 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 (FeO-Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) – 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<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), 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.

La concentrazione media di Cr naturale nelle acque varia da 0.04 a 0.5 µg/L nelle acque di mare, da 0.02 a 0.5 µg/L nelle acque di superficie ed è generalmente molto bassa (< 1 µg/L) nelle acque di falda (WHO, 2003).<sup>1</sup> 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 µg/L (WRF, 2012).<sup>2</sup>

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).**

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 trattogastro-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.



## Cromo nelle acque



Quali sono gli effetti del cromo sulla salute?

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.

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

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.

## **IV** **Legislazione**

### **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.

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 assorbano elementi metallici) 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 a radiazioni UV ect).



**Analisi**

- 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%.



COMUNE DI BRESCIA

## CONCLUSIONI

Il nostro percorso termina qui!

A voi giovani ragazzi del terzo millennio l'impegno a tutelare quel bene prezioso che l'acqua rappresenta per tutte le popolazioni del mondo.

Le nozioni apprese, con particolare riferimento ai nostri territori, rappresentino elementi di riferimento da cui trarre nuove consapevolezze a tutela dell'Ambiente, dei suoi elementi e di tutte le Persone che vivono nella nostra comunità. Con l'auspicio che molti di Voi diventino, in un futuro non lontano, esperti di Sostenibilità con proposte in linea con gli impegni che anche l'Italia ha sottoscritto nel documento relativo agli obiettivi dell'Agenda 2030 perché in tutto il Mondo vengano promosse Pace, prosperità e tutela dell'Ambiente.

Proprio l'acqua Bene inestimabile per tutta l'Umanità è uno degli elementi trasversali alle cinque grandi aree promosse da Agenda 2030.

Grande attenzione dovrà allora essere posta alle cinque P rappresentate dai concetti di Persona, Pianeta, Prosperità, Pace, Partnership perché, comprendendone appieno il significato, possano essere messe in atto, sin da subito, azioni concrete a favore dell'Ambiente avendo sempre presente da un lato, il valore del rispetto verso l'Umanità dall'altro la possibilità di una effettiva ed immediata esplicitazione anche in forma scritta dei termini Persona, Donna, Uomo, Bambino e Bambina con la lettera maiuscola quale effettivo riconoscimento del ruolo responsabile che ciascuno ha quale abitante del Pianeta Terra, ogni giorno fruitore dell'elemento fondamentale per la Vita rappresentato

dall' "Acqua Bene Comune e Bene prezioso per tutti i Cittadini"

**Dr.ssa Donatella Maldina**

**Dr.ssa Donatella Maldina**  
Funzionario Amministrativo  
Settore Sostenibilità Ambientale

Comune di Brescia

[dmaldina@comune.brescia.it](mailto:dmaldina@comune.brescia.it)