



**Politecnico
di Torino**

Politecnico di Torino

Corso di Laurea Magistrale
in
Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio
Rischi naturali e protezione civile

**Caratterizzazione idrogeologica
delle sorgenti nell'area di
Castelletto d'Orba**

Relatore:

Prof. Adriano Fiorucci

Candidato:

Salvatore Bertino
S265647

Sessione di Laurea ottobre 2022

Ai miei genitori,
ai miei nonni,
alle mie zie,
ai miei amici
Con immensa gratitudine

Desidero ringraziare il Chiar.mo Prof. Geol. Adriano Fiorucci per la disponibilità e gli utilissimi chiarimenti fornitomi e al Dott. Geol. Mauro Falco per il prezioso aiuto e il tempo dedicatomi.

Sincera e grande riconoscenza vanno al Sindaco di Castelletto d'Orba, Mario Pesce, e agli assessori per la gentile collaborazione.

Abstract	7
Hydrogeological characterization of the sources of water in the Castelletto d'Orba area	7
Capitolo 1 : Introduzione	8
Capitolo 2: Le acque minerali e termali	9
2.1 Le acque minerali	9
2.1.1 <i>La definizione di acqua minerale nella normativa</i>	9
2.1.2 <i>Le autorizzazioni alla vendita</i>	11
2.1.3 <i>L'etichettatura</i>	13
2.1.4 <i>Le analisi e i limiti</i>	17
2.2 Acque termali	23
2.2.1 <i>La definizione di acqua termale nella normativa</i>	23
2.2.2 <i>Autorizzazioni</i>	24
2.2.3 <i>La vigilanza igienico-sanitaria</i>	25
2.3 La questione economica delle acque minerali	26

<i>2.3.1 La definizione di acqua potabile</i>	26
<i>2.3.2 I controlli e limiti delle acque potabili</i>	26
<i>2.3.3 Le acque di sorgente</i>	30
<i>2.3.4 Le differenze tra le diverse acque</i>	30
<i>2.3.5 Acque minerali: il paradosso italiano</i>	31
<i>2.3.6 La normativa sulle acque minerali in Francia</i>	37
<i>2.3.7 La normativa sulle acque minerali in Germania</i>	41
<i>2.3.8 La normativa sulle acque in bottiglia negli USA</i>	43
<i>2.3.9 La normativa sulle acque minerali in Gran Bretagna</i>	48

Capitolo 3: Il caso studio di Castelletto d'Orba

	54
3.1 Inquadramento geologico e idrogeologico	54
<i>3.1.1 Il comune di Castelletto d'Orba</i>	54
<i>3.1.2 Notizie storiche sulle sorgenti di Castelletto d'Orba</i>	55
<i>3.1.3 Inquadramento geologico</i>	57
<i>3.1.4 Inquadramento idrogeologico</i>	68

3.2 Le sorgenti e i pozzi di Castelletto d'Orba	70
3.2.1 <i>Analisi dei documenti storici</i>	70
3.2.2 <i>Le sorgenti e i pozzi</i>	71
3.2.3 <i>Concessione Feja</i>	72
3.2.4 <i>Concessione Molino Albedosa</i>	95
3.2.5 <i>Concessione Lavagello</i>	99
3.2.6 <i>Concessione San Rocco</i>	108
3.2.7 <i>Pozzi e sorgenti comunali</i>	114
3.2.8 <i>Analogie idrogeochimiche di pozzi e sorgenti</i>	127
3.2.9 <i>L'acquifero nella Formazione di Serravalle</i>	138
3.2.10 <i>La ricerca delle sorgenti nel torrente Albedosa</i>	141
Capitolo 4: Conclusioni	145
Allegati	148
Bibliografia	171
Sitografia	174

Abstract

Hydrogeological characterization of the sources of water in the Castelletto d'Orba area

Mineral and thermal waters are the main topic of this work, which is divided into two parts. The first part describes the Italian legislation with a detailed description of: definitions, authorisations issued by the state and regions, rules for labelling, hygienic conditions, limits and analysis. There is a comparison between these rules and regulations of other countries, such as France, Germany, Great Britain and the United States of America. A very interesting chapter concerns the costs of bottled mineral water, because Italy represents an anomaly to other countries in the world.

The second part is about research carried out in a small village, Castelletto d'Orba (Piedmont): there are sources with particular chemistry.

It was possible to know the current condition of mining concessions and to determine the exact location of the sources through the study of historical documents.

In the months of January and June, chemical and physical data were collected to know the properties of each source in relation to the nature of the soil; search for the oldest sources was carried out, because they disappeared due to floods and one of them was found.

It is a starting point for future studies and work on sources to exploit them for bottling and to improve the surrounding territory, because now it is abandoned.

The purpose of this work is to draw the attention of the legislator, because some rules on mining concessions need to be corrected

Capitolo 1 : Introduzione

In questa ricerca viene affrontata la tematica delle acque minerali e termali attraverso l'analisi della complessa situazione geologica e idrogeologica di Castelletto d'Orba, la quale offre anche l'opportunità di addentarsi nella normativa vigente e di segnalarne alcune incongruenze.

La prima parte, incentrata sullo sviluppo cronologico della legislazione a partire dal Regio Decreto del 1924 ai giorni nostri, ne mette in risalto gli aspetti più significativi attraverso un esame attento e meticoloso. Segue il confronto con i regolamenti di altri Paesi europei, come la Francia e la Germania, ed extra-europei: Gran Bretagna e Stati Uniti d'America.

Viene affrontata l'interessante questione sui costi dell'acqua minerale in bottiglia e sul perché il suo uso in Italia venga considerato un'anomalia se confrontato con i Paesi di tutto il mondo.

Nella seconda parte l'attenzione si sposta sul suddetto caso studio di Castelletto d'Orba, un piccolo paese in provincia di Alessandria, ricco di acque minerali dal chimismo particolare.

Nei mesi di gennaio e di giugno, sono state eseguite alcune campagne di campionamento al fine di raccogliere dati chimici e fisico-chimici per determinare la facies idrogeologica di ogni singola fonte e osservarne le possibili correlazioni; si è poi proceduto alla ricerca delle sorgenti più antiche: ne è stata individuata solo una, le altre sono andate perse a causa delle alluvioni che hanno colpito il paese.

Attraverso lo studio di documenti storici viene delineata chiaramente la situazione attuale delle concessioni minerarie attive e decadute ed attribuita una precisa collocazione spaziale alle sorgenti e ai pozzi.

È sicuramente un punto di partenza per futuri studi e lavori sul territorio, affinché alcune sorgenti possano tornare ad essere sfruttate per l'imbottigliamento, l'approvvigionamento idrico comunale e il ripristino dell'area circostante, che versa in uno stato di totale abbandono.

Capitolo 2: Le acque minerali e termali

2.1 Le acque minerali

Le numerose leggi che, emanate nel corso degli anni, riguardano il settore delle acque minerali e termali, non sono sempre di facile comprensione sia per il linguaggio sia per l'interconnessione che le caratterizza e le minuzie che le differenziano, pertanto ad addentrarvisi è un po' complicato.

Si preferisce, pertanto, affrontare tale legislazione mettendone in risalto gli aspetti più importanti ed esaminandone, cronologicamente, lo sviluppo.

2.1.1 La definizione di acqua minerale nella normativa

La prima definizione di acqua minerale viene fornita dal Regio Decreto 28 settembre 1919, n. 1924¹:

“... sono considerate acque minerali quelle che vengono adoperate per le loro proprietà terapeutiche od igieniche speciali, sia per la bibita sia per altri usi curativi.

Non si considerano acque minerali:

- *le ordinarie acque potabili, comunque messe in commercio, le acque gassate e le acque di seltz, costituite da acqua potabile trattata con anidride carbonica;*

- *le acque preparate estemporaneamente, per ricetta medica;*

- *i fanghi.*

Si considera acqua minerale naturale quella che viene offerta all'uso così come scaturisce dalla sorgente.”

Questa definizione, rimasta in uso nella legislazione per alcuni decenni, viene riformulata, in accordo con la direttiva 80/777/CE², e

¹ Regio Decreto 28 settembre 1919, n. 1924 “Regolamento per l'esecuzione del Capo IV della L. 16 luglio 1916, n. 947 contenente disposizioni sulle acque minerali e gli stabilimenti termali, idroterapici e di cure fisiche e affini”.

² Direttiva 80/777/CEE del Consiglio, del 15 luglio 1980, in materia di ravvicinamento della legislazione degli Stati Membri sull'utilizzazione e la commercializzazione delle acque minerali naturali.

recepita nell'ordinamento italiano nel 1992, con il decreto legislativo del 25 gennaio 1992, n. 105³:

“1. Sono considerate acque minerali naturali le acque che, avendo origine da una falda o giacimento sotterraneo, provengono da una o più sorgenti naturali o perforate e che hanno caratteristiche igieniche particolari e proprietà favorevoli alla salute.

2. Le acque minerali naturali si distinguono dalle ordinarie acque potabili per la purezza originaria e sua conservazione, per il tenore in minerali, oligoelementi e/o altri costituenti e per i loro effetti. Esse vanno tenute al riparo da ogni rischio di inquinamento.

3. Le caratteristiche di cui ai commi precedenti devono essere valutate sul piano:

- a) geologico ed idrogeologico;*
- b) organolettico, fisico, fisico-chimico e chimico;*
- c) microbiologico;*
- d) farmacologico, clinico e fisiologico.*

4. La composizione, la temperatura e le altre caratteristiche essenziali delle acque minerali naturali debbono mantenersi costanti alla sorgente nell'ambito delle variazioni naturali, anche in seguito ad eventuali variazioni di portata.”

Con la sentenza del 17 luglio 1997, procedimento C-17/96 della Prima Sezione della Corte di Giustizia delle Comunità europee⁴, si stabilisce che uno Stato membro non possa esigere che un'acqua minerale debba necessariamente avere proprietà favorevoli alla salute per essere definita tale.

In seguito, per uniformarsi al giudizio della sentenza, la definizione di acqua minerale viene modificata con il decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 339⁵:

³ Decreto legislativo 25 gennaio 1992, n. 105 “Attuazione della direttiva 80/777/CEE relativa alla utilizzazione e alla commercializzazione delle acque minerali naturali”.

⁴ Sentenza della Corte (Prima Sezione) del 17 luglio 1997 - Badische Erfrischungs-Getränke GmbH & Co. KG contro Land Baden-Württemberg.

⁵ Decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 339 “Disciplina delle acque di sorgente e modificazioni al decreto legislativo 25 gennaio 1992, n. 105, concernente le acque minerali naturali, in attuazione della direttiva 96/70/CE”.

“Sono considerate acque minerali naturali le acque che, avendo origine da una falda o giacimento sotterraneo, provengono da una o più sorgenti naturali o perforate e che hanno caratteristiche igieniche particolari e, eventualmente, proprietà favorevoli alla salute.

2. Le acque minerali naturali si distinguono dalle ordinarie acque potabili per la purezza originaria e sua conservazione, per il tenore in minerali, oligoelementi e/o altri costituenti ed, eventualmente, per taluni loro effetti. Esse vanno tenute al riparo da ogni rischio di inquinamento.

3. Le caratteristiche di cui ai commi precedenti devono essere valutate sul piano:

- a) geologico ed idrogeologico;*
- b) organolettico, fisico, fisico-chimico e chimico;*
- c) microbiologico;*
- d) se necessario, farmacologico, clinico e fisiologico.”*

2.1.2 Le autorizzazioni alla vendita

Il Regio Decreto 1919/1924 indica le procedure necessarie per richiedere l'autorizzazione per la vendita dell'acqua minerale: captata la sorgente, la domanda viene inoltrata al Prefetto della provincia, in qualità di rappresentante del Ministero dell'Interno. La richiesta deve contenere informazioni specifiche: il nominativo dell'acqua, le sue caratteristiche principali, le proprietà favorevoli alla salute e la destinazione d'uso; inoltre sono obbligatori i documenti relativi ai trattamenti eseguiti, le analisi chimiche, chimico-fisiche e microbiologiche dell'acqua, le planimetrie del terreno in questione, le relazioni di dettaglio del bacino geologico e idrogeologico, corredate dai dati di portata e temperatura dell'acqua, le indicazioni progettuali delle opere di presa e degli impianti di imbottigliamento, le etichette e il parere espresso dall'ufficiale sanitario comunale.

Nel 1958, con la legge n. 296⁶, nasce il Ministero della Sanità, a cui spetta il compito di autorizzare la vendita delle acque minerali, avvalendosi della figura del Medico provinciale in sostituzione del Prefetto.

⁶ Legge 13 marzo 1958, n. 296 Costituzione del Ministero della Sanità.

Un importante cambiamento avviene nel 1972, con il D.P.R. 14 gennaio 1972, n. 27, che decreta il passaggio dallo Stato alle Regioni di tutte le funzioni amministrative in merito alle acque minerali e termali:

- rilascio dei permessi di ricerca e concessioni per lo sfruttamento delle sorgenti di acqua minerale;
- autorizzazioni per avviare l'attività di produzione e imbottigliamento degli stabilimenti;
- autorizzazioni per la messa in esercizio degli stabilimenti termali e idroterapici;
- vigilanza igienico-sanitaria sul corretto utilizzo delle acque naturali, per mezzo delle USL (Unità Sanitarie Locali);
- raccolta di dati statistici.

Al Ministero della Sanità spettano le funzioni per il riconoscimento delle acque minerali e per la pubblicità sanitaria.

In Piemonte, uno degli emendamenti più importanti è la legge regionale n. 25 del 12 luglio 1994⁸, le cui finalità sono quelle di disciplinare la ricerca e la coltivazione delle acque minerali e termali.

Il permesso di ricerca ha lo scopo di individuare le sorgenti e le falde acquifere sotterranee mediante captazione, di studiare le caratteristiche dell'acqua con esami ed analisi al fine di individuarne le connotazioni chimiche, chimico-fisiche e microbiologiche.

Tutto ciò dietro richiesta di autorizzazione, inoltrata alla Giunta regionale, corredata dalle seguenti informazioni: le generalità delle persone fisiche o delle società interessate nella ricerca, la dimensione e i piani topografici dell'area di studio, un cronoprogramma dei lavori da svolgere, le relazioni geologiche e idrogeologiche del bacino, i progetti esecutivi delle opere di captazione. La durata del permesso di ricerca è di tre anni e può essere prorogato, soltanto una volta, per un massimo di due anni, durante i quali, ogni quattro mesi, il ricercatore ha l'obbligo di informare l'assessorato di riferimento in merito ai lavori svolti e alle ricerche condotte.

L'Amministrazione, identificate le sorgenti, ne concede lo sfruttamento a chi richiede l'autorizzazione che deve contenere, oltre alle informazioni delle ricerche effettuate: mappe catastali in cui sono esplicitate le aree di concessione, di protezione assoluta e di salvaguardia della sorgente, una relazione geoidrogeologica in dettaglio del bacino di alimentazione, una copia del riconoscimento delle proprietà favorevoli alla salute rilasciata dal Ministero della Sanità, i progetti definitivi delle opere

⁷ D.P.R. 14 gennaio 1972, n. 2 “Trasferimento alle Regioni a statuto ordinario delle funzioni amministrative statali in materie di acque minerali e termali, di cave e torbiere e di artigianato e del relativo personale”.

⁸ Legge Regionale n. 25 del 12 luglio 1994 “Ricerca e coltivazione di acque minerali e termali”.

di presa e di imbottigliamento con le relative attrezzature, oltre che ad un piano tecnico-economico della concessione e una documentazione che accerti la capacità finanziaria del richiedente.

Nell'atto di concessione, rilasciato dalla Giunta regionale, oltre alla definizione delle aree di pertinenza e agli accordi stipulati con il concessionario, sono indicate le misure di vigilanza igienico-sanitaria e la prescrizione per l'installazione alla sorgente di pluviografi, di termografi e di campionatori automatici per la registrazione di dati di portata e di conducibilità elettrica.

Qualche anno più tardi, nel 1998, in seguito alle leggi Bassanini (1997), prima con l'emanazione del decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112⁹ e poi della riforma del Titolo V della Costituzione¹⁰, le Regioni cedono gran parte delle funzioni in ambito minerario alle Province, in accordo con il principio di sussidiarietà e federalismo, in modo tale da coinvolgere tutte le Istituzioni, dallo Stato ai comuni, nonché i cittadini per implementare nuove soluzioni efficaci in molti settori.

In Piemonte ciò si realizza con le leggi regionali del 26 aprile 2000, n. 44¹¹ e 15 marzo 2001, n. 5¹² in cui la Regione attribuisce alle Province le funzioni amministrative in materia di acque minerali, tra cui le autorizzazioni per i permessi di ricerca e le relative concessioni.

2.1.3 L'etichettatura

L'etichettatura è uno degli aspetti più importanti per la vendita dell'acqua minerale, in quanto deve trasmettere al consumatore, in maniera sintetica e immediata, tutte le peculiarità del prodotto.

Nel decreto ministeriale del 20 gennaio 1927¹³ sono illustrati tutti gli elementi che devono comparire sull'etichetta:

⁹Decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112 "Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed agli Enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n.59".

¹⁰ Legge costituzionale del 18 ottobre 2001, n. 3 "Modifiche al Titolo V della parte seconda della Costituzione".

¹¹ Legge regionale del 26 aprile 2000, n. 44 "Disposizioni normative per l'attuazione del decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112 'Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle Regioni ed agli Enti locali, in attuazione del Capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59".

¹² Legge regionale del 15 marzo 2001, n. 5 "Modificazioni ed integrazioni alla legge regionale 26 aprile 2000, n. 44".

¹³ Decreto ministeriale del 20 gennaio 1927 "Istruzioni per la utilizzazione e il consumo delle acque minerali".

- il nominativo della sorgente, del comune e della provincia in cui scaturisce;
- le proprietà curative o gli aspetti che recano benefici alla salute;
- i dati delle analisi chimiche, chimico-fisiche e microbiologiche, nonché la segnalazione del nome del laboratorio che le ha eseguite;
- il decreto ministeriale e la data di autorizzazione di vendita.

Non bisogna riportare sull'etichetta espressioni che mettano in risalto la superiorità del prodotto rispetto alle altre acque minerali in commercio, mentre è necessario utilizzare la frase “addizionata di gas acido carbonico - ovvero - con aggiunta di gas acido carbonico” quando il contenuto di gas è superiore a quello naturale della sorgente.

Nei decenni successivi vengono emanate leggi che regolano più in dettaglio la materia, come il decreto ministeriale del 22 giugno 1977¹⁴, il quale stabilisce che sull'etichetta vanno aggiunte la denominazione “acqua minerale”, la data di imbottigliamento, il volume nominale del recipiente e il nome del titolare del decreto di autorizzazione sanitaria; si introduce anche l'obbligo di aggiornare almeno ogni cinque anni i risultati delle analisi riportate sull'etichetta.

La direttiva 80/777/CE viene recepita in parte dal decreto ministeriale 1 febbraio 1983¹⁵ e, integralmente, dal decreto legislativo 105/9. Queste leggi stabiliscono le diciture da riportare sulle etichette in funzione delle caratteristiche chimiche, chimico-fisiche e microbiologiche:

- la formulazione «acqua minerale naturale» deve essere accompagnata dalle seguenti specificazioni:
 - «totalmente degassata», nel caso in cui l'anidride carbonica libera presente alla sorgente sia stata totalmente eliminata;
 - «parzialmente degassata», se l'anidride carbonica libera presente alla sorgente sia stata parzialmente eliminata;
 - «rinforzata col gas della sorgente», se il tenore di anidride carbonica libera, proveniente dalla stessa falda o giacimento, sia superiore a quello della sorgente;
 - «aggiunta di anidride carbonica», se all'acqua minerale naturale sia stata aggiunta anidride carbonica non prelevata dalla stessa falda o giacimento;
 - «naturalmente gassata» o «effervescente naturale», se il tenore di anidride carbonica libera, superiore a 250 mg/l, sia uguale a quello della sorgente, tenuto conto della eventuale reintegrazione di una

¹⁴ Decreto ministeriale 22 giugno 1977 “Norme per le etichette delle acque minerali”.

¹⁵ Decreto ministeriale 1 febbraio 1983 “Nuove norme per le etichette delle acque minerali”.

quantità di anidride carbonica, proveniente dalla stessa falda o giacimento dell'acqua minerale.

Sull'etichetta bisogna sempre riportare:

- il nome dell'acqua minerale, della sorgente, del comune e della provincia in cui viene utilizzata la sorgente;

- la composizione analitica;

- la data in cui sono state effettuate le analisi, con l'indicazione del laboratorio accreditato che le ha eseguite.

- il contenuto nominale;

- il titolare del provvedimento;

- il termine minimo di conservazione;

- l'identificativo del lotto;

- eventuali informazioni sui trattamenti eseguiti;

- è possibile impiegare le seguenti precisazioni sulla natura dell'acqua:

- «oligominerale» o «leggermente mineralizzata», se il tenore dei sali minerali, calcolato come residuo fisso, non supera i 500 mg/l;

- «minimamente mineralizzata», se il tenore di questi, calcolato come residuo fisso, non supera i 50 mg/l;

- «ricca di sali minerali», se il tenore di questi, calcolato come residuo fisso, supera i 1500 mg/l;

- «contenente bicarbonato» se il tenore di bicarbonato supera i 600 mg/l;

- «solfata», se il tenore dei solfati supera i 200 mg/l;

- «clorulata», se il tenore di cloruro supera i 200 mg/l;

- «calcica», se il tenore di calcio è superiore a 150 mg/l;

- «magnesiaca», se il tenore di magnesio è superiore a 50 mg/l;

- «fluorata» o «contenente fluoro», se il tenore di fluoro è superiore a 1 mg/l;

- «ferruginosa» o «contenente ferro», se il tenore di ferro bivalente è superiore a 1 mg/l;

- «acidula», se il tenore di anidride carbonica libera è superiore a 250 mg/l;

- «sodica», se il tenore di sodio è superiore a 200 mg/l;

- «indicata per le diete povere di sodio», se il tenore del sodio è inferiore a 20 mg/l;

- «microbiologicamente pura».

- Possono essere indicate le seguenti proprietà favorevoli alla salute, ma solo se vengono riconosciute dal Ministero della Sanità nel decreto di autorizzazione:

- «può avere effetti diuretici»;

- «può avere effetti lassativi»;

- «indicata per l'alimentazione dei neonati»;

- «indicata per la preparazione degli alimenti dei neonati»;
- «stimola la digestione» o menzioni analoghe;
- «può favorire le funzioni epatobiliari» o menzioni analoghe;
- altre menzioni, che, però, non attribuiscano all'acqua minerale naturale proprietà per la prevenzione, la cura e la guarigione di una malattia umana;
- le eventuali indicazioni per l'uso;
- le eventuali controindicazioni.

La Circolare del Ministero della Sanità n° 19 del 12/05/1993¹⁶, al punto C, specifica i parametri chimici e chimico-fisici da riportare sulle etichette:

- gli elementi caratterizzanti l'acqua minerale con l'esplicitazione delle concentrazioni in mg/l;
- la conduttività;
- il residuo fisso;
- pH e CO₂ libera alla sorgente, fatta eccezione per le acque minerali sottoposte a trattamenti consentiti, che comportino variazioni di tali parametri.

Il decreto ministeriale 11 settembre 2003¹⁷ pone l'attenzione sul contenuto di fluoro nelle acque minerali naturali e sui trattamenti con aria arricchita di ozono: nel caso in cui il fluoro abbia un'elevata concentrazione è obbligatorio riportare la frase "Contiene più di 1,5 mg/l di fluoro: non ne è opportuno il consumo regolare da parte dei lattanti e dei bambini di età inferiore a sette anni", mentre per tutte le acque sottoposte a trattamento con ozono deve essere indicato: "Acqua sottoposta ad una tecnica di ossidazione all'aria arricchita di ozono".

Le norme viste fin qui, proprie del settore delle acque minerali, sono complementari a quelle del decreto legislativo del 27 gennaio 1992 n. 109¹⁸ e del decreto legislativo del 25 gennaio 1992 n. 74¹⁹, appartenenti al settore alimentare. Esse disciplinano la conservazione e la scadenza del prodotto, il lotto, le indicazioni del contenitore e la pubblicità ingannevole.

¹⁶ Circolare Ministero della Sanità n°19 del 12/05/1993 "Vigilanza sulla Utilizzazione e la Commercializzazione delle Acque Minerali".

¹⁷ Decreto ministeriale 11 settembre 2003 "Attuazione della direttiva 2003/40/CE della Commissione nella parte relativa all'etichettatura delle acque minerali e delle acque di sorgente".

¹⁸ Decreto legislativo del 27 gennaio 1992 n. 109 "Attuazione delle direttive n. 89/395/CEE e n. 89/396/CEE concernenti l'etichettatura, la presentazione e la pubblicità dei prodotti alimentari".

¹⁹ Decreto legislativo del 25 gennaio 1992 n. 74 "Attuazione della direttiva 84/450/CEE, come modificata dalla direttiva 97/55/CE in materia di pubblicità ingannevole e comparativa".

2.1.4 Le analisi e i limiti

Secondo le disposizioni del Regio Decreto 1924/1919, per ottenere l'autorizzazione per la vendita di un'acqua minerale, è obbligatorio trasmettere al Ministero dell'Interno i dati analitici che riguardano le proprietà chimiche, chimico-fisiche e microbiologiche dell'acqua minerale, corredate di relazioni cliniche che confermino i benefici per la salute umana e la terapeuticità.

Il decreto ministeriale del 20 gennaio 1927 fornisce un'ampia spiegazione sulle modalità di prelevamento dei campioni e su quali elementi focalizzare l'attenzione. Nel verbale è importante indicare la data di prelevamento, i nomi dei tecnici e delle autorità che svolgono il campionamento, la denominazione dell'acqua minerale, della sorgente, del comune e della provincia. Il documento deve contenere anche: spiegazioni sull'origine dell'acqua, i valori di temperatura dell'acqua e dell'aria durante il prelievo, i dati meteorologici (relativi alle precipitazioni avvenute nei giorni precedenti) e i caratteri organolettici dell'acqua come il colore, la limpidezza, l'odore e il sapore durante il prelievo.

Molto importante è la valutazione delle concentrazioni di fluoro, stronzio, magnesio, potassio, silicio, iposolfiti, solfuri, composti di ferro, gas disciolti e i livelli di radioattività (questi ultimi due parametri devono essere determinati alla sorgente).

Nel Decreto del Capo di Governo del 7 novembre 1939²⁰ viene presentata una lista in cui sono indicati i laboratori di analisi accreditati dal Ministero, a tutt'oggi in uso e in continuo aggiornamento; al medico provinciale è affidato il compito di redigere i verbali di prelevamento dei campioni.

In seguito alla vendita delle acque minerali in recipienti di cloruro di polivinile (PVC) vengono attuate le disposizioni dei decreti ministeriali del 23 gennaio 1976²¹ e del 17 febbraio 1981²² per la valutazione della presenza del monomero nelle acque e del limite da rispettare, pari a 1 mg/kg di prodotto finito.

²⁰ D.C.G. 7 novembre 1939 "Disposizioni concernenti le analisi delle acque minerali".

²¹ D.M. 23 gennaio 1976 "Il metodo di analisi per la determinazione del cloruro di vinile monomero nelle acque minerali naturali in contenitori a base di cloruro di polivinile".

²² D.M. 17 febbraio 1981 "Recipienti a base di cloruro di polivinile per acque minerali".

Il secondo articolo del decreto ministeriale del 12 novembre 1992, n. 542²³, modifica i criteri di valutazione circa le caratteristiche chimiche e fisiche delle acque minerali per ottenere il certificato di riconoscimento e definisce quanto segue: su campioni prelevati alla sorgente devono essere eseguite, come minimo, quattro analisi nelle quattro stagioni dello stesso anno, ognuna accompagnata dal verbale di prelevamento.

Mediante le analisi devono essere individuati i parametri qui di seguito indicati:

- 1) temperatura alla sorgente;
- 2) concentrazione degli ioni idrogeno alla sorgente;
- 3) conduttività;
- 4) residuo fisso;
- 5) ossidabilità;
- 6) anidride carbonica libera alla sorgente;
- 7) silice;
- 8) bicarbonati;
- 9) cloruri;
- 10) solfati;
- 11) sodio;
- 12) potassio;
- 13) calcio;
- 14) magnesio;
- 15) ferro disciolto;
- 16) fluoro;
- 17) azoto ammoniacale;
- 18) fosforo totale;
- 19) grado solfidrometrico;
- 20) stronzio;
- 21) litio;
- 22) alluminio;
- 23) bromo;
- 24) iodio.

Attraverso le analisi chimiche bisogna valutare le concentrazioni delle sostanze contaminanti, prestando particolare attenzione a quelle che presentano valori al di sopra dei limiti riportati qui di seguito:

- | | |
|------------|-----------|
| 1) cianuri | 0,01 mg/l |
|------------|-----------|

²³ D.M. 12 novembre 1992, n. 542 "Regolamento recante i criteri di valutazione delle caratteristiche delle acque minerali naturali".

2) fenoli (esclusi quelli naturali che non reagiscono al cloro)	0,05 µg/l
3) agenti tensioattivi (MBAS anionici)	200 µg/l
4) oli minerali-idrocarburi disciolti o emulsionati	10 µg/l
5) idrocarburi aromatici policiclici	0,2 µg/l
6) pesticidi e bifenili policlorurati 0,1 µg/l per componente separato	0,5 µg/l in tot
7) composti organoalogenati che non rientrano alla voce n. 6	1 µg/l
8) arsenico 0,15 mg/l As5 - 0,20 in tot	0,05 mg/l As3 -
9) bario	10 mg/l
10) borati	30 mg/l
11) cadmio	0,01 mg/l
12) cromo VI	0,05 mg/l
13) mercurio	0,001 mg/l
14) manganese	2 mg/l
15) nitrati *acque destinate all'infanzia	10*/45 mg/l
16) nitriti	0,03 mg/l
17) piombo	0,05 mg/l
18) rame	1 mg/l
19) selenio	0,01 mg/l

Gli esami microbiologici, in particolare, devono essere eseguiti almeno quattro volte durante l'anno, in diverse stagioni, verificando la purezza microbiologica dell'acqua attraverso le analisi seguenti:

- assenza dei coliformi in 250 ml, accertata su semina in due repliche da 250 ml;
- assenza degli streptococchi fecali in 250 ml, accertata su semina in due repliche da 250 ml;
- assenza delle spore di clostridi solfito riduttori in 50 ml, accertata su unica semina;
- assenza dello Staphylococcus aureus in 250 ml, accertata su unica semina;
- assenza dello Pseudomonas aeruginosa in 250 ml, accertata su unica semina.

I valori di carica microbica sono determinati a 20°C-22°C dopo 72 ore e a 37°C dopo 24 ore: nel primo caso il limite è di 100 per millilitro, nel secondo di 20 per millilitro.

Il decreto ministeriale 8 luglio 1997 dispone la valutazione del batterio Aeromonas in tutte le fasi della commercializzazione del prodotto.

Per individuare le caratteristiche cliniche e farmacologiche delle acque minerali, è necessario avvalersi di metodi e strumenti scientifici, in

modo tale da studiare e valutare in dettaglio gli effetti che l'acqua può avere sull'organismo umano come ad esempio la diuresi, il funzionamento gastrico o l'integrazione di sostanze minerali.

Talvolta, per determinare gli effetti favorevoli sulla salute nonché per sostituire gli esami clinici, è possibile procedere con osservazioni cliniche su un numero elevato di partecipanti.

Gli studi e le ricerche sono sempre condotti negli ospedali o nelle università, ma, nel caso delle acque minerali, la sperimentazione può essere eseguita in strutture prossime alla sorgente.

È importante sottolineare che i campioni, per evitare alterazioni, devono essere sigillati dall'autorità sanitaria, e corredati, singolarmente, di verbale di prelievo.

Il decreto ministeriale del 13 gennaio 1993²⁴ presenta le modalità e gli strumenti per eseguire le analisi microbiologiche e chimiche in relazione al progresso tecnologico del tempo.

Con il passare degli anni vengono individuati limiti sempre più stringenti per quanto riguarda le sostanze contaminanti che non devono essere presenti nelle acque minerali. A tal proposito, il decreto ministeriale del 31 maggio 2001²⁵ introduce modifiche a quelli indicati nei precedenti decreti: si fa riferimento ai limiti minimi di rendimento analitico (LMRR), ovvero al minimo valore che permette l'individuazione dell'analita e di confermarlo:

1) cianuri	0,01 mg/l
2) fenoli (esclusi quelli naturali che non reagiscono al cloro)	LMRR
3) agenti tensioattivi (MBAS anionici)	LMRR
4) oli minerali-idrocarburi disciolti o emulsionati	LMRR
5) idrocarburi aromatici policiclici	LMRR
6) pesticidi e bifenili policlorurati 0,1 µg/l per componente separato	LMRR
7) composti organoalogenati che non rientrano alla voce n. 6	LMRR
8) arsenico (totale)	0,05 mg/l
9) bario	1 mg/l
10) borati	5 mg/l
11) cadmio	0,003 mg/l

²⁴ Decreto ministeriale del 13 gennaio 1993 “Metodi di analisi per la valutazione delle caratteristiche microbiologiche e di composizione delle acque minerali naturali e modalità per i relativi prelievi dei campioni”.

²⁵ Decreto ministeriale del 31 maggio 2001 “Modificazioni al decreto 12 novembre 1992, concernente il regolamento recante i criteri di valutazione delle caratteristiche delle acque minerali naturali”.

12) cromo (totale)	0,05 mg/l
13) mercurio	0,001 mg/l
14) manganese	2 mg/l
15) nitrati	
acque destinate all'infanzia	10/45 mg/l
16) nitriti	0,02 mg/l
17) piombo	0,01 mg/l
18) rame	1 mg/l
19) selenio	0,01 mg/l

Il decreto ministeriale 29 dicembre 2003²⁶ modifica alcuni dei parametri chimici e fisici introdotti con il D.M. 542:

- 1) temperatura alla sorgente;
- 2) concentrazione degli ioni idrogeno (pH) alla temperatura dell'acqua alla sorgente;
- 3) conducibilità elettrica specifica a 20°C;
- 4) residuo fisso a 180°C;
- 5) ossidabilità;
- 6) anidride carbonica libera alla sorgente;
- 7) silice;
- 8) bicarbonati;
- 9) cloruri;
- 10) solfati;
- 11) sodio;
- 12) potassio;
- 13) calcio;
- 14) magnesio;
- 15) ferro disciolto;
- 16) ione ammonio;
- 17) fosforo totale;
- 18) grado solfidrimetrico;
- 19) stronzio;
- 20) litio;
- 21) alluminio;
- 22) bromo;
- 23) iodio.

²⁶ Decreto ministeriale 29 dicembre 2003 "Attuazione della direttiva n. 2003/40/CE della Commissione nella parte relativa ai criteri di valutazione delle caratteristiche delle acque minerali naturali di cui al decreto ministeriale 12 novembre 1992, n. 542, e successive modificazioni, nonché alle condizioni di utilizzazione dei trattamenti delle acque minerali naturali e delle acque di sorgente".

Le analisi chimiche devono determinare le concentrazioni di alcuni parametri riferiti a sostanze di origine naturale, non correlati ad una eventuale contaminazione della fonte, e non superare i limiti di seguito riportati:

1) antimonio	0,0050 mg/l
2) arsenico (totale)	0,010 mg/l
3) bario	1 mg/l
4) boro	5 mg/l
5) cadmio	0,003 mg/l
6) cromo	0,050 mg/l
7) rame	1 mg/l
8) cianuro	0,010 mg/l
9) fluoruri	5 mg/l
10) piombo	0,010 mg/l
11) manganese	0,50 mg/l
12) mercurio	0,0010 mg/l
13) nichel	0,020 mg/l
14) nitrati (*infanzia)	10*/45 mg/l
15) nitriti	0,02 mg/l
16) selenio	0,010 mg/l

Adottando le più moderne tecniche analitiche, occorre accertarsi che siano assenti né devono essere rilevati nelle acque minerali le seguenti sostanze derivate dall'attività antropica:

Parametro	LMRR
1) agenti tensioattivi (come LAS)	50 µg/l
2) oli minerali-idrocarburi disciolti o emulsionati	10 µg/l
3) benzene	0,50 µg/l
4) idrocarburi policiclici aromatici	-
5) benzo (a) pirene	0,003 µg/l
6) benzo (b) fluorantene	0,006 µg/l
7) benzo (k) fluorantene	0,006 µg/l
8) benzo (ghi) perilene	0,006 µg/l
9) dibenzo (a, h) antracene	0,006 µg/l
10) indeno (1, 2, 3-cd) pirene	0,006 µg/l
11) altri	0,006 µg/l
12) antiparassitari (insetticidi, fungicidi, nematocidi, acaricidi, algicidi, rodenticidi, prodotti connessi, prodotti di degradazione)	0,5 µg/l
13. aldrin, dieldrin, eptacloro, leptacloro epossido	0,01 µg/l

14. policlorobifenili	0,05 µg/l
15. composti organoalogenati: cloroformio clordibromometano, diclordibromometano bromo-formio	0,1/0,5 µg
16. tricloroetilene, tetracloroetilene, 1-2, dicloroetano ed altri	-

Ogni anno, il titolare della concessione ha l'obbligo di inviare al Ministero della Salute un'autocertificazione, accompagnata dalle analisi, per garantire l'invariabilità nel tempo delle caratteristiche chimiche, chimico-fisiche e microbiologiche dell'acqua minerale.

Se, a causa del chimismo dell'acqua minerale, fosse indispensabile separare alcuni composti (ferro, zolfo, manganese, arsenico), il titolare deve far pervenire preventiva richiesta al Ministero della Salute al quale garantisce l'efficacia dell'intervento effettuato senza alterare le peculiarità dell'acqua.

2.2 Acque termali

2.2.1 La definizione di acqua termale nella normativa

L'unica definizione di acqua termale nella normativa la si ritrova nel Titolo II del Regio Decreto 1924/1919, anche se, in realtà, si tratta di una distinzione tra gli stabilimenti termali, idroterapici e quelli per le cure fisiche:

“a) stabilimenti termali, quelli in cui si utilizzano a scopo terapeutico:

1° acque minerali;

2° fanghi sia naturali, sia artificialmente preparati, muffe e simili;

3° stufe naturali e artificiali;

b) stabilimenti idroterapici, quelli nei quali a scopo terapeutico si fa uso di acqua comune;

c) stabilimenti di cure fisiche ed affini, quelli in cui praticansi il massaggio generale e parziale, la cinesiterapia, la meccanoterapia, la radioterapia, la radiumterapia, la fototerapia, la termoterapia, elettroterapia, l'aeroterapia, l'elioterapia, le cure a base di regimi speciali dietetici e simili.”

Ci si rende conto che non esiste una netta distinzione tra le acque minerali e termali dal punto di vista delle caratteristiche chimiche, chimico-fisiche e microbiologiche, più che altro la differenza sta nel

diverso impiego: le acque termali non sono altro che acque minerali utilizzate negli stabilimenti termali sia come bevanda sia per uso esterno.

2.2.2 Autorizzazioni

La prima legge dell'ordinamento italiano che si occupa delle acque termali è del 16 luglio 1916, n. 947²⁷: bisogna ottenere l'autorizzazione dal Prefetto per aprire ed esercitare l'attività di stabilimento termale per cure fisiche ed idroterapiche.

Il Regio Decreto 1924/1919 specifica i documenti necessari da correlare alla domanda di autorizzazione per l'apertura di uno stabilimento: lo schema di regolamento sanitario e tutte le informazioni riguardanti il personale di servizio; la dichiarazione di un medico specializzato in idrologia oppure in idroterapia o terapia fisica, che si occupa della direzione tecnica dello stabilimento; il parere dell'Ufficiale Sanitario; i dati analitici inerenti le caratteristiche fisiche, fisico-chimiche, chimiche e biologiche, nonché la documentazione che attesti l'azione terapeutica dell'acqua in relazione alle cure da svolgere; la planimetria del luogo in cui scaturisce la sorgente; una relazione in dettaglio sul bacino geologico e idrogeologico con tutti i dati utili per una più ampia conoscenza dell'acqua minerale; i progetti definitivi della struttura, dei macchinari, delle opere di presa, dei serbatoi, delle condutture, dei locali come la cucina o le docce o quelli adibiti a: bibita, soggiorno, inalazioni e saune; il documento che attesti la titolarità della concessione mineraria.

Il Prefetto, in seguito al parere del medico provinciale e, solo nel caso in cui l'acqua minerale venga impiegata negli stabilimenti, con il benestare del Ministero dell'Interno, rilascia il decreto d'autorizzazione per far avviare l'attività con l'elenco delle cure da poter eseguire e col numero del documento ministeriale che attesti l'uso di acqua minerale nei trattamenti.

In seguito all'emanazione del Decreto del Presidente della Repubblica 14 gennaio 1972, n. 2 e con la legge 23 dicembre 1978, n. 833²⁸, le Regioni assumono l'incarico di rilasciare l'autorizzazione per l'apertura e l'esercizio degli stabilimenti termali.

Nella domanda di autorizzazione i documenti richiesti sono quelli riportati in precedenza, ma con alcune specificazioni: le analisi chimiche e chimico-fisiche devono essere eseguite da un Ente autorizzato dal Ministero della Sanità, come ad esempio un Istituto Universitario di Chimica o da un Istituto Universitario di Igiene e Microbiologia oppure da

²⁷ Legge del 16 luglio 1916, n. 947 "Disposizioni varie sulla sanità pubblica".

²⁸ Legge 23 dicembre 1978, n. 833 "Istituzione del Servizio Sanitario Nazionale".

un Laboratorio Provinciale di Igiene e Profilassi; nel caso in cui l'acqua minerale sia destinata a trattamenti esterni all'organismo, le analisi possono essere eseguite da qualsiasi Laboratorio Provinciale di Igiene e Profilassi.

È necessario eseguire annualmente almeno quattro analisi batteriologiche, in stagioni diverse, mentre il numero di analisi da effettuare si riduce a due solo quando l'acqua minerale viene impiegata per cure esterne, con la raccomandazione che il primo campione venga prelevato in un periodo di siccità e il secondo in seguito ad una pioggia abbondante.

Gli studi clinici e le relazioni farmacologiche devono essere svolti da Istituti di tipo Universitario, con l'impiego di un numero adeguato di pazienti e l'utilizzo di metodi scientifici in grado di mettere in evidenza i benefici della cura sul paziente.

Il Ministero della Sanità accertatosi delle caratteristiche chimiche e chimico-fisiche dell'acqua, ne attribuisce la mineralità attraverso apposito decreto.

Promulgata la legge regionale del 26 aprile 2000, n. 44, vengono affidati alle province: i compiti di autorizzazione dei permessi di ricerca e delle concessioni, la vigilanza mineraria sui lavori di ricerca, l'applicazione delle sanzioni e le funzioni di polizia mineraria.

Le regioni hanno la funzione di incentivare il turismo nel settore idrotermale e di svolgere attività di monitoraggio e sorveglianza sul patrimonio minerario.

2.2.3 La vigilanza igienico-sanitaria

Nel Regio Decreto viene stabilito che la vigilanza sugli stabilimenti termali, idroterapici, per cure fisiche ed affini, spetta al Ministero dell'Interno e a tutti gli organi che dipendono da esso, cioè il Prefetto, il sindaco assistito dal medico provinciale e dagli Ufficiali Sanitari. Le autorità hanno libero accesso all'interno delle strutture termali e il personale deve mettersi a loro totale disposizione, assistendole nelle fasi di ispezione e di prelievo di campioni.

Nel 1978, la vigilanza igienico-sanitaria diventa competenza dell'autorità regionale, col coinvolgimento del Ministero della Salute nel caso in cui si riscontrino variazioni chimiche nell'acqua minerale.

Tutti gli stabilimenti termali che operano solo in alcune stagioni, prima della riapertura, devono ricevere il nullaosta da parte del medico provinciale.

2.3 La questione economica delle acque minerali

Prima di addentrarsi nell'importante dibattito acceso dal business delle acque minerali in Italia, è necessario introdurre un'altra tipologia di acqua, ossia quella destinata al consumo umano o potabile.

2.3.1 La definizione di acqua potabile

Le acque destinate al consumo umano, secondo quanto riportato nel decreto legislativo del 2 febbraio 2001, n. 31²⁹, sono definite come:

“...acque trattate o non trattate, destinate ad uso potabile, per la preparazione di cibi e bevande, o per altri usi domestici, a prescindere dalla loro origine, siano esse fornite tramite una rete di distribuzione, mediante cisterne, in bottiglie o in contenitori...”

2.3.2 I controlli e limiti delle acque potabili

L'acqua in questione deve rispettare tutte le condizioni igienico-sanitarie affinché non ci sia pericolo per la salute dell'uomo: la presenza di microrganismi e parassiti o altre sostanze deve essere sempre nel rispetto di limiti minimi di concentrazione riportati nelle Tabelle 2.1, 2.2, 2.3 e 2.4, 2.5.

Tabella 2.1 - Allegato I Parte A D. Lgs 31/2001

Parametri microbiologici	Valore di parametro
Escherichia coli	0/100 ml
Enterococchi	0/100 ml

Per le acque messe in vendita in bottiglie o contenitori sono applicati i seguenti valori:

Tabella 2.2 - Allegato I Parte A D. Lgs 31/2001

Parametri microbiologici	Valore di parametro
Escherichia coli	0/250 ml
Enterococchi	0/250 ml

²⁹ Decreto legislativo n. 31 del 2 febbraio 2001 “Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano”.

Parametri microbiologici	Valore di parametro
Pseudomonas aeruginosa	0/250 ml
Conteggio delle colonie a 22° C	100/ml
Conteggio delle colonie a 37° C	20 ml

Tabella 2.3 - Allegato I Parte B D. Lgs 31/2001

Parametro	Valore di parametro
Alluminio	200 µg/l
Ammonio	0,5 mg/l
Cloruro	250 mg/l
Clostridium perfringens	0 (numero in 100 ml)
Colore	Accettabile per i consumatori
Conducibilità	2500 µScm ⁻¹
Concentrazione ioni idrogeno	≥6,5 e ≤9,5
Ferro	200 µg/l
Manganese	50 µg/l
Odore	Accettabile per i consumatori
Ossidabilità	5 mg/l O ₂
Soltato	250 mg/l
Sodio	200 mg/l
Sapore	Accettabile per i consumatori
Conteggio delle colonie a 22° C	Senza variazioni anomale
Batteri coliformi a 37°C	0 (numero in 100 ml)
Carbonio organico totale (TOC)	Senza variazioni anomale
Torbidità	Accettabile per i consumatori
Durezza	
Residuo secco a 180° C	

Tabella 2.4 - Allegato I Parte B D. Lgs 31/2001

Parametro	Valore di parametro
Acrilammide	0,1 µg/l
Antimonio	5 µg/l
Arsenico	10 µg/l
Benzene	1 µg/l
Benzo(a)pirene	0,01 µg/l
Boro	1 mg/l
Bromato	10 µg/l
Cadmio	5 µg/l
Cromo	50 µg/l
Rame	1 mg/l
Cianuro	50 µg/l
1,2-dicloroetano	3 µg/l
Epicloridrina	0,1 µg/l
Fluoruro	1,5 mg/l
Piombo	10 µg/l
Mercurio	1 µg/l
Nichel	20 µg/l
Nitrato (come NO ³)	50 mg/l
Nitrito (come NO ²)	0,5 mg/l
Antiparassitari	0,1 µg/l
Antiparassitari-Totale	0,5 µg/l
Idrocarburi policiclici aromatici	0,1 µg/l
Selenio	10 µg/l
Tetracloroetilene-Tricloroetilene	10 µg/l
Trialometani-Totale	30 µg/l
Cloruro di vinile	0,5 µg/l
Clorito	200 µg/l

Parametro	Valore di parametro
Vanadio	50 µg/l

Tabella 2.5 - Allegato I Parte C D. Lgs 31/2001

Parametro	Valore di parametro
Trizio	100 Bq/l
Dose totale indicativa	0,10 mSv/anno

Inoltre, a discrezione dell'autorità sanitaria competente, possono essere eseguite analisi su parametri accessori:

- 1) alghe
- 2) batteriofagi anti E.coli;
- 3) elminti;
- 4) enterobatteri patogeni;
- 5) enterovirus;
- 6) funghi;
- 7) protozoi;
- 8) Pseudomonas aeruginosa;
- 9) Stafilococchi patogeni.

È fondamentale che i parametri microbiologici e chimici siano rispettati fino al punto di prelievo, vale a dire: i rubinetti di casa (nel caso di un sistema acquedottistico), il luogo di miscita di una cisterna o durante la fase di imbottigliamento. Per questo motivo assumono grande importanza i frequenti controlli alle reti di distribuzione, ai punti di prelievo o agli impianti di accumulo e potabilizzazione dell'acqua, sia interni (il gestore effettua una verifica per controllare la qualità dell'acqua) sia esterni, eseguiti dall'Unità Sanitaria Locale (U.S.L.), che ne stabilisce non solo la frequenza, ma anche dove eseguire i prelievi, con l'avvio di ricerche più approfondite, se ci dovessero essere parametri che non presentano limiti nella tabelle.

Spetta allo Stato e, nello specifico, al Ministero della Salute, modificare i limiti di concentrazione dei parametri microbiologici e chimici (in relazione al progresso tecnico scientifico) e adottare metodi analitici differenti da quelli indicati su consiglio dell'Istituto Superiore di Sanità.

Le Regioni e le province autonome hanno il compito di pianificare misure adeguate per garantire l'approvvigionamento idrico in casi di emergenza, redigere piani di intervento per migliorare le caratteristiche dell'acqua, definire i compiti dell'Unità Sanitaria Locale.

2.3.3 Le acque di sorgente

Esiste una terza categoria di acque, la cui definizione viene data dal decreto legislativo del 4 agosto 1999, n. 339:

“Il termine acqua di sorgente è riservato alle acque destinate al consumo umano, allo stato naturale e imbottigliate alla sorgente, che, avendo origine da una falda o giacimento sotterraneo, provengano da una sorgente con una o più emergenze naturali o perforate.

Le caratteristiche delle acque di sorgente sono valutate sulla base dei seguenti criteri:

- a) geologico e idrogeologico;*
- b) organolettico, fisico, fisico-chimico e chimico;*
- c) microbiologico.*

La composizione, la temperatura e le altre caratteristiche essenziali delle acque di sorgente debbono mantenersi costanti alla sorgente nell'ambito delle variazioni naturali, anche in seguito ad eventuali variazioni di portata.”

Anche in questo caso è necessario indirizzare al Ministero della Salute la domanda per il riconoscimento; l'autorizzazione alla vendita viene rilasciata dall'autorità regionale.

2.3.4 Le differenze tra le diverse acque

Le acque potabili, a differenza delle minerali e di sorgente, sono sottoposte a trattamento di disinfezione con l'utilizzo di cloro gassoso, biossido di cloro o ipoclorito di sodio, poiché vengono prelevate da falde superficiali, fiumi o laghi e spesso devono coprire lunghe distanze nelle condutture degli acquedotti prima di raggiungere l'utente finale.

Le acque di sorgente si collocano in una posizione intermedia rispetto alle altre due, in quanto non devono essere sottoposte a trattamento e non devono possedere caratteristiche igieniche particolari o proprietà favorevoli alla salute né un determinato tenore di minerali e oligoelementi (proprietà tipiche delle acque minerali naturali). Proprio le peculiarità di queste ultime sono da diversi anni questione di dibattito nella classificazione delle acque, in quanto non esistono a livello normativo delle linee guida in grado di identificare con precisione quali oligoelementi o quali costituenti sono propri di un'acqua minerale naturale.

Attualmente la differenza che intercorre tra le acque di sorgente, le potabili e le minerali, riguarda il numero di parametri da controllare mediante analisi chimiche e chimico-fisiche: le prime due sono sottoposte ad un numero maggiore di accertamenti, poiché non devono arrecare un pericolo alla salute umana su lungo periodo, mentre le ultime sono acque da consumare nel breve periodo, ovvero nel momento in cui l'organismo ha la necessità di determinate caratteristiche salutari, (ad esempio, le acque ricche di sali minerali sono consigliate per il periodo estivo per regolare l'equilibrio idrosalino).

Una delle frasi che meglio spiega questa ambiguità nel riconoscimento di un'acqua è quella di Piergiuseppe Calà (Direzione Generale del Diritto alla salute e politiche di Solidarietà Regione Toscana):

“possono coesistere un'acqua minerale ed una di sorgente entrambe prive di proprietà salutari, e con la sola differenza della valutazione dei parametri chimici”

Ciò significa che spetta al titolare di una concessione decidere se coltivare un'acqua minerale o un'acqua di sorgente (nel primo caso, con costi di vendita più elevati, come vedremo nel prossimo paragrafo).

2.3.5 Acque minerali: il paradosso italiano

In Europa l'Italia occupa il gradino più alto del podio per quanto riguarda l'utilizzo di acque minerali in bottiglia, con un consumo stimato in circa 206 litri annui a persona (basti pensare che la media a livello europeo è di 118 litri) e conferma questo primato anche a livello mondiale, dietro solo al Messico (244 litri).

Nella penisola, secondo i dati Istat del 2021, nel 65% delle famiglie, almeno un componente acquista giornalmente più di un litro di acqua minerale, con percentuali non omogenee nel Paese, in quanto variano tra le diverse aree: il consumo più basso si ha nelle regioni del Sud, con il 62,8%, mentre quello più elevato nelle Isole (67,7%).

Nel nostro paese 9 persone su 10 affermano di consumare acqua minerale prediligendola a quella del rubinetto per i seguenti motivi:

- 44,6% per il gusto;
- 30,1% per le proprietà salutari;
- 27,9% per la sicurezza;
- 25,3% per la comodità di averla sempre a portata di mano in vari formati.

Inoltre il 65,8% dei consumatori ha un'acqua minerale preferita: di essi il 24,7% dichiara di non volerla sostituire con altri marchi (fonte Censis).

In parte questa tendenza degli italiani è legata al fatto che sul territorio sono presenti circa 140 stabilimenti e oltre 260 brand con un totale di 14 miliardi di litri di acqua imbottigliata nel 2016 (il 10% è stato esportato in altri paesi, rendendo l'Italia il secondo esportatore al mondo dopo la Francia). Il giro di affari si attesta annualmente tra gli 8 e i 10 miliardi di euro. Solo lo 0,6% del fatturato, circa 20 milioni di euro, ogni anno, entra nelle casse delle Regioni per il pagamento dei canoni di concessione mineraria.

Negli ultimi anni una delle tematiche più dibattute è proprio quella relativa ai canoni di concessione per le acque minerali, considerati da molti troppo bassi se confrontati con gli introiti delle aziende operanti nel settore.

La normativa indica che i costi per lo sfruttamento dell'acqua dipendono dal quantitativo emunto ed imbottigliato, oltre che dall'estensione dell'area in concessione; tuttavia, a causa di una disarmonia legislativa a livello nazionale, ogni Regione applica criteri e prezzi differenti: ad esempio, in Puglia il canone è in funzione solo dell'area, con un costo di 130 €/ha, mentre, in Emilia-Romagna, in cui si applicano i tre criteri, il costo diminuisce a 21 €/ha (la media nazionale è di 51,90 €/ha).

In merito agli importi relativi ai volumi d'acqua prelevati ma non imbottigliati, 6 Regioni richiedono una somma media pari a 0,70 €/m³, con un minimo di 0,40 €/m³ nella provincia autonoma di Trento e un massimo di 1,14 €/m³ nel Lazio.

Per le acque in bottiglia il prezzo aumenta, con un valore medio nazionale di 1,15 €/m³: il prezzo più basso lo si ha in Abruzzo, 0,30 €/m³, mentre quello più alto nella provincia autonoma di Bolzano, pari a 2€/m³; in regioni come Sicilia e Lazio l'importo varia in base al tipo di contenitore impiegato, vetro o plastica, o se è prevista la modalità di vuoto a rendere, passando, rispettivamente da 2 €/m³ a 1,40 €/m³ e da 2,28 €/m³ a 0,69 €/m³.

Oltre ai canoni, relativamente bassi (se confrontati con gli altri paesi europei), nel 2018 sono stati estratti 16,8 milioni di metri cubi di acqua minerale, con un aumento del 16,4% al Sud e di 3,9% nel Nord-Ovest; i maggiori prelievi, per un totale di 3,1 milioni di metri cubi, sono stati eseguiti in Piemonte e in Lombardia (Figura 2.1). Anche per le acque potabili si registra lo stesso trend, con un emungimento di 9,2 miliardi di metri cubi.

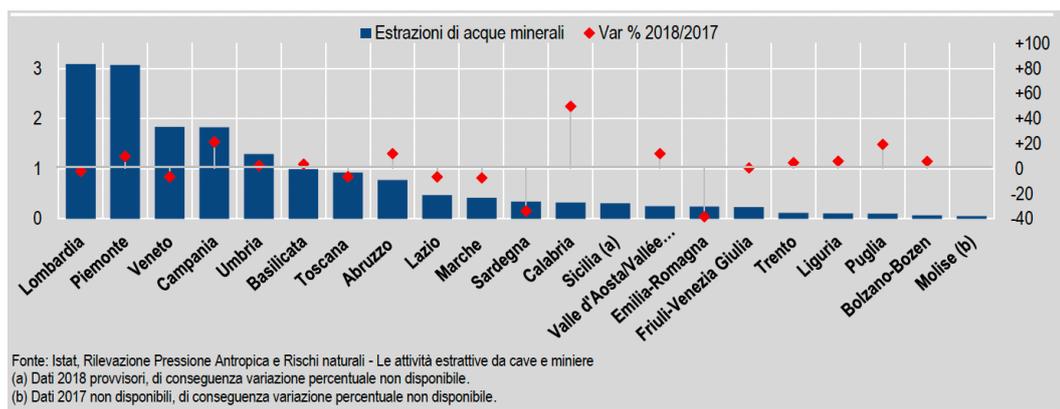


Figura 2.1 - Estrazioni di acque minerali naturali ai fini di produzione per Regione (anno 2018).

L'Italia si attesta, così, come primo paese in Europa (da oltre vent'anni) e secondo per consumi pro capite, con 153 m³ annui a persona. I dati suddetti mettono in risalto il grave problema di sovrasfruttamento delle risorse idriche nel nostro paese, soprattutto se si considera che 20 paesi su 27 prelevano, in media, tra i 45 e i 90 m³ annui a persona per l'approvvigionamento pubblico.

Le aziende che operano nel settore dell'acqua minerale, la sfruttano pagando cifre irrisorie (circa un millesimo di euro al litro), a fronte di guadagni stratosferici: infatti sugli scaffali dei supermercati questo bene pubblico ed essenziale viene venduto a circa 250 volte in più se si considera che il prezzo medio è di 0,50 € al litro (talvolta il guadagno può essere superiore di 1000 volte, nel caso in cui le acque siano vendute nelle stazioni di servizio, bar o aeroporti, con un costo medio che si aggira tra i 2,50 € e i 3 € al litro).

Purtroppo nel nostro Paese, nonostante l'acqua potabile presenti ottime qualità chimiche e chimico-fisiche, c'è la tendenza a bistrattarla. Basti pensare che l'85% di acqua potabile proviene da falde sotterranee protette (l'Italia è al 7° posto in Europa per qualità di acqua potabile), senza contare i numerosi controlli eseguiti annualmente lungo la filiera di approvvigionamento.

Dai dati rilevati nel 2020 emerge che circa il 28% delle famiglie non si fida di bere acqua del rubinetto: le abitudini variano da regione a regione, si va cioè da un tasso di diffidenza minimo, pari al 20,5%, nel Nord-Est, per arrivare ad un valore massimo del 49% nelle Isole.

Lo scetticismo dei consumatori dipende da molteplici aspetti, primo tra tutti quello riguardante le carenze strutturali della rete idrica, con perdite totali nel 2018, ad esempio, pari al 42% (sono stati immessi nella rete 8,2 miliardi di metri cubi di acqua ma ne sono stati erogati soltanto 4,7) ovvero ogni 100 litri prelevati, 42 non arrivano all'utente finale: le

maggiori criticità si riscontrano nelle Isole, con perdite pari al 45%, mentre nel Nord-Ovest del Paese, esse si attestano al 4%.

Ovviamente, una diretta conseguenza è quella dell'irregolarità di erogazione d'acqua che ogni anno colpisce il 34,1% delle famiglie e, durante il periodo estivo, il 33%. Il maggior tasso di insoddisfazione che riguarda circa il 39% delle famiglie, si presenta in Calabria, mentre nelle regioni del Nord si riduce drasticamente al 3% (Figura 2.2).

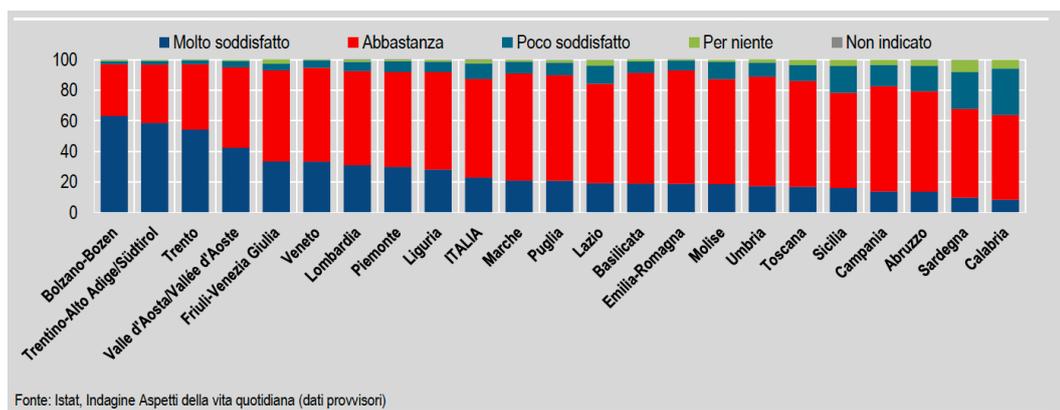


Figura 2.2 - Famiglie allacciate alla rete idrica comunale per grado di soddisfazione del servizio e regione (anno 2020)

Negli ultimi anni, purtroppo, il razionamento di acqua è diventato un problema sempre più frequente nelle città italiane (non solo in estate): nel 2019, ad Enna e Chieti il servizio è stato sospeso in alcune ore della giornata, rispettivamente per 16 e 4 giorni; a Reggio Calabria e a Cosenza sono state adottate misure di razionamento a giorni alterni e per fascia oraria per numerosi mesi; ad Agrigento la situazione è ancora più critica, visto che l'acqua viene erogata nei vari quartieri in fasce orarie secondo turni prestabiliti tutti i giorni dell'anno.

Un altro motivo per cui il consumatore non si fida dell'acqua del rubinetto è che la reputa poco sicura, avendone percezione dalle notizie riportate dai mass media: talvolta infatti si legge di casi in cui vengono rilevati batteri di origine fecale o contaminazioni tra la rete idrica e quella fognaria. È bene precisare che si tratta di casi isolati e sporadici, che non riguardano tutto il territorio, essendo i controlli frequenti e molto dettagliati: si passa da 250.000 controlli all'anno nella città di Roma, fino ai 350.000 a Milano, Lodi e Pavia.

Vi è però un altro aspetto che spesso viene sottovalutato e che induce il consumatore a preferire l'acqua minerale, vale a dire l'eccessiva pubblicità. Il marketing di questo settore è sempre in evoluzione grazie ad approfondite analisi e studi sul comportamento dell'utente, perché vengono sviluppate tecniche mirate a favorire l'acquisto del prodotto.

Al giorno d'oggi l'acqua minerale viene pubblicizzata più come un prodotto accessorio per la cura della bellezza e della forma fisica piuttosto che come costituente fondamentale dell'organismo; sul mercato esistono acque minerali che, grazie all'aggiunta di collagene, zinco e acido ialuronico combattono gli inestetismi della pelle o i segni dell'avanzamento dell'età; si trovano addirittura quelle in grado di migliorare la concentrazione durante lo studio.

Un ruolo fondamentale nella scelta lo giocano sicuramente le etichette che cercano di rapire l'attenzione del consumatore proponendo immagini di montagne o di fonti che richiamino alla mente il concetto di purezza e con frasi ad effetto messe a punto da un team marketing, che ha lo scopo di distrarre dall'elemento più importante, ovvero dalle caratteristiche chimiche e chimico-fisiche; i caratteri, in alcuni casi sono talmente piccoli che si possono leggere solo con l'ausilio della lente di ingrandimento, in altri, invece, mettono in risalto tutti quei valori che indicano concentrazioni basse, come ad esempio il residuo fisso nelle acque oligominerali.

Non sono rare le collaborazioni che le aziende produttrici stringono con i grandi nomi del design industriale o della moda oppure con gli influencer, i quali accostano il proprio nome o marchio a quello dell'acqua minerale: si riesce così a venderla a prezzi esorbitanti, da un minimo di 10€ fino a 400€ al litro.

Per avvicinare l'utente all'utilizzo dell'acqua del rubinetto è necessario creare un efficace piano di ammodernamento del settore idrico (l'Italia è al terzo ultimo posto, davanti a Malta e Romania), il quale richiede l'investimento di circa 3,6 miliardi l'anno di euro (fonte L'Economia - Corriere della Sera) per allinearsi alla media europea, che è annualmente di 100 € a persona (a fronte dei nostri attuali 40 €), mentre per competere con la Danimarca e la Svizzera, con una media di 300 €, sono necessari circa 12 miliardi.

Inoltre si rende necessario informare correttamente e con trasparenza il consumatore, attraverso canali di comunicazione, sui benefici che derivano dall'uso dell'acqua potabile, screditando quella malfidata concezione collettiva che considera l'acqua del rubinetto di categoria inferiore e meno controllata rispetto a quella in bottiglia; sulla bolletta si potrebbero riportare i valori dei parametri chimici e chimico-fisici dell'acqua potabile, i trattamenti eseguiti, un resoconto dei controlli e dei risultati ed anche indicare quali lavori sono eseguiti per migliorare il sistema acquedottistico.

Proprio in questa direzione si sta muovendo l'Organizzazione Mondiale della Sanità, con il Water Safety Plan, ovvero un processo di valutazione e gestione del rischio che coinvolge l'intera catena di approvvigionamento idrico, dalla captazione fino all'utente finale,

differente dall'approccio attuale che si basa sul monitoraggio delle fasi più importanti di distribuzione. In questo modo si pone l'obiettivo di individuare preventivamente le criticità del sistema, con lo scopo di eliminare o ridurre al minimo tutti i rischi mediante l'integrazione di numerose informazioni e dati.

A tal proposito, la Commissione Europea ha emanato la direttiva 2020/2184 del 16 dicembre 2020³⁰ che dovrà essere recepita entro il 2023 dai Paesi membri. Nello specifico si tratta di una modifica che introduce 18 nuovi parametri, come ad esempio lo studio e le analisi delle microplastiche o di nuovi virus patogeni, affinché ci siano degli standard di qualità ancora più rigidi ed elevati e si azzerino tutti i rischi per la salute umana legati al consumo di acqua potabile; si pone maggiore attenzione all'utente finale, a cui vanno fornite tutte le informazioni sulle peculiarità dell'acqua, con particolare attenzione alle sostanze nutritive, oltre che ad un più semplice e immediato rendiconto sulle spese sostenute per ogni metro cubo di acqua consumato in casa.

Il cittadino deve essere responsabilizzato nel senso che deve avere gli strumenti necessari per poter valutare gli sprechi d'acqua domestici e nella rete di adduzione attraverso l'uso, ad esempio, di contatori intelligenti che forniscono misure precise istantaneamente per modificare le abitudini e ridurre il più possibile l'impatto sull'ambiente (i contatori smart in Italia sono poco diffusi, circa il 6%, mentre, negli USA questa percentuale cresce al 52%). Secondo alcune indagini, l'Italia ricopre una delle ultime posizioni per lo spreco di acqua dentro casa, pertanto è un problema da risolvere il prima possibile, specie in un Paese in cui il 20% del territorio rischia la desertificazione: i periodi sempre più frequenti di siccità causano abbassamenti dei livelli idrici dei corsi d'acqua e delle falde superficiali e sotterranee, mettendo in grave pericolo settori come l'agricoltura o altre attività essenziali.

Favorendo un consumo di acqua del rubinetto, si potrebbe ridurre drasticamente l'uso di bottiglie di plastica, il cui impatto sull'ambiente risulta molto elevato: nel nostro Paese ogni anno vengono messi in commercio 7/8 miliardi di bottiglie di plastica, che implicano nella produzione un sovrasfruttamento di materie prime fossili.

Proprio le bottiglie di plastica sono tra i rifiuti che non vengono smaltiti correttamente: secondo un'indagine di Legambiente, esse costituiscono il 18% degli oggetti di plastica che si ritrovano sulle spiagge o in mare. Dunque un'altra importante sfida per il futuro è quella di alimentare una nuova coscienza collettiva per il corretto smaltimento delle bottiglie di plastica. Si prendano come esempio modelli impiegati in altri paesi, come la Germania, che dal 1991 è un punto di riferimento per il

³⁰ Direttiva (UE) 2020/2184 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 16 dicembre 2020 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano.

vuoto a rendere (per ogni bottiglia restituita l'utente riceve un rimborso fino a 0,25€ al pezzo): tale pratica oltre ad essere sicuramente vantaggiosa per l'ambiente, riduce notevolmente i rifiuti e produce un considerevole risparmio in termini energetici e di materie prime.

2.3.6 La normativa sulle acque minerali in Francia

Le norme riguardanti le acque minerali sono trattate nel Capitolo II "Eaux minérales naturelles" del *Code de la santé publique (Codice della sanità pubblica)*, la cui ultima modifica risale all'11 gennaio 2007 con il decreto n°2007-49³¹.

Nello specifico la legislazione si occupa dei seguenti argomenti:

- riconoscimento della mineralità e tutti gli aspetti relativi alla commercializzazione;
- uso a fini terapeutici negli stabilimenti termali;
- distribuzione nei bar pubblici.

La definizione di acqua minerale non si discosta molto da quella indicata dalla legislazione italiana (visto che entrambi i paesi hanno recepito la medesima direttiva comunitaria):

“Un'acqua minerale naturale è un'acqua microbiologicamente pura, che soddisfa le condizioni stabilite dall'articolo R. 1322-3, proveniente da una falda o da un giacimento sotterraneo, sfruttato con emergenze naturali o tramite perforazioni. Presenta una stabilità delle caratteristiche essenziali, in particolare la sua composizione e la sua temperatura in fase di prelievo.

Si distingue dalle altre acque destinate al consumo umano:

- 1) *per la sua natura, caratterizzata dal contenuto di sostanze minerali, oligoelementi o altri costituenti;*
- 2) *per la sua purezza originale.*

Queste proprietà dipendono dall'origine in una falda sotterranea rimanendo al riparo da qualsiasi rischio di inquinamento.

Queste caratteristiche devono essere state apprezzate a livello geologico e idrogeologico, fisico, chimico, microbiologico e, se necessario, farmacologico, fisiologico e clinico.”

Per poter sfruttare l'acqua minerale in uno stabilimento termale o ai fini della produzione in bottiglia, è necessario inviare la richiesta al

³¹ Decret n°2007-49 dell'11 gennaio 2007 relatif à la sécurité sanitaire des eaux destinées à la consommation humaine.

Prefetto del Dipartimento (i documenti da allegare sono uguali a quelli indicati dalla normativa italiana).

Il Prefetto, in caso di segnalazione delle proprietà terapeutiche, invia copia dell'autorizzazione al Ministro della Salute, che, in collaborazione con l'Académie Nationale de Médecine, pronuncia entro quattro mesi il suo parere.

A differenza del nostro Paese, le acque minerali possono essere impiegate nei bar pubblici, accompagnate, obbligatoriamente, dalle seguenti informazioni: l'autorizzazione per la distribuzione al pubblico, le caratteristiche essenziali, i trattamenti eseguiti, gli effetti favorevoli sulla salute e i rischi associati ad un consumo prolungato del prodotto, la data dell'ultimo controllo sanitario e i risultati delle analisi di laboratorio.

Non vi sono differenze per quanto riguarda l'etichettatura e la vigilanza igienico-sanitaria.

Esistono invece delle difformità che riguardano i limiti di alcuni parametri, (regolamentati dal decreto del 14 marzo 2007³²):

1) boro	non ha limite
2) cianuro	70 µg/l
3) nitrati	50 mg/l
4) nitriti	0,1 mg/l

L'acqua minerale si considera contaminata quando sono presenti uno o più inquinanti organici secondo le seguenti concentrazioni:

- superiore a 1 µg/l per i trihalometani, tetracloroetilene e tricloroetilene (per ogni sostanza identificata);
- superiore a 0,1 µg/l per la somma dei pesticidi e dei loro metaboliti;
- superiore al 30% dei limiti di benzene, benzo(a)pirene, 1,2-dicloroetano e idrocarburi policiclici aromatici:

1) benzo(a)pirene	0,010 µg/l
2) 1,2 dicloroetano	3 µg/l
3) idrocarburi policiclici aromatici	0,10 µg/l

I trattamenti a cui l'acqua può essere sottoposta sono identici a quelli autorizzati in Italia:

³² Arrêté du 14 mars 2007 relatif aux critères de qualité des eaux conditionnées, aux traitements et mentions d'étiquetage particuliers des eaux minérales naturelles et de source conditionnées ainsi que de l'eau minérale naturelle distribuée en buvette publique

- la separazione degli elementi instabili mediante decantazione o filtrazione (eventualmente preceduta da un'ossigenazione), senza modificare la composizione dell'acqua nei suoi costituenti essenziali;
- l'eliminazione di anidride carbonica libera con processi fisici;
- l'incorporazione o la reincorporazione di anidride carbonica;
- la separazione dei composti del ferro, manganese, zolfo e arsenico, utilizzando aria arricchita con ozono;
- la separazione di costituenti indesiderati.

La dicitura “adatta per la preparazione del cibo per neonati” può essere stampata sulle etichette delle acque minerali solo quando vengono rispettate le concentrazioni di seguito elencate (Tabella 2.6):

Tabella 2.6 - Parametri per le acque minerali destinate ai neonati

Parametro	Limite	Parametro	Limite
Antimonio	5 µg/l	Colore	Nessun cambiamento
Arsenico	10 µg/l	Odore e sapore	Nessun cambiamento
Bario	0,7 mg/l	Acrilammide	0,1 µg/l
Boro	0,3 mg/l	Alluminio	200 µg/l
Cadmio	3 µg/l	Ammonio	100 µg/l
Cromo	5 mg/l	Benzene	0,3 µg/l
Rame	0,2 mg/l	Benzo(a)pirene	0,003 µg/l
Cianuri totali	10 µg/l	Bromati	3 µg/l
Fluoruro	0,3 mg/l in caso di integrazione medica 0,5 mg/l in assenza di integrazione medica	Bromoformio	1 µg/l
Manganese	50 µg/l	Calcio	100 mg/l
Mercurio	1 µg/l	Cloriti	0,03 mg/l
Nickel	2 µg/l	Cloruro di vinile	0,5 µg/l
Nitrati	10 mg/l	Cloruri	250 mg/l
Nitriti	0,05 µg/l	1,2-Dicloroetano	0,9 µg/l
Piombo	10 µg/l	Anidride carbonica	250 mg/l
Selenio	10 µg/l	Epicloridrina	0,1 µg/l

Parametro	Limite	Parametro	Limite
Turbolenza	0,50 NFU	Attività beta globale residua.	1 Bq/l
Idrocarburi aromatici policiclici	0,03 µg/l	Trizio	100 Bq/l
Magnesio	50 mg/l	Sodio	200 mg/l
Pesticidi	0,03 µg/l aldina, dieldrina, eptacloro 0,1 µg/l Somma	Tetracloroetilene.	0,5 µg/l
Radioattività		Tricloroetilene.	0,5 µg/l
Attività alfa globale	0,1 Bq/l	Triometani	1 µg/l
Solfati	140 mg/l	Zinco	0,1 mg/l

Nelle Figure 2.3 e 2.4 si riportano le localizzazioni degli stabilimenti termali e di acqua minerale in bottiglia in Francia.

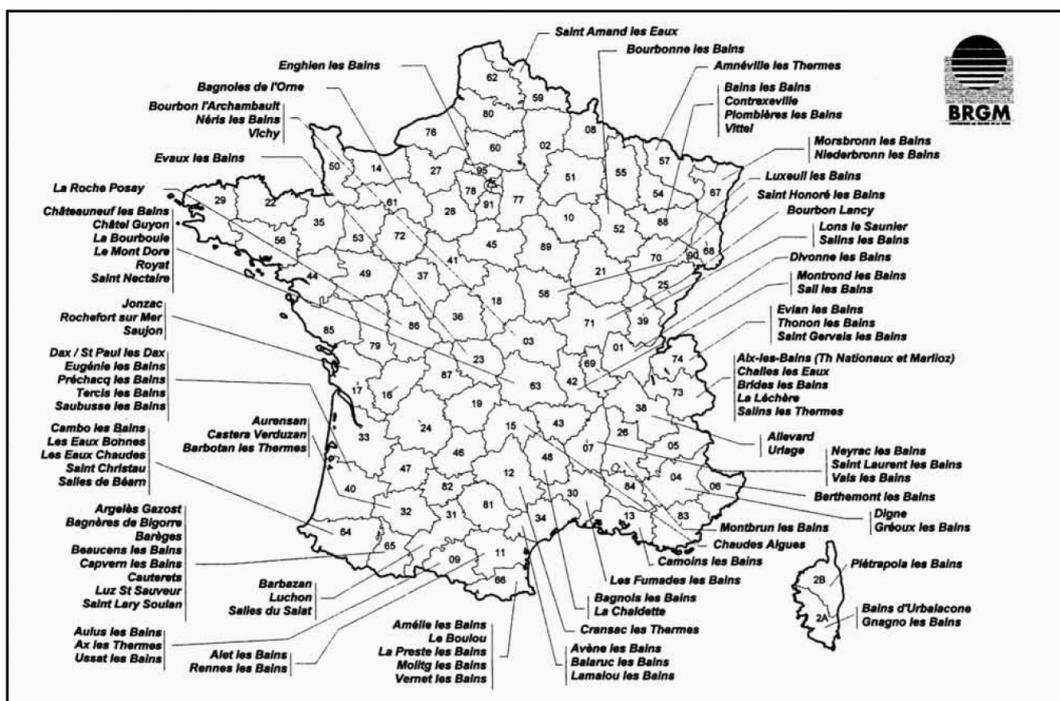


Figura 2.3 - Stabilimenti termali in Francia

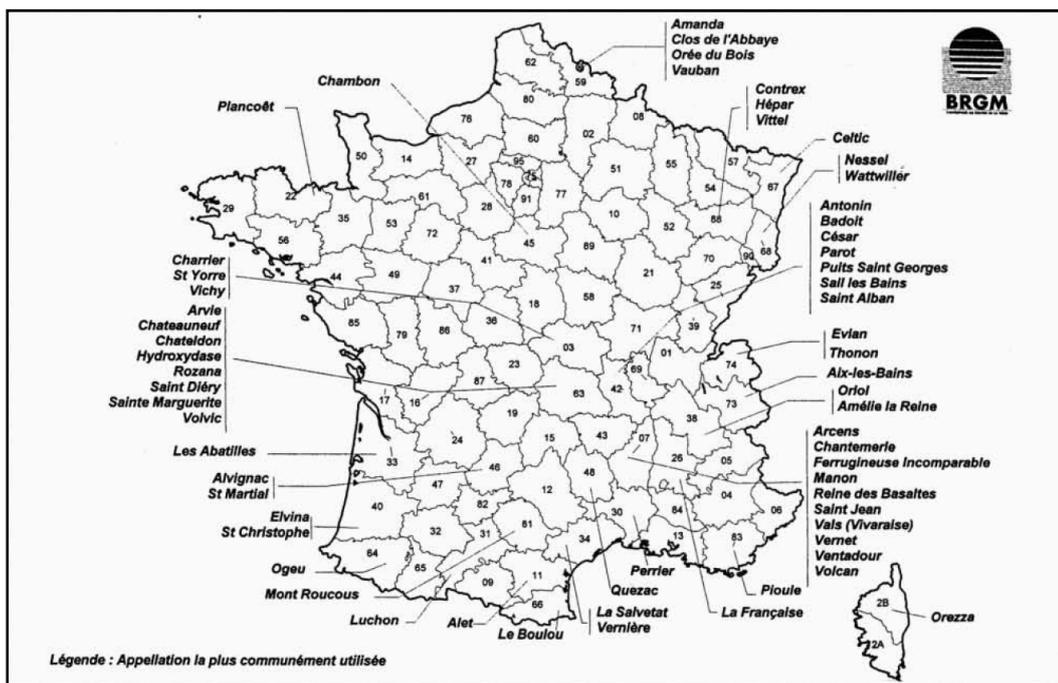


Figura 2.4 - Stabilimenti di acqua minerale in bottiglia in Francia

2.3.7 La normativa sulle acque minerali in Germania

La Germania ha recepito la direttiva europea 80/777/CE con l'ordinanza 1 agosto 1984 (BGBl. I p. 1036), modificata l'ultima volta nel luglio 2017 (BGBl. I p. 2272)³³.

Viene fornita la seguente definizione di acqua minerale:

“L'acqua minerale naturale soddisfa i seguenti requisiti:

- 1) *ha origine in acque sotterranee protette dalla contaminazione ed è estratta da una o più fonti naturali o artificialmente mediante pozzi;*
- 2) *è pura ed è caratterizzata dal suo contenuto di minerali, oligoelementi o altri componenti e, talvolta, da alcuni effetti, in particolare nutrizionali;*
- 3) *la sua composizione, la sua temperatura e le altre caratteristiche essenziali rimangono costanti nell'ambito delle fluttuazioni naturali.”*

³³ Ordinanza sulle acque minerali e da tavola del 1 agosto 1984 (BGBl. I p. 1036), modificata da ultimo dall'articolo 25 dell'ordinanza del 5 luglio 2017 (BGBl. I p. 2272) “Ordinanza sulle acque minerali naturali, sorgive e da tavola”.

L'acqua può essere commercializzata in bottiglia solo se viene riconosciuta ufficialmente e rispetta tutti i requisiti dal punto di vista geologico e idrogeologico, fisico, fisico-chimico, microbiologico; tutte le acque con meno di 1000 mg di minerali disciolti o meno di 250 mg di anidride carbonica, se necessario, possono essere utilizzate per il fabbisogno nutrizionale.

Il prodotto imbottigliato deve essere privo di agenti patogeni e batteri, come l'Escherichia coli, germi coliformi, streptococchi fecali o Pseudomonas aeruginosa, parametri.

I trattamenti a cui l'acqua può essere sottoposta in presenza di determinate sostanze sono cinque (gli stessi riportati nella normativa italiana e francese).

Per quanto riguarda i limiti di alcune sostanze, la Germania si allinea alla Francia, con valori più alti rispetto all'Italia per i seguenti parametri:

1) boro	30 mg/l
2) cianuro	0,070 mg/l
3) nitrati	50 mg/l
4) nitriti	0,1 mg/l

La normativa non fornisce indicazioni né per le sostanze organiche di origine antropica né per gli studi clinici volti all'individuazione di proprietà salutari dell'acqua.

Affinchè un'acqua minerale possa essere somministrata ai neonati, bisogna rispettare le seguenti concentrazioni:

1) sodio	20 mg/l
2) solfato	240 mg/l
3) nitrato	10 mg/l
4) nitriti	0,02 mg/l
5) fluoruro	0,7 mg/l
6) manganese	0,05 mg/l
7) arsenico	0,005 mg/l
8) uranio	0,002 mg/l

Quando il prodotto viene utilizzato dal consumatore non deve superare le seguenti concentrazioni:

1) radio-226	125 mBq/l
2) radio-228	20 mBq/l

Se sono presenti entrambi i radionuclidi, la concentrazione massima, somma dei due, non deve superare i 100 mBq/l.

2.3.8 La normativa sulle acque in bottiglia negli USA

Negli Stati Uniti le leggi che regolano le acque sono due: la Federal Food, Drug, and Cosmetic Act, gestita dall'FDA (Food and Drug Administration), per quelle in bottiglia; il Safe Drinking Water Act, gestito dall'EPA (Environmental Protection Agency) per le potabili.

Nell'articolo di legge "Sec 165.110 Bottled water" si fa riferimento a: trattamenti, imbottigliamento, qualità ed etichettatura delle diverse acque, che vengono così definite:

"L'acqua in bottiglia è destinata al consumo umano ed è sigillata in contenitori senza l'aggiunta di sostanze, tranne che per alcuni agenti antimicrobici sicuri e adatti alla potabilizzazione. Il fluoruro può essere aggiunto entro i limiti stabiliti dalla norma e l'acqua può essere utilizzata come ingrediente nelle bevande (succhi di frutta, acqua aromatizzata).

Le definizioni "bottled water" (acqua in bottiglia) o "drinking water" (acqua potabile) possono essere integrate con i seguenti termini riguardanti la diversa origine:

- "artesian well water" (acqua di pozzo artesiano), quando il livello della falda acquifera supera il piano campagna (condizione certificata da un tecnico); in tal caso l'acqua viene regimata con sistemi esterni in grado di sfruttare la pressione naturale del sottosuolo;

- "ground water" (acqua sotterranea), se proviene da una zona satura della falda, non influenzata da acque superficiali e ad una pressione uguale o superiore a quella atmosferica;

- "mineral water" (acqua minerale), se contiene non meno di 250 parti per milione (ppm) di solidi disciolti totali (TDS) e scaturisce da una sorgente o tramite pozzi da un'area protetta sia dal punto di vista fisico che geologico. A differenza delle altre acque, mantiene sempre valori costanti di minerali e oligoelementi e non è possibile aggiungere sostanze in seguito all'emungimento.

- "purified water", se l'acqua viene sottoposta a distillazione, deionizzazione o osmosi inversa.

- "spring water" (acqua di sorgente) quando ha origine da una falda sotterranea e scorre naturalmente sulla superficie terrestre.

In Figura 2.5 è riportata un'immagine con le più importanti "spring water" e "purified water" negli USA.



Figura 2.5-Acque di sorgente e purificate negli USA (fonte Insider)

Dal punto di vista microbiologico l'acqua deve soddisfare i seguenti standard qualitativi:

- Coliformi totali - (1) *metodo di fermentazione a più tubi (MTF)*: non più di una delle unità analitiche del campione deve avere un numero di 2,2 o più coliformi per 100 ml e nessuna unità analitica deve avere un valore di 9,2 o più coliformi per 100 ml; (2) *metodo del filtro a membrana (MF)*: non più di una delle unità analitiche nel campione deve avere 4 o più organismi coliformi per 100 ml e la media aritmetica della coltura batterica del campione non deve superare un coliforme per 100 ml.

- Se *E. coli* è presente, l'acqua in bottiglia sarà considerata contaminata.

L'acqua deve essere limpida, inodore, senza superare le concentrazioni indicate nella Tabella 2.7:

Tabella 2.7

Parametro	Limite
Cloruro ¹	250 mg/l
Ferro ¹	0,3 mg/l
Manganese ¹	0,05 mg/l
Fenoli	0,001 mg/l
Solidi disciolti totali ¹	500 mg/l
Zinco ¹	5 mg/l
Alluminio	0,2 mg/l

Parametro	Limite
Argento	0,1 mg/l
Solfato ¹	250 mg/l

¹L'acqua minerale è esente dal livello consentito.

Se l'acqua viene confezionata in territorio statunitense e si aggiunge il fluoro, si fa riferimento alla seguente Tabella 2.8 (i parametri sono funzione della media giornaliera della zona in cui l'acqua viene venduta), mentre, se proviene da un Paese estero, non deve superare la concentrazione di 1,4 mg/l; nel caso in cui venisse aggiunto, per le acque autoctone si considerano i valori riportati nella Tabella 2.9 (se è importata, il limite è di 0,8 mg/l).

Tabella 2.8

Temperatura aria (media annuale)	Concentrazione di fluoro in mg/l
53,7 e sotto	2,4
53,8-58,3	2,2
58,4-63,8	2
63,9-70,6	1,8
70,7-79,2	1,6
79,3-90,5	1,4

Tabella 2.9

Temperatura aria (media annuale)	Concentrazione di fluoro in mg/l
53,7 e sotto	1,7
53,8-58,3	1,5
58,4-63,8	1,3
63,9-70,6	1,2
70,7-79,2	1
79,3-90,5	0,8

Nella Tabella 2.10 si riportano le concentrazioni da rispettare per le sostanze inorganiche, invece in Tabella 2.11 sono indicati i limiti per le sostanze inorganiche che derivano dall'attività antropica.

Tabella 2.10

Parametro	Concentrazione in mg/l
Arsenico	0,010
Antimonio	0,006
Bario	2
Berillio	0,004
Cadmio	0,005
Cromo	0,1
Rame	1,0
Cianuro	0,2
Piombo	0,005
Mercurio	0,002
Nichel	0,1
Nitrato	10 (come azoto)
Nitrito	1 (come azoto)
Nitrato totale e nitrito	10 (come azoto)
Selenio	0,05
Tallio	0,002

Tabella 2.11

Parametro	Concentrazione in mg/l
Benzene (71-43-2)	0,005
Tetracloruro di carbonio (56-23-5)	0,005
o- Diclorobenzene (95-50-1)	0,6
p-Diclorobenzene(106-46-7)	0,075
1,2-dicloroetano (107-06-2)	0,005
1,1-Dicloroetilene (75-35-4)	0,007
cis-1,2-dicloroetilene (156-59-2)	0,07
trans-1,2-dicloroetilene (156-60-5)	0,1

Parametro	Concentrazione in mg/l
Diclorometano (75-09-2)	0,005
1,2-dicloropropano (78-87-5)	0,005
Etilbenzene(100-41-4)	0,7
Monoclorobenzene (108-90-7)	0,1
Stirene (100-42-5)	0,1
Tetracloroetilene (127-18-4)	0,005
Toluene (108-88-3)	1
1,2,4-triclobenzene (120-82-1)	0,07
1,1,1-tricloroetano (71-55-6)	0,2
1,1,2-tricloroetano (79-00-5)	0,005
Tricloroetilene (79-01-6)	0,005
Cloruro di vinile (75-01-4)	0,002
Xilene (1330-20-7)	10

Infine, per i pesticidi e altre sostanze sintetiche, bisogna far sì che le concentrazioni siano al di sotto dei limiti contenuti nella Tabella 2.12

Tabella 2.12

Parametro	Concentrazione in mg/l
Alachlor (15972-60-8)	0,002
Atrazina (1912-24-9)	0,003
Benzo(a)pirene (50-32-8)	0,0002
Carbofurano (1563-66-2)	0,04
Clordano (57-74-9)	0,002
Dalapon (75-99-0)	0,2
1,2-Dibromo-3-cloropropano (96-12-8)	0,0002
2,4-D (94-75-7)	0,07
Di (2-etilesil) adipato (103-23-1)	0,4
Di (2-etilesil) ftalato (117-81-7)	0,006
Dinoseb (88-85-7)	0,007

Parametro	Concentrazione in mg/l
Diquat (85-00-7)	0,02
Endothall (145-73-3)	0,1
Endrin (72-20-8)	0,002
Bromuro di etilene (106-93-4)	0,0005
Glifosato (1071-53-6)	0,7
Eptachlor (76-44-8)	0,0004
Epossido di eptacloro (1024-57-3)	0,0002
Esaclorobenzene(118-74-4)	0,001
Esaclorociclopentadiene (77-47-4)	0,05
Lindane (58-89-9)	0,0002
Metossicloro (72-43-5)	0,04
Oxamyl (23135-22-0)	0,2
Pentaclorofenolo (87-86-5)	0,001
PCB (come decaclorobifenile) (1336-36-3)	0,0005
Picloram (1918-02-1)	0,5
Simazine (122-34-9)	0,004
2,3,7,8-TCDD (diossina) (1746-01-6)	$3 \cdot 10^{-8}$
Toxafene (8001-35-2)	0,003
12,4,5-TP (Silvex) (93-72-1)	0,05

2.3.9 La normativa sulle acque minerali in Gran Bretagna

Nel Regno Unito esistono tre tipologie di acqua in bottiglia, ciascuna con regole specifiche: natural mineral water, spring water e bottled drinking water (minerale naturale, di sorgente e potabile).

Viene data la seguente definizione di acqua minerale:

“Può essere considerata tale solo se proviene da una fonte d'acqua sotterranea, intercettata con un'uscita naturale o tramite un

pozzo, priva di parassiti e batteri che possono causare malattie e protetta da possibili eventi inquinanti.

L'acqua deve mantenere la sua purezza originale, cioè le proprietà rimangono identiche, dalla sorgente fino all'imbottigliamento, e mantenendo stabili le caratteristiche chimiche, chimico-fisiche e microbiologiche.

L'imbottigliamento deve avvenire in prossimità della sorgente, adottando tutte le misure necessarie affinché non avvenga la contaminazione.

La composizione deve essere indicata sull'etichetta.”

Prima di avviare lo sfruttamento della sorgente e la produzione industriale per l'imbottigliamento, è necessario ottenere il riconoscimento dell'acqua, rilasciato non prima di due anni: per richiedere la licenza di estrazione innanzitutto si deve contattare l'Environment Agency (Agenzia per l'Ambiente) e, in seguito, l'autorità locale affinché si ottengano tutte le indicazioni necessarie per il riconoscimento dell'acqua. Per la commercializzazione del prodotto l'impresa deve essere registrata come azienda alimentare.

Alla richiesta di autorizzazione vanno allegati i seguenti documenti: indagini geologiche e idrogeologiche, analisi fisiche chimico-fisiche e chimiche, un rapporto sulle sostanze naturali e artificiali presenti nell'acqua, una relazione che attesti la purezza microbiologica, un elenco dei trattamenti da impiegare nel processo produttivo.

Le analisi, svolte da un laboratorio accreditato, devono certificare che i parametri dell'acqua rimangano stabili nel tempo (una variazione non superiore al 20% rispetto ai dati raccolti nel primo prelievo).

Nella relazione geologica, oltre alle informazioni dettagliate, relative alla tipologia di terreno e alla stratigrafia, bisogna eseguire la rappresentazione del bacino idrografico ad una scala non superiore a 1:1000 con l'indicazione dei confini; occorre redigere, inoltre, un documento in cui vengono indicate tutte le attività industriali che potrebbero contaminare la sorgente (siti di stoccaggio e smaltimento dei rifiuti, uso del suolo, zone vulnerabili ai nitrati) con le relative misure da impiegare per proteggere la falda dall'inquinamento.

Per ottenere il riconoscimento dell'acqua minerale ogni mese vanno valutati: la velocità del flusso della sorgente, la temperatura dell'acqua e dell'aria, il residuo secco a 180°C e a 260°C, la conducibilità elettrica (in funzione della temperatura), la relazione tra la natura delle rocce e il chimismo dell'acqua, il pH e la presenza di sostanze radioattive.

Ogni trimestre deve essere eseguita l'analisi degli anioni, dei cationi e dei composti non ionizzati:

- Anioni

Borato $[\text{BO}_3]^{3-}$
Carbonato di CO_3^{2-}
Cloruro Cl^-
Fluoruro F^-
Idrogenocarbonato HCO_3^-
Nitrato NO_3^-
Nitrito NO_2^-
Fosfato PO_4^{3-}
Silicati $(\text{SiO}_4)^{4-}$
Solfato SO_4^{2-}
Solfuro S^{2-}

- Cationi

Alluminio Al
Ammonio NH_4^+
Calcio Ca
Magnesio Mg
Potassio K
Sodio Na

- Composti non ionizzati

Carbonio organico totale
Anidride carbonica libera
Silice

- Elementi

Bario
Bromo
Cobalto
Rame
Iodio
Ferro
Litio
Manganese
Molibdeno
Stronzio
Zinco

Una volta al mese è obbligatorio controllare che siano rispettati i limiti delle sostanze chimiche indicate nella Tabella 2.13; nel corso dei due anni per il riconoscimento, si effettua un'analisi delle sostanze organiche di origine antropica, rispettando le disposizioni del DEFRA (Department

for Environment, Food and Rural Affairs) (le concentrazioni sono riportate nella Tabella 2.14).

Tabella 2.13

Parametro	Limite massimo (mg/l)
Antimonio	0,0050
Arsenico (in totale)	10
Barium	1,0
Cadmio	0,003
Cromo	50
Rame	1,0
Cianuro	0,070
Fluoruro	5,0
Piombo	10
Manganese	0,50
Mercurio	0,0010
Nichel	20
Nitrato	50
Nitrito	0,1
Selenio	10

Tabella 2.14

Parametro	Limite massimo ($\mu\text{g/l}$)
Idrocarburi aromatici polinucleari(IPA)	0,01 (per singola sostanza)
Composti organici aromatici	1 (per singola sostanza)
Triometani	1 (per singola sostanza)
Pesticidi	0,1 (totale di tutti i singoli pesticidi e dei loro metaboliti) 0,03 per aldrin, dieldrin, eptaclor e eptacloro

Se una di queste sostanze dovesse superare il valore indicato, bisogna intervenire tempestivamente con una campagna di indagini per

individuare la causa di inquinamento, altrimenti non è possibile continuare con la procedura di riconoscimento.

Ogni tre mesi occorre verificare le condizioni batteriologiche indicate nella Tabella 2.15:

Tabella 2.15

Batteri	Condizioni
Escherichia coli	0 in 250 ml a 37°C e 44,5°C
Altri coliformi	0 in 250 ml a 37°C e 44,5°C
Streptococchi fecali	0 in 250 ml a qualsiasi temperatura
Pseudomonas aeruginosa	0 in 250 ml a qualsiasi temperatura
Anaerobi che riducono il solfito sporadico	0 in 50 ml a qualsiasi temperatura

Colonie batteriche: 100 per ml a 22°C in 72 ore su miscela agar-agar o agar-gelatina; 20 per ml se testato a 37°C in 24 ore su agar-agar

I trattamenti a cui può essere sottoposta l'acqua minerale sono anche quelli consentiti dalla normativa europea, con l'aggiunta di un sesto procedimento: l'allumina attivata, impiegata per la rimozione del fluoro.

Sulle etichette sono riportate le seguenti espressioni:

- "natural mineral water", mentre con acque gassate o frizzanti si adotta una nomenclatura differente:

- "naturally carbonated mineral water", acqua con un contenuto di anidride carbonica uguale a quello della fonte dopo l'imbottigliamento;

- "natural mineral water fortified with gas from the spring", acqua con un contenuto di anidride carbonica maggiore rispetto a quello della fonte e prelevata dalla stessa fonte;

- "carbonated natural mineral water", acqua che contiene anidride carbonica che non proviene dalla sorgente;

- Nei tre casi precedenti è possibile aggiungere la parola "sparkling".

- Se l'acqua viene trattata per eliminare l'anidride carbonica, si usano le espressioni "fully de-carbonated" e "partially de-carbonated", per indicare rispettivamente un trattamento completo o parziale; se si impiega un processo di ossidazione con l'uso di ozono, bisognerà indicare: "water subjected to an authorised ozone-enriched air oxidation technique"; nel caso in cui la concentrazione di fluoro superi 1,5 mg/l, allora l'etichetta riporterà la frase "contains more than 1.5 mg/l of fluoride: not suitable for regular consumption by infants and children under 7 years of age".

- È facoltativo indicare le azioni favorevoli alla salute umana, come ad esempio: “may be diuretic”, “may be laxative”, “stimulates digestion”, “may facilitate the hepato-biliary functions”. Queste frasi possono essere adoperate solo a fronte di studi medici che ne attestino la veridicità.

Una volta ottenuto il riconoscimento dell'acqua minerale, bisogna valutare con una costanza quali sono i pericoli e i rischi che possono intaccare la sorgente (metodo HACCP).

Poiché la legge non specifica la frequenza delle analisi chimiche, chimico-fisiche e microbiologiche, essa deve essere concordata con l'autorità locale.

Se l'azienda interrompe la commercializzazione di acqua in bottiglia ma prosegue con i controlli e le analisi periodiche, il riconoscimento rimane attivo.

Capitolo 3: Il caso studio di Castelletto d'Orba

3.1 Inquadramento geologico e idrogeologico

3.1.1 Il comune di Castelletto d'Orba

Castelletto d'Orba è un comune della provincia di Alessandria, in Piemonte, facente parte dell'Ovadese, area dell'Alto Monferrato ricca di tradizioni storiche e culturali (Figura 3).

È situato in una zona collinare, in prossimità del margine destro della pianura alluvionale del fiume Orba, ad una quota di circa 200 metri sopra il livello del mare, con un'estensione di 13,98 km² e con un numero esiguo di abitanti, pari a 1858 (anno 2020).

La cittadina viene attraversata da due corsi d'acqua, il Rio Arbara e il Rio Albedosa, che, nel 2014 e 2019, a causa delle forti piogge, hanno provocato ingenti danni al centro abitato ed hanno modificato la morfologia del territorio.

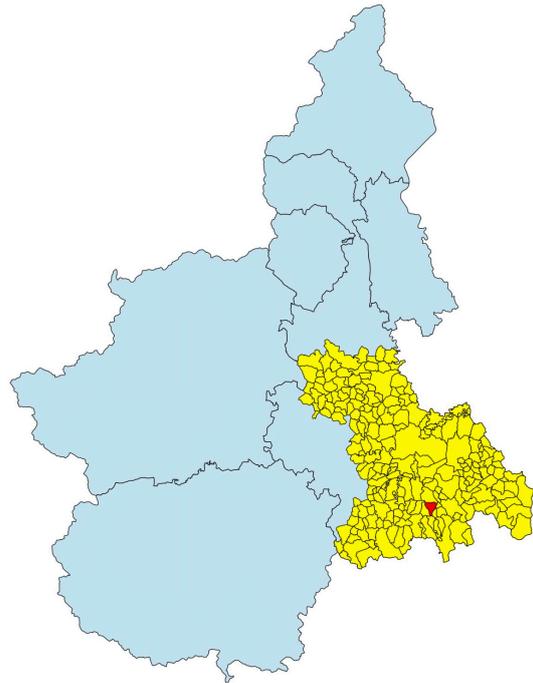


Figura 3 - Castelletto d'Orba (in rosso) situato nella provincia di Alessandria



Figura 3.1 - Castello di Castelletto d'Orba (foto di Solaxart)

Il paesino è sovrastato dall'importante castello quattrocentesco, edificato dai marchesi del Monferrato; di particolare interesse è la chiesa di Sant'Innocenzo, situata nei pressi del cimitero comunale, in cui sono custoditi splendidi affreschi risalenti al 1300.

Le estati sono calde e umide, con temperature che raggiungono in media i 28°C, e gli inverni molto rigidi, con minime di 2°C.

Il periodo autunnale è caratterizzato da abbondanti piogge con una media mensile nei mesi di ottobre e novembre pari a 100 mm, come mostrato dai dati in Figura 3.2.

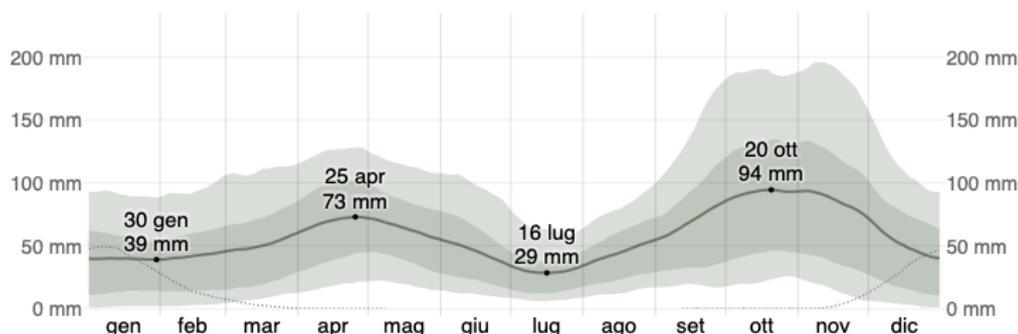


Figura 3.2 Precipitazioni mensili medie a Castelletto d'Orba (fonte WeatherSpark.com)

L'economia del posto si basa sull'agricoltura, visto che il paese è circondato da bellissimi vigneti in cui si producono i vini DOC che rendono famoso in tutto il mondo l'Alto Monferrato.

Castelletto d'Orba è conosciuto da molti per la ricchezza di acque sulfuree, essendo divenuto, in particolare nella prima metà del XX secolo, una delle mete termali più ambite e prestigiose.

3.1.2 *Notizie storiche sulle sorgenti di Castelletto d'Orba*

Le acque di Castelletto d'Orba furono scoperte nel 1700 dal medico Gian Battista Barberis e dal farmacista Giulio Bava, che, con studi e analisi dettagliate, cercarono di definirne le proprietà chimiche definendole "sulfuree fredde purganti". Ne intuirono anche alcune proprietà benefiche per la salute umana: grazie alla presenza di numerosi sali disciolti in acqua, in particolare zolfo e antimonio, furono reputate come un ottimo rimedio per: reumatismi, calcoli renali, asma, malattie della pelle, dello stomaco e delle articolazioni.

Agli inizi del 1800, il chimico genovese Mojon effettuò delle analisi più specifiche e indicò la presenza di acido solfidrico, muriato di soda, calce e muriato di calce e ne esaltò le proprietà con queste parole: "assai più forti...di tutte quelle che son oggi conosciute del genere in Italia"; agli inizi del XX secolo alcuni studiosi ed esploratori fornirono informazioni sulla posizione di tre sorgenti: una, in prossimità del Rio Albedosa, conosciuta in seguito con il nome di Molino Albedosa, e altre due ai lati del Rio Arbarolo, probabilmente la Fonte dello Zolfo e Lavagello. Molti

luminari dell'epoca attribuirono ad esse l'appellativo di "acque miracolose", in grado di guarire da numerose malattie, rendendo così Castelletto d'Orba sempre più rinomato non solo in Piemonte, ma anche nelle vicine regioni.

Nel 1930 tre imprenditori del posto ricevettero dal Ministero dell'Interno le concessioni minerarie per lo sfruttamento e la vendita al pubblico delle acque minerali, utilizzando sia le fonti più antiche sia una nuova sorgente scoperta qualche anno prima, la Feja, situata nelle vicinanze di Molino Albedosa.

In un volume edito nel 1939 dal Ministero, vennero messe in evidenza le peculiarità terapeutiche e i parametri chimico-fisici di tali acque.

Nel dopoguerra vi fu un incremento del turismo termale, grazie anche ad alcune misure statali, e, così, le sorgenti di Castelletto d'Orba divennero la meta preferita di famiglie e sportivi: Gino Bartali spesso soggiornava nel paese e apprezzava le acque della fonte Lavagello.

Nel 1950 nel paese si respirava una nuova aria grazie alla notorietà raggiunta dalle fonti e ciò spingeva i proprietari ad incrementare la ricerca di nuovi approvvigionamenti per sviluppare ulteriormente l'attività termale con la nascita di complessi alberghieri e stabilimenti: nel Rio Albedosa furono scoperte le fonti Sant'Anna (1951), Augusta (1953) e Sovrana (1954).

Nel 1954 il possidente della concessione Molino Albedosa intraprese la strada della vendita in bottiglia dell'acqua minerale, comunque, senza un grande successo a causa delle alte concentrazioni di solfati.

Nello stesso anno la concessione Feja venne ceduta dal Dottor Augusto Armelio ad Alfredo Raffo, che, in poco tempo, istituì l'attività imprenditoriale Terme Fonti Feja, con la creazione di un complesso termale con annesso uno splendido parco, divenendo così un punto di riferimento nel settore, grazie, soprattutto, alle proprietà terapeutiche delle fonti vicine, in particolare della Feja. Nel 1957 Raffo ottenne l'autorizzazione per l'imbottigliamento e la commercializzazione dell'acqua minerale e, per incrementare la produzione, avviò una campagna di ricerche nelle zone limitrofe, senza ottenere il risultato sperato.

Negli stessi anni, nel paese, nacque un nuovo stabilimento termale in prossimità della sorgente Lavagello, per volere dei fratelli Tacchino, i quali ottennero l'autorizzazione all'imbottigliamento di un'acqua proveniente da un pozzo vicino, chiamato San Luigi, ma che in seguito prenderà il nome di Aurora.

Per accrescere la fama delle sorgenti e del paese, a Castelletto d'Orba venne indetto un convegno internazionale di idroclimatologia che

riunì i più grandi studiosi dell'epoca ma che fu un totale insuccesso che spense ogni speranza di affermazione anche al di là dei confini nazionali.

Gli anni '70 sancirono definitivamente l'abbandono dell'attività termale a causa di una mancata spinta innovatrice e di un totale disinteresse da parte della politica: i fratelli Tacchino interruppero la ricerche di nuove sorgenti e crearono un parco di divertimento con discoteche e piscine; Raffo cedette la concessione alla S.p.A. Fonti Feja, il cui obiettivo fu quello di incrementare la commercializzazione di acqua minerale, con un progressivo abbandono delle sorgenti più antiche a favore di pozzi profondi e più produttivi.

Agli inizi degli anni '90, la Società Terme di Lavagello fermò la produzione di acqua in bottiglia e lasciò in mano alla Società Fonti Feja la concessione "San Rocco", nella quale, qualche anno più tardi, nel 1997, venne terebrato un nuovo pozzo profondo oltre 100 metri, il Riofreddo, in modo tale da accrescere la linea produttiva, ma fu abbandonato poco dopo a causa delle forti variazioni di chimismo.

I primi anni del nuovo millennio furono prosperosi per la Società Feja, tant'è vero che nel 2009 ottenne un fatturato di 3 milioni di euro con la vendita di 45 milioni di bottiglie di acqua (fonte Beverfood), ma nel 2013 vi fu una brutta frenata d'arresto, che portò, come conseguenza, alla cessazione dell'attività.

Al giorno d'oggi, nel piccolo centro di Castelletto d'Orba, è in funzione solo il parco acquatico Lavagello, mentre tutte le altre attività versano in uno stato di incuria e devastazione e sono in attesa di futuri investimenti e di progetti in grado di risollevare le sorti del paese e dare nuovamente lustro alle preziose sorgenti.

3.1.3 Inquadramento geologico

La regione Piemonte può essere suddivisa in tre zone in funzione delle sue caratteristiche geomorfologiche: l'area della Pianura Padana, l'arco alpino-appenninico e il complesso collinare delle Langhe, Monferrato e Colline di Torino, come si può osservare in Figura 3.3³⁴.

³⁴ Ghibaudò et alii, Birth and tectono-sedimentary evolution of the Tertiary Piedmont Basin (NW Italy), 2019

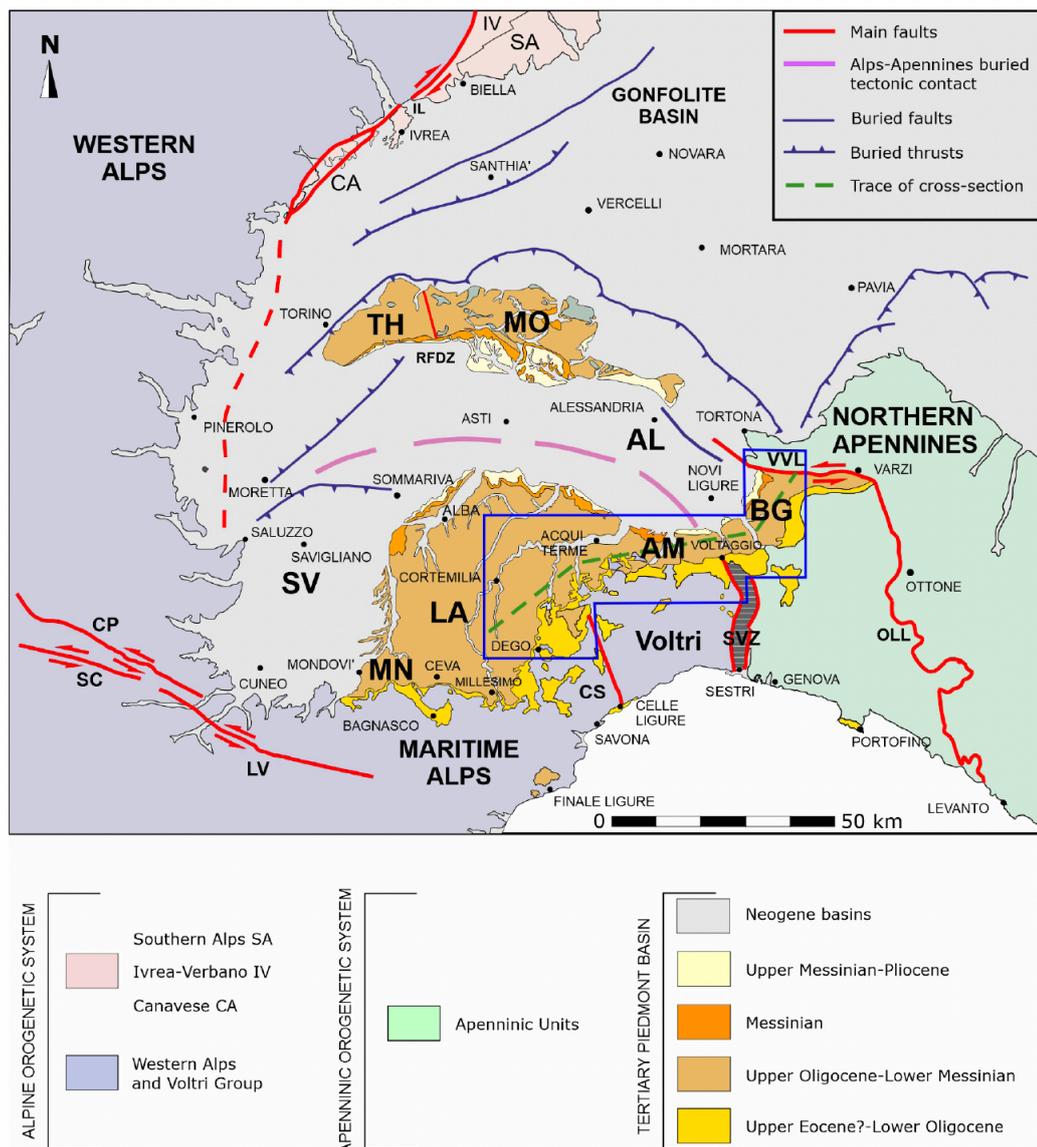


Figura 3.3 - Il Bacino Terziario Piemontese. TH: Colline di Torino; MO: Monferrato; MN: Monregalese; LA: Langhe; AM: Alto Monferrato; BG: Borbera-Grue; SV: Bacino di Savigliano; AL: Bacino di Alessandria; CA: Canavese; IV: Ivrea-Verbano; SA: Alpi Meridionali. IL: Linea Insubrica; RFDZ: area di deformazione Rio Freddo; SVZ: Sestri-Voltaggio; VVL: linea Villalvernia-Varzi; OLL: linea Ottone-Levanto; CS: linea Celle-Sanda; SC: Stura; CP: Cicatrice del Preit; LV: area di deformazione di Limone-Viozene.

L'origine di queste aree è molto complessa e ricca di numerosi eventi, che hanno modificato il territorio fino ai giorni nostri e sono riportati qui, di seguito, sinteticamente, in modo tale da comprendere meglio le diverse formazioni presenti nel territorio di Castelletto d'Orba.

L'inizio della storia geologica del Piemonte risale ad oltre 135 milioni di anni fa, al Cretaceo, quando, a causa di una graduale apertura dell'oceano Atlantico, si ebbe un movimento di convergenza tra la placca

tettonica europea e quella africana, determinando la scomparsa dell'oceano Tetide (Figura 3.4³⁵).

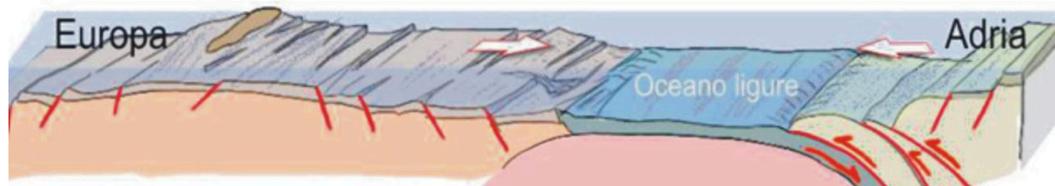


Figura 3.4 - Collisione continentale tra la placca europea e quella africana

Durante l'Eocene e l'Oligocene lo scontro tra le due placche provocò l'innalzamento di grandi volumi di roccia, alimentando, così, lo sviluppo della catena montuosa delle Alpi.

Nel Miocene l'arco alpino fu soggetto all'azione erosiva degli agenti atmosferici e, grazie ai corsi d'acqua, i sedimenti vennero trasportati in un bacino marino profondo, chiamato Bacino Terziario Piemontese (BTP), dove si depositarono in potenti successioni stratificate rimaneggiate dalle correnti di torbida.

Nella stessa epoca geologica si verificò il distacco del blocco "sardo-corso" dalla placca euroasiatica, il cui movimento, in senso antiorario, portò alla formazione del mare ligure-balearico e allo scontro con la placca Adriatica (o Apula): le forze di compressione provocarono il sollevamento degli Appennini.

Oltre 5 milioni di anni fa si verificò un evento geologico, chiamato "crisi di salinità del Messiniano", a causa del quale le acque del Mediterraneo evaporarono, in seguito alla chiusura dello Stretto di Gibilterra ed ai continui scontri tra la placca europea e quella africana. Ciò comportò un drastico abbassamento del livello del mare, l'affioramento di numerose aree precedentemente sommerse, la precipitazione di sali di acque marine soprasature e, conseguentemente, la sedimentazione di rocce evaporitiche come gessi, salgemma e anidriti (Figura 3.5³⁶).

³⁵ Andrea Ferrarotti, Dalla Pangea al Monferrato.

³⁶ Ricostruzione ad opera di Aaron Micallef, Daniel Garcia-Castellanos, Angelo Camerlenghi, University of Malta.



Figura 3.5 - Situazione del Mediterraneo durante la “crisi di salinità del Messiniano”.

All'inizio del Pliocene avvenne la riapertura dello Stretto di Gibilterra e le acque dell'oceano Atlantico ripopolarono il bacino del Mediterraneo: la pianura padana divenne un ampio golfo che si affacciava sul mare Adriatico; dalle acque emergevano i rilievi che corrispondono all'attuale zona del Monferrato e delle Colline di Torino.

Nel Gelasiano ci fu un progressivo innalzamento del territorio piemontese con il conseguente ritiro del mare e lo sviluppo di aree ricoperte di praterie e boschi; i corsi d'acqua divennero sempre più numerosi e, allo sbocco nelle pianure principali, si trovavano conoidi di deiezione.

L'ultima epoca in cui ci furono eventi di estrema variabilità climatica fu il Quaternario, caratterizzato da numerose glaciazioni (l'ultima delle quali denominata Würm terminò circa 12.000 anni fa); grazie al loro movimento le valli furono allargate e scavate, mentre in pianura vennero depositati sedimenti che costituirono i grandi anfiteatri morenici. Nelle colline del Monferrato, a causa dell'altitudine, non ci fu mai lo sviluppo di ghiacciai, nonostante ciò, oggi è possibile trovare alcune tracce di limo argilloso proveniente dall'erosione dei sedimenti morenici.

Le ultime fasi geologiche nell'area del Monferrato riguardarono la modellazione dei versanti ad opera dei corsi d'acqua e delle intense piogge che innescarono numerose frane.

Castelletto d'Orba è situato alle estreme propaggini settentrionali dell'Appennino Ligure-Piemontese, nell'Alto Monferrato, che, insieme alle Colline di Torino e alle Langhe, costituiscono il Bacino Terziario Piemontese, in cui, prevalentemente, si trovano sedimenti di ambiente marino.

Le formazioni geologiche presenti nel territorio preso in esame sono (Figura 3.6):

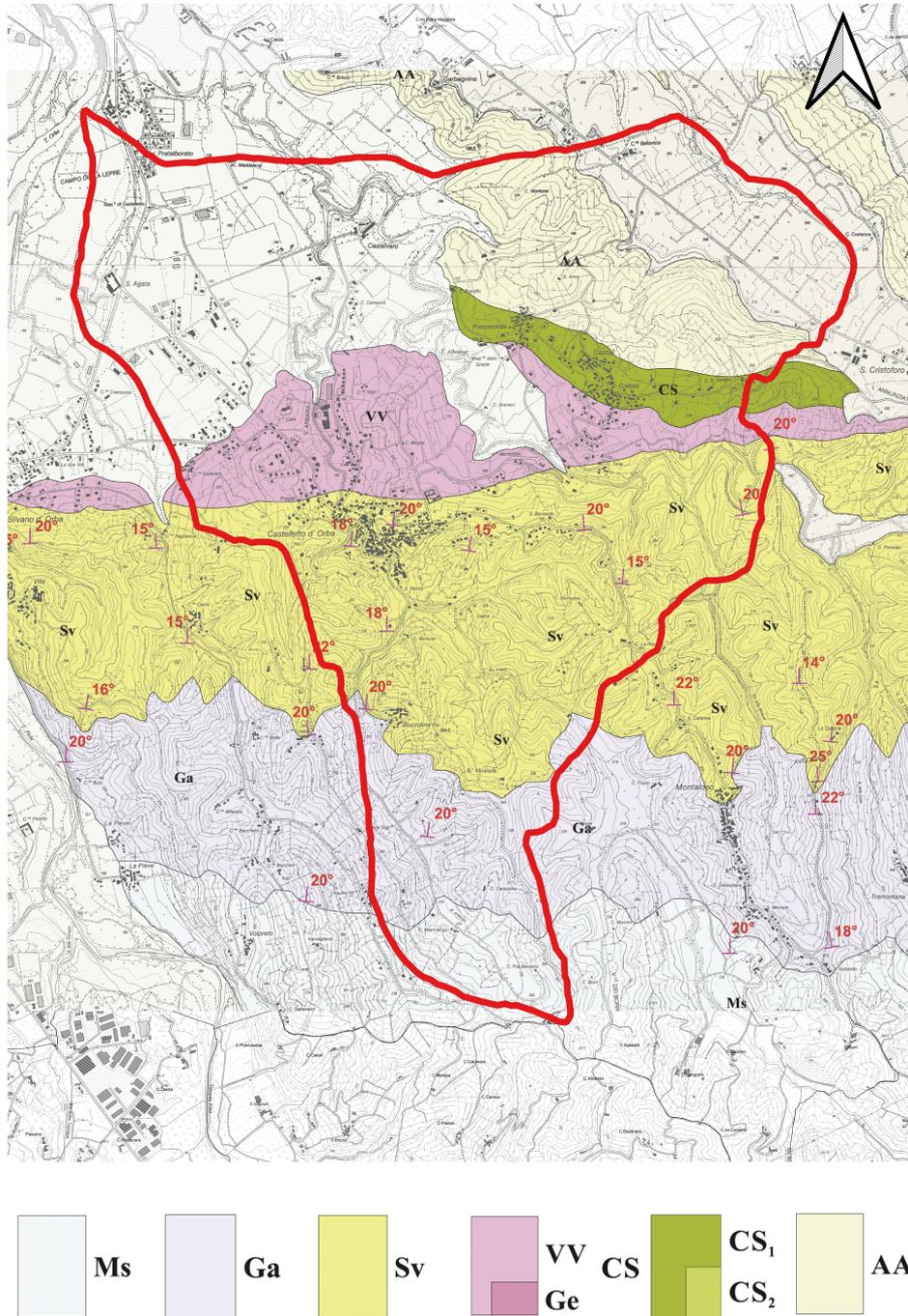


Figura 3.6-Formazioni geologiche presenti nel territorio di Castelletto d'Orba. Scala 1:100.000.
Fonte Ghibaudo et alii, 2019.

- Formazione di Cessole:
 - **Ga**, Siltiti di Gavi (Langhiano).

- **Ms**, Peliti e Arenarie di Morsasco (Langhiano).
- **Sv**, Formazione di Serravalle (Serravalliano).
- **VV**, Complesso Caotico della Valle Versa (Messiniano Sup.).
- **Cs**, Conglomerati di Cassano Spinola (Messiniano Sup.).
- **AA**, Argille Azzurre (Zancleano).

La formazione di Cessole

La formazione di Cessole, la cui origine risale al Langhiano Superiore (14 milioni di anni fa), viene divisa in due membri che presentano una transizione laterale e verticale: le Siltiti di Gavi (Figura 3.7) e le Arenarie di Morsasco (Figura 3.8). Le siltiti sono depositi di piattaforma e di prodelta, mentre le arenarie appartengono ad un ambiente marino più profondo, e, più precisamente, ad un'area di scarpata continentale.

L'unità litostratigrafica si dispone lungo la direzione ovest-est, dalla valle del Bormida (in cui presenta uno spessore di 600 metri) fino alla valle Borbera (potente circa un centinaio di metri). Ad ovest del torrente Scrivia le Siltiti di Gavi presentano sia siltiti bioturbate che arenarie molto fini, alternate a marne biancastre in strati sottili e poco evidenti, con un passaggio graduale, nella parte superiore, alla sovrastante Formazione di Serravalle; sono inoltre presenti echinoidi, pteroidi e bivalvi.

Nelle Peliti e Arenarie di Morsasco si individuano strati di siltiti o arenarie fini che si alternano a peliti bioturbate.



Figura 3.7-Formazione di Cessole, Siltiti di Gavi. Fonte Ghibaudo et alii, 2019.

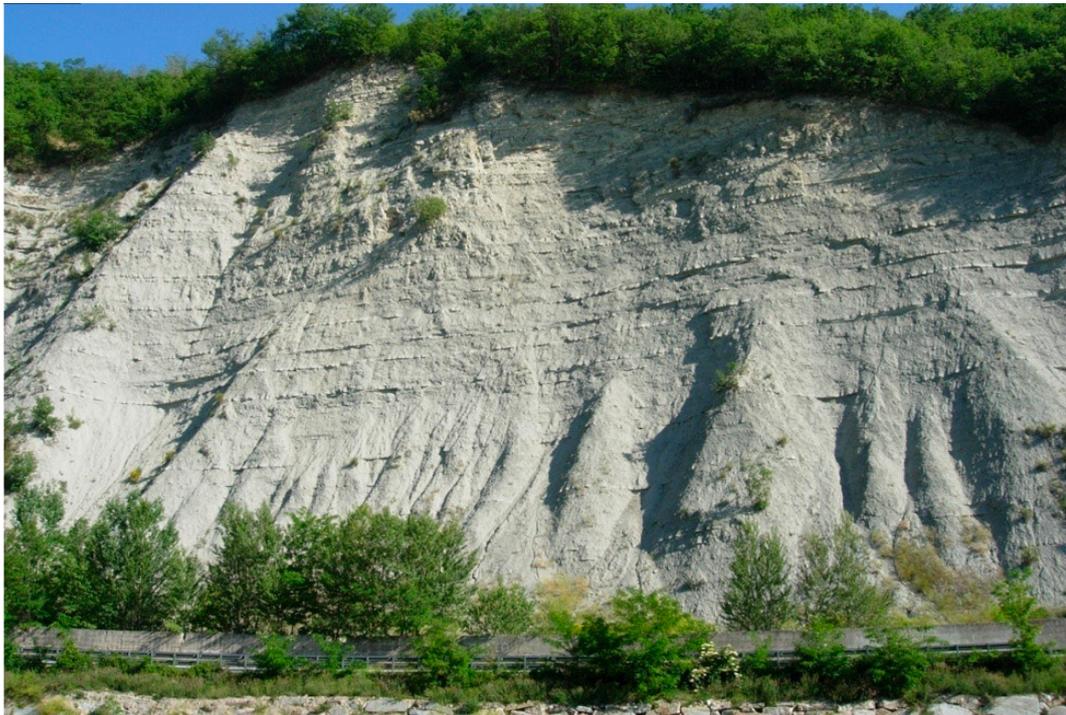


Figura 3.8-Formazione di Cessole, Arenarie di Morsasco. Fonte Ghibaudo et alii, 2019.

La formazione di Serravalle

La Formazione di Serravalle (Figura 3.9) presenta arenarie e siltiti bioturbate, ricche di scafopodi e bivalvi: inferiormente si osservano strati di arenaria spessi, amalgamati, gradati e con laminazione piano-parallela; le siltiti, invece, sono caratterizzate dalla presenza di lamine sabbiose a base piana e con tetto ondulato, quasi certamente dei ripple isolati; superiormente si trovano arenarie ibride a grana medio/grande e con lamine planari a basso angolo.

La genesi di questa unità è riconducibile al Serravalliano (11,608–13,82 Ma³⁷): si tratta di depositi di piattaforma con l'interferenza di sedimenti grossolani, propri di un sistema deltizio, trasportati dal flusso idrico.



Figura 3.9-Costa delle Bolle, in Val Borbera, in cui si nota il contatto tra la Formazione di Serravalle e le Siltiti di Gavi. Fonte Fonte Ghibaudo et alii, 2019.

Il Complesso Caotico della Valle Versa

Come indica il nome stesso, trattasi di un'unità litostratigrafica che contiene diverse tipologie di rocce, mescolate tra loro in maniera irregolare: i blocchi, le cui dimensioni variano dalla scala centimetrica a

³⁷ Ma, megaannum, unità di tempo pari ad un milione (10⁶) di anni.

quella ettometrica, sono annegati, con orientazione casuale, in una matrice di marne argillose con spigoli vivi, ricca di sostanza organica (Figura 3.10).

Il complesso è costituito da grandi blocchi di gesso selenitico e dolomitico, gessi primari laminati, gessoruditi che evolvono in gessareniti, carbonati micritici fossiliferi, carbonati metano-derivati e carbonati vacuolari (per la dissoluzione di cristalli di gesso), blocchi di areniti del membro calcarenitico delle Marne di Sant'Agata Fossili, depositi pelitici del membro di Nizza Monferrato, marne argillose appartenenti alla formazione delle Marne di Sant'Agata Fossili, depositi marnosi ed arenacei delle Marne di Cessole o del Complesso Caotico di Rocca Grimalda.

Alla base dell'unità è individuabile una superficie di discontinuità di tipo erosionale, mentre al tetto vi è una netta separazione con la formazione sovrastante: i conglomerati di Cassano-Spinola.

L'origine di queste rocce, avvenuta nel Messiniano Superiore, è molto complessa e articolata: si ritiene che essa sia avvenuta in seguito ad una risedimentazione gravitativa che ha coinvolto corpi di natura pre-evaporitica ed evaporitica; tuttavia, la presenza di blocchi estranei come il gesso selenitico e gesso-clastiti, avvalorano la tesi che siano stati trasportati da settori lontani.

Oggi, molti geologi di fama internazionale affermano che l'innesco degli eventi franosi non è attribuibile solo ai movimenti tettonici, ma, anche e soprattutto, alla risalita di gas idrati e fluidi ricchi di metano, presenti nelle rocce³⁸.

³⁸ Brooks et alii, 1991; Ginsberg et alii, 1993; Paull et alii, 1995; Bohrmann et alii, 1998; Henriët & Menieri, 1998; Treuh et alii, 1999.



Figura 3.10-Possibile area di contatto tra il Caotico della Valle Versa e la sottostante Formazione di Serravalle, torrente Albedosa, Castelletto d'Orba, 2022.

I conglomerati di Cassano-Spinola

La formazione è costituita da conglomerati e arenarie, che si alternano a strati di marne grigiastre e laminate (Figura 3.11). Localmente si individuano strutture lenticolari a matrice sabbiosa, divenendo, in alcuni casi, areniti a grana media o grossolana, con spessore che si protrae fino a 30 metri e con un'estensione laterale di 5 chilometri.

Gli strati arenacei sono più sottili (circa 1 metro), gradati e caratterizzati da diverse tipologie di laminazione: piano-parallela, obliqua-planare, ondulata e convoluta. Gli strati di peliti, che non vanno oltre i 60 centimetri di spessore, si alternano ad argille grigie con siltiti oppure ad areniti fini.

I conglomerati di Cassano-Spinola appartengono al Messiniano Superiore, in un contesto lagunare e di sistemi deposizionali di *fan delta*.

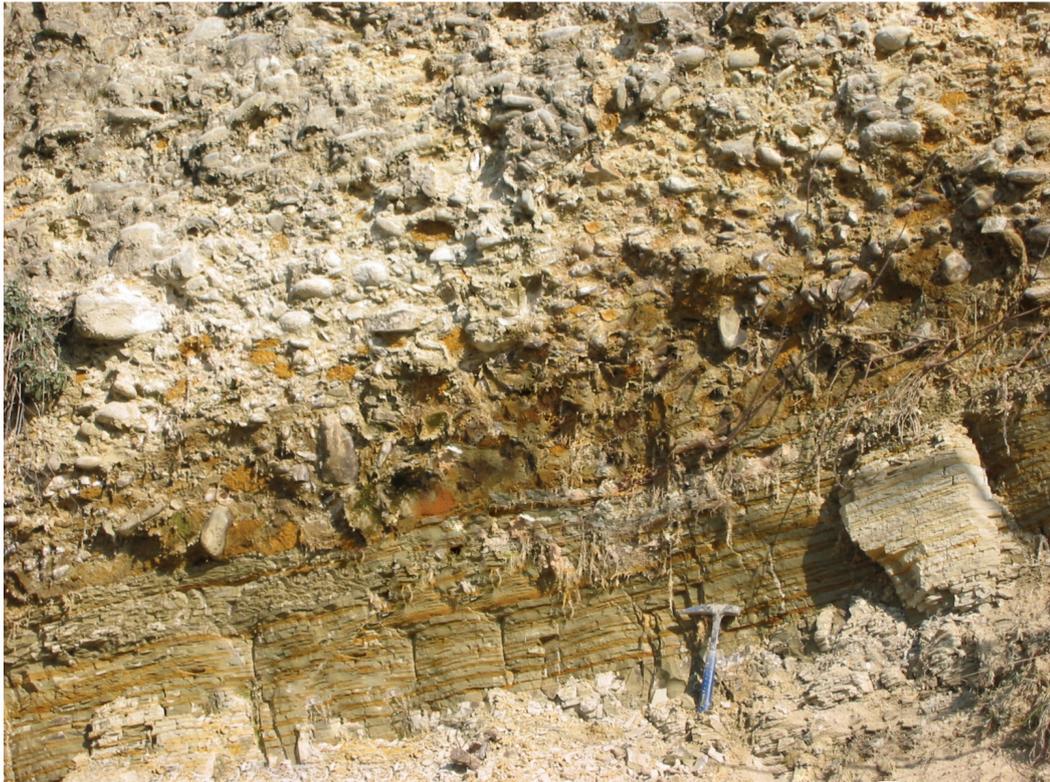


Figura 3.11-Formazione di Cassano-Spinola, località Sarogna. Fonte PROGETTO CARG, foglio 194 Acqui Terme.

Le Argille Azzurre

Tra i Conglomerati di Cassano-Spinola e la formazione delle Argille Azzurre intercorre una superficie di discontinuità costituita da un intervallo di conglomerati a matrice arenitica, con la presenza di ciottoli di serpentinite.

Sono marne beige o grigio-bluastrastre con stratificazioni di fossili (bivalvi, echinoidi, pteropodi, foraminiferi bentonici e pteroidi) e locali conglomerati risedimentati a matrice pelitica (Figura 3.12).

Questi sedimenti marnosi, che risalgono allo Zancleano, sono stati depositati in una zona di piattaforma esterna, mentre gli strati marnosi-siltosi appartengono ad un contesto di scarpata.



Figura 3.12-Argille Azzurre, località Boschella. Fonte PROGETTO CARG, foglio 194 Acqui Terme.

In Figura 3.13 si riporta lo schema stratigrafico dell'area meridionale del Bacino Terziario Piemontese (la vista dall'alto della sezione è evidenziata da un riquadro in blu nella Figura 3.3).

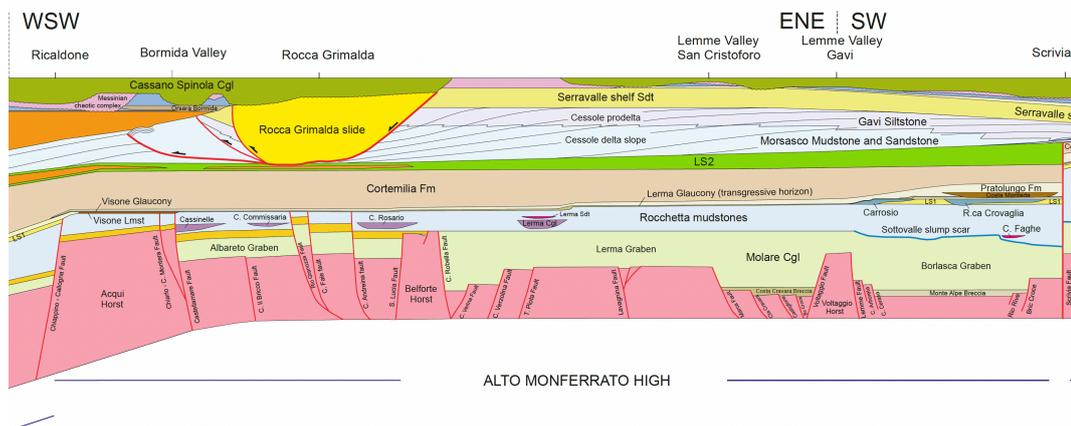


Figura 3.13-Sezione stratigrafica dell'Alto Monferrato. Fonte Plate II, Ghibaudo et alii, 2019.

3.1.4 Inquadramento idrogeologico

I sedimenti marini che costituiscono il Bacino Terziario Piemontese, sono prevalentemente marne e argille, con strati di sabbia e

conglomerati, più o meno potenti: si alternano pertanto livelli permeabili e impermeabili.

Gli acquiferi presenti in queste unità litostratigrafiche non hanno una grande estensione, poiché si trovano confinati in orizzonti di materiale fine, e, di conseguenza, l'acqua delle sorgenti sgorga con una bassa portata (solitamente qualche litro al minuto) e una temperatura pressoché costante, indice di scarsa interazione con l'ambiente esterno attraverso un movimento idrico molto lento.

Le formazioni geologiche possono essere classificate in termini idrostratigrafici (Figura 3.14) e, a tal proposito, risulta molto utile la suddivisione in Gruppi Acquiferi ad opera di *Irace et alii, 2009*: ogni gruppo si differenzia dagli altri in relazione al movimento dell'acqua nelle rocce e in base ad alcuni caratteri distintivi (giacitura, geometria interna ed esterna, associazioni di facies), spesso coincidenti con sintemi racchiusi tra due superfici di discontinuità stratigrafica.

I Gruppi Acquiferi sono ulteriormente ripartiti in altre 4 classi di Unità Idrogeologiche, in funzione del tipo di acquifero: monostrato, multistrato discontinuo e continuo, acquicludo/acquitardo³⁹.

Scala cronostratigrafica		UNITA' AFFIORNATI NEL FOGLIO ACQUI	DISCONTINUITA' STRATIGRAFICHE	UNITA' SEPOLTE (mod. da Irace et alii, 2009)	SINTEMI	GRUPPI ACQUIFERI	UNITA' IDROGEOLOGICHE DI GRUPPO ACQUIFERO
OLOCENE	0.01 Ma	DEPOSITI QUATERNARI Sintema di Cairo Montenotte Sintema di Merana		Q2	CMT MEA TBM PND MLA	A	AI AII AIV
	PLEISTOCENE superiore						
PLEISTOCENE	medio 0.78 Ma	Sintema di Torre Bormida	D8	Q1	MRZ	B	BI BII BIII
	inferiore	Sintema di Pliandice Sintema di Moirano					
PLIOCENE	2.6 Ma	MRZ Sintema di Maranzana	D8	P2	VIII	C	CI CII CIII CIV
	Placenziano	SFR Sabbie di Ferrere					
	3.6 Ma	AST Sabbie di Asti					
	Zandeano	FAA Argille Azzurre					
MIOCENE	5.3 Ma	FAA Argille Azzurre	D7	P1	VII	D	DI DII DIII DIV
	Messiniense superiore	CCS Conglomerati di Cassano-Spinola	D6	M2	VI	E	EII EIII
		CTV Complesso caotico Valla Verza	D5b D5a	M1	V	F	FIV

Figura 3.14-Gruppi Acquiferi e Unità Idrogeologiche nel bacino di Alessandria. Fonte PROGETTO CARG, Irace et alii, 2009.

Le Argille Azzurre hanno la funzione di acquitardo basale al di sotto della formazione delle Sabbie di Asti.

³⁹ acquitardo/acquicludo, formazione satura di acqua e con ridotta permeabilità che ne impedisce lo sfruttamento, ma consente la ricarica verticale di due acquiferi contigui.

I Conglomerati di Cassano-Spinola e la Formazione di Serravalle presentano strati conglomeratici e arenacei-sabbiosi, la cui granulometria ne consente la permeabilità non solo per porosità ridotta, ma anche per fratturazione con la presenza di piani di stratificazione, faglie subverticali e disturbi tettonici in corpi cementati, che favoriscono la percolazione dell'acqua negli strati rocciosi più profondi.

Il Complesso Caotico della Valle Versa è considerato, invece, un Gruppo Acquifero a sé stante, la cui funzione è quella di acquicludo/acquitardo. A causa della particolare struttura geologica, sono numerosi i settori caratterizzati da un'elevata permeabilità, come ad esempio quelli in cui sono presenti i blocchi di gesso e i calcari solfiferi, che, in seguito al carsismo, consentono una più facile circolazione dell'acqua.

In questa unità è possibile distinguere tre diverse configurazioni di circolazione dell'acqua:

- Circolazione di acqua nei depositi eluvio-colluviali, in cui essa si muove in un mezzo a granulometria variabile (dalle argille alle sabbie grossolane), creando una falda superficiale alimentata direttamente dagli eventi meteorici.

- Circolazione idrica in strati permeabili per porosità, come ad esempio in quelli a matrice arenacea, seppur con una bassa permeabilità.

- Circolazione nel fessurato, per lo più presente nelle formazioni di siltiti e marne, in cui il movimento dell'acqua è molto limitato ed è condizionato dall'orientamento e dalla densità di fratture.

3.2 Le sorgenti e i pozzi di Castelletto d'Orba

3.2.1 Analisi dei documenti storici

Per avere un'idea chiara e precisa di ciò che è presente sul territorio, in particolare delle numerose sorgenti e pozzi presenti, è necessario effettuare un'attenta e scrupolosa disamina dei documenti storici.

I dossier, forniti dalla Regione Piemonte, Direzione Ambiente, Energia e Territorio - Settore Tutela delle Acque, contengono: una numerosa corrispondenza tra gli Enti Pubblici Statali (Regione e provincia di Alessandria) e i concessionari; analisi chimiche, chimico-fisiche e microbiologiche delle sorgenti; progetti esecutivi dei pozzi, tubazioni e impianti di imbottigliamento; cartografie.

Tutto ciò ha permesso di ricostruire in maniera dettagliata l'evoluzione storica di ogni singola concessione, dall'affidamento fino alla restituzione al Patrimonio Regionale, e di individuare non solo l'esatta posizione di sorgenti e pozzi (poco chiara e caotica a causa dei nomi utilizzati per identificarli), ma anche parametri utili ai fini della ricerca:

stratigrafie, analisi, portate, estensione in profondità dei pozzi e il livello piezometrico, modalità di sfruttamento, aree di salvaguardia e rispetto.

3.2.2 Le sorgenti e i pozzi

Nel paese di Castelletto d'Orba erano attive quattro concessioni minerarie, ritornate oggi al Patrimonio Regionale, i cui nomi nonché le relative sorgenti e i pozzi sono indicati in Tabella 3.1:

Tabella 3.1 - Sorgenti e pozzi delle concessioni minerarie

Nome Concessione	Pozzi e Sorgenti
Feja	Pozzo Fornace, Pozzo Sovrana 1, Pozzo Sovrana 2, Sorgente Feja, Sorgente Augusta, Sorgente Sovranetta, Sorgente Sant'Anna
Molino Albedosa	Molino Albedosa
Lavagello	Sorgente Lavagello, Pozzo Aurora
San Rocco	Pozzo San Rocco, Pozzo Riofreddo

Esistono altre sorgenti, la cui acqua viene sfruttata come potabile e bene pubblico, attraverso l'erogazione dai seguenti punti di mescita dislocati su tutto il territorio comunale: Sorgente Fonte dello Zolfo (o San Rocco 1), Sorgente Punta (o San Rocco 2), Pozzo Riofreddo Comunale, Pozzo San Rocco Comunale, Sorgente Volpe, Fonte Cannone, Pozzo Villa Montobbio e Sorgente Santa Limbania.

Si riporta in Figura 3.15 (Allegato A) la localizzazione delle aree di concessione, le sorgenti e i pozzi.

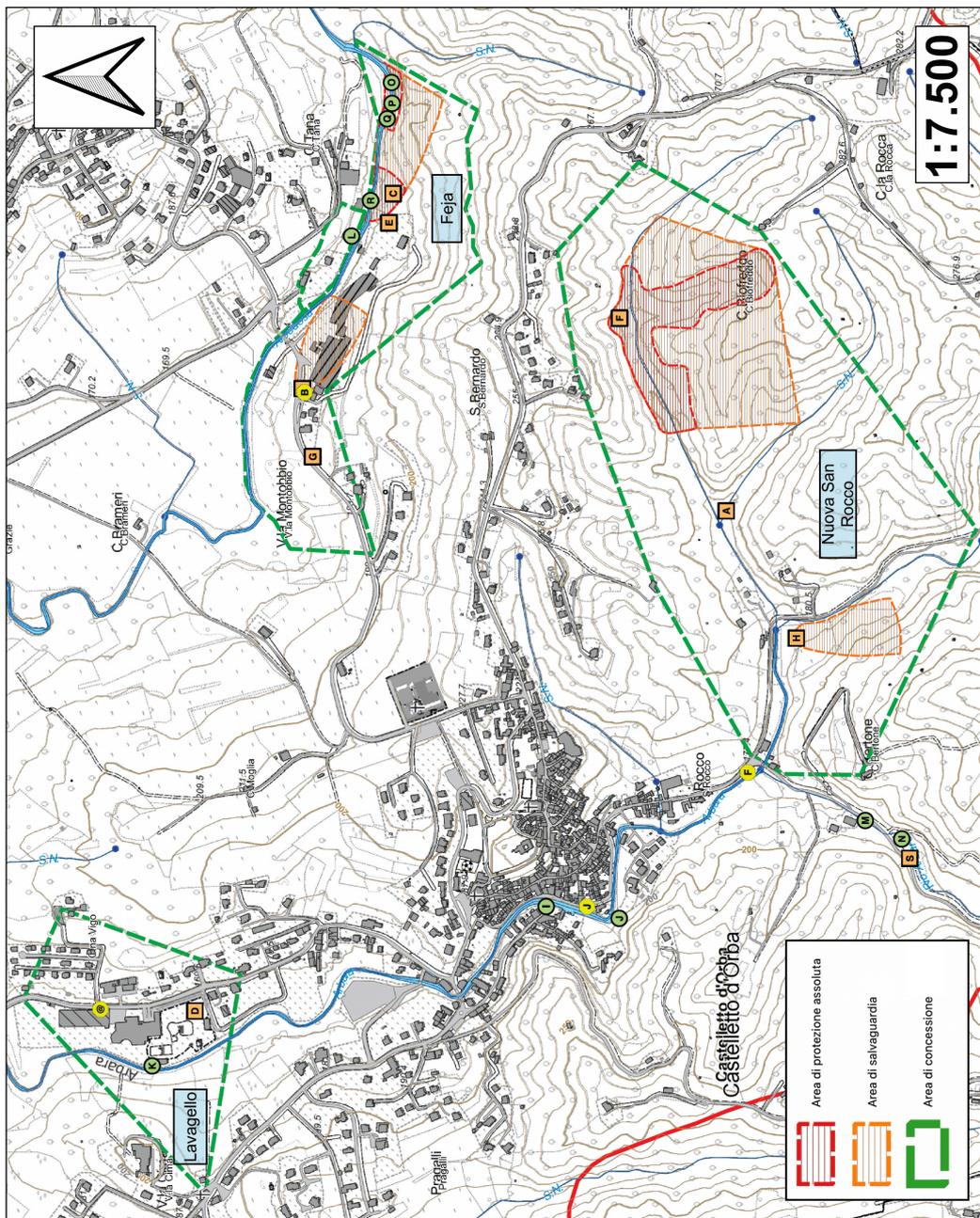


Figura 3.15 - Aree di concessione, sorgenti e pozzi su CTR.

3.2.3 Concessione Feja

Nel 1935 il Dottor Augusto Armelio ottenne il terreno dal signor Luigi Minetti e fece richiesta al Ministero dell'Interno per l'ottenimento della concessione mineraria: in quest'area, poco più grande di un ettaro, chiamata Feja, sgorgava l'omonima sorgente all'interno del torrente Albedosa.

Armelio era un medico igienista ed aveva intuito le peculiarità terapeutiche (di tipo purgativo) e organolettiche dell'acqua minerale, servendola come bibita sul posto.

Qualche anno più tardi, l'intensificarsi del turismo termale portò il nuovo proprietario, Alfredo Raffo, ad ampliare la concessione, giungendo così a 11 ettari, e, ad avviare una campagna di ricerca per individuare e captare nuove sorgenti. Nell'alveo del torrente Albedosa ne furono intercettate tre: Sant'Anna (1951), Augusta (1953) e Sovranetta (1954).

Alla fine degli anni 50 venne terebrato, nelle vicinanze, un pozzo chiamato Sovrana 1, il cui compito era quello di incrementare la produzione e l'imbottigliamento di tipo industriale, anche se l'autorizzazione per lo sfruttamento arrivò molti anni dopo, nel 1978. Nello stesso anno la S.p.A San Bernardo, società a cui qualche anno prima il signor Raffo aveva ceduto la concessione, fece richiesta alla Giunta Regionale di cambiare intestazione, sancendo così la nascita della S.p.A Fonti Feja. Ciò portò ad una profonda ristrutturazione dello stabilimento, con la costruzione di capannoni più ampi, il miglioramento delle vasche di decantazione, l'ammodernamento della linea di produzione, l'ampliamento dei prodotti messi in vendita comprese anche bibite e bevande gassate.

Due anni più tardi, nel 1980, l'area di concessione venne ulteriormente ampliata, estendendosi così a 18 ettari, e inglobò due pozzi: il Fornace, la cui acqua venne venduta per oltre 30 anni con il nome di "Nuova Sorgente Augusta", e il Pozzo Villa Montobbio. Per quest'ultimo si innescò un contenzioso con il Comune, che lo utilizzava per il prelievo di acqua potabile da addurre nell'acquedotto civico. La società Feja si impegnò a non ostacolarne l'uso e a non interferire con la sua produttività.

Agli inizi degli anni 90 venne fatta richiesta per lo sfruttamento di un pozzo più profondo, il Sovrana 2, in sostituzione del precedente pozzo omonimo.

Nel 1997 la società Feja ottenne il permesso di ricerca per studiare le caratteristiche di nuovo pozzo, il Riofreddo, situato all'interno della concessione "San Rocco", decaduta qualche anno prima a causa di inadempienze normative della Società Terme di Lavagello.

Agli inizi del nuovo millennio la concessione "Nuova San Rocco" venne affidata alla Società Feja, affinché sfruttasse il pozzo che qualche anno prima era stato oggetto di ricerca.

Dopo alcuni anni fiorenti, nel 2013, la Società, sull'orlo del fallimento, decise di sospendere il riconoscimento delle acque minerali. Con la scomparsa della concessione, le pertinenze oggi sono ritornate al Patrimonio Regionale, mentre lo stabilimento è di proprietà dell'Unicredit Leasing S.p.A.

Si riporta in Figura 3.16 (Allegato C) la posizione delle sorgenti e dei pozzi della concessione Feja.

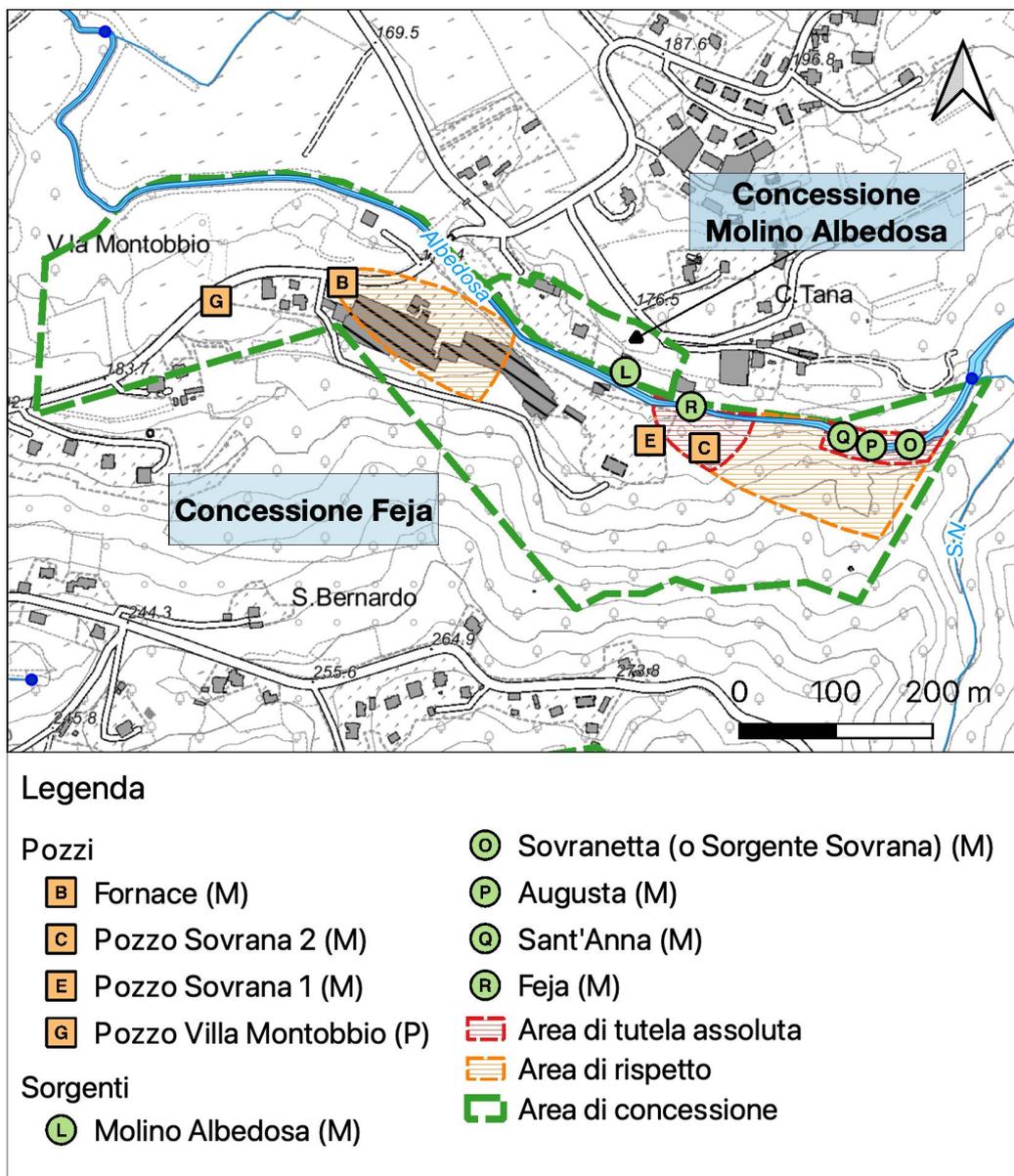


Figura 3.16-Concessioni Feja e Molino Albedosa.

3.2.3.1 Sorgente Feja

La sorgente Feja scaturisce sulla destra orografica del torrente Albedosa, nella zona di contatto tra le arenarie e le marne del Complesso Caotico della Valle Versa.

Sin dall' inizio della concessione essa era prelevata con un'opera in cemento e addotta in un piccolo serbatoio munito di rubinetto, dove veniva servita come bibita.

In seguito alle alluvioni, in particolare quelle del 1977 e 1987, l'opera di captazione fu distrutta e la sorgente andò persa. Al giorno d'oggi è molto difficile raggiungere l'area in cui la sorgente sgorgava,

poiché bisogna oltrepassare i cancelli del vecchio stabilimento e attraversare una fitta boscaglia, prima di arrivare all'alveo del fiume: nella Figura 3.17 (foto scattata in prossimità della posizione sorgente), si vede come tutto sia ricoperto da detriti e arbusti.



Figura 3.17-Punto plausibile in cui sgorgava la sorgente Feja, torrente Albedosa, gennaio 2022.

Nel corso degli anni sono state effettuate numerose analisi chimiche e chimico-fisiche: i dati dei parametri più significativi e degli ioni disciolti in acqua (le tabelle con i dati completi sono riportati nella sezione Allegati) sono riportati nelle Tabelle 3.2 e 3.3.

Tabella 3.2-Parametri chimico-fisici Feja

Parametri chimico-fisici	1948	1951	1956	1978/1	1978/2	1987
pH			(A 18°C) 6,80	(A 20°C) 7,53	(A 20°C) 7,60	(A 20°C) 7,50
T [°C]	12,7	12,5	12,7	9,5	10,8	12,7
cE [μS/cm]	(A 18°C) 29050		(A 18°C) 25590	(A 20°C) 13000,0		

Parametri chimico-fisici	1948	1951	1956	1978/1	1978/2	1987
Residuo fisso a 180°C [mg/l]	19012,7	20008,5	19021,7	9589	9595	9260

Tabella 3.3-Sostanze disciolte in acqua Feja

[mg/l]	1948	1951	1956	1978/1	1978/2	1987
Calcio	1248,90	1252,00	1244,00	622,00	620,00	618,00
Magnesio	529,80	526,50	599,00	351,00	345,00	336,00
Sodio	5119,20	5121,00	5016,00	2155,00	2175,00	2075,00
Potassio	82,10	82,30	82,00	26,00	32,00	30,00
Cloruro	9821,50	9821,50	9821,50	9821,50	9821,50	3938,00
Solfato	2595,20	2592,50	2595,00	1671,00	1670,00	1680,00
Bicarbonato	38,40	29,00	38,00	191,00	190,00	190,00

Ciò che emerge dalle analisi è la particolarità di quest'acqua: il residuo fisso, variando tra i 20.000 mg/l e i 9600 mg/l, la etichetta come "ricca di sali minerali"; la conducibilità elettrica specifica oscilla tra i 29.000 $\mu\text{S/cm}$ e i 13.000 $\mu\text{S/cm}$. È interessante osservare come i due parametri abbiano una riduzione pari alla metà del valore originale dopo il 1978: questa variazione può essere imputata o ad una taratura differente degli strumenti (in correlazione al progresso tecnologico dei metodi di analisi), o all'alluvione che, verificatasi proprio in quell'anno, ha modificato la movimentazione dell'acqua nelle rocce.

Per quanto riguarda i valori di portata, i documenti indicano valori compresi tra 1,5 l/min e 6,5 l/min.

I risultati in Tabella 3.3 sono riportati nel diagramma di Schoeller in Figura 3.18.

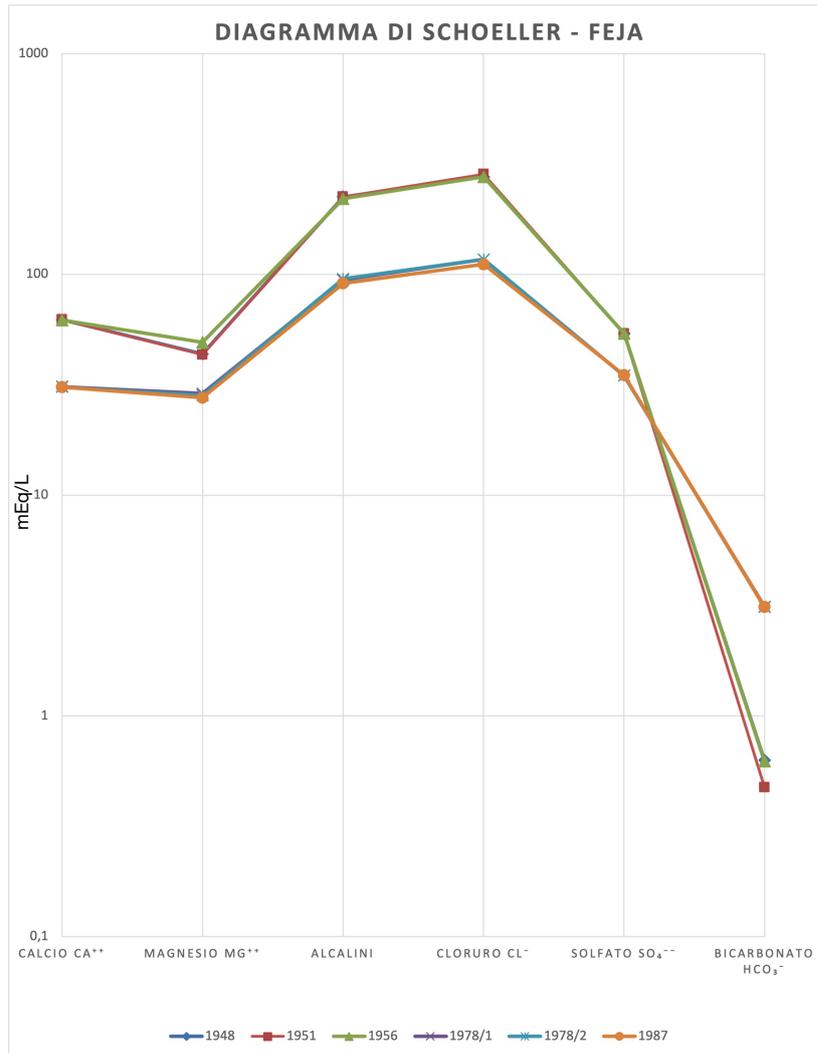


Figura 3.18-Diagramma di Schoeller, Feja.

Osservando il diagramma, si evince che la facies sia *cloruro-alkalina con subfacies solfato-calcico-magnesiaca*: i valori di cloro e sodio molto elevati sono riconducibili a sedimenti evaporitici, mentre le alte concentrazioni di solfati dipendono dalla presenza di blocchi di gesso che caratterizzano la formazione in cui la sorgente sgorga.

L'acqua minerale, con questo particolare chimismo, è consigliata per problemi delle vie intestinali e dello stomaco, come le gastriti e la stipsi.

3.2.3.2 Sorgente Sant'Anna

La sorgente Sant'Anna sgorga nell'alveo del torrente Albedosa, a poca distanza, a monte della sorgente Feja, con cui ne condivideva le modalità di captazione: infatti l'acqua veniva convogliata in una piccola

cisterna e poi servita all'interno del parco del complesso termale. Oggi non è possibile più individuare né le pertinenze né il punto di emergenza, sepolto dai detriti trasportati dalle alluvioni.

Le analisi chimiche, chimico-fisiche e batteriologiche sono state eseguite dal 1951 al 1994 e sono riportati nelle Tabelle 3.4 e 3.5:

Tabella 3.4-Parametri chimico-fisici Sant'Anna

Parametri chimico-fisici	1951	1978/1	1978/2	1986	1994
pH		(A 20°C) 7,86	(A 20°C) 7,76	7,74	(A 20°C) 7,45
T [°C]	15	10,50	13,2	10,2	
cE [μS/cm]	(A 25°C) 5400	(A 20°C) 8000	(A 20°C) 7800	(A 20°C) 7780	(A 20°C) 1744
Residuo fisso a 180°C [mg/l]		5604	5604	5584	1217

Tabella 3.5-Sostanze disciolte in acqua Sant'Anna

[mg/l]	1951	1978/1	1978/2	1986	1994
Calcio	258,8	376	376	370	117
Magnesio	106,6	209	193	194	
Sodio	993,0	1222	1220	1210	
Potassio	424,0	12	12	12	
Cloruro	1212,7	2272	2274	2253	605
Solfato	376,0	1036	965	962	115
Bicarbonato	335,5	229	229	230	

Dai dati emerge che l'acqua può essere considerata "ricca di sali minerali", in quanto i valori di conducibilità elettrica specifica e residuo fisso sono molto elevati. Le analisi non sono accompagnate dai dati sulla portata, ma, in numerosi documenti, si fa riferimento ai valori di 4 l/min.

Si riportano nel diagramma di Schoeller, Figura 3.19, le concentrazioni degli ioni più indicativi:

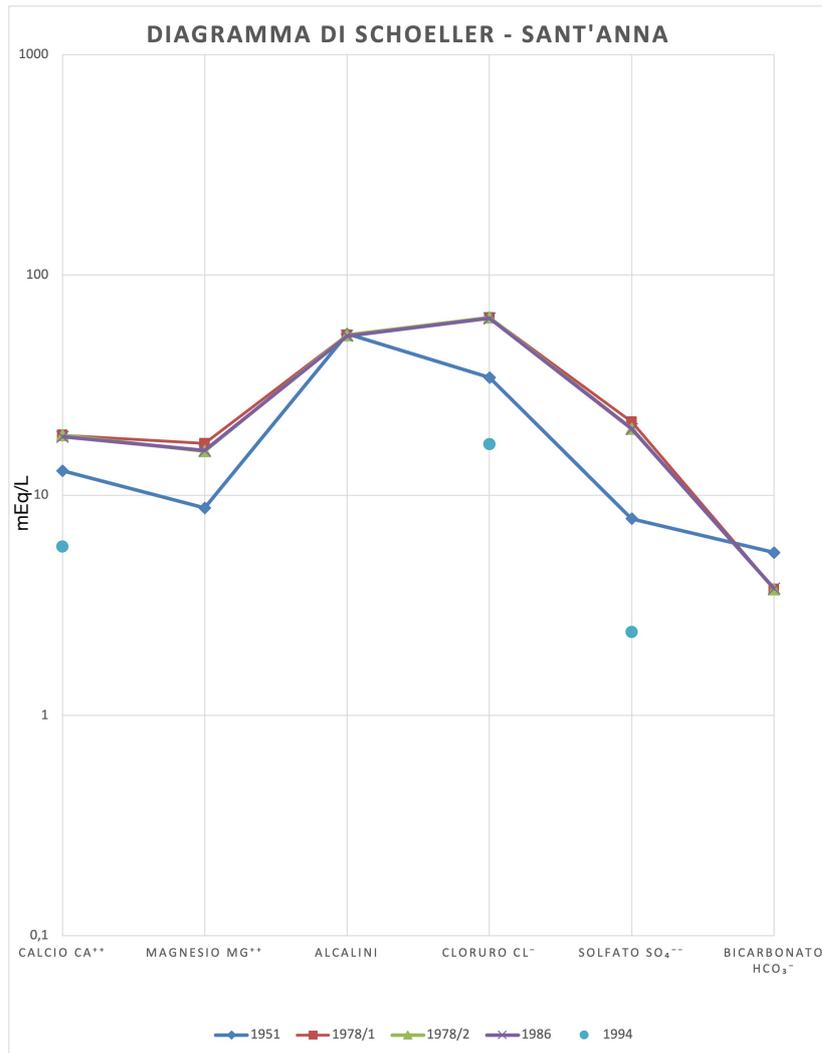


Figura 3.19-Diagramma di Schoeller Sant'Anna.

Si tratta di acqua minerale *cloruro-alkalina con subfacies solfato-calcico-magnesiaca*, ovvero, della medesima natura della sorgente Feja: anch'essa sgorga nel Complesso Caotico della Valle Versa, dove il contatto con depositi evaporitici l'arricchisce di ioni cloro e sodio, oltre che di solfati. Questi parametri non rimangono costanti nel tempo: si osserva infatti come vi sia una netta diminuzione dei valori (1994), sia chimici che fisico-chimici, imputabile, probabilmente, o ad una diversa mobilitazione dell'acqua in seguito all'alluvione del 1987, oppure ad un errore in fase di campionamento.

In ambito clinico e farmacologico l'uso di quest'acqua è indicato per le cure depurative e disintossicanti, stipsi e coliti.

3.2.3.3 Sorgente Augusta

Anche la sorgente Augusta scaturiva alla destra orografica del torrente Albedosa, nel Complesso Caotico della Valle Versa, in marna a matrice arenacea, intervallate a sottili strati calcarei. Come scritto in precedenza, al giorno d'oggi non è possibile individuare il punto di emergenza della sorgente, ricoperto da materiale detritico trasportato dal torrente in piena.

Nelle Tabelle 3.6 e 3.7 si riportano i dati analitici che caratterizzano l'acqua in questione:

Tabella 3.6-Parametri chimico-fisici Augusta

Parametri chimico-fisici	1956	1978/1	1978/2
pH	(A 18°C) 6,83	(A 20°C) 7,40	
T [°C]	14	9	10,8
cE [µS/cm]	(A 18°C) 1230	(A 20°C) 1150	(A 20°C) 1150
Residuo fisso a 180°C [mg/l]	1030	842	840

Tabella 3.7-Sostanze disciolte in acqua Augusta

[mg/l]	1951	1978/1	1978/2
Calcio	116,7	11,3	12,5
Magnesio	52,8	114,5	113,5
Sodio	160,2	98	99
Potassio	2,7	23	22
Cloruro	299,7	174	178
Solfato	127,8	144	142
Bicarbonato	371,81	387	386

Si tratta di un'acqua "minerale", in quanto il residuo fisso è compreso tra i 500 e i 1500 mg/l (classificazione D.L. 105/92), con una portata pari a 24 l/min (1978).

Si riporta in Figura 3.20 il diagramma di Schoeller, impiegando i dati della Tabella 3.7:

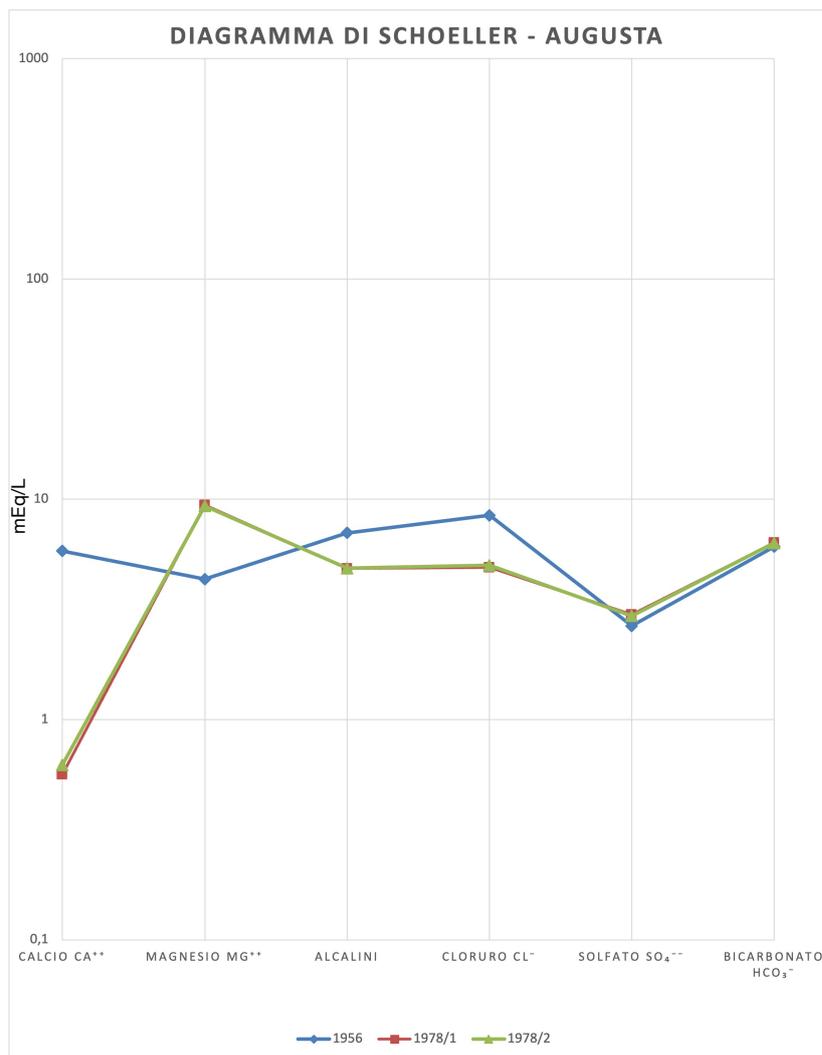


Figura 3.20-Diagramma di Schoeller Augusta.

I dati del 1956 suggeriscono una *facies cloruro-alcalina con subfacies bicarbonato-calcico-magnesiaca*, mentre dalle analisi del 1978 si evince una condizione di *facies bicarbonato-magnesiaca con subfacies cloruro-alcalina*. Osservando la tabella e il diagramma si nota come tutti gli ioni presenti in acqua mostrino concentrazioni più basse rispetto alle sorgenti viste finora: non si ha più un contenuto elevato di sodio e cloro, ma un modesto quantitativo di bicarbonati. Visto che sgorga in una formazione geologica molto complessa, probabilmente l'acqua, con il suo lento movimento, non entra in contatto con lenti evaporitiche, sicché acquisisce una connotazione chimica differente dalle vicine sorgenti.

In ambito farmacologico quest'acqua può essere impiegata per: malattie renali, stati febbrili, gotta e uricemie.

3.2.3.4 Sorgente Sovranetta (o Sovrana)

Il punto di emergenza della sorgente Sovranetta, situato sulla sinistra del torrente Albedosa, nella formazione geologica del Complesso Caotico della Valle Versa, è scomparso in seguito agli eventi alluvionali.

È l'unica sorgente di cui si sa molto poco, infatti è giunta a noi una sola analisi eseguita nel 1956 (i cui dati sono riportati nelle Tabelle 3.8 e 3.9) la quale, spesso, a causa del nome, viene attribuita al pozzo poco distante.

Tabella 3.8-Parametri chimico-fisici Sovranetta

Parametri chimico-fisici	1956
pH	(A 18°C) 7,60
T [°C]	12
cE [μS/cm]	(A 18°C) 470
Residuo fisso a 180°C [mg/l]	355

Tabella 3.9-Sostanze disciolte in acqua Sovranetta

[mg/l]	1951
Calcio	83,3
Magnesio	2,4
Sodio	16,5
Potassio	5,8
Cloruro	10,1
Solfato	13,9
Bicarbonato	398,3

L'acqua in questione è oligominerale, in virtù di un residuo fisso più basso, al di sotto dei 500 mg/l; alcune fonti storiche indicano una portata di 20 l/min.

I dati della Tabella 3.9 sono riportati in Figura 3.21: si tratta di un'acqua *bicarbonato-calcica*, il cui chimismo, verosimilmente, dipende dal contatto con lenti carbonatiche, che le conferiscono una connotazione simile alla sorgente Augusta. Anche quest'acqua può avere proprietà favorevoli alla salute per quanto riguarda: febbre, mal funzionamento dei reni e delle vie urinarie, artrite.

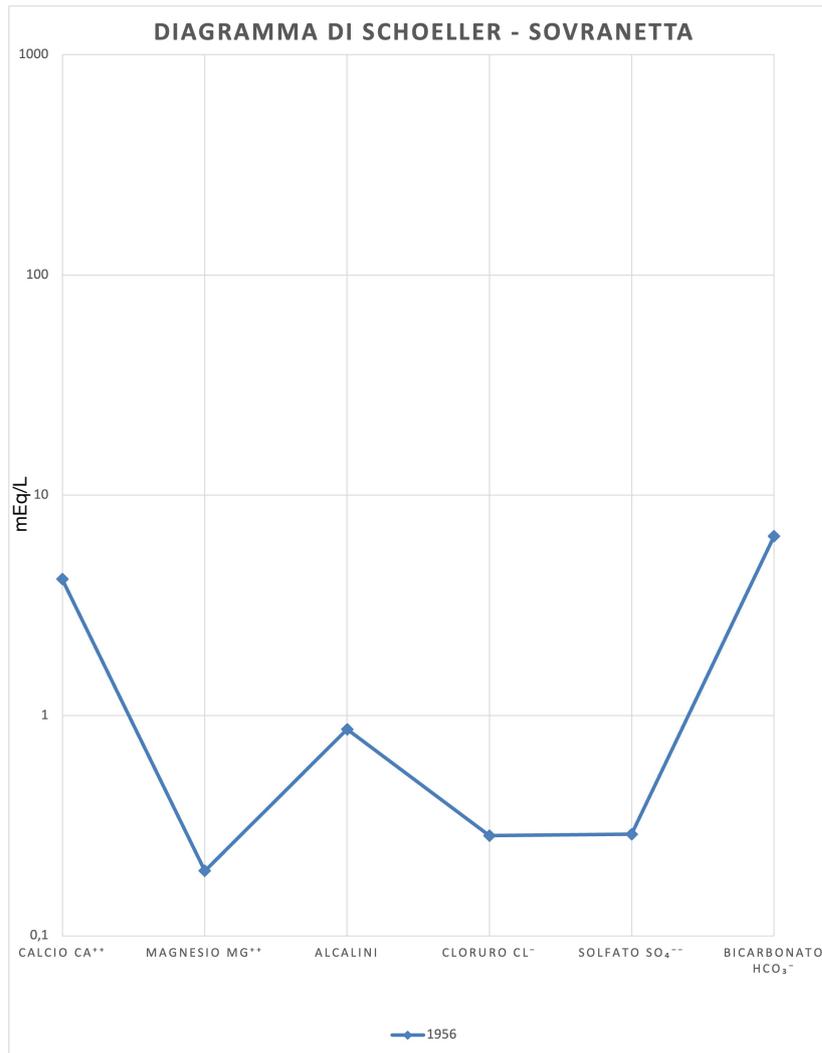


Figura 3.21-Diagramma di Schoeller Sovranetta.

La foto in Figura 3.22 ritrae la possibile area in cui emergevano le ultime tre sorgenti descritte.



Figura 3.22-Torrente Albedosa, gennaio 2022.

3.2.3.5 Pozzo Fornace

Il Pozzo Fornace, la cui acqua minerale è stata commercializzata con il nome di “Nuova Sorgente Augusta”, è situato all’interno dell’ex stabilimento Fonti Feja, visibile al km 8 della Strada Provinciale 176 Gavi-Castelletto d’Orba (Latitudine: 44° 41' 18.42”, Longitudine: 8° 42' 51.22”). Terebrato lungo il confine geologico tra la Formazione di Serravalle e il Complesso Caotico della Valle Versa, l’intera costruzione risale agli anni '70.

L’opera è profonda 25,5 m (a partire dal piano campagna), con una camicia in acciaio INOX di 6 m di estensione e di diametro pari a 420 mm, la quale attraversa la seguente successione stratigrafica (Tabella 3.10), redatta nel 1964 dal Prof. Conti:

Tabella 3.10-Successione stratigrafica Pozzo Fornace

Profondità [m]	Limiti litologici
0-4	ciottoli e terriccio
4-7	marna biancastra

Profondità [m]	Limiti litologici
7-8	calcare marnoso duro
8-14	marne scagliettate grigio-scure
14-15,50	marna dura
15,50-16,50	arenaria biancastra
16,50-19,50	arenaria grigio-chiara, sabbiosa e molto tenera
19,50-25,50	arenaria grigio-chiara tenera e porosa, acquifera
25,50	arenaria durissima

Il livello più produttivo è quello delle arenarie, tra i 15,50 m e i 25,50 m di profondità, protetto da strati poco permeabili.

Attualmente l'opera di presa, dotata di un'elettropompa sommersa con potenza di 30 CV e funzionante, è protetta da una cabina in muratura di dimensioni 2,00 m x 2,00 m x 2,60 m e chiusa da una porta in metallo (Figura 3.23). Il punto di mescita, poco distante dal pozzo, è situato al di fuori della proprietà privata (Figura 3.23).



Figura 3.23- Fontanino di mescita e opera di presa, Pozzo Fornace, 2022.

Nei dati progettuali è messa in evidenza una tubazione in acciaio INOX dal diametro di 90 mm che conduce l'acqua del pozzo nella camera di smistamento della fabbrica e successivamente ai due serbatoi di compenso.

In seguito alla sospensione del riconoscimento della mineralità dell'acqua, il pozzo Fornace e le relative pertinenze sono tornate in carico al Patrimonio Regionale, con verbale di sopralluogo del 17/07/2018.

Si riportano nelle Tabelle 3.11 e 3.12 i dati relativi alle analisi chimiche e chimico-fisiche, ottenuti da fonti storiche e da etichette di imbottigliamento; quelli del 2022 fanno riferimento alla campagna di campionamento eseguita il 17 gennaio dal Politecnico di Torino: il campione è stato raccolto in un contenitore sterile da 0,5 l attraverso il rubinetto di prelievo del pozzo.

Tabella 3.11-Parametri chimico-fisici Pozzo Fornace

Parametri chimico-fisici	1979	1990	2000	2004	2006	2008	2019	2022
pH		7,3	7,5	7,4	7,4	7,3	7,4	7,31
T [°C]		10,2	13,5	13,3	13,2	13,4		12,9
cE [μ S/cm]		768	860	780	808	742	547	709
RF a 180°C [mg/l]		496	551	528,6	520	503		

Tabella 3.12-Sostanze disciolte in acqua Pozzo Fornace

[mg/l]	1979	1990	2000	2004	2006	2008	2019	2022
Calcio	92	87		87,5	85	87,4	81,5	64,69
Magnesio	31,1	40,5	43	40,5	42	42,6	47,2	35,96
Sodio	8,7	38,5	52	42,5	37	35	8,4	5,85
Potassio	0,8	0,8	1,8	0,7	0,78	0,8	0,66	0,70
Cloruro	18	79,6			85,4	61	25,9	15,0
Solfato	24,7	39,3	45	40	36	38	10,8	20,94
Bicarbonato	398	378,5	390	399,5	380	395,3	417,35	332,96

L'acqua è batteriologicamente pura e classificabile come "minerale" (residuo fisso a 180°C superiore a 500 mg/l). In alcuni

documenti viene registrata una portata di 1,62 l/sec ad erogazione naturale e di 7.6 l/sec con pompaggio: in questo caso il livello dinamico si stabilizza a 16 m di profondità.

In Figura 3.24 si riporta il diagramma di Schoeller in funzione dei valori della Tabella 3.12:

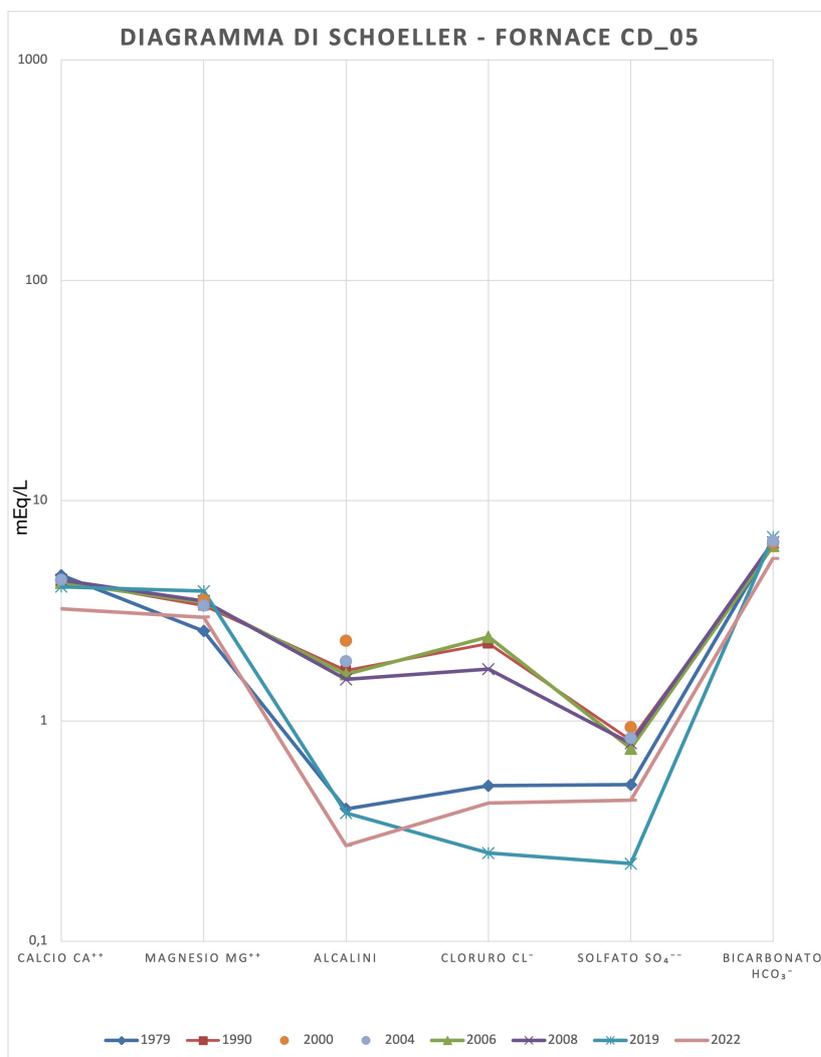


Figura 3.24-Diagramma di Schoeller, Pozzo Fornace.

La facies idrogeochimica è varia: in alcuni casi vi è un'acqua *bicarbonato-calcico-magnesiaca*, mentre in altri è *bicarbonato-calcico-magnesiaca con subfacies cloruro-alcalina*.

Si può ipotizzare che le variazioni di chimismo siano legate a possibili travasi di acqua dagli strati vicini del Complesso Caotico della Valle Versa, che portano ad un aumento delle concentrazioni di cloruri, sodio e solfati, tuttavia ciò non può essere confermato a causa delle scarse informazioni a disposizione

3.2.3.6 Pozzo Sovrana 1

Il pozzo Sovrana 1 si trova nel vecchio parco termale Fonti Feja, poco distante dal vecchio stabilimento. Fu terebrato alla fine degli anni '50, in un'area di confine tra la Formazione di Serravalle e il Complesso Caotico delle Valle Versa.

La Società Fonti Feja decise di costruire questo pozzo per incrementare la produzione e l'imbottigliamento di acqua minerale a livello industriale, vendendola con il nome di "Sovrana" a partire dal 1980.

A livello progettuale, esso presenta una profondità di 24,50 m rispetto al piano campagna e attraversa una successione stratigrafica costituita da marne, arenarie e calcari, come si può notare dallo schema in Figura 3.25, contenuto nei documenti forniti dalla provincia di Alessandria:

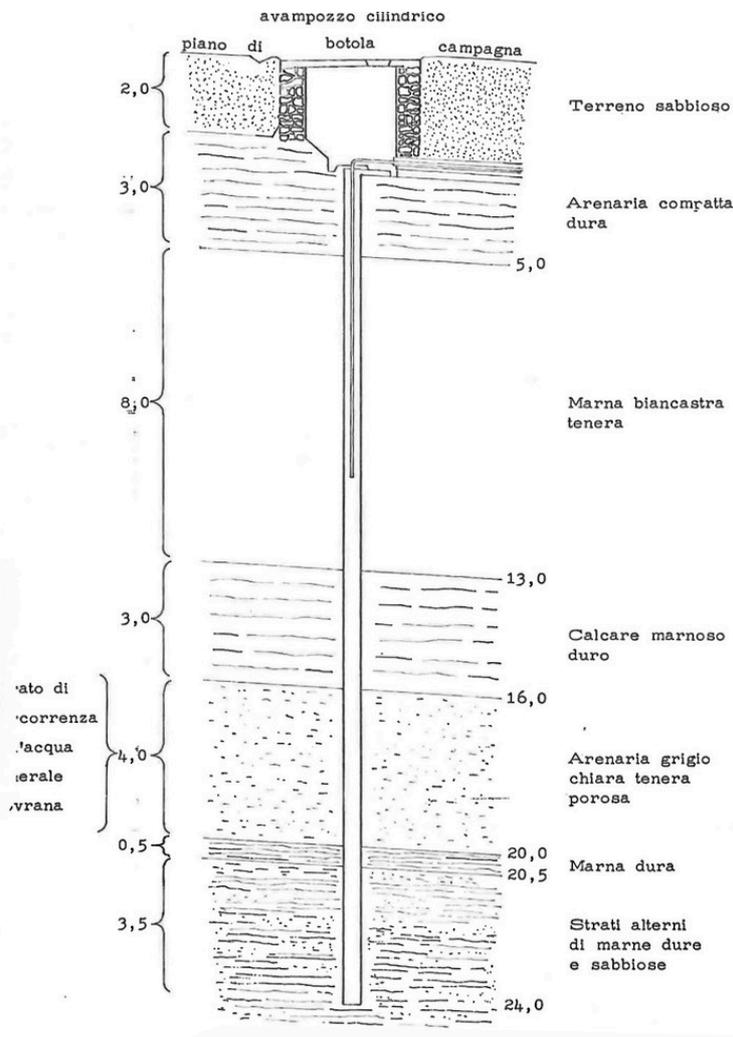


Figura 3.25-Schema progettuale Pozzo Sovrana 1.

Il pozzo presenta un diametro di 420 mm, inizialmente senza un rivestimento interno, in quanto gli strati risultavano essere stabili e compatti, ma nel 1977 si decise di attuare un piano di ristrutturazione con l'impiego di una colonna in acciaio INOX finestrata tra i 13 m e i 18 m e l'istallazione di una pompa sommersa; nel terreno sabbioso è presente un avampozzo in muratura (profondo 2,75 m e con un diametro di 2,3 m), munito al fondo di due tubi: uno con la funzione di scarico nel torrente vicino, l'altro utilizzato per convogliare l'acqua nei serbatoi dello stabilimento.

L'acqua è contenuta in uno strato di arenaria tenera, ad una profondità tra i 16 m e i 20 m, protetta da due strati di marne impermeabili e dure.

È necessario attraversare il vecchio stabilimento per raggiungere il pozzo, la cui sommità è protetta da una lamiera in acciaio zincato (Figura 3.26). Al suo interno è ben visibile il livello dell'acqua stagnante, ma che, a causa della mancanza di linee elettriche, non può essere prelevata per il campionamento senza l'ausilio di un gruppo elettrogeno e di una pompa portatile. Nel 2018 il pozzo è tornato in carico al Patrimonio Regionale.



Figura 3.26-Pozzo Sovrana 1, Foto presente nell'allegato del verbale di sopralluogo, 2018.

Si riportano nelle Tabelle 3.13 e 3.14 i valori delle analisi chimiche e chimico-fisiche:

Tabella 3.13-Parametri chimico-fisici Pozzo Sovrana 1

Parametri chimico-fisici	1977	1978	1983	2019
pH	(A 20°C) 7,25	(A 20°C) 7,20	(A 20°C) 7,32	7,7

Parametri chimico-fisici	1977	1978	1983	2019
T [°C]	11,4	10,7	10,2	
cE [μS/cm]	(A 20°C) 520	(A 20°C) 525,0	(A 20°C) 562	670
RF a 180°C [mg/l]	393	372	396	

Tabella 3.14-Sostanze disciolte in acqua Pozzo Sovrana 1

[mg/l]	1977	1978	1983	2019
Calcio	92,0	92,0	96,0	69,31
Magnesio	29,2	29,6	31,7	34,70
Sodio	5,8	6,1	4,95	15,20
Potassio	0,8	0,8	0,70	1,34
Cloruro	10,1	9,8	8,6	6,79
Solfato	16,1	15,4	21,8	14,16
Bicarbonato	405,6	409,7	410,1	375,88

In base ai valori del residuo fisso a 180°C, l'acqua in questione può essere classificata come "oligominerale"; nei documenti storici viene indicato un valore di portata di 200 l/min (in fase di scavo).

Nel diagramma di Schoeller (Figura 3.27) si riportano i valori della Tabella 3.14:

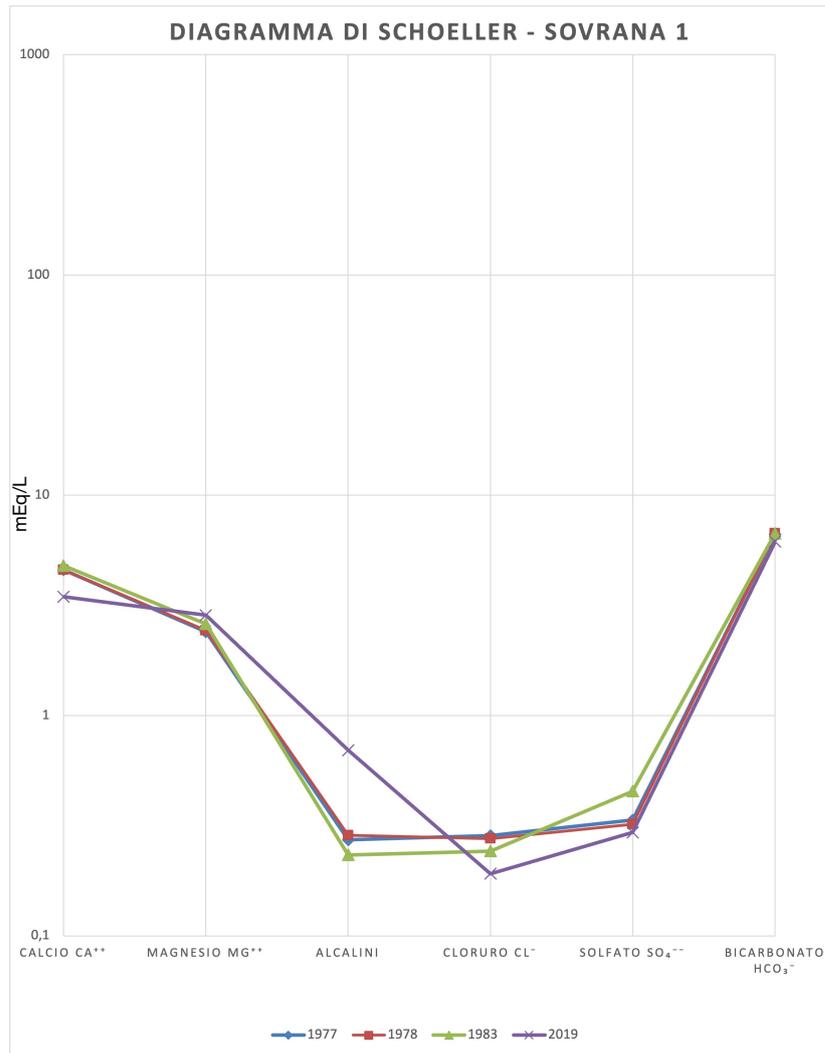


Figura 3.27-Diagramma di Schoeller, Pozzo Sovrana 1.

La facies idrogeochimica è *bicarbonato-calcico-magnesiaca* e l'opera di presa è alimentata da acqua che circola in arenarie tenere e porose.

L'utilizzo di quest'acqua può migliorare le condizioni di salute nei casi di: dispepsie gastriche, febbre, artrite, malattie renali e delle vie urinarie.

3.2.3.7 Pozzo Sovrana 2

Il Pozzo Sovrana 2 fu costruito nel 1983 e sostituì, nel 1991, il Pozzo Sovrana 1, in seguito al parere positivo del Ministero della Salute.

Rispetto alla vecchia opera di presa, quella nuova, attraversando la Formazione di Serravalle, si estende per circa 164 m in profondità (in Tabella 3.15 viene riportata la stratigrafia del pozzo).

Tabella 3.15-Successione stratigrafica Pozzo Sovrana 2

Profondità [m]	Limiti litologici
0-1,50	terreno vegetale
1,50-15	marne tenere friabili
15-30	marna sabbiosa compatta fratturata
30-31	arenaria grossolana sciolta
31-50	arenaria compatta fratturata
50-101	alternanze di arenarie a grana grossa e fine
101-120	arenaria finissima
120-148	alternanze di arenarie a grana grossa e fine
148-151	arenaria finissima
151-156	bancate di arenaria molto fratturata (acquifero principale)
156-164	marna grigia

L'opera presenta un diametro di perforazione di 400 mm per i primi 52 m e di 250 mm fino a fondo foro, senza una colonna di rivestimento. L'apporto idrico proviene da numerosi strati: dalle arenarie, a partire da una profondità di 30 m, fino alla superficie basale, costituita da marne appartenenti alla formazione sottostante, dove c'è il massimo contributo di acqua.

Il livello statico è situato al di sopra del piano campagna, di circa 1 m, sicché risulta artesiano, mentre il livello dinamico, in fase di pompaggio, si abbassa ad una profondità di 34 m, con una portata superiore ai 6 l/sec.

L'opera di presa, protetta da una cabina in cemento, le cui dimensioni sono 2,50 m x 2,50 m x 2,80 m (Figura 3.28), è raggiungibile attraverso l'ex stabilimento Fonti Feja.



Figura 3.28-Pozzo Sovrana 2, Foto presente nell'allegato del verbale di sopralluogo, 2018.

Nelle condizioni attuali non è possibile effettuare prelievi di acqua, poiché la cabina non è dotata di corrente elettrica e risulta assai difficile alimentare la pompa da 22,5 kW con l'ausilio di un gruppo elettrogeno.

Anche il Sovrana 2, nel 2018, è ritornato in carico al Patrimonio Regionale.

Nelle Tabelle 3.16 e 3.17 sono riportati i dati delle analisi chimiche e chimico-fisiche:

Tabella 3.16-Parametri chimico-fisici Pozzo Sovrana 2

Parametri chimico-fisici	2006	2008
pH	7,40	7,3
T [°C]	13,70	13,70

Parametri chimico-fisici	2006	2008
cE [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	590	611
RF a 180°C [mg/l]	395,00	420,00

Tabella 3.17-Sostanze disciolte in acqua Pozzo Sovrana 2

[mg/l]	2006	2008
Calcio	77,00	83,20
Magnesio	40,00	42,30
Sodio	7,4	10,00
Potassio	0,6	0,60
Cloruro	16,50	23,40
Solfato	14,00	16,00
Bicarbonato	400,20	412,40

Si osserva come i dati siano molto simili a quelli già visti per il Pozzo Sovrana 1 e ciò trova conferma nel diagramma di Schoeller, in Figura 3.29: facies *bicarbonato-calcico-magnesiaca*. In base al valore di residuo fisso a 180°C, l'acqua può essere considerata "oligominerale", mentre dal punto di vista clinico e farmacologico può avere effetti diuretici, consigliata per i gottosi e per gli iperuricemici.

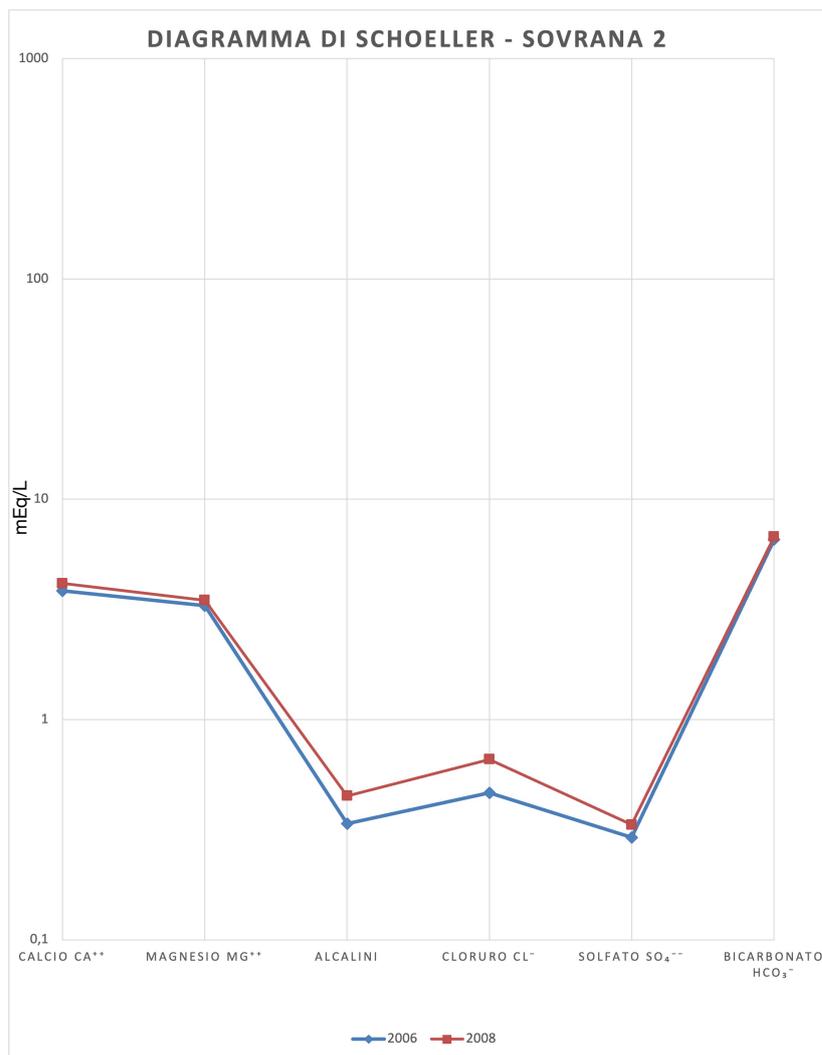


Figura 3.29-Diagramma di Schoeller, Pozzo Sovrana 2.

3.2.4 Concessione Molino Albedosa

La concessione Molino Albedosa si estende su una superficie di 0,94 ettari ed è una delle più antiche fonti presenti sul territorio di Castelletto d'Orba (le testimonianze storiche risalgono al XIX secolo).

Con il Decreto Ministeriale del 03/10/1932 la concessione fu conferita per 99 anni a Vincenzo Forlaro, che decise di sfruttare l'acqua della sorgente vendendola in un piccolo chiosco poco distante. Alla sua morte, la concessione fu affidata alla nipote, Caterina Verri, la quale ottenne l'autorizzazione all'imbottigliamento (1954): la produzione fu modesta a causa delle proprietà chimiche e organolettiche dell'acqua.

Nel 1976, con il Decreto del Presidente della Giunta Regionale 2925/76, il giacimento minerario passò in mano ai fratelli Morando, figli della signora Verri. Nel 1996, in seguito al Decreto Regionale del 1994, i

proprietari presentarono le aree di salvaguardia le quali occupavano una superficie di 225 m² (Figura 3.30).

Nel 2007 la provincia di Alessandria consentì il subentro nella concessione alla Ditta Morando Giorgio, mantenendo inalterate le condizioni del decreto del 1932.

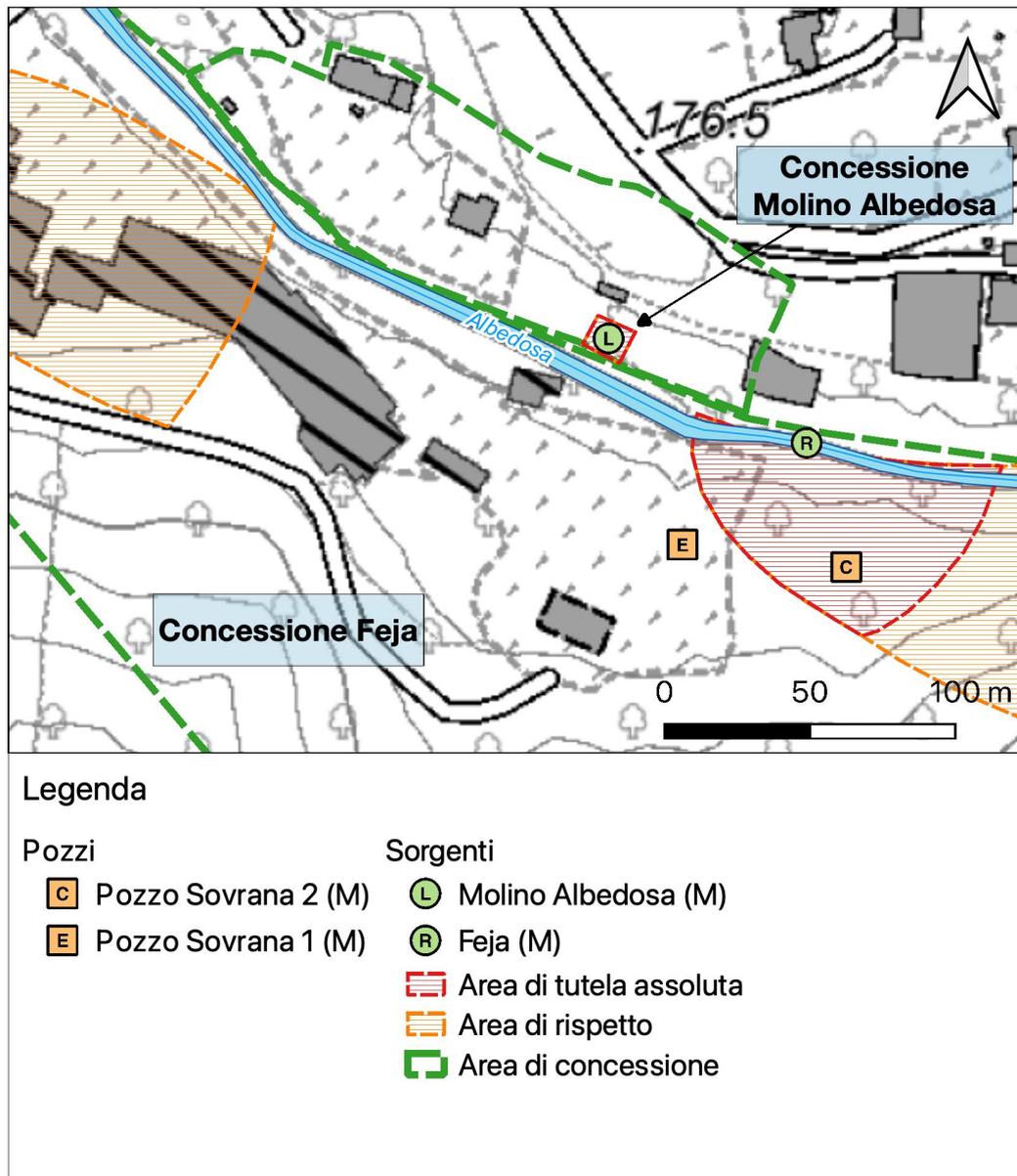


Figura 3.30-Area di concessione e di salvaguardia Molino Albedosa.

3.2.4.1 Molino Albedosa

La sorgente sgorga a destra del torrente Albedosa, poco distante dalla fonte Feja, in marne del Complesso Caotico della Valle Versa.

Il bottino di presa è ubicato sulla sponda destra del corso d'acqua: è un pozzetto con il diametro di 25 cm e la profondità di 1 m, protetto da una piastra INOX. Sono presenti: un tubicino, che funge da scarico e prelievo di acqua, e una tubazione che, invece, con l'ausilio di un'elettropompa, la convogliava verso lo stabilimento e al fontanino di mescita (lo schema delle pertinenze è rappresentato in Figura 3.31). La sorgente veniva captata solo nei mesi estivi, poiché durante il periodo invernale era invasa di frequente dal fiume.

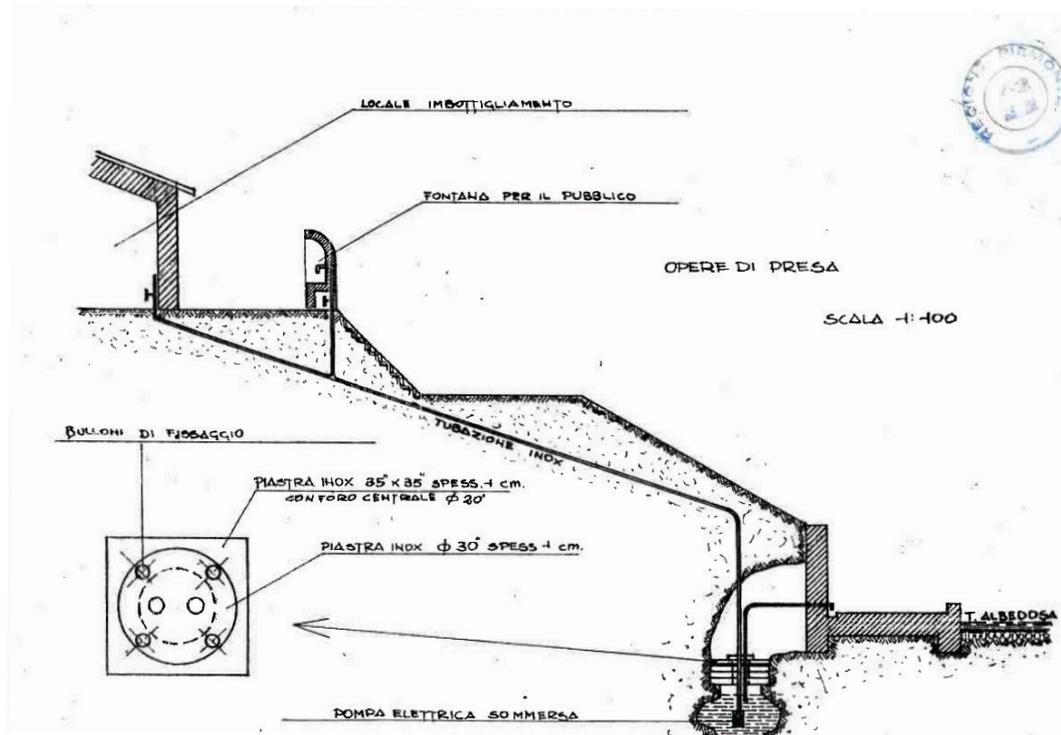


Figura 3.31-Pertinenze Molino Albedosa FONTE documenti Regione Piemonte.

Attualmente l'opera è raggiungibile solo dal torrente ed è in parte distrutta, divelta dall'azione impetuosa dell'Albedosa durante le alluvioni più recenti: la camera di presa è sommersa da sedimenti e fanghiglia, così come la passerella esterna in prossimità della sponda. Ciò che rimane visibile è la cannula di scarico, al di sotto della quale si è formata una piccola pozzanghera riconducibile alla sorgente.

Le caratteristiche chimiche e chimico-fisiche sono riportate nelle Tabelle 3.19 e 3.20:

Tabella 3.19-Parametri chimico-fisici Sorgente Molino Albedosa

Parametri chimico-fisici	1951	1952	1956	1978	2022
pH			(A 18°C) 6,85	(A 20°C) 7,29	
T [°C]	14	13,7	13,7	13,2	14,8
cE [µS/cm]		(A 18°C) 15040	(A 18°C) 15040	(A 20°C) 14900	10030
RF a 180°C [mg/l]	11752	11737	11737	11630	

Tabella 3.20-Sostanze disciolte in acqua Sorgente Molino Albedosa

[mg/l]	1951	1952	1956	1978
Calcio	610,1	601,2	601	621
Magnesio	314,23	328,4	328	328
Sodio	3289,1	3178,2	3194	3155
Potassio	24,3	23,1	23	23
Cloruro	5046	5575,8	5575	5510
Solfato	1781,8	1792,7	1792	1820
Bicarbonato	146,4	145,8	145	145

Si nota immediatamente che i valori di conducibilità elettrica e il residuo fisso sono molto elevati ed è per questo motivo che l'acqua può essere considerata "ricca di sali minerali", mentre, dal punto di vista chimico, si osservano alte concentrazioni di sodio, cloruri e solfati, che rimangono costanti nel tempo. Difatti è un'acqua di tipo *cloruro-alkalina con subfacies solfato-calcico-magnesiaca* (diagramma di Schoeller, Figura 3.32). Il chimismo particolare di questa sorgente dipende dal contatto dell'acqua con blocchi di gesso ed evaporiti.

Le possibili proprietà favorevoli alla salute, legate all'assunzione di quest'acqua, riguardano: gastriti, malattie del tratto intestinale e delle vie biliari, insufficienza epatica e problemi relativi al fegato.

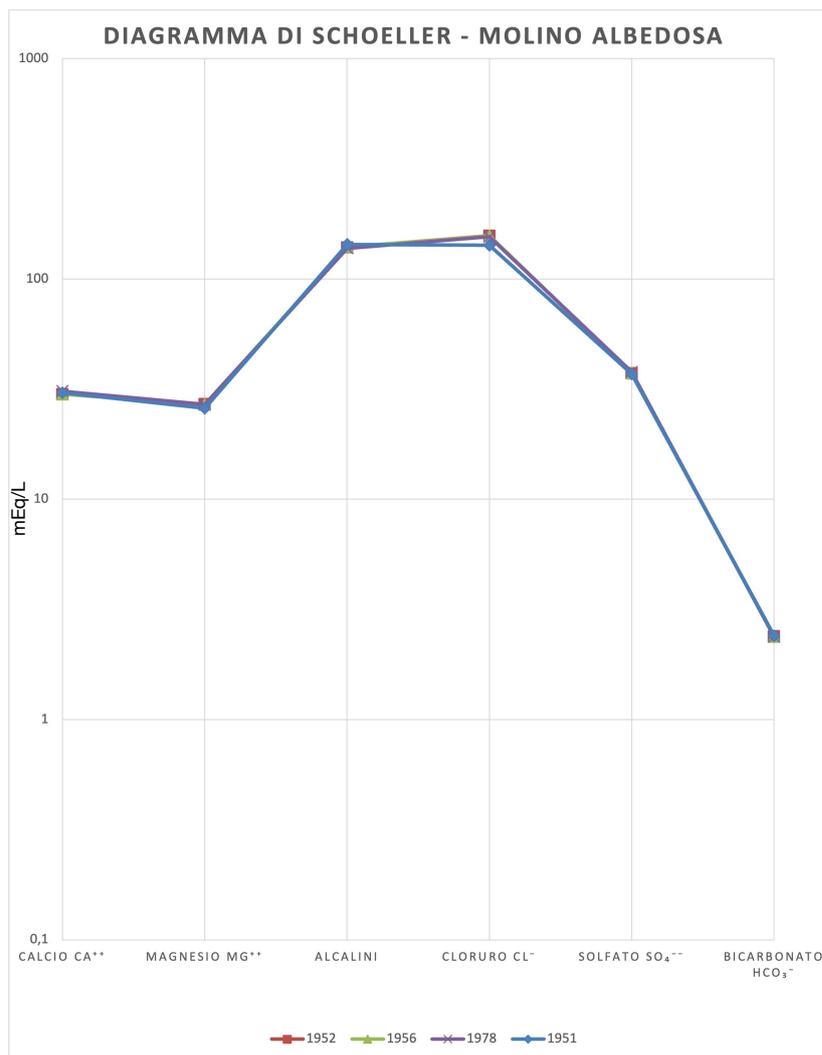


Figura 3.32-Diagramma di Schoeller, Molino Albedosa.

3.2.5 Concessione Lavagello

La concessione Lavagello, la cui superficie si estendeva per circa 3 ettari, venne rilasciata nel 1927 al signor Tacchino, a cui succedettero i figli: Luigi, nel 1952, e Mario, nel 1963. Qualche anno più tardi, i due fratelli fondarono la Società Terme di Lavagello (1966).

Sono presenti una sorgente solforosa, la Fonte Lavagello, e un pozzo, chiamato Aurora, da cui veniva prelevata acqua minerale e imbottigliata nel vicino stabilimento.

Nel 1974 venne fatta richiesta di ampliamento della concessione, che fu approvata dalla Giunta Regionale nel 1976, seppur con qualche limitazione per salvaguardare due fonti situate nelle vicinanze e utilizzate dalla popolazione: la Cannone e la Volpe.

Nello stesso anno la Società Lavagello fu richiamata dal medico provinciale per la noncuranza delle condizioni igienico-sanitarie in prossimità del pozzo Aurora: i vigili sanitari avevano accertato la presenza di rifiuti e scarichi provenienti dal vicino parco di divertimento, nato poco tempo prima. La Società Lavagello fu costretta così a richiedere la commercializzazione dell'acqua in sanatoria.

In seguito all'alluvione del 1977, che colpì la sorgente Lavagello, e la continua richiesta da parte della Regione Piemonte di ammodernare i locali, l'azienda fu costretta a migliorare e tutelare le pertinenze: il pozzo Aurora e la Fonte Lavagello furono modificati strutturalmente affinché fossero protetti sia dalle esondazioni del vicino torrente sia dalle fonti inquinanti circostanti; all'interno dello stabilimento vennero introdotti nuovi macchinari che migliorarono la produzione, mentre all'esterno furono installati tre rubinetti (Figura 3.33) da cui scorreva acqua proveniente non solo dalle due opere di presa attigue, ma anche da un pozzo, il San Rocco, situato in un'altra concessione (di proprietà della Società Lavagello) e impiegato anch'esso per l'imbottigliamento e la commercializzazione.



Figura 3.33-Fontanelle Parco Lavagello FONTE M. Falco.

Nel maggio del 1998, a causa della mancata definizione delle aree di salvaguardia da inoltrare alla Regione Piemonte, la

concessione decadde, ritornando in carico al Patrimonio Regionale con il verbale di consegna delle fonti e relative pertinenze redatto nell'ottobre dello stesso anno.

In Figura 3.34 (Allegato B) si riporta la localizzazione con i confini della concessione della Sorgente Lavagello e del Pozzo Aurora.



Figura 3.34-Concessione Lavagello.

3.2.5.1 Sorgente Lavagello

La sorgente Lavagello sgorga lungo la sponda destra del torrente Arbara, dove è possibile osservare la seguente successione stratigrafica: in alto sono presenti circa 3 m di terreno sciolto, mentre al di sotto vi è un banco di gesso cristallino di 1 m e uno strato di 2,50 m di arenarie. Difatti si trova nei sedimenti marini del Terziario del Complesso della Valle Versa.

L'acqua di questa sorgente veniva utilizzata all'interno del complesso alberghiero e come bibita sul posto, ma non fu mai commercializzata a causa del particolare chimismo.

Per raggiungere la fonte è necessario attraversare il parco acquatico (sito in Via Lavagello, 31, Castelletto d'Orba, coordinate: 44° 41' 27.88"; 8° 41' 52.36"), alla presenza dei proprietari o dei loro delegati, per poi scendere lungo la sponda del fiume mediante apposita scala.

Il 18 gennaio 2022 è stato possibile effettuare un campionamento direttamente alla fonte, dove è installata una piccola pompa funzionante (come si può vedere dalla Figura 3.35), che convoglia l'acqua al fontanino di mescita.



Figura 3.35-Campionamento con contenitore sterile da 0,5 l presso la sorgente Lavagello, 2022.

I risultati delle analisi chimiche e chimico-fisiche eseguite dal Politecnico di Torino, sono raccolte, insieme ai dati pregressi, nelle Tabelle 3.21 e 3.22:

Tabella 3.21-Parametri chimico-fisici Sorgente Lavagello

Parametri chimico-fisici	1951	1959	1982	1994	2019	2022
pH					7	6,94
T [°C]	12	13	12,8			12,90
cE [μ S/cm]		(A 25 °C) 3610			5000	5230
RF a 180°C [mg/l]	7100	3286,0		3530		

Tabella 3.22-Sostanze disciolte in acqua Sorgente Lavagello

[mg/l]	1951	1959	1982	1994	2019	2022
Calcio	710,5	660,4	668,00	172	560,00	472,07
Magnesio	772,0	53,9	80,00		73,00	47,81
Sodio	473,0	195,7	590		523,00	346,98
Potassio	519,3		7,6		8,00	5,15
Cloruro		393,5	820,00	809	722,00	480,20
Solfato	832,1	1543,8	1894,00	1635	1246,00	982,18
Bicarbonato	1694,0	103,0	190,00		114,71	531,98

Per quanto riguarda la portata si hanno a disposizione due soli valori: uno del 1959, pari a 80 l/min, e un altro del 1986, pari a 13l/min; presumibilmente questa variazione dipende da un progressivo esaurimento della falda. In base al residuo fisso si può affermare che l'acqua è "ricca di sali minerali"

I dati della Tabella 3.22 sono rappresentati nel diagramma di Schoeller in Figura 3.35, da cui si deduce che la facies idrogeochimica è *solfato-calcica cloruro-alcalina*.

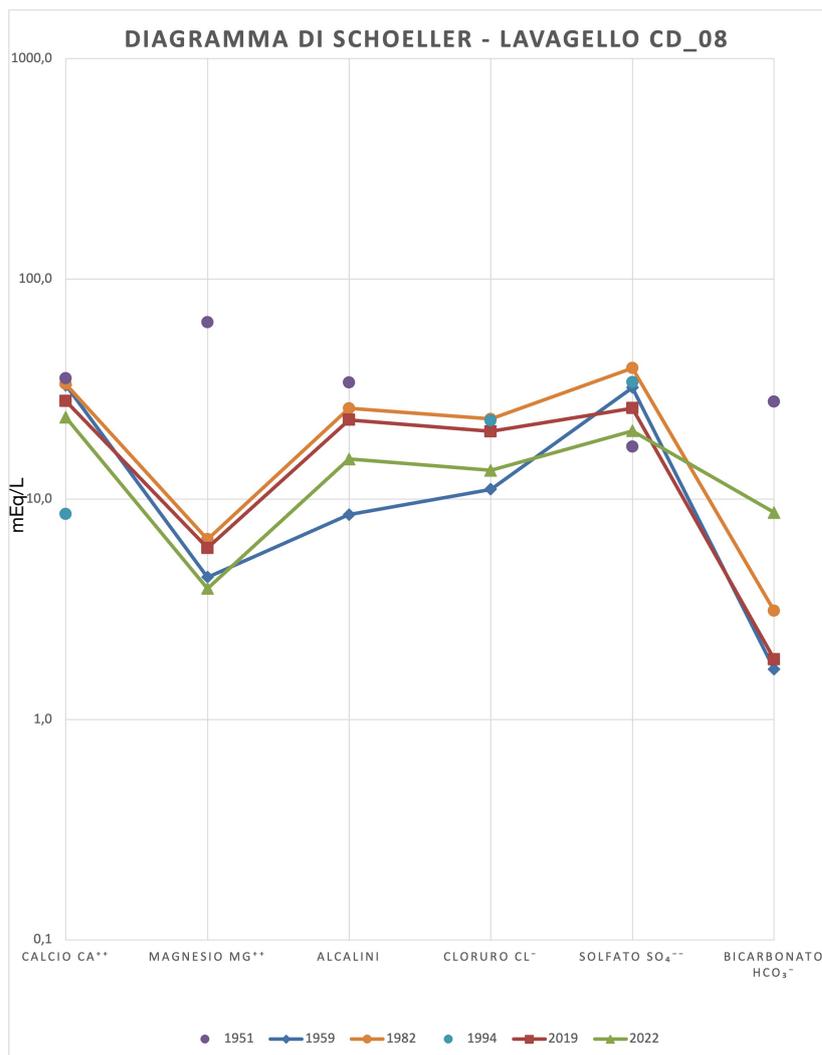


Figura 3.35-Diagramma di Schoeller, Lavagello.

Il quantitativo degli ioni non è costante, ma tende a variare con il passare degli anni, anche se le seguenti condizioni, relative alle concentrazioni, vengono sempre verificate (tranne per il 1951):

- Calcio > Sodio > Magnesio > Potassio;
- Solfato > Cloruro > Bicarbonato.

Il chimismo di quest'acqua dipende dalla sua interazione con il Complesso Caotico della Valle Versa, che ingloba blocchi di calcari e gessi e lenti evaporitiche.

Sulla base delle indicazioni farmacologiche e cliniche, quest'acqua è indicata nei casi di: problemi gastrointestinali, insufficienza epatica, calcoli alla colecisti e alle vie biliari. Invece è sconsigliata nei casi in cui vi siano malattie a carico dei reni, danni intestinali e infiammazioni delle vie urinarie.

3.2.5.2 Pozzo Aurora

Il Pozzo Aurora, sito nel piazzale prospiciente lo stabilimento (situato in Via Lavagello, 31, Castelletto d'Orba), fu terebrato nel 1958 in sedimenti marini del Terziario appartenenti al Complesso Caotico della Valle Versa.

L'opera di presa presenta una perforazione che si estende fino a 17 m di profondità, con una finestrazione compresa tra gli 11 m e i 17 m al di sotto del piano campagna, ed è dotata di una elettropompa in grado di erogare fino a 240 l/min, mentre in erogazione naturale la portata si riduce a 1,65 l/min (i dati di portata risalgono al 1978).

L'acqua prelevata veniva imbottigliata nello stabilimento adiacente e commercializzata con l'omonimo nome. Alla fine degli anni '70, a causa delle insufficienti misure igienico-sanitarie, la Regione Piemonte richiese la ristrutturazione del pozzo che però venne modificato solo dopo il 1981. Date le variazioni stagionali dell'Aurora, si decise di captare l'acqua da un altro pozzo, il San Rocco, situato nell'omonima concessione di proprietà della Società Lavagello.

Per visionare tale pozzo, raggiungibile solo attraverso il parco acquatico, si deve essere accompagnati dai proprietari o dai loro delegati; esso è collocato nelle vicinanze della piscina e protetto da un tombino carrabile (Figura 3.36). Attualmente non è possibile prelevare campioni di acqua, in quanto la pompa non è funzionante e il pozzo è flangiato.



Figura 3.36-Pozzo Lavagello, M. Falco.

Si riportano i dati pregressi delle analisi chimiche e chimico-fisiche nelle Tabelle 3.23 e 3.24 e, successivamente, nel diagramma di Schoeller (Figura 3.37): non sono state prese in considerazione le serie 1961 e 1992, poiché i valori si discostavano dal resto dei dati.

Tabella 3.23-Parametri chimico-fisici Pozzo Aurora

Parametri chimico-fisici	1961	1975	1977	1982	1983
pH	(A 20°C) 7,01	(A 20°C) 6,90	(A 20°C) 6,86	6,8	
T [°C]	11,20	15,90	13,80	11,80	12,80
cE [μS/cm]	(A 20°C) 1405	(A 20°C) 2300	(A 20°C) 2200	2380	(A 20°C) 2530
RF a 180°C [mg/l]	1136,40	2492,00	2496,00	2543,00	2470,00

Tabella 3.24-Sostanze disciolte in acqua Pozzo Aurora

[mg/l]	1961	1975	1977	1982	1983	1992
Calcio	300,20	621,00	610,00	650,00	632,00	541,00
Magnesio	233,90	35,00	41,30	42,00	42,00	51,00
Sodio	49,60	70,00	72,00	56,50	54,00	208,00
Potassio		3,80	3,50	3,20	3,30	3,60
Cloruro	15,90	120,00	114,00	84,00	63,00	253,00
Solfato	409,00	1240,00	1250,00	1405,00	1380,00	1281,00
Bicarbonato	571,00	477,50	463,00	415,00	423,00	394,00

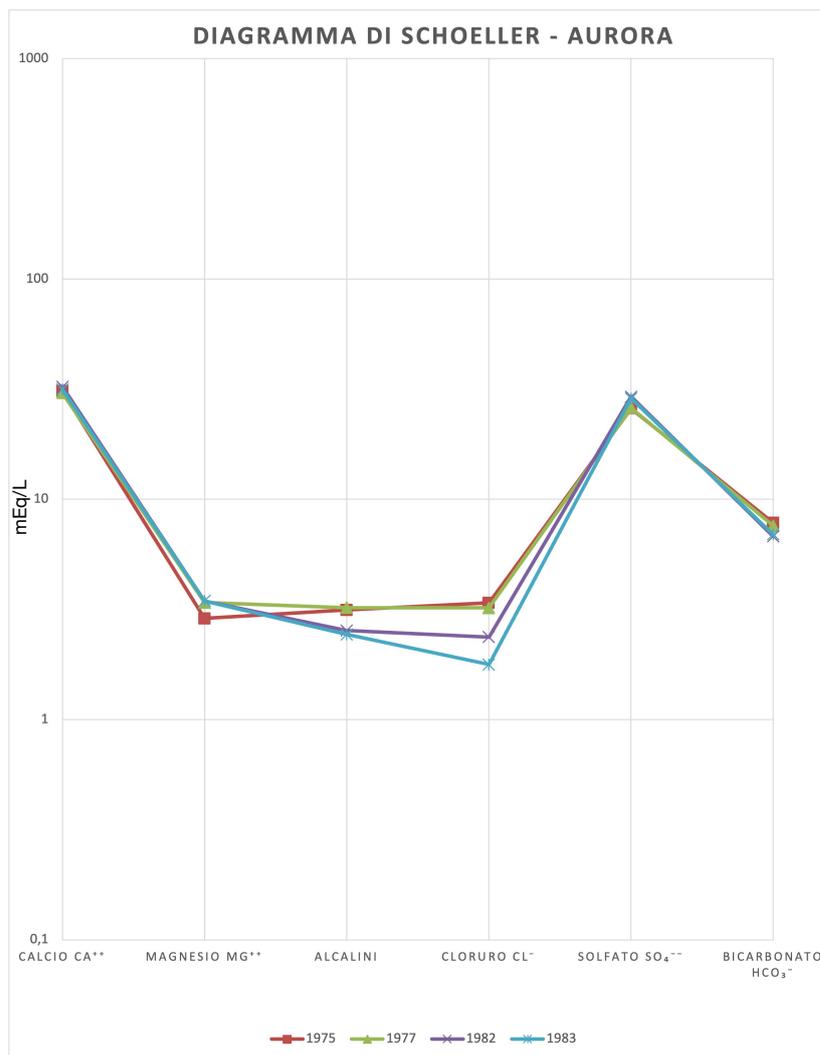


Figura 3.37-Diagramma di Schoeller, Aurora.

L'acqua è "ricca in minerali" ed ha una *facies solfato-calcica con bicarbonato*. Il caso in questione mette in evidenza come le due acque, seppur prelevate ad una distanza di circa un centinaio di metri l'una dall'altra, presentino caratteristiche chimiche differenti: rispetto a quella della Fonte Lavagello, l'acqua del Pozzo Aurora ha un contenuto di sali inferiore.

Secondo le indicazioni farmacologiche l'uso di quest'acqua è consigliato nei casi di: insufficienza epatica, calcoli alla colecisti e alle vie biliari, problemi gastrointestinali.

3.2.6 Concessione San Rocco

Le informazioni in merito alla concessione San Rocco sono poche e non dettagliate, infatti non è stato possibile rintracciare il relativo decreto di autorizzazione rilasciato alla Società Terme di Lavagello.

I primi documenti risalgono al 1972, anno in cui venne realizzato il Pozzo San Rocco, in un'area di concessione pari a 51 ettari.

Qualche anno dopo, per incrementare la produzione di acqua minerale in bottiglia, la Società Lavagello decise di costruire una condotta idrica che attraversava il centro del paese per convogliare le acque del pozzo allo stabilimento.

Agli inizi degli anni '90 la Società Fonti Feja rilevò la concessione, imbottigliando l'acqua del San Rocco nel proprio stabilimento solo per un breve periodo a causa di variazioni di chimismo.

Ciò spinse l'impresa a richiedere un permesso di ricerca nella stessa area per studiare le caratteristiche chimiche e chimico-fisiche di un nuovo pozzo profondo, il Riofreddo, il quale, all'inizio del nuovo millennio, grazie all'autorizzazione regionale che ne permise lo sfruttamento, divenne oggetto della concessione "Nuova San Rocco".

Si riportano in Figura 3.38 (Allegato D) le posizioni dei due pozzi, le aree di concessione e di salvaguardia.

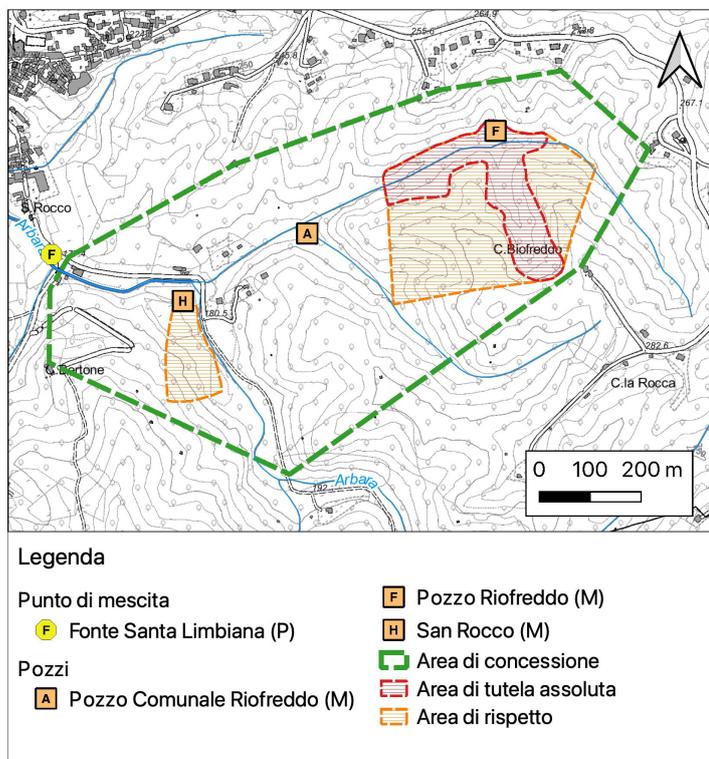


Figura 3.38-Concessione San Rocco

3.2.6.1 Pozzo San Rocco

Il Pozzo San Rocco fu terebrato nel 1972, in corrispondenza della piccola area pianeggiante che coincide con un'ansa del Rio Arbara, nella Formazione di Serravalle.

L'opera di presa si estende in profondità per circa 82 m e attraversa: depositi sabbioso-ghiaiosi per i primi 8 m, sedimenti argillosi di origine fluvio-lacustre (da 8 m a 27 m), infine arenarie e sabbie; ha una natura artesianica ed eroga in condizioni naturali circa 1 l/sec.

Con i dati pregressi è stato possibile costruire le Tabelle 3.25 e 3.26:

Tabella 3.25-Parametri chimico-fisici Pozzo San Rocco

Parametri chimico-fisici	1973	1977	1978	1983	1988	1993
pH	(A 20°C) 7,01	(A 20°C) 6,90	(A 20°C) 6,86	6,8		
T [°C]	14	14,1	13	11,2	14,6	
cE [μS/cm]	(A 20°C) 600	(A 20°C) 520	(A 20°C) 520	(A 20°C) 558	(20°C) 598	(A 20°C) 650
RF a 180°C [mg/l]	394,0	383	392	381	396	

Tabella 3.26-Sostanze disciolte in acqua Pozzo San Rocco

[mg/l]	1973	1977	1978	1983	1988	1993
Calcio	81,24	88,6	88,6	82,8	89	93,00
Magnesio	31,1	27,8	27,8	32,9	31	36,00
Sodio	22,5	13,1	13,1	13,6	10,5	13,40
Potassio	1,5	1,3	1,3	2,5	1,4	1,50
Cloruro	8,4	8,0	8,0	10,8	16,9	31,00
Solfato	6,8	6,8	6,8	17,8	18,2	15,00
Bicarbonato	443,005	424,8	424,8	416,0	403,5	403,00

L'acqua in questione è di tipo "oligominerale" e con facies *bicarbonato-calcico-magnesiaca*, come si evince dal diagramma di Schoeller in Figura 3.39.

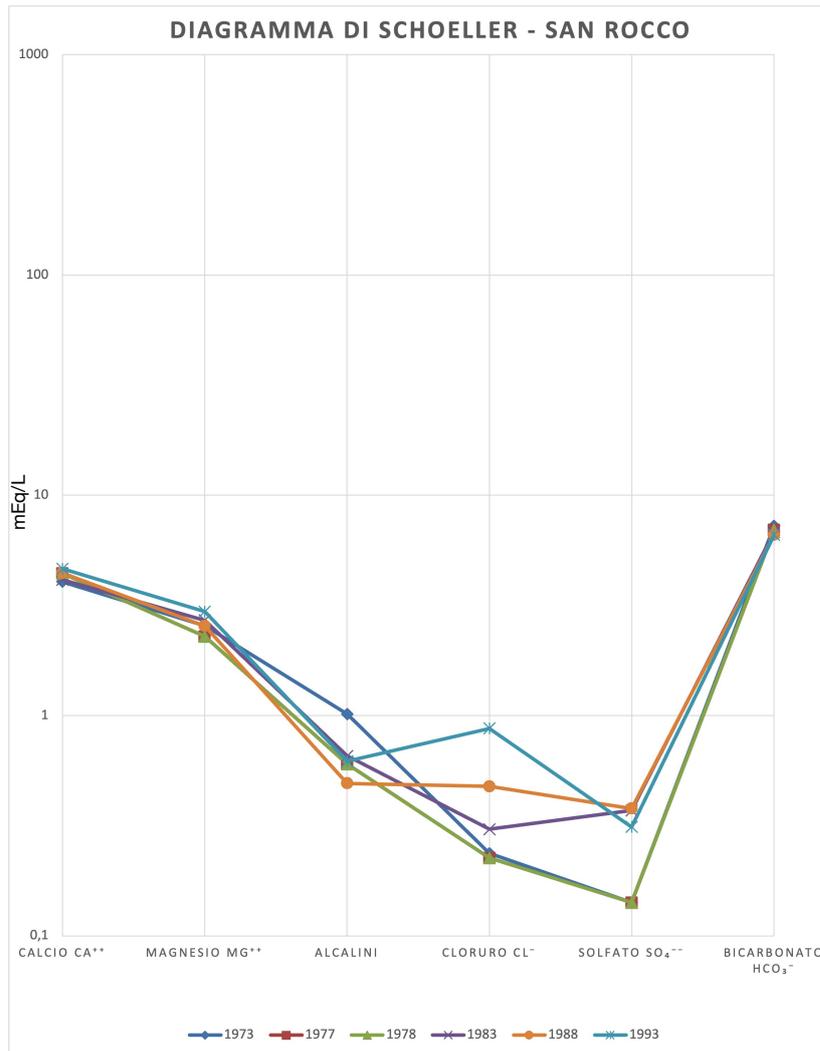


Figura 3.39-Diagramma di Schoeller, Pozzo San Rocco.

Secondo gli studi clinici quest'acqua è indicata per: calcoli renali, diuresi, infiammazioni dell'apparato urinario e l'attività digestiva del pancreas.

3.2.6.2 Pozzo Riofreddo

Il Pozzo Riofreddo, perforato nella Formazione di Serravalle, si spinge fino alle sottostanti Siltiti di Gavi ad una profondità di 110 m (in Figura 3.40 si riporta lo schema stratigrafico del pozzo). La soggiacenza è di 10,50 m al di sotto del piano campagna e la portata misurata è pari a 2,67 l/sec.

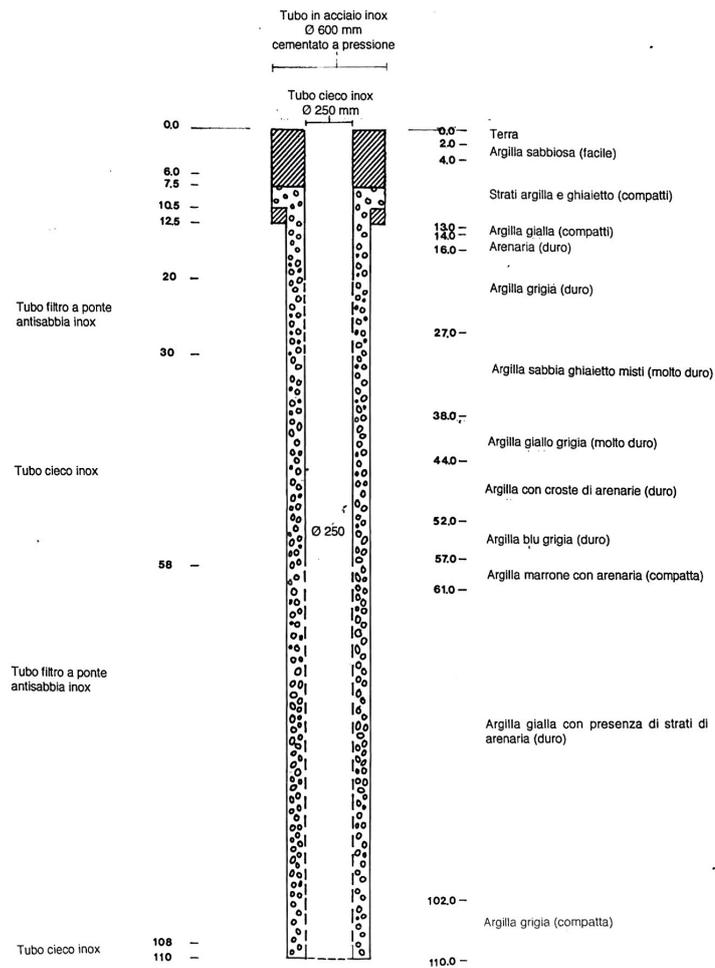


Figura 3.40- Schema stratigrafico Pozzo Riofreddo FONTE documentazione Permesso di ricerca.

Il pozzo è stato oggetto dapprima del permesso di ricerca del 1996 e, successivamente, della concessione “Nuova San Rocco”. In seguito al parere favorevole del Ministero della Salute e all’autorizzazione per lo sfruttamento concesso dalla Regione Piemonte, vennero installate delle tubazioni in acciaio dal diametro di 70 mm e dalla lunghezza complessiva di 1200 m, in grado di convogliare l’acqua in serbatoi collocati presso lo stabilimento Fonti Feja.

Il pozzo è protetto da un’opera in muratura, chiusa con una porta, come si può osservare nella foto in Figura 3.41; per raggiungere il sito è necessario munirsi di un mezzo di trasporto adeguato, poiché bisogna percorrere una strada sterrata situata in mezzo ai boschi (procedendo lungo la via Cascina Gaeta).



Figura 3.41-Pozzo Riofreddo FOTO M. Falco.

Si hanno a disposizione solo le analisi pregresse eseguite nel biennio 1997-1998, i cui risultati sono riportati nelle Tabelle 3.27 e 3.28.

Tabella 3.27-Parametri chimico-fisici Pozzo Riofreddo

Parametri chimico-fisici	09/1997	12/1997	03/1998	05/1998
pH	7,4	7,7	7,9	7,7
T [°C]	8	11	11	12,50
cE [µS/cm]	620	645	600	610
RF a 180°C [mg/l]	400,0	365		388

Tabella 3.28-Sostanze disciolte in acqua Pozzo Riofreddo

[mg/l]	09/1997	12/1997	03/1998	05/1998
Calcio	88	93	96	86,00
Magnesio	28	38	34	38,00
Sodio	5	5,1	4,7	6,00
Potassio	0,7	0,3	0,3	0,50
Cloruro	5,5	5,8	6,5	6,20

[mg/l]	09/1997	12/1997	03/1998	05/1998
Solfato	25	28	25	29,00
Bicarbonato	400	400	385	410,00

L'acqua del Pozzo Riofreddo è "oligominerale" con facies idrogeochimica *bicarbonato-calcico-magnesiaca*, come si può notare dal diagramma di Schoeller in Figura 3.42.

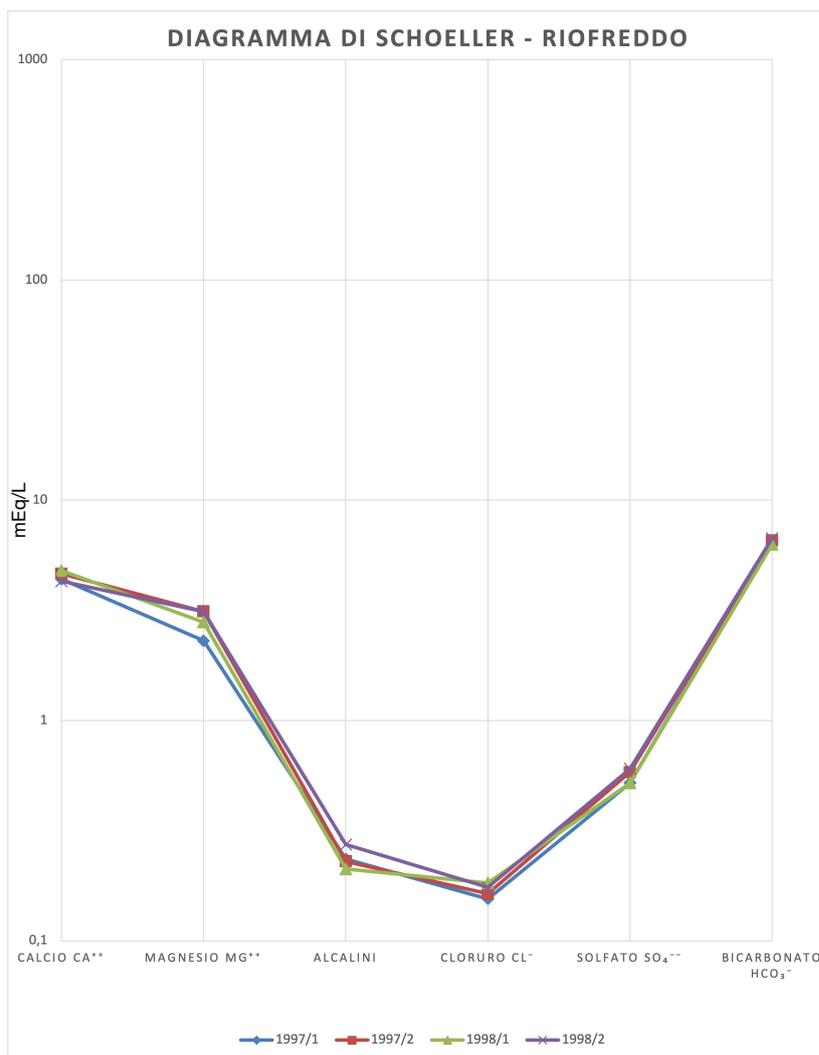


Figura 3.42-Diagramma di Schoeller, Pozzo Riofreddo

Dal punto di vista clinico e farmacologico può avere effetti diuretici ed è indicata per chi soffre di artrite gottosa e uricemia alta.

3.2.7 Pozzi e sorgenti comunali

I pozzi e le sorgenti comunali (tranne Villa Montobbio) sono stati campionati dal Politecnico di Torino in data 17/01/2022 e la loro ubicazione è riportata in Figura 3.43.

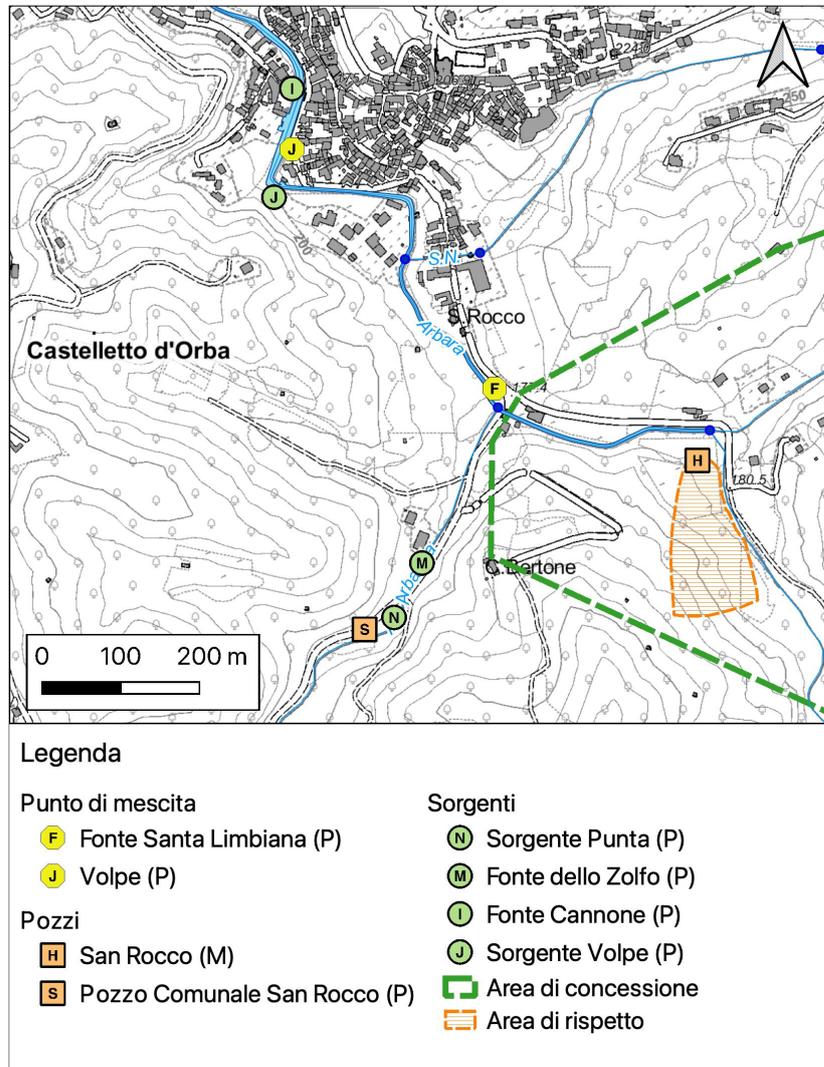


Figura 3.43-Ubicazione pozzi e sorgenti comunali.

3.2.7.1 Fonte dello Zolfo

La Fonte dello Zolfo scaturisce da rocce arenacee sulla destra del Rio Arbarola. Il punto di miscita (coordinate $44^{\circ}40'44''$; $8^{\circ}42'14.23''$) è visibile dalla via San Rocco; durante il campionamento, eseguito nel mese di gennaio 2022, è stata registrata una portata di 1,765 l/min.

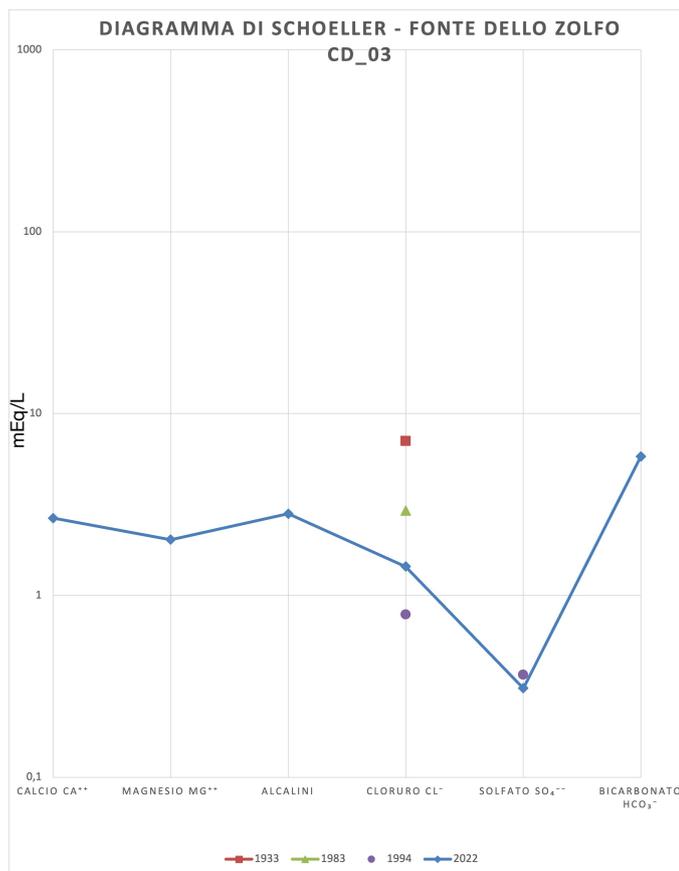
Le analisi eseguite e i dati storici (Tabelle 3.29 e 3.30) suggeriscono una facies *bicarbonato-calcico-magnesiaca con subfacies cloruro-alkalina*. Ciò trova conferma nel diagramma di Schoeller in Figura 3.44.

Tabella 3.29-Parametri chimico-fisici Fonte dello Zolfo

Parametri chimico-fisici	1933	1983	1994	2022
pH		(A 20°C) 7,32	(A 20°C) 7,91	7,64
T [°C]				10,1
cE [µS/cm]		(A 20°C) 875	(A 20°C) 751	(A 25°C) 845
RF a 210°C [mg/l]	876		564	

Tabella 3.30-Sostanze disciolte in acqua Fonte dello Zolfo

[mg/l]	1933	1983	1994	2022
Calcio	DEB. POSITIVA		60	53,34
Magnesio				25,45
Sodio				62,72
Potassio				3,33
Cloruro	250,5	104	27,9	51,1
Solfato	TRACCE		17,6	14,84
Bicarbonato				354,42



3.44-Diagramma di Schoeller, Fonte dello Zolfo.

3.2.7.2 Sorgente Punta

La Sorgente Punta sgorga da spessi strati di arenaria lungo la sponda sinistra del Rio Arbarola. Il punto di miscela è situato in una piccola piazzola, sita in via San Rocco (coordinate: 44°40'41.35"; 8°42'12.27"). I risultati delle analisi chimiche e chimico-fisiche, eseguite dal Politecnico di Torino, sono stati trascritti, insieme ai dati pregressi, nelle Tabelle 3.31 e 3.32. Nel diagramma di Scholler, Figura 3.45, si osserva una facies idrogeochimica *bicarbonato-calcico-magnesiaca con subfacies cloruro-alkalina*.

Tabella 3.31-Parametri chimico-fisici Sorgente Punta

Parametri chimico-fisici	1983	1994	2022
pH	(A 20°C) 7,34	(A 20°C) 7,83	7,842
T [°C]			11,1
cE [µS/cm]	(A 20°C) 868	(A 20°C) 656	(A 25°C) 1016

Tabella 3.32-Sostanze disciolte in acqua Sorgente Punta

[mg/l]	1994	2022
Calcio	124	62,34
Magnesio		25,04
Sodio		79,79
Potassio		2,24
Cloruro	8,1	106,5
Solfato	33,8	18,16
Bicarbonato		322,46

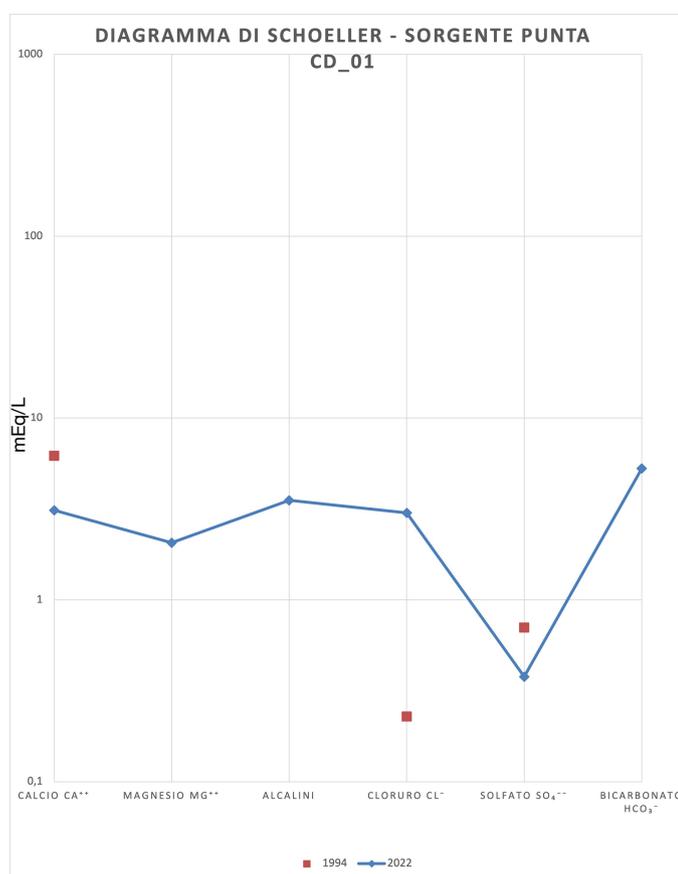


Figura 3.45-Diagramma di Schoeller, Punta.

3.2.7.3 Pozzo San Rocco Comunale

Il pozzo è stato realizzato nel 1981 per incrementare l'approvvigionamento idrico dell'acquedotto civico.

Si trova a pochi metri dalla Sorgente Punta, procedendo verso sud (coordinate: 44°40'40.88"; 8°42'11.39"). È profondo 98 m e attraversa la Formazione di Serravalle fino alle sottostanti Siltiti di Gavi, captando due diverse falde: la prima, tra i 10 m e i 14,50 m, la seconda, invece, in uno strato compreso tra gli 83,50 m e gli 88 m; la portata è di 180 l/min. Si riportano nelle Tabelle 3.33 e 3.34 i dati relativi alle analisi chimiche e chimico-fisiche, ottenuti da fonti storiche e dal campionamento eseguito dal Politecnico di Torino in data 17 gennaio 2022. In Figura 3.46 si riporta il diagramma di Schoeller in funzione dei valori della Tabella 3.34, da cui si evince una facies *bicarbonato-calcica con magnesio*.

Tabella 3.33-Parametri chimico-fisici San Rocco Comunale

Parametri chimico-fisici	1981	2022
pH	(A 20°C) 7,00	7,842
T [°C]		12
cE [μS/cm]	(A 20°C) 765	714 (25°C)

Tabella 3.34-Sostanze disciolte in acqua San Rocco Comunale

[mg/l]	1981	2022
Calcio	106	98,06
Magnesio	24,3	17,72
Sodio		7,09
Potassio		2,13
Cloruro	16,6	10,6
Solfato	27	35,21
Bicarbonato		346,45

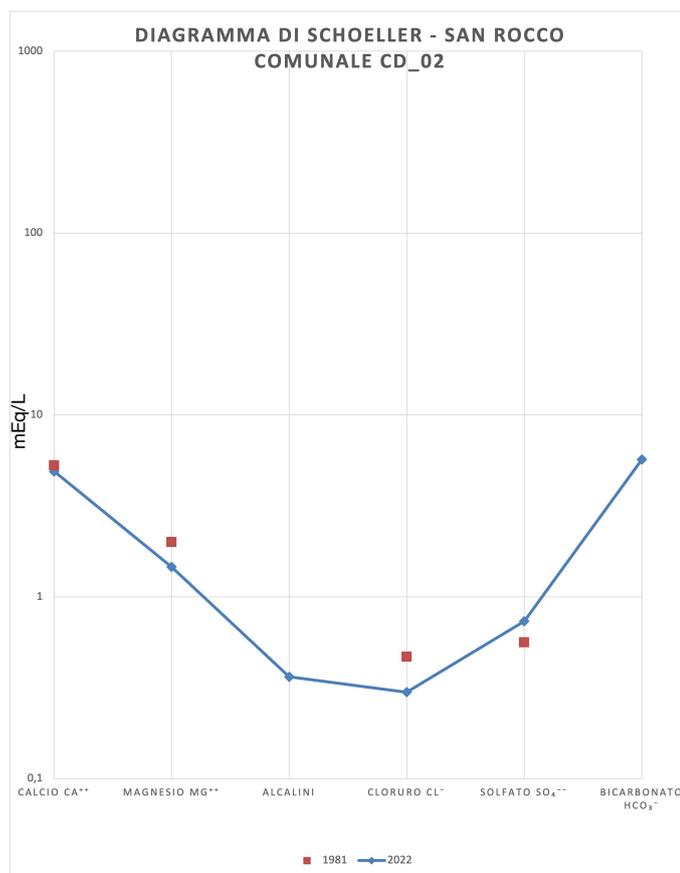


Figura 3.46-Diagramma di Schoeller, San Rocco Comunale.

3.2.7.4 Pozzo Riofreddo Comunale

La costruzione di questo pozzo risale al 1981 per sopperire al fabbisogno idrico comunale; ubicato nella piccola valle omonima, è raggiungibile tramite la via Cascina Gaeta (coordinate: 44°40'52.43"; 8°42'41.72"); l'opera di presa attraversa i depositi alluvionali e la Formazione di Serravalle, fino alla profondità di 114 m, ed ha una portata di 250/300 l/min.

Le caratteristiche chimiche e chimico-fisiche sono riportate nelle Tabelle 3.35 e 3.36, mentre in Figura 3.47 è rappresentato il diagramma di Schoeller, che suggerisce una facies *bicarbonato-calcica con magnesio*.

Tabella 3.35-Parametri chimico-fisici Riofreddo Comunale

Parametri chimico-fisici	1981	2022
pH	(A 20°C) 7,31	7,381
T [°C]		12,1
cE [μS/cm]	(A 20°C) 452	(A 20°C) 607

Tabella 3.36-Sostanze disciolte in acqua Riofreddo Comunale

[mg/l]	1981	2022
Calcio	52,2	68,83
Magnesio		13,54
Sodio		3,66
Potassio	90	1,19
Cloruro		4,43
Solfato		9,37
Bicarbonato		266,34

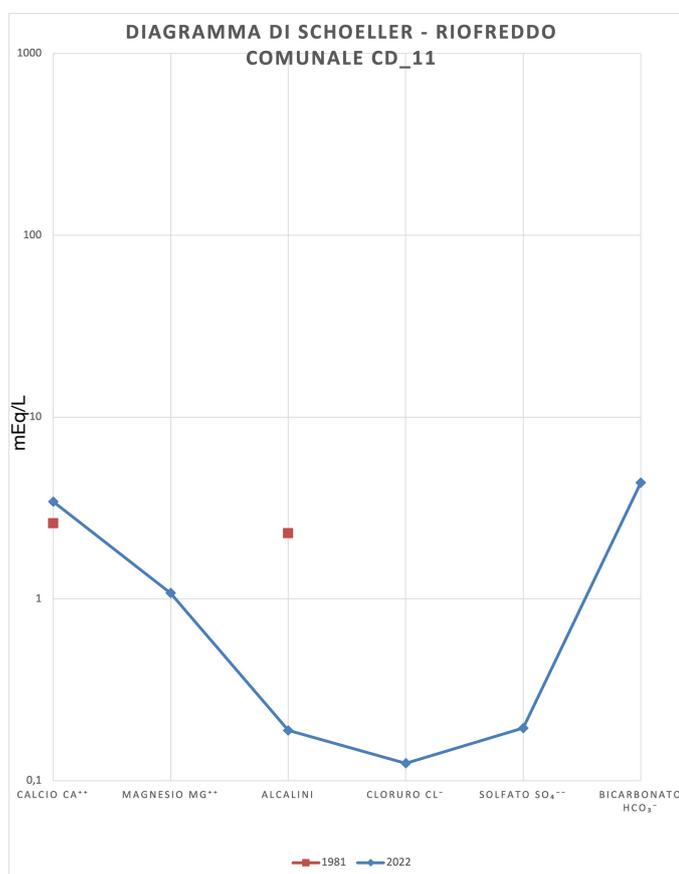


Figura 3.47-Diagramma di Schoeller, Riofreddo Comunale.

3.2.7.5 Fonte Cannone

La Fonte Cannone sgorga da rocce arenarie a poca distanza dal fontanino di mescita, situato nel centro abitato (via Sericano, 26, coordinate: 44°41'3.37"; 8°42'6.57").

I dati delle analisi chimiche e chimico-fisiche sono riportati nelle Tabelle 3.37 e 3.38. Il diagramma di Schoeller in Figura 3.48 indica una facies idrogeochimica *bicarbonato-calcico-magnesiaca*.

Tabella 3.37-Parametri chimico-fisici Fonte Cannone

Parametri chimico-fisici	1979	1994	2022
pH	(A 20°C) 7,38	(A 20°C) 7,91	7,45
T [°C]			11,7
cE [μS/cm]	(A 20°C) 540	(A 20°C) 621	706

Tabella 3.38-Sostanze disciolte in acqua Fonte Cannone

[mg/l]	1979	1994	2022
Calcio	84	42	79,96
Magnesio	29		27,01
Sodio			5,05
Potassio			0,95
Cloruro	11,7	5,5	8,5
Solfato	8,2	32,4	20,13
Bicarbonato			313,84

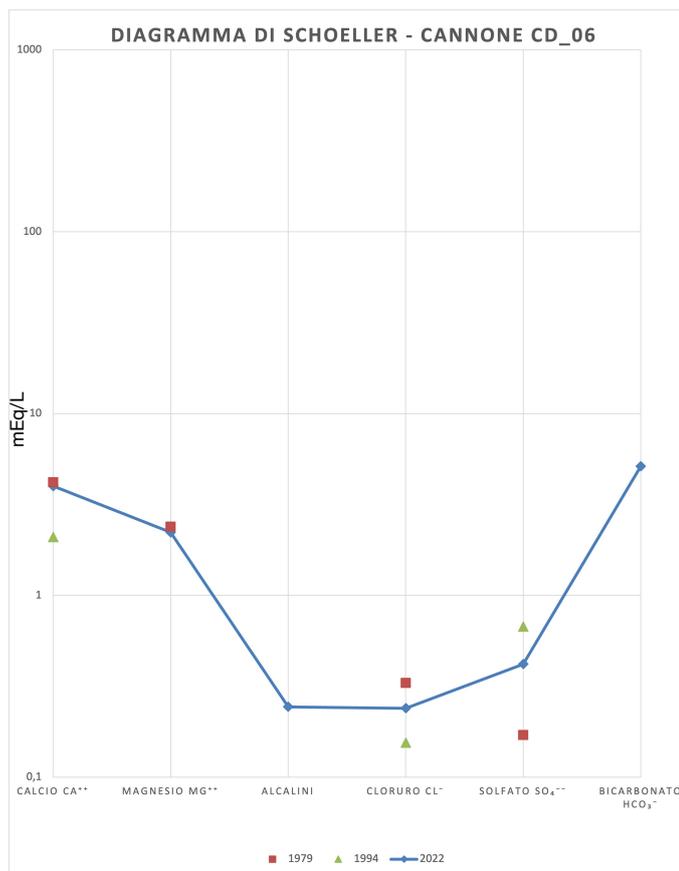


Figura 3.48-Diagramma di Schoeller, Fonte Cannone

3.2.7.6 Sorgente Volpe

La Sorgente Volpe scaturisce da rocce arenacee situate lungo la sponda sinistra del Rio Arbara. Essa è protetta da un bottino di presa, mentre il punto di miscita è situato al di là del corso d'acqua, presso la via 4 Novembre (coordinate: 44°41'0.91"; 8°42'6.38"). Sono indicati nelle Tabelle 3.39 e 3.40 i dati delle analisi chimiche e chimico-fisiche, riportati successivamente nel diagramma di Schoeller (Figura 3.49).

Tabella 3.39-Parametri chimico-fisici Sorgente Volpe

Parametri chimico-fisici	1984	1994	2022
pH	(A 20°C) 7,30	(A 20°C) 8,10	7,693
T [°C]			6,8
cE [μS/cm]	(A 20°C) 630	(A 20°C) 1744	725

Tabella 3.40-Sostanze disciolte in acqua Sorgente Volpe

[mg/l]	2022
Calcio	75,89
Magnesio	33,37
Sodio	5,14
Potassio	0,42
Cloruro	13,5
Solfato	13,39
Bicarbonato	355,65

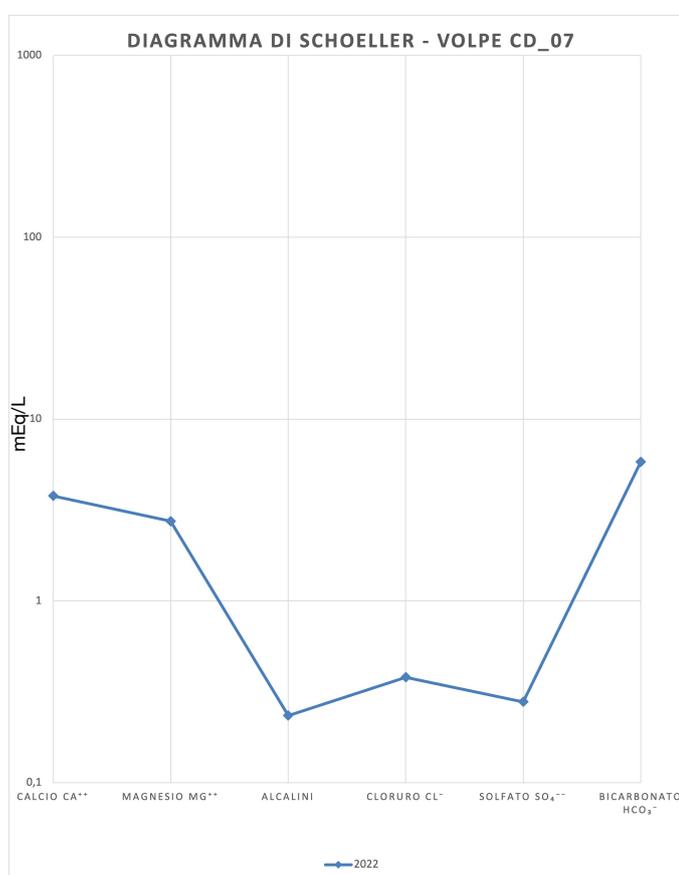


Figura 3.49-Diagramma di Schoeller, Sorgente Volpe.

L'acqua in questione presenta una facies *bicarbonato-calcico-magnesiaca*.

3.2.7.7 Sorgente Santa Limbania

La sorgente Santa Limbania è situata sulla sponda destra del Rio Arbara, in una piccola area giochi, facilmente raggiungibile dalla via San Rocco (coordinate: 44°40'51.01"; 8°42'18.23").

L'acqua che fuoriesce dalla cannula proviene dal Pozzo Riofreddo, sicché mostra la medesima facies *bicarbonato-calcico-magnesiaca* (Tabelle 3.41 e 3.42, Figura 3.50).

Tabella 3.41-Parametri chimico-fisici Sorgente Santa Limbania

Parametri chimico-fisici	1994	2022
pH	(A 20°C) 7,78	7,395
T [°C]		6,6
cE [μS/cm]	(A 20°C) 673	(25°C) 808

Tabella 3.42-Sostanze disciolte in acqua Sorgente Santa Limbania

[mg/l]	1994	2022
Calcio	92	97,67
Magnesio		27,86
Sodio		4,66
Potassio		0,45
Cloruro	34	5,7
Solfato	16,3	23,98
Bicarbonato		376,33

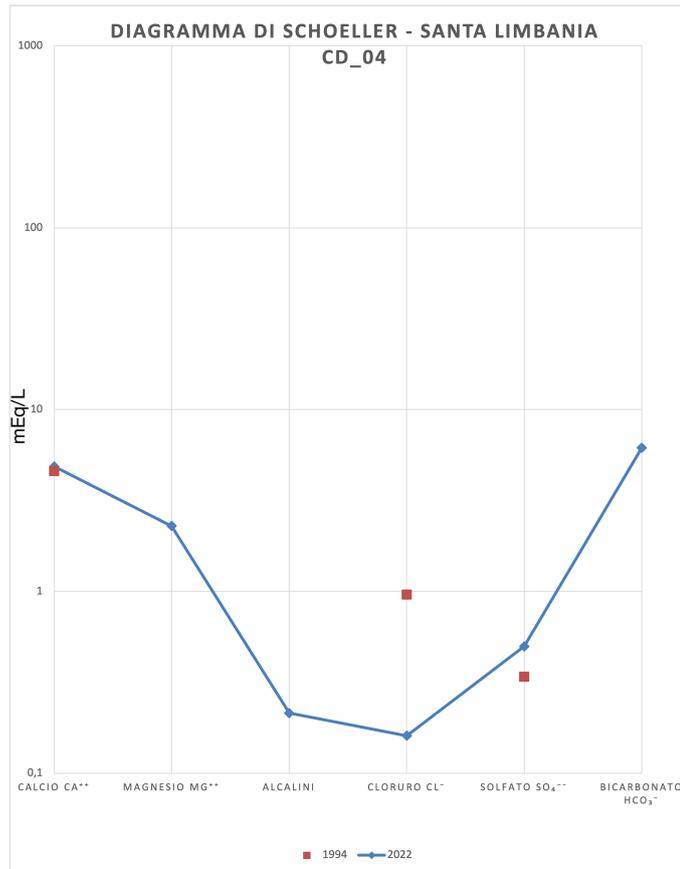


Figura 3.50-Diagramma di Schoeller, Sorgente Volpe.

3.2.7.8 Pozzo Villa Montobbio

Il Pozzo Villa Montobbio, realizzato nel 1976 per l'approvvigionamento idrico dell'acquedotto comunale, appartiene al Comune.

Esso ricade all'interno della concessione Feja, si estende in profondità fino a 54 m ed attraversa i depositi alluvionali e i sedimenti marini appartenenti al Caotico della Valle Versa e alla Formazione di Serravalle; si registra una portata di 200/250 l/min.

L'unica analisi che si ha a disposizione risale al 1978 (Tabelle 3.43 e 3.44).

Le foto nelle Figure 3.51 e 3.52 ritraggono i pozzi e le sorgenti descritti in questo paragrafo.

Tabella 3.43-Parametri chimico-fisici Pozzo Villa Montobbio

Parametri chimico-fisici	1978
pH	(A 20°C) 7,32
cE [μS/cm]	(A 20°C) 600

Tabella 3.44-Sostanze disciolte in acqua Pozzo Villa Montobbio

[mg/l]	1978
Calcio	88
Magnesio	36,4
Cloruro	11,4
Solfato	42



Figura 3.51: A-Fonte dello Zolfo; B-Sorgente Punta; C-San Rocco Comunale; D-Sorgente Santa Limbania.

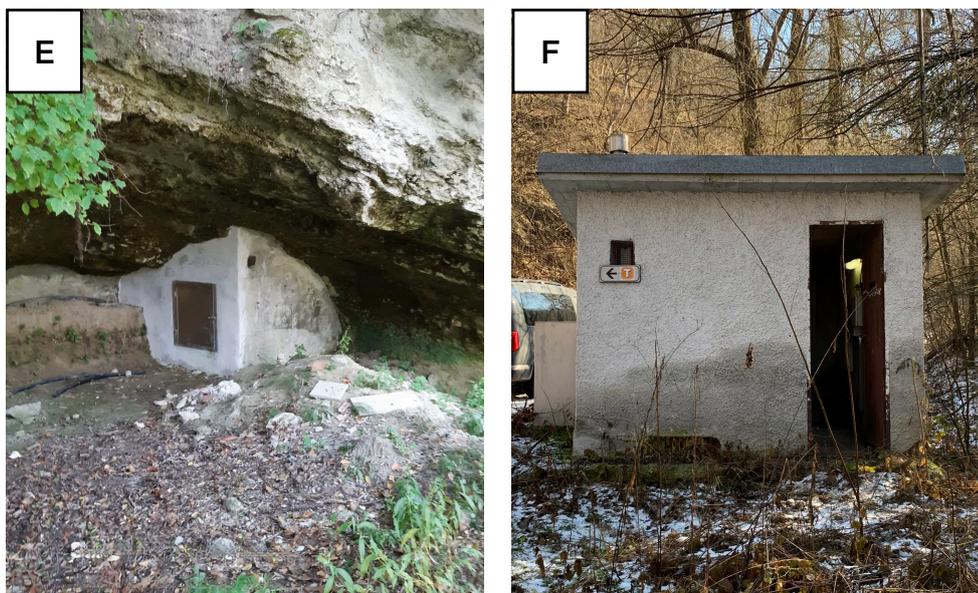


Figura 3.52: E-Bottino di presa Sorgente Volpe; F-Pozzo Riofreddo Comunale.

3.2.8 Analogie idrogeochimiche di pozzi e sorgenti

Nel precedente paragrafo tutti i pozzi e le sorgenti sono stati corredati da analisi chimiche e chimico-fisiche, i cui risultati hanno permesso di costruire il diagramma di Schoeller.

Questa rappresentazione, in cui si inseriscono le concentrazioni (in meq/l) degli anioni e cationi principali, è un importante strumento che permette di attribuire al corpo idrico una facies idrogeochimica.

La conoscenza della facies consente di ottenere numerosi indizi e dettagli in merito all'interazione tra l'acqua e le rocce con cui essa entra in contatto.

Lo scopo che si vuole perseguire in questo paragrafo è quello di utilizzare i diagrammi di Schoeller visti finora per trovare una correlazione tra le diverse acque (Figura 3.53).

Dopo un attento e dettagliato studio sono stati individuati 7 gruppi, contenenti sorgenti o pozzi con caratteristiche chimiche e chimico-fisiche simili o del tutto analoghe.

I gruppi individuati sono i seguenti:

- **F1:** *cloruro-alcalina con subfacies solfato-calcico-magnesiaca;*
- **F2:** *bicarbonato-magnesiaca con subfacies cloruro-alcalina;*
- **F3:** *bicarbonato-calcica;*
- **F4:** *solfato-calcica cloruro-alcalina;*
- **F5:** *solfato-calcica con bicarbonato;*
- **F6:** *bicarbonato-calcico-magnesiaca con subfacies cloruro-alcalina;*

- **F7:** bicarbonato-calcico-magnesiaca
 - con subafacies cloruro-alcalina (F7/A);
 - con alcalini molto maggiori dei cloruri (F7/B);
 - (F7/C);
 - con cloruri maggiori degli alcalini (F7/D);
- **F8:** bicarbonato-calcico con magnesio.

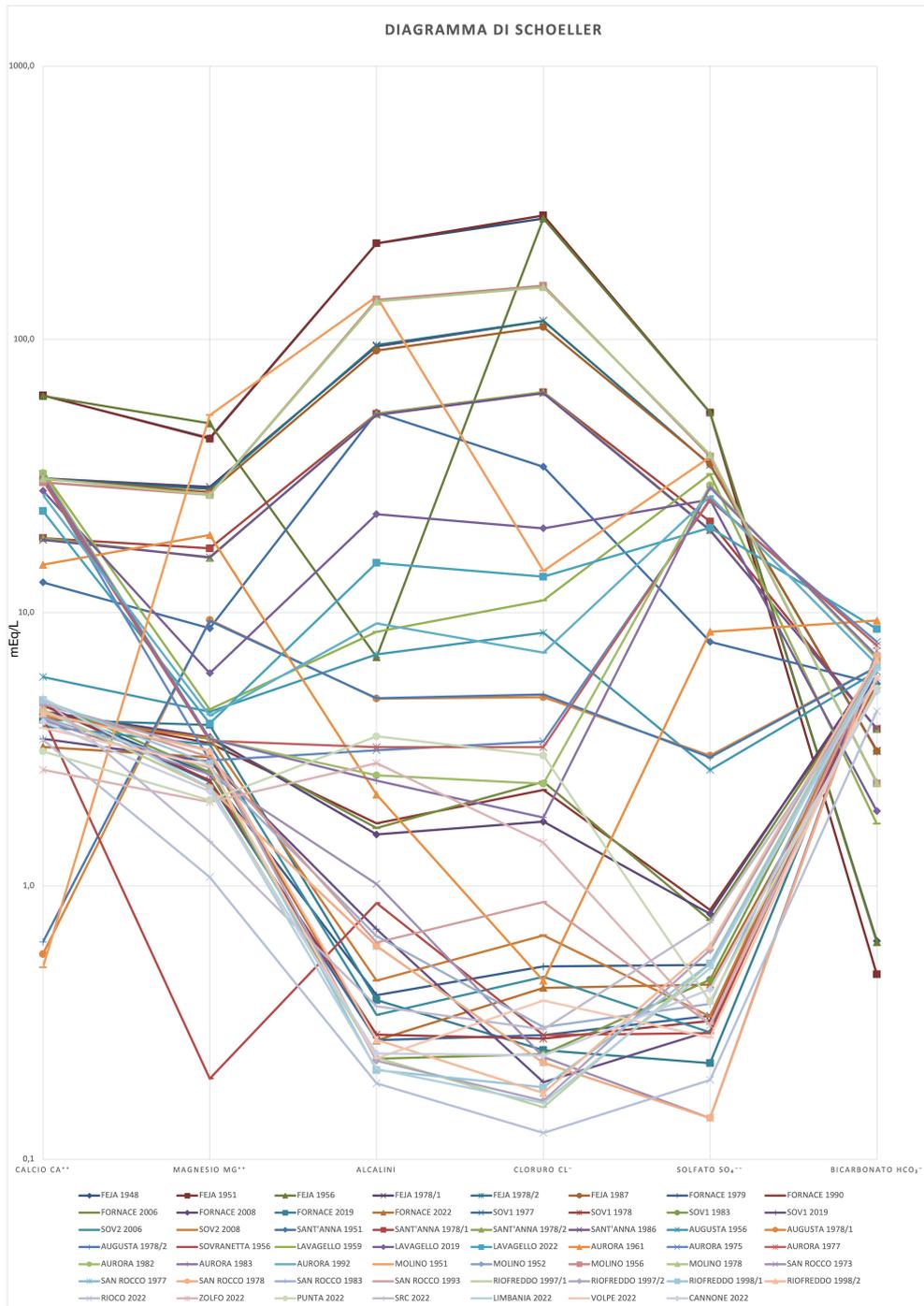


Figura 3.53-Sovrapposizione di tutti i diagrammi di Schoeller.

Gruppo F1

Come si può osservare dalla Figura 3.54, rientrano in questo gruppo le sorgenti Feja, Sant'Anna e Molino Albedosa.

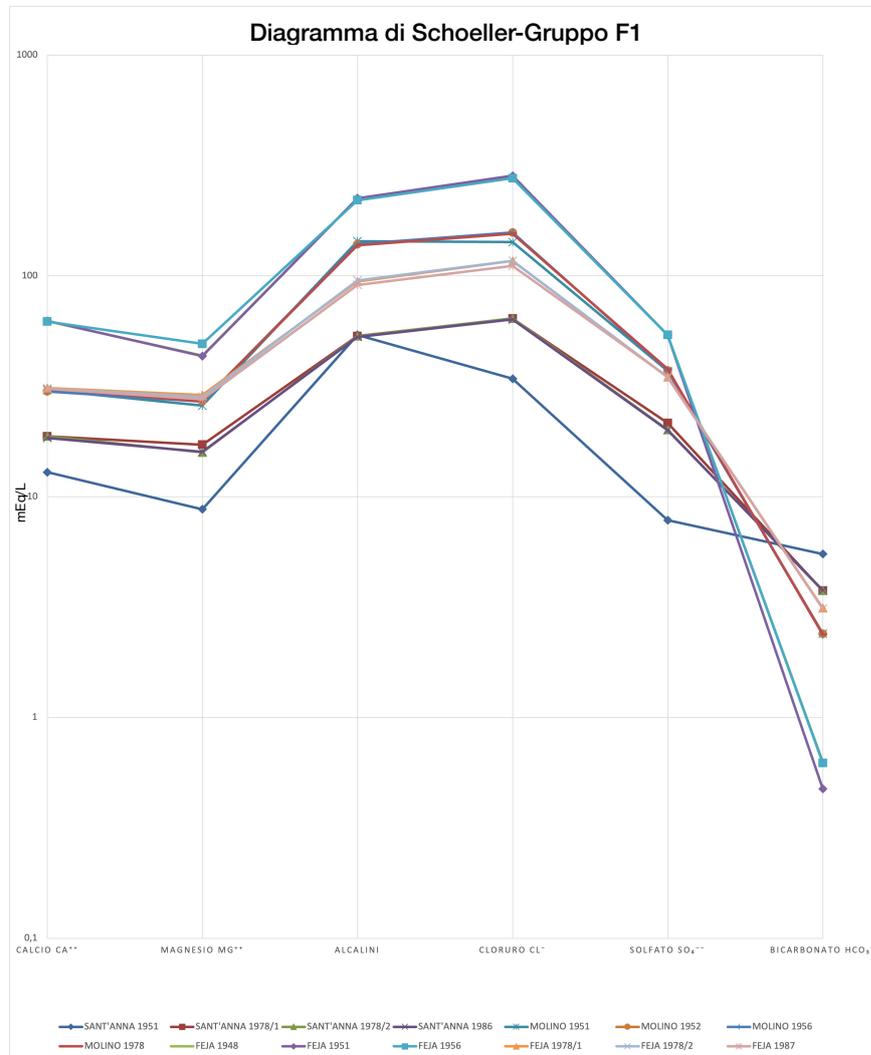


Figura 3.54-Diagramma di Schoeller, Gruppo F1

Come visto in precedenza, esse scaturiscono nel torrente Albedosa; però alcune non sono più rintracciabili a seguito delle varie alluvioni.

Sono le sorgenti che presentano un chimismo molto particolare, che non si riscontra in nessun altro gruppo: il residuo fisso e la conducibilità elettrica specifica hanno valori molto alti (rispettivamente fino a 20.000 mg/l e 30.000 μ S/cm).

Presentano un contenuto salino molto elevato, con alte concentrazioni di sodio, cloro e solfati. Ciò dipende dalla litologia del

Complesso Caotico delle Valle Versa, caratterizzata dalla disposizione di blocchi di gesso, calcari cariati ed evaporiti.

Gruppo F2

Dal diagramma di Schoeller in Figura 3.55 si evince che l'unica sorgente che appartiene a questo gruppo è l'Augusta con due diverse facies: una *cloruro-alcalina* con subfacies *bicarbonato-calcico-magnesiaca* (serie 1956), mentre l'altra è *bicarbonato-magnesiaca* con subfacies *cloruro-alcalina* (serie 1978).

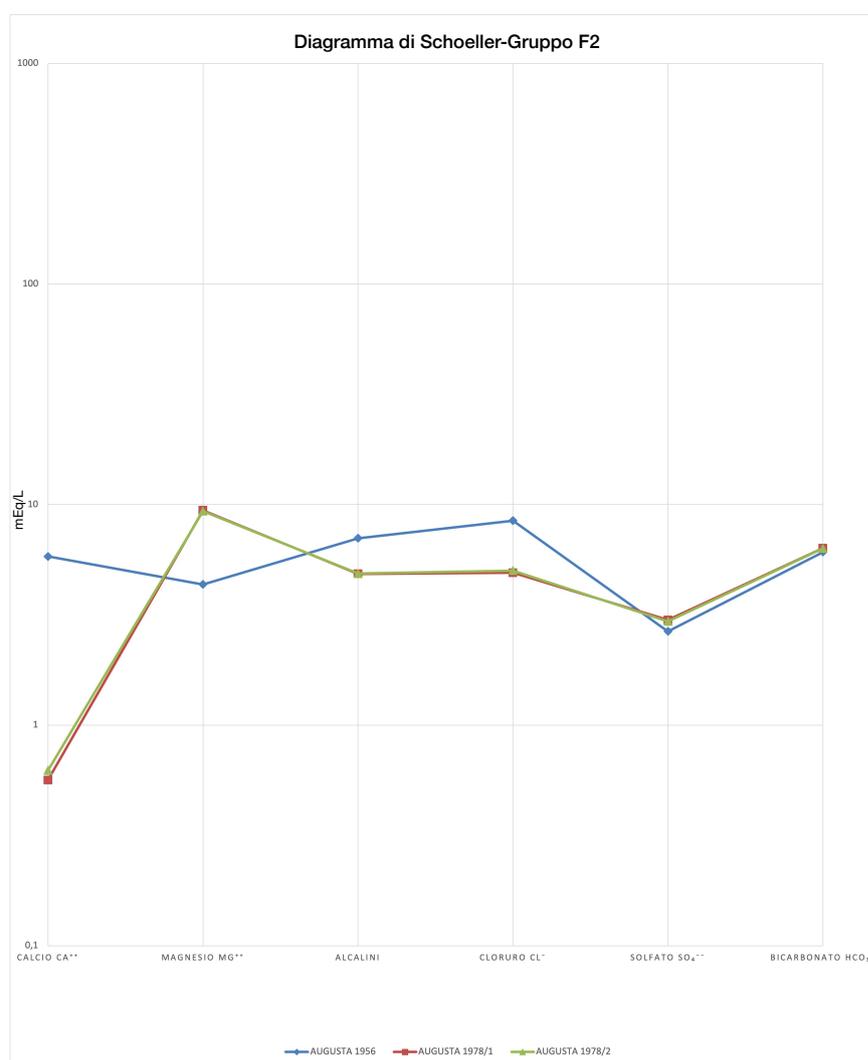


Figura 3.55-Diagramma di Schoeller, Gruppo F2.

Nonostante sia localizzata a poca distanza dalle sorgenti del gruppo F1, si differenzia da esse in quanto, nel Complesso Caotico della Valle Versa, la litografia può cambiare radicalmente nel raggio di pochi metri.

In questo caso si osserva un contenuto modesto di carbonati, in seguito al contatto con lenti di calcare e un ridotto contenuto salino: il movimento dell'acqua, probabilmente, non interagisce con rocce ricche di sali molto solubili.

Gruppo F3

Il gruppo F3 (Figura 3.56) è costituito solo dalla sorgente Sovranetta, con facies *bicarbonato-calcica*.

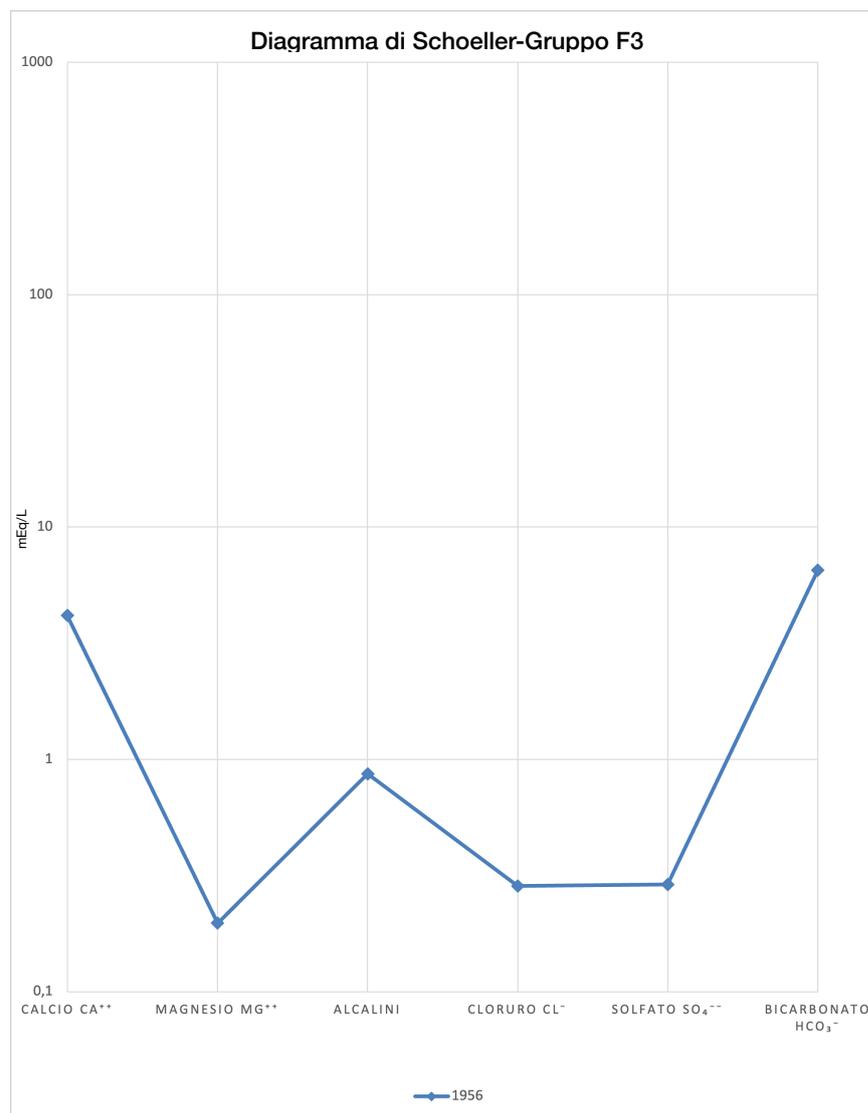


Figura 3.56-Diagramma di Schoeller, Gruppo F3.

Essa presenta basse concentrazioni di ioni, tranne che per il contenuto di calcio e bicarbonati.

In questo caso si può fare un discorso analogo a quello già affrontato per la sorgente Augusta: presumibilmente l'acqua entra in contatto con lenti di calcari.

Gruppo F4

Il gruppo F4 è composto solo dalla sorgente Lavagello, la quale presenta una facies *solfo-calcica cloruro-alkalina*, come si può osservare in Figura 3.57.

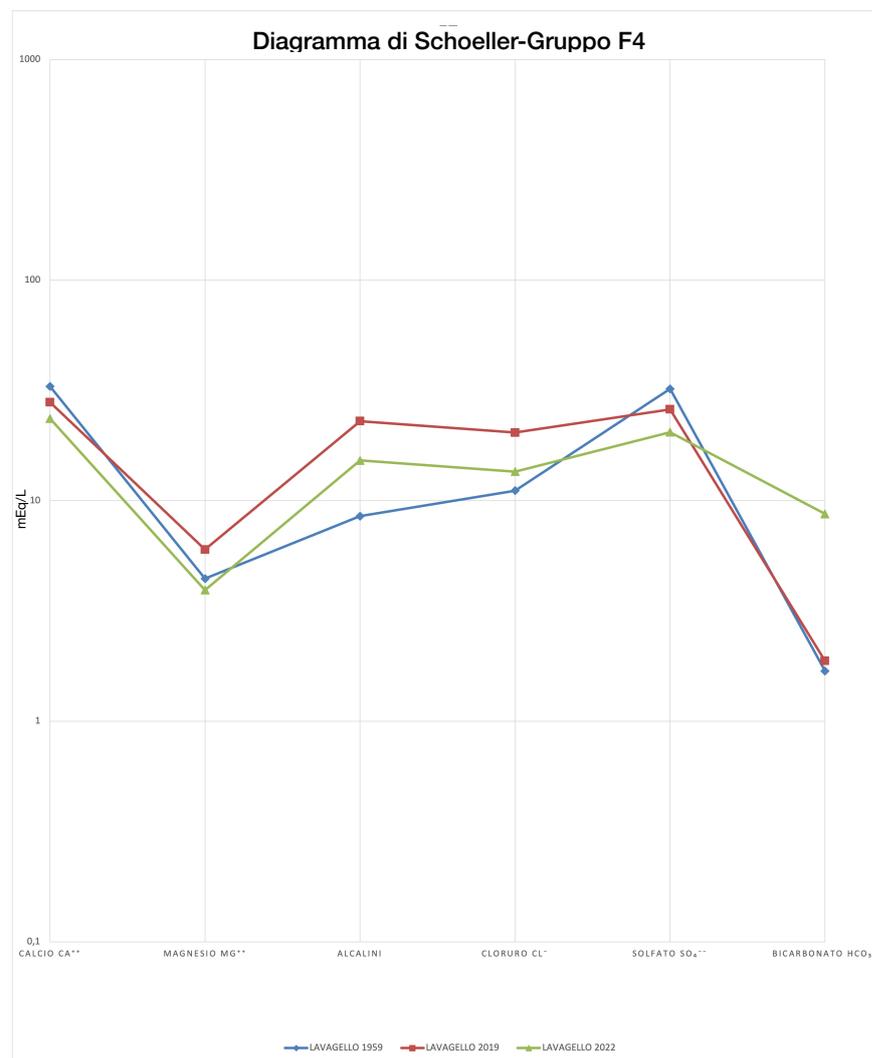


Figura 3.57-Diagramma di Schoeller, Gruppo F4.

Essa scaturisce da sedimenti marini del Terziario appartenenti al Complesso Caotico della Valle Versa, visibili lungo i fianchi vallivi del Rio Arbara; sicuramente quest'acqua si arricchisce di solfati, calcio, cloro e sodio in quanto interagisce con blocchi di gesso e lenti evaporitiche.

Gruppo F5

L'acqua del Pozzo Aurora costituisce un gruppo a sé stante ed ha una facies idrogeochimica *solfato-calcica con bicarbonato*, Figura 3.58.

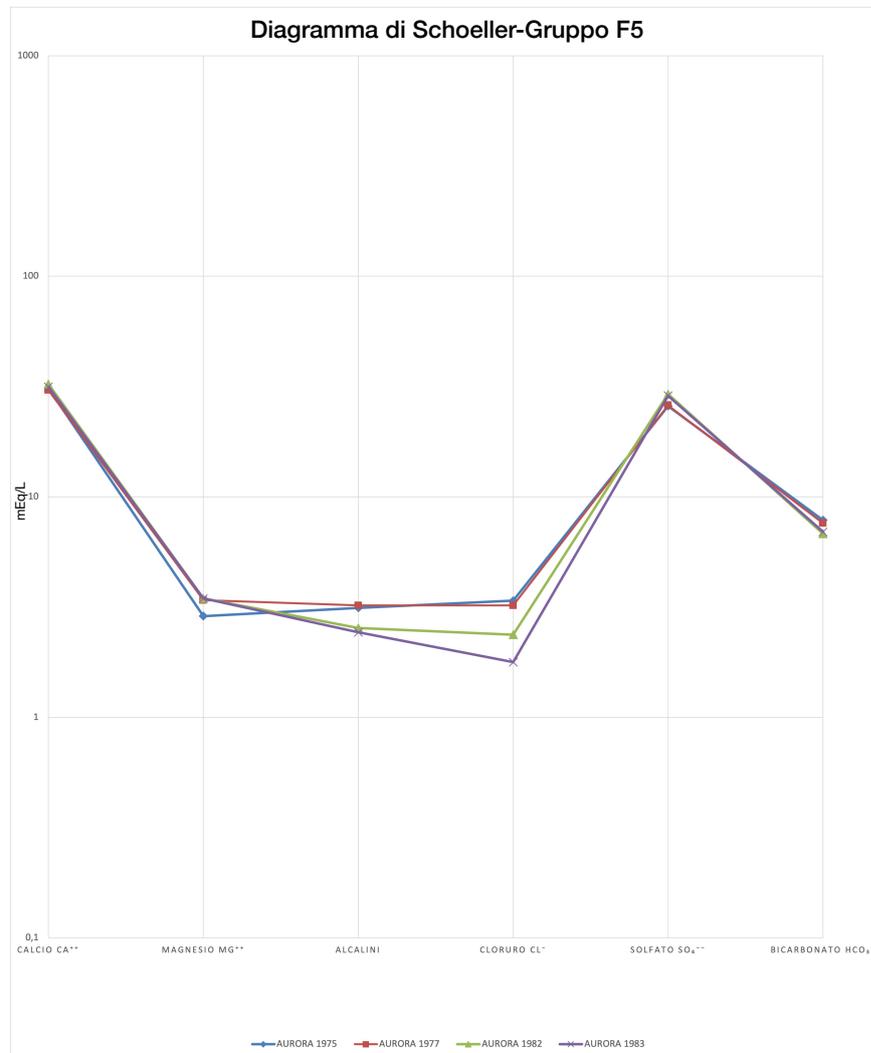


Figura 3.58-Diagramma di Schoeller, Gruppo F5.

Anch'essa, pur provenendo dai sedimenti del Complesso Caotico della Valle Versa, se confrontata con la vicina sorgente Lavagello, presenta una diminuzione del contenuto di cloruri, sodio e magnesio e un incremento della concentrazione di bicarbonati. Una variazione del genere, a pochi metri di distanza, non deve sorprendere, in quanto ci si trova in un contesto geologico assai vario e senza un ordine ben preciso riguardo alla disposizione dei sedimenti: verosimilmente l'acqua interagisce con rocce calcaree.

Gruppo F6

Il gruppo F6 è costituito dalle sorgenti Fonte Dello Zolfo e Punta e, come si evince dalla Figura 3.59, la facies è *bicarbonato-calcico-magnesiaca con subfacies cloruro-alkalina*.

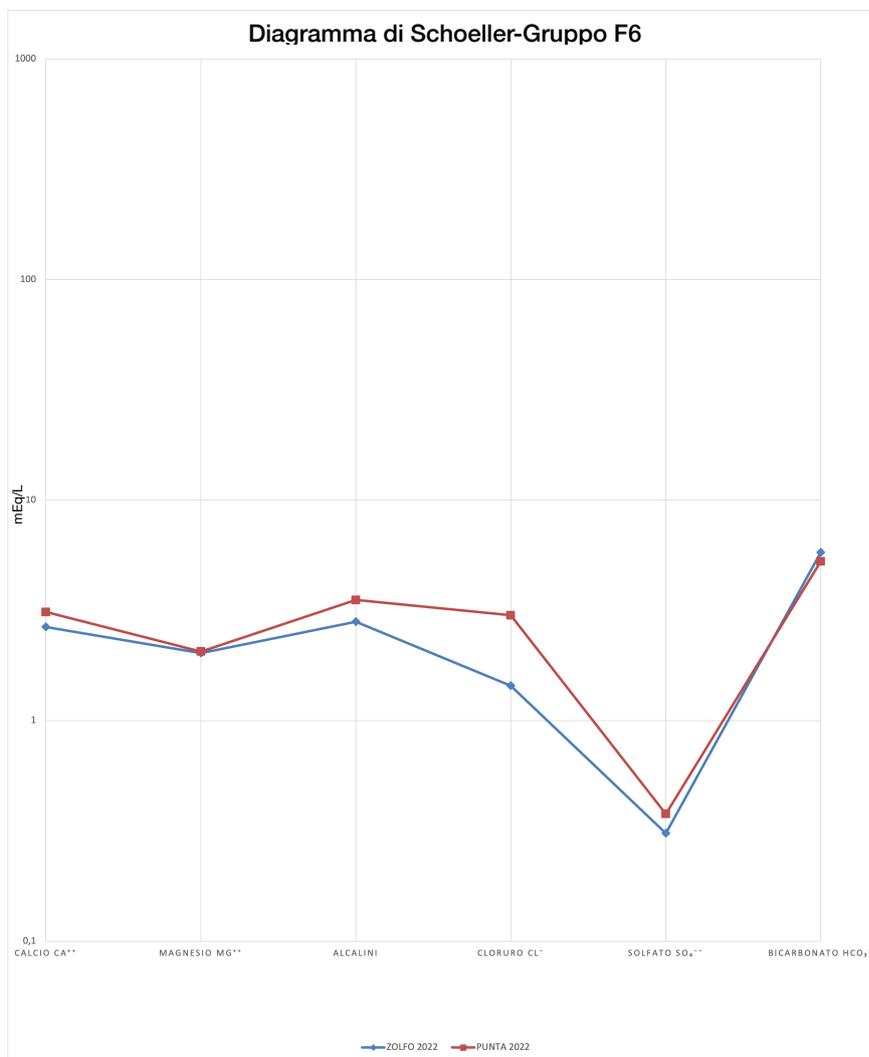


Figura 3.59-Diagramma di Schoeller, Gruppo F6.

Esse hanno origine da strati fratturati di arenaria, il cui cemento calcareo favorisce un incremento di calcio e bicarbonato; la presenza di cloruri e sodio, plausibilmente, dipende dal contatto del flusso idrico con evaporiti sparse.

Gruppo F7

Il Gruppo F7 è costituito dai pozzi Fornace, Sovrana 1, Sovrana 2, San Rocco, Riofreddo e dalle sorgenti Volpe, Cannone e Limbania. Può essere suddiviso in 4 sottogruppi:

- *bicarbonato-calcico-magnesiaca* con subafacies cloruro-alcalina (F7/A) in Figura 3.60;
- *bicarbonato-calcico-magnesiaca* con alcalini molto maggiori dei cloruri (F7/B) in Figura 3.61;
- *bicarbonato-calcico-magnesiaca* (F7/C) in Figura 3.62;
- *bicarbonato-calcico-magnesiaca* con cloruri maggiori degli alcalini (F7/D) in Figura 3.63.

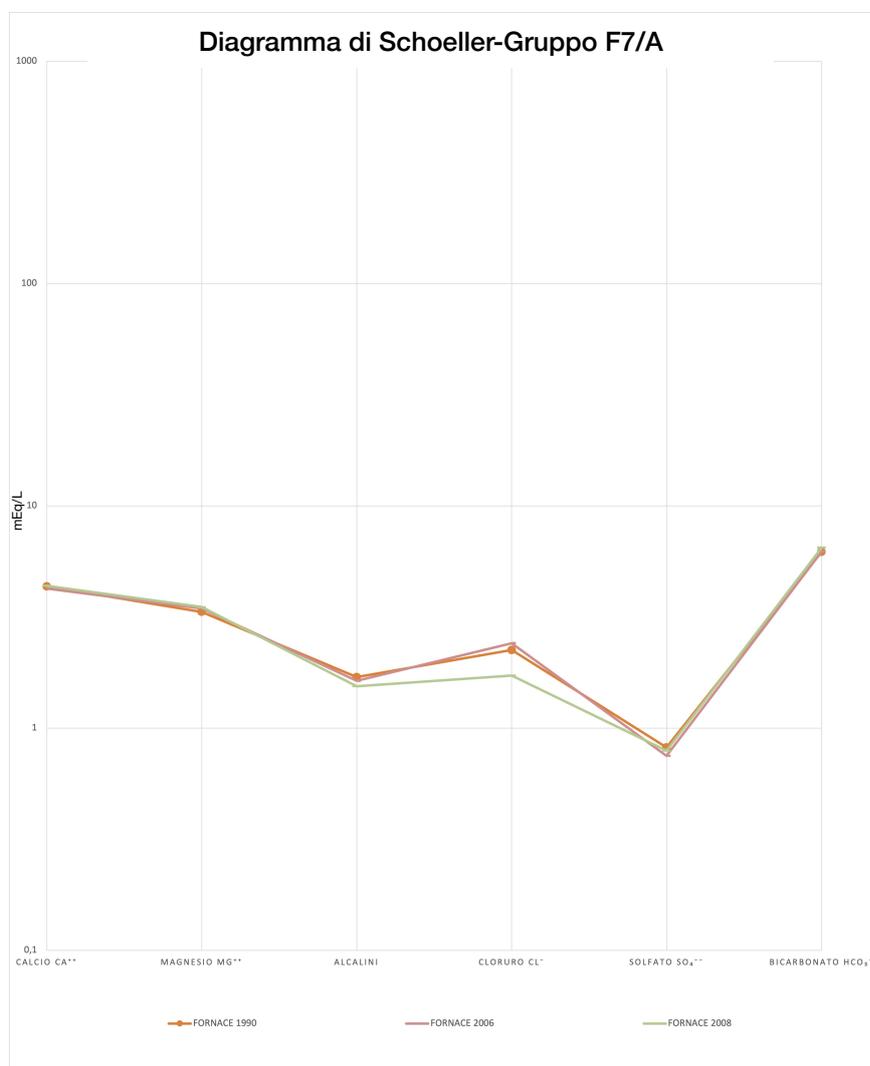


Figura 3.60-Diagramma di Schoeller, Gruppo F7/B.

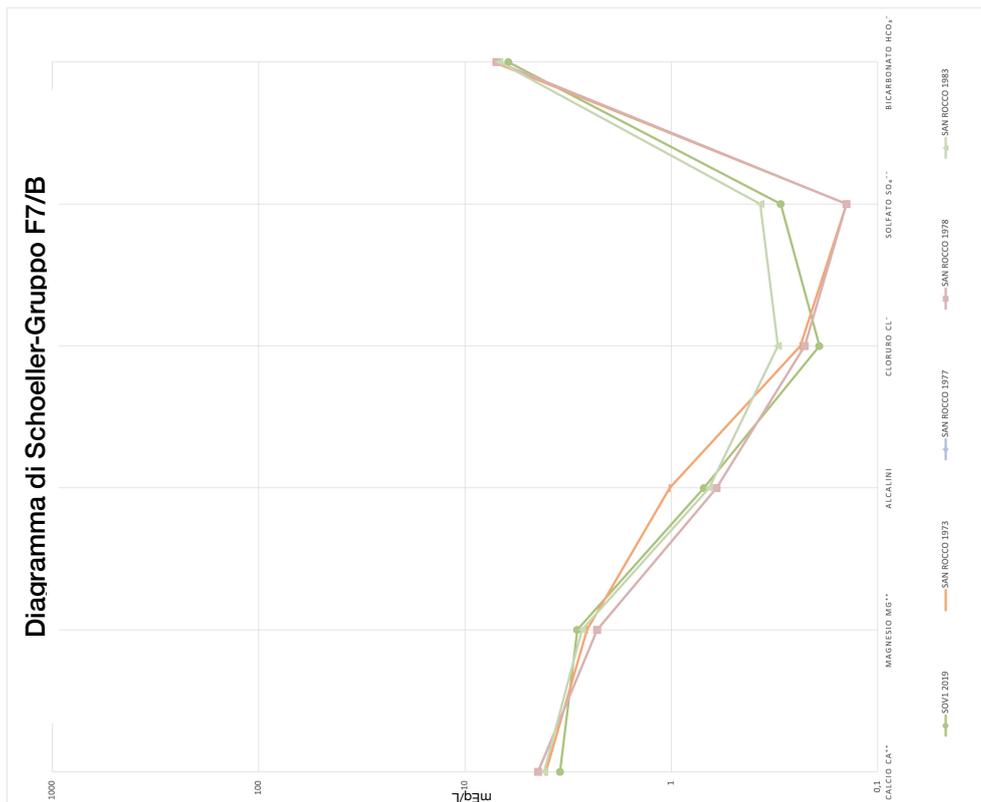


Figura 3.61-Diagramma di Schoeller Gruppo F7/B

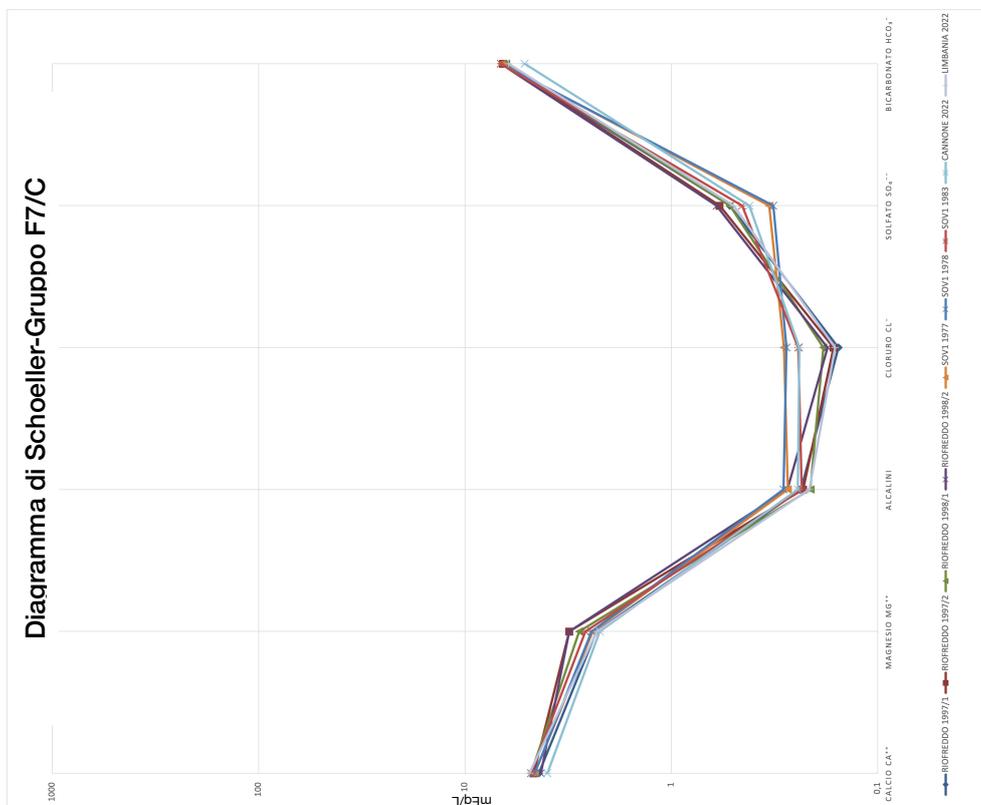


Figura 3.62-Diagramma di Schoeller, Gruppo F7/C.

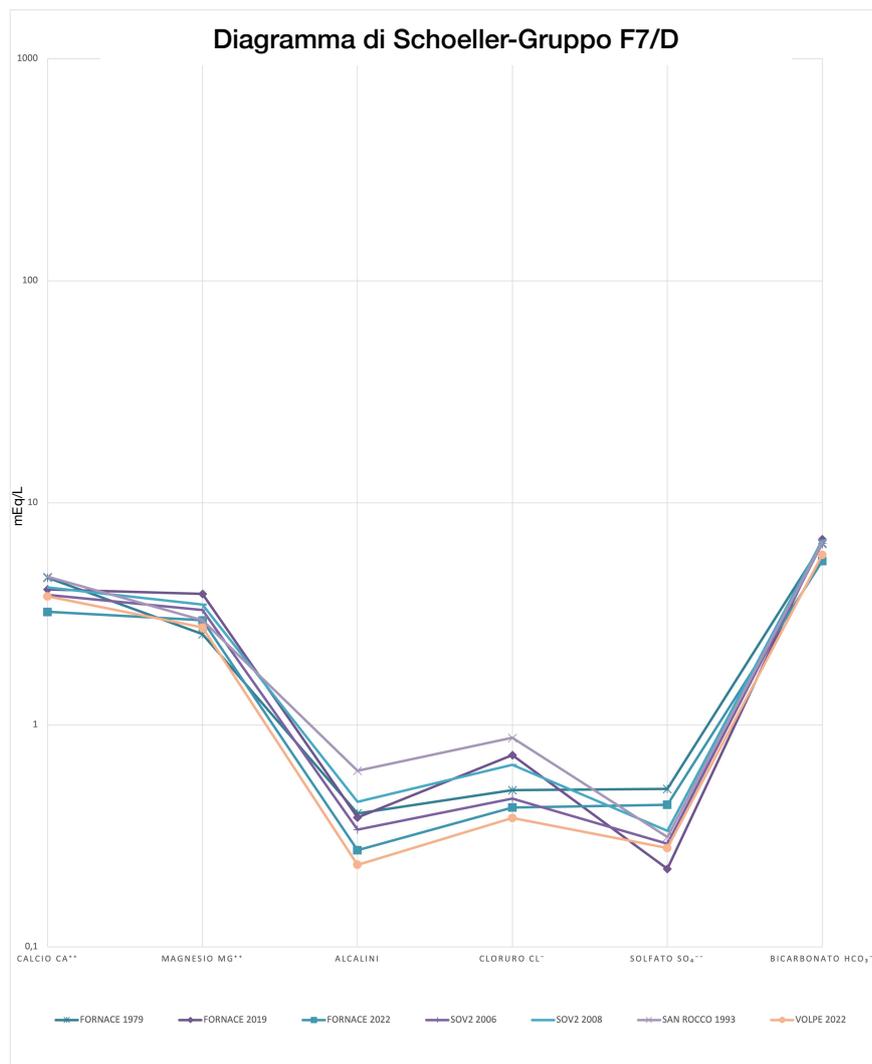


Figura 3.63-Diagramma di Schoeller, Gruppo F7/D

Tutti i pozzi e le sorgenti appartenenti a questo gruppo sono situati nella Formazione di Serravalle, prevalentemente costituita da arenarie con locali presenze di siltiti e marne.

Tra tutti i pozzi, l'unico che ha un apparente comportamento anomalo è il Fornace, situato in prossimità del torrente Albedosa: si può ipotizzare che le variazioni di chimismo siano legate a possibili travasi di acqua dagli strati vicini del Complesso Caotico della Valle Versa, che portano ad un aumento delle concentrazioni di cloruri, sodio e solfati, tuttavia ciò non può essere confermato a causa delle scarse informazioni a disposizione.

Le analisi chimiche e chimico-fisiche delle acque in questione sono perfettamente sovrapponibili: infatti tutte presentano un residuo fisso pari a 400 mg/l, un pH di 7,5 e una conducibilità elettrica di 600/700 µS/cm.

Il chimismo di queste acque, ricche di calcio, magnesio e bicarbonati, dipende dalla presenza del cemento carbonatico.

Gruppo F8

Il gruppo F8 è composto dai pozzi San Rocco Comunale e Riofreddo Comunale, con una facies bicarbonato-calcica con magnesio, come si nota in Figura 3.64.

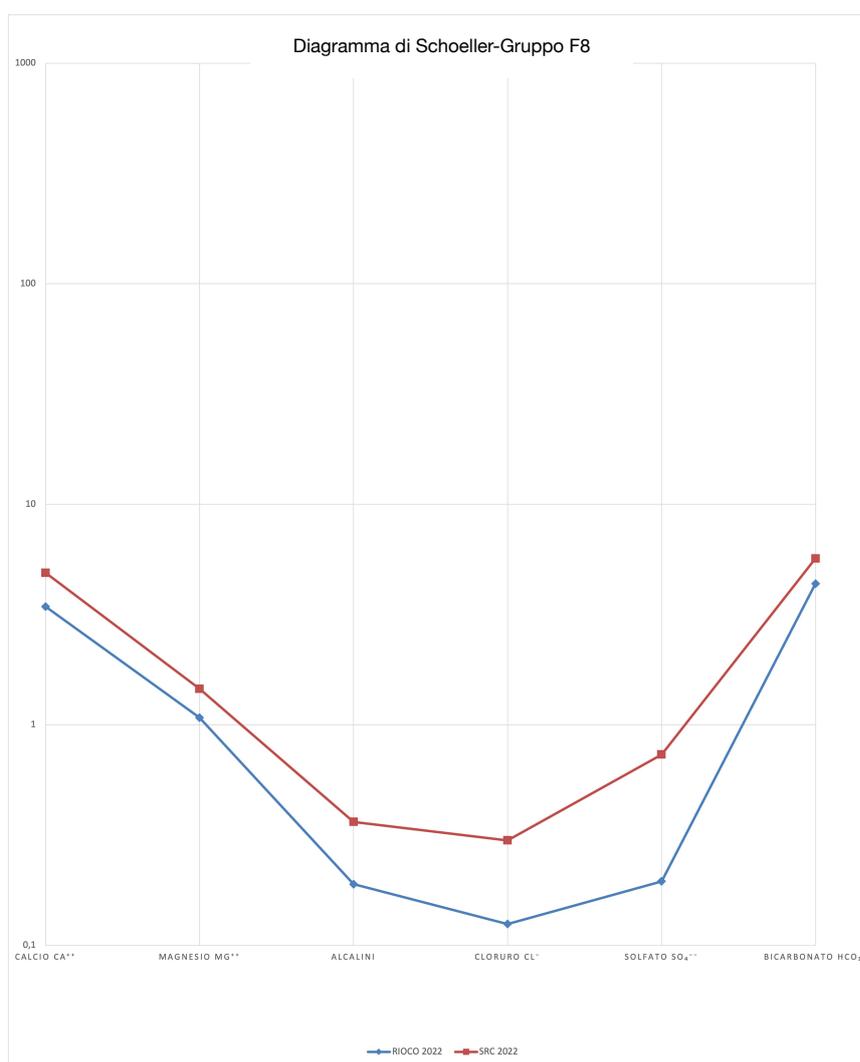


Figura 3.64-Diagramma di Schoeller, Gruppo F8.

3.2.9 L'acquifero nella Formazione di Serravalle

Il fatto che queste acque abbiano la medesima facies idrogeochimica, consente di avanzare l'ipotesi che tutte le opere di presa insistano sullo stesso acquifero.

Per avvalorare questa tesi si è deciso di costruire, in maniera schematica, una sezione geologica (sulla base della Carta Geologica dei Complessi di Ghibauda, Figura 3.6) in modo tale da mettere in evidenza l'interazione dei pozzi più profondi con l'acquifero: la traccia della sezione è indicata in Figura 3.65 (Allegato E) insieme alla localizzazione dei vari gruppi con uguale facies; la sezione longitudinale è rappresentata in Figura 3.66 (Allegato F).

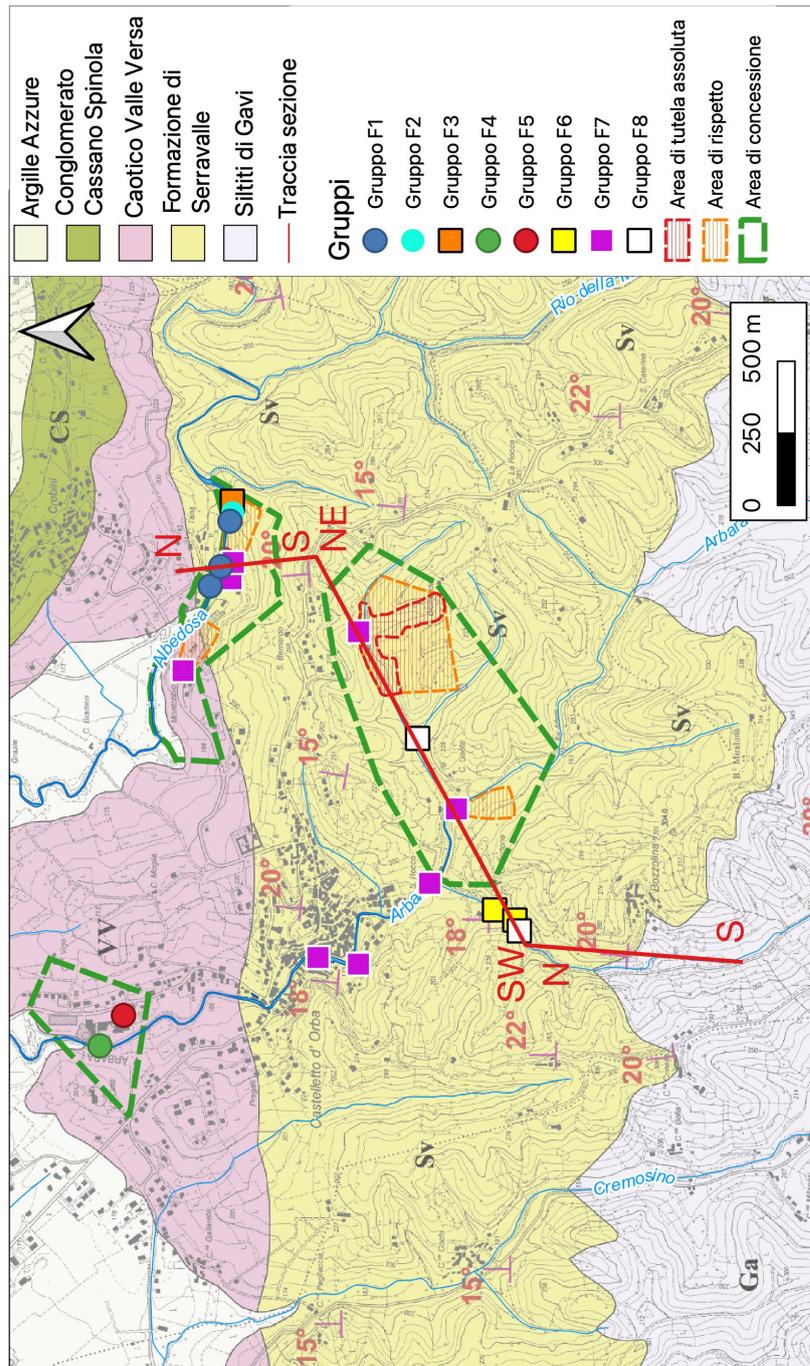


Figura 3.65-Localizzazione gruppi e traccia sezione geologica.

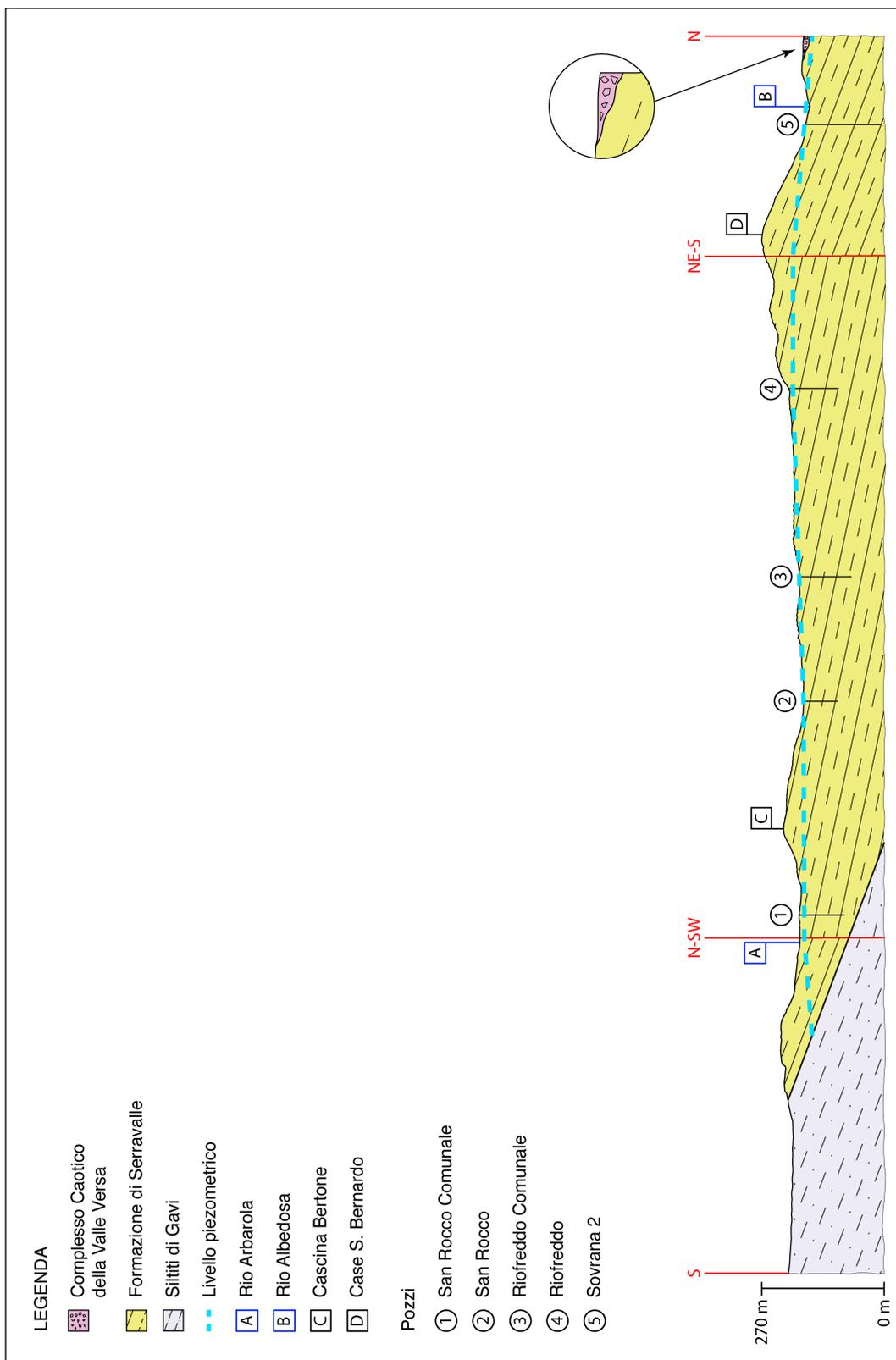


Figura 3.66-Sezione longitudinale acquifero Formazione di Serravalle.

Si tratta di una schematizzazione il cui scopo è quello di mettere in evidenza il fatto che i pozzi intersecati dalla traccia della sezione, cioè il San Rocco Comunale, San Rocco, Riofreddo Comunale, Riofreddo e Sovrana 2, attingono allo stesso acquifero.

In realtà la situazione è molto più complessa, poiché in questa formazione vi è un acquifero multistrato. Questi sedimenti marini del Terziario presentano numerosi livelli marnosi, impermeabili, che si alternano a sabbie e conglomerati, ovvero, a livelli più permeabili, caratterizzati da un'estensione laterale piuttosto limitata.

La granulometria di questi strati consente una permeabilità primaria, anche se, non sempre, ciò si verifica: nei termini più antichi della formazione, cioè quelli in cui sabbia e conglomerati sono cementati, la circolazione dell'acqua avviene solo tramite fratturazioni e piani di stratificazione, che ne favoriscono l'infiltrazione negli strati rocciosi più profondi.

3.2.10 La ricerca delle sorgenti nel torrente Albedosa

Nei paragrafi precedenti è stata messa in risalto l'importanza e la particolarità delle sorgenti presenti nel torrente Albedosa, le quali risultano non più individuabili in seguito agli eventi alluvionali del 1977, 1987 e 2019.

Pertanto, nel mese di giugno 2022, si è deciso di effettuare una serie di misurazioni dell'acqua del torrente, al fine di individuare le vecchie sorgenti.

I parametri presi in considerazione per il campionamento sono stati la temperatura e la conducibilità elettrica specifica, affinché si avesse un'informazione immediata sul contenuto di ioni in acqua e si osservassero le possibili variazioni tra una zona e un'altra; ogni volta che è stata eseguita una misurazione, sono state rilevate le coordinate geografiche di ogni punto tramite sistema GPS.

Le prime misurazioni (punti: 1, 2 e 3) sono state effettuate a monte della possibile area in cui sgorgavano le sorgenti, in modo tale da avere dei valori di riferimento del corso d'acqua, mentre tutti gli altri dati sono stati raccolti nelle aree in cui erano indicati i punti di emergenza nei documenti progettuali.

In totale sono state realizzate 15 misurazioni, la cui localizzazione è riportata in Figura 3.67, mentre i dati ottenuti sono indicati nella Tabella 3.45.



Figura 3.67-Localizzazione dei punti di campionamento.

Tabella 3.45-Risultati campionamento

Punto di campionamento	Temperatura [°C]	Conducibilità elettrica specifica [μS/cm]	Coordinata N [DMS]	Coordinata E [DMS]
1	22,1	574	44°41'13.765617"	8°43'19.383957"
2	22,5	580	44°41'13.765617"	8°43'19.383957"
3	22,6	579	44°41'14.419970"	8°43'20.034093"
4	22,1	577	44°41'13.435123"	8°43'15.039217"
5	22,7	626	44°41'14.144152"	8°43'11.018175"
6	22,8	630	44°41'14.144152"	8°43'11.018175"
7	18,19	602	44°41'13.963656"	8°43'10.312495"
8	20,6	555	44°41'16.035807"	8°43'10.914830"
9	20	567	44°41'14.133811"	8°43'9.634721"
10	23,1	634	44°41'14.342163"	8°43'7.670439"
11	23,7	632	44°41'14.367898"	8°43'6.962823"
12	23,2	634	44°41'14.889135"	8°43'6.442621"
13	14,8	10030	44°41'14.423771"	8°43'6.208066"
14	24,4	678	44°41'15.475951"	8°43'4.669426"

Punto di campionamento	Temperatura [°C]	Conducibilità elettrica specifica [µS/cm]	Coordinata N [DMS]	Coordinata E [DMS]
15	12	781	44°41'16.322502"	8°43'0.426518"

Ciò che emerge è che il corso d'acqua presenta una conducibilità elettrica di 580 µS/cm, valore che aumenta sempre più man mano che si procede verso valle: in prossimità del punto di emergenza della sorgente Feja si nota una variazione, con un incremento fino a 634 µS/cm (punti 10, 11 e 12). Una volta giunti in prossimità di ciò che rimane dell'opera di captazione della sorgente Molino Albedosa, è stata notata tra i detriti e la fanghiglia una piccola pozzanghera ed in seguito alla misurazione dei parametri, che mostravano un elevato valore di conducibilità elettrica, superiore ai 10.000 µS/cm, è stato evidente sin da subito che si trattava delle vecchia fonte (punto 13).

Il punto 15, invece, non è stato campionato nel corso d'acqua, ma in un tubo di scarico che affiorava dalle pareti circostanti: in base ai valori registrati, presumibilmente, si tratta di acqua proveniente dal Pozzo Sovrana 1.

Per avere una visione d'insieme ancora più chiara e dettagliata, si procede con l'interpolazione dei valori di conducibilità elettrica specifica e temperatura, tramite il software QGIS. Il metodo adottato prende il nome di IDW (Distanza inversa ponderata): in questo caso viene attribuito un coefficiente ad ogni campione, in modo tale che l'influenza di ogni punto sugli altri diminuisca col crescere della distanza. Per evitare distorsioni nella rappresentazione, non sono stati presi in considerazione i punti 13 e 15, in quanto presentano un valore troppo alto di conducibilità elettrica rispetto agli altri punti.

Il risultato delle analisi spaziali è riportato nelle Figure 3.68 e 3.69.



Figura 3.68-Analisi spaziale conducibilità elettrica specifica.

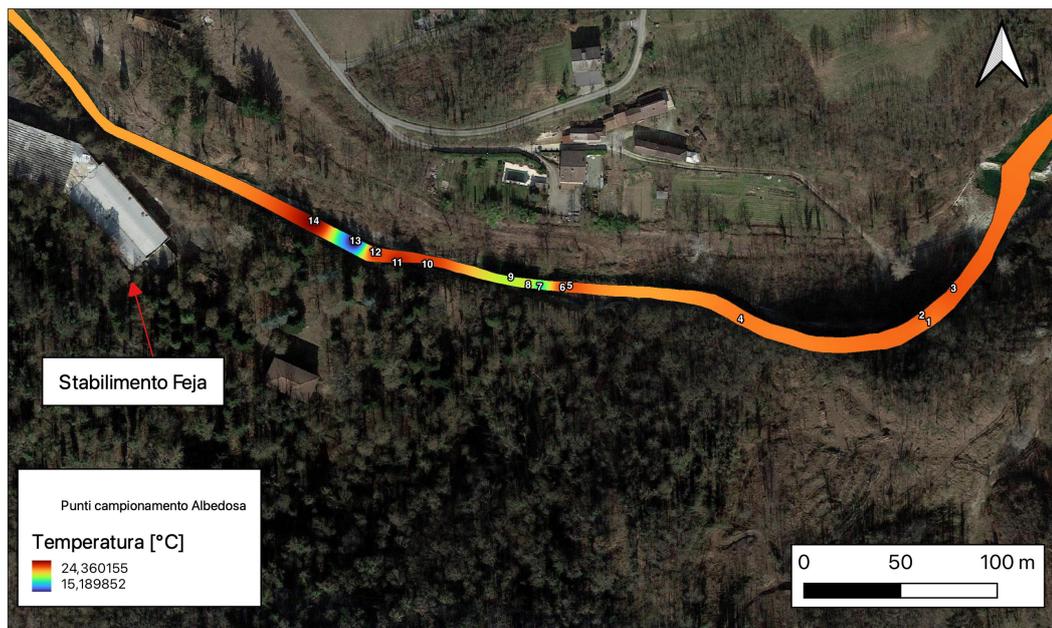


Figura 3.69-Analisi spaziale temperature

Successivamente si sovrappone l'analisi spaziale alla cartografia in cui sono localizzate le sorgenti, per verificare se sussiste una correlazione tra le rappresentazioni (Figura 3.70).

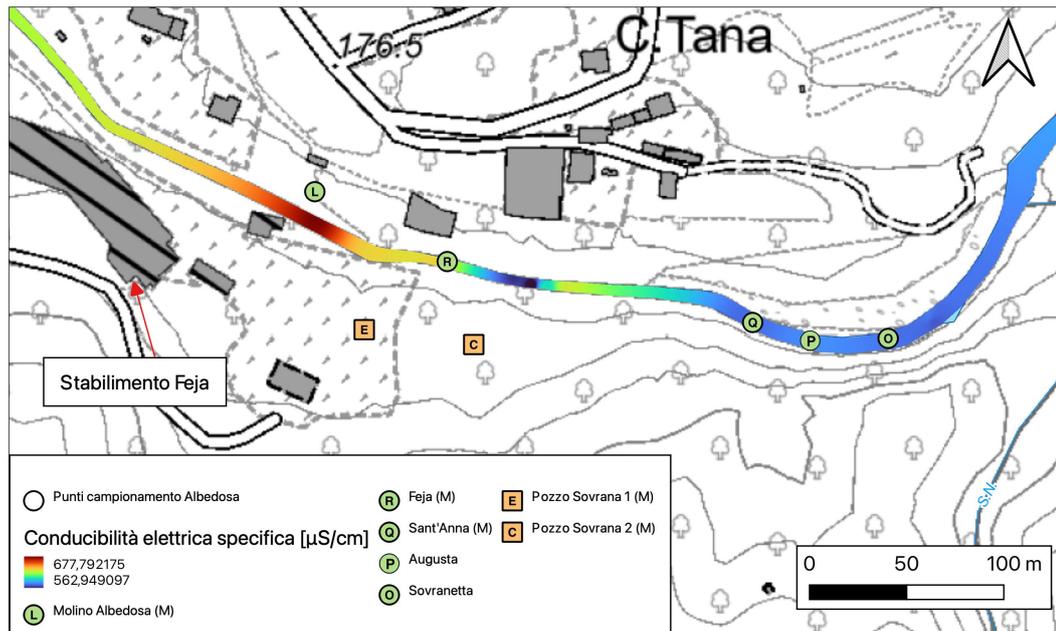


Figura 3.70-Correlazione tra interpolazione e posizione sorgenti.

Dalle figure è possibile notare come vi sia un incremento di conducibilità elettrica procedendo da monte verso valle (da est verso ovest): in prossimità dei punti 7 e 8 si osserva una diminuzione della conducibilità elettrica e della temperatura, probabilmente per la presenza di una venuta d'acqua più fredda o, più plausibilmente, a causa di perdite provenienti dai pozzi vicini; dopo i punti 10, 11 e 12 si ha un graduale aumento della conducibilità elettrica fino ad arrivare al valore massimo, registrato in prossimità del punto 14, per la presenza di piccole venute d'acqua altamente mineralizzata: una di queste è la sorgente Molino Albedosa.

Questo studio mette in evidenza che le vecchie sorgenti non sono scomparse del tutto e mostrano ancora chiare interazioni con il torrente Albedosa. Pertanto, si ritiene necessario proseguire con indagini più dettagliate per comprendere meglio la situazione.

Capitolo 4: Conclusioni

L'obiettivo di questo lavoro di ricerca è stato quello di analizzare le concessioni per lo sfruttamento di acqua minerale sia da un punto di vista normativo che idrogeologico.

I due ambiti, seppur sostanzialmente diversi, teoricamente dovrebbero muoversi di pari passo, in piena armonia. Praticamente, ciò non avviene: la concessione viene definita come un'area i cui confini sono tracciati sulla superficie topografica, ma che in realtà non sono

coincidenti con l'effettiva estensione dell'acquifero, che è il reale oggetto della concessione.

La normativa, a tal proposito, dice che *“l'estensione dell'area oggetto di concessione è correlata alle caratteristiche idrogeologiche del bacino ed alla specificità della sorgente”*. Tuttavia non è una cosa semplice e immediata da definire, in quanto, spesso, gli acquiferi presentano una struttura molto complessa e con interazioni non sempre di facile comprensione. Le indagini e le analisi effettuate attualmente risultano insufficienti e forniscono informazioni solo su determinati settori dell'acquifero stesso. Il problema è ancor più evidente per gli acquiferi sfruttati attraverso pozzi.

Per avere una visione d'insieme chiara e precisa, è necessario, dunque, utilizzare strumenti e analisi, come ad esempio i modelli numerici e le ricostruzioni quanto più aderenti alla realtà delle situazioni idrogeologiche, che permettono di conoscere l'estensione dell'acquifero e tutte le sue caratteristiche, le quali sono fondamentali per la validazione dei modelli numerici.

Ad esempio, nel caso di Castelletto d'Orba, l'acquifero multistrato presente nella Formazione di Serravalle risulta molto complesso da studiare e pertanto le semplici indagini richieste a suo tempo dalla normativa non permettono di ricostruire la reale geometria dell'acquifero e le possibili interazioni tra i vari livelli idrici presenti. Tale mancanza di informazioni ha condotto alla situazione rilevata nel caso suddetto, in cui un unico giacimento minerario è oggetto di più concessioni.

È presente però un'altra anomalia, cioè l'acqua proveniente da questo acquifero è stata sfruttata sia come minerale dalle Società private sia come potabile per l'approvvigionamento idrico comunale.

Questa situazione confusionaria e contraddittoria è imputabile alle incongruenze della normativa, a partire dalle definizioni che vengono fornite: non esistono altre norme o linee guida che identifichino in maniera precisa e univoca quali oligoelementi o quali costituenti sono propri di un'acqua minerale naturale piuttosto che potabile. Attualmente l'unica differenza è il numero di parametri da controllare mediante analisi chimiche, microbiologiche e chimico-fisiche, ma nulla definisce a priori una risorsa da destinare all'imbottigliamento e, quindi al mercato privato, rispetto ad un'altra da utilizzare come approvvigionamento idrico pubblico.

È fondamentale che questa distinzione sia netta e univoca, poiché le acque minerali e potabili appartengono a due ambiti legislativi diversi (autorizzazioni, vigilanza igienico-sanitaria, parametri da analizzare e relativi limiti); soprattutto non bisogna dimenticare l'aspetto economico: il costo di 1 m³ di acqua potabile è uguale al costo di 1 litro di acqua minerale e quindi quest'ultima vale 1000 volte di più della prima.

Pertanto sarebbe opportuno che il legislatore dia una maggiore chiarezza e ordine in tale ambito, sia per quanto riguarda la concessione, attraverso regole più rigide e coerenti in fase di assegnazione, gestione e riconoscimento del giacimento minerario, sia in termini di inequivocabile definizione della risorsa denominata acqua minerale.

L'acqua è un bene collettivo e prezioso, pertanto deve essere tutelato con ogni mezzo a disposizione affinché se ne eviti il depauperamento, soprattutto adesso che i periodi di siccità diventano sempre più frequenti a causa del riscaldamento globale e la richiesta di acque potabili e per usi diversi da quelli di imbottigliamento e vendita aumentano considerevolmente. È evidente che tutto ciò sia un problema di interesse non solo locale ma investe vaste aree del pianeta, comprese quelle in cui la risorsa idrica è già non sufficiente per le popolazioni. È altresì chiaro che vanno parimenti tutelati i diritti del libero commercio. La questione, quindi, diventa anche un problema etico di non facile soluzione, ma che dovrà essere risolto in tempi brevi prima che diventi troppo gravoso risolverlo.

Allegati

Allegato 1-Analisi Sorgente Feja

DATA	1948	1951	1956	1978/1	1978/2	1987
PARAMETRI CHIMICO-FISICI						
TEMPERATURA ALLA SORGENTE [°C]	12,7	12,5	12,7	9,5	10,8	
CONDUCIBILITÀ ELETT. SPECIFICA [μS/cm]	(A 18°C)		(A 18°C)	(A 20°C)		
pH			(A 18°C)	(A 20°C)	(A 20°C)	(A 20°C)
ALCALINITÀ tot. mL HCl 0,1 N/L			23,1	31,2	31,2	
DUREZZA TOTALE [°F]			460,43	300	295	293
RESIDUO FISSO A 180 °C [mg/L]	19012,7	20008,5	19021,7	9589	9595	9260
ATTIVITÀ DEGLI IONI IDROGENO [mol/L]			1,41E-07	0,295 · 10 ⁻⁷	0,251 · 10 ⁻⁷	
SOSTANZE DISCIOLTE IN UN LITRO D'ACQUA [mg/L]						
AMMONIO NH ₄ ⁺	12,4		12	-		-
SODIO Na ⁺	5119,2	5121	5016	2155	2175	2075
POTASSIO K ⁺	82,1	82,3	82	26	32	30
CALCIO Ca ⁺⁺	1248,9	1252	1244	622	620	618
MAGNESIO Mg ⁺⁺	529,8	526,5	599	351	345	336
ALLUMINIO Al ⁺⁺⁺	0,95		1			
FERRO Fe ⁺⁺⁺				TRAC CE	TRAC CE	TRAC CE
CLORURO Cl ⁻	9821,5	10082,1	9821	4149	4150	3938
SOLFATO SO ₄ ⁻	2595,2	2592,5	2595	1671	1670	1680
BICARBONATO HCO ₃ ⁻	38,4	29	38	191	190	190
SOLFIDRILICO HS ⁻	6,2		6	4,3	4,4	
SILICE tot. SiO ₂			7	21	21	
GAS DISCIOLTI IN UN LITRO D'ACQUA a 0 °C e 760 mmHg [cm³/L]						
ANIDRIDE CARBONICA LIBERA	2,53		2,53	2,3	2,3	
OSSIGENO	0,82		0,82	1,3	1,2	
AZOTO e GAS RARI	21,2		21,2	19,9	19,9	
IDROGENO SOLFORATO	2,89	0,34	2,89	2,8	2,9	

Allegato 2-Analisi Pozzo Fornace

DATA	1979	1990	2000	2004	2006	2008	2019	2022
PARAMETRI CHIMICO-FISICI								
TEMPERATURA ALLA SORGENTE [°C]		10,2	13,5	13,3	13,2	13,4		12,9
CONDUCIBILITÀ ELETT. SPECIFICA [μS/cm]		768	860	780	808	742	547	709
pH		7,3	7,5	7,4	7,4	7,3	7,4	7,31
Potenziale di riduzione [mV]								308
DUREZZA TOTALE [°F]								31
RESIDUO FISSO A 180 °C [mg/L]		496	551	528,6	520	503		
OSSIDABILITÀ (ESPRESSA IN O ₂)						0,5		
SOSTANZE DISCIOLTE IN UN LITRO D'ACQUA [mg/L]								
NITRATI NO ₃		4,9	6,3	5				
SODIO Na ⁺	8,7	38,5	52	42,5	37	35	8,4	5,85
POTASSIO K ⁺	0,8	0,8	1,8	0,7	0,78	0,8	0,66	0,7
CALCIO Ca ⁺⁺	92	87		87,5	85	87,4	81,5	64,69
MAGNESIO Mg ⁺⁺	31,1	40,5	43	40,5	42	42,6	47,2	35,96
ALLUMINIO Al ⁺⁺⁺ [μg/L]						<10		< 1
CROMO [μg/L]								8,8
MANGANESE [μg/L]		10				<10		< 1
FERRO Fe ⁺⁺⁺ [μg/L]		10				10	370	25,5
COBALTO [μg/L]								< 1
NICHEL [μg/L]								3,3
ZINCO [μg/L]								1,7
STRONZIO [μg/L]								601,6
BARIO [μg/L]								105,9
RAME [μg/L]								< 1
ARSENICO [μg/L]								10,5
CADMIO [μg/L]								< 1
PIOMBO [μg/L]								< 1
CLORURO Cl ⁻	18	79,6			85,4	61	8,9	15
SOLFATO SO ₄ ⁻	24,7	39,3	45	40	36	38	10,8	20,94
BICARBONATO HCO ₃ ⁻	398	378,5	390	399,5	380	395,3	417,35	332,96

FLUORO F⁻		0,3				0,3	0,34	
FOSFORO TOT. P₂O₅						<0,0 5		
BROMO Br							0,02	
ANIDRIDE CARBONICA			21			40		
SILICE tot. SiO₂					17,1	18,2		
GAS DISCIOLTI IN UN LITRO D'ACQUA a 0 °C e 760 mmHg [cm³/L]								
ANIDRIDE CARBONICA LIBERA		30,2						
OSSIGENO		6,6						

Allegato 3-Analisi Pozzo Sovrana 1

DATA	1977	1978	1983	2019
PARAMETRI CHIMICO-FISICI				
TEMPERATURA ALLA SORGENTE [°C]	11,4	10,7	10,2	
CONDUCIBILITÀ ELETT. SPECIFICA [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	(A 20°C) 520	(A 20°C) 525,0	(A 20°C) 562	670
pH	(A 20°C) 7,25	(A 20°C) 7,20	(A 20°C) 7,32	7,7
ALCALINITÀ tot. mL HCl 0,1 N/L		68,2	67,2	
DUREZZA TOTALE [°F]	35,0	35,4	37,0	
RESIDUO FISSO A 180 °C [mg/L]	393	372	396	
ATTIVITÀ DEGLI IONI IDROGENO [mol/L]	$0,562 \cdot 10^{-7}$	$0,631 \cdot 10^{-7}$		
SOSTANZE DISCIOLTE IN UN LITRO D'ACQUA [mg/L]				
AMMONIO NH_4^+				0,24
NITRATI NO_3				4,228
SODIO Na^+	5,8	6,1	4,95	15,20
POTASSIO K^+	0,8	0,8	0,70	1,34
CALCIO Ca^{++}	92,0	92,0	96,0	69,31
MAGNESIO Mg^{++}	29,2	29,6	31,7	34,70
FERRO Fe^{+++}	0,04	0,04	0,04	1,20
CLORURO Cl^-	10,1	9,8	8,6	6,79
SOLFATO SO_4^-	16,1	15,4	21,8	14,16
BICARBONATO HCO_3^-	405,6	409,7	410,1	375,88
FLUORO F^-				0,182
CROMO ESAVALENTE CrO_4				0,01
SILICE tot. SiO_2	12,6	13,8	15,6	
GAS DISCIOLTI IN UN LITRO D'ACQUA a 0 °C e 760 mmHg [cm^3/L]				
ANIDRIDE CARBONICA LIBERA	20,10	20,20	18,9	
OSSIGENO	6,80	6,96	7,1	
AZOTO e GAS RARI	16,40	16,30	16,40	

Allegato 4-Analisi Pozzo Sovrana 2

DATA	2006	2008
PARAMETRI CHIMICO-FISICI		
TEMPERATURA ALLA SORGENTE [°C]	13,70	13,70
CONDUCIBILITÀ ELETT. SPECIFICA [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	590	611
pH	7,40	7,3
RESIDUO FISSO A 180 °C [mg/L]	395,00	420,00
OSSIDABILITÀ (ESPRESSA IN O ₂)		0,50
SOSTANZE DISCIOLTE IN UN LITRO D'ACQUA [mg/L]		
AMMONIO NH ₄ ⁺		<0,05
NITRITI NO ₂		<0,002
NITRATI NO ₃		5,9
SODIO Na ⁺	7,4	10,00
POTASSIO K ⁺	0,6	0,60
CALCIO Ca ⁺⁺	77,00	83,20
MAGNESIO Mg ⁺⁺	40,00	42,30
ALLUMINIO Al ⁺⁺⁺		<0,01
FERRO Fe ⁺⁺⁺		<0,02
CLORURO Cl ⁻	16,50	23,40
SOLFATO SO ₄ ⁻	14,00	16,00
BICARBONATO HCO ₃ ⁻	400,20	412,40
FLUORO F ⁻		0,25
FOSFORO TOT. P ₂ O ₅		<0,05
BROMO Br		<0,1
SILICE tot. SiO ₂	22,50	23,30
GAS DISCIOLTI IN UN LITRO D'ACQUA a 0 °C e 760 mmHg [cm³/L]		
ANIDRIDE CARBONICA LIBERA		45,60

Allegato 5-Analisi Sorgente Sant'Anna

DATA	1951	1978/1	1978/2	1986	1994
PARAMETRI CHIMICO-FISICI					
TEMPERATURA ALLA SORGENTE [°C]	15	10,50	13,2	10,2	
CONDUCIBILITÀ ELETT. SPECIFICA [μS/cm]	(A 25°C)	(A 20°C)	(A 20°C)	(A 20°C)	(A 20°C)
pH		(A 20°C)	(A 20°C)	7,74	(A 20°C)
ALCALINITÀ tot. mL HCl 0,1 N/L		37,6	37,4		
DUREZZA TOTALE [°F]		180	178	173	51
RESIDUO FISSO A 180 °C [mg/L]		5604	5604	5584	1217
ATTIVITÀ DEGLI IONI IDROGENO [mol/L]		0,138 · 10 ⁻⁷	0,174 · 10 ⁻⁷		
SOSTANZE DISCIOLTE IN UN LITRO D'ACQUA [mg/L]					
AMMONIO NH ₄ ⁺				<0,05	
AZOTO NITROSO NO ₂				<0,005	
AZOTO NITRICO NO ₃				0,9	6,6
SODIO Na ⁺	993,0	1222	1220	1210	
POTASSIO K ⁺	424,0	12	12	12	
CALCIO Ca ⁺⁺	258,8	376	376	370	117
MAGNESIO Mg ⁺⁺	106,6	209	193	194	
ALLUMINIO Al ⁺⁺⁺	0,9				
FERRO Fe ⁺⁺⁺	0,7	0,1	0,1	<0,05	
CLORURO Cl ⁻	1212,7	2272	2274	2253	605
SOLFATO SO ₄ ⁻	376,0	1036	965	962	115
BICARBONATO HCO ₃ ⁻	335,5	229	229	230	
FOSFATI PO ₄				<0,05	
CROMO ESAVALENTE CrO ₄				<0,01	
BROMO Br	1,2				
SILICE tot. SiO ₂	27,7	28	27	27	
GAS DISCIOLTI IN UN LITRO D'ACQUA a 0 °C e 760 mmHg [cm³/L]					
ANIDRIDE CARBONICA LIBERA	1,50	1,90	1,80		
OSSIGENO	0,81	1,84	1,72		
AZOTO e GAS RARI	22,104	20,24	20,120		

Allegato 6-Analisi Sorgente Augusta

DATA	1956	1978/1	1978/2
PARAMETRI CHIMICO-FISICI			
TEMPERATURA ALLA SORGENTE [°C]	14	9	10,8
CONDUCIBILITÀ ELETT. SPECIFICA [μS/cm]	(A 18°C) 1230	(A 20°C) 1150	(A 20°C) 11,50
pH	(A 18°C) 6,83	(A 20°C) 7,40	
ALCALINITÀ tot. mL HCl 0,1 N/L	61,03	69,2	69,2
DUREZZA TOTALE [°F]	59,9	50	49
RESIDUO FISSO A 180 °C [mg/L]	1030	842	840
ATTIVITÀ DEGLI IONI IDROGENO [mol/L]	$1,48 \cdot 10^{-7}$	$0,398 \cdot 10^{-7}$	$0,398 \cdot 10^{-7}$
SOSTANZE DISCIOLTE IN UN LITRO D'ACQUA [mg/L]			
SODIO Na ⁺	160,2	98	99
POTASSIO K ⁺	2,7	23	22
CALCIO Ca ⁺⁺	116,7	11,3	12,5
MAGNESIO Mg ⁺⁺	52,8	114,5	113,5
ALLUMINIO Al ⁺⁺⁺	0,1		
FERRO Fe ⁺⁺⁺	0,05	-	TRACCE MIN
CLORURO Cl ⁻	299,7	174	178
SOLFATO SO ₄ ⁻	127,8	144	142
BICARBONATO HCO ₃ ⁻	371,81	387	386
SILICE tot. SiO ₂	30	22	22
GAS DISCIOLTI IN UN LITRO D'ACQUA a 0 °C e 760 mmHg [cm³/L]			
ANIDRIDE CARBONICA LIBERA	13,07	12,80	12,70
OSSIGENO	7,52	5,70	5,90
AZOTO e GAS RARI	15,20	16,40	16,50

Allegato 7-Analisi Sorgente Sovranetta

DATA	1956
PARAMETRI CHIMICO-FISICI	
TEMPERATURA ALLA SORGENTE [°C]	12
CONDUCIBILITÀ ELETT. SPECIFICA [μS/cm]	(A 18°C) 470
pH	(A 18°C) 7,60
ALCALINITÀ tot. mL HCl 0,1 N/L	65,3
DUREZZA TOTALE [°F]	21,87
RESIDUO FISSO A 180 °C [mg/L]	355
ATTIVITÀ DEGLI IONI IDROGENO [mol/L]	$2,51 \cdot 10^{-7}$
SOSTANZE DISCIOLTE IN UN LITRO D'ACQUA [mg/L]	
SODIO Na⁺	16,5
POTASSIO K⁺	5,8
CALCIO Ca⁺⁺	83,3
MAGNESIO Mg⁺⁺	2,4
ALLUMINIO Al⁺⁺⁺	0,2
FERRO Fe⁺⁺⁺	0,05
CLORURO Cl⁻	10,1
SOLFATO SO₄⁻	13,9
BICARBONATO HCO₃⁻	398,3
SILICE tot. SiO₂	20,5
GAS DISCIOLTI IN UN LITRO D'ACQUA a 0 °C e 760 mmHg [cm³/L]	
ANIDRIDE CARBONICA LIBERA	22,08
OSSIGENO	7,93
AZOTO e GAS RARI	17,45

Analisi 8-Sorgente Lavagello

DATA	1951	1959	1982	1994	2019	2022
PARAMETRI CHIMICO-FISICI						
TEMPERATURA ALLA SORGENTE [°C]	12	13	12,8			12,90
CONDUCIBILITÀ ELETT. SPECIFICA [μS/cm]		(A 25 °C) 3610			5000	5230
pH					7	6,94
DUREZZA TOTALE [°F]				180		137,56
RESIDUO FISSO A 180 °C [mg/L]	7100	3286,0		3530		
Potenziale di riduzione [mV]						-269
SOSTANZE DISCIOLTE IN UN LITRO D'ACQUA [mg/L]						
AMMONIO NH ₄ ⁺			0,25			
AZOTO AMMONIACALE NH ₄				1,2		
AZOTO NITRICO NO ₃				7,1	0,34	
NITRITI NO ₂					4,50	
SODIO Na ⁺	473,0	195,7	590		523,00	346,98
POTASSIO K ⁺	519,3		7,6		8,00	5,15
CALCIO Ca ⁺⁺	710,5	660,4	668	172	560,00	472,07
MAGNESIO Mg ⁺⁺	772,0	53,9	80		73,00	47,81
ALLUMINIO Al ⁺⁺⁺		1,72	0,06			0,023
FERRO Fe ⁺⁺⁺		0,52		0,1	17,60	0,0176
CLORURO Cl ⁻		393,5	820	809	722,00	480,20
SOLFATO SO ₄ ⁻	832,1	1543,8	1894	1635	1246,00	982,18
BICARBONATO HCO ₃ ⁻	1694,0	103,0	190,0		114,71	531,98
SOLFIDRILICO HS ⁻		0,28				
FLUORO F ⁻					1,04	
BROMO Br ⁻					2,30	
ANIDRIDE CARBONICA		398,0				
SILICE tot. SiO ₂		38,4				
GAS DISCIOLTI IN UN LITRO D'ACQUA a 0 °C e 760 mmHg [cm³/L]						
ANIDRIDE CARBONICA LIBERA		136,62				
OSSIGENO		0,18				
AZOTO e GAS RARI		7,40				

IDROGENO SOLFORATO	4144	3,85				
CROMO [µg/L]						1,4
MANGANESE [µg/L]						11,4
COBALTO [µg/L]						< 1
NICHEL [µg/L]						3,4
ZINCO [µg/L]						1,7
STRONZIO [µg/L]						14282,4
BARIO [µg/L]						6,0
RAME [µg/L]						< 1
ARSENICO [µg/L]						16,0
CADMIO [µg/L]						< 1
PIOMBO [µg/L]						< 1

Allegato 9-Analisi Pozzo Aurora

DATA	1961	1975	1977	1982	1983	1992
PARAMETRI CHIMICO-FISICI						
TEMPERATURA ALLA SORGENTE [°C]	11,20	15,90	13,80	11,80	12,80	11,20
CONDUCIBILITÀ ELET. SPECIFICA [μS/cm]	(A 20°C)	(A 20°C)	(A 20°C)	2380	(A 20°C)	(A 20°C)
pH	(A 20°C)	(A 20°C)	(A 20°C)	6,8		(A 20°C)
ALCALINITÀ tot. mL HCl 0,1 N/L			76,00	68,00		
DUREZZA TOTALE [°F]			170,00	180,00		
RESIDUO FISSO A 180 °C [mg/L]	1136,40	2492,00	2496,00	2543,00	2470,00	1136,40
RESIDUO A 105 °C [mg/L]				2594		
ATTIVITÀ DEGLI IONI IDROGENO [mol/L]			0,138 · 10 ⁻⁶	0,158 · 10 ⁻⁶		
DENSITÀ D 15°/15°					1,00	
SOSTANZE DISCIOLTE IN UN LITRO D'ACQUA [mg/L]						
NITRATI NO ₃				0,50	tracce	1,10
SODIO Na ⁺	49,60	70,00	72,00	56,50	54	208,00
POTASSIO K ⁺		3,80	3,50	3,20	3,3	3,60
CALCIO Ca ⁺⁺	300,20	621,00	610,00	650,00	632,00	541,00
MAGNESIO Mg ⁺⁺	233,90	35,00	41,30	42,00	42	51,00
ALLUMINIO Al ⁺⁺⁺	0,80	0,10	0,10			
FERRO Fe ⁺⁺⁺	1,70	0,30	0,20	0,50	0,54	0,02
MANGANESE Mn ⁺⁺			0,10		tracce	0,48
CLORURO Cl ⁻	15,90	120,00	114,00	84,00	63,00	253,00
SOLFATO SO ₄ ⁻	409,00	1240,00	1250,00	1405,00	1380,00	1281,00
BICARBONATO HCO ₃ ⁻	571,00	477,50	463,00	415,00	423,00	394,00
SOLFIDRILICO HS ⁻						
FLUORO F ⁻			0,11	0,38	0,22	0,54
SILICE tot. SiO ₂	23,90	17,60	21,00	29,50	32,50	38,80
GAS DISCIOLTI IN UN LITRO D'ACQUA a 0 °C e 760 mmHg [cm³/L]						
ANIDRIDE CARBONICA LIBERA	55,00	29,07	27,80	28,70	28,40	
OSSIGENO	2,65	6,33	5,90	1,80	1,85	
AZOTO e GAS RARI	17,55	13,60	13,50	13,50	13,40	

Allegato 10-Analisi Molino Aledosa

DATA	1951	1952	1956	1978
PARAMETRI CHIMICO-FISICI				
TEMPERATURA ALLA SORGENTE [°C]	14	13,7	13,7	13,2
CONDUCIBILITÀ ELETT. SPECIFICA [$\mu\text{S}/\text{cm}$]		(A 18°C) 15040	(A 18°C) 15040	(A 20°C) 14900
pH			(A 18°C) 6,85	(A 20°C) 7,29
ALCALINITÀ tot. mL HCl 0,1 N/L			22,5	23,77
DUREZZA TOTALE [°F]			232,10	288,6
RESIDUO FISSO A 180 °C [mg/L]	11752	11737	11737	11630
ATTIVITÀ DEGLI IONI IDROGENO [mol/L]			$1,41 \cdot 10^{-7}$	$0,513 \cdot 10^{-7}$
SOSTANZE DISCIOLTE IN UN LITRO D'ACQUA [mg/L]				
AMMONIO NH_4^+	24,3	9,8	9	0,9
SODIO Na^+	3289,1	3178,2	3194	3155
POTASSIO K^+	24,3	23,1	23	23
CALCIO Ca^{++}	10,1	601,2	601	621
MAGNESIO Mg^{++}	642,4	328,4	328	328
ALLUMINIO Al^{+++}		0,9	0,8	0,8
CLORURO Cl^-	504,6	5575,8	5575	5510
SOLFATO SO_4^-	1781,8	1792,7	1792	1820
BICARBONATO HCO_3^-	146,4	145,8	145	145
SOLFIDRILICO HS^-		6,5	6	6,5
SILICE tot. SiO_2			7	9,9
GAS DISCIOLTI IN UN LITRO D'ACQUA a 0 °C e 760 mmHg [cm^3/L]				
ANIDRIDE CARBONICA LIBERA		7,3	3,67	3,70
OSSIGENO		1,6	1,13	1,05
AZOTO e GAS RARI		20,2	16,14	19,8
IDROGENO SOLFORATO	7,1	3	1,98	1,97

Allegato 11-Analisi Pozzo San Rocco

DATA	1973	1977	1978	1983	1988	1993
PARAMETRI CHIMICO-FISICI						
TEMPERATURA ALLA SORGENTE [°C]	14	14,1	13	11,2	14,6	
CONDUCIBILITÀ ELETT. SPECIFICA [μS/cm]	(A 20°C)	(A 20°C)	(A 20°C)	(A 20°C)	(20°C) 598	(A 20°C)
pH	(A 20°C)		(A 20°C)	(A 20°C)	(A 20°C)	7,6
ALCALINITÀ tot. mL HCl 0,1 N/L	72,0					
DUREZZA TOTALE [°F]	33,0	33,6				35,00
RESIDUO FISSO A 180 °C [mg/L]	394,0	383	392	381	396	
ATTIVITÀ DEGLI IONI IDROGENO [mol/L]	0,631 · 10 ⁻⁷	0,562 · 10 ⁻⁷	0,562 · 10 ⁻⁷	0,708 · 10 ⁻⁷		
SOSTANZE DISCIOLTE IN UN LITRO D'ACQUA [mg/L]						
NITRATI NO ₃					0,45	
SODIO Na ⁺	22,5	13,1	13,1	13,6	10,5	13,40
POTASSIO K ⁺	1,5	1,3	1,3	2,5	1,4	1,50
CALCIO Ca ⁺⁺	81,24	88,6	88,6	82,8	89	93,00
MAGNESIO Mg ⁺⁺	31,1	27,8	27,8	32,9	31	36,00
ALLUMINIO Al ⁺⁺⁺	0,08					
FERRO Fe ⁺⁺⁺	0,2	0,3	0,3	0,08		
MANGANESE Mn ⁺⁺						
CLORURO Cl ⁻	8,4	8,0	8,0	10,8	16,9	31,00
SOLFATO SO ₄ ⁻	6,8	6,8	6,8	17,8	18,2	15,00
BICARBONATO HCO ₃ ⁻	443,005	424,8	424,8	416,0	403,5	403,00
FLUORO F ⁻	0,12	0,12	0,12	0,12		
ANIDRIDE CARBONICA	11,6	14,2	14,2	14,2		26,80
SILICE tot. SiO ₂					30,5	
GAS DISCIOLTI IN UN LITRO D'ACQUA a 0 °C e 760 mmHg [cm³/L]						
ANIDRIDE CARBONICA LIBERA	16,96	16,95	19,5		34,5	
OSSIGENO	2,36	2,30	2,70		3,7	
AZOTO e GAS RARI	15,42	15,40	15,20			

Allegato 12-Analisi Pozzo Riofreddo

DATA	1997	1997	1998	1998
PARAMETRI CHIMICO-FISICI				
TEMPERATURA ALLA SORGENTE [°C]	8	11	11	12,50
CONDUCIBILITÀ ELETT. SPECIFICA [μ S/cm]	620	645	600	610
pH	7,4	7,7	7,9	7,7
DUREZZA TOTALE [°F]	34,0	38	38	36,00
RESIDUO FISSO A 180 °C [mg/L]	400,0	365		388
SOSTANZE DISCIOLTE IN UN LITRO D'ACQUA [mg/L]				
AZOTO NITRICO NO ₃	13,00	13,00	14	
SODIO Na ⁺	5	5,1	4,7	6,00
POTASSIO K ⁺	0,7	0,3	0,3	0,50
CALCIO Ca ⁺⁺	88	93	96	86,00
MAGNESIO Mg ⁺⁺	28	38	34	38,00
ALLUMINIO Al ⁺⁺⁺	0,01			
CLORURO Cl ⁻	5,5	5,8	6,5	6,20
SOLFATO SO ₄ ⁻	25	28	25	29,00
BICARBONATO HCO ₃ ⁻	400	400	385	410,00
CROMO ESAVALENTE CrO ₄	18	18	15	17,00
SILICE tot. SiO ₂	18	19,2	17,1	16,60
GAS DISCIOLTI IN UN LITRO D'ACQUA a 0 °C e 760 mmHg [cm³/L]				
ANIDRIDE CARBONICA LIBERA	28	14	9	22,00
OSSIGENO	9,5	8,30	8,90	8,4

Allegato 13-Pozzo Riofreddo Comunale

DATA	1981	2022
PARAMETRI CHIMICO-FISICI		
TEMPERATURA ALLA SORGENTE [°C]		12,1
CONDUCIBILITÀ ELETT. SPECIFICA [μS/cm]	(A 20°C) 452	(A 20°C) 607
pH	(A 20°C) 7,31	7,381
DUREZZA TOTALE [°F]	30,5	22,76
Potenziale di riduzione [mV]		325
SOSTANZE DISCIOLTE IN UN LITRO D'ACQUA [mg/L]		
AZOTO NITRICO NO₃	TRACCE	
NITRITI NO₂	TRACCE	
SODIO Na⁺		3,66
POTASSIO K⁺	90	1,19
CALCIO Ca⁺⁺	52,2	68,83
MAGNESIO Mg⁺⁺		13,54
ALLUMINIO Al⁺⁺⁺	0,12	<0,001
FERRO Fe⁺⁺⁺	0,06	0,0587
MANGANESE Mn⁺⁺	10	0,0079
CLORURO Cl⁻		4,430683816
SOLFATO SO₄⁻		9,37
BICARBONATO HCO₃⁻		266,34
SOLFURI	0,05	
CROMO [μg/L]		9,6
COBALTO [μg/L]		< 1
NICHEL [μg/L]		1,8
ZINCO [μg/L]		2,9
STRONZIO [μg/L]		252,0
BARIO [μg/L]		6,4
RAME [μg/L]		< 1
ARSENICO [μg/L]		24,8
CADMIO [μg/L]		< 1

Allegato 14-Analisi Fonte dello Zolfo

DATA	1933	1983	1994	2022
PARAMETRI CHIMICO-FISICI				
TEMPERATURA ALLA SORGENTE [°C]				10,1
CONDUCIBILITÀ ELETT. SPECIFICA [μ S/cm]		(A 20°C) 875	(A 20°C) 751	(A 25°C) 845
pH		(A 20°C) 7,32	(A 20°C) 7,91	7,64
Potenziale di riduzione [mV]		375		132
DUREZZA TOTALE [°F]		32,0	33,0	23,79
RESIDUO SECCO A 210°C [mg/L]	876		564	
PORTATA [L/m]				1,77
SOSTANZE DISCIOLTE IN UN LITRO D'ACQUA [mg/L]				
AMMONIO NH ₄ ⁺	TRACCE	PRESENTE	0,21	
NITRITI NO ₂	NEGATIVO	-	0,05	
NITRATI NO ₃	TRACCE	TRACCE	0,90	
SODIO Na ⁺				62,72
POTASSIO K ⁺				3,33
CALCIO Ca ⁺⁺	DEB. POSITIVA		60	53,34
MAGNESIO Mg ⁺⁺	ID. ID.			25,45
CLORURO Cl ⁻	250,5	104	27,9	51,1
SOLFATO SO ₄ ⁻	TRACCE		17,6	14,84
BICARBONATO HCO ₃ ⁻				354,42
SOLFURI		PRESENTI		
ALLUMINIO Al ⁺⁺⁺ [μ g/L]				< 1
CROMO [μ g/L]				< 1
MANGANESE [μ g/L]				4,1
FERRO Fe ⁺⁺⁺ [μ g/L]				30,7
COBALTO [μ g/L]				< 1
NICHEL [μ g/L]				2,5
ZINCO [μ g/L]				11,9
STRONZIO [μ g/L]				978,2
BARIO [μ g/L]				10,5

RAME [µg/L]				< 1
ARSENICO [µg/L]				3,2
CADMIO [µg/L]				< 1
PIOMBO [µg/L]				< 1

Allegato 15-Sorgente Punta

DATA	1983	1994	2022
PARAMETRI CHIMICO-FISICI			
TEMPERATURA ALLA SORGENTE [°C]			11,1
CONDUCIBILITÀ ELETT. SPECIFICA [μS/cm]	(A 20°C) 868	(A 20°C) 656	(A 25°C) 1016
pH	(A 20°C) 7,34	(A 20°C) 7,83	7,842
Potenziale di riduzione [mV]			24
DUREZZA TOTALE [°F]	31,0	43,0	25,87
SOSTANZE DISCIOLTE IN UN LITRO D'ACQUA [mg/L]			
AMMONIACA NH ₄	PRESENTE	0,17	
NITRITI NO ₂	ASSENTE	-	
NITRATI NO ₃	TRACCE	-	
SODIO Na ⁺			79,79
POTASSIO K ⁺			2,24
CALCIO Ca ⁺⁺		124	62,34
MAGNESIO Mg ⁺⁺			25,04
CLORURO Cl ⁻	91	8,1	106,5
SOLFATO SO ₄ ⁻		33,8	18,16
BICARBONATO HCO ₃ ⁻			322,46
ALLUMINIO Al ⁺⁺⁺ [μg/L]			< 1
CROMO [μg/L]			8,0
MANGANESE [μg/L]			7,9
FERRO Fe ⁺⁺⁺ [μg/L]		60	52,3
COBALTO [μg/L]			< 1
NICHEL [μg/L]			2,2
ZINCO [μg/L]			2,2
STRONZIO [μg/L]			701,6
BARIO [μg/L]			7,6
RAME [μg/L]			< 1
ARSENICO [μg/L]			6,5
CADMIO [μg/L]			< 1
PIOMBO [μg/L]			< 1

Allegato 16-Pozzo San Rocco Comunale

DATA	1981	2022
PARAMETRI CHIMICO-FISICI		
TEMPERATURA ALLA SORGENTE [°C]		12
CONDUCIBILITÀ ELETT. SPECIFICA [μS/cm]	(A 20°C) 765	714 (25°C)
pH	(A 20°C) 7,00	7,842
Potenziale di riduzione [mV]		58
DUREZZA TOTALE [°F]	36,5	31,78
RESIDUO A 105 °C [mg/L]	574	
PORTATA [L/m]	0,83	
SOSTANZE DISCIOLTE IN UN LITRO D'ACQUA [mg/L]		
NITRITI NO₂	0,02	
NITRATI NO₃	1,10	
SODIO Na⁺		7,09
POTASSIO K⁺		2,24
CALCIO Ca⁺⁺	106	98,06
MAGNESIO Mg⁺⁺	24,3	17,72
CLORURO Cl⁻	16,6	106,5
SOLFATO SO₄⁻	27	18,16
BICARBONATO HCO₃⁻		322,46
CROMO [μg/L]		< 1
MANGANESE [μg/L]		8,0
FERRO Fe⁺⁺⁺ [μg/L]	150	32,8
COBALTO [μg/L]		< 1
NICHEL [μg/L]		5,7
ZINCO [μg/L]		1,9
STRONZIO [μg/L]		567,4
BARIO [μg/L]		5,4
RAME [μg/L]		< 1
ARSENICO [μg/L]		2,7
CADMIO [μg/L]		< 1
PIOMBO [μg/L]		< 1

Allegato 17- Fonte Santa Limbania

DATA	1994	2022
PARAMETRI CHIMICO-FISICI		
TEMPERATURA ALLA SORGENTE [°C]		6,6
CONDUCIBILITÀ ELETT. SPECIFICA [µS/cm]	(A 20°C) 673	(25°C) 808
pH	(A 20°C) 7,78	7,395
DUREZZA TOTALE [°F]	37,0	35,86
RESIDUO FISSO A 180 °C [mg/L]	505,0	
Potenziale di riduzione [mV]		264
SOSTANZE DISCIOLTE IN UN LITRO D'ACQUA [mg/L]		
AZOTO AMMONIACALE NH₄	0,08	
AZOTO NITRICO NO₃	1,10	
SODIO Na⁺		4,66
POTASSIO K⁺		0,45
CALCIO Ca⁺⁺	92	97,67
MAGNESIO Mg⁺⁺		27,86
CLORURO Cl⁻	34	5,7
SOLFATO SO₄⁻	16,3	23,98
BICARBONATO HCO₃⁻		376,33
ALLUMINIO Al⁺⁺⁺ [µg/L]		1,7
CROMO [µg/L]		8,7
MANGANESE [µg/L]		< 1
FERRO Fe⁺⁺⁺ [µg/L]		< 1
COBALTO [µg/L]		< 1
NICHEL [µg/L]		1,6
ZINCO [µg/L]		1,2
STRONZIO [µg/L]		84,4
BARIO [µg/L]		21,3
RAME [µg/L]		< 1
ARSENICO [µg/L]		5,8
CADMIO [µg/L]		< 1
PIOMBO [µg/L]		< 1

Allegato 18-Analisi Sorgente Volpe

DATA	1984	1994	2022
PARAMETRI CHIMICO-FISICI			
TEMPERATURA ALLA SORGENTE [°C]			6,8
CONDUCIBILITÀ ELETT. SPECIFICA [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	(A 20°C) 630	(A 20°C) 1744	725
pH	(A 20°C) 7,30	(A 20°C) 8,10	7,693
DUREZZA TOTALE [°F]	35,0	33,0	32,68
Potenziale di riduzione [mV]			302
PORTATA [L/m]			0,67
SOSTANZE DISCIOLTE IN UN LITRO D'ACQUA [mg/L]			
NITRATI NO ₃	35,00	6,60	
SODIO Na ⁺			5,14
POTASSIO K ⁺			0,42
CALCIO Ca ⁺⁺			75,89
MAGNESIO Mg ⁺⁺			33,37
COLORURO Cl ⁻			13,5
SOLFATO SO ₄ ⁻			13,39
BICARBONATO HCO ₃ ⁻			355,65
CROMO ESAVALENTE CrO ₄	10,01		
ALLUMINIO Al ⁺⁺⁺ [$\mu\text{g}/\text{L}$]			< 1
CROMO [$\mu\text{g}/\text{L}$]			9,0
MANGANESE [$\mu\text{g}/\text{L}$]	50		< 1
FERRO Fe ⁺⁺⁺ [$\mu\text{g}/\text{L}$]	50		< 1
COBALTO [$\mu\text{g}/\text{L}$]			< 1
NICHEL [$\mu\text{g}/\text{L}$]			4,1
ZINCO [$\mu\text{g}/\text{L}$]			2,4
STRONZIO [$\mu\text{g}/\text{L}$]			82,9
BARIO [$\mu\text{g}/\text{L}$]			65,6
RAME [$\mu\text{g}/\text{L}$]			< 1
ARSENICO [$\mu\text{g}/\text{L}$]			5,4
CADMIO [$\mu\text{g}/\text{L}$]			< 1
PIOMBO [$\mu\text{g}/\text{L}$]			< 1

Allegato 19-Analisi Fonte Cannone

DATA	1979	1994	2022
PARAMETRI CHIMICO-FISICI			
TEMPERATURA ALLA SORGENTE [°C]			11,7
CONDUCIBILITÀ ELETT. SPECIFICA [μS/cm]	(A 20°C) 540	(A 20°C) 621	706
pH	(A 20°C) 7,38	(A 20°C) 7,91	7,45
Potenziale di riduzione [mV]			284
DUREZZA TOTALE [°F]	33,0	37,0	
PORTATA [L/m]			6,00
SOSTANZE DISCIOLTE IN UN LITRO D'ACQUA [mg/L]			
AZOTO NITRICO NO ₃		15,90	
SODIO Na ⁺			5,05
POTASSIO K ⁺			0,95
CALCIO Ca ⁺⁺	84	42	79,96
MAGNESIO Mg ⁺⁺	29		27,01
CLORURO Cl ⁻	11,7	5,5	8,5
SOLFATO SO ₄ ⁻	8,2	32,4	20,13
BICARBONATO HCO ₃ ⁻			313,84
FOSFATI PO ₄	0,44	-	
ALLUMINIO Al ⁺⁺⁺ [μg/L]			< 1
CROMO [μg/L]			3,3
MANGANESE [μg/L]			< 1
FERRO Fe ⁺⁺⁺ [μg/L]			< 1
COBALTO [μg/L]			< 1
NICHEL [μg/L]			1,5
ZINCO [μg/L]			1,2
STRONZIO [μg/L]			74,8
BARIO [μg/L]			23,1
RAME [μg/L]			< 1
ARSENICO [μg/L]			4,6
CADMIO [μg/L]			< 1
PIOMBO [μg/L]			< 1

Allegato 20-Analisi Pozzo Villa Montobbio

DATA	1978
PARAMETRI CHIMICO-FISICI	
CONDUCIBILITÀ ELETT. SPECIFICA [μS/cm]	(A 20°C) 600
pH	(A 20°C) 7,32
ALCALINITÀ AL METILARANCIO CaCO₃ [mg/L]	320
DUREZZA TOTALE [°F]	37,0
RESIDUO A 105 °C [mg/L]	450
SOSTANZE DISCIOLTE IN UN LITRO D'ACQUA [mg/L]	
NITRATI NO₃	7,70
CALCIO Ca⁺⁺	88
MAGNESIO Mg⁺⁺	36,4
CLORURO Cl⁻	11,4
SOLFATO SO₄⁻	42

Bibliografia

- Regio Decreto 28 settembre 1919, n. 1924 “Regolamento per l’esecuzione del Capo IV della L. 16 luglio 1916, n. 947 contenente disposizioni sulle acque minerali e gli stabilimenti termali, idroterapici e di cure fisiche e affini”.
- Direttiva 80/777/CEE del Consiglio, del 15 luglio 1980, in materia di ravvicinamento della legislazione degli Stati Membri sull'utilizzazione e la commercializzazione delle acque minerali naturali.
- Decreto Legislativo 25 gennaio 1992, n. 105 “Attuazione della direttiva 80/777/CEE relativa alla utilizzazione e alla commercializzazione delle acque minerali naturali”.
- Sentenza della Corte (Prima Sezione) del 17 luglio 1997 - Badische Erfrischungs-Getränke GmbH & Co. KG contro Land Baden-Württemberg.
- Decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 339 “Disciplina delle acque di sorgente e modificazioni al decreto legislativo 25 gennaio 1992, n. 105, concernente le acque minerali naturali, in attuazione della direttiva 96/70/CE”.
- Legge 13 marzo 1958, n. 296 “Costituzione del Ministero della Sanità”.
- D.P.R. 14 gennaio 1972, n. 2 “Trasferimento alle Regioni a statuto ordinario delle funzioni amministrative statali in materie di acque minerali e termali, di cave e torbiere e di artigianato e del relativo personale”.
- Legge Regionale n. 25 del 12 luglio 1994 “Ricerca e coltivazione di acque minerali e termali”.
- Decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112 “Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed agli Enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n.59”.
- Legge costituzionale del 18 ottobre 2001, n. 3 “Modifiche al Titolo V della parte seconda della Costituzione”.

- Legge regionale del 26 aprile 2000, n. 44 “Disposizioni normative per l'attuazione del decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112 'Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle Regioni ed agli Enti locali, in attuazione del Capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59”.
- Legge regionale del 15 marzo 2001, n. 5 “Modificazioni ed integrazioni alla legge regionale 26 aprile 2000, n. 44”.
- Decreto ministeriale del 20 gennaio 1927 “Istruzioni per la utilizzazione e il consumo delle acque minerali”.
- Decreto ministeriale 22 giugno 1977 “Norme per le etichette delle acque minerali”.
- Decreto ministeriale 1 febbraio 1983 “Nuove norme per le etichette delle acque minerali”.
- Circolare Ministero della Sanità n°19 del 12/05/1993 “Vigilanza sulla Utilizzazione e la Commercializzazione delle Acque Minerali”.
- Decreto ministeriale 11 settembre 2003 “Attuazione della direttiva 2003/40/CE della Commissione nella parte relativa all'etichettatura delle acque minerali e delle acque di sorgente”.
- Decreto legislativo del 27 gennaio 1992 n. 109 “Attuazione delle direttive n. 89/395/CEE e n. 89/396/CEE concernenti l'etichettatura, la presentazione e la pubblicità' dei prodotti alimentari”.
- Decreto legislativo del 25 gennaio 1992 n. 74 “Attuazione della direttiva 84/450/CEE, come modificata dalla direttiva 97/55/CE in materia di pubblicità ingannevole e comparativa”.
- D.C.G. 7 novembre 1939 “Disposizioni concernenti le analisi delle acque minerali”.
- D.M. 23 gennaio 1976 “Il metodo di analisi per la determinazione del cloruro di vinile monomero nelle acque minerali naturali in contenitori a base di cloruro di polivinile”.
- D.M. 17 febbraio 1981 “Recipienti a base di cloruro di polivinile per acque minerali”.

- D.M. 12 novembre 1992, n. 542 “Regolamento recante i criteri di valutazione delle caratteristiche delle acque minerali naturali”.

- Decreto ministeriale del 13 gennaio 1993 “Metodi di analisi per la valutazione delle caratteristiche microbiologiche e di composizione delle acque minerali naturali e modalità per i relativi prelievi dei campioni”.

- Decreto ministeriale del 31 maggio 2001 “Modificazioni al decreto 12 novembre 1992, concernente il regolamento recante i criteri di valutazione delle caratteristiche delle acque minerali naturali”.

- Decreto ministeriale 29 dicembre 2003 “Attuazione della direttiva n. 2003/40/CE della Commissione nella parte relativa ai criteri di valutazione delle caratteristiche delle acque minerali naturali di cui al decreto ministeriale 12 novembre 1992, n. 542, e successive modificazioni, nonché' alle condizioni di utilizzazione dei trattamenti delle acque minerali naturali e delle acque di sorgente”.

- Legge del 16 luglio 1916, n. 947 “Disposizioni varie sulla sanità pubblica”.

- Legge 23 dicembre 1978, n. 833 “Istituzione del Servizio Sanitario Nazionale”.

- Decreto legislativo n. 31 del 2 febbraio 2001 “Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano”.

- Direttiva (UE) 2020/2184 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 16 dicembre 2020 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano.

- Décret n°2007-49 dell'11 gennaio 2007 relatif à la sécurité sanitaire des eaux destinées à la consommation humaine.

- Arrêté du 14 mars 2007 relatif aux critères de qualité des eaux conditionnées, aux traitements et mentions d'étiquetage particuliers des eaux minérales naturelles et de source conditionnées ainsi que de l'eau minérale naturelle distribuée en buvette publique

- Evolution de la réglementation des eaux minérales naturelles - par E. Papciak.

- Ghibaudo et alii, Birth and tectono-sedimentary evolution of the Tertiary Piedmont Basin (NW Italy), 2019.
- Andrea Ferrarotti, Dalla Pangea al Monferrato.
- D'Atri, Irace, Piana, Tallone, Varrone, Bellino, Fioraso, Cadoppi, Fusetti, Morelli, Lanteri, Paro, Piccini, Trenkwalder, Violanti, PROGETTO CARG, foglio 194, Acqui Terme.
- Giuseppe Pipino, Sorgenti e acque minerali di Castelletto d'Orba, 1996.

Sitografia

- <https://www.istat.it/it/files/2022/03/REPORTACQUA2022.pdf>
- <https://www.censis.it/economia/se-sei-italiano-bevi-acqua-minerale>
- <https://www.corriere.it/economia/cards/acqua-italia-prima-mondo-consumo-minerale-ma-rete-colabrodo/recovery-l-acqua.shtml>
- <https://www.publiacqua.it/presentato-il-water-safety-plan>
- <https://www.legambiente.it/wp-content/uploads/dossier-acque-in-bottiglia-2018.pdf>
- https://www.legifrance.gouv.fr/codes/section_lc/LEGITEXT000006072665/LEGISCTA000006178503/
- <https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/cfrsearch.cfm?fr=165.110>
- https://www.gesetze-im-internet.de/min_tafelwv/Min_TafelWV.pdf
- <https://www.gov.uk/guidance/natural-mineral-water-how-to-produce-and-label>
- <https://www.gov.uk/guidance/natural-mineral-water-how-to-produce-and-label>
- https://it.wikipedia.org/wiki/Castelletto_d%27Orba

- <http://www.comune.castellettodorba.al.it>
- <https://www.visitovada.com/castelletto-dorba/>
- <https://it.weatherspark.com/y/59236/Condizioni-meteorologiche-medie-a-Castelletto-d'Orba-Italia-tutto-l'anno>
- https://www.preboggion.it/CastelloIT_di_AL_Castelletto-Orba.htm
- <https://www.beverfood.com/fonti-feja-cessa-attivita-imbottigliamento-acque-minerali-wd23843/>
- https://docs.qgis.org/2.8/it/docs/gentle_gis_introduction/spatial_analysis_interpolation.html