



# Atti XXIII Congresso Nazionale di Speleologia

“La melodia delle grotte”

2-5 giugno 2022 - Ormea (CN)

*In ricordo di Giovanni Badino*



A cura di Davide Barberis, Jo De Waele, Bartolomeo Vigna, Raffaella Zerbetto



Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia  
Serie II, vol XLII - 2022

## Studio dei parametri chimico-fisici di sei sorgenti carsiche in Piemonte

Valentina Balestra (a), Adriano Fiorucci (a)

(a) DIATI – Politecnico di Torino, [valentina.balestra@polito.it](mailto:valentina.balestra@polito.it),  
[adriano.fiorucci@polito.it](mailto:adriano.fiorucci@polito.it)

**Parole chiave:** sorgenti carsiche; idrogeochimica; monitoraggio  
**Keywords:** karst springs; hydrogeochemistry; monitoring network

### Abstract

In questo lavoro vengono presentati i risultati del monitoraggio in continuo dei principali parametri fisici (portata (Q), temperatura (T), conducibilità elettrica (EC) dell'acqua) e delle analisi chimiche (ioni principali, metalli e terre rare) effettuate in sei sorgenti carsiche nel Piemonte (NO Italia). I dati utilizzati in questo studio sono stati raccolti su diverse sorgenti da Politecnico di Torino e Regione Piemonte, a partire dal 2006. I risultati delle sei sorgenti più significative esaminate, ovvero Maira, Pesio, Polla delle Anatre, Ray, Dragoneira e Fuse sono stati considerati per descrivere i tre modelli concettuali degli acquiferi carsici: sistemi a dreno dominante, sistemi a dreni interconnessi e sistemi a circolazione dispersiva (Balestra et al., 2022). I periodi più significativi (1 anno) di ogni sorgente sono stati presi in considerazione per evidenziare le situazioni idrogeologiche e geochemiche dei tre modelli concettuali, mentre per mostrare alcuni eventi caratteristici sono stati utilizzati dati giornalieri. Per la misurazione dei principali parametri idrogeologici è stato utilizzato un sistema di monitoraggio OTT in tempo reale (sensore EC a doppia cella di grafite: precisione 0,5% mV; sonda di T: riso-

luzione 0,1 °C, precisione 0,5 °C; cella in ceramica per la misura del livello dell'acqua: risoluzione 1 mm, precisione 0,05% fs), con acquisizione oraria dei dati. I campionamenti delle acque sono stati effettuati in condizioni idrodinamiche differenti (periodi di magra e piena) e le analisi chimiche per determinare il contenuto degli ioni principali ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  e  $\text{NO}_3^-$ ) sono state effettuate presso il Laboratorio di Idrogeologia Applicata del Politecnico di Torino. Calcio e magnesio sono stati determinati mediante titolazione complessometrica con elettrodo iono-selettiva e controllo automatico del potenziale, sodio e potassio attraverso spettrometria ad assorbimento atomico in fiamma, cloruri, solfati e nitrati mediante cromatografia ionica in fase liquida, e i bicarbonati con titolazione acido-base con  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,5 N e misurazione del pH in continuo. I risultati mostrano tendenze molto diverse dei parametri chimico-fisici delle acque, in particolare a seguito di eventi infiltrativi (pioggia o fusione nivale) significativi. Le sorgenti Fuse e Pesio fanno parte dei sistemi a dreno dominante con sostituzione prevalente, alimentati da acquiferi fortemente carsificati. Queste sorgenti hanno un regime idrodinamico

estremamente variabile, caratterizzato da un rapido aumento della Q in relazione ai principali eventi infiltrativi, e da Q relativamente basse in assenza di apporti. I dati chimici dei campioni prelevati mostrano una chiara differenza tra i periodi di magra e di piena. Nella sorgente Pesio, il chimismo dell'acqua passa da una facies bicarbonato-calcica con sub-facies solfato-magnesiaca nel periodo di magra, a una facies bicarbonato-calcico-magnesiaca in quello di piena. I valori di solfati, calcio e magnesio subiscono evidenti diminuzioni durante gli eventi infiltrativi, a causa dell'arrivo delle acque di neo-infiltrazione, meno mineralizzate. Lievi variazioni sono state osservate per i bicarbonati. Nella sorgente Fuse, il periodo di magra è caratterizzato da una facies bicarbonato-calcico-magnesiaca, mentre durante il periodo di piena si osserva una facies bicarbonato-calcica. Le variazioni più evidenti riguardano i valori di magnesio e solfati, con vistose diminuzioni durante il periodo di piena. Per entrambe le sorgenti, le variazioni di ioni alcalini e cloruri osservate sono molto basse e quindi poco significative. Le sorgenti Dragonera e Polla delle Anatre fanno parte dei sistemi a dreni interconnessi con fenomeno di pistonaggio, alimentati da acquiferi relativamente carsificati. Il regime idrodinamico di queste sorgenti è piuttosto variabile. L'effetto infiltrativo genera un aumento della Q per onda di pressione, rimobilizzando l'acqua presente nei settori fratturati del massiccio roccioso, il cui arrivo alla sorgente è testimoniato dall'aumento di T e EC (fenomeno di pistonaggio). Queste acque sono caratterizzate da flussi a velocità piuttosto bassa. L'acquisizione in continuo dei valori della CE permette di seguire ogni cambiamento nel tempo in dettaglio, mentre il campionamento discontinuo dell'acqua può non essere rappresentativo se non si raccolgono i campioni in corrispondenza dei picchi di piena,

quando il pistonaggio è più evidente. Nella sorgente Dragonera, per esempio, i campioni sono stati prelevati alla fine del picco di piena, per cui le concentrazioni di calcio, magnesio, solfati e bicarbonati sono molto simili ai campioni prelevati nel periodo di magra, con facies bicarbonato-calciche. Nella sorgente Polla delle Anatre, le facies sono bicarbonato-calcico-magnesiache sia in piena che in magra. In corrispondenza di un picco di piena è stato possibile osservare un debole aumento del contenuto di calcio e bicarbonato, evidenziando un arrivo di acqua più mineralizzata. La maggior mineralizzazione di queste acque è legata alla loro permanenza nell'acquifero, prolungando il tempo di contatto acqua-roccia, che favorisce la reazione di dissoluzione dei carbonati. Le sorgenti Maira e Ray fanno parte dei sistemi a circolazione dispersiva con omogeneizzazione del segnale chimico. Sono alimentate da acquiferi caratterizzati dalla presenza predominante di rocce carbonatiche molto fratturate, con un carsismo profondo molto ridotto. La circolazione delle acque è condizionata principalmente dal fitto reticolo di fratture, pertanto, la velocità di deflusso sotterraneo è ridotta, consentendo un lungo tempo di contatto acqua-roccia. Di conseguenza, l'acqua sorgiva è caratterizzata da valori elevati di mineralizzazione e valori abbastanza costanti di EC e T (fenomeno dell'omogeneizzazione). Nella sorgente Maira, la facies è solfato-calcica con una sub-facies bicarbonato-magnesiaca. Nella sorgente Ray la facies è bicarbonato-calcico-magnesiaca, tipica delle rocce dolomitiche.

### **Riferimenti bibliografici**

Balestra V., Fiorucci A., Vigna B. (2022), "Study of the Trends of Chemical-Physical Parameters in Different Karst Aquifers: Some Examples from Italian Alps", *Water*, 14 (3): 441