

“ Monitoraggio chimico delle principali risorse d’acqua sotterranea del Canton Ticino ,”

Gennaio 2021



Dipartimento
del territorio

Rapporto di sintesi

Sommario

<i>Premessa</i>	4
<i>Siti di campionamento</i>	5
<i>Metodologia</i>	6
<i>Caratteristiche naturali degli acquiferi del Cantone Ticino</i>	8
<i>Impatto delle attività antropiche sulle acque sotterranee dei principali acquiferi di fondovalle</i>	10
<i>Nitrati</i>	10
<i>Solfati</i>	10
<i>Metalli pesanti</i>	10
<i>Idrocarburi alogenati volatili</i>	11
<i>Conclusioni</i>	12
<i>Bibliografia</i>	13
<i>Dati e software utilizzati</i>	13

Premessa

In Svizzera l'80% del fabbisogno di acqua potabile è garantito dalle risorse idriche sotterranee; di queste, 40% sono direttamente adoperabili senza bisogno di alcun trattamento (OFEV 2019). I principali acquiferi del Cantone Ticino hanno sede nei depositi alluvionali sciolti che riempiono le valli di origine glaciale. La legislazione svizzera in materia di protezione delle acque sotterranee, prevede che ogni suo utilizzo sia subordinato in favore del suo impiego a scopo potabile, con l'intento di ridurne al minimo il trattamento. Come prescritto dall'Ordinanza sulla protezione delle acque (OPAc 1998), si tratta dunque di garantire che le acque sotterranee restino vicine allo stato naturale sia dal punto di vista qualitativo sia da quello quantitativo.

La qualità chimica delle acque sotterranee è determinata dai tenori delle sostanze in esse disciolte; queste derivano principalmente dal supporto geologico nel quale l'acqua scorre. A livello regionale, la variabilità spaziale delle caratteristiche fisico-chimiche delle acque sotterranee si spiega con l'eterogeneità geologica presente nel territorio. Variazioni temporali rispetto allo stato naturale, possono talvolta essere riconducibili all'effetto antropico.

Nel Cantone Ticino il monitoraggio della qualità delle acque potabili è condotto dal Laboratorio Cantonale (in seguito LC) nelle captazioni d'interesse pubblico, distribuite in tutto il territorio. Diversi punti facenti parte di tale rete di monitoraggio variano nel tempo, poiché il LC si prefigge lo scopo di verifica dei controlli svolti dai gestori dell'acqua potabile. I dati raccolti coprono un ampio spettro analitico che include, oltre agli ioni principali e secondari, i gas disciolti, la qualità microbiologica e i residui organici e inorganici, nonché diversi metalli e metalloidi e analisi delle proprietà fisiche e organolettiche.

Tra il 2012 e il 2015, l'Ufficio della protezione delle acque e dell'approvvigionamento idrico (in seguito UPAAI), l'Ufficio del monitoraggio ambientale (in seguito UMAm) e l'Istituto scienze della Terra (in seguito IST) hanno operato tramite una rete di monitoraggio della chimica delle acque sotterranee delle principali risorse idriche del Cantone Ticino (in seguito rete UPAAI-UMAm). Tale rete è stata disegnata dall'IST tenendo conto dei principali fenomeni fisici naturali che determinano la qualità delle acque sotterranee per gli acquiferi considerati (Bronzini e Pera 2013, Pera e Bronzini 2014).

La scelta dei punti da campionare si è basata sui seguenti aspetti:

- le caratteristiche naturali degli acquiferi (supporto geologico, idrodinamica, alimentazione e relazione con le acque superficiali, ecc.);
- la caratterizzazione dei dati territoriali (utilizzo del suolo e dell'acqua, attività antropiche presenti nell'area di studio);
- i punti di osservazione monitorati sin dagli anni '90 facenti parte della rete di monitoraggio del LC .

Siti di campionamento

La Figura 1 illustra le reti di monitoraggio operate dall'UPAAI-UMAm dal 2013 al 2015 e dal LC, indicando i punti di contatto tra le due reti. Gli acquiferi considerati per la rete UPAAI-UMAm si localizzano nelle pianure alluvionali di Chiasso (Breggia-Faloppia), del Laveggio (tra Stabio e Capolago), del Vedeggio (tra Taverner ed Agno) e del Ticino (tra Bodio e il lago Maggiore).

La rete del LC, oltre agli acquiferi menzionati, presenta punti in Vallemaggia, sul delta della Maggia, nel Malcantone e lungo il lago Ceresio. La differenza di copertura tra le due reti consiste principalmente nel fatto che la rete UPAAI-UMAm non si focalizza sul monitoraggio delle fonti di approvvigionamento di acqua potabile, ma amplia lo sguardo sui vari processi identificati e elencati precedentemente come caratteristici per la definizione della qualità delle acque sotterranee.

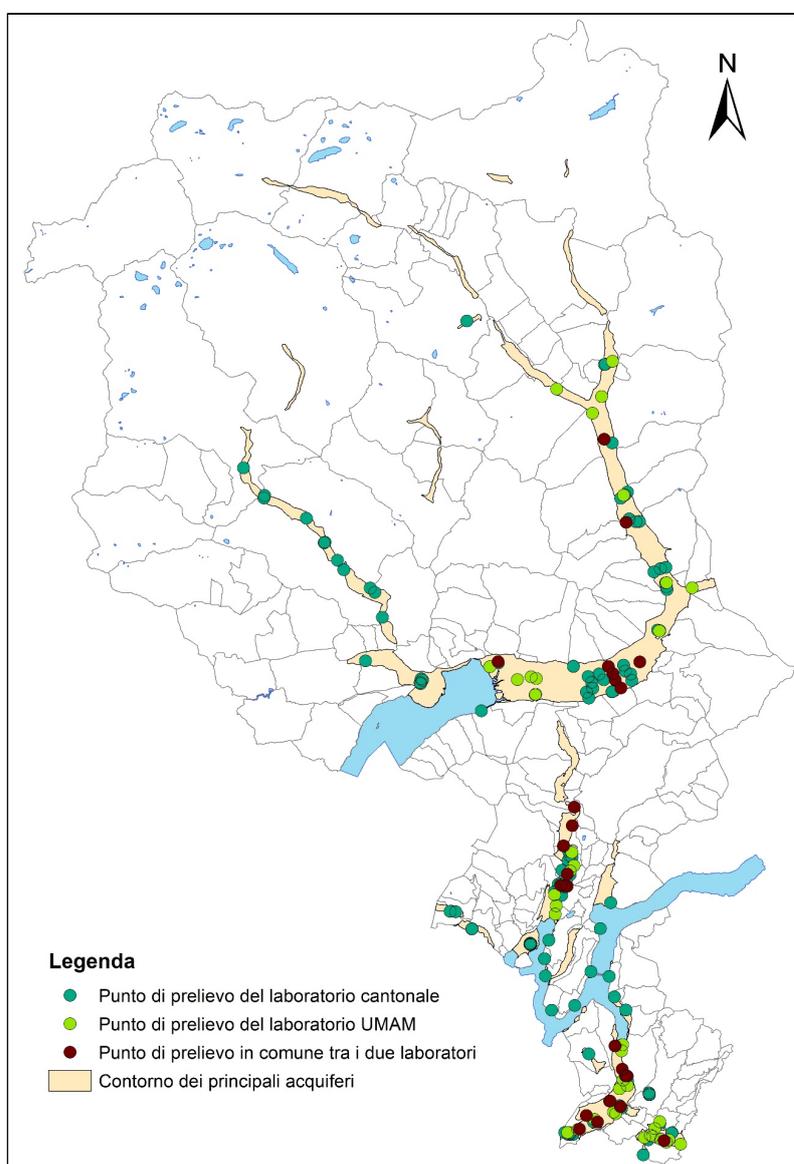


Figura 1 – Carta geografica dei punti di prelievo dei campioni d'acqua sotterranea dal 1993 al 2015, secondo il laboratorio responsabile dei prelievi.

Metodologia

Per elaborare questo rapporto, i dati raccolti dalla rete UPAAI – UMAM sono stati integrati in un'unica banca dati assieme alle analisi disponibili, realizzate tra il 1993 e il 2013, eseguite dal LC. Sono così considerate un totale di 1240 analisi chimiche realizzate in 167 punti di prelievo. Le conclusioni presentate tengono conto principalmente dei risultati delle analisi della rete UPAAI – UMAM, che conta 66 punti di prelievo. La rete LC è utilizzata per completare i dati UPAAI – UMAM allo scopo di classificare le acque in modo più rappresentativo, e per valutare l'evoluzione temporale del chimismo degli ioni maggiori nei punti in comune tra le due reti.

Per alcuni casi, è stato possibile completare i dati mancanti tra il 2005 e il 2010 con quelli forniti dalle AAP (Azienda Acqua Potabile). Le analisi delle AAP non sono incluse nelle statistiche quantitative dei dati, ma sono di complemento nei diagrammi di Piper.

I parametri chimici adoperati coprono lo spettro degli ioni maggiori e minori, come anche i metalli e metalloidi. Nella rete UPAAI – UMAM, le concentrazioni dei metalli e metalloidi si riferiscono agli ioni disciolti. Nel 2014, all'interno della rete UPAAI – UMAM, è stata effettuata una campagna di screening per gli idrocarburi e gli erbicidi; pertanto, contrariamente agli ioni maggiori, ioni minori, metalli e metalloidi, questi elementi sono trattati e presentati in modo puntuale. La Tabella 1 presenta tutti i parametri chimici misurati dalla rete UPAAI – UMAM e adoperati nel presente rapporto; non sono presentati i parametri analizzati durante la campagna di screening del 2014 né quelli della rete LC. È importante sottolineare che i valori di bicarbonato (HCO_3^-) sono calcolati a partire dell'alcalinità misurata in laboratorio. Le concentrazioni in bicarbonato sono state determinate tramite il software AquaChem.

Per valutare la qualità delle acque analizzate, sono stati considerati i limiti legali dell'Ordinanza sulla protezione delle acque (OPAc, 1998) e le relative Istruzioni pratiche per la protezione delle acque sotterranee (UFAFP, 2004).

Parametro	Unità	Descrizione
T	°C	Temperatura dell'acqua
Cond	µS/cm	Conduttività elettrica a 25°C
pH	-	pH
DOC	mg/l	Carbonio organico disciolto
DO	mg/l	Ossigeno disciolto
Ca ²⁺	mg/l	Calcio
Mg ²⁺	mg/l	Magnesio
Na ⁺	mg/l	Sodio
K ⁺	mg/l	Potassio
NH ₄ ⁺	mg/l	Ammonio
NO ₃ ⁻	mg/l	Nitrato
SO ₄ ²⁻	mg/l	Solfato
Cl ⁻	mg/l	Cloruro
PO ₄ - P	mg/l	Fosforo - ortofosfato
NO ₂ ⁻	mg/l	Nitrito
F ⁻	mg/l	Fluoruro
Alc	meq/l	Alcalinità
Al disc	µg/l	Alluminio disciolto
As disc	µg/l	Arsenico disciolto
B disc	µg/l	Boro disciolto
Cd disc	µg/l	Cadmio disciolto
Cr disc	µg/l	Cromo disciolto
Cu disc	µg/l	Rame disciolto
Fe disc	µg/l	Ferro disciolto
Hg disc	µg/l	Mercurio disciolto
Mn disc	µg/l	Manganese disciolto
Ni disc	µg/l	Nichel disciolto
Pb disc	µg/l	Piombo disciolto
Sb disc	µg/l	Antimonio disciolto
Se disc	µg/l	Selenio disciolto
Zn disc	µg/l	Zinco disciolto

Tabella 1 – Parametri fisico-chimici analizzati dalla rete UPAAI – UMAm. In questa tabella non sono presentati i parametri analizzati durante la campagna di screening del 2014 né quelli della rete LC.

Caratteristiche naturali degli acquiferi del Cantone Ticino

La chimica delle acque sotterranee dei grandi acquiferi dei fondivalle ticinesi è principalmente dettata dalla geologia della regione, dalle caratteristiche fisiche degli acquiferi e dalla loro idrodinamica.

I diagrammi di Piper (Fig. 2) permettono di classificare graficamente le acque, esponendo percentualmente gli ioni maggiori in meq/l rispetto al contenuto totale di cationi (triangolo a sinistra) e di anioni (triangolo di destra). In Ticino, i due ioni dominanti sono principalmente il calcio e il bicarbonato; seguono, in ordine di importanza il magnesio e il solfato. Si nota una differenza tra la regione del Sopraceneri e del Sottoceneri: nella prima l'anione solfato è proporzionalmente più rilevante, mentre nella seconda prevale il bicarbonato.

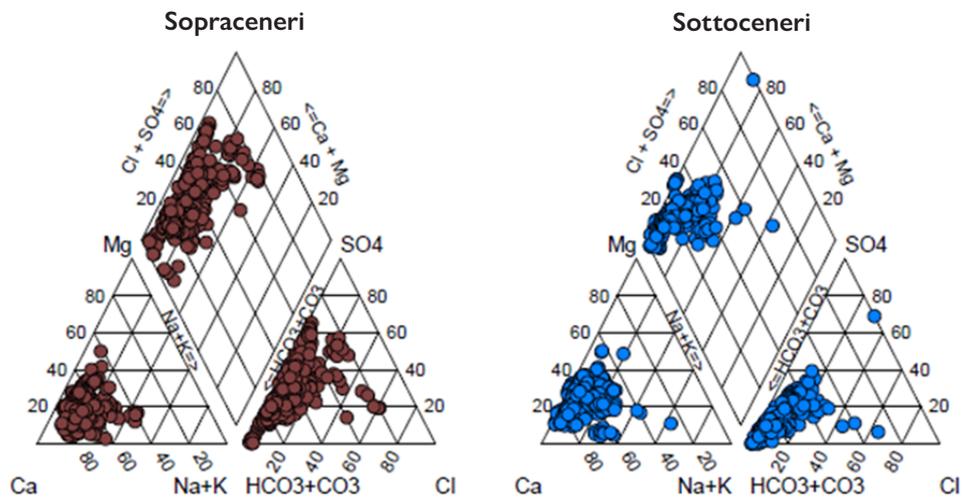


Figura 2 – Diagramma di Piper della chimica delle acque sotterranee del Cantone Ticino dal 1993 al 2015 secondo la regione geografica (dati provenienti dalle reti del LC e dell'UPAAI – UMAM e dei dati forniti dalle AAP per alcuni pozzi).

La parte a nord del Monte Ceneri è prevalentemente composta da rocce metamorfiche di tipo gneiss. Queste conferiscono alle acque che le attraversano, delle caratteristiche di leggera acidità, con pH inferiore a 7, conduttività elettriche relativamente basse, mediamente sotto i 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, e bassi valori di durezza dell'acqua, con valori di alcalinità mediamente inferiore a 3 mmol/l. Dall'altro lato, nella regione del Sottoceneri vi è una maggiore presenza di rocce calcaree. Queste rocce sono più alterabili conferendo alle acque di questa regione valori di pH più basici con conduttività elettriche e valori di alcalinità più elevate rispetto al Sopraceneri (Fig. 3).

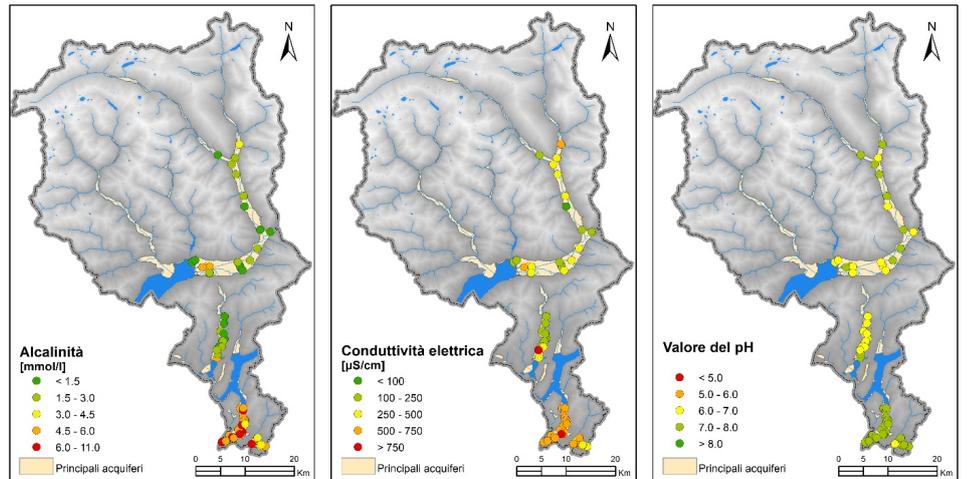


Figura 3 – Rappresentazione geografica dei valori di alcalinità in mmol/l, di conduttività elettrica in $\mu\text{S}/\text{cm}$ e di pH. Per ogni punto di misura, il dato presentato corrisponde al valore più elevato, per l'alcalinità e la conduttività elettrica, e al più acido, per il pH, misurato tra il 2013 e 2015 dalla rete UPAAI – UMAM.

La presenza nel Cantone di captazioni che presentano un certo grado di confinamento è attestata da numerosi studi geologici (Oppizzi & Valenti 1992, CSD Tre Laghi SA 1998) ed è monitorata da questa rete nella zona di Riva San Vitale, di Stabio e nella piana Malombra (Manno-Bioggio). In queste tre località, il confronto tra le analisi chimiche non ha evidenziato differenze significative. Molto probabilmente, non si tratta di acquiferi sovrapposti ma piuttosto di acque separate localmente da uno strato permeabile che si congiungono nuovamente a valle delle captazioni analizzate.

Sono note ugualmente zone dove, localmente, si trovano delle acque a caratteristiche naturali riducenti, per esempio sul piano di Magadino o nell'acquifero di Chiasso. In tali zone le acque sotterranee presentano concentrazioni di ammonio, ferro e manganese più elevate rispetto alle aree dove le acque si presentano ossidate. In certi casi, come nell'acquifero di Chiasso, si nota una relazione tra la distribuzione spaziale delle concentrazioni e la piezometria locale. Lungo la linea di deflusso, l'ossigeno disciolto aumenta dalle aree dove l'acqua presenta caratteristiche riducenti verso il pozzo d'acqua potabile di Chiasso. Di conseguenza le specie dell'azoto passano da forme ridotte a forme ossidate ($\text{NH}_4 \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{NO}_3$) e manganese e ferro disciolti manifestano una diminuzione delle concentrazioni. Tale fenomeno è da mettere in relazione con l'aumento dell'ossigenazione delle acque e probabile formazione di precipitati che permettono di ottenere delle acque idonee all'uso potabile una volta raggiunto il pozzo di captazione del comune di Chiasso.

Impatto delle attività antropiche sulle acque sotterranee dei principali acquiferi di fondovalle

Complessivamente, le acque sotterranee del Cantone Ticino presentano una buona qualità. Tuttavia, il moltiplicarsi delle attività antropiche nel fondovalle può entrare in conflitto con la preservazione della qualità delle acque sotterranee. In effetti, le zone urbanizzate, l'agricoltura, i siti industriali, le discariche, i depositi di inerti, lo smaltimento di acque reflue, le strade e le ferrovie sono tutte potenziali fonti di inquinamento e perciò mettono sotto pressione le acque sotterranee e più in particolare la loro qualità.

In un'ottica di valutazione degli impatti delle principali attività antropiche sulla qualità delle acque sotterranee, sono stati scelti 4 indicatori considerati come i più rappresentativi per le acque sotterranee del Cantone: i nitrati, i solfati, i metalli pesanti e gli idrocarburi alogenati volatili (Fig. 4).

Nitrati

L'indicatore nitrati è espresso come il valore più elevato misurato ad ogni stazione dalla rete UPAAI – UMAm tra il 2013 e il 2015. Il limite legale di concentrazione fissato dall'OPAc è di 25 mg NO₃/l.

I nitrati sono da tempo riconosciuti come un indicatore dell'agricoltura. L'azoto presente nei concimi e non assimilato dalle piante viene lisciviato dalle precipitazioni ed entra così in contatto con le acque sotterranee, dove la sua forte solubilità lo rende molto mobile. Sul territorio ticinese, le concentrazioni massime registrate nel Sopraceneri sono tendenzialmente sotto i 10 mg/l di nitrato, mentre nel Sottoceneri si aggirano tra i 10 e i 25 mg/l di nitrato. I due unici superamenti delle normative si situano nella regione del Mendrisiotto (Fig. 4a).

Solfati

L'indicatore solfati è espresso come il valore più elevato misurato ad ogni stazione dalla rete UPAAI – UMAm tra il 2013 e il 2015. Il limite legale di concentrazione fissato dall'OPAc è di 40 mg SO₄/l; sono fatte salve condizioni naturali particolari.

I solfati sono presenti nelle formazioni geologiche, soprattutto calcaree, ma possono ugualmente provenire da discariche, depositi di materiale da cantiere, concime minerale a base di zolfo o ancora perdite della rete fognaria (OFEV, 2019). Sul territorio ticinese, le concentrazioni massime misurate presentano vari superamenti delle normative sia nel Sopraceneri che nel Sottoceneri. Nella maggior parte dei casi, questi valori elevati sono da imputare alla geologia. Nondimeno, la presenza di depositi di inerti e/o aree di cantiere sembra verosimilmente essere la causa di alcuni superamenti delle normative per il solfato (Fig. 4b).

Metalli pesanti

Questo indicatore considera unicamente i metalli pesanti per cui esiste un limite legale per le concentrazioni disciolte nelle acque sotterranee. Questi sono cinque e sono: cadmio (limite legale: 0.05 µg/l), rame (limite legale: 2 µg/l), nickel (limite legale: 5 µg/l), piombo (limite legale: 1 µg/l) e zinco (limite legale: 5 µg/l). L'indicatore dei metalli pesanti è espresso come il numero di metalli per i quali il valore massimo, misurato ad ogni stazione dalla rete UPAAI – UMAm tra il 2013 e il 2015, supera il limite legale fissato dall'OPAc.

I metalli pesanti sono elementi traccia che naturalmente si trovano in certe formazioni geologiche ma che sempre più sono utilizzati come indicatori delle attività antropiche. I 5 metalli considerati in questo indicatore hanno come principali fonti antropiche le industrie, le zone urbane e le vie di comunicazione. Queste emissioni si depositano sui suoli tramite gravità o tramite le precipitazioni e sono poi introdotte nelle acque sotterranee per infiltrazione delle acque di ruscellamento. Sul territorio ticinese, quasi tutti i punti monitorati presentano almeno un metallo pesante con un valore massimo che supera il limite legale. Nella maggior parte delle stazioni, questo metallo è lo zinco, che presenta molteplici fonti antropiche, dalle emissioni nell'atmosfera delle industrie all'abrasione degli pneumatici o dei binari delle ferrovie. La regione del Mendrisiotto è quella che presenta il numero più elevato di metalli (con un valore massimo misurato) che superano il limite legale (Fig. 4c).

Idrocarburi alogenati volatili

Questo indicatore è espresso come la somma di tutti gli idrocarburi alogenati volatili misurati per stazione durante la campagna di screening del 2014. Il limite legale fissato dall'OPAc per queste sostanze è di 1 µg/l per ogni singola sostanza.

Gli idrocarburi alogenati volatili sono la conseguenza diretta dell'utilizzo di solventi nelle industrie e nell'artigianato. Dagli anni '80, il loro utilizzo è molto regolamentato, tuttavia certe vecchie discariche possono contenere un'importante quantità di idrocarburi alogenati volatili. Questi idrocarburi sono poco solubili, persistenti e poco biodegradabili, il che spiega perché, ancora oggi, si trovano nelle acque sotterranee. In Ticino, tracce di idrocarburi alogenati volatili sono state identificate sia nel Sopraceneri che nel Sottoceneri, con due superamenti, nell'acquifero del Vedeggio e in quello del Laveggio, del limite legale di 1 µg/l per la sostanza percloroetilene (Fig. 4d).

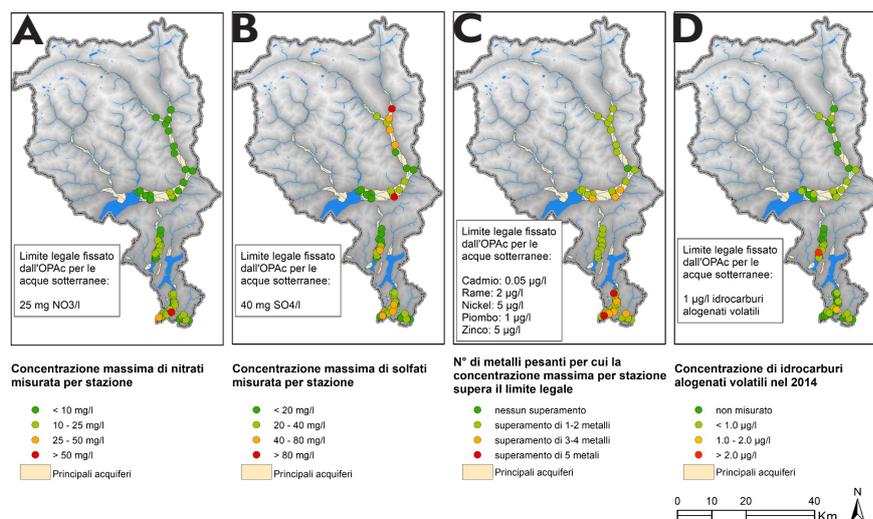


Figura 4 – Rappresentazione geografica a) delle concentrazioni massime per stazione di nitrati, b) delle concentrazioni massime per stazione di solfati, c) del numero di metalli pesanti per cui la concentrazione massima per stazione supera il limite legale (metalli: cadmio, rame, mercurio, nickel, piombo, zinco), d) delle concentrazioni di idrocarburi alogenati volatili misurati nel 2014. Per i grafici a), b) e c), per ogni punto di misura, il dato presentato corrisponde al valore più elevato misurato tra il 2013 e 2015 dalla rete UPAAI-UMAm.

Conclusioni

In questo lavoro sono riassunti i risultati dei campionamenti chimici delle acque sotterranee realizzati dal 1993 fino al 2015 dal Laboratorio Cantonale e dal Laboratorio dell'Ufficio del monitoraggio ambientale. Come risultato di questa analisi, si evince che l'idrochimica degli acquiferi è principalmente dettata dalla geologia di ognuno dei bacini imbriferi, dal rapporto con acque superficiali, e dall'uso del territorio.

Le acque sotterranee si presentano, in Cantone Ticino, con una buona qualità generale. Si constata tuttavia in alcune zone circoscritte, l'inizio del manifestarsi di variazioni qualitative potenzialmente legate all'utilizzo del territorio, in particolare nelle zone industriali e fortemente urbanizzate o nelle aree vicine a depositi di materiale inerte o di cantieri. Inoltre è opportuno considerare che negli ultimi 10 anni si è verificato un aumento delle concessioni e una diversificazione negli utilizzi delle acque sotterranee. L'aumento dei prelievi associati rappresenta per il ciclo idrologico una sorta di "accelerazione" che potrebbe, a lungo termine essere all'origine di variazioni di qualità e mobilitare delle acque più mineralizzate e/o modificare il rapporto tra acque superficiali e sotterranee.

Il mantenimento nel tempo della sorveglianza delle acque sotterranee a livello regionale è dunque fondamentale per stabilire in modo preciso il loro stato naturale e individuare eventuali cambiamenti nel lungo periodo e le loro cause. La realizzazione di una rete di monitoraggio come il presente studio, ossia composta da stazioni di prelievo rappresentative delle principali unità idrogeologiche, del loro sfruttamento e dell'utilizzo del suolo è essenziale in un'ottica di valutazione e di preservazione dello stato naturale degli acquiferi.

Ringraziamenti

Si ringraziano gli Uffici tecnici comunali, le Aziende di approvvigionamento idrico e i proprietari privati che tramite la loro collaborazione hanno reso possibile questa campagna di monitoraggio. La redazione del rapporto è a cura dell'Istituto scienze della Terra della SUPSI (M. Bulgheroni, Dr. S. Pera), in collaborazione con l'Ufficio della protezione delle acque e dell'approvvigionamento idrico.

Bibliografia

IBronzini S., Pera S. (marzo 2013). Proposta di monitoraggio delle acque sotterranee nel Sottoceneri. Istituto scienze della Terra della Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana

CSD Tre Laghi SA, (1998). Pozzo a raggiera orizzontale di Bioggio: Rapporto idrogeologico sull'esecuzione delle prove di pompaggio e la delimitazione delle zone di protezione delle acque, Rapporto CSD Tre Laghi SA, Lugano, luglio 1998, pp. 35, 25 allegati.

OFEV (2019). Etat et évolution des eaux souterraines en Suisse. Résultats de l'Observation nationale des eaux souterraines NAQUA, état 2016. Office fédéral de l'environnement, Berne. Etat de l'environnement n° 1901 : 148 p.

OPAc (28 ottobre 1998). Ordinanza sulla protezione delle acque. Consiglio federale svizzero, Confederazione Svizzera

Oppizzi P. & Valenti G. (2005). Pozzo di captazione per l'acqua potabile del comune di Stabio – Dimensionamento delle zone di protezione. Studio di consulenza geologica e ambientale

Pera S., Bronzini S. (luglio 2014). Proposta della rete di monitoraggio delle acque sotterranee nell'acquifero di Magadino e Riviera. Istituto scienze della Terra della Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana

UF AFP (2004). Istruzioni pratiche per la protezione delle acque sotterranee. Ambiente – Esecuzione. Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio (UF AFP), Berna. 141 p.

Dati e software utilizzati

Acqua gas elettricità Chiasso (AGE). Dati chimici del pozzo di Prà Tiro dal 2001 al 2017. Chiasso

Aziende industriali di Lugano (AIL). Dati chimici dei pozzi di Manno e di Bioggio dal 1998 al 2015. Lugano

Banca dati GESPOS – IST

Rapporto d'esercizio del laboratorio cantonale (1997 – 2015): Dati sulle falde acquifere e sulle captazioni a lago. Bellinzona

Ufficio del monitoraggio ambientale. Analisi chimico-fisiche delle acque sotterranee – Rete di monitoraggio UPAAI-UMAm dal 2013-2015

Software Aquachem. Schlumberger Water Services



Per ulteriori informazioni

Dipartimento del territorio
Ufficio della protezione delle acque
e dell'approvvigionamento idrico
Via Franco Zorzi 13,
6501 Bellinzona

tel. +41 91 814 29 70
e-mail dt-spaas@ti.ch
www.ti.ch/spaas