

Nota breve – Short note

Il Sottoprogetto 2 (Paleolimnologia: evoluzione a lungo termine del lago e del suo bacino) del Progetto SALTO/BEST: sintesi e conclusioni

Marco CANTONATI^{1*}, Michael STURM², Piero GUILIZZONI³, Thomas KULBE¹, Andrea LAMI³ & Nicola ANGELI¹

¹Museo Tridentino di Scienze Naturali, Sezione di Limnologia e Algologia, Via Calepina 14, I-38100 Trento, Italy

²Swiss Federal Institute of Environmental Science and Technology (EAWAG), Sedimentology Section, CH-8600 Dübendorf, Switzerland

³CNR-ISE, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per lo Studio degli Ecosistemi, Largo Tonolli 50, I-28922 Verbania, Pallanza, Italy

*E-mail dell'Autore per la corrispondenza: cantonati@mtsn.tn.it

SUMMARY - *The Work Package 2 (Paleolimnology: Long term changes in Lake Tovel and its catchment) of the SALTO/BEST Project: Summary and conclusions* - A comprehensive multi-core/seismic (three coring campaigns), multi-proxy (SCPs, algal pigments, diatoms, chrysophytes, pollen, cladocera, chironomids), paleolimnological study of Lake Tovel was carried out between 2001 and 2004. The sedimentological part allowed to obtain a new bathymetric map by high resolution seismics (3.5 kHz) and to discover a large slump in the Main Basin, supposed to have been triggered by the sudden lake-level rise caused by a landslide in 1597/1598, which blocked the paleo-outlet of the lake, and to document the complete post-glacial history of Lake Tovel. The combination of sedimentological and radiometric evidences showed that recent sedimentation covers a rough lake bottom morphology (caused by the slide): this caused extreme heterogeneity of sediment thickness and each core had to be correlated and dated separately. Sedimentation rates were found to be very low in the Main Basin and in the Red Bay. Low sedimentation rates are confirmed by SCP results, which show that the sediment record of the last 60 years has been accumulated in just the upper 5 cm. Several biological proxies (diatoms, chironomids) pointed out a more or less stable condition of oligotrophy of the Main Basin of the lake with indications of slightly higher trophic levels in the Red Bay (diatoms), receiving most of the water from the drainage basin of the lake. Changes in algal pigments, chrysophyte and cladocera are consistent with known climatic fluctuations in the last 4 centuries in the Alps, but no indication of a climatic effect on the disappearance of the reddening could be gained. Less information than expected could be obtained from the specific markers of *Glenodinium sanguineum sensu lato*: cysts were found to not preserve. The carotenoid astaxanthin was found in cores of the central part of the Main Basin, but only in very limited sections of a core taken at the margins of the Main Basin in the direction of the Red Bay. Measurements on a Red Bay core suggest an increase in the central part of the record. Pollen studies confirmed important changes in the extension and relative importance of forests and pastures supporting a relevant influence of land-use changes on the nutrient input. A huge effort has been done to overcome difficulties encountered in the paleolimnological study of Lake Tovel. However, the extremely complex sedimentological situation found in both the Main Basin (slump, currents due to groundwater inflow) and the Red Bay (exposed each winter because of marked water-level fluctuations) and the consequent very low and irregular sedimentation rates, which cause a compression of the recent sediment record in few centimetres, make clear-cut statements, in particular on the causes, duration or the disappearance of the reddening, almost impossible.

Parole chiave: Lago di Tovel, paleolimnologia, sedimentologia, datazione al ²¹⁰Pb, pigmenti algali, diatomee, crisofite, cladoceri, chironomidi, pollini

Key words: Lake Tovel, paleolimnology, sedimentology, ²¹⁰Pb dating, algal pigments, diatoms, chrysophytes, cladocera, chironomids, pollen

Nell'ambito del Progetto SALTO (Studio sul mancato arrossamento del Lago di Tovel), il *Work Package 2* (WP2) ha avuto come obiettivo la ricostruzione delle variazioni ambientali che hanno interessato il Lago di Tovel e il suo bacino, attraverso lo studio dei sedimenti lacustri, in modo da ricostruire i cambiamenti che il lago ha subito nel corso del tempo e come questi possano aver condizionato il fenomeno dell'arrossamento del lago.

I principali risultati ottenuti vengono esposti per punti qui di seguito.

- È stata eseguita una nuova e accurata batimetria del Lago di Tovel, grazie a indagini di sismica ad alta risoluzione (la precedente risaliva agli sforzi di Baldi e collaboratori negli anni Trenta) (Kulbe *et al.* 2006).
- È stato possibile evidenziare, nella parte nord del Bacino Principale, una frana sommersa (*slump*) di 113.000 m³ e di spessore variabile da 25 cm a 2,5 m. Questa frana sublacustre (scoperta dall'EAWAG e dall'Università di Zurigo, in collaborazione con il MTSN, grazie a sondaggi di sismica ad alta risoluzione) è verosimilmente stata provocata dallo smottamento di materiali di versante che hanno determinato l'occlusione del paleoemissario e un aumento di livello del lago di ben 21 m nel 1597/98 (Oetheimer 1992; Kulbe *et al.* 2006).
- Sono state eseguite ben tre campagne di carotaggi (ottobre 2001, giugno 2003, novembre 2004 nella Baia Rossa) per un totale di circa 33 carote prelevate. Nel 2001, inoltre, sono state prelevate delle carote tramite *piston coring* per una lunghezza di circa 8 metri, con la possibilità quindi di documentare l'origine e l'intera evoluzione post-glaciale del lago.
- È stata evidenziata una marcata eterogeneità (anche 30 cm di differenza) nello spessore degli strati correlabili delle varie carote; la Baia Rossa, dove si verificava il fenomeno dell'arrossamento, è risultata un ambiente sedimentario difficile, perché soggetta a prosciugamento invernale.
- La situazione sedimentologica complessa del Lago di Tovel non ha sempre consentito la datazione radiometrica; inoltre, i tassi di sedimentazione sono risultati estremamente bassi (compresi tra 0,07 e 0,13 cm anno⁻¹ nel Bacino Principale) (Appleby & Piliposian 2006).
- L'analisi delle particelle carboniose sferoidali (SCPs) ha confermato quanto sopra esposto, mostrando come il record sedimentario degli ultimi 60 anni sia compresso nei primi 5 centimetri (Rose 2006).
- Le valve di diatomee hanno spesso mostrato segni di dissoluzione e sono state trovate solo in alcune carote. Tuttavia, è stato possibile ricostruire lo stato trofico del lago (fosforo totale), mostrando come sia rimasto simile all'attuale (2-4 µg l⁻¹) e nel complesso compatibile con una situazione di oligotrofia / oligo-mesotrofia. È stato ricostruito anche lo stato trofico della Baia Rossa, evidenziando come questo sia mediamente più elevato rispetto a quello del Bacino Principale (Angeli & Marchetto 2006). È stato realizzato uno studio della distribuzione delle diatomee superficiali del sedimento del lago, nell'ottica di comprendere eventuali variazioni passate di livello del lago (Angeli & Cantonati 2004). Inoltre, sono stati eseguiti studi riguardanti la biodiversità e la distribuzione con la profondità delle diatomee epilittiche e del periphyton del Lago di Tovel e le caratteristiche di alcune di queste specie (Cantonati & Angeli 2003).
- Le variazioni osservate nei pigmenti algali, nelle cisti di alghe crisofite e nei resti di microcrostacei cladoceri sono compatibili con le fluttuazioni climatiche conosciute per gli ultimi 4 secoli nelle Alpi. Tuttavia, non è stata evidenziata alcuna relazione chiara tra un effetto del clima e la scomparsa del fenomeno dell'arrossamento. Le variazioni nei pigmenti algali, nelle cisti di crisofite e nei cladoceri paiono invece evidenziare periodi caratterizzati da livello del lago più basso e/o da coperture invernali di ghiaccio più prolungate (Lami *et al.* 2006).
- Non sono state trovate cisti di *Glenodinium sanguineum sensu lato* che, evidentemente, non si conservano nei sedimenti di Tovel.
- Il carotenoide astaxantina è stato trovato in quasi tutte le carote di sedimento del Bacino Principale e solo in sezioni limitate delle carote prelevate ai margini dello stesso bacino in direzione della Baia Rossa. Misure di questo carotenoide in carote prelevate nella Baia Rossa hanno evidenziato un aumento del record nella parte centrale (Guella com. pers.). L'astaxantina, tuttavia, pone alcuni problemi, tra i quali il suo elevato coefficiente di degradazione. Inoltre, essa non è un *marker* sicuro del vero *Glenodinium* rosso, dato che è stata trovata anche in cisti di altre specie di dinoflagellati.
- I chironomidi indicano una situazione di oligotrofia per il Lago di Tovel, che è un lago a Tanytarsini secondo la classificazione di Thienemann e Saether, con una dominanza di *Paratanitarsus* tipi *austriacus* e *lugens* (Lencioni & Lazzara 2006). In alcune sezioni sono stati trovati taxa tipici di sorgenti e torrenti, probabilmente indicativi di periodi con idrologia vivace.
- L'esame dei pollini conferma gli importanti cambiamenti nell'estensione e nell'importanza relativa delle foreste e dei pascoli nelle vicinanze del bacino lacustre (Gottardini *et al.* 2006).

Si vuole qui evidenziare come sia stato fatto un grande sforzo per superare le difficoltà incontrate nello studio paleolimnologico del Lago di Tovel. Sono stati trovati molti risultati inattesi che hanno contribuito ad arricchire le conoscenze dell'ambiente post-glaciale di Tovel (per esempio, Kulbe *et al.* 2006, Cantonati *et al.* 2006). Tuttavia, l'ambiente sedimentario estremamente complesso sia nel Bacino Principale (frane subacque con conseguente smottamento dei sedimenti, correnti dovute all'immissione di acque sotterranee) che nella Baia Rossa (esposizione periodica dei sedimenti all'aria durante il periodo invernale a causa delle marcate fluttuazioni di livello del lago) e un tasso di sedimentazione conseguentemente molto basso che ha causato una "compressione" del record sedimentario in pochissimi cm, hanno reso quasi impossibile far luce sulle cause della scomparsa del fenomeno dell'arrossamento.

Ricerche future (es. studio ad alta risoluzione tramite *freeze-coring*) potrebbero probabilmente portare nuove e più precise conoscenze sul fenomeno dell'arrossamento, ma Tovel, a causa della sua storia geologica, rimarrà comunque un ambiente intrinsecamente difficile per gli studi paleolimnologici.

BIBLIOGRAFIA

- Angeli N. & Cantonati M., 2004 - Depth-distribution of surface sediment diatoms in Lake Tovel (Italian Alps, 1178 m a.s.l.). *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 29: 539-544.
- Angeli N. & Marchetto A., 2006 - Le diatomee subfossili del Lago di Tovel. *Studi Trent. Sci. Nat., Acta Biol.*, 81 (2004), Suppl. 2: 137-146.
- Appleby P.G. & Piliposian G.T., 2006 - Datazione radiometrica (^{210}Pb e ^{137}Cs) di carote di sedimento del Lago di Tovel. *Studi Trent. Sci. Nat., Acta Biol.*, 81 (2004), Suppl. 2: 89-95.
- Cantonati M. & Angeli N., 2003 - New findings on the ecology and ultrastructure of *Cymbella ancylis* Cleve. *Diatom Research*, 18 (2): 375-377.
- Cantonati M., Angeli N., Scola S., Borsato A., Frassanito R., Guella G., Lencioni V., Lazzara M., Filippi M.L. & Spitale D., 2006 - Neo- and paleolimnology of a carbonate mountain lake characterized by marked water level fluctuations. *Hydrobiologia*, (submitted).
- Gottardini E., Antonella C., Cristofolini F. & Oeggl K., 2006 - Palynological analyses on sediments of Lake Tovel (Trentino, Italy) *Studi Trent. Sci. Nat., Acta Biol.*, 81 (2004), Suppl. 2: 147-154.
- Kulbe T., Anselmetti F., Cantonati M. & Sturm M., 2006 - Drastiche variazioni di livello ed evoluzione sedimentaria nel Lago di Tovel (Parco Naturale Adamello-Brenta, Trentino) *Studi Trent. Sci. Nat., Acta Biol.*, 81 (2004), Suppl. 2: 75-87.
- Lami A., Guilizzoni P., Marchetto A., Manca M. & Rolih L., 2006 - Ricostruzione paleolimnologica degli ultimi 400 anni del Lago di Tovel (Dolomiti di Brenta). *Studi Trent. Sci. Nat., Acta Biol.*, 81 (2004), Suppl. 2: 103-136.
- Lencioni V. & Lazzara M., 2006 - I chironomidi subfossili (Diptera: Chironomidae) del Lago di Tovel (Trentino, Alpi centro-orientali): uno sguardo agli ultimi 400 anni. *Studi Trent. Sci. Nat., Acta Biol.*, 81 (2004), Suppl. 2: 155-165.
- Oetheimer, C. 1992 - La foresta sommersa del Lago di Tovel (Trentino): reinterpretazione e datazione dendrocronologica. *Studi Trent. Sci. Nat., Acta Geol.*, 67: 3-23.
- Rose N., 2006 - Il record delle particelle carboniose sferoidali (SCPs) nei sedimenti del Lago di Tovel, Trentino. *Studi Trent. Sci. Nat., Acta Biol.*, 81 (2004), Suppl. 2: 97-101.

