

UC Merced

Biogeographia - The Journal of Integrative Biogeography

Title

Distribuzione di Ditteri Chironomidi in laghi alpini e prealpini

Permalink

<https://escholarship.org/uc/item/8h60p7bb>

Journal

Biogeographia - The Journal of Integrative Biogeography, 26(1)

ISSN

1594-7629

Authors

Marziali, Laura
Lencioni, Valeria
Boggero, Angela
et al.

Publication Date

2005

DOI

10.21426/B626110591

Peer reviewed

Distribuzione di Ditteri Chironomidi in laghi alpini e prealpini

LAURA MARZIALI**, VALERIA LENCIONI**, ANGELA BOGGERO***
e BRUNO ROSSARO*

**Dipartimento di Biologia, Università degli Studi di Milano
via Celoria 26, I-20133 Milano
e-mail: bruno.rossaro@unimi.it*

***Sezione di Zoologia degli Invertebrati e Idrobiologia, Museo Tridentino di Scienze Naturali,
via Calepina 14, I-38100 Trento*

****Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per lo Studio degli Ecosistemi
largo Tonolli 50, I-28922 Verbania*

Key words: Chironomidae, lakes, altitudinal and latitudinal gradients, Alps, Prealps.

SUMMARY

It is known that biogeographical and ecological factors affect the distribution of Chironomids. No biogeographical gradients have been detected within the Alpine region, except for the presence of some species on only one side of the Alps. Nevertheless, many areas are still unexplored. Twenty lakes in the Alps and eighteen lakes in the Prealps have been surveyed since the '90s. Physical and chemical variables (water temperature, conductivity, dissolved oxygen, nutrients) were measured. Pupal exuviae were collected using drift nets near the shoreline and in the pelagic zone, while larvae with a pond net in the littoral zone. Samples were identified to genus, groups of species or species level. Data were stored in a relational database and processed using artificial neural networks. As expected, no geographical gradients were detected, whereas ecological factors (e.g., altitude, watershed geology, morphometry, trophic state) determine the different communities of the lakes. Tanypodini, Procladiini and Chironomini prevail in the Prealpine small eutrophic lakes, whereas Diamesini, Orthoclaudiini and Tanytarsini colonize mostly the Prealpine large oligotrophic lakes. Orthoclaudiini and Diamesini characterize the lakes in the eastern Alps, whereas Tanypodini, Procladiini, Macropelopiini, Prodiamesini and Chironomini prevail in the lakes of the western Alps. More data are necessary to clarify the distribution of rare species. Species belonging to the same genus may show different response to the same environmental condition, so the identification to species level is strongly recommended in ecological investigations.

INTRODUZIONE

I Ditteri Chironomidi presentano una distribuzione cosmopolita e molto spesso costituiscono il gruppo di insetti più abbondante negli ecosistemi d'acqua dolce.

La capacità di questi animali di tollerare ampi gradienti di pH, salinità, profondità, concentrazione di ossigeno, temperatura e produttività permette loro di occupare potenzialmente tutte le nicchie ecologiche presenti negli ambienti dulcacquicoli (Armitage et al., 1995). I Chironomidi occupano tutti i livelli trofici e sono caratterizzati da un elevato numero di specie (circa 15000 nel mondo di cui più di 400 in Italia), molto diversificate dal punto di vista ecologico.

Per la loro ubiquità e ricchezza in specie stenoece e stenotope, i Chironomidi sono ottimi bioindicatori (Wiederholm, 1980), da molti anni utilizzati come indicatori dello stato trofico dei laghi (Sæther, 1979). Le capsule cefaliche dei Chironomidi vengono utilizzate anche in indagini paleolimnologiche per ricostruire i cambiamenti di tipo naturale e antropico avvenuti nei bacini lacustri, in particolare in seguito alla contaminazione atmosferica e all'eutrofizzazione (Porichu e MacDonald, 2003).

I diversi taxa hanno evoluto particolari adattamenti fisiologici, morfologici e comportamentali per sopravvivere in ambienti lentici. Per esempio, alcune specie, tra cui *Chironomus plumosus* (Linnaeus), sono dotate di emoglobina e sono in grado di regolare la produzione di questo pigmento, potendo resistere a periodi anche prolungati di anossia (Panis et al., 1996). I taxa profondi sono in media più grandi di quelli litorali, sono essenzialmente tubicoli e la loro sopravvivenza dipende dall'efficienza di ventilazione, che avviene mediante oscillazioni vigorose del corpo. Le specie tubicole dotate di emoglobina sono frequenti e abbondanti nei laghi eutrofi mentre in quelli oligotrofi prevalgono taxa a vita libera che si spostano frequentemente in cerca di cibo (Ruse, 2002).

La fauna macrobentonica lacustre, litorale e profonda, è costituita in buona parte da Chironomidi ed è attualmente ancora poco conosciuta in Italia. Le informazioni disponibili sono frammentarie e difficili da reperire, essendo in parte non pubblicate o pubblicate su report di limitata diffusione. Questo vale sia per i laghi prealpini (Ceretti e Nocentini, 1996) che alpini (Boggero et al., 2006). I laghi prealpini sono situati in aree antropizzate e quindi particolarmente interessati da scarichi urbani, industriali e agricoli oltre che da apporti di azoto atmosferico (Balestrini et al., 2000) (si tratta in genere di bacini meso-eutrofi). Da tempo molti di essi sono inseriti nei programmi provinciali di monitoraggio, ma finora l'attenzione è stata posta soprattutto sui parametri chimico-fisici e sulle comunità planctoniche (Tartari, 2004).

I laghi alpini sono ubicati in aree remote, lontano dai centri urbani, e per questo sono stati considerati fino a una decina d'anni fa ambienti integri, incontaminati. In realtà sono ambienti poveri di nutrienti, oligotrofi, ma sempre più minacciati da forme di impatto sia diretto (sfruttamento idropotabile, immissione di specie ittiche alloctone, pascolo) che indiretto (piogge acide, buco dell'ozono, effetto serra) che ne stanno compromettendo

la qualità (Brittain et al., 2000). Per questo è cresciuto nell'ultimo decennio l'interesse non solo scientifico ma anche politico ed economico verso le riserve idriche d'alta quota, considerate la nostra ultima riserva di acqua pulita per il futuro. Questo interesse vale in particolare per la chironomidofauna (Boggero et al., 1996; Franceschini e Lencioni, 2002; Boggero e Lencioni, 2006; Boggero et al., 2006; Lazzara et al., 2006).

All'interno della regione alpina finora non sono state messe in evidenza per la chironomidofauna differenze imputabili a fattori biogeografici, se non la presenza di alcune specie su di un solo versante delle Alpi (Boggero et al., 2006; Maiolini et al., 2006; Rossaro et al., 2006). Anche le differenze nella composizione in specie tra zone alpine e prealpine sembrano imputabili più a fattori ecologici, in particolare alla temperatura e alla morfologia dei corpi idrici, che biogeografici (Gaggino e Cappelletti, 1984, 1985; Rossaro et al., 2006).

Scopo di questo lavoro è quello di analizzare la distribuzione delle specie di Chironomidi in bacini lacustri prealpini e alpini per evidenziare l'esistenza di eventuali gradienti Nord-Sud ed Est-Ovest.

AREA DI STUDIO

Laghi prealpini

Nelle Prealpi lombarde sono stati campionati 18 laghi: Maggiore, Varese, Comabbio, Monate, Biandronno, Lugano, Piano, Como, Montorfano, Pusiano, Segrino, Alserio, Annone, Garlate, Endine, Iseo, Idro, Garda (Fig. 1). Questi laghi (Tab. I) si trovano a quote inferiori a 400 m s.l.m., circa metà ha volume inferiore ai 200 milioni di m³, e la maggior parte ha una superficie superiore a 0,5 Km². Dodici laghi superano i 100 m di profondità, mentre gli altri non arrivano ai 35 m.

A parte i laghi d'Idro e Lugano, meromittici, tutti gli altri sono olomittici. Tra questi ultimi, quelli più profondi (Maggiore, Como, Garda, Iseo) sono oligomittici.

I piccoli laghi (Varese, Pusiano, Alserio, Annone, Endine) presentano attualmente una situazione di meso-eutrofia, con livelli di fosforo totale in calo (Tartari et al., 2000). Tre laghi sono oligotrofi (Maggiore, Montorfano e Monate), gli altri hanno livello trofico maggiore (Tab. II).

Laghi d'alta quota

La ricerca ha interessato 12 laghi d'alta quota nelle Alpi centro-occidentali (Alpi Pennine e Lepontine) (Matorgn, Paione Inferiore, Paione Superiore, Pojala, Geccio, Cristallina, Boden Superiore, Grande, Anzasca, Sfondato,

Tab. I - Settore alpino, quota e coordinate geografiche (sistema U.T.M., zona 32T) dei siti di prelievo, indicati con il nome del lago. Ove il bacino è stato campionato in più punti viene indicato tra parentesi il nome del comune. P= Prealpi; OC= Alpi centro-occidentali; OR= Alpi centro orientali. Volume, superficie e profondità massima sono riferiti al lago intero.

Sito di prelievo	Settore alpino	Altitudine m s.l.m.	Longitudine	Latitudine	Volume lago 10 ⁶ m ³	Superficie lago Km ²	Profondità max m
Garda (Desenzano)	P	65	621933,90	5035685,47	49031	368	350
Garda (Salò)	P	65	623789,65	5053871,88	49031	368	350
Garda (Peschiera)	P	65	632779,76	5034833,20	49031	368	350
Garda (Riva del Garda)	P	65	642642,24	5082866,79	49031	368	350
Iseo	P	136	585437,36	5059810,30	7600	61	251
Maggiore	P	193	467727,44	5063466,83	37500	213	370
Garlate (Pescate)	P	198	530836,89	5074752,57	70	4,64	34
Garlate (Garlate)	P	198	531482,97	5072621,89	70	4,64	34
Como (Argegno)	P	199	510100,54	5087850,55	22500	145	410
Como (Parè)	P	199	528939,90	5078285,38	22500	145	410
Como (Lecco)	P	199	529847,16	5077350,63	22500	145	410
Annone est	P	226	527798,95	5072663,13	24	3,81	11
Varese	P	238	477776,02	5071824,60	160	14,8	26
Biandronno	P	239	477226,16	5074711,33	0,9	0,9	8
Pusiano	P	258	520114,75	5072594,40	69,2	4,95	24
Alserio	P	260	515867,13	5069845,13	16,6	3,59	8
Monate	P	266	475040,49	5070381,24	45	2,51	34
Lugano (Valsolda)	P	271	503520,62	5096794,83	4690	27,5	288
Lugano (Porlezza)	P	271	509220,77	5097839,55	4690	27,5	288
Piano	P	276	512959,78	5098591,02	4,6	0,72	13
Endine	P	317	571608,54	5067879,40	11,9	2,13	9
Comabbio	P	343	475590,35	5069350,26	16,5	0,25	14
Idro	P	368	614385,25	5066137,18	684	11,4	122
Segrino	P	374	520719,59	5074395,17	1,2	0,4	9
Montorfano	P	394	510684,76	5070230,03	1,9	0,47	7
Combal	OC	1965	334111,30	5070249,00	-	0,024	< 2,0
Muino Inferiore	OC	1881	460873,00	5114395,00	0,004	0,002	2,0
Marmo	OC	1988	497894,00	5100813,00	-	< 0,002	< 2,0
Paione Inferiore	OC	2002	437512,90	5113230,00	0,05	0,007	13,5
Geccio	OC	2109	455100,00	5104773,00	-	0,010	< 2,0
Grande Anzasca	OC	2269	428678,00	5094836,00	0,04	0,007	5,0
Paione Superiore	OC	2269	437520,70	5114002,00	0,04	0,009	11,7
Pojala	OC	2305	448874,90	5130688,00	0,84	0,054	15,5
Boden Superiore	OC	2343	458048,30	5143058,00	0,077	0,029	6,3
Cristallina	OC	2398	465812,00	5146096,00	-	0,010	-
Sfondato	OC	2422	429457,20	5095291,00	0,02	0,005	4,0
Matorgn	OC	2450	460267,00	5142951,00	-	0,022	-
San Giuliano	OR	1935	631501,16	5111734,98	0,087	0,042	5,7
Ritorto	OR	2058	638030,90	5120875,80	1,11	0,091	22,8
Presena	OR	2184	622116,41	5119133,05	-	-	-
Nero Cornisello	OR	2233	633495,28	5119636,41	0,33	0,027	33,7
Serodoli	OR	2371	637068,40	5123046,92	0,96	0,064	33,2
Mandrone	OR	2399	620815,77	5117654,28	-	0,026	7,3
Ghiacciato	OR	2571	620474,06	5117752,62	0,019	0,0034	8,3
Venerocolo	OR	2535	615326,45	5114762,39	-	-	-

Marmo, Muino Inferiore, Combal) e 8 nelle Alpi centro-orientali (Alpi Retiche) (Ritorto, San Giuliano, Nero Cornisello, Mandrone, Serodoli, Ghiacciato, Venerocolo, Presena) (Fig. 1). Questi bacini sono tutti di origine

glaciale e si trovano a una quota superiore a 1800 m s.l.m.. Sono piccoli, con una superficie compresa tra 0,06 e 9,2 ha, poco profondi (da 1 a 34 m) e oligotrofi (Tab. I). I laghi nelle Alpi centro-orientali si trovano a quote più elevate e sono caratterizzati da un substrato più acido rispetto ai laghi nelle Alpi centro-occidentali. Questo giustifica valori di temperatura, conducibilità, pH e alcalinità più bassi nei bacini centro-orientali. Inoltre, i laghi nel settore occidentale presentano profondità massime di 7 m, mentre i laghi orientali arrivano fino a 34 m. (Tab. I).

MATERIALI E METODI

Laghi prealpini

I laghi prealpini sono stati campionati ogni due mesi nel periodo compreso tra marzo e dicembre 2004, a esclusione dei laghi di Comabbio, Segrino e Biandronno campionati in un'unica occasione nel 2004.

Sono state raccolte esuvie pupali e pupe di Chironomidi lungo le rive e quando possibile anche nella zona pelagica con retino da drift (diametro di 25 cm, maglie da 250 μ m). Questo metodo, suggerito per la prima volta da Thienemann (1910), è molto rapido e permette di superare le difficoltà tassonomiche di identificazione delle larve (Moss et al., 1996). Durante le raccolte sono state misurate le seguenti variabili ambientali: temperatura dell'acqua, ossigeno disciolto, conducibilità e pH mediante pHmetro, ossimetro e conduttimetro portatili. Informazioni relative alle variabili morfometriche e al grado di trofia dei bacini sono state ricavate da Tartari et al. (2000).

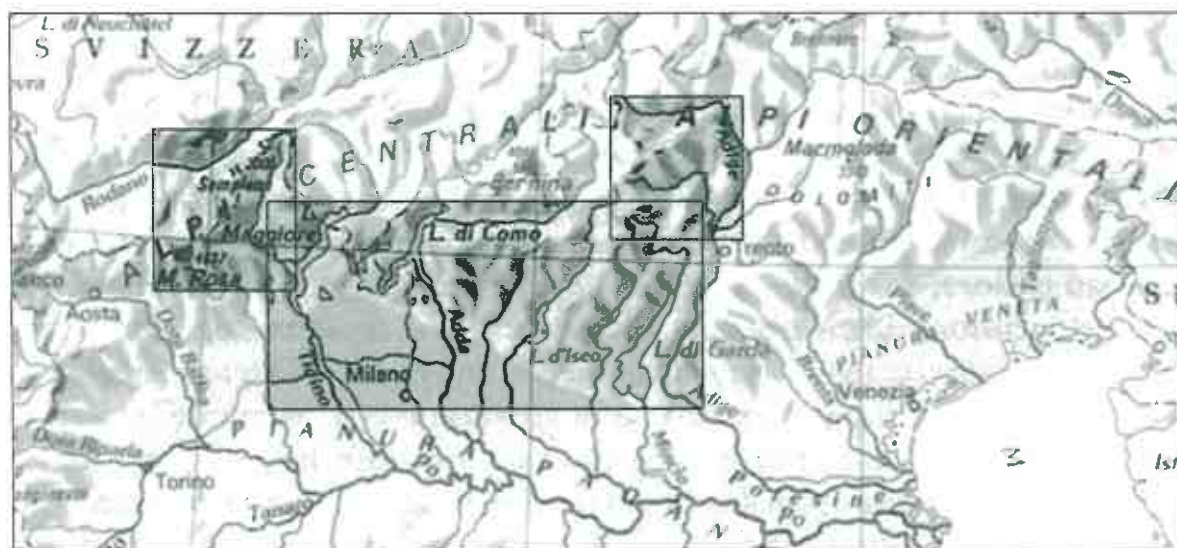


Fig. 1 - Area di studio. Nei rettangoli ombreggiati, da sinistra: Alpi centro-occidentali, Prealpi lombarde e Alpi centro-orientali.

I campioni raccolti sono stati identificati a livello specifico, dopo allestimento di preparati microscopici permanenti secondo Wiederholm (1983).

Laghi d'alta quota

I laghi alpini sono stati campionati nei mesi estivi e/o autunnali nel periodo compreso fra il 1990 e il 2000. Nella maggior parte dei laghi i prelievi sono stati effettuati una volta sola, nel Venerocolo due volte nello stesso anno. Larve e pupe di Chironomidi sono state raccolte lungo la fascia litorale con retino immanicato (telaio metallico quadrato di 20 cm per lato, maglie da 250 μm). Durante le raccolte sono state misurate alcune variabili ambientali (temperatura dell'acqua, ossigeno disciolto, conducibilità, pH, nutrienti e principali anioni e cationi). Informazioni relative alle variabili morfometriche e chimico-fisiche, al grado di trofia e maggiori dettagli sui metodi di raccolta sono reperibili in Franceschini e Lencioni (2002), Boggero et al. (2006); Boggero e Lencioni (2006), Tartari e Mosello (1997), Rogora et al. (2001), Cantonati et al. (2002).

Larve e pupe sono state identificate a livello di genere, gruppo di specie o, dove possibile, di specie, allestendo preparati microscopici permanenti secondo Wiederholm (1983).

Analisi dei dati

Le informazioni raccolte sono state archiviate in un database relazionale Microsoft ACCESS®. I dati biologici sono stati considerati per uniformità a livello di gruppo di specie e tribù e sono stati analizzati mediante metodi basati sulle reti neurali (Giraudel e Lek, 2001) con MATLAB 7.0.

Le reti neurali artificiali sono “macchine pensanti” in grado di trovare relazioni di tipo non-lineare tra i dati. Rispetto ai metodi lineari, hanno il vantaggio di mettere in risalto relazioni poco evidenti tra i dati e di non essere influenzate dalla presenza di *outliers*. Un'applicazione consiste nella SOM (*Self Organizing Map*): si tratta di un metodo di apprendimento competitivo *unsupervised*, che permette di ordinare i dati e suddividerli in *clusters*. I dati in *input* passano attraverso una serie di unità processanti o neuroni (vettore pesi), collegati tra loro, ed escono come *output* organizzati in una griglia geometrica a due dimensioni. Ogni neurone calcola un livello di attivazione dato dalla distanza euclidea tra i punti rappresentati dal vettore pesi e l'*input* sulla griglia. Il vettore pesi con il più basso livello di attivazione è il “vincitore” per quel particolare *input*. Altri vettori pesi possono rientrare nello stesso set del “vincitore” e sulla mappa finale vengono inclusi nella stessa cella del “vincitore” (Lek e Guégan, 2000). Le dimensioni della mappa vengono scelte in modo da minimizzare gli errori topografico e di quantizzazione.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Laghi prealpini

Nei 18 laghi prealpini sono stati raccolti 67 campioni, per un totale di 10625 individui, appartenenti a 276 specie, 84 generi e 13 tribù.

La tabella II riporta lo stato trofico (Tartari et al, 2000) e il numero totale di specie riscontrate nei laghi. Per i laghi di Comabbio, Biandronno e Segrino i risultati sono solo preliminari, essendo stati campionati una volta sola.

I laghi Maggiore, Garda, Como, Lugano e Varese si contraddistinguono per una maggiore ricchezza in specie (in media 72 taxa) rispetto agli altri (29 taxa). I bacini più grandi e profondi sono infatti caratterizzati da un insieme di microhabitat molto diversificati, sia in senso orizzontale che verticale, che creano le condizioni ideali per l'insediamento di specie molto diverse per esigenze ed ecologia.

La diversità di specie non è invece relazionabile al grado di trofia delle acque: il numero di specie è simile in laghi oligo-, meso- ed eutrofi (ad esempio sono state raccolte 32 specie nel Montorfano, 38 nell'Endine, 39 nel Pusiano). Le specie di Chironomidi si differenziano infatti molto per esigenze ecologiche e formano quindi comunità diverse a seconda delle condizioni ambientali circostanti.

Tab. II - Stato trofico e numero totale di specie e gruppi di specie di Chironomidi (esuvie pupali) riscontrato nei diversi bacini prealpini.

Laghi prealpini	N. gruppi di specie	N. specie	Stato trofico
Maggiore	51	84	Oligotrofo
Garda	56	81	Mesotrofo
Como	49	72	Eutrofo
Lugano	50	62	Eutrofo
Varese	49	62	Ipereutrofo
Annone est	43	61	Eutrofo
Garlate	31	40	Mesotrofo
Pusiano	34	39	Eutrofo
Endine	30	38	Mesotrofo
Idro	31	36	Mesotrofo
Piano	26	34	Mesotrofo
Iseo	27	32	Eutrofo
Montorfano	28	32	Oligotrofo
Alserio	20	24	Mesotrofo
Monate	19	23	Oligotrofo
Comabbio	2	8	Eutrofo
Biandronno	7	7	Mesotrofo
Segrino	6	6	Mesotrofo

Per questi laghi non esistono particolari barriere che possano creare condizioni di isolamento dei bacini, per cui non si può parlare di gradienti biogeografici, ma piuttosto di gradienti ecologici.



Fig. 2 - SOM; mappa dei siti realizzata in base ai dati biologici raccolti utilizzando le tribù.

È stata calcolata una mappa SOM 8x5 in base ai dati biologici a livello di genere e di tribù. La Fig. 2 rappresenta la mappa dei siti in base ai dati biologici: nella parte alta e a destra si trovano i laghi a maggiore superficie, volume e profondità (Como, Garda, Maggiore, Iseo, Lugano, Idro, Montorfano), mentre in basso e a sinistra figurano i laghi più piccoli e caratterizzati da un'elevata trofia (Varese, Pusiano, Annone, Alserio, Comabbio, Blandronno, Piano, Garlate).

La Fig. 3 rappresenta nella stessa mappa le abbondanze dei taxa. L'analisi ha permesso di separare due distinte comunità di Chironomidi (Fig. 3). In generale Tanypodini, Procladiini e Chironomini caratterizzano alcuni dei laghi a maggior

livello trofico (Varese, Pusiano, Annone, Alserio) e con area e volume minori

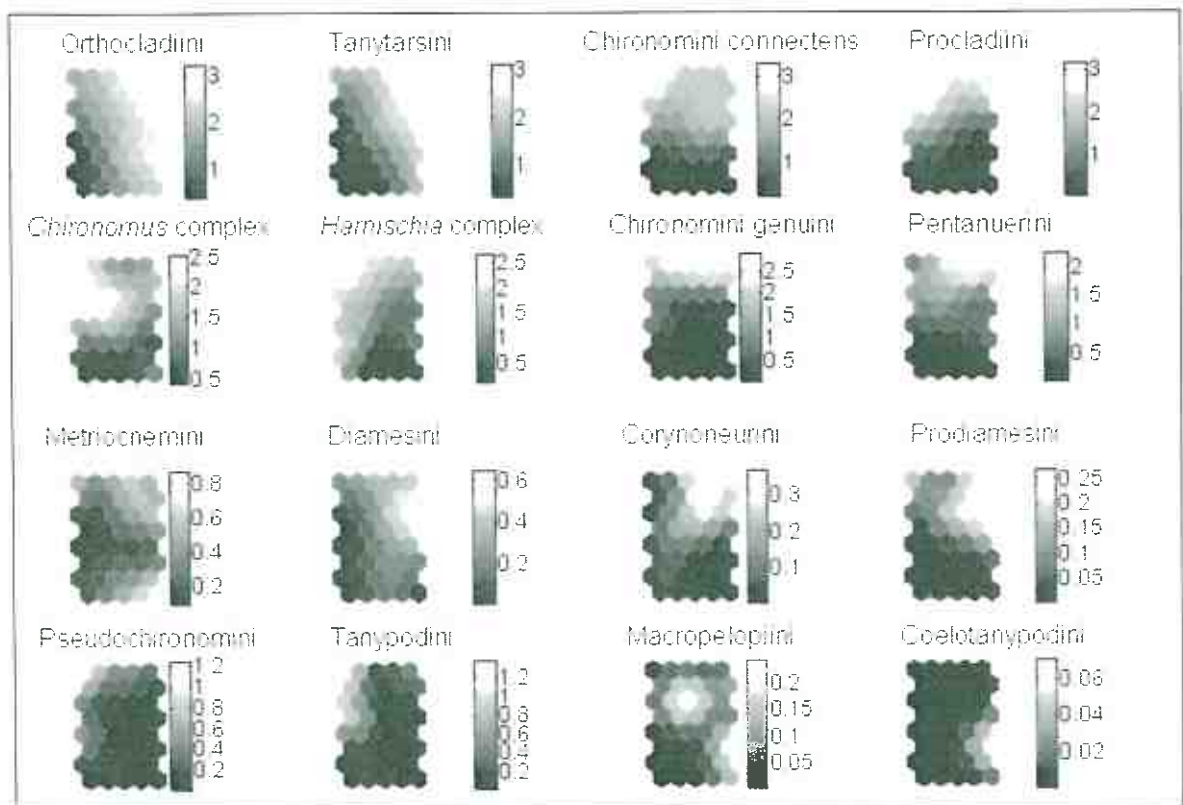


Fig. 3 - SOM; mappa dei singoli taxa. Vengono riportate le tribù e, per i Chironomini, i complessi. Il colore chiaro rappresenta le abbondanze maggiori.

(Segrino, Comabbio, Monate, Biandronno, Piano, Garlate). Si tratta infatti di taxa piuttosto tolleranti verso condizioni di scarsa ossigenazione, che proliferano in presenza di abbondante sostanza organica, sostituendosi ai gruppi più esigenti. In particolare, tra i Chironomini predominano il gruppo connectentes (comprendente taxa dotati di strutture respiratorie poco ramificate, con meno di 20 rami) e i complessi *Chironomus* (tra cui i generi *Chironomus*, *Einfeldia* e *Pseudochironomus*) e *Harnischia* (tra cui *Cladopelma*, *Cryptochironomus*, *Cryptotendipes*, *Demicryptochironomus*, *Microchironomus*, *Parachironomus*, *Paracladopelma* e *Robackia*).

Orthoclaadiiini, Tanytarsini e Diamesini, taxa piuttosto esigenti per quanto riguarda il livello di ossigenazione, temperatura e grado di trofia, dominano invece o nei bacini più grandi, come Como, Maggiore e Garda, o con bassa trofia, come Montorfano, Idro e Garlate. Tra i Chironomini sono più diffusi i taxa del gruppo connectens, ma prevale per abbondanza il gruppo dei Chironomini genuinae (comprendente taxa dotati di strutture respiratorie molto ramificate, con più di 20 rami), capaci di colonizzare i fondali più profondi.

La proiezione delle variabili ambientali nella stessa mappa ottenuta con i dati biologici (Fig. 4) ha permesso di verificare l'assenza di gradienti longitudinali e altitudinali, mentre è possibile separare i bacini in due gruppi in base alle variabili morfometriche (profondità, volume d'acqua, superficie), al grado di trofia (fosforo ortofosfato, fosforo totale, nitrati) e alla temperatura dell'acqua. Profondità massima, volume del lago e superficie sono direttamente correlati ($r_{\text{profondità-volume}}=0,99$, $r_{\text{profondità-superficie}}=0,81$, $p<0,001$).

I taxa più abbondanti e frequenti (numero totale di individui raccolti superiore a 100, specie presenti in più di 8 laghi) sono: *Tanytus punctipennis* Goetghebuer

(Tanypodini), *Procladius choreus* (Meigen) (Procladiiini), *Ablabesmyia* sp. (Pentaneurini), *Cricotopus sylvestris* (Fabricius), *Psectrocladius sordidellus* (Zetterstedt), *Orthocladus obli-dens* (Walker) (Orthocla-diini), *Micropectra atro-fasciata* (Kieffer), *Tanytarsus sylvaticus* van der Wulp (Tanytarsini), *Microtendipes pedellus* (De Geer), *Polypedilum nubeculosum* (Meigen) (Chironomini connectens), *Dicrotendipes nervosus* (Staeger), *Cryptochironomus*

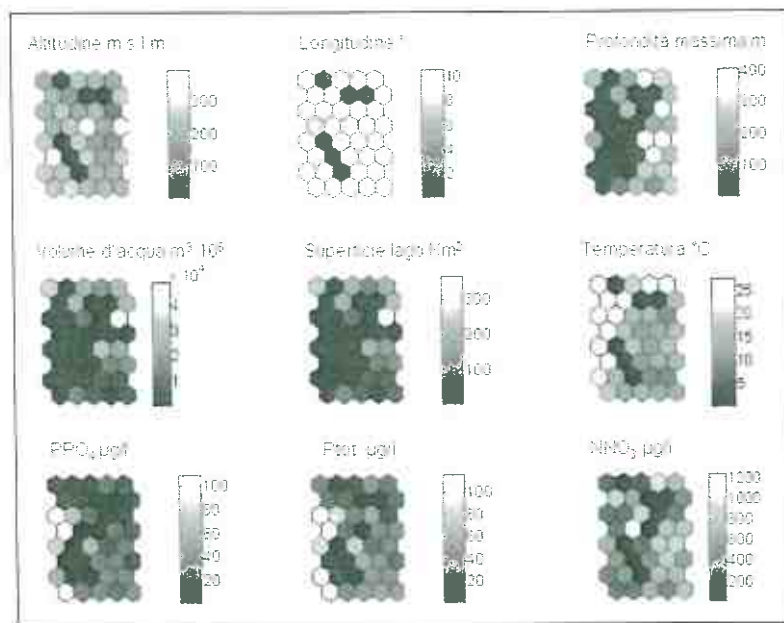


Fig. 4 - SOM: rappresentazione delle variabili ambientali nella stessa mappa ottenuta con i dati biologici. Il colore chiaro rappresenta le abbondanze maggiori.

defectus (Kieffer), *Cladopelma viridula* (Linnaeus), *Chironomus plumosus* (Chironomini genuinae).

Il gruppo dei laghi più piccoli ed eutrofi è caratterizzato dalle specie: *T. punctipennis* (Tanypodini), *P. choreus* (Procladiini), *Cladopelma virescens* (Meigen), *Parachironomus arcuatus* (Goetghebuer), *Chironomus plumosus* e *Chironomus anthracinus* Zetterstedt (Chironomini). Il gruppo dei laghi più grandi è dominato da *Eudactylocladius fuscimanus* (Kieffer), *Orthocladius excavatus* Brundin, *Cricotopus intersectus* (Staeger), *Eukiefferiella claripennis* (Lundbeck), *Tvetenia calvescens* (Edwards) (Orthocladiini), *Neozavrelia* sp., *Tanytarsus curticornis* Kieffer, *Micropectra radialis* Goetghebuer (Tanytarsini), *Diamesa tonsa* (Haliday) (Diamesini), *Dicrotendipes tritonus* (Kieffer), *Phaenopsectra flavipes* (Meigen) e *Paratendipes albimanus* (Meigen) (Chironomini). I taxa generalmente riscontrati in profondità, quali *Demicryptochironomus vulneratus* (Zetterstedt), *Cryptochironomus defectus* (Kieffer), *Cryptochironomus rostratus* Kieffer, *Pseudochironomus prasinatus* (Staeger) e *Tanytarsus gregarius* Kieffer, sono presenti in entrambi i gruppi di laghi, ma sono più abbondanti e frequenti nei bacini maggiori.

Alcune specie poco frequenti (raccolte in un solo lago più di una volta o in più laghi una volta sola) sono state riscontrate solo in ambienti oligotrofi, come *Paracladopelma laminata* (Kieffer) (L. Maggiore), *Paracladopelma nigritula* (Goetghebuer) (L. di Garda) e *Cladopelma bicarinata* (Brundin) (L. di Monate, Montorfano, Segrino). Altri taxa rari (riscontrati con abbondanze di 1 individuo) invece non sono relazionabili a particolari condizioni ambientali, come *Macropelopia fehlmanni* (Kieffer) (L. di Como), *Paramerina divisa* (Walker) (L. di Alserio), *Krenopsectra fallax* Reiss (L. Maggiore), *Einfeldia* gr. A (L. di Annone) e *Stenochironomus gibbus* (Fabricius) (laghi di Lugano e Garlate): l'autoecologia di questi taxa non è attualmente nota.

Il ritrovamento di *Nanocladius balticus* (Palmen) nel Lago di Como presso Lecco il 24 ottobre 2004 costituisce la prima segnalazione della specie per l'Italia.

Laghi d'alta quota

Nei 20 laghi d'alta quota sono stati raccolti 22 campioni, per un totale di 5857 individui appartenenti a 52 generi e 10 tribù. Trattandosi per lo più di stadi larvali, l'identificazione a livello specifico è stata possibile solo per 48 specie.

La Tab. III riporta il numero totale di taxa riscontrati nei singoli laghi, variabile tra 3 e 17 con una media di 8 taxa per lago. Nelle Alpi centro-occidentali sono stati raccolti 41 taxa, nelle Alpi centro-orientali 58. Come atteso (Boggero et al., in stampa), il numero totale di taxa nei laghi alpini è più basso di quello nei laghi prealpini, principalmente in risposta all'altitudine (Ward e Stanford, 1982). Lo stesso risultato si ottiene anche considerando il numero di gruppi di specie per i laghi prealpini (Tab. II).

Tab. III - Numero totale di taxa riscontrato nei diversi bacini d'alta quota.

Laghi d'alta quota	N. taxa	Alpi
Presena	17	centro-orientali
San Giuliano	16	centro-orientali
Ritorto	14	centro-orientali
Paione Inferiore	11	centro-occidentali
Marmo	11	centro-occidentali
Mandrone	11	centro-orientali
Boden Superiore	11	centro-occidentali
Paione Superiore	9	centro-occidentali
Grande Anzasca	9	centro-occidentali
Muino Inferiore	8	centro-occidentali
Matorgn	8	centro-occidentali
Cristallina	8	centro-occidentali
Venerocolo	7	centro-orientali
Geccio	6	centro-occidentali
Pojala	5	centro-occidentali
Serodoli	4	centro-orientali
Ghiacciato	4	centro-orientali
Combal	4	centro-occidentali
Sfondato	3	centro-occidentali
Nero Cornisello	3	centro-orientali

È stata calcolata una SOM di dimensioni 6x4 in base ai dati biologici raccolti. Nella Fig. 5 sono ordinati i siti: i laghi delle Alpi centro-occidentali sono mappati nella parte superiore, a eccezione di Marmo, Muino Inferiore e Combal, e sono abbastanza ben separati da quelli delle Alpi centro-orientali, rappresentati in basso.

I taxa *Paratanytarsus austriacus* Kieffer, *Zavrelimyia* sp., *Corynoneura scutellata* Winnertz, *Heterotrissocladius marcidus* (Walker), *Macropelopia nebulosa* (Meigen) e *Micropsectra* sp. sono i più abbondanti e frequenti (numero totale di individui raccolti superiore a 100, taxa riscontrati in più di 4 laghi), distribuiti in tutta l'area alpina studiata.

I generi *Paratanytarsus*, *Zavrelimyia*, *Macropelopia*, *Procladius*, *Pseudodiamesa*, *Tanytarsus* e *Endochironomus* prevalgono nelle Alpi centro-occidentali, mentre i taxa *Diamesa*, *Ablabesmyia*, *Cricotopus*, *Eukiefferiella* gr. *minor* e *Larsia* sono più abbondanti nei laghi del settore centro-orientale (Fig. 6).

Alcune specie sono state trovate con molti individui in un solo lago, quali *Paracladius alpicola* (Zetterstedt) (Lago Boden Superiore, abbondanza relativa 1.8%), *Acamptocladius reissi* Cranston e Sæther (L. S. Giuliano, 9,3%,



Fig. 5 - SOM: mappa dei siti, realizzata in base ai dati biologici raccolti utilizzando i gruppi di specie. I laghi delle Alpi centro-occidentali sono scritti in corsivo, i laghi delle Alpi centro-orientali in stampatello.

Franceschini e Lencioni, 2002; Ferrarese e Lencioni, 2003), *Pseudokiefferiella parva* (Edwards) (L. Venerocolo, 4,5%) e *Pseudodiamesa nivosa* (Goetghebuer) (L. Pojala, 2,9%). Queste specie non vengono considerate specie rare, ma associate a particolari condizioni ambientali. *P. alpicola* è ristretto a laghi in alta quota con basso grado di trofia (Thienemann, 1953). *A. reissi* è ristretto alla zona litorale di laghi poco profondi con estesa zona a macrofite litorale o in zone di torbiera e sembra in grado di tollerare valori di pH molto bassi, fino a 4,3 unità (Cranston e Sæther, 1982). *P. parva* è tipica di ruscelli alpini ricchi di muschi e pertanto è occasionale nei laghi (Rossaro et al., 2006). *P. nivosa* sfarfalla immediatamente dopo lo scioglimento del ghiaccio (Armitage et al., 1995).

Krenosmittia sp., *Zavrelimyia berberi* Fittkau, *Paraphaenocladus irritus* (Walzer), e *Pagastiella* sp. sono invece state rinvenute con pochi esemplari (5) in un unico lago (rispettivamente Serodoli, Combal, Presena e San Giuliano) e potrebbero pertanto costituire taxa rari, particolarmente esigenti da un punto di vista ecologico.

Il diverso chimismo delle acque e la diversa morfologia dei bacini determinano la differenziazione delle taxocenosi di Chironomidi tra i due gruppi di laghi d'alta

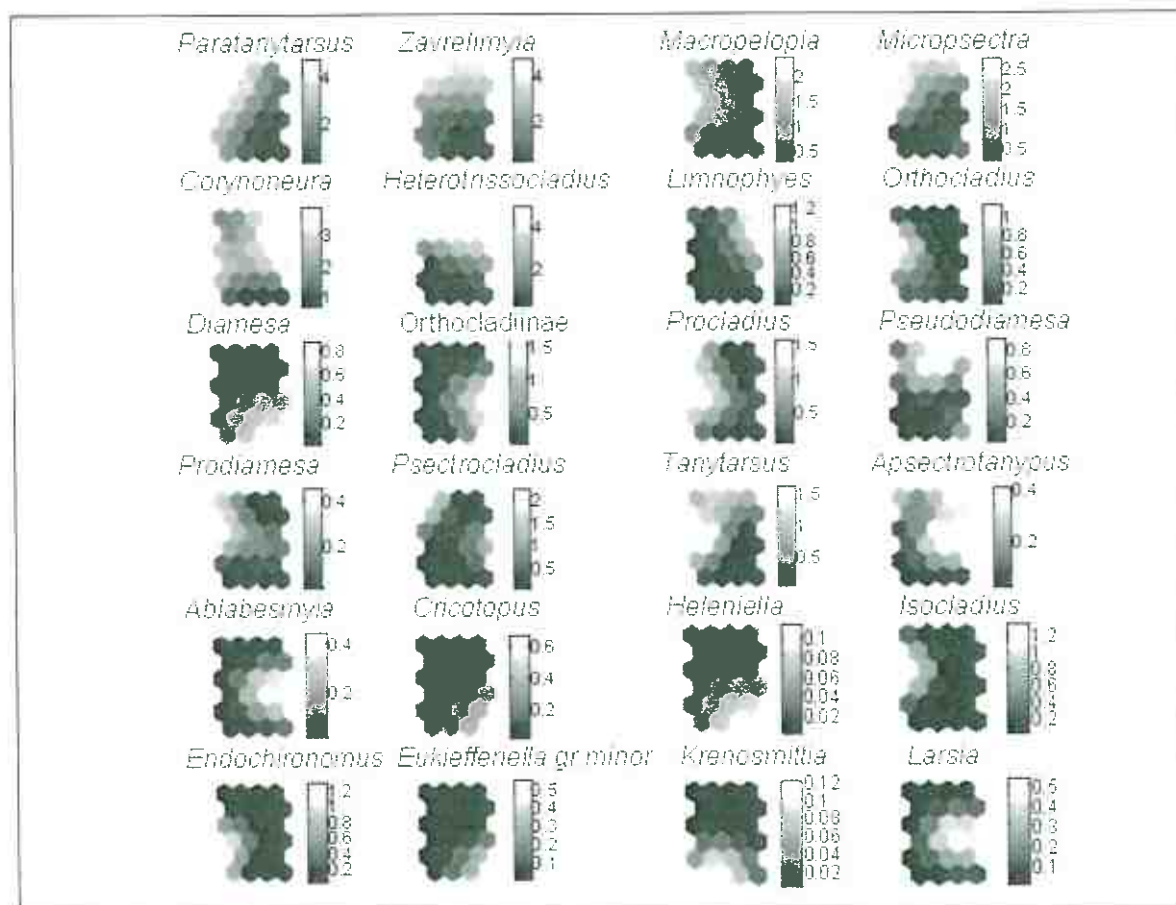


Fig. 6 - SOM: mappa dei singoli taxa. Vengono riportati solo i più significativi (con valori più alti di *codebook*). Il colore chiaro rappresenta le abbondanze maggiori.

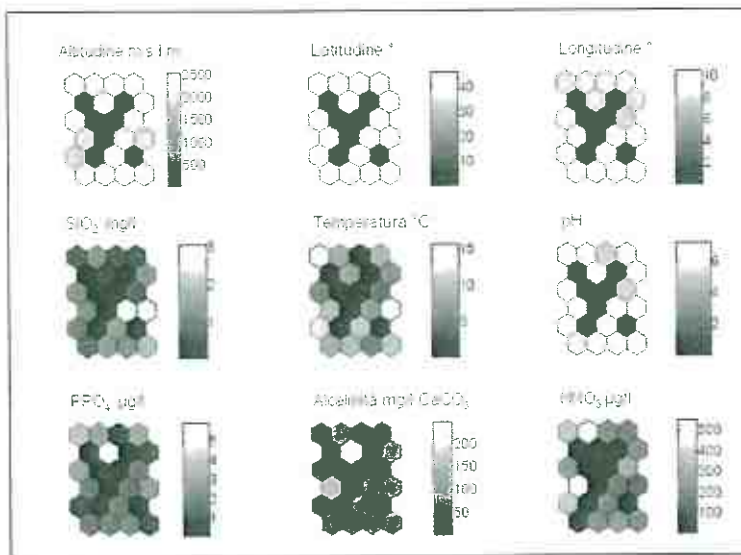


Fig. 7 - SOM: rappresentazione delle variabili ambientali nella stessa mappa ottenuta con i dati biologici. Il colore chiaro rappresenta i valori più elevati.

quota (Fig. 7). In Fig. 7, i laghi centro-occidentali, caratterizzati da valori di fosforo ortofosfato e nitrati più alti, sono raggruppati nella parte alta della mappa mentre i laghi centro-orientali, mediamente più profondi, situati a quote più elevate e con valori di temperatura e pH più bassi sono raggruppati nella parte bassa. Le tribù dei Tanytarsini, Macropelopiini, Procladiini, Prodiamesini e Chironomini prevalgono

nei laghi centro-occidentali, mentre nei bacini centro-orientali dominano Orthocladiini e Diamesini, taxa ossibionti e stenotermi freddi.

Le differenze tra le taxocenosi dei due gruppi di laghi non sono perciò dovute a un vero e proprio gradiente geografico, come confermato anche dal fatto che i laghi Marmo, Muino inferiore e Combal presentano comunità simili a quelle dei bacini centro-orientali.

CONCLUSIONI

Dall'analisi della distribuzione dei Chironomidi nei bacini considerati sono emerse notevoli differenze tra i laghi dell'area alpina e quelli dell'area prealpina, dovute al forte gradiente altitudinale tra le due zone. In particolare, i laghi prealpini sono caratterizzati da una notevole ricchezza in specie, mentre le condizioni estreme in alta quota permettono l'insediamento solo di pochi taxa specializzati, che possono raggiungere densità elevate (come *P. alpicola*, *P. parva*, *A. reissi* e *P. nivosa*: Thienemann, 1953, Rossaro et al., 2006).

I laghi prealpini sono situati in un'area priva di barriere geografiche, all'interno della quale si possono osservare gradienti di tipo ecologico, legati principalmente alla morfometria dei bacini e al grado trofico delle acque (De Bernardi et al., 1985). Si differenziano così una taxocenosi dominata da Tanytarsinae e Chironominae nei bacini più piccoli e più eutrofici, mentre prevalgono Orthocladiinae, Diamesinae e Chironomini genuini nei laghi più grandi e oligotrofici.

I laghi d'alta quota sono ubicati in aree remote e potenzialmente isolate. Non è però emersa la presenza di endemismi, né di gradienti biogeografici particolari all'interno dell'area in esame. Si evidenzia invece un gradiente di tipo ecologico

tra i bacini delle Alpi Pennine-Lepontine e quelli delle Alpi Retiche: Chironominae, Tanypodinae e Prodiamesinae prevalgono nel primo gruppo di laghi, Orthoclaadiinae e Diamesinae nel secondo, comprendente laghi più freddi e acidi (Boggero et al., in stampa).

La presenza di alcune specie solo in certi bacini lacustri può essere legata al campionamento, che è stato condotto in un numero relativamente basso di laghi alpini (nella regione alpina ci sono circa 4000 laghi di cui la maggior parte ubicati al di sopra della linea degli alberi) e in una sola occasione. In particolare l'area alpina è soggetta a lunghi periodi di innevamento e forte escursione termica, che da un lato ostacolano il campionamento nei mesi più freddi e dall'altro influenzano notevolmente i cicli vitali degli organismi. Studi futuri potranno prendere in considerazione un arco temporale e spaziale maggiore, per confermare o meno la distribuzione limitata di questi taxa.

In area prealpina la presenza di specie rare può essere spiegata ipotizzando che questi taxa siano stenoeci, legati a particolari combinazioni di fattori ecologici spesso non ancora note. L'assenza di informazioni sull'ecologia dei singoli taxa non consente però di dare una spiegazione definitiva alla loro distribuzione (Resh e Rosenberg, 1984).

La distribuzione dei Chironomidi è risultata influenzata essenzialmente da fattori ecologici legati alla morfometria e alle caratteristiche chimico-fisiche delle acque, come dimostra l'assenza di gradienti biogeografici *sensu strictu*. Questa caratteristica, unita alla notevole ricchezza in specie di questo gruppo, rende i Chironomidi particolarmente adatti per indagini ecologiche sui bacini lacustri (Rosenberg e Resh, 1993).

Studi futuri potranno chiarire maggiormente le preferenze ecologiche delle singole specie, spiegare la presenza di taxa rari e definire il livello tassonomico adeguato per un sistema di monitoraggio dei laghi basato sulla fauna a macro-invertebrati.

BIBLIOGRAFIA

- ARMITAGE P., CRANSTON P.S., PINDER L.C.V. 1995 - The Chironomidae. The biology and ecology of non-biting midges. Chapman & Hall, London, 572 pp.
- BALESTRINI R., GALLI L., TARTARI G. 2000 - Wet and dry atmospheric deposition at alpine and prealpine sites in northern Italy. *Atm. Env.*, 34: 1455-1470.
- BOGGERO A., FÜREDER L., LENCIONI V., SIMCIC T., THALER B., FERRARESE U., LOTTER A.F., ETTINGER R. 2006 - Littoral Chironomid community of Alpine lakes in relation to environmental factors. *Hydrobiologia*, 562: 145-165.
- BOGGERO A., LENCIONI V. 2006 - Researches on macroinvertebrates of twenty-one high altitude lakes: a comparison between Pennine-Lepontine and Rhaetian Alps. *Arch. Hydrobiol.*, 165: 37-61
- BOGGERO A., NOCENTINI A.M., NOBILI M., GIANAITTI M., 1996 - Ricerche sulla fauna macrobentonica litorale in laghi d'alta quota nel bacino imbrifero del Lago Maggiore. *Atti del VII Congresso Nazionale della "Società Italiana di Ecologia" (S.I.E.)*: 83-86.
- BRITTAIN J.E., ADALSTEINSSON H., CASTELLA E., GISLASON G.M., LENCIONI V., LODS-CROZET B., MAIOLINI B., MILNER A.M., SALTVEIT S.J. 2000 - Towards a conceptual understanding of arctic and alpine streams. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 27: 740-743.

- CANTONATI M., TOLOTTI M., LAZZARA M. (eds.) 2002 - I laghi del Parco Adamello-Brenta. Ricerche limnologiche su laghi d'alta quota del settore siliceo del Parco. Documenti del Parco, 14: 1-285.
- CERETTI G., NOCENTINI A.M. 1996 - Notes on the distribution of some macrobenthonic populations (Oligochaeta and Diptera Chironomidae) in the littoral of a few small lakes in northern Italy. Mem. Ist. Ital. Idrobiol., 54: 109-124.
- CRANSTON P.S., SÆTHER O.A. 1982 - A redefinition of *Acamptocladius* Brundin, 1956 (syn. *Phycoidella* Sæther, 1971, n. syn.) (Diptera: chironomidae), with the description of *A. reissi* n. sp. Ent. Scand., 13: 25-32.
- DE BERNARDI R., GIUSSANI G., GULIZZONI P., MOSELLO R. 1985 - Indagine conoscitiva per una caratterizzazione limnologica dei "piccoli laghi lombardi". Documenta dell'Istituto Italiano di Idrobiologia Dott. Marco de Marchi, 8: 1-205.
- FERRARESE U., LENCIONI V. 2003 - *Acamptocladius reissi* Cranston & Sæther, 1982 (Diptera, Chironomidae): the first Italian records. Lavori - Società Veneziana Scienze Naturali, 28: 77-78.
- FRANCESCHINI A., LENCIONI V. 2002 - Lo zoobenthos. In: M. Cantonati, M. Tolotti e M. Lazzara (eds.), I laghi del Parco Adamello-Brenta. Ricerche limnologiche su laghi d'alta quota del settore siliceo del Parco, Parco Adamello-Brenta, Strembo (Trento), Documenti del Parco, 14: 245-266.
- GAGGINO G.F., CAPPELLETTI E. 1984 - Catasto dei laghi italiani. Vol 1: Italia Settentrionale, parte prima. IRSA CNR, Quaderno, 72: 1-565.
- GAGGINO G.F., CAPPELLETTI E. 1985 - Catasto dei laghi italiani Vol 2: Italia Settentrionale, parte seconda. IRSA CNR, Quaderno 72: 576-974.
- GIRADEL J.L., LEK S. 2001 - A comparison of self-organizing map algorithm and some conventional statistical methods for ecological community ordination. Ecol. Model., 146: 329-339.
- LAZZARA M., LENCIONI V., MAIOLINI B. 2006 - I microinvertebrati. In: M. Cantonati, M. Lazzara (eds.), I laghi di alta montagna del bacino del Fiume Avisio (Trentino orientale). Monografie del Museo Tridentino di Scienze Naturali, 3: 185-207.
- LEK S., GUÉGAN J.F. 2000 - Artificial Neuronal Networks. Application to ecology and evolution. Springer, Berlin, 155 pp.
- MAIOLINI B., LENCIONI V., BOGGERO A., THALER B., LOTTER A.F., ROSSARO B. 2006 - The zoobenthic community in inlets and outlets of high altitude Alpine lakes. Hydrobiologia, 562: 217-229
- MOSS B., JOHNES P., PHILLIPS G. 1996 - The monitoring of ecological quality and the classification of standing waters in temperate regions: a review and proposal based on a worked schemes for British waters. Biol. Rev., 71: 301-339.
- PANIS L.I., GODDEERIS B., VERHEYEN R. 1996 - On the relationship between vertical microdistribution and adaptation to oxygen stress in littoral Chironomidae (Diptera). Hydrobiologia, 318: 61-67.
- PORICHU D.F., MACDONALD G.M. 2003 - The use and application of freshwater midges (Chironomidae: Insecta: Diptera) in geographical research. Prog. Phys. Geogr., 27 (3): 378-422.
- RESH V.H., ROSENBERG D.M. 1984 - The ecology of aquatic insects. Praeger, New York, 637 pp.
- ROGORA M., MOSELLO R., MARCHETTO A., BOGGERO A., TARTARI G. 2001 - Long-term variations in the hydrochemistry of alpine lakes in the Ossola and Sesia Valleys (Central Alps) in relation to atmospheric input and climate change. Studi Trentini Sc. Nat., Acta Biol., 78: 59-69.
- ROSENBERG D.M., RESH V.H. 1993 - Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. Chapman & Hall, London, 488 pp.
- ROSSARO B., LENCIONI V., BOGGERO A., MARZIALI L. 2006 - Chironomids from Alpine running waters: taxonomy, ecology, biogeography - Hydrobiologia, 562: 231-246.
- RUSE L. 2002 - Chironomid pupal exuviae as indicators of lake status. Arch. Hydrobiol., 153 (3): 367-390.
- SÆTHER O.A. 1979 - Chironomid communities as water quality indicators. Holarct. Ecol., 2: 65-74.
- TARTARI G.A., MOSELLO R. 1997 - Metodologie analitiche e controlli di qualità nel laboratorio chimico dell'Istituto Italiano di Idrobiologia del Consiglio Nazionale delle Ricerche. Documenta Ist. Ital. Idrobiol., 60: 160 pp.
- TARTARI G., MARCHETTO A., COPETTI D. 2000 - Qualità delle acque lacustri della Lombardia alle soglie del 2000. Fondazione Lombarda per l'Ambiente. Ricerche & Risultati, Milano, 44: 1-266.
- TARTARI G. 2004 - Qualità delle acque lacustri in Lombardia. Osservatorio dei Laghi Lombardi, 1° Rapporto, Fondazione Lombardia per l'ambiente, Milano, 71 pp.
- THIENEMANN A. 1910 - Das Sammeln von Puppenhäuten der Chironomiden. Arch. Hydrobiol., 6: 209-228.
- THIENEMANN A., 1953 - *Chironomus* Leben Verbreitung und wirtschaftliche Bedeutung der Chironomiden. Die Binnengewässer, Bd. 20, Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 834 pp.
- WARD J.V., STANFORD J.A. 1982 - Thermal responses in the evolutionary ecology of aquatic insects. Ann. Rev. Entomol., 27: 97-117.
- WIEDERHOLM T. 1980 - Use of benthos in lake monitoring. Journal W.P.C.P., 52: 537-547.
- WIEDERHOLM T. (ed.) 1983 - Chironomidae of the Holarctic region. Keys and diagnoses. Part 1. Larvae. Ent. Scand. Suppl., 19. 457 pp.

