



Articolo

Indagine conoscitiva sulla qualità ambientale del Lago del Sorapis

Daniel Spitale, Valeria Lencioni, Marco Cantonati

MUSE - Museo delle Scienze, Corso del Lavoro e della Scienza 3, 38122 Trento (Italia)

Parole chiave

- litorale
- idrochimica
- diatomee
- zoobenthos
- fluttuazioni di livello

Key words

- littoral
- hydrochemistry
- diatoms
- zoobenthos
- water-level fluctuations

* Autore corrispondente:
e-mail: spitale.daniel@gmail.com

Riassunto

Il Sorapis è un lago delle Dolomiti Ampezzane situato ad una quota di 1923 m s.l.m. in una conca glaciocarsica. Il lago è molto noto per il colore turchese delle sue acque e per questo visitato ogni anno da migliaia di turisti. Questa folla di persone concentrata nei pochi mesi estivi ha destato preoccupazione sul possibile impatto ambientale, tanto che il Parco Naturale delle Dolomiti d'Ampezzo ha promosso un'indagine conoscitiva volta a definire la qualità ambientale delle acque e delle sponde del lago. A questo scopo, sono state eseguite analisi chimico-fisiche e batteriologiche, e sono stati indagati i popolamenti di diatomee e zoobenthos del litorale in due occasioni, ad inizio e alla fine della stagione turistica 2019. Le analisi idrochimiche non hanno mostrato evidenti discostamenti rispetto ad una condizione attesa per un lago dolomitico naturale. La composizione delle diatomee, seppur non molto ricca, è significativa per un lago dolomitico soggetto a fluttuazioni di livello e caratteristica di ambienti sub-acquatici. La composizione zoobentonica è anch'essa conforme alle attese, e si presenta piuttosto povera a causa dello stress indotto dall'ampia fluttuazione di livello. Non sono presenti taxa indicatori di squilibri legati alla trofia. Con i limiti imposti da un monitoraggio ambientale ridotto a due sole date e a un unico anno, i risultati ottenuti finora non hanno mostrato la presenza di impatti antropici significativi.

Summary

Lake Sorapis is located in the Ampezzane Dolomites at an elevation of 1923 m a.s.l., in a glaciokarst basin. The lake is renowned for its blue-turquoise colour which attracts thousands of tourists each year. This crowd of people, concentrated in a few months during the summer, raised concern about the potential environmental impact on the lake. For this reason, the Dolomiti d'Ampezzo Nature Park fostered a study to investigate the environmental quality of the lake with particular attention to the littoral habitat. To the aim, hydrochemical, faecal bacteria, diatoms and zoobenthos analyses have been carried out in two occasions, at the beginning and at the end of the 2019 tourist peak. Hydrochemical analyses were consistent with what was expected for a dolomitic natural lake. The diatom diversity and composition were not rich but nevertheless significant for a dolomitic lake subjected to wide water-level fluctuations. Even the zoobenthos was in line with the expectations, with low-diversity populations shaped by water-level fluctuation, by far the most stressful ecological factor. There were not taxa indicators of high trophic level. Despite the environmental monitoring was restricted to two dates only, the results obtained so far did not show significant anthropogenic impacts on the lake.

Redazione: Valeria Lencioni e Marco Avanzini

pdf: http://www.muse.it/it/Editoria-Muse/Studi-Trentini-Scienze-Naturali/Pagine/STSN/STSN_98-2019.aspx

Introduzione

L'insieme idrografico ampezzano è formato da numerosi corsi d'acqua e da laghetti alpini di modeste dimensioni a causa dell'accentuata acclività dei versanti e dell'alta permeabilità delle rocce dolomitiche. I laghetti alpini sono popolati da organismi adattati al breve periodo di clima mite, alle condizioni di oligotrofia delle acque (scarsità di nutrienti) e l'elevata intensità delle radiazioni ultraviolette. Ne consegue che generalmente questi laghetti abbiano una bassa biodiversità, ma con presenze di elevato interesse scientifico, biogeografico e conservazionistico. Anche se nell'immaginario comune si pensa che questi remoti laghetti d'alta quota siano del tutto incontaminati, la realtà è spesso purtroppo molto diversa. Le minacce cui sono soggetti questi ambienti sono: la massiccia frequentazione turistica, l'utilizzo per scopi idroelettrici o come risorsa idropotabile, l'indiscriminata immissione di specie ittiche anche nei bacini posti a quote più elevate, l'eutrofizzazione dovuta all'apporto di composti organici prodotti dalle attività umane o alla presenza di bestiame, l'acidificazione e l'apporto di inquinanti (anche metalli pesanti) con le deposizioni atmosferiche, l'aumento della radiazione ultravioletta causata dalla riduzione dell'ozono nell'atmosfera, l'innalzamento della temperatura ed il ritiro dei ghiacciai causati dal cambiamento climatico globale (Cantonati et al. 2002).

Il Lago del Sorapis, nel territorio del Comune di Cortina d'Ampezzo (Provincia di Belluno) è molto noto per il colore turchese delle sue acque che in certi periodi dell'anno sono limpide, mentre tendono a divenire torbide e lattiginose nel periodo di massima fusione glaciale. Per questo ogni anno in estate il lago è visitato da migliaia di turisti che risalgono il sentiero da Passo Tre Croci per ammirare (e spesso fare il bagno) nelle sue acque.

La preoccupazione per un possibile impatto ambientale dell'elevato flusso turistico concentrato nei mesi estivi, ha convinto il Sindaco di Cortina d'Ampezzo ad emanare un divieto di balneazione a partire dal 1° agosto 2019. Nello stesso anno, il Parco Naturale delle Dolomiti d'Ampezzo ha promosso un'indagine conoscitiva volta a

definire la qualità ambientale delle acque e delle sponde del Lago del Sorapis e ad individuare i fattori di impatto o vulnerabilità delle acque e dell'habitat circostante. Con questo articolo vengono sintetizzati i risultati principali dell'indagine.

Area di studio

Il Lago del Sorapis si trova nel Gruppo del Sorapis uno dei principali delle Dolomiti Ampezzane, all'interno dell'area delle "Dolomiti settentrionali", la più estesa delle nove che costituiscono dal 2009 il Patrimonio Naturale dell'Umanità delle Dolomiti UNESCO. È localizzato ad una quota di 1923 m s.l.m. in una conca nel grande circo glaciale del Sorapis, in una dolina rocciosa e ghiaiosa, alimentato dalle acque di fusione dell'unico ghiacciaio ancora attivo del settore Marcuoira-Sorapis.

Il lago si trova nel Parco Naturale delle Dolomiti d'Ampezzo che è affidato in gestione dalla Regione alla Comunità delle Regole d'Ampezzo ed è stato riconosciuto dalla Comunità Europea come Sito di Importanza Comunitaria.

È un lago privo di immissari visibili e raggiunge una profondità massima di circa 3 metri con grandi fluttuazioni stagionali in relazione all'approvvigionamento idrico.

Nell'area che circonda il lago affiorano estesamente le rocce dei Calcari Grigi, mentre alle base delle pareti verticali e la stessa conca glaciocarsica che ospita il lago è ricoperta da sedimenti di varia granulometria. Verso nord è visibile il till di ablazione glaciale (subsistema Monte Sorapis), mentre nella porzione meridionale del lago si possono notare accumuli caotici di blocchi con matrice sabbioso-limosa e clasti da subangolari a subarrotondati tutti ascrivibili al periodo della Piccola Età Glaciale (Neri et al. 2006). Degni di nota sono i saliceti cresciuti sulle alluvioni glaciali a monte del lago, i secolari cirmoli cresciuti sulle rupi ad est del lago e il bosco integro che si estende a valle del lago stesso verso la cascata del Pis. Sulle sponde del lago cresce la rara *Tofieldia pusilla*, mentre l'endemica



Fig. 1 - Ortofoto del circo glaciale del Sorapis / Orthophoto of the Sorapis glacial circus



Fig. 2 - Ortofoto del lago e rifugio Vandelli posto 150 m in direzione nord-est / Orthophoto of the lake and Vandelli Refuge placed 150 m in the North-East direction

Primula tyrolensis vegeta sulle rupi stillicidiose circostanti il lago (Da Pozzo et al. 2016).

Metodi

Per valutare lo stato ecologico del Lago del Sorapis sono stati indagati i popolamenti litorali (diatomee e zoobenthos) ed eseguite analisi chimico-fisiche in due occasioni: la prima il 27 giugno (ovvero prima del grande afflusso turistico) e la seconda il 24 settembre, a termine stagione. Il confronto della situazione nelle due date permette di valutare l'eventuale effetto ambientale a carico del lago dovuto all'affluenza turistica.

Le analisi chimiche sono state eseguite dall'Unità Operativa Chimica delle Acque della Fondazione Edmund Mach S. Michele all'Adige. Attenendosi a quanto riportato nei "Metodi analitici per le acque" (IRSA-CNR 1994), salvo quando diversamente specificato, sono stati determinati i seguenti parametri: conducibilità a 20 °C (conduttimetria), pH a 20 °C (potenziometria), durezza (per calcolo dagli ioni calcio e magnesio), alcalinità (per titolazione al punto di flesso dei bicarbonati), ioni calcio e magnesio (spettrofotometria di assorbimento atomico), ioni sodio e potassio (fotometria di emissione), solfato (turbidimetria e cromatografia ionica), ione bicarbonato (per calcolo dall'alcalinità), ione cloruro (metodo di Mohr e cromatografia ionica), silice reattiva (spettrofotometria al visibile), azoto ammonico (spettrofotometria al visibile dopo reazione con sodio salicilato), azoto nitroso (spettrofotometria al visibile dopo reazione con sulfanilammide e N-(1-naftil) etilendiammina), azoto nitrico (spettrofotometria al visibile dopo reazione con sodio salicilato e cromatografia ionica), fosforo reattivo solubile (spettrofotometria al visibile, metodo con

acido ascorbico), fosforo totale (come per il fosforo reattivo, dopo ossidazione acida con perclorato di potassio).

Considerando il presunto impatto a carico del lago causato dalla balneazione, si è deciso di effettuare anche delle analisi batteriologiche alla ricerca di *Escherichia coli*, indicatore di contaminazione fecale.

L'impiego delle diatomee come indicatori di qualità degli ambienti acquatici è ampiamente diffuso e ha ormai un impiego consolidato. La metodologia si basa sull'osservazione che tutte le specie di diatomee presentano limiti di tolleranza e valori ottimali rispetto alle condizioni dell'ambiente acquatico, quali la concentrazione di nutrienti, l'inquinamento organico e il livello di acidità. Il campionamento delle diatomee è stato effettuato prelevando sassi e muschi in più punti della zona litorale del lago. Successivamente i sassi sono stati spazzolati e il materiale raccolto posto in contenitori di plastica a cui è stato aggiunto etanolo come fissativo. Il materiale raccolto è stato preparato in laboratorio secondo le procedure standard (ISPRA 2014), in modo da pulire i frustoli e preparare i vetrini permanenti. Successivamente le diatomee sui vetrini sono state identificate e contate al microscopio ottico.

Anche lo zoobenthos ha una lunga tradizione di impiego per la valutazione dello stato ecologico sia di fiumi che di laghi. Lo zoobenthos è composto da svariati gruppi sia in termini tassonomici che per quanto riguarda la posizione occupata nella rete trofica. Individui bentonici appartengono ad esempio al Phylum Arthropoda, Annelida (irudinei, oligocheti) e Mollusca (bivalvi, gasteropodi). Agli artropodi appartengono gli insetti, con importanti ordini tra i quali Plecoptera, Ephemeroptera, Trichoptera, Odonata e Diptera. I macroinvertebrati bentonici del litorale sono stati campionati con un retino immanicato con maglie da 500 micron, smuovendo il substrato con mani e piedi.



Fig. 3 - Estensione del lago in due diversi momenti, a sinistra massimo invaso, a destra a fine estate / Extension of the lake at two different times, left maximum flooded, right at the end of summer

Il campionamento è stato effettuato in una decina di punti sparsi attorno al lago fino ad una profondità di circa -70 cm. Il campione raccolto è stato fissato in etanolo e successivamente smistato utilizzando uno stereomicroscopio. Gli individui sono stati identificati alla massima risoluzione tassonomica possibile per quanto riguarda i ditteri chironomidi e a livello di famiglia gli altri gruppi.

Risultati e discussione

Osservazioni sulla fluttuazione di livello

Nella data di giugno il lago si presentava nelle condizioni di massimo invaso (profondità media 1,7 m), mentre a settembre la volumetria era alquanto ridotta (profondità media 0,4 m). Sebbene non siano state condotte serie di misure di profondità per la rappresentazione della batimetria del lago, il fondale è apparso piuttosto uniforme, con un aumento della profondità da Ovest verso Est.

L'area di campionamento nei due periodi si presentava molto diversa a causa della variazione della profondità. A giugno il litorale era appena stato raggiunto dall'acqua a causa del rapido innalzamento del livello, mentre a settembre la porzione litorale era molto espansa, e il fondale si presentava completamente ricoperto da limo.

Analisi chimiche, fisiche e batteriologiche

Le analisi chimiche effettuate nelle due date di campionamento hanno mostrato una situazione che rientra nella casistica dei laghi su substrato carbonatico con influenze dovute al bacino di alimentazione di tipo nivo-glaciale. La conducibilità presentava valori intermedi tra un tipico acquifero dolomitico (Tabella 2) e siliceo ($10-80 \mu\text{S cm}^{-1}$). Anche altri parametri come alcalinità, durezza, e contenuto di bicarbonati avevano valori bassi. Questo quadro è spiegato dalle modalità di ricarica dell'acquifero. Nella data di giugno l'acqua del lago deriva in larga misura dalla fusione della neve, che dallo stato solido passa a liquido infiltrandosi nella coltre detritica superficiale e raggiungendo in breve tempo il lago. Il processo di fusione alimenta un acquifero poco profondo, e quindi le acque hanno un tempo di permanenza molto limitato. Il breve intervallo non consente alle acque di caricarsi

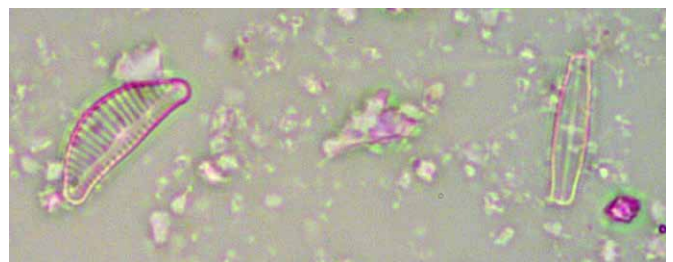


Fig. 4 - Due tra le specie più caratteristiche di diatomee del Lago del Sorapis: *Encyonema sublangebertalotii* (sinistra) e *Achnanthisidium dolomiticum* (destra). Dimensioni circa 10 micron (foto di N. Angeli, Arch. MUSE - Sez. Limnologia) / Two of the most characteristic species of diatoms of Lake Sorapis: *Encyonema sublangebertalotii* (left) and *Achnanthisidium dolomiticum* (right). Size about 10 microns (photo by N. Angeli, Arch. MUSE - Limnology Section)

di soluti come invece accade in acquiferi più profondi, dove l'acqua ha un tempo maggiore per solubilizzare la roccia dolomitica. Il processo di fusione della neve è veloce, il tempo di permanenza breve, e il livello del lago si alza velocemente. Quando la coltre di neve è perlopiù scomparsa, il lago in piena estate è alimentato dalla fusione del ghiacciaio e dagli eventi meteorici. In entrambi i casi comunque l'acqua permane poco nell'acquifero, e le caratteristiche idrochimiche variano poco. Gli apporti che derivano dal ghiacciaio e dalla pioggia sono quantitativamente minori rispetto alla neve, e quindi il lago, formatosi su un fondale comunque abbastanza permeabile, si abbassa di livello fino a quasi scomparire in alcuni anni con scarse precipitazioni. Verosimilmente con la progressiva scomparsa del ghiacciaio, la portata estiva in ingresso calerà e quindi la presenza del lago potrebbe essere ancora più effimera.

Per quanto riguarda i parametri che potrebbero indicare un'altezza dovuta ad un effetto antropico, anche questi mostrano valori nella norma. La concentrazione di nutrienti algali (azoto e fosforo) è confrontabile con quella rinvenuta in sorgenti delle Dolomiti di Brenta. Anzi, in molti casi i valori di nitrati rilevati nelle sorgenti sono più alti, a causa delle deposizioni atmosferiche (Camarero et al. 1995). Il fosforo totale e ancor più la sua frazione solubile sotto forma di

Tab. 1 - Dati morfometrici del Lago Sorapis desunti con stime speditive / Estimated morphometric data of the Lake Sorapis

data	perimetro (m)	superficie (m ²)	profondità media (m)	volume (m ³)
27 giugno 2019	735	28334	1.7	38139
24 settembre 2019	580	14200	0.4	4692

Tab. 2 - Risultati delle analisi chimiche, fisiche e batteriologiche. I valori di riferimento sono indicati come il range che si osserva in acque sorgive dolomitiche (Dolomiti di Brenta, tratto da Cantonati, 1998) / Results of chemical, physical and bacteriological analyses. The reference values are indicated as the range observed in springs of the Brenta Dolomites (from Cantonati, 1998)

Parametro	unità di misura	valori misurati		valori di riferimento
		28/06/2019	24/09/2019	
Temperatura (-0.5 m)	°C	12,5	11,9	
Ossigeno Disciolto	mg l ⁻¹	10,1	10,8	
Perc. Saturazione Ossigeno	%	115	100	
Ph	unità di pH	7,9	7,5	7,7-8,3
Conducibilità	µS cm ⁻¹	115	111	146-348
Alcalinità	mg l ⁻¹ CaCO ₃	66	66	84-198
Durezza	gradi francesi	6,4	6,5	9-20
Azoto Nitrico	mg l ⁻¹ N	252	167	229-866
Azoto Ammoniacale	mg l ⁻¹ N	<5	9	< 20
Azoto Totale	mg l ⁻¹ N	523	211	259-967
Fosforo Solubile Reattivo	mg l ⁻¹ P	<1	<1	0-6
Fosforo Totale	mg l ⁻¹ P	3	3	2-9
Silice Reattiva	mg l ⁻¹ SiO ₂	0,2	0,2	0,7-8,0
Bicarbonati	mg l ⁻¹ HCO ₃ ⁻	79,9	80,3	102-242
Solfati	mg l ⁻¹ SO ₄ ²⁻	3,08	3,20	1,2-17,5
Cloruri	mg l ⁻¹ Cl ⁻	0,12	0,11	0,2-1,2
Calcio	mg l ⁻¹ Ca ²⁺	20,71	21,57	18-70
Magnesio	mg l ⁻¹ Mg ²⁺	2,85	2,73	6,5-11,6
Sodio	mg/l Na ⁺	1,22	0,81	0,1-1,9
Potassio	mg/l K ⁺	0,23	0,10	0-0,5
<i>Escherichia coli</i>	UFC/100 ml	0	0	

ortofosfato, sono presenti in quantità inferiori al limite di rivelabilità, in accordo con la natura oligotrofa di questi ambienti. Dal punto di vista batteriologico, nelle due date di campionamento non erano presenti coliformi fecali, il che indica assenza di inquinamento organico. Con i limiti imposti dalle due sole analisi, il quadro idrochimico indica una situazione attesa per un lago dolomitico naturale incontaminato.

Diatomee

A causa del rapido innalzamento di livello del lago dovuto agli apporti di fusione della neve, nella data di giugno i substrati campionati per l'esame delle diatomee hanno dato esito negativo. I sassi, benché prelevati ad una profondità di circa -0,7 m, non erano stati sommersi per un tempo sufficientemente lungo da permettere alle diatomee di colonizzare il substrato. Il campione è stato regolarmente prelevato e processato in laboratorio, ma il preparato era privo di diatomee. Nella data di settembre, oltre ai campioni epilittici, sono stati prelevati alcuni pulvini di alghe filamentose (*Ulothrix* sp.) e del muschio *Bryum pseudotriquetrum* (Hedw.) G. Gaertn., B. Mey. & Scherb., tutti parzialmente sommersi. Su questi sono stati analizzate, e quindi trovate, le diatomee epifite (Tabella 2).

La microflora delle diatomee si presenta mediamente ricca in specie e in linea con ambienti simili sulle Dolomiti. Come rilevato in

uno studio condotto al Lago di Tovel, anche nel Lago del Sorapis specie comuni ritrovate nel litorale sono *Delicata delicatula* (Kützing) Krammer e *Denticula tenuis* Kützing. La specie che meglio caratterizza questo ambiente così fortemente condizionante è probabilmente *Achnanthydium dolomiticum* Cantonati et Lange-Bertalot, specie descritta nel 2006 e finora trovata in sorgenti e laghi dolomitici soggetti a disseccamento stagionale (Figura 4).

La seconda specie che vale la pena sottolineare per la sua particolare ecologia è *Encyonema sublangbertalotii* Cantonati et Lange-Bertalot. Anche questa recentemente descritta nel 2010 è stata per ora trovata in piccole sorgenti carbonatiche soprattutto su substrato muscicolo. L'ambiente è molto simile, infatti anche le piccole sorgenti carbonatiche sono soggette ad ampie fluttuazioni di portata e spesso a disseccamento estivo.

Esaminando le specie dal punto di vista degli indicatori trofici, si constata che nel complesso la comunità è indicatrice di uno stato oligotrofico, in accordo con i risultati delle analisi chimiche. Applicando il Trophic Index (Rott et al. 1999), indice che tiene conto della sensibilità delle specie all'inquinamento trofico, si evidenzia che la condizione riscontrata al Lago del Sorapis è oligotrofa (TI = 1.12).

Il fattore ambientale predominante che condiziona la struttura dei popolamenti di diatomee, oltre al quadro idrochimico che contraddi-

Tab. 3 - Elenco delle specie di diatomee epifitiche trovate nel Lago del Sorapis il 24 settembre 2019 / List of epiphytic diatoms collected in the Lake Sorapis on 24th September 2019

Taxa	valve	%
<i>Achnanthydium dolomiticum</i> Cantonati et Lange-Bertalot	20	4,18
<i>Achnanthydium lineare</i> W.Smith	2	0,42
<i>Achnanthydium minutissimum</i> (K.z.) Czarnecki	158	32,99
<i>Adlafia bryophila</i> (Petersen) Moser Lange-Bertalot et Metzeltin	2	0,42
<i>Adlafia minuscula</i> (Grunow) Lange-Bertalot	18	3,76
<i>Cymbella excisiformis</i> Krammer	3	0,63
<i>Delicata delicatula</i> (Kützing) Krammer	5	1,04
<i>Denticula tenuis</i> Kützing	31	6,47
<i>Diploneis petersenii</i> Hustedt	2	0,42
<i>Encyonema minutum</i> (Hilse in Rabh.) D.G. Mann	96	20,08
<i>Encyonema perpusillum</i> (A. Cleve) D.G. Mann	4	0,84
<i>Encyonema sublangebertainii</i> Cantonati et Lange-Bertalot	5	1,1
<i>Encyonema ventricosum</i> (Agardh) Grunow	12	2,51
<i>Encyonopsis cesatii</i> (Rabenhorst) Krammer	24	5,01
<i>Humidophila contenta</i> (Grunow) Lowe et al	3	0,63
<i>Navicula cryptotenelloides</i> Lange-Bertalot	6	1,25
<i>Nitzschia fonticola</i> (Grunow) Grunow in Van Heurck	1	0,21
<i>Nitzschia pura</i> Hustedt	10	2,09
<i>Rossethidium petersenii</i> (Hustedt) Round et Bukhtiyarova	76	15,87
Totale	479	100,00

stingue il substrato dolomitico, è sicuramente la fluttuazione del livello idrometrico del lago (Spitale et al. 2015). Questi due fattori selezionano la comunità favorendo specie adattate a queste condizioni, come osservato in ambienti simili (Leira et al. 2008). In uno studio condotto a Tovel (Cantonati et al. 2009), lago delle Dolomiti di Brenta soggetto anch'esso ad ampie fluttuazioni di livello, si è dimostrato come la probabilità di disseccamento (maggiore nella fascia più superficiale), sia il fattore di importanza maggiore nel determinare le specie presenti. L'effetto delle fluttuazioni di livello è talmente importante che potrebbe addirittura mascherare eventuali lievi impatti di natura antropica.

Zoobenthos

Nel Lago del Sorapis sono stati raccolti 132 esemplari appartenenti a 17 taxa (Tabella 3). La scarsa diversità e numerosità sono dovute verosimilmente all'elevato stress a cui è soggetto questo ambiente a causa delle fluttuazioni di livello. Molti dei taxa trovati sono caratteristiche di ambienti semi-aquatici (*Smittia* sp., *Pseudosmittia* sp.), il che conferma la nostra ipotesi.

Cricotopus tibialis Meigen è una specie che è più frequentemente trovata in sorgenti, ambienti che comunemente hanno porzioni sommerse ed emerse proprio come si osserva nel litorale (Figura 5).

Le conoscenze sulla fauna bentonica dei laghi alpini italiani sono piuttosto limitate (Franceschini & Lencioni, 2002; Boggero & Lencioni, 2006) e riferite per lo più a raccolte puntiformi, anche se non mancano esempi più estensivi (Boggero et al. 2006). La letteratura italiana esistente si riferisce principalmente al benthos profondo, in particolare ad oligocheti e chironomidi, da tempo utilizzati come in-

dicatori di stato trofico, mentre gli studi relativi allo zoobenthos delle rive di laghi d'alta quota si sono intensificati solo a partire dagli anni Novanta (Mosello et al. 1993), soprattutto in relazione al problema dell'acidificazione (Boggero et al. 1996).

Come per le diatomee, anche per le specie dello zoobenthos, il fattore più importante nel determinare la composizione faunistica è la fluttuazione del livello idrometrico, che seleziona in modo drastico i taxa più adatti a questo ambiente. Il secondo fattore, del tutto naturale, è l'altitudine, che tendenzialmente fa diminuire la ricchezza in specie a causa delle condizioni ambientali. All'aumento della quota aumenta la proporzione di chironomidi Orthocladinae, che infatti è il gruppo più numeroso anche nel Lago del Sorapis (Boggero et al. 2006). Dal punto di vista trofico, non si evidenziano anomalie che possano ricondurre ad effetti di impatti antropici.

Conclusioni

Le analisi condotte sul Lago del Sorapis prima e dopo la stagione turistica non hanno mostrato evidenti discostamenti rispetto ad una condizione attesa per un lago dolomitico naturale. Il quadro idrochimico è coerente con la litologia e la conformazione di un acquifero superficiale con un breve tempo di permanenza che limita la solubilizzazione delle rocce dolomitiche. Ne consegue che alcuni valori, soprattutto di conducibilità e alcalinità, siano più bassi di quanto normalmente rilevato in acquiferi più profondi. A questo si aggiunge l'effetto del ghiacciaio, che seppur di limitate dimensioni, ha una certa influenza sia negli apporti limosi che arrivano nel lago

Tab 4 - Elenco dei taxa zoobentonici del litorale del Lago del Sorapis. * Gruppo planctonico / List of littoral macroinvertebrates collected in the Lake Sorapis

	26/06/2019	24/09/2019
PHYLUM NEMATODA		2
PHYLUM ANELLIDA		
CLASSE OLIGOCHAETA		
Famiglia Enchytraenidae		60
CLASSE CRUSTACEA		
Sottoclasse Copepoda*	200	17
Sottordine Harpacticoida		1
PHYLUM ARTHROPODA		
CLASSE INSECTA		
ORDINE HEMIPTERA	1	
ORDINE COLEOPTERA		
Famiglia Dytiscidae	8	2
ORDINE DIPTERA		
Famiglia Chironomidae		
Sottofamiglia Orthocladiinae		
<i>Cricotopus tibialis</i> (Meigen, 1804)	3	7
<i>Pseudosmittia</i> sp.	2	
<i>Smittia</i> sp	9	
Sottofamiglia Tanytarsinae		
<i>Tanytarsus lugens</i> -type	9	
Famiglia Limoniidae	1	
Famiglia Empididae	2	
Famiglia Psychodidae	1	
Famiglia Tabanidae	2	
Famiglia Muscidae	2	
Famiglia Sciomyzidae	1	
Famiglia Ephydriidae	2	
TOTALE (esclusi taxa planctonici)	43	89

che nella composizione idrochimica. Non sono evidenti squilibri di natura trofica, e i nutrienti algali sono nel range atteso. Non sono nemmeno presenti *Escherichia coli*, il che esclude un inquinamento organico di tipo fecale.

La composizione delle diatomee, seppur non molto ricca, è significativa per un lago dolomitico soggetto a fluttuazioni di livello. Sono presenti taxa rappresentativi come *Achnanthisidium dolomiticum* e *Encyonema sublangebertalotii*, specie non comuni e caratteristiche di ambienti sub-acquatici. Nel complesso la comunità esprime una condizione di oligotrofia, priva di impatti antropici che influenzano il chimismo dell'acqua.

La composizione zoobentonica è anch'essa conforme alle attese, e si presenta piuttosto povera a causa dell'ampia fluttuazione di livello che costituisce uno stress per gli animali. I gruppi presenti sono condizionati anche dalla quota: la diversità e l'abbondanza



Fig. 5 - Capsula cefalica della specie di dittero chironomide *Cricotopus tibialis* (foto di F. Paoli) / Head capsule of the chironomid *Cricotopus tibialis* (photo by F. Paoli)

tendono naturalmente a diminuire all'aumentare dell'altitudine. Non sono presenti taxa indicatori di squilibri legati alla trofia.

Con i limiti imposti da un monitoraggio ambientale ridotto a due sole date e ad un unico anno, i risultati ottenuti finora non sono stati in grado di dimostrare la presenza di un impatto antropico significativo. Non si esclude tuttavia che un programma di monitoraggio più approfondito e prolungato nel tempo, possa far emergere risultati differenti, per esempio dovuti a fenomeni di inquinamento puntiformi che sarebbero rilevabili solo mediante campionamenti più frequenti.

Ringraziamenti

La ricerca è stata finanziata dal Parco Naturale Dolomiti D'Ampezzo (Regole d'Ampezzo, Cortina d'Ampezzo, BL). Si ringraziano il direttore del Parco Michele Da Pozzo e i gestori del Rifugio Vandelli. Gli autori ringraziano Francesca Paoli per l'allestimento dei preparati microscopici dei chironomidi e Nicola Angeli (MUSE – Sez. Limnologia) per le analisi sulle diatomee.

Bibliografia

- Boggero A., Nocentini A.M., Nobili M. & Gianatti M., 1996 - Ricerche sulla fauna macrobentonica litorale in laghi d'alta quota nel bacino imbrifero del Lago Maggiore. Atti S.It.E., 17: 83-86.
- Boggero A. & Lencioni V., 2006 - Macroinvertebrates assemblages of high altitude lakes, inlets and outlets in the southern Alps. Archiv fur Hydrobiologie, 165: 37-61.
- Boggero A., Füreder L., Lencioni V., Simcic T., Thaler B., Ferrarese U., Lotter A.F. & R. Ettinger, 2006 - Littoral chironomid communities of Alpine lakes in relation to environmental factors. Hydrobiologia, 562(1): 145-165.
- Camarero L., Catalan J., Boggero A., Marchetto A., Mosello R. & Psenner R., 1995 - Acidification in high mountain lakes in Central, Southwest, and Southeast Europe (Alps, Pyrenees, Pirin). Limnologica, 25(2): 141-156.
- Cantonati M., 1998 - Le sorgenti del Parco Adamello-Brenta. Parco

- Documenti, 11. 177 pp. Parco Adamello-Brenta, Via Nazionale 12, 38080 Strembo (Trento).
- Cantonati M., Tolotti M. & Lazzara M. (eds), 2002 - I laghi del Parco Naturale Adamello-Brenta. Ricerche limnologiche su laghi d'alta quota del settore siliceo del Parco. Documenti del Parco, 14.. 285 pp.
- Cantonati M., & Lange-Bertalot H., 2006 - *Achnanthydium dolomiticum* sp. nov. (Bacillariophyta) from oligotrophic mountain springs and lakes fed by dolomite aquifers. *Journal of Phycology*, 42(6): 1184-1188.
- Cantonati M., Scola S., Angeli N., Guella G. & Frassanito R., 2009 - Environmental controls of epilithic diatom depth-distribution in an oligotrophic lake characterized by marked water-level fluctuations. *European Journal of Phycology*, 44(1): 15-29.
- Cantonati M. & Lange-Bertalot H., 2010 - Diatom biodiversity of springs in the Berchtesgaden National Park (north-eastern Alps, Germany), with the ecological and morphological characterization of two species new to science. *Diatom Research*, 25(2): 251-280.
- Da Pozzo M., Argenti C. & Lasen C., 2016 - Atlante floristico delle Dolomiti d'Ampezzo. Specie notevoli, valori ecologici e fitogeografici. Parco Naturale Regionale delle Dolomiti d'Ampezzo, 139 pp.
- Franceschini A. & Lencioni V., 2002 - Lo zoobenthos. In: I laghi del Parco Naturale Adamello-Brenta. Ricerche limnologiche su laghi d'alta quota del settore siliceo del Parco. Documenti del Parco, 14: 245-266.
- IRSA-CNR, 1994 - Metodi analitici per le acque. Istituto poligrafico e zecca dello stato, Roma.
- ISPRA 2014 - Metodi biologici per le acque superficiali interne. Manuali e Linee Guida 111, ISPRA, Roma, 234 pp.
- Leira M. & Cantonati M. 2008 - Effects of water-level fluctuations on lakes: an annotated bibliography. *Hydrobiologia*, 613(1): 171-184.
- Mosello R., Lami A., Guillizzoni P., Manca M., Nocentini A.M., Pugnetti A., Boggero A., Marchetto A., Tartari G.A., Bettinetti R., Bonardi M. & Cammarano P., 1993 - Limnological studies on two acid sensitive lakes in the Central Alps (lakes Paione Superiore and Paione Inferiore, Italy). *Memorie dell'Istituto Italiano di Idrobiologia*, 51: 127-146.
- Neri G., Giannola P., Furlanis S., Caputo R. & Bosellini A., 2006 - Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000. Foglio 029 Cortina d'Ampezzo. APAT, Dipartimento Difesa del Suolo, Ed. Regione Veneto, 208 pp.
- Rott E., Pfister P., Van Dam H., Pipp E., Pall K., Binder N. & Ortler K., 1999 - Indikationslisten für Aufwuchsalgen in Österreichischen Fließgewässern, Teil 2: Trophieindikation und autökologische Anmerkungen Bundesministerium für Land-und Forstwirtschaft. Wien. ISBN 3-85 174-25-4, 248 pp.
- Spitale D., Angeli N., Lencioni V., Tolotti M. & Cantonati M., 2015 - Comparison between natural and impacted Alpine lakes six years after hydropower exploitation has ceased. *Biologia*, 70(11): 1-9.